

Sumário

| | |
|---|-----------|
| Introdução | 5 |
| Amplificador em base comum | 6 |
| Princípio de funcionamento | 8 |
| Com sinal de entrada positivo | 8 |
| Com sinal de entrada negativo | 10 |
| Parâmetros do estágio amplificador em base comum | 12 |
| Ganho de corrente | 12 |
| Ganho de tensão | 12 |
| Impedância de entrada | 12 |
| Impedância de saída | 13 |
| Aplicações | 14 |
| Apêndice | 15 |
| Questionário | 15 |
| Bibliografia | 15 |



Espaço SENAI

Missão do Sistema *SENAI*

Contribuir para o fortalecimento da indústria e o desenvolvimento pleno e sustentável do País, promovendo a educação para o trabalho e a cidadania, a assistência técnica e tecnológica, a produção e disseminação de informação e a adequação, geração e difusão de tecnologia.

Introdução

Os transistores podem ser utilizados na construção de estágios amplificadores, como por exemplo, aqueles na configuração emissor comum, já descritos anteriormente.

Outras possibilidades existem para se configurar o circuito que compõe o estágio amplificador, incluindo circuitos transistorizados nas configurações base e coletor comum. As propriedades e aplicações dos circuitos arranjados nessas duas configurações diferem daquelas estudadas anteriormente.

Este fascículo trata do estágio amplificador na configuração base comum, fornecendo uma descrição de suas características e propriedades principais. O conhecimento de configurações alternativas de estágios amplificadores objetiva fornecer ao leitor as informações necessárias à escolha do tipo de circuito amplificador que mais se adapta a uma dada aplicação.



Para a boa compreensão do conteúdo e desenvolvimento das atividades contidas neste fascículo, o leitor deverá estar familiarizado com os conceitos relativos a:

- Transistor bipolar: relação entre parâmetros de circuito.
- Amplificador na configuração emissor comum.

Amplificador em base comum

Um transistor com terminais conectados na configuração base comum, mostrada na **Fig.1**, permite confeccionar amplificadores de alto ganho de tensão.

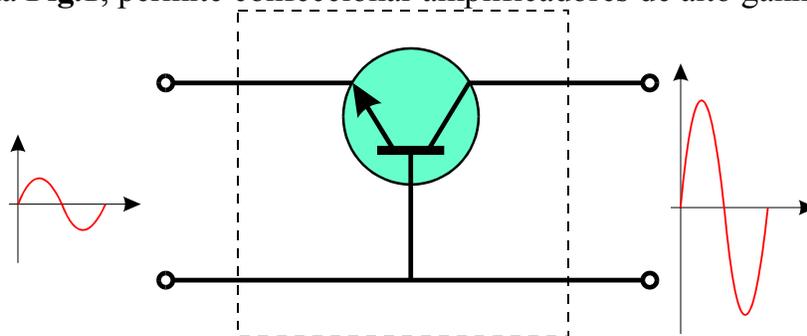


Fig.1 Transistor na configuração base comum.

A forma mais simples do estágio amplificador com transistor na configuração base comum utiliza duas fontes de alimentação, conforme mostrado na **Fig.2**.

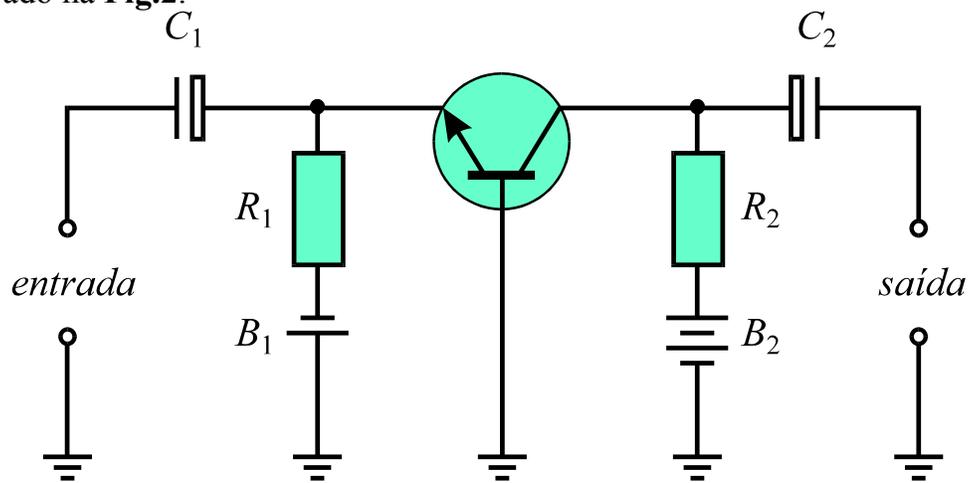


Fig.2 Amplificador com transistor na configuração base comum empregando duas baterias.

Na forma mostrada na **Fig.2**, o transistor fica polarizado na região ativa com as baterias desempenhando as seguintes funções:

- B_1 : polariza diretamente a junção base-emissor.
- B_2 : polariza inversamente a junção base-coletor.

O estágio amplificador com transistor na configuração base comum pode também ser montado com apenas uma fonte de alimentação, conforme mostrado na **Fig.3**.

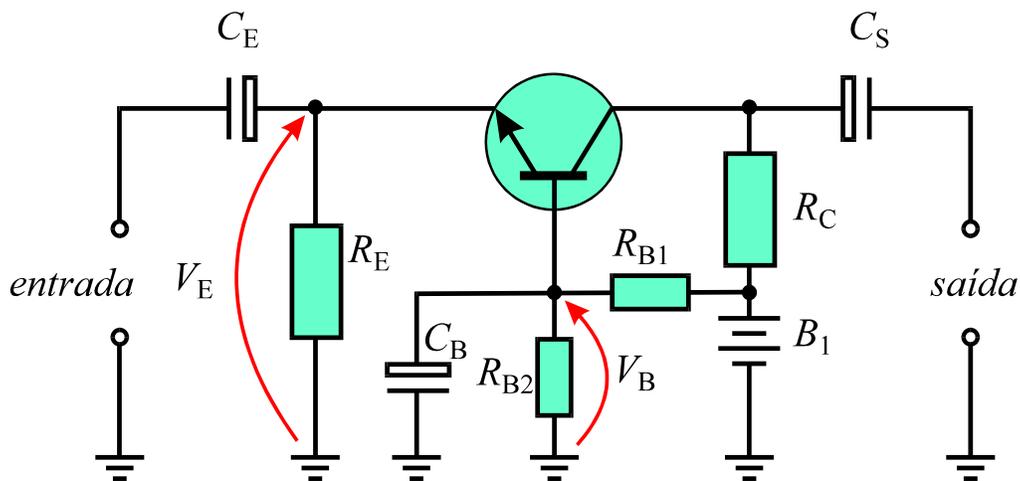


Fig.3 Amplificador com transistor na configuração base comum empregando apenas uma bateria.

São os seguintes os elementos de circuito mostrados na **Fig.3**:

- R_E : resistor de emissor.
- R_C : resistor de coletor.
- C_E : capacitor de acoplamento de entrada.
- C_S : capacitor de acoplamento de saída.
- C_B : capacitor de desacoplamento de base.
- R_{B1} e R_{B2} : elementos do divisor de tensão.

Para um sinal *ac* de entrada, pode utilizar-se o modelo ideal de um elemento em curto em substituição a cada capacitor do circuito da **Fig.3**. Em particular, o terminal da base do transistor permanece efetivamente aterrado e o estágio pode ser representado pelo circuito equivalente mostrado na **Fig.4**.

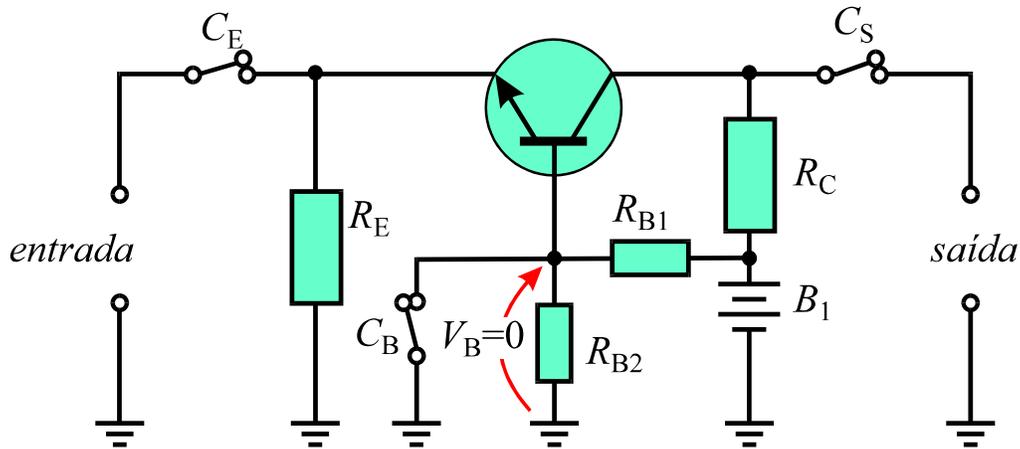


Fig.4 Circuito equivalente do estágio amplificador da Fig.3 para um sinal *ac* de entrada.

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O funcionamento do amplificador em base comum baseia-se na influência exercida pelo sinal de entrada sobre a tensão base-emissor do transistor. Na análise do comportamento do circuito deve-se considerar que **no amplificador com transistor na configuração base comum da Fig.3, o potencial V_B permanece constante**. O valor de V_B é fixado pelo divisor de tensão e pelo capacitor de acoplamento, mostrados na Fig.3.

Na ausência de um sinal de entrada, os parâmetros elétricos do circuito são aqueles obtidos no seu ponto de operação. A partir dessa consideração, e notando que na ausência de um sinal de entrada, os parâmetros elétricos do circuito são aqueles definidos no ponto de operação, pode analisar-se o comportamento do amplificador em duas situações:

- Com sinal de entrada positivo.
- Com sinal de entrada negativo.

COM SINAL DE ENTRADA POSITIVO

Quando um sinal positivo é aplicado à entrada do circuito, conforme ilustrado na Fig.5, ocorre um aumento da tensão no resistor de emissor, uma vez que

$$V_E = V_{EQ} + V_{ent}$$

onde V_{EQ} é o valor quiescente da tensão no resistor de emissor.

Como o potencial no terminal da base é fixo, o aumento em V_E provoca a redução na tensão V_{BE} , diminuindo a corrente I_B injetada na base do transistor. Esta por sua vez produz um decréscimo na corrente de coletor I_C .

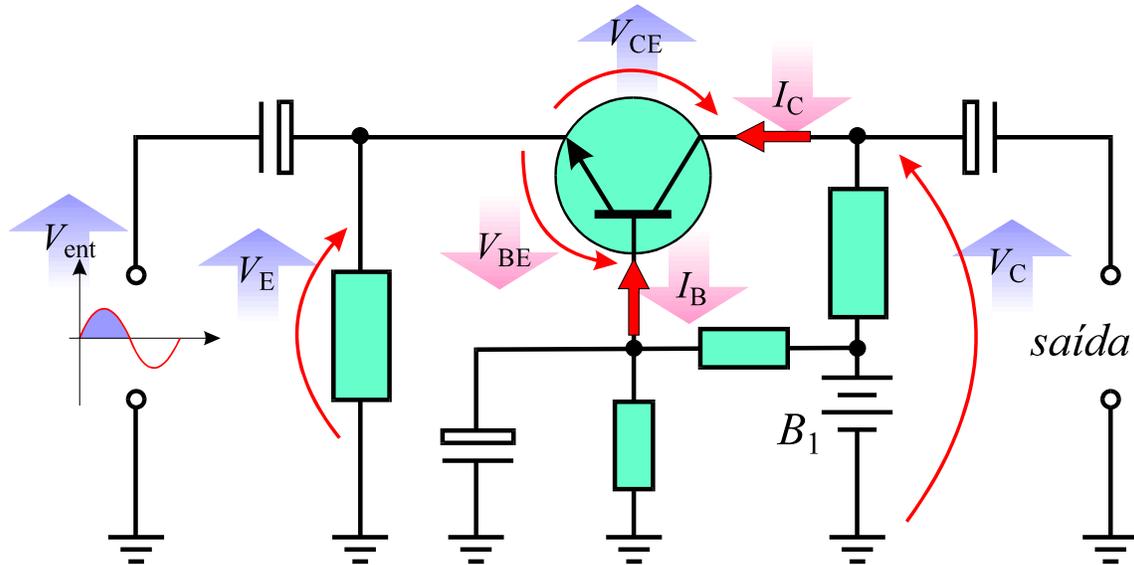
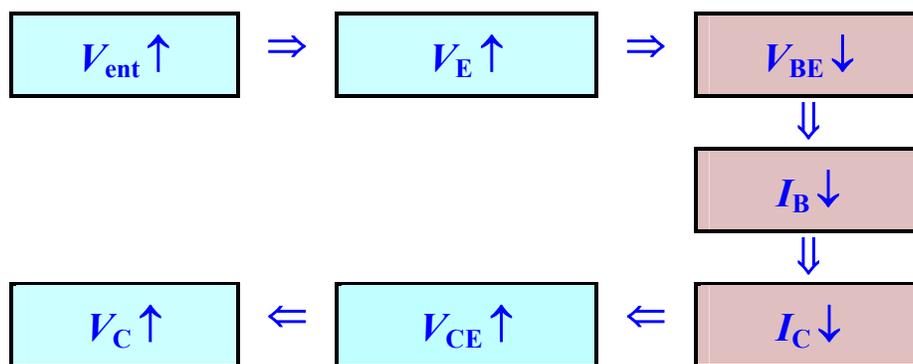


Fig.5 Seqüência de eventos decorrentes da aplicação de um sinal positivo à entrada do amplificador.

A seqüência de eventos ilustrada na **Fig.5** pode ser representada de acordo com o diagrama:



Dessa forma uma versão amplificada do semiciclo positivo do sinal de entrada é transferida para a saída do circuito, conforme ilustrado na **Fig.6**.

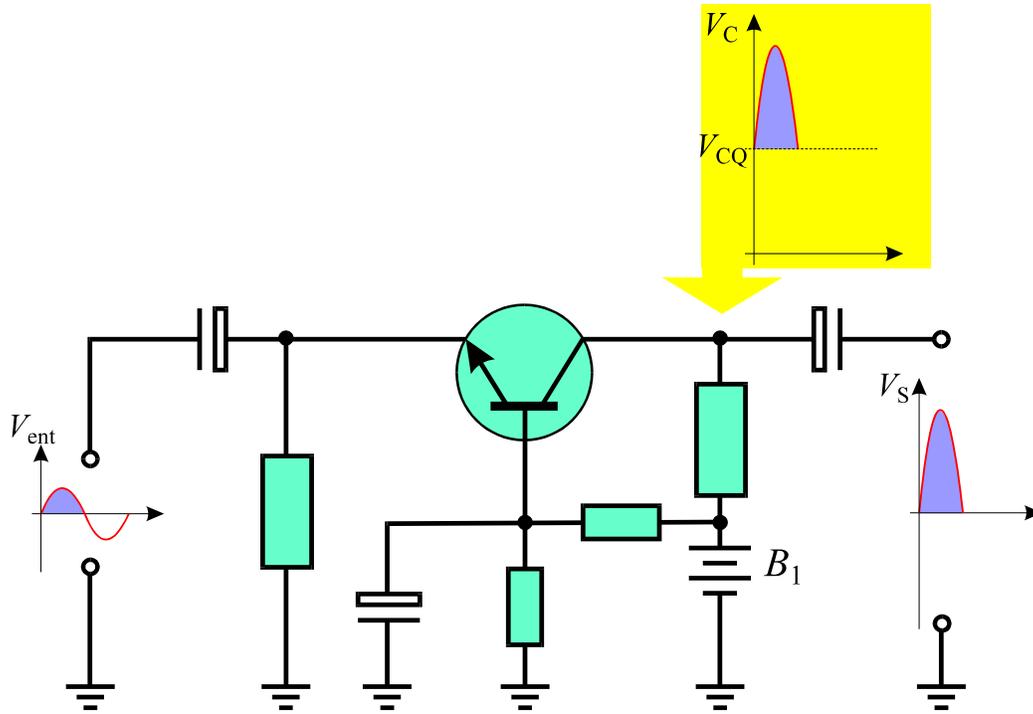


Fig.6 Tensão de saída durante o semiciclo positivo do sinal de entrada.

COM SINAL DE ENTRADA NEGATIVO

Utilizando uma análise semelhante àquela conduzida anteriormente, a existência de um sinal negativo na entrada do circuito amplificador produz a seqüência de eventos ilustrada na Fig.7.

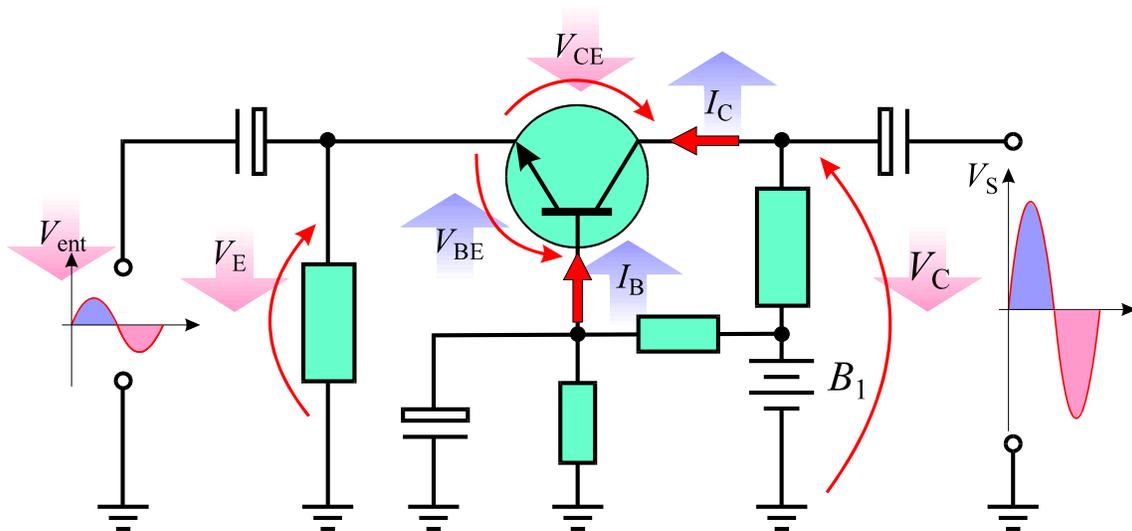
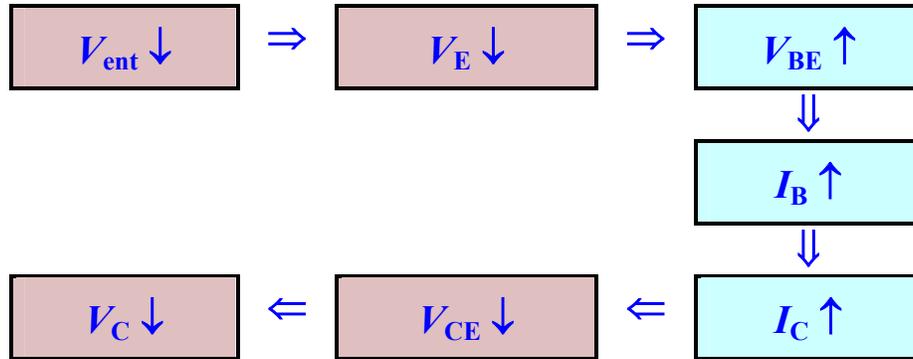


Fig.7 Seqüência de eventos decorrentes da aplicação de um sinal negativo à entrada do amplificador.

A seqüência de eventos ilustrada na **Fig.7** está representada no diagrama a seguir:



Dessa forma, em ambos os semiciclos considerados, a tensão de saída do circuito é uma versão amplificada da tensão associada ao sinal de entrada.

A **Fig.8** mostra a dependência no tempo dos parâmetros V_{ent} , V_{CE} e I_C durante um ciclo completo do sinal de entrada, e demonstra as seguintes características inerentes aos estágios amplificadores a transistor na configuração base comum:

- A dependência temporal da corrente de coletor encontra-se deslocada de um semiciclo em relação àquela associada ao sinal de entrada.
- A tensão de coletor é uma versão amplificada com a mesma fase da tensão associada ao sinal de entrada.

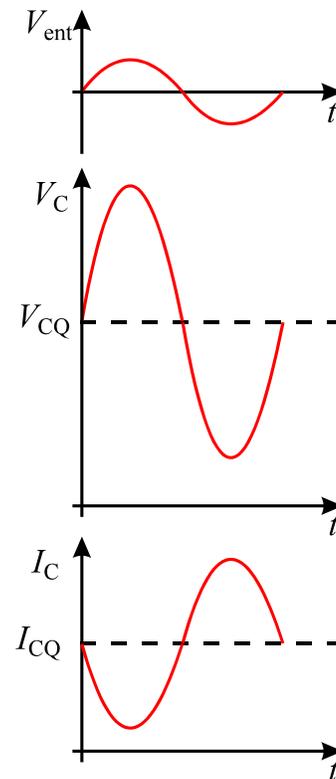


Fig.8 Dependência temporal dos parâmetros V_{ent} , V_{CE} e I_C , para o amplificador em base comum.

PARÂMETROS DO ESTÁGIO AMPLIFICADOR EM BASE COMUM

GANHO DE CORRENTE

No estágio amplificador com transistor na configuração base comum as correntes de entrada e de saída correspondem às correntes de emissor e de coletor, respectivamente. O ganho de corrente, definido pela relação

$$A_I = \frac{\Delta I_{\text{saída}}}{\Delta I_{\text{entrada}}}$$

para o amplificador em base comum se torna

$$A_I = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \quad (1)$$

Como ΔI_C é sempre menor do que ΔI_E , conclui-se da **Eq.(1)**, que o ganho de corrente é sempre menor do que 1, situando-se tipicamente na faixa $0,95 \leq A_I \leq 0,999$. Na prática pode-se portanto considerar o ganho de corrente em base comum como sendo unitário, i.e., $A_I \approx 1$.

GANHO DE TENSÃO

Os estágios amplificadores em base comum utilizam geralmente um resistor de coletor, cujo valor de resistência pode variar tipicamente de várias dezenas a várias centenas de quiloohms, resultando em ganhos de tensão que podem chegar a algumas centenas. Portanto, o ganho de tensão do estágio amplificador em base comum pode ser classificado, genericamente, como sendo **alto**.

IMPEDÂNCIA DE ENTRADA

Nos estágios amplificadores o sinal de entrada é aplicado ao terminal do emissor e a base é aterrada diretamente ou através de um capacitor de desacoplamento, como mostrado na **Fig.3**. Dessa forma, o sinal de entrada é aplicado diretamente à junção base-emissor do transistor.

Como durante a operação normal, a junção base-emissor permanece polarizada diretamente, a impedância de entrada é de no máximo, algumas

dezenas de ohms. Portanto, a impedância de entrada para esse tipo de estágio amplificador pode ser classificada, genericamente, como sendo **baixa**.

A impedância de entrada pode ser medida com o emprego de um potenciômetro na entrada como ilustrado na **Fig.9**, seguindo os mesmos princípios já descritos anteriormente para a medição desse parâmetro no estágio amplificador em emissor comum.

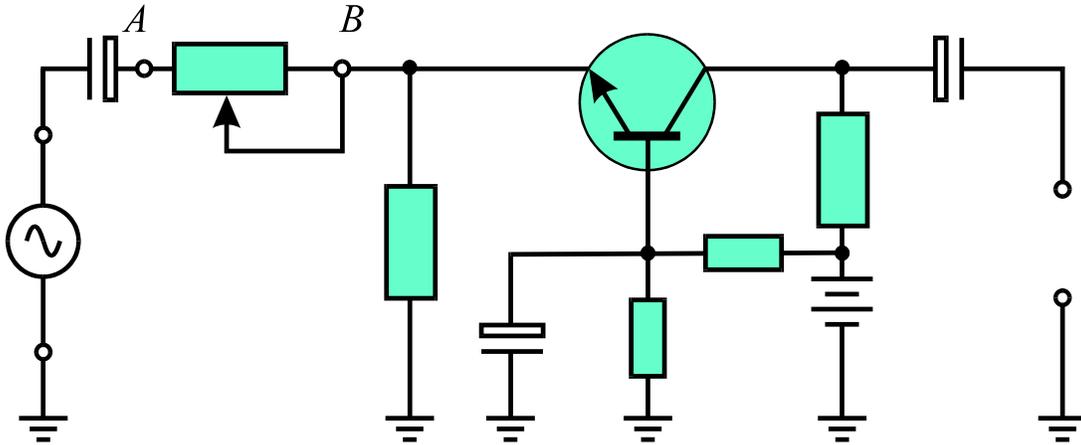


Fig.9 Técnica utilizada para medição da impedância de entrada de um amplificador em base comum.

IMPEDÂNCIA DE SAÍDA

Para qualquer amplificador, a impedância de saída é definida como a relação entre **variações** de tensão e de corrente, ou seja,

$$Z_o = \frac{\Delta V_C}{\Delta I_C} \quad (2)$$

Devido ao alto valor do parâmetro R_C de um estágio amplificador em base comum, grandes variações na tensão de saída são produzidas por pequenas variações na corrente de coletor. Dessa forma, a **Eq.(2)** indica que a impedância de saída para esses tipos de estágios amplificadores deve ser **alta**, situando-se na faixa de dezenas a centenas de quiloohms.

A **Tabela 1** resume as principais características de um estágio amplificador a transistor na configuração base comum.

Tabela 1 Amplificador em base comum: características principais.

| Parâmetro | Valor ou faixa de valores típicos |
|-----------|--|
| A_I | ≈ 1 |
| A_V | alto (dezenas a centenas de vezes) |
| Z_i | baixa (dezenas de ohms) |
| Z_o | alta (dezenas a centenas de quiloohms) |

APLICAÇÕES

Caracteristicamente os estágios amplificadores em base comum apresentam baixa impedância de entrada e alta impedância de saída. Essas propriedades permitem que esses circuitos sejam utilizados como elementos casadores de impedância, podendo interligar um estágio de baixa impedância de saída a outro de alta impedância de entrada, conforme ilustrado na **Fig.10**.

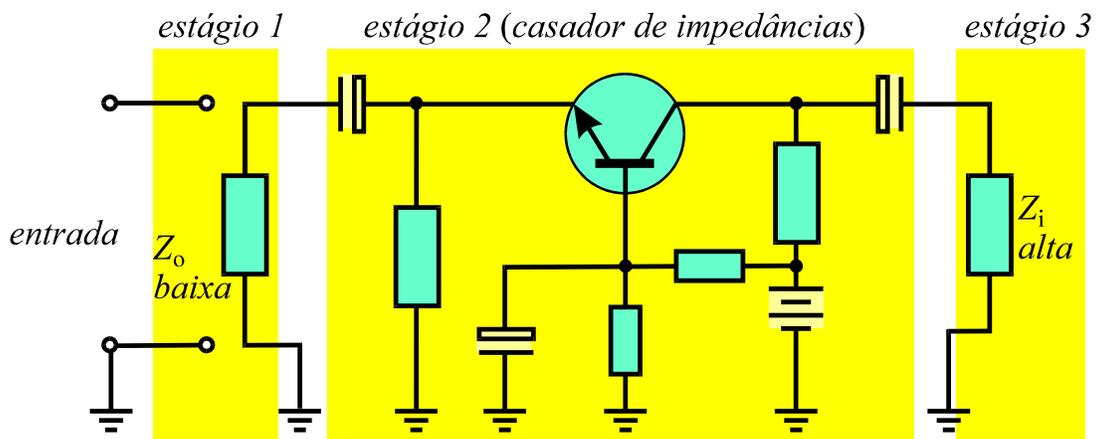


Fig.10 Emprego do estágio amplificador em base comum na interligação de circuitos de impedâncias distintas.

Outra aplicação característica dos amplificadores em base comum ocorre na confecção de circuitos para operação em frequências acima de 50 MHz, tais como aqueles utilizados em sistemas de comunicações convencionais.

Apêndice

QUESTIONÁRIO

1. Faça um desenho de um transistor na configuração base comum.
2. Quais são as faixas típicas de valores dos parâmetros associados ao amplificador na configuração base comum.
3. Cite algumas aplicações que fazem uso do amplificador na configuração base comum.

BIBLIOGRAFIA

MALVINO, Albert Paul. Eletrônica. São Paulo, McGraw-Hill, 1986. 520p. il.

SENAI/DN Reparador de Circuitos Eletrônicos; eletrônica básica II. Rio de Janeiro. (Coleção Básica SENAI. Módulo 2)

SENAI/DN. Transistores, por Antônio Abel Correia Villela. Rio de Janeiro, Divisão de Recursos Humanos, 1977. 81p. (Publicações Técnicas 7)