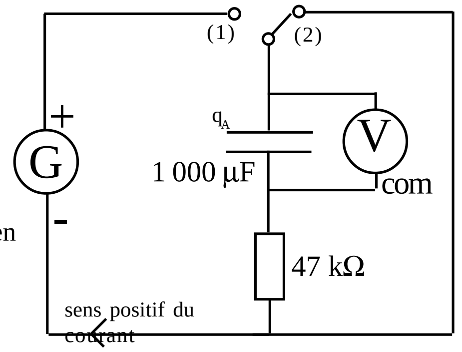
Tp ϕ 6 DIPOLE RC
ETUDE MANUELLE.

a°) Réaliser le montage, si nécessaire ajouter des cavaliers.
b°) Déchargez le condensateur en plaçant l'interrupteur sur la position (2).
c°) Attendez que la tension affichée par le voltmètre soit nulle.

d°) Basculez l'interrupteur en position (1) et simultanément, déclenchez le chronomètre.
e°) Lisez et notez « au vol » les valeurs de la tension U_c aux bornes du condensateur, toutes les 10 s jusqu'à 4 minutes.

f°) Lorsque la tension aux bornes du condensateur est maximale, basculez l'interrupteur en position (2) et simultanément, déclenchez le chronomètre.
g°) Lisez et notez « au vol » les valeurs de la tension U_c aux bornes du condensateur, toutes les 10 s jusqu'à 4 minutes.



1. COURBE DE CHARGE D'UN CONDENSATEUR.

1°) Quels appareils permettent de visualiser directement (sans avoir à tracer à la main) les variations de la tension en fonction du temps aux bornes du condensateur ?

2°) Tracez la courbe de charge $U_c = f(t)$. Y-a-t-il variation brutale de la tension aux bornes du condensateur ?

3°) Concluez sur la forme mathématique probable du modèle de cette courbe.

4°) Montrer que, lorsqu'on bascule en position (1) l'interrupteur pour relever les tensions aux bornes du condensateur pendant la charge, on applique à l'association RC en série un échelon de tension dont on précisera les caractéristiques.

5°) Définir sur cette courbe, deux phases distinctes: le régime transitoire et le régime permanent.

2°) UNE GRANDEUR CARACTERISTIQUE DE L'ASSOCIATION RC: LA CONSTANTE DE TEMPS τ.

La courbe obtenue par relevés manuels a donc l'allure d'une exponentielle. On peut démontrer mathématiquement que la modélisation de cette courbe admet pour équation: $u_C = E(1 - e^{-t/\tau})$ *(voir le cours).*

6°) Vérifiez par une analyse dimensionnelle que τ a les dimensions d'un temps.

On pose $\tau = RC$*, grandeur caractéristique de l'association d'une résistance R et d'un condensateur C, appelée constante de temps τ du circuit RC (voir cours et question 13). Nous allons aborder diverses méthodes pour déterminer sa valeur graphiquement.*

7°) Calculer τ connaissant les valeurs R et C de votre montage. R = 47 kΩ C = 1 000 µF

8°) Déterminez graphiquement la valeur de la tension aux bornes du condensateur à l'instant $t = \tau_{Charge}$.

Calculer le rapport $\dfrac{u_C}{E}$, où représente la tension aux bornes du générateur. En déduire une autre définition de τ.

9°) Tracer la tangente à l'origine et déterminer l'abscisse de son intersection avec la droite d'équation $u_C = E$. Comparer cette abscisse à la valeur de τ_{Charge} déterminée précédemment. En déduire une autre définition de τ.

10°) Déterminer à partir du graphique la durée $t_{1/2}$ nécessaire nécessaire pour que u_C atteigne la valeur E / 2.

Calculer le rapport $\dfrac{t_{1/2}}{\tau}$ et le comparer à la valeur de ln 2 = 0,693. En déduire une autre définition de τ.

On considère qu'un condensateur est chargé lorsque la tension entre ses bornes atteint 97 % de la tension maximale.

11°) Au bout de quelle durée Δt le condensateur sera-t-il chargé ? Comparer cette durée à la valeur de τ. En déduire un critère de temps qui permet de considérer que le condensateur est chargé.

12°) Conclure sur les différentes méthodes qui permettent de déterminer la valeur de τ.

3. COURBE DE DECHARGE D'UN CONDENSATEUR (A faire à la maison)

13°) Tracez la courbe de décharge $U_c = f(t)$. Y-a-t-il continuité de la tension aux bornes du condensateur entre la charge et la décharge ?

14°) Montrer que, lorsqu'on bascule l'interrupteur en position (2) pour relever les tensions aux bornes du condensateur pendant la décharge, on applique à l'association RC en série un échelon de tension dont on précisera les caractéristiques.

15°) La valeur de τ au cours de la décharge a-t-elle changé par rapport à la charge ?

16°) Déterminez graphiquement la valeur de la tension aux bornes du condensateur à l'instant $t = \tau_{Charge}$.

Calculer le rapport $\frac{u_C}{E}$. En déduire une définition de τ lors de la décharge.

17°) Appliquer la méthode graphique de la tangente à l'origine pour déterminer l'abscisse de son intersection avec la droite d'équation $u_C = 0$ et retrouver la valeur de τ_{Charge} déterminée précédemment.

On considère qu'un condensateur est déchargé lorsque la tension entre ses bornes atteint 3 % de la tension maximale.

18°) Au bout de quelle durée Δt le condensateur sera-t-il déchargé ? Comparer cette durée à la valeur de τ. En déduire un critère de temps qui permet de considérer que le condensateur est déchargé.

La courbe obtenue par relevés manuels a donc l'allure d'une exponentielle. On peut démontrer mathématiquement que la modélisation de cette courbe admet pour équation: $u_C = E \times e^{-t/\tau}$

19°) Etablir l'expression du logarithme népérien de la valeur de u_C.
On rappelle $\ln(a.b) = \ln(a) + \ln(b)$ et $\ln(e^x) = x$
Tracer $\ln(u_C) = f(t)$. Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression obtenue de $\ln u_C$.

20°) Retrouver par cette méthode la valeur de E et de τ.

Tp ϕ 6 DIPOLE RC

1. RELEVES MANUELS DE LA CHARGE ET DECHARGE D'UN CONDENSATEUR.

1°) L'utilisation d'un oscilloscope à mémoire ou d'un ordinateur muni d'une carte d'acquisition permet d'observer l'évolution des grandeurs électriques.

2°) On constate que la variation de la tension aux bornes du condensateur évolue de manière continue. Le condensateur semble s'opposer aux brusques variations de tension.

3°) La tension u_C aux bornes du condensateur a des allures d'une courbe exponentielle:
- qui croît jusqu'à atteindre la valeur E lors de la charge du condensateur;
- qui décroît jusqu'à atteindre 0 lors de la décharge du condensateur.

2. COURBE DE CHARGE D'UN CONDENSATEUR.

4°) Quand on bascule l'interrupteur en posiiton 1, la tension u aux bornes de l'ensemble RC passe brutalement de la valeur nulle à une valeur constante E, égale à la fem du générateur. On dit que le dipôle RC est soumis à un échelon de tension.

5°) On définir sur cette courbe, deux phases distinctes:
- le régime transitoire au cours duquel les grandeurs électriques (u_C et i) évoluent plus ou moins rapidement;
- et le régime permanent atteint lorsque ces grandeurs n'évoluent plus.

La première phase peut-être plus ou moins rapide, de sorte que le régime permanent est plus ou moins rapidement atteint.

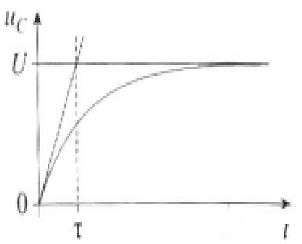
6°) L'exposant $-\dfrac{t}{\tau}$ de l'exponentielle de la solution doit être sans dimension; la constante τ est donc homogène à une durée.

C'est pour cette raison qu'on donne au produit τ = RC le nom de constante de temps du dipôle RC.

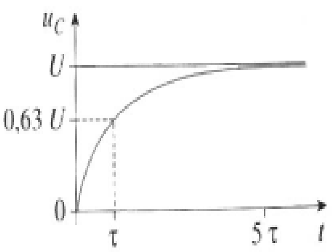
7°) $\tau = RC = 47 \times 10^3 \times 1000 \times 10^{-6}$ = aux alentours de 47 s.

12°) En résumé de toutes les questions 8 à 11 on retiendra que pour calculer τ il y a deux méthodes:
- ❑ numérique, en appliquant la relation $\tau = R \cdot C$
- ❑ graphique, en appliquant une des 4 méthodes ci-dessous:

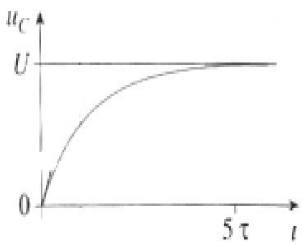
Tracer la tangente à l'origine et déterminer l'abscisse de son intersection avec la droite d'équation u_C = E.



La règle des 63%.

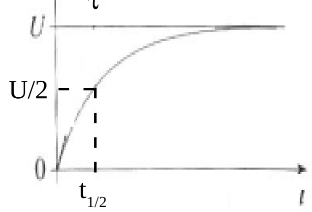


La charge du condensateur est réalisée à 99% au bout du temps 5τ



Déterminer graphiquement la durée $t_{1/2}$ nécessaire pour que u_C atteigne la valeur E / 2.

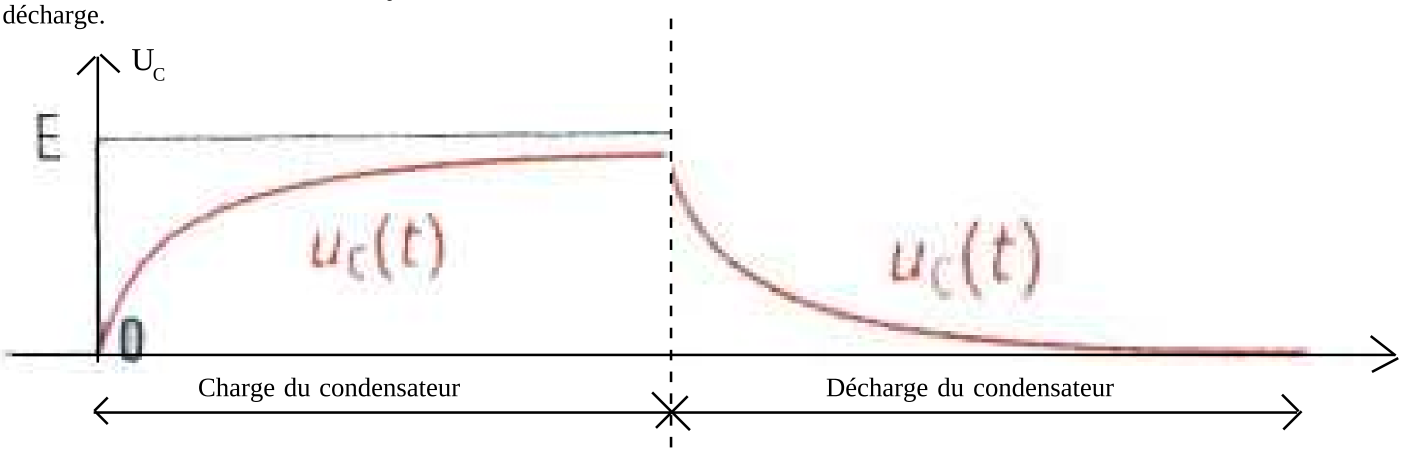
$\dfrac{t_{1/2}}{\tau} = \ln 2 = 0{,}693.$



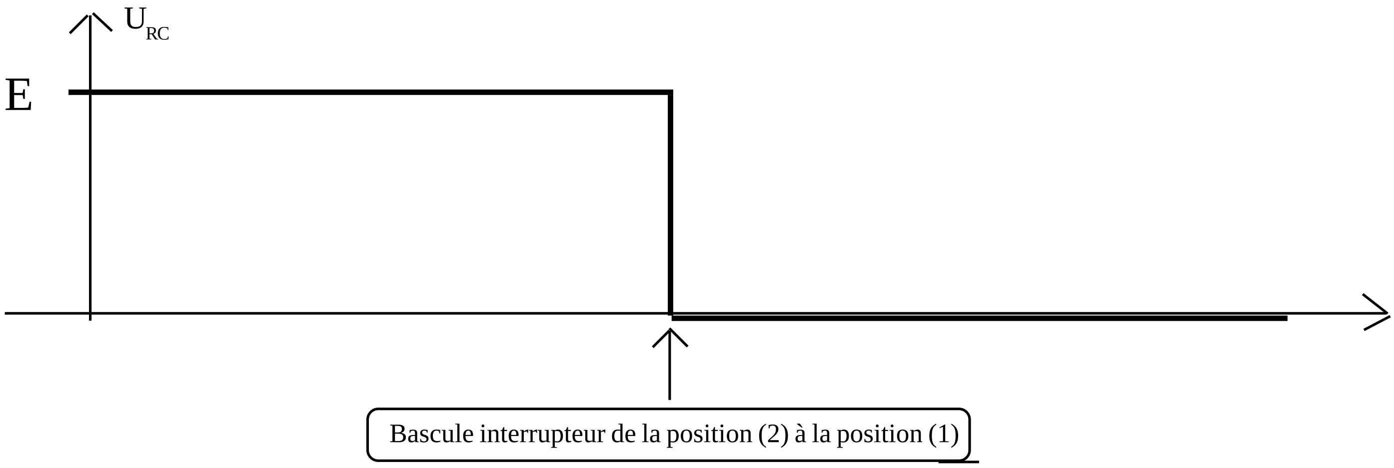
Méthodes classiquement demandées au Bac

3. COURBE DE DECHARGE D'UN CONDENSATEUR (A faire à la maison)

13°) Le tracé de la courbe de décharge $U_c = f(t)$ est le suivant. Il y a continuité de la tension aux bornes du condensateur entre la charge et la décharge.



14°) Lorsqu'on bascule l'interrupteur en position (2) pour relever les tensions aux bornes du condensateur pendant la décharge, on applique à l'association RC en série un échelon de tension:



15°) La valeur de τ au cours de la décharge n'a pas changé par rapport à la charge, car on n'a pas changé la valeur de R et de C, donc la valeur du produit $\tau = R \times C$

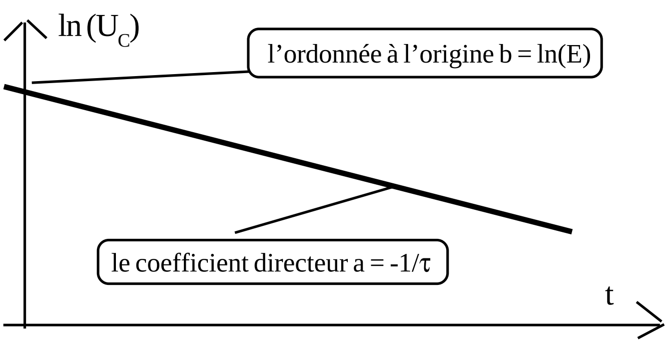
16°) La tension aux bornes du condensateur à l'instant $t = \tau_{Charge}$ vaut E, la fem du générateur.

Le rapport $\frac{u_C}{E} = 0{,}37$. Le temps de décharge τ est le temps nécessaire pour que la tension U_C aux bornes du condensateur atteigne 37% de la valeur maximale de tension

17°) Voir le cours

18°) Au bout de d'une durée $\Delta t = 5.\tau$ le condensateur sera déchargé.

19°) Si $U_C = E \times e^{-t/\tau}$ alors $\ln(U_C) = \ln(Ee^{-t/\tau}) = \ln(E) + \ln(e^{-t/\tau}) = \ln(E) - \frac{t}{\tau} = -\frac{1}{\tau}.t + \ln(E)$ de la forme $U_C = a.t + b$



La courbe obtenue est une droite ne passant pas par l'origine, représentative d'une fonction croissante, de la forme $U_C = a.t + b$. C'est ce que nous obtenons.

20°) On retrouve:

la valeur de E, en calculant l'ordonnée à l'origine $b = \ln(E)$ soit $E = e^b$

la valeur de τ en calculant le coefficient directeur $a = -1/\tau$, soit $\tau = -1/a$