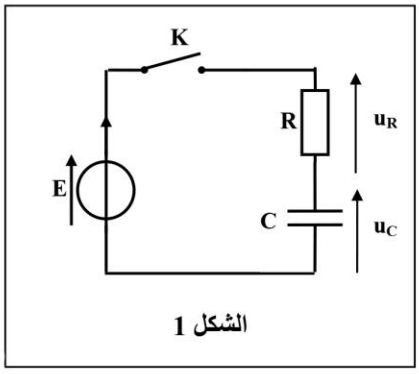
التمرين 2 (5 نقط): المكثفات العادية والمكثفات الفائقة

المكثفات مركبات إلكترونية تختلف من حيث رتبة قدر سعتها ووظيفتها، إذ تستعمل المكثفات العادية ذات السعة من رتبة قدر الميكروفاراد "μF" في الأجهزة والأنظمة الكهربائية والإلكترونية المتداولة التي تعتمد في مبدإ اش تغالها على التذبذبات الكهربائية، وبالمقابل توظف المكثفات الفائقة (supercondensateurs) ذات السعة من رتبة قدر الكيلوفاراد "10^3 F" في محركات السيارات الكهربائية الهجينة (hybrides) ودارة إقلاع محركات التراموای ...
يهدف هذا التمرين إلى دراسة تصرف مكثف (عادي/فائق) في دارة كهربائية، ومقارنة تخزين الطاقة الكهربائية في هذين النوعين من المكثفات، وكذا دراسة انتقال الطاقة بين مكثف ووشيعة في دارة RLC متوالية.

1. تصرف مكثف في دارة كهربائية

نعتبر التركيب الممثل في الشكل (1) والمكون من:
- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة $E = 6\ V$ ؛
- مكثف عادي سعته C غير مشحون بدئيا؛
- موصل أومي مقاومته $R = 65\ \Omega$ ؛
- قاطع التيار K.



الشكل 1

عند اللحظة $t=0$ ، نغلق قاطع التيار فيشحن المكثف.

0.5 **1.1.** أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C تكتب:

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R.C}.u_C = \frac{E}{R.C}$$

0.75 **2.1.** حل المعادلة التفاضلية هو $u_C = A.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. أوجد تعبيري الثابتة A وثابتة الزمن τ بدلالة برامترات الدارة.

0.5 **3.1.** قيمة ثابتة الزمن هي $\tau = 6{,}5.10^{-4}\ s$. استنتج قيمة C.

0.5 **4.1.** أحسب قيمة الطاقة الكهربائية $\mathscr{E}_e$ المخزونة في المكثف في النظام الدائم.

5.1. نستبدل في التركيب السابق المكثف العادي بمكثف فائق سعته $C_1 = 10^3\ F$ ونغلق من جديد قاطع التيار K.

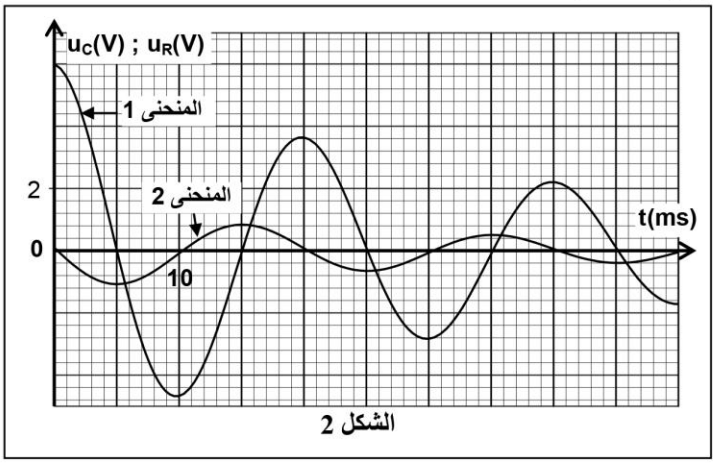
0.5 **أ.** حدد، معللا جوابك، تأثير استبدال المكثف العادي بالمكثف الفائق على مدة الشحن.

0.5 **ب.** نعتبر $\mathscr{E}_{e1}$ الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف الفائق عند نهاية الشحن. أحسب قيمة النسبة $\frac{\mathscr{E}_{e1}}{\mathscr{E}_e}$.

استنتج فائدة المكثف الفائق مُقارنة مع المكثف العادي.

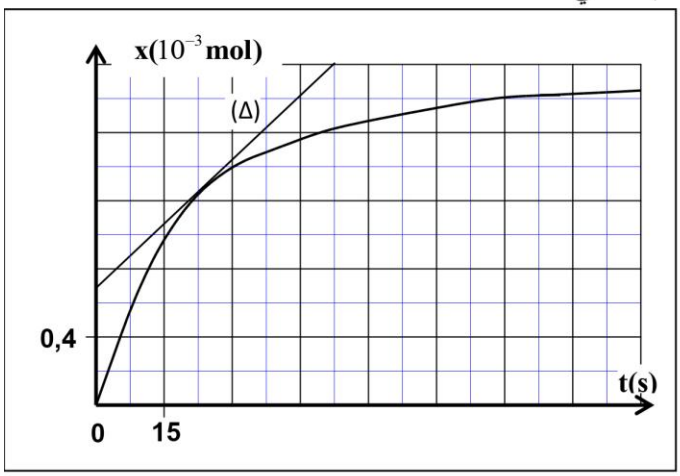
2. انتقال الطاقة بين مكثف ووشيعة في دارة RLC متوالية

نعوض في تركيب الشكل (1) المولد المؤمثل للتوتر بوشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها مهملة ، ونستعمل مكثفا عاديا سعته $C = 10\ \mu F$ مشحونا كليا، ثم نغلق قاطع التيار عند اللحظة $t = 0$. بتتبع الحصول، بواسطة وسيط معلوماتي ولاقط التوتر، على المنحنيين (1) و (2) الممثلين لتغيرات كل من التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف والتوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي (الشكل 2).



الشكل 2

3. دراسة تتبع تطور سرعة التفاعل أثناء إزالة راسب كلسي



يتكون الرا سب الكلسي المتكون في آلة تقطير القهوة أساسا من كربونات الكالسيوم $CaCO_3(s)$.
يُؤثر حمض اللاكتيك على كربونات الكالسيوم أثناء عملية إزالة هذا الراسب.
للوقوف على بعض العوامل المؤثرة على مدة إزالة الراسب، نصب حجما $V=10\ mL$ من المحلول المخفف (S_A) السابق للمقلح التجاري على كمية من كربونات الكالسيوم الصلب، ونتتبع باستعمال تركيب تجريبي ملائم تطور تقدم التفاعل . مَكَّنَت الدراسة التجريبية باستعمال وسيط معلوماتي من خط المنحنى جانبه الممثل لتغير التقدم x للتفاعل بدلالة الزمن.

0.75 **1.3** قيمة زمن نصف التفاعل هي $t_{1/2}=15\ s$. أوجد قيمة x_f التقدم النهائي للتفاعل.

0.75 **2.3** عين مبيانيا قيمة v السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=22,5\ s$ (نذكر أن $v=\frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$ ويمثل المستقيم (Δ) المماس للمنحنى عند اللحظة $t=22,5\ s$).

0.5 **3.3** تشير اللصيقة إلى أنه خلال عملية التنظيف يجب استعمال المقلح التجاري المركز مع التسخين . ما هو أثر استعمال المقلح التجاري المركز مع التسخين على المدة الزمنية اللازمة لإزالة الراسب؟ علل جوابك.