

Outils de modélisation (*Bond Graph*)

1. Définition

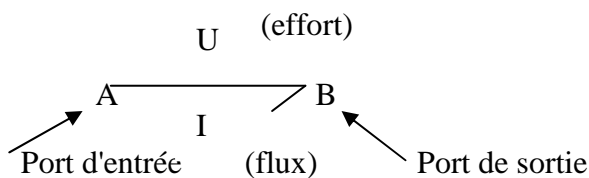
La représentation en Bond Graph constitue une étape intermédiaire entre le système réel et la formulation mathématique nécessaire à sa modélisation

La conception d'un Bond Graph repose sur les échanges d'énergie entre les éléments d'un système étudié et s'appuie sur la notion de causalité

Le système étudié peut être décomposé en éléments appelés ports, entre ces ports l'énergie est transmise

2. Ports

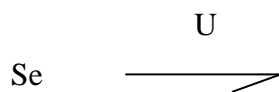
Le bond graph permet de représenter les échanges d'énergie en terme de flux et d'effort entre les éléments du système appelés ports



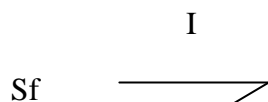
3. Eléments de Bond Graph

3.1 Eléments actifs

3.1.1 Source d'effort



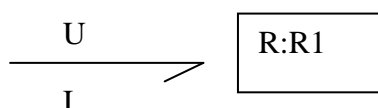
3.1.2 Source de flux



Ces sources sont orientées par une demi flèche opposée à la source considérée

3.2 Eléments passifs

3.2.1 Elément R

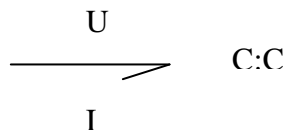


3.2.2 Eléments de stockage

Ce sont des éléments passifs mais réversibles en énergie la capacité et l'inductance

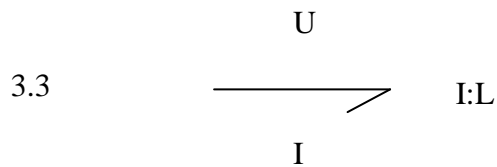
a. Elément de stockage c

L'élément c peut être exprimé par deux Causalités dérivée et intégrale



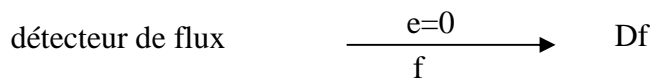
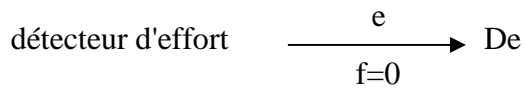
b. Elément I

L'élément I peut être exprimé par deux Causalités dérivée et intégrale



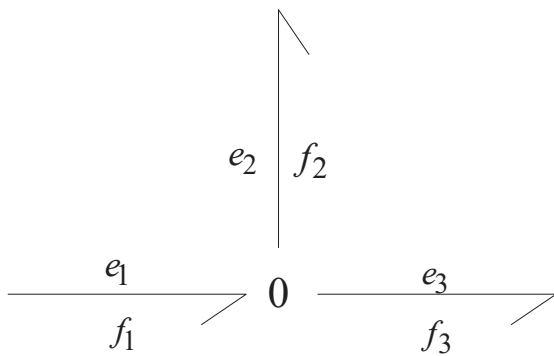
3.3 Les détecteurs

Ce sont les éléments qui indiquent dans le Bond Graph la présence d'un capteur ou un instrument de mesure on distingue deux types:



3.4 Jonctions.

3.4.1 Jonction 0.



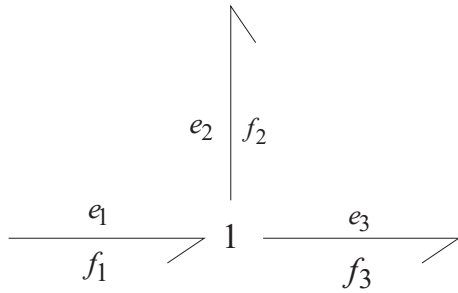
La jonction 0 permet de coupler des éléments soumis à un même *effort*.

Exemples

<u>Domaine électrique.</u>
Alimentation par une source de tension d'une inductance et d'une résistance en parallèle.
<p>L'<i>effort</i> étant commun, ici la tension, la jonction 0 correspond à la mise en parallèle d'éléments.</p> <p>Nous retrouvons ici une source de tension Se, un élément dissipatif R qui dissipera par effet Joule $R \cdot i_R^2$.</p> <p>L'inductance sera parcourue par un courant :</p> $i_L = \frac{1}{L} \int u$

Nous pouvons remarquer que la jonction 0 correspond pour les circuits électriques à une mise en parallèle,

3.4.2 Jonction 1.



Pour une *jonction 1*, les *flux* sont communs et l'*effort* entrant est égal à la somme des *efforts* sortants.

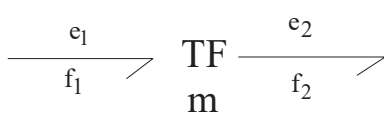
Exemples

<u>Domaine électrique.</u>
Une jonction 1 partageant le même <i>flux</i> , cela correspond à la mise en série de composants.
<p>Avec cette jonction le courant est constant (<i>flux</i>)</p> <p>Les liens reliés aux éléments R, L et C traduisent respectivement les tensions aux bornes de la résistance, de l'inductance et du condensateur.</p>

3.5 Eléments de transformation.

3.5.1 Transformateur TF.

Cet élément à 2 ports permet un changement des *flux* et des *efforts* tout en étant conservatif en puissance.



Le transformateur TF possède un coefficient de transformation m tel que :

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{f_2}{f_1} = m.$$

<u>Domaine électrique.</u>	
Transformateur électrique.	
<p>Pour un transformateur idéal sans pertes :</p> $P = u_1 \cdot i_1 = u_2 \cdot i_2 \text{ et } \frac{i_2}{i_1} = \frac{u_1}{u_2} = m$ <p>m, représentant le facteur de transformation.</p>	