

# **FONCTIONNEMENT D'UN CIRCUIT MAGNETIQUE**

**NOTE D'APPLICATION**

**TUTEUR : M. JAMES**

**BEDOYA MARTINEZ Juan José**



**POLYTECH  
CLERMONT-FERRAND**



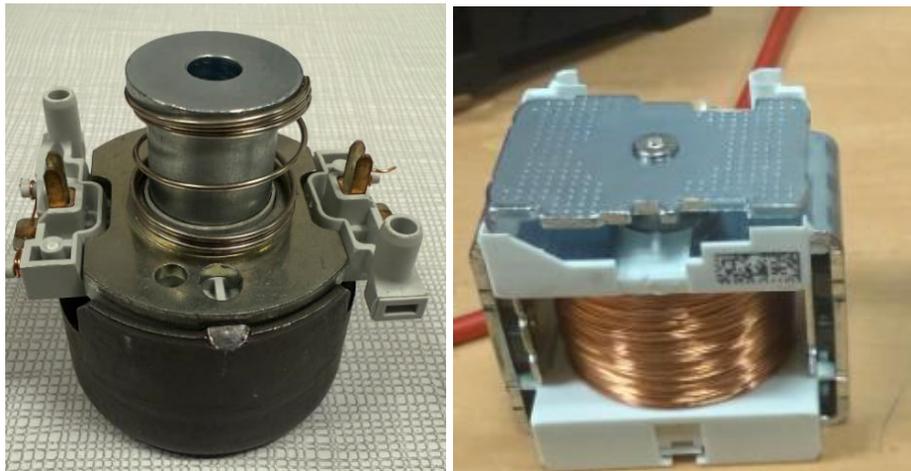
## INTRODUCTION

Cette note d'application a pour objectif d'expliquer les moments d'ouverture et de fermeture d'un circuit magnétique afin de mieux comprendre le projet « Évolution du design d'un contacteur ». L'importance de la réluctance ainsi que la présence du cycle d'hystérésis seront également abordées.

## CIRCUIT MAGNETIQUE

Avant tout, il est essentiel de comprendre ce qu'est un circuit magnétique. Ce terme désigne un matériau ferromagnétique pouvant être parcouru par un flux magnétique. Ce matériau peut adopter différentes formes, choisies en fonction de l'application envisagée.

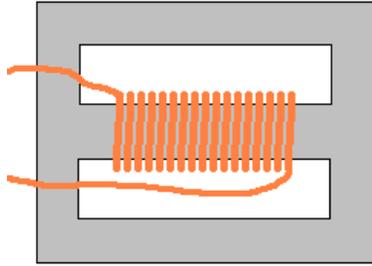
Par ailleurs, l'existence d'un flux magnétique nécessite une source. Pour générer ce flux, il doit être induit, c'est-à-dire que l'on exploite les propriétés magnétiques du matériau ainsi que sa capacité à canaliser le flux afin d'accomplir la tâche souhaitée.



*Circuits magnétiques des contacteurs (ABB à gauche, Siemens à droite)*

## FORCE MAGNETOMOTRICE

La bobine est peut être l'élément le plus important dans les circuits magnétique, c'est la bobine qu'une fois alimentée, génère une force magnétomotrice au sein du circuit magnétique, et avec elle, un flux qui traverse tout le circuit tant qu'il soit fermé.



### *Modélisation d'un circuit magnétique avec force magnétomotrice générée au centre*

La bobine doit être dimensionnée en fonction de l'application, de la puissance de la force magnétomotrice requise et de la taille du circuit magnétique. Elle obéit à l'équation suivante:

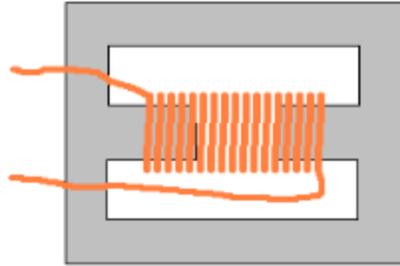
$$L = \frac{N^2}{\mathcal{R}}$$

Nous observons que la valeur de l'inductance dépend du nombre de spires  $N$  et de la réductance  $\mathcal{R}$  du circuit magnétique.

À ce stade, il est pertinent d'introduire la notion de **réductance**. Pour mieux la comprendre, on peut établir une analogie avec la résistance en électricité : une résistance limite le passage du courant électrique à travers un circuit. Si cette résistance est très élevée (tendue vers l'infini), le courant ne peut plus circuler, ce qui équivaut à un circuit ouvert.

Dans un circuit magnétique, la réductance joue un rôle similaire, mais elle s'oppose au passage du flux magnétique au lieu du courant électrique. Cette notion est essentielle dans le cadre du projet « **Évolution d'un contacteur** », car la configuration du circuit magnétique évolue en fonction du déplacement du noyau mobile.

La réductance est une propriété intrinsèque des matériaux ferromagnétiques et devient infinie lorsque le matériau est de l'air. Ce point est particulièrement intéressant dans le cas d'un contacteur : lorsqu'il est déclenché, le noyau mobile s'éloigne, créant une discontinuité dans le circuit magnétique. Ce phénomène empêche alors l'induction de la force magnétomotrice et confère au circuit une réductance infinie.

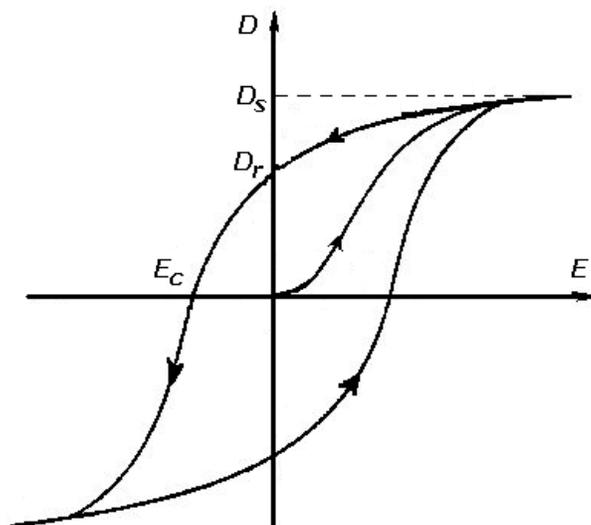


*Circuit magnétique avec force magnétomotrice coupée*

## HYSTERESIS

Pour déplacer le noyau mobile, la conception du circuit exploite le champ magnétique généré lors de l'alimentation de la bobine, comme expliqué dans le rapport du projet. Lorsque la force magnétomotrice devient suffisante (courant suffisamment élevé), le noyau se déplace vers l'intérieur de la bobine, fermant ainsi le circuit magnétique illustré dans les images précédentes.

Le point où le noyau mobile commence à se déplacer est un paramètre clé. En effet, si l'on réduit progressivement la tension, diminuant ainsi le courant, et que l'on revient au point de départ, on constate que le noyau reste enclenché. En poursuivant cette expérience, on peut continuer à abaisser la tension jusqu'à identifier le seuil où le noyau se déclenche. Ce seuil constitue un deuxième point essentiel à prendre en compte. Pour mieux visualiser ces points, ils sont représentés sur un plan.



*Cycle d'hystérésis*

Nous observons la formation d'une courbe fermée, obtenue dans un sens précis, conformément à l'expérience décrite précédemment. Cette courbe est connue sous le nom de cycle d'hystérésis. Elle permet de caractériser la plage de tension d'un contacteur, la robustesse du circuit magnétique utilisé, ainsi que la plage de tension admissible.

## **CONCLUSION**

L'étude du fonctionnement d'un circuit magnétique et du cycle d'hystérésis permet de mieux comprendre la conception d'un contacteur. Ces connaissances techniques sont essentielles pour l'analyse et l'amélioration des produits concernés.