

Le circuit RC

Corrigé des exercices - niveau Terminale

Voici le corrigé détaillé des exercices sur le circuit RC. Compare chaque démarche avec la tienne : en électricité comme ici, le choix de la bonne relation (loi des mailles, $q = C u$, $\tau = R C$) et le contrôle des unités valent autant que le résultat numérique.

Ce corrigé est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La correction détaillée : corrigé circuit RC

Correction de l'exercice 1 : Questions de cours

1. $q = C \times u_c$.
2. La capacité s'exprime en **farads (F)** ; la constante de temps en **secondes (s)**.
3. $i = C \times du_c \div dt$ (convention récepteur).
4. C'est la durée caractéristique de la charge ou de la décharge : $\tau = R \times C$. Elle correspond à une variation de 63 % de l'écart total.

Correction de l'exercice 2 : Vrai ou faux ?

- a. **Faux** : en régime permanent, $i = 0$: le condensateur se comporte comme un interrupteur *ouvert*.
- b. **Vrai** : une discontinuité de u_c exigerait une intensité infinie.
- c. **Vrai** : $\tau = R \times C$ est proportionnelle à R .
- d. **Faux** : à $t = \tau$, $u_c = 0,63 E$; 99 % n'est atteint qu'après 5τ .
- e. **Faux** : $E_c = \frac{1}{2} C u_c^2$ est proportionnelle à u_c^2 .
- f. **Vrai** : à la décharge le condensateur joue le rôle de générateur, donc i est de sens opposé à celui de la charge.

Correction de l'exercice 3 : Le schéma et les lois

1. u_R est fléchée de la droite vers la gauche de la résistance (sens opposé à i) ; u_c est fléchée vers l'armature où entre i , de la borne négative vers la borne positive du condensateur.
2. $E = u_R + u_c$.
3. $u_R = R \times i$ et $i = C \times du_c \div dt$, donc $u_R = R C \times du_c \div dt$ et $R C du_c \div dt + u_c = E$.
4. À $t = 0^+$: $u_c = 0$ (continuité), donc $u_R = E$ et $i = E \div R$.

Correction de l'exercice 4 : Calculs de constantes de temps

1. $R = u \div i$ (en V/A) et $C = q \div u$, d'où $R \times C = q \div i$; or $i = q \div t$ en ordre de grandeur, donc **$R \times C$ s'exprime en secondes** ($\Omega \times F = s$).
2. $\tau = 47 \times 10^3 \times 2,2 \times 10^{-6} = 0,1034 \text{ s} \approx \mathbf{0,10 \text{ s}}$.
3. $\tau = 1,0 \times 10^6 \times 10 \times 10^{-9} = \mathbf{1,0 \times 10^{-2} \text{ s}} = 10 \text{ ms}$.
4. $R = \tau \div C = 0,50 \div 470 \times 10^{-6} \approx \mathbf{1,1 \times 10^3 \Omega}$, soit environ 1,1 k Ω .

Correction de l'exercice 5 : Charge et énergie

1. $q = C \times u_c = 470 \times 10^{-6} \times 12 = 5,64 \times 10^{-3} \text{ C} \approx \mathbf{5,6 \text{ mC}}$.
2. $E_c = \frac{1}{2} \times 470 \times 10^{-6} \times 12^2 = 3,384 \times 10^{-2} \text{ J} \approx \mathbf{34 \text{ mJ}}$.
3. Pour 24 V : $E_c = \frac{1}{2} \times 470 \times 10^{-6} \times 24^2 \approx 0,135 \text{ J} \approx \mathbf{135 \text{ mJ}}$, soit **4 fois plus** : l'énergie est proportionnelle au carré de la tension.

Correction de l'exercice 6 : Valeurs de la tension de charge

1. $u_c(t) = 9,0 \times (1 - e^{-t/2,0})$: à 1,0 s, $9,0 \times (1 - e^{-0,5}) \approx \mathbf{3,5 \text{ V}}$; à 2,0 s, $9,0 \times (1 - e^{-1}) \approx \mathbf{5,7 \text{ V}}$; à 6,0 s, $9,0 \times (1 - e^{-3}) \approx \mathbf{8,6 \text{ V}}$.
2. $0,90 E = E (1 - e^{-t/\tau})$ donne $e^{-t/\tau} = 0,10$, soit $t = \tau \times \ln 10 = 2,0 \times 2,30 \approx \mathbf{4,6 \text{ s}}$.
3. $i(0) = E \div R = 9,0 \div 20 \times 10^3 = 4,5 \times 10^{-4} \text{ A} = \mathbf{0,45 \text{ mA}}$.

Correction de l'exercice 7 : Courbe de charge

1. L'asymptote est à **$E = 5,0 \text{ V}$** .
2. $0,63 \times 5,0 = 3,2 \text{ V}$; la courbe atteint cette valeur à **$t \approx 0,50 \text{ s}$** , donc $\tau \approx 0,50 \text{ s}$.
3. La tangente à l'origine rejoint l'asymptote $u_c = 5,0 \text{ V}$ à **$t \approx 0,50 \text{ s}$** : même résultat.
4. $C = \tau \div R = 0,50 \div 2,0 \times 10^3 = 2,5 \times 10^{-4} \text{ F} = \mathbf{250 \mu\text{F}}$.

Correction de l'exercice 8 : Décharge d'un condensateur

1. **$u_c(t) = 8,0 \times e^{-t/0,30}$** (en volts, t en secondes).
2. À $t = \tau$: $8,0 \times e^{-1} \approx \mathbf{2,9 \text{ V}}$. À $t = 0,60 \text{ s}$: $8,0 \times e^{-2} \approx \mathbf{1,1 \text{ V}}$.
3. $1,0 = 8,0 \times e^{-t/\tau}$ donne $t = \tau \times \ln 8 = 0,30 \times 2,08 \approx \mathbf{0,62 \text{ s}}$.

Correction de l'exercice 9 : Vérifier une solution

1. $u_c = E e^{-t/\tau}$ donne $du_c \div dt = -(E \div \tau) e^{-t/\tau} = -u_c \div \tau$. Alors $R C du_c \div dt + u_c = -(R C \div \tau) u_c + u_c = 0$ si **$\tau = R C$** .
2. $u_c = E (1 - e^{-t/\tau})$ donne $du_c \div dt = (E \div \tau) e^{-t/\tau}$. Alors $R C du_c \div dt + u_c = E e^{-t/\tau} + E - E e^{-t/\tau} = \mathbf{E}$.
3. À $t = 0$: $u_c(0) = E (1 - e^0) = \mathbf{0}$.

Correction de l'exercice 10 : Durées de charge

- $\tau = 1,0 \times 10^3 \times 22 \times 10^{-6} = 2,2 \times 10^{-2} \text{ s} = \mathbf{22 \text{ ms}}$.
- $0,95 E : e^{-t/\tau} = 0,05$, soit $t = \tau \ln 20 \approx \mathbf{3,0 \tau}$. $0,99 E : e^{-t/\tau} = 0,01$, soit $t = \tau \ln 100 \approx \mathbf{4,6 \tau}$.
- $t_{95\%} \approx 3,0 \times 22 = \mathbf{66 \text{ ms}}$; $t_{99\%} \approx 4,6 \times 22 \approx \mathbf{1,0 \times 10^2 \text{ ms}}$.

Correction de l'exercice 11 : Intensité pendant la charge

- $\tau = 5,0 \times 10^3 \times 200 \times 10^{-6} = \mathbf{1,0 \text{ s}}$.
- $i(t) = (E \div R) e^{-t/\tau} = 2,0 \times 10^{-3} \times e^{-t} \text{ (A)}$. $i(0) = \mathbf{2,0 \text{ mA}}$; $i(\tau) = 2,0 \times e^{-1} \approx \mathbf{0,74 \text{ mA}}$; $i(3\tau) = 2,0 \times e^{-3} \approx \mathbf{0,10 \text{ mA}}$.
- À $t = \tau : u_c = 10 \times (1 - e^{-1}) \approx \mathbf{6,3 \text{ V}}$; $u_R = R \times i = 5,0 \times 10^3 \times 0,74 \times 10^{-3} \approx \mathbf{3,7 \text{ V}}$.
Somme : $6,3 + 3,7 = 10 \text{ V} = E$: la loi des mailles est vérifiée.

Correction de l'exercice 12 : Chronogramme sur un oscilloscope

- Le créneau se répète tous les $\mathbf{2,0 \text{ s}}$: $T = 2,0 \text{ s}$ et $f = 1 \div T = \mathbf{0,50 \text{ Hz}}$.
- u_c est continue : l'énergie du condensateur ne peut pas changer instantanément, donc la tension monte progressivement.
- $0,63 \times 5,0 \approx 3,2 \text{ V}$ est atteint environ $0,25 \text{ s}$ après le front montant : $\tau \approx \mathbf{0,25 \text{ s}}$. $R = \tau \div C = 0,25 \div 100 \times 10^{-6} = \mathbf{2,5 \text{ k}\Omega}$.
- En fin de demi-période ($1,0 \text{ s} = 4\tau$) : $u_c \approx 5,0 \times (1 - e^{-4}) \approx \mathbf{4,9 \text{ V}}$. La durée 4τ est grande devant τ : la charge est presque complète.

Correction de l'exercice 13 : Linéariser une décharge

- $\ln(E e^{-t/\tau}) = \ln E - t \div \tau$: c'est une **fonction affine de t**, donc une droite.
- $\ln(u_c) = \ln E - t \div \tau$.
- Ordonnée à l'origine $\approx \mathbf{1,79}$; coefficient directeur $= (-1,33 - 1,79) \div 2,5 \approx \mathbf{-1,25 \text{ s}^{-1}}$.
- $E = e^{1,79} \approx \mathbf{6,0 \text{ V}}$; $\tau = 1 \div 1,25 = \mathbf{0,80 \text{ s}}$.

Correction de l'exercice 14 : Un supercondensateur

- $q = C \times u = 1,0 \times 2,5 = \mathbf{2,5 \text{ C}}$; $E_c = \frac{1}{2} \times 1,0 \times 2,5^2 = 3,125 \text{ J} \approx \mathbf{3,1 \text{ J}}$.
- Durée = énergie $\div$ puissance $= 3,1 \div 0,10 \approx \mathbf{31 \text{ s}}$.
- Pendant la décharge, la tension u_c diminue (exponentiellement) : la diode reçoit une tension de plus en plus faible. L'hypothèse « tout transférable » est donc optimiste : une partie de l'énergie reste dans le condensateur quand la tension passe sous la tension de fonctionnement de la diode.

Correction de l'exercice 15 : Deux résistances, deux courbes

1. La **courbe b** monte plus lentement : τ est plus grand, donc R est plus grande (C est la même).
2. Courbe a : $u_c = 3,8 \text{ V}$ à $\tau_a \approx \mathbf{0,5 \text{ s}}$; courbe b : $u_c = 3,8 \text{ V}$ à $\tau_b \approx \mathbf{1,0 \text{ s}}$.
3. $R_a = \tau_a \div C = 0,5 \div 100 \times 10^{-6} = \mathbf{5,0 \text{ k}\Omega}$; $R_b = 1,0 \div 100 \times 10^{-6} = \mathbf{10 \text{ k}\Omega}$.
4. $R_b \div R_a = \mathbf{2}$, et $\tau_b \div \tau_a = 2$: τ est proportionnelle à R.

Correction de l'exercice 16 : Le flash d'un appareil photo

1. $q = C \times u = 120 \times 10^{-6} \times 300 = 3,6 \times 10^{-2} \text{ C} = \mathbf{36 \text{ mC}}$; $E_c = \frac{1}{2} \times 120 \times 10^{-6} \times 300^2 = \mathbf{5,4 \text{ J}}$.
2. $P = E \div \Delta t = 5,4 \div 1,0 \times 10^{-3} = 5,4 \times 10^3 \text{ W} = \mathbf{5,4 \text{ kW}}$.
3. La charge se fait avec une petite puissance fournie par les piles et un circuit de grande résistance (τ grand), alors que la décharge se fait dans une résistance très faible (τ très petit) : la même énergie est stockée lentement et libérée très vite.

Correction de l'exercice 17 : Corriger les erreurs

- a. La capacité s'exprime en **farads** (le henry est l'unité d'inductance).
- b. À la charge, u_c **augmente** de façon exponentielle vers E.
- c. $\tau = \mathbf{R \times C}$.
- d. En régime permanent, le courant est **nul** ; $E \div R$ est la valeur initiale $i(0)$.
- e. $E_c = \frac{1}{2} \times \mathbf{C \times u_c^2}$.

Correction de l'exercice 18 : Continuité et régime permanent

1. $u_c(0^+) = \mathbf{0}$; $u_R(0^+) = E = \mathbf{12 \text{ V}}$; $i(0^+) = E \div R = 12 \div 2,0 \times 10^3 = \mathbf{6,0 \text{ mA}}$.
2. Régime permanent : $i = 0$, $u_R = 0$, $\mathbf{u_c = E = 12 \text{ V}}$; le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert.
3. Si u_c faisait un saut, $du_c \div dt$ serait infini et $i = C \times du_c \div dt$ serait infinie : impossible avec un générateur de tension finie et une résistance.
4. **Non** : i passe de 0 (avant la fermeture) à 6,0 mA immédiatement après ; l'intensité peut être discontinue.

Correction de l'exercice 19 : Une minuterie

1. $u_c = E (1 - e^{-t/\tau}) = u_{\text{seuil}}$ donne $\mathbf{t = -\tau \times \ln(1 - u_{\text{seuil}} \div E) = \tau \times \ln[E \div (E - u_{\text{seuil}})]}$.
2. $t = \tau \ln(12 \div 5,0) = 0,875 \tau$. Donc $\tau = 30 \div 0,875 \approx \mathbf{34 \text{ s}}$ et $R = \tau \div C = 34 \div 1,0 \times 10^{-3} \approx \mathbf{34 \text{ k}\Omega}$.
3. Avec 33 k Ω : $\tau = 33 \times 10^3 \times 1,0 \times 10^{-3} = 33 \text{ s}$ et $t = 0,875 \times 33 \approx \mathbf{29 \text{ s}}$.
4. Doubler R (ou doubler C) double τ , donc double t.

Correction de l'exercice 20 : Mesurer une capacité inconnue

Protocole possible. Schéma : alimentation 6 V, interrupteur, résistance 10 kΩ et condensateur en série, voltmètre numérique aux bornes du condensateur (polarité respectée). Étapes : (1) décharger le condensateur en court-circuitant ses bornes ; (2) fermer l'interrupteur et déclencher le chronomètre ; (3) relever u_c toutes les 0,5 s (ou chronométrer le moment où $u_c = 0,63 \times 6 = 3,8$ V) ; (4) tracer $u_c(t)$ et déterminer τ par la méthode des 63 % ou de la tangente ; (5) calculer $C = \tau \div R$.

Erreurs. Le voltmètre n'est pas idéal : choisir un appareil de grande résistance interne pour ne pas décharger le condensateur. Le chronométrage à la main introduit une incertitude : répéter la mesure et prendre la moyenne. La tolérance de la résistance (5 %) intervient dans C.

Comment progresser après ce corrigé

Reprends toujours la loi des mailles avant de calculer : elle donne l'équation différentielle, qui donne la forme de la solution et la valeur de τ . Contrôle ensuite les conditions initiales et finales ($u_c(0)$, régime permanent) et utilise les repères 63 % et 37 % pour vérifier tes valeurs. Refais les exercices 7, 13 et 19 sans regarder la correction.

Retour aux énoncés des exercices