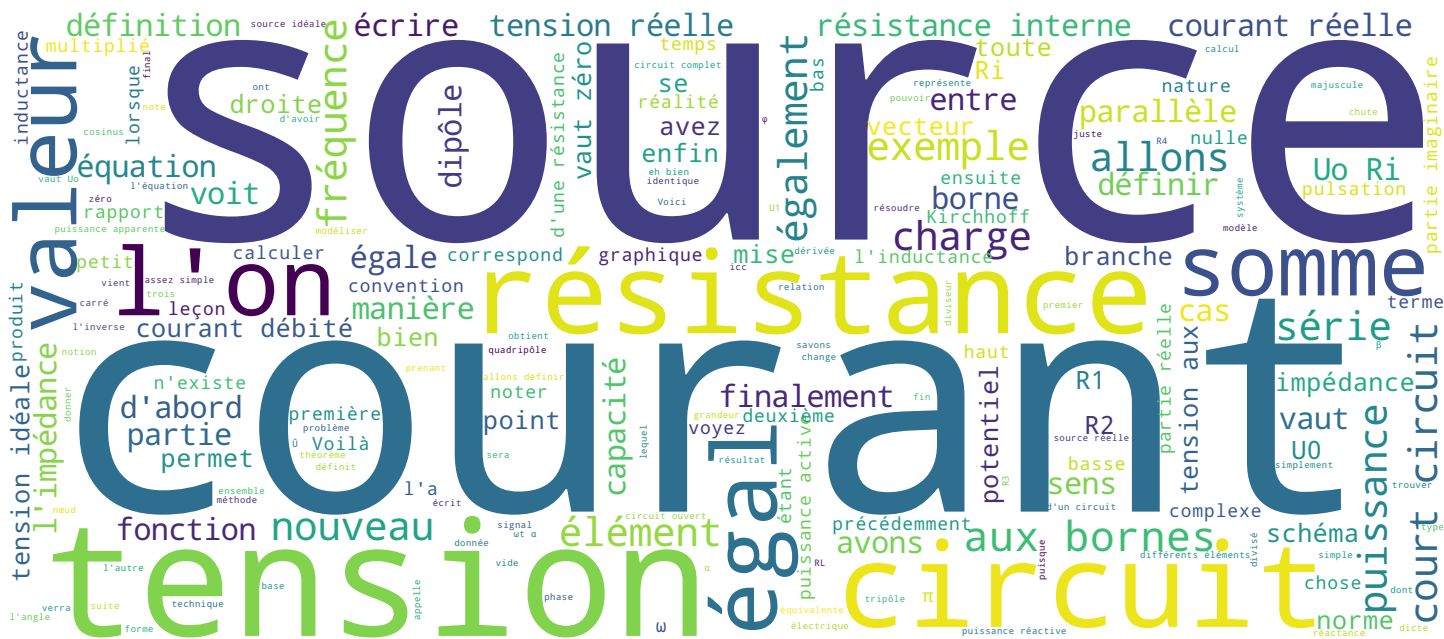


## PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DE CIRCUIT

## LEÇON 4

## Électrotechnique I

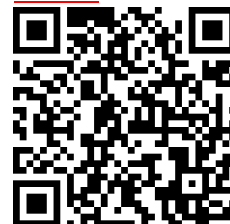
Yves PERRIARD & Paolo GERMANO  
Laboratoire d'Actionneurs Intégrés



## Search MOOC



## Video





- Introduction
- Notion de modèle d'un circuit électrique
- Sources de tension et de courant
- Composants de base
- Conclusion

Electrotechnique I

Bonjour et bienvenue dans cette leçon dédiée aux principaux éléments de circuit et en particulier aux sources de courant et sources de tension qui vont être l'élément primordial pour donner l'énergie à nos différents éléments de circuit. Nous allons, après l'introduction, voir les notions de modèles de circuit, voir comment ces sources de courant et de tension peuvent être définies. Nous verrons ensuite les différents composants de base et, au final, dans cette leçon, comment on modélise un circuit complet.

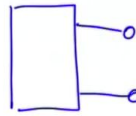
Notes

Summary

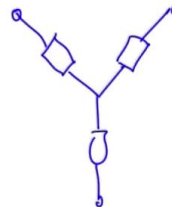


0m 03s

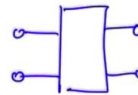
- Dipôle



- Tripôles



- Quadripôles



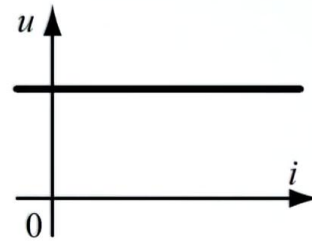
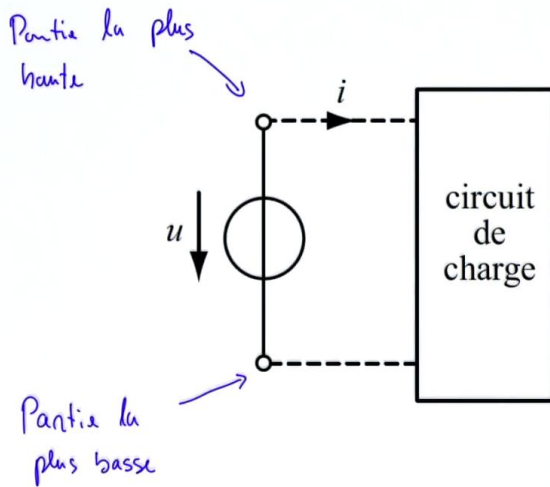
Electrotechnique I

Tout d'abord, nous allons définir une notion relativement simple : celle de « dipôle »; respectivement « tripôle » et « quadripôle ». Qu'est-ce qu'un dipôle ? C'est un composant qui va avoir deux bornes. Donc on peut le modéliser ou le dessiner de manière assez simple. C'est un « bloc », comme ceci, sur lequel on a deux bornes. Cela peut être un élément comme une résistance, comme une capacité, comme une inductance... Ce peut être également une source. Un tripôle, par une évidence liée à la définition du dipôle, c'est un élément qui va avoir trois bornes. On le trouve principalement dans les circuits triphasés lorsque les composantes liées au régime triphasé vont comporter trois impédances. Donc, par exemple, un circuit que nous observerons dans les leçons futures, avec trois bornes. Donc voici, par exemple, un tripôle. Et enfin, un quadripôle, qui va avoir - c'est un petit peu plus compliqué - quatre bornes qui entrent dans ce quadripôle, plus rare, mais également possible avec finalement un circuit « deux entrées / deux sorties » ou vice versa, que l'on va noter ou que l'on va définir comme un quadripôle.

Notes

Summary





Electrotechnique I

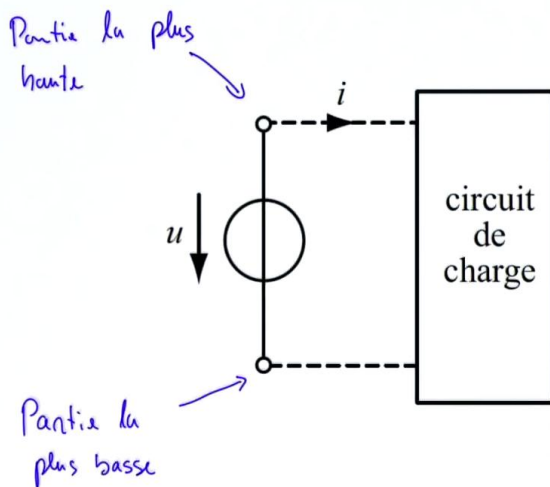
Le premier élément que nous allons définir, fondamental dans la pause ou la définition d'un modèle équivalent d'un circuit électrique : c'est la source de tension. La source de tension est, par convention, notée de cette manière, c'est-à-dire un cercle traversé par une barre verticale et deux bornes. On a donc typiquement ici, un dipôle, noté ensuite avec une flèche vers le bas : la tension. On a donc, ici à cette borne, la terre ou le neutre ou la partie la plus basse de la différence de potentiel. Donc on va noter : partie la plus basse. Et on a, à contrario vers le haut, la partie haute du potentiel, et par définition, dans la source, avec les conventions que nous avons vues lors des premières leçons de ce MOOC, lorsque la tension va de la partie la plus haute à la partie la plus basse, le courant circule de bas en haut comme dessiné sur ce schéma. On a donc ici, ensuite, un circuit de charge, c'est-à-dire qu'on branche sur cette source une résistance, une capacité, ou tout autre, ou une combinaison de ces différents éléments, et puis à votre droite, vous avez un graphique qui vous permet de constater ou de noter finalement ce que débite cette source comme courant en fonction de la tension.

Notes

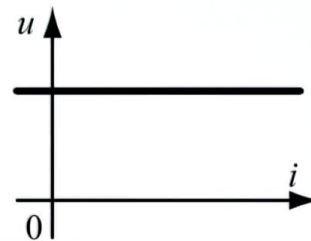
Summary



1m 52s



Source Idéale



Electrotechnique I

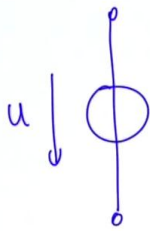
On découvre alors un phénomène, ou disons les caractéristiques étranges de cette source, c'est que finalement cette source produit la même tension - elle est constante - quelque soit le courant débité par cette source. Il est évident que ceci n'existe pas dans la nature. Il est impossible, quelque soit le courant débité par cette source, de pouvoir, finalement, avoir une tension toujours strictement constante. Donc ceci est une source que l'on va appeler idéale. Elle n'existe pas, entre guillemets, dans la « nature », pourrions-nous dire. Elle ne représente donc pas le modèle correct d'une source de tension que nous pouvons trouver dans la technique, comme une batterie, une pile, ou une alimentation normale. Cette source là, en réalité, va avoir sa tension qui change avec le courant débité.

Notes

Summary

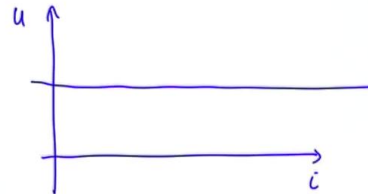
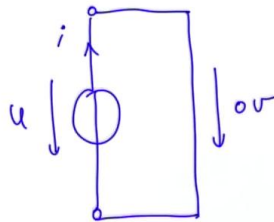


3m 23s



Source idéale, n'existe pas dans la "nature"

Cas particulier: le court-circuit:



Electrotechnique I

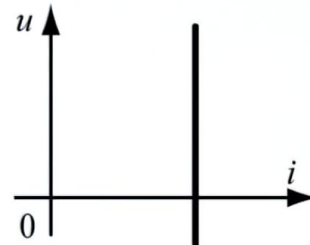
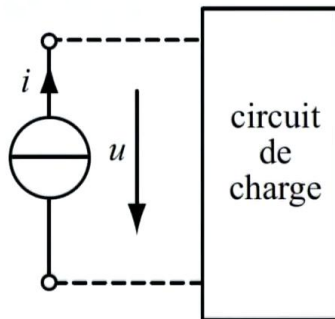
Alors donc, nous allons définir cette source de tension idéale, de cette manière, on a donc une tension avec deux bornes. Nous savons que cette source est idéale. [dicte] Elle n'existe pas dans la « nature ». Mais elle va être d'un immense secours pour la modélisation finalement de la vraie, ou on va l'appeler source de tension réelle, lorsque nous y arriverons tantôt. Un élément important, c'est justement le court-circuit. Un cas spécial ou particulier : [dicte] le court-circuit. Qu'est-ce que c'est un court-circuit ? Et bien prenons une source, une tension  $U$ , un courant débité ainsi et on branche cette source sur un fil et donc on met notre source en court-circuit. Et bien ici, le courant - puisque je reprends le graphique vu précédemment - j'ai une tension quelconque quelque soit le courant, et cette tension est soi-disant toujours identique à  $U$ . Or, ceci est impossible puisque si je fais un court-circuit la tension que j'ai ici vaut zéro volt. Et on voit donc ici déjà un premier problème et donc on voit ici l'impossibilité d'avoir ce type de source dans la nature.

Notes

Summary



Source idéale



Electrotechnique I

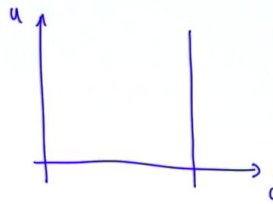
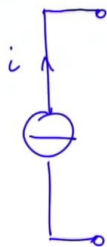
On peut faire de même avec la source de courant. C'est encore plus difficile à s'imaginer puisque la source de courant n'est pas un élément habituel dans la pratique, dans l'utilisation de l'électricité, on parle souvent de sources de tension mais peu de sources de courant. On verra par la suite, lorsqu'on étudiera les théorèmes de Thévenin et de Norton que finalement ce sont deux manières de modéliser la même chose. Mais l'idée de la source de courant c'est d'avoir un objet défini, comme, de nouveau, un cercle, mais avec cette fois-ci une barre non plus verticale mais horizontale et un courant débité, défini par la source elle-même et aux bornes, alors, va apparaître une tension. On va pouvoir également, sur cette source de courant définir - ou brancher, pardon - un circuit de charge. Et vous avez ici, de nouveau, à votre droite, un graphique tension - courant. Le courant est défini par la source et on voit ici que quelque soit le courant débité par la charge, de nouveau, la tension va s'adapter ici. C'est de nouveau, comme précédemment, un élément impossible à avoir dans la réalité. On va donc appeler cette source de courant une source idéale : qui n'existe pas dans la nature.

Notes

Summary



6m 01s



Circuit ouvert (on ne branche rien !): le courant devrait être nul, or, impossible



Electrotechnique I

Alors, pour refaire le même schéma, on a ici une source de courant  $i$ , j'ai ce dipôle et imaginons que je branche... Mieux, je ne branche pas cette source sur quelque chose. Par définition, il ne peut pas y avoir de courant qui circule. Or on vient de voir, sur le schéma précédent, que le courant est débité quelque soit, ici, ce que je mets aux bornes de cette source. Donc circuit ouvert, autrement dit, on ne branche rien : [dicte] Le courant devrait être nul. Or, c'est impossible, ici, avec la définition qu'on en a faite de cette source de courant. On a donc, de nouveau ici, cette impossibilité et il faudra qu'on modélise autrement la source de courant réelle que l'on va voir tantôt.

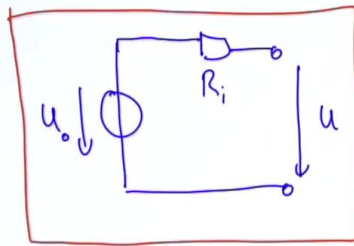
Notes

Summary





# SOURCE DE TENSION RÉELLE



Source réelle :

$U_0$  : Valeur de la source idéale

$R_i$  : Résistance interne de la source réelle

Electrotechnique I

Alors comment finalement rendre cette source de tension idéale en source de tension réelle qui corresponde à ce que nous avons dans la technique ? Et bien, d'une manière assez simple, par l'adjonction d'une résistance à la suite de la source de tension idéale. Alors je vous montre ce que cela donne. On a donc, tout d'abord, notre source de tension  $U$  suivie d'une résistance que l'on va appeler  $R_i$ . Pourquoi  $R_i$  ? Parce que Résistance interne de la source. Voici donc notre nouveau dipôle qui caractérise finalement ici, en tout, ceci va être ma source réelle. Alors on va essayer de s'en convaincre pour être certains que l'on a fait le bon choix. Alors tout d'abord on va noter, ici, un  $U_0$  à la source pour bien dire que cette source  $U_0$  c'est la source de tension idéale. On n'aura finalement, en utilisant cette source, jamais cette tension  $U_0$  aux bornes ici du circuit  $U$ , et c'est cette source  $U$  qui va être la vraie tension que l'utilisateur va voir de sa source. Alors on définit : tout d'abord  $U_0$  va être [dicte] la valeur de la source idéale  $R_i$ , comme on l'a dit précédemment, par définition, va être [dicte] la résistance interne de la source réelle. Et enfin  $U$  va être [dicte] la valeur de la tension de la source réelle.

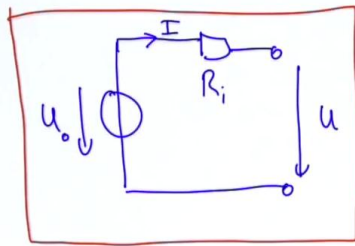
Notes

Summary



8m 20s

# SOURCE DE TENSION RÉELLE



Source réelle :

$U_0$  : Valeur de la source idéale

$R_i$  : Résistance interne de la source réelle

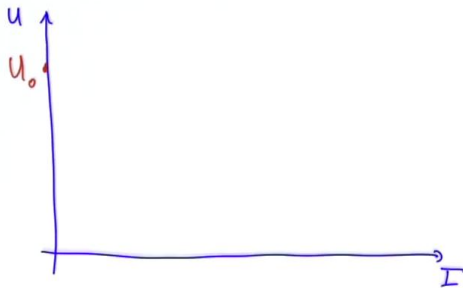
$U$  : Valeur de la tension de la source réelle

$$\sum u = 0$$

$$-U_0 + R_i I + U = 0$$

$$U = U_0 - R_i \cdot I$$

en court-circuit :  $U = 0 \Rightarrow U_0 - R_i \cdot I = 0$



Electrotechnique I

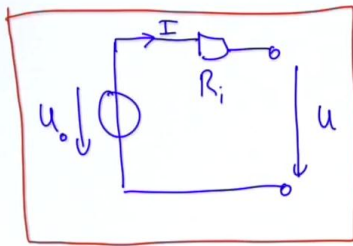
Ainsi, si l'on applique Kirchhoff à ce petit élément tout simple en prenant  $U$ ,  $U_0$  et la chute de tension aux bornes de la résistance  $R_i$ , on peut écrire, en sachant que la somme des tensions est nulle, en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, on a  $-U_0 + R_i \times I$ . Je note  $I$  majuscule en prenant comme convention que, ici, on a un courant continu et avec un  $I$  qui est comme ceci. Donc  $-U_0 + R_i \times I + U = 0$ . Si l'on remet tout ceci ensemble, on a que la source de tension réelle  $U$  est égale à  $U_0 - R_i \times I$ . Cela, par définition, c'est une source de tension réelle. Alors je vous disais tout à l'heure que, dans la source de tension idéale, on avait une impossibilité. Essayons de voir, ici maintenant, si l'on a réussi à modéliser correctement, nous ne devrions plus trouver d'impossibilité. Alors nous allons faire un petit graphique de cette source de tension avec ici, de nouveau,  $U$  et  $I$ . On constate tout d'abord quand  $I$  vaut zéro, que  $U$  vaut  $U_0$ . Donc au départ, nous allons nous trouver par exemple ici. À l'arrivée, c'est-à-dire lorsque  $U$  va valoir zéro en court-circuit on a que  $U$  vaut zéro. Donc on a que  $U_0 - R_i \times I$  vaut zéro. Ainsi  $U_0 = R_i \times I$  et au final ce courant de court-circuit, donc je vais rajouter un indice CC, vaut  $U_0 / R_i$ .

Notes

Summary



# SOURCE DE TENSION RÉELLE



Source réelle :

$U_0$  : Valeur de la source idéale

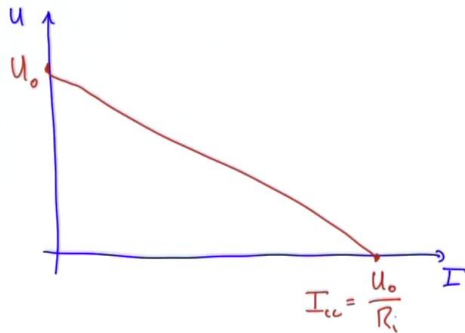
$R_i$  : Résistance interne de la source réelle

$U$  : Valeur de la tension de la source réelle

$$\sum u = 0$$

$$-U_0 + R_i I + U = 0$$

$$U = U_0 - R_i \cdot I$$



en court-circuit :  $U = 0 \Rightarrow U_0 - R_i \cdot I_{cc} = 0$

$$\Rightarrow U_0 = R_i \cdot I_{cc} \Rightarrow I_{cc} = \frac{U_0}{R_i}$$

Electrotechnique I

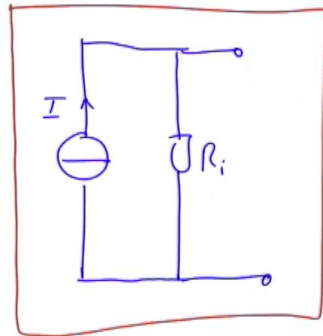
Ce  $U_0 / R_i$  peut être, par exemple ici,  $U_0 / R_i$  qui est mon courant de court-circuit particulier et entre les deux, j'ai donc une droite qui me permet de définir ici la caractéristique de la source de tension réelle. Et vous voyez que ceci correspond, de manière relativement différente, puisque au lieu d'avoir une horizontale avec une tension permanente quelque soit le courant, j'ai une tension qui diminue en fonction de l'augmentation du courant jusqu'à une valeur, finalement, où cette tension aux bornes de la tension réelle vaut zéro. À ce moment-là, on court-circuite complètement la source, et le courant de court-circuit, c'est-à-dire le courant maximum que peut débiter cette source vaut  $U_0 / R_i$ . On a donc ici défini un modèle qui correspond, de manière fiable et correcte à ce que l'on peut trouver dans la réalité.

Notes

Summary



Par définition:



Source de courant  
réelle :

Ce modèle décrit la réalité

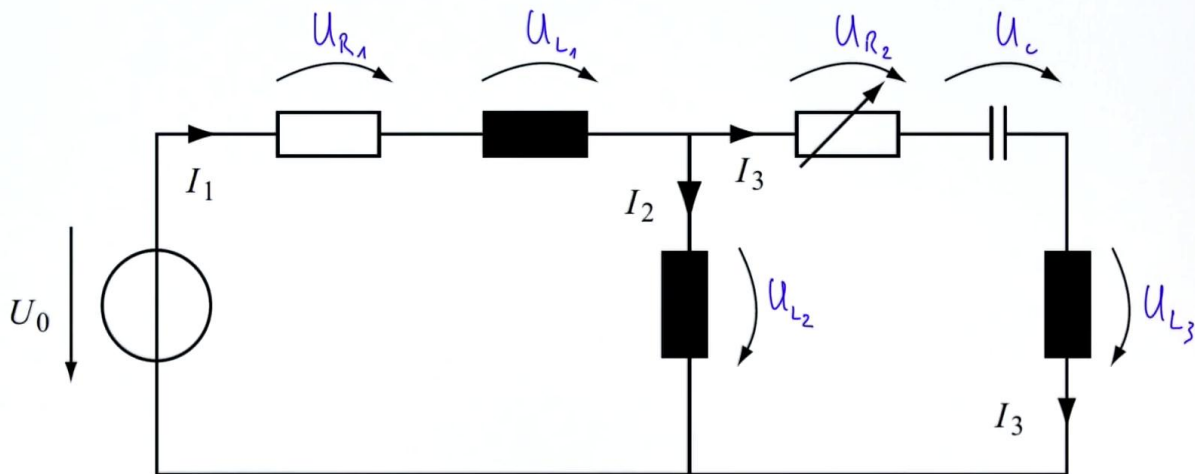
Electrotechnique I

Cette source de tension réelle qu'on vient de définir, on peut faire de même avec la source de courant qui va devenir alors une source de courant réelle et par définition cette source de courant réelle, va être de même ici un courant  $I$ , transformée par l'adjonction en parallèle d'une résistance interne. Là encore, cet élément, ou ce bloc, devient une source de courant réelle. Là aussi, l'impossibilité que nous avons, avant en circuit ouvert, nous permet de modéliser parfaitement correctement ce phénomène puisque en ne branchant rien ici sur cette source on a le courant débité par la source  $I$  qui va simplement se refermer dans la résistance interne. C'est la manière de pouvoir modéliser, de manière correcte, cette source de courant réelle. On verra dans les chapitres suivants également, que cette source de tension réelle et cette source de courant réelle ont une équivalence, peuvent être équivalentes, et cette équivalence, nous découvrirons qu'elle est présente si cette résistance interne est la même pour la source de tension que pour la source de courant réelle. Donc ce modèle décrit la réalité.

Notes

Summary





Electrotechnique I

Ceci m'amène au dernier élément dont je voulais vous parler dans cette leçon, c'est finalement comment on modélise un circuit complet, avec des éléments de ce circuit et avec une source de tension, comme ici  $U_0$ . Encore une fois, je vous rappelle les notions et les définitions liées à ce que nous avons convenu comme convention de signes. Nous avons donc convenu qu'avec la source qui va du potentiel le plus haut au potentiel le plus bas, le courant circule dans le sens inverse. Puis dans les éléments, la tension par exemple aux bornes de cette résistance va dans le même sens que le courant. De même ici, la tension aux bornes de l'inductance. On a ici le courant, alors la tension aux bornes de cette inductance va, de nouveau - alors on va mettre des indices L1, L2 - ici on a de nouveau  $U_r$ , mais on va noter « 2 ». On a ici un U d'une capacité. Et enfin, la tension ici pour la troisième inductance, L3. Ceci nous permet finalement, à l'aide de conventions simples et d'une écriture correcte, d'appliquer ensuite les équations de Kirchhoff. Mais il est fondamental pour ça d'avoir une convention unifiée qui nous permette de ne pas inverser les choses d'une maille à l'autre, ce qui fausserait absolument la pause après des équations, lorsque nous sommes dans les équations de Kirchhoff.

Notes

Summary



14m 42s



- Le modèle des sources de tension et courant idéales doit être complété avec une résistance interne pour le rendre réel
- Le sens des courants et tensions dans un schéma complet doit respecter un sens défini au préalable

Electrotechnique I

Pour terminer et pour conclure, j'aimerais ainsi vous rappeler que le modèle des sources de tension et des sources de courant idéales doivent être finalement complétées, comme on l'a vu, avec une résistance interne pour la rendre réelle. Donc finalement soit en la mettant en série pour la source de tension soit en la mettant en parallèle pour la source de courant. Ensuite le sens de courant et des tensions dans un schéma complet comme on l'a vu juste ici, à la fin, doit respecter un sens défini au préalable. Vous pouvez définir ce sens par vous-même. Il n'y a pas un sens juste ou un sens faux, ce qu'il faut surtout, c'est l'avoir de manière unique du début à la fin de l'analyse de votre circuit. Merci.

Notes

Summary



16m 03s