# الكهربائيه الأساسيه

## وحدات القياس الأساسيه-:

| Symbol الرمز | Unit وحدة القياس | Quantity الكمية |
|---|---|---|
| m | Meter متر | Length الطول |
| kg | Kilogram كيلوجرام | Mass الكتلة |
| A | Ampere أمبير | Current التيار |
| s | Second ثانية | Time الزمن |
| K | Kelvin كالفن | Temperature الحرارة |
| cd | Candle شمعة | Luminous Intensity شدة الإضاءة |

**تعتبر هذه هي الوحدات الاساسيه ويوجد بعض الوحدات الفرعيه من الوحدات الاساسيه كالقوة ووحدة قياسها هي النيوتن وهي تتكون من كيلوجرام لكل ثانيه تربيع أماالقدرة الكهربيه فتقاس بالوات ويتكون من نيوتن متر لكل ثانيه.**

## وحدات القياس المرادفه لوحدات القياس-:

| المضروب Power of ten | الرمز Symbol | محدد وحدة القياس Prefixes to the Units |
|---|---|---|
| $1*10^{-18}$ | a | Atto آتو |
| $1*10^{-15}$ | f | Femto فيمتو |
| $1*10^{-12}$ | p | Pico بيكو |
| $1*10^{-9}$ | n | Nano نانو |
| $1*10^{-6}$ | $\mu$ | Micro ميكرو |
| $1*10^{-3}$ | m | Milli ملي |
| $1*10^{-2}$ | c | Centi سنتي |
| $1*10^{-1}$ | d | Deci ديسي |
| $1*10^{1}$ | da | Deka ديكا |
| $1*10^{2}$ | h | Hecto هيكتو |
| $1*10^{3}$ | k | Kilo كيلو |
| $1*10^{6}$ | M | Mega ميجا |
| $1*10^{9}$ | G | Giga جيجا |
| $1*10^{12}$ | T | Tera تيرا |

## الكميات الكهربائيه الأساسيه-:

الكميات الكهربائيه الأساسيه هي الشحنه والتيار والفولت وأخيرا المقاومة الكهربائيه وسنبدأتباعا في سرد كلا منهم

### 1-الشحنه-:

ويرمز لها بالرمزQ وهي نوعان شحنه سالبه تمثل الكترون واخري موجبه تمثل البروتون

وحدة قياس الشحنه كولوم ويرمز له بالرمزC

### 2-التيار-:

يعتبر التيار الكهربي من أهم الوحدات الاساسه ويرمز له بالرمزI
وهو معدل مرور الشحنه الموجبه باتجاه ما بالنسبه للزمن تحت تأثير قوة ما (فرق الجهد)

$$I=dQ\backslash dt$$

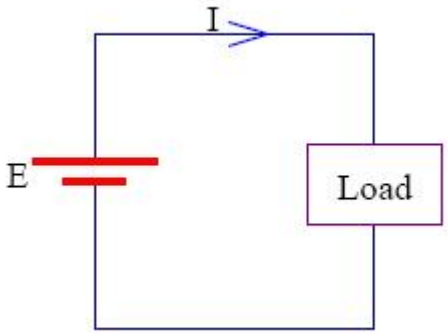
حيث:

I:هو التيار ويقاس بالامبيرA

Q:هو الشحنه ويقاس بالكولوم

t:هو الزمن ويقاس بالثانيه

ولكي يمر تيار في دائرة كهربائيه فيتطلب ذلك وجود مصدر خارجي يحرك الالكترونات خلال الموصل بين نقطتين وينشأما يسمي بفرق الجهد بين هاتين النقطتين.



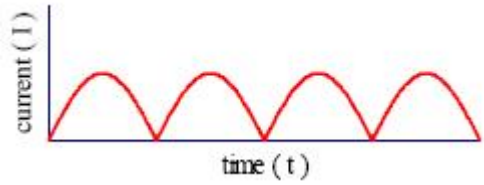

ويمكن التعبير عن مسار التيار الكهربي بأنه يسري من القطب الموجب الي القطب السالب لمصدر الجهد خارجيا لذلك فأن حركة التيار تكون من النقطه الأعلي جهدا الي نقطه اخري تكون اقل جهدا.

ويمكن القول بأت للتيار الكهربي أنواع مختلفه باختلاف شكل المصدر كما يلي-:

*التيار المستمر-:DC Current

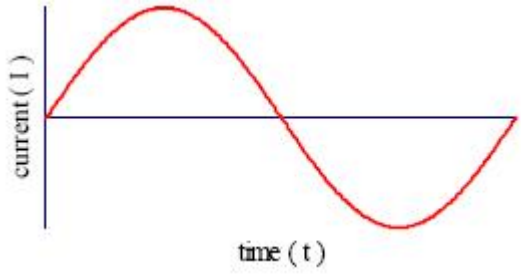
التيار المستمر ثابت القيمه ولا يغير اتجاهه بالنسبه للزمن كما هو مبين بالشكل

*تيار موضعي-:Pulsating Current




وهو تيار مستمر تتغير قيمته دوريا ولا يتغير اتجاهه كما هو مبين بالشكل

*تيار مستمرAC Current




وهو تيار متغير القيمه والتجاه دوريا مثل موجةsin wave

<u>3-الجهد-:</u>

يعرف الجهد بأنه الشغل اللزم لنفل وحدة الشحنات من نقطه لأخري ويقاس بالفولت volt

V=J/C=dW/dt

**حيث أنه-:**

**v:الجهد**

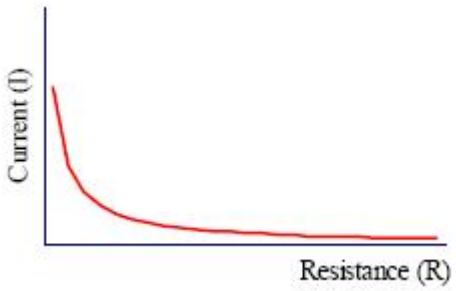
**W:الشغل ويقاس بالجول**

**Q:الشحنه وتقاس بالكولوم**

## 4-المقاومة-:

**تعتبر المقاومه من العناصر الرئيسيه المكونه للدوائر الكهربيه حيث تعتمد عليها قيمة بقية العناصر الأخري مثل التار والقدرة.**

**والمقاومة هي النسبه بين الجهد والتيار وهذا التناسب اثبته العالم اوم وتتناسب عكسيا مع التيار اي انه كلما زاد التيار قلت قيمة المقاومة والعكس صحيح**




## -مقاومة السلك الموصل-:

**تعتمد مقاومة الموصلات علي التالي:**

**1-طول الموصل ويرمز له بالرمزL**

**2-مساحة المقطع ويرمز لهاA**

**3-نوع الماده(المقاومة النوعيه) ويرمز لها بسيجما**

**4-درجة الحرارة ويرمز لها بالرمزT**

**من هذه العوامل يمكن تحديد قيمة مقاومة الموصل-:**

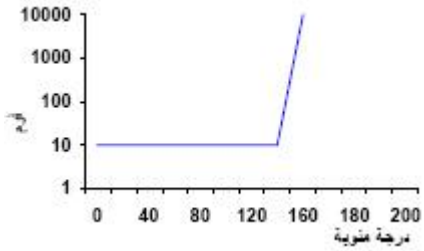
## أنواع المقاومات-:

### 1-المقاومة الضوئيه-:

**في هذا النوع نجد أنه قيمتها تقل عند تسليط الضوء عليها وتزيد عند حجب الضوء عنها وتصل قيمتها الي قيمه كبيرة جدا عندما يحجب الضوء عنها كليا**

### 2-المقاومة الحراريه-:

**تعتمد قيمة هذه المقاومة علي الحرارة حيث ان قيمتها تقل عند زيادة درجة الحرارة**




## 3-المقاومات التي تعتمد قيمتها على الجهد-:

يرمز لهذه المقاومات بالرمزVDR
وهي التي تقل قيمتها بزيادة الجهد المطبق عليها.

## 4-المقاومة الخطيه-:

يوجد منها ثلاث انواع

### أ-مقاومات السلك الملفوف:

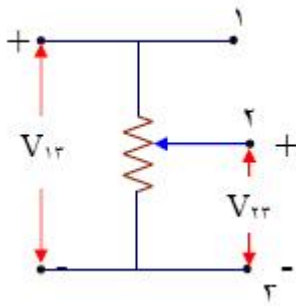
حيث يوجد منها قيم مختلفه

### ب- المقاومات المتغيرة:

يمكن من خلال هذه المقاومات الحصول علي قيم مختلفه من المقاومات علي حسب وضع الطرف المنزلق لهذه المقاومات ويوجد نوعان منها

### الأول:

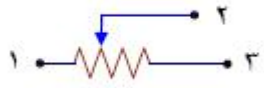
مقاومات مجزيء الجهد:
من الممكن ان تستخدم كمجزيء للجهد ولها ثلاثة أطراف




وأخيرا أن مدي التحكم في مثل هذه المقاومات قد يصل الي عدة ميجا أوم

### الثاني:

ريوستات:
لها عدة خواص مثل ان مدي التحكم اقل مما هو عليه في النوع السابق ويصل الي عدة كيلو أوم وتستخدم غالبا كأداة تحكم دقيقه في نظم التحكم الصناعيه زكذلك للتحكم في قيمة التيار في التطبيقات الضغيرة




**الثالث:**

**المقاومة الكربونيه:**

**يعتبر هذا النوع هو الاكثر انتشارا واستخداما ويرجع ذلك للمادة المستخدمه وهي الكربون ويمكن معرفة قيم المقاومات عن طريق شفرة الألوان أو قياسها بجهاز الاوميتر**

**الموصليه:**

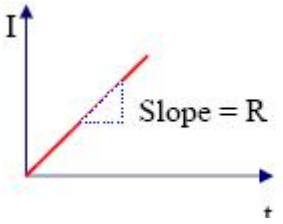
**ويرمز لها بالرمزGوتقاس بالسيمنز والذي يكافيء امبير لكل فولت وهو مقلوب المقاومه**

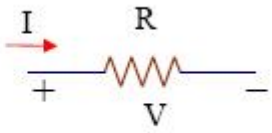
$$G=1/R$$

**الباب الثاني**

# قانون اوم

**أثبت جورج سيمون اوم من خلال دراسته أن التيار الكهربائي يتناسب طرديا مع الجهد المطبق علي الدائرة وأن العلاقه بين التيار والجهد في دائرة كهربائيه هي علاقه خطيه كذلك فأن التيار يتناسب عكسيا مع قيمة المقاومة الكلية للدائرة كما بالشكل التالي**




# قانون اوم-:

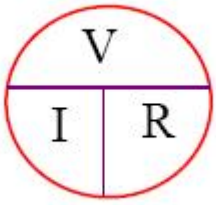
**ينص قانون اوم علي ان التيار المار في مقاومة يتناسب مباشرة مع الجهد المطبق علي المقاومه ويتناسب عكسيا مع قيمة المقاومة.**

**الصيغه الرياضيه-:**

$$I=V/R$$

$$V=IR$$

$$R=V/I$$




**الخلاصه-:**

خطأ!

١. يمكن تطبيق قانون أوم في جزء من الدائرة أو الدائرة ككل.

٢. إن التيار Current يتناسب عكسيا مع المقاومة، طرديا مع الجهد، والعلاقة بينهما خطية، حيث أن: $I = \frac{V}{R}$.

٣. هبوط الجهد يساوي حاصل ضرب قيمة التيار و المقاومة، كما يلي:

$$V = I * R$$

٤. عند تطبيق قانون أوم على الدائرة ككل يجب حساب قيمة التيار الكلي $I_T$ المار في الدائرة وأيضا المقاومة الكلية للدائرة $R_T$ ، وكذلك يكون تعاملنا مع قيمة جهد المصدر للدائرة.

٥. عند تطبيق قانون أوم في جزء من الدائرة يجب أن يكون تعاملنا فقط مع التيار وكذلك المقاومة ذات الصلة.

# القدرة والطاقه

**أوجد قانون اوم العلاقه بين العناصر الثالثه في الدائرة الكهربيه من هنا نجد أن وجود هذه العناصر أوجد كميه رابعه أخري تسمي القدرةPowerوسوف ندرس في هذا الفصل العلاقه بين القدرة وكل من الجهد والتيار والمقاومة.**

# القدرة-:Power

**هي الشغل المبذول بالنسبه للزمن ووحدتها الواتWattويرمز لها بالرمزP ويمكن تعريفها بصورة أخري بأنها معدل الطاقه المستخدمه بالنسبه للزمن**

**Power=Energy/time**

**P=E/t**

**حيث-:**

**P:هي القدرة بالوات**
**E:هي الطاقه بالجول**
**t:الزمن بالثانيه**

**ملاحظه:يعرف الوات بأنه كمية الشغل المبذول مقداره واحد جول لفترة زمنيه ثانيه واحده**

**Watt=Joule/Second**

ملاحظة Note:

للتعبير عن وحدات القياس للكميات الكهربائية:

- إذا كانت الكمية الكهربائية صغيرة فيفضل التعبير عنها بالوحدات الصغيرة.
- إذا كانت الكمية الكهربائية كبيرة فيفضل التعبير عنها بالوحدات المناسبة لها.
- للتحويل من الوحدات الصغيرة إلى الوحدات الكبيرة، نقسم على الوحدة المراد التحويل إليها.
- للتحويل من الوحدات الكبيرة إلى الوحدات الصغيرة، نضرب في الوحدة المراد التحويل إليها.

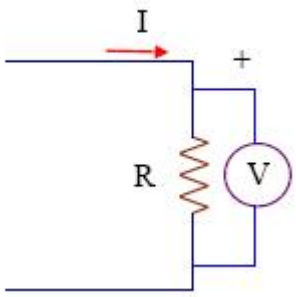
## القدرة في الدائرة الكهربائيه-:

**هناك صزرا مختلفه للقدرة في الدائرة الكهربيه وذلك بسبب الصور المختلفه لقانون اوم ويمكن تمثيل الصورة الاساسيه للقدرة في العلاقه التاليه:**

**P=VI**

**حيث:**

**P:القدرة بالوات**
**V:الجهد بالفولت**
**I:التيار بالامبير**




**احدي صور القدرة المختلفه يمكن الحصول عليها بتعويض قانون اوم للجهد**

**V=IR**

$$P = V.I = I.R.I = I^2.R$$

## وهناك صورة اخرى للقدرة-:

$$P = V.I = V.\frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

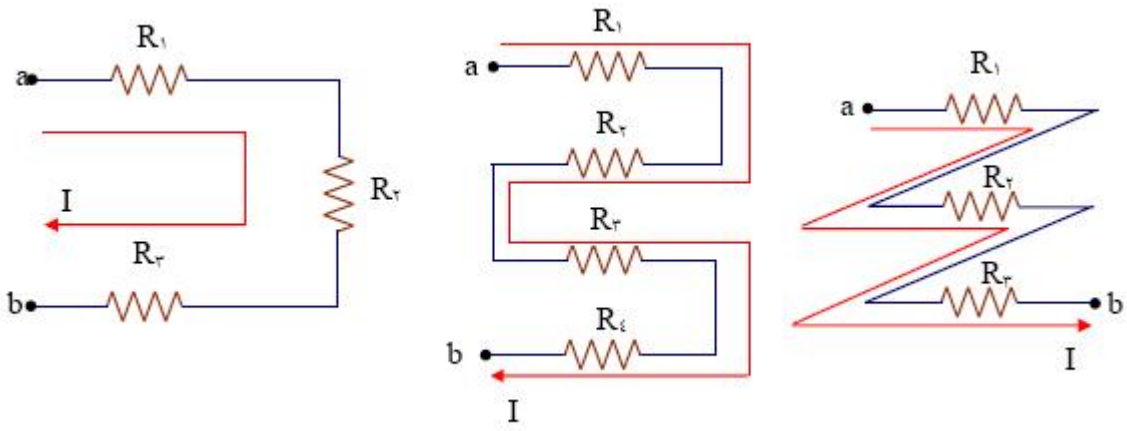
## الخلاصه-:

- الوات وحدة القدرة ويساوي وحدة الجول لكل ثانية ، أي أن: $Watt = \frac{Joule}{second}$ .
- أقصى قدرة يمكن أن تتحملها المقاومة تمثل أقصى قدرة.
- المقاومة التي لها حجم أكبر يمكن أن تستهلك قدرة أكبر وتظهر في صورة حرارة عن المقاومة التي لها حجم صغير.
- يجب أن تكون القدرة التي تتحملها المقاومة أكبر من القيمة المتوقعة في الدائرة وحتى لا تحترق.
- إن القيمة العظمى للقدرة لا تتوقف على قيمة المقاومة.
- عند احتراق المقاومة في الدائرة فإنها تمثل دائرة مفتوحة open circuit.
- إن البطارية تمثل نوع من أنواع مصادر القدرة وتعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.
- تقاس سعة البطارية بالأمبير x ساعة Ampere. Hour.
- إن الوحدة أمبير x ساعة تمثل ١ أمبير لمدة ١ ساعة.

# التوصيل علي التوالي في الدوائر الكهربائيه

**عندما يكون هناك عدد من المقاومات متصله بحيث تكون مسارا واحدا بمرور التيار وأن التيار ثابت في جميع المقاومات في هذه الحاله فقط تكون المقاومات متصله علي التوالي والشكل**

**التالي يوضح حالات مختلفه من التوصيل.**
**تذكر بأنه اذا كانت هناك قيمه واحده للتيار بين اي نقطتين تصبح جميع المقاومات بين النقطتين موصله علي التوالي.**




## Total Resistance:المقاومه الكليه

المقاومه الكليه لعدد من المقاومات متصله علي التوالي هي عبارة عن مجموع المقاومات أي أن:

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

## تطبيق قانون اوم في دوائر التوالى-:

سوف نوضح كيفيه تطبيق قانون اوم سواء في اي جزء في الدائرة او التعامل مع الدائرة وذلك من خلال تطبيق بعض الامثله:

## ومثال اخر:

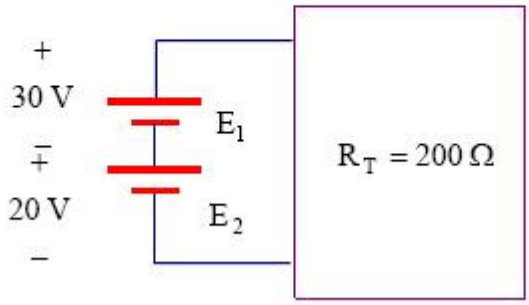
## مصادر الجهد على التوالى-:

عندما يكون موجودا في الدائرة الكهربيه اكثر من مصدر جهد واذا كان الجهد الكلي الناتج عبارة عن مجموع مصادر الجهد في هذه الحاله يكون توصيل هذه المصادر علي التوالي.

توصيل مصادر الجهد علي التوالي بأن يكون الطرف الموجب للمصدر الاول متصل مع

**الطرف السالب للمصدر الثاني الذي يليه ثم الطرف الموجب للمصدر الثاني يكون متصلا مع الطرف السالب الذي يليه وهكذا وكمثال انظر الشكل التالي**

في الدائرة التالية: إذا كان $E_1$، $E_2$ مصدران للجهد موصلان على التوالي، احسب التيار المار في المقاومة $R_T$.




حيث أن توصيل مصادر الجهد $E_1$، $E_2$ على التوالي، بالتالي يصبح قيمة المصدر الكلي عبارة عن مجموع المصدرين:

$$E_T = E_1 + E_2$$

$$E_T = 30 + 20 = 50V$$

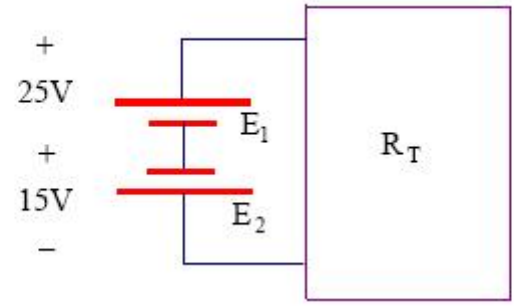
بتطبيق قانون أوم ينتج أن:

$$\therefore I = \frac{E_T}{R_T} = \frac{50}{200} = 0.25A$$

$$\therefore I = 0.25A$$

**في بعض الاحيان تكون المصادر متصله بطريقه عكسيه مثل هذا الترتيب يكون القطب الموجب للمصدر الاول متصلا مع القطب الموجب للمصدر الثاني او القطب السالب للاول يكون متصلا بالقطب السالب للمصدر الثاني وهكذا ويتضح هذا في المثال التالي:**

ما هي قيمة مصدر الجهد الكلي في الشكل التالي ؟



الحل

نجد أن المصدرين $E_1$، $E_2$ متصلان بطريقة عكسية أي أن القطب السالب للمصدر الأول متصل بالقطب السالب للمصدر الثاني، وإذا فرضنا أن اتجاه التيار الناتج من المصدر الأول من + إلى – في اتجاه عقارب الساعة. على العكس نجد أن التيار الناتج من المصدر الثاني يمر بعكس اتجاه حركة التيار الخارج من المصدر الأول. يكون الجهد الناتج عن المصدرين:

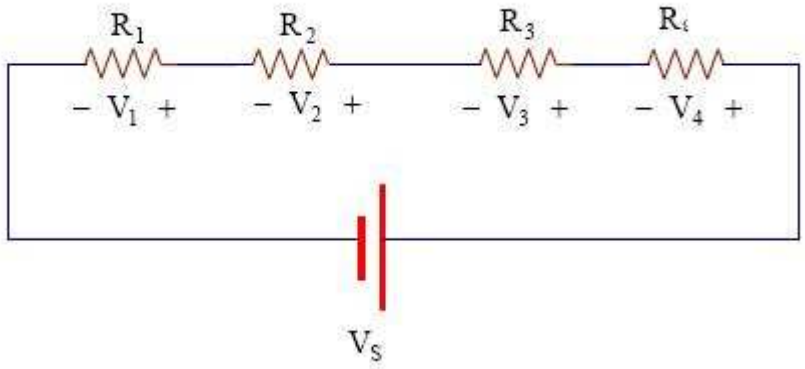
$$E = E_1 - E_2$$

$$E = 25 - 15 = 10\ V$$

# قانون كيرشوف-:

**يعتبر قانون كيرشوف من القوانين الرئيسيه للدائره الكهربيه وهو ينص علي أن المجموع الجبري للجهود في اي دائرة او مسار مغلق يساوي صفرا.**
**في اي مسار مغلق يكون جهد المصدر يساوي الVoltage Dropعلي مقاومات المسار المتواليه**

**يعرف الVoltage dropبأنه الجهد المطبق علي المقاومات ونتيجه مرور التيار في المقاومات فأنه ينشأ جهد معاكس في القطبيه بالنسبه لاتجاه المصدر الرئيسي للدائرة وبالتالي فانه يعمل علي هبوط جهد المصدر الي الصفر وهذا ما حققه كيرشوف والشكل التالي يوضح قطبية كل من المصدر والجهد الناشيء علي المقاومات**



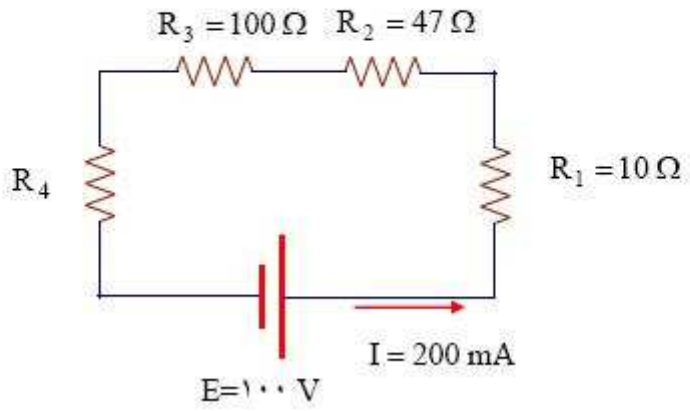

$$v_s = v_1 + v_2 + v_3 + v_4$$

إذن نجد من تطبيق قانون كيرشوف للجهد أن مجموع الجهود Voltage Drops في دائرة مغلقة يساوي قيمة مصدر الجهد.

$$v_s = v_1 + v_2 + v_3 + \ldots\ldots$$

## مثال-:

في الشكل التالي، قيمة التيار المار في المقاومات الأربع المتصلة على التوالي $I = 200mA$ ، وإذا علمت قيم كل المقاومات $R_1$ ، $R_2$ ، $R_3$ فأوجد قيمة $R_4$ ؟




في هذه الدائرة سوف نستخدم كل من قانون أوم Ohm's Law وكذلك قانون كيرشوف للجهد Kirchhoff's Voltage Law.

أولاً قانون أوم لإيجاد قيمة هبوط الجهد على كل مقاومة Voltage Drops

$$V_1 = IR_1 = 200 * 10^{-3} * 10 = 2V$$

$$V_2 = IR_2 = 200 * 10^{-3} * 47 = 9.4V$$

$$V_3 = IR_3 = 200 * 10^{-3} * 100 = 20V$$

لإيجاد قيمة $v_4$ ( الجهد على المقاومة $R_4$ ) نطبق قانون كيرشوف للجهد أي أن:

$$v_s - (v_1 + v_2 + v_3 + v_4) = 0$$

$$100 - 2 - 9.4 - 20 - v_4 = 0$$

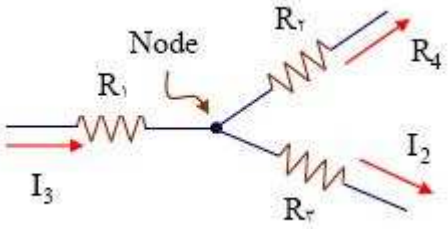
$$68.6 - v_4 = 0$$

$$\therefore v_4 = 68.6V$$

## قانون كيرشوف للتيار-:

**ينص قانون كيرشوف للتيار علي الآتي:**
**عند اي عقدةNodeفي الدائرة الكهربيه فان مجموع التيارات الكهربيه الداخله الي العقده تساوي مجموع التيارات الكهربيه الخارجه منها.**

**Node:هي نقطة تجميع لأكثر من فرعين والشكل التالي يوضح ذلك:**




**بتطبيق قانون كيرشوف للتيارKCL نجد أن:**

بتطبيق قانون كيرشوف للتيار نجد أن:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

ويمكن التعبير عن قانون كيرشوف للتيار KCL بالنص الآتي:

" المجموع الجبري للتيارات الكهربائية عند أي Node في الدائرة الكهربائية يساوي صفراً "

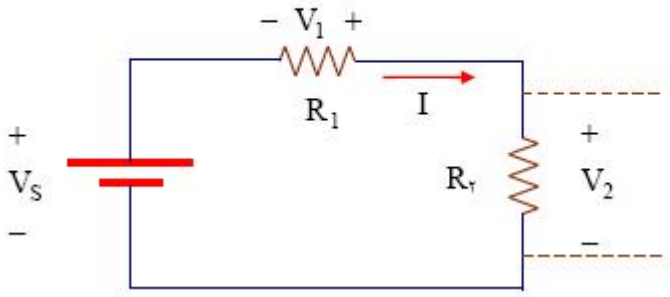
وإذا طبقنا هذه الصورة في الشكل السابق نجد أن:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

قانون كيرشوف للتيار KCL يطبق دائماً في دوائر التوازي أي الدوائر التي تشتمل على مقاومات متصلة على التوازي، وكنتيجة لتوازي المقاومات فينشأ نقاط التفرع Nods وتوزيع التيار لذلك يمكن استخدام قانون كيرشوف KCL لإيجاد التيارات في الفروع المختلفة في دوائر التوازي. وسوف نتناول ذلك في الوحدة القادمة.

# Voltage Divider:-مجزئ الجهد

**في دوائر التوالي نجد ان جهد المصدر يتجزأ بين جميع المقاومات المتصله علي التوالي وبالتالي فيمكن القول بأن عمل دوائر التوالي يشبه عمل مجزءات الجهد الداخل للدائرة**




**في الدائرة توجد مقاومتان لذلك يوجد علي كل مقاومه قيمة من الجهد نتيجة مرور التيار في المقاومتين وبالتالي يصبح:**

**V1=IR1**

**V2=IR2**

**وحيث أن التيار ثابت في المقاومتين لذلك نجد ان كلا من V1,V2 يتناسب مع قيمةR1,R2لكي نتحقق من هذا اذا كانت قيمة**

**Vs=10V**

**R1=50**

**R2=100**

$$R_T = 50 + 100 = 150\Omega$$

$$I = \frac{10\,V}{150\,\Omega} = \frac{1}{15}A$$

$$V_1 = IR_1 = \frac{1}{15} * 50 = \frac{1}{3} * 10\,V$$

$$\therefore V_1 = \frac{1}{3}(10)\,V$$

$$V_2 = IR_2 = \frac{1}{15} * 100 = \frac{1}{3}(20)\,V$$

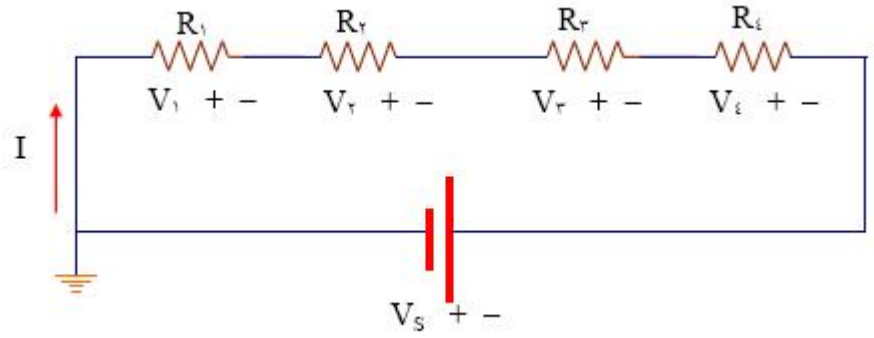
$$\therefore V_2 = \frac{2}{3}(10)\,V$$

**لذلك نجد ان الجهد V1يمثل ثلث قيمة المصدر وكذلكV2 يمثل الثلثين**

**نستنتج ان الجهد علي مقاومات التوالي يتناسب مع قيمة المقاومات**

**الصيغه العامه لتوزيع الجهد-:**

**يمكننا استخدام المثال التالي-:**




بفرض أن الجهد المطبق على أي مقاومة هو $V_X$ حيث X تمثل رقم المقاومة، بتطبيق قانون أوم

$$V_X = IR_X$$

حيث أن: x تأخذ الأرقام ١، ٢، ٣، ٤

ويمكن إيجاد قيمة التيار في الدائرة كما يلي:

$$I = \frac{V_S}{R_T}$$

بالتعويض عن التيار I في المعادلة $V_X$ نحصل على

$$V_X = \left(\frac{V_S}{R_T}\right)R_X$$

وبإعادة ترتيب المعادلة $V_X$ نجد أن:

$$V_X = \left(\frac{R_X}{R_T}\right)V_S$$

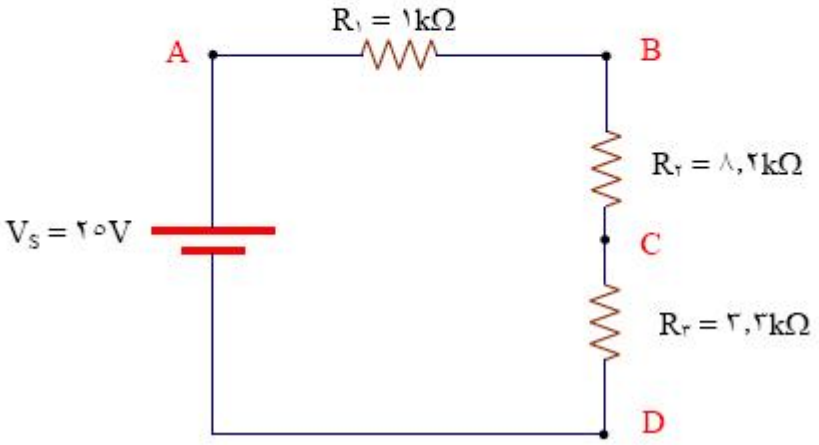
## للايضاح هناك مثال بسيط

احسب الجهد بين النقاط التالية والموضحة في الشكل التالي:

A to B (a)  A to C (b)  B to C (c)  B to D (d)  C to D (e)

أو يمكن كتابة الجهد كالتالي:

$V_{AB}$ (a)  $V_{AC}$ (b)  $V_{BC}$ (c)  $V_{BD}$ (d)  $V_{CD}$ (e)



الحل

إيجاد أولاً المقاومة الكلية $R_T$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 1 + 8.2 + 3.3$$

$$R_T = 12.5K\Omega$$

ولتطبيق قانون التجزئ باستخدام مجزئ الجهد:

$$V_{AB} = \left(\frac{R_1}{R_T}\right)V_S$$

$$V_{AB} = \frac{1}{12.5} * 25 = 2V$$

$$\therefore V_{AB} = 2V$$

خطأ!

$$V_{AC} = \left(\frac{9.2}{12.5}\right) * 25 = 18.4V$$

$$\therefore V_{AC} = 18.4V$$

لإيجاد قيمة الجهد بين النقطتين C،B

$$V_{BC} = \left(\frac{R_2}{R_T}\right)V_S$$

$$V_{BC} = \left(\frac{8.2}{12.5}\right) * 25 = 16.4V$$

$$\therefore V_{BC} = 16.4V$$

$$V_{BD} = \left(\frac{8.2 + 3.3}{12.5}\right) * 25$$

$$V_{BD} = \left(\frac{11.5}{12.5}\right) * 25 = 23V$$

$$\therefore V_{BD} = 23V$$

وأخيراً نوجد $V_{CD}$

$$V_{CD} = \left(\frac{3.3}{\quad}\right) * 25 = 6.6$$

## القدرة في دوائر التوالي-:

**القدرة المستهلكه في دوائر التوالي هي عبارة عن مجموع القدرات التي تستهلك في كل مقاومة وبالتالي تصبح:**

$$P_T = P_1 + P_2 + \ldots\ldots\ldots + P_n$$

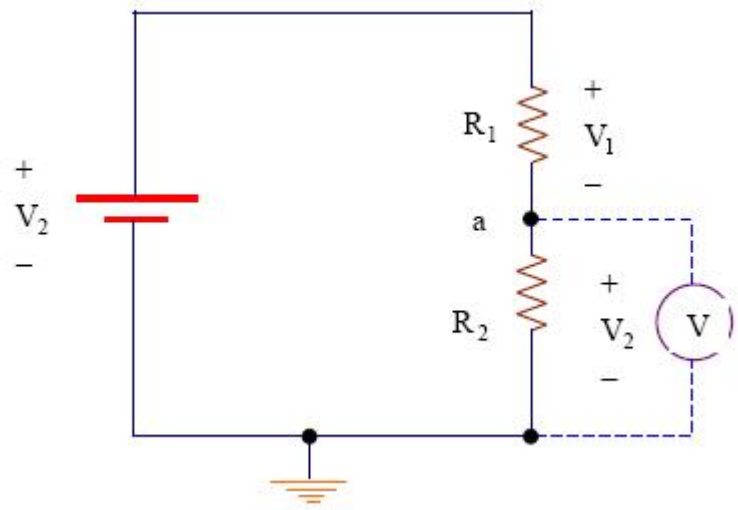
$$P_T = V_S I$$

$$P_T = I^2 R_T$$

$$P_T = \frac{V_S^2}{R_T}$$

## قياس الجهد بالنسبه للأرضي-:

دائما عند قياس او قراءة الجهد يكون منسوب الي نقطه اخري(نقطه مرجعيه.(Reference Point
واذا تم توصيل هذه النقطه بالارض فانها تأخذ جهد الارض وتساوي صفرا.
وتأريض الدائرة يعني أن تكون هناك نقطه مشتركه لتوصيل الدائرة أو عناصر الدائرة تكون مشتركه في نقطه واحده وهي ماتسمي الارضيGroundاذا تم توصيلها بالارض كما مبين بالشكل

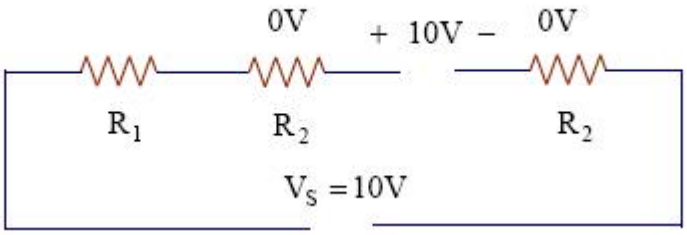



قياس الجهد يكون موجب عند النقطهa بالنسبه للارض

## اكتشاف الاعطال-:

عندما نتحدث عن دوائر التوالي فانه من المهم ان نعرف اهم المشاكل فيما يلي:
1-فتح الدائرةOpen Circuit
2-قصر الدائرةShort Circuit
وعندما نتكلم عن فتح الدائرة فيجب ان نعرف ماهو السبب فعلي سبيل المثال عندما تحترق مقاومة من مقاومات التوالي فان ذلك يؤدي الي خروج هذه المقاومه من

**الدائرة وتتسبب في فتح الدائرة ومعني ذلك ان التيار لا يمر في الدائرة نتيجة عدم وجود مسار مغلق وعند اختبار الدائرة واكتشاف العطل هناك ملاحظتان-1-:فرق الجهد علي كل مقاومة صالحه يساوي صفرا**
**2-عند فحص المقاومه المحترقه نجد ان الجهد علي الجزء الذي احدث عملية الفتح يساوي جهد المصدر**




**اما قصر الدائرة فيحدث عند تلامس موصلين او عنصرين مختلفين فينتج عنهما زيادة مفاجئه لقيمة التيار المار في الدائرة وتنتهي بحدوث مشكله نتيجه لارتفاع التيار.**
**هذه الظاهره معروفه وشائعه في الدوائر ذات الكثافه العاليه.**

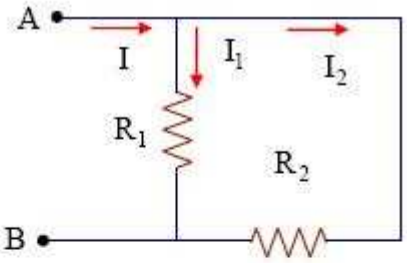
**الخلاصة Summary**

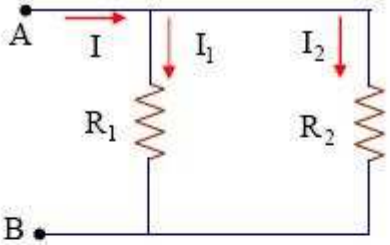
- التيار قيمته ثابتة في جميع أجزاء دائرة التوالي.
- أن المقاومات في حالة التوالي تضاف مع بعضها وأن المقاومة الكلية في دائرة التوالي تساوي مجموع المقاومات المتصلة على التوالي.
- قيمة مصدر الجهد يساوي مجموع انخفاض الجهد على جميع مقاومات التوالي KVL.
- أن مصادر التغذية يمكن أن تكون على التوالي وفي هذه الحالة يكون الجهد الكلي عبارة عن مجموع مصادر الجهد المتصلة على التوالي.
- مصادر التغذية يمكن أن تكون متصلة على التوالي ولكنها متعاكسة Series-Opposition ويكون الفرق بينهما هو الجهد الكلي للدائرة.
- أن قيمة هبوط الجهد Voltage Drops يكون إشارته في القطبية المصدر عكس قطبية المصدر.
- أن التيار يخرج من القطب الموجب للمصدر خلال التوصيل الخارجي إلى القطب السالب ويتحرك داخلياً أي داخل المصدر من خلال السالب إلى القطب الموجب.

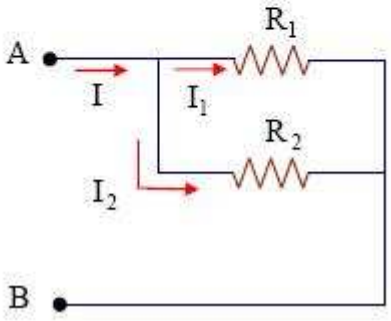
- أن مجزئ الجهد هو عبارة عن نظام متتال من المقاومات.
- أن الطاقة الكلية في دوائر التوالي هو عبارة عن مجموع الطاقات الجزئية لكل مقاومة.
- كل الجهود في الدائرة منسوب إلى الأرضي ما لم يذكر غير ذلك.
- أن الأرضي Ground يكون جهده يساوي صفر بالنسبة لجميع النقاط المنسوبة إليه في الدائرة.
- الأرضي السالب Negative Ground ينسب إلى جهد المصدر حينما يكون سالبه متصلا بالأرضي.
- الأرضي الموجب Positive Ground ينسب هذا المقطع عندما يكون القطب الموجب لمصدر الجهد متصلا بالأرضي.
- الجهد عبر الدائرة المفتوحة Open circuit أو الجهد عبر الجزء المفتوح في الدائرة يكون مساويا لجهد المصدر.

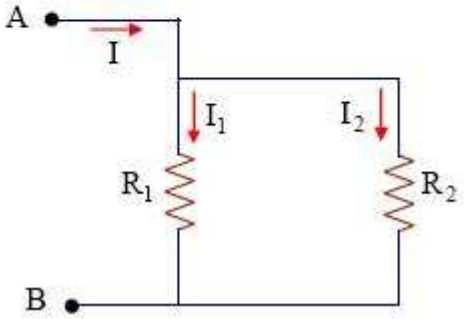
# التوصيل علي التوازي في الدوائر الكهربائيه

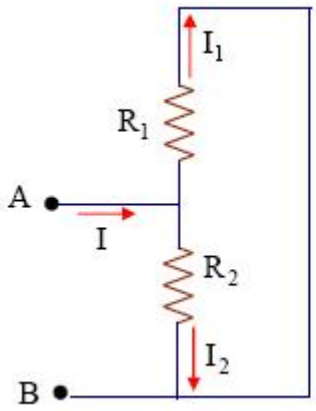
**يعرف التوازي بأنه اذا كان هناك اكثر من فرع) مقاومه) بين نقطتين وكذلك ان الجهد بين النقطتين يكون مطبق علي جميع الافرع في هذه الحاله يكون جميع الافرع متصله علي التوازي او بمعني اخر تكون بدايات جميع المقاومات متصله مع بعضها في نقطه واحده وجميع نهايات هذه المقاومات تتصل في نقطه اخري وتوضح الدوائر اشكال مختلفه لهذا التوصيل**

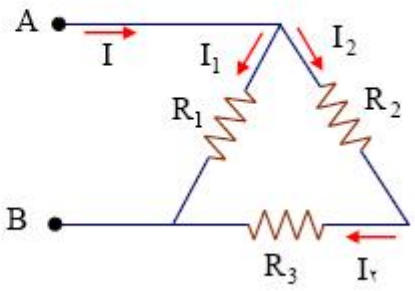





## حساب الVoltage Drop في دوائر التوازي-:

لقياس انخفاض الجهد في دوائر التوازي نجد ان جميع المقاومات متصله علي التوازي تكون محصورة بين نقطتين وقياس الجهد بين النقطتين يعني قياس الجهد علي اي مقاومه من المقاومات المتصله علي التوازي ومن قياس الجهد نجد ان جميع المقاومات يكون لها نفس الجهد

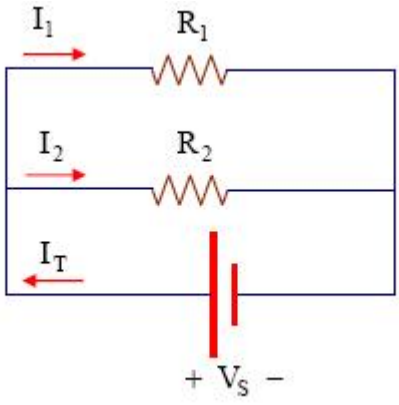
## قانون كيرشوف للتيار-:

لقد سبق تقديم قانون كيرشوف للتيار في الفصل السابق وهو يطبق في دوائر التوازي وينص علي انه عند اي عقدةNode يكون مجموع التيارات الداخله للعقده يساوي مجموع التيارات الخارجه منها

## مثال-:

## المقاومه الكليه لعدد من المقاومات متصله علي التوازي-:

المقاومه الكليه لمقاومتين متصلتين علي التوازي تكون اقل من اصغرهما وهذا يعني ان المقاومه المكافئه تقل دائما كلما يتزايد عدد المقاومات المتصله علي التوازي.




**في هذا المثال اذا طبقنا قانون كيرشوف نجد ان:**

$$I_T = I_1 + I_2$$

**ثم بتطبيق قانون اوم للتعويض عت التيارات بدلاله الجهد**

$$\frac{V_S}{R_T} = \frac{V_S}{R_1} + \frac{V_S}{R_2}$$

**حيث ان الجهد ثابت وهو نفس قيمة جهد المصدر**

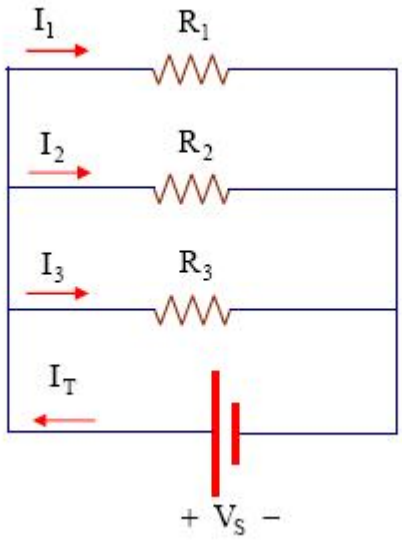
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

**وهذه تسمي المعادله العامه لايجاد المقاومه المكافئه لمقاومتين واكثر من مقاومتين**

$$\frac{1}{R_T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 * R_2}$$

$$R_T = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

**ايجاد المقاومه المكافئه لثلاث مقاومات-:**




بنفس خطوات الطريقه السابقه نستنتج ان

$$R_T = \frac{R_1 * R_2 * R_3}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$$

اي انه المقاومه المكافئه هي عبارة عن حاصل ضربهم مقسوما علي حاصل ضربهم مثني مثني

وبالتالي يمكننا ان نضع الصورة العامه للمقاومه الكليه لاي عدد من المقاومات-:

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

## حالة تساوي المقاومات المتصله على التوازي-:

عندما تكون المقاومات المتوازيه متساوية القيمه فالقيمه الكليه في هذه الحاله ستساوي-:

$$R_T = \frac{R}{n}$$

## ايجاد مقاومه مجهوله في دوائر التوازي-:

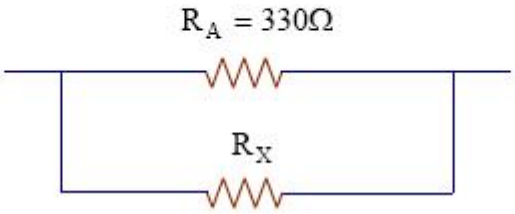
قد يصادف احيانا وجود مقاومه غير معلومه القيمه في اي دائره كهربيه وبالتالي فمن الضروري ايجاد هذه القيمه المجهوله بدلاله المقاومه الكليه والمقاومات الاخري

**المكونه للدائرة.**

**فاذا كانت الدائرة الكهربيه تحتوي علي مقاومتين متصلتين علي التوازي وكانت احدي قيم المقاومتين والمقاومه الكليه معلومه فانه يمكن ايجاد القيمه المجهوله.**

## مثال بسيط:

إذا أردت الحصول على مقاومة تساوي 150Ω وذلك باستخدام مقاومتين متصلتين على التوازي إحداهما تساوي 330Ω. ما هي القيمة الأخرى التي تحتاجها؟




يمكن حساب قيمة المقاومة الأخرى المتصلة على التوازي مع المقاومة 330Ω عن طريق التطبيق في الصورة العامة للمقاومة الكلية لمقاومتين على التوازي أي:

$$R_T = \frac{R_A R_X}{R_A + R_X}$$

$$150 = \frac{330R_X}{330 + R_X}$$

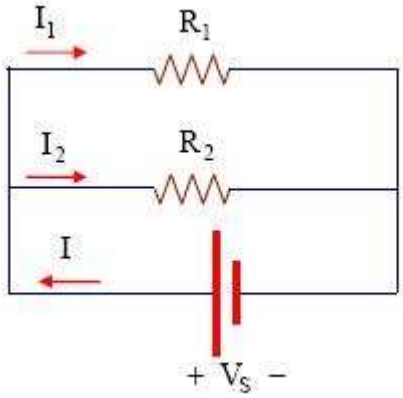
$$150(330 + R_X) = 330R_X$$

$$150 * 330 = 330R_X - 150R_X$$

$$\therefore R_X = \frac{150 * 330}{180} = 275\Omega$$

## تجزئ التيار في دوائر التوازي-:

**في الجزء السابق اوجدنا المقاومه الكليه لاي عدد من المقاومات المتصله علي التوازي ونريد ان نشير الي انه في دوائر التوازي يتجزأالتيار الي عدد من المقاومات او الافرع وفي هذا الجزء سوف نستنتج قانون تقسيم التيار.**




**لايجاد قيم التيارات الفرعيه I1,I2 بدلاله التيار الكلي I وبتطبيق قانون اوم نجد ان-:**

**V=IRt**

**V=I1R1**

**V=I2R2**

**اي ان**

**IRt=I1R1**

**I1=IRt/R1**

**وكذلك**

**I2=IRt/R2**

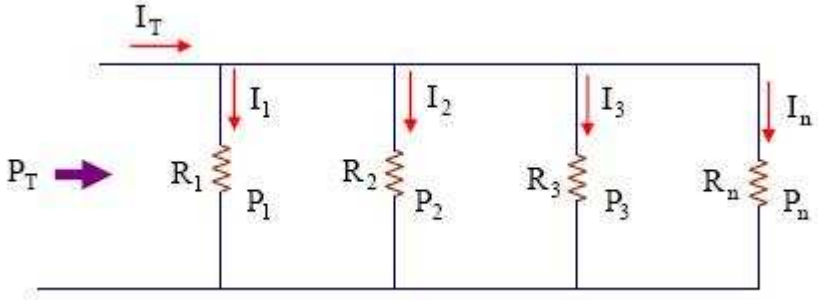
**ويمكن وضع هذه الصيغه لقانون تجزئ التيار**

**Ix=IRt/Rx**

## القدرة في دوائر التوازي-:

**في دوائر التوازي تمثل القدرة الكليهPt مجموع القدرات الجزئيه المنفرده بمعني ان:**

**Pt=P1+P2+P3+...+Pn**




$$P_T = VI = I_T^2 R_T = \frac{V^2}{R_T}$$

**او بهذه الطريقه**

$$P_1 = I_1^2 . R_1$$

$$P_2 = I_2^2 . R_2$$

$$P_3 = I_3^2 . R_3$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

# الدوائر المركبه

**في الفصول السابقه درسنا دوائر التوالي والتوازي كل علي حده ويأتي الدور الان علي الدوائر المركبه والتي تشمل الاثنين معا**

## تعريف التوالى التوازي-:

**أوصف عناصر التوالي والتوازي في الدائرة المبينه**

**نجد من الدائرة أن المقاومات R1,R7 موصله علي التوالي حيث ان التيار المار فيهما يمقل التيار الكلي للدائرة وكذلك يوجد ثلاث مجموعات من العناصر تمثل التوازي وعند ايجاد المقاومه الكليه للدائره نحصل علي الاتي**

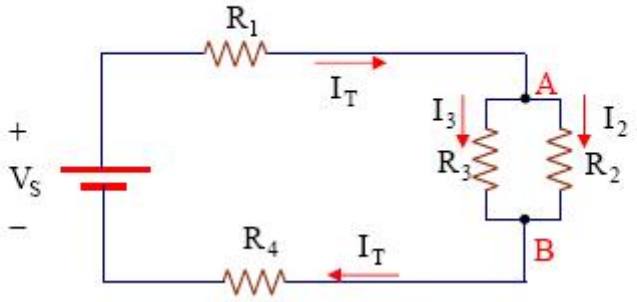
$$R_T = R_1 + R_2 // R_3 + R_4 // R_5 // R_6 + R_7 + R_8 // R_9$$

**او بصورة اخري**

$$R_T = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + \frac{R_4 R_5 R_6}{R_4 R_5 + R_4 R_6 + R_5 R_6} + R_7 + \frac{R_8 R_9}{R_8 + R_9}$$

**مثال يوضح الامر-:**

في الدائرة المبينة بشكل رقم (٦ -٢)، بين عناصر التوالي والتوازي.




**الحل**

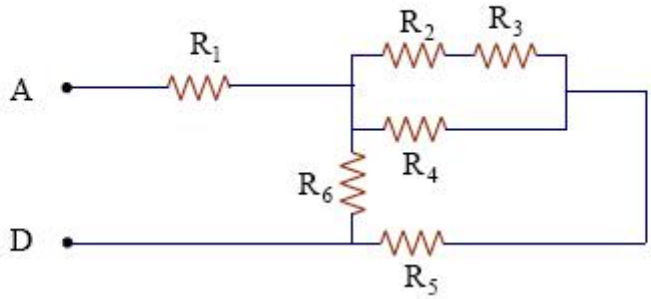
نجد من الدائرة أن التيار الكلي الخارج من مصدر التغذية يمر في المقاومة $R_1$ ثم عندما يمر من النقطة A يتفرع إلى جزأين، جزء يمر في $R_2$ ، والجزء الآخر يمر في $R_3$. ومن قانون كيرشوف للتيار نجد أنه عند النقطة B يتجمع التيار مرة أخرى ويمر في المقاومة $R_4$. إذا تصبح المقاومات $R_1, R_4$ على التوالي. أما المقاومات $R_2, R_3$ فهي موصلة على التوازي، أي أن $R_2 // R_3$ ، وبالتالي تكون المقاومة الكلية $R_T$ كما يلي:

$$R_T = R_1 + R_2 // R_3 + R_4$$

## ومثال آخر-:

خطأ!

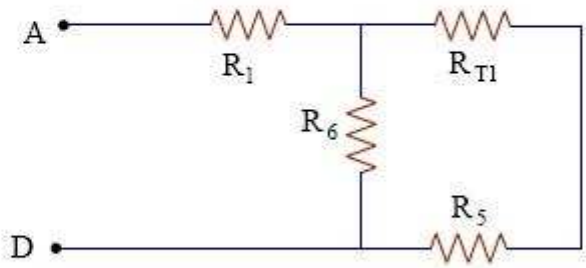
أوصف مجموعات التوالي والتوازي بين النقطتين A,D في الشكل رقم (٦ -٥).



نوجد أولا المقاومة المكافئة $R_{T_1}$ للمجموعة المكونة من المقاومتين المتواليتين $R_2, R_3$ والموصلتين على التوازي مع المقاومة $R_4$ لنحصل على:

$$R_{T_1} = \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_4}{(R_2 + R_3) + R_4}$$

بعد ذلك نجد أن المقاومة المكافئة $R_{T_1}$ تصبح على التوالي مع $R_5$ كما في شكل رقم (٦ -٦).




شكل رقم (٦ -٦) تبسيط الدائرة الكهربائية لمثال رقم (٦ -٤).

ويمكن كتابة المقاومة الكلية للدائرة بين النقطتين D,A على النحو التالي:

$$R_T = R_1 + R_6 // (R_{T_1} + R_5)$$

## تحليل دوائر التوالى التوازي-:

**غالبا ما تشمل اي دائرة كهربيه علي مقاومات متصله علي التوالي واخري علي التوازي وتمثل هذه الدائرة في معظم الاحيان دائره عمليه.**

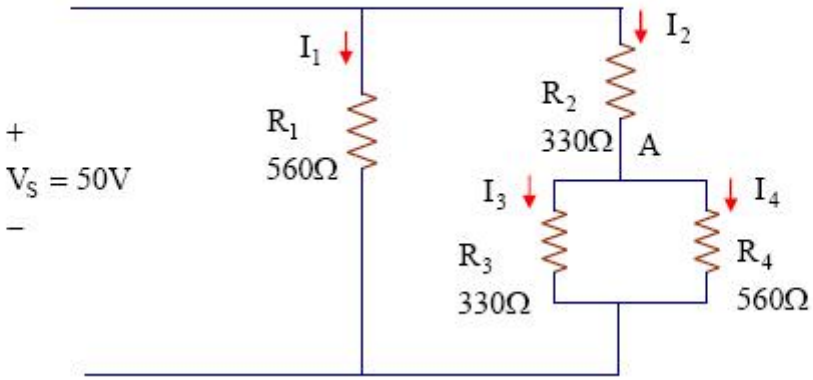
**لذلك عند ايجاد المقاومه الكليه للدائرة يتبع الطريقه التاليه:**

**نحدد المقاومات المتصله علي التوازي ونحسب المقاومه المكافئه لها ثم نرسم الدائره بعد تبسيطها**
**نحدد المقاومات المتصله علي التوالي ونحسب المقاومه المكافئه لها ثم نرسم الدائرة بعد تبسيطها**
**في النهايه تصبح الدائرة الاصليه دائرة بسيطه يمكن ايجاد المقاومه الكليه لها**

## مثال-:

خطأ!

أوجد قيمة التيار المار في المقاومة $R_4$ في الدائرة إذا كان قيمة مصدر الجهد $V_S = 50V$




نجد من الدائرة السابقة أن فرعين أساسين منطبق عليهما نفس الجهد 50V ، الفرع الأول ويمثله المقاومة $R_1$ والفرع الثاني عبارة عن المقاومة $R_2$ على التوالي مع مجموعة التوازي لكل من $R_3, R_4$.

ولإيجاد قيمة التيار $I_4$ المار في المقاومة $R_4$ نتبع الطريقة التالية:

أولا: نحسب قيمة المقاومة الكلية لكل من المقاومات $R_2, R_3, R_4$.

ثانيا: نحسب قيمة $I_2$ وهو عبارة عن خارج قسمة الجهد على المقاومة الكلية للمقاومات $R_2, R_3, R_4$.

ثالثا: بعد حساب $I_2$ نطبق قاعدة توزيع التيار عند نقطة A لإيجاد قيمة التيار $I_4$ وهو المطلوب.

$$R_{T_{2,3,4}} = R_2 + R_3 // R_4$$

$$= R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$= 330 + \frac{330 * 560}{330 + 560} = 538\Omega$$

$$\therefore R_{T_{2,3,4}} = 538\Omega$$

$$I_2 = \frac{50}{538} = 93mA$$

ثم باستخدام قاعدة توزيع التيار ينتج أن:

$$I_4 = I_2\left(\frac{R_3}{R_3 + R_4}\right) = 34.5mA$$

$$\therefore I_4 = 34.5mA$$

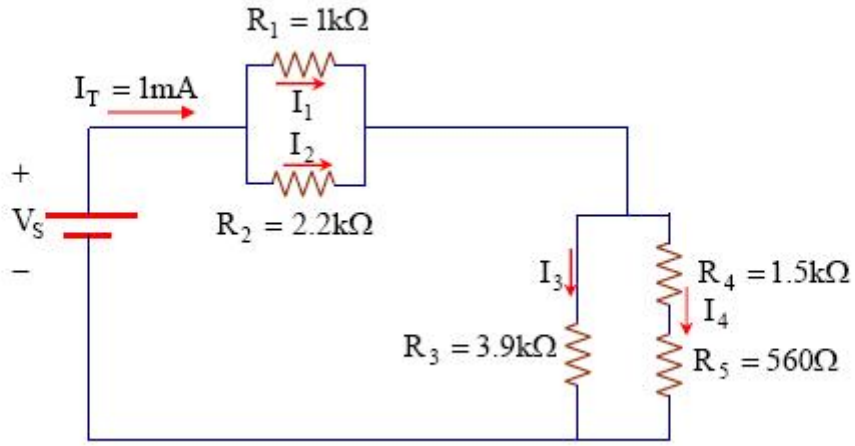
## ايجاد الهبوط فى الدوائر المركبه-:

**من المفيد حساب الهبوط في الجهد علي اي جزء من اجزاء الدائرة ويمكن ايجاد الهبوط في الجهد وذلك باستخدام قانون تجزئ الجهد والذي سبق شرحه ويمكن ايضا استخدام قانون كيرشوف للجهد وقانون اوم وسوف نتناول الامثله لحساب الهبوط في**

# الجهد

**خطأ!**

أوجد الهبوط في الجهد على كل مقاومة في الدائرة المبينة بشكل رقم (٦ -١٤).




**خطأ!**

نلاحظ أنه لم يعط قيمة جهد المصدر ولكن أعطيت قيمة التيار الكلي وهذا واضح من الدائرة، ومن الدائرة نجد أن المقاومتين $R_1, R_2$ متصلتان على التوازي. ويمكن إيجاد التيار المار في $R_1$ وكذالك التيار المار في $R_2$ وذلك باستخدام قاعدة توزيع التيار كما يلي:

$$I_1 = I_T\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

$$= 1mA\left(\frac{2.2k\Omega}{1k\Omega + 2.2k\Omega}\right) = 688\mu A$$

$$\therefore I_1 = 688\mu A$$

قيمة الجهد على أطراف المقاومة $R_1$ تساوي

$$V_1 = I_1.R_1 = 688\mu A * 1k\Omega$$

$$V_1 = 688mV \therefore$$

**خطأ!**

$$I_4 = I_5 = I_T - I_3$$

$$= 1mA - 346\mu A$$

$$= 1mA - 0.346mA$$

$$\therefore I_4 = 0.654mA$$

$$V_4 = (0.654mA)(1.5k\Omega) = 0.981V$$

$$\therefore V_4 = 981mV$$

$$V_5 = I_5 * R_5 = 366mV$$

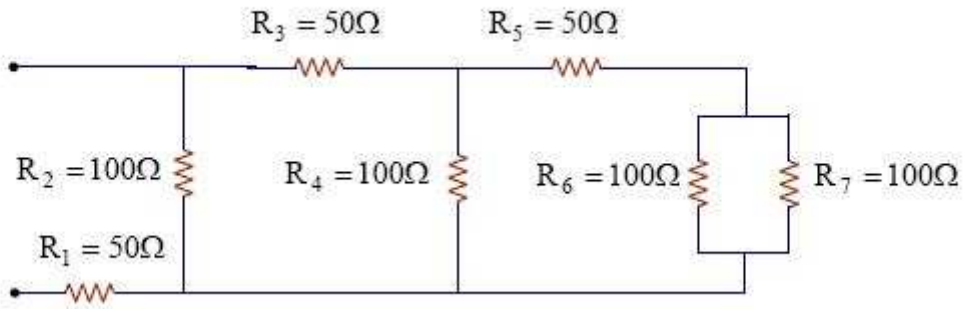
## الجهد والتيار فى الدوائر المركبه-:

**عرفنا من الوحدات السابقه ان مجموع الهبوط في الجهد في دوائر التوالي تساوي جهد مصدر التغذيه.**
**هذا ايضا صحيح في دوائر التوالي-التوازي. حيث ان الجهد علي مجموعه التوازي يمكن التعامل معه علي انه عنصر واحد بمعني ان الجهد متساو علي مقاومات التوازي وبالتالي فان الهبوط في الجهد علي مجموعة التوازي يساوي الهبوط في الجهد علي اي مقاومة من مقاومات التوازي.**

## مثال:

خطأ!

أوجد المقاومة الكلية للدائرة المبينة بشكل رقم (٦ -٢٠).




خطأ!

$$\because R_6 // R_7$$

$$\therefore R_{6,7} = \frac{100*100}{100+100} = 50\Omega$$

$R_5$ على التوالي مع $R_{6,7}$ والمكافئة لهما كالتالي:

$$R_5 + R_{6,7} = 50 + 50 = 100\Omega$$

$$R_4 // (R_5 + R_6 // R_7) = 100 // 100 = 50\Omega$$

والمقاومة الناتجة تكون على التوالي مع $R_3$ وتصبح المقاومة الكلية لهما.

$$R_3 + R_4 // (R_5 + R_6 // R_7) = 50 + 50 = 100\Omega$$

نجد أيضا أن المقاومة السابقة تصبح على التوازي مع المقاومة $R_2$ ، وبالتالي فإن:

$$R_2 // [R_3 + R_4 // (R_5 + R_6 // R_7)] = \frac{100*100}{100+100} = 50\Omega$$

وفي النهاية تصبح المقاومة الناتجة على التوالي مع $R_1$ والتي تعطي $R_T$

$$R_T = 50 + 50 = 100\Omega$$

## الخلاصه-:

**خطأ!**

(١) الدوائر المركبة ( توال – تواز ) يمكن تحليلها كما لو كانت دائرة توال وذلك باستبدال مجموعة التوازي فيها بمقاومة مكافئة .

(٢) الهبوط في الجهد عبر مجموعة التوازي يمكن الحصول عليه وذلك بإيجاد المقاومة المكافئة لمجموعة التوازي ثم بالضرب في قيمة التيار الكلي للدائرة

(٣) جميع المسائل من النوع المركب يمكن حلها بقواعد التوالي والتوازي ( أي باستخدام قانون كيرشوف للجهد في دوائر التوالي وقانون كيرشوف للتيار في دوائر التوازي )

(٤) يمكن إيجاد قيمة الجهد في أي جزء من دائرة التوالي وذلك باستخدام العلاقة التالية:

$$V_X = V_S\left(\frac{R_X}{R_T}\right)$$

**خطأ!**

حيث:

$R_X$ : تمثل مقاومة الجزء المطلوب إيجاد الجهد عليه

$V_X$ : تمثل الجهد على الجزء المطلوب

$V_S$ : مصدر الجهد

$R_T$ : المقاومة الكلية للدائرة.

(٥) الأرضي (في بعض الأحيان تسمى التأريض) هو مصطلح يطلق على أخذ نقطة مشتركة للدائرة Common Reference Point وعادة يكون أحد طرفي المصدر متصلاً بالأرضي.

# تحليل الدوائر الكهربائيه

**درسنا في الفصول السابقه تحليل بعض انواع الدوائر باستخدام كل من قانون اوم وكذلك قانون كيرشوف ولكن هناك نماذج اخري من الدوائرنجد من الصعوبه استخدام هذه القوانين مما يتطلب ايجاد طرق اضافيه لتحليل مثل هذه الدوائر بغرض تبسيط الدائره.**

**والنظريات التي سوف نتعرض لها بالشرح وكذلك التحويلات نجد انها سوف تعمل علي تسهيل هذه الانواع من الدوائر.**

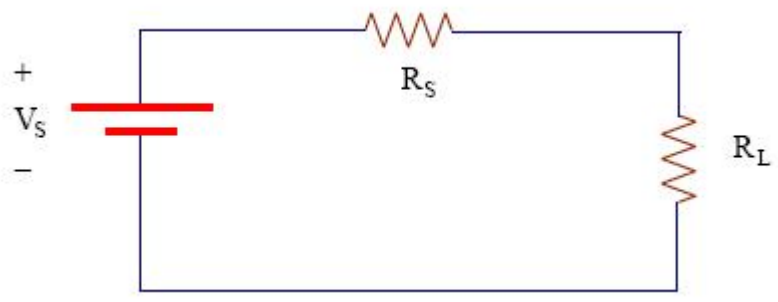
**علما بأن دراسة هذه النظريات وكذلك التحويلات لا تعني الغاء القوانين السابقه ولكن دراستها سوف تكون مدعمه ومسانده لها.**

## أنواع مصادر تشغيل الدوائر الكهربيه-:

**جميع الدوائر الكهربيه يمكن تشغيلها عن طريق مصدر جهد Voltage Sourceأو مصدر تيار Current Source لذلك لابد ان نعرف هذه المصادر واهمية استخدامها.**

### مصدر الجهد الثابت-:

**هو مصدر تغذيه للحمل بجهد ثابت في الدائرة الكهربيه ويكون متصلا معه علي التوالي مقاومته الداخليه Rs وهي صغية جدا ويكون شكل الدائرة كالتالي-:**



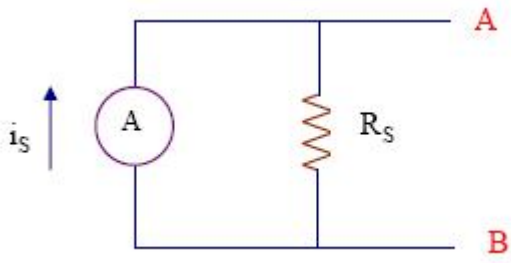

**ولكي يكون المصدر مثاليا Ideal Voltage Source يجب ات تكون Rs اصغر مما يمكن**

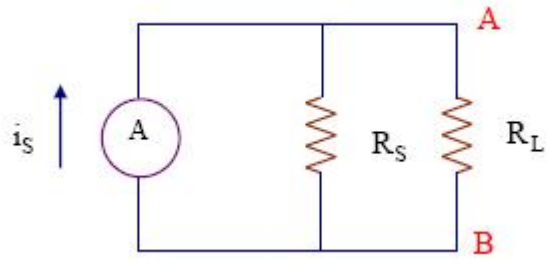
**اي يتحقق الشرط التالي-:**

**$R_L \gg R_s$**

## مصدر تيار ثابت-:

**هو مصدر تغذيه لتيار ثابت للحمل في الدائرة ويكون متصلا معه علي التوازي مقاومته الداخليه Rs وتظل قيمة التيار ثابته مهما تغيرت مقاومة الحمل ويكون شكل الدائرة الكهربيه في حالتي عدم وجود حمل كهربي أو في وجود حمل كهربي كالتالي وبالترتيب**



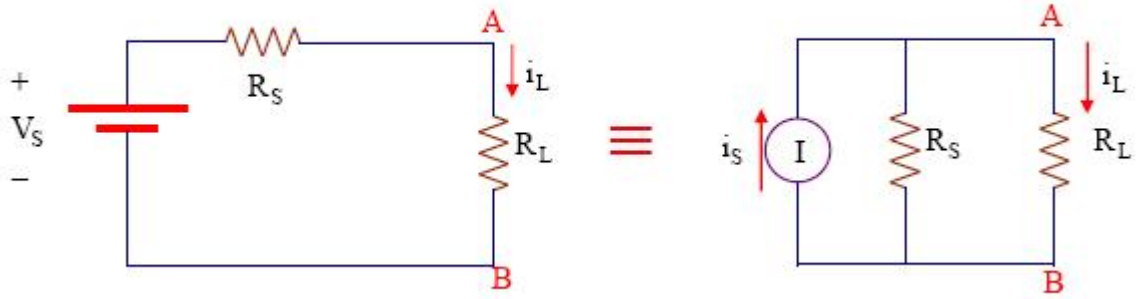




**حتي يصبح مصدر التيار مثاليا يجب ان تكون $R_s \gg R_L$**

**نلاحظ ان المقاومه الداخليه لمصدر التيار عالية القيمه علي الاقل تساوي عشر مرات من مقاومة الحمل المتصل.**

## تحويلات المصدر-:Source Conversions

**يفضل في بعض الاحيان وعلي حسب نوعية الدائرة تحويل مصدر الجهد الي مصدر تيار او العكس وذلك بغرض تسهيل عملية التحليل.**




**من دائرة مصدر الجهد نجد ان تيار الحمل $I_L$ يساوي:**

$$I_L=V_s/(R_s+R_L)$$

**ومن دائرة مصدر التيار وبتطبيق علاقة توزيع التيار نجد ان التيار المار في الحمل $I_L$ يساوي:**

$$I_L=R_s*I_s/(R_s+R_L)$$

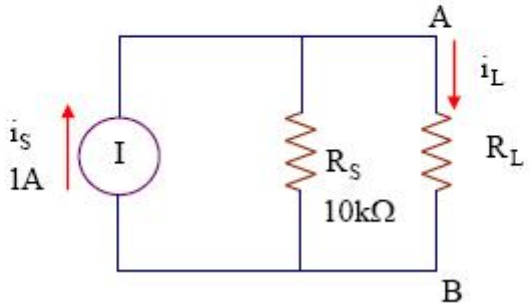
**وبمساواة العلاقه نجد ان:**

$$V_s=R_s*I_s$$

**مثال للايضاح-:**

أوجد قيمة تيار الحمل في الدائرة التالية عندما تكون:

(a) $R_L = 100\Omega$ (b) $R_L = 560\Omega$ (c) $R_L = 1K\Omega$




**والحل-:**

خطأ!

أولاً عندما يكون قيمة $R_L = 100\Omega$

وبتطبيق علاقة رقم (٧ -٢)، يصبح $I_L$

$$I_L = \left(\frac{R_S}{R_S + R_L}\right) i_S \square$$

$$I_L = \left(\frac{10k\Omega}{10.1k\Omega}\right) * 1 = 990mA = 0.99A \square$$

عندما تكون $R_L = 560\Omega$ ، إذن:

$$I_L = \left(\frac{10k\Omega}{10.56k\Omega}\right) * 1 = 0.947A \square$$

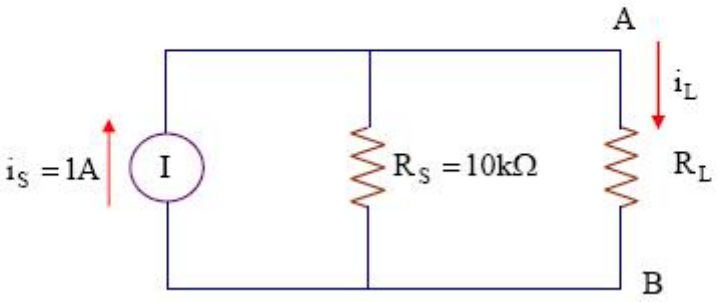
عندما يكون $R_L = 1K\Omega$ يصبح قيمة $I_L$

$$I_L = \left(\frac{10k\Omega}{11k\Omega}\right) * 1 = 0.909A \square$$

نجد أن من القراءات السابقة أن تيار الحمل $I_L$ يقترب بقيمة ١٠٪ من قيمة $i_S$ حيث إن قيمة $R_L$ أقل بعشر مرات من قيمة $R_S$ وهو الشرط الخاص بمصدر التيار المثالي.

## ومثال اخر:

في الدائرة التالية، ما هي قيمة $R_L$ عندما يكون قيمة تيار الحمل $I_L = 750mA$.




## والحل-:

خطأ!

$$I_L = \left(\frac{R_S}{R_S + R_L}\right) i_S \square$$

بالتعويض عن قيمة تيار الحمل وكذلك $R_S$ ، $i_S$ ينتج الآتي:

$$0.75(10 + R_L) = 10 \square$$

$$7.5 + 0.75R_L = 10 \square$$

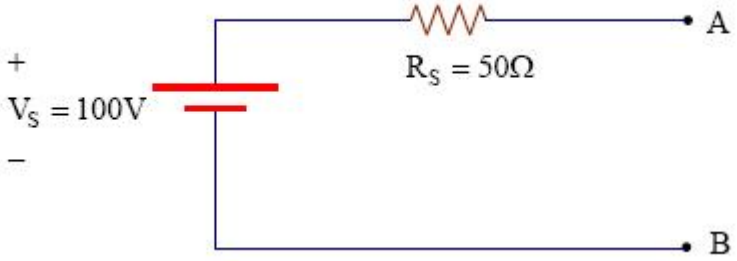
$$0.75R_L = 2.5 \square$$

$$R_L = \frac{2.5}{0.75} = 3.33k\Omega$$

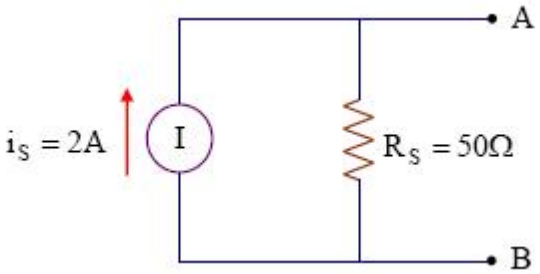
## ومثال اخر:

خطأ!

حول دائرة مصدر الجهد المبينة بشكل رقم (٧ -٦) إلى دائرة مصدر تيار ثابت.




## والحل-:

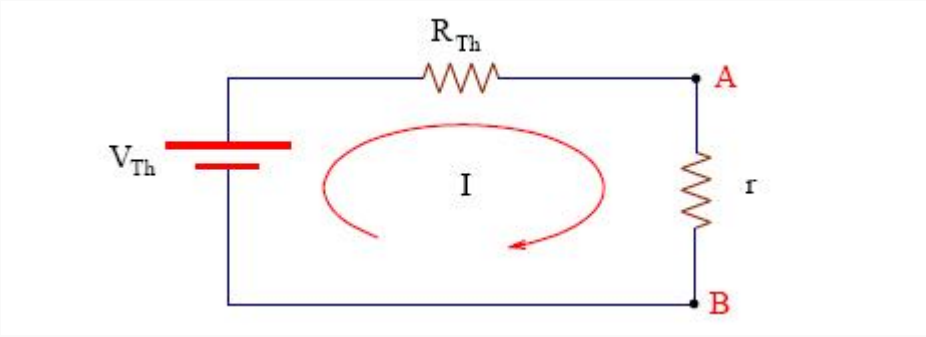



# نظرية ثفنن:-Thevinen's Theorem

**نظريه هامه لأنها تبسط اي دائرة كهربيه مهما كانت معقدة الي دائره مبسطه وتسمي ب مكافئ ثفنن Thevinen's Theorem**

**ه الدائرة تتكون من مصدر جهد $V_{th}$ متصل علي التوالي مع مقاومه مكافئه $R_{th}$ كما هو موضح**

**بالشكل-:**




**ن العنصر المراد ايجاد التيار فيه متصل علي التوالي مع Rth لتصبح الدائرة بسيطه ويمكن ايجاد التيار I المار في العنصر r وذلك باستخدام العلاقه التاليه:**

$$I=V_{th}/(R_{th}+r($$

**ويتلخص عمل هذه النظريه فيما يلي-:**

**اذا أردنا ايجاد التيار والجهد لعنصر ما بين عقدتين في الدائرة نتبع الخطوات التاليه:**

**ل ازاله للفرع المطلوب ايجاد التيار فيه وهو ما يسمي بفتح الدائرة وذلك بغرض حساب فرق الجهد بيت النقطتين ويرمز له بالرمزVth**
**عمل قصر علي مصادر التغذيه الموجوده في الدائرة (اي جعل قيمتها = ٠ ) وذلك بغرض حساب قاومه الكليه للدائرة و يرمز لها بالرمز) Rth يذكر هنا عند ايجادRth ينظر للدائرة بين النقطتين المحصور بينهما العنصر المطلوب حساب التيار فيه.(**
**رسم مكافئ ثفنن ويتكون من Vth كمصدر تغذيه متصل علي التوالي معRth ثم العنصر المطلوب حساب التيار فيه ويصبح قيمة التيار المار في العنصر المحصور بين النقطتين كما يلي:**

$$I=V_{th}/(R_{th}+r)$$

❁ ملحوظة مهمة: باختصار نجد أن نظرية ثفنن تتعامل مع جزء من الدائرة المركبة Complex Circuit. هذا الجزء أو العنصر سوف نتعامل معه على أساس أنه يمثل خرج الدائرة Output أي مع الحمل لأنه عادة يكون الحمل مُمثّل خرج الدائرة وبالتالي، نجد من خطوات نظرية ثفنن أن:

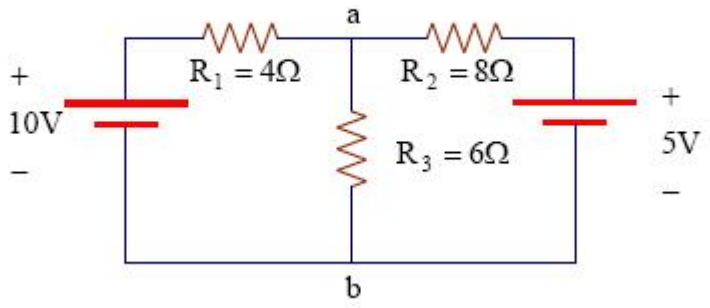
١) عند عمل Open للدائرة معنى ذلك أننا رفعنا ( إزالة ) الحمل من الدائرة بفرض إيجاد فرق الجهد على الحمل وهو ما يطلق عليه هنا $V_{Th}$.

٢) الخطوة الثانية هو إيجاد المقاومة الكلية للدائرة عبر ( أي بين نقطتي اتصال الحمل ) أطراف الحمل وهو ما يطلق عليه هنا $R_{Th}$ بعد عمل قصر على مصادر الجهد أو فتح مصادر التيار أن وجدت.

٣) مكافئ ثفنن ( دائرة مكافئة ) عبارة عن دائرة بسيطة توالي Series Circuit مكونة من مصدر تغذية هو $V_{Th}$ ، $R_{Th}$ ثم $R_L$ وهي نفس دائرة ثفنن.

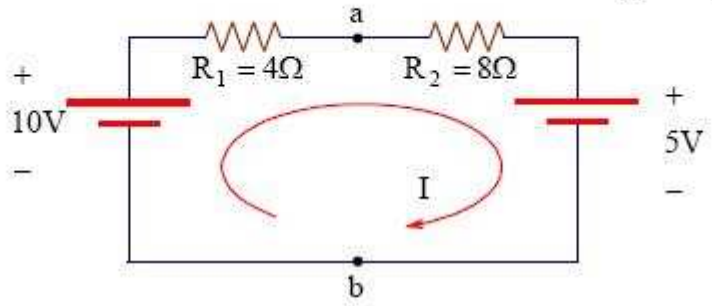
**مثال للايضاح-:**

في الدائرة التالية أوجد قيمة التيار في الفرع a ، b باستخدام نظرية ثفنن.




## والحل-:

الخطوة الأولى: عملية إزالة الفرع ab من الدائرة أي عمل فتح دائرة Open وذلك لإيجاد فرق الجهد بين النقطتين a، b وهو نفسه $V_{Th}$.




شكل رقم (٧ -١٨) الدائرة الكهربائية للمثال رقم (٧ -٦) بعد نزع الفرع ab.

ثم نحسب التيار المار في الدائرة من قانون أوم وحيث أن مصدري التغذية في وضع معاكس، إذن:

$$10 - 5 = I(4 + 8)$$

$$\therefore I = \frac{10 - 5}{12} = \frac{5}{12} A$$

إيجاد $V_a$ من جهة المصدر الأكبر كما يلي:

$$\therefore V_a = 10 - I * 4$$

$$V_a = 10 - \frac{5}{12} * 4 = 8.33V$$

$$\therefore V_{Th} = 8.33V \square$$

ولو أردنا حساب الجهد عند النقطة a من جهة المصدر الأصغر فيجب أن نتذكر هنا أن الجهد عند النقطة a أعلى من قيمة المصدر الأصغر وهو 5V لأن التيار دائماً يبدأ حركته من الجهد الأكبر إلى الجهد الأقل وبالتالي يصبح $V_a$ كما يلي:

$$V_a = 5 + I * 8$$

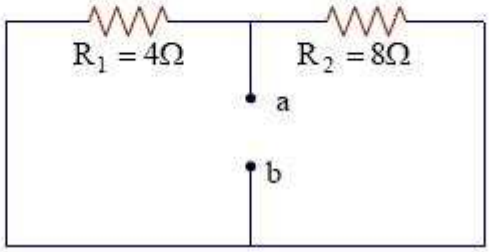
$$V_a = 5 + \frac{8}{12} * 8$$

$$V_a = 5 + 3.33 \approx 8.33V \square$$

الخطوة الثانية: حساب $R_{Th}$ بعد عمل قصر Short على المصادر.

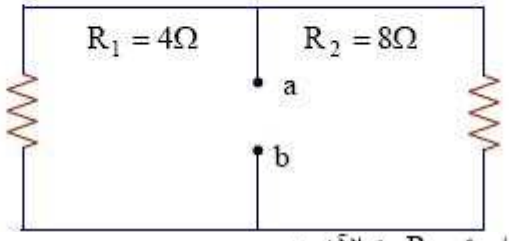
$$R_{Th} = R_{ab} \square$$

هنا نجد بعد عمل دائرة قصر على المصادر تصبح الدائرة على الصورة المبينة بشكل رقم (٧ -١٩).




شكل رقم (٧ -١٩) الدائرة الكهربائية للمثال رقم (٧ -٦) بعد عمل دائرة قصر على المصادر.

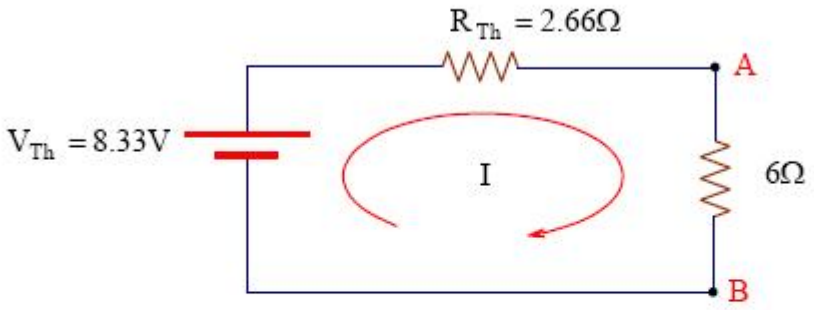
والتي تكافئ الدائرة المبينة بشكل رقم (٧ -٢٠).




وعلى ذلك يمكن حساب المقاومة $R_{TH}$ كالآتي:

$$\therefore R_{Th} = R_{ab} = \frac{4*8}{4+8} = 2.66\Omega$$

الخطوة الثالثة: حساب مكافئ ثفنن من الدائرة الكهربائية المبينة بشكل رقم (٧ -٢١).




شكل رقم (٧ -٢١) مكافئ ثفنن للمثال رقم (٧ -٦).

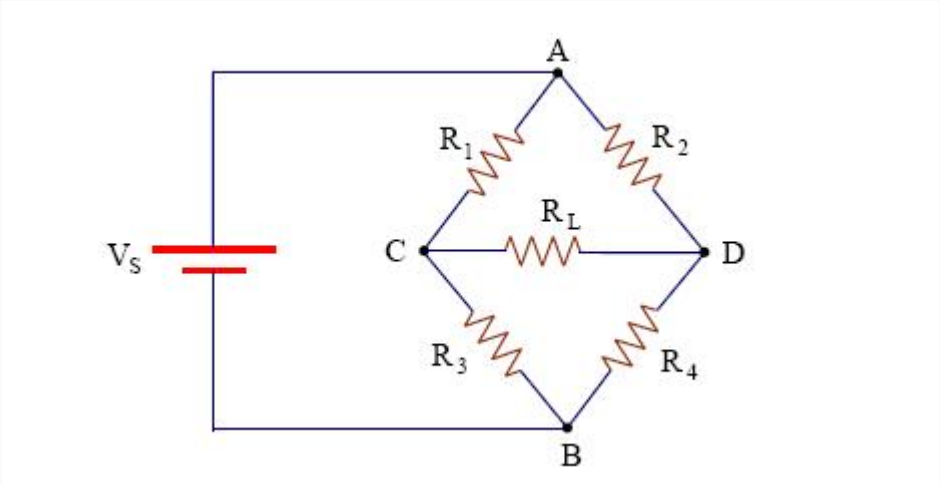
ويمكن حساب التيار في الفرع ab كالآتي:

$$I_{ab} = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + 6\Omega} = \frac{8.33}{2.66 + 6} = 0.96A \square$$

## تطبيقات نظرية ثفنن في دائرة القنطرة-:

**معظم الدوائر الالكترونيه دوائر مركبه و معقده مثل دائرة القنطرة Bridge Circuit ونجد من الصعوبه حل هذه الدوائر بالطريقه العاديه او المباشرة ومن هنا تبرز اهمية هذه النظريه.**

ك سنستعرض دائرة القنطرة ، طرفي الدخل وهما A,B وطرفي الخرج C.D ويكون الحمل RL بينهما.



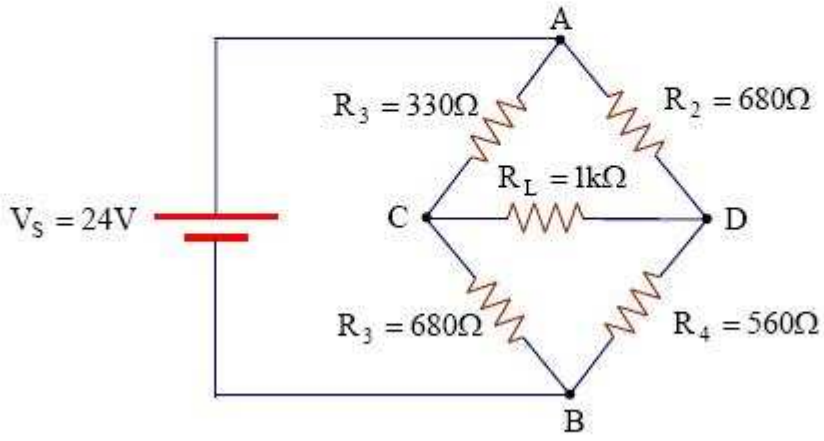

عند تعاملنا مع دوائر القنطره سوف نفرض ان النقطتين C,D هما طرفا الحمل المتصل بينهما وأما النقطتان الاخرتان A,B فهما طرفي الدخل.

## مثال طويل جدا-:

لدائرة القنطرة المبينة في شكل رقم (٧ -٢٨)، احسب:

( أ ) فرق الجهد على الحمل $R_L$ بين النقطتين C، D.

(ب) التيار المار في الحمل $R_L$.




## والحل-:

نطبق خطوات ثفنن وهي كالتالي:

الخطوة الأولى: عمل إزالة للفرع $R_L$ بين النقطتين C،D أي فتح الدائرة بين نقطتي خرج دائرة القنطرة C ، D وذلك لحساب $V_{Th}$ حيث:

$$V_{Th} = V_C - V_D$$

$$V_{Th} = \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3}\right)V_S - \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4}\right)V_S \qquad (٧- ٧)$$

ويمكن توضيح المعادلة السابقة من خلال إعادة رسم الدائرة بعد إزالة $R_L$ من خرج الدائرة.، كما هو مبين بشكل رقم (٧ -٢٩).

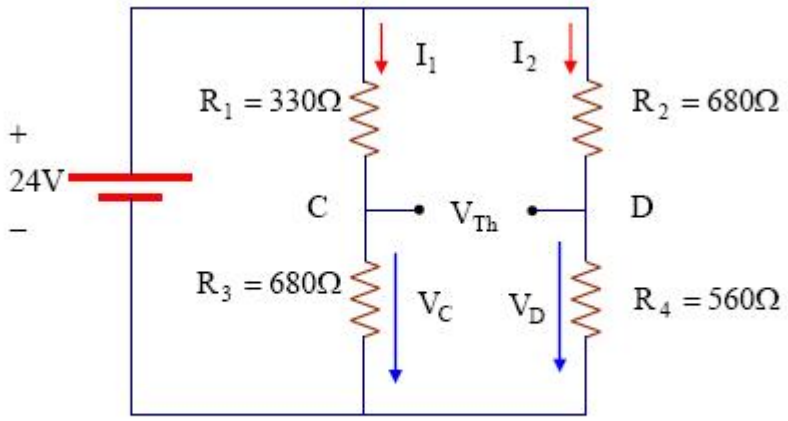
حيث أن:

$$V_C = I_1 R_3$$

$$I_1 = \frac{V_S}{R_1 + R_3}$$

$$V_D = I_2 R_4$$

$$I_2 = \frac{V_S}{R_2 + R_4}$$



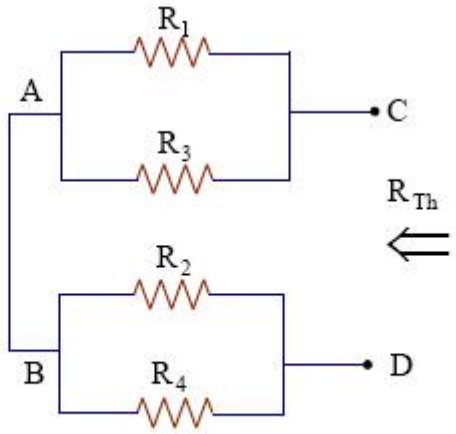

شكل رقم (٧ -٢٩) دائرة القنطرة للمثال رقم (٧ -٩) بعد إزالة $R_L$.

ويمكن بالتالي حساب $V_{Th}$ كالتالي:

$$\therefore V_{Th} = \left(\frac{680}{330+680}\right) * 24 - \left(\frac{560}{680+560}\right) * 24$$

$$V_{Th} = 16.158 - 10.838 = 5.32V$$

الخطوة الثانية: عمل دائرة قصر وجعل قيمة مصدر الجهد يساوي صفراً وذلك لإيجاد قيمة $R_{Th}$ عند النظر بين النقطتين C، D وتصبح الدائرة على الصورة المبينة بشكل رقم (٧ -٢٠).




شكل رقم (٧ -٢٠) دائرة حساب $R_{Th}$ للمثال رقم (٧ -٩).

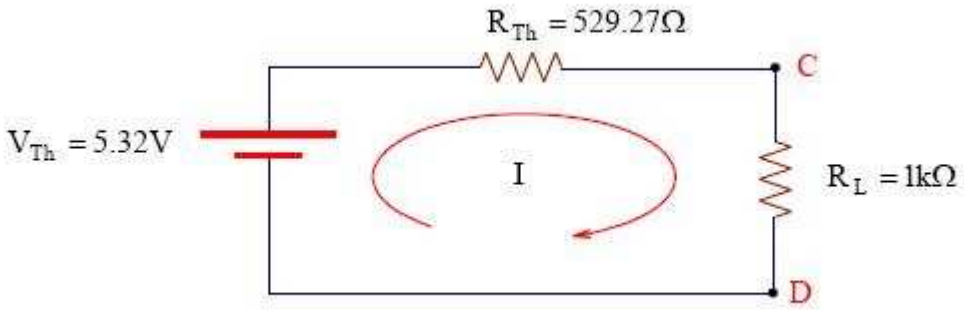
ويمكن حساب $R_{Th}$ كما يلي:

$$\therefore R_{Th} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \qquad (٧ -٨)$$

$$R_{Th} = \frac{330 * 680}{330 + 680} + \frac{680 * 560}{680 + 560}$$

$$R_{Th} = 222.178 + 307.096 = 529.27\Omega$$

**الخطوة الاخيرة-:**




شكل رقم (٧ -٢١) مكافئ ثفنن للمثال رقم (٧ -٩).

ويمكن بالتالي حساب التيار في الفرع CD من دائرة مكافئ ثفنن بتطبيق قانون أوم، كما يلي:

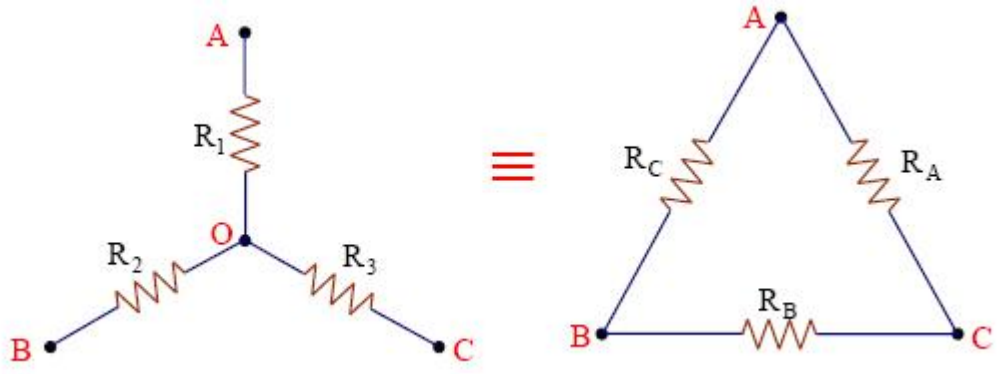
$$\therefore I_{CD} = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

$$I_{CD} = \frac{5.32}{529.27 + 1000} = 3.5mA$$

∴ التيار المار في الفرع CD يساوي ٣.٥ mA

## تحويلات الدلتا-نجمه والنجمه-دلتا-:

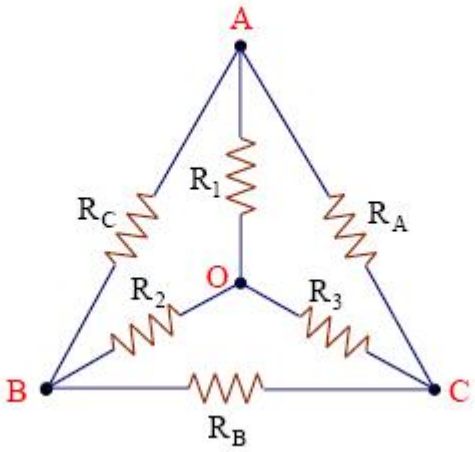
**بعض الدوائر نجد من الصعوبه حلها بالطرق السابقه ومن هنا تبرز اهمية التحويل من Y←Δ والمبينه بالشكل-:**




**غالبا التوصيله Δترمز لها بالرمز A,B.C أوa,b,c**
**وكذلك التوصيله Y ترمز لها بالرمز ١و٢و٣.**

**قاعدة التحويل من الدلتا الي ستار-:**

**ل هنا ادخال التوصيله Y داخل التوصيله Δ كما هو مبين بالشكل. حتي تكون المقارنه بينهما سهله حيث كل منهما تنحصر بين ثلاث نقاط**




ولحساب توصيلة النجمة المكافئة لتوصيلة الدلتا: كل مقاومة في حالة Y = حاصل ضرب المقاومتين المتجاورتين في Δ مقسوما على مجموع المقاومات الثلاثة في Δ . و بالتالي ينتج أن:

$$R_1 = \frac{R_A R_C}{R_A + R_B + R_C} \qquad (٧-٩)$$

$$R_2 = \frac{R_B R_C}{R_A + R_B + R_C} \qquad (٧-١٠)$$

$$R_3 = \frac{R_C R_A}{R_A + R_B + R_C} \qquad (٧-١١)$$

## قاعدة التحويل من ستار الي دلتا-:

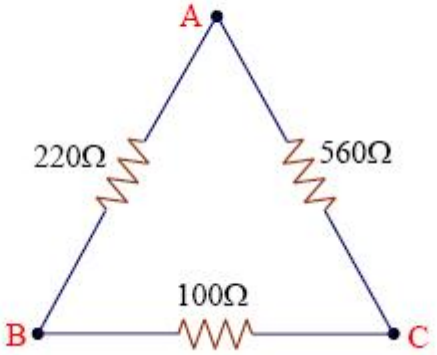
$$R_A = R_1 + R_3 + \frac{R_1 R_3}{R_2}$$

$$R_B = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1}$$

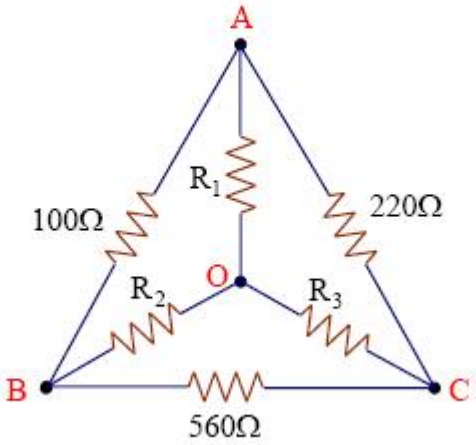
$$R_C = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3}$$

## مثال-:

حوّل التوصيلة Δ المبينة بشكل رقم (٧ -٢٤) إلى التوصيلة Y المكافئة.



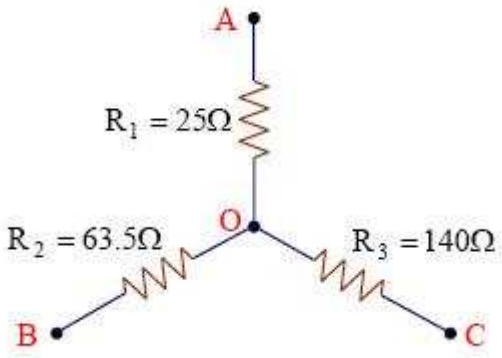

**والحل-:**




$$R_1 = \frac{100 * 220}{100 + 220 + 560} = 25\Omega$$

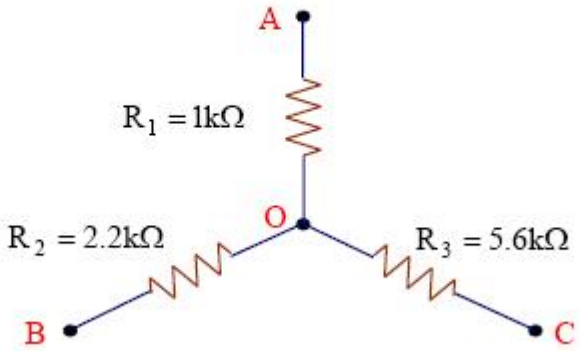
$$R_2 = \frac{100 * 560}{100 + 220 + 560} = 63.6\Omega$$

$$R_3 = \frac{220 * 560}{100 + 220 + 560} = 140\Omega$$



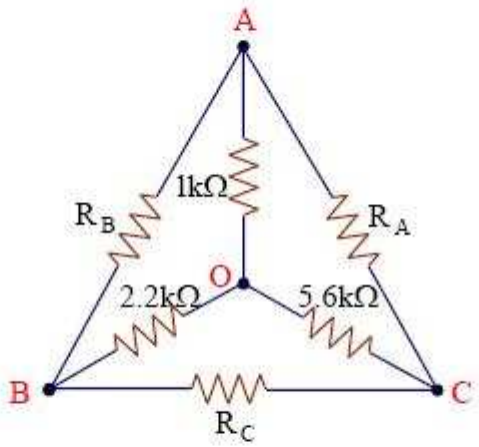

**ومثال اخر-:**

حوّل من التوصيلة Y ← Δ للدائرة المبينة بشكل رقم (٧ -٢٧).




## والحل-:

نرسم التوصيلة Δ مركبة على التوصيلة Y ، كما في شكل رقم (٧ -٢٨)، حتى يسهل تطبيق قاعدة التحويل من Y ← Δ.




شكل رقم (٧ -٢٨) توصيلة النجمة داخل توصيلة الدلتا للمثال رقم (٧ -١٢).

المقاومة في حالة Δ = مجموع المقاومتين التي تكوّن معها مثلث في التوصيلة Y + حاصل ضرب المقاومتين في Y مقسومة على الثالثة لهما.

$$R_A = 1 + 5.6 + \frac{1 * 5.6}{2.2} = 9.15K\Omega$$

$$R_B = 1 + 2.2 + \frac{1 * 2.2}{5.6} = 3.59K\Omega$$

$$R_C = 2.2 + 5.6 + \frac{2.2 * 5.6}{1} = 20.12K\Omega$$

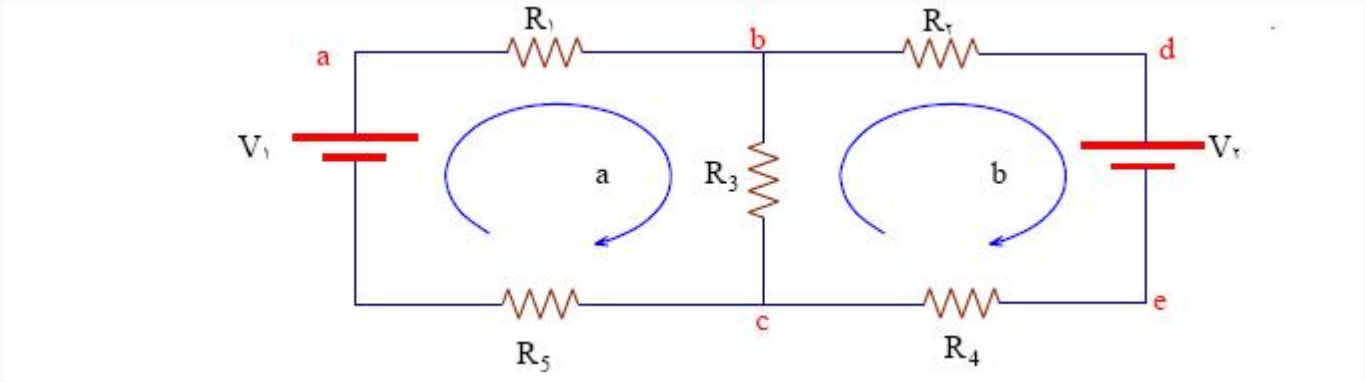
**تحليل الدوائر عن طريق تكوين معادلات التيار في المسارات المغلقه الحلقه المغلق-:**

**راستنا للنظريات السابقه وجدنا انها قابله للتطبيق لمعرفة كل من التيار والجهد عند جزء من الدائرة أو لعنصر**

واقع بين نقطتين مثلا.

فان هذه النظريات صالحه فقط لهذا الغرض .واذا أردنا ايجاد جميع التيارات الكهربيه في جميع العناصر وهذا
ب تكرار تطبيق تلك النظريات عند كل عنصر في الدائرة مما يأخذ وقتا كبيرا لهذا هناك طرق اخري يمكن عن
قها تحليل الدائرة الكهربيه تحليلا كافيا لمعرفة التيار وفرق الجهد علي كل عنصر من عناصر الدائرة من هذه
رق طريقة تكوين معادلات التيار لكل مسار مغلق من المسارات التي تشملها الدائرة وسنوضح ذلك في الجزء
التالي باذن الله.

**رف كلمة مسار مغلق Mesh تعني المسار الذي لا يحتوي علي مسار اخر داخله وكمثال علي ذلك الدائرة المبينه ويطلق علي كل من المسارات a,b مسارات مغلقه**

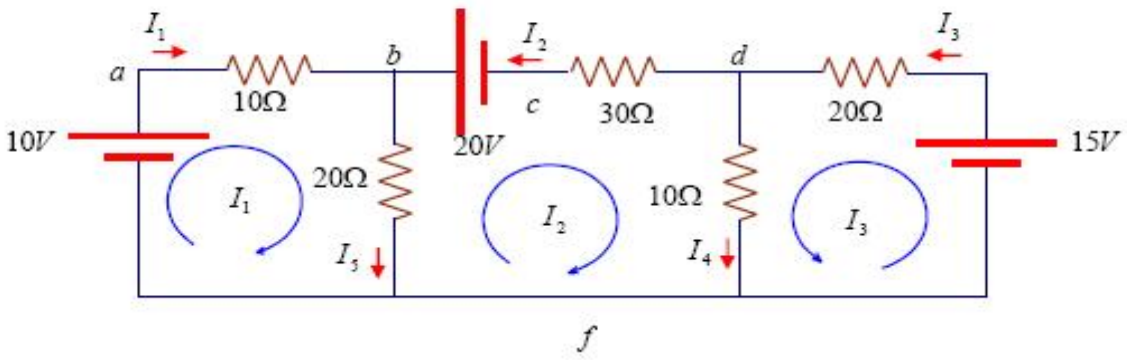



## خطوات طريقة التحليل باستخدام المسارات المغلقه-:

- رسم الدائرة وتقسيمها الي عدة مسارات مغلقه وهو ما يطلق عليها Mesh
- تحديد المسارات وتطبيق قوانين كيرشوف للتيار وكتابة معادلات التيار.
- تطبيق قوانين كيرشوف للجهد وكتابة المعادلات التي تحقق قانون الجهد.
- تكوين عدد من المعادلات الرياضيه الناتجه من عدد المسارات المغلقه.
- عدد المعادلات الرياضيه = عدد المسارات المغلقه.
- يتم حل هذه المعادلات آنيا أو بواسطة المحددات أو المصفوفات.

## مثال-:

استخدم طريقة تكوين معادلات التيارات في المسارات المغلقة لإيجاد جميع التيارات في عناصر الدائرة في الشكل رقم (٧ -٤٤).



## والحل-:

الحل: بداية يتم تقسيم الدائرة إلى ثلاث مسارات مغلقة وعند فرض اتجاه التيار يراعى أن يكون اتجاهه في اتجاه عقارب الساعة، ثم يطبق قانون كيرشوف للجهد.

في الدائرة أيضا بعد فرض التيارات نجد أن هناك ثلاثة مسارات مما يعني أن هناك ثلاثة تيارات مجهولة هي $I_1$ ، $I_2$ ، $I_3$ في حين أن في الدائرة خمس تيارات هي $I_1$ ، $I_2$ ، $I_3$ ، $I_4$ ، $I_5$.

لذلك سوف نعوض كل من $I_4$ ، $I_5$ بدلالة بقية التيارات فنجد عند العقدة (b)

$$I_5 = I_1 - I_2 \qquad (a)$$

$$I_4 = I_2 - I_3 \qquad (b)$$

وبذلك نجد أن المجاهيل الأصلية هي $I_1$ ، $I_2$ ، $I_3$ والتي سوف يتحدد عليها كتابة معادلات المسارات الثلاثة.

وفي الدائرة كما هو موضح أن اتجاه كل تيار يتوقف على اتجاه التيار الخارج من مصدر التغذية وعند كتابة معادلات التيار لكل مسار نحقق قانون كيرشوف للجهد.

الخطوة الأولى: نطبق قانون كيرشوف على المسار الأول (١) Mesh

$$10 = 10I_1 + 20I_5 \qquad (c)$$

وحيث أن $I_5$ من معادلة (a) يساوي $I_1 + I_2$

∴ يمكن بالتعويض عن $I_5$ بدلالة $I_1$ ، $I_2$

$$\therefore 10 = 10I_1 + 20I_1 - 20I_2$$

$$10 = 30I_1 - 20I_2 \qquad (d)$$

معادلة (d) تمثل أول معادلة رئيسية.

الخطوة الثانية: نطبق كيرشوف للجهد على المسار الثاني (٢) Mesh

$$20 = 30I_2 + 20I_5 - 10I_4 \qquad (e)$$

بعد التعويض عن كل من $I_4$ ، $I_5$ نجد أنه يمكن إعادة كتابة معادلة (e) كما يلي:

$$20 = -30I_2 + 20(I_1 - I_2) - 10(I_2 - I_3)$$

$$20 = -30I_2 + 20I_1 - 20I_2 - 10I_2 + 10I_3$$

$$20 = 20I_1 - 60I_2 + 10I_3 \qquad (f)$$

خطوة الثالثة: نطبق كيرشوف للجهد في المسار الثالث (٣) Mesh

$$15 = -20I_3 + 10I_4 \qquad (g)$$

ثم بالتعويض عن $I_4$ من معادلة (b) ينتج:

$$15 = -20I_3 + 10(I_2 - I_3)$$

$$15 = -20I_3 + 10I_2 - 10I_3$$

$$15 = -30I_3 + 10I_2 \qquad (h)$$

أصبح لدينا الآن ثلاث معادلات رئيسية هي (d)، (f)، (h) لثلاثة مجاهيل هي $I_1$، $I_2$، $I_3$ والمعادلات الثلاث يمكن كتابتها بالترتيب على الشكل التالي:

$$10 = 30I_1 - 20I_2 - (0)I_3 \qquad (I)$$

$$-20 = -20I_1 + 60I_2 - 10I_3 \qquad (II)$$

$$-15 = (0)I_1 - 10I_2 + 30I_3 \qquad (III)$$

يمكن وضع المعادلات الثلاث (III, II, I) على شكل مصفوفة كما يلي:

$$\begin{bmatrix} 10 \\ -20 \\ -15 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} +30 & -20 & -0 \\ -20 & +60 & -10 \\ -0 & -10 & 30 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} \qquad (IV)$$

وشكل المصفوفة المعطى في معادلة (IV) يكون على شكل قانون أوم وهو:

$$[V] = [R] \cdot [I] \qquad (١٥-٧)$$

- المصفوفة $[I]$، وهي مصفوفة التيارات ونلاحظ أنها كلها موجبة وهي التيارات المفروضة.
- المصفوفة $[V]$: هي مصفوفة مصادر الجهد لكل المسارات(١) Mesh، (٢) Mesh، (٣) Mesh ونلاحظ أن إشاراتها بالسلب والإيجاب طبقاً لاتجاهات التيارات المفروضة، أي تكون موجبة إذا كانت في اتجاه التيار وتكون سالبة إذا كانت في عكس اتجاه التيار المفروض.
- المصفوفة $[R]$: هي مصفوفة المقاومات الكلية للدائرة ويمكن وضع عناصر هذه المصفوفة كما يلي:

$$[R] = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \qquad (١٦-٨)$$

حيث عناصر القطر الرئيسي وهي $R_{11}$ ، $R_{22}$ ، $R_{33}$ وهذه العناصر فقط هي العناصر الموجبة في المصفوفة، حيث:

$R_{11}$ تعني مجموع المقاومات الموجودة في (١) Mesh.

$R_{22}$ تعني مجموع المقاومات الموجودة في (٢) Mesh.

$R_{33}$ تعني مجموع المقاومات الموجودة في (٣) Mesh.

أما العناصر الأخرى في المصفوفة وهي عناصر مشتركة بين كل مسارين فمثلا العنصر $R_{12}$ تعني المقاومة المشتركة بين (١) Mesh، (٢) Mesh. والعنصر $R_{23}$ يعني المقاومة المشتركة بين المسار (٢) Mesh، المسار(٣) Mesh وهكذا، ويلاحظ أن جميع العناصر الخارجة عن القطر تكون سالبة.

وبما أن ليس هناك مقاومة مشتركة بين المسار (١) Mesh والمسار (٣) Mesh فلهذا وضعنا القيمة صفراً للعنصر $R_{13}$ لأنة بالفعل ليس هنالك مقاومة مشتركة بين المسارين.

**والآن يوجد ثلاث معادلات يمكن حلهم آنيا او بالمصفوفات او بالمحددات.**

الخلاصة "Summary"

(١) قانون كيرشوف للتيار KCL يؤكد أن المجموع الجبري للتيارات عند أي عقدة يساوي صفراً.

(٢) قانون كيرشوف للجهد KVL ينص على أن المجموع الجبري للجهود حول أي مسار مغلق يساوي صفراً.

(٣) عند كل عقدة يطبق قانون كيرشوف للتيار ولكل حلقة مغلقة يطبق قانون كيرشوف للجهد.

(٤) المصفوفات طريقة مفيدة لحل المعادلات الخطية لعدد من المجاهيل.

(٥) نظرية التركيب تسمح بتحليل الدائرة المعقدة ذلك بتقسيمها إلى عدد من الدوائر البسيطة.

(٦) في حالة جعل مصدر الجهد يساوي صفراً في هذه الحالة نستبدله بمقاومته الداخلية وحيث أن مقاومته الداخلية تساوي صفراً لذلك يستبدل بدائرة قصر على مصدر الجهد، وكذلك في حالة جعل مصدر التيار يساوي صفر في هذه الحالة نستبدله بمقاومته الداخلية وحيث أن مقاومته الداخلية كبيرة يستعاض عنه بفتح الدائرة الكهربائية.

(٧) التيار الحقيقي في أي فرع من الدائرة هو عبارة عن المجموع الجبري للتيارات الناتجة عن كل مصدر على حدة عند استخدام نظرية التركيب.

(٨) دائرة تفنن هي دائرة مكافئة تهدف إلى إيجاد التيار في أحد أفرع الدائرة الأصلية وهي عبارة عن مصدر جهد $V_{Th}$ على التوالي مع مقاومة $R_{Th}$ وتتعامل مع هذا الفرع كأنة خرج الدائرة.

## مبادئ وأسس التيار المتردد

**سوف نستعرض في هذا الباب دراسة مبادئ وأسس التيار المتردد علي شكل الموجه الجيبيه وخواصها**

**وكيفية تحليلها رياضيا وتمثيلها بالرسم عن طريق المتجهات.**

**ولذلك لابد في البدايه من دراسه سريعه للتأثيرات المغناطيسيه المصاحبه للتيار الكهربي**

**والتي هي السبب الرئيسي لتوليد التيار المتردد.**

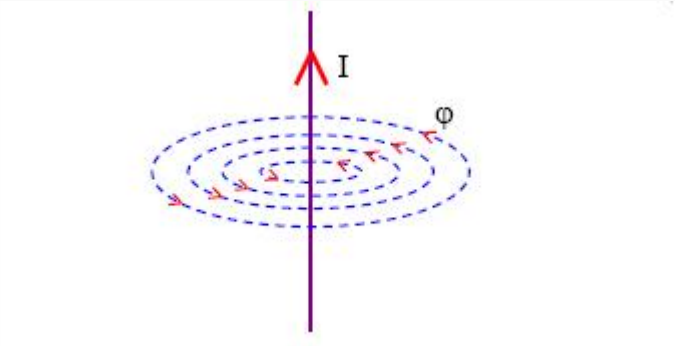
### التأثير المغناطيسي للتيار الكهربى-:

- **توليد وتركيز المجال المغناطيسي-:**

**من المعروف انه اذا مر تيار كهربي في موصل ما فان مرور التيار الكهربي يسبب نشوء مجال مغناطيسي**

**Magnetic Field حول هذا الموصل علي هيئة دوائر تسمي خطوط القوي المغناطيسيه (أو الفيض المغناطيسي) ويرمزله بالرمز**

**Φ ويكون الموصل في مركز هذه الدوائر كما مبين بالشكل:**



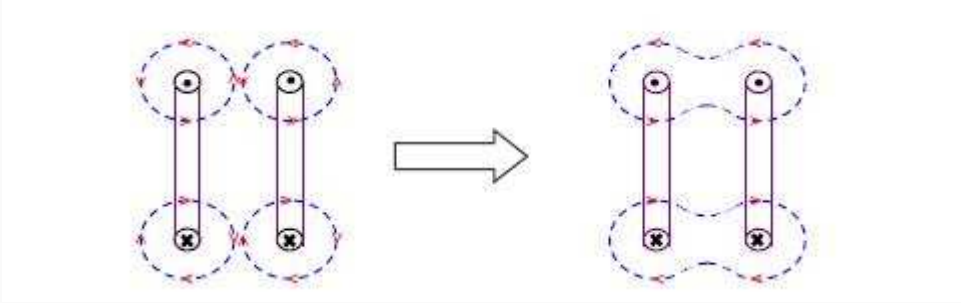

**وخطوط القوي المغناطيسيه يكون لها باتجاه سريان التيار الكهربي وتربطهما قاعدة البريمه لليد اليمني**

**حيث يتم فتح اليد اليمني بحيث يكون اتجاه اصبع الابهام عموديا علي اتجاه باقي الاصابع واذا اعتبر التيار**

**في اتجاه اصبع الابهام يكون اتجاه خطوط القوي المغناطيسيه**

**في اتجاه دوران باقي الاصابع .ولتركيز المجال المغناطيسي يتم لف هذا الموصل علي هيئة ملف ولدراسة هذا المجال تخيل**

**اخذ مقطع رأسي في هذا الملف فيظهر بالصورة المبينه:**



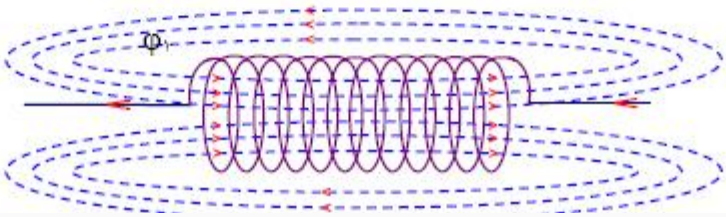
ويلاحظ الاتي:

(١) عند المقاطع يكون التيار إما داخلاً أو خارجاً من المقطع ويرمز لدخول التيار إلى سطح الورقة بعلامة (×) ويرمز لخروج التيار بالرمز (•) ، وبتطبيق قاعدة البريمة لليد اليمنى عند المقاطع (حيث خطوط القوى المغناطيسية على هيئة دوائر) ، يكون اتجاه خطوط القوى المغناطيسية كما هو مبين بالشكل رقم (٢ -٢).

(٢) في المنتصف ما بين اللفة والأخرى التالية لها ، تكون خطوط القوى في اتجاهات متعاكسة ، وبالتالي تلغي بعضها تأثير بعض ، وكلما ابتعدنا عن منتصف المسافة بين اللفتين ، كلما اختلفت قيمة المجال الناشئ من كل لفة ، وكلما تواجدت قيمة محصلة للمجال.

(٣) في مركز الملف يكون اتجاه خطوط القوى المغناطيسية في اتجاه واحد وبالتالي تجمع خطوط القوى المغناطيسية ، وبهذا يتم تركيزها.

(٤) يلاحظ أن خطوط القوى المغناطيسية خارج الملف تكون متواصلة كما هو مبين بشكل رقم (٢ - ٢).

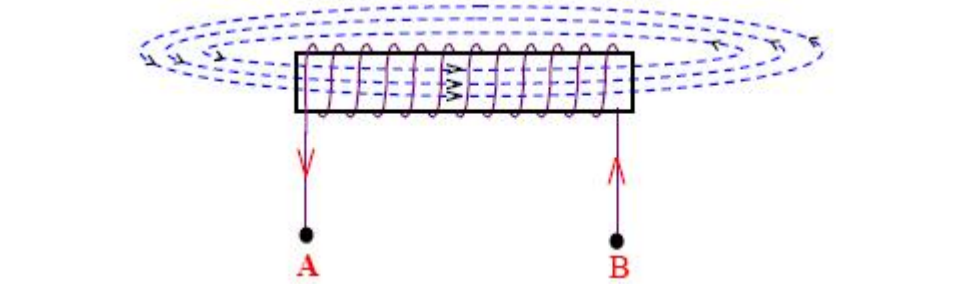


**ولأن خطوط القوي المغناطيسيه Φ تكون علي هيئة مسارات مغلقه فان هذه الخطوط او**

**هذه المسارات تسير في وسط ما ، وفي الحاله التي امامنا فان خطوط القوي المغناطيسيه تسير**

**في الهواء، واذا تخيلنا الأن أن هذا الملف ملفوف حول قطعه من الحديد (قلب حديدي)**

**فان خطوط القوي المغناطيسيه ستأخذ مسارا لها في داخل قطعة الحديد وتكمل بعد ذلك مسارها في الهواء خارج الحديد.**




**ولأن المواد الحديديه لها خواص مغناطيسيه فان مقاومتها لمرور خطوط القوي المغناطيسيه**

تلاقي في مسارها في هذه الحاله مقاومه كليه اقل من الحاله الاولي حيث ان المسار في

الحاله الاولي يكون كله في الهواء ذي المقاومه المرتفعه نسبيا لمرور

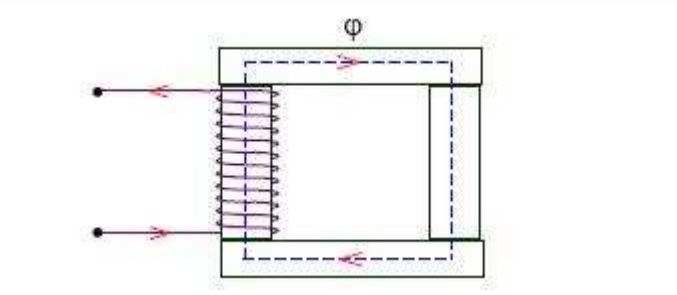
المجال المغناطيسي في حين الحاله الثانيه تحتل مقاومة الحديد جزءا من المسار الذي كان

يشغله الهواء في الحاله السابقه وبالتالي نتوقع ان قيمة Φ في الحاله الثانيه

اكبر منها في الحاله الاولي بالرغم من عدم تغير قيمة التيار الكهربي.

وللاستفاده من هذه الخاصيه الهامه في الحديد يمكن ايضا زيادة حجم

الحديد في مسار خطوط القوي المغناطيسيه حتي يكتمل المسار كما في الشكل:




ولذلك فان : ٣ Φ›2Φ›1Φ

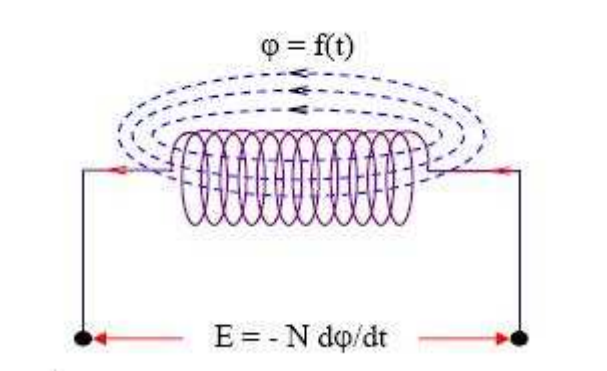
وبهذا المبدأ يمكن تركيز المجال المغناطيسي داخل القلب الحديدي وهذا هو بداية الطريق

لشرح نظرية عمل المولد الكهربي لشرح كيفية توليد التيار المتردد ولنبدأبقانون فاراداي.

# قانون فاراداي-:

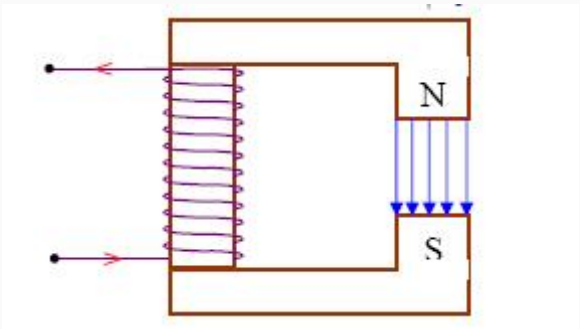
ينص قانون فاراداي علي أنه اذا تعرض ملف ما ذو عدد لفات N لمجال مغناطيسي أو خطوط قوي مغناطيسيه متغيرة مع الزمن تتولد قوة دافعه كهربيه) E جهد كهربي) بين طرفي هذا الملف. تتناسب مع معدل تغير المجال المغناطيسي مع الزمن وتساوي عدد اللفات N مضروبا في معدل تغير خطوط القوي المغناطيسيه بالنسبه للزمن وذلك باشارة سالبه:

$$E= -N \, d\Phi/dt$$




## نظرية عمل المولد الكهربى-:

اذا تخيلنا قلب حديد غيرمغلق تماما وأنه توجد ثغرة هوائيه في مسار خطوط القوي المغناطيسيه. فان خطوط القوي المغناطيسيه تمر الآن في القلب الحديدي وتكمل مسارها في الهواء ويكون المجال المغناطيسي مركزا في هذه الثغرة الهوائيه وهو ما يعرف بالمغناطيس . حيث له قطب شمالي تخرج منه الخطوط المغناطيسيه وقطب جنوبي تدخل اليه الخطوط كما هو مبين-:




في هذه الثغرة يمكن استغلال هذا المجال المغناطيسي بطريقه اخري وهي:
اذا تحرك اي موصل في هذه الثغرة الهوائيه قاطعا خطوط القوي المغناطيسيه تتولد بين اطرافه ق.د.ك تبعا لقانون فاراداي:

$$E= -N \, d\Phi/dt$$

اذا فرضنا ان كثافة خطوط القوي المغناطيسيه قيمه ثابته:B

$$\Phi/A=B$$

اذن

$$\Phi=BA$$

$$d\Phi=BdA$$

فاذا تحرك موصل طوله ℓفي المجال المغناطيسي قاطعا خطوط القوي المغناطيسي Φ تتولد بين اطرافه ق.د.ك E يمكن حسابها كالاتي:
اذا تحرك موصل حركه صغيرة لمسافه صغيرة dX فان خطوط القوي المغناطيسيه التي يقطعها الموصل في حركته dΦ=حيث:

$$d\Phi=BdA$$

$$dA=\ell dX$$

وتبعا لقانون فاراداي وبما ان N=1 اذن:

**|E|=Bℓv=Bℓ dX/dt**

**حيث ان :**

**B: كثافة خطوط القوي المغناطيسيه**

**ℓ: طول الموصل**

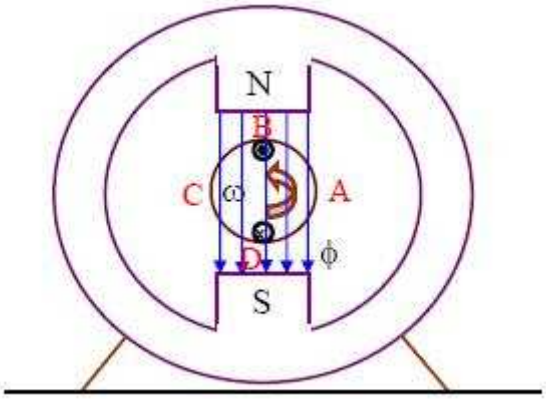
**v: السرعه الخطيه لحركة الموصل العموديه علي اتجاه المجال المغناطيسي**

وحيث ان القوة الدافعه الكهربيه E لها اتجاه فان هذا الاتجاه له علاقه باتجاه كل من v,Φ :وتحدد العلاقه بين هذه الاتجاهات الثلاثه عن طريق قاعدة فلمنج لليد اليسري حيث تقول:

اذا وضع الثلاثه اصابع لليد اليسري الابهام والسبابه والوسطي في ثلاث اتجاهات متعامده علي بعضها فان اتجاه المجال يكون في اتجاه الاصبع الوسطي واتجاه الحركه في اتجاه اصبع الابهام واتجاه التيار في اتجاه السبابه.

# توليد الموجه الجيبيه

**لو تخيلنا الآن ان الموصل يتحرك حركه دوارة في المجال المغناطيسي أي انه يتبادل موقعه ما بين القطبين الشمالي والجنوبي باستمرار كما هو مبين بالشكل وبتطبيق قاعدة فلمنج نجد ان القوة الدافعه الكهربيه وكذلك التيار بهذا التبادل الحركي للموصل تحت الاقطاب المختلفه تتغير ايضا انجاهاتها (اشارتها) وهذا هو ما يسمس بالتيار المتردد.**




**فاذا تخيلنا هذا الموصل بأنه بدأ يتحرك حركه دواره ليأخذ الاوضاع A ثم B ثم C ثم D ثم A وسوف نلاحظ الآتي:**

**1- عند النقطه A يتحرك الموصل حركه موازيه للمجال المغناطيسي فلا يقطعه ولا ينتج عن ذلك توليد اي ق.د.ك.**

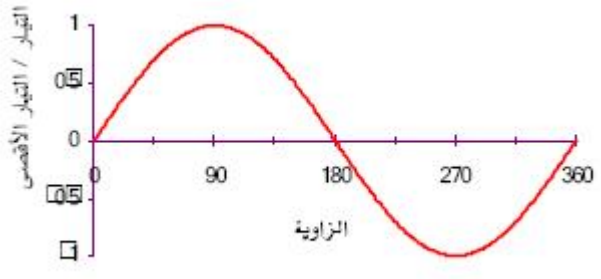
**2- عند النقطه B يتحرك الموصل حركه عموديه تماما علي المجال المغناطيسي فيتولد بين اطرافه ق.د.ك بقيمه عظمي ويكون اتجاهها (وبالتالي التيار الكهربي) في الاتجاه**

الخارج من الموصل.

-3عند النقطه C يتحرك الموصل ثانيه موازيا للمجال المغناطيسي فلا تتولد اي ق.د.ك.

-4عند النقطه D يتحرك الموصل حركه عموديه تماما علي المجال المغناطيسي فيتولد بين اطرافه ق.د.ك بقيمه عظمي ويكون اتجاهها في الاتجاه الداخل الي الموصل.

واذا رسمنا العلاقه بين الزاويه التي قطعها الموصل من الوضع الابتدائي حتي اكمل دورته الكامله وبين قيمة التيار المتولد فيه لوجدنا هذه العلاقه علي شكل منحني الموجه الجيبيه كما في الشكل:




التحليل الرياضي للموجه الجيبيه-:

لاجراء التحليل الرياضي للموجه سوف نتناول بعض التعريفات والعلاقات الهامه المتعلقه بالحركه الدواره للموصل في المجال المغناطيسي

عند قطع الموصل لدوره كامله فان المسافه d التي يقطعها تكون عبارة عن طول محيط الدائرة التي قطرها D أي:

$$D=2\Pi D/2$$

وتكون الزوايا نصف القطريه المقطوعه θ هي:

$$=(2\Pi D/2)/(D/2)=2\Pi\theta$$

وبالتالي اذا قطع الموصل في الثانيه الواحده عدد f من الدورات يكون قطع مسافه طوليه مقدارها V حيث:

$$V=(2\Pi D/2)*f$$

ويكون قطع عدد زوايا نصف قطريه مقدارها ω حيث:

$$\omega=2\Pi f$$

وبالتالي تكون العلاقه بين V,ω كالتالي:

$$V=\omega(D/2)$$

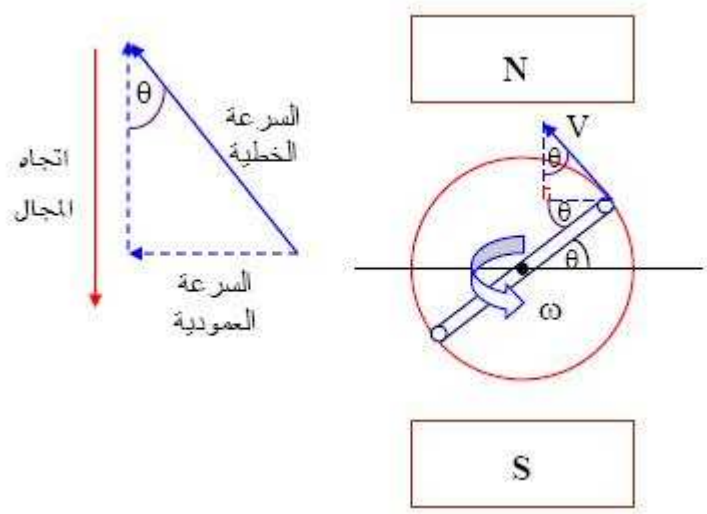
وفي خلال زمن t يكون الموصل قد قطع مسافه طوليه قدرها

$$D=V*t$$

ويكون قد قطع زاويه نصف قطريه قدرها

$$\Theta=\omega.t$$

لنتخيل الآن ان الموصل تحرك من نقطة الصفر ووصل الي وضع عام حيث قطع زاويه مقدارها θ حيث يفترض انه يتحرك بسرعه خطيه ثابته V كما هو مبين بالشكل:




$$V \sin\theta=\upsilon$$

حيث υ هي السرعه العموديه علي خطوط القوي المغناطيسيه Φ وبالتالي فان:

$$E=B\ell v=B\ell V\sin\theta=B\ell V\sin(\omega t)$$

*AHMAD AL-HADIDY*
*JORDAN –ZARQA*
*TEL – 0777409465*
*HADIDY_66@YAHOO.COM*