



Curso Técnico em Eletrotécnica

Eletricidade em Regime de Corrente Contínua

15-RESISTORES AJUSTÁVEIS E POTENCIÔMETROS

Sumário

Introdução	6
Resistores ajustáveis	7
Resistores ajustáveis de fio	8
Trimpot	9
Características dos resistores ajustáveis	11
Simbologia	13
Potenciômetros	14
Funcionamento	14
Simbologia	15
Tipos de potenciômetros	15
Potenciômetro de fio	16
Potenciômetro de carbono (carvão)	18
Potenciômetros com chave	20
Potenciômetros duplos	21
Potenciômetros deslizantes	21
Aplicação dos resistores ajustáveis e potenciômetros	22
Divisor de limite com tensão máxima	22
Divisor com limite de tensão mínima	23
Divisor com limite de tensão máxima e mínima	24
Especificação de resistores ajustáveis e potenciômetros	24
Apêndice	26
Questionário	26
Bibliografia	26

Introdução

Os aparelhos eletrônicos, tantos destinados ao lazer (televisores, rádios etc.) como as funções técnicas e científicas (multímetros, fontes etc.), apresentam controles que permitem ao usuário ajustar o funcionamento de forma adequada. Como exemplos desses controles, pode-se citar:

- Aqueles dos aparelhos destinados ao lazer: controles de volume, brilho, graves e agudos.
- Aqueles dos aparelhos científicos: controle de ajuste de zero nos multímetros.

Na realidade, esses controles estão associados a componentes eletrônicos cujo valor não é fixo, sendo ajustado de acordo com a necessidade. Os potenciômetros são exemplos típicos desse tipo de componentes. Existem ainda componentes destinados a ajustes internos no equipamento, aos quais o usuário não tem acesso. Um exemplo típico são os resistores ajustáveis.

Para que os efeitos provocados por estes componentes em um circuito eletrônico possam ser compreendidos, faz-se necessário, em primeiro lugar, conhecer estes componentes e suas características.

Este fascículo foi elaborado para facilitar o seu conhecimento e compreensão dos resistores ajustáveis e potenciômetros, visando capacitá-lo a identificar e utilizar corretamente estes componentes.



Para ter sucesso no desenvolvimento do conteúdo e atividades deste fascículo, o leitor já deverá ter conhecimento relativos a :

- Resistores.
- Divisores de tensão.

RESISTORES AJUSTÁVEIS

São resistores cujo valor de resistência pode ser ajustado, dentro de uma faixa pré-definida. A **Fig.1** mostra alguns resistores ajustáveis.

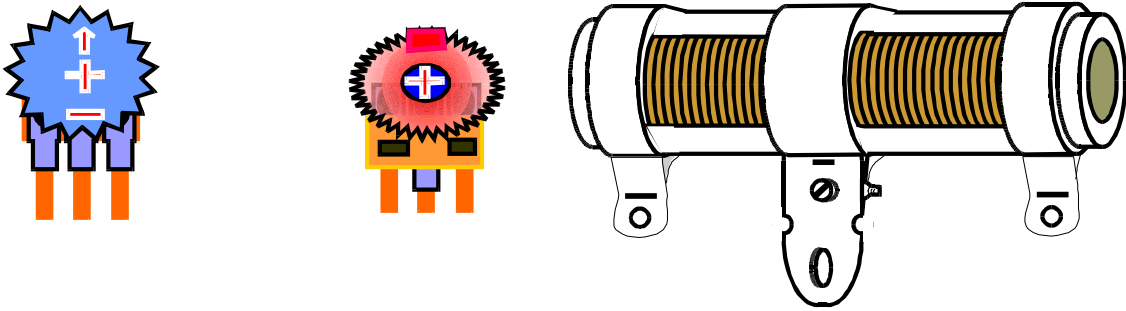


Fig.1 Exemplo de resistores ajustáveis.

Estes tipos de resistores são utilizados em circuitos que exigem calibração. Existem dois tipos de resistores ajustáveis:

- Resistor ajustável de fio (**Fig.2**).
- Trimpot (**Fig.3**).

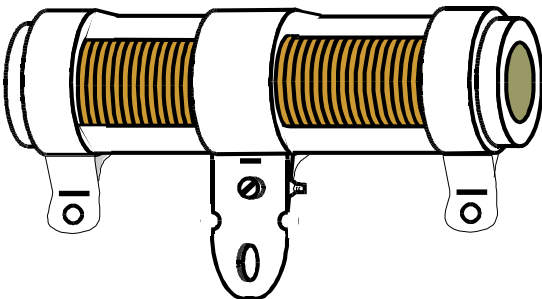


Fig.2 Resistor ajustável de fio.

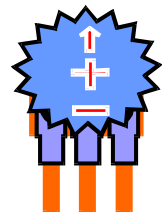


Fig.3 Trimpot.

A constituição física dos resistores ajustáveis não é preparada para suportar trocas de valor freqüentes. Este tipo de componente é utilizado em pontos de um circuito onde o ajuste é feito uma vez e não é mais alterado.

Os resistores ajustáveis (de fio e trimpot) são usados para ajustes definitivos nos circuitos.

RESISTORES AJUSTÁVEIS DE FIO

É um resistor de fio ao qual foi acrescentado um terceiro terminal, denominado de cursor, como mostrado na **Fig.4**.

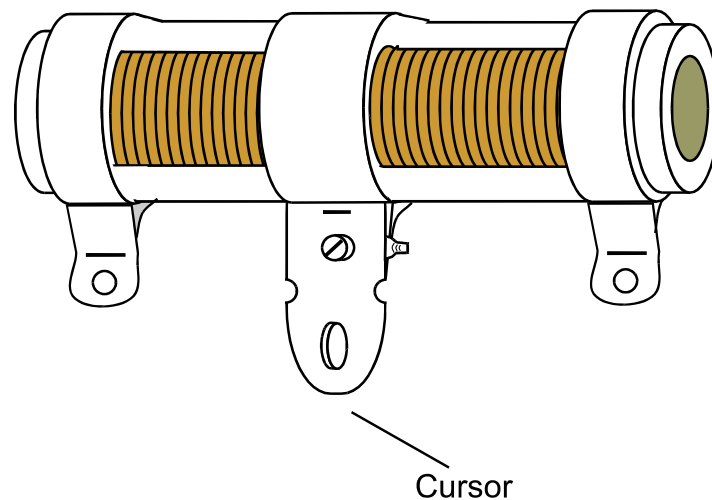


Fig.4 Resistor ajustável de fio.

Esse terminal móvel desliza em contato elétrico com as espiras de fio que constituem o resistor podendo ser fixado na posição desejada. Os resistores ajustáveis de fio, em geral, dissipam grande quantidade de calor porque trabalham com correntes elevadas.

Por essa razão, normalmente são montados em locais com boa ventilação, sendo ligados ao circuito através de condutores, como mostrado na **Fig.5**.

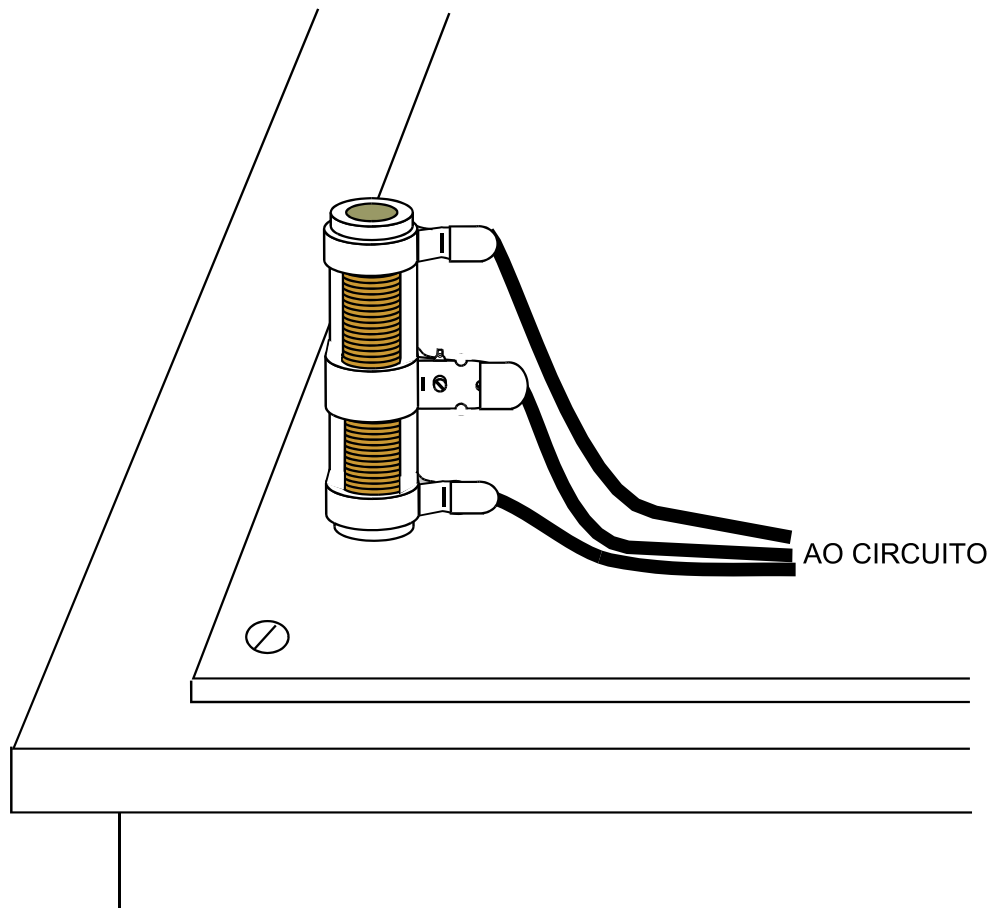


Fig.5 Condutores de ligação do resistor ajustável de fio.

TRIMPOT

É um tipo de resistor ajustável utilizado em pontos de ajuste onde as correntes são pequenas (da ordem de miliampères ou menos). A **Fig.6** mostra dois tipos de trimpots.

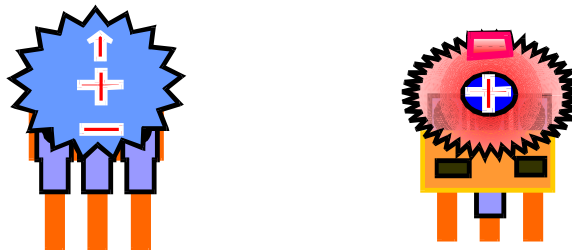


Fig.6 Tipos de trimpots.

Pelo fato de dissiparem pequenas quantidades de calor, os trimpots podem ser montados no próprio circuito onde estão atuando, como ilustrado na **Fig.7**.

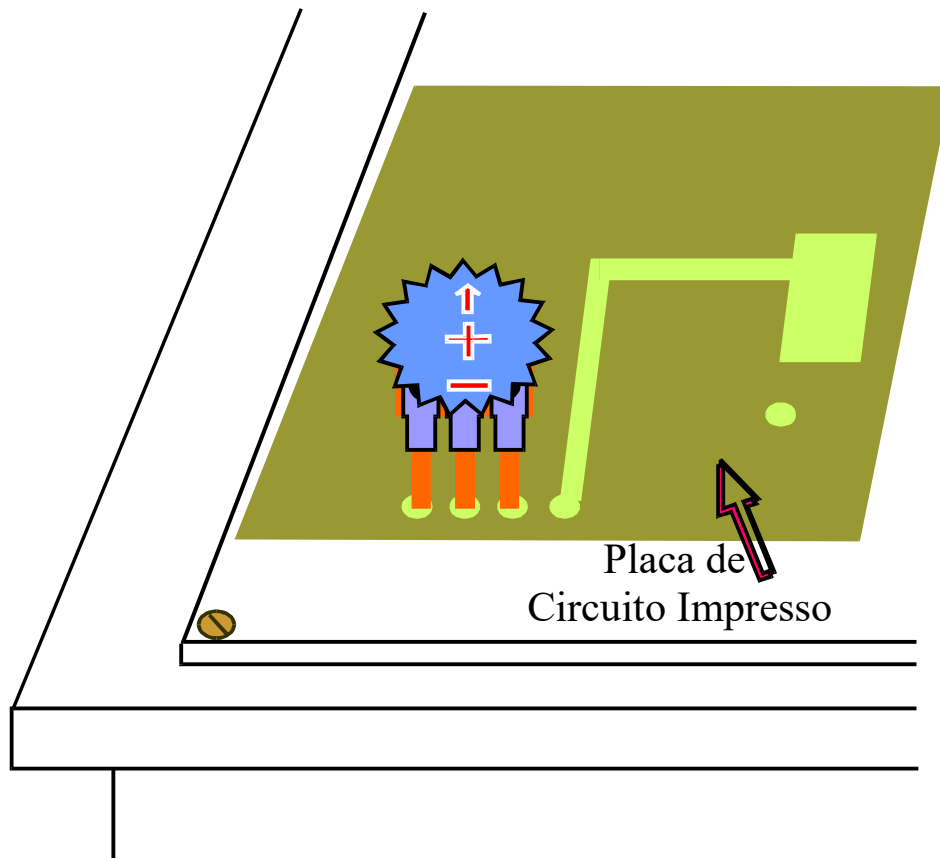


Fig.7 Montagem do trimpot numa placa de circuito impresso.

Existem trimpots verticais e horizontais, de forma a permitir uma opção para uma montagem mais adequada a cada aplicação. A **Fig.8** mostra trimpots desses dois tipos.

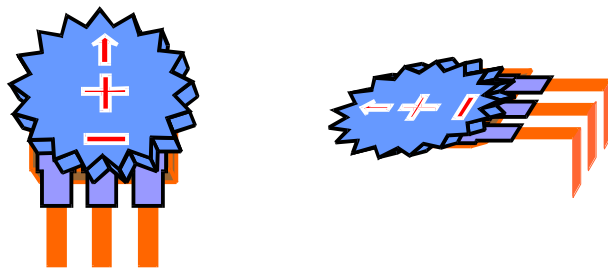


Fig.8 Trimpot vertical e trimpot horizontal.

CARACTERÍSTICAS DOS RESISTORES AJUSTÁVEIS

Os resistores ajustáveis apresentam impresso no corpo o valor de resistência entre os dois terminais extremos, conforme ilustrado na Fig.9.

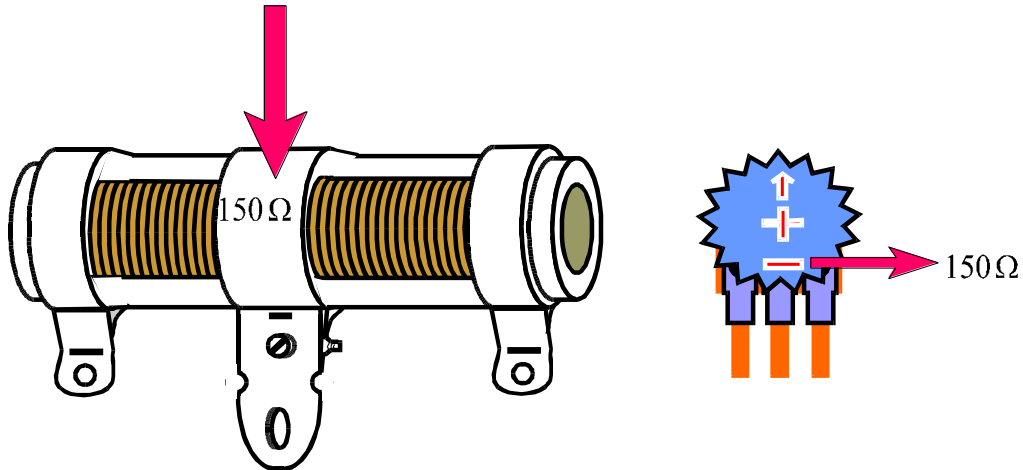


Fig.9 Indicação do valor dos resistores variáveis.

A resistência entre os terminais extremos de um resistor ajustável é a mesma, qualquer que seja a posição do cursor. Para obter-se um valor de resistência menor que o valor total de um resistor ajustável, utiliza-se um dos terminais extremos e o cursor, como mostrado na Fig.10.

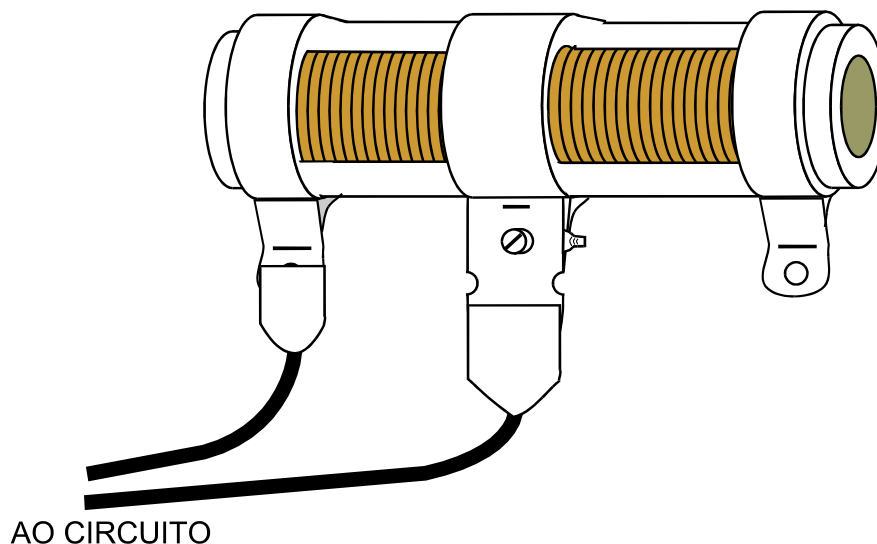


Fig.10 Utilização dos terminais extremos e o cursor.

Dessa forma, a resistência ôhmica da parte utilizada será menor que a resistência de todo resistor.

Observando-se, por exemplo, um resistor ajustável de 100Ω entre os extremos e posicionando-se o terminal deslizante no centro, mede-se então uma resistência de 100Ω , como ilustrado na **Fig.11**.

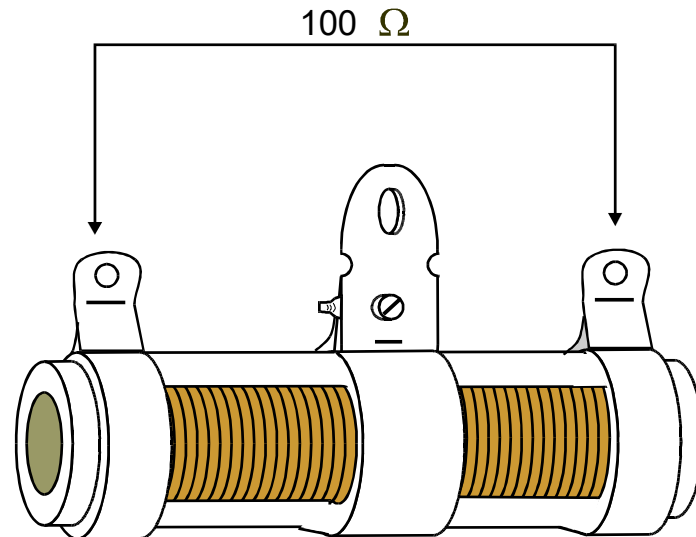


Fig.11 Cursor posicionado no centro de um resistor ajustável de 100Ω .

Os outros 50Ω , que completam o valor total do resistor, estão na parte do resistor que não será utilizada, como pode ser visto na **Fig.12**.

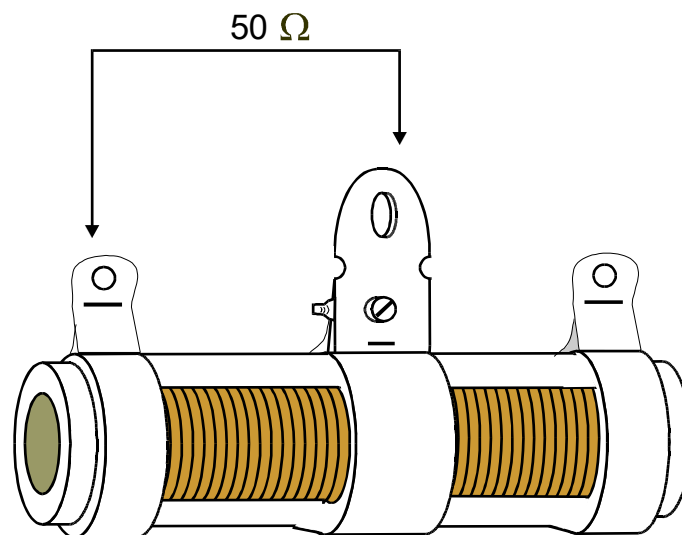


Fig.12 Indicação do restante da resistência total do resistor ajustável.

ELETRICIDADE EM REGIME DE CC

Através do ajuste correto da posição do cursor, pode-se obter os mais diversos valores de resistência a partir de um resistor ajustável (valores sempre menores que o extremo).

Os resistores ajustáveis se comportam como dois resistores em série, com uma ligação central, como ilustrado na **Fig.13**.

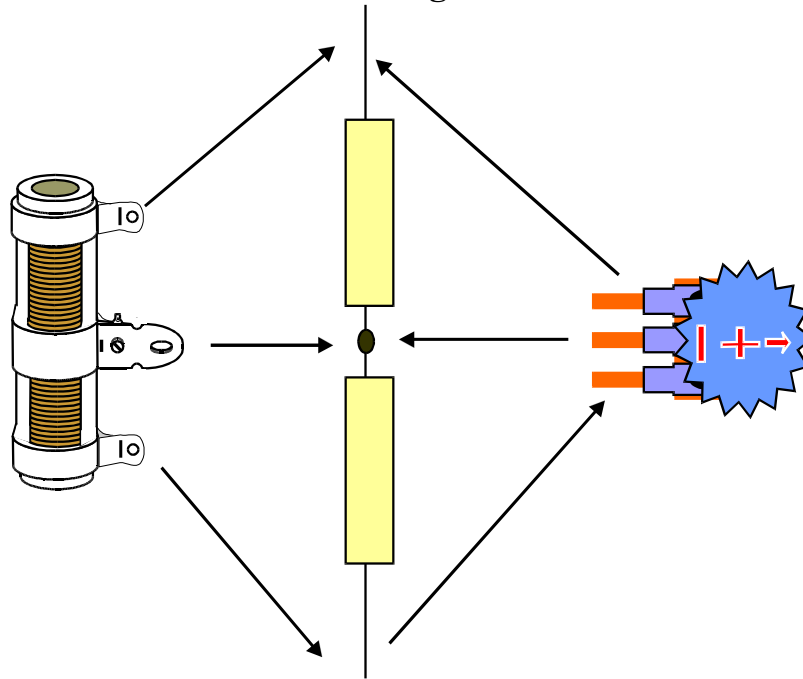


Fig.13. Dois resistores em série compondo um resistor ajustável.

SIMBOLOGIA

Os resistores ajustáveis são representados pelos símbolos apresentados na **Fig.14**.

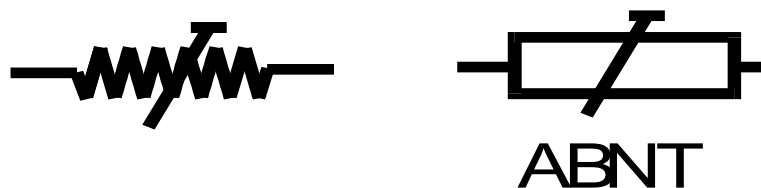


Fig.14 Símbolos dos resistores ajustáveis.

Nos esquemas, o valor ôhmico que aparece ao lado do símbolo dos resistores ajustáveis corresponde à resistência entre os terminais extremos (valor máximo).

POTENCIÔMETROS

São resistores com derivação que permite a variação do valor resistivo pelo movimento de um eixo. A **Fig.15** mostra alguns tipos de potenciômetros.

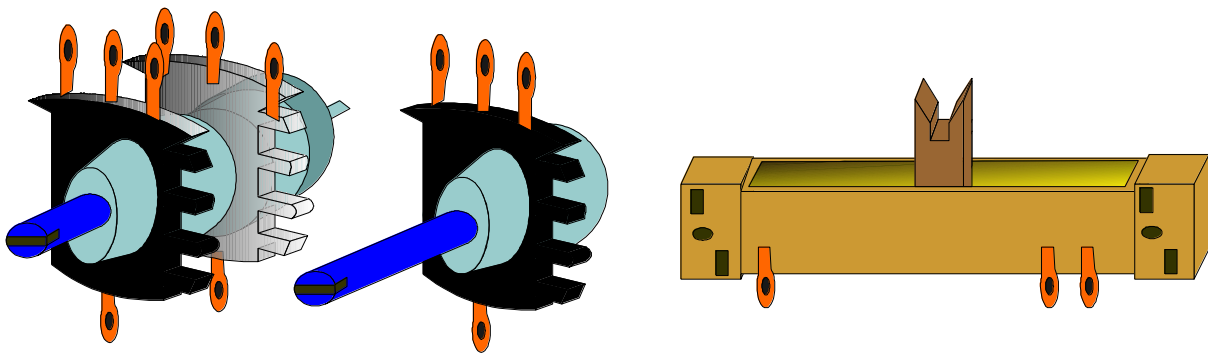


Fig.15 Tipos de potenciômetros.

Os potenciômetros são usados nos equipamentos para permitir a mudança do regime de operação.

Por exemplo, o potenciômetro de volume permite o aumento ou diminuição do nível de intensidade do som. Já o potenciômetro de brilho permite o controle de luminosidade das imagens.

FUNCIONAMENTO

Entre os dois terminais extremos o potenciômetro é um resistor comum. Sobre esse resistor desliza um 3º terminal, chamado de cursor, que permite utilizar apenas uma parte da resistência total do componente (de um extremo até o cursor).

SIMBOLOGIA

A **Fig.16** mostra os símbolos utilizados para representar os potenciômetros, salientando o símbolo normalizado pela ABNT.

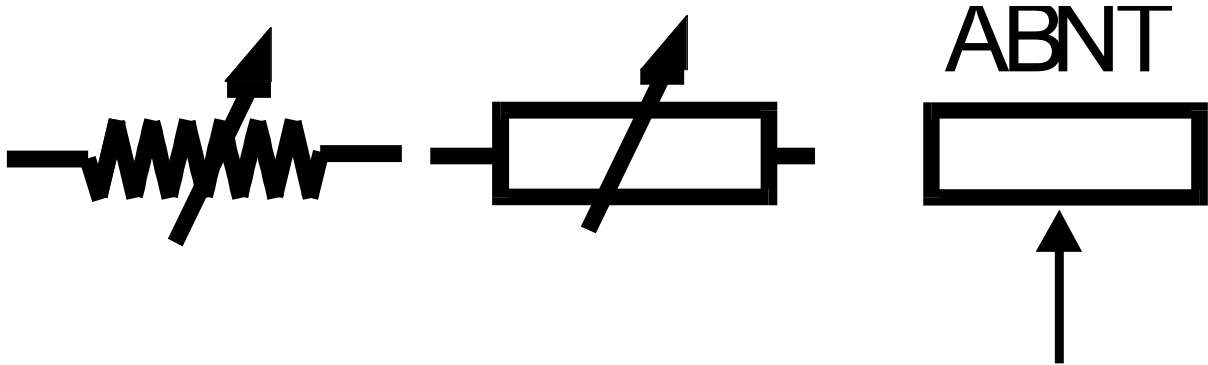


Fig.16 Símbolos dos potenciômetros.

A diferença entre os símbolos dos resistores ajustáveis e potenciômetros aparece na ponta do traço diagonal.

Os componentes cujo valor está sujeito à modificação constante (potenciômetros usados no controle de volume, por exemplo) são denominados **variáveis**. Nos seus símbolos aparece uma seta na ponta do traço diagonal.

Os componentes cujo valor de resistência é ajustado na calibração e não sofre mais alteração, são chamados de **ajustáveis**. O resistor ajustável é um exemplo característico desse tipo de componente.

TIPOS DE POTENCIÔMETROS

Existem dois tipos de potenciômetros:

- De fio.
- De carbono (linear ou logarítmico).

POTENCIÔMETRO DE FIO

Sobre uma tira de fibra em forma de anel são enroladas várias espiras de fio especial (com resistividade elevada). Fixam-se terminais nas extremidades da fibra e as pontas do fio formam um resistor, conforme ilustrado na **Fig.17**.

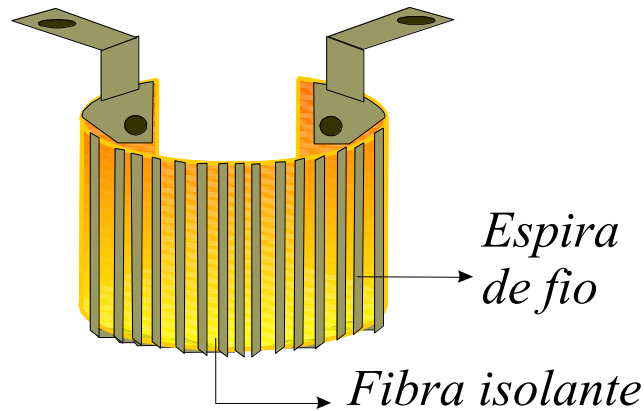


Fig.17 Tira de fibra, espira de fio e terminais de um potenciômetro de fio.

Sobre o topo da fibra corre o contato móvel do cursor, que é ligado mecanicamente ao eixo do componente. O cursor é ligado ao terminal do potenciômetro, como mostrado na **Fig.18**.

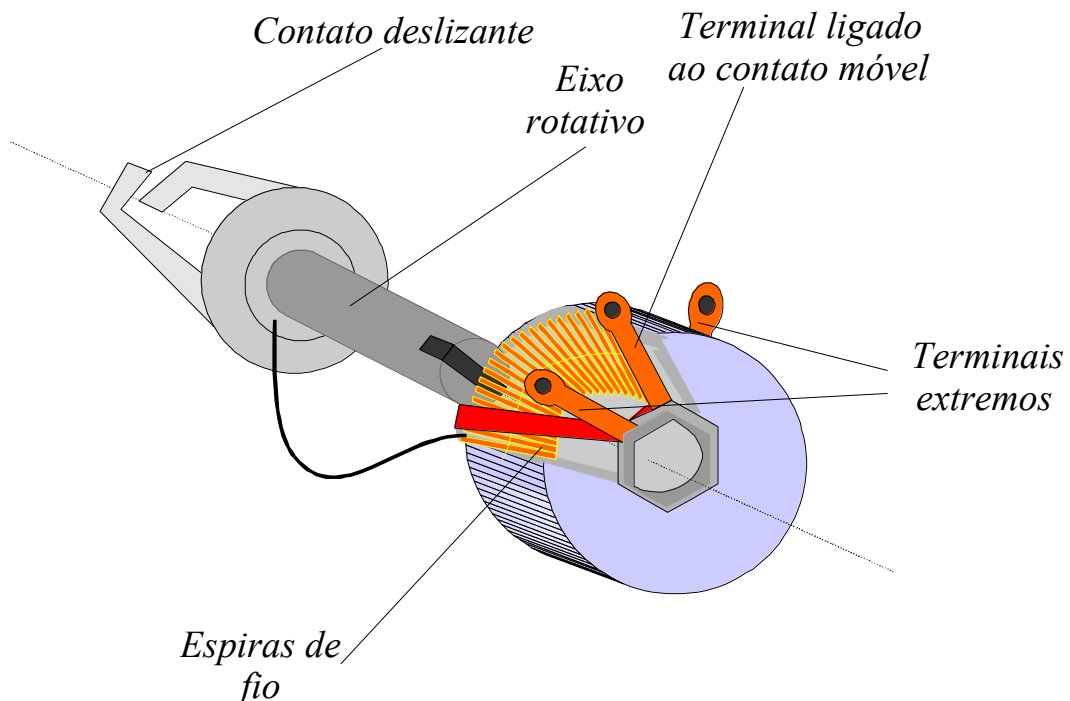


Fig.18 Detalhes dos componentes básicos de um potenciômetro.

ELETRICIDADE EM REGIME DE CC

Os potenciômetros de fio para circuitos eletrônicos são encontrados em valores de até $22\text{k}\Omega$ de resistências e potências de dissipação de até 4W .

Nos potenciômetros de fio a resistência entre o cursor e os extremos varia uniformemente com o movimento do eixo.

Se o eixo for movimentado até a metade do curso total, a resistência entre o cursor e os extremos é a metade da resistência total. Por outro lado, se o cursor for movimentado de $1/4$ do curso total em relação a um extremo, a resistência entre este extremo e o cursor é $1/4$ da resistência total. Entre o outro extremo e o cursor haverá portanto $3/4$ da resistência, como ilustrado na **Fig.19**.

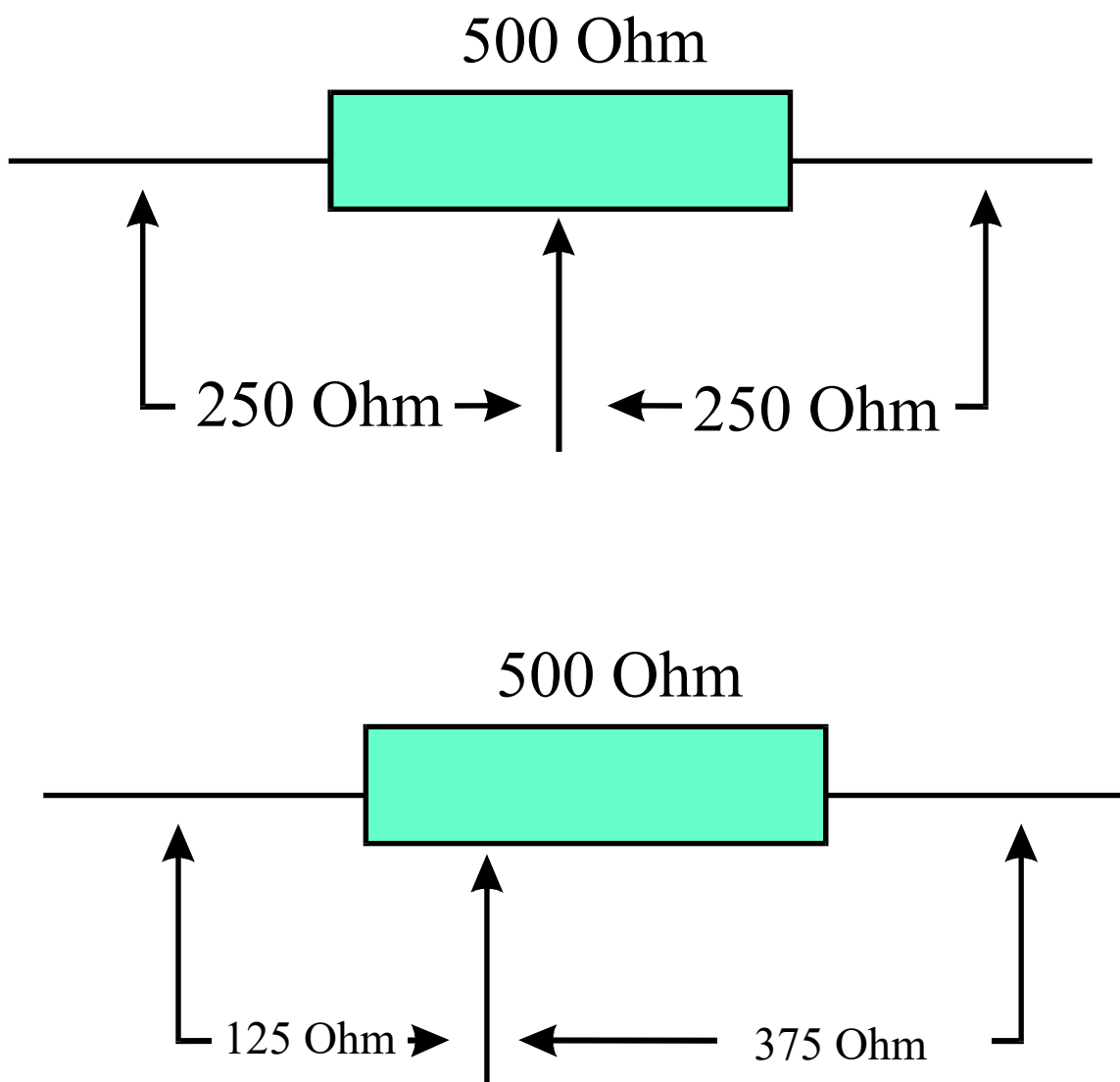


Fig.19 Valores de resistência para diversas posições do cursor.

Componentes com esta característica são chamados de **lineares**. Portanto, os potenciômetros de fio sempre são lineares.

Nos potenciômetros lineares, a variação da resistência é proporcional ao movimento do eixo.

POTENCIÔMETRO DE CARBONO (CARVÃO)

São semelhantes aos potenciômetros de fio na sua construção. Diferem apenas em um aspecto: nos potenciômetros de carvão as espiras de fio especial (do potenciômetro de fio) são substituídas por uma camada de carbono que é depositada sobre uma superfície de material isolante, como pode ser visto na Fig.20.

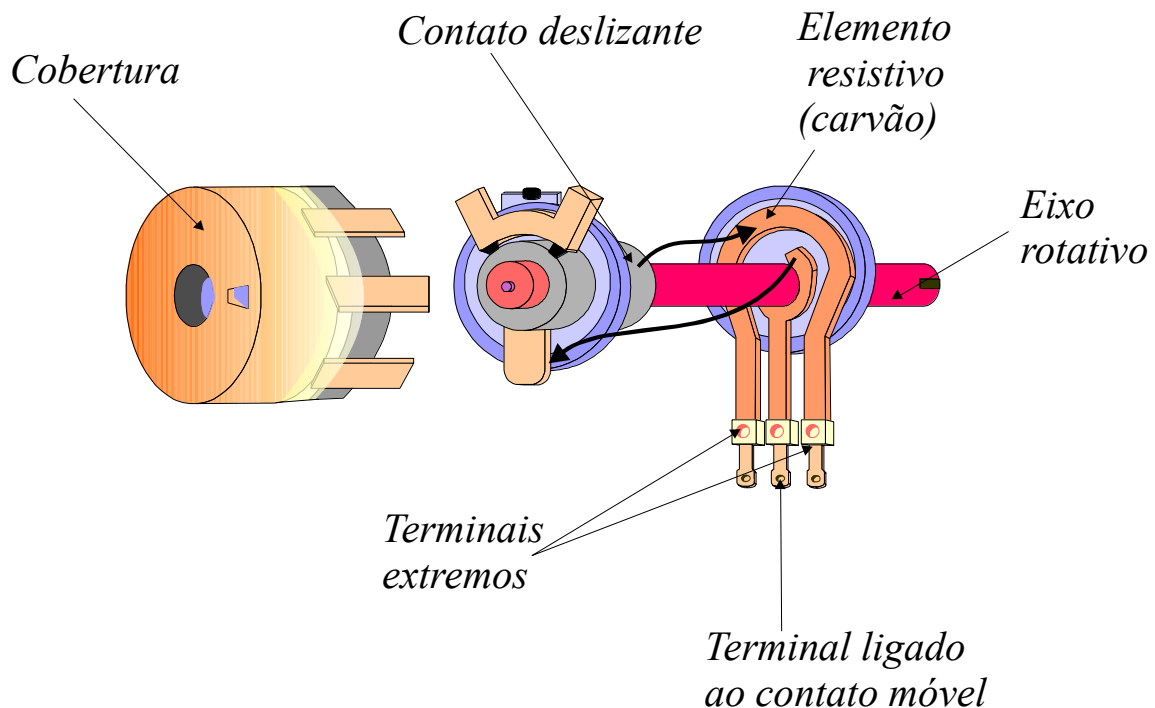


Fig.20 Detalhes construtivos de um potenciômetro de carbono.

ELETRICIDADE EM REGIME DE CC

Os potenciômetros de carbono podem ser lineares ou logarítmicos. Os potenciômetros de carvão lineares são semelhantes aos de fio, ou seja, a variação da resistência entre um extremo e o cursor é proporcional ao movimento do eixo.

A variação da resistência dos potenciômetros lineares em relação à posição do cursor se apresenta conforme o gráfico da **Fig.21**.

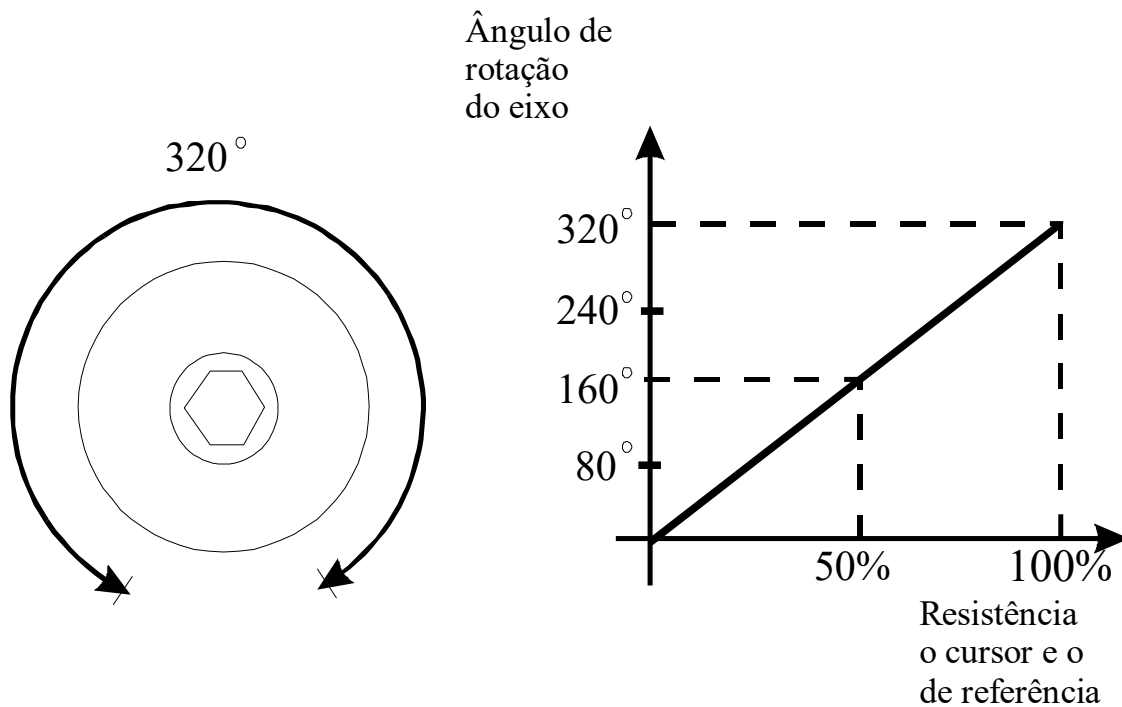


Fig.21 Representação gráfica da variação da resistência com a posição do cursor dos potenciômetros lineares.

Os potenciômetros de carvão logarítmicos se comportam de forma diferente, com respeito à relação entre posição do cursor e resistência.

Quando se inicia o movimento do cursor, a resistência sofre pequena variação. À medida que o cursor vai sendo movimentado, a variação na resistência torna-se cada vez maior.

A variação da resistência entre um extremo e o cursor é desproporcional ao movimento do eixo.

O gráfico da **Fig.22** mostra como a resistência varia com relação à posição do eixo nos potenciômetros logarítmicos.

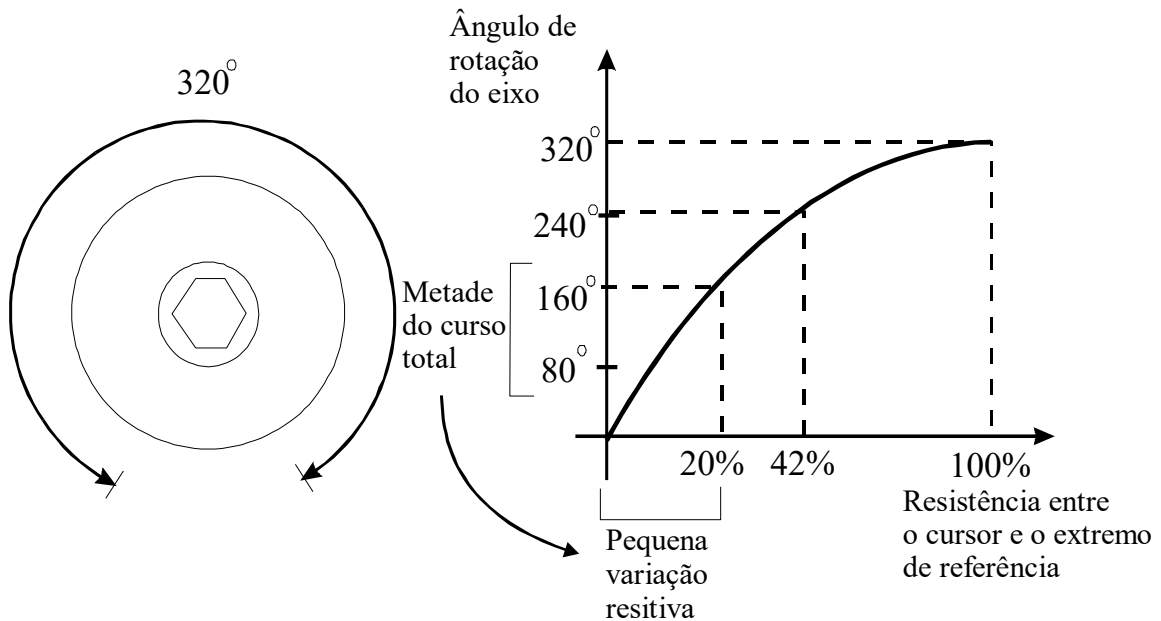


Fig.22 Representação gráfica da variação da resistência com a posição do cursor dos potenciômetros logarítmicos.

Os potenciômetros logarítmicos são usados principalmente em controles de volume.

POTENCIÔMETROS COM CHAVE

Em algumas ocasiões, utiliza-se o potenciômetro para controle de volume e ligação do aparelho. Para cumprir esta finalidade, são fabricados potenciômetros logarítmicos com uma chave presa ao eixo. A **Fig.23** apresenta um potenciômetro logarítmico com chave.

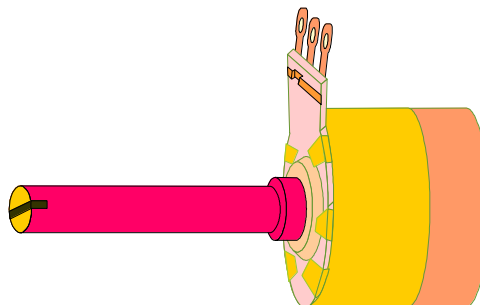


Fig.23 Potenciômetro logarítmico com chave.

POTENCIÔMETROS DUPLOS

Os potenciômetros duplos são utilizados principalmente em aparelhos de som estereofônicos. Existem modelos de potenciômetros duplos em que um único eixo comanda os dois potenciômetros, e também modelos em que cada potenciômetro tem um eixo próprio. Essas concepções podem ser vistas nas **Figs.24 e 25**, respectivamente.

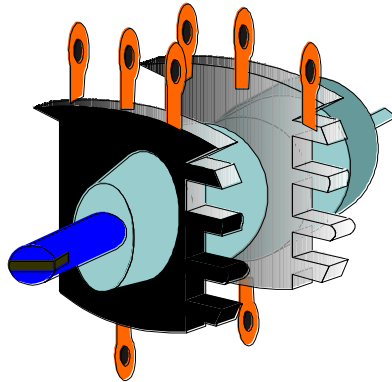


Fig.24 Potenciômetro duplo com um único eixo.

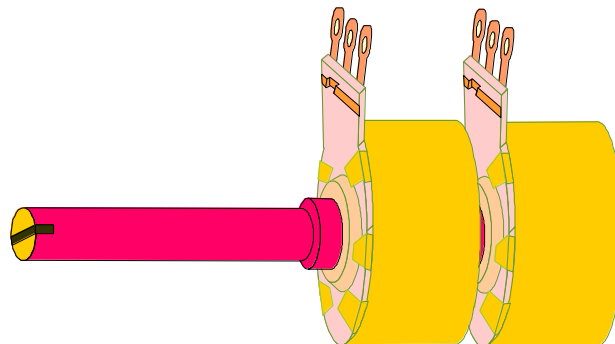


Fig.25 Potenciômetro duplo com eixo duplo.

POTENCIÔMETROS DESLIZANTES

Potenciômetros em que o movimento rotativo do eixo é substituído por um movimento linear do cursor. A **Fig.26** mostra um exemplo.

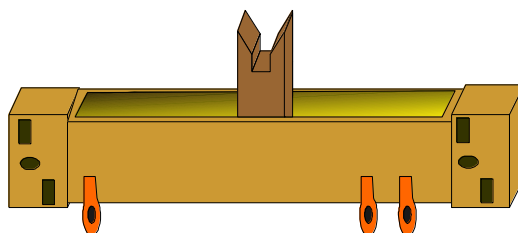


Fig.26 Potenciômetro deslizante.

Aplicação dos resistores ajustáveis e potenciômetros

Os resistores ajustáveis e principalmente os potenciômetros são utilizados principalmente para obtenção de divisores de tensão com tensão de saída variável. A tensão de saída dos divisores é estabelecida pela relação entre os resistores que os compõem.

Incluindo resistores ajustáveis ou potenciômetro na constituição dos divisores, a tensão de saída torna-se variável em função da resistência com que estes elementos são ajustados. Este tipo de divisor é muito utilizado nos pontos dos circuitos que exigem calibração de ponto de operação.

De acordo com a posição do elemento variável, o divisor pode fornecer:

- Um valor de tensão máximo.
- Um valor de tensão mínimo.
- Valores de tensão máximo e mínimo.

DIVISOR DE LIMITE COM TENSÃO MÁXIMA

Quando o divisor variável é colocado no extremo de referência do divisor, fornece tensões que vão desde 0V até um valor especificado menor que a alimentação, como pode ser visto na **Fig.27**.

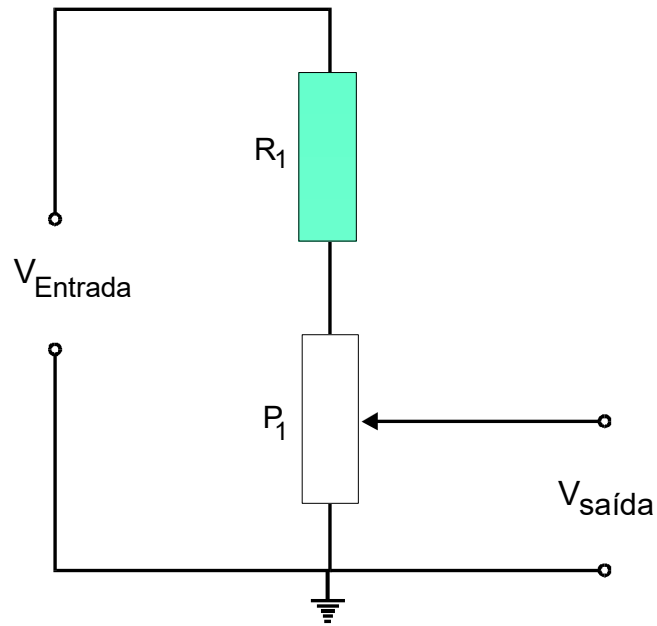


Fig.27 Divisor de limite com tensão máxima.

DIVISOR COM LIMITE DE TENSÃO MÍNIMA

Quando o resistor variável é colocado no extremo da tensão de alimentação, o divisor fornece tensões que vão desde um valor mínimo até o valor da tensão de alimentação, como ilustrado na Fig.28.

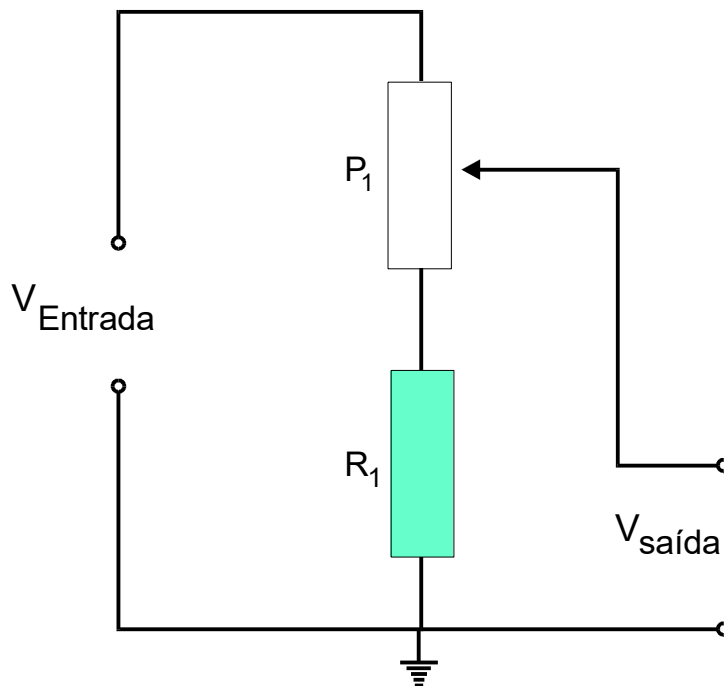


Fig.28 Divisor com limite de tensão mínima.

DIVISOR COM LIMITE DE TENSÃO MÁXIMA E MÍNIMA

O resistor variável é colocado entre outros resistores fornecendo tensões entre um valor mínimo e máximo maiores que 0V e menores que V_{cc} , como mostrado na **Fig.29**.

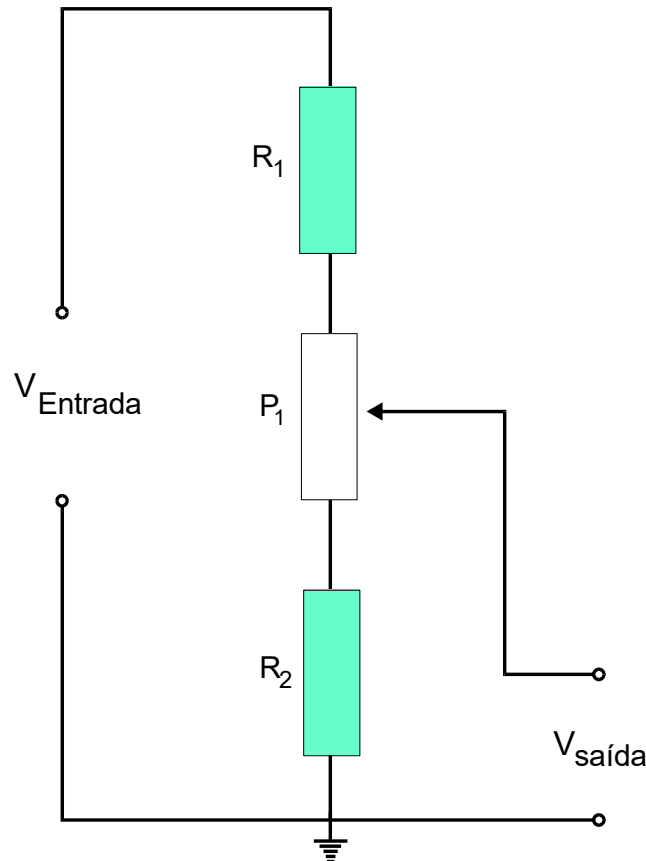


Fig.29 Divisor com limite de tensão máxima e mínima.

ESPECIFICAÇÃO DE RESISTORES AJUSTÁVEIS E POTENCIÔMETROS

Os resistores ajustáveis são especificados por:

- Valor e potência de dissipação para os de fio (por exemplo, resistor ajustável de 100Ω , 5W).
- Valor e posição de montagem para os trimpots (por exemplo, trimpot de $10k\Omega$, trimpot de 480Ω horizontal). Normalmente para a montagem na vertical a posição não é especificada.

ELETRICIDADE EM REGIME DE CC

Os potenciômetros são especificados por:

- Apenas o valor para os de fio (por exemplo, potenciômetro de fio 30Ω).
- Valor, tipo, característica de resposta e chave, quando necessário, para os de carbono (por exemplo, potenciômetro de $10k\Omega$ linear, potenciômetro de $470k\Omega$ logarítmico, potenciômetro de $10k\Omega$ logarítmico com chave).

Apêndice

QUESTIONÁRIO

1. Quando se usam os resistores ajustáveis em um circuito ?
2. Quais os tipos de resistores ajustáveis conhecidos ?
3. Que são potenciômetros ?
4. Quando são os potenciômetros usados ?

BIBLIOGRAFIA

SENAI/DN Reparador de Circuitos Eletrônicos, Eletrônica Básica I. Rio de Janeiro (Coleção Básica SENAI. Módulo 1).

VAN VALKENBURG, NOOGER & NEVILLE. Eletricidade Básica. 15.^a ed., São Paulo, Freitas Bastos, 1979, vol.1.