

TP N 2 :

Charge et décharge d'un condensateur

I. But de la manipulation :

- Le but de cette manipulation est d'étudier l'intensité du courant dans les deux circuits de charge et de décharge d'un condensateur de capacité C en fonction du temps.
- Son principe est de charger un condensateur avec une source de tension continue et le décharger dans un circuit uniquement résistif.

II- Manipulation :

1. Mesure de courant de charge :

◆ Calcul théorique :

On a :

$$\begin{aligned} E &= V_c + Ri(t) \\ &= V_c + R\left(\frac{dq}{dt}\right) \\ &= V_c + Rc\left(\frac{dV_c}{dt}\right) \\ (1) \quad E &= V_c + \tau\left(\frac{dV_c}{dt}\right) \quad \text{avec : } \tau = RC \end{aligned}$$

- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} V(c) &= A e^{-mt} + B \\ \text{Alors :} \quad \frac{dV_c}{dt} &= -mAe^{-mt} \end{aligned}$$

- On remplace dans l'équation (1) et on trouve :

$$E = Ae^{-mt}(1 - m\tau) + B$$

- Trouvant maintenant les constantes (m , A , B) :
- Pour que cette équation se réalise quelque soit il faut que le coefficient e^{-mt} soit nulle .

$$\begin{aligned} \text{Donc :} \quad (1 - m\tau) &= 0 \Rightarrow m = \left(\frac{1}{\tau}\right) \\ &\Rightarrow B = E \end{aligned}$$

$$A(t=0) \text{ on a :} \quad V_c(0) = 0 \Rightarrow A = -E$$

□ la solution de l'équation différentielle devient :

$$V_C(t) = E - Ee^{-t/\tau}$$

$$V_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

On sait que : $q(t) = V_C(t) \cdot C$

Donc : $q(t) = CE(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

Et : $i(t) = \frac{dq}{dt}$

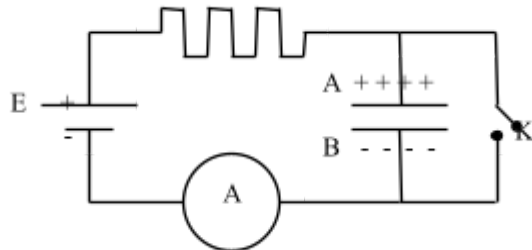
On trouve : $i(t) = \frac{E}{R}e^{-t/\tau}$

◆ Charge du condensateur :

□ Soit un système formé d'une résistance R en série avec un condensateur de capacité C.

□ On alimente le système à l'aide d'une source de tension continue E.

$$E = 15 \text{ V}$$



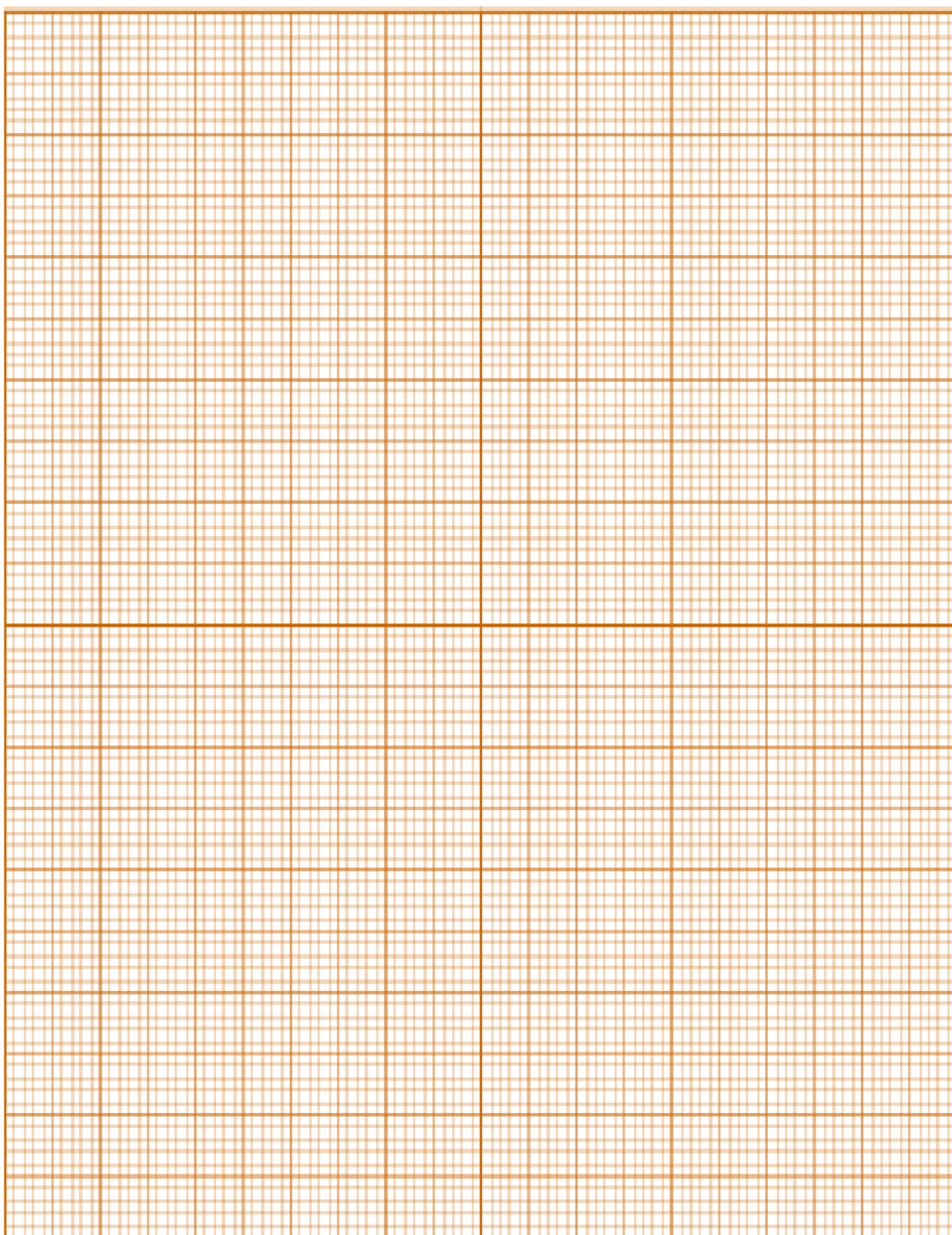
□ On ferme l'interrupteur K à $t = 0$ pour s'assurer que le condensateur est complètement déchargé, ce dernier permet d'établir une intensité maximale.

□ On ouvre l'interrupteur et on mesure l'intensité à chaque instant.

Tableau des mesures :

t(s)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	180
I (μA)	15	13,52	12,23	11 ,2	10 ,35	9,20	8,56	7,08	5,75	4,78	4,00	3,31	2,77	2,11	1,64

Représentation de la courbe :



Détermination de τ et C :

□ D'après la courbe on trouve : $\tau = 40\text{s}$

On sait que : $\tau = RC$

Donc : $C = \frac{\tau}{R}$

A N : **$C = 40\mu\text{F}$**

2 .Mesure de la tension de décharge :

◆ Calcul théorique :

On a : $V_C - V_R = 0$

$$V_C - Ri(t) = 0 \text{ avec } i(t) = - \frac{dq}{dt}$$

$$V_C + R\left(\frac{dq}{dt}\right) = 0$$

$$V_C + Rc\left(\frac{dV_C}{dt}\right) = 0$$

$$(1) \quad V_C + \tau\left(\frac{dV_C}{dt}\right) = 0 \text{ avec } \tau = RC$$

□ La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante :

$$V_C = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$$

Alors : $\frac{dV_C}{dt} = -\frac{1}{\tau} Ae^{-\frac{t}{\tau}}$

□ On remplace dans l'équation (1) et on trouve :

$$Ae^{-\frac{t}{\tau}}(1 - m\tau) = 0$$

□ Trouvant maintenant les constantes (m , A , B) :

- Pour que cette équation se réalise quelque soit t il faut que le coefficient e^{-mt} soit nul .

Donc : $(1 - m\tau) = 0 \Rightarrow m = (\frac{1}{\tau})$

$\Rightarrow B = 0$

A ($t=0$) on a : $V_C(0) = 0 \Rightarrow A = E$

- Donc la solution de l'équation différentielle devient :

On sait que : $V_C(t) = Ee^{-t/\tau}$
 $q(t) = V_C(t) \cdot C$
 Donc : $q(t) = CE(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
 Puisque : $i(t) = -\frac{dq}{dt}$
 On trouve : $i(t) = \frac{CE}{\tau}$
 $i(t) = \frac{E}{R}e^{-t/\tau}$

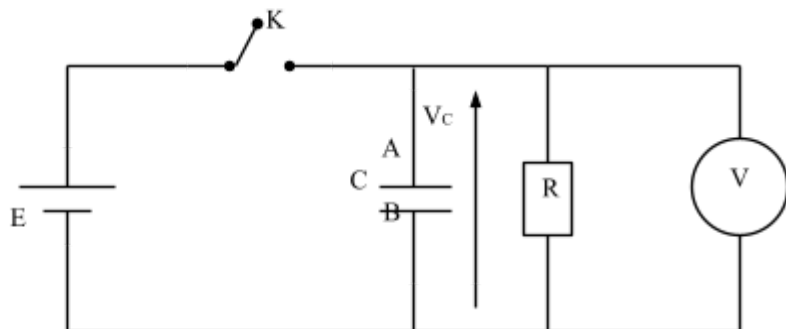
◆ Décharge du condensateur :

- Soit un système formé d'une résistance R en parallèle avec un condensateur de capacité C .
- On alimente le système à l'aide d'une source de tension continue E .

Données :

$E = 15V$

$R = 1M\Omega$



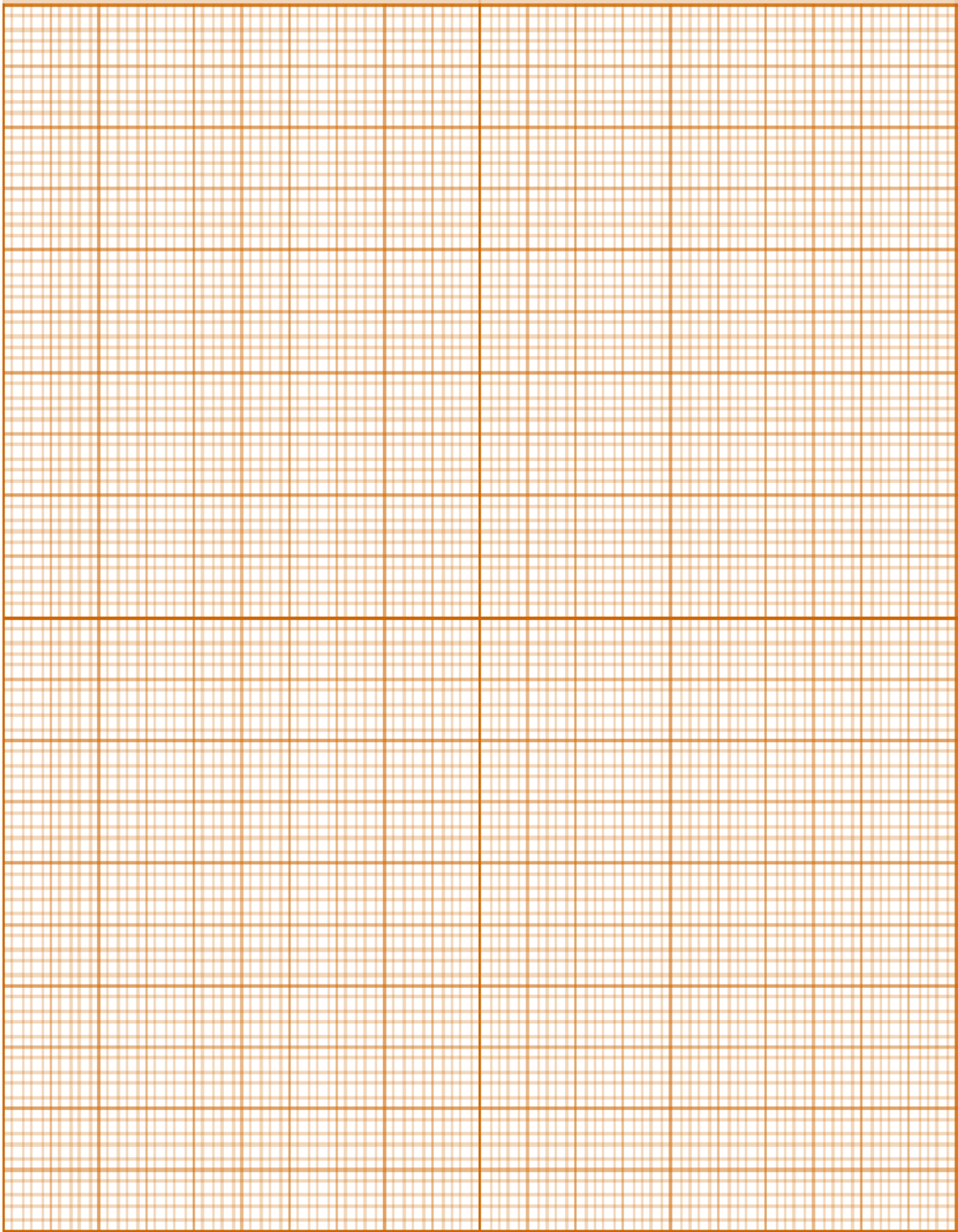
- On ferme l'interrupteur K , le condensateur est complètement chargé.

- Avant de débrancher la source, l'instant $t = 0$ correspond à la tension $v_{c \max}$ mesurée, On débranche la source en laissant k fermé puis on relève les mesures.

Tableau des mesures :

t(s)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	150	160	180
VC (V)	15	13.1	11.9	10.9	9.5	8.7	7.8	6.3	5.1	4.1	3.4	2.7	2.2	1.8	1.5	1,3	0,5

Représentation de la courbe :



Détermination de τ et C :

□ **D'après la courbe on trouve :** $\tau = 49\text{s}$

On sait que : $\tau = RC$

Donc : $C = \frac{\tau}{R}$

A N : **$C = 49\ \mu\text{F}$**

on remarque que si le temps augmente, la tension diminue .