

تجهيزات مباني 1

الدكتور المهندس
علاء الدين أحمد حسام الدين



مفردات المقرر

- ❖ مقدمة.
- ❖ مكونات الشبكة الكهربائية السورية.
- ❖ المفاهيم الأساسية في الكهرباء.

المفاهيم الأساسية في الكهرباء

BASIC CONCEPTS OF ELECTRICITY

التيار الكهربائي Electric Current:

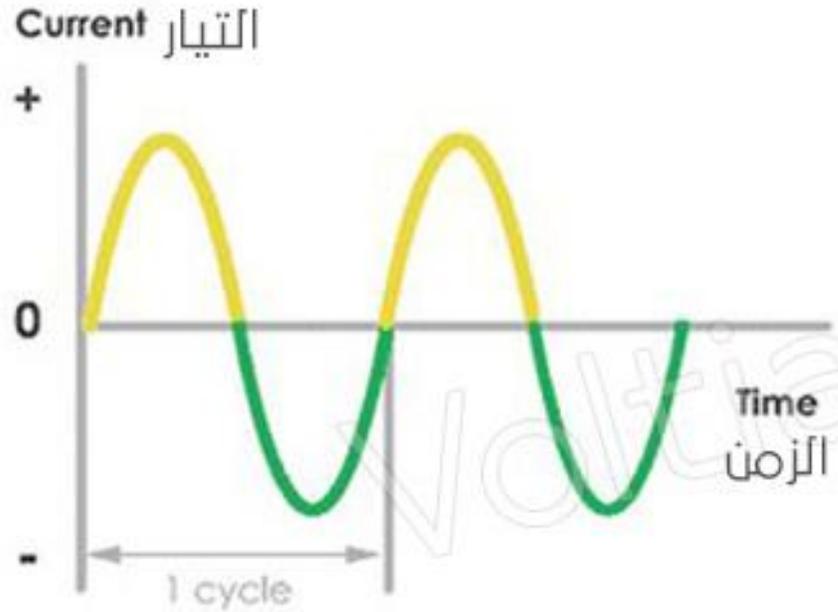
يعرف التيار الكهربائي بأنه معدّل سريان الشحنة بالنسبة للزمن، فالتيار الكهربائي يسري في ناقل ما عندما تنتقل شحنة q من نقطة إلى أخرى فيه.

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow [i] = \left[\frac{C}{s} \right] = [\text{Ampere}]$$

يقاس التيار بوحدة الأمبير [A].



ويسمى التيار الثابت
القيمة مع الزمن تياراً
مستمراً
.Direct Current (DC)



يسمى التيار المتغير القيمة
خلال الزمن تياراً متناوباً
Alternating Current (AC)

كثافة التيار الكهربائي Current Density

تمثل معدل سريان التيار بالنسبة لمساحة مقطع الناقل:

$$j = \frac{di}{dS} \Rightarrow [j] = \left[\frac{A}{m^2} \right]$$

عندما يكون سيل الشحنات موزعاً بانتظام على كامل المساحة S من مقطع الناقل تكون كثافة التيار هي:

$$J = \frac{I}{S}$$

∴ فرق الجهد Potential Difference

فرق الجهد بين نقطتين هو العمل اللازم لنقل واحدة الشحنة من إحدى هاتين النقطتين إلى الأخرى. واحدته الفولت [V] [Volt]، والفولت هو فرق الجهد بين نقطتين عندما يكون العمل مساوياً [Joule] 1 لنقل شحنة قيمتها .1 [C]

$$V = \frac{dW}{dq}$$

$$[\text{Volt}] = \frac{[\text{Joule}]}{[\text{Coulomb}]}, [V] = \frac{[J]}{[C]}$$

الاستطاعة والقدرة (الطاقة) :Power and Energy

الاستطاعة هي معدل تغير القدرة المنتقلة بالنسبة للزمن (القدرة في واحدة الزمن)، أي:

$$p = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt}$$
$$= v \cdot i$$

وهي قيمة جبرية تكون موجبة عند إشارة واحدة لكل من الجهد والتيار وسالبة عند إشارة مختلفة لهما.

$$W = \int_{t_1}^{t_2} p \cdot dt \text{ [Joul]}$$

تُحسب القدرة المستهلكة خلال فترة زمنية من t_1 إلى t_2 بالعلاقة:

وخلافاً للاستطاعة التي يمكن أن تكون موجبة أو سالبة فإن القدرة المستهلكة لا يمكن أن تكون سالبة أبداً.

الدائرة الكهربائية وعناصرها :

:Electric circuit and its elements

تُعرّف الدارة الكهربائية بأنها ارتباط مجموعة من الأجهزة والعناصر التي تشكل مساراً للتيار الكهربائي وللظواهر الكهربائية. وتتكوّن الدارة من عناصر فعّالة (**Active elements**) (مصادر تغذية)، وعناصر غير فعّالة (**Passive elements**) (مستهلكو القدرة الكهربائية)، بالإضافة إلى عناصر التوصيل التي تربط المصادر مع المستهلكين.

العناصر الفعّالة (مصادر التغذية): هي مصادر الجهد أو التيار التي تجري فيها عملية تحويل أي شكل من أشكال الطاقة (حرارية، كيميائية، ميكانيكية، ...) إلى طاقة كهربائية.

العناصر غير الفعّالة: تمثل مستهلك الطاقة، أي ما يسمّى الحمل الكهربائي أو الحمولة الكهربائية (Electric Load)، وهي تمثل العناصر التي تحدث فيها عملية تحويل الطاقة الكهربائية إلى ضوء، حرارة، حركة ميكانيكية (المصابيح، السخانات، المحركات...)، (مقاومات، وشائع، مكثفات).

المقاومة Resistor:

هي عنصر يتلقى القدرة الكهربائية فيحولها إلى حرارة، وتعرف الخاصية المميزة لهذا العنصر بالمقاومة (**Resistance**) ويرمز لها بالرمز (**R**) أو (**r**)، حيث يُظهر الشكل نموذجين من المقاومة: ثابتة، ومتغيرة.



مقاومة ثابتة

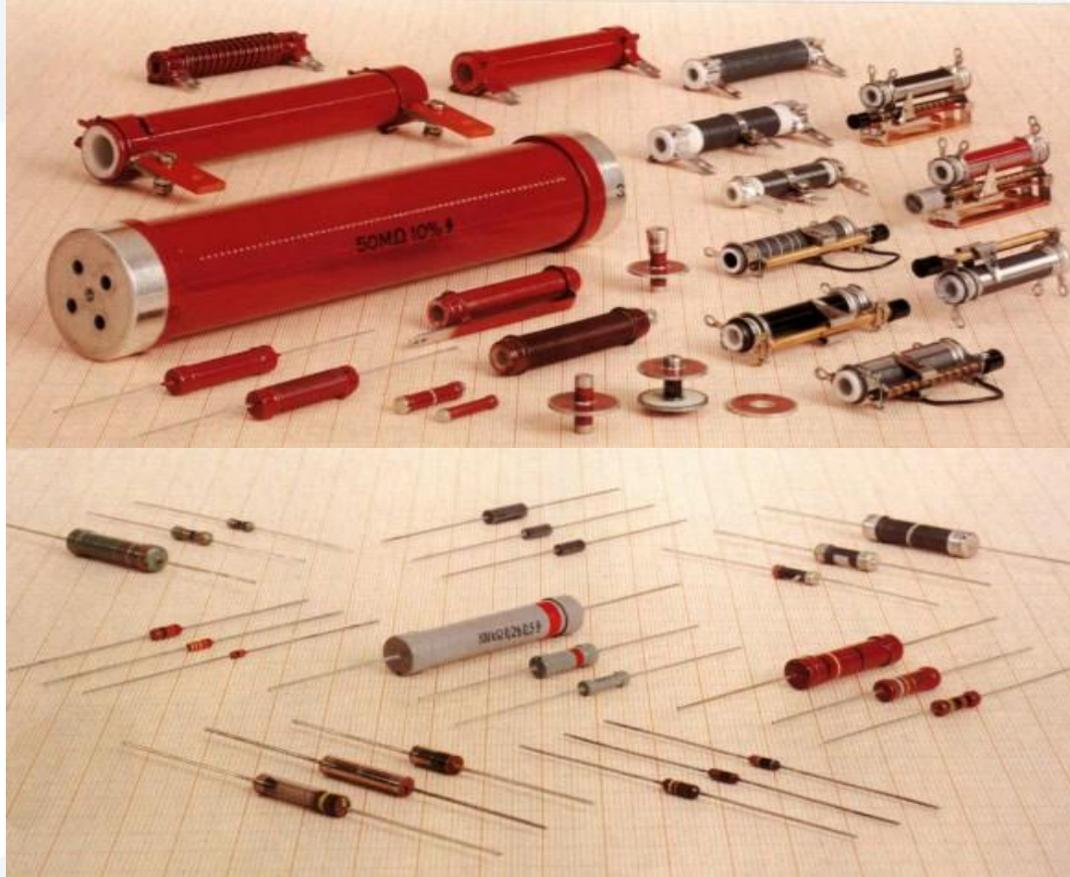


مقاومة متغيرة

واحدة قياس المقاومة هي:

$$[R] = \frac{[V]}{[I]} = \frac{[\text{Volt}]}{[\text{Ampere}]} = [\text{Ohm}] \equiv [\Omega]$$

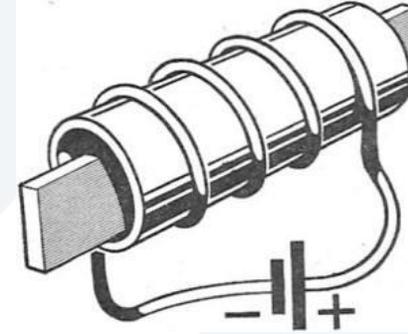
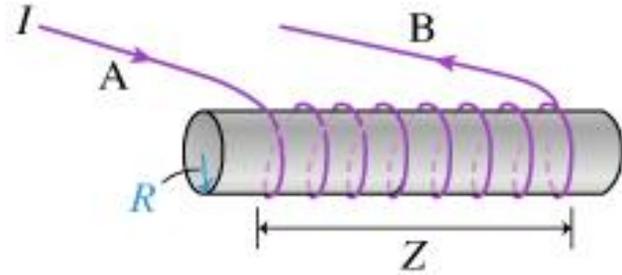
وتُعرّف واحدة الأوم بأنها مقاومة ناقل يمر فيه تيار مقداره
(1 A) عند تطبيق جهد على طرفيه قيمته (1 V).



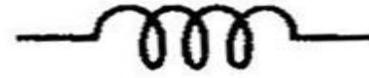
نماذج صناعية للمقاومة.

الوشية (الملف) (Coil or Inductor) :

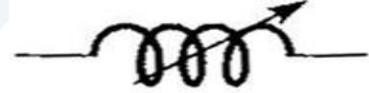
تخزن الوشية القدرة الكهربائية على شكل حقل مغناطيسي، وتعرف الخاصية المميزة لهذا العنصر بالتحريضية L ، **Indutance**، واحدها الهنري **[H]** [Henry]



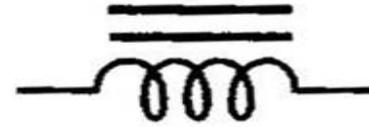
وشيعة ثابتة بنواة هوائية.



وشيعة متغيرة بنواة هوائية.



وشيعة ثابتة بنواة حديدية.

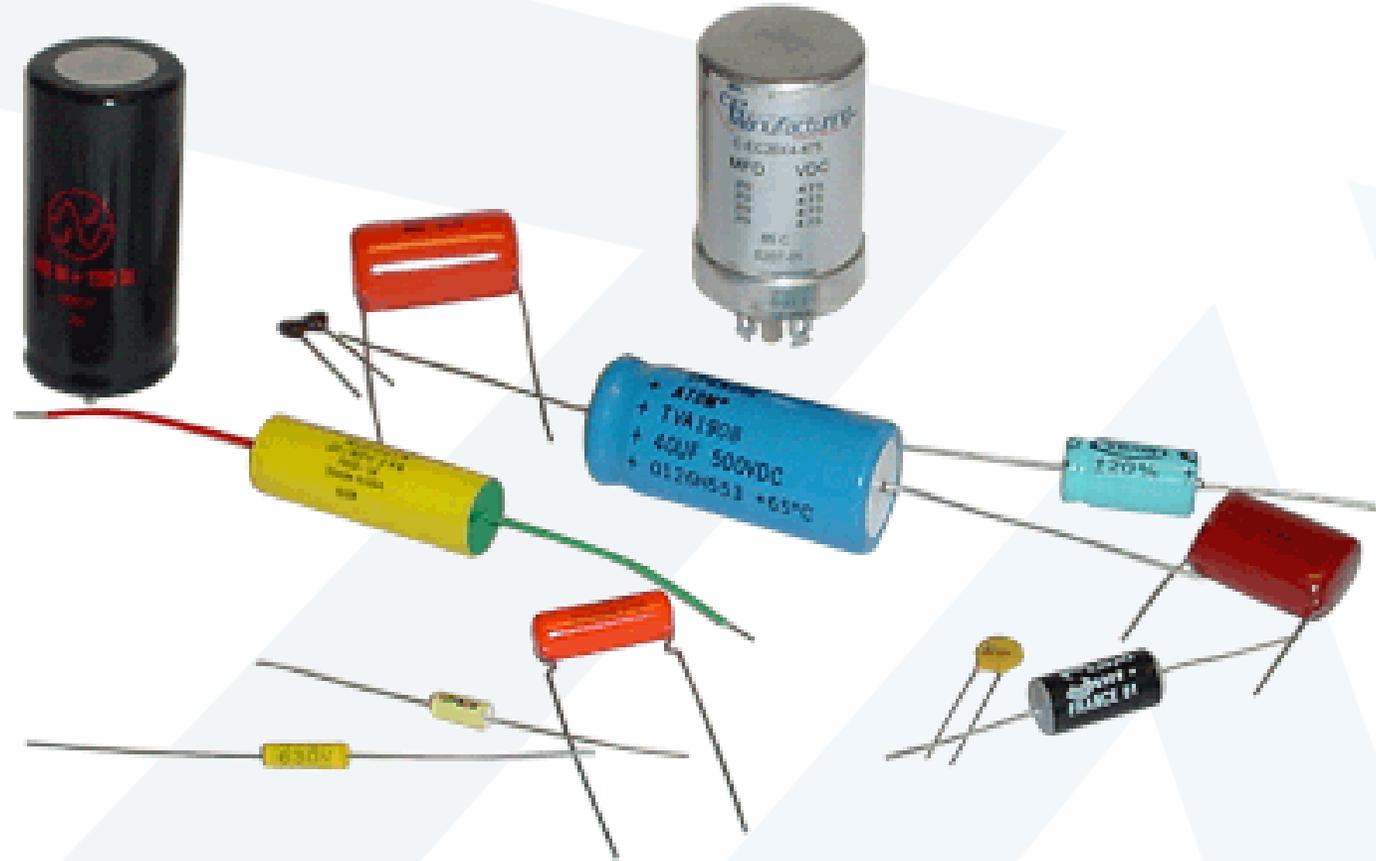


تمثيل الوشيعة.

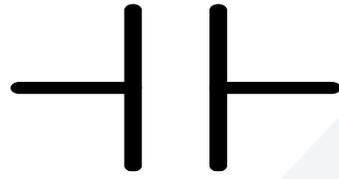
المكثف Capacitor

هو عنصر يخزن القدرة الكهربائية كحقل كهربائي بين لبوسيه، والخاصة التي تميز المكثف هي السعة $[C]$ [Capacitance].
تقاس السعة بوحدة الفاراد $[F]$ [Farad]، وأبسط أشكال المكثف عبارة عن صفيحتين معدنيتين متوازيتين يفصلهما عازل.

يسمى الناقلان اللذان تتجمع فيهما الشحنات بلوحي أو لبوسي المكثف. وتكون المسافة بينهما صغيرة بالمقارنة ببعديهما الخطيين. في هذه الحالة يكون الحقل الكهربائي لشحناتها متمركزاً بين اللبوسين، ولا تعتمد السعة الكهربائية للمكثف على الأجسام المحيطة. ويوضع المكثف داخل هيكل للحفاظ عليه من التأثيرات الميكانيكية.



يُمثّل المكثف في الدارات الكهربائية كما هو موضّح بالشكل.



b)



a)

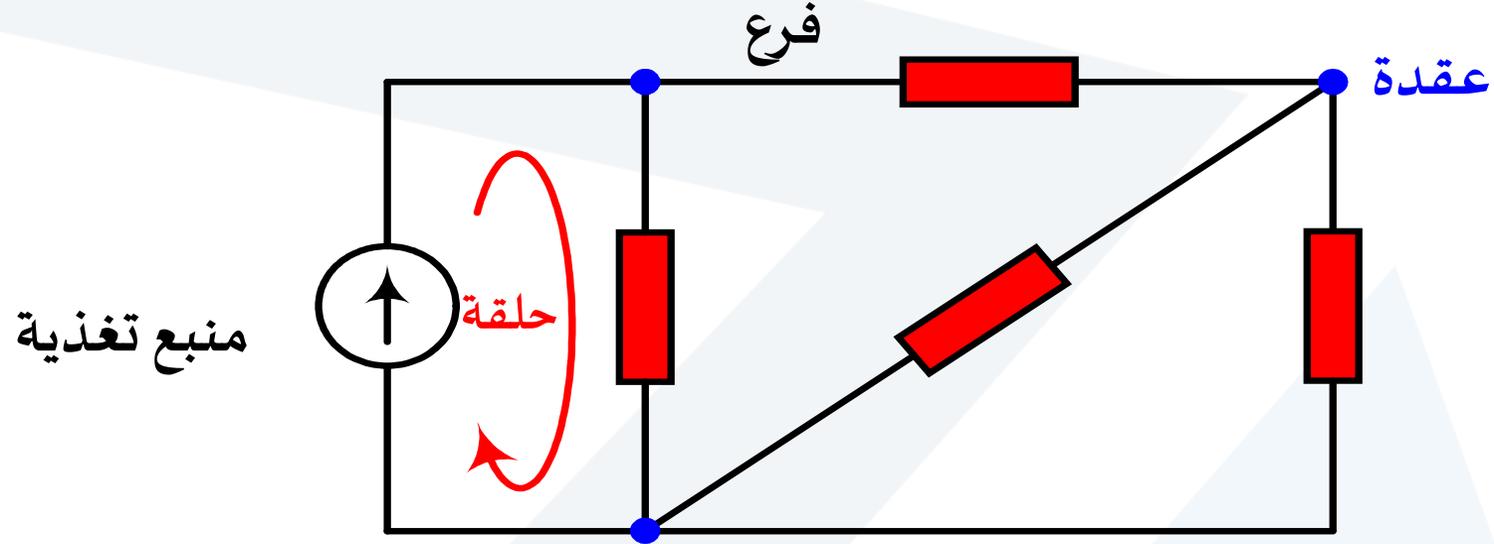
a) مكثف متغيّر السعة ، b) مكثف ثابت السعة.
تمثيل المكثف في الدارات الكهربائية.

القوانين الأساسية في

الدوائر الكهربائية

**BASIC LAWS ELECTRICAL
CIRCUITS**

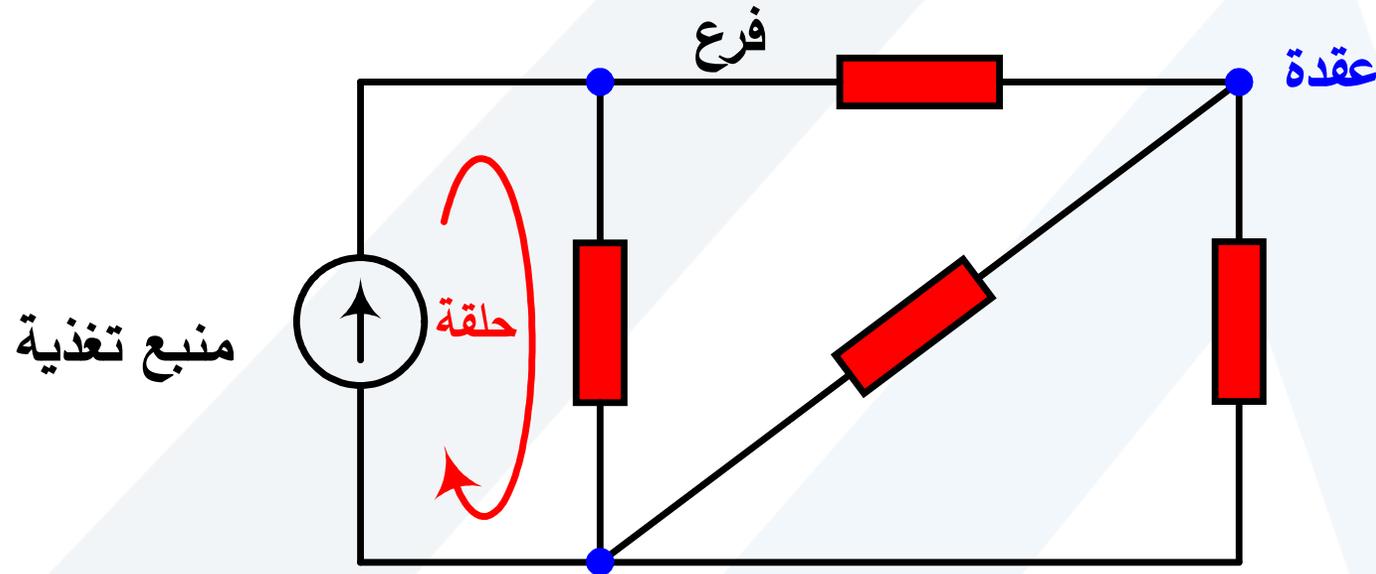
يبين الشكل نموذجاً لدارة كهربائية.

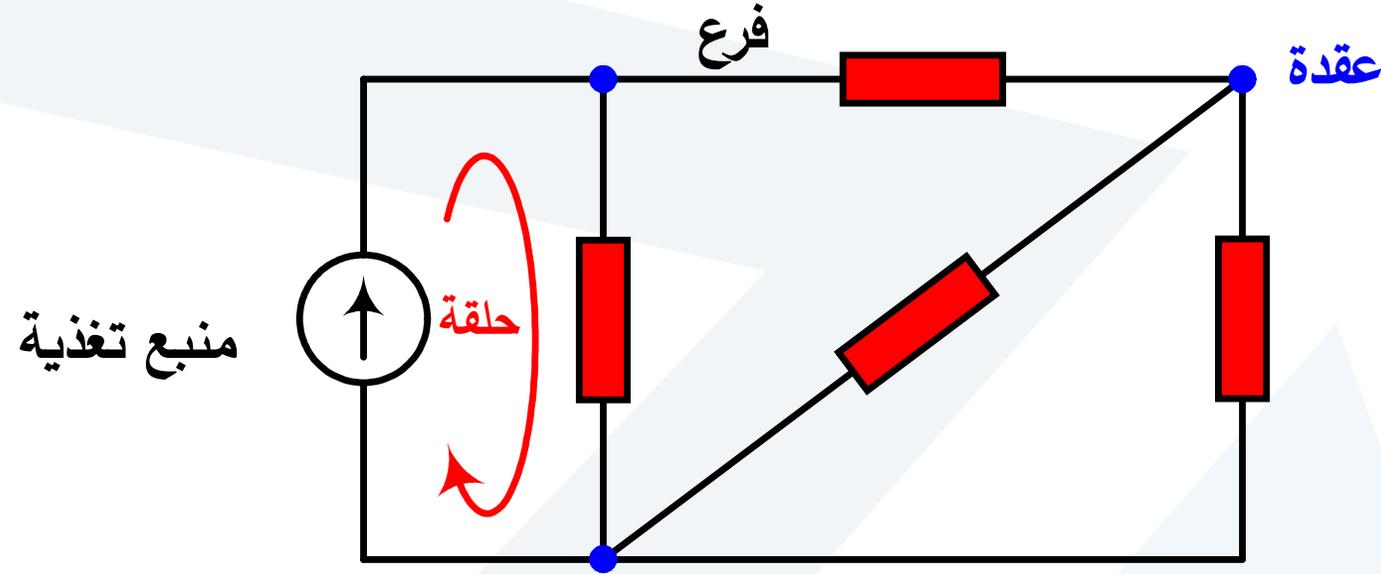


نموذج لدارة كهربائية.

العقدة Node: وهي عبارة عن نقطة اتصال كهربائية لثلاث نهايات أو فروع على الأقل من عناصر الدارة، أي هي ملتقى التيارات الداخلة والخارجة.

فرع الدارة **Branch**: هو جزء من الدارة موجود بين عقدتين، ويحوي عنصراً واحداً على الأقل (أو عدة عناصر موصولة تسلسلياً). الفروع الموصولة مع زوج من العقد تسمى فروعاً تفرعية (وصل تفرعي).

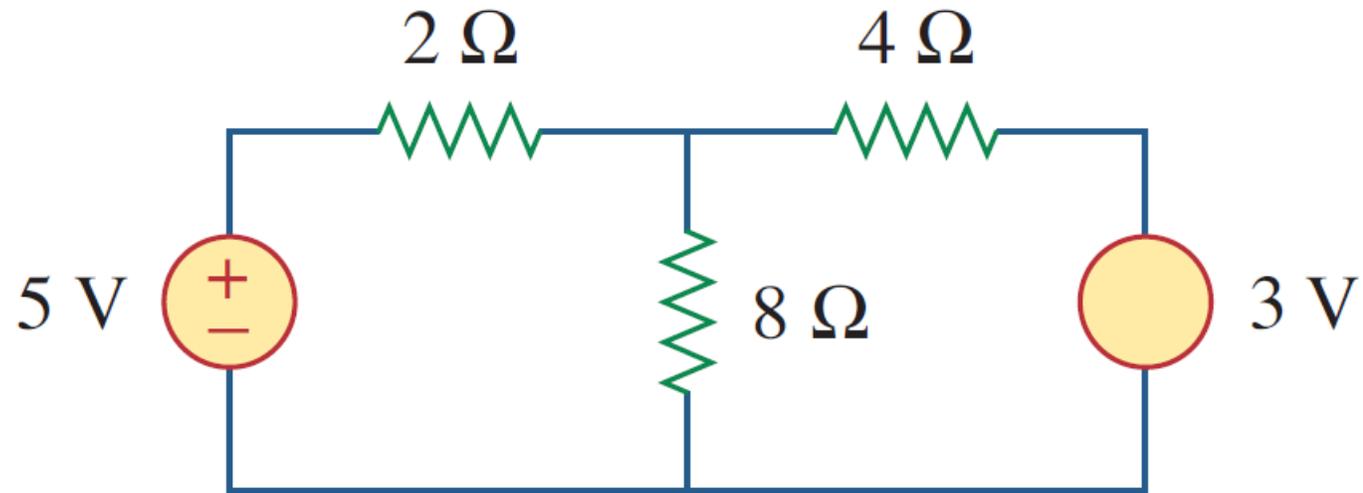


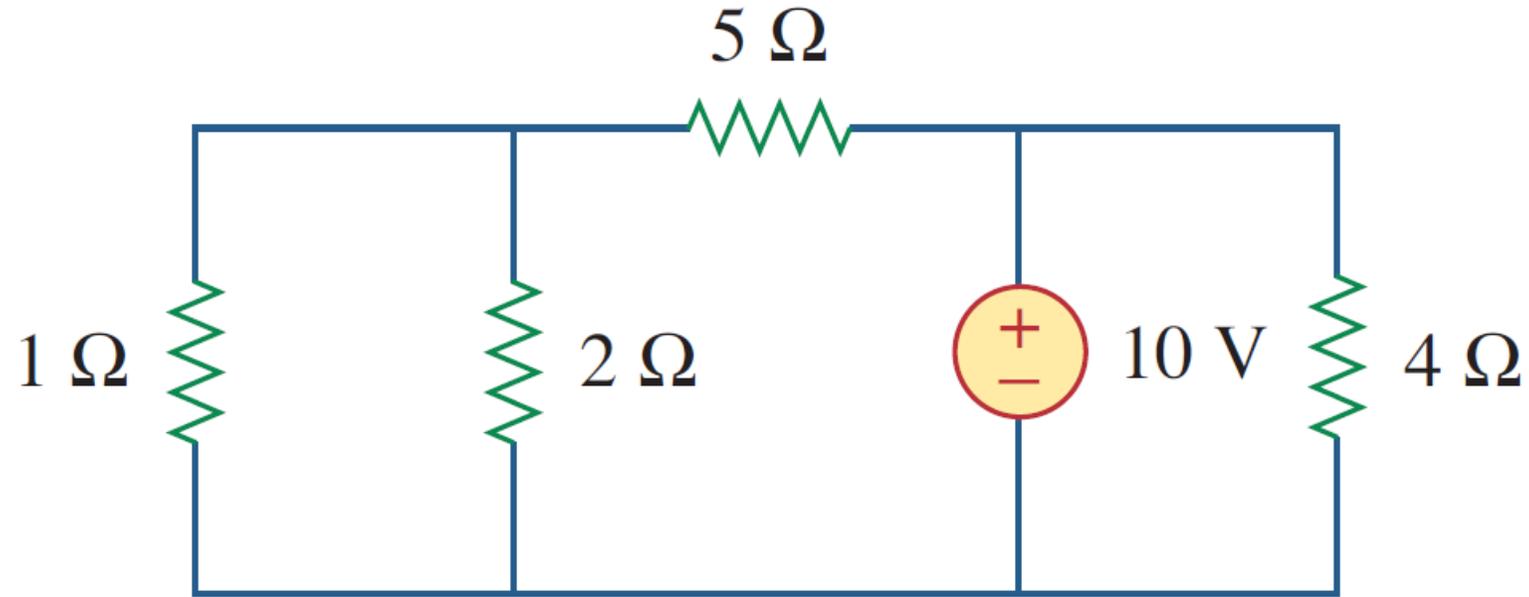


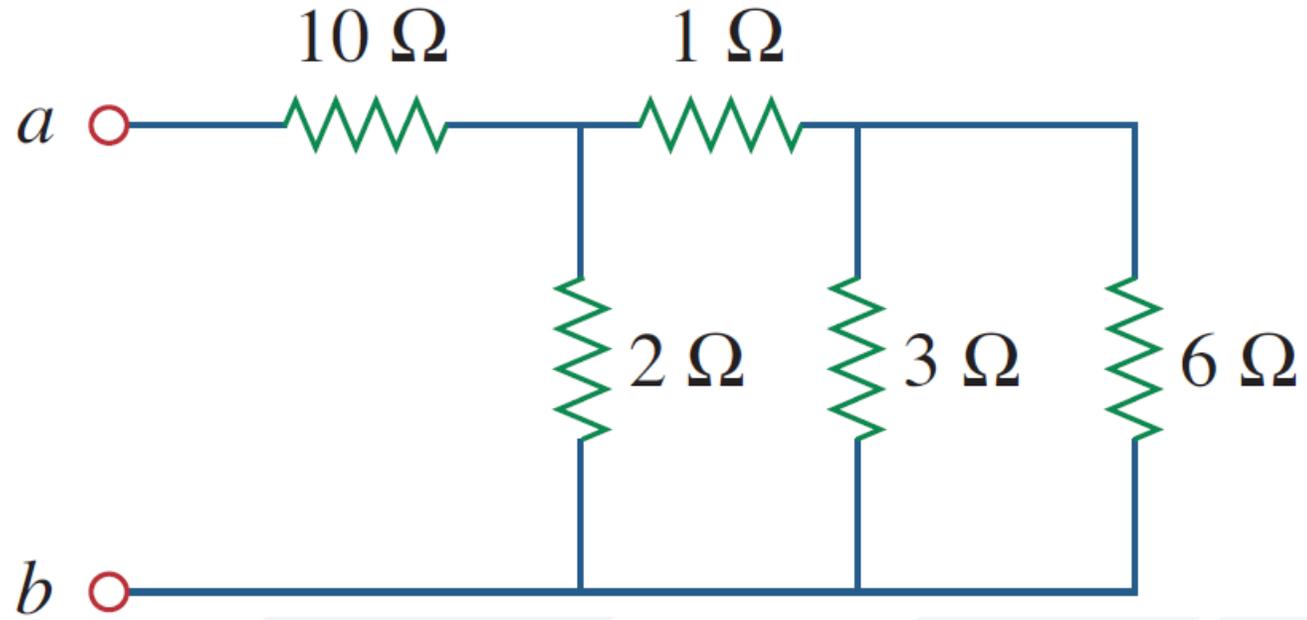
الحلقة Loop: هي دائرة كهربائية مغلقة يمكن إغلاق تيار كهربائي فيها.

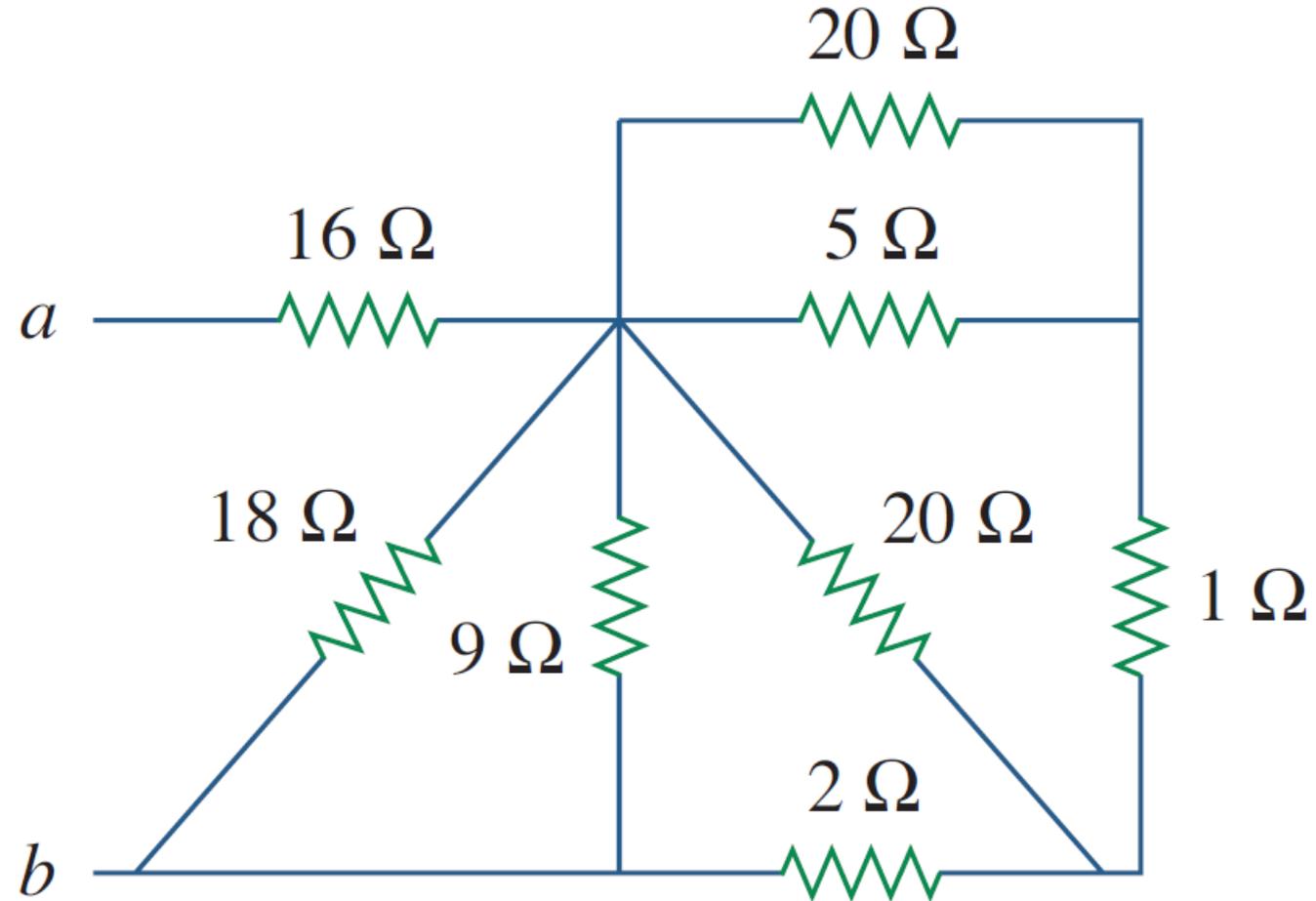
تتصل عناصر الدارة مع بعضها البعض بواسطة أسلاك عديدة المقاومة.

احسب عدد العقد وعدد الفروع وعدد الحلقات للدارات الآتية:



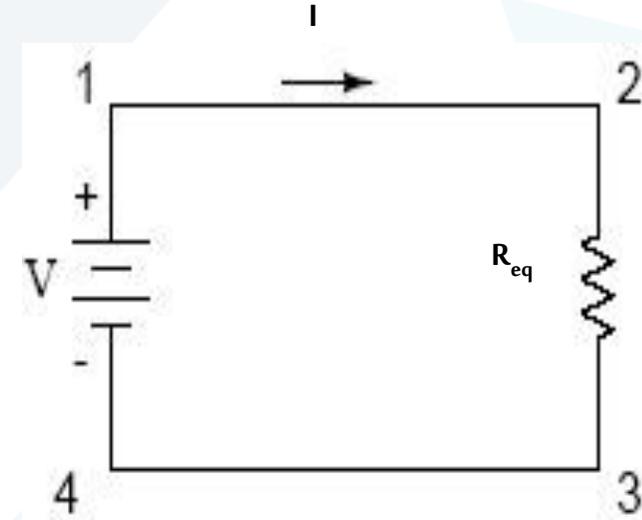
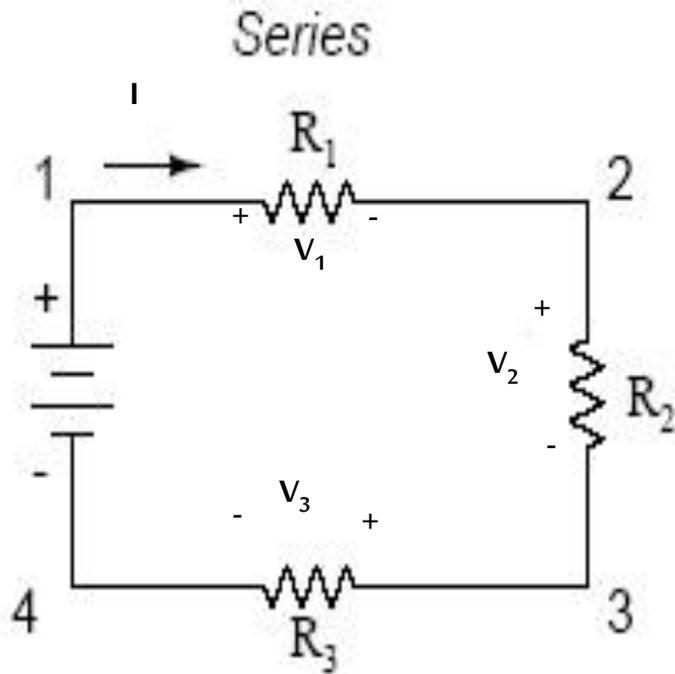






طرق وصل المقاومات:

وصل تسلسلي Serial Connection:



الوصل التسلسلي للمقاومات.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \quad \text{المقاومة المكافئة}$$

تسمى المقاومة R_{eq} المقاومة المكافئة لمقاومات الدارة، وهي قيمة المقاومة التي لو استعويض بها عن مقاومات الدارة كلها عند ثبات قيمة الجهد لما تسبب ذلك تغيراً في قيمة التيار المار عبر الدارة.

ملاحظة 1: إذا كانت المقاومات متساوية $R_1 = R_2 = R_3 = R$

$$R_{eq} = 3 \cdot R$$

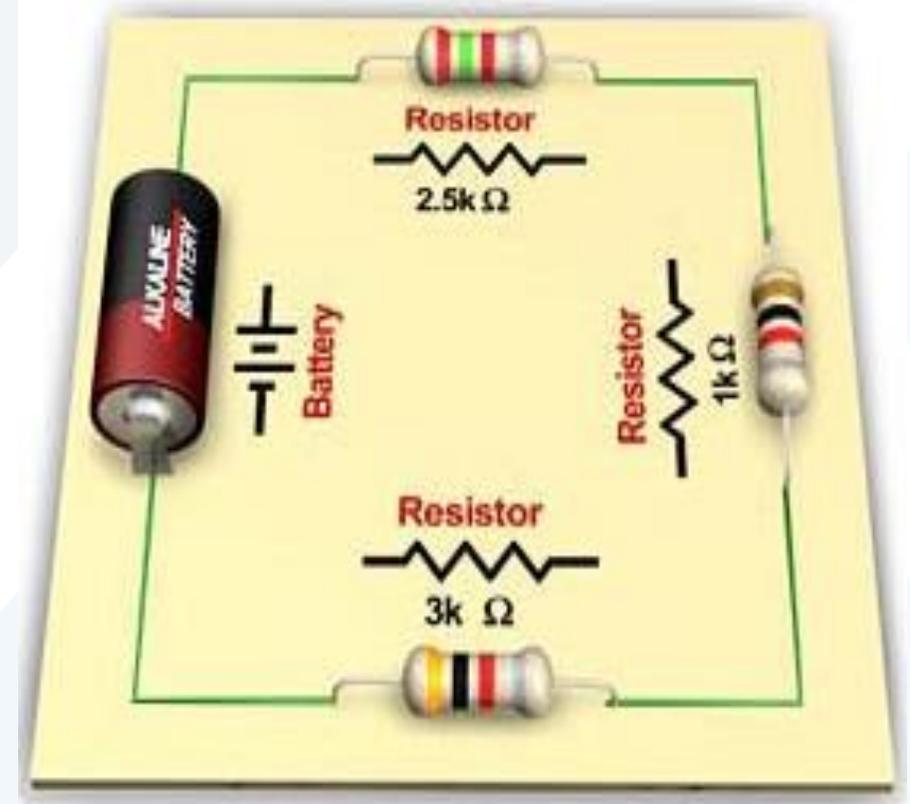
وفي الحالة العامة: إذا كانت الدارة مكوّنة من n فرع موصولين تسلسلياً، وكانت مقاومات هذه

الفروع متساوية R فإن المقاومة المكافئة تساوي: $R_{eq} = n \cdot R$

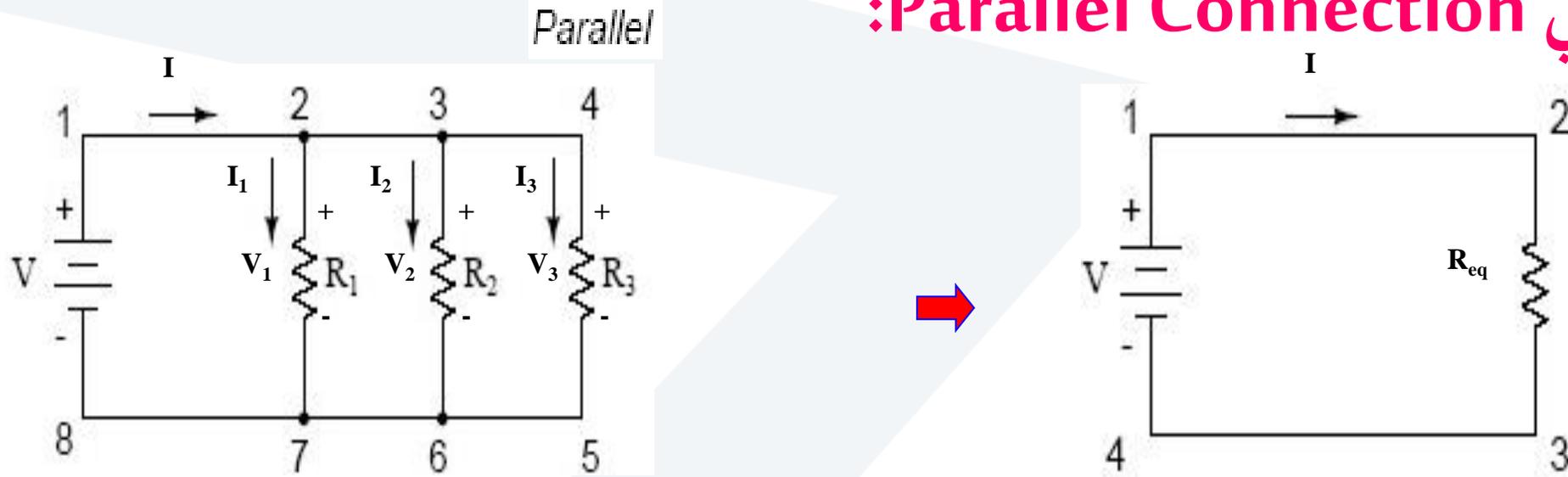
ملاحظة 2: تكون قيمة المقاومة المكافئة في حالة الوصل التسلسلي أكبر من أي من المقاومات التسلسلية.

تطبيق: احسب المقاومة المكافئة للدارة التطبيقية المبينة بالشكل:

$$R_{eq} = 2.5 + 1 + 3 = 6.5 [k\Omega]$$



وصل تفرعي Parallel Connection :



الوصل التفرعي للمقاومات.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

حساب المقاومة المكافئة

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}$$
$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

ملاحظة 1: إذا كانت المقاومات متساوية $R_1 = R_2 = R_3 = R$ تصبح العلاقة الأخيرة كما يأتي:

$$R_{eq} = \frac{R^3}{3 \cdot R^2} = \frac{R}{3}$$

وفي الحالة العامة: إذا كانت الدارة مكوّنة من n فرع موصولين تفرعياً، وكانت مقاومات هذه الفروع متساوية R فإن المقاومة المكافئة تساوي:

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

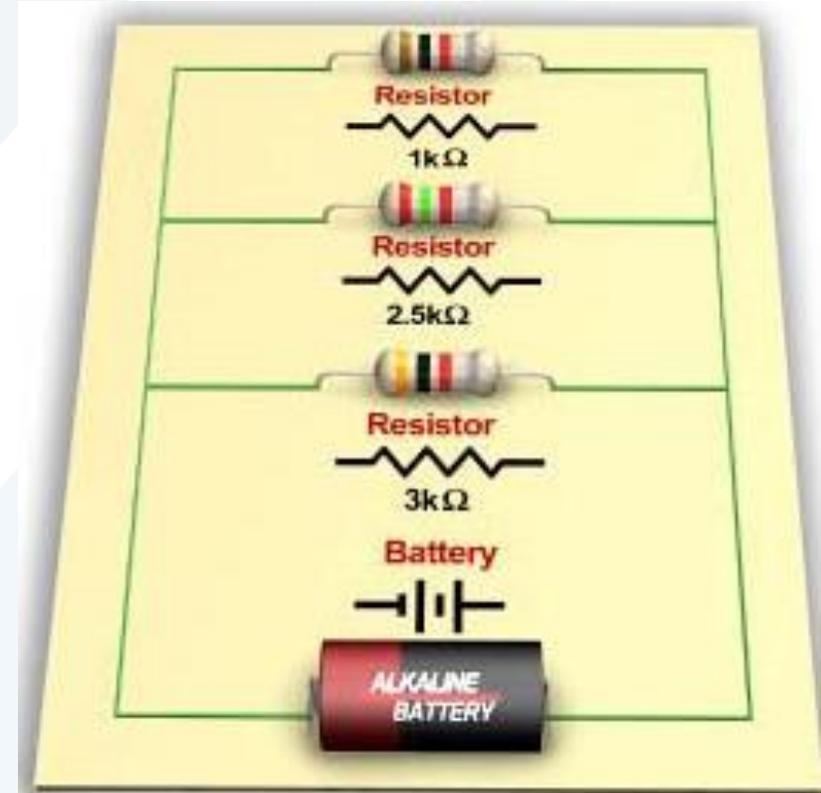
ملاحظة 2: المقاومة المكافئة لفرعين موصولين على التفرع، مقاومة الأول R_1 والثاني R_2 هي:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

ملاحظة 3: نلاحظ أن قيمة المقاومة المكافئة في حالة الوصل التفرعي تكون أصغر من أي من المقاومات التفرعية.

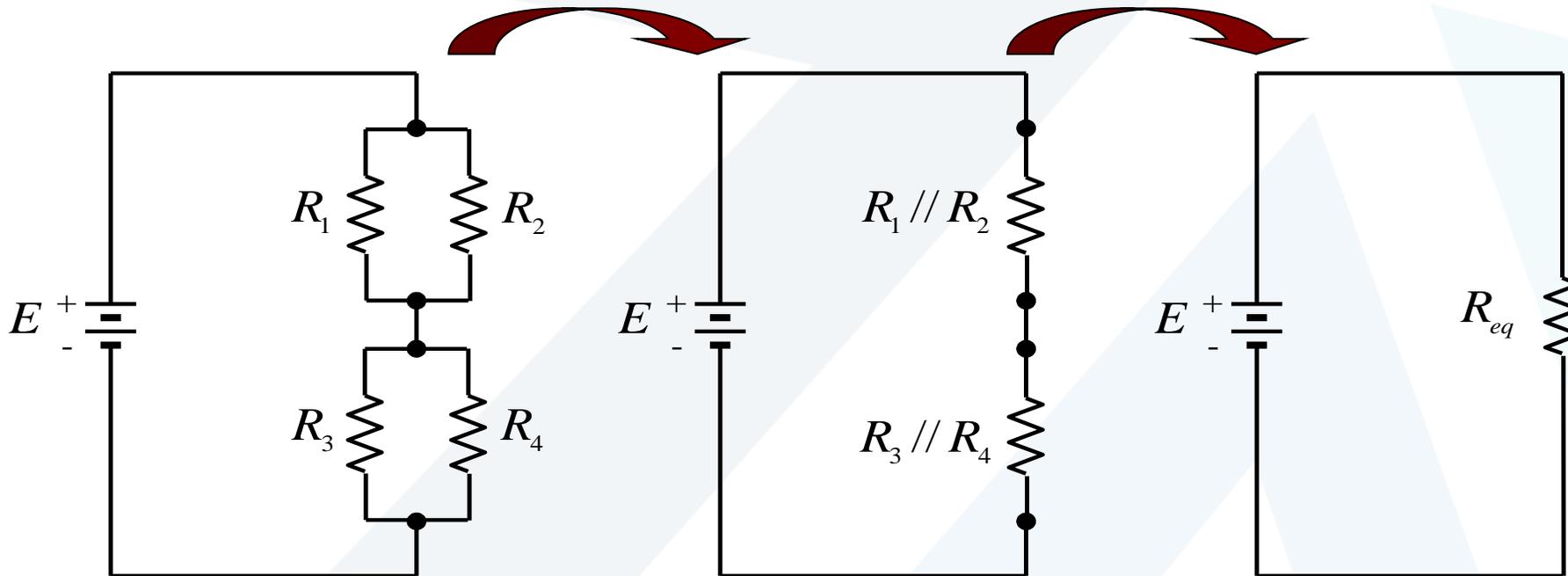
تطبيق: احسب المقاومة المكافئة للدارة التطبيقية المبينة بالشكل:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2.5} + \frac{1}{3}$$
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{13}{7.5} = 1.73[S]$$
$$\Rightarrow R_{eq} = 0.578[k\Omega]$$



وصل مختلط تسلسلي- تفرعي

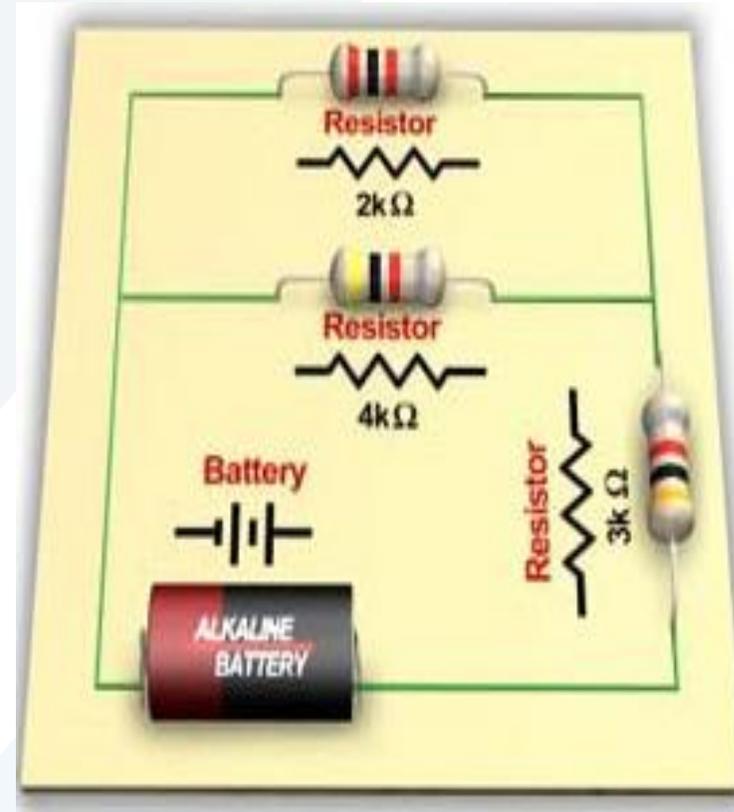
:Series-Parallel Connection

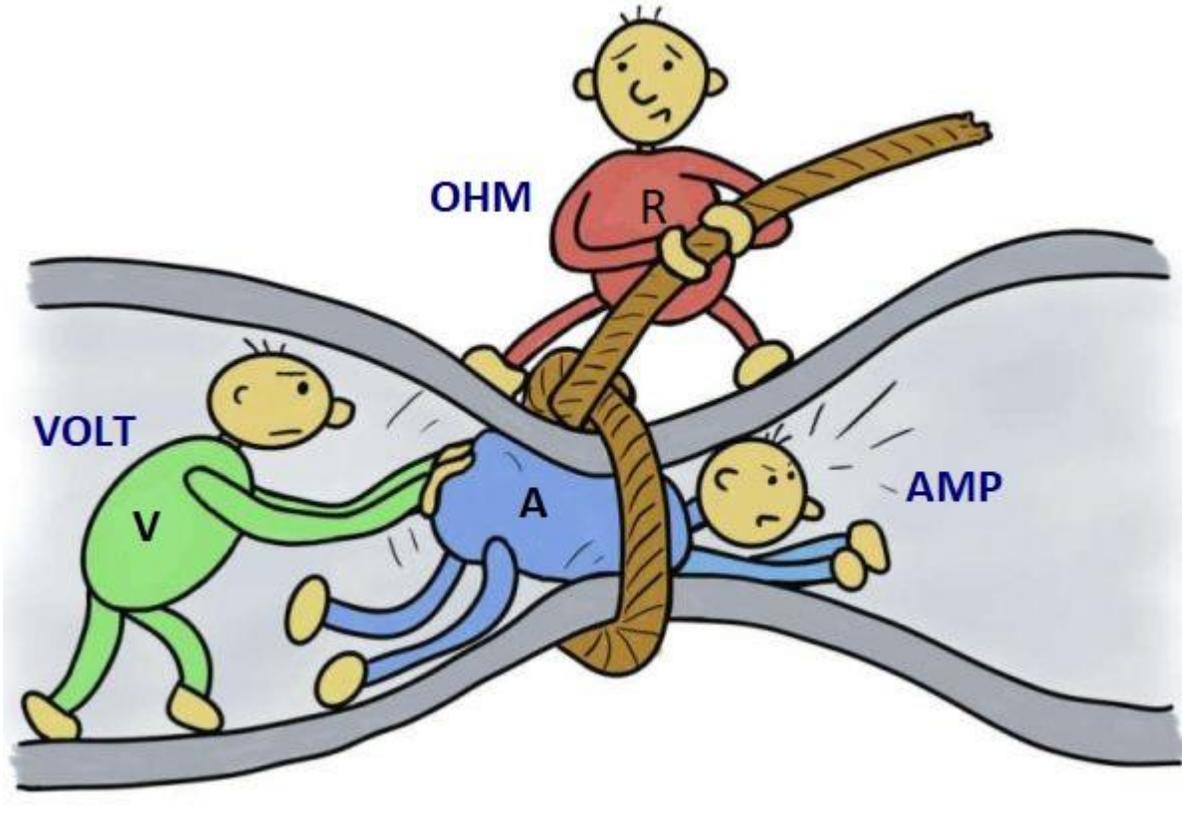


الوصل المختلط وكيفية الحصول على المقاومة المكافئة.

تطبيق: احسب المقاومة المكافئة للدارة التطبيقية المبينة بالشكل:

$$R_{eq} = 3 + \left(\frac{2 \times 4}{2 + 4} \right)$$
$$R_{eq} = 3 + \frac{8}{6} = \frac{26}{6}$$
$$\Rightarrow R_{eq} = 4.33 [\text{k}\Omega]$$





قانون أوم Ohm's Law:

يعطى قانون أوم بالعلاقة:

$$V = I \times R$$

