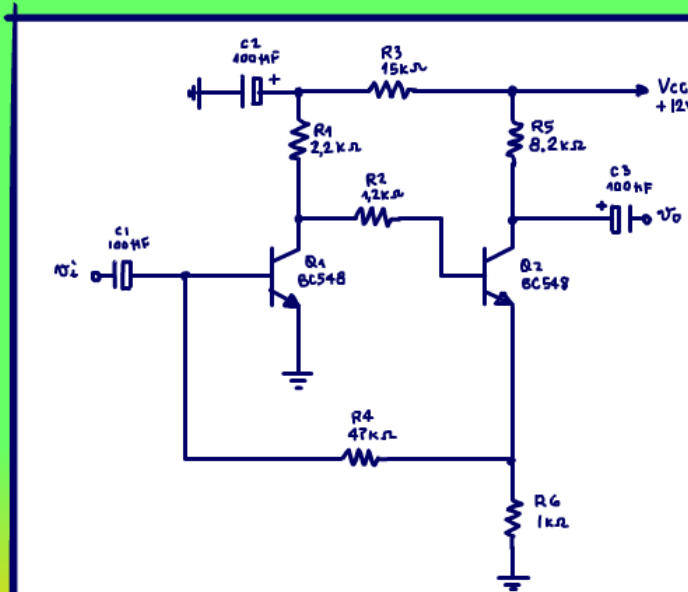


ANÁLISE PRÉ-AMPLIFICADOR COM ACOPLAMENTO DIRETO

**Análise usando só tecnologia,
sem bruxaria, aí fica fácil!**



Círculo 1: Pré-amplificador



Professor Bairros (12/05/2024)



**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>

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

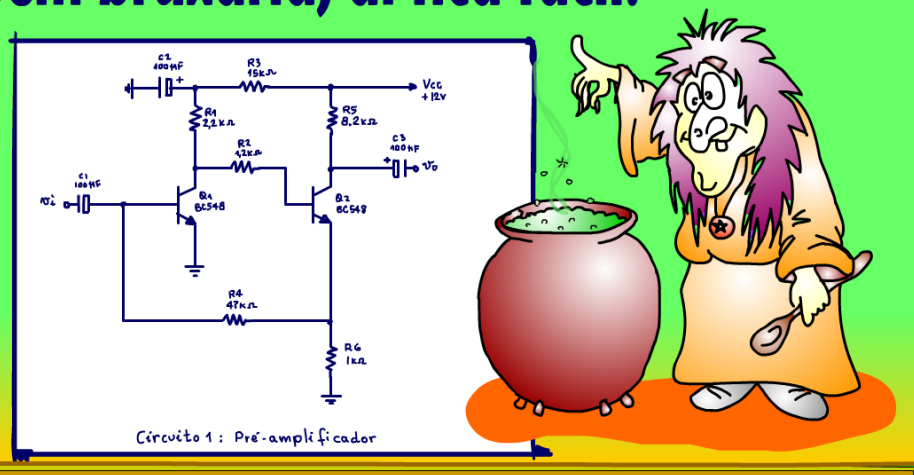
Sumário

1. Análise pré-amplificador com acoplamento direto.....	3
1. Introdução	4
2. A análise.	5
3. As premissas.	6
4. A malha de entrada.	7
5. A corrente no emissor de Q2.	8
6. A tensão na resistência R5.	9
7. A tensão no coletor de Q2.	10
8. A tensão no coletor de Q1.	11
9. A corrente de coletor de Q1.	12
10. A análise DC.....	13
11. O tipo de amplificador.	14
12. O ganho do transistor Q1.....	15
13. O ganho do transistor Q2.....	16
14. O ganho total.	17
15. A simulação.	18
16. Conclusão.	19
17. Créditos.....	20

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

1. ANÁLISE PRÉ-AMPLIFICADOR COM ACOPLAMENTO DIRETO

**Análise usando só tecnologia,
sem bruxaria, aí fica fácil!**

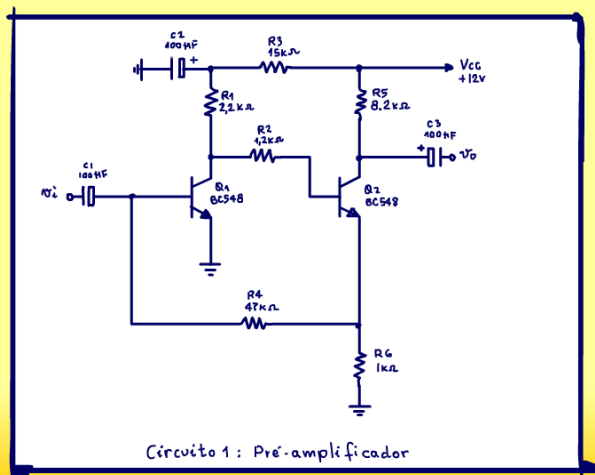


YOUTUBE: <https://youtu.be/wWjHisrHrvc>

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

1. INTRODUÇÃO

ANÁLISE PRÉ-AMPLIFICADOR COM ACOPLAMENTO DIRETO



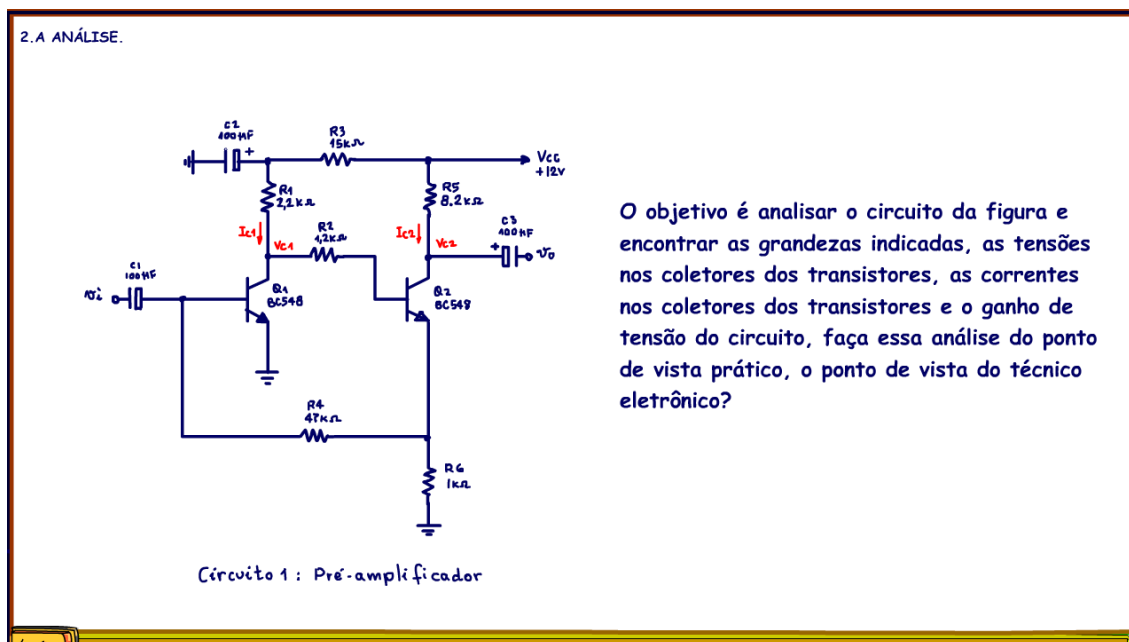
Esse é um daqueles amplificadores que sempre deixa a gente pensativo, como funciona esse circuito, como que eu calculo as tensões e correntes?

Então é isso que vou fazer nesse tutorial, vou mostrar como analisar esse circuito, um amplificador com acoplamento direto.

Vamos lá.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

2. A ANÁLISE.



O objetivo é analisar o circuito da figura e encontrar as grandezas indicadas, as tensões nos coletores dos transistores, as correntes nos coletores dos transistores e o ganho de tensão do circuito, faça essa análise do ponto de vista prático, o ponto de vista do técnico eletrônico?

O objetivo é analisar o circuito da figura e encontrar as grandezas indicadas, as tensões nos coletores dos transistores, as correntes nos coletores dos transistores e o ganho de tensão do circuito, faça essa análise do ponto de vista prático, o ponto de vista do técnico eletrônico?

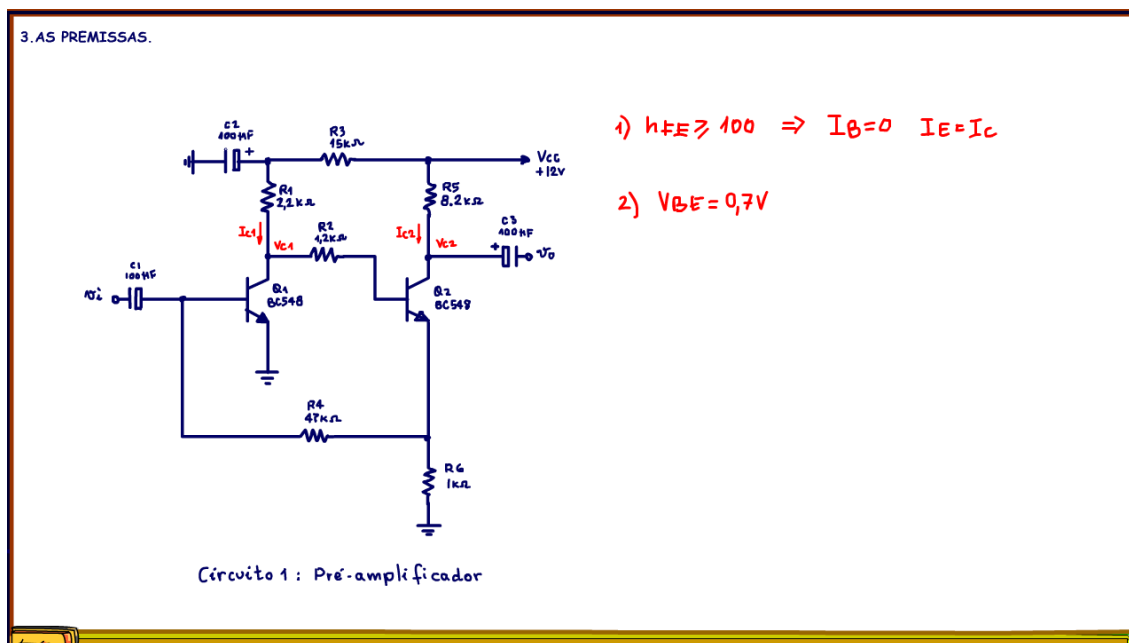
Que tal parece para você, será uma tarefa fácil?

Pois já vou adiantando, sim é fácil, desde que você use as regras de análise que todo o técnico eletrônico deve saber, que são três, lei de OHM, LEI DAS MALHAS e LEI DOS NÓS, sabendo estas três leis da eletrônica você será um mestre na eletrônica.

Vamos a análise.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

3. AS PREMISSAS.



Esse é um circuito bem comum nos amplificadores, ele é chamado de acoplamento direto porque não tem o capacitor de acoplamento entre o primeiro transistor e o segundo.

Bem, claro que existem mais de uma forma de analisar, eu posso levantar todas as malhas, considerar os ganhos de correntes dos transistores etc. e tal, mas eu vou analisar do ponto de vista prático, aquele que o técnico eletrônico usa para ter uma visão do circuito, para uma ideia das tensões no circuito, então isso sugere algumas premissas.

A primeira é que o ganho de corrente dos transistores é tão grande que a corrente de base pode ser

desconsiderada e a corrente de emissor pode ser considerada igual a corrente de coletor.

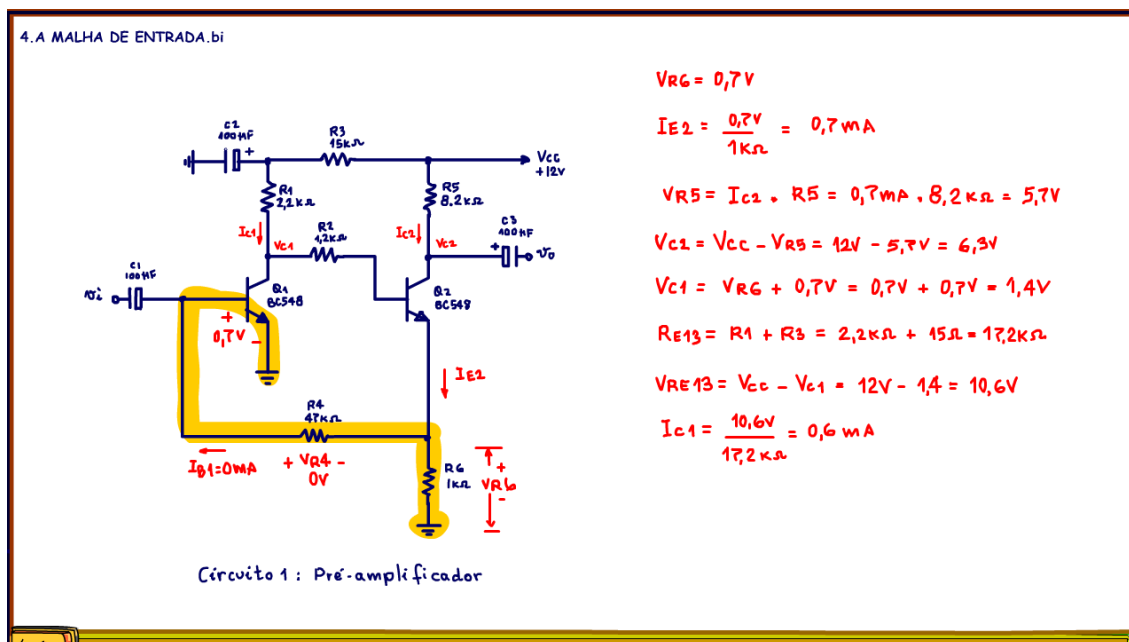
Segundo: o transistor está operando na região linear, então a tensão base emissor é igual a 0,7V.

Terceiro: não tem mais nada a considerar, somente com essas premissas você consegue analisar esse circuito, não acredita, então vem comigo!

Vou começar a analisar o circuito de polarização, o circuito em corrente contínua.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

4. A MALHA DE ENTRADA.

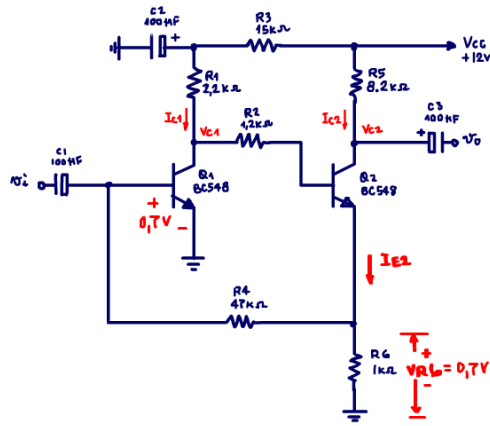


Olhando para a malha de entrada, essa da figura fica bem claro que se desconsiderar a corrente de base do transistor Q1, e pode fazer isso porque ela é muito pequena em relação as correntes de coletor e emissor, fica claro que a tensão sobre a resistência de emissor do transistor Q2 é igual a 0,7V, isso mesmo, porque a queda de tensão em R4 é zero volt, essa é grande sacada desse circuito.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

5. A CORRENTE NO EMISSOR DE Q2.

5. A CORRENTE NO EMISSOR DE Q2.



Circuito 1: Pré-amplificador

$$V_{R6} = 0,7V$$

$$I_{E2} = \frac{0,7V}{1k\Omega} = 0,7mA$$

$$V_{R5} = I_{C2} \cdot R5 = 0,7mA \cdot 8,2k\Omega = 5,7V$$

$$V_{C2} = V_{CC} - V_{R5} = 12V - 5,7V = 6,3V$$

$$V_{C1} = V_{R6} + 0,7V = 0,7V + 0,7V = 1,4V$$

$$R_{E13} = R1 + R3 = 2,2k\Omega + 15k\Omega = 17,2k\Omega$$

$$V_{RE13} = V_{CC} - V_{C1} = 12V - 1,4V = 10,6V$$

$$I_{C1} = \frac{10,6V}{17,2k\Omega} = 0,6mA$$

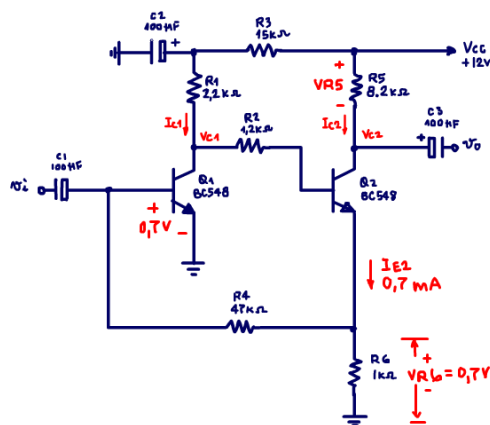
Sabendo a tensão na resistência R6 é possível determinar a corrente de emissor do transistor Q2, é só usar a lei de OHM, a corrente vai ser igual a 0,7 V dividido por 1k, muito fácil, uma corrente de 0,7 mA!

Viu não tem bruxaria é só tecnologia.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

6. A TENSÃO NA RESISTÊNCIA R5.

6. A TENSÃO NA RESISTÊNCIA R5.



Circuito 1: Pré-amplificador

$$V_{R6} = 0,7V$$

$$I_{E2} = \frac{0,7V}{1k\Omega} = 0,7mA$$

$$V_{R5} = I_{C2} \cdot R5 = 0,7mA \cdot 8,2k\Omega = 5,7V$$

$$V_{C2} = V_{CC} - V_{R5} = 12V - 5,7V = 6,3V$$

$$V_{C1} = V_{R6} + 0,7V = 0,7V + 0,7V = 1,4V$$

$$R_{E13} = R1 + R3 = 2,2k\Omega + 15\Omega = 17,2k\Omega$$

$$V_{RE13} = V_{CC} - V_{C1} = 12V - 1,4V = 10,6V$$

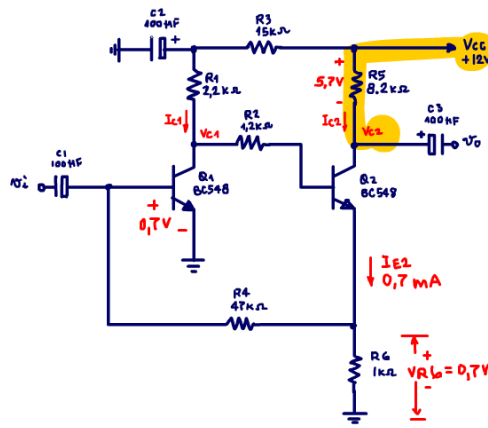
$$I_{C1} = \frac{10,6V}{17,2k\Omega} = 0,6mA$$

Sabendo que a corrente de coletor do transistor Q2 é igual a corrente de emissor, então a queda de tensão na resistência de coletor R5 fica fácil de calcular, é igual a 0,7mA vezes a resistência de coletor 8,2 kOHM, isso dá 5,7V, essa queda de tensão é importante para determinar a tensão no coletor do transistor Q2 em relação ao terra, sempre lembrando que a tensão escrita direto num ponto do diagrama está referenciada ao terra.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

7. A TENSÃO NO COLETOR DE Q2.

2. AS APLICAÇÕES.



Circuito 1: Pré-amplificador

$$V_{R6} = 0,7V$$

$$I_{E2} = \frac{0,7V}{1k\Omega} = 0,7mA$$

$$V_{R5} = I_{C2} \cdot R5 = 0,7mA \cdot 8,2k\Omega = 5,7V$$

$$V_{C2} = V_{CC} - V_{R5} = 12V - 5,7V = 6,3V$$

$$V_{C1} = V_{R6} + 0,7V = 0,7V + 0,7V = 1,4V$$

$$R_{E13} = R1 + R3 = 2,2k\Omega + 15\Omega = 17,2k\Omega$$

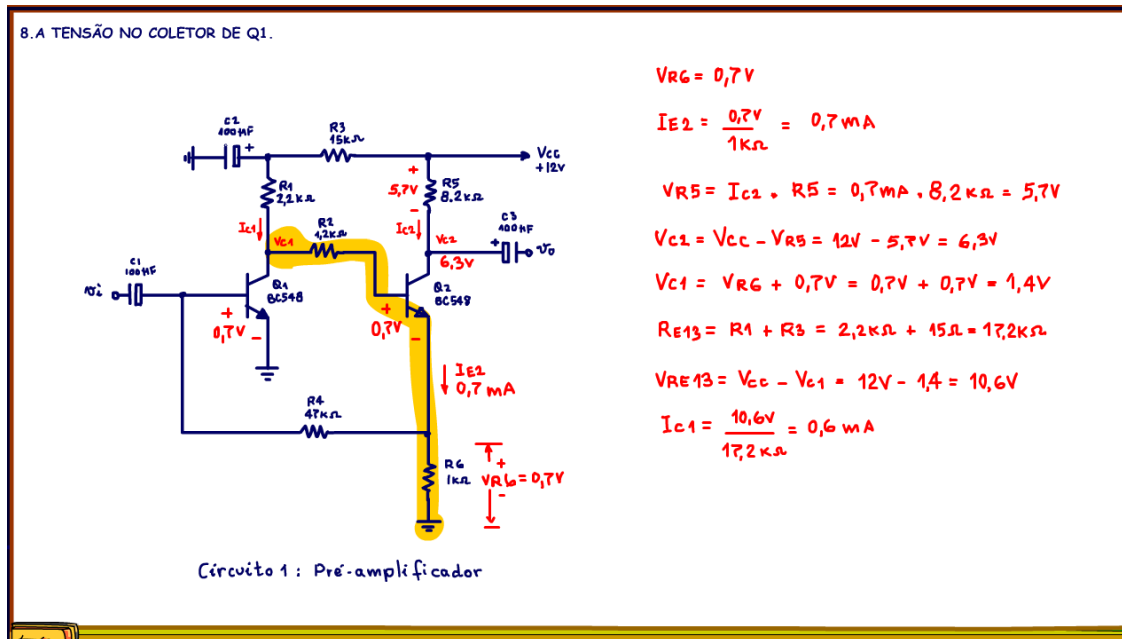
$$V_{RE13} = V_{CC} - V_{C1} = 12V - 1,4V = 10,6V$$

$$I_{C1} = \frac{10,6V}{17,2k\Omega} = 0,6mA$$

Sabendo a queda de tensão na resistência R5 é só usar a malha prática, está entrando 12V, está sendo consumido 5,7V, então sobrou 6,3V para a tensão de coletor do transistor Q2, quase metade da tensão de alimentação como manda o figurino.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

8. A TENSÃO NO COLETOR DE Q1.

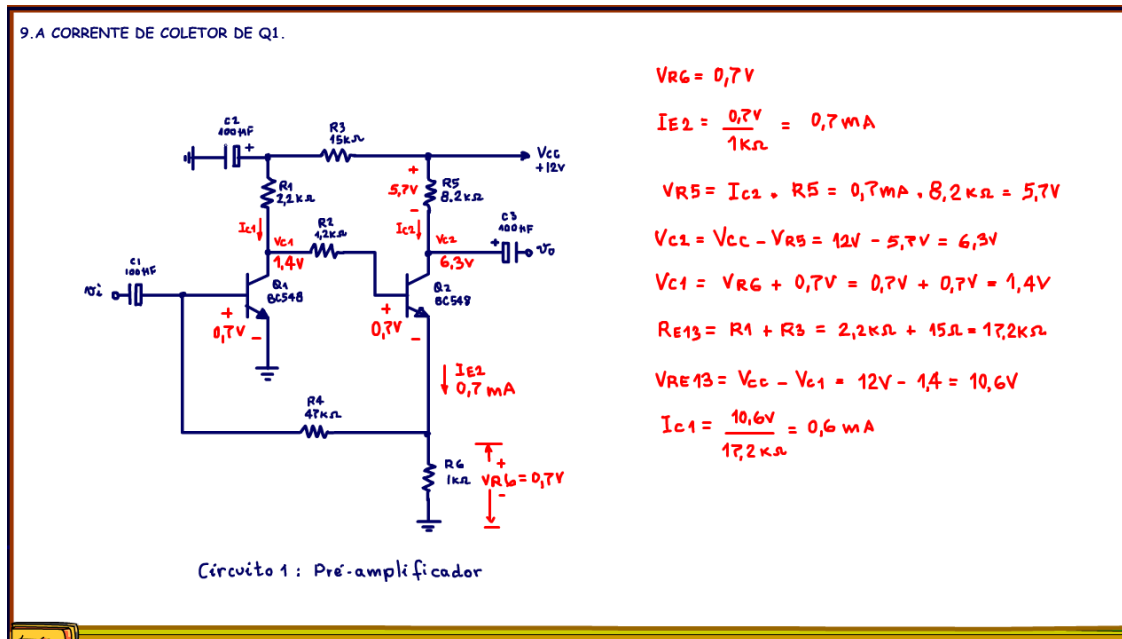


A tensão no coletor do transistor Q1 também não tem segredo, é só somar o 0,7V da junção base emissor do transistor Q2 e pronto, temos a tensão no coletor do transistor Q1, não podia ser mais simples.

A tensão no coletor do transistor Q1 é igual a 1,4V!

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

9. A CORRENTE DE COLETOR DE Q1.



Para calcular a corrente de coletor do transistor Q1 você terá que determinar a queda de tensão nas resistências R1 e R3, tem que somar as duas resistências em corrente contínua, o capacitor C2 não atua nem desata em corrente contínua, a soma das duas resistências dá 17,2 kOHM. A queda de tensão sobre as resistências R1 mais R3 é igual a 12V menos 1,4V, a tensão no coletor do transistor Q1, isso dá 10,6V.

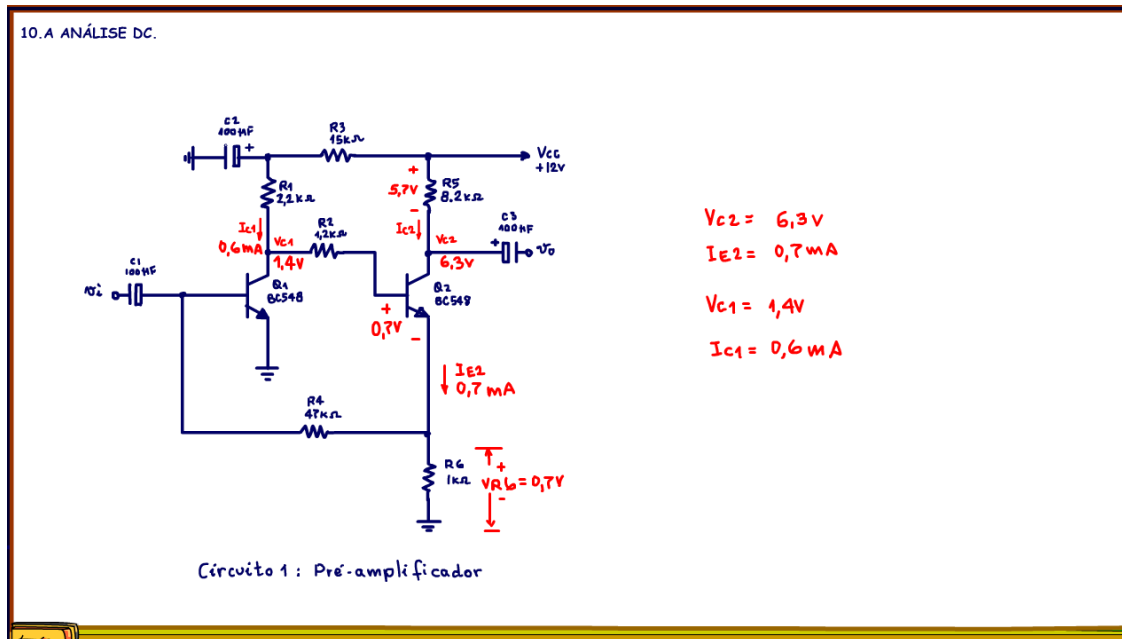
Agora é só usar a LEI DE OHM para determinar a corrente no coletor do transistor Q1, é só dividir 10,6V sobre 17,2 kOHM, isso dá 0,6 mA, veja praticamente a mesma corrente do coletor de transistor Q2, esse é o mesmo raciocínio usado na polarização do amplificador

Classe-A, com uma corrente alta na polarização da base do transistor Q2, isso garante a premissa de desconsiderar a corrente de base do transistor Q2.

Isso também nos remete a outra constatação, os dois transistores estão operando como amplificadores Classe-A, na configuração emissor comum.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

10. A ANÁLISE DC.



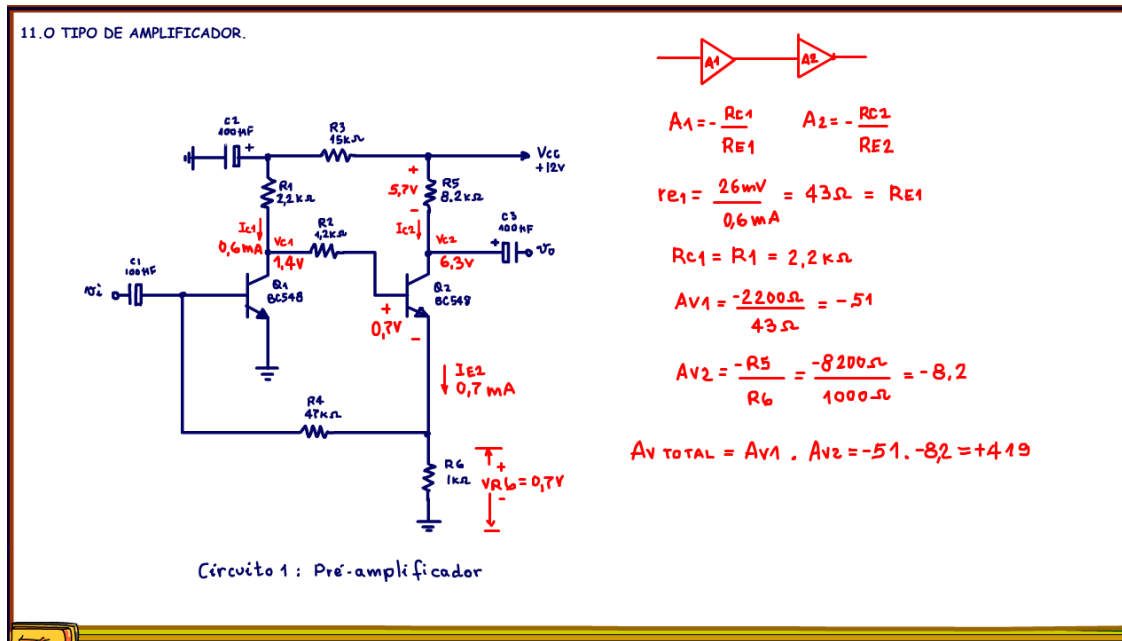
E pronto a análise da polarização está concluída, a análise em corrente contínua, viu como foi simples!

Essa eletrônica não tem segredos.

Será que a análise AC também vai ser simples assim?

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

11. O TIPO DE AMPLIFICADOR.



Para a análise AC a sacada é que os dois amplificadores são simples amplificadores Classe-A na configuração emissor comum, o transistor Q1 não tem a resistência de emissor e o transistor Q2 tem a resistência de emissor.

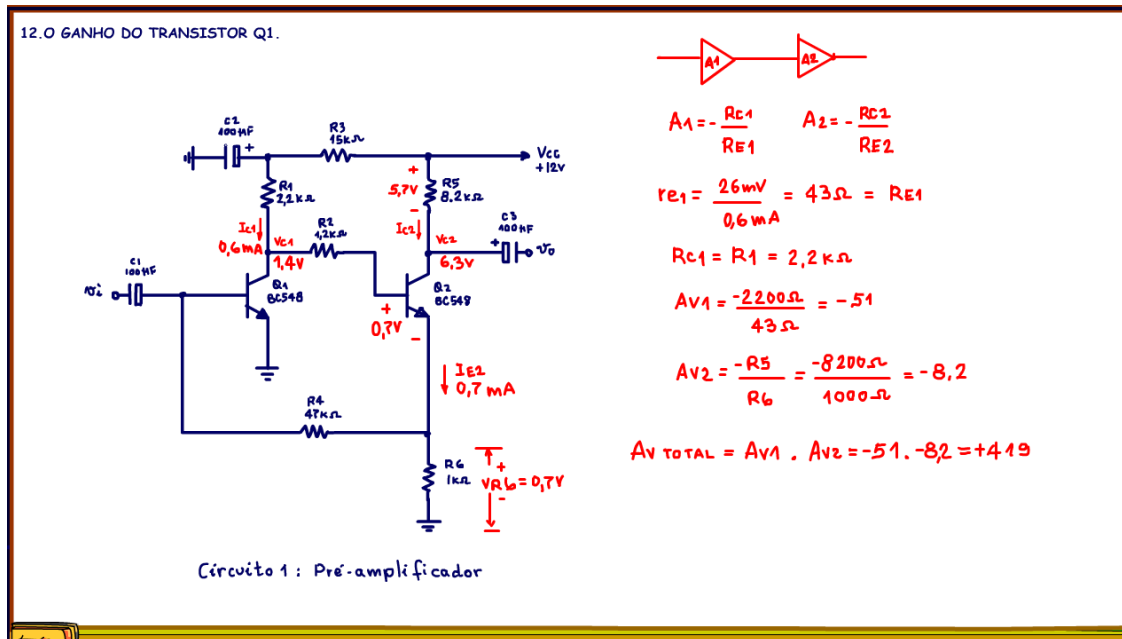
O ganho de tensão desse tipo de amplificador é amplamente conhecido, é simplesmente menos a resistência de coletor dividido pela resistência de emissor, eu já fiz vários vídeos sobre esse assunto aqui nesse canal amalucado.

Então o nosso trabalho vai ser identificar essas resistências, primeiro no transistor Q1, depois no transistor Q2, depois calcular o ganho de tensão em

cada um dos transistores e depois multiplicar os ganhos para ter o ganho total.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

12. O GANHO DO TRANSISTOR Q1.



$$A_1 = -\frac{R_{c1}}{R_{E1}} \quad A_2 = -\frac{R_{c2}}{R_{E2}}$$

$$r_{e1} = \frac{26 \text{ mV}}{0,6 \text{ mA}} = 43 \Omega = R_{E1}$$

$$R_{c1} = R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$$

$$A_{V1} = \frac{-2200 \Omega}{43 \Omega} = -51$$

$$A_{V2} = \frac{-R_5}{R_6} = \frac{-8200 \Omega}{1000 \Omega} = -8,2$$

$$A_{V \text{ TOTAL}} = A_{V1} \cdot A_{V2} = -51 \cdot -8,2 = +419$$

No transistor Q1 a resistência de emissor é a resistência de emissor intrínseca, que é igual a 26 mV sobre a corrente de coletor de 0,6 mA, isso dá 43 OHM, essa é a resistência de emissor do transistor Q1.

A resistência de coletor requer um senso de observação apurado, estamos analisando AC, então o capacitor C2 coloca a resistência R1 direto no terra, então a resistência de coletor do transistor Q1 é somente a resistência R1, a resistência R3 não entra na jogada, a resistência de coletor do transistor Q1 é 2,2 KOHM.

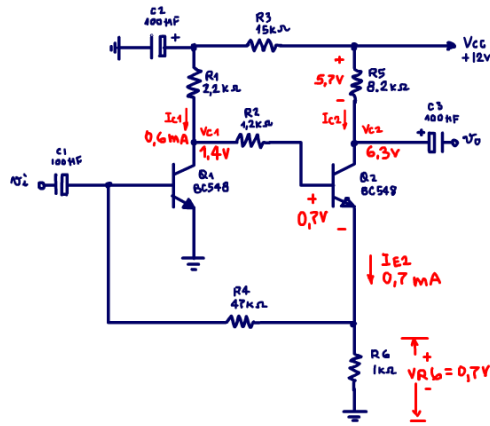
O ganho de tensão do transistor Q1 é igual a menos 2200 OHM dividido por 43 OHM, isso dá menos 51,

simples assim.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

13. O GANHO DO TRANSISTOR Q2.

13. O GANHO DO TRANSISTOR Q2.



Circuito 1 : Pré-amplificador



$$A_1 = -\frac{R_{C1}}{R_{E1}} \quad A_2 = -\frac{R_{C2}}{R_{E2}}$$

$$r_{e1} = \frac{26\text{mV}}{0,6\text{mA}} = 43\Omega = R_{E1}$$

$$R_{C1} = R_1 = 2,2\text{k}\Omega$$

$$A_{V1} = \frac{-2200\Omega}{43\Omega} = -51$$

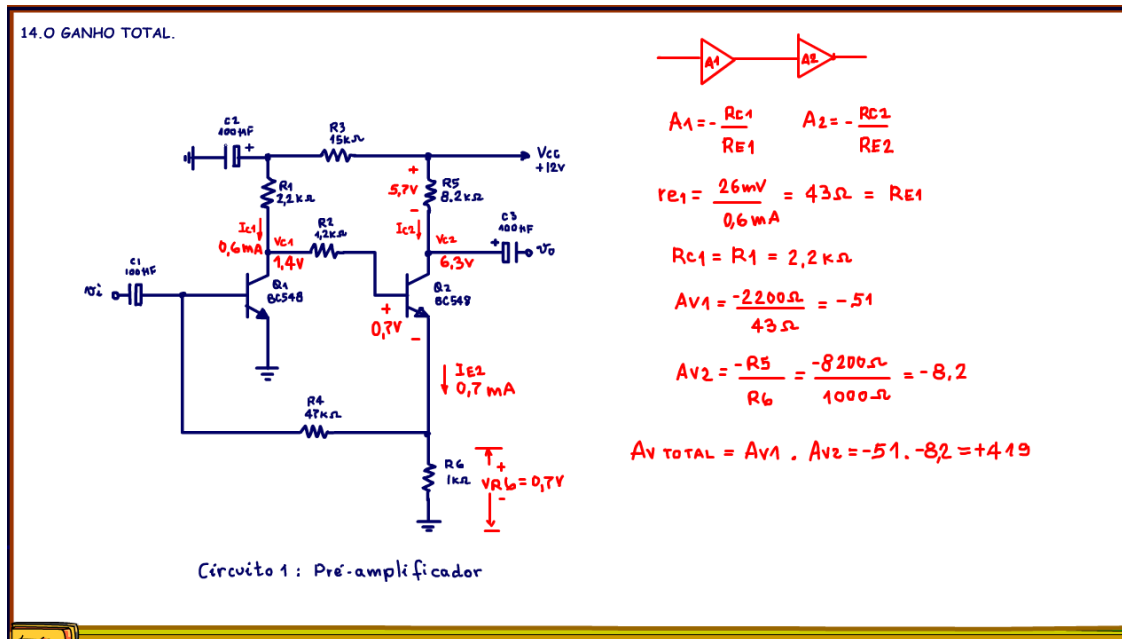
$$A_{V2} = \frac{-R_5}{R_6} = \frac{-8200\Omega}{1000\Omega} = -8,2$$

$$A_{V\text{ TOTAL}} = A_{V1} \cdot A_{V2} = -51 \cdot -8,2 = +419$$

O ganho do transistor Q2 é mais simples, tanto a resistência de coletor como a resistência de emissor são conhecidas, a resistência de coletor é R5 de 8,2 kOHM e a resistência de emissor é R6 de 1 kOHM, o ganho de tensão do transistor Q2 é menos 8200 sobre 1000 isso menos 8,2.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

14. O GANHO TOTAL.



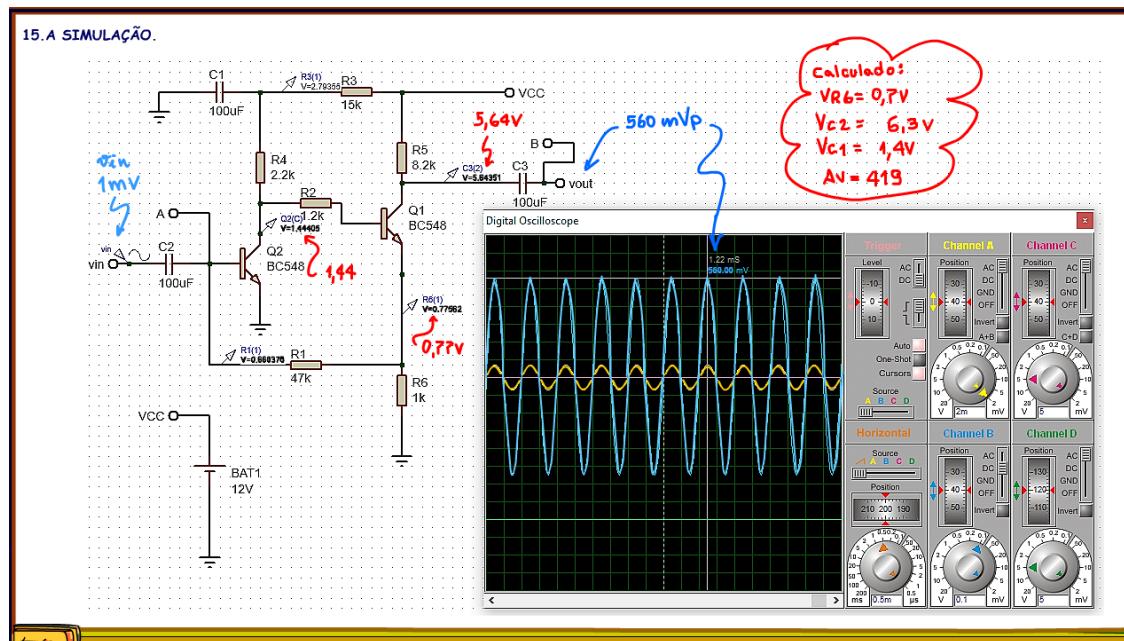
Agora para finalizar, vou calcular o ganho total, que é simplesmente o produto dos dois ganhos, menos 51 vezes menos 8,2, isso dá o ganho de mais 419, viu que não tem complicação.

Esse é um amplificador de tensão muito usado como pré-amplificador, ele tem alto ganho e não é complicado, a impedância de entrada só depende da resistência R_4 , então é fácil de ajustar também, aqui é simplesmente 47 kOHM.

Note que o produto final é positivo, claro houve duas inversões, então, o sinal de saída vai sair em fase com o sinal de entrada, amplificado mais em fase.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

15. A SIMULAÇÃO.



Eu simulei do Proteus e vejam o resultado, que tal, ficaram bem parecidos com o calculado, vocês não acham?

No cálculo feito a pouco se for aplicado um sinal de 1 mVrms na entrada, na frequência de 1 kHz, vai sair um sinal de 419 mVrms, veja no osciloscópio, em amarelo o sinal de entrada e em azul o sinal de saída, veja o cursor colocado no pico do sinal de saída, a tensão medida é de 560 mV, será que erramos tanto?

Claro que não, observe que no osciloscópio está sendo medido o pico, e o nosso cálculo foi feito em RMS, então tem que multiplicar o nosso cálculo por raiz de 2, isso dá 593 mVp, bem próximo do medido.

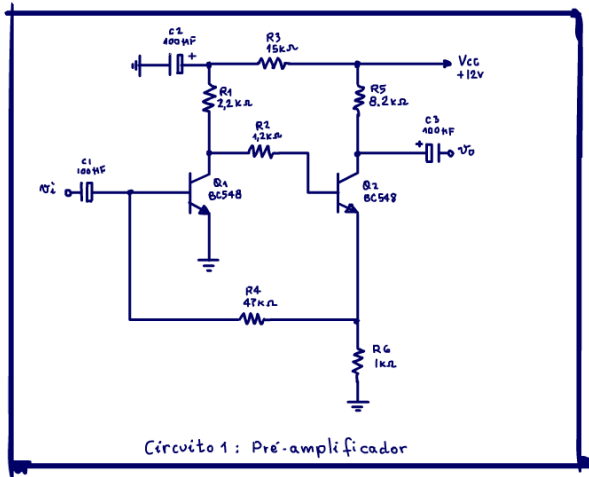
Outro detalhe importante é as fases entre o sinal de entrada em amarelo e saída em azul, observe estão exatamente em fase, como foi previsto na teoria, sem o capacitor de acoplamento, não corremos o risco de qualquer defasagem.

Eu acho esse amplificador muito interessante, eu acho a eletrônica fantástica, e agora você viu que também é fácil, qualquer criança brinca e se diverte.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

16. CONCLUSÃO.

16. CONCLUSÃO.



Você viu nesse tutorial como analisar o circuito do amplificador com acoplamento direto, não é difícil sem truque sem magia, só usando tecnologia, aí fica fácil, bom proveito.

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

17. 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)

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

20240510 Análise pré-amplificador com acoplamento direto

Análise pré-amplificador com acoplamento direto

Esse é um daqueles amplificadores que sempre deixa a gente pensativo, como funciona esse circuito, como que eu calculo as tensões e correntes?

Então é isso que vou fazer nesse tutorial, vou mostrar como analisar esse circuito, um amplificador com acoplamento direto.

Assuntos relacionados.

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

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

Pré-amplificador, amplificador de acoplamento direto, amplificador,

Análise usando só tecnologia, sem bruxaria, aí fica fácil!