

CHAPITRE IV

Outils de modélisation (Application aux circuits électriques)

IV. Modélisation en Graphe informationnel causales (GIC)

IV.1 Définition

Le Graphe Informationnel Causal (GIC) est une représentation graphique permettant de modéliser exclusivement des systèmes multi-physiques avec des causalités intégrales (naturelles). Cet outil a été développé suite à des travaux communs dans les années 1990 entre Jean Faucher et Jean-Paul Hautier. Le concept fondamental du GIC s'appuie sur la causalité naturelle, encore qualifiée de causalité intégrale.

IV.2 Concepts essentiels

On définit deux types d'éléments qui correspondent aux éléments basiques pour le modèle et se distinguent par la nature des flèches intérieures, retenue selon le caractère de la relation associée. Pour les éléments de stockage d'énergie (relation dite "causale"), on a une orientation simple de la flèche (Figure 4.1a), la double flèche (relation dite "rigide") correspond aux éléments de dissipation d'énergie (Figure 4.1b).

Il existe alors deux types de processeurs qui constituent le support d'une relation de transformation entre une ou plusieurs grandeurs influentes et une grandeur influencée. Ils se distinguent par la nature des flèches intérieures, retenue selon le caractère de la relation associée (Fig. 4.1).

- **Processeur causal:** la sortie est une fonction intégrale de l'entrée (sortie dépendante du temps). Le processeur contient alors une flèche unidirectionnelle traduisant le fait que la causalité est fixée (causalité intégrale).
- **Processeur rigide:** la sortie est une fonction instantanée de l'entrée (sortie indépendante du temps). Le processeur contient alors une flèche bidirectionnelle traduisant le fait que l'entrée et la sortie peuvent être inversées. Ce processeur a une causalité « flottante » qui sera fixée par les éléments qui lui seront connectés.

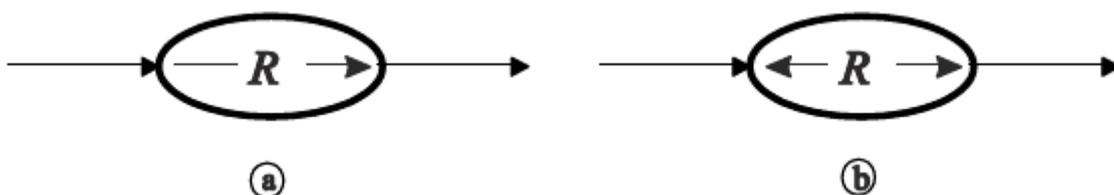


Fig 4.1 Représentation de la causalité

D'une manière générale, les processeurs causaux décrivent des éléments qui stockent de l'énergie (bobine, condensateur, masse, inertie,...). Les éléments qui convertissent l'énergie sans stockage sont représentés par deux processeurs rigides couplés. Il est appelé **modulateur** s'il conserve la nature des variables potentielle et cinétique (ex. un transformateur électrique). Par contre si l'élément qui convertit l'énergie modifie la nature des variables, dans ce cas il est appelé **gyrateur** (ex. un convertisseur électromécanique).

IV.3 Construction d'une représentation GIC

1. Localiser les sources et les éléments accumulateurs d'énergie qui seront présentés par des processeurs causaux.
2. Identifier les éléments dissipateurs et convertisseurs d'énergie (modulateurs et gyrateurs) qui seront représentés par des processeurs rigides.
3. Établir le graphe par l'interconnexion des divers processeurs. Les liens de causalité des processeurs rigides sont déduits à partir des processeurs causaux qui leur sont connectés.

Exemple

Si on prend le circuit électrique RL comme exemple pour montrer la modélisation par le GIC on obtient les schémas de la Figure 4.3.

Référence	Relation	Nature de la relation
R_1	$R_1 = V_s$	Causale
R_2	$L \frac{di_s}{dt} = V_s - V_R$	Causale
R_3	$V_R = Ri_s$	Rigide

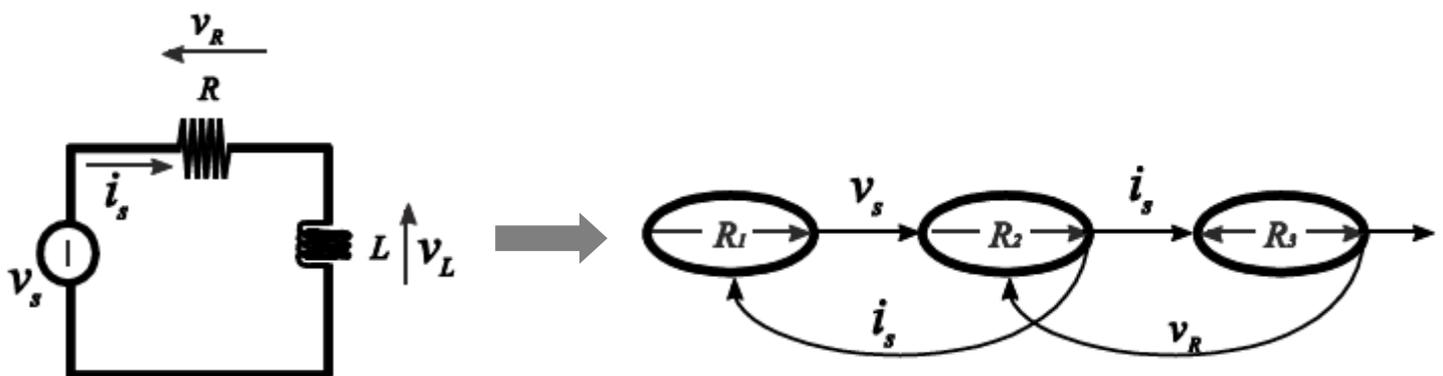


Fig 4.2 Passage d'un circuit RL à la représentation GIC