

? Lundi 7 octobre 2024
Devoir Surveillé n°2 – Durée : 2 heures

La calculatrice est INTERDITE.

Chapitres concernés : Électricité

— Circuits électriques dans l'ARQS (chapitre n°3) & Circuits linéaires du 1^{er} ordre (chapitre n°4)

Consignes à respecter

- Lire la **totalité** de l'énoncé et commencer par les exercices les plus abordables.
- Présentation de la copie :
 - Prendre une **nouvelle copie double pour chaque exercice**.
 - Tirer un **trait horizontal** à travers toute la copie **entre chaque question**.
 - Encadrer les expressions littérales et souligner les résultats numériques.
 - Numérotter les pages sous la forme x/nombre total de pages.
- Rédaction :
 - Faire des **schémas** grands, beaux, complets, lisibles.
 - **Justifier** toutes vos réponses.
 - Applications numériques : nombre de **chiffres significatifs adapté** et avec une **unité**.

Ce sujet comporte 3 exercices totalement indépendants qui peuvent être traités dans l'ordre souhaité. L'énoncé est constitué de 4 pages.

Contenu du DS :

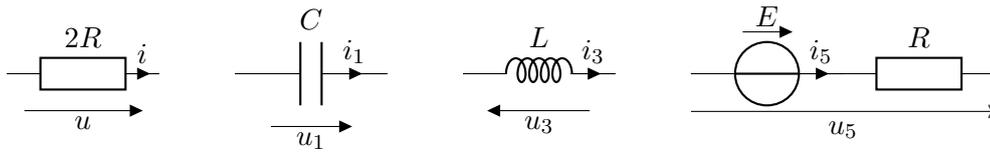
Exercice n°0	Quel est le point commun entre ces femmes?	1
Exercice n°1	Petites questions sur des circuits (~ 30 min).	2
Exercice n°2	Étude d'un circuit RC (~ 1 heure)	3
Exercice n°3	Étude d'un circuit RL à deux mailles (~ 30 min)	4

Exercice n°0 Quel est le point commun entre ces femmes ?

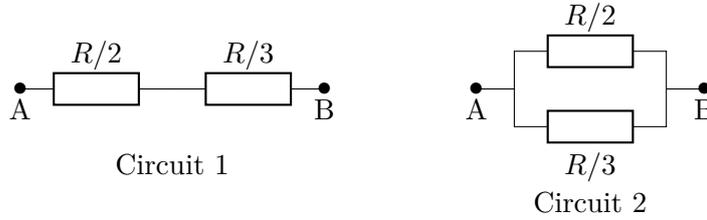


Exercice n°1 Petites questions sur des circuits (~ 30 min)

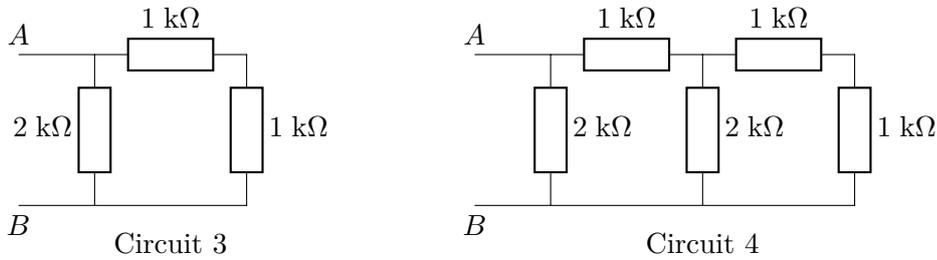
Q1. Donner les relations courant/tension des différents dipôles ci-dessous :



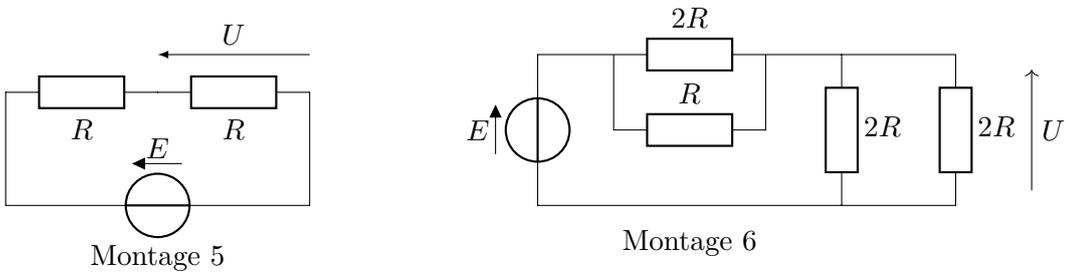
Q2. Exprimer la résistance équivalente entre A et B des deux circuits ci-dessous.



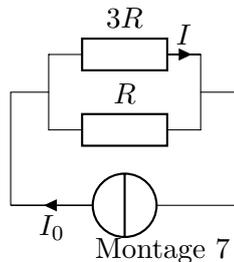
Q3. Calculer la résistance équivalente des deux circuits ci-dessous. Le détail des étapes et des calculs devra apparaître sur votre copie. Tout résultat déjà établi pourra être utilisé.



Q4. Exprimer U en fonction de E dans les deux montages ci-dessous.



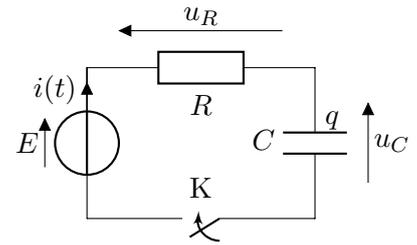
Q5. Exprimer I en fonction de I_0 dans le montage ci-dessous.



Écrire sur une nouvelle feuille

Exercice n°2 Étude d'un circuit RC (~ 1 heure)

On alimente un circuit constitué par l'association série d'un conducteur ohmique de résistance R , et d'un condensateur de capacité C , alimenté par un générateur de force électromotrice $E > 0$ constante. L'interrupteur K est ouvert pour $t < 0$ et est fermé à $t = 0$.



Partie A Équation différentielle vérifiée par u_C

Q6. Établir l'équation différentielle du premier ordre qui régit l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur pour $t \geq 0$?

Écrire cette équation différentielle sous la forme canonique suivante :

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{\tau} = \frac{u_C(\infty)}{\tau}$$

et identifier l'expression de la constante de temps τ et de $u_C(\infty)$ atteint en régime permanent.

Partie B Évolution temporelle de u_C

Pour $t < 0$, avant la fermeture de l'interrupteur, le condensateur a déjà été un peu chargé et $u_C(t < 0) = U_0$. On suppose dans la suite que $U_0 < E$.

Q7. Quelle grandeur électrique ne peut pas subir de discontinuité dans ce circuit ?

En déduire l'expression de $u_C(t = 0^+)$.

Q8. Résoudre complètement l'équation différentielle pour déterminer l'expression de $u_C(t)$ en fonction de U_0 , E , τ et t .

Q9. Exprimer u_C une fois le régime permanent atteint. Commenter.

Q10. Représenter l'allure de $u_C(t)$ pour $t < 0$ et $t > 0$. On fera apparaître U_0 et E .

On n'oubliera pas de nommer les axes !

Identifier dessus le régime transitoire et le régime permanent.

Partie C Évolution de l'intensité du courant

Q11. Déterminer l'expression de l'intensité du courant $i(t)$ dans le circuit.

Comparer l'intensité du courant à $t = 0^-$ et $t = 0^+$. Commenter.

Partie D Aspect énergétique

Q12. Établir le bilan de puissance du circuit et l'interpréter précisément.

La suite est plus difficile, elle pourra être laissée de côté dans un premier temps si vous voyez l'heure défilier.

Q13. Exprimer l'énergie électrique \mathcal{E}_e fournie algébriquement par la source de tension durant l'ensemble du régime transitoire, en fonction de E , C et U_0 . Commenter le signe.

Q14. Exprimer l'énergie stockée, notée \mathcal{E}_f , par le condensateur à la fin du régime transitoire.

Quelle énergie, notée \mathcal{E}_i , stockait-il pour les temps $t < 0$?

En déduire l'énergie qu'il a reçue, notée $\mathcal{E}_{re\grave{c}ue}$, au cours du régime transitoire.

Q15. Quel grand principe vérifie l'énergie ? Déduire des questions précédentes l'énergie reçue par la résistance au cours du régime transitoire. Que devient-elle ?

Écrire sur une nouvelle feuille

Exercice n°3 Étude d'un circuit RL à deux mailles (~ 30 min)

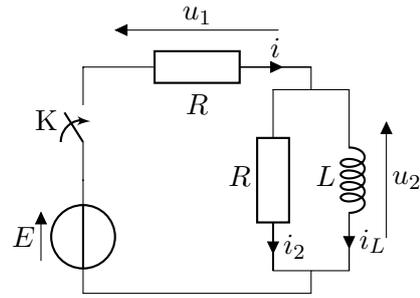
On étudie le circuit ci-contre.

La bobine est supposée idéale d'inductance L .

Le générateur est de force électromotrice $E > 0$ constante.

Pour $t < 0$, l'interrupteur est ouvert, et **aucun courant ne circule dans le circuit**.

À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K.



Partie A Conditions initiales

Q16. Quelle grandeur électrique ne peut pas subir de discontinuité dans ce circuit ? En déduire $i_L(0^+)$.

On répondra clairement, avec une phrase générale en français, et on précisera le nom, dans ce circuit, de cette grandeur.

Q17. D'après la réponse précédente, que peut-on dire des deux résistances à $t = 0^+$?

En déduire (sans calcul) les expressions de $u_1(0^+)$ et $u_2(0^+)$.

Partie B Régime permanent

Q18. Déterminer les expressions de u_1 et u_2 une fois le régime permanent atteint, longtemps après la fermeture de l'interrupteur). *Cette question ne nécessite pas de calculs, mais un schéma du circuit en régime permanent et une loi.*

Partie C Équation différentielle

Q19. Établir l'équation différentielle vérifiée par u_2 pour $t > 0$, et la mettre sous la forme

$$\frac{du_2}{dt} + \frac{u_2}{\tau} = 0$$

On identifiera l'expression de la constante de temps τ en fonction de R et L .

Il n'y a pas d'erreur dans l'énoncé, et τ ne vaut pas L/R ici.

Partie D Bonus : évolution temporelle et constante de temps

Q20. Résoudre l'équation différentielle pour obtenir l'expression de $u_2(t)$, pour $t > 0$.

Q21. Exprimer, en fonction de L et R , le temps t_{10} au bout duquel la tension u_2 a été divisée par 10.