٢-١ قانونا كيرشوف Kirchoff's laws

تستخدم قانونا كيرشوف لحل دوائر التيار المستمر أى التى تحتوى على مصادر للقوة الدافعة الكهربية (والتى تعطى تيار مستمر) ومقاومات. ومعنى حل الدائرة الكهربية هو إيجاد شدة التيار الكهربى وفرق الجهد فى كل فرع من أفرع الدائرة. يوجد قانونان لكيرشوف أولهما تطبيق لمبدأ عدم تراكم الشحنات الكهربية عند أى نقطة فى الدائرة الكهربية والثانى تطبيق لقانون أوم. ويستخدم القانونان معاً فى حل الدائرة الكهربية.

■ القانون الأول لكيرشوف

" عند أى نقطة تلاقى فى الدائرة الكهربية يكون المجموع الجبرى للتيارات الكهربية مساوياً للصفر "

أى أن ..... (1)

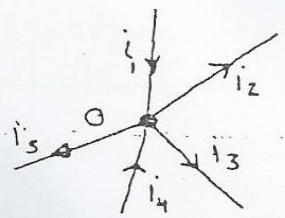
$$\Sigma I = Zero$$

أو يمكن صياغة هذا القانون فى صورة مبسطة وهى

" عند أى نقطة تلاقى فى الدائرة الكهربية يكون

مجموع التيارات الداخلة = مجموع التيارات الخارجة "

وكما هو موضح بالشكل (1) عند نقطة "O"



شكل (1)

التيارات الداخلة = التيارات الخارجة

$$i_1 + i_4 = i_2 + i_3 + i_5$$

■ القانون الثانى لكيرشوف

" فى أى دائرة كهربية مغلقة يكون المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربية مساوياً للمجموع الجبرى لحاصل ضرب شدة التيار فى المقاومة فى جميع أجزاء الدائرة المغلقة "

أى أن .... (2)

$$\Sigma IR = \Sigma E$$

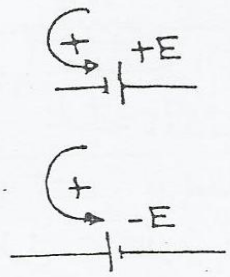
● قاعدة الإشارات

عند تطبيق القانون الثانى لكيرشوف فى أى دائرة كهربية مغلقة يجب استخدام قاعدة ثابتة للإشارات التى توضح اتجاه شدة التيار واتجاه القوى الدافعة الكهربية. ويمكن تلخيص قاعدة الإشارات كما يلى

١- يؤخذ الإتجاه ضد دوران عقارب الساعة هو الإتجاه الموجب لشدة التيار (+)
ولذلك التيار المار في الدائرة المغلقة ضد السهم يكون سالب.

٢- عند اعتبار إشارة القوة الدافعة الكهربية

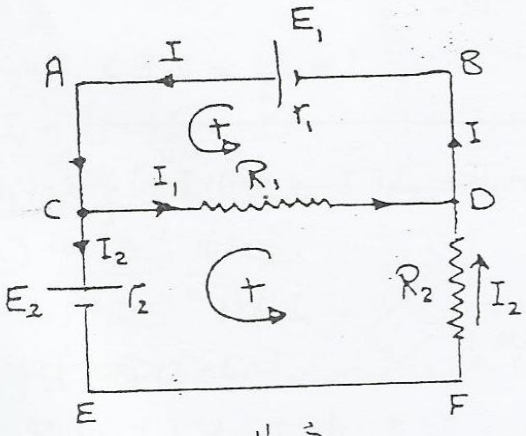
تحسب E+ إذا انتقلنا من السالب الى الموجب للبطارية أثناء دوران السهم.



تحسب E- اذا انتقلنا من الموجب الى السالب البطارية أثناء دوران السهم.

مثال تطبيقي لقانوني كيرشوف وقاعدة الإشارات.

في الدائرة الموضحة بالشكل باعتبار أن E_1 أكبر بكثير من E_2 ولذلك عند نقطة C يتفرع التيار I الى تيارين I_1 ، I_2 كما هو موضح بالشكل (٢)



شكل (٢)

* قانون كيرشوف الأول

عند نقطة C ⇐ $I = I_1 + I_2$

* قانون كيرشوف الثاني

في الدائرة المغلقة ACDBA

$$I r_1 + I_1 R_1 = +E_1$$

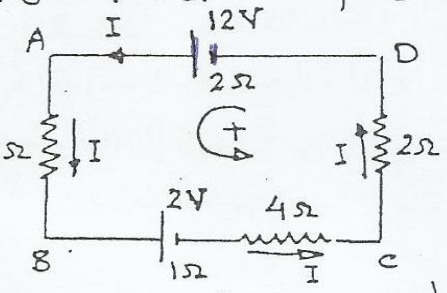
في الدائرة المغلقة CEFDC

$$I_2 r_2 + I_2 R_2 - I_1 R_1 = -E_2$$

ويمكن حل هاتين المعادلتين وايجاد قيمة I_1 و I_2 اذا علم قيم المقاومة و E_1 و E_2 كما سيتضح من الأمثلة القادمة.

أمثلة على إستخدام قانونا كيرشوف
لحل الدوائر الكهربية

مثال (١) :- أحسب التيار الكهربى (I) المار فى الدائرة المبينة بالشكل (٣)



شكل (٣)

الحل

البطارية 12V تتغلب على البطارية 2V ولذلك يعتبر التيار الرئيسى المار فى الدائرة هو التيار الخارج من البطارية 12V

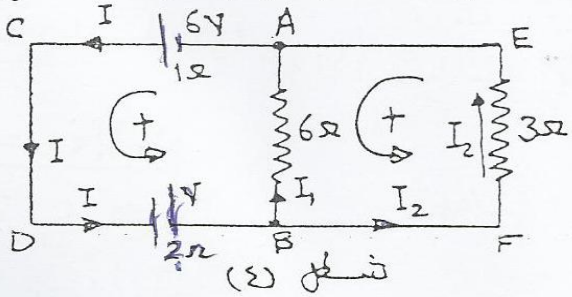
لا يوجد تجزئ فى التيار ولذلك لإنتاج القانون الأول

بتطبيق القانون الثانى على الدائرة المغلقة ABCDA

$$2I + 3I + 1I + 4I + 2I = 12 - 2$$

$$\therefore 12I = 10 \qquad \therefore I = \frac{10}{12} = 0.83 \text{ Amp.}$$

مثال (٢) :- فى الدائرة الكهربية المبينة بالشكل (٤) إحسب التيار المار فى كل فرع من أفرع الدائرة.



شكل (٤)

الحل

البطارية 6V هى المتغلبة.

عند نقطة B يتفرع التيار I الى I_1 و I_2 ثم يتجمع ثانية عند النقطة A.

قانون كيرشوف الأول عند النقطة (B)

$$I = I_1 + I_2 \quad \text{---- (1)}$$

قانون كيرشوف الثانى

* فى الدائرة المغلقة CDBAC

$$1I + 2I + 6I_1 = 6 - 1$$

$$\therefore \boxed{3I + 6I_1 = 5} \quad \text{---- (2)}$$

* فى الدائرة المغلقة ABFEA

$$-6I_1 + 3I_2 = 0$$

$$\therefore \boxed{I_2 = 2I_1} \quad \text{--- (3)}$$

بتطبيق المعادلة (١) فى المعادلة (٢)

$$3(I_1 + I_2) + 6I_1 = 5$$

$$\therefore 9I_1 + 3I_2 = 5$$

لإستخدام المعادلة (3)

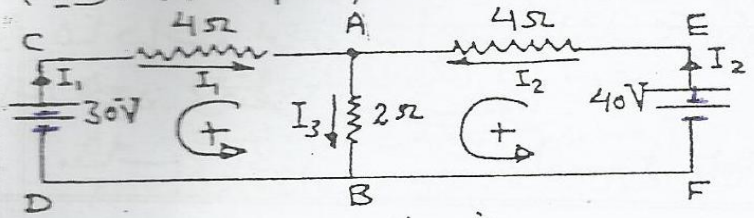
$$9I_1 + 3(2I_1) = 5 \quad \Rightarrow \quad \therefore 15I_1 = 5$$

$$\therefore \boxed{I_1 = \frac{5}{15} = 0.333 \text{ Amp.}}$$

$$\therefore I_2 = 2I_1 \quad \therefore \boxed{I_1 = 0.666 \text{ Amp.}}$$

& $\therefore I = I_1 + I_2 \Rightarrow \boxed{I = 0.999 \simeq 1 \text{ Amp.}}$

مثال (٢) :- في الدائرة المبينة بالشكل (٥) احسب فرق الجهد والقدرة على المقاومة 2Ω وذلك باهمال المقاومة الداخلية لمصادر القوى الدافعة الكهربية



شكل (٥)

الحل

عند النقطة (A)

$$I_1 + I_2 = I_3 \quad \text{---(1)}$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني

في الدائرة المغلقة ACDBA

$$-4I_1 - 2I_3 = -30 \quad \therefore \boxed{2I_1 + I_3 = 15} \quad \text{---(2)}$$

في الدائرة المغلقة EABFE

$$4I_2 + 2I_3 = 40 \quad \therefore \boxed{2I_2 + I_3 = 20} \quad \text{---(3)}$$

باستخدام المعادلة (1) في المعادلتين (2),(3)

$$2I_1 + I_3 = 15 \Rightarrow 2I_1 + I_1 + I_2 = 15 \Rightarrow 3I_1 + I_2 = 15 \quad \text{---(2)'}$$

$$2I_2 + I_3 = 20 \Rightarrow 2I_2 + I_1 + I_2 = 20 \Rightarrow 3I_2 + I_1 = 20 \quad \text{---(3)'}$$

بضرب المعادلة (2)' × 3

$$(2)' \Rightarrow 9I_1 + 3I_2 = 45$$

$$(3)' \Rightarrow I_1 + 3I_2 = 20$$

بالطرح

$$8I_1 = 25$$

$$\therefore \boxed{I_1 = \frac{25}{8} = 3.125 \text{ Amp.}}$$

$$\because I_1 + 3I_2 = 20 \quad \therefore 3.125 + 3I_2 = 20$$

$$\therefore \boxed{I_2 = \frac{20 - 3.125}{3} = 5.625 \text{ Amp.}}$$

$$\because I_3 = I_1 + I_2 \quad \therefore \boxed{I_3 = 3.125 + 5.625 = 8.75 \text{ Amp.}}$$

فرق الجهد الواقع على المقاومة 2Ω هو

$$\boxed{V = I_3 \times 2 \\ V = 17.5 \text{ Volt.}}$$

القدرة الكهربية

$$W = IV$$

$$= 8.75 \times 17.5 = 149.98$$

$$W \simeq 150 \text{ Watt}$$