

# Bobine

## 1. Définition

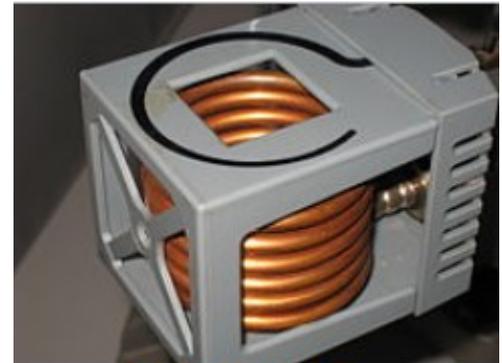
Une bobine, self, solénoïde, ou auto-inductance est un composant courant en électrotechnique et électronique. Une bobine est constituée d'un bobinage ou enroulement d'un fil conducteur éventuellement autour d'un noyau en matériau ferromagnétique. Ce noyau est également appelé dans la langue courante "noyau de ferrite" .



bobine torique



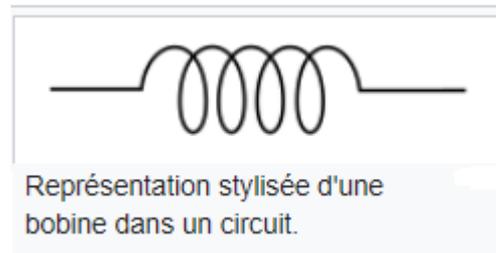
bobine d'arrêt



bobine à air



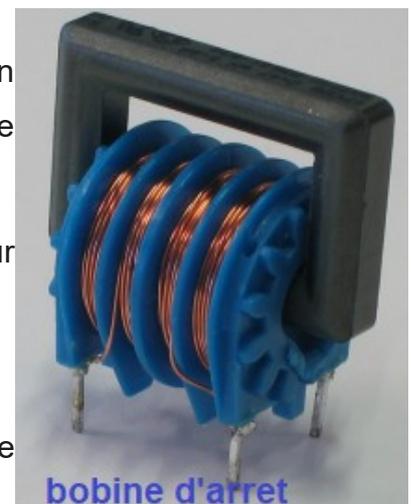
bobine HF



## 2. Utilisations

Une bobine peut être employée pour diverses fonctions :

- assurer l'élimination des parasites d'une alimentation électrique ou d'un signal analogique, elle joue alors le rôle d'impédance ;
- raccourcir une antenne (la bobine joue le rôle d'amplificateur de signal) ;
- accorder en impédance un circuit ;
- créer un filtre pour une fréquence ou une bande de fréquences particulière ;



bobine d'arrêt

- lisser les courants continus (le bruit est éliminé) ou contrôler la croissance des courants dans les dispositifs d'électronique de puissance ;

- stocker de l'énergie électromagnétique (magnétique en l'occurrence) sous la forme :

$$W = \frac{1}{2} Li^2$$

. Il faut alors que sa résistance soit très faible. En fait l'énergie est entièrement

stockée dans le champ magnétique dans le noyau de la bobine. En comparaison, l'énergie électromagnétique est purement stockée dans le champ électrique d'un condensateur, un autre type de composant de circuit. Des bobines en supraconducteur, appelées SMES (Superconducting Magnet Energy Storage) sont utilisées pour cette application.

- Les bobines peuvent servir d'interrupteur commandé dans le cadre de la régulation magnétique. Ce phénomène peut s'observer à partir d'une expérience simple: Pour cela, on utilise un transformateur qui, aux bornes où la tension est abaissée une pile est reliée. Lorsque on la déconnecte, une étincelle surgit sur la borne d'où l'on a déconnecté la pile. Cependant, si les deux fils de l'autre côté du transformateur sont suffisamment proches, une étincelle à très haute énergie peut surgir. Le transformateur dans ces circonstances devient un survolteur. Lorsque la pile est connectée, la première bobine se charge et lorsqu'on la débranche, elle se vide dans la deuxième. Grâce à ceci, la bobine peut servir d'interrupteur. Le fait d'utiliser le transformateur comme survolteur dans ce cas présent permet de visualiser le phénomène grâce aux étincelles produites.

- Les ballasts magnétiques et électroniques pour l'éclairage par lampes à décharges (lampes fluorescentes, lampes aux halogénures métalliques, etc.) utilisent des bobines. Dans ces circonstances, la bobine sert à générer un courant de haut voltage en pic: la tension n'est pas alternative mais elle est variable et n'est non nulle qu'un très court instant par rapport au moment où la tension est nulle



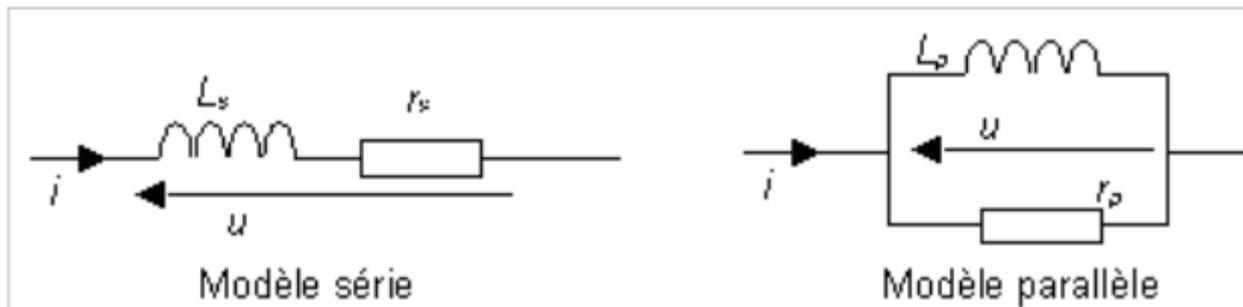
ballast pour lampe fluorescente

### 3. Modèle de la bobine réelle

La bobine idéale est modélisée par une auto-inductance notée généralement **L**. Mais la bobine réelle (particulièrement si elle est bobinée autour d'un matériau ferromagnétique) est un dipôle complexe possédant de nombreux paramètres et aussi le siège de phénomènes physiques dont certains sont la cause de non-linéarité (par exemple les phénomènes d'hystérésis).

## 4. Modèle à dipôle

Les modèles les plus simples et les plus fréquemment utilisés sont ceux correspondant à l'association d'une bobine d'inductance et d'une résistance :



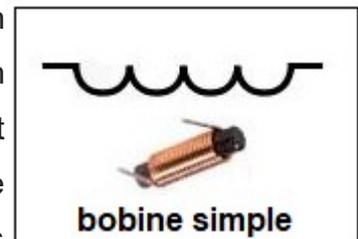
### Modèle série

Il est constitué de l'association en série d'une bobine d'inductance et d'une résistance : Il correspond à l'équation suivante :

$$u = L_s \frac{di}{dt} + r_s i$$

## 5. L'inductance d'une bobine

La bobine est un fil de conducteur enroulé sur lui-même, ayant une forme plus ou moins cylindrique. Le fil, souvent en cuivre, est parfois enroulé autour d'un cylindre métallique magnétique. Les bobines sont parfois appelées des inductances ou des selfs. Cette explication nous permet de mieux comprendre le comportement d'une bobine en courant continu : elle est équivalente à un interrupteur fermé, à un morceau de fil. Par contre, le comportement de la bobine est différent quand elle est parcourue par un courant qui varie dans le temps. Dans ce cas, la bobine va s'opposer aux variations brusques du courant et va en quelque sorte lisser celui-ci, en atténuer les variations. Pour résumer, une bobine s'oppose aux variations du courant et tend à lisser celui-ci. Une fois que le courant est stabilisé, la bobine se comporte comme un simple fil.



Quand du courant traverse un fil conducteur, il engendre un champ magnétique autour de lui. Ce champ est décrit par un paramètre, appelé le **flux magnétique**  $\phi$ . Ce dernier est de plus proportionnel au courant. Le coefficient de proportionnalité porte le nom d'**inductance**  $L$  et se mesure en Henry. Autrement dit :  $\phi = Li$ .

Elle se calcule avec la formule théorique qui suit, avec les paramètres suivants :

- $N$  : le nombre de spires, de tours formés par le fil de conducteur.
- $S$  : la section du cylindre formé par les spires de fil conducteur.

- $\ell$  : la longueur du cylindre formé par les spires de fil conducteur.
- $\mu$  : est la perméabilité magnétique du matériau localisé dans le cylindre formé par les spires.

$$L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot S}{\ell}$$

## 6. Relation tension-intensité d'une bobine

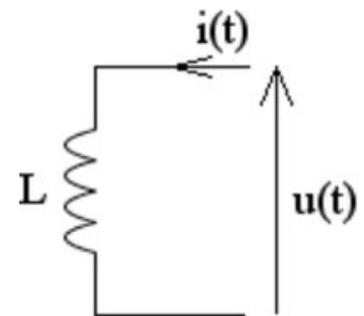
Lorsque le courant est constant, ce champ magnétique n'a pas le moindre effet sur le circuit électrique. Mais quand le champ magnétique dans un fil varie, il entraîne l'apparition d'une tension à ses bornes. Pour résumer, une variation du courant engendre une variation du flux magnétique, qui entraîne l'apparition d'une tension. Pour un fil "normal", la tension n'est pas générée dans le fil, mais à ces alentours, dans le champ magnétique. Mais il existe un moyen pour que cette tension se manifeste dans le fil qui lui a donné naissance : enrouler le fil sur lui-même. Ainsi, chaque spire (chaque tour que fait le fil sur lui-même) engendrera une tension dans les spires contiguës. On obtient ainsi un composant électrique qui génère une tension à ses bornes quand le courant qui le traverse varie : une **inductance**.

La relation entre variation du flux magnétique et tension est résumée par l'**équation de Lenz**, que

voici :  $U = \frac{d\phi}{dt}$  et En appliquant la définition de l'inductance, on a :  $U = \frac{d(Li)}{dt} = L \frac{di}{dt}$

Cette équation nous dit que la tension engendrée est proportionnelle à la variation du courant. On voit bien que l'inductance  $L$  est l'équivalent pour une bobine de la capacité d'un condensateur ou de la résistance pour un résistor.

On peut noter que cette équation permet de retrouver le comportement en régime permanent (quand les tensions et courants aux bornes de la bobine ne varient pas). En régime permanent, le courant qui traverse la bobine est constant, stable, de même que la tension à ses bornes. La dérivée s'annule dans l'équation, ce qui fait qu'on retrouve une tension nulle. En clair, il peut exister un courant stable qui traverse la bobine, mais la tension est nulle à ses bornes. Ce qui est le comportement d'un interrupteur fermé, d'un fil conducteur.



## 7. Énergie stockée dans une bobine

Comme les condensateurs, la bobine peut stocker de l'énergie électrique, sous forme magnétique. Pour la calculer, repartons de l'équation qui définit la puissance électrique :  $dE = U \cdot I \cdot dt$

Remplaçons la tension en appliquant la formule :  $U = L \frac{dI}{dt}$

$$dE = L \frac{dI}{dt} \cdot I \cdot dt \quad \rightarrow \quad dE = LI \cdot dI \quad \text{et en intégrant, on obtient :} \quad \int dE = L \int I \cdot dI$$

$$\text{d'où} \quad E = \frac{1}{2} LI^2$$