

Conceitos examinados: ponto de operação, circuitos de polarização, realimentação negativa, ganho de corrente.

Objetivo:

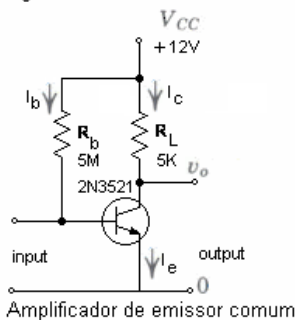
Obter a curva de respostas do amplificador.

Teoria:

A junção de emissor de um transistor necessita ser polarizada diretamente e, a de coletor, inversamente. Por exemplo, o amplificador de emissor comum da fig.1, no qual a corrente de polarização de base é fornecida através do resistor de base R_b , é dada por V_{CC}/R_b , em virtude de a resistência direta da junção do emissor ser muito pequena. Como a corrente de coletor é, βI_b , o ponto de operação fica completamente determinado. No entanto, o ganho de corrente depende do ponto de operação. A interseção da reta de carga com a curva da corrente de base, calculada de $I_b = V_{CC}/R_b$, é o ponto de operação.

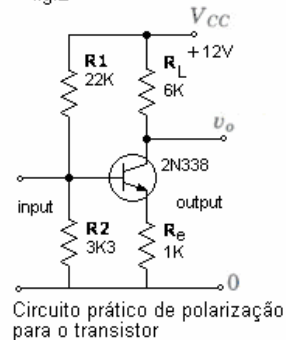
Este circuito de polarização não é, em geral, satisfatório, pois o ponto de operação varia drasticamente com a temperatura. A comparação entre as características de coletor em temperaturas elevadas e aquelas à temperatura ambiente mostra que a corrente de coletor é muito maior em temperaturas mais elevadas. Como, neste circuito, a corrente de base é fixa, há a possibilidade de o ponto de operação se deslocar para uma região inaproveitável das características do transistor. Obtém-se um circuito de polarização mais satisfatório com a inclusão de um resistor de emissor, conforme está indicado na fig.2. A queda de tensão em R_e tende a polarizar inversamente a junção de emissor, e o divisor de tensão composto por R_1 e R_2 fixa a tensão de base, de modo que o potencial base-emissor a polariza diretamente. A vantagem deste circuito é que um aumento da corrente de coletor aumenta, por sua vez, a queda em R_e , de modo que a corrente de base é reduzida.

fig.1

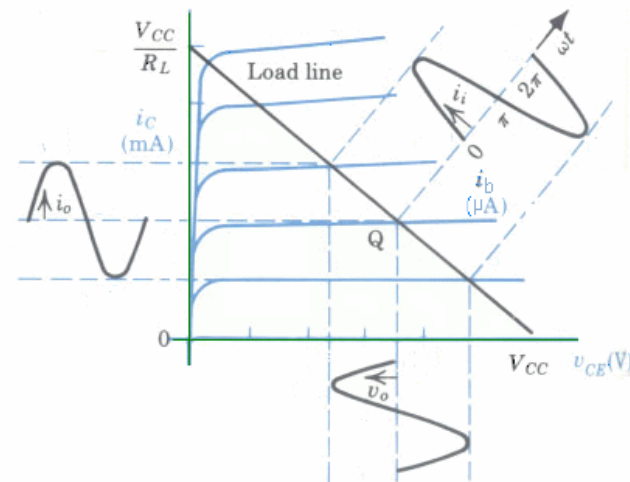


Amplificador de emissor comum

fig.2



Circuito prático de polarização para o transistor



Ponto de operação do circuito da fig.2

Positive feedback is a [feedback](#) system in which the system responds to the [perturbation](#) in the same direction as the perturbation (It is sometimes referred to as **cumulative causation**). In contrast, a system that responds to the perturbation in the opposite direction is called a [negative feedback](#) system.

The term "positive" means responding to the same direction as the perturbation whereas "negative" means responding to the opposite direction.

Nota: - O circuito aplica-se igualmente ao tipo **pnp** se a polaridade de V_{CC} for invertida.

No projeto de um circuito amplificador transistorizado, há dois conjuntos de condições a considerar. Um deles é o conjunto d.c. de condições, o outro, é o conjunto a.c. ou r.f. de condições. Ambos são descritos na fig.3

No caso das condições d.c. é necessário superar um aspecto peculiar deste tipo de transistor. Isto é feito, aplicando na base uma tensão aproximadamente 0.65V mais alta que o nível de tensão do emissor. De fato o uso desta propriedade permite que o transistor seja utilizado como uma simples chave.

Com o amplificador classe **A**, isto é feito da seguinte forma:

No diagrama da fig.3, é utilizada a fonte habitual de alimentação, 12V d.c.; um resistor entre a fonte e a base e outro da base ao terra. Há também um resistor da fonte ao coletor e outro do emissor ao terra. Os resistores associados à base R_1 e R_2 , formam um divisor de tensão

$$\left(\frac{R_2}{R_1+R_2} \right) 12V = \text{Voltagem da base (d.c.)}$$

Com R_1 e R_2 em $K\Omega$, 82K para R_1 e 39K para R_2 a tensão na base é: $39K/(82K + 39K) * 12V = 3.87V$ (d.c.)

A corrente que circula por estes resistores (negligenciando qualquer corrente de base) é – pela lei de ohm

$$I = 12/(R_1+R_2) = 0.1 \text{ mA}$$

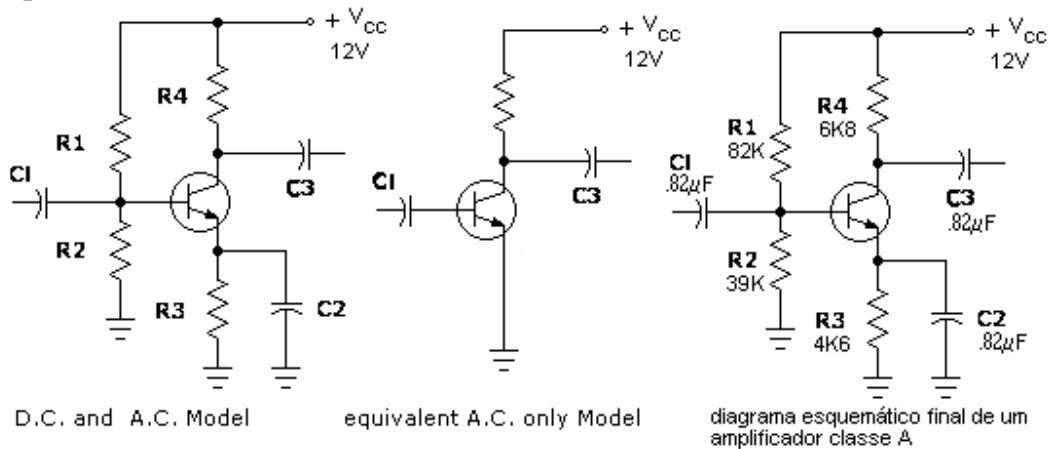
Em circuitos práticos, a corrente de emissor está entre 5 e 10 vezes a corrente que circula por estes resistores. Sendo adotado um valor nesse intervalo de 7 vezes isto é 0.7mA para a corrente de emissor. Se uma corrente maior de emissor for requerida então a corrente de base deve ser aumentada para manter a relação aproximada.

O valor calculado da tensão de base é de 3.87V, mas ela deve ser 0.65V maior que a de emissor, então a queda de tensão no emissor deve ser $(3.87 - 0.65)$, ou seja, 3.22V. Se a corrente de emissor é 0.7mA então o resistor de emissor R_3 deve ser – pela lei de ohm

$$R_3 = 3.22/0.0007 = 4600 \text{ ohms ou próximo (4K7)}$$

O resistor de coletor R_4 também chamado resistor de carga poderia ser um transformador ou um circuito ressonante

fig. 3



No caso das condições a.c. são utilizados capacitores de acoplamento. Estes são C_1 e C_3 . A função de C_1 e C_3 é bloquear o componente d.c. de modo que as tensões d.c. neste estágio não sejam transferidas aos estágios adjacentes. Usualmente é adotada a mais baixa reatância X_C na frequência de interesse de modo que o sinal não seja impedido de ser transferido.

Um capacitor de $0.82\mu F$ tem uma reatância de aproximadamente 650Ω em 300hertz e de 65Ω em 3000hertz. Estes são os limites de frequências de áudio para finalidade de comunicações. Estes valores de C são considerados baixos. Naturalmente, um valor mais elevado (tipos eletrolíticos) pode ser usado.

Se este fosse um amplificador de alta fidelidade certamente seriam adequados valores de C mais elevados.

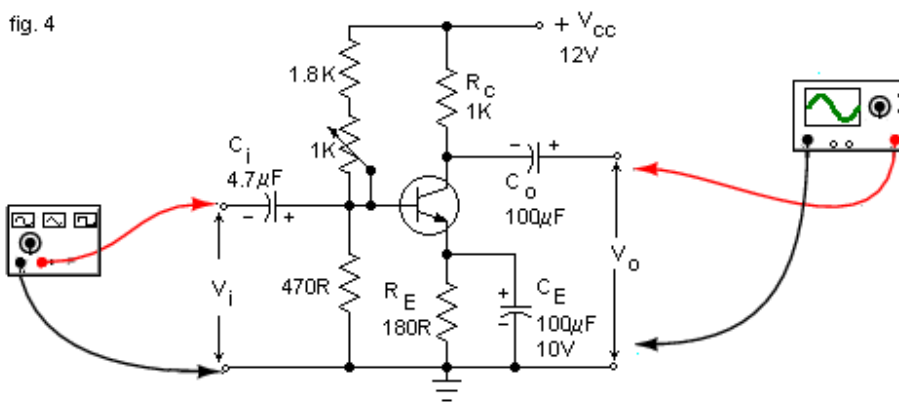
Para propósitos a.c. ou r.f. o emissor deve ser aterrado. Na condição a.c. a existência do resistor de emissor conectado ao terra causa uma queda no ganho por causa da “degeneração do emissor”. O capacitor de desacoplamento C_2 “by-pass” o resistor de emissor R_3 (C_2 desvia os sinais a.c do resistor R_3 de polarização de emissor). Com C_2 de mesmo valor C_1 ou C_3 o resistor de emissor R_3 fica invisível para propósitos a.c. ou r.f.

Material:

- Multímetro
- Conectores
- Transistor de uso geral
- Osciloscópio
- Fonte de tensão 12V d.c.
- Gerador de áudio
- Potenciômetro 1K linear 0.4W
- Resistores 180/1W, 470R/1W, 1K/1W, 1K8/1W
- Capacitores 0.1µF/500V, 0.47µF/160V, 100 µF/35V, 4,7µF/400V, 10µF/250V.

Procedimento:

1. Monte o circuito da fig.4, utilizando o “board” de modo que capacitores (C_E) de diferentes valores possam ser conectados.



a. Ajuste a frequência do gerador de sinais para 1kHz (senoidal) e complete a tabela 1.

tabela 1

Com $C_E = 100 \mu F$

V_i (V)	0,02	0,05	0,2	0,5	2	5	10	20
V_o (V)								

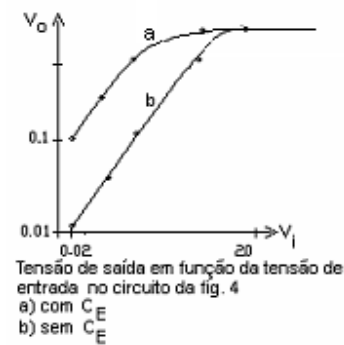
b. Desconecte C_E do circuito e complete a tabela 2.

tabela 2

Sem C_E

V_i (V)	0,02	0,05	0,2	0,5	2	5	10	20
V_o (V)								

fig. 5



c. Usando o “Graphical Analysis” ou um analisador gráfico qualquer, faça o gráfico de V_o versus V_i , para a tabela 2, superposto ao mesmo gráfico para a tabela 1. Um típico resultado para este circuito é mostrado na fig.5.

d. Mediante análise do gráfico, determine para cada circuito o ganho em tensão. Compare os resultados.

