Pearson
BTEC

شهادة Pearson BTEC
International من المستوى 2 في

كتاب طالب الهندسة

الوحدة 5

الرياضيات لفنيي الهندسة

المؤلف: ستيف سينجلتون

2م

كتاب الطالب

تم النشر بواسطة شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد، 80 ستراند، لندن، WC2R 0RL.

www.pearsonschoolsandfecolleges.co.uk

يمكن العثور على نسخ من المواصفات الرسمية لجميع شهادات بيرسون على الموقع الإلكتروني: qualifications.pearson.com

© حقوق التأليف والنشر لعام 2023 محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التحرير بواسطة إنتيغرا

تنضيد الحروف بواسطة إنتيغرا

© حقوق التأليف والنشر للرسومات التوضيحية الأصلية محفوظة لشركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التصوير بواسطة إنتيغرا

تصميم الغلاف من قِبل شركة كريتيف مانكي فيجوال ديزاين

نُشرت هذه الطبعة عام 2023

23 24 25 26 27

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

فهرسة المكتبة البريطانية في بيانات النشر

يتوفر سجل كتالوج لهذا الكتاب من المكتبة البريطانية

إشعار حقوق التأليف والنشر

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور بأي شكل أو بأي وسيلة (بما في ذلك نسخه أو تخزينه في أي وسيط باستخدام الوسائل الإلكترونية، سواء بشكل عابر أو عرضي لبعض الاستخدامات الأخرى لهذا المنشور) دون إذن كتابي من مالك حقوق الطبع والنشر، يُتوقع ذلك وفقًا لأحكام قانون حقوق التأليف والنشر والتصاميم وبراءات الاختراع لعام 1988 أو بموجب شروط ترخيص صادر عن وكالة ترخيص حقوق التأليف والنشر، برناردز إن، 86 فيتر لين، لندن EC4A 1EN (www.cla.co.uk). يجب توجيه طلبات الحصول على إذن كتابي لمالك حقوق التأليف والنشر إلى الناشر.

مو اقع الويب

لا تتحمل بيرسون إديوكيشن ليمتد المسؤولية عن المحتوى الخاص بأي مواقع إنترنت خارجية. ومن الضروري أن يقوم المعلمون بمعاينة كل موقع إلكتروني قبل استخدامه في الفصل للتأكد من أن عنوان URL لا يزال دقيقًا وملائمًا ومناسبًا. ونقترح أن يقوم المعلمون بوضع إشارة مرجعية على المواقع الإلكترونية المفيدة والنظر في تمكين الطلاب من الوصول إليها من خلال الشبكة الداخلية للمدرسة/ الكلية.

ملاحظة من الناشر تنفذ بيرسون عمليات تحرير قوية لضمان دقة المحتوى في هذا المنشور، ويتم بذل كل جهد ممكن لضمان خلو هذا المنشور من الأخطاء. ومع ذلك، ما نحن إلا بشر، وأحيانًا تحدث أخطاء. ولا تتحمل بيرسون المسؤولية عن أي سوء فهم ينشأ نتيجة أخطاء في هذا المنشور، ولكن من أولوياتنا ضمان دقة المحتوى. إذا لاحظت وجود خطأ، فيُرجى التواصل معنا عبر resourcescorrections@pearson.com حتى نتأكد من تصحيحه.

في حين بذل الناشرون قصارى جهدهم لضمان دقة المشورة بشأن التأهيل وتقييمه، فإن المواصفات الرسمية ومواد إرشادات التقييم المرتبطة بها هي المصادر الموثوقة الوحيدة للمعلومات وينبغي الرجوع إليها دائمًا للحصول على إرشادات نهائية.

شكروتقدير

الصور:

بيرسون إديوكيشن: PDQ Digital Media Solutions Ltd ص 12 (الشكل 5.6)،
ص 24 (الشكل 5.12)، ص 27 (الشكل 5.18)، Oxford Designers & Illustrators Ltd
ص 15 (الشكل 5.7)، **شوترستوك:** Mr.Lightman p.1 (الشكل 5.1)، Natrot ص 2
(الشكل 5.2)، Marco mayer ص 2 (الشكل 5.3)، Donatas1205 ص 2 (الشكل 5.4)، Soulvitara ص 6 (الشكل 5.5).

© جميع حقوق طبع ونشر الصور الأخرى محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن

الوحدة 05

الرياضيات لفني الهندسة

مقدمة

ستدرس في هذه الوحدة سبب استخدام المهندسين للرياضيات لحل التحديات التي يواجهونها على أساس يومي. على سبيل المثال، حساب مقاومة المواد، و/أو حساب الأحجام والمساحات، و/أو استخدام علم المثلثات لحساب ارتفاع العناصر، و/أو حساب المقاومة في الدائرة. وتعتبر هذه الأنواع من الحسابات مطلوبة لتوفير الوقت والمال للمهندس، ولضمان حل التحديات بأمان وفعالية.

كما تُعد هذه الوحدة نقطة بداية لاكتساب المهارات الرياضية اللازمة لحل العديد من التحديات التي يواجهها المهندسون يومًا بعد يوم. وستبدأ بالنظر في العمل الرقمي والطرق الحسابية قبل الانتقال إلى النظر في المعادلات والصيغ. هذه هي المواضيع التي يعمل المهندسون معها طوال الوقت - عل سبيل المثال قانون أوم ($V = IR$) وقانون نيوتن الثاني للحركة ($F = ma$). ستقوم بعد ذلك بالتحقيق في كيفية تقديم ومعالجة بيانات الهندسة العددية بعد إكمال الحسابات ذات الصلة.

أهداف التعلم

في هذه الوحدة، ستتمكن من التالي:

(أ) فحص كيفية استخدام الطرق الحسابية والجبرية والرسومية لحل المسائل الهندسية

(ب) فحص كيفية استخدام القياس وحساب المثلثات لحل المسائل الهندسية

كيف سيتم تقييمك

يتم تقييم هذه الوحدة داخليًا من خلال واجب محدد من قِبل بيرسون تُعده بيرسون ولكن يصححه معلمك. وسيكون عليك تقديم أدلة لإثبات أنك حققت أهداف التعلم. ويمكن تقديم الأدلة الخاصة بك في العديد من التنسيقات، سواء إلكترونيًا أو ورقيًا. إذ يسرد مخطط الدرجات في المواصفات والواجب المحدد من قِبل بيرسون لهذه الوحدة ما يجب عليك القيام به للحصول على درجات النجاح والتفوق والامتياز. وستوجهك أنشطة التقييم في هذه الوحدة خلال المهام التي قد تظهر في الواجب المحدد من قِبل بيرسون الخاص بك.

وستتعرف من خلال الواجب المحدد من قِبل بيرسون على الشكل الذي ستتخذه تقييماتك بالضبط.

الشكل 5.1 الرياضيات على السبورة.

هدف التعلم (أ): فحص كيفية استخدام الطرق الحسابية والجبرية والرسومية لحل المسائل الهندسية

ينصب التركيز في هدف التعلم (أ) على تطوير المهارات الحسابية والجبرية قبل الانتقال إلى الأساليب الرسومية. وسيتعين عليك البناء على معرفتك الرياضية الحالية وفهمها، وأن تكون قادرًا على تطبيق هذه المعرفة على المسائل الهندسية.

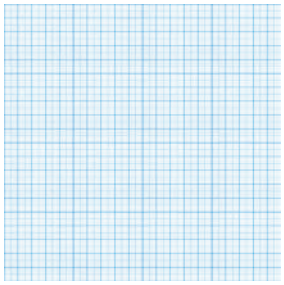
(أ1) الطرق الحسابية لحل المسائل الهندسية

ستتحلى بالقدرة على استكشاف تطبيق الرياضيات من خلال أمثلة عملية، على سبيل المثال حل التحديات الهندسية التي تتطلب مهارات رياضية للوصول إلى حل. وستستكشف مختلف الطرق والأمثلة العملية وحسابات الممارسة، حيث ترتبط معظم الأنشطة بالتطبيقات الهندسية.

أثناء دراسة هذه الوحدة، ستحتاج إلى توفر **آلة حاسبة علمية** مثل تلك الموجودة في الشكل 5.2 **والأدوات الرياضية** (الشكل 5.3) **وورقة الرسم البياني** (الشكل 5.4). ستستفيد بشكلٍ كامل من الآلة الحاسبة العلمية الإلكترونية وستكون على دراية بوظائف الجمع والطرح والضرب والقسمة على الأعداد الصحيحة والأعداد **العشرية والكسوروالنسب المئوية.** لاحقًا في الوحدة، ستستخدم مفاتيح الوظائف لتحديد نسب الجيوب وجيب التمام والمماس والقوى والجذور. سنبدأ بمراجعة وتطوير فهم الطرق الحسابية الأساسية والعمل باستخدام آلة حاسبة علمية.

الشكل 5.2 الآلة الحاسبة العلمية.

الشكل 5.3 الأدوات الرياضية.



الشكل 5.4 ورقة الرسم البياني.

بدء النشاط

اعمل في مجموعات صغيرة لتحديد عدد المرات التي استخدمت فيها الأساليب الحسابية لحل المسائل الهندسية في الفصل الدراسي أو ورشة العمل باستخدام الآلة الحاسبة وبدونها. ثمّ ناقش الفرق بين الآلة الحاسبة الأساسية والآلة الحاسبة العلمية.

المصطلحات الرئيسية

الآلة الحاسبة العلمية: آلة حاسبة خاصة تسمح باستخدام ما يقرب من 100 دالة مختلفة. ويشمل ذلك المسائل والمعادلات الأكثر تعقيدًا التي ستنشأ أثناء الرياضيات الهندسية، بما في ذلك عناصر مثل علم المثلثات والجذور التربيعية والجبر.

ورقة الرسم البياني: يتم تقسيم الورق إلى خطوط أفقية وعمودية لإنشاء رسوم بيانية خطية ورسوم بيانية تربيعية وأنواع أخرى من الرسوم البيانية مثل المخططات الشريطية.

الأدوات الرياضية: العديد من هذه الأدوات عبارة عن أدوات رسم مثل المنقلة والمربعات الثابتة والبوصلة والفواصل والقاعدة.

العدد العشري: جزء من عدد صحيح معبرًا عنه بمجموع الأجزاء من الأعشار والمئات والآلاف وما إلى ذلك.

الكسور: جزء من عدد صحيح معبرًا عنه كنسبة.

النسبة المئوية: كسر يتم التعبير عنه بعدد الأجزاء في 100.

تطوير المهارات

ستدعم هذه الوحدة تطويرك لما يلي:

- التفكير النقدي من خلال حل المسائل الرياضية
- حل المسائل من خلال فهم المسائل الرياضية
- تحليل المسائل الرياضية.

نصيحة

تدرب باستخدام الآلة الحاسبة الخاصة بك. إنه الوقت المناسب لإدخال بعض الحسابات البسيطة التي تعرف الإجابة عليها، مثل 5 = 3 + 2 أو 2 = 4 - 6.

إذا كنت بحاجة إلى شراء آلة حاسبة، فتأكد من أنها مفيدة في المستقبل حتى تخدمك عندما تفكر في المسائل الأكثر تعقيدًا في المستقبل.

الجمع والطرح والضرب وقسمة الأعداد الكاملة والعشرية والكسور

الأرقام الصحيحة هي أرقام مثل 3 أو 5 أو 15 أو 120. إذا كانت القيمة تقع بين عددين صحيحين، فغالبًا ما يتم التعبير عنها في صورة عشرية أو كسر. على سبيل المثال، سيتم التعبير عن اثنين ونصف بالرقم 2.5، أو $2\frac{1}{2}$ أو واحد وربع سيتم التعبير عنه برقم 1.25 أو $1\frac{1}{4}$.

يمكن التعبير عن الأرقام الصحيحة (**الأعداد الصحيحة**) على أنها **إيجابية** (+) أو **سالبة** (-). تميل الأرقام الموجبة إلى عدم وجود علامة في المقدمة ولكن الأرقام السالبة دائمًا ما تحتوي على علامة سالب.

هل تعلم؟

في البداية كان الصفر عنصرًا نائبًا وليس رقمًا في بعض الحضارات. لم يكن لدى العديد من الحضارات المبكرة مفهوم الصفر وكافحت لتدوين كمية لا تحتوي على منتجات. مع تطور الرياضيات، تمت إضافة الصفر، وتم التعرف على الأرقام الموجبة والسالبة.

الأعداد الصحيحة السالبة والإيجابية

عند إضافة أرقام أو طرحها أو ضربها، هناك قواعد أساسية يجب اتباعها.

أمثلة ذات أعداد صحيحة موجبة:

$4 + 3 + 3 = 10$،

$12 - 6 = 6$

مثال مع الأعداد الصحيحة السالبة:

$-2 + (-4) + (-6) = -12$

لاحظ الأقواس. تحدد هذه الأقواس الأعداد الصحيحة السالبة وهي صحيحة رياضيًا، على الرغم من عدم استخدامها دائمًا.

للعثور على مجموع الأعداد الصحيحة المختلطة:

أمثلة عملية

$4 + (-1) = 3$

$(-2) - (-4) = 2$

الرقمان السلبيان يمنحان رقمًا موجبًا

لذلك $(-2) - (-4) = 2$

هذا هو نفس $(-2) + 4 = 2$

$5 + (-7) + 3 + (-6) = (-5)$

أو $8 + (-13) = (-5)$

تحقق من ذلك على الآلة الحاسبة العلمية الخاصة بك.

المصطلحات الرئيسية

الأعداد الصحيحة الموجبة هي الأعداد الصحيحة أكبر من الصفر:

1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9...

الأعداد الصحيحة السالبة هي الأرقام الصحيحة أقل من الصفر:

-1، -2، -3، -4، -5، -6، -7، -8، -9 ...

الصفر ليس عددًا صحيحًا موجبًا ولا سالبًا.

هل تعلم؟

عندما تضيف رقمًا موجبًا ورقمه السالب المتساوي، يكون الناتج صفر.

عند الضرب والقسمة:

- رقمان لهما نفس العلامة (موجب)، النتيجة هي إجابة موجبة
- رقمان لهما نفس العلامة (سالب)، النتيجة هي إجابة موجبة
- رقمان بعلامات مختلفة ينتجان إجابة سالبة.

عندما تضرب في صفر، تكون الإجابة دائمًا صفر.

النشاط

قم بحل ما يلي، ثم تحقق من إجاباتك باستخدام آلة حاسبة علمية.

24 + (-6) + 7 - (-8) =

3 ÷ (-6) =

-14 ÷ (-2) =

(-6) + (-8) - (13) =

(-15) + 9 - (-6) =

مواضيع ذات صلة

أثناء دراستك لهذه الوحدة، ستجد أنها مرتبطة بالوحدات التالية:

- الوحدة 6: الرسم الهندسي
- الوحدة 8: تقنيات التشغيل الآلي
- الوحدة 10: التركيب والتجميع الهندسي
- الوحدة 19: تسجيل البيانات وتفسيرها
- **الوحدة 22: إنشاء الدوائر الكهربائية والإلكترونية واختبارها**

المصطلحات الرئيسية

القيمة المطلقة: القيمة العددية للرقم بصرف النظر عن علامته (موجب أو سالب)

الحساب: علم الحساب باستخدام الأرقام.

هل تعلم؟

في الحضارات المبكرة، كان على الكثير من الأشخاص الذهاب إلى عالم رياضيات لضرب الكميات أو قسمتها. كان الضرب يتم عن طريق إجراء العديد من عمليات الجمع.

على سبيل المثال، سيتم إجراء عملية الضرب 6 × 4 = 24 من خلال جمع 24 = 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 أو جمع 24 = 6 + 6 + 6 + 6

الضرب والقسمة

عند ضرب الأرقام أو تقسيمها:

على سبيل المثال، 24 = 4 × 6 و 5 = 5 ÷ 25

إذا كانت القيمة تقع بين عددين صحيحين، فيمكن التعبير عنها في صورة عدد عشري أو كسر.

أمثلة عملية

عندما تضرب الأرقام أو تقسمها بعلامات متشابهة، ستكون النتيجة دائمًا إيجابية.

$$6 \times 3 = 18$$

$$(-6) \times (-3) = 18$$

$$6 \div 3 = 2$$

$$(-6) \div (-3) = 2$$

عندما تضرب الأرقام أو تقسمها بعلامات مختلفة، ستكون النتيجة دائمًا بالسالب.

$$6 \times (-3) = (-18)$$

$$(-6) \div 3 = (-2)$$

جمع وطرح الأرقام العشرية:

$$3.5 + 7.75 = 11.25$$

$$12.875 - 5.25 = 7.625$$

ضرب الأرقام العشرية:

$$1.75 \times 0.35 = 0.6125$$

$$0.25 \times 0.75 = 0.1875$$

$$3.5 \times 2.25 = 7.875$$

تقسيم الأرقام العشرية:

$$14.25 \div 1.5 = 9.5$$

$$0.9 \div 0.5 = 1.8$$

تحقق مما ورد أعلاه باستخدام آلة حاسبة علمية.

نصيحة

عند ضرب الأرقام العشرية التي تكون كلتاهما أقل من 1، يجب أن تكون إجابتك أقل من أصغر رقم في المعادلة

مراجعة ما تعلمته ✓

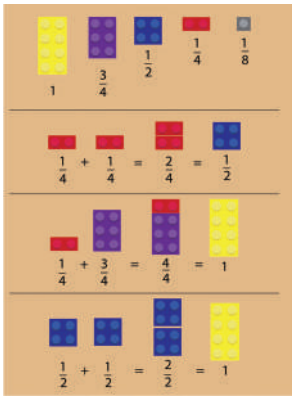
أجب على الأسئلة التالية:

1. $0.25 \div 0.125 =$
2. $0.5 \div 0.25 =$
3. $0.25 \times 0.125 =$
4. $0.5 \div 0.125 =$

النشاط +

أجب على الأسئلة التالية:

1. $24 + (-6) + 7 - (-8) =$
2. $3 \div (-6) =$
3. $-4 \div (-2) =$
4. $(-6) + (-8) - (13) =$
5. $(-15) + 9 - (-6) =$



الشكل 5.5 الكسور الشائعة.

المصطلحات الرئيسية

البسط: في الكسر يكون الرقم الموجود فوق الخط هو البسط، $\frac{4}{5}$ في هذه الحالة، سيكون الرقم 4 هو البسط.

المقام: في الكسر يكون الرقم الموجود أسفل الخط هو المقام، $\frac{4}{5}$ في هذه الحالة، سيكون الرقم 5 هو المقام.

القاسم المشترك: هو رقم ينقسم بالضبط إلى جميع القواسم في مجموعة من الكسور. $\frac{3}{25} + \frac{4}{10}$ سيكون المقام المشترك هنا هو 5 حيث إن $10 = 2 \times 5$ و $25 = 5 \times 5$.

الكسر المعتل: الحالات التي يكون فيها البسط أكبر من المقام. يظهر هنا: $\frac{10}{4}$

الكسر المركب أو **العدد الكسري**: يتكون من عدد صحيح وكسر مناسب يظهر هنا: $2\frac{1}{4}$.

الكسور

يتم عرض بعض الكسور الشائعة وإضافتها في الشكل 5.5.

يتم عرض بعض الكسور الشائعة وما يعادلها من الأرقام العشرية والنسب المئوية في الجدول 5.1.

نصائح

تقبل الآلة الحاسبة العلمية المدخلات ككسور أو أعداد عشرية أو نسب مئوية.

استخدم الجدول 5.1 لإدخال سلسلة من الكسور والأعداد العشرية والنسب المئوية الشائعة والتحويل بينها.

الجدول 5.1 الكسور والأعداد العشرية والنسب المئوية الشائعة

الكسر	العدد العشري	النسبة المئوية
$\frac{1}{10}$	0.1	10%
$\frac{1}{8}$	0.125	12.5%
$\frac{1}{4}$	0.25	25%
$\frac{1}{2}$	0.5	50%
$\frac{3}{4}$	0.75	75%
$\frac{1}{100}$	0.001	1%
$\frac{1}{1000}$	0.0001	0.1%

جمع وطرح الكسور

هل تعلم؟

في عالم الهندسة، يفضل معظم المهندسين استخدام الأعداد العشرية بدلاً من الكسور. فهي أسهل في الحساب؛ حيث يتم ارتكاب عدد أقل من الأخطاء.

نصيحة

يوضح كل ما يلي كيف يمكن عرض المسائل التي تتضمن أقسامًا أو كسورًا في مسالة رياضية معينة.

$$\frac{100}{25} = 4 \text{ , } {}^{100}\!/_{25} = 4, 100 \div 25 = 4, 100/25 = 4$$

إضافة الكسور

$$\frac{1}{2} + \frac{2}{3} =$$

ابحث عن قاسم مشترك؛ في هذه الحالة يكون 6.

اقسم المقام المشترك على كل مقام

$6 \div 2 = 3$

اضرب الإجابة في البسط

$3 \times 1 = 3$

ثم كرر ذلك لكل جزء من الكسر.

يمكنك الآن إضافة الكسور.

$$\frac{3+4}{6} = \frac{7}{6}$$

قم بالتغيير من كسر معتل إلى كسر فعلي.

$$\frac{7}{6} = 1\frac{1}{6}$$

طرح الكسور

$$\frac{7}{8} - \frac{3}{4}$$

ابحث عن قاسم مشترك؛ في هذه الحالة يكون 8.

اتبع نفس الخطوات لإضافة الكسور.

يمكنك بعد ذلك طرح الكسور.

$$\frac{7-6}{8} = \frac{1}{8}$$

أمثلة عملية

ضرب الكسور

اضرب الخط العلوي (البسط) ثم اضرب الخط السفلي (المقام) معًا.

$$\frac{1}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{2}{6}$$

قم بعد ذلك بالتبسيط

$$\frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

قسمة الكسور

$$\frac{1}{2} , \frac{2}{3}$$

اقلب الكسر الثاني رأسًا على عقب وقم بالضرب.

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{2} = \frac{3}{4}$$

قم بالتبسيط إذا لزم الأمر.

تحقق من هذه الحسابات باستخدام الآلة الحاسبة العلمية.

النسب المئوية

النسبة المئوية هي كسر تم تحويله إلى أجزاء من المئات.

على سبيل المثال، يعطي الكسر نسبة مئوية عند ضربه في 100.

$$\frac{1}{4} \times 100 = 25\%$$

أمثلة عملية

تحتوي مجموعة المقاومات المكوَّنة من 150 مقاومةً على ثلاثين مقاومةً مقدارها 100 أوم. ما النسبة المئوية للمقاومات 100 أوم؟

$$\frac{30}{150} \times 100 = 20 = 20\%$$

نصيحة

تدرب على إدخال الكسور في الآلة الحاسبة.

استخدم الآلة الحاسبة لإدخال الأمثلة العملية.

تحقق من جميع حسابات الكسور باستخدام الآلة الحاسبة العلمية

المصطلحات الرئيسية

النسبة المئوية: هي جزء من مائة.

$$\frac{5}{100} = 5\%$$

مقياس الحرارة يقرأ 45 درجة مئوية عندما تكون درجة الحرارة الحقيقية 42.5 درجة مئوية. ما الخطأ في النسبة المئوية؟

الخطأ هو 45 - 42.5 = 2.5 درجة مئوية

نسبة الخطأ هي $\frac{2.5}{42.5} \times 100 = 5.89\%$ لثلاثة أرقام معنوية.

نصيحة

يتم تصميم الآلات الحاسبة العلمية للعمل باستخدام BIDMAS أو BODMAS أو PEMDAS.

لذلك، من الجيد دائمًا التحقق من الإجابة باستخدام الآلة الحاسبة.

BIDMAS

هل تعلم؟

تستخدم بعض البلدان:

BODMAS - الأقواس والأوامر والقسمة والضرب والجمع والطرح

PEMDAS - الأقواس والأسس والضرب والقسمة والجمع والطرح

الأسبقية

عندما تكون واثقًا من العمليات الحسابية، فإن خطوتنا التالية هي مبادئ الأسبقية الحسابية من خلال إظهار وشرح قاعدة BIDMAS.

تتبع قاعدة BIDMAS ترتيب اختصار BIDMAS. يجب حل التعبيرات الرياضية ذات العوامل المتعددة من اليسار إلى اليمين بترتيب قاعدة **BIDMAS**.

- الأقواس
- **الأدلة**
- **القسمة** والضرب (يُعتبران قابلين للتبديل ويعتمدان على أيهما يأتي أولاً في التعبير)
- **الجمع** والطرح **(يُعتبران قابلين للتبديل ويعتمدان على أيهما يأتي أولًا في التعبير).**

المصطلحات الرئيسية

BIDMAS: الأقواس، الأدلة، الضرب، الجمع، الطرح

الأسبقية: الترتيب الذي يجب أن تنفذ به الحسابات الحسابية.

القوة/الأدلة: عدد المرات التي تم فيها ضرب الرقم في نفسه.

مثال عملي

حل المسالة

$4 + 3 \times 6 =$

الإجابة الصحيحة هي 22.

$4 + 18 = 22$

الضرب أولاً، ثم الجمع.

الإجابة غير الصحيحة هي 42.

$7 \times 6 = 42$

وهذا يعني إجراء الجمع ثم الضرب.

تحقق من أنه يمكنك إدخال هذا بشكل صحيح على الآلة الحاسبة العلمية الخاصة بك.

مراجعة ما تعلمته

أجب على الأسئلة التالية:

1 $42 - 6 \times 4 =$

2 $8 \div 4 + 6 =$

3 $32 \times 9 + (8 - 4) =$

4 $6 + (64 - 70) =$

5 $7 \div 2 + (6 - 3) \times 3 =$

القوى والجذور

المفهوم التالي هو العمل مع قوى وجذور الأرقام، بما في ذلك المربعات والمكعبات.

هل تعلم؟

المربعات الكاملة هي عدد صحيح يمثل مربع عدد صحيح.

هذه هي 1×1، 2×2، 3×3 أو $1^2, 2^2, 3^2$

أول 10 مربعات مثالية هي 1 و4 و9 و16 و25 و36 و49 و64 و81 و100

المصطلحات الرئيسية

مربع: عدد مضروب في نفسه.

مثال: 2 مربع = 2×2

المكعب: رقم مضروب في نفسه مرتين.

مثال: 2 مكعب = $2 \times 2 \times 2$

الأساس: رقم مرفوع لقوة.

الدليل: القوة التي يتم رفع الرقم إليها

القوى

عندما يتم ضرب رقم في نفسه لعدد من المرات، يُقال أنه مرفوع لقوة.

عندما يتم رفع عدد إلى نفسه، نقول إنه مربع وإذا تم ضربه في نفسه مرة أخرى، نقول عنه مكعب.

$2 \times 2 = 4$ أو يمكن القول 2^2

الأساس 2 للدليل 2 أو 2 مربع يساوي 4

$2 \times 2 \times 2 = 8$ أو يمكن القول 2^3

الأساس 2 للدليل 3 أو 2 المكعب يساوي 8

$3 \times 3 = 9$ أو يمكن القول 3^2

الأساس 3 للدليل 2 أو 3 المربع يساوي 9

$3 \times 3 \times 3 = 27$ أو يمكن القول 3^3

الأساس 3 للدليل 3 أو 3 المكعب يساوي 27

مراجعة ما تعلمته

اكتب إجابتك كأساس ودليل ثم احسب الإجابات بدون آلة حاسبة.

اكتب إجابتك في صورة عدد صحيح، ثمّ تحقق من إجاباتك على الآلة الحاسبة.

1 $2 \times 2 \times 2 \times 2 =$

2 $4 \times 4 =$

3 $3 \times 3 \times 3 \times 3 =$

4 $9 \times 9 \times 9 =$

5 $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 =$

الجذور

الجذور هي عكس القوى وتستخدم في العديد من الصيغ الهندسية للمساعدة في حل المسائل الرياضية والهندسية.

الجذر التربيعي:

$\sqrt{4} = 2$

بعبارة أخرى، ما العدد الذي سيُعطيك 4 عند ضربه في نفسه؟

الجذر التكعيبي:

$\sqrt[3]{8} = 2$

ما العدد الذي عند ضربه مرتين ($2 \times 2 \times 2$) في نفسه سيمنحك 8؟

من الأفضل حل الجذور باستخدام الآلة الحاسبة الخاصة بك، أو عن طريق تقدير الرقم الذي عند ضربه في نفسه سيعطيك الجذر. قم بعد ذلك بإعادة التقدير حتى تحصل على الإجابة الصحيحة.

النشاط

أدخل هذه الجذور في الآلة الحاسبة العلمية.

ابحث عن جذور ما يلي:

1 $\sqrt{16}$ =

2 $\sqrt{25}$ =

3 $\sqrt{64}$ =

حل هذه المسائل.

1 $\sqrt{4} - \sqrt[4]{16} + \sqrt[3]{25}$ =

2 $\sqrt[3]{36} + \sqrt[3]{27} - \sqrt{16}$ =

3 $\sqrt{15 + 12 + 24}$ =

المصطلحات الرئيسية

الشكل القياسي: رقم كبير للغاية أو رقم صغير يتم تحويله إلى رقم واحد بين 0 و9 قبل العلامة العشرية (الجزء العشري) وضربه بالقوة 9 (الأس) لإعطاء نفس القيمة.

الترميز العلمي: نفس الشكل القياسي.

الجزء العشري: الرقم الموجود على يسار علامة الضرب في رقم في الشكل القياسي.

الأس: الرقم الموجود على يمين علامة الضرب في رقم في الشكل القياسي.

الترميز الهندسي: يشبه الشكل القياسي ولكن يجب أن يكون أس العشرة قابلاً للقسمة على ثلاثة. 10^{-9}، 10^{-6}، 10^{-3}، 10^{3}، 10^{6}، 10^{9}. على سبيل المثال، 1×10^{3} مم يساوي 1,000 مم.

الأرقام المعنوية: الدقة المطلوبة للإجابة في الحساب. وهذه الأرقام هي التي تنقل معلومات دقيقة.

غالبًا ما تكون الإجابات في الرياضيات أعدادًا صحيحة أو عشرية كبيرة جدًا أو صغيرة جدًا. هناك طرق للتعبير عن الأعداد الكبيرة والصغيرة باستخدام قوى 10، على سبيل المثال، يمكن أيضًا كتابة 314,000,000 في شكل 3.14×10^{8}. تم نقل العلامة العشرية مرة أخرى إلى ما بعد الرقم الأول مباشرةً. لقد تم نقله بثمانية مواضع وهذه هي قوة 10 التي يجب ضرب الرقم الجديد بها لإعطاء نفس القيمة. تمت كتابة هذا في **شكل قياسي** يشار إليه في بعض البلدان باسم **الترميز العلمي**. الرقم 3.14 **يسمى الجزء العشري ويطلق على** 10^{8} **اسم الأس.**

على سبيل المثال، الرقم 0.00535 يعادل 5.35×10^{-3}، حيث تم نقل العلامة العشرية مرة أخرى عبر ثلاثة مواضع وهذه هي قوة 10 التي يجب ضرب الرقم الجديد بها لإعطاء نفس القيمة.

ويستخدم المهندسون هذه الأسس التي تبلغ قيمتها 10: 10^{-9}، 10^{-6}، 10^{-3}، 10^{3}، 10^{6}، 10^{9}. وهذا ما يسمى **الترميز الهندسي**.

نصيحة

تحقق من الآلة الحاسبة الخاصة بك:

يقوم المفتاح [ENG] بتحويل الرقم إلى ترميز هندسي

سيسمح المفتاح [EXP] أو [$\times 10^{3}$] بإدخال الأرقام كأس، أي 56×10^{5}

يسمح x^{2} بإدخال "التربيعات".

يسمح x^{3} بإدخال "المكعبات".

يحل $\sqrt{\ }$ المفتاح "الجذور التربيعية".

يقوم $\sqrt[3]{9}$ بحل "الجذور التكعيبية"، في هذه الحالة = 2.08

عادةً ما يكون مفتاح الكسر عبارة عن صندوقين مستطيلين مع خط أفقي بينهما.

الأرقام المعنوية

في تقييم Pearson Set الهندسي، سيُطلب منك تقديم إجاباتك **كأرقام معنوية**.

غالبًا ما تكون الإجابات طويلة، وإذا كان الأمر كذلك، فإننا نستخدم أرقامًا معنوية.

تذكر أن تحسب الأرقام قبل العلامة العشرية عند استخدام الأرقام المعنوية.

3956 إلى ثلاثة أرقام معنوية هو 3960، إلى رقمين معنويين هو 4000، مقابل رقم واحد معنوي هو 4000.

إذا طُلب منك الإجابة على ثلاثة أرقام معنوية، فابدأ العد من الرقم الأول.

على سبيل المثال، إذا قسمت $4.39 \div 1050 = 0.0041809523$

في الشكل القياسي، يكون هذا 4.1809523×10^{-3} أو 4.18×10^{-3} إلى ثلاثة أرقام معنوية.

إذا وصلت الإجابة إلى 0.000560300، فيمكن عرض الإجابة بالشكل 5.603×10^{-4} في الشكل القياسي. الإجابة هي 5.60×10^{-4} لأقرب ثلاثة أرقام معنوية.

إذا كانت الإجابة هي 4.208×10^{-3} إلى ثلاثة أرقام معنوية، فإن الإجابة هي 4.21×10^{-3}. لاحظ أن الصفر قد تغير إلى واحد لأن الرقم الذي يليه أعلى من 5.

مثال عملي

$(372 \times 145) \div 0.53$

$$\frac{53940}{0.53} = 101773.5849$$

101773.585 إلى 3 منازل عشرية

1.01773×10^{5} في الشكل القياسي

101×10^{3} في الترميز الهندسي إلى 3 أرقام معنوية.

النشاط

استخدم الآلة الحاسبة العلمية لتقييم التعبيرات التالية.

أوجد إجابتك في الشكل القياسي، لأقرب ثلاث منازل عشرية، وبالترميز الهندسي، لأقرب ثلاثة أرقام معنوية.

1 $((221 \times 10^{3} \times 255)) \div 3.3$

2 $((452 \times 10^{-3}) \times (12 \times 10^{9})) \div (25 \times 10^{3})$

إجابة معقولة وتقريب

تعتبر التقديرات أداة مفيدة للغاية في الهندسة. لنفترض أننا نريد شراء مسامير لعملية التجميع. هناك 2289 تجميعًا تتطلب 26 مسمارًا لكل منها. يمكن تقريب ذلك إلى 2300 مضروبًا في 27، وهو ما يعطينا الإجابة 62100. إذا كان هناك 1000 مسمار لكل صندوق، فإننا نحتاج إلى 63 صندوقًا على الأقل. هذه إجابة معقولة.

الرموز الرياضية

تعتمد الرياضيات بالكامل على الأرقام والرموز. يتم استخدام الرموز الرياضية لتوضيح العملية التي يجب إجراؤها، مثل الضرب أو القسمة، أو لعرض الإجابة.

الرمز	التعريف	مثال
=	يساوي	3 + 1 = 4
≠	لا يساوي	4 + 2 ≠ 8
>	أقل من	6 < 8
<	أكبر من	8 > 6
≤	أقل من أو يساوي	a أقل من b أو a يساوي b
≥	أكبر من أو يساوي	z أكبر من c أو z يساوي c

نصيحة

من الممارسات الجيدة في هذه المرحلة تعلم كيفية إدخال الجذور والقوى والأسس والترميز الهندسي في الآلة الحاسبة العلمية.

تختلف جميع الآلات الحاسبة العلمية اختلافًا طفيفًا، لذا استخدم كتيب التعليمات الخاص بك أو اسأل المعلم/المدرس/المحاضر.

يُنصح بالسماح لمعلمك/مدرسك ومحاضرك بإظهار كيفية حل المسائل على الآلة الحاسبة العلمية الخاصة بك.

الدوائر

باستخدام الشكل 5.6، يقع المركز عند النقطة O. هذه هي النقطة التي تبعد نفس المسافة عن جميع النقاط الأخرى في الدائرة.

نصف القطر هو المسافة من O إلى T، أو عند أي نقطة على حافة الدائرة إلى مركز الدائرة. وهو عبارة عن نصف طول **القطر**.

القطر هو المسافة بين A وB، أو الخط من حافتين متقابلتين يمر دائمًا عبر مركز الدائرة. وهو يساوي ضعف طول نصف القطر.

المحيط هو المسافة حول الدائرة.

يشار إلى قياسات الدائرة عادةً بنصف القطر (r) والقطر ($2r$ أو d) والمحيط (πd).

لحل القياس الدائري، نستخدم pi (π) ثابتًا 3.14 أو 3.14159265... كرقم أكثر دقة.

مثال عملي

بالنظر إلى دائرة نصف قطرها 50 مم:

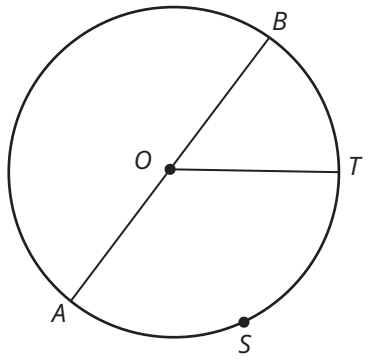
سيكون القطر

$2r = 2 \times 50 = 100$ مم

سيكون المحيط

$\pi d = \pi \times 100 = 314.15926$

أو 314.16 مم لأقرب منزلتين عشريتين أو خمسة أرقام معنوية.



الشكل 5.6 نقاط على الدائرة.

المصطلحات الرئيسية

نصف القطر: أي نقطة على حافة الدائرة إلى مركز الدائرة. وهو عبارة عن نصف طول القطر.

القطر: خط من نقطتين متقابلتين يمر عبر مركز الدائرة. وهو يساوي ضعف طول نصف القطر.

المحيط: المسافة حول الدائرة.

هل تعلم؟

ربما يكون pi π هو الرقم الأكثر شهرة في الرياضيات. إنه محيط الدائرة مقسومًا على القطر.

لا يزال العديد من الأشخاص يحاولون حل π إلى عدد مطلق من المنازل العشرية. ويكون الرقم الأكثر شيوعًا هو 3.14159265... غالبًا ما يتم تقريبه للرقم 3.142.

مواضيع ذات صلة

مثال عملي

$(6 + 2) + 4^2 \times (5-3) - 18 \div 3$

1 حل الأقواس $8 + {}^2 4 \times 2 - 18 \div 3$

2 حل القوى والجذور $8 + 16 \times 2 - 18 \div 3$

3 نفذ عملية الضرب $8 + 32 - 18 \div 3$

4 إجراء التقسيم $8 + 32 - 6$

5 إجراء الجمع $40 - 6$

6 إجراء الطرح 34

الإجابة هي 34. تحقق من هذه النتيجة على الآلة الحاسبة العلمية الخاصة بك.

النشاط

أكمل المسائل التالية وتحقق من إجابتك باستخدام آلة حاسبة علمية.

1 $2^3 - (10 + 6)^2 \times (13 - 4) + 15 \div 5$

2 $10^3 - (750 - 145) \times 2 \div 0.5$

3 $(14 - 10)^3 + 8 \times 6 - (25 \div 5)$

النسب

تعبر النسبة بين كميتين عن الفرق بينهما والمقدار الذي تزيد به إحداهما عن الأخرى.

عندما يتم شد أحد المكونات مثل سلك فولاذي يحمل حمولة، فإننا نسمي هذا الإجهاد.

الإجهاد هو نسبة التغيير في الطول إلى الطول الأصلي.

يبلغ طول السلك الفولاذي في الأصل 500 ملليمتر. عندما يتم تطبيق حمولة فإنه يمتد بمقدار 5 ملليمترات.

$$\text{strain} = \frac{5}{500}$$

الإجهاد = 0.01

الإجهاد هو نسبة دون أبعاد.

مثال عملي

تقوم الشركة بتركيب مكونين في التجميع A وB. النسبة هي 8: 3. حجم المجموعة هو 165.

احسب النسبة التي يجب أن تستقبلها كل محطة تجميع.

النسبة هي 8: 3 مما يعطي إجمالي 11.

ستكون المشاركة الواحدة $\frac{165}{11} = \frac{1}{11}$ = 15 مكونًا

ستحتاج منطقة التجميع A إلى 8 × 15 = 120

ستحتاج منطقة التجميع B إلى 3 × 15 = 45

تحقق من إجابتك: المكونات 120 + 45 = 165

نصيحة

لا تنس عند إكمال تقييم Pearson Set استخدام ورقة المعادلة من Pearson BTEC

ممارسة التقييم هدف التعلم (أ1)

تقوم شركة هندسية بتصنيع المكونات المستخدمة في المحركات. ويستغرق إنتاج مكون واحد 2.5 دقيقة. وتمتلك الشركة 15 آلة تستخدم لتصنيع المكونات.

1 احسب إجمالي عدد المكونات التي يمكن إنتاجها في ساعة واحدة.

2 يوجد عطل في إحدى الآلات، مما يعني أن تصنيع كل حامل يستغرق وقتًا أطول بمقدار 2 مرة ونصف.

احسب المدة التي يستغرقها تصنيع 15 مكونًا باستخدام الجهاز الذي به خطأ. تُباع المكونات للجمهور مقابل 1.40 دولار أمريكي لكل منها.

3 احسب تكلفة شراء 150 حاملاً.

4 تمنح الشركة الهندسية العملاء خصمًا بنسبة 15٪ إذا طلبوا أكثر من 200 حاملًا.

احسب الخصم بالدولار الأمريكي ($) الذي سيحصل عليه العميل إذا اشترى 600 مكون.

(أ2) الطرق الجبرية

بدء النشاط

يُنظر إلى الجبر عمومًا على أنه صعب. ناقش مع

المصطلحات الرئيسية

التحويل: معالجة المعادلة الرياضية أو الهندسية للوصول إلى الكمية التي تطلبها موضوع المعادلة.

التحويل

ستقوم بإعادة ترتيب الصيغ، المعروفة أيضًا باسم المعادلات، لتغيير الموضوع. وسننظر إلى قانون أوم كمثال على ذلك. سيوضح لك هذا كيفية إعادة ترتيب المعادلة لجعل V وا وR الموضوع بدورها. وهذا ما يسمى بالتحويل. سنعوض بعد ذلك بالقيم في المعادلات لإيجاد الحلول.

في الوحدة 20: ستمر العلوم الكهربائية والميكانيكية للهندسة بهذه المعادلة عدة مرات. وسيتيح لك ذلك معرفة الجهد أو التيار أو المقاومة في الدائرة.

هل تعلم؟

كثير من الناس يخلطون بين الأمبير والتيار. ولذا نشير بأن الأمبير يمثل وحدة قياس التيار.

يحمل الأمبير الرمز ا.

معادلة هندسية بسيطة

المعادلات الخطية والمعادلات الهندسية

تتناول الصيغ الهندسية المسائل الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية.

إنها مسألة إلكترونية قياسية لحساب الجهد أو التيار أو المقاومة من اثنين معروفين وواحد غير معروف.

$V = IR$

V = الجهد، I = أمبير، R = المقاومة

التحويل $V = IR$

لجعل I الموضوع:

قم بقسمة كلا الجانبين على R، بحيث يمكن إلغاؤها

$$V = IR$$

$$\frac{V}{R} = \frac{\cancel{I}\cancel{R}}{\cancel{R}}$$

$$\frac{V}{R} = I \quad \text{أو} \quad I = \frac{V}{R}$$

للحصول على R بمفردها:

قم بقسمة كلا الجانبين على I حتى يمكن إلغاؤه.

$$V = IR$$

$$\frac{V}{I} = \frac{I\cancel{R}}{\cancel{I}}$$

$$\frac{V}{I} = R \quad \text{أو} \quad R = \frac{V}{I}$$

يمكن أيضًا إكمال المعادلة الأكثر تعقيدًا بهذه الطريقة.

يجب نقل العديد من المعادلات والصيغ الخطية الهندسية لاستخدامها.

النقل هو جعل الكمية غير المعروفة هي الموضوع، ثم تطبيق أي قيم وحساب الكمية غير المعروفة.

مثال عملي

التحويل للعثور على الوقت (t)

من معادلة الحركة.

$V = u + at$

لجعل t الموضوع:

اطرح u من كلا الجانبين

ينتج عن هذا $v - u = u + at - u$

قم بقسمة كلا الجانبين على a حتى يمكن إلغاؤه

$$\frac{-u}{a} = \frac{\cancel{at}}{\cancel{-a}}$$

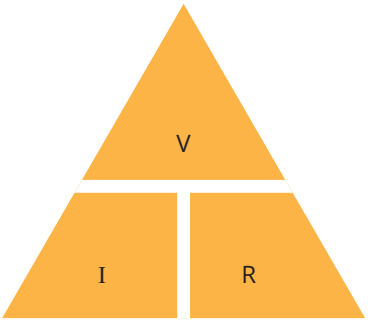
ينتج عن هذا

$$\frac{V - u}{a} = t$$

$$t = \frac{v - u}{a}$$

نصيحة

حدد جميع حساباتك بوضوح بترتيب منطقي.



الشكل 5.7 مثلث *VIR* . للتحقق من عمليات التحويل هذه، ما عليك سوى وضع إبهامك فوق الحرف الذي تبحث عنه في الرسم التخطيطي وسيظهر التحويل الصحيح.

نصيحة

قم بإجراء العمليات الحسابية التالية على الآلة الحاسبة العلمية الخاصة بك.

فيما يلي بعض الأمثلة الإضافية للتبديل لتوضيح كيفية تبديل المعادلات.

أمثلة عملية

$y + 5 = 7$

$y + 5 - 5 = 7 - 5$

ينتج عن هذا $y = 2$

$9a = 25 - a$

ابدأ بجمع a إلى كل جانب.

$9a + a = 25 - a + a$

ينتج عن هذا

$10a = 25$

قم بقسمة كل جانب على 10

$$\frac{\cancel{10}a}{\cancel{10}} = \frac{25}{10}$$

$$a = \frac{25}{10}$$

لذا،

$a = 2.5$

$3x = 7(8 - 2x)$

تذكر BIDMAS - الأقواس أولاً

$3x = 56 - 14x$

اجمع 14 x إلى كلا الجانبين

$3x + 14x = 56 - 14x + 14x$

$17x = 56$

قم بقسمة كلا الجانبين على 17

$$x = \frac{\cancel{17}x}{\cancel{17}} = \frac{56}{17}$$

$x = 3.29$ إلى 3 أرقام معنوية.

الأعمال الكهربائية

مثال عملي

$V = IR$

قم بتبديل $V = IR$ لجعل I الموضوع

احسب قيمة I بالأمبير إذا كانت $V = 12$ فولت و $R = 7.5$ أوم

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{12}{7.5}$$

$I = 1.6$ أمبير

المصطلحات الرئيسية

المعادلة: توضح المعادلة أن تعبيرين رياضيين متساويين.

يُعد $Y + 5 = 7$ مثالاً للمعادلة.

النشاط

قم بحل المسائل التالية.

1 $x + 3 = 8$

2 $6m + 11 = 25 - m$

3 $2(x + 1) = 8$

4 $\frac{7}{x} = 2$

5 $\frac{4}{t} = 2/3$

الأعمال الميكانيكية

مثال عملي

قم بتبديل صيغة الحركة المنتظمة $S = \frac{1}{2}(u + v)t$ لجعل السرعة u الموضوع.

السرعة في بداية الحركة هي المتغير u

حدد السرعة إذا كانت $s = 125$ m، $v = 10.5$ مللي ثانية$^{-1}$ و $t = 18$ ثانية

ابدأ بضرب كلا الجانبين في 2

$$2 \times s = 2 \times \frac{1}{2}(u + v)t$$

ينتج عن هذا،

$$2s = (u + v)t$$

قسّم كلا الجانبين على t

$$\frac{2s}{t} = \frac{(u + v)t}{t}$$

ينتج عن هذا

$$\frac{2s}{t} = u + v$$

اطرح v من كلا الجانبين لينتج

$$\frac{2s}{t} - v = u$$

$$u = \frac{2 \times 125}{18} - 10.5$$

$$u = 3.39 \text{ ms}^{-1}$$

النشاط

قم بتبديل الصيغ التالية التي تحل المسائل الهندسية القياسية:

1 مقاومات متسلسلة

$R_T = R_1 + R_2 + R_3$ للحصول على R_2

2 القدرة

$P = VI$ للحصول على V

$P = I^2R$ للحصول على R

3 ثابت الوقت (Tau) τ للسعة

$\tau = RC$ للحصول على C

4 شحن

$Q = CV$ للحصول على C

5 الوقت في حساب التردد

$T = 1/f$ للحصول على f

عندما تشعر بالثقة في معالجة المعادلات الهندسية البسيطة وحلها، يمكنك البدء في تبديل المعادلات الهندسية الأكثر تعقيدًا وحلها.

نصيحة

عند التبديل، حافظ على توازن كل شيء.

ما تفعله في أحد جانبي المعادلة يجب أن تفعله على الجانب الآخر.

ضع في اعتبارك علامة يساوي (=) كنقطة توازن.

افصل الموضوع.

اكتب المعادلة الكاملة واشطب المتغيرات كما هو موضح في الأمثلة العملية.

اشطب المتغيرات واحدًا تلو الآخر.

المعادلات الهندسية المعقدة

مثال عملي

قم بتبديل المعادلة الميكانيكية $v^2 = u^2 + 2as$ لجعل السرعة الابتدائية u الموضوع.

حدد السرعة إذا كانت $s = 40\ m$، $v = 12\ ms^{-1}$ و $a = 1.5\ ms^{-2}$

ابدأ بطرح $2as$ من كلا الجانبين.

$v^2 - 2as = u^2 + 2as - 2as$

ينتج عن هذا

$v^2 - 2as = u^2$

الآن خذ جذر كلا الجانبين.

$$\sqrt{u^2} = \sqrt{v^2 - 2as}$$

ينتج عن هذا

$$u = \sqrt{v^2 - 2as}$$

$$u = \sqrt{12^2 - 2 \# 15 \# 40}$$

$u = 24\ ms^{-1}$

النشاط

قم بتبديل المعادلة التالية للحصول على:

1 السرعة حيث *يمثل* a التسارع.

$v = u + at$ للحصول على a

2 الإزاحة حيث تمثل v السرعة النهائية.

$s = \frac{1}{2}(u + v)\,t$ للحصول على v

3 القوة حيث تمثل m الكتلة.

$F = ma$ للحصول على m

4 احسب حيث تمثل s المسافة.

$W = Fs$ للحصول على s

5 القوة حيث تمثل F القوة.

$P = Fv$ للحصول على F

6 الطاقة الكامنة حيث تمثل h الارتفاع.

$PE = mgh$ للحصول على h

7 الإجهاد حيث يمثل A المنطقة.

$a = F/A$ للحصول على A

النشاط

قم بتبديل صيغة تحويل الطاقة

$$\frac{1}{2}m\,v^2 = mgh$$

لجعل السرعة v الموضوع.

حدد قيمة v المعطاة:

$g = 9.81\ ms^{-2}$

$h = 5.1\ m$

اتبع BIDMAS وأظهر بوضوح كل خطوة من

هل تعلم؟

الممارسة تجعل الأمر مثاليًا.

التحويل والجبر ليسا بالأمر السهل، استمر في التدرب.

نصيحة

قد تحتوي المعادلة المعقدة على قوى وجذور.

في حالة حدوث ذلك، ارفع كلا الجانبين إلى قوة أو خذ جذر كل جانب لعزل الموضوع

المعادلات الهندسية غير الروتينية

الأعمال الكهربائية

المكثف هو جهاز كهربائي لتخزين الطاقة.

مثال عملي

قم بتبديل المعادلة لجعل السعة (C) الموضوع. ثم ابحث عن القيمة عندما تكون $Q = 0.015$ كولوم والجهد $V = 120$ فولت.

$$\frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2$$

للتبديل، اضرب كلا الجانبين في 2

$$\cancel{2} \times \frac{1}{\cancel{2}}QV = \cancel{2} \times \frac{1}{\cancel{2}}CV^2$$

بعد ذلك، قسّم كلا الجانبين على V^2

$$\frac{Q\cancel{V}}{\cancel{V^2}} = \frac{C\cancel{V^2}}{\cancel{V^2}}$$

ينتج عن هذا

$$C = \frac{Q}{V}$$

استبدل في القيم

$$C = \frac{0.015}{120} = 1.25 \times 10^{-4}$$ أو 125×10^{-6} فاراد

أو 125 ميكروفاراد

الأعمال الميكانيكية

مثال عملي

تبديل معادلة حفظ الطاقة

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

لجعل السرعة النهائية v هي الموضوع، بالنظر إلى أن التسارع الناتج عن الجاذبية هو $g = 9.81\ ms^{-2}$ والارتفاع الساقط هو $h = 5.1m$

ابدأ بقسمة كلا الجانبين على m

$$\frac{1}{2}\frac{\cancel{m}v^2}{\cancel{m}} = \frac{\cancel{m}gh}{\cancel{m}}$$

اضرب كلا الجانبين في 2

$$\cancel{2} \times \frac{v^2}{\cancel{2}} = gh \times 2$$

ينتج عن هذا

$$v^2 = 2gh$$

خذ الجذر التربيعي لكلا الجانبين

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{2gh}$$

ينتج عن هذا

$$v = \sqrt{2gh}$$

نصيحة

إذا كنت ترغب في الحصول على درجات أعلى، مثل التفوق والامتياز، فمن المهم إتقان الصيغ غير الروتينية.

استبدل القيم

$$v = \sqrt{2 \# 9.81 \# 5.1}$$

$v = 10.0\ ms^{-1}$ إلى ثلاثة أرقام معنوية.

نصيحة

يمكن كتابة وحدات السرعة (متر في الثانية) إما ms^{-1} أو m/s ووحدات التسارع (متر في الثانية) إما ms^{-2} أو m/s.

النشاط

تبديل المعادلة الهندسية التالية.

الأعمال الكهربائية

1 السعة حيث d تمثل المسافة.

$C = \frac{\Sigma A}{d}$ للحصول على d

2 الجهد حيث C تمثل السعة.

$V = \frac{1}{2}CV^2$ للحصول على C

الأعمال الميكانيكية

3 الإزاحة حيث u هي السرعة الابتدائية.

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ للحصول على u

4 الحركة حيث a يمثل التسارع.

$v^2 = u^2 + 2as$ للحصول على a

5 حفظ الطاقة حيث v هي السرعة.

$mv^2 = mgh\frac{1}{2}$ للحصول على v

مثال عملي

تتحرّك سيارة كتلتها 900 كجم بسرعة 12 ms^{-1} على طريق مستوي. عند الضغط على المكابح، يتم إبطائها بسلاسة إلى سرعة 3 ms^{-1} على مسافة 15 متر.

احسب القوة المؤثّرة على المكابح.

احسب أولاً العمل المنجز

$$w = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_2^2)$$

$$w = \frac{1}{2}900(12^2 - 3^2)$$

$$w = 60.8 \# 10^3\ J \text{ or } 60.8\ kJ$$

يمثل الشغل المبذول أيضًا قوة الكبح، مضروبة في المسافة المقطوعة، s.

$$W = Fs$$

$$F = \frac{W}{s}$$

$$F = \frac{60.8 \# 10^3}{15}$$

$$F = 4.05 \# 10^3\ N \text{ or } 4.05\ kN$$

الحسابات المتسلسلة

الحسابات المتسلسلة هي عمليات حسابية تتضمن إجراء سلسلة من العمليات على الآلة الحاسبة العلمية لإيجاد إجابة. يجب إدخال كل جزء من الحساب المتسلسل في الآلة الحاسبة الخاصة بك في عملية واحدة كاملة إن أمكن.

أمثلة عملية

للحل

$$(3.25 + 52.75)^5 \times (1025 - 375)^{\frac{1}{3}}$$

تذكر BIDMAS

$$56^5 \# 650^{\frac{1}{3}}$$

$550.731776 \times 10^6 \times 8.66 = 4.77\ 10^9$ إلى ثلاثة أرقام معنوية

$$\frac{(0.25 \times 37.2)^{\frac{1}{4}}}{(52.1 - 15.5)^3}$$

تذكر BIDMAS

$$\frac{9.3^{\frac{1}{4}}}{36.6^3} = \frac{1.74630}{49027.896} = 35.61 \times 10^{-6}$$

نصائح

إن مجرد إظهار الإجابة على المشكلة لن يجتاز تقييم Pearson Set، فأنت بحاجة إلى إظهار طريقتك وعملك.

استخدم ورقة المعادلات للتأكد من استخدام المعادلة الصحيحة.

حدد الحسابات بوضوح.

قم بإجراء العمليات الحسابية المعقدة باستخدام الآلة الحاسبة العلمية الخاصة بك.

تعمل الحسابات المعقدة مع الآلة الحاسبة الخاصة بك، ولا تقلل عدد الأعداد العشرية أو الأرقام المعنوية حتى تكمل الحساب بحيث يتم الحفاظ على الدقة.

تذكر BIDMAS.

اكتب إجابتك في صورة ثلاثة أرقام معنوية ما لم يُطلب منك ذلك بشكل مختلف.

لا تقرب إجابتك لأقرب 8 منازل عشرية، ما لم يُطلب منك ذلك، ابحث عن عدد الكسور العشرية أو الأرقام المعنوية أو الترميز الهندسي المطلوب.

النشاط

تبديل المعادلات الإلكترونية التالية والبحث في استخدامها.

1 $V = V_0 \sin(2\pi ft)$ للحصول على f

2 $X_c = \frac{1}{2}\pi fc$ للحصول على f

حيث f هو التردد.

ممارسة التقييم **هدف التعلم (2i)**

يظل راكب الدراجة النارية ثابتًا عندما تتغير إشارات المرور إلى اللون الأخضر.

1 ثم تتسارع الدراجة النارية بمعدل ثابت قدره 3 ms^{-2}. احسب سرعة الدراجة النارية بعد 10 ثوانٍ (الخطوة 1).

2 تتسارع الدراجة النارية بعد ذلك بمعدل ثابت إلى سرعة 40 ms^{-1} لمدة 5 ثوانٍ. احسب المسافة المقطوعة بعد الثواني الخمس التالية (الخطوة 2).

3 احسب المعدل الثابت لتسارع الدراجة النارية خلال الخطوة 2.

4 يستغرق الأمر 15 ثانية لإكمال الخطوة 1 والخطوة 2. احسب المسافة الإجمالية التي قطعتها الدراجة النارية في الخطوة 1 والخطوة 2 بعد تغيير إشارات المرور إلى اللون الأخضر.

(أ3) الطرق الرسومية

بدء النشاط

يتم استخدام الصور المصورة في جميع أنحاء العالم لنقل المعلومات وطرق الحافلات وطرق القطارات وخرائط الطريق. ناقش ميزة الصور التصويرية.

سيتعين عليك فهم كيفية إنتاج الرسوم البيانية وتفسيرها. يمكن إعطاؤك أمثلة لمجموعة من التحقيقات مثل الحمل مقابل التمديد ومقاومة الدائرة الكهربائية. قم بعد ذلك بتفسير التدرج والتقاطعات ومعادلة الخط. وستستخدم أمثلة عملية تسمح لك بفهم تطبيق هذه المهارات لحل المسائل الهندسية.

ستقدر سبب قيام المهندسين بتقديم البيانات في شكلٍ رسوم بيانية، وكيفية رسم علاقة خطية واستخراج/تفسير المعلومات منها. ستتمكن بعد ذلك من إجراء بعض عمليات جمع البيانات من التحقيقات البسيطة مثل العلاقة بين التحميل والتمديد للزنبرك. سيدعمك استخدام الأمثلة العملية ويسمح لك بفهم تطبيق المهارات على المسائل الهندسية.

الطرق الرسومية الروتينية

العلاقات الخطية

عندما يرتبط عنصران، من المفيد رسم، رسم بياني يوضح كيفية تأثير الأشياء على بعضها أثناء تغييرها. يمكن رؤية العلاقة بين كميتين متغيرتين من خلال رسم المتغيرات على الرسم البياني. غالبًا ما تأتي هذه البيانات من تجربة.

المتغير المستقل الذي يمكننا التحكم فيه ويتم رسمه على المحور الأفقي (x-axis). سيتغير المتغير التابع ويتم رسمه على المحور الرأسي (y-axis). يوضح الشكل 5.8 هذه الإجراءات.

المصطلحات الرئيسية

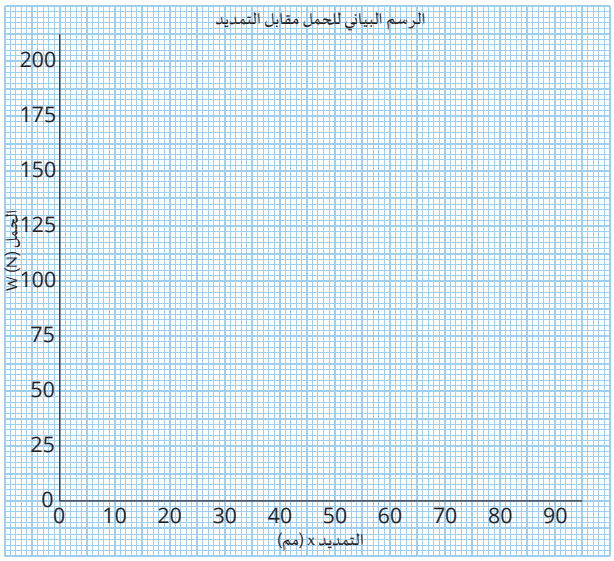
الرسم البياني: وسيلة لعرض قيم متغيرين

المتغير المستقل: متغير يمكننا التحكم في قيمته المتغيرة

المتغير التابع: المتغير الثاني الذي يتغير نتيجة التغيير في المتغير التابع.

المقياس: المسافة على الرسم البياني التي تمثل زيادة أو نقصان وحدة واحدة من المتغير.

الخط الأنسب: عندما لا تعطي النقاط على الرسم البياني خطًا مستقيمًا حقيقيًا، ابحث عن الخط الذي يوفر أفضل ملاءمة بين النقاط.



الشكل 5.8. تحميل الرسم البياني للتمديد v.

يجب رسم النقاط على الرسم البياني بعناية باستخدام قلم رصاص حاد، عن طريق إنشاء صليب صغير أو نقطة.

إذا كنت تتوقع رسمًا بيانيًا خطيًا ولا يبدو أن النقاط تعطي خطًا مستقيمًا، فتحقق من أنك قمت برسمها بشكلٍ صحيح. عندما تكون راضيًا عن نقاطك، قم بتوصيلها بخط أو **خط مناسب**.

رسم علاقة خطية وتناسبية

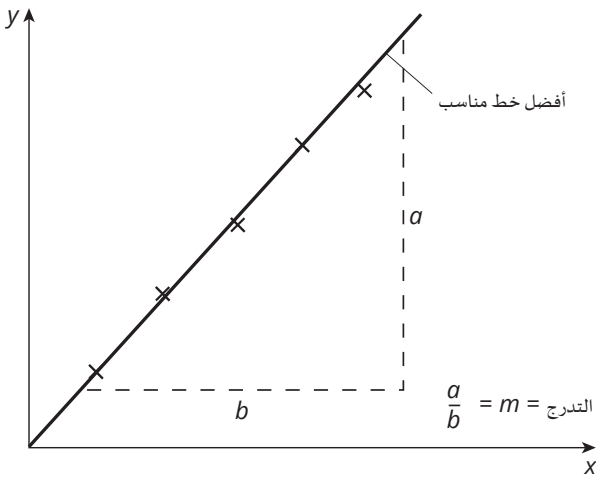
عندما يمر الخط المستقيم على الرسم البياني **بالأصل**، يُطلق عليه اسم **العلاقة النسبية**. عندما لا يمر الخط المستقيم على الرسم البياني بالأصل، يطلق عليه اسم **العلاقة الخطية**.

يُطلق على المصطلح m اسم **التدرج** للرسم البياني ويمكن العثور عليه باستخدام $m = \frac{a}{b}$

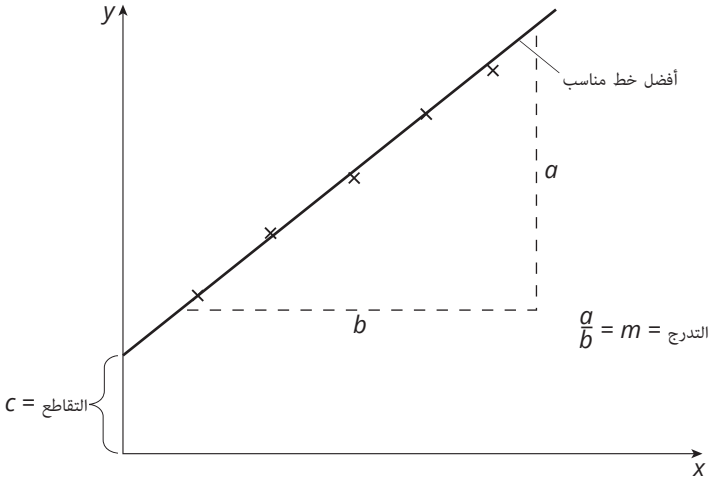
معادلة الرسم البياني الخطي هي $y = mx + c$

معادلة الرسم البياني النسبي هي $y = mx$

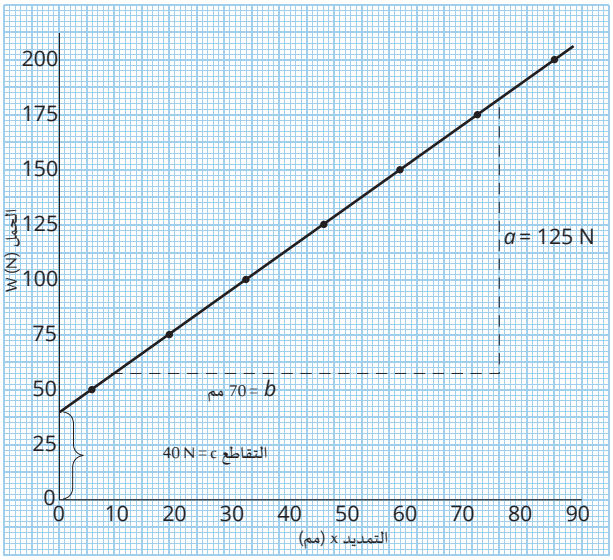
c هو التقاطع على المحور الرأسي أو المحور y للخط المرسوم.



الشكل 5.9 رسم بياني للعلاقة النسبية.



الشكل 5.10 رسم بياني للعلاقة الخطية.



الشكل 5.11 رسم بياني للحمل مقابل التمديد.

المصطلحات الرئيسية

الأصل: النقطة الموجودة على الرسم البياني والتي يتقاطع عندها المحور x والمحور Y.

العلاقة النسبية: العلاقة بين متغيرين يكون رسمهما البياني عبارة عن خط مستقيم يمر عبر الأصل.

العلاقة الخطية: العلاقة بين متغيرين يكون رسمهما البياني خطًا مستقيمًا ولكنه لا يمر عبر الأصل.

التدرج: درجة انحدار الرسم البياني.

يوفر النشاط التالي مجموعة من البيانات للتحقيق الذي يحتوي على علاقة خطية - المقاومة في الدائرة. ارسم الرسم البياني واستخدمه لتحديد معادلة الخط.

النشاط

تعطي الدائرة الإلكترونية القراءات التالية في الجدول أدناه.

يتم استخدام مقياس متعدد لتسجيل التيار (A) والجهد (V).

ارسم رسمًا بيانيًا للجهد مقابل التيار.

احسب التدرج (m).

احسب تدرج الرسوم البيانية في الشكلين 5.11 و 5.13.

الجدول 5.2

التيار (أمبير)	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6	1.9
الجهد (V)	2.0	3.2	4.4	5.2	6.4	7.6

نصيحة

ضع عنوانًا للرسم البياني.

ارسم المتغير التابع على المحور *y*.

اجعل مقياس الرسم البياني كبيرًا، بحيث يناسب ورق الرسم البياني تمامًا.

قم بتسمية المحاور.

ارسم النقاط.

ارسم خطًا مناسبًا بشكلٍ أفضل.

خذ مثلثًا كبيرًا بنقاط محددة بوضوح لحساب التدرج.

يجب أن ينتج عن هذا رسمًا بيانيًا بخط مستقيم.

تحديد الإحداثيات في أربعة أرباع

لقد رأيت حتى الآن خطوطًا مرسومة في الربعين الموجبين x وy. هناك أربعة أرباع متاحة للرسم البياني (انظر الشكل 5.12). وهي تدور بعكس اتجاه عقارب الساعة من الزاوية اليمنى العليا إلى الزاوية اليمنى السفلية حول نقطة الأصل.

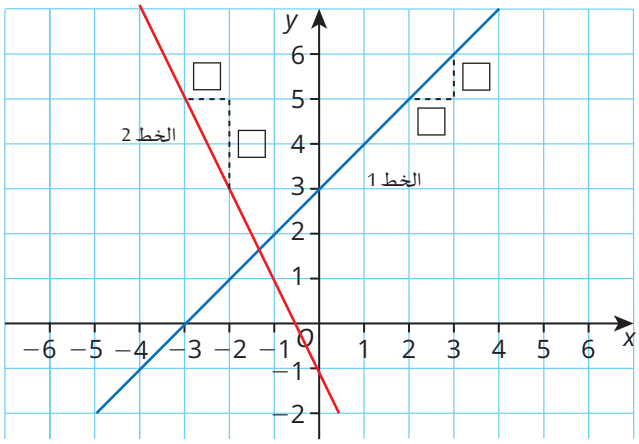
في الشكل 5.12:

الربع الأول - الربع الموجب *x* و*y* من الأصل إلى 6+ على كلا المحورين

الربع الثاني - الربع السالب *x*، موجب *y* من نقطة الأصل إلى 6− في *x* إلى 6+ في y.

الربع الثالث - الربع السالب *x*، سالب *y* من نقطة الأصل إلى 6− في *x* إلى 2− في *y*.

الربع الرابع - الربع الموجب *x*، السالب *y* من نقطة الأصل إلى 6+ في *x* إلى 2− على *y*.



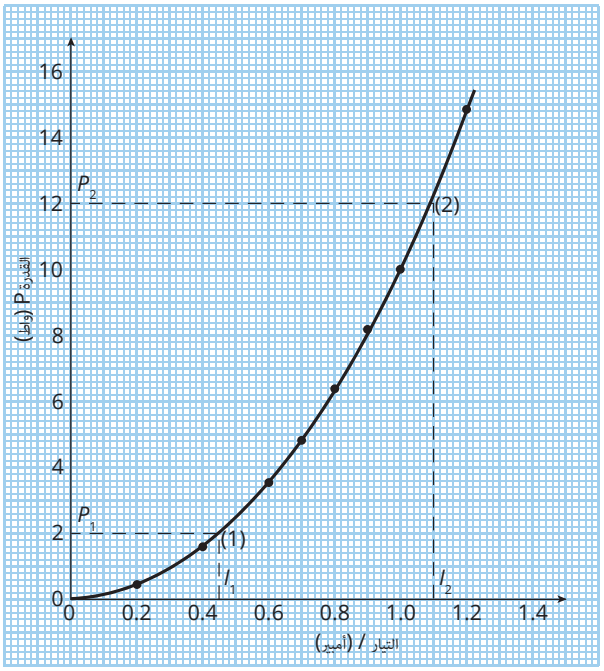
الشكل 5.12 الأرباع على الرسم البياني.

طرق رسومية غير روتينية

رسم علاقة غير خطية

ليست كل الخطوط مستقيمة عند رسمها. بعض الخطوط منحنية وتمثل علاقة غير خطية. هناك أشكال مختلفة من الرسوم البيانية غير الخطية: التناسب العكسي، أو القانون التربيعي، الذي يرسم رسمًا بيانيًا يكون فيه أحد المتغيرات متناسبًا مع مربع الآخر.

المثال النموذجي لقانون المربع هو $P = I^2R$. يمثل هذا استهلاك الطاقة داخل الدائرة الكهربائية. I هو التيار، بينما R هو مقاومة الدائرة. يوضح الشكل 5.13 هذه الإجراءات.



الشكل 5.13 رسم بياني غير خطي لاستهلاك الطاقة.

مراجعة ما تعلمته

على ورقة رسم بياني، ارسم محاور x وy من −4 إلى + 4 بحيث تظهر الأرباع الأربعة.

ضع علامة على النقاط التالية على الرسم البياني.

x	y
−3	+2
+2	−3
−4	+4
+4	−3

ممارسة التقييم هدف التعلم (3أ)

يتم تمثيل العلاقة بين القدرة والتيار والمقاومة بالصيغة التالية: $P = I^2R$

أكمل جدول نتائج القدرة في دائرة كهربية عندما تكون المقاومة ثابتة عند 150 أوم.

الجدول 5.3 ارسم رسمًا بيانيًا خطيًا غير منتظم (منحني) للنتائج.

التيار (أمبير)	0	3	5	7	9
القدرة (وات)					

يتعين عليك تضمين: العنوان، وتسميات المحاور المناسبة، والمقياس المناسب لكل محور، والخط الأنسب.

هدف التعلم (ب): فحص كيفية استخدام القياس وحساب المثلثات لحل المسائل الهندسية

يركز هدف التعلم (ب) على تطوير حل المسائل المتعلقة بالقياس قبل الانتقال إلى حساب المثلثات. وستبني على معرفتك الرياضية الحالية وفهمك وستكون قادرًا على تطبيق هذه المعرفة لحل المسائل الهندسية.

وهذا هو العالم المثير للاهتمام والمهم للقياس. وهذه هي الموضوعات التي يستخدمها المهندسون من جميع الأنواع بشكل جيد جدًا. وهذا هو الموضع الذي يمكنك فيه استخراج البيانات من الرسومات الهندسية البسيطة لحساب، على سبيل المثال، حجم المكون المخروط أو المصبوب.

بدء النشاط

ناقش كيف يمكنك حساب كتلة جسم ثلاثي الأبعاد، مثل قارب أو سيارة، كان كبيرًا للغاية بحيث لا يمكن وزنه.

المصطلحات الرئيسية

التقييس: القياس. فرع الرياضيات الذي يتعامل مع القياس مثل الأطوال والمساحات والأحجام.

(ب1) مساحات الأشكال العادية والمركبة والأجسام ثلاثية الأبعاد وأحجامها.

قياس المنطقة

يمثل القياس فرع الرياضيات الذي يتعامل مع المساحة والأحجام. في الهندسة، قد تحتاج إلى حساب مساحة الصفائح المعدنية لتصنيع صندوق أدوات أو حاوية.

وإننا نتعامل مع جميع أنواع الأشكال بما في ذلك الأشكال البسيطة مثل المربعات أو الدوائر، أو الأشكال المعقدة مثل السنادات القوسية على شكل حرف L أو العوارض على شكل حرف I. يمكنك غالبًا تقسيم الأشكال المعقدة إلى أشكال بسيطة وتجميع كل الأشكال معًا.

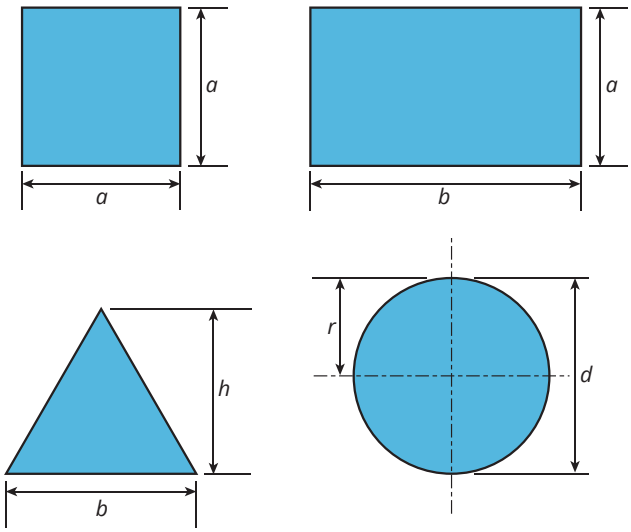
الأشكال العادية هي أشكال مثل المستطيل أو المثلث أو الدائرة. تظهر الصيغ للعثور على هذه الأشكال في الشكل 5.14 وهي متاحة أيضًا على ورقة المعادلات من Pearson Formula.

تظهر المساحات السطحية بشكل عام بالمتر المربع (م^2). تذكر م × م = م^2. يمكن استخدام وحدات أخرى مثل سم^2 أو مم^2.

هناك أشكال مركبة مثل الزوايا على شكل حرف L والمقاطع على شكل حرف I والمقاطع على شكل حرف T والقنوات على شكل حرف U وشبه المنحرف والحلقات الدائرية واللوحة المستطيلة ذات الفتحات أو الثقوب. وتتكون هذه الأشكال من سلسلة من الأشكال العادية أو الأشكال الأكثر تعقيدًا مثل المعين أو متوازي الأضلاع أو شبه المنحرف. تظهر الصيغ لهذه الأشكال في الشكل 5.15.

نصيحة

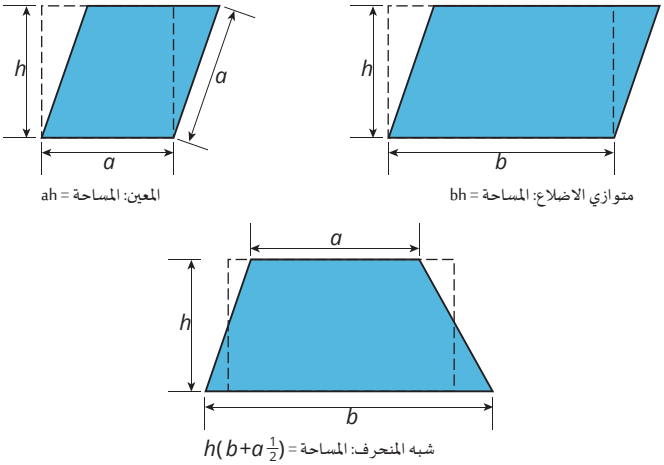
سيساعدك ذلك على فهم رسم الأشكال وكتابة صيغها قبل حساب مساحة الأشكال، خاصة الأشكال المركبة أو المعقدة.



الشكل 5.14 مناطق الأشكال العادية. (أ) المربع: المساحة = المستطيل ^{2} (ب): المنطقة = ab.

(ج) المثلث: المساحة = $\frac{1}{2}bh$

(د) الدائرة: المنطقة = πr^2 أو $\frac{rd^2}{4}$

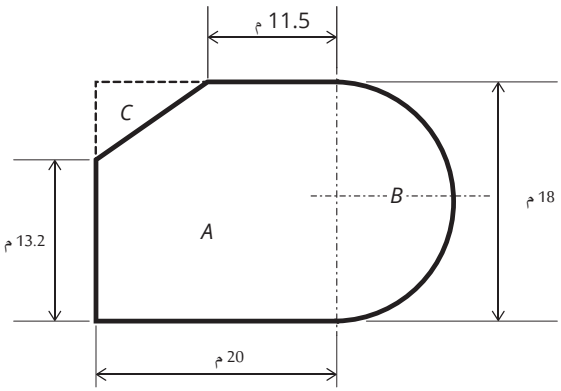


متوازي الاضلاع: المساحة = bh

المعين: المساحة = ah

شبه المنحرف: المساحة = $h(b+a\frac{1}{2})$

الشكل 5.15 مناطق المعين ومتوازي الأضلاع وشبه المنحرف.

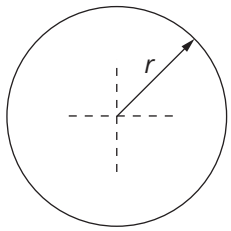
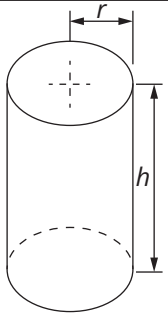


الشكل 5.17 مخطط الطابق.

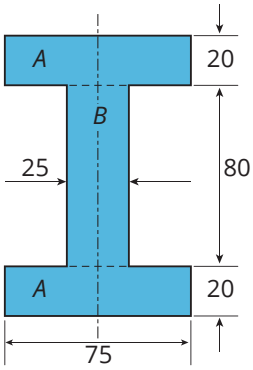
أشكال معقدة

قد تضطر إلى حساب مساحة سطح الأشكال المعقدة مثل الأجسام الكروية أو الأسطح المنحنية لأسطوانة أو كائن ثلاثي الأبعاد. مرة أخرى، استخدم ورقة Pearson Formula إذا كنت لا تستطيع تذكر جميع الصيغ. يوضح الشكل 5.19 جزءًا من ذلك.

مساحة المواد الصلبة العادية

الجسم الكروي	أسطوانة
	
$A = 4\pi r^2$	مساحة السطح المنحني $A = 2\pi rh$

الشكل 5.19 ورقة Pearson Formula لحساب مساحة المواد الصلبة العادية.



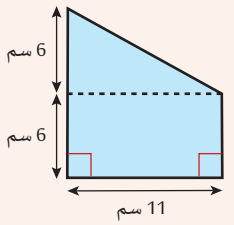
الشكل 5.16 تمرين المنطقة: القسم الأول.

النشاط

احسب مساحة سطح الشكل المركب الموضح في الشكل 5.18

اكتب إجابتك بوحدة سم^2.

احسب مساحات الأشكال المركبة في الشكلين 5.16 و5.17.



الشكل 5.18

النشاط

تم إعطاء صيغة مساحة السطح **المنحنية** في الشكل 5.19، ولكن ليس لمساحة السطح بأكملها.

تعرف على المعادلة الأخرى التي تحتاجها ثم احسب مساحة سطح الأسطوانة التي يبلغ قطرها 75 مم وارتفاعها 125 مم.

المصطلحات الرئيسية

نصف الكرة: نصف جسم كروي أو جسم كروي مقطع إلى نصفين متساويين.

مثال عملي

جسم كروي قطره 50 مم. احسب مساحة السطح.

لاحظ أننا نطلب نصف القطر وليس القطر.

$$A = 4\pi r^2$$

$$A = 4\pi 25^2$$

$$A = 4 \times \pi \times 625$$

$$A = 7853.981$$

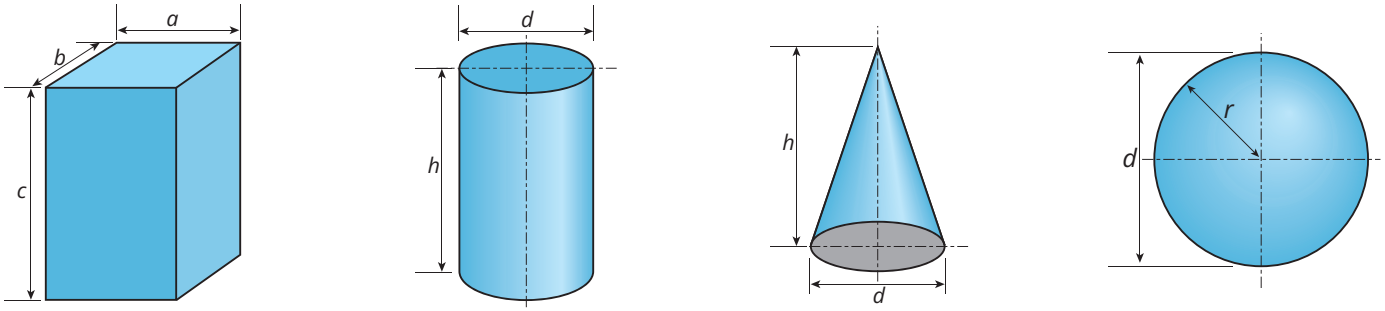
$A = 7.85 \times 10^3$ مم^2 في الترميز الهندسي لثلاثة أرقام معنوية.

قياس الحجم

حجم الجسم هو مقدار المساحة التي يشغلها. يشار إلى هذا باسم سعته المكعبة. غالبًا ما يتعين على المهندسين حساب السعة المكعبة لشاحنة أو محرك سيارة.

تظهر الأحجام بشكل عام بالأمتار المكعبة (م^3). تذكر م × م × م = م^3. يمكن استخدام وحدات أخرى مثل سم^3 أو مم^3.

تتضمن الطرق الروتينية الأجسام الصلبة العادية، مثل متوازي المستطيلات أو الأسطوانة أو المخروط أو الجسم الكروي أو نصف الكرة.



متوازي المستطيلات: الحجم = abc

أسطوانية: الحجم = $\pi r^2 h$ أو $\frac{\pi d^2 h}{4}$

المخروط: الحجم = $\frac{\pi r^2 h}{3}$ أو $\frac{\pi d^2 h}{12}$

الجسم الكروي: الحجم = $\frac{4\pi r^3}{3}$ أو $\frac{\pi d^3}{6}$

الشكل 5.20 أحجام الأجسام العادية الصلبة.

مثال عملي

حساب حجم المخروط يبلغ نصف قطره 25 مم وارتفاعه 50 مم.

$$V = \frac{\pi r^2 h}{3}$$

$$V = \frac{\pi 25^2}{3} \times 50$$

$$V = \frac{\pi \times 625}{3} \times 50$$

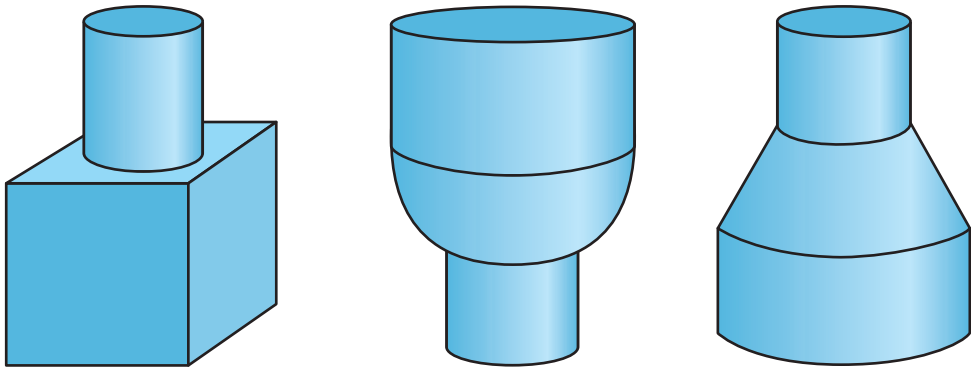
$$V = 32,729.17$$

$V = 3.27 \times 10^{-4}$ مم^3 بالصيغة الهندسية لأقرب ثلاثة أرقام معنوية.

أشكال معقدة

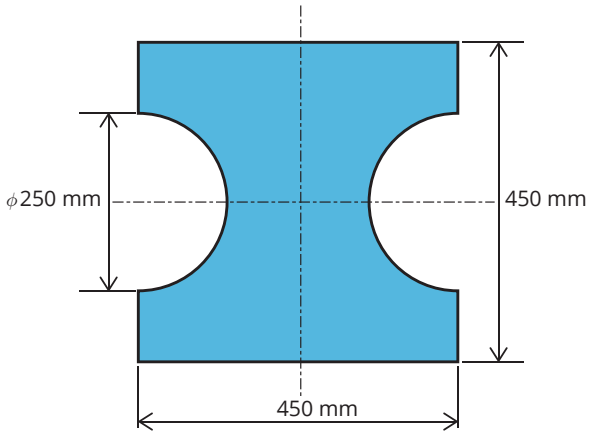
قد تضطر إلى حساب حجم الأشكال المعقدة مثل الأشكال المجوفة المعقدة، مثل الأنابيب أو الأقماع أو الأجسام الكروية أو الأجسام المركبة المعقدة (المجوفة والصلبة)، مثل المخاريط المقطوعة، والأسطوانات ذات الأطراف نصف الكروية، والأسطوانات ذات الأطراف المخروطية، والأنابيب الدائرية، والعوارض على شكل حرف I، والسنادات القوسية على شكل حرف L أو المقاطع على شكل حرف T.

تحتوي الأشكال المعقدة على وحدات تخزين عادية. افصل الأشكال إلى أحجام منفصلة.

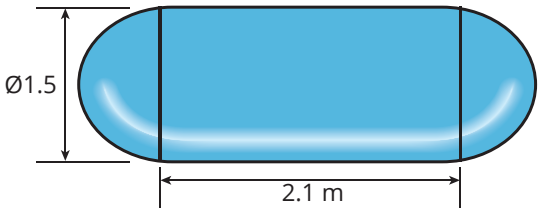


الشكل 5.21 حجم المواد الصلبة العادية.

ستكتشف كيفية حساب أحجام الأجسام الصلبة العادية البسيطة والمجوفة باستخدام صيغ معينة.



الشكل 5.22 مقطع عرضي لعارضة خرسانية بطول 3 أمتار.



الشكل 5.23 وعاء الضغط.

نصيحة

مرة أخرى، استخدم ورقة Pearson Formula إذا كنت لا تستطيع تذكر جميع الصيغ؛ يوضح الشكل 5.21 جزءًا منها.

ممارسة التقييم **هدف التعلم (ب1)**

احسب أحجام الأجسام الموضحة في الشكلين 5.22 و 5.23.

يحفر مهندس حفرة بقطر 10 مم من خلال مكعب صلب من المعدن بطول 50 مم. احسب الحجم النهائي للمكون.

(ب2) حساب المثلثات

الطرق المثلثية لحل المسائل الهندسية

هل تعلم؟

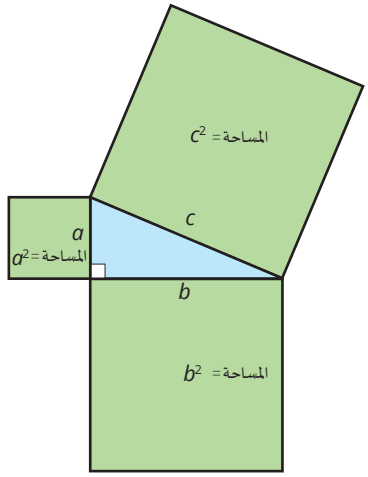
في اليونان القديمة قبل 2000 عام، اكتشف فيثاغورس العلاقة بين الجوانب الثلاثة للمثلث القائم الزاوية.

يمكنك الآن استكشاف خصائص المثلثات وكيف يمكن للمهندسين استخدام علم المثلثات لحساب زوايا وأطوال الأضلاع، واستخدام نظرية فيثاغورس لتحديد أطوال أضلاع المثلثات القائمة الزاوية.

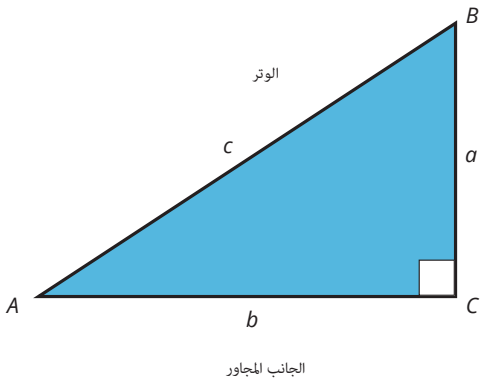
نظرية فيثاغورس

اكتشف فيثاغورس أنه إذا قمت بتحويل كل جانب من المثلث إلى مربع، كما في الشكل 5.24، فإن مساحة مربع الوتر تساوي مجموع مساحات الضلعين الآخرين.

وهناك العديد من تطبيقات علم المثلثات ونظرية فيثاغورس في الهندسة. ويتم استخدامها في المسائل الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية، على سبيل المثال عند حساب القوة الناتجة لقوتين أو مخططات الطور، أو المراكز ذات الثقوب بزوايا قائمة، أو عند إكمال العمليات الحسابية للهياكل.



الشكل 5.24 نظرية فيثاغورس



الشكل 5.25 تدوين المثلث القائم الزاوية.

مثال عملي

هذا يعني أن $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ أو $a^2 + b^2 = c^2$

المثلث الأكثر شيوعًا هو المثلث 3، 4، 5.

أو $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

$$c = \sqrt{3^2 + 4^2}$$

$$c = \sqrt{25}$$

$$c = 5$$

نصيحة

إذا لم يكن لديك مربع محدد، خذ ثلاث قطع من المواد بأطوال 3، 4، 5 ويمكنك إنشاء مربع محدد. المثلث القائم الزاوية الأكثر شيوعًا هو المثلث 3، 4، 5.

النشاط

الرياضيات في الهندسة

في جميع فروع الهندسة التي قد تدرسها، مثل التصنيع والصيانة والكهرباء والإلكترونيات والسيارات، ستستخدم عدة أنواع مختلفة من الأدوات والآلات والمكونات.

ستكون الرياضيات واحدة من أهم هذه الأدوات. إذا كنت بحاجة إلى حفر ثقب في أحد المكونات، فقد تحتاج إلى تحديد موضعه عن طريق إضافة وطرح الأبعاد الخطية. بدلاً من ذلك، قد يلزمك حساب موضعه باستخدام علم المثلثات وزاوية ومسافة معينة.

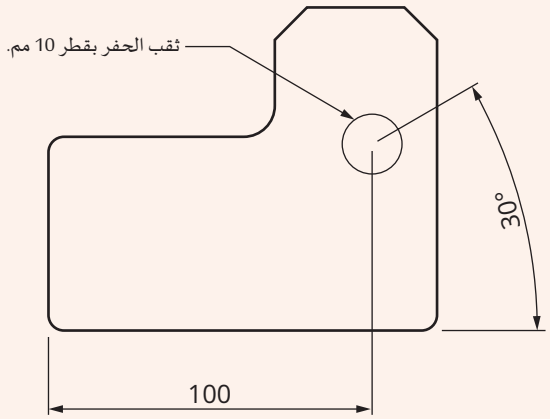
في الهندسة الكهربائية والإلكترونية، قد يتعين عليك حساب المقاومة في سلسلة من المقاومات أو حساب السعة في الدائرة باستخدام وظيفة التوقيت مثل جهاز الإنذار ضد السرقة.

في هندسة السيارات، قد تحتاج إلى حساب الحجم المجرف للمكبس في المحرك.

في هندسة الصيانة، قد تحتاج إلى حساب تغير الضغط أثناء تدفق السائل حول الأنابيب ذات القطر المختلف في الدائرة.

ناقش ما يلي من خلال العمل في أزواج:

1 كما هو موضح في الشكل 5.26، يجب حفر حفرة بقطر 10 مم عند 30 درجة ومسافة 100 مم من حافة المكون. كيف يمكنك حساب الموضع الصحيح لحفر الحفرة؟



الشكل 5.26

2 اشرح كيف يمكنك حساب المقاومة عندما تعرف التيار والجهد.

3 يجب أن يضيء مصباح السيارة الأمامي بزاوية 15 درجة من المستوى الأفقي عند نقطة تبعد 25 مترًا. كيف يمكنك حساب الارتفاع النهائي ثم التحقق من ضبط الأضواء بشكلٍ صحيح؟

مثال عملي

مثلث يبلغ طول وتره 16 سم وطول الجانب المقابل له ٩ سم.

$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$

$$a = \sqrt{16^2 - 9^2}$$

$$a = 13\ 22875656$$

$a = 13.2$ cm إلى ثلاثة أرقام معنوية.

ستستكشف استخدام العلاقات المثلثية كما هو مطبق على المثلثات قائمة الزاوية. وسيتعين عليك معرفة كيفية استخدام الآلة الحاسبة لتحديد الزوايا من خلال استخدام أزرار "tan" و"cos" و"sin". يمكنك أيضًا استخدام هذه العلاقات لحساب أطوال الأضلاع.

المصطلحات الرئيسية

الوتر: أطول ضلع في مثلث قائم الزاوية.

الجانب المقابل: الجانب المقابل للزاوية المحددة.

الجانب المجاور: الجانب المجاور للزاوية المحددة.

العلاقات - وظائف المثلث القائم الزاوية (الجيب وجيب التمام والمماس)

مماس الزاوية

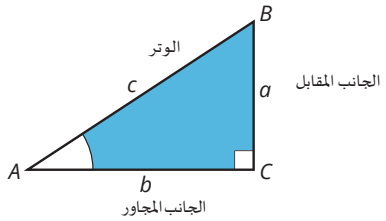
تُعرف نسبة *الضلع a* (المقابل للزاوية A) إلى الضلع b (المجاور للزاوية A) بظل الزاوية. وتُعرف عادةً باسم $\tan A$.

$$\tan A = \frac{\text{الجانب المقابل}}{\text{الجانب المجاور}}$$

$$\tan A = \frac{a}{b}$$

النشاط

احسب الزاوية C وطول جوانب جسم الصفائح المعدنية الموضح في الشكل 5.29.



الشكل 5.27 حساب المثلثات = tan = الجانب المقابل/المجاور.

جيب الزاوية

تُعرف نسبة *الجانب a* (المقابل للزاوية A) إلى الجانب c (الوتر) بجيب الزاوية. وتُعرف عادةً باسم $\sin A$. انظر مرة أخرى إلى الشكل 5.25.

$$\sin A = \frac{\text{الجانب المقابل}}{\text{الوتر}}$$

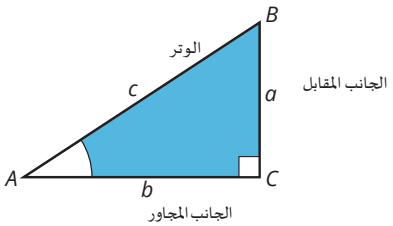
$$\sin A = \frac{a}{c}$$

جيب تمام الزاوية

تُعرف نسبة *الجانب b* (المجاور للزاوية A) إلى الجانب c (الوتر) باسم جيب التمام للزاوية. وتُعرف عادةً باسم $\cos A$.

$$\cos A = \frac{\text{الجانب المجاور}}{\text{الوتر}}$$

$$\cos A = \frac{b}{c}$$



الشكل 5.28 حساب المثلثات = sin = الجانب المقابل/الوتر.

نصائح

يمكنك العثور على المماس أو الجيب أو جيب التمام للزاوية بالضغط على مفتاح [tan] أو [sin] أو [cos].

جرب: إذا كان $\sin 30°$ يساوي 0.5، يكون sin أو $\cos 45°$ عندئذٍ 0.07071

إذا كنت تعرف كلا الجانبين، يمكنك حساب المماس، والجيب، وجيب التمام، للزاوية بالضغط على مفتاح [cos] [sin] [tan] [shift] والحصول على قيمته بالدرجات.

العلاقات المثلثية والأشكال المركبة

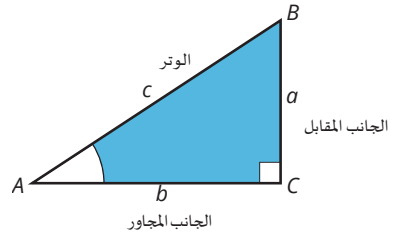
يمكنك الآن استكشاف كيف يمكن تقسيم المثلث غير القائم الزاوية إلى مثلثات قائمة الزاوية بحيث لا يتم حساب الأبعاد والزوايا المفقودة.

لقد رأيت العلاقات بين المماس والجيب وجيب التمام لحساب الزوايا.

قسمة $\sin A$ على $\cos A$ *تعطي:*

$$\frac{\sin A}{\cos A} = \frac{a}{c} \div \frac{b}{c} = \frac{a}{c} \times \frac{c}{b}$$

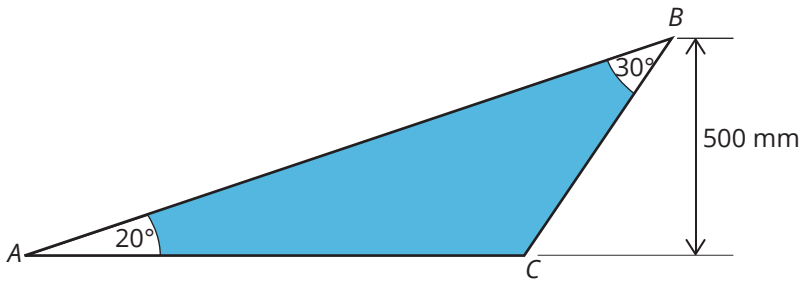
$$\frac{\sin A}{\cos A} = \frac{a}{b}$$



الشكل 5.29 حساب المثلثات = cos = الجانب المجاور/الوتر.

هذا يماثل $\tan A$

$$\tan A = \frac{\sin A}{\cos A}$$



الشكل 5.30 الصفائح المعدنية.

نصائح

استخدم ورقة المعادلات من Pearson BTEC للتأكد من استخدام المعادلة الصحيحة.

هل عملت من خلال جميع الأمثلة؟

تأكد من أنه يمكنك استخدام الآلة الحاسبة العلمية بشكلٍ صحيح.

لاجتياز واجب محدد من قِبل بيرسون، عليك ما يلي:

تقديم أدلة توضح أنه يمكنهم تطبيق الأساليب الحسابية والجبرية والرسومية والقياسية والمثلثية الروتينية بشكلٍ صحيح لإيجاد حلول معقولة للمسائل الهندسية.

عرض الخطوات المناسبة في الغالب عند إنتاج الحلول التي تستخدم الأساليب الروتينية. ومع ذلك، قد يتم نقل بعض الأخطاء الأكثر وضوحًا، مثل استبدال القيم غير الصحيحة في المعادلة الصحيحة، إلى العمل اللاحق.

استكشف المزيد

للحصول على درجة التفوق، عليك ما يلي:

تقديم أدلة توضح أنه يمكنهم باستمرار تطبيق الأساليب الحسابية والجبرية والرسومية والقياسية والمثلثية الروتينية بشكلٍ صحيح لإيجاد حلول دقيقة للمسائل الهندسية.

تقديم أدلة توضح أنه يمكنهم تطبيق الأساليب الحسابية والجبرية والرسومية والقياسية والمثلثية غير الروتينية بشكلٍ صحيح لإيجاد حلول للمسائل الهندسية. ومع ذلك، قد تكون الإجابة النهائية غير صحيحة، إذا تم، على سبيل المثال، استبدال قيمة غير صحيحة في معادلة.

للحصول على درجة الامتياز، عليك ما يلي:

تقديم أدلة توضح أنه يمكنهم باستمرار تطبيق الأساليب الحسابية والجبرية والرسومية والقياسية والمثلثية الروتينية وغير الروتينية بشكلٍ صحيح لإيجاد حلول دقيقة للمسائل الهندسية.

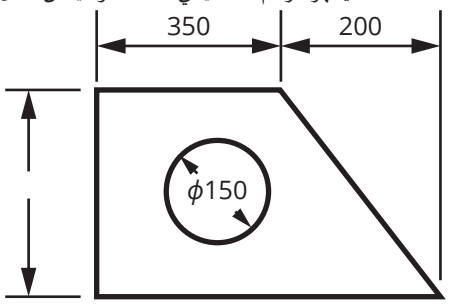
عرض خطوات واضحة ومنطقية عند إيجاد حلول للمسائل التي قد تتضمن الحد الأدنى من الأخطاء مثل تلك المرتبطة بالتحويل أو التقريب.

تقديم إجابات بدرجة مناسبة من الدقة والدقة التي سيتم تقديمها في شكل مناسب.

أنشطة التقييم أهداف التعلم (أ) و(ب)

أهداف التعلم (أ) و(ب)

1 يُظهر الرسم التخطيطي مقطعًا عرضيًا من خلال مكون هندسي نهائي.



الشكل 5.31.

الرسم التخطيطي ليس للقياس.

جميع الأبعاد بالملم.

أ) يتم تصنيع المكون من لوحة مستطيلة.

احسب مساحة اللوحة المستطيلة قبل تقطيعها إلى أشكال.

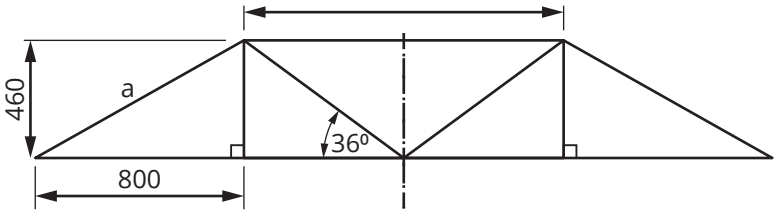
ب) احسب مساحة الفتحة الدائرية في المكون.

ج) سمك اللوحة المستطيلة هو 45 مم.

احسب حجم المادة التي تمت إزالتها عند حفر الفتحة الدائرية عبر اللوحة المستطيلة.

د) احسب حجم المكون النهائي.

2 يوضح الرسم التخطيطي تصميمًا لقسم المسننات الفولاذية. يتكون المسنن الفولاذي من مثلثات متشابهة قائمة الزاوية.



الشكل 5.32.

الرسم التخطيطي ليس للقياس.

جميع الأبعاد بالمليمترات.

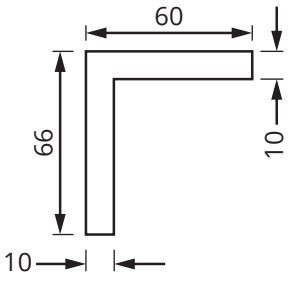
أ) احسب طول الضلع a.

ب) احسب طول الحافة العلوية من المسنن الفولاذي b.

ج) اكتب إجابتك بالترميز الهندسي

د) قدم إجابتك حتى 5 أرقام معنوية (SF 5).

3 يُظهر الرسم التخطيطي حاملًا على شكل حرف L مصنوعًا من الألومنيوم.



الشكل 5.33.

الرسم التخطيطي ليس للقياس.

جميع الأبعاد بالمليمترات.

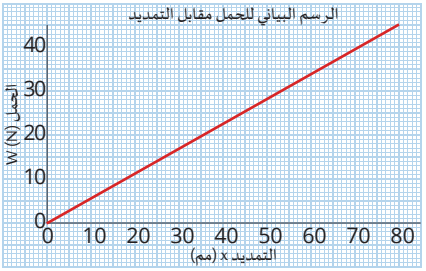
أ) يبلغ عمق الحامل 45 مم. احسب حجم الحامل.

ب) احسب مساحة السطح الإجمالية للحامل.

تتمة أهداف التعلم (أ) و(ب)

4 قام أحد المهندسين بالتحقيق في العلاقة بين القوة المطبقة على الزنبرك والوصلة الخاصة به.

تم رسم النتائج على الرسم البياني أدناه.



الشكل 5.34.

أ) يتم حساب صلابة الزنبرك من تدرج الخط.

حدد صلابة الزنبرك من الرسم البياني.

5 حل ما يلي

أ) $23 - (10 + 6) + 2(11 + 4) + 15 \times 5 =$

ب) $121 + (750 - 145) \times 6 \div 0.5 =$

ج) $(14 - 10)3 + 8 \times 6 - (25 \div 5) =$

د) $(3.75 + 52.75)^{5} \times (1458 - 375)^{-1/3} =$

اكتب إجابتك بالترميز الهندسي

اكتب إجابتك حتى 3 أرقام معنوية (s.f).

6 تنطلق سيارة السباق من البداية.

يتم إعطاء صيغة الحركة المنتظمة من خلال المعادلة

$$s = \frac{1}{2}(u + v)t$$

السرعة في بداية الحركة هي المتغير u

أوجد السرعة في بداية الحركة

إذا كانت $s = 150\ m$، و $v = 6.25\ ms^{-1}$، و $t = 20\ s$

معايير التقييم أهداف التعلم (أ) و(ب)

النجاح		التفوق	الامتياز
هدف التعلم (أ): فحص كيفية استخدام الطرق الحسابية والجبرية والرسومية لحل المسائل الهندسية			
A.P1 حل المسائل الهندسية من خلال تطبيق الطرق الحسابية الروتينية بشكلٍ صحيح.		**A.M1** حل المسائل الهندسية بدقة باستخدام الطرق الروتينية وتطبيق الطرق غير الروتينية بشكلٍ صحيح.	**AB.D1** حل المسائل الهندسية بدقة باستخدام الطرق الروتينية وغير الروتينية بشكلٍ صحيح.
A.P2 حل المسائل الهندسية من خلال تطبيق الطرق الجبرية الروتينية بشكلٍ صحيح.			
A.P3 حل المسائل الهندسية من خلال تطبيق الطرق الرسومية الروتينية بشكلٍ صحيح.			
هدف التعلم (ب): فحص كيفية استخدام القياس وحساب المثلثات لحل المسائل الهندسية			
B.P4 حساب المساحات من خلال تطبيق الطرق الروتينية بشكلٍ صحيح.		**B.M2** حل المسائل الهندسية بدقة باستخدام الطرق الروتينية وتطبيق الطرق غير الروتينية بشكلٍ صحيح.	
B.P5 حساب وحدات التخزين من خلال تطبيق الطرق الروتينية بشكلٍ صحيح.			
B.P6 حل المسائل الهندسية من خلال تطبيق الطرق المثلثية الروتينية بشكلٍ صحيح.			

مسرد المصطلحات

القيمة المطلقة: القيمة العددية للرقم بصرف النظر عن علامته (موجب أو سالب)

الجانب المجاور: الجانب المجاور للزاوية المحددة.

الحساب: علم الحساب باستخدام الأرقام.

الأساس: رقم مرفوع لقوة

BIDMAS: **الأقواس**، **الأدلة**، **الضرب**، **الجمع**، **الطرح**

المحيط: المسافة حول الدائرة.

القاسم المشترك: رقم ينقسم بالضبط إلى جميع القواسم في مجموعة من الكسور.

الكسر المركب أو العدد الكسري: يتكون من عدد صحيح وكسر مناسب

المكعب: عدد مضروب في نفسه مرتين.

العدد العشري: جزء من عدد صحيح معبرًا عنه بمجموع الأجزاء من الأعشار والمئات والآلاف وما إلى ذلك.

المقام: في الكسر، يكون الرقم الموجود أسفل الخط هو المقام، في حالة 5/4 سيكون الرقم 5 هو المقام.

المتغير التابع: المتغير الثاني الذي يتغير نتيجة التغيير في المتغير التابع.

القطر: خط من نقطتين متقابلتين يمر عبر مركز الدائرة. وهو يساوي ضعف طول نصف القطر.

الترميز الهندسي: يشبه الشكل القياسي ولكن يجب أن يكون أس العشرة قابلاً للقسمة على ثلاثة.

الأس: الرقم الموجود على يمين علامة الضرب في رقم في النموذج القياسي.

الكسور: جزء من عدد صحيح معبرًا عنه كنسبة.

التدرج: منحدر الرسم البياني

الرسم البياني: وسيلة لعرض قيم متغيرين

ورقة الرسم البياني: يتم تقسيم الورق إلى خطوط أفقية وعمودية لإنشاء رسوم بيانية خطية ورسوم بيانية تربيعية وأنواع أخرى من الرسوم البيانية مثل المخططات الشريطية.

نصف الكرة: نصف كرة أو كرة مقطعة إلى نصفين متساويين.

الوتر: أطول ضلع في مثلث قائم الزاوية.

الكسر المعتل: الحالات التي يكون فيها البسط أكبر من المقام.

المتغير المستقل: متغير يمكننا التحكم في قيمته المتغيرة

الدليل: القوة التي يتم رفع الرقم إليها

الخط الأنسب: عندما لا تعطي النقاط على الرسم البياني خطًا مستقيمًا حقيقيًا، ابحث عن الخط الذي يوفر أفضل ملاءمة بين النقاط.

العلاقة الخطية: العلاقة بين متغيرين يكون رسمهما البياني خطًا مستقيمًا ولكنه لا يمر عبر الأصل.

الجزء العشري: الرقم الموجود على يسار علامة الضرب في رقم في النموذج القياسي.

الأدوات الرياضية: العديد من هذه الأدوات عبارة عن أدوات رسم مثل المنقلة والمربعات الثابتة والبوصلة والفواصل والقاعدة.

القياس: فرع الرياضيات الذي يتعامل مع القياس مثل الأطوال والمساحات والأحجام.

الأعداد الصحيحة السالبة: هي الأرقام الصحيحة أقل من الصفر: - 1، - 2، - 3، - 4، - 5، - 6، - 7، - 8، - 9.....

البسط: في الكسر، يكون الرقم الموجود فوق الخط هو البسط، في حالة 5/4 سيكون الرقم 4 هو البسط.

الجانب المقابل: الجانب المقابل للزاوية المحددة.

الأصل: النقطة الموجودة على الرسم البياني والتي يتقاطع عندها المحور x والمحور Y.

النسبة المئوية: جزء من مائة

النسبة المئوية: كسر يتم التعبير عنه بعدد الأجزاء في 100.

الأعداد الصحيحة الموجبة: هي الأعداد الصحيحة أكبر من الصفر: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.....

القوة/الأدلة: عدد المرات التي تم فيها ضرب الرقم في نفسه.

الأسبقية: الترتيب الذي يجب أن تنفذ به الحسابات الحسابية.

العلاقة النسبية: العلاقة بين متغيرين يكون رسمهما البياني عبارة عن خط مستقيم يمر عبر الأصل.

نصف القطر: أي نقطة على حافة الدائرة إلى مركز الدائرة. وهو عبارة عن نصف طول القطر.

المقياس: المسافة على الرسم البياني التي تمثل زيادة أو نقصان وحدة واحدة من المتغير.

الآلة الحاسبة العلمية: آلة حاسبة خاصة تسمح باستخدام ما يقرب من 100 دالة مختلفة. ويشمل ذلك المسائل والمعادلات الأكثر تعقيدًا التي ستنشأ أثناء الرياضيات الهندسية، بما في ذلك عناصر مثل علم المثلثات والجذور التربيعية والجبر.

الترميز العلمي: نفس النموذج القياسي.

الأرقام المعنوية: الدقة المطلوبة للإجابة في الحساب. وهذه الأرقام هي التي تنقل معلومات دقيقة.

مربع: عدد مضروب في نفسه.

النموذج القياسي: رقم كبير للغاية أو رقم صغير يتم تحويله إلى رقم واحد بين 0 و9 قبل العلامة العشرية (الجزء العشري) وضربه بالقوة 10 (الأس) لإعطاء نفس القيمة

التبديل: جعل الكمية غير المعروفة موضوع المعادلة.

التحويل: معالجة المعادلة الرياضية أو الهندسية لجعل الكمية التي تطلبها موضوع المعادلة.

المتغير: كمية ذات قيم متغيرة

صفر: ليس عددًا صحيحًا موجبًا ولا سالبًا.

Pearson
BTEC

شهادة Pearson BTEC
International من المستوى 2 في مجال

كتاب طالب
الهندسة

الوحدة 6

المواد
الهندسية

المؤلف: مارك بروشنيفيتش

2م

كتاب الطالب

تم النشر بواسطة شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد، 80 ستراند، لندن، WC2R 0RL.

www.pearsonschoolsandfecolleges.co.uk

يمكن العثور على نسخ من المواصفات الرسمية لجميع شهادات بيرسون على الموقع الإلكتروني: qualifications.pearson.com

© حقوق التأليف والنشر لعام 2023 محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التحرير بواسطة إنتيغرا

تنضيد الحروف بواسطة إنتيغرا

© حقوق التأليف والنشر للرسومات التوضيحية الأصلية محفوظة لشركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التصوير بواسطة إنتيغرا

الغلاف من تصميم شركة كريتيف مانكي فيجوال ديزاين

نُشرت هذه الطبعة عام 2023

23 24 25 26 27

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

فهرسة المكتبة البريطانية في بيانات النشر

يتوفر سجل كتالوج لهذا الكتاب من المكتبة البريطانية

إشعار حقوق التأليف والنشر

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور بأي شكل أو بأي وسيلة (بما في ذلك نسخه أو تخزينه في أي وسيط باستخدام الوسائل الإلكترونية، سواء بشكلٍ عابر أو عرضي لبعض الاستخدامات الأخرى لهذا المنشور) دون إذن كتابي من مالك حقوق الطبع والنشر، يُتوقع ذلك وفقًا لأحكام قانون حقوق التأليف والنشر والتصاميم وبراءات الاختراع لعام 1988 أو بموجب شروط ترخيص صادر عن وكالة ترخيص حقوق التأليف والنشر، برناردز إن، 86 فيتر لين، لندن (www.cla.co.uk) EC4A 1EN. ينبغي توجيه طلبات الحصول على إذن كتابي لمالك حقوق التأليف والنشر إلى الناشر.

المو اقع الإلكترونية

لا تتحمل بيرسون إديوكيشن ليمتد المسؤولية عن المحتوى الخاص بأي مواقع إنترنت خارجية. ومن الضروري أن يقوم المعلمون بمعاينة كل موقع إلكتروني قبل استخدامه في الفصل للتأكد من أن عنوان URL لا يزال دقيقًا وملائمًا ومناسبًا. ونقترح أن يقوم المعلمون بوضع إشارة مرجعية على المواقع الإلكترونية المفيدة والنظر في تمكين الطلاب من الوصول إليها من خلال الشبكة الداخلية للمدرسة/الكلية.

ملاحظة من الناشر تنفذ بيرسون عمليات تحرير قوية لضمان دقة المحتوى في هذا المنشور، ويتم بذل كل جهد ممكن لضمان خلو هذا المنشور من الأخطاء. ومع ذلك، ما نحن إلا بشر، وأحيانًا تحدث أخطاء. ولا تتحمل بيرسون المسؤولية عن أي سوء فهم ينشأ نتيجة أخطاء في هذا المنشور، ولكن من أولوياتنا ضمان دقة المحتوى. إذا لاحظت وجود خطأ، فيُرجى التواصل معنا عبر resourcescorrections@pearson.com حتى نتأكد من تصحيحه.

في حين بذل الناشرون قصارى جهدهم لضمان دقة المشورة بشأن التأهيل وتقييمه، فإن المواصفات الرسمية ومواد إرشادات التقييم المرتبطة بها هي المصادر الموثوقة الوحيدة للمعلومات وينبغي الرجوع إليها دائمًا للحصول على إرشادات نهائية.

شكروتقدير

الصور:

123RF: خوان خوسيه نابوري جيفارا ص 3 (الشكل 6.2)؛ **بيرسون إديوكيشن ليمتد في آسيا: كولمان يوين ص 11 (الشكل 6.5)؛ شترستوك:** كيكيالياينين ص1 (الشكل 6.1)، استوديو أفريقيا ص 4 (الشكل 6.3)، الصور 52 ص 10 (الشكل 6.4)، فيوجون استوديو ص 16 (الشكل 6.6)، بان ديمين ص 19 (الشكل 6.7)، باربالايس ص 20 (الشكل 6.8)، كلوديو بايزان ص 22 (الشكل 6.9)، فيليب روبرت ص 22 (الشكل 6.10).

© جميع حقوق طبع ونشر الصور الأخرى محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن

الوحدة 06

المواد الهندسية

مقدمة

هل تساءلتَ يومًا عن كيفية إقلاع الطائرات التجارية الكبيرة والطيران بآلاف الركاب وأمتعتهم إلى مختلف الوجهات حول العالم؟ أحد هذه الأسباب هو قدرة المهندسين المهرة على تحديد مجموعة متنوعة من المواد التي تجمع بين عدة عوامل بما في ذلك نسبة القوة إلى الوزن والتكلفة والتوافر واستخدامها بنجاح. ومن الضروري أيضًا للمهندسين اختيار المادة الصحيحة إذا كان المكون الأصغر أو البديل مناسبًا للغرض المقصود منه.

كما ستعمل هذه الوحدة على تطوير معرفتك بمجموعة من المواد الهندسية مع تفصيل خصائصها ومدى ملاءمتها للتطبيقات الهندسية. ستُجري أيضًا أنشطة اختبار وستتحقق من عمليات المعالجة الحرارية وتأثيرها على المواد الهندسية.

بالإضافة إلى ذلك، ستقدم لك هذه الوحدة قضايا الاستدامة التي تحيط باستخدام مجموعة من المواد الهندسية وستفهم كيف يُعد هذا اعتبارًا رئيسيًا عند تطوير المنتجات في الوقت الحاضر وفي المستقبل. ويشمل هذا القرارات المتعلقة بأشكال التوريد.

أهداف التعلم

في هذه الوحدة، ستتمكن من التالي:

(أ) دراسة خصائص المواد الهندسية والمعالجة الحرارية لها واختبارها

(ب) دراسة التحديد والاستخدام المستدام للمواد الهندسية وأشكال التوريد

كيف سيتم تقييمك

يتم تقييم هذه الوحدة داخليًا من خلال موجزات الواجبات الفردية أو المتعددة التي يقدمها لك معلمك. وسيكون عليك تقديم أدلة لإثبات أنك حققت أهداف التعلم. ويمكن تقديم الأدلة الخاصة بك في العديد من التنسيقات، سواء إلكترونيًا أو ورقيًا. يسرد مخطط الدرجات في المواصفات والواجب المحدد من قِبل بيرسون لهذه الوحدة ما يجب عليك القيام به للحصول على درجات النجاح والتفوق والامتياز. ستوجهك أنشطة التقييم في هذه الوحدة خلال المهام التي ستساعدك على تحقيق النجاح.

ومن ثم يخبرك معلمك بالشكل الذي ستتخذه تقييماتك بالضبط، ولكن قد يُطلب منك تقديم عروض تقديمية أو تقارير توضح درايتك بأنواع مختلفة من المواد الهندسية، بما في ذلك النتائج التي توصلتَ إليها من مجموعة من اختبارات الليونة والقوة والصلابة. وقد يُطلب منك إنشاء منظم رسومي يعرض المكونات المطلوبة في تصنيع المنتج.

الشكل 6.1 صهر المعادن في مصنع للمعادن.

هدف التعلم (أ): دراسة خصائص المواد الهندسية والمعالجة الحرارية لها واختبارها

هل فكرتَ يومًا في مختلف أنواع المواد المتاحة وكيفية استخدامها في المنتجات اليومية التي تجعل حياتنا أفضل؟ وتتطلب معالجة المواد الخام وتحويلها إلى منتجات عالية الجودة، بدءًا من الغسالات وصولاً إلى الهواتف المحمولة، قدرًا من المهارة والدقة.

إذن، ما العمليات التي ينبغي استخدامها؟ وما المواد التي ينبغي اختيارها؟ وهل يمكن صنع منتج بشكلٍ مستدام؟ بصفتك مهندسًا، ستحتاج إلى معرفة خصائص المادة وسماتها حتى تتمكن من اتخاذ القرارات الصحيحة بشأن المواد التي يجب استخدامها ونوع العملية الأكثر فعالية.

بدء النشاط

في مجموعات صغيرة، أنشئ عرضًا تقديميًا لأنواع المواد التي يشيع استخدامها في الهندسة. فينبغي لكل مجموعة تقديم ثلاثة أمثلة للمواد (المعدن والخشب والبلاستيك) وثلاثة تطبيقات شائعة.

الكلمات الرئيسية

المغناطيسية: المواد التي تُظهِر جاذبية قوية تجاه المغناطيس

الكربون: عنصر له القدرة على تكوين روابط قوية مع العديد من العناصر الأخرى، بما في ذلك نفسه

السبيكة: مزيج من معدنين أو أكثر (أو كربون) لتشكيل مادة مركبة

الفولاذ: خليط من الكربون والحديد

قوة الشد: الحد الأقصى للضغط، عن طريق التمدد أو السحب، الذي يمكن أن تتحمله المادة قبل أن تنكسر.

Fe: الرمز الكيميائي للحديد

(أ1) و(أ2) و(أ3) أنواع المواد الهندسية وخصائصها وتطبيقاتها

المعادن الحديدية

تحتوي المعادن الحديدية على كمية كبيرة من الحديد في تركيبتها. وتُصنَّف هذه المواد على أنها **مغناطيسية**. وعند مزجها **بالكربون** لإنتاج **سبائك الفولاذ**، يتم تفضيلها **لقوة شدها** ومتانتها العالية.

هل تعلم؟

الرمز الكيميائي للحديد هو "**Fe**"، ويرجع اسمه إلى الكلمة اللاتينية "ferrum"، والتي تعني الحديد.

الحديد النقي

يُعد الحديد النقي ضعيفًا وليّنًا وبالتالي فليس له خصائص مفيدة تجاريًا. وهو عبارة عن مادة خام تُستخدم في إنتاج المواد الحديدية وغير الحديدية. وتؤدي إضافة الكربون إلى المعدن إلى زيادة قوة الشد، وتحظى السبائك الناتجة بالعديد من التطبيقات في الهندسة والتصنيع. وتُعرف هذه السبائك بالفولاذ الكربوني.

الشكل 6.2 مهندسو المعادن يتحققون من مجريات العمل في نفق منجم.

الفولاذ الكربوني

يحتوي الفولاذ الكربوني على نسب متفاوتة من الكربون والحديد داخل المادة. ويمنح وجود الحديد خصائص المواد المغناطيسية.

فالفولاذ منخفض الكربون، المعروف أيضًا باسم "الفولاذ المطاوع"، هو مادة ذات قوة شد منخفضة. وبحكم التعريف، يحتوي الفولاذ منخفض الكربون على أقل من 0.30% من الكربون. فهو أكثر مرونة وسهل التشكيل ويُستخدم على نطاق واسع في الهندسة بسبب تكلفته المنخفضة. ويستخدم بشكلٍ شائع في تصنيع الصواميل والمسامير والكتائف والتركيبات والتجهيزات وعربات اليد والأنابيب والمواسير.

ويُعد الفولاذ متوسط الكربون أقوى وأكثر صلابة من الفولاذ منخفض الكربون. فبحكم التعريف، يحتوي الفولاذ متوسط الكربون على نسبة تتراوح بين 0.30% و0.60% من الكربون. وعند المعالجة الحرارية، يتم تحسين صفاته مما يجعله مناسب للاستخدام في أدوات مثل المطارق والأزاميل وملزمات الميكانيكا والتروس والمحامل.

ويُعد الفولاذ عالي الكربون أقوى أنواع الفولاذ. فبحكم التعريف، يحتوي الفولاذ عالي الكربون على نسبة تتراوح بين 0.61% و1.5% من الكربون. وعند المعالجة الحرارية، تزداد قساوته وصلابته. وهذا يتيح للمعدن مقاومة التآكل والبلي مما يجعله مناسبًا للاستخدام في المخارط والمثاقب والصنابير والقوالب.

وعندما يتعرض الفولاذ الكربوني للأكسجين من الهواء والرطوبة، فإنه يخضع لعملية تحول كيميائية تسمى الأكسدة. هذا ما نعرفه باسم "الصدأ".

المصطلحات الرئيسية

الصلابة: مقاومة المادة لتشوه السطح.

الفولاذ المقاوم للصدأ

الفولاذ المقاوم للصدأ مادة صلبة ومتينة وهي في الغالب غير مغناطيسية. والشكل الأكثر شيوعًا للفولاذ المقاوم للصدأ هو الأوستنيتي بسبب شيوع الأوستينيت غير المغناطيسي. كما أن وجود الكروم داخل المادة، إلى جانب عناصر السبائك الأخرى مثل النيكل، يحمي المادة من عملية الأكسدة وينتج مادة مقاومة للتآكل والصدأ. ويشيع استخدامه للأجهزة المنزلية والسلع البيضاء مثل المواقد والثلاجات والمجمدات. أما بالنسبة للفولاذ المقاوم للصدأ الطبي، فهو المادة المفضلة للدعامات واستبدال مفصل الورك.

حديد الزهر

عادةً ما يتم "صب" حديد الزهر في شكل يُعد أحد أقدم أشكال الحديد المنتج، ويتضمن محتوى كربوني أعلى من الفولاذ (عادةً 2-5%)، بالإضافة إلى بقايا عناصر السبائك الأخرى، بما في ذلك السيليكون. فهو ليّن نسبيًا ولكنه مادة سهلة الكسر أيضًا. كما أن يتدفق بسهولة ويتشكل في قالب عند تسخينه إلى درجة الانصهار. وبالتالي يمكن صبه في قالب رملي أو قالب عادي ويشيع استخدامه في الأجزاء الهندسية الكبيرة مثل أجزاء المحرك وألواح الأساس وأدوات الطهي وأغطية الصرف. كما يُفضّل الطهاة استخدام أواني الطهي المصنوعة من الحديد الزهر نظرًا لقدرتها على الاحتفاظ بالحرارة جيدًا مقارنةً بنظيراتها المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ.

الجدول 6.1 ملخص خصائص المعادن الحديدية وتطبيقاتها

المادة	الخصائص	التطبيقات
الحديد النقي	ضعيف ولين ومغناطيسي	ليس له استخدام تجاري
الفولاذ منخفض الكربون	منخفض التكلفة وسهل التشكيل وأكثر مرونة ومغناطيسي	الصواميل والمسامير والتركيبات وعربات اليد والأنابيب والمواسير
الفولاذ متوسط الكربون	قوي وصلب ومغنطيسي	الأدوات مثل المطارق والأزاميل وملزمات الميكانيكا والتروس والمحامل
الفولاذ عالي الكربون	صلب ومتين ويُعد أقوى أنواع الفولاذ الكربوني ومقاوم للتآكل والبلي ومغنطيسي	المخارط والشوايات والصنابير والقوالب
الفولاذ المقاوم للصدأ	صلب وقوي وغير مغناطيسي ومقاوم للتآكل والصدأ.	الأجهزة الكهربائية المنزلية، مثل المواقد والثلاجات والمجمدات؛ والتطبيقات الطبية مثل الدعامات واستبدال مفصل الورك
حديد الزهر	ليّن ولكن سهل الكسر، ويتدفق بسهولة عند نقطة الانصهار ويتميز بالموصلية الحرارية الجيدة والاحتفاظ بالحرارة	أدوات الطهي وألواح الأساس وأجزاء المحرك وأغطية الصرف

الشكل 6.3 علبة صودا مصنوعة من الألومنيوم.

هل تعلم؟

هل لديك أي عملات معدنية في جيبك؟ من المحتمل أنها قد تبدو مثل العملات المصنوعة من النحاس الأحمر النقي والفضة النقية ولكنها في الواقع مصنوعة من الفولاذ المطلي بالنحاس الأحمر والفولاذ المطلي بالنيكل والنحاس الأصفر والألومنيوم والبرونز وسبائك النحاس الأحمر والنيكل.

المعادن غير الحديدية

لا تحتوي المعادن غير الحديدية على كميات كبيرة من الحديد. في الهندسة، عادةً ما تكون معادن وسبائك نقية. حيث تُعد المعادن غير الحديدية أكثر ندرة وقيمة وأكثر مقاومة كيميائيًا وحراريًا وكهربائيًا من المعادن الحديدية. وتحتوي السبائك غير الحديدية على أقل من 1% من الحديد بالوزن.

ويصعب تحديد خصائص المعادن غير الحديدية نظرًا لوجود العديد من المعادن التي تندرج في هذه الفئة. ومع ذلك، فهي عادةً ما تكون غير مغناطيسية ومقاومة للصدأ (مما يضر الأجسام القائمة على الحديد). وهذا يجعلها مفيدة بشكلٍ لا يصدق في العديد من التطبيقات الهندسية المختلفة، خاصةً عندما تتعرض المكونات للماء أو البيئات الرطبة.

الألومنيوم

يُستخدم الألومنيوم على نطاق واسع في الهندسة وعادةً ما يُخلَط بمواد أخرى. فهو خفيف الوزن للغاية بسبب **كثافته** المنخفضة كما أنه ليّن وسهل التشكيل. ومع ذلك، فإن هذا يجعله أقل مقاومة للتآكل والبلي وأكثر عرضة للخدش. ويُعد الألومنيوم مادة **متوازية المغنطيسية**. فيمكن أن تُنتج سبائك الألومنيوم مواد قوية وخفيفة الوزن تُستخدم على نطاق واسع في الصناعات البحرية وهندسة الطيران والفضاء الجوي والبناء، بالإضافة إلى أنواع معينة من أدوات الطهي. كما يتمتع بمقاومة جيدة للتآكل بسبب وجود حاجز مقاوم للماء من أكسيد الألومنيوم الذي يتشكل بشكلٍ طبيعي في الهواء ويحمي بقية المعدن من المزيد من التآكل.

المصطلحات الرئيسية

الكثافة: مقدار الوزن لحجم معين، أو كمية المادة في الوحدة الحجمية.

المغناطيسية المتوازية: المواد التي تظهر جاذبية ضعيفة تجاه المغناطيس.

هل تعلم؟

يتكون معجون الأسنان عادةً من 20-40% تقريبًا ماء و50% مواد كاشطة، من بين مواد كيميائية أخرى. ويُعد الألومنيوم هو أساس مختلف المواد الكاشطة لمعجون الأسنان، في شكل هيدروكسيد الألومنيوم.

النحاس الأحمر

يُعد النحاس الأحمر أكثر ليونة وأكثر **قابلية للتمدد** من الفولاذ الكربوني. ويتميز بموصلية كهربائية ممتازة مما يجعله مثاليًا لاستخدامات الأسلاك الكهربائية، مثل المكونات الإلكترونية ضمن مجموعة كبيرة من الأجهزة بما في ذلك: الهواتف الذكية وأجهزة التوجيه اللاسلكية ووحدات التحكم في الألعاب وأجهزة التلفزيون وأجهزة الكمبيوتر المحمولة. وكما يمكن استخدامه في صناعة الأنابيب النحاسية لأنظمة التدفئة المنزلية وأدوات الطهي نظرًا لقدرته على نقل الحرارة بسرعة ومقاومته للتآكل من الماء. فهو يُعد مادة قوية ولكنه ليس بقوة حديد الزهر الكربوني أو الفولاذ المقاوم للصدأ. فعند خلطه بالزنك فإنه ينتج النحاس الأصفر، وعندما يتم خلطه **بالقصدير** ينتج البرونز - وكلاهما أكثر صلابة من النحاس الأحمر النقي.

الزنك

الزنك مادة سهلة الكسر في درجات الحرارة المحيطة ولكنه **قابل للطرق** في درجات الحرارة المرتفعة. فكما ذكرنا أعلاه، عند دمجه مع النحاس الأحمر فإنه ينتج النحاس الأصفر. ويمكن استخدام الزنك لإنتاج مصبوبات القوالب لاستخدامها في السيارات، مثل المحركات والعجلات وأنظمة العادم وأنظمة الفرامل والسلع الكهربائية مثل أجهزة التلفزيون وأجهزة الألعاب وأجهزة الكمبيوتر المحمولة. وغالبًا ما يُستخدم في **الجلفنة** وإنتاج النحاس الأصفر والبرونز. وتُعد الجلفنة مثالاً رائعًا لاستخدام معادن مختلفة بفضل خصائصها المختلفة. فالزنك ضعيف جدًا ومكلف جدًا لاستخدامه في صناعة ألواح السقف بمفرده، لكن الفولاذ وحده سيصدأ بسرعة كبيرة. لذا تأتي الألواح الفولاذية القوية الفعالة من حيث التكلفة مغطاة بطبقة رقيقة من الزنك المقاوم للتآكل لصنع ألواح سقف قوية ورخيصة وتدوم طويلاً.

هل تعلم؟

تمت تسمية عملية الجلفنة على اسم لويجي جالفاني، عالم الفيزياء وعالم الأحياء والفيلسوف الإيطالي.

الرصاص

الرصاص معدن ثقيل جدًا وناعم يفقد بريقه عند ملامسته للهواء مما يمنحه مظهرًا باهتًا. ويشيع استخدامه في الهندسة بسبب خصائصه المقاومة للتآكل. كما يُستخدم في بطاريات السيارات والذخيرة وتغليف الكبلات والأوزان الثقيلة والحماية من الإشعاع وسبائك لحام القصدير. كما أنه جيد جدًا في إيقاف أشعة جاما وأشعة إكس بسبب كثافته. على مدار سنوات عديدة، تم استخدام الرصاص في أنابيب المياه، رغم أن هذا لم يعد هو الحال لأنه يمكن أن ينتج مستويات سامة من الرصاص في إمدادات المياه. بالإضافة إلى ذلك، يتم خلط الرصاص بالقصدير لإنتاج مركبات اللحام المستخدمة لتوصيل المكونات في جميع أنواع الدوائر الإلكترونية.

هل تعلم؟

يُطلق على السباكين هذا الاسم لأنهم استخدموا الرصاص في الأصل، والذي كان معروفًا بالكلمة الفرنسية "plomb".

التيتانيوم

يُعد التيتانيوم قويًا مثل الفولاذ ولكنه أقل كثافة بكثير مما يجعله مرغوبًا للغاية للسبائك المصنوعة من الألومنيوم والحديد. ونظرًا لقوته العالية وكثافته المنخفضة وقدرته على تحمل درجات الحرارة القصوى، تُستخدم هذه السبائك بشكلٍ شائع في الطائرات والمركبات الفضائية مثل أطباق الأقمار الصناعية. كما تستخدم سبائك التيتانيوم في تصنيع مضارب الجولف وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والدراجات.

المصطلحات الرئيسية

المادة القابلة للتمدد: مادة يمكن إعادة تشكيلها دون أن تفقد صلابتها.

القصدير: معدن ليّن يحمل الرمز Sn والرقم الذري 50، وهو ليّن بما يكفي لقصه بالمقص (أو القواطع المعروفة باسم قصاصات القصدير).

المادة القابلة للطرق: مادة يمكن طرقها أو ضغطها حتى تتشكل دون أن تنكسر.

الجلفنة: عملية وضع طبقة رقيقة من الزنك على الفولاذ أو الحديد لمنع الصدأ.

كمعدن نقي، يُستخدَم التيتانيوم في أنابيب محطات الطاقة نظرًا لمقاومته العالية للتآكل. ويستخدم المعدن أيضًا كمفاصل داخل الجسم، مثل استبدال مفصل الورك وزراعة الأسنان.

كربيد التنجستن

كربيد التنجستن مادة مركبة بكميات متساوية من التنجستن والكربون. وهو في أنقى صوره عبارة عن مسحوق رمادي ناعم يمكن ضغطه وتشكيله في أشكال باستخدام عملية تسمى **التلبيد**. ويتميز كربيد التنجستن بضِعف صلابة الفولاذ وكثافته. ويشيع استخدامه في مجال الهندسة في الآلات الصناعية وأدوات القطع والمجوهرات.

النحاس الأصفر

النحاس الأصفر عبارة عن سبيكة من النحاس الأحمر والزنك. ويتمتع بقدرة أعلى على المرونة من النحاس الأحمر أو الزنك. يؤدي اختلاف نسب المعدنين إلى إنتاج سبائك ذات خصائص مادية مختلفة، مثل **الليونة** والصلابة ومقاومة التآكل والتوصيل الكهربائي والحراري. ويشيع استخدام النحاس الأصفر في الصنابير والأقفال والآلات الموسيقية والبراغي والزخارف. فالنحاس الأصفر ليس صلبًا مثل الفولاذ وله نقطة انصهار منخفضة.

المصطلحات الرئيسية

التلبيد: عملية تشكيل مادة صلبة بالضغط أو الحرارة دون ذوبان.

الليونة: قدرة المادة على السحب إلى مادة أرق.

الجدول 6.2 ملخص خصائص المعادن غير الحديدية وتطبيقاتها

المادة	الخصائص	التطبيقات
الألومنيوم	خفيف الوزن ومنخفض الكثافة وليّن وسهل التشكيل وأقل مقاومة للتآكل وقابل للطرق وسهل الخدش ومتوازي المغنطيسية ويمكن خلطه	الصناعات البحرية وهندسة الطيران والفضاء الجوي والبناء
النحاس الأحمر	أكثر ليونة وأكثر قابلية للتمدد وليس بقوة الفولاذ الكربوني، ويتميز بموصلية كهربائية ممتازة ونقل سريع للحرارة مع إمكانية خلطه	المكونات الإلكترونية مثل الهواتف المحمولة والهواتف الذكية وأجهزة التوجيه اللاسلكية ووحدات التحكم في الألعاب وأجهزة التلفزيون وأجهزة الكمبيوتر المحمولة والأنابيب النحاسية في أنظمة التدفئة المنزلية وأدوات الطهي
الزنك	سهل الكسر في درجة الحرارة المحيطة وقابل للطرق في درجات حرارة أعلى ويمكن خلطه.	مصبوبات القوالب في صناعة السيارات (المحركات والعجلات وأنظمة العادم وأنظمة الفرامل) والسلع الكهربائية مثل أجهزة التلفزيون وأجهزة الألعاب وأجهزة الكمبيوتر المحمولة، كما يُستخدم في الجلفنة وإنتاج النحاس الأصفر والبرونز
النحاس الأصفر	قابلية أعلى للطرق مقارنةً بالمواد المكونة له (النحاس الأحمر والزنك) وله نقطة انصهار منخفضة وليس صلبًا مثل الفولاذ وتختلف خصائصه الأخرى (الليونة والصلابة ومقاومة التآكل والتوصيل الكهربائي والحراري) بناءً على نسب النحاس الأحمر إلى الزنك فيه	الصنابير والأقفال والآلات الموسيقية والبراغي والزخارف
الرصاص	ثقيل وناعم جدًا، يفقد بريقه عند ملامسته للهواء ويبدو باهتًا ومقاومًا للتآكل وممتازًا في إيقاف أشعة جاما وأشعة إكس بسبب كثافته العالية	بطاريات السيارات والذخيرة وتغليف الكبلات والأوزان الثقيلة والحماية من الإشعاع وسبائك لحام القصدير
التيتانيوم	يمكن تشكيله في سبائك ويتميز بقوة عالية وكثافة منخفضة ومقاومة درجات الحرارة القصوى	قطع غيار الطائرات وأطباق الأقمار الصناعية والدراجات ومضارب الجولف وأجهزة الكمبيوتر المحمولة وأنابيب محطات الطاقة في الصناعة النووية واستبدال مفصل الورك وزراعة الأسنان
كربيد التنجستن	قاسي جدًا وكثيف جدًا	الآلات الصناعية وأدوات القطع والمجوهرات

الخلائط المعدنية الفائقة

الخلائط المعدنية الفائقة هي مجموعة من سبائك النيكل والكوبالت. وتتميز بخصائص مقاومة ممتازة للحرارة وتستخدم بشكلٍ شائع في هندسة الطيران والفضاء الجوي والبحرية والكيميائية والنووية. فهي تحتفظ بصلابتها وقوتها في درجات حرارة أعلى بكثير من المعادن والسبائك الأخرى المستخدمة في هذه الصناعات، وبالتالي فهي توجد بشكلٍ شائع في المحركات النفاثة والشفرات الدوارة ومعدات الهبوط وأجهزة الاحتراق والتوربينات الغازية وغرف الاحتراق.

الخلائط المعدنية الفائقة القائمة على النيكل

تحتوي الخلائط المعدنية الفائقة القائمة على النيكل على النيكل كمكون أساسي لصناعة السبائك. ويمكن أن تكون المواد الأخرى داخل السبائك هي الكروم والموليبدينوم والحديد والنحاس الأحمر. فهي مادة مفضلة في هندسة الطيران والفضاء الجوي وهي شائعة بشكلٍ خاص في التوربينات الغازية والمناطق التي تكون فيها مقاومة التآكل ودرجات الحرارة القصوى ضرورية. وفي مقابل هذه المزايا الواضحة، فإن عيوبها الرئيسية تتمثل في التكلفة والخبرة المطلوبة للتعامل مع المواد.

الخلائط المعدنية الفائقة القائمة على الكوبالت

تحتوي الخلائط المعدنية الفائقة القائمة على الكوبالت على الكوبالت كمكون أساسي لصناعة السبائك. وتُستخدم معادن أخرى مثل النيكل والكروم والموليبدينوم لتشكيل سبيكة قوية. فكما هو الحال مع الخلائط المعدنية الفائقة القائمة على النيكل، توجد هذه الخلائط المعدنية الفائقة بشكلٍ شائع في هندسة الطيران والفضاء الجوي بسبب مقاومتها للتآكل والحرارة. كما أنها تستخدم في صناعة السيارات داخل الشواحن التوربينية والصناعات البحرية في بناء الأعمدة والمراوح وصناعات النفط والغاز بسبب مقاومتها للتآكل بفعل المياه المالحة والمواد الكيميائية القوية الأخرى. ومع ذلك، فإن إنتاجها مكلف ويصعب العمل بها بسبب صلابتها الشديدة.

الجدول 6.3 ملخص خصائص الخلائط المعدنية الفائقة وتطبيقاتها

المادة	الخصائص	التطبيقات
الخلائط المعدنية الفائقة القائمة على النيكل	مقاومة عالية للتآكل ودرجات الحرارة القصوى ومكلفة وتحتاج إلى خبرة للتعامل معها	هندسة الطيران والفضاء الجوي، مثل توربينات الغاز
الخلائط المعدنية الفائقة القائمة على الكوبالت	مقاومة عالية للتآكل والحرارة العالية ومقاومة للتآكل بفعل المياه المالحة والمواد الكيميائية القوية الأخرى ومكلفة وتحتاج إلى خبرة للتعامل مع هذه المواد شديدة الصلابة	السيارات، مثل الشواحن التوربينية؛ الصناعات البحرية، مثل الأعمدة والمراوح؛ النفط والغاز، في أعمال الأنابيب

السيراميك

السيراميك عبارة عن أشياء تم تصنيعها من مواد غير عضوية وغير معدنية. وتتميز ببنيتها البلورية أو البلورية جزئيًا مما يمنحها خصائص ممتازة لمقاومة الحرارة. وتوجد بشكلٍ شائع في مجموعة كبيرة من التطبيقات الصناعية مثل التعدين وهندسة الطيران والفضاء الجوي والإلكترونيات والصناعات الكيماوية.

كربيد البورون

كربيد البورون، أو Tetrabor®، عبارة عن مادة خزفية شديدة الصلابة تتكون من البورون والكربون. وتحمل الصيغة الكيميائية B_4C وهي واحدة من أصلب المواد المعروفة بعد الماس. وهذه المادة خاملة كيميائيًا ولها مقطع عرضي عالي الامتصاص للنيوترونات مما يجعلها مناسبة للاستخدام في الحماية من الإشعاع داخل الصناعات النووية.

نيتريد البورون المكعب

نيتريد البورون المكعب هو أيضًا مادة خزفية شديدة الصلابة مثل كربيد البورون. ويتكون من مركب البورون والنيتروجين وهو جيد للغاية في تحمل الحرارة في العديد من الاستخدامات. ويشيع استخدامه في أعمال الهندسة في أدوات القطع والمواد الكاشطة و**الطلاءات المقاومة للتآكل**. فهي ثاني أصلب مادة معروفة بعد الماس.

الجدول 6.4 ملخص خصائص السيراميك وتطبيقاته

المادة	الخصائص	التطبيقات
كربيد بورون	شديد الصلابة، خامل كيميائيًا، امتصاص عالي للنيوترونات	الطاقة النووية، مثل الحماية من الإشعاع
نيتريد البورون المكعب	صلب للغاية، ثاني أصلب مادة معروفة، مقاومة عالية للتآكل والبلي	أدوات القطع، المواد الكاشطة، الطلاءات المقاومة للتآكل

المصطلحات الرئيسية

مقاومة التآكل: مواد قوية لا تبلى بالاحتكاك.

الطبقات: طبقات رقيقة من الخشب تُستخدم في إنتاج الخشب الرقائقي.

المواد المركبة

تُصنع المواد المركبة من مادتين مختلفتين أو أكثر تُدمَج معًا لإنتاج مادة جديدة ذات خصائص مفيدة لمكوناتها مع تجنب بعض الخصائص غير المرغوبة.

الخشب الرقائقي

الخشب الرقائقي عبارة عن مادة مركبة مصنوعة من طيات أو **طبقات** رقيقة من رقائق الخشب التي يتم لصقها معًا. ويتم تدوير حبيبات الخشب لكل طبقة حتى 90 درجة مقابل الطبقة السابقة. وتُعرف هذه العملية باسم عملية التحبيب المتقاطع ولها العديد من المزايا الرئيسية. فهي تقلل من التمدد والانكماش، وتوفر قوة متزايدة وتقلل من احتمالية التشقق عند تثبيته بالقرب من الحواف. كما يحتوي اللوح النموذجي من الخشب الرقائقي على عدد فردي من الطبقات لتوفير الاستقرار للمادة ومنع الالتواء. ويحتوي الخشب الرقائقي الأرخص والأرق على طبقات مرتبة بزوايا قائمة مع بعضها بعضًا، بينما تُستخدم المواد عالية الجودة والأكثر تكلفةً زوايا مختلفة لكل طبقة. وهناك العديد من أنواع الخشب الرقائقي، ولكلٍ منها خصائصه الفريدة وتطبيقاتها الصناعية المتنوعة.

فيما يلي بعض أنواع الخشب الرقائقي شائعة الاستخدام في التطبيقات الهندسية:

- عادةً ما يتكون الخشب الرقائقي اللين من طبقات من الأخشاب اللينة مثل خشب التنوب والصنوبر وخشب الأرز. ويشيع استخدامه في أعمال البناء للأسقف والأرضيات.
- عادةً ما يتكون الخشب الرقائقي الصلب من طبقات من الأخشاب الصلبة مثل البلوط والماهوجني والزان. ويتميز بالصلابة والقوة والقساوة والمتانة الممتازة ويُستخدم بشكلٍ شائع في الأرضيات والجدران شديدة التحمل.

- يتكون الخشب الرقائقي الخاص بالطائرات، المعروف أيضًا باسم الخشب الرقائقي عالي القوة، من طبقات من الماهوجني والبتولا والتنوب مع المواد اللاصقة التي تتمتع بمقاومة متزايدة للرطوبة والحرارة. وكان يشيع استخدامه في هندسة الطيران في الطائرات خلال الحرب العالمية الثانية بسبب النقص الهائل في الألومنيوم. وهو أقل شيوعًا في الطائرات اليوم وأكثر استخدامًا في الطائرات النموذجية والألعاب.
- يُصنَع الخشب الرقائقي البحري من طبقات الخشب الصلب الخالية من العيوب، مع صمغ مقاوم للعوامل الجوية والغليان. وتمنع هذه التركيبة حدوث **الفصل الصفائحي** وتعطي خصائص مضادة للفطريات للمواد التي ستتعرض في الغالب للحرارة والرطوبة وبخار الماء. ويشيع استخدامه في بناء القوارب والمراكب المائية.

البلاستيك المقوى بالألياف الزجاجية (GRP)

يُطلق على البلاستيك المقوى بالألياف الزجاجية (GRP) أيضًا اسم الألياف الزجاجية أو الزجاج الليفي أو البوليمر المقوى بالألياف (FRP). فالبلاستيك المقوى بالألياف الزجاجية قوي ومتعدد الاستخدامات ومرن للغاية ويناسب التطبيقات الهندسية مثل تشييد المباني التجارية والسكنية. كما أنه أخف بكثير من الفولاذ، ومع ذلك يمكن استخدامه للسلالم والطلاءات المضادة للانزلاق والحواجز الشبكية والأبواب والحاويات والسياجات. كما يتميز البلاستيك المقوى بالألياف الزجاجية بمقاومة عالية **للصدمات** ومقاومة للتآكل وقلة الصيانة مما يجعله الخيار الأنسب في بعض المناطق الصناعية.

الألواح الليفية متوسطة الكثافة (MDF)

الألواح الليفية متوسطة الكثافة، والمعروفة أيضًا باسم MDF، هي منتج خشبي مصمم هندسيًا ومصنوع نتيجة تكسير الخشب الصلب والخشب اللين وتحويله إلى ألياف خشبية. ويتم تجميع هذه الألياف بالشمع والراتنج عند ضغوط ودرجات حرارة عالية لتشكيل ألواح قوية وكثيفة. وتُستخدم الألواح الليفية متوسطة الكثافة بشكلٍ شائع في التطبيقات الداخلية مثل تجهيزات المتاجر والأثاث نظرًا لقوتها واتساقها ومرونتها وإمكانية طلائها وتثبيتها بالغراء. فهي غير مقاومة للرطوبة ويمكن أن تنتفخ وتتكسر إذ كانت مكشوفة.

ألياف الكربون

ألياف الكربون عبارة عن مادة مركبة أصبحت تُستخدم على نطاق واسع في التصنيع. وتتكون هذه المادة من ألياف الكربون وراتنج البوليمر لإنشاء مادة جديدة. فهي منخفضة الوزن نسبيًا بالنظر إلى مدى صلابتها وقوتها. وهذا يجعلها جذابة للغاية للاستخدام في الدراجات ودراجات السباق الاحترافية وألواح البدن للسيارات. ومع ذلك، تتمتع ألياف الكربون بمرونة أقل من مركبات الألياف الزجاجية والراتنج (الألياف الزجاجية) ويمكن أن تكون تكلفتها باهظة في بعض الأحيان. بالإضافة إلى ذلك، تُعد ألياف الكربون موصلة كهربائيًا وحراريًا؛ بينما الألياف الزجاجية ليست كذلك.

ألياف الأراميد

ألياف الأراميد عبارة عن مركب صلب يتكون من مادة البولي أميد العطرية، وهي فئة من الألياف الاصطناعية القوية المقاومة للحرارة. تُعرف باسم Kevlar®، وهي علامة تجارية طورتها شركة دو بونت في عام 1965. وعادةً ما تُستخدم لحماية الجسم ولكن يمكن استخدامها أيضًا في الملابس الواقية لراكبي الدراجات النارية وعجلات الدراجات وأشرعة القوارب. وهذا بسبب ارتفاع نسبة قوة الشد إلى الوزن. فهي قوية وخفيفة للغاية، ولكن من الصعب جدًا قصها وتشكيلها. ونتيجةً لذلك، يُعد التصنيع عملية معقدة ومكلفة.

المصطلحات الرئيسية

الفصل الصفائحي: فصل الطبقات في المادة عند تعرضها للحرارة والرطوبة وبخار الماء.

التأثر: قدرة المادة على تحمل الصدمات أو الحمل المفاجئ.

الشكل 6.4 ضباط يرتدون سترات و اقية للجسم من ألياف الأراميد.

الجدول 6.5 ملخص خصائص المواد المركبة وتطبيقاتها

المادة	الخصائص	التطبيقات
الخشب الرقائقي	يختلف حسب مصدر الخشب ولكنه صلب وقاسي وقوي ومستقر ومقاوم للماء ومتين وخفيف ومضادة للفطريات؛ تفتقر معظم أنواع الخشب الرقائقي إلى خصائص مقاومة الحرارة	يُستخدم الخشب الرقائقي اللين في البناء مثل الأسقف والأرضيات. يُستخدم الخشب الرقائقي الصلب في بناء الجدران والأرضيات شديدة التحمل. يُستخدم الخشب الرقائقي الخاص بالطائرات في الألواح والأجنحة. يُستخدم الخشب الرقائقي البحري في الهياكل.
البلاستيك المقوى بالألياف الزجاجية (GRP)	قوي ومتعدد الاستخدامات ومرن ومقاوم للصدمات ومقاوم للتآكل وقليل الصيانة	السلالم والطلاءات المضادة للانزلاق والحواجز الشبكية والأبواب والحاويات والسياجات
الألواح الليفية متوسطة الكثافة (MDF)	قوية وكثيفة ومتناسقة الشكل وقابل للطلاء ويمكن لصقها ومرنة ومنخفضة المقاومة للرطوبة	الأثاث وتجهيزات المتاجر
ألياف الكربون	خفيفة الوزن ولكنها متينة وقوية وموصّلة للحرارة والكهرباء	الدراجات ودراجات السباق الاحترافية وألواح البدن للسيارات
ألياف الأراميد	نسبة عالية من قوة الشد إلى الوزن وقوية للغاية وخفيفة ومن الصعب جدًا تشكيلها وقطعها	أشرعة القوارب وعجلات الدراجات والملابس الواقية وأدوات حماية الجسم

مواد البوليمر المتلدنة بالحرارة

عادةً ما تلين مواد البوليمر المتلدنة بالحرارة عند تعريضها للحرارة وتتصلب عندما تبرد. ولا تنجذب المواد البلاستيكية بشكلٍ عام إلى المغناطيس ولا تنفر منه. ويُعرف هذا النقص في التفاعل باسم **المغنطيسية المعاكسة**. فكل مادة لها خصائص تحدد جودتها أو درجة ليونتها، والمعروفة باسم **اللدونة**. وهذا يجعل المعالجة سهلة حيث يمكن إعادة تسخين أنواع المواد هذه إذا لم يتم إنتاج الشكل المطلوب. ويمكن إعادة استخدام القطع وإعادة تدويرها.

الأكريليك

الأكريليك عبارة عن بلاستيك صلب وقاسي يُستخدم بشكلٍ شائع في الدهانات وعلب النوافذ والنوافذ واللافتات. فهو **عازل كهربائي** جيد ولكن يمكن خدشه بسهولة.

كلوريد متعدد الفينيل (PVC)

كلوريد متعدد الفينيل، المعروف باسم PVC، هو بلاستيك قوي وخفيف الوزن. ويتمتع بمقاومة كيميائية جيدة ويُستخدم بشكلٍ شائع في التطبيقات الهندسية في أنابيب التصريف والخراطيم والمواسير.

البوليثين (PE)

البوليثين، المعروف باسم PE، هو بلاستيك صلب وقاسي ولكنه مرن. ويتميز بمقاومة كيميائية جيدة وخصائص عزل كهربائية، مما يجعله مناسبًا للغاية للاستخدام في أدوات المائدة التي تُستخدم لمرة واحدة والتعبئة والأنابيب والزجاجات البلاستيكية وأكياس التسوق البلاستيكية. فإمكانية التليين تحت الحرارة تجعل المنتجات المصنوعة من البوليثين مناسبة للغاية لإعادة التدوير.

البوليسترين

البوليسترين عبارة عن بلاستيك خفيف الوزن وصلب ومقاوم للماء. ومع ذلك، فهو سهل الكسر. كما أنه جيد في امتصاص الصدمات وعازل حراري جيد مما يجعله مثاليًا للاستخدام في تغليف المواد الحساسة وسهلة الكسر مثل أجهزة التلفزيون والمواد القابلة للتلف مثل الأطعمة الباردة والساخنة.

النايلون

النايلون هو بلاستيك صلب بشكلٍ معقول ومقاوم للتآكل. ولديه مقاومة كيميائية جيدة وخصائص عزل كهربائي. ويشيع استخدامه في المحامل وعجلات التروس والأقمشة والسجاد.

البولي كربونات

يتمتع البولي كربونات، المعروف أيضًا باسم PC، بلدونة جيدة. ويتم تشكيله وقولبته بالحرارة بسهولة. ومن ثم يشيع استخدامه في الطائرات وقطع غيار السيارات مثل مصدات السيارات ويمكن استخدامه كمواد بناء.

الشكل 6.5 مجموعة من منتجات النايلون.

المصطلحات الرئيسية

المغنطيسية المعاكسة: عدم الانجذاب إلى المغناطيس بأي شكلٍ من الأشكال.

اللدونة: درجة الليونة أو حالتها. وهي القدرة على الاحتفاظ بالشكل بعد تشكيله بالحرارة أو الضغط.

العازل الكهربائي: مواد ذات خصائص مقاومة كهربائية جيدة.

الجدول 6.6 ملخص لخصائص مواد البوليمر المتلدنة بالحرارة وتطبيقاتها

المادة	الخصائص	التطبيقات
الأكريليك	صلب وقاسي وعازل كهربائي جيد وسهل الخدش	الدهانات وعلب النوافذ والنوافذ واللافتات
كلوريد متعدد الفينيل (PVC)	قوي وخفيف الوزن ومقاوم جيد للمواد الكيميائية.	أنابيب التصريف والخراطيم والمواسير
البوليثين (PE)	صلب وقاسي ولكنه مرن وعازل جيد للمواد الكيميائية والكهرباء وقابل لإعادة التدوير ويلين عند التعرض للحرارة	التعبئة والتغليف وأدوات المائدة أحادية الاستخدام والأنابيب والزجاجات البلاستيكية وأكياس التسوق البلاستيكية
البوليسترين	خفيف الوزن وصلب ومتين ومقاوم للماء وسهل الكسر وهو ممتص جيد للصدمات وعازل جيد للحرارة	التعبئة والتغليف
النايلون	صلب ومقاوم للتآكل ومقاوم جيد للمواد الكيميائية وعازل جيد للكهرباء	المحامل والعجلات المسننة والأقمشة والسجاد
البولي الكربونات (PC)	يتمتع بلدونة جيدة ويتم تشكيله وقولبته بالحرارة بسهولة.	صناعة الطائرات والسيارات مثل المصدات واستخدامات البناء

مواد البوليمر المتصلبة بالحرارة

تحتاج مواد البوليمر المتصلبة بالحرارة إلى الحرارة، وأحيانًا الضغط، لمعالجتها. فهي تجف بشدة وتصبح شديدة الصلابة، ولا يمكن عكس العملية. ولا يمكن إعادة استخدامها أو إعادة تدويرها بسهولة.

الفورميكا®

الفورميكا® هي علامة تجارية مسجلة لمادة البوليمر المتصلبة بالحرارة. فهي عبارة عن صفائح قوية يمكن تنظيفها بالمسح ومقاومة للحرارة. ويتم استخدامها في التطبيقات الإلكترونية وعادةً ما توجد كأسطح عمل في المطبخ.

الميلامين

الميلامين مركب كيميائي يتم طلاؤه عادةً على الأسطح. فهو بلاستيك متصلب بالحرارة شديد التحمل ويستخدم بشكلٍ شائع في الأثاث وخزائن المطبخ وأواني الطعام.

راتنج الإيبوكسي

راتنج الإيبوكسي عبارة عن بوليمر متصلب بالحرارة وله مقاومة كيميائية جيدة وخصائص عزل كهربائي. ومع ذلك، فهو سهل الكسر. ويشيع استخدامه في المواد اللاصقة، وربط المواد، مثل البوليمر المقوى بالألياف (FRP)، وفي الدهانات.

راتنج البوليستر

راتنج البوليستر عبارة عن مادة بوليمر مركبة تتشكل في عملية كيميائية. فهي مادة صلبة وقاسية ذات مقاومة كيميائية جيدة وخصائص عزل كهربائي. على غرار راتنجات الإيبوكسي، فهو سهل الكسر أيضًا. ويوجد بشكلٍ شائع في روابط المواد والمسبوكات.

هل تعلم؟

تمت صياغة اسم الفورميكا® عندما تم تصميم المادة الأصلية كبديل للميكا، وهي سيليكات تستخدم في التطبيقات الإلكترونية. وجاءت المادة الجديدة "لاستبدال الميكا".

الجدول 6.7 ملخص لخصائص مواد البوليمر المتصلبة بالحرارة وتطبيقاتها

المادة	الخصائص	التطبيقات
الفورميكا®	قوية ويمكن تنظيفها بالمسح ومقاومة للحرارة	التطبيقات الإلكترونية وأسطح العمل
الميلامين	عالي المتانة ويمكن طلاؤه على الأسطح	الأثاث وخزائن المطابخ وأواني الطعام
راتنج الإيبوكسي	صلب ومقاوم جيد للمواد الكيميائية والكهرباء وسهل الكسر	المواد اللاصقة ومواد الربط والدهانات
راتنج البوليستر	صلب وقاسي ومقاوم جيد للمواد الكيميائية والكهرباء وسهل الكسر	روابط المواد والمسبوكات

المواد الذكية

تم تطوير المواد الذكية للتفاعل والتكيف مع البيئة المحيطة بها، مثل تأثير الضوء أو التغير في درجة الحرارة أو الضغط.

الخلائط المتذكرة للشكل (SMAs)

الخلائط المتذكرة للشكل، المعروفة باسم SMAs، هي سبائك معدنية تغير شكلها بسبب تغيرات الحرارة أو الضغط، ولكنها تعود بعد ذلك إلى شكلها الأصلي عند التعرض للمزيد من الحرارة أو الضغط. والسبائك الأكثر استخدامًا هي النيكل والتيتانيوم، والمعروفة باسم النيتينول. تُستخدم الخلائط المتذكرة للشكل بشكلٍ شائع في النظارات وإطارات النظارات التي تعود إلى الشكل إذا تم سحقها والاستخدامات الطبية، مثل أسلاك تقويم الأسنان (أو "الدعامات").

البوليمرات المتذكرة للشكل

البوليمرات المتذكرة للشكل عبارة عن بوليمرات تغير شكلها بسبب تغيرات الحرارة أو الضغط، ولكنها تعود بعد ذلك إلى شكلها الأصلي عند التعرض للمزيد من الحرارة أو الضغط. البولي رباعي فلورو الإيثيلين أو PFTE، هو بوليمر شائع متذكر للشكل وغالبًا ما يُستخدم في التطبيقات الطبية مثل الدعامات أو الأقمشة الذكية القابلة للارتداء التي تنظم الحرارة والرطوبة لجسم مرتديها.

المواد الكهروكيميائية

تُغيّر المواد الكهروكيميائية اللون أو درجة العتامة عند تعريضا لتيار كهربائي. وهناك العديد من الأنواع المختلفة، التي تعمل بالعديد من التقنيات المختلفة، ولكن تم تطوير التكنولوجيا الأصلية في عام 1969 بناءً على حركة أيونات الليثيوم في أكاسيد المعادن الانتقالية، مثل أكسيد التنجستن. وتوجد عادةً في الزجاج الكهروكيميائي، وهي نافذة يمكن أن تنتقل من حالة الشفافية إلى الإعتام عند تعريضها لتيار كهربائي.

الكهرباء الانضغاطية

مواد الكهرباء الانضغاطية هي ظاهرة فيزيائية تسمح فيها بلورات معينة، مثل الكوارتز، للكهرباء بالتدفق من خلالها عندما يتم ضغطها أو الضغط عليها ميكانيكيًا. ويحدث التأثير نفسه في الاتجاه المعاكس، فعند تعريض هذه البلورات لتيار كهربائي، فإنها تنضغط وتهتز. وتُستخدم مواد الكهرباء الانضغاطية في مجموعة من التطبيقات في الهندسة مثل المنظفات بالموجات فوق الصوتية والماسحات الضوئية. كما توجد بشكلٍ شائع في الميكروفونات والساعات.

مركب النفق الكمي (QTC)

مركبات النفق الكمي، أو QTCs، هي مواد بوليمر مرنة تحتوي على جزيئات معدنية. وهي مرنة للغاية وقابلة للتشكيل وقوية ومتينة ومقاومة لدرجات الحرارة القصوى. وهي تعد مواد عازلة في حالتها الطبيعية، ولكن عند ضغطها أو الضغط عليها تصبح موصلة. وتوجد بشكلٍ شائع في المفاتيح الغشائية في الهواتف المحمولة أو في مفاتيح الضغط.

الجدول 6.8 ملخص خصائص المواد الذكية وتطبيقاتها

المادة	الخصائص	التطبيقات
الخلائط المتذكرة للشكل (SMAs)	تغيير الشكل بالحرارة أو الضغط، والعودة إلى الشكل الأصلي	النظارات مثل إطارات النظارات ودعامات تقويم الأسنان
البوليمرات المتذكرة للشكل	تغيير الشكل بالحرارة أو الضغط، والعودة إلى الشكل الأصلي	الدعامات والأقمشة الذكية القابلة للارتداء
المواد الكهروكيميائية	رقيقة وموصِّلة للكهرباء وتُغيِّر لونها أو درجة شفافيتها	الزجاج الذكي والنوافذ الذكية
الكهرباء الانضغاطية	جيدة التوصيل الكهربائي	المنظفات بالموجات فوق الصوتية والماسحات الضوئية والميكروفونات والساعات
مركب النفق الكمي (QTC)	مرن وقابل للتشكيل وقوي ومتين ومقاوم لدرجات الحرارة القصوى والعوازل والموصلات	المفاتيح الغشائية ومفاتيح الضغط

النشاط

فكّر في الصناعات والتطبيقات التالية والمواد التي تعلمتها حتى الآن في هذه الوحدة. فمن بين تلك المواد، أي منها قد يكون الخيار المثالي للأجزاء المختلفة من كل تطبيق وأي منها سيكون الخيار الأسوأ، مع إعطاء أسباب لاختياراتك:

1. هندسة الطيران: طائرة نفاثة
2. صناعة السيارات: سيارة سباق أو دراجة سباق
3. الأجهزة المنزلية: ثلاجة أو مجمِّد للمنزل
4. القطاع الميكانيكي: أدوات ميكانيكي في ورشة عمل
5. القطاع البحري: قارب شراعي خشبي

(أ4) و(أ5) معالجة المواد واختبارها

المعالجات الحرارية

هناك العديد من العمليات التي يمكن استخدامها على المواد الحديدية لتغيير خصائصها. وتعتمد هذه العمليات على التسخين إلى درجة حرارة معينة ووقت بقاء درجة الحرارة وسرعة التبريد لتكون فعالة.

التلدين

تُستخدَم عملية التلدين لجعل المعدن أكثر ليونة وأكثر قابلية للتمدد عن طريق إزالة الضغوط الداخلية داخل المادة. ومع ذلك، يتم إنتاج مقياس سطحي يصعب إزالته. وتُستخدم هذه العملية بشكلٍ شائع في الصفائح المعدنية مثل ألواح الصلب المدرفلة على البارد والصفائح الفولاذية المجلفنة.

التطبيع

تُشبه عملية التطبيع عملية التلدين وتُنتِج بنية أكثر دقة. وهذا يقلل من الضغوط الناتجة أثناء المعالجة. وينتج عن هذا معدن أكثر صلابة وقوة، ولكن مع ليونة أقل مما ينتج عن التلدين. وتشمل الاستخدامات التطبيق على السبائك القائمة على النيكل في الصناعة النووية بعد اللحام والفولاذ الكربوني بعد لفه على البارد لتقليل احتمالية الكسر.

التقسية

تزيد التقسية من صلابة المادة، ولكنها تقلل أيضًا من متانتها. وهذا مفيد لصنع أدوات مثل المثاقب والخرامات المركزية. وتتمثل العيوب الرئيسية للتقسية في أن معظم المعادن تحتاج إلى التصليد بعد التقسية. ولكي يتم تقوية الفولاذ، يجب أن يحتوي على محتوى كربوني يزيد على 0.4%.

التصليد

يُستخدم التصليد لجعل المادة الصلبة أكثر صلابة وقوة عن طريق إعادة تسخينها ثم تبريدها. ويمكن تطبيقه على الحديد والصلب في إنتاج الفولاذ الهيكلي والأدوات.

تقسية المعادن

يتم إجراء تقسية المعادن على الفولاذ منخفض الكربون لإعطاء السطح طبقة صلبة، رغم أن الجزء الداخلي يظل لينًا نسبيًا. وهذا يجعل الغلاف الخارجي أكثر مقاومة للتآكل. ومع ذلك، قد يلزم تكرار هذه العملية عدة مرات للحصول على التغيير المطلوب في خصائص المواد. وتُستخدم بشكلٍ شائع في هندسة السيارات في تطبيقات مثل التروس والمسامير والأعمدة وأجزاء التوصيل.

اختبار المواد الهندسية

هناك عدد من الاختبارات التي يمكن إجراؤها على المواد الهندسية لتحديد نقاط القوة والضعف فيها، ومدى ملاءمتها للتطبيقات المقصودة.

اختبار الشد/الليونة

يؤكد اختبار الشد/الليونة قوة الشد والليونة للمادة. ويقيس الاختبار مقدار الضغط الذي يمكن أن تتحمله المادة قبل العرض للكسر. وعند اختبار هذه الخصائص، يتم اختبار المادة بشكلٍ شائع عن طريق تثبيت أحد طرفي القضيب على الأقل في موضع ثابت في الماكينة. ثم يتم تطبيق القوة على الطرف غير الثابت للعينة حتى تنكسر المادة أو تصل إلى تشوه محدد مسبقًا.

اختبار قوة القص

اختبار **قوة القص** هو اختبار قوة القص للمادة ومقدار القوة المطلوبة لقص المادة على طول المستوى.
وعند اختبار هذه الخصائص، يتم ربط المادة بنقطة قوة أو نقطة ثابتة من طرفها العلوي، مع ربط الجانب المقابل والجانب السفلي بنقطة قوة أخرى أو نقطة متحركة. ثم يتم تطبيق القوة على الطرف غير الثابت للعينة حتى يتم قص المادة. كما يمكن تحقيق ذلك باستخدام المقص المنضدي أو مقص الصفيح.

المصطلحات الرئيسية

قوة القص: قوة المادة عند تطبيق قوة انزلاقية عبر المادة.

اختبار الصلابة

اختبار الصلابة هو اختبار مدى صلابة المادة. ويتضمن ذلك الضغط على بادئة ذات حجم محدد في مادة العينة وقياس حجم المسافة البادئة اليسرى. كما يمكن تحقيق ذلك باستخدام مثقاب مركزي أو مبرد أو منشار على سطح المادة، أو باستخدام محمل كروي صلب يتم إسقاطه على السطح من ارتفاع معين وقياس ارتداده.

اختبار التأثر

اختبار التأثر هو اختبار الطاقة التي تمتصها المادة عند اصطدامها. ويمكن اختبار ذلك عن طريق ضرب مادة ببندول وزن متحكم فيه من ارتفاع ثابت ثم قياس حجم التأثر وتأثيراته. كما يمكن تحقيق ذلك من خلال ضرب نموذج مثبت في ملزمة بمطرقة وملاحظة تأثره.

اختبار صلابة الانحناء

اختبار **صلابة الانحناء** هو اختبار المقاومة ضد انحناء المادة. ويمكن اختبار ذلك عن طريق تعليق مادة بين مشبكين وثني المادة بقوة، عادةً عند 5% تقريبًا. كما يمكن اختبار صلابة الانحناء عن طريق تثبيت أحد طرفي العينة أفقيًا وتحميل الطرف الحر وقياس الانحراف.

المصطلحات الرئيسية

صلابة الانحناء: قدرة المادة على مقاومة التشوه والتشقق تحت ضغط الانحناء.

النشاط

اختر عينة من المواد الحديدية وغير الحديدية وقم بإجراء اختبار على كل مادة. وسَجِّل نتائجك في جدول بيانات أو جدول. قم بإجراء الاختبارات التالية على عينات المواد:

1 الشد/الليونة
2 القص
3 الصلابة
4 التأثر
5 صلابة الانحناء.

ما الاختلافات في النتائج بين كل مادة من المواد؟

الشكل 6.6 الضغط على المواد.

ممارسة التقييم - هدف التعلم (أ)

دراسة خصائص المواد الهندسية والمعالجة الحرارية لها واختبارها

لقد تم تعيينك كمهندس متدرب في شركة محلية متخصصة في تصنيع الدراجات. فهم يبحثون عن مواد جديدة لمجموعة منتجاتهم الجديدة ويريدون منك البحث وإجراء الاختبارات على مجموعة من المواد. ومن ثم يريدون منك تقديم عرض تقديمي أو تقرير عن تحقيقاتك في المواد الجديدة.

أولاً، اختر مثالين للمواد لكل نوع من الأنواع أدناه:

- المعادن الحديدية
- المعادن غير الحديدية
- المواد المركبة
- المواد المتلدنة بالحرارة
- البوليمرات المتصلبة بالحرارة
- المواد الذكية

بعد ذلك، بالنسبة لكل مثال من الأمثلة الخاصة بك، قدم معلومات بشأن:

- تطبيق هندسي للمادة، مع توضيح الأسباب
- خصائص المادة (أي الميكانيكية والكهرومغناطيسية والكيميائية والحرارية)
- مزايا استخدام المواد في صناعة الدراجات وعيوبه.

أخيرًا، بالنسبة إلى اثنتين من المواد التي تحققت منها، احرص على تنفيذ نتائجك وتسجيلها في العرض التقديمي أو التقرير من أجل:

- اختبار الشد/الليونة
- اختبار قوة القص
- اختبار الصلابة
- اختبار الصلابة/التأثر

المهارات

المهارات المعرفية العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- التفسير
- التعلم التكيفي
- حل المشكلات

المهارات الشخصية: الانفتاح الفكري:

- التعلم المستمر
- الاهتمام الفكري والفضول

معايير التقييم هدف التعلم (أ)

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (أ): دراسة خصائص المواد الهندسية والمعالجة الحرارية لها واختبارها		
A.P1 وصف خصائص المواد الهندسية. **A.P2** وصف تأثيرات عملية المعالجة الحرارية على مادة هندسية. **A.P3** إجراء الاختبارات بأمان على المواد الهندسية.	**A.M1** شرح سبب اختيار المواد لتطبيقين هندسيين باستخدام نتائج الاختبارات التي تم إجراؤها والنظر في خصائص المواد وفوائد عملية المعالجة الحرارية المستخدمة.	**A.D1** تقييم اختيار المواد لتطبيقين هندسيين من خلال تفسير نتائج الاختبارات التي تم إجراؤها والنظر في خصائص المواد وتأثير عملية المعالجة الحرارية المستخدمة.

هدف التعلم (ب): دراسة التحديد والاستخدام المستدام للمواد الهندسية وأشكال التوريد

عند إجراء نشاط في الهندسة، سواء كان التصميم أو البناء أو التصنيع أو العمليات أو الصيانة، يُعد تحديد المواد الهندسية المناسبة والمناسبة أمرًا ضروريًا.

وعند تصميم جسر، سيكون اختيارًا سيئًا لاستخدام الألواح الليفية متوسطة الكثافة للدعامات. وعند إنشاء حاوية شحن، سيكون من غير المستحسن استخدام البوليثين. وفي التصنيع، لن تكون أداة القطع مصنوعة من الخشب الرقائقي. وفي العمليات، لن تكون التروس في المحرك مصنوعة من ألياف الكربون. وفي الصيانة، لن يتم استبدال ممتصات الصدمات في السيارة براتنج الإيبوكسي.

(ب1) تحديد الأنشطة والمنتجات الهندسية

عند تحديد مواد لمنتج معين، هناك العديد من القرارات بشأن المواد المناسبة وطرق الإنتاج وأشكال التوريد.

وعند إنتاج دراجة "يمكن ركوبها للذهاب إلى العمل" بسعر معقول، يمكن اختيار عدد من المواد:

الجزء	المادة	الاستدلال
العجلات	الفولاذ	رخيص في الإنتاج وسهل الاستخدام ويعد مادة صلبة وقوية
الإطارات	المطاط	يتميز بقدر عالٍ من المرونة واللدونة الجيدة
الإطار	سبائك الألومنيوم	مرنة ولكن يسهل التعامل معها وقوية
المقعد	البولي كربونات، مع بطانة من نسيج النايلون المطاطي	غطاء قماشي ناعم وقوي وقابل للتشكيل بسهولة

النشاط

فكّر في أجزاء إنشاء نموذج قارب لعبة يتم التحكم فيه عن بُعد. فما المواد التي يمكن استخدامها لكل جزء من الأجزاء المدرجة: المروحة والهيكل ووحدة التحكم عن بُعد والمحرك والبطارية؟ واذكر أسباب اختيارك لتلك المواد وطرق الإنتاج اللازمة.

بدء النشاط

ما المواد الأكثر ملاءمةً لكلٍ من هذه السيناريوهات:

- التصميم: مادة لتصميم دعامات الجسور
- البناء: مادة لبناء حاوية شحن
- التصنيع: مادة لأداة القطع
- العمليات: مادة للتروس في المحرك
- الصيانة: مادة لاستبدال ممتص الصدمات في السيارة.

النشاط الإرشادي:

- اذكر أسباب اختيار المواد لكل سيناريو.

مواضيع ذات صلة

هل يمكن استخدام بعض طرق الإنتاج التي تعلمتها في الوحدة 14: "تقنيات التصنيع" على المواد التي اخترتها؟

(ب2) الاستخدام المستدام للمواد

الشكل 6.7 استكشاف التنقيب عن النفط.

تأتي جميع المواد الخام من باطن الأرض وهي عبارة عن موارد محدودة. وستنفد في النهاية إذا لم نأخذ في الاعتبار تأثير عمليات استخراج المواد الخام هذه على الكوكب والكائنات الحية. ومن ثم يمكن إجراء تقييم لعمليات التصنيع لتحديد تأثير المنتج المصنّع أو الهندسي على البيئة طوال دورة العمل. ويُعرف هذا بتقييم دورة الحياة أو LCA. فهناك العديد من الخطوات للوصول إلى تقييم دورة الحياة، ولكن الخطوات الأربع الرئيسية هي:

- استخراج المواد الخام ومعالجتها
- تصنيع المنتج أو هندسته وتعبئته
- استخدام المنتج
- التخلص من المنتج في نهاية عمره الإنتاجي.

فيما يتعلق باستخراج المواد الخام ومعالجتها، نحتاج إلى مراعاة استخدام الموارد المحدودة مثل الخامات والمعادن والزيوت، وكذلك النظر في التأثير على البيئة وموائل الكائنات الحية من خلال استغلال المحاجر وقطع الأشجار والتعدين.

وأثناء تصنيع المنتج، نحتاج إلى مراعاة الأرض والتلوث والأشخاص المستخدمين والتأثير على المجتمعات والموائل. فهل ستُستخدَم أي مواد كيميائية ملوثة في تصنيع المنتج، أو هل يمكن استخدام مركبات عضوية أقل أو غير متطايرة صديقة للبيئة، مثل الدهانات الأقل تلويثًا أو المواد اللاصقة أو المذيبات أو المنتجات الخشبية؟

كما يجب مراعاة تأثير استخدام المنتج على البيئة. ويعتمد ذلك على نوع المنتج والغرض منه، مثل تأثير السيارة التي تعمل بمحرك ديزل على البيئة أو تأثير كيس البقالة البلاستيكي.

يؤثر التخلص من المنتج في نهاية دورة حياته على البيئة. فهل سيذهب المنتج إلى مواقع دفن النفايات ويعتمد على إدارة النفايات، أم يمكن إعادة تدوير أي أجزاء أو كل المنتجات أو إعادة استخدامها؟

هل تعلم؟

يقال أن هناك ما يزيد على 800 مليار طن من خام الحديد الخام في العالم.

العناصر الثلاثة وإدارة النفايات

من الضروري وضع العناصر الثلاثة في الاعتبار عند الحصول على مواد لإنتاج منتج. حيث تُعد العناصر الثلاثة جزءًا من التسلسل الهرمي لإدارة النفايات المصمم لحماية البيئة ومواردها وطاقتها.

الشكل 6.8 تقليل النفايات وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير.

تقليل النفايات

تقليل كمية النفايات الناتجة باستخدام مواد خام أقل.

إعادة الاستخدام

إعادة استخدام المنتجات والمواد حيثما أمكن ذلك. فكّر في استخدام مادة للعديد من المنتجات المختلفة أو أجزاء مختلفة من المنتج.

إعادة التدوير

فكّر فيما إذا كان يمكن استخدام المنتجات القابلة لإعادة التدوير في المنتج. فعندما يصل المنتج إلى نهاية عمره، ما مدى سهولة إعادة تدوير كل أجزاء المنتج أو بعضها؟ هل يمكن تصنيع المنتج من مواد معاد تدويرها في البداية؟

(ب3) تحديد مصادر المواد وأشكال التوريد

يمكن أن يؤدي اختيار الشكل الصحيح للإمداد عادةً إلى تقليل تكاليف التصنيع والمعالجة. على سبيل المثال، إذا كنتَ تُصمم أنابيب لمحطة توليد طاقة، فسيكون من المنطقي الحصول على أنابيب معدنية أو أنابيب فوق قضبان أو صفائح. كما تُباع المواد حسب الحجم بما في ذلك القطر والسمك والقياس. ومن ثم يتم تصنيفها حسب الطبقة الخارجية للسطح، مثل المسحوب اللامع والمسحوب على البارد والمطلي بالدهان والمطلي بالمسحوق والمغلف بالبلاستيك، ويعتمد الاختيار على المنتج المقصود.

أشكال التوريد

توجد بشكلٍ شائع في المعادن والبوليمرات والسيراميك:

- يتم تشكيل مواد الألواح إلى قطع رقيقة ومسطحة. وهذا هو الشكل الأساسي للأعمال المعدنية.
- يتم تشكيل الأنابيب والمواسير بأطوال من المواد الأنبوبية لاستخدامها في الأنابيب والتطبيقات الهيكلية.

المعادن:

- يُعد مخزون السبائك، المعروف باسم البزاقة أو الكتلة المعدنية الخام أو الرباط المعدني، شكلاً شائعًا من المعدن الخام المنقى.
- تشبه الألواح مواد الألواح ولكنها ليست رقيقة.
- تشبه المقاطع الفولاذية المدرفلة الألواح وتتم "درفلتها" بسماكات متفاوتة مع أو بدون حرارة.
- عمليات الضغط هي المكان الذي يتم فيه كبس المعدن أو "ضغطه" بأشكال مختلفة.
- المسبوكات هي المكان الذي يتم فيه تسييل المعدن وصبه في قالب وتركه ليبرد.
- السبائك عبارة عن معدن نقي مصبوب في شكلٍ معين قبل إخضاعه للمزيد من العمل.
- تُصنع المطروقات من المعدن باستخدام ضربات صدمية من أداة مثل المطرقة.
- عمليات البثق هي عمليات يتم فيها دفع المعدن في قالب لتغيير شكله.

البوليمرات/المركبات:

- القوالب هي نتاج صب المواد المنصهرة في حاويات أو قوالب، على غرار المسبوكات عند العمل مع المعادن.
- المساحيق سهلة الاستخدام والاحتواء. فهي شكل من أشكال المواد الخام المستخدمة في التصنيع.
- الحبيبات تشبه المساحيق ويسهل استخدامها واحتوائها.
- الراتنجات هي سوائل تستخدم في عمليات التصنيع.
- الأفلام عبارة عن صفائح رقيقة جدًا من المواد تُستخدَم في الأكياس والملصقات وفي صناعة المواد الكيميائية.

ممارسة التقييم - هدف التعلم (ب)

دراسة التحديد والاستخدام المستدام للمواد الهندسية وأشكال التوريد

الشكل 6.9 دراجة جبلية.

يتم تصنيع الدراجات الجبلية باستخدام مجموعة من العمليات والمواد. ابحث عن دراجة جبلية من خلال إجراء تحقيق عملي لتحديد ما يلي:

- أنواع العمليات المستخدمة لصنع أجزاء الدراجة وتجميعها
- مجموعة المواد المستخدمة لتصنيع الأجزاء
- أشكال توريد المواد.

ضع في اعتبارك المواد البديلة والمعالجات السطحية لحماية الدراجة والمعالجات الحرارية لتحسين الأداء.

بالإضافة إلى ذلك، باستخدام العناصر الثلاثة، ضع في اعتبارك استدامة المواد المستخدمة في صنع الدراجة.

استخدم منظمًا رسوميًا مثل ذلك الموضح في الشكل 6.10 لتحديد عملية التحقيق خاصتك.

الشكل 6.10 مخطط الدراجة المجزأة.

المهارات

المهارات المعرفية العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- التفسير
- التعلم التكيفي
- حل المشكلات

المهارات الشخصية: الانفتاح الفكري:

- التعلم المستمر
- الاهتمام الفكري والفضول

معايير التقييم	هدف التعلم	(ب)

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (ب): دراسة التحديد والاستخدام المستدام للمواد الهندسية وأشكال التوريد		
B.P4 وصف الاستخدام المستدام للمواد الهندسية. **B.P5** وصف أشكال التوريد للمواد الهندسية.	**B.M2** شرح الاستخدام المستدام للمواد لنشاط هندسي ومنتج هندسي، بما في ذلك سبب اختيار أشكال التوريد.	**B.D2** تقييم الاستخدام المستدام للمواد لنشاط هندسي ومنتج هندسي، بما في ذلك سبب ملاءمة أشكال التوريد.

نشاط التقييم	هدفا التعلم	(أ) و(ب)

مقدمة

لقد تم تعيينك كمهندس في شركة تصميم منتجات. ويرغب مديرك الجديد في ابتكار منتج جديد يمكنه بيعه لشركة تصنيع للإنتاج بالجملة. ويمكن أن يكون المنتج الذي تخترعه أي شيء يمكنك إنتاجه. كما قد يكون ذلك بسبب مشكلة شائعة تواجهها في الحياة اليومية أو شيء تعتقد أن الآخرين سيشترونه وسينجحون في السوق. على سبيل المثال، قد تخترع لعبة حوامة تعمل بالتحكم عن بُعد يمكنها الانزلاق على الطرق والرمال والمياه بسهولة. ويمكنك تحديد معدن حديدي للمحرك ومعدن غير حديدي للهيكل ومادة متصلبة بالحرارة لأجزاء جسم المركبة. فلا تحتاج إلى التفكير في كيفية عمل أي إلكترونيات في منتجك أو برمجتها.

النشاط

أنشئ محفظة تصميم لتصميم منتجك. وأنشئ مسودة رسم تخطيطي لمنتجك، وباستخدام منظم الرسوم، صِف المواد المطلوبة لكل جزء من المنتج. وينبغي أن تهدف إلى الحصول على مادة واحدة على الأقل من ثلاث مجموعات من المواد التالية على الأقل:

- المعادن الحديدية
- المعادن غير الحديدية
- المواد المركبة
- البوليمرات المتلدنة الحرارية
- البوليمرات المتصلبة بالحرارة
- المواد الذكية

تتمة	هدفا التعلم	(أ) و(ب)

بالنسبة لمادة هندسية واحدة، صِف تأثيرات عملية المعالجة الحرارية.

بالنسبة لكل مادة:

- اذكر أسباب اختيارك لها بما في ذلك الخصائص المفيدة وغير المفيدة
- اختبر المواد بأمان للتأكد من ملاءمتها للغرض (مثل اختبارات الليونة أو قوة الشد أو التأثر)
- صِف العمليات التي سيتم تطبيقها لهندسة المادة بالشكل أو التنسيق الذي تحتاجه للمنتج
- قَيِّم الاستخدام المستدام للمواد المختارة
- صِف كيف يمكن أن يكون اختيار المواد مستدامًا.

بالنسبة للمجموعات التي لا تختار مادة منها، اذكر أسباب عدم اختيارك لهذه الأنواع.

نصائح

راجع منتجات مماثلة لمنتجك المصمم. فهل اختربَ مواد مماثلة؟ سيختار مصممو المنتجات والمصنعون المنتج الأكثر كفاءة وفعالية من حيث التكلفة للغرض المقصود.

نقطة المراجعة

هل المواد التي اخترتها من مصادر مستدامة؟ وهل سيكون المنتج ميسور التكلفة وفعال من حيث التكلفة للتصنيع؟

استكشف المزيد

بالنسبة لكل مادة يتم اختيارها، هل يمكن العثور على بديل لإنتاج نسخة أرخص ونسخة أكثر فخامة من منتجك المصمم؟

بالنسبة لكل تغيير في المواد والعمليات، قيِّم التأثير على المنتج ككل واستدامة المنتجات.

مسرد المصطلحات

السبيكة: مزيج من معدنين أو أكثر (أو كربون) لتشكيل مادة مركبة

صلابة الانحناء: قدرة المادة على مقاومة التشوه والتشقق تحت ضغط الانحناء.

الكربون: عنصر له القدرة على تكوين روابط قوية مع العديد من العناصر الأخرى، بما في ذلك نفسه

الفصل الصفائحي: فصل الطبقات في المادة عند تعرضها للحرارة والرطوبة وبخار الماء.

الكثافة: مقدار الوزن لحجم معين، أو كمية المادة في الوحدة الحجمية.

المغناطيسية: عدم الانجذاب إلى المغناطيس بأي شكل من الأشكال.

الليونة: قدرة المادة على السحب إلى مادة أرق.

المادة القابلة للتمدد: مادة يمكن إعادة تشكيلها دون أن تفقد صلابتها.

العازل الكهربائي: مادة لا توصل الكهرباء بشكلٍ جيد.

Fe: الرمز الكيميائي للحديد

المغناطيسية: المواد التي تُظهِر جاذبية قوية تجاه المغناطيس

الجلفنة: عملية وضع طبقة رقيقة من الزنك على الفولاذ أو الحديد لمنع الصدأ.

الصلابة: مقاومة المادة لتشوه السطح.

التأثر: قدرة المادة على تحمل الصدمات أو الحمل المفاجئ.

المادة القابلة للطرق: مادة يمكن طرقها أو ضغطها حتى تتشكل دون أن تنكسر.

المغناطيسية المتوازية: المواد التي تظهر جاذبية ضعيفة تجاه المغناطيس.

اللدونة: جودة البلاستيك أو حالته، والقدرة على الاحتفاظ بالشكل بعد تشكيله بالحرارة أو الضغط.

الطبقات: طبقات رقيقة من الخشب تُستخدم في إنتاج الخشب الرقائقي.

قوة القص: قوة المادة عند تطبيق قوة انزلاقية عبر المادة.

التلبيد: عملية تشكيل مادة صلبة بالضغط أو الحرارة دون ذوبان.

الفولاذ: خليط من الكربون والحديد

قوة الشد: الحد الأقصى للضغط، عن طريق التمدد أو السحب، الذي يمكن أن تتحمله المادة قبل أن تنكسر.

القصدير: معدن ليّن يحمل الرمز Sn والرقم الذري 50، وهو ليّن بما يكفي لقصه بالمقص (أو القواطع المعروفة باسم قصاصات القصدير).

مقاومة التآكل: مواد قوية لا تبلى بالاحتكاك.

Pearson
BTEC

شهادة Pearson BTEC
International من المستوى 2 في

مجال الهندسة
كتاب طالب

الوحدة 11

اللحام

المؤلف: فيكي إدموندسون

2م

كتاب الطالب

تم النشر بواسطة شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد، 80 ستراند، لندن، WC2R 0RL.

www.pearsonschoolsandfecolleges.co.uk

يمكن العثور على نسخ من المواصفات الرسمية لجميع شهادات بيرسون على الموقع الإلكتروني: qualifications.pearson.com

© حقوق التأليف والنشر لعام 2023 محفوظة لشركة بيرسون إيديوكيشن ليمتد

التحرير بواسطة إنتيغرا

تنضيد الحروف بواسطة إنتيغرا

© حقوق التأليف والنشر للرسومات التوضيحية الأصلية محفوظة لشركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التصوير بواسطة إنتيغرا

تصميم الغلاف من قِبل شركة كريتيف مانكي فيجوال ديزاين

نُشرت هذه الطبعة عام 2023

23 24 25 26 27

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

فهرسة المكتبة البريطانية في بيانات النشر

يتوفر سجل كتالوج لهذا الكتاب من المكتبة البريطانية

إشعار حقوق التأليف والنشر

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور بأي شكل أو بأي وسيلة (بما في ذلك نسخه أو تخزينه في أي وسيط باستخدام الوسائل الإلكترونية، سواء بشكل عابر أو عرضي لبعض الاستخدامات الأخرى لهذا المنشور) دون إذن كتابي من مالك حقوق الطبع والنشر. يُتوقع ذلك وفقًا لأحكام قانون حقوق التأليف والنشر والتصاميم وبراءات الاختراع لعام 1988 أو بموجب شروط ترخيص صادر عن وكالة ترخيص حقوق التأليف والنشر، برناردز إن، 68 فيترلين، لندن EC4A 1EN (www.cla.co.uk). يجب توجيه طلبات الحصول على إذن كتابي لمالك حقوق التأليف والنشر إلى الناشر.

المواقع الإلكترونية

لا تتحمل بيرسون إديوكيشن ليمتد المسؤولية عن المحتوى الخاص بأي مواقع إنترنت خارجية. ومن الضروري أن يقوم المعلمون بمعاينة كل موقع إلكتروني قبل استخدامه في الفصل للتأكد من أن عنوان URL لا يزال دقيقًا وملائمًا ومناسبًا. ونقترح أن يقوم المعلمون بوضع إشارة مرجعية على المواقع الإلكترونية المفيدة والنظر في تمكين الطلاب من الوصول إليها من خلال الشبكة الداخلية للمدرسة/ الكلية.

ملاحظة من الناشر تنفذ بيرسون عمليات تحرير قوية لضمان دقة المحتوى في هذا المنشور، ويتم بذل كل جهد ممكن لضمان خلو هذا المنشور من الأخطاء. ومع ذلك، ما نحن إلا بشر، وأحيانًا تحدث أخطاء. ولا تتحمل بيرسون المسؤولية عن أي سوء فهم ينشأ نتيجة أخطاء في هذا المنشور، ولكن من أولوياتنا ضمان دقة المحتوى. إذا لاحظت وجود خطأ، فيُرجى التواصل معنا عبر resourcescorrections@pearson.com حتى نتأكد من تصحيحه.

في حين بذل الناشرون قصارى جهدهم لضمان دقة المشورة بشأن التأهيل وتقييمه، فإن المواصفات الرسمية ومواد إرشادات التقييم المرتبطة بها هي المصادر الموثوقة الوحيدة للمعلومات ويجب الرجوع إليها دائمًا للحصول على إرشادات نهائية.

شكروتقدير

الصور:

123RF: Dear2627 ص 11 (الشكل 11.12)، Sorapol Ujjin ص 18 (الشكل 11.25)، **Pearson Education:** Jules Selmes ص 3 (الشكل 11.3)، ص 14 (الشكل 11.20)، Gareth Boden ص 14 (الشكل 11.21B & 11.21A)، **شوترستوك:** ص 33 (الشكل 11.42)، Zhaoliang70 ص 1 (الشكل 11.1)، Olha1981 ص 2 (الشكل 11.2)، Kristina Postnikova ص 4 (الشكل 11.5)، Spaxiax ص 5 (الشكل 11.6)، Igor Litvyak ص 7 (الشكل 11.8)، Jomphong ص 8 (الشكل 11.10)، AWesleyFloyd ص 13 (الشكل 11.15)، Amnat Dpp ص 13 (الشكل 11.16)، DeymosHR ص 14 (الشكل 11.18)، AlexLMX ص 14 (الشكل 11.19)، Tashbulatova ص 15 (الشكل 11.22)، Pryzmat ص 23l (الشكل 11.27A)، Walther S ص 23r (الشكل 11.27B)، Indigolotos ص 23 (الشكل 11.28)، Ashwin ص 23 (الشكل 11.29)، Photopia90 ص 23 (الشكل 11.30)، Gorodenkoff ص 24 (الشكل 11.32)، Jlelelr ص 28 (الشكل 11.35)، Shinobi ص 29 (الشكل 11.38)، Milen Mkv ص 32 (الشكل 11.39)، Baloncici ص 32 (الشكل 11.40)، Udaix ص 33 (الشكل 11.41)، Phuangphech ص 34 (الشكل 11.44)، Lemurik ص 35 (الشكل 11.45)، ThomsonD ص 35 (الشكل 11.46)، Funtay ص 45 (الشكل 11.51)، ص 48 (الشكل 11.56)، ص 49 (الشكل 11.58)، ص 53 (الشكل 11.63)، N_Sakarin ص 42 (الشكل 11.52)، Danil Evskyi ص 43b (الجدول 11.9)، ص 44t (الجدول 11.9)، Thaweesak Thipphamon ص 44b (الجدول 11.9)، ص 49 (الشكل 11.57)، Sansanorth ص 46 (الشكل 11.54)، Drcmarx ص 47 (الشكل 11.55)، noomcpk ص 50 (الشكل 11.59)، TuktaBaby ص 51 (الشكل 11.60)، Andrii Spy_k ص 52 (الشكل 11.61).

© جميع حقوق طبع ونشر الصور الأخرى محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن

الوحدة 11

اللحام

مقدمة

تنطوي عملية اللحام على إجراء ربط دائم لقطعتين من المعادن أو أكثرباستخدام الحرارة الموضعية لصهر الأجزاء ودمجها معًا. ويُستخدم اللحام لهذا الغرض في العديد من الصناعات المختلفة مثل التصنيع والسيارات والتشييد. ستدرس في هذه الوحدة أنواعًا مختلفة من عمليات اللحام. وسوف تتعلم كيفية التخطيط لعملية لحام آمنة. كما ستتعلم كيفية استخدام الأدوات والمعدات والمواد الاستهلاكية بأمان لإنتاج وصلات ملحومة. أخيرًا، ستتعلم كيف يمكن اكتشاف العيوب في اللحامات وتجنبها. سوف تحدد جودة الوصلة الملحومة باستخدام اختبارات غير إتلافية وإتلافية.

أهداف التعلم

في هذه الوحدة، ستتمكن من التالي:

(أ) وضع خطة لعمليات اللحام الآمنة

(ب) تنفيذ عمليات اللحام بأمان

(ج) اختبار الوصلات الملحومة بأمان

كيف سيتم تقييمك

يتم تقييم هذه الوحدة داخليًا من خلال موجزات الواجبات الفردية أو المتعددة التي يقدمها لك معلمك. وسيكون عليك تقديم أدلة لإثبات أنك حققت أهداف التعلم. ويمكن تقديم الأدلة الخاصة بك في العديد من التنسيقات، سواء إلكترونيًا أو ورقيًا. يسرد مخطط الدرجات في المواصفات والواجب المحدد من قِبل بيرسون لهذه الوحدة ما يجب عليك القيام به للحصول على درجات النجاح والتفوق والامتياز. ستوجهك أنشطة التقييم في هذه الوحدة خلال المهام التي ستساعدك على تحقيق النجاح.

وسيخبرك معلمك بالشكل الذي ستتخذه تقييماتك بالضبط، ولكن قد يُطلب منك وضع خطة لتنفيذ لحام تقابلي وتراكبي وإجراء اختبارات على وصلة ملحومة.

الشكل 11.1 مهندس ينفذ لحام باستخدام مقبض لحام.

هدف التعلم (أ): وضع خطة لعمليات اللحام الآمنة

بدء النشاط

قم بإجراء بحث ثم وسم المخطط في الشكل 11.2 بأسماء العناصر الأساسية لمعدات اللحام بالقوس المعدني اليدوي (MMA).

هل تعلم؟

يُطلق على اللحام بالقوس المعدني اليدوي عادةً اسم "اللحام بالقوس الكهربائي".

عمليات اللحام

ستتعلم في هذا الفصل كيفية اللحام باستخدام طريقتين شائعتين: الغاز الخامل المعدني (MIG) والقوس المعدني اليدوي (MMA). ولكن قبل البدء في لحام القطع المعدنية معًا، من المهم أن تعرف كيفية التخطيط لعملية اللحام: يشمل ذلك تحضير الأدوات والمعدات والمواد الاستهلاكية التي ستستخدمها.

القوس المعدني اليدوي (MMA)

الشكل 11.2 ما هي المعدات المستخدمة في اللحام بالقوس المعدني اليدوي؟

يستخدم اللحام بالقوس المعدني اليدوي إلكترود أو مقبض لحام. يحتوي الإلكترود على قلب معدني صلب يذوب ليشكل لحامًا. ويتوفر الإلكترود مغلفًا ببودرة لحام، وهو مزيج من المعادن والخلائط المعدنية والمواد الكيميائية التي تستخدم لحماية المعدن المنصهر من الشوائب في الهواء. وإلا يمكن أن يؤدي ذلك إلى تلويث تبريد اللحام.

لتشكيل اللحام:

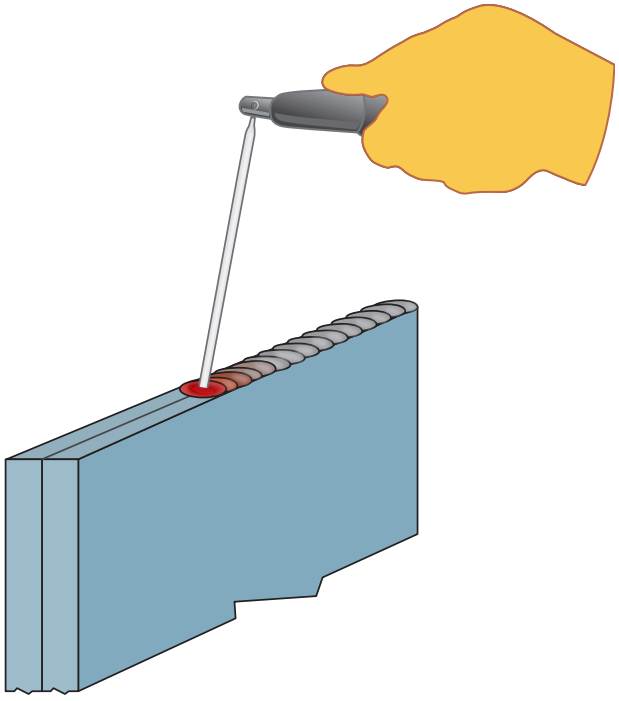
1. يتم توصيل الإلكترود بمصدر طاقة. ويتم تطبيق جهد إيجابي على الإلكترود وجهد سلبي على المادة التي يتم لحامها. يصدر تدفق التيار ضوءًا ساطعًا وحرارة بدرجة حرارة تتراوح من 5,000 إلى 20,000 درجة مئوية. وهذا ما يسمى بالقوس الكهربائي، وتذيب الحرارة رأس الإلكترود بحيث يتدفق المعدن المنصهر ليشكل بؤرة لحام.
2. في بؤرة اللحام، يتحد المعدن المنصهر من الإلكترود (يُطلق عليه أحيانًا مادة الحشو) مع المعدن المنصهر للقطع التي يتم ربطها ثم يبرد لتشكيل اللحام. "تذوب" بودرة اللحام في بؤرة اللحام، وترتفع لأعلى لتكوين **الخبث**.

المصطلحات الرئيسية

الخبث: طبقة صلبة غير معدنية تشبه الزجاج تتشكل على سطح اللحام. وهو منتج ثانوي لاستخدام صهيرة اللحام لحماية اللحام من العوامل الجوية. ويجب إزالته لتشطيب اللحام.

3 بمجرد أن تصلب اللحام، يجب على الشخص الذي يقوم بعملية اللحام إزالة الخبث باستخدام فرشاة سلكية أو مطرقة تقطيع أو جلاخة زاوية (صاروخ جلخ).

الشكل 11.3 إلكترود لحام وقوس كهربائي.



الشكل 11.4 بؤرة اللحام هي المنطقة العملية الموضعية للحام، بحجم عملة صغيرة تقريبًا، حيث وصل المعدن الأساسي ومواد الحشو من الإلكترود إلى نقطة الانصهار ويكونان جاهزين للمزج.

هل تعلم؟

تسمى المادة المعدنية التي سيتم ربطها باللحام "المعدن الأساسي".

المصطلحات الرئيسية

المسام: مادة تحتوي على ثقوب صغيرة يمكن أن يمر من خلالها السائل أو الهواء

ترشاش: قطرات غير مرغوب فيها من المعدن المنصهر أو صهيرة اللحام، تنتج أثناء اللحام.

يمكن أن تهبط في أي مكان: على منضدة اللحام أو المعدن الذي تقوم بلحامه أو الأرضية أو حتى ملابسك.

الجدول 11.1 مزايا وعيوب اللحام بالقوس المعدني اليدوي

المزايا	العيوب
• يمكن أن تكون المعدات خفيفة الوزن وقابلة للحمل، لذلك من الممكن إجراء اللحام في المناطق المفتوحة. • يمكن استخدامه في لحام المعادن وفق تشكيلة متنوعة من السماكة.	• الطريقة فوضوية: تنتج صهيرة اللحام الخبث والترشاش. • من الضروري تنظيف سطح اللحام بعد كل تمريرة للإلكترود. • ليس طريقة سريعة. • ينتج الكثير من الشرر الساخن. • يتم إهدار الجزء الأخير من كل إلكترود، حيث يتعين عليك إيقاف اللحام مع بقاء نحو 50 مم.

النشاط

عندما تعمل باستخدام معدات اللحام بالقوس المعدني اليدوي، فمن المحتمل حدوث الترشاش أثناء اللحام. وبعد الانتهاء من اللحام وتبريد اللحام، قد ترى الخبث يتشكل على سطح اللحام. من خلال العمل مع زميل، ابحث عن أسباب الخبث والترشاش أثناء اللحام. وبمجرد تحديد سبب الخبث والترشاش، قم بتقديم بعض التوصيات حول كيفية ضبط تقنية اللحام لتقليل احتمالية حدوث كليهما.

الغاز الخامل المعدني (MIG)

هل تعلم؟

يتم التحكم في القوس الكهربائي عن طريق ضبط تيار اللحام والمسافة من الإلكترود إلى سطح المعدن الأساسي وسرعة تحريك الإلكترود.

الشكل 11.5 يوفر استخدام مسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني التحكم في عملية اللحام.

هل تعلم؟

يُطلق على اللحام بالغاز الخامل المعدني عادةً اسم "لحام السلك".

يستخدم اللحام بالغاز الخامل المعدني "مسدسًا" لتلقيم إلكترود رفيع باستمرار إلى سطح المعدن الأساسي الذي يتم لحامه. يتم تلقيم السلك من خلال فوهة المسدس باستخدام "مُشغّل" للتحكم في تلقيم السلك. في الوقت نفسه، يوجه المسدس

أيضًا غاز الحجب إلى بؤرة اللحام. يحمي هذا الغاز اللحام من التلوث بالشوائب الموجودة في الهواء. يتم توصيل المسدس بمصدر طاقة، ويقوم القوس الكهربائي بتسخين سلك الإلكترود، مما يتسبب في ترسب المعدن المنصهر وتشكيل اللحام.

الجدول 11.2 مزايا وعيوب اللحام بالغاز الخامل المعدني

المزايا	العيوب
• يتم إنتاج كميات أقل من النفايات حيث يمكنك استخدام سلك الإلكترود بالكامل. • يمكن أن يكون أسرع من اللحام بالقوس المعدني اليدوي لأنه يحتوي على إلكترود سلكي يتم تلقيمه باستمرار، والذي لا يتغير كثيرًا مثل إلكترود المقبض، مما يعني أنه يمكنك اللحام لفترة أطول. • نظرًا لأنها طريقة أسرع، فهناك فرصة أقل للتغيير غير المرغوب فيه في شكل المعدن الأساسي. • يتم إنتاج كميات أقل من الخبث والترشاش بهذه الطريقة. • يمكن استخدامه في لحام المعادن وفق تشكيلة متنوعة من السماكة.	• لا يمكن حمل المعدات بسهولة، حيث يأتي غاز الحجب في أسطوانات غاز كبيرة. • من الصعب استخدامه في المناطق المفتوحة لأن الرياح قد تتداخل مع غاز الحجب. • المعدات أكثر تعقيدًا. • يمكن أن تكون مسدسات اللحام بالغاز الخامل المعدني ضخمة، لذا فإن اللحام في الأماكن الضيقة أمر صعب.

المواد الاستهلاكية

المواد الاستهلاكية للحام هي العناصر التي يتم استخدامها أثناء عملية اللحام. يجب شراء هذه العناصر واستبدالها كثيرًا.

القوس المعدني اليدوي - قضبان اللحام

إلكترود اللحام: يتم استخدام "القضبان" أو "أسلاك اللحام" أثناء اللحام بالقوس المعدني اليدوي. تتوفر أعواد الإلكترود في العديد من المواد والأنواع والأحجام المختلفة، لذا فإن اختيار الإلكترود الصحيح يعد مهارة. يجب تخزين أعواد الإلكترود في حاوية محكمة الإغلاق، أو كيس قابل لإعادة الإغلاق، لإبقائها محمية من الرطوبة. يمكن أن تتسبب الرطوبة في إتلاف طبقة بودرة اللحام، مما يتسبب في ترشاش مفرط أثناء اللحام.

أفضل ممارسة

اختيار إلكترود:

- أنواع المواد: عادةً ما تتوافق مادة الإلكترود مع المعدن الأساسي الذي يتم لحامه. يجب اختيار الإلكترود بحيث يكون له نفس خصائص المعدن الأساسي.
- الحجم: تأتي أعواد الإلكترود في مجموعة من الأحجام المختلفة: منها 0.8 مم، 1.0 مم، 1.2 مم، 1.6 مم، 2.0 مم، 2.4 مم، 2.5 مم، 3.0 مم، 3.2 مم، 4.0 مم، 4.8 مم و 5.0 مم. يتم استخدام أعواد الإلكترود الأكبر حجمًا بشكل متكرر، حيث يعد 3.2 مم خيارًا شائعًا. يجب ألا تكون أعواد الإلكترود أكبر من سُمك المعدن الأساسي المراد لحامه.
- وضعية اللحام: إلكترود اللحام مصمم للحام في وضعيات مختلفة. يتم توفير أعواد الإلكترود لاستخدامها على سطح مستوٍ أو أفقي أو عمودي أو علوي أو في جميع الوضعيات.
- نوع التيار: يمكن توفير أعواد إلكترود لاستخدامها مع التيار المتناوب (AC) أو التيار المستمر (DC).

هل تعلم؟

يمكن أن يؤدي التعرض المباشر للهواء إلى إضعاف اللحام الجديد أو جعله هشًا ومساميًا.

النشاط

يعتبر كل من اللحام بالقوس المعدني اليدوي واللحام بالغاز الخامل المعدني من طرق اللحام المستخدمة على نطاق واسع. تحتوي معظم ورش اللحام على معدات لكلتا التقنيتين في متناول اليد، ولكن متى يجب استخدام تقنية واحدة وليس الأخرى؟ من خلال العمل في مجموعة صغيرة، ناقش ثم ضع قائمة تقارن مزايا وعيوب استخدام الغاز الخامل المعدني، مقارنة بتقنيات اللحام بالقوس المعدني اليدوي. ثم صمم ملصقًا لورشة اللحام الخاصة بك يعرض المعلومات.

بدء النشاط

أكمل بعض الأبحاث عبر الإنترنت لاستكشاف العديد من الأنواع المختلفة من أعواد الإلكترود المتاحة للحام أنواع مختلفة من المعادن.

الشكل 11.6 أعواد إلكترود للحام بالقوس المعدني اليدوي. يجب تخزينها بأمان في حاوية لإبقائها جافة وبعيدة عن الرطوبة.

النشاط

هناك العديد من أنواع المعادن المختلفة التي قد يُطلب منك لحامها. من المفيد معرفة القليل عن كل نوع، على سبيل المثال ما مدى سهولة توصيل المعدن للكهرباء؟ هل المعدن موصل جيد للحرارة؟ هل مرن وسهل التشكيل؟ هل قابل للسحب؟ ما مدى متانته؟ اكتشف خصائص المعادن المختلفة التي يمكن لحامها لمعرفة المزيد عنها. يجب عليك مراعاة ما يلي:

- الفولاذ منخفض الكربون
- الفولاذ عالي الكربون
- حديد الزهر
- المعادن غير الحديدية، مثل الألومنيوم أو النحاس
- الخلائط المعدنية، مثل البرونز أو الفولاذ المقاوم للصدأ.

مواضيع ذات صلة

في الوحدة 6: المواد الهندسية، ستتعرف على خصائص المعادن الهندسية المختلفة.

الشكل 11.7 ماذا تعني الأرقام الموجودة على الإلكترود من وجهة نظرك؟

يوجد على كل إلكترود رقم فريد يحدد خصائص الإلكترود. يشير الحرف "E" إلى إلكترود للحام بالقوس الكهربائي. الرقمان الأولان هما **قوة التحمل** للإلكترود بالكيلو رطل لكل بوصة مربعة (ksi)، لذلك في هذه الحالة 60 ksi (أحيانًا يمكن إعطاء هذا الرقم بوحدة نيوتن/مم 2). يشير الرقم الثالث إلى الوضعيات التي يمكن استخدام الإلكترود فيها في اللحام. يشير الرقم "1" إلى جميع الوضعيات، و"2" إلى الوضعيات المسطحة والأفقية، والرقم "3" إلى الوضعيات المسطحة، ويشير الرقم "4" إلى إلكترود يمكن استخدامه للوضعيات المسطحة والأفقية والعمودية والعلوية. الرقم الأخير هو تحديد نوع مصدر الطاقة الذي يمكن استخدامه مع الإلكترود ومواد تغليف صهيرة اللحام.

E6010 هو إلكترود متعدد الأغراض شائع الاستخدام لأنشطة مثل التصنيع العام ولحام أنابيب البناء وبناء السفن. هذا النوع من الإلكترود شائع لأنه يمكن استخدامه على المعدن الأساسي في ظروف مختلفة، مثل الصدأ أو المتسخ أو الزيتي، وينتج خبثًا محدودًا على اللحام المشطب. يمكن استخدام الإلكترود مع مصدر طاقة تيار مستمر.

المصطلحات الرئيسية

قوة التحمل: مقدار القوة اللازمة لتفكيك قطب كهربائي، مقاسة بالكيلو رطل لكل بوصة مربعة (ksi). يمكن تزويد الأقطاب الكهربائية بقوة تحمل تبلغ 60 أو 70 أو 80 أو 90 أو 100 أو 110 أو 120 كيلو رطل لكل بوصة مربعة (ksi).

المتانة: قدرة المادة على عدم الانكسار عند الضرب أو التحميل. تتميز المواد ذات المتانة العالية عمومًا بصلابة عالية وقابلية سحب وتطريق عالية.

قطعة العمل: غرض يتم العمل عليه باستخدام أداة أو آلة. في هذه الحالة، يشير إلى الغرض العام الذي تقوم بلحامه.

هل تعلم؟

يمكن أن يكون مصدر الطاقة الكهربائية للحام إما تيارًا متناوبًا (AC) أو تيارًا مستمرًا (DC). هل تعرف الفرق بينهما؟ إنها مسألة القطبية، اتجاه التيار الكهربائي في الدائرة. يغير التيار المتناوب قطبية التيار 50 مرة كل ثانية، بينما بالنسبة للتيار المستمر، يتدفق التيار في اتجاه واحد من منطقة ذات شحنة سالبة إلى شحنة موجبة.

E7018 هو نوع آخر من الإلكترود متعدد الأغراض المستخدم في لحام مجموعة متنوعة من المعادن. تحتوي صهيرة اللحام بهذا الإلكترود على مسحوق حديد. تعمل حرارة القوس الكهربائي على تحويل مسحوق الحديد إلى فولاذ، مما يجعل اللحام صلبًا **بمتانة** جيدة. كما أن وجود مسحوق الحديد له عيب، لأنه يجعل التحكم في بؤرة اللحام أكثر صعوبة. يحتوي هذا الإلكترود على "1" كرقم ثالث، وبالتالي يمكن استخدامه في جميع الوضعيات.

النشاط

كما رأينا، هناك العديد من الأنواع المختلفة من أعواد الإلكترود، ومن المهم معرفة وقت استخدام كل نوع عند لحام معادن مختلفة. عزز معرفتك باستخدام أنواع مختلفة من الإلكترود من خلال:

1. إجراء بحث حول استخدامات ومزايا وعيوب استخدام أعواد الإلكترود E6012 و E6015 و E6019 و E7024.
2. ثم اختر إلكترودًا مناسبًا لحام قطعتين من الصفائح الفولاذية الخفيفة مقاس 10 مم معًا عند وضع **قطع العمل** على طاولة العمل.

الغاز الخامل المعدني — سلك

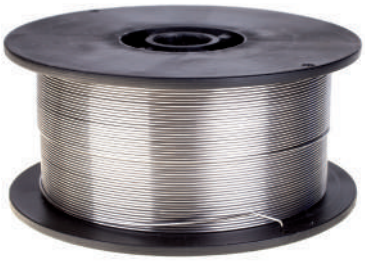
يتم استخدام سلك اللحام أثناء اللحام بالغاز الخامل المعدني ويجب استبداله. يتوفر سلك اللحام في مجموعة من الأحجام؛ منها 0.6 مم، 0.8 مم، 0.9 مم، 1.2 مم، 1.4 مم، 1.6 مم، 2.0 مم و 2.4 مم. سلك اللحام بالغاز الخامل المعدني أصغر من أسلاك إلكترود ("بنسة") اللحام، حيث يجب تلقيمه من خلال فوهة مسدس اللحام. السلك صلب ودائري الشكل وعادة ما يتم توفيره على بكرة حسب الوزن.

ويتم اختيار سلك اللحام بحيث يتوافق مع المعدن الأساسي الذي يتطلب اللحام. يمكن تزويد السلك بقوة تحمل تبلغ 60 أو 70 كيلو رطل لكل بوصة مربعة. أسلاك اللحام المختلفة مناسبة للتيار المتناوب أو التيار المستمر أو كلا النوعين من مصدر الطاقة. بعض أسلاك اللحام أكثر ملاءمة لوضعية معينة من اللحام ونوع غاز الحجب (انظر أدناه).

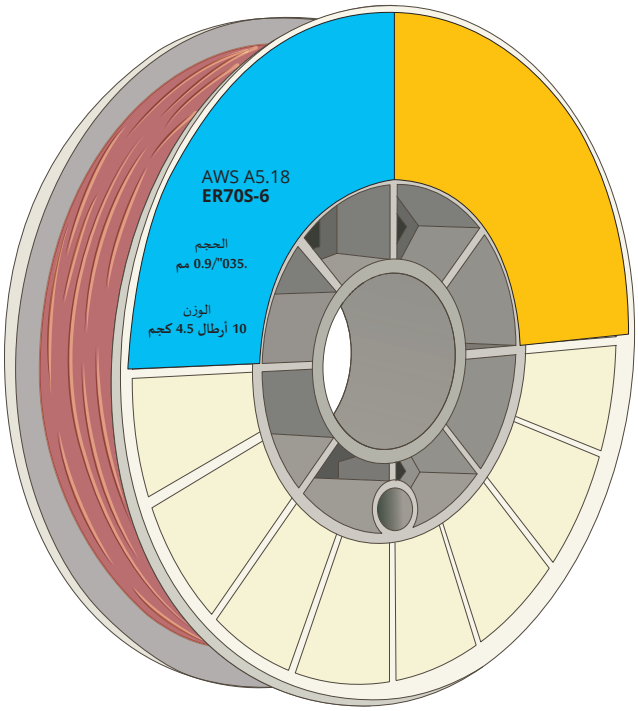
وعلى غرار أعواد إلكترود اللحام، يتم استخدام رقم فريد لتحديد خصائص أسلاك اللحام. تبدأ هذه الأرقام بـ "ER"، والتي تعني "قضيب الإلكترود"، مما يعني أنه يمكن استخدام السلك في عمليات اللحام بالقوس الكهربائي. عادةً ما يكون الرقم الأول بعد ذلك هو "6" أو "7" ويشير إلى قوة التحمل للسلك (إما 60 أو 70 كيلو رطل لكل بوصة مربعة). يخبرك الرقم الثاني عن الوضعية التي يمكن فيها لمسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني استخدام هذا السلك أثناء اللحام. إذا كان الرقم هو "0"، فيمكن استخدام السلك في وضعيات اللحام المسطحة أو الأفقية. وإذا كان الرقم هو "1"، فيمكن استخدام السلك في جميع الوضعيات. ثم يكون الرقم التالي عادةً حرفًا، وغالبًا ما يشير الحرف "S" إلى السلك الصلب. ثم يحتوي رقم اللحام على رقم نهائي واحد بعد الواصلة ('-'). يخبرنا الرقم النهائي بنوع غاز الحجب الذي يمكن استخدامه مع سلك اللحام. سنتناول أنواع غاز الحجب بعد ذلك.

مواضيع ذات صلة

في الوحدة 20: العلوم الكهربائية والميكانيكية للهندسة، سوف تتعرف على الدوائر الكهربائية للتيار المستمر (DC).



الشكل 11.8 تشتري سلك لحام بالغاز الخامل المعدني في بكرات حسب الوزن.



الشكل 11.9 هل يمكنك فهم الأرقام الموجودة على بكرة سلك اللحام؟

مراجعة ما تعلمته

عند العمل مع أعواد الإلكترود، يجب التأكد من تخزينها بشكل صحيح لمنع التلف. كيف يجب تخزين الإلكترود لمنعه من التلف قبل الاستخدام؟

المصطلحات الرئيسية

الاختراق: المسافة التي يمتد بها معدن اللحام المنصهر إلى المعدن الأساسي أو يمر اللحام السابق من السطح المصهور أثناء اللحام.

يشيع استخدام سلك اللحام ER70S-6 في لحام الفولاذ الطري. يجب استخدام السلك على معادن أساسية نظيفة، بدلاً من سطح معدني قد يكون ملوثًا بالصدأ. يتمتع سلك اللحام بقوة تحمل تبلغ 70 كيلو رطل لكل بوصة مربعة. يمكن استخدام سلك اللحام لإجراء اللحام في وضعية اللحام المسطح أو الأفقي. السلك صلب ويمكن استخدامه مع ثاني أكسيد الكربون بنسبة 100 في المائة كغاز حجب، أو مزيج من الأرجون وثاني أكسيد الكربون. يساعد استخدام ثاني أكسيد الكربون بنسبة 100 في المائة على زيادة **اختراق** اللحام، بينما يساعد استخدام المزيج على تقليل الترشاش.

النشاط

كما رأينا، هناك العديد من الأنواع المختلفة لأسلاك اللحام، ومن المهم معرفة وقت استخدام كل نوع عند لحام معادن مختلفة. عزز معرفتك باستخدام أنواع مختلفة من أسلاك اللحام من خلال:

1 إجراء بحث حول استخدامات ومزايا وعيوب استخدام أسلاك اللحام ER70S-2 و ER705-2.

2 ثم اختر سلك لحام مناسبًا لحام قطعتين من الصفائح الفولاذية الخفيفة الصدئة قليلاً مقاس 10 مم معًا، ووضعهما على طاولة عمل.

MIG - غاز خامل

يحل غاز الحجب الخامل محل صهيرة اللحام على الإلكترود. يُستخدم غاز الحجب لحماية بؤرة اللحام من التلوث الجوي أثناء عملية اللحام. يتدفق غاز الحجب من الناشر في فوهة مسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني (انظر القسم الخاص بالأدوات والمعدات للحصول على تفاصيل مسدس لحام MIG) حول سلك اللحام وبؤرة اللحام. إنه يزيح الهواء المحيط، ونتيجة لذلك، يساعد على منع الأكسدة أو امتصاص النيتروجين الذي يمكن أن يضعف اللحام ويقلل من جودته.

الشكل 11.10 يتم تخزين غاز الحجب بشكل آمن في قفص. يخبرك لون الأسطوانة بالمحتوى.

يتم تخزين غاز الحجب في أسطوانات مضغوطة. وتُخزن هذه الأسطوانات بشكل عام عند عدم استخدامها في قفص جيد التهوية بعيدًا عن مصادر الإشعال.

أكثر أنواع غازات الحجب شيوعًا هي الأرجون وثاني أكسيد الكربون والهيليوم. تستخدم هذه الغازات إما فقط كغاز حجب أو كجزء من مزيج. على سبيل المثال، غالبًا ما يتم استخدام مزيج من 75 في المائة من الأرجون و25 في المائة من ثاني أكسيد الكربون في اللحام بالغاز الخامل المعدني.

أرجون (Ar)

الأرجون هو غاز خامل. الغازات الخاملة هي تلك التي لا تتفاعل مع المواد الأخرى وهي أيضًا غير قابلة للذوبان في المعدن المنصهر. يعتبر الأرجون أيضًا أثقل من الهواء، مما يعني أنه يتدفق مباشرة إلى منطقة اللحام من فوهة مسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني. هذه ميزة لأنها تعني أنك تستخدم كمية أقل من الغاز، حيث يتم توصيله مباشرة إلى سطح اللحام، مع فرصة أقل لتفريق الغاز. ينتج الأرجون أيضًا قوسًا مستقرًا مع الحد الأدنى من الترشاش.

النشاط

في ورشة اللحام الخاصة بك، سترى أن غاز الحجب يتم توفيره في أسطوانات ملونة مختلفة. يساعدك لون الأسطوانة على التعرف على الغاز الموجود في كل أسطوانة. من منظور السلامة، من المهم معرفة ذلك، لأن الغازات المختلفة لها خصائص مختلفة. هل يمكنك التعرف على الغاز الموجود في الأسطوانة؟ أكمل بعض الأبحاث وحدد ألوان أسطوانات غاز الحجب للأرجون وثاني أكسيد الكربون والهيليوم.

هيليوم (He)

الهيليوم أيضًا غاز خامل وغير تفاعلي. عيبه الرئيسي هو أنه أخف من الهواء ويميل إلى الطفو بعيدًا عن بؤرة اللحام. نتيجةً لذلك، يتم استخدام المزيد من الغاز عادةً بمعدل تدفق أعلى. يتميز الهيليوم بميزة إنتاج قوس أكثر سخونة، مما يعني أنه يجعل لحام الأجزاء السميكة من المعدن أسهل. وغالبًا ما يتم دمج الهيليوم بكميات صغيرة مع غازات الحجب الأخرى للحصول على أقصى استفادة من نقطة الانصهار العالية للهيليوم. على سبيل المثال، عندما يتم دمج الهيليوم في غاز الحجب مع الأرجون، يستفيد الغاز المختلط النهائي من خصائص الحجب الجيدة للحام نظرًا لكون الأرجون أثقل من الهواء، وقوسًا أقوى بدون ترشاش مفرط.

ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

يعتبر ثاني أكسيد الكربون غازًا خاملًا لأنه نادرًا ما يتفاعل مع المواد الأخرى. بالنسبة للحام الصلب بالغاز الخامل المعدني، غالبًا ما يُستخدم ثاني أكسيد الكربون بنسبة 100 في المائة كغاز حجب. يسمح استخدام ثاني أكسيد الكربون بزيادة سرعة وعمق اختراق اللحام. عيب استخدام ثاني أكسيد الكربون هو أنه ينتج عنه قوس أقل ثباتًا والمزيد من ترشاش اللحام.

الأكسجين (O_2)

يتم استخدام الأكسجين ممزوجًا بغازات الحجب الأخرى للمساعدة في تثبيت الأقواس وتقليل الترشاش.

يعتمد اختيار غاز الحجب للحام بالغاز الخامل المعدني على نوع وسُمك المعدن الأساسي المراد لحامه، بالإضافة إلى سُمك سلك اللحام. يقدم الجدول 11.3 بعض الإرشادات حول الأنواع المختلفة من غاز الحجب لاستخدامه مع معادن أساسية مختلفة. تتوفر معلومات أكثر حول اختيار غاز الحجب في القسم الخاص بغاز الحجم الخامل مع المنظم في الصفحة 18.

النشاط

ارسم جدولًا يقارن مزايا وعيوب استخدام الأرجون وثاني أكسيد الكربون وغاز الهيليوم في اللحام بالغاز الخامل المعدني.

الجدول 11.3 الغازات الواقية المستخدمة مع أنواع مختلفة من المعادن الأساسية

أنواع المعادن	أرجون 100%	ثاني أكسيد الكربون 100%	أرجون 95% وأكسجين 5%	أرجون 75% وثاني أكسيد الكربون 25%	هيليوم 75% وأرجون 25%
الألومنيوم	X				X
الفولاذ المقاوم للصدأ		X	X	X	X
الفولاذ المطاوع		X	X	X	

النشاط

يعتبر رأس التلامس هو العنصر الأكثر أهمية في مسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني. تتوفر الرؤوس بأشكال وأحجام مختلفة لاستخدامات مختلفة في اللحام. من المهم استخدام الرأس ذي الشكل الصحيح، على سبيل المثال يكون الرأس المسطح مفيدًا عندما تريد إنتاج لحام تقابلي أو لحام تراكبي على مواد معدنية أكثر سمكًا. للتعرف على أنواع رؤوس التلامس بمسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني المتاحة، أكمل بعض الأبحاث وارسم الأشكال المختلفة.

قم بوضع تعليقات على الرسومات الخاصة بك باستخدامات اللحام النموذجية لرؤوس التلامس.

اللحام بالغاز الخامل المعدني - رؤوس اللحام

يحتوي مسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني على رأس تلامس. وهو الجزء من المسدس حيث يلامس التيار الكهربائي سلك اللحام. يجب استبدال رؤوس التلامس بانتظام. يتم تغيير الرأس ليناسب قطر سلك اللحام وأيضًا نوع اللحام الذي يتم إجراؤه. على سبيل المثال، تتوفر رؤوس التلامس في تصميمات مدببة وغير مدببة. تُستخدم رؤوس اللحام المدببة للحام في المناطق ذات الوصول المقيد والمساحة المحدودة. الرؤوس غير المدببة ذات كتلة أكبر ونتيجة لذلك تميل إلى التسخين بشكل أفضل وتدوم لفترة أطول.

الشكل 11.11 ما هي الأجزاء الرئيسية لمسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني؟

يتم تصنيع رؤوس التلامس أيضًا من مواد مختلفة؛ منها النحاس المطلي بالفضة والفولاذ المقاوم للصدأ. يصف الجدول 11.4 بعض تطبيقات لحام مواد مختلفة.

مواضيع ذات صلة

في الوحدة 3: ستتعرف من خلال التحقق من منتج هندسي على خصائص المواد، بما في ذلك نقطة الانصهار.

الجدول 11.4 أنواع المواد المستخدمة لتصنيع رؤوس التلامس الخاصة باللحام بالغاز الخامل المعدني

المادة	تطبيق اللحام
النحاس الأحمر	تستخدم رؤوس اللحام النحاسية في الغالب في تطبيقات اللحام المحمولة. النحاس معدن أملس وله نقطة انصهار منخفضة نسبيًا. تحت حرارة القوس، يمكن أن يتآكل النحاس ويتشوه، خاصة حول القطر الداخلي للفتحة سلك اللحام. ومع مرور الوقت، يعني هذا أن السلك يفقد التلامس بالرأس، مما يؤدي إلى مشاكل في إنشاء قوس كهربائي أو **ارتداد احتراقي** أو ضعف اللحامات. هذا يعني أنه يجب استبدال رؤوس التلامس النحاسية بانتظام.
مطلي بالفضة	يمكن أن يؤدي طلاء رأس التلامس بالفضة إلى زيادة عمره بمقدار تسع مرات. الفضة أكثر كثافة من النحاس ولها نقطة انصهار أعلى. ولا تتآكل بسرعة النحاس ويساعد سطحها اللامع أيضًا على عكس الحرارة، مما يؤدي إلى تقليل الترشاش. غالبًا ما تُستخدم رؤوس التلامس المطلية بالفضة في اللحام الآلي والروبوتي.
الفولاذ المقاوم للصدأ	رؤوس التلامس المصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ متينة للغاية ومقاومة للتآكل. ويمكن لهذه الرؤوس أن تتحمل جيدًا درجة الحرارة العالية للحام بالغاز الخامل المعدني، ونتيجة لذلك تتطلب عادةً استبدالًا أقل تكرارًا.

المصطلحات الرئيسية

الارتداد الاحتراقي: يحدث عندما يتقوس سلك اللحام عند فتحة رأس التلامس، ثم يحترق مرة أخرى في الرأس. ينتج عن هذا لحام سلك اللحام نفسه بالرأس أو داخله. في حالة حدوث ذلك، يجب استبدال الرأس على الفور.

الأدوات والمعدات ومصادر المعلومات

بدء النشاط

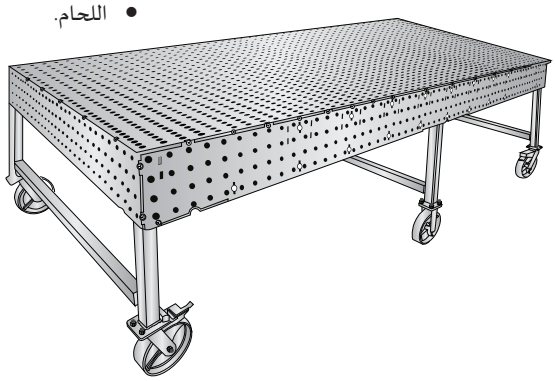
ما هي الأدوات والمعدات الأساسية التي ستحتاجها لبدء اللحام؟

يتم إنجاز معظم عمليات اللحام في "ورشة اللحام". وعادةً ما تحتوي المنطقة على أرضية خرسانية وتكون في الطابق الأرضي. كما يتوفر في الغالب باب خارجي كبير ومعدات رفع، لتمكين تحريك الأجزاء الثقيلة والكبيرة التي تتطلب اللحام إلى داخل الورشة وخارجها. عادةً ما يتم توفير التهوية لإزالة الدخان والأبخرة الناتجة عن أنشطة اللحام. يجب أيضًا توافر معدات السلامة؛ مثل طفايات الحريق وحقيبة الإسعافات الأولية، بسهولة.

الشكل 11.12 يتم إجراء اللحام عادةً في ورشة اللحام. ما نوع المعدات والأدوات التي ترى أنها ضرورية؟

ستحتاج أثناء اللحام إلى أدوات ومعدات لمساعدتك على:

- إعداد المعادن الأساسية للحام
- تنظيف اللحامات
- تثبيت المعادن الأساسية في مكانها أثناء اللحام
- اللحام.

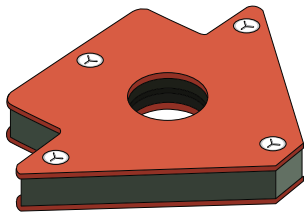


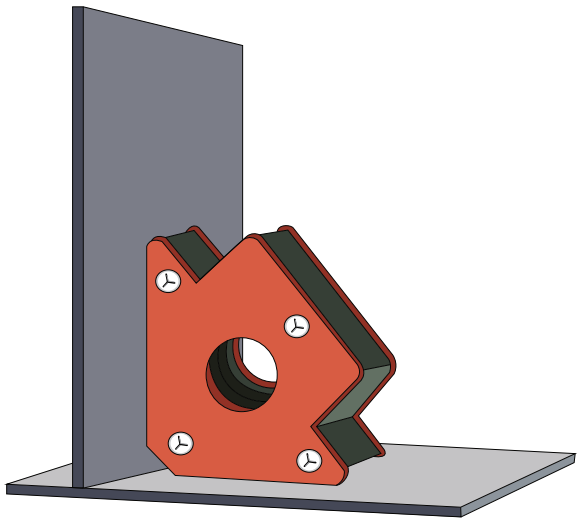
الشكل 11.13 هل تعلم أن الثقوب الموجودة في طاولات اللحام تستخدم لتأمين مشابك الإمساك؟

أدوات تثبيت العمل

توفر لك طاولة اللحام سطحًا ثابتًا للعمل عليه. حيث يمكنك العمل على الطاولة لقياس المعدن الأساسي وقطع المعدن وتثبيت المعدن بمشابك لتجهيزه للحام. معظم طاولات اللحام مصنوعة من معدن مثل الفولاذ، حيث تقل احتمالية اشتعال النار في المعدن إذا اشتعلت به شرارة لحام. غالبًا ما تحتوي طاولات اللحام على عجلات لتمكين تحريكها. تُستخدم طاولات اللحام أيضًا للتأريض أثناء اللحام بالقوس المعدني اليدوي.

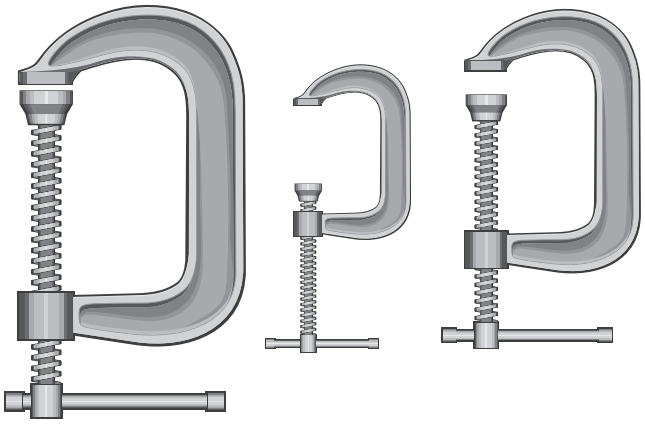
تستخدم المشابك الممغنطة مغناطيسًا لتثبيت قطع المعدن الأساسي معًا من أجل اللحام. وتتوفر في العديد من الأشكال والأحجام والزوايا المختلفة. حتى أن بعضها قابل للتعديل حتى تتمكن من تغيير الزاوية التي سيتم بها تثبيت المواد المعدنية الأساسية.





الشكل 11.14 مشبك مغناطيسي يُمسك قطعتين من الفولاذ معًا بزاوية 90 درجة.

المشابك على شكل C، وفق ما يشير إليه الاسم، على شكل حرف "C" وتتضمن برغيًا مشدودًا لتثبيته على الطاولة أو القطعة المعدنية التي تعمل عليها. تُستخدم المشابك على شكل C عمومًا لإبقاء قطع المعدن الأساسي مثبتة على طاولة اللحام حتى لا تتحرك.



الشكل 11.15 من المفيد أن يكون لديك الكثير من الأحجام المختلفة من المشابك على شكل C.

النشاط

كماشة الإطباق مفيدة جدًا ويتم إنتاجها بأنواع مختلفة من الفكين. تمنحك الفكوك أنواعًا مختلفة من التحكم عند معالجة المعادن والأسلاك والمكونات أثناء اللحام. لذلك، من المفيد حقًا معرفة المزيد عن الأنواع المتاحة وكيفية استخدامها. قم برسم ووصف استخدامات الأنواع المختلفة من الفكوك على كماشة الإطباق. تشمل:

- أنف الإبرة
- فك منحني
- فك مستقيم
- مشبك سلسلة الإطباق
- مشبك على شكل C
- بنسة خرطوم.

كماشة الإطباق هي أداة يدوية تستخدم للإمساك بالأشياء بإحكام. يمكن تعديل المسافة بين فكي الكماشة لفتحهما أو إغلاقهما أكثر باستخدام صمولة لولبية في نهاية المقبض. بمجرد تحقيق فتحة الفك المطلوبة، يمكن دفع الذراع الأوسط لمقبض الكماشة لتثبيت قبضة الجسم والحفاظ عليها. غالبًا ما تستخدم كماشة الإطباق لإمساك ومناولة القطع الصغيرة من المعدن أو الأسلاك أو المكونات أثناء اللحام. على سبيل المثال، يمكن استخدام الكماشة للإمساك بإلكترود آلة اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي، أو لضبط موضعه في حامل الإلكترود أثناء اللحام.

هل تعلم؟

يمكن أيضًا تسمية كماشة الإطباق باسم زرادية الكبس أو مقابض أو مفاتيح الإمساك.

الشكل 11.16 هل تعلم أن كماشة الإطباق متوفرة بأنواع مختلفة من الفكين؟

كماشة الإطباق والإمساك بالألواح مصممة خصيصًا لتثبيت الصفائح والألواح المعدنية معًا عند اللحام. يحتوي رأس كماشة الإطباق على فكوك عريضة ومسطحة يمكنها الإمساك دون ترك أي ضرر على السطح.

الشكل 11.17 لماذا تعتبر الألواح المسطحة لكماشة الإطباق والإمساك بالألواح جيدة في الإمساك بالصفيحة المعدنية الفولاذية؟

الأدوات اليدوية الأساسية

تُستخدم قصافات التقطيع بشكل شائع في اللحام لقطع الأسلاك وقضبان الإلكترود والمكونات الصغيرة الأخرى بدقة وبشكل نظيف. تحتوي قصافات التقطيع على فكوك بزاوية حادة تشكل حافة القطع.

الشكل 11.18 هل يمكنك رؤية الحافة الزاوية الحادة لقصافة التقطيع؟

تُستخدم مطرقة الكشط لإزالة الخبث من على سطح اللحام. الخبث عبارة عن طلاء فوق اللحام ناتج عن استخدام صهيرة اللحام لحماية بؤرة اللحام المنصهر من التلوث الجوي. بمجرد تبريد اللحام، يجب إزالة الخبث للكشف عن اللحام النظيف والصلب تحته. تتميز مطرقة الكشط بطرف مدبب وحواف حادة، مما يساعد على تفتيت الخبث وتقطيعه. ومن المهم الحفاظ على حواف مطرقة الكشط حادة. يجب شحذ أي مطرقة ذات حافة كشط أو قطعة مفقودة من الحافة الكاشطة على نحو سلس: إذا لم يكن بالإمكان إصلاحها، فيجب استبدالها.

الشكل 11.19 مطرقة الكشط - هذه أداة يدوية أساسية لإعداد اللحام ويمكن أيضًا الإشارة إليها باسم مطرقة إزالة الخبث.

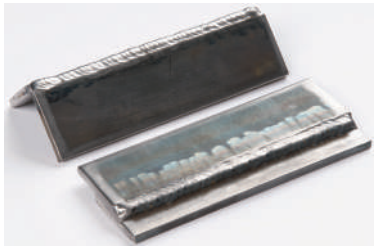
هل تعلم؟

تُعرف قصافة التقطيع أيضًا باسم كماشة القطع القطرية أو قواطع الأسلاك.

تُستخدم مطرقة الكشط بعناية، مع قوة محكومة، لإزالة الخبث دون التسبب في تلف وصلة اللحام الأساسية. يجب إزالة الخبث من **درزات اللحام** بعد كل **تمريرة لحام**، قبل تطبيق التمريرة التالية. وهذا يضمن التصاق طبقات اللحام اللاحقة ببعضها جيدًا. تسمح إزالة الخبث أيضًا بفحص اللحام لتحديد ما إذا كانت هناك أية عيوب أو شوائب (راجع أيضًا الاختبار غير الإتلافي في الصفحة 41).

تحتوي الفرشاة السلكية على شعيرات مصنوعة من أسلاك معدنية، عادة من الفولاذ المقاوم للصدأ. للفرشاة السلكية استخدامات عديدة في اللحام:

- يمكن استخدامها لتنظيف الصدأ والطلاء والزيت والأوساخ من المعدن الأساسي لإعداد المنطقة للحام.
- يمكن استخدامها للمساعدة في إزالة الخبث أو الترشاش أو الملوثات المتبقية من تمريرة اللحام، مما يضمن الانصهار المناسب والتراكم السلس لطبقات اللحام.
- يمكن استخدامها أثناء اللحام لإزالة الترشاش من على طاولة اللحام أو منطقة العمل.



الشكل 11.20 درزة لحام نظيفة ذات نوعية جيدة

المصطلحات الرئيسية

تمريرة اللحام: تقدم واحد لإلكترود اللحام على طول الوصلة.

درزة اللحام: نتيجة تمريرة اللحام، وهي رواسب من معدن اللحام الذي يشكل "درزة" مرتفعة.

الشكل 11.21 تأتي فُرش الأسلاك بأشكال وأحجام عديدة ويمكن تركيبها على الأدوات اليدوية لزيادة قوة التنظيف.

مواضيع ذات صلة

في الوحدة 14: تقنيات التصنيع، سوف تتعرف على الأدوات اللازمة لقياس المعادن الأساسية وتمييزها وقطعها.

معدات اللحام للحام بالقوس المعدني اليدوي

المعدات اللازمة للحام بالقوس المعدني اليدوية بسيطة للغاية مقارنة بمعدات اللحام بالغاز الخامل المعدني. فأنت بحاجة إلى ماكينة لحام ومشبك تأريض وماسك قضيب إلكترود وقضبان إلكترود. لقد ناقشنا قضبان الإلكترود بالتفصيل بالفعل، لذلك سنتناول الآن بقية هذه المعدات.

ماكينة اللحام بالقوس المعدني اليدوي ("بنسة اللحام") هي مصدر الطاقة، حيث توفر التيار الكهربائي لإنشاء قوس اللحام. تستخدم الماكينات إما التيار المتناوب (AC) أو التيار المستمر (DC) للحام. وتوفر الماكينات ذات التيار المستمر تدفقًا مستمرًا للكهرباء، إما كإلكترود ذو تيار مستمر موجب (+ DC) أو كإلكترود ذو تيار مستمر سالب (-DC).

- بالنسبة للماكينات ذات التيار المستمر الموجب (+DC)، تتدفق الكهرباء من المعدن الأساسي الذي يتم لحامه إلى الإلكترود. يتلقى الإلكترود شحنة موجبة، والمعدن الأساسي شحنة سالبة، مما يعني أنه يتم توجيه المزيد من حرارة القوس إلى الإلكترود. يساعد ذلك في توفير قدر أكبر من التحكم في مكان ترسيب معدن اللحام وعادة ما يكون +DC هو الخيار الأفضل للحام بالقوس المعدني اليدوي.
- عند استخدام ماكينة ذات تيار مستمر سالب، تتدفق الكهرباء من الإلكترود إلى المعدن الأساسي. يتلقى الإلكترود شحنة سالبة، والمعدن الأساسي شحنة موجبة، مما يعني أنه يتم توجيه المزيد من حرارة القوس إلى المعدن الأساسي. التيار المستمر- مفيد في لحام الصفائح السميكة على سطح مستوٍ ومن عيوبه استهلاك أعواد الإلكترود بسرعة.
- بالنسبة للماكينات ذات التيار المتناوب، يتناوب التيار 50 مرة كل ثانية، ويتدفق التيار نتيجة لذلك بالتساوي بين المعدن الأساسي والإلكترود. يتم أيضًا تقسيم الحرارة باستخدام التيار المتناوب بالتساوي بين المعدن الأساسي والإلكترود. تنتج ماكينات التيار المتناوب لحامًا ذو توازن بين عمق اختراق المعدن المنصهر في الوصلة الملحومة وتراكم درزات اللحام. من الأسهل عمومًا إنتاج لحام جيد باستخدام ماكينات التيار المستمر.
- توفر بعض الماكينات القدرة على التبديل بين أنواع التيار المختلفة.

يمكن توصيل ماكينة اللحام بالقوس المعدني اليدوي بمقبس التيار الرئيسي الحائطي أو تشغيلها بواسطة مولد ديزل. يتم قياس خرج الطاقة أو معدل الخرج لجميع ماكينات اللحام بالقوس المعدني اليدوي **بالأمبير**. ستحتوي ماكينة اللحام بالقوس المعدني اليدوي على دورة عمل تحدد المدة التي يمكن استخدامها فيها بأمان عند أقصى خرج للأمبير قبل الوصول إلى الحمل الحراري الزائد (ارتفاع درجة الحرارة) والتبريد. عندما تصل الماكينة إلى الحمل الحراري الزائد، يتم إيقاف تشغيل طاقة القوس الكهربائي وتشغيل مراوح التبريد لإبعاد الحرارة عن أجزاء الماكينة الحساسة للطاقة الحرارية. ويتم التعبير عن دورة العمل كنسبة مئوية تحدد عدد الدقائق من أصل عشرة التي تبلغ فيها الماكينة أقصى قدرة أمبير لها. على سبيل المثال، سيتم تشغيل ماكينة بقوة 300 أمبير مع دورة تشغيل بنسبة 65 في المائة لمدة 6.5 دقيقة عند 300 أمبير قبل التبديل إلى الحمل الزائد الحراري والتبريد.

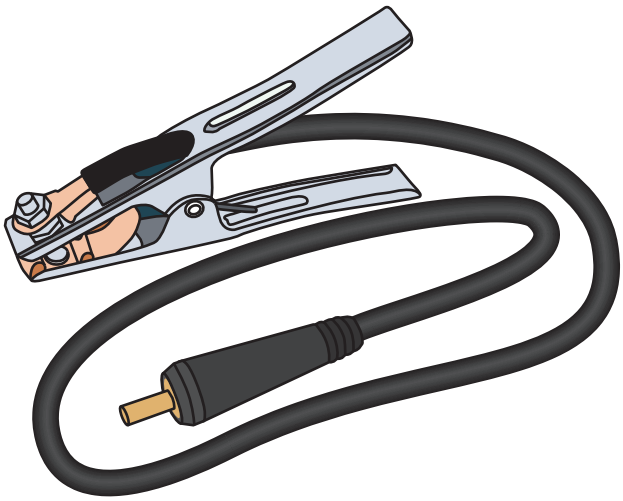
مشبك تأريض

يجب تأريض أي قطعة عمل من المعدن الأساسي تنوي لحامها لإكمال الدائرة الكهربائية أثناء اللحام. يتم توصيل مشبك التأريض بقطعة العمل لتوفير اتصال لتدفق الدائرة الكهربائية.

الشكل 11.22 مثال على أحد الأنواع العديدة المختلفة لماكينات اللحام بالقوس المعدني اليدوي "بنسة اللحام" - تحتوي جميعها على مقبض (مثل ذلك الموجود في الزاوية اليسرى العليا)، والذي يستخدم للتحكم في الأمبير

المصطلحات الرئيسية

الأمبير: قوة التيار الكهربائي، مقاسة بالأمبير. يصف مقدار الشحنة الكهربائية التي تتدفق عبر النظام أو، بالتناوب، الحد الأقصى لمقدار التيار الكهربائي الذي يستطيع النظام التعامل معه بأمان.



الشكل 11.23 لن تحصل أبدًا على لحام جيد بمشبك تأريض سيئ.

يجب أن تكون حالة مشابك التأريض جيدة، وإلا ستواجه انخفاض الجهد أثناء اللحام ويمكن أن ترتفع درجة حرارة المشبك. لمنع حدوث ذلك، تأكد من أن موصلات الكابلات والعروات الموجودة على المشبك آمنة وأن جسم المشبك يحتوي على زنبرك قوي بفكين سليمين. من المهم التحقق من حالة مشبك التأريض بانتظام واستبداله إذا لزم الأمر.

ماسك قضيب إلكترود

يحتوي ماسك الإلكترود على فكين أو مشابك لإمساك الإلكترود، مما يؤدي إلى إنشاء اتصال كهربائي آمن بالإلكترود. يتم توصيل حامل الإلكترود بكابل الإلكترود بماكينة اللحام بالقوس المعدني اليدوي، والذي ينقل التيار الكهربائي من الماكينة إلى الإلكترود. تم عزل مقبض ماسك الإلكترود للسماح لفني اللحام بإمساكه ومناولته بأمان دون التعرض للتيار الكهربائي، مما يمنع حدوث صدمة كهربائية. عادةً ما يكون ماسك الإلكترود مصنوعًا من مادة مرنة ومتينة لتحمل الحرارة والحركة المرتبطة باللحام.

هل تعلم؟

يمكن أيضًا تسمية ماسك الإلكترود باسم الإبرة أو مشبك الإلكترود.

الشكل 11.24 يمسك ماسك الإلكترود إلكترود اللحام في فكيه ومعزول عن الكهرباء.

إعداد ماكينة اللحام بالقوس المعدني اليدوي (MMA)

فيما يلي الإجراء الأساسي لإعداد ماكينة لحام MMA:

1 أدخل إلكترود اللحام في فكي ماسك الإلكترود.

2 اربط الفكين بإحكام للإمساك بالإلكترود.

3 قم بتوصيل وصلة كابل ماسك الإلكترود بمقبس كابل الإلكترود بماكينة اللحام.

4 تأكد من تثبيت المقبض المعزول لماسك الإلكترود أثناء اللحام لمنع الصدمات الكهربائية.

5 قم بتوصيل مشبك التأريض بقطعة العمل المراد لحامها.

6 قم بتوصيل وصلة كابل مشبك التأريض بمقبس كابل مشبك التأريض بماكينة اللحام.

7 افحص جميع الكابلات للتأكد من إحكام توصيلها.

8 إذا كنت تستخدم ماكينة ذات تيار مستمر، فاضبط القطبية على +DC أو -DC لتناسب متطلبات الإلكترود.

9 اضبط الأمبير بماكينة اللحام. يجب أن يكون هذا في منتصف نطاق الأمبير المقترح للإلكترود. يمكن تعديل الأمبير بعد بدء اللحام، إذا لزم الأمر.

10 ابدأ اللحام (راجع القسم الخاص بتقنية اللحام بالقوس المعدني اليدوي في الصفحة 34).

النشاط

من المهم معرفة كيفية توصيل معدات اللحام بالقوس المعدني اليدوي. لمساعدتك على التذكر، ارسم مخططًا معنونًا يوضح المعدات المعدة للحام بالقوس المعدني اليدوي . ستحتاج إلى تضمين:

- ماكينة لحام
- إلكترود لحام
- كابلات
- ماسك إلكترود
- مشبك تأريض
- قطعة العمل
- طاولة اللحام

يجب أن يوضح الرسم التخطيطي كيفية توصيل هذه الأجزاء من المعدات معًا، لذا تأكد من رسم الكابلات.

معدات اللحام للحام بالغاز الخامل المعدني

الشكل 11.25 شخص يقوم باللحام بالغاز الخامل المعدني.

المصطلحات الرئيسية

الغلاف: يُعرف أيضًا باسم الفوهة أو فوهة الغاز، وهو جزء قابل للاستبدال في نهاية مسدس لحام MIG. والغرض منه هو توجيه تدفق غاز الحجب إلى منطقة اللحام وحماية قوس اللحام. يعمل الغلاف كحاجز بين قوس اللحام والهواء المحيط.

السيارات: اسم الصناعة المتعلقة بتصميم وإنتاج السيارات والمركبات الأخرى.

تعتبر المعدات الأساسية للحام بالغاز الخامل المعدني أكثر تعقيدًا من معدات اللحام بالقوس المعدني اليدوي. تحتاج إلى ماكينة لحام ومشبك تأريض ومسدس لحام بالغاز الخامل المعدني (مجهز برأس تلامس و**غطاء**) ومُلقم أسلاك وسلك اللحام وغاز الحجب الخامل مع المنظم. لقد ناقشنا أسلاك اللحام ورؤوس التلامس بالتفصيل مسبقًا، لذلك سننظر الآن في بقية المعدات.

تحتوي ماكينة اللحام بالغاز الخامل المعدني على مصدر طاقة يوفر الطاقة الكهربائية لإنشاء قوس ومُلقم أسلاك لتلقيم سلك اللحام وأدوات التحكم لضبط الجهد والأمبير وسرعة تلقيم الأسلاك. تُستخدم معظم ماكينات اللحام MIG تيار مستمر موجب DC+ وتتصل بمصدر كهربائي رئيسي. توفر ماكينات اللحام بالغاز الخامل المعدني طرقًا مختلفة لنقل المعدن من الإلكترود إلى بؤرة اللحام المنصهر.

تتمثل العملية الأكثر شيوعًا في نقل الدائرة القصيرة، وهي مناسبة للحام الفولاذ منخفض الكربون وخلائط الفولاذ والفولاذ المقاوم للصدأ في جميع الوضعيات. وتستخدم أمبير منخفض. حيث يتلامس سلك اللحام بقطعة العمل بطريقة محكومة، مما يتسبب في انخفاض التيار الكهربائي مؤقتًا إلى مستوى لا يحافظ فيه سلك الإلكترود على القوس. ينتج عن هذا ذوبان السلك وتشكيل قطرة تسقط على بؤرة اللحام. تتم عملية اللحام بهذه الطريقة، حيث يتلامس السلك كهربائيًا وينفصل بشكل متكرر عن قطعة العمل، مما يؤدي إلى حدوث تأثير دائرة كهربائية قصيرة.

يتطلب نقل قوس الرذاذ تيارًا وجهدًا أعلى للحام مقارنة بالطرق الأخرى. وغالبًا ما تُستخدم لمواد اللحام مثل الفولاذ المقاوم للصدأ والألمنيوم. يتم صهر سلك الإلكترود في قطرات صغيرة منصهرة، يتم دفعها باستمرار في رذاذ متحكم فيه من الإلكترود إلى بؤرة اللحام. وهذه الطريقة مناسبة أيضًا للمواد السميكة. عادة ما يتم الانتهاء من اللحام على السطح.

نقل التذبذب هو في الأساس مزيج من الدائرة القصيرة ونقل قوس الرذاذ. يتم ذبذبة تيار اللحام بالتناوب بين تيار الذروة العالي لإنشاء تأثير نقل الرذاذ وتيار الخلفية المنخفض للتحكم في نقل المعدن المنصهر. يتيح لك التذبذب الحصول على نفس تأثير نقل القوس بالرذاذ ولكن بكميات أقل من التيار الكهربائي والحرارة. يتم ضبط معاملات التذبذب المحددة مثل تيار الذروة وتيار الخلفية وتردد التذبذب بناءً على عوامل مثل المادة التي يتم لحامها ونوع الوصلة الملحومة. يتم استخدام نقل التذبذب لمواد اللحام مثل الفولاذ المقاوم للصدأ والألمنيوم والخلائط الأخرى في الصناعات التي تتطلب اللحامات عالية الجودة مثل الطيران والسيارات.

النشاط

لقد تعلمنا أن المعدن المنصهر يمكن أن ينتقل من سلك كهربائي غاز خامل معدني بطرق مختلفة. ولكن أيهما سيكون الأفضل لمشروع اللحام الخاص بك؟ من المفيد معرفة ذلك. أكمل بعض الأبحاث لتحديد مزايا وعيوب الطرق المختلفة لنقل المعدن المنصهر من سلك إلكترود الغاز الخامل المعدني. يجب عليك مراعاة ما يلي:

- نقل الدائرة القصيرة
- نقل القوس بالرذاذ
- نقل التذبذب

مُلقم أسلاك

تحتوي معظم ماكينات لحام MIG على مُلقم سلكي مدمج، ولكن من الممكن أيضًا الحصول على مُلقم سلكي مستقل منفصل. يمكن أن تعمل مُلقمات الأسلاك بثلاث طرق مختلفة:

- تستخدم ملقمات الأسلاك بالدفع بكرات يتم تثبيتها على جانب السلك لدفع سلك اللحام عبر مسدس لحام MIG. يمكن تعديل الضغط على السلك لمنع أي انزلاق.
- عادةً ما تستخدم الملقمات بالسحب محركًا صغيرًا على مسدس لحام MIG لسحب السلك. ويميل هذا إلى زيادة وزن المسدس، وتعمل الملقمات بالسحب بشكل أفضل مع المعادن اللينة مثل أسلاك اللحام المصنوعة من الألومنيوم.
- تحتوي ملقمات الأسلاك بالدفع والسحب على نظام محرك مزدوج يساعد على ضمان تلقيم سلس ومتسق للأسلاك، خاصة عبر مسافات أطول. تحتوي آلة اللحام على وحدة تغذية تدفع السلك، ويحتوي مسدس MIG على محرك صغير وبكرات لسحب السلك.

مشبك تأريض

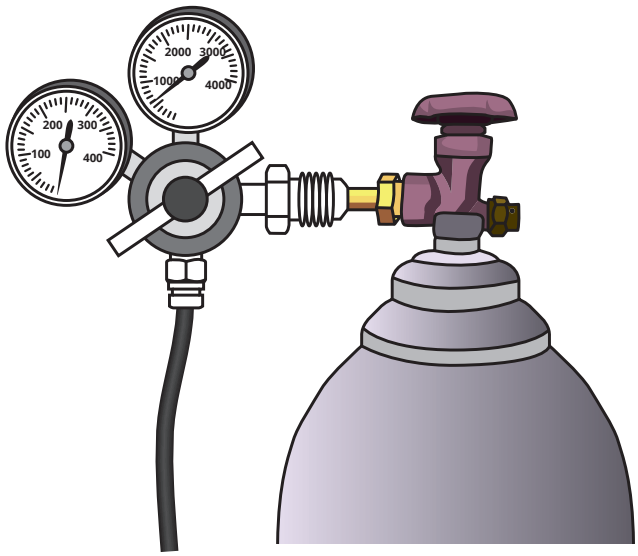
لقد ناقشنا استخدام مشابك التأريض مسبقًا.

مسدس لحام بالغاز الخامل المعدني (MIG)

يتم عرض الأجزاء الرئيسية من مسدس لحام MIG في الشكل 11.11. مسدس لحام MIG عبارة عن أداة محمولة تقوم بتوجيه سلك اللحام وغاز الحجب والتيار إلى الوصلة التي يتم لحامها. يتم توصيل مسدس لحام MIG بكابل طاقة من ماكينة لحام وخرطوم غاز من أسطوانة غاز حجب. يتلامس رأس التلامس الخاص بمسدس لحام MIG بسلك اللحام لتشكيل قوس يذيب معدن اللحام في بؤرة اللحام. تقوم فوهة مسدس لحام MIG بنشر غاز الحجب فوق بؤرة اللحام لحمايتها من التلوث الجوي. يبدأ مُشغّل مسدس لحام MIG عملية اللحام ويوقفها.

غاز حجب خامل مع منظم.

لقد ناقشنا الأنواع المختلفة من غاز الحجب المستخدم في لحام MIG بالفعل. يتم توفير الغاز في أسطوانات مضغوطة، ويجب تركيب منظم على الأسطوانة لتقليل ضغط الغاز العالي إلى ضغط أقل وأكثر اتساقًا لاستخدامه في اللحام. يحتوي المنظم على مقياسين للضغط، ويعرض أقرب مقياس للأسطوانة (المقياس الموجود على اليمين في الشكل 11.26) ضغط الغاز في الأسطوانة. يعرض المقياس الثاني (المقياس الموجود على اليسار في الشكل 11.26) ضغط العمل للحام. بعد المنظم، يتم استخدام خرطوم لتزويد غاز الحجب إلى فوهة مسدس لحام MIG.



الشكل 11.26 منظم يُستخدم مع غاز الحجب.

يختلف ضغط العمل المطلوب باختلاف نوع غاز الحجب وتطبيقات اللحام المحددة.

كدليل إرشادي، من المرجح أن يتراوح ضغط تزويد ثاني أكسيد الكربون من المرجح بين 0.7 إلى 0.8 بار تقريبًا، والأرجون بين 1.03 إلى 1.4 بار.

هل تعلم؟

تسمى مسدسات لحام MIG أحيانًا المشاعل.

إعداد ماكينة اللحام بالغاز الخامل المعدني (MIG)

فيما يلي الإجراء الأساسي لإعداد ماكينة لحام MIG:

1. قم بإزالة الغطاء الواقي على أسطوانة غاز الحجب.
2. بالوقوف على جانب واحد، افتح صمام أسطوانة غاز الحجب لنفخ أي أوساخ أو غبار قد يكون محاصرًا وأغلقه مرة أخرى بسرعة.
3. قم بتركيب منظم الغاز بالأسطوانة.
4. قم بتوصيل أحد طرفي الخرطوم بالمنظم والطرف الآخر بماكينة لحام MIG.
5. أحكم ربط جميع التوصيلات وتأكد من عدم تسرب الغاز.
6. تأكد من ماكينة لحام MIG مطفأة.
7. قم بتوصيل وصلة الغاز والكهرباء لمسدس لحام MIG بماكينة اللحام. في هذه المرحلة، لن يتم تركيب رأس التلامس أو الغطاء في مسدس لحام MIG.
8. حمِّل سلك اللحام في حامل مُلقم الأسلاك، وقم بتوجيه سلك اللحام بحيث يتم تلقيمه من أسفل البكرة.
9. تأكد من أن مقاس السلك مناسب لمهمة اللحام المخطط لها.

10 قص السلك وتلقيمه من خلال موجه الأسلاك في ماكينة اللحام، مع التأكد من عدم فك بكرة سلك اللحام.

11 شغِّل ماكينة اللحام.

12 قم بتمديد كابل مسدس لحام MIG بحيث يكون مستقيمًا واسحب المُشغّل لتلقيم سلك اللحام من خلال المسدس.

13 خذ رأس التلامس المطلوب ليناسب سلك اللحام المستخدم، وقم بتلقيمه على السلك وثبته في مكانه على مسدس لحام MIG واربطه.

14 قم بتركيب غطاء مسدس لحام MIG واقطع سلك اللحام بطول لحام قصير يبلغ نحو 2 سم.

15 اضبط مستوى الشد بملقم الأسلاك واضبط سرعة تلقيم الأسلاك.

16 افتح صمام أسطوانة غاز الحجب لآخره.

17 اضبط معدل تدفق الغاز.

18 صل مشبك التأريض بالقطعة المراد العمل عليها.

19 أصبحت الآن جاهزًا لبدء اللحام.

النشاط

من المهم معرفة كيفية توصيل معدات اللحام بالغاز الخامل المعدني. لمساعدتك على التذكر، ارسم مخططًا معنونًا يوضح المعدات المعدة للحام بالغاز الخامل المعدني. ستحتاج إلى تضمين:

- ماكينة لحام
- مسدس اللحام بالغاز الخامل المعدني
- سلك لحام
- غاز الحجب
- مُلقم أسلاك اللحام
- كابل
- خرطوم غاز
- منظم غاز
- مشبك تأريض
- طاولة عمل

يجب أن يوضح الرسم التخطيطي كيفية توصيل هذه القطع من المعدات معًا، لذا تأكد من رسم الكابلات وخراطيم الغاز.

تذكر أنه يجب عليك تعيين بعض المعلمات الأساسية على ماكينة لحام MIG. وهي معدل تدفق غاز الحجب وسرعة سلك اللحام الكهربائي والأمبير والجهد. يتم تحديد معدل تدفق غاز الحجب بسماكة المعدن الأساسي الذي يتم لحامه ونوع غاز الحجب المستخدم. كقاعدة عامة، كلما زادت سماكة الفولاذ كان تدفق غاز الحجب المطلوب أسرع.

تضبط معظم الماكينات الحديثة التيار تلقائيًا وفقًا لمعدل تلقيم الأسلاك الذي قمت بتعيينه. لذا، فإن الإعدادين الأخيرين اللذين تحتاج إلى مراعاتهما هما معدل تلقيم الأسلاك والجهد. يخضع معدل تلقيم الأسلاك لنوع النقل بماكينة لحام MIG. سوف تتذكر أن ماكينة لحام MIG لها طرق مختلفة لنقل المعدن من الإلكترود إلى بؤرة اللحام المنصهر. قد تستخدم الماكينة نقل الدائرة القصيرة أو نقل القوس بالرذاذ أو نقل التذبذب أو النقل الكروي. يجب أن يتطابق معدل تلقيم الأسلاك والجهد مع طريقة النقل بماكينة لحام MIG. كقاعدة عامة، إذا زادت الفولتية، تنخفض سرعة السلك، حيث يزداد سُمك سلك الإلكترود أيضًا. يمنحك الجدول 11.5 بعض المؤشرات على سرعة التلقيم وإعدادات الجهد التي قد تكون مطلوبة.

هل تعلم؟

يعمل الغلاف كحاجز بين قوس اللحام والهواء المحيط. فهو يمنع الهواء من ملامسة القوس، مما قد يتسبب في الأكسدة وإدخال الشوائب في درزة اللحام. يعمل غاز الحجب المتدفق عبر الغلاف على إزاحة الهواء المحيط، مما يشكل بيئة محكومة لعملية اللحام. يساعد الغلاف أيضًا على تقليل الترشاش وأبخرة اللحام.

الجدول 11.5 مثال على إعدادات سرعة التلقيم والجهد للحام MIG

حجم السلك	الغاز	سُمك المعدن					
		1/32“ 1.0 مم	1/18“ 1.2 مم	1/16“ 1.6 مم	7/64“ 2.6 مم	1/8“ 3.2 مم	1/4“ 6.4 مم
0.6 مم	75٪ أرجون 25٪ ثاني أكسيد الكربون	50 مم/ثانية 15 فولت	60 مم/ثانية 16 فولت	80 مم/ثانية 16 فولت	140 مم/ثانية 18 فولت		
	100٪ ثاني أكسيد الكربون	50 مم/ثانية 18 فولت	60 مم/ثانية 19 فولت	80 مم/ثانية 19 فولت	140 مم/ثانية 20 فولت		
0.8 مم	75٪ أرجون 25٪ ثاني أكسيد الكربون	34 مم/ثانية 15 فولت	38 مم/ثانية 16 فولت	55 مم/ثانية 16 فولت	100 مم/ثانية 18 فولت	120 مم/ثانية 19 فولت	
	100٪ ثاني أكسيد الكربون	34 مم/ثانية 18 فولت	38 مم/ثانية 19 فولت	55 مم/ثانية 19 فولت	100 مم/ثانية 21 فولت	120 مم/ثانية 22 فولت	
0.9 مم	75٪ أرجون 25٪ ثاني أكسيد الكربون		38 مم/ثانية 16 فولت	50 مم/ثانية 16 فولت	85 مم/ثانية 17 فولت	100 مم/ثانية 18 فولت	135 مم/ثانية 19 فولت
	100٪ ثاني أكسيد الكربون		38 مم/ثانية 19 فولت	50 مم/ثانية 19 فولت	85 مم/ثانية 20 فولت	100 مم/ثانية 21 فولت	135 مم/ثانية 22 فولت
1.2 مم	75٪ أرجون 25٪ ثاني أكسيد الكربون		34 مم/ثانية 16 فولت	42 مم/ثانية 16 فولت	60 مم/ثانية 18 فولت	68 مم/ثانية 19 فولت	85 مم/ثانية 20 فولت
	100٪ ثاني أكسيد الكربون		34 مم/ثانية 19 فولت	42 مم/ثانية 19 فولت	60 مم/ثانية 21 فولت	68 مم/ثانية 22 فولت	85 مم/ثانية 23 فولت

النشاط

من المهم أن تفهم كيف يمكن ضبط الإعدادات المحددة باستخدام أدوات التحكم في ماكينة لحام MIG لديك وأسطوانة غاز الحجب. اكتب إجراءً مفصلاً لإعداد أدوات التحكم في ماكينة لحام MIG وأسطوانة غاز الحجب. ستحتاج إلى أن تضيف إلى الخطوات تفاصيل حول:

- معدل تدفق غاز الحجب
- سرعة سلك لحام الإلكترود
- الأمبير
- الجهد

قد ترغب في عمل رسم تخطيطي لأدوات التحكم في ماكينة لحام MIG ومنظم الغاز على أسطوانة غاز الحجب.

معدات الحماية الشخصية

يتضمن اللحام العمل باستخدام درجات حرارة عالية وضوء ساطع وشرر والتعرض المحتمل للأدخنة والأجسام الضارة. يجب اتخاذ خطوات قبل البدء في اللحام لحماية نفسك. من المهم جدًا تخطيط المعدات التي ستستخدمها شخصيًا لحماية نفسك أثناء اللحام.

الشكل 11.27 ارتدِ دائمًا ملابس و اقية قبل البدء في اللحام.

توفر أقنعة أو خوذات اللحام الحماية لوجهك وعيناك ورقبتك من ضوء القوس الشديد والأشعة فوق البنفسجية والشرر. وهي تشمل عدسات خاصة تسمح لك برؤية عملك بوضوح دون التعرض لإصابات العين. غالبًا ما تحتوي الخوذات الحديثة على عدسات ذات تعتيم تلقائي تصبح داكنة بمجرد إشعال قوس اللحام، وتوفر رؤية طبيعية عند عدم اللحام.

تحتوي خوذات اللحام ذات الطراز القديم على عدسات مصنفة برقم تظليل للاستخدام مع أمبيرات مختلفة لمعدات اللحام. على سبيل المثال، يمكن استخدام تظليل اللحام رقم 10 مع قدرة أمبير تتراوح بين 100 و180 أمبير.

قفازات اللحام هي قفازات مقاومة للحرارة تحمي يديك من درجات الحرارة العالية والشرر والمعادن المنصهرة. وغالبًا ما تكون مصنوعة من الجلد ومواد أخرى مقاومة للحريق.

الشكل 11.28 خوذة لحام مزودة بعدسة تعتيم تلقائي.

الشكل 11.29 قفازات اللحام

سترات اللحام مصنوعة من مواد مقاومة للهب وتوفر الحماية للجزء العلوي من الجسم والذراعين والرقبة من الشرر والحرارة والحروق المحتملة. غالبًا ما تكون سترات اللحام مصنوعة من الجلد.

الشكل 11.30 يوفر مئزر اللحام حماية إضافية للجزء الأمامي من جسمك وساقيك.

الشكل 11.31 عادة ما يكون الجزء العلوي من الأحذية ناعمًا بحيث لا يمكن حبس الشرر.

وعادةً ما تحتوي أحذية اللحام على غطاء فولاذي أمامي ونعل أوسط لحماية قدميك من الأجسام المتساقطة. عادةً ما تكون مصنوعة من مواد مقاومة للحريق لحماية قدميك من الشرر والمعادن الساخنة.

بالإضافة إلى خوذة اللحام، يمكن أن توفر نظارات السلامة أو النظارات الواقية حماية إضافية للعين من الحطام المتطاير والشرر.

مصادر المعلومات

الشكل 11.32 تحديد ما يجب لحامه

تتلقى غالبًا في مكان العمل معلومات حول ما يجب لحامه إما في شكل تعليمات مهمة لحام أو رسم هندسي. وقد تحصل عليها في نسخة رقمية أو ورقية.

توضح لك تعليمات مهمة اللحام كيفية أداء مهمة اللحام، مع الالتزام بسياسات السلامة لإنتاج لحام عالي الجودة. وتتضمن وصفًا لمهمة اللحام المراد إكمالها وتوفر معلومات عن معدات اللحام التي سيتم استخدامها والمواد ومعايير اللحام المحددة. غالبًا ما تتضمن تعليمات مهمة اللحام رسمًا صغيرًا للحام، إلى جانب تفاصيل جودة اللحام المقبولة، من حيث الاختراق والمظهر. قد يتم إعطاء تعليمات حول كيفية تنظيف اللحام وإعداده بعد كل تمريرة لحام. راجع مثال ورقة تعليمات مهمة اللحام الموضح في الجدول 11.6.

النشاط

إن وضع تعليمات واضحة حول ماهية اللحام الذي يجب القيام به أمرًا مهمًا، لا سيما عند العمل في ورشة لحام كبيرة حيث قد يتم إجراء الكثير من أنشطة اللحام في أي وقت. من المهم أن تكون قادرًا على قراءة وفهم تعليمات مهمة اللحام. لمساعدتك على تطوير مهاراتك في هذا الجانب، جرب إكمال تعليمات مهمة اللحام الخاصة بك. حدد عملية لحام متاحة في ورشة اللحام وأكمل ورقة تعليمات العمل الخاصة بلحام تراكبي 6 مم بين لوحين من الصلب منخفض الكربون مقاس 10 مم عند 90 درجة.

لمرافقة تعليمات مهمة اللحام، قد تتلقى أيضًا تعليمات السلامة وورقة سجل إجراءات اللحام.

ورقة سجل إجراءات اللحام، والمعروفة أيضًا باسم ورقة مواصفات إجراءات اللحام، هي وثيقة تستخدم لتحديد التفاصيل المحددة لإجراء اللحام. وهي بمثابة مرجع موحد لفني اللحام، لضمان إجراء اللحامات باستمرار. تحتوي ورقة سجل إجراءات اللحام على بعض المعلومات القياسية.

الجدول 11.6 ورقة سجل إجراءات اللحام

الموقع	ورشة التصنيع
رقم إجراء اللحام	*رقم فريد لإجراء اللحام على سبيل المثال* M-F-Tk33
الشركة المُصنعة	بيرسون انجينيرنج
عملية اللحام	لحام بالغاز الخامل المعدني (MIG)
نوع اللحام	تقابلي
التعيين المعدني الأصلي	*درجة وسمك المعدن الأساسي - يشير هذا القسم غالبًا إلى المعايير المعدنية*
وضع اللحام	عمودي لأعلى

تعليمات السلامة هي قواعد مصممة لضمان سلامتك أثناء اللحام. وسوف تشمل جوانب مثل احتياطات وإجراءات السلامة من الحرائق لورشة اللحام الخاصة بك، مثل موقع مخارج الحريق وطفايات الحريق. وقد تحتوي على معلومات محددة حول ما يجب القيام به في حالات الطوارئ، مثل خطط الإخلاء لورشة اللحام واسم المسعف وكيفية الاستجابة في حالة وقوع حادث أو إصابة. وستبلغك بمعدات الحماية الشخصية التي يجب عليك ارتدائها أثناء اللحام واستخدام أي معدات أخرى لحماية الآخرين. على سبيل المثال، قد يُطلب منك استخدام ستارة أو واقي لحام لحماية العمال الآخرين من الضوء الشديد والشرر والحرارة المتولدة أثناء عملية اللحام. يمكن أيضًا تقديم إرشادات حول إجراءات السلامة الكهربائية، مثل موقع مفتاح قطع التيار في حالات الطوارئ.

يعتبر اللحام نشاطًا خطيرًا ينطوي على العمل باستخدام الحرارة الشديدة والكهرباء. يمكن أن يُرفق تقييم المخاطر بتعليمات السلامة. سيحدد تقييم المخاطر مخاطر اللحام المحددة مثل الحرارة والانفجار والنار والشرر والأدخنة، ويحدد من قد يكون معرضًا لخطر التعرض للأذى. سيتضمن تقييم المخاطر تدابير التحكم لحمايتك أو حماية أي شخص في محيطك عند اللحام.

هل تعلم؟

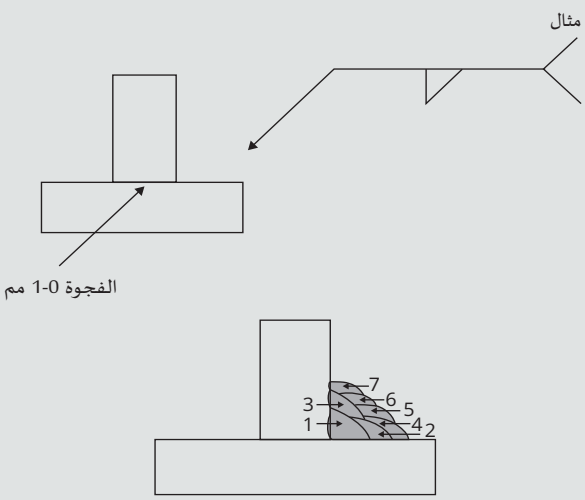
تمتلك هيئة الصحة والسلامة في المملكة المتحدة (HSE) موقعًا إلكترونيًا، يوجد عليه نموذج لتقييم المخاطر وأمثلة لتقييمات المخاطر المكتملة.

يتم وضع إجراءات التشغيل الآمنة عادةً من خلال تقييم المخاطر. حيث يحدد هذا التقييم الإجراءات خطوة بخطوة لأداء مهمة اللحام بأمان.

مواضيع ذات صلة

في الوحدة 1: من خلال العمل بأمان وفعالية في الهندسة، ستتعلم المزيد عن العمل بأمان في بيئة ورشة العمل.

الجدول 11.7 تعليمات مهمة اللحام

الوصف الوظيفي	
عملية اللحام (*MIG* أو *MMA*)	**مخطط اللحام** (تهيئة الوصلة وتسلسل التمريرات) مثال 
نوع غاز الحجب	
الوضع (أفقي، مسطح، عمودي)	
نوع الوصلة	
الاختراق	
قائمة المعدات	
إجراء تنظيف اللحام	
مادة المعدن الأساسي	
مادة حشو اللحام	
معلمات اللحام	

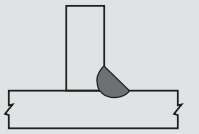
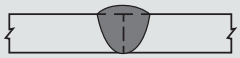
السُمك	حجم اللحام	الطبقة	رقم التمريرة	قُطر سلك الإلكترود	معدل تلقيم الأسلاك	التيار	الجهد الكهربائي	قطبية التيار	سرعة اللحام	معدل تدفق الغاز
إجراء تنظيف اللحام										
إجراء تنظيف اللحام										

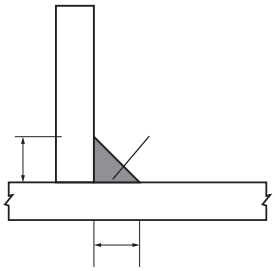
فحوصات جودة اللحام (الفحص البصري والاختبار غير الإتلافي)	**تعليقات فني اللحام**
	حالة المو افقة على اللحام / **التاريخ**

ستوضح الرسومات الهندسية بالتفصيل نوع اللحام وموقعه على قطعة العمل. يوجد العديد من أنواع اللحام، ولكنك ستدرس في هذا الفصل اللحام التراكبي واللحام التقابلي والنقطي.

اللحام التراكبي

يُستخدم اللحام التراكبي عمومًا لربط قطع **الصفائح المعدنية المتعامدة مع** بعضها (مثل تلك التي تشكل حرف "L" أو "T") أو بزاوية. يمكنك التعرف على اللحام التراكبي من خلال شكله التقاطعي الثلاثي. يتم تحديد حجم اللحام التراكبي بطول ساقه. طول الساق هو المسافة من تقاطع الوصلة إلى الحافة الخارجية للحام.

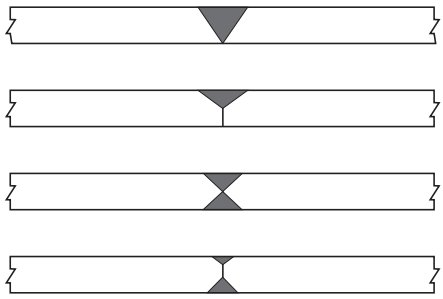
الاسم	لحام	الرمز
تراكبي		
الاسم	**لحام**	**الرمز**
لحام تقابلي مربع		



الشكل 11.33 تظهر اللحامات على الرسومات الهندسية باستخدام الرموز. يتم إعطاء رموز اللحامات التراكبية والتقابلية.

اللحام التقابلي

تربط اللحامات التقابلية (التناكبية) قطعتين من المواد من طرف إلى طرف، دون أي تداخل. وتمثل المحاذاة الصحيحة لحواف القطعتين أهمية كبرى لتحقيق لحام قوي وموحد. يمكن تحضير حواف الصفيحة الفولاذية قبل اللحام عن طريق كشط الحواف أو شطبها لتوفير مساحة لمادة اللحام. يمكن أن تكون وصلات اللحام التقابلي أحادية الجانب أو مزدوجة الجوانب. في الوصلة أحادية الجانب، يتم اللحام من جانب واحد فقط من الوصلة. في الوصلة مزدوجة الجانب، يتم إجراء اللحام على كلا الجانبين.



الشكل 11.34 هناك أنواع مختلفة من الاختراق في اللحامات التقابلية.

المصطلحات الرئيسية

صفيحة معدنية: المصطلح المستخدم لوصف صفيحة معدنية أكثر سمكًا من 6 مم. يمكن تحضير الصفيحة المعدنية لتكون ذات حواف مختلفة الشكل مثل المربع أو المائل أو المشطوب.

عمودي: بزاوية 90 درجة على سطح الصفيحة.

كمرة الجسر: هي كمرة دعم تقع على امتداد سطح الجسر، وهو جزء الجسر الذي ستقود عليه سيارتك.

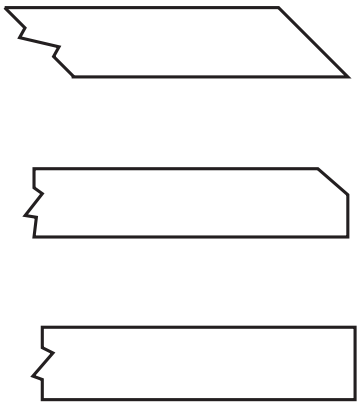
طوليًا: يعني أن اللحام سوف يعمل بالطول على طول الأنبوب.

اللحام النقطي

اللحام النقطي عبارة عن لحام صغير مؤقت يستخدم لتثبيت قطعتين أو أكثر من المعدن في محاذاة مناسبة قبل بدء اللحام النهائي. سيتم إنشاء اللحامات النقطية الصغيرة في نقاط على طول الوصلة لمنع تغيير أو اختلال المعدن الأساسي أثناء عملية اللحام. ويمكنك اعتبارها كمشابك ورقية لمجال اللحام!

الشكل 11.35 نقاط صغيرة من اللحام "النقطي" تُثبت الأجزاء المعدنية معًا قبل اللحام.

الشكل 11.37 تستخدم هذه اللحامات لتشكيل العديد من الأنواع المختلفة من الوصلات الملحومة.



الشكل 11.36 تساعد الأنواع المختلفة من الحواف للصفائح المعدنية على توفير مساحة لمادة اللحام.

أشكال المواد

يمكن أيضًا استخدام اللحامات لإنشاء أقسام عادة ما تكون على شكل "I" أو "H" للاستخدام. عندما تكون مصنوعة من صفائح ملحومة، يُشار إليها باسم عوارض الصفائح. أخيرًا، يمكن تشكيل ولحام الصفائح المعدنية التي يصل سمكها إلى نحو 40 مم إما بالطول أو بشكل حلزوني لتشكيل أنبوب أو ماسورة.

النشاط

كما رأينا، تتميز اللحامات بأشكال مختلفة. على سبيل المثال، سيبدو اللحام التقابلي مختلفًا قليلاً عند إنتاجه بين قطعتين من الصفائح المعدنية ذات الحواف المربعة أو المشطوفة أو المكشوطة. لمساعدتك على تذكر كيفية تشكيل هذه اللحامات والتدرب على قراءة المزيد من تعليمات مهمة اللحام، أكمل النشاطين أدناه:

1 ارسم مخططًا للحام التقابلي لقطعة من صفيحة فولاذية مشطوفة ومكشوطة.

2 بالنظر إلى سهم اللحام التراكبي المضمن كمثال في الجدول 11.7، ما هو جانب الحرف "T" العكسي المطلوب للحام التراكبي؟

العمل على نحو آمن

نحن نعلم بالفعل أن اللحام مهنة خطيرة. فلنأخذ بعض الوقت في النظر إلى الأخطار والمخاطر المحددة.

الشكل 11.38 إجراء لحام MMA على أنبوب فولاذي. ما هي فكرتك الأولى حول مخاطر العمل باستخدام معدات لحام MMA؟

ينطوي اللحام على عدد من الأخطار التي من المحتمل أن تشكل خطرًا عليك وعلى من يعملون معك عن قُرب أثناء اللحام. أفضل طريقة لتجنب الأخطار والمخاطر، هي تجنب القيام بنشاط خطير. ولكن بافتراض أنك بحاجة إلى اللحام، يوضح الجدول 11.8 بعض أخطار اللحام الشائعة وتدابير التحكم المرتبطة بها.

بدء النشاط

قم بإعادة النظر في ما تعلمته في الوحدة 1: العمل بأمان وفاعلية في الهندسة

1 ما الفرق بين الخطر والمخاطرة؟

2 ما هي الخطوات المطلوبة لإكمال تقييم المخاطر؟

الجدول 11.8 أخطار اللحام الشائعة وتدابير التحكم

الخطر	تدابير التحكم
صدمة كهربائية من إلكترود اللحام المباشر المكشوف أثناء اللحام أو من أسلاك المعدات المعيبة.	• تأكد من التأريض المناسب لماكينات اللحام وتركيب قاطع الدائرة، والذي سيغلق الطاقة الكهربائية في حالة حدوث عطل. • افحص كابلات ومقابس اللحام بحثًا عن التلف قبل الاستخدام واستبدلها في حالة تلفها. • استخدم القفازات الجافة ولا تقم باللحام في الظروف الرطبة.
يمكن أن تؤدي الشرارات الناتجة عن المعادن الساخنة أو الترشاش الناتج عن عملية اللحام إلى إشعال المواد والغازات القابلة للاشتعال.	• تأكد من أن منطقة العمل نظيفة ومرتبة وخالية من أي مواد قابلة للاشتعال. • استخدم واقي حجب لحام لاحتواء الشرر. • جهز طفاية حريق واجعلها متاحة بسهولة.
تنبعث الأشعة فوق البنفسجية (UV) من قوس اللحام ويمكن أن تسبب حروق الجلد وسرطان الجلد وتلف العين.	• ارتدِ خوذة لحام ذات عدسات مظللة لحماية عينيك ووجهك. • ارتدِ ملابس مقاومة للهب مثل سترة اللحام والمئزر.
تتولد الأدخنة أثناء اللحام، والتي تحتوي على غازات ضارة وأكاسيد معدنية يمكن أن تسبب مشاكل في التنفس.	• اعمل في منطقة جيدة التهوية أو استخدم نظام استخراج الدخان. • ارتدِ واقيًا للتنفس، مثل ماسك أو قناع تنفس.
غازات الحجب مثل ثاني أكسيد الكربون والأرجون المستخدمة في اللحام عديمة اللون والرائحة، ولكنها يمكن أن تسبب فقدان الوعي أو الموت بسبب الاختناق إذا تراكمت في منطقة ما بسبب تسرب خرطوم الغاز أو نقص التهوية.	• افحص خراطيم الغاز قبل اللحام واستبدلها في حالة تلفها. • اعمل في منطقة جيدة التهوية.
يمكن أن تؤدي الضوضاء الصادرة عن معدات اللحام واستخدام الجلاخات أو مطارق الكشط لإعداد أسطح اللحام إلى إلحاق الضرر بالسمع.	• استخدم حواجز مصنوعة من مواد تمتص الصوت لتقليل مستويات الضوضاء. • ارتدِ واقيًا للسمع مثل سدادات الأذن وغطاء الأذن.
من الممكن حدوث الحرارة والحروق لأن اللحام ينتج درجات حرارة عالية وتناثر. يمكن أن يؤدي العمل في بيئة حارة لفترة طويلة أيضًا إلى الإرهاق الحراري.	• ارتدِ الملابس والقفازات والأحذية المقاومة للحرارة. • حافظ على وضعية عمل جيدة لتجنب ملامسة المواد الساخنة.
يمكن أن تحدث مخاطر الانزلاق بسبب كابلات اللحام المتشابكة.	• حافظ على مناطق العمل نظيفة ومرتبة. • ضع جميع الأدوات بعيدًا بعد الاستخدام. • تأكد من أن الكابلات منظمة وخالية من العقد.
يمكن أن تنشأ مشاكل العضلات والعظام في الظهر والساقين أو المفاصل الأخرى نتيجة رفع الأشياء الثقيلة بشكل متكرر مثل أسطوانات غاز الحجب.	• قم بتخطيط عمليات رفع الأشياء الثقيلة باستخدام الوسائل الميكانيكية مثل عربات الدُلية ورافعات البالتات. • حافظ على الوضع الصحيح عند الرفع: اثن ركبتيك وحافظ على استقامة ظهرك.

هل تعلم؟

تُستخدم مصطلحات "العين القوسية" أو "عين اللحّام" أو "فلاش القوس" لوصف التهاب الجزء الأمامي من العين نتيجة التعرض للضوء الشديد لقوس اللحام الكهربائي.

بعد الانتهاء من تقييم المخاطر، من المعتاد إعداد إجراء تشغيل آمن لنشاط العمل. إجراء العمل الآمن هو مستند مكتوب يحدد الإرشادات التفصيلية لأداء مهمة اللحام بطريقة آمنة. وسيتضمن إجراء العمل الآمن تدابير التحكم التي حددتها في تقييم المخاطر الذي أجريته.

المصطلحات الرئيسية

واقيات حجب اللحام: مصنوعة من مواد ملونة أو غير شفافة مقاومة للحريق تمنع أو تمتص الضوء فوق البنفسجي الضار المنبعث أثناء اللحام.

قناع التنفس: جهاز يوضع على فمك وأنفك أو وجهك بالكامل لمنع استنشاق الغبار أو الدخان أو الأبخرة.

الخطر	المخاطر المرتبطة	الأشخاص المعرضون للخطر	الخطورة (S) (1 ضئيلة إلى 5 كارثية)	احتمالية الحدوث (1) (L نادر إلى 5 شبه مؤكد)	تصنيف المخاطر الأولي (S x L)	تدابير التحكم المقترحة	احتمالية الحدوث المحدثة (1) (U نادر إلى 5 شبه مؤكد)	تصنيف المخاطر النهائي (S x U)
الشرر الساخن من معدات اللحام	اندلاع الحريق	عمال في ورشة لحام	5	3	5 ;1	ضع طفاية حريق وبطانية حريق في مكان يسهل الوصول إليه	1	5

النشاط

من المهم حقًا فهم جميع الأخطار والمخاطر عند إجراء اللحام. المستند المستخدم للإبلاغ عن الأخطار والمخاطر هو تقييم *المخاطر*. لتصبح أكثر دراية بتقييم المخاطر، قم بإعداد تقييم مخاطر الصحة والسلامة لإجراء اللحام بالقوس المعدني اليدوي في ورشة اللحام الخاصة بك. يمكنك استخدام النموذج أدناه لمساعدتك.

مراجعة ما تعلمته

راجع ما تعلمته في هذا القسم من خلال الإجابة على الأسئلة التالية.

1 ما هي المواد الاستهلاكية التي يجب شرائها لمسدس لحام MIG؟

2 ما هو الإلكترود؟ ما الأنواع المختلفة من أسلاك الإلكترود المستخدمة في اللحام؟

3 ما مصادر المعلومات التي تريدها قبل البدء في اللحام؟

4 ما الأدوات المطلوبة لتنظيف الخبث من تمريرة اللحام؟

هدف التعلم (ب): تنفيذ عمليات اللحام بأمان

بدء النشاط

من المهم إجراء تنظيم وتنظيف جيد عند اللحام لتقليل الأخطاروالمخاطرات. هذا يعني الحفاظ على منطقة عمل نظيفة ومرتبة.

الآن بعد أن عرفت كيفية تخطيط وإعداد معدات لحام MMA و MIG بأمان، سنتناول الآن كيفية اللحام باستخدام هاتين التقنيتين.

السلامة

حافظ على منطقة عمل نظيفة ومرتبة

للحفاظ على منطقة عمل نظيفة ومرتبة، من المهم أن تعيد جميع أدواتك إلى التخزين بعد الانتهاء من استخدامها.

الشكل 11.39 قم بتخزين الأدوات التي لا تستخدمها بأمان بعيدًا عن أنشطة اللحام الرئيسية.

يجب أن تبقى ورشة اللحام خالية من جميع المواد والغازات والسوائل القابلة للاشتعال. تخلص من النفايات مثل العبوات والتغليف والخبث والخردة المعدنية في صناديق النفايات أو إعادة التدوير المزودة بغطاء آمن. يجب تخزين الغازات والسوائل القابلة للاشتعال في خزانة معدنية مقاومة للحريق بعيدًا عن أنشطة اللحام.

الشكل 11.40 قم بتخزين الغازات والسوائل القابلة للاشتعال بأمان بعيدًا عن المناطق التي يتم فيها اللحام الساخن.

التدابير والإجراءات المتبعة في حالة اندلاع حريق

ستحتاج إلى توافر طفاية حريق بالقرب منك، حيث يوجد الكثير من الشرر الساخن والترشاش باللحام، مما يشكل خطرًا حقيقيًا لاندلاع الحريق. استخدم واقيات حجب اللحام المقاومة للحريق حول المنطقة التي تقوم فيها باللحام لمنع تسرب الشرر والمعادن الساخنة. كن على دراية بموقع نقاط تشغيل إنذار الحريق ومسالك الهروب.

الشكل 11.41 تعرف على استخدام أنواع مختلفة من طفايات الحريق. ما اللون المستخدم على أي نوع من الحريق؟

حافظ على انتباهك ويقظتك أثناء اللحام. انتبه إلى أي روائح أو أصوات غير عادية. تحقق من هذه الأمور لأنها قد تكون حريقًا أو شيئًا ما بدأ في الاشتعال. عندما تأخذ استراحة من اللحام أو تُنهي اللحام، تأكد من إيقاف تشغيل جميع معدات اللحام بالكامل للمساعدة في تقليل مخاطر الحريق.

فحوصات حالة ما قبل العمل

لا تبدأ اللحام حتى تفحص وتقتنع بحالة معدات اللحام الجيدة. افحص خراطيم الغاز بحثًا عن علامات التلف أو التآكل أو الاحتراق. يمكن فحص خراطيم الغاز الموجودة على أسطوانات الغاز بحثًا عن التسربات عن طريق رش الخراطيم والتجهيزات والصمامات بسائل صابوني خفيف والبحث عن الفقاعات والاستماع إليها. افحص الكابلات الكهربائية بحثًا عن مكامن الخلل والعقد والتمزق. تحقق من عدم وجود تلف في المقابس أو ماسكات الإلكترود. استبدل، ولا تستخدم، أي خراطيم وكابلات ومقابس وماسكات قضبان إلكترود تالفة.

الشكل 11.42 تعرف على إجراءات ورشة اللحام لتشغيل الإنذار عند اكتشاف حريق.

مواضيع ذات صلة

في الوحدة 1: من خلال العمل بأمان وفعالية في الهندسة، ستتعلم المزيد عن الإجراءات التي يجب اتباعها في حالة نشوب حريق.

تأكد من أن رأس التلامس في مسدس لحام MIG ليس مهترئًا أو متسخًا وأنه لم يصبح مستطيلًا عند الفتحة. إذا لزم الأمر، استبدل رأس التلامس.

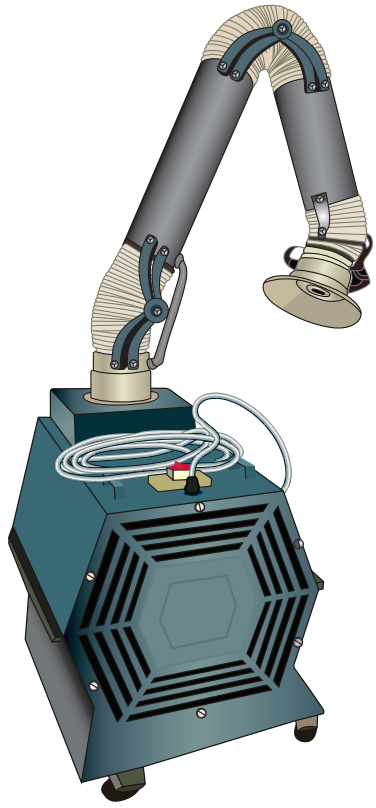
النشاط

قبل البدء في اللحام، من المهم أن نفهم كيف يبدو خرطوم الغاز المهترئ أو البالي؟ استخدم الإنترنت لإكمال بعض الأبحاث واكتشف ما إذا كان بإمكانك العثور على بعض الصور لمساعدتك في التعرف على تلف الخرطوم. ماذا يجب أن تفعل إذا حددت تلف خرطوم متصل بأسطوانة غاز الحجب؟ إذا كنت ستستخدم خرطومًا تالفًا عن طريق الخطأ عند اللحام، فما الذي تعتقد أنه قد يحدث؟ تذكر أنه ليس فقط خرطوم الغاز الذي يجب عليك فحصه قبل اللحام. تعرف جيدًا على شكل معدات اللحام التي يتم صيانتها جيدًا، وستتمكن من اكتشاف العناصر التالفة أو البالية.

استخدام تهوية العادم الموضعية

لا تبدأ اللحام حتى تقتنع بالتهوية الكافية في منطقة عملك. يمكن توفير التهوية من خلال وجود باب ورشة عمل كبير مفتوح أو عن طريق نظام استخراج العادم الموضعي. يشبه استخراج العادم الموضعي المكنسة الكهربائية: فهي تجمع الأبخرة ثم تنفخها من خلال فلتر لتنظيفها. يتم تثبيت الشفاط في نهاية ذراع مرن وقابل للتعديل، والذي يمكن وضعه بجوار قطعة العمل التي تقوم بلحامها.

بالإضافة إلى استخدام نظام استخراج العادم الموضعي، قد تحتاج أيضًا إلى ارتداء قناع للوجه. يمكن اختيار الأقنعة للحماية من الغبار، أو كقناع تنفس بخراطيش تحتوي على فلاتر للحماية من أدخنة معينة. يمكنك الحصول على خراطيش مختلفة لتتناسب مع نوع الخطر الخاص بمشروع اللحام الذي تعمل عليه. على سبيل المثال، ينتج عن لحام الألومنيوم بمسدس لحام MIG أدخنة تحتوي على أكسيد المغنيسيوم وأكسيد الألومنيوم، المعروف أنهما مهيجات للرئة.



الشكل 11.43 يمكن أن يكون نظام استخراج دخان اللحام الموضعي محمولًا.

النشاط

يتضمن اللحام استخدام حرارة شديدة لتشكيل درزة لحام. كجزء من عملية اللحام، تصبح الصفائح المعدنية التي يتم وصلها ساخنة جدًا ويمكن أن تطلق أدخنة. يعتمد نوع الأدخنة المنتجة على نوع المعدن الذي يتم لحامه. تحقق من نوع الأدخنة الناتجة عن معادن اللحام، مثل الفولاذ المقاوم للصدأ والفولاذ الطري والخلائط المختلفة. يجب أن تصف كيف يمكن أن تكون الأدخنة خطرة وكيف يمكنك حماية نفسك أثناء اللحام.

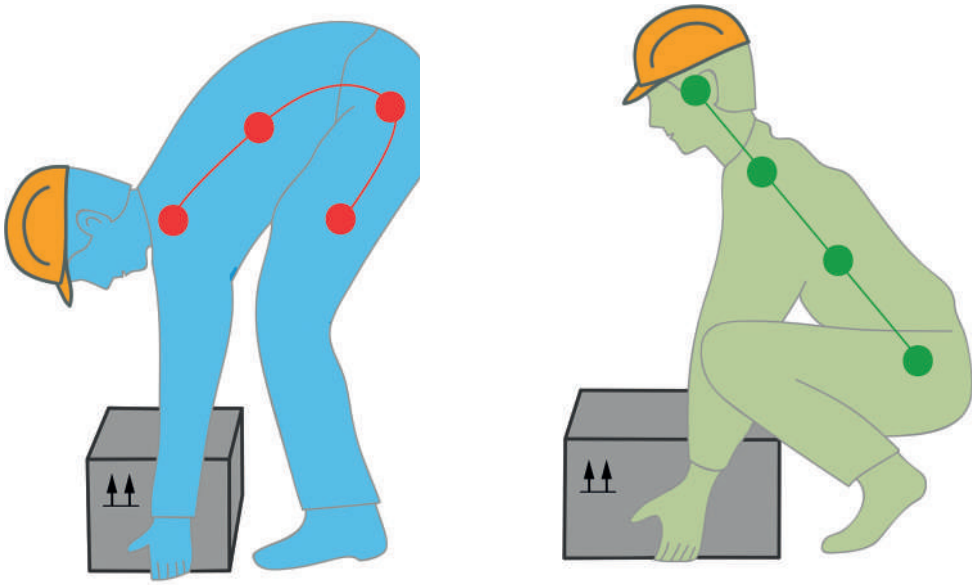
الشكل 11.44 يمكن تغيير خراطيش قناع التنفس للحماية من أنواع مختلفة من الأدخنة.

في نهاية عملية اللحام، قم بتنظيف جميع الأدوات والمعدات وفحصها بحثًا عن أي ضرر قد يحدث. يجب استبدال عناصر اللحام التالفة.

المناولة اليدوية

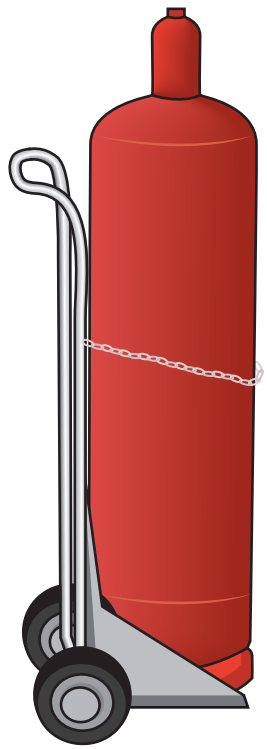
يمكن أن تكون بعض المعدات في ورشة اللحام ثقيلة، مثل أسطوانات الغاز. لا تحاول رفع أي شيء لا يمكنك التعامل معه بسهولة، واستخدم دائمًا وضعية الرفع الجيدة. يجب ألا ترفع أي شيء أبدًا فوق ارتفاع كتفك. لرفع شيء ما بأمان، يجب عليك الحفاظ على ثبات قدميك، وإمساكه بقوة والتأكد من إبقاء أي وزن بالقرب من جسمك. عند التقاط شيء ما، من المهم

أن تبقي ظهرك مستقيمًا وأن تثني ركبتيك. حاول الرفع بسلاسة قدر الإمكان. بالنسبة للعناصر الأكبر والأثقل مثل أسطوانات الغاز أو الصفائح المعدنية، ستحتاج إلى مساعدة ميكانيكية. يجب نقل الصفائح المعدنية على منصة نقالة باستخدام رافعة طويلة أو رافعة شوكية.



الشكل 11.45 لا تدفع الأشياء أو تنتزع شيئًا تحمله لأن ذلك قد يجعل من الصعب الحفاظ على السيطرة ويمكن أن يزيد من خطر الإصابة.

الشكل 11.46 حتى الصفائح المعدنية الرقيقة يمكن أن تكون ثقيلة جدًا ويصعب تحريكها. استخدم دائمًا المعدات الميكانيكية لعدم إيذاء ظهرك، ولا تحاول أبدًا رفع الصفائح المعدنية الكبيرة بمفردها. ارتدِ القفازات، حيث إنه عند رفع الصفائح المعدنية هناك احتمال حدوث جروح.



الشكل 11.47 تذكر ألا تسحب أسطوانة الغاز مطلقًا؛ فالدفع يمنحك تحكمًا أفضل في العربة ويساعد على منع سقوطها.

مواضيع ذات صلة

في الوحدة 1: العمل بأمان وفعالية في الهندسة، ستتعلم كيفية التعامل مع المواد الكيميائية الضارة مثل حمض الفوسفوريك ومسؤولياتك على النحو المذكور في لوائح السلامة المحلية والدولية. سوف تتعلم أيضًا كيفية استخدام أوراق بيانات السلامة.

أفضل ممارسة

تحريك أسطوانة الغاز بأمان.

- قبل نقل أسطوانة الغاز، يجب التأكد من إزالة المنظم وإغلاق الأسطوانة وتركيب غطاء حماية الصمام.
- يجب عليك ارتداء قفازات الأمان وأحذية الأمان (السيفتي) للحماية من سحق يديك أو قدميك نتيجة سقوط أسطوانة عن طريق الخطأ. تذكر أنه يجب ألا تحاول أبدًا الإمساك بأسطوانة أثناء سقوطها.
- ضع عربة أسطوانة الغاز بجوار أسطوانة الغاز المراد نقلها. قم بإمالة الأسطوانة للأمام بحيث تستقر على قاعدتها. ثم قم بتدوير الأسطوانة حول قاعدتها على العربة. قم بتثبيت الأسطوانة بالعربة باستخدام حزام أو سلسلة الربط. ادفع عربة أسطوانة الغاز إلى الموقع الجديد المطلوب.
- تذكر ألا تسحب العربة مطلقًا، فالدفع يمنحك تحكمًا أفضل في العربة ويساعد على منعها من السقوط.

تنفيذ الوصلات الملحومة

فحص المواد

قبل بدء اللحام، ستحتاج إلى إعداد المعدن الأساسي الذي ستعمل عليه. ويختلف مستوى الإعداد باختلاف أنواع معدات اللحام وأسلاك الإلكترود التي تخطط لاستخدامها. كدليل عام، يجب أن يكون المعدن غير ملوث بشكل مفرط. يمكن إزالة الصدأ والأوساخ من سطح المعدن باستخدام فرشاة سلكية أو جلاخة (صاروخ) زاوية. وبالنسبة للصدأ الذي يصعب إزالته باستخدام الأدوات، يمكن استخدام المحاليل الحمضية مثل حمض الفوسفوريك على سطح المعدن. يتسبب حمض الفوسفوريك في تآكل المعادن الحديدية والخلائط، ويذيب الصدأ لتوفير سطح معدني نظيف.

ويمكن إزالة الزيت والشحوم من المعدن الأساسي باستخدام مزيل الشحوم. حيث يمكن وضعه على سطح المعدن باستخدام قطعة قماش نظيفة ثم مسحه من على السطح. يعتبر مزيل الشحوم مادة كيميائية قوية ومن المهم أن تقرأ ورقة بيانات السلامة قبل الاستخدام. يجب توفير ورقة بيانات السلامة مع جميع المواد الكيميائية وشرح كيفية التعامل مع المواد الكيميائية واستخدامها.

وضع المواد وتثبيت العمل

بمجرد إعداد المعدن الأساسي الذي ستعمل عليه، ستحتاج إلى تثبيته بأمان للحام على سطح طاولة اللحام. يمكن استخدام مشبك C لتثبيت القطعة الرئيسية من المعدن الأساسي بشكل آمن في مكانها على طاولة العمل. ويفضل أن يتوفر لديك عدة أحجام مختلفة من المشابك بحيث يمكنك اختيار النوع الأكثر ملاءمة للمشروع الذي تعمل عليه. كقاعدة عامة، من المهم استخدام مشبكين لمنع المعدن الأساسي من الحركة أو الدوران. فمشبك واحد لا يكفي عمومًا للحفاظ على الإمساك بالقطعة وثباتها. لا تفرط في شد المشابك لأن ذلك قد يتسبب في تلفها ويجعل المشابك C تتآكل بشكل أسرع.

في حالة تلف معدن قطعة العمل الذي تعمل عليه بسهولة، قد ترغب في وضع بعض الحشو مثل قطعة صغيرة احتياطية من الخردة المعدنية بين فكي المشبك والمعدن الأساسي لمنع التآكل وترك العلامات غير المرغوب فيها. يستغرق ضبط أو تحرير المشبك C بعض الوقت، لذا استخدم مشابك مغناطيسية أو كماشة إطباق للقطع المعدنية التي يجب تثبيتها بزاوية وتعديلها بسرعة.

بمجرد الانتهاء من استخدام مشبك C، قم بإزالته وتنظيفه وتزييته برفق قبل تخزينه بعيدًا ليكون جاهزًا للاستخدام في المرة القادمة. وتأكد كذلك من تنظيف المشابك المغناطيسية وكماشة الإطباق عند الانتهاء من العمل، وأعِد تخزينها.

الدقة الموضعية

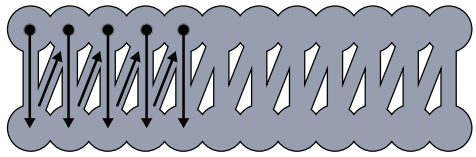
من الأفضل، إن أمكن، أن يتم لحام القطع المعدنية للعنصر الذي تصنعه بدون فجوات. يجب قَطع قِطع العمل بشكل مستقيم وجعل حوافها ناعمة. فالتوافق الجيد بين قطع العمل يؤدي إلى لحام أفضل. عندما تكون هناك فجوة بين قطعتين من المعدن الأساسي، فمن المحتمل أن يتم سحب الهواء من خلالها ودخوله إلى بؤرة اللحام الساخن، مما يتسبب في حدوث مسامية.

يحتوي القسم التالي على معلومات أكثر عن عيوب اللحامات.

تقنية اللحام بالقوس المعدني اليدوي (MMA)

لبدء اللحام، تحتاج إلى "إشعال قوس" أو التسبب في انتقال الكهرباء من الإلكترود إلى المعدن الأساسي. يمكنك القيام بذلك عند النقطة التي تريد بدء اللحام فيها. قم بخدش الإلكترود على سطح المعدن الأساسي كما لو كنت تشعل عود ثقاب لبدء القوس. ثم اسحب للخلف على الفور على السطح المعدني مسافة مساوية لقطر الإلكترود.

عند اللحام على سطح أفقي مسطح، أمسك الإلكترود بزاوية لا تزيد عن 5 إلى 15 درجة في الاتجاه الذي تريد اللحام فيه. ستظهر بؤرة من المعدن المنصهر (درزة اللحام) في قاعدة الإلكترود، ويجب عليك إدارة ذلك لتشكيل لحام جيد. حرّك الإلكترود من جانب إلى آخر عبر الوصلة بحركة تذبذب لوصل قطعتين من المعدن معًا.



الشكل 11.48 نمط تذبذب اللحام.

حرّك الإلكترود عبر منتصف الوصلة وتوقف مؤقتًا على كل جانب لتحقيق ارتباط جيد بالمعدن الأساسي. تذكر، لا تقم باللحام بسرعة كبيرة أو ببطء شديد. فعند اللحام ببطء شديد، سينتهي بك الأمر بلحام كبير جدًا وسريع جدًا وستكون درزة اللحام رقيقة جدًا.

النشاط

جزء من تقنية اللحام هو إتقان فن تحريك أو "تذبذب" سلك الإلكترود عبر الألواح المعدنية التي تقوم بوصلها لتشكيل درزة اللحام.

هناك عدد من حركات التذبذب المختلفة للحام. ركز على تعلم اثنين آخرين، من خلال دراسة وممارسة التذبذب المتدرج والمتعرج.

ما أنواع التطبيقات التي تُستخدم فيها أنماط اللحام هذه؟

مع اكتسابك كفاءة ومهارة في اللحام، ستتعلم أنماط التذبذب الأخرى.

نصائح

تذكر أنه يمكنك استخدام اللحام النقطي بمجرد وضع الصفائح المعدنية الأساسية للمساعدة في الحفاظ على جزء قطعة العمل في مكانه.

مواضيع ذات صلة

في الوحدة 14: تقنيات التصنيع، سوف تتعلم قطع وتشكيل المعادن.

المصطلحات الرئيسية

المسامية: تعني أن اللحام يحتوي على سلسلة من التجاويف الصغيرة أو الفراغات داخل معدن اللحام. وتحدث بسبب احتباس غازات مثل الهيدروجين أو النيتروجين أو الأكسجين في المعدن المنصهر أثناء اللحام. عندما يبرد اللحام، تشكل الغازات المحاصرة فقاعات أو فراغات، مما يؤدي إلى بنية مسامية قد تؤدي إلى إضعاف اللحام. تقلل اللحامات المسامية من القوة والمتانة مقارنة باللحام الصلب غير المسامي.

دراسة حالة

كان آدم يقوم باللحام باستخدام طريقة MMA. وقد طُلب منه عمل لحام تراكبي لربط الصفيحة الأساسية بعمود البوابة الجديد. لقد أشعل قوسًا لكنه كان يحصل على الكثير من الترشاش. توقف آدم عن اللحام وسأل عامل اللحام الأكثر خبرة، سارة، عن سبب المشكلة.

سألت سارة آدم عن الأصوات التي كان يسمعها عند اللحام.

قال آدم إنه كان يسمع صوت طقطقة، وفي بعض الأحيان، كان قوسه ينطفئ.

خلصت سارة إلى أن قوس آدم ربما كان طويلًا جدًا، وكان بحاجة إلى وضع إلكترود بنسة اللحام بالقرب من الصفيحة الأساسية لعمود البوابة. يجب ألا يزيد طول الإلكترود عن قطره بعيدًا عن الصفيحة.

بدأ آدم مرة أخرى، ممسكًا الإلكترود بالقرب من الصفيحة. هذه المرة التصق الإلكترود بسرعة بالصفيحة.

توقف آدم عن اللحام مرة أخرى وسأل سارة لماذا حدث هذا؟

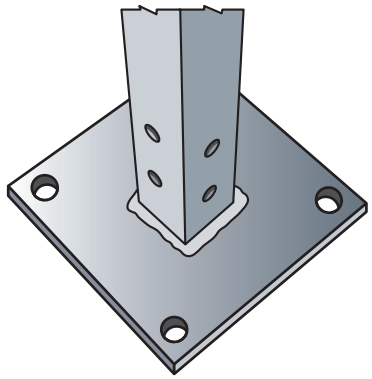
أخبرت سارة آدم أن شدة الأمبير قد تكون منخفضة جدًا بالنسبة للإلكترود الذي كان يستخدمه، أو أن معدنه الأساسي متسخ أو ملوث.

قام آدم بتنظيف الصفيحة الأساسية باستخدام فرشاة سلكية قبل بدء اللحام، ومن ثم قام بفحص متطلبات الأمبير للإلكترود، وقراءة البيانات على عبوة الشركة المصنعة. قام بضبط قدرة الأمبير بماكينة لحام MMA الخاصة به في الوسط بين نطاق الأمبير الموصى به وبدأ في اللحام مرة أخرى. ولم يواجه مشاكل هذه المرة. أمسك الإلكترود بزاوية ١٠ درجات، أي مسافة قطر الإلكترود فوق الصفيحة الأساسية، وشرع في اللحام حول البوابة. كما فعل، أصدر الإلكترود صوت قلي مستمر.

عندما تحدث إلى سارة لاحقًا، أوضحت له أن هذا هو الصوت الذي يمكن أن يتوقع سماعه عندما يتقن تقنية اللحام الصحيحة.

يعد لحام السطح العمودي أكثر صعوبة بعض الشيء. لذا يُفضل أن يكون لديك شيء يمكنك الاعتماد عليه للحفاظ على وضعية الجسم المتسقة والمستقرة أثناء اللحام. وفي حالة لم يكن ذلك متاحًا، فمن المفيد وضع كوعك بجانب جسمك للحفاظ على ثبات ذراعك قدر الإمكان. للحام على سطح عمودي، تحتاج إلى تثبيت الإلكترود مرة أخرى بزاوية 15 درجة. ابدأ من الجزء السفلي من الوصلة الرأسية التي تتطلب اللحام وأشعل قوسًا. قم بتحريك اللحام لأعلى من جانب إلى آخر عبر الوصلة بوتيرة تحافظ على حركة درزة اللحام بسرعة ثابتة. بمجرد الوصول إلى الجزء العلوي من الوصلة، قم بتدوير اللحام العمودي فوق نهاية الصفيحة حتى النهاية. يُفضل اللحام عموديًا لأعلى، نظرًا لأن اللحام عموديًا لأسفل يمثل خطرًا يتمثل في احتمال تدفق الخبث المنصهر والمعدن قبل درزة اللحام. لذلك يتطلب اللحام عموديًا لأسفل مزيدًا من الممارسة، كما أن تحقيق الوتيرة الصحيحة مهم جدًا.

عند اللحام على سطح أفقي، من المهم الحفاظ على قوس قصير عن طريق إبقاء الإلكترود على مسافة قصيرة من السطح الأفقي. يساعد استخدام قوس قصير على منع ترهل درزات اللحام المنصهرة. مرة أخرى، يمكن وضع الإلكترود بزاوية من 5 إلى 15 درجة في اتجاه اللحام. حاول أيضًا أن تبقي حركة التذبذب ضيقة للمساعدة في سلامة اللحام ومنع الترهل.



الشكل 11.49 لحام صفيحة قاعدية تراكبيًا بعمود بوابة

تذكر أنه يجب عليك تحديد الإلكترود الصحيح الذي يناسب وضعية اللحام سواء كان مسطحًا أو رأسيًا أو أفقيًا، وضبط الأمبير الصحيح بماكينة اللحام.

تقنية اللحام بالغاز الخامل المعدني

لحام MIG أسهل بشكل عام من لحام MMA. لإشعال القوس، عليك ببساطة سحب المُشغّل الموجود على مسدس لحام MIG. يمكنك بعد ذلك اتباع نفس الأساليب الموضحة أعلاه للحام في الاتجاه المسطح والعمودي والأفقي. عند استخدام نمط لحام MIG، هناك بعض الأشياء التي تحتاج إلى التحكم فيها من منظور تقني أثناء اللحام. الأول هو طول "البروز"، أو طول السلك الممتد من رأس التلامس بمسدس لحام MIG. ويعتبر الطول المثالي 6.5 مم ويجب الحفاظ عليه. ويساعدك استخدام يد لدعم اليد الأخرى التي تحمل مسدس لحام MIG أثناء اللحام. يساعد ذلك في الحفاظ على استواء المعصم ويمنع أي التواء، مما قد يؤدي إلى زيادة "البروز" والتسبب في مشاكل في جودة اللحام. يجب أن يكون مسدس لحام MIG مرة أخرى بزاوية تتراوح من 10 إلى 15 درجة في اتجاه اللحام، ومن المهم الحفاظ على وتيرة ثابتة.

دراسة حالة

عندما سمع آدم أن لحام MIG كان أسهل، قرر استخدام ماكينة لحام MIG لإكمال عمله. في محاولته الأولى للحام، كافح آدم للحصول على قوس ثابت عندما سحب المُشغّل بمسدس لحام MIG. كان معدل تلقيم الأسلاك غير متسق، على الرغم من أن آدم كان حريصًا على ضبطه بشكل صحيح في ماكينة لحام MIG. ثم تحول مسدس لحام MIG إلى اللون الأسود، وتوقف السلك عن التلقيم معًا. طلب آدم بعض النصائح من سارة؛ وهي عاملة لحام أكثر خبرة.

نظرت سارة إلى نهاية رأس التلامس الخاص بآدم وقالت "لقد تعرضت لارتداد احتراقي لأن رأس التلامس الخاص بك كبير جدًا بالنسبة للسلك الذي تستخدمه!"

استبدل آدم رأس التلامس الخاص به بآخر مناسب لقطر سلك اللحام الذي كان يستخدمه، لكنه لا يزال يواجه مشاكل. هذه المرة، كان رأس التلامس يزداد سخونة طوال الوقت، ووجد صعوبة في بدء إشعال القوس، على الرغم من أنه كان يسحب المُشغل بمسدس لحام MIG.

ألقت سارة نظرة وقالت: "الحجم المناسب، لكنك لم تربطه بشكل صحيح في المسدس وهذا يتسبب في ضعف نقل التيار." أعاد آدم ربط رأس التلامس بعناية ووجد أنه لم يواجه أي مشاكل أخرى.

تذكر أنه يجب عليك تحديد حجم السلك الصحيح لماكينة لحام MIG الخاصة بك، وإدارة معدل تلقيم الأسلاك ومعدل تدفق غاز الحجب والتيار للمشروع الذي تُنجزه.

بمجرد الانتهاء من اللحام، ستحتاج إلى إجراء بعض فحوصات التحقق من الجودة. ويناقشها القسم التالي.

أفضل ممارسة

كيف تحدد عدد تمريرات اللحام المراد إكمالها؟

هناك عدد من العوامل التي تؤثر على عدد التمريرات التي ستحتاج إلى إجرائها لإكمال اللحام.

- سرعة انتقال الإلكترود. كلما زادت سرعة اللحام، انخفض حجم المعدن المنصهر الذي ترسبه وزاد عدد التمريرات التي ستحتاجها لتكوين اللحام.
- حجم الإلكترود. يزيد الإلكترود ذو القطر الأكبر من حجم المواد المترسبة ويقلل من عدد التمريرات المطلوبة لإكمال اللحام.
- شكل الوصلة. تحتاج الوصلة الأخدودية المائلة إلى مزيد من التمريرات لإكمال اللحام مقارنة بالوصلة الأخدودية على شكل حرف V، مع الحافظ على ثبات الشروط الأخرى.

نقطة مراجعة

راجع ما تعلمته في هذا الجزء من الوحدة من خلال الإجابة عن الأسئلة التالية.

التعزيز

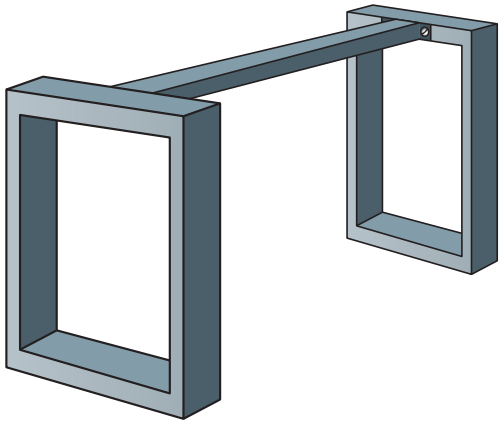
- كيف تشعل قوسًا بإلكترود "بنسة" لحام MMA؟
- كيف تشعل قوسًا عند لحام MIG؟
- كيف تُثبت قطعتين من المعدن الأساسي عند 90 درجة لتشكيل وصلة على شكل حرف T على طاولة عملك؟
- كيف يؤثر ضبط الأمبير بماكينة اللحام على عملية اللحام؟

التحدي

- ما هي حركات التذبذب المختلفة التي يمكنك استخدامها في اللحام؟
- كيف يمكنك تقليل الترشاش عند اللحام؟

نشاط التقييم أهداف التعلم (أ) و(ب)

لقد طُلب منك لحام قاعدة معدنية لمقعد خارجي لاستخدامه في الحديقة. المقعد الموضح في الشكل أدناه مصنوع من مقطع فولاذي مربع مقاس 40 مم × 40 مم. يجب ربط الإطارات المستطيلة لأرجل المقعد باستخدام لحام تقابلي كامل الاختراق. يتم لحام الدعامة باستخدام لحام تراكبي برِجل مقاس 5 مم.



الشكل 11.50 قاعدة ملحومة لمقعد خارجي.

تتمة — أهداف التعلم (أ) و(ب)

النشاط 1 - قم بإعداد ورقة تعليمات مهمة للحامات التقابلية والتراكبية المطلوبة

ستوضح ورقة تعليمات المهمة الخاصة بك معايير معدات اللحام لكل من معدات لحام MIG و MMA. قم بتحديد المواد الاستهلاكية المطلوبة بالتفصيل وكيف سيتم تثبيت أقسام الفولاذ بالمشابك والمغناطيسات واللحامات على طاولة العمل أثناء اللحام.

النشاط 2 - قم بإعداد تقييم المخاطر لعمل اللحام.

يجب أن يحدد تقييم المخاطر الخاص مصادر الخطر، ويحدد من هو المعرض للخطر، واحتمال حدوث المخاطر ويقترح تدابير التحكم.

النشاط 3 - قم بإعداد معدات لحام MMA بأمان واستخدم المعدات لإعداد اللحامات ذات الاختراق الكامل لربط قطع رِجل المقعد.

سيقوم معلمك بعمل فيديو لك أثناء إعداد معدات اللحام وتنفيذ اللحام. ستحتاج إلى استخدام مشبك C الصحيح والمغناطيس واللحام النقطي لتثبيت قطع الأرجل بشكل آمن على طاولة العمل.

النشاط 4 - قم بإعداد معدات لحام MIG بأمان واستخدم المعدات لإعداد لحام تراكبي بحجم 5 مم لربط دعامة المقعد بقطع الأرجل الخاصة بالمقعد.

سيقوم معلمك بعمل فيديو لك أثناء إعداد معدات اللحام وتنفيذ اللحام. ستحتاج إلى استخدام المشبك C الصحيح والمغناطيس واللحام النقطي لتثبيت قطع الأرجل ودعمها بأمان على طاولة عمل اللحام.

معايير التقييم — أهداف التعلم (أ) و(ب)

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (أ) وضع خطة لعمليات اللحام الآمنة		
A.P1 التخطيط للتنفيذ الآمن للحامات التقابلية والتراكبية باستخدام اللحام بالغاز الخامل المعدني واللحام بالقوس المعدني اليدوي.	**A.M1** التخطيط بالتفصيل للتنفيذ الآمن للحامات التقابلية والتراكبية باستخدام اللحام بالغاز الخامل المعدني واللحام بالقوس المعدني اليدوي.	**AB.D1** تنفيذ اللحامات التقابلية والتراكبية باستخدام طرق اللحام بالغاز الخامل المعدني (MIG) واللحام بالقوس المعدني اليدوي (MMA) بأمان وفعالية، باتباع خطة شاملة وتحسين الإعداد الأولي أثناء عملية اللحام.
هدف التعلم (ب) تنفيذ عمليات اللحام بأمان		
B.P2 إعداد أدوات اللحام بالغاز الخامل المعدني واللحام بالقوس المعدني اليدوي بأمان للحام، بما في ذلك المواد الاستهلاكية وإعداد المواد وأدوات تثبيت العمل. **B.P3** تنفيذ اللحامات التقابلية والتراكبية باستخدام اللحام بالغاز الخامل المعدني واللحام بالقوس المعدني اليدوي بأمان.	**B.M2** تنفيذ اللحامات التقابلية والتراكبية باستخدام اللحام بالغاز الخامل المعدني واللحام بالقوس المعدني اليدوي بأمان، باستخدام الإعداد الأولي المناسب.	

نصائح

إذا كان اللحام رقيقًا جدًا، فقم بإبطاء سرعة انتقال الإلكترود عبر المعدن الأساسي.

استكشف المزيد

راجع خطة اللحام لديك وتأكد مما يلي:

- أنك قد حددت معايير الإعداد لمعدات اللحام؛ بما فيها حسب الاقتضاء، نوع الإلكترود ومقاسه والأمبير ومعدل تلقيم أسلاك اللحام وتدفق غاز الحجب.
- التدرب على إشعال القوس وضبط إعداد الأمبير بين النطاق المذكور على الإلكترود لظروف محسّنة للترسيب السلس للحام.
- نظافة المعدن الأساسي وخلوه من الصدأ والأوساخ.
- التحقق من محاذاة قطع العمل المعدنية الأساسية قبل اللحام للتأكد من أنها مستقيمة ولا تحتوي على فجوات.
- تثبيت المعدن الأساسي بأمان على طاولة اللحام باستخدام المغناطيس ومشابك C.

هدف التعلم (ج): اختبار الوصلات الملحومة بأمان

بدء النشاط

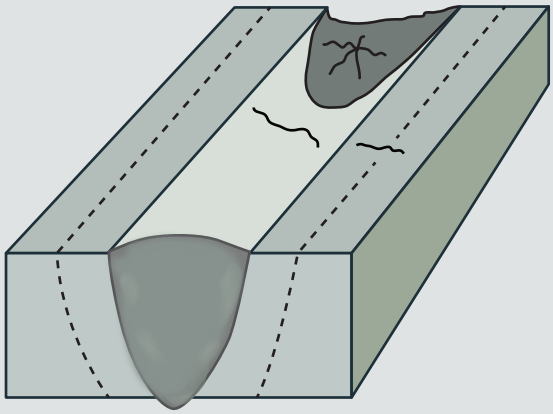
عرفت مسبقًا أن اللحامات يمكن أن تعاني من المساهمة التي تؤثر على قوة اللحام. فما العيوب الأخرى التي يمكن أن تحدث في اللحامات؟ أكمل بعض الأبحاث الأولية لتحديد أسباب وآثار عيوب اللحام المدرجة في الجدول 11.9.

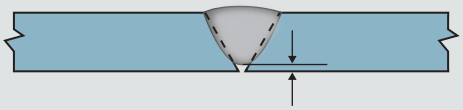
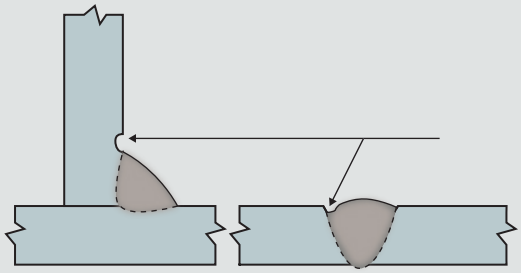
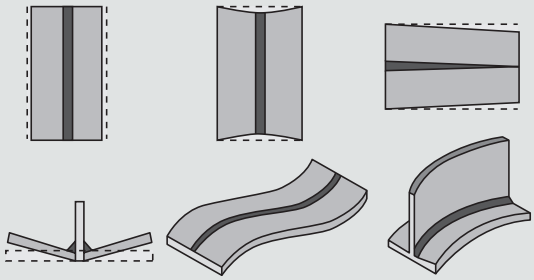
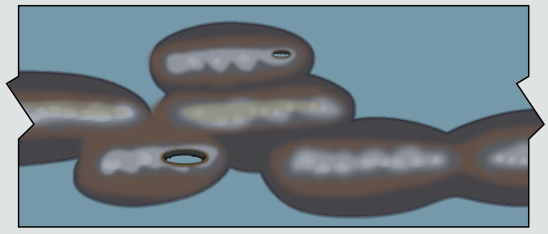
اختبار اللحام

في هذا القسم، سوف تتعرف على عيوب اللحام وكيف يمكن اختبار اللحامات لتحديد العيوب التي قد تكون موجودة.

عيوب اللحام

الجدول 11.9 عيوب اللحام النموذجية

عدم الانصهار		يفشل معدن اللحام في الانصهار مع المعدن الأساسي أو تمرير اللحام السابق بشكل صحيح. هذا يؤدي إلى ضعف اللحام. يمكن أن يحدث عدم الانصهار بسبب استخدام إلكترود صغير جدًا بالنسبة لسمك المعدن أو اللحام بسرعة كبيرة. قد يحدث ذلك أيضًا إذا استخدمت إلكترودًا خاطئًا للمادة التي تقوم بلحامها، أو إذا كنت تمسك الإلكترود بزاوية خاطئة أثناء اللحام.
التشقق		يمكن أن تحدث تشققات في معدن اللحام و/أو المعدن الأساسي أثناء اللحام، أو مباشرةً بعد اللحام، أو تظهر بمرور الوقت. هناك العديد من أنواع التشققات المختلفة كما هو موضح، ولكن يمكن تقسيم سبب التشقق عمومًا إلى ثلاثة أنواع: • تحدث الشقوق الساخنة أثناء اللحام أو بعده مباشرة، حيث يبدأ معدن اللحام المنصهر في التحول إلى مادة صلبة. السبب الرئيسي للتشققات الساخنة هو ارتفاع درجة حرارة المعدن الأساسي أو تبريده بسرعة كبيرة. ويمكن حل هذه المشكلة عن طريق التسخين المسبق للمعدن الأساسي و/أو التسخين اللاحق بعد اللحام للتحكم في سرعة تبريد المعدن. • تحدث الشقوق الباردة بمجرد أن يصبح اللحام باردًا ويمكن أن تحدث حتى بعد أيام أو أسابيع. وعادةً ما يكون السبب هو أن المعدن الأساسي أو معدن اللحام قد امتص عددًا كبيرًا جدًا من ذرات الهيدروجين أثناء اللحام وأصبح هشًا، وهي عملية تسمى تقصف الهيدروجين. يمكن أن يساعد التسخين المسبق و/أو التسخين اللاحق للمعدن الأساسي أيضًا في تجنب الشقوق الباردة، بالإضافة إلى زيادة سمك التمريرة الأولى عند بدء اللحام الجديد. • تتطور شقوق الإجهاد بمرور الوقت وعادةً ما تكون نتيجة التحميل المفرط أو عيوب التصميم.

الاختراق غير الكامل		يحدث الاختراق غير الكامل عندما لا يخترق معدن اللحام الوصلة بالكامل، مما يترك فجوة أو منطقة لا يتم فيها ربط المعدن الأساسي ومعدن اللحام معًا بشكل صحيح. سيكون اللحام ضعيفًا ومن المحتمل أن يفشل إذا خضع لأي أحمال. قد يكون سبب الاختراق غير الكامل هو أنك لم تترك مساحة كافية بين قطع المعدن الأساسي الذي تقوم بلحامه، بحيث لا يمكن لمعدن اللحام الوصول إلى أسفل الوصلة. أو قد تكون تركت مساحة كبيرة جدًا، والفجوة كبيرة جدًا بحيث لا يمكن ملؤها. قد تحاول اللحام بسرعة كبيرة جدًا بحيث لا يتم ترسيب مواد اللحام الكافية، أو قد يكون أمبير اللحام منخفضًا جدًا ولا تتوفر كهرباء كافية لإذابة معدن اللحام الكافي.
القطع السفلي		القطع السفلي عبارة عن أخدود أو انخفاض على طول حواف اللحام. وهو عيب شائع جدًا ويُضعف اللحام. يمكن أن يحدث ذلك بسبب الحرارة الزائدة أو اللحام بقوس طويل جدًا. يمكن أن يحدث القطع السفلي أيضًا عندما تبدأ في تعلم اللحام لأول مرة، لأنك تحرك الإلكترود كثيرًا ولم تتقن تقنية التذبذب الخاصة بك.
تشويه اللحام		عندما يتم تسخين المعادن الأساسية أثناء اللحام، فإنها تتمدد ثم تتقلص لاحقًا عندما تبرد. ويمكن أن تتسبب هذه العملية أحيانًا في حدوث تغييرات في شكل وأبعاد المكون الملحوم. وهذا ما يسمى تشويه اللحام أو تشوه اللحام. هناك العديد من أنواع التشويه المختلفة، كما هو موضح.
الاحتراق الثقبي		الاحتراق الثقبي للحام عبارة عن ثقب في معدن اللحام الذي تعمل عليه. يحدث ذلك بسبب الحرارة الزائدة أثناء اللحام، والتي غالبًا ما تكون نتيجة لارتفاع الأمبير (التيار) المعين.
تضمين الخبث		من الممكن أن تصبح أجزاء الخبث التي لم تقم بتنظيفها بشكل صحيح من سطح تمريرة اللحام محاصرة بطريق الخطأ في معدن اللحام الذي تعمل عليه. وهذا ما يسمى بتضمين الخبث أو أحيانًا إزالة الخبث غير الكامل. يبدو تسرب الخبث مثل النقط الداكنة أو الخطوط داخل اللحام. ويمكن أن يختلف المظهر اعتمادًا على نوع اللحام الذي أنجزته. إنه عيب شائع ويمكن أن يُضعف اللحام.

الجدول 9-11 *تتمة*

المسامية		تعني المسامية أن اللحام يحتوي على سلسلة من التجاويف الصغيرة أو الفراغات داخل معدن اللحام. وتحدث بسبب احتباس غازات مثل الهيدروجين أو النيتروجين أو الأكسجين في المعدن المنصهر أثناء اللحام. عندما يبرد اللحام، تشكل الغازات المحاصرة فقاعات أو فراغات، مما يؤدي إلى بنية مسامية قد تؤدي إلى إضعاف اللحام. وتقلل اللحامات المسامية من القوة والمتانة مقارنة باللحام الصلب غير المسامي.
ترشاش المعدن الأساسي		يتكون الترشاش من قطرات معدنية صغيرة أو غير معدنية "مترششة" من قوس اللحام أثناء اللحام وتلتصق بأسطح المعدن الأساسي المحيطة. ولا يؤدي الترشاش إلى إضعاف اللحام، ولكنه قبيح ويتطلب تنظيفًا إضافيًا.

المصطلحات الرئيسية

الاختبار الإتلافي: يتضمن أخذ عينة اختبار من اللحام وإجراء اختبار مادي. وينتج عن الاختبار المادي إتلاف العينة.

الاختبار غير الإتلافي: يسمح بفحص اللحام دون التسبب في حدوث تلف أو تغيير.

اللحام هو عملية متخصصة مع احتمال حدوث العديد من الأشياء بشكل خاطئ. قد يؤدي فشل الوصلة الملحومة إلى عواقب وخيمة. بمجرد الانتهاء من اللحام، من المهم إجراء فحص للتأكد من أننا قد أدينا المهمة بشكل جيد. ويوجد نوعان عامان من الفحص: **الإتلافي** وغير **الإتلافي**.

اختبار غير إتلافي

تتمثل الطريقة الأولى للكشف عن أخطاء اللحام في إجراء الفحص البصري. يعتمد الفحص البصري على العين البشرية للعثور على عيوب اللحام. وهو طريقة مستخدمة على نطاق واسع لتقييم حالة اللحام. استخدم الجدول 11.9 للتعرف على مظهر عيوب اللحام الأكثر شيوعًا. بالإضافة إلى هذه العيوب، هناك عدد من مشكلات الجودة الأخرى التي يمكن أن تؤثر على اللحام.

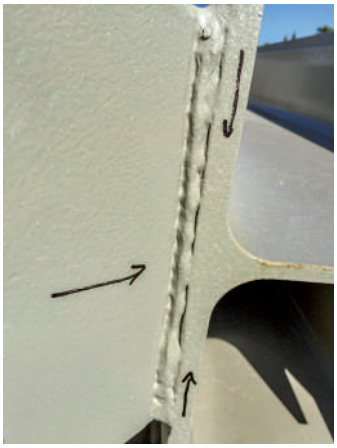
عند بدء اللحام لأول مرة، قد تجد صعوبة في التحكم في الإلكترود وقد ينحرف عن المسار المقصود. وسيتحسن مستواك مع الممارسة. ومع ذلك، في بعض الأحيان عندما تستخدم بنسة اللحام، يمكن أن ينزاح الإلكترود بسبب الخصائص المغناطيسية للمعدن الأساسي. تشكل الأقواس مجال مغناطيسي حولها، يمكن أن يتأثر بالخصائص المغناطيسية للمعدن الأساسي، وقد يتم "سحب" القوس أو "دفعه" من الخط المستقيم المطلوب. وهذا ما يسمى بضربة القوس ويؤدي إلى عدم استقامة اللحام. لتجنب هذا العيب، اضبط الأمبير لأن هذا يؤثر على قوة المجال المغناطيسي الناتج عن القوس.

عيب آخر يمكن أن يواجه الأفراد غير المتمكنين هو وجود علامات الكشط. علامات الكشط هي عن خدوش صغيرة في اللحام أو المعدن الأساسي، ناتجة عن ضرب قطعة العمل بشدة بحيث لا يمكن إزالة الخبث. تذكر أن إزالة الخبث من الجزء العلوي من اللحام لا تتطلب قوة كبيرة. حيث يجب أن تمسك بمطرقة الكشط بيد واحدة وتضغط برفق على الخبث باستخدام الطرف المدبب للمطرقة. يجب أن يتشقق الخبث ويبدأ في التقشر.

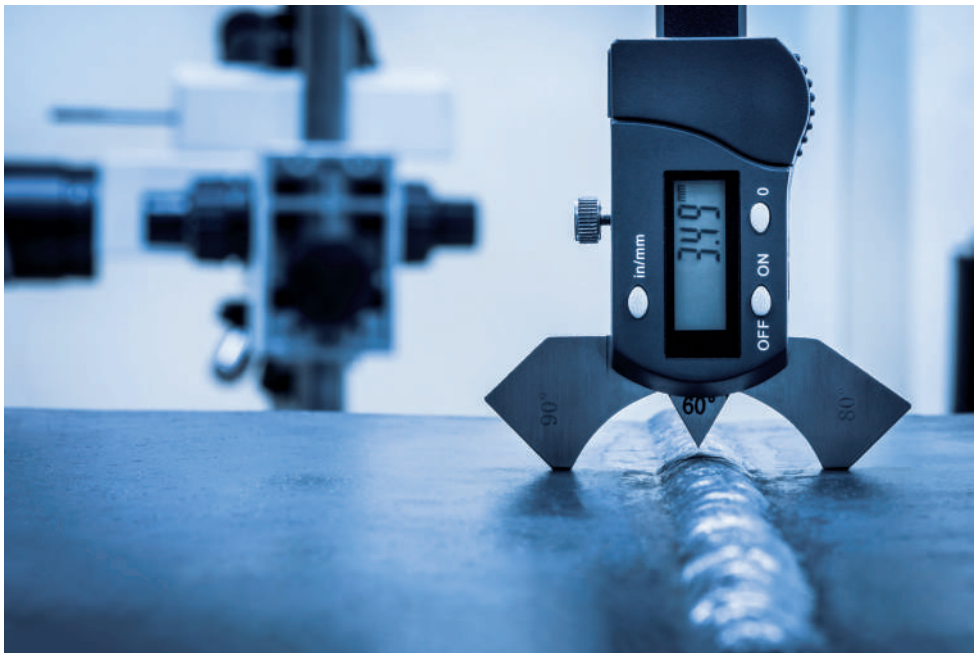
النشاط

من سمات فني اللحام الجيد فهم عيوب اللحام والقدرة على التعرف عليها. عندما تعمل في ورشة لحام، خذ وقتًا للنظر في اللحامات التي يتم تنفيذها واسأل عن مدى ملاءمتها. تدرب الآن على تحديد أخطاء اللحام من خلال النظر إلى الشكل 11.51. ما عيب اللحام الذي يمكنك رؤيته؟ أعِد مخططًا بالعيوب وضع تعليقات عليها. ما الذي قد يكون سبب هذه الأخطاء من وجهة نظرك؟

من المهم عند إعداد اللحام أن يكون موحدًا جيدًا. هذا يعني أنه يجب أن يكون مصنوعًا من نفس مادة الإلكترود، وأن يكون مستقيمًا ونظيفًا وله نفس الحجم والشكل على طول اللحام بأكمله. يمكنك التحقق من أن اللحام له نفس الحجم، على طول اللحام بالكامل، باستخدام مقياس قياس اللحام متعدد الوظائف. المقاييس الحديثة رقمية وتحتوي على الكثير من ميزات القياس، ويجب عليك التعرف على الإعدادات المحددة لتلك المتاحة لك.



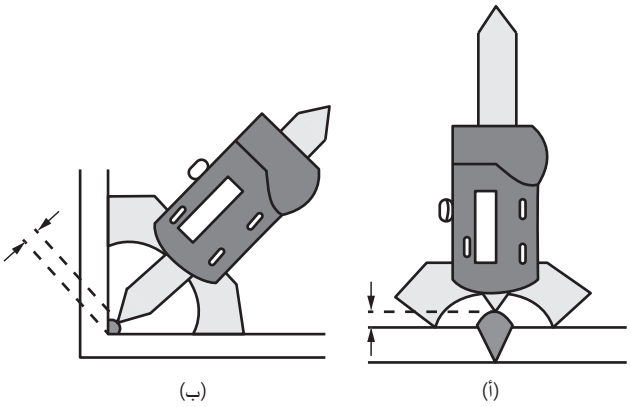
الشكل 11.51



الشكل 11.52 في الوقت الحاضر، مقاييس قياس اللحام متعددة الوظائف رقمية. لا تنس تصفير المقياس الرقمي بين القياسات.

قياسات نموذجية

سيمكنك المقياس من قياس زاوية حافة الصفيحة قبل اللحام، بالإضافة إلى عرض الفجوة وعمق الوصلة المراد لحامها. يمكنك أيضًا استخدام المقياس لتحديد ما إذا كان هناك أي اختلال في المحاذاة بين الصفائح. بعد اللحام، يمكن استخدام المقياس للتحقق من حجم وشكل اللحام. على سبيل المثال، بالنسبة للحام التراكبي، يمكنك قياس طول الساق وسُمك الحلق.



الشكل 11.53 (أ) قياس ارتفاع درزة اللحام،
(ب) قياس سُمك حلق اللحام.

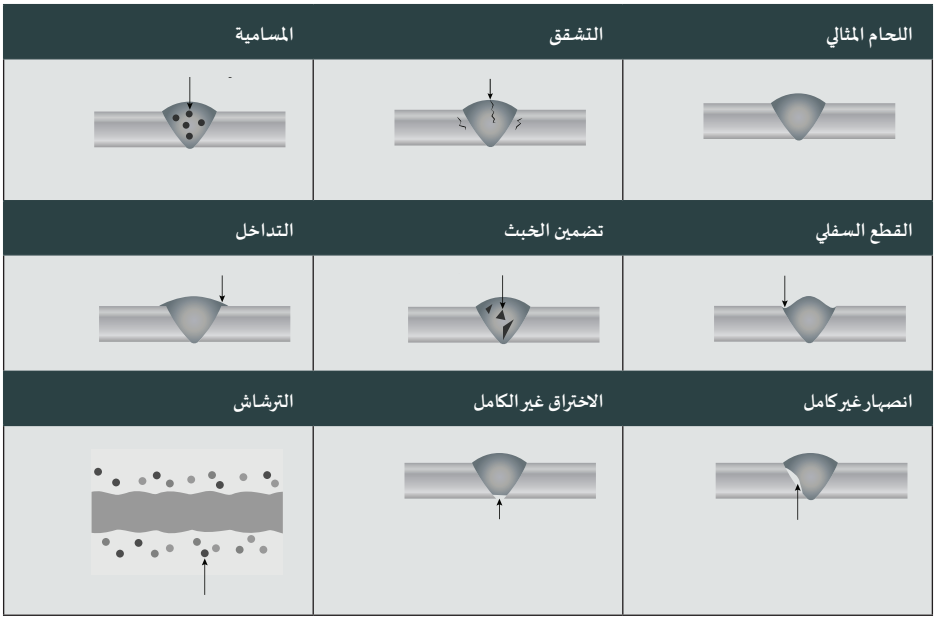
من الممارسات الجيدة تكرار القياس للتحقق من مدى دقتك. ستحتاج إلى التأكد من **معايرة** أدوات القياس بانتظام وتنظيفها بعد الاستخدام وتخزينها في العلبة الصلبة المحشوة بالفوم لتجنب أي ضرر.

المصطلحات الرئيسية

المعايرة: مقارنة قراءات جهاز القياس مع معيار لتأكيد الدقة. قد يكون هذا لحامًا بأبعاد معروفة. غالبًا ما يتم إرسال أدوات القياس إلى الشركة المصنعة للمعايرة.

مراجعة ما تعلمته ✓

قم بإعداد جدول يصف كيفية تجنب الأنواع المختلفة من عيوب اللحام الموضحة في الشكل 11.54.



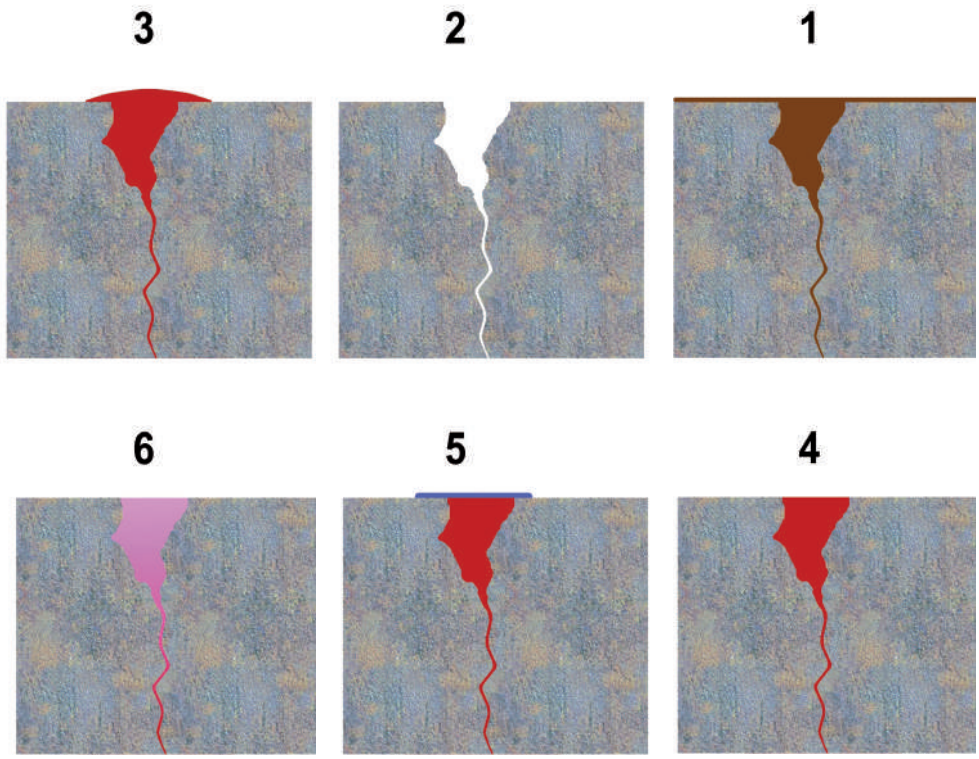
الشكل 11.54 الاختبارات المتخصصة لعيوب اللحام.

لا يمكن رؤية جميع أخطاء اللحام على الفور بالعين المجردة، وبالتالي يلزم إجراء بعض الاختبارات المتخصصة.

اختراق السائل

تتضمن اختبارات اختراق السائل رش مادة مخترقة أو تنظيفها بالفرشاة، غالبًا ما يكون زيتًا أحمر منخفض اللزوجة، على سطح اللحام الذي تم تنظيفه مسبقًا. يتم تنظيف اللحامات الأولى جيدًا لإزالة أي صدأ أو طلاء قد يُخفي العيوب. يُمنح سائل الاختراق وقتًا للامتصاص في أي شقوق أو عيوب (عادةً ما بين 10 إلى 30 دقيقة)، قبل مسح اللحام برفق بقطعة قماش خالية من الوبر أو شطفه بالماء لإزالة أي مادة اختراق زائدة. يجب أن يتم ذلك بلطف لتجنب إزالة أي سائل اختراق من العيوب. ثم يتم وضع مادة "مطور" على سطح اللحام. عادة ما يتم رشه على شكل مسحوق أبيض مُعلق في الماء. عندما يبدأ المسحوق في الجفاف، يسحب أي سائل اختراق للكشف عن موقع التشقق.

1. تشقق مشتبه به مليء بالتراب.
2. نظف التشقق المشتبه به.
3. ضع سائل اختراق على التشقق.
4. نظف أي سائل اختراق زائد.
5. ضع مادة المطور.
6. تصبح الشقوق مرئية الآن.



الشكل 11.55 خطوات لإكمال اختبار لحام اختراق السائل الناجح.

الشكل 11.56 يتم الكشف عن الشقوق والعيوب الأخرى غير المرئية للعين البشرية أثناء اختبار اختراق السائل.

عند تنفيذ اختبار اختراق السائل، ستستخدم عادةً المواد الكيميائية في علب الأيروسول. ومن المهم اتباع مسؤولياتك بموجب لوائح بلدك فيما يتعلق بالمواد الخطرة عند التعامل مع المواد الكيميائية. يجب أن تقرأ ورقة بيانات المواد الخاصة بالمواد الكيميائية وأن تكون على دراية بها، لفهم المخاطر التي قد تشكلها. يجب عليك أيضًا ارتداء القفازات ونظارات السلامة لحماية عينيك ويدك عند تنفيذ الاختبار.

هل تعلم؟

يُشار إلى الوقت الذي يُعطى لسائل الاختراق للتشرب في العيوب باسم وقت المكوث.

النشاط

اختبار اختراق السائل هو أحد الأساليب غير الإتلافية التي تمكن فني اللحام من رؤية عيوب اللحام. من الشائع جدًا أن تتوفر في ورشة اللحام علبة سبراي الخاصة بسائل الاختراق للكشف. ما مدى فائدة هذه الطريقة للكشف عن عيوب اللحام؟ باستخدام الإنترنت، تحقق من مزايا وعيوب اختبار اختراق السائل للحامات وقدم النتائج التي توصلت إليها في شكل ملصق لوضعه في ورشة اللحام الخاصة بك.

اختبارات الجسيمات المغناطيسية

تُعرف هذه العملية أيضًا باسم فحص الجسيمات المغناطيسية، وتُستخدم على المعادن الأساسية التي يمكن مغنطتها مثل الحديد أو الفولاذ. إذا كانت هذه المعادن لا تحتوي على شقوق أو عيوب، فسيكون المجال المغناطيسي قادرًا على التدفق بسلاسة عبر المعدن الأساسي. في حالة وجود عيب، ينقطع المجال المغناطيسي ويتسرب من سطح المادة.

لتنفيذ الاختبار، يتم وضع مقرن مغناطيسي على المعدن الأساسي بالقرب من اللحام. ويتم توصيل المقرن بمصدر للكهرباء وتشغيله لإنشاء المجال المغناطيسي. يتم بعد ذلك نفض الغبار الخفيف على سطح المعدن الأساسي بحركة عائمة بمسحوق جاف من الحديد أو أكسيد الحديد.

عند تنفيذ اختبار الجسيمات المغناطيسية، ستستخدم مسحوق الحديد أو أكسيد الحديد، أو الجسيمات المغناطيسية في علب الأيروسول. ومن المهم اتباع مسؤولياتك بموجب لوائح بلدك فيما يتعلق بالمواد الخطرة. يجب أن تقرأ ورقة بيانات المواد

مواضيع ذات صلة

لقد تعرفت على مسؤولياتك بموجب لوائح بلدك فيما يتعلق بالمواد الخطرة في الوحدة 1: العمل بأمان وفاعلية في الهندسة

الخاصة بالجسيمات المغناطيسية وأن تكون على دراية بها، لفهم المخاطر التي قد تشكلها. يجب عليك أيضًا ارتداء القفازات ونظارات السلامة لحماية عينيك ويدك عند تنفيذ الاختبار.

الشكل 11.57 يمكن أيضًا توفير الجسيمات المغناطيسية في شكل أيروسول.

إذا كان هناك عيب، فسوف تتراكم الجسيمات المغناطيسية حوله، لتكشف عن الحجم والشكل والموقع.

الشكل 11.58 يكشف اختبار الجسيمات المغناطيسية عن وجود تشقق طولي بجوار اللحام.

مواضيع ذات صلة

سوف تتعرف على المغناطيسية في الوحدة 20: العلوم الكهربائية والميكانيكية للهندسة

المصطلحات الرئيسية

الوميض الفلوري: انبعاث الضوء بواسطة مادة بعد امتصاص الإشعاع.

القابلية للسحب والتطريق: هي قدرة المادة على الليونة والمرونة. تسمى قطعة المعدن التي يمكن سحبها في سلك رقيق مسحوبة.

المهارات

المهارات المعرفية: العمليات والاستراتيجيات المعرفية

- التفسير
- اتخاذ القرار

النشاط

يمثل اختبار الجسيمات المغناطيسية طريقة أخرى للكشف عن أخطاء اللحام، والتي من المحتمل أن تتاح لك في ورشة اللحام.

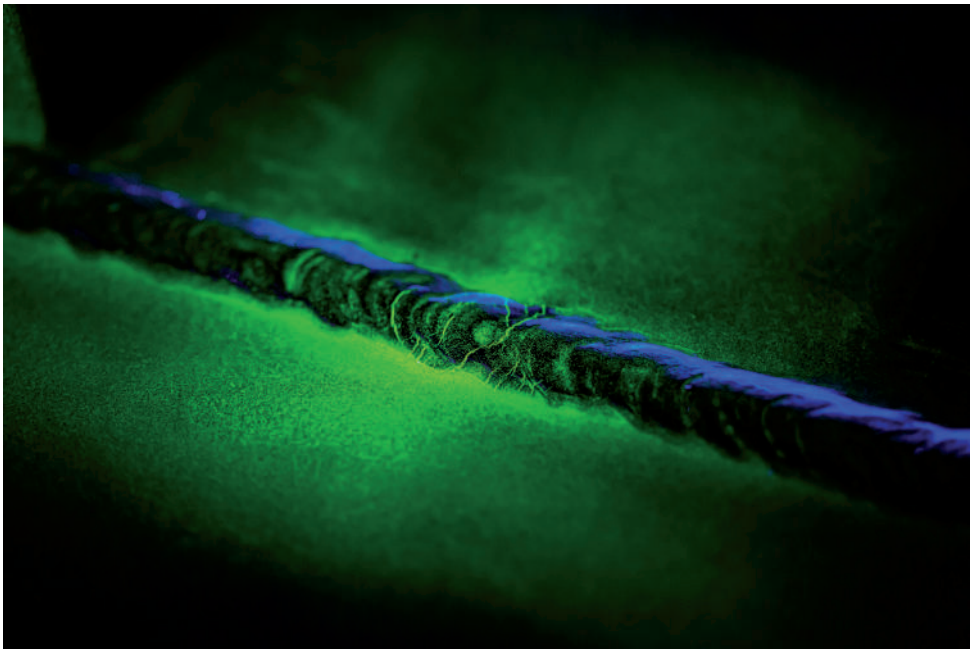
استخدام الإنترنت لمساعدتك في التحقيق في مزايا وعيوب استخدام اختبار الجسيمات المغناطيسية للعثور على عيوب اللحام.

قارن استخدام اختبار الجسيمات المغناطيسية باختبار اختراق السائل للحامات.

متى تختار استخدام كل تقنية؟ هل هناك نوع من العيوب يمكن فحصه بشكل أفضل باستخدام اختبار الجسيمات المغناطيسية؟

اختبار الجسيمات الفلورية

يشبه اختبار الجسيمات الفلورية اختبار الجسيمات المغناطيسية، لكن الجسيمات تحتوي على صبغة الفلورسنت. تبرز هذه الصبغة الفلورية عند رؤيتها تحت ضوء الأشعة فوق البنفسجية للكشف عن موقع العيب.



الشكل 11.59 اختبار الجسيمات الفلورية مفيدًا عند الحاجة إلى تحسين رؤية العيوب. المعدن الأساسي أخضر ويظهر الشق الطولي في اللحام الخلفي باللون الأزرق.

اختبار إتلافي

يتطلب الاختبار الإتلافي عينة صغيرة من اللحام والمعدن الأساسي المجاور ليتم قطعه للفحص. يبلغ عرض العينات عادةً 2.5 سم وطولها 23 سم وهي سماكة المعدن الأساسي. يمكن قطع العينة باستخدام أداة مثل المنشار اليدوي أو المنشار الكهربائي. ضع المعدن المراد قطعه على طاولة اللحام وثبته في موضعه باستخدام مشبك C. عند استخدام المنشار، تأكد من أنه مزود بشفرة لقطع المعادن وأن الشفرة مربوطة بشكل محكم وحالتها جيدة. يجب عليك أيضًا التحقق من إطار المنشار للتأكد من عدم وجود أي ضرر.

ضع شفرة المنشار بزاوية 45 درجة على زاوية مادة اللحام التي تقوم بقصها وقم بإنشاء أخدود أولي. بمجرد إنشاء هذا الأخدود، استمر في قطع المعدن باستخدام بشكل بطيء وثابت، مما يسمح للشفرة بالشق. ستحتاج إلى إضافة زيت القطع أو مواد التشحيم

على سطح المعدن الأساسي لتقليل الاحتكاك وتوليد الحرارة. من المهم إجراء القطع بعيدًا عن جسمك وارتداء نظارات السلامة والقفازات لحماية يديك وعيناك من الشظايا المعدنية أو التفتت.

الشكل 11.60 يجب أن تمسك المنشار بيد واحدة وتستخدم يدك الأخرى لتثبيت الشفرة أو اللحام، اعتمادًا على طريقة تثبيتك لها.

هناك طريقة بديلة لقطع المعدن بدقة ونظافة؛ وهي استخدام منشار كهربائي مزود بقرص قطع كاشط. من المهم اختيار قرص مناسب لقطع المعادن. قبل استخدام المنشار الكهربائي، تحقق من أن الواقي في يعمل جيدًا ويغطي القرص بشكل صحيح. يجب أن تمسك المنشار الكهربائي بيديك، مع الإمساك بالمقبض بإحكام. قم بخفض قرص القطع الدوار على المعدن لبدء القطع. مارس ضغطًا متساويًا واترك القرص يقوم بالعمل. من المهم إبقاء القرص عموديًا على سطح المعدن الأساسي لتحقيق قطع مستقيم. عند قطع المعدن، قد تطاير شرارات أو حطام. يجب أن تقف على جانب مسار القطع، وليس أمامه مباشرة. ستحتاج إلى ارتداء نظارات السلامة والقفازات لحماية يديك وعيناك من الشظايا المعدنية أو التفتت. بمجرد الانتهاء من القطع، يجب إيقاف تشغيل المنشار الكهربائي والانتظار حتى يتوقف القرص عن الدوران قبل وضعه على الأرض.

الشكل 11.61 امسك المنشار الكهربائي بإحكام مستخدمًا كلتا يديك.

بعد قطع العينة للاختبار الإتلافي، يجب عليك التأكد من نظافة السطح قدر الإمكان. سوف تحتاج إلى إزالة الخبث والترشاش من على سطح اللحام. يمكنك تنظيف اللحام باستخدام الأسيتون وقطعة قماش خالية من الوبر لإزالة أي شحوم أو ملوثات متبقية.

وبعد تنظيف العينة وإعدادها، يوجد نوعان من الاختبارات الإتلافية التي يمكنك استخدامها لتحديد حالة اللحام: اختبار كسر الحز (الكسر) واختبار الانحناء.

اختبار كسر الحز

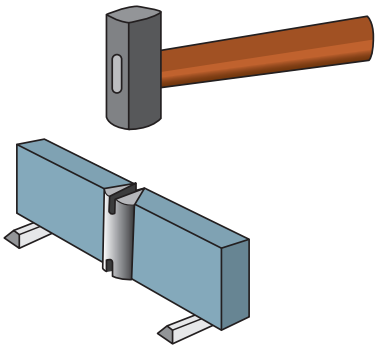
يُستخدم اختبار كسر الحز لتحديد الحالة الداخلية للحام، مثل وجود خبث متضمن أو مناطق مسامية أو عدم الانصهار. يمكنك قطع شق بطول 3 مم أو شق على شكل حرف V على طول الخط المركزي لدرزة اللحام على كل جانب من جوانب العينة، باستخدام مطرقة وإزميل. يتم بعد ذلك تركيب العينة على كتلتين فولاذيتين وضربها بمطرقة حتى تنكسر مادة اللحام بين شقوق الحز. يمكن أيضًا تركيب عينات اللحام وتفكيكها في ماكينة للحصول على نفس النتيجة. بمجرد كسر العينة، يمكن فحص حالة سطح اللحام المكسور بصريًا واختباره باستخدام سائل اختراق أو جزيئات مغناطيسية لتأكيد حالة اللحام.

اختبار الانحناء

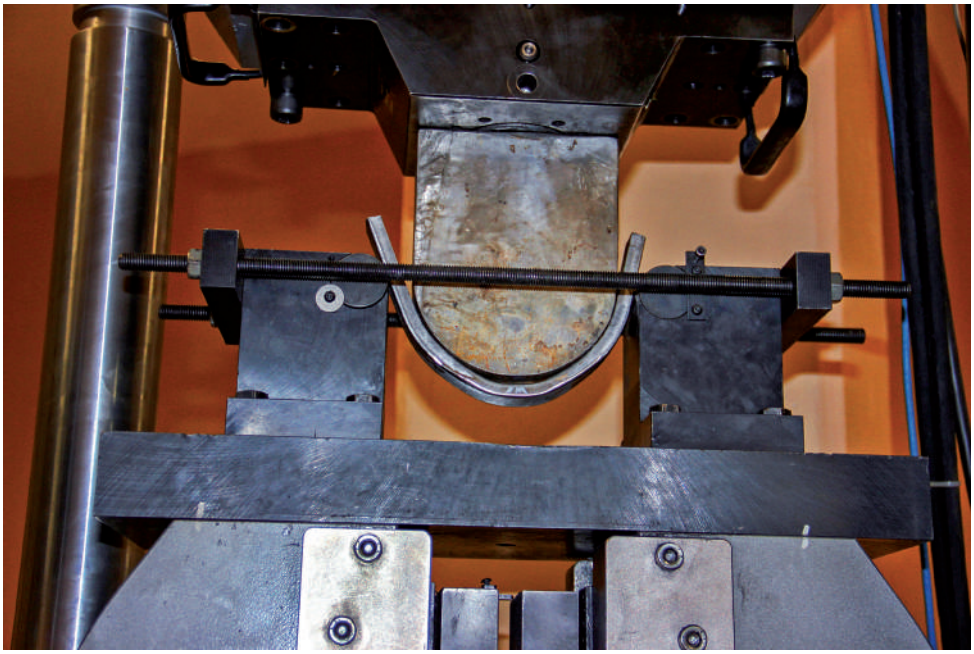
يتم تنفيذ اختبار الانحناء، المعروف أيضًا باسم اختبار الانحناء الموجه، لفهم **قابلية سحب وتطريق** وسلامة الوصلة الملحومة. يتم وضع عينة اللحام في آلة الثني وثنيها لنحو نصف قطر لتحديد مرونتها في الانحناء دون حدوث كسر أو حدوث عيب. زوايا الانحناء النموذجية هي 180 درجة أو 90 درجة. بعد ثني اللحام، يتم فحصه بصريًا بحثًا عن أي عيب مثل عدم الانصهار أو الاختراق غير الكامل أو الشقوق.

مواضيع ذات صلة

سوف تتعرف أكثر على تقطيع المعادن في الوحدة 14: تقنيات التصنيع



الشكل 11.62 إعداد عينة اللحام لتنفيذ اختبار كسر الحز.



الشكل 11.63 تقوم آلة الثني بتطبيق قوة محكومة على العينة لتؤدي إلى ثنيها.

إكمال سجلات الفحص والاختبار.

بمجرد اكتمال فحص اللحام، يتم توثيقه في "سجل فحص اللحام". وتمثل هذه الوثيقة سجل رسمي للفحص والاختبار المكتمل على الوصلة الملحومة. هذه السجلات مهمة جدًا لضمان تلبية اللحامات للمعايير المطلوبة ولتوثيق جودة اللحام للمستقبل.

يظهر في الشكل 11.64 مثال لسجل فحص اللحام النموذجي.

Pearson BTEC

المؤسسة: مكتبة القوالب
المشروع: نموذج مشروع
الفريق: نموذج فريق

سجل فحص اللحام

التاريخ الثلاثاء، 3 أبريل 2018، الساعة 12:00:00 ص

نظرة عامة على الفحص

الجزء	فاحص	معرف فني اللحام
HA-706	جيمي سامرز	N13090

رقم العيب	وصف العيب	طريقة الاختبار	صورة
12	الخبث	(1 من 2)	
13	قطرات ساخنة	(2 من 2)	

توقيع الفاحص ديف هودجسون، الثلاثاء، 23 أكتوبر 2018، 4:28:50 مساءً

التعليقات: تم الإبلاغ عنها مرة أخرى إلى مدير المشروع بسبب التأثير على الإطار الزمني

المفتاح
المسامية - P
عدم الانصهار - LF
تشقق - C
نقص الحشو - UF
دون الحجم - US
قطع سفلي - UC
سطح غير متصل - CS
إشعال قوس - AS

الشكل 11.64 أكمل سجل فحص اللحام لقطعة اللحام التي قدمها لك معلمك.

أنشطة التقييم هدف التعلم (ج)

بالنسبة لهدف التعلم (ب)، سيتم تقييمك من خلال إكمال واجب واحد تم تقييمه داخليًا.

سيقوم معلمك بتحديد الواجب. وسوف يزودوك بموجز الواجب الذي يصف ما ستحتاج إلى القيام به، بالإضافة إلى التاريخ الذي يتعين إكمال الواجب وتقديمه فيه. سيصحح المعلم للواجب ويخبرك بالدرجة التي حصلت عليها.

يُتوقع منك أن تثبت مدى معرفتك بكيفية القيام بالمهمة المطلوبة لاختبار الوصلة الملحومة بأمان. تتضمن هذه المهام:

- إكمال الفحص البصري لوصلة ملحومة مقدمة
- إجراء اختبار اختراق السائل واختبار الجسيمات المغناطيسية على وصلة ملحومة مقدمة
- تنفيذ اختبار كسر الحز على وصلة ملحومة مقدمة
- إعداد سجل اختبار فحص اللحام لوصف استنتاجات ونتائج الاختبارات المنفذة.

نقطة مراجعة

راجع ما تعلمته في هذا الجزء من الوحدة من خلال الإجابة عن الأسئلة التالية.

التعزيز

- ما الأشياء الرئيسية التي يبحث عنها الفاحصون عند فحص اللحام بصريًا؟
- ما أنواع العيوب التي يمكن أن يحددها اختبار الجسيمات المغناطيسية؟
- ما أنواع العيوب التي يمكن أن يحددها اختبار اختراق السائل؟

التحدي

- ما الأنواع الأخرى من الاختبارات غير الإتلافية المستخدمة للبحث عن عيوب اللحامات؟
- ما هو دور المعالجة الحرارية بعد اللحام في اللحام؟ كيف تساعد في تقليل العيوب التي تظهر في اللحامات؟

نشاط التقييم

لقد طُلب منك فحص عينة لحام تراكبي مأخوذة من أحد مكونات جسر. يجب عليك إجراء الأنشطة التالية:

النشاط 1 - قم بإجراء فحص بصري للحام تراكبي.

استخدم مقياس قياس اللحام متعدد الأغراض لقياس سُمك الحلق وطول ساق اللحام التراكبي. قم بتحليل توحيد اللحام ووصف العيوب التي يمكن اكتشافها بصريًا.

النشاط 2 - قم بإجراء اختبار اختراق السائل واختبار الجسيمات المغناطيسية على لحام تراكبي.

النشاط 3 - قم بإجراء اختبار كسر الحز على لحام تراكبي.

النشاط 4 - أعِد سجل اختبار فحص اللحام

صف الفحص البصري ونتائج الاختبار. قدم توصيات حول كيفية تجنب هذه العيوب في المستقبل.

معايير التقييم	أهداف التعلم (ج)	

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (ج): اختبار الوصلات الملحومة بأمان		
C.P4 إجراء فحص بصري للوصلة الملحومة وتسجيل النتائج. C.P5 إجراء اختبار متخصص غير إتلافي على وصلة ملحومة بأمان، مع تسجيل النتائج. C.P6 إجراء اختبار إتلافي على وصلة ملحومة بأمان، مع تسجيل النتائج.	C.M3 تحليل جودة الوصلة الملحومة باستخدام نتائج الفحص البصري المنهجي والاختبار الإتلافي والاختبار غير الإتلافي.	C.D2 تقييم جودة الوصلة الملحومة باستخدام نتائج الفحص البصري المنهجي والدقيق والاختبار الإتلافي والاختبار غير الإتلافي.

استكشف المزيد

راجع ورقة سجل اختبار فحص اللحام وتأكد من أنك وصفت بوضوح موقع كل عيب. قم برسم وتصوير عيب اللحام وتقدير الأبعاد.

نصائح

قم بتضمين الصور في سجل فحص اللحام.

مسرد المصطلحات

الدمج: عملية أو نتيجة الجمع أو التوحيد.

الأمبير: قوة التيار الكهربائي، مقاسة بالأمبير. يصف مقدار الشحنة الكهربائية التي تتدفق عبر النظام أو، بالتناوب، الحد الأقصى لمقدار التيار الكهربائي الذي يستطيع النظام التعامل معه بأمان.

السيارات: نشاط يتعلق بتصميم أو تشغيل أو تصنيع أو بيع السيارات.

الارتداد الاحتراقي: يحدث عندما يتقوس سلك اللحام عند فتحة رأس التلامس، ثم يحترق مرة أخرى في الرأس. ينتج عن هذا لحام سلك اللحام نفسه بالرأس أو داخله. في حالة حدوث ذلك، يجب استبدال الرأس على الفور.

المعايرة: مقارنة قراءات جهاز القياس مع معيار لتأكيد الدقة. قد يكون هذا لحامًا بأبعاد معروفة. غالبًا ما يتم إرسال أدوات القياس إلى الشركة المصنعة للمعايرة.

التشييد: عملية بناء شيء مثل مبنى أو جسر.

المواد الاستهلاكية: عنصر أو منتج يتم استهلاكه أو التخلص منه مثل سلك اللحام.

الاختبار الإتلافي: يتضمن أخذ عينة اختبار من اللحام وإجراء اختبار مادي. وينتج عن الاختبار المادي إتلاف العينة.

الاختبار الإتلافي: يُتلف أو يشوه مادة أثناء اختبار الفحص الذي يتم إجراؤه على سبيل المثال لتحديد نقطة فشل المواد أو الجودة.

قابلية السحب والتطريق: نوعية المادة من حيث الليونة والمرونة. تسمى قطعة المعدن التي يمكن سحبها في سلك رقيق مسحوبة.

اللحام النهائي: غالبًا ما يتم تكوينه في طبقات أو "تمريرات" من إلكترود اللحام.

الوميض الفلوري: انبعاث الضوء بواسطة مادة بعد امتصاص الإشعاع.

التصنيع: صناعة المواد على نطاق واسع باستخدام الآلات.

العضلات والعظام: عضلات الشخص وهيكله العظمي؛ بما فيها العظام والمفاصل والأوتار.

الاختبار غير الإتلافي: يستخدم طرق الفحص التي لا تلحق الضرر بالمواد التي يتم اختبارها

الاختبار غير الإتلافي: يسمح بفحص اللحام دون التسبب في حدوث تلف أو تغيير.

الأكسدة: الأكسدة هي عملية تتغير فيها مادة كيميائية بسبب إضافة الأكسجين. على سبيل المثال، عندما يتعرض الألمنيوم المعدني لوجود الأكسجين في الهواء، فإنه يشكل طبقة رقيقة صلبة من أكسيد الألومنيوم.

الاختراق: المسافة التي يمتد بها معدن اللحام المنصهر إلى المعدن الأساسي أو يمر اللحام السابق من السطح المصهور أثناء اللحام.

عمودي: بزاوية 90 درجة على سطح الصفيحة.

صفيحة معدنية: المصطلح المستخدم لوصف صفيحة معدنية أكثر سمكًا من 6 مم. يمكن تحضير الصفيحة المعدنية لتكون ذات حواف مختلفة الشكل مثل المربع أو المائل أو المشطوب.

القطبية: في الكهرباء هي اتجاه تدفق التيار في الدائرة الكهربائية. يتدفق التيار من القطب الموجب إلى القطب السالب.

المسامية: تعني المسامية أن اللحام يحتوي على سلسلة من التجاويف الصغيرة أو الفراغات داخل معدن اللحام. وتحدث بسبب احتباس غازات مثل الهيدروجين أو النيتروجين أو الأكسجين في المعدن المنصهر أثناء اللحام. عندما يبرد اللحام، تشكل الغازات المحاصرة فقاعات أو فراغات، مما يؤدي إلى بنية مسامية قد تؤدي إلى إضعاف اللحام. وتقلل اللحامات المسامية من القوة والمتانة مقارنة باللحام الصلب غير المسامي.

مسام: تحتوي الصخور أو المواد الأخرى على ثقوب صغيرة يمكن أن يمر من خلالها السائل أو الهواء.

قناع التنفس: جهاز يوضع على فمك وأنفك أو وجهك بالكامل لمنع استنشاق الغبار أو الدخان أو الأبخرة.

الغلاف: يُعرف أيضًا باسم الفوهة أو فوهة الغاز، وهو جزء قابل للاستبدال في نهاية مسدس لحام MIG. والغرض منه هو توجيه تدفق غاز الحجب إلى منطقة اللحام وحماية قوس اللحام. يعمل الغلاف كحاجز بين قوس اللحام والهواء المحيط. يمنع الهواء من ملامسة القوس، مما قد يتسبب في الأكسدة والشوائب في درزة اللحام. يعمل غاز الحجب المتدفق عبر الغلاف على إزاحة الهواء المحيط، مما يشكل بيئة محكومة لعملية اللحام. يساعد الغلاف أيضًا على تقليل الترشاش وأبخرة اللحام.

الخبث: طبقة صلبة غير معدنية تشبه الزجاج تتشكل على سطح اللحام. وهو منتج ثانوي لاستخدام صهيرة اللحام لحماية اللحام من العوامل الجوية. ويجب إزالته لتشطيب اللحام.

ترشاش: قطرات غير مرغوب فيها من المعدن المنصهر أو التدفق الذي ينتج أثناء اللحام. يمكن أن تهبط في أي مكان: على منضدة اللحام أو المعدن الذي تقوم بلحامه أو الأرضية أو حتى ملابسك.

قوة التحمل: مقدار القوة اللازمة لتفكيك قطب كهربائي، مقاسة بالكيلو رطل لكل بوصة مربعة (ksi). يمكن تزويد الأقطاب الكهربائية بقوة تحمل تبلغ 60 أو 70 أو 80 أو 90 أو 100 أو 110 أو 120 كيلو رطل لكل بوصة مربعة (ksi).

المتانة: قدرة المادة على عدم الانكاس عند الضرب أو التحميل. تتميز المواد ذات المتانة العالية عمومًا بصلابة عالية وقابلية سحب وتطريق عالية.

درزة اللحام: نتيجة تمريرة اللحام، وهي رواسب من معدن اللحام الذي يشكل "درزة" مرتفعة.

تمريرة اللحام: تقدم واحد لإلكترود اللحام على طول الوصلة.

واقيات حجب اللحام: مصنوعة من مواد ملونة أو غير شفافة مقاومة للحريق تمنع أو تمتص الضوء فوق البنفسجي الضار المنبعث أثناء اللحام.

قطعة العمل: غرض يتم العمل عليه باستخدام أداة أو آلة.

Pearson
BTEC

شهادة Pearson BTEC
International من المستوى 2 في مجال

كتاب طالب الهندسة

الوحدة 22

إنشاء الدوائر الكهربائية والإلكترونية واختبارها

المؤلف: مايك رايان

٢م

كتاب الطالب

تم النشر بواسطة شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد، 80 ستراند، لندن، WC2R 0RL.

www.pearsonschoolsandfecolleges.co.uk

يمكن العثور على نسخ من المواصفات الرسمية لجميع شهادات بيرسون على الموقع الإلكتروني: qualifications.pearson.com

© حقوق التأليف والنشر لعام 2023 محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التحرير بواسطة إنتيغرا

تنضيد الحروف بواسطة إنتيغرا

© حقوق التأليف والنشر للرسومات التوضيحية الأصلية محفوظة لشركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التصوير بواسطة إنتيغرا

الغلاف من تصميم شركة كريتيف مانكي فيجوال ديزاين

نُشرت هذه الطبعة عام 2023

27 26 25 24 23

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

فهرسة المكتبة البريطانية في بيانات النشر

يتوفر سجل كتالوج لهذا الكتاب من المكتبة البريطانية

إشعار حقوق التأليف والنشر

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور بأي شكل أو بأي وسيلة (بما في ذلك نسخه أو تخزينه في أي وسيط باستخدام الوسائل الإلكترونية، سواء بشكلٍ عابر أو عرضي لبعض الاستخدامات الأخرى لهذا المنشور) دون إذن كتابي من مالك حقوق التأليف والنشر، يُتوقع ذلك وفقًا لأحكام قانون حقوق التأليف والنشر والتصاميم وبراءات الاختراع لعام 1988 أو بموجب شروط ترخيص صادر عن وكالة ترخيص حقوق التأليف والنشر، برناردز إن، 86 فيتر لين، لندن EC4A 1EN (www.cla.co.uk). ينبغي توجيه طلبات الحصول على إذن كتابي لمالك حقوق التأليف والنشر إلى الناشر.

مواقع الويب

لا تتحمل بيرسون إديوكيشن ليمتد المسؤولية عن المحتوى الخاص بأي مواقع إنترنت خارجية. ومن الضروري أن يقوم المعلمون بمعاينة كل موقع ويب قبل استخدامه في الفصل للتأكد من أن عنوان URL لا يزال دقيقًا وملائمًا ومناسبًا. ونقترح أن يقوم المعلمون بوضع إشارة مرجعية على مواقع الويب المفيدة والنظر في تمكين الطلاب من الوصول إليها من خلال الشبكة الداخلية للمدرسة/ الكلية.

ملاحظة من الناشر تنفذ بيرسون عمليات تحرير قوية لضمان دقة المحتوى في هذا المنشور، ويتم بذل كل جهد ممكن لضمان خلو هذا المنشور من الأخطاء. ومع ذلك، ما نحن إلا بشر، وأحيانًا تحدث أخطاء. ولا تتحمل بيرسون المسؤولية عن أي سوء فهم ينشأ نتيجة أخطاء في هذا المنشور، ولكن من أولوياتنا ضمان دقة المحتوى. إذا لاحظت وجود خطأ، فيُرجى التواصل معنا عبر resourcescorrections@pearson.com حتى نتأكد من تصحيحه.

في حين بذل الناشرون قصارى جهدهم لضمان دقة المشورة بشأن التأهيل وتقييمه، فإن المواصفات الرسمية ومواد إرشادات التقييم المرتبطة بها هي المصادر الموثوقة الوحيدة للمعلومات وينبغي الرجوع إليها دائمًا للحصول على إرشادات نهائية.

شكر وتقدير

الصور:

123RF: جورجيس مانكوسكاس، ص 32 (الشكل 22.25)؛ **بيرسون إديوكيشن ليمتد:** غاريث بودن، ص 6 (الشكل 22.5)، أكسفورد ديزاينرز آند إلاستريتورز ليمتد، ص 8 (الشكل 22.8 والشكل 22.9)، كولمان يوين، ص 14 (الشكل 22.12)، استوديوهات إتش إل، ص 28 (الشكل 22.22)، جول سيلمز، ص 30 (الشكل 22.23)، ص 35 (الشكل 22.30)، ص 37 (الشكل 22.32)، ص 42 (الشكل 22.38))، ص 48 (الشكل 22.39)، ص 49 (الشكل 22.40)، ص.50 (الشكل 22.41 والشكل 22.43)، جوي تشان، ص 50 (الشكل 22.42)؛ **مايك رايان:** مايك رايان، ص 36 (الشكل 22.31)؛ **شترستوك:** تاتيانا فيك، ص 1 (الشكل 22.1)، أودريوس ميرفيلداس، ص 4 (الشكل 22.2)، هومو، ص 5 (الشكل 22.3)، أنييفانوفا، ص 5 (الشكل 22.4)، فاشاغان مالخاسيان، ص 6 (الشكل 22.6)، زاخار مار، ص 7 (الشكل 22.7)، راسل شيفلي، ص 33 (الشكل 22.6) 22.26)، داينيس، ص 37 (الشكل 22.33)، يورازاغا، ص 39 (الشكل 22.34).

© جميع حقوق طبع ونشر الصور الأخرى محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن

الوحدة 22

إنشاء الدوائر الكهربائية والإلكترونية واختبارها

مقدمة

ستتعلم في هذه الوحدة كيفية إنشاء الدوائر الكهربائية والإلكترونية واختبارها. وستحدد المخاطر الشائعة عند التعامل مع الدوائر الكهربائية والإلكترونية. كما تتعلم كيفية تجنب المخاطر والعمل بأمان دائمًا.

ستتيح لك هذه الوحدة أيضًا التحقق من كيفية عمل الدوائر نظريًا وعمليًا. وستتعلم كيفية تحديد أنواع مختلفة من المكونات الكهربائية والإلكترونية واستخدامها في الدوائر. كما تتعلم كيفية تحديد المكونات بصريًا وأيضًا من رموزها المستخدمة في مخططات الدوائر.

بالإضافة إلى ذلك، ستستخدم معدات شائعة لاختبار الدوائر التي تنشئها. حيث تلاحظ كيفية عمل الدوائر في الممارسة العملية. ومن ثم تُقيِّم كيفية مقارنة القياسات العملية بالنظرية باستخدام المبادئ الكهربائية والإلكترونية.

ستتاح لك الفرصة لاستخدام المعرفة والمهارات التي اكتسبتها لتحديد الأعطال في الدوائر الكهربائية والإلكترونية وإصلاحها.

أهداف التعلم

في هذه الوحدة، سوف تتمكن من:

(أ) فهم مبادئ تشغيل الدوائر الكهربائية والإلكترونية الرئيسية باستخدام ممارسات العمل الآمنة

(ب) استخدام المكونات لإنشاء دوائر كهربائية وإلكترونية بأمان

(ج) إجراء القياسات والاختبارات للعثور على الأعطال في الدائرة الكهربائية أو الإلكترونية

كيف سيتم تقييمك

يتم تقييم هذه الوحدة داخليًا من خلال ملخصات المهام التي يقدمها معلمك.

وسيكون عليك تقديم أدلة لإثبات أنك حققت أهداف التعلم. ويمكن تقديم أدلتك بالعديد من التنسيقات، بما فيها إلكترونيًا وورقيًا. كما تسرد شبكة معايير التقييم في مواصفات هذه الوحدة ما يجب عليك القيام به للحصول على درجة النجاح أو التفوق أو الامتياز. ستوجهك أنشطة التقييم في هذه الوحدة خلال المهام التي ستساعدك على تحقيق النجاح.

الشكل 22.1 فني لحام يُصلِح مروحية رباعية (كوادكوبتر) مكسورة.

هدف التعلم (أ): فهم مبادئ تشغيل الدوائر الكهربائية والإلكترونية الرئيسية باستخدام ممارسات العمل الآمنة

ستكتشف في هذا القسم كيفية العمل بأمان مع الدوائر الكهربائية والدوائر الإلكترونية.

ستتعرف على المبادئ الكهربائية والإلكترونية وتتعلم كيفية تطبيقها على الدوائر.

كما تتعلم كيفية تفسير مخططات الدوائر وتحليل وظيفة مختلف أنواع المكونات في الدوائر واكتشاف تأثير قيم المكونات على الدوائر.

بدء النشاط

من خلال العمل في مجموعة صغيرة، أنشئ قائمة بالمخاطر التي يمكنك رؤيتها في صورة مكونات اللحام الفني في دائرة لمروحية رباعية (كوادكوبتر) (الشكل 22.1). وما المخاطر التي يمكن أن تسببها للمهندس والآخرين الذين يعملون بالقرب منه؟

المصطلحات الرئيسية

الدائرة الكهربائية: مكونات كهربائية متصلة لأداء وظيفةٍ ما. وعادةً ما تكون الأنظمة الكهربائية عبارة عن دوائر ذات تيار عالي.

الدائرة الإلكترونية: مكونات إلكترونية متصلة لأداء غرضٍ ما. وعادةً ما تكون الأنظمة الإلكترونية عبارة عن دوائر ذات تيار منخفض.

مواضيع ذات صلة

العمل بأمان أمرٌ مهم للغاية في جميع فروع الهندسة.

في الوحدة 1، ستتعرف على الأخطار والمخاطر وتقييم المخاطر في أماكن العمل الهندسية.

في الوحدة 4، يمكنك التعرف على الأخطار والمخاطر وإجراءات التحكم في بيئة هندسة الصيانة.

ممارسات العمل الآمنة

المخاطر

من المهم حماية نفسك والأشخاص الذين يعملون من حولك من المخاطر عند إنشاء الدوائر الكهربائية والإلكترونية.

ويوضح الجدول 22.1 بعض المخاطر التي يمكن تحديدها عند إنشاء دائرة كهربائية/إلكترونية واختبارها.

الجدول 22.1 بعض المخاطر عند إنشاء الدوائر الكهربائية/الإلكترونية واختبارها

الخطر	مثال
الأدوات ذات الحواف الحادة	حدوث جروح وإصابات عند استخدام الكماشة والقواطع والسكاكين والأدوات الحادة الأخرى. يمكنك أيضًا الإصابة بقطوع جراء الحواف الحادة الأخرى، على سبيل المثال، من الحافة المقطوعة لقطعة من لوحة الدائرة.
مكواة اللحام	يمكن أن يصل طرف مكواة اللحام إلى درجات حرارة تصل إلى 400 درجة مئوية، مما يتسبب في الإصابة بحروق خطيرة.
المواد السامة	قد يحتوي اللحام على الراتينج الصنوبري والرصاص، مما قد يسبب مشكلات صحية خطيرة.

الخطر	مثال
الكهرباء	يمكن أن تتعرض لصدمة كهربائية جراء ملامسة سلك متصل بالكهرباء، على سبيل المثال، من إحدى المعدات التي لا تتم صيانتها جيدًا مثل مكواة لحام. كما قد تُصَب بحروق جراء صدمة كهربائية.
الحريق والانفجارات	يمكن أن يتسبب التوصيل الخاطئ للأسلاك أو التحميل الزائد على الدائرة في نشوب حريق. ويمكن أن يتسبب الحريق في انفجار مادة قابلة للاشتعال.
إصابة العين	يمكن أن تُصَب في العين بقطع صغيرة من المواد عند قطع المكونات. يمكن أيضًا أن تتعرض للشرر عند اللحام. ويمكن أن تتضرر عينيك أيضًا بسبب الأبخرة الناتجة عن اللحام أو رذاذ المواد الكيميائية.
الطاقة المخزنة	قد تضرك الطاقة المخزنة في المكونات، على سبيل المثال، تخزن المكثفات الطاقة الكهربائية. يمكن أن تتعرض لصدمة كهربائية إذا حاولتَ إزالة مكثف مشحون من الدائرة.

المخاطر

الخطر هو مقياس لمدى احتمالية حدوث الضرر من الخطر. فهو أيضًا مقياس لخطورة الضرر الناجم. فعند تقييم المخاطر، عليك التفكير في النقاط التالية.

- ما مدى احتمالية تعرضك للخطر، على سبيل المثال، هل ستتعرض للخطر عدة مرات في اليوم، مرة واحدة في الأسبوع أو مرة في السنة؟
- طبيعة التعرض، على سبيل المثال، استنشاق الأبخرة أو عن طريق اللمس.
- مدى خطورة الآثار، على سبيل المثال، قد تتسبب ملامسة مادة كيميائية في حدوث طفح جلدي بسيط أو مرض خطير أو حتى الوفاة.

تدابير التحكم

عند إنشاء دائرة كهربائية أو إلكترونية، ستتبع عادةً مجموعة من التعليمات. وغالبًا ما تُسمى مجموعة التعليمات هذه بإجراءات التشغيل القياسية (SOP). فعادةً ما يكون جزء من إجراءات التشغيل القياسية هو تقييم المخاطر (RA). ومن ثم يعمل تقييم المخاطر على تحديد المخاطر التي ينطوي عليها تنفيذ الإجراء وتقييمها. كما يحدد التدابير المتخذة للقضاء على المخاطر. فغالبًا ما يتضمن ذلك طرقًا للسيطرة عليها إذا لم يكن التخلص منها ممكنًا على سبيل المثال، هل يمكنك العثور على مادة كيميائية بديلة إذا كانت المادة التي تستخدمها عالية الخطورة؟

ملاحظة: الهدف هو القضاء على المخاطر إن أمكن أو، إذا لم يكن ذلك ممكنًا، وضع تدابير تحكم للحد من المخاطر.

ويجب أن تتوافق جميع الإجراءات المدرجة في تقييم المخاطر مع لوائح الصحة والسلامة الوطنية وقواعد الممارسة.

المصطلحات الرئيسية

الخطر: شيء قد يسبب تلفًا أو ضررًا لشخصٍ ما أو شيءٍ ما.

الخطر: احتمال تعرض شخص أو شيء للتلف أو الأذى. ويشمل ذلك خطورة الضرر الناجم.

تدبير التحكم: إجراء احترازي تم وضعه للحد من المخاطر.

الجدول 2-22 بعض تدابير الرقابة (الاحتياطات)

الخطر	تدابير التحكم
استنشاق الأبخرة عند اللحام	استخدم لحامًا خاليًا من الرصاص والراتينج الصنوبري. احرص على اللحام فقط في منطقة جيدة التهوية. ارتدِ معدات الحماية الشخصية المناسبة (PPE) مثل قناع الوجه.
حدوث صدمة كهربائية من المعدات والكبلات	ينبغي اختبار الأجهزة المحمولة بانتظام. تحقق من صحة شهادة الاختبار. تحقق من تلف المعدات والكبلات والموصلات قبل الاستخدام. وأبلغ عن أي ضرر. تحقق من المعدات بعد الاستخدام. وخزّنها بأمان.
إصابة العين من شرر اللحام	ارتدِ معدات الوقاية الشخصية المناسبة مثل نظارات السلامة.
الإصابة بحروق من اللحام	استخدم محطة لحام مزودة بمكان تخزين آمن لمكواة اللحام (راجع الشكل 22.2).

الشكل 22.2 محطة لحام، مزودة بمكان تخزين آمن لمكواة اللحام لتقليل مخاطر الإصابة بحروق.

النشاط

لقد تم تزويدك بمجموعة أدوات صغيرة لإنشاء الدوائر الكهربائية/الإلكترونية. وتحتوي مجموعة الأدوات على كماشة وقواطع سلكية موضحة في الشكل 22.3. حدد ثلاثة أخطار ومخاطر ينطوي عليها استخدام الأدوات. واقترح تدبير تحكم يمكن تطبيقه للحد من أحد المخاطر.

الشكل 22.3 مجموعة كماشات وقواطع.

الاستخدام الآمن للمعدات الكهربائية

ستستخدم أنواعًا مختلفة من المعدات الكهربائية عند دراسة هذه الوحدة. وتتصل بعض المعدات، على سبيل المثال مصدر إمداد بالطاقة أو مولّد إشارة أو راسم ذبذبات، بمصدر **تيار متردد رئيسي (AC)**. وغالبًا ما يُطلق على المُعدة التي يتم توصيلها بمصدرٍ ما اسم **الجهاز المحمول**. ويمكن تشغيل أنواع أخرى من المعدات، على سبيل المثال المقياس متعدد الأغراض، بالبطارية.

المصطلحات الرئيسية

التيار المتردد (AC): تيار كهربائي يعكس الاتجاه.

الجهاز المحمول: مُعدة كهربائية يمكن نقلها وتوصيلها بمصدر كهربائي. وهي تشمل المحولات وأسلاك التمديد.

الشكل 22.4 معدات القياس والاختبار الكهربائية والإلكترونية النموذجية.

عليك فحص جميع أنواع المعدات بصريًا بحثًا عن وجود أي تلف قبل استخدامها. ومن المهم أيضًا التحقق من الكبلات والموصلات. وينبغي لك الإبلاغ عن أي ضرر يلحق بالمعلم/المدرس/المشرف. ويُحظر استبدال المُعدة التالفة مرة أخرى إلى مكان تخزينها.

المصطلحات الرئيسية

اختبار الأجهزة المحمولة (PAT): فحص الأجهزة المحمولة واختبارها للتأكد من أنها آمنة للاستخدام.

الشخص المختص: الشخص الذي يمكنه استخدام المعدات المناسبة لإجراء الفحص والاختبار بشكلٍ صحيح ويمكنه فهم نتائج الاختبار تمامًا.

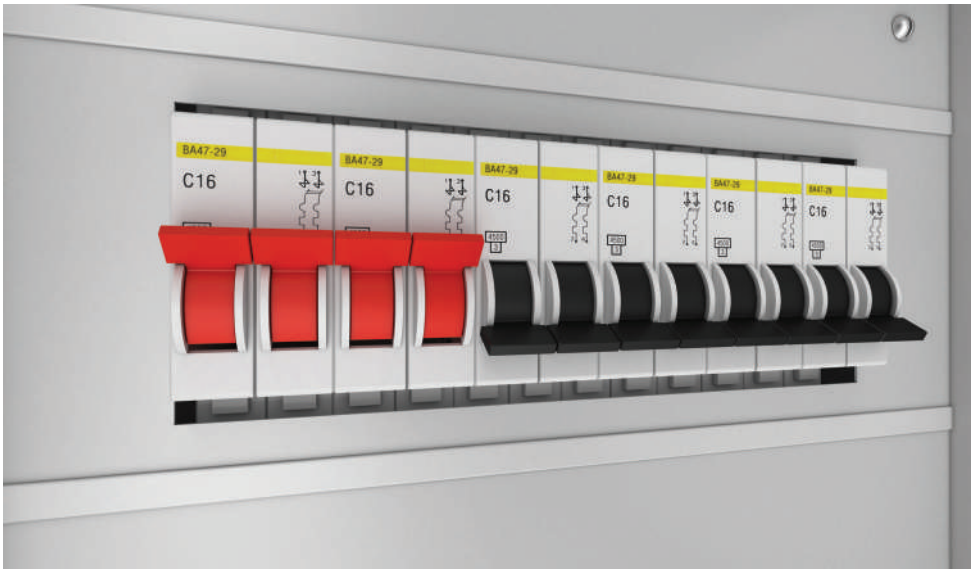
ينبغي اختبار الأجهزة المحمولة بانتظام. ويعتمد تكرار الفحص على نوع الاستخدام. كما ينبغي اختبار المعدات التي تُستخدم كثيرًا أو من قبل أشخاص مختلفين بشكلٍ متكرر. هذا ويجب إجراء **اختبار الأجهزة المحمولة (PAT)** من قِبل **شخص مختص**. وعادةً ما يحتفظ المختبِر بسجل لنتائج الاختبار ويضع ملصقًا على الجهاز. وينبغي لك التحقق من الملصق في كل مرة تستخدم فيها جهازًا محمولًا. ومن ثم عليك إبلاغ المعلم/المدرس/المشرف إذا كان ملصق الاختبار قديمًا.

الشكل 22.5 ملصق اختبار الأجهزة المحمولة.

الوقاية من الصدمات الكهربائية

أجهزة العزل والحماية من الأعطال

عادةً ما تكون الدوائر الكهربائية الحديثة محمية بقواطع للدائرة. وهذه هي الأجهزة التي تكتشف الأخطاء وتوقف تدفق التيار الكهربائي تلقائيًا. وهناك عدة أنواع من قواطع الدائرة.



الشكل 22.6 قواطع الدائرة الكهربائية.

الجدول 22.3 أمثلة لقواطع الدائرة

قاطع الدائرة المصغر (MCB)	يفتح المغناطيس الكهربائي مفتاحًا إذا زاد التيار على مقدار معين. ويعمل قاطع الدائرة المصغر بشكلٍ أسرع من المصهر ويمكن إعادة ضبطه عن طريق تشغيل المفتاح بعد معالجة الخطأ.
جهاز التيار المتبقي (RCD)	يوقف جهاز التيار المتبقي تشغيل التيار عندما يكتشف فرقًا بين التيارات في الأسلاك المتصلة بالكهرباء والمحايدة ويكون أكثر حساسية من قاطع الدائرة المصغر.
قاطع دائرة التسرب الأرضي (ELCB)	يَفصِل قاطع دائرة التسرب الأرضي مصدر الإمداد بالطاقة عندما يكتشف حالة تسرب تيار مباشرة إلى الأرض من عملية تركيب. ويُطلق على قاطع دائرة التسرب الأرضي الذي يحركه التيار أيضًا اسم قاطع دائرة التيار المتبقي (RCCB).

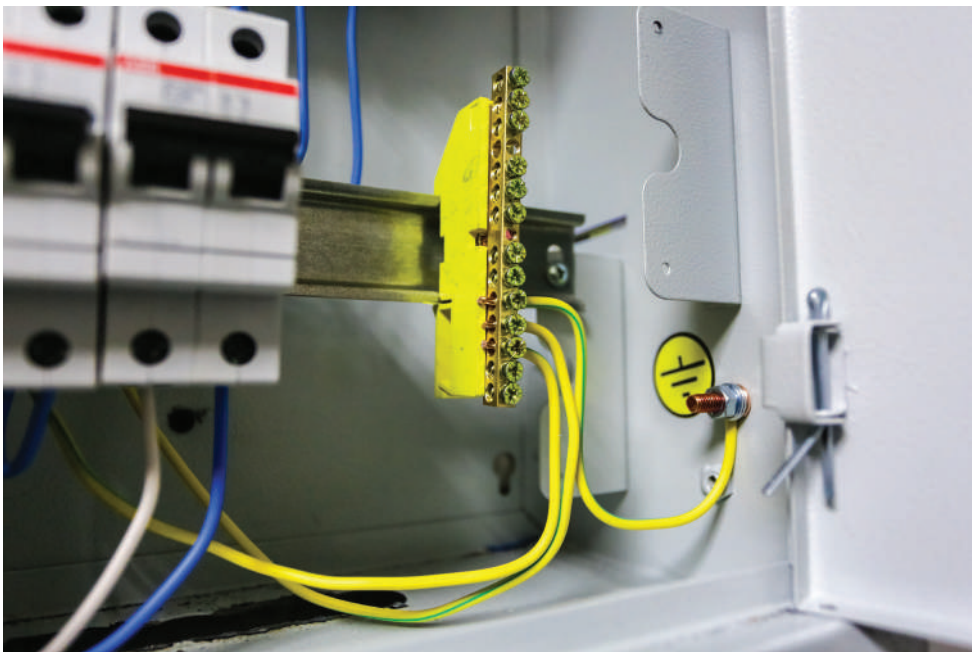
هل تعلم؟

تحمي قواطع الدائرة المصغرة الدائرة.

يحمي جهاز التيار المتبقي المستخدم.

معدات التأريض

قد تتعرض لصدمة كهربائية عند الإمساك بجهاز كهربائي إذا لامس سلك متصل بالكهرباء الجزء المعدني في حاوية غير معزولة. وعادةً ما يتم توصيل الطرف الأرضي بالغلاف المعدني لمنع إصابة المستخدم بصدمة كهربائية. ويوفر السلك الأرضي مسارًا للتيار إلى الأرض. وستكون شحنة التيار كبيرة لأن السلك الأرضي لديه مقاومة منخفضة جدًا. ومن ثم تتسبب شحنة التيار الكبيرة في فصل قاطع الدائرة المصغر، مما يؤدي إلى فصل الجهاز ومنع المستخدم من التعرض لصدمة. ويمكنك إعادة ضبط قاطع الدائرة المصغر بمجرد فصل الجهاز عن الدائرة.



الشكل 22.7 أسلاك كهربائية أرضية متصلة بهيكل معدني.

المبادئ الكهربائية والإلكترونية

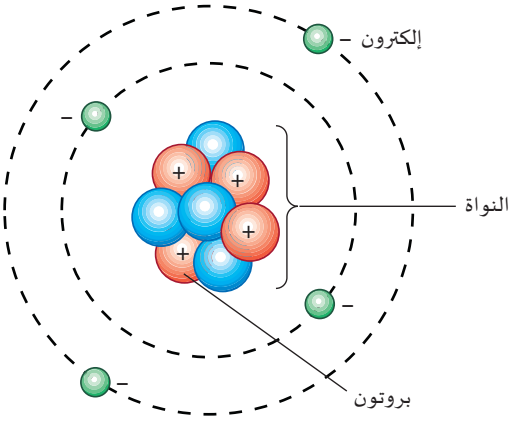
الخصائص والوحدات الكهربائية

عرِف اليونانيون القدماء بتأثيرات **الشحنة الكهربائية** منذ ما يقرب من 3000 عام. فالكهرمان عبارة عن راتنج شجرة متحجرة. ولاحظ اليونانيون أنه عند فرك قطعة من الكهرمان بقطعة قماش فإنها تجذب قطعًا صغيرة من الغبار أو الأوراق. وأطلقوا على الكهرمان اسم "elektron"، والذي يعني "مصنوع من الشمس" بسبب لونه. ودرس العلماء ظاهرة الكهرباء "الساكنة" لسنوات عديدة ووجدوا أن المواد الأخرى، مثل الشمع والزجاج، أعطت التأثير نفسه. فربما تجد الشيء نفسه عن طريق فرك مسطرة بلاستيكية بملابسك ثم استخدامها لالتقاط قطع صغيرة من الورق.

ولم يعرف العلماء الأوائل عن بنية المادة. فنحن نعتقد الآن أن الذرات مرتبطة ببعضها بعضًا عن طريق الشحنات الكهربائية. ومن ثم تتكون كل ذرة من ثلاثة جسيمات أساسية:

- البروتون (شحنة موجبة)
- النيوترون (بدون شحن)
- الإلكترون (شحنة سالبة).

اقترح نيلز بور، عالم الفيزياء الدنماركي، نموذجًا لبنية الذرة. ففي نموذج بور، توجد البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة وتدور الإلكترونات حول النواة. ويتساوى عدد البروتونات والإلكترونات، مما يعني أن الذرات لا يتم شحنها بشكلٍ طبيعي، لأن الشحنات الموجبة والسالبة تلغي بعضها بعضًا. الشكل 22.9 هو نموذج مبسط لبنية الذرة.



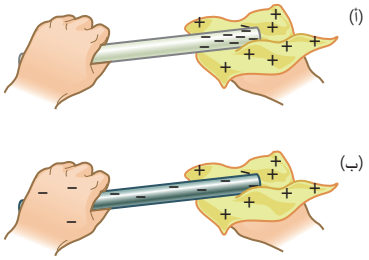
الشكل 22.9 نموذج الهيكل الذري.

يُعد البوليثين عازلًا؛ فهو لا يسمح للشحنة الكهربائية بالمرور خلاله بسهولة، لذا يحتفظ بشحنة سالبة. ولا يمكنك شحن قضيب مصنوع من مادة موصلة نظرًا لأن الإلكترونات يمكن أن تتحرك بسهولة من خلاله، لذا لا تبقى معًا.

بدء النشاط

الخصائص الكهربائية الأساسية التي يجب عليك معرفتها وفهمها هي الشحن والتيار والجهد والمقاومة. فيجب أن تتعلم الوحدات القياسية لكل خاصية كهربائية.

ومن ثم يتم تعريف الوحدات، المعروفة باسم وحدات SI (Système International) من خلال النظام الدولي (المتري). فوحدات SI هي وحدات قياسية معترف بها دوليًا للعلوم والتكنولوجيا.



الشكل 22.8 شحن قضيب بوليثين.

(أ) تنتقل الإلكترونات من القماش إلى قضيب البوليثين. ولا يمكنهما التحرك عبر البوليثين؛ لذا فإن نهاية القضيب تحتوي على شحنة ثابتة.

(ب) تنتقل الإلكترونات من القماش إلى القضيب المعدني. وتعمل المعادن على توصيل الكهرباء، لذا تنتشر الإلكترونات الإضافية عبر المعدن. ويصعب اكتشاف الشحنة الثابتة الإضافية.

فكر مليًا

لماذا تعتقد أن الإلكترونات، وليس البروتونات، هي التي تنتقل عن طريق فرك قضيب البوليثين؟

مواضيع ذات صلة

هدف التعلم (أ) من الوحدة 20: تغطي العلوم الكهربائية والميكانيكية للهندسة المبادئ الكهربائية بعمق.

نصائح

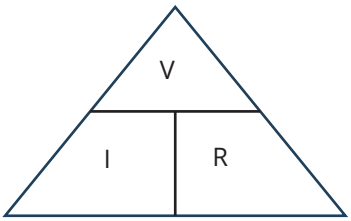
يمكن جعل إعادة ترتيب صيغة مثل قانون أوم أسهل باستخدام مثلث.

احرص على تغطية الحرف الذي تريد البحث عنه، وسيعطي المثلث الصيغة.

$$V = I \times R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$



الشكل 22.10 مثلث قانون أوم.

يمكنك استخدام الطريقة نفسها مع المعادلات الأخرى، على سبيل المثال،

يمكنك إعادة ترتيب

$$Q = I \times t$$

للحصول على

$$I = \frac{Q}{t}$$

و

$$t = \frac{Q}{I}$$

بدء النشاط

تستخدم الجبر في كل مرة تحل فيها مشكلة المبادئ الكهربائية. اقرأ النصائح بشأن كيفية إعادة ترتيب الصيغة قبل متابعة بقية هذا الفصل. أكمل تمرين نقطة المراجعة للتأكد من أنك تفهم الطريقة ويمكنك استخدامها بدقة.

نقطة مراجعة

أعد ترتيب المعادلة

$$E = Q \times V$$

لعمل:

- Q موضوع المعادلة
- V موضوع المعادلة.

أعد ترتيب المعادلة

$$P = V \times I$$

لعمل:

- V موضوع المعادلة
- I موضوع المعادلة.

العلاقة بين الشحنة والتيار والجهد والقدرة

الشحن

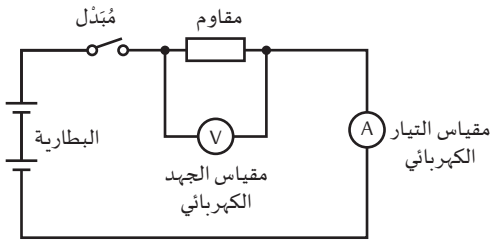
تُقاس الشحنة الكهربائية بالكولوم (C). وتتم تسمية الوحدة S.I. هذه على اسم العالم الفرنسي تشارلز أوغستين دي كولوم. فالشحنة الموجودة على الإلكترون والبروتون هي نفسها، ولكنهما متضادتان في الإشارة. والشحنة على إلكترون واحد تُعد صغيرة للغاية. على سبيل المثال، شحنة مقدارها كولوم واحد تعادل شحنة 6.24×10^{18} (6.24 كوينتيليون) من الإلكترونات.

التيار

التيار الكهربائي هو تدفق الشحنة الكهربائية. فأنت بحاجة إلى مصدر للطاقة ودائرة من المواد الموصلة كي يتدفق التيار. يوضح الشكل 22.11 مخططًا لدائرة بسيطة.

المصطلحات الرئيسية

التيار: تدفق الشحنة الكهربائية عبر دائرة مادة موصلة.



الشكل 22.11 دائرة التيار المستمر (DC) البسيطة بالأمتار

يتدفق التيار عند إغلاق المفتاح وإكمال الدائرة. فالبطارية هي مصدر الطاقة لتدفق التيار. ويُعرَّف التيار التقليدي بأنه يتدفق من الطرف الموجب إلى الطرف السالب، رغم أن الإلكترونات تتدفق فعليًا من طرف البطارية السالب وتعود إلى الطرف الموجب. كما أن وحدة التيار في النظام الدولي للوحدات هي **الأمبير (A)**. فقد سُميت على اسم العالم الفرنسي أندريه ماري أمبير. حيث يساوي 1 أمبير شحنة مقدارها 1 كولوم تمر بنقطة في الدائرة خلال ثانية واحدة.

اجعل مقدار الشحنة = Q (C) والتيار = I (A) والوقت = t (s)

حسب التعريف:

$$I = \frac{Q}{t}$$

يمكن إعادة ترتيب هذا للحصول على:

$$Q = I \times t$$

أمثلة

1 يتدفق تيار شدته 4 أمبير في دائرة. ما عدد كولوم الشحنة المتدفقة في 20 ثانية؟

$$Q = I \times t$$
$$Q = 4 \times 20$$
$$Q = 80\ C$$

2 احسب شدة التيار المتدفق عبر دائرة إذا مرت شحنة مقدارها 60 درجة مئوية بنقطة خلال 5 ثوانٍ.

$$I = \frac{Q}{t}$$
$$I = \frac{60}{5}$$
$$I = 12\ A$$

ملاحظة: 12 A هو تيار عالي.

هل تعلم؟

لن يتدفق التيار في الدائرة في الشكل 22.11 إلا إذا تم استيفاء شرطين:

- وجود دائرة كاملة من المواد الموصلة
- وجود مصدر جهد لتزويد الطاقة لجعل الشحنة تتدفق. نقول إننا بحاجة إلى فرق الجهد (pd) بين النقاط حول الدائرة.

فرق الجهد والجهد

وحدة SI لفرق الجهد هي الفولت (V). وسميت الوحدة باسم العالم الإيطالي أليساندرو فولتا.

فالجهد هو مقياس للطاقة الموردة للشحنة لتحريكها.

وبحكم التعريف، فإن فرق الجهد البالغ 1 فولت ينقل 1 جول من الطاقة إلى 1 كولوم من الشحنة. ويمكن كتابة هذا كمعادلة.

$$V = \frac{E}{Q}$$

يتم قياس فرق الجهد V بالفولت (V).

ويتم قياس الطاقة E بالجول (J).

ويتم قياس الشحنة Q بالكولوم (C).

أمثلة

1 احسب فرق الجهد بين نقطتين في دائرة إذا انتقل شغل مقداره 8 J بشحنة مقدارها 2 C.

$$V = \frac{E}{Q}$$

$$V = \frac{8}{2}$$

$$V = 4\text{V}$$

2 احسب الشغل المبذول من خلال شحنة مقدارها 20 درجة مئوية تمر عبر فرق جهد مقداره 5 فولت.

أعد ترتيب المعادلة لجعل E موضوع الصيغة. (راجع النصائح ونقطة المراجعة).

$$E = Q \times V$$

$$E = 20 \times 5$$

$$E = 100\text{ J}$$

قانون أوم والمقاومة

لجأ عالم ألماني يدعى جورج سيمون أوم إلى التحقيق في العلاقة بين التيار المتدفق عبر الموصل وفرق الجهد المطبق عبره. ووجد أن التدفق الحالي يعتمد على المادة. فالمواد التي تسمح بتدفق التيار بسهولة تسمى الموصلات. والمواد التي لا تسمح بتدفق التيار تسمى المواد غير الموصلة أو العوازل.

ووجد أوم أن التيار المتدفق في الموصل يتناسب طرديًا مع فرق الجهد عبره. كما يعتمد التيار على المواد المستخدمة، على سبيل المثال، تُعد الفضة موصلًا أفضل من النحاس. ووصف مقياس المعارضة **لمقاومة** التدفق الحالي.

تُسمى وحدة SI للمقاومة الكهربائية الأوم. ويُرمز إليها بحرف يوناني كبير وهو أوميغا (Ω).

عادةً ما تسمى العلاقة بين الجهد والتيار والمقاومة **قانون أوم**. ومن ثم يمكن كتابة قانون أوم كمعادلة:

$$V = I \times R$$

يُقاس فرق الجهد V بالفولت (V).

يُقاس التيار I بالأمبير (A).

تُقاس المقاومة R بالأوم (Ω).

مواضيع ذات صلة

هناك روابط منتظمة لهدف التعلم (أ) من الوحدة 5: الرياضيات لفني الهندسة طوال هذه الوحدة.

فعندما تجد حلاً لمشكلات الهندسة الكهربائية/الإلكترونية، فإنك تستخدم الجبر مع إعادة ترتيب المعادلات واستبدال القيم. ويمكنك استخدام الطرق العددية الروتينية وغير الروتينية لحساب القيم.

المصطلحات الرئيسية

المقاومة: خاصية فيزيائية لمادة تقاوم تدفق التيار الكهربائي في الدائرة.

قانون أوم: القانون الذي يصف العلاقة بين الجهد والتيار في الدائرة الكهربائية.

أمثلة

1 احسب فرق الجهد بين نقطتين في دائرة إذا كان تيار شدته 4 A يتدفق عبر مقاومة مقدارها 15 Ω.

$$V = I \times R$$
$$V = 4 \times 15$$
$$V = 60\ \text{V}$$

2 احسب شدة التيار المتدفق عند تطبيق فرق جهد مقداره 12 V على مقاومة مقدارها 20 Ω.

أعد ترتيب المعادلة لجعل *I* موضوع الصيغة.

$$I = \frac{V}{R}$$
$$I = \frac{12}{20}$$
$$I = 0.6\ \text{A}$$

3 احسب مقاومة الموصل إذا تسبب فرق جهد قدره 9 V في تدفق تيار شدته 4 A خلاله.

أعد ترتيب المعادلة لجعل *R* موضوع الصيغة.

$$R = \frac{V}{I}$$
$$R = \frac{9}{4}$$
$$R = 2.25\ \Omega$$

الطاقة الكهربائية والقدرة

رأينا أعلاه أن الطاقة (الجول) المنقولة إلى الشحنة *Q* (كولوم) بفارق الجهد *V* (فولت) يمكن الحصول عليها بالمعادلة:

$$E = Q \times V$$

الطاقة (الجول) المنقولة في الثانية هي القدرة. وتُقاس الطاقة بالجول في الثانية. فوحدة SI للطاقة هي الواط (W). وسميت على اسم العالم الإنجليزي جيمس واط. 1 واط من الطاقة = 1 جول في الثانية (J/s) من الطاقة.

$$P = \frac{E}{t}$$

استبدل *E* في معادلة بـ *P*.

$$P = \frac{Q \times V}{t}$$

لكننا نعلم بالفعل هذا التيار:

$$I = \frac{Q}{t}$$

استبدل *I* في معادلة بـ *P*.

$$P = I \times V$$

ملاحظة: يمكنك استخدام مخطط المثلث لإعادة ترتيب المتغيرات في جميع الأمثلة أعلاه.

يمكن حساب كمية الطاقة المنقولة في الثانية (القدرة) إلى المقاومة في دائرة **التيار المستمر (DC)** بضرب التيار في فرق الجهد.

المصطلحات الرئيسية

التيار المستمر (DC): تيار كهربائي يتدفق في اتجاه واحد فقط.

أمثلة

1 احسب القدرة المنقولة عندما يتدفق تيار شدته 5 A في موصل بسبب فرق جهد مقداره 12 V عبره.

$$P = I \times V$$
$$P = 5 \times 12$$
$$P = 60\ \text{W}$$

2 احسب فرق الجهد عبر المقاومة إذا كانت القدرة المنقولة 120 W والتيار المار عبر المقاوم 4 A.

أعد ترتيب المعادلة لجعل V الموضوع. (تذكر طريقة المثلث).

$$V = \frac{P}{I}$$
$$V = \frac{120}{4}$$
$$V = 30V$$

3 احسب شدة التيار المتدفق عبر مقاومة إذا كانت القدرة المنقولة 240 W لفرق جهد قدره 60 V.

أعد ترتيب المعادلة لجعل I الموضوع. (تذكر طريقة المثلث).

$$I = \frac{P}{V}$$
$$I = \frac{240}{60}$$
$$I = 4\ \text{A}$$

يمكن كتابة معادلة الطاقة الكهربائية بطرق أخرى باستخدام قانون أوم لاستبدال I أو V.

يمكن كتابة قانون أوم على النحو التالي $V = I \times R$ كما يمكن كتابته على النحو التالي:

$$I = \frac{V}{R}$$

إذا استبدلتَ V في معادلة القدرة:

$$P = I \times V$$
$$P = I \times IR$$
$$P = I^2 \times R$$

إذا استبدلتَ I في معادلة القدرة:

$$P = I \times V$$
$$P = \frac{V}{R} \times V$$
$$P = \frac{V^2}{R}$$

أمثلة

أ احسب القدرة المنقولة عندما يتدفق تيار شدته 5 A عبر مقاومة مقدارها 10 Ω.

$$P = I^2 \times R$$
$$P = 5^2 \times 10$$
$$P = 250\ \text{W}$$

ب احسب القدرة المنقولة عند توصيل فرق جهد قدره 150 V عبر مقاومة مقدارها 100 Ω.

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{1800}{230}$$

$$I = 7.83 \text{ A}$$

نقطة مراجعة

راجع الشكل 22.11.

احسب:

- يتدفق التيار في الدائرة عند إغلاق المفتاح لجهد 20 فولت وقيمة المقاوم 50 Ω
- شحنة تمر بنقطة في الدائرة خلال 5 ثوانٍ
- القدرة (الطاقة في الثانية) المنقولة إلى المقاوم.

حساب تصنيف المصهر أو قاطع الدائرة

يحتوي المصهر على سلك رقيق ينقطع إذا مر الكثير من التيار عبره (الشكل 22.12). على سبيل المثال، إذا لامس سلك متصل بالكهرباء غلافًا معدنيًا، فسيتدفق تيار كبير عبر السلك الأرضي. وسيؤدي هذا التيار إلى إذابة سلك المصهر. ويؤدي هذا إلى قطع الدائرة. ولن يتدفق المزيد من التيار. والمصهر هو مكون "يستخدم لمرة واحدة فقط" - يجب استبداله بمجرد تصحيح الخطأ. ويفصل قاطع الدائرة المفتاح عندما يكون هناك تيار معطل ويمكن إعادة ضبطه عند معالجة العطل (راجع القسم أعلاه).

الشكل 22.12 مجموعة مختارة من الصمامات.

تأتي الصمامات وقواطع الدائرة بمجموعة متنوعة من القيم المقدرة اعتمادًا على التطبيق. وهي تؤدي الوظيفة نفسها، رغم اختلافها في الحجم والشكل. فالمصهر مجرد سلك معدني أو شريط يذوب عندما يمر مقدار كبير من التيار عبره.

ويمكنك استخدام معادلة الطاقة لحساب حجم المصهر أو تصنيف قاطع الدائرة. كما تحتاج إلى حساب التيار عند الطاقة "العادية"، ثم تحديد القيمة الأعلى التالية.

لاحظ أن المصهر وقاطع الدائرة يحميان الجهاز وليس المستخدم. فعادةً ما يعمل قاطع الدائرة المصغر (MCB) بشكلٍ أسرع من الصمامات السلكية، ولكن لا يزال من الممكن أن يتعرض المستخدم لصدمة كهربائية في الوقت الذي يستغرقه قطع الدائرة.

مثال

يبلغ معدل طاقة مجفف الشعر 1800 واط، ويبلغ جهد تشغيله 230 فولت. حدد مصهرًا مناسبًا لحماية مجفف الشعر.

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{1800}{230}$$

$$I = 7.83 \text{ A}$$

7.83 A هو التيار الذي يسحبه مجفف الشعر عندما يعمل بشكلٍ طبيعي.

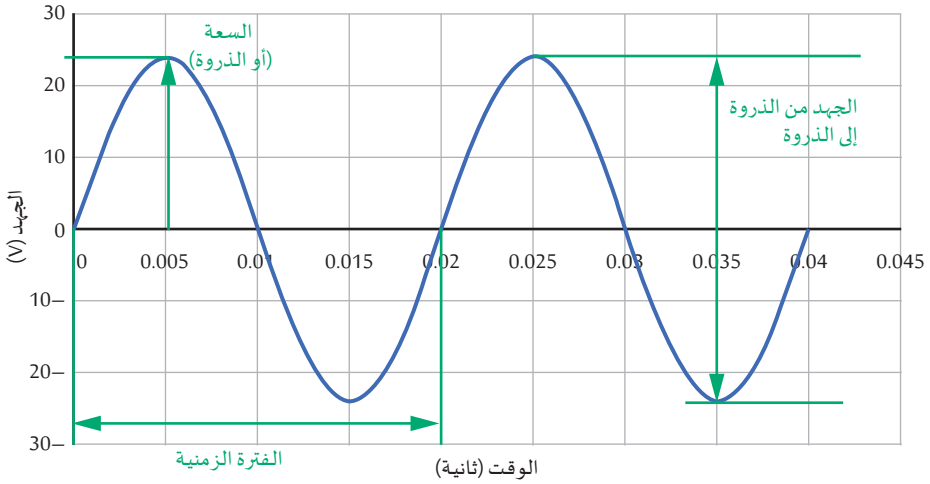
فإذا كان بإمكانك تحديد فتيل 7.83 A فسوف "ينفجر" في كل مرة تستخدمه فيها.

ويمكن أن يكون حجم المصهر التالي 10 A.

إشارة التيار المتردد (AC)

يتصل مجفف الشعر في المثال الأخير بتيار متردد (AC)، بدلاً من مصدر تيار مستمر. وعادَة ما يتم توفير الكهرباء للمنازل والقطاع كتيار متردد. ومن ثم يتدفق التيار المستمر في اتجاه واحد فقط. ويغير التيار المتردد الاتجاه (والقطبية - من الموجب إلى السالب) بشكلٍ متكرر.

شكل موجة الجهد المتناوب



الشكل 22.13 شكل موجة تيار متردد.

يوضح الشكل 22.13 بعض خصائص شكل الموجة المتردد.

السعة هي القيمة من الصفر إلى القيمة القصوى. وتسمى السعة أيضًا قيمة الذروة.

وتسمى القيمة من القيمة القصوى إلى الحد الأدنى قيمة *الذروة إلى الذروة*. فقيمة الذروة إلى الذروة هي ضعف السعة.

ويُطلق على الوقت المستغرق لدورة واحدة من شكل الموجة **الفترة الزمنية**. ويتم قياس الوقت بالثانية (الثواني).

إن **تردد** شكل الموجة هو عدد الدورات في ثانية واحدة. وسميت وحدة تردد SI على اسم العالم الألماني هاينريش هيرتز.

1 هيرتز (Hz) يساوي دورة واحدة في الثانية.

$$\text{frequency} = \frac{1}{\text{time period}}$$

المصطلحات الرئيسية

الدورة: دورة واحدة كاملة ذهابًا وإيابًا لشكل موجة متناوب.

الفترة الزمنية: الوقت اللازم لدورة واحدة كاملة من التيار المتردد.

التردد: عدد الدورات في ثانية واحدة. وحدة التردد هي هيرتز (Hz).

مثال

استخدم الشكل 22.13 لحساب:

(أ) السعة (القياس من 0 فولت إلى الذروة) = 24 فولت

(ب) الجهد من الذروة إلى الذروة = 2 × السعة = 48 فولت

(ج) الفترة الزمنية (الوقت لدورة واحدة) = 0.02 ثانية أو 20 ملي ثانية (20 ملي ثانية)

(د) التردد، محسوب باستخدام:

$$\text{frequency} = \frac{1}{\text{time period}}$$

$$f = \frac{1}{0.02}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

يصبح الجهد المتردد موجبًا وسالبًا بالمقدار نفسه في كل دورة. فعندما تحسب القيمة المتوسطة لدورة واحدة، تحصل على الإجابة صفر. وهذا يعني أن دائرة التيار المتردد لن تعمل. فنحن نعلم أن هذا غير صحيح.

على سبيل المثال، يضيء المصباح لأنه يعمل مع التيار المتدفق في كلا الاتجاهين.

جهد الجذر المتوسط المربع (RMS) والتيار

يجب عليك استخدام طريقة مختلفة لحساب القيمة "المتوسطة". تسمى القيمة *الجذر المتوسط المربع (RMS)*.

وعندما تربيع رقم، فإنه سيعطي دائمًا نتيجة إيجابية.

على سبيل المثال، $2^2 = 4$ و $(-2)^2 = 4$

الخطوة 1: ابحث عن القيمة المتوسطة للمربع.

$$\text{mean square value} = \frac{V_{pk}^2}{2}$$

الخطوة 2: خذ الجذر التربيعي للعثور على الجذر المتوسط المربع.

$$\text{root mean square value} = V_{rms} = \sqrt{\frac{V_{pk}^2}{2}}$$

مثال

احسب قيمة الجذر المتوسط المربع لجهد متردد بجهد 24 فولت.

$$V_{pk} = 24 \text{ V}$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{V_{pk}^2}{2}}$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{24^2}{2}}$$

$$V_{rms} = 16.971 \text{ V}$$

يمكنك تقريب الإجابة إلى

$$V_{rms} = 17.0 \text{ V}$$

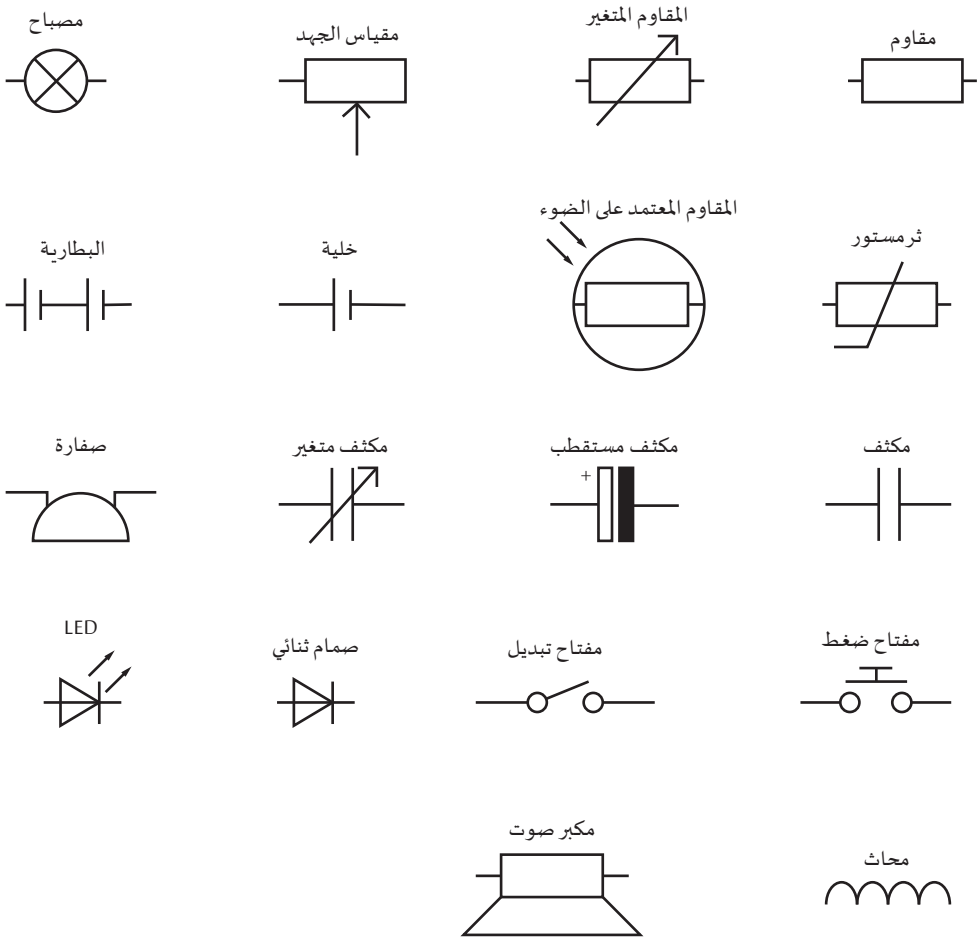
مواضيع ذات صلة

ستتعلم المزيد عن كيفية عمل المكونات والأجهزة الإلكترونية في الوحدة 23: الأجهزة الإلكترونية وتطبيقات الاتصالات.

الدوائر

مخططات الدوائر

تستخدم مخططات الدوائر الرموز البيانية لتمثيل المكونات. ويتم التحكم في أحد المعايير الدولية الشائعة من قبل التحالف الكهربائي الدولي (IEC). وهي معروفة باسم IEC 60617. تشبه هذه المواصفة القياسية المعيار البريطاني (BS) BS3939.



الشكل 22.14 الرموز الرسومية لبعض المكونات الإلكترونية.

قياس التيار والجهد في دائرة بسيطة

يمكنك قياس التيار المتدفق عبر الدائرة باستخدام **مقياس التيار الكهربائي**. تعمل دائمًا على توصيل مقياس التيار الكهربائي على التوالي، بحيث يتدفق التيار عبر مقياس التيار الكهربائي.

وتُوضع المكونات المتصلة بالتوالي واحدة تلو الأخرى في سطر.

فالتيار في الدائرة البسيطة هو نفسه في جميع النقاط. والمسار الحالي له مسار واحد فقط يجب اتباعه.

كما يمكنك قياس فرق الجهد (الجهد) عبر أحد المكونات باستخدام **مقياس الجهد الكهربائي**. فبإمكانك دائمًا توصيل مقياس الجهد الكهربائي بالتوازي أو عبر أحد المكونات.

وتُوضع المكونات المتصلة بالتوالي واحدة تلو الأخرى في سطر.

النشاط

من المهم أن تتمكن من التعرف على الرموز الرسومية الشائعة للدوائر الكهربائية والإلكترونية.

احرص على إجراء تحقيق بحثي لتحديد الرموز الخاصة بـ:

الخلايا والبطاريات، والمفاتيح، والموصلات، والمقاومات، والمكثفات، والمحاثات، والصمامات الثنائية، والترانزستورات، والصفارات، ومكبرات الصوت.

ستتعرف على مجموعة من المكونات الأخرى في هذه الوحدة.

المصطلحات الرئيسية

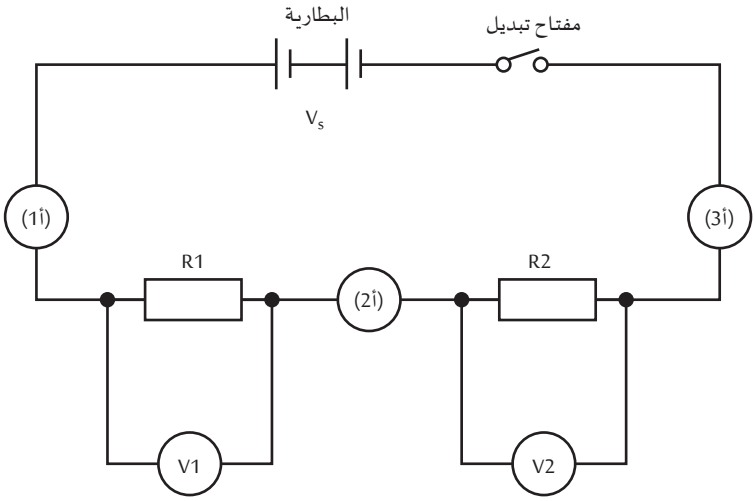
مقياس التيار الكهربائي: أداة كهربائية تُستخدم لقياس تدفق التيار. ودائمًا ما يتم توصيل مقياس التيار الكهربائي *بالتوالي* بأحد المكونات.

مقياس الجهد الكهربائي: أداة كهربائية تُستخدم لقياس فرق الجهد (الجهد). ودائمًا ما يتصل مقياس الجهد الكهربائي *بالتوازي* مع أحد المكونات.

الشحنة الكهربائية: خاصية أساسية للمواد. ويمكن أن تكون الشحنات إيجابية أو سلبية.

الدوائر المتصلة بالتوالي

عند توصيل المكونات بالتوالي فإنها تتبع بعضها بعضًا من البداية إلى النهاية. هناك مسار واحد لتدفق التيار.



الشكل رقم 22.15 قياس فرق الجهد (الجهد) والتيار في دائرة متصلة بالتوالي.

لقد قلنا بالفعل أن التيار هو نفسه في كل نقطة في الدائرة المتصلة بالتوالي. فجميع مقاييس التيار الثلاثة A1 وA2 وA3 في الدائرة الموضحة في الشكل 22.15 تقرأ التيار نفسه، *I*.

ويتم تقسيم جهد الإمداد V_s على المقاومات لإعطاء V1 وV2.

إذا كنت تستخدم قانون أوم،

أ فرق الجهد عبر المقاوم R1

$$V_1 = I \times R_1$$

ب فرق الجهد عبر المقاوم R2

$$V_2 = I \times R_2$$

إجمالي فرق الجهد المتوفر يساوي V_s، جهد إمداد البطارية. لذا:

$$V_s = V_1 + V_2$$

باستخدام قانون أوم، يمكننا كتابة

$$V_s = (I \times R_1) + (I \times R_2)$$

I عامل مشترك، لذا يمكننا كتابة

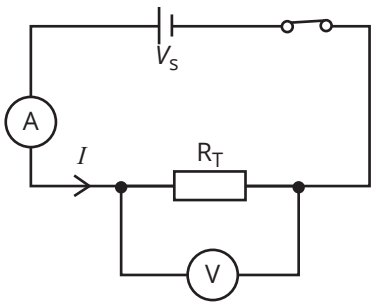
$$V_s = I \times (R_1 + R_2)$$

يمكنك استبدال R_1 وR_2 بمقاوم واحد R_T يعطي التيار نفسه لجهد الإمداد نفسه.

ويتم توصيل المقاوم الفردي الآن عبر مصدر البطارية.

ومن ثم، فإن مقياس الجهد الكهربائي يقرأ V_s (V).

يقرأ مقياس التيار الكهربائي *I* (A).



الشكل 22.16 استبدال المقاومات المتصلة بالتوالي بمقاوم واحد.

استخدام قانون أوم

$$V_s = I \times R_T$$

يمكنك الآن دمج النتيجتين بالنسبة لـ V_s

$$I \times (R_1 + R_2) = I \times R_T$$

I عامل شائع، لذا يمكن إلغاؤه (إزالته). النتيجة:

$$R_1 + R_2 = R_T$$

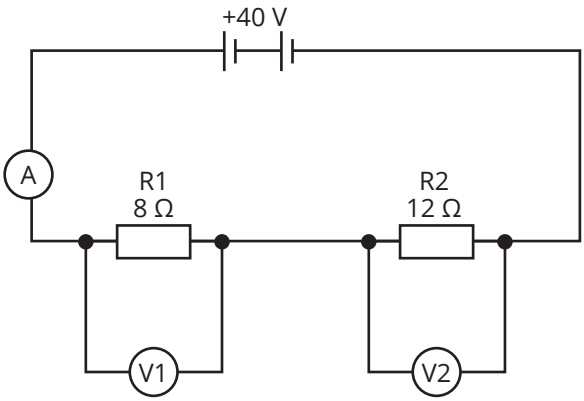
هذه نتيجة مفيدة للغاية. فهي تُثبت أن المقاومة الكلية لأي عدد من المقاومات المتصلة بالتوالي هي مجموع قيم المقاومة.

ويمكننا كتابة المقاومة الكلية لأي عدد من المقاومات المتصلة بالتوالي إذا كان هناك n مقاومات متصلة بالتوالي، فإن المقاومة الكلية هي

$$R_T = R_1 + R_2 \ldots \ldots .. + R_n$$

مثال

قام طالب بتوصيل دائرة متوالية على النحو الموضح في الشكل 22.17.



الشكل 22.17 مثال لمقاومة متصلة بالتوالي.

احسب:

أ المقاومة الكلية في الدائرة

$$R_T = R_1 + R_2$$
$$R_T = 8 + 12$$
$$R_T = 20\ \Omega$$

لاحظ أن المقاومة الإجمالية *أكبر من كل من* المقاومات الفردية المتصلة بالتوالي.

ب التيار المتدفق في الدائرة

استخدم قانون أوم

$$I = \frac{V}{R}$$
$$I = \frac{40}{20}$$
$$I = 2\ A$$

ج فرق الجهد، أو انخفاض الجهد، عبر المقاوم R1

$$V_1 = I \times R_1$$
$$V_1 = 2 \times 8$$
$$V_1 = 16\ V$$

د فرق الجهد، أو انخفاض الجهد، عبر المقاوم R2

$$V_2 = I \times R_2$$
$$V_2 = 2 \times 12$$
$$V_2 = 24\ \text{V}$$

تحقق من الآتي:

ينبغي أن يساوي فرق الجهد الكلي، أو انخفاض الجهد، جهد الإمداد.

$$16\ V + 24\ V = 40\ \text{V}$$

عملية التحقق صحيحة.

لاحظ أن فرق الجهد، أو انخفاض الجهد، يكون أكبر عبر المقاوم الأكبر. يكون فرق الجهد، أو انخفاض الجهد، أصغر عبر المقاومة الأصغر.

هـ القدرة (الطاقة المنقولة في الثانية) في الدائرة

$$P = I \times V$$
$$P = 2 \times 40$$
$$P = 80\ \text{W}$$

و القدرة (الطاقة المنقولة في الثانية) إلى المقاوم R1.

$$P_1 = I \times V_1$$
$$P_1 = 2 \times 16$$
$$P_1 = 32\ \text{W}$$

ز القدرة (الطاقة المنقولة في الثانية) إلى المقاوم R2.

$$P_2 = I \times V_2$$
$$P_2 = 2 \times 24$$
$$P_2 = 48\ \text{W}$$

نقطة مراجعة

- لماذا يكون فرق الجهد أكبر عبر المقاوم الأكبر؟
- لماذا تحصل على الإجابة نفسها للجزء (هـ) عند إضافة نتائج الجزأين (و) و(ز)؟

يوفر جهد الإمداد (البطارية) الطاقة اللازمة لتحريك الإلكترونات حول الدائرة. ويطلق عليها أحيانًا القوة الدافعة الكهربائية (emf).

فهذه الدائرة المتصلة بالتوالي في الشكل 22.17 عبارة عن حلقة مغلقة واحدة.

والقوة الدافعة الكهربائية الكلية في الدائرة هي جهد البطارية. وبالتالي، يساوي جهد البطارية مجموع الاختلافات المحتملة عبر R_1 و R_2. فهناك مسار واحد فقط للتيار، وبالتالي فإن التيار هو نفسه من خلال كلا المقاومات. ويمكنك كتابة هذا كمعادلة

$$E = I \times R_1 + I \times R_2$$

هذا مثل القول بأنك إذا تسلقت تلاً على مراحل، فإن الارتفاع الإجمالي الذي تتسلقه هو مجموع المراحل.

وهناك طريقة أخرى لتوضيح ذلك وهي أن فرق الجهد الكلي في دائرة مغلقة يساوي صفرًا. ويمكنك كتابة هذا كمعادلة

$$E - I \times R_1 - I \times R_2 = 0$$

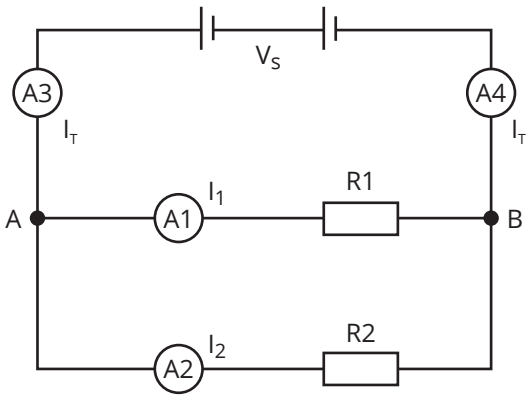
يُعرف هذا باسم قانون كيرتشوف للجهد (KVL).

في دائرة الحلقة المغلقة، تساوي الطاقة الإجمالية التي يوفرها المصدر (البطارية) الطاقة التي يبددها الحمل (المقاومات في هذه الحالة). ويمكنك كتابة هذا كمعادلة

$$P_T = P_1 + P_2 + \ldots$$

الدوائر المتصلة بالتوازي

عند توصيل المكونات بالتوازي، تنقسم الدائرة إلى فروع. ويوجد أكثر من مسار لتدفق التيار.



الشكل 22.18 تدفق التيار في دائرة متصلة بالتوازي.

إجمالي التيار المتدفق في الدوائر هو I_T.

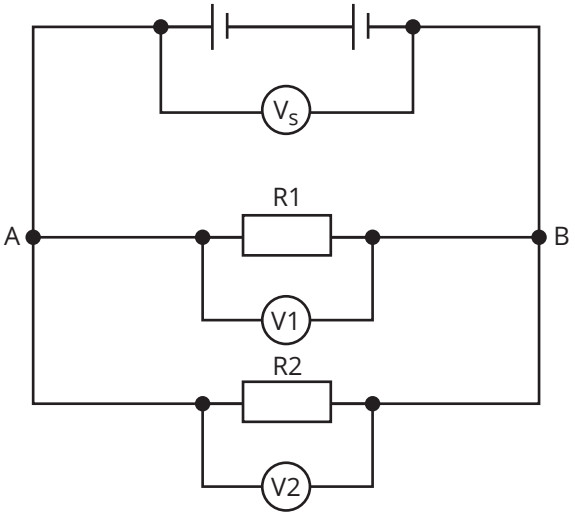
في الشكل 22.18، ينقسم التيار إلى فرعين عند النقطة A. ويظل التيار الكلي كما هو. ويُقرأ كل من عمليات إعادة التجميع الحالية عند النقطة B. A 3 و4 A الشيء نفسه.

لذا، يمكننا أن نقول:

$$I_T = I_1 + I_2$$

هذا مثال على قانون كيرشوف للتيار (KCL). وينص قانون كيرشوف للتيار على أن إجمالي التيار المتدفق إلى نقطة توصيل يساوي إجمالي التيار الخارج منها.

فهناك طريقة أخرى لقول ذلك هي أن مجموع التيارات عند نقطة توصيل (العقدة) هو صفر.



الشكل 22.19 الجهد في دائرة متصلة بالتوازي.

عند مطالعة الشكل 22.19 يمكن أن ترى أن الطرف الموجب للبطارية وأحد طرفي R_1 وأحد طرفي R_2 كلها متصلة بالنقطة (أ).

ويتصل كل من طرف البطارية السالب والطرف المقابل لـ R_1 والطرف المقابل لـ R_2 بالنقطة (ب).

كما يجب أن تكون القراءات على 1 V و2 V هي نفسها لأن كلاهما يتصل بالنقطتين نفسهما، (أ) و(ب).

فرق الجهد الذي تم قياسه عبر R_1 و R_2 هو نفسه. فهو يساوي القوة الدافعة الكهربائية للبطارية V_s.

ويمكننا القول أنه بالنسبة للمقاومات المتصلة بالتوازي،

$$V_1 = V_2 = V_{AB}$$

(ملاحظة: V_{AB} تعني فرق الجهد المقاس بين النقطتين (أ) و(ب) في الدائرة).

طالع الشكل 22.19. ويمكن استبدال المقاومات المتصلة بالتوازي بمقاوم مكافئ واحد. فهذه هي الفكرة نفسها التي قمنا بها لدائرة متوالية في الشكل 22.17.

فإذا كنت تستخدم قانون أوم للشكل 22.19 يمكنك كتابة

$$V_s = I_T \times R_T$$

يمكنك إعادة ترتيب هذا لجعل I_T الموضوع

$$I_T = \frac{V_S}{R_T}$$

إذا كنت تفعل الشيء نفسه بالنسبة للفرع 1

$$I_1 = \frac{V_s}{R_1}$$

والشيء نفسه بالنسبة للفرع 2

$$I_2 = \frac{V_s}{R_2}$$

لكننا نعرف أن

$$I_T = I_1 + I_2$$

لذا،

$$\frac{V_s}{R_T} = \frac{V_s}{R_1} + \frac{V_s}{R_2}$$

V_s هو عامل شائع لذلك يمكنك إلغاؤه.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

يمكنك توسيع هذه القاعدة إلى أي عدد من المقاومات المتصلة بالتوازي.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$

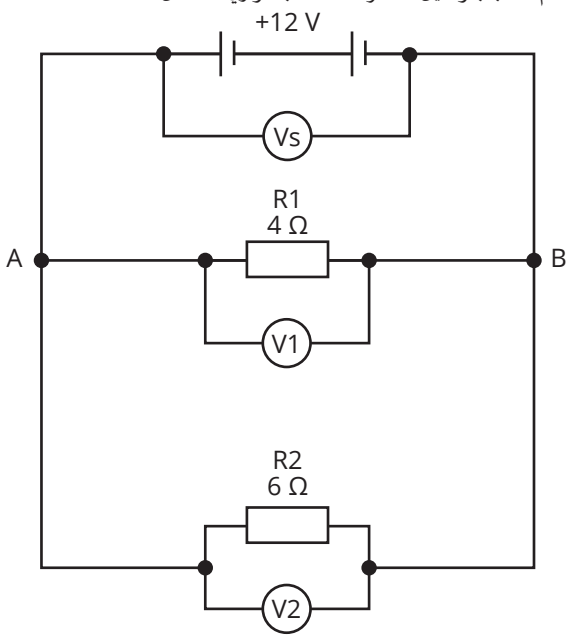
مواضيع ذات صلة

يجب عليك التعامل مع الكسور عندما يكون لديك دائرة بها مقاومات متصلة بالتوازي.

الوحدة 5: تغطي الرياضيات لفنيي الهندسة هذا الموضوع بمزيدٍ من التفصيل.

مثال

قام طالب بتوصيل الدائرة المتصلة بالتوازي، الشكل 22.20.



الشكل 22.20 مثال للدائرة المتصلة بالتوازي.

احسب:

أ المقاومة الكلية في الدائرة

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$$

هناك عدة طرق لإضافة الفصائل، يمكنك استخدام طريقة القاسم المشترك الأدنى هنا.

12 هو القاسم المشترك الأدنى للعددين 4 و6.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{3}{12} + \frac{2}{12}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{3+2}{12}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{5}{12}$$

اعكس للعثور على R_T

$$R_T = \frac{12}{5}$$

$$R_T = 2.4\ \Omega$$

لاحظ أن المقاومة الكلية أصغر من أصغر مقاوم متصل بالتوازي.

نصائح

يمكنك استخدام مفتاح "المقلوب" بالآلة الحاسبة لحساب المقاومة الإجمالية. المقلوب يعني 1 "على" رقم. فعلى سبيل المثال، مقلوب 5 هو $\frac{1}{5} = 0.2$، مقلوب 10 هو $\frac{1}{10} = 0.1$.

لحساب المبلغ على الآلة الحاسبة

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6}$$

اضغط على $4\ x^{-1} + 6\ x^{-1} = x^{-1}$

تعطي الآلة الحاسبة الإجابة $R_T = 2.4\ \Omega$ 2.4.

إذا كانت المقاومات 4.7 Ω و 6.2 Ω،

$4.7\ x^{-1} + 6.2\ x^{-1} = x^{-1} = 2.67\ \Omega$

ب التيار المتدفق في الدائرة

استخدم قانون أوم

$$I_T = \frac{V_S}{R_T}$$

$$I_T = \frac{12}{2.4}$$

$$I_T = 5\,\text{A}$$

ج يتدفق التيار عبر المقاوم R_1

$$I_1 = \frac{V_s}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{12}{4}$$

$$I_1 = 3\,\text{A}$$

د يتدفق التيار عبر المقاوم R_2

$$I_2 = \frac{V_s}{R_2}$$

$$I_2 = \frac{12}{6}$$

$$I_2 = 2\,\text{A}$$

يمكنك أيضًا حساب I_2 باستخدام قاعدة التيارات عند نقطة توصيل (قانون كيرشوف للتيار)

$$I_T = I_1 + I_2$$

$$5 = 3 + I_2$$

$$I_2 = 5 - 3$$

$$I_2 = 2\,\text{A}$$

هـ القدرة (الطاقة المنقولة في الثانية) في الدائرة

$$P_T = I_T \times V_S$$

$$P_T = 5 \times 12$$

$$P_T = 60\,\text{W}$$

و القدرة (الطاقة المنقولة في الثانية) إلى المقاوم R_1

$$P_1 = I_1 \times V_S$$
$$P_1 = 3 \times 12$$
$$P_1 = 36\,W$$

ز القدرة (الطاقة المنقولة في الثانية) إلى المقاوم R_2.

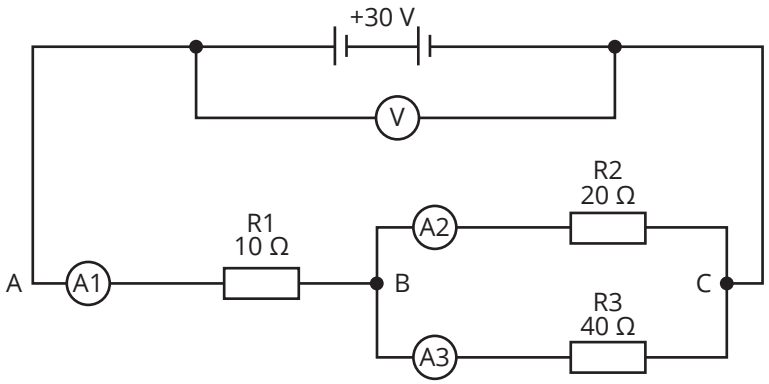
$$P_2 = I_2 \times V_s$$
$$P_2 = 2 \times 12$$
$$P_2 = 24\,W$$

نقطة مراجعة

- ما المقاوم الذي يمر به أكبر تيار؟
- لماذا تحصل على الإجابة نفسها للجزء (ب) عند إضافة نتائج الجزأين (ج) و(د)؟
- لماذا تكون المقاومة أصغر عند توصيل المقاومات بالتوازي؟
- لماذا تحصل على الإجابة نفسها للجزء (هـ) عند إضافة نتائج الجزأين (و) و(ز)؟

الدوائر المختلطة المتصلة بالتوالي/بالتوازي

من غير المحتمل أن تكون الدوائر التي تقابلها عبارة عن دوائر متصلة بالتوالي أو دوائر متصلة بالتوازي تمامًا. فمن المرجح أن تكون مزيجًا من مكونات الدوائر المختلطة المتصلة بالتوالي/بالتوازي.



الشكل 22.21 دائرة مختلطة متصلة بالتوالي/بالتوازي.

يمكنك ملاحظة أن الدائرة في الشكل 22.21 عبارة عن دائرة مختلطة. حيث يتم توصيل R1 بالتوالي بمختلط متصل بالتوازي من المقاومات R2 وR3.

إذا نظرت إلى قواعد التوصيل بالتوالي

$$V_s = V_{AC} = V_{AB} + V_{AC}$$

إذا نظرت إلى قواعد التوصيل بالتوازي

$$I_1 = I_2 + I_3$$

المقاومة الكلية للدائرة هي مجموع R_1 والمقاومة المكافئة لـ R_2 و R_3 بالتوازي. يمكننا كتابة هذا كـ

$$R_T = R_1 + R_2 // R_3$$

تقرأ $R_2 // R_3$ كـ R_2 بالتوازي مع R_3.

من الأسهل فهم كيفية تحليل الدائرة باستخدام مثال.

مثال

استخدم قيم المكونات في الشكل 22.21 لحساب:

أ المقاومة الكلية للدائرة المختلطة المتصلة بالتوالي/التوازي

الخطوة 1: احسب المقاومة $R_P = R_2 // R_3$.

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{20} + \frac{1}{40}$$

40 هو القاسم المشترك الأدنى.

$$\frac{1}{R_P} = \frac{2+1}{40} = \frac{3}{400}$$

اعكس للعثور على R_P

$$R_P = \frac{40}{3}$$

$$R_P = 13.33\,\Omega$$

(ستكون ضغطات المفاتيح على الآلة الحاسبة هي = x^{-1} = $20\ x^{-1} + 40\ x^{-1}$)

الخطوة 2: احسب المقاومة الكلية.

المقاومة الكاملة هي

$$R_T = R_1 + R_P$$

$$R_T = 10 + 13.33$$

$$R_T = 23.33\ \Omega$$

ب إجمالي تيار الدائرة

إجمالي التيار يساوي التيار المتوالي، I_1.

استخدم قانون أوم

$$I_T = I_1 = \frac{V_s}{R_T}$$

$$I_T = \frac{30}{23.33}$$

$$I_T = 1.29\,\text{A}$$

ج فرق الجهد عبر R_1

استخدم قانون أوم

$$V_1 = I_1 \times R_1$$

$$V_1 = 1.29 \times 10$$

$$V_1 = 12.9\,\text{V}$$

د فرق الجهد عبر المقاومات المتصلة بالتوازي R_P

استخدم قاعدة الجهد حول الدائرة (قانون كيرتشوف للجهد).

$$V_S = V_1 + V_P$$
$$30 = 12.9 + V_P$$
$$V_P = 30 - 12.9$$
$$V_P = 17.1 \text{ V}$$

هـ التيار المتدفق عبر المقاوم R_2

استخدم قانون أوم

$$I_2 = \frac{V_P}{R_2}$$
$$I_2 = \frac{17.1}{20}$$
$$I_2 = 0.86 \text{ A}$$

و التيار المتدفق عبر المقاوم R_3

استخدم قانون أوم

$$I_3 = \frac{V_P}{R_3}$$
$$I_3 = \frac{17.1}{40}$$
$$I_3 = 0.43 \text{ A}$$

يمكنك أيضًا حساب I_3 باستخدام قاعدة التيارات عند نقطة توصيل (قانون كيرشوف للتيار).

$$I_1 = I_2 + I_3$$
$$1.29 = 0.86 + I_3$$
$$I_3 = 1.29 - 0.86$$
$$I_3 = 0.43 \text{ A}$$

نقطة مراجعة

- ما هو التيار الأكبر، I_2 أو I_3؟
- لماذا هذا هو التيار الأكبر؟
- ماذا تلاحظ بشأن قيمة التيارين I_2 و I_3؟
- اشرح سبب ارتباط I_2 و I_3 بهذه الطريقة.

بدء النشاط

من خلال العمل في مجموعة صغيرة، استخدم كتالوج المورد، أو الصفحات المتاحة عبر الإنترنت، لتحديد أنواع مختلفة من أحد المكونات في الشكل 22.14. وأنشئ مخططًا جداريًا مع صور تعرض أنواعًا وأحجامًا مختلفة لكل مكون للمساعدة في تحديد الهوية.

على سبيل المثال: المكثفات ذات قيم السعة الكهربائية من البيكوفاراد (pF) إلى آلاف الميكروفاراد (µF).

هدف التعلم (ب): استخدم المكونات لإنشاء دوائر كهربائية وإلكترونية بأمان

ستكتشف في هذا القسم كيفية تحديد المكونات باستخدام مخططات الدوائر والحساب والرموز المرئية والألوان.

وتتعلم كيفية إنشاء الدوائر الكهربائية والإلكترونية بأمان، وذلك باستخدام النموذج الأولي وأساليب الإنشاء الدائمة.

كما تتعلم كيفية تحديد معدات الحماية الشخصية المناسبة (PPE) واستخدامها للحفاظ على سلامتك وسلامة الآخرين.

ستُنشئ الدوائر الكهربائية وتختبرها بأمان باستخدام مقاومات متصلة بالتوالي والتوازي ومختلطة بالتوالي/بالتوازي.

كما تتحقق من المبادئ الكهربائية أعلاه.

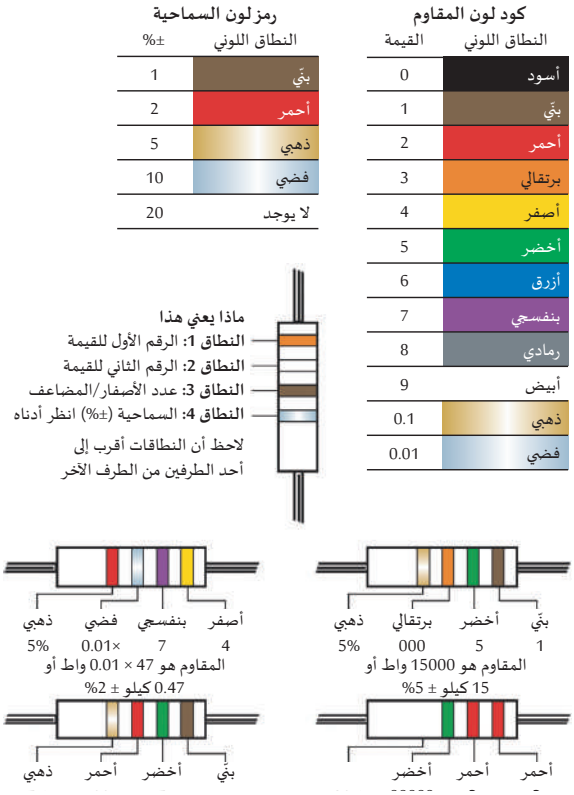
ستقوم أيضًا بإنشاء دائرة إلكترونية.

ستتعلم كيفية إجراء الفحوصات البصرية والتشغيلية لاختبار أن دوائرك تعمل بشكلٍ صحيح.

المكونات الكهربائية والإلكترونية

المقاومات

يوضح الشكل 22.22 الأنواع الشائعة من المقاومات الثابتة التي من المحتمل أن تستخدمها. وتأتي في مجموعة متنوعة من الأحجام المادية اعتمادًا على تصنيف قوتها. كما تستخدم المقاومات الثابتة الرمز اللوني. ومن ثم يتيح لك الرمز تحديد قيمة المقاوم وسماحيته.



الشكل 22.22 الرمز اللوني للمقاوم والأمثلة.

مثال

إذا حصلنا على مقاوم بالنطاقات اللونية الموضحة في الجدول 22.4، فيمكننا استخدام المعلومات الواردة في الشكل 22.22 لحساب المقاومة والسماحية.

الجدول 22.4 النطاقات اللونية للمقاوم

النطاق 1	النطاق 2	النطاق 3	النطاق 4
بنّي	أسود	أحمر	ذهبي
1	0	2	±5%

لاحظ أن النطاقات ستبدأ بالقرب من أحد الطرفين من الآخر ونبدأ في القراءة من هذا الطرف إلى الداخل.

الرقم الأول هو 1.

الرقم الثاني هو 0.

النطاق الثالث هو 2. ويعني هذا أنك تكتب صفرين بعد أول رقمين.

فقيمة المقاوم هي 1000 Ω. وغالبًا ما يتم كتابة هذا كـ 1k Ω (1 كيلو أوم).

يتم إعطاء السماحية من قبل النطاق الرابع. السماحية = ± 5%.

5% من 1000 أوم = 50 Ω

ستكون القيمة الفعلية للمقاوم في النطاق من 950 Ω إلى 1050 Ω.

استكشف المزيد

تعد قرص حاسبة قيمة المقاوم أداة مفيدة للتحقق من تحديد المقاوم الذي تحتاجه.

ويمكنك العثور على قوالب لإنشاء عجلة حاسبة على العديد من مواقع الإنترنت.

يمكن أن تحتوي المقاومات على قيم كبيرة. يمكن استخدام البادئات الشائعة لكتابتها ببساطة.

الجدول 22.5 طرق مختلفة لكتابة قيم المقاوم

قيمة المقاوم (Ω)	البادئة	تُكتب بالطريقة التالية	تقال بالطريقة التالية
6.8	لا يوجد	6.8 Ω أو 6R8	6.8 أوم
10	لا يوجد	10 Ω أو 10R أو 10R0	10 أوم
47	لا يوجد	47 Ω أو 47R أو 47R0	47 أوم
1,000	كيلو (k)	1 kΩ أو 1 k أو 1k0	1 كيلو أوم
4,700	كيلو (k)	4.7 kΩ أو 4k7	4.7 كيلو أوم
220,000	كيلو (k)	220 kΩ أو 220 k أو 220k0	220 كيلو أوم
1,000,000	ميجا (M)	1 MΩ أو 1 M أو 1M0	1 ميجا أوم
2,200,000	ميجا (M)	2.2 MΩ أو 2M2	2.2 ميجا أوم

يعتمد النمط الثاني على IEC 60062. ويمثل ذلك طريقة عملية لتجنب الأخطاء بفقدان موضع العلامة العشرية. وهذا مفيد في مخططات الدوائر، والتي يمكن نسخها عدة مرات. كما يعتمد النمط 1 k أو 1 k0 على السماحية. على سبيل المثال، تحتاج السماحية البالغة ± 1% إلى إعطاء أرقام أكثر من ± 10%.

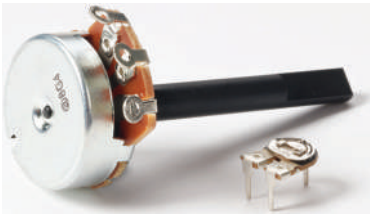
نقطة مراجعة

استخدم الرمز اللوني للمقاوم لحساب النطاقات اللونية للقيم في الجدول 22.5.

لنفترض أن سماحية المقاومات الثلاثة الأولى تبلغ ± 1%.

تبلغ نسبة سماحية المقاومات الثلاثة التالية ± 2%.

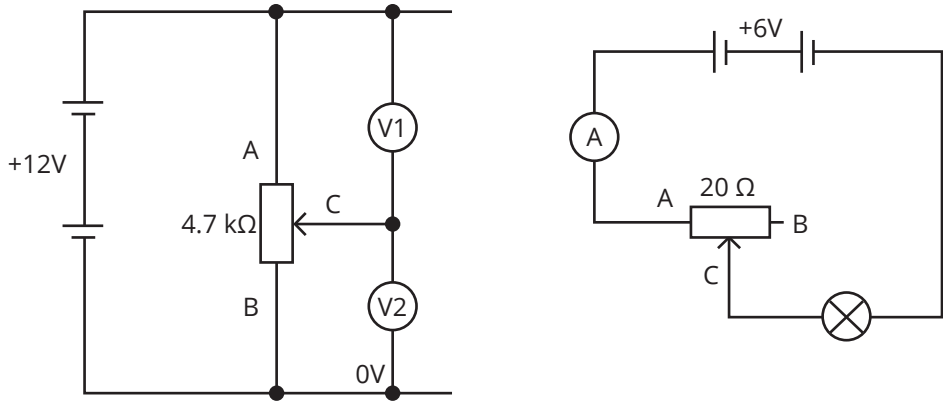
تبلغ نسبة سماحية المقاومات النهائية ± 5%.



الشكل 22.23 نوعا المقاوم المتغير.

المقاوم المتغير يحتوي على ثلاثة أطراف (أطراف توصيل). ويتصل اثنان من أطراف التوصيل بكل طرف من طرفي المقاوم. فالطرف الثالث عبارة عن منزلق (أو ماسحة). ويتيح لك موضع الماسحة توصيل أي قيمة للمقاومة من الصفر إلى قيمتها القصوى.

كما ستجد مكونات أخرى تُستخدَم بسبب الطريقة التي تتغير بها مقاومتها مع خاصية مادية. على سبيل المثال، تزداد مقاومة المقاوم المعتمد على الضوء (LDR) في الظلام. وتكون المقاومة أقل في الضوء الساطع. يغير **الثرمستور** المقاومة مع درجة الحرارة. وتنخفض مقاومة الثرمستور بمعامل درجة الحرارة السالب (NTC) مع زيادة درجة الحرارة. كما تزداد مقاومة الثرمستور بمعامل درجة الحرارة الإيجابي (PTC) مع ارتفاع درجة الحرارة.



(أ) (ب)

الشكل 22.24 أمثلة على استخدام المقاوم المتغير (أ) كربوستات (ب) كمقسم محتمل.

طالع الشكل 22.24 أدناه (أ). عندما تحرّك الماسحة (ج) للتوصيل بالطرف (أ) من المقاوم، فإنك تصل المقاومة الصفرية بالدائرة. فالمقاومة الوحيدة في الدائرة هي مقاومة المصباح. وسيتدفق الحد الأقصى للتيار. وسيضيء المصباح إضاءةً مشرقةً.

فعندما تحرّك الماسحة (ج) للتوصيل بالطرف (ب) من المقاوم، فإنك تصل المقاومة القصوى بالدائرة. وسيتدفق الحد الأدنى للتيار. وسيضيء المصباح إضاءةً خافتةً (أقل سطوعًا). فهذا الاستخدام للمقاوم المتغير يسمى **الربوستات**.

المصطلحات الرئيسية

المقاوم المتغير: مقاوم يمكنك تغيير قيمته عن طريق تحريك طرف توصيل (ماسحة) فوق سلك مقاومة. ولديه ثلاث أطراف توصيل.

الثرمستور: مقاوم يغير قيمته حسب درجة حرارته.

الربوستات: مقاوم متغير يستخدم طرف توصيل واحد فقط والماسحة.

طالع الشكل 22.24 أدناه (ب). عند تحريك الماسحة (ج) نحو الطرف (أ)، ستكون المقاومة بين (أ) و(ج) صغيرة. وسيكون فرق الجهد بين النقطتين (أ) و(ج) صغيرًا (فكر في قانون أوم). كما سيكون فرق الجهد بين (ج) و(ب) أكبر. وتنقسم القوة الدافعة الكهربائية للإمداد إلى جزأين V_1 وV_2. وتعتمد قيم V_1 وV_2 على المقاومة النسبية R_1 وR_2. ويعطي المقاوم الأصغر فرق الجهد الأصغر. ويعطي المقاوم الأكبر فرق الجهد الأكبر. وهذه الطريقة في استخدام المقاوم المتغير تسمى *المقسم المحتمل*.

تذكّر،

$$V_s = V_1 + V_2$$

مثال

قام أحد الفنيين بتوصيل الدائرة في الشكل 22.24 (ب). فقد عدّل الماسحة للحصول على:

$$R_1 = 1.5\ \text{k}\Omega$$
$$R_2 = 3.2\ \text{k}\Omega$$

احسب فرق الجهد المقاس عبر R_1 و R_2.

يمكنك الإجابة عن المسألة بطريقتين مختلفتين.

الجدول 22.6 حسابات المقسمات المحتملة

الأسلوب 1	الأسلوب 2
استخدم قانون أوم لحساب التيار خلال مقاومة 4 kΩ. $I = \frac{V}{R}$ $I = \frac{12}{4700}$ $I = 0.0026\ \text{A}$ استخدم قانون أوم لحساب فرق الجهد عبر R_1. $V = I \times R_1$ $V_1 = 0.0026 \times 1500$ $V_1 = 3.83\ \text{V}$ استخدم قانون أوم لحساب فرق الجهد عبر R_2. $V_2 = I \times R_2$ $V_2 = 0.0026 \times 3200$ $V_2 = 8.17\ \text{V}$ الفحص $V_1 + V_2 = 3.83 + 8.17$ $V_1 + V_2 = 12\ \text{V}$	ينقسم الجهد بنسبة إلى قيم المقاومة. المقاومة الكاملة هي 4 kΩ. احسب فرق الجهد عبر R_1 $V_1 = \frac{R_1}{R_T} \times V_s$ $V_1 = \frac{1500}{4700} \times 12$ $V_1 = 3.83\ \text{V}$ احسب فرق الجهد عبر R_2 $V_2 = \frac{R_2}{R_T} \times V_s$ $V_2 = \frac{3200}{4700} \times 12$ $V_1 = 8.17\ \text{V}$ الفحص $V_1 + V_2 = 3.83 + 8.17$ $V_1 + V_2 = 12\ \text{V}$ تعطي كلتا الطريقتين النتيجة نفسها.

المصطلحات الرئيسية

المقاوم المعتمد على الضوء (LDR): مقاوم يغير قيمته اعتمادًا على كمية الضوء الساطع عليه.

النشاط

اعمل في مجموعة صغيرة لفحص هذه الأنواع المختلفة من المقاومات:

- المقاوم المعتمد على الضوء (LDR)،
- الثرمستور،
- الإعدادات المسبقة (أدوات التشذيب).

ينبغي لك تحديد:

- كيف تبدو
- كيف تُستخدَم
- كيف تبدو رموز الدوائر ذات الصلة.

إنشاء الدوائر وتشغيلها

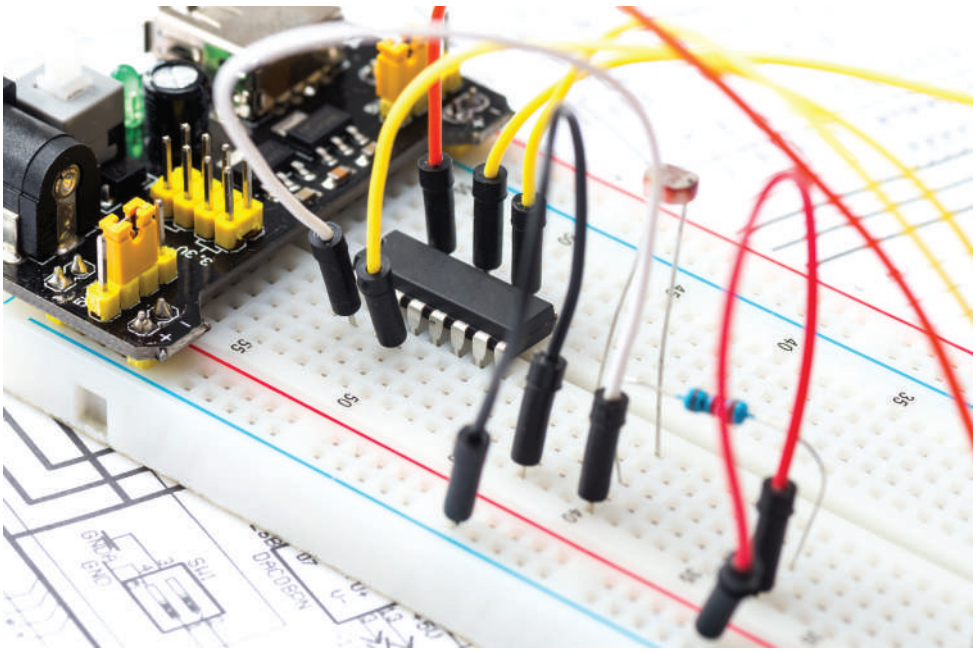
طريقة إنشاء النموذج الأولي باستخدام لوح التجارب

يمكنك إنشاء دوائر المقاوم الموضحة حتى الآن في هذه الوحدة لاختبار أن النظرية تعمل لمختلف قيم المكونات. قد ترغب في استخدام طريقة آمنة ودقيقة لصنع الدوائر دون قضاء الكثير من الوقت أو تكبد تكلفة عالية. فهناك العديد من أنظمة النماذج الأولية التي يمكنك استخدامها. ويستخدم البعض نظامًا إضافيًا يتيح لك تغيير المكونات بسهولة. فقد يكون لديك هذا النوع من النظام.

الطريقة الشائعة هي استخدام "لوح التجارب". **لوح التجارب** عبارة عن كتلة بلاستيكية بها نمط من الثقوب. ويتم توصيل مجموعات الثقوب داخل تلك الكتلة بمشابك معدنية. ولا يتعين عليك لحام المكونات معًا لتوصيل المكونات معًا (الشكل 22.25).

المصطلحات الرئيسية

لوح التجارب: لوح يدعم المكونات لإنشاء دائرة إلكترونية دون الحاجة إلى لحام. حيث يصل لوح التجارب المكونات من خلال نوابض معدنية تربط الثقوب الموجودة في لوح التجارب البلاستيكي.



الشكل 22.25 النموذج الأولي للوح التجارب.

عندما تدفع أحد المكونات إلى حفرة، فإنه يتصل بجميع المكونات الأخرى التي تتصل بهذه المجموعة. فأطراف التوصيل ليست دائمة. ومن ثم يتم تثبيت المكونات في مكانها من خلال المشابك المعدنية. كما يمكنك تغيير المكونات بسرعة. ويمكنك استخدام لوح التجارب مع مجموعة كبيرة من المكونات. وهذا يجعل لوح التجارب خيارًا شائعًا عند اختبار أفكارك لأول مرة.

المهارات

المهارات المعرفية العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- حل المشكلات

يُعد لوح التجارب طريقة إنشاء آمنة نسبيًا. فالمخاطر الأكثر شيوعًا هي:

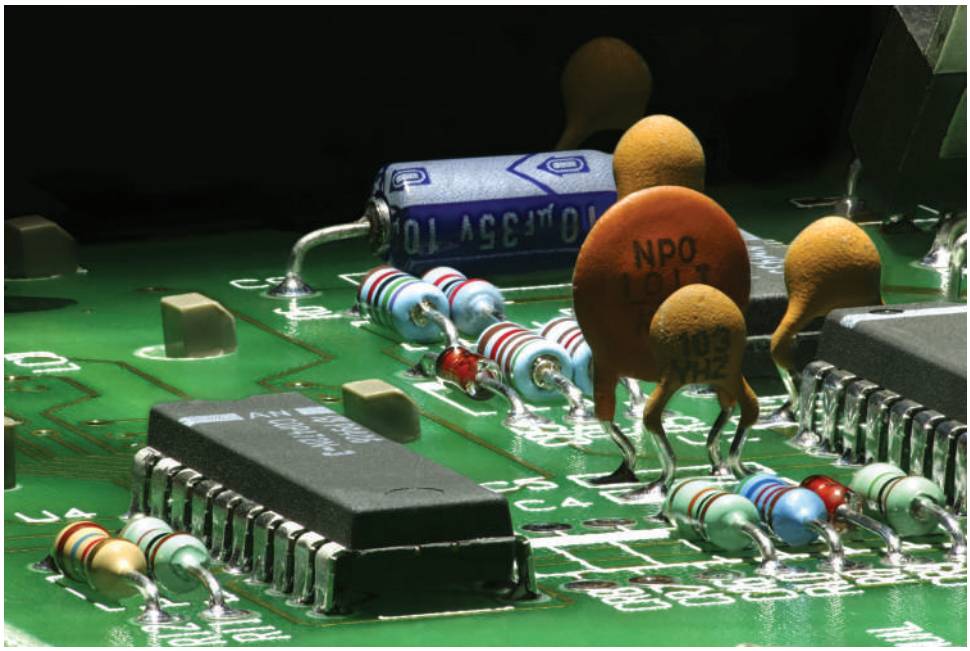
- دخول قطع صغيرة من المعدن إلى عينك عند قص أرجل المكونات لتناسبها
- حدوث جروح وإصابات باستخدام القواطع والكماشة.

تحتاج إلى تنسيق تخطيط المكونات على لوح التجارب لديك. تشمل العيوب الرئيسية لاستخدام لوح التجارب ما يلي:

- لن يبدو تمامًا مثل مخطط الدائرة
- يمكن أن تصبح المشابك المعدنية ضعيفة مع الاستخدام - يمكن أن تنفك أطراف التوصيل.

المكونات والدوائر الإلكترونية

نحن محاطون بأجهزة تحتوي على دوائر إلكترونية. يوضح الشكل 22.26 بعض المكونات المتصلة على لوحة الدائرة المطبوعة (PCB). ينبغي أن تتمكن من التعرف على المقاومات من خلال نطاقاتها اللونية. تم ثني أرجل المقاوم وتشذيبها لتناسب مساحتها. حيث تمر الأرجل عبر لوحة الدائرة ويتم لحامها برفيدات نحاسية. ويتم توصيل الرفيدات معًا من خلال مسارات نحاسية. لذا ستتعلم المزيد عن لوحات الدوائر المطبوعة لاحقًا في هذه الوحدة.



الشكل 22.26 المكونات الموجودة على لوحة الدوائر الإلكترونية.

المكونات على شكل قرص والأسطوانة الزرقاء الكبيرة هي أنواع مختلفة من المكثفات. فربما تكون المكثفات ثاني أكثر المكونات شيوعًا. فالمقاومات هي رقم واحد.

الكتل المستطيلة الكبيرة التي تحتوي على الكثير من الأرجل المعدنية (تسمى المسامير) عبارة عن دوائر متكاملة (ICs).

الدوائر المتكاملة

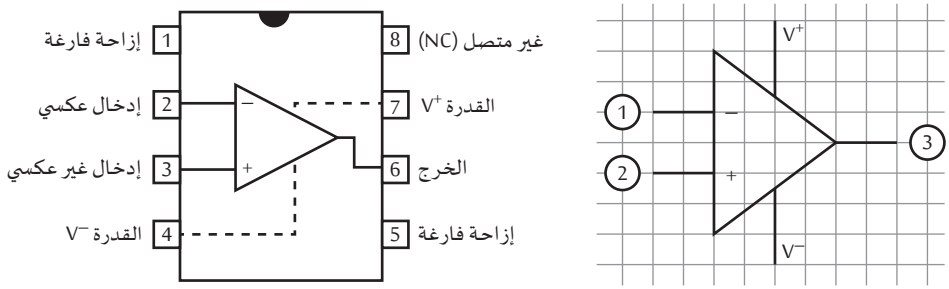
المُكبر العملياتي

المُكبر العملياتي (op amp) هو دائرة متكاملة مفيدة للغاية. ويطلَق عليه المُكبر "العملياتي" لأنه يمكنه تنفيذ عدد من العمليات المختلفة اعتمادًا على طريقة توصيله.

يحتوي المُكبر العملياتي على مدخلين. أحد المدخلات يسمى *المدخل العكسي* - الرقم 1 في الشكل 22.27 (أ). والثاني يسمى *المدخل غير العكسي* - رقم 2 في الشكل 22.27 (أ). ويحتوي على مخرج واحد يسمى 3 في الشكل 22.27 (أ).

كما يحتاج المُكبر العملياتي إلى التوصيل بجهد إمداد التيار المستمر المسمى V^+ و V^-.

وعادةً ما يتم توفير المُكبرات العملياتية في حزمة ثنائية الخط (DIL). وينبغي لك معرفة سنون الدائرة المتكاملة لتوصيلها بشكلٍ صحيح في الدائرة. الشكل 22.27 (ب) سنون المُكبر العملياتي 741. يُعد 741 نوعًا شائعًا جدًا من المُكبر العملياتي.

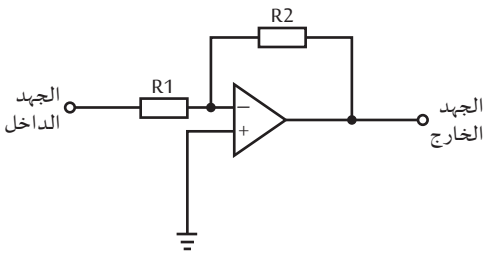


الشكل 22.27 (أ) رمز المُكبر العملياتي (ب) السنون النموذجية للمُكبر العملياتي من النوع 741.

تشغيل الدائرة (1)

مثال 1: دائرة مُكبر عكسي

إحدى "العمليات" التي يمكن للمُكبر العملياتي القيام بها هي تكبير إشارة الجهد. ومن ثم يمكن إنشاء دائرة مُكبر بسيطة باستخدام مُكبر عملياتي وزوج من المقاومات.



الشكل 22.28 دائرة مُكبر عكسي

الشكل 22.28 عبارة عن مخطط دائرة مبسط لمُكبر عكسي باستخدام مُكبر عملياتي. لا يُظهر المخطط أطراف توصيل الإمداد للتركيز على وظيفة التكبير. حيث يُعرض المدخل غير العكسي متصلاً بأرضية الإشارة (0 فولت). ويُعطى كسب الجهد للدائرة بقيم المقاومين. كما يتم إعطاء كسب الجهد من خلال الصيغة

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_{in}$$

أنشأ طالب المُكبر العملياتي العكسي للمُكبر العملياتي في الشكل 22.28.

ووصل الطالب جهد متردد بسعة 0.5 V بالدخل العكسي.

واستخدم قيم المقاوم $R_1 = 10\ k\Omega$ و $R_2 = 47\ k\Omega$.

استخدم صيغة المُكبر العكسي.

$$V_{out} = -\frac{47000}{10000} \times 0.5$$

$$V_{out} = -2.3\ V$$

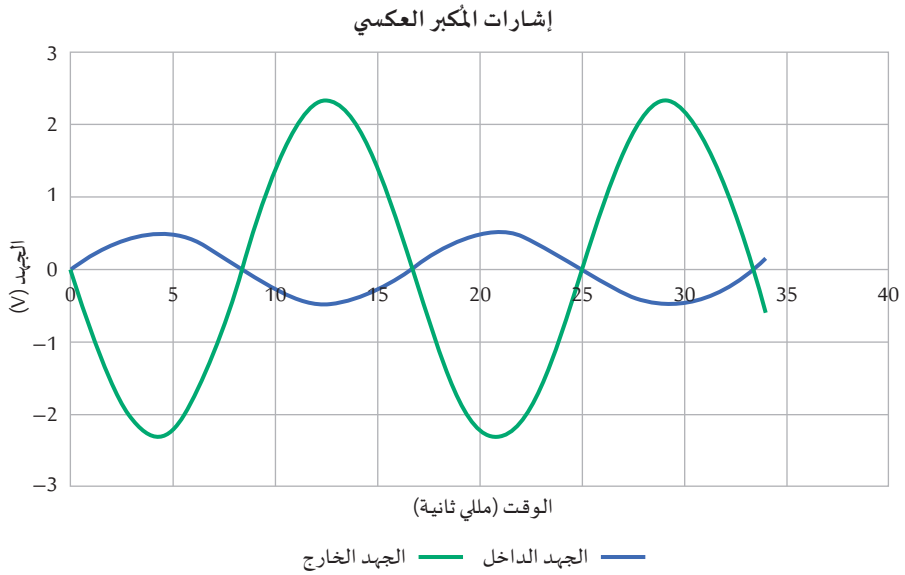
توضح العلامة السالبة أن الإخراج معكوس من الإدخال.

يوضح الشكل 22.29 كيف ستبدو إشارات الإدخال والإخراج على شاشة **راسم الذبذبات (الإشارة)**. وينبغي أن ترى أنه عندما يرتفع جهد الإدخال إلى ذروته، ينخفض جهد الخرج إلى أدنى حد.

تكون سعة جهد الخرج أكبر من سعة جهد الدخل. وهذا هو السبب في أن هذا يسمى المُكبر العكسي.

المصطلحات الرئيسية

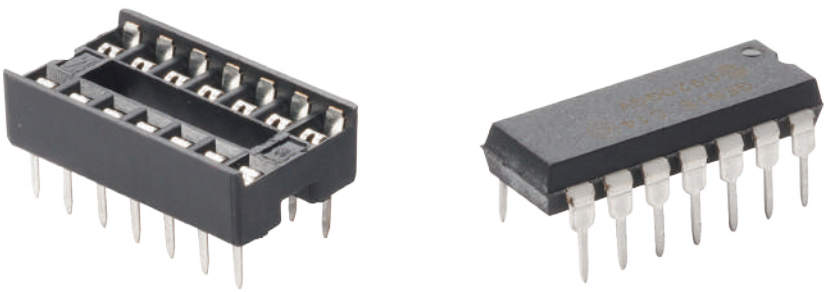
راسم الذبذبات: أداة إلكترونية تعرض أشكال الموجات الكهربائية.



الشكل 22.29 إشارات المُكبر العكسي التي تظهر على شاشة راسم الذبذبات.

طريقة النموذج الأولي الأكثر ديمومة، باستخدام لوحة المصفوفة.

يمكنك استخدام لوح التجارب لإنشاء نموذج أولي لدائرة مُكبر عملياتي. سيتناسب تباعد المسامير في حزمة ثنائية الخط مكونة من 8 أسنان مع تباعد الفتحات في معظم الألواح (راجع الشكل 22.25). ويمكنك استخدام مقبس ثنائي الخط لتسهيل إجراء تغييرات على الدائرة أثناء إجراء القياسات والاختبارات. ويوضح الشكل 22.30 شريحة ثنائية الخط لدائرة متكاملة ذات 14 دبوسًا بمقبس مكون من 14 دبوسًا.



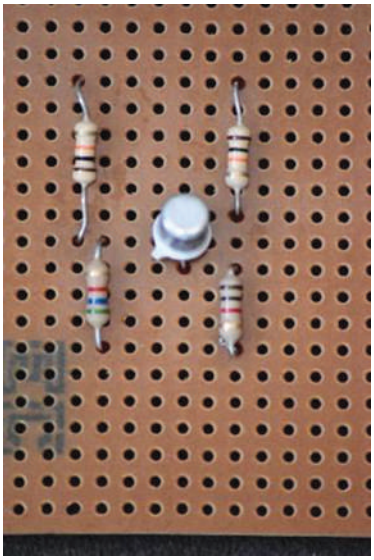
الشكل 22.30 دائرة متكاملة ثنائية الخط ذات 14 دبوسًا، مع حامل رقاقة.

يمكنك إنشاء دائرة نموذجية دائمة باستخدام **لوحة المصفوفة**. وتحتوي لوحة المصفوفة على قاعدة من المواد العازلة مع صفوف من الثقوب. حيث يتم توصيل كل صف من الثقوب بشريط نحاسي على إحدى الطبقتين أو كلتيهما.

وعند استخدام لوحة مصفوفة ذات طبقة واحدة، يمكنك وضع المكونات من خلال الفتحات الموجودة في الطبقة العليا ولحامها بالمسار الموجود في الطبقة السفلية. يوضح الشكل 22.31 مثالاً لدائرة مبنية على لوحة مصفوفة.

تُعد لوحة المصفوفة طريقة إنشاء آمنة نسبيًا ولكن هناك مخاطر أكثر من استخدام لوح التجارب. فلا تزال هناك مخاطر تتمثل في دخول قطع صغيرة من المعدن في عينك عند تقليم أرجل المكون لتناسب الفتحات وإمكانية حدوث إصابات نتيجة احتجاز الأصابع عند استخدام القواطع والكماشة. كما أن هناك مخاطر محددة باستخدام اللحام.

ستحتاج أيضًا إلى تنسيق تخطيط المكونات على لوحة المصفوفة لديك. يمكنك غالبًا جعلها تبدو مثل مخطط الدائرة. على سبيل المثال، يمكنك استخدام المسار العلوي كسكة موجبة والمسار السفلي كسكة سلبية. فقد تحتاج إلى كسر المسارات النحاسية في بعض الأماكن. على سبيل المثال، إذا وضعتَ مقبسًا ثنائي الخط على اللوحة، فيجب عليك كسر المسارات بين المسامير بما يتماشى مع بعضها بعضًا. ويمكنك كسر المسار بأداة تشبه المثقاب، وهذا خطر آخر.



الشكل 22.31 مثال لدائرة على لوحة مصفوفة

المصطلحات الرئيسية

لوحة المصفوفة: لوحة عازلة تدعم المكونات. يمكنك توصيل المكونات عن طريق وضع أطرافها من خلال فتحات في لوحة المصفوفة ولحامها بالمسارات النحاسية الموجودة تحتها.

تقنيات اللحام

اللحام عبارة عن سبيكة معدنية تستخدمها لإجراء توصيل دائم بين ساق المكون ولوحة الدائرة. ويأتي اللحام الذي تستخدمه في صورة سلك. ويحتوي سلك اللحام على مادة كيميائية تسمى الصَّهور. وينظف الصَّهور الأجزاء المعدنية ويساعد على عمل وصلة جيدة عند إذابة السلك باستخدام مكواة لحام.

ينبغي لك دائمًا ارتداء واقي العين عند اللحام.

وينبغي لك اللحام فقط في منطقة جيدة التهوية كما ينبغي لك استخدام نظام شفط الدخان إن أمكن.

وتعرض الصورة الرئيسية في بداية هذا الفصل شخصًا يقوم بعملية لحام. يوضح الشكل 22.3 محطة لحام نموذجية. وتحتوي المحطة على حامل لمكواة اللحام. فينبغي لك دائمًا استبدال مكواة اللحام بالحامل في حالة عدم إجراء اللحام. كما تحتوي محطة لحام الحديد على تحكم في درجة الحرارة لضبط درجة حرارة طرف مكواة اللحام. وتبلغ درجة الحرارة النموذجية للطرف نحو 350 درجة مئوية. فمن المهم الامتثال لتقييم مخاطر اللحام لتقليل المخاطر على نفسك والآخرين.

وتحتوي المحطة أيضًا على حامل لإسفنجة رطبة تستخدم للحفاظ على نظافة طرف مكواة اللحام.

الخطوة 1: تحضير طرف لحام الحديد.

شغِّل مكواة اللحام وانتظر حتى تصل درجة الحرارة المناسبة.

امسح طرف مكواة اللحام بإسفنجة رطبة قليلاً لإزالة اللحام القديم.

المس الطرف بنهاية اللحام لمدة ثانية تقريبًا، حتى يذوب ويتدفق على الطرف.

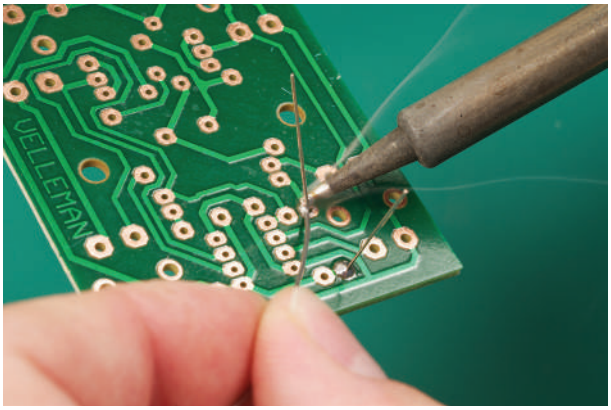
امسح أي لحام زائد من الحافة.

الخطوة 2: لحام الساق الأولى.

قم بثني أرجل المكون إلى المسافة بين الفتحات باستخدام كماشة.

أدخل المكون في لوحة الدائرة.

اقلب اللوحة مع الإمساك بالمكون لإبقائه في مكانه. ثم باعِد المسافة بين الساقين قليلاً كي لا يسقط المكون.



الشكل 22.32 لحام أحد المكونات على لوحة دائرة مطبوعة.

عليك بتدفئة ساق واحدة والرفيدة باستخدام مكواة اللحام لمدة ثانية تقريبًا. وأبقِ مكواة اللحام على الرفيدة.

ثم أحضر سلك اللحام بسرعة إلى الساق والرفيدة. وعندما يذوب اللحام، أبعِد سلك اللحام عن المفصل (الشكل 22.32).

أبقِ مكواة اللحام على المفصل لمدة ثانية أخرى تقريبًا.

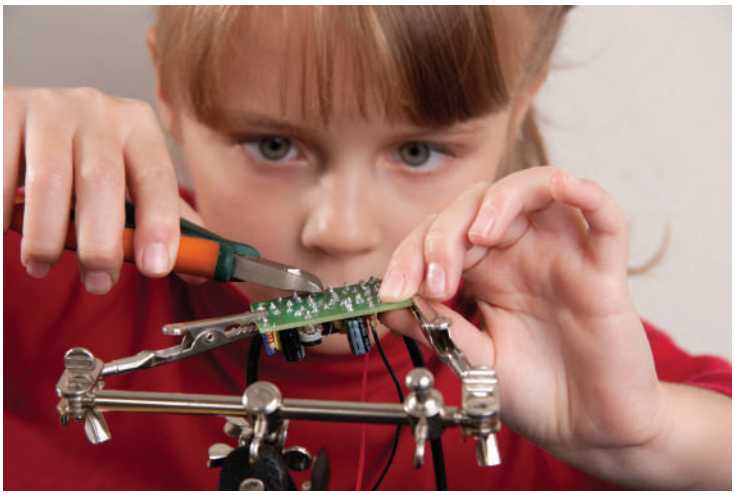
أزل مكواة اللحام من على المفصل.

ينبغي أن يكون مفصل اللحام لامعًا. ينبغي أن يبدو وكأنه بركان.

نظّف طرف مكواة اللحام بالإسفنجة.

الخطوة 3: تكرار العملية مع الساق الأخرى.

قُص الأرجل الزائدة باستخدام زوج من قواطع الأسلاك. واترك نحو 1 مم من الساق فوق اللحام.



الشكل 22.33 تقليم أطراف المكون.

يقص الشخص الموجود في الشكل 22.33 أطراف المكون بعد لحامه في لوحة الدائرة. لاحظ أنه يستخدم "أطراف التثبيت المساعِدة" للإمساك بلوحة الدائرة، مما يجعل يديه حرة لتنفيذ عملية اللحام.

المكثفات

المصطلحات الرئيسية

المكثف: مكون يُخزِّن الشحنة الكهربائية.

لقد رأيتَ بالفعل أنواعًا مختلفة من المكثفات المستخدمة في الدائرة في الشكل 22.27. يتكون **المكثف** من موصلين يفصل بينهما عازل يعرف باسم العازل الكهربائي. ويخزّن المكثف الشحنة الكهربائية. وتمت تسمية وحدة السعة الكهربائية SI على اسم العالم الإنجليزي مايكل فاراداي. ومن ثم تُخزِّن السعة الكهربائية التي مقدارها 1 فاراد شحنة مقدارها 1 كولوم لفرق جهد مقداره 1 فولت.

$$C = \frac{Q}{V}$$

يمكن ترتيب الصيغة للحصول على:

$$Q = C \times V$$

الفاراد هو قيمة مكثف كبيرة جدًا. فعادةً ما تكون المكثفات العملية قيمًا أصغر بكثير. ونحن نستخدم البادئات القياسية لكتابة قيم المكثف. فمن الأسهل حساب القيمة في النموذج القياسي.

الجدول 22.7 قيم المكثفات

الاسم	الكتابة	القيمة (و)	النموذج القياسي (و)
1 بيكوفاراد	1 pF	0.000000000001	1×10^{-12}
1 نانوفاراد	1 nF	0.000000001	1×10^{-9}
1 ميكروفاراد	1 µF	0.000001	1×10^{-6}

أمثلة

1 احسب الشحنة المخزَّنة في مكثِّف شدته 22 ميكروفاراد مع فرق جهد مقداره 12 فولت عبره.

$$Q = C \times V$$
$$Q = 22 \times 10^{-6} \times 12$$
$$Q = 264 \times 10^{-6}\ \text{C}$$

يمكنك كتابة الإجابة على النحو التالي:

$$Q = 264\,\mu\text{C}$$

2 احسب قيمة المكثف الذي يخزن 470 ميكرو كولوم من الشحنة عند توصيل فرق جهد مقداره 100 فولت عبره.

$$C = \frac{Q}{V}$$
$$C = \frac{470 \times 10^{-6}}{100}$$
$$C = 4.7 \times 10^{-6}$$
$$C = 4.7\,\mu\text{F}$$

تتم تسمية المكثفات حسب موادها العازلة. ويعطي كل عازل نطاقًا مختلفًا للمكثف والسماحية ونطاق الجهد. على سبيل المثال، تسمى المكثفات البوليمرية والميكا والسيراميك بالمكثفات **غير المستقطبة**. ويمكنك توصيلها في أي اتجاه دون أي مشكلات.

فالمكثفات الإلكتروليتية والتنتالوم هي مكثفات **مستقطبة**. ويمكنك توصيلها في اتجاه واحد فقط في الدائرة.

وتظهر رموز الدوائر للمكثفات المستقطبة وغير المستقطبة والمتغيرة في الشكل 22.14.

الشكل 22.34 أنواع مختلفة من المكثفات

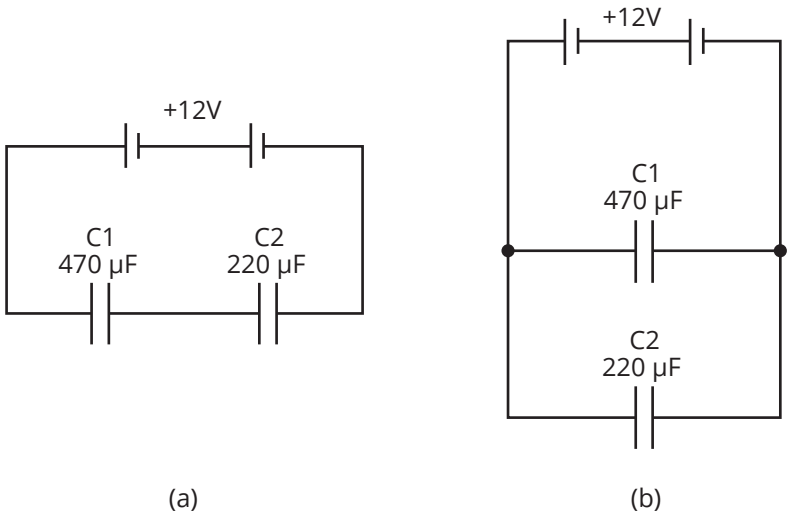
المصطلحات الرئيسية

غير مستقطب: مكون يمكن توصيله في أي اتجاه في الدائرة.

مستقطب: يصف المكون الذي يجب توصيله بطريقة واحدة فقط في الدائرة.

المكثفات المتصلة بالتوالي والمتصلة بالتوازي

يمكنك توصيل المكثفات بالتوالي وبالتوازي وبطريقة مختلطة بالتوالي/التوازي بطريقة توصيل المقاومات نفسها.



الشكل 22.35 المكثفات المتصلة بالتوالي (أ)؛ وبالتوازي (ب).

تشبه صيغة المكثفات المتصلة بالتوالي المقاومات بالتوازي.

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$

وتشبه صيغة المكثفات بالتوازي المقاومات المتصلة بالتوالي.

$$C_T = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$$

أمثلة

1 احسب السعة الكهربائية الإجمالية في الشكل 22.35 (أ).

يتم توصيل المكثفات بالتوالي. كلا القيمتين للمكثفين بالميكروفاراد. فمن الأسهل استخدام القيم ووضع الوحدات بعد ذلك.

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{470} + \frac{1}{220}$$

يبدو من الصعب حساب ذلك باستخدام الكسور. تذكر الطريقة السابقة للمقاومات باستخدام الزر x^{-1} على الآلة الحاسبة.

$$[4.7\ x^{-1} + 2.2\ x^{-1} = x^{-1} =]$$

$$C_T = 149.9\,\mu F$$

$$C_T = 150\,\mu F$$

2 احسب السعة الكهربائية الإجمالية في الشكل 22.35 (ب).

يتم توصيل المكثفات بالتوازي. كلا القيمتين للمكثفين بالميكروفاراد. فمن الأسهل استخدام القيم ووضع الوحدات بعد ذلك.

$$C_T = C_1 + C_2$$
$$C_T = 470 + 220$$
$$C_T = 690\,\mu F$$

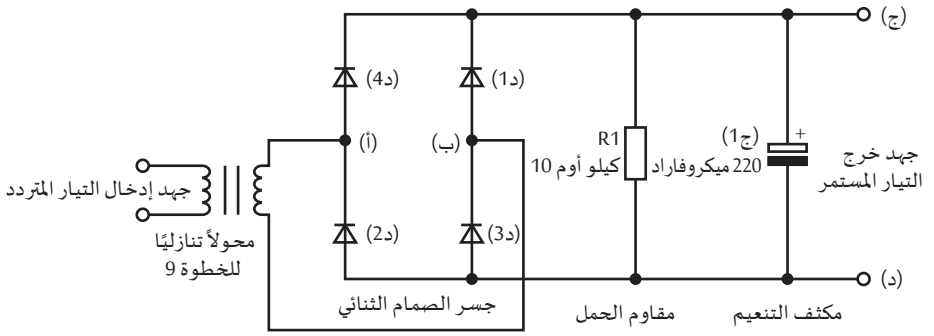
تشغيل الدائرة (2)

المثال 2: مصدر طاقة بجهد تيار مستمر مستقر باستخدام مكثف

يمكنك اختيار إنشاء نوع مختلف من الدوائر الإلكترونية. يُعد مصدر طاقة التيار المستمر ذو الجهد المنخفض (DC) جهازًا مفيدًا لأي شخص مهتم بإنشاء الدوائر الإلكترونية واختبارها.

وتُعرف هذه الدائرة أيضًا باسم **مقوم** جسر الموجة الكاملة. وتسمح وظيفة الصمامات الثنائية الأربعة المتصلة للتيار المتردد (AC) بأن يصبح تيارًا مستمرًا (DC) بشكلٍ فعال.

يوضح الشكل 22.36 مثالاً لمصدر طاقة التيار المستمر باستخدام مكثف التنعيم.



الشكل 22.36 مصدر طاقة تيار مستمر سلس.

المصطلحات الرئيسية

المعدل: جهاز إلكتروني يحوّل جهد التيار المتردد (AC) إلى جهد تيار مستمر (DC).

الصمام الثنائي: مكون إلكتروني يتيح فقط تدفق التيار في اتجاه واحد.

تُستخدم الدائرة دائرة جسر الصمام الثنائي. **الصمام الثنائي** هو أحد مكونات أشباه الموصلات التي تسمح بتدفق التيار في اتجاه واحد فقط.

وتستخدم دائرة إمداد الطاقة محولاً تنازليًا لتحويل جهد التيار المتردد الرئيسي (230 فولت جذر متوسط مربع في الأردن) إلى مستوى جهد تيار متردد أقل وأكثر أمانًا، الشكل 22.37 (أ).

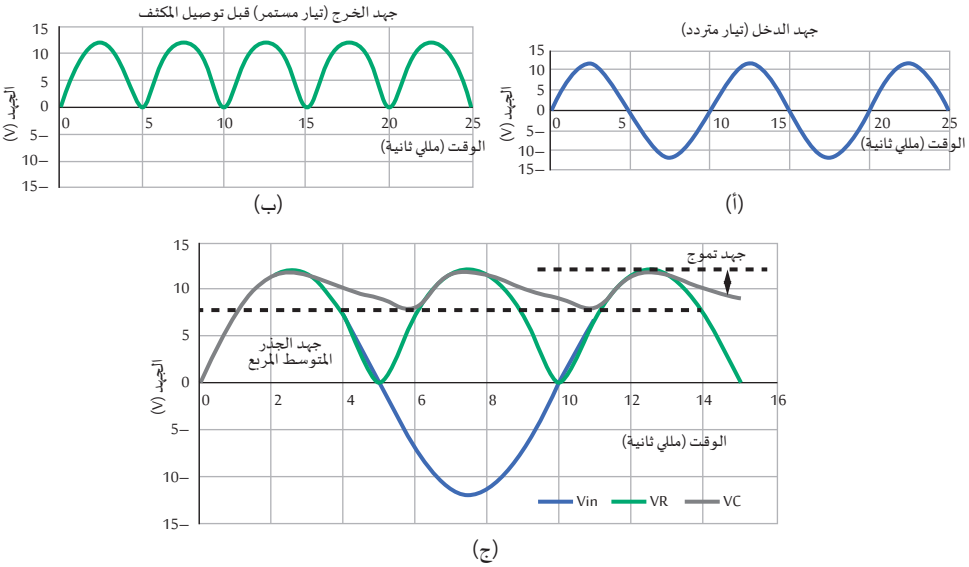
تُشكل الصمامات الثنائية الأربعة دائرة مقوم الجسر ذات الموجة الكاملة. فالمقوم عبارة عن جهاز يحوّل إشارة التيار المتردد إلى إشارة تيار مستمر.

وتتولى الصمامات الثنائية توصيل التيار في أزواج، D1 مع D2 وD3 مع D4.

ويتدفق تيار الخرج في الاتجاه نفسه في كل نصف دورة من جهد الإدخال. وتتراوح سعة جهد الخرج من 0 فولت إلى ذروة الجهد. وتظل القطبية دائمًا كما هي. وهذا جهد تيار مستمر نابض (غير مستقر)، الشكل 22.37 (ب).

وبالتالي يمكنك استخدام دائرة جسر الصمام الثنائي كمكون واحد، وهو أمر أبسط.

فهناك خطر حدوث صدمة كهربائية باستخدام المحول. وهذه مخاطرة عالية. كما يمكن التحكم في المخاطر باستخدام مصدر تيار متردد آمن منخفض الجهد للتوصيل بالطرفين (أ) و(ب) للقياس والاختبار. ويمكنك توصيل محول مناسب بمجرد معرفة أن الدائرة تعمل بشكلٍ صحيح.



الشكل 22.37 أشكال موجات الجهد في مزود الطاقة.

يوضح الشكل 22.37 (أ) جهد إدخال التيار المتردد (AC) عبر الطرفين (أ) و(ب) باللون الأزرق.

يوضح الشكل 22.37 (ب) الإخراج عبر (ج) و(د) قبل توصيل مكثف التنعيم. فرغم زيادته وانخفاضه، فإن الجهد الأحمر هو جهد تيار مستمر (DC) لأنه لا يتجاوز أبدًا مستوى 0 فولت.

يوضح الشكل 22.37 (ج) جهد التيار المستمر عبر (ج) و(د) عند توصيل مكثف التنعيم.

وينبغي أن يكون جهد الخرج عند مستوى ثابت.

ويحدث "التموج" لأن المكثف يفقد جزء من الشحنة مع تدفق التيار إلى مقاوم الحمل. يتم شحن المكثف احتياطيًا عندما يصل جهد الدخل إلى ذروته مرة أخرى. (يمكنك التفكير في الأمر على أنه خزان مياه يمتلئ تلقائيًا بعد سحب الماء منه. فإذا كنتُ تأخذ القليل من الماء (الشحن) فقط، فإن المستوى (الجهد) ينخفض قليلاً فقط ويمتلئ بسرعة مرة أخرى). لقد تمت المبالغة في "جهد التموج" في المخطط.

فإذا كان المقاوم للحمل يحتوي على قيمة مقاومة منخفضة، فسيتدفق المزيد من التيار. ويفقد المكثف المزيد من الشحنة مع انخفاض الجهد. فهناك جهد تموج كبير.

وإذا كان مقاوم الحمل يحتوي على قيمة مقاومة كبيرة، فلن يتدفق سوى تيار صغير ويفقد المكثف شحنة قليلة جدًا. فهناك جهد تموج صغير.

لوحة الدائرة المطبوعة (PCB)

يُعد لوح التجارب غير مناسب لإنشاء دائرة إمداد الطاقة النموذجية. لقد رأيتَ بالفعل أن أطراف توصيل لوح التجارب يمكن أن تنفك. فقد يمثل هذا خطرًا كبيرًا عند استخدام مصدر تيار متردد.

وبالتالي يمكنك إنشاء دائرة نموذجية دائمة باستخدام لوحة مصفوفة. وقد تجد أن أسلاك الصمامات الثنائية للطاقة، أو دائرة جسر الصمام الثنائي، التي تحتاجها لإنشاء مصدر الإمداد بالطاقة، قد تكون كبيرة جدًا بحيث لا يمكن إدخالها من خلال الفتحات الموجودة في لوحة المصفوفة.

المصطلحات الرئيسية

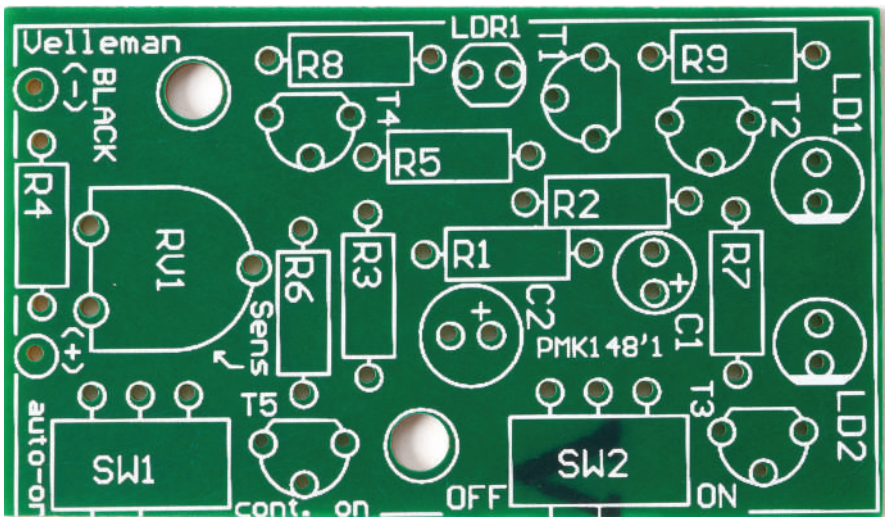
لوحة الدائرة المطبوعة (PCB): لوحة أساسية تدعم المكونات لإنشاء دائرة إلكترونية. تصل لوحة الدائرة المطبوعة المكونات عن طريق المسارات والرفيدات المطبوعة على طبقة نحاسية. ويمكن أن تكون لوحات الدوائر المطبوعة ذات وجهين ومتعددة الطبقات.

يمكنك إنشاء مصدر الإمداد بالطاقة على **لوحة الدائرة المطبوعة (PCB)**. فسيكون هذا مفيدًا إذا كنتَ تخطط لجعل مصدر الإمداد بالطاقة دائمًا واستخدامه في مشاريع أخرى.

ومن ثم تتكون لوحة الدائرة المطبوعة من طبقة مسطحة من مادة عازلة بطبقة نحاسية مرتبطة بجانب واحد. (تتوفر أيضًا لوحات الدوائر المطبوعة ذات الوجهين ومتعددة الطبقات، ولكن يمكن دراستها لاحقًا). فعادةً ما تكون المادة الأساسية للوحة الدائرة المطبوعة مصنوعة من مادة صفائح الإيبوكسي المقواة بالزجاج (FR4).

يخطط مصمم لوحة الدائرة المطبوعة لتخطيط المكونات. حيث تُوضع المكونات على الطبقة العليا من اللوحة. ويحدد موضع المكونات موضع الثقوب التي تمر بها أطراف المكون والرفيدات الموجودة في الطبقة السفلية.

يوضح الشكل 22.38 الطبقة العليا من لوحة الدائرة المطبوعة قبل إدخال المكونات. ومن ثم تُظهر الرموز المطبوعة على السطح الشخص الذي يُنشئ الدائرة حيث يذهب كل مكون. ويخطط المصمم مخطط المسارات النحاسية على الطبقة السفلية لتوصيل المكونات (مثل تلك الموجودة في الشكل 22.32). فقد أصبح التصميم أكثر بساطة باستخدام برنامج تصميم الدوائر.



الشكل 22.38 الطبقة العليا من لوحة الدائرة المطبوعة تعرض العمل الفني لتحديد مكان وضع المكونات.

كيفية صنع لوحة الدائرة المطبوعة الخاصة بك

تتمثل إحدى الطرق الحديثة لنقل تصميم المسار الخاص بك إلى لوحة الدائرة المطبوعة في استخدام جهاز توجيه/حفر بنظام التحكم الرقمي بالكمبيوتر لسطح المكتب. حيث تولى المصمم أولاً تصميم التخطيط في برنامج التصميم الذي يمكنه إخراج الرموز الصحيحة لقيادة جهاز التوجيه/الحفر (يسمى G-code). ويمكنك نقل رمز G إلى جهاز الحفر وإعداد الأدوات وإزالة النحاس غير المرغوب فيه. وهذا يجنبك مخاطر استخدام المواد الكيميائية لحفر النحاس، ومع ذلك، فإنه يعرض المخاطر باستخدام آلات التحكم الرقمي بالكمبيوتر.

فالطريقة الأكثر تقليدية لصنع لوحة الدائرة المطبوعة هي إزالة النحاس غير المرغوب فيه من الطبقة السفلية باستخدام المواد الكيميائية.

الخطوة 1

عليك بقص لوحة الدائرة المطبوعة حسب الحجم.

الخطوة 2

نَظِّف السطح النحاسي قبل نقل التصميم. فأفضل طريقة لإجراء ذلك هي باستخدام ممحاة/منظف لوحة الدائرة المطبوعة. وهذا ينظّف النحاس ولكنه لا يخدشه.

الخطوة 3

انقل التصميم إلى الطبقة النحاسية إما عن طريق:

- الرسم مباشرةً على النحاس باستخدام قلم مقاوم للحفر
- استخدام تقنية الاحتكاك ومقاومة عمليات النقل. ويمكنك شراء مجموعة من وسائل النقل تناسب سماكة المسار والرفيدات والأحجام ثنائية الخط والمكونات والعديد من الأشياء الأخرى
- استخدام طابعة ليزر. يمكنك طباعة التخطيط على فيلم خاص حساس للحرارة. وبعد ذلك تقوم بكيّ التصميم على الجانب النحاسي من اللوحة. ويمكنك تحقيق مظهر أكثر احترافية باستخدام هذه الطريقة
- يمكنك استخدام طريقة الطباعة الحجرية الضوئية باستخدام الضوء فوق البنفسجي.

الخطوة 4

أزل النحاس غير المرغوب فيه من اللوح، تاركًا المسارات والرفيدات النحاسية في التصميم.

فالمواد الكيميائية المستخدمة في حفر النحاس خطرة. ويُعد محلول كلوريد الحديديك هو أحد أدوات النقش الشائعة. فلونه برتقالي - بني داكن. ويتمثل الحل البديل في بيرسلفات الصوديوم. ويبدأ هذا كحل واضح ويتحول إلى اللون الأزرق أثناء حفر النحاس. ومن ثم تحدد ورقة البيانات الكيميائية لكلوريد الحديديك أنه ينبغي لك ارتداء القفازات الواقية والملابس الواقية وحماية العين وحماية الوجه.

الخطوة 5

احفر الثقوب للمكونات باستخدام مثقاب لوحة دائرة مطبوعة صغير. ومن ثم يجب حفر الثقوب بدقة. ويوصى باستخدام مثقاب لوحة الدائرة المطبوعة في حامل عمودي.

الخطوة 6

احرص على إجراء فحص بصري للوحة الدائرة. تحقق مما يلي:

- لقد حفرتَ جميع الثقوب التي تحتاجها للمكونات
- لا توجد مسارات معطلة (دوائر مفتوحة)
- لا توجد مسارات تلامس عندما لا ينبغي ذلك (دوائر قصيرة)
- الدائرة جاهزة لتركيب المكونات.

الخطوة 7

ضع المكونات في مواضعها الصحيحة على الطبقة العليا من اللوحة. وبعد ذلك، يمكنك لحام المكونات بالرفيدات لإنشاء الدائرة. ويوضح الشكل 22.32 طالبًا يلحم مكونًا يؤدي إلى رفيدة على الطبقة السفلية من لوحة الدائرة المطبوعة. فعندما تنظر إلى يسار مكواة اللحام، يمكنك رؤية 8 رفيدات مصممة لحزمة ثنائية الخط لدائرة متكاملة ذات 8 أسنان. ويمكن أن يكون هذا لمُكبر عملياتي مثل 741 المستخدم في دائرة المُكبر العملياتي العكسي.

ملاحظة: هناك عدد من مقاطع الفيديو المفيدة على الإنترنت التي توضح كيفية صنع لوحة دائرة مطبوعة بأمان.

نقطة مراجعة

قبل الاطلاع على المعلومات الواردة في نشاط التقييم لهدفي التعلم (أ) و(ب)، ينبغي لك التحقق من فهمك للمبادئ الكهربائية المتعلقة بالدوائر الكهربائية المتصلة بالتوالي والمتصلة بالتوازي والمختلطة بالتوالي/التوازي.

يتيح لك النشاط فرصة إجراء حسابات تدريبية لكل دائرة، بناءً على مخططات الدوائر أعلاه. وسيكون هذا مفيدًا في حساب القيم النظرية للمهمة.

المهارات

المهارات الشخصية: التقييم الذاتي الأساسي الإيجابي:

- المراقبة الذاتية
- التقييم الذاتي
- المسؤولية

أخلاقيات العمل/الضمير:

- التوجيه الذاتي
- المسؤولية

النشاط

الدائرة 1

استخدم مخطط الدائرة في الشكل 22.16.

استخدم القيم V_{supply} = 10 Vm R_1 = 100Ωm R_2 = 220 Ω

احسب القيمة النظرية لـ:

- المقاومة الكاملة، R_T
- تيار الدائرة، I
- فرق الجهد، V_1، عبر المقاوم R1
- فرق الجهد، V_2، عبر المقاوم R2
- تم نقل الطاقة، P_1، إلى المقاوم R1
- تم نقل الطاقة، P_2، إلى المقاوم R2.

حدد مصهرًا مناسبًا لحماية الدائرة.

الدائرة 2

استخدم مخطط الدائرة في الشكل 22.19.

استخدم القيم V_{supply} = 10 V، R_1 = 60 Ω، R_2 = 120 Ω

احسب القيمة النظرية لـ:

- المقاومة الكاملة R_T
- تيار الدائرة، I
- التيار I_1، يتدفق عبر المقاوم R1
- التيار I_2، يتدفق عبر المقاوم R2
- تم نقل الطاقة، P_1، إلى المقاوم R1
- تم نقل الطاقة، P_2، إلى المقاوم R2.

حدد مصهرًا مناسبًا لحماية الدائرة.

الدائرة 3

استخدم مخطط الدائرة في الشكل 22.20.

استخدم القيم V_{supply} = 12 V، R_1 = 20 Ω، R_2 = 30 Ω، R_3 = 60 Ω.

احسب:

- مقاومة الدائرة المختلطة المتصلة بالتوازي R2/R3
- المقاومة الكاملة R_T
- تيار الدائرة، I
- التيار I_1، يتدفق عبر المقاوم R1
- التيار I_2، يتدفق عبر المقاوم R2
- تم نقل الطاقة، P_1، إلى المقاوم R1.

حدد مصهرًا مناسبًا لحماية الدائرة.

المهارات

المهارات المعرفية العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- حل المشكلات
- التعلم التكيفي

المهارات الشخصية: التقييم الذاتي الأساسي الإيجابي:

- المراقبة الذاتية
- التقييم الذاتي

نشاط التقييم: هدافا التعلم (أ) و(ب)

كيف سيتم تقييمك

بالنسبة لهدفي التعلم (أ) و(ب)، سيتم تقييمك من خلال إكمال واجب واحد تم تقييمه داخليًا. سيقوم معلمك بتحديد الواجب. وسوف يزودوك بموجز الواجب الذي يصف ما ستحتاج إلى القيام به، بالإضافة إلى التاريخ الذي يتعين إكمال الواجب وتقديمه فيه. سيحدد المعلم الواجب ويخبرك بالدرجة التي حققتها. يُتوقع منك أن تثبت فهمك لمبادئ التشغيل الكهربائية والإلكترونية والدوائر الرئيسية وتستخدم ممارسات العمل الآمنة. كما يُتوقع منك أن تُظهر أنه بإمكانك استخدام المكونات لإنشاء دوائر كهربائية وإلكترونية بأمان.

تتضمن هذه المهام:

- تحديد المكونات الصحيحة لإنشاء كل دائرة
- استخدام طريقة إنشاء آمنة لكل دائرة
- إجراء فحوصات بصرية للتأكد من دقتها قبل التوصيل بمصدر الإمداد بالطاقة
- قياس الإشارات الكهربائية في نقاط الاختبار الرئيسية بأمان
- تقييم كيفية تأثير قيم المكونات على كيفية عمل الدائرة.

نشاط التقييم	أهدف التعلم	(أ) و(ب)

تربط المهام الأولى المحددة داخليًا معًا محتوى الوحدة لهدف التعلم (أ) وهدف التعلم (ب).

الجزء 1

سيعطيك المدرس/المعلم قيم المكونات وجهد الإمداد لاستخدامه في ثلاث دوائر كهربائية.

(أ) يجب عليك تعريف وتحديد:

- المكونات الصحيحة التي تحتاجها لإنشاء كل دائرة
- طريقة إنشاء آمنة مناسبة لكل دائرة

(ب) أنشئ كل دائرة على حدة بأمان.

حدد أدوات القياس المناسبة واستخدمها لقياس:

- جهد الإمداد
- فرق الجهد عبر كل مقاوم
- التيار عند كل نقطة اختبار تحمل علامة TP.

(ج) احسب القيمة النظرية لـ:

- يتم قياس كل فرق محتمل وتيار في الجزء (ب)
- الطاقة المشتتة في كل دائرة
- مصهر لحماية كل دائرة.

(د) اكتب تقريرًا يتضمن جميع الدوائر الثلاث. ينبغي لك تقديم تفاصيل عن كيفية اختيارك في التقرير:

- كل مكون من القيمة المعطاة
- طريقة إنشاء آمنة مناسبة لكل دائرة

نشاط التقييم *(يُتبع)*

- صِف كيفية إجراء القياسات في الجزء (ب). احرص على تضمين المخططات والصور
- سَجِّل جميع قياساتك المأخوذة في الجزء (ب)
- أظهر جميع العمليات الحسابية الخاصة بحسابات الجزء (ج) لإيجاد القيم النظرية لكل دائرة.
- احرص على تضمين الاستنتاجات التي يمكنك إجراؤها فيما يتعلق بالمقاومات المتصلة بالتوالي والتوازي.

الجزء 2

سيقدم لك المدرس/المعلم/المشرف مخططًا دائريًا لدائرة إلكترونية.

(أ) يجب عليك تعريف وتحديد:

- المكونات الصحيحة لإنشاء الدائرة
- طريقة إنشاء آمنة مناسبة للدائرة
- ممارسات العمل الآمنة عند استخدام المعدات الكهربائية والإلكترونية.

(ب) يجب عليك تحديد:

- نوع الدائرة ووظيفتها
- نقاط الاختبار الرئيسية للتحقق من التشغيل الصحيح للدائرة التي تم إنشاؤها
- قيم الدائرة المتوقعة، مثل جهد الإدخال والإخراج.

(ج) يجب عليك بعد ذلك:

- إنشاء الدائرة باستخدام ممارسات العمل الآمنة
- إجراء فحوصات بصرية للتأكد من دقتها قبل توصيل الدائرة بمصدر طاقة
- إجراء القياسات في نقاط الاختبار المحددة للتحقق من أن الدائرة تعمل كما هو متوقع.

(د) كتابة تقرير يتضمن:

- تفاصيل عن الطريقة التي اخترتها، بالنسبة لكل مكون.
- طريقة إنشاء آمنة مناسبة
- ممارسات العمل الآمنة عند استخدام المعدات الكهربائية والإلكترونية
- شرح لكيفية إنشاء الدائرة باتباع ممارسات العمل الآمنة، بما في ذلك المخططات والصور لدعم الشرح الخاص بك.

سَجِّل القياسات التي أجريتها في الجزء (ج) لإثبات العمل الصحيح للدائرة.

قَيِّم نجاح الإنشاء الخاص بك.

أعطِ مثالاً للتطبيق العملي للدائرة وكيف يمكن اختيار قيم المكونات لإعطاء نتائج مختلفة.

الأدلة التي يجب أن تقدمها لهذه المهمة

تقرير نهائي يتضمن تقارير الدوائر الكهربائية **والدائرة** الإلكترونية.

ينبغي أن يتضمن هذا التقرير:

- مخططات الدوائر
- ممارسات العمل الآمنة المستخدمة

نشاط التقييم (يُتبع)

- تبرير الأساليب المستخدمة
- الحسابات
- قياسات الإشارات الرئيسية
- فحوصات دقة الإنشاء
- مقارنة القياسات بالقيم المتوقعة
- تقييم نجاح كل طريقة إنشاء
- صور مشروحة لدعم الأوصاف والتفسيرات
- سجل مراقبة للتأكد من أنك عملتَ بأمان.

معايير التقييم أهداف التعلم (أ) و (ب)

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (أ): فهم مبادئ تشغيل الدوائر الكهربائية والإلكترونية الرئيسية باستخدام ممارسات العمل الآمنة		
A.P1 وصف ممارسات العمل الآمنة عند إنشاء الدوائر. **A.P2** وصف ممارسات العمل الآمنة عند إنشاء الدوائر. **A.P3** تحديد تصنيفات الجهد والتيار والمقاومة والقوة وتيار الإمداد والصمامات في دوائر المقاوم المتصلة بالتوالي والمتصلة بالتوازي والمختلطة.	**A.M1** شرح التشغيل والتطبيقات النموذجية للدائرة الإلكترونية. **A.M2** شرح تأثير قيم الدوائر المختلفة في دوائر المقاوم المتصلة بالتوالي والمتصلة بالتوازي والمختلطة.	**AB.D1** تقييم كيفية تأثير قيم الدوائر المختلفة على تشغيلها وتطبيقها.
هدف التعلم (ب): استخدام المكونات لإنشاء دوائر كهربائية وإلكترونية بأمان		
B.P4 تحديد المكونات المناسبة لإنشاء دائرة كهربائية ودائرة إلكترونية بأمان. **B.P5** استخدام طرق الإنشاء المناسبة لإنشاء دائرة كهربائية ودائرة إلكترونية بأمان.	**B.M3** إنشاء دائرة كهربائية ودائرة إلكترونية بأمان ودقة.	

مواضيع ذات صلة

ستستخدم أدوات ومعدات قياس واختبار مماثلة لتلك المستخدمة في الوحدة 24: تشغيل الأنظمة والمكونات الكهربائية والإلكترونية وصيانتها. من المهم أن تثق في تحديد معدات الاختبار الشائعة واستخدامها بأمان.

بدء النشاط

يَنتُج عن العمل في مجموعة صغيرة وضع قائمة بأكبر عدد ممكن من أدوات القياس ومعدات الاختبار.

كم عدد الأدوات والمعدات التي استخدمتها بالفعل؟

ما مدى ثقتك في استخدامها؟

هدف التعلم (ج): إجراء القياسات والاختبارات للعثور على الأعطال في الدائرة الكهربائية أو الإلكترونية

ستتعلم في هذا القسم كيفية تحديد مجموعة من أدوات القياس ومعدات الاختبار واستخدامها.

ستتعلم كيفية قياس معلمات الدائرة بأمان.

ستتعلم كيفية تحديد الأخطاء النموذجية والبسيطة.

ستتعلم كيفية استخدام أدوات اكتشاف الأخطاء وكيفية تسجيل القياسات والاستنتاجات الخاصة بك.

الفحص البصري

بمجرد إنشاء الدائرة، ستحتاج إلى اختبار عملها. قبل توصيل الطاقة بدائرتك، يجب عليك أولاً إجراء فحص بصري. يجب التحقق من أن جميع المكونات:

- في المكان المناسب
- لها قيمة صحيحة
- في الاتجاه الصحيح (في حالة الاستقطاب على سبيل المثال، مكثفات الإلكتروليت ومصابيح LED والصمامات الثنائية والبطاريات وما إلى ذلك).

بعد ذلك، يمكنك مقارنة قياسات معلمات الدائرة بنتائجها المتوقعة.

أدوات القياس والاختبار

لقد اكتشفتَ بالفعل أنك ستحتاج إلى قياس الجهد والتيار عند نقاط معينة في الدائرة. كما ستحتاج إلى قياس خصائص شكل الموجة مثل السعة والفترة الزمنية لحساب التردد والكسب.

المقياس متعدد الأغراض

الأداة الأكثر شيوعًا التي ستستخدمها هي **المقياس متعدد الأغراض** (الشكل 22.39).

المصطلحات الرئيسية

المقياس متعدد الأغراض: أداة إلكترونية تُستخدم لقياس الجهد والتيار والمقاومة.

الشكل 22.39 مقياس متعدد الأغراض نموذجي وأسلاك اختبار.

عادةً ما يقيس المقياس متعدد الأغراض جهد التيار المتردد والتيار المستمر والمقاومة عبر عدة نطاقات. وتتيح لك بعض المقاييس متعددة الأغراض إجراء اختبارات المكثف والصمام الثنائي والترانزستور. بالإضافة إلى ذلك، تصل المقياس متعدد الأغراض بالدائرة قيد الاختبار باستخدام أسلاك معزولة. وتحتاج إلى فحص المقياس متعدد الأغراض بعناية قبل استخدامه للتأكد من أن أسلاك الاختبار في المقابس الصحيحة للقياس.

فإذا كنتَ تستخدم مقياسًا متعدد الأغراض لقياس جهد التيار المتردد أو التيار، فإن قراءة العداد هي قيمة الجذر المتوسط المربع لشكل الموجة.

راسم الذبذبات

يمكنك استخدام راسم الذبذبات لقياس خصائص شكل موجة الجهد. ويتيح لك راسم الذبذبات ثنائي القناة عرض إشارتين في الوقت نفسه. حيث يمكنك مقارنة سعة الإشارات وطور الإشارات كما فعلت مع دائرة المُكبر العكسي. وتعرض الشاشة الموجودة على راسم الذبذبات في الشكل 22.40 إشارة بديلة للموجة الجيبية على قناة واحدة وإشارة موجة مربعة على القناة الأخرى. ويمكنك تغيير حساسية كل قناة على حدة. ويتم رسم شكلي الموجة على حدٍ سواء باستخدام المقياس الزمني نفسه.

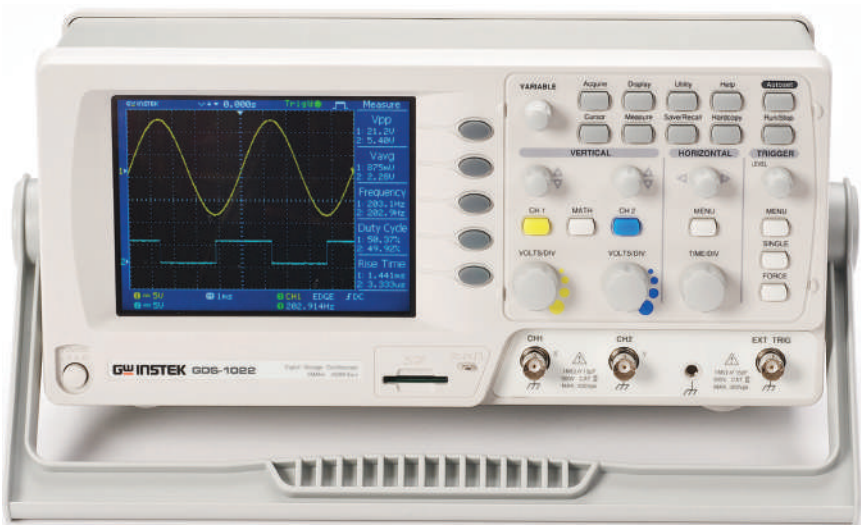
لذا يمكنك مشاهدة المدخلين للقناة 1 والقناة 2. ويمكنك استخدام مسبار الذبذبات المصمم لهذا الغرض للربط بمنظار الذبذبات. حيث يستخدم المسبار قابس BNC للربط بمدخل راسم الذبذبات. وهذا النوع من الموصلات مناسب للاستخدام في الترددات الصوتية (AF) التي ستعمل عليها.

وبالتالي يمكنك رؤية قرصين فوق المدخلات مباشرةً. ومن ثم يتحكم القرص الذي يحمل علامة صفراء في حساسية شاشة القناة 1 (سم/فولت). ويتحكم الشخص المميز باللون الأزرق في القناة 2. وتُبدِّل مفاتيح الضغط الموجودة أعلى عناصر التحكم القنوات إلى الشاشة.

ويتحكم القرص الثالث في حساسية المقياس الزمني (سم/ث).

ويمكن أن يعرض راسم الذبذبات الرقمي معلومات أكثر من راسم الذبذبات التقليدي لأنبوب الأشعة المهبطية (CRT). وبإمكان المعالج الموجود بداخله حساب السعة والتردد والخصائص الأخرى وعرضها تلقائيًا.

كما يمكنك استخدام كاميرا هاتفك المحمول لتصوير شاشة الذبذبات وعناصر التحكم. ومن ثم يعطيك هذا سجلاً دائمًا لتقاريرك.



الشكل 22.40 راسم ذبذبات رقمي ثنائي القناة.

وحدة الإمداد بطاقة التيار المستمر

يمكنك استخدام البطاريات لتشغيل الدوائر الكهربائية والإلكترونية. ومع ذلك، فمن الأكثر فعالية استخدام **مصدر طاقة تيار مستمر** (العمل) عند إنشاء الكثير من الدوائر واختبارها. يوضح الشكل 22.41 الإمدادات النموذجية المستخدمة في المختبرات وورش العمل. فيمكن أن يوفر مصدر الإمداد النموذجي خرجًا ثابتًا في النطاق من 0 فولت إلى 30 فولت، بحد أقصى تيار يبلغ 10 أمبير، وعادةً ما يحتوي على شاشات رقمية لجهد الإمداد والتيار. وسيحتوي مصدر الإمداد على الكثير من الحماية المدمجة للمستخدم والمعدات على حدٍ سواء.

الشكل 22.41 مصدر طاقة نموذجي للتيار المستمر.

وحدة الإمداد بالتيار المتردد منخفض الجهد

لقد رأيتَ المخاطر التي ينطوي عليها استخدام مصدر التيار المتردد الرئيسي عند إنشاء مصدر طاقة تيار مستمر سلس. لقد وجدتَ أنه من الأكثر أمانًا استخدام مصدر تيار متردد منخفض الجهد أثناء مرحلة التطوير. ويوضح الشكل 22.42 **مصدر تيار متردد نموذجي منخفض الجهد** مناسب للاستخدام في المختبرات وورش العمل. ويمكن أن يتنوع جهد الخرج بين 0 فولت و25 فولت جذر متوسط مربع. ويبلغ الحد الأقصى لتيار الإمداد 8.5 أمبير جذر متوسط مربع. وتحتوي الوحدة على محول يتم تثبيته بأمان داخل علبة معدنية مؤرضة لحمايتك من الصدمات الكهربائية.

الشكل 22.42 وحدة طاقة تيار متردد منخفضة الجهد.

مولّد الوظيفة (مولّد الإشارة)

هناك مُعدة أخرى من معدات الاختبار التي ستحتاجها ألا وهي **مولّد إشارة**. ويُعرف مولّد الإشارة أيضًا باسم مولد الوظيفة. يوضح الشكل 22.43 مولّد إشارة نموذجي. ويمكنك تحديد ثلاث وظائف، موجة جيبية أو موجة مربعة أو موجة مثلثة. فبإمكانك ضبط سعة شكل الموجة وترددها. وبإمكان مولّد الإشارة في الشكل 22.43 توفير تردد أقصى يبلغ 20 ميجاهرتز. وله مخرجان رئيسيان. ويجب عليك استخدام الإخراج الذي يطابق دائرتك بشكلٍ أفضل. وتستخدم المخرجات موصلات BNC، مثل راسم الذبذبات.

المهارات

المهارات المعرفية العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- التحليل

المصطلحات الرئيسية

مولّد الإشارة: مُعدة إلكترونية تُولّد أشكال موجات الاختبار.

الشكل 22.43 مولّد الإشارة/الوظيفة.

تقنيات اكتشاف الأعطال

يجب أن تكون منهجيًا عند العثور على أخطاء في الدائرة. فمن المهم معرفة كيف ينبغي أن تعمل الدائرة قبل البدء في اكتشاف الأخطاء.

الفحص البصري

أول شيء ينبغي لك فعله هو إجراء فحص بصري للدائرة. ينبغي لك:

- البحث عن دوائر قصيرة، على سبيل المثال جسور اللحام بين المسارات أو المكونات
- البحث عن الدوائر المفتوحة، على سبيل المثال المسارات المكسورة ووصلات اللحام الجافة ووصلات الأسلاك المفقودة
- التحقق من قيم المكونات من خلال المقارنة مع مخطط الدائرة
- التحقق من توجيه المكونات بشكلٍ صحيح، على سبيل المثال المكثفات المستقطبة والصمامات الثنائية
- البحث عن علامات المكونات المحترقة أو التالفة
- استخدام حواسك الأخرى، على سبيل المثال الرائحة للمكونات المحترقة.

الطريقة 1: تقنية الإدخال إلى الإخراج

احرص على إجراء القياسات، والعمل للأمام، بدءًا من الإدخال لحين اكتشاف الخطأ ومعرفة أي جزء من الدائرة يجب إجراء مزيد من التحقيق فيه.

على سبيل المثال، يعرض الشكل 22.44 مُكبرين عكسيين متصلين بالتوالي.

الخطوة 1: عليك إعداد إشارة الاختبار باستخدام مولّد الإشارة.

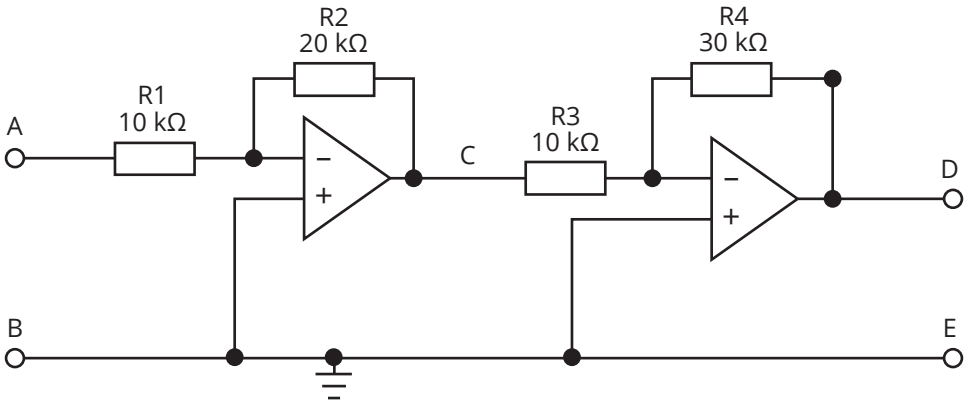
- عليك إعداد مولّد إشارة لإعطاء إشارة اختبار الموجة الجيبية بسعة وتردد مناسبين، على سبيل المثال، السعة 0.5 فولت والتردد 1 كيلوهرتز.
- صِل إشارة الاختبار بين الطرفين (أ) و(ب).
- استخدم راسم الذبذبات للنظر إلى الإشارة عبر (أ) و(ب).
- إذا كانت الإشارة صحيحة، استمر في الاختبار. وإذا لم يكن ذلك صحيحًا، تحقق من السبب.

الخطوة 2: صِل الدائرة بمصدر الإمداد بالطاقة.

- صِل مصدر الإمداد بالطاقة بالدائرة.
- استخدم مقياسًا متعدد الأغراض لقياس جهد الإمداد. إذا كان الجهد صحيحًا، استمر في الاختبار. إذا كان الجهد غير صحيح تحقق من السبب.

الخطوة 3: تحقق من انتقال الإشارة إلى نقطة اختبار واحدة في كل مرة.

- استخدم راسم الذبذبات للنظر إلى الإشارة عند (ج) (اترك الطرف الأرضي متصلاً بالنقطة (ب)). إذا كانت الإشارة صحيحة، استمر في الاختبار. وإذا كانت الإشارة غير صحيحة، يكون الخطأ في دائرة المُكبر العكسية الأولى.
- استخدم راسم الذبذبات للنظر إلى الإشارة عند (د) (اترك الطرف الأرضي المتصل بـ B. B وE متصلين). فإذا كانت الإشارة صحيحة، فلن يكون هناك خطأ في الدائرة. وإذا كانت الإشارة غير صحيحة، يكون الخطأ في دائرة المُكبر العكسي الثانية.



الشكل 22.44 اختبار الإدخال والإخراج لدائرة مُكبر عملياتي.

الطريقة 2: تقنية الإخراج إلى الإدخال

هذه التقنية مشابهة للطريقة الأولى، لكنك ستبدأ في القياس عند الإخراج والعودة نحو الإدخال ((د) إلى (ج) إلى (أ)). فالخطوتان 1 و2 هما نفسهما.

الطريقة 3: تقنية نصف الانقسام

تتشابه طريقة نصف الانقسام، ولكنك تبدأ في القياس عند منتصف الدائرة بعد إكمال الخطوتين 1 و2.

- بالنسبة للدائرة في الشكل 22.44، تبدأ القياس عند النقطة (ج).
- إذا كانت الإشارة في منتصف النقطة صحيحة، فإن كل شيء قبل هذه النقطة يعمل جيدًا. لذا فاحرص على إجراء الاختبار الثاني عند النقطة (د).
- إذا كانت الإشارة عند النقطة (د) معيبة، فإن الخطأ يكون في دائرة المُكبر العكسي الثانية.
- إذا كانت الإشارة عند النقطة (ج) معيبة، فإن الخطأ يكون في دائرة المُكبر العكسي الأولى.
- إذا كانت الإشارة صحيحة عند النقطة (د)، فلن يكون هناك خطأ في الدائرة.

وإذا كانت الدائرة معقدة، فاستخدم تقنية نصف الانقسام. وتحدد طريقة نصف الانقسام الخطأ في الحد الأدنى لعدد الاختبارات.

استخدام مخطط انسيابي لاكتشاف الأخطاء

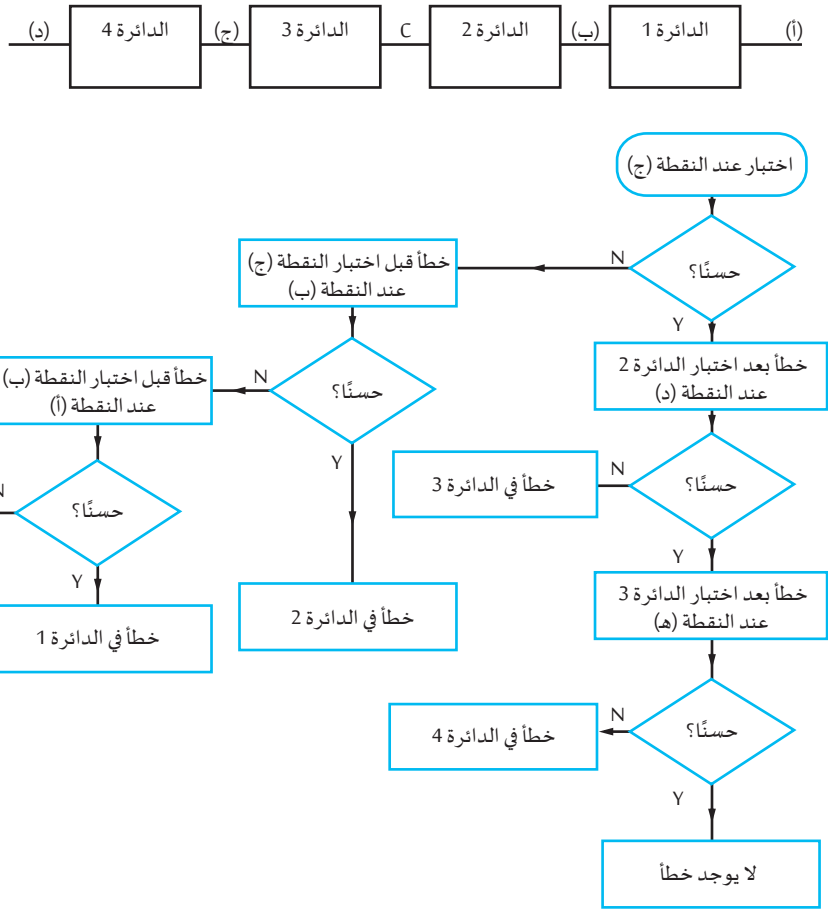
يوضح الشكل 22.45 مخطط التدفق الذي يمكنك اتباعه لاختبار دائرة مكونة من 4 أقسام مختلفة. فيبدو الأمر معقدًا في البداية، لكنك تتبع المخطط الانسيابي خطوة بخطوة.

يقع القياس الأول عند نقطة الاختبار (ج).

فإذا كان شكل الموجة عند نقطة الاختبار (ج) صحيحًا، فاتبع سهم Y (نعم). وهذا يشير إلى أن كل شيء قبل النقطة (ج) يعمل جيدًا. ونقطة الاختبار التالية هي (د).

فإذا كان شكل الموجة عند نقطة الاختبار (ج) غير صحيح، فاتبع سهم N (لا). ويشير هذا إلى أن الخطأ يقع قبل النقطة (ج). ونقطة الاختبار التالية هي (ب).

اتبع المسار الذي قدمته كل نتيجة للعثور على الخطأ.



الشكل 22.45 طريقة اختبار نصف الانقسام ومخطط التدفق لدائرة من أربع مراحل.

الطريقة 4: تقنية الأعراض إلى الأسباب

يمكنك استخدام بيانات الاختبار التاريخية لربط الأعراض بالأخطاء المحتملة. على سبيل المثال، تُظهر سجلاتك أن الجهد المنخفض عند نقطة الاختبار كان بسبب الصمام الثنائي للدائرة القصيرة. فهناك احتمال كبير أن تكون الأعراض نفسها ناتجة عن السبب نفسه.

الطريقة 5: استبدال المكونات

إذا كنتَ تشك في وجود خلل في أحد المكونات، فيمكنك استبداله بآخر تعرف أنه جيد. على سبيل المثال، تشك في أن الخطأ في الدائرة في الشكل 22.44 موجود في قسم المُكبر العكسي الأول. ومن ثم استبدل المُكبر العكسي هذا بآخر جديد. ثم تحقق مما إذا كانت الدائرة تعمل الآن أم لا.

التحضير للاختبار وخطط الاختبار

تحتاج إلى جمع معلومات عن الدوائر التي تكتشف أخطاءها. فيجب أن تعرف كيف تعمل الدائرة بشكلٍ صحيح لتتمكن من التعرف على ظروف الأعطال. ويمكن أن تشمل المعلومات:

- مخططات الدوائر
- مخططات الأسلاك
- مخططات استكشاف الأخطاء وإصلاحها
- صحائف البيانات
- كتيبات التشغيل والصيانة

- السجلات والبيانات القائمة على البرامج
- الجهد المتوقع والتيار وأشكال الموجة في نقاط الاختبار الرئيسية.

نموذج الإبلاغ عن الأعطال

يعمل نموذج تقرير الأعطال الموحد على تسهيل تسجيل ما أنجزته. ويتيح لك ذلك تسجيل:

- المعدات التي استخدمتها
- تسلسل الاختبارات التي أجريتها
- نتائج الاختبارات
- تحديد الخطأ لديك
- الحل المقترح للمشكلة.

يساعد الاحتفاظ بسجلات دقيقة في إمكانية التتبع.

يعرض الشكل 22.46 مثالاً لنموذج تقرير خطأ. فهو يحتوي على معلومات عن:

- مَن (أبلغ عن الخطأ ومن تصرف بناءً على ذلك)
- متى (تاريخ الإبلاغ والتوقيع).
- أين (شعار الشركة)
- ماذا (الأعراض الأولية والاختبارات)
- لماذا (النتائج والاستنتاجات والتشخيص)
- كيف (الاختبارات التي أُجريت والأدوات والمعدات المستخدمة).

PED Ltd.	نموذج الإبلاغ عن الأعطال		PED Ltd.
معرف المعدات		تم الإبلاغ عنها بواسطة	
تم الإبلاغ عنها إلى		التاريخ	
الأعراض الأولية			

معدات الاختبار المستخدمة	(نعم/لا)	الرقم التسلسلي	معدات الاختبار المستخدمة	(نعم/لا)	الرقم التسلسلي
مصدر طاقة تيار مستمر			مصدر طاقة تيار متردد		
المقياس متعدد الأغراض			مولّد الإشارة		
راسم الذبذبات					

استنتاج نتيجة الاختبار	
سبب الخطأ	
الإصلاح المقترح	
التوقيع	
التاريخ	

الشكل 22.46 نموذج تقرير خطأ.

نشاط التقييم: هدف التعلم (ج)

مقدمة

بالنسبة لهدف التعلم (ج)، سيتم تقييمك من خلال إكمال واجب واحد تم تقييمه داخليًا. سيقوم معلمك بتحديد الواجب. وسوف يزودوك بموجز الواجب الذي يصف ما ستحتاج إلى القيام به، بالإضافة إلى التاريخ الذي يتعين إكمال الواجب وتقديمه فيه. سيحدد المعلم الواجب ويخبرك بالدرجة التي حققتها. يُتوقع منك إثبات أنك تعرف كيفية إجراء القياسات والاختبارات والعثور على الأعطال في الدائرة الكهربائية أو الإلكترونية. تتضمن هذه المهام:

- تحديد معظم الأدوات لقياس الإشارات الكهربائية بأمان
- إجراء القياسات وتسجيلها بأمان واستقلالية وفعالية
- تقييم فعالية نشاط اكتشاف الأخطاء لديك.

المهارات

المهارات المعرفية: المهارات والاستراتيجيات المعرفية:

- حل المشكلات
- التحليل
- التفكير الناقد

نصائح

تذكر أن السلامة دائمًا ما تكون ذات أهمية قصوى عند إجراء الأنشطة الهندسية.

تأكد من تسجيل كيفية إجراء الأنشطة بأمان. على سبيل المثال، ينبغي لك ارتداء معدات الوقاية الشخصية المناسبة للمهمة في جميع الصور التي تدرجها في أدلتك.

استكشف المزيد

وَسِّع نطاق تقييمك لفعالية نشاط اكتشاف الأخطاء لديك من خلال تضمين طرق مختلفة كان من الممكن استخدامها. واشرح سبب اختيارك استخدام الأساليب التي اتبعتها.

نشاط التقييم هدف التعلم (ج)

سيُطلب منك استخدام أدوات ومعدات القياس والاختبار لاختبار الدوائر الخاصة بهدف التعلم (ج): إجراء القياسات والاختبارات للعثور على الأعطال في الدائرة الكهربائية أو الإلكترونية.

الجزء (أ)

سيعطيك المدرس/المعلم/المشرف دائرة كهربائية أو إلكترونية عاملة ومخطط الدائرة وقائمة بالقياسات التي يجب اتخاذها للتحقق من التشغيل الصحيح للدائرة.

نشاط التقييم (يُتبع)

إذا كانت دائرتك تحتوي على أخطاء، فتأكد من إيقاف تشغيلها جميعًا قبل إجراء أي قياسات.

يجب عليك القيام بما يلي:

- تحديد أدوات القياس المناسبة لقياس الإشارات الكهربائية المدرجة
- استخدام الأدوات لتسجيل القياسات المحددة بأمان.
- مقارنة إشارات الإدخال والإخراج
- التحقق مع المدرس/المعلم/المشرف من أن نتائجك كاملة قبل التقدم إلى الجزء (ب).

الجزء (ب)

احرص على إجراء تمارين اكتشاف الأخطاء.

- حدد دائرة اختبار ذات خطأ واحد. فإذا كانت دائرتك تحتوي على أخطاء، فحدد خطأً واحدًا فقط.
- احرص على إجراء فحص بصري للتأكد من أن جميع المكونات هي القيمة الصحيحة وفي الموقع الصحيح ومتصلة بالطريقة الصحيحة.
- صِل الدائرة بمصدر الإمداد بالطاقة ولاحظ ما يحدث.
- سَجّل ملاحظاتك الأولية.
- احرص على إجراء سلسلة من القياسات لتحديد نوع الخطأ وموقعه.
- تحقق من أنك حددت الخطأ بشكلٍ صحيح.
- إذا سمح الوقت بذلك، كرر ذلك بالنسبة لخطأ مختلف. وإذا كانت دائرتك تحتوي على أخطاء، فتأكد من تحديد خطأ واحد فقط.

الجزء (ج)

كتابة تقرير يتضمن:

- تفاصيل الطريقة التي اخترتها:
  - كل أداة قياس
  - الطرق الآمنة المناسبة
- وصف لممارسات العمل الآمنة التي استخدمتها عند إجراء القياسات على الدائرة بدون أخطاء. استخدام المخططات/الصور لدعم الوصف الخاص بك.
- سجل للقياسات التي أجريتها على الدائرة بدون أخطاء
- تقرير اكتشاف الأخطاء لدائرة ذات خطأ واحد. (ينبغي لك تضمين تقرير منفصل إذا اختبرتَ أكثر من دائرة معيبة).

ينبغي أن يتضمن تقرير اكتشاف الأخطاء الخاص بك:

- الملاحظات الأولية
- تحديد أدوات الاختبار المناسبة
- سجل للقياسات التي تم إجراؤها على الدائرة بخطأ واحد
- مقارنة القياسات التي أُجريت على الدائرة مع وجود خطأ مع القياسات المأخوذة على دائرة العمل
- تحديد الخطأ
- شرح لكيفية تأكيد القياسات لنوع الخطأ وموقعه
- تقييم عملية اكتشاف الأخطاء.

نشاط التقييم *(يُتبع)*

تشمل الأدلة التي يجب عليك تقديمها لهذه المهمة ما يلي:

- مخطط للدائرة التي تم فحصها، وتحديد نقاط الاختبار
- التقرير الموضح في الجزء (ج)
- الصور والمخططات اللازمة لدعم التقرير
- سجل ملاحظة من المدرس/المعلم/المشرف لتأكيد العمل الآمن.

معايير التقييم هدف التعلم (ج)

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (ج): إجراء القياسات والاختبارات للعثور على الأعطال في الدائرة الكهربائية أو الإلكترونية		
C.P6 قياس معاملات الدائرة واختبارها وتسجيلها لدائرة تم إنشاؤها مسبقًا.	**C.M4** استخدام تتبع الإشارات وجهد نقطة الاختبار وقياس التيار لتحديد الأخطاء البسيطة في دائرة تم إنشاؤها مسبقًا.	**C.D2** تقييم فعالية تقنيات اكتشاف الأخطاء المستخدمة لتحديد الأخطاء البسيطة في دائرة تم إنشاؤها مسبقًا.

مسرد المصطلحات

التيار المتردد (AC): تيار كهربائي يعكس الاتجاه.

مقياس التيار الكهربائي: أداة كهربائية تُستخدم لقياس تدفق التيار. ودائمًا ما يتم توصيل مقياس التيار الكهربائي بالتوالي بأحد المكونات.

لوح التجارب: لوح يدعم المكونات لإنشاء دائرة إلكترونية دون الحاجة إلى لحام. حيث يصل لوح التجارب المكونات من خلال نوابض معدنية تربط الثقوب الموجودة في لوح التجارب البلاستيكي.

المكثف: مكون يُخزِّن الشحنة الكهربائية.

الشخص المختص: الشخص الذي يمكنه استخدام المعدات المناسبة لإجراء الفحص والاختبار بشكلٍ صحيح ويمكنه فهم نتائج الاختبار تمامًا.

تدبير التحكم: إجراء احترازي تم وضعه للحد من المخاطر.

التيار: تدفق الشحنة الكهربائية عبر دائرة مادة موصلة. الشحنة الكهربائية: خاصية أساسية للمواد ويمكن أن تكون الشحنات إيجابية أو سلبية.

الدورة: دورة واحدة كاملة ذهابًا وإيابًا لشكل موجة متناوب.

الصمام الثنائي: مكون إلكتروني يتيح فقط تدفق التيار في اتجاه واحد.

التيار المستمر (DC): تيار كهربائي يتدفق في اتجاه واحد فقط.

التردد: عدد الدورات في ثانية واحدة. وحدة التردد هي هيرتز (Hz).

الخطر: شيء قد يسبب تلفًا أو ضررًا لشخصٍ ما أو شيءٍ ما.

المقاوم المعتمد على الضوء (LDR): مقاوم يغير قيمته اعتمادًا على كمية الضوء الساطع عليه.

لوحة المصفوفة: لوحة عازلة تدعم المكونات. يمكنك توصيل المكونات عن طريق وضع أطرافها من خلال فتحات في لوحة المصفوفة ولحامها بالمسارات النحاسية الموجودة تحتها.

المقياس متعدد الأغراض: أداة إلكترونية تُستخدم لقياس الجهد والتيار والمقاومة.

غير مستقطب: مكون يمكن توصيله في أي اتجاه في الدائرة.

قانون أوم: القانون الذي يصف العلاقة بين الجهد والتيار في الدائرة الكهربائية.

راسم الذبذبات: أداة إلكترونية تعرض أشكال الموجات الكهربائية.

مستقطب: يصف المكون الذي يجب توصيله بطريقة واحدة فقط في الدائرة.

الجهاز المحمول: مُعدة كهربائية يمكن نقلها وتوصيلها بمصدر كهربائي. وهي تشمل المحولات وأسلاك التمديد.

اختبار الأجهزة المحمولة (PAT): فحص الأجهزة المحمولة واختبارها للتأكد من أنها آمنة للاستخدام.

لوحة الدائرة المطبوعة (PCB): لوحة أساسية تدعم المكونات لإنشاء دائرة إلكترونية. تصل لوحة الدائرة المطبوعة المكونات عن طريق المسارات والرفيدات المطبوعة على طبقة نحاسية. ويمكن أن تكون لوحات الدوائر المطبوعة ذات وجهين ومتعددة الطبقات.

المعدل: جهاز إلكتروني يحوِّل جهد التيار المتردد (AC) إلى جهد تيار مستمر (DC).

المقاومة: خاصية فيزيائية لمادة تقاوم تدفق التيار الكهربائي في الدائرة.

الريوستات: مقاوم متغير يستخدم طرف توصيل واحد فقط والماسحة. مقياس الجهد: مقاوم متغير يستخدم جميع أطراف التوصيل الثلاثة لعمل مقسم محتمل متغير.

الخطر: احتمال تعرض شخص أو شيء للتلف أو الأذى. ويشمل ذلك خطورة الضرر الناجم.

مولّد الإشارة: مُعدة إلكترونية تُولّد أشكال موجات الاختبار.

الثرمستور: مقاوم يغير قيمته حسب درجة حرارته.

الفترة الزمنية: الوقت اللازم لدورة واحدة كاملة من التيار المتردد.

المقاوم المتغير: مقاوم يمكنك تغيير قيمته عن طريق تحريك طرف توصيل (ماسحة) فوق سلك مقاومة. ولديه ثلاث أطراف توصيل.

مقياس الجهد الكهربائي: أداة كهربائية تُستخدم لقياس فرق الجهد (الجهد). ودائمًا ما يتصل مقياس الجهد الكهربائي بالتوازي مع أحد المكونات.

Pearson
BTEC

شهادة Pearson BTEC
International من المستوى 2 في

كتاب طالب الهندسة

الوحدة 27

البرمجة العامة

المؤلف: مارك بروشنيفيتش

2م

كتاب الطالب

تم النشر بواسطة شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد، 80 ستراند، لندن، WC2R 0RL.

www.pearsonschoolsandfecolleges.co.uk

يمكن العثور على نسخ من المواصفات الرسمية لجميع شهادات بيرسون على الموقع الإلكتروني: qualifications.pearson.com

© حقوق التأليف والنشر لعام 2023 محفوظة لشركة بيرسون إيديوكيشن ليمتد

التحرير بواسطة إنتيغرا

تنضيد الحروف بواسطة إنتيغرا

© حقوق التأليف والنشر للرسومات التوضيحية الأصلية محفوظة لشركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التصوير بواسطة إنتيغرا

تصميم الغلاف من قِبل شركة كريتيف مانكي فيجوال ديزاين

تم نشر هذه الطبعة [السنة]

27 26 25 24 23

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

فهرسة المكتبة البريطانية في بيانات النشر

يتوفر سجل كتالوج لهذا الكتاب من المكتبة البريطانية

إشعار حقوق التأليف والنشر

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور بأي شكل أو بأي وسيلة (بما في ذلك نسخه أو تخزينه في أي وسيط باستخدام الوسائل الإلكترونية، سواء بشكل عابر أو عرضي لبعض الاستخدامات الأخرى لهذا المنشور) دون إذن كتابي من مالك حقوق الطبع والنشر، يُتوقع ذلك وفقًا لأحكام قانون حقوق التأليف والنشر والتصاميم وبراءات الاختراع لعام 1988 أو بموجب شروط ترخيص صادر عن وكالة ترخيص حقوق التأليف والنشر، برناردز إن، 86 فيتر لين، لندن EC4A 1EN (www.cla.co.uk). يجب توجيه طلبات الحصول على إذن كتابي لمالك حقوق التأليف والنشر إلى الناشر.

مواقع الويب

لا تتحمل بيرسون إديوكيشن ليمتد المسؤولية عن المحتوى الخاص بأي مواقع إنترنت خارجية. ومن الضروري أن يقوم المعلمون بمعاينة كل موقع إلكتروني قبل استخدامه في الفصل للتأكد من أن عنوان URL لا يزال دقيقًا وملائمًا ومناسبًا. ونقترح أن يقوم المعلمون بوضع إشارة مرجعية على المواقع الإلكترونية المفيدة والنظر في تمكين الطلاب من الوصول إليها من خلال الشبكة الداخلية للمدرسة/ الكلية.

ملاحظة من الناشر تنفذ بيرسون عمليات تحرير قوية لضمان دقة المحتوى في هذا المنشور، ويتم بذل كل جهد ممكن لضمان خلو هذا المنشور من الأخطاء. ومع ذلك، ما نحن إلا بشر، وأحيانًا تحدث أخطاء. ولا تتحمل بيرسون المسؤولية عن أي سوء فهم ينشأ نتيجة أخطاء في هذا المنشور، ولكن من أولوياتنا ضمان دقة المحتوى. إذا لاحظت وجود خطأ، فيُرجى التواصل معنا عبر resourcescorrections@pearson.com حتى نتأكد من تصحيحه.

في حين بذل الناشرون قصارى جهدهم لضمان دقة المشورة بشأن التأهيل وتقييمه، فإن المواصفات الرسمية ومواد إرشادات التقييم المرتبطة بها هي المصادر الموثوقة الوحيدة للمعلومات ويجب الرجوع إليها دائمًا للحصول على إرشادات نهائية.

شكروتقدير

الصور:

123RF: neyro2008، ص. 48 (الشكل 27.55)؛ **Marc Pruchniewicz:** Marc Pruchniewicz، ص. 5-23 (الأشكال 27.2-27.38)، ص. 25-31 (الأشكال 27.45-27.39)، ص. 35-36 (الأشكال 27.49-27.46)، ص. 42 (الشكل 27.54)، ص. 52 (الشكل 27.60)؛ **Shutterstock:** Dragon Images، ص. 1 (الشكل 27.1)، Rawpixel.com، ص. 50 (الشكل 27.56)، Prasit Rodphan، ص. 51 (الشكل 27.57)، Allahfoto، ص. 51 (الشكل 27.58)، Kaspars Grinvalds، ص. 52 (الشكل 27.59).

© جميع حقوق طبع ونشر الصور الأخرى محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن

الوحدة 27

البرمجة العامة

مقدمة

في هذه الوحدة، ستتعلم كيفية تنفيذ أنشطة البرمجة في المؤسسات الهندسية؛ كما تتعرف على مراحل عملية تصميم البرمجيات وتطويرها؛ إلى جانب اختبار البرامج وتسليمها.

كما تُصمِّم برامج لتلبية متطلبات المستخدم وتطورها مع إنتاج وثائق لمرافقة برنامجك. بالإضافة إلى ذلك، ستصمم البرنامج وتطوره باستخدام لغة برمجة مناسبة مع اختبار الحل الخاص بك وتحسينه.

يُعد فهم كيفية عمل برامج الكمبيوتر من المعارف الأساسية للمهندسين الذين يتطلعون إلى العمل في تطوير البرمجيات، مما يعني أن هذه الوحدة ستساعدك على الاستعداد للحياة العملية أو لمزيد من الدراسات.

أهداف التعلم

في هذه الوحدة، ستتمكن من التالي:

(أ) دراسة الأدوات والتقنيات المستخدمة في تطوير برنامج

(ب) تصميم برامج لتلبية متطلبات المستخدم

(ج) تطوير برامج لتلبية متطلبات المستخدم

كيف سيتم تقييمك

يتم تقييم هذه الوحدة داخليًا من خلال موجزات الواجبات الفردية أو المتعددة التي يقدمها لك معلمك. وسيكون عليك تقديم أدلة لإثبات أنك حققت أهداف التعلم. ويمكن تقديم مجموعة الأدلة الخاصة بك في العديد من التنسيقات، سواء إلكترونيًا أو ورقيًا. يسرد مخطط الدرجات في المواصفات لهذه الوحدة ما يجب عليك القيام به للحصول على درجات النجاح والتفوق والامتياز. ستوجهك أنشطة التقييم في هذه الوحدة خلال المهام التي ستساعدك على تحقيق النجاح.

سيخبرك معلمك بالشكل الذي ستتخذه تقييماتك بالضبط، ولكن قد يُطلب منك إعداد عرض تقديمي حول أهمية أدوات وتقنيات البرمجيات في البرمجة، مدعومًا بلقطات شاشة للتعليمات البرمجيات (الأكواد) والبرامج المطورة و/أو وثائق التصميم المكتوبة بما في ذلك كيفية تلبية متطلبات المستخدم والعناصر المحددة للتطوير المستقبلي. قد يُطلب منك أيضًا تخطيط برنامج وإنشائه وتقييمه، مع تقديم دليل على البرمجة واختبار المطور.

الشكل 27.1 مطور برامج يعمل في المكتب في وقت متأخر من الليل.

هدف التعلم (أ): دراسة الأدوات والتقنيات المستخدمة في تطوير برنامج

بدء النشاط

من خلال العمل في مجموعة صغيرة، ناقش ثم أعد قائمة بلغات البرمجة التي ربما سمعت عنها أو استخدمتها من قبل. على سبيل المثال، يتم استخدام HTML لإنشاء مواقع الويب.

لبدء كتابة البرامج، يتعين علينا أولاً فهم الأدوات والتقنيات المتاحة لنا.

تستخدم جميع لغات البرمجة نفس التركيبات لبناء الكتل البرمجية. في هذا الموضوع، سوف نبحث في أنواع أو نماذج لغات البرمجة، وكيفية تمثيلها بلغات البرمجة المختلفة. كما سنتناول أيضًا نماذج التعليمات البرمجية لبدء إنشاء كتل صغيرة من التعليمات البرمجية باستخدام التقنيات القياسية المتوفرة في الكثير من لغات البرمجة الشائعة. في نهاية الموضوع، سنلقي نظرة على أدوات البرمجيات المتاحة لنا لتطوير البرنامج وإصلاحه وتشغيله.

المصطلحات الرئيسية

النموذج: طريقة لتصنيف الكائنات بناءً على الميزات المشتركة.

C#: لغة في إطار مايكروسوفت للغات البرمجة. وهي تستند إلى لغة C، وهي لغة إجرائية، مع ميزات موجهة نحو الكائنات.

(أ1) نماذج لغة البرمجة

قبل أن نبدأ في إنشاء تطبيق باستخدام لغة برمجة، يجب أن نختار اللغة التي تناسب احتياجاتنا. تستخدم أجهزة الكمبيوتر اللغات للتواصل، تمامًا كما نفعل مع لغاتنا الخاصة. تقع جميع لغات البرمجة في "النوع" أو "الفئة" المعروفة بالنموذج. يستخدم هذا المصطلح لتصنيف ميزات لغة البرمجة في مجموعة. تم تصميم بعض لغات البرمجة لدعم نموذج واحد، مثل Smalltalk، بينما تم تصميم بعض لغات البرمجة لدعم العديد من النماذج المختلفة، مثل Java® أو Visual Basic أو C#®. في هذه الوحدة، سنستخدم لغة البرمجة C# لأنها لغة متعددة النماذج.

ستتعلم في هذه الوحدة تصميم وتطوير التعليمات البرمجية للبرنامج بإحدى لغاتNET. من مايكروسوفت. تدعم هذه اللغات العديد من النماذج ولكن تركيزنا سيكون على:

- البرمجة الإجرائية
- البرمجة الموجهة نحو الكائنات
- البرمجة القائمة على الأحداث

هل تعلم؟

أصدرت مايكروسوفت لأول مرة إطار NET Framework. الخاص بها في عام 2002. ومنذ ذلك الحين، كان هناك أكثر من 20 إصدارًا مختلفًا من NET. ويُقترح أن ربع مطوري البرامج في جميع أنحاء العالم يستخدمون لغات NET. تم إنشاء اللغة التي سنستخدمها في هذه الوحدة، C#، لأول مرة في عام 2000. وتم تسميتها في الأصل COOL، بمعنى لغة C-live الموجهة نحو الكائنات، ولكن تم تخفيض الاسم إلى C# بسبب قوانين العلامات التجارية.

البرمجة الإجرائية

تتبع لغات البرمجة الإجرائية مجموعة من التعليمات التي تحدد تدفقها. كما أنها تحدد بداية ونهاية للبرنامج. فهي عبارة عن سلسلة من الخطوات التي تكمل المهمة. نحن نقوم بمهام إجرائية في أنشطتنا اليومية.

عندما نقوم بإعداد كوب من الشاي، فإننا نتبع مجموعة نموذجية من التعليمات:

الخطوة 1: أضف الشاي والماء والسكر إلى مقلاة أو غلاية.

الخطوة 2: ضع الخليط على الحرارة لغليه لعدة دقائق.

الخطوة 3: خفف الحرارة واترك الخليط يغلي ببطء.

الخطوة 4: أضف ورقة نعناع إلى الخليط.

الخطوة 5: قدم خليط الشاي في كأس أو كوب شاي.

الخطوة 6: استمتع بتناول الشاي!

يمكن أن يشكل هذا الإجراء البسيط المكون من ست خطوات أساسًا لبرنامج صنع الشاي.

النشاط

في مجموعة صغيرة، فكر في نشاط تقوم به كل يوم يحتوي على مجموعة نموذجية من الخطوات. اكتب كل خطوة تقوم بها في هذا النشاط وقم بإنشاء مجموعة إجرائية من التعليمات التي يمكن استخدامها لإنشاء برنامج لتكرار هذا النشاط. على سبيل المثال، فكر في كيفية استيقاظك ومغادرة منزلك كل يوم أو كيفية طهي وجبة للعائلة والأصدقاء.

البرمجة الموجهة نحو الكائنات

في البرمجة الموجهة نحو الكائنات، نقوم بإنشاء كائنات أو "أشياء". تم تصميم كل منها في صورة "مخططات" تحتوي على **المعلمات** التي تصف الكائن و**الإجراءات** التي تسمح له بالتفاعل مع نفسه أو مع الكائنات الأخرى. وفي كل مرة نريد فيها استخدام الكائن الخاص بنا، نقوم بإنشاء **مثيل** أو "إصدار" منه، وتعيين خصائصنا الخاصة وجعله ينفذ الإجراءات. يتم تعريف كل كائن نقوم بإنشائه ضمن مخطط يعرف باسم الفئة. مصطلح "**الفئة**" هو كلمة أساسية في البرمجة الموجهة نحو الكائنات، حيث إن البرنامج عبارة عن مجموعة من فئات عديدة.

في البرمجة يمكننا إنشاء كائن يسمى "سيارات باهظة الثمن". سيحتوي الكائن الخاص بنا على المعلمات: الماركة والطراز واللون. وسوف يحتوي على إجراء يسمى Drive (القيادة).

الجدول 27.1

سيارات باهظة الثمن
المعلمات
الماركة: نص/كلمات (تُعرف باسم السلسلة)
الطراز: نص/كلمات (تُعرف باسم السلسلة)
اللون: النص/الكلمات (تُعرف باسم السلسلة)
الإجراءات
Drive (القيادة)

يمكننا إنشاء مثيلات لكائن Expensive Cars (*السيارات باهظة الثمن*) الخاص بنا لتحديد سيارات معينة. يحتاج برنامجك إلى السماح للمستخدم بقيادة سيارة مرسيدس من الفئة A ذات اللون الأزرق. يمكننا إنشاء كائن بهذه المعلمات بناءً على كائن *السيارات باهظة الثمن*.

المصطلحات الرئيسية

المعلمة: سمة أو خاصية أو وصف يعطي تعريفًا لشيء ما. تصف عبارة "عمر ذو شعر بني وعيون *خضراء*" خاصيتين لعمر.

الإجراء: فعل أو طريقة يمكن أن يقوم بها شيء ما. تحدد عبارة "عمر يركب *دراجته*" الفعل الذي يمكن أن يؤديه عمر.

المثيل: نسخة من كائن يمكن أن يكون له قيمه الخاصة في المعلمات ولكن لا يزال يعتمد على الكائن الأصلي الخاص به.

الفئة: تعريف قالب للطرق والمتغيرات في نوع معين من الكائنات.

النشاط

قم بعمل نسخة من الجدول أعلاه ولكن أكمل قائمة المعلمات الخاصة بك للسيارات باهظة الثمن المختلفة التي تعرفها.

الجدول 27.2

مثال على السيارات باهظة الثمن
المعلمات ماركة السيارة = مرسيدس الطراز = فئة A اللون = أزرق
الإجراءات Drive (القيادة)

عندما "نقود" هذا الكائن، فإننا سنقود سيارة مرسيدس من الفئة A ذات اللون الأزرق.

وفي كل نسخة مختلفة من السيارة *باهظة الثمن*، نعيد استخدام "مخطط" الكائن الخاص بنا في كل مرة. يتيح لنا هذا النهج كتابة كود برمجة فعال ويمكن الاحتفاظ به.

البرمجة القائمة على الأحداث

بدون النموذج *القائم على الحدث*، سيحتاج البرنامج إلى التحقق باستمرار أو "استطلاع" حالة شيء ما لمعرفة ما إذا كان هناك شيء ما قد حدث. ففي البرامج القائمة على الأحداث، يتم تحديد تدفق البرنامج من خلال الأحداث. يمكن أن تكون هذه الأحداث:

- نقرات الماوس على شاشة الكمبيوتر
- المفاتيح الموجودة على لوحة المفاتيح
- المستشعرات داخل الآلة
- دقات عدّاد الوقت
- الضغطات على شاشة الهاتف الذكي
- أحداث مخصصة مثل بث رسالة من جزء من البرنامج إلى آخر.

يمكننا استخدام الأحداث لإخبار البرنامج بما يجب فعله عند حدوث شيء ما. قد ينتظر هذا البرنامج حدوث شيء ما أو يؤدي مهمة بنشاط. يخبر الحدث البرنامج بـ"إيقاف ما تفعله، افعل ذلك بدلاً منه". تستخدم العديد من أنواع التطبيقات المختلفة الأحداث لاتخاذ القرارات.

كبشر، نحن نشبه البرمجة القائمة على الأحداث في استخدامها للأحداث. على سبيل المثال، يقوم قريبك بإعداد البقلاوة في المطبخ أثناء وجودك في غرفتك بالطابق العلوي. وهناك العديد من أفراد الأسرة ينتظرون تناول البقلاوة ولا تريد أن تفوتك الفرصة. يمكنك النزول إلى المطبخ في الطابق السفلي بانتظام للتحقق مما إذا كانت جاهزة، لكنك سئمت من التحقق المستمر. في هذه الحالة، ستقوم "باستطلاع" حالة البقلاوة لمعرفة ما إذا كانت جاهزة. هناك احتمال ضئيل للحصول على الوقت المناسب لأن تكون البقلاوة جاهزة، لكن الاحتمال الأكبر هو أنك لا تحصل على أي شيء على الإطلاق!

بدلاً من الصعود والنزول المستمر، يمكنك أن تطلب من قريبك الصعود إلى الطابق العلوي وإعلامك عندما تكون البقلاوة جاهزة للأكل. يضمن لك هذا الحدث أن تكون على علم باللحظة التي تكون فيها البقلاوة جاهزة ولن تفوتك.

يشرح هذا المثال كيف يمكن للبرنامج أن يعمل باستخدام نوع من العمليات والاستراتيجيات المعرفية: لغة تسمى pseudocode "الكود الزائف". Pseudocode (الكود الزائف) هو طريقة لكتابة كيفية عمل البرنامج دون استخدام أي لغة برمجة محددة. فليس الكود الزائف "كودًا حقيقيًا"، ولن "يعمل " أبدًا كبرنامج. إذ يساعدك على فهم ما سيحدث ويساعد على شرحه للمستخدمين الآخرين. سيستخدم هذا الدليل مزيجًا من الكود الزائف وكود البرمجة.

في البرمجة، يمكنك إعداد كائنين للمثال أعلاه:

"أنت" (الكائن 1) لديك حدث يسمى "أخبرني عندما تكون البقلاوة جاهزة". يشترك "القريب" (الكائن 2) في الحدث الخاص بك ويبلغ عنه عندما تكون البقلاوة جاهزة. ستتلقى "أنت" الإشعار وتنفذ إجراءً.

مراجعة ما تعلمته

قم بإعادة النظر في النشاط من مهمة البرمجة الإجرائية حيث تم تحديد مجموعة من الخطوات لمهمة يومية. أعد هيكلة مجموعة الخطوات الخاصة بك لتشمل العناصر الموجهة نحو الكائنات والعناصر القائمة على الأحداث لتصميم برنامج.

(أ2) تقنيات البرمجة

ثمة العديد من التقنيات المستخدمة في لغات البرمجة لمساعدتنا في كتابة برامج تتسم بالكفاءة والفاعلية. كل لغة لها طريقتها الخاصة في استخدامها، ولكننا سنلقي نظرة على أمثلة في C# والكود الزائف لمساعدتنا على فهم كيفية استخدامها.

قبل أن نبدأ في تناول كتابة التعليمات البرمجية (الكود)، نحتاج إلى فهم بنية البرامج. تتكون البرامج من:

- المعلمات والمتغيرات
- المصفوفات والقوائم
- الدوال والإجراءات
- العوامل البرمجية
- المنطق العلائقي
- المنطق البولياني
- النطاق.

يعد التعليق التوضيحي و"التعليقات" عنصرًا مهمًا في الترميز. تحتوي العديد من اللغات على بنيات ومتطلبات محددة للدلالة على التعليقات. ففي العديد من اللغات، يتم الإشارة إلى التعليقات بواسطة // (خطان مائلان للأمام) لوضع علامة على بداية سطر التعليق (الشكل 27.2). لا يتم تجميع هذه الأسطر ولا تنفيذها حيث يتم تفسيرها بواسطة الكمبيوتر على أنها "ليست تعليمات برمجية".

```
//a single line comment
```

الشكل 27.2 تعليق من سطر واحد.

المصطلحات الرئيسية

زائف: شيء مزيف يحاول أن يمر بوصفه الشيء الحقيقي.

المهارات

المهارات المعرفية:

- التفسير
- التعلم الموائم
- حل المشكلات

يمكن كتابة أسطر متعددة من التعليقات في صورة // لكل سطر فردي، أو /* لبداية كتلة من التعليقات، * لكل سطر لاحق و*/ لإكمال كتلة التعليق (الشكل 27.3).

```
//A block of comments
//that can be used to explain
//how a chunk of code near to it
//works in an easy to read and
//concise block without scrolling
//across the page to read the whole
//comment.

/* An alternate way of commenting
* a lot of lines out for multiple
* lines of comments
*/
```

الشكل 27.3 كتلة التعليقات.

يجب أن تتبع المعلمات والمتغيرات والطرق والدوال مجموعة من الإرشادات التي تحدد كيفية تسميتها. تسمى هذه الإرشادات اصطلاحات التسمية. تساعد اصطلاحات التسمية المبرمجين على إنتاج تعليمات برمجية قابلة للقراءة والاحتفاظ بها. إذ تساعد على إنتاج تعليمات برمجية واضحة وموجزة، وتعطي أوصافًا للمعلمات وتسمح بالبحث عن معلمات محددة بالاسم بطريقة أسهل بكثير. لا توجد مجموعة قياسية ومحددة من اصطلاحات التسمية التي يجب على المبرمجين اتباعها. يستخدم كل مبرمج فهمه الخاص لاصطلاحات التسمية. سيعرض لك هذا الدليل الطريقة الأكثر منطقية لاصطلاحات التسمية الخاصة بهذه الوحدة. إذا أحرزت تقدمًا في مزيد من الدراسات والحياة العملية في هذه الصناعة، حينئذٍ يمكنك تغيير وتطوير نهج اصطلاحات التسمية الخاصة بك مع اكتساب الخبرة كمبرمج.

خذ قصاصة برمجية (الشكل 27.4) على سبيل المثال:

```
3    var a = b * c;
```

الشكل 27.4 قصاصة برمجية لعملية ضرب حسابية بسيطة.

ماذا يحسب هذا الخط؟

إذا أعدنا كتابة القصاصة البرمجية باتباع اصطلاحات التسمية (الشكل 27.5)، فماذا يحسب الآن؟

```
6    var area = height * width;
```

الشكل 27. 5 القصاصة البرمجية لعملية الضرب الحسابية باتباع اصطلاحات التسمية.

يمثل استخدام معرفات ذات دلالة أحد إرشادات التسمية الشائعة. يوضح المثال أعلاه عملية حسابية لمساحة ذات ارتفاع مضروبًا في العرض. هذه الأسماء ليست ذات دلالة كافية والطريقة الممكنة لجعلها ذات دلالة أكبر هي استخدام الكلمات المركبة لوصف المتغير.

إذا تمت كتابة برنامج لحساب مساحات الحدائق المختلفة، فإن القصاصة البرمجية أعلاه ستؤدي إلى تعليمات برمجية غير واضحة ويصعب قراءتها. يمكننا حل هذه المسألة عن طريق إعادة تسمية المتغيرات باستخدام المركبات.

لا يُسمح بالمسافات، لذلك هناك ثلاث تقنيات يمكن استخدامها:

المركبات البسيطة - يتم ببساطة ربط الكلمات معًا بدون مسافات (الشكل 27.6).

```
//compound naming
var garden1area = garden1height * garden1width;
```

الشكل 27.6 التسمية المركبة.

مفصولة بالمحددات - يتم ربط الكلمات معًا باستخدام الشرطات السفلية "_" (الشكل 27.7).

```
//delimeter separated
var garden_1_area = garden_1_height * garden_1_width;
```

الشكل 27.7 تسمية مفصولة بالمحدد.

فصل الأحرف - يتم فصل الكلمات بأحرف كبيرة، تُعرف باسم "camel-case" (نسق الجمل) (الشكل 27.8).

```
//letter-case or camelCase
var garden1Area = garden1Height * garden1Width;
```

الشكل 27.8 نسق الأحرف أو نسق الجمل.

هل تعلم؟

تمت تسمية Camel Case (نسق الجمل) على اسم الحدبة الأولية للحرف الكبير داخل الاسم، حيث تشبه سنام الجمل.

المعلمات والمتغيرات

لقد تناولنا هذا باختصار في الموضوع الموجه نحو الكائنات. يتم استخدام المعلمات والمتغيرات لتخزين المعلومات أثناء تنفيذ البرنامج. ويتم تعريفها بالعبارة التالية:

<DataType>(نوع البيانات)> <name> (اسم)> <<equals a value (تعادل قيمة)>>*

* تعيين قيمة للمعلمة اختياري.

ثمة العديد من أنواع البيانات المختلفة التي يمكن تخزينها في المعلمات أو المتغيرات. يجب أن يكون لكل معلمة أو متغير نوع. هذه هي الأنواع التي سننظر إليها ونستخدمها في هذه الوحدة، موضحة بمزيد من التفصيل.

المصطلحات الرئيسية

نوع البيانات: سمة تصف جزءًا من البيانات وتخبر جهاز الكمبيوتر بكيفية قراءتها وكتابتها.

السلسلة

السلسلة عبارة عن مجموعة متسلسلة من الأحرف التي تشكل كلمة أو جملة. يتم التعامل معها كمصفوفة من الأحرف، مما يعني أنه يمكنك استخراج أحرف مفردة من سلسلة أو معالجة السلسلة ككل. ثمة العديد من الخصائص والعمليات "المضمنة" داخل C# والتي يمكن تنفيذها على السلاسل. يمكنك الإعلان عن سلسلة في التعليمات البرمجية الخاصة بك باستخدام الكلمة

الأساسية *String* أو *string* متبوعة باسمها (الشكل 27.9). C# هي لغة قوية جدًا، ويمكنها "التنبؤ" بنوع البيانات التي تستخدمها بناءً على قيمتها. ستبدأ الأمثلة أدناه في استخدام الكلمة الأساسية "var". لا توجد حدود مفروضة في أداء برنامج يستخدم var بدلاً من نوع البيانات للمتغير الخاص بك. لا يمكنك إنشاء سطر **var** بدون قيمة لأن التحويل البرمجي لا يعرف نوع البيانات إلى أن تتم عملية التعيين. يمكن استخدام الكلمة الأساسية **var** عندما يكون نوع البيانات واضحًا ولا لبس فيه.

```
//The value is Programming Report with spaces at the end
string myReportName = "Programming Report    ";
String myReportName = "Programming Report    ";
```

الشكل 27.9 تعريف المعلمات *كسلاسل*.

يمكنك معالجة السلسلة باستخدام العوامل البرمجية المضمنة (الشكل 27.10).

```
//A string is classed as an array
//would contain the character 'r'
var fifthLetter = myReportName [4];

//Split the string by the space in to smaller chunks,
//this would produce a collection containing Programming, Report and some empty strings.
var splitBySpace = myReportName.Split(' ');

//this would create a string with a value of Programming Document
var replacedWord = myReportName.Replace("Report", "Document");

//this would get the first 7 letters of Programming Report
var firstSevenLetters = myReportName.Substring(0, 7);

//trim spaces off the end
var trimmedString = myReportName.TrimEnd();

//to Uppercase or lowercase
var toUpperCase = myReportName.ToUpper();
var toLowerCase = myReportName.ToLower();
```

الشكل 27.10 - دوال معالجة السلسلة.

المصطلحات الرئيسية

عدد صحيح: العدد الصحيح هو رقم صحيح في البرمجة. ولا يمكن أن يحتوي على كسر أو رقم عشري.

يمكننا استخراج حرف واحد من سلسلة من خلال معالجة السلسلة كمصفوفة. تطلب الأقواس القائمة الزاويتين التي تحتوي على **عدد صحيح** بداخلها من جهاز الكمبيوتر استخراج القيمة حيث يكون الفهرس n (n هو الرقم الموجود داخل القوس).

يمكننا تقطيع سلسلة إلى مجموعة من السلاسل الأصغر باستخدام دالة **Split (تقسيم)** وإخبارها بما سيتم تقسيم السلسلة به. في المثال (الشكل 27.10) نستخدم ' ' أو 'space' (مسافة) لتقسيم السلسلة بها.

يمكننا استبدال الأحرف أو الكلمات الكاملة أو أجزاء الكلمات باستخدام دالة **Replace (الاستبدال)**.

يمكننا تحويل جزء من سلسلة إلى سلسلة جديدة باستخدام دالة **Substring (السلسلة الفرعية)**. تطلب هذه الدالة فهرس البداية (نحسب من الصفر) والطول.

يمكننا إزالة أي مسافات بادئة أو لاحقة من سلسلة باستخدام دالة **Trim End**. تتوفر دالة **Trim** و**Trim Start**. تنطبق دالة **Trim** على البداية والنهاية، بينما تنطبق دالة **Trim Start** و**Trim End** فقط على بداية السلسلة ونهايتها.

يمكننا تغيير نسق السلسلة عن طريق إجبار جميع الأحرف بداخلها على أن تكون في نسق الأحرف الكبيرة أو الصغيرة باستخدام الدوال **ToUpper** و**ToLower**.

تحتوي معظم أنواع البيانات على دوال مضمنة لتحويل البيانات من نوع بيانات إلى آخر. فعندما تكون قيمة الإدخال عبارة عن String (سلسلة)، قد يحتوي نوع البيانات الهدف على دالة Parse(string). وعندما تكون قيمة الإدخال نوع بيانات آخر ونوع البيانات الهدف عبارة عن سلسلة، تكون الدالة المطلوبة هي **ToString( )**.

وبينما نتنقل عبر أنواع البيانات الأخرى التي تغطيها هذه الوحدة، سنغطي دوال التحويل المتاحة لنا.

أخيرًا، تحتوي السلاسل على خاصية واحدة مفيدة بشكل خاص تخبرنا بطول السلسلة وعدد الأحرف الموجودة فيها (الشكل 27.11).

```
//string properties
int characterCount = myReportName.Length;
```

الشكل 27.11 ابحث عن طول سلسلة.

النشاط

تعد الحلقات التكرارية مفيدة جدًا للتنقل عبر مصفوفات البيانات. وكما هو مذكور أعلاه، السلسلة هي ببساطة مصفوفة من الأحرف. يمكننا استخدام الحلقات التكرارية للتنقل عبر كل حرف في تلك المصفوفة وتنفيذ الإجراءات.

1. اكتب برنامجًا للتنقل بين كل حرف في الكلمة وإخراج حرف واحد في كل سطر إلى وحدة التحكم (**Console.out.WriteLine**).
2. قم بتكييف برنامجك لقبول المدخلات من المستخدم (**Console.in.Readline**) لتطبيق وحدة التحكم)، وقم بتكرار كل حرف وإخراج حرف واحد في كل سطر.

العدد الصحيح

العدد الصحيح، المعروف أيضًا باسم 'int'، هو رقم صحيح بدون منازل عشرية. ففي البرمجة، يشير int عادةً إلى رقم 32 بت ويمكن تمثيله في صورة Int32 كنوع بيانات. يعتمد نطاق القيم التي يمكن تخزينها في Int32 على الدلالات الموقعة أو غير الموقعة. يمكن لـ Int32 غير الموقّع (UInt32) تخزين أي قيمة تتراوح بين 0 و4,294,967,295 (يساوي 2^{32}-1). ويمكن لـ Int32 الموقّع (Int32) تخزين أي قيمة تتراوح بين –2,147,483,648 و2,147,483,647 (يساوي 2^{31} — 2 إلى 2^{31}-1). لاحظ أن الرقم 32 الذي يأتي بعد Int يمثل أس 2 لحساب محتوياته. كما يتوفر Int64 أيضًا لتمثيل الأرقام الأكبر ويتم تمثيله إما بـInt64 أو UInt64 أو long أو ulong في C#.

مراجعة ما تعلمته

ما هي القيمة القصوى لـ UInt64؟ ما هي القيم الدنيا والقصوى لـ Int64؟

دعونا نجرب بعض العمليات الحسابية البسيطة باستخدام الأعداد الصحيحة في البرمجة. ما ناتج البرنامج في الشكل 27.12؟

```
1    int sum = 0;
2    sum = 1 + 2;
3    int a = 10;
4    int b = 20;
5    sum = a * b;
6    Console.Out.WriteLine(sum);
```

الشكل 27.12 برنامج حساب عدد صحيح.

كما هو الحال مع السلاسل، هناك العديد من الدوال المضمنة في نوع بيانات العدد الصحيح في C#.

مراجعة ما تعلمته ✓

ما هي قيم كل سؤال في القصاصة البرمجية أدناه؟

```
int testNumber = 101;

var question1 = int.IsEvenInteger(testNumber);
var question2 = int.IsOddInteger(testNumber);
var question3 = int.IsNegative(testNumber);
var question4 = int.IsPositive(testNumber);
var question5 = int.Parse("100");
```

الشكل 27.13 برنامج حساب عدد صحيح باستخدام دوال "Is".

المصطلحات الرئيسية

القيمة المنطقية: قيمة صواب أو خطأ، يمكن اختصارها إلى "bool".

القيمة المنطقية

إذا أجبت بـ"نعم" أو "لا" على الأسئلة 1 و2 و3 و4 في مراجعة ما تعلمته أعلاه، فأنت على صواب تقريبًا. تقوم دوال "Is" أعلاه بإخراج قيمة منطقية. القيمة المنطقية أما أن تكون TRUE (صواب) أو FALSE (خطأ). تعد أنواع البيانات المنطقية مفتاحًا للقرارات المتخذة في برنامج الكمبيوتر. ويمكن حساب جميع القرارات تقريبًا على أنها true (صواب) أو false (خطأ).

دعونا نحدد بعض المعلمات المنطقية في التعليمات البرمجية (الشكل 27.14).

```
1     bool isThisValueTrue = true;
2     bool isThisValueFalse = false;
3
4     //what is the value of each of the boolean parameters above?
5
6     var trueString = bool.TrueString;
7     var falseString = bool.FalseString;
8
9     var parsedBoolean = bool.Parse("true");
```

الشكل 27.14 تحديد المعلمات المنطقية.

لنلقِ نظرة على السطرين 1 و2. يعرّف السطر 1 معلمة تسمى 'IsThisValueTrue' ويقوم بتعيين كلمة "*صواب*" لها. فإذا تم استخدام هذه المعلمة في القرار، فسيتم حلها على أنها TRUE (صواب).

يحدد السطر 2 معلمة تسمى "IsThisValueFalse" ويقوم بتعيين خطأ لها. فإذا تم استخدام هذه المعلمة في القرار، فسيتم حلها على أنها FALSE (خطأ). لا يحدد اسم المعلمة القيمة المتضمنة بداخلها.

سينتج السطر 6 و7 سلاسل للقيم المنطقية الصواب والخطأ.

سيقوم السطر 9 بتحويل أو "توزيع" قيمة سلسلة إلى قيمة منطقية.

مضاعف

بالنسبة للأعداد الصحيحة، فإننا نستخدم الأعداد الصحيحة، ولكن لا يمكن لكل برنامج التعامل مع الأرقام الصحيحة فقط. إنه يحد بشدة من الدقة عند إجراء حتى أبسط العمليات الحسابية. لمزيد من الدقة يمكننا استخدام **Double** (**المضاعف**). المضاعف هو نوع بيانات يخزن أرقام عشرية عالية الدقة. يمثل المضاعف "الوسط" لأنواع البيانات ذات الأرقام العشرية ويعطي

حوالي 15 إلى 17 رقمًا من الدقة. وللحصول على دقة أقل (من 6 إلى 9 أرقام)، يتوفر **نوع بيانات الأرقام العشرية**، ولمزيد من الدقة (28 إلى 29 رقمًا)، يتوفر **نوع بيانات الكسور العشرية**. تتشابه التعليمات البرمجية للبيانات المضاعفة والأرقام العشرية والكسور العشرية بشكل كبير جداً ويمكن تحويلها فيما بينها. لكن احذر من أن التحويلات بين الأرقام العشرية يمكن أن تؤدي إلى فقدان الدقة وهو أمر أساسي في العديد من تطبيقات الأعمال والهندسة.

يتمثل الاستخدام الأكثر شيوعًا لـ **Double (المضاعف)** داخل تطبيق الأعمال أو الهندسة في حساب **هامش الربح**.

هامش الربح (أو **هامش الربح الإجمالي**) هو حساب **(قيمة المبيعات - قيمة التكلفة) /قيمة المبيعات) * 100**.

لنفترض أن **قيمة المبيعات** لدينا تساوي 1000 بالضبط، **وقيمة التكلفة** لدينا تساوي 600.44. ما هو **هامش الربح الإجمالي** لدينا؟

يعطي الحساب (1000 — 600.44)/1000 ناتج 0.39956، ثم يتم ضربه في 100 لنحصل على 39.956%.

لنقم بإنشاء برنامج لتشغيل هذا العملية الحسابية (الشكل 27.15)

```
public partial class Program
{
      0 references
      private static void Main(string[] args)
      {
            static void Main()
            {
                  double salesValue = 1000;
                  double costValue = 600.44;
                  double gpm = (salesValue - costValue) / salesValue * 100;
                  Console.Out.WriteLine(gpm);
            }
      }
}
```

الشكل 27.15 برنامج حساب هامش الربح الإجمالي.

في الشكل 27.15، حددنا متغيراتنا على أنها **مضاعفة**. قد يؤدي استخدام الكلمة الأساسية **var** لتطبيق نوع البيانات تلقائيًا إلى قيم غير مضاعفة بشكل صريح، يتم تعيينها لأنواع بيانات أخرى.

```
readonly struct System.Int32
var salesValue = 1000;
```

الشكل 27.16 تعيين مضاعف غير صحيح.

يؤدي التمرير فوق الكلمة الأساسية "var" في Visual Studio® IDE (المزيد عن IDEs "بيئات التطوير المتكاملة" لاحقًا في هذا الدليل) إلى إظهار نوع البيانات المحدد للمتغير (الشكل 27.16). قارن ذلك بتعريف المضاعف (الشكل 27.17).

```
readonly struct System.Double
double dblSalesValue = 1000;
```

الشكل 27.17 تعيين المضاعف الصحيح.

نموذج DateTime

يتم تسمية نموذج **DateTime** بشكل مناسب باسم "كائن التاريخ والوقت". يمكن أن يشير هذا الكائن إلى الآن أو أمس أو غدًا أو قبل ساعة أو قبل عام أو حتى مائة عام في المستقبل. تتمثل الميزة الأكثر فائدة في **DateTime** في الحصول على التاريخ والوقت بالضبط الآن. نموذج **DateTime** هو نوع بيانات قوي في لغات البرمجة.

```
var now = DateTime.Now;
var tomorrow = DateTime.Now.AddDays(1);
var yesterday = DateTime.Now.AddDays(-1);
var dateString = "2030-01-01"; //string representation for Year-Month-Day for 1st Jan 2030
var date = DateTime.Parse(dateString);
var nowString = now.ToString("yyyy-MM-dd");
```

الشكل 27.18 تعيينات *التاريخ والوقت*.

في القصاصة البرمجية الموضحة في الشكل 27.18، يمكننا استرداد التاريخ والوقت الآن. كما يمكننا أيضًا معالجة التاريخ والوقت في اليوم السابق أو اليوم التالي، ويمكن أن ينطبق ذلك أيضًا على أجزاء السنة والشهر والساعة والدقيقة والثانية والملي ثانية. يمكن "توزيع" التواريخ من سلسلة إلى **DateTime**، وتحويلها من **DateTime** إلى تنسيق سلسلة قابل للقراءة. إذا كان تنسيق التاريخ في السلسلة معروفًا، حينئذٍ يمكن تحويله إلى **DateTime**، على سبيل المثال، التاريخ ليس دائمًا 2030-01-01 (السنة - الشهر-اليوم)، أحيانًا يمكن أن يكون اليوم/الشهر/السنة أو الشهر/اليوم/السنة. توضح لنا القصاصة البرمجية في الشكل 27.19 كيف يمكن توزيع تنسيقات التاريخ المختلفة.

```
var dateString1 = "28/12/1960";
var dateString2 = "12/28/2031";
var dateString3 = "13.02.2023";

var date1 = DateTime.ParseExact(dateString1, "dd/MM/yyyy", CultureInfo.InvariantCulture);
var date2 = DateTime.ParseExact(dateString2, "MM/dd/yyyy", CultureInfo.InvariantCulture);
var date3 = DateTime.ParseExact(dateString3, "dd.MM.yyyy", CultureInfo.InvariantCulture);
```

الشكل 27.19 توزيع تنسيقات التاريخ المختلفة.

المصفوفات والقوائم

حتى الآن، قمنا بالتحقيق في مثيلات أحادية من البيانات داخل البرمجة. ولاستخدام العديد من العناصر من نفس النوع، يمكننا استخدام *المصفوفات والقوائم* لتخزين المعلومات. يتم استخدام كل من المصفوفات والقوائم لتخزين المعلومات، ويمكن تكرارها، ويمكن فهرستها، كما أنها قابلة للتغيير. لكن هناك بعض الاختلافات الرئيسية بين الاثنين.

المصطلحات الرئيسية

قابل للتغيير: شيء قابل للتغيير.

المصفوفات

المصفوفات هي بنية بيانات أصلية. وتستند إلى بنية الفهرسة. وتتمثل ميزاتها الرئيسية في الآتي:

- لها بنية وطول ثابتان
- تشغل قدرًا معينًا من الذاكرة
- تستند إلى الفهرسة مع وجود العنصر الأول في أدنى الفهرس والعنصر الأخير في الأعلى
- تتميز بالكفاءة في استخدام الذاكرة.

ومع ذلك، فإن الجوانب السلبية لاستخدام المصفوفات تشمل حقيقة أنه:

- يمكن أن يكون تغيير الحجم صعبًا وغير فعال
- لا يمكن إدراج العناصر وحذفها بسهولة
- يتطلب ترتيب المصفوفة وفرزها مصفوفة جديدة.

ويمكننا استخدام مصفوفة لتخزين درجات فصل من الطلاب. إذا حصل المعلم على خمس درجات للطلاب من أصل 100 بترتيب تصاعدي:

25، 33، 44، 45، 67

يريد المعلم معرفة أصغر درجة وأعلى درجة.

من مجموعة الأرقام الصغيرة هذه يمكننا أن نرى أن أصغر درجة هي *23* وأعلى درجة هي *67*. هذا أمر بسيط مع 5 درجات فقط، ولكن ماذا لو كانت قائمة الدرجات هي 20. يمكن للمعلم كتابة برنامج (الشكل 27.20) لتخزين هذه الدرجات العشرين في صورة مصفوفة من الأعداد الصحيحة وكتابة برنامج للحصول على أدنى درجة وأعلى درجة.

```
1    int[] grades = new int[20] {10,12,25,34,36,37,38,45,46,52,55,55,56,57,58,61,62,63,66,68};
2
3    int smallest = grades [0];
4    int largest  = grades [19];
5
6    Console.Out.WriteLine("The smallest is " + smallest);
7    Console.Out.WriteLine("The largest is " + largest);
8
```

الشكل 27.20 درجات الطالب في مصفوفة.

دعونا نلقي نظرة على هذا البرنامج سطرًا بسطر.

يقوم *السطر 1* بتهيئة المصفوفة. نحن نحدد نوع البيانات وحجمها ومحتوياتها داخل هذا السطر. يعرّف '**int [ ]**' نوع البيانات كمصفوفة من الأعداد الصحيحة. لا تحتوي المثيلات الأولى لـ **int [ ]** على حجم يتم إضافته بعد الكلمة الأساسية "جديد" لتحديد حجم 20. هذا يخبر الكمبيوتر أن هذه المصفوفة ستحتوي على 20 عددًا صحيحًا، وليس أكثر من ذلك. بعد تعريف نوع البيانات النهائي، نقوم بملء محتويات المصفوفة بين الأقواس المعقوفة.

يحصل *السطر 3* على القيمة الموجودة في الفهرس 0 (نحسب من الصفر في البرمجة) ويعينها على أصغر معلمة.

يحصل *السطر 4* على القيمة الموجودة في الفهرس 19 ويقوم بتعيينها إلى أكبر معلمة.

يمكن للمصفوفات تخزين العديد من أنواع البيانات المختلفة، ولكن يجب أن تكون من نفس النوع. ستنتج الكثير من الدوال الأساسية في C# مصفوفات من البيانات لمزيد من المعالجة. ستنتج الدالة التي قمنا بدراستها سابقًا مصفوفة من السلاسل من سلسلة أصلية واحدة. هل يمكنك معرفة الدالة السابقة في السلاسل التي قد تنتج مصفوفة؟

القوائم

يتم إنشاء القوائم فوق المصفوفات ولكنها تنطوي على مزايا وعيوب. وكما هو الحال مع المصفوفات، فإنها تحتوي على مجموعات من البيانات، ولكن محتوياتها لا تقتصر على نوع بيانات واحد محدد. كما أنها مفتوحة لدوال المعالجة المضمنة في إطار عمل .NET. تتمثل ميزاتها الرئيسية في الآتي:

- يمكن أن تختلف أطوالها، فهي "ديناميكية"
- يمكن إدراج البيانات وإزالتها بشكل متكرر
- بنية غير قائمة على الفهرس
- أصبح الترتيب والفرز والمعالجة أسهل.

ومع ذلك، تنطوي على جوانب سلبية هي على النحو التالي:

- تشغل مساحة ذاكرة أكبر من المصفوفة
- لا تتوافق دائمًا مع اللغات الأخرى.

دعونا نلقي نظرة على درجات معلمنا مرة أخرى. حصل المعلم على 20 درجة جديدة ليست بترتيب معين.

```
1    List<int> grades = new List<int>{38,45,46,61,62,63,66,52,58,68,55,10,12,25,34,36,37,55,56,57};
2
3    var sortedGrades = grades.Sort();
4    var smallest = grades.Min();
5    var largest = grades.Max();
6
7
8    Console.Out.WriteLine("The smallest is " + smallest);
9    Console.Out.WriteLine("The largest is " + largest);
```

الشكل 27.21 برنامج درجات الطلاب المرتبة.

دعونا نلقي نظرة على برنامجنا المحدث في الشكل 27.21.

يقوم *السطر 1* بتهيئة قائمة درجات بالأعداد الصحيحة الخاصة بنا. وجرت العادة على أننا نحدد نوع البيانات واسم المعلمة في الجزء الأول من السطر. ثم نقوم بتعيين البيانات لها بعد علامة التساوي باستخدام الكلمة الأساسية "جديد" ونوع البيانات ومحتويات البيانات.

يقوم *السطر 3* "بترتيب" المصفوفة الخاصة بنا ترتيبًا تصاعديًا. فإذا كنت تريد ترتيب البيانات ترتيبًا تنازليًا، فاستخدم **Reverse( )** بدلاً من **Sort( )**.

يأخذ *السطر 4* القيمة الأدنى من القائمة.

ويأخذ *السطر 5* القيمة القصوى من القائمة.

مراجعة ما تعلمته ✓

ألق نظرة على بعض الدوال الأخرى المتاحة **للقوائم** في C#. ما الذي يمكنك القيام به أيضًا في **القوائم**؟

الدوال والإجراءات

يتم استخدام الدوال والإجراءات والطرق والروتين الأساسي والروتين الفرعي بالتبادل. في البرمجة العامة، لا يوجد فرق حقيقي بينهما، ويتم استخدامها جميعًا لوصف برنامج فرعي داخل برنامج أكبر. يقتصر مصطلح "الطريقة" في الغالب على اللغات الموجهة نحو الكائنات. لا تقبل جميع أسماء الروتين الفرعي هذه أيًا أو جزءًا واحدًا أو أكثر من البيانات وقد تقوم أو لا تقوم بإخراج البيانات. ولتعريف الدوال والإجراءات بشكل عام خارج لغات البرمجة الموجهة نحو الكائنات، تقوم *الدالة* بإرجاع قيمة، بينما لا يقوم *الإجراء* بذلك.

سنقوم بكتابة *دالة وإجراء* في التعليمات البرمجية. ستقوم الدالة بإرجاع قيمة، علمًا بأن الإجراء لن يقوم بذلك. نحن نبني كشك فواكه مع:

- فواكه مخزنة
- القدرة على إضافة مخزون إلى كشكنا
- طريقة لإعطاء العميل الفاكهة
- طريقة لإظهار أنواع الفاكهة للعملاء المحتملين.

سيشتري العملاء الفاكهة بناءً على الألوان التي يفضلونها. سنقوم ببناء كشك الفاكهة الخاص بنا مع كائن لتخزين أسماء الفاكهة والألوان فيه. سيطلق على هذا اسم **StockedFruit** (الفاكهة المخزنة) (الشكل 27.22).

```
1    public class StockedFruit
2    {
         2 references
3        public string fruitName;
         2 references
4        public string fruitColour;
5    }
```

الشكل 27.22 فئة *StockedFruit* (الفاكهة المخزنة).

تضيف *إجراءات الفاكهة* لدينا مخزونًا إلى كشك الفاكهة الخاص بنا.

```
33       //Procedure - when fruit needs stocking up
         3 references
34       public void StockUpOnFruit(string fruitName, string fruitColour)
35       {
36           fruitsInStock.Add(new StockedFruit()
37           {
38               fruitColour = fruitColour,
39               fruitName = fruitName
40           });
41       }
```

الشكل 27.23 طريقة لتخزين الفاكهة.

تحصل *دالة الفاكهة* لدينا على اسم الفاكهة بناءً على لونها (الشكل 27.24).

```
12   //Function – returns a Fruit string based on colour input
     0 references
13   public string GetFruit(string colourOfFruit)
14   {
15       foreach(var fruitInStock in fruitsInStock)
16       {
17           if (fruitInStock.fruit Colour == colourOfFruit)
18           {
19               return fruitInStock.fruitName;
20           }
21       }
22       return "Sorry, we don't have that fruit";
23   }
```

الشكل 27.24 *دالة* الحصول على الفاكهة بناءً على لونها.

لدينا برنامج فرعي آخر في برنامجنا يسمى **ShowFruit** (الشكل 27.25). وبناءً على بنيته وإجراءاته، هل هو إجراء أم دالة؟

```
37   //Showed when we want to display a specific fruit
     0 references
38   public void ShowFruit(StockedFruit fruit)
39   {
40       Console.Out.WriteLine("Here is our brilliant " + fruit.fruitColour + " " + fruit.fruitName);
41   }
```

الشكل 27.25 البرنامج الفرعي لعرض الفاكهة.

هذا صحيح! إنه إجراء. لا يحتوي على نوع إرجاع.

كما ذكرنا في بداية هذا القسم، لا يوجد فرق كبير بين *الدوال والإجراءات*. يمكن الإشارة إليهما *كطرق* في البرمجة الموجهة نحو الكائنات. قد تبدأ التعليمات البرمجية الخاصة بك *بإجراء* ما، ولكنها تصبح بعد ذلك دالة أثناء قيامك بمعالجتها وإعادة بنائها وفقًا لاحتياجاتك وأيضًا من أجل كفاءة البرنامج. إذا أشرت إلى *دالة كطريقة* أو *إجراء* كروتين فرعي أو *طريقة كإجراء*، فسيفهم ذلك مبرمج آخر ما تقصده. يمكن العثور على التعليمية البرمجية الكاملة لبرنامج كشك الفاكهة في ملحق هذا الدليل.

أنواع الإرجاع

تحدد أنواع الإرجاع نوع بيانات المعلومات التي يتم إرجاعها من دالة. وكما هو الحال مع المعلمات والمتغيرات والمدخلات في الطرق أو الدوال أو الإجراءات، تتطلب الدوال تعريف ما يُتوقع إرجاعه. يتم عرض مجموعة متنوعة من أنواع الإرجاع في الشكل 27.26.

```
//input values are whole numbers as a string
int ConvertStringToInteger(string number)
{
    return int.Parse(number);
}
//input values are either true or false as string
bool CheckIsTrueOrFalse(string answer)
{
    return bool.Parse(answer);
}
//input values are two whole numbers as integers
double DivideTwoNumbers(int numberOne, int numberTwo)
{
    return numberOne / numberTwo;
}
//splits a string by its space
string[] SplitSentenceBySpaces(string sentence)
{
    return sentence.Split(' ');
}
//combines three strings and returns a list of strings
List<string> SplitSenticeBySpacesToList(string fruitone, string fruitTwo, string fruitThree)
{
    return new List<string>() { fruitone, fruitTwo, fruitThree };
}
```

الشكل 27.26 دوال لإرجاع الأعداد الصحيحة والقيم المنطقية والمضاعفات والمصفوفات وقوائم البيانات.

مراجعة ما تعلمته

اكتب دالة تأخذ عددًا صحيحًا كمدخل، وتحوله إلى سلسلة (نص) وتُرجع تلك السلسلة.

الاستدعاء الذاتي (المعاودة)

الاستدعاء الذاتي هو استخدام كتل التعليمات البرمجية المتكررة لحل المسائل. يمكن للروتين الفرعي التكراري أن يستدعي نفسه من داخل نفسه. يمكن تشبيه الاستدعاء الذاتي في صورة طريقة نمو الشجرة. توجد شجرة صنوبر في قطعة أرض مفتوحة. تنمو أكواز الصنوبر على الشجرة ثم تتساقط على الأرض. وعندما تصبح أكواز الصنوبر جاهزة، تطلق البذور لبدء نمو شجرة جديدة. ومن ثم يصبح لديك شجرة صنوبر جديدة، وتتكرر العملية.

دعونا نكتب بعض التعليمات البرمجية لبرنامج زراعة الأشجار المتكرر (الشكل 27.27).

```
1    PineTree GrowANewPineTree(Pinecone cone)
2    {
3        return GrowANewPine Tree(cone);
4    }
```

الشكل 27.27 برنامج زراعة الأشجار المتكرر.

هذه معاودة (استدعاء ذاتي) بسيطة لزراعة أشجار الصنوبر. على الرغم من أن هذا ليس برنامجًا مجديًا، إلا أنه سيستمر في زراعة أشجار الصنوبر ولن يتوقف أبدًا.

العوامل البرمجية

العوامل في لغات البرمجة هي رموز تخبر جهاز الكمبيوتر بإجراء عمليات رياضية أو علائقية أو منطقية محددة والتوصل إلى نتيجة.

العوامل الحسابية أو الرياضية

تستخدم البرامج على نطاق واسع للعوامل الحسابية. فيما يلي العوامل الحسابية الشائعة المستخدمة في لغات البرمجة:

+ الجمع، جمع القيم معًا

- الطرح، طرح القيم من بعضها البعض

* الضرب، ضرب القيم معًا

/القسمة، تقسم الأرقام على بعضها البعض

يعطي Mod، أو **باقي القسمة**، ما تبقى من قسمة عدد صحيح (رائع لمعرفة ما إذا كان الرقم قابلاً للقسمة على رقم آخر بالتساوي!) على سبيل المثال عند استعمال الدالة mod في قسمة 6 على 3 يكون الباقي هو 0، وهو قابل للقسمة بالتساوي. عند استعمال الدالة mod في قسمة 8 على 3 يكون الباقي هو 2، وهو غير قابل للقسمة بالتساوي.

المصطلحات الرئيسية

باقي القسمة: ينتج قيمة متبقية من قسمة رقمين.

```
1    int add = 23434 + 27868;
2    int sub = 345345345 – 1523422;
3    int mul = 345 * 45;
4    int div = 344534 / 453;
5    int mod = 550 % 5;
```

الشكل 27.28 الحسابات الرياضية.

في الشكل 27.28 توجد بعض العمليات الحسابية باستخدام كل نوع من أنواع العوامل الحسابية. كم عدد العمليات التي يمكنك التدرب عليها؟ لاحظ أن استخدام الآلة الحاسبة هو استخدام برنامج لذلك لا داعي للغش!

يمكن لبرنامج كمبيوتر إجراء هذه الحسابات البسيطة في جزء من الثانية.

المنطق العلائقي

يساعد المنطق العلائقي على مقارنة قيم البيانات. عوامل المنطق العلائقي الشائعة هي:: == أو تساوي، تتحقق مما إذا كانت قيمتان لهما نفس القيمة.

!= أو لا تساوي، يتحقق مما إذا كانت القيمتان ليس لهما نفس القيمة أو أكبر من، يتحقق مما إذا كانت إحدى القيم أكبر من الأخرى، وما إذا كانت القيمة على يسار العامل البرمجي أكبر من القيمة الموجودة على اليمين.

< أو أقل من، يتحقق مما إذا كانت إحدى القيم أقل من الأخرى، وما إذا كانت القيمة الموجودة على يسار العامل البرمجي أقل من القيمة الموجودة على اليمين.

>= أو أكبر من أو يساوي هو ضم > و =

<= أقل من أو يساوي لـ، هو ضم < و =

مراجعة ما تعلمته ✓

```
1    int a = 100;
2    int b = 30;
3
4    bool equalTo = a == b;
5    bool notEqualTo = a != b;
6    bool gt = a > b;
7    bool lt = a < b;
8    bool gte = a >= b;
9    bool lte = a <= b;
```

الشكل 27.29 المنطق العلائقي.

تظهر التعليمات البرمجية الموجودة في الشكل 27.29 عوامل المنطق العلائقي المستخدمة. ما الإجابات على كل سطر من الأسطر 4 إلى 9؟

المنطق البولياني

المنطق البولياني عبارة عن عوامل برمجية على قيم True (صواب) وFalse (خطأ) داخل البرمجة. وهي

- AND (و) - إذا كان كلا العاملين صوابًا، فإن نتيجة هذا العامل تكون TRUE (صواب)
- OR (أو) - إذا كان أي من العاملين صوابًا، فإن نتيجة هذا العامل تكون TRUE (صواب)
- NOT (لا)- إذا كان العامل true (صواب)، فإن نتيجة هذا العامل هي FALSE (خطأ) (فهو يعكس TRUE إلى FALSE، وFALSE إلى TRUE)
- XOR - إذا كان كلا العاملين TRUE (صواب)، فإن النتيجة تكون FALSE (خطأ)

```
int a = 30;
int b = 30;
int c = 23;
int d = 24;

bool andLogic = a == b && c < d; //TRUE
bool orLogic = a > b || c < d; //TRUE
bool notLogic = !(a == b); //FALSE
bool xorLogic = andLogic != notLogic; //!= is the equivalent of XOR in C#, this would equal TRUE
```

الشكل 27.30 المنطق البولياني.

النطاق

النطاق هو ما يحدد رؤية المعلمات والطرق في البرنامج. يمكن اعتبار نطاق البرامج بمثابة أمان البيانات داخل كل منطقة من البرنامج. إذ يوجد ضمن برمجةNET. ، ثلاثة دلالات للنطاق: العام والخاص والمحمي.

النطاق العام يجعل هذه المعلمة أو الطريقة يمكن الوصول إليها من أي مكان، ومن برامج أخرى، ومثيلات أخرى داخل الكائن.

النطاق الخاص يجعل هذه المعلمة أو الطريقة يمكن الوصول إليها فقط من فئتها الخاصة.

النطاق المحمي يجعل هذه المعلمة أو الطريقة مرئية في جميع الفئات المشتقة أو الممتدة منها، بما في ذلك، الفئة الأصلية.

يتم استخدام المصطلحات "العام والخاص والمحمي" داخل التعليمات البرمجية لتحديد النطاق، حتى يعرف الكمبيوتر بعد ذلك تفسير نطاق الطريقة والتحكم فيه. تقوم معظم بيئات التطوير المتكاملة الحديثة بتقييم النطاق أثناء كتابة التعليمات البرمجية.

```
2 references
public class ScopeTest
{
        2 references
        public string publicTest = "I am a public parameter";
        0 references
        private string privateTest = "I am a private parameter";
        1 reference
        protected string protectedTest = "I am a protected parameter";
        1 reference
        public void RunProgram(){}
        0 references
        private void PrivateProgram(){}
        0 references
        protected void Protected Program(){}
}
```

الشكل 27.31 النطاقات العامة والخاصة والمحمية.

لنقم بإنشاء فئة عامة تسمى **ScopeTest**، بداخلها ثلاث معلمات عامة وخاصة ومحمية، وثلاث طرق عامة وخاصة ومحمية (الشكل 27.30).

إذا قمنا بإنشاء فئة أخرى "توسع" **scopeTest**، تسمى **scopetSextended** (الشكل 27.32)، حينئذٍ يمكننا اختبار نطاق هذه المعلمات والطرق:

```
private class ScopeTestExtended : ScopeTest
{
      0 references
      private ScopeTestExtended(){
          var publicTestExtended = publicTest; //public parameter visible
          var protectedTextExtended = protectedTest; //parent class visible
          //IDE will not allow the use of privateTest string from above class here as not visible
          RunProgram();
          ProtectedProgram();
          //PrivateProgram(); //is not visible
      }
}
```

الشكل 27.32 فئة التمديد الخاصة بـ *scopeTest*.

يتم تعريف هذه الفئة الموسعة على أنها خاصة، ويتم تعريف الطريقة الموجودة بداخلها أيضًا على أنها خاصة. ضمن هذه الطريقة، تكون المعلمات والطرق الوحيدة المرئية عامة ومحمية.

وإذا أنشأنا فئة ثالثة لا تتعلق بأي من الفئتين الأوليين (الشكل 27.33). سيتعين علينا إنشاء مثيل لفئتنا العامة، ولن تكون الفئة الخاصة قابلة للاستنساخ، ولن يتاح الوصول إلا إلى المعلمات والطرق العامة من البداية.

```
private class AnotherClass
{
    0 references
    private AnotherClass()
    {
        var scopeTestObject = new ScopeTest();
        var publicAnotherTest = scopeTestObject.publicTest;
        scopeTestObject.RunProgram();
        //cannot see private or protected parameters or methods here

        var scopeTestExt = new Sco
                                ScopeTest
    }
```

الشكل 27.33 فئة معزولة تسمى *AnotherClass*.

ضمن فئتنا المعزولة، يمكننا "رؤية" فئة **ScopeTest** وإنشاء مثيل لها. يمكننا رؤية المعلمة **publicTest** و**RunProgram** العام. لا يمكننا "رؤية" أي معلمات أو طرق خاصة أو محمية. كما لا يمكننا أيضًا "رؤية" فئة **ScopetSextended لإنشاء مثيل لها.**

النطاق هو إجراء أمان رئيسي داخل البرامج لإبقاء المعلمات والطرق تحت السيطرة.

التمرير بالقيمة وبالمرجع

يمكن استخدام المعلمات والمتغيرات لتخزين المعلومات التي لا تتغير أبدًا، والمعروفة باسم الثوابت، أو يتم تمريرها إلى طرق ودوال للاستخدام والمعالجة. وفي معظم الحالات، يتم تمرير المعلمات إلى طرق ودوال "بالقيمة". هذا يعني "خذ قيمة هذه المعلمة فقط، استخدمها ولكن لا يمكن تغييرها ما لم يتم تغيير القيمة خارج الطريقة أو الدالة بعد اكتمال الطريقة أو الدالة".

خذ هذا السيناريو على سبيل المثال، لقد قمت بكتابة تقرير على جهاز الكمبيوتر الخاص بك. وتريد من زميلك مراجعة التقرير وتقديم ملاحظات عليه. يمكنك حفظ نسخة من التقرير وإرسالها بالبريد الإلكتروني إلى زميلك، ليقوموا بالتعليق عليها وإرسالها مرة أخرى لك. أصبح لديك نسختين من التقرير، نسختك الأصلية والنسخة التي تتضمن تعليقات توضيحية. في المثال، قمت بتمرير تقريرك "بالقيمة" إلى زميلك.

وفي التعليمات البرمجية، سيبدو هذا مثل الشكل 27.34.

```
1   var myReport = new Report();
2
3   var annotatedReport = EmailToColleagueAndAnnotateReport(myReport);
4
5   Report EmailToColleagueAndAnnotateReport(Report report)
6   {
7       //actions here to annotate and review report
8       return report;
9   }
```

الشكل 27.34 تمرير ***myReport*** (تقريري) ***بالقيمة***.

هذا هو المثال الأول الذي يوضح بنية الدالة. سنتعرف على هذا لاحقًا في الدليل، لذا في الوقت الحالي تقبل هذه الدالة ببساطة نسخة من التقرير وتعيدها إلى البرنامج الرئيسي.

يقوم السطر 1 بإنشاء *مثيل* لكائن تقرير. هذا هو تقريرنا الأصلي.

يوفر السطر 2 مساحة وبنية لمثال التعليمات البرمجية - إنه ليس ضروريًا ويسمح لك بجعل التعليمات البرمجية قابلة للقراءة عند عرضها.

يقوم السطر 3 باستدعاء **EmailToColleagueAndAnnotateReport** ويمرر تقريرنا بالقيمة.

يمثل السطر 7 تعليقًا يصف بعض الإجراءات المحتملة التي يمكن اتخاذها.

يقوم السطر 8 بإرجاع التقرير الأصلي مرة أخرى إلى البرنامج.

عند الرجوع إلى السطر 3، يتم تخزين نسخة من تقريرنا في **annotatedReport** (التقرير الذي يتضمن تعليقات توضيحية) ولم تتغير البيانات الأصلية داخل **myReport**. ربما تم تغيير البيانات **annotatedReport**.

مراجعة ما تعلمته ✓

ما اصطلاح التسمية المستخدم في القصاصة البرمجية أعلاه؟

يمكن أيضًا تمرير المعلمات والمتغيرات بالمرجع. يعني التمرير بالمرجع تمرير المعلمة الفعلية إلى طريقة أو دالة - أي تغييرات يتم إجراؤها على هذه المعلمة ويتم الاحتفاظ بها خارج الطريقة أو الدالة. دعونا نعيد النظر في السيناريو أعلاه وفي الوقت نفسه نمرر مستندنا بالمرجع. يمكنك تمرير المستند الأصلي إلى زميلك للمراجعة والتعليق. ويقومون بالتعليق على المستند وإعادته إليك. هناك نسخة واحدة فقط من المستند.

في التعليمات البرمجية، سيبدو هذا مثل الشكل 27.35.

```
14    //by reference
15    var myReport = new Report();
16    EmailToColleagueAndAnnotateReport(out myReport);
17
18
19    void EmailToColleagueAndAnnotateReport(out Report report)
20    {
21        report.Annotate();
22    }
```

الشكل 27.35 تمرير myReport (تقريري) بالمرجع

السطر 15 هو مستند التقرير.

يستدعي السطر 16 تعليماتنا لتنفيذها على تقريرنا. لاحظ استخدام الكلمة الرئيسية "out" للإشارة إلى التمرير بالمرجع.

السطر 19 عبارة عن طريقة تطلب من الزميل إضافة تعليق توضيحي للتقرير. الجزء المهم هو الفرق بين الأقواس بعد اسم الطريقة. يتم استخدام الكلمة الأساسية "out" لوضع علامة على كائن التقرير على اعتبار أنه تمرير بالمرجع.

يوضح السطر 18 التقرير الذي تم تمريره.

ستؤدي مراجعة قيمة **myReport** قبل وبعد السطر 16 إلى إظهار التغييرات في القيمة داخله.

التسلسل

لقد قمنا بتغطية التسلسل خلال موضوع النماذج. التسلسلات عبارة عن مجموعات من التعليمات لتنفيذ مهمة. تشكل هذه التسلسلات بنية برنامجك وتعطيه "الشكل". إذا قمت بإنشاء برنامج يتبع التسلسل A -> B -> C -> D، فسوف يتبع هذا التسلسل في كل مرة تقوم فيها بتشغيل هذا البرنامج.

لنكتب برنامجًا بسيطًا ينفذ مجموعة من التسلسلات ثم ينتهي.

```
5        int sum = 0;
6        sum = 1 + 2 + 3 + 4;
7        sum = sum * 10;
8        sum = sum - 1;
```

الشكل 27.36 تسلسل بسيط.

الشكل 27.36 هو برنامج حساب بسيط.

يقوم السطر 5 بإنشاء معلمة تسمى sum (المجموع)، وهي عبارة عن عدد صحيح وتحتوي على القيمة 0.

يحدد السطر 6 قيمة المجموع للإجابة على 4 + 3 + 2 + 1. ما قيمة المجموع؟

يحدد السطر 7 قيمة المجموع على قيمة المجموع مضروبًا في 10. ما قيمة المجموع؟

يحدد السطر 8 قيمة المجموع على قيمة المجموع ناقص 1. ما قيمة المجموع؟

حينئذٍ ينتهي البرنامج. نفذ هذا البرنامج مجموعة من التسلسلات وأنتج مخرجات. ومع ذلك، نحتاج أحيانًا إلى تطبيق المنطق على البرنامج ونطلب منه اتخاذ القرارات. نحن نستخدم الاختيار لاتخاذ تلك القرارات نيابة عنا.

التحديد

التحديد هو "طرح الأسئلة" أثناء البرنامج. تتخذ هذه التقنيات قرارات أثناء تشغيل البرنامج. إنها تسمح للبرنامج بتنفيذ إجراء محدد بناءً على المدخلات التي تلقاها. ثمة ثلاثة أنواع من عبارات التحديد التي سنتناولها ونستخدمها في هذه الوحدة: **IF و...IF ELSE** و**Switch...Case**. تتطلع جميع القرارات المتخذة في عبارات التحديد إلى حل الحساب أو القرار إلى "صواب أو خطأ" أو "نعم" أو "لا" أو "1" أو "0". يعطي هذا القرار قيمة منطقية تقود عملية صنع القرار.

عبارات IF و IF...ELSE

تعمل عبارات IF و IF... ELSE على مبدأ مقارنة القيمة في عبارتها بالصواب أو الخطأ، على سبيل المثال "...If True" القيمة تساوي "صواب"- افعل هذا، وإلا افعل شيئًا آخر. يمكننا تمثيل هذا الاختيار في مثال واقعي:

إذا شعرت بالعطش، فسأشرب بعض الماء، وإلا فلن أشرب بعض الماء.

يظهر نفس المثال في التعليمات البرمجية في الشكل 27.37.

```
1   internal class IFStatement
2   {
        0 references
3       private static void Main(string[] args)
4       {
5           string thirsty = args[0];
6           if (thirsty == "thirsty")
7           {
8               DrinkWater();
9           }
10      }
11  }
```

الشكل 27.37 عبارة If.

الخطوط من 1 إلى 4 هي بداية برنامجنا. هذا يطلب من جهاز الكمبيوتر إنشاء كائن يسمى **IFStatemation**. أول شيء يقوم به هذا البرنامج هو تشغيل الإجراء الرئيسي مع الخيارات المضافة قبل تشغيله (واحدة أو أكثر من الوسيطات **args**). ولتشغيل هذا البرنامج، سنضيف قيمة 'thirsty' "العطش" إلى معلمة **args**.

العبارة "0 references" مراجع" ليست سطرًا من التعليمات البرمجية، إنها أحد مؤشرات visual studio (المزيد حول هذا لاحقًا في فصل بيئة التطوير المتكاملة "IDE") لعدد الكائنات الأخرى التي تشير إلى هذه الطريقة.

السطر 5 - يأخذ هذا الوسيط الأول (نحسب من 0 في البرمجة) من قائمة الوسيطات الخاصة بقيمة العطش ويضيفها إلى معلمة تسمى 'thirsty' "العطش". وهذا ما يجعل التعليمات البرمجية الخاصة بنا قابلة للقراءة ونقطة مرجعية سهلة لهذه القيمة طوال البرنامج. من الأسهل بكثير كتابة التعليمات البرمجية باستخدام المعلمات المسماة بدلاً من **args[0]** أو **args[10]** أو **args[200]**. سيحتوي هذا الوسيط إما على كلمة "عطشان" أو لاشيء في المعلمة التي تسمى 'thirsty' "عطشان".

السطر 6 - هذا هو عبارة التحديد الخاصة بنا. يستخدم عبارة **IF** للسؤال عما **إذا كانت** قيمة "العطش" تساوي "العطش" مع إعطاء قيمة صواب أو خطأ (تُعرف باسم القيمة المنطقية).

السطر 7 - **{or}** / 'curly bracket' ("قوس معقوف" / "أو") لمحتويات عبارة **IF**. كل شيء داخل الأقواس المعقوفة ينتمي إلى عبارة IF، المعروفة باسم الكتلة. لا يتأثر أي شيء بالخارج بعبارة IF. هذا هو القوس المعقوف الافتتاحي الخاص بنا، وأي سطور حتى القوس المعقوف الختامي هو جزء من عبارة **IF** الخاصة بنا.

السطر 8 - هو الإجراء الذي نريد القيام به لشرب الماء. لا توجد مسافات في الطريقة، ومن ثم تمت كتابتها في صورة **DrinkWater**. تسمح الأقواس الموجودة بعد الاسم لـ**DrinkWater** بأخذ معلمات إضافية للتحكم في طريقتها. وبالمثل، بالنسبة للموضوع أعلاه حول معلمات الكائن، يمكننا تمرير المعلمات إلى الطرق لدفع القرارات داخلها.

السطر 9 - هو القوس المعقوف الختامي، '}'، الذي يخبر البرنامج بأن عبارة **IF** قد انتهت.

يغلق السطران 10 و11 برنامجنا الافتتاحي والأقواس الرئيسية. بعد هذه السطور، لا يوجد شيء آخر للتنفيذ، لذلك ينتهي البرنامج.

وبعد السطر 9 يمكن إضافة عبارات **IF** إضافية. إذا كنت تتخذ قرارات مختلفة بإجراءات مختلفة متنافية، حينئذٍ يمكن إضافة **عبارات ELSE IF** إضافية.

لنفترض على سبيل المثال، أننا إما في درجة حرارة مناسبة، أو شديدة البرودة، أو دافئة جدًا. لا يمكننا أن نكون كلاهما في نفس الوقت، لذا دعونا نكتب ذلك في التعليمات البرمجية باستخدام عبارات "**IF... ELSE**".

المصطلحات الرئيسية

الكتلة: أسطر التعليمات البرمجية التي تم تجميعها معًا.

```
1  internal class IFELSEStatement
2  {
       0 references
3      private static void Main(string[] args)
4      {
5          string temperature = args[0];
6          if (temperature == "too cold")
7          {
8              GetWarm();
9          }
10         else if (temperature == "too warm")
11         {
12             GetCool();
13         }
14         else
15         {
16
17         }
18     }
19 }
```

الشكل 27.38 عبارة If...Else.

تتشابه بداية البرنامج إلى حد كبير جدًا مع البرنامج السابق. لدينا برنامج يسمى **IFELSEStatement**، مع طريقة رئيسية تأخذ الوسيطات (الشكل 27.38). هذه المرة سنضيف درجة حرارتنا إلى الوسيط الأول.

السطر 5 - هذا يحصل على القيمة المعتدلة في معلمة محلية تسمى 'temperature' "درجة الحرارة".

السطر 6 - هذه هي عبارة **IF** الأولى لدينا. على غرار المثال السابق، يطلب البرنامج أن تكون 'temperature' "درجة الحرارة" مساوية لـ'too cold' "شديدة البرودة". إذا كانت درجة الحرارة تساوي "شديدة البرودة"، فانتقل إلى الأسطر 7 و8 و9. إذا كانت درجة الحرارة **لا** *تساوي* "شديدة البرودة"، فانتقل مباشرة إلى السطر 10.

السطر 7 - هذا هو القوس الافتتاحي لعبارة **IF** الأولى.

السطر 8 - هذه تعليمات لتنفيذ الإجراء **GetWarm.**

السطر 9 - القوس الختامي لعبارة IF الأولى.

السطر 10 - هذا هو اتخاذ القرار التالي ضد درجة الحرارة. سيسأل البرنامج عما إذا كانت "درجة الحرارة" تساوي "دافئة جدًا". فإذا كانت درجة الحرارة تساوي "دافئة جدًا"، فانتقل إلى الأسطر 11 و12 و13. وإذا كانت درجة الحرارة **لا** تساوي "دافئة جدًا"، فانتقل مباشرة إلى السطر 14.

السطر 11 - هذا هو القوس الافتتاحي لعبارة **IF** الثانية

السطر 12 - هذه تعليمات لتنفيذ الإجراء **GetCool**.

السطر 13 - هذا هو القوس الختامي لعبارة **IF** الثانية.

السطر 14 - هذا هو تحديدنا النهائي - 'else' "وإلا". إذا كانت جميع عبارات **IF** السابقة "خطأ"، فقم بتنفيذ التعليمات المضمنة.

السطر 15 - القوس الافتتاحي لعبارة "else".

السطر 16 - لا شيء هنا، لا يحدث شيء إذا كانت جميع العبارات الأخرى خطأ.

السطر 17 - القوس الختامي لعبارة "else".

السطران 18 و19 - أغلق البرنامج. حينئذٍ ينتهي البرنامج.

تعتبر عبارات **If...Else** رائعة لعدد صغير من التحديدات المنطقية البسيطة. إلا أنه مع زيادة عدد الخيارات، تصبح كتلة التعليمات البرمجية أقل كفاءة ويتم اكتمالها ببطء. ثمة طريقة أكثر فاعلية لإجراء التحديدات في البرنامج ألا وهي استخدام **Switch... Case**.

عبارة Switch...Case

تتكون عبارة switch...case من عبارة تشغيل البرنامج، على سبيل المثال:

استخدم هذه القيمة "abc" وابحث عن تطابق، ونفذ هذه التعليمات ثم تابع. يبحث البرنامج عن إجابة صواب أو خطأ لـ"هل قيمة التبديل تساوي قيمة الحالة".

لوضع علامة "matches" لقيمة التبديل، نستخدم كلمة "case"، على سبيل المثال:

القيمة هي "abc". في حال كانت القيمة "a"، قم بذلك وقم بإنهاء التبديل. في حال كانت القيمة "b"، قم بذلك وقم بإنهاء التبديل. في حال كانت القيمة "abc"، قم بذلك وقم بإنهاء التبديل. يجب أن تتطابق القيمة الموجودة في بداية عبارة التبديل ('abc') تمامًا مع القيمة المرتبطة بالحالة لتنفيذ التعليمات الصحيحة. ما هي عبارة الحالة التي تمت مطابقتها: الأولى أم الثانية أم الثالثة؟

دعونا نكتب المثال أعلاه في التعليمات البرمجية (الشكل 27.39).

```
1    var switchValue = "ABC";
2    switch (switchValue)
3    {
4        case "A":
5            PrintOutA();
6            break;
7        case "B":
8            PrintOutB();
9            break;
10       case "ABC":
11           PrintOutABC();
12           break;
13   }
```

الشكل 27.39 عبارة Switch-Case (التبديل-حالة).

يقوم السطر 1 بتعريف المعلمة **SwitchValue** ويقوم بتعيينها على "ABC".

يبدأ السطر 2 عبارة التبديل. هذا يخبر جهاز الكمبيوتر بالتحرك على طول الحالات الموجودة أسفله ومقارنة قيمته بالقيمة المرتبطة بقيمة الحالة.

السطر 3 عبارة عن قوس معقوف يفتح كتلة التعليمات البرمجية لعبارة التبديل.

السطر 4 هو عبارة الحالة الأول. يخبر الكمبيوتر أن هذه الكتلة من التعليمات البرمجية هنا ستعمل إذا كانت قيمة التبديل تساوي "A". تم تعيين قيمة التبديل على "ABC" حتى لا يتم تشغيله والانتقال إلى العبارة التالية. "ABC" لا تساوي A" وبالتالي فإن الإجابة خطأ.

السطر 5 هو الإجراء الخاص إذا تمت مطابقة هذه الحالة وتشغيلها.

يخبر السطر 6 جهاز الكمبيوتر بالتوقف عن البحث عن القيم التي يجب مطابقتها في هذه الكتلة. تعني "break" التوقف عما تفعله في كتلة التعليمات البرمجية هذه. تعمل فواصل الأوامر لمجموعة متنوعة من تقنيات البرمجة المختلفة وستظهر في مواضيع أخرى في هذا الدليل. إنها "وقفة صارمة" لكتلة من التعليمات البرمجية، مثل إخبار البرنامج بـ"أوقف ما تفعله وامض قدمًا، من فضلك".

السطر 7 هو عبارة الحالة التالية. كما هو الحال مع الأسطر 4 و5 و6، لن يتم تشغيل هذه الحالة. لا تتطابق قيمة التبديل مع عبارة الحالة - "ABC" لا تساوي B" وبالتالي فإن الإجابة خطأ.

السطران 8 و9 يشبهان السطران 5 و6.

السطر 10 هو عبارة الحالة النهائية لدينا. قيمة الحالة هي "ABC"، وقيمة التبديل لدينا هي "ABC". لدينا تطابق! "ABC" تساوي "ABC" مما يؤدي إلى نتيجة *صواب*.

السطر 11 هو الإجراء الذي سيتخذه البرنامج. سيتم طباعة "ABC" على وحدة التحكم أو الشاشة.

يخبر السطر 12 البرنامج بإيقاف ما يفعله في هذه الكتلة والمضي قدمًا. بالنسبة لهذا البرنامج، إنها نهاية البرنامج. وبالنسبة للبرامج الأخرى، قد يتم اتخاذ قرارات أو إجراءات أخرى.

كانت أمثلة البرامج وكتل التعليمات البرمجية حتى الآن مفيدة لمعالجة القرار الفردي، ولكن ماذا لو كنت تريد تنفيذ إجراء مرارًا وتكرارًا في تطبيق واحد دون عمليات بدء وإيقاف متعددة للبرنامج؟ يمكننا استخدام كتل التعليمات البرمجية المتكررة التي تسمى التكرارات لتنفيذ هذا النوع من الإجراءات.

التكرار

يسمح التكرار بتكرار عدة خطوات لتبسيط الإجراء العام. يشار إليه باسم "حلقة تكرارية" في البرمجة. فيما يلي أنواع التكرار التي سنتناولها في هذه الوحدة:

- **الحلقات التكرارية While وDo-While**
- **الحلقات التكرارية For وFor Each**

الحلقات التكرارية While وDo-While

على الرغم من أنها تبدو متشابهة في الاسم، إلا أنها تنطوي على اختلاف أساسي. دعونا نلقي نظرة على الحلقة التكرارية **While** أولاً. كما هو الحال مع التحديد، يستخدم كلاهما شرطًا منطقيًا للتحكم في تنفيذه. من الأمثلة الواقعية على حلقة While التكرارية عندما يكون الجو باردًا، ارتدِ معطفًا. ستنتهي هذه الحلقة التكرارية عندما لا يكون الجو باردًا. يفرض المنطق البولياني الخاص بنا أن "**بارد = صواب" و"ليس باردًا = خطأ**".

بدون **حلقة While** التكرارية، يجب أن تبدو التعليمات البرمجية الخاصة بنا مثلما هو موضح في الشكل 27.40.

```
int temperature = 0;
int isNotColdTemperature = 5;
bool isCold = temperature < isNotCold Temperature;
if (isCold){
    WearCoat();
}
temperature = temperature + 1;
isCold = temperature < isNotColdTemperature;
if (isCold){
    WearCoat();
}
temperature = temperature + 1;
isCold = temperature < isNotColdTemperature;
if (isCold){
    WearCoat();
}
temperature = temperature + 1;
isCold = temperature < isNotColdTemperature;
if (isCold){
    WearCoat();
}
temperature = temperature + 1;
isCold = temperature < isNotColdTemperature;
if (isCold){
    WearCoat();
}
temperature = temperature + 1;
isCold = temperature < isNotColdTemperature;
if (isCold){
    WearCoat();
}
else {
    RemoveCoat();
}
```

الشكل 27.40 التعليمات البرمجية بدون الحلقة التكرارية whileloop.

هذه ليست تعليمات برمجية فعالة وقابلة للتطوير. وفيما يتعلق بإجراء فحص بسيط يبلغ 5 درجات، يلزم وجود 34 سطرًا من التعليمات البرمجية. لا يمكنك تغيير الهدف ودرجات حرارة الأولية دون إضافة المزيد من كتل التعليمات البرمجية لكل زيادة. تتمثل أفضل طريقة في استخدام التكرار لتكرار التعليمات البرمجية المتكررة.

الحلقة التكرارية While

من أجل استخدام الحلقة التكرارية **While**، يجب أن نعطي الحلقة الخاصة بنا "شرط الخروج". فإذا لم يتم الخروج من الحلقة التكرارية مطلقًا، فسنكون عالقين في حلقة لا نهائية.

المصطلحات الرئيسية

الحلقة اللانهائية: جزء من التعليمات البرمجية لا يحتوي على شرط خروج، وبالتالي يتكرر إلى الأبد.

```
1    int temperature = -10;
2    int isNotColdTemperature = 20;
3    bool isCold = temperature < isNotColdTemperature;
4    while (isCold)
5    {
6        WearCoat();
7        temperature = temperature + 1;
8        isCold = temperature < isNotColdTemperature;
9    }
10   RemoveCoat();
```

الشكل 27.41 الحلقة التكرارية "While".

دعونا نقيم هذه التعليمات البرمجية سطرًا بسطر. لقد بدأنا في بناء كتل أكثر تعقيدًا من التعليمات البرمجية.

السطر 1 - يوضح درجة الحرارة الحالية. إنها 10-.

السطر 2 - يوضح درجة الحرارة التي يجب أن تكون عليها قبل ألا يصبح الجو باردًا بعد الآن. هذه القيمة هي 20.

السطر 3 - يقرر البرنامج ما إذا كانت درجة الحرارة الحالية باردة أم لا. هل درجة الحرارة الحالية أدنى أم أقل من درجة الحرارة المطلوبة لخلع المعطف؟ في بداية البرنامج، نعم هو كذلك. **IsCold** يساوي *صواب*.

السطر 4 - هذه هي بداية حلقتنا التكرارية while. ينص البرنامج على ما يلي: بينما يكون الجو باردًا، قم بتنفيذ الإجراءات الموجودة بين قوسين.

السطر 5 - هو افتتاحية الحلقة التكرارية while.

السطر 6 - يتم تنفيذ إجراء **WearCoat**.

السطر 7 - تزداد درجة الحرارة بمقدار 1.

السطر 8 - يتم إعادة تقييم المعلمة **IsCold**. في التمريرة الأولى، درجة الحرارة الحالية ليست 9-، ودرجة الحرارة المستهدفة لا تزال 20. لا تزال المعلمة **IsCold** تعادل "صواب".

السطر 9 - هو القوس النهائي للحلقة التكرارية. بدلاً من التمرير إلى السطر 10، يظل شرط حلقة while التكرارية صواب. يعود البرنامج إلى السطر 3، ويقيّم الشرط بين قوسين حول **while (isCold)**، ويحسب "true" (صواب) ويقوم بتشغيل الكتلة مرة أخرى.

في كل مرة تمر عبر الكتلة تزداد درجة الحرارة الحالية بمقدار 1. وفي النهاية، تصبح درجة الحرارة الحالية مساوية لـ20. يقوم البرنامج بتقييم شرط **IsCold** في السطر 3، وأصبحت معلمة **IsCold** الآن تساوي خطأ. تكتمل حلقة while التكرارية ويدخل البرنامج السطر 10.

السطر 10 - يتم تشغيل إجراء **RemoveCoat**.

حينئذٍ ينتهي البرنامج.

في المثال أعلاه، لن يتم تشغيل طريقة **WearCoat** وزيادة درجة الحرارة إلا إذا كان الشرط في بداية حلقة while true (صواب).

إذا بدأ البرنامج وكانت المعلمة **isCold** خطأ، فلن يتم تشغيل طريقة **WearCoat** أبدًا، وسيتم تشغيل **RemoveCoat على الفوربدلاً** من ذلك. وهذا ما يتسبب في وضع البرنامج في حالة صعبة. من المفترض في بداية البرنامج عدم ارتداء معطف. يمكن أن تتسبب مطالبة البرنامج بإزالة معطف غير موجود في حدوث مشكلة. يحتاج البرنامج إلى استدعاء **WearCoat** قبل أن يتمكن من **RemoveCoat**، حتى نتمكن من استخدام عبارة do-while لتسهيل هذا الأمر.

الحلقة التكرارية Do-While

ستقوم الحلقة التكرارية **Do-While** بتنفيذ إجراء ما، قبل التحقق مما إذا كان شرط *while* صوابًا. عكس حلقة **While** التي تتحقق مما إذا كان الشرط *صوابًا* قبل تنفيذ الإجراء.

دعونا نكرر المثال أعلاه، ولكن باستخدام Do While. يحتاج البرنامج إلى استدعاء **WearCoat** قبل التحقق من درجة الحرارة وفي النهاية **RemoveCoat** (الشكل 27.42).

```
1   int temperature = -10;
2   int isNotColdTemperature = 20;
3   bool isCold = temperature < isNotColdTemperature;
4   do
5   {
6       WearCoat();
7       temperature = temperature + 1;
8       isCold = temperature < isNotColdTemperature;
9   }
10  while (isCold);
11  RemoveCoat();
```

الشكل 27.42 مثال على التعليمات البرمجية Do-While.

تتكون عبارة **Do-While** من إجراء *Do* (**WearCoat**، زيادة درجة الحرارة، إعادة تقييم **IsCold**) ثم تتحقق من شرط **IsCold** لتحديد ما إذا كنت تريد تكرار تدفق البرنامج أو الاستمرار فيه.

الحلقة التكرارية For و For Each

تشمل أنواع التكرار الأخرى **For** و**For Each**. يعمل هذان النوعان بطريقة متشابهة جدًا ولكن مع تطبيقات مختلفة جدًا.

تُستخدم حلقة For التكرارية للتكرار من خلال قائمة أو مجموعة من الكائنات بينما يكون الشرط المنطقي صواب. عادةً ما بنية الحلقة التكرارية for هي،

For (قم بتعيين فهرس البداية وقيمته، وشرط تكرار الحلقة، وكيفية تغيير فهرس البداية في كل عملية تكرار).

على سبيل المثال (For (int a = 0; a < 20; a++

++ أو -- تزيد أو تنقص المعلمة التي تسبقها.

دعونا نلقي نظرة على حلقة for تكرارية بسيطة لإخراج كلمة إلى Console (وحدة تحكم) بناءً على نتيجة الحساب. سيحسب البرنامج من 0 إلى 20، عندما يصل إلى رقم قابل للقسمة بالتساوي على 3، وستكون المحصلة كلمة "FIZZ". عندما تصل إلى رقم قابل للقسمة بالتساوي على 5، فستظهر كلمة "BUZZ". وعندما تصل إلى رقم قابل للقسمة بالتساوي على 3 و5، فستظهر كلمة "FIZZBUZZ". العامل البرمجي الأكثر ملاءمة لاستخدامه في هذا الحساب هو modulo (باقي القسمة).

المصطلحات الرئيسية

الزيادة: تُعرف زيادة الرقم بمقدار واحد بالزيادة. ويمكن كتابة هذا في صورة a = a + 1 أو a++. يُعرف ++ بعد المتغير باسم الزيادة اللاحقة.

النقصان: يُعرف تقليل الرقم بمقدار واحد بالنقصان. ويمكن كتابة هذا في صورة a = a – 1 أو a--. يُعرف -- بعد المتغير باسم النقصان اللاحق.

دعونا نخطط لهذا الحلقة التكرارية باستخدام الكود الزائف.

بالنسبة لعدد البداية = 1، يكون عدد البداية أقل من 20، أضف 1 إلى عدد البداية، ومن ثم

وإذا كان عدد البداية يساوي 0، فلا تفعل شيئًا - تابع إلى التكرار التالي.

وإذا لم ينتج عدد البداية المقسوم على 3 أي باقي، فقم بإخراج Fizz.

وإذا لم ينتج عدد البداية المقسوم على 5 أي باقي، فقم بإخراج Buzz.

ارجع إلى حلقة for التكرارية للتعرف على التكرار التالي.

لننتج تعليمات برمجية لحل هذه المسألة (الشكل 27.43).

```
1    int maxNumber = 20;
2    for (int i = 1; i < maxNumber; i++)
3    {
4        if (i % 3 == 0)
5        {
6            Console.Out.Write("FIZZ");
7        }
8        if (i % 5 == 0)
9        {
10           Console.Out.Write("BUZZ");
11       }
12       Console.Out.WriteLine();
13   }
```

الشكل 27.43 نموذج لبرنامج Fizz-Buzz.

السطر 1 - يحدد **maxNumber** الذي يجب أن تشغله حلقة for التكرارية.

السطر 2 - عبارة *For*. تقوم الأجزاء الثلاثة من حالة السطر بتعيين رقم البداية "i" على 0، بينما تكون "i" أقل من حلقة العدد الأقصى من خلال هذه التعليمات البرمجية، مما يؤدي إلى زيادة "i" بمقدار 1 في كل مرة.

يقوم السطر 4 بتنفيذ عبارة **IF** الأولى. *إذا كانت* قيمة باقي قسمة '**i**' *على 3* تساوي 0 (لا يوجد باقي)، فانتقل إلى السطر 6.

السطر 6 - إخراج "FIZZ" إلى console (وحدة التحكم).

يقوم السطر 8 بتنفيذ عبارة **IF** الثانية. *إذا كانت* قيمة باقي قسمة '**i**' *على 5* تساوي 0، فانتقل إلى السطر 10.

السطر 10 - إخراج "BUZZ" إلى console (وحدة التحكم).

السطر 12 - ابدأ سطرًا جديدًا في console (وحدة التحكم).

يعمل هذا جيدًا للأرقام المتسلسلة من 0 إلى 20. ماذا لو كانت أرقامنا في مصفوفة أو قائمة بترتيب عشوائي؟ يمكننا استخدام حلقة For Each لإنتاج نفس النتيجة.

تتكرر حلقة For *each* من خلال *كل* عنصر في قائمة أو مصفوفة. في كل مرة تتكرر فيها خلال هذه المجموعة، فإنها تستخدم العنصر التالي.

دعونا نكرر برنامج FIZZ-BUZZ الخاص بنا ولكن مع قائمة عشوائية من الأعداد الصحيحة (الشكل 27.44).

```
1   int[] numbers = new int{3,7,2,4,8,4,55,5,4,3,21,8,3,15,344,223,77,4,3,386,4};
2   foreach(int number in numbers)
3   {
4       if (number % 3 == 0)
5       {
6           Console.Out.Write("FIZZ");
7       }
8       if (number % 5 == 0)
9       {
10          Console.Out.Write("BUZZ");
11      }
12      Console.Out.WriteLine();
13  }
```

الشكل 27.44 Fizz Buzz مع إضافة أرقام عشوائية.

السطر 1 هو مصفوفة الأعداد الصحيحة "العشوائية".

السطر 2 هو عبارة **For Each**، وهي تنص على كل عدد صحيح، مع كل مثيل يسمى "الرقم" في مصفوفة الأرقام يقوم بتنفيذ الإجراءات داخل الأقواس المعقوفة.

السطر 4 إلى 12 ينفذ نفس حساب *FizzBuzz* كما في مثال *For* سابقًا.

✓ مراجعة ما تعلمته

قم بإنشاء نسختك الخاصة من هذا البرنامج. وبالنسبة للقيم التي تقسم بالتساوي على 2، قم بإخراج كلمة من اختيارك وبالنسبة للقيم التي تقسم بالتساوي على 7، قم بإخراج كلمة مختلفة من اختيارك.

+ النشاط

لتوضيح حلقة for وforeach التي تعمل معًا، يعرض المثال أدناه برنامجًا متعدد النماذج. يستخدم هذا المثال عناصر إجرائية وموجهة نحو الكائنات وقائمة على الأحداث.

```
1   internal class CupOfTea{
        1 reference
2       public string Flavour;
3       5 references
3       public int AmountOfTea;
        1 reference
4       public void Drink(){
5           //drink tea
6           //let program know has been drunk
7           //loop through each amount of tea (FOR LOOP)
8           for(var i = AmountOfTea; i == 0; i--)
9           {
10              DrinkSipOfTea();
11          }
12          AmountOfTea = : 0;
13          TeaDrunk(Flavour);
14      }
        4 references
15      public event EventHandler TeaDrunk;
16  }
17
```

النشاط *تابع*

```
internal class DrinkLoadsOfTea
{
        4 references
        private List<CupOfTea> CupsOfTea = new List<CupOfTea>();
        0 references
        public void Main(string[] args)
        {
                //build our tea list
                var cupOfTea1 = new CupOfTea();
                cupOfTea1.AmountOfTea = 80;
                cupOfTea1.TeaDrunk += TeaDrunk;
                CupsOfTea.Add(cupofTea1);

                var cupOfTea1 = new CupOfTea();
                cupOfTea1.AmountOfTea = 100;
                cupOfTea2.TeaDrunk += TeaDrunk;
                CupsOfTea.Add(cupOfTea2);

                var cupOfTea3 = new CupOfTea();
                cupOfTea3.AmountOfTea = 50;
                cupOfTea3.TeaDrunk += TeaDrunk;
                CupsOfTea.Add(cupOfTea3);

                //loop through each (FOREACH) cup of tea
                foreach(CupOfTea cupOftea in CupsOfTea)
                {
                        cupoftea.Drink();
                }

        }

        3 references
        private EventHandler TeaDrunk(string Flavour)
        {
                Console.Out.WriteLine(Flavour + " tea has been drunk.");
        }
}
```

الشكل 27.45 برنامج متعدد النماذج.

انسخ هذه التعليمات البرمجية وقم بالتعليق عليها لتسليط الضوء على موضوعات الوحدة التالية:

- تسليط الضوء على كتلة من التعليمات البرمجية الإجرائية
- تسليط الضوء على كائن
- تسليط الضوء على فئة
- تسليط الضوء على حدث مخصص
- قم بالتعليق على موقع حلقة For وموقع حلقة For **Each**

أعد كتابة حلقة For Each لاستخدام حلقة **For** بدلاً من ذلك.

(أ3) أدوات التطوير

المجمعات والمحولات والمفسرات البرمجية

يمكن كتابة برامج الكمبيوتر بلغات مختلفة إما لغات HIGH LEVEL (عالية المستوى) أو LOW LEVEL (منخفضة المستوى). تركز هذه الوحدة على الكتابة بلغة برمجة عالية المستوى. يحتاج كلا النوعين إلى التحويل إلى لغة الآلة حتى يتمكن معالج الكمبيوتر من استخدام التعليمات الموجودة في البرنامج. يتم ذلك باستخدام *المجمعات والمحولات والمفسرات* البرمجية.

المصطلحات الرئيسية

البت: رقم ثنائي (يمثله 0 أو 1) وأصغر وحدة بيانات يمكن للكمبيوتر معالجتها وتخزينها. يتكون البايت من 8 بت.

يأخذ المجمّع البرمجي التعليمات الأساسية ويحولها إلى أنماط من وحدات **البت** التي يمكن لمعالج الكمبيوتر استخدامها تُعرف أنماط البتات هذه أحيانًا باسم لغة التجميع أو المجمّع البرمجي. ويُعرف باسم "المستوى المنخفض" وهو مشابه جدًا للغة الأصلية للمعالج.

المحول البرمجي هو "مترجم" للغات البرمجة عالية المستوى مثل Java أو C++®. تعمل هذه المحولات البرمجية على تحويل التعليمات إلى لغة الآلة في شكل "برنامج قابل للتنفيذ" دفعة واحدة، بشرط أن تكون التعليمات البرمجية خالية من الأخطاء. ستسلط معظم المحولات البرمجية الضوء على الأخطاء في التعليمات البرمجية أثناء عملية التحويل البرمجية والتي يجب حلها قبل أن يتم "ترجمة" التعليمات البرمجية للبرنامج.

يقوم المفسر البرمجي بتحويل تعليمات البرمجة عالية المستوى إلى تعليمات برمجية للآلة سطرًا بسطر. عند العثور على خطأ، يتوقف البرنامج ويخرج على السطر الخاطئ. فإذا لم يتم العثور على أخطاء، يستمر المفسر البرمجي حتى الوصول إلى نهاية التعليمات البرمجية.

بيئات التطوير المتكاملة

تحتوي العديد من بيئات التطوير المتكاملة (IDE) على المحولات والمجمعات والمفسرات البرمجية. بيئة التطوير المتكاملة (IDE) هي "المجمع الموحد" لتطوير برنامج باللغة التي اخترتها. ستركز هذه الوحدة على Visual Studio، وهو بيئة التطوير المتكاملة لإطار لغات NET. يتضمن هذا البرنامج محولًا برمجيًا ومحررًا للتعليمات البرمجية وأدوات بناء ومجموعات تطوير البرامج (SDKs) والمكتبات ومصححات الأخطاء والتدرج خلال الشيفرة البرمجية. هذه هي جميع الأدوات اللازمة لبناء برامج ناجحة.

محررات التعليمات البرمجية

محررات التعليمات البرمجية عبارة عن برامج تسهل كتابة وتحرير تعليمات البرمجة. وفي الغالب كان المبرمجون قبل محررات التعليمات البرمجية يكتبون التعليمات البرمجية في برامج تحرير النصوص مثل notepad أو vim. تتمحور معظم بيئات التطوير المتكاملة حول محرر التعليمات البرمجية مع ميزات مضمنة مثل تمييز الأخطاء والنصائح لكتابة تعليمات برمجية فعالة وخالية من الأخطاء. يتم تمييز الأخطاء أثناء كتابة التعليمات البرمجية لمساعدة المطور.

المحولات البرمجية وأدوات البناء.

كما ذكرنا سابقًا، يقوم المحول البرمجي بتحويل تعليمات البرمجة إلى أنماط من التعليمات التي يمكن لمعالج الكمبيوتر فهمها. تحتوي بيئات التطوير المتكاملة على محولات برمجية بداخلها، مما يبسط عملية التحويل البرمجي إلى ما يعرف باسم "Build" و"Run". يؤدي الضغط على زر "Build" داخل بيئة التطوير المتكاملة إلى تحويل التعليمات البرمجية إلى برنامج قابل للتنفيذ، في مجلد ذي صلة بالتعليمات البرمجية المصدر. يقوم زر "Run" بنفس عملية "Build" فضلًا عن أنه يقوم أيضًا بتنفيذ البرنامج الناتج داخل بيئة التطوير المتكاملة.

حزمة تطوير البرامج

حزمة تطوير البرامج، أو SDKs، هي أدوات لتطوير البرامج. وهي عبارة عن حزم من البرامج أو مصححات الأخطاء أو المحولات البرمجية أو المكتبات التي تساعد المطور على إضافة وظائف حزمة تطوير البرامج إلى برنامجه. قد تتضمن حزمة تطوير البرامج النموذجية ما يلي:

- المحولات البرمجية
- عينات التعليمات البرمجية
- مكتبات التعليمات البرمجية أو إطار العمل
- أدوات الاختبار والتحليل
- الوثائق
- مصححات الأخطاء.

عند بدء كتابة التعليمات البرمجية بلغات عالية المستوى مثل C# أو Java، ستستخدم حزمة تطوير البرمجيات. تمنحك حزمة Java Developer Kit (JDK)® مجموعة من الأدوات الأساسية لكتابة البرامج بلغة Java، بينما يتيح لك إطار العملNET. Framework كتابة برامج بمجموعة أساسية من الأدوات بلغاتNET. مثل C# أو Visual Basic. تعد حزم تطوير البرامج جزءًا أساسيًا من تطوير البرامج. قد تتضمن بعض استخدامات حزم تطوير البرامج ما يلي:

- توفر حزم تطوير البرامج التحليلية بيانات حول إجراءات المستخدم وسلوكياته ومساراته، مثل Google®
- توفر حزم تطوير البرامج الإعلانية إعلانات المستخدم والإعلانات العامة لتطبيقات الأجهزة المحمولة والبرامج الأخرى، مثل Facebook® أو Amazon® أو Microsoft
- توفر حزم تطوير البرامج الخاصة بالدفع خدمات الدفع مثل ApplePay® أو GooglePay® أو AmazonPay®.

لماذا تستخدم حزم تطوير البرامج؟

توفر حزم تطوير البرامج للمطورين الكثير من الوقت والمال. كما أنها تضيف ميزات "مجربة ومختبرة" إلى البرنامج، مع القليل من تعليمات البرمجة الإضافية. فيما يلي المزايا الخاصة بها:

- الوصول إلى الميزات وكتل التعليمات البرمجية لتطوير البرامج. على سبيل المثال، توفر حزمة تطوير البرامج للتجارة الإلكترونية جميع الأشياء التي قد تحتاجها لتطبيق ما مثل المفضلات وعربة التسوق والسداد مع الخروج والمنتجات
- عبارة عن عمليات تكامل فعالة وأسرع، من خلال توفير عمليات مبسطة للحصول على المعلومات المطلوبة
- تقليل أوقات التطوير، وإطلاق المنتجات وإدخالها إلى السوق بشكل أسرع وأكثر كفاءة
- سهولة الدعم والتوثيق، حيث تأتي حزم تطوير البرامج مع أدلة المساعدة والمستندات المرجعية. ستحتوي حزم تطوير البرامج المعروفة والمثبتة على إجابات للأسئلة الشائعة في منتديات الإنترنت المستخدمة بشكل شائع من قبل المطورين، مثل StackOverflow
- عبارة عن حزم تطوير برامج فعالة من حيث التكلفة ومجانية ومدفوعة تسمح للمطورين بتقدير الميزانية والبقاء في حدود الميزانية الخاصة بالمشاريع.

المكتبات

المكتبات عبارة عن مجموعات من التعليمات البرمجية التي توفر وظائف إضافية. وعلى غرار حزم تطوير البرامج، فإنها يمكنها إضافة ميزات ووظائف جديدة يمكن للمطور استخدامها ودمجها في البرامج. ورغم ذلك، فإنها مجرد تعليمات برمجية وقد تأتي أو لا تأتي مع الوثائق.

مصححات الأخطاء

مصححات الأخطاء عبارة عن أدوات برمجية أو برامج تساعد المطور في تحديد الأخطاء ومراقبتها في التعليمات البرمجية الخاصة بالبرنامج. كما أنها تمكّن المطور من تتبع كل سطر من البرنامج واستقصاء كل عنصر من عناصر التعليمات البرمجية. فيما يلي بعض مصححات الأخطاء الشائعة:

- WinDbg®
- Visual Studio Debugger®
- Eclipse Debugger®
- Firefox Javascript Debugger®.

يحتوي كل مصحح أخطاء على برامج ولغات متوافقة خاصة به. في هذه الوحدة، يتم تطوير البرامج في Visual Studio وبالتالي يتم استخدام مصحح الأخطاء Visual Studio Debugger المضمن.

التدرج خلال الشيفرة البرمجية

عند تصحيح أخطاء البرنامج، يمكن للمطور إضافة "نقاط التوقف" إلى التعليمات البرمجية الخاصة به. تخبر هذه النقاط الموجودة في البرنامج مصحح الأخطاء بـ"التوقف هنا". بدون نقاط التوقف، سيتم تشغيل مصحح الأخطاء من خلال البرنامج من البداية إلى النهاية دون أي انقطاع. يضيف المطورون نقاط توقف حول طرق أو معلمات محددة و"يتنقلون" عبر التعليمات البرمجية سطرًا بسطر لتنفيذ البرنامج. يتضمن Visual Studio، وكذلك العديد من مصححات الأخطاء الأخرى، قدرات *Step In* و*Step Out* و*Step Over* و*Run*.

عندما يتم تصحيح أخطاء البرنامج ويتم "إيقافه مؤقتًا" حاليًا عند تنفيذ اسم الطريقة، فإن **STEP IN** ستنتقل إلى التعليمات البرمجية للطريقة.

وعندما يتم إيقاف البرنامج مؤقتًا داخل الطريقة، تنتقل **STEP OUT** خارج الطريقة ويعود إلى التعليمات البرمجية التي تسمى الطريقة.

وعندما يتم إيقاف البرنامج مؤقتًا على سطر برنامج آخر، ستنتقل **STEP OVER** إلى السطر التالي في الكتلة الحالية.

وللانتقال إلى نقطة التوقف التالية أو متابعة تشغيل البرنامج، سيضغط المطور على **RUN**.

الأخطاء ومعالجة الأخطاء

البرامج لا تخلو من الأخطاء أبدًا. فحتى عمالقة تطوير البرمجيات لا يزالون يواجهون أخطاء أو "استثناءات" في برامجهم. هل سبق لك أن تعرضت لـ"تعطل" جزء من برنامج أو لعبة بسبب خطأ؟ عندما يواجه أحد البرامج خطأ، هناك طريقتان للمتابعة:

- طريقة يتم التعامل معها والتحكم فيها
- طريقة غير معالجة.

من الممارسات الجيدة توقع الأماكن التي قد تحدث فيها الاستثناءات في برامجك ومنع ظهور الأخطاء. هذا ليس دائمًا سهلًا كما يبدو، وتحتاج الأخطاء الأكثر شيوعًا إلى "معالجة". تم بناء "معالجة الاستثناءات" في C# على أربع كلمات أساسية: **try** و**catch** و**finally** و**throw**.

أخطاء بناء الجملة ووقت التشغيل.

تتضمن الأنواع الأخرى من الأخطاء أخطاء بناء الجملة ووقت التشغيل. يتم تمييز أخطاء بناء الجملة أثناء ترميز البرنامج. عادةً ما تقوم بيئات التطوير المتكاملة بتمييز واقتراح تصحيحات لهذه الأنواع من الأخطاء. معظم لغات البرمجة حساسة لحالة الأحرف، لذا يمكن أن تتسبب الأحرف الكبيرة والأخطاء الإملائية في حدوث أخطاء في بناء الجملة أو أحرف غير صالحة أو نهايات الأسطر المفقودة (الفاصلة المنقوطة، ';').

معالجة الأخطاء

"للتعامل" مع كتلة من التعليمات البرمجية ومنعها من التأثير على تشغيل البرنامج، يمكنك تغليفها في "try/catch". يفترض الغلاف "try" (تجربة) تشغيل هذه التعليمات البرمجية و"catch" (اصطياد) أي أخطاء قد تحدث. يتم عرض كتلة try/catch العامة أدناه:

```
try
{
        int a = null;
        int b = 2;
        int c = a.Equals(b);
}
catch(Exception ex)
{
        //error caught here
}
```

الشكل 27.46 حاول Try وcatch (التجربة والاصطياد).

في الشكل 27.46، تمت كتابة التعليمات البرمجية عمدًا لإظهار خطأ. سيتم تخزين تفاصيل الخطأ في معلمة الاستثناء المسماة "ex" وستحتوي على "Null Reference Exception". يظهر هذا لأنه في السطر 5 يتم طلب إجراء على معلمة فارغة. "a" فارغة لذا لا يمكن تنفيذ أي إجراءات عليها.

أنواع الاستثناءات الشائعة

هناك العديد من أنواع الاستثناءات المختلفة في برامج C#، وفيما يلي الأنواع الأكثر شيوعًا:

- **IOException**، يظهر عند وجود أخطاء في دوال Input/Output (الإدخال/الإخراج)، على سبيل المثال محاولة فتح ملف لا يمكن العثور عليه
- **IndexOutOfRangeException**، يظهر عند الإشارة إلى فهرس من مصفوفة أكبر من نطاق المصفوفة، على سبيل المثال محاولة الإشارة إلى عنصر في الفهرس 10 في مصفوفة تحتوي على 5 عناصر
- **NullReferenceException**، يظهر عند تنفيذ عملية على عنصر لا ينبغي أن يكون فارغًا ولكنه، على سبيل المثال، يظهر نموذج التعليمات البرمجية الخاص بنا أعلاه استثناءً مرجعيًا فارغًا
- **DividebyZeroException**، يظهر عند قسمة الرقم على صفر، على سبيل المثال حساب متوسط القيمة برمجيًا على مصفوفة فارغة من القيم.
- **InvalidCastException**، يظهر عندما يتم تحويل نوع إلى نوع آخر، على سبيل المثال، تحويل عدد صحيح إلى سلسلة نصية (الشكل 27.47)
- **OutOfMemoryException**، يظهر عند نفاد ذاكرة الكمبيوتر التي يمكن تخصيصها، على سبيل المثال، تحاول إنشاء عدد صحيح بقيمة أكبر مما يمكن تخزينه
- **StackOverflowException**، يظهر عندما يتكرر البرنامج كثيرًا، على سبيل المثال، ستؤدي الحلقة اللانهائية إلى حدوث هذا الاستثناء.

```
int number = 5;
string numberStr = (string) number;
```

الشكل 27.47 استثناء تحويل غير صالح.

النشاط

```
1    int i = 100
2    IF (i > 1)
3    {
4        §dfgdfgsdfg
5    }
```

الشكل 27.48 نشاط خطأ في التعليمات البرمجية الجزء 1.

ما هي المشكلات المتعلقة بنموذج التعليمات البرمجية أعلاه؟

أخطاء وقت التشغيل هي المشكلات التي قد تبدو مناسبة لبيئة التطوير المتكاملة أثناء تطوير التعليمات البرمجية ولكنها تسبب مشكلات عند تشغيل البرنامج.

ما الاستثناء الذي ستطرحه الأسطر التالية من التعليمات البرمجية في Runtime؟ لاحظ أن استثناء وقت التشغيل يمنع البرنامج من متابعة الاستثناء، لذا فإن الاستثناء الأول الذي تم العثور عليه ولم يتم معالجته سيؤدي إلى إنهاء البرنامج. ما الاستثناء المحتمل الذي من المحتمل أن يتم تجاهله؟

```
int a = null;
int b = 100;
var c = a * 100;
var d = c / a;
```

الشكل 27.49 نشاط خطأ في التعليمات البرمجية الجزء 2.

إذا تم تعيين 'a' على 0، فهل سيؤدي ذلك إلى حل استثناءات البرنامج؟

ممارسة التقييم هدف التعلم (أ)

دراسة الأدوات والتقنيات المستخدمة في تطوير برنامج

لقد تم تعيينك كمبرمج متدرب في شركة ميكانيكا جوية في الأردن لإجراء ترقية على أحد أنظمة الكمبيوتر الخاصة بها. وقبل الشروع في المشروع، يرغبون في كتابة سلسلة من البرامج الصغيرة المشروحة والوظيفية لإظهار فهمك ومعرفتك ببنيات البرمجة الأساسية. وبالنسبة لكل برنامج، قم بشرح وتقييم استخدام كل أداة أو تقنية واقتراح سبب اختيار تقنية على أخرى. ستوضح معرفتك في تقرير يحتوي على لقطات شاشة لبرامجك وتعليماتك البرمجية، أو عرض تقديمي يوضح تشغيل برامجك أثناء مناقشة نتائجك مع مديرك.

تابع هدف التعلم (أ)

- اكتب برنامجًا **إجرائيًا** يحسب من 1 إلى 100 ويقوم بإجراء عمليات حسابية مختلفة.
- اكتب برنامجًا **موجهًا نحو الكائنات** يرسم أشكالًا مختلفة على الشاشة.
- اكتب برنامجًا **قائمًا على الأحداث** يطالب المستخدم بإدخال تفاصيل الاتصال الخاصة بالشركة.

بالنسبة لكل برنامج، تأكد من إظهار استخدام جميع الأدوات والتقنيات التالية التي يتناولها هذا الموضوع.

لاختتام تقريرك أو عرضك التقديمي، ناقش كيفية استخدامك لأدوات التطوير. ناقش الغرض وتجربتك الخاصة للأدوات التي تم تناولها في هذا الموضوع.

المهارات

المهارات المعرفية:

العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- التفسير
- التعلم الموائم
- حل المسائل

المهارات الشخصية:

الانفتاح الفكري:

- التعلم المستمر
- الاهتمام الفكري والفضول

بدء النشاط

في مجموعات صغيرة، قم بإنشاء ملصق لثلاث أفكار لبرنامج كمبيوتر يقوم بشيء تقوم به كل يوم دون استخدام أجهزة الكمبيوتر. وبالنسبة لكل فكرة، اقترح منصة يمكن تطويرها من أجلها (الهاتف المحمول، الويب، تطبيق سطح المكتب) واللغة التي يمكن تطويرها بها.

هدف التعلم (ب): تصميم برامج لتلبية متطلبات المستخدم

يبدأ كل برنامج بفكرة، "لحظة ضوء المصباح"، فكرة ربما يمكن لبرنامج ما أن يجعل حياتي أو وظيفتي أسهل. بالنسبة للعديد من المؤسسات، يأتي هذا من "العملاء" الداخليين أو الخارجيين للشركة. وبصفتنا مبرمجين للبرامج، فإننا نكتب برامج لحل المسائل وجعل مؤسساتنا أكثر كفاءة. تنطوي البرامج على غرض معين ومتطلبات تحتاج إلى التحول إلى حلول قابلة للاختبار والنشر. في هذا الموضوع، سوف نستكشف أنواع المتطلبات التي قد يتم توفيرها لك كمبرمج ونمنحك مجموعة المهارات اللازمة لإنتاج برنامج يفي بها.

(ب1) أدوات التصميم

تقييم متطلبات المستخدم

"متطلبات المستخدم" هي وصف يقدمه الفرد أو المؤسسة التي تطلب برنامجًا، لما هو مطلوب من البرنامج.

ستنص متطلبات المستخدم المثالية على "أحتاج إلى برنامج للقيام بشيء ما، لأن الطريقة الحالية تكلف المزيد من المال، وتستغرق المزيد من الوقت، وغير ممكنة، وخطيرة، وما إلى ذلك". لدينا "WHAT" (ماذا) من المستخدم - المشكلة التي نحتاج إلى حلها، و"WHY" (لماذا) - العاطفة وراء الطلب. تساعد عاطفة التغيير في تصميم أفضل حل لحل المشكلة.

خذ متطلبات المستخدم "السيئة" هذه بدون WHY:

"أريدك أن تصنع لي شيئًا بأربع أرجل". ماذا تفعل؟ طاولة؟ كرسي؟ كلب؟ حصان؟

دعنا نضيف "WHY" (لماذا) إلى المتطلبات:

"أريدك أن تصنع لي شيئًا بأربعة أرجل، لأنني أسقط باستمرار من على هذا الكرسي ذي الرجلين". ما الفرق الذي يحدثه "WHY" في المتطلبات!

سيركز باقي دليل التسليم هذا على تصميم وتطوير جزء من التطبيق الموضح أدناه. يتم تعريف وثائق التصميم للمشروع في مربعات.

دعونا نلقي نظرة على المتطلبات الواقعية من شركة هندسية.

تقوم خدمات التفتيش التابعة لشركة صالح بإجراء مسوحات مستقلة حول أعمال البناء في الأردن. إنهم يريدون جعل حضورهم على وسائل التواصل الاجتماعي أكثر نشاطًا وجلب المزيد من التخصيص. لديهم شخص واحد يعمل في مجال التسويق داخل المؤسسة، يدعى علي، وهم يجدون صعوبة في تسجيل الدخول إلى جميع مواقع التواصل الاجتماعي الفردية لنشر التحديث اليومي للمشاريع والأحداث المثيرة الجارية والقادمة. في بعض الأحيان ينسى علي نشر التحديث على جميع المواقع، وأصبحت مهمة عادية ومتكررة. لقد طلب منك علي، بصفتك مبرمجًا، تصميم وتطوير برنامج يسمح له بإنشاء منشور أساسي وإرساله إلى موقع الإنترانت الخاص بالشركة (نظام إدارة المحتوى المدعوم بقاعدة بيانات SQLite) وصفحات ®LinkedIn وFacebook و®X. للحصول على تمويل لإكمال التطبيق الكامل، يريد منك إنشاء تطبيق نموذجي يتم نشره على الموقع الداخلي أولاً، قبل أن يطلب من الإدارة التوقيع على أعمال التطوير للاندماج في منصات التواصل الاجتماعي الكبيرة.

توثيق المتطلبات

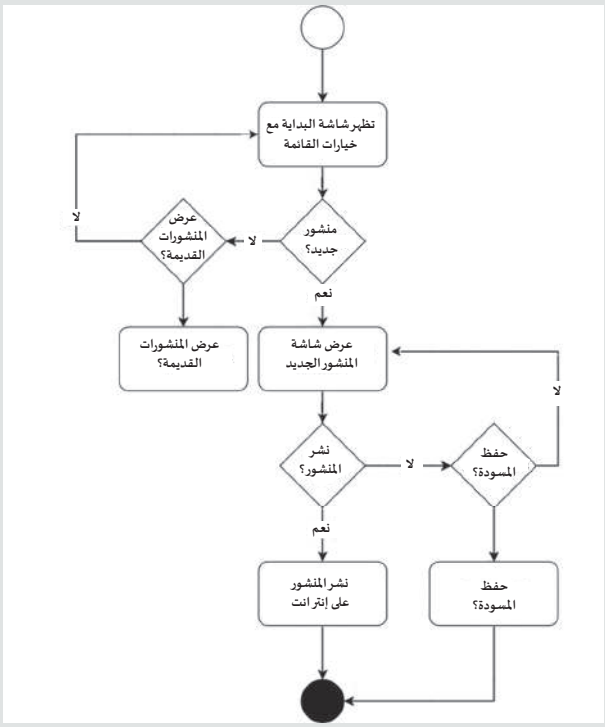
نحتاج إلى كتابة متطلبات المستخدم بتنسيق واضح وموجز. يحدد هذا المستند نطاق مشروعنا (يشار إليه أحيانًا باسم "النطاق" في فرق تطوير البرمجيات). يمنح هذا المستند المستخدم الفرصة لتحسين وتوضيح أي متطلبات ويعطي المبرمجين نقطة مرجعية أثناء المشروع. كما أنه مكتوب بمصطلحات غير مبرمجة حتى يتمكن مستخدمو الأعمال من فهم نطاق المستند و"الموافقة عليه".

دعونا نحدد متطلبات high level "المستوى العالي". عادةً ما تكون هذه المتطلبات هي WHAT وWHY لمتطلبات المستخدم.

> ***المتطلبات***
>
> كن قادرًا على نشر منشور واحد منسق على وسائل التواصل الاجتماعي على الإنترانت ولينكدإن وفيسبوك وإكس في إجراء واحد، نظرًا لأوجه القصور وعدم الدقة في إنشاء المحتوى يدويًا ونشره على كل منصة.

تدفق البرنامج

وفي إطار مساعدة علي والشركة على فهم ما سيفعله البرنامج وكيف "سيتدفق"، يمكننا إنشاء مخططات التدفق لتوضيح الخطوات والقرارات المتخذة داخل البرنامج. تحدد مخططات التدفق نقطة البداية للبرنامج، وتنتقل عبر المراحل الرئيسية للبرنامج وتطرح أسئلة يجاب عنها بـ"نعم" أو "لا" لنقاط القرار داخل البرنامج. نقاط القرار هذه هي المكان الذي يقوم فيه جهاز الكمبيوتر أو المستخدم بالاختيار. تستخدم مخططات التدفق *الأشكال* المعينة لتمثيل القرارات ولها مخرجان هما "نعم" و"لا" للقرارات المتخذة. تمثل المستطيلات المستديرة عملية داخل البرنامج وتمثل الدوائر الواضحة والفارغة بداية العملية ونهايتها.



الشكل 27.50 مخطط التدفق الذي يوضح تدفق البرنامج.

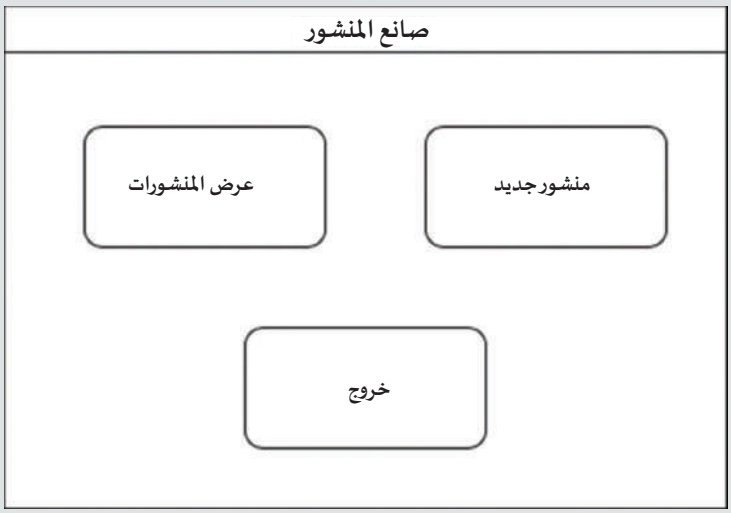
تصميمات واجهة المستخدم (UI)

تساعد تصميمات واجهة المستخدم قراء مستند النطاق على تصور المنتج النهائي. يمكنك إنتاج رسومات أولية وإطارات سلكية ولقطات شاشة مشروحة وصور ورسومات لتصوير تصميماتك للمستخدمين.

تقدم الرسومات الأولية أو الإطارات السلكية نظرة عامة موجزة عن واجهة المستخدم التي سيتم إنشاؤها. تعد لقطات الشاشة المشروحة مفيدة لتغييرات واجهة المستخدم على منتجات البرامج الحالية. يمكن إنشاء هذه اللقطات بواسطة الكمبيوتر باستخدام برامج رسم النظام مثل MS Paint أو برامج الرسوم البيانية التجارية مثل Microsoft Visio.

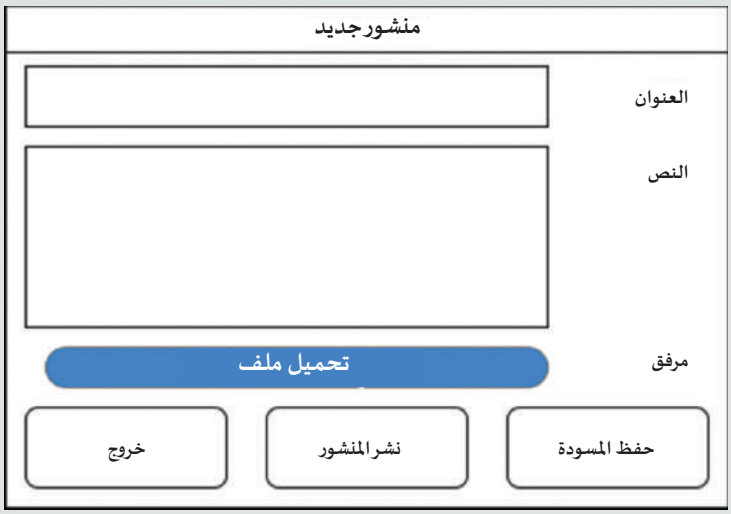
تصميمات الشاشة

الشاشة الرئيسية



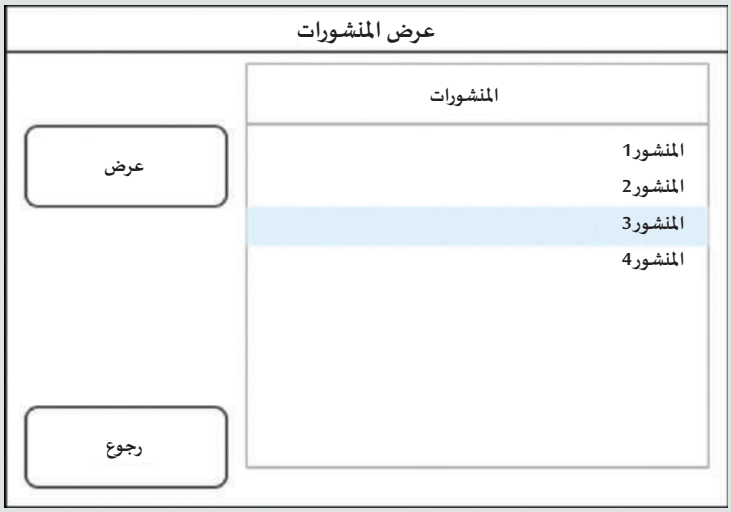
الشكل 27.51 واجهة مستخدم الشاشة الرئيسية.

شاشة النشر الجديد



الشكل 27.52 واجهة مستخدم النشر الجديد.

شاشة عرض المنشورات



الشكل 27.53 واجهة مستخدم عرض المنشورات.

(ب2) التخطيط للاختبار

أخيرًا، نوضح كيف سنختبر تطبيقنا. فهذا يمنح القارئ الثقة بأن البرنامج الذي تم إنتاجه سيكون خاليًا من الأخطاء ومناسبًا لأغراضه. وفي هذا القسم من المستند الخاص بنا، سنحدد الاختبارات التي سيجريها المطورون أثناء وبعد الانتهاء من مهمة البرمجة. وستكون بمثابة اختبارات إجرائية بسيطة، مثل الإجراءات التي يتم إجراؤها في Test Plan "خطة الاختبار"، وUnit Tests "اختبارات الوحدة"، وهي اختبارات آلية سيتم تشغيلها على البرنامج النهائي. تعمل Unit Tests (اختبارات الوحدة) على تعزيز اختبار الأتمتة وتقليل تكاليف ووقت الاختبار التقليدي.

خطط الاختباروالبرامج النصية

لاختبار برنامجنا النهائي، نحتاج إلى تحديد خطة اختبار وبرنامج نصي قبل بدء التطوير. مرة أخرى، هذه ضوابط وتعريفات إضافية لدعم تطوير البرنامج. تساعد البرامج النصية للاختبار المطورين على كتابة التعليمات البرمجية وفقًا للإجراءات التي سيتخذها المستخدم. تُعرف كتابة التعليمات البرمجية لاجتياز الاختبار في test plan (خطة الاختبار) بالتطوير القائم على الاختبار. على الرغم من أن منهجية التطوير هذه ليست مفصلة داخل هذه الوحدة، إلا أنها لا تزال طريقة رائعة لضمان تلبية البرنامج لمتطلباته عند تطويره.

يتم تحديد خطط الاختبار من خلال العنوان والهدف. من المفيد تحديد الغرض من خطة الاختبار لإعطاء سياق للاختبار. تتكون خطة الاختبار من سلسلة من البرامج النصية للاختبار. يتم تعريف برامج نصوص الاختبار هذه، مرة أخرى من خلال عنوان وهدف الاختبار الذي يتم إجراؤه، وسلسلة من الخطوات التي يجب اتباعها أثناء الاختبار. يحتوي كل اختبار على الحالة المتوقعة للبرنامج بعد الاختبار، والمعروفة باسم expected results "النتائج المتوقعة". يتبع ذلك حقل فارغ لactual results "النتائج الفعلية"، حيث يقوم المختبر بإدخال نتائج الاختبار، جنبًا إلى جنب مع النجاح أو الفشل. الاختبارات الفاشلة هي المكان الذي يؤدي فيه الاختبار إلى نتيجة غير متوقعة. ويتم توثيقها على أنها "أخطاء" حتى يقوم المطور بمراجعتها وإعادة تقديمها للاختبار.

ولإجراء الاختبار بكفاءة ودقة، بطريقة غير متحيزة، يجب ألا يقوم مطور دالة أو ميزة في برنامج باختبارها. في العديد من فرق تطوير البرامج الصغيرة، يقوم المطورون باختبار التعليمات البرمجية لبعضهم البعض ضمن إصدار تطوير البرنامج. هذه "بنية" صغيرة من التطبيق قابلة للاختبار.

خطة الاختبار والبرنامج النصي

الاختبار 1

- المطلب: كن قادرًا على الاختيار بين New Post (منشور جديد) أو View Posts (عرض المنشورات) أو Quit (الإنهاء) على الشاشة الأولى.
- الخطوات: قم بتحميل البرنامج، واعرض الشاشة الأولى، وراجع خيارات New Post (منشور جديد)، أو View Posts (عرض المنشورات) أو Quit (الإنهاء).
- النتائج المتوقعة: عند تحميل البرنامج، يجب أن تكون هناك ثلاثة خيارات قائمة لـNew Post (منشور جديد)، وView Posts (عرض المنشورات) وQuit (الإنهاء)
- النتائج الفعلية: يتم إكمالها أثناء الاختبار، وتحتوي على تفاصيل نتائج الاختبار. النتائج المتوقعة تؤدي إلى Pass "النجاح"، والنتائج غير المتوقعة تؤدي إلى Fail "الفشل".

...

اختبارات الوحدة

اختبارات الوحدة عبارة عن اختبارات مشفرة داخل البرنامج. ففي Visual Studio، يتم تنفيذ هذا الاختبار في Test Project' "اختبار المشروع" الذي يشير إلى البرنامج. تمثل اختبارات الوحدة طرقًا لاختبار وحدة معينة في البرنامج؛ أو طريقة، أو إجراء، أو دالة محددة. كان اختبار الوحدة موجودًا منذ أوائل الخمسينيات وهو جزء مهم من البرمجة. حيث إنه يساعد على تحديد العيوب في تعليمات البرمجة بشكل مبكر، مما يؤدي إلى عدد أقل من الأخطاء أثناء مرحلة الاختبار العامة.

اختبارات الوحدة

اختبار وحدة واحد محتمل للتطبيق. في هذه المرحلة من تصميم البرنامج، سيفشل هذا الاختبار بسبب عدم وجود تعليمات برمجية وظيفية لنشر منشور.

```
[TestClass]
0 references
public class UnitTests{
    [TestMethod]
    0 references
    public void TestNewPostSave(){
        var post = new IntranetPost();
        post.Title = "Unit Test Post";
        post.Body = "This is a test post from unit testing.";
        post.Attachment = "C:/testfiles/test.png";
        bool result = post.PostToIntranet();
        Assert.IsTrue(result);
    }
}
```

الشكل 27.54 مثال على التعليمات البرمجية لاختبار الوحدة.

اختبارات ومراجعات المطور

يتم إجراء اختبارات ومراجعات المطورين أثناء وبعد فترة وجيزة من تطوير جزء من التعليمات البرمجية. يعمل المطورون معًا على "توقف" البرنامج قبل أن يصل إلى أي نوع رسمي من الاختبارات مثل اختبار الوحدة أو خطط الاختبار. تتضمن اختبارات المطور ما يلي:

- اختبار إتلافي، والبحث عن طرق لوقف التعليمات البرمجية الخاصة بك، مثل إدخال معلومات غير صحيحة عن قصد، أو النقر المزدوج أو الثلاثي على عناصر واجهة المستخدم لمعرفة ما إذا كان يتم استدعاء إجراءات متعددة.
- خطوات الاستنساخ أو القبول، حيث يتبع المطورون الخطوات في مهمة عملهم للتأكد من أن التعليمات البرمجية الخاصة بهم تلبي متطلبات النطاق والمهمة التي عملوا عليها. تظهر هذه الخطوات عادةً باسم Acceptance Criteria "معايير القبول" أو Steps to Reproduce "خطوات إعادة الإنتاج" على عناصر العمل.
- مراجعات الأقران، حيث يراجع المطورون التعليمات البرمجية لمطور آخر. تتألف هذه المراجعات من فحص مرئي للتعليمات البرمجية بحثًا عن أي أخطاء نحوية واضحة أو كتل تعليمات برمجية غير فعالة. ففي فرق البرمجة الصناعية، يعمل المطورون عادةً على branches "فروع" من البرنامج الرئيسي، والتي تسمى عادةً "dev" أو "main". وعند اكتمال جزء من العمل، يقوم مطور العمل بتقديم pull request "طلب سحب" يطلب من المجموعة دمج هذا الجزء الجديد من العمل في البرنامج الرئيسي. تعد هذه العملية ضرورية لتمكين العديد من المطورين من العمل على مشروع واحد معًا دون إنتاج تعليمات برمجية متعارضة وهي طريقة مهمة لضمان مراجعة كل جزء من التعليمات البرمجية المكتوبة لبرنامج ما من قبل الأقران.

في مشاريع البرمجة الجديدة، يكون المطور مسؤولاً عن creating "إنشاء" البرنامج الأولي. وعادة ما يكون هذا هو إنشاء المشروع في بيئة التطوير المتكاملة، وتعريف نقطة الدخول الرئيسية. بمجرد اكتمال نقطة تشغيل البرنامج الرئيسية، حينئذٍ تصبح متاحة للعمل عليها من قبل مطور واحد أو أكثر. وفيما يتعلق بهذه الوحدة، من المتوقع أن يتم تطوير البرنامج من قبل مطور واحد ولن يتضمن العمل الجماعي. لا يدخل استخدام التحكم في المصدر للبرمجة متعددة المطورين في نطاق هذه الوحدة.

المهارات

المهارات المعرفية: العمليات والاستراتيجيات المعرفية

- التفسير
- التعلم الموائم
- حل المسائل

الإبداع:

- الإبداع/الابتكار

المهارات الشخصية: الانفتاح الفكري:

- التعلم المستمر
- الاهتمام الفكري والفضول

أخلاقيات العمل/الضمير:

- المبادرة
- التوجيه الذاتي

مهارات التواصل الشخصي: العمل الجماعي والتعاون:

- الاتصالات
- التعاون
- التعاطف/تحديد المنظور

القيادة:

- العرض الذاتي

ممارسة التقييم هدف التعلم (ب)

هدف التعلم (ب): تصميم برامج لتلبية متطلبات المستخدم

لقد طلب منك مصنع محلي تصميم برنامجًا لكشك صغير بشاشة تعمل باللمس موجود في مكتب الاستقبال. ويرغبون في أن يقوم جميع الزوار بالتسجيل في هذا الكشك قبل زيارة المصنع. يحتوي الكشك على كاميرا وشاشة تعمل باللمس واتصال بالشبكة وطابعة حرارية مع ورق ذاتي اللصق. إنهم يرغبون في تقديم تصميم البرنامج قبل الالتزام بالتطوير.

صمم برنامجًا لتلبية متطلبات المستخدم التالية:

- السماح لزوار مؤسسة هندسية باستخدام كشك الزوار الإلكتروني لتسجيل حضورهم والموافقة على تعليمات السلامة عند زيارة موقع الشركة. يجب أن يقوم برنامج الكشك بما يلي:
  - جمع الاسم واسم الشركة وتاريخ ووقت الزيارة وتفاصيل الاتصال في حالات الطوارئ حول الزائر
  - التقاط صورة للزائر
  - تخزين تفاصيل الزائر في قاعدة بيانات محلية
  - طباعة شارة الزيارة وإعطائها للزائر لارتدائها أثناء زيارة الموقع
  - التوافق مع سياسات الصحة والسلامة الخاصة بالشركة.

قم بتقييم متطلبات المستخدم وتحديد أدوات البرامج والأجهزة المطلوبة لتنفيذ مرحلة تطوير المشروع. وقم بإنشاء مخططات التدفق وتصميمات واجهة المستخدم وأوامر التعليمات للتطبيق. قم بإنشاء خطط اختبار وبرامج نصية للتحقق من صحة البرنامج في ضوء متطلبات المستخدم والمسائل غير المتوقعة.

سيكون الدليل على ممارسة التقييم هذه عبارة عن مجموعة من مستندات التصميم لاستخدامها في تطوير البرنامج.

هدف التعلم (ج): تطوير برامج لتلبية متطلبات المستخدم

حان الوقت الآن لوضع محتوى هذه الوحدة موضع التنفيذ. في هذا الموضوع، سنأخذ مستند النطاق الخاص بنا من الموضوع السابق ونقسمه إلى مهام تطوير دقيقة محددة. وسنستخدم هذه المهام لتحديد اللغة والنظام الأساسي الأنسب للتطوير، حتى نتمكن من إنتاج تطبيق يعمل بكامل طاقته يلبي متطلبات المستخدم ويجتاز جميع أنواع الاختبارات.

(ج1) تخطيط المهام

من مستند النطاق، نحتاج إلى "تقسيم" متطلباتنا عالية المستوى إلى متطلبات أصغر وأكثر تحديدًا. تحدد هذه المتطلبات الإضافية للمبرمجين. ويطلق عليها اسم المتطلبات الفنية وتشكل أساس "مهامنا" للمطورين للعمل عليها. وبالنسبة لمشروعنا كما هو محدد في الموضوع السابق، فيما يلي المتطلبات الفنية:

بدء النشاط

في مجموعات، حدد المنصات الأكثر ملاءمة (شبكة الويب العالمية، الإنترانت، الهاتف الذكي، التلفزيون الذكي، وحدة التحكم في الألعاب، كمبيوتر سطح المكتب) لتطوير البرامج التالية من أجل:

- تطبيق لخدمة بث تلفزيوني جديدة
- لعبة محاكاة بناء مدينة
- بائع تجزئة لموقع ويب خاص بالتجارة الإلكترونية.

المتطلبات الفنية

- قم بإنشاء واجهة مستخدم تسمح للمستخدم بإدخال العنوان ونص المنشور ومرفقات الصور الاختيارية.
- قم بتطوير التكامل في الإنترانت:
  - أضف جدولًا إلى قاعدة بيانات إنترانت لمنشورات الوسائط الاجتماعية، يسمى Posts "المنشورات" مع الأعمدة ID (int) و Title (string) و Body (string) و DateCreated (datetime) و CreatedBy (string) و Published (bool):
    - ID (المعرف) - عدد صحيح - مفتاح أساسي متزايد تلقائيًا - تم إنشاء النظام
    - Title (العنوان) - السلسلة - عنوان المنشور - تم إنشاء مستخدم
    - Body (النص) - السلسلة - نص المنشور - تم إنشاء مستخدم
    - DateCreated (تاريخ الإنشاء) - التاريخ والوقت - تاريخ ووقت المنشور - تم إنشاء النظام
    - createdBy (إنشاء بواسطة) - السلسلة - اسم المستخدم - تم إنشاء النظام
    - Published (تم النشر) - قيمة منطقية - صواب أو خطأ إذا تم نشر المنشور أم لا.
  - أضف جدولًا إلى قاعدة بيانات إنترانت لPost Attachments (مرفقات المنشورات)، يسمى "postAttachments" مع أعمدة ID (int) و postID (int) و Filename (string):
    - ID (المعرف) - عدد صحيح - مفتاح أساسي متزايد تلقائيًا
    - postID (معرف المنشور) - عدد صحيح - رابط إلى جدول المنشورات، كمفتاح خارجي
    - Filename (اسم الملف) - السلسلة - المسار إلى ملف المرفقات.
  - أضف طريقة الحفظ لمتجر بيانات SQLite لتخزين Title (العنوان) وBody (نص المنشور) والمرفقات إلى الجداول الجديدة.

- أضف زرًا إلى واجهة المستخدم لحفظ المنشور وزرًا لإرسال المنشور إلى المواقع المستهدفة:
- قم باستدعاء طريقة للحفظ في مخزن بيانات SQLite للإنترانت
- اترك العناصر النائبة لمواقع التواصل الاجتماعي الأخرى في أعمال التطوير المستقبلية
- في حالة الضغط على save (حفظ)، احفظ البيانات في قاعدة البيانات مع تعيين كلمة published "منشور" على false (خطأ)
- في حالة الضغط على النشر، احفظ البيانات في قاعدة البيانات مع تعيين كلمة published "منشور" على true (صواب).

نحن نتطلع إلى تحديد متطلبات المستخدم في الحد الأدنى لعدد المهام التي تلبي متطلبات المستوى العالي. يُعرف هذا الإصدار من المنتج باسم "MVP". إنه الحد الأدنى من المنتجات القابلة للتطبيق التي يمكن إنتاجها لتلبية متطلبات المستخدم.

المهام المذكورة أعلاه ليست بعد بالتنسيق الذي يتوقعه المطور. كما أن المهام الخاصة بالمطورين عبارة عن كتل قائمة بذاتها تحتوي على التفاصيل التي يحتاجونها لإكمال المهام. هناك العديد من مواقع الويب التي تقدم تخطيط المهام وإدارتها عبر الإنترنت لفرق البرامج وتستخدم نظام card "البطاقة" لتتبع مراحل المهمة ومراقبتها أثناء التطوير.

الجدول 3-27 لوحة المهام مع حالات العمل لكل عمود

الأحداث	ما ينبغي فعله	قيد التقدم	الاختبار	المنجزات
المهمة 9	المهمة 7	المهمة 4	المهمة 2	المهمة 1
المهمة 10	المهمة 8	المهمة 5	المهمة 3	
المهمة 11		المهمة 6		

Card (البطاقة)

تتكون card "البطاقة" من المعلومات الأساسية التي يحتاجها المطور لكتابة التعليمات البرمجية.

وعادةً ما تتكون هذه البطاقة من الأجزاء التالية من المعلومات:

العنوان/الملخص

اسم موجز لتحديد المهمة، على سبيل المثال، إنشاء واجهة مستخدم لPost Builder (منشئ المنشور).

الوصف

وصف تفصيلي للمهمة، يتم تعبئته عادةً من مستند النطاق. ويوضح بالتفصيل المعلومات التي يحتاجها المطور لتطوير الميزة بدقة أو إصلاح الخطأ، على سبيل المثال، "إنشاء واجهة المستخدم لعنصر منشئ المنشورات في التطبيق". أضف تسميات وحقول نصية لTitle (العنوان) وPost Body (نص المنشور). يلزم وجود عنصر تحكم في تحميل الملفات للسماح للمستخدم بإضافة مرفقات إلى المنشور. ويجب تخزين المعلومات التي تم إدخالها في كائن داخل البرنامج جاهز للحفظ والنشر. يعتبر حقلا العنوان ونص المنشور إلزاميان، لكن المرفقات اختيارية. تأكد من أن Save Draft "حفظ المسودة" وPublish Post "نشر المنشور" وClear Post "مسح المنشور" قد حددوا أحداثًا وأن الطرق ذات الصلة قد تم إنشاؤها وربطها بالأحداث."

المعين له

المطور المعين للمهمة.

المرحلة/الحالة

حالة المهمة، على سبيل المثال، المرحلة الأولى هي "ما يجب القيام به".

الوقت المقدر

تقدير الوقت (الدقائق والساعات والأيام والأسابيع) لإكمال نسبة تطوير المهمة بشكل كامل. لا يشمل ذلك أوقات الاختبار أو المراجعة، على سبيل المثال، 4h (4 ساعات). من المهم أن تكون الأوقات المقدرة واقعية، لضمان بقاء المشروع ضمن الموازنة والجداول الزمنية. تؤثر الأوقات دون التقدير المطلوب أو المبالغ في تقديرها على الموارد المتاحة للمشروع ويمكن أن يكون لها آثار ضارة.

الإصدار

إصدار البرنامج الذي سيتم تضمين هذه المهمة فيه، على سبيل المثال، سيكون التطبيق الجديد هو الإصدار 1.0.

خطوات إعادة الإنتاج (الخطأ) أو معايير القبول (الميزة)

خطوات هذه المهمة من خطة الاختبار ومستند النطاق التي يجب على المطور اتباعها عند تطوير التعليمات البرمجية واختبارها ذاتيًا في هذه المهمة، على سبيل المثال، تشغيل البرنامج، وإدخال عنوان المنشور باسم Test Title "عنوان الاختبار"، وإدخال نص المنشور باسم "هذا منشور اختبار من برنامج النشر". هذا "اختبار مطور"، أضف مرفق اختبار، اضغط على Post (منشور).

التعليقات

هذا هو المكان الذي يقوم فيه المطور بتحديث قائد المشروع أو المطورين الآخرين بحالة المهمة. هذه ميزة أساسية في العديد من الإعدادات الصناعية حيث تضمن المهام التي تم التعليق عليها الجودة داخل فرق التطوير، على سبيل المثال، "تم إنشاء واجهة مستخدم في Visual Studio" وحقول النص المضافة والتسميات لعناصر Title (العنوان) وBody (النص). البحث عن كيفية إضافة تحميلات الملفات إلى التطبيق لإضافة ميزة المرفقات. '.

مراحل التطوير

يتم تحديد مراحل التطوير من قبل المؤسسة والفريق الذي يقوم بأعمال التطوير، ولكنها تتكون عادةً من المراحل التالية:

ما ينبغي فعله

هذه مهمة مكلف بها تنتظر العمل عليها.

قيد التقدم

يجري العمل على المهمة بنشاط.

For review (للمراجعة)

هذه مهمة مكتملة، في انتظار مراجعة الأقران. إذا نجحت المراجعة فإنها تنتقل إلى In Testing (قيد الاختبار). وإذا فشلت، فإنها تعود إلى In Progress (قيد التقدم) مع ذكر أسباب ذلك.

In testing (قيد الاختبار)

تمت مراجعة هذه المهمة وتنتظر اختبارها. إذا نجحت المهمة في الاختبار، فإنها تنتقل إلى Complete "الاكتمال"، وإذا فشلت فإنها تعود إلى In Progress "قيد التقدم" مع ذكر أسباب ذلك.

Complete (الاكتمال)

تم الانتهاء من هذه المهمة وإنهائها.

النشاط

1. قم بإنشاء مهام المطور لجميع المتطلبات الموثقة في هذا المشروع.
2. وقم بإعداد تقدير لعدد الساعات المطلوبة لتطوير هذا البرنامج.
3. قم بتبديل قائمة المهام الخاصة بك مع أحد الزملاء واطلب منهم مراجعة المهام الخاصة بك في ضوء مستند النطاق.

هل قمت بتجميع كل متطلبات المستخدم؟ إن ضمان تلبية مهامك لمتطلبات المستخدم في هذه المرحلة المبكرة يقلل من احتمالية الاختبارات الفاشلة في مرحلة الاختبار ويحسن الجودة الشاملة لعملية التطوير التي تقوم بها.

المصطلحات الرئيسية

خارطة الطريق: جدول تخطيط رشيق لدعم الأهداف طويلة الأجل والمستقبلية للمشروع.

تلبي قائمة المهام الخاصة بنا متطلباتنا الأولية، لكن علي يريد معرفة خطط عمليات الدمج الأخرى في فيسبوك ولينكدإن وإكس. في هذه المرحلة من المشروع، لا نريد قضاء الكثير من الوقت في التخطيط للإصدارات المستقبلية من البرنامج حتى يتم تطوير الإصدار الأول أو الحالي وإصداره. نحتاج أن نوضح لعلي كيف سنقوم بتطوير البرنامج في المستقبل، ولكن دون الخوض في الكثير من التفاصيل من وجهة نظر فنية. نحن نفعل ذلك باستخدام خارطة الطريق.

الشكل 27.55 خارطة طريق مع العلامات أو المعالم الرئيسية.

يمكن تقديم خارطة الطريق في تقرير أو جدول بيانات أو حتى لوحة خريطة طريق رقمية مثل لوحة Trello. تحتوي جميع خرائط الطريق على نفس المفهوم الأساسي: ما هي الميزة الجديدة ومتى يتم إصدارها. هذه هي الأجزاء الرئيسية من المعلومات التي يطلبها أصحاب المصلحة في المشروع.

دعونا نخطط لخارطة الطريق الخاصة بنا:

الجدول 4-27 خارطة الطريق

الميزة	الملخص	الإصدار	تاريخ الإصدار
التكامل مع فيسبوك	التكامل في فيسبوك باستخدام واجهات برمجة التطبيقات	1.1	نهاية الربع الثاني (Q2)
تكامل X	التكامل في إكس باستخدام واجهات برمجة التطبيقات	1.2	نهاية الربع الثالث
تكامل لينكد إن	التكامل في لينكدإن باستخدام واجهات برمجة التطبيقات	1.3	نهاية الربع الرابع

المصطلحات الرئيسية

الربع: فترة زمنية ضمن السنة التشغيلية للمؤسسة باستخدام تعريف "أرباع السنة"، على سبيل المثال، يغطي الربع الأول أو Q1 أشهر يناير وفبراير ومارس. ستعطي "نهاية الربع الثاني" وقتًا تقديريًا للتسليم حتى وقت ما خلال شهر يونيو.

خرائط الطريق هي جداول مرنة لأعمال التطوير المستقبلية. وتعد أداة مفيدة للمؤسسة أو المستخدم لإعادة ترتيب أولويات أعمال التطوير المستقبلية.

النشاط

بعد مشروع نشر التحديثات الاجتماعية على موقع الإنترانت، طلبت الشركة منك تطوير نظام إدارة علاقات العملاء (CRM) لمساعدة الشركة على النمو والاندماج فقط في لينكدإن لأنهم يشعرون أن الشبكات الاجتماعية ليست مفيدة. وقالوا:

"نحن بحاجة ماسة إلى نظام إدارة علاقات العملاء الخاص بنا بحلول نهاية الربع الثاني"

"نحن بحاجة إلى التركيز على مبدأ "معاملات الشركات فيما بينها". ومن الأهمية بمكان أن يتم تطويره بحلول نهاية الربع الثالث."

"نريد أن نعرف العملاء الذين لم يطلبوا منذ فترة حتى نتمكن من المتابعة معهم."

بعض المتطلبات أساسية وحاسمة، ويجب إكمالها وفقًا للجداول الزمنية المذكورة. تستخدم هذه الكلمات الرئيسية "حرجة" أو "ماسة" أو تشير إلى إطار زمني. سيتم تطوير متطلبات أخرى في المستقبل.

قم بتحديث خارطة الطريق للمشروع لجدولة هذه المتطلبات الجديدة مع تواريخ التسليم والإصدارات المقدرة.

باختصار، يعد تخطيط المهام ورسم خرائط الطرق جزءًا أساسيًا من المشروع. إذ إنه يساعد في تحديد الحد الأدنى من المتطلبات اللازمة لإنتاج حل. يساعد الحفاظ على عمل المطور عند الحد الأدنى في المراحل الأولى من المشاريع الكبيرة على ضمان تسليم المشروع في الوقت المحدد

(ج2) التطوير

اختيار اللغة

بعد اكتمال التصميمات، تم الاتفاق على خارطة الطريق (في الوقت الحالي) وتم إعطاؤك "الضوء الأخضر"، للإشارة إلى أنه قد حان الوقت لبدء البرمجة.

كيف تبدأ؟ ما اللغة التي تختارها؟

يجب اختيار اللغة والمنصة المناسبتين لتناسب المشروع الذي يتم العمل عليه. يمكن أن يساعد النظر إلى المتطلبات الأولية وخارطة الطريق في تحديد كيفية بناء البرنامج. ثمة العديد من العوامل التي تؤثر على اختيار لغة البرمجة. على سبيل المثال:

- لقد طُلب منك إنشاء موقع ويب يقوم العديد من المستخدمين بتسجيل الدخول إليه من أي مكان - الهاتف أو الكمبيوتر الشخصي. تحتاج إلى استهداف بعض لغات برمجة الويب لهذا المشروع، ومن المحتمل أن تستخدم ASP.NET C# أو VB.NET أو MVC C # أو VB.NET أو PHP أو JavaScript على سبيل المثال لا الحصر.

الشكل 27.56 تصميم موقع ويب على جهاز الكمبيوتر.

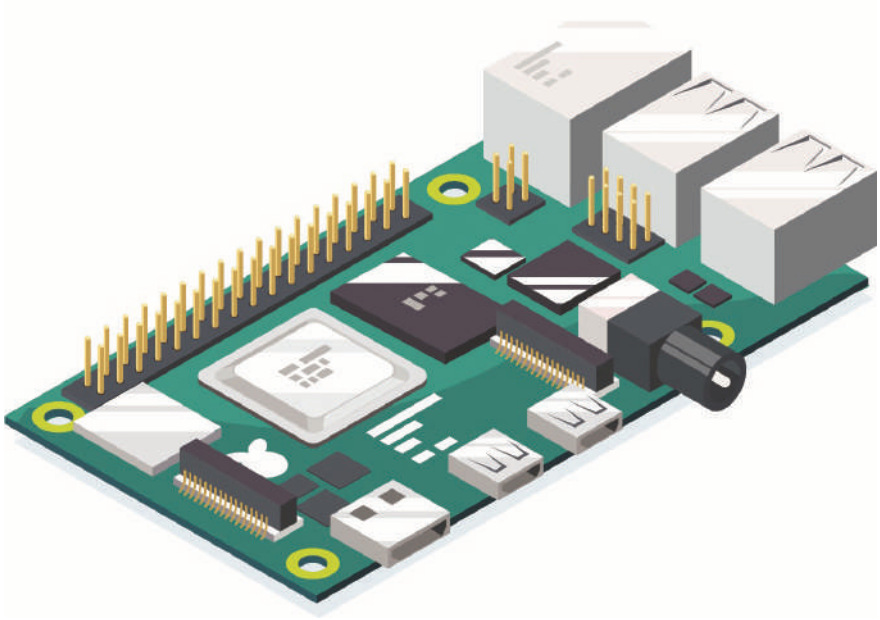
- لقد طُلب منك إنتاج تطبيق يعمل على كشك بشاشة تعمل باللمس في مجمع تسوق يبيع بطاقات الهدايا لمتاجره. ويحتاج التطبيق إلى الاتصال بقارئ بطاقات الائتمان وقارئ العملات المعدنية والورقية وطابعة للإيصالات. كما يجب أن يكون قادرًا على العمل بدون الإنترنت إذا كانت هناك مشكلات في الاتصال. تحتاج إلى استهداف بعض لغات برمجة سطح المكتب لهذا المشروع ومن المحتمل أن تستخدم WPF أو WinForms مع C# أو Java أو Python أو C لإنتاج هذا البرنامج على سبيل المثال لا الحصر.

الشكل 27.57 شخص يستخدم كشك بشاشة تعمل باللمس.

- لقد طُلب منك إنتاج برنامج لموزع مياه أوتوماتيكي لحقل مزارع. سيتم تشغيل البرنامج على جهاز إنترنت الأشياء الصغير المتصل بلوحة شمسية للطاقة وعامل تصميم الكمبيوتر الصغير، مثل RaspberryPi®. تحتاج إلى استهداف بعض لغات برمجة إنترنت الأشياء لهذا المشروع ومن المحتمل أن تستخدم .NET Core أو Python أو Java أو واحدة من العديد من اللغات الأخرى المتاحة.

المصطلحات الرئيسية

إنترنت الأشياء: "IoT"، عبارة عن تقنية تسمح لنا بإضافة جهاز إلى كائن خامل.



الشكل 27.58 كمبيوتر ذو عامل تصميم صغير.

- لقد طُلب منك إنتاج تطبيق لهاتف محمول يعمل بنظام iOS يتنبأ بموعد اكتمال القمر التالي. ونظرًا لأن هذا تطبيق لنظام تشغيل خاص بالهاتف المحمول، فمن المحتمل أن تستهدف Cocoa أو Swift لأن هذه التطبيقات مخصصة لتطوير iOS.

الشكل 27.59 هاتف ذكي.

يعود اختيار لغة البرمجة إلى إيجاد الحل الأسهل والأكثر كفاءة لحل المسألة. هناك فائدة قليلة لاختيار لغة برمجة ليس لديك خبرة أو معرفة بها لحل المسألة.

ممارسات الترميز الجيدة

تمت تغطية بنيات الترميز في الموضوعات السابقة لهذه الوحدة. تعد التعليمات البرمجية النظيفة والدقيقة هي المفتاح لإنشاء برنامج يعمل بكامل طاقته و"يجتاز الاختبار". يجب أن يهدف المبرمجون إلى كتابة تعليمات برمجية أنيقة ومرتبة وقابلة للقراءة من قبل مطورين آخرين. يعد العمل ضمن فريق من المطورين طريقة رائعة لتطوير المهارات الشخصية والاجتماعية والتقنية. ولم يكن ذلك ممكناً إلا إذا كانت هناك طرق اتصال واضحة بين المطورين. وتعد التعليقات والتعليمات البرمجية المشروحة هي مفتاح الحفاظ على هذه الاتصالات.

عند تعلم البرمجة، غالبًا ما يُنظر إلى التعليقات على أنها "غير مجدية" أو "واضحة جدًا" ويتم تجاهلها. لا يتم تضمين التعليقات والتعليقات التوضيحية في البرنامج النهائي القابل للتنفيذ ويمكن استخدامها للتذكير بكتل التعليمات البرمجية وتوجيهها وتنظيمها. كما يمكن استخدامها لشرح الغرض أو الطرق والمعلمات، أو استخدامها ببساطة داخل كتلة التعليمات البرمجية للتركيز على المطور.

خذ المثال أدناه للتعليق على طريقة كمطور قبل كتابة أي منطق برمجة:

```
//Gets the post from the database for the given ID
0 references
private static Post GetPostForPostID (int PostID)
{
      //set up connection to SQLLite database

      //create query to get post body for ID

      //build Post object with results from SQLLite result
```

الشكل 27.60 استخدام التعليقات في تصميم التعليمات البرمجية.

يساعد كل سطر تعليق أخضر على تقسيم الكتلة الكبيرة والمعقدة من التعليمات البرمجية إلى أجزاء يمكن التحكم فيها.

(ج3) الاختبار

يعد الاختبار مرحلة حاسمة من تطوير المشروع ويجب إجراؤه أثناء كتابة التعليمات البرمجية وبعدها. إذ يتحقق الاختبار بشكل أساسي من قدرة البرنامج على تلبية متطلباته. تتراوح الأدوار المسؤولة عن الاختبار من المبرمجين وأصحاب المصلحة ومختبري ضمان الجودة إلى المستخدمين النهائيين أنفسهم.

يمكن أن يؤدي كل دور مختلف يتم اختباره أيضًا إلى نتائج مختلفة. يمكن اعتبار نتائج اختبار المطور "اختبارًا متحيزًا". يعرف المبرمجون كيفية "اجتياز الاختبار". لقد كتبوا التعليمات البرمجية وسيختبرون مدى معرفتهم بعملها. يمكن اعتبار النتائج من أصحاب المصلحة ومختبري ضمان الجودة والمستخدمين "اختبارًا غير متحيز" وستختبر تصورهم لطبيعة علم البرنامج بناءً على المتطلبات.

ثمة العديد من أنواع الاختبارات المختلفة لدعم هذا التحقق ويمكن استخدام كل نوع من الاختبارات لأغراض مختلفة للتوصل إلى نتائج مختلفة:

اختبار الوظائف

اختبار الوظائف يختبر البرنامج في ضوء متطلبات المستخدم الوظيفية. وعادةً ما يتم تعريف متطلبات المستخدم هذه على أنها اختبارات ضمن خطة اختبار وتُعرف باسم "أحداث المستخدم". وتوضح على وجه التحديد ما سيفعله المستخدم وسبب ذلك في البرنامج. هذه هي المتطلبات التي تشير إلى أنه "يجب على البرنامج القيام بهذا الإجراء والسماح لي بالقيام بشيء آخر". ستتضمن خطة الاختبار الخاصة بك، الإجراءات الوظيفية داخل البرنامج والتي يجب اختبارها أيضًا. تحتوي البرامج النصية للاختبار هذه على إجراءات مثل "تسجيل الدخول" أو "إضافة عنصر إلى سلة التسوق". ولإجراء الاختبار الوظيفي، يجب على الشخص المسؤول عن الاختبار الالتزام بالإرشادات التالية:

1. فهم متطلبات المستخدم
2. تحديد بيانات الإدخال أو الاختبار لاستخدامها أثناء الاختبار
3. تقديم النتائج المتوقعة بناءً على بيانات الإدخال والمتطلبات المحددة
4. إجراء الاختبارات
5. مقارنة النتائج الفعلية والمتوقعة من الاختبار.

عادةً ما يكون اختبار الوظائف هو النوع الأول من الاختبارات التي يتم إجراؤها ويمكن إجراؤه كجزء من اختبار الوحدة أو اختبار السلامة أو اختبار قبول المستخدم.

اختبار إمكانية الاستخدام

اختبار إمكانية الاستخدام، المعروف أيضًا باسم اختبار تجربة المستخدم (UX)، هو مقياس لمدى سهولة استخدام واجهة مستخدم البرنامج. وعادة لم يتم إجراء اختبار إمكانية الاستخدام من قبل الأطراف المشاركة في تطوير البرنامج. ويجيب اختبار إمكانية الاستخدام عن الأسئلة التالية للبرنامج:

الفاعلية

ما مدى فاعلية البرنامج؟ هل من السهل تعلم الاستخدام؟ هل هي مفيدة وتضيف قيمة إلى قاعدة المستخدمين؟ هل الألوان والمحتوى والأيقونات والصور تسر العين؟

الكفاءة

هل يتطلب تنفيذ إجراء ما عدد نقرات منخفض؟ هل التنقل دقيق؟ هل تتبع الشاشات والواجهات المطابقة؟ هل يمكنك البحث عن المعلومات في البرنامج بسهولة؟

الدقة

هل المعلومات دقيقة ومحدثة؟ هل هناك أي روابط معطلة أو أزرار غير قابلة للنقر فوقها على سبيل المثال؟

سهولة الاستخدام

هل الواجهة لا تحتاج إلى شرح؟ هل يوجد دليل مساعدة مضمن؟

كيف يعمل اختبار إمكانية الاستخدام؟

هذا أسلوب مختلف للاختبار قد تكون على دراية به. إنه مثل المنتدى حيث تقدم مجموعة من المستخدمين تعليقات حول كيفية تفاعلهم مع البرنامج.

فيما يلي خطوات إجراء اختبار إمكانية الاستخدام:

التخطيط

يتم تحديد أهداف الاختبار والخصائص الديموغرافية للمختبرين المطلوبين وأدوارهم ومسؤولياتهم. كما يتم أيضًا تحديد النتيجة المتوقعة من الاختبار، وهي تنسيق تقرير المخرجات.

التوظيف

يتم العثور على المختبرين الذين يتطابقون مع الخصائص الديموغرافية المستهدفة في هذه المرحلة، مثل العمر والنوع والمهنة وما إلى ذلك.

اختبار إمكانية الاستخدام

يتم تنفيذ اختبارات إمكانية الاستخدام في هذه المرحلة.

تحليل البيانات

يتم تحليل نتائج الاختبار الذي تم تنفيذه في المرحلة السابقة لتقديم توصيات قابلة للتنفيذ لتحسين المنتج.

إعداد التقارير

تتم مشاركة نتائج اختبار إمكانية الاستخدام مع أصحاب المصلحة في المنتج.

اختبار التراجع

يتم إجراء اختبار التراجع للتأكد من أن تغيير ميزة جديدة أو تغيير التعليمات البرمجية لم يؤثر سلبًا على وظائف البرنامج الحالية. كما يضمن أن التعليمات البرمجية القديمة لا تزال تعمل بغض النظر عن التغييرات الجديدة.

يمكن إجراء اختبار التراجع عندما:

- يتم إضافة وظيفة جديدة
- يتم تغيير المتطلبات
- يتم إصلاح الخطأ
- يتم إصلاح الأداء
- تكامل الأنظمة الخارجية الأخرى.

تتمثل الطريقة الأكثر شيوعًا لاختبار التراجع في "إعادة اختبار الكل" (Retest All). ويتضمن ذلك تنفيذ كل حالة اختبار سابقة مكتوبة للمنتج. يقوم المختبر باختبار كل شيء لضمان استمرار اجتياز جميع الاختبارات. يتبع اختبار التراجع بنية مشابهة لاختبار الوظائف حيث يتم استخدام المتطلبات لإنشاء مجموعة من الحالات للاختبار والإبلاغ عنها.

الاختبار الإتلافي

الاختبار الإتلافي هو استخدام غير مكتوب و"متلف" لبرنامج. ويساعد على فهم كيفية أداء البرامج عند استخدامها بشكل غير صحيح والتحقق من جودتها. في الاختبار الإتلافي، يقوم المختبر عادةً باختبار:

- أن البرنامج لا يعالج أو يقبل بيانات الإدخال غير الصالحة
- أن البرنامج ينتج دائمًا بيانات الإخراج المناسبة.

فيما يلي الأنواع الشائعة من الاختبار الإتلافي:

اختبار الأمان

يحاول "المتسللون" الخارجيون تعطيل البرنامج وإيقافه.

اختبار القبول

يحاول المستخدمون العاديون إنتاج مخرجات غير صحيحة ضمن مدخلات غير صحيحة.

اختبار الصندوق الأبيض

يتمتع المختبرون برؤية التعليمات البرمجية لتحديد الثغرات والعيوب المحتملة داخل البرنامج.

ويكشف الاختبار الإتلافي عن مشكلات غير موثقة وغير معروفة سابقًا تسمح للمبرمجين بحل خطة اختبار التراجع والتغذية الراجعة عليها، مما يقلل من احتمالية تكرارها في عمليات التطوير المستقبلية.

إعداد تقارير الاختبار

تتضمن تقارير الاختبار ملخصًا للاختبار - النجاح/الفشل/التخطي، وخطوات إعادة الإنتاج خاصة بحالات الفشل، وقوائم الأخطاء التي ظهرت.

ومن ثم، يكون الناتج الرئيسي للاختبار، بغض النظر عن النوع، هو Test Report "تقرير الاختبار". يلخص هذا التقرير الاختبار الذي تم إجراؤه ويعطي حالة النجاح أو الفشل أو التخطي لكل حالة اختبار يتم تنفيذها.

وبالنسبة للاختبارات التي تم اجتيازها، تكون حالة "النجاح" والتعليق على النتيجة الفعلية كافية للتقرير.

وبالنسبة للاختبارات الفاشلة، يلزم وجود حالة Fail "فشل" والتعليق على النتيجة الفعلية وsteps to reproduce "خطوات إعادة الإنتاج" الإضافية لدعم وتسهيل حل المسألة. ومن مصلحة المختبرين والمطورين مشاركة أكبر قدر ممكن من المعلومات حول الاختبار الفاشل لضمان اجتيازه في الاختبار التالي.

وبالنسبة للاختبارات التي تم تخطيها، فإن حالة Skipped "تم تخطيها" والتعليق على سبب تخطيها هي مفتاح التقرير. تشير الاختبارات التي تم تخطيها عادةً إلى أن موضوع الاختبار ليس جاهزًا للاختبار أو أن بيانات الإدخال أو الاختبار ليست كافية لإجراء الاختبار. فلا يمكن إجراء الاختبار بالكامل بدون بيانات الإدخال المناسبة. ولا يتم تصنيفه على أنه "فاشل"، بل هو أكثر من مجرد "محاولة مرة أخرى لاحقًا بمزيد من التفاصيل".

المهارات

المهارات المعرفية: العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- حل المسائل

الإبداع:

- الابتكار

المهارات الشخصية: أخلاقيات العمل/الضمير:

- المبادرة
- التوجيه الذاتي

مهارات التواصل الشخصي: العمل الجماعي والتعاون:

- التعاون
- العمل الجماعي

القيادة:

- عرض تقديمي فعال
- العرض الذاتي

ممارسة التقييم هدف التعلم (ج)

هدف التعلم (ج): تطوير برامج لتلبية متطلبات المستخدم

راجع تصميماتك من ممارسة التقييم في هدف التعلم (ب). واكتب تعليمات البرمجة لتطوير برنامج يلبي متطلبات المستخدم التي تم جمعها في تصميماتك.

(أ) ابدأ مشروع التطوير الخاص بك عن طريق تقسيم تصميماتك إلى مهام تطوير دقيقة.

(ب) قم بتقدير الوقت المطلوب لكل مهمة

(ج) قم بإنشاء خارطة طريق لأي مهام تطوير مستقبلية لبرنامجك

(د) اختر لغة البرمجة والنظام الأساسي لبرنامجك، مع ذكر أسباب الاختيارات

(هـ) قم بتطوير البرنامج وفقًا لتصميماتك، مع التأكد من أن التعليمات البرمجية الخاصة بك نظيفة ومنظمة جيدًا، مع ضمان تحديث كل مهمة مكتملة بالوقت الفعلي المستغرق.

(و) قم بإنشاء دليل مستخدم لمرافقة برنامجك

(ز) اختبر برنامجك باستخدام طرق الاختبار الوظيفية وإمكانية الاستخدام والتراجع والاختبار الإتلافي

يجب أن يكون الدليل الخاص بك لممارسة التقييم هذه في شكل برنامج عمل مع تعليمات حول كيفية إنشاء التطبيق وتشغيله، بما في ذلك أي متطلبات للنظام، مثل النظام الأساسي أو حزم تطوير البرامج الإضافية. تقرير ملاحظة من أحد الزملاء الذين يراقبون عملك، والتعليمات البرمجية المشروحة، ومجموعة كاملة من خطط الاختبار وبرامج النصوص والمقارنات بين الوقت الفعلي والوقت المتوقع الذي تستغرقه مهام التطوير.

أنشطة التقييم: أهداف التعلم (أ) و(ب) و(ج)

نشاط التقييم	هدف التعلم (أ)

مقدمة

لقد تم تعيينك كمبرمج متدرب في شركة هندسية صغيرة متخصصة في الطاقة الكهرومائية في الأردن. لقد كنت تبحث وتتعرف على بنيات البرمجة منذ أن بدأت العمل. لقد اقترح مديرك مشروعًا كبيرًا لتحسين كفاءة وأمان طريقة تخزين بيانات العملاء واستخدامها داخل الشركة. تقوم الشركة حاليًا بتخزين سجلات الاتصال الخاصة بالعملاء على جدول بيانات على شبكة الشركة. إنهم قلقون بشأن قابلية التوسع والأمان والكفاءة لتلك البيانات.

النشاط

يريدون منك إنشاء مستندات التصميم، بما في ذلك خطة الاختبار، لبرنامج يلبي هذه المتطلبات:

- برنامج يمكن تثبيته كتطبيق سطح مكتب (باستخدام WinForms أو WPF) على جميع محطات العمل داخل الشركة ويتطلب إدخال اسم المستخدم وكلمة المرور للمستخدم. يمكن التحقق من ذلك في ضوء قاعدة بيانات المستخدم على خادم ملفات الشركة أو الاستفادة من الدليل النشط للشركة.
- يجب أن يسمح البرنامج للمستخدم بالبحث عن عميل حسب اسم الشركة أو لقب جهة الاتصال.
- يجب أن يسمح البرنامج للمستخدم بإدخال معلومات عميل جديد وأن يكون قادرًا على تحرير المعلومات الموجودة. كما يجب أن تكون المعلومات الأساسية التي يجب أن يجمعها البرنامج هي اسم الشركة والعنوان ورقم الهاتف والبريد الإلكتروني وموقع الويب الخاص بالشركة واسم جهات الاتصال الأساسية ورقم الهاتف وعنوان البريد الإلكتروني الخاص بجهات الاتصال الأساسية.
- يجب أن يقوم البرنامج بتخزين بياناته في قاعدة بيانات SQLite آمنة على خادم ملفات الشركة.
- يجب عدم إتاحة إمكانية الوصول إلى المعلومات ما لم يتم تسجيل دخول المستخدم وتسجيل جميع الإجراءات لأغراض التدقيق.
- يجب أن يكون مسؤولو البرنامج قادرين على إعداد مستخدمين جدد داخل البرنامج.
- إذا طلب العميل إزالة بياناته، يجب أن تكون هناك طريقة سهلة لإزالة معلوماته نهائيًا.

معايير التقييم	هدف التعلم (أ)

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (أ): دراسة الأدوات والتقنيات المستخدمة في تطوير برنامج		
A.P1 وصف الأدوات المستخدمة في تطوير برنامج. **A.P2** وصف التقنيات المستخدمة في تطوير برنامج.	**A.M1** شرح الغرض من الأدوات والتقنيات المستخدمة في تطوير برنامج.	**A.D1** تقييم الغرض وأهمية الأدوات والتقنيات المستخدمة في تطوير برنامج.

نقطة مراجعة

كيف يمكن أن يفتقر البرنامج إلى الأمان، وما هي تقنيات الأمان التي يمكن إضافتها إلى البرنامج لجعله أكثر أمانًا؟ (فكر في ميزات الأمان التي تستخدمها في البرامج أو مواقع الويب الأخرى).

ما هي المنصات الأخرى التي يمكن تطوير البرنامج من أجلها؟

نشاط التقييم أهداف التعلم (ب) و(ج)

مقدمة

بعد المراجعة الدقيقة، وافق مديرك على مستندات التصميم الخاصة بك. ويود مديرك أن تخطط لتطوير البرنامج في إصدار ثلاثي المراحل. يجب أن يحتوي الإصدار الأول على المتطلبات التالية من الملخص الأصلي، مع باقي المتطلبات التي يجب اتباعها بالترتيب المفضل لديك.

فيما يلي المتطلبات الأساسية:

1. برنامج يمكن تثبيته على جميع محطات العمل داخل الشركة يتطلب إدخال اسم المستخدم وكلمة المرور للمستخدم. يمكن التحقق من ذلك في ضوء قاعدة بيانات المستخدم على خادم ملفات الشركة أو الاستفادة من الدليل النشط للشركة.
2. يجب أن يسمح البرنامج للمستخدم بالبحث عن عميل حسب اسم الشركة أو لقب جهة الاتصال.
3. يجب أن يسمح البرنامج للمستخدم بإدخال معلومات عميل جديد وأن يكون قادرًا على تحرير المعلومات الموجودة. كما يجب أن تكون المعلومات الأساسية التي يجب أن يجمعها البرنامج هي اسم الشركة والعنوان ورقم الهاتف والبريد الإلكتروني وموقع الويب الخاص بالشركة واسم جهات الاتصال الأساسية ورقم الهاتف وعنوان البريد الإلكتروني الخاص بجهات الاتصال الأساسية.
4. يجب أن يقوم البرنامج بتخزين بياناته في قاعدة بيانات SQLite آمنة على خادم ملفات الشركة.
5. يجب عدم إتاحة إمكانية الوصول إلى المعلومات ما لم يتم تسجيل دخول المستخدم وتسجيل جميع الإجراءات لأغراض التدقيق.

سيتعين عليك القيام بما يلي لتحقيق النجاح:

- تحديد مهام التطوير للمتطلبات الأساسية من خلال إنشاء قوائم أو بطاقات للعمل المطلوب، بما في ذلك تعريف المهام مثل:
  - إنشاء واجهات المستخدم
  - إنشاء أحداث مرتبطة بتفاعلات الواجهة
  - إنشاء طرق للإجراءات المطلوبة
  - ربط الطرق بالأحداث
  - تقدير وقت المطور، بالساعات، لكل مهمة مكلف بها المطور.
- توفير خارطة طريق للإصدار الأولي من البرنامج، والتاريخ المقدر للتسليم فيما يتعلق بباقي المتطلبات.

تابع أهداف التعلم (ب) و(ج)

- اختيار وإعطاء أسباب لغة البرمجة المطلوبة ومنصة التطبيق.
- تطوير التطبيق والتعليق على التعليمات البرمجية الخاصة بك لإظهار استخدام الأدوات والتقنيات التالية التي تغطيها هذه الوحدة.
- اختبار التطبيق وإصلاح أي مشكلات تم العثور عليها من الاختبار وإعادة الاختبار حتى لا تبقى أية مشكلات.
- إنشاء دليل مستخدم لدعم مستخدمي التطبيق الخاص بك باستخدام لقطات الشاشة وأدلة النص أو الفيديو.

يجب أن تتكون محفظة عملك من التصاميم وخطط الاختبار والنتائج والنسخ الإلكترونية من برنامجك. يجب أن يكون لديك دليل على تطبيقك قيد التشغيل في شكل دليل مستخدم.

معايير التقييم أهداف التعلم (ب) و(ج)

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (ب): تصميم برنامج لتلبية متطلبات المستخدم		
B.P3 تصميم برنامج لتلبية متطلبات المستخدم. **B.P4** ابتكار برامج نصوص للاختبار للتأكد من أن البرنامج يستوفي متطلبات المستخدم.	**B.M2** تصميم برنامج باستخدام واجهة مستخدم فعالة. **B.M3** ابتكار مجموعة من الاختبارات لتحديد المخاطر المحتملة، للتأكد من أن البرنامج يستوفي متطلبات المستخدم ووظائفه.	**BC.D2** تصميم وتخطيط وتطوير واختبار برنامج باستخدام مجموعة من أدوات وتقنيات البرامج والتأكد من أنه يلبي متطلبات المستخدم ويعمل على النحو المنشود دون أي أخطاء.
هدف التعلم (ج): تطوير برامج لتلبية متطلبات المستخدم		
C.P5 تخطيط مهام التطوير لبرمجة البرامج. **C.P6** تطوير برمجة البرامج باستخدام تقنيات البرمجة وأدوات التطوير.	**C.M4** تخطيط برمجة البرامج بواجهة مستخدم فعالة وتطويرها، باستخدام التصاميم والتقنيات والأدوات المختلفة لتمكين اختبار متطلبات المستخدم والتأكد من أنها تعمل جيدًا.	**BC.D2** تصميم وتخطيط وتطوير واختبار برنامج باستخدام مجموعة من أدوات وتقنيات البرامج والتأكد من أنه يلبي متطلبات المستخدم ويعمل على النحو المنشود دون أي أخطاء.

نقطة مراجعة

إذا اكتشف المستخدمون الأخطاء بعد صدور الإصدار الأول، فكيف يمكن أن يؤثر ذلك على خارطة الطريق؟

كيف تحدد أولويات المهام بعد الإصدار الأول؟

نصائح

سيساعدك بدء دليل المستخدم الخاص بك أثناء التطوير على تصميم البرنامج من منظور المستخدم. وإذا كان من الصعب توضيح كيفية استخدام البرنامج في الدليل، فربما تكون واجهتك معقدة للغاية؟ فكّر في تبسيط التصميم أو تقليل عدد النقرات لتنفيذ إجراء قياسي أو إضافة مربعات حوار مساعدة إلى واجهة المستخدم للمساعدة.

استكشف المزيد

أعد تطوير التطبيق المقرر استضافته على الويب. يمكن رفع معظم التعليمات البرمجية الوظيفية الخاصة بك إلى مشروع جديد يستهدف الويب. وأضف صفحة تسجيل دخول بمصادقة "ثنائية العوامل" إلى موقع الويب لتعزيز الأمان.

مسرد المصطلحات

C#: لغة في إطار مايكروسوفت للغات البرمجة. وهي تستند إلى لغة C، وهي لغة إجرائية، مع ميزات موجهة نحو الكائنات.

إنترنت الأشياء: "IoT"، عبارة عن تقنية تسمح لنا بإضافة جهاز إلى كائن خامل.

الإجراء: فعل أو طريقة يمكن أن يقوم بها شيء ما. تحدد عبارة "عمر يركب دراجته" الفعل الذي يمكن أن يؤديه عمر.

البت: رقم ثنائي (يمثله 0 أو 1) وأصغر وحدة بيانات يمكن للكمبيوتر معالجتها وتخزينها. يتكون البايت من 8 بت.

الحلقة اللانهائية: جزء من التعليمات البرمجية لا يحتوي على شرط خروج، وبالتالي يتكرر إلى الأبد.

الربع: فترة زمنية ضمن السنة التشغيلية للمؤسسة باستخدام تعريف "أرباع السنة"، على سبيل المثال، يغطي الربع الأول أو Q1 أشهر يناير وفبراير ومارس. ستعطي "نهاية الربع الثاني" وقتًا تقديريًا للتسليم حتى وقت ما خلال شهر يونيو.

الزيادة: تُعرف زيادة الرقم بمقدار واحد بالزيادة. ويمكن كتابة هذا في صورة a = a + 1 or a++. يُعرف ++ بعد المتغير باسم الزيادة اللاحقة.

الفئة: تعريف قالب للطرق والمتغيرات في نوع معين من الكائنات.

القيمة المنطقية: قيمة صواب أو خطأ، يمكن اختصارها إلى "bool".

الكتلة: أسطر التعليمات البرمجية التي تم تجميعها معًا.

المثيل: نسخة من كائن يمكن أن يكون له قيمه الخاصة في المعلمات ولكن لا يزال يعتمد على الكائن الأصلي الخاص به.

المعلمة: سمة أو خاصية أو وصف يعطي تعريفًا لشيء ما. تصف عبارة "عمر ذو شعر بني وعيون خضراء" خاصيتين لعمر.

النقصان: يُعرف تقليل الرقم بمقدار واحد بالنقصان. ويمكن كتابة هذا في صورة a = a – 1 or a--. يُعرف -- بعد المتغير باسم النقصان اللاحق.

النموذج: طريقة لتصنيف الكائنات بناءً على الميزات المشتركة.

باقي القسمة: ينتج قيمة متبقية من قسمة رقمين.

خارطة الطريق: جدول تخطيط رشيق لدعم الأهداف طويلة الأجل والمستقبلية للمشروع.

زائف: شيء مزيف يحاول أن يمر بوصفه الشيء الحقيقي.

عدد صحيح: العدد الصحيح هو رقم صحيح في البرمجة. ولا يمكن أن يحتوي على كسر أو رقم عشري.

قابل للتغيير: شيء قابل للتغيير.

نوع البيانات: سمة تصف جزءًا من البيانات وتخبر جهاز الكمبيوتر بكيفية قراءتها وكتابتها.

Pearson
BTEC

شهادة Pearson BTEC
International من المستوى 2 في مجال

كتاب طالب
الهندسة

الوحدة 31

تقنيات صيانة المركبات

المؤلف: طارق ميخائيل

٢م

كتاب الطالب

تم النشر بواسطة شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد، 80 ستراند، لندن، WC2R 0RL.

www.pearsonschoolsandfecolleges.co.uk

يمكن العثور على نسخ من المواصفات الرسمية لجميع شهادات بيرسون على الموقع الإلكتروني: qualifications.pearson.com

© حقوق التأليف والنشر لعام 2023 محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التحرير بواسطة إنتيغرا

تنضيد الحروف بواسطة إنتيغرا

© حقوق التأليف والنشر للرسومات التوضيحية الأصلية محفوظة لشركة بيرسون إديوكيشن ليمتد

التصوير بواسطة إنتيغرا

الغلاف من تصميم شركة كريتيف مانكي فيجوال ديزاين

نُشرت هذه الطبعة عام 2023

27 26 25 24 23

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

فهرسة المكتبة البريطانية في بيانات النشر

يتوفر سجل كتالوج لهذا الكتاب من المكتبة البريطانية

إشعار حقوق التأليف والنشر

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور بأي شكل أو بأي وسيلة (بما في ذلك نسخه أو تخزينه في أي وسيط باستخدام الوسائل الإلكترونية، سواء بشكل عابر أو عرضي لبعض الاستخدامات الأخرى لهذا المنشور) دون إذن كتابي من مالك حقوق التأليف والنشر، يُتوقع ذلك وفقًا لأحكام قانون حقوق التأليف والنشر والتصاميم وبراءات الاختراع لعام 1988 أو بموجب شروط ترخيص صادر عن وكالة ترخيص حقوق التأليف والنشر، برناردز إن، 86 فيتر لين، لندن EC4A 1EN (www.cla.co.uk). يجب توجيه طلبات الحصول على إذن كتابي لمالك حقوق التأليف والنشر إلى الناشر.

مواقع الويب

لا تتحمل بيرسون إديوكيشن ليمتد المسؤولية عن المحتوى الخاص بأي مواقع إنترنت خارجية. ومن الضروري أن يقوم المعلمون بمعاينة كل موقع ويب قبل استخدامه في الفصل للتأكد من أن عنوان URL لا يزال دقيقًا وملائمًا ومناسبًا. ونقترح أن يقوم المعلمون بوضع إشارة مرجعية على مواقع الويب المفيدة والنظر في تمكين الطلاب من الوصول إليها من خلال الشبكة الداخلية للمدرسة/ الكلية.

ملاحظة من الناشر تنفذ بيرسون عمليات تحرير قوية لضمان دقة المحتوى في هذا المنشور، ويتم بذل كل جهد ممكن لضمان خلو هذا المنشور من الأخطاء. ومع ذلك، ما نحن إلا بشر، وأحيانًا تحدث أخطاء. ولا تتحمل بيرسون المسؤولية عن أي سوء فهم ينشأ نتيجة أخطاء في هذا المنشور، ولكن من أولوياتنا ضمان دقة المحتوى. إذا لاحظت وجود خطأ، فيُرجى التواصل معنا عبر resourcescorrections@pearson.com حتى نتأكد من تصحيحه.

في حين بذل الناشرون قصارى جهدهم لضمان دقة المشورة بشأن التأهيل وتقييمه، فإن المواصفات الرسمية ومواد إرشادات التقييم المرتبطة بها هي المصادر الموثوقة الوحيدة للمعلومات وينبغي الرجوع إليها دائمًا للحصول على إرشادات نهائية.

شكر وتقدير

الصور:

123RF: pavelshlykov، ص. 4 (الشكل 31.4)، Maksym Iaremenko، ص. 12 (الشكل 31.13)، Vereshchagin Dmitry، ص. 17 (الشكل 31.15)، Marcel Derweduwen، ص. 20 (الشكل 31.20)، kurhan، ص. 21 (الشكل 31.25)، Olga Yastremska، ص. 22 (الشكل 31.32)، Bjoern Wylezich، ص. 27 (الشكل 31.40)، costasz، ص. 34 (الشكل 31.56)، Alejandro Duran، ص. 38 (الشكل 31.60)، ensup، ص. 39 (الشكل 31.62)، mw3016chi، ص. 48 (الشكل 31.71)، Rittikrai Namket، ص. 49 (الشكل 31.73)؛ **Pearson Education Ltd:** Studio 8، ص. 8 (الشكل 31.9)، ص. 17 (الشكل 31.16 و 31.17)، ص. 20 (الشكل 31.18)، ص. 21 (الشكل 31.24)، ص. 22 (الشكل 31.31)، ص. 25 (الشكل 31.37)، ص. 26 (الشكل 31.39)، ص. 28 (الشكل 31.42 & 31.43)، ص. 36 (الشكل 31.58)، ص. 37 (الشكل 31.59)، ص. 38 (الشكل 31.61)، ص. 40 (الشكل 31.63)، ص. 49 (الشكل 31.72)، ص. 50 (الشكل 31.74)، ص. 51 (الشكل 31.75 & 31.76)، ص. 52 (الشكل 31.78 & 31.79)، ص. 54 (الشكل 31.81)، ص. 56 (الشكل 31.84)، ص. 57 (الشكل 31.85 & 31.86)، ص. 58 (الشكل 31.87)، ص. 59 (الشكل 31. 88)، Stuart Cox، ص. 11 (الشكل 31.12)، Jules Selmes، ص. 21 (الشكل 31.28)؛ **Pearson Education Asia Ltd:** Coleman Yuen، ص. 42 (الشكل 31.67)؛ **Shutterstock:** Joe Belanger، ص. 1 (الشكل 31.1)، RoClickMag، ص. 3 (الشكل 31.3)، Scharfsinn، ص. 5، Zapp2Photo (الشكل 31.5)، ص. 5 (الشكل 31.6)، Smile Fight، ص. 6 (الشكل 31.7)، ToRyUK، ص. 6 (الشكل 31.8)، industryviews، ص. 8 (الشكل 31.10)، L Barnwell، ص. 10 (الشكل 31.11)، Maksim Vivtsaruk، ص. 15 (الشكل 31.14)، tawatchai lukmanee، ص. 20 (الشكل 31.19)، Bayanova Svetlana، ص. 20 (الشكل 31.21)، Twelve، ص. 20 (الشكل 31.22)، Bruno Dini، ص. 20 (الشكل 31.23)، RomboStudio، ص. 21 (الشكل 31.26)، Kaikoro، ص. 21 (الشكل 31.27)، Myibean، ص. 21 (الشكل 31.29)، R Carner، ص. 21 (الشكل 31.30)، Andrey_Popov، ص. 22 (الشكل 31.33)، Roman Zaiets، ص. 22 (الشكل 31.34)، Phakdee kasamsawad، ص. 23 (الشكل 31.35)، Pawel Radomski، ص. 23 (الشكل 31.36)، qingqing، ص. 26 (الشكل 31.38)، vectorlab2D، ص. 27 (الشكل 31.41)، Mile Atanasov، ص. 32 (الشكل 31.53)، qingqing، ص. 35 (الشكل 31.57)، nayladen، ص. 40 (الشكل 31.64)، EA230311، ص. 65 (الشكل 31.41)، Kyle Lee، ص. 41 (الشكل 31.66)، dzphotogallery، ص. 46 (الشكل 31.69)، Vereshchagin Dmitry، ص. 47 (الشكل 31.70)، safakcakir، ص. 51 (الشكل 31.77)، Fast_Cyclone، ص. 53 (الشكل 31.80)، loraks، ص. 55 (الشكل 31.82)، aarrows، ص. 56 (الشكل 31.83)، Tricky_Shark، ص. 60 (الشكل 31.89)، otomobil، ص. 61 (الشكل 31.90).

© جميع حقوق طبع ونشر الصور الأخرى محفوظة لصالح شركة بيرسون إديوكيشن

الوحدة 31

تقنيات صيانة المركبات

مقدمة

في هذه الوحدة، سوف تدرس كيفية صيانة المركبات. ستتمكن من اختيار واستخدام البيانات والمعلومات والمعدات والمكونات والمواد المناسبة لفحص المركبات وصيانتها.

أهداف التعلم

في هذه الوحدة، سوف تتمكن من:

(أ) تحديد البيانات والمعلومات الخاصة بإجراءات فحص المركبات وصيانتها

(ب) تحديد المعدات والمكونات والمواد لإجراءات فحص المركبات وصيانتها

(ج) تنفيذ إجراءات فحص المركبات وصيانتها واستكمال السجلات

كيف سيتم تقييمك

يتم تقييم هذه الوحدة داخليًا من خلال مواجز واجبات فردية أو متعددة يقدمها لك مقيِّمك. وسيكون عليك تقديم أدلة لإثبات أنك حققت أهداف التعلم. ويمكن تقديم الأدلة الخاصة بك في العديد من التنسيقات، سواء إلكترونيًا أو ورقيًا. يسرد مخطط الدرجات في المواصفات لهذه الوحدة ما يجب عليك القيام به للحصول على درجات النجاح والتفوق والامتياز. ستوجهك أنشطة التقييم في هذه الوحدة خلال المهام التي ستساعدك على تحقيق النجاح.

سيخبرك مُقيِّمك بالشكل الذي ستتخذه تقييماتك بالضبط، ولكن قد يُطلب منك تقديم:

- تقارير مع الرسوم التخطيطية/الصور
- أنشطة الفحص/الصيانة المكتملة
- الصور ومقاطع الفيديو المشروحة.

قد يقوم مُقيِّمك أيضًا بإنتاج سجل مراقبة المتعلم.

الشكل 31.1 مهندس يقوم بصب زيت جديد في محرك المركبة كجزء من إجراءات الصيانة.

هدف التعلم (أ): تحديد البيانات والمعلومات الخاصة بإجراءات فحص المركبات وصيانتها

(أ1) البيانات والمعلومات

بدء النشاط

من خلال العمل في مجموعة صغيرة، ناقش ثم جهّز قائمة بالبيانات والمعلومات الفنية للمركبة المطلوبة للفحص والصيانة. حدد أيضًا المصادر، التي من بينها تفاصيل الصيانة وقيم عزم الربط وقيم الضغط ومتطلبات وزارة النقل ومواصفات المركبة.

المهارات

مهارات التواصل الشخصي:

العمل الجماعي والتعاون:

- العمل الجماعي
- التعاون

القيادة:

- *المسؤولية*

المصطلحات الرئيسية

البيانات: إحصاءات مجموعة معًا للرجوع إليها أو تحليلها.

البيانات الفنية للمركبة وبيانات المركبة الداخلية وعمليات الإصلاح

تتضمن المواصفات الفنية للمركبة البيانات التالية: طراز المركبة، وتاريخ التصنيع، ورمز المحرك، ونوع الوقود، وسعة المحرك، وقوة خرج المحرك (كيلو واط) و(حصان)، واللون، وعدد الأبواب، ونوع ناقل الحركة، وعدد الأسطوانات والصمامات، ومستشعرات الضغط ومستشعرات الحرارة.

منذ عام 1981، استخدمت جميع الشركات المصنعة رقم تعريف المركبة (VIN) الذي يتكون من 17 حرفًا.

- يشير الرقم أو الحرف الأول إلى بلد المنشأ.
- يشير الحرف الرابع و/أو الخامس إلى طراز المركبة.
- يشير الحرف الثامن غالبًا إلى رمز المحرك.
- يشير الحرف العاشر إلى سنة النموذج.

تحديد المركبة

اسم المالك

العنوان

رقم تعريف المركبة

رقم المحرك

رقم الترخيص

كود اللون

كود الكسوة

رقم المفتاح

اسم تاجر البيع

العنوان

تاريخ التسليم

عدد الأميال عند التسليم

كيلومتر (أميال)

استبدال عداد السرعة

التاريخ

اسم الموزع

العنوان

عدد الأميال

كيلومتر (أميال)

اسم الوكيل

ملاحظة

اقرأ هذا الكتيب بعناية واحتفظ به في سيارتك، وقدمه إلى وكيل معتمد عندما تكون صيانة الضمان مطلوبة.

ويجب أن يبقى في سيارتك عند بيعها حتى يعرف المالكون اللاحقون أي تغطية ضمان متبقية.

الشكل 31.2 استمارة تعريف مركبة نموذجية من دليل تعليمات المركبة.

يمكن العثور على رقم تعريف المركبة غالبًا في الزاوية السفلية اليسرى من لوحة القيادة أو الزجاج الأمامي. قد يظهر أيضًا في عدد من المواقع الأخرى، مثل الجزء الأمامي من كتلة المحرك. يعرض الجدول 31.1 رمز البلد، ويعرض الجدول 31.2 رمز سنة الصنع برقم تعريف المركبة.

الشكل 31.3 مثال لرقم التعريف داخل مركبة.

الجدول 31-1 بلد المنشأ

1 = الولايات المتحدة	6 = أستراليا	L = الصين	V = فرنسا
2 = كندا	8 = الأرجنتين	R = تايوان	W = ألمانيا
3 = المكسيك	9 = البرازيل	S = المملكة المتحدة	X = روسيا
4 = الولايات المتحدة	J = اليابان	T = تشيكوسلوفاكيا	Y = السويد
5 = الولايات المتحدة	K = كوريا	U = رومانيا	Z = إيطاليا

الجدول 31.2 جدول سنة الصنع برقم تعريف المركبة (يتكرر النمط كل 30 عامًا)

A = 1980/2010	J = 1988/2018	T = 1996/2026	4 = 2004/2034
B = 1981/2011	K = 1989/2019	V = 1997/2027	5 = 2005/2035
C = 1982/2012	L = 1990/2020	W = 1998/2028	6 = 2006/2036
D = 1983/2013	M = 1991/2021	X = 1999/2029	7 = 2007/2037
E = 1984/2014	N = 1992/2022	Y = 2000/2030	8 = 2008/2038
F = 1985/2015	P = 1993/2023	1 = 2001/2031	9 = 2009/2039
G = 1986/2016	R = 1994/2024	2 = 2002/2032	
H = 1987/2017	S = 1995/2025	3 = 2003/2033	

بيانات المركبة الداخلية

يتم جمع البيانات المسجلة على المركبة، بما في ذلك مستوى الزيت وعدد الدورات في الدقيقة (RPM) للمحرك والمكابح ومستوى الوقود من المستشعرات ونظام الكمبيوتر.

الشكل 31.4 بيانات المركبة الداخلية.

المواصفات الفنية للمركبة

تتضمن المواصفات الفنية للمركبة تفاصيل مثل: معلومات المحرك ونوع ناقل الحركة والأنظمة الكهربائية ونظام الدفع (أمامي أو خلفي) وغيرها الكثير.

المحرّك

المحرك هو القطعة الأهم من المركبة. وتتمثل مهمته في تحويل طاقة الوقود إلى الطاقة الميكانيكية التي تجعل المركبة تتحرك. تتضمن معلومات المحرك:

- التشخيص الكهربائي للمحرك، مثل البطارية والشحن والأسلاك
- التشخيص الميكانيكي للمحرك، مثل الأسطوانة ورأس الأسطوانة.
- المعلومات الخاصة بالمحرك، على سبيل المثال، مواصفات عزم الربط لجميع قطع التثبيت.

المصطلحات الرئيسية

المعلومات: حقائق معالجة ذات غرض ومعنى.

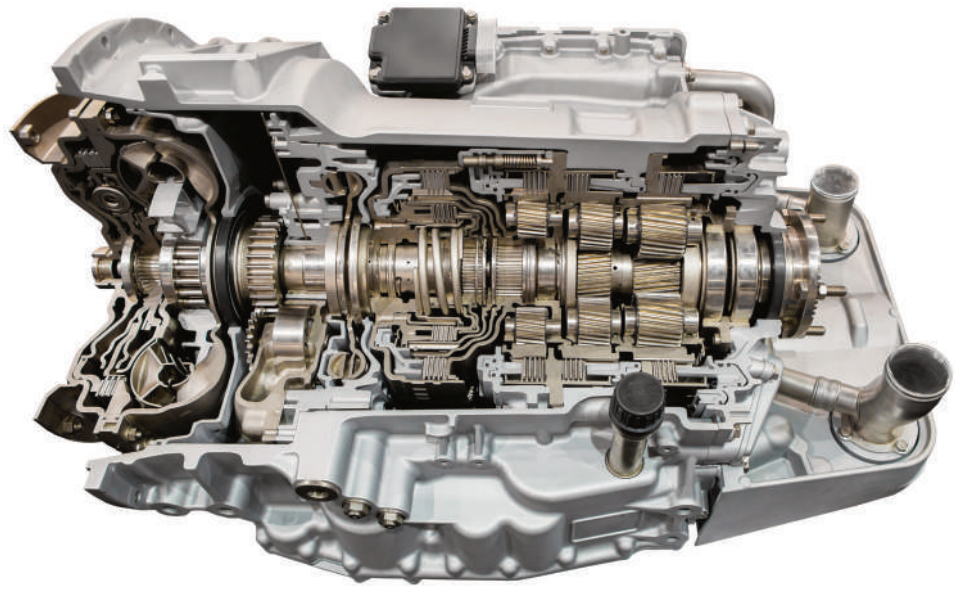
الشكل 31.5 أجزاء المحرك بواسطة الو اقع المعزز.

ناقل الحركة اليدوي والأوتوماتيكي

تحتاج المركبات إلى ناقل حركة لنقل الطاقة من المحرك إلى عمود التدوير للسماح للعجلات بالدوران. وقد يكون ناقل الحركة هذا أوتوماتيكيًا أو يدويًا.

تتضمن المعلومات العامة للنقل ما يلي:

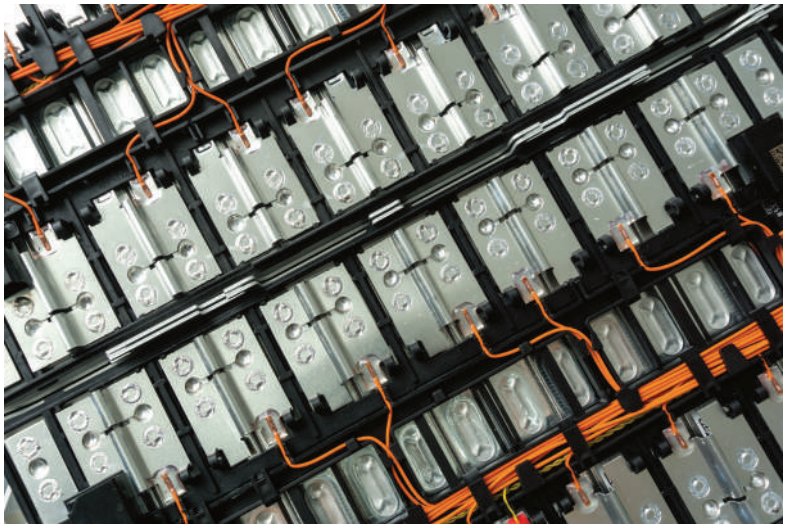
- إجراءات التشخيص، بما في ذلك الفحوصات الأولية وفحوصات مستوى السوائل
- الصيانة العامة، بما في ذلك الكشف عن التسرب وتصحيحه وإجراءات تنظيف سائل التبريد.



الشكل 31.6 ناقل حركة أوتوماتيكي.

تتضمن معلومات الأنظمة الكهربائية في المركبات:

- إجراءات استكشاف الأخطاء وإصلاحها
- إجراءات الإصلاح (إصلاح الأسلاك والموصلات والتوصيلات الطرفية)
- توزيع الطاقة
- التوزيع الأرضي
- تنظيم مواقع المكونات
- تنظيم اتجاهات الأسلاك
- الدوائر الكهربائية الفردية، بما في ذلك تشغيل الدوائر ومخططاتها.



الشكل 31.7 حزمة بطارية الليثيوم ووصلات الأسلاك بمركبة كهربائية

التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

لم تتضمن نماذج المركبات في بداية صناعتها أي سخانات أو طرق أخرى لتوفير الراحة للسائق والركاب. أما اليوم، فمعظم المركبات مجهزة بأنظمة لتكييف الهواء وتتضمن أيضًا أجهزة لإزالة الصقيع وتدفئة مقصورة الركاب؛ غالبًا في منطقتين لتوفير أقصى درجات الراحة للسائق والراكب. تشمل خيارات الراحة الإضافية ذات الصلة اليوم المقاعد المدفأة والمبردة وعجلات القيادة المدفأة. يعتبر تسرب الضغط في سائل التبريد معيارًا مهمًا للتشخيص.

الشكل 31.8 مجموعة مقاييس المشعب - تُستخدم لفحص الضغط والتسريب في نظام تكييف الهواء.

الدفع الأمامي والدفع الخلفي

يعني نظام الدفع الأمامي (FWD) أن العجلات الأمامية تُدار بواسطة المحرك، بينما يعني نظام الدفع الخلفي (RWD) أن العجلات الخلفية هي التي تُدار بواسطة المحرك.

المتطلبات القانونية

تشمل المتطلبات الرئيسية لسلامة المركبات وصلاحيتها للطرق ما يلي:

- الأجزاء والملحقات اللازمة للتشغيل الآمن، مثل مقطورات السلع الزراعية
- أجزاء نظام الفرامل مثل المشغلات ومضابط مدى الحركة والبطانات والوسادات والأسطوانات والأعضاء الدوارة
- لا يمكن أن تكون أبواب الكابينة أو أجزاء الأبواب المستخدمة كمدخل أو مخرج مفقودة أو مكسورة ويجب أن تكون قابلة للتشغيل بشكل كامل
- معدات الطوارئ مثل طفايات الحريق والمصاهر الاحتياطية
- يجب تثبيت جميع أنظمة العادم بشكل آمن على المركبة، ولا يجوز وضعها في مكان يحتمل أن يؤدي فيه إلى حرق أو تلف الأسلاك الكهربائية أو إمدادات الوقود أو أي جزء قابل للاحتراق من المركبة
- يجب ألا يكون إطار أو شاسيه كل مركبة تجارية متصدعًا أو مرتخيًا أو مكسورًا
- تخضع أنظمة الوقود للمركبات التجارية والمعدات المساعدة لاشتراطات تتعلق بالموضعة والتركيب وغيرها من الاشتراطات التي تضمن سلامة السائقين ومستخدمي الطريق الآخرين
- يجب أن تنشط أجهزة الإضاءة مثل مصابيح التوقف عند الضغط على الفرامل
- يجب أن تكون المصابيح والعاكسات مرئية
- لحماية مؤخر المركبة، يجب أن تحتوي كل مركبة على واقيات خلفية أو أجهزة أخرى تمنع مركبة أخرى من الدخول أسفلها
- يجب أن تكون المركبات مجهزة بالمقاعد وتركيبات حزام الأمان ومثبتات حزام الأمان وأنظمة تحذير حزام الأمان والمواصفات الأخرى التي تنظم حماية الركاب من حوادث التصادم
- يجب أن تكون عجلات القيادة آمنة ولا تحتوي على أي مكابح متصدعة أو مفقودة
- يجب أن تكون جميع مكونات نظام التعليق سليمة من الناحية الهيكلية وفي حالة تشغيلية آمنة مثل المحاور والنوابض اللولبية والقضبان الالتوائية والنابض الصفائحي
- يجب أن تفي الإطارات على المركبات بمعايير السلامة، بما في ذلك قيود التحميل وضغط النفخ.

المصطلحات الرئيسية

النوابض: قضبان فولاذية مثنية في ملف مرن يستخدم لامتصاص قوى الصدمة.

نشاط

مستخدمًا أي مركبة تابعة لأحد أفراد عائلتك أو أصدقاء العائلة، استخرج المعلومات التالية:

1. رقم تعريف المركبة يوضح بلد المنشأ وسنة الموديل وموديل المركبة
2. البيانات الفنية للمركبة
3. جداول الفحص والصيانة.

هل تعلم؟

يعتمد عزم الربط على حجم المسمار وما إذا كان ديناميكيًا أم ثابتًا. ويوصى دائمًا بإحكام ربط المسامير وفقًا لقيم الشركة المصنعة للمركبة. على سبيل المثال، بالنسبة لمسامير العجلات، تحدد معظم المركبات عزم ربط بين 108 و135 نيوتن متر (80 و100 رطل-قدم).

الشكل 31.9 فني يشد العجلة بمفتاح عزم.

سجلات فحص المركبات وتعليمات العملاء

سجل عمليات الصيانة السابقة للمركبة

في كل مرة يقوم فيها الفني بأعمال الصيانة، يصنع سجلًا بما قام به ويحتفظ به في ملف لسنوات. يمكن لورش أو أقسام الصيانة الاحتفاظ بسجل صيانة على نظام ورقي أو نظام قائم على السحابة، والذي يكون له بعض المزايا. عند العمل على مركبة ذات مشكلة غير معتادة أو متكررة أو متقطعة، سيراجع فني الصيانة الخبير سجل صيانة المركبة. وفي كثير من الأحيان، قد تكشف عمليات الإصلاح السابقة عن سبب المشكلة الحالية، أو قد تكون المشكلة متصلة بنفس الدائرة أو القطع.

الشكل 31.10 فني يستمع إلى تعليمات العميل.

نشاط

احصل على نسخة من سجل الفحص/الصيانة الخاص بمركبة أحد أفراد الأسرة أو صديق العائلة. ناقش في مجموعة الجوانب المختلفة المتعلقة بتاريخ صيانة المركبات، على سبيل المثال أنشطة الصيانة الضرورية التي تم تنفيذها خلال السنوات الثلاث الماضية.

دليل المالك:

قال العديد من الفنيين المحترفين في مجال السيارات ومستشاري الصيانة إن عددًا قليلاً من مالكي السيارات يقرؤون بالفعل دليل المالك. تتضمن معظم أدلة المالك كل التفاصيل التالية أو معظمها:

- كيفية إعادة تشغيل مصباح تنبيه الصيانة
- المواصفات، مثل لزوجة الزيت المطلوبة والكمية باللترات (الكوارتات)
- ضغط الإطارات وأحجام الإطارات القياسية والاختيارية
- برنامج للصيانة الروتينية لجميع السوائل، بما في ذلك سائل التبريد و**سوائل الفرامل** و**سوائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي** و**سوائل مجموعة التروس التفاضلية**
- كيفية استخدام النوافذ الكهربائية وأقفال الأبواب، وكذلك جهاز التحكم عن بعد
- كيفية إعادة ضبط نظام مراقبة ضغط الإطارات بعد تغيير مواقع الإطارات.

متطلبات السلامة والمتطلبات القانونية

السلامة ليست مجرد كلمة مكتوبة على ملصق في منطقة العمل، فالمركبات كبيرة وثقيلة وبها الكثير من الأجزاء المتحركة الميكانيكية والأنظمة الكهربائية والإلكترونية. ويمكن صيانة المركبة بأمان وفعالية في البيئة المناسبة، ولكن يمكن أن تكون صيانة المركبة في بيئة غير مناسبة أمرًا خطيرًا للغاية.

تحتوي جميع المركبات الكهربائية على أنظمة كهربائية عالية الجهد تتراوح عادةً من 100 إلى 600 فولت. يتم تغليف حزم البطاريات الخاصة بها في أغلفة محكمة الغلق وتفي بمعايير الاختبار التي تُعرِّض البطاريات لظروف مثل الشحن الزائد والاهتزاز ودرجات الحرارة القصوى والدارات القصيرة والرطوبة والحريق والاصطدام والغمر في الماء. ويصمم المصنعون هذه المركبات بخطوط كهرباء معزولة عالية الجهد وميزات أمان تعمل على تعطيل النظام الكهربائي عندما تكتشف تصادمًا أو دائرة كهربائية قصيرة.

هل تعلم؟

الإصابات والأمراض الخمسة الأكثر شيوعًا وكيفية تخفيفها في ورشة إصلاح السيارات هي:

الجدول 3-31 الحد من الأمراض والإصابات

نوع المرض/الإصابة	طرق لتقليل مخاطر المرض/الإصابة
إجهاد العضلات والتوائها وتمزقها	يجب أن يستغرق الفنيون بضع دقائق كل صباح للقيام ببعض تمارين الإحماء لمنع هذه الإصابات
إصابات العين	يجب على الفنيين ارتداء نظارات السلامة الخاصة بهم
الحروق الكيميائية	يجب على الفنيين فحص الحاويات المتواجدة حول الورشة بشكل روتيني للتأكد من عدم وجود تسرب أو تلف
فقدان أحد الأطراف أو أصابع اليدين/القدمين	يجب تدريب الفنيين على تعليمات التشغيل وتركيب الواقيات وارتداء معدات الحماية عند تشغيل الأدوات الكهربائية
الانزلاق والتعثر والسقوط	يجب على الفنيين التأكد من أن الأرضية نظيفة وجافة

المصطلحات الرئيسية

سائل التبريد: الخليط السائل الموجود في نظام تبريد المحرك.

سائل الفرامل: يستخدم في النظام الهيدروليكي لتشغيل الأسطوانة التابعة الموجودة على المبيت الناقوسي.

سائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي: زيت عالي الجودة يحتوي على إضافات تقاوم الأكسدة وتمنع تكوين الصدأ وتسمح للسائل بالتدفق بسهولة في جميع درجات الحرارة.

مجموعة التروس التفاضلية: الزيت الذي يقوم بتشحيم المكونات الداخلية لمجموعة التروس التفاضلية، مثل مجموعة الحلقة والترس، بحيث لا تبدأ مجموعة التروس التفاضلية في الانسحاق مسببة مشاكل كبيرة.

اللزوجة: مقاومة التدفق. يتمتع الزيت ذو اللزوجة العالية بمقاومة أعلى للتدفق.

مواضيع ذات صلة

تغطي الوحدة 1 "العمل بأمان وفعالية في الأنشطة الهندسية" المتطلبات القانونية ومعدات الحماية الشخصية (PPE). هناك العديد من الأنواع المختلفة من معدات الحماية الشخصية المستخدمة لحماية مناطق مختلفة من الجسم من المخاطر المحتملة.

الشكل 31.11 بعض معدات الحماية الشخصية المستخدمة في الورشة.

نصائح السلامة

- تخلص دومًا من أقمشة الورش المزيتة في حاوية مغلقة لمنع نشوب حريق، إذ يمكن أن يتسبب رمي الأقمشة المزيتة معًا على الأرض أو طاولة العمل في حدوث تفاعل كيميائي يمكن أن يشعل القماش حتى بدون لهب مكشوف، وهذا في ظاهرة تسمى "الاشتعال التلقائي".
- الاستخدام غير السليم لفوهة الهواء يمكن أن يسبب العمى. يجب تقليل الهواء المضغوط إلى أقل من 30 رطل لكل بوصة مربعة (حوالي 2 بار).
- إذا تم استخدام فوهة الهواء لتجفيف الأجزاء أو تنظيفها، فتأكد من توجيه تيار الهواء بعيدًا عن أي شخص آخر في منطقة الورشة.

يحتاج الفنيون إلى اتباع قواعد الورشة التالية.

- لا تعمل أبدًا بمفردك واطلب المساعدة عند تحريك الأشياء الثقيلة أو رفعها.
- تجنب الملابس الفضفاضة أو الشعر السائب، وارتدِ القفازات المناسبة.
- انزع جميع المجوهرات قبل القيام بأعمال الصيانة.
- ابتعد عن الأجزاء المتحركة من المركبة العاملة.
- وطِّد معرفتك بالمواد الكيميائية الخطرة.
- احتفظ بمواد التنظيف المناسبة.
- لا تنزل أبدًا تحت مركبة غير مرفوعة إلى الارتفاع الصحيح.
- تأكد من سهولة الوصول إلى مطفأة الحريق.
- احتفظ بمجموعة أدوات الطوارئ في متناول يدك.
- راجع دليل مالك المركبة لمعرفة قواعد السلامة المحددة.

المصطلحات الرئيسية

مجموعة أدوات الطوارئ: لوازم إسعافات أولية لعلاج الجروح والخدوش والأوجاع والآلام الشائعة.

نصائح

السلوك المهني في الورشة أمر لا بد منه.

لكي تحظى بتقدير كفني صيانة محترف ومن أجل السلامة، تصرف دومًا بطريقة احترافية. وتشمل هذه السلوكيات، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلي.

- أظهر الاحترام للفنيين والموظفين الآخرين.
- تجنب المزاح الخشن أو المقالب.
- تصرف كما لو أن العميل يراقب سلوكك دائمًا لأن هذا هو الحال غالبًا.

لوائح مراقبة المواد الخطرة على الصحة والجوانب البيئية

لوائح مراقبة المواد الخطرة على الصحة (COSHH) هو قانون بريطاني ينص على التحكم الكافي في التعرض للمواد التي تسبب اعتلال الصحة في مكان العمل. وسيكون لدى معظم البلدان لوائح مكافئة خاصة بها. يجب على المستخدم تخزين مواد النفايات الخطرة بشكل صحيح وآمن وأن يكون مسؤولاً عن نقل هذه المواد حتى وصولها إلى موقع التخلص من النفايات الخطرة المعتمد.

الشكل 31.12 ملصق على الحائط يعرض معلومات السلامة للمواد الخطرة.

نشاط

التعامل مع المواد الخطرة أمر خطير للغاية. ابحث في القانون (المكافئ للوائح مراقبة المواد الخطرة على الصحة في المملكة المتحدة) في بلدك حول كيفية التعامل مع المواد الخطرة.

أنواع نفايات المركبات هي:

- البطاريات وأحماضها
- مبردات وزيوت تكييف الهواء
- نفايات الطلاء ومنتجات معالجة بدن السيارة
- مذيبات تنظيف الأجزاء والمعدات
- الأحماض الخفيفة التي تستخدم لتنظيف المعادن وإعدادها
- نفايات الزيوت وسوائل تبريد المحرك ومضادات التجمد
- فلاتر زيت المحرك.

يتحمل صاحب العمل مسؤولية وضع *أوراق بيانات سلامة المواد* في منطقة تخزين النفايات الكيميائية حيث يمكن لجميع الموظفين الوصول إليها. وتوفر هذه المستندات المعلومات التالية حول المواد الخطرة:

- اسم المادة الكيميائية
- الخصائص الفيزيائية
- معدات المناولة الواقية
- مخاطر الانفجار/الحريق
- المواد غير المتوافقة
- المخاطر الصحية
- الحالات الطبية التي تتفاقم بسبب التعرض
- إجراءات الطوارئ والإسعافات الأولية
- المناولة الآمنة وإجراءات التكامل مع الانسكاب/التسرب.

الشكل 31.13 رسم توضيحي لتخزين النفايات الكيميائية.

هل تعلم؟

مستخدمو المواد الخطرة مسؤولون عن المواد الخطرة من الوقت الذي تصبح فيه نفايات حتى اكتمال التخلص المناسب من النفايات.

المصطلحات الرئيسية

الشحم: زيت مع مثخن.

محاذاة العجلات: مرحلة من الصيانة القياسية للمركبة تتكون من ضبط زوايا العجلات وفقًا لمواصفات الشركة المصنعة للسيارة.

الصواميل والمسامير الحلقية: تُستخدم لتأمين النابض الصفائحي بمقطورتك.

جداول الصيانة/الفحص وأسباب استخدامها على المركبات

هناك حاجة إلى الصيانة/الفحص الدوري للحفاظ على المركبة في حالة تشغيلية جيدة. يتم فحص نفخ الإطارات، والبطارية، والمكابح، والقابض، ولون الدخان، ونظام بدء التشغيل، ونظام الإشعال، والمصابيح بشكل دوري.

هناك أشياء معينة تتطلب الصيانة أو الفحص في أوقات مختلفة. فيمكن أن تحدث الصيانة يوميًا أو أسبوعيًا أو شهريًا أو ربع سنويًا أو نصف سنويًا أو سنويًا. وتعد جداول الصيانة التالية أمثلة جيدة تغطي أهم الجوانب، ولكن تجدر الإشارة إلى أن عمر المركبات التي قد تقوم بصيانتها يمكن أن يتراوح من بضعة أشهر إلى عدة عقود. تم تحديث القطع القياسية على مر السنين، مثل استبدال الدينامو بمولدات التيار والمكربنات بأنظمة حقن الوقود. وشرعت أنظمة القيادة الكهربائية أيضًا في استبدال كل أنظمة الاحتراق في المركبات أو أجزاء منها. وهذا هو السبب في أنه من المهم جدًا التحقق من جداول الصيانة المحددة للمركبات التي تعمل عليها.

الصيانة اليومية

يُستحسن القيام بما يلي يوميًا:

- نظف المركبة
- تحقق من مستوى زيت المحرك وقم بتزويده
- تحقق من مستوى ماء الراديياتير وقم بتزويده
- افحص مستوى الضغط بالإطارات
- تحقق من وجود وقود في الخزان
- تحقق من مصابيح الطقس والملحقات الكهربائية
- تحقق من الفرامل من أجل الأداء الطبيعي
- شغِّل المحرك وتحقق من الأداء.

الصيانة الأسبوعية

يُستحسن القيام بما يلي أسبوعيًا:

- نظِّف أطراف البطارية وشحِّمها لتجنب التآكل
- افحص الإطارات بحثًا عن علامات التآكل غير الطبيعي وصحح محاذاة العجلات إن لاحظت تآكلًا غير طبيعي
- تفقد مستويات سائل الفرامل والقابض وزوِّده عند اللزوم
- اغسل المركبة بالماء الممزوج بمنظف أو بالماء والصابون
- تحقق من تسرب الزيت من ناقل حركة المحرك ومجموعة التروس التفاضلية، وصححه عند اللزوم
- إذا كانت المركبة تعمل بالبنزين، فقم بتنظيف شمعات الإشعال وتجديدها
- أحكِم ربط مسامير الوصل ومسامير المحور
- أحكِم ربط النابض والمسامير والصواميل ذات الحلقة، عند اللزوم
- اضبط حركة سير المروحة، إذا لزم الأمر
- افحص مضخة المياه وكوب التشحيم وقم بإصلاحهما عند اللزوم
- تحقق مما إذا كان مولد التيار يعمل بشكل جيد واضبط المنظم عند اللزوم
- افحص الزيت في صندوق تروس التوجيه وقم بتزويده عند اللزوم.

الصيانة الشهرية

يُستحسن القيام بما يلي شهريًا:

- قم بصيانة المركبة في تاريخ مناسب
- تحقق من تشغيل الفرامل واضبطها
- تحقق من تشغيل القابض واضبطه
- تحقق من تغيير زيت المحرك بالأميال المناسبة
- افحص المركبة (العاملة بالبنزين) واضبطها
- أحكِم ربط صندوق تروس المحرك ومسمار تثبيت الهيكل
- قم بإزالة جميع العجلات وافحص أسطوانة الفرامل ولقم الفرامل وما إلى ذلك
- افحص جميع محامل العجلات وأزل الشحوم القديمة واستبدلها بشحوم جديدة.

الصيانة الربع سنوية

يُستحسن القيام بما يلي كل ثلاثة أشهر:

- فك مسامير الجزء العلوي وافحصها عند اللزوم (الحشوة المطاطية)
- انفخ الفواصل واضبطها
- اضبط توقيت الاشتعال بالمحرك
- افحص حركة الدواسة وأعد ضبطها
- افحص أنصال التركيب وجددها
- أثناء الصيانة، قم بتغطية دبوس القياس وتنظيفه عند اللزوم (النابض الصفائحي)
- تحقق من تسريب زيت بنظام التوجيه وقم بتشغيله وإعادة ضبطه، عند اللزوم
- إذا كان المحرك يعمل بالديزل، فقم بإصلاح الحواقن

يجب تنفيذ جميع العناصر المذكورة في جدول الصيانة الشهري أثناء الصيانة الفصلية أيضًا.

الصيانة/الفحص حسب الأميال المقطوعة

بعض عمليات الصيانة تكون مطلوبة في مراحل مختلفة، اعتمادًا على الأميال المقطوعة. يحتوي دليل المالك على أعمال الصيانة المجدولة المطلوبة حسب الأميال المقطوعة. وهذا يختلف من مركبة إلى أخرى. على سبيل المثال، يمكن أن تدوم زيوت المحرك ما بين 5000 و7000 ميل، في حين أن بعض زيوت المحرك النقية مصممة لتدوم ما بين 7000 و10000 ميل. ويحدد نوع القيادة متى تتغير احتياجات الزيت، على سبيل المثال: القيادة في حركة المرور الكثيفة أو الخفيفة، أو الرحلات القصيرة أو الطويلة.

فيما يلي بعض الأمثلة للصيانة النموذجية والفحص/المراحل الرئيسية.

لكل 3000 ميل:

- افحص جميع السوائل
- افحص ضغط الإطارات.

لكل 5000 ميل:

- قم بتبديل مواقع الإطارات وإعادة توازنها
- افحص فلتر الهواء واستبدله عند اللزوم.

لكل 6000 ميل:

- افحص جميع المصابيح الخارجية والداخلية والمصابيح الأمامية وإشارات الانعطاف ومصابيح الفرامل واستبدلها عند اللزوم
- افحص ريَش الماسحات واستبدلها عند اللزوم.

لكل 15000 ميل

- استبدال فلتر الهواء
- افحص وسادات الفرامل واستبدلها عند اللزوم.

لكل 30000 ميل:

- استبدل فلتر الوقود
- افحص سائل تبريد الراديياتير
- افحص جميع السيور والخراطيم
- افحص مكونات التعليق
- افحص نظام تكييف الهواء
- افحص سائل نظام التوجيه المعزز
- افحص عمر المداس المتبقي للإطارات واستبدلها عند اللزوم.

لكل 50000 ميل:

- افحص ناقل الحركة الأوتوماتيكي واستبدل سائل وفلتر ناقل الحركة
- افحص البطارية وابحث عن علامات التسرب واختبرها للتأكد من أنها لا تزال تقبل إعادة الشحن
- بالنسبة لمحركات البنزين، افحص نظام الإشعال، بما في ذلك شمعات الإشعال وأسلاكها ومولد التيار.

لكل 60000 ميل:

- نفِّذ جميع عمليات الصيانة والفحوصات الخاصة بمسافة 30000 ميل (وأقل)
- استبدل جميع الخراطيم والسيور.

لكل 100000 ميل:

- نفِّذ جميع إجراءات الصيانة المذكورة أعلاه.

يتم إجراء الفحص/الصيانة المجدولة من أجل:

- خفض تكاليف التشغيل
- إبقاء المركبة في حالة تشغيلية جيدة
- تقديم ملاحظات للمصنعين لتحسين منتجاتهم
- الالتزام بالمتطلبات القانونية لتشغيل المركبة.

بيانات الصيانة

أجهزة تشخيص الأعطال المحمولة

تكتشف أجهزة تشخيص الأعطال المحمولة أعطال نظام التحكم الإلكتروني في المركبات على الفور. ويعرض جهاز التشخيص معلومات الأعطال على شاشة LCD، مما يساعد في تحديد مصدر المشكلة وطبيعتها.

نظام تشخيص الأعطال المُثبَّت بالمركبة

نظام تشخيص الأعطال المُثبَّت بالمركبة (OBD) هو نظام كمبيوتر داخل المركبة يتتبع أدائها وينظمه. ويقوم هذا النظام بجمع المعلومات من شبكة من المستشعرات داخل المركبة، مثل عدد دورات المحرك في الدقيقة (RPM) ودرجة حرارة المحرك ومستوى الوقود وما إلى ذلك.

دليل صيانة المركبات في الورشة (دليل مالك المركبة)

لصيانة وإصلاح مركبة معينة، يعد دليل المالك المرجع الأكثر فائدة.

فكر مليًا

فكر في أنشطة الصيانة التي يمكنك القيام بها.

هل قمت بتغيير الإطار (العجلة الاحتياطية)؟

هل اختبرت ضغط الإطارات؟

هل فحصت حالة البطارية (الحالة المادية وحالة الشحن)؟

هل فحصت زيت المحرك الجديد؟

هل فحصت سائل الفرامل؟

هل فحصت تعبئة الوقود/الشحنة الكهربائية للمركبة الكهربائية؟

الشكل 31.14 نوع من أجهزة تشخيص الأعطال المحمولة.

هل تعلم؟

خلال الثمانينيات، بدأت معظم شركات تصنيع المركبات في تجهيز مركباتها بأنظمة تحكم كاملة الوظائف قادرة على تنبيه السائق بأي عطل والسماح للفنيين باسترداد الرموز التي تحدد أخطاء الدارة.

وعلى الرغم من أن دليل المالك قد يبدو غالبًا ضخمًا ومعقدًا ومخيفًا، إلا أنه يجب على مالكي المركبات والفنيين التعرف عليه وتوطيد معرفتهم به. تتباين المركبات فيما بينها، ودليل المالك الخاص بكل موديل هو مرجع مفيد للصيانة. يوجد بدليل المالك مخطط صيانة يقدم معلومات مثل وقت تغيير الزيت، وتبديل مواقع الإطارات، واستبدال فلتر الهواء، وفحص غطاء الوقود وخطوطه، وتغيير السوائل الأخرى (سائل ناقل الحركة، وما إلى ذلك) ومشكلات الصيانة الأخرى. ربما تتطلب كل مركبة متطلبات صيانة مختلفة عند 30000 و90000 و150000 ميل وعلى فترات أخرى كما هو موضح على وجه التحديد في دليل المالك. ويمكنك مقارنة تغطية المواصفات عبر الإنترنت بالأدلة الورقية.

نشرات الصيانة الفنية (TSB)

عندما يتم إبلاغ الشركة المصنعة للمركبة بسلسلة من المشكلات غير المتوقعة، فإنها تصدر نشرات الصيانة الفنية (TSBs)، التي تحتوي على إجراءات الإصلاح الموصى بها. وبالإضافة إلى تغطية خطوط إنتاجية بأكملها، يمكن أن تكون هذه النشرات خاصة بمركبة بعينها أو عامة بطبيعتها وتوفر تفصيلًا خطوة بخطوة لعملية الإصلاح المحددة.

دراسة حالة

بعد شراء مركبة Pontiac® Vibe® مستعملة، أبلغ المشتري أنه يُضطر إلى إعادة ضبط نظام تثبيت السرعة عند قيادة المركبة بسرعة أقل من 40 كم/ساعة. تمكن فني الصيانة من التأكد من حدوث ذلك بالفعل، لكنه لم يكن متأكدًا مما إذا كانت هذه الميزة قياسية بالسيارة أم لا. ووجد الفني أن هذه المركبة كانت مصممة للعمل بهذه الطريقة بعد الرجوع إلى تعليمات المالك. صُممت أنظمة تثبيت السرعة في سيارات Toyota® بحيث تتوقف عن العمل عند هبوط السرعة تحت 40 كم/ساعة، على عكس أنظمة تثبيت السرعة الأخرى، مما يستلزم إعادة ضبط السائق للسرعة المستهدفة. وبالتالي، لا يمكن فعل أي شيء لمعالجة مشكلة العميل، والتقط الفني بعض المعلومات الجديدة.

تعليمات العميل

موظف استقبال السيارات مسؤول عن التواصل مع العملاء بطريقة احترافية وودية وفعالة. ويمكن اتباع التعليمات التالية عند التعامل مع تعليمات العميل:

- احصل على جميع التفاصيل قبل اقتراح القرار
- حدد ما إذا كان بإمكانك إيجاد حل *وسط* مع العميل
- تعلم متى وكيف تعتذر في مهنة مستشار الصيانة
- دوِّن الملاحظات إن كان يجب تصعيد الشكوى إلى الإدارة العليا.

دراسة حالة

زار أحد العملاء الورشة وكان يشكو من تسرب الزيت. أبلغ موظف الاستقبال الفني بالمشكلة. ونصح الفني بأن هذا قد يكون للأسباب التالية:

- مستوى الزيت مرتفع للغاية
- موانع تسرب الزيت تالفة
- سدادة التصريف مرتخية.

قام بمعاينتها بصريًا، ولاحظ أن سدادة التصريف كانت مرتخية. فأحكم ربطها، وتم حل المشكلة ببساطة.

(أ2) إجراءات الفحص والصيانة لمركبات محددة

فحص النظام

إمكانية صيانة المكونات

يجب تركيب المركبات على رافعة للصيانة. تتيح الرافعات ثنائية العمود أو أحادية العمود رفع المركبة مع كون عجلاتها حرة الحركة وهي الأفضل لجميع ظروف العمل لأنها تتيح فحص وإصلاح محاور العجلات، مع السماح أيضًا بالعمل على الفرامل والمحركات بسهولة.

يوصى بإجراء بعض الفحوصات المهمة لصيانة أفضل، منها على سبيل المثال:

- استخدام أغطية واقية على عجلة القيادة والمقاعد والأرضيات قبل صيانة المركبة
- فحص مستوى سائل الفرامل بانتظام؛ فيجب أن يكون عند خط maximum (الحد الأقصى) المدون على جانب الأسطوانة الرئيسية
- تغيير زيت المحرك بشكل أسرع من المعتاد إذا كانت المركبة تعمل في ظروف قاسية، مثل القيادة من نوع التوقف والانطلاق في المدينة
- قطع نهاية الخرطوم لمنع التلف المحتمل للراديياتير أو قلب السخان عند استبدال أي راديياتير أو خرطوم سخان
- الحرص دومًا على استخدام سائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي المحدد (ATF) عند تزويد السائل أو تغييره؛ إذ يمكن أن يؤدي استخدام النوع الخاطئ منه إلى خشونة في نقل الغيارات أو التسبب في اهتزاز عند نقلها
- فحص ضغط الإطارات عندما تكون الإطارات باردة، ونفخها إلى مستوى الضغط المحدد على بطاقة الباب أو في دليل المالك
- تبديل مواقع الإطارات وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة
- إحكام ربط العجلات بمفتاح العزم إلى عزم الربط المناسب
- تنظيف جميع وصلات التشحيم قبل استخدام مسدس التشحيم
- افحص عمق فرزات الإطارات
- قياس الانبعاثات باستخدام جهاز تحليل الغاز
- قياس كفاءة الفرامل.

الشكل 31.15 رفع مركبة في الورشة.

الشكل 31.16 تغطية المقعد.

الشكل 31.17 تغطية عجلة القيادة.

الصيانة تعني الحفاظ على عمل جميع أنظمة وميزات المركبة قدر الإمكان وفقًا لمواصفات التصميم الأصلية للشركة المصنعة. وتساعد الصيانة المركبة على بدء التشغيل والسير والتوقف حسب رغبة الشركة المصنعة، كما تساعد على تحقيق أقصى قدر من الأداء والموثوقية وعمر الخدمة.

الصيانة الدورية أو الصيانة المجدولة (الصيانة الروتينية للمركبة)

يقوم الفنيون بإجراء الصيانة الروتينية للمركبة على فترات زمنية محددة مسبقًا أو بالأميال لتجنب تعطل المركبة. ويشتمل دليل المالك على التفاصيل الكاملة للفحص والصيانة المجدولة، مثل تغيير زيت المحرك وسائل التبريد والسيور بناءً على الوقت وعدد الأميال.

صيانة الأعطال (إصلاح أعطال المركبة)

لا يقوم الفنيون بصيانة الأعطال أو أعمال الإصلاح إلا بعد تعطل المركبة: عندما تصبح المركبة متوقفة عن الحركة بسبب الأعطال التي تحدث أثناء التشغيل. وقد تكون هذه الأعطال عبارة عن أعطال في الكهرباء أو المكربن/حاقن الوقود أو إمدادات الوقود، أو ارتفاع ف درجة الحرارة أو تلف في سيور المراوح أو نظام الفرملة أو بسبب الحوادث. توضح الأمثلة التالية بعض عمليات الفحص البسيطة واستبدال المكونات المكسورة.

استبدال النوابض اللولبية المكسورة

يمكنك بسهولة استبدال النوابض اللولبية في الخلف في كل من المركبات ذات الدفع الأمامي وذات الدفع الخلفي. يتضمن الإجراء الخطوات التالية:

1. ارفع المركبة بأمان على الرافعة.
2. ادعم مجموعة المحور الخلفي بحوامل أمان طويلة.
3. فك كلتا العجلتين الخلفيتين.
4. فك مسامير/صواميل التثبيت الخاصة بممتص الصدمات السفلي وافصل ممتص الصدمات عن مجموعة المحور الخلفي.
5. اخفض مجموعة المحور الخلفي ببطء إما عن طريق خفض ارتفاع حوامل الأمان القابلة للتعديل أو زيادة ارتفاع المركبة على الرافعة.
6. اخفض المحور الخلفي بما يكفي لإزالة النوابض اللولبية.

نشاط

احصل على دليل المالك لمركبة أحد أفراد عائلتك أو صديق العائلة. قم باستخراج ما لا يقل عن ثلاثة أنشطة فحص/صيانة مجدولة بناءً على الأميال المقطوعة - يمكن أن يكون هذا عند 1000 و5000 و10000 ميل أو كيلومتر. ما المكونات/المواد التي يجب استبدالها في كل منها؟

افحص ريشة الماسحة واستبدلها

يمكنك فحص ريشة الماسحة أو تركيبة ريشة الماسحة، واستبدالها باتباع الخطوات التالية:

1 ضع مفتاح الإشعال في وضع on (تشغيل).

2 ضع مفتاح الماسحة في وضع on (تشغيل)، وشغِّل الماسحات.

3 عندما تصل الماسحات إلى مكان يسهل الوصول إليه، ضع مفتاح الإشعال في وضع off (إيقاف)، وينبغي أن تتوقف الماسحات.

4 انزع التركيبة أو الذراع بالكامل وفقًا للتعليمات الموجودة على حزمة ريشة ماسحة الزجاج الأمامي البديلة.

5 بعد الفحص مرتين من توصيل الماسحة بإحكام، ضع مفتاح الإشعال في وضع on (تشغيل).

6 ضع مفتاح الماسحة في وضع off (إيقاف) واسمح للممسحات بالوصول إلى موضع الركن. تحقق من التشغيل السليم.

تسرب الزيت

يمكن أن يؤدي تسرب الزيت إلى تلف شديد للمحرك إذا لم يتم تصحيح مستوى الزيت المنخفض الناتج. إلى جانب التسبب في حدوث فوضى زيتية في مكان وقوف المركبة، يمكن أن يتسبب تسرب الزيت في حدوث دخان أزرق تحت غطاء المحرك حيث يتساقط الزيت المتسرب على نظام العادم. وغالبًا ما يكون العثور على موقع تسرب الزيت أمرًا صعبًا. وللمساعدة في العثور على مصدر تسرب الزيت، اتبع هذه الخطوات.

1 نظف المحرك أو المنطقة المحيطة بتسرب الزيت المشتبه به. استخدم رذاذ الماء الساخن عالي الضغط لغسل المحرك. أثناء تشغيل المحرك، قم برش كامل المحرك وحجرة المحرك. تجنب ترك الماء يتلامس بشكل مباشر مع البطارية أو مدخل الهواء أو موزع الإشعال أو حاقن الوقود أو ملف (ملفات) الإشعال.

ثمة طريقة بديلة تتمثل في رش مزيل الشحوم على المحرك، ثم بدء تشغيل المحرك وتركه يعمل حتى يسخن. تساعد حرارة المحرك مزيل الشحوم على اختراق الشحوم والأوساخ. استخدم خرطوم مياه لشطف المحرك وحجرة المحرك.

2 إذا كان تسرب الزيت غير مرئي أو يبدو أن الزيت يأتي من أماكن متعددة، استخدم بودرة التلك البيضاء. وسيظهر الزيت المتسرب كمنطقة داكنة على المسحوق الأبيض.

3 يمكن إضافة صبغة الفلورسنت إلى زيت المحرك. أضف حوالي 2/1 أوقية (15 سم مكعب) من الصبغة لكل 5 كوارتات (5 لتر) من زيت المحرك. قم بتشغيل المحرك واتركه يعمل لمدة 10 دقائق تقريبًا حتى تتوزع الصبغة جيدًا في جميع أنحاء المحرك. يمكن بعد ذلك عرض ضوء أسود حول كل موقع تسرب مشتبه به للزيت. سيُظهر الضوء الأسود بسهولة جميع مواقع تسرب الزيت لأن الصبغة ستظهر كمنطقة صفراء/خضراء ساطعة.

المصطلحات الرئيسية

الضوء الأسود: مصباح يصدر ضوءًا فوق بنفسجي طويل الموجة (UV-A) وقليل جدًا من الضوء المرئي

مراجعة ما تعلمته ✓

لقد تعرفت على بيانات ومعلومات المركبة اللازم معرفتها لأغراض عمليات الفحص والصيانة، بالإضافة إلى إجراءات الفحص والصيانة. استخدم هذه المعرفة للإجابة على ما يلي.

1 كيف تحصل على مختلف البيانات والمعلومات لمركبة معينة؟

2 صِف إجراءات الفحص والصيانة الخاصة بمركبة محددة.

3 ما متطلبات السلامة والمتطلبات القانونية؟

4 ما تعليمات العميل؟

نشاط التقييم هدف التعلم (أ)

السيناريو

أنت في مركبات متدرب وطلب منك المشرف تحديد البيانات والمعلومات المطلوبة لإجراءات الفحص والصيانة. ويريد منك إثبات أنك تفهم كيفية الحصول على هذه البيانات والمعلومات.

سيتعين عليك القيام بما يلي:

- حدد البيانات والمعلومات الورقية أو الحاسوبية المناسبة لمركبة معينة
- اشرح كل مرحلة من مراحل الفحص والصيانة للمركبة المعينة
- برر الحاجة إلى البيانات والمعلومات المحددة للمركبة المعينة وكيفية استخدامها.

معايير التقييم هدف التعلم (أ)

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (أ): تحديد البيانات والمعلومات الخاصة بإجراءات فحص المركبات وصيانتها		
A.P1 تحديد البيانات والمعلومات المناسبة لفحص المركبة وإجراءات الصيانة.	**A.M1** شرح كل حالة من إجراءات فحص المركبة وصيانتها لمركبة معينة وكيفية استخدام البيانات والمعلومات المناسبة.	**AB.D1** تبرير الحاجة إلى واستخدام بيانات ومعلومات محددة ومعدات ومكونات ومواد لكل مرحلة من مراحل فحص المركبات وإجراءات الصيانة لمركبة معينة.
A.P2 وصف إجراءات فحص المركبات وصيانتها.		

هدف التعلم (ب): تحديد المعدات والمكونات والمواد لإجراءات فحص المركبات وصيانتها

(ب1) المعدات

بدء النشاط

قم بإجراء مناقشة في الفصل حول اختيار واستخدام مختلف الأدوات اليدوية وأدوات الاختبار لفحص المركبات وصيانتها. بالإضافة إلى ذلك، ناقش اختيار واستخدام المكونات والمواد.

المهارات

المهارات المعرفية: العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- اتخاذ القرار

المهارات الشخصية: أخلاقيات العمل/الخلاف:

- التوجيه الذاتي

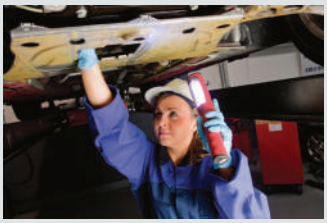
مهارات التواصل الشخصي: العمل الجماعي والتعاون:

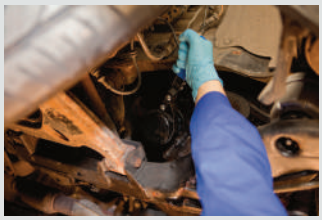
- التواصل

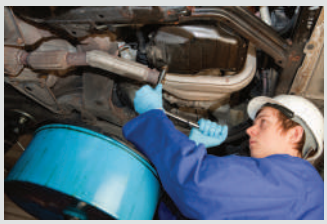
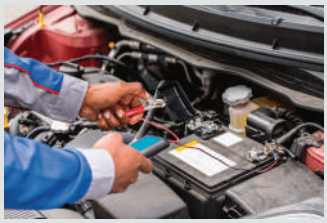
إزالة العناصر الصالحة للصيانة وإعادة تركيبها

الأدوات اليدوية

تتضمن الأدوات الأكثر شيوعًا التي يستخدمها الفني ما يلي:

الأداة	الوظيفة/الوصف	الصورة
شعلة/مصباح	تساعد الفني على رؤية أي مكان لإجراء عمليات الفحص البصري والصيانة والإصلاحات.	 الشكل 31.18.
طقم مفتاح بسقاطة مع اللقم	يحتوي على نظامي قياس مختلفين. أحدهما متري (بالمليمترات) والآخر بالبوصات أو الكسور من جمعية مهندسي السيارات (SAE). يسمح تصميمها المتموج للمستخدم بتطبيق عزم الربط بسهولة أكبر، مع تقليل الضغط والإرهاق.	الشكل 31.19. الشكل 31.20.
مفاتيح الربط العادية بأنواعها	غالبًا ما يكون لمفاتيح الربط، المعروفة أيضًا باسم مفاتيح الصواميل، نهاية مفتوحة ونهاية صندوقية معاكسة. وأدوات يدوية مستخدمة على نطاق واسع لسهولة إحكام وفك أدوات التثبيت الشائعة، وعادة ما تكون الصواميل والمسامير.	الشكل 31.21. الشكل 31.22. الشكل 31.23.

الأداة	الوظيفة/الوصف	الصورة
مفتاح فلتر الزيت	يتم استخدام هذا كآلية فك وتركيب مثل مفاتيح الربط الأخرى، ولكن يحتوي أحد طرفيه على حزام يلتف حول الجسم الذي يتم فكه، ويكون بقطر أكبر بكثير من البراغي العادية والمسامير ذات الرأس السداسي التي تستخدم فيها مفاتيح الربط الأخرى.	 الشكل 31.24.
مفتاح ربط رباعي الاتجاهات	يستخدم هذا لتغيير الإطارات. كل طرف له حجم مختلف يناسب جميع أحجام صواميل السيارات. ويضمن تجربة سلسة وطويلة الأمد.	الشكل 31.25.
المفك	يمكن أن تكون مفكات البراغي برأس فيليبس (يبدو المقطع العرضي وكأنه علامة متقاطعة أو علامة زائد) أو ذات رأس مسطح (أو مشقوق). عند استخدام مفكات البراغي، حاول مطابقة حجم رأس مفك البراغي مع المسمار.	الشكل 31.26.
الرافعات	تستخدم الرافعات لرفع المركبات؛ ويتم تدوير بعضها يدويًا. الرافعات الأخرى عالية الجودة ويتم ضخها هيدروليكيًا.	الشكل 31.27.
المطرقة	هناك عدة أنواع من المطارق، ويتم استخدامها في بعض الأحيان، على سبيل المثال عند تحرير أسطوانة عالقة أو دوار من محوره.	الشكل 31.28.
مفتاح هوائي (يعمل بالهواء)	يتم تشغيل مفتاح الربط هذا عن طريق الهواء ويستخدم لإحكام الربط والفك.	الشكل 31.29.

الأداة	الوظيفة/الوصف	الصورة
مصابيح الاختبار	يستخدم لاختبار الدوائر الكهربائية.	الشكل 31.30.
وعاء التصريف	يستخدم لجمع الزيت المستعمل.	 الشكل 31.31.
مقياس ضغط الإطارات	يقيس ضغط الإطارات.	الشكل 31.32.
جهاز اختبار البطارية	يختبر حالة شحن البطارية.	 الشكل 31.33.
جهاز المسح بالكمبيوتر	يتصل بكمبيوتر المركبة لتلقي رموز تشخيص الأعطال.	الشكل 31.34.

نصائح

لا تستخدم مفك البراغي كعتلة أو إزميل. استخدم دائمًا الأداة المناسبة لكل وجه استعمال.

جهاز اختبار سائل الفرامل لاختبار محتوى رطوبة السائل

تقيس أجهزة قياس معامل الانكسار سائل الفرامل وتحدد محتوى الرطوبة فيه. سائل الفرامل استرطابي للأسف، مما يعني أنه يمتص الماء من الغلاف الجوي. من الضروري تغيير سائل الفرامل إذا تجاوز محتوى الرطوبة 3%. ومع ذلك، يوصي المصنعون بالتغيير المنتظم لسائل الفرامل كل 2 إلى 4 سنوات.

الشكل 31.35 مقياس معامل الانكسار.

مستويات سائل التبريد المضاد للتجمد

أنواع سوائل التبريد

يحتوي سائل تبريد المحرك المضاد للتجمد على حوالي 93% من جلايكول الإيثيلين، بالإضافة إلى الماء والمواد المضافة. وهناك ثلاثة أنواع أساسية من سوائل التبريد المتاحة اليوم، والتي يتم تجميعها وفقًا للإضافات المستخدمة للحماية من الصدأ والتآكل.

الشكل 31.36 صب سائل التبريد.

السائل المُعالج بالإضافات غير العضوية (IAT)

هو سائل تبريد تقليدي تم استخدامه لأكثر من 50 عامًا، ويحتوي على إضافات الفوسفات والسيليكات التي تحمي من الصدأ والتآكل. يمكن أن تتسبب السيليكات في تآكل مراوح مضخات المياه. وعادة ما يكون لون سائل IAT أخضر. يمكن أن يتسبب الفوسفات الموجود في هذه السوائل في تكوين رواسب إذا تم استخدامه مع الماء العُسر (الذي يحتوي على معادن).

السائل المُعالج بالأحماض العضوية (OAT)

يستخدم سائل OAT الأحماض العضوية للمساعدة في حماية المعادن في نظام التبريد من التآكل، وعادة ما يكون ذا لون برتقالي أو أخضر أو أزرق.

السائل المُعالج بالأحماض العضوية الهجينة (HOAT)

يحتوي سائل HOAT على أحماض عضوية للحماية من التآكل وعدد قليل من السيليكات، ويمكن أن يكون ذا لون أخضر أو برتقالي أو أصفر أو ذهبي أو وردي أو أحمر أو أزرق.

هل تعلم؟

قد يكون مضاد التجمد المستخدم خطيرًا بسبب المعادن الذائبة من المحرك والمكونات الأخرى لنظام التبريد. ويمكن أن تشمل هذه المعادن الحديد والصلب والألمنيوم والنحاس الأحمر والنحاس الأصفر والرصاص (من الراديياتيرات القديمة وقلوب السخانات). يجب التخلص من سائل التبريد المستخدم بالطرق التالية:

- إعادة تدويره إما في الموقع أو خارج الموقع
- تخزينه في حاوية محكمة الغلق ومُعلَّمة حتى يتسنى التخلص منها
- التخلص منه في المجاري البلدية بتصريح. ويجب التنسيق مع السلطات المحلية والحصول على تصريح قبل تفريغ سائل التبريد المُستعمل في المجاري الصحية.

نصائح

يجب فحص مستوى سائل التبريد عندما يكون المحرك باردًا فقط. ستؤدي إزالة غطاء الضغط من المحرك الساخن إلى تنفيس ضغط نظام التبريد إذا كانت درجة حرارة سائل التبريد أعلى من درجة حرارة الغليان في الغلاف الجوي. عند إزالة الغطاء، سينخفض الضغط على الفور إلى مستوى الضغط الجوي، مما يؤدي إلى غليان سائل التبريد على الفور. ستؤدي الأبخرة المنبعثة من السائل المغلي إلى انفجار سائل التبريد من النظام. وبهذا، يُفقَد سائل التبريد وقد يتعرض الشخص للإصابة أو الحرق بسبب سائل التبريد عالي الحرارة الذي ينفجر من فتحة الراديياتير. من أجل السلامة، من الضروري إتاحة الوقت الكافي حتى يبرد الراديياتير بدرجة كافية.

قياسات عزم الربط وشد السير

قياسات عزم الربط:

مفتاح عزم الربط هو أداة تستخدم لتطبيق عزم محدد على صامولة أو مسمار أو أي أداة قفل. وعادة ما يكون على شكل مفتاح ربط مع مقياس إشارة. هناك العديد من عوامل التصميم المختلفة التي تؤثر على عزم الربط المسموح به، بما في ذلك نوع المسمار وتعشيق السن ونوع المادة ودقة الأداة. لضمان تطبيق العزم المناسب على المسامير الموجودة على أي جزء من المركبة، يجب عليك الرجوع إلى دليل المالك أو دليل الصيانة للحصول على مواصفات عزم الربط الصحيحة.

الشكل 31.37 إحكام ربط شمعة الإشعال بمفتاح عزم.

نصائح

- يجب أن تكون مسامير العجلات نظيفة وجافة ومربوطة بعزم مطابق لمواصفات الشركة المصنعة. تحدد معظم المركبات عزم ربط يتراوح بين 80 و100 رطل-قدم (108 إلى 135 نيوتن متر).
- تحذر معظم الشركات المصنعة من أنه لا ينبغي تزييت مسامير العجلات أو تشحيمها بالشحم لأن ذلك قد يتسبب في ارتخاء الصواميل أثناء القيادة.

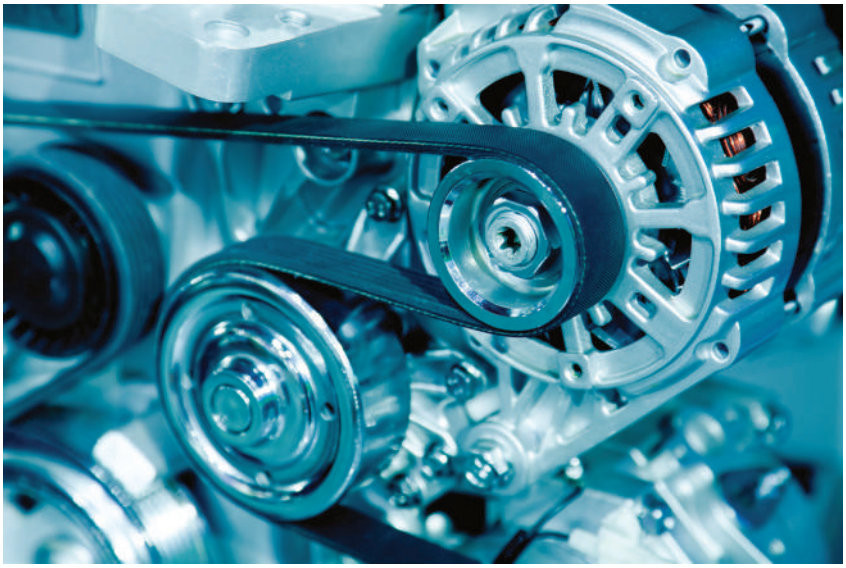
دراسة حالة

لوحظ أن فني صيانة متدرب يطبق قدرًا كبيرًا من القوة على مفتاح عزم متصل بصمولة العجلة. وعندما سأل المعلم عما يفعله، أجاب الطالب بأنه كان يربط صامولة العجلة حتى سمع صوت نقرة ثانية من مفتاح العزم. وكان هذا مربكًا للمعلم حتى أوضح الطالب أنه سمع نقرة ثانية على مفتاح العزم أثناء العرض التوضيحي. أدرك المعلم على الفور أن الطالب قد سمع نقرة عند تحقيق عزم الربط المناسب، بالإضافة إلى نقرة أخرى عند تحرير القوة المؤثرة على مفتاح العزم. لم يحدث أي ضرر للمركبة لأنه تم إعادة تثبيت جميع صواميل العجلة بقيمة عزم الربط الصحيحة. علم المدرب أن هناك حاجة إلى شرح أكثر اكتمالاً لاستخدام مفاتيح العزم من نوع النقر.

قياس شد السيور

هناك عدة طرق لقياس شد السيور، وتتمثل إحداها في استخدام مقياس توتر السير. وهو ضروري لتحقيق درجة الشد المقصودة للسير. ركّب السير وشغِّل المحرك مع تشغيل جميع الملحقات على الوضع run-in (تشغيل أولي" للسير لمدة خمس دقائق على الأقل. اضبط شد سير محرك الملحقات وفقًا لمواصفات المصنع.

يوضح الجدول 31.4 مثالاً لدرجة الشد المناسبة لسيور السربنتينة بناءً على حجم السير.



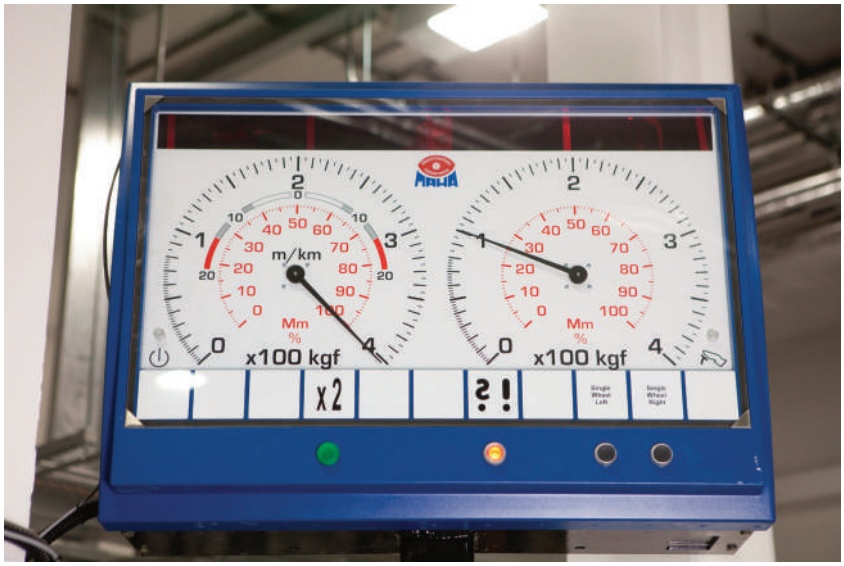
الشكل 31.38 سير محرك المركبة.

الجدول 31.4 درجة شد سير السربنتينة.

عدد الأضلاع	نطاق الشد (رطل)
3	60–45
4	80–60
5	100–75
6	125–90

كفاءة الفرامل

يمكنك استخدام آلة اختبار الفرامل لقياس كفاءة الفرامل؛ كما يمكنك أخذ قياسات مباشرة لقوى الفرامل في كل طرف من طرفي العجلة. وتشتمل الآلة على أجهزة مزودة بمقاييس ديناميكية أسطوانية وأجهزة اختبار مكابح ذات لوحة مسطحة. يمكن لكل جهاز تحديد قوى الفرامل.



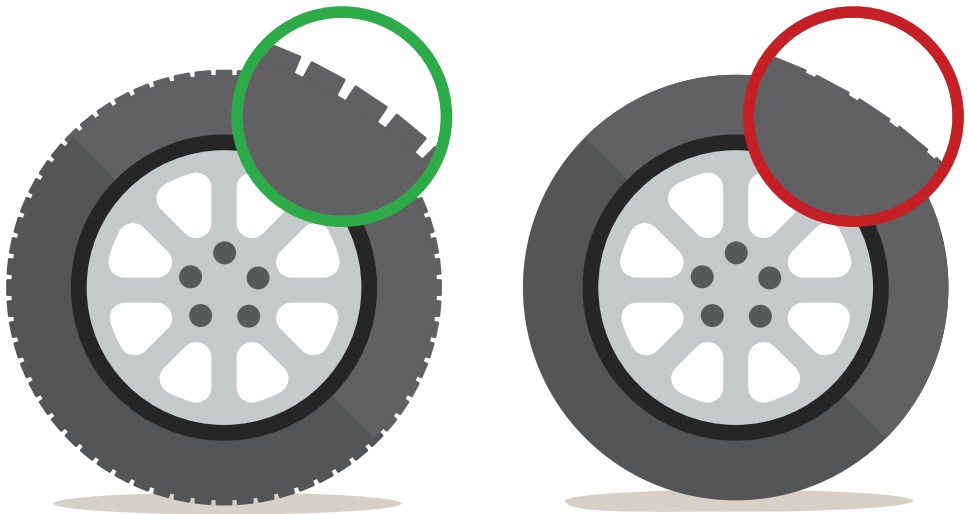
الشكل 31.39 عرض اختبار كفاءة الفرامل.

الشكل 31.40 نظام الفرامل المانعة للانغلاق على لوحة القيادة.

عمق مداس الإطارات:

مداس الإطار ليس قطعة واحدة، ولكنه الإطار بأكمله الذي يمتد من الكتف إلى الكتف حيث يلتقي المداس بالجدار الجانبي. غالبًا ما يشار إلى قوالب المداس باسم المداس. قوالب المداس هي قطع المطاط التي تبرز من سطح الإطار. قوالب المداس هي الجزء الذي يلامس الطريق فعليًا، وتوجد أخاديد وفراغات المداس بين قوالب المداس.

مداس الإطار هو الجزء الذي يمنح الإطار قدرته على التشبث بالطريق، كما يمنح المركبة القدرة على الانعطاف بشكل أكثر إحكامًا، والتسارع بشكل أكثر سلاسة، والفرملة بسرعة. مداس الإطار قادر أيضًا على المساعدة في زيادة الاقتصاد في استهلاك الوقود. تتمثل إحدى الفوائد الأكثر وضوحًا لمداس الإطارات المتخصص في استخدام المركبات على الطرق الوعرة. الحد الأدنى لعمق المداس الموصى به هو ما بين 1.6 مم إلى 3 مم ومت ثم يتم استبدال الإطار.



الشكل 31.41 عمق مداس الإطار.

هل تعلم؟

تعمل مصابيح تحذير الفرامل الحمراء عند حدوث عطل في النظام الهيدروليكي. يشير مصباح التحذير ABS الكهرماني إلى اختبار ABS الذاتي أو مشكلة محتملة في نظام ABS.

نصائح

- توصي معظم الشركات المصنعة للمركبات باستخدام نفس *النوع* من الإطارات على جميع العجلات الأربع على الرغم من أن حجم الإطار قد يختلف بين الأمام والخلف في بعض المركبات عالية الأداء.
- توصي معظم الشركات المصنعة للسيارات أيضًا بأن تكون جميع الإطارات الأربعة من نفس البنية ونوع المداس.

تحليل الانبعاثات

يشمل التحكم في انبعاثات المركبات التحكم في أبخرة البنزين (المعروف أيضًا باسم الغاز أو البنزين) من الانبعاث في الغلاف الجوي وتقليل الانبعاثات من العادم. تسمى انبعاثات البنزين غير المحترقة انبعاثات الهيدروكربون (HC) وغازات العادم التي يتم التحكم فيها تشمل أول أكسيد الكربون (CO) وأكاسيد النيتروجين (NOX). وتم تصميم نظام التحكم في الانبعاثات التبخرية، والذي يُطلق عليه عادةً نظام EVAP، لمنع إطلاق أدخنة وأبخرة البنزين. ويستخدم الفنيون محلل الغاز لقياس انبعاثات العادم.

يعد تحليل عادم الغازات الأربعة مثالاً على استخدام محلل غازات العادم. ويتم الاختبار على النحو التالي:

1 قم بتشغيل المحرك واتركه يعمل حتى يصل إلى درجة حرارة التشغيل العادية.

2 قم بتوصيل مسبار جهاز التحليل بالعادم وراقب قراءات العادم للهيدروكربونات (HC) وأول أكسيد الكربون (CO).

3 باستخدام الكماشة المناسبة، أوقف تدفق الهواء من نظام الهواء. راقب قراءات HC وCO. إذا كان نظام الهواء يعمل بشكل صحيح، فينبغي أن يزيد HC وCO عند إيقاف تشغيل نظام الهواء.

4 سجل قراءة O_2 مع استمرار تعطل نظام الهواء. قم بفك الكماشة وشاهد قراءات O_2. إذا كان النظام يعمل بشكل صحيح، يجب أن يزيد مستوى O_2 بنسبة 1% إلى 4%.

الشكل 31.42 إدخال مسبار العادم في أنبوب العادم بذيل السيارة.

الشكل 31.43 محلل غازات العادم.

هل تعلم؟

تعد المركبات التي تعمل بالوقود الأحفوري واحدة من أكبر مصادر تلوث الهواء في جميع أنحاء العالم. وعلى الرغم من أن المركبات الحديثة أصبحت أكثر نظافة بسبب المحركات المحسنة والتحكم في الانبعاثات، إلا أن الانبعاثات لا تكون منخفضة إلا عندما يكون كل شيء في حالة تشغيلية جيدة. عندما لا يصل المحرك إلى الحد الأقصى من الكفاءة، يتم فقدان الأداء وإهدار الوقود وزيادة انبعاثات ملوثات الهواء.

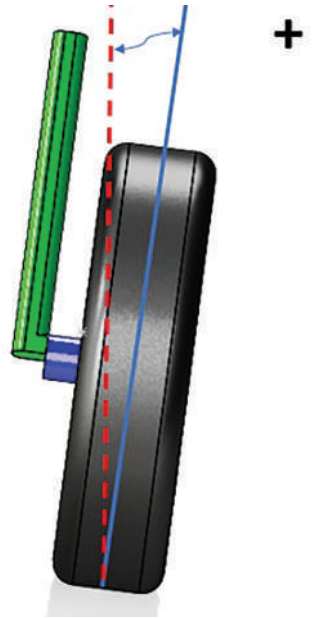
محاذاة العجلات

تعمل المحاذاة الصحيحة للعجلات على منع الإطارات الجديدة من التآكل بشكل غير متساوٍ وتقليل الضغط الإضافي على نظام التعليق بالمركبة. وفي حالة عدم محاذاة الإطارات بشكل صحيح، يمكن أن تتآكل بسرعة، أو يمكن أن تنسحب المركبة إلى جانب واحد أثناء القيادة. هناك ثلاثة قياسات للزوايا تُستخدم في محاذاة الإطارات: *الكاستر والتو والكامبر*. ومعرفة هذه الزوايا ضرورية لأي فني إطارات. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تكون معرفة هذه الزوايا مفيدة لأي شخص يحاول التواصل مع فنيي الإطارات.

الكامبر

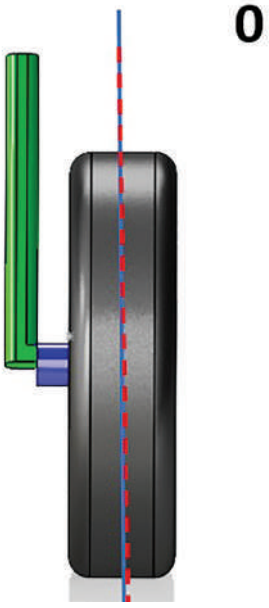
الكامبر هي زاوية الميل الداخلي أو الخارجي (المقاس بالدرجات) للعجلات من الوضع الرأسي الحقيقي كما يُرى من الجزء الأمامي أو الخلفي للمركبة.

1. تكون زاوية الكامبر موجبة إذا كان الجزء العلوي من الإطار مائلاً للخارج كما هو موضح في الشكل 31.
2. تكون زاوية الكامبر سالبة إذا كان الجزء العلوي من الإطار مائلاً إلى الداخل كما هو موضح في الشكل 31.
3. تكون زاوية الكامبر صفرية (0 درجة) إذا كان ميل العجلة رأسيًا، كما هو موضح في الشكل 31.



الشكل 31.44 زاوية كامبر موجبة (+).

الشكل 31.45 زاوية كامبر سالبة (-).



الشكل 31.46 زاوية كامبر صفرية.

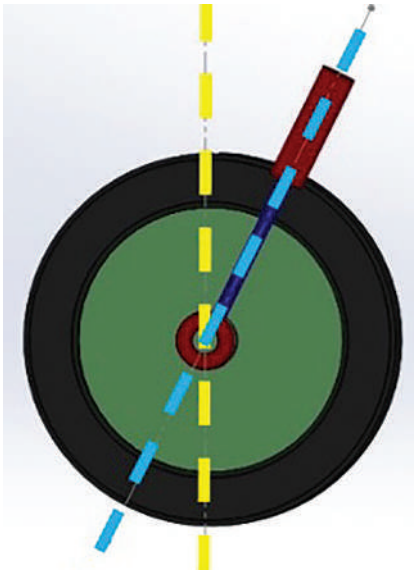
الكاستر

زاوية الكاستر هي الميل الأمامي أو الخلفي (المقاس بالدرجات أو الكسر) لمحور التوجيه بالنسبة إلى الخط العمودي كما يُنظر إليه من جانب المركبة. يُعرّف محور التوجيه بأنه الخط المرسوم عبر النقاط المحورية العلوية والسفلية للتوجيه.

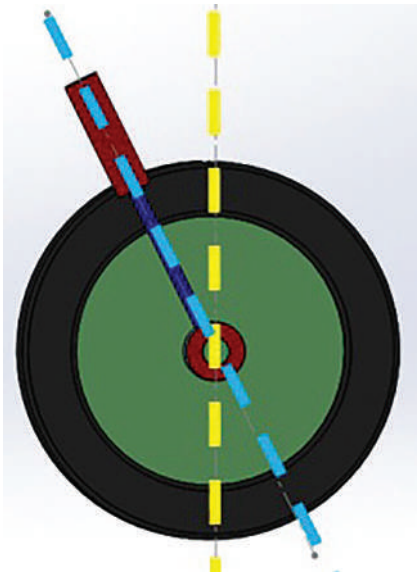
1 تكون زاوية الكاستر موجبة (+) عندما تكون النقطة المحورية العلوية للتعليق خلف النقطة المحورية السفلية (مفصل الكرة) كما هو موضح في الشكل 31.

2 تكون زاوية الكاستر سالبة (-) عندما تكون النقطة المحورية العلوية للتعليق قبل النقطة المحورية السفلية (مفصل الكرة) كما هو موضح في الشكل 31.

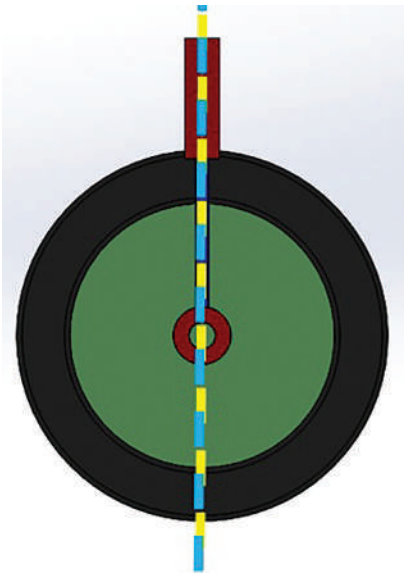
3 تكون زاوية الكاستر صفرية عندما يكون محور التوجيه مستقيمًا لأعلى ولأسفل كما هو موضح في الشكل 31.



الشكل 31.47 زاوية كاستر موجبة (+).



الشكل 31.48 زاوية كاستر سالبة (-).

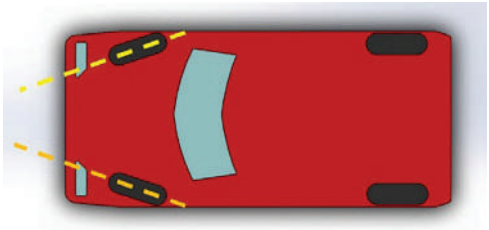


الشكل 31.49 زاوية كاستر صفرية.

التو

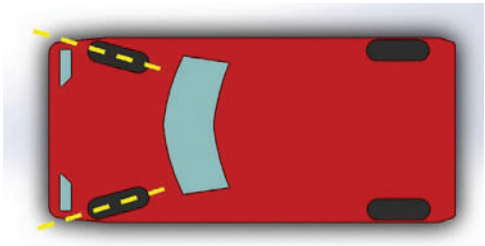
زاوية "التو" هي الفرق في المسافة بين الجزء الأمامي والخلفي للإطارات عند النظر إليها من أعلى المركبة.

1 تكون زاوية التو موجبة (+) أو متقاربة عندما يكون الجزء الأمامي من الإطارات أقرب من الجزء الخلفي من نفس الإطارات كما هو موضح في الشكل 31.



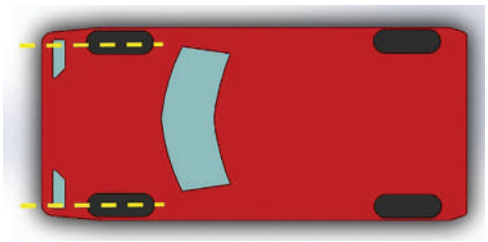
الشكل 31.50 زاوية تو موجبة أو متقاربة.

2 تكون زاوية التو سالبة (–) أو منفرجة عندما يكون الجزء الأمامي من الإطارات بعيدًا عن الجزء الخلفي من نفس الإطارات كما هو موضح في الشكل 31.



الشكل 31.51 زاوية تو سلبية أو منفرجة.

3 تكون زاوية التو صفرية عندما تكون كلتا العجلتين على نفس المحور متوازيتان، كما هو موضح في الشكل 31.



الشكل 31.52 زاوية تو صفرية.

فهم متى يكون استخدام معدات معينة مناسبًا، بما في ذلك التكلفة والأداء و آثار الضمان

حيثما يسمح القانون بذلك، يتم تقديم جميع الأدوات اليدوية والمعدات الموجودة في الكتالوج بضمان **مدى الحياة**. ويظل الضمان ضد تكاليف المواد وعيوب التصنيع طوال العمر العادي للأدوات والمعدات يمثل مشكلة مهمة. فالأدوات والمعدات عالية الجودة تُصنع من مواد عالية الجودة وهذا يؤدي إلى ارتفاع التكاليف والأداء العالي وفترة ضمان أطول.

على سبيل المثال، تقدم بعض الشركات عمرًا غير محدود للأدوات اليدوية. ويتم تصميم أدواتهم وهندستها واختبارها لتحمل أصعب المهام. في حالة كسرها، يحتاج العميل فقط إلى استخدام نموذج *استبدال الضمان* لاستبدالها مجانًا. تنتج شركات أخرى أدوات يدوية بضمان لفترة محدودة وإذا تم تجاوز هذه الفترة، فلا يمكن استبدال الأداة.

يمكن تزويد بعض المعدات، مثل أجهزة اختبار سائل الفرامل (أجهزة قياس معامل الانكسار) بضمان لمدة خمس سنوات ودقة عالية بسعر أعلى. ويقدم البعض الآخر مقياس معامل الانكسار بضمان لمدة عامين بدقة أقل وسعر أقل.

يعتمد اختيار الأدوات والمعدات المناسبة على احتياجات العملاء والميزانية المخصصة. ويعرض النشاط التالي بعض الأمثلة البسيطة لهذا الاختيار.

المصطلحات الرئيسية

العمر التشغيلي: الفترة التي من المتوقع أن تستمر فيها الأداة أو المعدات في ظل الاستخدام والظروف العادية.

نشاط

يقدم لك مُقيِّمك عدة عروض لبعض الأدوات والمعدات على النحو التالي.

1 مفتاحان: أحدهما بضمان لمدة 5 سنوات والثاني بضمان لمدة 10 سنوات بجودة أفضل. وسعر الثاني هو ضعف سعر الأول. أيهما ستختار ولماذا؟

2 يُعرض عليك ثلاثة أنواع صغيرة من مقاييس ضغط الإطارات على النحو التالي:

أ مقياس من إنتاج شركة غير معروفة؛ سعره 10 دولارات وليس له ضمان

ب مقياس من إنتاج شركة معروفة؛ سعره 25 دولارًا وله ضمان لمدة عام

ج مقياس من إنتاج شركة معروفة؛ لكن سعره 50 دولارًا مع ضمان لمدة ثلاث سنوات.

أيها تختار ولماذا؟

المهارات

المهارات المعرفية: العمليات والاستراتيجيات المعرفية:

- التحليل
- اتخاذ القرار

(ب2) المكونات والمواد

المكونات

الفلاتر

فلتر الزيت

يتم ضخ الزيت داخل المحرك من وعاء الزيت عبر فلتر قبل دخوله إلى ممرات نظام تزييت المحرك. ويُصنع هذا الفلتر إما من ألياف قماشية معبأة بشكل منضغط أو من ورق مسامي. يحبس الفلتر الجزيئات الكبيرة، بينما تتدفق الجسيمات المجهرية عبر مسامه. وتكون هذه الجسيمات صغيرة جدًا بحيث يمكن أن تتدفق عبر الطبقة الزيتية ولا تلمس الأسطح، لذلك لا تسبب أي ضرر.

يوصي معظم خبراء السيارات باستبدال زيت المحرك وفلتر الزيت كل 5000 كم أو كل ثلاثة أشهر، أيهما يحين أولاً، أو وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة.

الشكل 31.53 فلتر زيت.

فلتر الهواء

يجب خلط الوقود بالهواء لتشكيل خليط قابل للاحتراق. وتحدث حركة الهواء داخل المحرك بفعل الضغط المنخفض الناتج في المحرك. يحتوي الهواء على ملوثات لا يمكن السماح لها بالوصول إلى المحرك. ويعمل منظف الهواء والفلتر على إزالة الملوثات من الهواء. تعمل بعض فلاتر الهواء أيضًا على إسكات ضوضاء السحب.

يوصي المصنعون بتنظيف عنصر فلتر الهواء أو استبداله على فترات دورية، وعادةً ما تُحدد بدلالة المسافة المقطوعة أو أشهر الصيانة. تعتمد المسافة والفواصل الزمنية على ما يسمى *بالقيادة العادية*. يعد استبدال فلتر الهواء بشكل متكرر ضروريًا عند قيادة المركبة تحت ظروف مترية أو متسخة أو غيرها من الظروف القاسية.

الشكل 31.54 والد وولده يغيران فلتر الهواء.

نصائح

- افحص دائمًا فلتر الهواء ونظام سحب الهواء بعناية أثناء الصيانة الروتينية.
- لا تحاول تنظيف الفلتر الورقي عن طريق لفه بأداة حادة لإزالة الأوساخ أو نفخ الهواء المضغوط عبر الفلتر. فقد يؤدي هذا إلى سد مسام الورق وتقليل قدرة تدفق الهواء عبر الفلتر.

فلتر الوقود

تقوم فلاتر الوقود بإزالة الشوائب من الوقود قبل أن تصل إلى حواقن الوقود. وتكون معظم فلاتر الوقود مصممة لتصفية الجسيمات التي يتراوح حجمها من 10 إلى 20 ميكرون أو أكثر. يجب تغيير فلاتر الوقود وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة، والتي تتراوح من كل 30000 ميل (48000 كم) إلى 100000 ميل (160000 كم) أو أكثر.

الشكل 31.55 فلتر الوقود.

هل تعلم؟

يكون لفلتر الوقود اتجاه تدفق وإذا تم تركيبه بشكل عكسي، فمن المرجح أن يكون إدخال الوقود في المركبة مقيدًا، مما يؤدي إلى انخفاض الطاقة عند سرعات المحرك العالية والأحمال العالية.

العمر التشغيلي لجميع الفلاتر محدود، ولكن بعض الشركات تذكر أن فلاترها، عند استخدامها مع بعض أنظمة حقن الوقود، تستطيع أن تخدم طوال عمر المركبة. إذا لم يتم تنظيف فلاتر الوقود أو استبدالها وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة، فقد تنسد وتعيق تدفق الوقود.

نظرًا لأن الفلتر مقاس 10 ميكرون مقيد للغاية على جانب المدخل، ويفضل استخدام فلتر أقل تقييدًا. بالنسبة لمضخات الحقن الخطية التي توجد خارج الخزان، يوصى باستخدام فلتر أولي مقاس 100 ميكرون. يجب عليك الرجوع إلى توصية الشركة المصنعة عند اختيار فلتر الوقود.

فلتر هواء الكابينة

فلتر الكابينة هو مرشح يستخدم في تنقية تدفق الهواء الخارجي لنظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) في المركبة. يجب تغيير فلتر هواء الكابينة كل عامين، أو كل 24000 ميل (39000 كيلومتر)، أيهما يحين أولاً، أو وفقًا لتوصيات الشركة المصنعة للمركبة. يمكن الوصول إلى فلتر هواء الكابينة من:

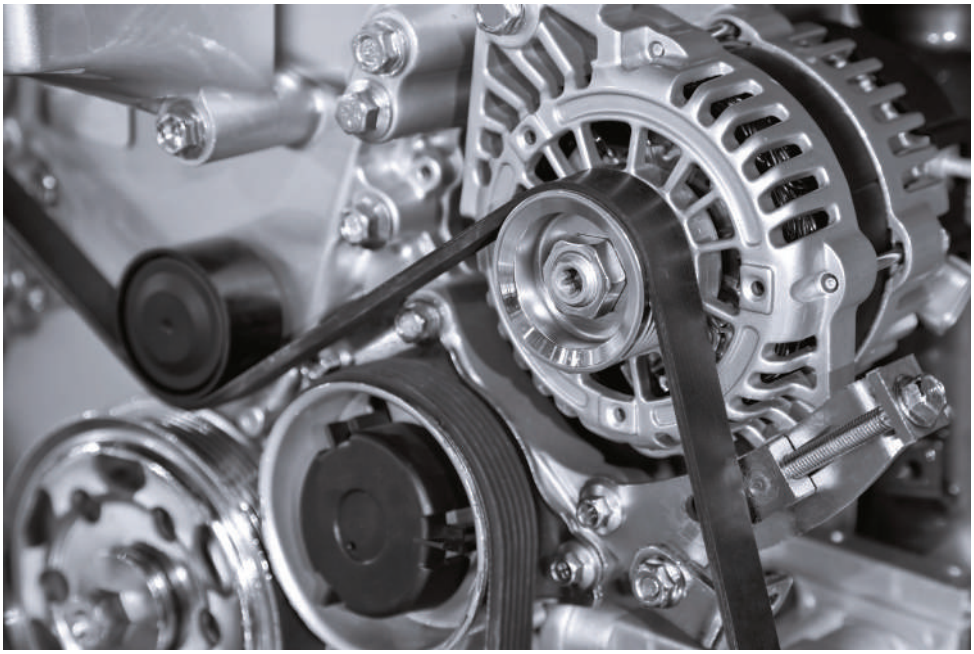
- تحت غطاء المحرك عند النصبة/قناة الهواء
- تحت لوحة القيادة، عادة خلف حجيرة القفازات.

الشكل 31.56 فلتر هواء الكابينة.

سيور نقل الحركة

عادة ما يتم تشغيل مولد التيار ومضخة التوجيه الكهربائي ومضخة المياه وضاغط تكييف الهواء ومضخة الهواء وغيرها من المعدات المساعدة بواسطة سير سربنتينة، يُعرف غالبًا باسم سير نقل الحركة. تعني التطورات في تكنولوجيا المطاط أن سيور السربنتينة مصنوعة لتتحمل لفترة أطول بكثير مما كانت عليه من قبل. يجب أن يعمل السير بمتوسط 60000 إلى 100000 ميل في ظل الظروف المثالية.

سيؤدي الاستبدال المنتظم لسيور نقل الحركة إلى منع مكونات المحرك من الفشل. يمكن أن تؤدي القيادة بسير قديم إلى وقوع حادث بسهولة. يتوقف كل شيء، بما في ذلك مضخة التوجيه الكهربائي ومولد التيار ومكيف الهواء، عن العمل في حالة انقطاع السير أو انزلاقه أو تآكله. عند استبدال سير نقل الحركة، يوصى باستخدام السير الأصلي على النحو الموصى به من قبل الشركة المصنعة.



الشكل 31.57 سير نقل حركة المحرك.

هل تعلم؟

قبل اختراع سير السربنتينة، كانت السيارات تحتوي على مجموعة متنوعة من السيور لتشغيل الأجزاء المختلفة. واليوم، يتم تشغيل جميع هذه الأجزاء تقريبًا بواسطة مكون واحد - وهو سير السربنتينة. يؤدي سير السربنتينة معظم العمل، على الرغم من أن بعض المركبات قد تتضمن سيرًا إضافيًا لتشغيل بعض الأدوات.

عمود الكامات

يتم تشغيل الكامة بواسطة تروس التوقيت أو السلاسل أو السيور الموجودة في مقدمة المحرك. يحتوي الترس أو العجلة المسننة الموجودة على عمود الكامات على ضعف عدد الأسنان أو الحزوز الموجودة على العمود المرفقي. وينتج عن ذلك دورتان للعمود المرفقي لكل دورة في عمود الكامات. يدور عمود الكامات بنصف سرعة العمود المرفقي في جميع المحركات رباعية الأشواط. وتتمثل الوظيفة الرئيسية لعمود الكامات في تشغيل مجموعة تحريك الصمامات.

الشكل 31.58 عمود الكامات.

شمعة الإشعال

كان نظام الإشعال لمحركات البنزين يتألف من ملف الإشعال والمكثف وقاطع الاتصال والموزع وشمعات الإشعال حتى عام 1975. يقوم ملف الإشعال بتحويل الكهرباء من الجهد المنخفض إلى الجهد العالي. وتُنقل طاقة الجهد العالي إلى الموزع من خلال العضو الدوار ثم تخرج من غطاء الموزع عبر أسلاك شمعة الإشعال (أو أسلاك HT).

أما بعد عام 1975، تم إدخال مستشعر موضع العمود المرفقي، الذي ينقل الإشارة إلى PCM (وحدة التحكم في مجموعة نقل القدرة، أو الكمبيوتر)، إلى نظام الإشعال في المركبات الحديثة. تقوم وحدة PCM بفك تشفير الإشارة، والتي تقوم بعد ذلك بإرسال إشارة إلى ملفات الإشعال لكل أسطوانة. بعد ذلك، يتم تنشيط شمعات الإشعال عبر ملفات الإشعال.

الغرض من فجوة شمعة الإشعال هو إنشاء قوس كهربائي أو شرارة ذات حرارة عالية لإشعال خليط الوقود الهوائي في غرفة الاحتراق في الوقت الصحيح. وإذا كانت الفجوة صغيرة جدًا، فلن تكون الشرارة ساخنة بدرجة كافية لإشعال الوقود. أما إذا كانت الفجوة واسعة جدًا، فلن يكون الجهد مرتفعًا بما يكفي لإنشاء شرارة. وكلتا الحالتين تؤدي إلى اختلال الإشعال، مما يتسبب في ضعف الأداء وكثرة الانبعاثات. ويختلف ضبط الفجوة في كل مركبة، ولكن معظمها يتراوح بين 0.028 بوصة (0.7 مم) و0.060 بوصة (1.5 مم). يُستخدم مقياس استشعاري لضبط فجوة شمعة الإشعال.

الشكل 31.59 في يقوم بفحص فجوة شمعة الإشعال باستخدام مقياس استشعاري.

تتميز معظم شمعات الإشعال بقطب مركزي نحاسي، وذلك لأن النحاس موصل ممتاز للكهرباء وينقل الحرارة بشكل أسرع. ولكن معلوم أن النحاس لين وله نقطة انصهار منخفضة، لذلك يقوم المصنعون بتغطيته بمعادن مثل سبائك النيكل والبلاتين والإيريديوم لتقليل التآكل الناجم عن شرارة الجهد العالي. ولتحسين الأداء، قد تحتوي شمعات الإشعال أيضًا على طرف من البلاتين أو الإيريديوم.

يذكر دليل المالك شمعة الإشعال المناسبة للمركبة. فإن كان دليل المالك يحدد شمعات الإشعال المصنوعة من الإيريديوم، فلا يوصى بالرجوع إلى شمعات الإشعال البلاتينية أو شمعات الإشعال النحاسية لأن ذلك قد يتسبب في ضعف أداء المحرك.

استكشف المزيد

في محرك الديزل، لا توجد شمعات إشعال، بل يتم إشعال الوقود بالضغط. يكون الضغط أعلى في محرك الديزل، مما يولد حرارة كافية لبدء الاشتعال.

مواد التشحيم وسوائل المركبات

من أمثلة سوائل المركبة سائل الفرامل، وزيت المحرك، وسائل التبريد المضاد للتجمد، وسوائل التوجيه المعزز، وسائل غسيل الزجاج الأمامي، وسائل ناقل الحركة وسائل البطارية. يحتوي دليل المالك لكل مركبة معينة على معلومات حول مستويات السوائل ومواقع كل خزان للسوائل.

مضاد التجمد/سائل التبريد

سائل التبريد هو مزيج من مضاد التجمد والماء. ويمكن امتصاص المزيد من الحرارة لكل جالون/لتر بواسطة الماء أكثر من أي سائل تبريد آخر. يتجمد الماء عند 0 درجة مئوية ويغلي عند 100 درجة مئوية في الظروف العادية. ويتمدد الماء بحوالي 9% من حيث الحجم عندما يتجمد. ويمكن أن يؤدي تمدد الماء المتجمد إلى كسر كتل المحرك ورؤوس الأسطوانات والراديياتير بسهولة. وللتحكم في هذه المشكلة، تنصح جميع الشركات المصنعة باستخدام تركيبات مضادة للتجمد، تعتمد عادةً على جلايكول الإيثيلين.

نصائح

- لا تقم أبدًا بفصل سلك شمعة الإشعال عند تشغيل المحرك.
- تنتج أنظمة الإشعال نبضة عالية الجهد ضرورية لإشعال خليط الهواء والوقود.
- إذا قمت بفصل سلك شمعة الإشعال أثناء تشغيل المحرك، فقد تتسبب هذه الشرارة ذات الجهد العالي في إصابة شخصية أو تلف ملف الإشعال و/أو وحدة الإشعال.

نصائح

- لا تفتح نظام التبريد أبدًا إذا كان المحرك ساخنًا.
- فقد يكون مضاد التجمد المستخدم خطيرًا بسبب وجود معادن مذابة من المحرك والمكونات الأخرى لنظام التبريد.

هل تعلم؟

ينصح العديد من مصنعي السيارات بتغيير سائل الفرامل كجزء من الصيانة الدورية، لأن سائل الفرامل يجمّع الرطوبة بمرور الوقت. وفقًا للتوصيات القياسية، يجب عليك عادةً تغيير سائل الفرامل كل عامين أو 30000 ميل (48000 كم)، أيهما أقرب. نظرًا لمشكلة التآكل المكلف لمكونات الفرامل أو التآكل الناجم عن سائل الفرامل الملوث، يعد هذا أمرًا بالغ الأهمية بشكل خاص للسيارات المزودة بأنظمة الفرامل المانعة للانغلاق (ABS).

استكشف المزيد

يتم توصيل مستشعر مستوى السائل بالجزء العلوي من خزان سائل الفرامل لقياس مستوى السائل (الشكل 31).

الشكل 31.60 تغيير سائل تبريد المركبة.

سائل الفرامل

تم تصميم سائل الفرامل الخاص بنظام الكبح الهيدروليكي ليعمل في جميع ظروف التشغيل. وواحدة من أهم خصائص سائل الفرامل هي نقطة الغليان. يمتص سائل الفرامل الرطوبة مع تقادمه، مما يقلل من درجة الغليان ويسرع تآكل أجزاء نظام الفرامل.

يجب أن تكون جميع سوائل الفرامل قادرة على اجتياز الاختبارات التالية:

- السيولة في درجات حرارة منخفضة
- خسارة النسبة المئوية المتحكم فيها بسبب التبخر في درجات حرارة عالية
- التوافق مع سوائل الفرامل الأخرى
- مقاومة الأكسدة
- بعض التأثيرات على المطاط (مثل عدم تفكك المطاط وعدم زيادة صلابته وانخفاض صلابته بشكل محدود).

الشكل 31.61 إزالة سلك مؤشر السائل من أعلى خزان سائل الفرامل.

زيت المحرك

يتم اختبار الزيت وتعيين رقم اللزوجة وفقًا للمعايير التي وضعتها جمعية مهندسي السيارات (SAE). ويتم اختباره في درجتي حرارة مختلفتين ويتم تخصيص رقم بناءً على خصائص تدفق الزيت عند درجة الحرارة هذه. يُعيَّن رقم أقل للزيت الرقيق ويُعيَّن رقم أعلى للزيت الثخين.

"يُمنح كل زيت تصنيفًا بناءً على لزوجته عند 0 درجة مئوية (32 درجة فهرنهايت)، لتمثيل أدائه في درجة الحرارة المنخفضة (W)، وأيضًا عند 100 درجة مئوية (212 درجة فهرنهايت) لتمثيل أدائه في درجات حرارة تشغيل المحرك الأعلى. لذا فإن الزيت الذي يحمل تصنيف SAE 10W-30 هو الزيت ذو اللزوجة 10 عند 0 درجة مئوية (32 درجة فهرنهايت) و30 عند 100 درجة مئوية (212 درجة فهرنهايت). وكلما ارتفع الرقم الأول، كان أداء الزيت أفضل عندما يكون المحرك باردًا (أفضل للمناخات الباردة والرحلات القصيرة كثيرة التوقف)، وكلما انخفض الرقم الثاني، كان أداؤه أفضل في درجات الحرارة المرتفعة، مثل السباقات أو الرحلات الطويلة.

يحتوي زيت المحرك المُستهلك على معادن متآكلة من أجزاء المحرك ويجب التعامل معه والتخلص منه بأمان لأنه مادة مسرطنة، مما يعني أنه يمكن أن يسبب السرطان.

الشكل 31.62 صب زيت المحرك

الحشوات وموانع التسرب

الحشوات

تقوم الحشوات بإغلاق مكونين أو قطعتين ذواتا سطح مستوٍ - وهي من موانع التسرب الثابتة. ومن المهم اختيار مادة الحشوة المناسبة. تعمل الحشوات المعدنية بشكل أفضل في الاستعمالات ذات الضغط العالي للغاية. تنضغط الحشوات غير المعدنية أو اللينة بين سطحين بقليل من التوتر أو الضغط. وهذا يجعلها مثالية للاستعمالات حيث تكون محتويات السوائل ذات مستويات ضغط منخفضة ولا يمكنها فرض مسار تسرب عبر الحشوة.

هل تعلم؟

غالبًا ما كانت تصميمات الحشوة القديمة تحتوي على الأسبستوس وتتطلب إعادة شدّ ربط مسامير الرأس بعد تشغيل المحرك إلى درجة حرارة التشغيل. أما حشوات الرأس اليوم كثيفة ولا تنضغط كالحشوات القديمة. لذلك، يُطلق على معظم الحشوات اسم الحشوات من النوع الذي لا يستلزم إعادة ضبط عزم الربط، مما يعني أنه لا يلزم إعادة تشديد عزم ربط مسامير رأس الأسطوانة بعد تشغيل المحرك. لا تحتوي الحشوات الجديدة على الأسبستوس، وهو مادة مسرطنة.

الشكل 31.63 حشوة رأس المحرك.

موانع التسرب

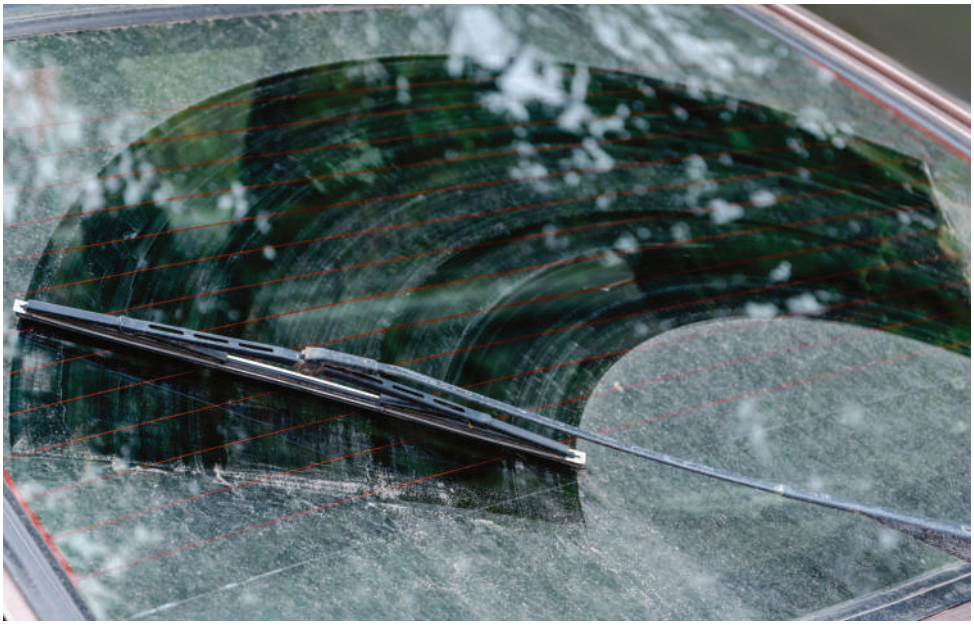
موانع التسرب هي القطع المستخدمة بين الأجزاء الدوارة للمحرك - وهي موانع تسرب ديناميكية. هناك بعض أنواع موانع التسرب المستخدمة في الكهرباء الساكنة مثل سدادة حوض الزيت التي تستخدم لتصريف الزيت.

الشكل 31.64 موانع تسرب

رِيَش الماسحات

تتكون رِيَش الماسحات من المطاط وتميل إلى أن تصبح هشة مع تقادمها. يجب على المستخدم تنظيف رِيَش الماسحات كلما قام بتنظيف المركبة باستخدام الماء وقطعة قماش ناعمة. سوف تتحلل الريش المصنوعة من المطاط الطبيعي أو الاصطناعي في ضوء الشمس والأشعة فوق البنفسجية، لذلك ستحتاج إلى الاستبدال كثيرًا.

من المهم اختيار رِيَش الماسحات الصحيحة. وهي تأتي بأحجام مختلفة، وقد تستوعب نفس المركبة أكثر من حجم واحد. يُظهر دليل المركبة الحجم الموصى به للريش.



الشكل 31.65 رِيَش الماسحات.

وسادات أو بطانات الفرامل:

تحتوي الفرامل القرصية على قرص دوار لكل عجلة؛ ووسادات الفرامل هي مادة الاحتكاك. يضغط سرج الفرامل بقوة على وسادة الفرامل، والذي يضغطها ضد الدوار عند استخدامها. وهذا يوقف المركبة. يجب أن توفر بطانة الفرامل أو وسادات الفرامل احتكاكًا كافيًا بين المحاور الثابتة والأسطوانة الدوارة أو العضو الدوار.

بشكل عام، يجب استبدال وسادات الفرامل كل 25000 إلى 65000 ميل، بينما يجب تغيير الأقراص عندما يقل سمكها أو تتآكل أو تتدهور حالتها.

يعد اختيار وسادات الفرامل أمرًا صعبًا. ستتمتع الوسادة القوية شبه المعدنية أو المعدنية الكربونية بأداء رائع في قدرة الكبح والعمر الافتراضي ولكنها ستكون صاخبة. وتكون الوسادة العضوية أكثر نعومة وهادئة ولكنها ستتآكل بسرعة. أما الوسادة الخزفية، فتتميز بكونها هادئة وذات عمر طويل، لكنها لا تستطيع تحمل حرارة الكبح الشديد كما تفعل الوسادة شبه المعدنية. في معظم الحالات، من الأفضل اتباع اختيار مصنعي المركبات لتكوين الوسادة. بالإضافة إلى تكوين الوسادة، يجب أن تنظر إلى تكوين حافة وسادة الفرامل والملحقات - كلاهما يقطع شوطًا طويلاً في تقليل الضوضاء وزيادة عمر الوسادة وأدائها.

الشكل 31.66 قرص الفرامل ووسادات الفرامل.

الشكل 31.67 مصباح كهربائي.

مصابيح الإنارة

عادةً ما تستخدم المصابيح الكهربائية فتيلة تسخن ثم تنبعث منها الضوء عند سريان التيار الكهربائي فيها. ومصابيح السيارات لها أرقام تجارية. الرقم التجاري هو نفسه بغض النظر عن الشركة المصنعة لنفس مواصفات المصباح بالضبط. يحدد الرقم التجاري أيضًا الحجم والشكل وعدد الفتائل وكمية الضوء المنتج، ويتم قياسه بقوة الشموع. على سبيل المثال، تبلغ قوة شمعة مصباح 1156#، الذي يشيع استخدامه لعكس الأضواء، 21 واط.

دراسة حالة

واجهت مركبة ميني فان المشاكل الكهربائية التالية:

- تومض إشارات الانعطاف بسرعة على الجانب الأيسر
- عند إيقاف تشغيل مفتاح الإشعال، يصدر صوت جرس التحذير عند الضغط على دواسة الفرامل
- عند الضغط على دواسة الفرامل، أضاء مصباح سقف الكابينة

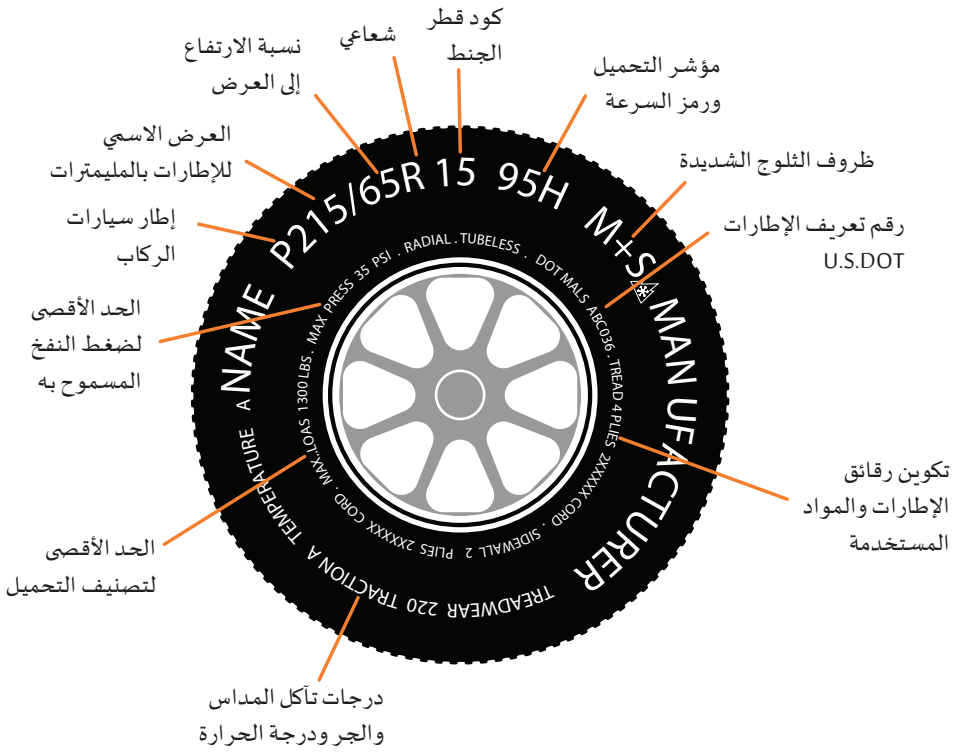
كل هذه المشاكل ناتجة عن مصباح واحد معيب وهو من النوع مزدوج الفتيلة رقم 2057. تم توصيل الفتيلتين كهربائيًا من خلال التآكل الملحوظ بين طرفي المصباح. وتسبب هذا في ارتداد التيار الكهربائي من فتيلة ضوء الفرامل إلى دائرة الضوء الخلفي، مما تسبب في كل هذه المشاكل.

الإطارات

هناك مجموعتان من مواصفات الإطارات: مواصفات الشركة المصنعة للإطارات ومواصفات الشركة المصنعة للمركبة. الإطارات المستبدلة يجب أن تستوفي متطلبات معينة بموجب القانون. ويمكن أن تتجاوز هذه المتطلبات هذه المعايير ولكنها لا تقل عنها أبدًا.

تتضمن مواصفات الشركة المصنعة للمركبة تصنيف السرعة والحمل والحجم. ويمكنك العثور على المواصفات على ملصق في دعامة باب السائق للمركبة وفي دليل مالك المركبة. تتضمن مواصفات الشركة المصنعة للإطارات حجم الإطار، والحمل، والضغط، ودرجة الحرارة، وتقييم السرعة، وتآكل المداس. وتشير مواصفات الشركة المصنعة للإطارات إلى ما تم تصنيع الإطار لتحمله. يمكن العثور على هذه المواصفات على جدار الإطار نفسه.

لضمان عمر تشغيلي طويل وعدم تآكل الإطارات، يكون تبديل مواقع الإطارات ضروريًا في بعض الأحيان. من المهم تدوير كل إطار إلى موقع آخر. بعض الإطارات اتجاهية وتدويرها سيجعلها غير فعالة إن لم تكن على الجانب الصحيح. ويجب استيضاح شروط التوجيه الدوراني من الشركة المصنعة للمركبة.



الشكل 31.68 معاني العلامات/الملصقات الموجودة على إطارات المركبات.

دراسة حالة

معلومات رمز تاريخ الإطارات وفرت لي المال!

نظر أحد العملاء إلى مركبة عمرها ثلاث سنوات ولاحظ أن الإطار الخلفي الأيمن يحتوي على رمز تاريخ بناء أحدث من المركبة.

سأل المالك: "ما مدى سوء الحادث الذي تعرضت له هذه المركبة؟"

تعثر المالك وتلعثم قليلاً، ثم قال: "كيف عرفت أنها مرت بحادث؟"

أخبر العميل المالك أن الإطار الخلفي الأيمن، في حين أنه نفس الإطار تمامًا مثل الإطارات الأخرى، يحتوي على رمز تاريخ يشير إلى أنه عمره عام واحد فقط، في حين أن الإطارات الأصلية كانت بنفس عمر المركبة. تشير الأرقام الثلاثة الأخيرة من رمز DOT على الجدار الجانبي إلى أسبوع التصنيع (أول رقمين من رمز التاريخ المكون من ثلاثة أرقام) متبوعًا بالرقم الأخير من السنة.

واعترف المالك على الفور بأن المركبة انزلقت على الجليد واصطدمت بالرصيف، مما أدى إلى تلف الإطار الخلفي الأيمن والعجلة. وتم استبدال كل من الإطار والعجلة وفحص المحاذاة. ثم قام المالك بتخفيض سعر المركبة.

تساعد معرفة رمز التاريخ على ضمان شراء إطارات جديدة ويمكن أن تساعد الفني أيضًا في تحديد ما إذا كان قد تم استبدال الإطارات. على سبيل المثال، إذا تم العثور على إطارات جديدة في مركبة قطعت 20000 ميل، فيجب على الفني التحقق لمعرفة ما إذا كانت المركبة قد تعرضت لحادث أو قطعت مسافة أميال أكثر مما هو موضح في عداد المسافات.

فهم متى يكون استخدام مكونات ومواد محددة مناسبًا، بما في ذلك التكلفة والأداء وآثار ذلك على الضمان.

عند اختيار المكونات والمواد بشكل مناسب، يحتاج الفنيون إلى مراعاة السعر والأداء ومدة العمل.

اختيار بطانة الفرامل

عادةً ما يعني مصطلح "الأسعار التنافسية" تكلفة أقل. على سبيل المثال، تقدم معظم شركات تصنيع الفرامل بطانات "ممتازة" بالإضافة إلى بطانات منخفضة السعر، لتظل قادرة على المنافسة مع الشركات المصنعة الأخرى أو مع مستوردي مواد بطانة الفرامل المنتجة.

بطانة الفرامل العضوية المصنوعة من الأسبستوس غير مكلفة في التصنيع. في الواقع، غالبًا ما يكلف الصندوق الذي تأتي فيه أكثر من بطانات الفرامل التي بداخله! ويجب على فنيي صيانة الفرامل المحترفين عدم تركيب سوى بطانات ووسادات الفرامل التي ستمنح أداء كبح مساوٍ لأداء مكابح المصنع الأصلية. لا ينبغي أبدًا استبدال بطانات الأسبستوس "التنافسية" بالبطانات أو الوسادات الأصلية شبه المعدنية. للحصول على أفضل النتائج، اختر دومًا قطع الفرامل عالية الجودة من الشركات المصنعة ذات العلامات التجارية المعروفة.

اختيار زيت المحرك

عند اختيار زيت المحرك، يجب مراعاة المعلومات التالية:

- نوع المحرك الذي تم تصميم زيت المحرك له (ديزل أو بنزين)
- مستوى أدائه
- تلبية الزيت لتوصيات الشركة المصنعة للمركبة.

في السوق الحالية، تُستخدم ثلاثة معايير لوصف زيوت المحركات.

1 معيار ACEA

ACEA هو معيار الرابطة الأوروبية لمصنعي السيارات ("Association des Constructeurs Européens Automobile" باللغة الفرنسية). وهو مؤشر جودة يتم تحديده بحرف ورقم (مثل A1). يشير الحرف إلى نوع المحرك:

- A للزيوت المصممة لمحركات البنزين
- B للزيوت المصممة لمحركات الديزل للسيارات الخاصة
- C للمحركات الخفيفة المزودة بمحولات تحفيزية أو فلاتر جسيمات
- E للمركبات التجارية والشاحنات.

يشير الرقم إلى الأداء المحدد الذي ينبغي أن يقدمه الزيت.

يحدد ACEA 2016:

- 3 مجموعات من الفئات لمحركات البنزين والديزل: A3/B3 وA3/B4 وA5/B5
- 5 فئات للمركبات المزودة بجهاز تحكم في التلوث: C1 وC2 وC3 وC4 وC5
- 4 فئات للمركبات والشاحنات التجارية E4 وE6 وE7 وE9، منها فئتان للمركبات المزودة بجهاز تحكم في التلوث: E6 وE9.

2 معيار SAE

يتم تحديد معيار SAE من قبل جمعية مهندسي السيارات. وتصف هذه المواصفة القياسية درجة لزوجة الزيت. ويشار إلى هذه اللزوجة في الجزء الأمامي من الحاوية: مؤشر 00w00.

3 معيار API

يضع معهد البترول الأمريكي معيار API، وهو يصنف المنتج وفقًا لعدة معايير: قوة التشتت والحماية من التآكل والأكسدة والتآكل والمنظفات. يتكون المعيار من حرفين: S لمحركات البنزين، أو C لمحركات الديزل. ويشير الحرف الثاني إلى أداء الزيت. كلما ارتقى الحرف في الأبجدية، ارتفعت جودة الزيت. على سبيل المثال، سيكون أداء زيت SH أقل من زيت SN.

ولمعرفة المعيار المطلوب لمركبة معينة، فإن دليل مالك المركبة هو أفضل مصدر.

مراجعة ما تعلمته ✓

يعد اختيار المعدات والمواد المناسبة لإجراءات الفحص والإصلاح والصيانة أمرًا بالغ الأهمية لأن اختيار المعدات والمواد غير المناسبة سيؤدي إلى مشاكل خطيرة. تم وصف عدة أنواع من المعدات والمواد في هذه الوحدة.

نشاط التقييم **هدف التعلم (ب)**

السيناريو

أنت فني في شركة صيانة سيارات. وكلفك المشرف باختيار المعدات والمكونات والمواد المطلوبة للفحص والصيانة لسيارة محددة. ويجب أن تثبت أنك تفهم كيفية تحديدها.

للقيام بذلك، يلزمك:

- تحديد المعدات المناسبة لإجراء فحص المركبة
- اختيار المكونات والمواد المناسبة لفحص المركبات وإجراءات الصيانة والمقارنة بينها عند الاقتضاء
- تبرير الحاجة إلى المكونات والمواد المحددة واستخدامها لكل عملية من إجراءات فحص/صيانة المركبات. يجب أن يركز هذا على التكلفة والأداء والتأثير على الضمان بين المكونات الأصلية وغيرها.

معايير التقييم **هدف التعلم (ب)**

النجاح	التفوق	الامتياز
هدف التعلم (ب): تحديد المعدات والمكونات والمواد لإجراءات فحص المركبات وصيانتها		
B.P3 تحديد المعدات والمكونات والمواد المناسبة لإجراء فحص المركبات وصيانتها.	**B.M2** مقارنة المعدات والمكونات والمواد التي يمكن استخدامها لفحص المركبات وإجراءات الصيانة لمركبة معينة.	**AB.D1** تبرير الحاجة إلى واستخدام بيانات ومعلومات ومعدات ومكونات ومواد محددة لكل مرحلة من مراحل فحص المركبات وإجراءات الصيانة لمركبة معينة.

هدف التعلم (ج): تنفيذ إجراءات فحص المركبات وصيانتها واستكمال السجلات

(ج1) طرق الفحص

كيفية العمل بأمان

قواعد السلامة الأساسية عند العمل بالورشة

تتضمن قواعد السلامة التي يجب اتباعها أثناء صيانة المركبة ما يلي.

- حدد دائمًا الأدوات المناسبة لوظيفة معينة. فقد يؤدي استخدام أداة غير مناسبة إلى فشل الجزء قيد الصيانة وقد يتسبب في حدوث إصابة.
- أبقِ الأدوات والمعدات تحت السيطرة.
- احرص دومًا على ارتداء معدات الحماية الشخصية المناسبة (PPE)، على سبيل المثال أحذية السلامة والنظارة الواقية والقفازات وما إلى ذلك.
- امسح الزيت الزائد والشحوم عن اليدين والأدوات حتى تتمكن من الإمساك جيدًا بالأدوات أو الأجزاء.
- اعمل بهدوء وبتركيز كاملين.
- تجنب وضع الأشياء الحادة، مثل المفكات، في جيبك. فقد تجرح نفسك أو تتعرض للطعن أو تتلف المقعد.
- نظف الزيت المسكوب أو الشحوم أو أي سائل على الأرض على الفور لتجنب السقوط.
- ضع الرافعة بشكل صحيح لتجنب انزلاقها.
- لا تقم أبدًا بتشغيل محرك المركبة في مرآب مغلق أو محطة صيانة لا تحتوي على نظام تهوية مناسب، إذ تحتوي غازات العادم على أول أكسيد الكربون، وهو غاز سام عديم اللون والرائحة والطعم يمكن أن يكون سامًا وضارًا.
- يجب ارتداء واقي الأذن في أي وقت يصل فيه مستوى الضوضاء إلى 90 **ديسيبل (dB)** أو أعلى.
- يجب ممارسة قواعد السلامة عند العمل باستخدام الأسلاك الكهربائية أو عند بدء تشغيل مركبة أخرى.
- في حالة الحاجة إلى مطفأة حريق، اسحب دبوس الأمان، وقم بتوجيه الفوهة، واضغط على الذراع، ووجه الفوهة من جانب إلى آخر.
- يجب أن تكون مجموعة الإسعافات الأولية متاحة.
- اتبع دومًا الإجراء الموصى به من قبل الشركة المصنعة للتخلص من الوسائد الهوائية أو إعادة تدويرها، بما في ذلك التغليف المناسب للاستخدام أثناء الشحن.
- يجب التخلص من الإطارات المستعملة أو إعادة تدويرها وفقًا للوائح المحلية.
- تم تجهيز السيارات الهجينة والكهربائية بأنظمة كهربائية يمكن أن يتجاوز جهدها 600 فولت تيار مستمر. يجب أن تتضمن إجراءات السلامة لهذه المركبات:
  - استخدام معدات السلامة المخصصة للجهد العالي، مثل قفازات الجهد العالي.
  - واقٍ للوجه عند إجراء أي تشخيص يشمل أنظمة أو مكونات ذات جهد عالٍ
  - استخدام المقياس متعدد الأغراض المقنن بالجهد العالي.

بدء النشاط

قبل إجراء أي عملية فحص/صيانة، يجب تطبيق قواعد السلامة. هناك العديد من طرق فحص المركبات. يجب على المتعلم اتباع الإجراءات المناسبة عند تنفيذ أي نشاط فحص/صيانة.

المهارات

المهارات الشخصية: الانفتاح الفكري:

- القدرة على التكيف

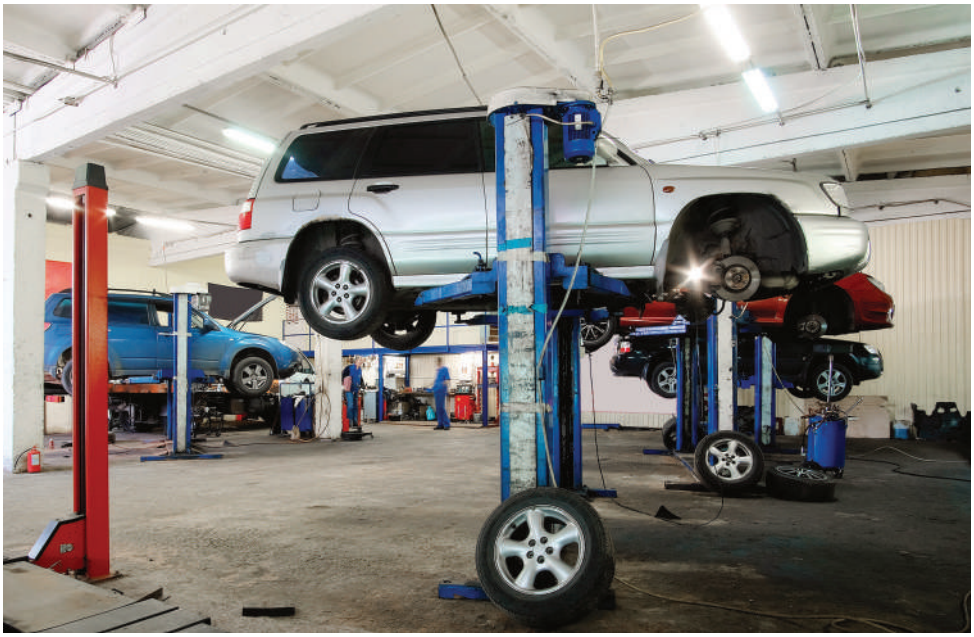
أخلاقيات العمل/الضمير:

- المسؤولية
- الإنتاجية

المصطلحات الرئيسية

ديسيبل (dB): وحدة قياس ارتفاع الصوت.

الشكل 31.69 رسم توضيحي يوضح أنه يجب ارتداء خوذة الأمان والنظارات وحماية الأذن.



الشكل 31.70 الجزء الداخلي لمحطة صيانة السيارات.

الشكل 31.71 مجموعة الإسعافات الأولية.

مجموعات الإسعافات الأولية

يجب أن تشمل مجموعة الإسعافات الأولية:

- مجموعة متنوعة من الضمادات
- وسائد شاش
- شاش ملفوف
- عصي مسحة اليود
- مرهم مضاد حيوي
- كريم هيدروكورتيزون
- عبوات جل للحروق
- محلول غسول العين
- مِلقاط
- مقص
- قفازات
- دليل الإسعافات الأولية.

هل تعلم؟

تنتج جزازة العشب النموذجية ضوضاء عند مستوى حوالي 110 ديسيبل. وهذا يعني أن كل شخص يستخدم جزازة العشب أو غيرها من أدوات العشب أو الحدائق يجب أن يرتدي واقيًا للأذن.

يجب إعادة اعتماد قفازات الأمان المعزولة ذات الجهد العالي كل ستة أشهر لتظل ضمن الإرشادات القياسية.

نظام التحذير

صوت تحذير تشغيل المحرك

هناك العديد من أصوات التحذير التي يجب الاستماع إليها عند اختبار قيادة المركبة، ولكن هذه الأصوات الثلاثة هي من بين الأكثر شيوعًا. على الرغم من عدم وجود هذه المشكلات في جميع المركبات المستعملة، إلا أن اكتشافها أثناء الاختبار يمكن أن يساعد في توفير الكثير من المال عن طريق خفض النفقات الأولية أو منع الإصلاحات الأكثر تكلفة في المستقبل.

1 *الصرير العالي*

يعد الصرير أحد أكثر الأصوات شيوعًا التي تصدرها المركبة عندما لا يكون هناك شيء مضبوط. إذا سمع شخص ما صريرًا عندما تكون المركبة في وضع الخمول، فقد تكون المشكلة في ناقل الحركة. ويعد إصدار صوت الصرير عند السرعات المنخفضة أحد العلامات العديدة التي تشير إلى وجود مشكلة في عمود إدارة السيارة، وهو جزء مهم من السيارة.

2 *أصوات الخشخشة*

إذا سمع شخص ما صوت خشخشة، فهذا نتيجة وجود مكوِّن سائب في مكان ما بالمركبة. في بعض الأحيان، تأتي الخشخشة من شيء بسيط مثل نافذة سائبة. ومع ذلك، فإن الاهتزاز في حجرة المحرك أو من شاسيه المركبة يشير إلى أن شيئًا مهمًا سائبًا.

3 *هدير أو جرش الفرامل*

الصوت مؤشر قوي لمشاكل الفرامل. وصدور أصوات جرش أو هدير عند تشغيل فرامل المركبة يستوجب الابتعاد عن المركبة، حيث من المحتمل أن تحتاج الفرامل إلى إصلاحات كبيرة أو استبدال كامل.

الشكل 31.72 ضغط دواسة الفرامل.

نصائح

- عند رفع أي شيء، احرص على تحقيق قبضة آمنة وضعية وقوف ثابتة. أبقِ الحمولة بالقرب من جسمك، مع جعل ظهرك مستقيمًا لتقليل الضغط. ارفع بساقيك وذراعك وليس ظهرك.
- لا تقم بليّ جسمك عند حمل حمولة. بدلًا من ذلك، قم بتدوير قدميك للمساعدة في منع الضغط على العمود الفقري.
- ادفع الجسم الثقيل بدلاً من سحبه.

أجهزة تشخيص الأعطال المُثبَّتة بالمركبة

تشمل أضواء مؤشر التحذير على لوحة القيادة ضوء الفرامل، وضوء الزيت، وضوء فحص المحرك، وضوء مانع انغلاق الفرامل (ABS)، وضوء الوسادة الهوائية، ومراقبة ضغط الإطارات، وضوء درجة حرارة المحرك، وغيرها، وكلها يمكن العثور عليها في دليل المالك.

سيتم تشغيل جميع مصابيح مؤشر التحذير لفترة محددة من الوقت (حوالي دقيقة، ولكن هذا يختلف حسب المركبة) عند وضع المفتاح في الوضع on (تشغيل) دون تحريك السيارة. بمجرد تشغيل المحرك، ينبغي ألا يعمل أي من هذه المصابيح (حتى مصباح سير الأمان يجب أن يكون مطفأ، مما يشير إلى أنك ترتدي سير الأمان). إذا كان أحد هذه المصابيح مضيئًا، فهذا يشير إلى وجود مشكلة في النظام الذي يدل عليه. ويختلف عدد المصابيح وأنواع الأضواء حسب النوع والطراز.

نشاط

باستخدام مركبة فرد من أفراد عائلتك أو صديق، تحقق من لوحة القيادة بحثًا عن ضوء الزيت وضوء الفرامل ونظام الفرامل المانعة للانغلاق ومصباح درجة حرارة المحرك وضغط الإطارات، إن وجدت.

الشكل 31.73 لوحة قيادة مضيئة بمركبة حديثة.

التدوير اليدوي للعجلات

يوضح الشكل 31.74 فنيًا يقوم بفحص العجلة يدويًا بحثًا عن المشكلات المتعلقة بالوصلات الكروية وقضبان الربط ومحمل العجلة، عن طريق تدويرها.

الشكل 31.74 فحص يدوي لدوران العجلة.

الفحص البصري

دراسة حالة

الخطوة الأولى في الفحص هي إجراء فحص بصري شامل.

في كثير من الأحيان، لن يلاحظ العميل سوى خطأ واحد، بينما لا تعمل المصابيح أو الأنظمة الأخرى بشكل صحيح.

على سبيل المثال، لاحظ أحد العملاء أن المرايا الكهربائية توقفت عن العمل. قام فني الصيانة بفحص جميع المكونات الكهربائية في المركبة واكتشف أن المصابيح الداخلية لا تعمل أيضًا. لم يذكر العميل المصابيح الداخلية على أنها مشكلة، على الأرجح لأن السائق كان يستخدم المركبة في ساعات النهار فقط. وجد فني الصيانة مصهر المصباح الداخلي وملحق الكهرباء منفجرًا. أدى استبدال المصهر إلى استعادة التشغيل المناسب للمرآة الخارجية الكهربائية والأضواء الداخلية.

ومع ذلك، ما الذي تسبب في انفجار المصهر؟ أظهر الفحص البصري لمصباح سقف الكابينة، الموجود بجانب فتحة السقف الكهربائية، منطقة كان فيها السلك عاريًا. وشوهد دليل على مكان ملامسة السلك العاري للسقف المعدني، وربما هذا قد تسبب في انفجار المصهر. قام الفني بتغطية السلك العاري بجزء من خرطوم عزل ثم لصق الخرطوم بشريط كهربائي عازل لإكمال الإصلاح.

الشكل 31.75 الفحص البصري للمخمدات للتسرب والتآكل.

الشكل 31.76 الفحص البصري لتلف العجلة باستخدام مصباح الفحص.

فحص نظام التدفئة

تستخدم جميع أنظمة سخانات السيارات والشاحنات الخفيفة سائل التبريد الساخن من المحرك لإنتاج الحرارة. يتدفق سائل تبريد المحرك (مضاد التجمد والماء) عبر خراطيم السخان وقلبه. وتوفر مضخة مياه المحرك القوة اللازمة لتدوير سائل تبريد المحرك من خلال قلب السخان. قلب السخان عبارة عن راديياتير صغير مزود بأنابيب وزعانف تساعد في نقل الحرارة من سائل التبريد إلى الهواء المتدفق عبر قلب السخان. وعادةً ما تُستخدم مروحة قفصية لدفع الهواء عبر قلب السخان إلى مقصورة الركاب.

الشكل 31.77 راديياتير.

يوصى بفحص نظام تدفئة المركبة مرة واحدة في السنة، ويفضل أن يكون ذلك في أوائل الخريف قبل الطقس البارد للتأكد من أنه جاهز لموسم الشتاء المقبل.

وتشمل أعراض نظام التدفئة المعيب ما يلي:

- لا ينفخ السخان هواءً ساخنًا بعد ارتفاع درجة حرارة المحرك
- انبعاث رائحة غريبة في المركبة عند تشغيل السخان
- المروحة لا تعمل أو تعمل فقط في وضع واحد فقط
- تسريب في سائل التبريد
- صوت النظام أعلى من المعتاد ويصدر صوت طقطقة أو فرقعة.

كيفية فحص نظام التدفئة:

- تحقق من مستوى سائل التبريد وقم بتزويده عند اللزوم
- افحص خرطوم الراديياتير السفلي بمجرد أن يبدأ مقياس درجة الحرارة في القراءة، ينبغي أن يكون باردًا. وإذا تم تسخينه على الفور، فقد تكون هناك مشكلة في منظم الحرارة
- افحص الدارة الكهربائية وخاصة نقاط التلامس
- افحص صمام التحكم في السخان

نظام الأمان

تحتوي معظم السيارات الآن على تدابير أمنية، مثل قفل مقود التوجيه أو قفل الدواسة، التي تمنع المركبة من التعرض للسرقة. يستخدم نظام الاتصال الآن التكنولوجيا اللاسلكية لتسهيل نقل المعلومات وتبادلها. وتتمثل إحدى مزايا ذلك في تعزيز مراقبة المالك للمركبة عن بُعد. ومع ذلك، لا تمتلك بعض المناطق في العالم بنية الاتصالات اللازمة حتى تتمكن من الاستفادة من أنظمة مراقبة السيارات عن بُعد.

نصائح

تأكد من أن الراديياتير بارد قبل إزالة غطاء الراديياتير، لتجنب التعرض للحرق بسبب سائل التبريد الساخن.

القياسات

عمق الإطارات

يمكن قياس عمق الإطار من خلال مقياس عمق المداس (الشكل 31). مع توجيه المقياس إلى الأخدود، ادفع المسبار لأسفل حتى يصل إلى قاعدة المداس. ثم قم بإزالة المقياس وانظر قراءة عمق المداس، عادةً على جانب الأسطوانة.

الشكل 31.78 مقياس عمق المداس.

الشكل 31.79 قياس عمق مداس الإطار.

ضغط الإطارات

يجب اتباع الخطوات التالية للتحقق من ضغط الإطارات الصحيح.

1 أزِل غطاء الصمام لكل إطار.

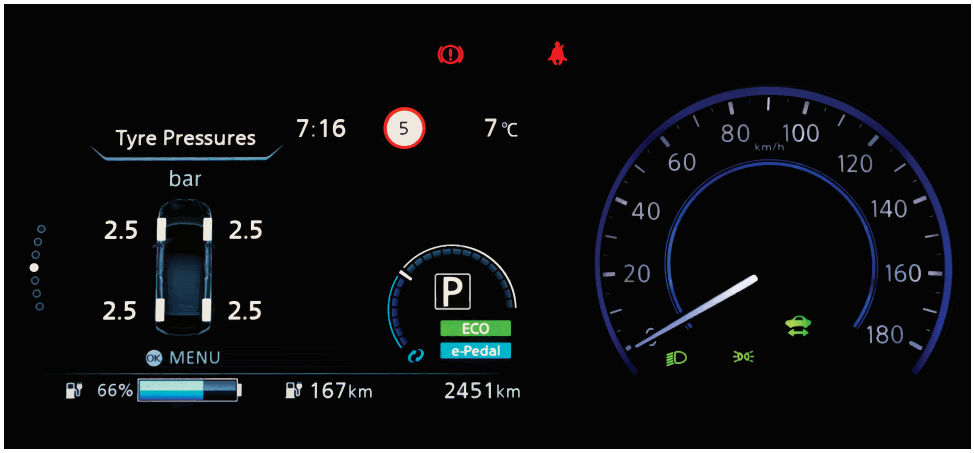
2 قم بمحاذاة المقياس حتى الصمام.

3 اضغط على المقياس على الصمام بضغط مباشر ثابت ثم أفلته. سترى عصا القياس تُدفع إلى الجانب الآخر من المقياس (على المقياس القلمي).

4 املأ الإطار بالهواء، وأعد فحص الضغط، ثم كرر حسب الحاجة حتى يتم الحصول على الضغط المطلوب.

5 أعِد وضع غطاء الصمام.

تحتوي المركبات الآن على نظام لمراقبة ضغط الإطارات (TPMS) مثبت داخل الإطار لقياس ضغط الإطارات. يمكنك العثور على TPMS على لوحة القيادة بالمركبة كما هو موضح في الشكل 80.



الشكل 31.80 رسم توضيحي للوحة القيادة في مركبة كهربائية بالكامل (EV):
نظام مر اقبة ضغط الإطارات (TPMS)

هل تعلم؟

بشكل عام، يجب استخدام الماء المقطر فقط (الماء الذي تمت إزالة الشوائب منه) لتخفيف السوائل لخدمة المركبات وصيانتها.

عادةً ما يتسخ سائل التبريد عند خلط الماء غير المقطر به. وتتسبب الشوائب الموجودة في الماء في تآكل (تحلل المعادن في المحرك)، والتي تتجمع مع سائل التبريد. وهذا يمكن أن يسد الراديتير وممرات التبريد. ولهذا السبب، يتم خلط سائل التبريد بالماء المقطر حيث لا توجد هذه الشوائب.

محتوى مضاد التجمد

يقيس مقياس معامل الانكسار الموضح في الشكل 31.35 أيضًا تركيز سائل التبريد المضاد للتجمد (خليط مضاد التجمد والماء). لاستخدام مقياس معامل الانكسار، اتبع هذه الخطوات.

1 افتح غطاء الراديتير بعدما يبرد.

2 خذ عينة صغيرة (قطرتان) من خليط مضاد التجمد.

3 ضع العينة على سطح المقياس.

4 يقيس المقياس محتوى خليط مضاد التجمد.

فحص مستوى سائل الفرامل

ينقل سائل الفرامل قوة قدم السائق على دواسة الفرامل إلى قوة كبح كل عجلة فردية. يجب عليك فحص سائل الفرامل في نفس الوقت الذي تقوم فيه بتغيير زيت المحرك عند 3000 ميل (5000 كم) أو كل ثلاثة أشهر، أيهما يحل أولًا.

هناك نوعان من أسطوانات الفرامل الرئيسية.

- الخزان الشفاف - يسمح هذا النوع برؤية سائل الفرامل دون الحاجة إلى إزالة غطاء الخزان. يجب أن يكون المستوى المناسب بين مستوى MIN (الحد الأدنى) ومستوى MAX (الحد الأقصى) المشار إليهما على الخزان البلاستيكي الشفاف.
- خزان معدني أو بلاستيكي غير شفاف - عادة ما تجد هذا النوع من الخزانات في المركبات القديمة، ويجب عليك إزالة الغطاء للتحقق من مستوى سائل الفرامل.

نصائح

لا تفرط في ملء أسطوانة الفرامل الرئيسية. تزداد سخونة سائل الفرامل مع استخدام الفرامل ويجب أن يكون هناك مكان في خزان الأسطوانة الرئيسية لتمدد سائل الفرامل.

مواضيع ذات صلة

تغطي "الوحدة 4: الصيانة الهندسية" كيفية إجراء الصيانة الميكانيكية والكهربائية.

(ج2) مناطق المركبة

تنفيذ إجراءات الصيانة والتعديلات على أجزاء المركبة

المحرّك

صيانة نظام التبريد

صيانة نظام التبريد هي صيانة وقائية لتجنب حالة ارتفاع درجة الحرارة وتجنب التحليل الكهربائي. ويجب فحص سائل التبريد عند كل تغيير للزيت (عند كل 5000 ميل أو 8000 كم). وإذا تبين أنه متسخ، فمن الضروري إجراء تنظيف لنظام التبريد.

يمكن ضغط نظام التبريد والتحقق من التسربات أو الخراطيم المنتفخة بواسطة جهاز اختبار ضغط نظام التبريد، وذلك عن طريق تركيبه بدلًا من غطاء الراديتير وضخه يدويًا أثناء مراقبة المقياس. لا تتجاوز الضغط المشار إليه المكتوب على الجزء العلوي من غطاء الراديتير. يبلغ الحد الأقصى لمعظم السيارات الحديثة 16 رطلًا لكل بوصة مربعة (1.1 بار).

الشكل 31.81 فني يعرض جهاز اختبار ضغط نظام التبريد.

لرحض نظام التبريد وإعادة تعبئته:

1 راجع دليل المالك لمعرفة مواقع كل جزء من نظام التبريد.

2 افتح سدادة تصريف الراديياتير لتصريف سائل التبريد، واجمع السائل المنصرف في حاوية.

3 أزِل منظم الحرارة إن كان ذلك يسيرًا. وعادةً ما يكون منظم الحرارة على جانب المحرك من خرطوم الراديياتير العلوي، ولكنه في بعض الحالات يكون على الخرطوم السفلي.

4 افصل خرطوم الراديياتير السفلي، وادفع سائل التبريد عبر مبيت منظم الحرارة (الخرطوم العلوي وكتلة المحرك) بخرطوم حتى يصبح الماء نظيفًا.

5 وصِّل الخرطوم بالراديياتير، وارحضه بالمياه حتى يصبح الماء نظيفًا.

6 قم بتصريف المياه بالكامل من نظام التبريد.

7 أعد تركيب منظم الحرارة.

8 افصل الخزان واشطفه بخرطوم الحديقة حتى تصبح المياه صافية. صرِّف الخزان تمامًا.

9 قم بتوصيل الخراطيم وأغلق فتحات التصريف.

10 املأ نظام التبريد بسائل تبريد جديد وفقًا لمواصفات الشركة المصنعة والماء المقطر.

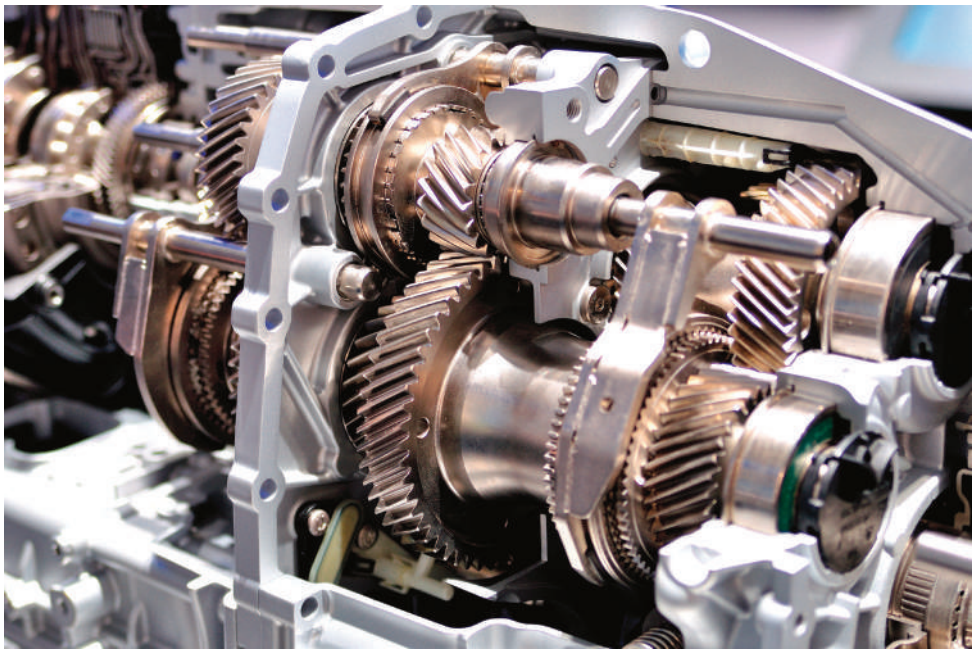
ناقل الحركة

صندوق التروس

صندوق التروس هو الجزء الرئيسي والأساسي لمحرك المركبة، وصيانته بشكل دوري ضرورية لتحصيل الأداء الأمثل.

للحفاظ على أداء صندوق التروس في أفضل حالاته ولعمر أطول، إليك بعض نصائح الصيانة الأساسية التي يجب وضعها في الاعتبار:

1. قم بتصريف سائل صندوق التروس.
2. افحص السائل بحثًا عن دليل على تكون الحمأة.
3. املأ صندوق التروس إلى المستوى الموصى به بسائل جديد من النوع واللزوجة الصحيحين.
4. افحص ملاءمة سدادة التعبئة وسدادة التصريف.
5. تحقق من عدم وجود تسربات وتآكل على موانع التسرب.
6. تحقق من جلب ذراع نقل الحركة.
7. تحقق من تشغيل القابض.
8. اختبر للتحقق من عمل صندوق التروس الذي تمت صيانته.



الشكل 31.82 مقطع عرضي لصندوق التروس.

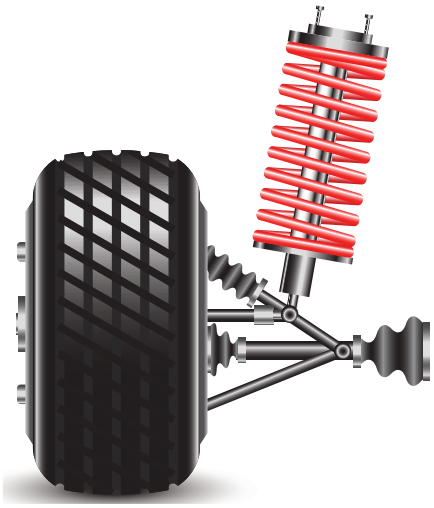
شاسيه أنظمة التعليق

نظام التعليق الأمامي

يجب عليك تنفيذ إجراءات الصيانة التالية عند صيانة نظام التعليق الأمامي حيثما كان ذلك مناسبًا:

- فحص الأصوات وتمايل/تدحرج جسم السيارة، وارتفاع الركوب بنظام التعليق الأمامي؛ وتحديد الحاجة إلى الإصلاحات
- صيانة أذرع التحكم العلوية والسفلية، والجِلَب، والأعمدة، ومصدات الارتداد، وواقيات الارتجاج

- صيانة قضبان الساق النابضية/أذرع التوجيه (الضغط/الشد) والجِلَب
- صيانة المفاصل الكروية العلوية والسفلية
- صيانة المسامير الرئيسية والمحامل والجِلَب
- صيانة تركيبات مفصل التوجيه/المغزل وأذرع التوجيه
- صيانة النوابض اللولبية والعوازل الزنبركية لنظام التعليق الأمامي
- صيانة النوابض الصفائحية، وعوازل النوابض الصفائحية (كواتم الصوت)، وحلقات الربط، والكتائف، والجِلَب، والحوامل لنظام التعليق الأمامي
- صيانة القضبان الالتوائية وحوامل نظام التعليق الأمامي
- صيانة الجِلَب والكتائف والروابط للقضيب الموازِن (عمود مقاومة الانقلاب)
- صيانة تركيبة أو خرطوشة الساق النابضية
- صيانة محمل وحامل الساق النابضية.



الشكل 31.83 نظام التعليق الأمامي.

الشكل 31.84 فني يقوم بتدوير المركبة للخلف وللأمام للسماح باستقرار نظام التعليق.

نظام التعليق الخلفي

يجب عليك تنفيذ إجراءات الصيانة التالية عند صيانة نظام التعليق الخلفي حيثما كان ذلك مناسبًا:

- فحص الأصوات وتمايل/تدحرج جسم السيارة، وارتفاع الركوب بنظام التعليق الخلفي؛ وتحديد الحاجة إلى الإصلاحات
- صيانة النوابض اللولبية والعوازل الزنبركية (كواتم الصوت) لنظام التعليق الخلفي
- صيانة الروابط/الأذرع الجانبية (مقبض المسمار) وأذرع التحكم (الخلفية) وقضبان الموازنة (عمود مقاومة الانقلاب) والجِلَب والتركيبات لنظام التعليق الخلفي
- صيانة النوابض الصفائحية، وعوازل النوابض الصفائحية (كواتم الصوت)، وحلقات الربط، والكتائف، والجِلَب، والحوامل لنظام التعليق الخلفي
- صيانة مجموعة أو خرطوشة الساق النابضية وتركيبة التثبيت العلوية
- صيانة مجموعة المحور الخلفي غير المستقلة من حيث الانحناء والانحراف وعدم المحاذاة
- صيانة الوصلات الكروية الخلفية وتركيبات ربط العمود/المرتكز
- صيانة تركيبة مفصل التوجيه/المغزل

الشكل 31.85 استبدال تركيبة الساق النابضية.

الشكل 31.86 فحص المخمدات الخلفية أثناء وجود المركبة على الأرض عن طريق رجّ في كل زاوية.

نظام الفرامل

غالبًا ما يتم فحص نظام الفرامل أثناء تغيير الزيت الروتيني. يتم اتباع الخطوات التالية لفحص نظام الفرامل:

1 ابدأ من تحت النصبة/غطاء المحرك.

2 افحص أسطوانة الفرامل الرئيسية بحثًا عن أي تسرب.

3 تحقق من مستوى وحالة سائل الفرامل.

4 افحص جميع الخطوط ووحدة الفرامل المانعة للانغلاق بحثًا عن التسربات أو الموصلات السائبة والتالفة.

5 ارفع المركبة وادعمها بأمان على الرافعة أو المرفاع.

6 افحص جميع خطوط الفرامل والخراطيم بحثًا عن علامات التسرب أو التشقق.

7 افحص مكونات السرج وغطاء الأتربة بحثًا عن التلف.

8 افحص سرج الفرامل (أو أسطوانات العجلات) بحثًا عن تسرب سائل الفرامل.

9 افحص القرص بحثًا عن النعومة. إذا كان القرص يحتوي على أي حفر أو أخاديد، فسيتعين تجديده أو استبداله.

10 تحقق من سمك جميع وسادات الفرامل.

11 قم بتغيير الوسادات عند الاقتضاء.

الشكل 31.87 إزالة وسادات الفرامل وفحصها.

إجراءات تشخيص نظام الفرامل المانعة للانغلاق وفحصه وصيانته

إذا كان لدى العميل مخاوف بشأن خطأ في نظام الفرامل المانعة للانغلاق (ABS)، فإن أفضل طريقة للتعامل معها هي تنفيذ ما يلي:

1 تحقق من مصدر تخوف العميل. هذه الخطوة مهمة جدًا لأن العميل غالبًا ما يعتقد أن مشكلة الفرامل ناتجة عن خطأ في نظام الفرامل المانعة للانغلاق. من المفيد للمالك قيادة المركبة بصحبة فني الصيانة إذا لم تكن المشكلة واضحة بسهولة.

2 قم بإجراء فحص بصري. إذا كان كل من مصباحي تحذير الفرامل الأحمر والعنبري مضاءين، فابحث عن عطل في النظام الهيدروليكي، بما في ذلك التسربات في المواقع التالية:

- الأسطوانة الرئيسية
- وحدة التحكم الكهروهيدروليكية
- خراطيم الفرامل المرنة
- خطوط ووصلات الفرامل
- سرج الفرامل و/أو أسطوانات العجلات.

3 تحقق من رموز تشخيص الأعطال المخزنة (DTC). استخدم أداة المسح أو الطرق الضرورية الأخرى لتفسير رموز تشخيص الأعطال. وفي حالة العثور عليها، اتبع إجراءات المصنع المحددة لحصر السبب وتحديده.

4 أكمل عملية الإصلاح. وقد تتضمن هذه الخطوة استبدال مكون هيدروليكي. وإذا كان الأمر كذلك، فيجب أن يتم تصريف النظام الهيدروليكي باستخدام الإجراء المحدد من قبل المصنّع.

5 امسح جميع رموز تشخيص الأعطال.

6 تحقق من عملية الإصلاح. احرص دومًا على اختبار قيادة المركبة في نفس الظروف اللازمة لكشف المشكلة للتأكد من تصحيح السبب.

دراسة حالة

اشتكى أحد العملاء من أنه في بعض الأحيان أثناء الكبح العادي، يتم تنشيط نظام ABS قبل التوقف مباشرة. ومع ذلك، لا يضيء مصباح ABS. تمكن فني الصيانة من تكرار ظرف المشكلة، ولم تكن هناك رموز تشخيص أعطال (DTC) مخزنة.

باستخدام أداة مسح لمراقبة مستشعرات سرعة العجلة، اكتشف الفني أن سرعة العجلة الأمامية اليسرى مختلفة قليلاً عن غيرها. أظهر الفحص البصري الشامل أن عجلة النغمة (حلقة المستشعر) مشروخة. أدى هذا الشرخ إلى إرسال إشارة سرعة مختلفة للعجلات الأخرى إلى وحدة تحكم ABS، مما تسبب في تنشيط وحدة التحكم لنظام ABS، كما هو معتاد؛ وهذا هو السبب في عدم وجود رموز تشخيص أعطال.

الأشياء الأخرى التي يمكن أن تسبب هذه المشكلة، والتي غالبًا ما تسمى "التعديل الخاطئ"، تشمل انحناء العجلة أو تغاير أحجام الإطارات أو وجود حطام معدني حول المستشعر.

الأنظمة الكهربائية

تشخيص أعطال نظام الشحن وإصلاحه

لتشخيص مشاكل نظام الشحن التي تتسبب في انخفاض الشحن أو عدم الشحن أو الشحن الزائد:

- فحص وتعديل واستبدال سيور تحريك المولد (مولد التيار) والبكرات والشدادات
- إجراء اختبار خرج نظام الشحن؛ وتحديد الإصلاحات المطلوبة
- إجراء اختبارات انخفاض الجهد في دارة الشحن؛ وتحديد الإصلاحات المطلوبة
- فحص أو إصلاح أو استبدال موصلات وأسلاك دارات الشحن
- إزالة المولد (مولد التيار) وفحصه واستبداله.

الشكل 31.88 فحص أداء المولد.

اختبار البطارية

تتميز معظم البطاريات ذات الطراز الجديد بتصميم لا يحتاج إلى صيانة ويستخدم الرصاص والكالسيوم بدلاً من بناء شبكة ألواح الرصاص والأنتيمون.

يعد اختبار جهد البطارية باستخدام الفولتميتر أو المقياس المتعدد طريقة بسيطة لتحديد حالة شحن أي بطارية. يُطلق على هذا الاختبار عادةً اسم اختبار جهد دائرة البطارية المفتوحة لأنه يتم إجراؤه بدائرة مفتوحة بدون تدفق تيار ولا يتم تطبيق أي حمل على البطارية.

الشكل 31.89 مقياس متعدد لقياس مستوى جهد البطارية.

1. إذا تم شحن البطارية للتو أو إذا تم قيادة المركبة مؤخرًا، فمن الضروري إزالة الشحنة السطحية من البطارية قبل الاختبار.
2. لإزالة الشحنة السطحية، قم بتشغيل المصابيح الأمامية ذات الشعاع العالي لمدة دقيقة واحدة، ثم قم بإيقاف تشغيل المصابيح الأمامية وانتظر دقيقتين.
3. عند إيقاف تشغيل المحرك وجميع الملحقات الكهربائية وإغلاق الأبواب (لإطفاء المصابيح الداخلية)، قم بتوصيل الفولتميتر أو المقياس المتعدد بأعمدة البطارية. وقم بتوصيل السلك الأحمر الموجب بالعمود الموجب والسلك الأسود السالب بالعمود السالب.
4. اقرأ الفولتميتر وقارن النتائج بمخطط حالة الشحن التالي. الفولتية الموضحة مخصصة للبطارية عند درجة حرارة الغرفة أو بالقرب منها (21 درجة إلى 27 درجة مئوية أو 70 درجة فهرنهايت إلى 81 درجة فهرنهايت).

الجدول 31-5 مخطط حالة الشحن

جهد البطارية (V)	حالة الشحن
12.6 أو أعلى	مشحونة بنسبة 100%
12.4	مشحونة بنسبة 75%
12.2	مشحونة بنسبة 50%
12.0	مشحونة بنسبة 25%
11.9 أو أقل	فارغة

الإضاءة

يتم فحص الإضاءة الخارجية من خلال وضع المفتاح في وضع *on* بالإشعال (أو أثناء تشغيل المحرك).

لفحص الإضاءة الخارجية، قم بما يلي:

1 افحص المصباح الجانبي مع مصابيح لوحة الأرقام.

2 شغِّل المصابيح الأمامية. افحص جميع الزوايا الأربع للمركبة. ينبغي أن يضيء نفس عدد المصابيح على كلا الجانبين. بمجرد الانتهاء، يجب فحص كل من الشعاع الخافت والرئيسي بالمصابيح الأمامية، باستخدام معدات المحاذاة إذا كانت متوفرة، أو تعتبر مطلوبة.

3 شغِّل إشارة الانعطاف اليسرى. افحص المصابيح الوامضة بالجهة الأمامية اليسرى والجهة الخلفية اليسرى من المركبة.

4 شغِّل إشارة الانعطاف اليمنى. افحص المصابيح الوامضة بالجهة الأمامية اليمنى والخلفية اليمنى للمركبة. إن إشارات الانعطاف التي تومض بسرعة كبيرة جدًا أو لا تومض على الإطلاق، عند تشغيل إشارة الانعطاف، يُعد مؤشرًا على تعطل المصباح.

5 افحص جميع مصابيح الإشارة على جانب المركبة أو في المرآة.

6 يتطلب فحص مصابيح الفرامل شخصين. يقوم أحدهما بالضغط على دواسة الفرامل بينما يقوم الشخص الآخر بفحص الجزء الخلفي من المركبة للتأكد من إضاءة جميع مصابيح الفرامل، بما في ذلك مصباح الفرامل العلوي في النافذة الخلفية إن وجِد.

7 نشِّط مفتاح الخطر. افحص للتأكد من تساوي عدد المصابيح الوامضة في جميع الزوايا الأربع. يتم توصيل مصابيح الخطر بشكل منفصل عن إشارات الانعطاف، لذلك من المهم التحقق من مصابيح التحذير من المخاطر حتى إذا تم فحص إشارات الانعطاف.

الشكل 31.90 كشاف خلفي.

إصلاح الجسم

تحدث العيوب في الإطار أو الجسم بشكل عام بسبب التأثيرات الشديدة من الطرق الوعرة والاصطدام بأشياء أو مركبات أخرى. اعتمادًا على طبيعة التصادم، قد تحدث عيوب من الأنواع التالية:

- عدم المحاذاة في المستوى الأفقي و/أو الرأسي
- التواء الإطار الرئيسي و/أو الإطارات الفرعية
- إطار رئيسي و/أو إطار فرعي منبعج
- أعضاء جانبية منحنية و/أو حديد منحني
- لوحة تقوية ومسامير مكسورة أو مفكوكة.

(ج3) إجراءات الصيانة

عطل المكونات الرئيسية الأخرى

عطل الأسطوانة الرئيسية

الأسطوانة الرئيسية هي قلب نظام الفرامل الهيدروليكي. وتتكون من غرفتين رئيسيتين:

- خزان السوائل الذي يحتوي على السائل لتزويد نظام الفرامل
- غرفة الضغط التي يعمل فيها الكباس.

يمكنك صيانة الأسطوانة الرئيسية كما يلي:

1 قم بإزالة قضيب الدفع.

2 قم بإزالة خط الفرامل من الأسطوانة الرئيسية. قم بتغطية الطرف المفتوح من الخط بشريط لمنع انسكاب السوائل.

3 قم بإزالة الصواميل والمسامير التي تثبت الأسطوانة الرئيسية في مكانها وأخرج الوحدة.

4 قم بإزالة الغطاء المطاطي وحلقات الزنق المطاطية.

5 قم بتنظيف الجزء الخارجي من الأسطوانة الرئيسية تمامًا، ثم أزل الغطاء وصرِّف كل سائل الفرامل.

6 اسحب الكباس والنابض والصمام؛ قم بإزالة الكوب الأساسي والثانوي من الكباس.

7 بعد تفكيك الأسطوانة الرئيسية، نظف جميع الأجزاء بالكحول وجففها بالهواء المضغوط.

8 افحص الكباس بحثًا عن علامات التنقر والتآكل. وإذا وجد أي من الاثنين بشكل مفرط، يُستبدل الكباس بمكبس جديد.

9 إذا كان تجويف الأسطوانة خشنًا، فيجب شحذه أو استبداله.

10 نظف الأسطوانة بالكحول وبإمرار سلك عبر الأجزاء.

11 نظف جميع الأجزاء بزيت الفرامل الجديد وقم بتجميع الأسطوانة الرئيسية.

12 أدخل الكوب الأساسي والثانوي على الكباس.

13 قم بتركيب مجموعة الصمامات ونابض الارتداد والكباس.

14 ضع كمية صغيرة من زيت الفرامل في الخزان وقم بضخ الكباس بمساعدة مفك البراغي لضمان حرية الحركة طوال شوطه.

15 قم بتجميع باقي الأجزاء وتركيب الأسطوانة الرئيسية على الهيكل؛ وقم بإصلاح الوصلات والأنابيب وملء زيت الفرامل في الخزان.

التسريبات

الاستبدال الضروري لخرطوم الراديياتير السفلي

يمكن أن يتسبب فاقد السوائل في نظام التبريد في ارتفاع درجات حرارة المحرك. وأحد الأسباب المتكررة لذلك هو تسرب سائل التبريد من خرطوم الراديياتير السفلي. يمكنك تنفيذ الإجراءات التالية لاستبدال خرطوم الراديياتير السفلي:

1 افتح غطاء النصبة/غطاء المحرك وحدد موقع راديياتير المركبة.

2 ضع وعاء التصريف تحت الراديياتير. قم بإزالة مشابك خرطوم الراديياتير السفلية. قم بفك محبس التصريف (البيتكوك) لتصريف الراديياتير. في حالة عدم وجود محبس تصريف للراديياتير، قم بإزالة خرطوم الراديياتير السفلي من الراديياتير لتصريف نظام التبريد.

3 قم بإزالة خرطوم الراديياتير السفلي من المحرك. قم بتركيب مشابك الخراطيم على خرطوم الراديياتير السفلي الجديد. قم بتركيب خرطوم سائل التبريد السفلي الجديد. تأكد من نقل أي نوابض داخلية مانعة للانهيار إلى الخرطوم الجديد.

4 ضع المشابك فوق أطراف الخرطوم. أحكم ربط مشابك الخرطوم.

5 أعد ملء سائل التبريد بالنوع الموصى به من مضاد التجمد والماء. املأ خزان الفائض بنفس الخليط.

6 اترك غطاء الراديياتير مفتوحًا وابدأ تشغيل المحرك. أثناء تباطؤ المحرك، سوف يتجشأ سائل التبريد (فقاعات الهواء) وينبغي أن ينخفض مستوى السائل. أعد ملء الراديياتير إلى القمة.

7 قم بتثبيت غطاء الراديياتير.

8 اختبر ضغط نظام التبريد بعد استبدال الخراطيم وسائل التبريد. تحقق من عدم وجود أي تسرب آخر.

9 اختبر المركبة على الطريق مع مراقبة مقياس درجة حرارة المحرك. في حالة ارتفاع درجة حرارة المركبة، قد يظل هناك جيب هوائي في نظام التبريد. يجب تزويد نظام التبريد بالسائل بعد برود المركبة بالكامل.

المكونات التالفة (الكهربائية)

إصلاح الأسلاك

توصي العديد من الشركات المصنعة بأن تتم جميع إصلاحات الأسلاك باللحام. ومع ذلك، يجب استخدام **مساعد الصهر** للمساعدة في تنظيف المنطقة وللمساعدة في تدفق اللحام. لذلك، يتم تصنيع **اللحام** باستخدام مادة الراتنج (الصنوبري) في المركز، والتي تسمى اللحام الصنوبري. يتوفر أيضًا اللحام حمضي المركز ولكن يجب استخدامه فقط في لحام الصفائح المعدنية. يتوفر اللحام بنسب مختلفة من القصدير والرصاص في السبائك. وتُستخدم النسب لتحديد هذه الأنواع المختلفة من اللحام، حيث يشير الرقم الأول إلى النسبة المئوية للقصدير في السبائك والرقم الثاني يعطي النسبة المئوية للرصاص. اللحام الأكثر استخدامًا هو 50/50، مما يعني أن 50% من اللحام عبارة عن قصدير و50% الأخرى عبارة عن رصاص.

تحدد النسب المئوية لكل سبيكة بشكل أساسي نقطة انصهار اللحام. ويتضمن لحام وصلة الأسلاك الخطوات التالية:

1 أثناء لمس مسدس اللحام على الوصلة، قم بتطبيق اللحام على تقاطع المسدس والسلك.

2 سيبدأ اللحام بالتدفق. لا تحرك مسدس اللحام.

3 أثناء تدفق اللحام داخل وحول خيوط السلك، استمر في تغذية المزيد من اللحام في الوصلة.

4 بعد تدفق اللحام في جميع أنحاء الوصلة، قم بإزالة مسدس اللحام من الوصلة واترك اللحام يبرد ببطء.

المصطلحات الرئيسية

مساعد الصهر: مادة تستخدم لتنظيف الأسطح التي يتم لحامها، لضمان وصلة قوية وفعالة.

اللحام: سبيكة من القصدير والرصاص تستخدم لإجراء اتصال كهربائي جيد بين سلكين أو توصيلات في دائرة كهربائية.

ينبغي أن يكون للحام مظهر لامع. قد يكون سبب اللحام الباهت هو عدم الوصول إلى درجة حرارة عالية بما يكفي، مما يؤدي إلى برودة وصلة اللحام. وغالبًا ما يمكن استعادة المظهر اللامع بإعادة تسخين الوصلة وتركها تبرد. يمكن أن تصبح مكواة اللحام واللحام المرتبط بها غاية في السخونة، وتتسبب في حروق خطيرة، بالإضافة إلى أن اللحام يمكن أن يتسبب في انبعاث غازات ضارة محتملة. لهذا السبب، من المهم أن تتعرف على إرشادات التشغيل الآمن لمعدات اللحام.

المحاذاة

محاذاة العجلات

المحاذاة الكاملة للعجلات الأربع

تعد المحاذاة الكاملة للعجلات الأربع هي الطريقة الأكثر دقة للمحاذاة، حيث إنها أفضل من طريقة خط الدفع، حيث إنها ضرورية لضمان أقصى عمر للإطارات والتحكم في المركبة. يتمثل الاختلاف الأكبر بين محاذاة خط الدفع والمحاذاة الكاملة للعجلات الأربع في تعديل "التو" الخلفي لجعل خط الدفع يصل إلى الصفر. بعبارة أخرى، يتم ضبط "التو" الخلفي على كلتا العجلتين الخلفيتين بالتساوي بحيث يكون الاتجاه الفعلي الذي تشير إليه العجلات الخلفية هو نفس الخط المركزي الهندسي للمركبة.

يتضمن الإجراء الخاص بالمحاذاة الكاملة للعجلات الأربع الخطوات التالية:

1 ضبط زاوية الكامبر الخلفية، إن وجدت

2 ضبط زاوية التو الخلفية - سيؤدي ذلك إلى تقليل زاوية الدفع إلى ما يقرب من الصفر

3 ضبط زاويتي الكامبر والكاستر الأمامية

4 اضبط زاوية التو الأمامية، مع التأكد من أن عجلة القيادة في الوضع المستقيم

يجب أن يعرف فني الصيانة، ليس فقط جميع زوايا المحاذاة، ولكن أيضًا العلاقة التبادلية الموجودة بين الزوايا. كوسيلة مساعدة لفهم هذه العلاقات، يتم تقديم مثالين. المثال 1، الجدول 31.6 يعطي زوايا العجلات الأمامية المقبولة عند مقارنتها بالمواصفات؛ المثال 2، الجدول 31.7 يعطي محاذاة العجلات الأربع وقراءات المركبة التي لا تدخل ضمن المواصفات.

المثال 1: محاذاة العجلات

الجدول 31.6 مثال 1: محاذاة العجلات

	مواصفات المحاذاة	
	اليسار	اليمين
الكامبر =	+1/2° ± 1/2°	+1/2° ± 1/2°
الكاستر =	+1° ! 1/2°	+1° ! 1/2°
التو (الإجمالي)	1/8 بوصة ! 1/16 بوصة.	
	المواصفات الفعلية	
	اليسار	اليمين
الكامبر =	+1/4°	0°
الكاستر =	+1°	+1 1/4°
التو (الإجمالي)	1/8 بوصة.	

النتيجة:

المحاذاة مثالية لأن هناك:

- عدم تآكل الإطارات
- عدم وجود سحب.

التوضيح:

- زاوية الكامبر ضمن حدود المواصفة
- زاوية الكامبر ضمن فرق $\frac{1^\circ}{2}$ محدد بين الجنبين
- زاوية الكامبر ليست متساوية، ولكن تزيد على اليسار بمقدار $\left(\frac{1^\circ}{4}\right)$ مقارنة باليمين، مما يساعد على تعويض قمة تحدب الطريق
- زاوية الكاستر ضمن حدود المواصفة
- زاوية الكامبر ضمن فرق $\frac{1^\circ}{2}$ بين الجنبين
- زاوية الكاستر ليست متساوية، ولكن تزيد على اليمين بمقدار $\left(\frac{1^\circ}{4}\right)$ مقارنة باليسار، مما يساعد على تعويض قمة تحدب الطريق
- زاوية التو ضمن حدود المواصفة

المثال 2: محاذاة العجلات الأربع

الجدول 31.7 المثال 2: محاذاة العجلات الأربع

	مواصفات المحاذاة	
	اليسار	اليمين
زاوية الكامبر الأمامية =	1/2° !1/4°+	0 ! 1/2°
زاوية الكاستر الأمامية =	1/2° !3°+	1/2° ! 1/2°+
زاوية التو الأمامية (الإجمالي) =	3/16 بوصة. ! 1/16 بوصة.	
زاوية الكامبر الخلفية =	0 ! 1/4°	0 ! 1/4°
زاوية التو الخلفية =	0 بوصة ! 1/16 بوصة.	
	المواصفات الفعلية	
	اليسار	اليمين
زاوية الكامبر الأمامية =	-1/2°	-1°
زاوية الكاستر الأمامية =	2 3/4°+	2°+
زاوية التو الأمامية (الإجمالي) =	- 1/8 بوصة. (زاوية تو سالبة)	
زاوية الكامبر الخلفية =	0°	1/4°+
زاوية التو الخلفية =	1 1/2 بوصة. (زاوية تو موجبة)	

النتيجة:

- المحاذاة غير صحيحة:
- سوف يتآكل الإطار الأمامي الأيسر قليلاً على الحافة الداخلية
- سوف يتآكل الإطار الأمامي الأيمن على الحافة الداخلية
- قد تميل المركبة إلى السحب قليلاً إلى اليسار بسبب اختلاف زاوية الكامبر (قد لا تسحب على الإطلاق بسبب تأثير قمة تحدب الطريق)
- يمكن أن تميل المركبة إلى السحب قليلاً إلى اليمين بسبب اختلاف زاوية الكاستر (زيادة $\frac{3^\circ}{4}$ في زاوية الكاستر على اليسار)
- يمكن أن يكون السحب الكلي طفيفًا باتجاه اليسار لأنه يتطلب أربعة أضعاف فرق الكاستر للحصول على نفس قوى السحب مثل الكامبر
- يمكن أن تتآكل الإطارات قليلاً على كلا الحافتين الداخليتين بسبب زاوية التو السالبة
- تضع زاوية الكامبر السالبة للمحاذاة الحالية عبئًا ثقيلًا على محمل العجلة الخارجي، إذا كان نظام الدفع خلفي، لأن الحمل يتم حمله بواسطة محمل العجلة الخارجي الأصغر بدلاً من محمل العجلة الداخلي الأكبر.

الاستنتاج:

- ستتسبب المركبة في تآكل الحواف الداخلية لكلا الإطارين الأماميين
- قد تسحب المركبة قليلاً إلى اليسار وقد لا تسحب
- لن تعمل المركبة بشكل مستقر أثناء القيادة، ومن المحتمل أن تنحرف.

الشدّ (سير نقل الحركة)

افحص الشدّ

لفحص شد سير نقل الحركة، قم بتوصيل مقياس الشد على أطول مسافة بين أطراف السير واسحبه لقياس درجة الشدّ. افحص قراءة مقياس الشد مقابل المواصفات الواردة في دليل المالك. إذا كانت قراءة الشد تتطابق مع القراءة المقترحة في دليل المالك ولم يتضرر السير، فلا بأس بذلك.

ضبط الشد

مستخدمًا المفتاح الصحيح، قم بإرخاء قفل ضبط الشد. يوجد هذا عادةً على حامل المولد أو على بكرة وحدة التباطؤ المنفصلة. باستخدام عتلة كرافعة، قم بتطبيق قوة شدّ على السير. للقيام بذلك، أرخِ قفل الضبط وأدخِل العتلة بين المولد وجزء صلب من المحرك. ثم اسحب بالاتجاه الذي سيؤدي إلى الضغط على السير وشد قفل الضبط.

نصائح

- تحتوي بعض المركبات على نظام شد زنبركي أوتوماتيكي يوفر عناء ضبط الشد يدويًا.
- تأكد من مراجعة الدليل قبل بدء الإجراء.

استكشف المزيد

تحدد معظم الشركات المصنعة ما لا يقل عن 3 أو 4 نقرات وبحد أقصى من 8 إلى 10 نقرات عند تطبيق فرامل اليد. تحقق من تفاصيل الشركة المصنعة لمعرفة عدد النقرات على فرملة اليد.

أعد فحص الشدّ

بمجرد ضبط شد السير، يجب إعادة فحص الشد مرة أخرى باستخدام المقياس. إذا كان السير مشدودًا بشكل مفرط، يجب فك أداة التثبيت وضبطها حتى يتم الشد الصحيح، كما هو محدد في دليل الورشة. بمجرد تأمينه، أعد فحص شد السير مرة أخرى.

تعديلات الفرامل (فرملة اليد)

يُطلق على فرملة اليد أحيانًا اسم فرامل الانتظار. تحدد معظم الشركات المصنعة ما لا يقل عن 3 أو 4 نقرات، وبحد أقصى من 8 إلى 10 نقرات عند استخدام فرامل الانتظار. راجع دليل الصيانة الخاص بالمركبة بشأن المواصفات الدقيقة وإجراءات التعديل. تحدد معظم الشركات المصنعة للمركبات فحص الفرامل الخلفية وضبطها بشكل صحيح قبل محاولة ضبط كابل فرامل الانتظار. اتبع دائمًا الإجراء الموصى به من الشركة المصنعة بدقة.

فيما يلي إجراء عام لضبط فرامل الانتظار.

1. تأكد من ضبط فرامل الصيانة الخلفية بشكل صحيح وأن البطانة قابلة للصيانة.
2. بعد تثبيت الأسطوانات، قم بتعشيق فرامل الانتظار 3 أو 4 نقرات. يجب أن يكون هناك سحب طفيف على كلتا العجلتين الخلفيتين (أدر كل عجلة يدويًا).
3. اضبط الكبل عند المعادل (تعادل قوة كبل واحد بكلتا الفرامل الخلفية) عند اللزوم، حتى يكون هناك سحب طفيف على كلا الفرامل الخلفية.
4. حرر فرامل الانتظار. يجب أن تكون كلتا المكابح الخلفية حرة وغير قابلة للسحب. قم بإصلاح الكابلات الصدئة أو استبدالها أو أعد ضبطها حسب الضرورة لضمان عدم سحب الفرامل.

دراسة حالة

اتصل أحد العملاء وطلب المساعدة من الوكيل لأنه لا يستطيع تحرير فرامل الانتظار. اكتشف فني الصيانة أن العميل كان يحاول تحرير فرامل الانتظار عن طريق الضغط على دواسة فرامل الانتظار، كما حدث في المركبة السابقة للعميل. قام فني الصيانة ببساطة بسحب ذراع التحرير وتم تحرير فرامل الانتظار.

(ج4) سجلات الفحص والصيانة

وثائق الفحص

يوضح الجدول أدناه عينة من نموذج فحص المركبة.

الجدول 31.8 نموذج فحص المركبة

نموذج فحص المركبة

معلومات الشركة

العنوان:

الهاتف:

البريد الإلكتروني:

المركبة	السنة	الماركة	الطراز	رقم تعريف المركبة
الوصف		عدد الأسطوانات:		☐ بنزين ☐ ديزل

العناصر التي سيتم فحصها	مُرضي	الاحتياجات إصلاح	يلزم استبداله	التعليقات
الحشوات وموانع التسرب للمحرك عن طريق التحقق بصريًا من التلف والتسريبات				
الكتلة والرؤوس عن طريق الفحص البصري للشقوق والتسريبات				
سدادة تصريف الزيت وحشية وعاء الزيت عن طريق الفحص البصري للتسريبات				
فلتر الزيت أو علبة الزيت عن طريق الفحص البصري للتلف وتحديد سببه				
عصا قياس مستوى الزيت عن طريق الفحص البصري لتحديد التلف أو التعديل أو الفقد				
مستوى زيت المركبة - متسخ أو ملوث عن طريق الفحص البصري				
سيور المحرك (باستثناء سير التوقيت) من خلال الفحص البصري وتحديد أن كل سير موجود وقابل للصيانة				
مقياس أو ضوء تحذير ضغط الزيت من خلال الفحص البصري والتضخيم، يعمل المقياس أو الضوء بشكل صحيح				
العمود المرفقي وقضبان التوصيل وعمود الكامات والرافعات وقضبان الدفع من خلال قيادة المركبة لتحديد ما إذا كان المحرك يقرع أو يخطئ أثناء التشغيل				

العناصر التي سيتم فحصها	مُرضي	الاحتياجات إصلاح	يلزم استبداله	التعليقات
<u>ناقل الحركة وعلبة النقل</u> عن طريق التحقق بصريًا من مستوى سائل النقل والجزء المرئي من الغلاف أو العلبة بحثًا عن التلف والشقوق والتسربات				
<u>القابض أو محول العزم</u> من خلال قيادة المركبة لتحديد ما إذا كان: توجد صعوبة في تغيير السرعات، حيث يتسبب انزلاق التروس أو القابض أو محول العزم في حدوث ضوضاء غير عادية				
<u>مجموعة التروس التفاضلية</u> من خلال قيادة الاهتزاز لتحديد ما إذا كان: هناك اهتزاز أو ضوضاء غير عادية لا يمكن تفسيرها بسبب التآكل العادي لمركبة مستعملة من نفس العمر والأميال				
<u>فحص قابلية الخدمة الشاملة للمحرك ونظام الدفع</u> من خلال قيادة المركبة وملاحظة أي ضوضاء أو أبخرة أو أدخنة أو اهتزاز غير عادي				

أي إصلاحات للعيوب كما هو مذكور أعلاه: _____

تم إجراء الفحص والإفصاح من قبل: _____

..... الاسم المطبوع..... التوقيع..... التاريخ رقم الرخصة أو التسجيل

وثائق الشركة المصنعة

تتكون وثائق الشركة المصنعة من معلومات الصيانة وكتيبات إصلاح الشركة المصنعة التي تحتوي على جميع المعلومات الأصلية، بما في ذلك إجراءات الإصلاح والاستبدال والمواصفات والقدرات ومخططات الأسلاك، وما إلى ذلك.

بطاقة مهمة الشركة أو بطاقة مهمة العميل

بطاقة العمل عبارة عن مستند قياسي وسجل موثق للعمل المنجز. يحتوي على المعلومات التالية:

- رقم بطاقة المهمة
- اسم وعنوان ورقم هاتف مركز الصيانة
- اسم العميل وعنوانه ورقم هاتفه
- تفاصيل المركبة
- قائمة مرجعية قبل بدء العمل
- تعليمات العميل
- المهمة الواجب تنفيذها
- التكلفة المقدرة
- الأفراد المطلوبين
- اسم الفني
- اسم وتوقيع المشرف
- توقيع العميل
- إقرار.

نشاط

ابحث في الويب أو أي مصدر آخر للعثور على نماذج فحص و/أو صيانة مختلفة، مثل صيانة/فحص السيارة ووثائق الشركة المصنعة وبطاقة مهام الشركة.

نشاط

قم بإعداد نشاط لعب الأدوار، حيث يؤدي بعضكم بدور عملاء يحضرون سيارتهم للصيانة، ويؤدي البعض الآخر دور فنيو المركبات الذين سينفذون العمل. تدرب على إكمال نموذج فحص المركبة مثل النموذج الموجود هنا.

الجدول 9-31 بطاقة المهمة

رقم بطاقة المهمة.

الشعار	الاسم:..... العنوان:..... ..... الهاتف: المنزل:..... المكتب:..... الهاتف المحمول:.....	الموديل:..... رقم التسجيل:..... رقم الشاسيه:..... رقم المحرك:..... تاريخ البيع:..... قراءة الكيلومترات:..... تاريخ ووقت الاستلام:..... تاريخ ووقت التسليم:.....

رقم الصيانة المجانية ☐ الحماية ☐ مدفوع ☐ ضمان ☐ بدون رسوم ☐ حادث ☐ شكوى

رقم الكوبون الإضافية ☐

قائمة التحقق	جيد	غير جيد	ملاحظة العميل	المهمة التي يتعين القيام بها	التكلفة المقدرة
الفحص قبل التجربة					
المحرك: عدد الدورات في الدقيقة في وضع الخمول	☐	☐			
كمية زيت المحرك.	☐	☐			
الكهرباء: البطاريات	☐	☐			
البوق	☐	☐			
نوع الضغط:					
أمامي/خلفي... رطل لكل بوصة مربعة	☐ F	☐ R F			
الحركة الحرة لذراع القابض	☐	☐			
الحركة الحرة لذراع الفرامل	☐	☐			
الحركة الحرة لدواسة الفرامل	☐	☐			
الأضرار ودارات القصر - نعم لا					
المصابيح (HL/TL/BL/Win/Pilot)					
مرآة الرؤية الخلفية (L/R)					
النتوءات (D)/الخدوش (s):					
غطاء الخانق: نعم/لا					
مجموعة الأدوات: نعم/لا					
الملحقات:					
مستوى الوقود:					
أخرى (إن وجدت):					

ملاحظة: 1) يرجى تقديم المشورة للعميل بشأن نقاط "غير جيد".	أجرة الصنعة	
2) يرجى التحقق من ملاحظات العميل.	الإجمالي	

اسم الميكانيكي: توقيع المشرف:

تفويض العميل

أفوض بموجبه القيام بالمهام وتركيب قطع الغيار-عند اللزوم- المذكورة أعلاه على حسابي. وأي مهام أو قطع إضافية مطلوبة ستكون على نفقتي. يتم تخزين المركبة وإصلاحها واختبارها وقيادتها على مسؤوليتي. التقدير الوارد أعلاه لأجرة الصنعة وأسعار القطع تقريبي فقط.

توقيع العميل التاريخ .....

رقم بطاقة المهمة	إقرار التاريخ ..... رقم التسجيل:..... رقم الشاسيه:..... تاريخ الاستلام:..... تاريخ/وقت التسليم:..... الموديل:..... توقيع المشرف

إعادة ضبط أنظمة التحذير الخاصة بصيانة المركبة

يعتمد بعض السائقين على مصابيح الصيانة الخاص بهم للبقاء على اطلاع على بنود الصيانة الأساسية مثل تغيير السيور وتغيير الزيت وتغيير الإطارات وغيرها من بنود الصيانة، حتى يتم تحديث سيارتهم وفقًا لجداول الصيانة الخاصة بها. بمجرد أن تتم صيانة سيارتهم، سيتعين عليهم إيقاف تشغيلها وإعادة ضبط الضوء حتى يتمكن من متابعة مراقبة حالة المركبة. يتم استخدام الإرشادات من دليل المركبة أو روابط مواقع الويب لمركبات معينة لنظام تحذير الصيانة. على سبيل المثال، يمكن اتباع الخطوات التالية لإعادة ضبط مصباح الصيانة أدناه:

- ضع المفتاح في وحدة الإشعال، وقم بتحويله إلى الموضع الأول، وهو الموضع قبل بدء تشغيل المركبة مباشرة.
- اضغط مع الاستمرار على زر إعادة ضبط عداد الرحلة على لوحة القيادة، ثم أدر المفتاح إلى الموضع الثاني.
- استمر في الضغط على زر إعادة ضبط عداد الرحلة لمدة 10 ثوانٍ. عندئذٍ، يجب أن يومض المصباح، ثم ينطفئ.
- بمجرد إيقاف التشغيل، حرر زر عداد المسافات وابدأ تشغيل المركبة. إذا لاحظت أن المصباح لا يزال مضيئًا، كرر هذه العملية مرة أو مرتين فقط لإيقاف تشغيل مصباح الصيانة.
- إذا كان المصباح لا يزال مضيئًا، فقد يكون ذلك مؤشرًا على الحاجة إلى صيانة إضافية.

هل تعلم؟

تختلف خطوات إعادة ضبط أنظمة تحذير صيانة المركبة حسب كل نوع وموديل. دليل المركبة هو أفضل مرجع لإعادة الضبط.

نصائح

عند إجراء تقييمات عملية، يمكن أن تكون الأدلة المقدمة:

- صور مشروحة
- أوراق العمل
- رسومات تخطيطية
- النشرة
- فيديو مسجل
- سجلات المراقبة.

نشاط التقييم **هدف التعلم (ج)**

السيناريو

أنت فني في شركة صيانة مركبات. وطلب منك المشرف تنفيذ إجراءات الفحص والصيانة على اسم وموديل المركبة المحددين. يجب إكمال جميع السجلات اللازمة،

وذلك عن طريق القيام بما يلي:

- تنفيذ إجراءات الفحص والصيانة الخاصة بالمركبة المحددة بأمان ودقة وفعالية، على سبيل المثال في نظام التبريد أو نظام الكبح أو نظام التعليق. في هذه المهمة، يجب تنفيذ إجراءات التحضير والفحص والاستبدال والتعديل حسب الحاجة، باتباع الإجراء الصحيح، وبالتسلسل الصحيح، ووفقًا لتوصيات الشركة المصنعة للمركبة.
- أكمل سجلات فحص وصيانة المركبات المناسبة بدقة وفعالية، على سبيل المثال نموذج فحص المركبة وورقة الصيانة أو بطاقة مهمة العميل أو بطاقة مهمة الشركة.
- سجل جميع المعلومات المطلوبة في جميع الوثائق ذات الصلة. إذا تم تخزين المعلومات إلكترونيًا، أكمل أي سجلات صيانة قائمة على الكمبيوتر.

معايير التقييم هدف التعلم (ج)		
النجاح	**التفوق**	**الامتياز**
هدف التعلم (ج): تنفيذ إجراءات فحص المركبات وصيانتها واستكمال السجلات		
C.P4 إجراء فحص المركبة وصيانتها بأمان. **C.P5** إكمال سجلات فحص وصيانة المركبات المناسبة.	**C.M3** إكمال إجراءات فحص وصيانة المركبات وسجلات فحص وصيانة المركبات المناسبة بأمان ودقة.	**C.D2**إكمال إجراءات فحص وصيانة المركبات وسجلات فحص وصيانة المركبات المناسبة بأمان ودقة وفعالية من خلال تحسين العملية.

مسرد المصطلحات

سائل ناقل الحركة الأوتوماتيكي: زيت عالي الجودة يحتوي على إضافات تقاوم الأكسدة وتمنع تكوين الصدأ وتسمح للسائل بالتدفق بسهولة في جميع درجات الحرارة.

سائل الفرامل: يستخدم في النظام الهيدروليكي لتشغيل الأسطوانة التابعة الموجودة على المبيت الناقوسي.

الضوء الأسود: مصباح يصدر ضوءًا فوق بنفسجي طويل الموجة (UV-A) وقليل جدًا من الضوء المرئي

سائل التبريد: الخليط السائل الموجود في نظام تبريد المحرك.

البيانات: حقائق وإحصاءات مجموعة معًا للرجوع إليها أو تحليلها.

ديسيبل (dB): وحدة قياس ارتفاع الصوت.

مجموعة التروس التفاضلية: الزيت الذي يقوم بتشحيم المكونات الداخلية لمجموعة التروس التفاضلية، مثل مجموعة الحلقة والترس، بحيث لا تبدأ مجموعة التروس التفاضلية في الانسحاق مسببة مشاكل كبيرة.

مجموعة أدوات الطوارئ: *لوازم إسعافات أولية* لعلاج الجروح والخدوش والأوجاع والآلام الشائعة.

مساعد الصهر: مادة تستخدم لتنظيف الأسطح التي يتم لحامها، لضمان وصلة قوية وفعالة.

المعلومات: حقائق معالجة ذات غرض ومعنى.

العمر التشغيلي: الفترة التي من المتوقع أن تستمر فيها الأداة أو المعدات في ظل الاستخدام والظروف العادية.

الصواميل والمسامير الحلقية: تُستخدم لتأمين النابض الصفائحي بمقطورتك.

اللحام: سبيكة من القصدير والرصاص تستخدم لإجراء اتصال كهربائي جيد بين سلكين أو توصيلات في دائرة كهربائية.

النوابض: قضبان فولاذية مثنية في ملف مرن يستخدم لامتصاص قوى الصدمة.

اللزوجة: مقاومة التدفق. يتمتع الزيت ذو اللزوجة العالية بمقاومة أعلى للتدفق.

محاذاة العجلات: مرحلة من الصيانة القياسية للمركبة تتكون من ضبط زوايا العجلات وفقًا لمواصفات الشركة المصنعة للسيارة.