

AMPLIFICADOR COM POLARIZAÇÃO POR DIVISOR DE TENSÃO

Leandro Teodoro

Jan/2017

1. INTRODUÇÃO

A polarização por divisor de tensão é uma das mais comuns quando se trata de amplificadores de tensão, quando o sinal da entrada é muito pequeno para excitar diretamente as etapas de potência. O amplificador por divisor de tensão tem por características uma alta impedância de entrada na ordem de aproximadamente $1K\Omega$, uma impedância de aproximadamente $2K$ na saída, elevados ganhos de corrente e tensão, e defasagem do sinal de saída em 180° .

2. TOPOLOGIA DO CIRCUITO

A topologia do circuito pode ser vista abaixo:

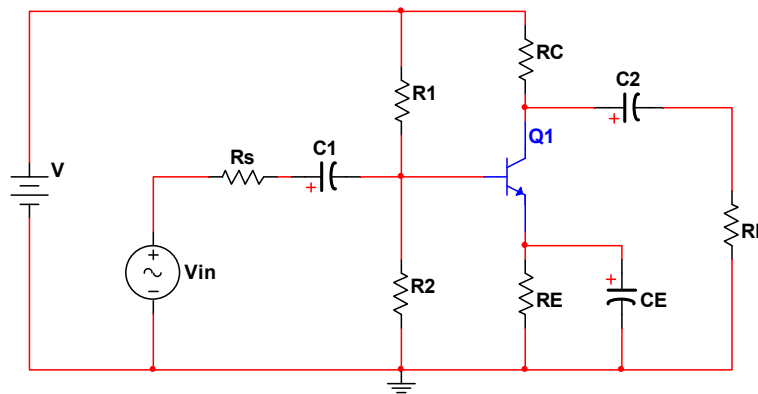


Figura 1 – Amplificador com polarização por divisor de tensão

Na figura, R1 e R2 fazem a polarização da base do transistor, RE e RC polarizam a malha de saída. Os capacitores C1 e C2 fazem o acoplamento e o desacoplamento do sinal AC, respectivamente. Enquanto o capacitor CE desacopla o sinal AC do emissor para o terra.

O ganho de tensão é dado em função da corrente de emissor e da resistência do coletor, porem esse ganho pode ser diminuído com a interação da resistência da fonte (Rs) e a resistência de carga (RL).

3. RESUMO DE FÓRMULAS

As fórmulas mais usuais para a análise desse tipo de amplificador são:

$$V_b = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{cc}$$

V_b : tensão na base do transistor

$$V_E = V_b - V_{be}$$

V_E : tensão de emissor

V_{be} : tensão de condução direta do diodo (0,7V)

$$I_e = \frac{V_E}{R_E}$$

I_e : corrente de emissor

$$r_e \cong \frac{25mV}{I_e}$$

r_e : resistência AC de entrada de base

$$Z_{in} = R_1 || R_2 || \beta \cdot R_E$$

Z_{in} : impedância de entrada

$$r_c = R_C || R_L$$

$$A_v = -\frac{r_c}{r_e}$$

$$Z_o @ R_L \rightarrow \infty = R_C$$

4. ANÁLISE COMPUTACIONAL

O software utilizado para projeto do amplificador foi escrito em MatLab e possui as seguintes variáveis:

Variáveis de entrada:

- R_s [ohm]: Impedância da fonte ou do estágio anterior;
- R_L [ohm]: Resistência de carga, valor da resistência de entrada do estágio seguinte;
- K : Constante para cálculo de R_2 , fica no intervalo de $0.01 < K < 0.1$
- h_{ie} : Impedância de entrada do transistor informada no datasheet, ou 0 para cálculo por aproximação teórica;
- Tensão de alimentação [Volts];
- P_{tq} : Potência de trabalho do transistor[W], normalmente entre 0.01W, os valores máximos de dissipação em transistores de sinais estão tipicamente em torno de 700mW;
- β : Beta do transistor (usar o menor valor de Beta);
- Ganho: Possui 3 opções de cálculo de ganho (0, 1, 2), levando ou não em consideração a influência dos resistores R_s e R_L ;
- Freq. mínima de corte [Hz]: Frequência mínima de corte para cálculo dos capacitores de passagem, o canal de áudio típico possui frequência mínima de 300Hz;
- F_t : Produto Ganho de Corrente-largura de Banda [Hz], informado no datasheet;
- C_c : Capacitância parasita de realimentação entre coletor e base [F];
- C_{stray} : Capacitância parasita de Fiação [F], normalmente na ordem de pF.

Variáveis de Saída:

- V_{CEq} : Valor de V_{ce} quiescente do transistor;
- I_e : Corrente de emissor [A];
- R_E : Valor do resistor R_E [Ω];
- R_C : Valor do resistor R_C [Ω];
- R_1 : Valor do resistor R_1 [Ω];

- R2: Valor do resistor R2 [Ω];
- Potências dissipadas em R1, R2, RC, RE [W];
- Zo: Impedância de saída [Ω];
- Zin: Impedância de entrada em ohm;
- Av(ac): Ganho de tensão do amplificador;
- Av(dB): Ganho de tensão em decibel;
- re: Resistência de entrada de base do transistor;
- MPPsup: Valor de pico teórico máximo do sinal de saída [V];
- C1: Valor do capacitor C1 em Faraday;
- C2: Valor do capacitor C2 em Faraday;
- CE: Valor do capacitor C2 em Faraday;
- Frequência Max Banda: Frequência máxima do sinal de entrada;
- Apresenta o gráfico com as retas AC e DC;
- Apresenta as curvas de alta frequência de atenuação do ganho de tensão e desvio de fase.

5. CONCLUSÃO

Sem dúvida, o amplificador por polarização por divisor de tensão é um dos mais utilizados quando se trata de amplificadores de tensão a transistor, devido sua elevada estabilidade a variações de temperatura. Também serve de modelo para estudo acadêmico dos amplificadores. A análise computacional ajuda muito, pois é possível observar as variações de cada parâmetro de entrada rapidamente, já que o computador refaz todos os cálculos de forma instantânea.

6. REFERÊNCIAS

- [1]. Eletrônica Vol1 – Malvino – 7ª Edição – Editora Mc Graw Hill
- [2]. MATLAB Curso Completo – Vagner Morais e Cláudio Vieira – Editora FCA