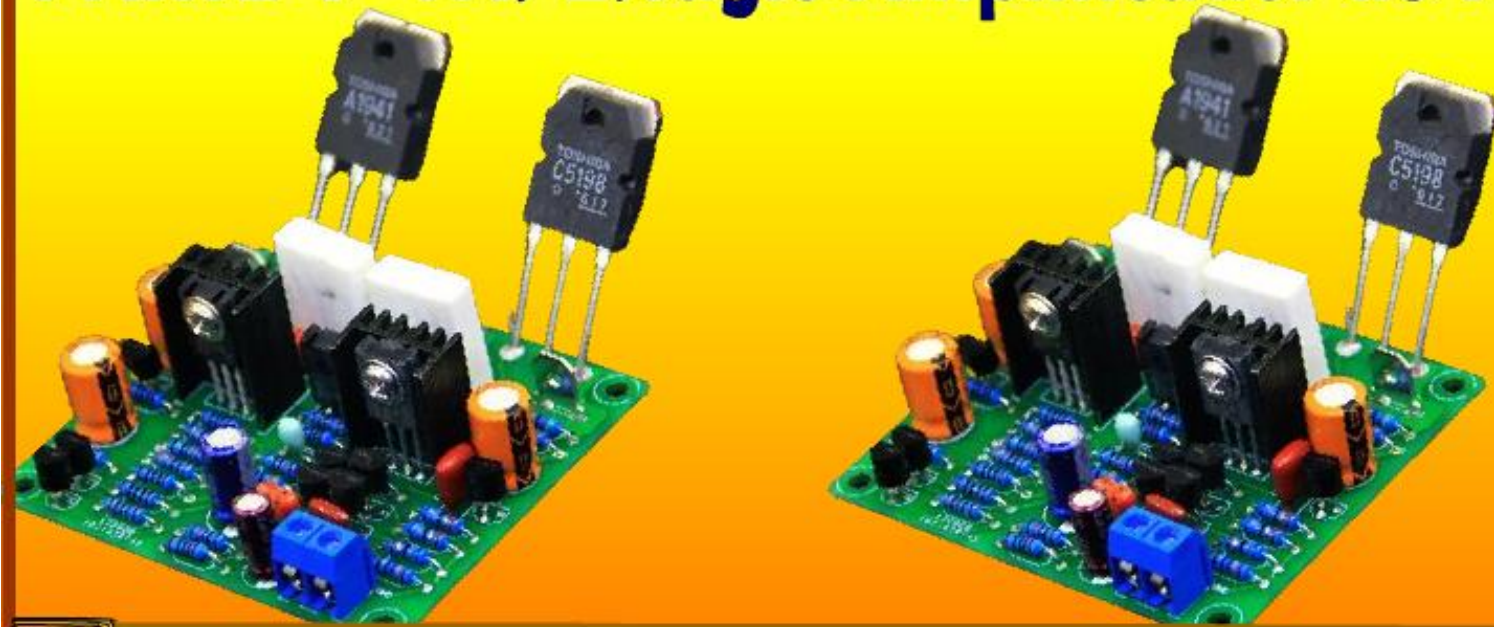


COMO FUNCIONA O AMPLIFICADOR DIFERENCIAL PARTE 4- VAS ESTÁGIO AMPLIFICADOR DE TENSÃO

Como funciona o Amplificador diferencial

PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão



Professor Bairros (19/04/2023)

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão



The screenshot shows the homepage of the website 'bairrospd.com'. The header includes the logo and text: 'bairrospd BAIROS PROJETOS DIDÁTICOS E ELETRÔNICOS'. Below the header, there is a navigation menu with items like 'HOME', 'CURSOS', 'BIBLIOTECA', 'TUTORIAIS', 'VOCÊ SABIA?', and 'CONTATO'. The main content area features a section titled 'APRENDA A LER RESISTORES' with an illustration of a person reading a book. Another section is titled 'O QUE SIGNIFICA GASTAR ENERGIA ELÉTRICA: Uma questão de Potência.' and includes a small image of a person. At the bottom, there is a blue button that says 'AULAS OU ASSESSORIA COM O ENGENHEIRO E PROFESSOR ROBERTO BAIROS?' and a 'CLIQUE AQUI' link.

**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>

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

Sumário

1. Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão	3
2. A estrutura de três estágios	4
3. O circuito do VAS.	5
4. O capacitor do polo dominante C_{dom}	6
5. VAS com um transistor.	7
6. VAS com amplificador diferencial com fonte de corrente	8
7. O VAS com dois transistores.	10
8. O circuito do VAS acoplado a potência.	11
9. O circuito do VAS acoplado e com ganho.	12
10. Exemplo de amplificador Marshal.	13
11. Exemplo amplificador simples	14
12. Exemplo de amplificador de 200W.	15
13. Conclusão.	16
14. Créditos	17

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

1. COMO FUNCIONA O AMPLIFICADOR DIFERENCIAL PARTE 4- VAS ESTÁGIO AMPLIFICADOR DE TENSÃO

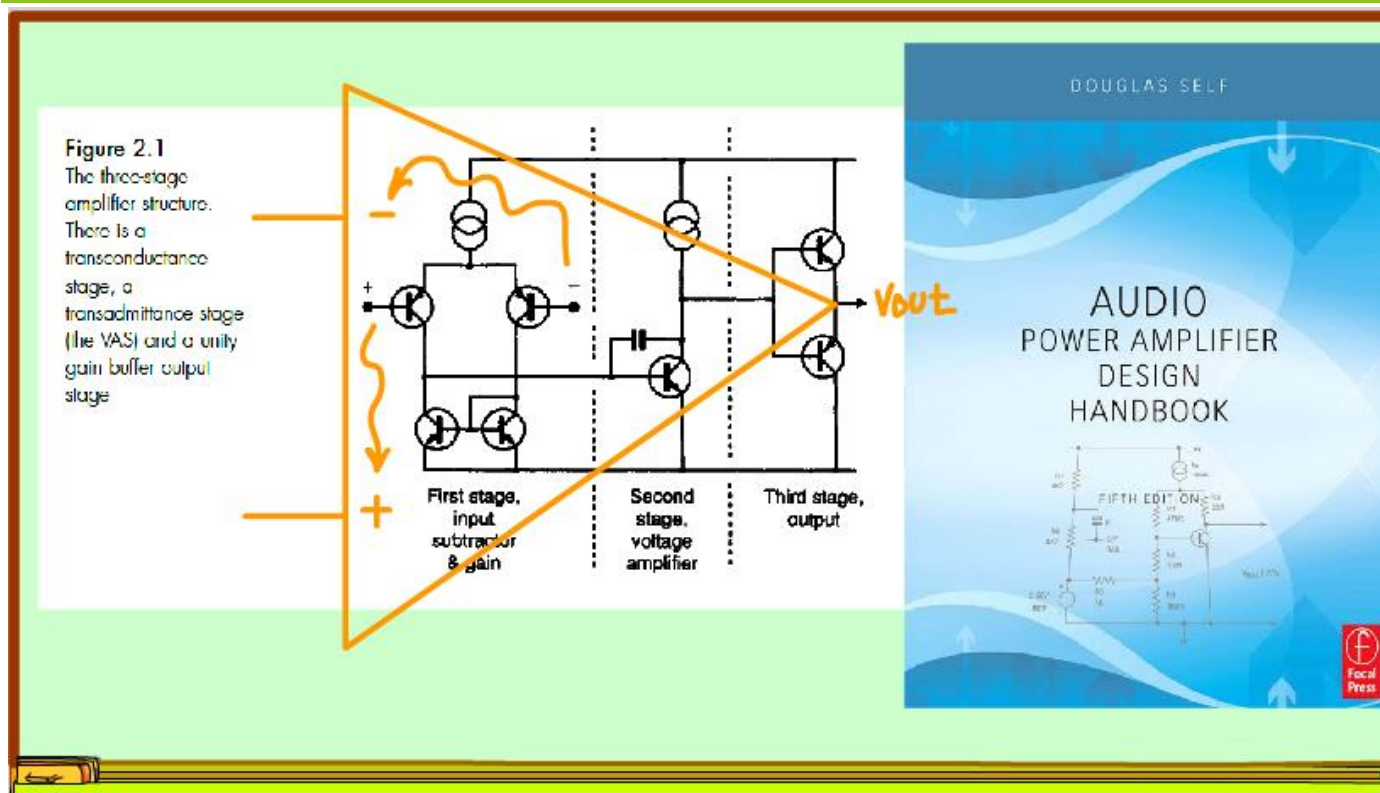


Nesse tutorial eu vou mostrar o estágio amplificador de tensão, em inglês VAS, voltage amplifier stage.

Vamos lá.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

2. A ESTRUTURA DE TRÊS ESTÁGIOS



Segundo o autor Douglas Self um amplificador completo pode ser dividido em três estágios, o primeiro estágio é o amplificador diferencial visto no tutorial passado, no segundo estágio tem um amplificador de tensão descrito como VAS, Voltage Amplifier Stage e o terceiro estágio é o amplificador de potência, um seguidor de tensão.

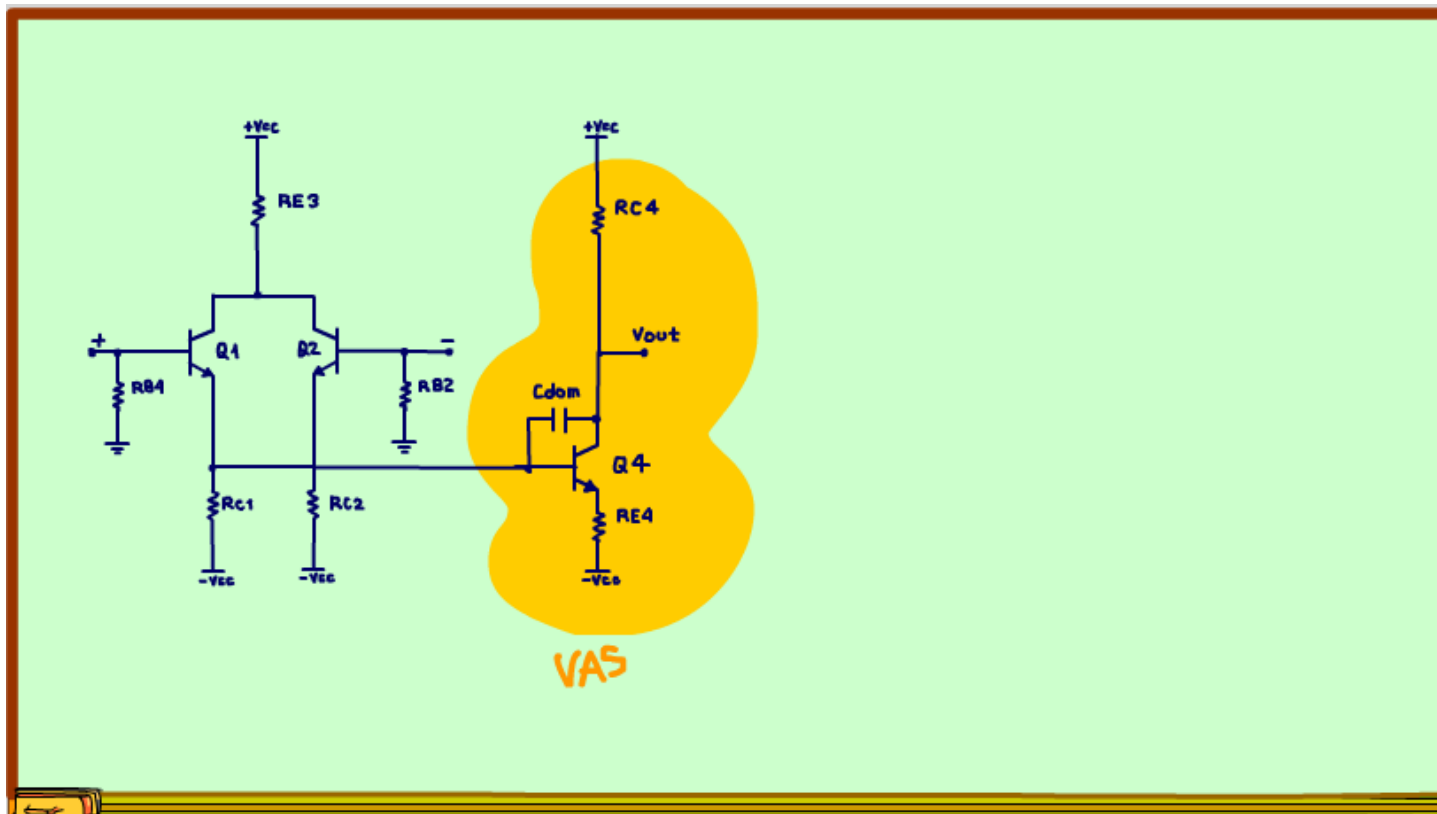
Hoje vou completar essa série do amplificador diferencial mostrando o VAS.

Uma analogia possível é considerar o par diferencial mais

o VAS como um amplificador operacional, com a entrada inversora e não inversora e tudo mais, aí o conceito da realimentação vai ficar bem fácil de entender, eu vou usar esse truque fantástico para explicar esse circuito de forma bem simples, claro que isso, você só encontra aqui nesse canal amalucado.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

3. O CIRCUITO DO VAS.

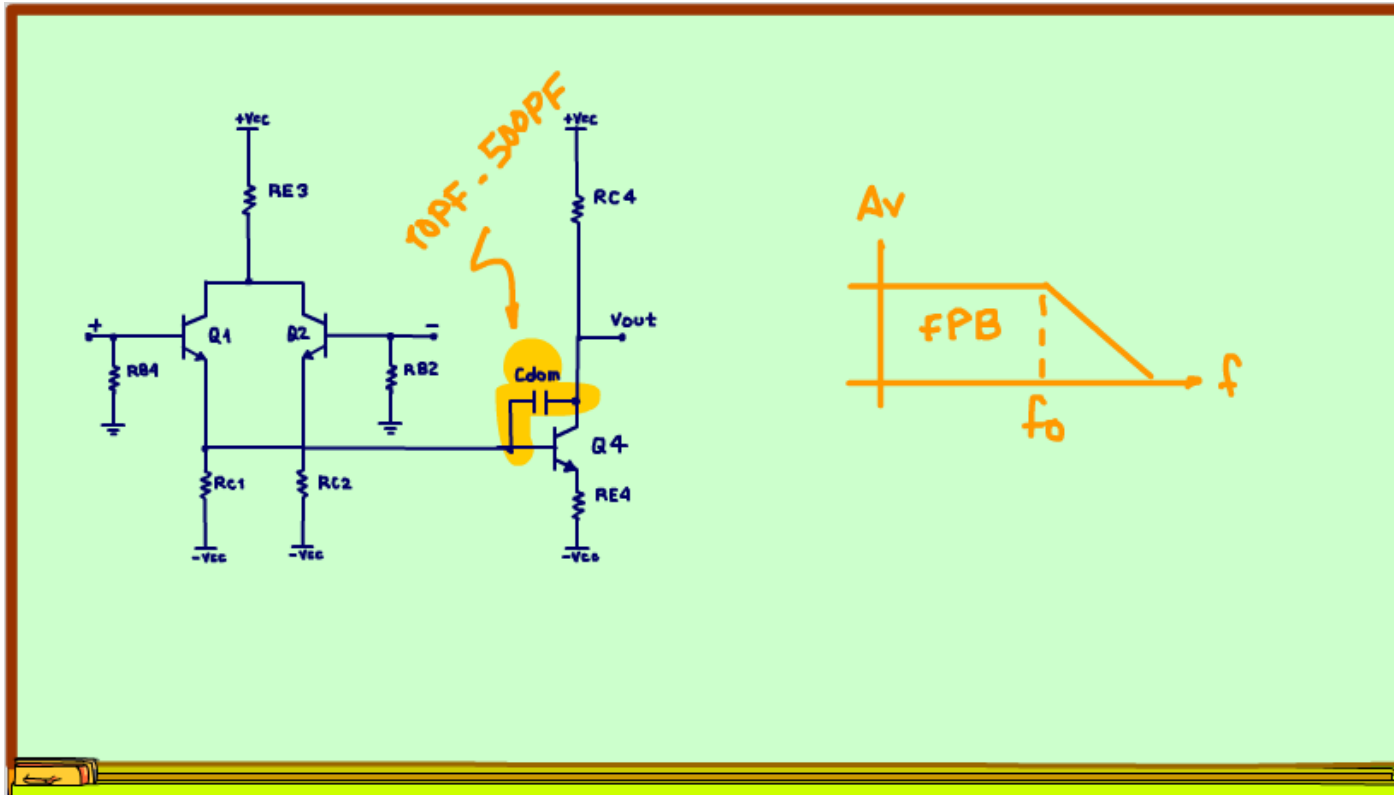


Existem mais de uma configuração para o circuito do amplificador VAS, uma delas, a mais simples é essa da figura.

O amplificador de tensão VAS tem mais de uma função, uma delas é amplificador de tensão propriamente dito, junto com o par diferencial garante um ganho muito alto a esse circuito, o ganho de tensão pode chegar facilmente acima de 2000.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

4. O CAPACITOR DO POLO DOMINANTE CDOM

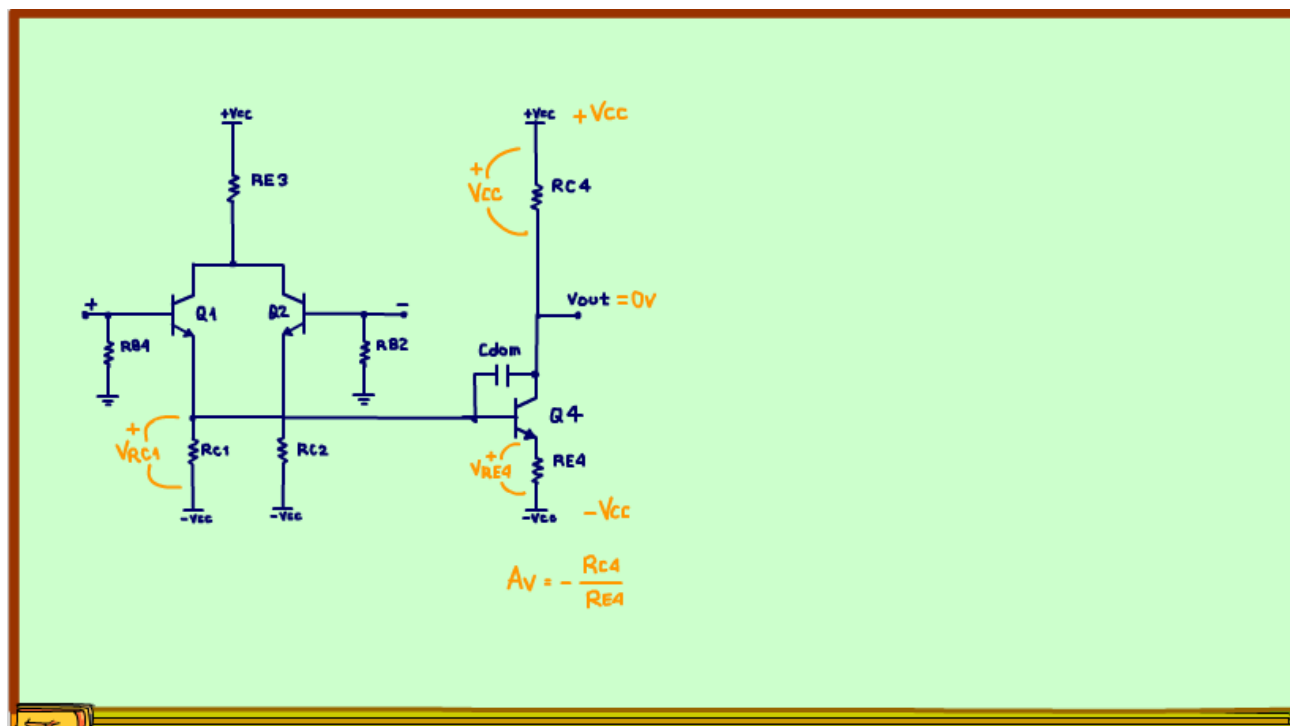


Outra função é tornar o circuito mais estável, filtrando as altas frequências, para isso a presença do capacitor C_{dom} , que significa capacitor dominante, ele é que vai definir a frequência de corte formando um filtro passa baixo que deve ficar ao redor de 20KHz.

O valor desse capacitor fica entre 10 pF e 500 pF, e você não deve menosprezar o seu efeito, uma das consequências poderá ser apitos e ruídos estranhos.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

5. VAS COM UM TRANSISTOR.



O circuito da figura é para um amplificador de VAS, esse é um circuito dos mais simples, ele usa somente um transistor.

O transistor Q4 funciona como uma fonte de corrente que irá alimentar o circuito do espelho de corrente do amplificador de potência.

A corrente é determinada pela tensão na resistência RE4, a tensão sobre essa resistência é função da tensão sobre a resistência de coletor do transistor Q1.

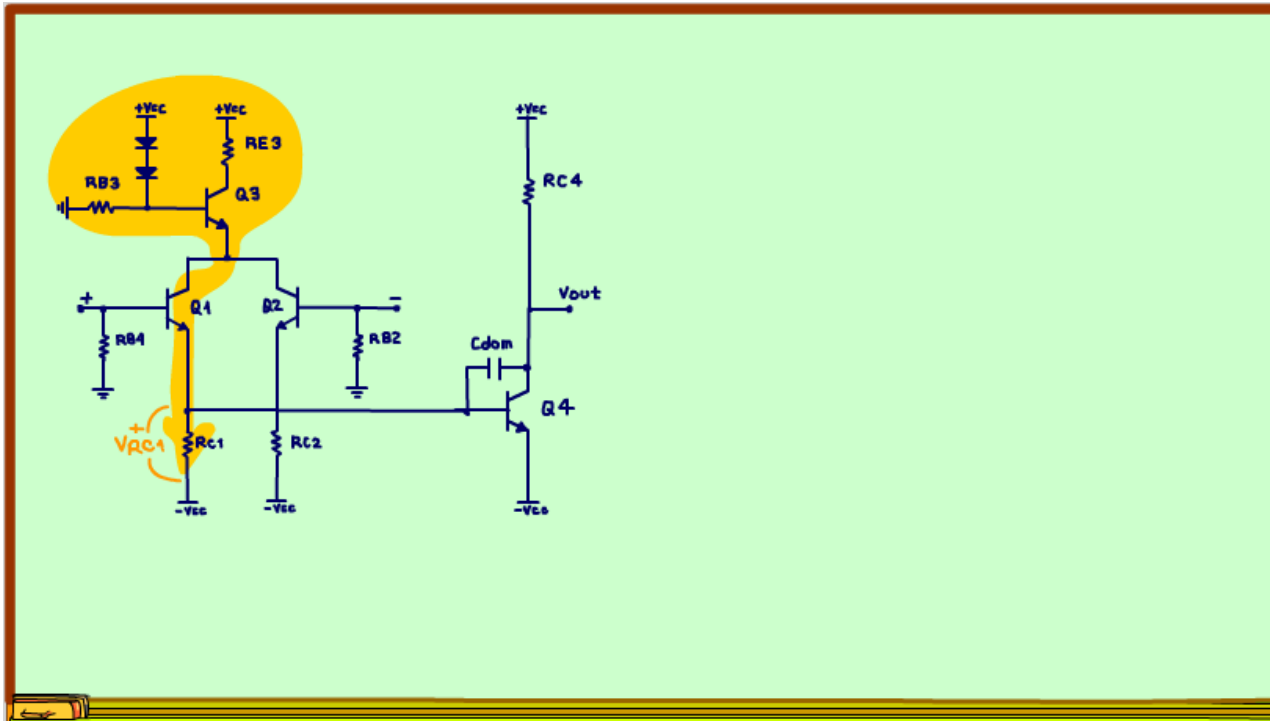
A corrente gerada na resistência de emissor é a mesma do coletor, desde

que o ganho beta do transistor Q4 seja bem alto, maior do que 100, se essa corrente for ajustada corretamente a queda de tensão na resistência de coletor RC4 será igual a tensão VCC, então a tensão na saída VOUT será zero, claro a tensão de alimentação tem que ser simétrica, não esqueça.

Esse VAS é simplesmente um circuito amplificador de emissor comum, o ganho é função da resistência de coletor RC4 e da resistência de emissor RE4.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

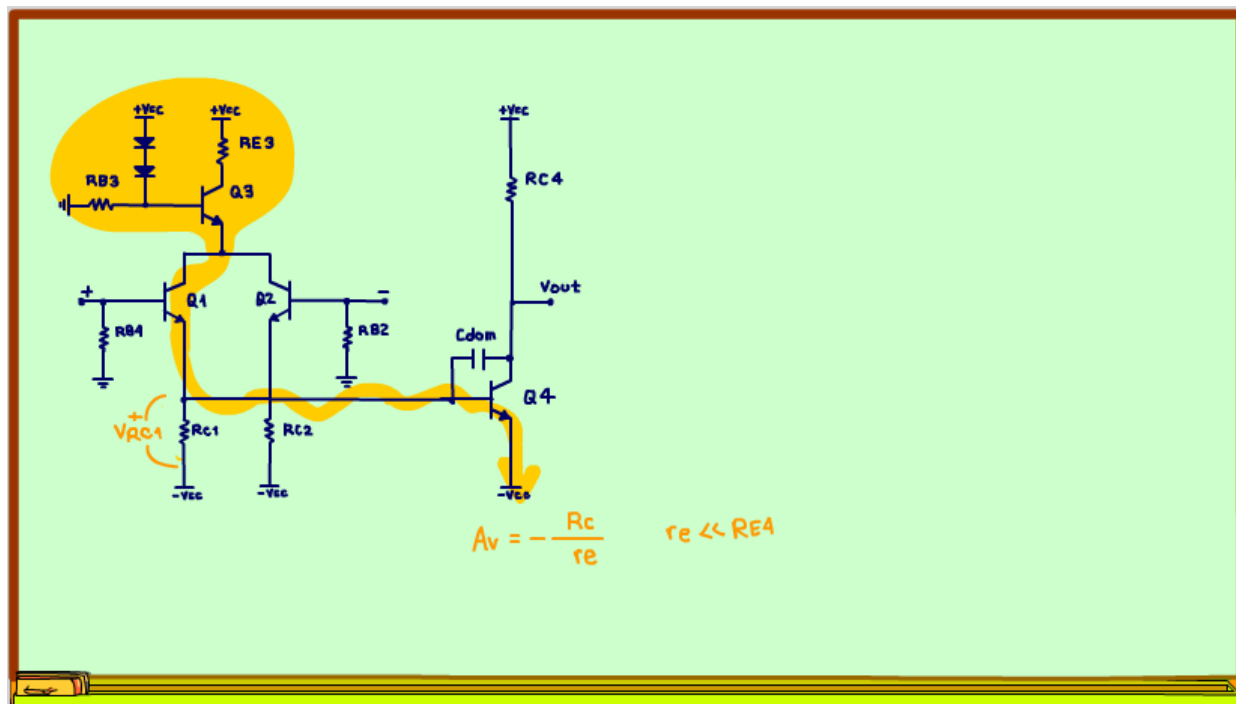
6. VAS COM AMPLIFICADOR DIFERENCIAL COM FONTE DE CORRENTE



Esse circuito também pode ser usado com um amplificador diferencial com fonte de corrente, nesse caso não precisa a resistência de emissor no VAS, porque a fonte de corrente gerada pelo transistor Q3 já garante uma tensão constante sobre a resistência de coletor RC1.

Com a tensão constante sobre a resistência RC1, a tensão sobre a resistência RE4 também fica constante, truquezinho interessante esse.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão



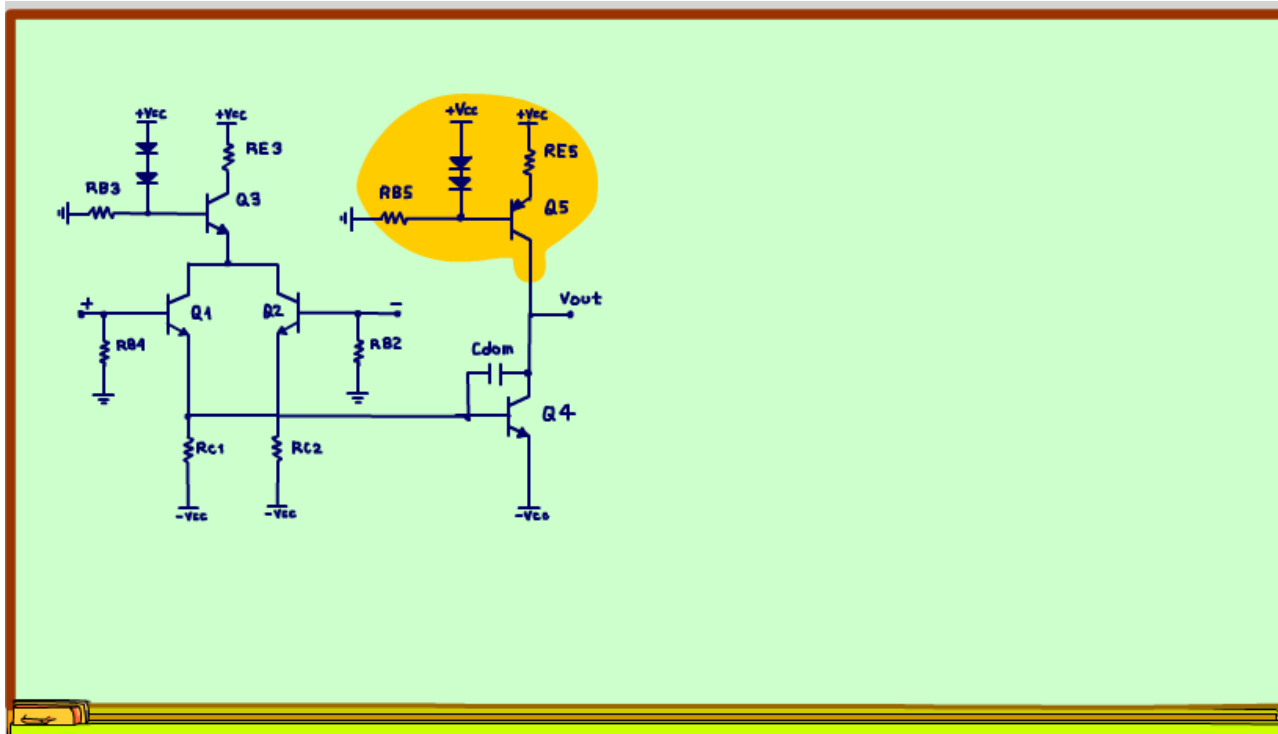
Com esse circuito até é possível retirar a resistência de emissor R_{E4} , nesse caso a corrente do coletor do transistor Q1 segue direto para a base do transistor do amplificador VAS.

Nesse circuito o ganho do amplificador VAS é muito maior, já que agora a resistência de emissor é igual a resistência interna do transistor, o r_e .

Nesse caso é muito comum usar somente uma resistência de coletor.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

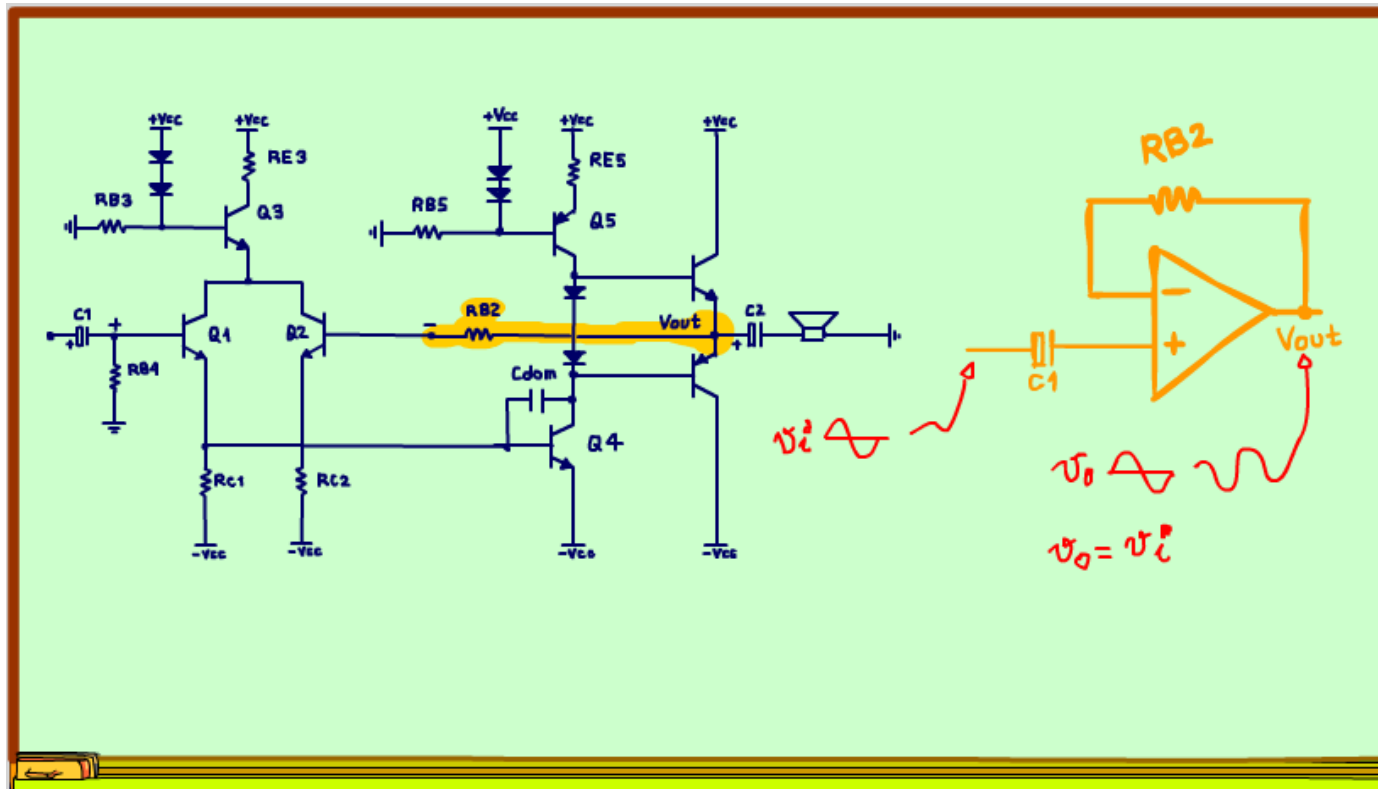
7. O VAS COM DOIS TRANSISTORES.



Uma versão bem mais eficiente é esse com dois transistores, nesse circuito a resistência de coletor é substituída por uma fonte de corrente formada pelo transistor Q5, e como você já sabe, a fonte de corrente tem uma impedância de saída muito alta, isso faz o ganho total do circuito disparar, pode chegar facilmente a mais de 10000, então esse circuito é o que mais se aproxima de um amplificador operacional, e assim a realimentação vai ficar muito fácil de fechar.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

8. O CIRCUITO DO VAS ACOPLADO A POTÊNCIA.



Veja agora o circuito básico para acoplar o amplificador VAS com o amplificador de potência, um seguidor de tensão, um amplificador classe AB, agora a junção dos emissores dos transistores de saída pode ser considerada a saída VOUT, nesse ponto a tensão continua sendo zero, então se ligar ali a resistência de polarização da base de Q2 ela irá servir para duas funções, fechar o circuito da base e ainda vai ser a resistência de realimentação do circuito.

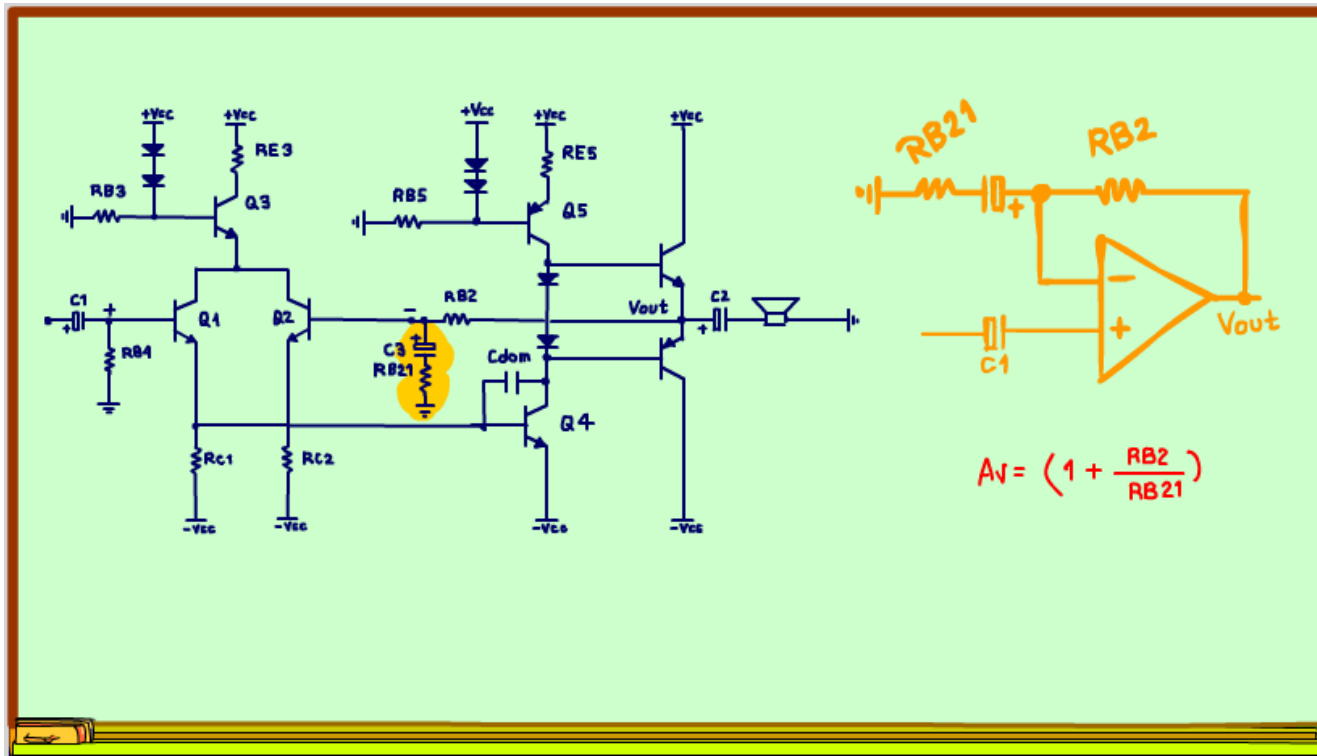
Se você pensar que esse circuito é equivalente a um operacional e a

saída do operacional é VOUT, a resistência RB2 será a resistência de realimentação, esse será um circuito seguidor de tensão.

O sinal de entrada é aplicado na entrada não inversora através do capacitor C1, sem sinal de entrada a tensão na saída é zero, com sinal de entrada a tensão da saída vai acompanhar a tensão de entrada sem amplificação.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

9. O CIRCUITO DO VAS ACOPLADO E COM GANHO.



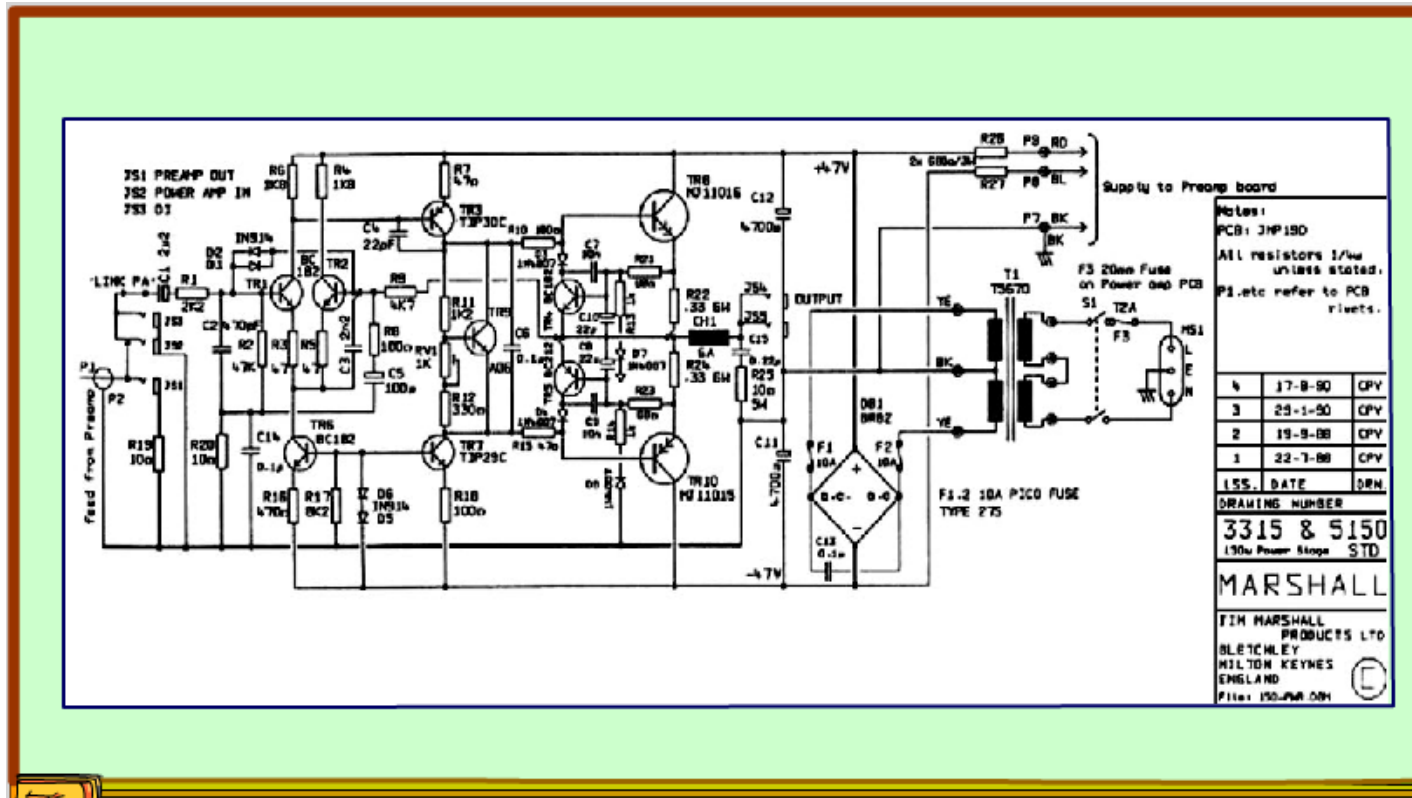
Na prática esse circuito tem um ganho em AC, um ganho para pequenos sinais, para isso é só colocar o capacitor e a resistência na base do circuito da entrada não inversora, mas observe, tem o capacitor, então o ganho só acontece quando o sinal é aplicado a entrada.

Veja o circuito do equivalente com operacional, esse é um amplificador não inversor e o ganho é dado pela razão entre as resistências de realimentação RB2, sobre RB12 mais um, lembra dos operacionais!

Pronto, essa é a configuração completa de um amplificador com par diferencial na entrada.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

10. EXEMPLO DE AMPLIFICADOR MARSHAL.



Veja o circuito da figura, um amplificador da Marshall.

Veja o par diferencial, a fonte de corrente, o amplificador VAS, o capacitor dominante, CDOM, a resistência de realimentação ligada entre a saída e a base do transistor inversor do par diferencial, e aqui o capacitor e a resistência que fecha o caminho para o amplificador não inversor.

Viu tudo aquilo visto nesse tutorial.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

11. EXEMPLO AMPLIFICADOR SIMPLES

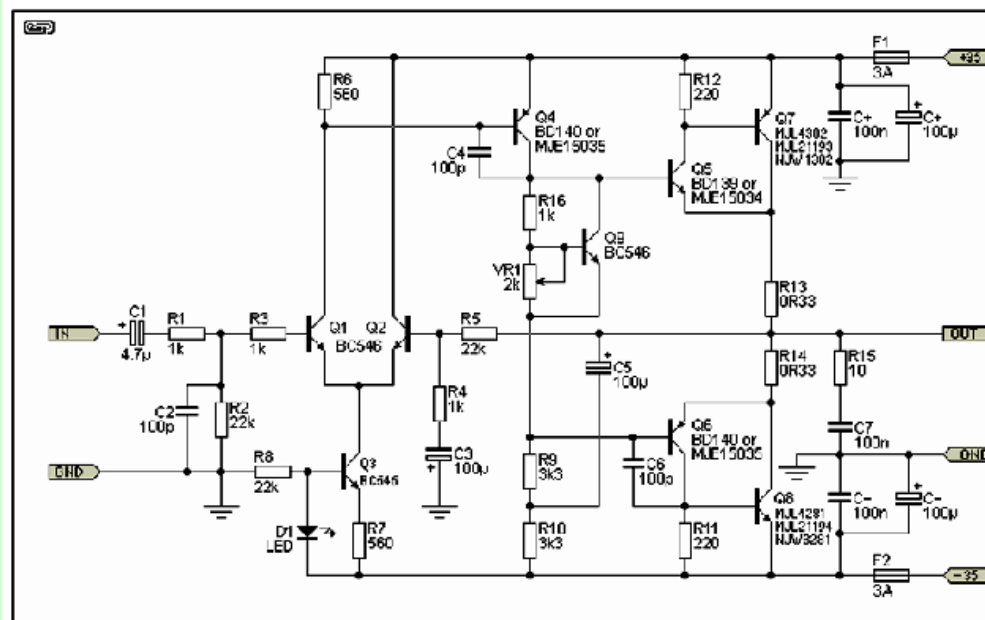


Figure 1 - Amplifier Schematic

Você consegue calcular o ganho desse circuito?

Isso mesmo, 22K sobre 1K mais 1, isso dá 23.

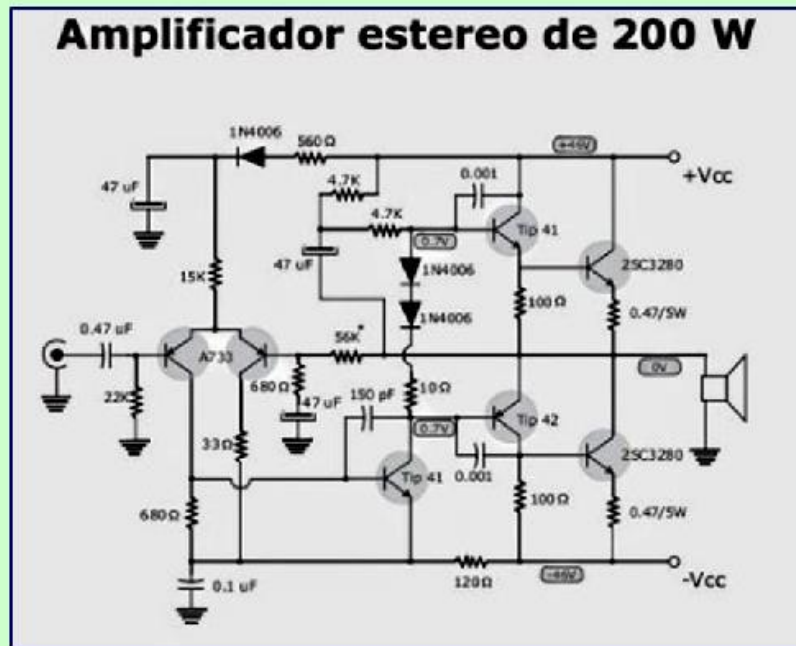
Viu tudo aquilo visto nesse tutorial.

Veja aqui o exemplo de um circuito amplificador simples, existem muitos desses na internet, todos funcionando que uma beleza.

Veja o par diferencial, a fonte de corrente, o amplificador VAS, o capacitor dominante, CDOM, a resistência de realimentação ligada entre a saída e a base do transistor inversor do par diferencial, e aqui o capacitor e a resistência que fecha o caminho para o amplificador não inversor.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

12.EXEMPLO DE AMPLIFICADOR DE 200W.



Veja esse circuito de outro amplificador da internet, veja tem tudo que a gente viu.

Agora vou fazer um desafio final, vamos ver como você se sai.

Você consegue identificar o par diferencial, ele tem ou não fonte de corrente.

Você consegue identificar o transistor do amplificador VAS e o capacitor dominante, o CDOM?

E esse é um circuito com VAS com um ou dois transistores, tem a segunda fonte de corrente do VAS?

E a resistência de realimentação, você consegue identificar, com o capacitor e a resistência para fechar essa realimentação?

Espero que você tenha conseguido identificar tudo isso, deixe nos comentários como você foi.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

13. CONCLUSÃO.



Você viu nesse tutorial o amplificador de tensão o VAS, que fecha o ciclo do amplificador com par diferencial, agora vamos partir para a prática, montar e analisar amplificadores de potência com par diferencial.

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

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)

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

202300415 Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 3 VAS Estágio Amplificador de Tensão

Como funciona o Amplificador diferencial PARTE 4- VAS Estágio Amplificador de Tensão

Nesse tutorial eu vou mostrar o estágio amplificador de tensão, em inglês VAS, voltage amplifier stage.

Assuntos relacionados.

Parte 1: : <https://youtu.be/CGJ8YynxEQs>

Parte 2: <https://youtu.be/W7JLUdFT7pY>

Parte 3: <https://youtu.be/KuzLU-1XnD8>

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, fonte de corrente, fonte de corrente para amplificador diferencial,

YOUTUBE: <https://youtu.be/T6BG2j2lDkQ>