

EXPERIÊNCIA

06

RESISTORES ESPECIAIS

OBJETIVOS:

- Conhecer as características dos resistores variáveis;
- Conhecer as características do LDR, sensor de luminosidade;
- Conhecer as características do NTC, PTC e do Termopar, sensores de temperatura

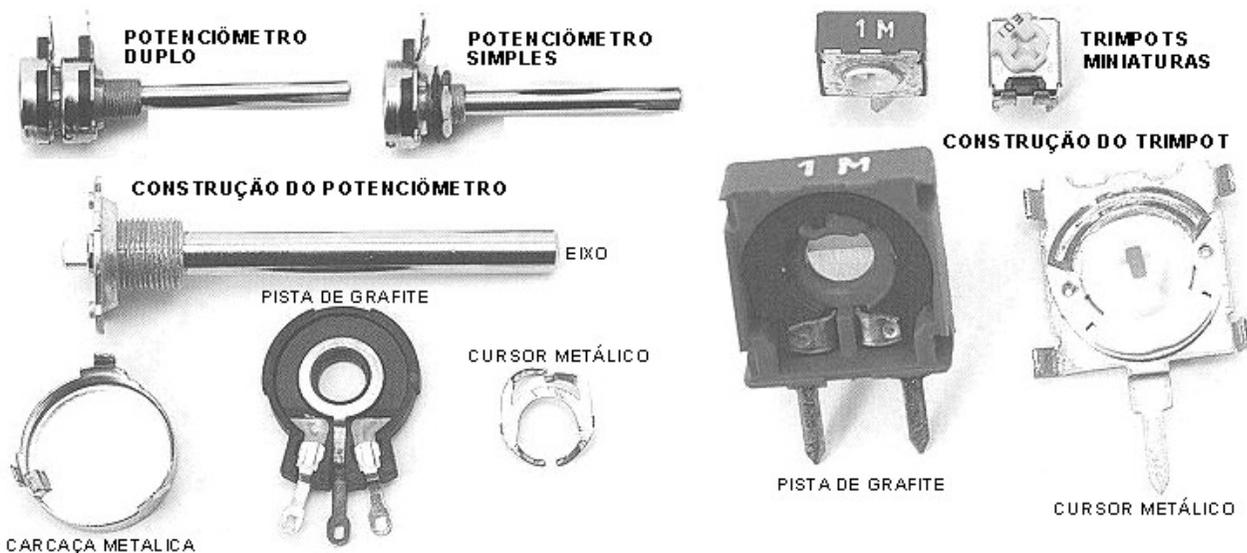
CONCEITOS TEORICOS ESSENCIAIS

Resistores variáveis

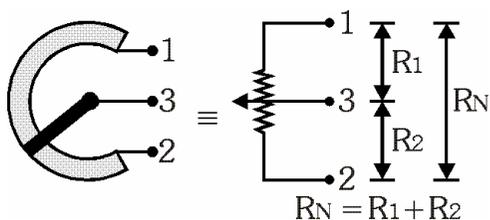
Vários dispositivos e aparelhos são construídos para trabalharem com resistores variáveis num circuito eletroeletrônico.

O resistor variável é aquele que possui uma haste ou eixo para o ajuste manual da resistência entre seus terminais.

Comercialmente, podem ser encontrados diversos tipos de resistores variáveis, tais como potenciômetro de fio e carbono (com controle rotativo ou deslizante), trimpot, potenciômetro multivoltas (de precisão), reostato (para altas correntes e a década resistiva (instrumento de laboratório)). Conforme a figura abaixo:

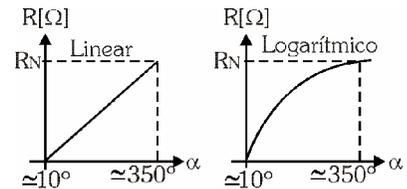


O símbolo usual para esses resistores variáveis é mostrado na figura ao lado.



Os resistores variáveis possuem três terminais. A resistência entre as duas extremidades é o valor nominal R_N (Resistência Máxima), sendo que a resistência ajustada é obtida entre um das extremidades e o terminal central é acoplado mecanicamente a haste de ajuste.

Um resistor variável pode ter sua resistência variada de duas maneiras linear ou logarítmica conforme a variação em função da ação da haste de ajuste. Os gráficos da figura ao lado mostram a diferença de comportamento da resistência entre os dois tipos de potenciômetros.



Sensores de Temperatura

Termistores

São resistores termicamente sensíveis a mudança relativamente pequena a temperatura. São semicondutores eletrônicos cuja resistência elétrica varia com a temperatura. Eles são utilizados medição e controle da grandeza física. Os elementos resistivos são óxidos de metais como manganês, níquel, cobalto, cobre, ferro, titânio.

A figura ao lado dá a ilustração de um tipo comum.



Existem duas variedades básicas de termistores: os de coeficiente positivo de temperatura (PTC) e os de coeficiente negativo de temperatura (NTC). Nos primeiros a resistência aumenta com a temperatura e o contrário nos segundos.

Os PTC's são resistores que apresentam um coeficiente térmico positivo, isto é, sua resistência aumenta com a temperatura.

Os NTC's são resistores ao contrario do PTC, ou seja, apresenta um coeficiente térmico negativo onde a resistência diminui quando a temperatura aumenta este é o tipo mais usual na medição e controle de temperatura. Mas não são recomendados em processos industriais, devido a falta de padronização entre os fabricantes.

A relação entre resistência e temperatura é dada pela equação de Steinhart & Hart:

$$T = 1/(a + b \ln R + c \ln R^3).$$

A tabela abaixo dá as principais características de um tipo comum de NTC.

Parâmetro	Valores
Resistência a 25°C	2252 ohms
Faixa de medição	-80 a +120°C típico (250°C max)
Tolerância	±0,1 ou ±0,2°C
Estabilidade em 12 meses	< 0,02°C a 25°C e < 0,25°C a 100°C
Constante de tempo	< 1,0 s em óleo e < 60 no ar calmo
Auto-aquecimento	0,13 °C/mW em óleo e 1,0 °C/mW no ar
Coeficientes	a = 1,4733 10 ⁻³ b = 2,372 10 ⁻³ c = 1,074 10 ⁻⁷
Dimensões	2,5 x 4 mm

Onde os coeficientes a, b e c são características de cada modelo e informados pelos fabricantes.

Termopar

O termopar é um sensor de temperatura que funciona medindo a diferença de potencial causada pela variação de temperatura. Isso só é possível graças sua construção ser obedecida por um efeito físico conhecido como **efeito Seebeck**. Seebeck descobriu que quando unimos dois materiais diferentes, flui ao circuito uma corrente elétrica através da variação de temperatura no ponto em que os materiais foram unidos.

Com o avanço na tecnologia, atualmente temos oito tipos de termopares: S, E, J, K, N, T, B, e R. Os dois termopares mais conhecidos são os T J e K explicados a seguir:

Termopar Tipo T

COBRE X CONSTANTAN

Composição: Cobre₍₊₎ / Cobre₍₋₎ – Níquel₍₋₎;

Faixa de utilização: – 200 a 350°C;

Podem ser utilizados em atmosferas oxidantes, redutoras, inertes e no vácuo. Adequados para as medições abaixo de zero grau. Apresenta boa precisão na sua faixa de utilização.

Termopar Tipo J

FERRO X CONSTANTAN

Composição: Ferro₍₊₎ / Cobre₍₋₎ – Níquel₍₋₎;

Faixa de utilização: – 40 a 750°C;

Podem ser usados em atmosfera oxidantes, redutoras, inertes e no vácuo. Não devem ser usados em atmosferas sulfurosas e não se recomenda o uso em temperaturas abaixo de zero grau. Apresentam baixo custo.

Termopar Tipo K

CHROMEL X ALUMEL

Composição: Níquel – Cromo₍₊₎ / Níquel – Alumínio₍₋₎;

Faixa de utilização: – 200 a 900°C;

Recomendáveis em atmosferas oxidantes ou inertes. Ocasionalmente podem ser usados abaixo de zero grau. Não devem ser utilizados em atmosferas redutoras ou sulfurosas. Seu uso no vácuo é por curto período de tempo.

Sensores de Luminosidade

LDR

O LDR possui a interessante característica de ser um componente eletrônico cuja resistência elétrica diminui quando sobre ele incide energia luminosa. Isto possibilita a utilização deste componente para desenvolver um sensor que é ativado (ou desativado) quando sobre ele incidir energia luminosa.

A resistência do LDR varia de forma inversamente proporcional à quantidade de luz incidente sobre ele, isto é, enquanto o feixe de luz estiver incidindo, o LDR oferece uma resistência muito baixa.

Quando este feixe é cortado, sua resistência aumenta.

Constituição do LDR e suas Aplicações

É composto de um material semicondutor, o sulfeto de cádmio, CdS, ou o sulfeto de chumbo. O processo de construção de um LDR consiste na conexão do material fotossensível com os terminais, sendo que uma fina camada é simplesmente exposta à incidência luminosa externa.

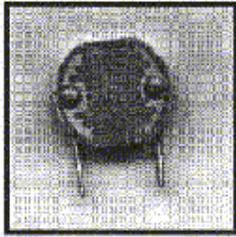
Com o LDR pode-se fazer o controle automático de porta, alarme contra ladrão, controle de iluminação em um recinto, contagem industrial, todos estes fotocontrolados para a operação de um relé.

Características do LDR

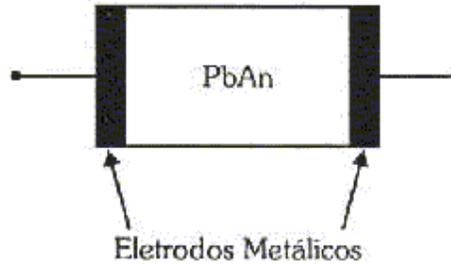
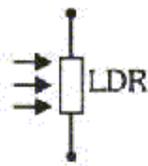
Também chamado de célula fotocondutiva, ou ainda de fotoresistência, o LDR é um dispositivo semicondutor de dois terminais, cuja resistência varia linearmente com a intensidade de luz incidente, obedecendo à equação $R = C.L.a$, onde L é a luminosidade em Lux, C e a são constantes dependentes do processo de fabricação e material utilizado.

Como foi dito anteriormente o LDR tem sua resistência diminuída ao ser iluminado. A energia luminosa desloca elétrons da camada de valência para a de condução (mais longe do núcleo), aumentando o número destes, diminuindo a resistência.

Conforme aumenta a intensidade de luz incidente no LDR, um número maior de elétrons na estrutura tem também seu nível de energia aumentado, devido à aquisição da energia entregue pelos fótons. O resultado é o aumento de elétrons livres e elétrons fracamente presos ao núcleo.



LDR - Simbologia



LDR - Constituição

EQUIPAMENTOS E MATERIAIS A SEREM UTILIZADOS

Qtde.	Descrição	Especificação
1	Multímetro	Digital com medidor de temperatura
1	Ferro de Solda	Qualquer tipo
1	Termopar	Qualquer tipo
1	Potenciômetro Rotativo Linear	470Ω
1	Potenciômetro Rotativo Logarítmico	470Ω
2	Potenciômetro Rotativo Linear	Qualquer valor
1	Termistor	NTC 10kΩ ou PTC 10kΩ
1	Sensor de Luminosidade	LDR
1	Resistor	330Ω / ½W
2	Resistor	680Ω / ½W
1	Resistor	1kΩ / 5W
1	Resistor	2,2k0Ω / ½W
2	LED	Qualquer cor

CIRCUITOS PROCEDIMENTOS MEDIDAS E ANÁLISES

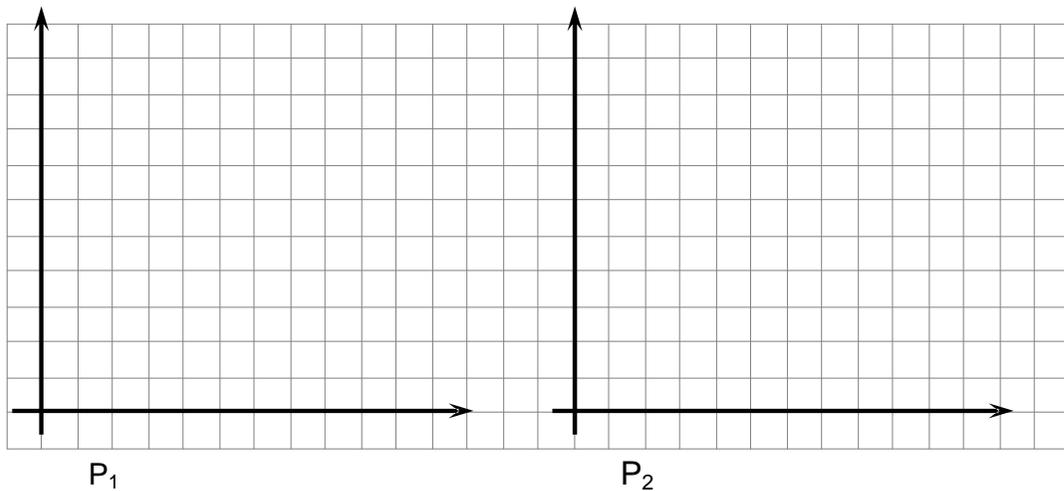
CPMA1 – Chamando o potenciômetro linear de P₁ e o potenciômetro logarítmico de P₂ medir a resistência dos terminais extremos do mesmo e anotar na tabela abaixo:

P1		P2	
-----------	--	-----------	--

CPMA2 – Ajustar os dois potenciômetros simultaneamente na mesma posição e medir a resistência entre um terminal externo e o central conforme a tabela abaixo:

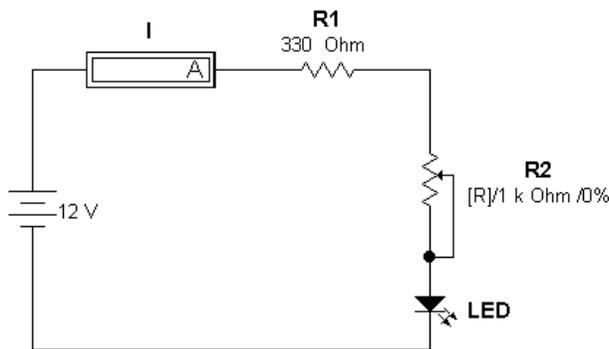
Posição do Cursor	P ₁ (Ω)	P ₂ (Ω)
Inicial		
¼ da volta		
½ da volta		
¾ da volta		
Final		

CPMA3 com os valores obtidos construa graficamente o comportamento dos potenciômetros usando o plano cartesiano $F(\text{volta})=\Omega$



CPMA4 Analisando os gráficos podemos comprovar que o potenciômetro logarítmico apresenta _____ na variação da resistência. Completar a frase com alternativa correta:
 Curva Linha

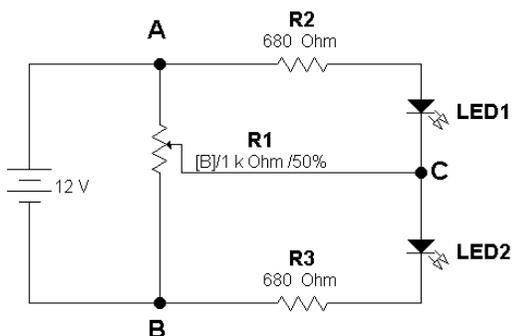
CPMA5 – Montar o circuito proposto usando o potenciômetro como controle em série, ou seja, com seus dois terminais curto-circuitados.



CPMA6 – Medir a corrente do circuito de acordo com a posição do potenciômetro medido com o ohmímetro.

Potenciômetro	Pontos	
	Corrente	
0		
25%		
50%		
75%		

CPMA7 – Montar o circuito proposto abaixo usando os terminais do potenciômetro ligados independente.



CPMA8 – Medir a tensão entre os pontos indicados na tabela para cada posição do potenciômetro medido com o ohmímetro entre os pontos A e C.

Potenciômetro nos pontos A e C	Pontos	
	V_{AeC}	V_{CeB}
0		
25%		
50%		
75%		
100%		

CPMA9 – Podemos concluir que quando usamos o potenciômetro com dois dos terminais curto-circuitados temos um resistor que controla sua _____ de zero até o valor do mesmo.

Resistência Admitância

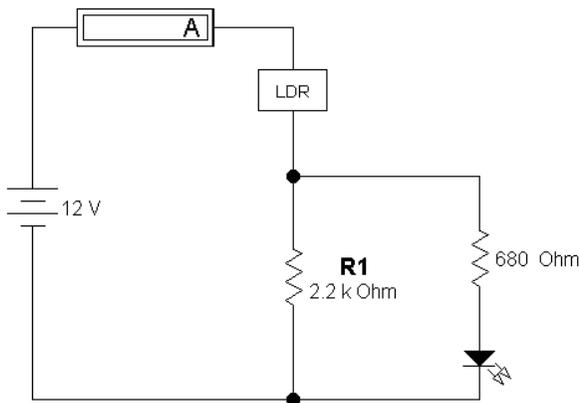
CPMA10 – Podemos concluir que quando usamos o potenciômetro com os terminais ligados independentemente temos dois resistores com _____ da resistência do componente.

a metade o dobro

CPMA11 – Conectar o LDR no multímetro na escala de resistência e medir os valores solicitados na tabela abaixo:

R_(No Claro)		R_(No Escuro)	
-------------------------------	--	--------------------------------	--

CPMA12 – Montar o circuito proposto abaixo para demonstrar a utilização do LDR.



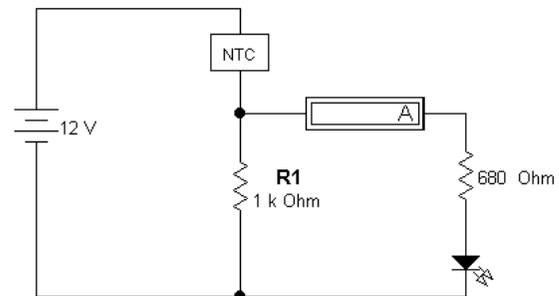
CPMA13 – Medir a corrente do circuito de acordo conforme pedidos na tabela abaixo:

Corrente	
LDR _{CLARO}	LDR _{ESCURO}

CPMA14 – Montar o circuito proposto ao lado com o NTC

CPMA15 Usando o termopar do multímetro encoste o sensor no NTC e medir a temperatura inicial.

T_(Inicial)	
------------------------------	--



CPMA16 Aproximar o ferro de solda ao NTC com o termopar ainda encostado ao componente e medir a temperatura nos valores de correntes de acordo com a tabela ao lado.

Variação de temperatura por corrente					
I(mA)	1mA	2mA	3mA	4mA	5mA
T(°C)					

CPMA17 Espere o sensor esfriar e repita o procedimento anterior verificando a variação de tensão. Anotando os valores na tabela ao lado.

Variação de temperatura por tensão					
V(V)	V _{Inicial}	2V	3V	4V	5V
T(°C)					