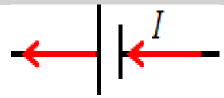
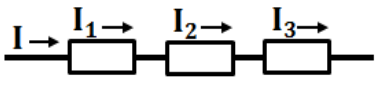
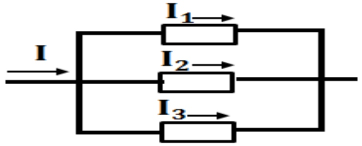
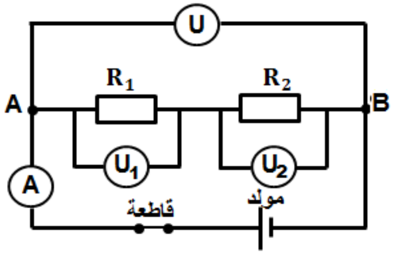
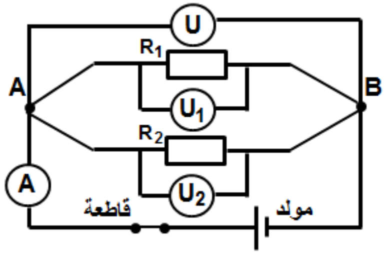
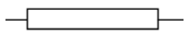
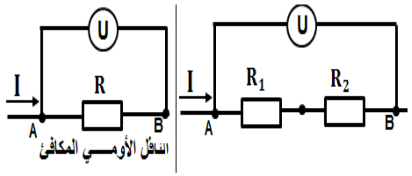
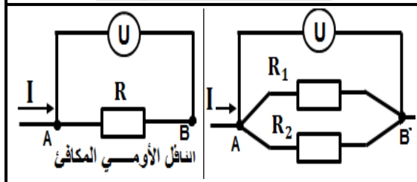
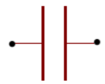
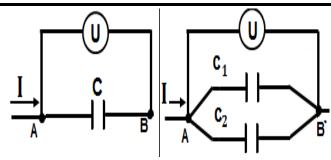
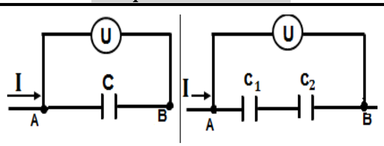
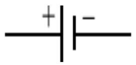
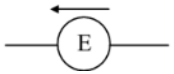
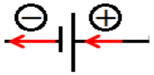
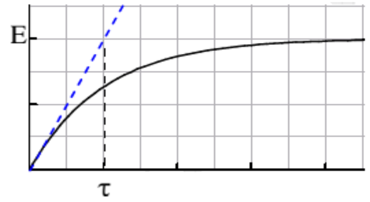
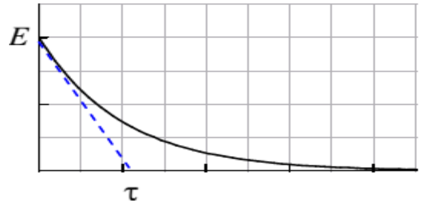
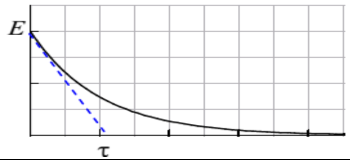
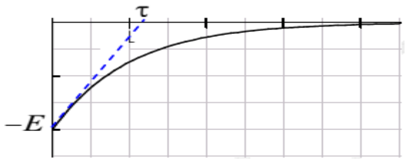
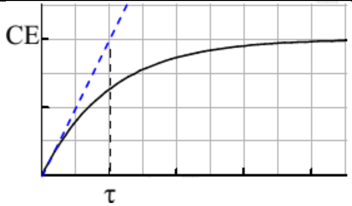
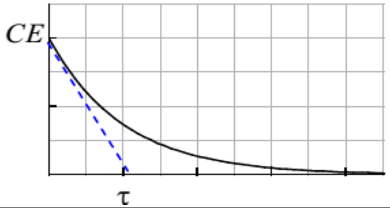
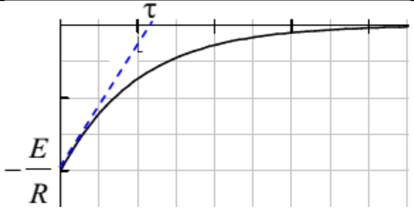
Mr Bensaid Nasrallah

الوحدة03 : الظواهر الكهربائية

– تذكير

المقدار	التعريف	على التسلسل	على التفرع
شدة التيار الكهربائي I 	– شدة التيار الكهربائي المار عبر ناقل والتي يرمز لها بـ I هي كمية الكهرباء q التي تعبر هذا الناقل خلال وحدة الزمن، يعبر عنها بـ: $I = \frac{\lvert q \rvert}{t}$ و وحدتها هي الامبير (A) . – جهة التيار تكون خارجة من القطب الموجب للمولد وداخلة من القطب السالب(عكس جهة حركة الإلكترونات)	 $\mathrm{I} = \mathrm{I_1} = \mathrm{I_2} = \mathrm{I_3}$	
	– جهاز قياس شدة التيار الكهربائي يسمى الامبير متر	$I_{eq} = I_1 = I_2 = I_3$	$I_{eq} = I_1 + I_2 + I_3$
التوتر الكهربائي U	– فرق الكمون الكهربائي (أو التوتر الكهربائي) مقدار جبري قابل للقياس ووحدته الفولط (V) – يرمز للتوتر الكهربائي (فرق الكمون) بين A و B بـ$\mathrm{U_{AB}}$ ونكتب : $\mathrm{U_{AB}} = \mathrm{U_A} - \mathrm{U_B}$ $\mathrm{U_{BA}} = -\mathrm{U_{AB}} = \mathrm{U_B} - \mathrm{U_A}$ $\mathrm{U_{AB}} > 0 \Rightarrow \mathrm{U_A} > \mathrm{U_B}$ $\mathrm{U_{AB}} < 0 \Rightarrow \mathrm{U_A} < \mathrm{U_B}$		
	– جهاز قياس التوتر الكهربائي الفولط متر (V) أو راسم الاهتزاز المهبطي أو مقياس الفولط الرقمي.	$U_{eq} = U_1 + U_2$	$U_{eq} = U_1 = U_2$
الناقل الاومي R 	– الناقل الأومي ثنائي قطب خامل يحول جزء من الطاقة الكهربائية التي يتلقاها إلى طاقة الحرارية بفعل الجول – قانون أوم بين طرفي ناقل : $U_R = R \times I$ – R : مقاومة الناقل الأومي و وحدتها الأوم (Ω)		
	– جهاز قياس مقاومة الناقل الأومي يدعى الأوم متر	$R_{eq} = R_1 + R_2$	$\frac{1}{\mathrm{R_{eq}}} = \frac{1}{\mathrm{R_1}} + \frac{1}{\mathrm{R_2}}$
المكثفة C 	– المكثفة عنصر كهربائي ثنائي قطب قادر على تخزين الشحنات الكهربائية. – تتكون من ناقلين كهربائيين يدعى كل منهما لبوس المكثفة يفصل بينهما بعازل للكهرباء (شمع، هواء، ورق،...). – من مميزاتها سعتها C التي تعبر عن مدى استيعاب المكثفة للكهرباء وتقاس بالفاراد F .		
		$\frac{1}{\mathrm{C_{eq}}} = \frac{1}{\mathrm{C_1}} + \frac{1}{\mathrm{C_2}}$	$C_{eq} = C_1 + C_2$
المولد الكهربائي	– المولد ثنائي قطب يجعل الشحنة كهربائية تتحرك باستمرار بين القطبين وبالتالي إعطاء تيار كهربائي، جهته عكس جهة التيار الكهربائي (فهو يسحب الإلكترونات من جهة قطبه الموجب ويدفعها من جهة قطبه السالب).	 أو  	
الوشيعة	– الوشيعة عنصر كهربائي ثنائي قطب عبارة عن سلك ناقل ملفوف على شكل حلقات ومن مميزاتها أن لها مقاومة R و ذاتية L (L مقدار موجب يقدر بالهنري تتعلق قيمته بالشكل الهندسي للوشيعة (الطول ℓ ، نصف القطر r ، عدد اللفات N)).		

	أثناء شحن المكثفة: المعادلات التفاضلية و حلها		أثناء شحن المكثفة: الرسومات البيانية	أثناء تفريغ المكثفة: المعادلات التفاضلية و حلها		أثناء تفريغ المكثفة: الرسومات البيانية
التوتر بين طرفي المكثفة U_C	المعادلة	$\frac{U_C(t)}{\tau}+\frac{dU_C(t)}{dt}=\frac{E}{\tau}$		المعادلة	$\frac{U_C(t)}{\tau}+\frac{dU_C(t)}{dt}=0$	
	الحل	$U_C(t)=E(1-e^{-t/\tau})$		الحل	$U_C(t)=Ee^{-t/\tau}$	
التوتر بين طرفي المقاومة U_R	المعادلة	$\frac{U_R(t)}{\tau}+\frac{dU_R(t)}{dt}=0$		المعادلة	$\frac{U_R(t)}{\tau}+\frac{dU_R(t)}{dt}=0$	
	الحل	$U_R(t)=Ee^{-t/\tau}$		الحل	$U_R(t)=-Ee^{-t/\tau}$	
عبارة الشحنة q	المعادلة	$\frac{q(t)}{\tau}+\frac{dq(t)}{dt}=\frac{E}{R}$		المعادلة	$\frac{q(t)}{\tau}+\frac{dq(t)}{dt}=0$	
	الحل	$q(t)=CE\left(1-e^{-t/\tau}\right)=q_0\left(1-e^{-t/\tau}\right)$		الحل	$q(t)=CEe^{-t/\tau}=q_0e^{-t/\tau}$	
عبارة تيار الشحن I	المعادلة	$\frac{i(t)}{\tau}+\frac{di(t)}{dt}=0$		المعادلة	$\frac{i(t)}{\tau}+\frac{di(t)}{dt}=0$	
	الحل	$i(t)=\frac{E}{R}e^{-t/\tau}=I_0\,e^{-t/\tau}$		الحل	$i(t)=-\frac{E}{R}e^{-t/\tau}=-I_0e^{-t/\tau}$	

الطاقة $E(c)$

$$E(c)=\frac{1}{2}CU_C{}^2=\frac{1}{2}qU_c=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$$

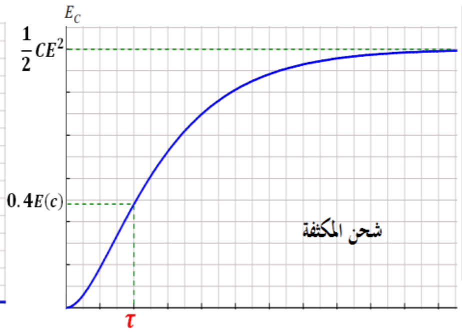
– طاقة المكثفة الأعظمية يعبر عنها بـ:

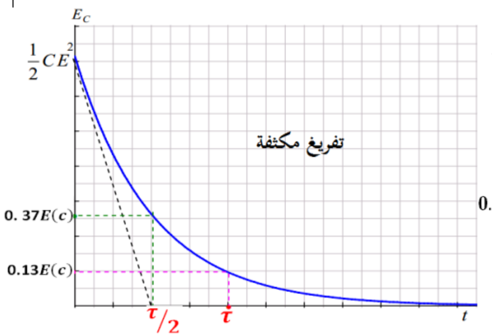
$$E(c)=\frac{1}{2}CE^2$$

– زمن تناقص طاقة المكثفة إلى النصف $(t_{1/2})$:

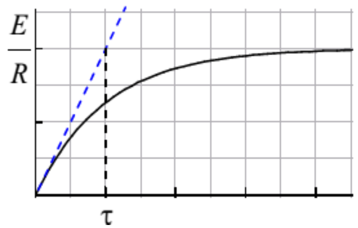
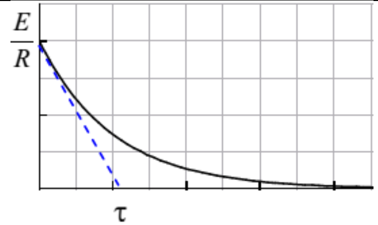
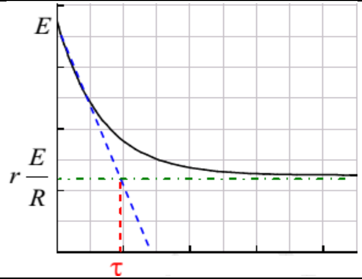
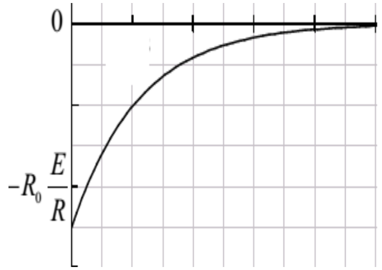
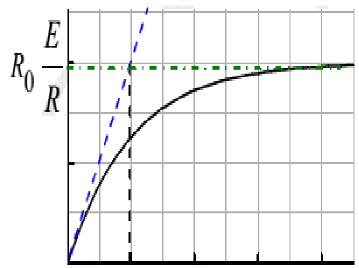
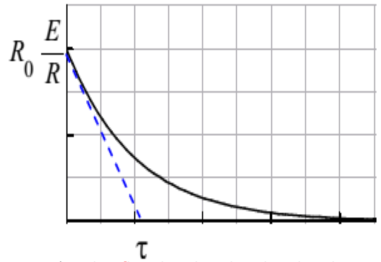
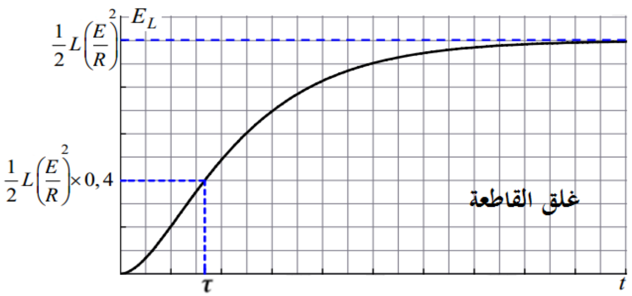
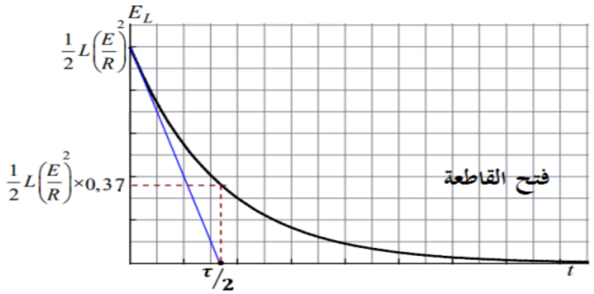
$$(t_{1/2})=\frac{\tau}{2}ln2$$

		الشحن	التفريغ
اللحظة	$t=0$	$E(c)=0jule$	$E(c)=\frac{1}{2}CE^2j$
النظام الانتقالي	$0\le t\le 5\tau$	$E(c)=\frac{1}{2}CU_c{}^2j$	$E(c)=\frac{1}{2}CU_c{}^2j$
النظام الدائم	$t\ge 5\tau$	$E(c)=\frac{1}{2}CE^2j$	$E(c)=0jule$





Mr Bensaid Nasrallah — **الوحدة03 : الظواهر الكهربائية**

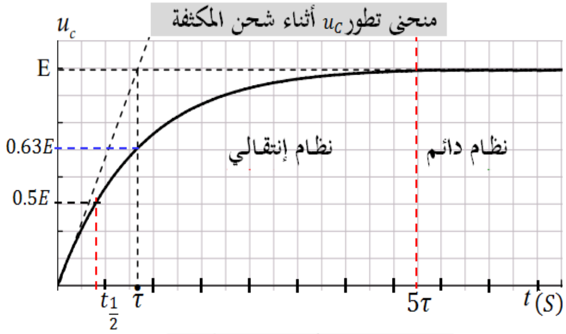
		أثناء غلق القاطعة (ظهور التيار)			أثناء فتح القاطعة (انقطاع التيار)	
		المعادلات التفاضلية و حلها	الرسومات البيانية		المعادلات التفاضلية و حلها	الرسومات البيانية
التيار الكهربائي I	المعادلة	$\frac{1}{\tau} i(t) + \frac{di(t)}{dt} = \frac{E}{L}$		المعادلة	$\frac{1}{\tau} i + \frac{di}{dt} = 0$	
	الحل	$i(t) = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$		الحل	$i(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$	
التوتر بين طرفي الوشيعة U_L	المعادلة	$ri + L\frac{di}{dt} = U_L$		المعادلة	$ri + L\frac{di}{dt} = U_L$	
	الحل	$U_L(t) = r\frac{E}{R} + Ee^{-t/\tau}(1 - \frac{r}{R})$		الحل	$U_L(t) = Ee^{-t/\tau}(\frac{r}{R} - 1)$	
التوتر بين طرفي الناقل الأومي U_R	المعادلة	$\frac{dU_R}{dt} + \frac{R_0}{L}(1 + \frac{r}{R_0})U_R = \frac{ER_0}{L}$		المعادلة	$\frac{dU_R}{dt} + \frac{R_0}{L}(1 + \frac{r}{R_0})U_R = 0$	
	الحل	$U_R(t) = RI = R_0\frac{E}{R}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$		الحل	$U_R(t) = R_0\frac{E}{R}e^{-t/\tau}$	
الطاقة $E(L)$		$E(L) = \frac{1}{2} L I^2$ - طاقة الوشيعة الأعظمية يعبر عنها بـ: $E(c) = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R}\right)^2$ - عند $t = \tau$ تكون الطاقة المخزنة في الوشيعة 40% من الطاقة الأعظمية (غلق القاطعة). - المماس عند $t = 0$ يقطع محور الأزمنة في $t = \tau/2$ (فتح القاطعة)				

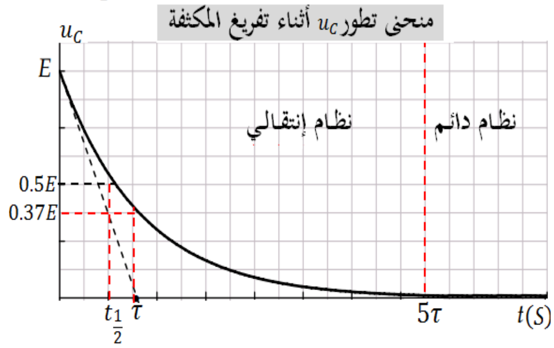
المكثفـــــــــــــــــــــــــة

	التيار ⟨I⟩	الشحنة ⟨q⟩	i	شدة التيار الكهربائي تقاس بالامبير (A)
حالة تيار ثابت الشدة	$i=\frac{\lvert q\rvert}{t}$	$q=C.U_c$	q=n.é	شحنة التيار الكهربائي تقاس بالكولوم (C)
			t	الزمن يقاس ب الثانية (s)
حالة تيار متغير الشدة	$i(t)=\frac{dq(t)}{dt}=C.\frac{dU_c(t)}{dt}$	$Q(t)=C.U_c(t)$	C	سعة المكثفة تقاس ب الفاراد (F)

قانون التوترات في حالة الربط على التسلسل | التوتر الكلي = مجموع التوترات الموجودة بين طرفي كل ثنائي قطب ⟨$U_{eq}=E=U_R+U_C$⟩

تعريف		القانون		الوحدة
سعة المكثفة المستوية	$C=\varepsilon\frac{s}{d}$ $\varepsilon=\varepsilon_0\times\varepsilon_r$	C	سعة المكثفة	يقاس ب : $Farad\ (F)$
		s	مساحة اللبوس	تقاس ب : m^2
		d	البعد بين اللبوسين	يقاس ب: m
		ε	ثابت العزل الكهربائي	
		ε_0	ثابت العزل الكهربائي المطلق للفراغ	$\varepsilon_0=8.85.10^{-12}F.m^{-1}$
		ε_r	ثابت العزل الكهربائي النسبي (يميز العازل)	
ثابت الزمن τ وتحليله البعدي	$\tau=R.C$	C	سعة المكثفة (F)	
	$[\tau]=[R.C]=[R].[C]=\frac{[U]}{[I]}.\frac{[q]}{[U]}=\frac{[U]}{[I]}.\frac{[I].[T]}{[U]}=[T]$ بعد الزمن هو الثانية (S) ((τ) متجانس مع الزمن)	R	مقاومة ناقل أومي $Ohm\ (\Omega)$	

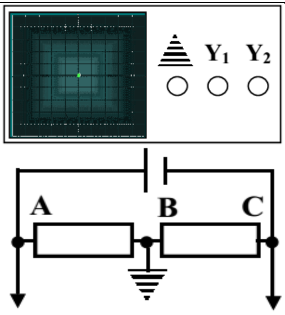




ثابت الزمن وزمن نصف الشحن

اللحظات	$U_C(t)=E\left(1-e^{-t/\tau}\right)$	المدلول الفيزيائي
$t=0$	$U_C(0)=E(1-1)=0$	المكثفة فارغة
$t=\infty$	$U_C(\infty)=E(1-e^{-\infty})=E$	المكثفة شحنت كليا (نظام دائم)
$t=\tau$	$U_C(\tau)=E(1-e^{-1})=0.63E$	اللحظة التي شحنت فيها المكثفة بنسبة (63%)
$t=t_{\frac{1}{2}}=\tau\ln 2$	$U_C\left(t_{\frac{1}{2}}\right)=\frac{E}{2}=E\left(1-e^{-t1/2/\tau}\right)$	زمن نصف الشحن
$t=5\tau$	$U_C(5\tau)=E(1-e^{-5})=0.99E$	نظام دائم (99%)

ملاحظة : يمكن تطبيق طريقة الجدول والمنحنيين البيانيين على بقية الحلول بالنسبة للمكثفة أو الوشيعة



راسم الاهتزاز المهبطي هو جهاز إلكتروني يعطي المنحنى الذي يمثل تغيرات التوتر بين طرفي أي عنصر كهربائي في الدارة بدلالة الزمن $U=f(t)$

- يمكن لراسم الاهتزاز المهبطي إعطاء منحنيين في آن واحد .
- يقيس جهاز راسم الاهتزاز المهبطي التوتر U_{AB} حيث تكون النقطة A من الدارة مرتبطة بأحد المدخلين Y و فيحين تكون النقطة B مرتبطة بأرضي راسم الاهتزاز المهبطي.
- إذا أردنا أن نقلب المنحنى (نجعل قيمة سالبة بعد أن كانت موجبة أو العكس) نضغط على الزر (INV)

الوشيعـــــــــــــــــة			
الوشيعة الغير صافية	مقاومة الوشيعة غير مهملة	$r \neq 0$	
الوشيعة الصافية (المثالية)	مقاومة الوشيعة مهملة	$r = 0$	
خاصية الوشيعة	لها خاصية المقاومة وخاصية التحريضية		

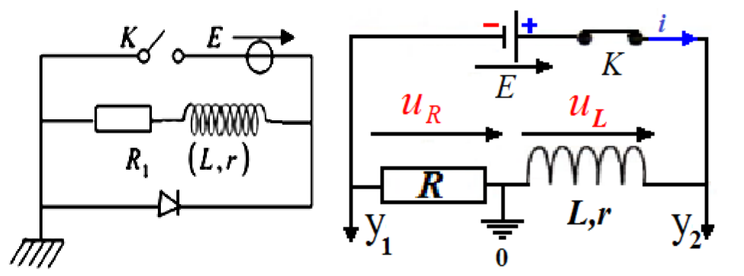
قانون التوترات		قانون أوم بين طرفي الوشيعة			
عند غلق القاطعة	عند فتح القاطعة	الوشيعة صافية	الوشيعة الغير صافية		
$U_R + U_L = E$	$U_R + U_L = 0$	$U_L = L\dfrac{di}{dt}$	$U_L = ri + L\dfrac{di}{dt}$	L	ذاتية الوشيعة وحدتها الهنري H
				r	مقاومتها الداخلية وحدتها الاوم Ω

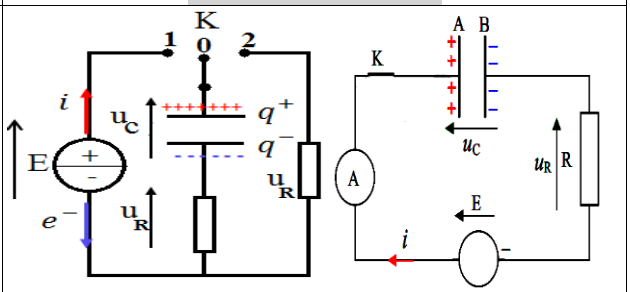
ملاحظة اذا كانت شدة التيار ثابتة عبر الوشيعة (في حالة الوشيعة غير صافية) يكون $\dfrac{di}{dt} = 0$ ويصبح $U_L = ri$ (نقول أنها سلكت سلوك ناقل أومي)

ثابت الزمن τ وتحليله البعدي			
	$\langle R = R_{eq} = R_0 + r \rangle$ $\quad \tau = \dfrac{L}{R}$	R_0	مقاومة الناقل الأومي
		R	مقاومة مكافئة لكل النواقل الأومية
	$[\tau] = \dfrac{[L]}{[R]} = \dfrac{[I]^{-1}.[U].[T]}{[I]^{-1}.[U]} = [T]$		بعد الزمن هو الثانية (S) ((τ) متجانس مع الزمن)

قانون التوترات في حالة الربط على التسلسل	التوتر الكلي = مجموع التوترات الموجودة بين طرفي كل ثنائي قطب $\langle U_L + U_R = U_{eq} = E \rangle$

مخطط دارة الكهربائية للمكثفة	مخطط دارة الكهربائية للوشيعة





بعض المفاهيم الواردة في البكالوريا		
تحديد قيمة ثابت الزمن τ	الطريقة الاولى (حسابيا)	$\tau = R.C$ أو $\tau = L/R$
	الطريقة الثانية (بيانيا)	نسقط نقطة تقاطع المماس عند $(t = 0)$ مع المستقيم المقارب $U_C = E$ على محور الأزمنة $t(s)$
	الطريقة الثالثة (بيانيا)	لما $(t = \tau)$ يكون : $U_C = 0.63E$ أو $U_C = 0.37E$ بالإسقاط في البيان نجد قيمة اللحظة τ الموافقة لقيمة U_C
	الطريقة الرابعة (بيانيا)	النظام الدائم يكون بعد اللحظة $(t = 5\tau)$ ومنه $(\tau = t/5)$
ثابت الزمن حسب الدارة	شحن مكثفة	هو الزمن اللازم لكي تشحن المكثفة بنسبة 63%.
	تفريغ المكثفة	هو الزمن اللازم لكي تفرغ المكثفة إلى نسبة 37% (أو تفرغ بنسبة 63%).
	تطبيق التيار على وشيعة	هو الزمن اللازم لتبلغ شدة التيار في الدارة 63% من قيمتها العظمى.
	قطع التيار عن وشيعة	هو الزمن اللازم لكي تنقص شدة التيار الى نسبة 37% من قيمتها العظمى.

- قيمة ثابت الزمن تعطي فكرة عن مدة الوصول إلى النظام الدائم.
- لمتابعة التطور الزمني للتوتر الكهربائي يمكن ربط ثنائي القطب براسم الاهتزاز المهبطي.
- حاملات الشحنة الكهربائية تتمثل في الإلكترونات.
- $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لكي يصبح أي مقدار نصف قيمته العظمى (في كل الحالات سواء كانت مكثفة أو وشيعة).
- بالنسبة للطاقة في المكثفة والوشيعة هناك ضياع لهذه الطاقة على شكل تحويل حراري في المقاومات بفعل الجول.