

## **Sumário**

<b>Introdução</b>	<b>5</b>
<b>Circuitos comparadores transistorizados</b>	<b>6</b>
<b>Elementos do circuito comparador</b>	<b>6</b>
<b>Princípio de funcionamento</b>	<b>7</b>
<b>Comparador de atuação inversa ou direta</b>	<b>9</b>
<b>Comparador de atuação inversa</b>	<b>9</b>
<b>Comparador de atuação direta</b>	<b>9</b>
<b>Apêndice</b>	<b>11</b>
<b>Questionário</b>	<b>11</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>11</b>



**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

---

A utilização do transistor como elemento regulador na construção de fontes de alimentação estabilizadas levou ao desenvolvimento de circuitos destinados a melhoria do desempenho daqueles equipamentos. Um dos resultados obtidos como fruto desse desenvolvimento foi a concepção do circuito comparador transistorizado.

Este fascículo trata do circuito comparador transistorizado, e contém uma descrição de sua configuração e princípio de operação, visando a capacitar o leitor a compreender o funcionamento das fontes reguladas com comparador.

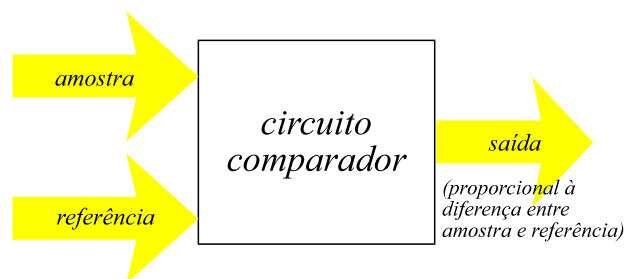


***Para a boa compreensão do conteúdo e desenvolvimento das atividades contidas neste fascículo, o leitor deverá estar familiarizado com os conceitos relativos a:***

- Diodo Zener.
- Transistor bipolar: relação entre parâmetros de circuito.

# Circuitos comparadores transistorizados

Os comparadores são circuitos eletrônicos que recebem uma amostra de sinal, comparam essa amostra com um valor de referência e produzem, na sua saída, um sinal proporcional à diferença entre o sinal de amostra e o sinal de referência, conforme ilustrado na **Fig.1**.



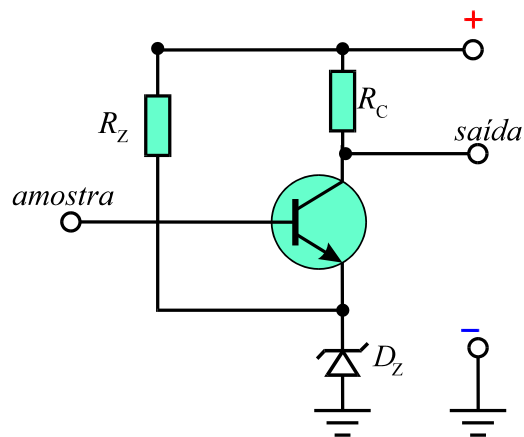
**Fig.1** Modelo simplificado de um circuito comparador.

Os circuitos comparadores são muito utilizados em fontes de alimentação.

## ELEMENTOS DO CIRCUITO COMPARADOR

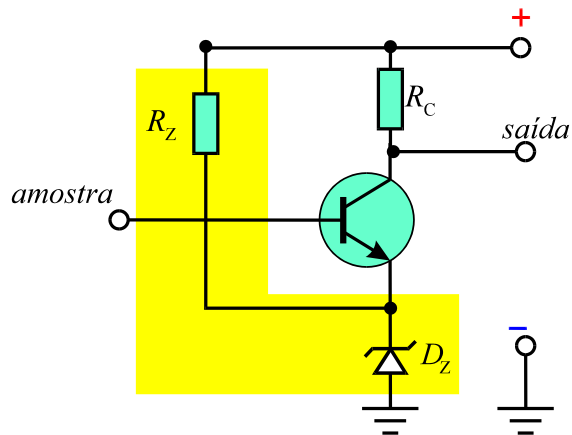
Um circuito comparador pode ser implementado com o uso de um transistor ligado na configuração emissor comum, conforme mostrado na **Fig.2**.

O **sinal de referência** necessário para o funcionamento do circuito comparador consiste em uma fonte de tensão constante.



**Fig.2** Circuito comparador transistorizado.

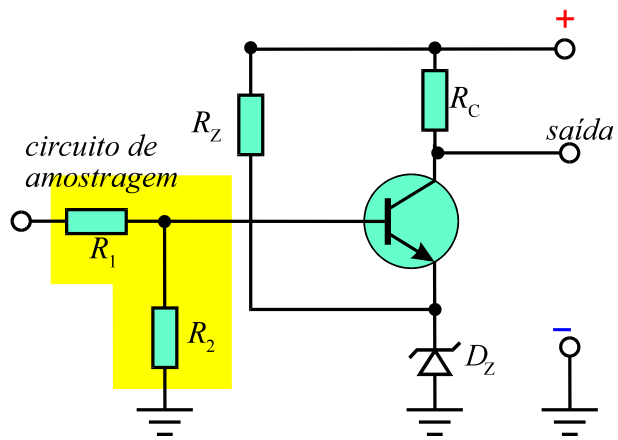
Como mostrado na **Fig.3**, o diodo Zener fornece uma tensão constante ao emissor do transistor. A tensão do emissor naquela configuração corresponde ao sinal de referência do circuito.



**Fig.3** A região delimitada do circuito fornece a referência do comparador.

A **amostra** é geralmente fornecida ao circuito comparador por um divisor de tensão resistivo, como indicado na **Fig.4**.

Pela própria característica de funcionamento do divisor de tensão, a amostra é uma réplica da forma de onda do sinal.



**Fig.4** A região delimitada do circuito fornece a amostra do sinal.

## PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

A operação do circuito comparador baseia-se na variação da tensão base-emissor do transistor provocada pela variação do sinal de amostra.

No circuito da **Fig.5**, a tensão do emissor tem sempre o valor de referência fixado pelo diodo Zener, de forma que a tensão base-emissor do transistor

$$V_{BE} = V_{am} - V_Z \quad (1)$$

dependa apenas da tensão aplicada à base, esta última representando o sinal de amostra.

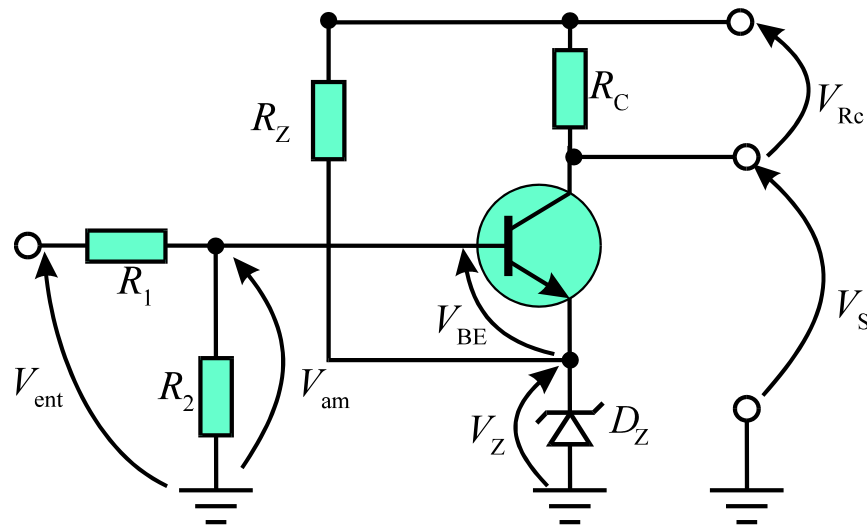
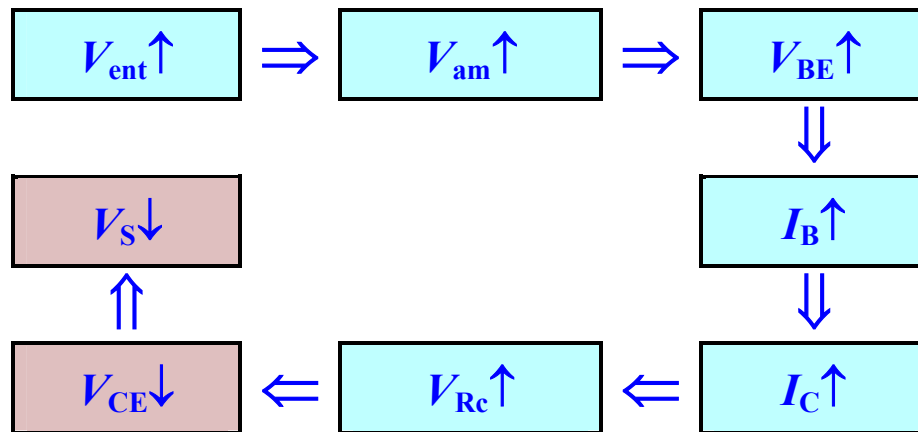


Fig.5 Parâmetros elétricos do circuito comparador.

A tensão na saída do circuito comparador  $V_S$  depende da tensão base-emissor do transistor. Se a tensão no ponto onde é feita a tomada da amostra sofre, por exemplo, um pequeno aumento, ocorre a seguinte seqüência de eventos no comparador:



Devido ao alto ganho do transistor, uma pequena elevação na amostra do sinal provoca uma grande redução na tensão de saída do circuito.

Se por outro lado, a amostra do sinal sofre uma pequena redução, isso provoca um grande aumento na tensão de saída do circuito.

Conclui-se portanto que o circuito comparador, além de detectar a variação na amostra do sinal, fornece na saída uma versão **amplificada invertida**, proporcional àquela variação.

## COMPARADOR DE ATUAÇÃO INVERSA OU DIRETA

Um circuito comparador pode ser classificado como sendo de atuação direta ou inversa, dependendo da forma como o sinal de saída se comporta em relação ao sinal amostrado.

### COMPARADOR DE ATUAÇÃO INVERSA

Um circuito comparador pode ser classificado como de **atuação inversa** quando o sinal de saída varia em sentido oposto à variação do sinal amostrado. Os circuitos comparadores compostos por apenas um transistor são sempre de atuação inversa, como indicado na **Fig.6**.

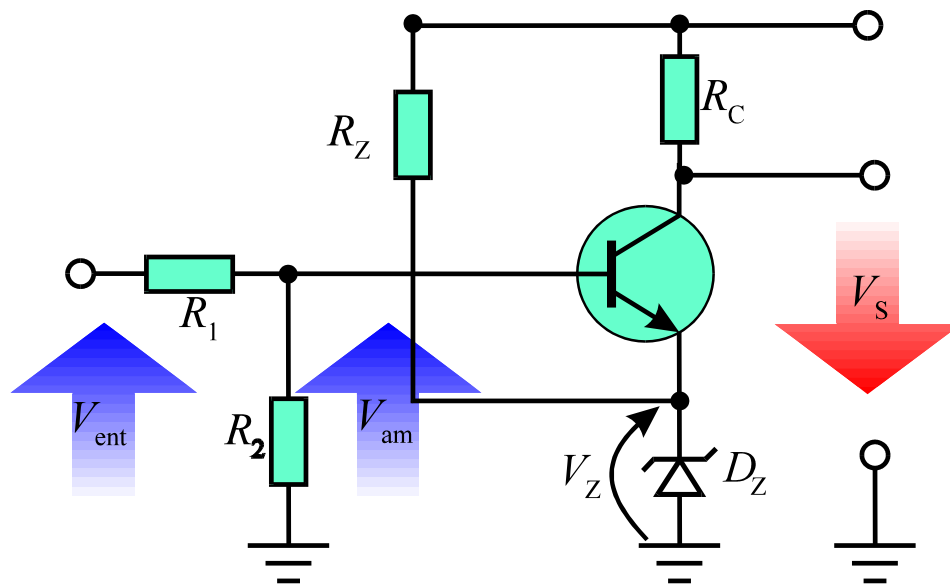
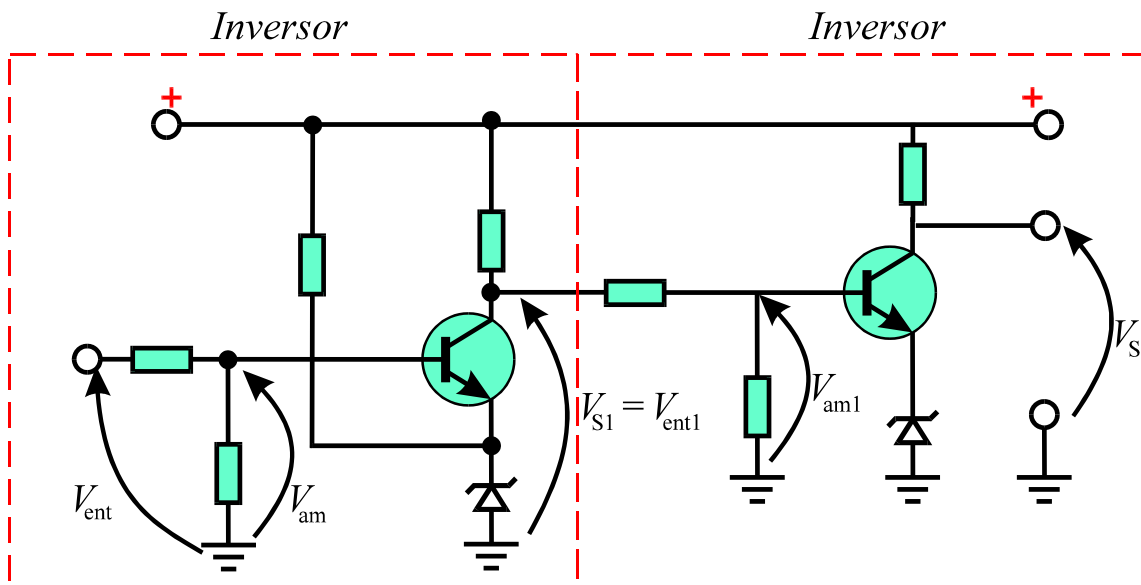


Fig.6 Comparador de atuação inversa.

### COMPARADOR DE ATUAÇÃO DIRETA

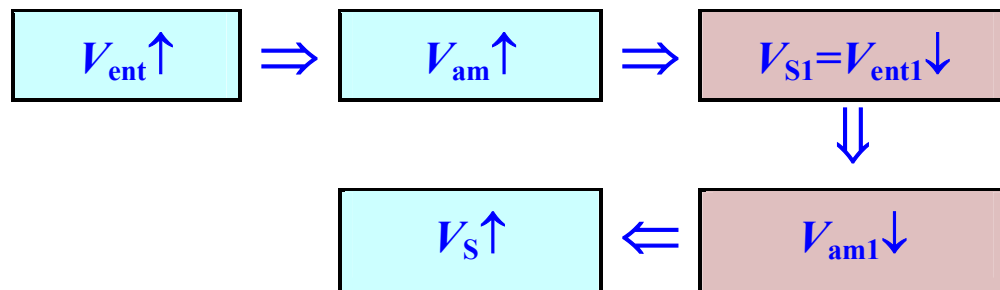
O comparador de atuação direta fornece um sinal de saída que varia de forma proporcional e no mesmo sentido de variação da amostra do sinal. Esses comparadores são constituídos, normalmente, por circuitos mais complexos. Um dos mais simples comparadores de atuação direta é mostrado na **Fig.7**.



**Fig.7** Circuito comparador de atuação direta empregando dois transistores.

O comparador mostrado na **Fig.7** é composto de dois comparadores de atuação inversa, configurados em cascata, de forma que a amostra do sinal  $V_{am}$  sofre duas inversões sucessivas para produzir na saída um sinal  $V_S$  que varia na **mesma proporção e no mesmo sentido** de variação do sinal de entrada  $V_{ent}$ .

O diagrama mostrado na **Fig.8** mostra o princípio de funcionamento do comparador de atuação direta submetido a um aumento no sinal de entrada.



**Fig.8** Atuação do comparador da **Fig.7** submetido a um aumento do sinal de entrada.



# Apêndice

## QUESTIONÁRIO

1. O que é um circuito comparador?
2. O que são comparadores de atuação inversa e direta?

## BIBLIOGRAFIA

CIPELLI, Antônio Marco Vicari & SANDRINI, Valdir João. Teoria do desenvolvimento de Projetos de Circuitos Eletrônicos . 7.ed. São Paulo, Érica, 1983. 580p.

FIGINI, Gianfranco. Eletrônica industrial; circuitos e aplicações. São Paulo, Hemus, c 1982. 336p.

MILLMAN, Jacob & HALKIAS, Chistos C. Eletrônica: dispositivos e circuitos.

Trad. Elédio Robalinho e Paulo Elyot Meirelles Villela.. São Paulo, Mc Graw Hill do Brasil, 1981. il. v.2