



CÉLULA
ENSINO A DISTÂNCIA

SISTEMAS DE
COMUNICAÇÃO
E NAVEGAÇÃO

AeroTD



CNPJ	72.443.914/0001-38
Mantenedora	AERO TD ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL LTDA - ME
Instituição	AERO TD Escola de Aviação Civil
Esfera Administrativa	Privada
Endereço (Rua, N°.)	Rua Marechal Guilherme nº 127.
Cidade UF CEP	Bairro: Centro - Florianópolis SC. CEP: 88.015-000
Telefones	0800 887 1555 (48) 3223 5191
Eixo Tecnológico:	Infraestrutura
Curso:	Profissionalizante em Manutenção de Aeronaves - Habilitação Célula
Carga Horária Total:	1200 horas

Sumário

Módulo I	5 a 44
----------------	--------



Fonte: www.correiodopovo.com.br

MÓDULO I

SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E NAVEGAÇÃO

INTRODUÇÃO

Caro aluno,

A segurança das aeronaves depende, em grande parte dos complexos sistemas de comunicação e navegação de que são dotadas e dos profissionais da manutenção na realização de inspeções e recuperação de forma competente e responsável, sabedores que vidas dependem do preciso e imprescindível funcionamento destes sistemas.

Vamos aos estudos!

Comunicação e navegação são as principais funções do rádio na aeronave. Os sistemas de comunicação compreendem basicamente transmissão e recepção em fonia entre o avião e a terra ou outro avião.

Receptores são utilizados no avião como auxílio à navegação em diversas aplicações, desde um simples detector automático da direção (ADF) até sistemas de navegação que usam computadores e outras avançadas técnicas eletrônicas, para resolver automaticamente os problemas de navegação durante todo o voo.

Receptores de balizamento (MARKER BEACON), sistemas de pouso por instrumentos (ILS, compreendendo sinais de rádio para aproximação e pouso: LOCALIZER e GLIDE SLOPE), equipamento de detecção da distância (DME), radar meteorológico, e sistemas de navegação por sinais de VHF (VOR), são algumas das aplicações básicas dos sistemas de navegação por rádio em uso nas aeronaves.

A operação segura da aeronave depende em alto grau do desempenho satisfatório dos sistemas de comunicação e navegação, que por seu turno, está diretamente ligado à perícia daqueles que fazem a sua manutenção.

Os órgãos federais, responsáveis pela segurança da aviação, recomendam uma inspeção das instalações de equipamento de rádio a intervalos regulares.

Essas inspeções incluem um exame visual da fixação dos componentes, condições da fiação, ligações à massa, amortecedores, prateleiras e estruturas de suporte.

Além disso, um teste funcional é comumente executado para verificar se o equipamento está operando adequadamente e se não está interferindo na operação de outros sistemas.

As responsabilidades do técnico de aeronave incluem a instalação e inspeção dos equipamentos de comunicação, navegação e a fiação correspondente.

As oficinas para manutenção de sistemas de rádio devem, também, ser submetidas à aprovação dos órgãos federais. O equipamento para transmissão deve ser calibrado somente por pessoas devidamente licenciadas.

Para desempenhar devidamente sua tarefa de inspecionar as instalações dos sistemas, o técnico deve possuir algum conhecimento básico, a compreensão dos princípios, finalidades e operação do equipamento de rádio utilizado na aeronave.

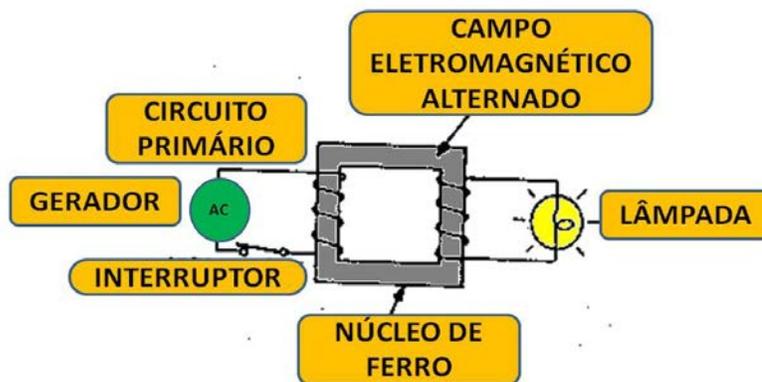
Em virtude dos vários fabricantes e modelos de equipamento, e dos diversos sistemas em uso, não é possível descrever todos neste manual. A informação aqui apresentada tem caráter geral, proporcionando uma ampla introdução ao rádio, princípio e aplicações na aeronave, tendo em vista o interesse do técnico.

1.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS DO RÁDIO

O princípio da comunicação pelo rádio pode ser ilustrado através de um simples transformador.

Como é visto na figura 13-1, ligando-se o interruptor no circuito primário provoca-se o acendimento da lâmpada no circuito secundário. Desligando-se o interruptor, apaga-se a lâmpada.

Um circuito transformador simples



Fonte: slideplayer.com.br

Figura 13-1 Um circuito transformador simples.

Não há qualquer ligação direta entre os circuitos primário e secundário. A energia que ilumina a luz é transmitida por um campo eletromagnético, alternado no núcleo do transformador.

Este é um processo simples de controle sem fio de um circuito (o secundário) por outro circuito (o primário).

O conceito básico da comunicação por rádio envolve a transmissão e recepção de ondas, de energia eletromagnética (rádio), através do espaço.

A corrente alternada que passa por um condutor, cria campos eletromagnéticos que o envolvem.

A energia é alternadamente depositada nestes campos e devolvida ao condutor.

À medida que a frequência da corrente alternada aumenta, a energia depositada no campo retorna cada vez menos ao condutor. Em vez de retornar, a energia é irradiada no espaço em forma de ondas eletromagnéticas. Um condutor que irradia deste modo é chamado de antena transmissora.

Para que uma antena irradie eficientemente, é necessário que um transmissor forneça uma corrente alternada na frequência selecionada.

A frequência da onda de rádio irradiada será igual a frequência da corrente aplicada. Quando a

corrente circula na antena transmissora, as ondas de rádio são irradiadas em todas as direções, da mesma forma em que as ondas se desenvolvem na superfície de um lago, onde se joga uma pedra.

As ondas de rádio se propagam na velocidade aproximada de 186.000 milhas por segundo (300.000 quilômetros por segundo).

Se um campo eletromagnético irradiado passar por um condutor, parte da energia do campo provocará a movimentação de elétrons no condutor. Esta circulação de elétrons constitui uma corrente que varia com as oscilações no campo magnético.

Desta forma, uma variação da corrente na antena irradiante, provoca uma variação semelhante da corrente num condutor (antena receptora) localizado à distância.

Qualquer que seja a frequência da corrente circulante na antena transmissora, ela provocará a circulação de corrente da mesma frequência na antena receptora.

Faixas de Frequência

O espaçamento de frequência de rádio na gama eletromagnética se estende de aproximadamente 30 KHz (QUILOHERTZ) a 30.000 MHz (MEGAHERTZ). Por conveniência de classificação, esta gama foi dividida em faixas de frequência.

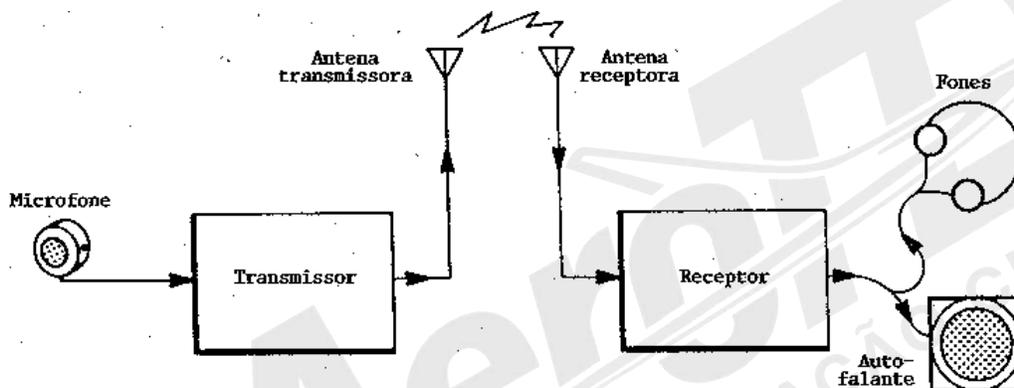
Cada faixa produz diferentes efeitos na transmissão, sendo que as mais úteis e presentemente utilizadas são:

GAMA DE FREQUÊNCIA	FAIXA
Baixa Frequência (L/F).....	30 a 300 KHz
Frequência Média (M/F).....	300 a 3000 KHz
Alta Frequência (H/F).....	3 a 30 MHz
Frequência Muito Alta (VHF).....	30 a 300 MHz
Frequência Ultra Alta(UHF).....	300 a 3000 MHz
Frequência Super Alta(SHF).....	3.000 a 30.000 MHz

Na prática, os equipamentos de rádio usam somente uma parte da gama designada. Por exemplo, o equipamento de VHF opera normalmente nas frequências entre 108,0 e 135,95 MHz.

1.2 COMPONENTES BÁSICOS DOS EQUIPAMENTOS

Os componentes básicos (figura 13-2) de um sistema de comunicações são: microfone, transmissor, antena transmissora, antena receptora, receptor e fones, ou alto-falante.



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

Figura 13-2 Equipamento básico de comunicação.

Transmissores

Um transmissor pode ser considerado como um gerador, que converte energia elétrica em ondas de rádio. Um transmissor deve desempenhar as funções: (1) Gerar um sinal de RF (frequência de rádio), (2) Amplificar o sinal de RF, e (3) Proporcionar um meio de modular o sinal de RF.

O transmissor possui um circuito oscilador para gerar o sinal de RF (ou uma sub-harmônica da frequência de transmissão, caso sejam utilizados duplicadores ou multiplicadores de frequência), e circuitos amplificadores para elevar a saída do oscilador ao nível de potência necessária à operação adequada.

A fonia (áudio) é adicionada ao sinal de RF por um circuito especial chamado modulador. O modulador utiliza o sinal de áudio para variar a amplitude ou a frequência do sinal de RF. Se for variada a amplitude, o processo é denominado modulação em amplitude ou AM. Se for variada a frequência, o processo é conhecido como modulação em frequência ou FM.

Os transmissores apresentam diversos formatos, possuem um variado grau de complexidade, e desenvolvem diferentes níveis de potência. O nível de potência, gerado por um transmissor, afeta a força do campo magnético irradiado pela antena. Desta forma, conclui-se que, quanto maior for a potência de saída de um transmissor, maior será a distância que o seu sinal será recebido.

Os transmissores de VHF usados nos aviões monomotores, ou mesmo bimotores leves, variam em potência de 1 a 30 watts, dependendo do modelo específico do rádio. Entretanto, os equipamentos mais

utilizados têm potência de 3 a 5 watts. Os aviões executivos e os de transporte comercial são equipados com transmissores de VHF, com uma potência de saída de 20 a 30 watts.

Os transmissores de comunicação para a aviação são controlados a cristal, obedecendo às especificações dos órgãos governamentais, no que diz respeito à tolerância da frequência utilizada.

A maior parte dos transmissores apresentam seleção para mais de uma frequência. A frequência do canal selecionado é determinada por um cristal. Os transmissores podem possuir até 680 canais.

Receptores

O receptor de comunicação deve selecionar os sinais de radiofrequência, e converter a informação neles contida, de forma que se possa utilizá-la, quer em sinais de áudio para comunicação, ou em sinais de áudio ou visuais para navegação.

Ondas de rádio de muitas frequências estão presentes no ar. Um receptor deve ser capaz de selecionar a frequência desejada dentre as demais, e amplificar a baixa voltagem do sinal AC.

O receptor possui um circuito demodulador para obter a informação. Se o circuito demodulador é sensível a mudanças de amplitude, ele é usado em aparelhos AM e denominado detector.

Um circuito demodulador, que é sensível a mudanças de frequência, é utilizado para recepção FM, e é conhecido como discriminador.

Circuitos amplificadores no receptor elevam o sinal de áudio a um nível de potência, capaz de acionar devidamente os fones ou alto-falante.

1.3 ANTENAS

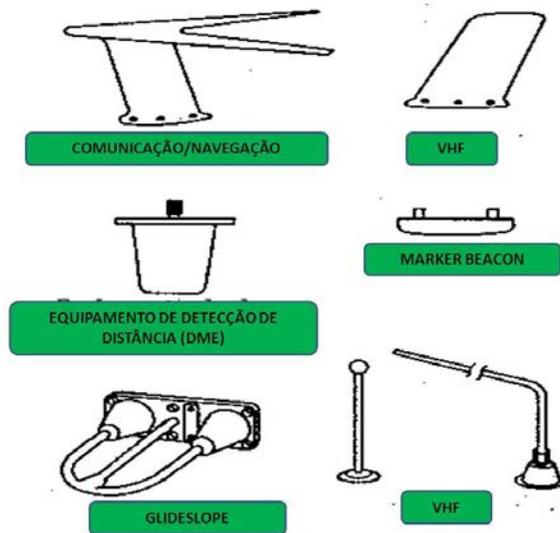
Uma antena é um tipo especial de circuito elétrico, elaborado para irradiar e receber energia eletromagnética.

Como foi mencionado anteriormente, uma antena transmissora é um condutor que irradia ondas eletromagnéticas quando por ele circula uma corrente de radiofrequência. As antenas se apresentam em vários formatos, dependendo da utilização para a qual foram construídas e, também, da frequência de transmissão.

Em geral, as antenas transmissoras de comunicação irradiam os sinais em todas as direções. Entretanto, constroem-se antenas especiais para irradiar especificamente numa certa direção, ou obedecendo a um determinado padrão de emissão.

A antena receptora deve deter as ondas eletromagnéticas presentes no ar. A forma e tamanho da antena receptora varia de acordo com a utilização específica, para a qual ela foi projetada. Nos

equipamentos de comunicação instalados a bordo, a mesma antena é normalmente utilizada para a recepção e transmissão de sinais.



Fonte: slideplayer.com.br

Figura 13-3 Antenas.

Microfones

O microfone é essencialmente um conversor de energia, que transforma a energia acústica (som) em energia elétrica.

Quando se fala no microfone, as ondas de pressão acústicas geradas atingem o diafragma do microfone, fazendo-o movimentar-se para dentro e para fora (vibrar), de acordo com a pressão instantânea aplicada. O diafragma está conectado a um dispositivo que provoca um fluxo de corrente, proporcional à pressão aplicada. Para se obter uma boa qualidade sonora, as oscilações elétricas geradas num microfone devem corresponder corretamente em amplitude e frequência às ondas sonoras que as originaram, sem que sejam introduzidas novas frequências.

Uma característica desejável está na capacidade do microfone em ser mais sensível a sons provenientes de uma fonte próxima, do que a sons originários de uma distância relativamente afastada. Ao se falar neste tipo de microfone, os lábios devem permanecer tão próximo quanto possível do diafragma.

As pessoas inexperientes no uso do microfone ficam geralmente surpreendidas pela reprodução de suas vozes através de aparelhos gravadores. Palavras perfeitamente claras, quando dirigidas a outra pessoa, podem tornar-se quase ininteligíveis ao serem ouvidas no receptor de um rádio.

As transmissões de rádio de boa qualidade dependem dos seguintes fatores: (1) intensidade da voz, (2) velocidade da fala, (3) pronúncia e fraseologia. A clareza da voz aumenta com a intensidade até um nível próximo ao de um grito. Ao se usar um microfone, fala-se alto, sem esforço desnecessário. Fala-se devagar para que cada palavra seja pronunciada distintamente, evitando usar palavras desnecessárias.

1.4 FONTES DE ALIMENTAÇÃO

A fonte de alimentação é o componente que fornece as voltagens e as correntes corretas, para operar o equipamento de comunicação. A fonte de alimentação pode ser um componente isolado, ou pode estar contido no equipamento por ele alimentado. Dispositivos eletromecânicos, utilizados como fonte de alimentação eletrônica, incluem os dinamotres e inversores.

O dinamotor desempenha a função dupla de motor e gerador, transformando a voltagem muito mais baixa do sistema elétrico da aeronave, numa voltagem relativamente elevada. O multivibrador é outro tipo de fonte de voltagem, utilizado para obter uma alta voltagem CA ou CC, a partir de uma voltagem CC relativamente baixa.

Em muitas aeronaves, a fonte primária de energia elétrica é de corrente contínua. Utiliza-se um inversor para suprir a corrente alternada necessária. Os inversores comuns de uma aeronave consistem de um motor CC que aciona um gerador CA. Inversores estáticos ou de estado sólido estão substituindo os inversores eletromecânicos em muitas aplicações.

Os inversores estáticos não possuem partes móveis, utilizando elementos semicondutores e circuitos que, periodicamente, fazem passar pulsos de uma corrente CC através do primário de um transformador, obtendo-se uma saída CA no secundário do mesmo.

1.5 SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO

O sistema mais comum de comunicação hoje em dia é o sistema VHF. Além deste equipamento, as aeronaves de grande porte são geralmente equipadas com sistema HF de comunicações.

Os sistemas de comunicações das aeronaves variam consideravelmente em tamanho, peso, consumo de energia, qualidade de operação e custo, dependendo da operação desejada.

Muitos sistemas de comunicação VHF e HF das aeronaves utilizam transceptores. Um transceptor comporta simultaneamente o transmissor e o receptor, e apresenta circuitos comuns tais como: a fonte de alimentação, a antena e o sistema de sintonia.

O transmissor e o receptor operam ambos na mesma frequência, sendo que, o botão do microfone controla o momento em que o transmissor deve operar. Na ausência de transmissão, o receptor

opera normalmente. Considerando que peso e espaço são fatores de importância numa aeronave, o transceptor é largamente utilizado.

As grandes aeronaves podem ser equipadas com transceptores ou um sistema de comunicação, usando separadamente transmissores e receptores. A operação do equipamento rádio é basicamente a mesma, quer esteja ele instalado em grandes ou pequenas aeronaves. Em algumas instalações, os controles para seleção da frequência, volume, e interruptor LIGA-DESLIGA, são partes integrantes da unidade de comunicação.

Em outras instalações, os controles acham-se montados num painel localizado na cabine de comando, ficando o equipamento de comunicação localizado em prateleiras situadas em outros locais da aeronave.

Considerando a grande variedade de tipos e modelos de rádios em uso, torna-se impossível apresentar a técnica específica para a operação de todos os modelos neste manual.

Entretanto, há várias operações de natureza não específica que se aplicam a todos os rádios. Estas serão descritas a seguir.

Comunicações VHF (Frequência Muito Alta)

Os equipamentos de comunicações VHF nas aeronaves operam na faixa de frequência compreendida entre 108,0 MHz e 135,95 MHz.

Alguns receptores de VHF são construídos para cobrir somente as frequências de comunicações, outros cobrem tanto as frequências de comunicações como as de navegação. Em geral, as ondas de VHF propagam-se aproximadamente em linha reta.

Teoricamente, o alcance é limitado à distância ao horizonte, sendo esta determinada pelas alturas das antenas transmissoras e receptoras.

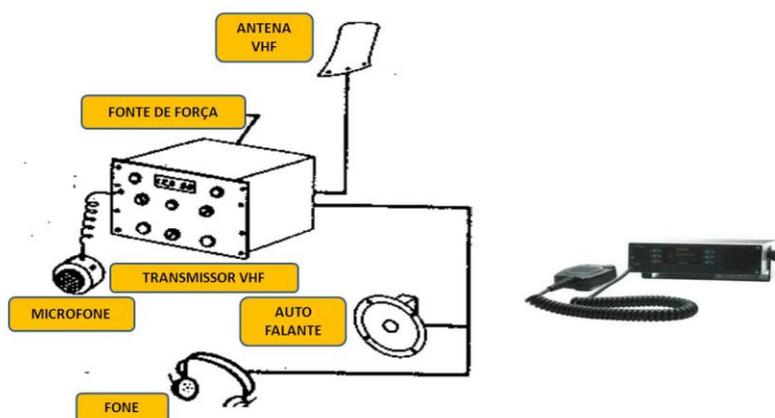
No entanto, a comunicação algumas vezes torna-se possível muitas centenas de milhas, além da suposta distância ao horizonte.

Muitos rádios VHF possuem o transmissor, receptor, fonte de alimentação e os controles operacionais, instalados numa unidade única. Essa unidade é frequentemente instalada num recorte do painel de instrumentos.

Um diagrama do sistema típico de transceptor VHF, montado no painel acha-se apresentado na figura 13-4.

Outros sistemas de comunicação VHF possuem alguns componentes instalados na cabine de comando, e o restante do equipamento instalado remotamente no compartimento do rádio ou no de bagagem.

Diagrama do sistema VHF



Fonte: alideplayer.com.br

Figura 13-4 Diagrama do sistema VHF.

Para realizar um teste operacional do sistema de comunicações VHF, torna-se necessária uma fonte de energia elétrica.

Após ligar o interruptor de controle LIGA-DESLIGA, aguarda-se o tempo necessário para aquecer o equipamento, antes de iniciar os testes operacionais.

Utilizando o seletor de frequência, seleciona-se a frequência da estação de terra que será chamada, e ajusta-se o controle de volume para o nível desejado.

Com o microfone seguro, próximo à boca, comprime-se o botão, e fala-se diretamente no microfone ao receptor, quando se termina a mensagem, o botão do microfone é liberado.

Esta ação reativará o receptor de comunicação. Quando a estação de terra responder à chamada inicial, volta-se a transmitir, acusando o recebimento da mensagem.

O mesmo teste é feito selecionando outras frequências de estações de terra disponíveis.

Todas as aeronaves comerciais possuem uma licença, pelo órgão governamental competente, para utilização dos sistemas de comunicação. Esta licença emitida permanece junto à pasta de documentos que normalmente acompanha a aeronave, e deve ser renovada periodicamente.

Comunicações HF (Alta Frequência)

O sistema de comunicações HF (figura 13-5) é utilizado para comunicações a longa distância.

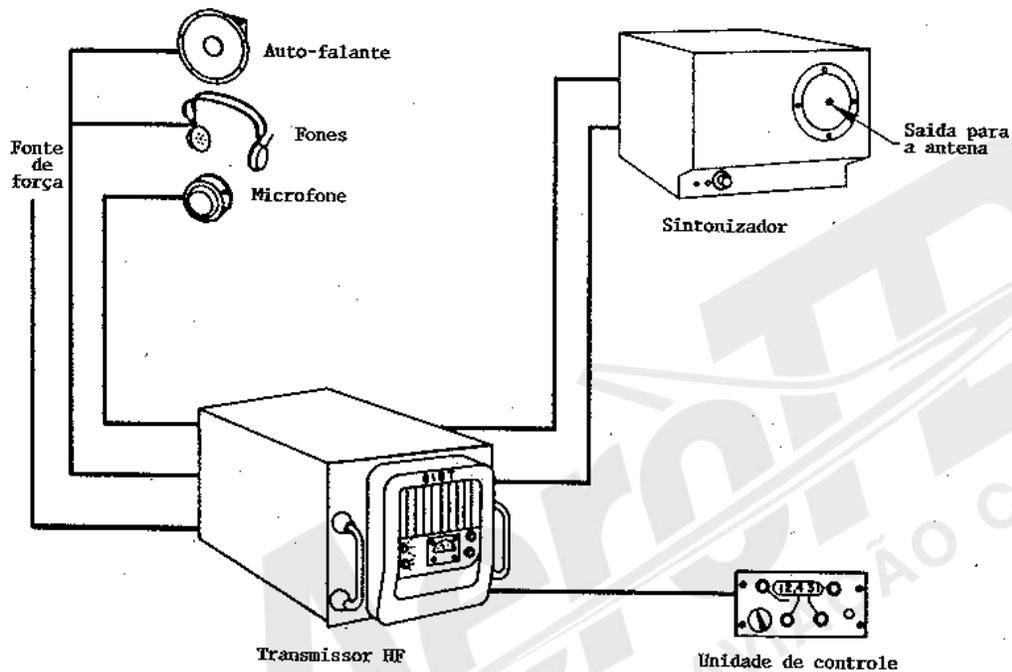
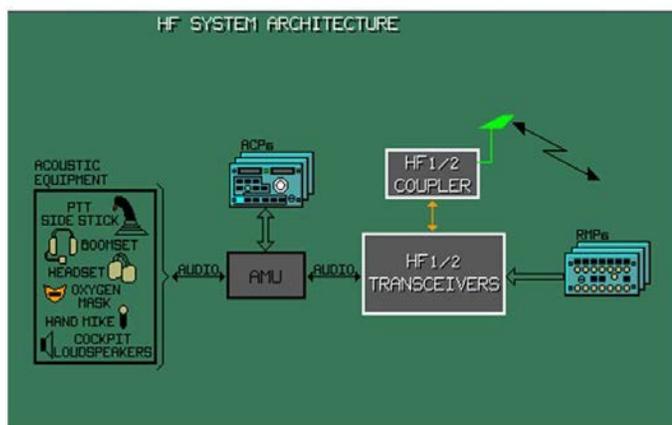


Diagrama do sistema de HF



Fonte: slideplayer.com.br

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

Figura 13-5 Diagrama do sistema de HF

Os sistemas HF operam basicamente da mesma forma que os de VHF, utilizando, porém, a faixa de frequência entre 3 MHz e 30 MHz.

A comunicação a longa distância é possível com o rádio HF, devido ao alcance maior das transmissões. Os transmissores de HF possuem maior potência de saída que os de VHF.

O tipo de antena usada com os sistemas HF de comunicação, varia com o tamanho e o formato da aeronave.

Aeronave com velocidade de cruzeiro abaixo de 300 m.p.h. utiliza, geralmente, um fio comprido como antena.

Aeronave com velocidade mais elevada possui tubos (probes) especialmente projetados como antenas, e instalados no estabilizador vertical. Independentemente do tipo de antena, é utilizado um sintonizador para casar as impedâncias do transceptor e da antena.

O teste operacional do equipamento rádio HF consiste em ligar o interruptor LIGA-DESLIGA, ajustar os controles de ganho de RF e volume, selecionar o canal desejado, e transmitir a mensagem apropriada para a estação chamada. O melhor ajuste do controle de ganho pode ser obtido com o controle de volume, ajustado para meio curso.

O controle de ganho é usado para permitir a recepção do sinal mais forte com menor nível de ruído.

O controle de volume é usado para ajustar o nível do som, afetando somente a saída do alto-falante.

1.6 EQUIPAMENTOS DE NAVEGAÇÃO DE BORDO

"Equipamentos de Navegação de Bordo" é uma expressão que envolve muitos sistemas e instrumentos. Esses sistemas incluem o de navegação VHF (VOR), o de pouso por instrumentos (ILS), o de detecção da distância (DME), o de detecção automática das estações (ADF), o DOPPLER e o de navegação inercial (INS).

Quando aplicados à navegação, os receptores e transmissores operam com sinais utilizados para detectar o rumo e, em alguns casos, a distância em relação a pontos geográficos ou a estações de rádio.

Sistema de navegação VHF (VOR)

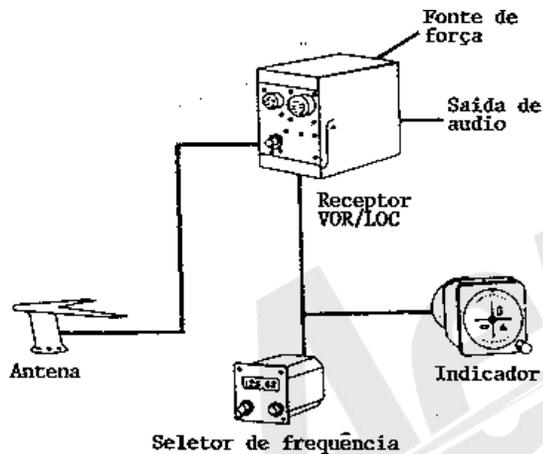
O sistema de navegação VHF (VOR omnidirecional range) possibilita ao piloto a escolha do rumo, em relação à estação selecionada dentro do alcance da aeronave, recebendo por este motivo a denominação VOR, ou seja, faixas omnidirecionais.

A estação de VOR, na realidade, coloca à disposição do piloto 360 radiais ou rumos, correspondendo a feixes de rádio emitidos pela estação.

As radiais podem ser consideradas linhas que se irradiam da antena transmissora como os raios de uma roda.

A operação é realizada dentro da gama de frequência de VHF, 108,0 MHz e 117,95 MHz, o que permite uma boa imunidade às interferências provocadas pela estática atmosférica ou de precipitações. A informação para navegação é apresentada visualmente num instrumento do painel.

O sistema típico de recepção VOR usado na aeronave (figura 13-6) consiste de receptor, indicador visual, antena, e uma fonte de alimentação.



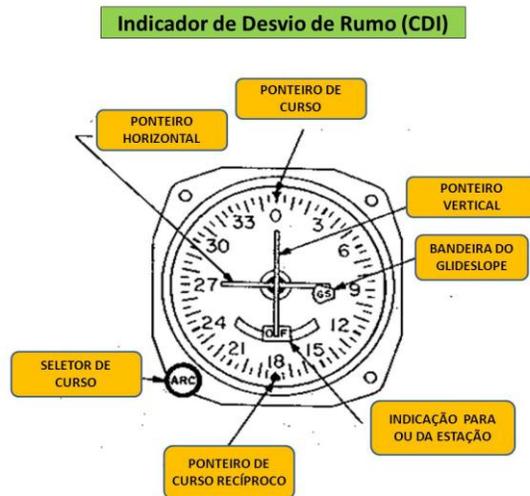
Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 13-6 Diagrama do sistema VOR.

Adicionalmente é utilizada uma unidade seletora de frequência, que em alguns casos, acha-se localizada no painel frontal do receptor. Alguns fabricantes projetam um controle remoto de seleção de frequência, de modo que o equipamento possa ser instalado em outro local da aeronave. Este seletor é utilizado para sintonizar o receptor numa estação VOR de terra.

O receptor VOR, além da navegação radial, funciona como receptor "localizador" (sinal do LOCALIZER) durante a operação ILS (sistema de pouso por instrumento).

Alguns receptores VOR incluem também um receptor de ângulo de planeio ("glide slope") numa única unidade. Independente do modo pelo qual o equipamento VOR seja projetado, a informação do receptor VOR é apresentado no instrumento CDI (indicador de desvio do rumo).



Fonte: slideplayer.com.br

Figura 13-7 Indicador de desvio de rumo (CDI).

O CDI, figura 13-7, desempenha diversas funções. Durante a operação VOR, o ponteiro vertical é utilizado como indicador do rumo. Ele também indica quando a aeronave desvia do rumo, bem como a direção que a aeronave deve tomar para atingir o rumo desejado.

O indicador TO-FROM mostra se a direção do rumo apresentado é "para" (TO) a estação ou "afastando-se" (FROM) da estação. O indicador de desvio do rumo também apresenta uma bandeira de alarme "VOR-LOC".

Normalmente ela é uma pequena haste, que aparece somente em caso de mau funcionamento do receptor ou falha do sinal transmitido.

Quando sinais de "LOCALIZER" são selecionados no receptor de VOR, o indicador apresenta a posição relativa do feixe do localizador para a aeronave, e a direção que a aeronave deve tomar para interceptá-lo.

Durante a operação VOR, a radial da estação é selecionada girando-se o seletor OBS (seletor omnidirecional). Este seletor está normalmente localizado no CDI. Entretanto, em algumas instalações ele faz parte do receptor de navegação. O OBS é graduado de zero a 360°, sendo que cada grau corresponde a um rumo de VOR a ser seguido para se voar em relação à estação de terra.

Os itens a seguir são tipicamente dos executados durante um teste operacional de terra.

Ao testar um sistema VOR, segue-se os procedimentos específicos recomendados pelo fabricante do equipamento. O teste operacional pode ser executado, utilizando-se o equipamento de teste adequado ou estação de terra disponível.

- 1) Colocar o interruptor LIGA-DESLIGA na posição "ON";
- 2) Ajustar o seletor de frequência para a estação desejada;
- 3) Aguardar o tempo necessário para aquecer o equipamento;
- 4) A bandeira de alarme VOR desaparecerá quando for recebido o sinal da estação VOR;
- 5) Ajustar o controle de volume no nível desejado. Observar se a identificação da estação VOR selecionada é clara e correta (sinal sonoro similar a código Morse);
- 6) Verificar se há deflexão do ponteiro vertical do CDI;
- 7) Centralizar o ponteiro vertical através do seletor OBS;
- 8) Verificar se o indicador "TO-FROM" apresenta "TO";
- 9) Girar o seletor OBS 10° acima da indicação na qual o ponteiro vertical foi centrado. Este último deve mover-se à esquerda e cobrir o último ponto (DOT), que corresponde a um desvio de 10° do rumo.
- 10) Girar o seletor OBS para a posição original. O ponteiro vertical deve retornar ao centro.
- 11) Girar o seletor OBS 10° abaixo da posição original. O ponteiro vertical deve mover-se à direita e cobrir o último ponto, que corresponde a um desvio de 10° do rumo.
- 12) O ponteiro vertical deve se deslocar com a mesma deflexão em ambas as direções. O desvio ou sensibilidade total de desvio do rumo deve ser, portanto, 20°.

NOTA: Quando o indicador "TO-FROM" apresentar "FROM", o ponteiro vertical se deslocará na direção oposta àquela descrita nos testes acima.

Caso o teste operacional não seja satisfatório, será necessário retirar da aeronave o receptor de VOR e os instrumentos associados, para serem verificados na bancada.

1.7 SISTEMA DE POUSO POR INSTRUMENTOS (ILS)

O ILS (INSTRUMENT LANDING SYSTEM) opera na faixa de VHF da gama de frequência de rádio. O ILS pode ser visualizado como uma "rampa" de sinais de rádio, na qual o avião pode "deslizar" com segurança para a pista.

O sistema completo é constituído por um transmissor localizador da pista (LOCALIZER), um transmissor de ângulo de descida (GLIDE SLOPE) e feixes balizadores (MARKER BEACONS) para detecção de posição.

O equipamento "LOCALIZER" produz um feixe de rádio cujo centro é alinhado com o centro da pista. Para que o sinal correspondente à situação da aeronave esteja no curso correto (ON-COURSE) o resultado é a recepção de dois sinais, com igual intensidade: um modulado numa frequência de 90Hz, e o outro modulado a 150Hz.

Estando-se em um dos lados da linha central da pista, o sinal de saída do receptor apresenta uma

predominância no tom de 150 Hz. Esta área é denominada "setor azul".

No outro lado da linha central da pista predomina o sinal de 90 Hz. Este é o "setor amarelo".

As estações de "LOCALIZER" operam na frequência de 108,0 MHz a 112,0 MHz, porém, só incluindo as decimais ímpares. As frequências neste espaçamento com as decimais pares, são dedicadas à operação VOR. O receptor de navegação VOR funciona como receptor de "LOCALIZER" durante a operação ILS.

O "GLIDE SLOPE" é um feixe de rádio que fornece ao piloto orientação vertical, auxiliando-o a manter o ângulo correto de descida até a pista. Os sinais de "GLIDE SLOPE" são irradiados por duas antenas adjacentes ao "ponto de contato", operando na faixa de frequência UHF de 339,3 MHz a 335,0 MHz.

Os receptores de "GLIDE SLOPE" e "LOCALIZER"/VOR podem estar em unidades separadas ou combinados numa unidade única.

No que diz respeito a seleção de frequência, os receptores de "LOCALIZER" e "GLIDE SLOPE" são controlados por um único seletor, porquanto, a cada frequência selecionada para "LOCALIZER" corresponderá sempre uma determinada frequência para "GLIDE SLOPE". Um diagrama dos componentes do ILS acha-se apresentado na figura 13-8.

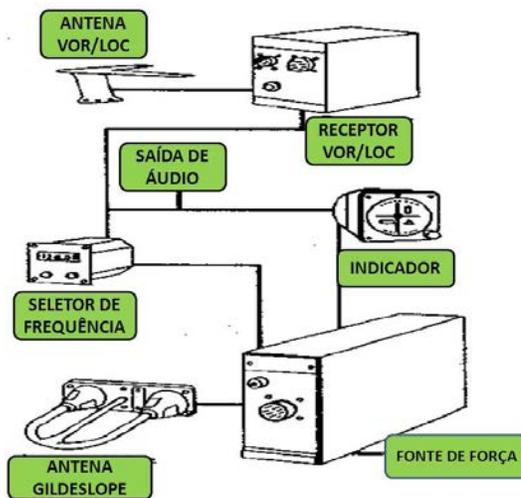
As informações provenientes dos receptores de "LOCALIZER" e "GLIDE SLOPE" são apresentadas no CDI (Indicador de Desvio do Rumo). O ponteiro vertical fornece a informação do "LOCALIZER", e o horizontal a informação de "GLIDE SLOPE".

Quando ambos os ponteiros estão centralizados, a aeronave acha-se no alinhamento central da pista, e descendo no ângulo correto.

O CDI possui ainda uma bandeira de alarme vermelha para cada sistema, que aparece quando ocorrer falha do receptor ou ausência do sinal transmitido.

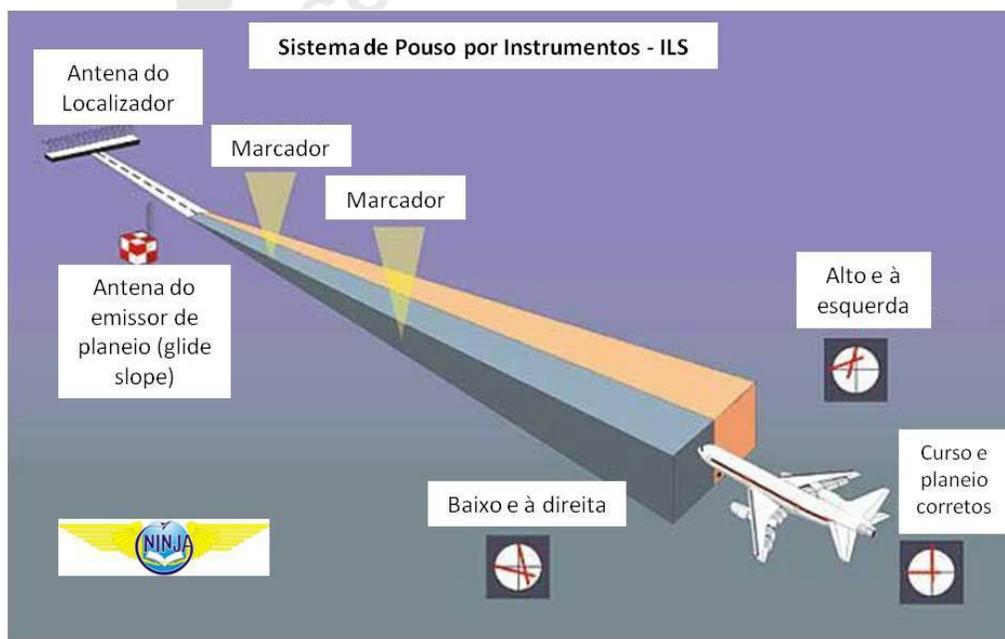
Duas antenas são normalmente necessárias para a operação ILS: uma para o receptor de "LOCALIZER", também utilizada para navegação VOR, e a outra para o "GLIDE SLOPE".

Diagrama dos componentes do ILS.

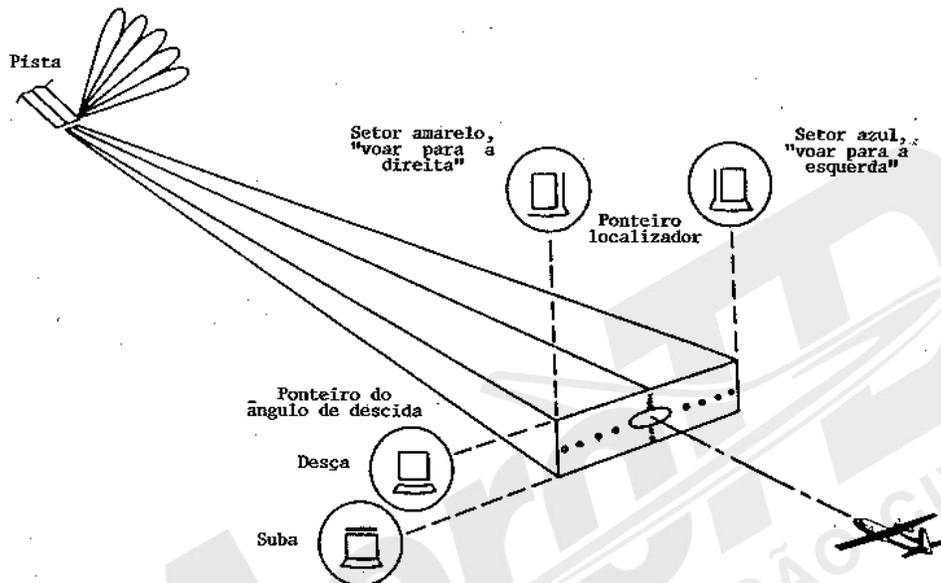


Fonte: slideplayer.com.br

Figura 13-8 Diagrama dos componentes do ILS.



Fonte: ninja-brasil.blogspot.com



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

Figura 13-9 Informações de ILS.

Algumas aeronaves pequenas usam uma antena de multielementos, tanto para a operação VOR/LOC como para a de "GLIDE SLOPE".

A antena para VOR/LOC acha-se normalmente instalada na parte superior da fuselagem ou embutida na chapa do estabilizador vertical. A antena de "GLIDE SLOPE", na maior parte das aeronaves, acha-se instalada no nariz. Nas aeronaves equipadas com radar, a antena de "GLIDE SLOPE" acha-se instalada no interior do radome.

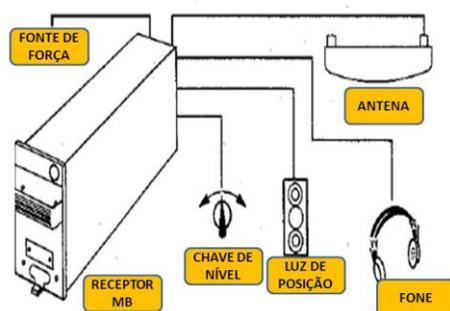
1.8 FEIXES BALIZADORES (Marker Beacons)

Os "MARKER BEACONS" são utilizados conjuntamente com o sistema de pouso por instrumentos. Os "MARKERS" são sinais de rádio que indicam a posição da aeronave ao longo de sua descida em direção à pista.

Dois "MARKERS" são empregados em cada instalação. A localização de cada um deles é identificada por um tom audível e pelo acendimento de uma lâmpada.

Os transmissores dos "MARKER BEACONS" operam na frequência fixa de 75 MHz, e são instalados em locais específicos, ao longo da rota do procedimento para pouso, por instrumento estabelecido para estação ILS. O feixe de irradiação da antena é orientado diretamente para cima.

Um receptor de "MARKER" instalado na aeronave recebe os sinais da antena e os converte em energia, para iluminar uma lâmpada e produzir um tom audível no fones.



Fonte: slideplayer.com.br

Figura 13-10 Diagrama do sistema receptor de MARKER.

Um receptor de "MARKER" (figura 13-10) instalado na aeronave, recebe os sinais da antena e os converte em energia, para iluminar uma lâmpada e produzir um tom audível nos fones.

O "MARKER" externo (OUTER) sinaliza o início da descida para o pouso pelo ILS. O sinal do "MARKER" externo é modulado por 400 Hz, produzindo nos fones um tom (traço) longo intermitente. Além desta identificação audível, o sinal do "MARKER" externo provoca ainda a iluminação de uma lâmpada azul localizada no painel de comando.

O "MARKER" intermediário (MIDDLE) acha-se normalmente instalado a cerca de 3.500 pés do final da pista e é modulado por um sinal de 1.300 Hz, que produz um tom mais agudo, intermitentemente curto e longo (pontos e traços). Uma lâmpada âmbar pisca para indicar que o avião está passando sobre o "MIDDLE MARKER".

Os receptores "MARKERS" variam em apresentação desde os simples receptores, que não possuem quaisquer controles operacionais, até os mais sofisticados, que fornecem um tom audível, e têm um interruptor LIGA-DESLIGA, e um controle de volume para ajustar o nível sonoro do código de identificação. Nas instalações que utilizam três lâmpadas, uma luz branca indica as posições da aeronave ao longo dos vários pontos das aerovias.

Além da lâmpada, uma série rápida de tons (seis "pontos" por segundo) na frequência de 3.000 Hz são ouvidos nos fones.

O equipamento de detecção de distância (DME) está rapidamente substituindo o "MARKER" de aerovias. Este "MARKER" de 3,000 Hz e sua luz branca têm ainda aplicação como "MARKER" interno (INNER) em algumas pistas equipadas com ILS, categoria II, para sinalizar os locais que correspondem

ao ponto de arremetida.

O sistema de ILS não pode ser completamente testado no solo sem o equipamento de teste para simular os sinais de "LOCALIZER" e "GLIDE SLOPE".

Se uma aeronave estiver num aeroporto que possua pista equipada com ILS, deve-se observar se o receptor está funcionando, procedendo-se da seguinte forma: (1) Ligar o equipamento e ajustar o seletor de frequência para o canal de ILS do aeroporto. (2) Aguardar o tempo necessário para o aquecimento do equipamento. Num local de sinal forte, ambas as bandeiras de alarme começarão a se movimentar ou serão recolhidas. (3) Observar se ambos os ponteiros cruzados acham-se inteiramente deflexionados. Alguns equipamentos ILS, de estado sólido, mais sofisticados possuem circuitos de automonitoramento.

Esses circuitos podem ser utilizados para a execução de um teste operacional, seguindo os procedimentos adequados descritos pelos manuais de serviço do fabricante do equipamento ou da aeronave.

1.9 EQUIPAMENTO DE DETECÇÃO DA DISTÂNCIA (DME)

O objetivo do DME (DISTANCE MEASURING EQUIPMENT) é fornecer uma indicação visual constante da distância que o avião se encontra de uma estação de terra.

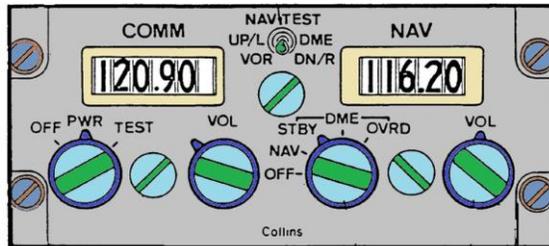
A leitura apresentada pelo DME não é uma indicação verdadeira da distância, ponto a ponto, medida sobre a terra. O DME indica a distância direta entre a aeronave e a estação de terra. O erro da distância aumenta à medida que a aeronave se aproxima da estação. Entretanto, entre 30 e 60 milhas este erro é desprezível.

O DME opera na gama de frequência UHF (ULTRA HIGH FREQUENCY) do espectro de rádio. As frequências de transmissão compreendem dois grupos: de 962 MHz a 1.024

MHz e de 1.151 MHz a 1.212 MHz; as frequências de recepção estão entre 1.025 MHz e 1.149 MHz. As frequências de transmissão e sua recepção formam um par que corresponde a uma frequência de VOR.

Em algumas instalações, o seletor de sinais do DME é operado conjuntamente com o seletor do VOR, simplificando, assim, a operação. A figura 13-11 apresenta um painel típico de controle do DME.

A operação é realizada dentro da gama de frequência de **VHF, 108,0 MHz e 117,95 MHz**, o que permite uma boa imunidade às interferências provocadas pela estática atmosférica ou de precipitações.



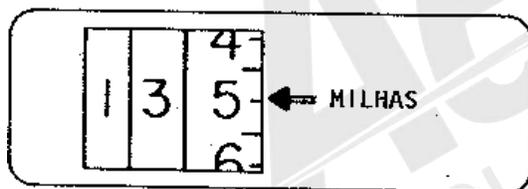
Fonte: sliderplayer.com.br

Figura 13-11 Controle típico de navegação DME.

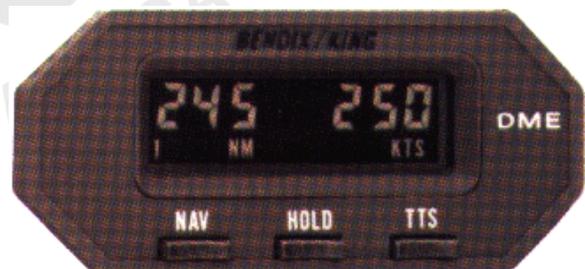
A aeronave acha-se equipada com um transceptor DME, que é sintonizado para a estação de terra DME correspondente, comumente localizada junto a uma estação VOR. Este conjunto é denominado VORTAC.

O transceptor de bordo transmite um par de pulsos espaçados para a estação de terra. O espaçamento entre os pulsos é utilizado para identificar o sinal como uma interrogação válida de DME. Após a recepção destes pulsos, a estação de terra transmite, também, pulsos, utilizando uma frequência diferente.

O tempo compreendido entre a interrogação do avião e a chegada da transmissão (réplica) da estação de terra é computado pelo transceptor. O resultado corresponde à distância que separa a aeronave da estação de terra. Esta distância é indicada em milhas náuticas num instrumento do painel, semelhante ao apresentado na figura 13-12.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Instrução Profissional

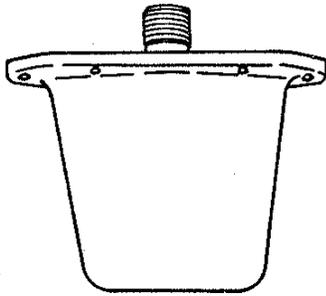


Fonte: www.sea-avionics.com

Figura 13-12 Indicador digital do DME.

Uma antena típica do DME acha-se apresentada na figura 13-13. A maioria das antenas do DME possui uma cobertura de proteção, tendo o formato chato e curto, montada na parte inferior da fuselagem.

A fim de evitar interrupção na operação DME, a antena deve ser instalada num ponto que não fique bloqueado pela asa, quando a aeronave estiver inclinada.



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

Figura 13-13 Antena típica de DME.

Para testar a operação do DME, liga-se o seletor na posição STBY e seleciona-se a frequência do VOR local.

É aguardado o tempo suficiente para aquecer o equipamento.

Seleciona-se a posição DME na caixa seletora de áudio para identificar a estação DME correspondente, passando o seletor da caixa de controle do DME para a posição "DME".

O indicador digital do DME se deslocará da leitura mínima para a máxima, que corresponde à fase de procura ("SEARCH"). Quando o transceptor DME sincronizar-se com a "réplica" da estação transmissora, o indicador apresentará a distância entre a aeronave e a estação DME.

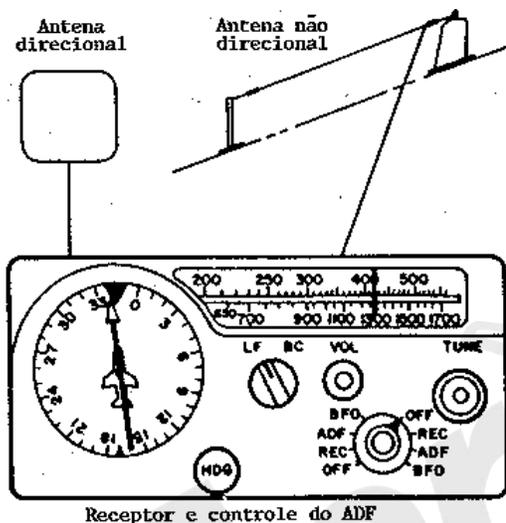
Se o indicador possuir uma bandeira de alarme, esta será recolhida neste momento. Na maioria das instalações, não é possível realizar testes funcionais no solo sem um equipamento de teste do DME.

1.10 DETECTOR AUTOMÁTICO DA DIREÇÃO (ADF)

O equipamento de navegação ADF é constituído basicamente por um receptor (rádio) equipado com antena direcionais, e utilizadas para determinar a direção da origem do sinal recebido.

A maioria dos receptores ADF possui provisão para a operação manual, além da detecção automática de direção. Estando a aeronave dentro do alcance da estação de rádio, o equipamento ADF fornecerá, com apreciável precisão, sua posição em relação à estação. O ADF opera no espectro de baixa e média frequência: de 190 KHz a 1.750 KHz. A direção da estação é apresentada por um indicador localizado no painel de instrumento, e que fornece a proa da aeronave em relação à estação.

O equipamento ADF é constituído por um receptor, antena direcional ("LOOP"), antena não direcional ("SENSE"), indicador e caixa de controle. Em aviões de pequeno porte, o receptor de ADF acha-se montado no painel de instrumentos. Seus controles e o indicador acham-se na parte frontal da unidade.

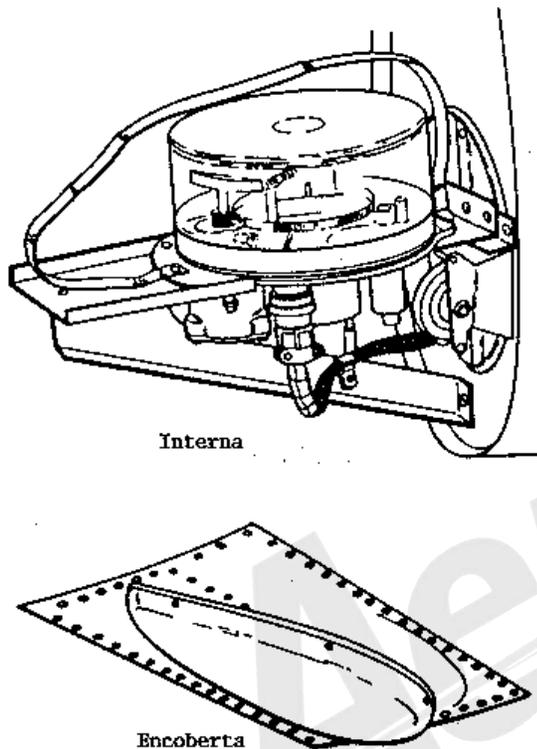


Fonte: IAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 13-14 Instalação típica do ADF.

Num tipo de sistema ADF, o "LOOP" (figura 13-15) gira 360°, e recebe o sinal com maior intensidade, quando o seu plano se apresenta paralelo à direção do sinal transmitido. À medida que o "LOOP" é movimentado desta posição, o sinal torna-se mais fraco e atinge o nível mínimo quando o plano da antena fica perpendicular à direção do sinal transmitido. Esta posição do "LOOP" é chamada "mínimo" ("NULL"), sendo utilizada para a obtenção da direção da estação.

Entretanto, se o "LOOP" continuar a ser movimentado, observar-se-á outro "mínimo" ao atingir 180° do "mínimo" anterior. Para sanar esta ambiguidade de direções, o sistema ADF utiliza, além do "LOOP", uma antena não direcional ("SENSE"). Utilizando circuitos especiais no receptor do ADF, é possível determinar a direção correta da estação sintonizada.



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

Figura 13-15 Antenas típicas de ADF.

Outro tipo de sistema ADF utiliza "LOOP" fixo, com núcleo de ferrite, que funciona conjugado a um transformador rotativo chamado "RESOLVER"(ou goniômetro).

O funcionamento deste ADF é o mesmo que o descrito acima, excetuando-se a parte móvel que neste caso é a bobina rotativa do "RESOLVER".

Para a realização do teste operacional do sistema ADF, procede-se da seguinte forma:

- 1) Ligar o interruptor LIGA-DESLIGA e aguardar o aquecimento do receptor. Nas instalações que utilizam o ponteiro do RMI ("RADIO MAGNETIC INDICATOR") como indicador do ADF, verificar se o seletor "ADF- VOR" do instrumento está na posição "ADF";
- 2) Sintonizar a estação desejada;
- 3) Ajustar o controle de volume adequadamente;
- 4) Girar o "LOOP" através do controle correspondente, observando se apenas um nulo é recebido;
- 5) Verificar se o ponteiro do ADF indica a direção da estação, coincidindo com o "mínimo" obtido.

Se a aeronave estiver localizada próxima a edifícios, hangares ou qualquer grande superfície refletora, o ponteiro do ADF pode acusar uma direção errada, resultante de sinal refletido.

1.11 SISTEMA ATC (AIR TRAFFIC CONTROL)

O sistema ATC, também conhecido como "TRANSPONDER", é utilizado em conjunto com o radar de observação de terra, com a finalidade de fornecer uma identificação positiva da aeronave na tela de radar do controlador.

O equipamento ATC instalado a bordo recebe uma "interrogação" do radar de terra em cada "varredura" da antena deste, e automaticamente transmite um sinal codificado, conhecido como "réplica" (REPLY).

Os TRANSPONDERS instalados nas aeronaves geralmente operam com dois tipos de códigos: A e B.

O código da identificação de voo (um dígito de quatro números) é designado para a aeronave durante o procedimento do plano de voo.

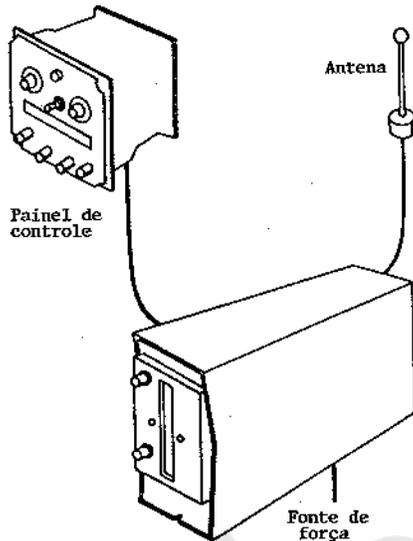
Alguns TRANSPONDERS são também dotados de um codificador da altitude em que se encontra a aeronave, de modo que possa informá-la ao controlador do radar de terra sempre que for devidamente interrogado.

Há vários tipos de sistemas ATC utilizados a bordo. Todos desempenham a mesma função e possuem circuitos básicos idênticos. A diferença maior está na construção: uma única unidade ou uma unidade extra para o controle remoto do TRANSPONDER.

A figura 13-16 apresenta uma instalação típica do sistema ATC. O painel de controle possui todos os dispositivos necessários à operação.

A antena utilizada no sistema ATC é do tipo curto e chato (coberta ou não), sendo geralmente instalada na superfície inferior da aeronave.

Para um teste operacional do sistema ATC é aconselhável o uso do equipamento de teste adequado.



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

Figura 13-16 Sistema típico de ATC.

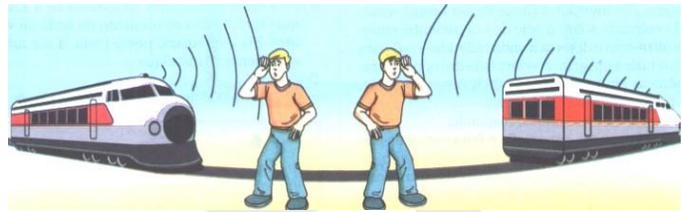
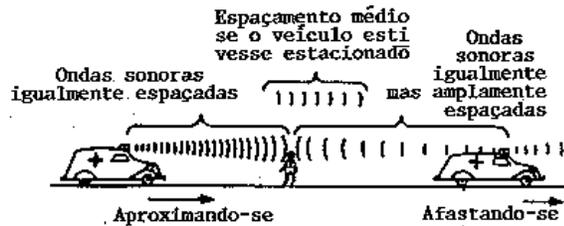
1.12 SISTEMA DE NAVEGAÇÃO DOPPLER

O sistema de navegação DOPPLER computa e apresenta, contínua e automaticamente, a velocidade em relação à terra ("GROUND SPEED") e o ângulo de deriva (DRIFT ANGLE) de uma aeronave em voo. Estas informações são fornecidas sem o auxílio de estações de terra, estimativa do vento ou qualquer outro dado. O DOPPLER emite continuamente uma onda eletromagnética "portadora", e determina as componentes de velocidade frontal e lateral da aeronave, utilizando o princípio conhecido como "efeito DOPPLER".

O efeito DOPPLER, ou mudança da frequência de um sinal, pode ser explicado em termos. Na figura 13-17, o emissor do som é uma sirene localizada na ambulância em movimento, e o receptor é o ouvido de uma pessoa parada.

Observa-se o espaçamento entre as ondas sonoras quando o emissor está se aproximando e quando está se afastando do receptor. Quando o espaçamento entre as ondas sonoras é menor, a pessoa escuta um som mais agudo.

O sistema DOPPLER faz uso do fenômeno de mudança da frequência descrita acima, com a diferença que utiliza ondas de radiofrequência.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional/ ww2.unime.it

Figura 13-17 Efeito doppler nas ondas sonoras.

O sistema DOPPLER da aeronave emite feixes concentrados de energia eletromagnética numa determinada frequência. Ao atingir a superfície da terra, estas ondas são refletidas. As ondas da energia refletida são espaçadas diferentemente em relação às ondas que atingiram a terra.

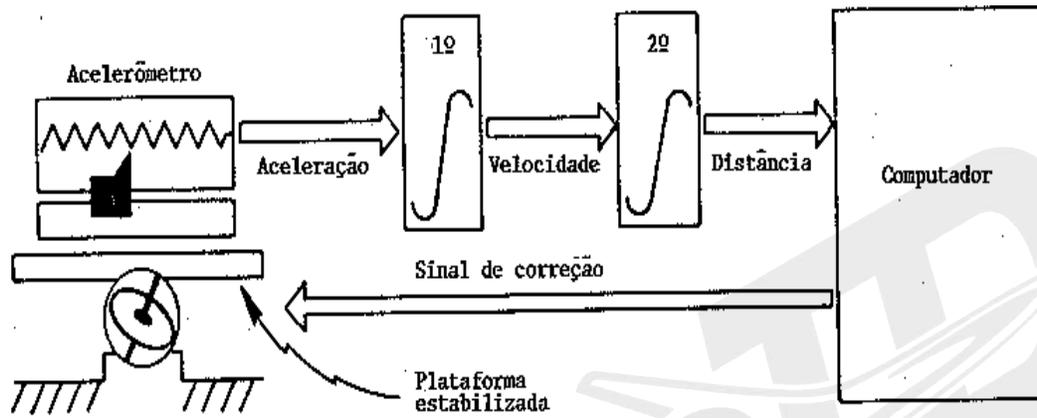
O sinal refletido é interceptado e comparado com o sinal emitido. A diferença entre eles, devido ao efeito DOPPLER, é computada para fornecer as informações de velocidade e deriva.

O teste operacional do DOPPLER no solo consiste em ajustar uma determinada indicação do "GROUND SPEED" e "DRIFT ANGLE" que resulta numa leitura determinada de erro de curso (distance-off-course).

Segue-se as instruções contidas no manual do fabricante do equipamento, ou no manual de operação da aeronave, são sempre seguidas quanto ao procedimento correto para o teste.

1.13 SISTEMA DE NAVEGAÇÃO INERCIAL

O sistema de Navegação Inercial está sendo bastante utilizado em aeronaves de grande porte, como um auxílio à navegação de longo curso. Ele é um sistema autossuficiente, não necessitando de qualquer sinal externo. O sistema obtém informações de atitude, velocidade e rumo, medindo as acelerações da aeronave. Para isto é necessário o uso de dois acelerômetros: um orientado para o Norte e o outro para leste. Os acelerômetros (figura 13-18) são instalados numa unidade estabilizada por giroscópios, denominada plataforma estável, para eliminar os erros resultantes da aceleração devido à gravidade.



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

Figura 13-18 Sistema básico de navegação inercial.

Um sistema de navegação inercial é de relativa complexidade e contém quatro componentes básicos, a saber:

- 1) Uma plataforma estável que é orientada para manter os acelerômetros paralelos à superfície da terra, e fornecer orientação de azimute;
- 2) Acelerômetros montados sobre a plataforma para fornecerem as componentes específicas da aceleração;
- 3) Integradores que recebem sinais dos acelerômetros para fornecer velocidade e distância;
- 4) Um computador que receba os dados dos integradores, e converta a distância percorrida em "posição" da aeronave, apresentada pelas coordenadas latitude e longitude.

O diagrama da figura 13-18 mostra como esses componentes acham-se interligados para resolver um problema de navegação.

As condições iniciais (coordenadas geográficas do local) são fornecidas ao sistema.

Na navegação inercial o termo "inicialização" é empregado com referência ao método de levar o sistema a um conjunto de condições iniciais, a partir das quais ele possa prosseguir o processo da navegação.

Essas condições iniciais compreendem o nivelamento da plataforma, o alinhamento da referência de azimute, e o fornecimento das coordenadas locais ("PRESENT POSITION"), dos "fixos" ("WAY POINTS") a atingir durante a navegação, e de velocidade atual.

Embora todos os sistemas de navegação inercial precisem ser "inicializados", o método varia de acordo com o equipamento e o tipo de aeronave no qual ele está instalado.

Os procedimentos adequados para a "inicialização" acham-se descritos nos manuais dos fabricantes. Observando-se o diagrama (figura 13-18), vê-se que os acelerômetros são mantidos na posição horizontal (paralela à superfície da terra) por uma plataforma estabilizada pelos giroscópios.

À medida que a aeronave acelera, os acelerômetros enviam um sinal aos integradores. A saída destes (distância) é então enviada ao computador, onde são realizadas duas operações: em primeiro lugar, é determinada uma "posição" em relação às informações já introduzidas. Em segundo lugar, um sinal é enviado à plataforma no sentido de posicionar os acelerômetros paralelamente à superfície da terra.

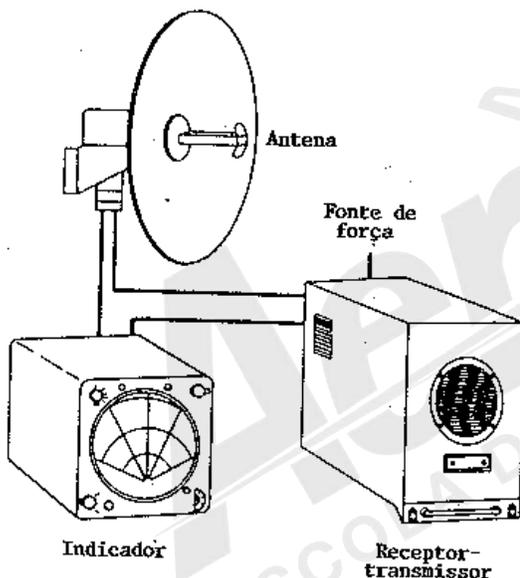
Os sinais dos giroscópios de alta velocidade e dos acelerômetros acoplados aos controles de voo permanecem inalteráveis, independentemente da atitude da aeronave.

1.14 SISTEMA DE RADAR METEOROLÓGICO

O radar ("RADIO DETECTION AND RANGING") é um equipamento destinado a detectar determinados alvos na escuridão, nevoeiro ou tempestades, bem como em tempo claro. Além do aparecimento destes alvos na tela do radar, suas distâncias e azimute são também apresentadas.

O radar é um sistema eletrônico que transmite pulsos de energia eletromagnética (RADIO), recebendo o sinal refletido do alvo. Esse sinal recebido é conhecido como "eco": o tempo compreendido entre a emissão do pulso e o recebimento do eco é computado eletronicamente, e apresentado na tela do radar (PPI) em termos de milhas náuticas.

Um sistema radar (figura 13-19) é constituído pelo transceptor/sincronizador, por uma antena parabólica instalada no nariz do avião, uma unidade de controle e um indicador ou tela fosforescente, instalados na cabine de comando. Um guia de onda interliga o transceptor à antena.



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

Figura 13-19 Diagrama do sistema radar meteorológico.

Durante a operação de um sistema típico de radar, o transmissor envia pulsos curtos de energia de

radiofrequência através do guia de onda à antena parabólica. Numa instalação padrão, a antena irradia esta energia, concentrando-a num feixe de 3,8° de largura.

Parte da energia transmitida é refletida por objetos (alvos) situados ao alcance do feixe, e é recebida pela antena parabólica. Durante a transmissão do pulso, a antena é simultaneamente ligada ao transmissor, e desligada do receptor por comutação eletrônica.

Após a transmissão do pulso, a antena é comutada do transmissor para o receptor. O ciclo de comutação é realizado para cada pulso transmitido.

O tempo necessário para que as ondas do radar alcancem o alvo e sejam refletidas para a antena da aeronave, é diretamente proporcional à distância entre eles. O receptor mede o intervalo de tempo entre a transmissão dos sinais de radar e a recepção da energia refletida, utilizando esta informação para apresentar a distância do alvo.

A rotação ou varredura da antena e, conseqüentemente, do feixe de radar, proporciona as indicações de azimute. No indicador, um feixe luminoso gira em sincronismo com a antena. O indicador apresenta o local e tamanho relativo do alvo, e também sua posição em azimute relativa à direção do voo.

O radar meteorológico aumenta a segurança do voo, pois permite ao piloto detectar tempestades na sua rota e, conseqüentemente, contorná-las

O radar ainda possibilita o mapeamento do terreno, mostrando a linha da costa, ilhas ou outros acidentes geográficos ao longo da rota. Estas indicações são apresentadas no indicador visual (PPI) com a distância e o azimute relativo à proa da aeronave.

O teste operacional do sistema radar consiste no seguinte:

- 1) Posicionar a aeronave em local afastado de edifícios ou aeronaves estacionadas.
- 2) Ligar o equipamento (STBY), e aguardar o tempo necessário para o aquecimento do equipamento.
- 3) Movimentar a antena para cima.
- 4) Iniciar a operação do radar, observando o indicador quanto a apresentação de possíveis alvos.

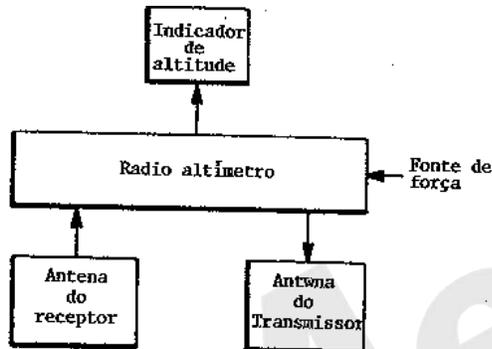
1.15 SISTEMA RÁDIOALTÍMETRO

Os rádioaltímetros são utilizados para medir a distância da aeronave à terra. Isto é realizado transmitindo-se energia de radiofrequência, e recebendo o sinal refletido.

Os rádioaltímetros modernos são, em sua maioria, do tipo de emissão de pulso, sendo a altitude

calculada pela medição do tempo necessário para o pulso transmitido atingir a terra e retornar à aeronave. O indicador do radioaltímetro apresentará a altitude verdadeira da aeronave, seja sobre água, montanhas, edifícios ou outros objetos sobre a superfície da terra. Atualmente, os radioaltímetros são basicamente utilizados durante o pouso, sendo uma exigência para a Categoria II.

As indicações do altímetro determinam o ponto de decisão para continuar o pouso ou arremeter.



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

Figura 13-20 Diagrama típico do sistema radio-altímetro.

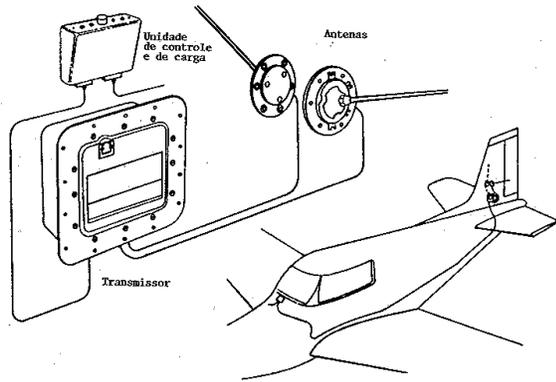
O sistema radioaltímetro (figura 13-20) consiste de um transceptor, normalmente localizado no compartimento eletrônico, um indicador instalado no painel de instrumento, e duas antenas localizadas na parte inferior da fuselagem.

1.16 TRANSMISSOR LOCALIZADOR

O transmissor localizador de emergência (ELT) é um transmissor que emite um sinal de alarme nas frequências de emergência civil ou militar. Sua operação é automática na ocorrência de um impacto, podendo ainda ser iniciada através de um controle na cabine de comando ou interruptor no próprio transmissor.

O transmissor localizador de emergência (figura 13-21) acha-se normalmente instalado no estabilizador vertical do avião e, no caso de acionamento por impacto (através do sensor localizado no transmissor), só poderá ser desligado por um controle localizado no próprio transmissor.

O transmissor pode estar localizado em qualquer lugar da aeronave. No entanto, a localização ideal é o mais próximo possível da cauda, perto ou no estabilizador vertical.



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

Figura 13-21 Transmissor localizador de emergência.

O equipamento deve estar acessível para permitir o monitoramento da data de substituição da bateria, e para armar ou desarmar a unidade. Um controle adicional para armar/desarmar pode ser instalado na cabine do piloto.

As baterias são a fonte de energia dos transmissores localizadores de emergência. Quando ativada, a bateria deve ser capaz de fornecer energia para a transmissão do sinal por no mínimo 48 horas.

A vida útil da bateria é o período de tempo durante o qual ela pode ser estocada sem perder capacidade de operar continuamente o ELT por 48 horas, sendo estabelecido pelo fabricante da bateria.

As baterias devem ser trocadas ou recarregadas, conforme requerido, quando atingirem 50% de suas vidas úteis. Isto faz com que o ELT opere adequadamente, se ativado. A data de substituição da bateria deve estar visível no exterior do transmissor, sendo calculada a partir dos dados do fabricante.

As baterias podem ser de níquel-cádmio, lítio, dióxido de magnésio, ou do tipo “célula-secas”.

A bateria que utiliza água tem um tempo de estocagem limitada, até que seja necessário adicionar a água. Este ponto é a referência para calcular a sua permanência num ELT, ou seja, deverá ser trocada ou recarregada com 50% do seu tempo de estocagem, sem requerer adição de água.

Quando se substituir baterias, deve-se sempre usar as recomendadas pelo fabricante do ELT. Não se deve usar baterias do tipo utilizado em lanternas, uma vez que suas condições e vida útil são desconhecidas.

O teste operacional do transmissor de emergência pode ser executado sintonizando-se um receptor de comunicações na frequência de emergência (121,5 MHz) e ativando-se o transmissor através do controle remoto. Desliga-se o equipamento logo que o sinal de emergência seja ouvido.

1.17 INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE COMUNICAÇÃO E NAVEGAÇÃO

Antes de qualquer modificação ser realizada no equipamento rádio de uma aeronave, quer seja devido a novas instalações ou alterações nos sistemas, vários fatores devem ser considerados: o espaço disponível, o tamanho e peso do equipamento, bem como as modificações realizadas anteriormente.

Por outro lado, o consumo de energia devido à nova instalação deve ser calculado para determinar a máxima carga elétrica contínua.

A instalação deve ser cuidadosamente planejada a fim de permitir fácil acesso para inspeção, manutenção e troca de unidades.

A instalação do equipamento é um trabalho basicamente mecânico, compreendendo recortes de chapas metálicas para montagem das unidades, suportes, antenas, etc.

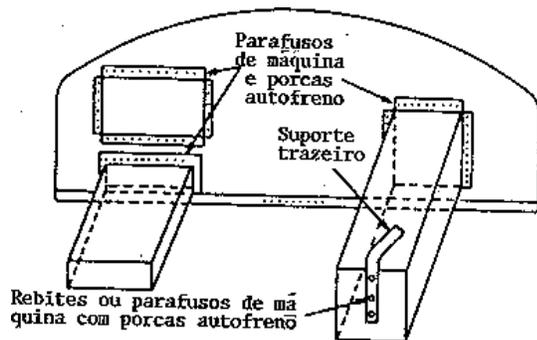
As rotas de passagem dos fios de interligação, cabos, fios da antena, etc., são também uma parte importante no processo da instalação. Ao escolher o local para o equipamento, leva-se inicialmente em consideração as áreas recomendadas pelo fabricante da aeronave.

Se tal informação não estiver disponível ou se a aeronave não possui provisão para equipamento adicional, seleciona-se uma área que agente o peso do equipamento e que seja capaz de suportar os esforços adicionais de inércia. Se o equipamento precisar ser montado no painel de instrumentos, e não houver provisão para este tipo de instalação, verifica-se se o painel faz parte da estrutura básica antes de fazer qualquer recorte. Para aliviar a carga sobre um painel de instrumentos estacionário, instala-se uma cantoneira (figura 13-22) entre a parte traseira da caixa, ou suporte da unidade, e o local próximo da estrutura da aeronave.

O equipamento rádio deve ser montado firmemente no avião. Todos os parafusos devem ser providos de dispositivos frenantes para evitar afrouxamento devido à vibração.

Deve-se manter o espaçamento adequado entre o equipamento rádio e a estrutura adjacente, evitando danos mecânicos à fiação ou equipamento rádio decorrentes de vibração, atrito ou pouso brusco.

Não se instala a fiação ou o equipamento rádio próximo a unidades contendo fluídos combustíveis. Quando este afastamento for impraticável, instala-se chapas defletoras ou carenagens, para evitar a contaminação do equipamento rádio com fluídos combustíveis, no caso de falha de tubulações.



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

Figura 13-22 Instalação típica de equipamento rádio num painel estacionário de instrumentos.

Arrefecimento e Umidade

O desempenho e a vida útil de quase todos os equipamentos rádio são seriamente limitados por temperaturas excessivas.

A instalação deve ser planejada, de modo que o equipamento rádio possa dissipar rapidamente seu calor.

Em algumas instalações pode haver necessidade de se produzir um fluxo de ar através das unidades, quer utilizando um exaustor ou um venturi.

A presença de água no equipamento rádio provoca rápida deterioração nos componentes expostos. Algum processo deverá ser utilizado para evitar a entrada de água nos compartimentos que abrigam o equipamento rádio.

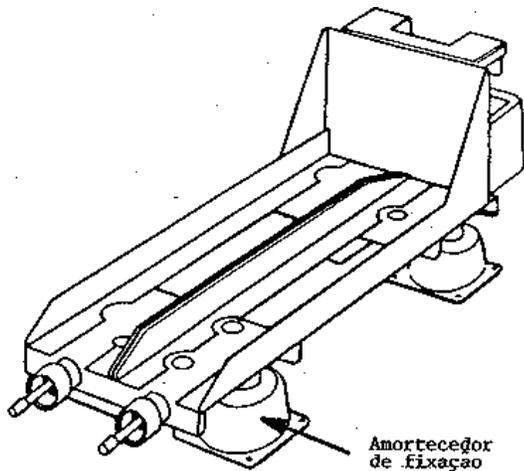
Isolamento da Vibração

A vibração é um movimento contínuo ocasionado por uma força osciladora. A amplitude e a frequência de vibração da estrutura da aeronave varia consideravelmente com seu tipo.

O equipamento rádio é muito sensível à vibração ou choque mecânico, sendo normalmente instalado em bases à prova de choque para proteção contra vibração do voo ou choque, devido ao pouso.

Quando bases especiais (figura 13-23) são utilizadas para isolar o equipamento rádio da vibração da estrutura, elas devem proporcionar isolamento adequado contra toda gama de possíveis frequências de vibração.

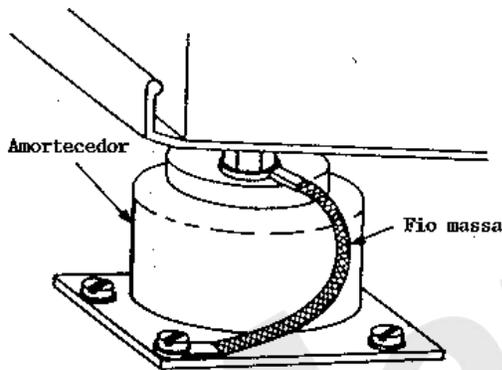
Ao se instalar amortecedores, é preciso se certificar de que o peso do equipamento não exceda a capacidade dos amortecedores.



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

Figura 13-23 Base típica à prova de choques.

As unidades de rádio instaladas nos painéis de instrumentos geralmente não necessitam de proteção contra vibração, posto que o painel é normalmente montado à prova de choque. Entretanto, deve-se observar se o peso adicional pode ser suportado pela base de montagem. Em certos casos, pode haver necessidade de instalar bases mais reforçadas ou aumentar o número de pontas de fixação.



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

Figura 13-24 Fio-massa típico de amortecedor.

O equipamento rádio, instalado sobre bases amortecedoras, deve ser devidamente afastado de outros equipamentos, para permitir a oscilação normal do mesmo.

A inspeção das bases deve ser feita periodicamente, substituindo-se as que estiverem defeituosas por outras do mesmo tipo. Os pontos a serem observados durante a inspeção são: (1) Deterioração do amortecedor; (2) dureza e elasticidade do material; e (3) rigidez geral da base.

Se a base estiver sem flexibilidade, pode não oferecer proteção adequada contra o choque durante

o pouso. Entretanto, se não possuir certa rigidez, pode permitir o prolongamento inadequado das vibrações após o choque inicial. Os materiais empregados nos amortecedores das bases à prova de choque são geralmente isolantes elétricos. Por este motivo, toda unidade eletrônica montada em base à prova de choque, deve ser eletricamente ligada à estrutura da aeronave, conforme mostra a figura 13-24. Pode-se também utilizar lâminas metálicas de alta condutibilidade (cobre ou alumínio), onde for impraticável o uso de fio-massa.

1.18 REDUÇÃO DA RADIOINTERFERÊNCIA

A supressão da rádio interferência é uma tarefa da maior relevância. O problema tem aumentado proporcionalmente à complexidade do sistema elétrico e do equipamento eletrônico. Quase todos os componentes da aeronave constituem possível fonte de rádio interferência que, se não for eliminada, pode prejudicar o desempenho e precisão dos sistemas de rádio e eletrônicos.

O isolamento é o método mais fácil e prático na supressão da rádio interferência. Isto implica em afastar as fontes geradoras da rádio interferência dos circuitos de entrada no equipamento afetado.

Em muitos casos, o ruído num receptor pode ser inteiramente eliminado, afastando-se o fio de entrada da antena em algumas polegadas da fonte causadora da interferência. Algumas fontes de rádio interferência na aeronave são os dispositivos elétricos rotativos, os comutadores, os sistemas de ignição, os sistemas de controle das hélices, as linhas de energia de CA e os reguladores de voltagem.

Uma aeronave pode ficar com elevada carga estática durante o voo. Se suas partes metálicas não estiverem eletricamente interligadas, isto é, com o mesmo potencial (considerado o neutro ou retorno de toda fonte de energia elétrica a bordo), haverá uma diferença de potencial entre diversas superfícies metálicas.

A neutralização ou equalização das cargas acumuladas nestas superfícies (principalmente entre as superfícies móveis e a estrutura do avião) é conseguida através da interligação entre elas por intermédio de fios condutores, semelhantes a malhas metálicas flexíveis, firmemente presas às superfícies. Este processo é conhecido como "BONDING" (ligação à massa).

Não havendo, pois, um contato perfeito entre as superfícies através do "BONDING", a neutralização das cargas elétricas far-se-á através de contatos intermitentes, produzindo ruídos nos rádio receptores.

O "BONDING" executa não somente a ligação elétrica necessária entre as partes metálicas da aeronave, como também é utilizado para fornecer ao equipamento rádio um retorno à massa de baixa impedância.

Qualquer que seja o tipo do condutor utilizado para desempenhar a tarefa de "BONDING", deve

ser ele o mais curto possível, não excedendo de 0,003 ohms sua resistência elétrica em relação à estrutura.

Quando o condutor for instalado, não tendo em vista desempenhar o papel de fio-massa ou de retorno de corrente, sua resistência poderá ser da ordem de 0,01 ohm.

A estrutura da aeronave serve como massa ou ponto de potencial nulo para o equipamento rádio.

O desempenho deste equipamento depende do equilíbrio a ser mantido entre a estrutura da aeronave e a antena. Isto significa manter constante a superfície utilizada como massa. Entretanto, considerando que uma superfície de controle possa ficar intermitentemente isolada da estrutura, este fato prejudicaria a operação do rádio na eventualidade de uma deficiência de "BONDING".

A blindagem é também um dos métodos mais eficientes na supressão da radio interferência.

O objetivo básico da blindagem é conter eletricamente o ruído causado pela radiofrequência. Nas aplicações práticas, o sinal causador do ruído circula da superfície interna da blindagem para a massa, deixando assim de ser irradiado no espaço.

A utilização da blindagem é particularmente eficaz quando não é possível instalar filtros. Um bom exemplo é o caso em que a interferência é irradiada por uma fonte e captada por diversos circuitos que, eventualmente estão ligados à entrada de um receptor.

Seria impraticável instalar filtros em todos os fios ou unidades afetadas pela interferência. Deste modo, a utilização da blindagem é a solução mais prática, porquanto, a interferência irradiada, é eliminada na própria fonte.

Os circuitos de ignição e as velas são geralmente blindados para reduzir a radio interferência. Ocorrendo um intolerável nível de ruído, embora utilizando blindagem, torna-se necessário instalar um filtro entre o magneto e seu controle.

O filtro pode ser constituído por um único condensador, ou por uma combinação de condensadores e bobinas. O uso do filtro normalmente dispensa a blindagem.

O tamanho do filtro é muito variável, dependendo não só da voltagem e corrente como também do grau de atenuação desejado. Os filtros acham-se geralmente incorporados ao equipamento, passível de provocar radio interferência.

Entretanto, sendo isto algumas vezes impraticável, torna-se necessário instalar os filtros externamente.

Descarregadores de Estática

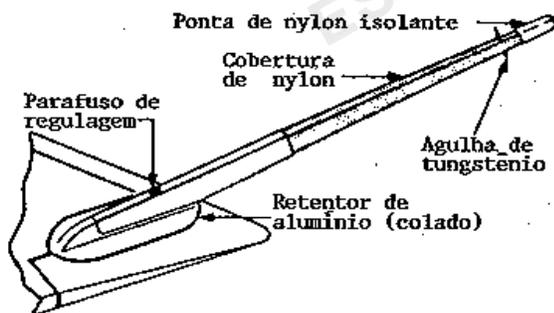
Os descarregadores de estática acham-se instalados na aeronave para reduzir a interferência nos radioreceptores, ocasionada pela descarga devido ao efeito corona.

Essa descarga ocorre na aeronave, como resultado da precipitação estática, em curtos pulsos que produzem ruído no espectro de radiofrequência.

Os descarregadores de estática, normalmente instalados nos bordos de fuga das superfícies de controle, pontas das asas e no estabilizador vertical, descarregam a precipitação estática por pontos estrategicamente afastados das extremidades da asa e da cauda da aeronave, onde não possa ocorrer acoplamento da estática na antena do rádio.

Os principais tipos de descarregadores de estática usados atualmente são:

- 1) Cabo trançado flexível, impregnado de prata ou carbono e recoberto com vinil;
- 2) Cabo trançado metálico semiflexível;
- 3) Campo nulo.



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

Figura 13-25 Descarregador de estática do tipo "campo nulo".

Os descarregadores flexíveis e semiflexíveis são presos à aeronave por parafusos metálicos, e devem ser periodicamente inspecionados quanto à fixação.

Pelo menos 1 polegada do trançado deve estar exposta nos descarregadores recobertos com vinil.

Os descarregadores do tipo "campo nulo" (figura 13-25) são rebitados à estrutura da aeronave, utilizando-se ainda adesivo de epoxi para melhor aderência. A resistência entre sua base de fixação e a estrutura não deve exceder de 0,1 ohm.

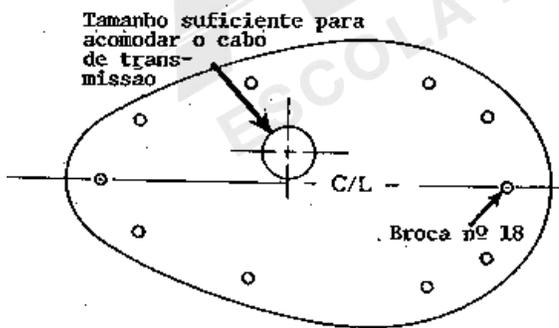
1.19 INSTALAÇÃO DE ANTENAS NA AERONAVE

O conhecimento básico do equipamento rádio é bastante útil ao mecânico de aviação, especialmente sobre a instalação e manutenção da antena, por isso estes serviços são geralmente executados pelo mecânico.

As antenas apresentam diversos formatos e tamanhos, dependendo do tipo de equipamento em que são instaladas. As antenas da aeronave devem ser mecanicamente bem seguras, instaladas em locais livres de interferência, ter a mesma polarização que a estação terrestre e possuir a mesma impedância que o transmissor ou receptor a que estão ligadas.

O processo de instalação de uma antena rígida típica pode ser assim descrito:

1) Colocar o gabarito, semelhante ao apresentado na figura 13-26, sobre a linha de centro longitudinal da localização desejada. Fazer os furos de fixação e o furo de diâmetro correto para o cabo da linha de transmissão, na chapa da fuselagem;

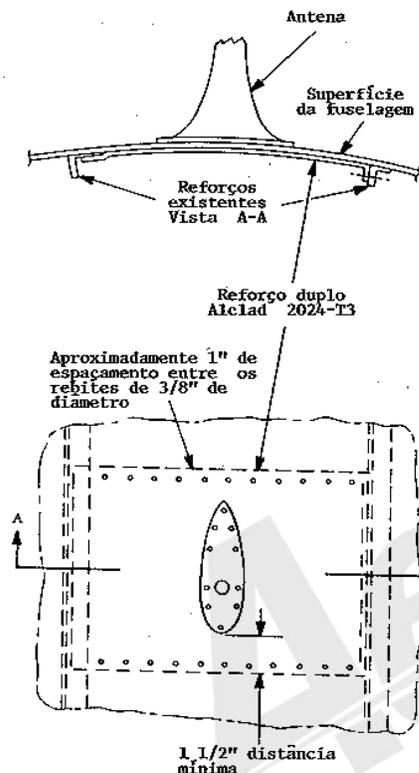


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 13-26 Gabarito de montagem da antena.

2) Instalar uma chapa de espessura suficiente para reforçar a fuselagem da aeronave. O comprimento e a largura da chapa de reforço devem ser aproximadamente os apresentados na figura 13-27;

3) Instalar a antena na fuselagem, certificando-se que os parafusos estejam adequadamente fixados, e a antena bem fixada na gaxeta. Se a gaxeta não for usada, deve-se selar entre a fuselagem e a antena com pasta de cromato de zinco, ou selante equivalente.



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

Figura 13-27 Instalação típica de uma antena sobre a fuselagem.

Linhas de Transmissão

Uma antena de transmissão ou recepção é ligada diretamente ao respectivo transmissor ou receptor por fio(s) blindado(s). O(s) fio(s) de interligação são chamados cabos coaxiais.

A função de uma linha de transmissão (cabo coaxial) é transferir a energia de radiofrequência do transmissor à antena, onde será irradiada, com uma perda mínima de energia. A linha de transmissão liga o amplificador de potência final do transmissor à antena transmissora. A linha de transmissão para o receptor liga a antena ao primeiro circuito sintonizado do receptor. As linhas de transmissão podem variar em comprimento desde alguns até muitos pés.

Os ATC, DME e outros tipos de transceptores de pulsos de radiofrequência necessitam de linhas de transmissão com comprimento exato. O comprimento crítico das linhas de transmissão apresentam uma atenuação mínima ao sinal transmitido ou recebido. Consulta-se o manual de instalação do fabricante do equipamento quanto ao tipo e tamanho adequados da linha de transmissão.

O cabo coaxial é utilizado na maioria das instalações de linhas de transmissão, sendo uma linha não balanceada que funciona com uma antena balanceada. Para se obter o correto casamento de impedância e, conseqüentemente, a mais eficiente transferência de energia, utiliza-se um casador de impedância ("BALUN"), que é parte integrante da antena, e só é visível ao se desmontá-la.

Ao se instalar um cabo coaxial (linhas de transmissão), fixa-se o cabo seguramente ao longo de sua extensão, a intervalos de 2 pés aproximadamente.

Como garantia de ótima operação, os cabos coaxiais não devem ser instalados ao longo, nem presos a outros conjuntos de fios. Se for necessário desviar o cabo coaxial, é preciso que o diâmetro da curva seja pelo menos 10 vezes maior que o diâmetro do cabo.

Rotina de Manutenção

Instruções detalhadas, procedimentos e especificação para a manutenção do equipamento rádio acham-se descritos nos manuais de operação e de manutenção do fabricante.

As instruções para remoção e instalação das unidades encontram-se no manual de manutenção do avião, no qual o equipamento acha-se instalado.

Embora a instalação pareça ser uma operação simples, muitas falhas ou mau funcionamento do equipamento rádio, podem ser atribuídas à falta de atenção ao substituir uma unidade, notadamente no que diz respeito a ligações frouxas dos cabos, inversão de ligações, "BONDING" deficiente, frenagem incorreta ou, deixar de realizar um teste operacional após a instalação.

Dois aspectos adicionais precisam ser enfatizados a respeito da instalação de equipamento: o bom estado das bases à prova de choque e os elementos de "BONDING". Após a instalação, a unidade e a cablagem são devidamente frenadas.



Referência Bibliográfica

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

