



**AeroTTD**  
ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL

**Sistemas e Materiais Elétricos de Aeronaves**  
*Prof. Thiago Ferreira Carvalho*



<b>CNPJ</b>	72.443.914/0001-38
<b>Mantenedora</b>	AERO TD ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL LTDA - ME
<b>Instituição</b>	AERO TD Escola de Aviação Civil
<b>Esfera Administrativa</b>	Privada
<b>Endereço (Rua, Nº.)</b>	Rua Madalena Barbi nº 46.
<b>Cidade UF CEP</b>	Bairro: Centro - Florianópolis SC. CEP: 88.015-200
<b>Telefone Fax</b>	(48) 32235191
<b>Eixo Tecnológico:</b>	Infraestrutura
<b>Curso:</b>	Profissionalizante em Manutenção de Aeronaves - Habilitação Aviônicos
<b>Carga Horária Total:</b>	1040 horas

ES

## Sumário

Apresentação.....	4
Módulo I .....	5 a 66
Módulo II .....	67 a 109
Módulo III .....	111 a 138

## Apresentação da Disciplina

*Caro aluno,*

*Nesta disciplina você está dando continuidade aos seus estudos para a sua formação como mecânico de manutenção de aeronaves na habilitação de Aviônicos.*

*Ao final da disciplina, você deverá ser capaz de: identificar os diversos materiais, ferramentas e equipamentos utilizados na manutenção dos sistemas elétricos e eletrônicos da aeronave.*

*Esta unidade curricular está dividida em 3 módulos :*

*No módulo I, serão apresentados os conceitos referentes a fios e cabos condutores, bem como a manutenção de cablagens.*

*Enquanto que no módulo II, iremos estudar sobre a proteção dos sistemas elétricos e os sistemas de iluminação de aeronaves.*

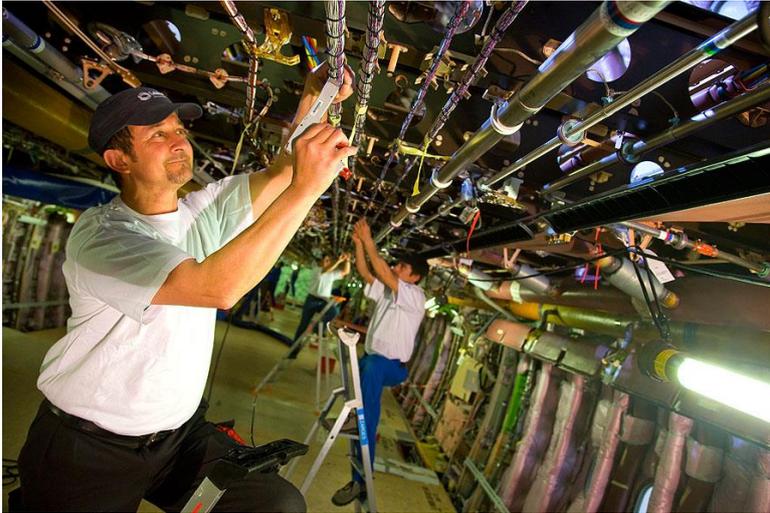
*Já no módulo III, serão apresentados os tipos de baterias e símbolos gráficos utilizados nos diagramas elétricos de aeronaves.*

*É importante destacar que essa disciplina requer uma boa organização de estudos.*

*É de fundamental importância a leitura do roteiro de estudos da disciplina que contém todas as orientações sobre a mesma.*

*Portanto, sinta-se convidado(a) a acessar o primeiro módulo do livro didático e me coloque a disposição para auxiliá-lo(a) nessa caminhada.*

*Sou o Prof. Thiago Ferreira Carvalho.*



Fonte: [christinenegroni.blogspot.com](http://christinenegroni.blogspot.com)

## MÓDULO I

### CABLAGENS

#### INTRODUÇÃO

Caro aluno,

Neste módulo iremos adquirir conhecimentos referentes a identificação dos fios condutores utilizados na aviação. Ainda, nos depararemos com os critérios para a seleção correta na instalação de qualquer equipamento pertencente à aeronave.

O estudo de identificação de conectores também será abordado nesse módulo, bem como, algumas técnicas empregadas para fins de reparo de cablagens aeronáuticas.

É desta maneira que convido todos a estudar os materiais elétricos.

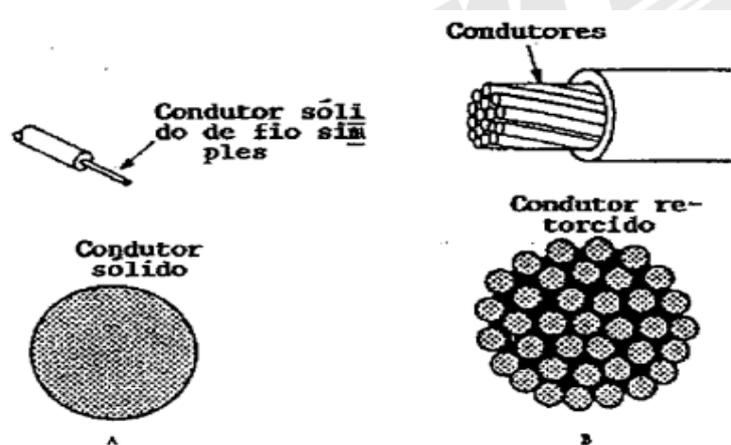
#### 1.1 FIOS E CABOS CONDUTORES

O desempenho satisfatório de qualquer avião moderno depende, em grande parte, da confiança contínua nos sistemas e subsistemas elétricos. A instalação ou manutenção incorreta ou descuidada da fiação pode ser fonte de perigo imediato e potencial.

O funcionamento adequado e contínuo dos sistemas elétricos depende do conhecimento e da técnica do mecânico que instala, inspeciona e mantém os fios e cabos do sistema elétrico.

OS PROCEDIMENTOS E PRÁTICAS APRESENTADOS NESTE MANUAL SÃO RECOMENDAÇÕES GERAIS, E NÃO PRETENDEM SUBSTITUIR AS INSTRUÇÕES E PRÁTICAS APROVADAS PELO FABRICANTE.

Para efeito deste manual, um fio é apresentado como um condutor singelo e rígido ou como um condutor retorcido, ambos revestidos com um material isolante. A figura 6-1 ilustra estas duas definições de um fio.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-1 Dois tipos de fio de avião

O termo cabo, como é usado nas instalações elétricas da aeronave inclui:

- Dois ou mais condutores isolados separadamente e no mesmo invólucro (cabo multicondutor);
- Dois ou mais condutores isolados separadamente e torcidos juntos (par torcido);
- Um ou mais condutores isolados, revestidos com uma blindagem trançada metálica (cabo blindado);
- Um condutor central singelo isolado, com um condutor externo de revestimento metálico (cabo de radiofrequência). A concentricidade do condutor central e do condutor externo é cuidadosamente controlada durante a fabricação para assegurar que eles sejam coaxiais (cabo coaxial).

## 1.2 BITOLA DE FIO

O fio é fabricado em bitola de acordo com o modelo padrão especificado pelo AWG (American Wire Gage).

Bitola	Diâmetro	Secção em corte		Otras / 1.000 pés	
		Mils Circular	Pol <sup>2</sup>	25°C (77°F)	65°C (149°F)
0000	480.0	212,000.0	0.168	0.0500	0.0577
000	410.0	168,000.0	.132	.0630	.0727
00	365.0	133,000.0	.105	.0795	.0917
0	325.0	106,000.0	.0829	.100	.116
1	289.0	83,700.0	.0657	.126	.146
2	258.0	66,400.0	.0521	.159	.184
3	229.0	52,600.0	.0413	.201	.232
4	204.0	41,700.0	.0328	.253	.292
5	182.0	33,100.0	.0260	.319	.369
6	162.0	26,300.0	.0206	.403	.465
7	144.0	20,800.0	.0164	.508	.588
8	128.0	16,500.0	.0130	.641	.739
9	114.0	13,100.0	.0103	.808	.932
10	102.0	10,400.0	.00815	1.02	1.18
11	91.0	8,230.0	.00647	1.28	1.48
12	81.0	6,530.0	.00513	1.62	1.87
13	72.0	5,180.0	.00407	2.04	2.36
14	64.0	4,110.0	.00323	2.58	2.97
15	57.0	3,260.0	.00256	3.25	3.75
16	51.0	2,580.0	.00203	4.09	4.73
17	45.0	2,050.0	.00161	5.16	5.96
18	40.0	1,620.0	.00128	6.51	7.51
19	36.0	1,290.0	.00101	8.21	9.48
20	32.0	1,020.0	.000802	10.4	11.9
21	28.5	810.0	.000636	13.1	15.1
22	25.3	642.0	.000505	16.5	19.0
23	22.6	509.0	.000400	20.8	24.0
24	20.1	404.0	.000317	26.2	30.2
25	17.9	320.0	.000252	33.0	38.1
26	15.9	254.0	.000200	41.6	48.0
27	14.2	202.0	.000158	52.5	60.8
28	12.6	160.0	.000126	66.2	76.4
29	11.3	127.0	.0000995	83.4	96.3
30	10.0	101.0	.0000789	105.0	121.0
31	8.9	79.7	.0000626	133.0	153.0
32	8.0	63.2	.0000496	167.0	193.0
33	7.1	50.1	.0000394	211.0	243.0
34	6.3	39.8	.0000312	266.0	307.0
35	5.6	31.5	.0000248	335.0	387.0
36	5.0	25.0	.0000196	423.0	488.0
37	4.5	19.8	.0000156	533.0	616.0
38	4.0	15.7	.0000123	673.0	776.0
39	3.5	12.5	.0000098	848.0	979.0
40	3.1	9.9	.0000078	1,070.0	1,230.0

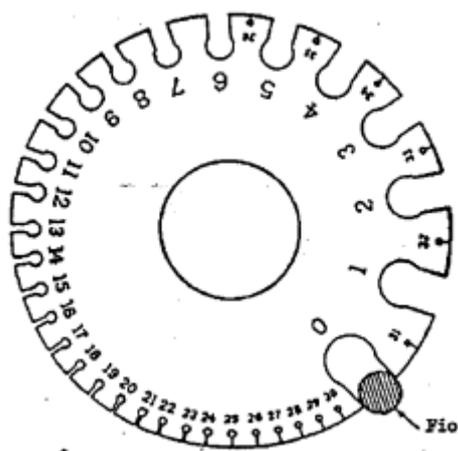
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-2 Tabela da bitola AWG para o fio rígido

Como apresentado na figura 6-2, os diâmetros do fio tornam-se menores à medida que os números do calibre tornam-se maiores. A maior bitola do fio mostrado na figura 6-2 é o número 0000, e a menor é o número 40. As bitolas maiores e menores são fabricadas, mas não são comumente usadas.

Um calibre de fio é apresentado na figura 6-3. Este tipo de calibre medirá os fios variando em bitola do 0 até o número 36. O fio a ser medido é colocado na fenda menor,

que só medirá o fio desencapado. O número do calibre correspondente à fenda indica a bitola do fio.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6- 3 Calibre para fio

A fenda possui lados paralelos e não deve ser confundida com a abertura semicircular na extremidade interna. A abertura simplesmente permite o movimento livre do fio em direção e através da fenda. Os números do calibre são úteis na comparação da bitola dos fios, mas nem todos os tipos de fio ou cabo podem ser medidos precisamente com um calibre.

Os fios maiores são geralmente trançados para aumentar sua flexibilidade. Em tais casos, a área total pode ser determinada, multiplicando-se a área de um fio trançado (geralmente computado em milipolegadas circulares quando o diâmetro ou número da bitola é conhecido) pelo número de fios no cabo trançado.

### Fatores que Afetam a Seleção da Bitola do Fio

Diversos fatores devem ser considerados na seleção da bitola do fio para transmissão e distribuição de força elétrica.

O primeiro fator é a perda da energia permitida (perda  $I^2R$ ) na linha. Esta perda representa a energia elétrica transformada em calor. O uso de condutores maiores reduz a resistência e, portanto, a perda de  $I^2R$ . Entretanto, os condutores maiores, em princípio, são mais caros do que os menores. Eles são mais pesados e necessitam de suportes mais substanciais. Um segundo fator é a queda de voltagem permitida (queda  $IR$ ) na linha. Se a fonte mantiver uma voltagem constante na entrada para as linhas, qualquer variação na carga da linha provocará uma variação na corrente e, conseqüentemente, uma variação de

queda IR na linha. Uma variação extensa da queda IR na linha provoca uma regulação deficiente de voltagem na carga. A solução óbvia é reduzir a corrente ou a resistência.

Uma redução na corrente de carga diminui a potência de saída da energia que está sendo transmitida, enquanto que, uma redução na resistência da linha aumenta o tamanho e o peso dos condutores necessários.

Geralmente é alcançado um ponto de equilíbrio, por meio do qual a variação de voltagem na carga permanece dentro dos limites toleráveis, e o peso dos condutores na linha não é excessivo.

Um terceiro fator é a capacidade do condutor para conduzir corrente. Quando a corrente passa através do condutor há produção de calor. A temperatura do fio aumentará até que o calor irradiado, ou dissipado, seja igual ao calor gerado pela passagem de corrente através da linha. Se o condutor for isolado, o calor gerado no condutor não será logo removido. Dessa forma, para proteger o isolante de calor excessivo, a corrente através do condutor deve ser mantida abaixo de certo valor. Quando os condutores elétricos acham-se instalados em locais onde a temperatura ambiente é relativamente alta, o calor pelas fontes externas constitui uma parte apreciável do aquecimento total do condutor. Uma compensação pela influência do aquecimento externo sobre a corrente permitida no condutor deve ser feita, e cada caso possui suas próprias limitações específicas.

A temperatura máxima de operação permitida nos condutores isolados varia com o tipo de isolante que está sendo utilizado. Existem tabelas que relacionam os valores de segurança de corrente para as várias bitolas e tipos de condutores, revestidos com diversos tipos de isolantes.

A figura 6-4 mostra a capacidade dos condutores singelos de cobre em conduzir corrente em ampères, numa temperatura ambiente abaixo de 30° C. Este exemplo fornece medidas somente para uma relação limitada de bitolas de fios.

Bitola	Borracha ou plástico	Plástico, asbestos ou Varcan	Asbestos impregnado	Asbestos	Queima lenta ou a prova do tempo
0000	300	385	475	510	370
000	290	330	410	430	320
00	225	285	355	370	275
0	195	245	305	325	235
1	165	210	265	280	205
2	140	180	225	240	175
3	120	155	195	210	150
4	105	135	170	180	130
6	80	100	125	135	100
8	55	70	90	100	70
10	40	55	70	75	55
12	25	40	50	55	40
14	20	30	40	45	30

Figura 6-4 Capacidade do fio em conduzir corrente

### Fatores que Influenciam na Seleção do Material Condutor

Embora a prata seja o melhor condutor, seu custo limita o uso a circuitos especiais, onde é necessário um material com alta condutibilidade.

Os dois condutores mais comumente usados são o cobre e o alumínio. Cada um possui características próprias que tornam seu uso vantajoso sob certas circunstâncias. Possuem também suas desvantagens. O cobre possui maior condutibilidade.

Ele é mais dúctil (pode ser estirado), possui relativamente alta resistência à tração e pode ser facilmente soldado. Ele é mais caro e pesado do que o alumínio.

Embora o alumínio possua apenas cerca de 60% da condutibilidade do cobre, ele é usado extensivamente. Sua leveza torna possível vãos extensos e, seu diâmetro, relativamente grande para uma dada condutibilidade, reduz a corona (a descarga de eletricidade do fio quando ele possui um alto potencial). A descarga é maior quando é usado um fio de diâmetro menor ao invés de um fio de diâmetro maior. Algumas barras de ligação são feitas de alumínio ao invés de cobre onde existe uma superfície de radiação maior para a mesma condutância. As características do cobre e do alumínio são comparadas na figura 6-5.

CARACTERÍSTICAS	COBRE	ALUMÍNIO
Resistência a tensão	55.000	25.000
Resistência a tensão para a mesma condutividade (lb)	55.000	40.000
Peso para a mesma condutividade (lb)	100	48
Secção para a mesma condutividade (C.M)	100	160
Resistência específica (W/mil ft.)	10,6	17

Figura 6-5 Características do cobre e do alumínio

## Queda de Voltagem nos Fios e nos Cabos de um Avião

É recomendado que a queda de voltagem dos cabos principais da fonte de força de geração do avião ou a da bateria para a barra não deve exceder 2% da voltagem regulada, quando o gerador estiver conduzindo uma corrente nominal ou a bateria estiver sendo descarregada na razão de 5 minutos.

A tabela da figura 6-6 mostra a queda de voltagem máxima recomendada em circuitos em carga entre a barra e o equipamento de utilização.

VOLTAGEM NOMINAL DO SISTEMA	QUEDA DE VOLTAGEM PERMISSÍVEL	
	OPERAÇÃO CONTÍNUA	OPERAÇÃO INTERMITENTE
14	0,5	1
28	1	----
115	4	8
200	7	14

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-6 Queda de voltagem máxima recomendada nos circuitos de carga

A resistência do circuito de retorno de corrente à massa, através da estrutura da aeronave, é sempre considerada desprezível.

Entretanto, isto se baseia na suposição de que tenham sido proporcionadas adequadas ligações à estrutura ou ao circuito especial de retorno da corrente elétrica à massa, e que sejam capazes de conduzir a corrente elétrica necessária com uma queda mínima de voltagem.

A medida de resistência de 0,005 ohm de um ponto massa do gerador ou da bateria, até o terminal massa de qualquer componente elétrico, é considerado satisfatório.

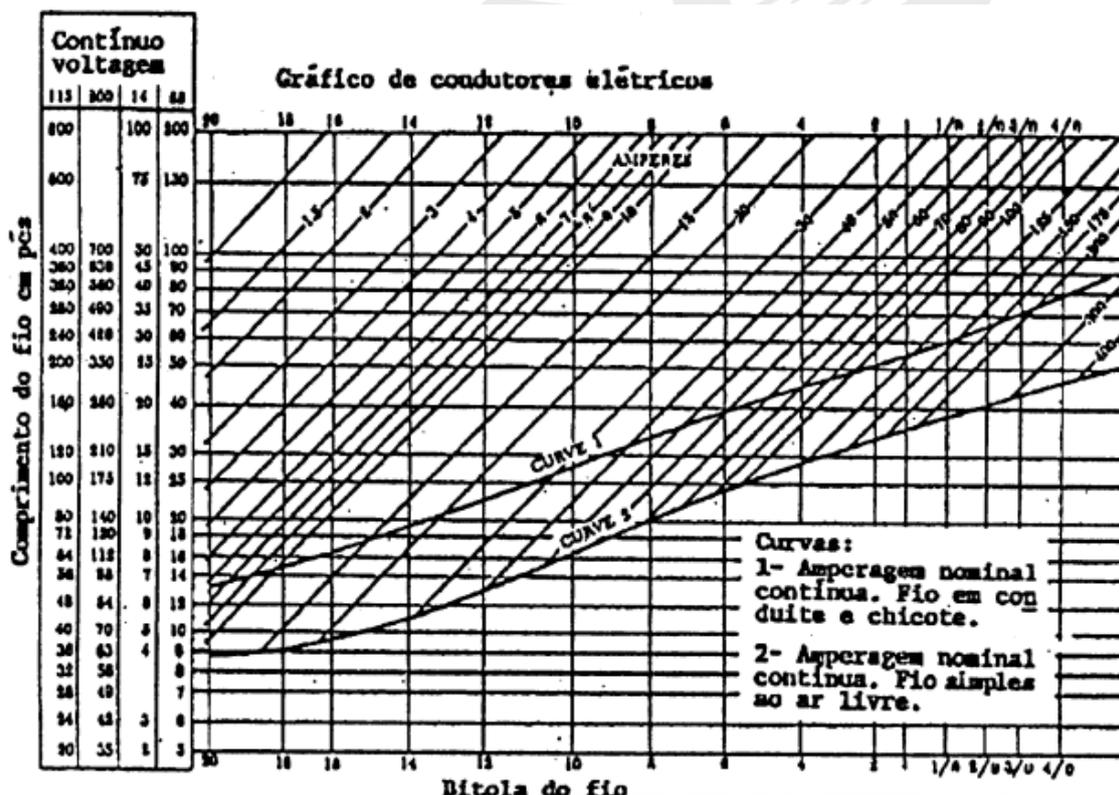
Outro método satisfatório de determinar a resistência do circuito é o de verificar a queda de voltagem através do circuito.

Se a queda de voltagem não exceder os limites estabelecidos pelo fabricante do componente ou do avião, o valor da resistência para o circuito será considerado satisfatório.

Quando se usa o método de queda de voltagem para verificar um circuito, a voltagem de entrada deve ser mantida num valor constante.

### Instruções para usar o Gráfico de Fios Elétricos

Os gráficos das figuras 6-7 e 6-8 aplicam-se a condutores de cobre conduzindo corrente contínua. As curvas 1, 2 e 3 são traçadas para mostrar a máxima amperagem nominal para o condutor, especificado sob as condições apresentadas.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-7 Gráfico de condutor fluxo contínuo (aplicável aos condutores de cobre)

Para selecionar a bitola correta do condutor, dois requisitos principais devem ser obedecidos:

1. A bitola do fio deve ser suficiente para evitar queda de voltagem excessiva, enquanto estiver conduzindo a corrente devida na distância necessária;
2. A bitola deve ser suficiente para evitar superaquecimento do cabo durante o transporte da corrente devida.
3. Os gráficos das figuras 6-7 e 6-8 podem simplificar essas determinações. Para usar estes gráficos, a fim de selecionar a bitola apropriada do condutor, deve-se conhecer o seguinte:

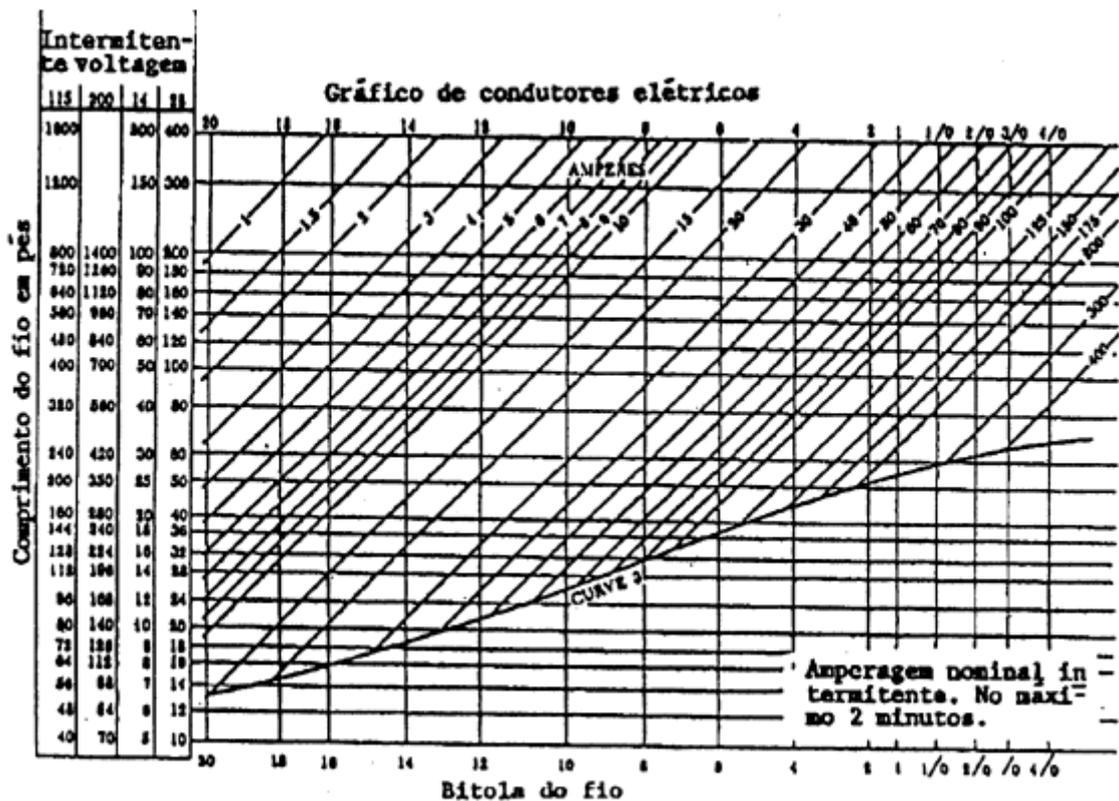
- O comprimento do condutor em pés;

- O número de ampères da corrente a ser conduzida;
- O valor da queda de voltagem permitida;
- Se a corrente a ser conduzida é intermitente ou contínua e, se contínua, se o condutor é singelo, ao ar livre, em conduíte ou em chicote.

Suponha-se que seja desejado instalar um condutor a 50 pés da barra do avião para o equipamento, num sistema de 28 volts.

Para essa distância, uma queda de 1 volt é permitida para operação contínua.

Consultando-se o gráfico da figura 6-7, pode-se determinar o número máximo de pés que um condutor pode possuir, conduzindo uma corrente específica com uma queda de 1 volt. Neste exemplo, é escolhido o número 50. Suponha-se que a corrente requerida pelo equipamento seja de 20 ampères.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-8 Gráfico de condutor fluxo intermitente

A linha que indica o valor de 20 ampères deve ser seleccionada pelas linhas diagonais.

Leva-se a linha diagonal para baixo até que ela intercepte a linha horizontal de nº 50.

Deste ponto, passa-se direto para baixo do gráfico, para achar que um condutor entre as bitolas 8 e 10 seja necessário e evite uma queda maior que 1 volt. Estando o valor indicado entre dois números, o de maior bitola, o nº 8, deve ser selecionado. Esse é o condutor de menor bitola, que pode ser usado para evitar uma queda de voltagem excessiva. Determinar que bitola do condutor é suficiente para evitar superaquecimento, basta desprezar ambos os números, ao longo do lado esquerdo do gráfico e das linhas horizontais.

Suponha-se que o condutor seja um fio singular exposto ao ar livre que conduz corrente contínua.

Localiza-se um ponto alto do gráfico na linha diagonal numerada de 20 ampères.

Segue-se esta linha até interceptar a linha diagonal marcada "curva 2". É preciso descer deste ponto diretamente até o fundo do gráfico, este ponto está entre os números 16 e 18. A bitola maior de número 16 deve ser a selecionada. Este é o condutor de menor bitola, aceitável para conduzir uma corrente de 20 ampères num fio singular ao ar livre, sem superaquecimento.

Se a instalação se aplicar ao equipamento tendo apenas uma necessidade intermitente (máximo de 2 minutos) de energia, o gráfico da figura 6-8 será usado da mesma maneira.

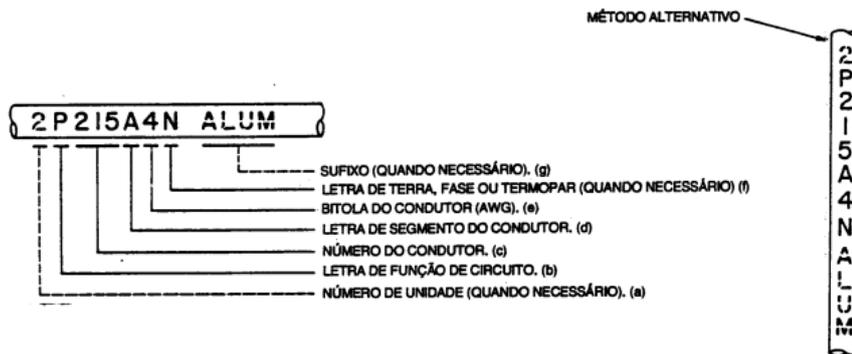
### **1.3 IDENTIFICAÇÃO DE CONDUTORES**

Para facilidade de instalação e manutenção, os condutores elétricos são identificados através de uma combinação, de algarismos e letras, neles impressa. A identificação é determinada na fase de projeto e é inserida em todos os desenhos de esquemas elétricos. Todos os condutores devem ser identificados conforme os seguintes tipos de identificação:

- a) Identificação tipo "significante" ou
- b) Identificação tipo "não significante"

#### **Identificação tipo "Significante"**

Este tipo de identificação indica a função do circuito ao qual pertence o condutor. Um exemplo de identificação deste tipo é mostrado a seguir.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-9 Identificação tipo "significante"

A seguir, a definição de cada item do código combinado de letras e algarismos.

#### a) Número de unidade:

Este número é utilizado quando na aeronave for usado mais de um equipamento idêntico. Por exemplo: se forem usados 2 VOR idênticos:

- 1RN 168A22 é utilizado quando na aeronave for usado mais de um equipamento idêntico;
- 2RN 168A22 é o fio correspondente à mesma função no outro sistema de VOR (número 2).

Usa-se, normalmente, o número de ordem "1" para o lado esquerdo e "2" para o lado direito, sendo que esta regra não se aplica a componentes duplicados de um mesmo sistema.

Quando o sistema é único dispensa-se o uso do "1".

#### b) Letra designativa da função do circuito:

Esta letra indica que categoria de circuito o condutor é usado. No exemplo apresentado, a letra P indica ser um condutor do sistema de potência elétrica CC.

A lista a seguir relaciona as letras e as funções dos respectivos circuitos.

Letra	Sistema	Letra	Sistema (cont.)
A	Armamento	SQ	De bombardeio
B	Fotografia	SR	Gravação
C	Comandos de voo	SS	De busca
D	Instrumentos diversos (exceto de voo ou do motor)	SV	Especiais
E	Instrumentos do motor	SW	Alarme
F	Instrumentos de voo	SX	De reconhecimento (IFF)
G	Comandos do Trem de Pouso	T	Eletrônica especial
H	Ar condicionado/Degelo	TA	Adaptadores
I	Não é utilizado para evitar confusão com o número 1	TB	Controle de radar
J	Ignição	TC	Controle de rádio
K	Comandos do motor	TD	Anunciador de bordo
L	Iluminação	TE	Contramedida eletrônica (ECM)
M	Miscelânea elétrica	TF	Repetidores
N	Não ocupada	TG	GM de direção
O	Não é utilizada para evitar confusão com o dígito zero (0)	TK	Telemetria
P	Potência elétrica – CC	TL	Indicador de Atitude
Q	Comando de combustível e óleo	TM	Fandos especiais
R	Rádio (Navegação e comunicação)	TN	Navegação
RA	Instrumentos de aterragem	TP	Balísia
RC	Comando	TQ	Transceptores
RD	Rádio goniométrico (ADF)	TR	Receptores
RF	VHF de ligação	TS	Anti-submarino (ASW)
RL	HF de comunicação	TT	Transmissores
RM	"Marker Beacon"	TW	Dispositivos meteorológicos
RN	Navegação (VOR)	TX	Transmissores de TV
RS	SHF de comando	TY	Receptores de TV
RT	Rádio teletipo	TZ	Dispositivos de bombardeio
RU	UHF de comando	U	Miscelânea eletrônica
RV	VHF de comando	V	Potência CC
RX	Gravador, FM, AM	W	Alarme de emergência
RZ	Interfone	X	Potência CA
S	Radar	Y	Sistemas de armamentos especiais
SA	Altimetro	YA	Ar-Ar
SF	Interceptor	YB	Ar-Terra
SG	De tiro	YC	Multifunção
SM	De mapeamento	YW	Orientação de mísseis
SN	De navegação	YT	Torre
		Z	Não ocupada

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

#### c) Número do condutor:

É o número de cada condutor por ordem de sequência no mesmo circuito e serve para diferenciá-lo dos outros. Números diferentes serão atribuídos a condutores que não tiverem ponto de terminação ou conexão em comum.

#### d) Letra designativa do segmento do condutor:

Um segmento de um condutor é um trecho do mesmo, compreendido entre dois seccionamentos quaisquer da aeronave, por exemplo: conectores, caixas de junção, blocos de terminais, etc.

As letras de segmento são usadas para diferenciar os fios em diferentes trechos de seu seccionamento.

Quando possível, os segmentos devem ser numerados em ordem alfabética, sendo a letra A reservada ao primeiro segmento a partir da fonte de alimentação.

e) **Bitola do condutor:**

Esse número corresponde à secção do condutor segundo a especificação AWG.

f) **Letras de massa, fase ou termopar:**

As letras A, B ou C identificam as fases de um sistema CA trifásico no qual o condutor é usado. A letra "N" indica que o condutor completa um circuito para a massa. Pode-se ter ainda a letra "V" indicativa de fio não ligado à massa e pertencente a um sistema monofásico.

g) **Sufixo:**

Para condutores de termopares, os seguintes sufixos devem ser aplicados:

CHROM - Cromel

ALML - Alumel

IRON - Ferro

CONST - Constantan

COP - Cobre

Em condutores de alumínio a sigla "ALUM" deve ser acrescentada ao símbolo de identificação.

### **Identificação tipo "Não Significante" MIL-W5088-H**

Este tipo de identificação não indica a função do circuito ao qual pertence o condutor. Cada cablagem é identificada pela letra "W", seguida por um número identificador de, no máximo, quatro dígitos.

As cablagens do "Sistema Elétrico" são identificadas com números pares e as do "Sistema Eletrônico", com números ímpares.

Exemplo:

- W002 cablagem elétrica
- W003 cablagem eletrônica

Quando os fios passam por um conector, o número da cablagem é modificado.

Para cada condutor, há uma única identificação alfanumérica para distingui-lo de todos os outros condutores da aeronave.

Cada número do condutor inclui a identificação da cablagem a que pertence, um número identificador, um número de sua bitola, código especial de cor, condutores termopar e blindagem.

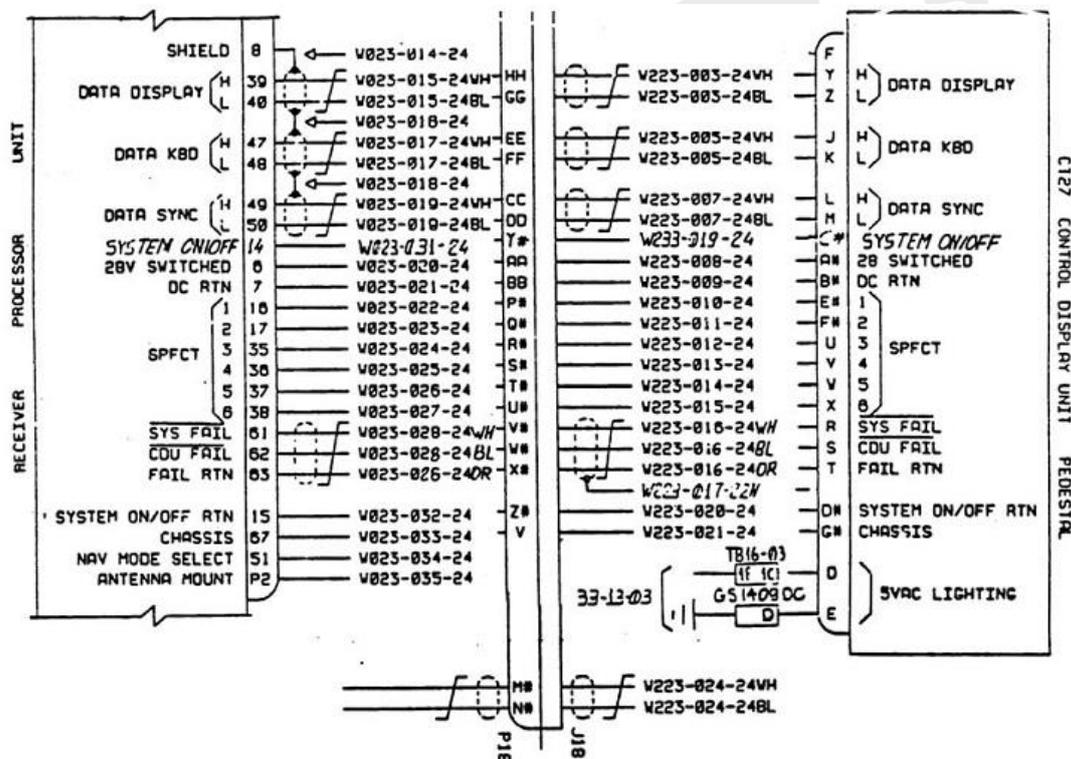
Exemplo:

W 023 - 005 - 24 WH  
 (a) (b) (f) (c) (f) (d) (e)

Onde:

- (a) Letra classificatória de cablagem;
- (b) Número que identifica a cablagem (até 4 dígitos);
- (c) Número identificador do condutor (até 4 dígitos);
- (d) Número da bitola do condutor;
- (e) Código especial;
- (f) Separação (hífen).

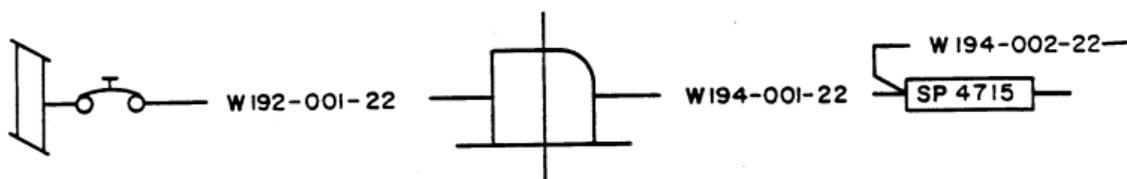
(c) O número identificador do condutor distingue cada condutor de todos os outros, dentro de uma mesma cablagem. Este número não deve exceder quatro dígitos. A numeração dos condutores é em ordem crescente, começando pelo que sai da fonte de alimentação.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6- 10 Modificação do número na passagem por conector

A numeração dos condutores reunidos por "Splices" deve ser sequencial sempre que possível. Exemplo:



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-11 Modificação após "splices"

(d) Este número indica a bitola do referido condutor. Para cabo coaxial e condutores termopar, este número pode ser omitido de sua identificação.

(e) Para condutores termopar, o seguinte código de letras é usado.

Cromel CR

Alumel AL

Ferro FE

Constantan CN

Cobre CU

Exemplo: W 102 - 645 - CR

## Código de Cores

Os condutores pertencentes a um mesmo cabo, codificados por meio de cores através de listras, faixa ou inteiramente colorido, devem ser designados com o mesmo número identificador. A cor de cada condutor deve ser indicada pelo uso de duas letras, logo após o número de sua bitola, de acordo com a tabela a seguir:

COR	LETRAS	COR	LETRAS
Preta	BK	Verde	GN
Marron	BR	Azul	BL
Vermelha	RD	Violeta	VT
Laranja	OR	Cinza	GY
Amarela	YE	Branca	WH
		Rosa	PK

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-12 Código de cores

Para condutores de alumínio, o sufixo ALUM deve ser adicionado ao seu código de identificação.

Se o código de identificação exceder a 15 dígitos, o sufixo ALUM deve ser substituído por AM.

#### **1.4 ISOLAMENTO DO CONDUTOR**

As duas propriedades fundamentais dos materiais isolantes (borracha, vidro, amianto ou plástico, etc.) são: a resistência do isolamento e a força dielétrica. Essas são propriedades inteiramente diferentes e distintas.

A resistência do isolamento é a resistência da passagem da corrente, através e ao longo da superfície dos materiais isolantes.

A resistência do isolamento pode ser medida com um medidor (MEGGER) sem danificar o isolamento, de modo que a informação obtida sirva como guia para determinar as condições gerais. Entretanto, a informação, obtida desta maneira, não será um retrato fiel da condição do isolamento. Isolamento limpo e seco contendo fendas ou defeitos pode mostrar um alto valor de resistência de isolamento, mas não é adequado para uso.

A força dielétrica é a propriedade que o isolante possui de suportar a diferença de potencial e é, geralmente, expressa em termos de voltagem, na qual o isolamento não funciona devido à tensão eletrostática. A força dielétrica máxima pode ser medida, aumentando-se a voltagem de uma amostra de teste até que o isolamento seja rompido.

Devido ao custo do isolamento e seu efeito de endurecimento junto a grande variedade de condições físicas e elétricas, sob as quais os condutores são operados, somente o isolamento mínimo necessário é aplicado para qualquer tipo específico de cabo destinado a desempenhar uma determinada tarefa.

O tipo de material de isolamento do condutor varia com o tipo de instalação. Tais tipos de isolantes como a borracha, seda e papel não são mais usados nos sistemas do avião. Os mais comuns hoje em dia são: o vinil, o algodão, o náilon, o teflon e o amianto mineral.

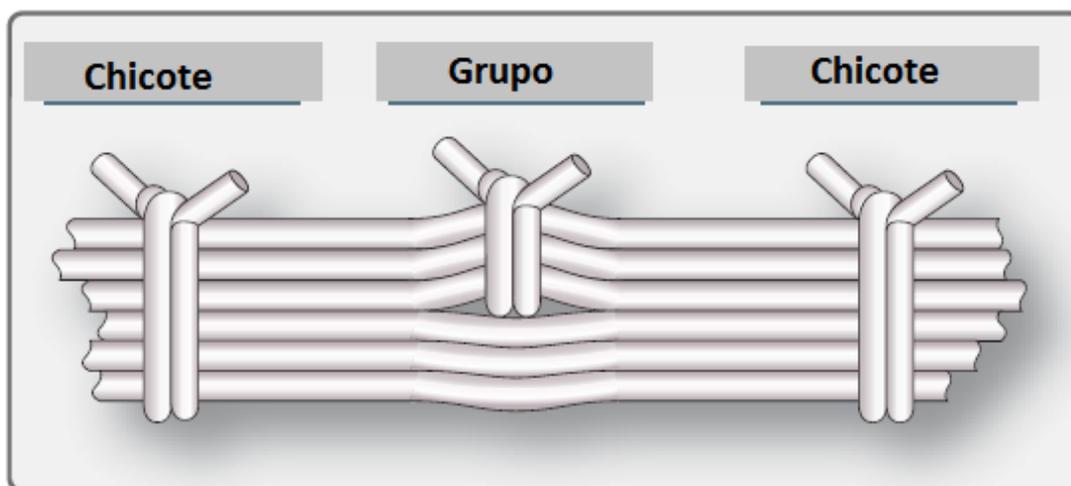
## 1.5 INSTALAÇÃO DE FIAÇÃO ELÉTRICA

Os seguintes procedimentos recomendados para a instalação da fiação elétrica nos aviões são típicos daqueles usados na maioria. Para melhor finalidade desta descrição, as seguintes definições são aplicáveis:

- 1) Fiação descoberta - qualquer fio, grupo de fios ou chicote não envolvido por conduíte;
- 2) Grupo de fios - dois ou mais fios indo para o mesmo local amarrados juntos para reter a identificação do grupo;
- 3) Chicote ou cablagem - dois ou mais grupos de fios amarrados juntos, porque eles estão indo na mesma direção para um ponto onde a amarração está localizada;
- 4) Fiação protegida eletricamente - fios que incluem (no circuito) proteção contra sobrecarga tais como fusíveis, disjuntores ou outros dispositivos de limitação;
- 5) Fiação sem proteção elétrica - fios (geralmente dos geradores até os pontos de distribuição da barra principal) que não possuem proteção tais como fusíveis, disjuntores ou outros dispositivos limitadores de corrente.

### Grupos de Fios e Chicotes (cablagens)

Deve-se evitar a formação de chicote ou grupos com certos fios, tais como fiação de força elétrica e fiação para duplicação de equipamento vital quando eletricamente desprotegidas. Os chicotes geralmente devem ser constituídos em menos de 75 fios, ou ter de 1 ½ a 2 polegadas de diâmetro, onde possível. Quando diversos fios estiverem agrupados em caixas de junção, barras de terminais, painéis, etc, a identidade do grupo de fios no chicote (figura 6-13) pode ser mantida.



Fonte: *Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA*

Figura 6-13 Amarrações de grupo de fios e chicotes

### **Amarração da Cablagem (chicote)**

Os fios e cabos são enfeixados com a finalidade de facilitar a instalação, a manutenção e a inspeção.

Deve-se usar nas amarrações um barbante chato (sempre que possível). Barbante circular também poderá ser usado, porém seu uso não é o preferido pois sua tendência é cortar o isolante do fio. Pode-se usar barbante de algodão, linho, nylon ou fibra de vidro, de acordo com as limitações de temperatura.

O barbante deverá ser pré-tratado para protegê-lo da umidade e do ataque de fungos.

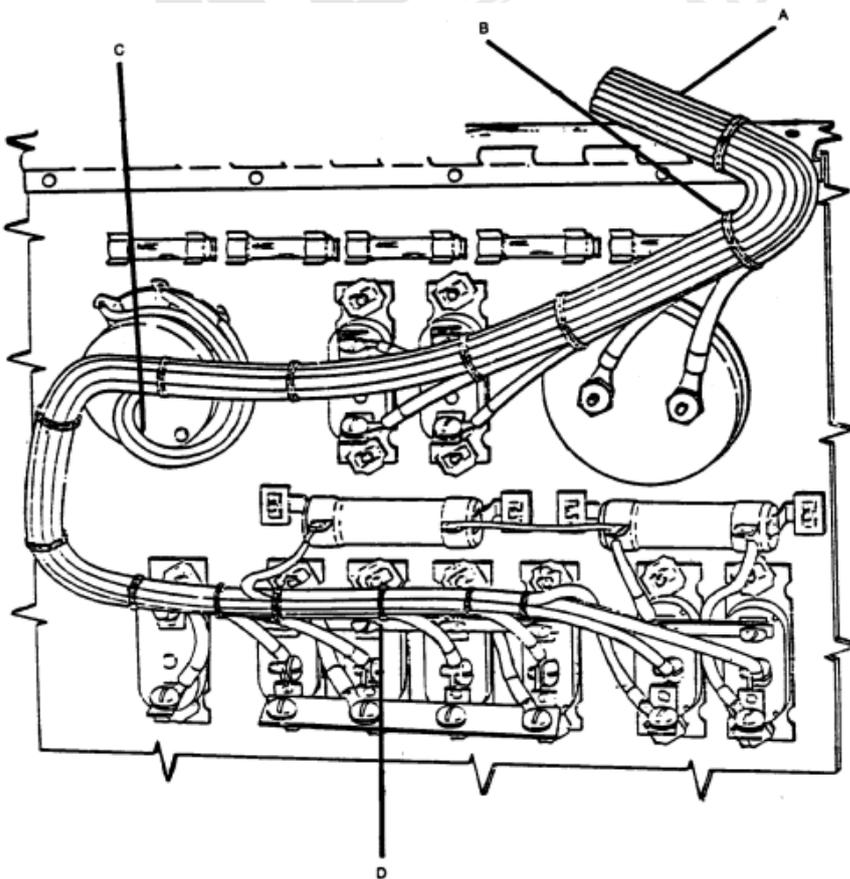
Em feixes que contenham cabos coaxiais utilizar somente barbante de nylon.

A braçadeira plástica (tirap) deverá ser usada em temperatura abaixo de 350°F (aproximadamente 176°C).

### **Cuidados na Amarração**

- Amarrar o feixe suficientemente apertado para não permitir escorregamento, porém ficar atento para não deformar ou cortar o isolante;
- Cuidados especiais devem ser tomados quando se amarram cabos coaxiais devido ao fato deles possuírem um isolante (macio) entre os condutores;
- Nunca usar nós em cablagens protegidas por conduites;

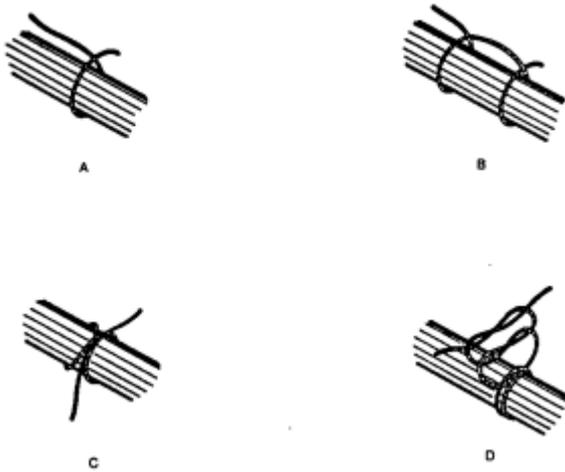
- Possuem conectores, evitar amarrações próximas a eles a fim de impedir a divergência de contatos;
- Em cablagens de espessura maior do que 1 polegada (2,54cm) usar barbante duplo;
- Quando a amarração for feita em painéis, observe os seguintes cuidados:  
Em cablagens que
  - A - Mantenha os fios em paralelos;
  - B - Quando o feixe for muito comprido, amarre-os a cada 5 cm (aproximadamente);
  - C - Cada fio ao ser incorporado à cablagem deverá ser mantido na externa do feixe;
  - D - Amarrar o feixe toda vez que sair um fio.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-14 Cuidados na amarração em painéis

## Amarração com nó Simples



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-15 Amarração com nó simples

- 1) Siga os passos descritos abaixo:
  - A. Com barbante apropriado, dê uma volta ao redor do feixe;
  - B. Forme um volta dupla;
  - C. Puxe as extremidades livres do barbante até que a volta dupla seja apertada contra os fios;
  - D. Dê dois "nós cegos" para encerrar.

- 2) Corte os extremos do barbante deixando 3/8" (aproximadamente 1cm) no mínimo.

Observações:

- a) O espaçamento entre cada nó, neste tipo de amarração, é de aproximadamente 5 cm;
- b) Este nó só deverá ser aplicado em feixes com diâmetro menor do que 1.

## Amarração com Nó de Laçada

O nó de laçada é feito da seguinte maneira:

- A. Dobrar um barbante de aproximadamente 30 centímetros e formar uma volta dupla de extremidade presa;

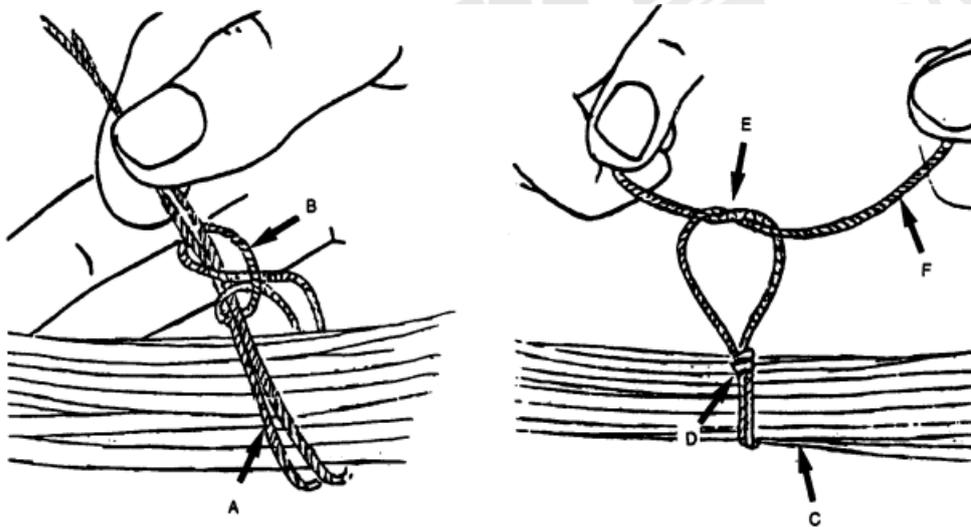
B. Colocar a extremidade livre do barbante em volta da cablagem de fios e através da volta dupla;

C. Depois de certificar-se de que todos os fios e cabos dentro da cablagem estão em paralelo, puxe as extremidades livres do barbante até que a volta dupla seja apertada contra os fios;

D. Apertar bem o nó de laçada contra a cablagem separando as duas pontas livres e puxando-as em direções opostas;

E. Dar um nó cego e apertar o nó de laçada;

F. Cortar o excesso de barbante a 1 cm do nó.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-16 Amarração com nó de laçada

Se em algum caso, não for aconselhável o uso somente de nó simples ou do nó de laçada, pode-se iniciar a amarração com estes nós e continuar usando meios laços para, finalmente, terminar com um nó simples ou duplo.

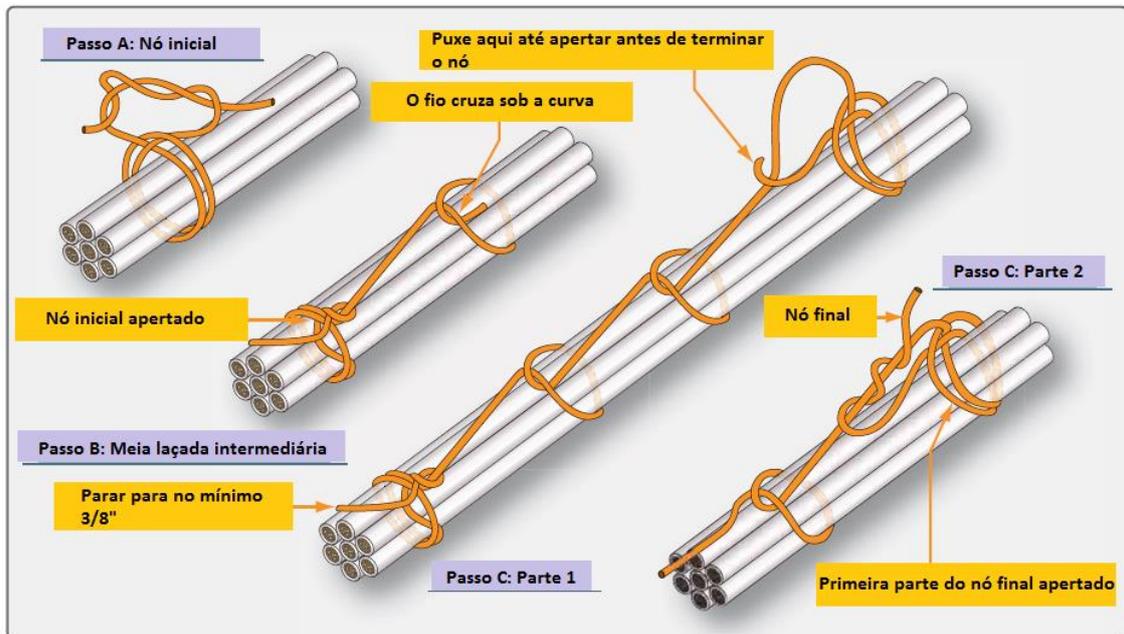
1) Amarração contínua iniciada com nó simples (ver a figura 6-17 a, b, c, d).

a) Iniciar com nó simples (sem o nó cego). Cortar a ponta deixando no mínimo 1 cm;

b) Apertar o nó no começo. Fazer o meio laço sendo que o barbante deve cruzar sempre por baixo da alça;

c) Encerrar a amarração com o mesmo nó simples;

d) Ao final da amarração deve ser dado um reforço, como mostrado na figura 6-17 d.

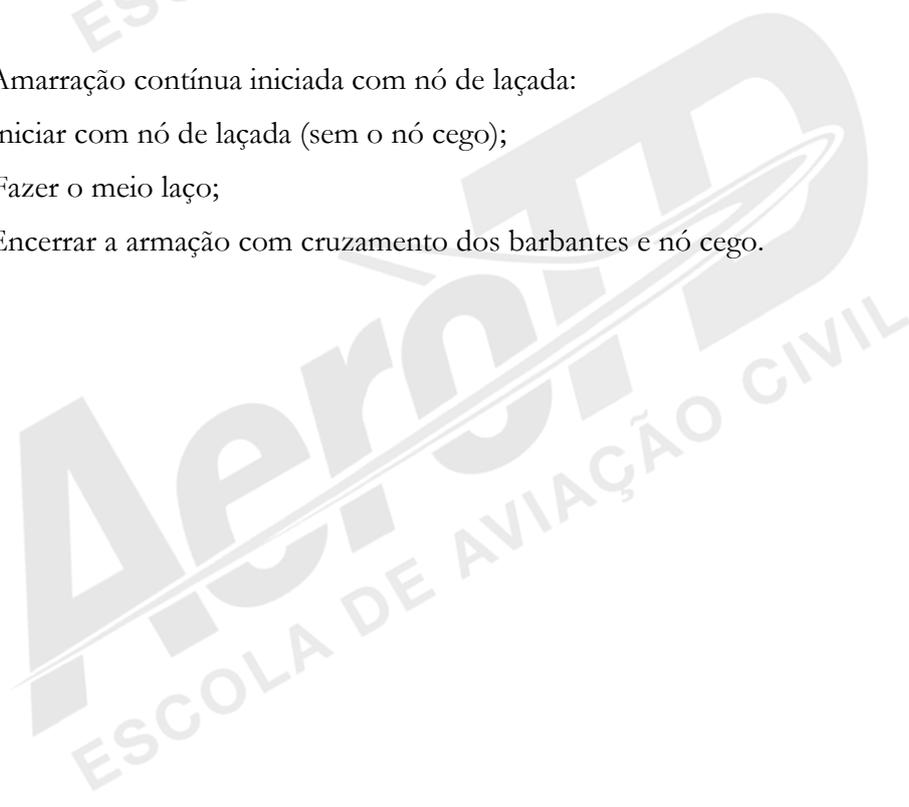


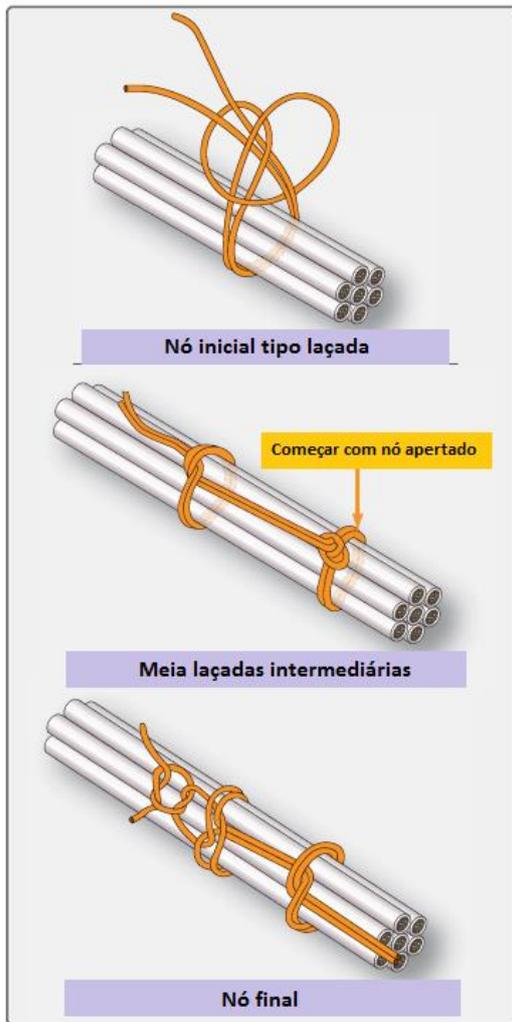
Fonte: *Matérias Básicas*, tradução do AC 65-9A do FAA

Figura 6-17 Amarração contínua iniciada com nó simples

2) Amarração contínua iniciada com nó de laçada:

- a) Iniciar com nó de laçada (sem o nó cego);
- b) Fazer o meio laço;
- c) Encerrar a armação com cruzamento dos barbantes e nó cego.





Fonte: *Matérias Básicas*, tradução do AC 65-9A do FAA

Figura 6-18 Amarração contínua iniciada com nó de laçada

## Fios Trançados

Quando especificados em desenhos de engenharia ou quando realizados como uma prática local, os fios paralelos devem, às vezes, ser trançados.

Os exemplos que se seguem são os mais comuns:

- 1) Fiação nas vizinhanças de bússola magnética ou da válvula de fluxo;
- 2) Fiação de distribuição trifásica;
- 3) Certos fios (geralmente na fiação para o sistema rádio) como especificados nos desenhos de engenharia.

Trançam-se os fios de modo que eles se acomodem entre si, formando aproximadamente o número de voltas por pés como mostra a figura 6-19.

Verifica-se sempre se o isolamento dos fios ficou danificado depois de trançados. Se o isolamento estiver rompido ou com desgaste, o fio é substituído.

	BITOLA DO FIO									
	# 22	# 20	# 18	# 16	# 14	# 12	# 10	# 8	# 6	# 4
2 Fios	10	10	9	8	7 <sup>1/2</sup>	7	6 <sup>1/2</sup>	6	5	4
3 Fios	10	10	8 <sup>1/2</sup>	7	6 <sup>1/2</sup>	6	5 <sup>1/2</sup>	5	4	3

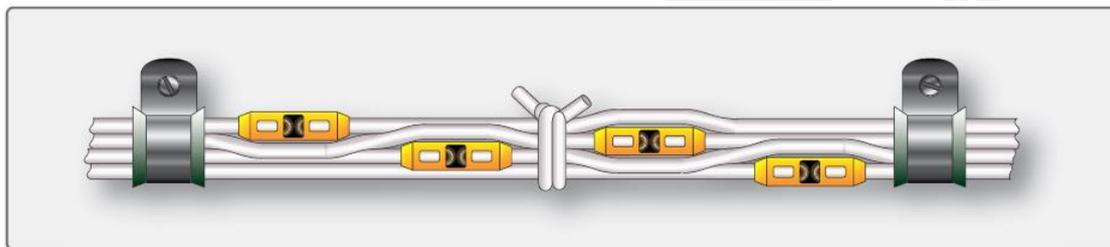
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-19 Número de torcidas recomendadas por pé

### Emendas nos Chicotes (cablagens)

As emendas em grupos de fios devem ser localizadas de modo que elas possam ser inspecionadas facilmente.

As emendas devem ser afastadas uma das outras (figura 6-20), de modo que o chicote não se torne excessivamente grosso. Todas as emendas não isoladas devem ser revestidas com plástico e presas firmemente nas duas extremidades.

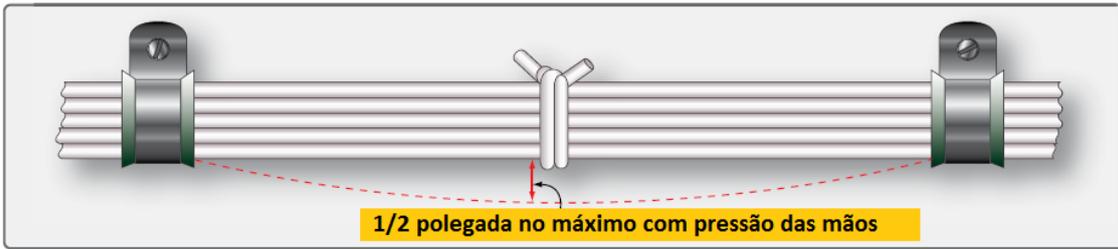


Fonte: *Matérias Básicas*, tradução do AC 65-9A do FAA

Figura 6-20 Emendas afastadas em um chicote

### Frouxidão nos Chicotes (cablagens)

Os fios singelos ou chicotes não devem ser instalados com frouxidão excessiva. A frouxidão entre os suportes não deve, normalmente, exceder uma deflexão máxima de 1/2 polegada com pressão manual (figura 6-21). Entretanto, ela pode ser excedida se o chicote for fino e as braçadeiras estiverem muito separadas.



Fonte: *Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA*

Figura 6-21 Frouxidão no chicote, entre os suportes

Para que o chicote possa roçar contra qualquer superfície, a frouxidão não precisa ser muito grande. Uma quantidade suficiente de frouxidão deve ser permitida próximo a cada extremidade de um chicote para;

- 1) Permitir fácil manutenção;
- 2) Permitir a substituição dos terminais;
- 3) Evitar a fadiga mecânica nos fios, junções dos fios e suportes;
- 4) Permitir livre movimento do equipamento montado contra choque e vibração;
- 5) Permitir a remoção do equipamento para fins de manutenção.

## Raios de Curvatura

As curvaturas nos grupos de fios não devem ser inferiores a 10 vezes o diâmetro externo dos grupos.

Entretanto, nas barras de terminais, onde o fio está adequadamente suportado em cada extremidade da curvatura, o diâmetro externo do grupo de fios ou do chicote, igual a 3 vezes o diâmetro externo é normalmente aceitável.

Existem, é claro, exceções a essas orientações. É o caso de certos tipos de cabo, como por exemplo, o cabo coaxial, que nunca pode ser curvado num raio inferior a 10 vezes o diâmetro externo.

## 1.6 ENCAMINHAMENTO DA FIAÇÃO ELÉTRICA

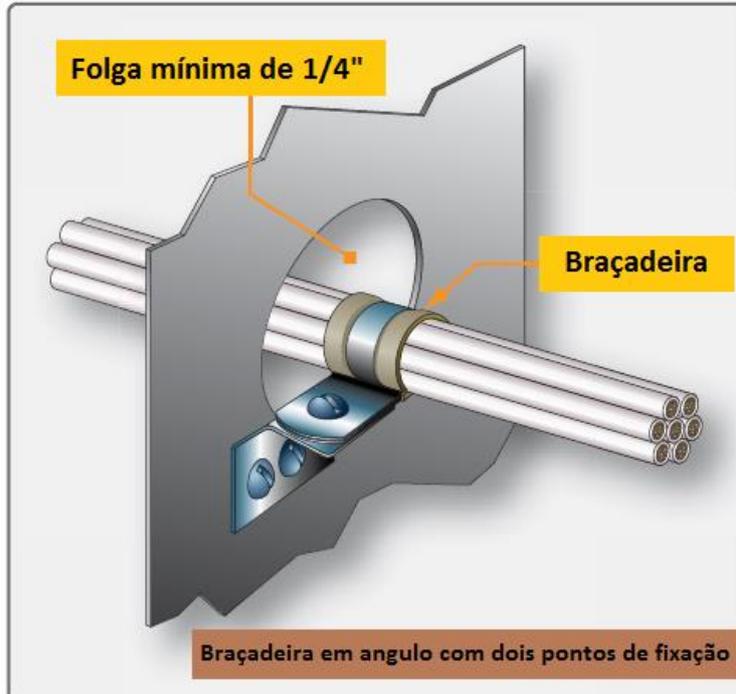
Toda fiação deve ser instalada de modo que ela seja firme e de boa aparência. Sempre que possível, os fios e os chicotes devem correr paralelos ou em ângulos retos com as nervuras ou longarinas da área envolvida. Como exceção desta regra, temos o cabo coaxial, que é orientado tão diretamente quanto possível.

A fiação deve ser fixada adequadamente em toda a sua extensão. Um número suficiente de suportes deve ser instalado para evitar vibração indevida dos trechos sem sustentações. Todos os fios e grupos de fios devem ser relacionados e instalados para protegê-los de:

- 1) Fricção ou roçamento;
- 2) Alta temperatura;
- 3) Ser usado como alças ou como suporte de pertences pessoais e equipamento;
- 4) Danos pela movimentação de pessoal no interior do avião;
- 5) Danos por armazenamento ou movimentação da carga;
- 6) Danos por vapores, borrifos ou salpicos de ácido da bateria;
- 7) Danos por solventes ou fluidos.

### Proteção contra Fricção

Os fios e os grupos de fios devem ser protegidos contra fricção ou roçamento nos locais onde o contato com superfícies pontiagudas, ou outros fios, danificariam o isolamento.



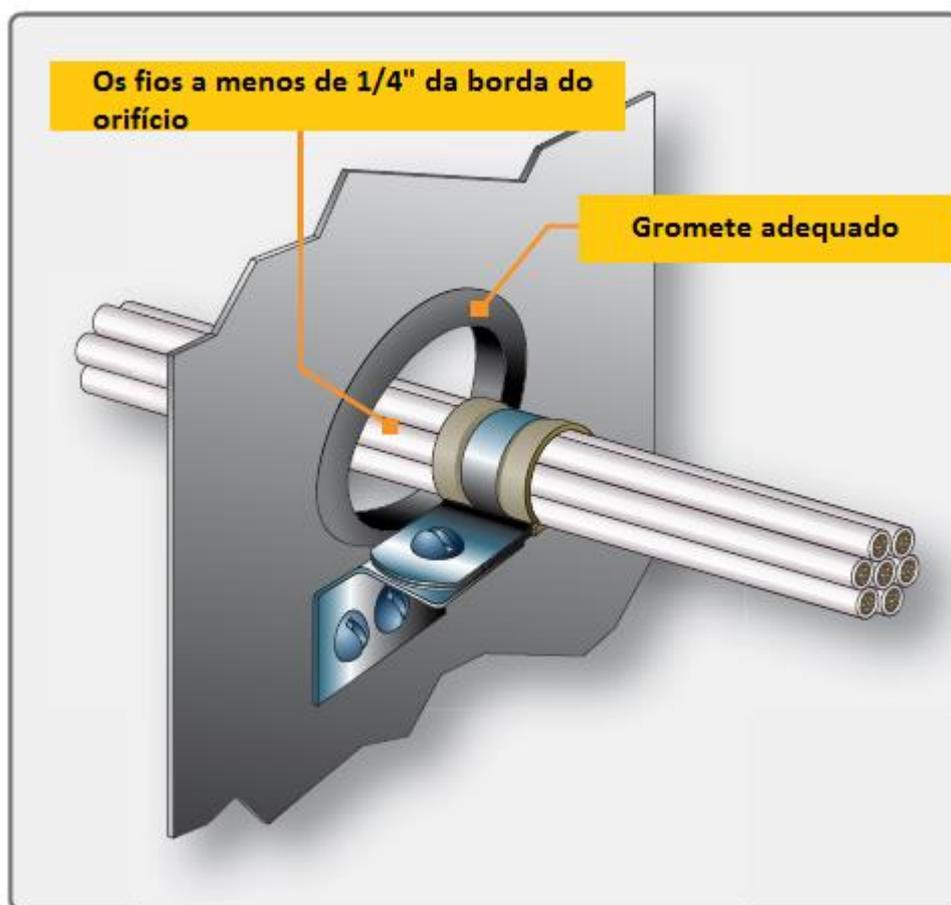
Fonte: *Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA*

Figura 6-22 Braçadeira de cabo no orifício do anteparo

Os danos ao isolamento podem provocar curto-circuito, mau funcionamento ou operação indevida do equipamento.

As braçadeiras de cabo devem ser usadas para sustentar os chicotes em cada orifício através de um anteparo (figura 6-22). Se os fios se aproximarem mais de  $\frac{1}{4}$  de polegada da borda do orifício, usa-se um gromete adequado como mostra a figura 6-23.

Às vezes é necessário cortar o gromete de náilon, ou borracha, para facilitar a instalação. Nestas circunstâncias, depois de colocado, o gromete pode ser mantido no lugar com cola de uso geral. O corte deverá ser na parte superior do orifício, e feito num ângulo de  $45^\circ$  com o eixo do orifício do chicote.



Fonte: *Matérias Básicas*, tradução do AC 65-9A do FAA

Figura 6-23 Braçadeira de cabo com gromete ilhós

### Proteção Contra Alta Temperatura

Para evitar deterioração do isolamento, os fios devem ser mantidos afastados de equipamentos de alta temperatura, tais como resistores, tubos de descarga ou dutos de aquecimento. A distância de separação é normalmente especificada pelos desenhos de

engenharia. Alguns fios devem invariavelmente passar através de áreas quentes. Esses fios devem ser isolados com material de alta temperatura tal como amianto, fibra de vidro ou teflon. Uma proteção adicional é, também, frequentemente necessária sob a forma de conduíte. Um fio com isolamento de baixa temperatura não deve nunca ser usado para substituir um fio com isolamento de alta temperatura.

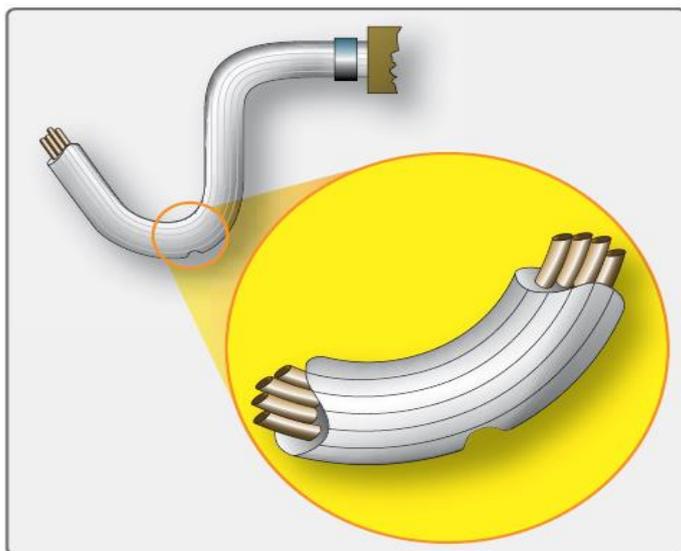
Muitos cabos coaxiais possuem isolamento de plástico mole tal como polietileno, o qual está especialmente sujeito a deformações e deterioração a temperaturas elevadas. Todas as áreas de temperatura elevada devem ser evitadas ao se instalar esses cabos isolados com plástico ou polietileno.

Uma proteção adicional contra fricção deve ser fornecida aos fios de amianto incluídos no conduíte. Pode ser usado um conduíte com revestimento de borracha de alta temperatura ou os fios de amianto podem ser envolvidos, individualmente, em tubos plásticos de alta temperatura, antes de serem instalados no conduíte.

### **Proteção Contra Solventes e Fluidos**

Os fios não devem ser instalados em áreas onde fiquem sujeitos a estragos por fluidos, a menos de 4 polegadas da parte mais baixa da fuselagem do avião, com exceção daqueles que devem atingir aquela área.

Se houver possibilidade do fio ser molhado com fluidos, deverá ser usada uma tubulação plástica para protegê-lo. Essa tubulação deve estender-se através da área em ambos os sentidos, e deve ser amarrada em cada extremidade.



Fonte: *Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA*

Figura 6-24 Orifício de dreno no ponto mais baixo da tubulação

Se o fio possuir um ponto baixo entre as extremidades da tubulação, é feito um orifício de dreno de 1/8 de polegada, como mostra a figura 6-24. Esse orifício deve ser perfurado na tubulação após completar a instalação e o ponto baixo, definitivamente estabelecido, pelo uso do perfurador para cortar um meio círculo.

Toma-se o cuidado para não danificar qualquer um dos fios no interior da tubulação quando se usar o perfurador.

O fio nunca deve passar por baixo da bateria do avião. Todos os fios nas proximidades da bateria devem ser inspecionados frequentemente, e os fios descoloridos pelos gases prejudiciais da bateria devem ser substituídos.

### **Proteção dos Fios na Área do Alojamento das Rodas**

Os fios localizados nos alojamentos das rodas estão sujeitos a diversos problemas adicionais em serviço, tais como: exposição a fluidos, apertos e acentuada flexibilidade. Todos os chicotes devem ser protegidos por luvas de tubulação flexível, presas firmemente em cada extremidade e não deve existir nenhum movimento relativo nos pontos onde a tubulação flexível estiver segura. Esses fios e a tubulação isolante devem ser inspecionados cuidadosamente a intervalos frequentes, e tanto os fios como a tubulação devem ser substituídos ao primeiro sinal de desgaste.

Não deve haver nenhum esforço nas fixações quando as partes estiverem completamente estendidas, mas a frouxidão não deverá ser excessiva.

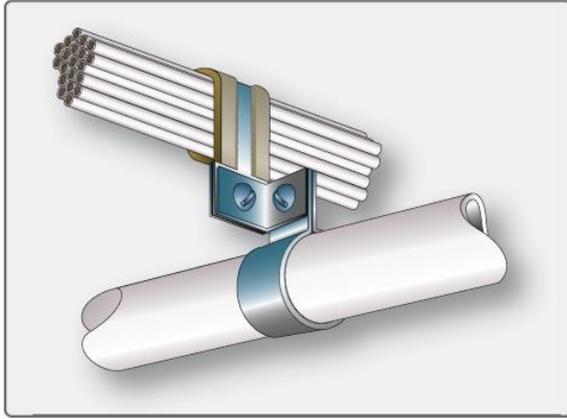
### **Precauções na Instalação**

Quando a fiação tiver que ser instalada paralelamente a linhas de fluidos, combustíveis ou de oxigênio em curtas distâncias, a separação fixa deverá ser mantida tanto quanto possível. Os fios devem estar nivelados com ou acima das tubulações. As braçadeiras devem ser espaçadas, de modo que, se um fio for quebrado em uma braçadeira ele não entrará em contato com a linha.

Onde não for possível uma separação de 6 polegadas, o chicote e a tubulação podem ser fixados na mesma estrutura para impedir qualquer movimento relativo. Se a separação for menor do que 2 polegadas, porém maior do que 1/2 polegada, uma luva de polietileno pode ser usada sobre o chicote para proporcionar maior proteção. Além disso,

duas braçadeiras de cabo, costas com costas, como mostrado na figura 6-25, podem ser usadas somente para manter uma separação rígida, e não para suportar o chicote.

Nenhum fio pode ser direcionado de modo que fique localizado mais próximo do que 1/2 polegada de uma tubulação. Nem mesmo um fio ou um chicote pode ser sustentado por tubulação que conduza fluidos inflamáveis ou oxigênio.



Fonte: *Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA*

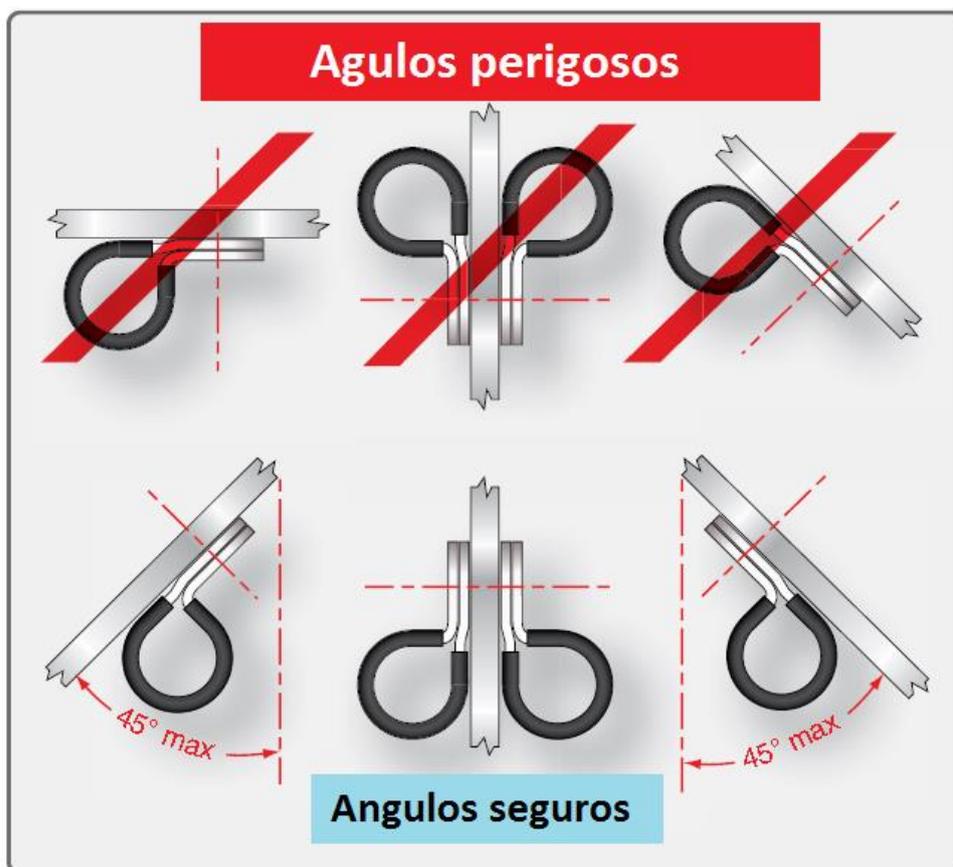
Figura 6-25 Separação entre a fiação e a tubulação

A fiação deve ser instalada para manter uma folga mínima de pelo menos 3 polegadas dos cabos de controle. Se isso não puder ser observado, guardas mecânicas deverão ser instaladas para evitar o contato entre a fiação e os cabos de controle.

### **Instalação das Braçadeiras de Cabos**

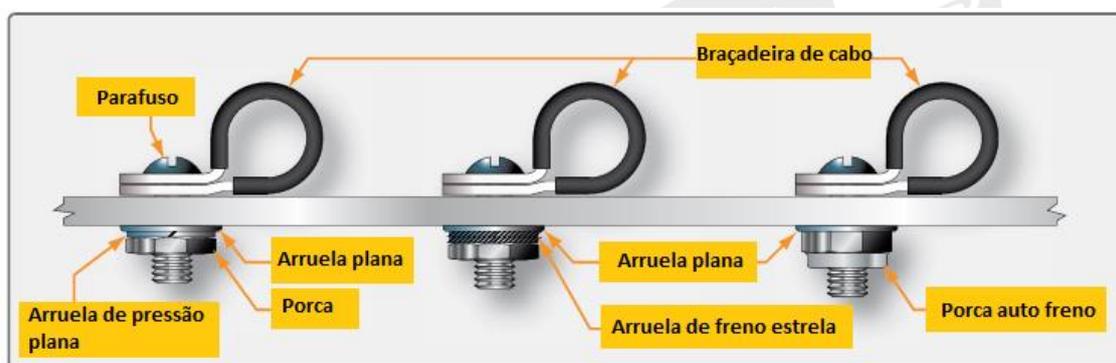
As braçadeiras de cabos devem ser instaladas considerando-se o ângulo adequado, como mostrado na figura 6-26. O parafuso de montagem deve estar acima do chicote.

É também conveniente que a parte traseira da braçadeira de cabo se apoie contra um membro estrutural, onde e quando for prático.



Fonte: *Matérias Básicas*, tradução do AC 65-9A do FAA

Figura 6-26 Ângulos de montagem adequados para braçadeiras de cabo

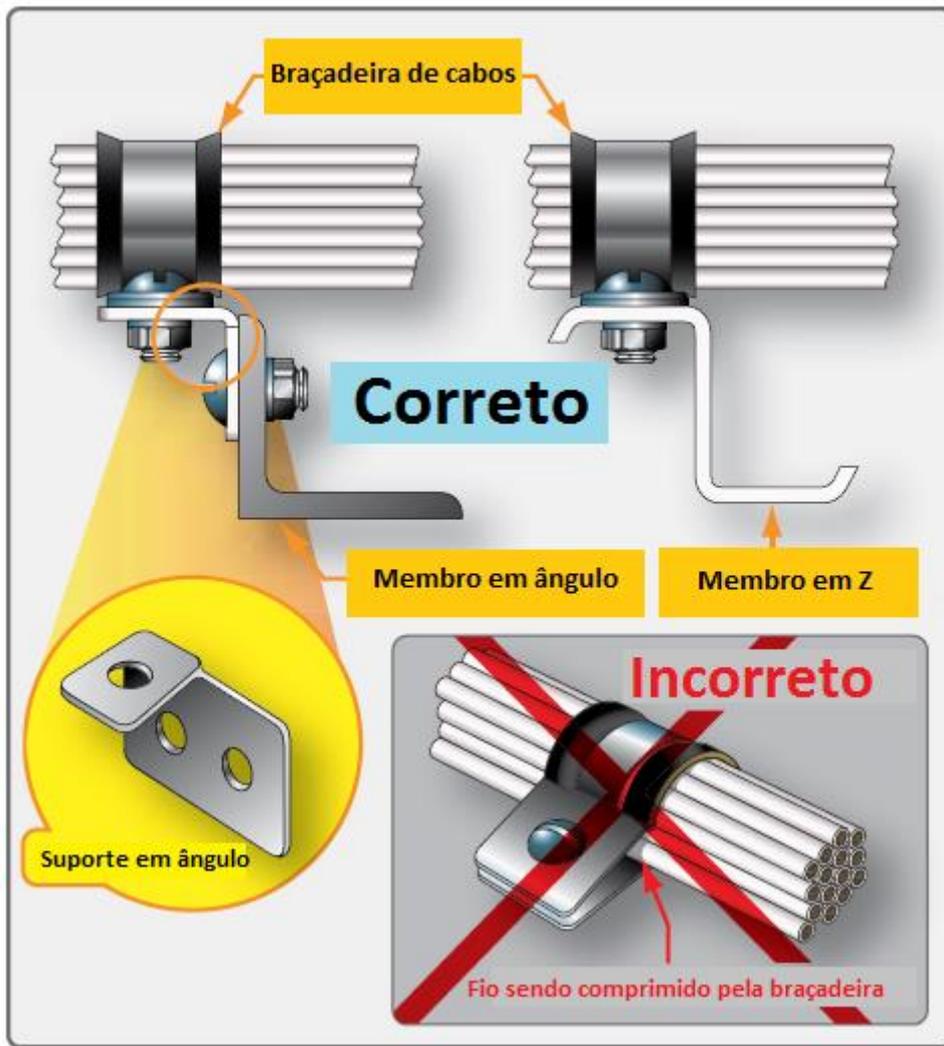


Fonte: *Matérias Básicas*, tradução do AC 65-9A do FAA

Figura 6-27 Ferragens típicas de montagem para braçadeiras de cabo

A figura 6-27 mostra algumas ferragens típicas de montagens usadas na instalação das braçadeiras de cabo.

Deve-se ter atenção para que os fios não fiquem comprimidos nas braçadeiras de cabo. Onde possível, instala-se os cabos diretamente nos membros estruturais, como mostrado na figura 6-28.



Fonte: *Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA*

Figura 6-28 Montagem da braçadeira de cabo na estrutura

## 1.7 CONECTORES

Os conectores (PLUGS e receptáculos) facilitam a manutenção quando for necessária uma desconexão frequente. Visto que o cabo está soldado aos pinos inseridos no conector, as ligações devem ser instaladas individualmente, e o chicote firmemente suportado para evitar danos devido a vibração.

No passado, os conectores foram particularmente vulneráveis à corrosão devido a condensação dentro do invólucro.

Conectores especiais com características à prova de água têm sido desenvolvidos para que possam substituir PLUGS que não são à prova d'água nas áreas onde a umidade

constitui um problema. Um conector do mesmo tipo básico e modelo deve ser usado quando substituir outro.

Os conectores suscetíveis à corrosão podem ser tratados com uma gelatina à prova d'água quimicamente inerte. Quando substituir os conjuntos de conector, o tampão do tipo soquete deve ser usado na metade que está "viva" ou "quente", depois da desconexão do conector, para evitar uma ligação à massa não intencional.

## **Tipos de Conectores**

Os conectores são identificados pelos números AN, e são divididos em classes com variações do fabricante para cada classe. As variações do fabricante são diferentes em aparência e em método, para se seguir uma especificação. Alguns conectores mais usados encontram-se na figura 6-29. Há 5 (cinco) classes básicas de conectores AN usados na maioria dos aviões. Cada classe de conector se diferencia ligeiramente da outra em sua característica de construção. As classes A, B, C e D são feitas de alumínio, e a classe K é feita de aço.

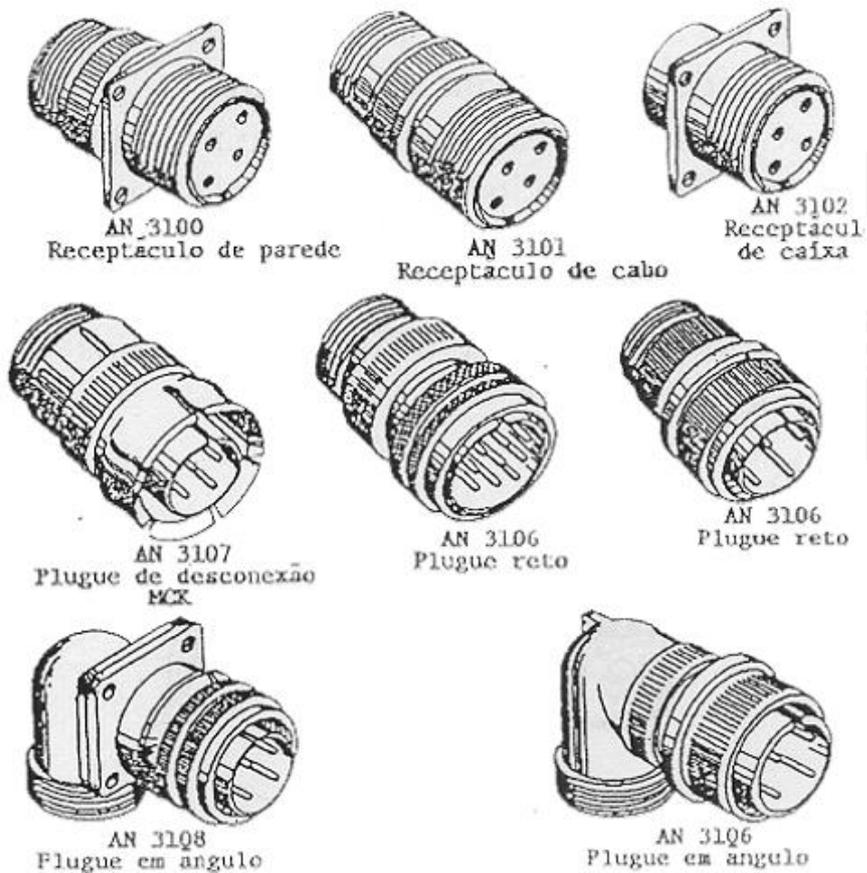
1 - CLASSE A - Conector sólido, de invólucro traseiro inteiriço com finalidade geral;

2 - CLASSE B - O invólucro traseiro do conector separa-se em duas partes longitudinalmente. Usado principalmente onde for importante que os conectores soldados sejam prontamente acessíveis. O revestimento traseiro é mantido junto por um anel roscado ou por parafusos;

3 - CLASSE C - Um conector pressurizado com pinos inseridos não removíveis. Semelhante ao conector classe A na aparência, mas a disposição do selante interno é, às vezes, diferente. Ele é usado nos anteparos do equipamento pressurizado;

4 - CLASSE D - Conector resistente à vibração e à umidade, que possui um ilhós selante de borracha no invólucro traseiro. Os fios são passados através dos orifícios apertados de borracha selante no ilhós e, dessa forma selados contra a umidade;

5 - CLASSE K - Um conector à prova de fogo usado em áreas onde é vital que a corrente elétrica não seja interrompida, mesmo quando o conector estiver exposto a uma chama aberta contínua. Os fios são estampados aos pinos ou contatos do soquete, e os invólucros são feitos de aço. Essa classe de conector é geralmente maior do que as outras.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6 -29 Conectores AN

### Identificação de Conectores

As letras e os números do código são marcados no anel de acoplamento ou no invólucro para identificar o conector. O código (figura 6-30) proporciona toda informação necessária para se obter uma substituição correta da peça defeituosa ou avariada.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-30 Codificação do conector AN

Muitos conectores com finalidades especiais têm sido construídos para o uso em aeronaves.

Esses incluem conectores de invólucro subminiatura e retangulares, e conectores com invólucro de corpo pequeno ou de construção de invólucro bipartido.

### **Instalação de Conectores**

Os procedimentos seguintes descrevem um método recomendado de instalação dos conectores com os receptáculos:

1. Localizar a posição adequada do PLUG em relação ao receptáculo, alinhando a chaveta de uma peça com a ranhura da outra peça;
2. Colocar o PLUG no receptáculo com uma leve pressão para frente, e encaixar as roscas do anel de acoplamento e do receptáculo;
3. Alternadamente, empurrar o PLUG para dentro, e apertar o anel de acoplamento até que o PLUG esteja completamente assentado;
4. Se o espaço ao redor do conector for muito pequeno para segurar firmemente o conector, usar alicates de conectores para apertar os anéis de acoplamento 1/16 até 1/18 de volta além do aperto manual;
5. Nunca usar força para unir os conectores aos receptáculos. Não usar martelo para introduzir um PLUG em seu receptáculo, e nunca usar uma chave de torque ou alicate para frenar os anéis de acoplamento. Um PLUG é geralmente desmontado de um receptáculo da seguinte maneira:
  - Usar alicates de conectores para afrouxar os anéis de acoplamento que estejam apertados demais para serem afrouxados manualmente;
  - Alternadamente, puxar o PLUG e desapertar o anel de acoplamento até que o PLUG esteja solto;
  - Proteger os PLUGS e os receptáculos desconectados com tampões ou sacos plásticos, para evitar a entrada de materiais estranhos que possam acarretar falhas;
  - Não usar força excessiva, e não puxar os fios instalados.

## 1.8 CONDUÍTES

O conduíte é usado nas instalações do avião para a proteção mecânica dos fios e dos chicotes. Ele é encontrado em materiais metálicos e não metálicos, nas formas rígida e flexível.

Quando é selecionado um diâmetro do conduíte para a aplicação em um chicote (é prática comum para facilitar a manutenção, no caso de uma possível expansão futura) especifica-se o diâmetro interno do conduíte em torno de 25% maior do que o diâmetro máximo do chicote.

O diâmetro nominal de um conduíte metálico rígido é o diâmetro externo. Portanto, para se obter o diâmetro interno, subtraímos duas vezes a espessura da parede do tubo.

Do ponto de vista da abrasão, o condutor é vulnerável nas extremidades do conduíte. Adaptações apropriadas são afixadas às extremidades do conduíte, de maneira que uma superfície lisa entre em contato com o condutor dentro do conduíte.

Quando as conexões não forem usadas, a extremidade do conduíte deve ser flangeada para evitar estragos no isolamento do fio.

O conduíte é sustentado por braçadeiras ao longo de seu percurso.

Muitos dos problemas comuns de instalação de conduíte podem ser evitados, prestando-se atenção aos seguintes detalhes:

1 - Não instalar o conduíte onde ele possa ser usado como apoio das mãos ou dos pés.

2 - Instalar orifícios de dreno nos pontos mais baixos ao longo do conduíte. As rebarbas devem ser cuidadosamente retiradas dos orifícios de dreno.

3 - Apoiar o conduíte para evitar atrito na estrutura, e ainda evitar esforço nas adaptações em suas extremidades.

As partes danificadas do conduíte devem ser consertadas para evitar danos aos fios ou aos chicotes.

O raio de curvatura mínimo permitido para um conduíte rígido, deve ser o descrito nas instruções do fabricante. As curvaturas torcidas ou enrugadas num conduíte rígido não são aceitáveis.

O conduíte de alumínio flexível é encontrado comumente em dois tipos: (1) conduíte flexível desencapado; e (2) revestido com borracha.

O conduíte de latão flexível é normalmente usado no lugar do conduíte de alumínio flexível, onde for necessário para minimizar a interferência no rádio.

### Conduítes para Proteção de Fogo

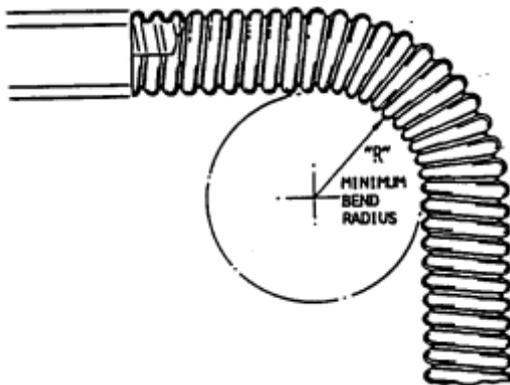
Em cada área sujeita a escapes de vapores de fluidos inflamáveis, há meios de minimizar a probabilidade de ignição desses vapores de fluidos e os danos resultantes, caso ocorra tal ignição.

Esta proteção é normalmente encontrada nos seguintes locais: asa, empenagem, nariz, compartimento hidráulico, nacele do trem de pouso, etc, onde todas as cablagens são protegidas por conduítes.

A proteção compreende conduítes e um conjunto de fixação que, ligados aos conduítes, formam um envelope protetor selado, para as cablagens elétricas.

A proteção é composta de:

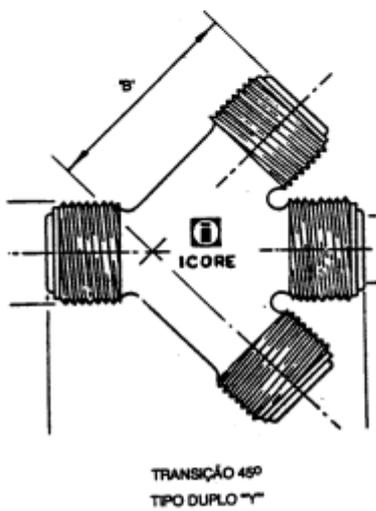
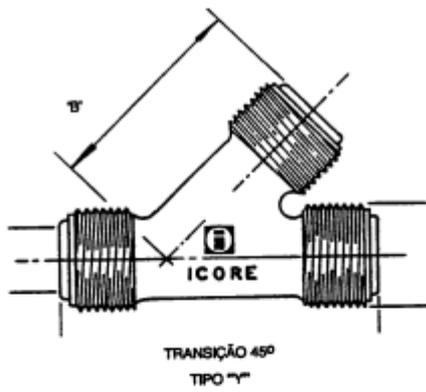
a) Conduítes - são basicamente, tubos de fluorocarbono, preparados para serem usados numa faixa de temperatura entre - 95°F (-70°C) a + 500°F (+ 260°C). São tubos quimicamente inertes que não são afetados por solventes ou qualquer espécie de óleo. Como esses fluidos não são absorvidos pelos conduítes, estes não sofrem aumento de peso ou volume.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-31 Conduíte transparente

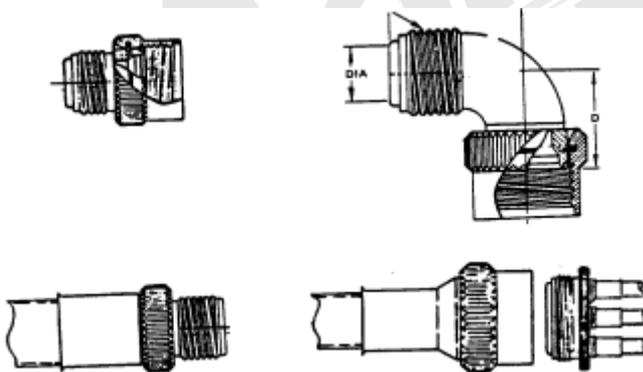
b) Transições ou derivações - todas as derivações encontradas no avião são feitas de níquel especial e recebem um tratamento de anodização. Há dois tipos básicos que são usados, veja a figura 6-32.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

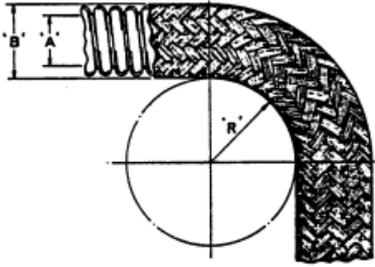
Figura 6-32 Derivações tipo "Y" e duplo "Y"

c) Conjunto de adaptadores, O material usado nos adaptadores é níquel e cádmio, com um tratamento especial. Alguns tipos de adaptadores são apresentados na figura 6-33.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-33 Diversos tipos de adaptadores



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-34 Jaqueta de fluorocarbono

Em zonas onde os conduítes podem ser danificados por pedras, como no compartimento do trem de pouso, eles são encapsulados, ou seja, recebem jaqueta especial, de fluorocarbono.

Em caso de um fio ser danificado, uma porca base pode ser facilmente desacoplada do respectivo condutor, possibilitando o acesso ao fio, pela parte posterior desse conector, a fim de que seja procedido seu reparo.

Para substituir um condutor, o extremo do conjunto, pode ser também desacoplado, de modo a permitir a execução do trabalho.

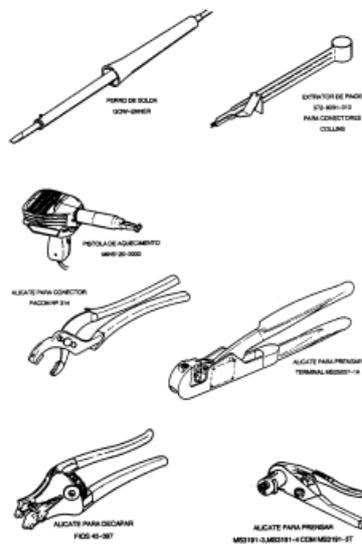
Desse modo, não é necessário o uso de ferramentas especiais e os reparos podem ser efetuados com a remoção da cablagem.



Fonte: [networlddirectory.com](http://networlddirectory.com)

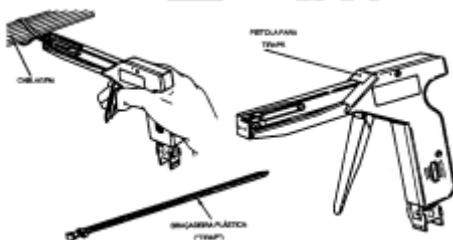
## 1.9 MANUTENÇÃO DE CABLAGENS

### Ferramentas para Manutenção Elétrica



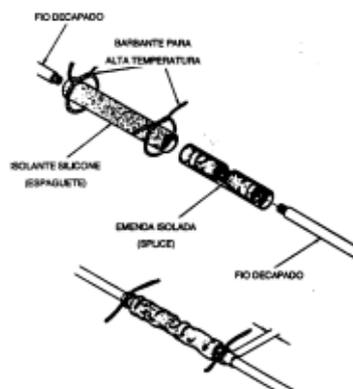
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-35 Diversas ferramentas para manutenção elétrica



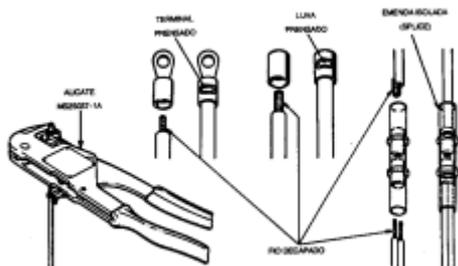
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-36 Ferramentas para instalação de braçadeiras em cablagens



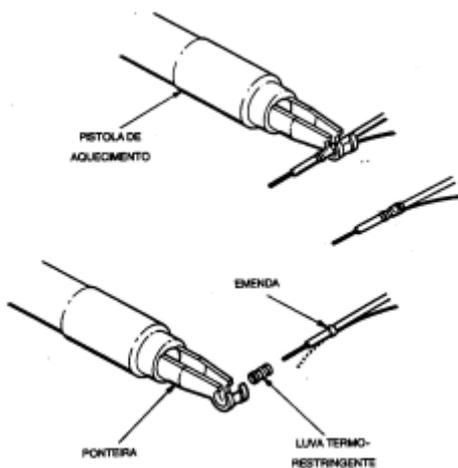
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-37 Proteção de emendas com espaguete



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-38 Ferramentas para instalação de terminais e emendas



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-39 Ferramentas para instalação de luvas termorestringentes

### 1.10 ESTAMPAGEM DE TERMINAIS

Existem ferramentas portáteis manuais e elétricas, bem como máquinas elétricas de bancada para estampagem dos terminais.

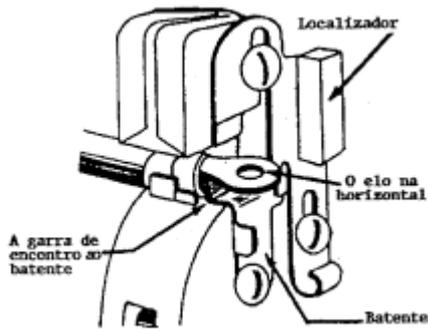
Essas ferramentas prendem o cilindro do terminal ao condutor e, simultaneamente, prendem a garra isolante ao isolante do fio. Todas as ferramentas de estampagem manual possuem uma catraca autofrenante que evita a abertura de ferramenta até que a estampagem esteja pronta.

Algumas ferramentas de estampagem manual são equipadas com um jogo de diversas estampas para adaptar os tamanhos diferentes de terminais. Outras são usadas com um tamanho único de terminal. Todos os tipos de ferramentas de estampagem manual são verificados pelos calibradores para ajuste adequado nas mandíbulas de aperto.

A figura 6-40 mostra um terminal sendo introduzido numa ferramenta manual. Os itens abaixo descrevem o procedimento durante a estampagem:

1. Desencapar o fio na extensão adequada;

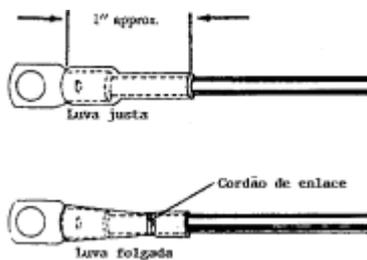
2. Introduzir o terminal, começando pela alça, nas mandíbulas de aperto da ferramenta, até que a alça do terminal encoste-se ao batente da ferramenta;
3. Instalar o fio desencapado no cilindro do terminal até que o isolamento do fio encoste-se à extremidade do cilindro;
4. Apertar os punhos da ferramenta até que a catraca seja liberada;
5. Retirar o conjunto completo, e examiná-lo quanto à estampagem adequada.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-40 Colocação do terminal na ferramenta manual

Alguns tipos de terminais não isolados são isolados após a instalação num fio, por meio de tubos flexíveis transparentes, denominados luvas. A luva proporciona proteção elétrica e mecânica à conexão.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-41 Luva isolante

Quando o tamanho da luva usada for de tal forma que ela se ajuste firmemente sobre o cilindro do terminal, a luva não precisa de aperto, caso contrário, ela deve ser laçada com um cordão de enlace, como ilustrado na figura 6-41.

### Terminais de Fio de Alumínio

O uso do fio de alumínio no sistema de avião está aumentando devido a vantagem de seu peso sobre o cobre.

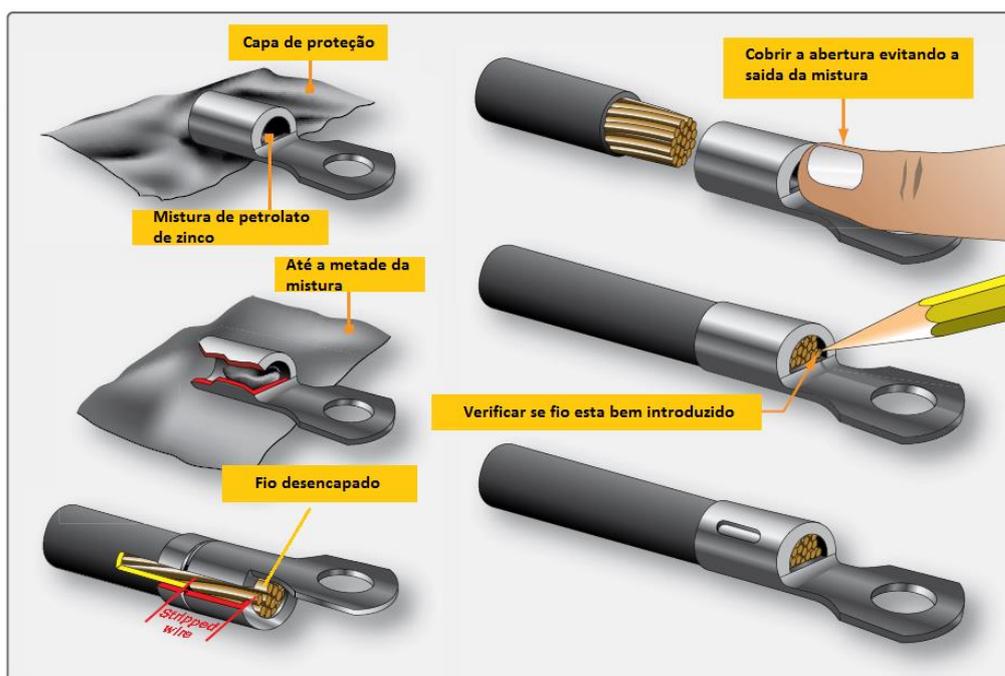
Entretanto, a dobradura frequente do alumínio provocará fadiga do metal tornando-o quebradiço. Isso resulta em falha ou rompimento das pernas dos fios, mais cedo do que num caso semelhante com fio de cobre.

O alumínio também forma uma película de óxido altamente resistente assim que exposto ao ar. Para compensar essas desvantagens, é importante que sejam usados os mais seguros procedimentos de instalação.

Somente as alças de terminal de alumínio são usadas para acabamento dos fios de alumínio. Elas são geralmente encontradas em 3 (três) tipos: (1) Retos; (2) Ângulo Reto e (3) Bandeira. Todos os terminais de alumínio possuem um furo de inspeção (figura 6-36) que permite verificar a profundidade de inserção do fio.

O cilindro do terminal de alumínio contém um composto de pó de petrolato de zinco.

Esse composto retira a camada muito fina de óxido de alumínio através do processo de abrasão durante a operação de estampagem.



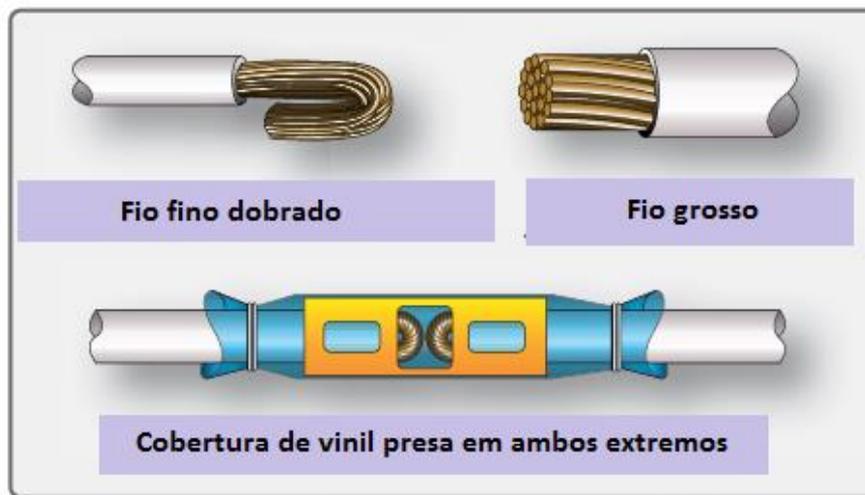
Fonte: *Matérias Básicas*, tradução do AC 65-9A do FAA

Figura 6-42 Introdução de fio de alumínio em terminal de alumínio

O composto também diminuirá mais tarde a oxidação da conexão, pela eliminação da umidade do ar. O composto é retido na parte interna do cilindro do terminal por um plástico ou um selante de alumínio na sua extremidade.

## Emenda de Fios de Cobre Usando Emendas Pré-isoladas

As emendas de cobre permanente pré-isoladas unem fios pequenos de bitola 22 até 10. Cada tamanho de emenda pode ser usada para mais de uma bitola de fio. As emendas são isoladas com plástico branco, elas também são usadas para reduzir as bitolas dos fios (figura 6-43).



Fonte: *Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA*

Figura 6-43 Redução da bitola do fio com uma emenda permanente

As ferramentas de estampagem são usadas para realizar esse tipo de emenda. Os procedimentos de estampagem são semelhantes aos usados para os terminais, excetuando-se que o aperto deve ser feito duas vezes, uma para cada extremidade da emenda.

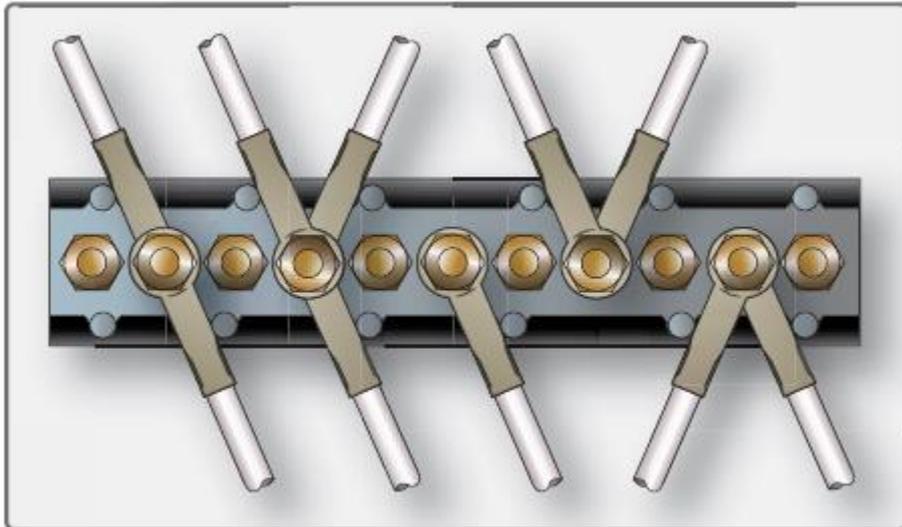
### 1.11 EMENDAS DE EMERGÊNCIA

Os fios quebrados podem ser consertados através de emendas de estampagem, usando-se um terminal do qual a alça foi cortada, ou soldando-se juntas as pernas quebradas, e aplicando-se o composto condutor antioxidante. Esses consertos são aplicáveis ao fio de cobre.

O fio de alumínio danificado não deve ser emendado temporariamente. Esses consertos são para uso somente de emergência temporária e devem ser substituídos, logo que seja possível, por consertos permanentes.

## Conexão de Terminais a Blocos Terminais

Os terminais devem ser instalados sobre os blocos terminais de modo que eles sejam presos contra o movimento no sentido de afrouxamento (figura 6-44).



Fonte: *Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA*

Figura 6-44 Conexão de terminais a blocos de terminais

Os blocos terminais são geralmente equipados com estojos retidos por uma arruela lisa, uma arruela-freno e uma porca.

Ao se conectar os terminais, a prática recomendada é colocar a alça dos terminais de cobre diretamente sobre a porca, seguida por uma arruela lisa e uma porca autofrenante, ou uma arruela lisa, arruela-freno de aço e uma porca comum. Os terminais de alumínio devem ser instalados sobre arruelas lisas com banho de latão, seguida por outra arruela igual, uma arruela-freno de aço e uma porca comum ou autofrenante.

### 1.12 PRENSAGEM DE PINOS DE CONTATO

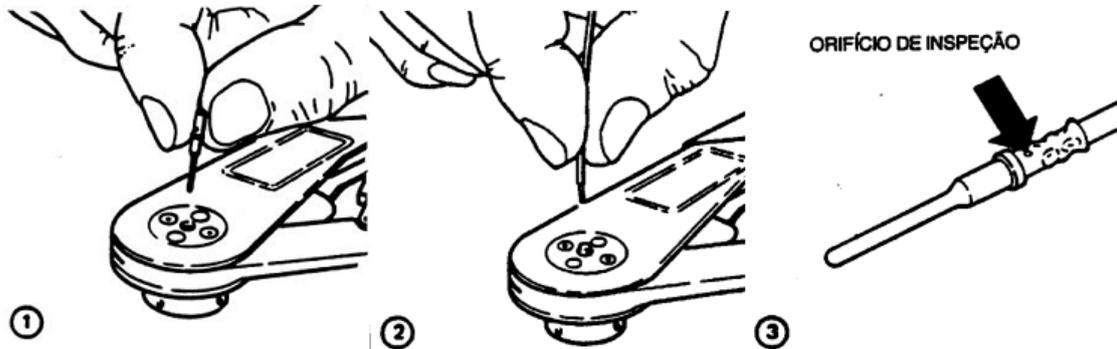
Procedimentos de prensagem de pinos de contato com o alicate de prensar.

1. Com o alicate pré-ajustado para o tipo de contato a ser prensado, introduz-se o tipo de contato pelo lado mostrado na figura 6-45-1. A extremidade deste pino deve facear com o alicate;

2. Introduz-se o fio decapado na extremidade do contato inserido no alicate e fecham-se as hastes da ferramenta até o seu limite. Feito isso, o pino estará prensado. As

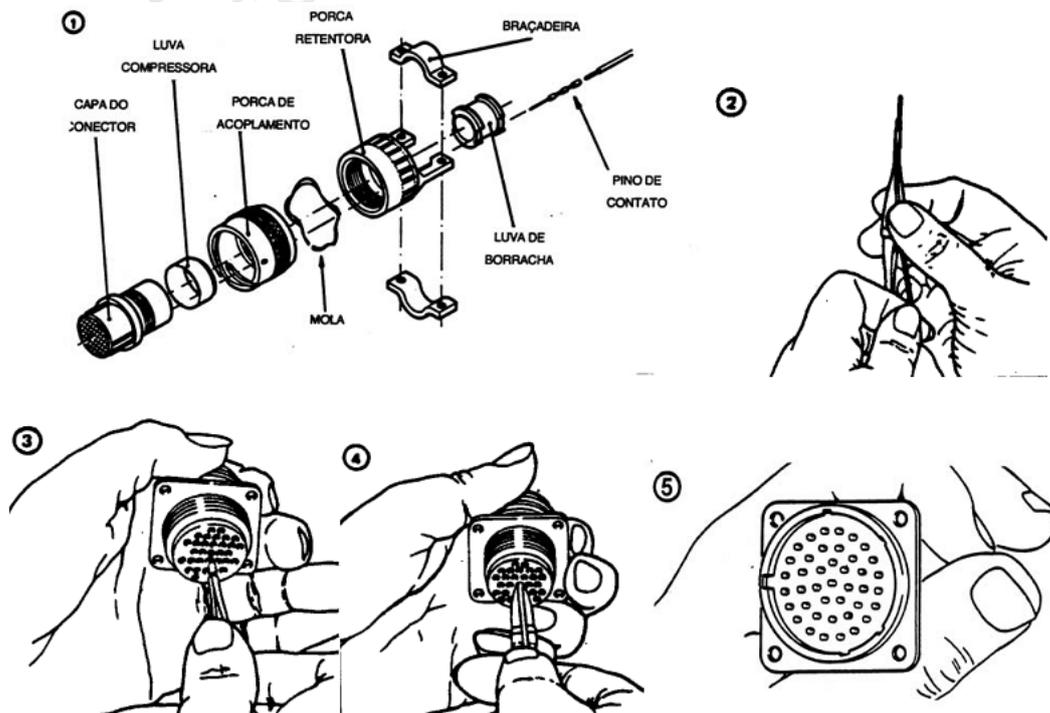
hastes do alicate somente se abrem quando o ciclo de prensagem for completo. Remover o contato prensado do alicate conforme mostrado na figura 6-45(2);

3. Um condutor corretamente prensado deve permitir a sua inspeção, conforme demonstrado na figura 6-45(3).



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

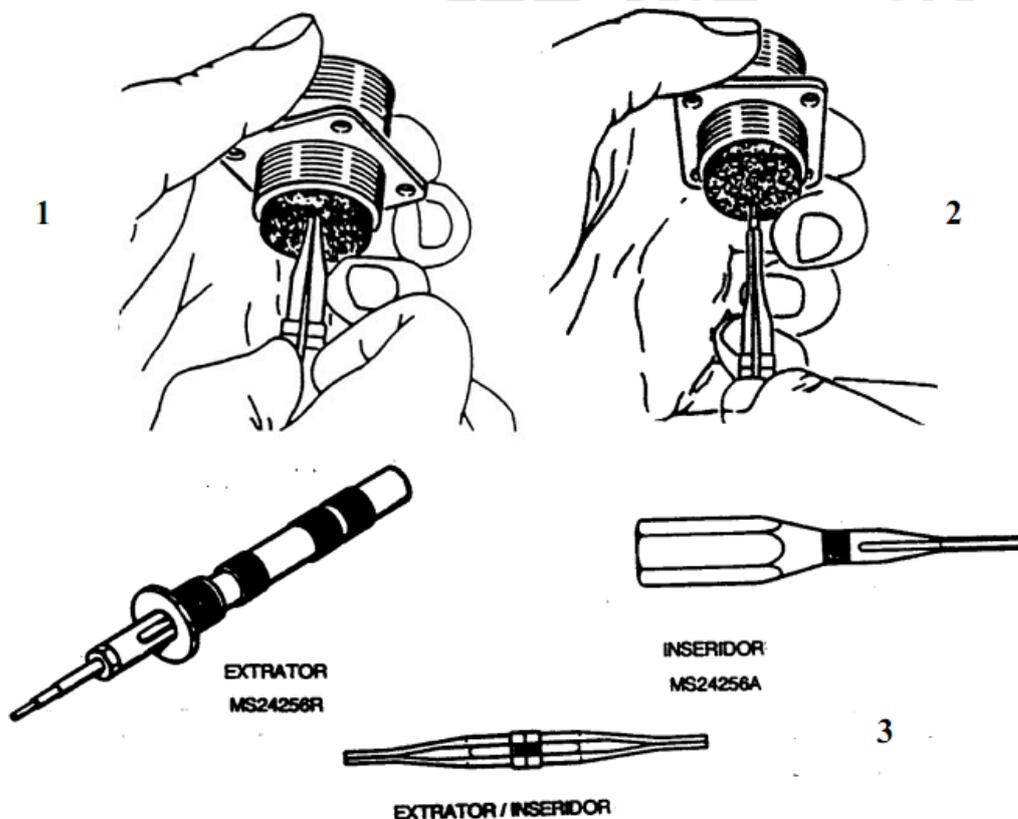
Figura 6-45 Prensagem de pinos de contato



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-46 Instalação de pinos de contato prensados

1. Desmontar conforme mostrado na figura 1;
  2. Usar o inseridor juntamente com o contato a ser inserido através da parte traseira do conector (figura 2);
  3. Inserir o contato até que se perceba um estalo, isto significará que a inserção está completa (3);
- NOTA: Se o passo do item 4 não for constatado, refazer os itens 2, 3 e 4.
4. Observar se todos os contatos estão inseridos corretamente, olhando o conector pela parte dianteira (5).



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-47 Remoção de pinos de contato

1. Para extrair o pino de contato, deslizar a ferramenta com o lado extrator voltado para o conector, ao longo do fio na direção do furo do inserido até encontrar com o batente do contato, continuando até perceber uma resistência. Neste momento o clip retentor do contato estará na posição destravado;
2. Pressionar o fio contra a ranhura da ferramenta plástica e puxe ambos para fora do conector;
3. Ferramentas para remoção de pinos.

## **1.13 NORMAS DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO ELÉTRICA**

### **Utilização e Conservação**

Os acidentes envolvendo ferramentas manuais são, normalmente, resultados de mau uso. Muitas pessoas têm a impressão, de que as ferramentas manuais são simples instrumentos, que podem ser usados por qualquer pessoa com pouco ou nenhum treinamento. Esta ideia não poderia ser mais irreal.

A segurança é o primeiro fator a ser observado quando é exigido o uso de ferramentas manuais, que devem ser de boa qualidade e adequadas ao trabalho a ser executado.

Todas as ferramentas devem ser mantidas em locais seguros e serão afiadas (se for o caso) e conservadas por pessoal qualificado.

Na oficina de manutenção deverá existir, gavetas estantes ou quadros para guardar as ferramentas que não estiverem sendo usadas.

### **Inspeção e Cuidados**

As ferramentas devem ser inspecionadas periodicamente e, todas as que apresentarem defeitos, devem ser retiradas do serviço para reparos ou reposições.

Quando o cabo dos martelos ou ferramentas similares estiver rachado, quebrado ou lascado, ele deve ser substituído. Os cabos das ferramentas devem ser bem ajustados e presos com segurança por meio de cunha ou artifício aceitável.

Os cabos das ferramentas devem permanecer livres de graxa ou qualquer outra substância escorregadia.

Extensões de cabos improvisados, tais como canos ou barras, não devem ser usados em ferramentas manuais.

Talhadeiras, punções, ou pinos e outras ferramentas que têm tendência a se achatarem devem ser desbastadas, quando começarem a esgarçar a cabeça.

Ao desbastar tais ferramentas, elas devem ser chanfradas ao redor da cabeça, isto ajudará a evitar que elas se achatem novamente.

## **Procedimentos com Chaves**

Muitos tipos de chaves estão diariamente em uso nas oficinas de manutenção, chaves de boca, chaves ajustáveis, chaves de tubo e soquetes são os tipos mais comuns encontradas em quase todas as oficinas. Todo pessoal deve tomar cuidado em usar as chaves apropriadas para cada trabalho.

As chaves de tipos e tamanhos próprios deverão ser selecionadas para fazer somente os trabalhos para os quais foram designadas.

Deve-se encaixar uma chave em uma porca ou parafuso, de modo que a força tenda a empurrar as castanhas ou mordentes, para evitar que a chave escorregue.

Deve-se tomar cuidado para não tensionar demais uma chave pequena, e nenhuma chave deverá sofrer tensão maior do que elas podem suportar.

Nunca usar calços para fazer uma chave maior encaixar numa porca ou parafuso menor.

Nunca usar uma chave como martelo.

As chaves de fenda são as ferramentas mais usadas e abusadas. Elas só devem ser usadas com uma finalidade: soltar e apertar parafusos.

A falta de conhecimento, do uso com segurança das chaves de fenda, é o principal motivo pelo qual elas são mal usadas e provocam acidentes.

O uso de chave de tamanho incorreto é o responsável por muitos ferimentos causados por chave de fenda. Deve-se tomar cuidado ao escolher o tamanho da chave de fenda, que encaixe no rasgo do parafuso.

As chaves de fenda não deverão ser usadas como punção, talhadeira ou alavanca. Este procedimento não somente é perigoso, como danifica a ferramenta.

## **Limas e Raspadores**

Limas e raspadores nunca devem ser usados sem cabo de madeira.

As pontas espidas poderão ferir a mão, se a ferramenta chocar-se contra algum obstáculo.

Selecionar as limas ou raspadores mais adequados ao trabalho a ser feito.

A peça que estiver sendo limada deverá ser presa em um torno de bancada para proteger a mão do trabalhador e evitar que a peça se mova.

A superfície da peça a ser limada deverá ser protegida, colocando-se um material macio entre os mordentes e a peça.

As limas ou raspadores deverão ser seguros pelo cabo em uma das mãos, enquanto que o polegar e o indicador da outra mão são usados para guiar a ponta da ferramenta.

Nunca usar uma lima como escova de aço.

## **Alicates**

Deve-se ter um extremo cuidado ao usar alicates em eletricidade.

Ao cortar pontas de fios ou arame, segurar o alicate, de tal modo que sua extremidade cortante fique voltada para baixo.

Segurar o alicate pela extremidade do cabo. Perto das juntas há risco de prender os dedos.

## **Ferro de Soldar**

Um equipamento de grande utilidade para o electricista, é o ferro de soldar.

Existe um número enorme de tipos de tamanhos e potências de ferro de soldar.

Deve-se como precaução manusear, um ferro de soldar como se ele estivesse quente. Nunca pegá-lo pelas partes metálicas.

Os ferros de soldar devem ser guardados em prateleiras de aço em áreas de segurança. Usar preferivelmente ferros de soldar com luz de alerta, que acende quando o ferro está ligado na tomada.

### **1.14 DECAPAGEM DE CONDUTORES**

Antes dos condutores poderem ser montados nos conectores, terminais e emendas, etc, a isolação do condutor deverá ser retirada da extremidade de conexão para expor o condutor.

Para montagem em conectores, a ligação é decapada o suficiente, de tal modo que o condutor atinja o fundo do copo de solda e deixe um pequeno intervalo entre a parte superior do copo de solda e a extremidade cortada da isolação.

As dimensões para decapagem de condutores para uso com conectores, são dadas nos procedimentos para montagem de cada conector específico.

Os condutores poderão ser decapados de inúmeros modos, dependendo de sua bitola e do tipo de isolação.

A tabela abaixo deve ser consultada para a escolha do tipo apropriado.

TIPO DE DECAPADOR	BITOLA DO CONDUTOR	TIPOS DE ISOLAÇÃO
Lâmina Aquecida	26-4	Todos os tipos, exceto asbesto e fibra de vidro
Rotativo Elétrico	26-4	Todos os tipos
Tesoura	20-6	Todos os tipos
Alicate manual	26-8	Todos os tipos
Faca	2.000	Todos os tipos

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-48 Tipos de decapadores

Notas: Só explicaremos aqui os tipos de decapagem por alicate manual e por faca.

Após a decapagem é necessário verificar a existência de danos.

Cortar e fazer nova decapagem (enquanto o comprimento for suficiente), ou rejeitar e substituir qualquer condutor que apresentar maior número de fios quebrados, do que aqueles especificados na figura 6-49.

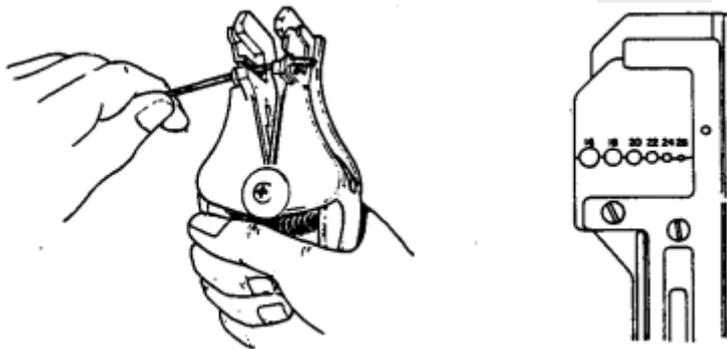
BITOLA DO CONDUTOR	NÚMERO MÁXIMO PERMITIDO DE FIOS QUEBRADOS OU DANIFICADOS
22-12	Nenhum
10	2
0-4	4
2-0	12
Alumínio Todas as bitolas	Nenhum

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-49 Limites de fios quebrados

### Instruções para Decapagem usando Decapadores Manuais tipo Alicate

A) Inserir o condutor exatamente no centro da fenda cortante, adequada para a bitola do condutor a ser decapado. Cada fenda é marcada com a bitola do condutor. Veja a figura 6-50.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-50 Ferramentas para decapagem

- B) Apertar as manoplas do alicate, juntando-as tanto quanto elas possam;
- C) Soltar as manoplas, deixando os fixadores do condutor retornarem para a posição aberta;
- D) Remover o condutor decapado.

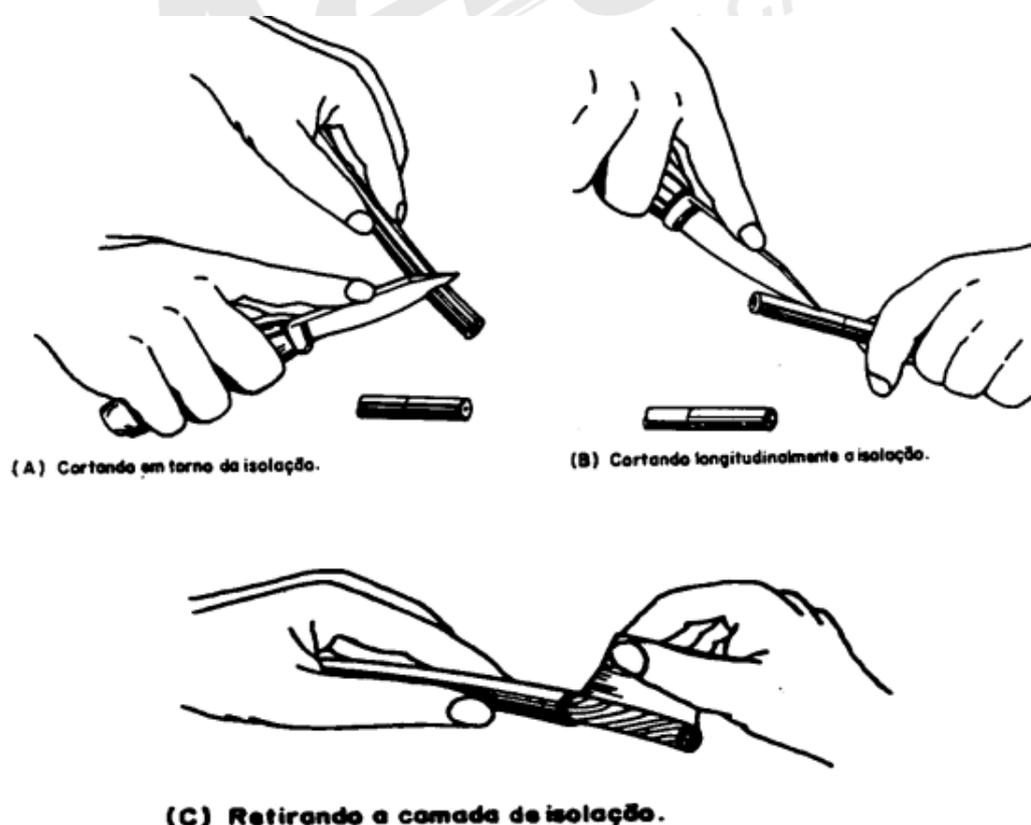
## Instruções para Decapagem Usando uma Faca Afiada

A) Fazer um corte em torno do condutor, no comprimento de decapagem desejado. Não cortar completamente a isolação para não atingir os fios. Veja as operações A, B e C da figura 6-51;

B) Fazer um segundo corte, longitudinalmente, ao longo de todo o comprimento de decapagem. Neste caso também, não cortar completamente a isolação.

Nota: Quando um condutor tiver duas ou mais camadas de isolação, cortar através da camada exterior, e somente sulcar a segunda camada de isolação;

C) Retirar a camada de isolação, seguindo a orientação de enrolamento dos condutores.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-51 Decapagem utilizando faca afiada

### 1.15 ESTANHAGEM DE CONDUTORES

Após a decapagem da extremidade do fio ou cabo elétrico no comprimento necessário, faz-se a estanhagem. Os seguintes cuidados devem ser observados:

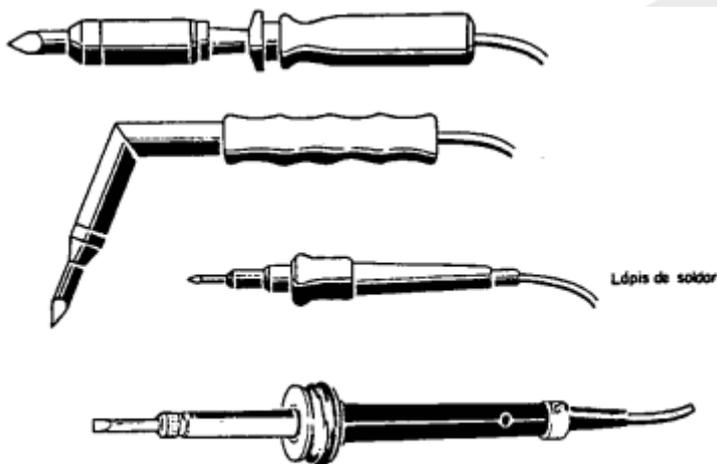
- Limpar a porção decapada do fio ou cabo elétrico, eliminando óleo, graxa, gordura etc, utilizando um pano umedecido em solvente. Se o fio ou cabo elétrico apresentar corrosão, retirá-la utilizando uma lixa fina ou raspá-la cuidadosamente com uma faca.

BITOLA AWS DO FIO OU CABO ELÉTRICO	POTÊNCIA (W) DO FERRO DE SOLDAR
0-10	200
12-14	100
16-20	65
22-24	30

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-52 Potência do ferro de soldar

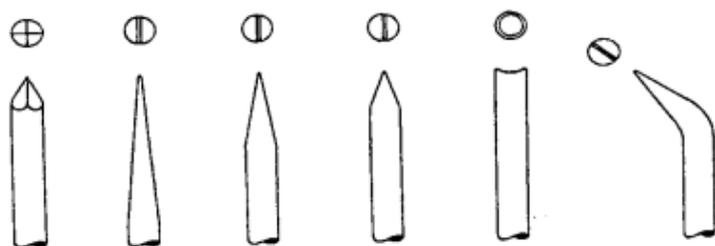
- Selecionar um ferro de soldar na potência requerida, de acordo com a bitola do fio ou cabo elétrico a ser estanhado, conforme especificado na figura 6-52.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-53 Tipos de ferro de soldar

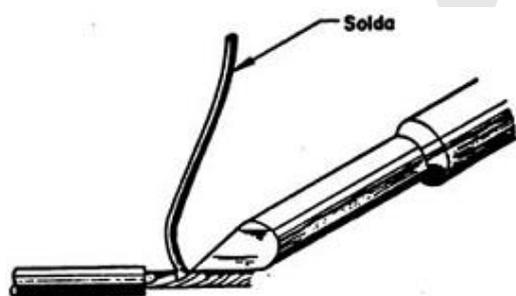
- A ponta de ferro de soldar deve estar limpa e bem estanhada. Selecionar o tipo, o formato de sua ponta e a potência do ferro de soldar, de acordo com a soldagem a ser realizada e bitola do fio ou cabo elétrico.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-54 Formatos de pontas de ferro de soldar

- Selecionar o tipo de solda que deve ser utilizada na estanhagem, de acordo com o acabamento do fio ou cabo elétrico.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-55 Estanhagem com ferro de soldar

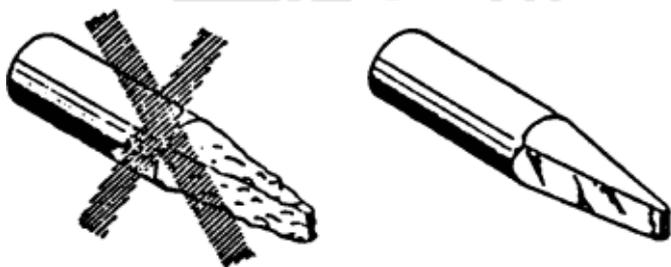
- Encostar a solda e a ponta do ferro de soldar na extremidade decapada do fio ou cabo elétrico, até a solda começar a fluir. Ver figura 6-55.

- Movimentar a ponta do ferro de soldar, estanhando metade da extremidade decapada do fio ou cabo elétrico.

Preparar o ferro de soldar, antes da soldagem, da seguinte forma:

a) Limpar cada uma das superfícies da ponta de cobre até que fiquem completamente lisas e com uma coloração acentuada. Veja a figura 6-56.

Nota: um ferro de soldar cuja ponta de cobre possui uma cobertura de ferro puro, não deve ser limada. Sua limpeza deve ser de acordo com as instruções do fabricante.

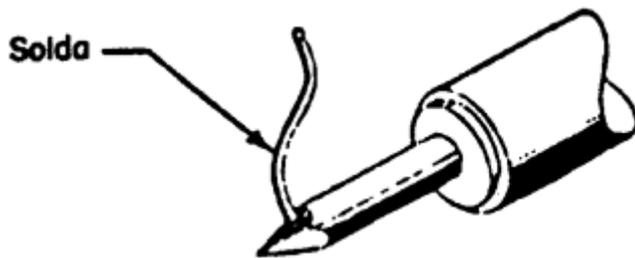


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-56 Limpeza da ponta do ferro de soldar

- b) Remover as partículas provenientes da limadura, utilizando uma lixa fina;
- c) Após estar devidamente aquecida, estanho cada uma de suas superfícies, utilizando solda. Veja a figura 6-57;

Nota: A estanhagem deve iniciar-se antes que a ponta de cobre atinja sua temperatura máxima.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

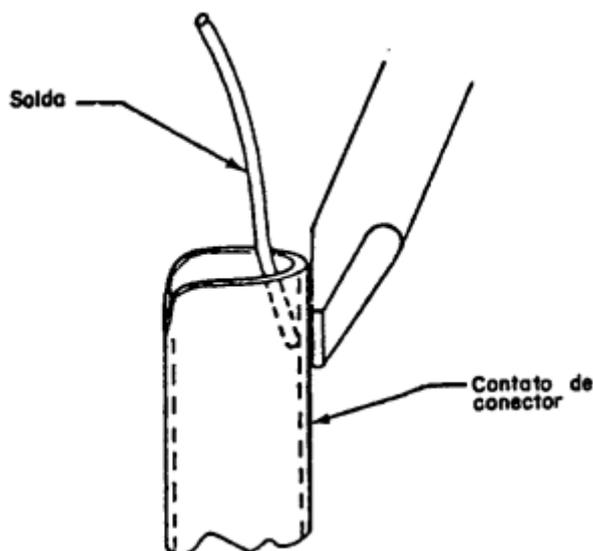
Figura 6-57 Estanhagem da ponta do ferro de soldar

- d) Retirar o excesso de solda passando um pano ou esponja úmida, com movimentos de rotação.

Nota: não sacudir ou bater o ferro de soldar para remoção do excesso de solda.

- Passar um pano ou esponja umedecida em solvente na extremidade estanhada do fio ou cabo elétrico, a fim de remover graxa, óleo, gordura, etc, que possam existir.

- Encostar a ponta do ferro de soldar no ponto de soldagem e aplicar solda sobre os elementos que deverão ser soldados, e não sobre o ferro de soldar. Veja a figura 6-58.

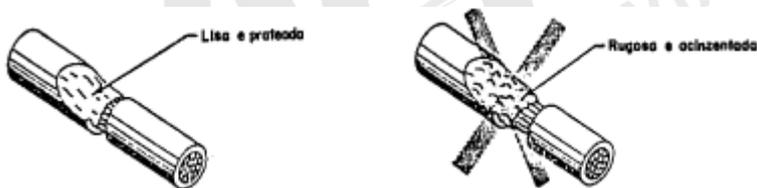


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-58 Aplicação de solda

Notas:

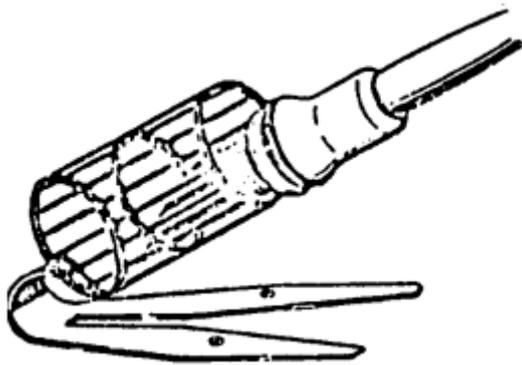
1. A soldagem deve ser de acordo com o acabamento do fio ou cabo elétrico, conforme especificado na figura 6-58.
2. Durante a soldagem não aplicar calor mais tempo do que o necessário.
3. Não deixar acumular solda ao redor ou sobre os elementos que estão sendo soldados.
4. Deixar a solda resfriar naturalmente.
5. Se, após a soldagem, existir um excesso de fluxo sobre o ponto soldado, removê-lo utilizando um pano ou esponja umedecidos em solvente, evitando o contato com a capa do fio ou cabo elétrico.
6. A solda deve apresentar uma coloração prateada brilhante e uma superfície lisa e uniforme. Veja a figura 6-59.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-59 Apresentação de uma solda perfeita

7. Quando o ferro de soldar não estiver sendo utilizado, colocá-lo em seu suporte e desligá-lo, para evitar superaquecimento. Veja a figura 6-60.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

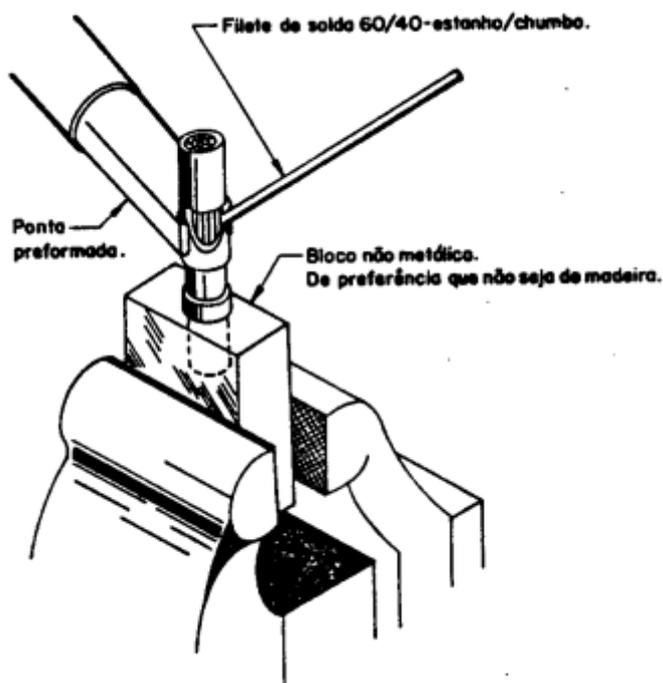
Figura 6-60 Suporte para ferro de soldar

## 1.16 SOLDAGEM DE CONDUTORES

A soldagem utilizando um ferro de soldar aquecido eletricamente é o procedimento mais comumente usado.

As operações de soldagem seguem a sequência dada a seguir:

- a) Os contatos grandes deverão ser retirados dos inserts e fixados em um bloco não metálico e soldados, aquecendo-se primeiramente o copo de solda do contato com uma ponta especial, como mostrado na figura 6-61;
- b) Enquanto o calor estiver sendo aplicado, introduzir lentamente o condutor pré-estanhado no copo de solda do contato, até atingir o fundo;
- c) Uma quantidade extra de solda 60/40, com núcleo de resina, poderá ser adicionada ao copo de solda, se necessário;
- d) Segurar o ferro de soldar aquecido e mantê-lo nessa condição, encostado no copo de solda, até que a solda tenha fundido totalmente, formando uma película lisa;
- e) Deixar esfriar sem movimento;

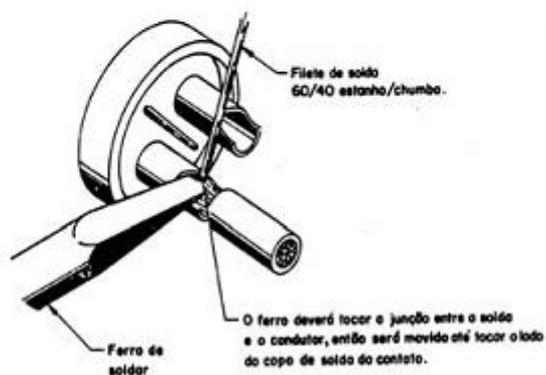


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-61 Procedimento de soldagem de grandes contatos



SOLDAGEM DE CONTATOS COM FERRO DE SOLDAR



SOLDAGEM DE CONTATOS MÉDIOS COM FERRO DE SOLDAR

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-62 Soldagem de acordo com o tamanho dos contatos

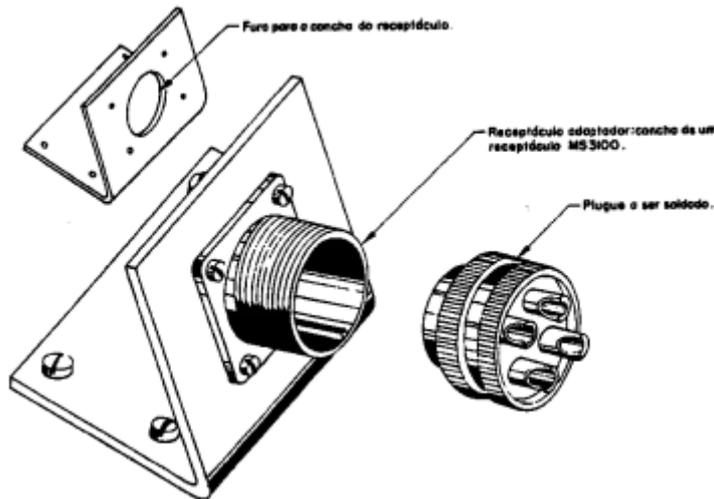
- f) Os contatos que não foram retirados do inserto, deverão ser soldados seguindo-se o procedimento ilustrado na figura 6-62;
- g) A solda será fundida colocando-se o ferro de soldar encostado ao longo do lado do cope de solda no momento em que o condutor começa a ser introduzido nele;
- h) Contatos de tamanho médio, tais como número 8 e 12 serão soldados mais facilmente se o ferro de soldar for encostado no ponto onde o condutor toca o chanfro existente no cope de solda, como ilustrado na figura 6-62;
- i) Adicionando-se uma pequena quantidade de solda nesse ponto, ajudar-se-á na transmissão de calor para o interior da conexão.

Atenção: Não deixar a solda escorrer para o lado de fora do cope de solda. Isso reduzirá a distância do arco e poderá representar a perda do conector.

## Fixação dos Conectores para Soldagem

Para facilitar a soldagem de condutores aos contatos que não foram retirados dos conectores, é de bastante utilidade fixar o conector em uma posição adequada para soldagem.

Utilizar um suporte de aço dobrado com 60 a 75° de ângulo, como mostrado na figura 6-63.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-63 Suporte para soldagem de plugues de conectores

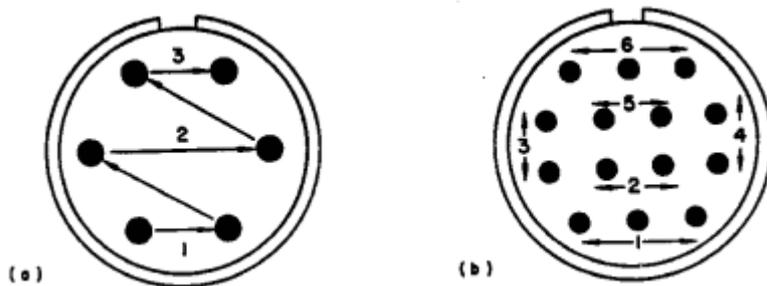
Para prender um plugue, usar uma concha vazia de um receptáculo.

Para prender um receptáculo, usar dois parafusos de modo que o receptáculo seja montado como a porção rosqueada inserida no furo do suporte. Isso localizará os copos de solda em uma posição de fácil soldagem.

## Sequência de Soldagem

A soldagem dos conectores deverá seguir uma sequência rígida, para evitar erros na cablagem e também evitar queimadura da isolamento dos condutores já soldados.

Duas sequências usuais de soldagem são ilustradas na figura 6-64.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-64 Sequência para a soldagem de pinos

a) A sequência ilustrada na figura 6-64(a) será iniciada da direita ou da esquerda, dependendo se o equipamento é de montagem à direita ou à esquerda, e seguindo a fila de baixo, de lado a lado.

A fila de cima será a próxima a ser soldada, seguindo o mesmo princípio usado para soldar a fila de baixo.

Isso permitirá que o inserto se esfrie durante as operações de soldagem.

As operações acima descritas deverão ser repetidas para cada fila em sequência, até que todos os contatos tenham sido soldados.

Nota: se os condutores começarem a ser soldados em um conector com um grande número de contatos, planejar o trabalho, de modo a permitir um período de esfriamento após cada série de 20 contatos, para evitar aquecimento excessivo do inserto;

b) A sequência ilustrada na figura 6-64(b) também será iniciada na fila de baixo, da direita ou da esquerda. O próximo passo será soldar os contatos do centro, e depois os das pontas.

A operação final será soldar os condutores aos contatos da fila de cima.

As sequências de soldagem apresentadas anteriormente não são obrigatórias, mas seu uso será um procedimento adequado para execução de um bom trabalho de soldagem.

É recomendável, porém, a adoção de uma sequência de soldagem para ser sempre usada, com o objetivo de otimizar o tempo de execução das soldagens em conectores elétricos.

### Limpeza das Conexões Soldadas

Após todas as conexões terem sido soldadas, examinar o conector quanto aos excessos de solda, solda fria e resíduos de fluxo.

Tomar as seguintes medidas corretivas se qualquer uma das deficiências citadas forem encontradas:

- a) Remoção do excesso de solda usando um ferro de soldar, o qual tenha sido cuidadosamente escovado e limpo com um pano limpo e seco;
- b) Desfazer todas as soldas frias. Retirar toda solda sacudindo o conector e efetuar nova soldagem;
- c) Remover os resíduos de fluxo com álcool etílico desnaturado, usando um pincel de cerdas moles;
- d) Secar o conector com um jato de ar comprimido.



## Referência Bibliográfica

BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional Matérias Básicas, tradução do AC 65-9A do FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-General Handbook). Edição Revisada 2002.



## No Próximo Módulo

No próximo módulo veremos os cuidados a serem adotados na metalização e os sistemas de iluminação de aeronaves.



Fonte: [www.pista73.com](http://www.pista73.com)

## MÓDULO II

# METALIZAÇÃO E ILUMINAÇÃO DAS AERONAVES

## INTRODUÇÃO

Prezados,

Neste módulo veremos os cuidados envolvidos na metalização de aeronaves. Ainda, enunciaremos os circuitos de iluminação interna e externa das aeronaves e as práticas de manutenções que envolvem esses circuitos.

### 2.1 METALIZAÇÃO

#### Definições

##### a. Metalização Elétrica ("Bonding")

É o estabelecimento de um caminho eletricamente condutivo, entre duas ou mais partes metálicas, de forma a assegurar o mesmo potencial entre as partes.

Os materiais utilizados na metalização são:

1. Tinta laca azul (E9100039) - TT-L32;
2. Primer cromato de zinco - TT-P-1757;
3. Selante PR1436G-B2 (E9124158) - MIL-S-81733;
4. Primer epoxy (E9116236) - MIL-P23377;
5. Selante PR1422A (E9110587) - MILS-27725.

## **b. Estrutura**

Para efeito de norma as estruturas metálicas das aeronaves são divididas em dois tipos como segue:

Tipo 1 (primária): é constituída da estrutura principal da fuselagem, asa e empenagens.

Tipo 2 (secundária): é constituída das diversas partes metálicas que se agregam à estrutura tipo 1, tais como suportes, naceles, armários, consoles, painéis, superfícies de comando etc.

## **c. Ponte de Ligação**

Condutor construído através de malha chata, cordoalha ou fio e terminais elétricos, destinada a interligar partes metálicas para proporcionar a metalização elétrica.

## **d. Retorno de Corrente**

É o caminho da corrente elétrica, estabelecido entre o ponto de aterramento dos equipamentos elétricos/eletrônicos e a estrutura.

## **Finalidades**

A metalização elétrica tem as seguintes finalidades:

- a) Evitar acidentes pessoais e danos à aeronave provocados por tensões excessivas, induzidas por descargas atmosféricas, radiofrequência ou curto-circuito interno de equipamentos;
- b) Proporcionar caminhos eletricamente condutivos entre as estruturas da aeronave, para as seguintes condições:

- Retorno de corrente;
- Dissipação de carga estática;
- Dissipação de descarga atmosférica;
- Curto-circuito em geral;
- c) Otimizar a recepção e transmissão de rádio;
- d) Obter diagrama de irradiação satisfatório das antenas;
- e) Evitar um mau funcionamento e/ou danos aos equipamentos elétricos e eletrônicos;
- f) Proporcionar aterramento adequado para a RF.

### **Cuidados na Metalização**

#### **Estruturas**

As estruturas devem ser metalizadas para se obter uma unidade equipotencial homogênea, o que requer que todos os seus membros sejam interligados com conexões ou juntas de baixa resistência e baixa impedância de radiofrequência.

A metalização deve ser projetada e instalada de modo que a continuidade elétrica (resistência) não seja afetada pela vibração, expansão e contração, movimento de torção ou outros movimentos relativos, inerentes ao uso em serviço normal da aeronave.

Os tanques de combustível por estarem em regiões sujeitas à corrente de raio, devem ter as conexões de metalização internas seladas, a fim de evitar centelha (faísca), conforme as normas definidas para cada tipo de aeronave.

Nota: as conexões de metalização também devem ser seladas, quando localizadas em regiões de atmosfera explosiva.

#### **Retorno de Corrente**

Para esta classe de metalização, observar os seguintes cuidados:

- a) A metalização deve ser feita sempre à estrutura tipo II;
- b) Os pontos de metalização devem ser segregados, quando as fontes de alimentação dos equipamentos elétricos/eletrônicos forem diferentes (CA ou CC);
- c) É proibida a metalização em peças de liga de magnésio.

## Peças de Liga de Titânio

Não devem ser ligadas diretamente à estrutura de alumínio. Sua metalização deve ser feita através de pontes de ligação ou com os próprios parafusos de fixação.

## Peças Não Metálicas

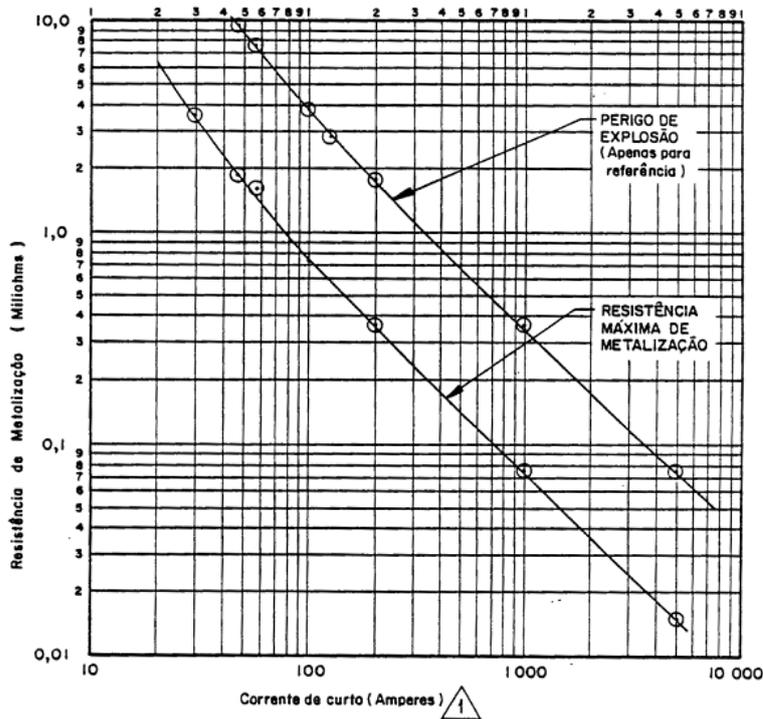
As peças não metálicas externas à aeronave (sujeitas a raios) devem ser protegidas contra descargas de raios. Devem incorporar uma tela metálica fina na camada mais externa livre de resina, a fim de propiciar a sua metalização.

As peças que não são sujeitas a raios, devem ser pintadas com tinta antiestática, a fim de propiciar a dissipação de carga estática.

Nota: as áreas sujeitas a raio são definidas durante o desenvolvimento do projeto de cada aeronave. A ligação com a aeronave das peças não metálicas metalizadas deve ser a mais perfeita possível, uma vez que através dela é que deve ser compensada a resistência da tela.

### 2.2 ÁREAS SUJEITAS À EXPLOSÃO OU FOGO

Equipamentos elétricos instalados em locais sujeitos à explosão ou fogo devem ter o valor de resistência de metalização, conforme indicado no gráfico RESISTÊNCIA DE METALIZAÇÃO (miliohms) x CORRENTE DE CURTO (Ampères). Ver a figura 6-65.



Corrente de curto é definida como a corrente máxima capaz de ser fornecida pela fonte elétrica, quando de um curto-circuito.

São utilizados para metalizar os seguintes métodos:

Método 1 - Soldagem;

Método 2 - Rebite "Hi-Lok" ou "Hi-Lite";

Método 3 - Parafusos (pinos) e porcas;

Método 4 - Lâminas metálicas;

Método 5 - Rebites;

Método 6 - Braçadeiras metálicas;

Método 7 - Pontes de ligação;

Método 8 - Descarregadores estáticos;

Método 9 - Módulos de aterramento;

Método 10 - Perfil de metalização (para superfícies metálicas separadas por material isolante);

Método 11 - Malha tubular;

Método 12 - Contato da base da antena com o revestimento.

Nota: todos estes métodos são explicados na NE 80-008, que será consultada em aula prática.

Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-65 Gráfico de Resistência de metalização X Corrente de curto

## 2.3 PROTEÇÕES CONTRA OS EFEITOS DE RAIOS

### Descargas Elétricas Ramificadas

São trajetórias ionizadas com ramificações que ocorrem na presença de impacto direto de um raio ou em descargas próximas à aeronaves.

### Ponto de Impacto

É a região em que o ramo principal de uma descarga elétrica atinge a superfície da aeronave.

### Efeitos Diretos

São efeitos causados por impactos de raios diretamente na superfície da aeronave.

São caracterizados, geralmente, por danos físicos à aeronave.

Estes defeitos estão diretamente ligados ao tempo em que o raio estabelece contato com a aeronave.

### Efeitos Indiretos

São efeitos causados por descargas elétricas nas proximidades da aeronave, ou os danos induzidos por uma descarga direta.

Ocorrem com mais frequência que os efeitos diretos embora ambos os efeitos sejam causados por uma energia de mesma origem, suas consequências são totalmente distintas. Os efeitos são relacionados a um possível mau funcionamento de componentes elétricos e eletrônicos da aeronave.

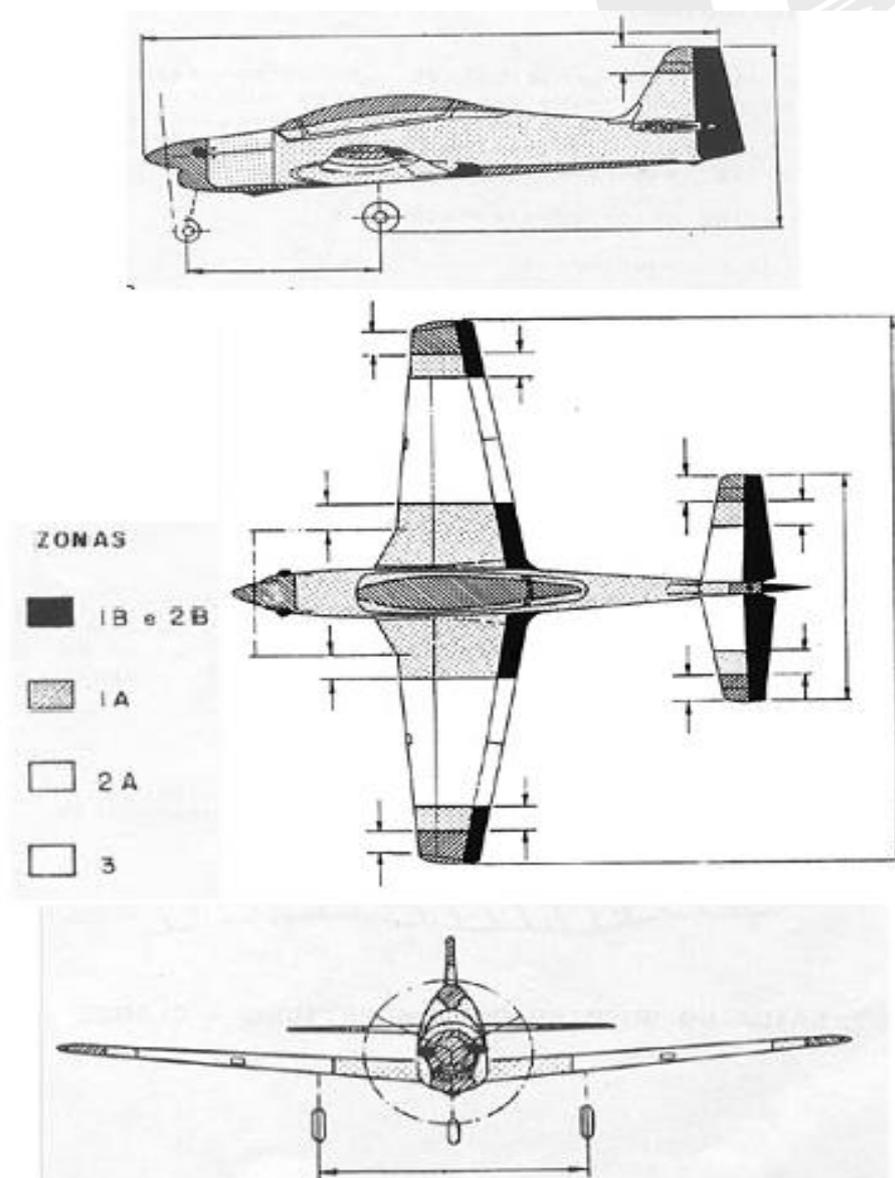
### Classificação das Zonas de Impacto em Aeronaves

- **Zona 1:** superfície do avião onde existe grande probabilidade de ocorrência de impacto direto. Esta zona é subdividida em:
  - **Zona 1A** - partes da aeronave nas quais um raio após o impacto tende a não permanecer, deslocando-se para outras áreas.

- **Zona 1B** - partes da aeronave nas quais um raio após o impacto tende a permanecer incidindo durante um lapso de tempo. Nessas partes, os danos sofridos são proporcionais ao tempo de permanência.

Normalmente as seguintes áreas são consideradas como zona 1:

- Todas as projeções e protuberâncias, tais como, naceles de motores, spinners, disco da hélice, tanques de combustível de ponta de asa, radome, etc.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-66 Designação típica das zonas sujeitas a descargas elétricas atmosféricas

- Superfícies de ponta da asa compreendidas entre o extremo metálico da asa e uma linha paralela ao eixo longitudinal do avião e deslocada da ponta para o interior da asa de 46 cm (18 pol).

- Uma faixa compreendida entre o bordo de ataque de asa e uma linha paralela à direção do bordo de ataque deslocada com enflexamento igual ou superior a 450.
- Na cauda do avião, em uma área com largura de 46 cm (18 pol) contada das extremidades metálicas para o interior das pontas dos estabilizadores vertical e horizontal, bordo de fuga do estabilizador horizontal, bordo de fuga do estabilizador horizontal, cone de cauda e qualquer outra protuberância.
- Zona 2: áreas, na aeronave, adjacentes à zona 1 e para onde deslocariam os raios ali incidentes.
- Zona 2A - partes da zona 2 onde o raio tende a não permanecer deslocando-se para outras partes.
- Zona 2b - partes da zona 2 onde o raio tende a permanecer incidindo. Nessas partes, os danos sofridos são proporcionais ao tempo de permanência.
- Zona 3 - Áreas da aeronave onde a probabilidade de incidência direta de raios ou a ocorrência de deslocamento com intensidade para estas regiões é remota.

### Métodos Usuais de Possíveis Proteções Contra Efeitos de Raios nas Aeronaves

Os métodos usuais de proteção de uma aeronave contra os efeitos de raios devem ser observados durante o projeto, prevendo uma metalização que assegure um escoamento livre e rápido das correntes diretas ou induzidas por raios para pontos de saída na aeronave.

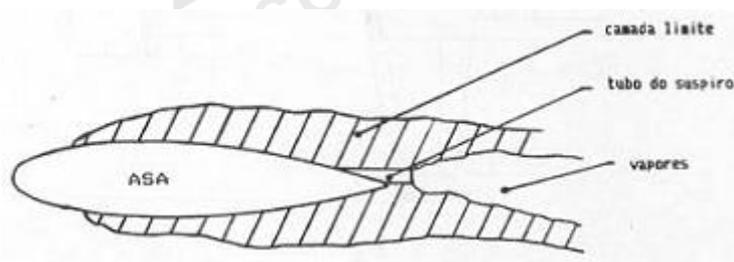
As áreas que exigem maior consideração são:

As saídas dos suspiros de combustível e são classificadas de acordo com o ponto de descarga na atmosfera, exigindo diferentes tipos de proteção contra raios conforme a classe do suspiro.

Assim temos:

#### Classe 1:

Descarga de vapor dentro do turbilhão de ar causado pela camada limite. Ver a figura 6-67 abaixo.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

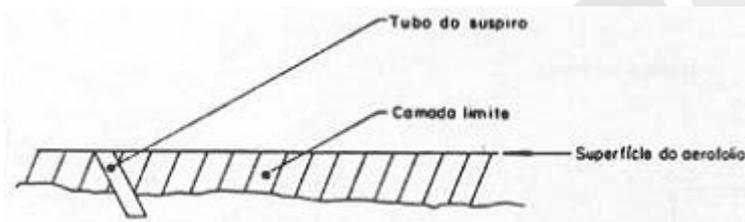
Figura 6-67 Saída do suspiro de combustível - Classe 1

**Classe 2:**

Descarga de vapor dentro da corrente de ar livre.

Ver a figura 6-68.

Obs.: O tipo scoop pertence a esta classe, desde que a parte externa não seja de grandes dimensões.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

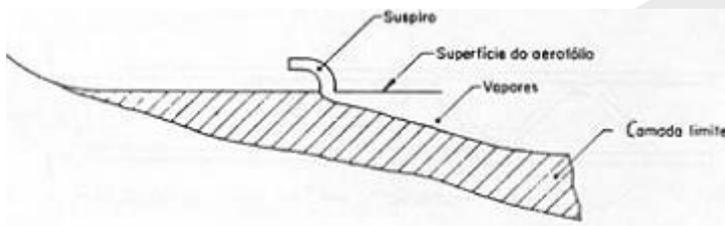
Figura 6-68 Saída do suspiro de combustível - Classe 2

**Classe 3:**

Descarga de vapor dentro da superfície da camada limite.

Ver a figura 6-69

Obs: o tipo NACA pertence a esta classe.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-69 Saída do suspiro de combustível - Classe 3

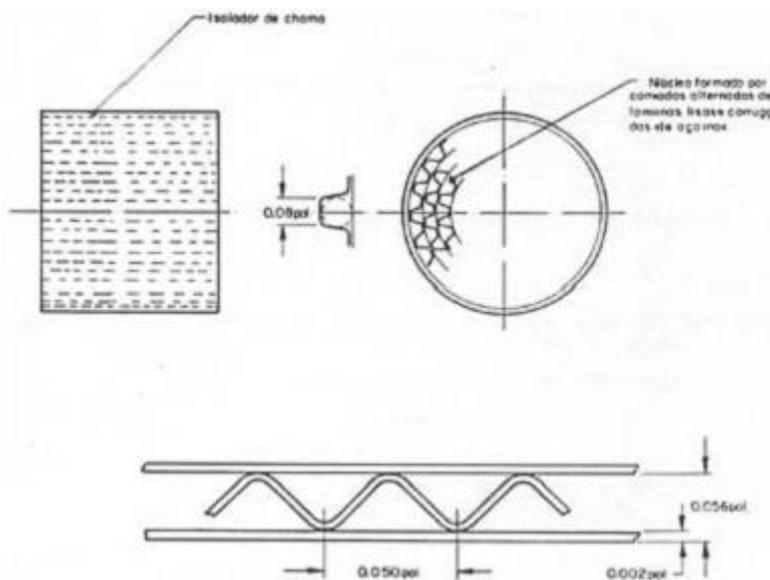
## Proteção dos Suspiros dos Tanques

### Isolador de Chama

Para tubos de suspiro a propagação da chama pode ser evitada localizando-se adequadamente um isolador de chama na linha.

Esta localização é importante, visto que um isolador colocado junto a saída do suspiro seria inoperante quanto a proteção desejada devido a possibilidade de propagação

da chama do interior do tubo para o tanque. As aberturas dos isoladores de chamas normalmente são providos de células de aço inoxidável, em forma de colmeia, ou tiras corrugadas enroladas, tendo a célula uma profundidade de 1 polegada. Ver a figura 6-70.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

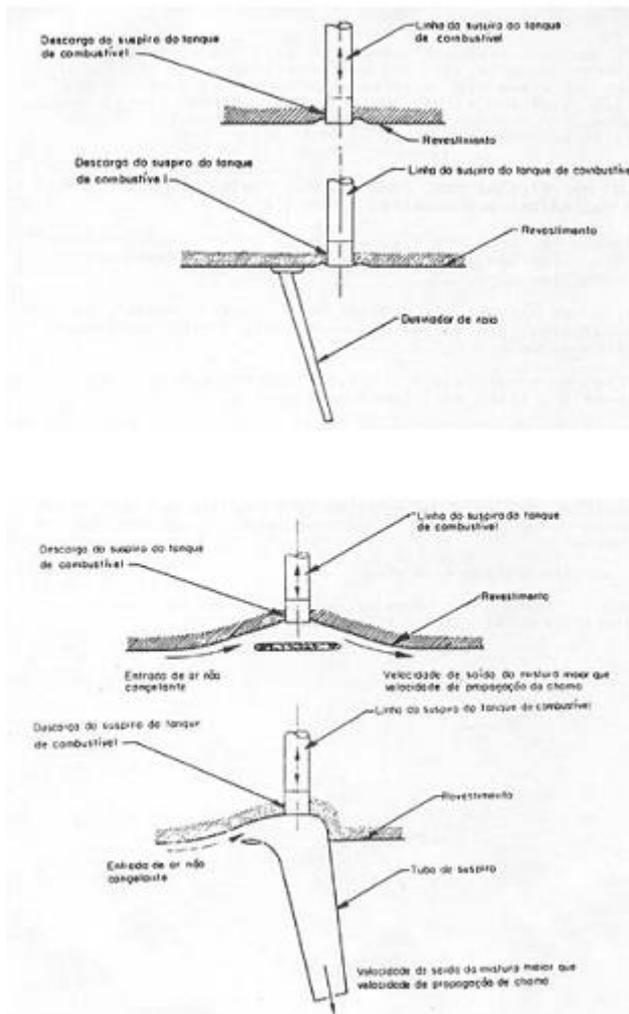
Figura 6-70 Típico isolador de chama

### Formação do Gelo

Devido à possibilidade de formação de gelo nos isoladores de chama, estes deverão ser providos com tubos de contorno (bypass), que assegurem um permanente fluxo nos suspiros dos tanques. O bloqueio total dos suspiros poderá causar um diferencial de pressão com comprometimento do tanque e da alimentação de combustível.

### Proteção do Sistema de Combustível contra Ignição dos Vapores nas Saídas dos Suspiros (Zona 1 e 2)

Os suspiros de todas as classes devem ter proteção contra raios, nas próprias saídas ou em suas proximidades. Ver a figura 6-71.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-71 Proteção nas saídas dos suspiros de combustível

A proteção do sistema de combustível, contra ignição dos vapores nas áreas das saídas dos suspiros é feita, nas zonas 1 e 2, através de:

- Diluição do vapor expelido pelo suspiro, com ar fresco, para tornar a mistura suficientemente pobre;
- Aceleração do vapor expelido pelo suspiro, com ar fresco, para tornar a mistura suficientemente pobre;
- Uso de isoladores de chama.

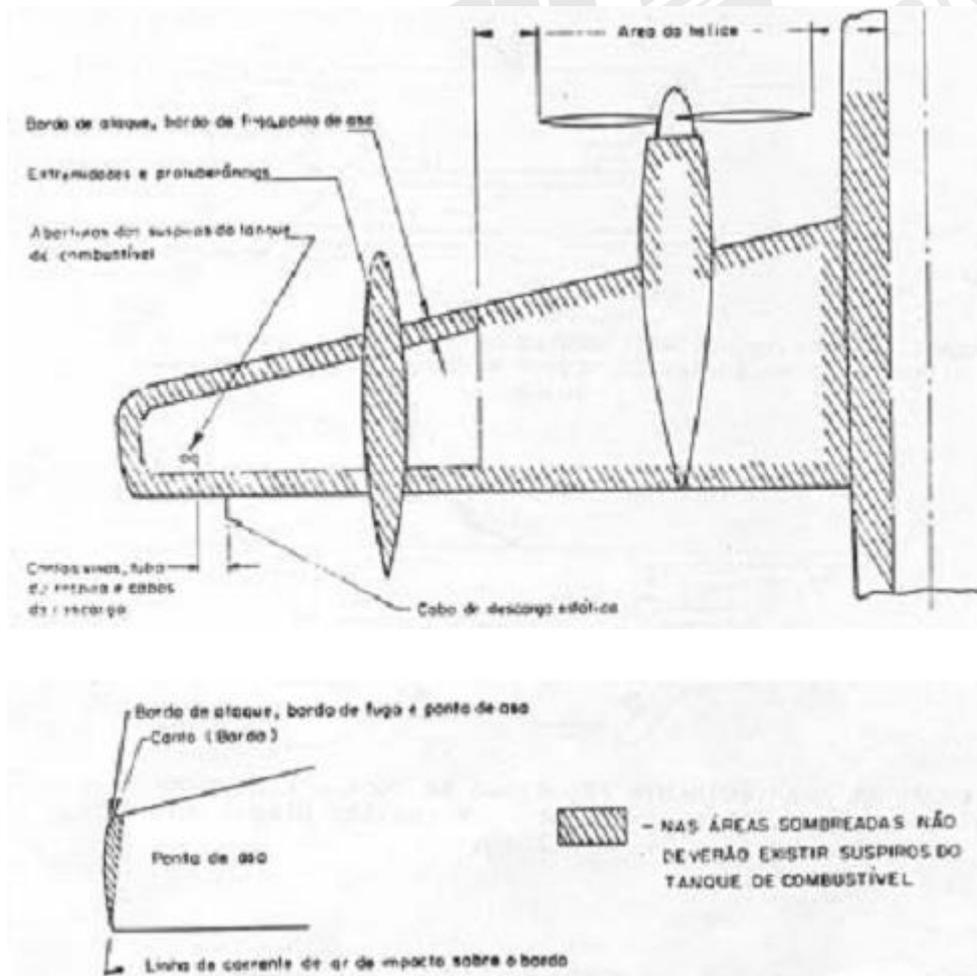
Obs.: Sempre que possível os suspiros não devem ser localizados nas zonas 1 e 2.

### Proteção do Sistema de Combustível Contra Ignição dos Vapores nas Saídas dos Suspiros (Zona 3)

Suspiros de classe 3 são os mais indicados para proteção do sistema de combustível contra descargas ramificadas e corona.

Os suspiros das classes 1 e 2 deverão ser protegidos contra a propagação de chama usando-se isoladores de chama um pouco mais simples que os usados nas zonas 1 e 2.

Nota: As saídas dos suspiros deverão ser evitadas nas regiões mostradas na figura 6-72.

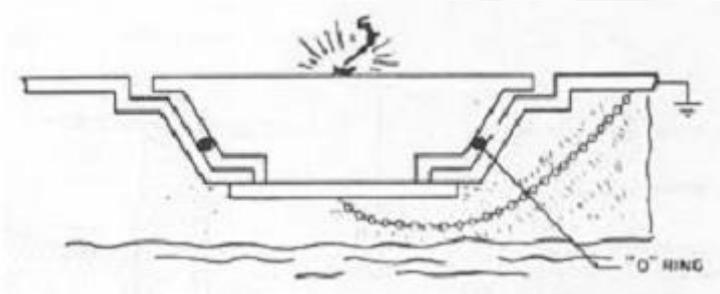


Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-72 Zonas onde não deverão ser instalados suspiros de tanques de combustível.

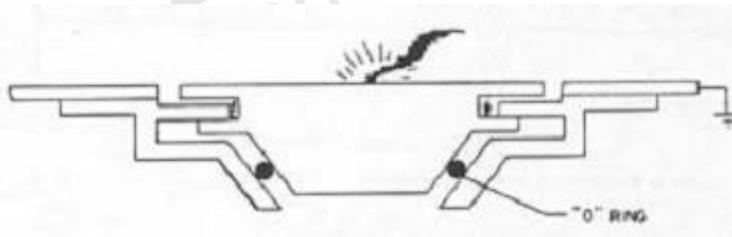
## Sistema de Aterramento (Metalização) dos Bujões de Abastecimento de Combustível

Para evitar centelha interna resultante de uma descarga direta no bujão de abastecimento de combustível, deve-se fazer a melhor condutividade externa, ou então as partes internas da tampa, de material plástico com contato por mola, garantindo uma isolamento de vapor do combustível por meio de um anel de vedação e de uma fita de borracha dielétrica.



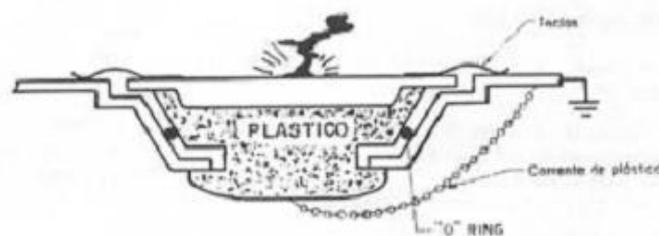
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-73 Centelhamento indesejável dentro do tanque, na superfície de contato e na corrente, devido a uma descarga direta no bujão.



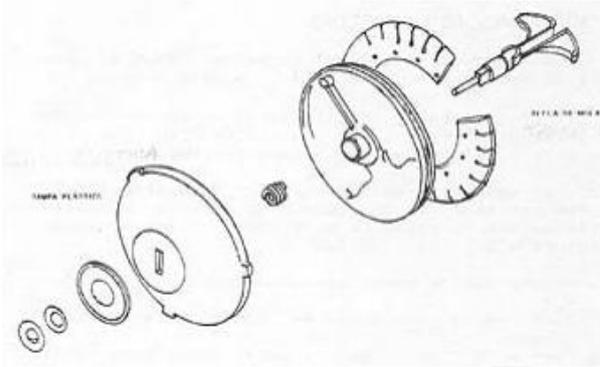
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-74 Bujão de abastecimento projetado de modo a conservar o centelhamento externo ao tanque, por contato direto de partes metálicas.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-75 Bujão de abastecimento de combustível com partes internas de plástico e teclas de mola para aterramento.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-76 Vista explodida de uma tampa do bujão de abastecimento

Deve-se manter o melhor contato elétrico possível entre a tampa do bujão de abastecimento e a estrutura.

## **Proteção dos Tanques de Combustível Contra Correntes Elétricas**

### **Tanques de Combustível**

A condutividade dos tanques de combustível deve ser alta e uniformemente distribuída. Devido à possibilidade do acúmulo de corrente estática em torno dos dutos de passagem de combustível, e principalmente nas bordas destes, deve-se ter especial atenção para a descarga de corrente nestes pontos.

### **Chapas de Revestimento**

Sempre que possível, as chapas que revestem os tanques de combustível devem ser de espessura igual ou maior que 2 mm (0,08pol) especialmente nas zonas 1 e 2 para minimizar os efeitos de penetração de descargas.

### **Sensores de Quantidade de Combustível**

Os sensores fabricados de material condutor deverão ser eletricamente ligados à estrutura mais próxima.

A fim de se evitar o risco de centelhamento de corrente, são desaconselháveis distâncias que facilitem centelhamento entre os sensores e as paredes dos tanques de combustíveis.

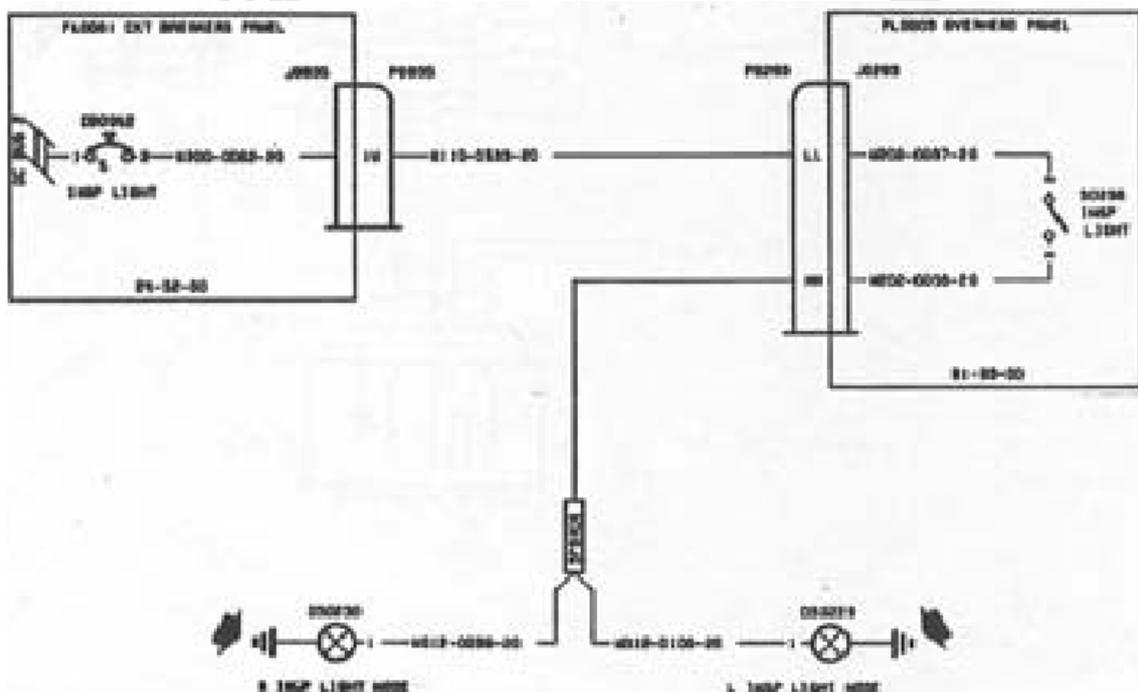
A instalação de sensores em tanque de combustível não metálico, deve ser feita de tal modo, que a parte do sensor interna ao tanque não se comporte como ponte de interligação entre a estrutura e a parte líquida.

As seguintes recomendações devem ser observadas:

- Fazer as extremidades dos sensores de um material não condutivo;
- Blindar os sensores com o uso de desviadores adequados, posicionados, externamente ao tanque ou em regiões já blindadas do tanque, se elas existirem;
- Arredondar pontas afiadas e bordas.

### Módulo de Aterramento

O diagrama a seguir apresenta um esquema de aterramento de luzes de inspeção feito por meio de parafuso fixado na estrutura da aeronave.



Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

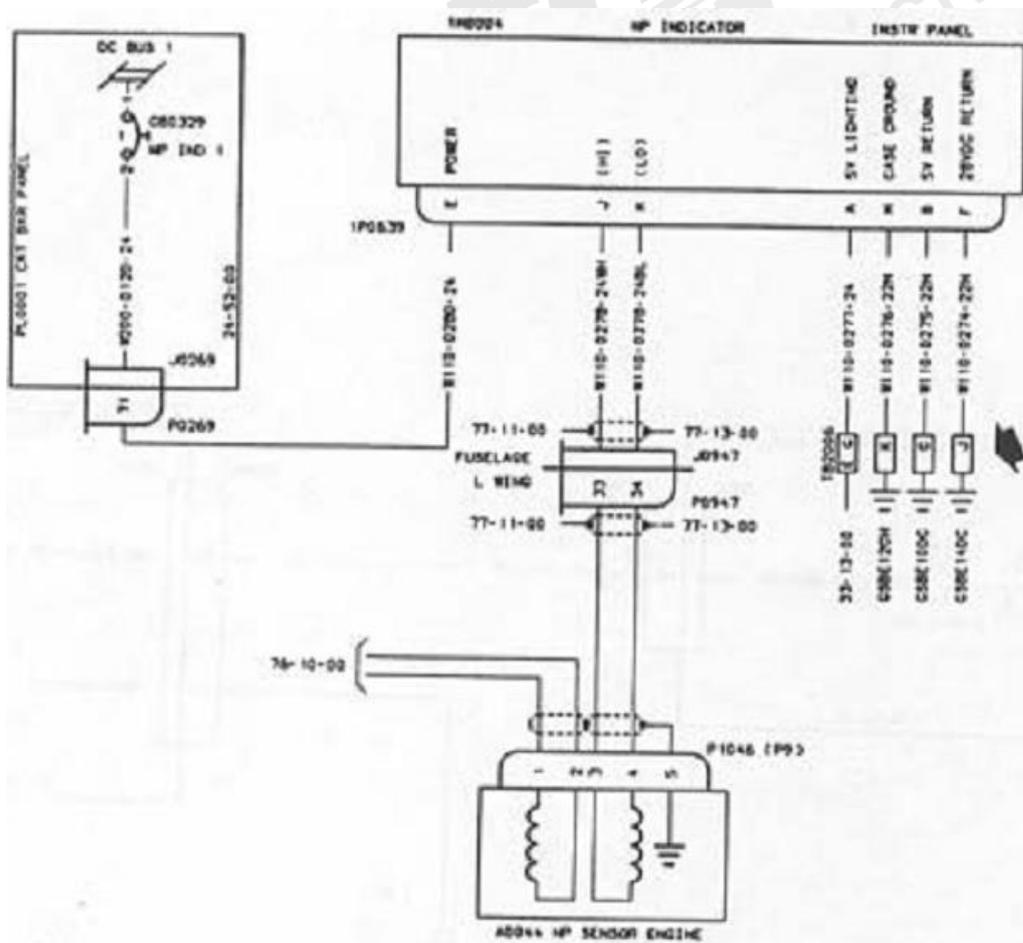
Figura 6 -77 Diagrama do circuito de aterramento por parafuso

Outro diagrama elétrico mostra outro símbolo para aterramento, veja a figura 6-78. Neste segundo diagrama o aterramento é feito por um módulo de aterramento.

O método feito através de módulos de aterramento oferece as seguintes vantagens:

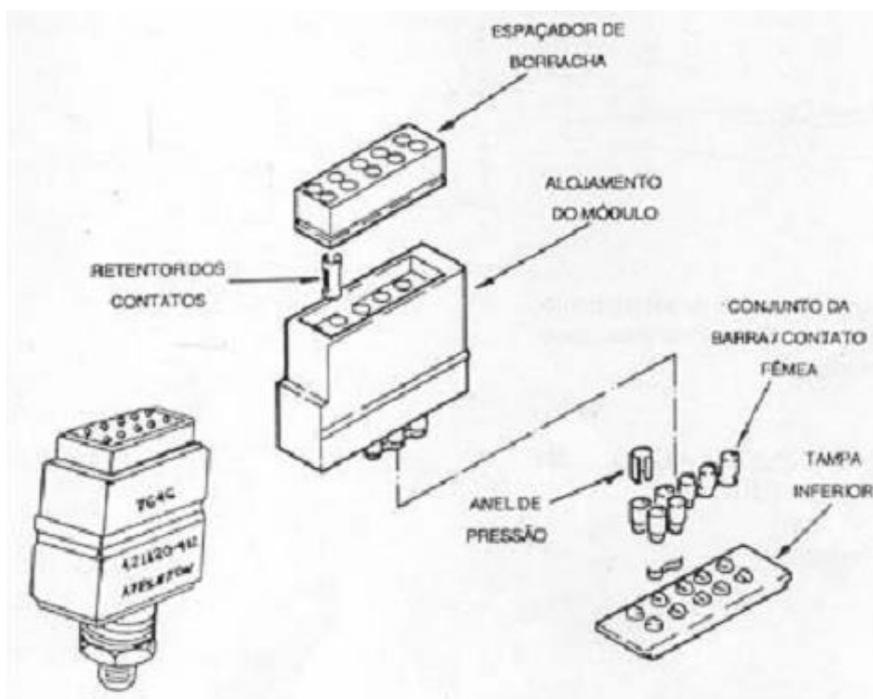
- Permite rápida e fácil conexão para muitas terras, totalmente herméticos, proporcionando longa durabilidade e perfeita performance elétrica;
- Os fios são conectados através de terminais prensados e pinos de conexão;
- Encontrados, normalmente, para 8 ou 10 contatos ou feitos de acordo com pedido específico do usuário;
- Menor peso.

A figura 6-79 mostra uma vista explodida do módulo de aterramento.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-78 Diagrama do circuito de aterramento por módulos



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

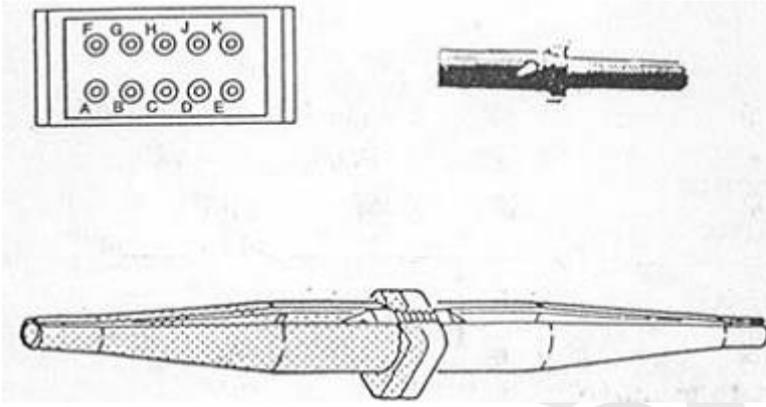
Figura 6-79 Módulo de aterramento

### Características

- Espaçador de borracha vermelha com silicone.
- Capacidade de isolamento:
  - a) 1500 volts RMS ao nível do mar.
  - b) 600 volts RMS a 70000 pés.
- Porca e arruelas de pressão e plana para fixação.
- Contatos de liga de cobre folheados a ouro.
- Dependendo do modelo usado a faixa de corrente é de 5 a 17 amperes.

O módulo de aterramento possui letras indicativas que são as mesmas mostradas no símbolo do diagrama elétrico.

Os contatos, o pino e a ferramenta para inserção ou extração do mesmo, são apresentados na figura 6-80.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-80 Contatos do módulo de aterramento, tipo de pino e ferramenta para inserção ou remoção.

## 2.4 CUIDADOS NA INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTO ELÉTRICO

Esta parte fornece os procedimentos e medidas de segurança para instalação de componentes e equipamentos elétricos, comumente usados.

Os limites de carga elétrica, meios aceitáveis de controle ou monitoramento e dispositivos de proteção do circuito, são assuntos com os quais os mecânicos devem se familiarizar, para instalar adequadamente, e manter os sistemas elétricos do avião.

### Limites de Carga Elétrica

Quando se instala equipamento elétrico adicional que consome força elétrica num avião, a carga elétrica total deverá ser seguramente controlada ou remanejada, dentro dos limites dos componentes afetados no sistema de alimentação do avião.

Antes que qualquer carga elétrica do avião seja aumentada, os fios associados, cabos e dispositivos de proteção de circuito (fusíveis ou disjuntores) deverão ser verificados para determinar se a nova carga elétrica (carga elétrica anterior mais a carga acrescentada) não excede aos limites estabelecidos dos fios existentes, cabos ou dispositivos de proteção.

Os valores de saída do gerador ou do alternador determinados pelo fabricante devem ser comparados às cargas elétricas, que podem ser impostas ao gerador ou alternador, afetado pelo equipamento instalado.

Quando a comparação mostrar que a carga elétrica total provável conectada excede os limites de carga de saída dos geradores ou dos alternadores, a carga deverá ser reduzida para que não ocorra sobrecarga. Quando uma bateria fizer parte do sistema de força

elétrica, devemos nos certificar de que ela está sendo continuamente carregada em voo, exceto quando pequenas cargas intermitentes estiverem ligadas, tais como um transmissor de rádio, um motor de trem de pouso, aparelhos semelhantes, que podem solicitar cargas da bateria em curtos intervalos de tempo.

### **Controle ou Monitoramento da Carga Elétrica**

Nas instalações onde o amperímetro se encontra no cabo da bateria, e o sistema regulador limita a corrente máxima que o gerador ou o alternador pode distribuir um voltímetro pode ser instalado na barra do sistema.

Enquanto o amperímetro não indicar "descarga" (exceto para pequenas cargas intermitentes, tais como as que operam trens de pouso e flapes), e o voltímetro permanecer indicando "voltagem do sistema", o gerador ou alternador não estará sobrecarregado.

Nas instalações onde o amperímetro se encontra no cabo do gerador ou do alternador, e o regulador do sistema não limita a corrente máxima que o gerador ou alternador pode fornecer, o amperímetro pode ter um traço em vermelho em 100% da capacidade do gerador ou do alternador. Se a leitura do amperímetro nunca exceder a linha vermelha, exceto para pequenas cargas intermitentes, o gerador ou o alternador não serão sobrecarregados.

Quando dois ou mais geradores funcionarem em paralelo, e a carga total do sistema puder exceder a capacidade de saída de um gerador, deverão ser providenciados meios para corrigir rapidamente as sobrecargas súbitas que possam ser causadas por falha do gerador ou do motor. Poderá ser empregado um sistema de redução rápida de carga, ou um procedimento especificado, onde a carga total possa ser reduzida a um valor que esteja dentro da capacidade do gerador em operação.

As cargas elétricas devem ser conectadas aos inversores, alternadores ou fontes de força elétrica semelhante, de maneira que os limites de capacidade da fonte de força não sejam excedidos, a menos que algum tipo de monitoramento efetivo seja fornecido para manter a carga dentro dos limites prescritos.

## 2.5 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DE CIRCUITOS

Os condutores devem ser protegidos com disjuntores ou fusíveis, localizados tão próximos quanto possível da barra da fonte de força elétrica. Geralmente, o fabricante do equipamento elétrico especifica o fusível ou disjuntor a ser usado, ao instalar o equipamento.

O disjuntor ou fusível deve abrir o circuito antes do condutor emitir fumaça. Para isto, a característica corrente/tempo do dispositivo de proteção deve cair abaixo ao do condutor associado. As características do protetor do circuito devem ser igualadas para obter a utilização máxima do equipamento conectado.

A figura 6-81 mostra um exemplo da tabela usada na seleção do disjuntor e do fusível de proteção para condutores de cobre. Essa tabela limitada é aplicável a um conjunto específico de temperaturas ambientes e bitolas dos fios dos chicotes e é apresentado somente como um exemplo típico.

Bitola do Fio AN de cobre	Amperagem Disjuntor	
Fusível		
22	5	5
20	7,5	5
18	10	10
16	15	10
14	20	15
12	30	20
10	40	30
8	50	50
6	80	70
4	100	70
2	125	100
1		150
0		150

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-81 Tabela do fio e do protetor do circuito

É importante se consultar tais tabelas antes que um condutor para uma finalidade específica seja selecionado. Por exemplo, um fio único ao ar livre pode ser protegido pelo disjuntor do próximo valor mais alto àquele mostrado na tabela.

Todos os disjuntores religáveis devem abrir o circuito no qual eles estão instalados, independentemente da posição do controle de operação quando ocorrer sobrecarga ou falha do circuito. Tais disjuntores são chamados de "desarme livre".

Os disjuntores religáveis não devem ser usados como dispositivos de proteção nos circuitos de aeronaves.

## **Fusíveis**

Um fusível é uma tira de metal que fundirá sob excessivo fluxo de corrente, já que seu limite de condução é cuidadosamente pré-determinado.

O fusível é instalado no circuito de forma que toda a corrente flua através dele.

Em sua maioria, eles são feitos de uma liga de estanho e bismuto. Existem outros, que são chamados de limitadores de corrente. Estes são usados primariamente para seccionar um circuito de aeronave.

Um fusível funde-se e interrompe o circuito quando a corrente excede a capacidade suportada por ele, mas um limitador de corrente suportará uma considerável sobrecarga, por certo período de tempo. Como o fusível é destinado a proteger o circuito, é de suma importância que sua capacidade venha a coincidir com as necessidades do circuito em que seja usado.

Quando um fusível é substituído é preciso consultar instruções aplicáveis do fabricante para certificar-se quanto ao tipo correto de capacidade.

Os fusíveis são instalados em dois tipos de suportes na aeronave: "Plug-in holders", usados para fusíveis pequenos e de baixa capacidade. "Clip" é o tipo usado para fusíveis de grande capacidade e limitadores de corrente.

## **Disjuntores**

Um disjuntor ou quebra-circuitos ("circuit breaker") é destinado a interromper o circuito e o fluxo de corrente quando a amperagem exceder um valor pré-determinado. É comumente usado no lugar de um fusível e pode, às vezes, eliminar a necessidade de um interruptor.

Um disjuntor difere de um fusível no fato de interromper rápido o circuito e poder ser religado, enquanto que um fusível funde e precisa ser substituído. Existem vários tipos de quebra circuitos, em geral, utilizáveis, em sistemas de aeronaves. Um é o tipo magnético.

Quando flui excessiva corrente, produz-se força eletromagnética suficiente para movimentar uma pequena armadura que dispara o "breaker".

Outro tipo é a chave de sobrecarga térmica, que consiste de uma lâmina bimetálica, que, quando sofre descarga de corrente se curva sobre a alavanca da chave provocando sua abertura. A maior parte dos quebra circuitos deve ser religada com a mão. Quando é religado, se as condições de sobrecarga ainda existirem, ele desligar-se-á novamente, prevenindo danos ao circuito.

## **2.6 DISJUNTORES DE CONTROLE REMOTO (RCCB)**

Grande parte do peso de uma aeronave deve-se à fiação elétrica de distribuição de energia.

Geralmente, cabos de força vão do gerador aos sistemas individuais e cargas diversas, através de painéis de disjuntores, localizados na cabine de pilotagem. Essa cablagem pode atingir aproximadamente 100 metros, em alguns aviões.

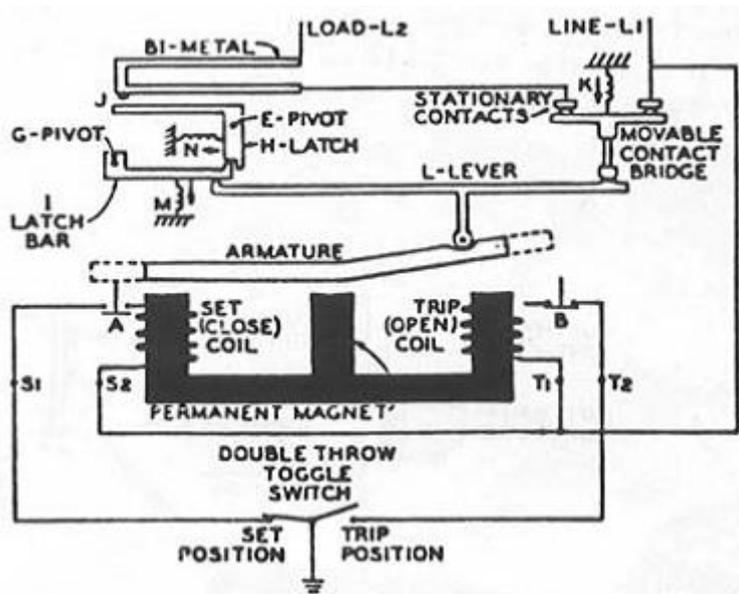
A utilização do RCCB elimina muitos desses pesados cabos, pela sua localização próxima à fonte de força ou carga e pode ser controlado, remotamente da cabine. Por exemplo, num circuito de 75 ou 100 amperes, onde seriam utilizados fios (ou cabos) de bitola 6 ou 4, poderão ser usados fios de bitola 22 (mais leves e mais baratos), a fim de controlar o RCCB da cabine de pilotagem.

A economia de peso significa, também, economia no custo da aeronave.

O RCCB é, basicamente, o casamento de um relé e um disjuntor, que pode ser usado individualmente ou em combinação, dependendo da aplicação. Assim, ele pode ser utilizado como um simples relé, adjacente, à sua carga e remotamente operado, como a maioria dos relés, através de um fio de controle e de um comando diretamente da cabine. O RCCB também pode ser utilizado como disjuntor, montado adjacente à sua carga ou fonte de força.

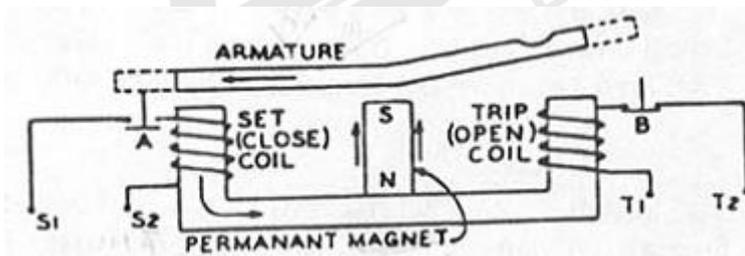
A figura 6-82 mostra uma representação simplificada do RCCB.

Para entender-se a sua operação interna examinemos uma parte de cada vez. A figura 6-83 mostra o motor o qual quando energizado (SET ou TRIPPED), resultará na operação típica da armadura.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-82 Representação simplificada do RCCB



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-83 Motor do disjuntor

O circuito magnético utiliza um ímã permanente que é também o ponto de apoio e de balanço para a armadura.

Em cada uma das duas extremidades estão instalados eletroímãs (bobinas) cuja finalidade é dar condições de mudança na posição da armadura (Set ou Tripped).

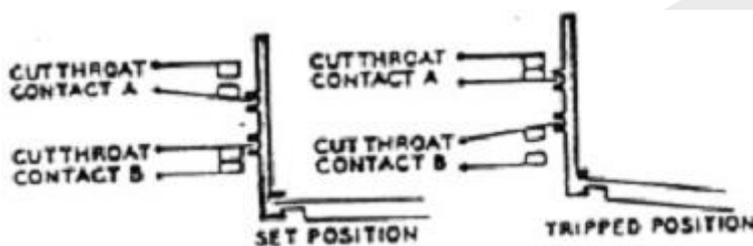
Na posição SET o fluxo magnético, gerado pelo ímã permanente, passa pela armadura (no sentido da seta indicativa), pela extremidade esquerda do eletroímã e de volta ao ímã permanente.

Quando a bobina T1-T2 é energizada, o fluxo magnético gerado é tal que flui através do ímã permanente, na mesma direção do fluxo gerado por este.

Entretanto, o seu sentido, agora, é através do eletroímã (bobina) da direita, o qual aumenta em magnitude, à medida que a força é aplicada, ao mesmo tempo em que o fluxo no eletroímã da esquerda torna-se bem menor.

Isto faz com que a armadura seja atraída para a bobina da direita transferindo os contatos. O contato B (de ação rápida), em série com a bobina T1-T2, é feito pelo movimento mecânico da armadura.

Na figura 6-83, a linha pontilhada indica a extensão da armadura, o que representa o atuador mecânico dos contatos A e B.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-84 Contatos do disjuntor

A abertura do contato B ocorre nos últimos instantes do movimento da armadura após o que, pela força magnética combinada com a inércia do seu movimento, a armadura cola no núcleo da bobina da direita.

Agora o dispositivo encontra-se numa posição estável, na qual se observam as seguintes condições:

- contato A fechado e contato B aberto;
- a armadura está colada na parte direita do eletroímã (bobina da direita).

Se a bobina S1-S2 for energizada, a armadura voltará à sua posição original, através de um processo idêntico ao descrito, embora em sentido oposto.

### Funcionamento do RCCB como Relé

Afim de melhor analisar este funcionamento, recorra aos detalhes A e B da figura 6-85.

No detalhe A, o RCCB está na posição SET e, em B, na posição TRIPPED, ou seja, na posição original (atuado).

A rota do circuito é de L2, através do bimetálico, para um dos contatos estacionários.

L1 está conectada diretamente ao outro contato estacionário.

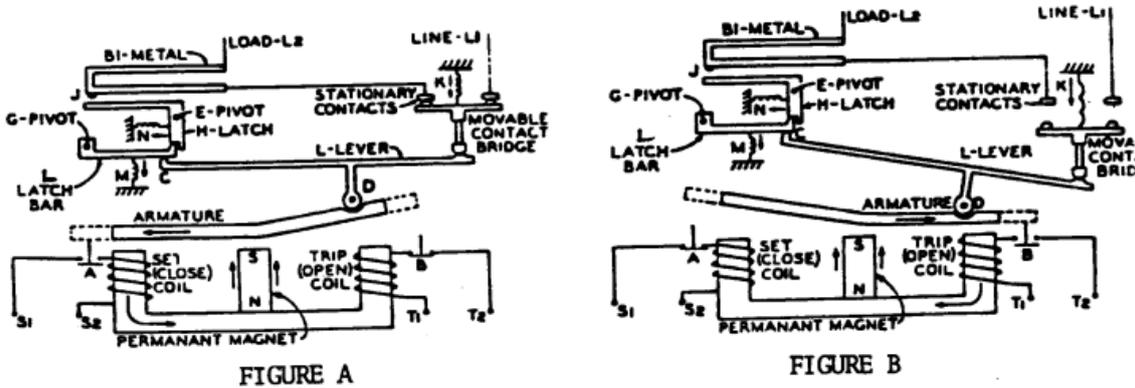
A ponte móvel fecha o circuito através de seus contatos.

O movimento da armadura determina a posição dos contatos.

Se a bobina S1-S2 for energizada, de modo que a armadura seja colocada no polo esquerdo (detalhe A) o sistema de ligação fecha os contatos.

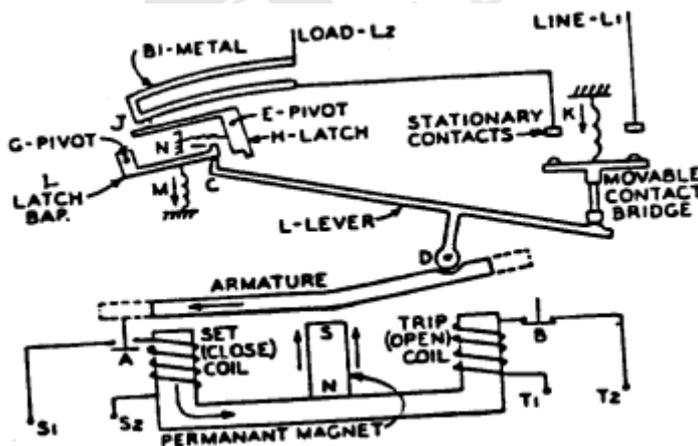
Se, ao contrário, a bobina T1-T2 for energizada, a armadura colar-se-á no polo da direita (detalhe B) e os contatos do relé serão abertos, pela força exercida pela mola K.

Note que na operação com o relé, o ponto C é fixo, mesmo quando a alavanca L se movimenta, fechando ou abrindo os contatos.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-85 Disjuntor nas posições "SET e "TRIPPED"



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

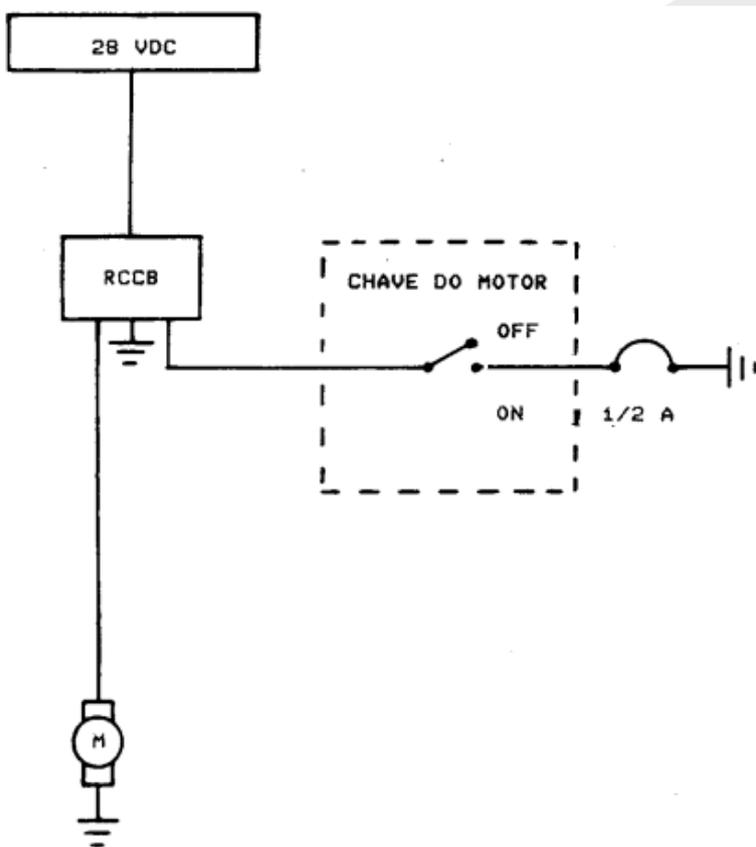
Figura 6-86 Funcionamento do RCCB como relé e como disjuntor

### Funcionamento do RCCB como Disjuntor

A fim de analisar este funcionamento recorra aos detalhes A e B da figura 6-85 e à figura 6-86.

No detalhe A o dispositivo é mostrado na posição de contato fechado, suportando uma determinada corrente. Caso ocorra uma sobrecarga, uma corrente elevada fluirá através de L2, passando pelo bimetálico, contato estacionário, contatos de ponte móvel, outro contato estacionário, saindo para a bobina L1.

Dependendo do valor da sobrecarga, o bimetálico começará a deflexionar-se, até que força o ponto J para baixo movendo o braço H, o qual retira o calço para o ponto C da alavanca L. Nesta condição, L move-se circularmente para a direita, forçada pela mola K. Esse movimento, em torno de D, desloca o ponto C para cima, o qual manterá L nessa posição, mesmo que o bimetálico volte ao normal.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-87 Diagrama simplificado usando o RCCB

Para rearmar o dispositivo, será necessário energizar a bobina (T1 - T2) a fim de que L movimente-se e o ponto C, forçado pela mola M, volte ao normal, permitindo que H, forçado pela mola N, também volte à sua posição normal, como um calço para C (tudo isso acontece, supondo que a sobrecarga não mais exista e o bimetálico, em situação normal, não esteja forçando o ponto J para baixo).

Desse modo, o RCCB agiu como um disjuntor, abrindo os contatos entre L2 e L1.

Para reposicionar (fechar) os contatos, basta energizar a bobina (S1-S2) e restabelecer a posição do mecanismo, conforme a figura 6-85A. Caso a sobrecarga permaneça, a ação do bimetálico causará a abertura dos contatos, exatamente como foi descrito.

## Interruptores

Um interruptor projetado especificamente deve ser usado em todos os circuitos, onde um mau funcionamento de um interruptor seria perigoso.

Tais interruptores são de construção robusta e possuem capacidade de contato suficiente para interromper, fechar e conduzir continuamente a carga da corrente conectada. O do tipo de ação de mola é geralmente preferido para se obter abertura e fechamento rápidos, sem considerar a velocidade de operação da alavanca, o que, conseqüentemente, diminui o centelhamento dos contatos.

O valor da corrente nominal do interruptor convencional do avião está geralmente estampado no seu alojamento. Este representa o valor da corrente de trabalho com os contatos fechados. Os interruptores devem ter reduzida a capacidade nominal de corrente para os seguintes tipos de circuitos:

**Circuitos de Alta-Intensidade Inicial** - Os circuitos que possuem lâmpadas incandescentes podem puxar uma corrente inicial 15 vezes maior do que a corrente de trabalho. A queima ou fusão do contato pode ocorrer quando o interruptor for fechado.

**Circuitos Indutivos** - A energia magnética armazenada nas bobinas dos solenoides ou dos relés é liberada e aparece sob forma de arco quando o interruptor de controle for aberto.

**Motores** - Os motores de corrente contínua puxarão diversas vezes sua corrente nominal de trabalho durante a partida, e a energia magnética armazenada no seu rotor e nas bobinas de campo será liberada quando o interruptor de controle for aberto.

A tabela da figura 6-88 é similar às encontradas para seleção do valor nominal apropriado do interruptor, quando a corrente da carga de trabalho for conhecida. Essa seleção é essencialmente uma redução da capacidade normal de carga para se obter uma razoável vida útil, e eficiência do interruptor.

Os erros prejudiciais na operação do interruptor podem ser evitados por uma instalação consistente e lógica.

VOLTAGEM NOMINAL DO SISTEMA	TIPO DE CARGA	FATOR "DERATING"
4V.C.C	Lâmpada	8
24V.C.C	Indutiva (Relé ou Solenoide)	4
24V.C.C	Resistiva (aquecedor)	2
24V.C.C	Motor	3
12V.C.C	Lâmpada	5
12V.C.C	Indutiva (Relé ou Solenoide)	2
12C.C.C	Resistiva (Aquecedor)	1
12C.C.C	Motor	2

Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-88 Fatores de redução da carga dos interruptores

Os interruptores de duas posições "liga-desliga" devem ser instalados de modo que a posição "liga" seja alcançada movimentando-se a alavanca para cima ou para frente. Quando o interruptor controlar partes móveis do avião, tais como trem de pouso ou flapes, a alavanca deve mover-se no mesmo sentido que o movimento desejado.

A operação acidental de um interruptor pode ser evitada instalando-se uma guarda adequada sobre o mesmo.

### Relés

Os relés são usados como interruptores, onde se possa obter redução de peso ou simplificação dos controles elétricos.

Um relé é um interruptor operado eletricamente e está, portanto, sujeito a falha sob condições de baixa voltagem no sistema. A apresentação anterior sobre os interruptores é geralmente aplicável para os valores de contato dos relés.

## **2.7 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE AERONAVES**

Os sistemas de iluminação de aeronaves fornecem iluminação para uso externo e interno. As luzes da parte externa proporcionam iluminação para tais operações como pousos noturnos, inspeção das formações de gelo e segurança, para evitar colisão das aeronaves em voo. A iluminação interna fornece iluminação para os instrumentos, cabine de comando, cabines e outras seções ocupadas pela tripulação e passageiros.

Certas luzes especiais, tais como luzes indicadoras e de aviso, indicam a situação operacional do equipamento.

### **Luzes Internas**

Cada tipo de aeronave está equipada com sistemas de iluminação interna específicos, quanto à localização, quantidade e tipo de luzes e interruptores. No entanto, conservam um determinado padrão quanto às denominações dos circuitos. De um modo geral os circuitos elétricos são os seguintes:

- Iluminação da cabine de pilotagem;
- Iluminação dos painéis e dos instrumentos;
- Protetores de mapas;
- Iluminação da cabine de passageiros;
- Luzes dos sanitários e bagageiros;
- Iluminação controlada pelos passageiros;
- Luzes de aviso;
- Luzes de porta principal e de emergência.

Cada sistema é protegido por disjuntores e comandado por interruptores localizados em locais de fácil acesso.

### **Luzes Externas**

As luzes de posição, de anticolisão e de taxi, são exemplos comuns de luzes externas das aeronaves.

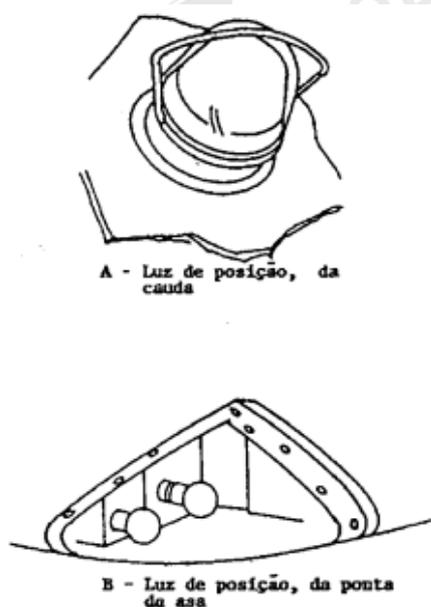
Algumas luzes, tais como as de posição, as de inspeção das asas e as de anticolisão, são necessárias para as operações noturnas.

**Luzes de posição** - A aeronave que opera à noite deve ser equipada com luzes de posição que se enquadrem nas recomendações mínimas especificadas pelo FAA (Federal Aviation Regulations). Um conjunto de luzes de posição consiste de uma luz vermelha, uma verde e uma branca. As luzes de posição são, às vezes, chamadas de "luzes de navegação". Em muitos aviões, cada unidade de luz contém uma única lâmpada instalada sobre a superfície do avião (A da figura 6-89).

Outros tipos de unidade de luz de posição contêm duas lâmpadas (B da figura 6-89) e, frequentemente, ficam faceadas com a superfície da estrutura do avião.

A unidade de luz verde é sempre instalada na ponta da asa direita. A unidade de luz vermelha está instalada numa posição semelhante na asa esquerda.

A unidade branca é geralmente instalada no estabilizador vertical numa posição onde seja claramente visível através de um ângulo bem aberto, pela traseira do avião. As lâmpadas da ponta de asa, e as lâmpadas da cauda, são controladas por um interruptor de duas posições na cabine de comando.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

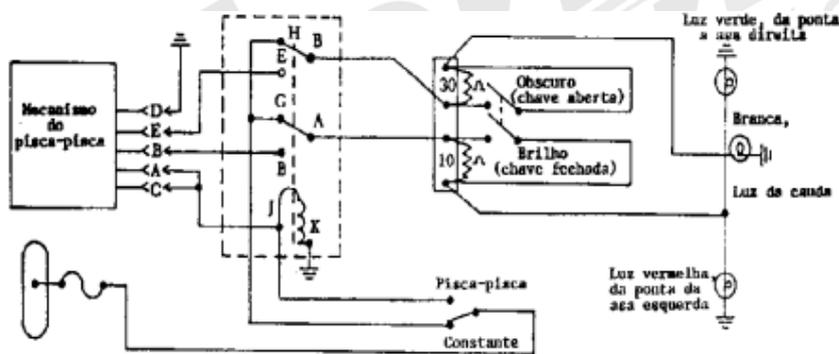
Figura 6-89 luzes de posição

Na posição "atenuado", o interruptor liga um resistor em série com as lâmpadas. Visto que o resistor reduz o fluxo da corrente, a intensidade da luz é reduzida.

Para aumentar a intensidade da luz, o interruptor é colocado em "brilhante", a resistência é curto-circuitada, e as lâmpadas brilham intensamente. Em alguns tipos de instalações, um interruptor na cabine de comando permite operação contínua ou pisca-pisca das luzes de posição.

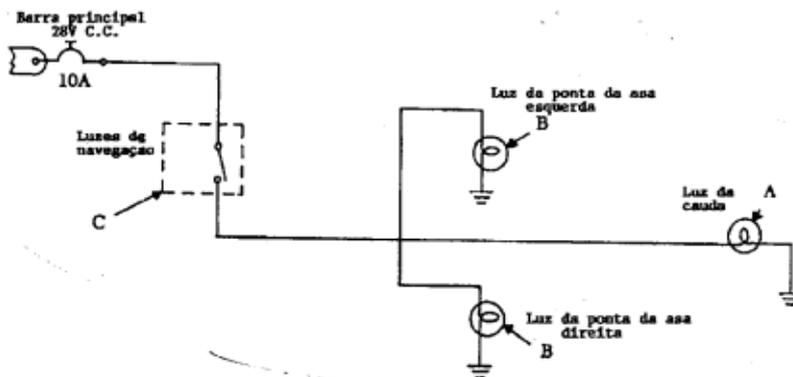
Durante a operação pisca-pisca, um mecanismo é geralmente instalado no circuito da luz de posição.

Ele consiste, essencialmente, de um eixo acionado por um motor elétrico, no qual estão instalados dois cames ou ressaltos e um mecanismo de transferência, constituído de dois braços de platinados e dois parafusos de contato. Um braço de platinado fornece corrente CC ao circuito das luzes de posição de asa, através de um parafuso de contato, e outro abastece o circuito de luz da cauda, através de outro parafuso de contato. Quando o motor gira, ele aciona o eixo de cames através de um conjunto de engrenagens de redução, e faz com que os cames operem o interruptor, o qual abre e fecha circuitos de luz da cauda e asas alternadamente.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-90 Circuito das luzes de posição



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-91 Circuito das luzes de posição sem pisca-pisca

A figura 6-90 é um esquema simplificado de um circuito de luzes de posição e a figura 6-91 mostra o diagrama esquemático de outro tipo de circuito de luzes de posição. O controle das luzes de posição, feito por um único interruptor de duas posições "liga-desliga", proporciona somente iluminação fixa. Não há pisca-pisca, nem reostato de redução da intensidade.

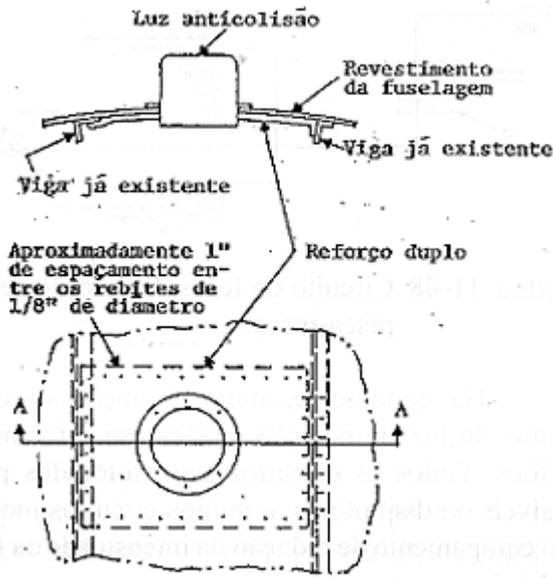
Há, certamente, muitas variações de circuitos de luz de posição usados em diferentes aviões. Todos os circuitos são protegidos por fusíveis ou disjuntores, e muitos circuitos incluem equipamento de redução da intensidade da luz e de pisca-pisca. Outros circuitos são ligados para energizar um relé especial de redução de intensidade das luzes de aviso, o qual reduz perceptivelmente a intensidade de todas as luzes de posição quando são acesas. Os aviões de pequeno porte são equipados com um interruptor de controle e circuitos simplificados. Em alguns casos, um botão de controle ou um interruptor é usado para ativar vários conjuntos de luzes, por exemplo, um tipo utiliza um botão de controle cujo primeiro movimento ativa as luzes de posição e as luzes do painel de instrumentos. A rotação seguinte do botão de controle aumenta somente a intensidade das luzes do painel. Uma unidade pisca-pisca é raramente encontrada no conjunto de luzes de posição de aviões muito leves, mas é usado em aviões bimotores de pequeno porte.

### **Luzes de Anticolisão**

Um sistema de luz de anticolisão pode consistir de uma ou mais luzes. Elas são feixes de luz móvel que se acham instalados no topo da fuselagem ou na cauda, numa localização tal, que a luz não afeta a visão dos tripulantes nem diminuirá a visibilidade das luzes de posição. Em alguns casos, uma das luzes fica instalada no ventre da fuselagem.

O meio mais simples de instalar uma luz de anticolisão é fixá-la a um painel reforçado de revestimento da fuselagem, como apresentado na figura 6-92.

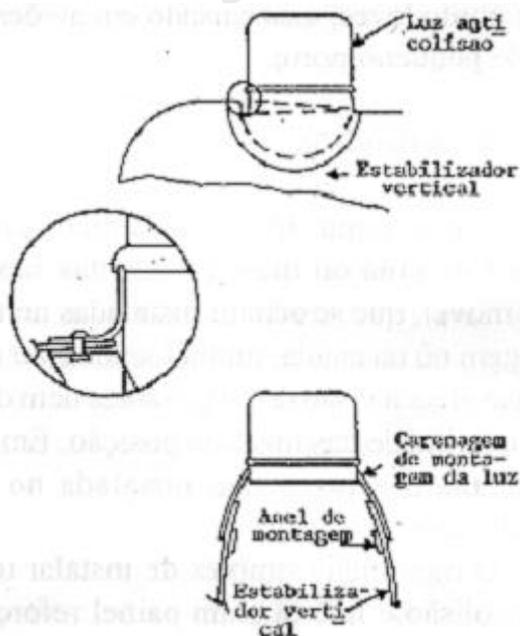
Uma luz de anticolisão acha-se frequentemente instala no topo do estabilizador vertical, se a seção transversal do estabilizador for suficientemente grande para acomodar a instalação, e se as características de vibração e ondulação não forem adversamente afetadas.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-92 Instalação típica da luz de anticolisão num painel de revestimento não pressurizado.

Tais instalações devem ser localizadas próximo de uma longarina, acrescentando-se falsas nervuras de acordo com a necessidade para reforçar a estrutura junto à luz.

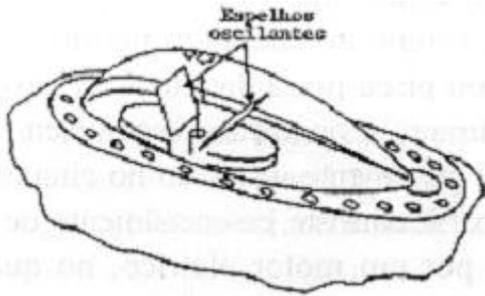


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-93 Instalação típica de luz de anticolisão no estabilizador vertical.

Uma unidade de luz de anticolisão consiste geralmente de uma ou duas luzes rotativas operadas por um motor elétrico.

A luz pode ser fixa, mas instalada sob espelhos giratórios dentro de uma proteção de vidro vermelho saliente. Os espelhos giram num arco e a razão do pisca-pisca das luzes está entre 40 e 100 ciclos por minuto (ver a figura 6-94).



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

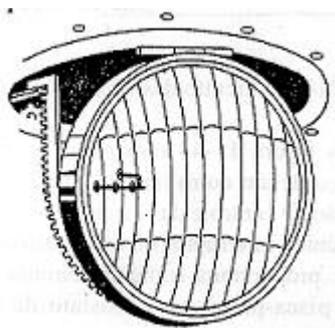
Figura 6-94 Luz de anticolisão

A luz de anticolisão é uma luz de segurança para alertar outro avião, principalmente em áreas congestionadas.

### Luzes de Pouso

As luzes de pouso acham-se instaladas no avião para iluminar as pistas durante os pousos noturnos. Essas luzes são muito fortes, e são direcionadas por um refletor parabólico num ângulo que proporciona um alcance máximo de iluminação.

As luzes de pouso geralmente estão localizadas na parte mediana do bordo de ataque de cada asa, ou faceadas na superfície do avião. Cada luz pode ser controlada por um relé, ou pode ser ligada diretamente no circuito elétrico.



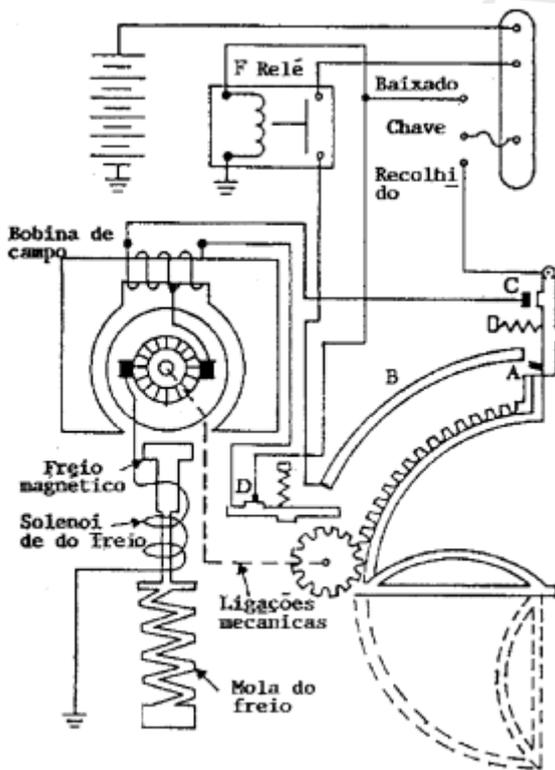
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-95 Luz de pouso retrátil

Conforme mostra a figura 6-96, o tipo de luz de pouso retrátil possui um motor reversível.

Sabendo-se que o gelo nas lentes das lâmpadas reduz a qualidade de iluminação das mesmas, algumas instalações utilizam lâmpadas de pouso retráteis (figura 6-95). Quando as lâmpadas não estão em uso, um motor as retrai para receptáculos existentes na asa, onde as lentes não ficam expostas ao ar.

Dois dos terminais do enrolamento de campo estão conectados aos dois terminais externos do interruptor de controle do motor, através dos pontos de contato C e D, enquanto o terminal central conecta a uma das duas escovas do motor.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Fig. 6-96 Circuito e mecanismo da luz de pouso

As escovas ligam o motor e o solenoide do freio magnético com o circuito elétrico. Os pontos de contatos C são mantidos abertos pelo quadrante dentado do mecanismo da lâmpada. Os pontos de contato D são mantidos fechados pela tensão da mola à direita dos contatos. Isto é um arranjo típico de um circuito de lâmpada de pouso quando a lâmpada está retraída e o interruptor de controle está na posição desligado.

Nenhuma corrente flui no circuito e, nem o motor nem a lâmpada podem ser energizados.

Quando o interruptor de controle for colocado na posição superior, ou "estender" (figura 6-96), a corrente da bateria fluirá através dos contatos fechados do interruptor, dos

contatos fechados do contato D, do terminal central do enrolamento de campo, e do próprio motor.

A corrente através do circuito do motor, energiza o solenoide do freio, que afasta a sapata do freio do eixo do motor, permitindo que o motor gire e baixe o mecanismo da lâmpada. Depois que o mecanismo da lâmpada se desloca cerca de 10°, o contato A é ligado e desliza ao longo da barra de cobre B.

Neste meio tempo, o relé F é energizado e seu contato se fecha. Isto permite que a corrente flua através da barra de cobre B, do contato A, e da lâmpada.

Quando o mecanismo da lâmpada estiver completamente abaixado, a saliência no topo do quadrante dentado afastará os contatos D, abrirá o circuito do motor, e fará com que o solenoide do freio desenergizado se solte.

O freio é forçado contra o eixo do motor pela mola, parando o motor e completando a operação de arriamento.

Para retrain a luz de pouso, o interruptor de controle é colocado na posição "retrain" (figura 6-96).

Os circuitos do motor e do freio são completados através dos pontos de contato C, visto que estes contatos estarão fechados quando o quadrante dentado estiver arriado. Esta ação completa o circuito, libera o freio, aciona o motor (desta vez no sentido oposto) e o mecanismo da luz de pouso é retraído.

Visto que a ligação para retrain interrompe o circuito do relé F, os contatos do relé abrem-se, desligando a barra de cobre e provocando o apagamento da luz de pouso.

Quando o mecanismo estiver completamente retraído, os pontos de contato C e o circuito para o motor serão interrompidos novamente, o freio aplicado e o motor parado.

Em alguns aviões são empregadas luzes de pouso retráteis que podem permanecer distendidas em qualquer ponto de sua extensão.

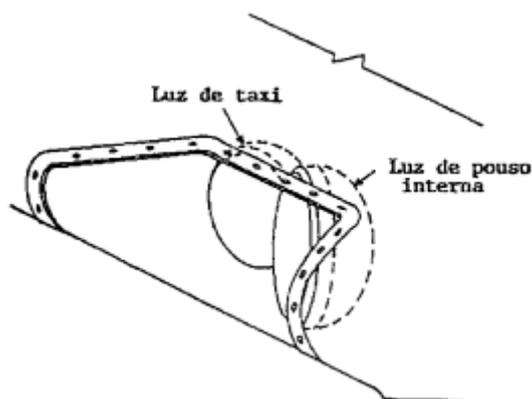
As luzes de pouso usadas nos aviões de alta velocidade são geralmente equipadas com um sensor de velocidade, que evita a extensão das luzes de pouso em velocidades excessivas.

Tais sensores também provocam a retração das luzes de pouso se o avião exceder uma velocidade pré-determinada.

A maioria dos aviões de grande porte são equipados com quatro luzes de pouso, das quais duas são fixas e duas são retráteis. As luzes fixas acham-se geralmente localizadas nas áreas da raiz da asa ou junto a parte externa da fuselagem, no bordo de ataque de cada

asa. As duas luzes retráteis acham-se geralmente localizadas na superfície externa inferior de cada asa e são, normalmente, controladas por interruptores distintos.

Em alguns aviões, a luz fixa acha-se instalada numa área com a luz de táxi, como apresenta a figura 6-97.

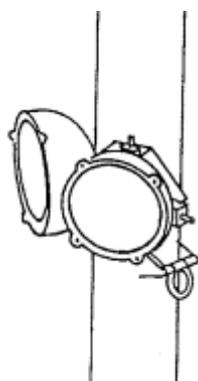


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6.97 Luz de pouso fixa e luz de taxi

### Luzes de Táxi

As luzes de táxi têm como finalidade fornecer iluminação no solo durante o reboque do avião, na pista de táxi, na pista de pouso e decolagem, ou no hangar.



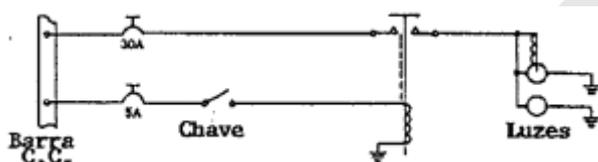
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-98 Luzes de taxi instaladas na parte fixa do trem de nariz

As luzes de táxi não são apropriadas para fornecer o grau de iluminação necessária como as luzes de pouso. As luzes de táxi de 150 a 250 watts são usadas na maioria dos aviões de porte médio e grande. Nos aviões com trem de pouso triciclo, as luzes de táxi (única ou dupla) acham-se instaladas na parte não direcional do trem de pouso no nariz. Como mostra a figura 6-98, elas estão posicionadas em ângulos oblíquos com a linha central do avião, para fornecer iluminação diretamente, em frente do avião, e ainda alguma

iluminação à direita e à esquerda do mesmo. As luzes de táxi são montadas também em áreas de recesso do bordo de ataque da asa, sempre na mesma área com uma luz de pouso fixa. Muitos aviões de pequeno porte são equipados com qualquer tipo de luz de táxi, mas o uso intermitente de uma luz de pouso é essencial para iluminar durante as operações de taxiamento.

Ainda, outros aviões utilizam um resistor redutor de intensidade no circuito de luz de pouso para fornecer iluminação reduzida durante o taxiamento. Um circuito típico com luzes de táxi duplas é mostrado na figura 6-99



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-99 Circuito típico de luz de taxi

Alguns aviões de grande porte são equipados com luzes de táxi alternativas localizadas na superfície inferior do avião, atrás do radome do nariz. Essas luzes, operadas por um interruptor separado das luzes principais de táxi, iluminam a área imediatamente na frente e abaixo do nariz do avião.

### Luzes de Inspeção das Asas

Algumas aeronaves são equipadas com luzes de inspeção da asa para o bordo de ataque das asas, e para permitir a observação de formação de gelo e condição geral destas áreas em voo.

Em alguns aviões, o sistema de luz de inspeção da asa (também chamada de luzes de gelo da asa) consiste de uma luz de 100 watts facida no lado externo de cada nacele à frente da asa.

Essas luzes permitem a detecção visual da formação de gelo nos bordos de ataque da asa durante o voo noturno. Elas também são usadas frequentemente como projetores durante os serviços gerais no solo. Geralmente, são controladas por um relé através de um interruptor de alavanca liga-desliga na cabine de comando.

Alguns sistemas de luz de inspeção da asa podem incluir ou serem suplementados por luzes adicionais, algumas vezes chamadas de luzes da nacele, que iluminam áreas

adjacentes, tais como os flapes de capota ou o trem de pouso. Estas são normalmente do mesmo tipo de luzes, e podem ser controladas pelos mesmos circuitos.

## **2.8 INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO**

### **Procedimentos**

A inspeção dos sistemas de iluminação do avião normalmente consiste em checar a condição e a segurança de toda fiação visível, conexões, terminais, fusíveis e interruptores. Uma lâmpada de continuidade ou um medidor pode ser usado para executar estes testes, visto que a causa de muitas panes pode sempre ser localizada por testes sistemáticos de continuidade de cada circuito.

Todas as lentes e refletores das luzes devem ser mantidos limpos e polidos. Os refletores nebulosos são geralmente provocados por entrada de ar ao redor das lentes.

A condição do composto selante ao redor da moldura das luzes de posição deve ser inspecionada regularmente. Os vazamentos ou fendas devem ser reparados com um composto selante apropriado.

Toma-se todo cuidado ao instalar uma lâmpada nova num conjunto de luz, visto que muitas lâmpadas se adaptam numa única posição do soquete, e um esforço excessivo pode provocar um circuito aberto ou incompleto no soquete.

O teste do circuito, comumente conhecido como pesquisa de pane, é uma maneira sistemática de localizar as falhas de um sistema elétrico. Essas falhas são geralmente de três tipos:

- 1 - Circuitos abertos, nos quais os fios estão quebrados;
- 2 - Curtos-circuitos, nos quais os fios em curto fazem com que a corrente retorne à massa indevidamente;
- 3 - Baixa voltagem nos circuitos faz com que as luzes acendam fracamente, e os relés vibrem. As panes elétricas podem ocorrer na unidade ou na fiação. Se panes como estas forem cuidadosamente analisadas, e as providências sistemáticas forem tomadas para localizá-las, não apenas muito tempo e energia poderão ser poupados, como também poderão ser evitados danos aos dispendiosos equipamentos de teste.

O equipamento geralmente usado nos testes dos circuitos de iluminação do avião consiste de um voltímetro, uma lâmpada de teste, um medidor de continuidade e um ohmímetro. Embora qualquer modelo de voltímetro CC, com fios flexíveis e pontas de

teste seja satisfatório para testar os circuitos, geralmente são usados os voltímetros portáteis, especialmente projetados para teste.

A lâmpada de teste consiste de uma luz de avião de baixa voltagem. Dois fios são usados com essa luz.

Os medidores de continuidade variam entre si. Um tipo consiste de uma pequena lâmpada conectada em série com duas pilhas pequenas (as pilhas de lanterna são bem adequadas) e duas pontas (ver o detalhe A da figura 6-100). Outro tipo de medidor de continuidade contém duas baterias conectadas em série com um voltímetro CC e duas pontas de teste. Um circuito completo será registrado pelo voltímetro.

Sempre que o gerador ou a bateria estiver disponível, o voltímetro e a lâmpada de teste poderão ser usados no teste do circuito, visto que estas fontes de energia ativarão a lâmpada de teste e o voltímetro.

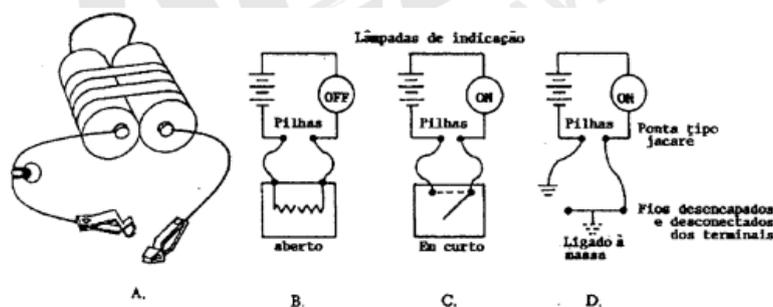
Se nenhuma força elétrica estiver disponível (o circuito está morto), então o medidor de continuidade será usado. As pilhas contidas no medidor provocam o fluxo de corrente através do circuito, fazendo com que o medidor de continuidade indique quando o circuito em teste está perfeito.

Ao se usar o medidor de continuidade, o circuito em teste deve sempre ser isolado dos outros circuitos, retirando-se o fusível. Abrindo-se o interruptor ou desligando-se os fios.

A figura 6-100 ilustra técnicas que podem ser usadas na verificação dos circuitos. O medidor de continuidade contém uma lâmpada que serve como indicador.

Quando as pontas de teste entram em contato, um circuito completo é criado e a luz indicadora acende.

Quando as pontas entram em contato com o resistor, ou outro elemento do circuito, como mostrado na figura 6-100, a luz não acenderá, indicando que o circuito em teste está aberto.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-100 Teste com um medidor de continuidade

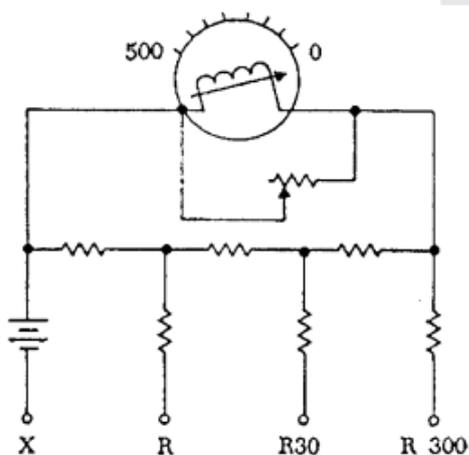
Para que o teste de circuito aberto seja conclusivo, têm-se a certeza de que a resistência da unidade testada é suficientemente baixa para permitir que a lâmpada acenda. Num teste onde a resistência é muito alta, geralmente maior do que 10 ohms liga-se um voltímetro no circuito em substituição a lâmpada. Se o ponteiro do voltímetro não deflexionar, o circuito aberto está confirmado. O teste para curtos-circuitos (da figura 6-100) mostra o medidor de continuidade ligado nos terminais de um interruptor na posição desligado. Se a lâmpada do medidor acender, haverá um curto-circuito no interruptor.

Para verificar se há um fio em curto para a massa, em algum ponto entre seus terminais, desconecta-se o fio em cada extremidade, e liga-se um CLIP jacaré no fio em uma extremidade, e outro CLIP do medidor à massa (D da figura 6-100). Se o fio estiver em curto, a lâmpada acenderá. Para localizar a ligação à massa, são feitos testes por seções em direção a outra extremidade. A iluminação da lâmpada indicará a seção do fio em que está ligada à massa.

O ohmímetro, embora construído basicamente para medir resistência, é útil para testar continuidade.

Com um ohmímetro, a resistência de um circuito de iluminação pode ser determinada diretamente pela escala. Visto que um circuito aberto possui resistência infinita, uma leitura zero no ohmímetro usa pilha como fonte de voltagem. Há resistores fixos, com valores tais que, quando as pontas de testes são curto-circuitadas, o medidor registrará a escala completa.

O resistor variável, em paralelo com o medidor, e os resistores fixos compensam as variações de voltagem na pilha. O resistor variável fornece um ajuste zero no medidor do painel de controle.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-101 Circuito interno típico de um ohmímetro

No medidor pode haver diversas escalas, tornadas possíveis por diversos valores de resistência e voltagem da bateria.

A escala desejada é selecionada por um seletor no mostrador do ohmímetro.

Cada escala registra resistências baixas na extremidade superior. Quanto maior for a resistência indicada num circuito, menor será a deflexão do indicador na escala.

Quando se utiliza um ohmímetro para verificar a continuidade, liga-se as pontas em série com o circuito. Uma leitura de zero ohm indica continuidade do circuito. Para se checar a resistência, deve ser escolhida uma escala que incorpore a resistência do elemento a ser medido. Em geral, deve ser selecionada uma escala na qual a leitura caia na metade superior da mesma. Curto-circuite as pontas e ajuste o medidor para registrar zero ohm pelo ajuste zero.

Se for feita uma mudança de escala a qualquer momento, devemos lembrar de reajustar o medidor para zero ohm. Quando os testes do circuito com o ohmímetro são feitos, não devemos tentar checar a continuidade ou medir a resistência de um circuito, enquanto ele estiver ligado a uma fonte de voltagem.

Desconectamos uma das extremidades de um elemento quando medirmos a resistência, de modo que o ohmímetro não registrará a resistência de circuitos paralelos.

O resumo, que se segue, de teste de continuidade dos circuitos de iluminação é recomendado, usando-se tanto um ohmímetro como qualquer tipo de medidor de continuidade:

- 1 - Inspeccionar o fusível ou o disjuntor. Verificar se ele é o correto para o circuito a ser testado;
- 2 - Inspeccionar a unidade elétrica (lâmpada);
- 3 - Se o fusível, o disjuntor e a lâmpada estiverem em boas condições, verificar o ponto mais acessível quanto à abertura ou curto no circuito;
- 4 - Nunca tentar adivinhar. Sempre localizar a pane no fio positivo de um circuito, na unidade operacional ou no fio negativo, antes de retirar qualquer equipamento ou fios.

Um voltímetro, com cabos flexíveis longos, fornece um método satisfatório e diferente de inspeccionar a continuidade da fiação do sistema de iluminação num avião. A voltagem a ser testada pelo voltímetro é fornecida pela bateria do avião.

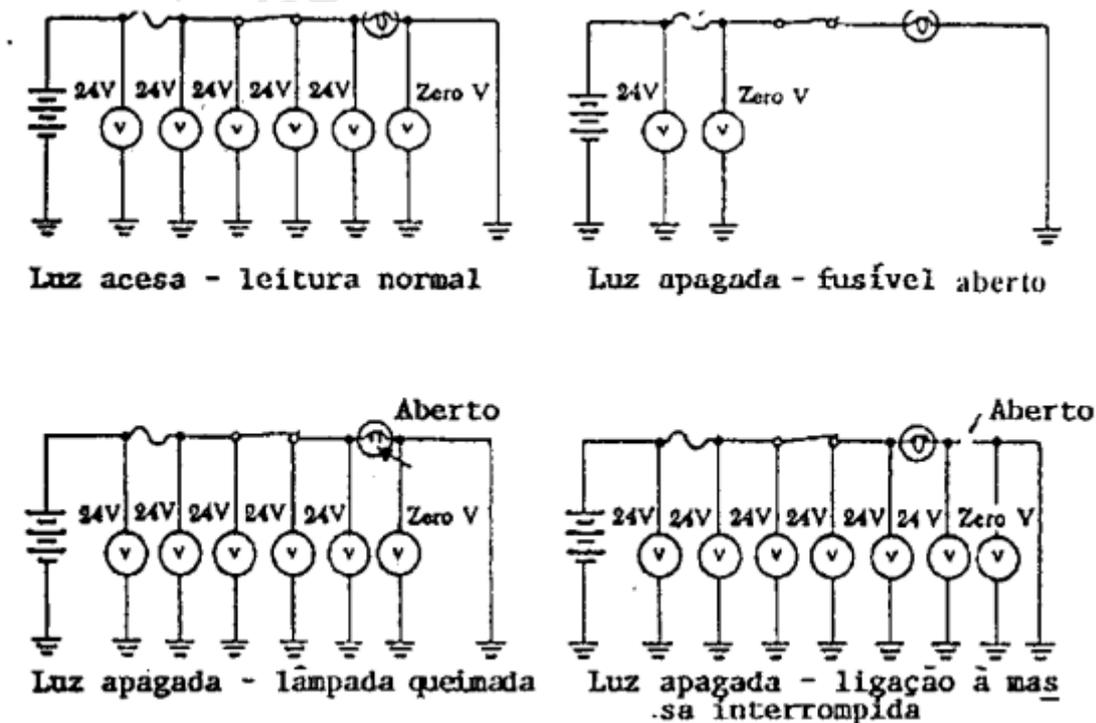
Os procedimentos seguintes indicam as etapas para inspeção da continuidade por um voltímetro, num circuito que consiste de uma bateria de 24 volts, um fusível, um interruptor e uma luz de pouso:

1. Desenhar um diagrama simples da fiação do circuito a ser testado, como mostra a figura 6-102;

2. Testar o fusível, pondo em contato a ponta positiva do voltímetro com a extremidade da carga do fusível, e a ponta negativa com a massa. Se o fusível estiver bom, haverá uma indicação no voltímetro. Se ele estiver queimado, deverá ser substituído. Se ele queimar novamente, o circuito está em curto com a massa. Verificar se o curto está na lâmpada, retirando o conector e substituindo o fusível. Se ele queimar, o curto estará na linha. Entretanto, se desta vez, o fusível não queimar, o curto estará na lâmpada;

3. Se o fusível estiver bom, o circuito estará aberto. Então, com a negativa do voltímetro ligado à massa, tocar a ponta positiva de ponto a ponto do circuito, seguindo o diagrama como guia. Testar cada junção do fio. A primeira leitura zero no voltímetro indica que há um circuito aberto entre o último ponto, na qual a voltagem era normal e o ponto da primeira leitura zero.

Na ilustração da figura 6-102, os circuitos abertos são causados por fusível aberto, filamento de lâmpada aberto e uma ligação de lâmpada aberto e uma ligação de lâmpada para massa interrompida.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura. 6-102 Teste de continuidade com um voltímetro





Fonte: FAA-H-8083-31-AMT-Volume 1,2012. Figuras: 9-33, 9-34

## MÓDULO III

# PILHAS E BATERIAS UTILIZADAS EM AERONAVES

## INTRODUÇÃO

Caro aluno,

Chegamos ao último módulo da disciplina. Neste módulo voltaremos nossa atenção a fim de adquirir conhecimentos sobre as pilhas primárias e secundárias. Ainda, veremos os tipos de baterias utilizadas nas aeronaves. As diferenças entre os tipos de baterias e suas vantagens e desvantagens quanto a sua escolha será objeto de apreciação em nosso estudo.

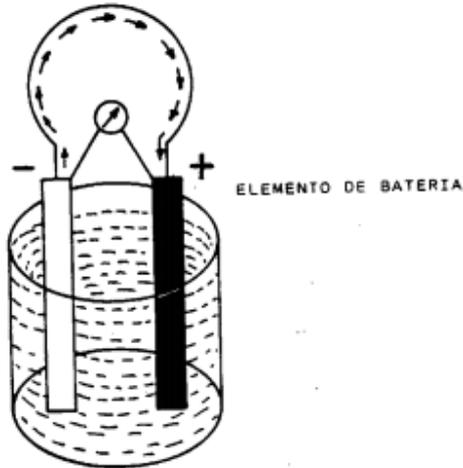
Conto com o empenho de vocês para, juntos, somarmos mais conhecimentos referentes a esta unidade curricular tão importante na sua formação.

### 3.1 BATERIAS

#### Produção de Eletricidade por Meio de Reação Química

Se dois elementos condutores diferentes forem imersos em uma solução que os possa atacar quimicamente, desenvolver-se-á uma pressão elétrica denominada tensão elétrica. Se os elementos forem ligados externamente, uma corrente elétrica circulará por eles e, simultaneamente, dar-se-á uma transformação química em um dos elementos, pelo menos.

Deste modo, um elemento simples de bateria pode ser constituído de duas placas de metais diferentes, isoladas eletricamente, e elementos pertencem a duas classes: primária e secundária. Na figura 6-103 está representado, graficamente, um elemento simples de bateria.

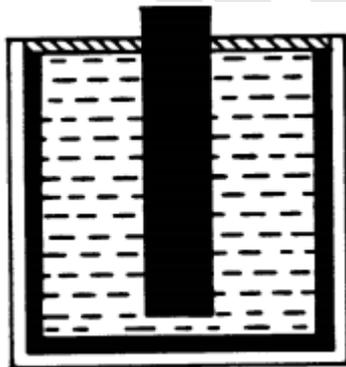


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-103 Elemento simples de bateria

### Pilhas Primárias

As pilhas primárias, tais como a pilha seca comum ou pilha de lanterna, transformam a energia química em elétrica. São caracterizadas por não possuírem ação química reversível. Uma vez descarregadas, tornam-se imprestáveis. Suas placas são constituídas de zinco (negativa) e carbono (positiva). Seu eletrólito é constituído de uma solução de cloreto de amônia, no estado pastoso. Por conveniência, a placa de zinco é confeccionada no formato de um recipiente e a placa de carbono fica localizada no centro, tendo em sua volta o eletrólito.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-104 Pilha primária

Quando este elemento é descarregado, o zinco reage com o eletrólito, formando um sal de zinco. Este processo não é reversível e quando o elemento está descarregado não pode ser carregado outra vez. Este tipo de pilha está representado na figura 6-104.

### **Pilhas Secundárias**

As pilhas secundárias diferem das pilhas primárias pelos tipos de suas placas, seu eletrólito e por possuir ação química reversível. Estes acumuladores, quando descarregados, recarregam-se pela passagem de uma corrente elétrica contínua ou pulsativa unidirecional através de suas placas, por meio de um aparelho de carga, na direção oposta à da descarga, isto reintegra as placas e o eletrólito em sua forma original, de sorte que o acumulador volta a sua denominação e ciclo.

Cada vez que se completa um ciclo, as placas desgastam um pouco, desprendendo-se uma quantidade de material ativo, de sorte que o elemento perde um pouco de sua capacidade. De 50 a 200 ciclos completos de descarga e carga, é geralmente tudo quanto suporta um acumulador. Daí em diante, ou trocam-se seus elementos ou condena-se o acumulador. Se o acumulador estiver apenas parcialmente descarregado em cada ciclo, o número de ciclos será aumentado. As baterias de automóveis e as de aeronaves são exemplos de pilhas secundárias.

### **3.2 BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO**

A bateria de aeronave consiste de um grupo de pilhas ou células secundárias, constituídas de placas de chumbo (negativas), peróxido de chumbo (positivas) e um eletrólito composto de 25% de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e 75% de água destilada ( $H_2O$ ). Quando a bateria está carregada a densidade do eletrólito é de 1,275 a 1,300g/cm<sup>3</sup>.

Quando os elementos se descarregam, o ácido sulfúrico reage sobre ambas as placas, formando sulfato de chumbo. Isto deixa uma solução muito fraca, com densidade de 1,100g/cm<sup>3</sup> a 1,150g/cm<sup>3</sup> (bateria descarregada), em virtude de parte do ácido ter-se unido às placas. Se a descarga for continuada, os materiais ativos, tanto nas placas positivas como nas negativas, tornam-se tensão entre elas, desta forma a bateria estará completamente descarregada. Quando a bateria é novamente carregada, o ácido existente nas placas, sob a forma de sulfato de chumbo, transforma-se novamente em ácido sulfúrico

e, misturando-se com a solução fraca, aumenta, o seu grau de concentração. Ao mesmo tempo, as placas são reintegradas no seu estado primitivo.

Quando todo o ácido estiver fora das placas, a bateria estará completamente carregada, portanto, a densidade do eletrólito é um indício do estado de carga de uma bateria e a capacidade de uma bateria depende da quantidade do material disponível para a reação química.



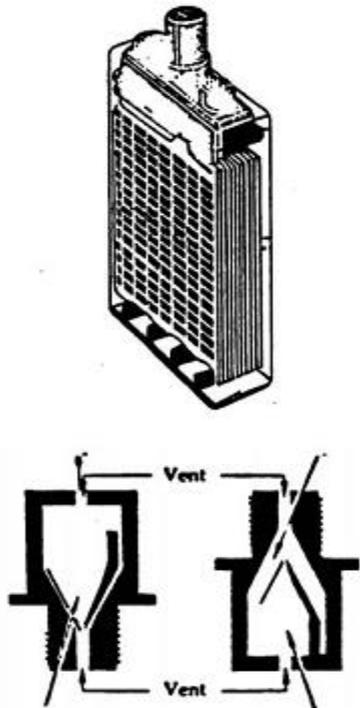
*Fonte: FAA-H-8083-31. Edição 2012.*

Figura 9-32. Bateria Chumbo-Ácido.

### **Elementos de uma Bateria**

Um elemento de uma bateria é constituído por um grupo de placas positivas e negativas, mergulhadas em uma solução de ácido sulfúrico e isoladas por meio de separadores colocados entre elas.

A tensão nominal de um elemento é de 2 volts. Os bujões de respiro são de borracha dura, com orifícios pequenos, para permitir o escoamento dos gases que se formam durante a reação química.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-105 Grupo de placas e bujões de respiro

### Verificação da Densidade

As leituras da densidade devem ser feitas semanalmente, com o auxílio de densímetro e corrigidas de acordo com a temperatura, conforme a figura 6-115.

60,5	-----24	
55	-----20	
48,9	-----16	somar à leitura
43,3	-----12	
37,8	-----08	
-----		
32,2	-----	não é necessária
26,7	-----	nenhuma correção
21,1	-----	
-----		
15,6	-----08	
10,0	-----12	
04,4	-----16	
-06,7	-----24	
-12,2	-----28	subtrair da leitura
-17,8	-----32	
-23,3	-----36	
-28,9	-----40	
-34,4	-----44	
-----		

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-115 Tabela de correção da leitura da densidade

## **Preparação do Eletrólito**

O eletrólito, para baterias chumbo-ácido, é uma solução constituída de 75% de água destilada e 25% de ácido sulfúrico. O ácido sulfúrico pode provocar queimaduras dolorosas se atingir qualquer parte do corpo.

Assim sendo, o pessoal encarregado de manusear e misturar o eletrólito deve ter muito cuidado, para que sejam evitados perigos desta natureza e usar óculos protetores, aventais de borracha, luvas e sapatos ou galochas de borracha.

Quando o ácido sulfúrico e a água são misturados para se obter o eletrólito, o calor é produzido quimicamente durante este processo, o qual eleva a temperatura da mistura resultante. Portanto, na mistura do eletrólito, sempre adicionar o ácido na água vagarosamente e agitar lentamente, até obter uma mistura homogênea.

Nunca se deve adicionar água no ácido, uma vez que o calor pode ser produzido tão rapidamente que o ácido poderá respingar no operador.

O recipiente deve ser de vidro, louça, madeira revestida de chumbo, ou um vaso similar, que seja resistente ao ácido sulfúrico e possa suportar o calor desprendido pela mistura. Deixe que o eletrólito esfrie, abaixo de 32,2°C, antes de ser utilizado. A solução poderá ser sifonada para dentro do acumulador, por meio de um tubo de borracha de pequeno diâmetro ou, então, poderá ser posta por meio de uma seringa. Não deixe que o nível do líquido exceda de 3/8" acima do protetor existente sobre o topo dos separadores.

O neutralizante do ácido sulfúrico é o bicarbonato de sódio.

## **Preparação da Bateria para Carga**

a) Limpar os lados da caixa e a face superior da bateria com o auxílio de uma mangueira e bastante água. Usar uma solução bicarbonato de sódio, a fim de remover qualquer corrosão que possa existir nos bornes e inspecionar o estado físico da bateria;

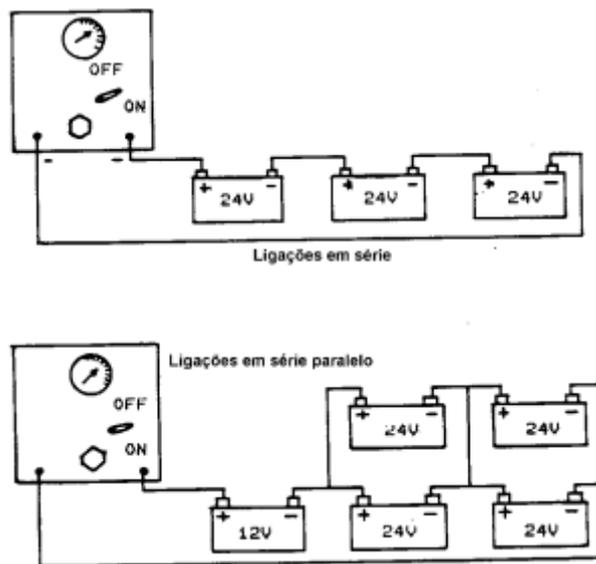
b) Remover os bujões de enchimento e inspecionar a bateria, internamente. Se o nível do eletrólito estiver baixo, completar com água destilada. Enquanto as baterias estiverem em carga, os bujões de respiro poderão ser desatarraxados, porém, deixados sobre as aberturas de enchimento dos acumuladores a fim de evitar o salpico do eletrólito e a formação de gases, bem como a penetração de qualquer matéria estranha na bateria.

## Equipamento para Carga

As baterias podem ser carregadas, somente com corrente contínua ou pulsativa unidirecional. Se houver disponível somente corrente alternada, a mesma deve ser convertida em pulsativa unidirecional, por meio de retificadores. Existem dois processos para carga: carga em paralelo à tensão constante e carga em série à corrente constante. A carga em paralelo à tensão constante usa um grupo motogerador. A carga em série à corrente constante utiliza retificadores à válvula ou metálico. São os mais usados para este tipo de carga. O tunga é provido de controle para a ajustagem dos diversos regimes de carga, que é controlada através de um amperímetro que mede a corrente.

A corrente de carga pode ser regulada com pequenos degraus até um máximo de 6 amperes. Os acumuladores podem ser carregados com a carga lenta ou carga rápida. A carga lenta vai de 2 a 4 amperes e a carga rápida de 4 a 6 ampères.

As ligações para este tipo de carregador estão indicadas na figura 6-107. Quando se deseja carregar baterias de tensão diferente, como, por exemplo, quatro de 24v e uma de 12v para melhor aproveitamento, devemos ligar as quatro de mesma tensão em paralelo, duas a duas, ligando-as, em seguida, em série com a de menor tensão.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-107 Ligações para carga de baterias

## **Auto Descarga**

As reações químicas, que produzem o fluxo de corrente elétrica, podem continuar, mesmo que não se esteja retirando corrente alguma da bateria.

A reação química, entre o material ativo das placas e o ácido sulfúrico do eletrólito, dá-se mais ou menos rapidamente, dependendo da quantidade de corrente que está sendo utilizada. Todavia, quando a bateria está desligada do circuito, de sorte que não se esteja retirando corrente alguma da mesma, as atividades químicas continuam, se bem que numa razão muito mais baixa. Isto produz o que se conhece por auto descarga. Esta auto descarga dá-se vagarosamente em baixas temperaturas, porém, rapidamente em temperaturas elevadas, por causa do fato de todas as reações químicas serem aceleradas pelas altas temperaturas.

Uma bateria completa ou parcialmente carregada, submetida a uma temperatura de 17°C, experimenta muito pouco auto descarga, em um período de dois a três meses enquanto que uma bateria totalmente carregada, submetida a uma temperatura de 50°C, pode descarregar-se completamente, dentro de uma semana.

## **Remoção da Bateria**

Para remover uma bateria do avião, o cuidado principal que devemos ter é o de desligar sempre, em primeiro lugar, o cabo ligado à massa do avião, pois assim, evitaremos futuros curtos-circuitos. Depois devemos segurar a bateria com cuidado, para evitar que a mesma caia e derrame o eletrólito.

### **3.3 BATERIAS ALCALINAS**

As baterias alcalinas foram desenvolvidas mais recentemente que as de chumbo-ácido. Dois tipos são usados atualmente: níquel-cádmio e prata-zinco, ambos com eletrólito alcalino de hidróxido de potássio (KOH).

### **3.4 BATERIA DE NÍQUEL-CÁDMIO**

Em uma bateria de níquel-cádmio o eletrólito é uma solução de água destilada e hidróxido de potássio (KOH - POTASSA CÁUSTICA).

O eletrólito somente é empregado como condutor e não reaciona com as placas como fazem as baterias de chumbo-ácidas.

O estado da carga de uma bateria deste tipo não é determinado facilmente por uma leitura de gravidade específica, já que não havendo reação de placas com eletrólito, este não se altera de modo apreciável.

As placas negativas são de óxido de cádmio e as positivas de óxido de níquel, isoladas por placas de nylon e fibra.

Durante a carga, todo o oxigênio é expulso dessas placas negativas só restando o cádmio. O oxigênio expulso das placas negativas é recolhido pelas positivas, para formar o bióxido de níquel. Até o final do processo de carga, o eletrólito desprenderá gases devido à eletrólise que tem lugar no mesmo.

Uma pequena quantidade de gases é necessária para carregar completamente a bateria. Portanto esta perderá algo de água. Durante a descarga ocorrerá uma ação química inversa. As placas negativas recuperam gradualmente o oxigênio, na mesma proporção que as positivas o perdem.

Devido ao intercâmbio de oxigênio, a energia química das placas se converte em energia elétrica e o eletrólito é absorvido pelas placas.

Por esta razão o nível de eletrólito deve ser verificado com a bateria completamente carregada.

O estado da carga da bateria será verificado, portanto, medindo-se o nível do eletrólito, já que os outros métodos utilizados em baterias de chumbo-ácida como: densidade do eletrólito e tensão entre elementos, não são aplicáveis, pois o eletrólito não reaciona com as placas, e a tensão, praticamente, permanece constante mesmo com a bateria descarregada.

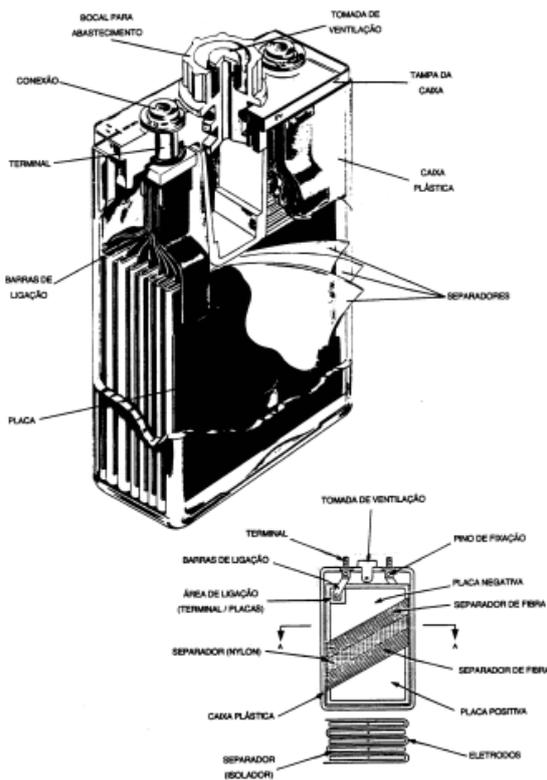
### **Capacidade da Bateria**

Nas baterias de aviões um dado muito importante é a sua capacidade, é o mesmo que dizer, a quantidade total de energia que pode ser fornecida até que a tensão nos bornes caia a um valor mínimo aceitável.

Também é possível definir a capacidade como a quantidade de horas que pode alimentar um sistema elétrico que consome uma certa intensidade.

A unidade utilizada é o ampère-hora (Ah) e a capacidade se expressa em "Ah", que é o número resultante da multiplicação da intensidade de descarga pelo número de horas que pode ser mantida até descarregar-se.

Por exemplo, uma bateria de 100 Ah regimentada em 8 horas pode entregar 12,5 A continuamente durante 8 horas. A capacidade de uma bateria depende da temperatura e do regime de descarga. Em temperaturas muito baixas, a capacidade diminui devido à lentidão das reações.



Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-108 Elemento de bateria níquel-cádmio

A capacidade também diminui quando o regime de descarga é elevado. A capacidade das baterias instaladas em avião depende como é lógico, dos equipamentos que ela terá que alimentar em caso de falha do resto das fontes de corrente do avião. Valores aproximados estão entre 25 Ah e 40 Ah.

### Falhas da Bateria, Perdas de Tensão

Em uma bateria a ddp entre os bornes é igual à fem menos a queda da tensão devido a sua resistência interna ( $rI$ ). Então a tensão nos bornes da bateria diminui ao aumentar-se a intensidade da corrente fornecida por ela.

Normalmente a resistência interna é pequena e a diminuição de tensão só chega a ser importante quando são consumidas grandes intensidades, por exemplo, dar-se a partida dos motores fazendo-se uso delas.

### **Vantagens do uso das Baterias NI-CAD**

As baterias de níquel-cádmio apresentam vantagens importantes em relação às de chumbo-ácido.

Podemos destacar as seguintes vantagens:

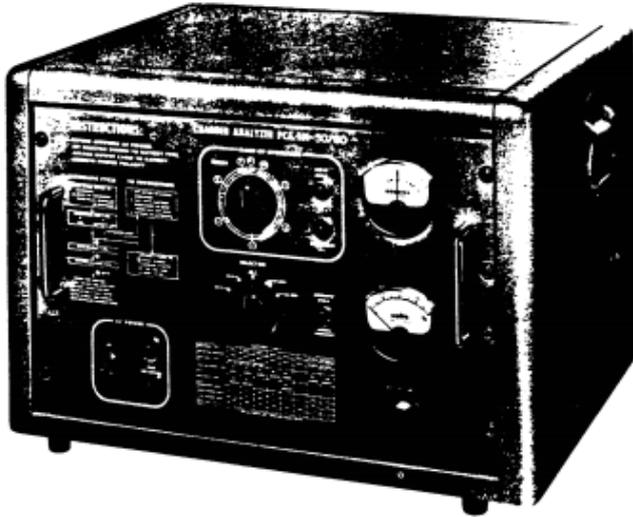
- Durante o período de descarga mantém uma tensão praticamente constante até em "um instante" antes de esgotar-se;
- A relação energia/peso é superior à das baterias típicas. Ocupam, portanto pequeno volume e são de baixo peso;
- Não se descarregam a circuito aberto, não se estragam por sulfatação de suas placas;
- Não se estragam quando submetidas à correntes muito intensas ou por descarregá-la demasiadamente. Possuem baixa resistência interna;
- Admitem uma tensão de carga superior ao normal. São denominadas algumas vezes de baterias programáveis ou com memória;
- Podem ser carregadas rapidamente;
- São muito estáveis e possuem longa vida (aproximadamente 15 anos);
- Podem ser substituídos um ou mais elementos da bateria original.

### **Desvantagens do uso da Bateria- NI-CAD**

- Alto custo. Apesar de seu custo elevado, quando usada em circunstâncias apropriadas, ela pode ser econômica graças à sua longa vida;
- Requer uma atenção constante com relação aos incrementos de temperatura;
- Possibilidade de explosão intercélulas;
- Fuga térmica;
- Curtos.

## Para Carregar Baterias Alcalinas

Usa-se o carregador BATTERY MASTER - CHARGER/ANALYZER mod 2001 D 100 (ou equivalente).



Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-109 Carregador de baterias

### Para se carregar bateria nova:

- a) 3 horas de carga;
- b) 1 hora de descanso;
- c) 1 hora de descarga (para confirmar se entra em carga);
- d) 1 hora de descanso;
- e) 3 horas de carga.

Total para carga: 9 horas

### Para se carregar baterias usadas:

- a) Checar se todos os parafusos estão apertados;
- b) Descarga (depende de vários fatores: qual sua carga, e como foram suas manutenções anteriores, etc);
- c) Descanso (1hora) - É para que não haja variação durante a carga;
- d) Carga - 3 horas;
- e) Descanso - 1 hora;
- f) Descarga (simular o arranque do avião);
- g) Carga - 3 horas;
- h) Descanso - recolocar na aeronave.

## Monitoramento da Temperatura da Bateria

A bateria de NI-CAD é um dos mais eficientes armazenadores de energia elétrica disponíveis atualmente.

Ela é rígida, compacta, provê correntes elevadas na saída apesar de seu pouco peso, carrega-se rapidamente, possui excelentes características de funcionamento e baixas temperaturas e mantém uma tensão relativamente constante na saída. Até descarregar-se completamente.

Mas, a despeito desses atributos, está sujeita a certos fenômenos indesejáveis que vão desde a deformação ou fusão até a ruptura ou explosão, tudo isso provocado pelo fenômeno conhecido como "fuga térmica".

Durante a operação normal de um avião, o gerador alimenta a bateria com corrente à tensão constante.

Dependendo de suas condições de carga, a bateria oferece uma certa resistência a essa corrente de carga, limitando-a.

Se a bateria estiver descarregada, sua resistência será baixa e a corrente de carga alta. Assim que comece a carregar, sua resistência interna aumenta e a corrente de carga diminui. Teoricamente, o fluxo de corrente deveria cair a zero quando a bateria estivesse totalmente carregada. Na realidade, decrescerá até um valor entre 2 e 4 Ampères.

Durante o processo de carga, há geração de calor e sua temperatura começa a subir.

Nesse ponto, outros fatores como a temperatura e a circulação do ar ambientes entram em cena e determinam quanto deverá subir a temperatura da bateria.

Curiosamente, uma bateria superaquecida não está necessariamente em uma condição de "fuga térmica".

Em determinadas condições de temperatura, refrigeração e tensão de fonte de carga, o aumento do calor dentro das células provoca a queda na resistência interna da bateria que, por sua vez, provoca um aumento na corrente de carga gerando mais calor, o qual aumenta a temperatura.

Este aumento concorre para diminuir ainda mais a resistência, provocando um grande aumento na corrente de carga que origina mais calor ainda.

Uma vez que este ciclo se torne estabilizado, a ocorrência de danos sérios é apenas uma questão de tempo, a menos que o processo possa ser imediatamente interrompido desligando-se a bateria do circuito.

Infelizmente, o piloto pode permanecer completamente alheio a esta série de eventos, até que seja muito tarde.

O primeiro passo para evitar a "fuga térmica" é o cuidado e a manutenção correta do sistema elétrico do avião e a da bateria.

O regulador de tensão deve ser ajustado com precisão e funcionar corretamente.

A bateria deve ser mantida limpa, corretamente instalada e com as tomadas de ventilação desobstruídas.

Fontes externas de força devem ser usadas sempre que o avião for submetido a prolongados testes operacionais no solo, durante pesquisa de pães e, quando possível, para as partidas do motor, especialmente se for programada uma série de voos de curta duração.

Durante as partidas com baterias, tentativas prolongadas devem ser evitadas. Se estas tentativas repetidas não puderem ser evitadas, um teste de "toque" deverá ser feito, colocando-se mão na carcaça externa da bateria.

Se ela estiver muito quente, (e não for possível manter a mão sobre ela) será necessário deixar que ela esfrie, antes de tentar-se outra partida.

Além dessas medidas preventivas, o piloto pode utilizar as indicações de certos instrumentos como alerta para possíveis problemas com a bateria, incluindo a "fuga térmica".

Uma diretiva do FAA tornou mandatório para todos os aviões equipados com bateria NiCAD, que pudessem ser usadas para partidas de motor, que incorporassem algum tipo de monitorização de temperatura, bem como alguma previsão para interromper o carregamento da bateria.

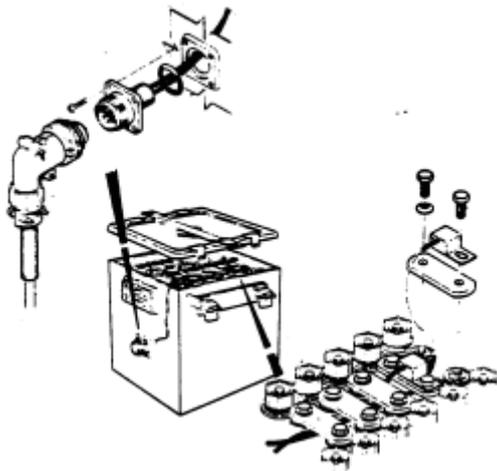
O sistema de alarme e monitoramento de superaquecimento da bateria não previne a fuga térmica, mas possui a vantagem de ser leve, relativamente barato, e ainda fornecer um aviso seguro de uma possível condição de "fuga térmica". Dependendo da configuração escolhida, este sistema pode não somente avisar ao piloto para interromper o carregamento da bateria, mas também pode, automaticamente, desligá-lo do circuito.

Porém, independente da configuração, sempre existe um comando manual.

A principal desvantagem desse sistema é que ele fornece um alerta inicial quando a carcaça da bateria atinge uma temperatura de 150°C F e uma bateria NI-CAD pode atingir esta temperatura por ação de outras causas que não a "fuga térmica".

Estas incluem temperatura ambiente elevada, estado da carga e uso prolongado da bateria durante testes no solo e partidas de motor.

Além disso, a bateria pode encontrar-se nos primeiros estágios da "fuga térmica" e a temperatura da carcaça pode não estar elevada o suficiente para ativar o sistema de alarme. De fato, muitas baterias atingiram os estágios mais avançados de "fuga-térmica" antes que esse sistema de alarme fosse ativado. No entanto, em todos os casos, o alarme ocorreu a tempo suficiente para evitar danos às aeronaves provocados por fogo ou explosão das baterias. Nas aeronaves EMBRAER, a bateria possui preso aos parafusos das conexões das células, dois sensores idênticos e intercambiáveis. Estes sensores permitem a indicação e o alarme de sobre temperatura.

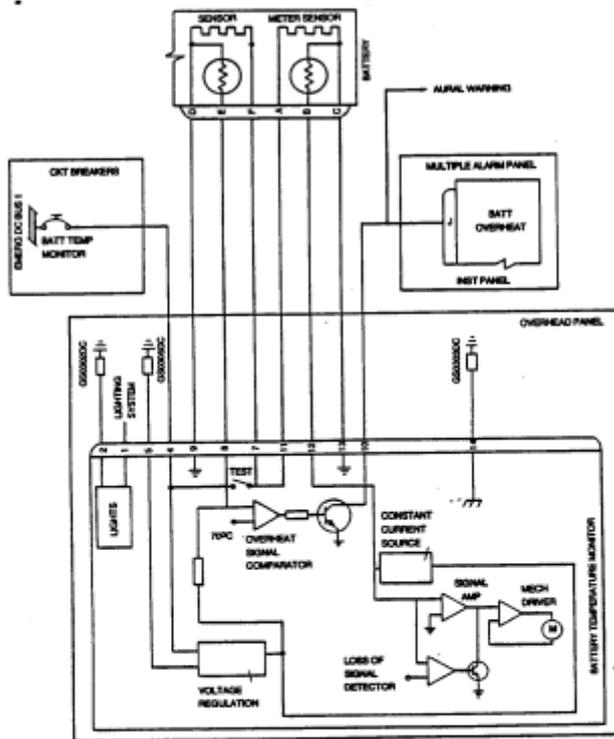


Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

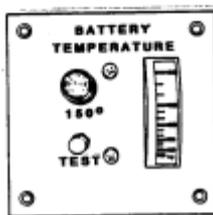
Figura 6-110 Bateria NI-CAD

Os dois sensores enviam sinais a um monitor de temperatura. Um sensor faz com que sempre que a temperatura for superior a 150° F (aproximadamente 65,6° C) este por sua vez, faz acender a luz TEMPERATURA DA BATERIA.

O outro sensor é ligado a um sistema de indicação por instrumento o qual continuamente estará fornecendo a temperatura da bateria. O teste do sistema é feito pressionando-se o botão "TESTE" e os elementos aquecedores associados a cada sensor são alimentados de modo a simular um aumento de temperatura, permitindo o teste operacional do sistema monitor de temperatura.



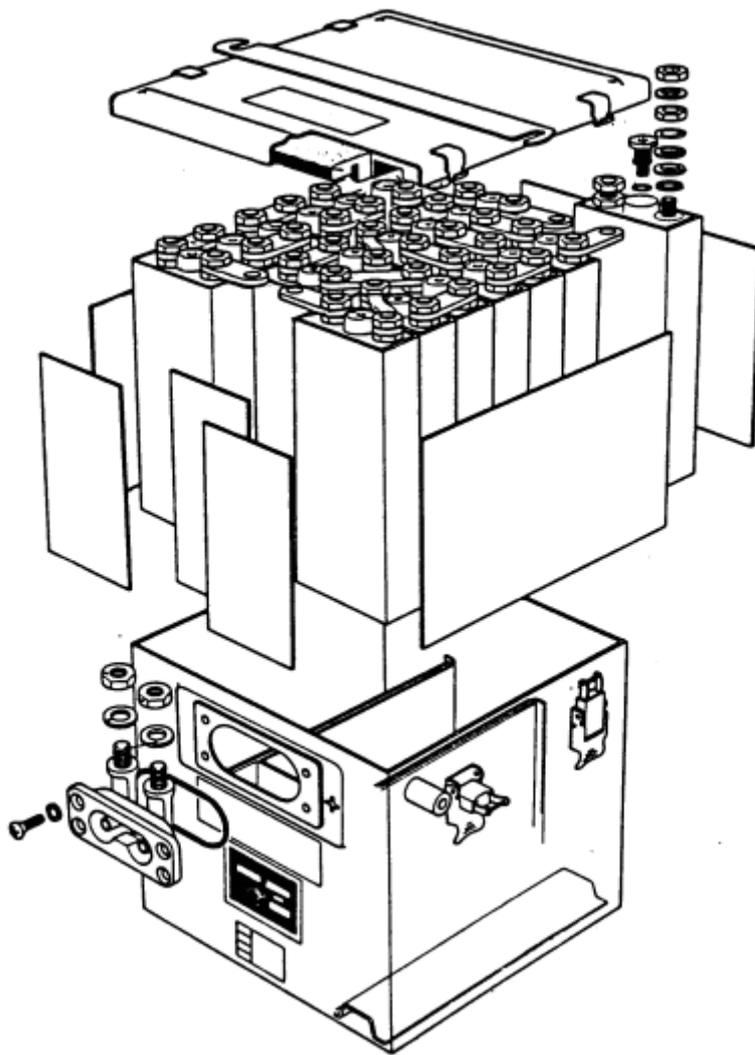
**CIRCUITO TÍPICO DE MONITOR DE TEMPERATURA**



**INDICADOR TÍPICO DE TEMPERATURA DE BATERIA**

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-111 Circuito e indicador típico de monitoramento da temperatura



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6 -112 Vista explodida da bateria Níquel-Cádmio

### 3.5 BATERIAS PRATA-ZINCO

Os elementos ativos das baterias prata-zinco são o óxido de prata (placa positiva) e o zinco (placa negativa), O eletrólito é uma solução forte de hidróxido de potássio (KOH). Durante a utilização da bateria como fonte de energia, o oxigênio é retirado da placa positiva e se combina com o zinco. Assim, as placas positivas de óxido de prata vão se transformando em prata pura, enquanto que as placas negativas de zinco vão se oxidando, transformando-se em óxido de zinco. Durante o processo de carga, o fenômeno se inverte. O eletrólito age apenas como veículo para os íons e não se modifica quimicamente. O estado de carga da bateria não pode ser determinado pela medição da densidade do eletrólito, em vez disso, mede-se a tensão dos elementos em circuito aberto.

As baterias de prata-zinco são de fácil manutenção e têm muitas vantagens sobre as de chumbo-ácido, principalmente: menor peso e volume, permitem altas correntes de descarga e não produzem prata-zinco, ao contrário dos outros tipos, são muito sensíveis ao excesso de tensão durante a carga. Nunca se deve permitir que a tensão ultrapasse 2,05v por elemento. São usadas 14 células em série para proporcionar uma tensão de operação máxima de 25,5v, a tensão média de operação sob corrente mais elevada é de 21,0v.

### 3.6 SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA DIAGRAMAS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS

Os símbolos gráficos constituem um método simplificado de representação dos componentes elétricos e eletrônicos.

Tais símbolos gráficos são normatizados de forma a padronizar a representação dos sistemas elétricos/eletrônicos. A simbologia visa principalmente informar ao técnico de forma clara como estão conectados os componentes nos circuitos. A simbologia utilizada deve ser representada de acordo com as seguintes instruções:

- 1 - Deve ter um tamanho que não prejudique a legibilidade do desenho;
- 2 - Os dispositivos devem ser representados na posição normal ou inativada. Exceções devem ser indicadas através de notas nos desenhos, informando a posição representada;
- 3 - Quando necessário, os símbolos podem ser girados (de 90° em 90°) ou representados em imagem especular;



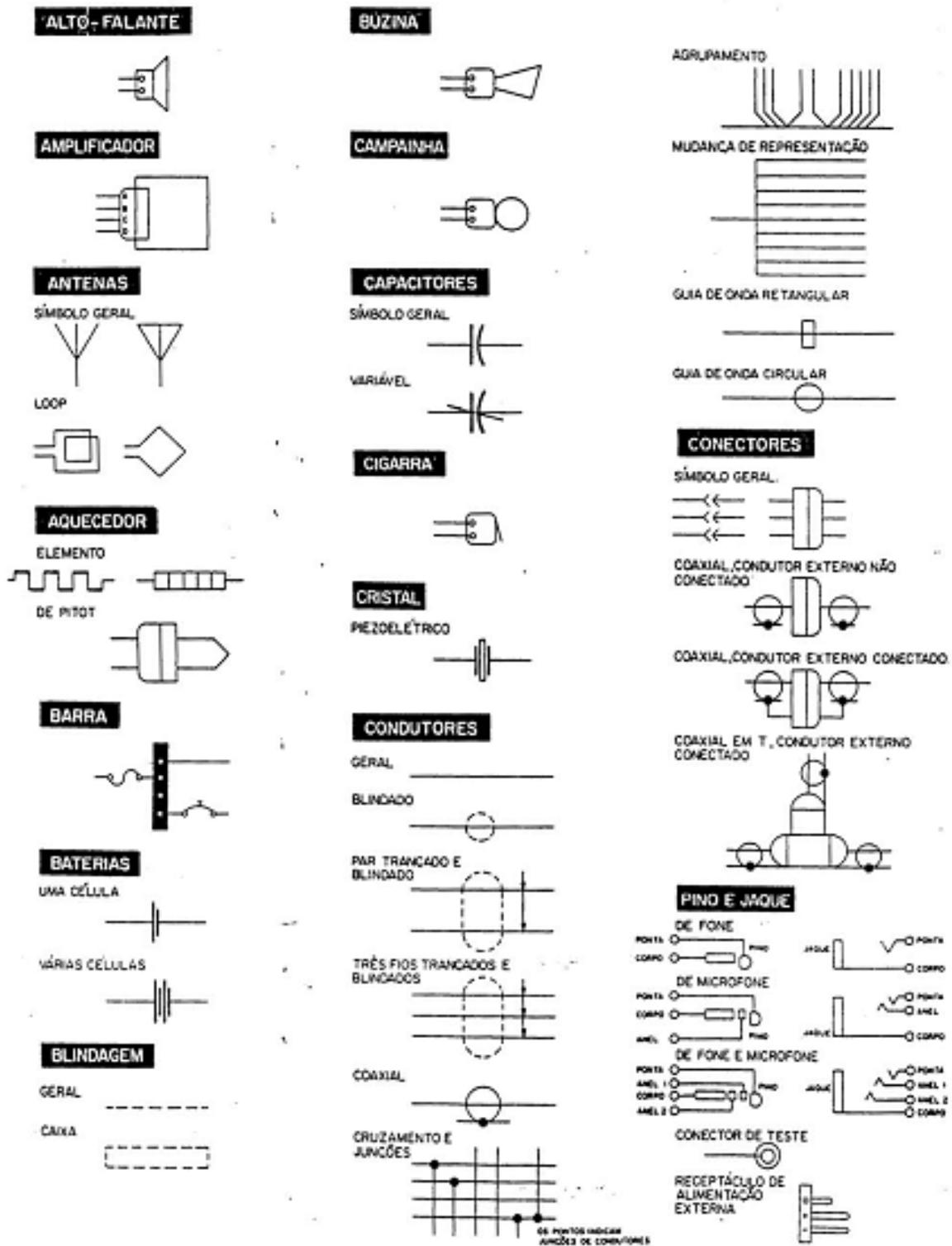
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-113 Exemplos de símbolos

- 4 - Quando necessário, para simplificação do diagrama, um símbolo pode ter sua representação "explodida", isto é, pode ter seus contatos, terminais etc, representados em mais de um lugar em um mesmo diagrama, ou em diagramas diferentes. Neste caso, a sigla do símbolo e demais referências devem ser indicadas em cada uma das partes do símbolo e todos os contatos, terminais, etc., devem ser representados, mesmo aqueles não utilizados;

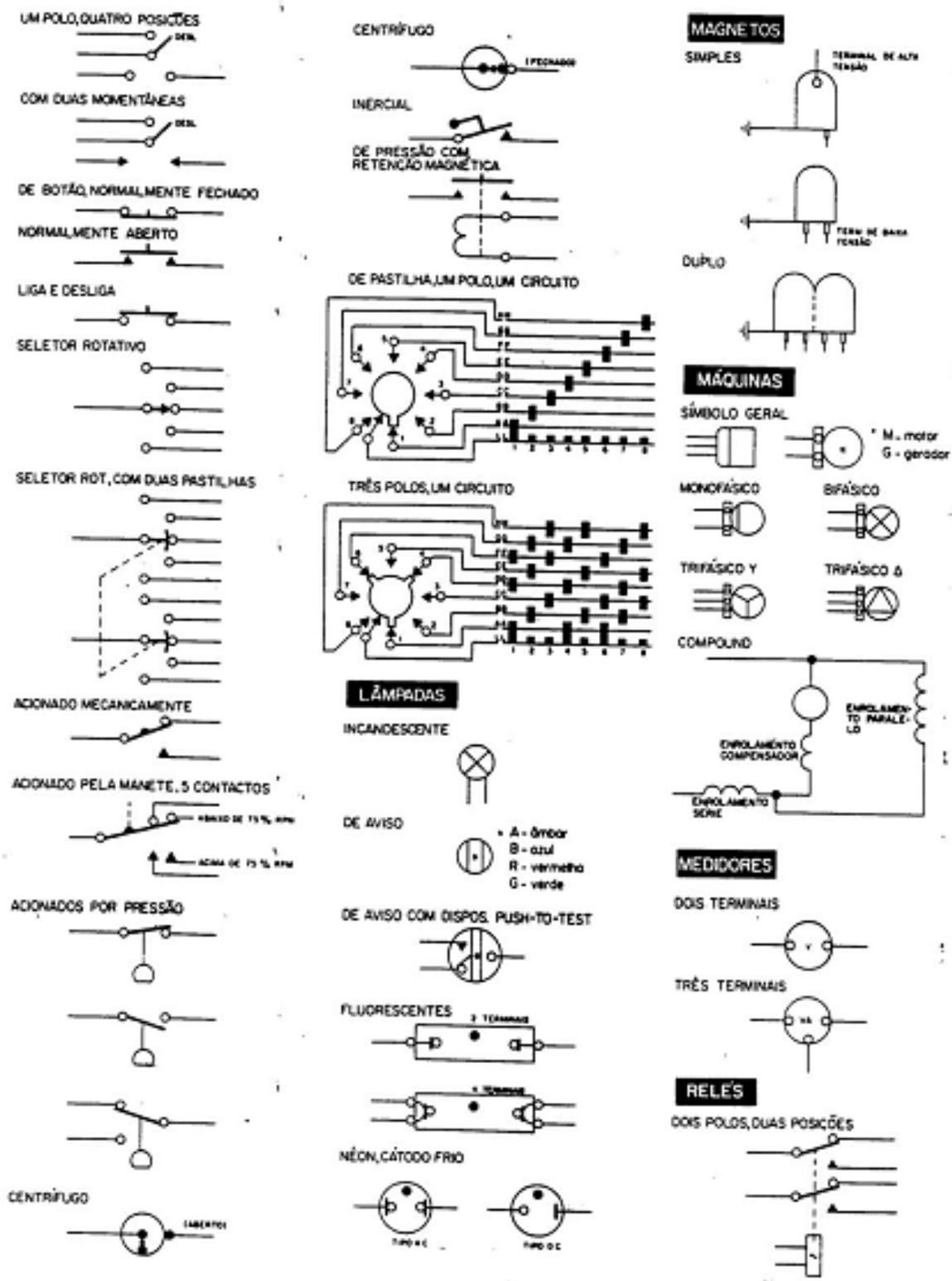
- 5 - Informações adicionais sobre características dos componentes podem ser indicados (adjacentes) ao símbolo.

Alguns símbolos de componentes utilizados em sistemas elétricos e eletrônicos são representados nas próximas páginas.



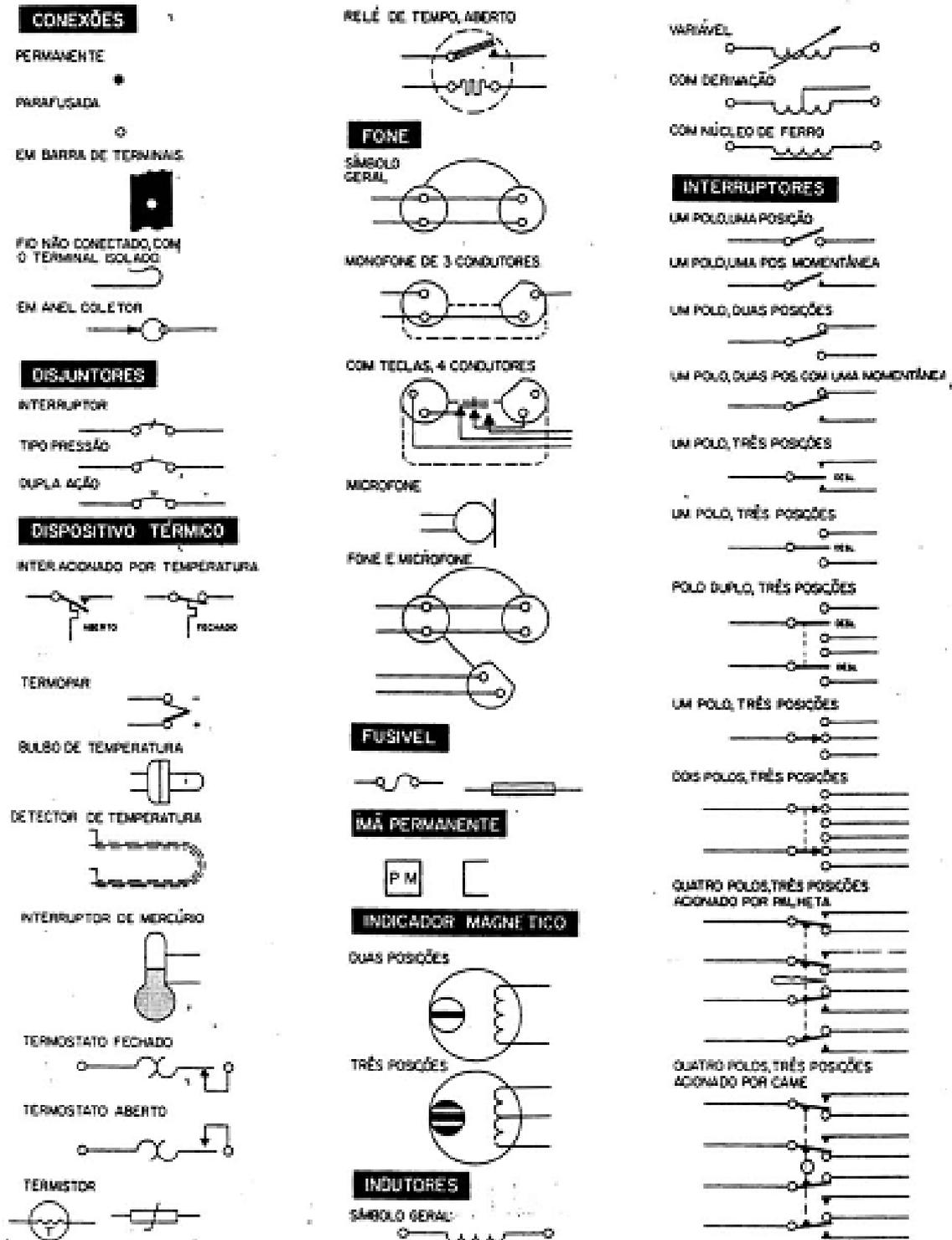
Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-114 Símbolos elétricos I



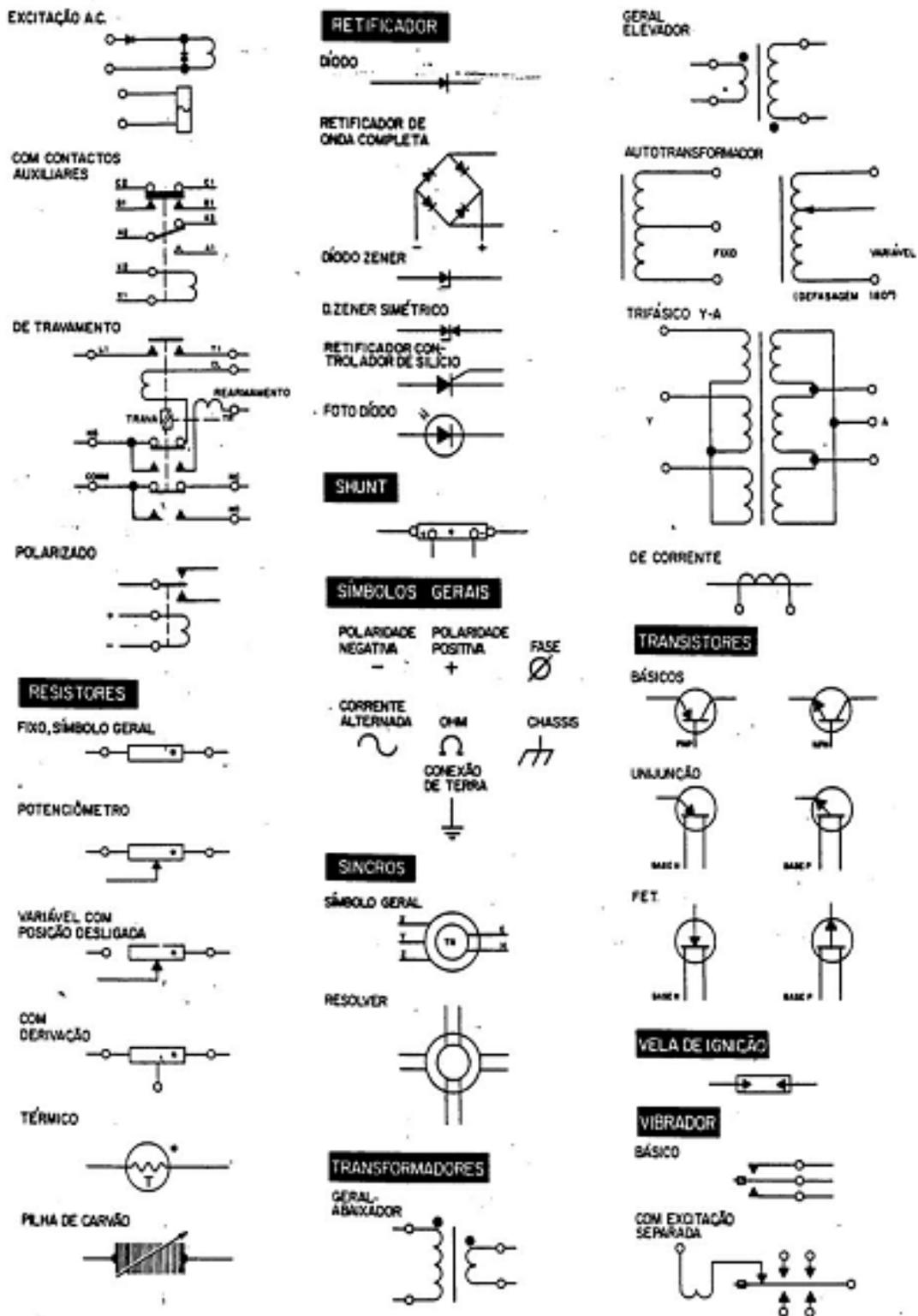
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-115 Símbolos elétricos II



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

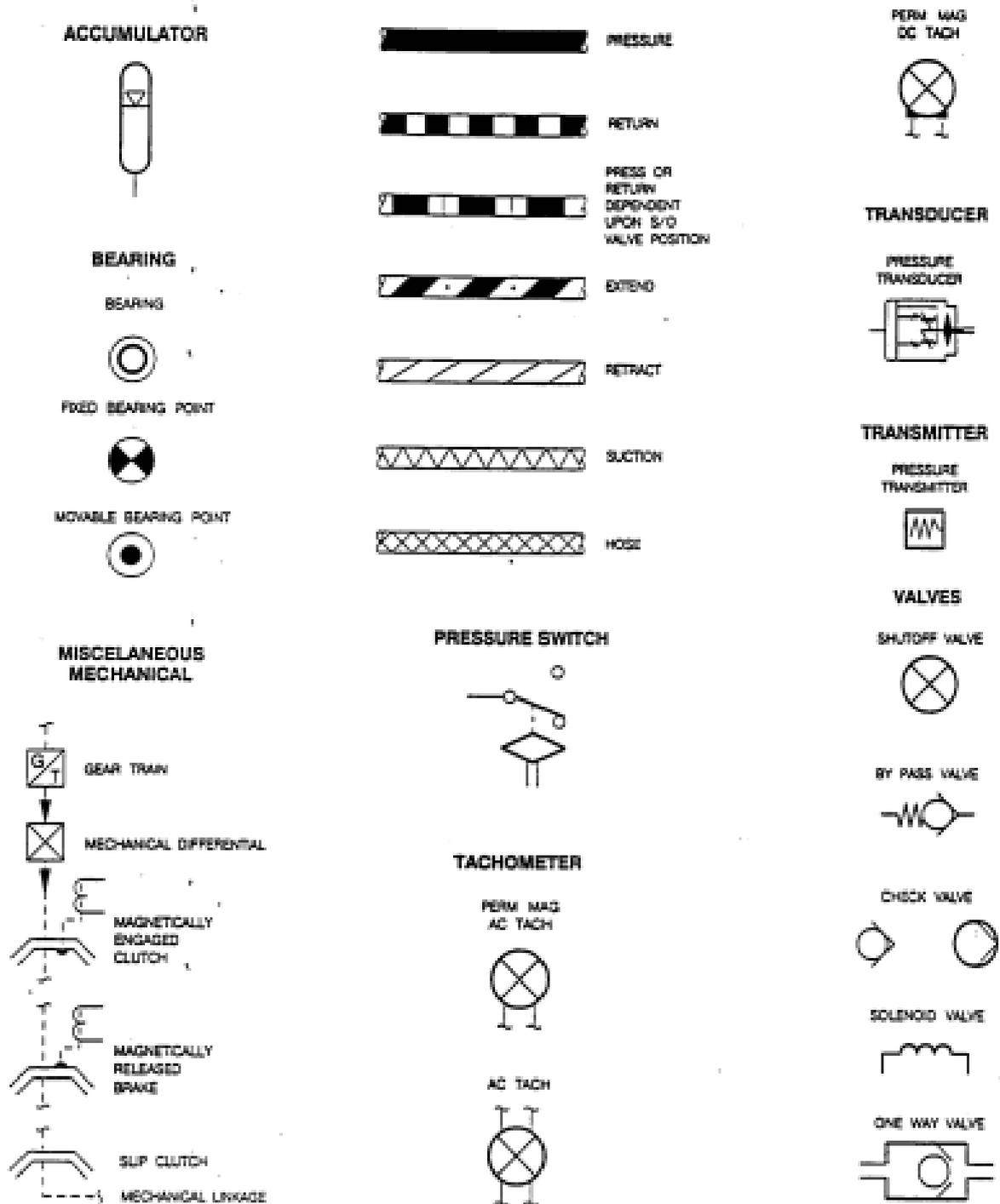
Figura 6-116 Símbolos elétricos III



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-117 Símbolos Elétricos IV

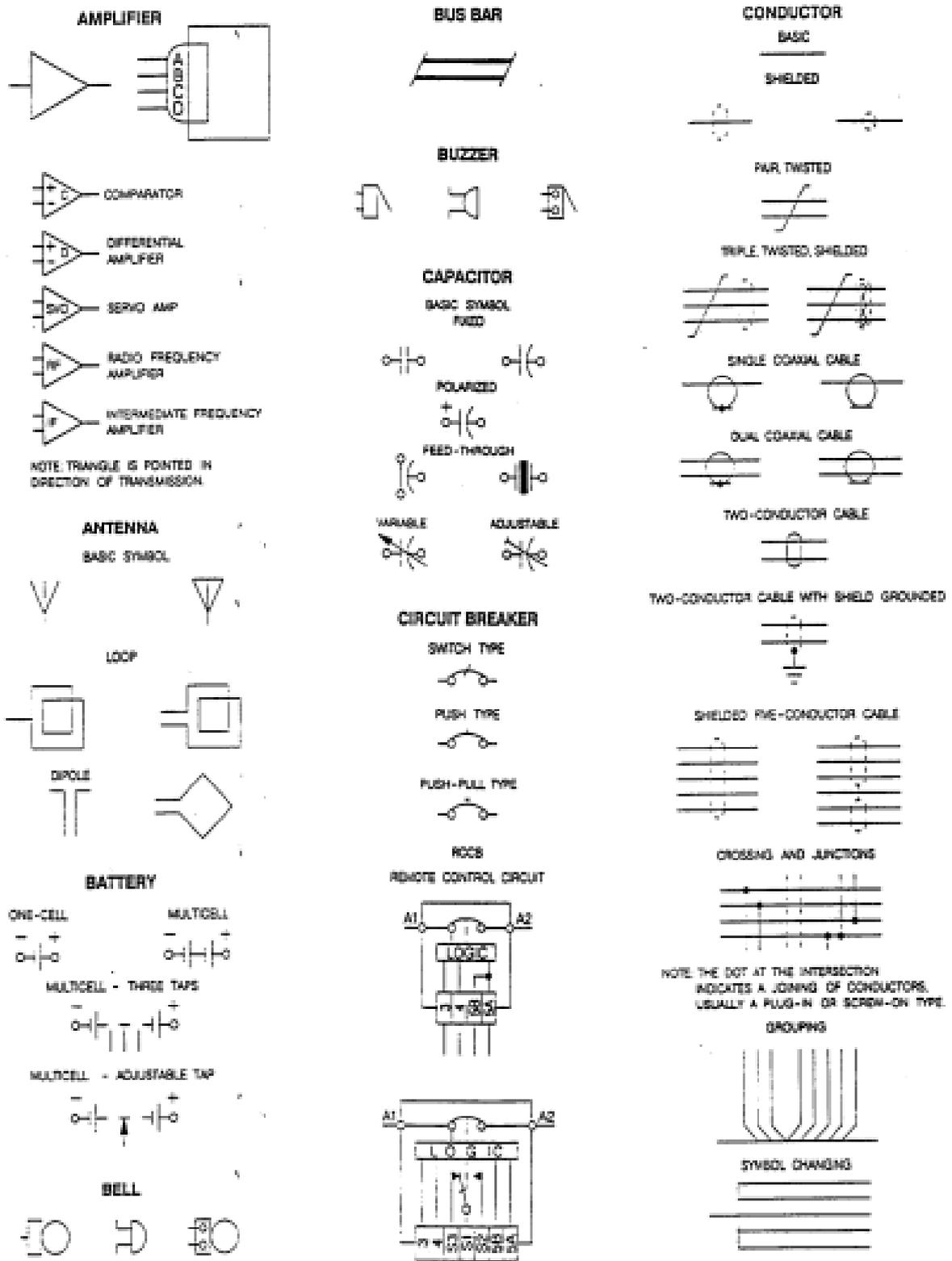
## MECHANICAL SYMBOLS



Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-118 Símbolos elétricos V

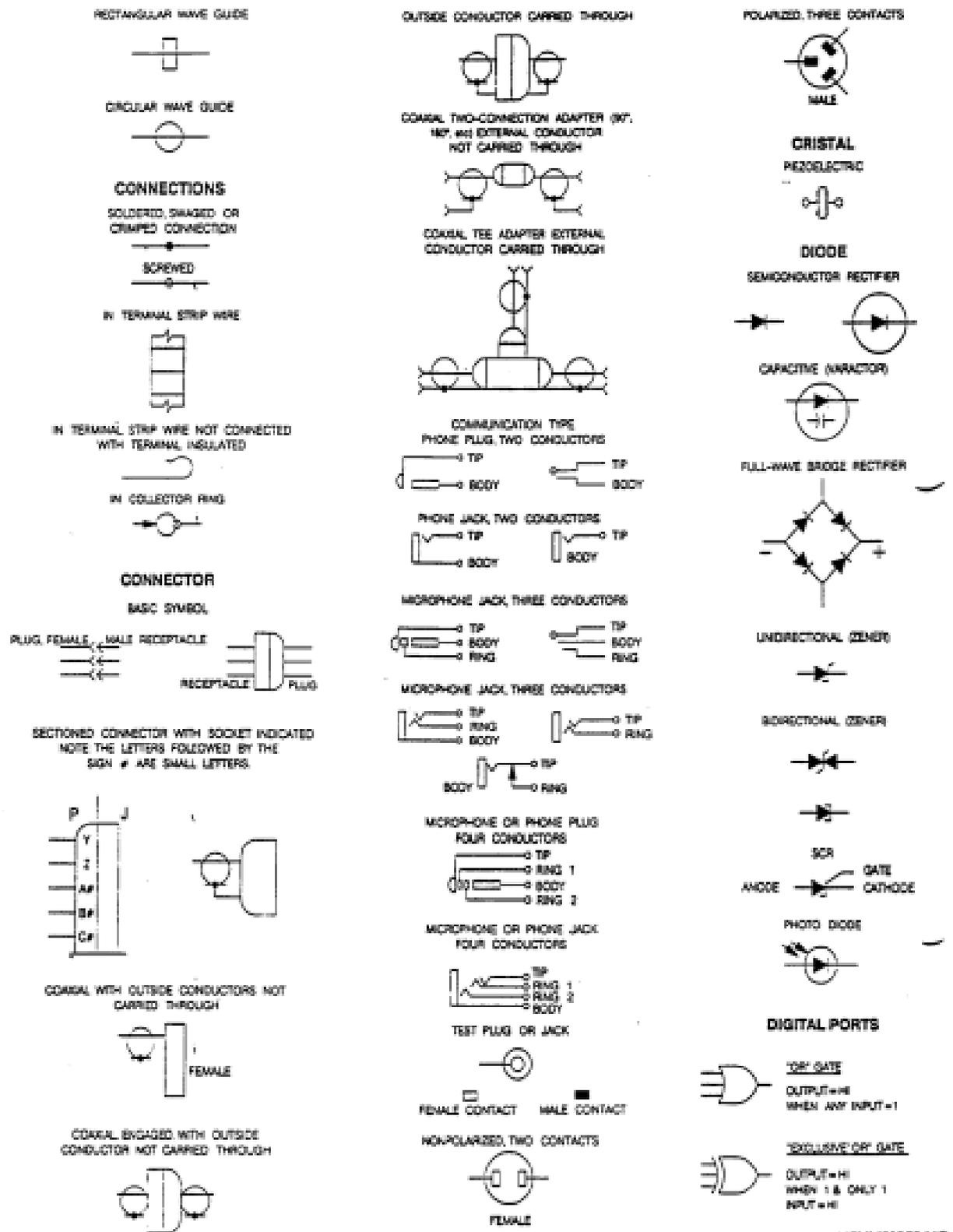
# ELECTRICAL SYMBOLS



145NIN20051.MCE

Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

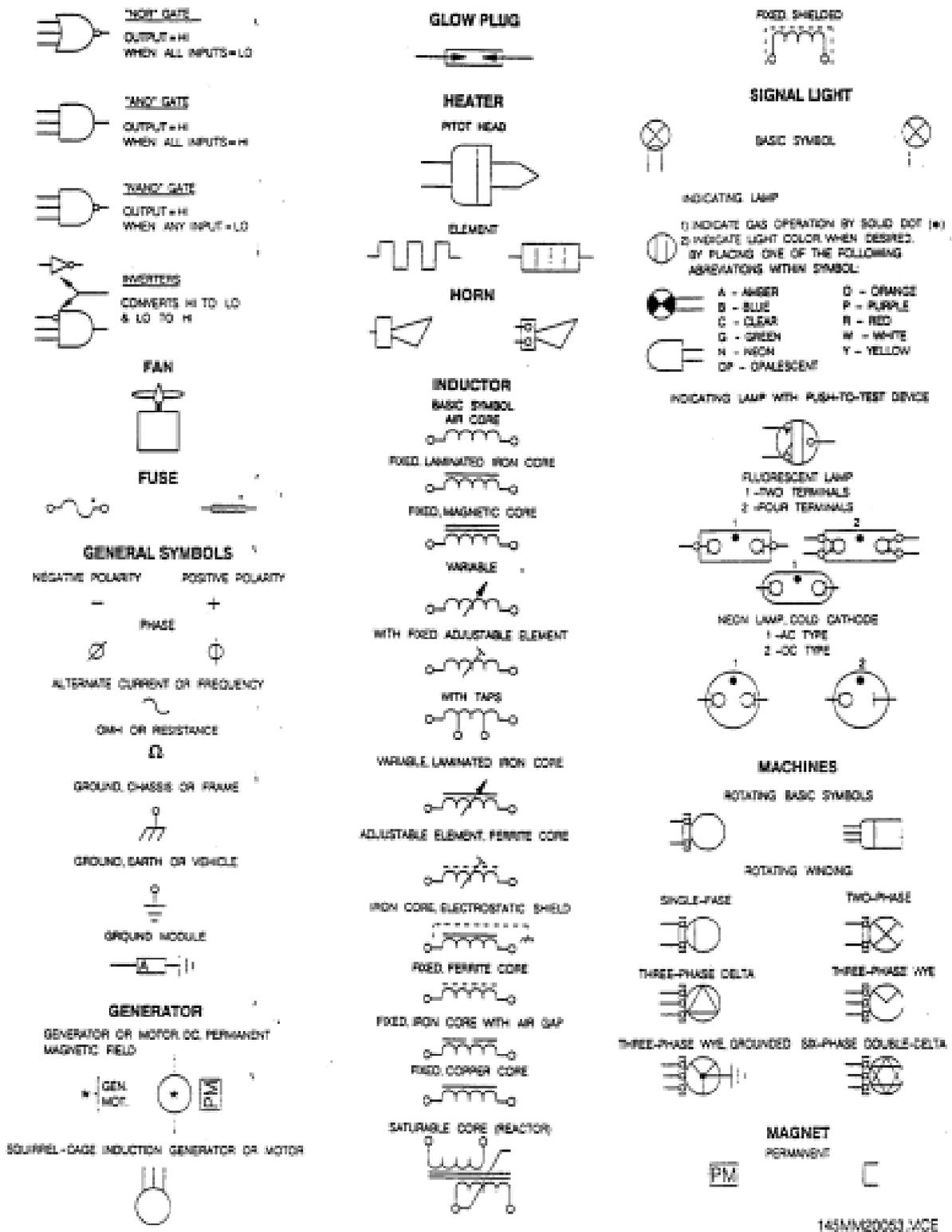
Figura 6-119 Símbolos elétricos VI



145MM20052.MC

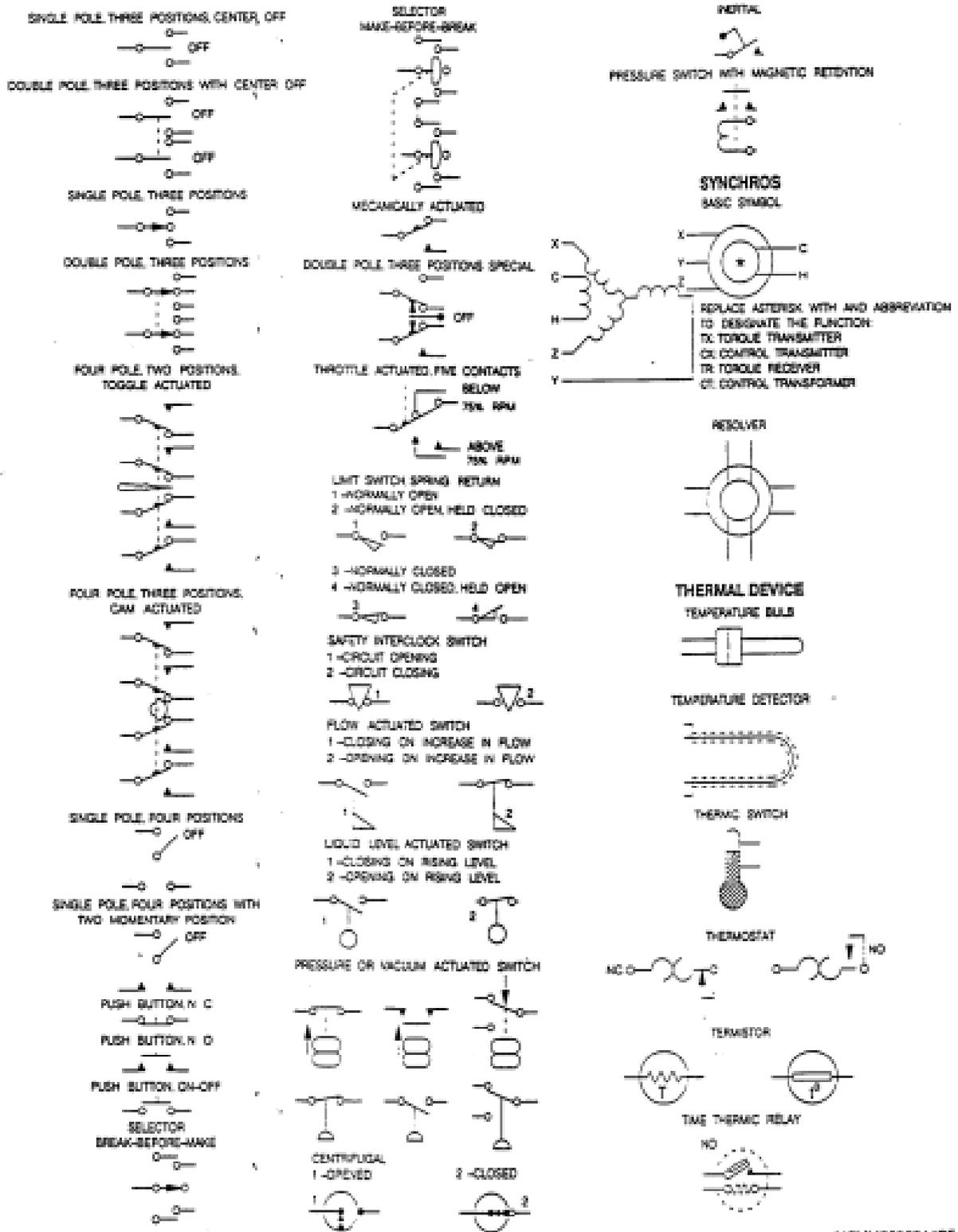
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-120 Símbolos elétricos VII



Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

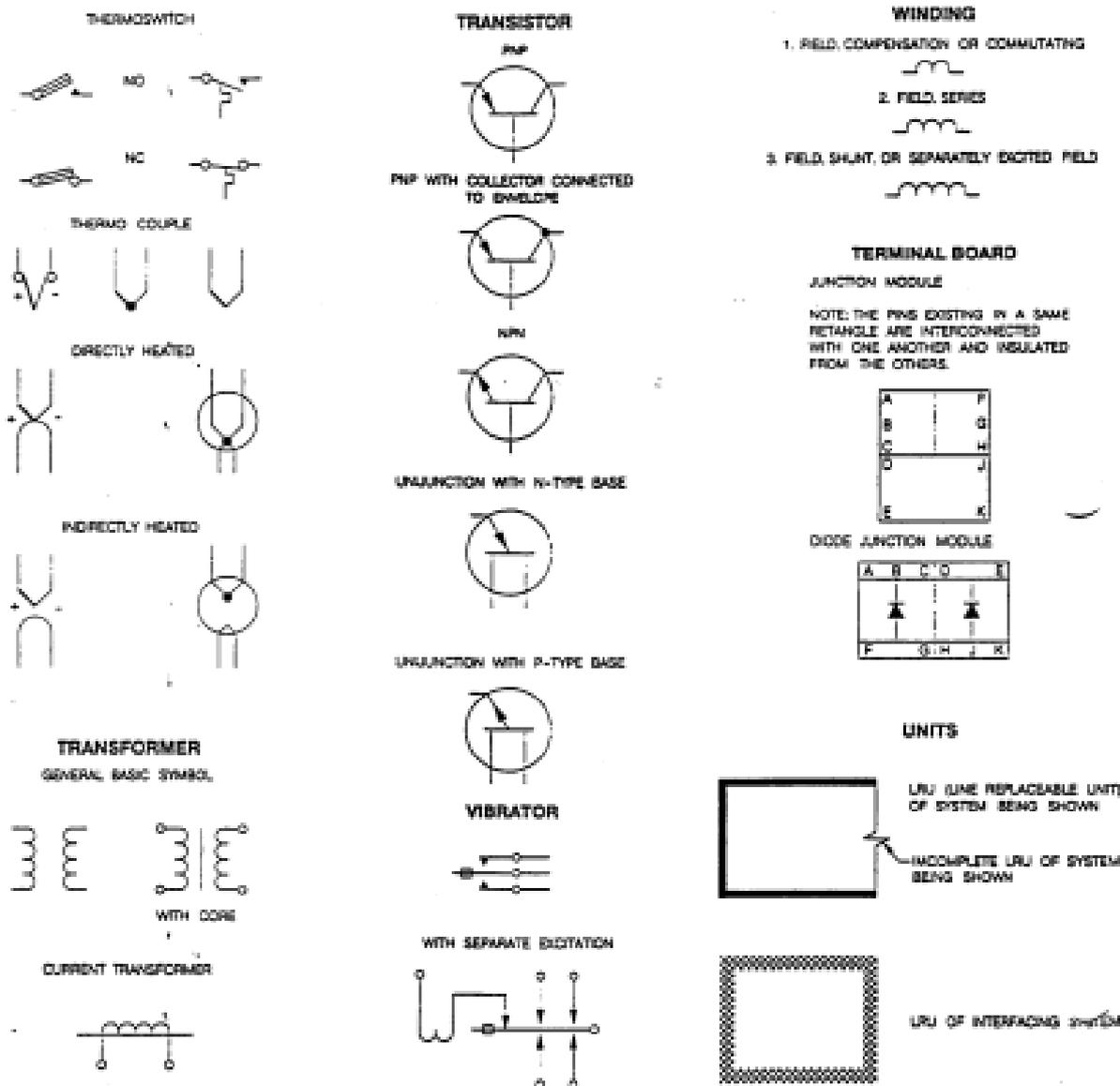
Figura 6-121 Símbolos elétricos VIII



145MM20055 MCE

Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-122 Símbolos elétricos IX



Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 6-123 Símbolos elétricos X

## Referência Bibliográfica

BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional. *Matérias Básicas*, tradução do AC 65-9A do FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-General Handbook). Edição Revisada 2002.

