

# Condutores

- **Obtenção**

A obtenção dos metais é um estudo que cabe à metalurgia. A matéria prima básica são os minérios, ou seja, as ligações do metal com oxigênio, enxofre, sais e ácidos.

Na natureza, encontramos no estado puro apenas os metais nobres, como o ouro e a platina, conta com particularidades, redutores próprios e métodos de purificação. Na obtenção dos metais, vamos, no presente estudo, restringir-se aos de maior uso elétrico.

- **Obtenção do Cobre**

O principal minério de cobre é o  $\text{Cu}_2\text{S}$ , o  $\text{Cu}_3\text{FeS}_3$ , o  $\text{Cu}_2\text{O}$  e o  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ . A porcentagem de cobre nesses minérios varia de 3,5 a 0,5%.

As principais jazidas se localizam no Congo, Rodésia do Norte, Estados Unidos da América, Austrália, Espanha, Suécia, Noruega e Chile.

Os Processos de obtenção se classificam em processo seco e por via úmida.

Processo seco. Após a eliminação parcial do enxofre, efetua-se uma redução em fornos de fusão, através de carvão e aditivos ácidos que irão absorver grande parte do ferro. Obtém-se, assim, dois líquidos de peso específico diferente, ficando, na parte de baixo, um composto de cobre, contendo cerca de 45% desse material. A reação química que ai se processa é a seguinte:



Por via úmida. Minérios pobres são industrializados por um processo úmido. Aplicando-se ao minério uma solução de enxofre, obtém-se uma solução de sulfato de cobre. Da qual o cobre, representando por mais de 90% de todo o cobre obtido mundialmente.

- **Obtenção de Chumbo, Zinco e Níquel**

O minério de chumbo (Pb) e de zinco (Zn) geralmente encontrados são sulfatos, respectivamente PbS e ZnS. O níquel (Ni), por seu lado, é mais raramente encontrados. No caso particular do zinco, o processo de redução se torna mais complexo, pelo fato de a temperatura de fusão ser de 907 °C. Com isso, na fase de redução o zinco já está no estado de vapor, o que exige fornos fechados para o processo.

Processo seco. É o mais imperfeito, o que faz com que se refira o processo eletrolítico. O minério de níquel é inicialmente convertido em NiO. Reduzindo na presença de vapor de água a 400 °C, obtém-se níquel, que, na presença de gás carbônico, 80 °C, forma um gás com composição de Ni(CO)<sub>4</sub>, havendo posteriormente a decomposição do CO. O níquel assim obtido tem pureza de 99,9%.

- **Obtenção de Tungstênio**

Os principais minérios de tungstênio (W) são o CaWO<sub>4</sub>, o PbWO<sub>3</sub> e a Wolframita [(Mn, Fe)WO<sub>4</sub>]. Esses minérios são encontrados principalmente na China, Estados Unidos, Burma, Malásia, Portugal e Bolívia. Os minérios são inicialmente tratados com soda, do que resulta um wolframato de sódio, e que fornece óxido de tungstênio (WO<sub>3</sub>). Após uma secagem a 300 °C, o óxido é reduzido à pó a 800 – 1000 °C.

A refrigeração deve ser efetuada em ambiente de hidrogênio. Os grãos de pó metálico serão tanto maior quanto mais elevada a temperatura e mais longo o tempo de redução. A reação química é a seguinte:



A redução do WO<sub>3</sub> pode ser feita tanto por carbono finalmente dividido quanto por monóxido de carbono (CO), aplicando a 1000 °C. Esse último processo parece menos adequado à obtenção de tungstênio para uma das suas principais aplicações, que é na adequação à obtenção de tungstênio para uma das suas principais aplicações, que é na fabricação de filamentos de lâmpadas.

O tungstênio possui uma temperatura de fusão muito elevada, da ordem de 3300 a 3400 °C. Esse fato dificulta extremamente, ou mesmo impossibilita, sua fusão, fazendo com que geralmente seja usado o processo da sintetização dos pós, analisando mais adiante.

- **Obtenção do Alumínio**

Os principais minérios são a bauxita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), ou, em outra forma, hidróxido de alumínio  $[\text{AlO}(\text{OH})]$ , freqüentemente misturando com impurezas, como o ferro e outros aditivos. No grupo dos materiais condutores, o alumínio ocupa lugar cada vez mais importante, por ser uma alternativa técnica e economicamente válida para substituir o cobre, sobretudo devido às jazidas relativamente grandes que existem 7% de toda crosta terrestre é alumínio.

O alumínio se caracteriza por uma grande afinidade com o oxigênio, ou seja, apresenta oxidação rápida. Esse aspecto faz com que a redução normal do alumínio perante carbono ou CO não seja recomendada, passando-se ao processo de obtenção.

Como temperatura de fusão do óxido de alumínio é muito elevada (2050 °C), este é dissolvido a 950 °C em fluorito de alumínio e sódio ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), para, em seguida, ser-lhe aplicando o processo eletrolítico. O alumínio é o meio líquido, em fusão, que fica sob a ação de uma tensão de aproximadamente 6V e a corrente de 10kA a 30kA. O alumínio que se deposita no cátodo é pouco mais pesado que o eletrolítico em fusão, o que faz com que se deposite no fundo.

- **Materiais Condutores**

A circulação de uma corrente elétrica é notada em materiais sólidos e nos líquidos, e, sob condições favoráveis, também nos gasosos. Sob o ponto de vista prático, a maior parte dos materiais condutores são sólidos, e dentro desse grupo, com destaque especial, os metálicos. No grupo dos líquidos, vale mencionar os metais em estados de fusão, eletrólitos e o caso particular do mercúrio, único metal que, à temperatura ambiente, se encontra no estado líquido. O mercúrio solidifica-se apenas a  $-39$  °C.

Quanto aos gasosos, estes adquirem características condutoras sob a ação de campos muito intensos, quando então se podem ionizar. É o caso das descargas através de meios gasosos, como na abertura arco com a formação de um meio condutor conhecido por plasma, e tanto, normalmente, os gases, mesmo os de origem metálica, não podem ser utilizados nem considerados como condutores.

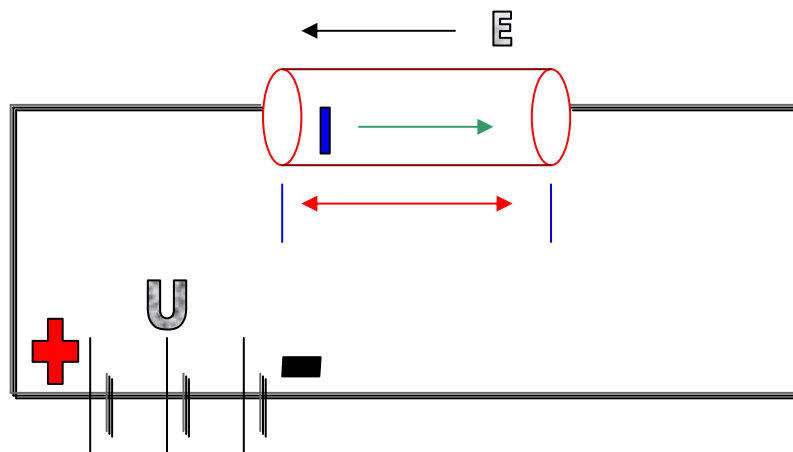
- **A Condutividade Metálica**

A conceituação da circulação da corrente elétrica tem sofrido algumas modificações sensíveis, pela teoria que têm sido desenvolvidas. Assim, pela teoria eletrônica clássica, supõe-se que o corpo condutor sólido tenha uma cadeia cristalina iônica, envolvendo o íons, uma nuvem de elétrons livres.

Esses elétrons livres são provenientes dos átomos da matéria, e deslocados destes pela ação de uma força externa. No deslocamento dessa nuvem de elétrons através do corpo, estes se chocam com os íons do sistema cristalino, perdendo energia de deslocamento, e que se faz notar por um aquecimento do corpo.

A existência de uma nuvem de elétrons, conforme mencionamos nas linhas anteriores, podem ser constatadas pelos seguintes fatos:

- Durante a passagem de uma corrente elétrica por um elemento condutor, metálico, não se pode observar uma difusão de átomos de um metal no outro.
- Levando-se um elemento que conduz corrente elétrica a velocidades elevadas, e freando-se instantaneamente o condutor, nota-se uma maior concentração de elétrons numa das extremidades, motivadas pela energia dos elétrons que compõem a nuvem.
- Quando um metal sofre aquecimento, este atua sobre os elétrons que formam a nuvem, podendo alguns destes, em função da energia térmica incidente, até abandonar o elemento condutor.



**Condutor Sob a ação de uma diferença de potencial  $U$ .**

- **Coeficiente de temperatura e Condutividade Térmica**

A resistência elétrica, correlacionando correntes que circulam sob um potencial aplicado, serve indiretamente de medida da quantidade de energia absorvida por imperfeições cristalinas e outros fatores.

- **A Condutividade Térmica de Metais e Suas Ligas**

Sendo fonte das perdas de energia o condutor pelo qual circula a corrente elétrica e essas perdas, que são impossíveis de serem evitadas, geram calor, deve este ser liberado ao ambiente o mais depressa possível, para evitar, para evitar que a energia térmica altere as condições do material. Compreende-se assim, desde logo, que o estudo do comportamento térmico do material empregado, seja condutor ou isolante, é de importância elevada, para se Ter certeza de que, nas condições de serviço previstas, o equipamento não sofrerá danos.

- **Características dos Metais Condutores**

<b>Material</b>	<b>Resistência Térmica</b>
<b>Cobre</b>	<b>0.24</b>
<b>Alumínio</b>	<b>0.40</b>
<b>Zinco</b>	<b>0.90</b>
<b>Estanho</b>	<b>1.55</b>
<b>Chumbo</b>	<b>3.00</b>

<b>Matéria</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Potencial em V a 25 °C</b>
<b>Magnésio</b>	<b>Mg</b>	<b>-2.34</b>
<b>Alumínio</b>	<b>Al</b>	<b>-1.33</b>
<b>Zinco</b>	<b>Zn</b>	<b>-0.76</b>
<b>Cromo</b>	<b>Cr</b>	<b>-0.51</b>
<b>Ferro</b>	<b>Fe</b>	<b>-0.44</b>
<b>Cádmio</b>	<b>Cd</b>	<b>-0.40</b>
<b>Cobalto</b>	<b>Co</b>	<b>-0.28</b>
<b>Níquel</b>	<b>Ni</b>	<b>-0.23</b>

Matéria	Abreviaturas	Potencial em V a 25 °C
Estanho	Sn	-0.16
Chumbo	Pb	-0.12
Hidrogênio	H	0.00
Cobre	Cu	+0.34
Prata	Ag	+0.79
Mercúrio	Hg	+0.35
Ouro	Au	+1.36
Platina	Pt	+1.60

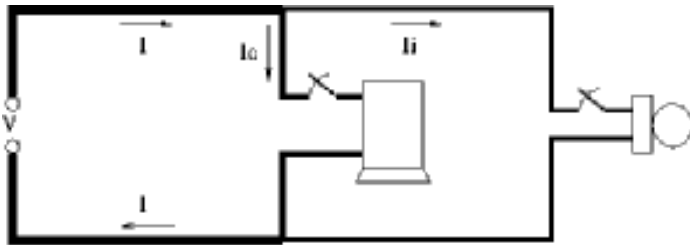


Figura 1 - Circuito elétrico com duas partes

Série AWG		Série métrica	
AWG	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	Amperes
14	2,1	1,5	15,5
12	3,3	2,5	21
10	5,3	4	28
8	8,4	6	36
6	13,3	10	50
4	21,0	16	68
2	34,0	25	89

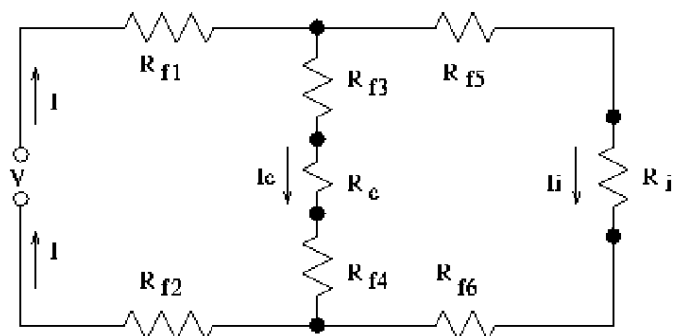


Figura 2 - Modelo abstrato do circuito elétrico

Texto gentilmente cedido por **André Luiz Scirre** ([ascirre@sti.com.br](mailto:ascirre@sti.com.br))



[www.sti.com.br](http://www.sti.com.br)