جَامعة المَنارة
MANARA UNIVERSITY

الدارات الكهربائية
المحاضرة الخامسة

أ.د. فادي غصنه

العناصر الكهربائية الفعالة

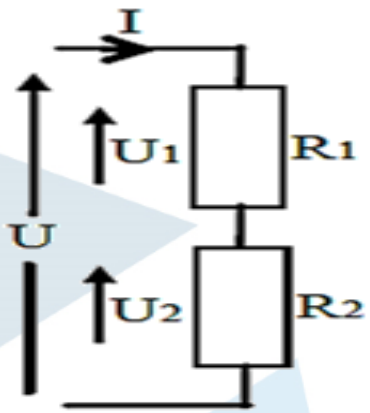
1-6-4 مجزئ التوتر (الجهد)

عند تصميم الدوائر الكهربائية المختلفة وتنفيذها، تظهر أحياناً الحاجة إلى استخدام جهد كهربائي، يكافئ جزءاً فقط، من جهد مصدر الجهد الكهربائي الكلي المغذي للدارة، ولتحقيق هذا المطلب، تستغل خاصية تقسيم الجهد على المقاومات الموصلة على التسلسل (التوالي)، ويطلق على التوصيل الكهربائي، في هذه الحالة "مجزئ الجهد".

العناصر الكهربائية الفعالة

يتألف مجزئ الجهد من n مقاومة مربوطة على التسلسل، ولكن سوف ندرس مجـــزئ جهد مؤلف من مقاومتين على التسلسل كما هو مبين في الشكل $(1-39)$، حيث يتجزأ الجهد الكلي U إلى جهدين U_1, U_2 هابطين على المقاومتين R_1, R_2 على التوالي.

العناصر الكهربائية الفعالة



الشكل (1 – 39) :

بما أن التيار المار في المقاومتين المربوطتين على التسلسل هو نفسه :

$$I_1 = I_2 \Rightarrow \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2}$$ س

بالتناسب يمكن أن نكتب ما يلي:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \qquad (37-1)$$

العناصر الكهربائية الفعالة

في حال الربط التسلسلي يمكن كتابة ما يلي :

$$U = U_1 + U_2, \qquad R_{eq} = R_1 + R_2$$

بجمع المقام إلى البسط في العلاقة التناسبية (37 – 1) نحصل على :

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{U_1 + U_2}{U_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$\frac{U}{U_2} = \frac{R_{eq}}{R_2} \Rightarrow U_2 = U.\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

وبنفس الطريقة نحصل على العلاقة التي تمكننا من حساب التوتر U_1 من خلال العلاقة التالية :

العناصر الكهربائية الفعالة

$$U_1 = U.\frac{R_1}{R_1 + R_2} \qquad (38-1)$$

من خلال مما سبق، نلاحظ أن التوتر U_1 يتعلق بالمقاومة R_1 و التوتر U_2 يتعلق بالمقاومة R_2.

التوتر الجزئي يساوي جداء التوتر الكلي بالمقاومة المراد حساب هبوط التوتر عليها مقسومة على مجموع المقاومتين المربوطتين على التسلسل كما هو موضح بالعلاقات الرياضية السابقة.

العناصر الكهربائية الفعالة

مثـــــال 1 – 15

احسب التوتر U_1 والتوتر U_2 الهابطين على المقاومتين $R_1 = 40K\Omega$ ، $R_2 = 80K\Omega$ وذلك في حال التوتر الكلي المطبق هو $U = 220V$

بتطبيق قانون مجزئ التوتر نحصل مباشرة على قيم التوترات الجزئية وفق ما يلي:

$$U_1 = U.\frac{R_1}{R_1 + R_2} = 220 \times \frac{40 \times 10^3}{40 \times 10^3 + 80 \times 10^3} = 73.33V$$

$$U_2 = U.\frac{R_2}{R_1 + R_2} = 220 \times \frac{80 \times 10^3}{40 \times 10^3 + 80 \times 10^3} = 146.67V$$

العناصر الكهربائية الفعالة

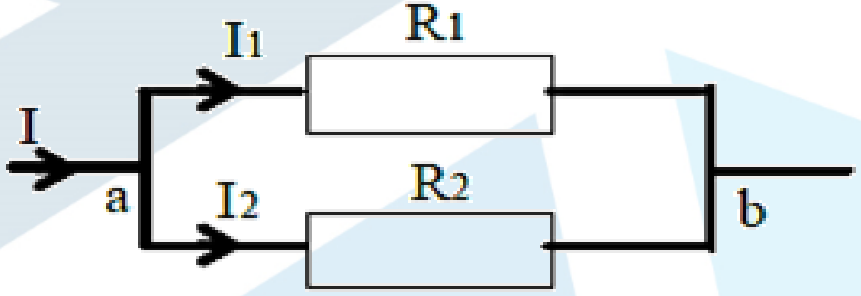
1-6-5 مجزئ التيار

عند تصميم الدارات الكهربائية المختلفة وتنفيذها، تظهر أحياناً الحاجة إلى التحكم في قيمة التيار المار بمكون معين، ليكون جزءاً من التيار الكلي، المار بالدارة، ولتحقيق ذلك، تستخدم خاصية تقسيم التيار الكهربائي، بين المكونات الموصولة على التفرع (التوازي)، ويطلق على هذا التوصيل الكهربائي، في هذه الحالة،" مجزئ التيار".

يتألف مجزئ التيار في الحالة العامة من n فرع مربوط على التفرع، لكن في دراستنا هذه سوف ندرس مجزئ التيار المؤلف من فرعين مربوطين على التفرع.

العناصر الكهربائية الفعالة

الهدف من مجزئ التيار هو معرفة قيمة التيار المار في أحد فرعي الدارة الكهربائية بعد معرفة قيمة التيار الكهربائي الكلي وفق الدارة الموضحة بالشكل التالي (1−40).



الشكل (1−40)

بتطبيق قانون كيرشوف الأول في العقدة (a) نحصل على العلاقة التالية :

$$I = I_1 + I_2$$

العناصر الكهربائية الفعالة

ومن خلال التعويض بقانون أوم تصبح العلاقة السابقة على الشكل التالي :

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} = U.\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

من جهة أخرى فأن التوتر U يعطى بالعلاقة التالية :

$$U = I.\frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2} \qquad (39-1)$$

بتعويض العلاقة $I_1 = \frac{U}{R_1}$ في العلاقة السابقة نحصل على ما يلي:

$$I_1 = I.\frac{R_2}{R_1 + R_2} \qquad (40-1)$$

العناصر الكهربائية الفعالة

بتعويض العلاقة $I_2 = \frac{U}{R_2}$ في العلاقة السابقة نحصل على ما يلي:

$$I_2 = I.\frac{R_1}{R_1 + R_2} \qquad (41-1)$$

من ذلك نستخلص أن قيمة التيار المار في إحدى فرعي الدارة تساوي قيمة التيار الكلي مضروبة بقيمة المقاومة في الفرع الأخر مقسومة على مجموع مقاومتي الفرعين كما هو موضح بالعلاقات السابقة.

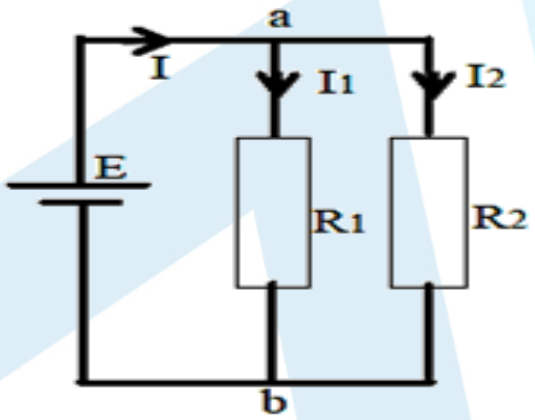
العناصر الكهربائية الفعالة

مثـــــال 1 – 16

احسب قيم كل من التيارات الفرعية و التيار الكلي للدارة التالية.

علماً أن : $R_1 = 20\Omega$ ، $R_2 = 30\Omega$ ، $E = 24V$

الحـــــل :



الشكل (41 – 1)

العناصر الكهربائية الفعالة

يتم حساب التيار الكلي من خلال قانون أوم :

$$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{E}{\frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{24}{\frac{20 \times 30}{20 + 30}} = 2A$$

لحساب التيارات الفرعية، نطبق قانون مجزئ التيار فنحصل على:

$$I_1 = I . \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 2 \times \frac{30}{20 + 30} = 1.2A$$

$$I_2 = I . \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 2 \times \frac{20}{20 + 30} = 0.8A$$

العناصر الكهربائية الفعالة

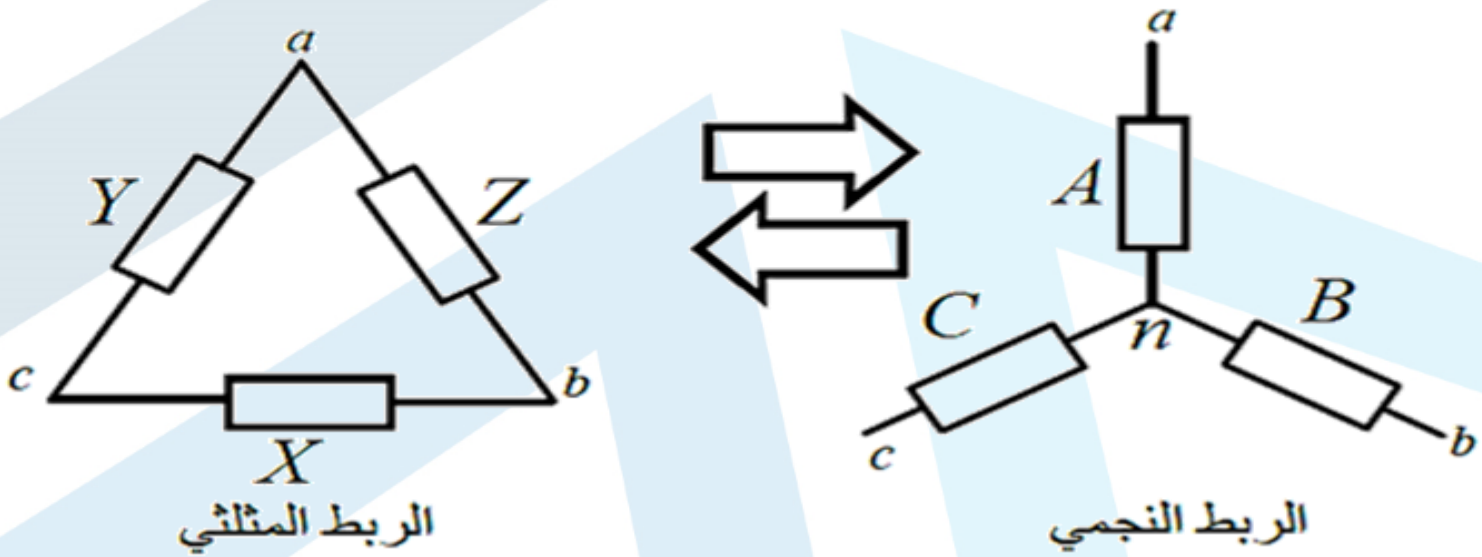
7-1 التحويل من الربط النجمي للمقاومات إلى الربط المثلثي و بالعكس

في بعض الحالات يتم وصل المقاومات مع بعضها البعض بحيث تشكل دارات معقدة، عندئذ لا يمكن استخدام قوانين الربط التفرعي والتسلسلي من أجل اختصار الدارة الكهربائية وتبسيطها. بالتالي لابد من تحويل هذه الدارات إلى شكل أبسط يسمح بحلها. من أجل ذلك لابد من معرفة قوانين التحويل ما بين الربط النجمي إلى الربط المثلثي و بالعكس.

العناصر الكهربائية الفعالة

1-7-1 التحويل من الربط المثلثي إلى الربط النجمي

المقاومات X ، Y ، Z مربوطة على شكل مثلثي و يراد تحويل هذا الربط للمقاومات إلى الربط النجمي المبين من خلال المقاومات A ، B ، C .



الشكل (1-42)

العناصر الكهربائية الفعالة

من خلال الشكل (1-42) يمكن أن نكتب العلاقات التالية:

$$A+B=\frac{Z(X+Y)}{Z+X+Y} \qquad (42-1)$$

$$B+C=\frac{X(Z+Y)}{Z+X+Y} \qquad (43-1)$$

$$A+C=\frac{Y(X+Z)}{Z+X+Y} \qquad (44-1)$$

العناصر الكهربائية الفعالة

بطرح العلاقة (1 – 42) من العلاقة (1 – 43) نحصل على :

$$C - A = \frac{YX - YZ}{Z + X + Y} \qquad (1 - 45)$$

بجمع العلاقة (1 – 43) مع العلاقة (1 – 45) نحصل على:

$$2C = \frac{2YX}{Z + X + Y} \qquad (1 - 46)$$

العناصر الكهربائية الفعالة

بالنتيجة نحصل على العلاقات التي تسمح بتحويل الربط المثلثي للمقاومات الكهربائية إلى الربط النجمي :

$$A = \frac{YZ}{Z+X+Y} \qquad (47-1)$$

$$B = \frac{ZX}{Z+X+Y} \qquad (48-1)$$

$$C = \frac{YX}{Z+X+Y} \qquad (49-1)$$

يمكن التعبير عن العلاقات السابقة بالشكل التالي : قيمة كل مقاومة من مقاومات التوصيل النجمي تساوي جداء المقاومتين المجاورتين من التوصيل المثلثي مقسومة على مجموع مقاومات هذا التوصيل.

العناصر الكهربائية الفعالة

1-7-2 التحويل من الربط النجمي إلى الربط المثلثي

المقاومات A, B, C مربوطة على شكل نجمي و يراد تحويل هذا الربط للمقاومات إلى الربط المثلثي المبين من خلال المقاومات X, Y, Z

من الفقرة السابقة يمكن أن نكتب ما يلي:

$$C = \frac{YX}{Z + X + Y} \qquad (50-1)$$

$$B = \frac{ZX}{Z + X + Y} \qquad (51-1)$$

العناصر الكهربائية الفعالة

$$A = \frac{YZ}{Z + X + Y} \qquad (52-1)$$

بتقسيم العلاقة ((1 – 50) على العلاقة (1 – 51) نحصل على:

$$Z = \frac{B}{C} Y \qquad (53-1)$$

بتقسيم العلاقة (1 – 51) على العلاقة (1 – 52) نحصل على:

$$X = \frac{B}{A} Y \qquad (54-1)$$

العناصر الكهربائية الفعالة

بتعويض كل من Z و X من المعادلتين $(1-53)$ و $(1-54)$ نحصل على ما يلي :

$$X = B + C + \frac{BC}{A} \qquad (1-55)$$

$$Z = A + B + \frac{AB}{C} \qquad (1-56)$$

$$Y = A + C + \frac{C.A}{B} \qquad (1-57)$$

يمكن التعبير عن العلاقات السابقة بالشكل التالي : قيمة كل مقاومة من المقاومات في الوصل المثلثي تساوي مجموع جداء مقاومات الوصل النجمي مثنى مثنى مقسومة على المقاومة المقابلة للمقاومة المراد حسابها في الوصل المثلثي.

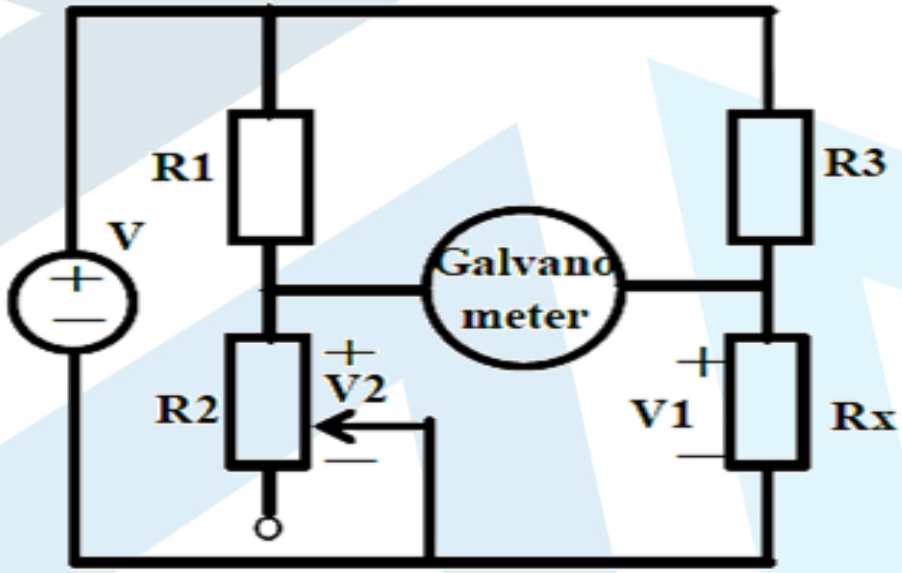
العناصر الكهربائية الفعالة

8-1 قياس المقاومة

بالرغم من إمكانية قياس المقاومة بواسطة جهاز الأوميتر Ohmmeter و التي تعتبر طريقة بسيطة وسهلة. و القياس يمكن أكثر دقة و ذلك باستخدام جسر القياس واطستن Wheatstone bridge. يستخدم جهاز الأوميتر لقياس المقاومات من قيم صغيرة وحتى القيم الكبيرة، بينما جسر واطستن يستخدم لقياس المقاومات ذات القيم الصغيرة والمتوسطة ما بين المجال $[1\Omega - 1M\Omega]$، بينما القيم العالية جداً يستخدم جهاز يسمى Megger tester.

العناصر الكهربائية الفعالة

دارة جسر واطستن (جسر المقاومة) استخدمت في الكثير من التطبيقات، حيث تستخدم لقياس المقاومة المجهولة. حيث المقاومة المجهولة تربط إلى الجسر كما هو مبين في الشكل (1 – 43).



الشكل (1 – 43)

العناصر الكهربائية الفعالة

يتم التغيير في المقاومة المتغيرة Variable resistance حتى تصبح قيمة التيار في مقياس غلفاني Galvanometer معدومة. من أجل تحقيق الشرط $V_1 = V_2$ عندئذ الجسر يتوازن.

في حالة التوازن ونتيجة لعدم مرور التيار في مقياس الغلفاني، فإن المقاومة R_1 تتصرف و كأنها مربوطة على التسلسل مع المقاومة R_2 . كذلك المقاومتين R_3 و R_X .

العناصر الكهربائية الفعالة

بما أن التيار المار عبر مقياس الغلفاني معدوم و تحقق الشرط $V_1 = V_2$ ، نطبق مجزئ التوتر، فنحصل على ما يلي :

$$V_1 = V.\frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad ، V_2 = V.\frac{R_X}{R_3 + R_X}$$

بما أن $V_1 = V_2$ فنحصل على ما يلي :

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_X}{R_3 + R_X} \Rightarrow R_3.R_2 = R_1.R_X$$

العناصر الكهربائية الفعالة

$$R_X = R_2 \frac{R_3}{R_1} \qquad (58-1)$$

في حال $R_1 = R_3$ و تم ضبط المقاومة R_2 حتى تصبح قيمة التيار المار في المقيـــاس معدومة، فإن المقاومة $R_x = R_2$.

العناصر الكهربائية الفعالة

مثـــــال 1 – 17

من أجل المقاومة $R_1 = 500\Omega$ والمقاومة $R_3 = 200\Omega$ ، تتم موازنة الجسر من أجـــل ضبط المقاومة عند القيمة $R_2 = 125\Omega$. حدد قيمة المقاومة المجهولة R_x .

الحـــــل

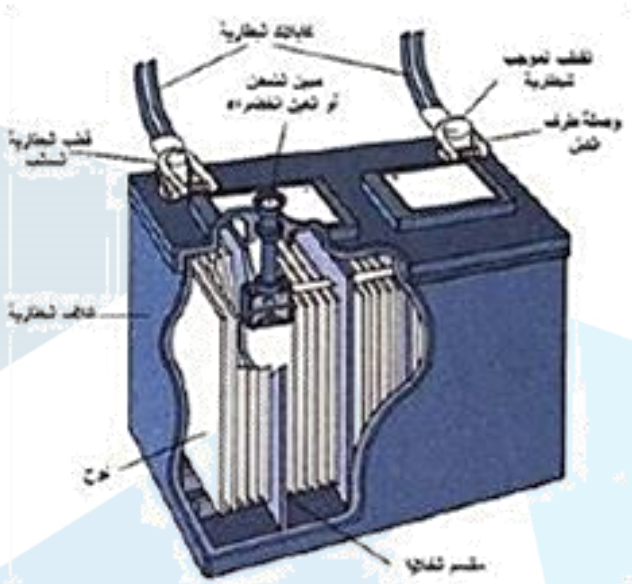
بتطبيق العلاقة التالية نجد : $R_X = R_2 \frac{R_3}{R_1} = 125 \times \frac{200}{500} = 50\Omega$

المدخرات (البطاريات)

9-1 المدخرات (البطاريات)

المدخرة (البطارية) هي منبع جهد تُولد تيار كهربائي مستمر DC. لها استخدامات عديدة، فمنها ما يستخدم في إقلاع المحركات و في التهييج الذاتي للمولدات، ومنها ما يستخدم في إنارة السيارات والقاطرات و تغذية بعض الأحمال المتنقلة و البسيطة و منها ما يستخدم في تجهيزات عدم انقطاع التغذية الكهربائية (Unit Power System UPS).

المدخرات (البطاريات)



الشكل (1 – 44) : مقطع عام للمدخرة

تقوم المدخرات على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية عند عملية شحن المدخرة، ثم إعادة الطاقة الكيميائية إلى كهربائية أثناء تفريغها.

المدخرات (البطاريات)

1-9-1 الصفات العامة للمدخرات :

من الصفات الأساسية للمدخرات و التي تعتبر من الضروري معرفتها عند دراسة المدخرة وهي :

الجهد أو فرق الكمون للعنصر الواحد. ومن أجل الحصول على الجهد المطلوب لتغذية الحمل، يلجأ إلى تجميع عدة عناصر على التسلسل داخلياً ضمن المدخرة أو ربط عدة مدخرات.

المدخرات (البطاريات)

- السعة الكهربائية : و يعبر عنها بالأمبير ساعة $(A.h)$
- الطاقة المختزنة و تقاس (Wh).
- التيار الأعظمي و يقاس بالأمبير (A)
- الممانعة الداخلية و تقاس بالأوم (Ω). عادة يتم التعبير عن هذه الممانعة بمقاومة صرفة.
- الكثافة الكتلية وهي مميزة مهمة للمدخرة وتوافق كمية الكهرباء $(A.h/Kg)$ أو الطاقة $(W.h/Kg)$ التي يمكن استردادها بالنسبة إلى وزنها.
- الكثافة الحجمية و يعبر عنها بكمية الكهرباء $(A.h/m^3)$ أو الطاقة (Wh/m^3) التي يمكن استعادتها بالنسبة لحجمها.
- التقادم وذلك بسبب أن المدخرات تفقد سعتها مع الزمن
- التلف أو الاستهلاك (عدة ألاف من دورات الشحن و التفريغ).

المدخرات (البطاريات)

من النصائح العامة عند استعمال البطاريات بكافة أنواعها :

- تجنب وضع البطارية دائماً على الشحن حتى و إن اكتملت شحنها، إن الخلايا في البطارية تختزن الطاقة الكهربائية و عندما لا تفصل من الشحن، تستمر الخلايا في التخزين مما يؤدي إلى انتفاخ البطارية ثم تلفها.
- من الأفضل لشحن البطارية أن تفرغ البطارية و يبقى فيها القليل من الشحن ثم إعادة شحنها من جديد.
- عدم تعرض البطارية إلى مصدر حراري حيث يؤدي ذلك إلى انتفاخ البطارية ثم تلفها أو ملامسة القطب السالب للقطب الموجب.

المدخرات (البطاريات)

- لا تجفف بطارية مبلّلة أو رطبة باستخدام جهاز أو مصدر حرارة، مثل مجفف شعر أو فرن الميكروويف.
- تأكد دائمًا من إغلاق حجرة البطارية وأي غطاء من أغطية منافذ التوصيل وتأمينها لتجنب التعرض المباشر للبطارية لأي من حالات التلف.
- تخلص من البطاريات المستعملة فورًا بشكل يتوافق مع القوانين المحلية الوطنية لإعادة التصنيع

تحذير :لا تتخلص من البطاريات بإلقائها في النار بحيث قد يؤدي ذلك إلى انفجارها.