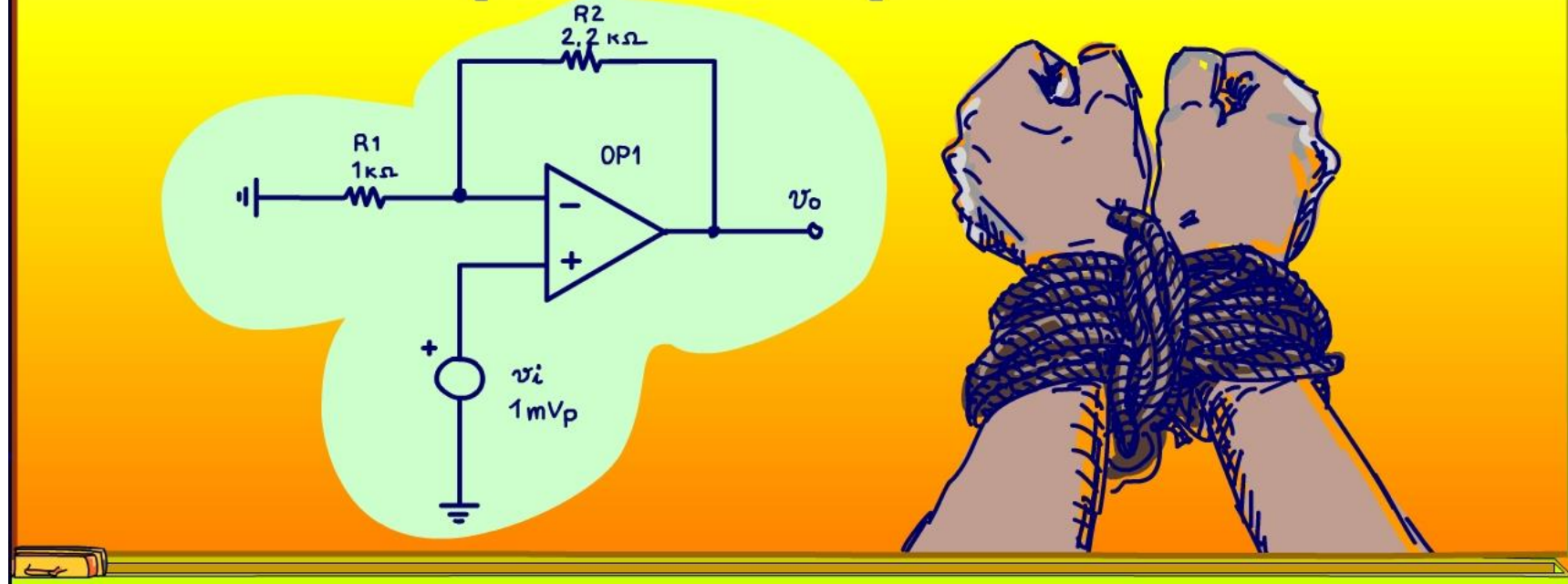


VOCÊ QUER ANALISAR UM CIRCUITO COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL? PENSE EM USAR A ANÁLISE NODAL

Desatando os nós da análise de circuitos com amplificador operacional



Professor Bairros (11/10/2023)



**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>

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

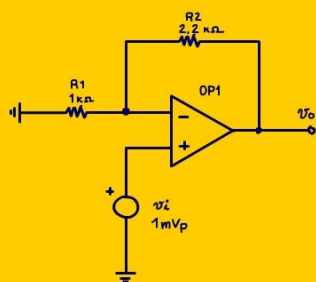
Sumário

1. Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal	3
2. O amplificador não inversor.	4
3. A equação.	5
4. Levantando a equação usando a lei de ohm.	6
5. Resolvendo a equação.....	7
6. Usando a LEI DAS MALHAS.	8
7. As malhas.	9
8. A corrente no circuito.	10
9. As tensões.	11
10. A equação da malha de entrada.	12
11. Resolvendo a equação.	13
12. A análise nodal.....	14
13. A equação dos nós.	15
14. Conclusão.	17
15. Créditos.....	18

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

1. VOCÊ QUER ANALISAR UM CIRCUITO COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL? PENSE EM USAR A ANÁLISE NODAL

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal



Se você está pensando em analisar um circuito com amplificador operacional, pense em usar a análise nodal.

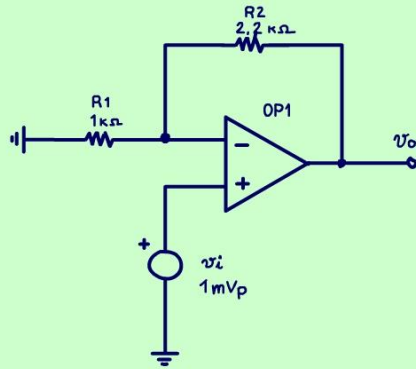
Todo mundo pensa primeiro em usar a LEI DE OHM, depois a LEI DAS MALHAS, mas poucos pensam na LEI DOS NÓS e sim usar a análise nodal pode facilitar muito, é isso que eu vou mostrar nesse tutorial, vou mostrar como desatar esses nós.

Vamos lá.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

2. O AMPLIFICADOR NÃO INVERSOR.

2. Introdução



Nada melhor do que mostrar na prática, então, vou analisar o circuito de um amplificador não inversor usando a análise nodal.

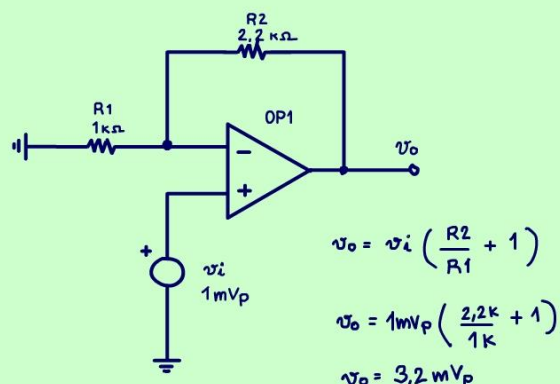
Você não sabe o que é a análise nodal?

Claro que eu vou explicar bem explicadinho, mas eu tenho um tutorial falando sobre o assunto, está na descrição desse vídeo, qualquer dúvida dê uma olhadinha.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

3. A EQUAÇÃO.

3. Amplificador não inversor



Claro que todo o técnico eletrônico já tem na ponta da língua a equação do ganho de tensão desse circuito, é essa da figura.

A tensão de saída é igual a tensão de entrada multiplicado por R2 sobre R1 mais um, o diferencial dessa equação é o mais um.

Então a tensão de saída nesse circuito é 3,2mV, o ganho é 3,2.

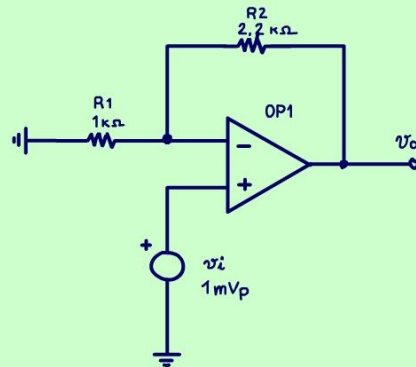
Note que não tem o sinal menos na equação, então não inverte a saída, por isso esse é um amplificador não inversor!

Mas, como essa equação surgiu?

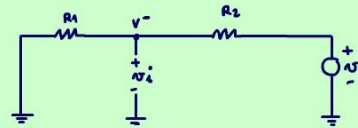
Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

4. LEVANTANDO A EQUAÇÃO USANDO A LEI DE OHM.

4.A equação



Usando divisor de tensão



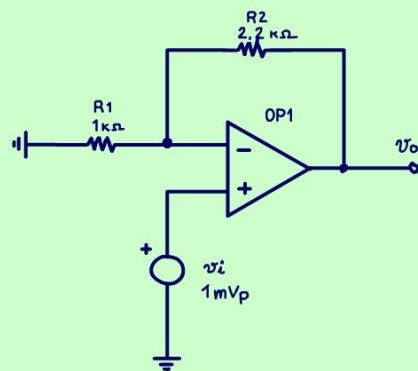
Para chegar na equação do amplificador não inversor é preciso analisar o circuito e tem muitas formas de fazer isso, posso usar a lei de OHM pura, nesse caso tenho que usar um monte de artifício, por exemplo considerando o circuito como um divisor de tensão, veja o circuito como ficaria, aqui devido ao zero virtual eu posso pensar nesse amplificador como o circuito da figura, a tensão na entrada inversora é exatamente a tensão do sinal de entrada v_i .

Nesse divisor eu conheço a tensão de entrada é a tensão v_i e a minha pergunta é a tensão de saída v_o , esse mesmo artifício é usado nas fontes lineares com realimentação.

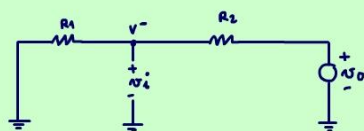
Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

5. RESOLVENDO A EQUAÇÃO

5. Resolvendo



Usando divisor de tensão



$$v_i = v_o \left(\frac{R1}{R1 + R2} \right)$$

$$v_o = v_i \left(\frac{R1 + R2}{R1} \right)$$

$$v_o = v_i \left(\frac{R1}{R1} + \frac{R2}{R1} \right)$$

$$v_o = v_i \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

Veja como fica a equação do divisor de tensão pensando que a tensão que é aplicada no circuito vem da saída v_o .

A tensão na resistência $R1$ é a tensão de entrada v_i .

A tensão v_i é igual a tensão que alimenta o circuito a tensão na saída do operacional v_o que multiplica $R1$ sobre a soma das resistências.

Isolando v_o , fica a tensão de entrada v_i que multiplica a soma das resistências sobre $R1$.

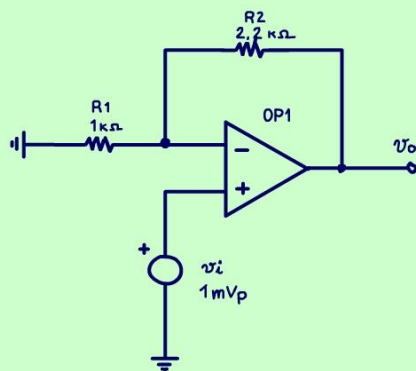
Agora é só ajustar a soma das frações, e a equação surge num passe de mágica.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

6. USANDO A LEI DAS MALHAS.

6. Lei das malhas

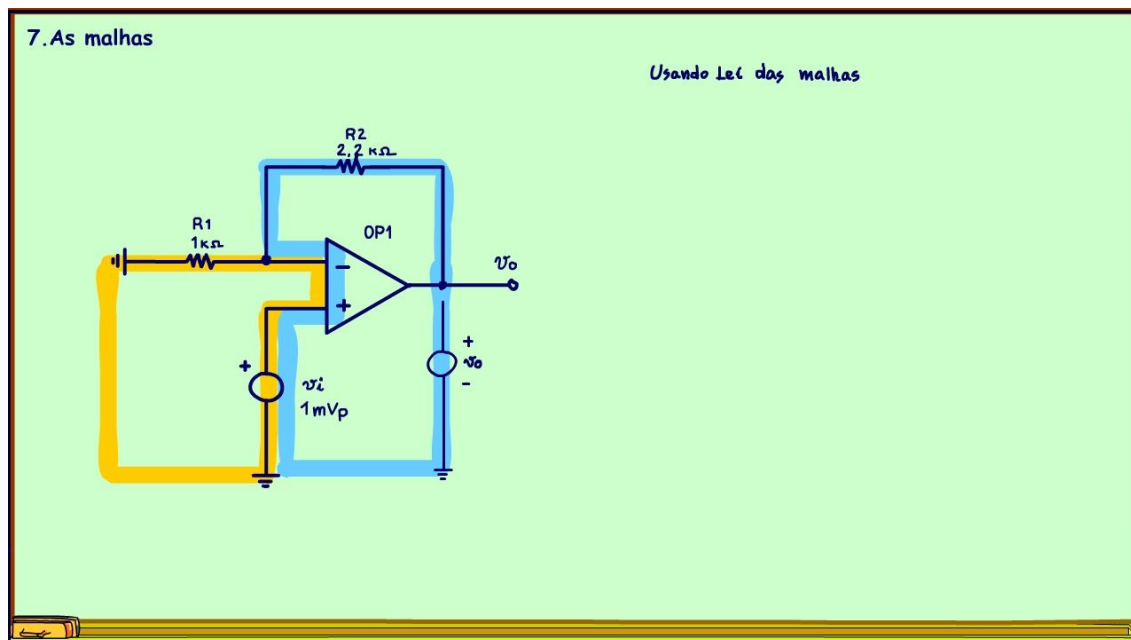
Usando Lei das malhas



Eu uso muito a LEI DAS MALHAS completas para analisar circuitos, então parece que ela é a solução para todos os circuitos, na verdade ela soluciona todos os circuitos sim, mas nem sempre é a mais prática, vou mostrar como usar nesse circuito.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

7. AS MALHAS.

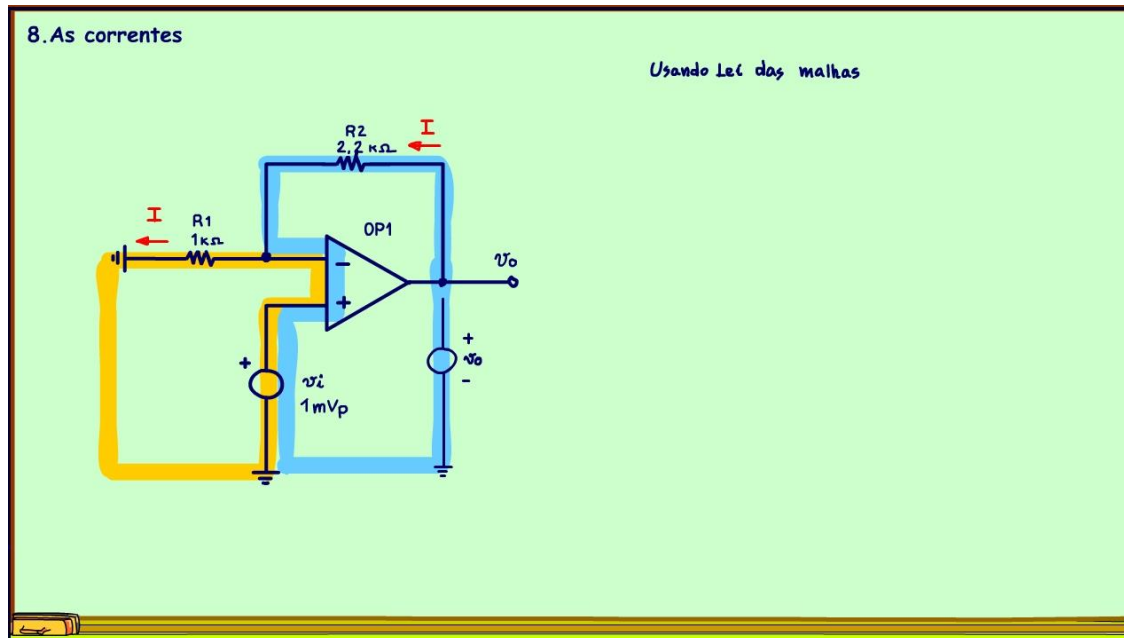


Para usar a LEI DAS MALHAS você tem que traçar malhas no circuito, malhas fechadas, nesse circuito podemos identificar duas malhas, a malha de entrada em amarelo e a malha de saída em azul, todas passando pelo operacional.

Sempre pensando na tensão de saída como uma fonte interna do operacional.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

8. A CORRENTE NO CIRCUITO.

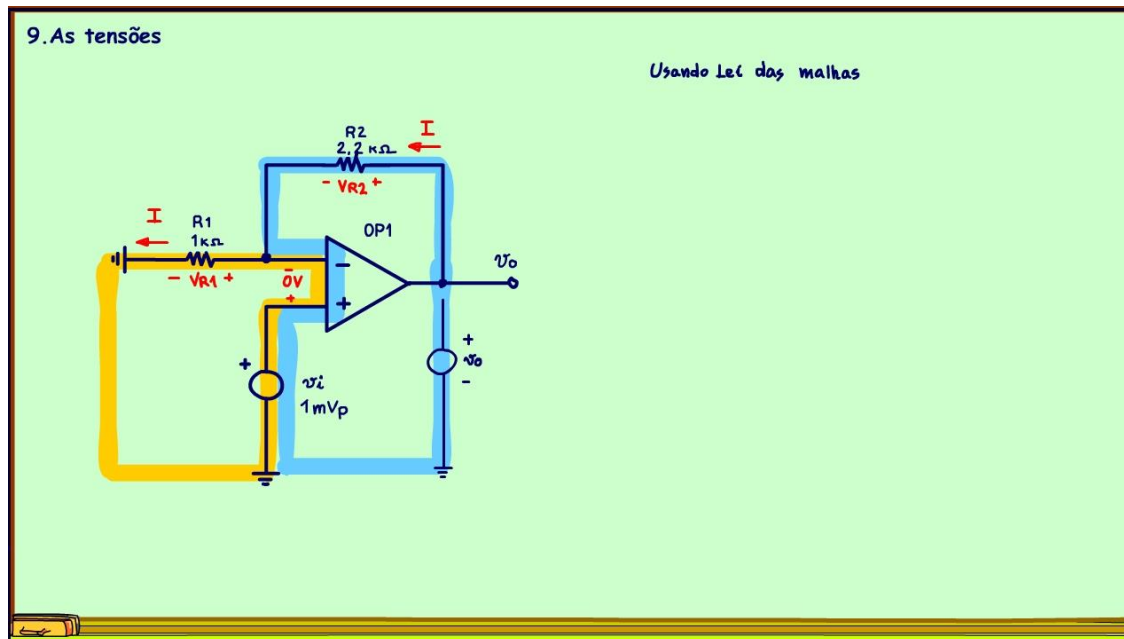


Para levantar a equação pela LEI DAS MALHAS você tem que chutar a corrente, nesse caso é fácil, a corrente está vindo da fonte da tensão de saída, o sentido é anti-horário.

Só tem uma corrente nesse circuito já que não existe corrente entrando no operacional, vou chamar de corrente I , é o zero virtual em ação.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

9. AS TENSÕES.

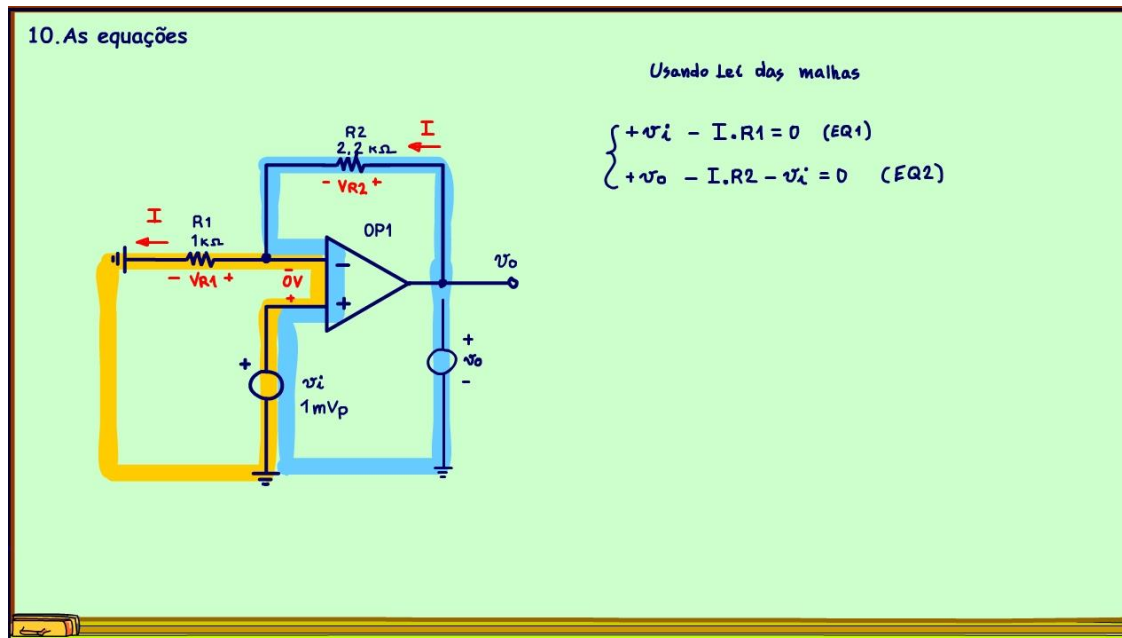


Agora fica fácil colocar as polaridades das tensões em cada resistência, o positivo está do lado que a corrente está entrando.

Só para salientar vou escrever a tensão entre as entradas do operacional é zero volt, é o zero virtual em ação novamente.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

10.A EQUAÇÃO DA MALHA DE ENTRADA.



Agora é só escrever as equações.

Vou começar pela equação da malha de entrada, vou levantar a equação no mesmo sentido da corrente I, anti-horário.

A equação de entrada é +Vi, a tensão de entrada estou passando do menos para o mais, não vou somar a tensão nas entradas do operacional, claro ela é zero, menos a tensão na resistência R1 que eu já vou escrever usando a lei de OHM I vezes R1, tudo isso é igual a zero, e pronto, essa é a primeira equação.

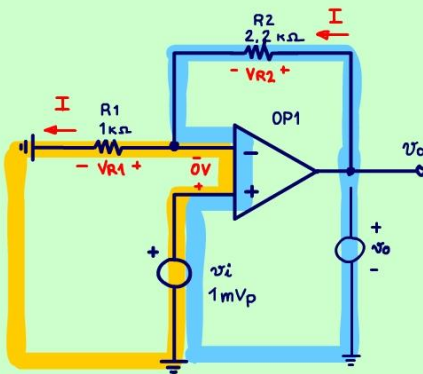
A segunda equação é +Vo, -I vezes R2, menos a tensão de entrada vi, tudo isso igual a zero.

Duas equações.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

11. RESOLVENDO A EQUAÇÃO.

11. Resolvendo



Usando Lei das malhas

$$\begin{cases} +v_i - I \cdot R_1 = 0 & (EQ1) \\ +v_o - I \cdot R_2 - v_i = 0 & (EQ2) \end{cases}$$

$$I = \frac{v_i}{R_1}$$

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

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

$$+v_o = v_i \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)$$

A solução é simples, vou resolver por substituição.

Primeiro determino a corrente na equação 1, a corrente I é igual a tensão de entrada v_i sobre a resistência R_1 , simples assim.

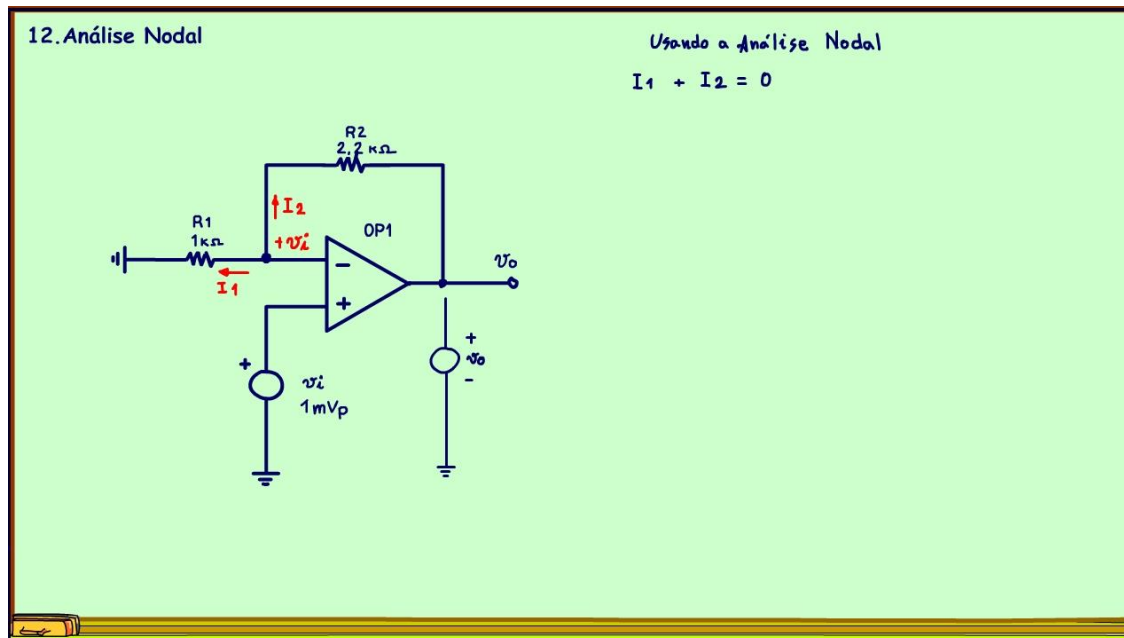
Agora substituo essa corrente na equação dois.

Isolo a tensão de saída, que é minha pergunta, as outras parcelas passam para o outro lado invertendo o sinal.

Agora é só colocar a tensão de entrada em evidência e pronto, essa a equação, agora determinada usando a LEI DAS MALHAS.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

12.A ANÁLISE NODAL



E para finalizar vou mostrar como usar a análise nodal para resolver esse circuito.

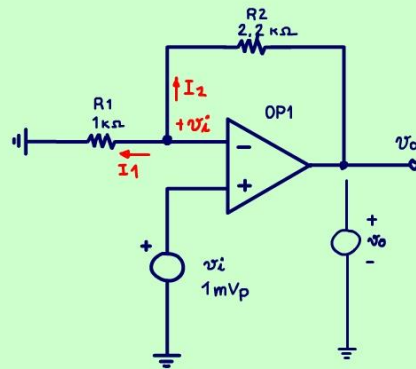
Na análise nodal você tem que escolher um nó de referência, normalmente é o terra, aqui vou usar o terra mesmo.

Em seguida, você deve marcar os nós no circuito, nesse circuito só tem um nó, o nó da entrada inversora do operacional, aqui nesse circuito a gente sabe a tensão nessa entrada, nessa entrada é igual a tensão de entrada V_i , isso devido ao zero virtual, e novamente vamos pensar na tensão de saída como a tensão v_o .

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

13.A EQUAÇÃO DOS NÓS.

13As equações



Usando a Análise Nodal

$$I_1 + I_2 = 0$$

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

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

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

$$R_2 \left(\frac{v_i}{R_1} + \frac{v_i}{R_2} \right) = v_o$$

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

$$v_i \left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2}{R_2} \right) = v_o$$

$$v_i \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) = v_o$$

Agora é só usar a equação dos nós nesse nó, mas tem que seguir uma convenção, as correntes serão consideradas todas saindo dos nós, então tem duas correntes, uma saída para R1 em direção ao terra, vou chamar de I1, e outra saída para R2 e passando pela fonte de tensão da saída, vou chamar de I2.

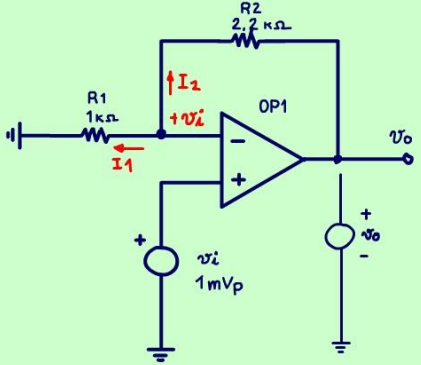
A equação do nó é simplesmente a corrente I1 mais a corrente I2 tudo isso é igual a zero, LEI DOS NÓS, a soma das correntes em um nó é igual a zero.

Agora é só levantar a equação para cada corrente.

Sempre lembrando que se você quiser todos os detalhes, vai no tutorial na descrição do vídeo.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

13As equações



Usando a Análise Nodal

$$I_1 + I_2 = 0$$

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

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

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

$$R_2 \left(\frac{v_i}{R_1} + \frac{v_i}{R_2} \right) = v_o$$

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

$$v_i \left(\frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2}{R_2} \right) = v_o$$

$$v_i \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) = v_o$$

A equação do ramo de R1 é muito simples, a corrente é igual a tensão de entrada Vi sobre a resistência R1.

A equação do ramo de I2 é simples também, é a tensão de entrada Vi menos a tensão de saída VO sobre R2.

Tudo isso igual a zero.

Agora é só resolver, vou primeiro separar a soma das frações para isolar a tensão de saída VO que o que eu quero.

Agora é só passar a parcela com a tensão de saída para o outro lado da igualdade trocando o sinal.

Passo o R2 para o outro lado multiplicando tudo, assim

isolo a tensão de saída vo.

Passo R2 para dentro dos parênteses, assim elimino os parênteses.

Agora é colocar a tensão de entrada em evidência e simplificar R2 sobre R2 que dá um, e pronto temos a equação.

O que você achou, não foi simples?

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

14. CONCLUSÃO.

CONCLUSÃO

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

$$v_o = v_i \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)$$

Você viu que análise nodal é fácil de usar, simplifica a equação, nesse circuito foi gerada somente uma equação, na análise por malhas foram geradas duas equações, com menos equação tudo fica mais fácil.

Então de agora em diante pense em usar a análise nodal também para analisar os seus circuitos e boa sorte.

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

15. 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)

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

20231010 Você quer entender um circuito com amplificador operacional pense em usar a análise nodal

Você quer analisar um circuito com amplificador operacional? Pense em usar a análise nodal

Se você está pensando em analisar um circuito com amplificador operacional, pense em usar a análise nodal.

Todo mundo pensa primeiro em usar a LEI DE OHM, depois a LEI DAS MALHAS, mas poucos pensam na LEI DOS NÓS e sim usar a análise nodal pode facilitar muito, é isso que eu vou mostrar nesse tutorial.

Assuntos relacionados.

Análise nodal (parte1): <https://youtu.be/hGBQJj4qzhE>

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

SEO:

Amplificador operacional, análise circuitos com amplificador operacional, amplificador não inversor, análise do amplificador não inversor,

YOUTUBE: <https://youtu.be/LHh02-Opu0Y>