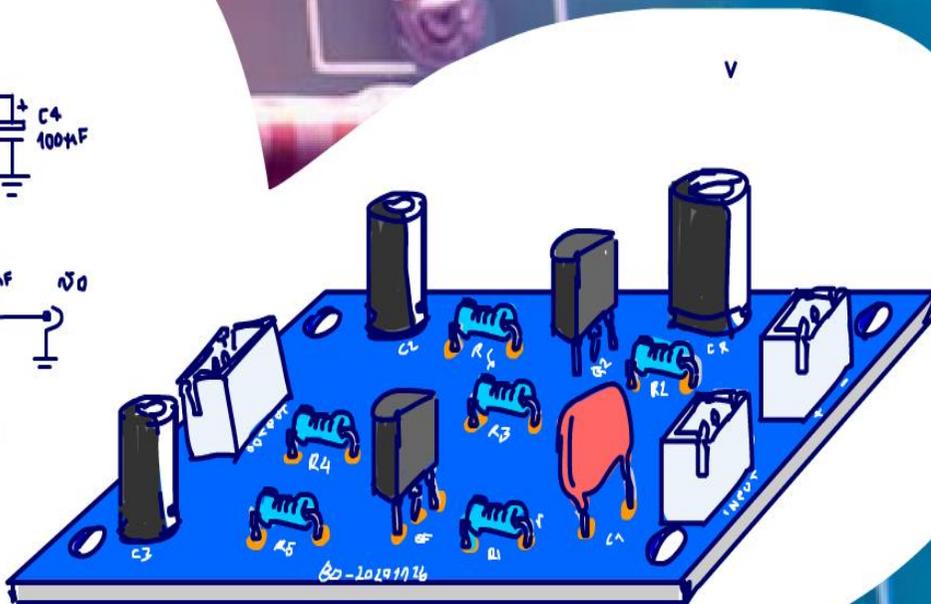
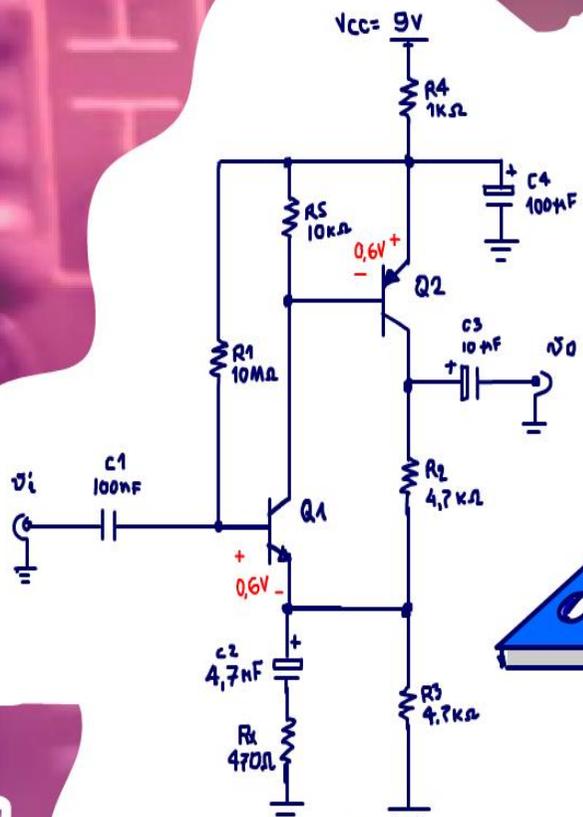


Análise pré-amplificador com par Sziklai com ganho

Vcc

$$I_C = \beta^2 \cdot I_B$$

$$I_C = I_B \cdot \beta$$



Professor Bairros (29/11/2024)

Amplificador

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{R_2}{R_x} + 1$$

ANÁLISE PRÉ-AMPLIFICADOR COM PAR SZIKLAI COM GANHO



**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>

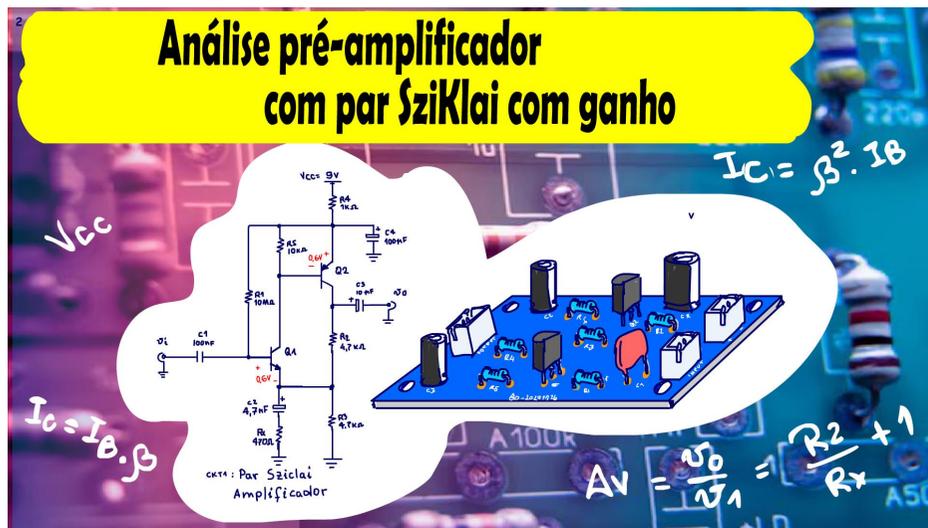
Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

1. SUMÁRIO

1. Introdução.	4
2. O circuito.	5
3. A polarização.	6
4. A técnica do parcelamento.	7
5. A análise DC.	8
6. Distribuindo a corrente de base 1.	51
7. Comparando os resultados.	59
8. Conclusão.	60
9. Créditos.	61

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

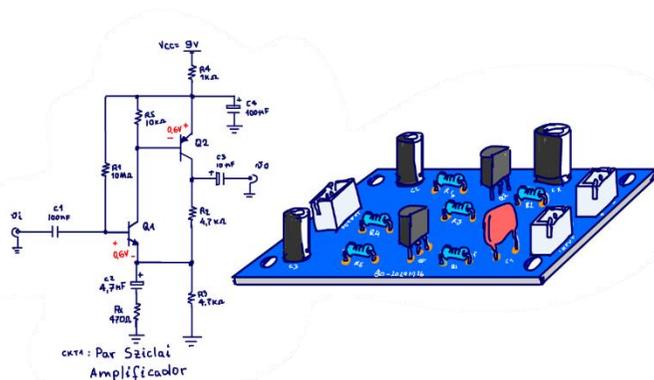


YOUTUBE: https://youtu.be/7V6DgmVYQ_I

Análise pré-amplificador com par Sziklai com ganho

1. Introdução.

Análise pré-amplificador com par Sziklai com ganho



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador com par Sziklai com ganho

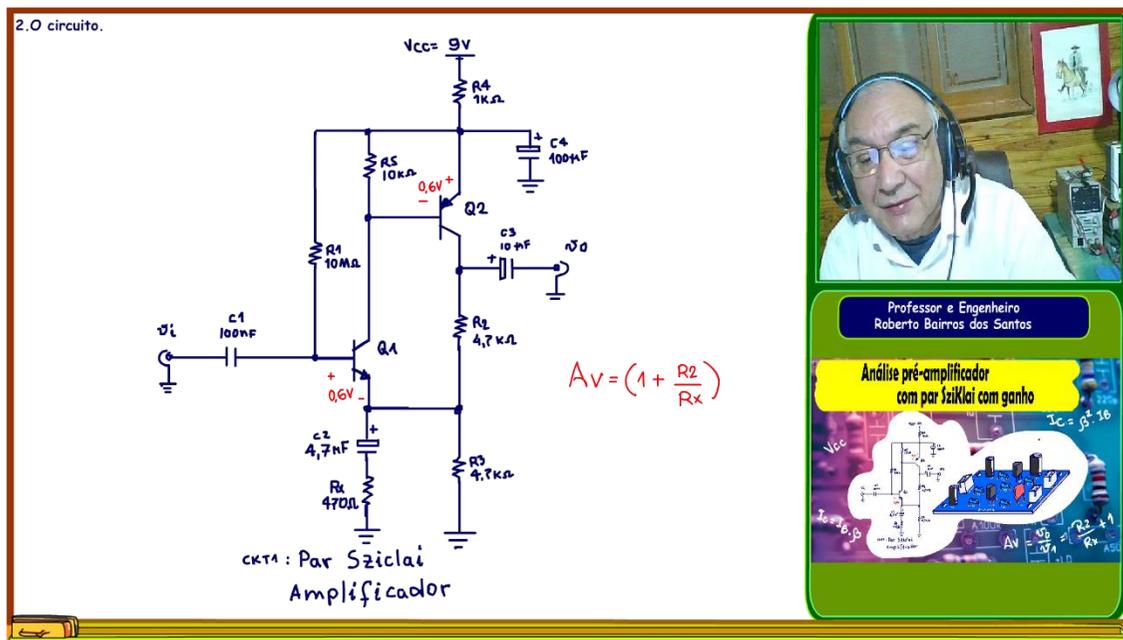


Nesse tutorial eu vou mostrar uma técnica fantástica para analisar circuitos complexos, mas que também pode ser usada para analisar circuitos simples e eu vou mostrar de uma forma bem prática analisando o circuito do amplificador com par Sziklai com ganho de tensão.

Vamos lá.

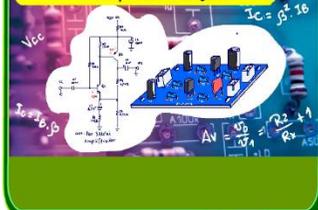
Análise pré-amplificador com par Sziklai com ganho

2. O circuito.



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par Sziklai com ganho

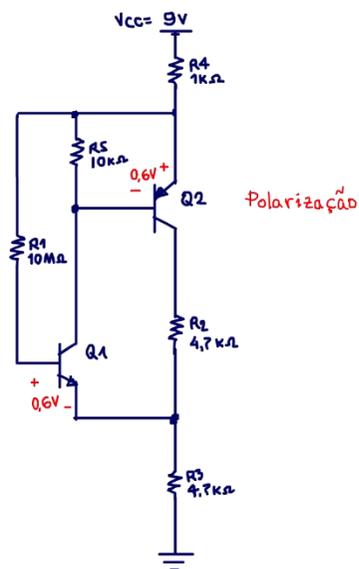


O amplificador com par Sziklai é mostrado na figura, esse é um circuito muito prático, o ganho AC é dado pela razão entre resistência de saída R_2 e a resistência R_X , como a resistência R_2 é 100 vezes maior do que R_X , então esse circuito tem o ganho de tensão igual a 100, ao pé da letra o ganho é igual a 101.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

3. A polarização.

3. A polarização.

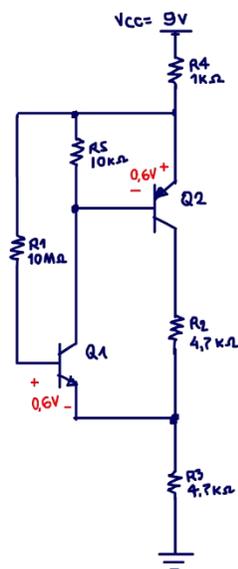


Mas eu não estou interessado na análise em AC, mas sim na análise em corrente contínua, na polarização do circuito, eu vou querer determinar as Correntes e tensões em todos os componentes, a pergunta que todo técnico eletrônico se faz diante desta situação é como começar, o que fazer pois é isso que eu vou mostrar agora.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

4. A técnica do parcelamento.

4. A técnica do parcelamento.



Técnica do Parcelamento



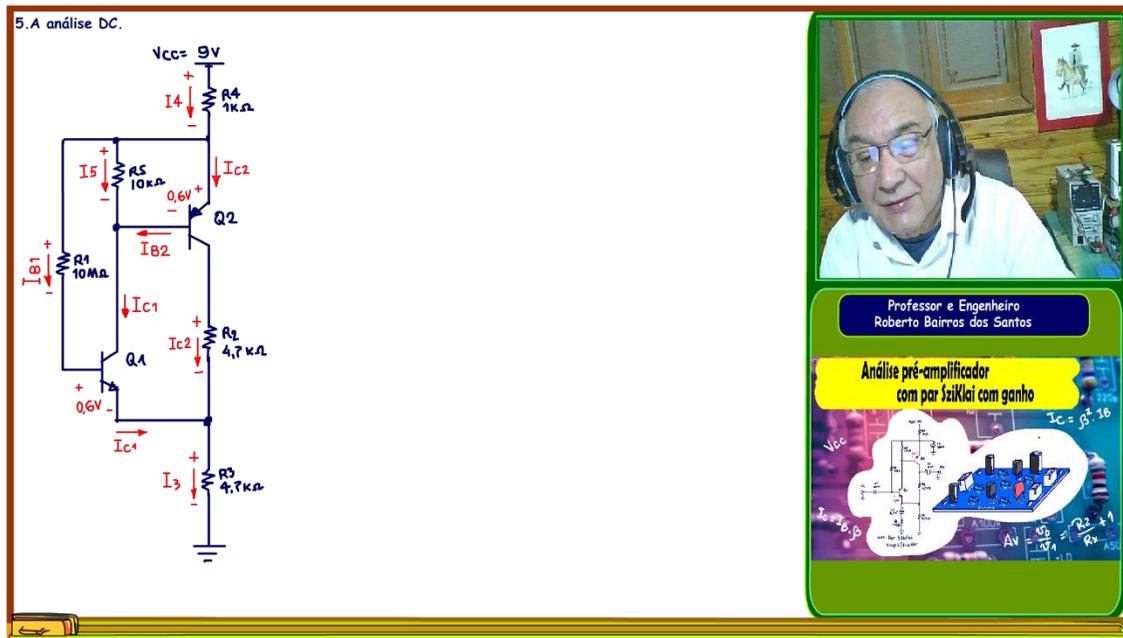
A técnica da análise do Professor Bairros é chamada de técnica do parcelamento.

Você deverá parcelar a análise complexa em pequenas parcelas de análises mais simples, muito simples não é mesmo.

Então a ideia é parcelar a análise complexa em parcelas bem pequenininhas que cabem dentro do seu conhecimento.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

5. A análise DC.

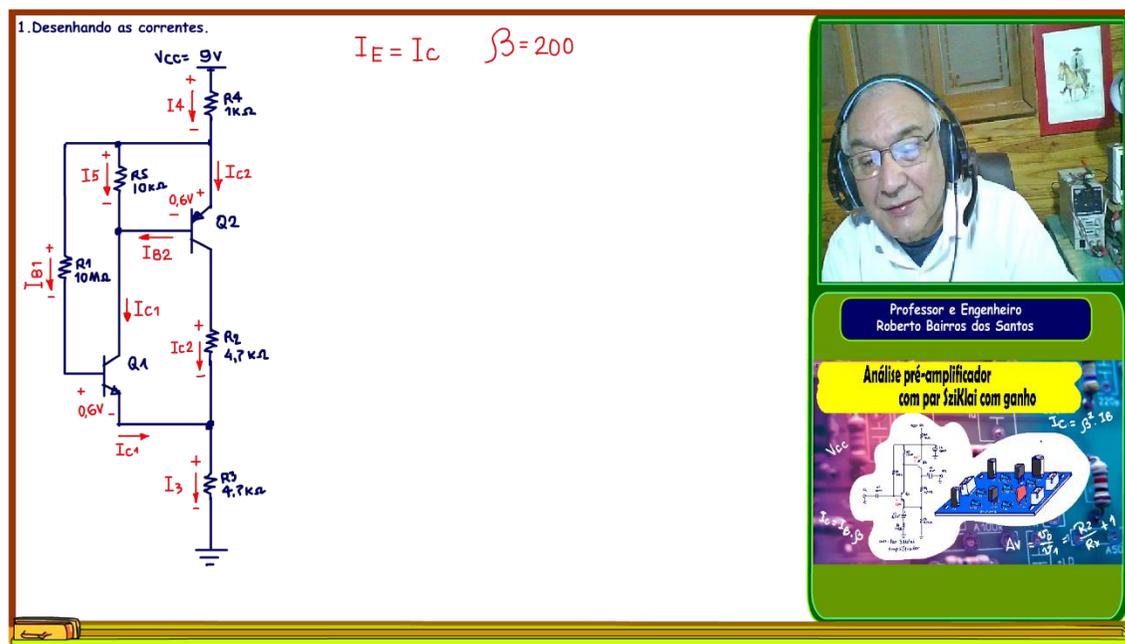


Mas eu não estou interessado na análise AC eu estou interessado na análise DC, na polarização do circuito, nessa análise eu vou determinar as Correntes e tensões em todos os componentes desse circuito, mas por onde começar?

É isso que a técnica do professor bairros responde.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

1. Desenhando as correntes.



E tudo começa desenhando as Correntes no circuito, nesse circuito é muito fácil só tem uma fonte, então todas as Correntes saem do positivo em direção ao negativo.

Eu devo colocar junto com a corrente a polaridade das tensões nos componentes, o positivo fica do lado que a corrente está entrando no componente, se eu souber a tensão em algum dos componentes como por exemplo a tensão em zener a tensão base emissor também já coloco, nesse exemplo eu vou considerar a tensão base emissor igual a 0,6 volts, para circuitos de baixas potências, considerar a tensão base emissor igual 0,6 volts, deixa o resultado mais preciso.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

2. Característica do transistor.



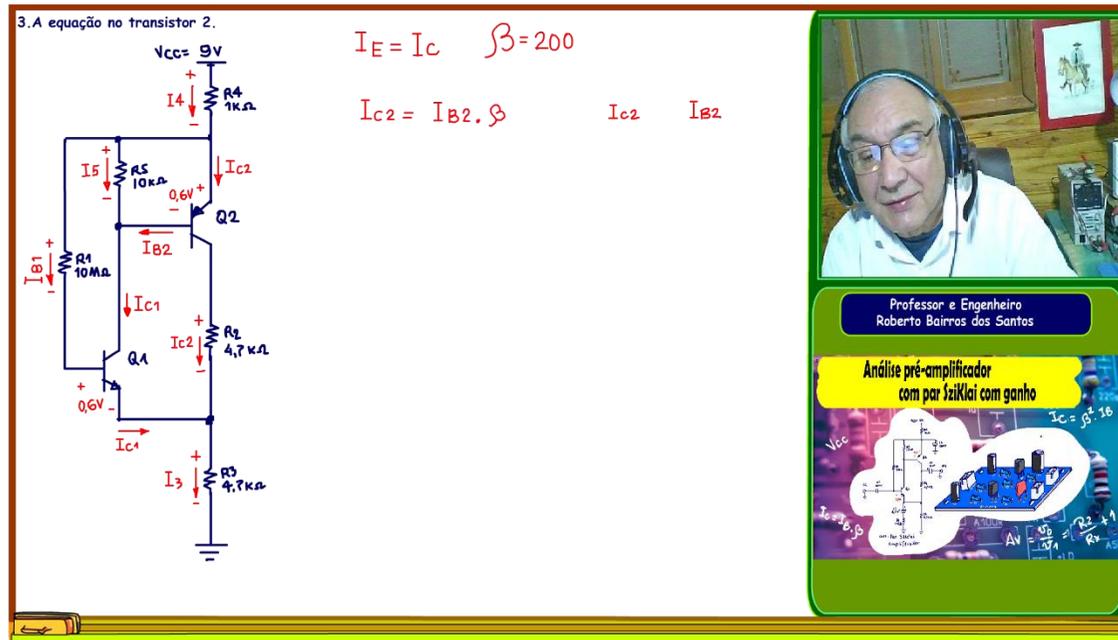
Aqui eu já vou usar uma das características mais importantes do transistor, a corrente de emissor é igual a corrente de coletor, claro que isso só acontece se o ganho for igual ou maior do que 100, nesse circuito eu vou considerar o ganho dos transistores igual a 200.

Vejam no transistor um, no emissor eu vou escrever, corrente de emissor é igual I_{C1} , corrente de coletor do transistor 1.

Eu vou fazer o mesmo para o transistor 2, vejam que eu já comecei a parcelar a nossa análise.

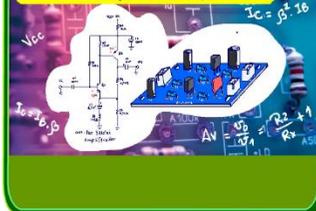
Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

3. A equação no transistor 2.



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho



Agora o procedimento é simples eu olho para o circuito e procuro pequenas equações.

Por exemplo, as equações das características dos componentes nesse caso os transistores.

Se tiver um operacional eu vou usar as características do operacionais.

Aqui eu vou considerar a característica do transistor que diz que: a corrente de coletor é igual a corrente de base vezes o beta, então para o transistor dois a corrente de coletor dois é igual à corrente de base dois multiplicado pelo beta.

Note que eu tenho uma equação e 2 perguntas 2 incógnitas.

Aqui tem um detalhe importante desse método, para que essa análise tenha solução, o número de equações tem que ser igual ou maior do que o número de perguntas de incógnitas, então eu devo procurar mais equações.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

4. Equação do transistor 1.

4. Equação do transistor 1.

$I_E = I_C$ $\beta = 200$
 $I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta$ $I_{C2} = I_{B2}$
 $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$ $I_{C1} = I_{B1}$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Então vou fazer o mesmo para o transistor um, A corrente de coletor do transistor um é igual a corrente de base um, multiplicada pelo ganho beta, pronto temos 2 equações, mas o número de incógnitas também aumentou o que fazer?

Procurar mais equações.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

5. Equação no nó da resistência 3.

5. Equação no nó da resistência 3.

$I_E = I_C$ $\beta = 200$
 $I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta$ I_{C2} I_{B2}
 $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$ I_{C1} I_{B1}
 $I_3 = I_{C1} + I_{C2}$ I_3

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Bem agora eu vou usar a LEI DOS NÓS.

O Nó da resistência 3, esse marcado na figura, nesse nó eu tenho que a corrente na resistência R3, é igual a soma das Correntes que estão entrando, a corrente de coletor do transistor 2, mais a corrente de coletor do transistor um, pronto temos mais uma equação e que agora somou só mais uma incógnita o que fazer?

Procurar mais equações

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

6. A corrente de coletor 1.

6. A corrente de coletor 1.

$I_E = I_C \quad \beta = 200$
 $I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta$
 $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$
 $I_B = I_{C1} + I_{C2}$
 $I_{C1} = I_{B2} + I_5$

$I_{C2} \quad I_{B2}$
 $I_{C1} \quad I_{B1}$
 I_B
 I_5

Professor e Engenheiro
 Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
 com par SziKlai com ganho

Aqui na resistência 5 também tem outro nó.

A corrente de coletor do transistor um, que está saindo, é igual a soma das Correntes da resistência R5, mais a corrente de base do transistor dois.

Agora temos mais uma incógnita a corrente I5.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

7. A corrente na resistência 5.

7. A corrente na resistência 5.

$I_E = I_C \quad \beta = 200$
 $I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta$
 $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$
 $I_B = I_{C1} + I_{C2}$
 $I_{C1} = I_{B2} + I_5$
 $I_5 = \frac{0,6V}{R_5} = \frac{0,6V}{10k} = 0,06 \text{ mA}$

Professor e Engenheiro
 Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
 com par SziKlai com ganho

Mas a corrente na resistência 5 é fácil de calcular, veja que a resistência 5 está em paralelo com a junção base emissor do trânsito 2, então a corrente na resistência 5, é igual a tensão de 0,6 volts, dividido por 10 k o valor da resistência 5, a corrente na resistência 5 é igual a 0,06 mA.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

9. A equação da malha de entrada.

9. A equação da malha de entrada.

$I_E = I_C \quad \beta = 200$
 $I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta$
 $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$
 $I_B = I_{C1} + I_{C2}$
 $I_{C1} = I_{B2} + I_5$
 $I_5 = \frac{0,6V}{R_5} = \frac{0,6V}{10k} = 0,06 \mu A$
 $+ 9V - I_4 \cdot R_4 - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V - I_3 \cdot R_3 = 0 \quad I_4$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

A equação fica:

A tensão da fonte 9V, menos a corrente 4 vezes a resistência 4, menos a corrente da base 1 vezes a resistência 1, menos 0,6 volts, menos a corrente na resistência 3 multiplicado pela resistência 3, tudo isso é igual zero.

Mais uma equação, mas também surgiu mais uma incógnita a corrente na resistência 4, como fazer?

Procurar uma equação que inclua I4.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

10. A corrente na resistência 4.

10. A corrente na resistência 4.

$I_E = I_C \quad \beta = 200$
 $I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta$
 $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$
 $I_3 = I_{C1} + I_{C2}$
 $I_{C1} = I_{B2} + I_5$
 $I_5 = \frac{0,6V}{R_5} = \frac{0,6V}{10k} = 0,06 \mu A$
 $+9V - I_4 \cdot R_4 - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V - I_3 \cdot R_3 = 0$
 $I_4 = I_3$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Às vezes é preciso ter muita atenção, veja que a corrente que passa pela resistência 4, vem da fonte de tensão, se distribui pelo circuito, anda para cá, anda para lá, e no final acaba somando tudo novamente no nó da resistência 3, então a corrente na resistência 3 é igual a corrente na resistência 4, e essa era a última equação que precisávamos, agora o número de equações é igual ao número de incógnitas.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

11. As equações finais.

11. As equações finais.

$I_E = I_C \quad \beta = 200$

- 1) $I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta$ $I_{C2} \quad I_{B2}$
- 2) $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$ $I_{C1} \quad I_{B1}$
- 3) $I_3 = I_{C1} + I_{C2}$ I_3
- 4) $I_{C1} = I_{B2} + I_5$ I_5
- 5) $I_5 = \frac{0,6V}{R_5} = \frac{0,6V}{10k} = 0,06 \mu A$
- 6) $+9V - I_4 \cdot R_4 - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V - I_3 \cdot R_3 = 0$ I_4
- 7) $I_4 = I_3$

(Handwritten wavy line under equation 7)

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

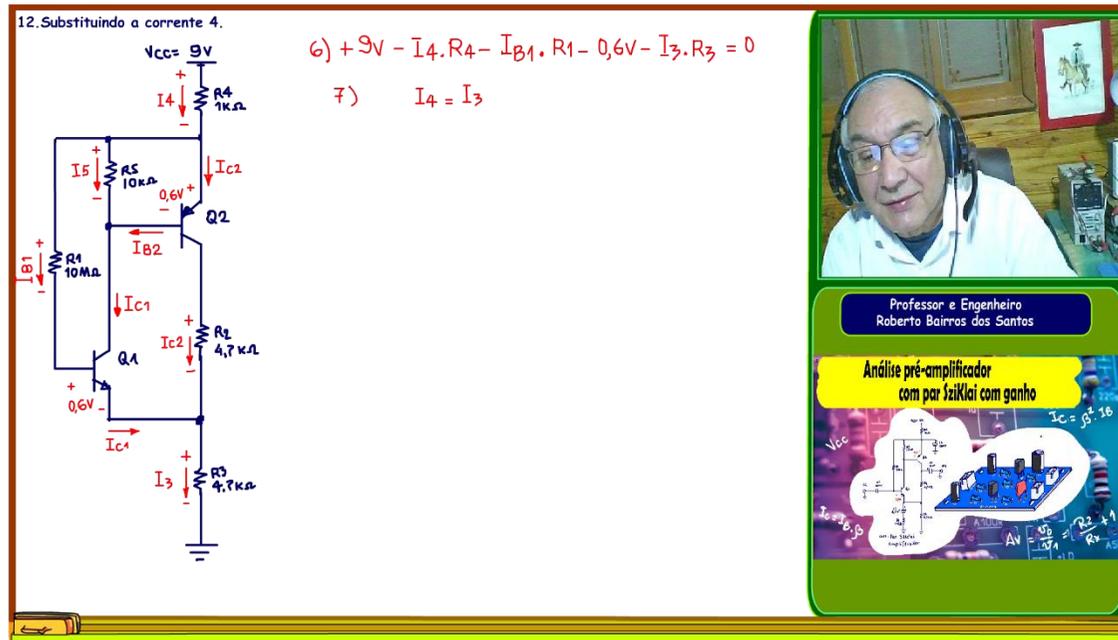
Vou numerar as equações, tenho 7 equações e também tenho 7 incógnitas, agora vou resolver as equações de forma a determinar uma das Correntes, me parece que determinada corrente de base um é a melhor opção, porque uma vez determinada corrente de base um fica fácil determinar todas as outras correntes.

Uma das formas mais simples de resolver esse tipo de sistema de equações, é usando a substituição.

Eu vejo uma variável em uma das equações e substituo em outra, e vou substituindo até que no final eu tenha somente uma equação e uma variável nesse caso a corrente de base!

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

12. Substituindo a corrente 4.



Parece que para começar o melhor é substituir a corrente da resistência 4, I_4 , na equação 6, isso é muito fácil é só escrever I_3 no lugar da corrente I_4 na equação 6.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

13. A equação 6.

13. A equação 6.

$$6) + 9V - I_3 \cdot R_4 - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V - I_3 \cdot R_3 = 0$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par Sziklai com ganho

V eja como fica a equação 6 ficou bem mais simples, uma pergunta a menos a corrente I4, ainda tem a corrente de base um, que é a corrente que eu quero calcular então ela tem que ficar mesmo, e a corrente na resistência 3, precisamos achar uma equação onde está a corrente na resistência 3 para substituir na equação 6.

Mas observe que vamos trabalhando uma a uma as equações, esse é segredo de trabalhar com a matemática, você deve se concentrar em executar um passo de cada vez, pagar uma parcela de cada vez, se você tentar dar dois passos de uma vez só pode tropicar.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

14. Trabalhando a equação 6.

14. Trabalhando a equação 6.

The diagram shows a Sziklai pair circuit with two NPN transistors, Q1 and Q2. Q1's emitter is grounded, and its collector is connected to the base of Q2. Q2's emitter is connected to a 4.7kΩ resistor (R3) which is grounded. The collector of Q2 is connected to a 9V supply (VCC) through a 1kΩ resistor (R4). A 10kΩ resistor (R5) is connected between the 9V supply and the base of Q1. A 4.7kΩ resistor (R2) is connected between the collector of Q1 and ground. Currents are labeled as follows: IB1 (base current of Q1), IC1 (collector current of Q1), IB2 (base current of Q2), IC2 (collector current of Q2), I3 (current through R3), I4 (current through R4), and I5 (current through R5). A 0.6V potential is indicated at the base of Q1 and the emitter of Q2.

$$6) +9V - I_3 \cdot R_4 - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V - I_3 \cdot R_3 = 0$$

$$6) +9V - I_3 \cdot (R_3 + R_4) - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V = 0$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Aqui está a equação 6, vou trabalhar um pouco mais essa equação, um passo de cada vez, note que a corrente I3 aparece em duas parcelas, então vou somar essas parcelas.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

15. somando resistências R3 e R4.

15. somando resistências R3 e R4.

$$6) + 9V - I_3 \cdot R_4 - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V - I_3 \cdot R_3 = 0$$

$$6) + 9V - I_3 \cdot (R_3 + R_4) - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V = 0$$

$$6) + 9V - I_3 \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V = 0$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Somando as parcelas ficou a corrente I3 que multiplica a soma das resistências R3 mais R4, como eu sei o valor dessas resistências, vou somar os valores, R3 de 4,7 k, mais R4 de 1k, fica 5,7 k.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

16. A corrente na resistência R3.

16. A corrente na resistência R3.

$$6) + 9V - I_3 \cdot R_4 - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V - I_3 \cdot R_3 = 0$$

$$6) + 9V - I_3 \cdot (R_3 + R_4) - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V = 0$$

$$6) + 9V - I_3 \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R_1 - 0,6V = 0$$

$$3) I_3 = I_{c1} + I_{c2}$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Tenho que achar uma equação para substituir no lugar da corrente I3.

Pois a corrente da resistência 3 aparece na equação 3, a corrente da resistência 3, é igual a soma das Correntes de coletor do transistor um mais a corrente de coletor do transistor 2.

Antes de substituir a corrente na resistência 3 na equação 6 eu vou tentar desenvolver um pouco mais essa equação de forma a que no final eu tenha somente a corrente de base do transistor um.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

17. Parcelando a corrente na resistência R3.

17.Parcelando a corrente na resistência R3.

3) $I_3 = I_{c1} + I_{c2}$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Então vou pagar só essa parcela separada, vou parcelar a parcela, vou fazer uma acordo, primeiro eu parcelo o máximo que eu posso da corrente na resistência 3, depois substituindo na equação 6.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

19. A corrente de coletor do transistor 1.

19. A corrente de coletor do transistor 1.

3) $I_3 = I_{c1} + I_{c2}$
 1) $I_{c2} = I_{B2} \cdot \beta$
 2) $I_{c1} = I_{B1} \cdot \beta$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Faço o mesmo para o transistor um, a corrente de coletor do transistor um é igual a corrente de base do transistor um multiplicado pelo ganho beta, agora é só substituir na equação 3.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

20. A equação da corrente na resistência 3.

20. A equação da corrente na resistência 3.

3) $I_3 = I_{c1} + I_{c2}$
 1) $I_{c2} = I_{B2} \cdot \beta$
 2) $I_{c1} = I_{B1} \cdot \beta$
 3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B2} \cdot \beta$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Veja como fica a equação da corrente na resistência 3, agora aparece a corrente de base um, isso não é problema, porque eu quero determinar exatamente essa corrente, mas tem a corrente de base 2, então, eu tenho que achar uma equação para a corrente de base 2.

Veja que eu vou resolvendo passo a passo, ao resolver uma equação eu analiso e vejo como posso evoluir simples assim se der um passo de cada vez não vai ter problema.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

21. A corrente de coletor 1.

21. A corrente de coletor 1.

3) $I_3 = I_{c1} + I_{c2}$
 1) $I_{c2} = I_{B2} \cdot \beta$
 2) $I_{c1} = I_{B1} \cdot \beta$
 3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B2} \cdot \beta$
 4) $I_{c1} = I_{B2} + I_5$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Veja que a equação no nó da resistência R5 resolve o nosso problema, nessa equação nós temos a corrente de base 2, então vamos isolar essa corrente.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

22. A corrente I5.

22. A corrente I5.

3) $I_3 = I_{c1} + I_{c2}$
 1) $I_{c2} = I_{B2} \cdot \beta$
 2) $I_{c1} = I_{B1} \cdot \beta$
 3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B2} \cdot \beta$
 4) $I_{c1} = I_{B2} + I_5$
 4) $I_{c1} = I_{B2} + 0,06 \text{ mA}$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Antes de isolar eu vou substituir a corrente na resistência R5, I5 pelo seu valor conhecido, 0,06 mA.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

23. Isolando a corrente de base 2.

23. Isolando a corrente de base 2.

3) $I_3 = I_{c1} + I_{c2}$
 1) $I_{c2} = I_{B2} \cdot \beta$
 2) $I_{c1} = I_{B1} \cdot \beta$
 3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B2} \cdot \beta$
 4) $I_{c1} = I_{B2} + I_5$
 4) $I_{c1} = I_{B2} + 0,06 \text{ mA}$
 4) $I_{B2} = I_{c1} - 0,06 \text{ mA}$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Agora é só isolar a corrente de base do transistor 2, a corrente de base 2 é igual a corrente de coletor do transistor um, menos 0,06 mA.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

24. Substituindo na equação 3.

24. Substituindo na equação 3.

3) $I_3 = I_{C1} + I_{C2}$
 1) $I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta$
 2) $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$
 3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B2} \cdot \beta$
 4) $I_{C1} = I_{B2} + I_5$
 4) $I_{C1} = I_{B2} + 0,06 \text{ mA}$
 4) $I_{C1} = I_{B2} + 0,06 \text{ mA}$
 4) $I_{B2} = I_{C1} - 0,06 \text{ mA}$
 3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + (I_{C1} - 0,06 \text{ mA}) \cdot \beta$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Agora vamos substituir na equação 3, os procedimentos se repetem, veja que agora a corrente I_3 , é igual a corrente de base um multiplicada pelo beta, mais a corrente de base 2, mas agora ela está colocada entre os parênteses, ela foi substituída, mas ela continua sendo multiplicada pelo ganho beta.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

25. Trabalhando a equação 3.

25. Trabalhando a equação 3.

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + (I_{C1} - 0,06 \text{ mA}) \cdot \beta$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Vou trabalhar a equação 3, separei aqui para ficar mais didático, o que fazer agora?

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

26. Eliminando os parênteses.

26. Eliminando os parênteses.

$$3) I_3 = I_{B1} \cdot \beta + (I_{C1} - 0,06 \text{ mA}) \cdot \beta$$

$$3) I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{C1} \cdot \beta - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Vou eliminar os parênteses, multiplicando o ganho beta em cada uma das parcelas, um procedimento bastante comum ao resolver esse tipo de equação é deixar a equação sem parênteses, isso facilita muito.

Olhando essa equação é possível observar que além da corrente de base 1 tem a corrente de coletor do transistor um, mas aqui fica fácil a gente já sabe como escrever a corrente de coletor do transistor em função da corrente de base.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

27. A corrente de coletor 1.

27. A corrente de coletor 1.

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + (I_{C1} - 0,06 \text{ mA}) \cdot \beta$

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{C1} \cdot \beta - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta$

2) $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

A corrente de coletor um é igual a corrente de base multiplicado pelo beta, agora é só substituir na equação ali de cima.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

28. Substituindo a corrente de coletor 1.

28. Substituindo a corrente de coletor 1.

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + (I_{C1} - 0,06 \text{ mA}) \cdot \beta$

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{C1} \cdot \beta - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta$

2) $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + (I_{B1} \cdot \beta) \cdot \beta - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Veja como fica a equação substituindo a corrente de coletor um na equação 3, para salientar, eu deixei essa corrente entre parênteses.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

29. Multiplicando os ganhos.

29. Multiplicando os ganhos.

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + (I_{C1} - 0,06 \text{ mA}) \cdot \beta$

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{C1} \cdot \beta - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta$

2) $I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta$

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta \cdot \beta - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta$

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Agora é só multiplicar os ganhos e veja que nessa parcela aparece o ganho beta vezes o ganho beta, beta ao quadrado, e isso todo mundo já sabe, no par Sziklai os ganhos de correntes se multiplicam, exatamente como no par Darlington.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

30. Substituindo a equação 3 na 6.

30. Substituindo a equação 3 na 6.

6) $+9V - I_3 \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$

3) $I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06mA \cdot \beta$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Agora que a equação 3 foi bem parcelada, a gente tem a corrente na resistência 3 escrita em função da corrente de base um, é só voltar lá no início e substituir a corrente na resistência é 3 na equação 6.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

31. A substituição.

31. A substituição.

$$6) +9V - I_3 \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$3) I_3 = I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06mA \cdot \beta$$

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06mA \cdot \beta) \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos



Agora vou me concentrar só na equação 6, pois aqui estamos com uma equação só com uma incógnita, a corrente de base 1.

Veja que equação fantástica, quando a gente chega aqui, a gente se pergunta como chegamos nesse valor, e a resposta é simples, despassito, parcelando tudo.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

32. Resolvendo a equação.

32. Resolvendo a equação.

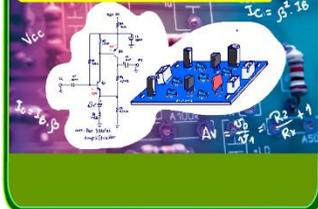
$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06mA \cdot \beta) \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$I_{B1} = ?$$



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho



Agora vou resolver a equação porque nessa equação só tem a corrente de base um como incógnita, o objetivo é chegar na equação da corrente de base1.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

33. Eliminado os parênteses.

33. Eliminado os parênteses.

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06mA \cdot \beta) \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

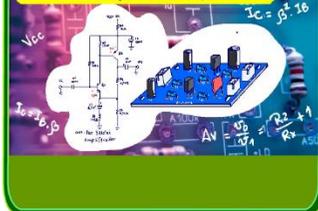
$$I_{B1} = ?$$

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k - 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k) - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho



O primeiro passo é eliminar os parênteses, nesse caso eu vou multiplicar os 5,7 k, por todas as parcelas dos parênteses, mas primeiro eu vou multiplicar não vou tirar os parênteses ainda, isso porque tem o sinal negativo na frente dos parênteses, eu prefiro nesses casos, primeiro multiplicar e depois de inverter os sinais das operações, um passinho de cada vez.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

34. Invertendo os parênteses.

34. Invertendo os parênteses.

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta) \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$I_{B1} = ?$$

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k - 0,06 \text{ mA} \cdot \beta \cdot 5,7k) - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$6) +9V - I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k + 0,06 \text{ mA} \cdot \beta \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Agora sim, vamos inverter as parcelas dentro dos parênteses, fica menos a corrente de base um que multiplica o ganho beta vezes 5,7 k, menos a corrente de base um que multiplica o ganho Beta ao quadrado que multiplica 5,7 k, e +0,06 mA vezes o ganho beta que multiplica 5,7 k, veja que essa última parcela era negativa e passou agora a ser positiva.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

35. Isolando a corrente de base 1.

35. Isolando a corrente de base 1.

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06mA \cdot \beta) \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$I_{B1} = ?$$

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k - 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k) - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$6) +9V - I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$6) +9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V = + I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot R1$$



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Agora vou isolar a corrente de base um, passando todas as parcelas com a corrente de base um para o outro lado da igualdade e trocando as operações, a subtração se transforma numa soma, as parcelas com sinal negativo, ficar agora com o sinal positivo.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

36. Colocando em evidência.

36. Colocando em evidência.

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06mA \cdot \beta) \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$I_{B1} = ?$$

$$6) +9V - (I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k - 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k) - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$6) +9V - I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$6) +9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V = + I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot R1$$

$$6) +9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V = + I_{B1} \cdot (\beta \cdot 5,7k + \beta^2 \cdot 5,7k + R1)$$



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Agora vou colocar em evidência a corrente de base um, vou apartar a corrente de base um dos parênteses, uma verdadeira separação, a corrente de base um ficou independente.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

37. A equação da corrente de base 1.

37. A equação da corrente de base 1.

$$e) +9V - (I_{B1} \cdot \beta + I_{B1} \cdot \beta^2 - 0,06mA \cdot \beta) \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$I_{B1} = ?$$

$$e) +9V - (I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k - 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k) - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$e) +9V - I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - I_{B1} \cdot R1 - 0,6V = 0$$

$$e) +9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V = + I_{B1} \cdot \beta \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot \beta^2 \cdot 5,7k + I_{B1} \cdot R1$$

$$e) +9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V = + I_{B1} \cdot (\beta \cdot 5,7k + \beta^2 \cdot 5,7k + R1)$$

$$e) I_{B1} = \frac{+9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V}{\beta \cdot 5,7k + \beta^2 \cdot 5,7k + R1}$$



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

$I_C = \beta \cdot I_B$

$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2}{R_1 + 1}$

Agora é só passar os parentes para o outro lado da equação e pronto, essa é a equação que determina a corrente de base 1, uma equação absolutamente fantástica, se você chegou agora, você pode estar assombrado, como é possível chegar nessa equação?

Simplem parcelando o problema.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

38. Substituindo os valores.

38. Substituindo os valores.

$$e) I_{B1} = \frac{+9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V}{\beta \cdot 5,7k + \beta^2 \cdot 5,7k + R1}$$



Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos



Agora é muito fácil não é mesmo é só substituir os valores, na verdade está faltando somente a resistência R1 e o beta.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

39. Os valores do Beta.

39. Os valores do Beta.

6)
$$I_{B1} = \frac{+9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V}{\beta \cdot 5,7k + \beta^2 \cdot 5,7k + R1}$$

$$\beta = 200 \quad \beta^2 = 40000$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

O Beta a gente já sabe é igual a 200, o Beta ao quadrado é 200×200 isso dá 40000.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

40. A resistência R1.

40. A resistência R1.

e)
$$I_{B1} = \frac{+9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V}{\beta \cdot 5,7k + \beta^2 \cdot 5,7k + R1}$$

$$\beta = 200 \quad \beta^2 = 40000$$

$$R1 = 10 M\Omega = 10000 k\Omega$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Observe o valor da resistência R1 no diagrama, ela é igual a 10 Mohm, mas todas as resistências estão descritas em kohm, então eu tenho que passar o Mohm, para kohm, 10 Mohm é igual a 10000 kohm, essa não é uma operação muito comum não é mesmo.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

41. Substituindo tudo.

41. Substituindo tudo.

$$e) I_{B1} = \frac{+9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V}{\beta \cdot 5,7k + \beta^2 \cdot 5,7k + R1}$$

$$\beta = 200 \quad \beta^2 = 40000$$

$$R1 = 10M\Omega = 10000k\Omega$$

$$e) I_{B1} = \frac{+9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V}{200 \cdot 5,7k + 40000 \cdot 5,7k + 10000k}$$

Professor e Engenheiro
 Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
 com par SziKlai com ganho

Agora só substituir tudo na equação.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

42. Calculando a corrente na resistência R3.

42. Calculando a corrente na resistência R3.

$$e) I_{B1} = \frac{+9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V}{\beta \cdot 5,7k + \beta^2 \cdot 5,7k + R1}$$

$$\beta = 200 \quad \beta^2 = 40000$$

$$R1 = 10M\Omega = 10000k\Omega$$

$$e) I_{B1} = \frac{+9V + 0,06mA \cdot \beta \cdot 5,7k - 0,6V}{200 \cdot 5,7k + 40000 \cdot 5,7k + 10000k}$$

$$e) I_{B1} = 0,00032mA$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Calculando, dá um valor de 0,00032 miliamperes, uma corrente muito pequenininha, agora vai ser possível determinar todas as Correntes no circuito, simplesmente distribuindo essa corrente no circuito.

O caminho foi longo, mas dando um passo de cada vez a jornada se tornou fácil.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

6. Distribuindo a corrente de base 1.

6. Distribuindo a corrente de base 1.

Distribuir
 $I_{B1} = 0,00032 \text{ mA}$

Professor e Engenheiro
 Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
 com par SziKlai com ganho

Então vamos começar essa distribuição, e claro se ela é a corrente de base do transistor um, vamos começar calculando o seu efeito no transistor um.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

1. A corrente no coletor do transistor 1.

1. A corrente no coletor do transistor 1.

Distribuir

$$I_{B1} = 0,00032 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta = 0,00032 \text{ mA} \cdot 200 = 0,064 \text{ mA}$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Claro que fica fácil calcular a corrente no coletor do transistor um, essa corrente é igual a corrente de base vezes o beta, substituindo os valores e calculando fica 0,064 mA.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

2. A corrente na base 2.

2.A corrente na base 2.

Distribuir

$$I_{B1} = 0,00032 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta = 0,00032 \text{ mA} \cdot 200 = 0,064 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = I_{B2} + I_5$$

$$I_{B2} = I_{C1} - I_5 = 0,064 \text{ mA} - 0,06 \text{ mA} = 0,004 \text{ mA}$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Agora podemos calcular a corrente de base 2.

A corrente de coletor do transistor um, é a soma da corrente na resistência 5, que a gente já sabe o valor, mais a corrente na base 2, isolando a corrente na base 2, temos a equação da corrente na base 2, substituindo os valores e calculando dá 0,004 mA.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

3. A corrente de coletor do transistor 2.

3. A corrente de coletor do transistor 2.

Distribuir

$$I_{B1} = 0,00032 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta = 0,00032 \text{ mA} \cdot 200 = 0,064 \text{ mA}$$

$$I_{B2} = I_{C1} - I_5 = 0,064 \text{ mA} - 0,06 \text{ mA} = 0,004 \text{ mA}$$

$$I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta = 0,004 \text{ mA} \cdot 200 = 0,8 \text{ mA}$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Sabendo a corrente de base fica fácil calcular a corrente de coletor, a corrente de coletor do transistor 2 é igual a corrente de base do transistor 2 multiplicado pelo ganho beta, substituindo os valores e calculando da 0,8 mA.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

4. A corrente na resistência 3.

4. A corrente na resistência 3.

Distribuir

$$I_{B1} = 0,00032 \text{ mA}$$

$$I_{C1} = I_{B1} \cdot \beta = 0,00032 \text{ mA} \cdot 200 = 0,064 \text{ mA}$$

$$I_{B2} = I_{C1} - I_5 = 0,064 \text{ mA} - 0,06 \text{ mA} = 0,004 \text{ mA}$$

$$I_{C2} = I_{B2} \cdot \beta = 0,004 \text{ mA} \cdot 200 = 0,8 \text{ mA}$$

$$I_3 = I_{C1} + I_{C2} = 0,064 \text{ mA} + 0,8 \text{ mA} = 0,864 \text{ mA}$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Conhecendo a corrente do coletor do transistor 1 e a corrente de coletor do transistor 2 é só somar e teremos a corrente na resistência R3, substituindo os valores e calculando dá 0,864 mA.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

5. A tensão na resistência 3.



Tendo a corrente na resistência 3 fica fácil calcular a tensão sobre a resistência 3, LEI DE OHM simples, 4V.



Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

6. A tensão na resistência 2.

6. A tensão na resistência 2.

Distribuir

$$V_{R3} = I_3 \cdot R_3 = 0,864 \text{ mA} \cdot 4,7 \text{ k} = 4 \text{ V}$$

$$V_{R2} = I_{C2} \cdot R_2 = 0,8 \text{ mA} \cdot 4,7 \text{ k} = 3,76 \text{ V}$$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

Vamos fazer o mesmo para a resistência 2, a gente tem a corrente de coletor do transistor 2, substituindo os valores e calculando da

3,76 V.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

7. A tensão no coletor do transistor 2.

7. A tensão no coletor do transistor 2.

Distribuir

$$V_{R3} = I_3 \cdot R_3 = 0,864 \text{ mA} \cdot 4,7 \text{ k} = 4 \text{ V}$$

$$V_{R2} = I_{C2} \cdot R_2 = 0,8 \text{ mA} \cdot 4,7 \text{ k} = 3,76 \text{ V}$$

$$V_{C2} = V_{R3} + V_{R2} = 7,76 \text{ V} \approx 8 \text{ V}$$

Handwritten annotations on the circuit diagram include:
 $I_{B1} = 0,00032 \text{ mA}$
 $I_{C1} = 0,064 \text{ mA}$
 $I_{B2} = 0,8 \text{ mA}$
 $I_{C2} = 0,8 \text{ mA}$
 $I_3 = 0,864 \text{ mA}$
 $I_4 = 0,8 \text{ mA}$
 $I_5 = 0,8 \text{ mA}$
 $V_{C2} = 7,76 \text{ V}$

Professor e Engenheiro
Roberto Bairros dos Santos

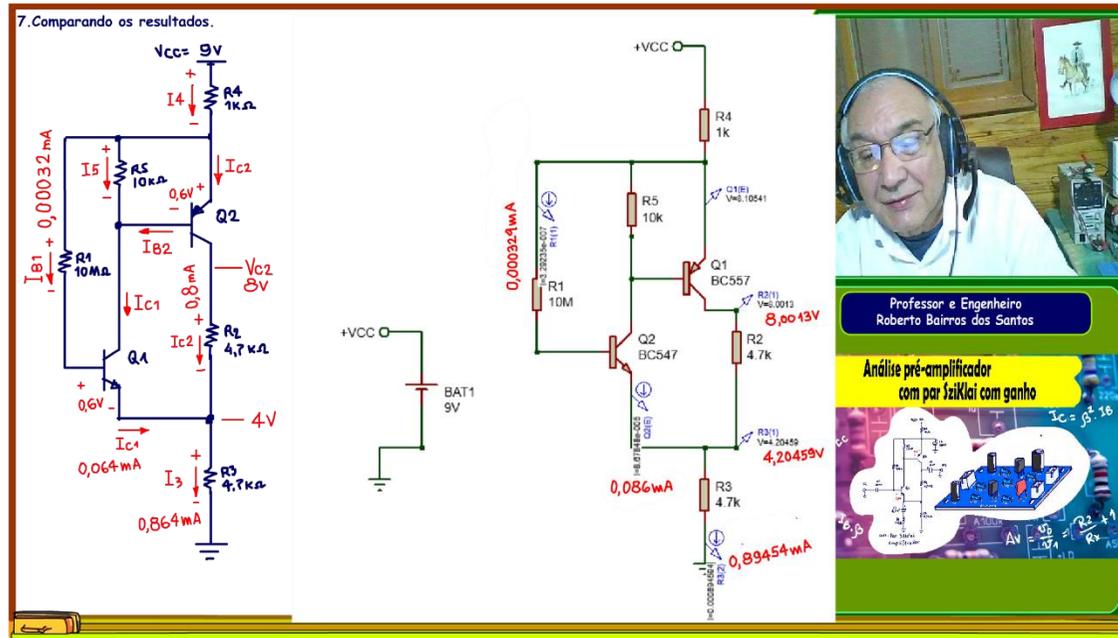
Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

E para completar com chave de ouro a tensão no coletor do transistor 2 é igual a tensão na resistência 3 V3 mais a tensão na resistência 2 V2, isso dá 7,76 volts, praticamente 8 volts.

E pronto, resolvemos esse circuito complexo, parcelando a perder de vista, mas um dia a gente chega lá e quita tudo, e é só alegria quando chega esse dia.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

7. Comparando os resultados.



Claro que eu quis comprovar ,eu simulei o circuito no Proteus, veja o resultado:

A corrente de base 1 ficou praticamente a mesma.

A corrente na resistência R3 também ficou muito próxima.

A corrente no emissor do transistor um, foi a que apresentou a maior diferença, isso porque na realidade a corrente no emissor de um transistor é a soma da corrente de base mais a corrente de coletor, mais a influência da resistência interna do transistor, e na nossa análise a gente simplificou isso considerando a corrente de emissor igual a corrente de coletor.

A tensão no coletor do transistor 2, a tensão mais importante, ficou praticamente a mesma 8 volts, se você fosse fazer a manutenção nesse equipamento, seria essa a primeira tensão a ser medida.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

8. Conclusão.

8. Conclusão.

Técnica do Parcelamento

$\sum V=0$ $\sum I=0$
 $P=VI$

Professora e Engenheiro
Roberto Baimos dos Santos

Análise pré-amplificador
com par SziKlai com ganho

cest. Par SziKlai
Amplificador

E pronto, você viu neste tutorial um método para analisar qualquer circuito eletrônico o método do parcelamento, onde você parcela um circuito complexo, em circuitos mais simples bem pequenos que cabem direitinho na sua sabedoria, bom proveito.

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

9. 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 par SziKlai com ganho

20241129 Análise amplificador com par SziKlai com ganho

Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho

Nesse tutorial eu vou mostrar uma técnica fantástica para analisar circuitos complexos, mas que também pode ser usada para analisar circuitos simples e eu vou mostrar de uma forma bem prática analisando o circuito do amplificador com par Sziklai com ganho de tensão.

Assuntos relacionados.

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

YOUTUBE: https://youtu.be/7V6DgmVYQ_I

Análise amplificador com transistor, para szklai, amplificador com par szklai, Análise pré-amplificador com par SziKlai com ganho,