توليد الطاقة الكهربائية

يُمكن تعريف الطاقة، بشكلٍ عام، على أنها أي شيء لديه "إمكانية إحداث تغييرات". التعريف الأكثر شيوعًا للطاقة هو العمل الذي يُمكن أن تقوم به قوة مُعينة (مثل قوة الجاذبية، والقوة الكهرومغناطيسية). تُعدّ الطاقة كامنة، ما يعني أنه لا يُمكن خلقها أو تدميرها، ولكن يُمكن تحويلها فقط من شكلٍ إلى آخر؛ على سبيل المثال، تُحوّل البطارية الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

الهدف من هذا الدليل هو توجيه المستخدمين حول كيفية تحويل واستخدام الطاقة الكهربائية والقوة الكهربائية المُستخدمة للمعدات والأجهزة اللازمة في التدخلات الإنسانية، بما في ذلك؛ فهم المفاهيم الكهربائية الأساسية، ومعرفة كيفية قياس التركيبات بشكلٍ صحيح، وكيفية إدارة التركيبات الكهربائية بكفاءة.

المصطلحات الشائعة في توليد الطاقة

AC	الاختصار المُستخدم لمصطلح التيار المتردد.
DC	الاختصار المُستخدم لمصطلح التيار المباشر.
الإلكترونات	جسيمات صغيرة مشحونة تتواجد كجزء من التركيب الجزيئي للمواد.
الإلكترون الحر	إلكترون يُمكن فصله بسهولة عن نواة الذرة التي ينتمي إليها.
الموصلات	الأجسام التي تمتلك إلكترونات حرة (المعادن على سبيل المثال، وجسم الإنسان والأرض كذلك).
المواد العازلة	الأجسام التي لا تمتلك إلكترونات حرة (مثل الزجاج، والبلاستيك والخشب).

الجهد (U)	الفرق في الشحنة بين نقطتين.
التيار (I)	المعدل الذي تتدفق عنده الشحنة.
المقاومة (R)	ميل المادة لمقاومة تدفق الشحنة (التيار).
الدائرة الكهربائية	حلقة مغلقة تسمح للشحنة بالانتقال من مكانٍ إلى آخر.
المُقاوم	أي مادة تسمح بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية.
الحمل الزائد	طاقة إضافية متوفرة لفترة زمنية قصيرة.
بطارية VRLA	الاختصار المُستخدم لمصطلح بطارية الرصاص الحمضية المُنظمة بصمام.
نطاق جهد الامتصاص	مستوى الشحن الذي يُمكن تطبيقه دون زيادة سخونة البطارية.
نطاق جهد الغمر	الجهد الذي يتم عنده الحفاظ على البطارية بعد شحنها بالكامل.

لوحة التوزيع:	عبارة عن قاطع دائرة كهربائية ويحتوي على العديد من الدوائر الكهربائية. يُمكن باستخدامه تشغيل الدائرة أو إيقاف تشغيلها.
قواطع الدائرة الكهربائية والمصاهر:	تعمل على حماية الأسلاك من الحرارة الزائدة وتوجد في صندوق لوحة التوزيع. عندما يكون هناك حمل زائد، أي تدفق الكثير من التيار، تنفجر المصاهر أو تفصل قواطع الدائرة الكهربائية. تُصنّف المصاهر وقواطع الدائرة الكهربائية حتى تتعرّض للتلف بعد تعطّل الدائرة عند تيار معين.
المفاتيح الكهربائية:	يُمكن للمفاتيح الكهربائية تنشيط الدوائر، أي إنها ستسمح للتيار بالتدفق عبرها. إذا تم استخدامها بإهمال، فقد تتسبب في ضرر للأفراد وتلف للمعدات. تقوم المقابس بتوصيل الأجهزة بدائرة كهربائية.
التأريض/التوصيل بالأرض	توصيل الأجزاء المعدنية للأجهزة الكهربائية بالأرض.
(W)	الاختصار المُستخدم للواط، وهو مقياس وحدة القدرة.
(Wh)	الاختصار المُستخدم للواط ساعة، وهو مقياس وحدة الطاقة
(V)	الاختصار المُستخدم للفولت، وهو مقياس وحدة الجهد
(A)	الاختصار المُستخدم للأمبير، وهو مقياس وحدة التيار الكهربائي

مقارنة بين مصطلحات المملكة المتحدة والولايات المتحدة

لأغراض هذا الدليل، تُستخدم المصطلحات الأمريكية بصورة أكثر تواترًا.

المملكة المتحدة	الولايات المتحدة
إضاءة ثنائية الاتجاه، مفتاح كهربائي	مفتاح كهربائي بإضاءة ثلاثية الاتجاه، مفتاح كهربائي
وعاء	النطاق
لوحة التوزيع	لوحة التوزيع، لوحة القواطع
الأرض، التأريض	الأرضية، التأريض
تهيئة	تثبيت
جهاز التيار المتبقي (RCD)	قاطع الدائرة الكهربائية للعطل الأرضي (GFCI)
إزار الحائط	لوح القاعدة
ماكينة التخريم	المسافر

أساسيات الكهرباء

التيار الكهربائي عبارة عن تدفق الشحنة الكهربائية في دائرة - وتدفق الإلكترونات الحرة بين نقطتين في موصل. تُعدّ هذه الإلكترونات الحرة المتحركة هي التي تُشكّل الطاقة الكهربائية. يتكون إنتاج الكهرباء من خلال إجبار الإلكترونات على التحرك معًا في مادة مُوصلة عن طريق خلق قصور إلكتروني على جانب واحد من الموصل وفائض على الجانب الآخر.

يُطلق على الجهاز الذي يتسبب بهذا الخلل المولد. تُعد المحطة الطرفية على جانب الفائض مُحددة بعلامة +، وعلى جانب القصور مُحددة بعلامة –.

عندما يتم توصيل حمولة بالمحطات الطرفية للمولد، يدفع المولد الإلكترونات: يمتص الجسيمات المشحونة الموجبة ويُعيد الجسيمات سالبة الشحنة. في الدائرة الكهربائية، تدور الإلكترونات من الطرف – إلى الطرف +.

ولتتمكّن من استخدام المعدات الكهربائية بشكلٍ صحيح وآمن، من المهم فهم أعمال الكهرباء. من الضروري فهم الركائز الأساسية الثلاث اللازمة للتعامل مع الكهرباء والاستفادة منها - الجهد والتيار والمقاومة - وكيف ترتبط العناصر الثلاثة ببعضها.

الشحنة الكهربائية

الكهرباء هي حركة الإلكترونات. تتسبب الإلكترونات في إنتاج شحنة، والتي يتم استغلالها لإنتاج الطاقة. تستغل جميع الأجهزة الكهربائية - مثل المصباح الكهربائي، أو الهاتف أو الثلاجة - حركة الإلكترونات للعمل. يُمكن شرح المبادئ الأساسية الثلاثة لهذا الدليل باستخدام الإلكترونات، أو بشكلٍ أكثر تحديدًا، الشحنة التي تخلقها:

- **الجهد**- الفرق في الشحنة بين نقطتين.
- **التيار (أمبير)**- المعدل الذي تتدفق عنده شحنة معينة.
- **المقاومة**- ميل المادة لمقاومة تدفق الشحنة (التيار).

تصِف هذه القيم حركة الشحنة، وبالتالي سلوك الإلكترونات.

الدائرة عبارة عن حلقة مُغلقة تسمح للشحنة بالانتقال من مكانٍ إلى آخر. تسمح المكونات الموجودة في الدائرة بالتحكم في هذه الشحنة واستخدامها للقيام بالعمل.

القياسات الكهربائية

- **القدرة** - الطاقة التي تستهلكها الحمولة.
- **الطاقة**- مقدار الكهرباء المستهلكة أو المنتجة خلال فترة زمنية معينة.

فرق الجهد الكهربائي (الجهد)

يُعرَّف الجهد (U) بأنه مقدار الطاقة الكامنة بين نقطتين على الدائرة. يُقاس هذا الفارق في الشحنة بين القطبين + و – الموجودين في المولد بالفولت ويُمثَّل بالحرف "V". في بعض الأحيان، يُمكن تسمية الجهد بـ "الضغط الكهربائي"، وهو قياس مناسب لأن القوة، التي يُوفرها فرق الجهد الكهربائي للإلكترونات التي تمر عبر مادة موصلة، يُمكن مقارنتها بضغط الماء عندما يتحرّك الماء عبر أنبوب؛ وكلما ارتفع الفولت، ارتفع "ضغط الماء".

الطاقة المتاحة للإلكترونات الحرة المتحركة هي التي تُشكِّل الطاقة الكهربائية. يتكون إنتاج الكهرباء من خلال إجبار الإلكترونات على التحرك معًا خلال مادة مُوصلة عن طريق خلق قصور إلكتروني على جانب واحد من الموصل وفائض على الجانب الآخر. يُحدد الطرف على جانب الفائض بعلامة (+)، وعلى جانب القصور بعلامة (–).

يُحدد الجهد بواسطة شبكة التوزيع. على سبيل المثال، 220 فولت بين أطراف معظم منافذ الكهرباء، أو 1.5 فولت بين أطراف البطارية.

التيار الكهربائي

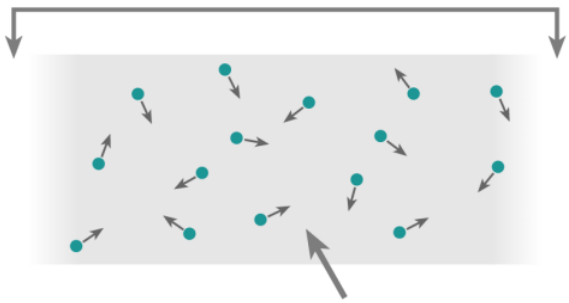
التيار الكهربائي (I) هو تدفق الإلكترونات الحرة بين نقطتين في موصل. عندما تتحرّك الإلكترونات، يتحرّك معها مقدار من الشحنة؛ ويُسمى هذا التيار. يخضع عدد الإلكترونات، القادرة على التحرك خلال مادة معينة، للخصائص الفيزيائية

للمادة نفسها المُوصلة للكهرباء - تسمح بعض المواد للتيار بالتحرّك بشكلٍ أفضل من غيرها. يُعبَّر عن التيار الكهربائي (I) ويُقاس بوحدة الأمبير (A) كوحدة أساسية للتيار الكهربائي. عند العمل مع المعدات أو التركيبات الكهربائية، يُشار عادةً إلى التيار باستخدام وحدة الأمبير. إذا كان من الممكن مقارنة الفولت (V) بضغط الماء للمياه التي تمر عبر أنبوب، فيُمكن مقارنة الأمبير (A) بالحجم الكلي للمياه القادرة على التدفق عبر الأنبوب في أي لحظة معينة.

عادةً ما تكون حركة الإلكترونات الحرة عشوائية، ما ينتج عنه عدم وجود حركة شاملة للشحنة. إذا أثّرت قوة ما على الإلكترونات لتحريكها في اتجاه معين، فسوف تنجرف جميعها في الاتجاه نفسه.

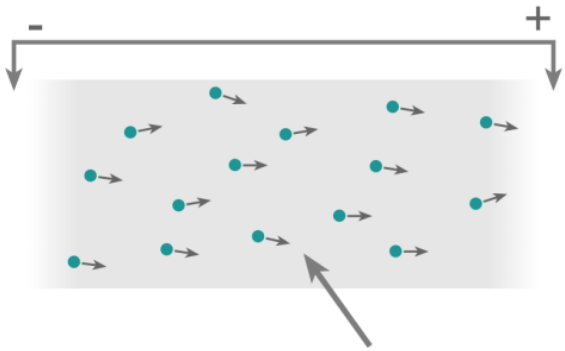
الرسم البياني: الإلكترونات الحرة في مادة موصلة مع تيار مطبق ودونه

لم يتم تطبيق فرق جهد



الإلكترونات الحرة

فرق الجهد



الإلكترونات الحرة

عندما يتم توصيل مصباح كهربائي بمولد، تمرّ كمية معينة من الإلكترونات عبر أسلاك (فتيلة) المصباح. يتوافق تدفق الإلكترون هذا مع التيار (I) ويُقاس بالأمبير (A).

التيار عبارة عن وظيفة تستند إلى: القدرة (P)، والجهد (V) والمقاومة (R).

$$I = U / R$$

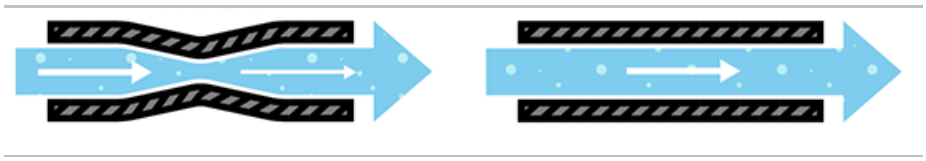
المقاومة

في بعض الأحيان، يتم الاحتفاظ بالإلكترونات داخل الهياكل الجزيئية الخاصة بها بينما في أحيانٍ أخرى، تكون قادرة على التحرك بحرية نسبيًا. مقاومة الجسم هي ميل هذا الجسم لمقاومة تدفق التيار الكهربائي. فيما يتعلّق بالكهرباء، فإن

مقاومة المادة الموصلة هي مقياس لكيفية تقليل الجهاز أو المادة للتيار الكهربائي المُتدفق عبرها. كل مادة لديها درجة معينة من المقاومة؛ قد تكون منخفضة للغاية - مثل النحاس (1-2 أوم لكل متر واحد) - أو مرتفعة للغاية - مثل الخشب (10000000 أوم لكل متر واحد). وبالمقارنة مع تدفق المياه عبر الأنبوب، تكون المقاومة أكبر عندما يكون الأنبوب أضيق نطاقًا، ما يُقلل من تدفق الماء.

في دائرتين ذات جهدٍ متساوٍ ومقاومات مختلفة، ستسمح الدائرة ذات المقاومة الأعلى بتدفق شحنة أقل، ما يعني أن الدائرة ذات المقاومة الأعلى لديها تيار أقل يتدفق خلالها.

مقاومة أقل **مقاومة أكبر**



يُعبَّر عن المقاومة (R) بالأوم. يُعرّف الأوم وحدة المقاومة "1 أوم" على أنها المقاومة بين نقطتين في الموصل حيث يؤدي تطبيق 1 فولت إلى دفع 1 أمبير. يتم تمثيل هذه القيمة عادةً في الرسم التخطيطي بالحرف اليوناني "Ω"، والذي يُسمى أوميغا، ويُنطق "أوم".

بالنسبة لجهد معين، يتناسب التيار مع المقاومة. يُعرف هذا التناسب، المُعبَّر عنه كعلاقة رياضية، بقانون أوم:

$$U = I \times R$$

الجهد = التيار × المقاومة

بالنسبة للجهد الثابت، فإن زيادة المقاومة ستُقلل من التيار. على العكس من ذلك، سيزداد التيار إذا تم خفض المقاومة. في حالة المقاومة المستمرة، إذا ارتفع الجهد، سيزداد التيار كذلك. قانون أوم صالح فقط للمقاومة النقية، أي للأجهزة التي تُحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية بحتة. لكن ليس هذا هو الحال مع المحركات على سبيل المثال.

قد تحتوي الأجهزة الكهربائية على مقاومات مُصممة لهذا الغرض، والتي تحدّ من التيار الذي يتدفق عبر أحد المكونات، بحيث لا يتضرر هذا المكون.

تُحدد المقاومة حسب الحمولة. على سبيل المثال، توفّر الموصلات السلكية ذات المقطع العرضي الأكبر مقاومة أقل لتدفق التيار، ما يؤدي إلى فقدان أقل للجهد. وعلى العكس تمامًا، تتناسب المقاومة طرديًا مع طول السلك. للحدّ من

فقد الجهد، يحتاج التيار إلى أقصر سلك ممكن مع مقطع عرضي كبير. (انظر قسم الكبلات). لاحظ أيضًا أن نوع السلك (نحاس، أو حديد وما إلى ذلك) يؤثر على مقاومة الكابل كذلك.

عندما تكون المقاومة في دائرة كهربائية قريبة من الصفر، قد يصبح التيار كبيرًا للغاية، ما يؤدي في بعض الأحيان إلى ما يسمى "ماس كهربائي". سيتسبب الماس الكهربائي في حدوث تيار زائد داخل الدائرة الكهربائية، ويُمكن أن يتسبب في تلف الدائرة أو الجهاز.

القدرة

القدرة الكهربائية (P) هي مقدار الشغل الذي يقوم به تيار كهربائي في وحدة زمنية ما. تُمثّل مقدار الطاقة التي يستهلكها جهاز مُتصل بالدائرة. يتم حسابها بضرب الجهد في التيار، ويتم التعبير عنها بالواط (W).

$$P = U \times I$$

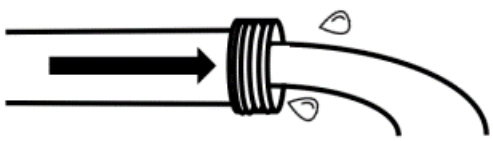
الطاقة = الجهد × التيار

كلما زادت قوة التحميل، زاد التيار الذي يسحبه. هذه العملية الحسابية مفيدة عند تحليل احتياجات الطاقة.

القدرة مقابل. الطاقة

القدرة

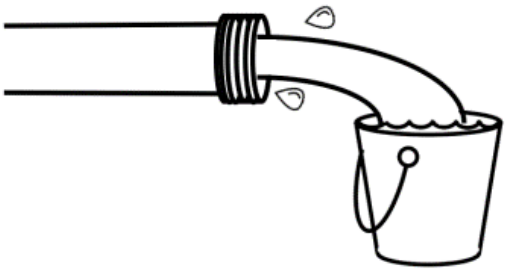
- الواط
- الكيلوواط



"مثل معدل تدفق المياه"

الطاقة

- الواط ساعة
- الكيلوواط ساعة



"مثل الماء الذي ينتهي به المطاف في الدلو"

يتم تحديد القدرة عن طريق التحميل

مثال:
لمبة كهربائية بقدرة 40 واط موصولة بمخرج 220 فولت تجذب تيارًا 40/220 = 0.18 أمبير.
لمبة كهربائية 60 واط موصولة بمخرج 220 فولت تجذب تيارًا 60/220 = 0.427 أمبير.

استهلاك الطاقة

استهلاك الطاقة هو مقدار الكهرباء المُنتجة أو المُستهلكة خلال فترة زمنية معينة. يتم حساب ذلك بضرب قدرة الجهاز في مدة استخدامه، يُعبَّر عنها بالساعات، ويُعبَّر عنها بالكيلوواط/ساعة (kWh).

مثال: سيستهلك مصباح بقدرة 60 واط، الذي يُترك مضاءً لمدة 3 ساعات، 180 واط في الساعة، أو 0.18 كيلوواط في الساعة.

هذه هي وحدة الاستهلاك التي تُضاف إلى عداد الكهرباء لتحديد فاتورة **الكهرباء.**

غالبًا ما يتم الخلط بين الطاقة الكهربائية والقدرة الكهربائية، لكنهما شيئان مختلفان:

- تقيس القدرة إمكانية توصيل الكهرباء
- تقيس الطاقة إجمالي مقدار الكهرباء الذي تم توصيله

تُقاس الطاقة الكهربائية بالواط/ساعة (Wh)، لكن أغلب الأشخاص أكثر دراية بوحدة القياس على فواتيرهم الكهربائية، أي كيلوواط/ساعة (1 كيلوواط/ساعة = 1,000 واط/ساعة). تعمل المرافق الكهربائية على نطاق أوسع، ويشيع استخدامها لوحدة الميجاواط في الساعة (1 ميجاواط في الساعة = 1,000 كيلوواط في الساعة).

التأثيرات

قد يكون للتيار الكهربائي تأثيرات مادية عديدة حسب طبيعة العناصر التي يمرّ بها:

قد يكون للتيار الكهربائي تأثيرات مادية عديدة حسب طبيعة العناصر التي يمرّ بها:

التأثير	الوصف	أمثلة على التطبيق
التأثير الحراري	• عندما يمرّ تيار عبر مادة ذات مقاومة كهربائية، تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية (حرارة).	• الإضاءة والتدفئة الكهربائية.
التأثير الكيميائي	• عندما يمرّ تيار بين قطبين كهربائيين في محلول أيوني، ينتج عن ذلك تبادل الإلكترونات، وبالتالي تبادل المادة بين القطبين الكهربائيين. هذا هو التحليل الكهربائي: ينتج عن التيار تفاعل كيميائي. • يُمكن عكس التأثير: عند إجراء التحليل الكهربائي في حاوية، يُمكن أن ينتج عن التفاعل الكيميائي تيار كهربائي.	• يخلق التيار تفاعلًا كيميائيًا: مثل تنقية المعادن والطلاء بالكهرباء. • التفاعل الكيميائي يخلق تيارًا: مثل البطاريات وخلايا التخزين.
التأثير المغناطيسي	• يُنتج التيار الكهربائي الذي يمرّ عبر قضيب نحاسي مجالًا مغناطيسيًا. • يُمكن عكس التأثير: تشغيل محرك كهربائي آليًا يُنتج تيارًا.	• يُنتج التيار مجالًا مغناطيسيًا: المحركات الكهربائية، والمحولات، والمغناطيس الكهربائي. • يُنتج المجال المغناطيسي التيار: المولدات الكهربائية، وشاحن الدراجات الهوائية.
التأثير الكهروضوئي	• عندما يضرب الضوء أو أي طاقة مشعة أخرى مادتين مختلفتين على اتصال وثيق، ينتج عن ذلك جهد كهربائي.	• خلية شمسية لإنتاج الكهرباء.

مقتبس من منظمة أطباء بلا حدود

التركيبات والدوائر الكهربائية

أنواع التيار

يُمكن أن يأتي التيار المُوصّل للكهرباء لأي جهاز في صورتين:

1. التيار المباشر (DC)
2. التيار المتردد (AC)

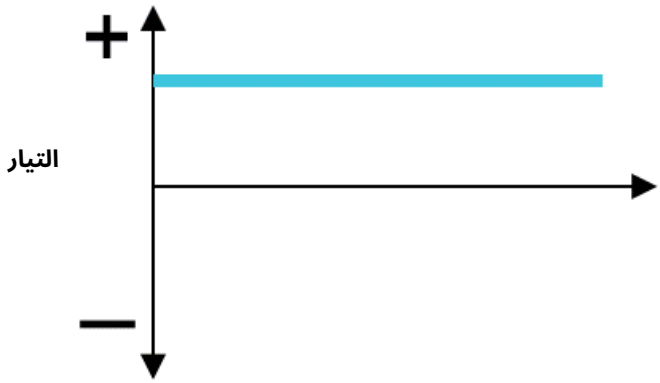
عند توصيل أي جهاز بأي دائرة، من المهم معرفة شكل التيار المُستخدم.

هناك أجهزة يُمكنها تحويل التيار من شكلٍ إلى آخر، أو من تيار جهد أعلى إلى تيار جهد أقل والعكس صحيح، ويُشار إليها عالميًا باسم "المحولات". في أي وقت يتم فيه تحويل الجهد أو نوع التيار، سينتج عن ذلك دومًا بعض فقدان الطاقة، حتى لو كان صغيرًا للغاية.

- يُطلق على المحول الذي يُحول تيار جهد أعلى إلى تيار جهد أقل اسم محول "خفض"، ويعمل إما عن طريق تحويل أحمال التيار المنخفض ذي الجهد العالي إلى أحمال تيار مرتفع ذي جهد منخفض، أو عن طريق إضافة مقاومة بين دائرتين للحدّ من خرج الجهد، ما يؤدي إلى استقبال طاقة أقل على جانب الخرج.
- يُطلق على المحول الذي يُحوّل إلى جهد أعلى اسم محول "رفع"، ويعمل عن طريق تحويل الجهد المنخفض ولكن بتيارات مرتفعة إلى جهد عالٍ ولكن بتيارات منخفضة. لا يُضيف محول الرفع طاقة كهربائية إضافية إلى الدائرة، بل يؤدي إلى رفع الجهد الكلي فقط.
- يُسمَّى المحول الذي يُحول تيارًا من التيار المباشر إلى التيار المتردد اسم "العاكس"، ويحثّ تيارًا مترددًا بصورة مادية على جانب الخرج. تستهلك العاكسات عادةً الطاقة الكهربائية لعملية التحويل، وبالتالي فهي أقل فعالية في استخدام الطاقة من الأشكال الأخرى للمحولات.
- يُمكن تسمية المحول الذي يحوّل تيارًا من تيار متردد إلى تيار مباشر "شاحن البطارية" (لشحن البطاريات) أو "مصدر طاقة" (للتشغيل المباشر للراديو وما إلى ذلك)، وفقًا لكيفية عمل عملية التحويل.

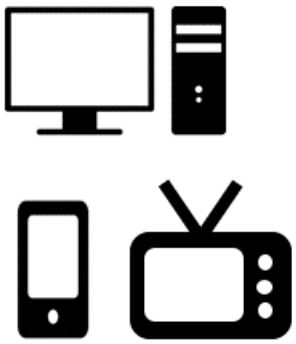
التيار المباشر (DC)

السمة الرئيسية للتيار المباشر - أو DC - هي أن الإلكترونات داخل التيار تتدفق دائمًا في الاتجاه نفسه، من الجانب الذي به قصور إلى الجانب الذي به فائض. هذا هو نوع التيار الذي يتم توفيره عبر التأثير الكيميائي بواسطة البطاريات، أو عبر التأثير الكهروضوئي بواسطة الألواح الشمسية. تم وضع علامة + و – على المحطات الطرفية لإظهار قطبية الدائرة أو المولد. الجهد والتيار ثابتان في الوقت.



- **المزايا:** يُمكن للبطاريات توفير التيار المباشر بصورة مباشرة، ويُمكن إضافة المصادر بشكل متوازٍ أو متسلسل.
- **العيوب:** في الحقيقة، يحدّ استخدام البطاريات من الجهد الكهربائي إلى بضعة فولتات (حتى 24 فولت في بعض المركبات). هذه الفولتية المنخفضة تمنع نقل هذا النوع من التيار.

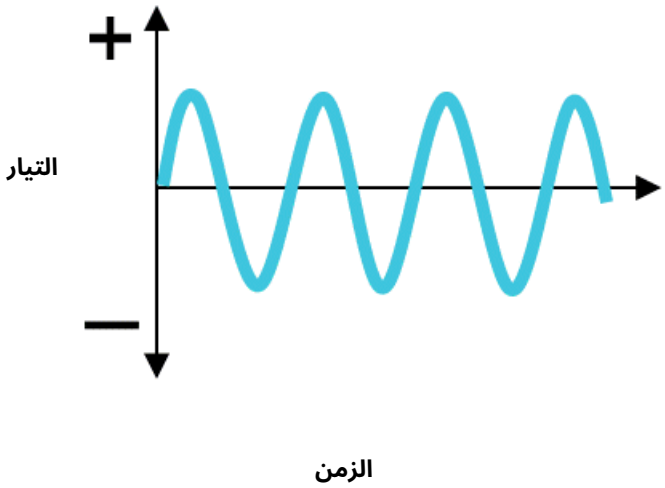
الأشياء التي تستخدم تيارًا مباشرًا



التيار المتردد (AC)

في التيار المتردد - أو AC - تعكس الإلكترونات الاتجاه عند تردد معين. نظرًا لأن التيار يتناوب باستمرار، فلا توجد علامة + أو - بشكلٍ ثابت، ولكن "طور" و"تعادل". يتبع الجهد والتيار منحنى جيبيًا. بينما يتغيّر الجهد والتيار باستمرار بين القيمة

القصوى والدنيا، فإن القياس يخفي هذا التباين ويُظهر قيمة متوسطة ثابتة - مثل 220 فولت.



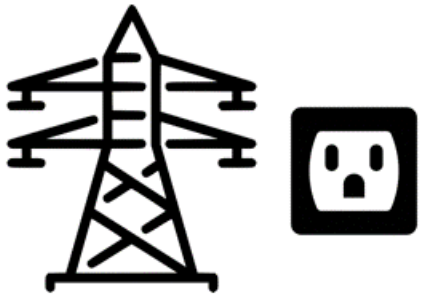
يتم تعريف التردد على أنه عدد الذبذبات الجيبية في الثانية:

- 50 ذبذبة في الثانية في أوروبا (50 هرتز).
- 60 ذبذبة في الثانية في الولايات المتحدة (60 هرتز).

التيار المتردد هو نوع التيار الذي توفّره شركات المرافق الكهربائية لأن جهد التيار المتردد يُمكن زيادته وخفضه باستخدام المحول. يُتيح ذلك نقل الطاقة عبر خطوط الطاقة بكفاءة عند جهد عالٍ، وتحويلها إلى جهد أقل وأكثر أمانًا للاستخدام في الأعمال التجارية والمساكن. لذلك، فإن هذا هو شكل الطاقة الكهربائية الذي يستخدمه المستهلكون عادةً عند توصيل أحد الأجهزة بمقبس الحائط.

- **المزايا**يُمكن نقلها عبر مسافات طويلة دون خسارة كبيرة باستخدام خطوط الضغط العالي. من السهل إنتاجها.
- **العيوب:** لا يُمكن تخزين التيار المتردد؛ ويجب إنتاجه. يُمكن أن يُشكل التيار المتردد أيضًا خطرًا صحيًا أكبر على الكائنات الحية التي تتلامس معها.

الأشياء التي تستخدم التيار المتردد



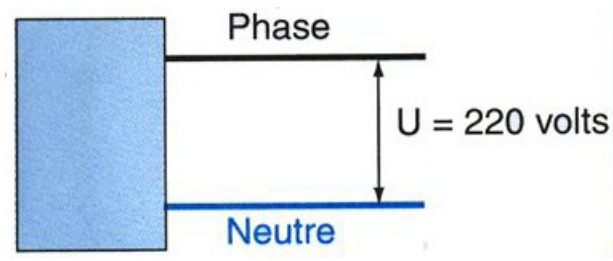
هناك نوعان من التيار المتردد:

التيار أحادي الطور هو النوع الأكثر شيوعًا للتيار، وبالتالي عادةً ما تكون التهيئة التي توفرها الشبكات العامة، ولكن أيضًا بواسطة مولد أحادي الطور. يتم توفير التيار المتردد أحادي الطور عبر خطين (طور ومحايد)، عادةً بفرق جهد 220 فولت بينهما. يُمكن إدخال المقابس في كلا الاتجاهين.

نظرًا لأن جهد النظام أحادي الطور يصل إلى القيمة القصوى مرتين في كل دورة، فإن القدرة اللحظية ليست ثابتة، وتُستخدم بشكل أساسي للإضاءة والتدفئة ولكن لا يمكنها العمل مع المحركات الصناعية.

أحادي الطور

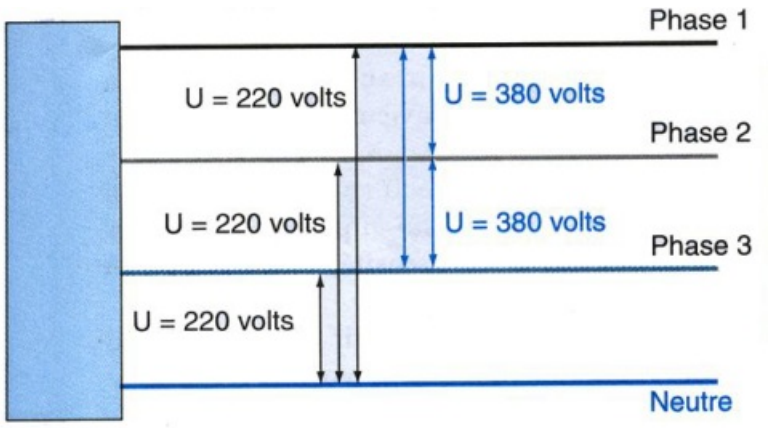
قد يتم تشغيل التحميل أحادي الطور من محول توزيع ثلاثي الطور ما يسمح بتوصيل دائرة أحادية الطور قائمة بذاتها بمحرك ثلاثي الطور، ويُتيح توصيل محرك ثلاثي الطور بجميع الأطوار الثلاثة. هذا يلغي الحاجة إلى محول منفصل أحادي الطور.



إذا كانت هناك حاجة متزايدة للقدرة، فإن القوام الرفيع والتوازن يلعبان دورًا رئيسيًا. الدائرة ثلاثية الطور هي التهيئة الحالية الشائعة لشركات الكهرباء، ويُمكن أيضًا إنتاجها باستخدام مولد ثلاثي الطور. التيار ثلاثي الطور عبارة عن مزيج من ثلاثة تيارات أحادية الطور.

لحمل طاقة معينة باستخدام 3 كبلات منفصلة أحادية الطور، يلزم توفّر 9 أسلاك. لحمل الطاقة نفسها في كبل ثلاثي الطور، لا يلزم توفّر سوى 5 أسلاك (3 أطوار، و1 محايد، و1 أرضي)، وهذا هو السبب في أنه يُمكن تحقيق وفورات كبيرة عند التخطيط الصحيح لتيار ثلاثي الأطوار. تشمل وفورات التكلفة التوفير في الأسلاك، والكبلات، وأيضًا في الأجهزة التي تستخدم الكهرباء أو تنتجها. ستكون المحركات أو المولدات ثلاثية الطور أيضًا أصغر من مثيلاتها أحادية الطور التي تنتج الطاقة نفسها.

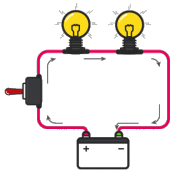
ثلاثي الطور



تجميع مكونات الدائرة

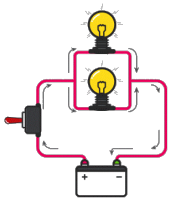
سيتوفّر في كل دائرة المقاوم (المقاومات) والمولد (المولدات)، وستعتمد أعدادها على متطلبات الطاقة. يُمكن تجميع كلا المكونين وفقًا لما هو مطلوب، سواء الحفاظ على ثبات التيار أو الجهد. هناك طريقتان أساسيتان لتجميع المكونات بشكل متتالٍ أو متوازٍ. (معلومات إضافية في قسم توصيل البطاريات)

الفكرة الأساسية للتوصيل "المتتالي" هي أن المكونات متصلة من طرف إلى طرف في خط لتشكيل مسار واحد يُمكن للتيار أن يتدفق من خلاله:



التسلسل

1. **التيار**: مقدار التيار هو نفسه عبر أي مكون في دائرة التوالي.
2. **المقاومة**: المقاومة الكلية لأي دائرة توالي تُساوي مجموع المقاومات الفردية.
3. **الجهد**: جهد الإمداد في دائرة توالي يُساوي مجموع انخفاضات الجهد الفردية.



التوازي

الفكرة الأساسية للتوصيل "المتوازي" هي أن جميع المكونات مُتصلة عبر الأسلاك الخاصة بكلٍ منها. في الدائرة المتوازية البحتة، لا يوجد أكثر من مجموعتين من النقاط المشتركة كهربائيًا، بغضّ النظر عن عدد المكونات المتصلة. هناك العديد من المسارات لتدفق التيار، ولكن هناك جهد واحد فقط عبر جميع المكونات:

1. **الجهد:** الجهد مُتساوٍ عبر جميع المكونات في دائرة متوازية.
2. **التيار:** إجمالي تيار الدائرة يُساوي مجموع التيارات الفرعية الفردية.
3. **المقاومة:** *تتضاءل المقاومات الفردية* لتساوي مقاومة إجمالية أقل بدلًا من أن *تزداد* لتكوين المقاومة الإجمالية.

تحجيم الكبلات والأسلاك

الكبلات هي ما تربط جميع المكونات معًا في نظام كهربائي. توفّر الكبلات الطاقة من مصادر الطاقة لتوزيعها على الأجهزة، والمصابيح والمعدات. لسوء الحظ، فإن الخطأ الأكثر شيوعًا في التركيب هو اختيار كبلات ذات حجم صغير بالنسبة للحمولة/الأحمال أو من مصادر إعادة الشحن.

التركيب الصحيح يتعلّق في المقام الأول بتحديد حجم الكبل ليتناسب مع مهمته، واستخدام الأدوات الصحيحة لتوصيل المحطات الطرفية، وتوفير الحماية الكافية من التيار الزائد بالمصهرات وقواطع الدائرة. تحديد حجم الكبلات أمر بسيط إلى حدٍ ما؛ فهو يعتمد على طول الكبل الذي يتم قياسه من مصدر الطاقة إلى الجهاز، والتيار (شدة التيار) الذي سيتدفق عبره.

كلما زاد طول الكبل، أو زادت شدة التيار، يجب أن يكون حجم الكبل أكبر لتجنّب فقدان الجهد غير المقبول. يجب أن يكون هناك دائمًا الكثير من الهامش الإضافي لأغراض السلامة لأن الجهاز قد يستخدم بالفعل تيارًا أكثر مما تم تقييمه بسبب الحرارة، أو الجهد المنخفض، أو الحمل الإضافي أو عوامل أخرى. لا توجد مُطلقًا تأثيرات سلبية على الأداء إذا كان الكبل أكبر حجمًا بشكلٍ طفيف؛ لكن هناك دائمًا تأثيرات سلبية على الأداء - وربما خطر على السلامة - إذا كان الكبل أقل من الحجم المطلوب.

يُمثّل الكبل الأرضي (السالب) الجزء نفسه من الدائرة مثل الكبل الموجب؛ ويجب أن يكونا بالحجم نفسه. بشكلٍ عام، يجب تزويد كل جهاز من لوحة التوزيع من خلال الكبلات الموجبة والسالبة الخاصة به، على الرغم من أن دوائر الإضاءة تستخدم أحيانًا كبلات الإمداد والكبلات الأرضية الشائعة لتغذية عدد من المصابيح (في هذه الحالة، يجب تحديد حجم كبلات الإمداد بما يتناسب مع الحمولة الإجمالية لجميع المصابيح). بالنسبة للأنظمة التي تعمل بجهد 24 فولت، يكون حجم الكبلات نصف حجم نظام يعمل بجهد 12 فولت. اقرأ توصيات المنتجات دومًا، أو تحقق من المورد لمعرفة وفهم حجم الكبل المطلوب للمنتجات بالضبط.

لتخطيط الكابلات وتحديد حجمها بشكلٍ أفضل، يُرجى الرجوع إلى جدول تحديد حجم الكبلات أدناه:

نوع الدائرة		التيار المباشر بـ									
	انخفاض الجهد بنسبة 10% (غير حرج)	انخفاض الجهد بنسبة 3% (حرج)	5 أمبير	10 أمبير	15 أمبير	20 أمبير	25 أمبير	30 أمبير	40 أمبير	50 أمبير	أم
طول الكبل بالمتر	0-6 م	0-2 م									
	6-9 م	2-3 م									
	9-15 م	3-4.5 م									
	15-19 م	4.5-6 م									
	19-24 م	6-7.5 م									
	24-30 م	7.5-9 م									
	30-40 م	9-12 م									
	40-51 م	12-15 م									
	51-61 م	15-18 م									
		18-21 م									
		21-24 م									

نوع الدائرة		التيار المباشر ب									
انخفاض الجهد بنسبة 10% (غير حرج)	انخفاض الجهد بنسبة 3% (حرج)	5 أمبير	10 أمبير	15 أمبير	20 أمبير	25 أمبير	30 أمبير	40 أمبير	50 أمبير	أم	
	24-27 م										
	27-30 م										
	30-33 م										
	33-37 م										
	37-40 م										

يُستخدم جدول تحديد حجم الكبلات أعلاه عن طريق المرور عبر الصف العلوي حتى يتم العثور على العمود الذي يتضمّن شدة التيار الكهربائي ذات الصلة، ثم المرور لأسفل خلال العمود الأيسر حتى يتم الوصول إلى الصف الذي يتضمّن المسافة ذات الصلة. يُشار إلى أحجام الأسلاك من خلال الترميز اللوني.

المقياس:

الطريقة الشائعة للإشارة إلى حجم الكبل هي "مقياسه". يُستخدم معيار الأسلاك الأمريكي (AWG) كطريقة قياسية للدلالة على قطر السلك، وقياس قطر الموصل - يتم قياسه على أنه السلك العاري فقط مع إزالة المادة العازلة. يُعرف معيار الأسلاك الأمريكي (AWG) أحيانًا أيضًا باسم مقياس براون وشارب (B&S) للأسلاك.

يوجد أدناه مخطط تحويل من معيار الأسلاك الأمريكي/براون وشارب إلى ملم². يقدم هذا الجدول أقرب إحالة مرجعية للحجم المكافئ بين أحجام الأسلاك المترية والأمريكية. في أوروبا وأستراليا، يُعبَّر عن أحجام الأسلاك من خلال مساحة المقطع العرضي بوحدة ملم².

قياسي	الوحدة													
معيار الأسلاك الأمريكي (AWG)	0000	000	00	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16
القطر (ملم)	11.68	10.40	9.27	8.25	7.35	6.54	5.19	4.11	3.26	2.59	2.05	1.63	1.29
المقطع العرضي (ملم2)	107.1	84.9	67.5	53.5	42.4	33.6	21.2	13.3	8.4	5.3	3.3	2.1	1.3
الرمز اللوني													

يمكن تنزيل دليل قابل للطباعة لتحديد حجم الكابلات من هنا.

Title

دليل- تحجيم طول الكابل

File

الترميز اللوني

على الرغم من أنه يُمكن استخدام الكبلات نفسها لدارات التيار المتردد والتيار المباشر، فمن المستحسن استخدام كبلات ملونة مختلفة بين نوعي التيارات، لزيادة أمان المناولة وأيضًا لجعل أعمال التركيب والإصلاح أسرع بكثير. إذا كانت الأجهزة أو التركيبات الحالية تحتوي على ألوان، فقد يفكر مديرو الخدمات اللوجستية في استبدالها أو توحيدها عن طريق إعادة ترميز الأسلاك بالألوان باستخدام طلاء خارجي أو وضع علامات بطريقة مفهومة.

يبدو كود اللون العام للتيار المتردد كما يلي:

- **محايد:** أزرق.
- **طور:** بني أو أسود.

- **أرضي:** أخضر/أصفر.

المحايد والطور هما مُوصلا الكهرباء، والمُوصل الأرضي مُخصص لأغراض السلامة.

رمز اللون للتيار المباشر (تيار مباشر، بطارية):

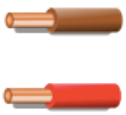
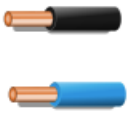
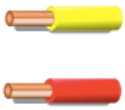
+ = أحمر أو أزرق

- = أسود أو بني

ومع ذلك، يتم تطبيق العديد من المعايير الدولية المختلفة. يُرجى الرجوع إلى الجدول أدناه للاطلاع على ترميز الألوان في مختلف البلدان والمناطق حول العالم

ألوان الأسلاك القياسية للكبلات المرنة

(مثل أسلاك التمديد، وأسلاك الطاقة وأسلاك المصباح)

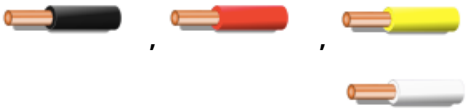
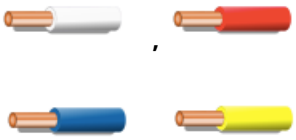
المنطقة أو الدولة	الأطوار	محايد	أرضية/تأريض وقائي
الاتحاد الأوروبي (EU)، الأرجنتين، أستراليا، جنوب إفريقيا			
أستراليا ونيوزيلندا			
البرازيل			

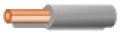
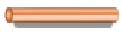
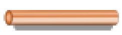
الولايات المتحدة، وكندا	(نحاس أصفر)	(فضة)	(أخضر) أو (أخضر/أصفر)

ألوان الأسلاك القياسية للكبلات الثابتة

(على سبيل المثال، داخل/على/خلف كبلات التوصيل الجدارية)

المنطقة أو الدولة	الأطوار	محايد	أرضية/تأريض وقائي
الأرجنتين	, ,		
الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة	, ,		
المملكة المتحدة قبل مارس 2004	, ,		(سابقًا)

أستراليا ونيوزيلندا	أي ألوان أخرى بخلاف: يُوصى به لطور واحد: يُوصى به للأطوار المتعددة: 	أو (منذ عام 1980) موصل عارٍ، بأكمام عازلة عند الأطراف (سابقًا)
أستراليا ونيوزيلندا	 	
جنوب أفريقيا	**أو** 	 موصل عارٍ، بأكمام عازلة عند الأطراف
الهند، وباكستان	 	

الولايات المتحدة الأمريكية	، ، (120/208/240 فولت) (نحاس أصفر) ، ، (277/480 فولت)	(120/208/240 فولت) (فضة)  (277/480 فولت)	(أخضر)  موصول عارٍ (تأريض أو تأريض معزول)
كندا	، (120/208/240 فولت) ، ، (600/347 فولت) ، (أنظمة معزولة أحادية الطور) ، ، (أنظمة معزولة ثلاثية الطور)	(120/208/240 فولت) (600/347 فولت)	(أخضر)  موصول عارٍ (تأريض معزول)

نقاط مهمة تجب ملاحظتها عند توصيل الأسلاك:

- تجب إزالة جميع الدوائر من الأرضية وأن تكون مرتفعة قدر الإمكان مع عدم وجود توصيلات في المياه أو المناطق الرطبة أو بالقرب منها.
- يجب ضغط جميع وصلات عروة الكبل بإحكام إلى طرف السلك باستخدام شريط، وليس لحامها في مكانها.
- كبل مطلي بالقصدير – سلك نحاسي مطلي بطبقة رقيقة من القصدير لمنع التآكل - يُفضّل استخدامه حيثما أمكن في بيئة بحرية أو بالقرب من المياه المالحة.
- لا تقم أبدًا باستخدام الدوائر الموجودة عند تركيب معدات جديدة أو التوصيل التراكبي لها؛ وقم بتشغيل كبل مزدوج جديد بحجم مناسب (كبل موجب وسالب في غلاف مشترك) من لوحة التوزيع (أو مصدر الطاقة) إلى الجهاز.

- يُوصى بتوسيم جميع الكابلات بكلا الطرفين، وخطة توصيلات كهربائية مُحدّثة للمساعدة في استكشاف الأخطاء وإصلاحها في المستقبل. يُمكن حتى تخزين نسخ من خطط التوصيلات الكهربائية في مواقع مثل صندوق المصهرات أو صندوق التوزيع بحيث يُمكن للمستخدمين في المستقبل الرجوع إليها.
- يجب أن تحتوي كل دائرة على كبل أرضي مستقل، ويجب في النهاية إعادة ربط جميع الكبلات الأرضية بنقطة أرضية/قضيب توزيع مشترك.
- يجب دعم الكبلات ماديًا كل 450 ملم على الأقل ما لم تكن داخل ممر.
- على الرغم من أن اللون الأسود غالبًا ما يُستخدم للتيار المباشر السالب، إلا إنه يُستخدم أيضًا للسلك المكهرب في دوائر التيار المتردد في الولايات المتحدة الأمريكية. هذا يعني أن هناك احتمالية لحدوث التباس خطير. يجب أن تبقى أسلاك التيار المباشر والتيار المتردد منفصلة؛ وإذا كان يجب تشغيلها في الحزمة نفسها، فيجب أن تكون أحدها أو الأسلاك الأخرى موضوعة في غلاف للحفاظ على الفصل بينهما وضمان السلامة.

أجهزة التأريض والحماية الكهربائية

أجهزة الوقاية

تضمن أجهزة الوقاية للدوائر الكهربائية عدم تدفق تيار عالٍ في ظل وجود خلل، ما يحمي التركيب والمعدات، ويمنع حدوث الإصابة والتسبب بالضرر للأشخاص الذين يتعاملون مع المعدات أو يتواجدون بالقرب منها. يُمكن ضمان الحماية من التيار الزائد من خلال فصل مصدر الطاقة ماديًا في الدائرة، مما يمنع مخاطر وقوع الحريق وخطر الصعق بالكهرباء.

قد تشمل أجهزة الوقاية ما يلي:

- المصهرات.
- قواطع الدائرة الصغيرة (MCBs).
- أجهزة التيار المتبقي (RCDs).
- قواطع التيار المتبقي مع التيار الزائد (RCBOs).

تعمل جميع الأجهزة المذكورة أعلاه على حماية المستخدمين والمعدات من حالات الخلل في الدائرة الكهربائية عن طريق عزل مصدر التيار الكهربائي. تعزل المصهرات وقواطع الدائرة الصغيرة (MCBs) التغذية المباشرة فقط؛ بينما تعزل أجهزة التيار المتبقي (RCDs) وقواطع التيار المتبقي مع التيار الزائد (RCBOs) كلًا من التغذية المباشرة والمحايدة. من الضروري تثبيت حماية الدائرة المناسبة لضمان سلامة التركيبات الكهربائية.

المصهرات

المصهر هو جهاز حماية أساسي للغاية يُستخدم لحماية الدائرة من التيار الزائد. ويتكوّن من شريط معدني يسيل عندما يتجاوز تدفق التيار خلاله حدًا مُحدد مسبقًا. الصمامات عبارة عن أجهزة كهربائية أساسية، وهناك أنواع مختلفة من الصمامات المتاحة بناءً على تصنيفات الجهد والتيار المحددة، والاستخدام، ووقت الاستجابة، وسعة الفصل.

يتم تحديد خصائص الصمامات مثل الوقت والتيار لتوفير حماية كافية دون انقطاع لا داعي له.

قاطع الدائرة الصغيرة (MCB)

يُعتبر قاطع الدائرة الصغيرة (MCB) بديلًا حديثًا للصمامات، وعادةً ما يتواجد وسط المباني - يُطلق عليه عادةً "صندوق المصهرات" أو "صندوق القاطع" - أو يتم توصيله بمعدات معينة. يُشبه المفاتيح الكهربائية تمامًا، ويتوقف عن التشغيل عند اكتشاف حمل زائد في الدائرة. تتمثّل الوظيفة الأساسية لقاطع الدائرة في إيقاف تدفق التيار بمجرّد حدوث خلل. وتتمثل ميزة قواطع الدائرة الصغيرة (MCBs) على المصهرات في أنها إذا تعرّضت للفصل، فيُمكن إعادة ضبطها دون الحاجة إلى استبدال قاطع الدائرة الصغيرة بالكامل. يُمكن أيضًا معايرة قواطع الدائرة الصغيرة (MCBs) بشكلٍ أكثر دقة من المصهرات، لتنفصل عند أحمال معينة. تتوفّر قواطع الدائرة بأحجام مختلفة من الأجهزة الصغيرة إلى معدات المفاتيح الكبيرة التي تُستخدم لحماية دوائر التيار المنخفض وكذلك دوائر الجهد العالي.

جهاز التيار المتبقي (RCD)

صُممت أجهزة التيار المتبقي (أو RCDs) لاكتشاف وفصل التزويد الكهربائي في حال حدوث اختلال بسيط للتيار بين الأسلاك الكهربية والمحايدة عند قيمة محددة مسبقًا - تكون عادةً 30 مللي أمبير. يُمكن لأجهزة التيار المتبقي رصد توقيت ملامسة مُوصل مباشر لصندوق معدات مؤرض، أو عندما يتعرّض الموصل المباشر للقطع؛ وهذا النوع من الخلل

يُحتمل أن يكون خطيرًا وقد يؤدي إلى صدمات كهربائية وحرائق.

لا يوفر جهاز التيار المتبقي (RCD) الحماية من حدوث ماس كهربائي أو حمل زائد في الدائرة. ولا يُمكنه اكتشاف - على سبيل المثال - لمس أي شخص عرضيًا لكلا الموصلين في الوقت نفسه. لا يُمكن لجهاز التيار المتبقي استبدال أحد المصهرات قيد العمل.

يُمكن توصيل أسلاك أجهزة التيار المتبقي لحماية دوائر مفردة أو متعددة - وتتمثل ميزة حماية الدوائر الفردية في أنه إذا انفصلت دائرة واحدة، فلن يُغلق نظام المبنى أو التوزيع بالكامل، بل الدائرة المحمية فقط.

قاطع التيار المتبقي مع التيار الزائد (RCBO)

يجمع قاطع التيار المتبقي مع التيار الزائد (RCBO) بين وظائف قاطع الدائرة الصغيرة (MCB) وجهاز التيار المتبقي (RCD) في وحدة واحدة. قاطع التيار المتبقي مع التيار الزائد عبارة عن جهاز أمان يرصد مشكلة ما في مصدر الطاقة، ويُمكنه إيقاف التشغيل في غضون 10 إلى 15 مللي ثانية.

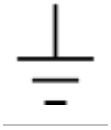
يُستخدم لحماية دائرة معينة، بدلًا من امتلاك جهاز تيار متبقٍ (RCD) واحد للمبنى بأكمله.

هذه الأجهزة قابلة للاختبار ويُمكن إعادة ضبطها. يُشكّل زر الاختبار حالة تسرب صغيرة بشكلٍ آمن؛ إلى جانب زر إعادة الضبط، الذي يُوصّل الموصلات مرة أخرى بعد تصحيح حالة الخطأ.

التأريض/التوصيل بالأرض

يُمكن للكهرباء غير المُتحكم بها التسبب بإصابة البشر أو الحيوانات أو حتى قتلهم. إحدى الطرق الشائعة والفعالة للتحكم في الكهرباء هي من خلال التأريض. التأريض عبارة عن اتصال مادي بالأرض يسحب الشحنة الكهربائية بأمان إلى الأرض ما يُتيح مساحة كبيرة لتشتت الإلكترونات بعيدًا عن البشر أو المعدات. يمنح نظام التأريض شحنة موجبة زائدة في الخطوط الكهربائية وصولًا إلى الأسلاك الأرضية سالبة الشحنة، ما يحدّ من مخاطر نشوب حريق والصعق بالكهرباء.

قد تحتوي بعض الأجهزة على هذا الرمز الذي يُشير إلى المكان الذي يجب توصيل سلك التأريض به.



يُشير مصطلح "التأريض" إلى جسم مُوصِّل، وعادةً ما يكون الأرض. "التأريض" عبارة عن أداة أو نظام كهربائي يعني إنشاء مسار منخفض المقاومة عن قصد إلى سطح الأرض. وعند القيام بذلك بشكلٍ صحيح، فإن التيار الخارج من الدائرة يتبع هذا المسار لمنع تراكم الجهد الذي قد ينتج عنه صدمة كهربائية، ووقوع إصابة وحتى الموت. يُستخدم التأريض لتبديد الآثار الضارة للماس الكهربائي، ولكنه يُستخدم أيضًا لمنع الضرر الناتج عن البرق أيضًا.

هناك طريقتان لتأريض الأجهزة:

1. **النظام الأرضي أو الخدمة الأرضية:** في هذا النوع من الأرض، يتم تأريض سلك يسمى "الموصل المحايد" عند المحول، ومرة أخرى عند مدخل الخدمة للمبنى. صُمم هذا بشكلٍ أساسي لحماية الآلات، والأدوات وتوفير طبقة عازلة ضد الضرر.
2. **تأريض المعدات:** يهدف هذا إلى توفير حماية مُعززة للأشخاص. إذا تسبب عطل في تنشيط الإطار المعدني لأداة ما، فإن المعدات الأرضية توفّر مسارًا آخر لتدفّق التيار عبر الأداة إلى الأرض.

أحد الجوانب الرئيسية لنظام التأريض التي يجب أن تكون على دراية بها هي: أنه قد يحدث فصل في نظام التأريض دون علم المستخدم. يُعدّ استخدام قاطع دارة العطل الأرضي (GFCI) إحدى طرق التغلب على أوجه القصور في التأريض.

إلى جانب جهاز التيار المتبقي (RCD)، يُعتبر التأريض ضروريًا لمقاطعة مصدر الطاقة إذا كان هناك خلل في العزل — على سبيل المثال، إذا كان السلك المكهرب مفكوكًا ولمس السطح المعدني خارج أحد أجزاء المعدات. يقوم السلك الأرضي بتوجيه تيار العطل إلى الأرض، ما يمنع إصابة الأشخاص. يلتقط التوصيل الأرضي تيارات العطل، مما يسمح لأجهزة التيار المتبقي (RCDs) بقياسها وفصلها.

عند تأريض مكونات الدائرة وأجهزتها، يجب أن تتمتع الكبلات بمقاومة كهربائية أقل من العتبة القصوى لقاطع الخدمة الرئيسية:

- جهاز تيار متبقٍ 100 أوم لتيار 500 مللي أمبير
- جهاز تيار متبقٍ 167 أوم لتيار 300 مللي أمبير

- جهاز تيار متبقٍ 500 أوم لتيار 100 مللي أمبير

كلما انخفضت المقاومة، كان نظام التأريض يعمل بصورة أفضل.

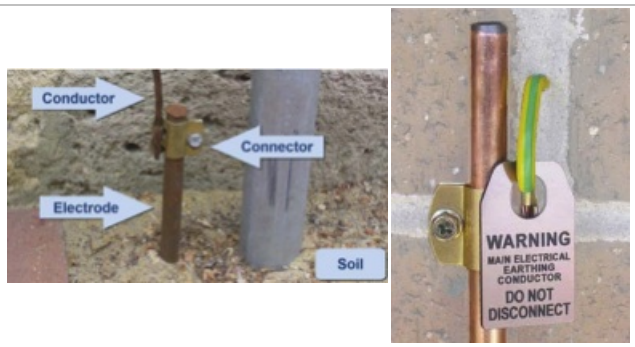
مكونات نظام التأريض

يتم الاتصال بين الأجزاء المعدنية والتأريض باستخدام سلك ثالث في الدائرة الكهربائية. عادةً ما يكون للأسلاك الأرضية لون أصفر مخضر، ويجب أن يكون لها المقياس نفسه المُستخدم لأكبر سلك مستخدم في التركيبات لتوفير الحماية.

للتحقق مما إذا قد تم تركيب وصلة تأريض، ابحث عن النقاط التالية:

1. المقابس والمآخذ لها سن تأريض.
2. تُعدّ المقابس ذات سن التأريض مُتصلة بشبكة من 3 أسلاك.
3. ترتبط الأسلاك الأرضية جيدًا ببعضها على لوحة التوزيع، وعادةً من خلال وسادة تأريض أو شريط توصيل من المعدن.
4. يتم توصيل وسادة التأريض أو شريط التوصيل بالأرض، ويجب أن يتم هذا الارتباط بسلك ذي سمك عالٍ (على سبيل المثال، 16 ملم²).
5. هذا السلك متصل بالأرض.

كبلات التوصيل الأرضي قيد الاستخدام



يتكون نظام التأريض عادةً من موصل تأريض، وموصل الترابط، وقطب التأريض الخاص به (عادةً ما يكون قضيبًا أو نظامًا شبكيًا)، والتربة الملامسة للإلكترود. يُمكن اعتبار القطب الكهربائي مُحاطًا بحلقات متحدة المركز من الأرض أو التربة، وجميعها بدرجة السماكة نفسها - كل حلقة متتالية لها قيمة مقطع عرضي أكبر وتُوفر مقاومة أقل وأقل حتى يتم الوصول إلى نقطة، تُضاف عندها مقاومة ضئيلة.

المخاطر/الاحتياطات

يُحتمل أن تكون الكهرباء خطرة ولها مخاطر كامنة، خاصةً نتيجة عطل في الدائرة، أو سوء الاستخدام، أو التعامل غير المتمرس أو الإهمال. قد تكون التأثيرات على البشر، والأجهزة والأشياء الأخرى مُدمرة. عند تركيب دائرة كهربائية، أو تمديد دائرة موجودة، أو البحث عن مكتب أو بيت ضيافة جديد، يُوصى بإجراء تقييم كامل للمنشأة. يجب أن تضمن التقييمات الكاملة أن الدائرة يُمكنها التعامل مع تدفق التيار المطلوب بأمان، وتوفّر أجهزة حماية مناسبة، وأن الدائرة مؤرضة، ولا توجد مخاطر مُحتملة.

بالنسبة للمعدات، تتمثّل مخاطر الدائرة المثبتة أو المؤمّنة بشكلٍ غير صحيح في الماس الكهربائي والأحمال الزائدة. بالنسبة للأشخاص، تتسبب حالات الخلل في العزل في حدوث مخاطر تؤدي إلى تلامس مباشر أو غير مباشر مع التيارات الكهربائية.

الماس الكهربائي

الماس الكهربائي هو تيار زائد قوي يستمر لمدة قصيرة. في الأنظمة أحادية الطور، يحدث الماس الكهربائي عندما تتلامس أسلاك الطور والأسلاك المحايدة عن طريق الخطأ؛ وفي الأنظمة ثلاثية الطور، يمكن أن يحدث هذا عندما يكون هناك اتصال بين طورين. بالنسبة للتيار المباشر، قد يحدث ماس كهربائي عندما يتلامس القطبان.

يمكن أن يحدث ماسًا كهربائيًا أيضًا عندما يكون هناك انقطاع في العزل المُحيط بالكبل، أو عندما يتلامس موصلان عبر موصل خارجي (على سبيل المثال: أداة يدوية معدنية)، أو عندما يصل الماء بين توصيلات الخطوط، ما يتسبب في أن تقترب مقاومة الدائرة من الصفر وبالتالي تصل إلى قيم عالية (U=RxI) بسرعة كبيرة.

قد يؤدي التلف المادي إلى كشف الكابلات داخل المادة العازلة، بينما قد تؤدي الزيادة المفاجئة في درجة حرارة الموصلات إلى ذوبان المادة العازلة ونواة النحاس.

الحمل الزائد

يحدث الحمل الزائد بسبب التيار الزائد الضعيف الذي يحدث على مدى فترة زمنية طويلة. قد تحدث الأحمال الزائدة بسبب تيار مرتفع للغاية بحيث لا يمكن توصيله من خلال القطر النسبي لكبل التوصيل.

هناك نوعان من الحمل الزائد:

- الأحمال الزائدة العادية، والتي يُمكن أن تحدث عند بدء تشغيل المحرك. الأحمال الزائدة العادية قصيرة الأمد ولا تُشكل أي خطر.
- تحدث الأحمال الزائدة غير الطبيعية عندما يتم توصيل عدد كبير للغاية من الأجهزة بالدائرة نفسها أو المنفذ نفسه في الوقت نفسه، أو عندما لا يتم ربط طرف التوصيل بشكلٍ صحيح. هذه المشكلات شائعة في المباني القديمة ذات المنافذ القليلة للغاية، ولكن يُمكن أن تحدث في أي تركيب نظرًا لزيادة عدد الأجهزة الكهربائية. يكون التيار أقل في الحمل الزائد غير الطبيعي عن الماس الكهربائي، لكن النتائج متطابقة: الأسلاك مفرطة الحرارة، والعزل التالف، وارتفاع خطر نشوب حريق.

أعطال العزل

تحدث أعطال العزل بسبب تلف المادة العازلة في موصل طور واحد أو أكثر. يُمكن أن تؤدي هذه المشكلات إلى حدوث صدمات كهربائية من الخطوط الحاملة للتيار، وإذا لامس المُوصّل التالف سطحًا أو غلافًا معدنيًا، فيُمكن أن يتسبب بالتعرض للصعق أيضًا عند ملامسة الأجهزة والمعدات.

يُمكن أن يحدث الخلل في المادة العازلة أيضًا بسبب الرطوبة الناتجة عن أضرار المياه أو الرطوبة الطبيعية في الجدران.

قد تكون حالات الخلل تلك خطيرة للغاية، وخاصةً عندما يكون الشخص على اتصال مباشر بالموصل، أو العلبة المعدنية أو الجهاز الكهربائي المعيب. في جميع الأحوال، يصبح جسم الإنسان جزءًا من الدائرة الكهربائية مما يتسبب في حدوث صدمة كهربائية.

الإصابة نتيجة التعرّض للكهرباء

الضرر الذي يلحق بجسم الإنسان ناتج عن 3 عوامل:

- كمية التيار المتدفق عبر الجسم.
- مسار دخول الكهرباء إلى الجسم.
- مدة تعرض الجسم للكهرباء.

يوضح الجدول والصورة أدناه تفاصيل الاستجابة العامة لجسم الإنسان لقوة مختلفة من التيار الكهربائي. توضح الأسهم تدفق الكهرباء من نقطة الدخول إلى أقرب نقطة خروج. يُظهر السهم الأزرق تدفق التيار عبر الرأس / القلب ثم إلى الأرض ، وهو الأكثر فتكًا.

مستوى التعرض	التفاعل
أكثر من 3 مللي أمبير	صدمة مؤلمة
أكثر من 10 مللي أمبير	تقلص العضلات – خطر "عدم القدرة على الترك"
أكثر من 30 مللي أمبير	شلل الرئة، وعادةً ما يكون مميتًا
أكثر من 50 مللي أمبير	الرجفان البطيني، وعادةً ما يكون مميتًا
100 مللي أمبير إلى 4 أمبير	رجفان بطيني مؤكد، مميت
أكثر من 4 أمبير	شلل القلب، حروق شديدة

معدات السلامة

لتجنّب الآثار الضارة التي يمكن أن يحدثها التيار في جسم الإنسان أو التقليل منها، يُوصى بشدة باستخدام معدات الحماية واتخاذ الاحتياطات عند التعامل مع الدوائر والمعدات المكهربة.

- القفازات المطاطية - لمنع اليدين من الاتصال المباشر بالتيار. يجب أن تكون ملتصقة وتتمتع بقبضة ممتازة.
- أكمام وأرجل بنطلون ضيقة - لمنع التلامس غير المقصود أو التعرّض للسحب داخل معدات خطرة.
- انزع الخواتم من الأصابع.
- الأحذية المطاطية - لمنع الجسم من تكوين دائرة كهربائية موصلة كاملة.

المخاطر الكهربائية

إذا تم إعداد تركيب ما بشكلٍ صحيح، وتم تأريضه وصيانته جيدًا، فلا ينبغي أن يمثل القصور الكهربائي أو المشكلات الأخرى أي مشكلة. إذا تم إهمال أساسيات التركيب والمناولة والصيانة، فقد يحدث العديد من المخاطر.

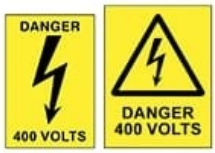
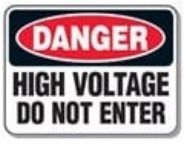
المخاطر	الوصف	المصادر المحتملة
الصدمات	تحدث الصدمة الكهربائية عندما يصبح جسم الإنسان جزءًا من المسار الذي يتدفق من خلاله التيار. والنتيجة المباشرة هي الصعق بالكهرباء. أما النتيجة غير المباشرة هي التعرّض لإصابة ناتجة عن السقوط أو الحركة غير المنضبطة.	• يُمكن أن تتسبب الأسلاك الكهربائية في مخاطر التعثر. • تُعدّ أسلاك الكهرباء المهترئة خطيرة. • زيادة التحميل على المقابس الكهربائية. • إتلاف الأسلاك عن طريق الجري فوقها أو وضع أشياء ثقيلة عليها • تعديل المقابس الكهربائية بشكلٍ غير صحيح. • ارتفاع درجة حرارة الآلات بسبب عدم وجود تهوية كافية. • المنافذ الكهربائية التالفة. • أسلاك مكشوفة. • العمل بالقرب من مصادر الطاقة. • خطوط علوية متدلية أو متساقطة. • تقطّر المياه على المعدات المتصلة بالتيار الكهربائي.
الحروق	يُمكن أن تحدث الحروق عندما يلمس الشخص الأسلاك الكهربائية أو المعدات التي يتم تنشيطها.	
الانفجار القوسي	تحدث الانفجارات القوسية نتيجة التيارات مرتفعة الشدة المتدفقة عبر الهواء. يُمكن أن يحدث هذا بسبب التلامس العرضي مع المكونات النشطة أو عطل المعدات. المخاطر الأساسية الثلاثة المرتبطة بانفجار القوس هي: • الإشعاع الحراري. • موجات الضغط. • المقذوفات.	
الانفجارات	تحدث الانفجارات عندما توفّر الكهرباء مصدر اشتعال لمزيج متفجر في الغلاف الجوي.	
الحرائق	الكهرباء هي أحد الأسباب الأكثر شيوعًا للحرائق في كلٍ من المنزل ومكان العمل. المعدات الكهربائية المعيبة أو التي يُساء استخدامها هي سبب رئيسي للحرائق الكهربائية.	

علامات الخطر

علامات السلامة تُبقي الأشخاص على دراية بالمخاطر. من المهم تحديد موقعها وفقًا لذلك حتى يتمكّن الأشخاص الذين يعملون حول أماكن الخطر من اتخاذ الاحتياطات المناسبة. يجب أن تتواجد في أماكن واضحة، وأن تتضمّن أقصى قدر ممكن من المعلومات حول مصدر الخطر وخصائصه. في حال وقوع حادث، يُمكن أن تكون هذه المعلومات معلومات

قيمة.

من أمثلة هذه العلامات ما يلي:

			
ملصقات التحذير من الجهد	**رمز الجهد الكهربائي**	**تحذير خطر الموت من الكهرباء**	**أوقف التشغيل عندما لا تكون قيد الاستخدام**
تحذير من صدمة كهربائية	**تحذير من الجهد العالي**	**تحذير من الكبلات العلوية**	**تحذير من الأسلاك المتصلة بالكهرباء**
			
تحذير من الكبلات المدفونة	**تحذير من جهد الموصلات الرئيسية**	**خطر - علامة "ممنوع الدخول"**	**تحذير - قم بالعزل قبل إزالة الغطاء**

الحرائق الكهربائية

الكهرباء هي أحد أكثر أسباب اندلاع الحرائق شيوعًا. التيار الكهربائي والتفاعل الكيميائي للحريق كلاهما طريقتان لنقل الطاقة؛ بينما تتضمّن الكهرباء حركة الإلكترونات سالبة الشحنة، يتشكّل اللهب من تشتت كلٍ من الأيونات الموجبة والسالبة. لذلك، يُمكن أن تتسبب توصيلات الأسلاك المعيوبة على سبيل المثال في حدوث قوس وشرر كهربائي يُمكن أن يتحول بسهولة إلى لهب في حال توفرت الظروف لنشوب حريق، مثل الأكسجين أو الحرارة أو أي نوع من الوقود.

يُمكن أن تكون مصادر الطاقة المرتبطة مباشرةً بالحرائق الكهربائية أيًا مما يلي:

- توصيلات الأسلاك المعيوبة.
- أجهزة ذات أحمال زائدة.
- الماس الكهربائي.
- تلف سلك الطاقة.
- منافذ الكهرباء ذات الأحمال الزائدة.
- تركيبات إضاءة مُثبتة بشكلٍ غير صحيح.

يتضمّن أحد جوانب تجنّب نشوب حريق كهربائي تحديد الحجم المناسب للنظام الكهربائي واستخدامه وصيانته بشكلٍ صحيح، ومع ذلك يُمكن أن تحدث المخاطر بغضّ النظر عن ذلك، ويجب أن تكون أدوات إخماد الحرائق في موضعها الصحيح. تُعتبر طفايات الحريق الوسيلة الأكثر موثوقية للقيام بذلك، ولكن يجب استخدام طفاية الحريق المناسبة أو قد تكون الطفاية نفسها غير فعّالة.

فئات طفايات الحريق المناسبة لكل منطقة:

الأمريكية	الأوروبية	المملكة المتحدة	الأسترالية/الآسيوية	مصدر الوقود/الحرارة
الفئة A	الفئة A	الفئة A	الفئة A	المواد القابلة للاحتراق العادية
الفئة B	الفئة B	الفئة B	الفئة B	السوائل القابلة للاشتعال
	الفئة C	الفئة C	الفئة C	الغازات القابلة للاشتعال
الفئة C	غير مصنفة	غير مصنفة	الفئة E	المعدات الكهربائية
الفئة D	الفئة D	الفئة D	الفئة D	المعادن القابلة للاحتراق
الفئة K	الفئة F	الفئة F	الفئة F	على مستوى المطبخ (الزيت أو الدهون المُستخدمة في الطهي)

يجب إخماد الحرائق الكهربائية بواسطة مادة غير مُوصلة، على عكس الماء أو الرغوة الموجودة في طفايات الحريق من الفئة أ. إذا حاول شخص ما إخماد حريق كهربائي بشيء مثل الماء، فهناك خطر كبير من حدوث صعق كهربائي لأن الماء مادة موصلة. تستخدم طفايات الحريق من الفئة C فوسفات أحادي الأمونيوم، أو كلوريد البوتاسيوم أو بيكربونات البوتاسيوم التي لا تُوصّل الكهرباء. خيار آخر هو طفاية حريق من الفئة C تحتوي على ثاني أكسيد الكربون (CO_2). يُعتبر ثاني أكسيد الكربون رائعًا لإخماد الحرائق لأنه يتخلص من مصدر الأكسجين الخاص بالحريق، وكذلك يقلل من حرارة الحريق لأن ثاني أكسيد الكربون يكون باردًا عند خروجه من مطفأة الحريق.

الوقاية

الوقاية هي الإجراء الأكثر فعالية لتخفيف المخاطر. تتضمّن بعض هذه الإجراءات الوقائية التي يُمكن لمسؤولي التخطيط اتخاذها عند العمل حول الكهرباء ما يلي:

- لا تقم أبدًا بتوصيل الأجهزة المُصنفة عند جهد 230 فولت في مقبس كهربائي بجهد 115 فولت.
- ضع جميع المصابيح على أسطح مستوية وبعيدًا عن الأشياء التي يُمكن أن تحترق.
- استخدم المصابيح التي تتوافق مع القدرة الكهربائية المُصنفة للمصابيح.
- لا تفرط في تحميل المأخذ الكهربائي عن طريق توصيل عدة أجهزة بمقبس واحد باستخدام أي جهاز.
- لا تجرّ أي أسلاك كهربائية أو تسحبها.
- إذا كان المنفذ أو المفتاح الكهربائي دافئًا، أوقِف تشغيل الدائرة وقم باستدعاء عامل الكهرباء لفحص النظام.
- اتبع تعليمات الشركة المُصنّعة لتوصيل أحد الأجهزة بمأخذ التيار الكهربائي.
- تجنّب تمرير أسلاك التمديد تحت السجاد أو عبر المداخل.
- لا تقم بتوصيل سلك جهاز كهربائي قديم بسلك أحدث.
- استبدل الأسلاك المهترئة أو المفكوكة وأصلحها في جميع الأجهزة الكهربائية.
- احتفظ بجميع الأجهزة الكهربائية بعيدًا عن الماء.
- اتصل بهيئة الكهرباء في حال حدوث أي ضرر للكبلات العلوية، أو صناديق الألواح الخارجية أو الأشجار التي تلامس خطوط الجهد العالي.
- راجع الرسومات المعمارية و/أو اتصل بالهيئات الكهربائية قبل القيام بأي عمل يتضمّن الحفر.
- انتبه إلى جميع العلامات التحذيرية التي تشير إلى وجود مخاطر كهربائية.
- تأكّد من وضع مطفأة الحريق حيث تكون احتمال حدوث الخطر كبيرة.
- احرص دائمًا على ارتداء معدات السلامة عند التواجد حول المعدات الكهربائية.

إدارة الطاقة

تحدث معظم التدخلات الإنسانية - وخاصةً تلك التي تُجرى أثناء حالات الطوارئ - في المجتمعات النائية أو المعرضة للخطر مع ضعف توفّر و/أو موثوقية محدودة لشبكة الكهرباء العامة. لإدارة الأعمال، غالبًا ما تكون مباني المنظمات

الإنسانية مُجهزة بمصدر طاقة مستقل واحد على الأقل، إما كدعم احتياطي في حال تعطل الشبكة وإما كطريقة رئيسية لإنتاج الكهرباء. تشمل مستلزمات الطاقة المستقلة البطاريات، والمولدات والمعدات الكهربائية التي تعمل بالطاقة الشمسية.

يتطلب شراء هذه المعدات، وتركيبها وتشغيلها استثمارات مهمة يُمكن الحدّ منها من خلال اختيار الحجم المناسب وإدارة الطلب على الطاقة. الكهرباء ليست رخيصة، وتشغيل المولد قد يكون مكلفًا للغاية. إنتاج الطاقة له أيضًا تأثير بيئي وله القدرة على إلحاق الضرر بتصوّر المنظمات.

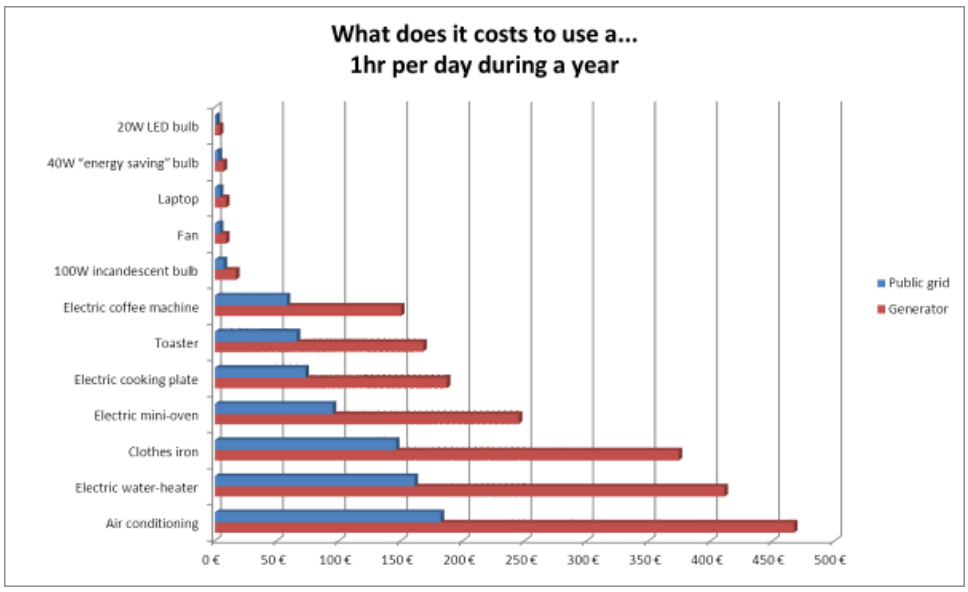
غالبًا ما يكون من الممكن تقليل استهلاك الكهرباء دون الإضرار بجودة الخدمة من خلال تحسين إدارة الطاقة، والتركيز على تقليل الطلب واختيار المصدر الصحيح.

- **إدارة الطلب على الطاقة**: قلِّل استهلاك الطاقة إلى الحدّ الأدنى دون التقليل من جودة الخدمة وتجنّب الاستهلاك غير الضروري للطاقة.
- **إدارة إمداد الطاقة**: حدد أفضل مصادر الطاقة الرئيسية والاحتياطية حسب الموقف، مع اختيار حجم مناسب لتحسين تكاليف الاستثمار والتشغيل.

لإدارة كل من العرض والطلب، يلزم إجراء تشخيص مناسب لفهم احتياجات القدرة والطاقة الخاصة بالتركيب. سيكون التشخيص المتواصل ضروريًا في كل خطوة من خطوات عملية إدارة الطاقة، وبشكلٍ أساسي للأسباب التالية:

- لحساب إجمالي احتياجات الطاقة والقدرة لبيئة التشغيل المُخطط لها والمساعدة في تحديد حجم مصادر الطاقة (المولد، أو الطاقة الشمسية أو غير ذلك).
- لتحديد الأجهزة والخدمات التي تُمثل جزءًا كبيرًا من إجمالي احتياجات الطاقة والقدرة.
- لفهم تباين احتياجات القدرة والطاقة خلال يوم واحد وتحديد فترات الذروة.

قد يكون التشخيص الكامل مفيدًا أيضًا في إعداد التقارير و/أو المراجعة و/أو أغراض الدراسات.



مُقتبس من ACF

إدارة الطلب على الطاقة

من المُعتاد استخدام الكهرباء كأمر بديهي، ولكن الطاقة لها تكلفتها الخاصة دومًا. لتحسين طريقة استخدام الطاقة، تجنب الاستهلاك غير الضروري وقلل من الاحتياجات الضرورية دون التأثير على جودة الخدمة. من المهم التفكير في الخدمة بدلاً من الأجهزة، ومحاولة إيجاد الحلول الأكثر فعالية لإنجاز الخدمة المطلوبة.

متطلبات الخدمة: يلزم توفّر بيئة عمل باردة، وليس تكييف هواء.

مثال: **استيفاء متطلبات الخدمة:** ضع في اعتبارك اختيار موقع الغرفة التي تقل احتمالية تعرّضها للتدفئة، وتركيب ستائر بيضاء تسمح بدخول الضوء لكن تحدّ من الحرارة، وتزيد من مستوى العزل في الغرفة، ثم فكِّر في تركيب مكيف هواء.

بالاستعانة بتشخيص الطاقة، يُرجى اتباع ما يلي:

- **حدد الخدمات عالية التأثير** لفهم الخدمات التي لها تأثير كبير على الطاقة واستهلاك الطاقة وتوقيت حدوث فترات الذروة.
- **افحص البدائل المحتملة** - أدوات العمل، والثلاجات والإضاءة هي مستهلكات واضحة للكهرباء ويصعب تجنّبها. توفّر أدوات استهلاك الطاقة الأخرى إمكانيات أخرى، مثل سخانات المياه والمواقد. انظر في الحلول الممكنة وفقًا للجدوى، والتكلفة الأولية، واستهلاك الطاقة، وتكلفة التشغيل وجودة الخدمة.
- **قلِل الخسائر، وارفع الكفاءة** من خلال اختيار أجهزة تتمتع بكفاءة وحجم مناسب حسب الغرض وعدد المستخدمين، واستخدامها بطريقة تزيد من كفاءتها إلى الحدّ الأقصى، مثل تنظيف المعدات والأجهزة وصيانتها لزيادة كفاءتها.
- **قلِل الاستخدام غير الضروري** عن طريق إيقاف تشغيل الأجهزة وفصلها في حال عدم استخدامها. قد يكون من الضروري عرض ملصقات أو منشورات لتذكير المستخدمين.
- **قم بتحسين الاستهلاك بمرور الوقت،** حدد فترات الذروة، وإذا أمكن، فتجنّب استخدام الأجهزة الأقوى أو قم بتأجيل استخدامها أثناء فترات الذروة أو عند العمل على أنظمة النسخ الاحتياطي للبطارية/الطاقة الشمسية. حدد الأجهزة القوية التي يُمكن تأجيل استخدامها، مثل تلك المُستخدمة في المهام المريحة أو غير العاجلة، وميّز تلك المُستخدمة في العمل، والأمن والاتصالات.

إدارة إمداد الطاقة

سيكون للاختيار الصحيح لمصدر الطاقة الرئيسي والاحتياطي تأثير كبير ليس فقط على توفير التكاليف، ولكن أيضًا في طريقة تحسين استهلاك الطاقة. يجب أن تكون المجموعة المُختارة قادرة على ما يلي:

- توفير طاقة كافية للتركيب.

- ضمان توفّر الكهرباء على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع في المبنى إذا أمكن ذلك.
- ضمان الحد الأدنى من الجودة (انخفاض الجهد المحدود أو تقلبات التردد).
- تقليل التكاليف.
- التشغيل والعمل بأمان.
- حاول إبقاء التأثير على البيئة المحلية عند أقل مستوى ممكن، بما في ذلك الحدّ من التدخين، والاهتزازات، والضوضاء أثناء الليل، وضمان ظروف عمل ومعيشة جيدة ومنع نشوب صراع في الأحياء السكنية.
- حاول التقليل من التأثير البيئي العالمي.

سيعتمد القرار بشأن نوع مصدر الطاقة الرئيسي بشكلٍ أساسي على ما إذا كان المبنى متصلًا بشبكة الكهرباء العامة. يُعتبر الاتصال بشبكة عامة هو الوضع الأمثل حيثما يكون ذلك متاحًا ويجب أن يكون الخيار الأول إن أمكن ذلك. إذا لم تكن هناك شبكة، أو كانت الشبكة غير موثوقة، سيتم النظر في استخدام مولد.

يمكن أن تكون هناك حاجة إلى نظام احتياطي أو مولد، وسيكون ضروريًا إذا كانت الشبكة معرضة لخطر انقطاع التيار الكهربائي، أو عندما يلزم توفّر فائض من النظام الكهربائي كتدبير أساسي من تدابير السلامة.

هناك خيارات متعددة للنظام الاحتياطي، بما في ذلك البطاريات أو المولدات الشمسية أو المولدات الأصغر حجمًا. هناك أشياء أخرى تجب مراعاتها عند اختيار نظام احتياطي، بما في ذلك ماهية المصدر الرئيسي ومدى موثوقيته.

قد يكون شراء المولد غير مكلف، لكن المولدات تتطلب وقودًا وصيانة ويمكن أن تكون تكاليف التشغيل مرتفعة للغاية. على العكس من ذلك، تتطلب أنظمة البطاريات والطاقة الشمسية استثمارات كبيرة ولكن تكاليف تشغيلها منخفضة للغاية. تجب مراعاة التكاليف الأوّلية والتشغيلية عند اختيار مصدر طاقة.

تكاليف التشغيل المقدرة:

اقتراح النظام الاحتياطي	التكلفة الأوّلية	التكلفة الإجمالية بعد عام واحد	التكلفة الإجمالية بعد عامين
مولد 2kVA	600 يورو	14600 يورو	28800 يورو
نظام البطارية	4800 يورو	9300 يورو	13900 يورو
الطاقة الشمسية (تغطي 30% من احتياجات الطاقة)	6500 يورو	9600 يورو	12900 يورو

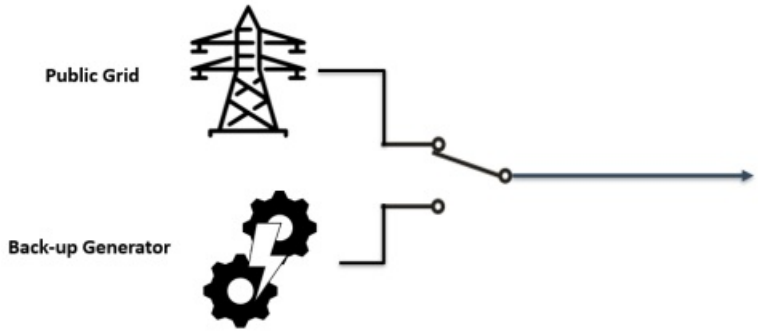
المجموعات الرئيسية والاحتياطية والمحتملة

شبكة عامة + مولد

في العديد من السياقات، يكون مصدر الطاقة الرئيسي هو الكهرباء التي توفّرها شركة الطاقة المحلية. النظام الاحتياطي عبارة عن مولد يجب أن يكون قادرًا على تغطية جميع احتياجات الكهرباء للتركيب، باستثناء الأجهزة التي تم وضع علامة عليها على أنها غير ضرورية.

المميزات	العيوب
• بسيط ورخيص • متاح محليًا • مضايقات محدودة	• تحدث انقطاعات الكهرباء لمدة قصيرة ويجب بدء تشغيل المولد عندما تتعرض الشبكة للعطل • يلزم وجود مصادر طاقة غير منقطعة و/أو مُنظم • يلزم توفّر إمداد ومخزون الوقود • يلزم إجراء صيانة للمولد حتى لو كان نادرًا ما يستخدم

يُوصى به في الحالات التالية

المميزات	العيوب
• مبنى متصل بشبكة عامة مع انقطاعات طويلة غير متوقعة • مبنى متصل بشبكة كهرباء عامة في سياق أمني متدهور • مبنى متصل بشبكة كهرباء عامة ويُستخدم لفترة محدودة • النظام الاحتياطي في حالات الطوارئ عند الحاجة	
	

مولد + مولد

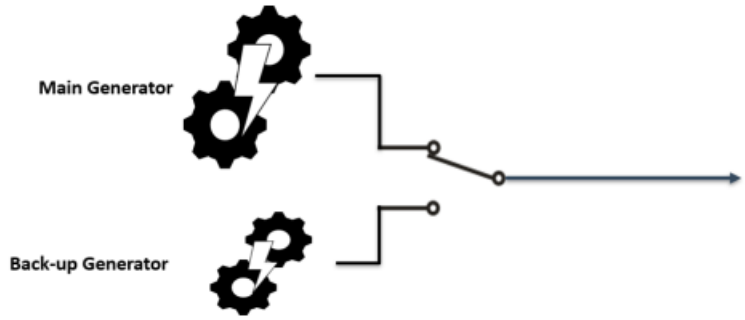
في تهيئة المولد فقط، يتم توفير الكهرباء بواسطة مولدين أو أكثر. لاستخدام مولدين:

- يُمكن أن يكون كلا المولدين متطابقين أو قادرين على إنتاج القدر نفسه من الطاقة، ويُمكن استخدامهما بالتبادل وباتباع خطة استخدام مُفضّلة.
- يُمكن أن يكون أحد المولدين أصغر من الآخر، ويُستخدم كنظام احتياطي فقط. في حال وجود مولدين يختلفان في الطاقة المُولدة، فلن تتمكّن الوحدة الأصغر من تغطية احتياجات الكهرباء بالكامل في سياق التشغيل، وقد تحتاج إلى توصيلها بالأسلاك خصوصًا لتشغيل العناصر الأساسية فقط.

المميزات	العيوب
• تكنولوجيا معروفة جيدًا • متاح محليًا • تكاليف أوّلية محدودة	• الضوضاء الدائمة ومتاعب الصيانة • تكلفة تشغيل عالية • انقطاع قصير للكهرباء نظرًا لتبديل المولدات • يلزم وجود مصادر طاقة غير منقطعة و/أو مُنظم • يلزم توفّر إمداد ومخزون الوقود • الموثوقية المحدودة والصيانة المتكررة • تستغرق وقتًا طويلًا في الإدارة

يُوصى به في الحالات التالية

- مبنى معزول يحتاج إلى طاقة عالية
- مبنى معزول يُستخدم لمدة محدودة
- النظام الاحتياطي في حالات الطوارئ عند الحاجة



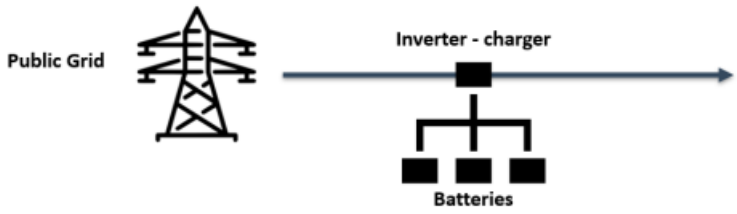
شبكة + بطاريات

في هذه التهيئة، مصدر الطاقة الرئيسي هو الكهرباء التي توفرها شركة الطاقة المحلية، بينما النظام الاحتياطي عبارة عن نظام بطارية يوفّر استقلالية محدودة للتركيب في حالة الانقطاع الكهربائي.

المميزات	العيوب
• كهرباء على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع دون انقطاع وانقطاع جزئي • موثوقية عالية • جودة كهرباء جيدة • من السهل إضافة إمدادات الطاقة الشمسية • مضايقات محدودة	• يعتمد على الشبكة • المشتريات المحلية والصيانة ليست دائمًا ممكنة • يلزم وجود غرفة للبطارية • تكلفة أوّلية أعلى من المولد • قد لا يزال من الضروري وجود مولد احتياطي • العمر الافتراضي المحدود للبطاريات (من عامين إلى 5 أعوام) والتأثير البيئي المحتمل للتخلص من البطاريات

يُوصى به في الحالات التالية

- مبنى متصل بشبكة عامة مع فترات انقطاع كهرباء قصيرة ومتكررة
- مبنى متصل بشبكة عامة مع انقطاعات الكهرباء ليلًا
- الخطوة الأولى نحو تركيب النظام الشمسي



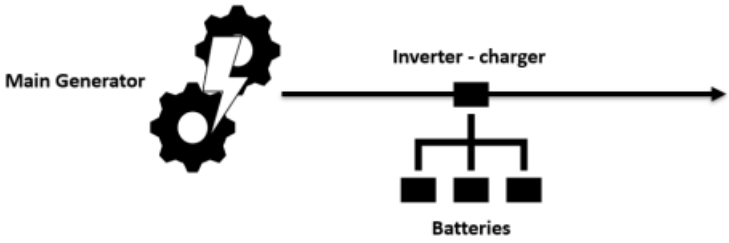
مولد كهرباء + بطاريات

في هذه التهيئة، يكون مصدر الطاقة الرئيسي عبارة عن مولد يوفّر الكهرباء خلال ساعات الذروة. النظام الاحتياطي هو نظام بطارية يقوم بتجميع الكهرباء عند تشغيل المولد ويقوم بإمداد التركيب خلال ساعات الاستهلاك المنخفض.

المميزات	العيوب
• كهرباء على مدار الساعة طوال أيام الأسبوع دون انقطاع أو انقطاع جزئي • لا يوجد ضرر خلال ساعات الاستهلاك المنخفض • جودة كهرباء جيدة • موثوقية وعمر افتراضي أفضل للمولد • المزيد من المرونة في استهلاك الطاقة • من السهل إضافة إمدادات الطاقة الشمسية	• يلزم توفّر إمداد ومخزون الوقود • الحد الأدنى لمدة التشغيل اليومية للمولد لإعادة شحن البطاريات • الشراء المحلي والصيانة قد يكونا غير متاحين • يلزم وجود غرفة للبطارية • تكلفة أوّلية أعلى من المولد وحده • قد لا يزال من الضروري وجود مولد احتياطي • العمر الافتراضي المحدود للبطاريات (من عامين إلى 5 أعوام) والتأثير البيئي المحتمل للتخلص من البطاريات

يُوصى به في الحالات التالية

- مكتب أو مجمع معزول
- الخطوة الأولى نحو تركيب النظام الشمسي



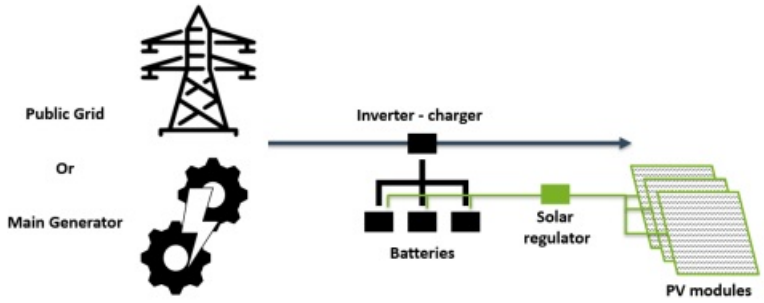
شبكة عامة أو مولد + طاقة شمسية

في هذه التهيئة، يتم توفير الكهرباء من خلال المصدر الرئيسي - الشبكة أو المولد - خلال ساعات الذروة وعن طريق النظام الشمسي خلال النهار. يقوم نظام البطارية بتجميع الكهرباء من جميع المصادر ويوفر الإمداد للتركيب عند إيقاف تشغيلها.

المميزات	العيوب
• مثل "الشبكة/المولد + البطارية" • مضايقات أقل • توفير الوقود، أفضل معدل تكلفة/كفاءة على المدى الطويل للمباني المعزولة • مصدر طاقة احتياطي موثوق للغاية	• قد تتطلب بعض الوقت ليتم تركيبها. • الشراء المحلي والصيانة قد يكونا غير متاحين • يلزم توفّر غرفة بطارية وسطح مفتوح كبير • تكلفة أوّلية عالية • العمر الافتراضي المحدود للبطاريات (من عامين إلى 5 أعوام) والتأثير البيئي المحتمل للتخلص من البطاريات

يُوصى به في الحالات التالية

- بيت ضيافة معزول
- مبنى معزول مع احتياجات محدودة للطاقة
- مبنى معزول في منطقة يصعب فيها الحصول على إمداد الوقود و/أو يكون باهظ التكلفة
- المباني حيث يفرض السياق الأمني مصدر طاقة احتياطيًا موثوقًا به ومستقلًا تمامًا، مثل الأماكن ذات المتطلبات المحتملة للإسبات.



مجموعات المولدات

المولد هو مزيج من المحرك (المحرك الرئيسي) الذي ينتج الطاقة الميكانيكية من الوقود والمولد الكهربائي (مولد التيار المتردد) الذي يحول الطاقة الميكانيكية إلى كهرباء. يتم تركيب هذين الجزأين معًا لتشكيل قطعة واحدة من المعدات.

تعد المولدات الميكانيكية كمصدر طاقة شائعة الاستخدام في القطاع الإنساني بصرف النظر عن الشبكة العامة، ويرجع ذلك في الأساس إلى كونها متوفرة عادةً ويُمكن الحصول عليها وتركيبها بسرعة نسبية في جميع الأماكن تقريبًا. تُعدّ

المولدات مبنية على تقنية معروفة وقد يكون العثور على فني جيد لتركيب أحدهما أمرًا بسيطًا في العديد من السياقات. ومع ذلك، فإن تشغيل المولد أمر مكلف، ويتطلب صيانة متكررة ومعقدة بالإضافة إلى الإمداد بالوقود بصورة مستمرة. يمكن أن تسبب المولدات أيضًا العديد من المشكلات، مثل الضوضاء والاهتزاز والتلوث وغير ذلك.

تُعدّ المولدات مفيدة بشكل رئيسي في ثلاثة أنواع من المواقف:

- كمصدر رئيسي للطاقة في حال عدم توفر شبكة كهرباء عامة أو عندما تكون موثوقية الشبكة ضعيفة للغاية.
- كمصدر طاقة احتياطي عندما يكون الاستثمار في مصدر طاقة أكثر كفاءة غير ممكن: حالات الطوارئ، والتركيب قصير الأجل وما إلى ذلك.
- كمصدر طاقة احتياطي للمباني التي تحتاج إلى طاقة كبيرة للغاية (بشكل أساسي المباني المجهزة بتكييف الهواء أو السخانات الكهربائية).
- كمصدر طاقة احتياطي للمنشآت التي تحتفظ بقدرات سلسلة أجهزة التبريد.

في جميع الحالات الأخرى، يجب إجراء تقييم أكثر شمولًا لتقييم بدائل المولد. عند النظر في استخدام المولد كمصدر طاقة رئيسية أو احتياطية، لا تُقلل من تقدير الوقت اللازم لمناولة المعدات أو لإدراج إعداد تركيباتها في الميزانية.

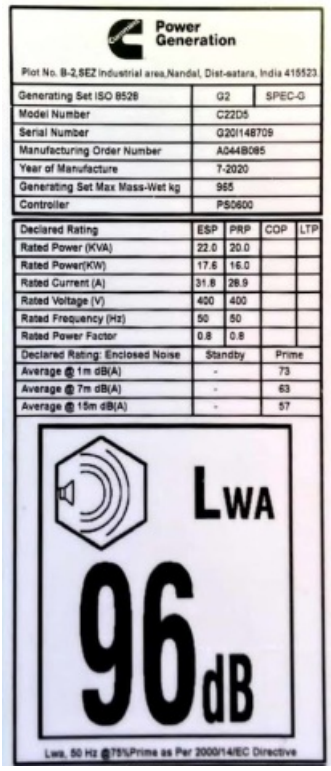
الخصائص

فيما يلي الخصائص الرئيسية التي يجب مراعاتها عند اختيار المعدات المناسبة لتغطية الاحتياجات.

قوة المولد

أول شيء يجب تقييمه عند البحث عن مولد هو حجمه - ما مقدار الطاقة التي يمكن أن يولدها؟

مثال: ملصق قياسي على جانب المولد



Power Generation

Plot No. B-2,SEZ Industrial area,Nandal, Dist-astara, India 415523

Generating Set ISO 8528	G2	SPEC-G
Model Number	C22D5	
Serial Number	G20I148709	
Manufacturing Order Number	A044B085	
Year of Manufacture	7-2020	
Generating Set Max Mass-Wet kg	965	
Controller	PS0600	

Declared Rating	ESP	PRP	COP	LTP
Rated Power (KVA)	22.0	20.0		
Rated Power(KW)	17.6	16.0		
Rated Current (A)	31.8	28.9		
Rated Voltage (V)	400	400		
Rated Frequency (Hz)	50	50		
Rated Power Factor	0.8	0.8		

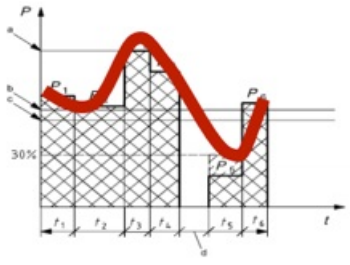
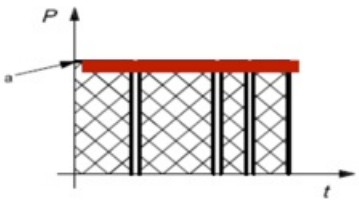
Declared Rating: Enclosed Noise	Standby	Prime
Average @ 1m dB(A)	-	73
Average @ 7m dB(A)	-	63
Average @ 15m dB(A)	-	57

تم توحيد تقدير الطاقة وفقًا لمعيار ISO-8528-1. المعايير الأكثر شيوعًا هي:

تصنيف المولد حسب معيار ISO	تقدير الحمل	قيود تشغيل الوقت
القوة المقدرة الأولية (PRP)	مُصنفة لحمل متغيّر	تتوفّر هذه الطاقة خلال ساعات غير محدودة من الاستخدام مع عامل تحميل متغير. يمكن زيادة التحميل بنسبة 10% لمدة ساعة واحدة كحدٍ أقصى كل 12 ساعة، ولكن لا تتجاوز 25 ساعة في العام الواحد.

تصنيف المولد حسب معيار ISO	تقدير الحمل	قيود تشغيل الوقت
قوة التشغيل المستمر (COP)	مُصنفة لحمولة ثابتة	تتوفر هذه الطاقة خلال ساعات غير محدودة من الاستخدام مع عامل تحميل ثابت. لا يُسمح بالحمل الزائد.
الطاقة الاحتياطية في حالة الطوارئ (ESP)	مُصنفة لحمل متغيّر	هذه الطاقة متاحة فقط خلال 25 ساعة في العام مع عامل تحميل متغير. 80% من هذه الطاقة متوفرة خلال 200 ساعة في العام. لا يُسمح بالحمل الزائد.

الرسم البياني: أنواع التحميل

تحميل متغير	تحميل ثابت
	

في معظم الأحيان، تكون القوة المقدرة الأولية (PRP) الوحيدة المناسبة عند شراء مولد. عند شراء مولد، تحقق مما إذا كانت طاقة المولد مُشارًا إليها دون الرجوع إلى طريقة التصنيف الموحدة. إذا لم تتم الإشارة إلى نموذج تصنيف، فاستشِر الشركة المُصنعة أو احصل على المستندات من البائع.

يُمكن تصنيف الطاقة إما بالواط (W)، أو الكيلوواط (kW)، أو الفولت أمبير (VA) أو كيلو فولت أمبير (kVA). من أجل التوضيح، فإن 1 كيلوواط = 1000 واط، و1 كيلو فولت أمبير = 1000 فولت أمبير

يُشير التصنيف بالواط إلى ***طاقة حقيقية*** (P)؛ ويشير التصنيف بالفولت أمبير إلى ***طاقة ظاهرية*** (S). تجب مراعاة القوة الحقيقية فقط عند التخطيط للاستهلاك. الطاقة الحقيقية هي الطاقة المستهلكة أو المستخدمة فعليًا في دائرة التيار المتردد، وبالتالي فهي الطريقة التي يتم بها حساب احتياجات الطاقة واستهلاك الطاقة في اختبار تشخيصي.

إذا تمت الإشارة إلى الطاقة الظاهرية فقط (بالكيلو فولت أمبير)، يمكنك تقييم الطاقة الحقيقية باستخدام الصيغة العامة التالية:

$$P(W) = S(VA) \times 0.8$$

0.8 من الطاقة الظاهرية هو عامل الطاقة الحقيقية المُفترض. قد يختلف هذا من آلة إلى أخرى، ولكن 0.8 هي قيمة متوسطة موثوقة.

عند اختيار المولد، سيحتاج على الأقل إلى استيعاب الطاقة المحسوبة في تمرين التشخيص. ومع ذلك، تجب مراعاة الاحتياطات التالية:

لا تخلط بين الكيلوواط وكيلو فولت أمبير: تُحسب احتياجات طاقة التركيب عادةً بالكيلوواط بينما تُقدّر طاقة المولد عادةً بالكيلو فولت أمبير. في هذه الحالة، قسّم على 0.8 (أو أضِف 20%) لتحويل قوة التركيب من الكيلوواط إلى كيلو فولت أمبير.

إذا كانت احتياجات الطاقة المُفترضة للتركيب هي 6,380 واط، فكيف نُحدد حجم المولد وما قيمة كيلو فولت أمبير التي يجب أن يتمتّع بها؟

يجب أن تكون طاقة المولد 6.4 كيلوواط على الأقل من القوة المقدرة الأولية (PRP). لتحديد كيلو فولت أمبير:

مثال:

6.4/0.8= 8 كيلو فولت أمبير من القوة المقدرة الأولية (PRP)

تتطلب الطاقة التي تبلغ 6380 واط مولدًا لا يقل عن **8 كيلو فولت أمبير.**

ضع معدلات التشغيل المنخفضة في الاعتبار: الطاقة التي يُمكن أن يوفرها المولد تتناقص مع الزيادات في الارتفاع ودرجة الحرارة. يُشير المخطط التالي إلى معاملات الارتباط في العوامل البيئية التي يجب خفضها:

ارتفاع	خفض	درجة حرارة	خفض
150 م	لا يوجد خفض	30 درجة مئوية	لا يوجد خفض
300 م	-1,8%	35 درجة مئوية	-1,8%
500 م	-4,1%	40 درجة مئوية	-3,6%
1000 م	-9,9%	45 درجة مئوية	-5,4%
2000 م	-21,6%	50 درجة مئوية	-7,3%
3000 م	-33,3%	55 درجة مئوية	-9,1%

لاحظ أن درجة الحرارة داخل غرفة المولد يمكن أن تكون أعلى بكثير من درجة الحرارة المحيطة.

تبلغ الطاقة الظاهرية للمولد 10 كيلو فولت أمبير، وسيعمل على ارتفاع 1000 متر، وفي غرفة المولدات بمتوسط درجة حرارة 45 درجة مئوية. ماذا سيكون خرج الطاقة المتوقع:

ضبط الارتفاع:

10 كيلو فولت أمبير × (1 - 0.099) = 9.01 كيلو فولت أمبير

مثال:

متوسط درجة الحرارة 45 درجة مئوية:

9.01 كيلو فولت أمبير x (1 – 0,054) = 8.52 كيلو فولت أمبير

القوة الظاهرية "الفعلية" هي **8.52 كيلو فولت أمبير.**

دورة لكل دقيقة (RPM)

عادةً ما تشتمل محركات المولدات على أيٍ مما يلي:

- 1500 دورة في الدقيقة: مُخصص للاستخدام المكثف (تشغيل أكثر من 6 ساعات) وقادر على الوصول إلى طاقة عالية.
- 3000 دورة في الدقيقة: مُخصص للاستخدام على المدى القصير، مع معدلات طاقة/حجم وطاقة/وزن أفضل ولكن استهلاك أعلى للوقود في الساعة.

يُفضّل أن تختار معظم الجهات الفاعلة الإنسانية مولدات بسرعة 1500 دورة في الدقيقة.

مستوى الضوضاء

يكون المحرك صاخبًا للغاية أثناء التشغيل. يُعد مستوى الضوضاء أحد الاعتبارات المهمة أثناء البحث عن مولد كهربائي، إذ يعمل عادةً أثناء ساعات العمل أو الراحة. يمكن أن تصبح الضوضاء المستمرة حتى عند مستوى منخفض للغاية مُرهقة على مدى فترة زمنية طويلة.

يُشار إلى مستويات الضوضاء بوحدة ديسيبل (أ) LWA. إليك بعض الأصوات الشائعة لأغراض المقارنة.

مصدر الصوت المشترك	مستوى (أ) ديسيبل
ثلاجة على مسافة متر واحد	50 ديسيبل (أ)
مكنسة كهربائية على مسافة 5 أمتار	60 ديسيبل (أ)
طريق رئيسي على بعد 5 أمتار	70 ديسيبل (أ)
حركة مرور عالية على طريق سريع على مسافة 25 مترًا	80 ديسيبل (أ)
آلة جز عشب تعمل بالبنزين	90 ديسيبل (أ)
مطرقة هوائية على بعد 10 م	100 ديسيبل (أ)
ملهى ليلي	110 ديسيبل (أ)
عتبة الألم	120 ديسيبل (أ)

يجب أن يكون متوسط الضوضاء في المكتب حوالي 70 ديسيبل (أ)، بينما يجب أن يكون مستوى الضوضاء في غرفة النوم ليلًا أقل من 50 ديسيبل (أ).

لاحظ أنه عند مقارنة مستويات الضوضاء على مسافات مختلفة:

- ديسيبل (أ) عند 4 أمتار ديسيبل (أ) 20 – LWA.
- ينخفض مستوى الضوضاء بمقدار 6 ديسيبل في كل مرة تتضاعف فيها المسافة من المصدر.

يوجد مولد 97 ديسيبل (أ) LWA في غرفة المولدات الواقعة على بعد 15 مترًا من المبنى. ما مستوى الصوت الذي سيتم سماعه في المبنى؟

97 ديسيبل (أ) LWA يُكافئ 77 ديسيبل (أ) عند 4 أمتار

77 ديسيبل عند 4 أمتار = 71 ديسيبل عند 8 أمتار

مثال:

71 ديسيبل عند 8 أمتار = 65 ديسيبل عند 16 مترًا

سيكون مستوى الضوضاء في المبنى حوالي **65 ديسيبل (أ)**، وربما يكون أقل حسب العزل الصوتي لغرفة المولد والمكتب. هذا مستوى مقبول للمكتب لكنه ليس مقبولًا لبيت ضيافة في الليل.

بشكلٍ عام، يُوصى بعدم استخدام المولدات التي تُصدر مستوى ضوضاء أعلى من 97 ديسيبل (أ) LWA. إذا كان من المفترض استخدام المولد في الليل، يُوصى باستخدام قبة صوتية، أو بناء جدار صوتي للتخفيف من بعض التلوث الضوضائي.

سعة الخزان

لا يُمكن إعادة تزويد المولد بالوقود أثناء تشغيله، وبالتالي فإن سعة الخزان هي أحد العوامل الرئيسية التي تُحدد الاكتفاء الذاتي. التقدير المُعتدل لمعدل الاستهلاك في الساعة لمولد يعمل بسرعة 1500 دورة في الدقيقة هو 0.15 لتر × القدرة المقدرة. يجب اختيار خزان الوقود وفقًا لذلك.

يقوم مولد القوة المقدرة الأولية (PRP)، الذي يعمل بقدرة 8 كيلو فولت أمبير، بتشغيل المكتب دون إعادة التزود بالوقود خلال يوم العمل (10 ساعات). بمعرفة هذه الأرقام، ما هو حجم الخزان المقترح؟

استهلاك الوقود في الساعة لهذا المولد هو:

0.15 × 8 = 1.2 لتر/ساعة

مثال:

حساب خزان الوقود هو:

1.2 × 10 = 12 لترًا

إذن، يجب أن تكون سعة خزان الوقود **12 لترًا** على الأقل

لا يُوصى بتشغيل خزان بأقل من 1/5 سعته؛ إذ يُمكن أن تؤدي الأحجام المنخفضة للخزان إلى سحب الجسيمات والحطام المستقر في الجزء السفلي من الخزان إلى خط الوقود، ويُحتمل أن تُشكل خطرًا على المحرك.

الوقود

يُمكن للمولدات - مثل المركبات - استخدام الديزل أو البنزين، كما أن لها مزاياها وعيوبها. تُعدّ مولدات الديزل أكثر تكلفة، ولكن غالبًا ما يكون الديزل أرخص من البنزين كما أن مولدات الديزل تتمتع بمعدلات طاقة/حجم وطاقة/وزن أفضل من مولدات البنزين.

يجب اختيار الوقود وفقًا للسعر المحلي ومدى توفّر كلا نوعيّ الوقود. هناك نقطة واحدة تجب مراعاتها وهي نوع الوقود الذي تستخدمه المركبات في المنظمات، فاستخدام الوقود نفسه لكلٍ من المولدات والمركبات يُمكن أن يقلل من أوجه التعقيد ذات الصلة بالاحتفاظ بأنواع متعددة من الوقود في المخزون. قد تُشكّل السلامة أيضًا مصدر قلق للكميات الكبيرة للغاية من الوقود - يحتوي وقود الديزل أيضًا على نقطة اشتعال أعلى بكثير من البنزين، ما يعني أنه سيشتعل في الهواء الطلق في درجة حرارة تتجاوز 52 درجة مئوية فقط بينما يمكن أن يشتعل البنزين في درجات حرارة متجمدة.

الأمن

يجب أن تكون المولدات مُجهزة بقاطع دائرة يعمل بالتيار المتبقي، بحيث يمكن لتدفقات التيار المفاجئة وحالات الماس

الكهربائي أن تفصل القاطع محليًا، ما يُسهل إعادة التعيين ومنع حدوث الضرر في أسفل الدائرة. بالإضافة إلى ذلك، عادةً ما يكون للمولدات مفتاح قاطع/تحويل يدوي للتحكم في توصيل الكهرباء بالدائرة المُركّبة للمكتب أو المجمع.

يجب أن تحتوي المولدات أيضًا على زر إيقاف في حالات الطوارئ، في حال نشوب حريق أو حدوث أعطال ميكانيكية كارثية أو مشكلات أخرى. يجب أن يكون زر التوقف في حالات الطوارئ مُحددًا بشكل واضح. يجب أن تكون المولدات ذات القبة الصوتية مزوّدة بزر دفع للتوقف في حالات الطوارئ خارج القبة.

إعداد المولد

غرفة المولدات/منطقة التخزين

تتطلّب المولدات عمومًا مكانًا محددًا كمقر دائم. لا يتم نقل المولدات عادةً ما لم يكن المولد مُصممًا خصوصًا للاستخدامات المتنقلة. يؤثّر موقع المولد على أدائه وعمره الافتراضي ويجب التخطيط ليه جيدًا.

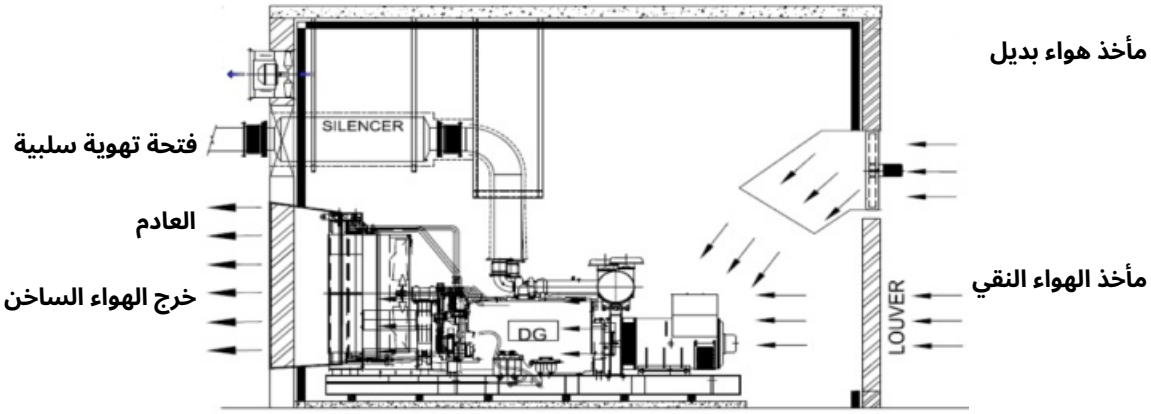
يُمكن أن تكون بعض المولدات ثقيلة وضخمة للغاية، وغالبًا ما يعتمد موقعها حول المكتب أو المجمع على قدرة المعدات الميكانيكية أو المركبات على تحميل/تفريغ المولد بالحجم الكامل.

يجب تركيب المولدات على سطح ثابت ومستوٍ. على عكس المركبات، لم يتم تصميم المولدات للعمل على المنحدرات أو أثناء الإمالة. قد يتسبب الميل أو درجة الانحدار الطفيفة في تحريك المولدات بشكلٍ طفيف بمرور الوقت مع الاهتزاز أو التعرّض للعناصر، ما قد يؤدي إلى إتلاف الهياكل والمعدات، أو جعل صيانة المعدات أمرًا صعبًا. إذا تحرّك المولد الثقيل في مكانٍ مغلق مع هيكل مبني حوله، فقد يكون التحريك باليد مستحيلًا.

يجب أن تكون قاعدة المكان الذي يتواجد به المولد كافيًا لدعم وزن المولد وأن يكون محايدًا كهربيًا. يُمكن أن تكون المولدات ثقيلة للغاية، وبمرور الوقت قد تتعرّض للتحطم أو تتعرض الأسس السيئة للتدهور، أو حتى تتحوّل في اتجاهها. بالإضافة إلى ذلك ، يمُكن أن تؤدي اهتزازات المولد قيد التشغيل إلى تسريع تدهور الأساس أو منطقة التخزين بشكلٍ كبير، وخاصةً إذا لم يكن المولد مُكيفًا للثبات في مكانه بشكلٍ آمن - يعمل الاهتزاز كمطرقة ضعيفة ولكن مستمرة.

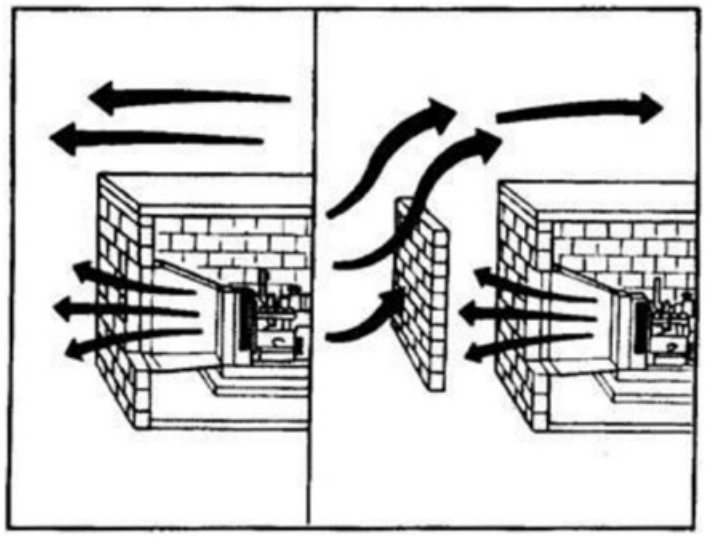
يُعدّ تركيب أحد أنواع ممتص الصدمات لتقليل اهتزازات المولد مثل قِطع الأخشاب أو المطاط من الممارسات الجيدة. يساعد هذا في تقليل الاهتزاز عن طريق رفع الجهاز قليلًا، كما يساعد أيضًا في التحكم في الحرارة مع تسهيل فحص الوحدة وتحديد التسريبات.

بناءً على تصميم مساحة التشغيل المطلوبة، يُمكن تركيب المولدات في غرف قائمة بذاتها، أو وضعها في نوعٍ ما من أكواخ المولدات المفتوحة من الجانب، أو يُمكن وضعها بحيث تكون مُعرضة للهواء. من الناحية المثالية، سيكون للمولدات سقف على الأقل أو أي شكل آخر من أشكال التغطية فوقها للحماية من المطر، أو الثلج أو أشعة الشمس المباشرة الشديدة، وجميعها يُمكنها التأثير على تشغيل المولد. نظرًا لحجم المولدات ووزنها، فقد يتعين بناء الكوخ أو الغرفة بعد تسليم المولد وتفريغه وتركيبه.



يجب أن تُغطي الغرفة أو منطقة التخزين عدة أغراض؛ منها عزل المولد لتقليل الضوضاء والتأثير البيئي على محيطه، ومنع الوصول غير المُصرّح به من الموظفين، أو الزوار أو الحيوانات أو غيرهم. حتى إذا كان المولد مكشوفًا نسبيًا، مثل استخدام مظلة تغطية دون جدران، فمن المستحسن أن يكون لديك نوع من التحكم في الوصول إلى المُولد نفسه. قد تتطلب مناطق تخزين المولد جدرانًا مبنية مادية إضافية على جانب واحد أو أكثر من المولد لمنع الضوضاء والرياح السائدة.

على الرغم من إمكانية استخدام مواد بناء مختلفة، إلا أنه يجب التخطيط للاتجاه بعناية، مع الاستفادة من تيارات الرياح والحدّ من الضوضاء واضطرابات الحرارة. يجب أن تكون مساحة المولد جيدة التهوية دومًا، بما في ذلك استخدام فتحات التهوية أو الجدران المكشوفة بالكامل. إذا كان المولد في مكان مُغلق بإحكام، يلزم وجود قنوات مصنوعة خصوصًا لمنافذ الهواء. تأكد من عدم تصريف جميع المنافذ في المناطق التي يعمل فيها البشر والحيوانات أو يصلون إليها بشكلٍ متكرر. إذا لم يكن هناك خيار آخر متاح سوى التهوية في المناطق التي يصل إليها البشر والحيوانات، فيجب أن تكون جميع نقاط التصريف على بعد مترين على الأقل من الأماكن المذكورة وأن تكون ذات علامات مُحددة جيدًا.



ضع الوقود أو البضائع الخطرة الأخرى بحيث لا تدخل الرياح السائدة في المشعاع/مخرج العادم حيثما أمكن ذلك. إذا لم يكن ذلك ممكنًا، فقم بتركيب حاجزًا للرياح.

تشغيل المولد

على الرغم من وجود قواعد عامة وممارسات جيدة عند تشغيل المولد، فإن أفضل مصدر للمعلومات دومًا هو دليل المستخدم للجهاز المصاحب، والذي يوفر تفاصيل كاملة حول استخدامه وصيانته. يجب دائمًا اتباع الإرشادات الواردة من الشركة المُصنعة.

بشكلٍ عام، تبدأ الإدارة السليمة للمولد بوجود نظام مراقبة دقيق ومُحدّث. تعد المراقبة أمرًا بالغ الأهمية لإجراء التحليل، وتحديد الأعطال المحتملة وحالات إساءة الاستخدام، والإبلاغ عن الإصلاحات المستقبلية واتخاذ القرارات. من المهم الاحتفاظ بسجلات على الأقل حول ما يلي:

- ساعات التشغيل.
- التزود بالوقود.
- الصيانة المُجراة.

يجب استخدام سجل بسيط لكن كامل. يجب الاحتفاظ بسجل بالقرب من المولد، ويجب تدريب جميع الأشخاص الذين يُديرون المولد وتوعيتهم بالاستخدام الصحيح.

على الرغم من تصنيف أنواع مولد القوة المقدرة الأولية (PRP) للاستخدام "غير المحدود"، فإن هذا لا يعني أنه يمكن تشغيل المولدات لفترة مستمرة غير محدودة. ففي النهاية، المولدات عبارة عن آلات عُرضة للتدهور وقد ترتفع درجة حرارتها بصورة مفرطة أو تتعطّل. قد تختلف مدة التشغيل المتواصلة للمولدات من آلة إلى أخرى، ولكن بشكلٍ عام، فإن المولدات التي تحصل عليها الوكالات الإنسانية في السياقات الميدانية ليست مُصممة للعمل لأكثر من 8 إلى 12 ساعة من الاستخدام المتواصل في المرة الواحدة. يُمكن أن يؤدي تشغيل المولد لمدة تزيد عن 8 إلى 12 ساعة إلى تقصير عمر المولد بشكلٍ كبير ويؤدي إلى تكرار حدوث الأعطال.

يجب عادةً إيقاف تشغيل المولدات لفترة تهدئة، ولهذا السبب تقوم العديد من الوكالات بتركيب مولدين أساسيين في مجمع أو مكتب. يتم تركيب المولدين بشكلٍ عام بالقرب من بعضهما إن لم يكن في غرفة التخزين نفسها، وكلاهما متصلان بالدائرة الكهربائية الرئيسية للمنشأة. إذا تم تركيب مولدين جنبًا إلى جنب، فيجب أن يكون هناك مفتاح تحويل خارجي كبير لتوجيه الطاقة الصادرة عن أحد المولدين أو المولد الآخر في المرة الواحدة. ينبغي عدم تشغيل كلا المولدين لتوفير تيار كهربائي للدائرة المغلقة نفسها في الوقت نفسه - فقد يتسبب ذلك في أضرار كارثية للمرافق والمعدات.

يُمكن التخطيط لاستخدام مولدين وفقًا للاحتياجات - إما أن يكون لكلا المولدين قدرة متطابقة على توليد الكهرباء، أو يتم استخدام المولد الثانوي لساعات عندما تكون متطلبات الحمل أقل. يُمكن أيضًا توصيل الطاقة الشمسية ومصادر الطاقة الاحتياطية الأخرى بمفتاح التحويل الخارجي. عادةً ما يتضمّن التبديل بين المولدات بدء تشغيل مولد التيار الوارد بينما لا يزال مولد التيار الصادر قيد التشغيل. سيسمح هذا لمولد التيار الوارد بالإحماء. كما سيسمح لمفتاح التحويل الرئيسي بالتنقل بين المولدات أثناء إمداد الكهرباء لتقليل تعطل المكاتب أو أماكن المعيشة.

بدء تشغيل المولد وإيقافه

تحتوي المولدات، التي تتجاوز حجم معين والمُصممة للاستخدام على المدى المتوسط إلى الطويل، بشكلٍ عام على مفتاح داخلي يُستخدم لتوصيل الوحدة بالدائرة الرئيسية المثبتة في المكتب أو المجمع أو فصلها. إذا تم ضبط مفتاح المولد بحيث يكون المولد غير متصل، فسيستمر المحرك في العمل وسيظل مولد التيار المتردد ينتج الكهرباء، ولكن الدائرة الرئيسية لن تتمكّن من استقبال التيار الكهربائي.

يجب عدم تشغيل المولدات أو إيقاف تشغيلها مُطلقًا أثناء الاتصال بأداة التركيب، ويُطلق عليها كذلك "مشحونة"

عند تشغيل المولد، قد تكون هناك ارتفاعات أو توقفات في الطاقة المُنتجة، بسبب وجود الهواء في خطوط الوقود، أو الحطام أو الجوانب العادية الأخرى لعملية بدء التشغيل. يُمكن أن تتجاوز هذه الزيادات في الطاقة تصنيف التحميل لأي تركيب معين وقد تلحق الضرر بالمعدات إذا لم يتم حمايتها بشكلٍ صحيح. من الممارسات الجيدة أن يكون لديك ملصق أو منشور، بلغة الأشخاص الذين يُشغلون المولد، يشرح عملية تشغيل المعدات وإيقافها التي تتضمّن صورًا للأجزاء الرئيسية التي يجب لمسها والإجراءات التي يجب اتخاذها.

إجراء التشغيل القياسي:

1. تأكّد من أن قاطع دائرة المولد مفتوح (إذا كان المولد لا يحتوي على قاطع دائرة كهربائية: تأكّد من أن القاطع الرئيسي للمنشأة مفتوح).
2. افحص مستوى الزيت.
3. افحص مستوى الوقود.
4. افحص منسوب المياه (للمولدات المبردة بالماء فقط).
5. تأكد من عدم وجود تسرب (لا يوجد زيت أو وقود أسفل المولد).
6. شغِّل المولد.
7. انتظر دقيقتين.
8. أغلِق الدائرة الخاصة بالدائرة الرئيسية للمكتب أو المجمع.
9. سجِّل وقت التشغيل في السجل ذي الصلة.

إجراء وقف التشغيل القياسي:

1. حذِّر المستخدمين من انقطاع التيار الكهربائي.
2. افتح قاطع دائرة المولد (إذا كان المولد لا يحتوي على قاطع دائرة: افتح القاطع الرئيسي للمنشأة).
3. انتظر دقيقتين
4. وأوقِف المولد.
5. سجِّل وقت التوقف على السجل ذي الصلة.
6. تزوّد بالوقود إذا لزِم الأمر.

العناية والصيانة

تجب صيانة المولد بانتظام لضمان توفير طاقة عالية الجودة طوال عمره الافتراضي. تُعدّ الصيانة الروتينية مباشرة نسبيًا - هناك إرشادات عامة حول ماهية الخدمات المطلوبة لمنع حالات التعطل أو تحسين أداء الجهاز، وتوقيت تلك الخدمات.

على الرغم من أن الممارسة الأفضل لصيانة المولد هي اتباع خطة الصيانة والجدول الزمني للشركة المصنعة، إلا إنه يُمكن تطبيق الضوابط والعمليات التالية كعملية تقدير تقريبية، خاصةً إذا كانت إرشادات الشركة المُصنعة غير معروفة.

	عدد مرات الصيانة				
عمليات الصيانة	**يوميًا أو كل 8 ساعات**	**شهريًا**	**كل 150 ساعة**	**كل 250 ساعة**	**كل 500 ساعة**
الفحص العام	✓				
فحص زيت المحرك ومستوى الوقود	✓				
تنظيف البطارية وفحصها		✓			
التحقق من توصيل التأريض		✓			
تنظيف مانع الشرر			✓		
تنظيف مُرشحات الوقود			✓		

تصريف خزان الوقود		
تغيير زيت المحرك		
استبدال عنصر مُرشح الهواء والوقود		
تنظيف ريش تبريد المحرك		
استبدال شمعة (شمعات) الاحتراق		
التحقق من فوهة حقن الوقود		
استبدال مُرشح الوقود		
ضبط هدب الصمام		

يتم تعقب ساعات الخدمة في "ساعات التشغيل"، ما يعني الساعات التي يكون فيها المولد قيد التشغيل بالفعل فقط ويقوم بتزويد الطاقة. لاحظ أنه حتى في حال تشغيل المولد لمدة 12 ساعة في المتوسط، فإن الوصول إلى 250 أو 500 ساعة من إجمالي وقت التشغيل قد يحدث بسرعة كبيرة، ما يعني أن فترات الخدمة للمولدات يمكن أن تكون متكررة للغاية. يُمكن للاستثمارات الصغيرة في استبدال المكونات وصيانة المولدات على أساس منتظم أن توفّر ترقيات باهظة الثمن وغير ضرورية أو حتى استبدال الوحدة بأكملها في المستقبل.

عند إجراء الصيانة الروتينية، يجب تسجيل كل إجراء تم اتخاذه، بالإضافة إلى تسجيل القراءات والمَعلمات إلى جانب تاريخ الفحص وقراءة عداد الساعات. تتم مقارنة مجموعات القراءات هذه مع المجموعة التالية من البيانات المُجمّعة. قد يُشير أي اختلاف كبير في القراءة إلى أن أداء الوحدة به خلل ما.

وبالتالي، فإن الصيانة الوقائية تضمن أن المنظمة لديها مصدر طاقة غير منقطع لجميع احتياجاتها. في حال استخدام المولد بصورة نادرة، فمن الضروري تشغيله مرة واحدة على الأقل في الأسبوع لإبقائه في حالة جيدة.

	الاستخدام المكثف	الاستخدام العرضي
تشغيل المولد	كلما اقتضت الحاجة	مرة واحدة أسبوعيًا على الأقل
صيانة 150 ساعة	كل شهر	كل 4 أشهر
صيانة 250 ساعة	كل 3 أشهر	كل عام
صيانة 500 ساعة	كل 6 أشهر	كل عامين

الصيانة التصحيحية

في بعض البرامج أو مواقع التشغيل، من المنطقي أن يكون لديك فني إصلاح مُدرَّب كجزء من الفريق بشكلٍ دائم. في معظم الحالات، يُوصى بتحديد وإبرام اتفاقية طويلة الأجل أو أي شكل آخر من أشكال عقود الخدمات مع مُقدم خدمات موثوق به. يجب أن يكون مقدمو الخدمات مسؤولين عن الصيانة الرئيسية ومستعدين في حالة حدوث أعطال. المعايير المهمة عند اختيار مُقدم خدمات تابع لجهة خارجية هي قدرته على توفير قطع غيار للمعدات المطلوبة. إذا لم يتمكّن مُقدم خدمات تابع لجهة خارجية من توفير قطع الغيار، فستحتاج المنظمات إلى الاحتفاظ بمخزون من قطع الغيار الخاصة بها.

مجموعة المولدات عبارة عن مزيج من المحرك والمولد بالإضافة إلى الأسلاك، وأدوات التحكم وأجهزة الوقاية والتوصيلات. هذه هي المكونات التي يجب فحصها عند البحث عن عطلٍ ما.

هناك أربعة أنواع من أعطال المولد المحتملة:

- يتعذّر تشغيل المحرك.
- يبدأ تشغيل المحرك، لكنه يتعرّض للتوقّف أو الإخفاق.
- المحركات تعمل ولكن تبدأ درجة حرارتها في الارتفاع بعد فترة.
- يعمل المحرك بسلاسة، ولكن لا يتم توليد الكهرباء بشكلٍ صحيح.

يُوصى بالرجوع إلى دليل المستخدم للحصول على إرشادات محددة لاكتشاف الأعطال حيث تختلف التصاميم بين الشركات المُصنعة. ما لم يتم التعرّف على المشكلة على الفور، قد تكون هناك حاجة للاستعانة بفني مولدات مُحترف أو كهربائي مؤهل.

اعتبارات السلامة

- يجب عدم تشغيل المولد مطلقًا في غرفة يشغلها الأشخاص أو الحيوانات باستمرار.
- تجب تهوية غرفة المولد بشكلٍ صحيح.
- يجب عدم تخزين الوقود والزيت في غرفة المولد.
- يجب توفير مطفأة حريق مُصنفة لحرائق الوقود والكهرباء (يُفضل طفاية حريق ثاني أكسيد الكربون) خارج غرفة المولد. يُعدّ استخدام دلو رمل إطفاء الحريق أحد الخيارات المتاحة عند عدم توفّر طفايات الحريق أو كوسيلة احتياطية.
- يجب تأريض المولد بأكمله بشكلٍ صحيح. عادةً ما تكون المولدات مُجهّزة بمسمار التأريض في الإطار المُلصق به رمز الأرض، والذي يجب توصيل الكبلات الأرضية به. إذا لم يكن هناك مسمار واضح، يُمكن توصيل الخط الأرضي مباشرةً بالإطار المعدني للمولد.

نظام البطارية

يعمل نظام البطارية على إدارة التفاعلات الكيميائية لتخزين الكهرباء لاستخدامها لاحقًا، سواء كانت كهرباء من المولد أو شبكة عامة. من الناحية الفنية، لا يُمكن تخزين الكهرباء نفسها فعليًا، ولكن يتم تخزين المكافئ الطاقي النسبي كطاقة كامنة من خلال تفاعل كيميائي، ويُمكن تحويلها إلى كهرباء لاحقًا. تعمل البطاريات الكيميائية عن طريق شحن محلول يحتفظ بالشحن لفترة كافية ليتم تفريغه مرة أخرى وتوزيعه لاحقًا.

بنية النظام

البطاريات عبارة عن وسائط تخزين محدودة وتعمل بطرق بسيطة نسبيًا.

يُمكن للبطاريات استقبال التيار المباشر وتوفيره فقط، بينما تستخدم معظم الأجهزة الكهربائية الكبيرة ومصادر الطاقة التيار المتردد. تحتاج البطاريات، لاستيعاب ذلك، إلى أجهزة خارجية لتحويل التيارات حسب الاستخدام والحاجة.

- لاستقبال تيار متردد، ستحتاج البطارية إلى مُحوّل أو شاحن بطارية مُتخصص.

- لتوصيل تيار متردد، ستحتاج البطارية إلى عاكس خارجي.

غالبًا ما يتم دمج هذين الجهازين في شاحن عاكس يُمكن استخدامه كوسيط بين البطارية والدائرة المغلقة.

نظرًا لأن كل بطارية ذات سعة محدودة، تتطلب مصادر طاقة البطارية معدات خاصة لمراقبة تدفق الكهرباء الداخل للبطارية والتحكم فيه، ويُسمى جهاز التحكم في الشحن. ستُراقب وحدة التحكم في الشحن حالة شحن البطارية باستمرار - مع التعرف على مدى "امتلائها" - ويجب أن تُنهي الشحن تلقائيًا بمجرد امتلاء البطارية. تُعدّ البطاريات نشطة للغاية وقد تكون خطيرة للغاية إذا تم شحنها أكثر من اللازم! يُمكن لبطارية ذات شحن مُفرط إطلاق شرارة، وإشعال حرائق وحتى الانفجار، وربما قذف مواد كيميائية خطرة أثناء تعرضها لذلك. يجب عدم محاولة الحصول على بطارية احتياطية دون توفّر جهاز تحكم في الشحن مناسب.

وكما هو الحال مع تركيب المولدات، يجب أن يكون للبطارية الاحتياطية أيضًا جميع وسائل الحماية المتاحة مُثبتة، بما في ذلك القواطع والمصهرات وكبل التأريض.

وبالتالي، يشتمل نظام البطارية عادةً على ما يلي:

- بطارية واحدة أو أكثر.
- شاحن عاكس.
- جهاز التحكم بالشحن.
- أجهزة الكبلات والحماية مثل المصهرات والتأريض.

البطاريات

البطارية عبارة عن جهاز تخزين قادر على تخزين الطاقة الكيميائية وتحويلها إلى طاقة كهربائية من خلال التفاعل الكهروكيميائي. هناك العديد من أنواع الكيمياء المختلفة المُستخدمة، مثل بطاريات نيكل-كادميوم المُستخدمة لتشغيل الأجهزة المحمولة الصغيرة أو بطاريات الليثيوم أيون (Li-on) المُستخدمة في الأجهزة المحمولة الأكبر حجمًا. ومع ذلك، فإن أكثر أنواع الكيمياء التي أثبتت جدواها والأطول استخدامًا هي بطارية الرصاص الحمضية.

الأنواع

تُصنع البطاريات من عدة خامات وأشكال لتُلائم أغراض مختلفة. سيُركز هذا الدليل على البطاريات الأكثر شيوعًا المُستخدمة كدعم احتياطي لمصادر توليد الطاقة. يُمكن تلخيص النوعين الرئيسيين على النحو التالي:

1. البطاريات المغمورة.
2. بطاريات حمض الرصاص المُنظمة بصمام.

البطاريات المغمورة:

بطاريات الخلايا المغمورة هي البطاريات التقليدية الأكثر شيوعًا المُستخدمة في مركبات الاحتراق الداخلي. يُشار إلى

بطاريات الخلايا المغمورة بعدة طرق:

- البطارية المغمورة.
- بطارية الخلايا الرطبة.
- بطارية الرصاص الحمضية القابلة للانسكاب.
- بطارية الرصاص الحمضية القابلة للغلق.

تحتوي هذه البطاريات على مزيج من سائل إلكتروليت الذي يُمكنه التحرك بحرية في حجرة الخلية. يُمكن للمستخدمين الوصول إلى الخلايا الفردية وإضافة الماء المُقطر (أو الحمض) عندما تجف البطارية. السمة الرئيسية لهذا النوع من البطاريات هي تكلفتها المنخفضة، ما يجعلها متاحة في كل مكان تقريبًا حول العالم، وتُستخدم على نطاق واسع في البلدان ذات الدخل المنخفض أو البلدان النامية. من السهل للغاية التعامل مع البطاريات المغمورة، ويُمكن شحنها باستخدام شاحن بسيط غير مُنظم. ومع ذلك، تتطلب هذه البطاريات فحصًا وصيانة دورية، وقد يؤثر المناخ المتطرف بشكلٍ كبير على عمر البطارية نظرًا لقدرة محلول الإلكتروليت داخل البطارية على التبخر أو التجمّد.

عادةً ما يتم تصنيع هذه البطاريات من طرفين و6 أغطية مما يسمح باستخدام جميع الحجرات أو الخلايا ذات جهد 2 فولت، ما يعطي إجمالي جهد 12 فولت. بالنسبة لهذا النوع من البطاريات، يتراوح نطاق جهد الامتصاص النموذجي من 14.4 إلى 14.9 فولت ونطاق جهد الغمر النموذجي من 13.1 إلى 13.4 فولت.

بطاريات السيارات أو الشاحنات ليست مناسبة لتكون نظام التخزين الدائم. صُممت بطاريات المركبات لتوفير تيار عالٍ خلال فترات قصيرة، وخاصةً لبدء تشغيل محرك الاحتراق. توجد بطاريات الرصاص الحمضية المُصممة مؤخرًا خصوصًا لاستخدامات التخزين.

بطاريات الرصاص الحمضية المُنظمة بصمام (VRLA):

بطارية الرصاص الحمضية المُنظمة بصمام (VRLA) هي مصطلح يُمكنه الإشارة إلى عدد من الطرز والتصاميم المختلفة، ولكن جميعها تشترك في الخاصية نفسها - فهي مُحكمة الإغلاق. يُشار إلى بطاريات الرصاص الحمضية المُنظمة بصمام (VRLA) أحيانًا على أنها بطاريات رصاص حمضية مُحكمة الإغلاق أو غير قابلة للانسكاب. تجعل الطبيعة المُغلقة للبطاريات نقلها أكثر سهولة وأقل خطورة، ويُمكن حتى نقلها عبر الطائرات في ظلّ ظروف معينة. ومع ذلك، فإن كونها مُحكمة الغلق يُقلل من عمرها الافتراضي نظرًا لتعذّر إعادة تعبئتها - يبلغ متوسط عمرها الافتراضي 5 سنوات عند 20 درجة مئوية.

عادةً ما تكون بطارية الرصاص الحمضية المُنظمة بصمام (VRLA) باهظة الثمن وتتطلب شاحنًا مُنظمًا بالكامل، ما يجعلها أقل شيوعًا في جميع أنحاء العالم. قد تواصل هذه البطاريات استخدام الرصاص الحمضي كمحلول كيميائي، لكنها قد تستخدم دبابيس مسننة بدلًا من الغرف والمحطات.

تأتي تسمية البطارية من آلية تنظيم الصمام التي تسمح بالهروب الآمن لغازات الهيدروجين والأكسجين أثناء الشحن. هناك أيضًا تصميمات أكثر تقدمًا، بما في ذلك:

بطاريات الألياف الزجاجية الماصة (AGM)

تسمح بنية بطاريات الألياف الزجاجية الماصة (AGM) بتعليق محلول الإلكتروليت على مقربة شديدة من المادة الفعالة للوحة. يعزز ذلك كلًا من كفاءة التفريغ وإعادة الشحن.

نظرًا لعدم وجود سائل بالداخل، فإن أداء هذه البطاريات يفوق أداء البطاريات المغمورة في الاستخدامات التي يصعب فيها إجراء الصيانة، ومع ذلك فهي حساسة للشحن المُفرط أو المتدني مما يؤثر على عمرها الافتراضي وأدائها. تعمل بطاريات الألياف الزجاجية الماصة (AGM) بشكلٍ موثوق عندما يقتصر استخدامها على تفريغ ما لا يزيد عن 50% من سعة البطارية.

عادةً ما تكون بطاريات الألياف الزجاجية الماصة (AGM) هي نوع البطاريات المُختارة في أنظمة التشغيل غير المتصلة بالشبكة.

بطاريات الخلايا الهلامية

تحتوي بطاريات الخلايا الهلامية على حمض مائي في شكل هلام. ويحتوي الإلكتروليت في بطارية الخلايا الهلامية على مادة مضافة من السيليكا تجعلها تتشكل أو تتجمد. يُعدّ مستوى الجهد الكهربي لإعادة الشحن في هذا النوع من الخلايا أقل من الأنماط الأخرى لبطاريات الرصاص الحمضية، وربما تكون الخلايا الهلامية هي الخلايا الأكثر حساسية من حيث التفاعلات السلبية لشحن الجهد المفرط.

يُفضل استخدام بطاريات الخلايا الهلامية في استخدامات الدائرة العميقة للغاية وقد تستمر لفترة أطول قليلًا في الطقس الحار. ومع الأسف، سيؤدي التفريغ العميق الكلي إلى تدمير البطارية بشكل لا رجعة فيه. إذا تم استخدام شاحن البطارية غير الصحيح على بطارية الخلايا الهلامية، فمن المؤكد أن الأداء سيكون ضعيفًا والفشل مبكرًا.

ملاحظة: يشيع للغاية استخدام الأفراد مصطلح الخلية الهلامية عند الإشارة إلى البطاريات محكمة الغلق التي لا تحتاج إلى صيانة، تمامًا مثل استخدام اسم العلامة التجارية عند الإشارة إلى فئة المنتج بأكملها. كن حذرًا للغاية عند اختيار شاحن - ففي كثيرٍ من الأحيان، عندما يُشير شخص ما إلى خلية هلامية، فهذا يعني حقًا بطارية الرصاص الحمضية المُنظمة بصمام (VRLA)أو بطارية الألياف الزجاجية الماصة (AGM) مُحكمة الغلق التي لا تحتاج إلى صيانة. بطاريات الخلايا الهلامية ليست شائعة مثل بطاريات الألياف الزجاجية الماصة (AGM)، وسيكون من الصعب الحصول عليها في السياقات الإنسانية.

نوع البطارية	نطاق جهد الامتصاص	نطاق جهد الغمر
البطاريات المغمورة	14.4 إلى 14.9 فولت	13.1 إلى 13.4 فولت.
بطاريات الرصاص الحمضية المُنظمة بصمام (VRLA)	14.2 إلى 14.5 فولت	13.2 إلى 13.5 فولت.
بطاريات الألياف الزجاجية الماصة (AGM)	14.4 إلى 15.0 فولت	13.2 إلى 13.8 فولت.
بطاريات الخلايا الهلامية	14.0 إلى 14.2 فولت	13.1 إلى 13.3 فولت.

السعة

تُعرَّف السعة على أنها المقدار الإجمالي للطاقة التي يُمكن للبطارية تخزينها وإعادة إنتاجها في شكل كهرباء. عادةً ما توصف سعة البطارية بمضاعفات الواط في الساعة (Wh) وترتيبها - 1 واط إلى 1 كيلوواط (1000 واط في الساعة). يُعرَّف الواط في الساعة بأنه الطاقة الكهربائية اللازمة لتزويد واط من الكهرباء لمدة ساعة واحدة متصلة. على سبيل المثال، اللمبة المتوهجة القياسية بقدرة 60 واط ستتطلب 60 واط/ساعة من الطاقة المُخزنة لتعمل لمدة ساعة واحدة. من السهل معرفة سبب أهمية تقدير احتياجات الاستهلاك بشكلٍ صحيح لتصميم أنظمة احتياطية للبطارية، خاصةً بالنسبة للعناصر ذات الصلة بالأمن أو المهام الحرجة.

ربما تكون أهم مواصفات البطارية هي قدرتها المُصنفة بوحدة الأمبير لكل ساعة (Ah). يتم تحديد الواط في الساعة عندما يتم دمج وحدة الأمبير لكل ساعة (Ah) مع جهد البطارية - غالبًا 12 فولت.

الطاقة (واط⁄س) = الجهد (فولت) × السعة (أمبير/س)

تعتمد سعة البطارية على:

- **مدة التفريغ**: عادةً ما تُحدد الشركة المصنعة السعة عند 20 ساعة، ويُشار إليها كـ C20. بالنسبة لبطارية بسعة C20، ستكون البطارية نفسها قادرة على توفير طاقة أكبر في 20 ساعة أكثر منها في 10 ساعات.
- **درجة الحرارة**: يمكن أن تؤثر درجة الحرارة الخارجية على زيادة السعة أو انخفاضها. يُقاس التصنيف كأساس مرجعي عند 20 درجة مئوية.

ضع في اعتبارك أيضًا أن تدوير البطارية بسعتها الكاملة سيؤدي على الأرجح إلى إتلافها إذا تم تكرارها. لزيادة العمر الافتراضي للبطارية، يجب أن يكون هناك دائمًا بعض الطاقة المتبقية فيها قبل إعادة الشحن. لهذا السبب، عادةً ما تُستخدم 50% فقط من السعة. ونتيجةً لذلك، تُقاس الطاقة التي يُمكن أن توفرها البطارية فعليًا بشكلٍ أفضل من خلال النظر إلى نصف سعتها الكاملة.

الطاقة = 0.5 × الجهد × السعة

بطارية بسعة 100 أمبير/ساعة تحتوي على 1200 واط/ساعة:

100 × 12 = 1200 واط/ساعة

مثال: لزيادة العمر الافتراضي الخاص بها، يُمكن استخدام 600 واط في الساعة فقط. ما المدة التي سيستمر فيها تشغيل المصباح الكهربائي بقدرة 40 واط بشكلٍ متواصل؟:

600 واط في الساعة/40 واط = 15 ساعة

يمكن أن يُضيء مصباح كهربائي بقدرة 40 واط لمدة **15 ساعة** قبل أن تحتاج البطارية إلى إعادة الشحن.

كقاعدة عامة، كلما ازداد حجم البطارية وازدادت السعة، ازدادت الكفاءة بينما ينخفض السعر لكل واط في الساعة. يُوصى

باستخدام نوع بطارية بأعلى سعة متاحة، ثم العمل على إيقاف مضاعفات هذا النوع من البطاريات للوصول إلى احتياجات تخزين الطاقة الإجمالية. ستؤدي إضافة بطاريات أصغر حجمًا وأقل سعة باستمرار إلى ارتفاع التكاليف والمزيد من المشكلات لاحقًا.

عمر الشحن العائم

عمر الشحن العائم هو عمر الخدمة المُتوقع للبطارية إذا خضعت لشحن مستمر ولم يتم تفريغها مطلقًا. عند تركيب بطارية في نظام كهربائي يتلقى الشحن باستمرار، يُطلق عليه "الشحن العائم". في حال انقطاع التيار الكهربائي وتشغيل البطاريات ذات الشحن العائم، يُشير "عمر الشحن العائم" إلى المدة التي يُمكن أن تدوم خلالها هذه البطاريات. يتناقص عمر الشحن العائم مع درجة الحرارة وعادةً ما يتم تصنيف عمر الشحن العائم لدى الشركة المُصنعة عند 20 درجة مئوية. وكقاعدة عامة، سينخفض عمر الشحن العائم بمقدار النصف تقريبًا لكل زيادة في متوسط درجة الحرارة بمقدار 10 درجات مئوية.

بطارية ذات عمر شحن عائم مقداره 10 سنوات عند 20 درجة مئوية. كم ستستغرق مدة الشحن إذا كان متوسط درجة الحرارة 30 درجة مئوية؟

مثال: 10/2 = 5 سنوات

ستستغرق **5 سنوات** إذا كان متوسط درجة حرارة غرفة البطارية 30 درجة مئوية و**2.5 سنة** فقط إذا وصل متوسط درجة حرارة غرفة البطارية إلى 40 درجة مئوية.

دورة الحياة

بالإضافة إلى عمر الشحن العائم، تُمثّل "دورة الحياة" عدد الدورات التي يُمكن للبطارية تحمّلها خلال فترة خدمتها. تُعرّف دورة البطارية على أنها بطارية يتم شحنها بالكامل ثم تفريغها بالكامل، لتكوين "دورة" واحدة كاملة. من الشائع الحصول على هذه المعلومات في المواصفات التقنية، ويُوصى بشراء بطاريات ذات دورة حياة تزيد عن 400 دورة.

تعتمد دورة الحياة على عمق التفريغ. يُعدّ عمق التفريغ بنسبة 50% بمثابة حل وسط جيد بين الاستثمار المفرط والتدهور السريع.

مواصفات أخرى

الخصائص الأخرى للبطارية هي:

- **معدل التفريغ الذاتي:** يُعرَّف معدل التفريغ الذاتي على أنه مدى سرعة تشتيت البطارية للكهرباء إذا تم تخزينها بالكامل ولكن دون استخدام. يُعدّ مفيدًا فقط إذا كانت البطاريات مُخصصة للتخزين لمدة طويلة. معدل التفريغ الذاتي لبطارية الرصاص الحمضية بشكلٍ عام أقل من 5% شهريًا.
- **نقطة التجمد:** سيتم تدمير البطارية إذا تجمّد محلول الإلكتروليت الخاص بها. تعتمد درجة حرارة التجمّد على بنيتها، وتكوينها ومعدل شحنها، والبطارية المُفرغة تتجمد بسهولة أكبر. ومع ذلك، تكون نقطة تجمد البطارية دومًا أقل من نقطة تجمد المياه تقريبًا.

عدد البطاريات المطلوبة

سيعتمد نوع البطارية المطلوب للتركيب على احتياجات الطاقة، والميزانية، والبلد الذي تُجرى فيه العمليات، والظروف التي يجب أن يعمل النظام في ظلها.

بمجرّد تحديد طراز البطارية، يجب حساب عدد البطاريات المطلوبة. ويُمكن القيام بذلك باستخدام الصيغة التالية، مع تقريب الرقم دائمًا لأعلى.

عدد البطارية = (استهلاك الطاقة) (أقصى عمق للدورة × جهد البطارية × سعة البطارية)

يُشير تحليل النظام إلى الحاجة إلى 12880 واط في الساعة. البطاريات المتوفرة بسعة 220 أمبير في الساعة/12 فولت، وتتطلب 50% أقصى عمق تفريغ. كم عدد البطاريات المطلوبة؟

مثال:
12880 / (50% × 12 × 220) = 9.76

يلزم توفّر **10 بطاريات**.

انتبه إلى أن جميع البطاريات المُستخدمة في نظام البطاريات يجب أن تكون متطابقة تمامًا:

- **السعة نفسها:** إذا كانت هناك حاجة إلى سعة 500 أمبير في الساعة، فلا يُمكن استخدام 2 200 xأمبير في الساعة + 1 100 xأمبير في الساعة. سيتطلب النظام 5 × 100 أمبير في الساعة أو (يفضل) 3 × 200 أمبير في الساعة.
- **العلامة التجارية والطراز:** يجب أن تكون البطاريات من العلامة التجارية والطراز نفسه قدر الإمكان.
- **العمر:** يجب أن يكون لجميع البطاريات "التاريخ" نفسه قدر الإمكان. يُوصى بشدة بعدم خلط البطاريات القديمة والجديدة، حتى إذا كانت من الطراز نفسه.

شاحن عاكس

على الرغم من أهمية اختيار البطاريات التي تتمتّع بسعة التخزين والتصميم الصحيحين، إلا إن أجهزة الشاحن العاكس يُمكنها رفع كفاءة النظام. وبالقدر نفسه، يُمكن لشاحن العاكس إتلاف النظام إذا تم تركيبه بشكلٍ غير صحيح، أو إذا كان معطلًا أو سيئ التصميم. الغرض من شاحن العاكس هو تحويل التيار من التيار المتردد إلى التيار المباشر لشحن البطاريات، ومن التيار المباشر إلى التيار المتردد لتفريغ البطاريات. يُمكن لأجهزة الشحن العاكس أن تفعل أكثر من ذلك بكثير - ويُمكنها أن تؤدي "دورًا رئيسيًا" في التركيبات الكهربائية، وتنسيق تدفقات الطاقة بين المصدر الرئيسي (المولد أو الشبكة)، والبطاريات والمستخدم النهائي. يُمكن أن يوفر شاحن العاكس المناسب جودة خدمة أفضل بكثير من أي أنظمة احتياطية أخرى، بما في ذلك:

- الطاقة المتاحة من العاكس قد تصل إلى 4 أضعاف الطاقة القصوى لمصدر الطاقة الرئيسي.
- زيادة العمر الافتراضي للمولد.
- الجهد والتردد المُنظم.
- مصدر طاقة غير منقطع.

يجب شراء أجهزة الشحن العاكسة إلى جانب ما يلي:

- وحدات تحكم البطارية.
- مستشعرات درجة الحرارة.

توصيلات كبل البطارية

تؤدي الكبلات التي تربط البطاريات معًا دورًا مهمًا في أداء نظام البطارية. يُعدّ اختيار الحجم الصحيح (القطر) وطول الكبل أمرًا مهمًا لكفاءة النظام بأكمله. ستؤدي الكبلات الصغيرة للغاية أو الطويلة دون داعٍ إلى فقدان الطاقة وزيادة المقاومة. عند توصيل البطاريات، يجب أن تكون الكبلات بين كل بطارية متساوية الطول لضمان القدر نفسه من مقاومة الكبلات، مما يسمح لجميع البطاريات في النظام بالعمل معًا بشكل متساوٍ.

يجب أيضًا إيلاء اهتمام خاص لمكان كبلات النظام الرئيسية المتصلة بمجموعة البطارية. في كثيرٍ من الأحيان، تُعدّ كبلات النظام التي تُزود الأحمال متصلة بالبطارية الأولى أو "الأسهل" للوصول إليها، ما يؤدي إلى ضعف الأداء وتقليل عمر الخدمة. يجب توصيل كبلات النظام الرئيسية التي تعمل على توزيع التيار المباشر (الأحمال) عبر مجموعة البطارية بأكملها. يضمن ذلك شحن مجموعة البطارية بالكامل وتفريغها بشكل متساوٍ، ما يُحقق الأداء الأمثل. يجب أن تكون كبلات النظام الرئيسية والكبلات التي تربط البطاريات معًا بحجم (قطر) كافٍ للتعامل مع تيار النظام الكلي. إذا كان هناك شاحن أو عاكس بطارية كبير، فمن المهم التأكد من أن الكبلات قادرة على حمل التيارات الكبيرة المحتملة التي تولدها أو تستهلكها المعدات المتصلة، بالإضافة إلى جميع الأحمال الأخرى.

تركيب نظام البطارية

غرفة البطارية

غرفة البطارية لها الغرض نفسه كغرفة المولد:

- اعزل نظام البطارية لتقليل مخاطر الحوادث - مثل تسرب الحمض أو انبعاثات الغازات الضارة - ومنع الوصول غير المُصرّح به.
- تأكد من توفّر ظروف تشغيل جيدة: يجب أن تحمي غرفة البطارية الأجهزة الإلكترونية من الماء والغبار وأن تكون جيدة التهوية.

تحتاج البطاريات المستخدمة في دعم الطاقة وتوزيعها إلى مكانٍ محدد ليتم تحديد موقعها، ويجب التخطيط لها جيدًا. من الملائم أن تكون غرفة البطارية قريبة من مصدر الطاقة الرئيسي أو لوحة التوزيع، ولكن يجب عدم تركيب البطاريات في غرفة المولد نفسه. تؤثّر درجات الحرارة المرتفعة أو المتقلبة بشكلٍ كبير على عمر الخدمة وأداء البطاريات، ويوصى بوجود غرفة بطارية منفصلة وجيدة التهوية مع درجة حرارة قريبة قدر الإمكان من 20 درجة مئوية. يعتبر المخزن أو غرفة تحت الأرض جافة وجيدة التهوية موقعًا مثاليًا، بشرط ألا يتعرّض موقع التخزين تحت الأرض للفيضان أو الانهيار.

لا ينبغي بأي حال من الأحوال أن تكون مواقع تخزين البطاريات موجودة في أماكن المعيشة أو العمل. تُعدّ البطارية المشحونة بالكامل ذات طاقة عالية، ويمكن أن تندلع منها شرارة، أو تنبعث منها أبخرة أو تحترق أو حتى تنفجر. قد تظهر على الشاحن المعيب أو البطارية ذات الشحن المفرط علامات الاضطراب، بما في ذلك التضخم والأدخنة. ومع ذلك، قد لا تظهر أيضًا على البطارية ذات الشحن المفرط أي علامات ولا تعرض أي تحذيرات. يمكن للبطارية الممزقة دفع الشظايا، وقذف مواد كيميائية شديدة السمية، في حين أن الأبخرة قد تكون ضارة للغاية أو حتى مميتة إذا تم استنشاقها. إذا ظهرت على البطارية أي علامات تشوه، أو اضطراب أو سخونة زائدة، فيجب إيقاف تشغيل النظام بالكامل، ويجب فصل البطارية عندما يكون ذلك آمنًا. لا تحاول إعادة استخدام البطاريات التالفة - يجب التخلّص منها بأمان ووفقًا للقوانين واللوائح المحلية.

اختيار حجم التركيب

لتحديد حجم نظام البطارية، يجب تحديد ما يلي:

- أقصى طاقة يجب أن يكون العاكس قادرًا على توصيلها للتركيب.
- كمية الطاقة التي يجب تخزينها في البطارية لتغطية احتياجاتك.
- في بعض الحالات، الطاقة التي يمكن أن يوفّرها الشاحن للبطاريات.

يُرجى الرجوع إلى القسم الخاص بـ إدارة الطاقةلمعرفة كيفية حساب الطاقة والقدرة التي يجب أن يوفّرها النظام.

لحساب الطاقة القصوى للتركيب يدويًا:

1. أدرِج قائمة بجميع الأجهزة الكهربائية التي يُغذيها التركيب.
2. ابحث عن الطاقة القصوى لكل جهاز كهربائي. بالنسبة للأجهزة التي تشتمل على محرك كهربائي، تبلغ الطاقة

القصوى حوالي ثلاثة أضعاف الطاقة الاسمية. على سبيل المثال، ستحتاج مضخة مياه بقدرة 300 واط إلى حوالي 1 كيلوواط لبدء التشغيل.

3. اجمع كل القوة معًا.

لحساب استهلاك الطاقة الخاص بالتركيب يدويًا:

1. أدرِج قائمة بجميع الأجهزة الكهربائية التي يُغذيها التركيب ومتوسط طاقتها الاسمية.
2. حدد المدة التي يجب أن يكون فيها كل جهاز قيد الاستخدام. يُمكن حساب الطاقة المُفترضة اللازمة لكل جهاز من خلال: متوسط الطاقة × المدة.
3. اجمع كل متطلبات الطاقة معًا.

ضع في اعتبارك الساعات التي من المقرر أن يقدم نظام البطاريات الكهرباء خلالها وخطط وفقًا لذلك. لن تكون تهيئة البطارية نفسها إذا كان النظام سيوفّر الطاقة أثناء الليل فقط، أو سيُستخدم كنظام احتياطي ليومٍ كامل لمدة 24 ساعة. إذا كان ذلك ممكنًا، فخطط لتشغيل مولد خلال ساعات ذروة استهلاك الطاقة، وتقليل عدد البطاريات المطلوبة وتقليل التكلفة الكاملة للنظام.

ستُحدد قوة شاحن البطارية المدة التي ستستغرقها إعادة الشحن. يُعدّ الشاحن عالي الطاقة الذي يُمكنه شحن البطاريات بسرعة مفيدًا إذا كان مصدر الطاقة الرئيسي باهظ الثمن - مُولد كبير باستهلاك مرتفع - أو إذا كانت الكهرباء من مصدر الطاقة الرئيسي متوفرة فقط خلال مدة قصيرة - الشبكة العامة متاحة فقط لساعات قليلة في اليوم.

لتكون قادرًا على شحن البطاريات لمدة زمنية محددة، فإن الصيغة المستخدمة هي:

القدرة = استهلاك الطاقة/مدة الشحن

تبلغ الطاقة المقدرة للتركيب 12880 واط في الساعة، وتحتاج إلى الشحن الكامل في 6 ساعات. ما القدرة الكهربائية التي يجب أن يكون عليها الشاحن؟:

مثال:
12,880 / 6 = 2150 واط

يجب ألا تقل قدرة الشحن عن **2150 واط**.

غالبًا ما يتم تصنيف قوة الشاحن بالتيار (وحدة الأمبير) بدلًا من القدرة (الواط). لحساب تيار الشحن من طاقة الشحن، ما عليك سوى قسمة طاقة الشحن على جهد الشاحن (عادةً 12 أو 24 أو 48 فولت).

- في حال استخدام شاحن يعمل بجهد 12 فولت، يجب أن يكون تيار الشحن: 2,150/12 = 180 أمبير.
- في حال استخدام شاحن يعمل بجهد 48 فولت، يجب أن يكون تيار الشحن: 2,150 / 48 = 45 أمبير.

اعتبارات إضافية:

- أقل مدة لشحن البطارية هي 4 ساعات. قد يؤدي الشحن السريع إلى تلف البطاريات، وقد يكون لبعض البطاريات قيود عندما تزيد المدة عن 4 ساعات.
- حتى مع وجود شاحن بطارية قوي، قد يكون الشحن أطول بسبب الطاقة المحدودة المتاحة من مصدر الطاقة الرئيسي – مع وجود مولد 5 كيلوواط، فإن شراء شاحن 10 كيلوواط لا جدوى منه.
- بالنسبة لأجهزة الشحن التي تحتوي على إعدادات متقدمة، قد تعمل خوارزمية الشحن على إطالة مدة الشحن لتوفير عمر البطارية. تعمل بعض أجهزة الشحن على تقليل طاقة الشحن تلقائيًا عندما تقترب البطارية من 100%.

توصيل البطاريات

هناك عدة طرق لتوصيل بطاريات متعددة بغرض تحقيق الجهد أو السعة الصحيحة للبطارية لتركيب تيار مباشر مُعين. إن توصيل بطاريات متعددة معًا كمجموعة واحدة كبيرة، بدلًا من وجود مجموعات فردية يجعلها أكثر كفاءة ويضمن أقصى عمر خدمة.

التوصيل المتسلسل

سيؤدي توصيل البطاريات معًا في سلسلة إلى زيادة الجهد مع الحفاظ على سعة الأمبير لكل ساعة كما هي. في هذه التهيئة، تقترن البطاريات بشكل متسلسل للحصول على جهد أعلى، على سبيل المثال 24 أو حتى 48 فولت. يتم توصيل القطب الموجب لكل بطارية بالقطب السالب للبطارية التالية، مع توصيل القطب السالب للبطارية الأولى والقطب الموجب للبطارية الأخيرة بالنظام.

على سبيل المثال؛ ستوفّر بطاريات بجهد 2 × 6 فولت وسعة 150 أمبير لكل ساعة مُتصلة في سلسلة جهد 12 فولت، ولكن سعة 150 أمبير/ساعة فقط. ستوفّر البطاريات بجهد 2 × 12 فولت وسعة 150 أمبير لكل ساعة مُتصلة في سلسلة جهد 24 فولت، ولكن سعة 150 أمبير/ساعة فقط.

الاتصال المتوازي

يؤدي توصيل البطاريات معًا بالتوازي إلى مضاعفة السعة مع الحفاظ على مستوى الجهد نفسه. يتضمّن الاقتران المتوازي توصيل الأقطاب الموجبة والأقطاب السالبة لبطاريات متعددة ببعضها. ثم يتم توصيل الطرف الموجب للبطارية الأولى والطرف السالب للبطارية الأخيرة بالنظام.

على سبيل المثال؛ ستمنح البطاريات ذات جهد 2 × 12 فولت وسعة 150 أمبير لكل ساعة مُتصلة على التوازي جهد 12 فولت فقط، ولكنها تزيد من السعة إلى 300 أمبير/ساعة.

اتصال متسلسل/متوازي

يجمع التوصيل المتسلسل/المتوازي بين الطرق المذكورة أعلاه، ويُستخدم لبطاريات ذات جهد 2 فولت، أو 6 فولت أو 12 فولت لتحقيق جهد وسعة أعلى للنظام كذلك. يلزم وجود اتصال متوازٍ إذا كانت هناك حاجة إلى سعة أكبر. يجب بعد ذلك توصيل البطارية بالنظام بشكلٍ متقاطع باستخدام القطب الموجب للبطارية الأولى والقطب السالب للبطارية الأخيرة.

على سبيل المثال؛ ستوفّر البطاريات ذات جهد 4 × 6 فولت وسعة 150 أمبير لكل ساعة مُتصلة بشكلٍ متسلسل/متوازٍ جهد 12 فولت مع سعة 300 أمبير/ساعة. يُمكن توصيل البطاريات بجهد 4 × 12 فولت وسعة 150 أمبير لكل ساعة بشكلٍ متسلسل/متوازٍ لمنحك جهد 24 فولت مع سعة 300 أمبير/ساعة.

أنظمة الطاقة الشمسية

ضوء الشمس والتأثير الكهروضوئي

التأثير الكهروضوئي هو عملية استخدام ضوء الشمس لإنتاج كهرباء التيار المباشر بطريقة هادئة ونظيفة ومستقلة. المعدات المطلوبة لإنتاج هذه الكهرباء عادةً ما تُسمى "الألواح الشمسية"، وهي نموذجية وتتطلّب الحدّ الأدنى من الصيانة. إلى جانب الاستدامة الطويلة لأنظمة الطاقة الشمسية، تتزايد شعبيتها في المناطق النائية أو عندما يُتوقع أن يكون التركيب مستمرًا.

الألواح الشمسية عبارة عن أجهزة قادرة على تحويل الإشعاع الضوئي إلى كهرباء من خلال عملية محاصرة الفوتونات واستخدامها لإثارة أشباه الموصلات من النوع P والنوع N لتحريك الإلكترونات الحرة. يُمكن للألواح الكهروضوئية الحديثة بشكلٍ عام تحويل حوالي 15-20% من الطاقة مباشرةً إلى كهرباء. هناك لوحات أكثر كفاءة، لكنها مكلفة للغاية، ويسهل إتلافها، ولا يُمكن الوصول إليها عمومًا في الأماكن التي قد تعمل فيها المنظمات الإنسانية.

يدخل الضوء إلى الجهاز من خلال طلاء مضاد للانعكاس يُقلل من فقدان الضوء عن طريق الانعكاس. يقوم الجهاز بعد ذلك بحبس الضوء الذي يضرب الخلية الشمسية بشكلٍ فعال من خلال تعزيز انتقاله إلى طبقات تحويل الطاقة الثلاث أدناه.

- طبقة السيليكون من النوع N؛ توفّر إلكترونات إضافية (سالبة).
- طبقة تقاطع P-N. طبقة الامتصاص التي تُشكّل نواة الجهاز وتُوجّه الإلكترونات في اتجاه واحد.
- طبقة السيليكون من النوع P؛ تخلق مساحة للإلكترونات (موجبة).

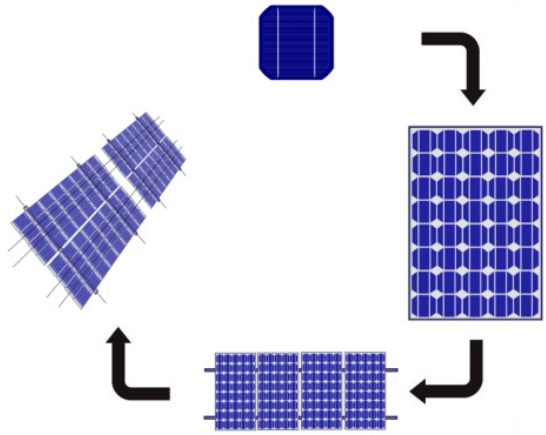
هناك حاجة إلى طبقتين إضافيتين من التلامس الكهربائي لحمل التيار الكهربائي إلى حمل خارجي والعودة إلى الخلية، وبالتالي إكمال الدائرة الكهربائية.

تبلغ مساحة معظم الخلايا الشمسية بضعة سنتيمترات مربعة، كما إنها محمية من البيئة بطبقة رقيقة من الزجاج أو البلاستيك الشفاف. نظرًا لأن الخلية الشمسية النموذجية بحجم 10 سم × 10 سم (4 بوصات × 4 بوصات) تُولّد حوالي 2 واط فقط من الطاقة الكهربائية، يتم عادةً دمج الخلايا بشكل متسلسل لتعزيز الجهد أو بالتوازي لزيادة التيار. تتكوّن الوحدة الشمسية أو الكهروضوئية (PV) بشكلٍ عام من 36 خلية مترابطة أو أكثر مغلفة بالزجاج داخل إطار من الألومنيوم.

قد يتم توصيل واحدة أو أكثر من هذه الوحدات الكهروضوئية وتأطيرها معًا لتشكيل لوحة شمسية، ويُمكن دمج العديد من الألواح لتشكيل مصفوفة شمسية، وتعمل معًا على تزويد الطاقة كوحدة واحدة.

سيكون للنظام الكهروضوئي الكامل...

- عداد الكهرباء
- عازل التيار المتردد
- صندوق المصهرات
- العاكس
- البطارية
- جهاز التحكم بالشحن
- الكبلات
- التركيب
- نظام التعقب



تدهور الخلايا الشمسية

تتحلل جميع الخلايا الشمسية - وبالتالي الألواح الشمسية - بمرور الوقت. بينما تستمدّ الأنظمة الشمسية الطاقة من الشمس، تقوم الشمس أيضًا بتفكيك مكوّنات الخلايا الشمسية ببطء. تتحلل معظم الألواح الشمسية المُتاحة تجاريًا بمتوسط معدل 2% لكل عام من الاستخدام. تجب مراعاة مدة استخدام التركيب لأغراض التخطيط وإعداد الميزانية. على سبيل المثال، المصفوفة الشمسية المُثبتة في ضوء الشمس المباشر والتي تتحلل بنسبة 2% سنويًا تعني أنه بعد مرور 10 سنوات، ستصل الألواح إلى فعالية 80% تقريبًا من الفعالية التي كانت عليها وقت التثبيت. تعني الكفاءة الأقل إخراجًا أقل للواط من المصفوفة، ما يعني فترات زمنية أطول لشحن البطاريات وأوقات شحن أقل مثالية طوال اليوم. قد ترغب الوكالات الإنسانية، التي تُخطط لاستخدام المصفوفات الشمسية لمدة تزيد عن 10 سنوات في مكانٍ واحد، في النظر في وضع ميزانية لاستبدال الألواح بعد مرور 12 إلى 15 عامًا إذا لم يعُد الإخراج الإجمالي يُلبي احتياجات الموقع.

بنية النظام

قد يتكون النظام الكهروضوئي الكامل من وحدة شمسية واحدة أو أكثر حسب الطاقة اللازمة. بينما يُمكن استخدام البطاريات كنظام احتياطي لأي مصدر طاقة رئيسي، تحتاج الأنظمة الشمسية إلى نظام بطارية لتخزين الطاقة المُولّدة. لذلك، يشتمل النظام الشمسي دومًا على شكل من أشكال أنظمة البطاريات، سواء كانت صغيرة أو كبيرة. تم تصميم هذه البطاريات خصوصًا لتوصيل تيار محدود على مدار فترة زمنية طويلة.

يُمكن لنظام الطاقة استيعاب الأحمال الكهربائية المختلفة من خلال تنظيم الجهد و/أو التيار الصادر عن الألواح الشمسية الذي ينتقل إلى البطارية لمنع الشحن الزائد. يُمكن لمعظم الألواح ذات جهد "12 فولت" إخراج حوالي 16 إلى 20 فولت في أفضل الظروف، لذلك إذا لم يكن هناك تنظيم، قد تتعرّض البطاريات للتلف وستتعرض للتلف بسبب الشحن الزائد. تحتاج معظم البطاريات إلى حوالي 14 إلى 14.5 فولت حتى تصبح مشحونة بالكامل. ومثل أي نظام كهربائي آخر، يلزم إعداد تقييم مناسب وتوفّر الكبلات.

يتكوّن النظام الشمسي عادةً مما يلي:

- الوحدة الكهروضوئية، أو الألواح أو المصفوفة الشمسية، بما في ذلك أنواع تركيباتها العديدة.
- نظام البطارية.
- المنظم الشمسي.
- الكبلات وأنظمة الحماية.

يُمكن للأنظمة الشمسية أن تستوعب أي حاجة مُحددة تقريبًا لأنها ذات طبيعة نموذجية. يجعل هذا من الممكن توصيل الوحدات الكهروضوئية مباشرةً بالعديد من الأجهزة، مثل المضخات الغاطسة، أو وحدات التجميد المستقلة، أو كمصفوفات طاقة شمسية كاملة قادرة على إنتاج الطاقة للمكاتب أو المجمعات بأكملها.

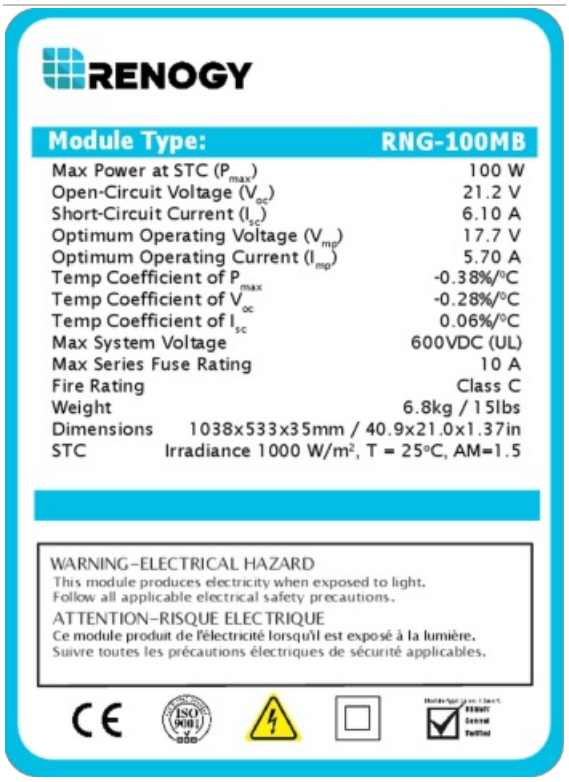
وحدات الطاقة الشمسية

تُصنف الوحدات الشمسية في واط الذروة، ويتم تمثيلها على أنها ذروة الطاقة الاسمية (P max)، وناتجة عن ضرب جهد طاقة الذروة (Vmp) في ذروة تيار الطاقة (Imp):

$$Pmax = Vmp \times Imp$$

اللوح الشمسي بقدرة 100 واط يُنتج 100 واط في ظلّ ظروف الاختبار القياسية (STC). توجد ظروف الاختبار القياسية (STC) في المختبرات فقط، التي تُطبق إشعاعًا شمسيًا على ألواح تبلغ 1000 واط/م 2 مع درجة حرارة خلية تبلغ 25 درجة مئوية. في التركيب الحقيقي، عادةً ما يكون الإنتاج الفعلي للكهرباء أقل بكثير من ذروة الطاقة، ومع ذلك تظلّ القياسات مفيدة كمرجع نوعي لمقارنة الأحجام والقدرات حيث يتم تصنيف كل لوحة في ظلّ الظروف نفسها.

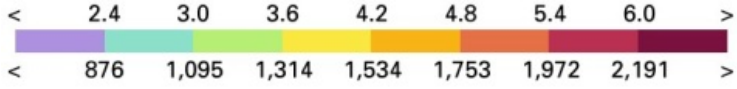
مثال: الملصق المُرفق بالألواح الشمسية



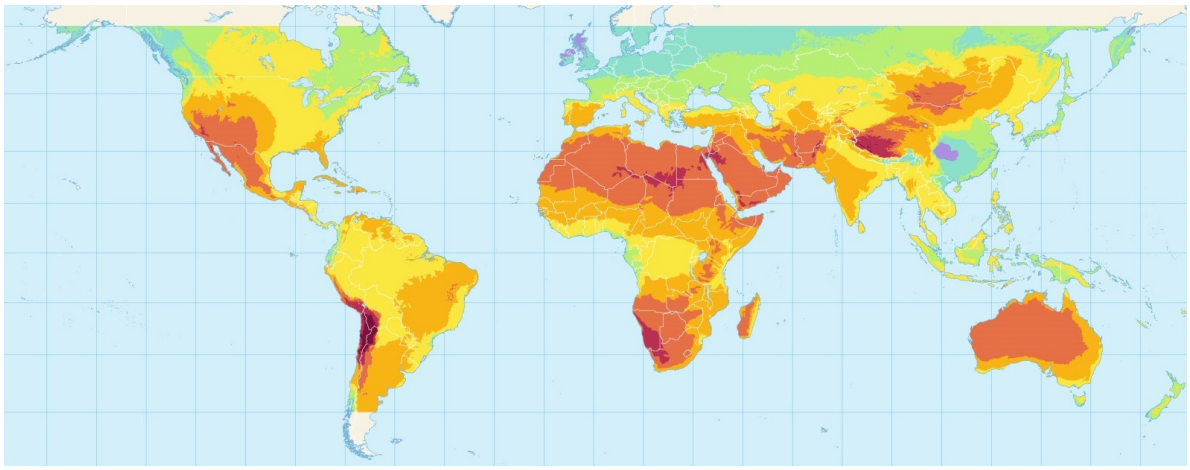
تعتمد كمية الطاقة الكهربائية المُولّدة بواسطة وحدة شمسية بشكلٍ أساسي على:

كثافة التدفق الإشعاعي اليومي: تُعتبر كمية الطاقة التي توفّرها الشمس في يومٍ واحد العامل الأهم. تتمتّع المناطق القريبة من خط الاستواء بأفضل متوسط كثافة تدفق إشعاعي، إلا إن هذه القاعدة العامة قد تختلف بشكلٍ كبير من مكانٍ إلى آخر ومن موسم إلى آخر. يُمكن الإشارة إلى متوسط أداء النظام الكهروضوئي المُعبّر عنه بالكيلوواط ساعة/م 2/يوم في المخطط أدناه.

متوسط المجموع اليومي على المدى الطويل



متوسط المجموع السنوي على المدى الطويل



الظل والضباب والطقس الغائم: أي عائق يحجب ضوء الشمس سيُقلل من إنتاج الطاقة للوحدة. بالإضافة إلى ذلك، إذا كانت اللوحة الشمسية مُظللة جزئيًا، فقد يتوقف إنتاج الكهرباء لأن الخلايا المُظللة ستستهلك الطاقة التي تُنتجها بقية اللوحة. في بعض الحالات، تحدث ظاهرة تُسمى "تسخين البقعة الساخنة" عندما تتعرض الأجزاء المُظللة في لوحة واحدة إلى ارتفاع الحرارة بسرعة لأنها تستهلك الكهرباء من جزء غير مظلل، وقد يؤدي ذلك إلى التدمير السريع للوحة. يُمكن منع ذلك عن طريق استخدام الصمامات الثنائية الالتفافية التي عادةً ما يتم تضمينها في الوحدات الكهروضوئية، ولكن يُوصى بشدة بالتحقق من هذه الميزة.

اتجاه اللوحة: سينتج عن لوحة سيئة التوجيه - على سبيل المثال، تواجه الشمال في نصف الكرة الشمالي - طاقة أقل بكثير من الطاقة المُقدّرة للوحة، أو حتى لا تنتج طاقة على الإطلاق.

درجة الحرارة: يُمكن أن تُقلل درجة الحرارة فوق 25 درجة مئوية أيضًا من كمية الطاقة التي تُنتجها الألواح الشمسية.

ساعات النهار: تُنتج الألواح الشمسية المزيد من الكهرباء عندما تقترب أشعة الشمس العمودية من بعضها، ما يوفّر المزيد من الطاقة لكل سم مربع. ونتيجةً لذلك، ستُنتج الألواح الشمسية كهرباء أقل عندما تكون الشمس قريبة من الأفق مما ستنتجه عندما تتعامد أشعة الشمس بشكلٍ مباشر. من الناحية العملية، ستُولّد اللوحة الشمسية القريبة من خط الاستواء المُثبتة في الخارج لمدة 12 ساعة في اليوم ما يعادل 6 ساعات فقط من ذروة الكهرباء، وهذا في ظلّ الظروف المثلى فقط. ستؤدي التغييرات في المواسم أو سوء الأحوال الجوية إلى انخفاض هذا الإنتاج بصورة أكبر.

ونتيجة للعوامل المذكورة أعلاه، قد يكون من الصعب تقييم الإنتاج الفعلي للكهرباء الصادرة عن النظام الشمسي. تتمثّل إحدى الطرق البسيطة في تحديد حجم التركيب بحيث يُنتج 30% من احتياجات الطاقة اليومية خلال الشهر الذي تسوء فيه الأوضاع.

تركيب الألواح والمصفوفات

من المُمكن دمج الوحدات الكهروضوئية لإنشاء الألواح الشمسية، وكذلك دمج الألواح الشمسية وتركيبها معًا لإنشاء مصفوفات شمسية باستخدام صناديق التوصيل القياسية - نوع MC3/MC4 - المُقاومة للماء وسهلة الاتصال. كما هو

الحال مع البطاريات، يجب أن تستخدم مصفوفات الألواح الوحدات الشمسية فقط التي تتمتّع بالخصائص نفسها، والطراز نفسه، والسجل نفسه قدر الإمكان.

الحوامل

تُعدّ أجهزة التعقب بالطاقة الشمسية - الأجهزة التي تُوجه الألواح نحو الشمس - مُعقدة، ومكلفة ولا يُوصى بها خارج الاستخدامات الصناعية و/أو خطوط العرض المرتفعة حيث تتحرك الشمس بشكلٍ كبير. صُممت بعض الحوامل للسماح بالتعديل الموسمي، مما يمنح القدرة على التبديل يدويًا بين موضعين خلال العام، والذي يجب أن يكون أكثر من كافٍ لمعظم التركيبات.

يوجد نوعان أساسيان من حوامل الطاقة الشمسية المتاحة: حوامل الأرض والسقف. تُعدّ الألواح الشمسية المُثبتة على الأرض أسهل في التركيب والصيانة من الأنظمة المُثبتة على السقف. يصعب أو يستحيل تعديل الأنظمة المُثبتة على السقف ويُمكن أن تتسبب في أضرار هيكلية بسبب الوزن وضغط الرياح. ومع ذلك، الحوامل الأرضية لها مشكلاتها الخاصة؛ إذ تشغل مساحة قابلة للاستخدام، وأكثر عرضة للظل، وعُرضة كذلك لخطر التلف العرضي بسبب السيارات والأشخاص. يجب اتخاذ قرارات التركيب بناءً على الموقع والبنية التحتية المتاحة.

أنظمة البطارية

تُعدّ البطاريات الشمسية ضرورية للغاية للمساعدة في الحفاظ على تشغيل أنظمة الطاقة الشمسية. بدون تخزين البطارية، ستكون الكهرباء متاحة فقط أثناء إنتاج الألواح الشمسية لها. نظرًا لأن الألواح تُنتج الطاقة فقط أثناء النهار بينما قد يحدث الاستهلاك في أي وقت، فإن وجود بنك طاقة مستقر أمر ضروري لتخزين هذه الطاقة. يُرجى الرجوع إلى قسم البطاريات لمزيدٍ من المعلومات.

المنظم الشمسي

أجهزة التحكم في الشاحن، والمعروفة عمومًا باسم منظمات الطاقة الشمسية، هي وحدات إلكترونية مُصممة للتحكم في تدفق التيار - كل من التيار الذي يشحن البطاريات من الألواح، والتيار الصادر عن البطاريات إلى المكاتب/المجمعات.

تتحكّم منظمات الطاقة الشمسية في شحن البطاريات وتفريغها عن طريق فصل الألواح عندما تكون البطاريات مشحونة بالكامل، وعن طريق قطع الطاقة عن الحمولة عندما تكون البطارية منخفضة للغاية. إحدى الوظائف المهمة الأخرى لمنظمات الطاقة الشمسية هي تحسين إنتاج الطاقة من الألواح عن طريق تحويل ناتج الجهد العالي الصادر عن الألواح إلى جهد الدخل المنخفض الذي تحتاجه البطاريات. يعمل المُنظم كمحور للتركيب، ويعتمد الحصول على أقصى خرج للطاقة على أدائه السليم.

هناك نوعان من منظمات الطاقة الشمسية:

تتبُّع نقطة القدرة القصوى (MPPT):

يكتشف تتبُّع نقطة القدرة القصوى (MPPT) جهد خرج اللوحة الشمسية والتيار في الوقت الفعلي، ويتعقب الحد الأقصى للطاقة باستمرار (P=U*I)، وينظم جهد الخرج في المقابل بحيث يمكن للنظام دائمًا شحن البطارية بأقصى طاقة. يسمح هذا النوع من تتبع الطاقة بإنتاج طاقة أفضل في ظلّ الغطاء السحابي ودرجات الحرارة المتغيرة. سيمنح جهاز التحكم في شحن تتبُّع نقطة القدرة القصوى (MPPT) المزيد من الطاقة، على الرغم من أنه أكثر تكلفة في البداية، (وربما يقلل من حجم الوحدة الكهروضوئية) ويُطيل العمر الافتراضي للبطاريات المُتصلة بها. تسمح بعض وحدات التحكم حتى بالاتصال بالأجهزة الذكية للتحكم والمراقبة عن بعد.

طريقة الشحن تتبُّع نقطة القدرة القصوى (MPPT) متعدد المراحل

معدل التحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء 99%

معدل الأمبير 30 أ -100 أ

قابلية التوسع / المدى >2 كيلوواط نظام طاقة كبير

متوسط السعر 120 دولارًا

تتبُّع نقطة القدرة القصوى (MPPT):

المميزات	• تعمل خوارزمية تتبع نقطة الطاقة القصوى على زيادة معدل تحويل الطاقة حتى 99%. • الشحن على 4 مراحل أفضل للبطاريات. • قابلة للتطوير لنظام الطاقة الكبير غير المُتصل بالشبكة. • مُتاحة لأنظمة الطاقة الشمسية حتى 100 أمبير. • مُتاحة للإدخال الشمسي حتى 200 فولت. • تُوفّر المرونة عندما يلزم تطوير النظام. • مُجهزة بأجهزة حماية متعددة.
العيوب	• تكلفة عالية، وعادةً مرتين لكل تقنية تضمين عرض النبضة (PWM). • حجم أكبر من مُنظم تضمين عرض النبضة (PWM).

تضمين عرض النبضة (PWM):

يُمكن اعتبار أجهزة التحكم في شحن تضمين عرض النبضة (PWM) مفتاحًا كهربائيًا بين الألواح الشمسية وحزم البطاريات، وهي مُبرمجة للسماح فقط بمرور التيار المحدد مسبقًا إلى البطارية. يُقلل جهاز التحكم ببطء من مقدار الطاقة التي تدخل البطارية مع اقتراب البطاريات من السعة القصوى. لا تقوم أجهزة التحكم في شحن تضمين عرض النبضة (PWM) بضبط الجهد، ما يعني أن البطاريات والألواح يجب أن تشتمل على جهد كهربائي متوافق حتى تعمل بشكلٍ صحيح. يجعل ذلك هذا النوع من أجهزة التحكم في الشحن مناسبًا لاستخدامات الطاقة الشمسية البسيطة، أو للتركيبات التي تتميز بألواح ذات جهد أقل ومجموعات بطارية ذات حجم محدود. يُعدّ تضمين عرض النبضة (PWM) خيارًا ميسور التكلفة ولكنه سيؤدي إلى إنتاج طاقة أقل من الطاقة الكهروضوئية.

طريقة الشحن	مراحل تضمين عرض النبضة (PWM)

تضمين عرض النبضة (PWM):

معدل التحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء 75%-80%

معدل الأمبير 20 أ - 60 أ

قابلية التوسع / المدى <2 كيلوواط نظام شمسي صغير

متوسط السعر 65 دولارًا

المميزات

- تتمتع مُنظِّمات تضمين عرض النبضة (PWM) بسجل أطول ومُثبت.
- تتمتع مُنظِّمات تضمين عرض النبضة (PWM) بهيكل أبسط وأكثر فعالية من حيث التكلفة.
- يُمكن نشرها بسهولة.

العيوب

- معدل تحويل منخفض.
- يجب أن يتطابق جهد الإدخال مع جهد مجموعة البطاريات.
- قابلية توسّع أقل لتطوير النظام.
- انخفاض الإنتاج.
- حماية أقل.

تركيب الألواح

يجب تحديد موقع تخزين البطاريات المتصلة بالمصفوفة الشمسية قبل تحديد حجم وشراء أي معدات وشرائها. من الضروري ليس فقط أن تكون المساحة كبيرة بما يكفي لتركيب الألواح المطلوبة، بل ستؤثر كذلك المسافة وطول الكبل من موقع تخزين البطارية على متطلبات الطاقة المحسوبة. يُرجى الرجوع إلى القسم الخاص بتركيب البطارية.

سيتمتّع الموقع الجيد لتثبيت المصفوفة الشمسية بالخصائص التالية:

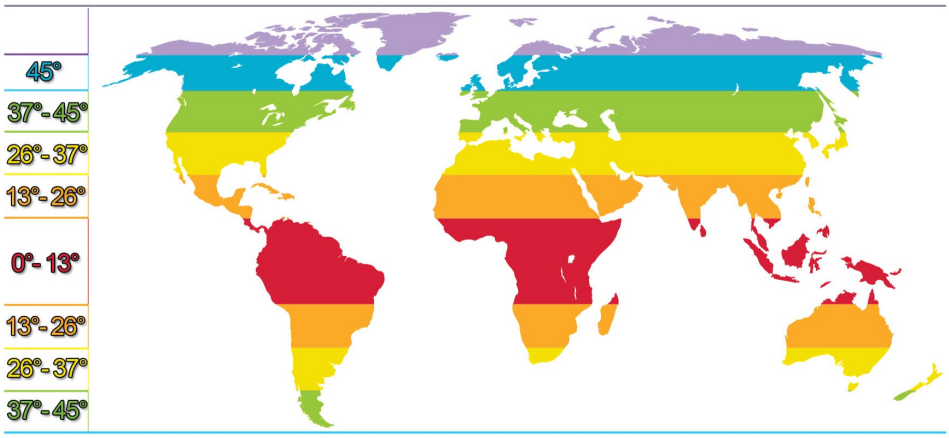
- أن تكون داخل مجمع وغير ظاهرة من الخارج. تجب حماية الألواح الشمسية المُثبتة بالأرض من خلال جدار أو سياج، لذلك من المهم وجود مساحة أرضية كافية.
- أن تكون قريبة قدر الإمكان من نظام البطارية.
- أن تكون بعيدة عن الظل، مثل الأشجار أو المباني.

في بعض الأحيان، يكون من الصعب تجنّب المناطق المظللة تمامًا. يجب أن تكون الأولوية لتجنب الظل خلال ساعات النهار المشمسة (بشكلٍ عام من 10 صباحًا إلى 16 مساءً). تذكّر أن موضع الظلال وأحجامه يتغيّران مع المواسم.

موضع الألواح الشمسية

لتحسين إنتاج الطاقة، يجب توجيه الألواح الشمسية بعناية لتحقيق أقصى استفادة من التعرض لأشعة الشمس. تشمل الإشارة إلى الألواح الشمسية ما يلي.

- **الاتجاه** - الاتجاه هو زاوية اللوح الشمسي بالنسبة لمحور الشمال والجنوب. يجب أن تواجه الألواح الشمسية الجنوب في نصف الكرة الشمالي والشمال في نصف الكرة الجنوبي.
- **الإمالة** - الإمالة هي زاوية اللوح الشمسي بالنسبة للمسقط الأفقي. تحسين الإمالة أمر أكثر صعوبة. يُمكن استخدام خط العرض كتقريب لزاوية الميل المثلى، كما هو مُشار إليه في الدليل أدناه للألواح ذات الزوايا الثابتة. ومع ذلك، حتى عند خط الاستواء، يجب أن يكون للألواح حد أدنى لزاوية الميل يتراوح من 5 إلى 10 درجات لتجنّب تراكم المياه والغبار على اللوحة.



التوصيل

يتم توصيل خرج الألواح الشمسية بمنظم الطاقة الشمسية، بينما يتم توصيل خرج منظم الطاقة الشمسية بالبطاريات. يتم توصيل إطار تركيب الألواح الشمسية بالأرض، ويُوصى بشدة باستخدام وصلة التأريض/التوصيل بالأرض للمنظم والواقي من اندفاع التيار.

يُمكن أن تتبع الألواح ثلاثة مخططات مختلفة، التي ستمنح نتائج مختلفة فيما يتعلّق بالطاقة والتيار، وذلك حسب القدرة

أو الطاقة المطلوبة. ستعطي الوحدات المُتصلة بشكل متسلسل أو متوازٍ، أو مزيج من كليهما مخرجات مختلفة للقدرة والطاقة.

اختيار حجم التركيب

الوحدات الكهروضوئية

فيما يلي طريقة بسيطة لتحديد حجم التركيبات بحيث تنتج 30% من احتياجات الطاقة اليومية خلال شهور السنة التي يسوء فيها الوضع:

لتغطية 30% من احتياجات الطاقة للتركيب، كم عدد الألواح الشمسية اللازمة لما يلي:

- حاجة مُخططة للطاقة بقدرة 12880 واط في الساعة
- متوسط إنتاج يومي سنوي 4.32 كيلو واط ساعة لكل 1 كيلو واط ذروة
- خلال الشهر ذي الوضع الأسوأ، متوسط إنتاج يومي 2.62 كيلو واط في الساعة لكل 1 كيلو واط ذروة

إجمالي إنتاج الطاقة الفعلي المطلوب يوميًا هو:

12.88 × 0.3 = 3.87 كيلو واط في الساعة

عند متوسط إنتاج يومي يبلغ 2.62 كيلوواط/ساعة لكل 1 كيلوواط ذروة من الوحدة، فإن إجمالي الاحتياجات اليومية هو:

مثال:

3.87/2.62 = 1.48 كيلوواط ذروة

سيعتمد العدد الفعلي للألواح الشمسية المطلوبة على طاقة الذروة لكل لوح على حدة. قد تكون التهيئة:

- **ألواح 12 × 130 واط ذروة** (1.56 كيلوواط ذروة) أو
- **ألواح 9 × 180 واط ذروة** (1.62 كيلوواط) أو
- **ألواح 6 × 260 واط ذروة** (1.56 كيلوواط)

نظرًا لوجود متوسط إنتاج يومي سنوي يبلغ 4.32 كيلوواط في الساعة لكل 1 كيلوواط ذروة، فإن تركيبًا بقدرة 1.48 كيلوواط ذروة سيُنتج 4.32 × 1.48 = 6.39 كيلو واط في الساعة يوميًا في المتوسط السنوي، مما يُضيف إلى إجمالي وفورات تكاليف الطاقة المتزايدة.

المُنظِّم

يجب اختيار حجم منظم الطاقة الشمسية وفقًا لعدد الوحدات الشمسية المستخدمة ونوعها. يشمل حجم المُنظِّم:

- يجب أن يكون الجهد أعلى ما يُمكن وفقًا لعدد الوحدات الشمسية في الأنظمة.
- يجب أن يكون الحدّ الأقصى للتيار مساويًا لتيار الدائرة القصيرة (ISC) لمصفوفتك الشمسية. يُمكن العثور على تيار الدائرة القصيرة للوحة فردية واحدة على بطاقة التعريف الخاصة باللوحة أو في دليل الشركة المُصنِّعة. لحساب تيار الدائرة القصيرة للمصفوفة بأكملها، اجمع بين تيارات الدائرة القصيرة لجميع الألواح المُتصلة بالتوازي.

البطاريات

يُمكن العثور على معلومات حول أحجام البطاريات في القسم الخاص بـ تثبيت نظام البطارية.

الكبلات والحماية

يُمكن العثور على معلومات حول أطوال الكبلات ومقاييس الأسلاك في فصل التركيبات الكهربائية.

السلامة والأمن

تُنتج الألواح الكهروضوئية الكهرباء تمامًا مثل المولدات العادية. وعلى الرغم من أن طريقة الإنتاج قد تكون مختلفة، ووفقًا لحجم المصفوفة، فإن إجمالي القدرة الكهربائية أقل من المولد، إلا إن المصفوفات الشمسية لا يزال بإمكانها إنتاج كميات ضارة من الكهرباء.

المناولة

عندما يتعيّن على الأشخاص التعامل مع الألواح الشمسية الكهروضوئية، يجب عليهم ارتداء الملابس والمعدات الواقية المناسبة في جميع الأوقات.

والأهم من ذلك - تُنتج الألواح الشمسية الكهروضوئية تيارًا كهربائيًا، حتى عندما لا تكون متصلة بأي جهاز آخر! طالما أن اللوحة مُعرضة جزئيًا للضوء، فإنها ستُنتج شكلًا من أشكال التيار ولا يزال من المُمكن أن تشكل خطرًا. لن تُصدر اللوحة التي تنتج الكهرباء أي ضوضاء أو اهتزاز، وقد لا تكون دافئة حتى عند لمسها. عادةً لا تتضمّن الألواح الشمسية الكهروضوئية أي مؤشر على أنها تنتج الكهرباء على الإطلاق. ولهذا السبب، تبدو الألواح الشمسية الكهروضوئية آمنة عند لمسها، حتى وإن لم يكن الأمر كذلك.

عند تركيب الألواح الشمسية أو إزالتها أو تعديلها ببساطة، يجب تغطيتها بالكامل. يُمكن أيضًا أداء العمل في الليل إذا أمكن ذلك. عند حمل الألواح الشمسية أو مناولتها، يجب على المناولين الانتباه إلى جميع مخرجات الموصل الكهربائي على الجانب، وتجنب اللمس العرضي لها. انتبه إلى جميع الأسلاك الخارجة من لوحة شمسية تمامًا كالأسلاك الكهربية الخارجة من شبكة تعمل بالطاقة أو مولد كهربي.

الأمن

يجب أن تكون الألواح الشمسية الكهروضوئية دائمًا في مكانٍ آمن، تمامًا مثل المولدات والبطاريات. قد يتسبب اتجاه المباني والغطاء النباتي في جعل هذا الأمر مهمة صعبة، ولكن يجب على المخططين التفكير في التحكم في الوصول.

- قم بتركيب الألواح على أسطح المباني، وفي المناطق التي لا يزورها الأشخاص بشكلٍ متكرر إذا أمكن ذلك - تجنّب المدرجات الموجودة على السطح أو مناطق الراحة.
- قم بتركيب المصفوفات الشمسية داخل مساحات المجمع، وداخل جدار محيط آمن حيثما أمكن ذلك. حتى إذا كانت المصفوفات داخل جدار مجمع، يجب أن يكون هناك شكل من أشكال اللافتات والسياج الحاجز لمنع الزائرين أو العمال المؤقتين من دخول المنطقة.
- إذا تم تركيب المصفوفات الشمسية في الأماكن المفتوحة أو النائية، فسيلزم بناء سور أو جدار أمني منفصل حول الجانب الخارجي منها. تُعدّ المعدات باهظة الثمن، لكنها يُمكن أن تلحق الضرر أيضًا بالبشر والحيوانات المارة. قد يقترب الأشخاص الذين ليسوا على دراية بالألواح الشمسية بدافع الفضول، لذلك يجب وضع اللافتات باللغة المحلية المناسبة.

حاسبة استهلاك الطاقة

Energy Demand

General Data

Country	-- select --
Temperature	C°
Altitude	m
Solar daily irradiance	kWh/m²/day

Calculation Settings

Local rated voltage	n/a Vca
Local frequency	n/a Hz
?There is any 3-phase Consumer in the installation	☐
The installation provides power to a hospital (very sensitive structure)?	☐

Working Hours						S Avg ((VA	S Max ((VA	P ((W	Quantity	Appliance/Device
Night	Evening	Afternoon	Midday	Morning						

Reset | Remove last | Add row

- General
- Generator
- Battery
- Solar

Estimation of Needs

Energy Consumption per Day

n/a W a day	Total
n/a W a day	(Low consumption devices (Class 1
n/a W a day	(High consumption devices (Class 2
n/a Wh	Usefull energy / day
n/a Wh	Usefull energy / night

Power Needed

n/a VA	Total
n/a VA	(Low consumption devices (Class 1
n/a VA	(High consumption devices (Class 2
n/a VA	Average power necessary

Generator

Additional Information

Automatic selection	(Voltage specification (single-P / 3-P

Additional Information

:Cable length between	
the generator and switchgear	m 10
the grid and switchgear	m 10
the switchgear and the main electrical dashboard	m 10
:Wire Gauge recommendation	
between generator and switchgear	n/a mm²
between grid and switchgear	n/a mm²
between switchgear to dashboard	n/a mm²

Size Recommendations

(Size recommended (PRP	n/a KVA
(Power (ESP	n/a VA
Voltage type	n/a
Rated voltage	n/a V
Rated frequency	n/a Hz
Output circuit-breaker size	n/a A
Estimated fuel consumption	n/a l/h
Estimated oil consumption	n/a l/h
(oil change every 250h 1)	n/a l/250h

Battery System

Additional Information

Unit voltage	12	V
Unit capacity	1000	Ah
(Authorized discharge ratio (no less than 40%	50	%
(Charge available time (minimum 4hours	4	h

Additional Information

1	Days of autonomy needed if no charge

Recommendation

n/a Wh	Energy to accumulate
n/a V	Voltage recommended
n/a units	Number of batteries needed with the specifications provided
n/a	Type of conection
n/a A	Circuit breaker ideal size
n/a A	Charger size at least

Solar System

Additional Information

n/a kWh/m²/day	Solar daily irradiance
n/a Wc	Usefull max power per day
n/a A	Regulator size
۱۲	(Solar panels unit voltage (recommendation: n/aV
Wc	Solar panels unit max power

Recommendation

n/a	Minimum number of solar panels
n/a	Recommended number of solar panels
n/a	Solar charge controller: type of regulator
n/a V	Solar charge controller: rated voltage
n/a A	Solar charge controller: unit max current
n/a	Solar charge controller: quantity

فتح على مرأى ومسمع

أدوات وموارد الطاقة

القوالب والأدوات

دليل- تحجيم طول الكابل

المواقع والمصادر

- دليل اسفير
- SparkFun
- SolarGis

المراجع

- (2002 ، RED R) الهندسة في حالات الطوارئ
- (2007 MEDICINS SANS FRONTIERS). دعم الكهرباء.
- ENGINYERIA SENSE FRONTERES، (2006). Tecnologías de la energía para el Desarrollo.
- (2004 MEDICINS SANS FRONTIERS،). دليل الطاقة
- (2012 ACTION CONTRE LA FAIM،). الدليل الإرشادي للمولدات
- (2002 MEDICINS SANS FRONTIERS،). التزويد بالطاقة.
- (2012 ACTION CONTRE LA FAIM،). دليل إدارة الطاقة
- إنقاذ الطفولة. دليل توزيع الكهرباء وتوليدها، والطاقة المتجددة.
- (2020 ACTION CONTRE LA FAIM،). ضخ الطاقة الشمسية، وتصميم الكهرباء وتركيبها.
- اللجنة الدولية للصليب الأحمر ومنظمة أطباء بلا حدود (2016). التركيبات والمعدات الكهربائية في المجال، القواعد والأدوات.
- (2000 ،BP). دليل تركيب الطاقة الشمسية
- MEDICINS SANS FRONTIERS، إرشادات السلامة الكهربائية لعام 2012