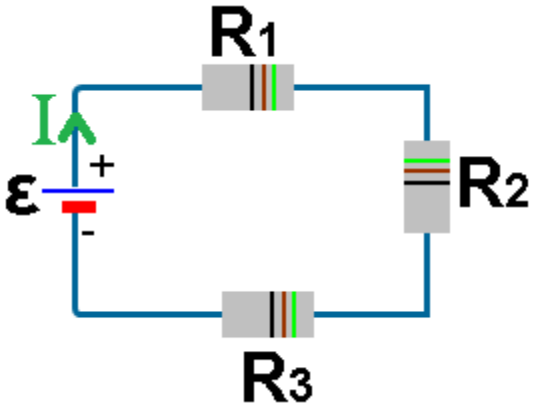
ملخص الدوائر الكهربائية

https://www.youcube.co.il

التيار الكهربائي	التيار الكهربائي هو عبارة عن حركة موّجهة للإلكترونات الحرة. يتم تكّون التيار في الموصل نتيجة للفارق بالجهد بين طرفي الموصل. اتجاه التيار- الاتجاه الحقيقي هو من الجهد المنخفض إلى المرتفع. الاتجاه المتفق عليه هو من الجهد الأعلى إلى المنخفض. سوف نستخدم الاتجاه المتفق عليه فقط.
تعريف شدة التيار الكهربائي $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$	يُعرَّف التيار الكهربائي بأنه مقدار الشحنة التي تمر عبر مساحة المقطع العرضي للموصل في الثانية. تتناسب شدة التيار في الموصل تناسبًا طرديًا مع فارق الجهد بين أطراف الموصل. حسب تعريف التيار فإنّ وحدات التيار عبارة عن كولون قسمة ثانية أو بشكل مختصر أمبير [A]
المقاومة الكهربائية $R = \frac{U}{I}$	النسبة بين انخفاض الجهد في طرفي الموصل (فارق الجهد) لشدة التيار هي نسبة ثابتة لكل موصل ويتم تعريفها على أنها مقاومة الموصل. تقاس المقاومة بوحدات فولت قسمة أمبير أو بشكل مختصر بأوم [Ω].
سرعة الانجراف: $V_d = \frac{I}{n \cdot e \cdot A}$	لا يتحرك الإلكترون في الموصل بسرعة ثابتة، بل يتصادم تصادمًا مرنًا مع الذرات. متوسط سرعة الإلكترون يسمى سرعة الانجراف. ويتعلق ذلك على كثافة الإلكترونات الحرة n داخل الموصل، وشحنة الإلكترون e ، ومساحة المقطع العرضي A. لقد طوّرنا التعبير لشدة التيار حسب تعريف التيار، كمية الشحنة التي تتحرك على طول موصل مساحة مقطع عرضه A وطوله L هو $n \cdot e \cdot A \cdot L$. نسبة طول الموصل على زمن الحركة تساوي متوسط السرعة.
مقاومة الموصل وفقًا لمعطياته الهندسية ونوع المادة التي يتكون منها الموصل: $R = \frac{\rho \cdot L}{A}$	ρ- المقاومة النوعية هي صفة للمادة التي يصنع منها الموصل [Ω·m] R- مقاومة الموصل [Ω] L- طول الموصل [m] A- مساحة المقطع العرضي للموصل [m^2]
مستهلك كهرباء	المستهلك هو جهاز يحتاج إلى طاقة كهربائية لأداء أي عمل مثل: الفرن، المحرك.
قانون أوم: $I = \frac{U}{R}$	كل مستهلك له مقاومة، يتدفق التيار خلالها وهناك فارق جهد (توتر) بين أطرافه. العلاقة التي تربط بين التيار التوتر والمقاومة يسمى قانون أوم.
الدائرة الكهربائية 	تصف الدائرة الكهربائية بشكل تخطيطي التوصيلات الكهربائية. هناك أنواع مختلفة من الدوائر: على التوالي وعلى التوازي ومختلطة وغير محددة. علامة - مصدر الطاقة ، الخط الأفقي الطويل هو الجهد العالي. والخط الأفقي القصير الجهد المنخفض. يُشار لتوتر المصدر بواسطة الرمز ε. - مقاوم يصف المستهلك.

الدائرة الموصولة على التوالي



الدائرة على التوالي - هي دائرة بدون تقاطع كهربائي، بحيث يتدفق التيار نفسه عبر جميع المقاومات.

التيار - نفس التيار يتدفق عبر جميع المقاومات.

التوتر – مُعطى التوتر على كل مقاوم وفقًا لقانون أوم. مجموع التوترات على المقاومات يساوي توتر المصدر، يمكن فهم ذلك من خلال فهم الجهد في كل نقطة في الدائرة.

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} + \ldots.$$

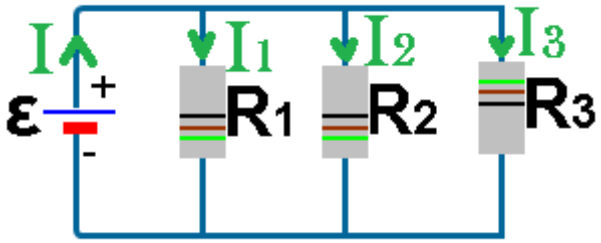
المقاومة المحصّلة – المقاومة المحصّلة تساوي مجموع المقاومات.

$$\epsilon = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} + \ldots$$

$$I \cdot R_T = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 + \ldots$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots.$$

الدائرة الموصولة على التوازي



دائرة على التوازي - دائرة يكون فيها التوتر على جميع المقاومات متساويًا ومساوٍ لتوتر المصدر.

التوتر - التوتر هو متساوٍ على جميع المقاومات ويساوي توتر المصدر.

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3} = \ldots.$$

التيار - تختلف شدة التيار عبر كل مقاوم وفقًا لمقاومته والتوتر عليه (توتر المصدر) وفقًا لقانون أوم.
- في كل تقاطع كهربائي، يكون مجموع التيارات التي تدخل التقاطع مساويًا لمجموع التيارات الخارجة من التقاطع.

مقاومة محصّلة-
يمكن تطوير تعبير لحساب المقاومة المحصّلة للمقاومات الموصولة على التوازي حسب:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots..$$

$$\epsilon = U_{R1} = U_{R2} = U_{R3} = \ldots$$

سوف نعبر عن التوتر على كل مقاوم وتوتر المصدر باستخدام قانون أوم:

$$\frac{\epsilon}{R_T} = \frac{U_{R1}}{R_1} + \frac{U_{R2}}{R_2} + \frac{U_{R3}}{R_3} = \ldots$$

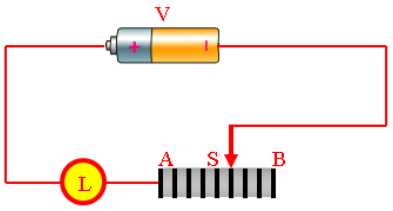
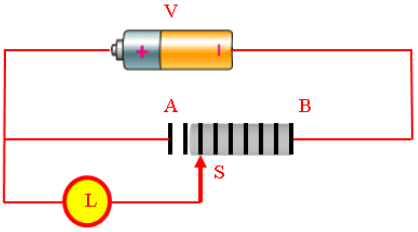
التوترات متساوية لذلك تُختزل ونحصل على:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \ldots$$

إذا تم توصيل مقاومين فقط على التوازي:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R2}$$

دائرة مختلطة	**دائرة مختلطة** - هي دائرة يمكن من خلالها الوصول إلى دائرة مكافئة على التوالي، أو دائرة مكافئة على التوازي. في الشكل الموجود على اليمين في الدائرة العلوية، من الممكن الوصول إلى دائرة مكافئة على التوازي. في الدائرة السفلية يمكن الوصول إلى دائرة مكافئة على التوالي. قواعد الدائرة على التوالي وعلى التوازي تتحقق في الدائرة المختلطة فقط مع مقاومات موصولة على التوالي أو التوازي. بشكل عام، لتحليل الدائرة المختلطة، يجب أن نجد مقاومته المحصّلة. وفقًا على المقاومة المحصّلة ووفقًا لتوتر المصدر، يمكن ايجاد التيار في المصدر. يتم تقسيم التيار بحيث تكون نسبة التيارات عكس نسبة المقاومات. اذا كان مُعطى قيم المقاومات، يمكن أن نجد شدة التيار خلال كل مقاوم بمساعدة قانون أوم يمكن أن نجد التوتر على كل مقاوم. **دائرة غير محددة** - هي دائرة لا يمكن من خلالها الوصول إلى دائرة مكافئة على التوالي أو دائرة مكافئة على التوازي. في مثل هذه الحالة يجب استخدام قوانين كيرخوف.
الشغل الكهربائي -W	يقوم كل جهاز كهربائي بتنفيذ شغل، على سبيل المثال: تقوم البطارية بتشغيل أجهزة الشحن في الدائرة الكهربائية. المصباح ينتج الضوء. الفرن يوّلد الحرارة. الشغل الكهربائي يقاس بالجول [J].
تعريف القدرة $P=\frac{W}{t}$	القدرة تعني وتيرة الشغل المنجز. ويقاس بوحدات الجول في الثانية أو بالواط [W]
قانون جول $P=U\cdot I$	يصف قانون جول الطاقة الكهربائية على أنها مساوية لحاصل ضرب التوتر على المستهلك في التيار من خلال المستهلك. للحصول على قانون جول نتطرق في تعبير القدرة للشغل الكهربائي كحاصل ضرب التوتر في الشحنة. نستخدم تعريف التيار : $P=\frac{W}{t}=\frac{\Delta V\cdot Q}{t}=U\cdot I$
القانون الموسع لجول $P=U\cdot I=\frac{U^2}{R}=I^2\cdot R$	يصف القانون قدرة المستهلك كدالة لمقاومته، وقانون جول الموسّع هو توسيع لقانون جول بمساعدة قانون أوم. $I=\frac{U}{R}$ $P=U\cdot I=U\cdot\left(\frac{U}{R}\right)=I\cdot R\cdot I$ $P=U\cdot I=\frac{U^2}{R}=I^2\cdot R$
القدرة في دائرة كهربائية	في كل دائرة كهربائية: على التوالي، على التوازي، مختلطة أو غير محددة. مجموع قدرات المستهلكين يساوي قدرة المصدر. هذا بسبب حفظ الطاقة. إذا كان مصدر الكهربائي موصولاً بمقاومتين (بغض النظر عن طريقة التوصيل)، فإن المصدر الكهربائي يعمل شغل مقداره 50 جول في الثانية. إذا حصل أحد المقاومات 40 جول، فيجب أن يحصل المقاوم الآخر على 10 جول. بمعنى آخر، قدرة المصدر هي 50 W ومقدار قدرة المستهلك أيضًا 50 واط.

ق.ك.د ε اختصار لـ : 1. القوة الكهربائية الدافعة - التاريخ ... 2. كمية طاقة للشحنة - أكثر دقة.	تحتوي كل بطارية على طاقة كيميائية يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية. تمنح الطاقة الكهربائية البطارية القدرة على أداء الشغل لدفع الشحنات. كمية الطاقة الممنوحة لكل شحنة مدفوعة بين أطراف البطارية، هي خاصة للبطارية وتسمى القوة الكهربائية الدافعة للبطارية (ق.ك.د). يتم الإشارة إلى القوة الكهربائية الدافعة بواسطة ε ويتم قياسها بالفولط. يمكن القول أنّ القوة الكهربائية الدافعة هو توتر المصدر الكهربائي "الإجمالي".
مقاومة البطارية الداخلية r	يتدفق التيار الكهربائي أيضًا عبر البطارية. كل بطارية لها مقاومة داخلية يُشار لها بـ r. هذه المقاومة لها عدة أبعاد: 1. إذا قمنا بتوصيل المستهلك مباشرة بالبطارية، يكون المستهلك والمقاومة الداخلية للبطارية موصولان على التوالي. مجموع التوترات على المستهلك والمقاومة الداخلية تساوي توتر المصدر، أي أن البطارية ستزود المستهلك بتوتر أقل من القوة الكهربائية الدافعة للبطارية. 2. تتطور قدرة على المقاوم الداخلي، تنعكس هذه القدرة في تسخين البطارية. 3. نظرًا للمقاومة الداخلية، فإن البطارية ليست مثالية
توتر الأقطاب Veff $Veff = \varepsilon - I \cdot r$	توتر الأقطاب هو التوتر الذي توفره البطارية. توتر المصدر "الصافي". توتر الأقطاب يساوي القوة الكهربائية الدافعة للمصدر ناقص التوتر على المقاوم الداخلي. يتعلق توتر الأقطاب بشدة تيار المصدر، لذا فهو يتعلق أيضًا بمقاومة الدائرة. ليس فقط في المقاومة الداخلية. في الرسم البياني الذي يصف توتر الأقطاب كدالة للتيار، فإن ميل الرسم البياني يساوي سالب المقاومة الداخلية. والنقطة التي يقطع فيها الرسم البياني المحور العمودي تساوي توتر الأقطاب. يجب الأخذ بعين الاعتبار المقاومة الداخلية للبطارية في أي دائرة كهربائية ذات مصدر طاقة غير مثالي.
مقاومة متغيرة (ריאוסטט) 	الريوستات عبارة عن جهاز يتكون من سلك مكشوف ملفوف بشكل لولبي على أسطوانة عازلة. يتم توصيل المقاومة المتغيرة في أحد طرفيها بالدائرة الكهربائية، والطرف الآخر من المقاومة المتغيرة غير موصول، يوجد على الريوستات ملقط معدني يمكن جره على السلك. مع تغيير موقع الملقط يتغير طول السلك الذي يمر من خلاله التيار وبالتالي تتغير مقاومة الريوستات. في الشكل إلى اليمين عندما يتم تحريك الملقط إلى اليمين، تزداد مقاومة المقاومة المتغيرة، ويكون طول السلك الذي يتدفق من خلاله التيار أكبر.
مجزِّئ التوتر - פוטנציומטר 	مجزِّئ التوتر هو اسم التوصيل الكهربائي باستخدام ريوستات بحيث يمكن تغيير موقع الملقط والحصول على توتر مختلف. الطرف الأيسر من المقاومة المتغيرة، الموضح في الشكل، متصل بالجهد الموجب للبطارية. الطرف الأيمن من مقاومة الريوستات متصل بالطرف السالب للبطارية. المصباح متصل على جانبه الأيسر بالجهد الموجب وعلى جانبه الأيمن بالملقط. إذا تم وضع الملقط على الحافة اليسرى، فسيكون التوتر على المصباح صفراً. وإذا تم وضع الملقط في الطرف الأيمن، فسيكون التوتر على المصباح هو توتر البطارية. يؤثر موقع الملقط على التوتر الكهربائي للمصباح.

القدرة القصوى

إذا قمنا بتوصيل مستهلك بمصدر طاقة غير مثالي (بطارية). تتعلق قدرة المستهلك على التوتر الكهربائي للمستهلك وشدة التيار في الدائرة، وفقًا لقانون جول.

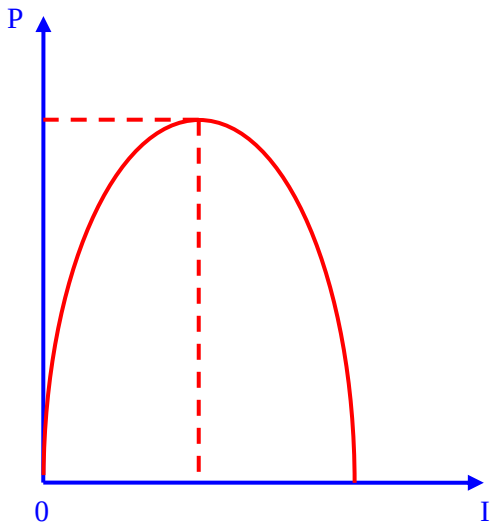
يتعلق كل من التوتر على المستهلك والتيار بمقاومة المستهلك.

يتضح أنّ القدرة على المستهلك تكون قصوى عندما تكون مقاومة المستهلك مساوية للمقاومة الداخلية للبطارية. في أي مقاومة أخرى للمستهلك ستكون قدرة المستهلك أصغر.

تتعلق قدرة المستهلك على التيار وفقًا لـ:

$$P_R = Veff \cdot I = (\varepsilon - I \cdot r) \cdot I = \varepsilon \cdot I - I^2 \cdot r$$

إذا وصفنا القدرة بيانياً كدالة للتيار، نحصل على:



نشتق الدالة ونقارنها بالصفر لإيجاد التيار المحدد الذي تكون قدرته قصوى:

$$\varepsilon - 2 \cdot I \cdot r = 0$$

$$I = \frac{\varepsilon}{2 \cdot r}$$

بشكل عام، يتعلق التيار على مقاومة المستهلك ومقاومته الداخلية، وفقًا لما يلي:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

يتحقق تعبيرا التيار فقط إذا كانت R = r لذلك من أجل أن تكون قدرة المستهلك هي القصوى، يجب أن تكون مقاومتها مساوية للمقاومة الداخلية لمصدر الجهد.

الكفاءة في الدائرة الكهربائية

$$\eta = \frac{R}{r+R}$$

بشكل عام الكفاءة تصف نجاعة النظام. تعني الكفاءة بنسبة 100 في المائة أن كل الطاقة المستثمرة قد تم استغلالها.
تُعرّف الكفاءة حسب النسبة بين الطاقة المستغلة والطاقة المستثمرة.

يتم استثمار الطاقة بواسطة مصدر الجهد، ويستقبلها المستهلك وتُهدر في المقاومة الداخلية لمصدر الجهد.
الكفاءة في الدائرة الكهربائية :

$$\eta = \frac{\text{E מתקבלת}}{\text{E מושקעת}} = \frac{P_R \cdot t}{P_{\text{מקור}} \cdot t}$$

$$\eta = \frac{P_R}{P_{\text{מקור}}} = \frac{V_{eff} \cdot I}{\varepsilon \cdot I}$$

$$\eta = \frac{V_{eff}}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon - I \cdot r}{\varepsilon}$$

$$\eta = \frac{V_{eff}}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon - \frac{\varepsilon}{r+R} \cdot r}{\varepsilon}$$

$$\eta = 1 - \frac{r}{r+R} = \frac{r+R}{r+R} - \frac{r}{r+R}$$

$$\boxed{\eta = \frac{R}{r+R}}$$

في حالة أنّ القدرة قصوى (r = R) الكفاءة لا تكون بقيمتها القصوى انما تكون مساوية 50 بالمائة.

الكفاءة 100 بالمائة فقط إذا كانت المقاومة الداخلية تساوي الصفر.