**6.RESISTIVIDADE**

**6.1 Fatores que influem no valor da resistência elétrica**

Existem alguns fatores que, quando alterados, modificam o valor da resistência elétrica de um material. Cada material existente na natureza tem seu átomo característico, ou seja, o átomo de cada um tem um número de elétrons diferente dos outros materiais que existem. Em um átomo com poucos elétrons, como o do carbono, os elétrons que estão na última camada são fortemente atraídos pelo núcleo e têm grande dificuldade em se deslocarem para outro átomo.

Pode-se observar, na ilustração a seguir, um átomo de carbono.



 *Fig. 29 – Átomo de carbono*

Em átomos com grande número de elétrons, como os do cobre, os presentes na última camada são fracamente atraídos pelo núcleo, tendo pouca dificuldade em se deslocarem para outro átomo.

Observa-se, na ilustração a seguir, um átomo de cobre



 *Fig. 30 – Átomo de cobre*

Pode-se afirmar, então, que a natureza do material (ou tipo de material) influi diretamente no valor da resistência, ou seja, mudando-se o material, altera-se a resistência elétrica. Se forem medidos os valores da resistência de dois materiais de mesma natureza, Porém com comprimentos diferentes, será verificado que o de maior comprimento apresenta, também, maior resistência.

Comparativamente, é fácil concluir que um caminho maior é mais difícil de ser percorrido do que um menor. Conclui-se, então, que o comprimento do material influi diretamente no valor da resistência, ou seja, quanto maior o comprimento, maior a resistência e quanto menor o comprimento, menor a resistência.

As figuras a seguir ilustram uma situação de resistência de materiais de comprimentos diferentes.



*Fig. 31 – Condutor de cobre*

A seção transversal de um material é a área do mesmo quando cortado transversalmente, conforme demonstra a ilustração a seguir.



 *Fig. 32 – Seção transversal de um condutor de cobre*

Quanto menor for essa seção, maior será a dificuldade de os elétrons passarem pelo material, e quanto maior a seção, menor a dificuldade. Comparativamente, é simples entender que um caminho mais largo é mais fácil de ser, percorrido do que um mais estreito. Comprova-se, então, que a seção transversal do material influi inversalmente no valor da resistência do mesmo, ou seja, quanto maior a seção, menor a resistência e quanto menor a seção, maior a resistência, conforme demonstra a figura a seguir.



 *Fig. 33 – Seção transversal de um condutor de cobre*

Dois pedaços de materiais idênticos, porém com temperaturas diferentes, apresentam valores de resistência também diferentes, e, à medida que a temperatura de um material aumenta, a sua resistência também aumenta. Daí, deduz-se que a temperatura de um material influi diretamente no valor da resistência do mesmo.

Resumindo :

O valor da resistência elétrica de um material depende de quatro fatores: natureza, comprimento, seção transversal e temperatura desse material.

**6.2 Definição de resistividade**

Pelo fato de cada material que existe na natureza ter um átomo diferente dos demais materiais, é fácil compreender que cada um comporta-se de maneira única em relação à passagem da corrente elétrica.

Essa resistência específica de cada material é chamada resistividade ( )

Resistência específica é o valor de resistência ( ) que um material com 1 m de

comprimento, 1 mm2 de seção transversal, numa temperatura de 200C oferece à passagem da corrente elétrica.

Essa resistência específica de cada material é chamada resistividade ( )

Cada um dos materiais mais utilizados já teve sua resistência específica medida em laboratório, sendo estes valores colocados em tabelas.



 *Tab. 7 – Resistividade de alguns materiais*

**6.3 Cálculo da resistência**

Sabendo-se a resistividade, é possível determinar a resistência dos materiais através de cálculos, quando não é possível medi-la. Exemplo:

Qual a resistência total de um cabo elétrico de alumínio, de 50mm*2* de seção transversal, que vai de uma usina até a cidade, tendo um comprimento de 73km (73 000m)?

Conforme descrito nesta apostila, o valor da resistência elétrica de um material é diretamente proporcional à natureza e comprimento do mesmo, e inversamente proporcional à sua seção transversal.

Essa conclusão pode ser expressa matematicamente assim:



onde:

= resistividade ( )

*R* = resistência ( )

***S* =**seção transversal (mm2)

Essa fórmula permite calcular o problema citado como exemplo

Dados:

S = 50mm 2

L= 73 OOOM

p = 0,030 (alumínio)



**6.4 Variação da resistência de acordo com a** **variação da temperatura**

As resistências da maioria dos bons materiais condutores aumentam quase que linearmente com a temperatura acima da faixa das temperaturas normais de operação. Por outro lado, alguns materiais e em particular os semicondutores comuns - têm resistências que diminuem com o aumento da temperatura.



 *Fig. 34 – Variação da resistência em função da temperatura*

Esse gráfico mostra que, para uma temperatura T1, se tem uma resistência R1. Com a acréscimo de temperatura T2, tem-se, proporcionalmente, uma resistência R2. Se a reta inclinada do gráfico se estender para a esquerda, ela atravessará o eixo da temperatura a uma temperatura T0 na qual a resistência parece ser zero. Esta temperatura To é a temperatura da resistência a zero grau inferida. Se To é conhecida e se a resistência R1 em outra temperatura T1 é conhecida, então a resistência R2 em outra temperatura T2 é, partindo da geometria de linha reta:



R1 e R2 = resistências em ohms (inicial e final)

T1 e T2 = temperaturas em graus centígrados (iniciai e final). Geral mente, T1 = 20"C

To= temperatura negativa, que produz no material (conforme tabela a seguir) uma resistência de zero ohm (inferida). Temperatura da resistência a oC (To)

|  |  |
| --- | --- |
| **MATERIAL** | **TEMPERATURA** |
| TUNGSTÊNIO | - 202 |
| COBRE | - 234,5 |
| ALUMÍNIO | - 236 |
| PRATA | - 243 |
| CONSTANTÃ | - 125000 |

*Tab. 8 – Temperatura de resistência inferida*

**Exemplo:** Quando 12OV são aplicados sobre uma determinada lâmpada. Passa-se uma corrente de O.5A. Aumentando a temperatura do filamento de tungstênio para 2600OC. Qual é a resistência da lâmpada à temperatura ambiente normal de 200C?



E, visto que, na tabela, To para o tungstênio é -202OC, então a resistência a 200C é:



**6.5 Classificação dos materiais**

É grande a importância da resistividade dos materiais no trabalho com a eletricidade desde a sua geração até o consumo, passando pelo transporte.

Os materiais empregados nessas diversas fases precisam ter índices de resistividade adequados a cada situação. De acordo com esses índices, os materiais existentes na natureza são classificados em quatro grupos: condutores, resistores, isolantes e semicondutores.

**6.5.1 Condutores**

Alguns materiais são formados por átomos que possuem grande número de elétrons e, por isso, os da última camada podem-se deslocar com relativa facilidade. Esses materiais são chamados condutores.Condutores são, pois, materiais que facilitam a passagem da corrente elétrica.

Os melhores condutores elétricos são, pela ordem, o ouro, a prata, o cobre e o alumínio.

O ouro, embora sendo o melhor condutor, tem sua aplicação limitada a componentes de equipamentos elétricos de alta precisão e componentes de circuitos eletrônicos, devido ao seu alto custo.

A prata, apesar de boa condutora, também tem um custo elevado e, por isto, é utilizada apenas em situações que exijam pequenas quantidades, como, por exemplo, para recobrir contatos de chaves elétricas,

O cobre, terceiro melhor condutor, é o mais utilizado, por ser relativamente barato e por ser um material bastante flexível, ou seja, pode ser dobrado e curvado sem danificar-se. É empregado na fabricação de fios para redes elétricas prediais, na fabricação de geradores e motores elétricos, etc.

O alumínio tem sua principal aplicação nas linhas de transmissão de energia das usinas geradoras até as cidades e nas redes de distribuição dentro destas, porque é mais barato e bem mais leve que o cobre, exigindo torres e postes menos reforçados, o que diminui ainda mais o custo.

No entanto, não existem condutores elétricos perfeitos. Mesmo o ouro apresenta alguma resistividade.

**Histórico e aplicações da supercondutividade**

Teoricamente, a supercondutividade permitiria o uso mais eficiente da energia elétrica. O fenômeno surge após determinada temperatura de transição, que varia de acordo com o material utilizado. O holandês Heike Kamerlingh-Onnes fez a demonstração da supercondutividade na Universidade de Leiden, em 1911. Para produzir a temperatura necessária, usou hélio líquido. O material foi mercúrio, abaixo de -268,8º C. Até 1986, a temperatura mais elevada em que um material se comportara como supercondutor foi apresentada por um composto de germânio-nióbio; temperatura de transição: -249,8º C. Para isso também fora usado hélio líquido, material caro e pouco eficiente, o que impede seu uso em tecnologias que procurem explorar o fenômeno. A partir de 1986, várias descobertas mostraram que cerâmicas feitas com óxidos de certos elementos, como bário ou lantânio, tornaram-se supercondutoras a temperaturas bem mais altas, que permitiriam usar como refrigerante o nitrogênio líquido, a uma temperatura de -196º C.

As aplicações são várias, embora ainda não tenham revolucionado a eletrônica ou a eletricidade, como previsto pelos entusiastas. Têm sido usados em pesquisas para criar eletromagnetos capazes de gerar grandes campos magnéticos sem perda de energia ou em equipamentos que medem a corrente elétrica com precisão. Podem ter aplicações em computadores mais rápidos, reatores de fusão nuclear com energia praticamente ilimitada, trens que levitam e a diminuição na perda de energia elétrica nas transmissões.

**6.5.2 Resistores**

Existem materiais que dificultam a passagem da corrente elétrica a ponto de se aquecerem transformando energia elétrica em energia térmica. São chamados de resistores.

Logo, resistores são materiais que dificultam a passagem de corrente elétrica.

Os resistores são muito utilizados na produção de luz e calor, sendo os mais comuns o tungstênio, o níquel-cromo e a constantã.

O tungstênio tem maior emprego na fabricação de filamentos de lâmpadas incandescentes (comuns).

O níquel-cromo é utilizado na confecção de resistências de eletrodomésticos como chuveiros, ferros de passar, fogões elétricos, etc.

A constantã é usada para confeccionar resistências de grande porte, como as utilizadas em fornos e estufas industriais.

**6.5.3 Isolantes**

Alguns materiais são formados por átomos que possuem poucos elétrons e, por isso, os da última camada são fortemente atraídos pelo núcleo. Esses materiais impedem a passagem da corrente elétrica e são chamados isolantes.

Portanto, isolantes são materiais que não permitem a passagem da corrente elétrica.

Na definição de isolantes, o termo "não permitem" está colocado entre aspas porque, na realidade, não existe isolante perfeito. Por melhor que seja o isolante, haverá sempre alguma condutividade.

Os isolantes mais utilizados em eletricidade são o plástico, a borracha, a baquelita. a Porcelana e a mica.

O plástico é empregado no isolamento de fios condutores, na fabricação do corpo de tomadas e interruptores, na carcaça de eletrodomésticos, etc.

A maior utilização da borracha em eletricidade é na fabricação de isolamento de condutores.

A baquelita é empregada na confecção do corpo de interruptores, tornadas, base e corpo de chaves.

A porcelana é utilizada na fabricação de clites, roldanas, fusíveis, corpo de tomadas.

A mica é empregada, como isolante elétrico, em lugares com temperaturas altas como, por exemplo, nos ferros de passar, de soldar, etc

**6.5.4 Semicondutores e diodos**

Ainda não foi identificado, na natureza, um elemento (substância pura) que apresente a propriedade de permitir a passagem da corrente elétrica em apenas um sentido.

Alguns elementos como o germânio e o silício são modificados através da edição, em sua estrutura molecular, de átomos de fósforo, antimônio ou arsênico, o que faz com que a mistura apresente alguns átomos com elétrons em excesso. Tais elementos são chamados semicondutores.

Adicionando, ao elemento semicondutor, átomos de impurezas - tais como o alumínio, o boro e o índio -, é Possível obter-se uma mistura que apresente alguns átomos com falta de elétrons. Fazendo-se a junção física dessas duas substâncias compostas e diferentes, obtém-se um componente eletrônico chamado diodo semicondutor, que é capaz de conduzir a corrente elétrica em um único sentido.

Portanto, semicondutores são substâncias que, modificadas através da adição de impurezas e unidas fisicamente, formam os diodos semicondutores, elementos eletrônicos capazes de permitir o fluxo em sentido único da corrente elétrica.