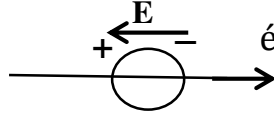


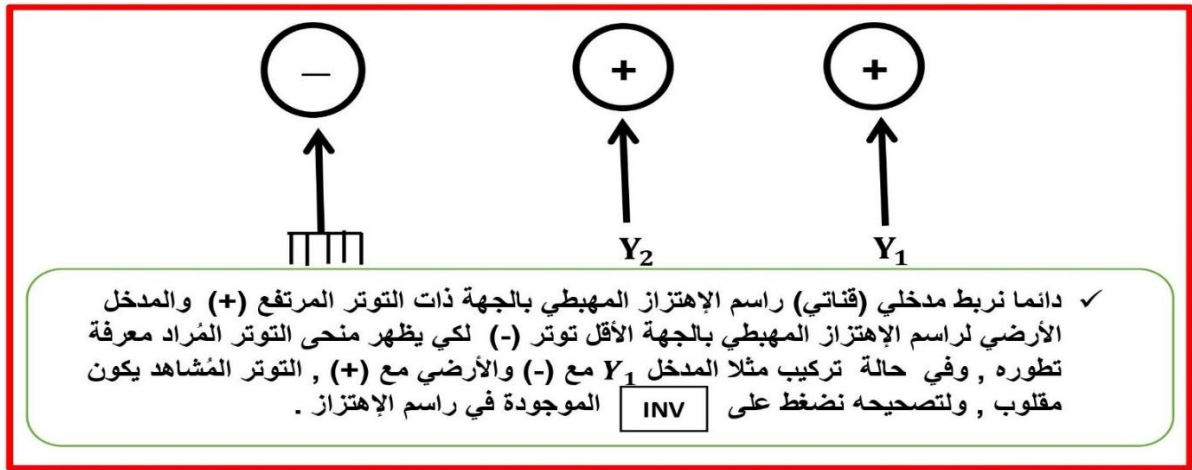
أولا : بعض المفاهيم الأساسية :

- ① التيار الإصطلاحي (التيار) i جهته تكون موافقة للجهة ذات التوتر الأكبر للمولد (يخرج من جهة +)
- ② التيار الحقيقي (حاملة الشحنات أو حركة الإلكترونات) $\vec{e}$ جهته موافقة للجهة ذات التوتر الأصغر للمولد (يخرج من جهة -)



- ③ يُمثل التوترين طرفي عنصر U لعنصر في دائرة ما : من التوتر الأصغر إلى التوتر الأكبر أي $(-) \leftarrow (+)$

④ راسم الإهتزاز المهبطي :



⑤ أنواع المولدات :

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

⑥ ربط المقاومات على التسلسل والتفرع :

✓ الربط على التفرع : $\frac{1}{R_{\acute{e}q}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$	✓ الربط على التسلسل : $R_{\acute{e}q} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ حيث : $R_{\acute{e}q}$ هي المقاومة المكافئة لكل المقاومات (الكلية)
--	--

ثانيا : المكثفة

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	$1 nF = 10^{-9} F$

● نرْمُزُ للمكثفة في الدارة بالرمز :

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

③ **التفسير المجري 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 فتتكاثر عليه فيُشحن هذا اللبوس بالسالب , أما اللبوس الثاني يُشحن بالموجب , وعندما تتكاثر كل الإلكترونات في الدارة , ينقطع التيار نقول عندها أن المكثفة شُحنت كليا .

④ **التفسير المجري للتفريغ 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 : $\tau = R_T \times C$ مجموع المقاومات الموجودة في الدارة R_T :**

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

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

⑥ **التحليل البُعدي لثابت الزمن τ :**

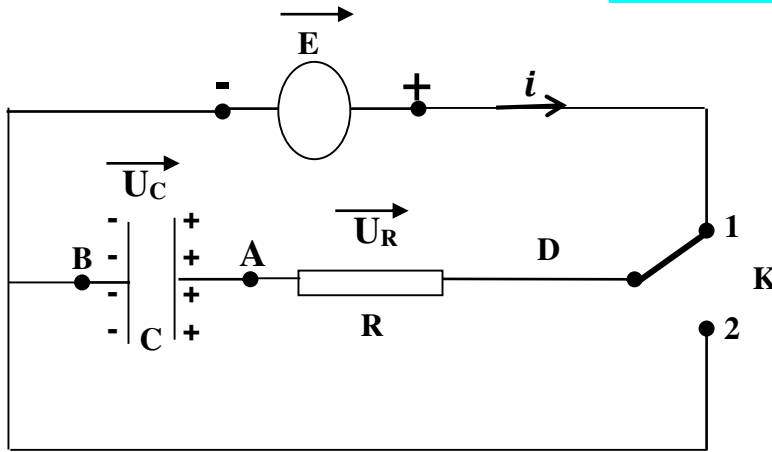
المقدار	الوحدة	بُعدها
توتر U	الفولط V	$[U]$
شدة التيار i	أمبير A	$[I]$
الزمن Δt	ثانية s	$[T]$
مقاومة R	أوم Ω	$[R]$

$U_R = R \times i$	$q = C \times U_C$	$i = \frac{dq}{dt}$
حالة مكثفة $\tau = RC$		
$[\tau] = [R][C] = \frac{[U]}{[I]} \times \frac{[Q]}{[U]} = \frac{[U]}{[I]} \times \frac{[I][T]}{[U]} = [T]$		

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

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

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

③ المعادلات التفاضلية للدارة RC بدلالة : $i(t)$, $q(t)$, $U_C(t)$ 

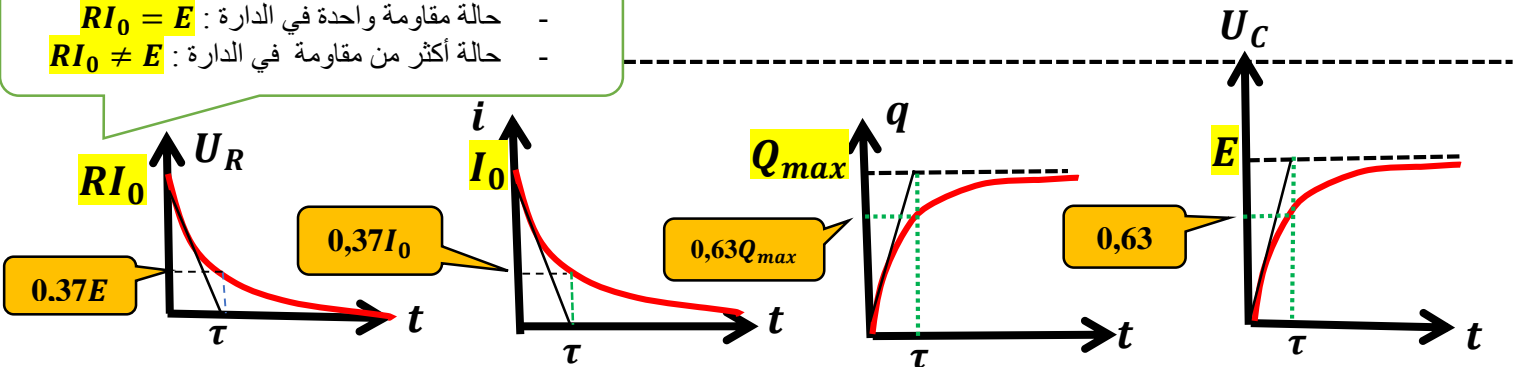
حالة شحن مكثفة

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 : $RI_0 \neq E$



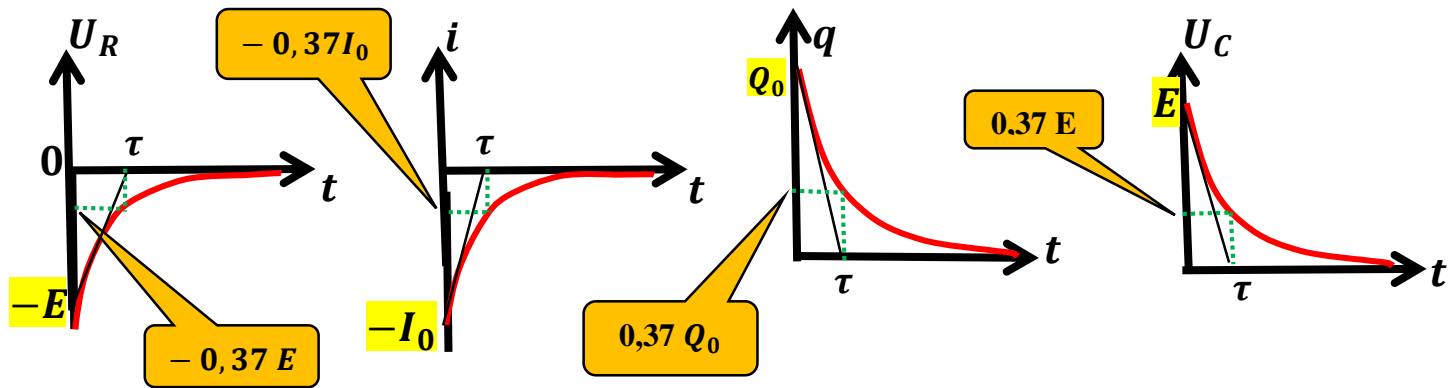
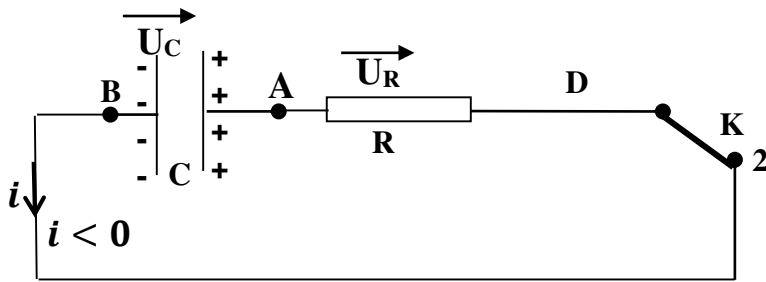
المعادلة التفاضلية بدلالة U_R	المعادلة التفاضلية بدلالة i	المعادلة التفاضلية بدلالة q	المعادلة التفاضلية بدلالة U_C
	- حسب قانون جمع التوترات عند الشحن : $U_C + U_R = E$ $\frac{q}{C} + (R \times i) = E$ - نشتق الطرفين : $\frac{1}{C} \frac{dq}{dt} + \left(R \times \frac{di}{dt} \right) = 0$ $\frac{1}{C}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

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

- إنطلاقاً 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 : $Q_{max} = CE$
- إنطلاقاً 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 R_T : مجموع المقاومات في الدارة

حالة تفريغ مكثفة



المعادلة التفاضلية بدلالة U_R	المعادلة التفاضلية بدلالة i	المعادلة التفاضلية بدلالة q	المعادلة التفاضلية بدلالة U_C
	- 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 : $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = 0$	- 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 : $\frac{q}{RC} + \frac{dq}{dt} = 0$	- 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 : $\frac{U_C}{RC} + \frac{dU_C}{dt} = 0$

◀ حلول المعادلات التفاضلية في حالة تفريغ هي :

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

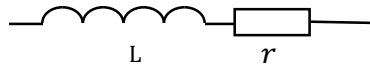
- ◀ إنطلاقاً من منحنى $q(t)$ لدينا حسب قانون جمع التوترات : $U_C(t) + U_R(t) = 0$ أي $\frac{q(t)}{C} + U_R(t) = 0$ عند اللحظة $t = 0$ يصبح $\frac{q(0)}{C} + U_R(0) = 0$ أي $\frac{Q_0}{C} - E = 0$ ومنه : $Q_0 = CE$
- ◀ إنطلاقاً من منحنى $i(t)$ لدينا حسب قانون جمع التوترات : $U_C(t) + U_R(t) = 0$ أي $U_C(t)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

ثالثا : الوشيعة

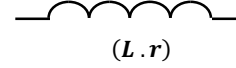
① **تعريف الوشيعة** : هي عبارة عن ثنائي قطب يتكون من سلك ناقل مطلي بطبقة عازلة ويكون ملفوف على إسطوانة وتتميز الوشيعة بمقدارين :

● معامل تحريض ذاتي (ذاتية) ونرمز لها بـ : L ووحدتها الهنري $[H]$

● مقاومة داخلية r



أو



نرمز لها في الدارة بـ :

② **عبارة التوتريين طريقي الوشيعة** :

$$U_b = U_L + U_r$$

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

التوتر الكلي للوشيعة

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

$$U_b = U_r = ri \quad \text{أي تسلك الوشيعة سلوك الناقل الأومي (تصبح عبارة عن مقاومة)}$$

③ عندما 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 بأنه الزمن اللازم لبلوغ شدة التيار الكهربائي 63% من قيمته الأعظمية	يُعرف ثابت الزمن τ بأنه الزمن اللازم لبلوغ شدة التيار الكهربائي 37% من قيمته الأعظمية

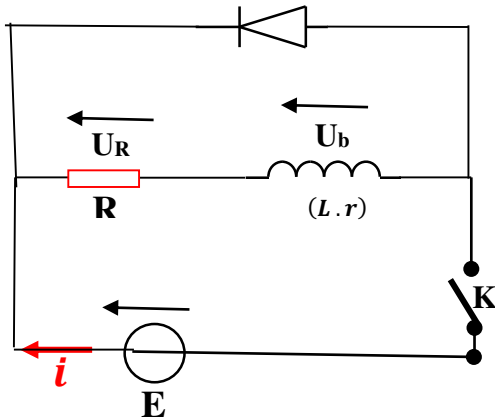
④ **تفسير (دور) عمل الوشيعة** : عند إجتياز تيار لوشيعة فإنها تُعرقل مروره بسبب ظاهرة التحريض الذاتي وهذا بتوليدها لتيار محرض جهته عكس جهة تيار الدارة (ثَماع الوشيعة مرور التيار لوقت قصير في الدارة (نظام إنتقالي))

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 المخزنة 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 ويمنعهُ في الجهة الأخرى

● **دوره** : 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 :

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

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

$$\text{ومنه} \quad \frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i(t) = \frac{E}{L} \quad \leftarrow \quad \frac{di}{dt} + \frac{(r+R)}{L} i(t) = \frac{E}{L}$$

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

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

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

- حيث : $\tau = \frac{L}{(r+R)}$ - وحسب قانون جمع التوترات $U_b(t) + U_R(t) = E$ وعند النظام الدائم (∞) : $U_b(\infty) + U_R(\infty) = E$

$$\text{أي} \quad rI_0 + RI_0 = E \quad \text{ومنه} \quad I_0 = \frac{E}{R+r}$$

◀ المنحنيات في حالة غلق القاطعة (مرورتيار) :

