

## Chapitre III:

### Circuits RC- Charge et décharge d'un condensateur

Soit le circuit de la figure 1. On suppose que le condensateur est complètement déchargé.

#### Cas 1 :

L'interrupteur S est sur la position a : c'est l'étape de charge du condensateur. Essayons de trouver les paramètres suivants :

$Q(t)$  : La charge instantanée aux bornes du condensateur

$i(t)$  : Le courant qui circule à travers le condensateur

$V_R(t)$  : La tension aux bornes de la résistance R

$V_C(t)$  : La tension aux bornes du condensateur

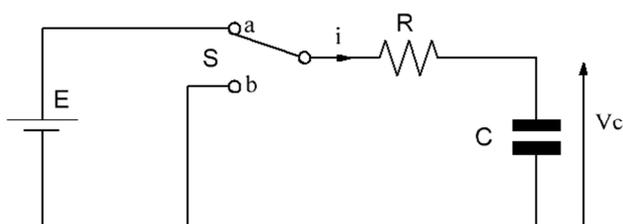


Figure 1

Utilisons la loi des mailles:

$$E = Ri + V_C \quad (1)$$

Sachant que :  $V_C = \frac{Q}{C}$  et  $i = \frac{dQ}{dt}$  alors l'équation (1) devient :

$$EC - Q = RC \frac{dQ}{dt} \quad (2)$$

L'équation (2) est une équation différentielle du premier ordre. Réarrangeons cette équation de la manière suivante :

$$\frac{dt}{RC} = - \frac{dQ}{Q - EC} \quad (3)$$

Par intégration des deux termes de l'équation (3) c'est-à-dire

$$\frac{1}{RC} \int dt = - \int \frac{dQ}{Q - EC}$$

On obtient :

$$\frac{-t}{RC} = \ln(Q - EC) + A \quad (4)$$

Sachant que pour  $t=0$ ,  $Q=0$  alors (4)  $\Rightarrow A = -\ln(-EC)$

L'équation (4) devient :  $\ln\left(\frac{Q-EC}{-EC}\right) = \frac{-t}{RC}$  et si on applique la fonction inverse de  $\ln$

On obtient :  $Q = EC\left(1 - e^{\frac{-t}{RC}}\right)$

**Calcul de du courant :**

$$i = \frac{dQ}{dt} = \frac{-EC}{-RC} e^{\frac{-t}{RC}} = \frac{E}{R} e^{\frac{-t}{RC}}$$

**Calcul de la tension  $V_R$  :**

$$V_R = Ri = E e^{\frac{-t}{RC}}$$

**Calcul de la tension  $V_C$  :**

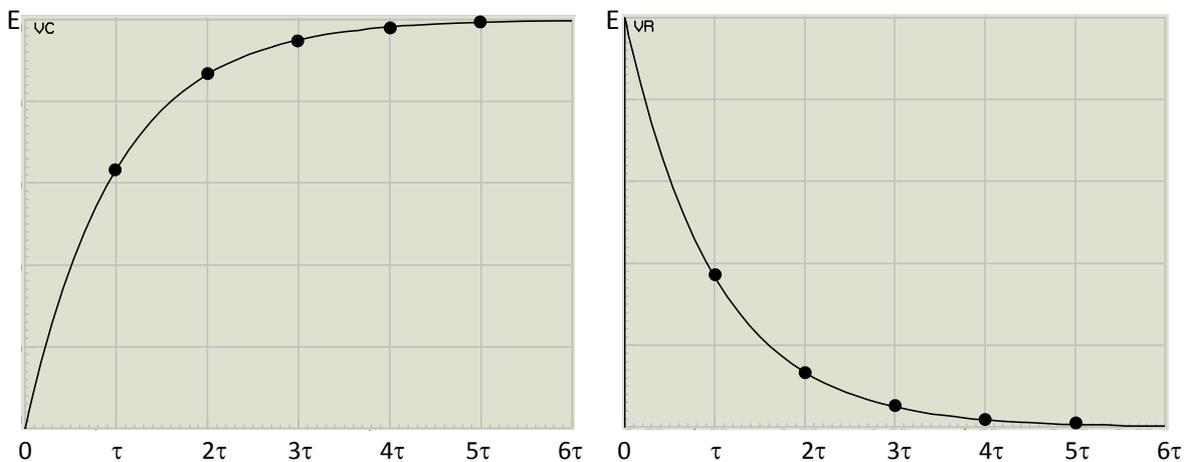
$$V_C = \frac{Q}{C} = E\left(1 - e^{\frac{-t}{RC}}\right)$$

Les graphes de la figure 2 représentent l'évolution des tensions  $V_C$  et  $V_R$  en fonction de la constante de temps  $\tau=1/RC$ .

D'après le tableau et les deux graphes on peut dire que :

- Le condensateur se charge à la valeur finale  $E$  pour un temps  $t=5\tau$ .
- Le courant circulant dans le circuit s'annule pour un temps  $t=5\tau$ .

t	$V_R$	$V_C$
0	1,00E	0,00E
$\tau$	0,37E	0,63E
$2\tau$	0,14E	0,86E
$3\tau$	0,05E	0,95E
$4\tau$	0,02E	0,98E
$5\tau$	0,01E	0,99E



**Figure 2**

## Cas 2 :

L'interrupteur S est sur la position b : c'est l'étape de décharge du condensateur. Trouvons les paramètres de charge, de courant et de tension

Utilisons la loi des mailles:

$$0 = Ri + V_C \quad (5)$$

En suivant la même démarche que précédemment, et en mettant  $E=0$  dans l'équation (4), on obtient :

$$\frac{-t}{RC} = \ln(Q) + A \quad (6)$$

Sachant que pour  $t=0$ ,  $Q=EC$  alors (6)  $\Rightarrow A = -\ln(EC)$

L'équation (6) devient :  $\ln\left(\frac{Q}{EC}\right) = \frac{-t}{RC}$  et si on applique la fonction inverse de  $\ln$

On obtient :  $Q = ECe^{\frac{-t}{RC}}$

Calcul de du courant :

$$i = \frac{dQ}{dt} = \frac{EC}{-RC} e^{\frac{-t}{RC}} = -\frac{E}{R} e^{\frac{-t}{RC}}$$

Le signe (-) indique que le courant de décharge a un sens contraire à celui de la charge.

Calcul de la tension  $V_R$  :

$$V_R = Ri = -Ee^{\frac{-t}{RC}}$$

Calcul de la tension  $V_C$  :

$$V_C = \frac{Q}{C} = Ee^{\frac{-t}{RC}}$$

Les graphes de la figure 3 représentent l'évolution des tensions  $V_C$  et  $V_R$  en fonction de la constante de temps  $\tau=1/RC$ .

D'après le tableau et les deux graphes on peut dire que :

- Le condensateur se décharge complètement pour un temps  $t=5\tau$ .
- Le courant circulant dans le circuit s'annule pour un temps  $t=5\tau$ .

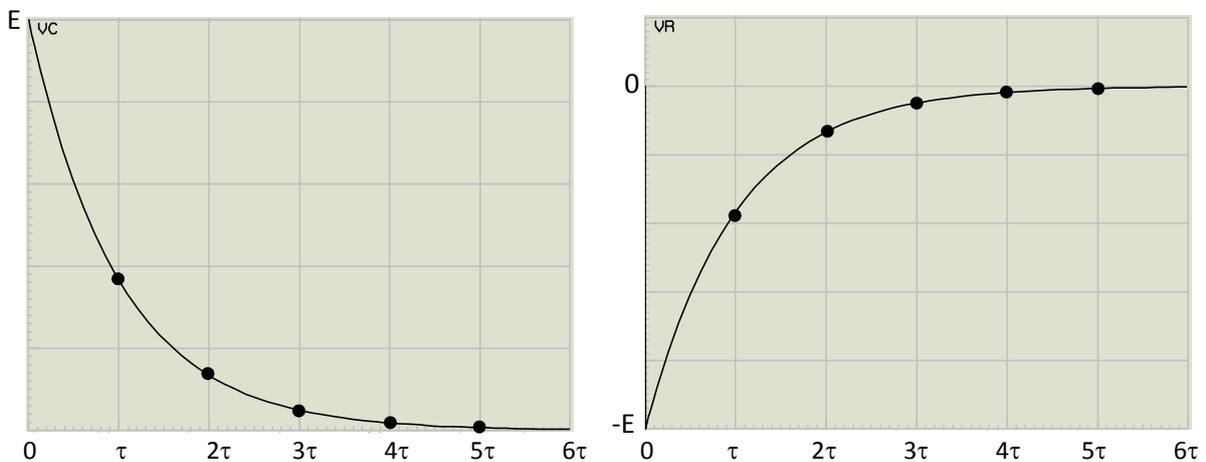


Figure 3

## Comportement d'un circuit RC en présence d'une entrée impulsionnelle

Voyons voir comment se comporte le circuit RC lorsque le commutateur précédent ne cesse de changer de position. Cela veut dire que le circuit RC sera attaqué par un signal de type carré (figure 4).

Suivant la valeur de la période de ce signal comparativement à la constante de temps du circuit, les graphes de la figure 5 récapitulent les cas possibles.

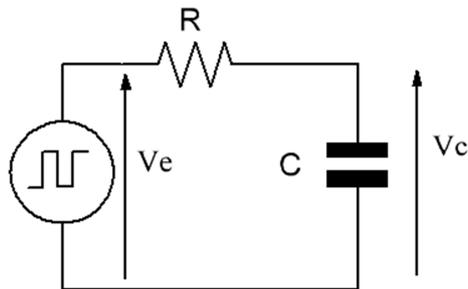


Figure 4 :

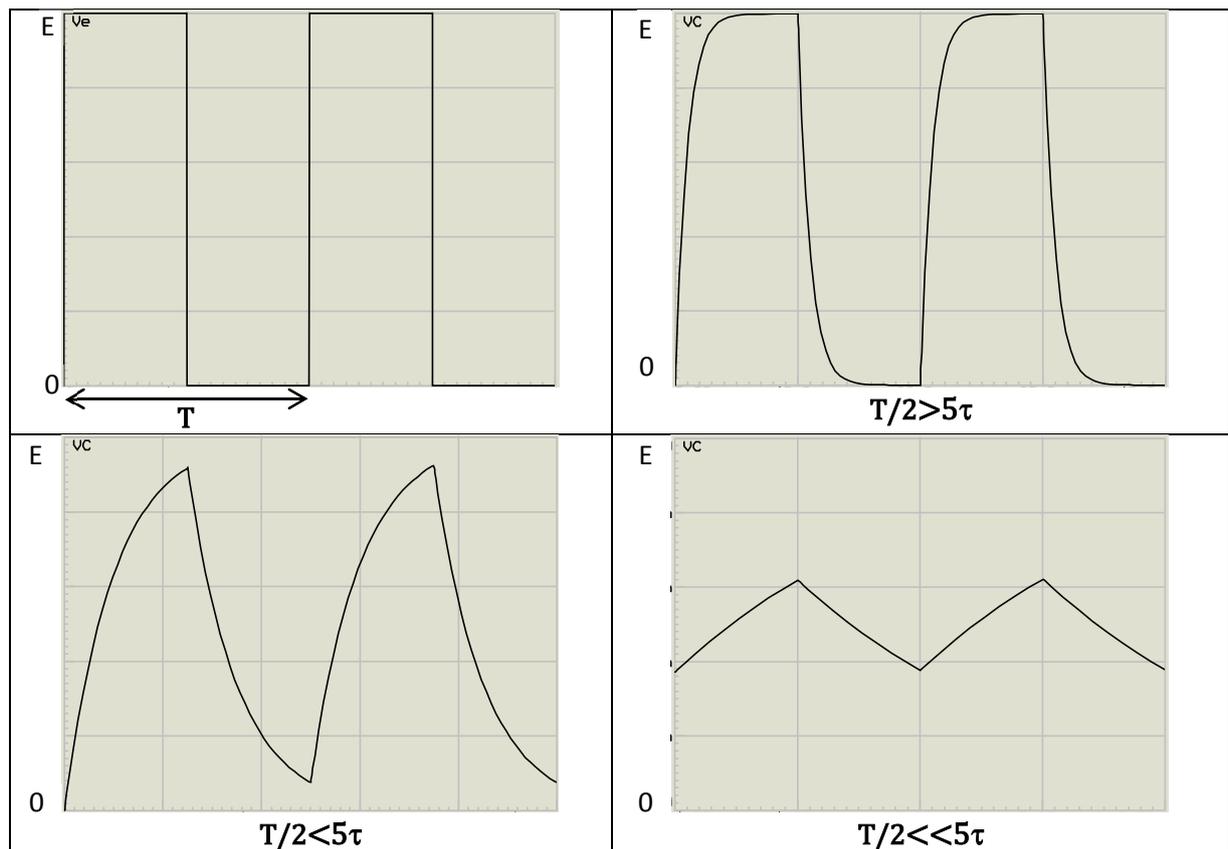


Figure 5

On peut signaler que pour le cas où  $T/2 \ll 5\tau$ , le circuit se comporte comme un intégrateur

En ce qui concerne la tension aux bornes de la résistance  $R$ , les graphes de la figure 6 schématisent le comportement du circuit RC pour les différentes valeurs de la période du signal d'entrée.

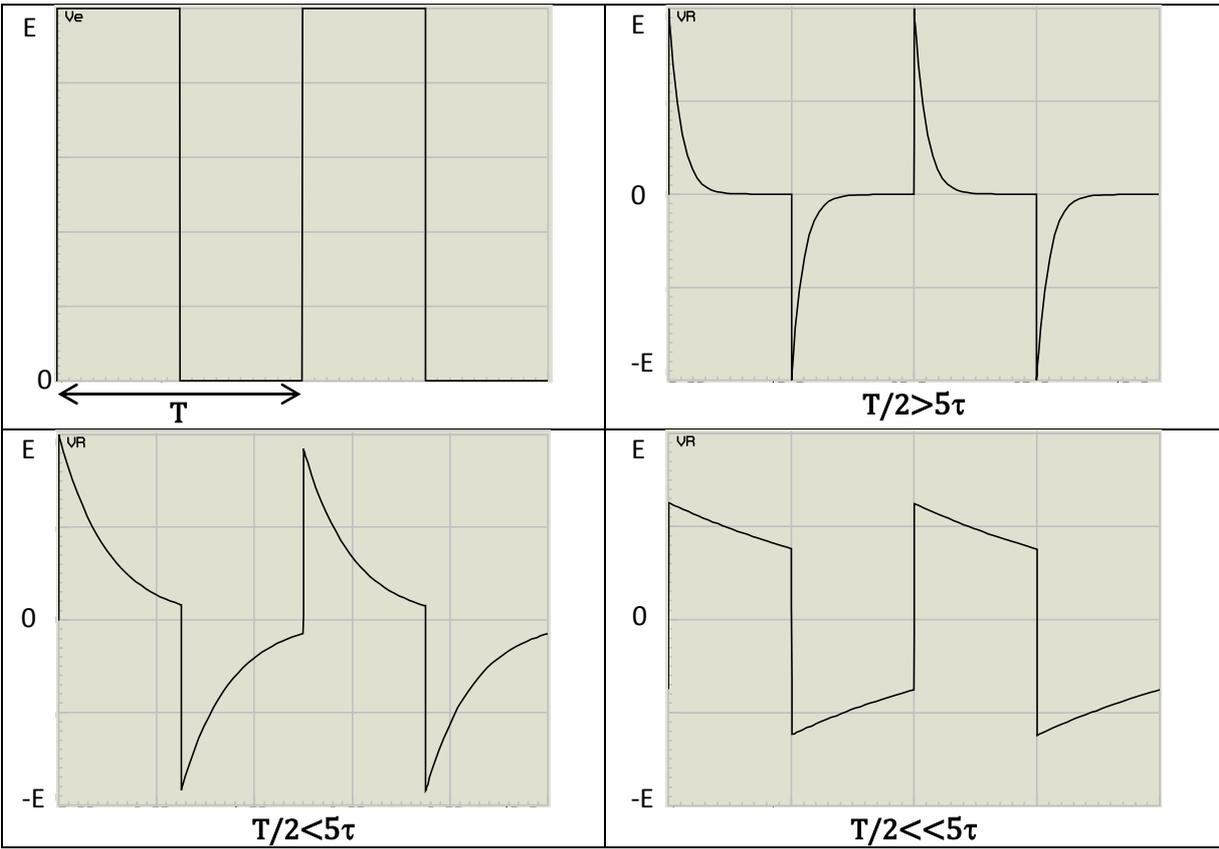


Figure 6