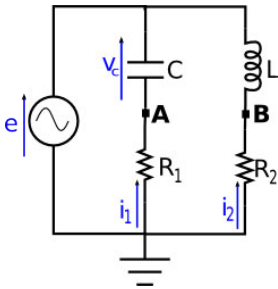


## 4.1. Modélisation causale et acausale d'un circuit électrique simple

Illustrons le concept de causalité et d'acausalité avec un exemple très simple extrait du domaine électrique (système à flux conservatif, scalaire). Soit, pour cela, le circuit de la Figure 4.1. La construction d'une modélisation de ce circuit est faite dans le but de déterminer l'évolution du courant délivré par la source alternative au cours du temps en fonction des valeurs des composants.

Figure 4.1 : Un circuit électrique



Pour répondre à cette question nous construirons à partir du circuit schématisé ci-dessus une [représentation causale](#) puis une [représentation acausale](#).

### Modélisation causale

Le système d'équations décrivant ce système s'obtient après avoir utilisé sans défaillance(s) :

- le théorème de superposition ;
- les lois de Kirchhoff (loi des mailles, loi des nœuds) ;
- la loi d'Ohm.

Le courant dans la source est la somme du courant dans les circuits "R<sub>1</sub>+C" et "L+R<sub>2</sub>" qui sont deux branches en parallèle de deux mailles en superposition.

**Pour la première maille avec la branche "R+C" :**

$$e - v_c = R_1 i_1 \text{ ce qui se transforme en } (e - v_c) \frac{1}{R_1} = \frac{1}{C} \int i_1 dt$$

**Pour la seconde maille avec la branche "L+R" :**

$$e - R_2 i_2 = L \frac{d i_2}{dt} \text{ ce qui se transforme en } (e - R_2 i_2) \frac{1}{L} = \frac{d i_2}{dt}$$

À partir de ces deux équations, nous construisons à l'aide de blocs Xcos le modèle de la Figure 4.2. Ce schéma explicite les causalités.

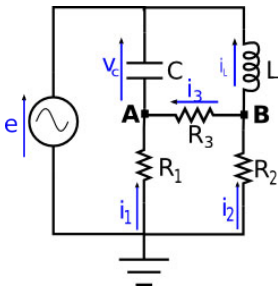
**Figure 4.2 :** Modèle comportemental construit à l'aide des deux équations précédentes (*scilab-xcos-C03\_circuit\_bloc\_1.zcos*)

Ce schéma est complété avec un traceur de courbes qui observe l'intensité du courant circulant dans les générateurs de tension (la somme des courants partiels de chacune des deux mailles).

Ce type de modèle est-il facile à utiliser, à modifier c'est-à-dire à faire évoluer ?

Pour cela, examinons l'effet d'une modification du schéma de la Figure 4.1 consistant à ajouter une résistance  $R_3$  entre les points A et B.

**Figure 4.3 :** Schéma du circuit électrique modifié

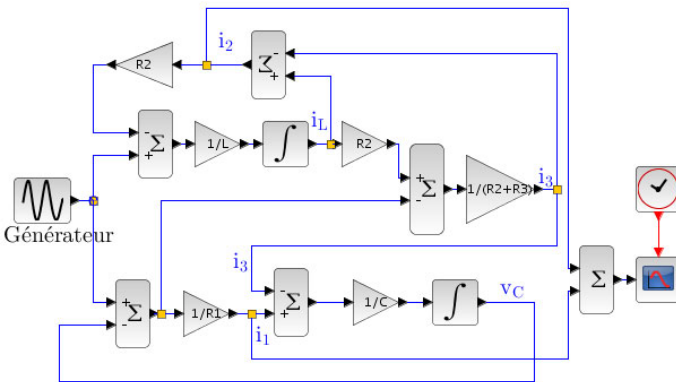


Cette modification nécessite une nouvelle mise en équations du modèle. En appliquant les mêmes lois que précédemment, et en étant précautionneux, on obtient l'ensemble d'équations suivantes :

$$\begin{cases} i_1 = \frac{e - V_C}{R_1} \\ i_3 = \frac{R_2 i_L + R_1 i_1}{R_2 + R_3} \\ i_2 = i_L - i_3 \\ \frac{di_L}{dt} = \frac{e - R_2 i_2}{L} \\ \frac{dV_C}{dt} = \frac{i_1 - i_3}{C} \end{cases}$$

Le simple ajout d'une résistance dans le circuit entraîne une profonde modification du schéma Xcos (voir la [Figure 4.4](#)) : il n'y a en particulier plus de correspondance entre les composants électriques et les blocs Xcos.

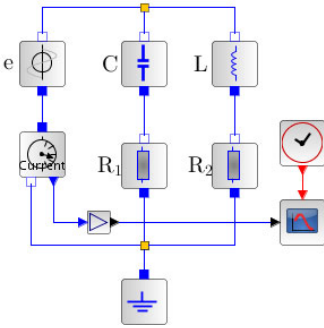
**Figure 4.4 :** Conséquence sur le schéma de l'ajout de la résistance  $R_3$  (*scilab-xcos-c03\_circuit\_bloc\_2.zcos*)



## Modélisation acausale

Le circuit de la [Figure 4.1](#) peut se modéliser dans Xcos à l'aide de la palette de blocs acausaux ÉLECTRIQUE du module externe Coselica qu'il est nécessaire d'installer (voir [Section 4.4, Le module Coselica](#)) comme sur la [Figure 4.5](#).

**Figure 4.5 :** Modélisation acausale du circuit électrique (*scilab-xcos-c03\_circuit\_bloc\_C1.zcos*)



L'édition, la paramétrisation et la simulation de tels schémas s'effectuent de la même façon que pour les schémas utilisant des blocs causaux (voir le chapitre [Prise en main](#)). Notons qu'il est possible d'utiliser les deux approches de modélisation au sein d'un même schéma : dans l'exemple ci-dessus, le circuit électrique est décrit par des blocs acausaux tandis que l'affichage de l'intensité traversant le générateur est réalisé avec des blocs causaux.

La modélisation à base de blocs acausaux permet d'éviter la phase complexe et sujette à erreurs de la mise en équations du modèle. Le concepteur peut ne se préoccuper que du sens physique de son modèle. Il est dès lors très facile de modifier le schéma pour réaliser le circuit modifié de la [Figure 4.3](#). Il suffit de connecter un nouveau bloc résistance entre les points A et B.

**Figure 4.6 :** Modélisation acausale du circuit électrique modifié (*scilab-xcos-c03\_circuit\_bloc\_C2.zcos*)

