

PROJETO INTEGRADOR 1 (PI 1)

Parou de Funcionar. E agora?

O problema mais comum que tem ocorrido com o estágio de potência, ou seja, com o amplificador do Projeto Integrador I é o desequilíbrio entre as correntes solicitadas das fontes de alimentação de ± 55 V.

Considere o circuito do estágio amplificador como mostrado na figura 1.

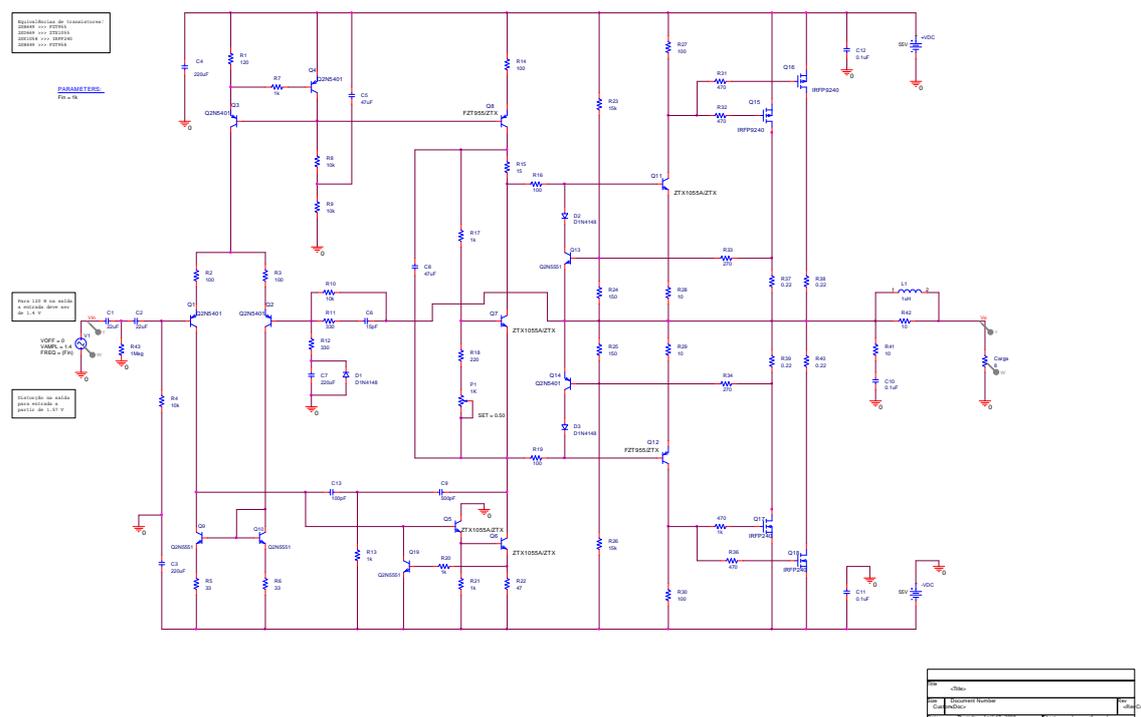


Figura 1 – Circuito do amplificar de potência.

É importante utilizar o simulador de circuitos como ferramenta de procura de defeitos e para entendimento do que está ocorrendo na bancada.

Visando identificar os possíveis elementos que podem provocar desequilíbrio de corrente, vamos considerar que:

- Capacitores estão em bom estado;
- A placa de circuito impresso não possui erros e nem problemas de contato;
- Resistores estão em bom estado;
- Foi verificado o correto funcionamento dos estágios de pré-alimentação;
- O problema surge ao conectar o estágio de potência e a carga;
- Consideram-se as fontes livres de desequilíbrio.

A partir destas considerações, pode-se montar uma tabela, conforme mostrado abaixo, com os resultados de simulação para as diversas situações possíveis. Não foram verificadas todas pela demanda de tempo necessária.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
Curso Superior de Sistemas Eletrônicos

As formas de onda para o circuito funcionando corretamente são mostradas na figura 2. Note que o sinal na carga é senoidal sem distorção.

As correntes nas fontes são mostradas no tempo e também seu valor médio. Note que os valores médios tendem a ser iguais em regime permanente. A amplitude destas correntes, em regime permanente e para potência nominal, está em torno de 1,8 A.

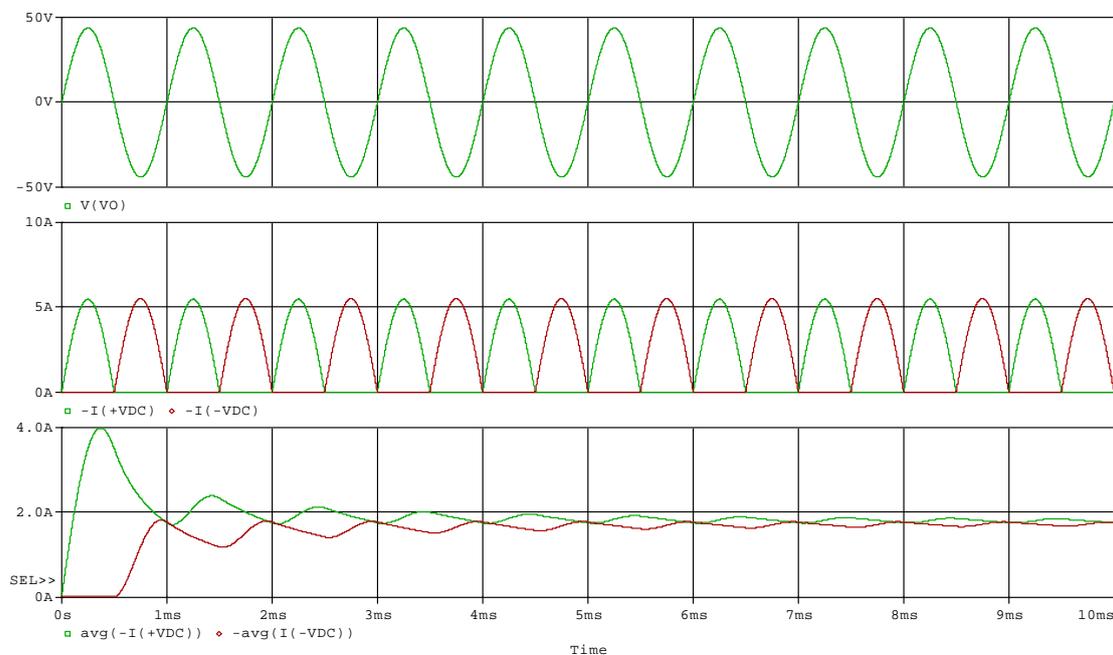


Figura 2 – Formas de onda para circuito funcionando corretamente.

A tabela foi elaborada simulando situações de problema no lado positivo do amplificador. Supõe-se que os mesmos resultados sejam válidos para o lado negativo.

Considerou-se a situação de curto-circuito entre Dreno-Source e circuito aberto entre Dreno-Source. Para circuito aberto foi inserido um resistor de 1 M Ω em série com o elemento que se deseja abrir.

A partir da tabela é possível obter algumas conclusões:

- Alguns componentes, considerando as fontes equilibradas, não interferem na questão do desequilíbrio;
- Em diversas situações ocorreu desequilíbrio total, mesmo o componente com defeito não ser no estágio de potência;
- Em algumas situações o amplificador permanecia funcionando, mas com distorção na saída, ou seja, em apenas um semiciclo do sinal senoidal;
- Para apenas um dos transistores de saída aberto, o amplificador permanecia funcionando, visto estes transistores operarem em paralelo;
- Quando um dos transistores da saída estiver em curto, o desequilíbrio aparece;
- Em todos os defeitos em que apareceu desequilíbrio, este se verificou no estágio com defeito, no caso, o de alimentação positiva de 55 V;
- Com todos os transistores do estágio de potência abertos, ou seja, fora do circuito, a saída se apresentou distorcida, mas sem desequilíbrio nas fontes de alimentação;
- Com o estágio de potência fora e um problema em um transistor do estágio de intermediário, o problema do desequilíbrio apareceu.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
 Curso Superior de Sistemas Eletrônicos

Tabela 1 – Resultados de simulação para diversos defeitos nos componentes do amplificador.

Elemento	Problema	Corrente fonte +55 V	Corrente fonte -55 V	Saída
Todos bons		1,8 A	1,8 A	Senoidal
Q ₁₆	Curto	7 A	0,28 A	Contínua (+55 V)
	Aberto	1,8 A	1,8 A	Senoidal
Q ₁₅	Curto	7 A	0,28 A	Contínua (+55 V)
	Aberto	1,8 A	1,8 A	Senoidal
Q ₁₁	Curto	7,13 A	0,95 A	Contínua (+55 V)
	Aberto	0 A	1,6 A	Distorcida
Q ₁₃	Curto	0 A	1,6 A	Distorcida
	Aberto	1,8 A	1,8 A	Senoidal
Q ₇	Curto	1,8 A	1,8 A	Senoidal
	Aberto	7,5 A	1,3 A	Contínua (+55 V)
Q ₈	Curto	6,2 A	0 A	Contínua (+55 V)
	Aberto	0 A	1,6 A	Distorcida
D ₂	Curto	1,8 A	1,8 A	Senoidal
	Aberto	1,8 A	1,8 A	Senoidal
D ₃	Curto	1,8 A	1,8 A	Senoidal
	Aberto	1,8 A	1,8 A	Senoidal
Q ₁₅ e Q ₁₆	Curto	6,9 A	0,16 A	Contínua (+55 V)
	Aberto	0 A	1,6 A	Distorcida
Q ₁₅ , Q ₁₆ , Q ₁₇ e Q ₁₈	Abertos (fora do circuito)	0,25 A	0,25 A	Distorcida
Q ₁₅ , Q ₁₆ , Q ₁₇ , Q ₁₈ e Q ₈	Abertos (fora do circuito) e Q ₈ em curto	0,6 A	0 A	Contínua (+5 V)

Com os resultados acima, é possível identificar alguns problemas que podem ocorrer no amplificador, principalmente de desequilíbrio entre as correntes das fontes de alimentação.

É importante destacar que pode, infelizmente, ocorrer uma combinação de defeitos, o que torna mais difícil sua localização.

Se com o estágio de potência fora do circuito, o problema do desequilíbrio desaparecer, a probabilidade do problema ser no estágio de potência é relativamente alta. Mas para identificar isso, é necessário monitorar a corrente com cuidado.