

تأثيرات التيار الكهربائي المتردد ودوائر المفاعلة:

(أ) جهد و تيار شحن مكثف في دائرة مكونة من مقاومة ومكثف

$$\frac{1}{C} \int I dt + IR = E$$

$$\frac{I}{C} + R \frac{dI}{dt} = 0$$

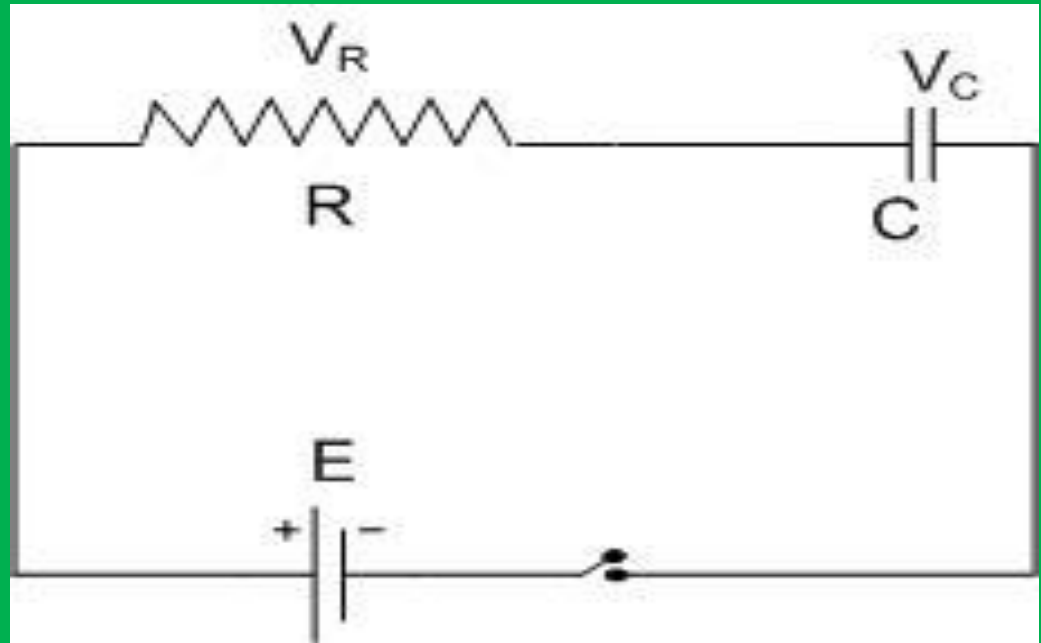
$$\frac{dI}{I} = -\frac{1}{RC} dt$$

$$\ln I = \frac{1}{RC} t + K$$

$$K = \ln I_0$$

$$\ln I - \ln I_0 = -\frac{1}{RC} t$$

$$I = I_0 \cdot \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$



$$V_C + V_R = E$$

$$V_R = IR, V_C = \frac{Q}{C}$$

$$Q = \int I dt$$

$$V_R = IR = I_0 R \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$

$$E = E_0 \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$

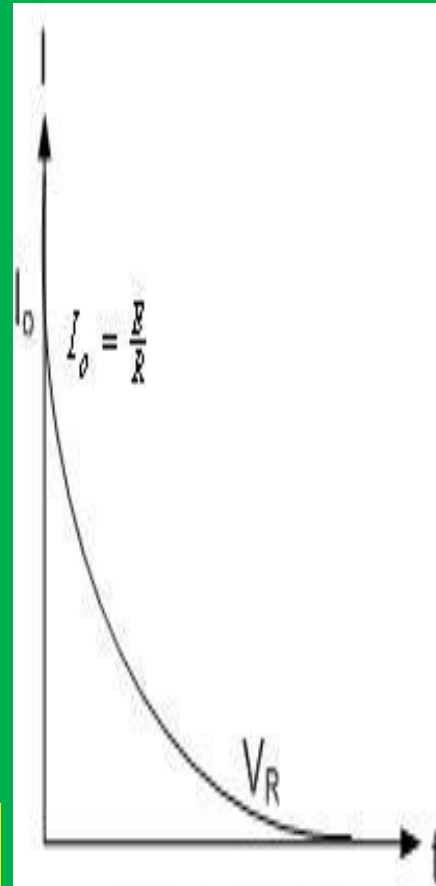
$$V_C + V_R = E$$

$$V_C = E - IR$$

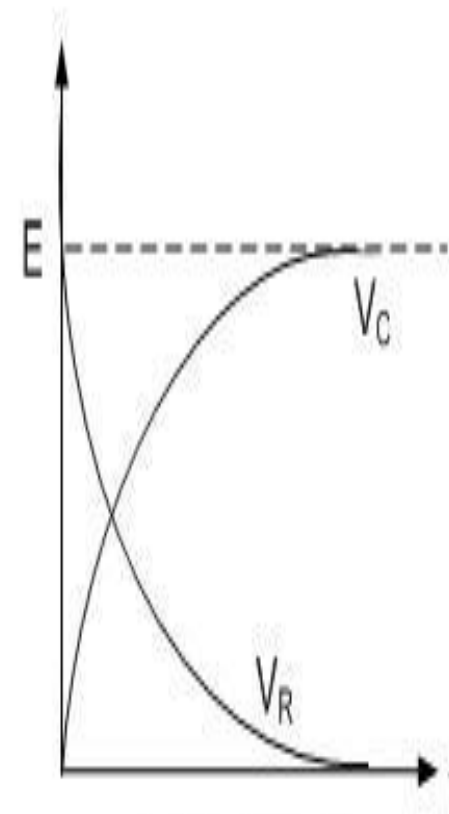
$$= E - IR \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$

$$= E - E \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$

$$= E \left(1 - \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right) \right)$$



تغير التيار مع الزمن



تغير الجهد مع الزمن

و يتضح الاتى من المعدلات والشكل :-

(1) في اللحظة $t = 0$ أي عند قفل الدائرة فإنه يمكن إعتبار المكثف كموصل مقاومته صفراً والتيار المار في الدائرة يساوي وفرق جهد البطارية كله يقع على المقاومة.

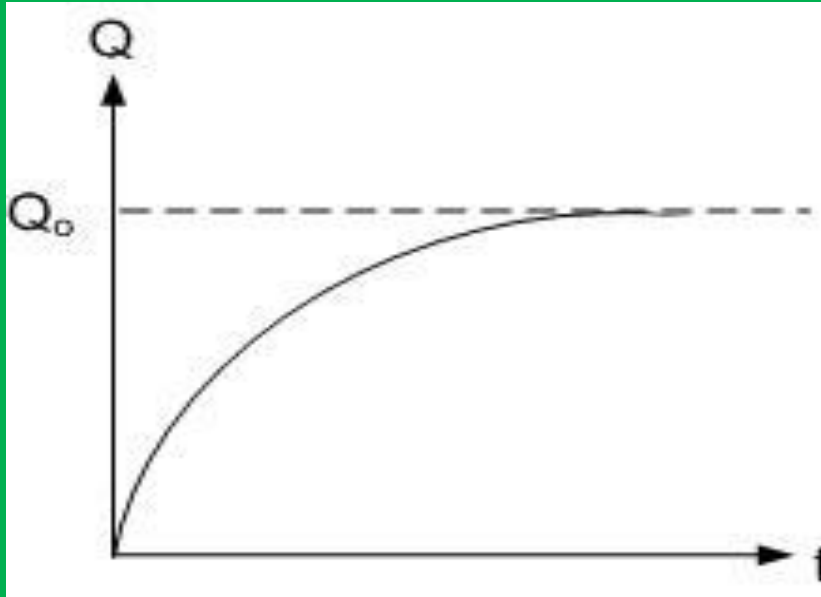
$$I_o = \frac{E}{R}$$

(2) بمرور الزمن يبدأ المكثف في الشحن ويبدأ التيار في الدائرة في الإنخفاض وينخفض فرق الجهد الواقع على المقاومة بينما يزداد فرق الجهد بين لوحي المكثف إلى أن تصل إلى حالة الثبات التي يكون عندها التيار المار بالدائرة صفراً وبالتالي تصل قيمة V_R إلى الصفر، قيمة V_c إلى جهد المصدر E .

(3) قيمة شحن المكثف يمكن تحديدها كالآتي :

$$Q = CV_c = CE \left(1 - \text{Exp}.\left(\frac{-t}{RC}\right) \right)$$

أي أن شحنة المكثف تزداد بدالة أسية إلى أن تصل قيمتها القصوى عندما يصبح التيار المار بالدائرة صفراً، ويوضح الشكل التالي كيفية تغير شحنة المكثف بالنسبة للزمن .



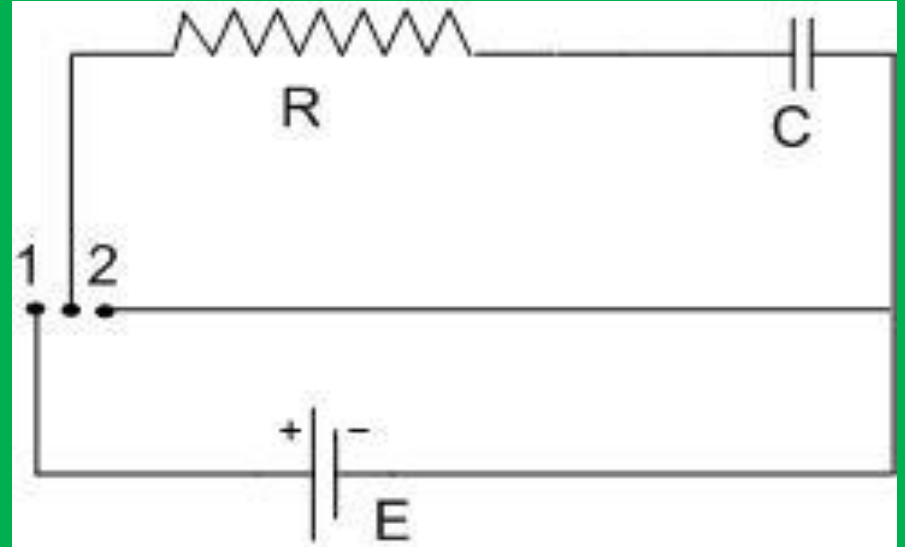
يسمى الزمن اللازم لكي ينخفض التيار من قيمته القصوى إلى $\frac{1}{e}$ من قيمته القصوى بالزمن الثابت أو بثابت الزمن للدائرة، ومن المعادلة نجد أن ثابت الزمن t للدائرة $(\frac{1}{e} = \frac{1}{2.7} = 0.359)$ ووحدات RC هي الثانية إذا كانت R بالأوم، C بالفاراد.

حالة التفريغ:

$$V_C + V_R = 0$$

$$\frac{1}{C} \int I dt + IR = 0$$

$$I = I_0 \cdot \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$



وحيث أنه في اللحظة $t = 0$ كان المكثف مشحون بفرق جهد مساو لجهد المصدر E فإن تيار التفريغ سوف يبدأ في المرور في اتجاه مضاو لاتجاه الشحن وعلى ذلك فإن القيمة I_0 في المعادلة يمكن التعبير عنها كالآتي:-

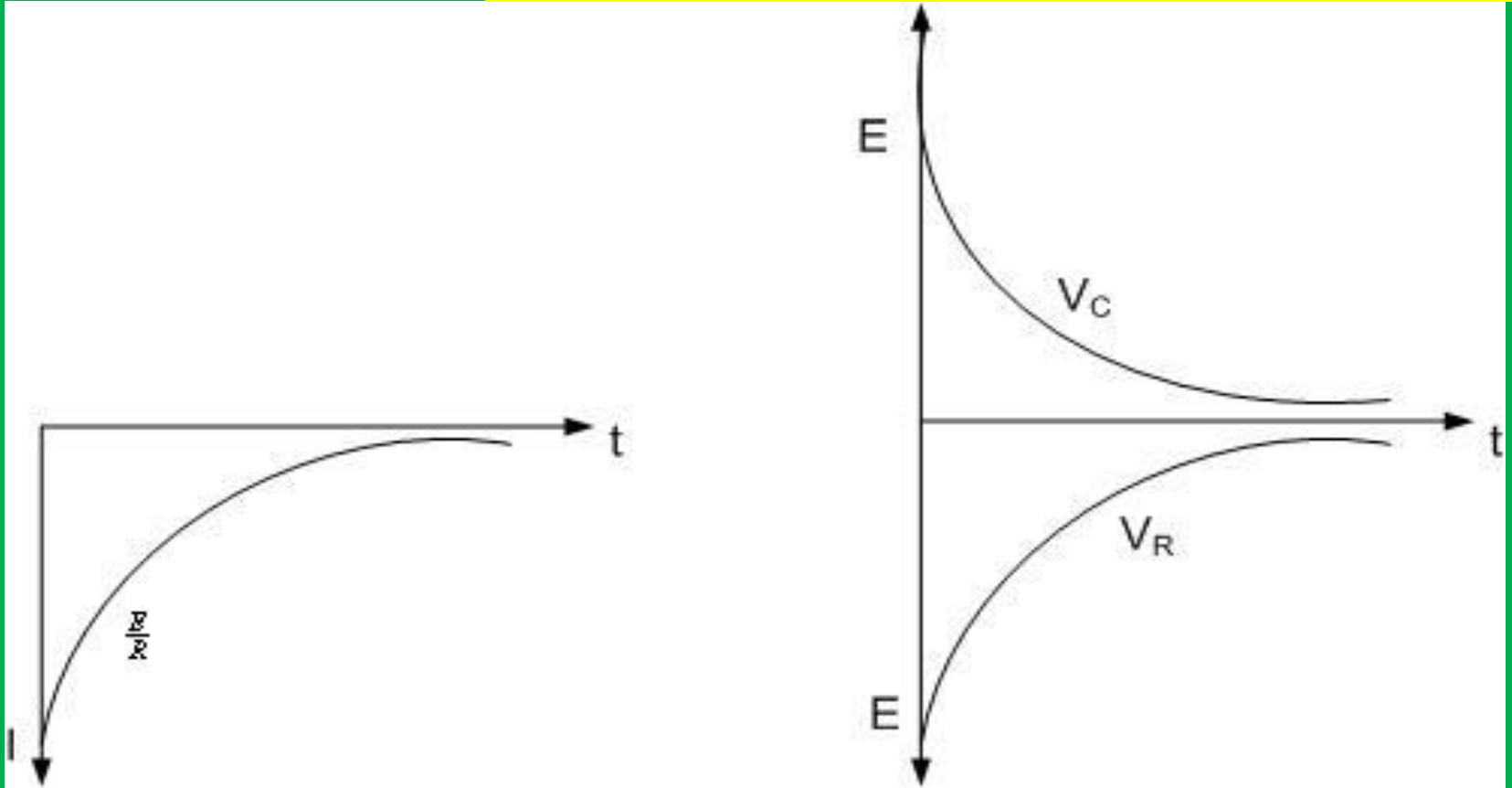
$$I_0 = \frac{E}{R}$$

$$\therefore I = - \left(\frac{E}{R} \right) \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$

$$:V_C = -V_R = E \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$

$$V_R = -E \text{Exp.} \left(\frac{-t}{RC} \right)$$

ويبين الشكل الآتي كيفية هذا التغير بيانيا:



وفي هذه الحالة يمكن التعبير عن الشحنة Q للمكثف كالتالي:

$$Q = CV_0 = cE \exp - \frac{t}{Rc} = Q \exp - t/Rc$$

وهذا يعني أن الشحنة سوف تنقص الي أن تصل للصفر.

(ب) نمو التيار في دائرة مكونة من ملف ومقاومة :-

$$V_R = E - V_L$$

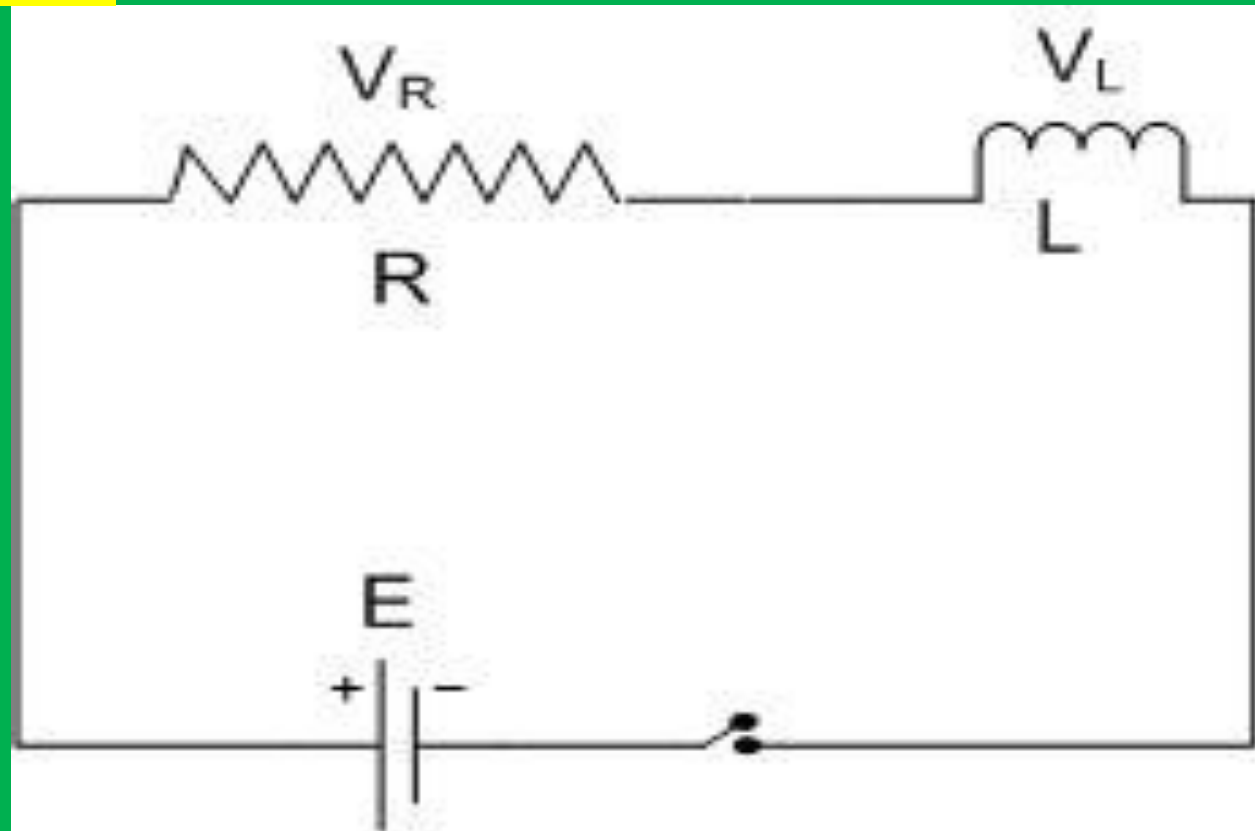
$$V_L = L \frac{dI}{dt}, V_R = IR$$

$$IR + L \frac{dI}{dt} = E$$

$$\left(\frac{E}{R} - I \right) = s$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{ds}{dt}$$

$$s + \frac{L}{R} \frac{ds}{dt} = 0$$



$$\frac{ds}{s} = -\frac{R}{L} dt$$

$$\ln s = -\frac{R}{L} t + k$$

$$\ln \left(\frac{E}{R} - I \right) = -\frac{R}{L} t + k$$

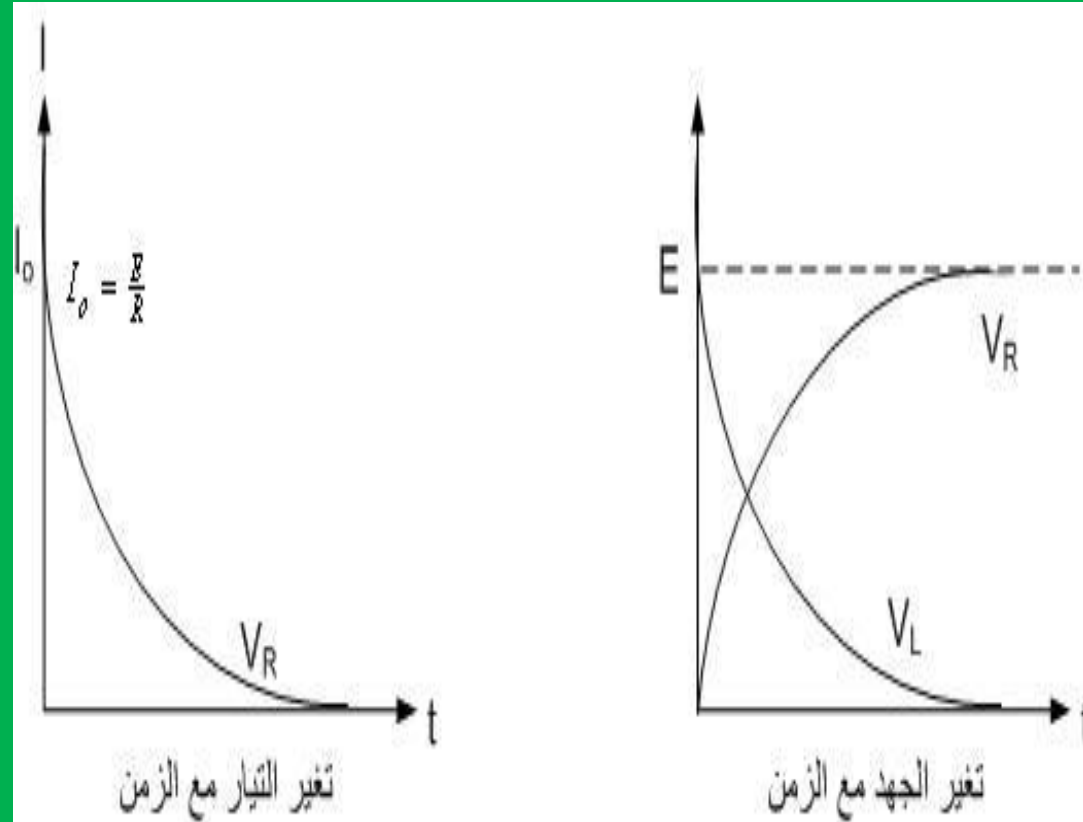
$$\ln \left(\frac{E}{R} - I \right) = -\frac{R}{L} t + k$$

$$\left(\frac{E}{R} - I \right) = \left(\frac{E}{R} \right) \text{Exp.} -\frac{R}{L} t$$

$$I = I_0 \left(1 - \text{Exp} -\frac{Rt}{L} \right)$$

$$V_R = IR = E \left(1 - \text{Exp} -\frac{E}{L} t \right)$$

$$V_L = E - V_R = E \text{Exp} -\frac{R}{L} t$$



وكما في حالة المكثف فإن تيار أو جهد الملف يصل الى وضع الاستقرار بسرعة اذا كان ثابت الزمن t صغير ويتم الوصول الي هذه الحالة ببطء إذا كان ثابت الزمن كبير.

اضمحلال التيار في الدائرة السابقة:-

$$V_R + V_L = 0$$

$$IR + L \frac{dI}{dt} = 0$$

$$\frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} dt$$

$$\ln I = -\frac{R}{L} t + k$$

$$k = L \ln I_0$$

$$\ln I = \frac{Rt}{L} \ln I_0$$

$$\ln \frac{I}{I_0} = -\frac{R}{L} t$$

$$I = I_0 \text{Exp} -\frac{R}{L} t$$

$$V_R = IR = I_0 R \text{Exp} -\frac{R}{L} t$$

$$= E \text{Exp} -\frac{R}{L} t$$

$$-V_R = -E \text{Exp} -\frac{R}{L} t$$

ويبين الشكل الآتي كيفية التيار والجهود بالنسبة للزمن :

