

## Le condensateur

Deux **armatures** conductrices séparées par un **diélectrique** (isolant). Stocke des charges  $+q$  et  $-q$ .

$$q = C u \cdot i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$$

→  $C$  : **capacité** en farads (F) - en pratique nF,  $\mu$ F, mF

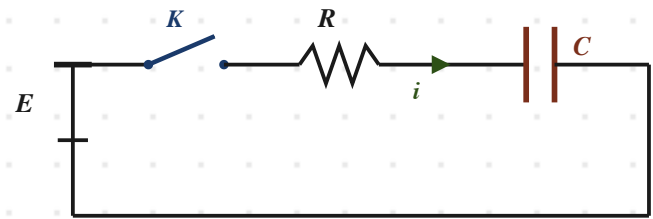
→ Convention **récepteur** ·  $i$  et  $u$  flèches opposées

→  $u_C$  ne peut pas faire de saut (continuité)

$$E = \frac{1}{2} C u^2 = \frac{q^2}{2C}$$

Énergie stockée dans le champ électrique entre les armatures (en J).

## Schéma · échelon de tension



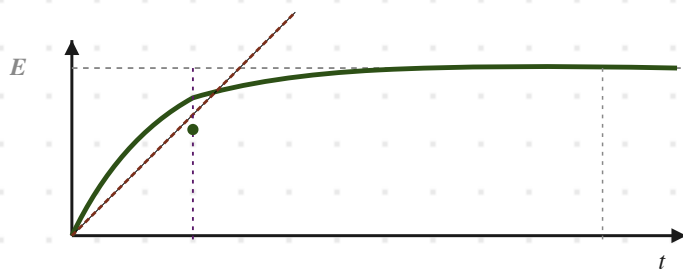
loi des mailles :

$$u_C + RC \frac{du_C}{dt} = E \cdot \tau = RC$$

→  $\tau$  en s · constante de temps caractéristique

→  $\tau \uparrow$  quand  $R \uparrow$  ou  $C \uparrow$  (charge plus lente)

## Charge ( $u_C(0) = 0$ )

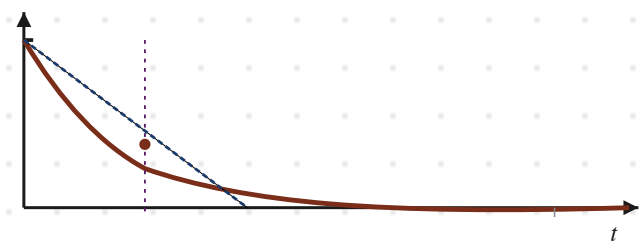


$$u_C(t) = E (1 - e^{-t/\tau})$$

→  $i(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$  décroît

→  $t = \tau$  : 63 % ·  $t = 5\tau$  :  $\approx 99$  % (régime établi)

## Décharge ( $u_C(0) = U_0$ )



$$u_C(t) = U_0 e^{-t/\tau}$$

→  $i(t) = -\frac{U_0}{R} e^{-t/\tau}$  (sens opposé)

→  $t = \tau$  : 37 % · énergie dissipée par effet Joule dans  $R$

## Mesurer $\tau$ expérimentalement

① Tangente à l'origine · coupe l'asymptote à  $t = \tau$

② 63 % / 37 % · charge  $u_C = 0,63E$  · décharge  $u_C = 0,37U_0$

③ Linéarisation ·  $\ln(u_C)$  ou  $\ln(E - u_C) \rightarrow$  droite de pente  $-1/\tau$

→ Comparer la valeur expérimentale à  $\tau_{th} = RC$

(incertitudes des composants)

## Applications du circuit RC

Application	Principe
Filtre passe-bas	$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$
Temporisation · minuterie	déclenche après $\sim \tau$
Découplage d'alimentation	lisse les variations de $U$
Supercondensateur	stockage rapide ( $> 1$ F)
oscillateurs (wien)	RC + ampli

Continuité de  $u_C$  ·  $u_C$  ne peut pas sauter (sinon  $i$  infini). À l'instant initial,  $u_C(0^+) = u_C(0^-)$ .

## Récap charge $\leftrightarrow$ décharge

Grandeur	Charge	Décharge
$u_C(t)$	$E(1 - e^{-t/\tau})$	$U_0 e^{-t/\tau}$
$i(t)$	$\frac{E}{R} e^{-t/\tau}$	$-\frac{U_0}{R} e^{-t/\tau}$
$u_C$ à $t = \tau$	$0,63 E$	$0,37 U_0$
Régime établi	$\approx 5\tau$	$\approx 5\tau$
$E_d$ initiale	0	$\frac{1}{2} C U_0^2$

→ Échelle pratique ·  $\tau$  s'évalue rapidement à 3 à 5  $\tau$  pour considérer le régime permanent.

## Bilan d'énergie

Lors de la **charge**, le générateur fournit une énergie totale partagée entre le condensateur et la résistance.

$$W_{gén} = E Q = C E^2$$

→  $E_C = \frac{1}{2} C E^2$  (stockée)

→  $E_R = \frac{1}{2} C E^2$  (perdue par Joule)

→ Rendement intrinsèque de charge : 50 %

Décharge · toute l'énergie initiale  $\frac{1}{2} C U_0^2$  est dissipée par effet Joule dans la résistance.