

SISTEMAS ELÉTRICOS DE AERONAVES

INTRODUÇÃO

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 apresentadas neste manual são recomendações gerais, e não pretendem substituir as instruções e práticas aprovadas pelo fabricante.

FIO CONDUTOR

Para efeito deste manual, um fio é apresentado como um condutor singular e rígido ou como um condutor retorcido, ambos revestidos com um material isolante. A figura 11-1 ilustra estas duas definições de um fio.

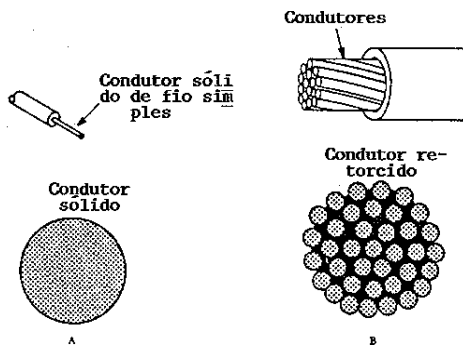


Figura 11-1 Dois tipos de fio de avião.

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

- 1) Dois ou mais condutores isolados separadamente e no mesmo invólucro (cabo multicondutor).
- 2) Dois ou mais condutores isolados separadamente e torcidos juntos (par torcido).
- 3) Um ou mais condutores isolados, revestidos com uma blindagem trançada metálica (cabo

blindado).

- 4) Um condutor central singular 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).

Bitola de fio

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

Como apresentado na figura 11-2, 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 11-2 é o número 0000, e a menor é o número 40. As bitolas maiores e menores são fabricadas, mas não são comumente usadas.

Bitola	Secção em corte			Ohms / 1.000 pés	
	Diâmetro	Mils Circular	Pol ²	25°C (77°F)	65°C (149°F)
0000	460.0	212.000.0	0.166	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	.586
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	60.6
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

Figura 11-2 Tabela da bitola awg para fio rígido padrão de cobre recozido

Um calibre de fio é apresentado na figura 11-3. 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.

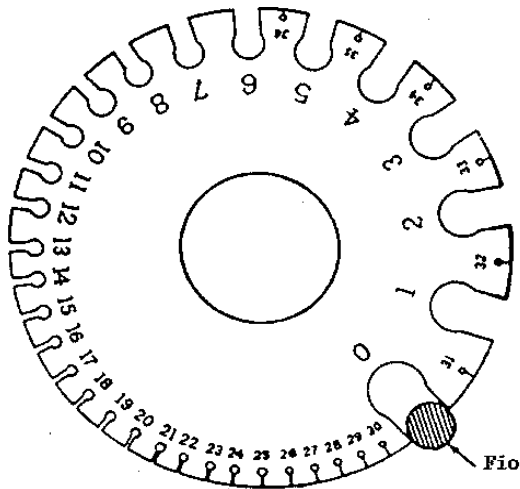


Figura 11-3 Calibre para fio.

A fenda possui lados paralelos e não deve ser confundida com a abertura semi-circular 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 da 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 um certo valor.

Quando os condutores elétricos acham-se instalados em locais onde a temperatura ambiente é relativamente alta, o calor gerado pelas fontes externas constituem 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 11-5 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.

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 11-4.

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 (Ω/mil ft.)	10,6	17

Figura 11-4 Características do cobre e do alumínio.

Bitola	Borracha ou plástico	Plástico, asbestos ou Varcam	Asbestos impregnado	Asbestos	Queima lenta ou a prova do tempo
0000	300	385			
000	260	330	475	510	370
00	225	285	410	430	320
0	195	245	355	370	275
1	165	210	305	325	235
2	140	180	265	280	205
3	120	155	225	240	175
4	105	135	195	210	150
6	80	100	170	180	130
8	55	70	125	135	100
10	40	55	90	100	70
12	25	40	70	75	55
14	20	30	50	55	40
			40	45	30

Figura 11-5 Capacidade do fio em conduzir corrente.

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 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 11-6 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 CONTINUA	OPERAÇÃO INTERMITENTE
14	0,5	1
28	1	-----
115	4	8
200	7	14

Figura 11-6 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 11-7 e 11-8 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. 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. Os gráficos das figuras 11-7 e 11-8 podem simplificar essas determinações. Para usar estes gráficos, a fim de selecionar a bitola apropriada do condutor, deve-se conhecer o seguinte:

- 1) O comprimento do condutor em pés.
- 2) O nº de ampères da corrente a ser conduzida.
- 3) O valor da queda de voltagem permitida.
- 4) 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 11-7, 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.

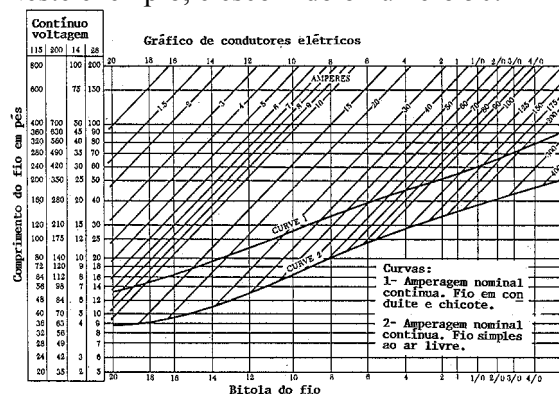


Figura 11-7 Gráfico de condutor fluxo contínuo (aplicável aos condutores de cobre).

Suponha-se que a corrente requerida pelo equipamento seja de 20 ampères. A linha que indica o valor de 20 ampères deve ser selecionada 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 do 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 nºs, 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 no 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 nº 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 11-8 será usado da mesma maneira.

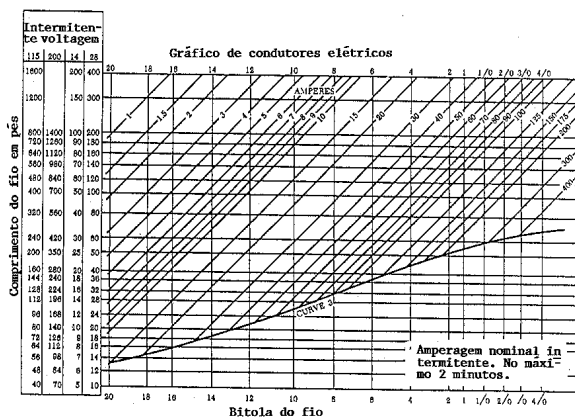


Figura 11-8 Gráfico de condutor fluxo intermitente.

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 de corrente, através e ao longo da superfície dos materiais isolantes. A resistência do isolamento pode ser medida com um MEGGER (medidor) 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.

Identificação de fios e cabos

A fiação e os cabos do sistema elétrico do avião podem ser estampados com uma combinação de letras e números para identificar o fio, o circuito a que ele pertence, o número da bitola, e outra informação necessária para relacionar o fio ou cabo com um diagrama elétrico. Essas marcas são denominadas código de identificação.

Não há nenhum procedimento padronizado para estampar e identificar a fiação; cada fabricante normalmente desenvolve seu próprio código de identificação.

Um sistema de identificação (figura 11-9) mostra o espaçamento usual na marcação de um fio. O número 22 no código refere-se ao sistema no qual o fio acha-se instalado, isto é, o sistema de vôo automático. O próximo conjunto de números, 013 é o número do fio, e o 18 indica a bitola do fio (AWG).

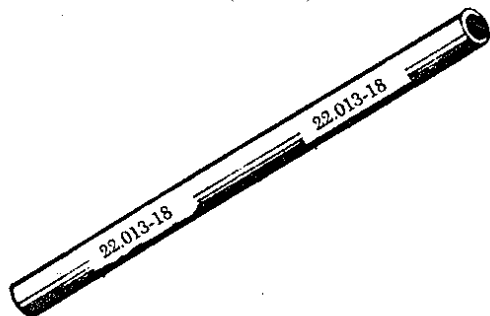


Figura 11-9 Código de identificação de fio.

Alguns componentes do sistema, especialmente os PLUGS e as tomadas, são identificados por uma letra ou grupo de letras e números adicionados ao número básico de identificação. Essas letras e números podem indicar a localização do componente no sistema. Os cabos interconectados são também marcados em alguns sistemas para indicar a localização, a terminação correta e a utilização.

Em qualquer sistema, a marca deve ser legível e a cor da estampagem deve contrastar com a cor do isolante do fio. Por exemplo, a estampagem preta deve ser usada com um fundo de cor clara, e a branca com um fundo de cor escura.

Os fios são geralmente estampados com intervalos de até 15 polegadas de extensão, e dentro de 3 polegadas de cada junção ou ponto terminal. A figura 11-10 mostra a identificação de fios numa barra de ligação de terminais.

Cabo coaxial e fios nas barras de ligação de terminais e caixas de junção são geralmente identificados pela estampagem de uma luva nos fios. Para a fiação, de um modo geral, é geralmente usada uma luva flexível de vinil, que pode ser clara ou branca opaca.

Para aplicações em alta temperatura é recomendada a luva de borracha de silicone ou de fibra de vidro de silicone. Onde a resistência a fluidos hidráulicos sintéticos ou solventes for

necessária, a luva de náilon clara ou branca opaca pode ser usada.

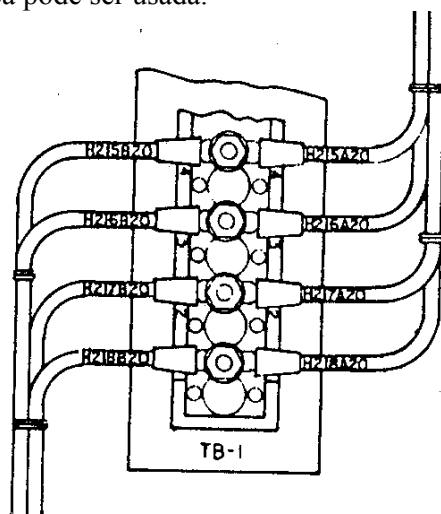


Figura 11-10 Identificação de fios numa barra de terminais.

Embora o método preferido seja estampar a marca de identificação diretamente sobre o fio ou sobre a luva, outros métodos são freqüentemente empregados. A figura 11-11 mostra dois métodos alternativos: um utiliza uma luva estampada amarrada no lugar; o outro, uma fita de pressão.

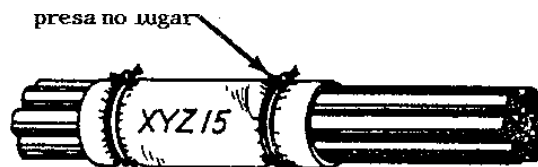


Figura 11-11 Métodos alternativos para identificar chicotes.

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 identidade do grupo.

- 3) Chicote - 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

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 1/2 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 11-12) pode ser mantida.



Figura 11-12 Amarrações de grupo de fios e chicotes.

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 especificado nos desenhos de engenharia.

Trança-se os fios de modo que eles se acomodem entre si, formando aproximadamente o número de voltas por pés como mostra a figura 11-13. 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 1/2	7	6 1/2	6	5	4
3 FIOS	10	10	8 1/2	7	6 1/2	6	5 1/2	5	4	3

Figura 11-13 Número de torcidas recomendadas por pé.

Emendas nos chicotes

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

As emendas devem ser afastadas uma das outras (figura 11-14), 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.



Figura 11-14 Emendas afastadas em um chicote.

Frouxidão nos chicotes

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 11-15). Entretanto, ela pode ser excedida se o chicote for fino e as braçadeiras estiverem muito separadas.

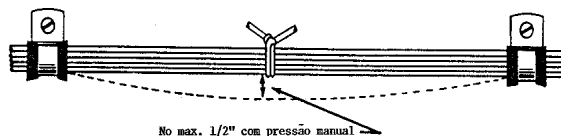


Figura 11-15 Frouxidão no chicote, entre os suportes.

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.

Raio de curvatura

As curvaturas nos grupos de fios ou chicotes 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.

Instalação e encaminhamento

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

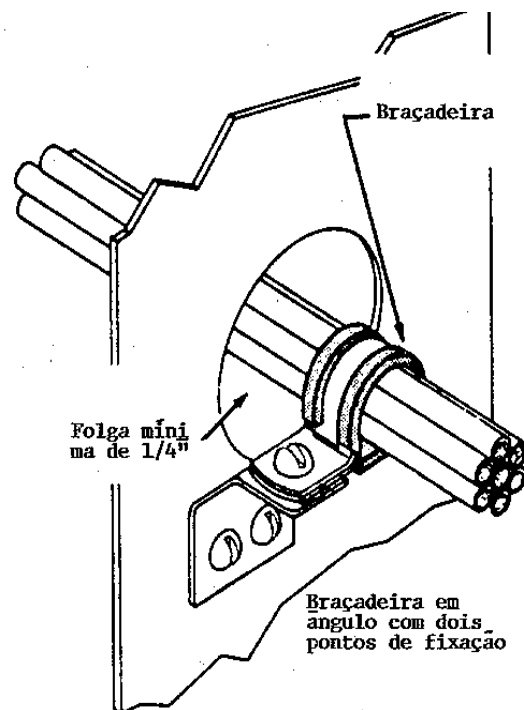


Figura 11-16 Braçadeira de cabo no orifício da antepara.

As braçadeiras de cabo devem ser usadas para sustentar os chicotes em cada orifício através de um anteparo (figura 11-16). 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 11-17.

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° com o eixo do orifício do chicote.

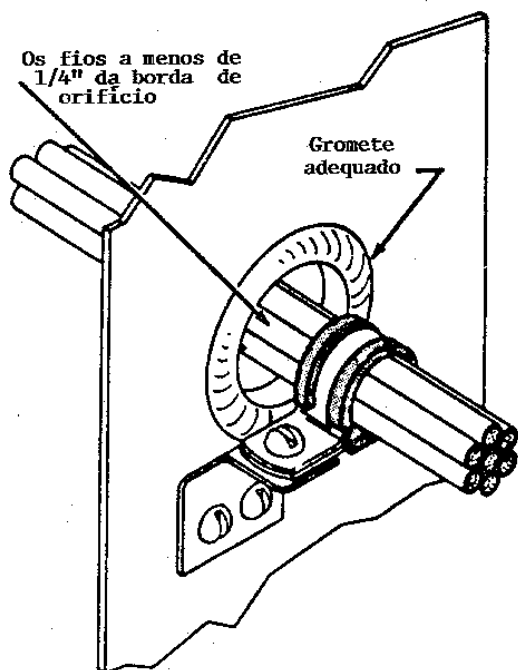


Figura 11-17 Braçadeira de cabos e ilhós no orifício.

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, freqüentemente necessária sob a forma de conduítes.

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.

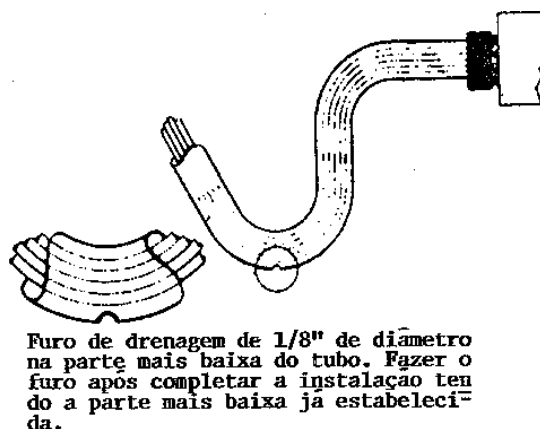


Figura 11-18 Orifício de dreno no ponto baixo da tubulação.

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 11-18. 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 freqüentemente, 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 freqüentes, e tanto os fios ou 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 11-19, 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.

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.

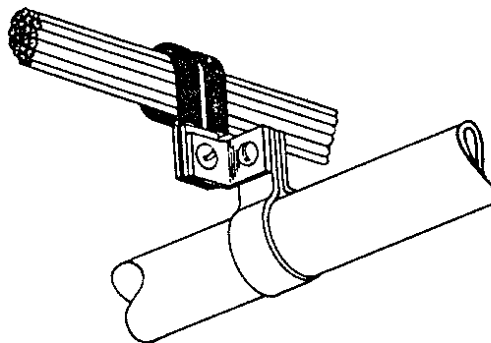


Figura 11-19 Separação entre a fiação e a tubulação.

Instalação das braçadeiras de cabos

As braçadeiras de cabo devem ser instaladas considerando-se o ângulo adequado, como mostrado na figura 11-20. 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.

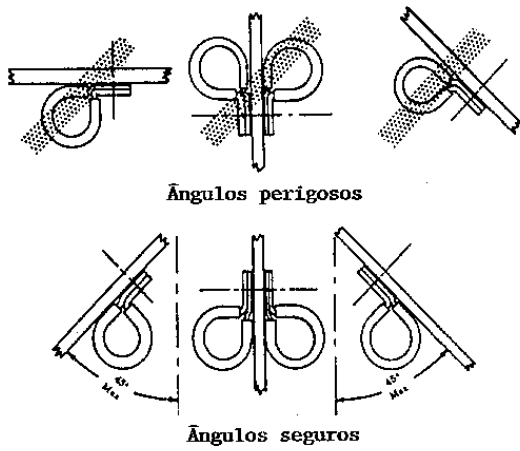


Figura 11-20 Ângulos de montagem adequados para braçadeiras de cabo.

A figura 11-21 mostra algumas ferragens típicas de montagens usadas na instalação das braçadeiras de cabo.

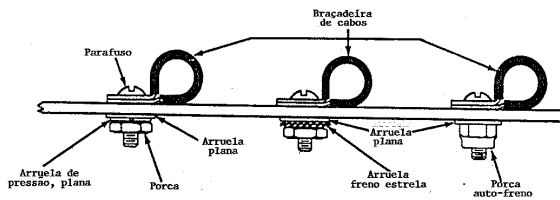


Figura 11-21 Ferragens típicas de montagem para braçadeiras de cabo.

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 mostra a figura 11-22.

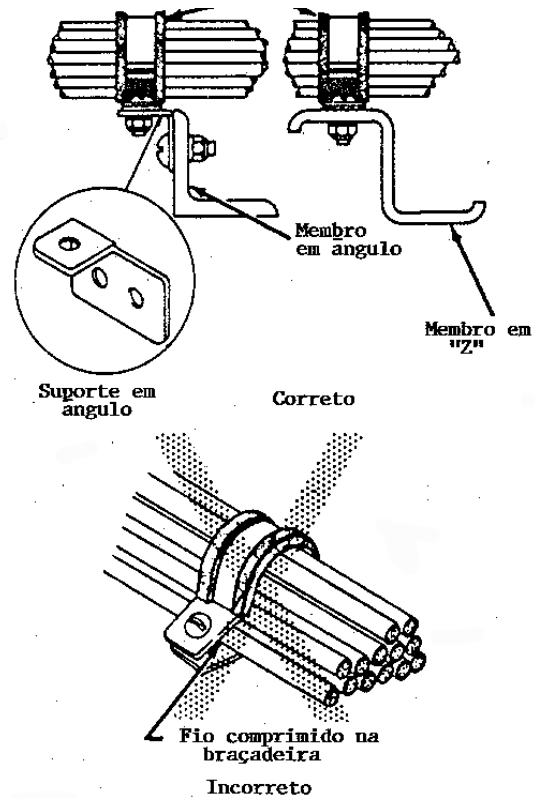


Figura 11-22 Montagem da braçadeira de cabo na estrutura.

As braçadeiras podem ser usadas instaladas sobre proteção de borracha para se prenderem às estruturas tubulares, como apresentado na figura 11-23. Essas braçadeiras devem adaptar-se firmemente, mas não devem ser deformadas quando fixadas no lugar.

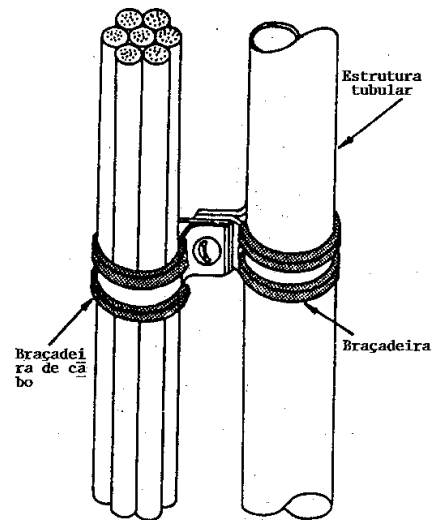


Figura 11-23 Instalação da braçadeira de cabo na estrutura tubular.

AMARRAÇÃO E ENLACE DOS CHICOTES

Os grupos de fios e chicotes são amarrados ou enlaçados com cordão para tornar mais fácil a instalação, manutenção e inspeção.

Essa seção descreve e ilustra os procedimentos recomendados para amarrar e enlaçar os fios, com nós que se manterão firmemente sob todas as condições. A finalidade desta apresentação é definir os seguintes termos:

- 1) Enlaçamento é prender junto um grupo de fios ou um chicote, através de pedaços individuais de cordão, amarrados em volta daqueles em intervalos regulares.
- 2) Amarração é prender junto um grupo de fios ou um chicote por um pedaço contínuo de cordão, formando laços em intervalos regulares em volta daqueles.
- 3) Um grupo de fios é constituído de dois ou mais fios amarrados ou laçados juntos para identificar um sistema individual.
- 4) Um chicote é constituído de dois ou mais grupos de fios amarrados ou laçados juntos para facilitar a manutenção.

O material usado para laçar ou amarrar é um cordão de náilon ou de algodão. O cordão de náilon é resistente a umidade e fungos, mas o cordão de algodão deve ser encerado antes de ser usado para que adquira as características necessárias de proteção.

Amarração com cordão inteiriço

A figura 11-24 mostra o processo gradual de amarração do chicote com um cordão inteiriço. A amarração é iniciada na extremidade espessa do grupo de fios ou chicote com nó denominado "nó de porco" com um laço extra. A amarração é, então, continuada com meias laçadas em intervalos regulares ao longo do chicote, e a cada ponto onde um fio ou um grupo de fios se ramificam.

As meias-laçadas devem ser espaçadas, de modo que o chicote apresente bom aspecto e segurança. A amarração termina com um "nó de porco" e um laço extra. Após o aperto do nó, as

extremidades livres do cordão devem ser aparadas em aproximadamente 3/8 de polegada.

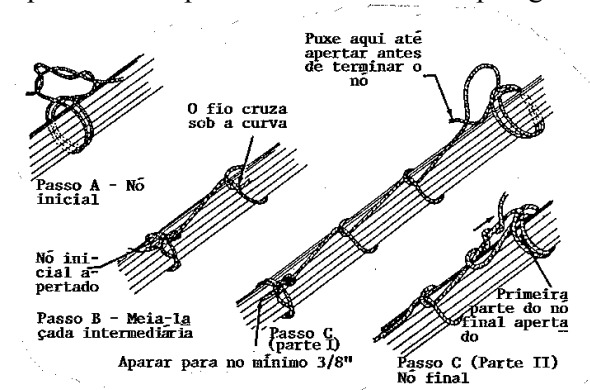


Figura 11-24 Amarração com cordão inteiriço.

Amarração com cordão duplo

A figura 11-25 ilustra o processo de amarração com cordão duplo. A amarração é iniciada na extremidade mais espessa do chicote, com um nó tipo "laçada" ("A" da figura 11-25).

Em intervalos regulares ao longo do chicote, e em cada ponto onde um fio se ramifica, a amarração continua usando meias-laçadas, com ambos os cordões firmemente juntos.

As meias-voltas devem ser espaçadas de modo que o chicote apresente bom aspecto e segurança.

A amarração termina com um nó de meia-volta, continuando um dos cordões no sentido horário e o outro no sentido anti-horário, e amarra-se as extremidades com um nó quadrado. As extremidades livres dos cordões de amarração devem ser aparadas em aproximadamente 3/8 de polegada.

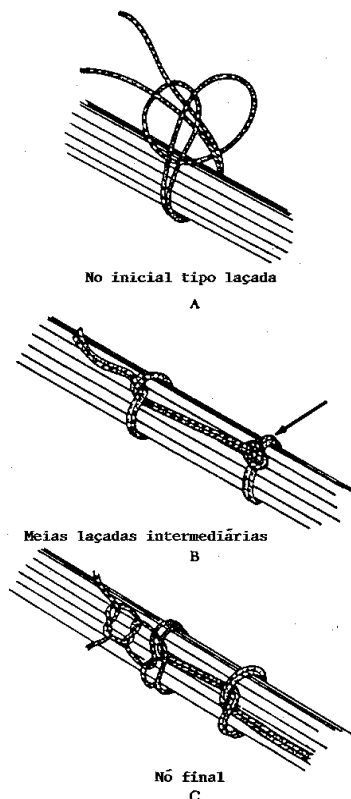


Figura 11-25 Amarração com cordão duplo.

Amarração de ramificações

A figura 11-26 ilustra um procedimento recomendado para amarrar um grupo de fios que se ramifica do chicote principal. A amarração do grupo de fios começa com um nó localizado no chicote, logo após o ponto de ramificação.

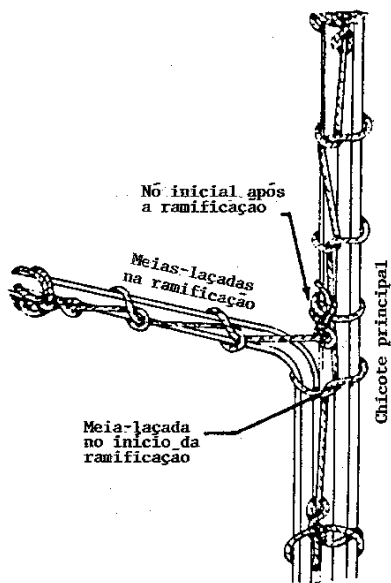


Figura 11-26 Amarração de uma ramificação.

Continua-se a amarração ao longo do grupo de fios ramificado, usando meias-voltas

regularmente espaçadas. Se for usado o cordão duplo, ambos os cordões devem ser mantidos apertados juntos. As meias-voltas devem ser espaçadas para amarrar o grupo de fios com bom aspecto e segurança.

A amarração é terminada com o nó final regular usado na amarração de cordão inteiriço ou duplo. As extremidades livres do cordão devem ser aparadas corretamente.

Enlace

Todos os grupos de fios ou chicotes devem ser enlaçados onde os suportes estiverem com mais de 12 polegadas de distância.

A figura 11-27 ilustra um procedimento recomendado para enlaçar um chicote.

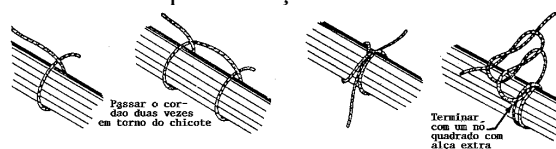


Figura 11-27 Enlaçando um chicote.

O laço é iniciado passando-se o cordão em volta do chicote, fazendo um "nó de porco". Depois de um nó quadrado com uma alça extra, é amarrado; e as extremidades livres do cordão são aparadas. Laços temporários são, às vezes, usados para formar e instalar grupos de fios e chicotes. O cordão colorido é normalmente usado para fazer laços temporários, visto que eles serão retirados assim que a instalação estiver completa.

Sejam enlaçados ou amarrados, os chicotes devem estar seguros para evitar deslizamento, mas não muito forte a fim de que o cordão chegue a cortar ou deformar o isolamento. Isto se aplica especialmente ao cabo coaxial que possui um isolamento dielétrico mole entre o condutor interno e o externo.

A parte de um chicote localizada no interior de um conduíte não é amarrada ou enlaçada, mas os grupos de fios ou chicotes dentro de partes fechadas, tais como caixas de junção, devem ser apenas enlaçados.

CORTE DE FIOS E CABOS

Para tornar mais fácil a instalação, manutenção e o conserto, os cabos e fios instalados num avião são interrompidos em

locais específicos por junções tais como conectores, blocos terminais ou barras.

Antes de serem instalados nestas junções, os fios e cabos devem ser cortados no comprimento adequado.

Todos os fios e cabos devem ser cortados na extensão especificada nos desenhos ou nos diagramas elétricos. O corte deve ser feito cuidadosamente, e o fio ou o cabo não deve ser deformado. Se necessário, um fio de bitola grande deve ser retocado depois do corte.

Bons cortes podem ser feitos somente se as lâminas das ferramentas de corte estiverem afiadas e sem dentes. Uma lâmina cega (sem corte) deformará e deslocará as extremidades do fio.

Desencapamento de fios e cabos

Antes que o fio possa ser instalado nos conectores, terminais, emendas, etc., o isolamento deve ser desencapado nas extremidades de conexão para expor o fio nu.

O fio de cobre pode ser desencapado de várias maneiras, dependendo da bitola e do isolamento. A figura 11-28 apresenta alguns tipos de ferramentas desencapadoras recomendadas para várias bitolas de fios e tipos de isolamento.

DESENCAPADOR	BITOLA	ISOLANTE
Térmico	#26---#4	TODOS MENOS AMIANTO
Elétrico	#26---#4	TODOS
De bancada	#20---#6	TODOS
Manual	#26---#8	TODOS
Tipo faca	#2---#0000	TODOS

Figura 11-28 Desencapadores para fios de cobre.

O fio de alumínio deve ser desencapado muito cuidadosamente, visto que as pernas quebrar-se-ão facilmente após terem sido apertadas.

As seguintes precauções são recomendadas quando qualquer tipo de fio é desencapado:

- 1) Ao usar qualquer tipo de desencapador de fio, segurar o fio de modo que ele fique perpendicular às lâminas de corte.
- 2) Ajustar as ferramentas desencapadoras automáticas cuidadosamente: seguir as

instruções do fabricante para evitar incisões, cortes ou, de algum modo, danificar as pernas dos fios. Isto é muito importante para os fios de alumínio e para os fios de cobre de bitola menor do que a n° 10. Examinar os fios desencapados quanto a avarias. Cortar e desencapar novamente (se a extensão for suficiente), ou rejeitar e substituir qualquer fio tendo mais do que o número permitido de incisões ou pernas quebradas, mencionado na lista de instruções do fabricante.

3) Ter certeza de que o isolamento possui um corte definido sem bordas esgarçadas ou ásperas. Aparar se necessário.

4) Ter certeza de que todo o isolamento foi retirado da área desencapada. Alguns tipos de fio são fornecidos com uma camada transparente de isolante entre o condutor e o isolamento primário. Se este estiver presente, retirá-lo.

5) Quando usar alicates desencapadores para retirar extensões de isolamento maiores do que $\frac{3}{4}$ de polegada, é mais fácil executá-lo em duas ou mais operações.

6) Retorcer as pernas de cobre manualmente ou com um alicate, se necessário, para restaurar a camada natural e a rigidez das pernas.

A figura 11-29 mostra um alicate desencapador de fio. Essa ferramenta é usada geralmente para desencapar a maior parte dos tipos de fio.

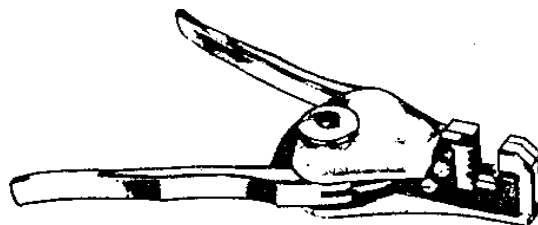


Figura 11-29 Desencapador manual de fios.

Os itens seguintes descrevem os procedimentos para desencapar o fio com um alicate (ver a figura 11-30).

- 1) Colocar o fio no meio exato da fenda cortante, correspondente a bitola do fio a ser desencapado. Cada fenda está marcada com a bitola do fio.

- 2) Apertar os punhos tanto quanto possível.
Soltar os punhos, permitindo que o prendedor do fio retorne à posição aberta.
- 4) Retirar o fio desencapado.

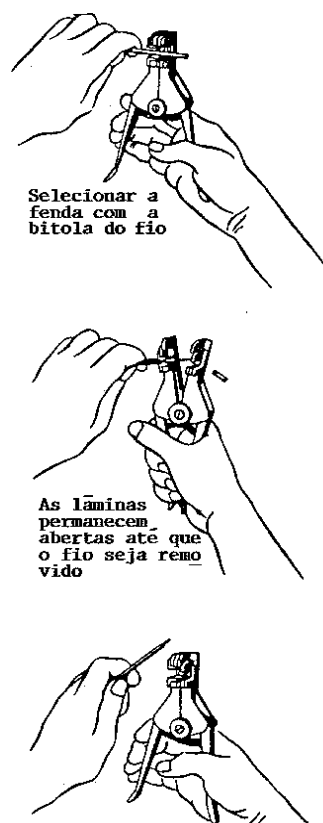


Figura 11-30 Desencapando o fio com o desencapador manual.

Terminais e emendas sem solda

A emenda do cabo elétrico deve ser mantida num mínimo, e totalmente evitada em locais sujeitos às vibrações externas.

Os fios individuais num grupo de fios ou em um chicote podem ser geralmente emendados, desde que toda a emenda seja localizada de modo que ela possa ser inspecionada periodicamente. As emendas devem ser espaçadas para que o grupo de fios não se torne excessivamente grosso.

Diversos tipos de conectores de emenda são utilizados para a emenda de fios individuais. Os conectores de emenda auto-isolante geralmente são os mais preferidos; entretanto, um conector de emenda não isolado pode ser usado se a emenda for revestida com luva plástica presa nas duas extremidades. As

emendas de solda podem ser usadas, mas elas são geralmente inseguras e não recomendáveis.

Os fios elétricos possuem um acabamento com alça de terminal sem solda para permitir uma conexão fácil e eficiente, e para a desconexão dos blocos terminais, barras de ligação, ou outro equipamento elétrico.

As emendas sem solda ligam os fios elétricos para formar um circuito contínuo permanente. As alças de terminal sem solda, e as emendas, são feitas de cobre e alumínio e são pré-isoladas ou não isoladas, dependendo da aplicação desejada.

As alças de terminal são geralmente encontradas em três tipos para usar em condições de locais diferentes. Essas alças são do tipo bandeiro, reta e em ângulo reto. Os terminais são estampados com os fios por meio de alicates de estampagem manual ou máquinas de estampagem.

A explanação seguinte descreve os métodos recomendados para acabamentos de fios de cobre ou alumínio, utilizando terminais sem solda. Ela ainda descreve o método de emenda dos fios de cobre usando emendas sem solda.

Terminais de fio de cobre

Os fios de cobre possuem um acabamento com terminais de cobre reto pré-isolados sem solda. O isolamento é parte do terminal, e se estende ao longo do seu cilindro, de modo tal que ele revestirá uma parte do isolamento do fio, tornando desnecessário o uso de uma luva isolante (Figura 11-31).

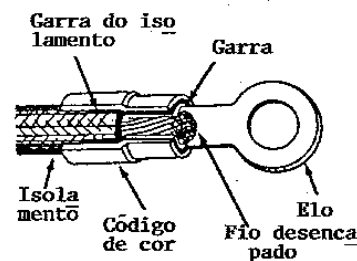


Figura 11-31 Terminal pré-isolado.

Os terminais pré-isolados possuem uma garra (uma luva de reforço metálico) embaixo do isolamento, para reforço de aperto extra sobre o isolamento do fio.

Os terminais pré-isolados adaptam-se a mais de uma bitola de fio: o isolamento

geralmente possui um código colorido, cuja finalidade é identificar as bitolas dos fios, os acabamentos podem ser executados com cada terminal.

Ferramentas de estampagem

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 da 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 verificadas pelos calibradores para ajuste adequado nas mandíbulas de aperto.

A figura 11-32 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 no batente da ferramenta;
- 3) Instalar o fio desencapado no cilindro do terminal até que o isolamento do fio encoste na 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.

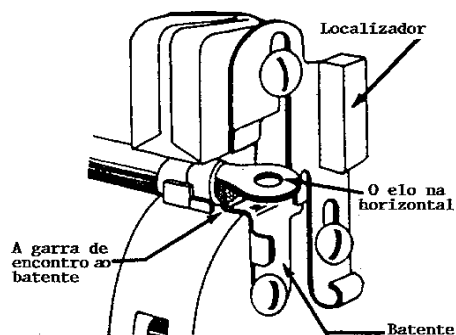


Figura 11-32 Enfiando o terminal na ferramenta manual.

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. 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 11-33.

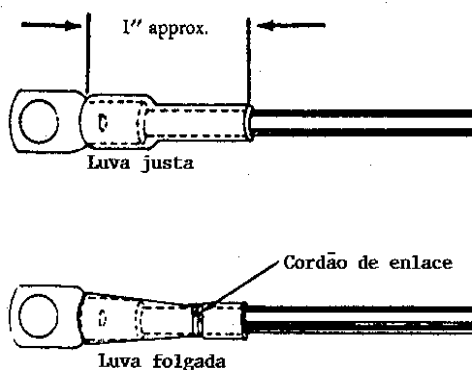


Figura 11-33 Luva isolante.

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 freqüente 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 11-34) que permite verificar a profundidade da 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.

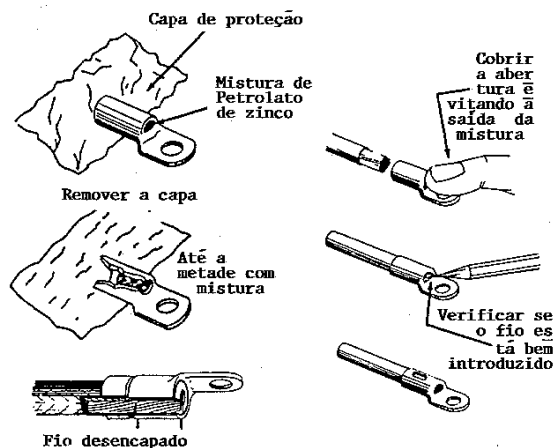


Figura 11-34 Introdução de fio de alumínio em terminal de alumínio.

O composto também diminuirá mais tarde a oxidação da conexão, pela eliminação da umidade e 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 usado 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 11-35).

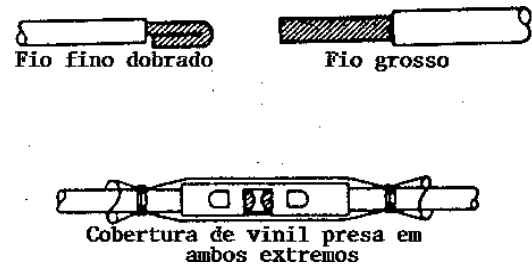


Figura 11-35 Redução da bitola do fio com uma emenda permanente.

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.

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 anti-oxidante. 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.

Visto que alguns fabricantes proíbem a emenda, as instruções fornecidas pelo fabricante devem ser consultadas permanentemente.

Emenda com solda e composto condutor/anti-oxidante

Quando não houver disponibilidade de nenhuma emenda permanente ou nenhum terminal, um fio quebrado pode ser emendado da seguinte maneira (figura 11-36):

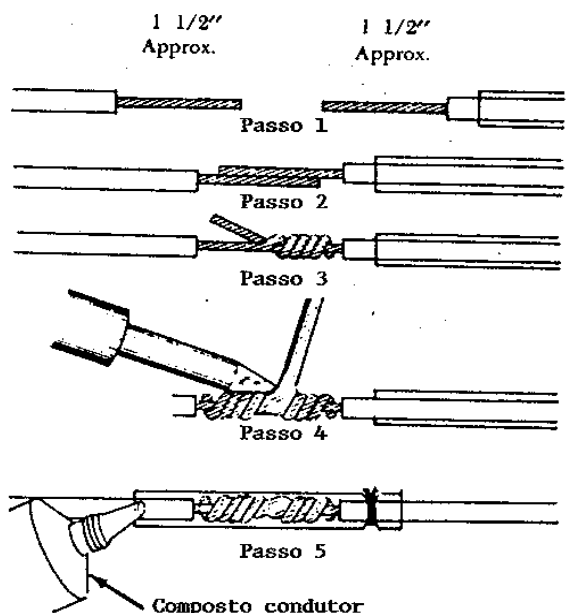


Figura 11-36 Soldando um fio quebrado.

- 1) Instalar um pedaço de luva plástica com 3 polegadas de comprimento, e de diâmetro apropriado, para adaptar-se frouxamente sobre o isolamento num dos lados do fio quebrado.
- 2) Desencapar aproximadamente 1 ½ polegada de cada extremidade do fio quebrado.
- 3) Colocar as extremidades desencapadas lado a lado, e enrolar um fio ao redor do outro com aproximadamente quatro voltas.
- 4) Enrolar a extremidade livre do segundo fio ao redor do primeiro com aproximadamente 4 voltas. As voltas de fio são soldadas juntas, usando uma solda de 60/40 estanho chumbo com núcleo de resina.
- 5) Quando a solda estiver fria, puxar a luva sobre os fios soldados, e amarrá-la numa das extremidades. Se o composto condutor antioxidante estiver disponível, encher a luva com este material, e amarrar firmemente a outra extremidade.
- 6) Permitir que o composto permaneça sem ser tocado durante 4 horas. A cura completa e as características elétricas são atingidas em 24 horas.

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 11-37).

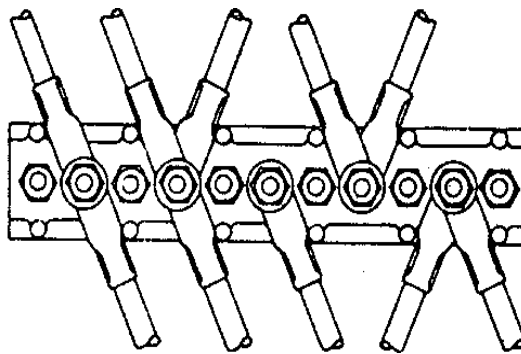


Figura 11-37 Conexão de terminais a bloco de terminais.

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. A arruela lisa deve possuir um diâmetro igual a largura da alça do terminal de alumínio. Consulta-se as instruções fornecidas pelo fabricante concernentes às dimensões destas arruelas. Não se instala nenhuma arruela entre os dois terminais de alumínio ou entre dois terminais de cobre. Além disso, não se instala uma arruela-freno junto a um terminal de alumínio.

Para unir um terminal de cobre a um terminal de alumínio coloca-se uma arruela lisa com banho de latão sobre a porca que mantém o estojo no lugar, depois o terminal de alumínio, seguido por uma arruela lisa com banho de latão, o terminal de cobre, uma arruela lisa, uma arruela-freno de aço e uma porca comum ou autofrenante.

Como regra geral, usa-se uma chave dinamométrica para apertar as porcas, a fim de assegurar pressão de contato suficiente. As instruções do fabricante fornecem torques de instalação para todos os tipos de terminais.

LIGAÇÃO À MASSA

Ligação à massa é a ligação elétrica de um objeto condutor com a estrutura primária completando o caminho de retorno da corrente. As estruturas primárias são a fuselagem e as asas do avião, comumente denominadas como massa ou terra.

A ligação à massa é encontrada nos sistemas elétricos do avião para:

- 1) Proteger o avião e o pessoal contra descarga de raio.
- 2) Proporcionar caminhos de retorno da corrente.
- 3) Evitar o desenvolvimento de potenciais de radiofrequência.
- 4) Proteger o pessoal contra choques.
- 5) Proporcionar estabilidade de transmissão e recepção do rádio.
- 6) Evitar a acumulação de carga estática.

Procedimentos gerais para ligação à massa

Os procedimentos gerais e, as precauções seguintes, são recomendadas quando forem feitas ligações à massa:

- 1) Ligar as partes à massa através de estrutura primária do avião, onde for mais adequado.
- 2) Fazer as conexões de massa de modo que nenhuma parte da estrutura do avião seja enfraquecida.
- 3) Ligar as partes à massa individualmente, se possível.
- 4) Instalar as ligações à massa sobre superfícies lisas e limpas.
- 5) Instalar as ligações à massa, de modo que a vibração, expansão ou contração, ou o movimento relativo, em operação normal, não quebre ou afrouxe a conexão.
- 6) Instalar as conexões à massa em áreas protegidas sempre que for possível.

As ligações à massa devem ser mantidas tão pequenas quanto possível. A ligação não deve interferir na operação dos elementos móveis do avião tais como superfícies de controle; o movimento normal destes elementos não deve resultar em avaria na ligação à massa.

A ação eletrolítica pode corroer rapidamente uma ligação à estrutura, se não forem observadas as precauções adequadas. As ligações de liga de alumínio são recomendadas para a maioria dos casos; entretanto, as ligações de cobre podem ser usadas para unir as partes feitas de aço inoxidável, aço com banho de cádmio, cobre latão ou bronze. Onde o contato entre os diferentes metais não possa ser evitado, a escolha da ligação e das ferragens deve ser tal que a corrosão seja reduzida, e a parte que mais provavelmente sofrerá corrosão será a ligação ou a ferragem associada.

A figura 11-38 mostra algumas combinações para fazer as conexões de ligação à estrutura.

Em locais onde o acabamento é removido, uma camada protetora deve ser aplicada à conexão completa para evitar corrosão.

O uso de solda para fixar as conexões deve ser evitado. Os membros tubulares devem ser ligados por meio de braçadeiras às quais a conexão está fixada. A escolha correta do material de braçadeira diminui a probabilidade de corrosão. Quando as ligações à estrutura conduzirem uma corrente de retorno de intensidade substancial, a capacidade de corrente da conexão deve ser adequada, e deverá ser determinado que seja produzida uma queda de voltagem negligenciável.

As ligações à massa são geralmente feitas em superfícies planas, furadas por meio de parafusos onde existe fácil acesso para instalação. Outros tipos gerais de conexões aparafusadas são as seguintes:

- 1) Na confecção de uma conexão estojó (figura 11-39), um parafuso é preso firmemente à estrutura, tornando-se assim um estojó. As ligações à massa podem ser retiradas ou acrescentadas à espiga sem retirar o estojó da estrutura.

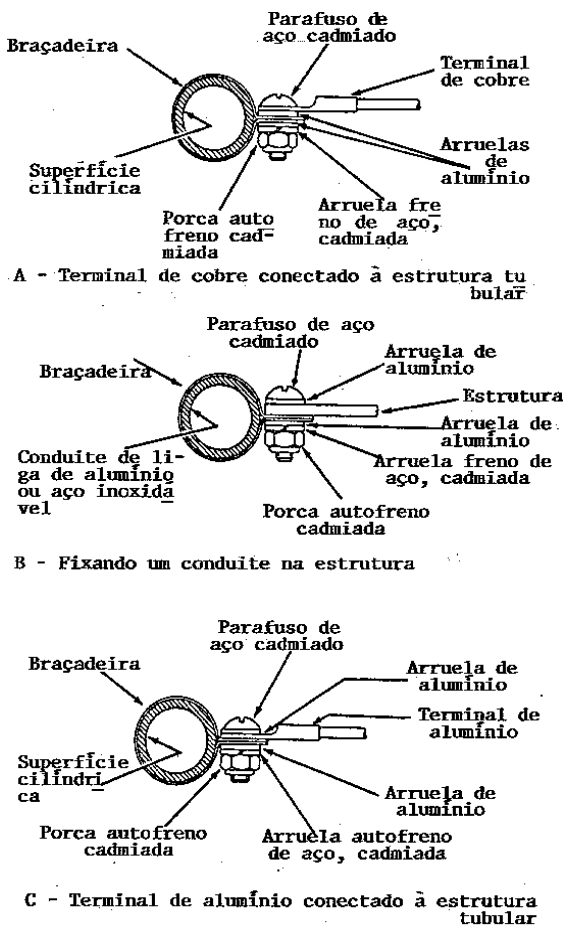


Figura 11-38 Combinações de ferragens para fazer conexões à estrutura.

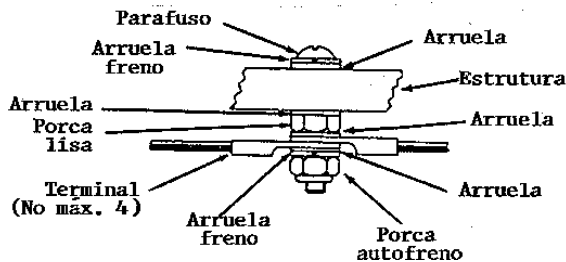


Figura 11-39 Ligação à massa com estojo numa superfície plana.

2) As porcas de âncora são usadas onde o acesso às porcas para conserto é difícil. As porcas de âncora são rebitas ou soldadas numa área limpa da estrutura (figura 11-40).

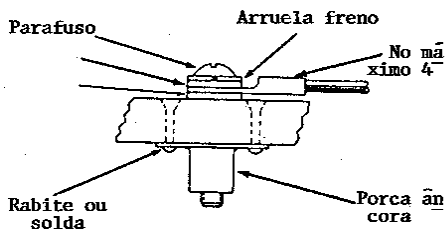


Figura 11-40 Ligação à massa com porca de âncora numa superfície plana.

As ligações à massa são feitas também numa chapa rebitada na estrutura. Em tais casos é importante limpar a superfície da ligação à massa, e fazer a ligação como se a conexão estivesse sendo feita na estrutura.

Se for necessário remover a chapa por qualquer motivo, os rebites devem ser substituídos por rebites de um número imediatamente superior, e as superfícies conjugadas da estrutura e da chapa devem estar limpas e livres de película anódica.

As ligações à massa podem ser feitas às ligas de alumínio, magnésio ou estrutura tubular de aço resistente à corrosão, conforme apresentado na figura 11-41, que mostra o arranjo das ferragens para conexão com terminal de alumínio. Devido a facilidade com que o alumínio é deformado, é necessário distribuir a pressão do parafuso e da porca por meio de arruelas lisas.

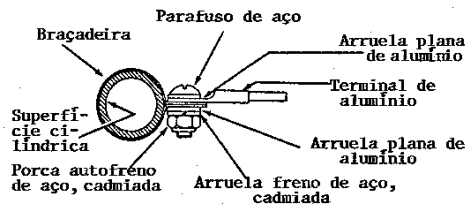


Figura 11-41 Ligação à massa numa superfície cilíndrica.

As ferragens usadas para fazer as ligações à massa devem ser selecionadas com base na resistência mecânica, na corrente a ser conduzida e na facilidade de instalação. Se a conexão for feita por terminal de alumínio ou de cobre, na estrutura de um material diferente, uma arruela de material adequado deverá ser instalada entre os metais diferentes, de modo que qualquer corrosão ocorrerá na arruela, a qual poderá ser descartada.

O material e o acabamento da ferragem devem ser selecionados baseando-se no material da estrutura, à qual a fixação é feita e no material da ligação, e do terminal especificado para ligação à massa.

Pode ser usado qualquer tipo de parafuso do tamanho adequado para o terminal da conexão especificada. Quando se conserta ou substitui as ligações de massa existentes, deve ser mantido o mesmo tipo de ferragem usado na conexão original.

Teste de ligações à massa

A resistência de todas as conexões de ligações à massa deve ser checada depois que as conexões forem feitas, e antes do reacabamento. A resistência de cada conexão não deve, normalmente, exceder 0,003 ohm. As medidas da resistência tem que ser de natureza limitada, somente para a verificação da existência de uma ligação, mas não devem ser consideradas como a única prova da conexão satisfatória.

A extensão das ligações, métodos e materiais usados, e a possibilidade de afrouxar as conexões em operação, também devem ser considerados.

CONNECTORES

Os conectores (PLUGS e receptáculos) facilitam a manutenção quando for necessária uma desconexão freqüente. 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 11-42. 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 nas anteparas 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.

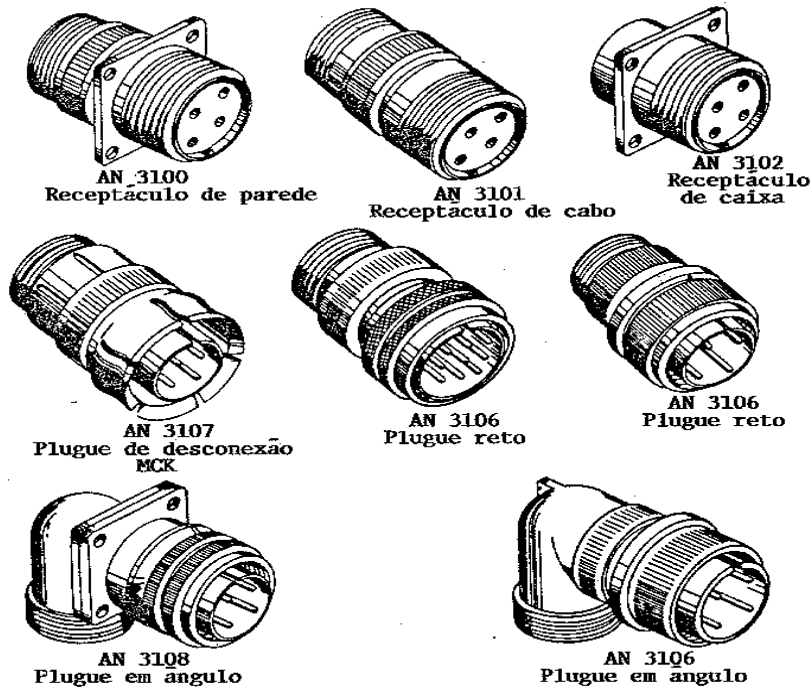


Figura 11-42 Conectores AN.

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 11-43) proporciona toda informação necessária para se obter uma substituição correta da peça defeituosa ou avariada.

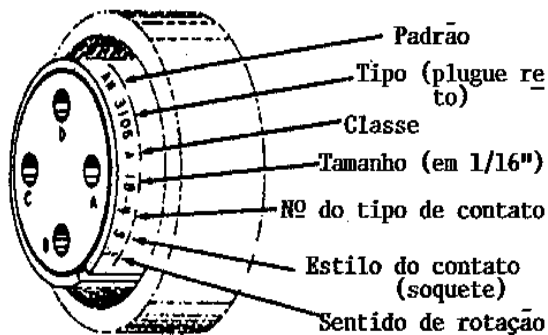


Figura 11-43 Codificação do conector AN.

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 1/8 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:

1) Usar alicates de conectores para afrouxar os anéis de acoplamento que estejam apertados demais para serem afrouxados manualmente.

2) Alternadamente, puxar o PLUG e desapertar o anel de acoplamento até que o PLUG esteja solto.

3) Proteger os PLUGS e os receptáculos desconectados com tampões ou sacos plásticos, para evitar a entrada de materiais estranhos que possam acarretar falhas.

4) Não usar força excessiva, e não puxar os fios instalados.

CONDUÍTE

O conduíte é usado nas instalações do avião para a proteção mecânica dos fios 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.

O conduíte flexível pode ser usado onde for impossível usar o conduíte rígido, tal como áreas que possuam movimento entre as extremidades do conduíte, ou forem necessárias curvaturas complexas. A fita adesiva transparente é recomendada quando se corta a tubulação flexível com uma serra, para minimizar a desfiadura da trança.

INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTO ELÉTRICO

Esta parte fornece os procedimentos gerais 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 de 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 vôo, exceto quando pequenas cargas intermitentes estiverem ligadas, tais como um transmissor de rádio, um motor de trem de pouso, ou outros 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 flaps), 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 o alternador pode

fornecer, o amperímetro pode ser tracejado de 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 semelhantes, 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 de limites prescritos.

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 da do condutor associado. As características do protetor do circuito devem ser igualadas para obter a utilização máxima do equipamento conectado.

A figura 11-44 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 apresentada 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

Figura 11-44 Tabela do fio e 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 no avião.

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:

- 1) Circuitos de Alta-Intensidade Inicial - Os circuitos que possuem lâmpadas incandescentes podem puxar uma corrente inicial que seja 15 vezes maior do que a corrente de trabalho. A queima ou fusão do contato pode ocorrer quando o interruptor for fechado.
- 2) Circuitos Indutivos - A energia magnética armazenada nas bobinas dos solenóides ou dos relés é liberada, e aparece sob forma de arco quando o interruptor for aberto.
- 3) 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 11-45 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"
24V. 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
12V. C.C	Resistiva (Aquecedor)	1
12V. C.C	Motor	2

Figura 11-45 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.

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 vôo.

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 externas

As luzes de posição anticollisão, e de táxi, são exemplos comuns de luzes externas do aeronaves.

Algumas luzes, tais como as luzes de posição, luzes de inspeção das asas e as luzes de anticollisão, são necessárias para 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 11-46).

Outros tipos de unidade de luz de posição contêm duas lâmpadas (B da figura 11-46) e, freqüentemente, ficam faceadas com a superfície da estrutura do avião.

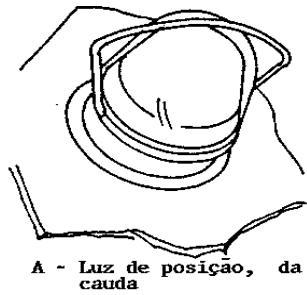
A unidade de luz verde é sempre instalada na ponta da asa direita. A unidade de luz vermelha está instalada numa posição semelhante na asa esquerda. A unidade branca é geralmente instalada no estabilizador vertical numa posição onde seja claramente visível através de um ângulo bem aberto, pela traseira do avião.

As lâmpadas da ponta de asa, e as lâmpadas da cauda, são controladas por um interruptor DPST na cabine de comando.

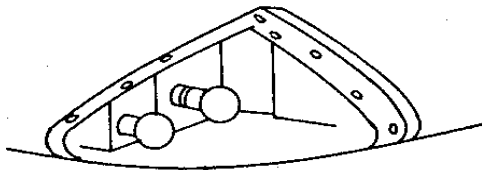
Na posição "atenuado", o interruptor liga um resistor em série com as lâmpadas. Visto que o resistor reduz o fluxo da corrente, a intensidade da luz é reduzida.

Para aumentar a intensidade da luz, o interruptor é colocado em "brilhante", a resistência é curto-circuitada, e as lâmpadas brilham intensamente.

Figura 11-46 Luzes de posição.



A - Luz de posição, da cauda



B - Luz de posição, da ponta da asa

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.

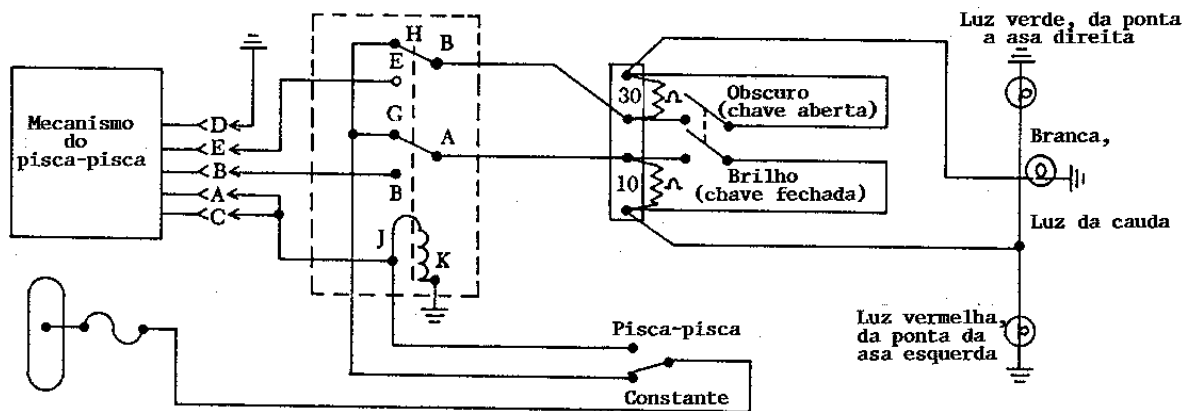


Figura 11-47 Circuito das luzes de posição.

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

os circuitos de luz da cauda e as asas alternadamente. A figura 11-47 é um esquema simplificado de um circuito de luz de navegação que ilustra um tipo de conjunto de luzes de posição.

A figura 11-48 mostra o diagrama esquemático de um 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.

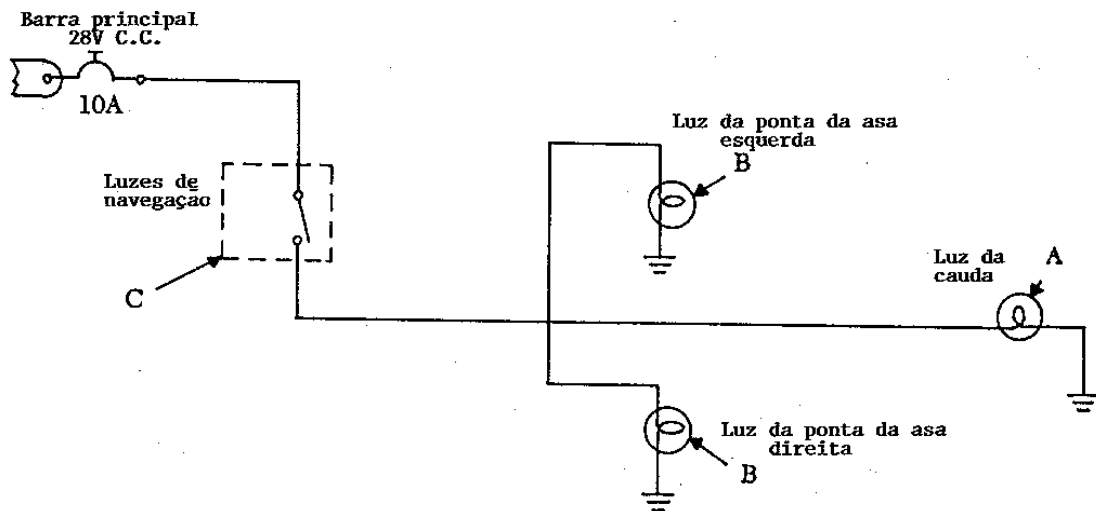


Figura 11-48 Circuito de luzes de posição sem pisca-pisca.

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 aviso da cabine de comando, quando as luzes de posição 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 instaladas 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 11-49.

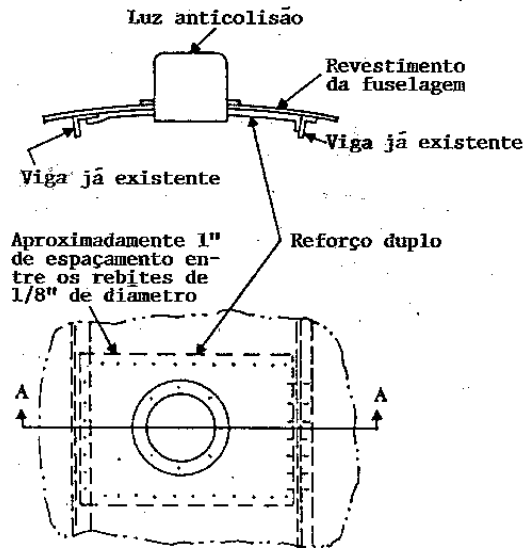


Figura 11-49 Instalação típica da luz da anticolisão num painel de revestimento não pressurizado

Uma luz de anticolisão acha-se freqüentemente instalada 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.

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. A figura 11-50 mostra uma instalação típica de luz de anticolisão no estabilizador vertical.

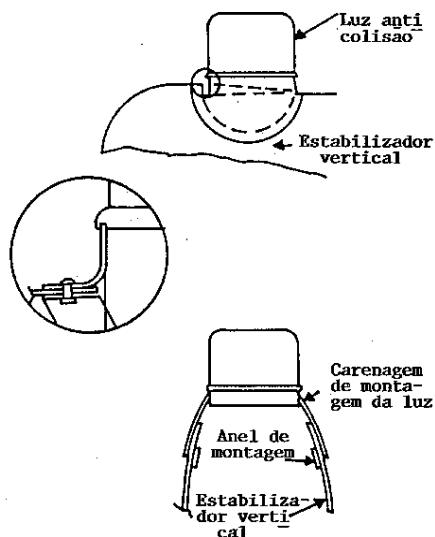


Figura 11-50 Instalação típica da luz de anticolisão no estabilizador vertical.

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

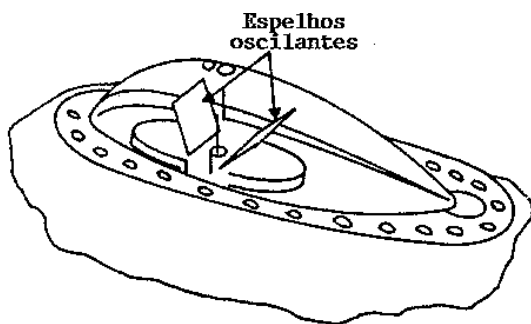


Figura 11-51 Luz de anticolisão.

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 11-51).

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.

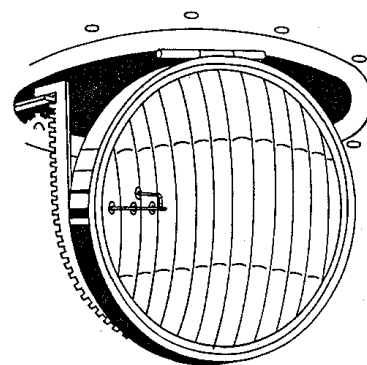


Figura 11-52 Luz de pouso retrátil.

Sabendo-se que o gelo nas lentes das lâmpadas reduz a qualidade de iluminação das mesmas, algumas instalações utilizam lâmpadas de pouso retráteis (figura 52). Quando as lâmpadas não estão em uso, um motor as retrai para receptáculos existentes na asa, onde as lentes não ficam expostas ao ar.

Conforme mostra a figura 11-53, o tipo de luz de pouso retrátil possui um motor reversível. 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.

As escovas ligam o motor e o solenóide do freio magnético com o circuito elétrico. Os pontos de contato 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.

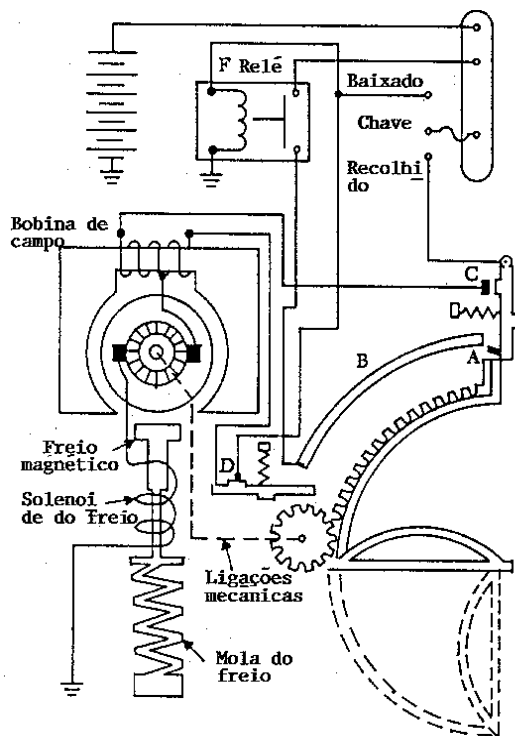


Figura 11-53 Circuito e mecanismo da luz de pouso.

Quando o interruptor de controle for colocado na posição superior, ou “estender” (figura 11-53), 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 solenóide do freio, que afasta a sapata do freio do eixo do motor, permitindo que o motor gire e abaixe 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 solenóide 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 retrair a luz de pouso, o interruptor de controle é colocado na posição “retrair” (figura 11-53).

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 retrair 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 11-54.

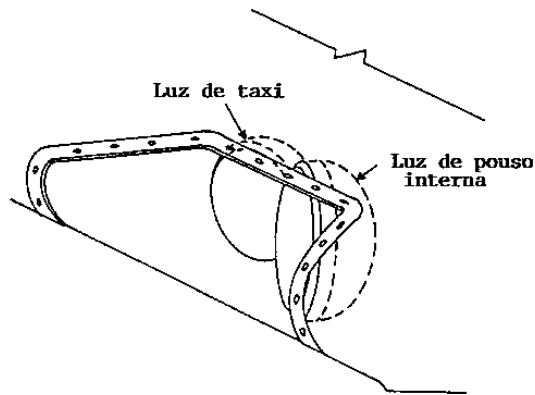


Figura 11-54 Luz de pouso fixa e luz de táxi.

Luzes de táxi

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

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 do nariz. Como mostra a figura 11-55, 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.

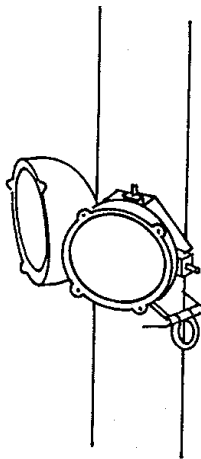


Figura 11-55 Luzes de táxi instaladas na parte não direcional do trem do nariz.

Muitos aviões de pequeno porte não 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 11-56.

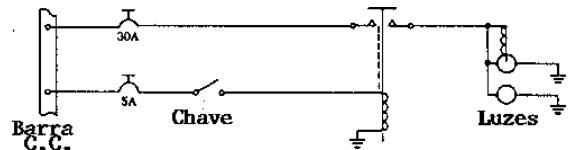


Figura 11-56 Circuito típico de luz de táxi.

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 equipados 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 vôo.

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 vôo noturno. Elas também são usadas freqüentemente 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 da capota ou o trem de

pouso. Estas são normalmente do mesmo tipo de luzes, e podem ser controladas pelos mesmos circuitos.

MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO DOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

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 A da figura 11-57).

Um 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 11-57 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 11-57B, a luz não

acenderá, indicando que o circuito em teste está aberto.

Para que o teste de circuito aberto seja conclusivo, têm-se a certeza de que a

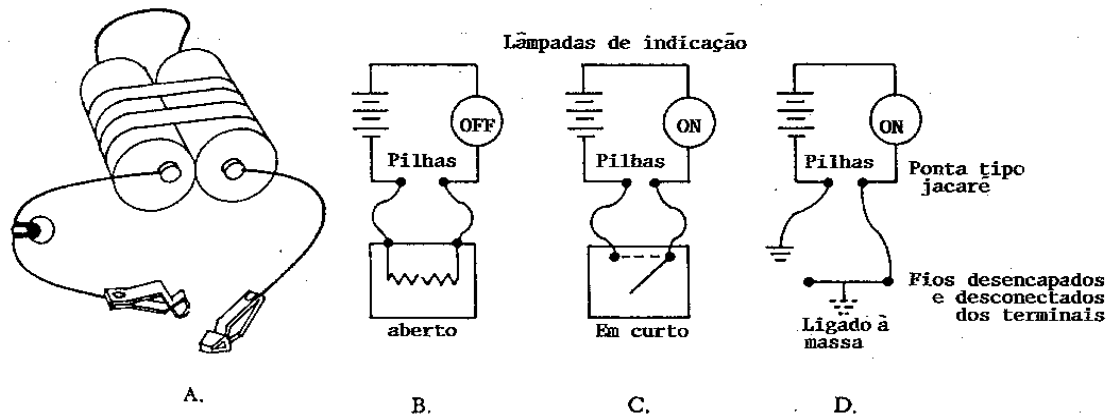


Figura 11-57 Testando continuidade com um medidor de continuidade.

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 11-57) 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 um fio está 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 o outro CLIP do medidor à massa (D da figura 11-57). 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 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 indica continuidade do circuito.

Como ilustrado na figura 11-58, o ohmímetro usa uma pilha como fonte de voltagem. Há resistores fixos, com valores tais que, quando as pontas de testes são curto-

resistência da unidade testada é suficientemente baixa para permitir que a lâmpada acenda.

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.

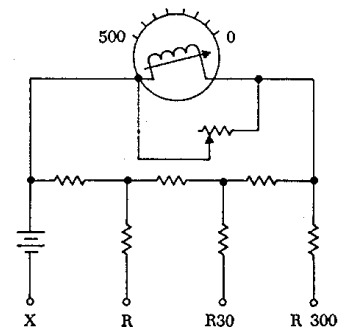


Figura 11-58 Circuito interno típico do ohmímetro.

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 inspecionar 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 11-59.
- 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 ponta 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 11-59, os circuitos abertos são causados por fusível aberto, filamento de lâmpada aberto e uma ligação de lâmpada para massa interrompida.

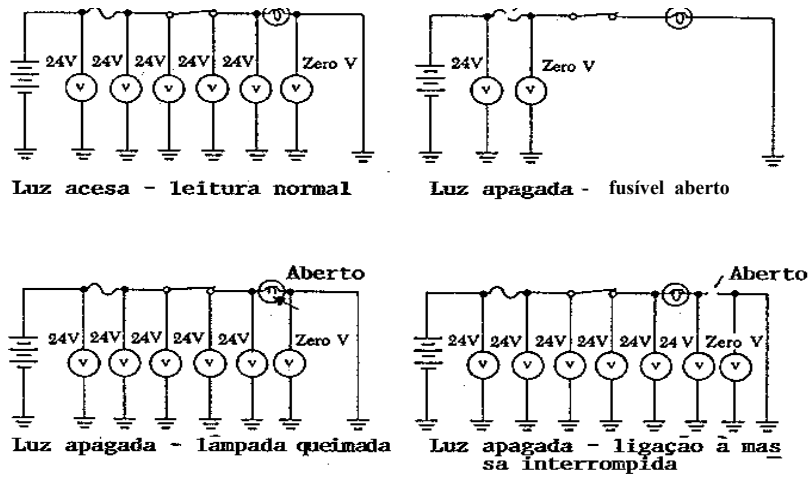


Figura 11-59 Teste de continuidade com um voltímetro.