



Electrique

$J [A/m^2]$

Magnétique

Madame, monsieur, bonjour. Dans cette leçon, nous allons voir l'analogie possible électrique magnétique dans les deux mondes. On a déjà un petit peu parlé lors des leçons précédentes. On a évoqué cette possibilité à travers certains aspects, comme par exemple pour l'induction magnétique ou alors la réluctance magnétique. Mon idée à travers cette leçon, c'est de faire un petit peu un résumé un peu plus complet de cette analogie entre ces deux mondes. Cette analogie, on va faire de manière assez simple, on va faire un trait vertical dans la page ici qui nous permet de mettre d'un côté le monde électrique, par exemple ici. Et le monde magnétique de ce côté-là. Je commencerai par le point assez fondamental qu'on a déjà repris au départ : la densité de courant  $J$ . Je vous rappelle en ampère par m2. Dans le monde magnétique, nous avons vu que cette densité de flux ça n'était autre que ce qu'on appelle le champ d'induction magnétique. Donc c'est  $B$ , qui est normalement en Tesla, mais je vous donne l'autre, le complet en volt / seconde par m2 qui montre bien ici que c'est bien une densité, c'est par mètre carré et comme pour la densité de courant c'est des ampère par m2. Voilà, de là, la densité de courant, on a défini le courant qui est l'intégrale sur une surface de  $J ds$ .

Notes

Summary



0m 04s

Electrique

$$j \text{ [A/m}^2\text{]}$$

$$i = \int j \, ds$$

$$R_{12} = \int_1^2 \frac{\rho \cdot dl}{S}$$

$$U = R_{12} \cdot i$$

$$U_{12} = \int_1^2 E \, dl$$

Magnétique

$$B \text{ [T]} \left[ \frac{Vs}{m^2} \right]$$

$$\Phi = \int B \, ds$$

$$R_{m12} = \int_1^2 \frac{dl}{\mu \cdot S}$$

$$\theta = R_m \cdot \Phi$$

$$\theta_{12} = \int_1^2 H \, dl$$

Et vous avez le pendant quand on a défini le flux magnétique comme étant également l'intégrale de cette densité de flux  $B \, ds$ . On a ensuite vu la résistance électrique qui est l'intégrale entre 1 et 2 de  $\rho \times dl$  sur une surface et on a vu la réluctance magnétique entre deux points qu'on note  $R_{m12}$  pour être sûr qu'on ne confond pas avec la résistance électrique. Intégrale entre 1 et 2 de  $dl$  sur  $\mu \times S$ . Donc vous voyez qu'on a le  $dl$ , on a la surface  $S$ , on a juste la résistivité électrique qui définit si un conducteur est bon ou un mauvais conducteur électrique  $\rho$ , la résistivité. Dans le monde magnétique, c'est  $\mu$  la perméabilité magnétique. On a la loi d'Ohm simple,  $u = Ri$ . Et on a dans le monde magnétique, la loi d'Ohm magnétique  $\theta$ , potentiel magnétique est égal à la réluctance magnétique fois le flux. Enfin, on a la tension entre deux points. Intégrale de  $E \, dl$  et on a le potentiel magnétique intégrale de  $H \, dl$ . Vous voyez une magnifique symétrie dans ce monde électrique et ce monde magnétique. Symétrie presque parfaite, pas totalement parfaite, comme on l'a dit. Par exemple, la perméabilité magnétique  $\mu$  ne peut pas s'annuler, elle ne peut pas être nulle donc on ne peut pas avoir une réluctance magnétique infinie, alors que c'est le cas pour la résistance électrique. Donc on a quelques petites différences dont il faut vraiment faire attention.

Notes

Summary



1m 47s

Electrique	Magnétique
$R$ [ $\Omega$ ]	$R_m$ [ $1/H$ ]
$Y$ [ $1/R$ ]	$\mathcal{L}$ [ $H$ ]
$I$ [ $A$ ]	$\Phi$ [ $Vs$ ]
$U$ [ $V$ ]	$\mathcal{O}$ [ $A$ ] !!
$J$	$B$
$E$	$H$
$\text{div } \vec{J} = 0$	$\text{div } \vec{B} = 0$

Je continue mon analogie. Donc je refais mon trait ici, je suis toujours dans le monde électrique de ce côté-ci. Et magnétique. Pour voir un petit peu d'autres éléments. Tout d'abord, on a vu la résistance électrique, je rappelle, ce sont des  $\Omega$ . La réluctance magnétique, on a dit que c'est des  $1/H$ . La conductance, donc l'inverse de la résistance en  $1/\Omega$ . On a vu nous la perméance magnétique  $H$ . Le courant est en ampères, le flux est en volt / seconde. La tension est en volt, le potentiel magnétique est en ampères. Donc je mets « attention » parce qu'en fait, on pourrait être surpris. On croit qu'il y a une certaine similitude puis, tout d'un coup le potentiel magnétique se mesure en ampère. Nous ne sommes pas dans le monde électrique, Nous sommes bien dans le monde magnétique. Donc juste oui, on peut faire une analogie mais attention parfois à quelques petits pièges. Donc comme on l'a dit avant, mais je réécris: densité de courant, induction magnétique champ électrique, champ magnétique. Divergence de la densité de courant = 0 divergence de  $B = 0$ . Ce qui nous a donné la continuité du courant dans un câble, dans un fil, la continuité du flux dans un tube de flux donc la conservation du flux.

Notes

Summary



3m 44s

Electrique

$$R \quad [\Omega]$$

$$Y \quad [1/R]$$

$$I \quad [A]$$

$$U \quad [V]$$

$$J$$

$$E$$

$$\text{div } \vec{J} = 0$$

$$i_1 = i_2$$

Magnetique

$$R_m \quad [1/H]$$

$$\mathcal{L} \quad [H]$$

$$\Phi \quad [Vs]$$

$$I \quad [A] \quad !!$$

$$B$$

$$H$$

$$\text{div } \vec{B} = 0$$

$$\Phi_1 = \Phi_2$$

Donc vous voyez, cette liste non exhaustive, d'ailleurs ici, on pourrait encore en rajouter, mais qui nous permet très clairement de faire ce que nous avons déjà vu dans une autre leçon, c'est-à-dire de faire des schémas magnétiques équivalents, d'utiliser ces éléments dans le monde magnétique mais avec une représentation électrique à travers le schéma qui vont nous permettre d'utiliser tout ce que nous connaissons en électrotechnique, donc surtout la théorie de résolution de circuit que nous connaissons bien. Au lieu de tout réapprendre ou de tout recommencer, on peut appliquer quelque chose que l'on connaît déjà bien dans ce monde magnétique.

Notes

Summary



5m 45s

- Kirchhoff : Maille et nœud
- Thévenin
- Norton
- Principe de Superposition (Si linéaire !!)

Voilà, c'est ce que je disais tout à l'heure, donc on peut utiliser dans le monde magnétique maintenant des théorèmes ou des possibilités. Par exemple, tout ce qui est Kirchhoff donc maille et nœud. Thévenin. Norton. Les deux théorèmes de Thévenin et Norton. Le principe de superposition. Pour autant que notre système soit bien linéaire, donc attention si on tient compte de la saturation, le principe de superposition ne pourra pas être utilisé, mais sinon, on pourra ou on pourrait l'utiliser. Donc voilà, ce que nous connaissons du monde électrique nous allons pouvoir le réappliquer au monde magnétique à travers les schémas magnétiques équivalents.

Notes

Summary



6m 28s



- Analogie électrique magnétique
- Méthode de calculs de circuit

Durant cette leçon, on a vu cette analogie électrique/magnétique, ses limites ou les points auxquels il faut faire attention comme, par exemple, attention au fait que l'unité du potentiel magnétique dans le monde magnétique, ce sont des ampères. Et de voir que la méthode de calcul de circuit peut-être reprise du monde de l'électrotechnique en reprenant des théorèmes tels que Thévenin, Norton, superposition, loi des mailles, loi des noeuds ou autre que vous pourriez avoir appris dans le monde électrique avec l'électrotechnique. Nous allons pouvoir les réutiliser avec les schémas magnétiques équivalents. Merci.

Notes

Summary



7m 34s