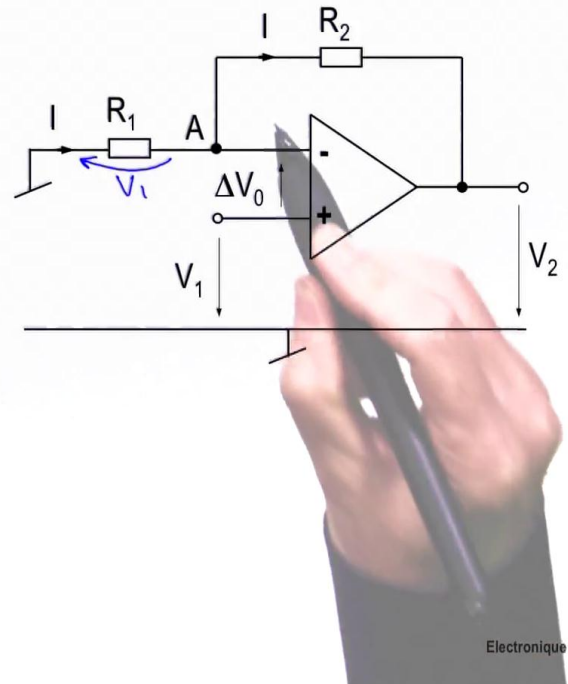


Amplificateur non inverseur

- Etape 1: Potentiel au nœud A

$$V_A = -\Delta V + V_1 = V_1$$



Nous allons voir aujourd'hui un montage qui s'appelle le montage non inverseur. C'est un montage qui va réaliser un gain. Donc c'est un montage qui va utiliser l'amplificateur opérationnel dans sa zone dite zone linéaire. Il va avoir un gain positif et certainement, il va avoir certains avantages et inconvénients par rapport à celui que nous avons vu avant, qui est le montage inverseur. Voici le montage non inverseur. Donc le schéma que vous voyez ici décrit un amplificateur opérationnel qui est connecté avec deux résistances, R_2 et R_1 , qui créent une contre-réaction. Il va de soi que l'amplificateur va être utilisé dans la zone linéaire, donc on va tout de suite considérer que la tension ΔV_0 , comme le gain est infini, est une tension qui est égale à 0. Ce qui veut dire que la tension V_1 va être directement rapportée au nœud A. Donc quand on regarde la tension V_1 à partir de ce nœud A, vous allez avoir positif dans ce sens-là. Donc la tension en V_1 va être ici. Et si vous regardez la tension qui apparaît de là à là, eh bien, c'est une tension qui va être proportionnelle à la différence de $V_1 - V_2$.

Notes

Summary



0m 05s

Amplificateur non inverseur

- Etape 1: Potentiel au nœud A

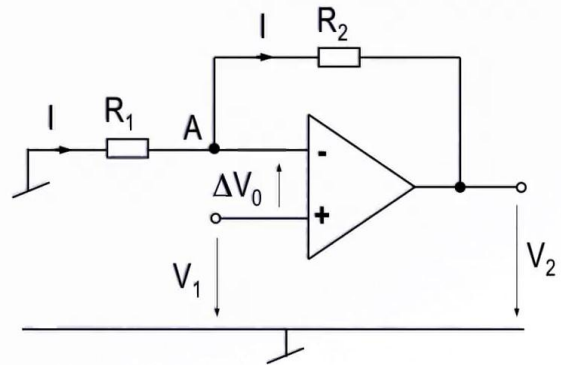
$$V_A = -\Delta v + v_1 = v_1$$

- Etape 2: Somme des courants nulle au nœud A

$$I = -\frac{V_A}{R_1} = -\frac{V_1}{R_1}$$

$$I = \frac{V_A - V_2}{R_2} = \frac{V_1 - V_2}{R_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} > 1$$



Electronique I

Donc c'est une tension qui est égale à $V_1 - V_2$. Maintenant si on veut écrire ce qui se passe avec le courant I , eh bien, on verra que le courant I , qui est le même qui va passer dans les deux résistances R_1 et R_2 étant donné que le courant qui passe dans l'ampli est égal à 0. Ce courant, je vous rappelle, qui a toujours été égal à 0. L'ampli n'absorbe pas de courant. Eh bien, vous allez voir le courant I d'un côté, réalisé par le rapport de $-V_1/R_1$. Le signe moins vient du fait que le courant est positif dans ce sens-là et la tension V_1 est positive dans ce sens-là. Je vous rappelle que ce potentiel et ce potentiel sont les mêmes. Alors quand vous regardez le même courant I dans l'autre branche, dans la résistance R_2 , eh bien, vous verrez que c'est $V_1 - V_2$ divisé par la résistance R_2 . On va prendre ces deux relations, égaliser les deux courants, puisque c'est le même courant de part et d'autre, et on va voir qu'elle est la relation entre V_2 et V_1 . Et voici le schéma de notre amplificateur et la relation qu'on va obtenir quand on aura égalisé I égal à I .

Notes

Summary



1m 18s

Amplificateur non inverseur

- Etape 1: Potentiel au nœud A

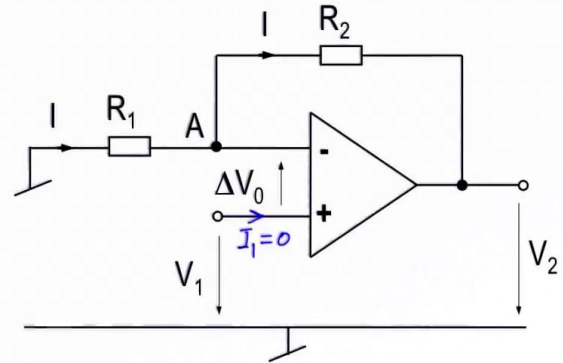
$$V_A = -\Delta v + v_1 = v_1$$

- Etape 2: Somme des courants nulle au nœud A

$$I = -\frac{V_A}{R_1} = -\frac{V_1}{R_1}$$

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R_2} = \frac{V_1 - V_2}{R_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} > 1$$



$$A_v = \frac{V_2}{V_1} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Electronique I

On va trouver que le rapport de la tension de sortie V_2/V_1 égal R_1+R_2 sur R_1 , qui est forcément tout le temps supérieur à 1. Un gain positif est toujours supérieur à 1. D'ailleurs, on peut l'écrire comme ça : Le gain A_v qui est égal à V_2 divisé par V_1 qui est égal à $1+R_2/R_1$. Donc on voit tout le temps que ce gain R_2/R_1 , auquel on rajoute un 1, donc c'est toujours supérieur à 1 et positif, et c'est le gain d'un amplificateur non inverseur. Maintenant, il y a une caractéristique extrêmement importante que j'aimerais bien soulever comparé à un montage inverseur. Le courant que la source V_1 va avoir c'est un courant I égal à 0. Donc si vous branchez une source ici qui va débiter un courant I_1 , ce courant est égal à 0. Il n'y a aucune puissance qui sera prise de votre source. Et ça, c'est extrêmement important. J'aimerais bien le souligner. Quand on utilise un amplificateur non inverseur, la source que nous branchons à l'entrée est positive. Eh bien, c'est une source qui ne débite pas de courant, donc il n'y a aucune puissance qui est demandée à cette source. Et ceci nous amène à utiliser ce genre d'amplis pour réaliser des impédances d'entrée qui sont infinies.

Notes

Summary



Amplificateur non inverseur

- Etape 1: Potentiel au nœud A

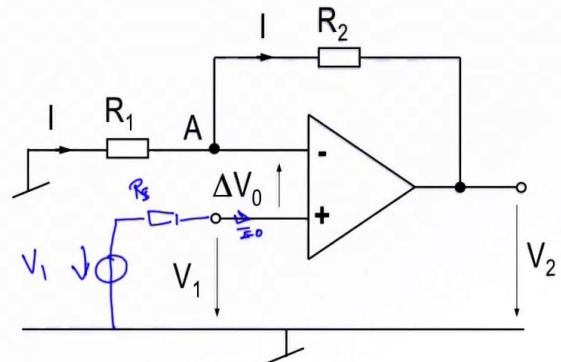
$$V_A = -\Delta v + v_1 = v_1$$

- Etape 2: Somme des courants nulle au nœud A

$$I = -\frac{V_A}{R_1} = -\frac{V_1}{R_1}$$

$$I = \frac{V_A - V_2}{R_2} = \frac{V_1 - V_2}{R_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} > 1$$



$$R_{in} = \infty$$

$$R_{out} = 0$$

Electronique I

Et on peut le résumer ici. Et voici, on voit que l'impédance d'entrée $R(in)$ égale à l'infini qui donne à ce montage une des caractéristiques qu'on va exploiter fortement plus tard pour réaliser des montages qui ne chargent absolument pas la source qui ramène la tension. Vous pouvez très bien imaginer que vous branchez ici une source, et cette source va posséder une résistance très, très grande. Et cette source-là pourrait simplement avoir une tension V_1 qui est égale à cette tension-là, étant donné que ce courant est égal à 0. Donc indépendamment de la valeur de résistance d'entrée de votre source, la chute de tension sur cette résistance est toujours égale à 0 parce qu'il n'y a pas de courant qui est pris par l'amplificateur. Je rappelle toujours que l'amplificateur, quand il vous montre son impédance de sortie $R(out)$ est égale à 0, c'est pour simplement dire que le courant que nous soutirons depuis la sortie de l'amplificateur peut être infini. En réalité, ça n'existe pas parce que le courant que nous avons dans ce nœud-là ou à la sortie de notre ampli, est limité par le fabriquant de l'ampli qui va mettre un courant maximal qui sera toujours indiqué par le fabriquant.

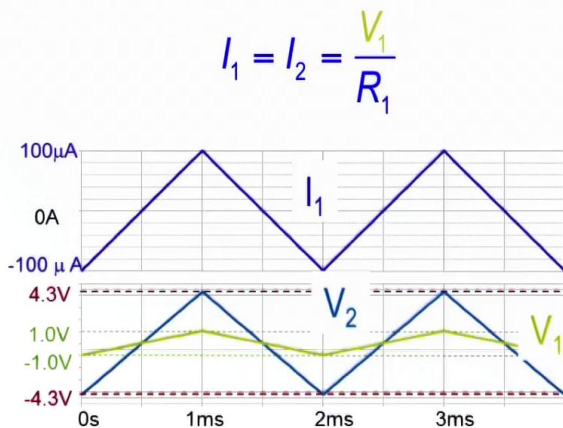
Notes

Summary

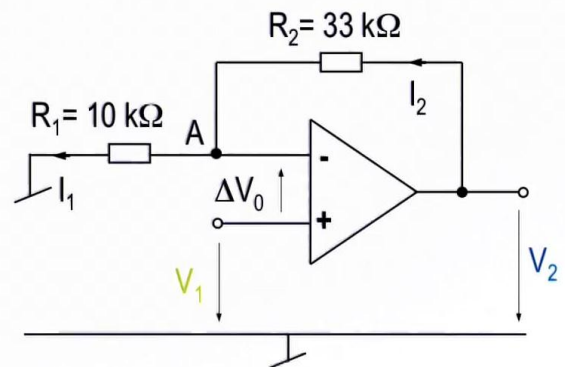


3m 59s

TP: Amplificateur non inverseur



Amplificateur non saturé



$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 4.3V_1$$

Electronique I

Je vous invite maintenant à aller brancher un amplificateur opérationnel assez classique. Ces amplis qui ont des gains extrêmes, tels que l'amplificateur opérationnel 741. Quand vous branchez un amplificateur de ce style, et je vous propose de créer un gain, par exemple, égal à 4,3, vous avez un choix à faire sur la résistance. Si vous prenez une résistance de 33kΩ, une résistance de 10kΩ, ça vous fait un rapport de R_2/R_1 égal à 3,3, auquel on va ajouter ce 1. Je vous rappelle que le gain, c'est $1 + R_2/R_1$, et vous retombez sur un gain égal à 4,3. Quand vous branchez cet amplificateur dans un laboratoire, je vous invite à mettre à l'entrée ce signal jaune, qui est une tension V_1 . Cette tension V_1 va... L'exemple que je vous cite ici, je mets une amplitude égale à 1V. Ça veut dire que ça va avoir une dynamique de plus ou moins 1V, donc c'est une dynamique de 2V. Et quand vous multipliez ça par 4,3, vous observez que la tension en bleu, ici, correspond exactement à la lueur de la tension en jaune, multipliée par 4,3. Donc la valeur de crête qui était en volt va se trouver multipliée par le 4,3 et nous amène à 4,3V. Et c'est ce qu'on va regarder à la sortie.

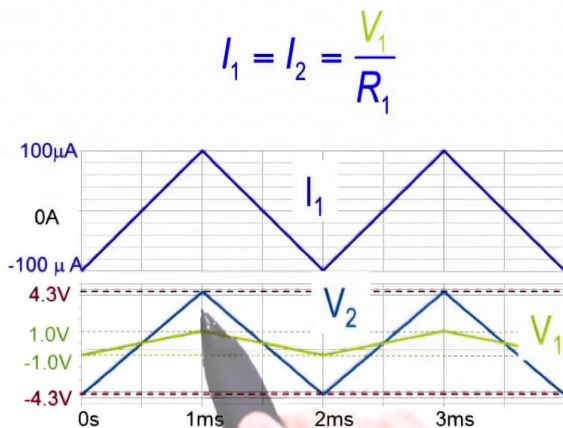
Notes

Summary

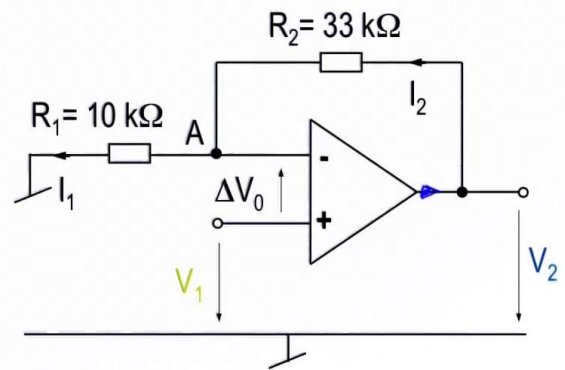


5m 14s

TP: Amplificateur non inverseur



Amplificateur non saturé



$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 4.3V_1$$

Electronique I

Pourquoi on utilise une tension triangulaire ? Parce que la linéarité est quasi-visible à l'œil nu. On a une pente positive, une pente négative. On n'a qu'à comparer la pente et on va voir que grâce au gain de l'amplificateur, cette pente est absolument linéaire entre le -4,3 jusqu'au 4,3 et vice versa, que ce soit positif et négatif. Je voudrais faire une petite réflexion quant au courant qui va être débité par l'ampli. Je vous rappelle, quand on regarde un ampli branché comme ceci, vous êtes en train d'observer la tension V_2 . Le courant I_2 va bien sûr venir depuis l'amplificateur. C'est un courant qui va être positif et négatif. Quand la pente est positive et la tension V_2 est positive ou négative, eh bien, vous allez voir que le courant va la suivre. Il va y avoir une pente qui suit la tension. Il va y avoir une valeur du courant qui va être positive et négative. Donc le courant qui passera ici... Je rappelle une des caractéristiques de l'ampli. Quand l'ampli est en zone linéaire, ça signifie que l'ampli n'a pas du tout saturé. On le voit ici. Pour qu'il sature, il faut que sa tension arrive jusqu'à 15V, qui est la tension d'alimentation si vous avez alimenté à 15V.

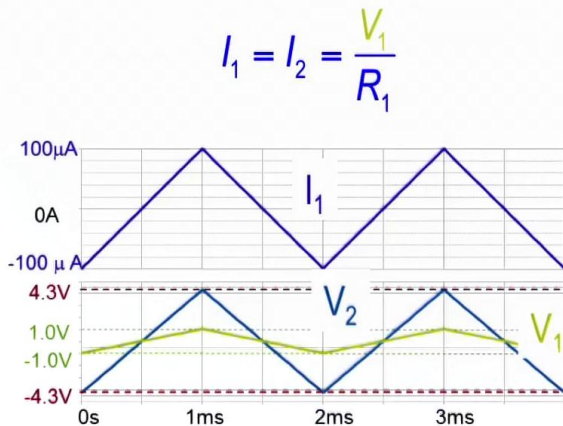
Notes

Summary

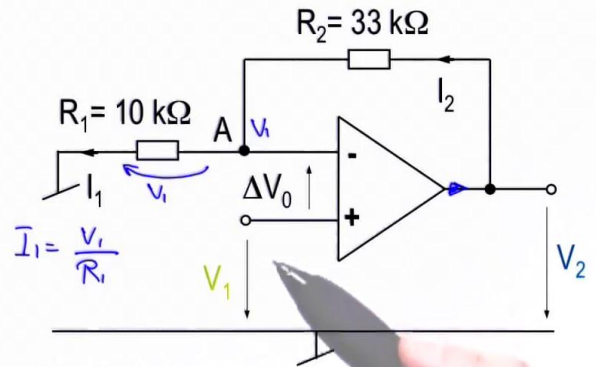


6m 39s

TP: Amplificateur non inverseur



Amplificateur non saturé



$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 4.3V_1$$

Electronique I

La tension V_1 c'est la tension qu'on verrait dans ce nœud-là. Donc la tension V_1 c'est celle-ci. Quand vous regardez le courant, ce courant I_1 , qui est dû à une tension V_1 , qui est la tension d'entrée, simplement vous pouvez écrire que le courant I_1 égal à V_1/R_1 . Et ça y est, vous avez exactement la valeur de I_1 et la lueur du courant I_1 qui va suivre absolument la tension V_1 et qui va vous dire vous avez $10k\Omega$ et vous êtes en train de chercher un courant qui va aller jusqu'à $100\mu A$, sachant qu'on a 4,3. Donc vous retrouvez que le courant va aller jusqu'à $100\mu A$ en valeur positive, jusqu'à $-100\mu A$ en valeur négative. Et c'est ce que vous allez observer tout le long. La tension de sortie étant de 4,3, la tension d'entrée est 1V, donc on peut simplement diviser le 1V divisé par le $10k\Omega$ et retirer par n'importe quel point, la valeur de crête étant 1V, donc on trouve $100\mu A$ et -1V, ça fait $-100\mu A$. Alors qu'est-ce qui se passe avec ce montage quand l'amplificateur sature ? Est-ce qu'on va garder les mêmes caractéristiques ? Sûrement pas. J'insiste et je répète. L'amplificateur, par son gain infini, quand il est dans la zone linéaire, il prend n'importe quelle valeur de la tension V_2 .

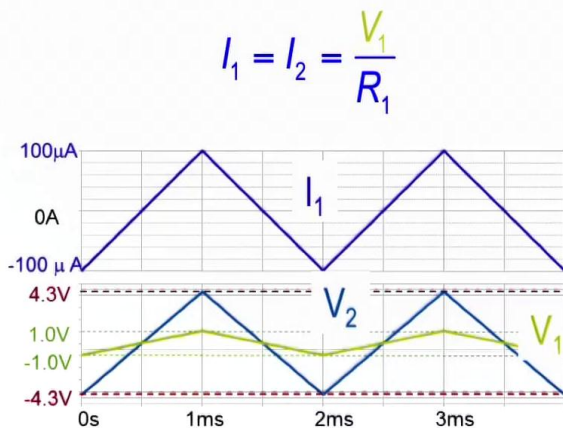
Notes

Summary

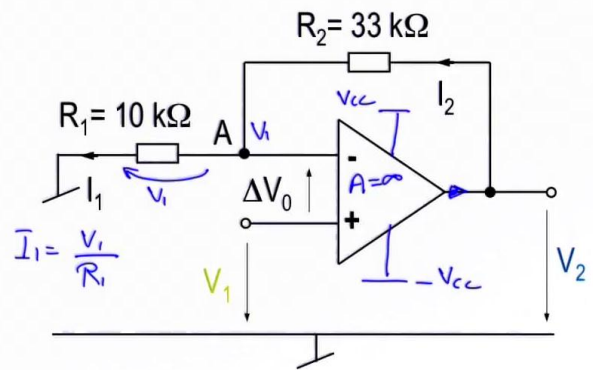


7m 54s

TP: Amplificateur non inverseur



Amplificateur non saturé



$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) = 4.3V_1$$

Electronique I

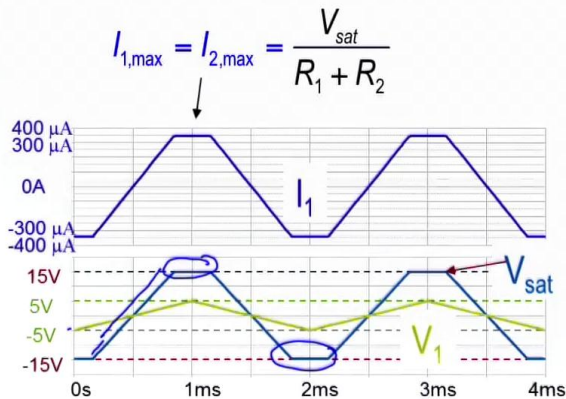
Il la divise par le gain infini et la différence entre la borne positive et négative devrait être V_2 divisé par infini, donc égal à 0. Alors tant que l'ampli n'a pas saturé, cette caractéristique est vérifiée. Et à ce moment-là, cette tension est égale à celle-ci. Et le courant c'est le courant qui est fourni par l'amplificateur quand le courant est positif. Et c'est un courant qui est absorbé par l'amplificateur et qui va aller vers la tension $-V_{cc}$ quand le courant est négatif, parce que je rappelle que c'est une tension d'alimentation qui fournit cette énergie à notre amplificateur. Voyons voir si on pousse cet amplificateur à la saturation. Je vous invite à mettre à l'entrée une tension V_1 qui pousse l'amplificateur à atteindre la tension de saturation, et nous allons voir la chose suivante : Voici ce qui se passe avec notre amplificateur quand vous poussez votre amplificateur vers la saturation.

Notes

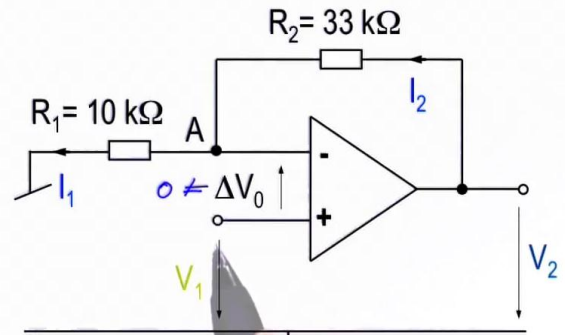
Summary



TP: Amplificateur non inverseur



Amplificateur saturé



$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) = 4.3 V_1$$

Electronique I

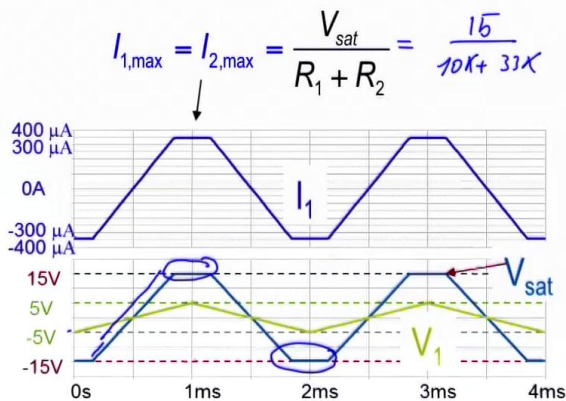
Donc on a mis une tension de valeur de crête 5V. Vous multipliez ça par 4,3. Alors vous allez avoir une tension qui va dépasser le 15V. Votre amplificateur ne peut donc pas monter au-delà de la tension d'alimentation. Il va saturer à +15 et à -15. Qu'est-ce qui se passe avec ce montage-là ? L'amplificateur ne pourrait en aucun cas, à ce moment-là, rester dans la zone linéaire. La différence de tension ΔV_0 ne pourrait pas non plus être égale à 0 parce que votre amplificateur ne pourrait plus rester linéaire. On a appliqué une tension linéaire à l'entrée et on voit une tension qui n'est plus linéaire. Quand la tension est une droite, l'ampli reste dans la zone linéaire de là à là. Il arrive ici et là, l'ampli est en train de saturer, là aussi, l'ampli est en train de saturer. Donc à ce moment-là, quand l'ampli est saturé, ΔV_0 va être bien sûr différent de 0. Donc le courant I_2 qui traverse les deux résistances ne pourrait plus du tout être proportionnel à V_1 . Donc là, le courant I_1 ici était V_1/R_1 lorsque l'ampli n'était pas saturé, donc quand il est là dans cette zone, quand il est dans la zone linéaire, là, il est dans la zone saturée.

Notes

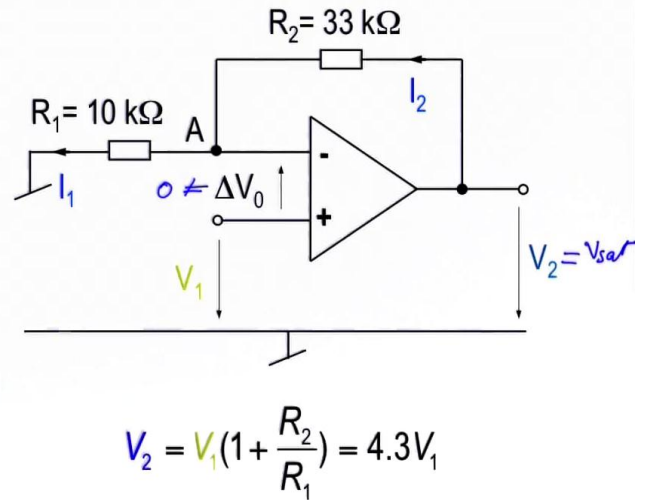
Summary



TP: Amplificateur non inverseur



Amplificateur saturé



Electronique I

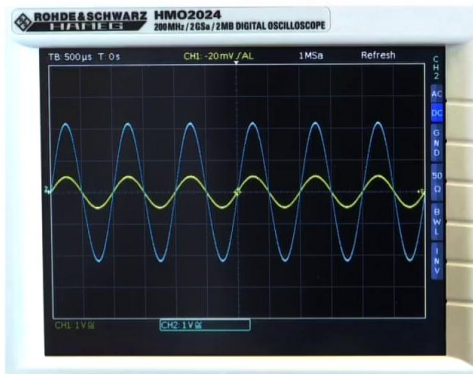
Et quand on est dans les zones saturées, ce courant, ou plutôt cette tension V_2 , dans la zone saturée, va être égale à V_{sat} . Alors ça dépend de la tension de saturation. Là en l'occurrence, c'est 15V. Donc c'est le 15V divisé par les résistances de $10k\Omega + 33k\Omega$ qui vont vous donner de $350\mu A$ comme courant de saturation. Donc il est très important de se rendre compte que la valeur de ces résistances quand l'ampli est saturé va nous amener à avoir le maximum du courant qui sera débité par l'ampli, et c'est le courant max et c'est le même courant bien sûr qui passe dans la résistance I_2 et I_1 . Et je vous rappelle, quand l'ampli était dans la zone linéaire, le courant est surtout proportionnel à V_1/R_1 et il est toujours fourni par l'amplificateur opérationnel.

Notes

Summary

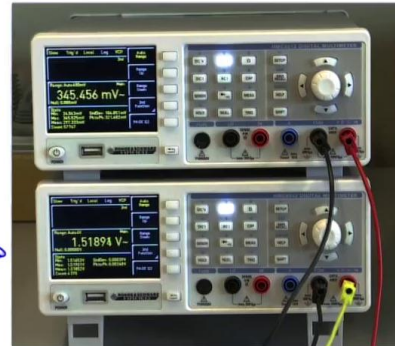


TP: Amplificateur non inverseur



V_2 →

V_1 →



Electronique I

Notes

Ce que vous aurez observé sur l'oscilloscope si la tension d'entrée était une tension sinusoïdale qui est en jaune et une tension de sortie qui est en bleu, qui est une tension sinusoïdale aussi, vous allez observer un gain toujours de 4,3. Là, j'ai mesuré les valeurs efficaces de la tension d'entrée. Ça c'est la tension d'entrée V_1 et là, vous avez la tension d'entrée V_2 . Et vous voyez que la valeur efficace de l'une et de l'autre si vous faites le rapport, vous tombez sur le gain de l'ampli, qui est de l'ordre de 4,3. Je vous rappelle que ce sont des mesures qui sont faites au laboratoire, ce qui signifie que l'erreur est introduite, il va de soi, par la tolérance des résistances et la précision des appareils de mesure, mais il s'agit d'appareils qui sont très, très précis en l'occurrence ici. Observez ici la phase : C'est une phase qui est positive. C'est une phase égale à 0. Quand on regarde, les deux tensions sont absolument en phase, ce qui explique le comportement de cet ampli qui est un amplificateur non inverseur, donc il n'inverse pas, il ne déphase pas les signaux et il garde la tension de sortie en phase avec la tension d'entrée, contrairement à un montage inverseur, dans lequel on avait observé un déphasage de 180° quand il s'agit d'une tension sinusoïdale.

Summary



12m 39s