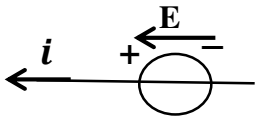
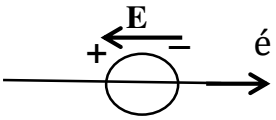
أولا : بعض المفاهيم الأساسية :

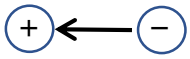


① التيار الإصطلاحي (التيار) i جهتهُ تكون موافقة للجهة ذات التوتر الأكبر للمولد (يخرج من جهة +)

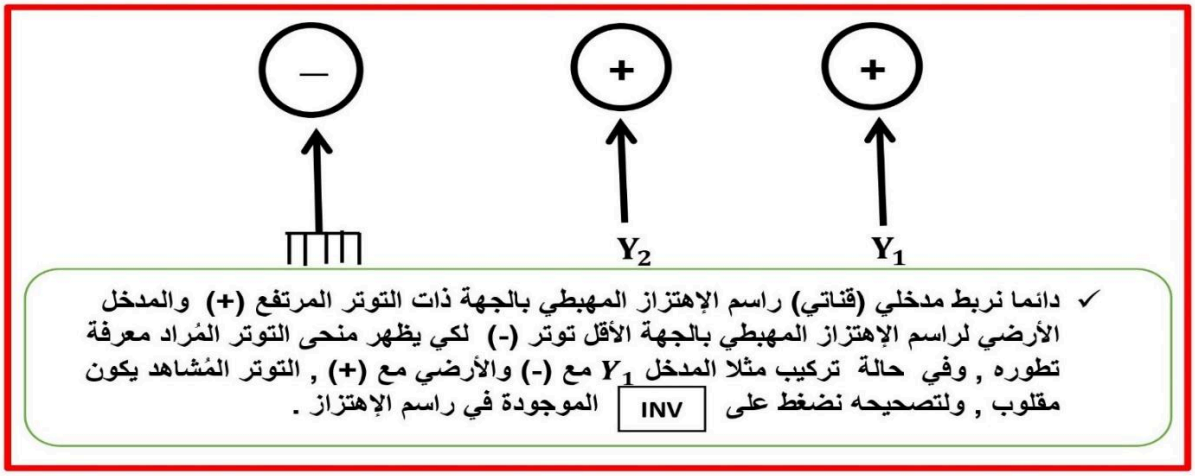
② التيار الحقيقي (حاملة الشحنات أو حركة الإلكترونات) é جهتهُ موافقة للجهة ذات التوتر الأصغر للمولد (يخرج من جهة -)



③ يُمثل التوتر بين طرفي عنصر U لعُنصر في دارة ما : من التوتر الأصغر إلى التوتر الأكبر أي

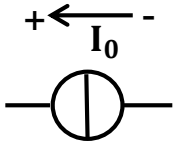
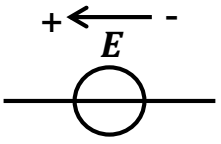
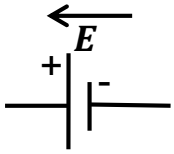


④ راسم الإهتزاز المهبطي :



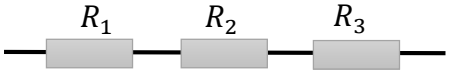
✓ دائما نربط مدخلي (قناتي) راسم الإهتزاز المهبطي بالجهة ذات التوتر المرتفع (+) والمدخل الأرضي لراسم الإهتزاز المهبطي بالجهة الأقل توتر (-) لكي يظهر منحى التوتر المُراد معرفة تطوره , وفي حالة تركيب مثلا المدخل Y_1 مع (-) والأرضي مع (+) , التوتر المُشاهد يكون مقلوب , ولتصحيحه نضغط على INV الموجودة في راسم الإهتزاز .

⑤ أنواع المولدات :

مولد تيار (يُعطي تيار ثابت)	مولد توتر مثالي (توترهُ E ثابت)	مولد توتر حقيقي (توترهُ E ثابت) ويتميز بمقاومة داخلية r
 $I_0 = \frac{q}{t}$ تُصبح $i = \frac{dq}{dt}$		

⑥ ربط المقاومات على التسلسل والتفرع :

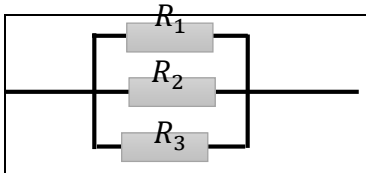
✓ الربط على التسلسل :



$$R_{éq} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots$$

حيث : $R_{éq}$ هي المقاومة المكافئة لكل المقاومات (الكلية)

✓ الربط على التفرع :



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

ثانيا : المُكثفة

① تعريف المكثفة : هي عنصر كهربائي قادر على تخزين كمية من الكهرباء , تتكون من صفيحتين معدنيتين (لبوسين) متقابلتين يفصل بينهما عازل , وتتميز المكثفة بسعة C تقاس بوحدة الفاراد $[F]$, وبما أن الفاراد قيمة كبيرة جدا نتعامل بأجزاء الفاراد حيث :

الميلي فاراد mF	$1\,mF = 10^{-3}\,F$
الميكرو فاراد μF	$1\,\mu F = 10^{-6}\,F$
النانو فاراد nF	$nF = 10^{-9}\,F \quad 1$

● **نرمز للمكثفة** في الدارة بالرمز : ⊣⊢

② دور المكثفة : تخزين الطاقة الكهربائية مع إمكانية تفريغها وقت الحاجة .

③ التفسير المجهري لشحن مكثفة :

يفرض المولد توترا كهربائيا على طول الدارة فيحدث إنتقال سريع للإلكترونات نحو أحد اللبوسين لكن وجود العازل يمنع إنتقال الإلكترونات إلى اللبوس الآخر فتتكاثف عليه فيُشحن هذا اللبوس بالسالب , أما اللبوس الثاني يُشحن بالموجب , وعندما تتكاثف كُل الإلكترونات في الدارة , ينقطع التيار نقول عندها أن المكثفة شُحنة كليا .

④ التفسير المجهري للتفرغ مكثفة :

إنتقال الإلكترونات المتراكمة عبر المقاومة من اللبوس السالب إلى اللبوس الموجب وعندما يصبح اللبوسان متعادلين كهربائيا فينقطع التيار ومنه نقول أن المكثفة قد فرغت كليا .

⑤ ثابت الزمن تو τ حيث : $\tau = R_T \times C$ R_T : مجموع المقاومات الموجودة في الدارة

المدلول الفيزيائي في الدارة RC (مكثفة)	
في ظاهرة الشحن	**في ظاهرة التفريغ**
يُعرف ثابت الزمن τ بأنهُ الزمن اللازم لبلوغ التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة 63% من قيمته الأعظمية	يُعرف ثابت الزمن بأنهُ الزمن اللازم لبلوغ التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة 37% من قيمته الأعظمية

⑤ تعتبر المكثفة مشحونة كُليا عندما يبلغ التوتر بين طرفيها 99% من توتر المولد E وهي توافق : 5τ

⑥ التحليل البُعدي لثابت الزمن τ :

$U_R = R \times i$	$q = C \times U_C$	$i = \frac{dq}{dt}$

حالة مكثفة $\tau = RC$

$$[\tau] = [R][C] = \frac{[U]}{[I]} \times \frac{[Q]}{[U]} = \frac{[U]}{[I]} \times \frac{[I][T]}{[U]} = [T]$$

المقدار	الوحدة	بُعدُها
توتر U	الفولط V	$[U]$
شدة التيار i	أمبير A	$[I]$
الزمن Δt	ثانية s	$[T]$
مقاومة R	أوم Ω	$[R]$

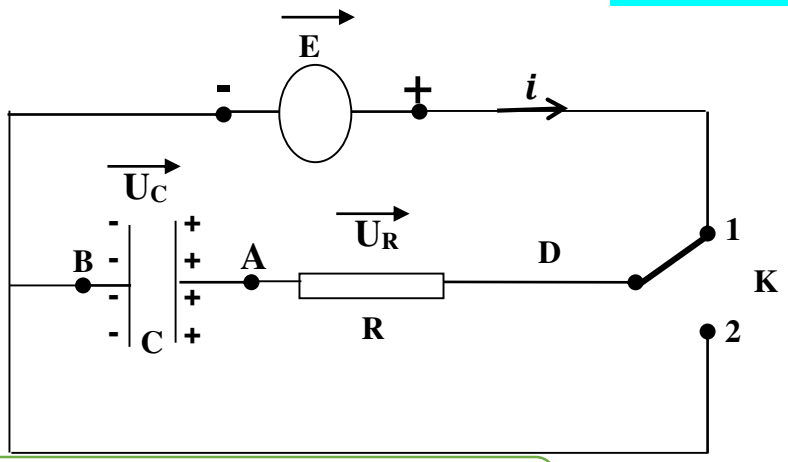
⑦ الطاقة المخزنة في مكثفة E_C : تُعطى بالعلاقة : $E_C(t) = \frac{1}{2}.C.U_C^2(t)$ وإذا عوضنا U_C بما يساويه من العلاقة : $q = CU_C$ تجد :

$E_C(t) = \frac{1}{2C}.q^2(t)$

- أكبر قيمة لـ U_C هي E , إذن الطاقة العُظمى المُخزنة في مُكثفة هي : $E_{Cmax} = \frac{1}{2}.C.U_{max}^2$ أو $E_{Cmax} = \frac{1}{2C}.Q_0^2$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

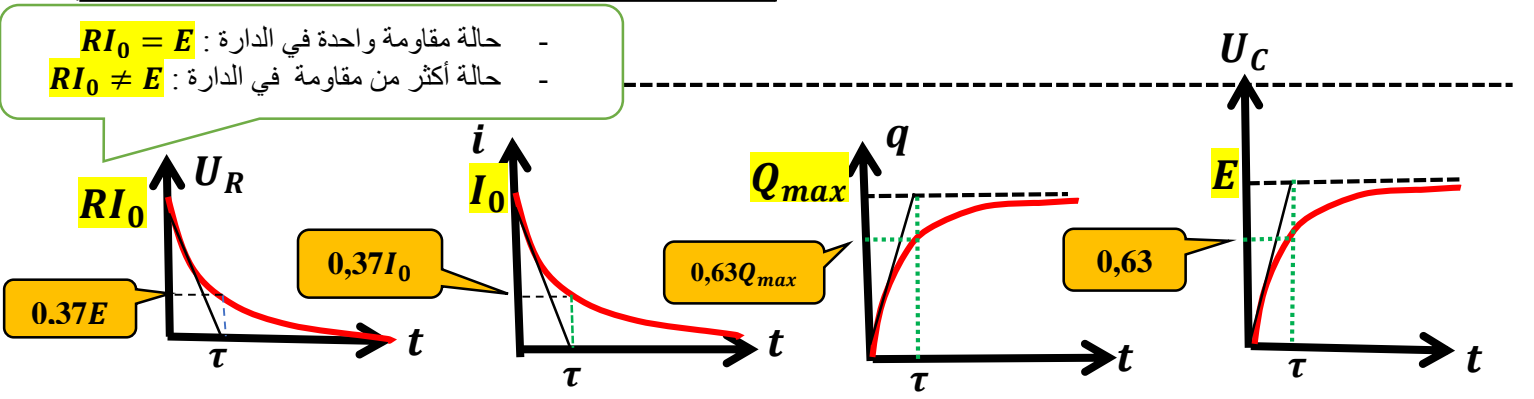
⑧ المعادلات التفاضلية للدارة RC بدلالة : $i(t)$ ، $q(t)$ ، $U_C(t)$



حالة شحن مُكثفة

① $i = \frac{dq}{dt} = C \times \frac{dU_C}{dt}$
② $U_R = R \times i$
③ $q = C \times U_C$

- حالة مقاومة واحدة في الدارة : $RI_0 = E$
- حالة أكثر من مقاومة في الدارة : $RI_0 \neq E$



المعادلة التفاضلية بدلالة U_R	المعادلة التفاضلية بدلالة i	المعادلة التفاضلية بدلالة q	المعادلة التفاضلية بدلالة U_C
	• حسب قانون جمع التوترات عند الشحن : $U_C + U_R = E$ $\frac{q}{C} + (R \times i) = E$ • نشتق الطرفين : $\frac{1}{C}\frac{dq}{dt} + \left(R \times \frac{di}{dt}\right) = 0$ $\frac{1}{C} i + \left(R \times \frac{di}{dt}\right) = 0$ • نقسم الطرفين على R : $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = 0$	• حسب قانون جمع التوترات عند الشحن : $U_C + U_R = E$ $\frac{q}{C} + (R \times i) = E$ $\frac{q}{C} + \left(R \times \frac{dq}{dt}\right) = E$ • نقسم طرفي المعادلة على R : $\frac{q}{RC} + \frac{dq}{dt} = \frac{E}{R}$ $\frac{dq}{dt} + \frac{q}{\tau} = \frac{E}{R}$	• حسب قانون جمع التوترات عند الشحن : $U_C + U_R = E$ $U_C + (R \times i) = E$ $U_C + \left(R \times C\frac{dU_C}{dt}\right) = E$ • نقسم الطرفين على RC : $\frac{U_C}{RC} + \frac{dU_C}{dt} = \frac{E}{RC}$ $\frac{dU_C}{dt} + \frac{U_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}$

◄ حلول المعادلات التفاضلية في حالة الشحن هي :

$U_R(t) = E\ e^{-\frac{t}{\tau}}$	$i(t) = I_0\ e^{-\frac{t}{\tau}}$	$q(t) = Q_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$	$U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

◄ إنطلاقا من منحنى $q(t)$ لدينا حسب قانون جمع التوترات : $U_C(t) + U_R(t) = E$ أي $\frac{q(t)}{C} + U_R(t) = E$

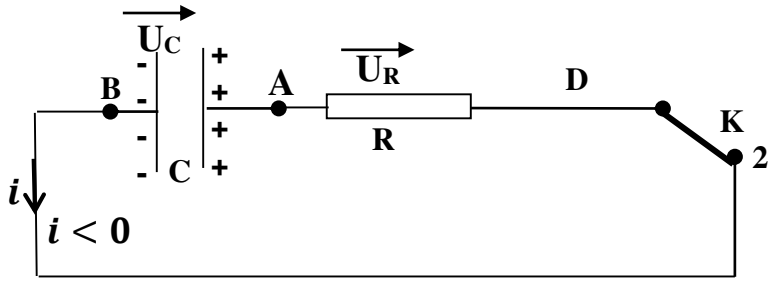
- وفي النظام الدائم (∞) يصبح $\frac{q(\infty)}{C} + U_R(\infty) = E$ أي $\frac{Q_{max}}{C} + 0 = E$ ومنه : $Q_{max} = CE$

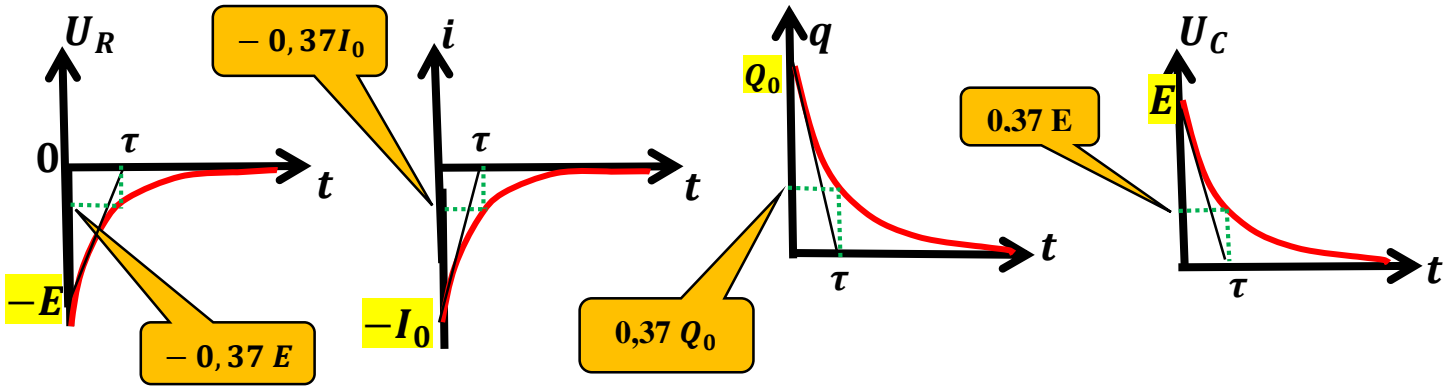
◄ إنطلاقا من منحنى $i(t)$ لدينا حسب قانون جمع التوترات : $U_C(t) + U_R(t) = E$ أي : $U_C(t) + Ri(t) = E$

- وفي اللحظة $t = 0$ يصبح $U_C(0) + Ri(0) = E$ أي : $0 + RI_0 = E$ أي : $I_0 = \frac{E}{R}$
- حالة أكثر من مقاومة في الدارة : $I_0 = \frac{E}{R_T}$ حيث : مجموع المقاومات في الدارة

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

حالة تفريغ مُكثفة





المعادلة التفاضلية بدلالة U_C	المعادلة التفاضلية بدلالة q	المعادلة التفاضلية بدلالة i	المعادلة التفاضلية بدلالة U_R
• **حسب قانون جمع التوترات عند التفريغ :** $U_C + U_R = 0$ $U_C + (R \times i) = 0$ $U_C + \left(R \times C\frac{dU_C}{dt}\right) = 0$ • **نقسم الطرفين على RC :** $\frac{U_C}{RC} + \frac{dU_C}{dt} = 0$ $\frac{dU_C}{dt} + \frac{U_C}{\tau} = 0$	• حسب قانون جمع التوترات عند التفريغ : $U_C + U_R = 0$ $\frac{q}{C} + (R \times i) = 0$ $\frac{q}{C} + \left(R \times \frac{dq}{dt}\right) = 0$ • نقسم طرفي المعادلة على R : $\frac{q}{RC} + \frac{dq}{dt} = 0$ $\frac{dq}{dt} + \frac{q}{\tau} = 0$	• **حسب قانون جمع التوترات عند التفريغ :** $U_C + U_R = 0$ $\frac{q}{C} + (R \times i) = 0$ • **نشتق الطرفين :** $\frac{1}{C}\frac{dq}{dt} + \left(R \times \frac{di}{dt}\right) = 0$ $\frac{1}{C}i + \left(R \times \frac{di}{dt}\right) = 0$ • **نقسم الطرفين على R :** $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = 0$	

◄ **حلول المعادلات التفاضلية في حالة تفريغ هي :**

$U_C(t) = E\, e^{-\frac{t}{\tau}}$	$q(t) = Q_0\ e^{-\frac{t}{\tau}}$	$i(t) = -\mathrm{I}_0\ e^{-\frac{t}{\tau}}$	$U_R(t) = -E\ e^{-\frac{t}{\tau}}$

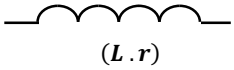
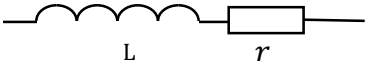
- ◄ إنطلاقا من منحنى $q(t)$ لدينا حسب قانون جمع التوترات : $U_C(t) + U_R(t) = 0$ أي $\frac{q(t)}{C} + U_R(t) = 0$
  - عند اللحظة $t = 0$ يصبح $\frac{q(0)}{C} + U_R(0) = 0$ أي $\frac{Q_0}{C} - E = 0$ ومنه : $Q_0 = CE$
- ◄ إنطلاقا من منحنى $i(t)$ لدينا حسب قانون جمع التوترات : $U_C(t) + U_R(t) = 0$ أي : $U_C(t) + Ri(t) = 0$
  - عند اللحظة $t = 0$ يُصبح : $U_C(0) + Ri(0) = 0$ أي : $E - RI_0 = 0$ أي : $I_0 = \frac{E}{R}$

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

ثالثا : الوشيعة

① تعريف الوشيعة : هي عبارة عن ثنائي قطب يتكون من سلك ناقل مطلي بطبقة عازلة ويكون ملفوف على إسطوانة وتتميز الوشيعة بمقدارين :

- معامل تحريض ذاتي (ذاتية) ونرمز لها بـ : L ووحدتها الهنري $[H]$
- مقاومة داخلية r

نرمز لها في الدارة بـ :  $(L\,.r)$ أو  L r

② عبارة التوتر بين طريفي الوشيعة :

$$U_b = U_L + U_r$$

$$U_b = L \times \frac{di}{dt} + ri$$

- $U_L = L \times \frac{di}{dt}$: التوتر الكُلي للوشيعة
- $L \times \frac{di}{dt}$: التوتر الناتج عن التحريض الكهرومغناطيسي الذاتي للوشيعة
- $U_r = r \times i$: توتر ناتج عن المقاومة الداخلية للوشيعة حسب أوم

حالات خاصة :

① نقول عن الوشيعة انها صافية (صرفة أو مثالية) عندما تكون المقاومة الداخلية للوشيعة معدومة $r = 0$ أي : $U_b = U_L + \cancel{U_r} = U_L = L \times \frac{di}{dt}$
② في النظام الدائم ينعدم المقدار $\frac{di}{dt}$ لأن الميل ينعدم (أو لأن مشتق الثابت معدوم) معناه $U_b = L \times \cancel{\frac{di}{dt}} + ri$ أي $U_b = U_r = ri$ أي تسلك الوشيعة سُلوك الناقل الأومي (تصبح عبارة عن مقاومة)
③ عنـدما يثبت التيار (نظام دائم) تسلك الوشيعة المثالية $(r = 0)$ سلوك الموصل (سلك ناقل)

③ تعريف ثابت الزمن τ :

في الدارة RL (وشيعة)	
عند غلق القاطعة	عند فتح القاطعة
يُعرف ثابت الزمن τ بأنهُ الزمن اللازم لبلوغ شدة التيار الكهربائي 63% من قيمته الأعظمية	يُعرف ثابت الزمن τ بأنهُ الزمن اللازم لبلوغ شدة التيار الكهربائي 37% من قيمته الأعظمية

④ تفسير (دور) عمل الوشيعة : عند إجتياز تيار لوشيعة فإنها تُعرقل مروره بسبب ظاهرة التحريض الذاتي وهذا بتوليدها لتيار محرض جهتهُ عكس جهة تيارالدارة (تُمانع الوشيعة مرور التيار لوقت قصير في الدارة (نظام إنتقالي))

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

⑤ التحليل البُعدي لثابت الزمن τ :

حالة وشيعة $\tau = L/R_T$
$[\tau] = \frac{[L]}{[R]} = [L] \times \frac{1}{[R]} = \frac{[U]\times[T]}{[I]} \times \frac{[I]}{[U]} = [T]$

⑥ الطاقة المُخزنة في وشيعة E_L

تعطى بالعلاقة $E_L(t) = \frac{1}{2} L\, i^2(t)$

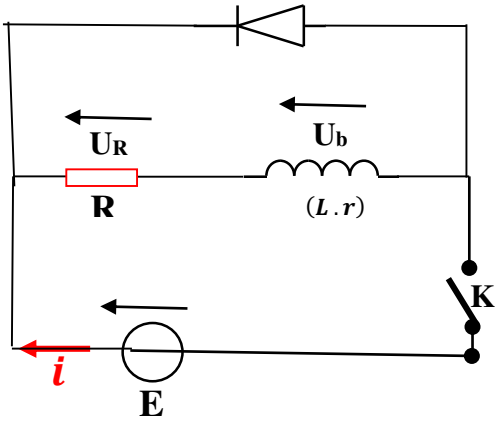
- وتكون الطاقة الأعظمية المخزنة : $E_{Lmax} = \frac{1}{2} L\, I_0^{\,2}$

⑦ تعريف وأهمية الصمام الثنائي (الديود) :

هو عنصر كهربائي يسمح بمرور التيار الكهربائي في جهة ويمنعُهُ في الجهة الأخرى

● دورهُ : دور الصمام الثنائي هو منع حدوث شرارة كهربائية أو توتر كهربائي كبير ينشأ بين فكي القاطعة لحماية الأجهزة والمُجرب .

⑧ المعادلة التفاضلية بدلالة التيار $i(t)$ للدارة RL عند غلق القاطعة :



- حسب قانون جمع التوترات :

$U_b(t) + U_R(t) = E$ أي : $L \times \frac{di}{dt} + ri(t) + Ri(t) = E$

أي : $L \times \frac{di}{dt} + (r+R)i(t) = E$

ومنهُ : $\frac{di}{dt} + \frac{(r+R)}{L} i(t) = \frac{E}{L}$ ← $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i(t) = \frac{E}{L}$

- هذه معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى حلها : $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

- نعوض عبارة $i(t)$ في العلاقات نجد :

➔ $U_b(t) = L \times \frac{di}{dt} + ri = L \times \frac{d\left(I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})\right)}{dt} + r\left(I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})\right) = rI_0 + (E - rI_0)e^{-\frac{t}{\tau}}$

➔ $U_R(t) = Ri = R\left(I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})\right) = RI_0\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$

- حيث : $\tau = \frac{L}{(r+R)}$

- وحسب قانون جمع التوترات $U_b(t) + U_R(t) = E$ وعند النظام الدائم (∞) : $U_b(\infty) + U_R(\infty) = E$

أي : $r\, I_0 + R\, I_0 = E$ ومنهُ : $I_0 = \frac{E}{R+r}$

المنحنيات في حالة غلق القاطعة (مرور تيار) :

