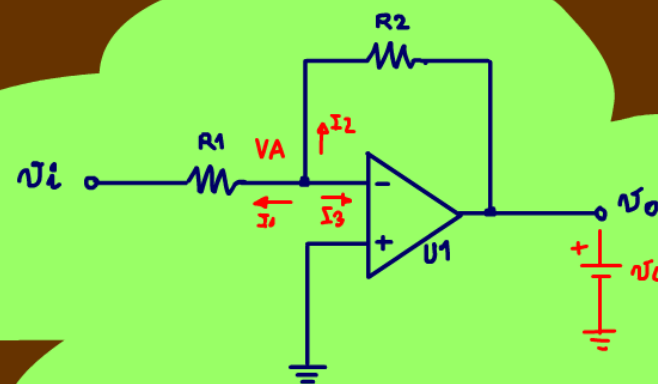


VEJA COMO A ANÁLISE NODAL NOS CIRCUITOS COM AMPOP
PODE SIMPLIFICAR MUITO!

**Veja como a Análise Nodal nos circuitos
com AMPOP pode simplificar muito!**



Amplificador Inversor

Professor Bairros (31/08/2024)



**VISITE
O NOSSO
SITE e
CANAL
YOUTUBE**
www.bairrospd.com
Professor Bairos

www.bairrospd.com

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.
PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

www.bairrospd.com

<https://www.youtube.com/@professorbairros>

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

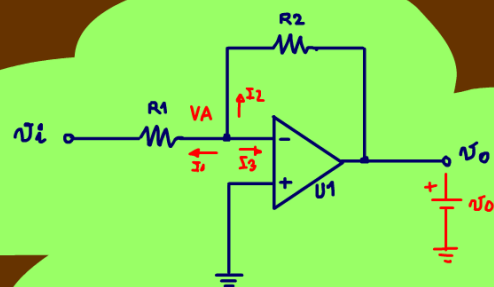
Sumário

1. Introdução	4
2. a análise nodal.	5
3. O amplificador inversor.	6
4. Identificando os nós.	7
5. O nó na tensão de saída.	8
6. O nó de referência o terra.	9
7. A correntes nos nós.....	10
8. A corrente na entrada do operacional.....	11
9. A equação da corrente I1.....	12
10. A equação da corrente I2.	13
11. A tensão VA.	14
12. Solucionando a equação.....	15
13. Conclusão.	16
14. Créditos.....	17

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!



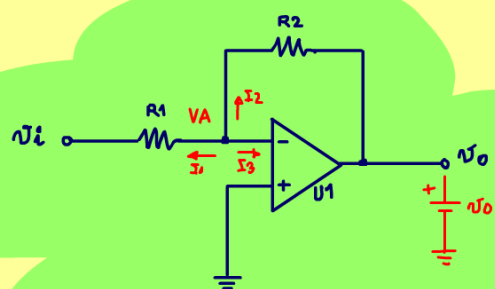
Amplificador Inversor

YOUTUBE: https://youtu.be/7i_EFa7fcjU

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

1. INTRODUÇÃO

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!



Amplificador Inversor

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

Nesse tutorial eu vou mostrar de forma rápida lépida e rasteira como a análise nodal pode simplificar muito a análise de circuitos, e vou mostrar de uma forma bem prática, analisando circuitos com amplificador operacional.

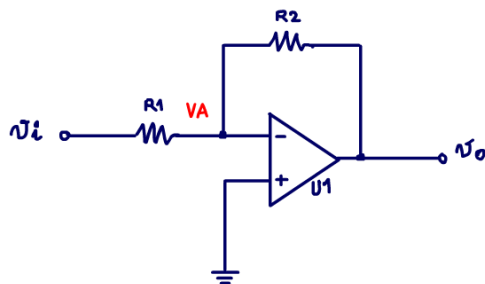
Após esse tutorial eu tenho certeza que você se sentir encorajado e usar a análise nodal na análise de qualquer circuito.

Vamos lá.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

2. A ANÁLISE NODAL.

2. A ANÁLISE NODAL.



Amplificador Inversor

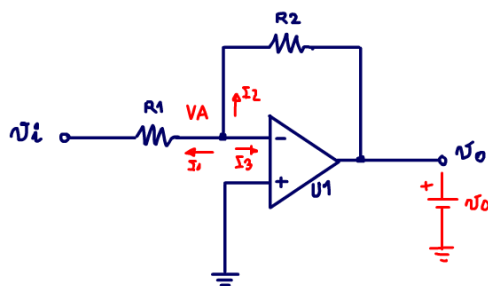
Claro que você tem que conhecer a análise nodal, a análise que serve para analisar um circuito qualquer usando a LEI DOS NÓS e não a LEI DAS MALHAS, se você não conhece não tem problema, eu vou revisando ao longo do tutorial, mas o ideal é você conhecer a análise nodal nos detalhes, então vou deixar na descrição desse vídeo, o link para o tutorial sobre o assunto.

Vamos com a análise nodal do amplificador inversor.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

3. O AMPLIFICADOR INVERSOR.

3.0 AMPLIFICADOR INVERSOR.



Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

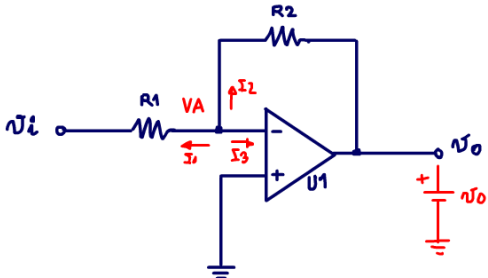
Esse é dos circuitos básicos com AMPOP, todo o técnico eletrônico deve conhecer a sua solução, a relação entre o sinal de saída V_o e o sinal de entrada V_i , o ganho de tensão desse circuito!

O que eu vou fazer é chegar a relação entre a tensão de saída e a tensão de entrada usando a LEI DOS NÓS, a análise nodal!

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

4. IDENTIFICANDO OS NÓS.

4. IDENTIFICANDO OS NÓS.



Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$-\frac{v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

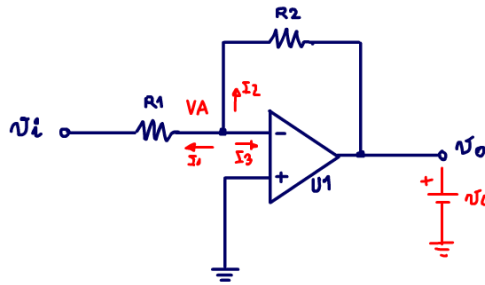
$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

O primeiro passo na análise nodal é identificar os nós no circuito, veja na figura que temos um nó na entrada inversora, vou chamar esse nó de v_A , esse nó vai gerar a tensão v_A , isso mesmo a LEI DOS NÓS serve para identificar as tensões no circuito, muito parecido com a LEI DAS MALHAS que servia para identificar as correntes no circuito, a LEI DOS NÓS é uma espécie de espelho da LEI DAS MALHAS!

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

5. O NÓ NA TENSÃO DE SAÍDA.

5. O NÓ NA TENSÃO DE SAÍDA.



Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$-\frac{v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

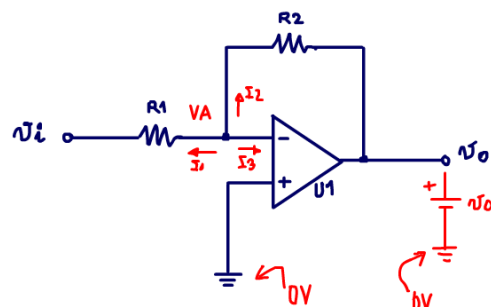
$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Também existe um nó na saída v_o , mas nesse caso essa é a tensão v_o , uma das tensões que queremos identificar, então eu vou considerar que a tensão nesse nó é conhecida e igual a v_o , vou até desenhar essa tensão em paralelo com a saída isso vai facilitar muito a análise do circuito.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

6. O NÓ DE REFERÊNCIA O TERRA.

6. O NÓ DE REFERÊNCIA O TERRA.



Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Você terá que identificar um nó de referência, normalmente é o terra, todas as correntes serão referenciadas à esse nó.

Para os circuitos com operacional o terra será sempre a primeira opção para o nó de referência, ali será considerado a tensão zero volt e isso não precisa ser desenhado no circuito, aqui fica claro que o terra está a zero volt.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

7. A CORRENTES NOS NÓS.

7.A CORRENTES NOS NÓS.

Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

No final temos somente um nó nesse circuito, então poderemos resolver esse circuito com somente uma equação, quando resolvemos por malhas foi preciso duas equações, então a análise nodal vai facilitar muito.

Na análise nodal as correntes serão todas consideradas saindo dos nós, então a tensão do nó, será sempre positiva, nesse caso v_A será positiva.

Temos nesse nó só duas correntes uma que vai para o ramo da resistência de entrada R_1 e a fonte de tensão da entrada v_i , e outra em direção a resistência de saída R_2 e a tensão de saída v_o , com a prática não vai ser preciso desenhar as correntes, mas desenhando as correntes fica tudo mais organizado.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

8. A CORRENTE NA ENTRADA DO OPERACIONAL.

8. A CORRENTE NA ENTRADA DO OPERACIONAL.

Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$I_3 = 0A$

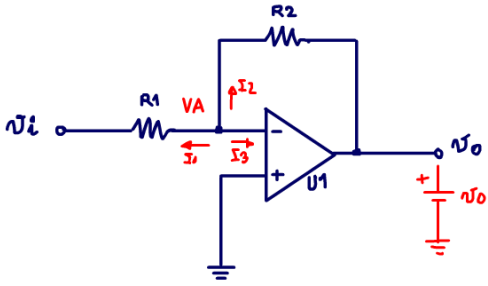
No nó da tensão v_A também tem uma corrente em direção a entrada inversora do operacional, vou chamar de I_3 , mas aqui entra um detalhe importante, a influência do operacional, tudo mundo sabe que a corrente na entrada do operacional é zero, então a corrente I_3 será zero, é o zero virtual em ação, então eu nem vou levar em conta na equação dos nós, assim no nó de v_A temos duas correntes I_1 e I_2 , simples assim.

Vou escrever a equação do nó em v_A , I_1 mais I_2 tudo isso igual a zero.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

9. A EQUAÇÃO DA CORRENTE I1.

9. A EQUAÇÃO DA CORRENTE I1.



Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$-\frac{v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

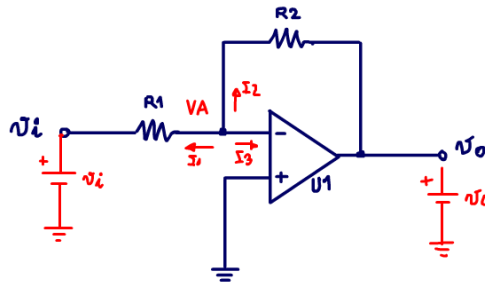
Agora vou escrever a equação da corrente I1 em função da tensão do nó VA, na verdade essa corrente é computada sobre a resistência R1, a corrente em uma resistência é igual a tensão dividida pela resistência, aqui a tensão na resistência R1 é igual a tensão do nó VA menos a tensão de entrada VI, a tensão do nó sempre será positiva, a tensão da fonte ligada no ramo onde estamos levantando a corrente será negativa, teremos uma subtração na equação, se o negativo da fonte estiver para o terra, é esse o caso aqui, se tivesse o positivo para o terra, então seria positiva, teríamos uma soma.

Então a equação fica, a tensão do nó VA menos a tensão de entrada VI dividido pela resistência R1.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

10. A EQUAÇÃO DA CORRENTE I2.

10. A EQUAÇÃO DA CORRENTE I2.



Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-v_i}{R_1} + \frac{-v_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Vamos fazer o mesmo para a corrente I2, aqui fica a tensão do nó VA, menos a tensão de saída VO, a tensão do nó é sempre positiva, e aqui a tensão de saída VO é negativa porque está com o negativo da fonte ligado no terra.

Tudo isso dividido pela resistência de realimentação R2, pronto temos todas as equações.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

11. A TENSÃO VA.

11. A TENSÃO VA.

Amplificador Inversor

$$A_V = \frac{V_o}{V_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{V_A - V_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{V_A - V_i}{R_1} + \frac{V_A - V_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-V_i}{R_1} + \frac{-V_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-V_i}{R_1} = \frac{V_o}{R_2}$$

$$V_o = -V_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Notar que queremos a relação da tensão de saída VO sobre a tensão de entrada VI, então não poderemos ter outras tensões desconhecidas, mas nessa equação tem a tensão VA, como fazer?

Não tem segredo vamos usar as características do amplificador operacional, o zero virtual vai nos ajudar novamente, aqui a tensão VA é igual a zero, já que no operacional a tensão na entrada inversora é igual a tensão na entrada não inversora, e a tensão na entrada não inversora aqui é zero.

Com isso a equação simplifica muita podemos tirar a tensão VA da equação, agora ficou muito fácil, qualquer criança brinca e se diverte.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

12. SOLUCIONANDO A EQUAÇÃO.

12. SOLUCIONANDO A EQUAÇÃO.

Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-v_i}{R_1} + \frac{-v_o}{R_2} = 0$$

$$\frac{-v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Passando o menos v_o sobre R_2 para o outro lado da igualdade trocando o sinal, agora fica tudo positivo.

Isolando a tensão de saída v_o , passando a resistência R_2 para o outro lado da igualdade multiplicando.

Ajeitando a equação para deixar a tensão de saída a esquerda.

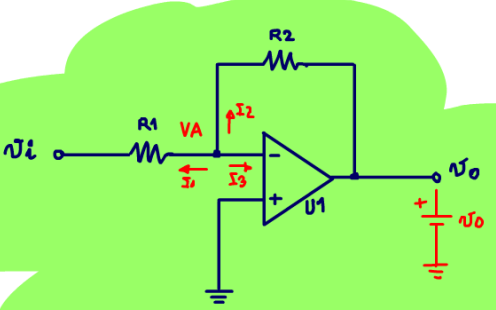
Escrevendo a relação tensão de saída v_o sobre a tensão de entrada v_i , que é ganho de tensão desse circuito, chegamos na conhecida equação menos R_2 sobre R_1 , menos a resistência de realimentação sobre a resistência de entrada, esse menos indica que o sinal de saída vai sair invertido, por isso esse é um amplificador inversor.

O que você acha, ficou mais simples analisar esse circuito usando a análise nodal?

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

13. CONCLUSÃO.

13. CONCLUSÃO.



Amplificador Inversor

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$I_1 + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + I_2 = 0$$

$$\frac{v_A - v_i}{R_1} + \frac{v_A - v_o}{R_2} = 0$$

$$-\frac{v_i}{R_1} = \frac{v_o}{R_2}$$

$$v_o = -v_i \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Você viu nesse tutorial como a análise nodal pode facilitar a análise de circuitos, na maioria das vezes ela vai gerar menos equações que a análise das malhas, então de agora em diante você tem mais opção para analisar circuitos, claro que vamos mostrar mais alguns exemplos logo a seguir, aguarde.

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

14. CRÉDITOS

E por favor, se você não é inscrito, se inscreva e marque o sininho para receber as notificações do canal e não esqueça de deixar aquele like e compartilhar para dar uma força ao canal do professor bairros.

Arthurzinho: E não tem site.

Tem sim é www.bairrospd.com lá você encontra o PDF e tutoriais sobre esse e outros assuntos da eletrônica

E fique atento ao canal do professor bairros para mais tutoriais sobre eletrônica, até lá!

INSCRIÇÃO YOUTUBE: <https://www.youtube.com/@professorbairros>

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ TEM O PDF E MUITO MAIS

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE

www.bairrospd.com

SOM: pop alegre Mysteries -30 (fonte YOUTUBE)

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

20240829 Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito

Veja como a Análise Nodal nos circuitos com AMPOP pode simplificar muito!

Assuntos relacionados.

Quanta teoria eu preciso para trabalhar com eletrônica?: <https://youtu.be/-5T6T3sljDo>

YOUTUBE: https://youtu.be/7i_EFa7fcjU

Análise nodal, análise circuito com amplificador operacional, análise amplificador inversor, análise de circuitos,