

## التمرين (1) :



الشكل (1)

تعتبر المكثفات من العناصر الكهربائية الأساسية التي تدخل في تركيب شاحن الهاتف النقال.

تمثل الصورة المقابلة الشكل (1) مكثفة تم استخراجها من شاحن هاتف نقال سعتها غير واضحة

مدون عليها (400 V) من أجل معرفة سعتها C ، نفرغها كلياً ثم نركبها على التسلسل مع ناقل أومي

مقاومته  $R = 12,5 \text{ k}\Omega$  ومولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية.

$E = 12 \text{ V}$  و بادلة كهربائية K ، وأسلاك توصيل كما هو موضح في الشكل (2)

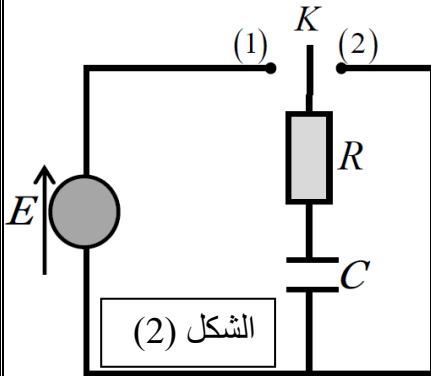
I- عند اللحظة  $t = 0$  نضع البادلة في الوضع (1) :

1- ماذا تعني الكتابة (400 V) المدونة على المكثفة ؟

2- أعد رسم الدارة موضحاً عليها التوترات بأسهم ووجهة التيار الكهربائي.

3- بين على الدارة كيفية ربط راسم الاهتزاز لمشاهدة التوتر  $u_R(t)$  .

4- اثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر الكهربائي  $u_R(t)$  هي :  $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{RC} u_R(t) = 0$



الشكل (2)

5- أ- تقبل المعادلة التفاضلية السابقة حلاً من الشكل  $u_R(t) = Ae^{-\frac{t}{B}}$

حيث A و B ثابتين يطلب تعيين عبارتيهما بدلالة مميزات الدارة.

ب- أعط المدلول الفيزيائي للثابت A .

ج- بالتحليل البعدي بين أن B متجانس مع الزمن ثم استنتج مدلوله الفيزيائي.

6- بواسطة برمجية مناسبة تمكنا من رسم بيان تغيرات  $\ln\left(\frac{A}{u_R}\right)$

بدلالة الزمن (t) كما هو موضح في الشكل (3) ، باستغلال البيان :

- جد قيمة الثابت B ، ثم استنتج قيمة سعة المكثفة C .

II- نضع البادلة في الوضع (2) ونعتبره مبدأ جديداً للأزمنة :

1- ماهي الظاهرة التي تحدث للمكثفة؟ فسر ذلك مجهرياً.

2- مكنت المتابعة الزمنية من رسم المنحنى البياني لتطور التوتر

بين لبوسي المكثفة بدلالة الزمن كما هو موضح في الشكل (4)

أ- جد سلماً مناسباً لمحور الترتيب.

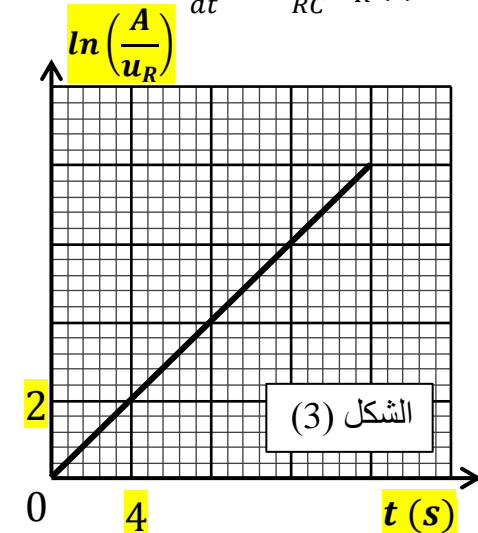
ب- بين أن المماس للمنحنى البياني الشكل (4) عند نقطة

فاصلتها  $t = 0$  يقطع محور الأزمنة في نقطة فاصلتها  $t = \tau$

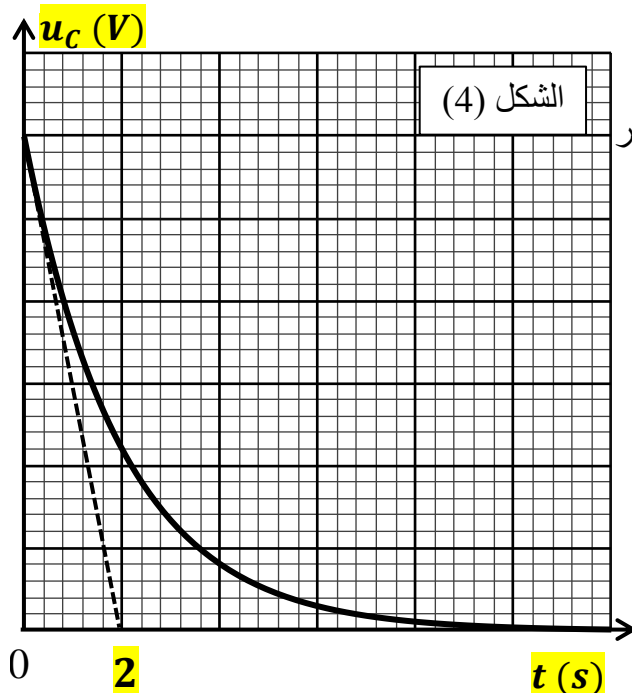
ت- جد سعة المكثفة C .

ث- قارنها مع القيمة السابقة.

ج- أحسب الشدة الأعظمية للتيار  $I_{\max}$  المار في الدارة.



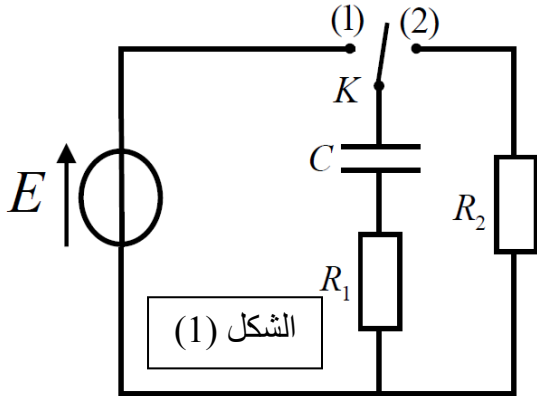
الشكل (3)



الشكل (4)

## التمرين (2) :

نحقق التركيب التجريبي المبين في الشكل (1) باستعمال التجهيز التالي:



- مولد ذي توتر ثابت  $E$ .

- مكثفة سعتها  $C$  غير مشحونة.

- ناقلين أوميين مقاومتهما  $R_1 = 1\text{ k}\Omega$  و  $R_2$ .

- بادلة  $k$  و أسلاك توصيل.

**I- نضع البادلة  $k$  في اللحظة  $(t = 0)$  عند الوضع (1).**

1- مثل على الدارة المدروسة جهة كل من التيار  $i$  ومثل بالأسهم التوترين  $U_R$  و  $U_C$ .

2- أكتب المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار  $i(t)$ .

3- تحقق أن العبارة  $i(t) = \frac{E}{R_1} e^{-t/\tau_1}$  حلا للمعادلة التفاضلية.

حيث  $\tau_1$  ثابت الزمن عبارته  $\tau_1 = R_1 C$ .

4- استنتج عبارة التوتر  $U_{R_1}(t)$  بين طرفي الناقل الأومي  $R_1$ .

5- بين أن  $\tau_1 = R_1 C$  متجانس مع الزمن.

6- بين أن  $\ln U_{R_1} = -\frac{1}{\tau_1} t + \ln E$

7- مثلنا البيان  $\ln U_{R_1} = f(t)$  الشكل (2):

- جد قيمة كل من  $E$ ،  $\tau_1$  واستنتج سعة المكثفة  $C$ .

**II- عند شحن المكثفة كليا و في لحظة  $(t = 0)$  نضع البادلة  $k$  في الوضع (2).**

1- بين أن المعادلة التفاضلية لتطور شحنة المكثفة تكتب على الشكل :  $\frac{dq}{dt} + \alpha q = 0$

حيث  $\alpha$  ثابت يطلب تعيين عبارته بدلالة مميزات الدارة.

2- تحقق أن العبارة  $q(t) = Q_0 e^{-\alpha t}$  حلا للمعادلة التفاضلية.

حيث  $Q_0$  الشحنة الأعظمية المخزنة في المكثفة.

3- الشكل (3) يوضح المنحنى البياني  $q = f(t)$

لتطور شحنة المكثفة  $q$  خلال الزمن  $t$

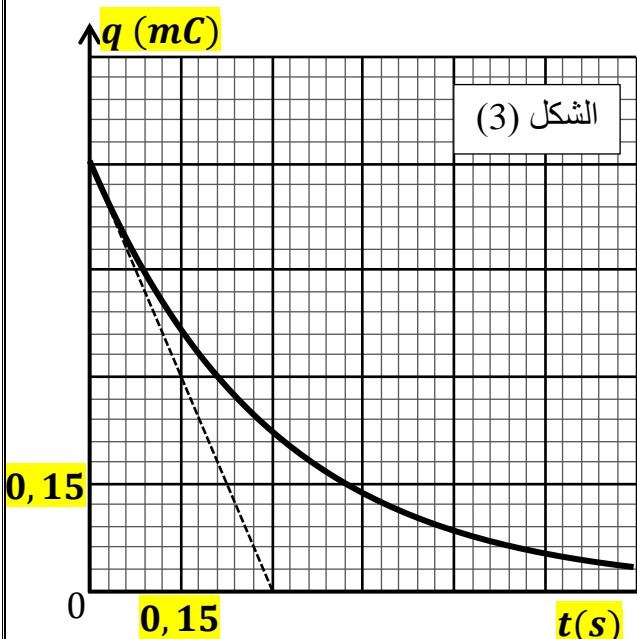
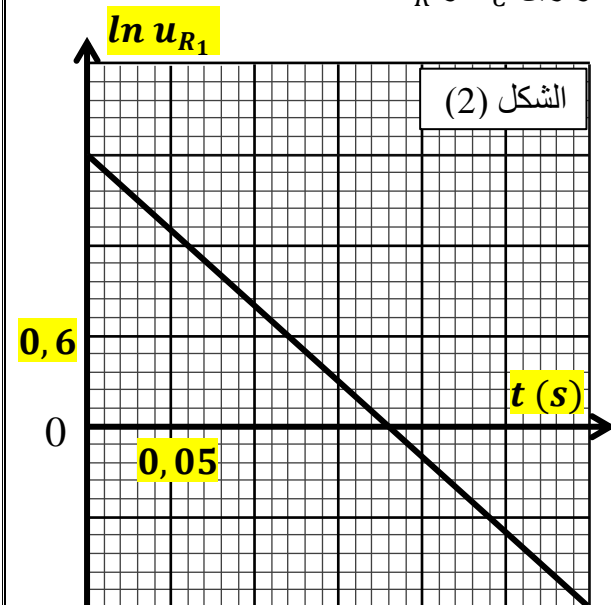
- جد قيمة كل من  $Q_0$

- ثابت الزمن  $\tau_2$

- استنتج قيمة الناقل الأومي  $R_2$ .

4- أكتب العبارة الزمنية للطاقة المخزنة في المكثفة  $E_C(t)$ .

5- أحسب قيمتها عند اللحظتين :  $t_1 = 0\text{ s}$  ،  $t_2 = 0,6\text{ s}$



## التمرين (3) :

## طريقة اشتغال الرادار :

يرسل الرادار أموجا كهرومغناطيسية باتجاه الطريق فتنعكس على السيارات المارة و تعود إلى الرادار ، فإذا كانت

سرعة السيارة تفوق السرعة المحددة يقوم الرادار بأخذ صورة واضحة للوحة ترقيم

(الشكل (1))

السيارة وذلك باستعمال الإضاءة القوية لمصباح آلة تصوير (flash)

يعمل تجهيز مناسب على تفريغ مكثفة مشحونة تحت توتر  $U_0 = 200 V$  في المصباح

خلال مدة زمنية قدرها  $0,05 s$  وهي المدة الزمنية اللازمة لأخذ الصورة .

القيمة المسجلة على المكثفة  $C = 100 \mu F$  بسبب كثرة استعمال الرادار يمكن لسعة

المكثفة أن تتناقص و بالتالي يمكن أن تتفرغ بسرعات أقل من السرعة المحددة .

عملا بشكوى السائق قام أحد تقني الدرك الوطني بربط مكثفة فارغة سعتها  $C$  مع مولد توتر مثالي قوته المحركة

الكهربائية  $U_0$  ، بادلة ، مصباح مقاومته الداخلية  $r$  ، ناقل أومي مقاومته  $R = 90 \Omega$  ، كما هو موضح في الشكل (1) .

بعد وضع البادلة في الوضع (A) لمدة كافية لشحن المكثفة ، نقل البادلة إلى الوضع (B) عند اللحظة  $t = 0$

بواسطة راسم اهتزاز ذي الذاكرة نتحصل على منحنى الشكل (2)

1- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار  $i(t)$

عند تفريغ المكثفة (الوضع B)

2- حل هذه المعادلة التفاضلية هو  $i(t) = -I_0 e^{-t/\tau}$

حيث  $I_0$  شدة التيار الأعظمية المارة في الدارة ،

- جد عبارة ثابت الزمن  $\tau$  ، ما هو مدلوله الفيزيائي ؟

- بين بالتحليل البعدي أن  $\tau$  متجانس مع الزمن .

3- جد عبارة شدة التيار الأعظمية  $I_0$  بدلالة :  $U_0$  ،  $R$  ،  $r$

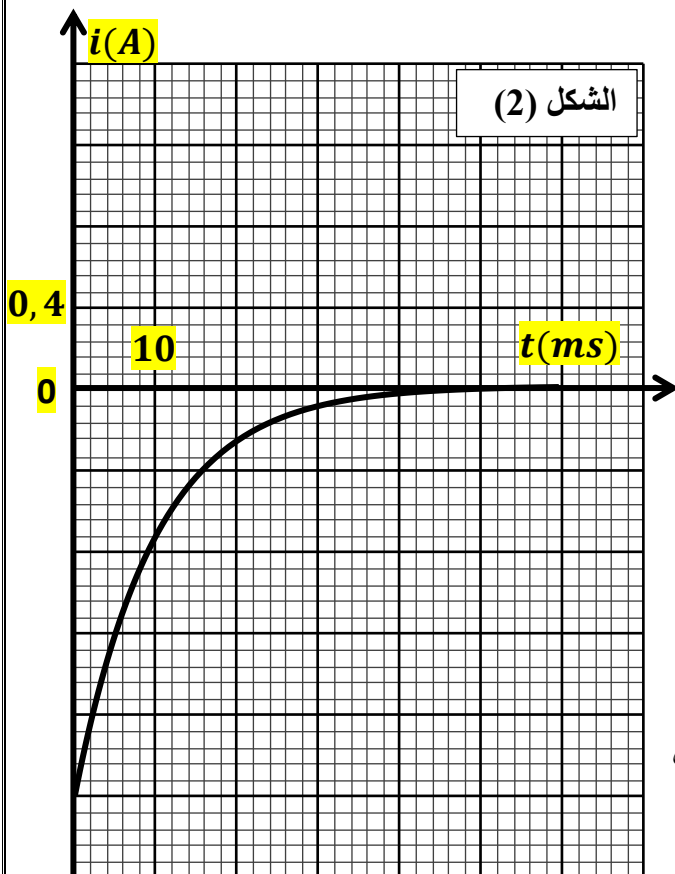
4- بالاعتماد على بيان الشكل (2) جد :

أ- قيمتي  $I_0$  و  $\tau$

ب- مقاومة المصباح  $r$  و سعة المكثفة  $C$

ت- هل فعلا هناك خلل في الرادار أم هو تلاعب من طرف

السائق للتهرب من دفع الغرامة المالية ، علل .

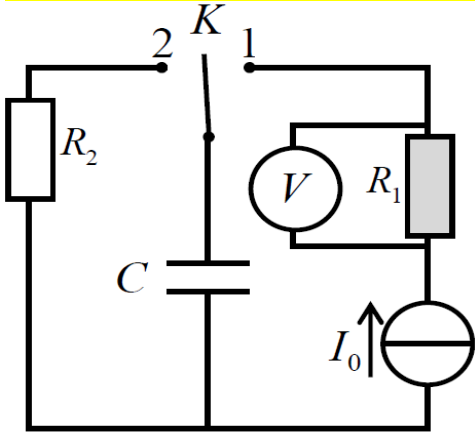


(الشكل (2))

## التمرين (4) :

I- لتحديد سعة مكثفة C نحقق التركيب الموضح في الشكل (1) و المكون من :

- مولد تيار مثالي يعطي تيارا كهربائيا ثابتا  $I_0$ .
- مكثفة فارغة سعتها C.
- ناقلان أوميان  $R_1 = 1000 \Omega$  ،  $R_2$ .
- بادلة K و أسلاك التوصيل .
- جهاز فولط متر رقمي



الشكل (1)

عند اللحظة  $t = 0$  نضع البادلة في الوضع (1) ، المتابعة الزمنية لتطور التوترالكهربائي بين طرفي المكثفة مكنتنا من رسم البيان  $E_C = f(t^2)$  لتغيرات الطاقة المخزنة في الوشيجة بدلالة مربع الزمن الموضح في الشكل (2) ،وعلى جهاز الفولط متر الرقمي سجلنا القيمة الثابتة  $300 \text{ mV}$ 

- 1- جد قيمة التيار الكهربائي  $I_0$  الذي يعطيه المولد .
- 2- اوجد عبارة الطاقة المخزنة في المكثفة  $E_C(t)$  بدلالة  $I_0$  و C و t .
- 3- اعتمادا على البيان  $E_C = f(t^2)$  :

أ- جد قيمة السعة C للمكثفة

ب- حدد الزمن النهائي  $t_f$  لشحن المكثفة والطاقة العظمى  $E_{C_0}$ ت- احسب التوتر الكهربائي  $u_0$  بين طرفي المكثفة عند نهاية الشحن .II- عندما يشير الفولط متر للقيمة  $u = 6 \text{ V}$  نؤرجح البادلة الوضع (2) في لحظة ( $t = 0$ )1- اكتب المعادلة التفاضلية للتوتر  $u_{R_2}(t)$  بين طرفي الناقل الأومي  $R_2$  .2- حل المعادلة يكتب بالشكل :  $u_{R_2}(t) = -u_0 \cdot e^{-\alpha t}$  . ( $\alpha$  ثابت يطلب تعيين عبارته بدلالة  $C, R_2$ )3- استنتج العبارة الزمنية للتوتر  $u_C$  بين طرفي المكثفة .

4- البيان الموضح في الشكل (3) يمثل تغيرات الطاقة

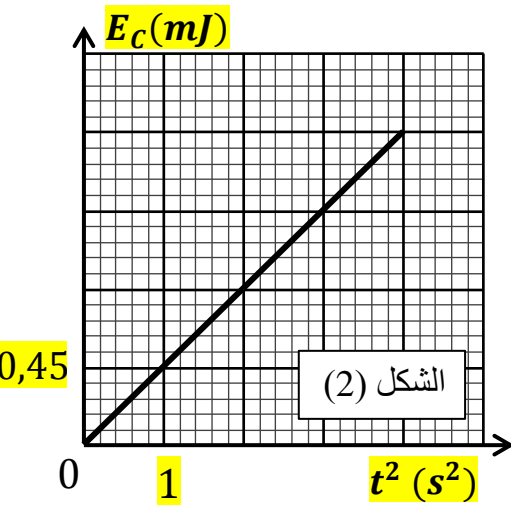
المخزنة بدلالة الزمن  $E_C = g(t)$ 

أ- بين أن العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة تكتب

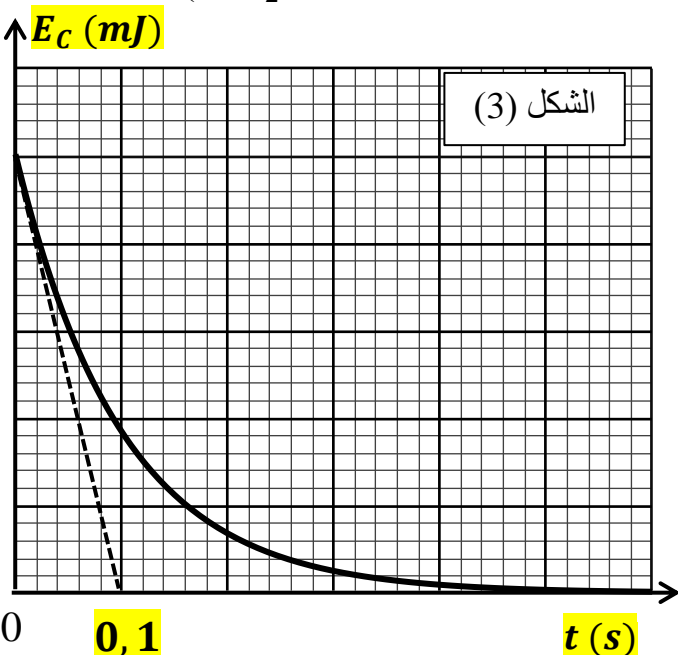
$$E_C(t) = \frac{1}{2} u_0^2 \cdot e^{\frac{-2 \cdot t}{\tau}}$$

ب- عين قيمة ثابت الزمن  $\tau$ ت- احسب مقاومة الناقل الأومي  $R_2$  .

ث- احسب الطاقة المستهلكة بفعل جول عند الناقل

الأومي  $R_2$  عند اللحظة  $t = \tau$ 

الشكل (2)



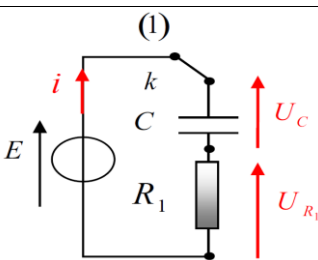
الشكل (3)

### التمرين (1) :

العلامة		عناصر الإجابة					
مجموع	مجزأة						
		التمرين (1) (7 نقاط) :					
I							
1,5	0,25			400 V	1	هي أكبر قيمة للتوتر الذي تتحمله المكثفة	
	0,25					التمثيل	2
	0,25					راسم	3
	0,25					الاهتزاز	
	0,25					المهبطي	
	0,25	قانون جمع التوترات	$0 = \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} i.$ $0 = \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \frac{u_R}{R}.$ $0 = \frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{RC} u_R(t).$	$u_C = \frac{q}{C}.$ $i = \frac{dq}{dt}.$ $u_R = R \cdot i$ $i = \frac{u_R}{R}.$	المعادلة التفاضلية	4	
	0,25	نشتق					
	0,25	$E = u_R + u_C$ $E = u_R + \frac{q}{C}$ $\frac{dE}{dt} = \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \frac{dq}{dt}.$					
	0,25	$u_R(t) = Ae^{-\frac{t}{B}}. \text{---}(1)$ $\frac{du_R(t)}{dt} = -\frac{A}{B} \cdot e^{-\frac{t}{B}}. \text{---}(2)$ نعوض (1) و (2) في المعادلة التفاضلية	$0 = -\frac{A}{B} \cdot e^{-\frac{t}{B}} + \frac{1}{RC} Ae^{-\frac{t}{B}}.$ $0 = (-\frac{1}{B} + \frac{1}{RC}) Ae^{-\frac{t}{B}}.$ $-\frac{1}{B} + \frac{1}{RC} = 0 \Rightarrow B = RC.$ $u_R(t) = Ae^{-\frac{t}{B}}, t = 0, u_R(0) = A = E$		أ -	5	
	0,25	المدلول الفيزيائي للثابت A : هو التوتر بين طرفي المولد E				ب -	
	0,25	$[B] = [R][C]$ $R = \frac{u}{I}, C = \frac{q}{u}, i = \frac{q}{t}$	$[B] = \frac{[u]}{[I]} \cdot \frac{[q]}{[u]} = \frac{[q]}{[I]} = \frac{[q]}{\frac{[q]}{[t]}} = \frac{[1]}{[t]}$ $[B] = [R][C] = [t] = s$		ج- التحليل البعدي		
	0,25	المدلول الفيزيائي للثابت B : هو ثابت الزمن $\tau$ المميز للدائرة				مدلوله	
	0,25	البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته $y = a \cdot x$ $\ln\left(\frac{A}{u_R}\right) = a \cdot t.$ $a = \tan(\alpha) = \frac{2-0}{4-0} = 0,5 s^{-1}$ $u_R(t) = Ae^{-\frac{t}{B}}.$	$\frac{A}{u_R(t)} = e^{-\frac{t}{B}}.$ $\ln\left(\frac{A}{u_R(t)}\right) = -\frac{t}{B}.$ $\ln\left(\frac{u_R(t)}{A}\right) = \frac{1}{B} \cdot t.$ $B = \frac{1}{a} = \frac{1}{0,5} = 2 s$ ، بالمطابقة		قيمة الثابت B	6	
	0,25	$\tau = RC \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} = \frac{2}{12,5 \cdot 10^3} = 1,6 \cdot 10^{-4} F.$				سعة المكثفة	
II							
	0,25	الظاهرة : تفريغ المكثفة				الظاهرة	1
	0,25	التفسير : تعود الإلكترونات المتراكمة في اللبوس B إلى اللبوس A حتى يصبح اللبوسين متعادلين كهربائياً ، عندها نقول أن المكثفة تفرغت .					

2	أ - سلم	$5 \text{ Cm} \Rightarrow 12 \text{ V}$ $1 \text{ Cm} \Rightarrow 2,4 \text{ V}$	$u_C(t) = E e^{-\frac{t}{\tau}}$ $t = 0, u_C(0) = E$	0,25
ب -	نقطة تقاطع المماس مع محور الفواصل $u_C = 0$ $0 = -\frac{E}{\tau} \cdot t + E$ $\frac{E}{\tau} \cdot t = E$ $t = \tau$	$u_C(t) = E e^{-\frac{t}{\tau}}$ $\frac{du_C(t)}{dt} = -\frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$ $t = 0 \rightarrow \frac{du_C(t)}{dt} = -\frac{E}{\tau}$ $u_C(t) = -\frac{E}{\tau} \cdot t + E$	لدينا معادلة المماس $u_C(t) = -a \cdot t + b$ معامل توجيه المماس $a = \frac{du_C(t)}{dt} \cdot t = 0$ $b = u_C(0) = E$	0,25 0,25
ت - سعة المكثفة	$\tau = RC \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} = \frac{2}{12,5 \cdot 10^3} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ F}$	$\tau = 2 \text{ s}$ بيانيا		0,25 0,25
ث -	سعة المكثفة مساوية للقيمة السابقة			0,25
ج - شدة التيار	$I_0 = \frac{E}{R} = \frac{12}{12,5 \cdot 10^3} = 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ A}$			0,25 0,25

## التمرين (2) :

العلامة		عناصر الإجابة		
مجموع	مجزأة			
		التمرين (2) (7 نقاط) :		
I				
4,5	0,25 0,25			التمثيل 1
	0,25 0,25	قانون جمع التوترات $E = U_{R_1} + U_C$ $E = R_1 i + \frac{q}{C}$	$\frac{dE}{dt} = R_1 \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \frac{dq}{dt}$ $\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{R_1 C} i(t) = 0$	المعادلة التفاضلية 2
	0,25 0,25	$i(t) = \frac{E}{R_1} e^{-t/\tau_1}$ $\frac{di(t)}{dt} = -\frac{1}{R_1 C} \cdot \frac{E}{R_1} e^{-t/\tau_1}$	$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{R_1 C} i(t) = 0$ <del><math>-\frac{1}{R_1 C} \cdot \frac{E}{R_1} e^{-t/\tau_1} + \frac{1}{R_1 C} \cdot \frac{E}{R_1} e^{-t/\tau_1} = 0</math></del>	التحقق 3
	0,5	$U_{R_1} = R_1 i = R_1 \frac{E}{R_1} e^{-t/\tau_1} = E e^{-t/\tau_1}$		عبارة التوتر 4
	0,25 0,25	$[\tau_1] = [R_1][C]$ $R = \frac{U}{I} , C = \frac{q}{U} , i = \frac{q}{t}$	$[\tau_1] = \frac{[U]}{[I]} \cdot \frac{[q]}{[U]} = \frac{[q]}{[I]} = \frac{[q]}{\frac{[q]}{[t]}} = \frac{[1]}{[t]}$ $[\tau_1] = [t] = s$	التحليل البعدي 5
	0,25 0,25	$U_{R_1} = E e^{-t/\tau_1}$ $\ln U_{R_1} = \ln E e^{-t/\tau_1}$	$\ln U_{R_1} = \ln E + \ln e^{-t/\tau_1}$ $\ln U_{R_1} = -\frac{1}{\tau_1} t + \ln E$	6
	0,5 0,5	البيان عبارة عن خط مستقيم معادلته $y = ax + b$ $\ln U_{R_1} = -10t + \ln 1,8$	بالمطابقة $\frac{1}{\tau_1} = 10 \Rightarrow \tau_1 = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ s}$ $\ln E = 1,8 = E = e^{1,8} = 6 \text{ V}$	7

	0,5	$\tau_1 = R_1 C \Rightarrow C = \frac{\tau_1}{R_1} = \frac{0,1}{1000} = 1 \cdot 10^{-4} F$		
<b>II</b>				
	0,25 0,25	قانون جمع التوترات $U_{R_1} + U_{R_2} + U_C = 0$ $(R_1 + R_2)i + \frac{q}{C} = 0$	$(R_1 + R_2) \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q = 0$ $\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} q(t) = 0$ $\alpha = \frac{1}{(R_1 + R_2)C} = \frac{1}{\tau_2}$	المعادلة التفاضلية 1
	0,25 0,25	$q(t) = Q_0 e^{-\alpha t}$ $\frac{dq(t)}{dt} = -\alpha \cdot Q_0 e^{-\alpha t}$	$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} q(t) = 0$ <del><math>-\alpha \cdot Q_0 e^{-\alpha t} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} Q_0 e^{-\alpha t} = 0</math></del>	التحقق من الحل 2
2,5	0,25 0,25 0,25	بيانها $Q_0 = 0,6 \cdot 10^{-3} C$ $\tau_2 = 0,3 s$	$\tau_2 = (R_1 + R_2)C$ $R_2 = \frac{\tau_2}{C} - R_1 = \frac{0,3}{1 \cdot 10^{-4}} - 1000$ $R_2 = 2000 \Omega$	3
	0,25	$Ec(t) = \frac{1}{2} C U_C^2 = \frac{1}{2} C \left(\frac{q(t)}{C}\right)^2 \Rightarrow Ec(t) = \frac{1}{2} \frac{q(t)^2}{C} e^{-2t/\tau_2}$		4
	0,25 0,25	$Ec(0) = \frac{1}{2} \cdot \frac{(0,6 \cdot 10^{-3})^2}{1 \cdot 10^{-4}} = 1,8 \cdot 10^{-3} J$ $Ec(0,6) = \frac{1}{2} \cdot \frac{(0,075 \cdot 10^{-3})^2}{1 \cdot 10^{-4}} = 2,81 \cdot 10^{-5} J$		5

### التمرين (3) :

العلامة		عناصر الإجابة				
مجموع	مجزأة					
		التمرين (3): (06 نقاط) :				
		III				
1	0,5 0,5	$i_{(t)} = -I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$	$\frac{di}{dt} = \frac{1}{\tau} I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$	$u_C + u_R + u_r = 0$ $\frac{1}{C} q + Ri + ri = 0$ <b>نشتق</b>	المعادلة التفاضلية	1
1,75	0,25 0,25 0,25 0,25	$(-\frac{1}{(R+r)C})I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{\tau} I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$ $(\frac{1}{\tau} - \frac{1}{(R+r)C})I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$ $\frac{1}{\tau} - \frac{1}{(R+r)C} = 0 \Rightarrow \tau = (R + r)C$		$\frac{1}{C} \frac{dq}{dt} + (R + r) \frac{di}{dt} = 0$ $\frac{1}{C} i + (R + r) \frac{di}{dt} = 0$ $\frac{1}{(R+r)C} i + \frac{di}{dt} = 0$ <b>÷ R + r</b>	عبارة ثابت الزمن $\tau$	2
	0,25	$\tau$ ثابت الزمن : الزمن المميز للدارة وهو الزمن اللازم لشحن مكثفة بنسبة 63 %		المطلول الفيزيائي		
	0,25 0,25	$\tau = RC$	$[\tau] = \frac{[U]}{[I]} \cdot \frac{[Q]}{[U]} = \frac{[Q]}{[I]} = \frac{[I] \cdot [T]}{[I]} \Rightarrow [\tau] = [T] = s$		التحليل البعدي	
0,75	0,25 0,25 0,25	$u_C + u_R + u_r = 0$ $u_C = -u_R - u_r$ $u_C = -(R + r)i$	$t = 0 \Rightarrow i = -I_0 , \quad u_C = U_0$ $U_0 = (R + r)I_0$ $I_0 = \frac{U_0}{(R+r)}$	عبارة شدة التيار الأعظمية $I_0$	3	
2,5	0,25 0,25 0,25	$t = \tau \Rightarrow i_{(\tau)} = -0,37 \cdot I_0 = -0,74 A$ $\tau = 10 ms = 0,01 s$ بالاسقاط نجد :		$I_0 = -2 A$	أ - قيمة $\tau, I_0$	4
	0,25 0,25	$I_0 = \frac{U_0}{(R+r)}$	$R + r = \frac{U_0}{I_0} \Rightarrow r = \frac{U_0}{I_0} - R = \frac{200}{2} - 90 = 10 \Omega$		ب - قيمة $r, C$	



0,25			
0,25	$\tau = (R + r)C$	$C = \frac{\tau}{R + r} = \frac{0,01}{90 + 10} = 1 \cdot 10^{-4} F = 100 \mu F$	
0,25			
0,25		قيمة سعة المكثفة هي نفسها قيمة سعة مكثفة الرادار ومنه لا وجود لخلل في الرادار	ت -
0,25		بل هو تلاعب من طرف السائق للتهرب من دفع الغرامة	

#### التمرين (4) :

العلامة		عناصر الإجابة	
مجموع	مجزأة		
		التمرين (4): (06 نقاط):	
I			
0,5	0,25 0,25	$I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{0.3}{1000} = 3.10^{-4} A \leftarrow U_0 = RI_0$	1 قيمة شدة $I_0$
0,5	0,25 0,25	$E_C = \frac{1}{2} CU_C^2 = \frac{1}{2} C \left(\frac{q}{C}\right)^2 = \frac{1}{2} C \left(\frac{I_0 \times t}{C}\right)^2 = \frac{I_0^2}{2C} \times t^2$	2 عبارة الطاقة المخزنة
0,5	0,25 0,25	من البيان $a = \frac{0.45 \times 10^{-3} - 0}{1} = 4.5 \times 10^{-4}$ بالعلاقة النظرية $a = \frac{I_0^2}{2C}, C = \frac{I_0^2}{2a} = \frac{(3.10^{-4})^2}{2 \times (4.5 \times 10^{-4})} = 1.10^{-4}$	قيمة سعة المكثفة
0,25	0,25	$t_f = 2s \leftarrow t_f^2 = 4$ من البيان	3 الزمن $t_f$
0,5	0,25 0,25	$E_{Cmax} = \frac{1}{2} CU_{Cmax}^2 = 1.8 \times 10^{-3} .$ $U_{Cmax} = \sqrt{\frac{2E_{Cmax}}{C}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-3}}{1.10^{-4}}} = 6V.$	التوتر الكهربائي عند نهاية الشحن
II			
0,75	0,25 0,25 0,25	بتطبيق قانون جمع التوترات $U_C + U_{R2} = 0 \leftarrow$ بالاشتقاق نجد $\frac{dU_C}{dt} + \frac{dU_{R2}}{dt} = 0$ $\frac{dU_{R2}}{dt} + \frac{U_{R2}}{R2C} = 0 \leftarrow \frac{U_{R2}}{C} + \frac{dU_{R2}}{dt} = 0 \leftarrow \frac{i}{C} + \frac{dU_{R2}}{dt} = 0$	1 المعادلة التفاضلية
0,75	0,25 0,25 0,25	$\frac{dU_{R2}}{dt} = U_0 \times \alpha e^{-\alpha t}$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد : $\alpha = \frac{1}{R2C} \leftarrow U_0 \times \alpha e^{-\alpha t} - \frac{1}{R2C} \times U_0 e^{-\alpha t} = 0$	2 ايجاد عبارة الثابت $\alpha$
0,25	0,25	$U_C = -U_{R2} = U_0 e^{-\alpha t}$	3 العبارة الزمنية $U_C$
2	0,25 0,25	$E_C = \frac{1}{2} CU_C^2 = \frac{1}{2} C (U_0 e^{-\frac{t}{\tau}})^2 = \frac{1}{2} CU_0^2 e^{-\frac{2t}{\tau}}$	أ- عبارة الطاقة
	0,25 0,25	من البيان $\tau = 0,2s \leftarrow \frac{\tau}{2} = 0,1s$	ب- قيمة ثابت الزمن
	0,25 0,25	$R_2 = \frac{\tau}{C} = \frac{0.2}{10^{-4}} = 2000\Omega \leftarrow \tau = R_2 C$	ت- قيمة مقاومة الناقل الأومي
	0,25 0,25	$E_C = \frac{1}{2} C (U_0^2 - U_C(\tau)^2) = \frac{1}{2} \times 1.8 \times 10^{-3} \times (6^2 - (0.37 \times 6)^2) = 0.027 J$	ث- الطاقة المستهلكة