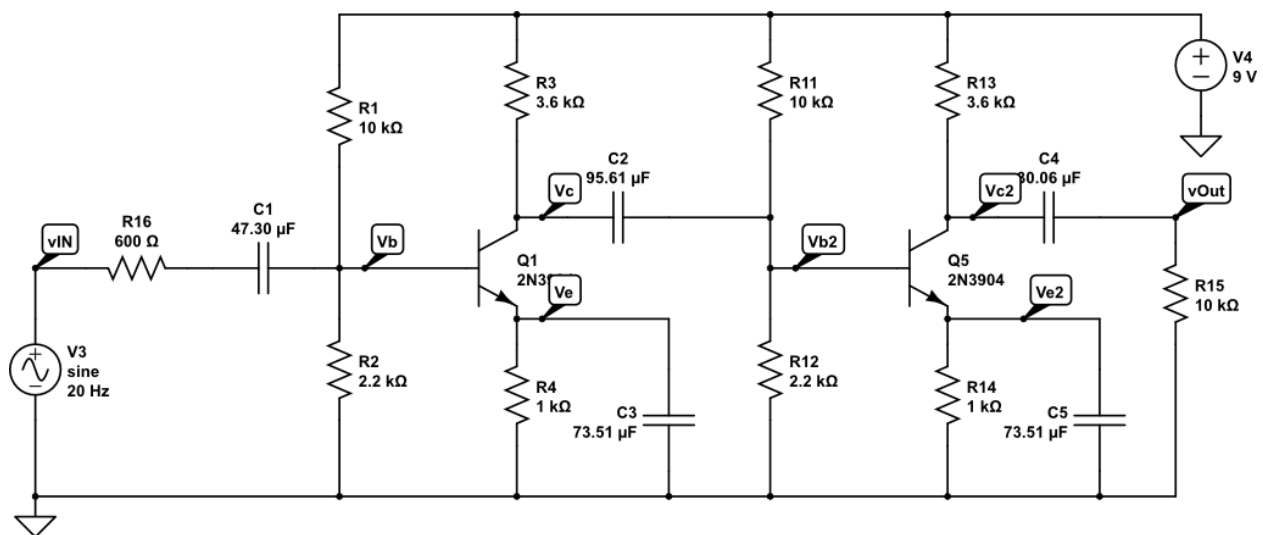


Amplificador de tensão de dois estados.

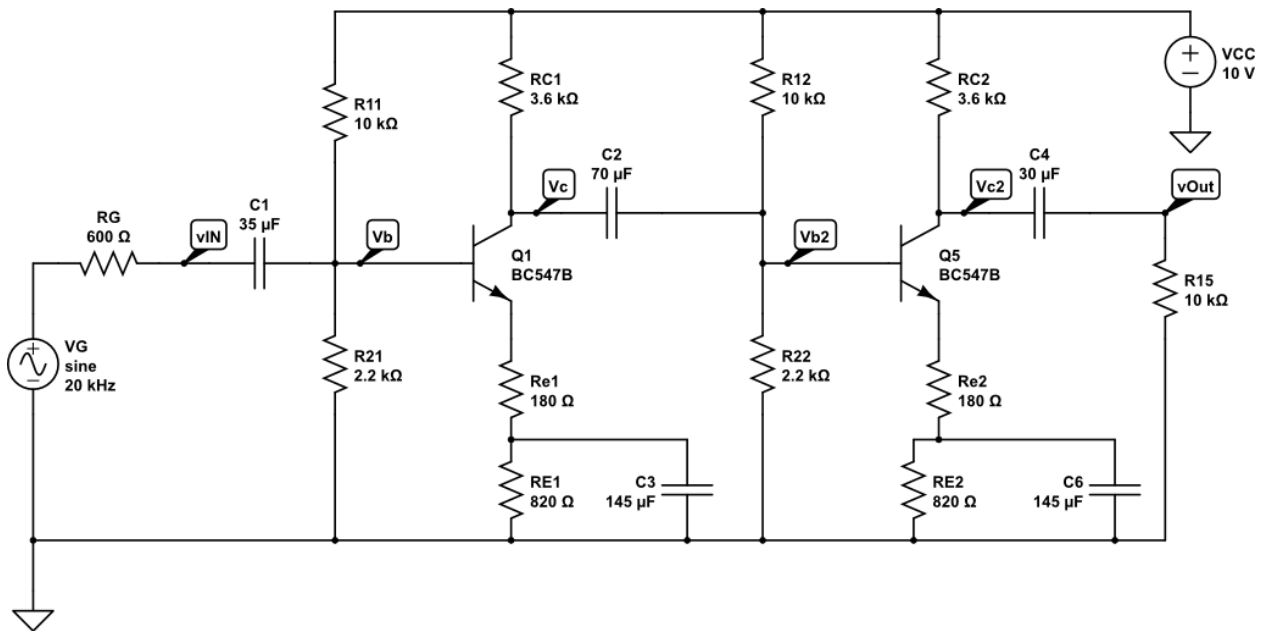
Inicialmente partiu do famoso de dois estados, figura 1, onde foi calculado os capacitores para tensão de entrada de 100mV, notando que a onda ficou quadrada (cortada), foi então tentado alterar os valores das resistências e capacitores para evitar o corte do sinal. Mesmo assim não consegui remover o corte, notei que para tensões muito baixas, inferiores a 2.6mV de entrada não houve corte. Mais o objetivo do trabalho era fazer para 100mV de entrada, então fiz alguns ajustes no modelo.

Figura 1: Amplificador de dois estados (famoso).



Utilizando o volume 1 do malvino de suporte, foi modificado as resistências e a estrutura do circuito levando em consideração os valores do famoso, figura 1, com entrada de 1mV. Calculei e plotei os valores de Vb, Ve, Vc, dos dois estágios do amplificador famoso. Então foi calculado as resistências e modifiquei o modelo levando em consideração obter os mesmos valores de Vb, Ve e Vc para o exemplo 10-8, figura 2.

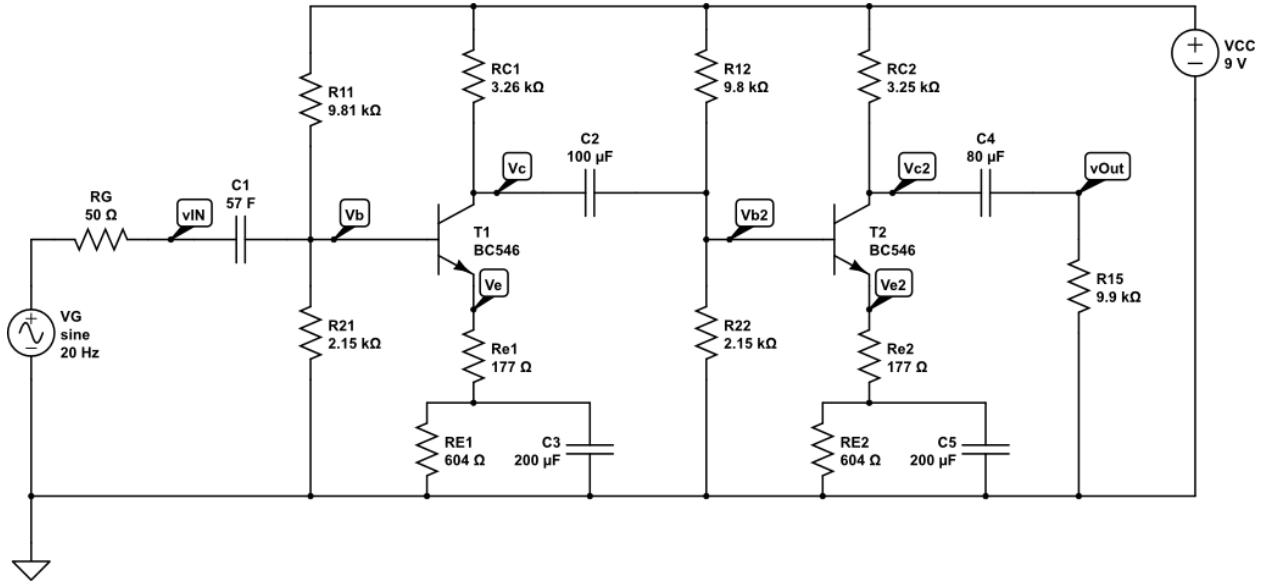
Figura 2: Exemplo 10-8 do malvino volume 1, com os capacitores calculados.



Para chegar ao amplificador da figura 3:

1. Foi consultado o livro malvino, volume 1, começando agora do modelo da figura 2, exemplo 10-8 do livro.
2. Em seguida verifiquei os valores comerciais disponível.
3. Baseado nisso, os valores comerciais disponíveis de 3.3K e 3.9K mais próximos do de 3.6K.
4. Foi então realizado o calculo novamente os valores para 3.3K e 3.9K.
5. Apesar do ganho com o valor de 3.9K ter sido melhor que o valor com 3.3K, decidi utilizar 3.3K, devido o corte, tendo o Vout muito próximo do valor da fonte DC (9 volts), visto que minha entrada seria de 100mV.
6. Feito novamente as contas e simulação, notei um corte do Vout para resistor de 3.3K.
7. Então procurei um RE melhor, utilizei a formula do slide: $RE = (RC+rc)/((VCC/VE)-1)$, chegando assim a um $RE = 722$ Ohms.
8. Como meu modelo meu RE é dévido em dois, Re e RE, peguei então os 722 Ohms, mantive os 180 Ohms em Re, para manter um RE ótimo, subtrai os 180 de 722, obtendo 542 Ohms.
9. Em seguida realizei os calculos e simulação, notei um pouco de corte, devido os valores de meus resistores não serem ideal, exemplo, 3.3K veio 3.2K, 10K veio 9.8K...
10. Então para compensar esses valores peguei os 542 Ohms e procurei o resistor comercial mais próximo pra cima, 560 Ohms e 620 Ohms, mas 560 Ohms era muito próximo de 542 Ohms, decidi então utilizar 620, que veio 604-610 Ohms.
11. Simulei novamente e conseguir remover o corte.
12. Chegando assim o modelo da figura 3.

Figura 3: Amplificador de Dois estados.



Resistores utilizados no modelo final, Tabela 1.

Tabela 1: Resistores utilizados no amplificador.

| Resistores | | |
|------------|-------|---------|
| 1º Estágio | | |
| Nome | Valor | Unidade |
| RG | 50 | Ω |
| R11 | 9.81 | kΩ |
| R21 | 2.15 | kΩ |
| RC1 | 3.26 | kΩ |
| Re1 | 178 | Ω |
| RE1 | 612 | Ω |
| 2º Estágio | | |
| R12 | 9.8 | kΩ |
| R22 | 2.15 | kΩ |
| RC2 | 3.25 | kΩ |
| Re2 | 178 | Ω |
| RE2 | 612 | Ω |
| RL | 9.9 | k Ω |

Com os resistores em mãos, foi então realizado o calculo dos capacitores:

1. Comecei pelo capacitor de saída. Denotado C4, que foi calculado utilizando a frequência de corte desejada (20 Hz) , onde $C4 = 1/(2\pi * frequencia * xc)$, onde $xc = 0.1 * rt$, rt é a resistencia total, para encontrar o rt do C4 foi feito o paralelo de RC e RL do segundo estágio.
2. Em seguida foi feito o calculo do C5, utilizando a mesma formula do C4, só que dessa vez o rt foi calculado fazendo o paralelo de Zin(estagio) do segundo estagio com o RE do segundo estágio.

3. Depois foi calculado do C2, também com a mesma fórmula do C4, mas o r_t foi calculado fazendo o paralelo de $Z_{in}(\text{estagio})$ do segundo estágio com o RC do primeiro estágio.
4. Foi então calculado do C3, utilizando a mesma lógica do C5, mas o r_t foi calculado fazendo $Z_{in}(\text{estagio})$ do primeiro estágio em paralelo com RE do primeiro estágio.
5. Por fim foi calculado do C1, onde o r_t é $Z_{in}(\text{estagio})$ do primeiro estágio em série com RG, onde RG é a resistência do gerador de sinal, 50 Ohms.
6. Depois de feito o calculo dos capacitores foi então procurado os valores comerciais mais próximos, e utilizando propriedades de série e paralelo de capacitores para chegar próximo dos valores calculados.
7. Obtendo assim os seguintes valores, Tabela 2.

Tabela 2: Valores dos capacitores, calculados e utilizados.

| Capacitores | | | |
|-------------|-----------------|------------------|---------------|
| Nome | Valor calculado | Valor usado | Unidade |
| C1 | 48 | 57 (47//10) | μF |
| C2 | 73 | 100 | μF |
| C3 | 181 | 200 (100 // 100) | μF |
| C4 | 181 | 200 (100 // 100) | μF |
| C5 | 33 | 66 (33//33) | μF |

Foram utilizados dois transistores BC546, onde foi medido o VBE encontrando assim os valores de 0.847, este valor foi utilizado nos cálculos.

Pensando em agilizar as contas e os testes, todos os calculos e simulações foram realizadas utilizando um programa desenvolvido por mim em matlab, disponível no meu github, onde também se encontra os anexos, imagens da simulação e prints do osciloscópio, link: <https://github.com/Adonisbruno/Eletronica>

Os resultados calculados no código, utilizando 20Hz como a frequência de corte.

Tabela 3: Cálculados

| | |
|------|---------|
| | 20Hz |
| Vin | 97 mV |
| Vout | 8.217 V |

Os resultados com a simulação no circuitlab, tabela 4.

Tabela 4: Simulação

| | | |
|------|-----------------------------|--------------------------|
| | 20Hz | 20kHz |
| Vin | 90 mV | 96.96 mV |
| Vout | 5.83 V (-3.121 V a 2.712 V) | 6.2 V (-3.417V a 2.785V) |

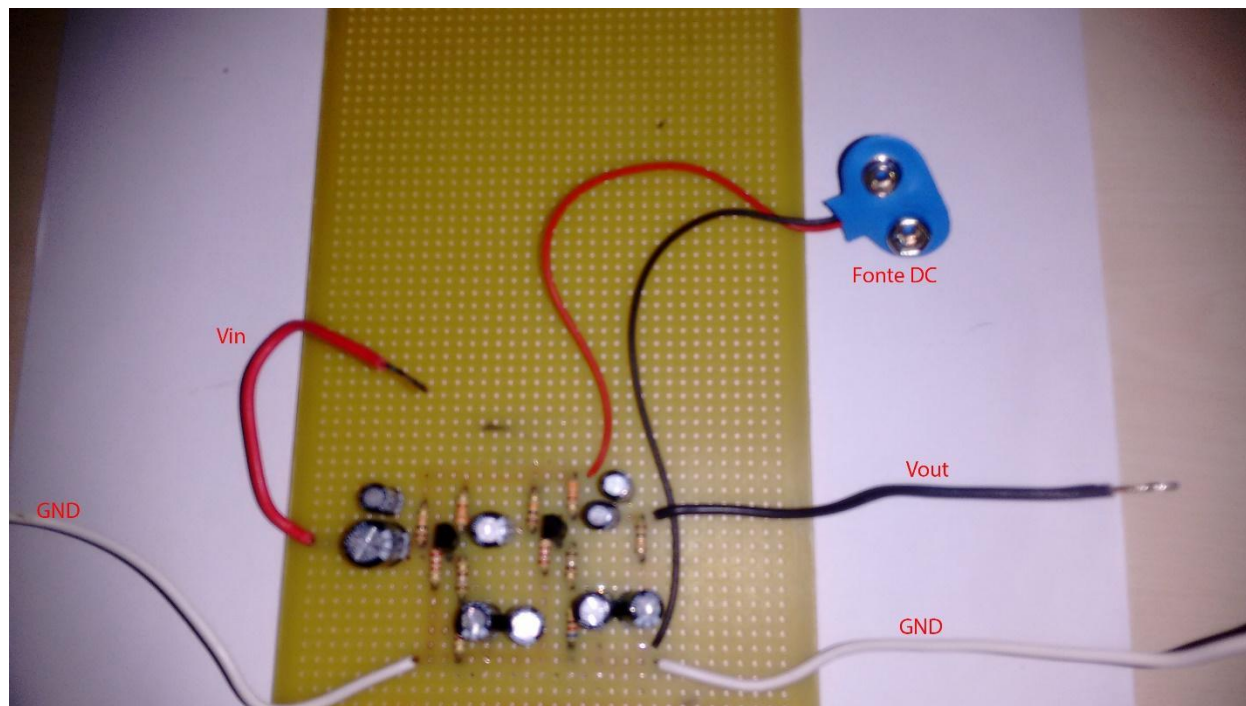
Os testes foram realizados no LABEC1, utilizando fonte de tensão, gerador de sinal e osciloscópio. Na tabela 5 pode-ser visualizado os resultados dos testes realizados e os screenshots encontram-se no github.

Tabela 5: Osciloscópio

| | 20Hz | 20kHz | 100Khz |
|------|--------|--------|--------|
| Vin | 109 mV | 105 mV | 105 mV |
| Vout | 5.3 V | 5.7 V | 5.7 V |

Como pode ser notado com os resultados, houve divergência entre os valores, calculados, simulados e verificados no osciloscópio após a solda dos componentes. Não sei explicar o porque este valor varia, eu diria que é devido aos componentes e como os mesmos foram soldados e manipulados.

Abaixo uma foto da placa finalizada. Abaixo a frente da placa.



A parte de trás da placa.

