Lois de l'électricité en régime variable

Fondamental

En régime variable, la loi des mailles, la loi des nœuds ainsi que la loi d'Ohm s'appliquent.

Notations

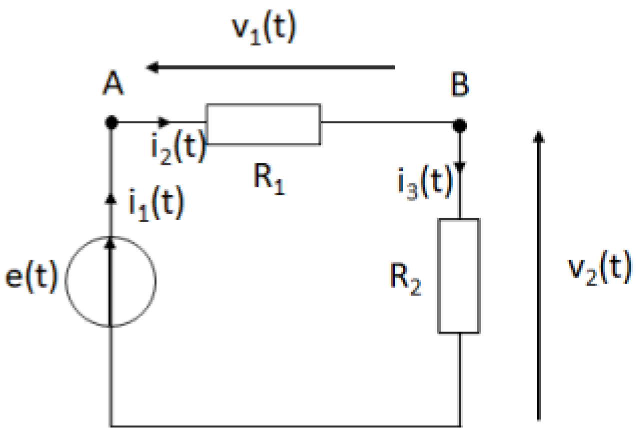
Par convention, les grandeurs électriquesen régime continu sont notées avec des majuscules. Les grandeurs électriques en régime variable sont notées avec des minuscules, la dépendance temporelle est également précisée.

On note par exemple une tension variable v(t) et un courant variable i(t).

Mise en équations d'un circuit comportant uniquement des résistances

Exemple

On considère le circuit 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 les composants du circuit R_1 et R_2.



1) On considère que la tension d'entrée $e(t)$ est constante : $e(t) = E$ (cas du chapitre précédent).

On obtient le résultat suivant (voir le détail du calcul):

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot E$$

2) A présent le circuit est alimenté par une tension variable quelconque $e(t)$. La tension d'entrée $e(t)$ étant variable, les courants $i_1(t)$, $i_2(t)$ et $i_3(t)$ ainsi que les tensions $v_1(t)$ et $v_2(t)$ varient au cours du temps.

Nous allons voir ce qui change dans la mise en équation et comment on utilise les théorèmes fondamentaux du chapitre précédent.

On peut appliquer la loi des nœuds en régime variable aux points A et B respectivement :

$i_1(t) - i_2(t) = 0$ eq. (1)

$i_2(t) - i_3(t) = 0$ eq. (2)

On en déduit que $i_1(t) = i_2(t) = i_3(t) = i(t)$, les courants qui circulent dans les différentes branches sont égaux et notés $i(t)$.

L'application de la loi des mailles en régime variable permet d'écrire :

$e(t) - v_1(t) - v_2(t) = 0$ eq.(3)

L'application de la loi d'Ohm en régime variable pour les différentes branches du circuit donne :

$v_1(t) = R_1 \times i_2(t) = R_1 \times i(t)$ eq. (4)

$v_2(t) = R_2 \times i_3(t) = R_2 \times i(t)$ eq. (5)

En injectant les équations (4) et (5) dans l'équation (3), on obtient :

$e(t) - R_1 \times i(t) - R_2 \times i(t) = 0$

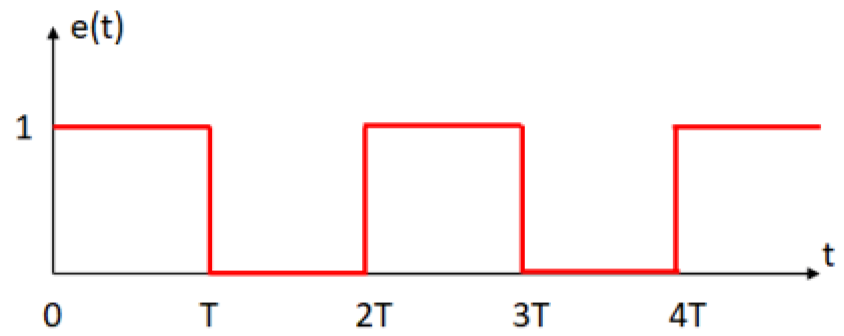
Soit : $i(t) = \dfrac{e(t)}{R_1 + R_2}$ eq. (6)

En utilisant les équations (5) et (6), on trouve :

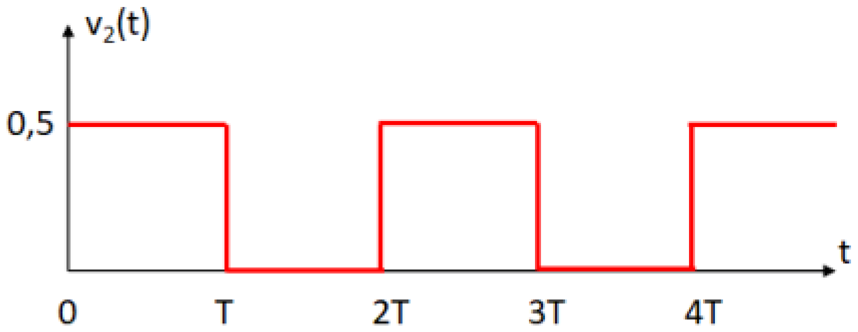
$v_2(t) = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2} \times e(t)$ eq. (7)

On considère à présent que la tension d'entrée est un signal carré illustré sur la figure ci-dessous et défini sur une période $2T$ de la façon suivante :

$$\begin{cases} e(t) = 1 \; pour \; 0 < t < T \\ e(t) = 0 \; pour \; T < t < 2T \end{cases}$$



On prend par exemple $R_1 = R_2 = 1\,k\Omega$. En utilisant l'équation (7), on peut tracer l'allure de la tension $v_2(t)$, voir figure ci-dessous.

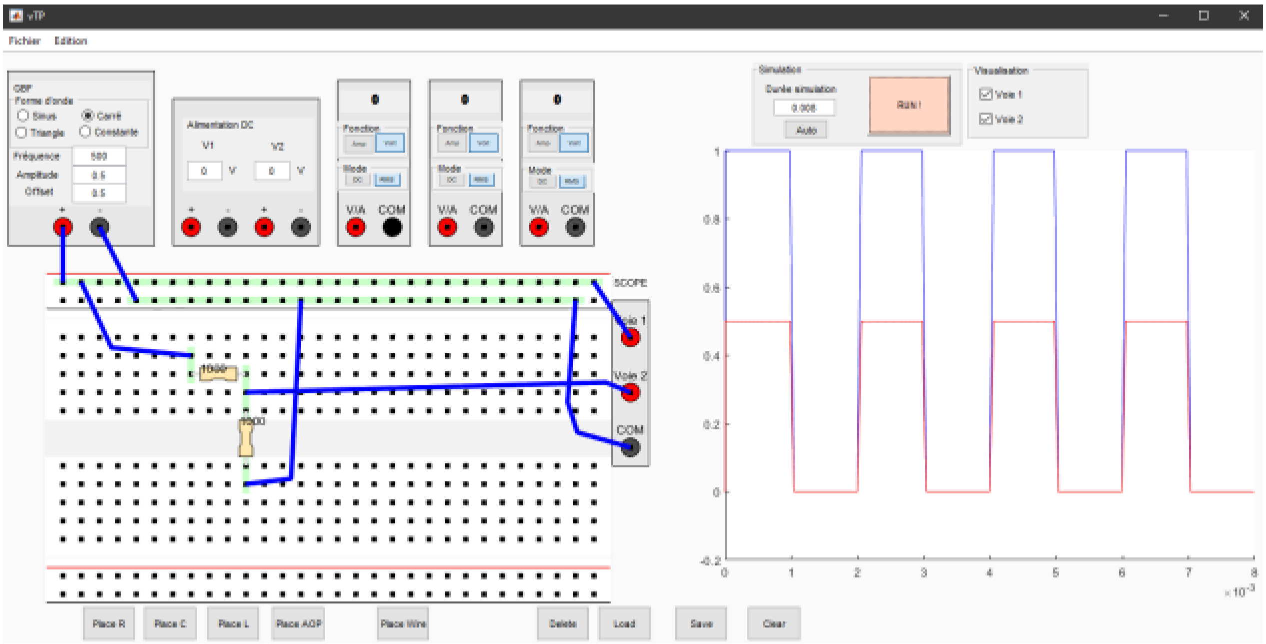


Fondamental

Pour des circuits linéaires qui contiennent uniquement des résistances (et sources de tension ou courant), on obtient la même équation en régime continu et en régime variable, à la différence près qu'en régime variable les grandeurs électriques dépendent du temps.

Simulation

Pour compléter cet exemple, nous pouvons étudier ce circuit avec vTP. La maquette virtuelle correspondante 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 0,5V, une tension d'offset de 0,5V et une période $2T = 2\,ms$, soit une fréquence de $500\,Hz$. 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).



En cliquant sur le bouton "Run", la simulation se lance et le résultat apparaît. On observe à l'oscilloscope les tensions d'entrée (en bleu) et de sortie (en rouge). On constate que l'on obtient le même résultat que précédemment.