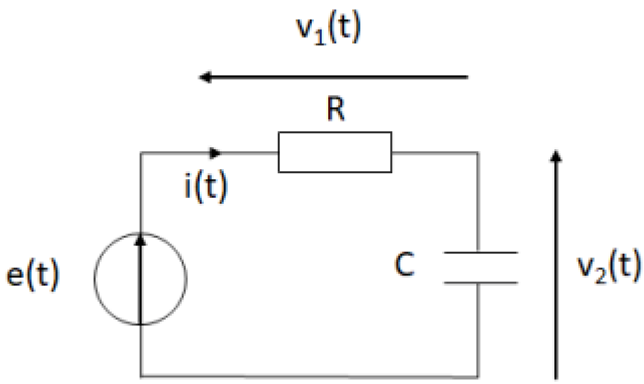
# Le circuit RC - Réponse à un échelon de tension

## Mise en équation d'un circuit comportant un condensateur

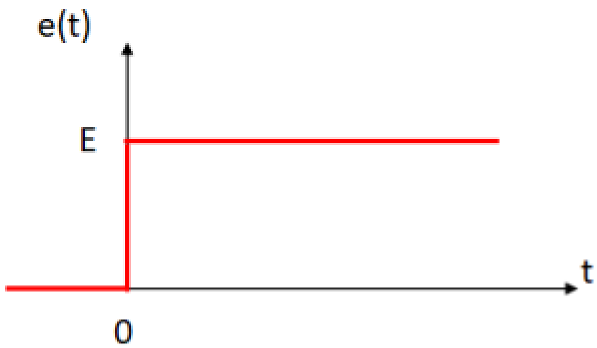
On considère le circuit illustré sur la figure ci-dessous. Nous cherchons à établir la relation entre la tension de sortie $v_2(t)$ en fonction de la tension d'entrée $e(t)$ et des composants du circuit $R$ et $C$.

Les conditions initiales sont nulles, le condensateur est initialement déchargé. La tension à ses bornes est donc nulle : $v_2(0^-) = 0\,V$.

Par continuité de la tension aux bornes d'un condensateur, on a : $v_2(0^+) = 0\,V$




Ce circuit est alimenté par une tension variable $e(t)$. Dans cet exemple, le signal d'entrée est un échelon de tension d'amplitude $E = 5V$, comme illustré sur la figure ci-dessous.




Le circuit est composé d'une seule maille, le courant qui circule est donc le même dans toutes les branches, il est noté $i(t)$.

En appliquant la loi des mailles, on obtient l'équation suivante :

$e(t) - v_1(t) - v_2(t) = 0$ eq.(1)

Ensuite, on utilise les relations courant-tension pour les différents composants du circuit :

$v_1(t) = R \times i(t)$ eq.(2)

et

$i(t) = C\frac{dv_2}{dt}$ eq.(3)

On remplace l'expression de $i(t)$ dans l'equation (2) par celle obtenue dans l'équation (3) :

$v_1(t) = RC\frac{dv_2}{dt}$ eq. (4)

On remplace ensuite l'équation (4) dans l'équation (1) :

$$e(t) - RC\frac{dv_2}{dt} - v_2(t) = 0$$

Soit :

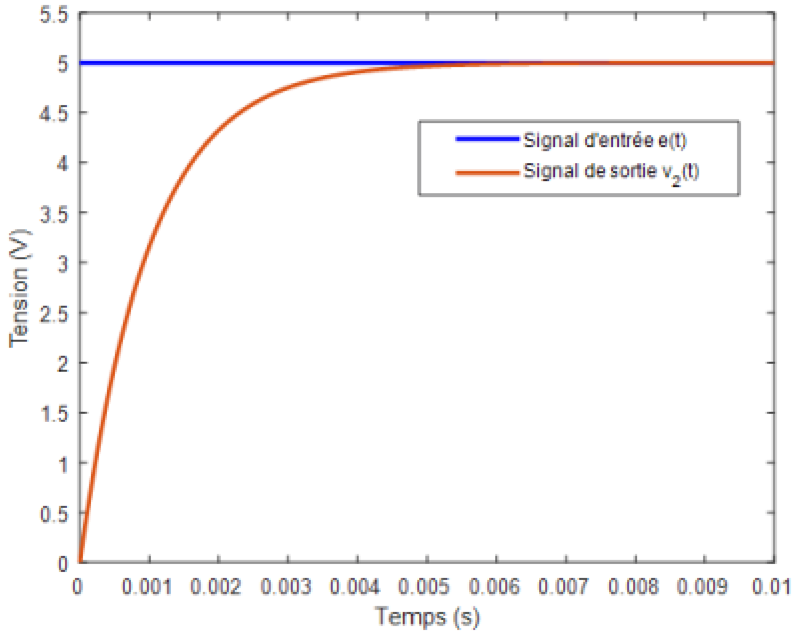
$\frac{dv_2}{dt} + \frac{1}{RC} \times v_2(t) = \frac{1}{RC} \times e(t)$ eq. (5) avec la condition initiale : $v_2(0^+) = 0$

On obtient une équation différentielle du premier ordre avec second membre. Pour obtenir l'expression de $v_2(t)$, il faut résoudre l'équation différentielle.

La résolution de cette équation différentielle pour les conditions initiales de cet exemple donne :

$v_2(t) = E \times \left[1 - \exp(-\frac{t}{RC})\right]$ pour $t > 0$, voir le détail de la résolution

Il suffit ensuite de tracer l'allure de la tension $v_2(t)$. Pour cela, on donne les valeurs : $R = 1\,k\Omega$, $C = 1\,\mu F$, $E = 5\,V$.




**Interprétation du résultat :**

A $t = 0$, le condensateur est déchargé, la tension à ses bornes vaut 0 V. A $t = 0^+$, le générateur de tension délivre une tension de E, le courant s'établit dans le circuit. Des charges électriques s'accumulent aux bornes du condensateur, ce qui fait croître la tension à ses bornes. Puis, une fois que le régime transitoire est terminé, la tension aux bornes du condensateur est constante et vaut E, c'est le régime stationnaire. Dans cet exemple, le régime stationnaire est atteint aux alentours des 7 ms.

***Simulation***

Pour compléter cet exemple, nous pouvons faire ce circuit avec vTP. La maquette virtuelle est illustrée sur la figure ci-dessous. Le signal d'entrée carré est généré à l'aide du générateur basses fréquences (GBF) en choisissant une forme d'onde carrée, une amplitude de 5 V, une tension d'offset de 0 V et une fréquence $10\,Hz$. La tension d'entrée $e(t)$ et la tension $v_2(t)$ se mesurent à l'aide d'un oscilloscope et sont reliées respectivement aux voies 1 (courbe bleue) et 2 (courbe rouge). La durée de simulation est choisie à 10 ms afin d'observer correctement la tension $v_2(t)$.