

VOR

Requisitos		Referência: ICAO - Anexo 10
Especificação para faixa de rádio omnidirecional VHF (VOR)		
Generalidades	O VOR deve ser construído e ajustado de modo que as indicações em instrumentos similares nas aeronaves representem desvios angulares no sentido horário iguais (indicação de azimute), grau por grau do Norte magnético medido a partir da localização do VOR.	3.3.1.1
	O VOR deve irradiar uma portadora de radiofrequência com a qual estão associadas duas modulações de 30 Hz separadas. Uma dessas modulações deve ser tal que sua fase seja independente do azimute do ponto de observação (fase de referência). A outra modulação (fase variável) deve ser tal que sua fase no ponto de observação difira daquela da fase de referência por um ângulo igual ao rumo do ponto de observação em relação ao VOR.	3.3.1.2
	As modulações de fase de referência e variável devem estar em fase ao longo do meridiano magnético de referência através da estação. Nota - As modulações de fase de referência e variável estão em fase quando o valor máximo da soma da portadora de radiofrequência e a energia da banda lateral devido à modulação de fase variável ocorre ao mesmo tempo que a frequência instantânea mais alta da modulação de fase de referência.	3.3.1.3

Frequência de rádio	<p>O VOR deve operar na faixa de 111,975 MHz a 117,975 MHz, exceto que as frequências na faixa de 108 MHz a 111,975 MHz podem ser usadas quando, de acordo com as disposições do Volume V, Capítulo 4, 4.2.1 e 4.2.3.1, o uso de tais frequências é aceitável. A frequência mais alta atribuível será 117,950 MHz. A separação de canais deve ser em incrementos de 50 kHz com referência à maior frequência atribuível. Em áreas onde o espaçamento de canal de 100 kHz ou 200 kHz é de uso geral, a tolerância de frequência da portadora de radiofrequência deve ser mais ou menos 0,005 por cento.</p>	3.3.2.1
	<p>A tolerância de frequência da portadora de radiofrequência de todas as novas instalações implementadas após 23 de maio de 1974 em áreas onde o espaçamento de canal de 50 kHz está em uso deve ser de mais ou menos 0,002 por cento.</p>	3.3.2.2
	<p>Em áreas onde novas instalações de VOR são implementadas e são atribuídas frequências espaçadas em 50 kHz dos VORs existentes na mesma área, a prioridade deve ser dada para garantir que a tolerância de frequência da portadora de radiofrequência dos VORs existentes seja reduzida para mais ou menos 0,002 por cento.</p>	3.3.2.3
Polarização e precisão do padrão	<p>A emissão do VOR deve ser polarizada horizontalmente. O componente polarizado verticalmente da radiação deve ser o menor possível.</p> <p>Nota - Não é possível no momento afirmar quantitativamente a magnitude máxima permissível do componente polarizado verticalmente da radiação do VOR. (As informações são fornecidas no Manual de Teste de Auxiliares de Navegação por Rádio (Doc 8071) quanto às verificações de vôo que podem ser realizadas para determinar os efeitos da polarização vertical na precisão do rumo.)</p>	3.3.3.1
	<p>A contribuição da estação terrestre para o erro na informação de rumo transmitida pela radiação horizontalmente polarizada do VOR para todos os ângulos de elevação entre 0 e 40 graus, medido a partir do centro do sistema de antena VOR, deve estar dentro de mais ou menos 2 graus.</p>	3.3.3.2
Cobertura	<p>O VOR deve fornecer sinais que permitam a operação satisfatória em qualquer receptor de bordo de qualquer aeronave nos níveis e distâncias exigidos por razões operacionais, e até um ângulo de elevação de 40 graus.</p>	3.3.4.1
	<p>Recomendação - A intensidade de campo ou densidade de potência no espaço dos sinais VOR necessários para permitir a operação satisfatória em qualquer receptor de bordo de qualquer aeronave com um nível de sinal mínimo no raio de serviço máximo especificado deve ser 90 microvolts por metro ou menos 107 dBW/m^2.</p> <p>Nota - Potências radiadas isotropicamente equivalentes típicas (EIRPs) para atingir faixas especificadas estão contidas em 3.1 do Anexo C. A definição de EIRP está contida em 3.5.1.</p>	3.3.4.2

Modulações de sinais de navegação	<p>A portadora de radiofrequência observada em qualquer ponto do espaço deve ser modulada em amplitude por dois sinais da seguinte forma:</p> <p>a) uma subportadora de 9 960 Hz de amplitude constante, frequência modulada em 30 Hz:</p> <p>1) para o VOR convencional, o componente de 30 Hz desta subportadora FM é fixo sem variar em relação ao azimute e é denominado "fase de referência" e deve ter uma razão de desvio de 16 mais ou menos 1 (ou seja, 15 a 17);</p> <p>2) para o Doppler VOR, a fase do componente de 30 Hz varia com o azimute e é chamada de "fase variável" e deve ter uma razão de desvio de 16 mais ou menos 1 (ou seja, 15 a 17) quando observada em qualquer ângulo de elevação até 5 graus, com razão de desvio mínima de 11 quando observada em qualquer ângulo de elevação acima de 5 graus e até 40 graus;</p> <p>b) um componente de modulação de amplitude de 30 Hz:</p> <p>1) para o VOR convencional, este componente resulta de um padrão de campo rotativo, cuja fase varia com o azimute e é denominado "fase variável";</p> <p>2) para o VOR Doppler, este componente, de fase constante em relação ao azimute e amplitude constante, é irradiado omnidirecionalmente e é denominado "fase de referência".</p>	3.3.5.1
	<p>A profundidade nominal de modulação da portadora de radiofrequência devido ao sinal de 30 Hz ou da subportadora de 9 960 Hz deve estar dentro dos limites de 28 por cento e 32 por cento.</p> <p>Nota - Este requisito se aplica ao sinal transmitido observado na ausência de multipercurso.</p>	3.3.5.2
	<p>A profundidade de modulação da portadora de radiofrequência devido ao sinal de 30 Hz, observada em qualquer ângulo de elevação de até 5 graus, deve estar dentro dos limites de 25 a 35 por cento. A profundidade de modulação da portadora de radiofrequência devido ao sinal de 9 960 Hz, conforme observado em qualquer ângulo de elevação até 5 graus, deve estar dentro dos limites de 20 a 55 por cento em instalações sem modulação de voz, e dentro dos limites de 20 a 35 por cento em instalações com modulação de voz.</p> <p>Nota - Quando a modulação é medida durante o teste de vôo sob fortes condições de multicaminho dinâmico, variações nas porcentagens de modulação recebidas são esperadas. Variações de curto prazo além desses valores podem ser aceitáveis. O Manual de Teste de Auxiliares de Navegação por Rádio (Doc 8071) contém informações adicionais sobre a aplicação de tolerâncias de modulação no espaço.</p>	3.3.5.3
	<p>As frequências de modulação de fase variável e de referência devem ser 30 Hz dentro de mais ou menos 1 por cento.</p>	3.3.5.4

	A frequência média da modulação da subportadora deve ser 9 960 Hz dentro de mais ou menos 1 por cento.	3.3.5.5										
	<p>a) Para o VOR convencional, a porcentagem de modulação de amplitude da subportadora de 9 960 Hz não deve exceder 5 por cento.</p> <p>b) Para o VOR Doppler, a porcentagem de modulação de amplitude da subportadora de 9 960 Hz não deve exceder 40 por cento quando medida em um ponto a pelo menos 300 m (1 000 pés) do VOR.</p>	3.3.5.6										
	<p>Onde o espaçamento de canal VOR de 50 kHz é implementado, o nível de banda lateral dos harmônicos do componente 9 960 Hz no sinal irradiado não deve exceder os seguintes níveis referidos ao nível da banda lateral de 9 960 Hz:</p> <table data-bbox="367 616 901 873"> <thead> <tr> <th><i>Subportadora</i></th> <th><i>Nível</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9 960 Hz</td> <td>0 dB referência</td> </tr> <tr> <td>2° harmônico</td> <td>-30 dB</td> </tr> <tr> <td>3° harmônico</td> <td>-50 dB</td> </tr> <tr> <td>4° harmônico e acima</td> <td>-60 dB</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Subportadora</i>	<i>Nível</i>	9 960 Hz	0 dB referência	2° harmônico	-30 dB	3° harmônico	-50 dB	4° harmônico e acima	-60 dB	3.3.5.7
<i>Subportadora</i>	<i>Nível</i>											
9 960 Hz	0 dB referência											
2° harmônico	-30 dB											
3° harmônico	-50 dB											
4° harmônico e acima	-60 dB											

Voz e identificação	Se o VOR fornecer um canal de comunicação solo-ar simultâneo, ele deverá estar na mesma portadora de radiofrequência usada para a função de navegação. A radiação neste canal deve ser polarizada horizontalmente.	3.3.6.1
	O pico da profundidade de modulação da portadora no canal de comunicação não deve ser maior que 30 por cento.	3.3.6.2
	As características de frequência de áudio do canal de fala devem estar dentro de 3 dB em relação ao nível de 1.000 Hz na faixa de 300 Hz a 3.000 Hz.	3.3.6.3
	O VOR deverá permitir a transmissão simultânea de um sinal de identificação na mesma portadora de radiofrequência que a utilizada para a função de navegação. A radiação do sinal de identificação deve ser polarizada horizontalmente.	3.3.6.4
	O sinal de identificação deve empregar o Código Morse Internacional e ser composto por duas ou três letras. Deve ser enviado a uma velocidade correspondente a aproximadamente 7 palavras por minuto. O sinal deve ser repetido pelo menos uma vez a cada 30 segundos e o tom de modulação deve ser de 1 020 Hz dentro de mais ou menos 50 Hz.	3.3.6.5
	Recomendação - O sinal de identificação deve ser transmitido pelo menos três vezes a cada 30 segundos, com espaçamento igual dentro daquele período de tempo. Um desses sinais de identificação pode assumir a forma de uma identificação de voz. Nota - Quando um VOR e um DME estão associados de acordo com 3.5.2.5, as disposições de identificação de 3.5.3.6.4 influenciam a identificação do VOR.	3.3.6.5.1
	A profundidade para a qual a portadora de radiofrequência é modulada pelo sinal de identificação do código deve ser próxima, mas não superior a 10 por cento, exceto que, onde um canal de comunicação não é fornecido, deve ser permitido aumentar a modulação pelo sinal de identificação do código para um valor não superior a 20 por cento.	3.3.6.6
	Recomendação - Se o VOR fornecer um canal de comunicação solo-ar simultâneo, a profundidade de modulação do sinal de identificação do código deve ser 5 mais ou menos 1 por cento para fornecer uma qualidade de voz satisfatória.	3.3.6.6.1
	A transmissão da fala não deve interferir de forma alguma na função básica de navegação. Quando a fala está sendo irradiada, o código de identificação não deve ser suprimido.	3.3.6.7
	A função de recepção do VOR deve permitir a identificação positiva do sinal desejado nas condições de sinal encontradas dentro dos limites de cobertura especificados e com os parâmetros de modulação especificados em 3.3.6.5, 3.3.6.6 e 3.3.6.7.	3.3.6.8

Monitoramento	<p>Equipamentos adequados localizados no campo de radiação devem fornecer sinais para a operação de um monitor automático. O monitor deve transmitir um aviso a um ponto de controle e remover os componentes de identificação e navegação dos sinais irradiados ou fazer com que a radiação cesse se qualquer um ou uma combinação dos seguintes desvios das condições estabelecidas surgir:</p> <p>a) uma alteração superior a 1 grau no local do monitor das informações de rumo transmitidas pelo VOR;</p> <p>b) uma redução de 15 por cento nos componentes de modulação do nível de tensão dos sinais de radiofrequência no monitor da subportadora ou dos sinais de modulação de amplitude de 30 Hz, ou ambos.</p>	3.3.7.1
	<p>A falha do próprio monitor deve transmitir um aviso a um ponto de controle e:</p> <p>a) retirar os componentes de identificação e navegação dos sinais irradiados; ou</p> <p>b) fazer cessar a radiação.</p> <p>Nota - O material de orientação sobre VOR aparece no Anexo C, 3 e no Anexo E.</p>	3.3.7.2

Desempenho de imunidade a interferências para sistemas de recepção VOR

O sistema de recepção VOR deve fornecer imunidade adequada à interferência de dois sinais, produtos de intermodulação de terceira ordem causados por sinais de transmissão VHF FM com níveis de acordo com o seguinte:

$$2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$$

para sinais de transmissão de som VHF FM na faixa de 107,7 - 108,0 MHz e

$$2N_1 + N_2 + 3 (24 - 20 \log \Delta f / 0,4) \leq 0$$

para sinais de transmissão de som VHF FM abaixo de 107,7 MHz, onde as frequências dos dois sinais de transmissão de som VHF FM produzem, dentro do receptor, um produto de intermodulação de terceira ordem de dois sinais na frequência VOR desejada. N_1 e N_2 são os níveis (dBm) dos dois sinais de transmissão de som VHF FM na entrada do receptor VOR. Nenhum nível deve exceder os critérios de dessensibilização estabelecidos em 3.3.8.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$, onde f_1 é a frequência de N_1 , o sinal de transmissão de som VHF FM próximo a 108,1 MHz.

3.3.8.1

O sistema de recepção de VOR não deve ser dessensibilizado na presença de sinais de transmissão VHF FM com níveis de acordo com a seguinte tabela:

<i>Frequência (MHz)</i>	<i>Nível máximo de sinal indesejado na entrada do receptor (dBm)</i>
88 - 102	+ 15
104	+ 10
106	+ 5
107.9	- 10

3.3.8.2

Nota 1 - A relação é linear entre pontos adjacentes designados pelas frequências acima.

Nota 2 - O material de orientação sobre os critérios de imunidade a serem usados para o desempenho citado em 3.3.8.1 e 3.3.8.2 está contido no Anexo C, 3.6.5.