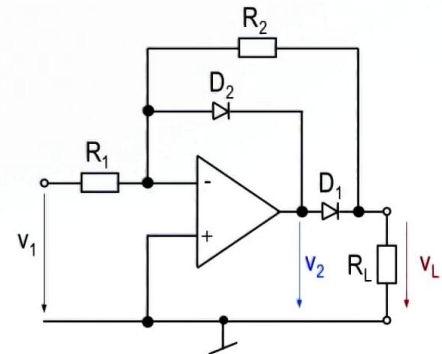
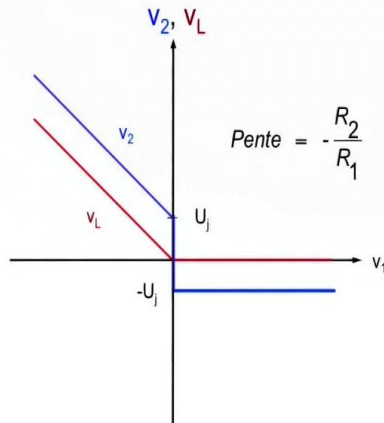


Redresseur inverseur simple-alternance



J'aimerais bien maintenant prendre l'idée de redresser un signal mais faire l'inverse de ce qu'on a fait tout à l'heure. Tout à l'heure, on a fait un redresseur non inverseur, là, on va faire un redresseur inverseur. C'est-à-dire qu'on aimerait faire une fonction si la tension à l'entrée v_1 est positive, j'aimerais bien que la tension de sortie, v_L , égale à zéro. Mais par contre, si ma tension v_1 est négative, j'aimerais bien que la sortie soit l'opposée, qu'elle soit positive. Donc je prends la composante négative de v_1 et je la redresse, je la rends positive. Et si v_1 est positive, je mets la tension v_L égale à zéro. Et on va analyser le montage basé sur un montage inverseur. Je vais le dessiner sans les diodes. Comparé au montage qu'on vient d'analyser, j'ai affaire à deux diodes. Tout à l'heure, j'avais utilisé une seule diode. Vous allez voir pourquoi j'ai besoin de deux diodes. Mais je vais le dessiner sans les diodes. Je vais dessiner un montage inverseur sans les diodes. Donc je vais essayer de modifier ceci comme ça en temps réel, en disant que si j'élimine cette diode D_2 , qui n'est plus là, et à la place de cette diode D_1 , que je vais aussi effacer, je remplace ça par un court-circuit qui va relier ce nœud-là à ce nœud-là.

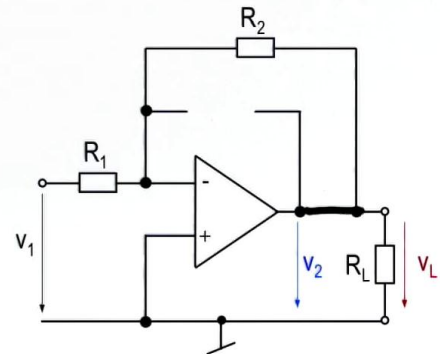
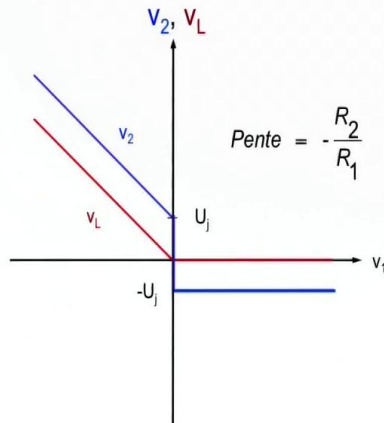
Notes

Summary



Redresseur inverseur simple-alternance

$$V_L = - \frac{R_2}{R_1} \cdot V_1$$



Electronique I

Et je regarde ce circuit. Ce circuit, c'est un inverseur tel qu'on l'a étudié avant où la tension v_L est égale à $-R_2/R_1$ fois v_1 . Donc je peux l'écrire ici : $v_L = -R_2/R_1$ qui multiplie la tension v_1 . Donc si v_1 est positive, je vais avoir un courant qui va sortir de l'ampli et descendre dans la charge. Pardon, j'ai dit faux. Si v_1 est positive, je vais avoir v_L qui est négative. Donc je vais avoir un courant qui va aller dans ce sens-là. Si, par contre, v_1 est négative, v_L va être positive et le courant va aller dans ce sens-là. Et maintenant, on va ajouter ces diodes et on va faire exactement comme tout à l'heure et en analysant les deux conditions, une fois v_1 est positive et une fois v_1 est négative.

Notes

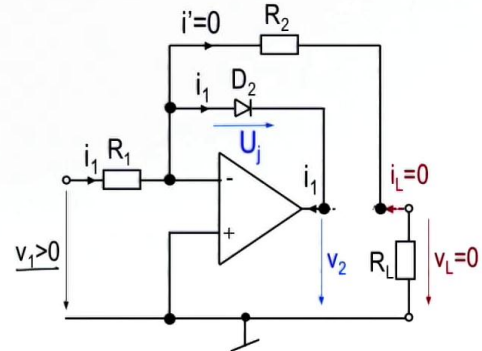
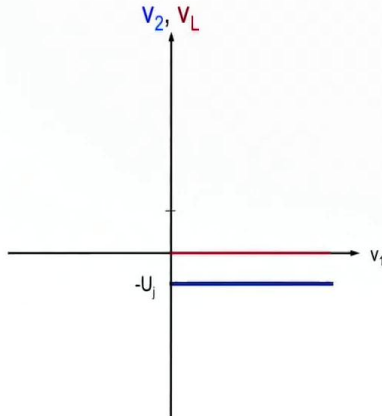
Summary



1m 36s

Redresseur inverseur simple-alternance

- $v_1 > 0$, $v_2 = -U_j$, $v_L = 0$



Electronique I

Je commence par le cas v_1 est positive. Je prends mon schéma, comment est-ce qu'on analyse ce circuit ? Pour analyser ce circuit, vous allez toujours résonner comme si les diodes n'existaient pas et vous allez vous dire que v_1 étant positive, v_L devrait être négative. Donc il va y avoir un courant qui va passer dans ce sens-là. Et maintenant, on va ajouter les diodes. Donc on pose la condition comme si les diodes n'existaient pas, que j'ai affaire à un inverseur. Je pose v_1 et je regarde v_L et après j'ajoute mes diodes et je vais regarder comment ces diodes vont se comporter. Donc j'ai pris v_1 positive, je m'attendais à ce que v_L soit négative parce qu'elle va être l'opposée, il y a un signe moins. Le courant voudrait passer comme ça. Il arrive dans ce nœud, ce courant. Il y a cette diode-là. Cette diode-là va lui barrer le chemin, elle ne le laisse pas passer. Alors c'est comme si cette diode-là allait s'effacer, et ce que je vais tout de suite donc, comme si D_1 n'était plus là. Donc ce D_1 -là va disparaître et je me trouve avec ce montage. Regardez ce que j'ai maintenant. Cette diode-là ne sert à rien.

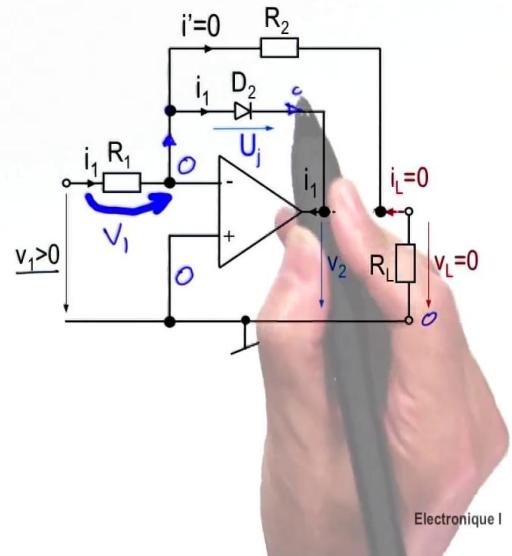
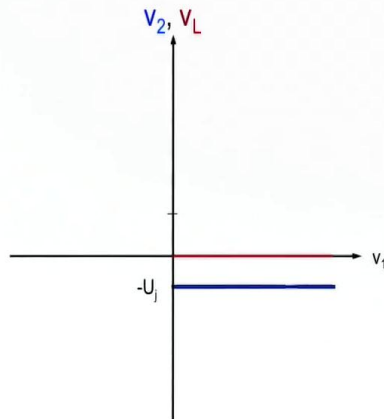
Notes

Summary



Redresseur inverseur simple-alternance

- $v_1 > 0$, $v_2 = -U_j$, $v_L = 0$



Une diode bloquée, on peut ne pas la voir dans le schéma. Donc mon courant qui voudrait aller là-dedans, il ne peut pas aller. Et donc, qu'est-ce qui se passe avec cette diode ? Si v_1 est positive et quand ce v_1 est positive, je vais avoir v_1 qui va apparaître théoriquement là. Et là, je me trouve avec une tension v_1 . J'ai 0V là et le 0V, il est copié par la contre-réaction ici. Et là, il faut bien écouter ce qui se passe parce qu'on va voir que ce 0V, eh bien, c'est ce que je vois ici, il est copié là. Donc si ce 0V ici et j'ai ici 0V, ça c'est le 0V réel et ça c'est le 0V virtuel, j'ai aucun courant qui ne peut traverser cette résistance, quand cette diode-là est conductrice. Donc le fait d'avoir ajouté cette diode-là. Cette diode-là va voir v_1 et i_1 qui voudraient passer comme ça. Donc ce i_1 monte ici. Il arrive dans ce nœud-là. Est-ce que i_1 peut traverser cette diode ? Oui, la diode est dans le bon sens. Elle pourrait laisser passer i_1 . Donc le courant i_1 va traverser la diode. Et si le courant i_1 passe à travers la diode, passe dans l'ampli, ça y est, on a une contre-réaction qui est établie.

Notes

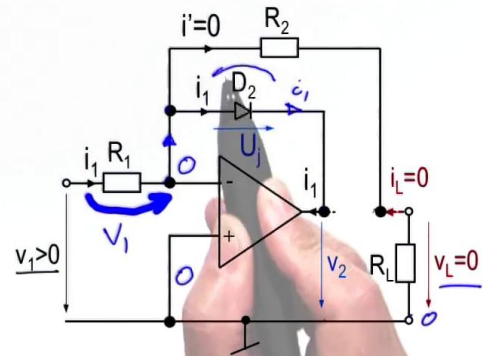
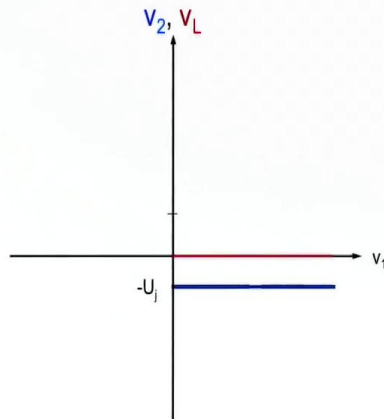
Summary



3m 44s

Redresseur inverseur simple-alternance

- $v_1 > 0$, $v_2 = -U_j$, $v_L = 0$



Electronique I

Quand cette contre-réaction est établie, le potentiel ici est copié ici. Et là, je me trouve avec 0V. Donc le fait d'avoir le 0V, grâce à cette diode-là, si cette diode-là n'avait pas été ici, je n'ai aucune chance d'avoir une copie de ce potentiel vers ce potentiel. Ce potentiel va dépendre de R_1 , R_2 et R_L et j'aurais v_1 qui se trouve aux bornes de ces trois résistances et ça va trouver un potentiel donné dû à ça. Mais la diode, quand elle a conduit, elle a créé la contre-réaction donc l'ampli a créé la masse virtuelle. Donc j'ai 0V là et je me trouve ici à 0V parce que 0V de là à là ne permet pas à un courant de passer à travers R_L et R_2 qui me donne $i' = 0$ et je me retrouve donc avec un courant nul. Et j'ai la tension $v_L = 0$. Donc on vient de trouver tout de suite que si v_1 est positive, une diode crée la contre-réaction, l'autre, on peut ne pas la voir sur un schéma. Et ceci permet d'avoir $v_L = 0$ et ça nous donne ça. Qu'est-ce qui va se passer avec v_2 ? v_2 , elle est de ce nœud vers la masse. Et ce potentiel est le même que celui-ci donc v_2 , je l'ai ici. Donc ça, c'est exactement la tension v_2 .

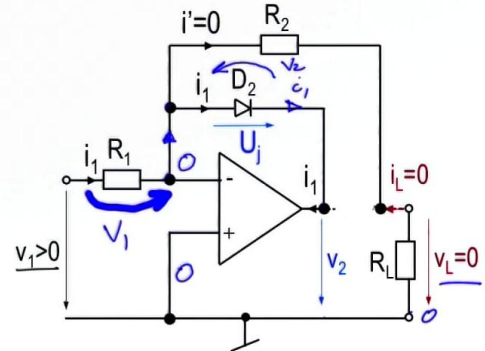
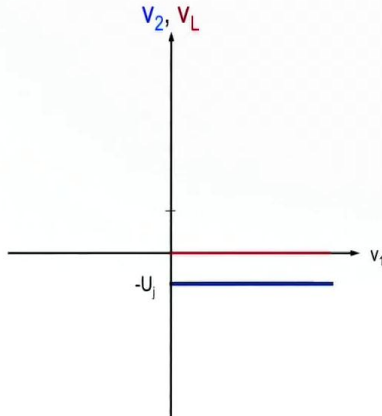
Notes

Summary



Redresseur inverseur simple-alternance

- $v_1 > 0$, $v_2 = -U_j$, $v_L = 0$



Electronique I

Donc v_2 est égale à une tension $-U_j$. Quand la diode va conduire, elle me crée une tension de jonction que j'appelle U_j . Donc v_2 , c'est de ce nœud-là à ce nœud-là, aux bornes de la même diode donc v_2 se trouve à $-U_j$. Je voudrais juste insister là. Dans le cas d'un amplificateur redresseur non inverseur qu'on avait étudié tout à l'heure, on avait trouvé que quand la tension de sortie était nulle, on avait trouvé que v_2 était égale à $-V_{sat}$. Là, c'est déjà mieux. Au lieu d'aller vers la tension de saturation qui est assez élevée, à une tension relativement faible comparée à V_{sat} , qui est de l'ordre de $-0,6$ à $-0,7V$ qui est une tension de jonction.

Notes

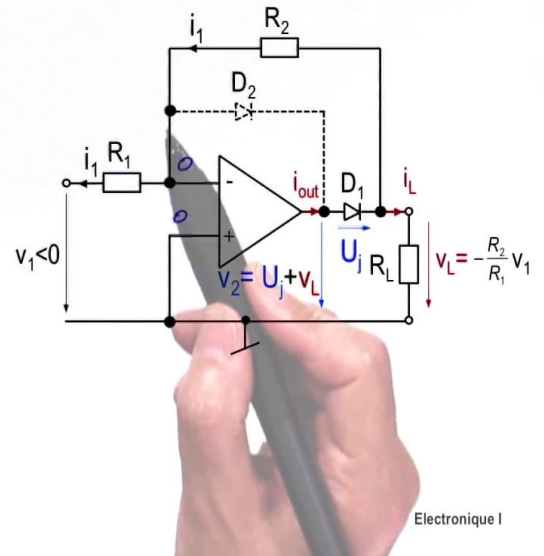
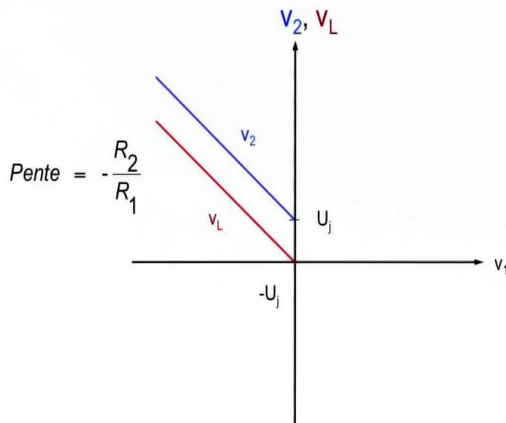
Summary



6m 32s

Redresseur inverseur simple-alternance

- $v_1 < 0, v_2 = U_j + v_L, v_L = -\frac{R_2}{R_1} v_1$



Electronique I

Analysons maintenant ce qui va se passer avec le même schéma mais en prenant l'alternance pour laquelle v_1 est négative. Alors je mets v_1 négative. Même raisonnement. Si j'applique une tension négative, je résonne comme si mes diodes n'existaient pas et j'aurais dit dans un amplificateur inverseur, quand v_1 est négative, je vais me trouver avec une tension v_L positive. Donc le courant souhaiterait venir dans ce sens-là. Il y a une diode. Cette diode-là se trouve cette fois-ci dans le bon sens de passage du courant. Donc l'ampli qui fournit le courant passe à travers la diode et continue son chemin. Donc la contre-réaction est établie à travers les résistances R_2 et R_1 et permet à la contre-réaction d'exister. Mais qu'est-ce qui se passe avec la diode D_2 ? La diode D_2 se retrouve avec 0V ici, donc l'ampli contre-réactionné va imposer 0V là. Et là, la tension va être positive. Donc on a dit v_1 négative, v_L va être positive, donc cette tension est assez élevée. Donc si cette tension est assez élevée, cette tension-là va l'être aussi par rapport à zéro. Donc v_2 étant positive et supérieure à zéro, donc cette diode-là se trouve bloquée, donc on peut l'enlever.

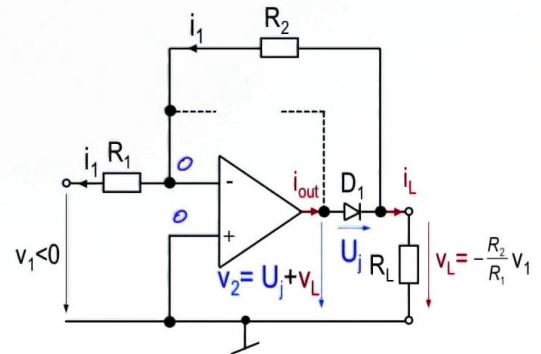
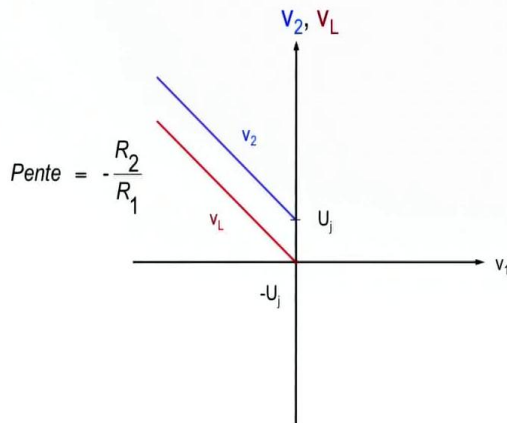
Notes

Summary



Redresseur inverseur simple-alternance

- $v_1 < 0, v_2 = U_j + v_L, v_L = -\frac{R_2}{R_1} v_1$



Electronique I

On peut imaginer que cette diode-là n'existe pas. Je l'efface de mon circuit et je me retrouve avec un circuit dans lequel on a simplement une diode $D1$ qui a créé la contre-réaction et le schéma inverseur, on peut aussi démontrer comme tout à l'heure, que l'effet d'ajouter une tension de seuil U_j en série, si vous ramenez cette tension à l'entrée, vous allez prendre U_j divisé par le gain de l'ampli qui est très, très grand, donc U_j divisé par l'infini, il n'y a pas d'effet réel de ce U_j si le gain est très, très grand. En l'occurrence dans ce genre de schéma, on observe clairement que l'ampli devient l'ampli inverseur que nous connaissons comme d'habitude, qui va prendre une tension v_L et qui va multiplier par une constante $-R_2/R_1$ multipliée par v_1 , ce qu'on attend d'un amplificateur inverseur et qui va nous donner une pente qui, pour une tension négative, il la rend positive, il la multiplie par une valeur R_2/R_1 . Et ça y est, on a cette fameuse relation que la tension négative v_1 , elle serait multipliée par un signe moins donc elle redeviendrait positive, multipliée par une constante R_2/R_1 .

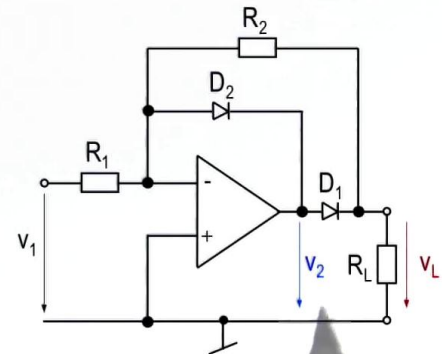
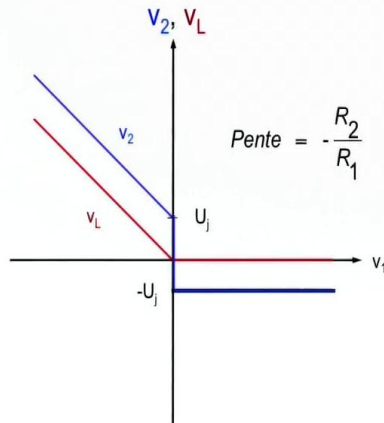
Notes

Summary



8m 36s

Redresseur inverseur simple-alternance



Electronique I

Et la tension v_2 est toujours décalée par rapport à la tension v_1 d'une quantité qui est égale à cette tension U_j . Donc cette tension U_j , elle est tout le temps cette tension qu'on va observer entre les deux courbes. Donc on a deux courbes qui se suivent avec une tension U_j entre v_L et v_2 , on l'observe clairement ici. Et pour finir, voici notre schéma complet avec les deux diodes, avec les caractéristiques qu'on a analysées tout à l'heure. C'est une fonction non linéaire. Quand la tension est positive, la sortie est nulle et quand la tension est négative, la sortie deviendrait positive. Et nous nous retrouvons avec ce genre de schéma. Il y a un grand avantage, c'est que la tension v_2 ne va jamais aller chercher une tension de saturation, donc une grande tension. Donc on est moins embêté par le *slew rate* de l'ampli parce que la variation de v_2 , quand on passe d'une tension positive, donc quand la tension v_1 passe par zéro, on va voir une variation de l'ordre de grandeur de 1,2 à 1,4V parce que c'est égal à deux fois U_j , contrairement à ce qu'on avait vu tout à l'heure qui était 15V plus 0,7V.

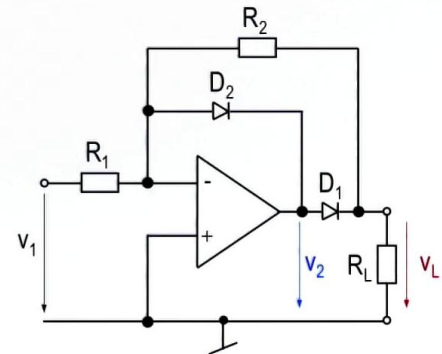
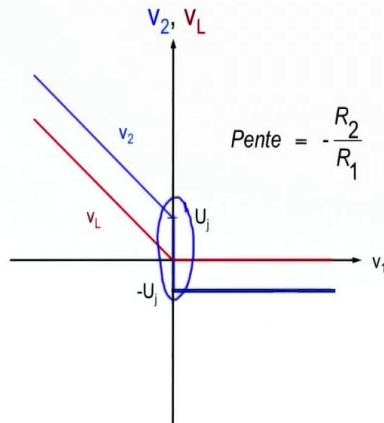
Notes

Summary



9m 51s

Redresseur inverseur simple-alternance



Electronique I

Donc la différence est nettement minime et l'impact sur la tension de sortie d'une limitation de l'ampli qui est le *slew rate* est inférieur. Donc nous souhaitons toujours, autant que possible, faire appel à ce genre de montage que plutôt le redresseur simple alternance quand la sortie étant positive, on préfère utiliser ce montage pour profiter de cet effet dont on vient de discuter maintenant.

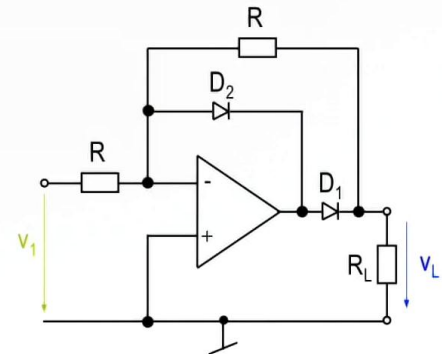
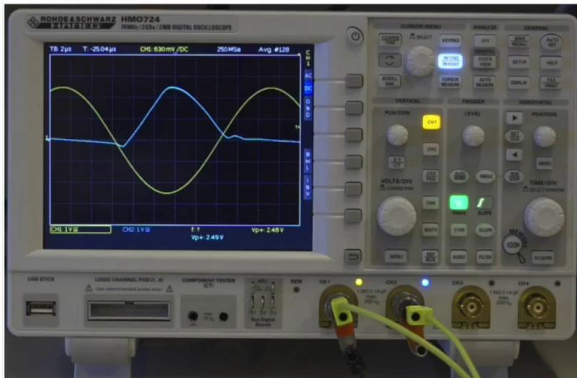
Notes

Summary



11m 04s

TP: Redresseur inverseur simple-alternance



Electronique I

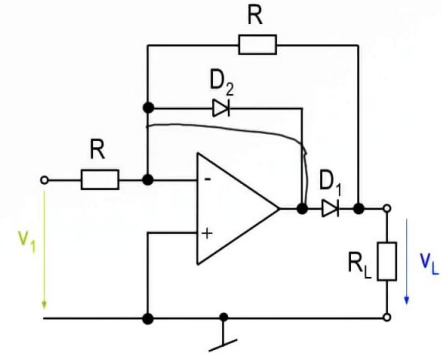
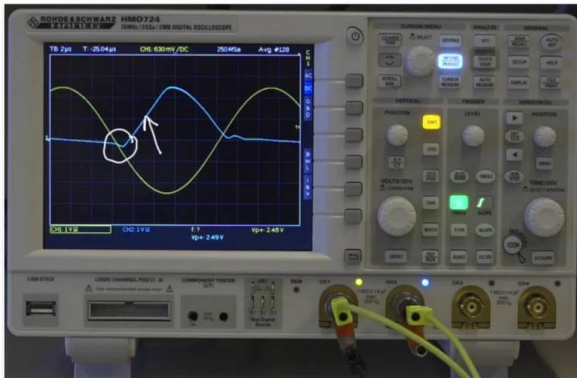
Voici notre tension à l'entrée qui est en jaune et forcément, on va voir à la sortie la tension redressée, c'est-à-dire l'alternance positive va nous donner un zéro, par contre, notre alternance négative va se retrouver redressée et c'est ce qu'on voit maintenant sur cet oscilloscope. J'aimerais bien, à ce stade, illustrer ce qui va se passer avec ce genre d'amplificateur quand il va passer par zéro et voir ce qui va se poser comme problème lié à son *slew rate*. Donc vous vous rappelez qu'un amplificateur opérationnel souffre d'une imperfection quand on a une excursion de la tension à la sortie et cette excursion de la tension, quand il doit le faire rapidement, eh bien, il y a un phénomène qu'on appelle le *slew rate*, il est dit en anglais. Et cette excursion de tension limite la variation de la tension à la sortie qu'on observe là. Alors vous regardez la courbe bleue. Lorsque la tension en jaune passe par zéro bien sûr cette diode-là, c'est celle qui est en train de conduire, l'amplificateur se retrouve contre-réactionné par les deux résistances, mais lorsqu'il y a le passage par zéro, justement, il va redresser la tension et il va passer de $-U_j$ à $+U_j$ et on observe ce phénomène ici.

Notes

Summary



TP: Redresseur inverseur simple-alternance



Electronique I

Ce phénomène nous montre qu'il y a quand même un petit saut et ensuite, on a cette pente et cette pente-là n'est pas tout à fait une tension sinusoïdale. C'est la pente de la tangente au passage par zéro d'une tension sinusoïdale parce que l'ampli va mettre du temps pour suivre de $-U_j$ à U_j et il va affecter la linéarité de la tension redressée à la sortie. Eh bien, pour remédier à ça, comme on avait vu quand on a étudié le chapitre sur les imperfections, il suffit de baisser la tension et d'avoir moins d'excursions. Il y a un autre phénomène que j'aimerais aussi commenter, c'est ce qui se passe quand cette diode-là va conduire. Donc cette diode ici va conduire, elle va faire une contre-réaction. Donc elle va relier le courant qui va la traverser directement par une contre-réaction à travers la diode en ayant une chute de tension de U_j dans ce sens-là. Ça signifie qu'au moment où cette diode va conduire, l'amplificateur va agir comme un suiveur en tension et il a le plus qui est ici, il va le placer là, le zéro, il va le placer ici et on aurait un suiveur. Et le suiveur en tension correspond exactement à ce qui se passe là. L'amplificateur est contre-réactionné par la diode D_2 .

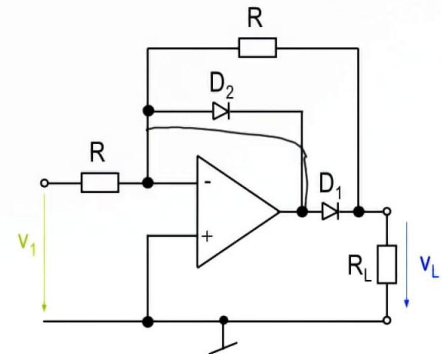
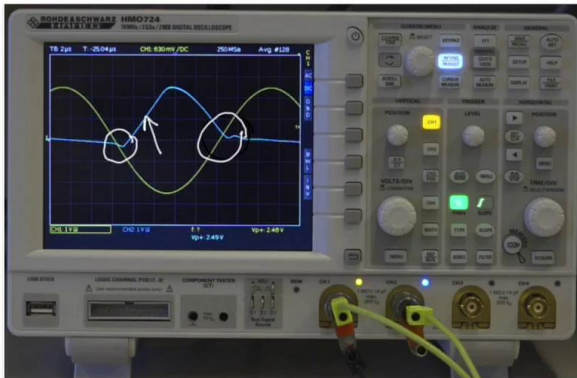
Notes

Summary

12m 46s



TP: Redresseur inverseur simple-alternance



Electronique I

Et justement, quand il arrive là, quand il arrive ici, l'amplificateur est en train de changer de type de contre-réaction. Au début, il était contre-réactionné par cette diode D_1 . Et ensuite, il est contre-réactionné par la diode D_2 . Et on voit les petites oscillations qui apparaissent ici parce que cet amplificateur n'arrive pas à suivre rapidement ce passage d'une diode à l'autre et il va mettre un certain temps pour contre-réactionner et on le voit ici par une oscillation qui est assez typique de ces composants. Pour remédier à ça et avoir moins d'oscillations qui apparaissent ici, il suffit d'augmenter le gain de l'ampli et la bande passante de l'ampli, si possible. Et ça y est, avec ça, on a pu observer que le fait d'utiliser un amplificateur actif, qui contient des règles de stabilité qui ne sont pas encore étudiées à ce niveau en électronique, on aurait quand même une tension redressée qui peut souffrir parfois par les imperfections de l'ampli. Et c'était le bon moment de les mentionner. Et ce qu'on vient de voir maintenant avec cet amplificateur en utilisant les deux diodes est beaucoup plus drastique et a un effet beaucoup plus limitatif quand l'amplificateur est non inverseur.

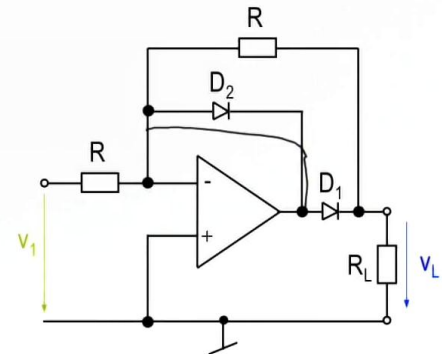
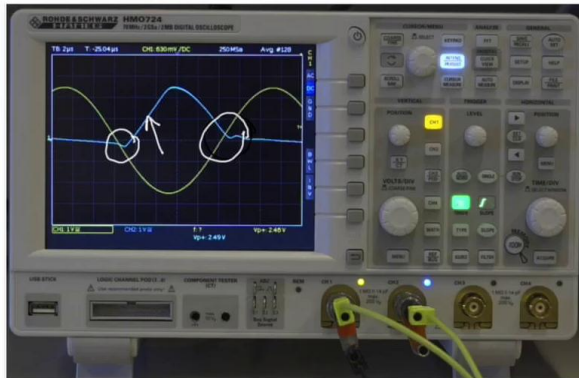
Notes

Summary

14m 05s



TP: Redresseur inverseur simple-alternance



Electronique I

J'entends le montage qu'on avait étudié au début où c'est un redresseur non inverseur, ce genre de phénomènes est beaucoup plus drastique et limite fortement l'utilisation de cet ampli à des applications dont la fréquence est très, très faible et l'excursion de tension à la sortie est extrêmement faible, surtout par le passage par zéro. Je vous rappelle que quand le redresseur est de nature non inverseur, la tension à la sortie de l'ampli doit partir de $-V_{sat}$ jusqu'à $+U_j$. Et là, on observe déjà ce phénomène quand on part de $-U_j$ jusqu'à $+U_j$ donc de l'ordre de grandeur de 1,4V, et dans le cas de non inverseur, on a beaucoup de tension à passer et le *slew rate* doit changer parfois depuis des tensions de -15V jusqu'à 0,7V, ce qui est énorme.

Notes

Summary



15m 21s