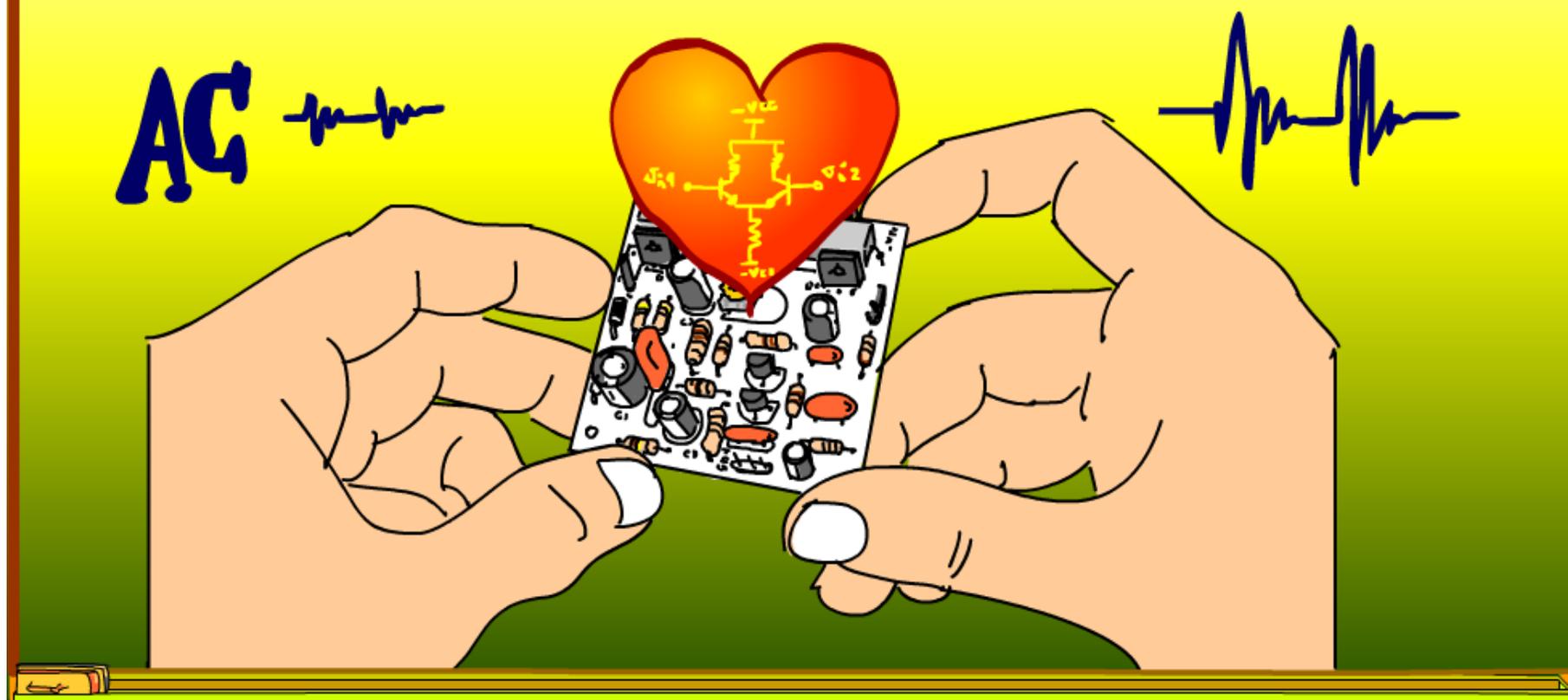


Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

Veja o coração dos amplificadores batendo



@ProfessorBairros- www.BairrosPD.com (13/04/2023)



**VISITE
O NOSSO
SITE e
CANAL
YOUTUBE**

**www.bairrospd.com
Professor Bairros**

www.bairrospd.com

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIRROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

www.bairrospd.com

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

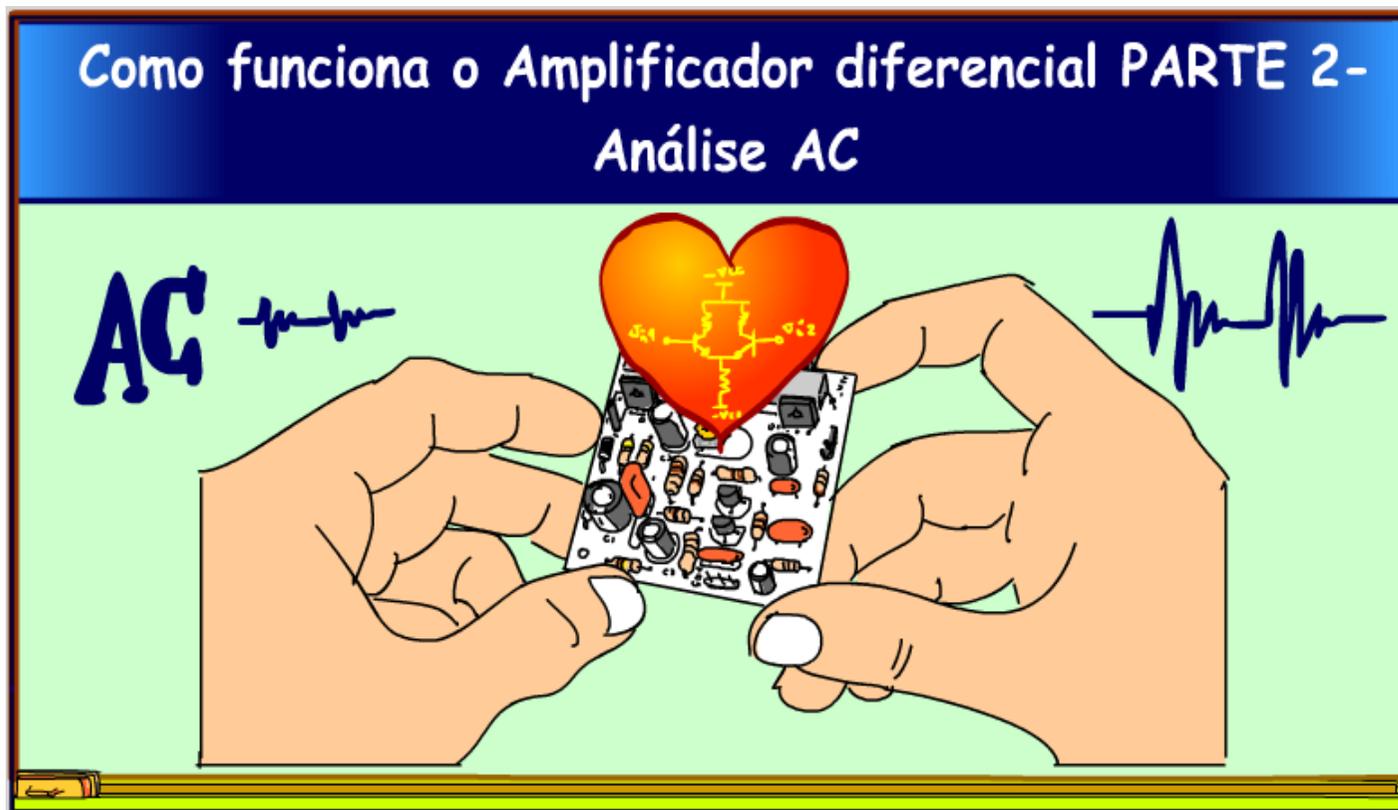
Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

Sumário

1. Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC	3
2. O circuito.....	4
3. A análise DC	5
4. O circuito em AC.	6
5. O ganho de tensão.	7
6. Exemplo de cálculo.	8
7. A corrente de base.....	9
8. O circuito de entrada.	10
9. A resistência equivalente.	11
10. A corrente de base.	12
11. A corrente de coletor.	13
12. A tensão de saída e o ganho de tensão.....	14
13. Aumentando resistência de emissor.	15
14. O ganho de tensão simplificado.	16
15. A fonte de corrente no emissor	17
16. O circuito ideal.	18
17. Conclusão.	19
18. Créditos.....	20

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

1. COMO FUNCIONA O AMPLIFICADOR DIFERENCIAL PARTE 2- ANÁLISE AC



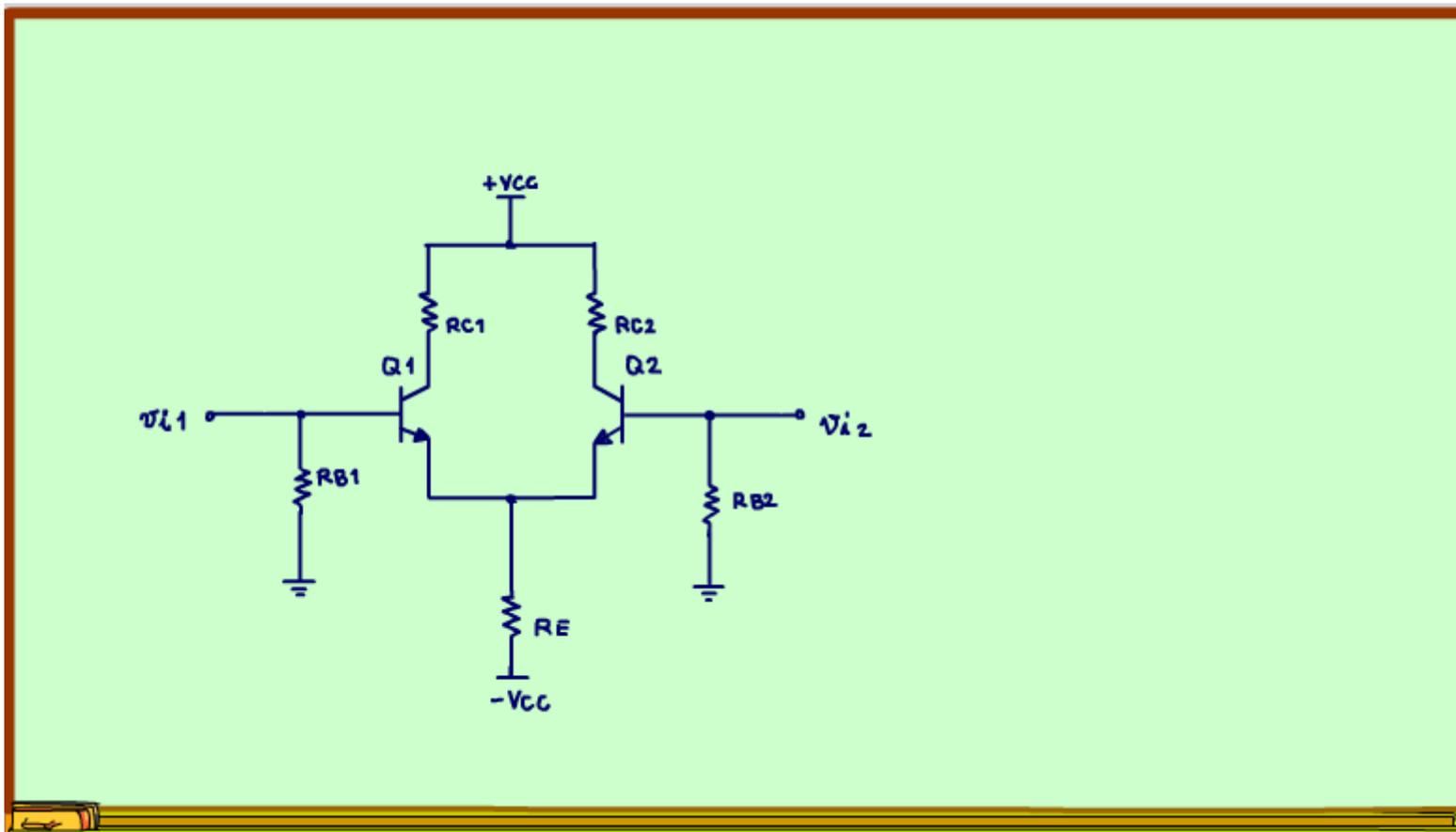
Nesse tutorial eu vou mostrar a análise AC, a análise de pequenos sinais do amplificador diferencial, vou calcular o ganho e mostrar como a resistência de emissor tem um papel fundamental nesse trabalho.

O coração continua firme e forte.

Vamos lá.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

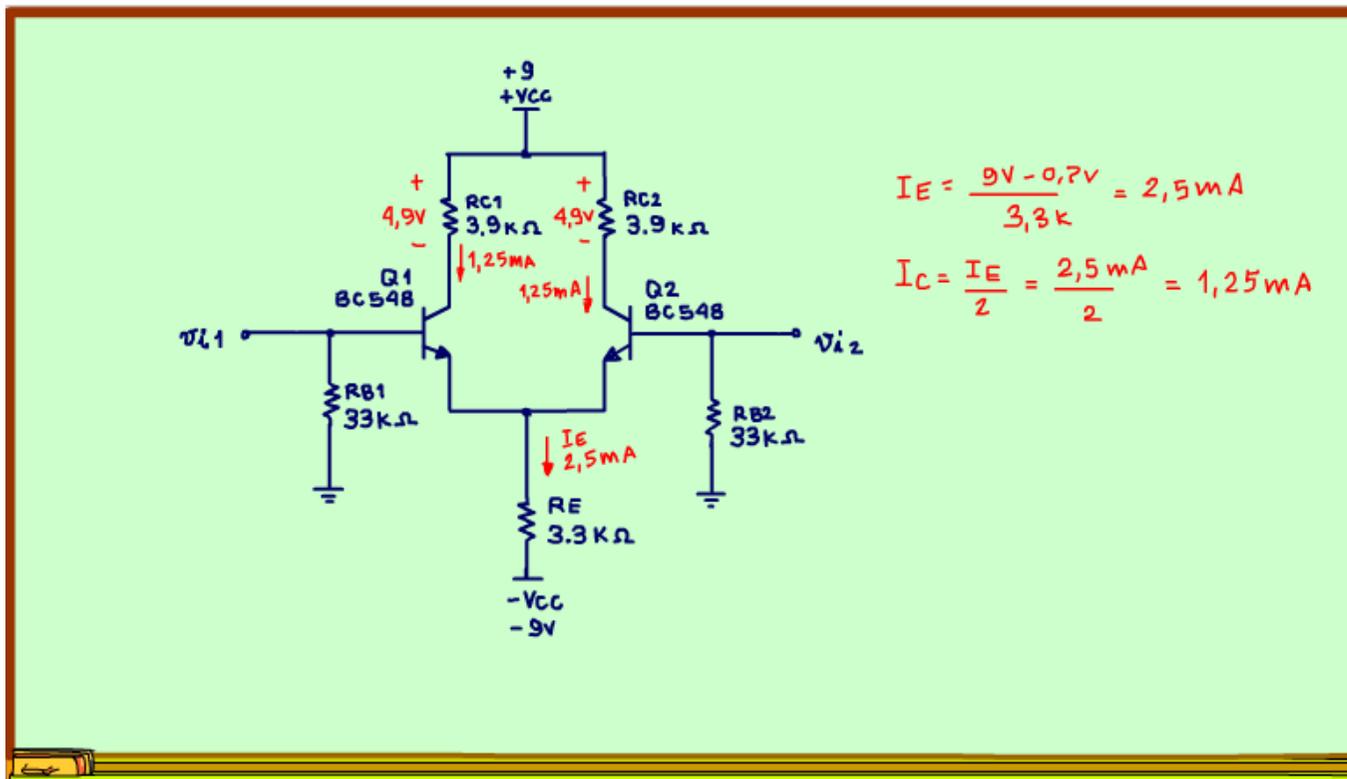
2. O CIRCUITO.



O circuito do amplificador diferencial é mostrado na figura, o mesmo visto no tutorial passado.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

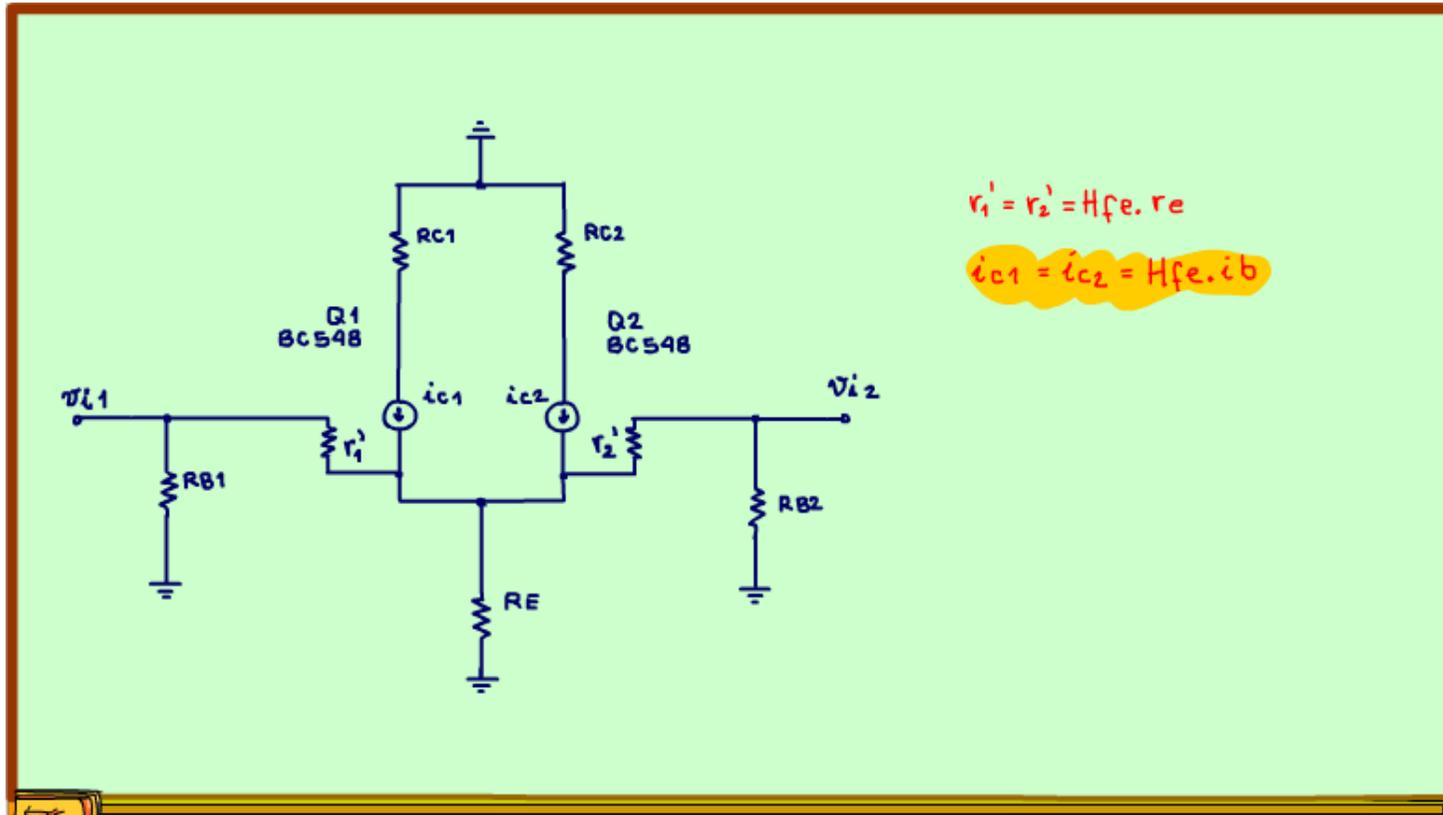
3. A ANÁLISE DC



No tutorial passado eu mostrei um exemplo, calculei as correntes e tensões veja o resultado na figura, fiz uma análise DC do circuito, nesse tutorial vou fazer a análise AC de pequenos sinais, você lembra como fazer?

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

4. O CIRCUITO EM AC.



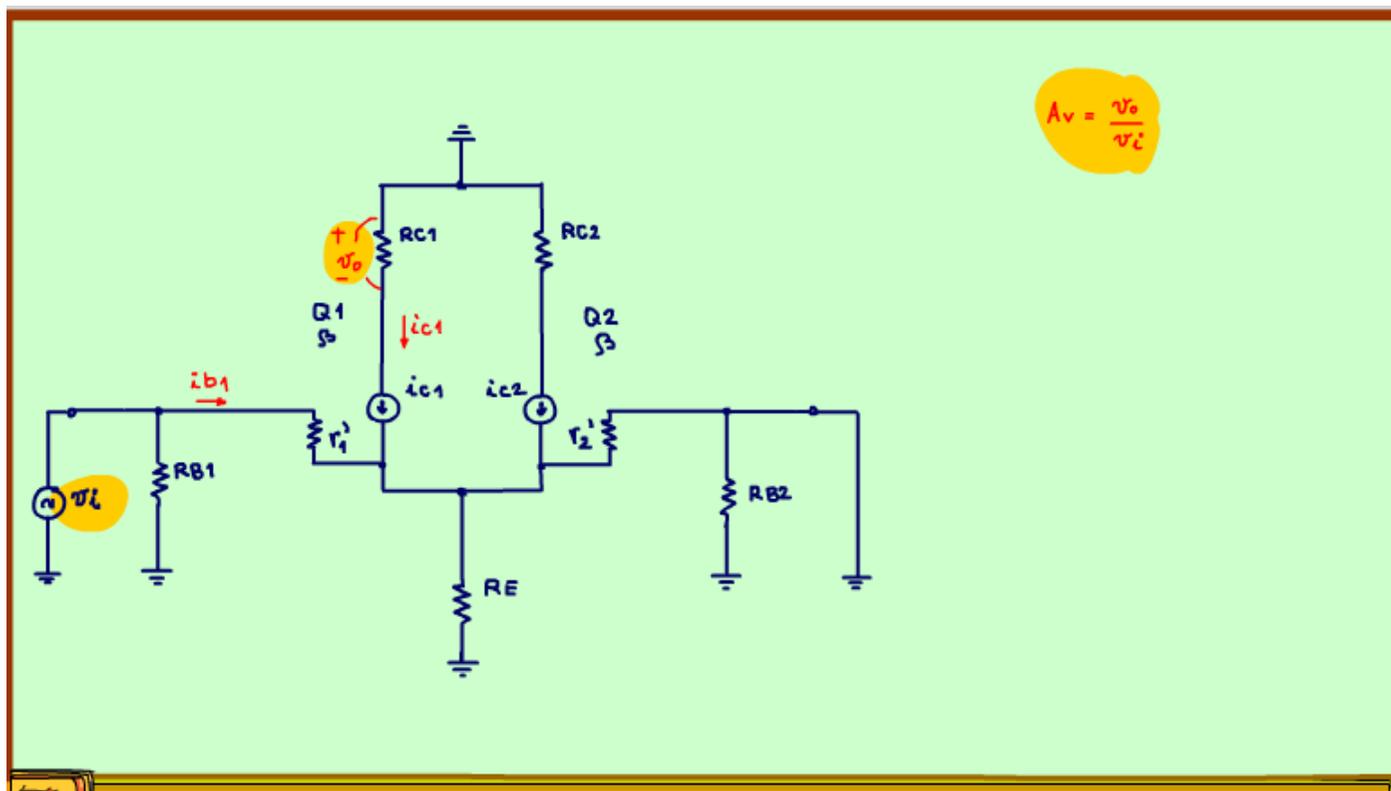
Isso mesmo, você tem que desenhar o circuito equivalente para AC, colocando em curto a fonte de tensão, por isso as ligações com as fontes foram aterradas, os capacitores devem ser colocados em curto, nesse circuito não tem nenhum capacitor, melhor ainda, os transistores devem ser substituídos pelos seus equivalentes com a resistência interna base emissor r' , que é igual a resistência interna da junção base emissor refletida na

base, isso é HFE vezes a resistência r_e .

No coletor tem uma fonte de corrente de valor igual o ganho HFE vezes a corrente de base.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

5. O GANHO DE TENSÃO.

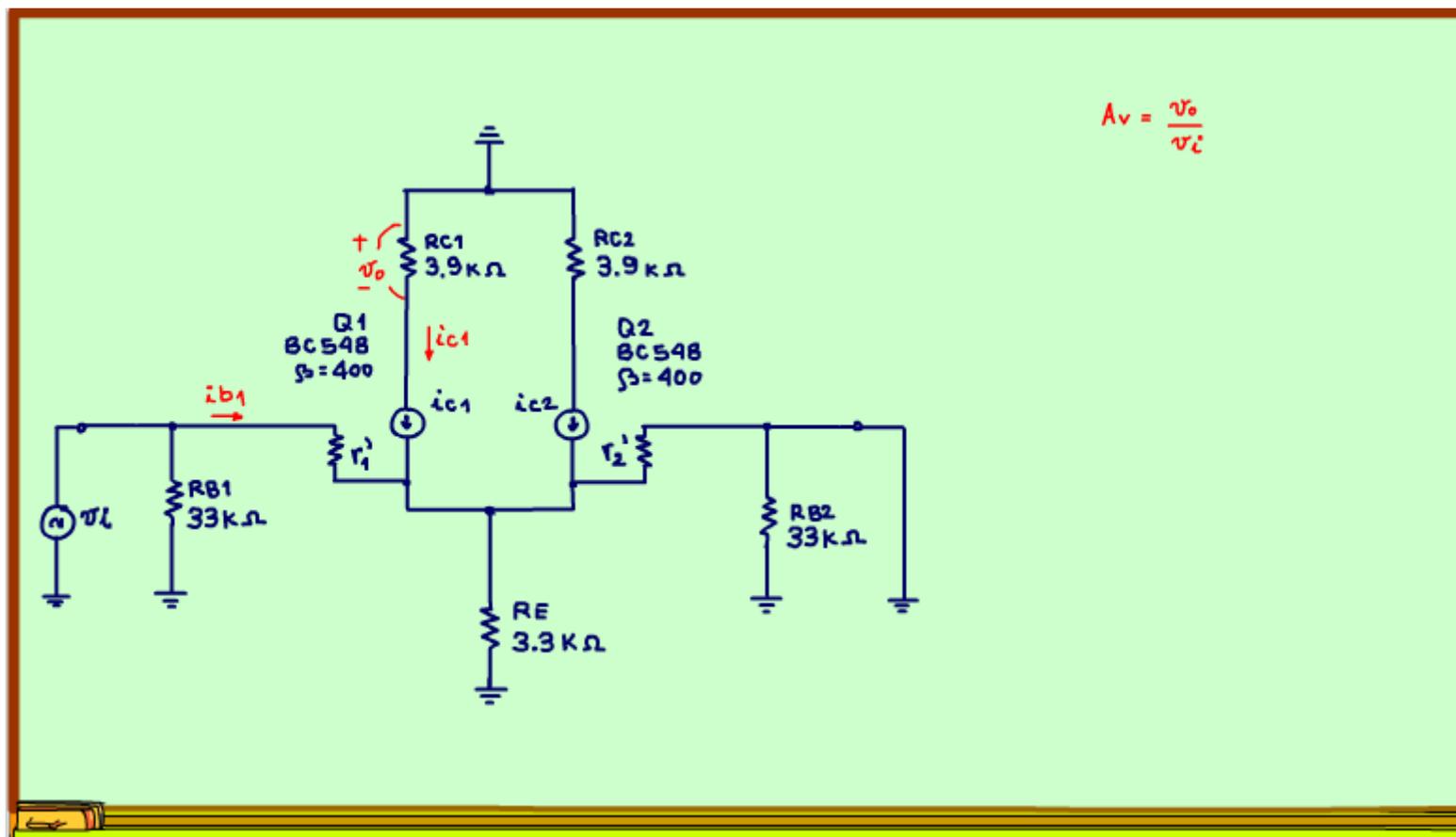


Para deixar a análise mais prática vou analisar o ganho de tensão usando a ligação mais comum nos amplificadores, o sinal aplicado a uma das entradas enquanto a outra está aterrada.

O ganho de tensão é simplesmente a razão entre a tensão de saída e a tensão entrada, não tem segredo.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

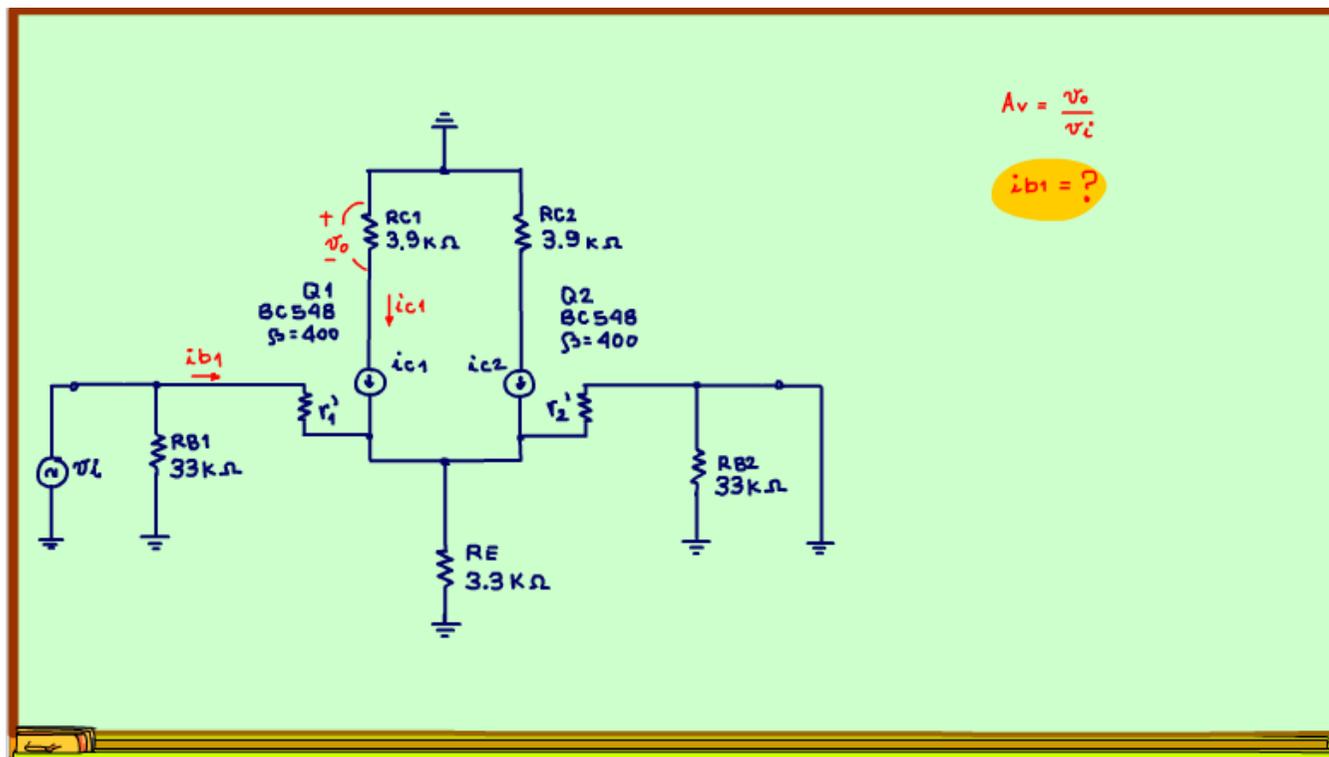
6. EXEMPLO DE CÁLCULO.



Para deixar ainda mais prático vou analisar o ganho do circuito da aula passada, os valores foram colocados no diagrama da figura.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

7. A CORRENTE DE BASE.

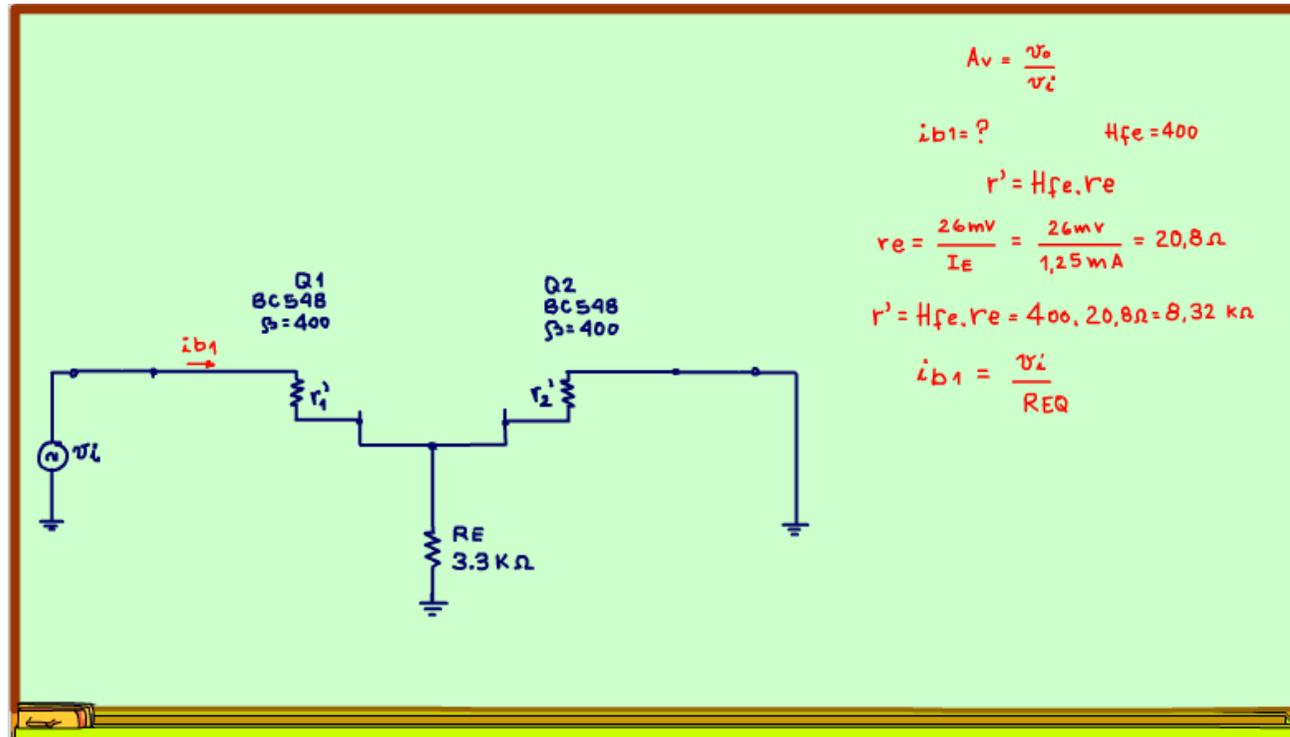


Note que para calcular o ganho eu preciso primeiro calcular a corrente de base, depois o transistor amplifica essa corrente multiplicando pelo HFE e essa corrente ao passar pela resistência de coletor vai gerar a tensão de saída, simples assim, você já fez isso um milhão de vezes aqui nesse canal amalucado.

Então, tudo começa pela corrente de base 1.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

8. O CIRCUITO DE ENTRADA.



Para determinar a corrente de base somente o circuito de entrada interessa, esse da figura.

Nesse circuito eu desconsidere as resistências da base RB1 e RB2, seus valores são tão altos que não vão influir no circuito.

Note que simplicidade, uma fonte de tensão v_i e três resistências.

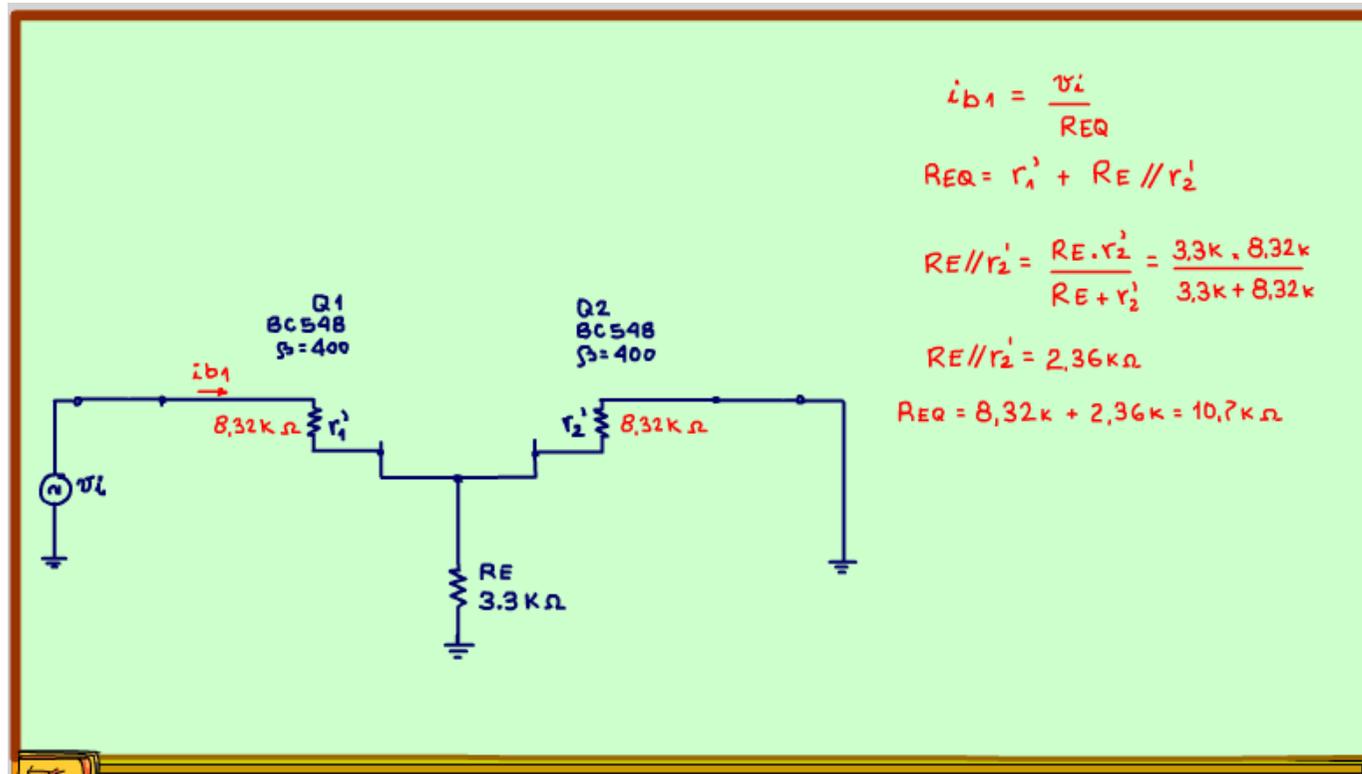
Primeiro vou calcular a resistência interna r'_i , para isso eu preciso da resistência interna da junção r_e que pode ser calculada usando a equação do diodo, 26mV dividido pela corrente de emissor que nesse circuito é igual a 1,25 mA, foi calculada no tutorial passado.

Assim a resistência r_e é igual a 20,8 OHM, bem baixinha. A resistência r'_i pode ser calculada agora, é só multiplicar r_e pelo ganho de 400, esse é o ganho do BC548, a resistência r'_i tem o valor de 8,32kohm. Note que os valores das duas resistências internas são iguais.

A corrente de base 1 é igual a tensão do sinal v_i dividido pela resistência equivalente desse circuito.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

9. A RESISTÊNCIA EQUIVALENTE.



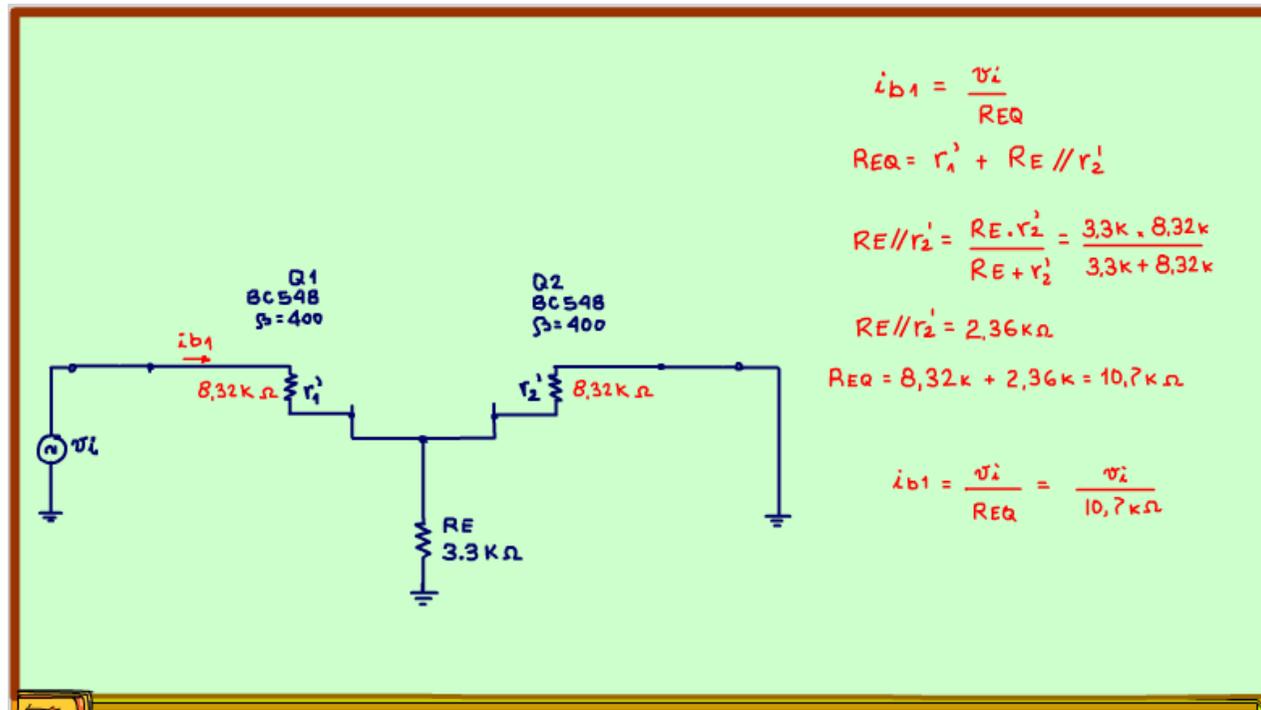
A resistência equivalente é igual a soma da resistência interna r'_1 , mais o paralelo da resistência de emissor R_E com a resistência interna do segundo transistor r'_2 .

Veja o cálculo do paralelo, substituindo os valores e calculando dá 2,36 kOHM.

Somando com r'_1 resulta a resistência equivalente de 10,7 kOHM.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

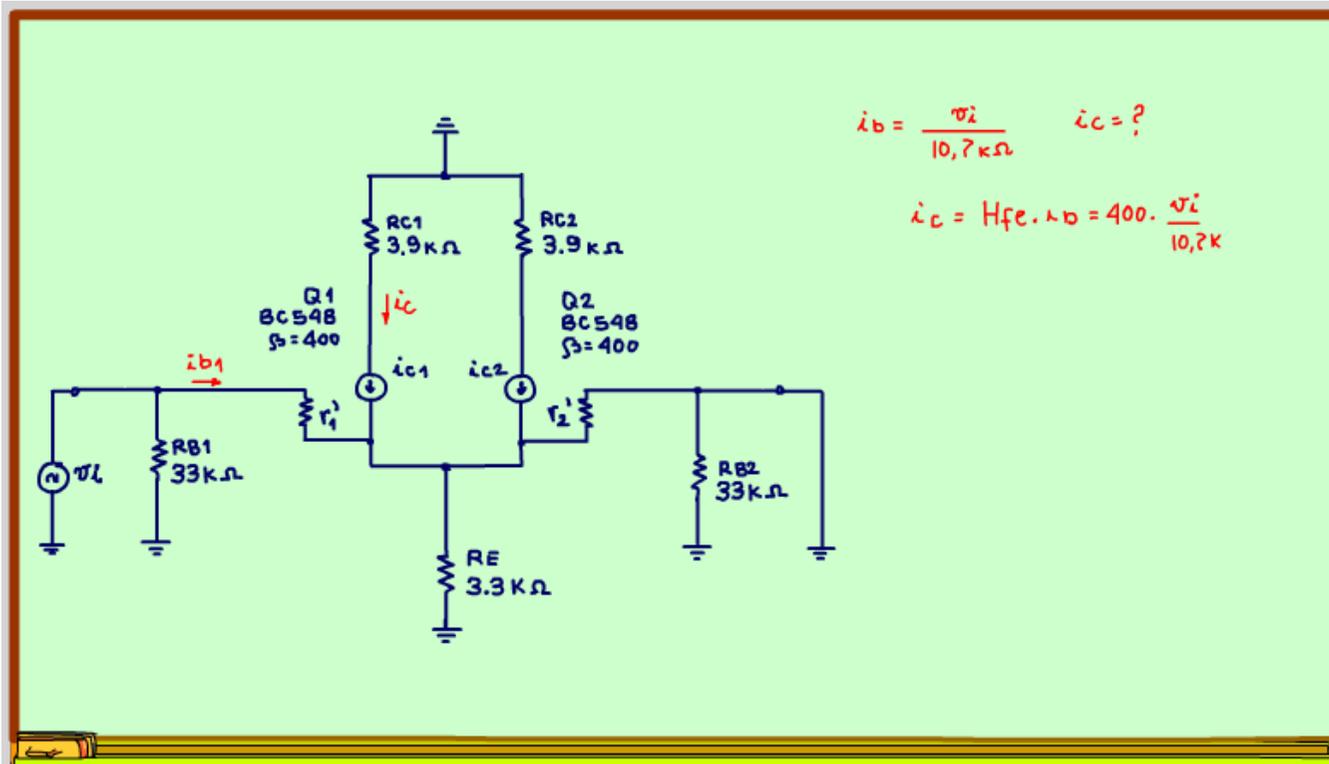
10.A CORRENTE DE BASE.



Como eu não dei o valor da tensão de entrada, eu estou interessando em determinar só o ganho, então a corrente de base 1 pode ser escrita como a tensão de entrada v_i dividido pela resistência equivalente, que nesse exemplo tem o valor 10,7 kOHM, não podia ser mais simples não é mesmo?

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

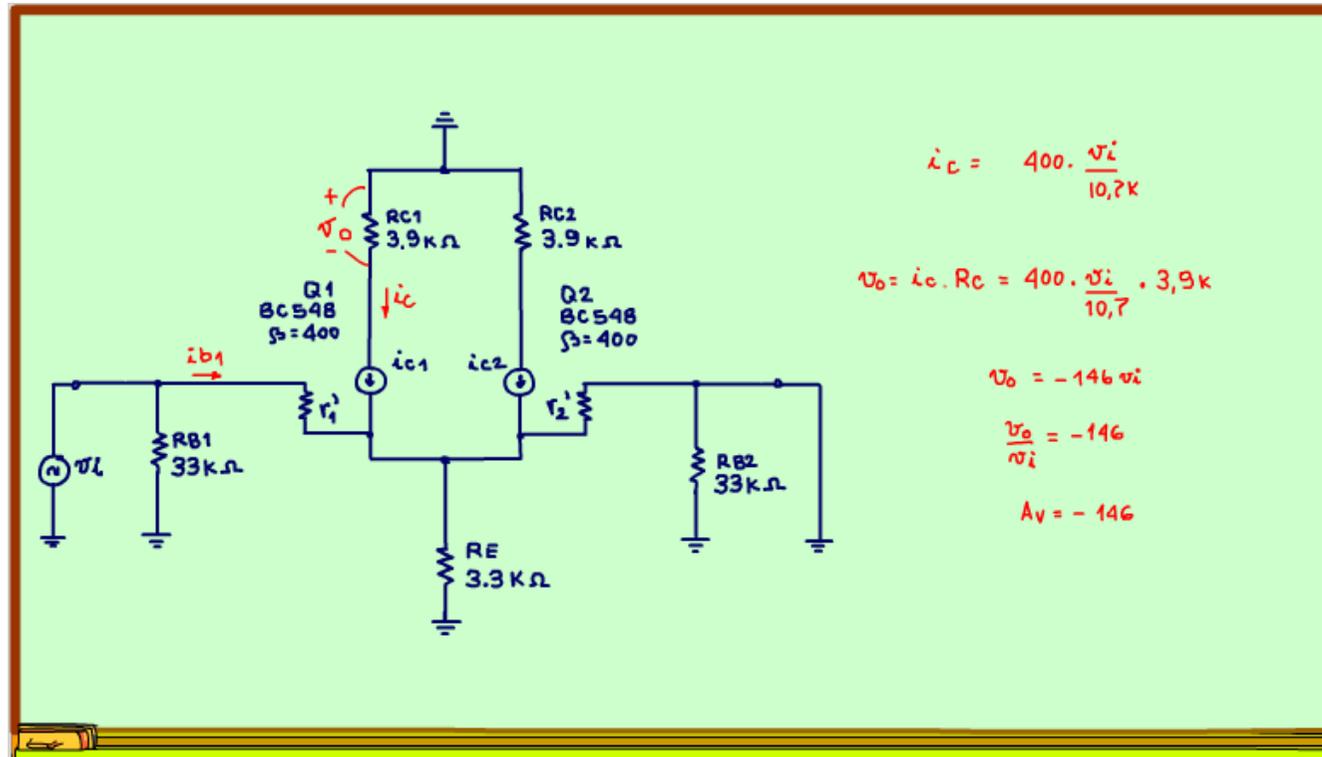
11.A CORRENTE DE COLETOR.



Tendo a corrente de base fica muito simples calcular a corrente de coletor, é só multiplicar pelo ganho HFE, vou deixar assim por enquanto.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

12.A TENSÃO DE SAÍDA E O GANHO DE TENSÃO.



A tensão de saída também é muito fácil, é só aplicar a LEI DE OHM, corrente de coletor vezes a resistência de coletor, substituindo os valores e calculando dá: -146 vezes a tensão de entrada v_i .

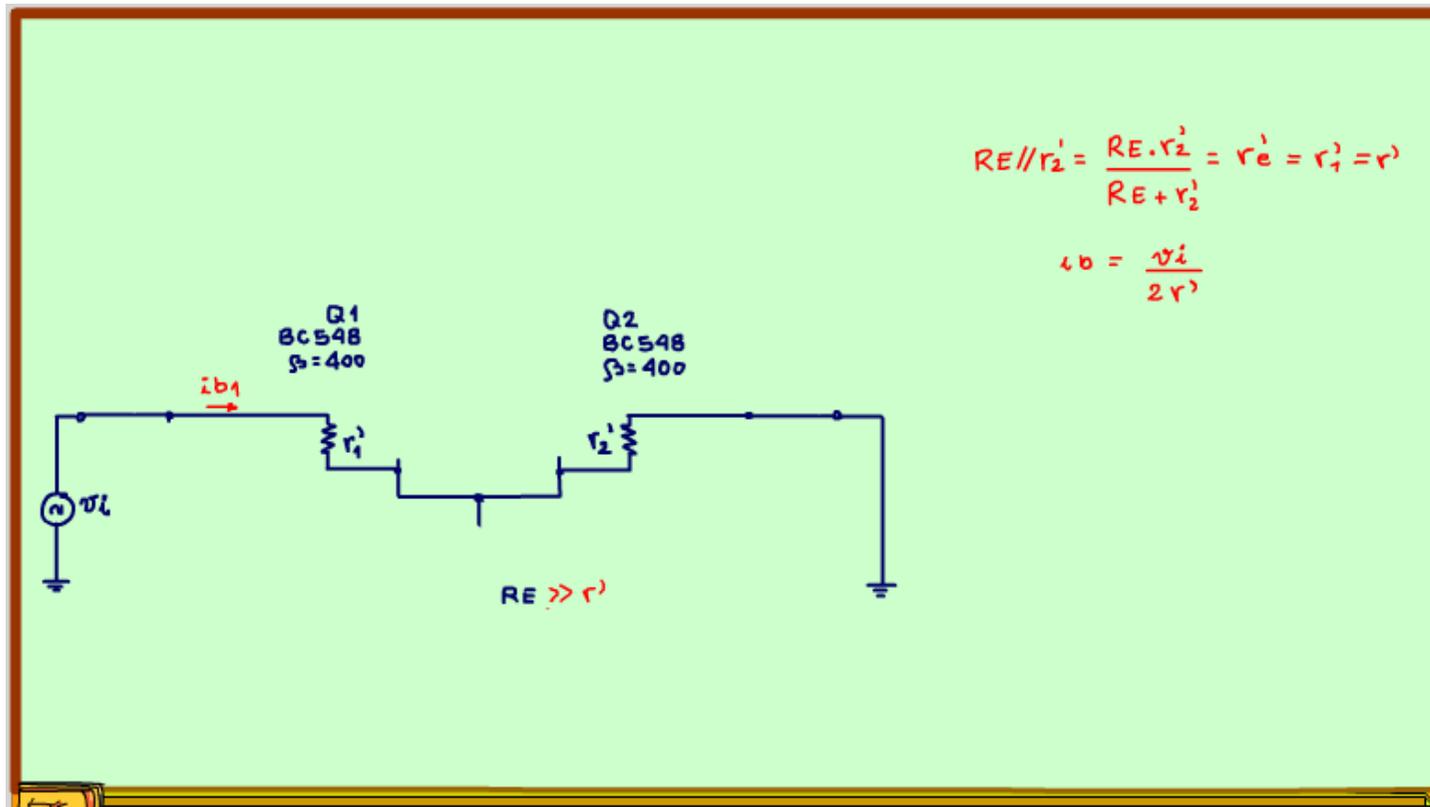
Cuidado com o sinal, observe que o positivo da tensão de saída está para o terra.

O ganho de tensão é a tensão de saída sobre a tensão de entrada, o ganho de tensão é igual a menos 146, esse menos indica que a tensão vai sair invertida, amplificada, mas invertida.

Pronto viu como não teve segredo, qualquer criança brinca e se diverte.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

13. AUMENTANDO RESISTÊNCIA DE EMISSOR.

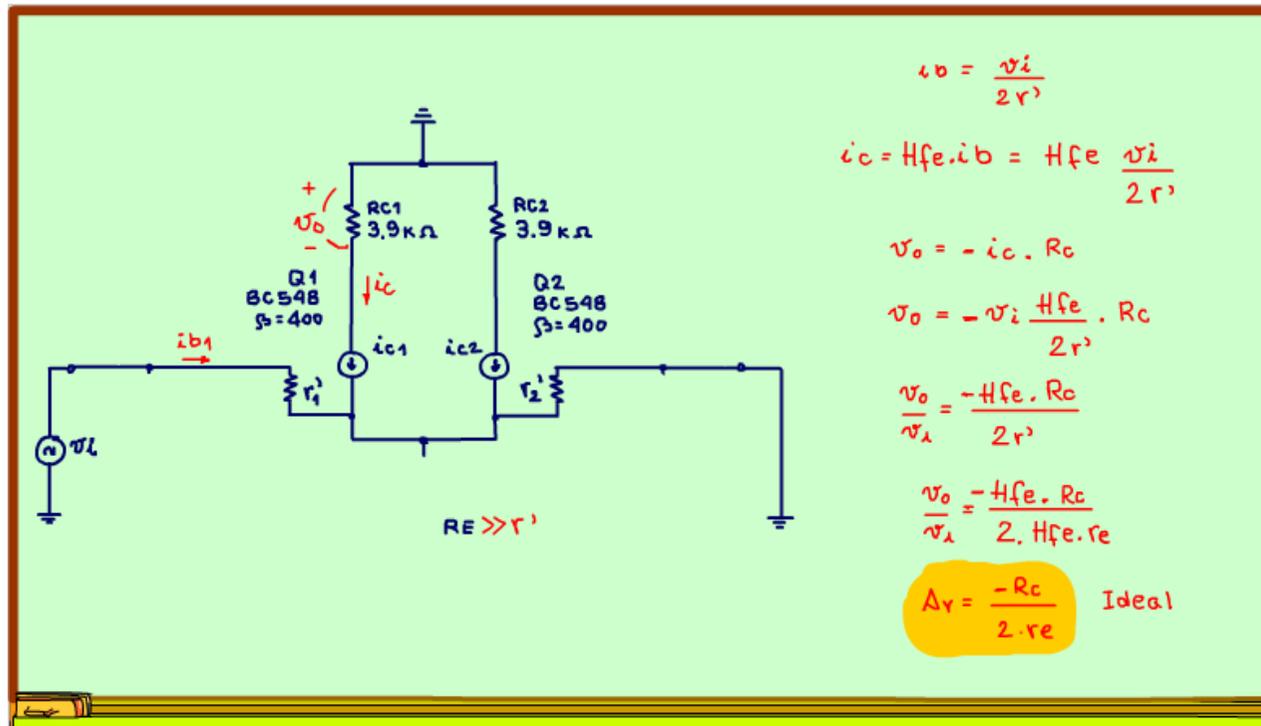


Note que se o valor da resistência RE for muito maior do que a resistência interna do segundo transistor r_2' , então o circuito pode ser simplificado mais ainda.

A corrente de base fica simplesmente a tensão de entrada v_i dividido por duas vezes a resistência interna r' , já que as resistências internas são iguais, não podia ser mais simples!

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

14.O GANHO DE TENSÃO SIMPLIFICADO.



Veja agora que o cálculo do ganho também fica simplificado.

A corrente de coletor é simplesmente o ganho HFE vezes a corrente de base, substituindo a corrente de base. A corrente de coletor fica igual ao ganho hfe vezes a tensão de entrada dividido por duas vezes a resistência interna r' .

A tensão de saída v_o é igual a menos a corrente de coletor multiplicado pela resistência de coletor, observe o sinal menos indicando a inversão.

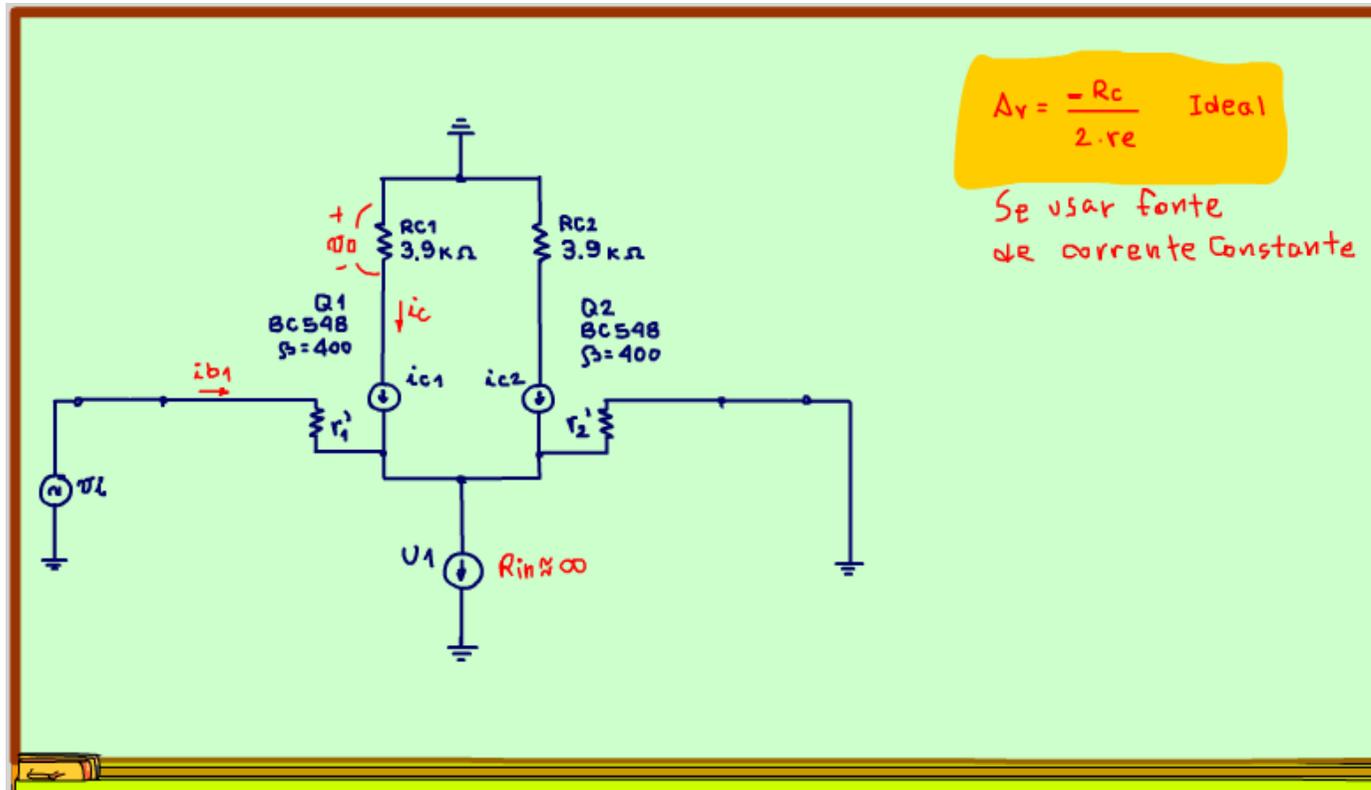
Substituindo, a corrente e coletor pelo valor calculado a pouco chegamos a nova equação da tensão de saída.

Passando a tensão de entrada para o outro lado chegamos a nossa velha conhecida equação do ganho, com o sinal da inversão e tudo mais, mas agora vem a mágica, vou colocar a equação da resistência interna r' que é igual ao ganho HFE vezes a resistência interna da junção r_e e voalá, a mágica acontece é só simplificar o HFE de cima com o HFE de baixo e esta é a equação do ganho desse circuito quando resistência R_E é muito maior do que a resistência interna r' .

Essa pode ser considerada a equação ideal para o amplificador diferencial.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

15.A FONTE DE CORRENTE NO EMISSOR

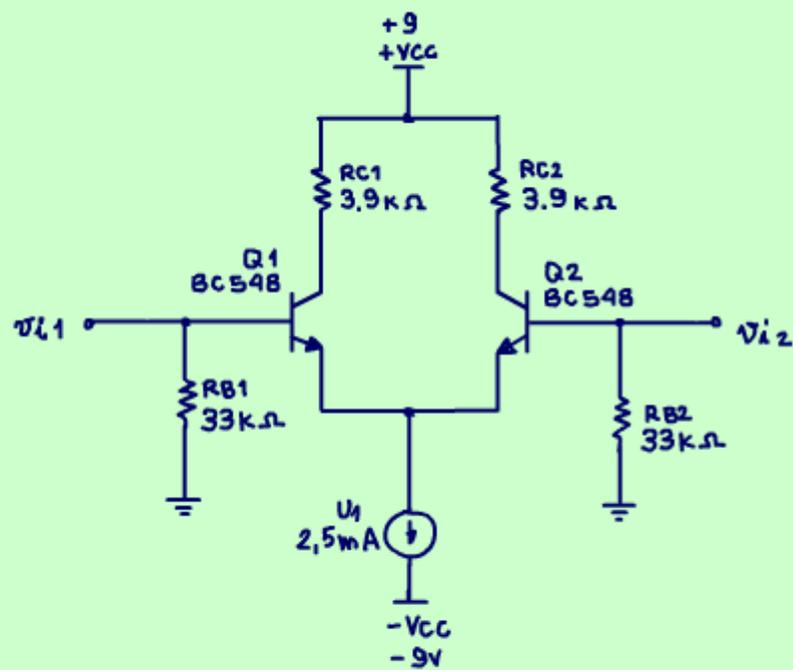


Então, ideal é tornar a resistência de emissor com valor um que tenda ao infinito, e isso é possível, se no lugar a resistência de emissor for colocado uma fonte de corrente, e esse si, é o circuito ideal, e vai aparecer nos melhores amplificadores.

Veja que o ganho em AC vai ficar muito fácil de determinar nesse caso, é simplesmente menos a razão entre a resistência de coletor sobre 2 vezes a resistência interna r_e .

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

16.0 CIRCUITO IDEAL.



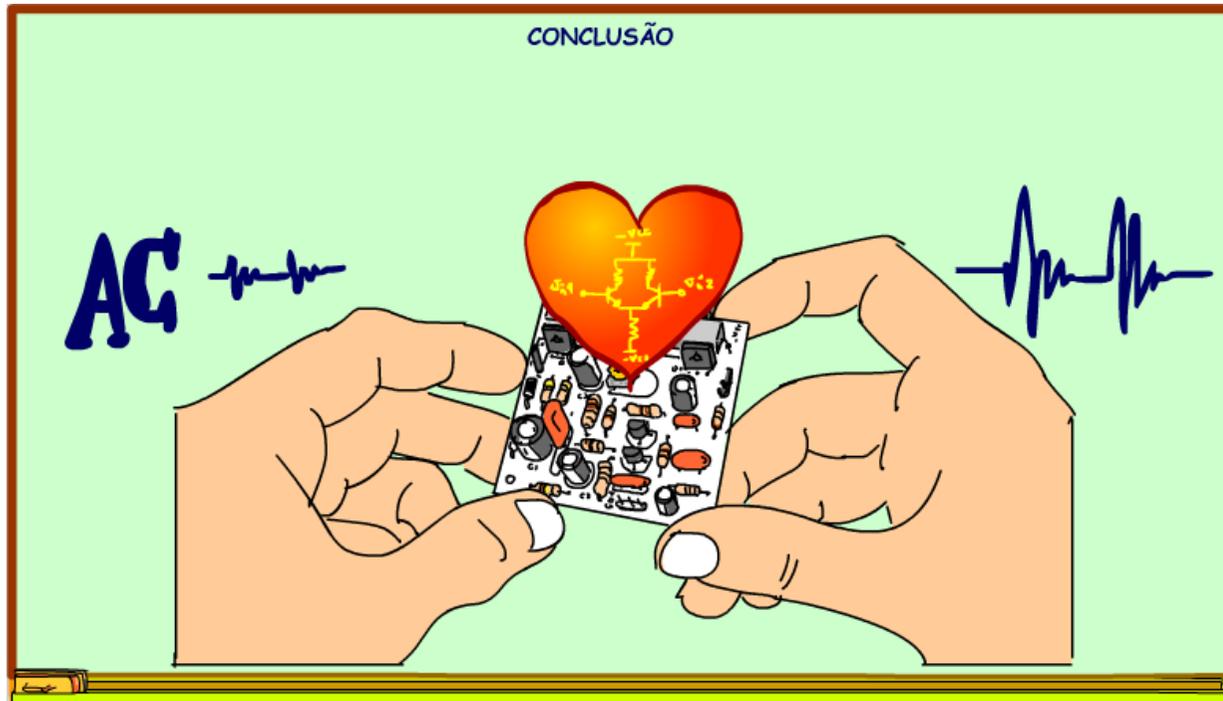
$$A_v = \frac{-R_c}{2 \cdot r_e} \quad \text{Ideal}$$

Amplificador Diferencial Ideal

E esse seria o circuito ideal do nosso exemplo, bastaria tirar a resistência de emissor e colocar no seu lugar uma fonte de corrente com a corrente igual a 2,5mA, esse é o circuito ideal de entrada para o amplificador classe AB com par diferencial.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

17. CONCLUSÃO.



Você viu nesse tutorial como fazer a análise de pequenos sinais para o amplificador diferencial e viu que o ideal é que a resistência de emissor seja substituída por uma fonte de corrente, mas como fazer isso?

Isso veremos no próximo tutorial.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

18. 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)

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

202300412 Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 2- Análise AC

Nesse tutorial eu vou mostrar a análise AC, a análise de pequenos sinais do amplificador diferencial, vou calcular o ganho e mostrar como a resistência de emissor tem um papel fundamental nesse trabalho.

Assuntos relacionados.

Como funciona o Amplificador diferencia-Parte 1: Análise DC: <https://youtu.be/CGJ8YynxEQs>

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

SEO:

Amplificador diferencial, análise amplificador diferencial, amplificador diferencial em AC , como funciona o amplificador diferencial, amplificador diferencial análise de pequenos sinais,

YOUTUBE: <https://youtu.be/W7JLUdFT7pY>

Veja o coração dos amplificadores batendo