

# SAA0167

## Princípios de Aviônica e Navegação

### Sistema de Pouso por Instrumentos

Prof. Dr. Jorge Henrique Bidinotto

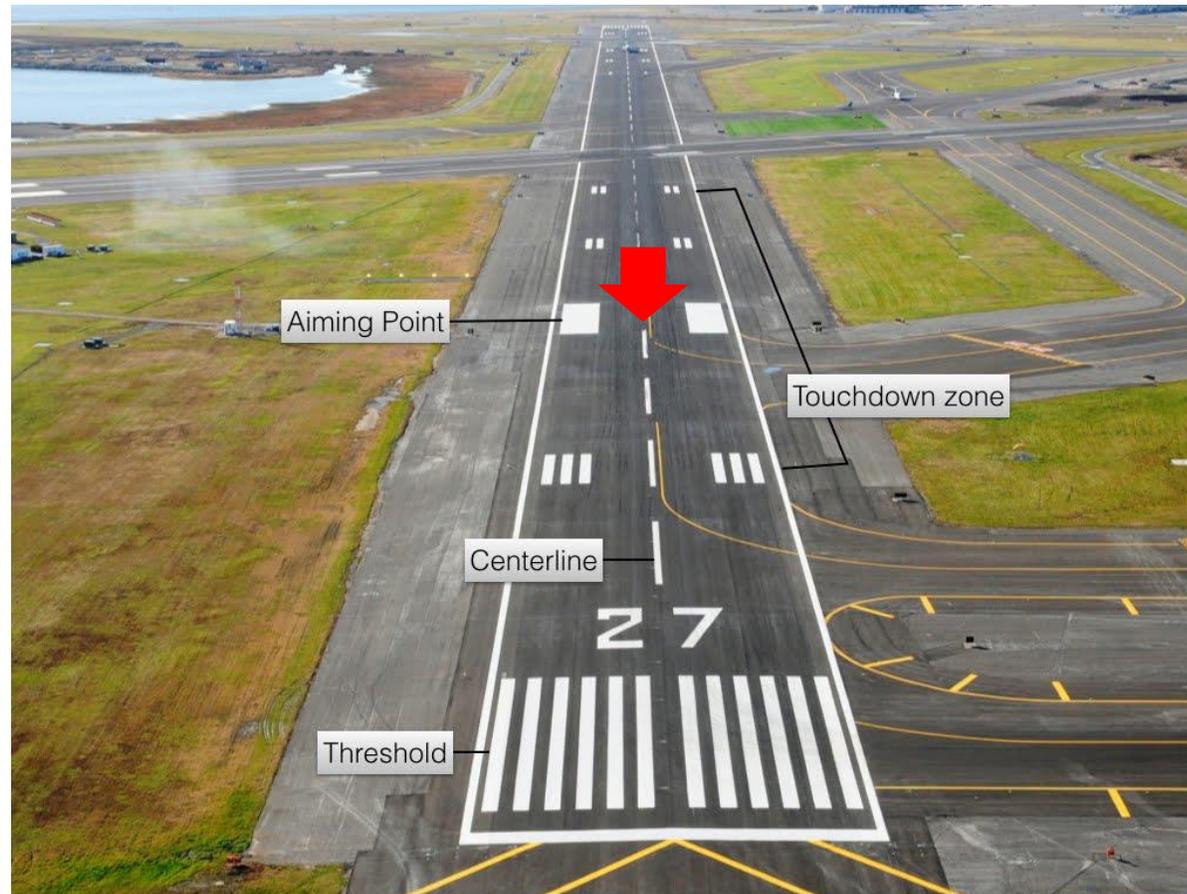
[jhbidi@sc.usp.br](mailto:jhbidi@sc.usp.br)

- **Introdução**
- **ILS – Guiagens**
- **Componentes**
- **Instrumentos de Indicação**
- **Indicação em Cartas de Aproximação**
- **Aproximação ILS CAT**
- **ALS – Approach Lighting Systems**

- **Introdução**
- ILS – Guiagens
- Componentes
- Instrumentos de Indicação
- Indicação em Cartas de Aproximação
- Aproximação ILS CAT
- ALS – Approach Lighting Systems

- ILS – Instrument Landing System
- Sistema de auxílio para que os pilotos mantenham a rampa de aproximação até um aeródromo que tenha esse sistema. Atua em uma única proa
- Baseado em ondas de rádio
- Possui guiagem vertical e horizontal
- O nome (ILS) é uma denominação errada (quando foi criada), já que não auxilia até o pouso, e sim a aproximação
- Sistemas mais modernos já são capazes de auxiliar até o pouso

- O sistema de ILS guia a aeronave para que o pouso seja exatamente no “Aiming Point”



FONTE: ICAO

- Antenas:

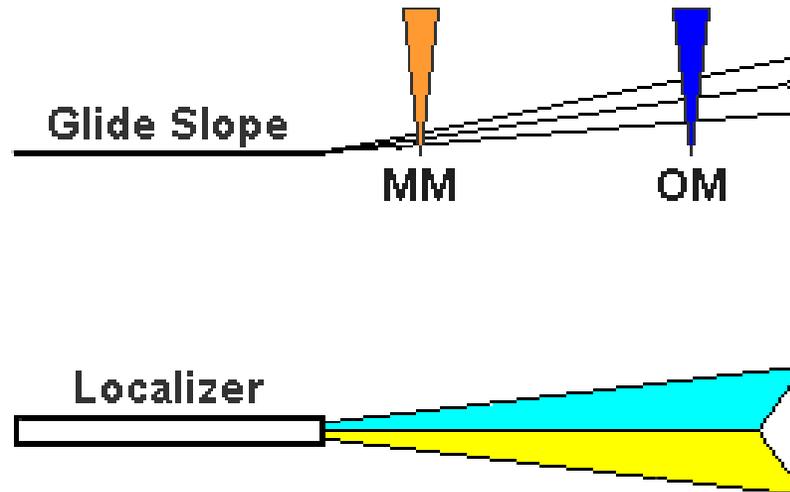


777 GENERAL - ANTENNA LOCATIONS

FONTE: Boeing

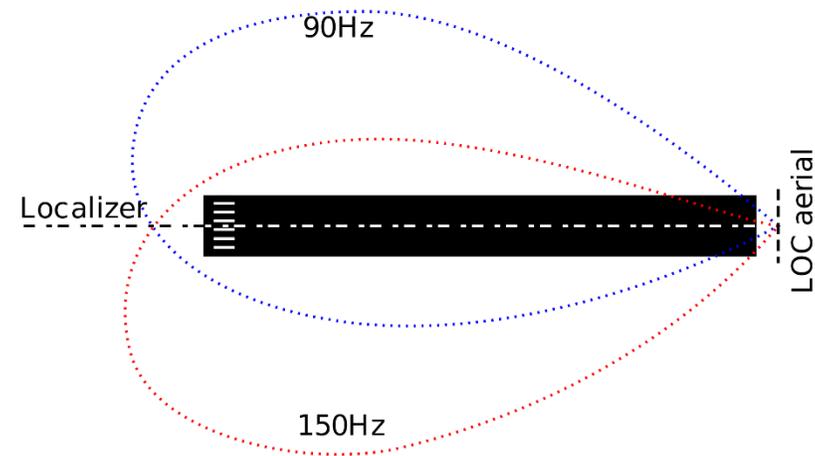
- Introdução
- **ILS – Guiagens**
- Componentes
- Instrumentos de Indicação
- Indicação em Cartas de Aproximação
- Aproximação ILS CAT
- ALS – Approach Lighting Systems

- Existem dois tipos de guiagem em uma aproximação ILS: a guiagem Horizontal (Localizer ou LOC) e a guiagem vertical na rampa (Glideslope ou GS), além dos marcadores que mostram se a aeronave está no rumo certo



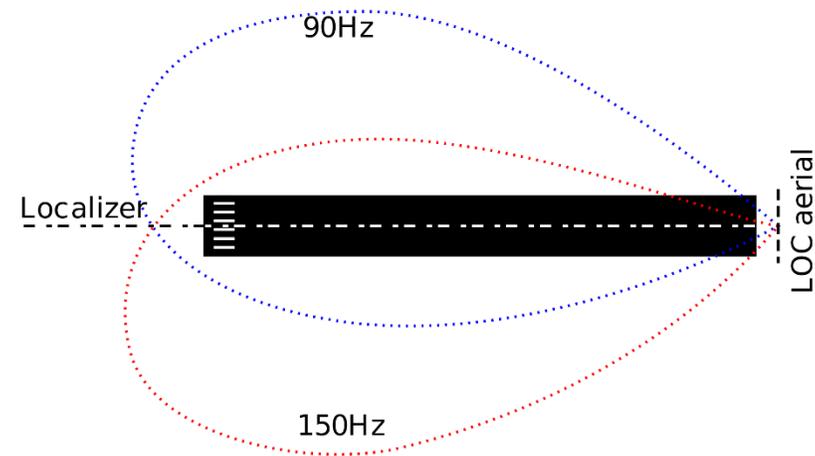
FONTE: [www.navfltsm.addr.com](http://www.navfltsm.addr.com)

- **Localizer**
- Faz a guiagem horizontal (direita/esquerda) da aeronave para manter a rampa na aproximação
- A estação em solo envia um sinal VHF, entre 108,1 e 111,975 MHz, sendo que este sinal é dividido em 2 lóbulos distintos
- O lóbulo da esquerda tem modulação a 90 Hz
- O lóbulo da direita tem modulação a 150 Hz



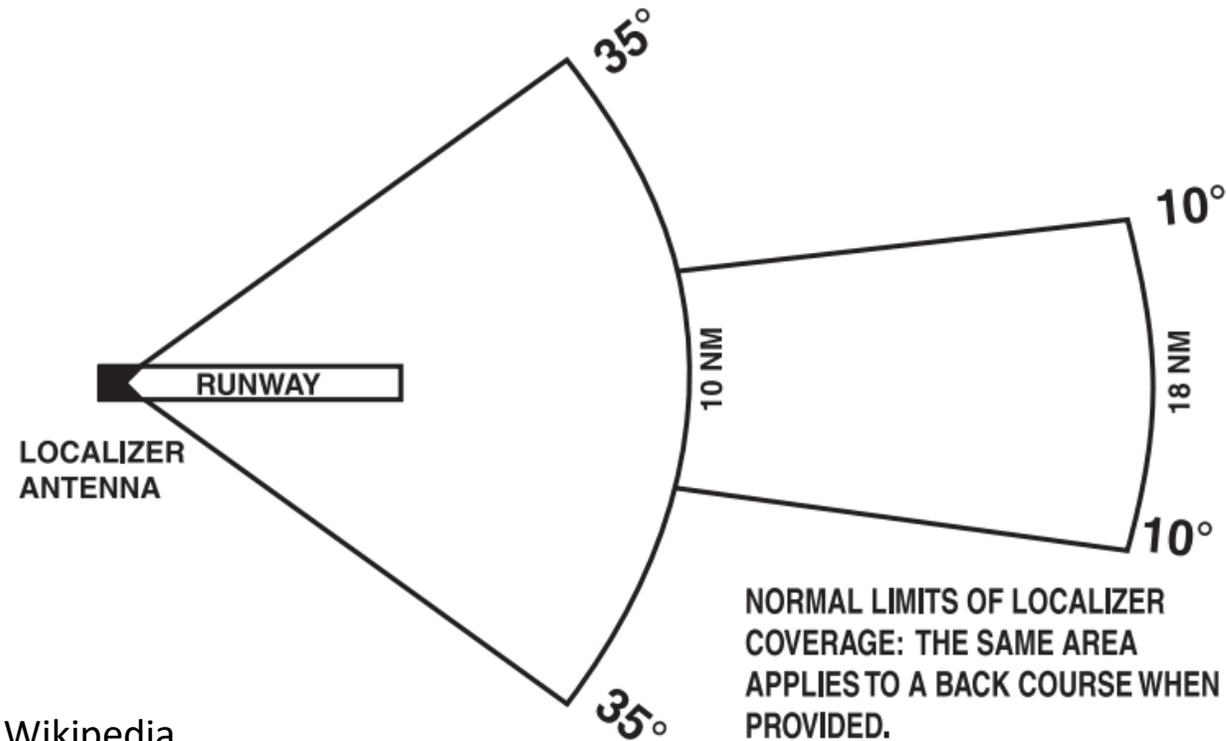
FONTE: Wikipedia

- **Localizer**
- Quanto mais à esquerda a aeronave se encontra, menor a intensidade do sinal modulado a 150 Hz, e vice-versa
- A aeronave está no centro da trajetória se a intensidade dos sinais de modulação a 150Hz e a 90Hz forem iguais
- Dessa forma, o sistema da aeronave sabe o quanto está longe do centro da trajetória, e indica para o piloto



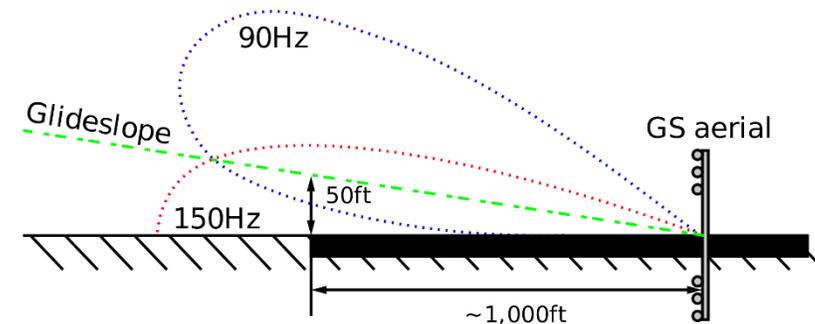
FONTE: Wikipedia

- Localizer
- Alcance do sinal de Localizer



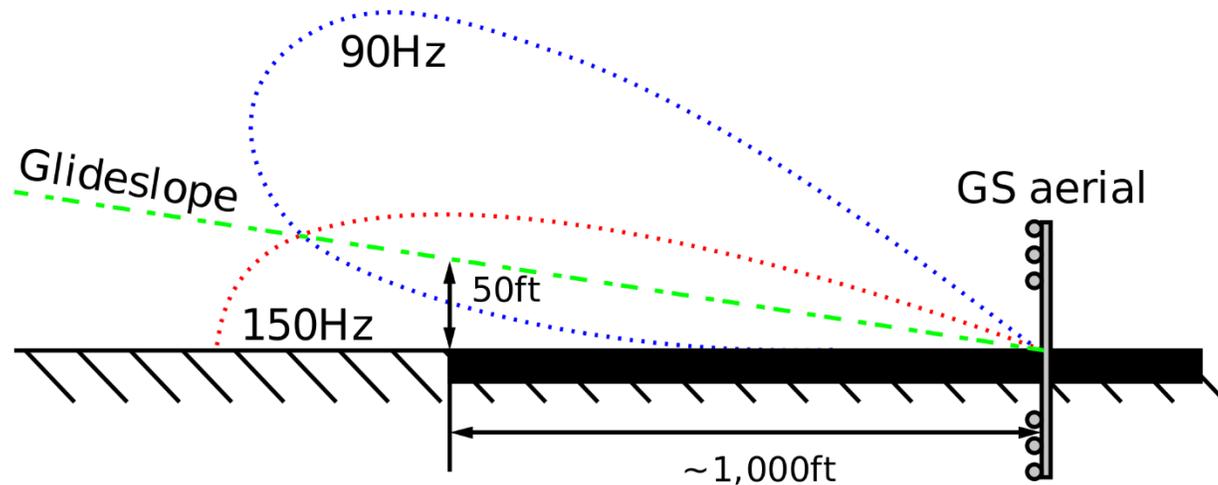
FONTE: Wikipedia

- **Glideslope**
- Faz a guiagem vertical (subir/descer) da aeronave para manter a rampa na aproximação
- A estação em solo envia um sinal UHF, entre 329,15 e 335 MHz, sendo que este sinal é dividido em 2 lóbulos distintos
- O lóbulo superior tem modulação a 90 Hz
- O lóbulo inferior tem modulação a 150 Hz



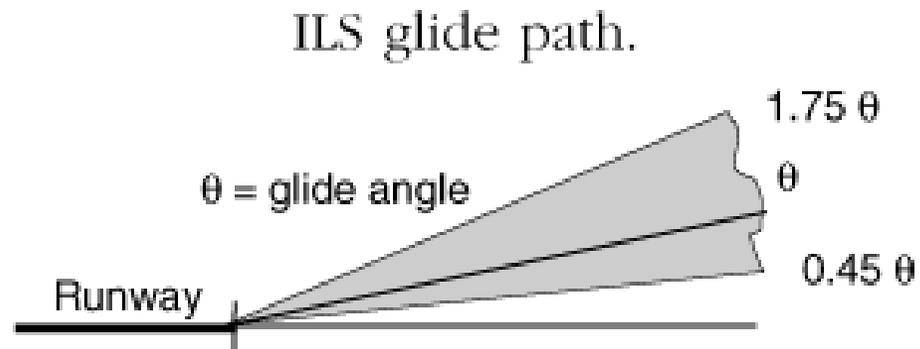
FONTE: Wikipedia

- **Glideslope**
- Da mesma forma, os instrumentos da aeronave entenderão que a aeronave se encontra na rampa ideal caso a intensidade dos sinais de 90 e 150 Hz seja a mesma



FONTE: Wikipedia

- **Glideslope**
- Alcance do sinal de Glideslope

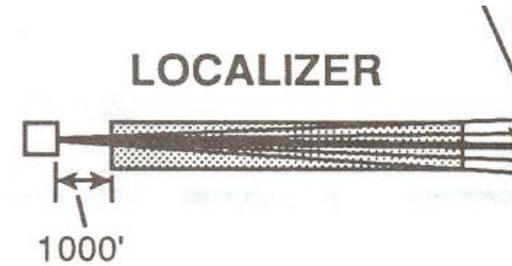


FONTE: thefreedictionary.com

- Em geral o ângulo de Glideslope é  $\theta = 3^\circ$

- Introdução
- ILS – Guiagens
- **Componentes**
- Instrumentos de Indicação
- Indicação em Cartas de Aproximação
- Aproximação ILS CAT
- ALS – Approach Lighting Systems

- **Localizer**
- O equipamento de Localizer consiste em uma estação com antenas emissoras localizada a 1000 ft do final da pista de pouso, alinhada com seu centro



FONTE: aviation.stackexchange.com



- **Glideslope**
- O equipamento de Glideslope consiste em uma estação com antenas emisoras localizada de tal forma que fique a 55 pés de altura da cabeceira da pista e deslocado 250 a 600 ft de sua linha de centro



FONTE: jetphotos.com



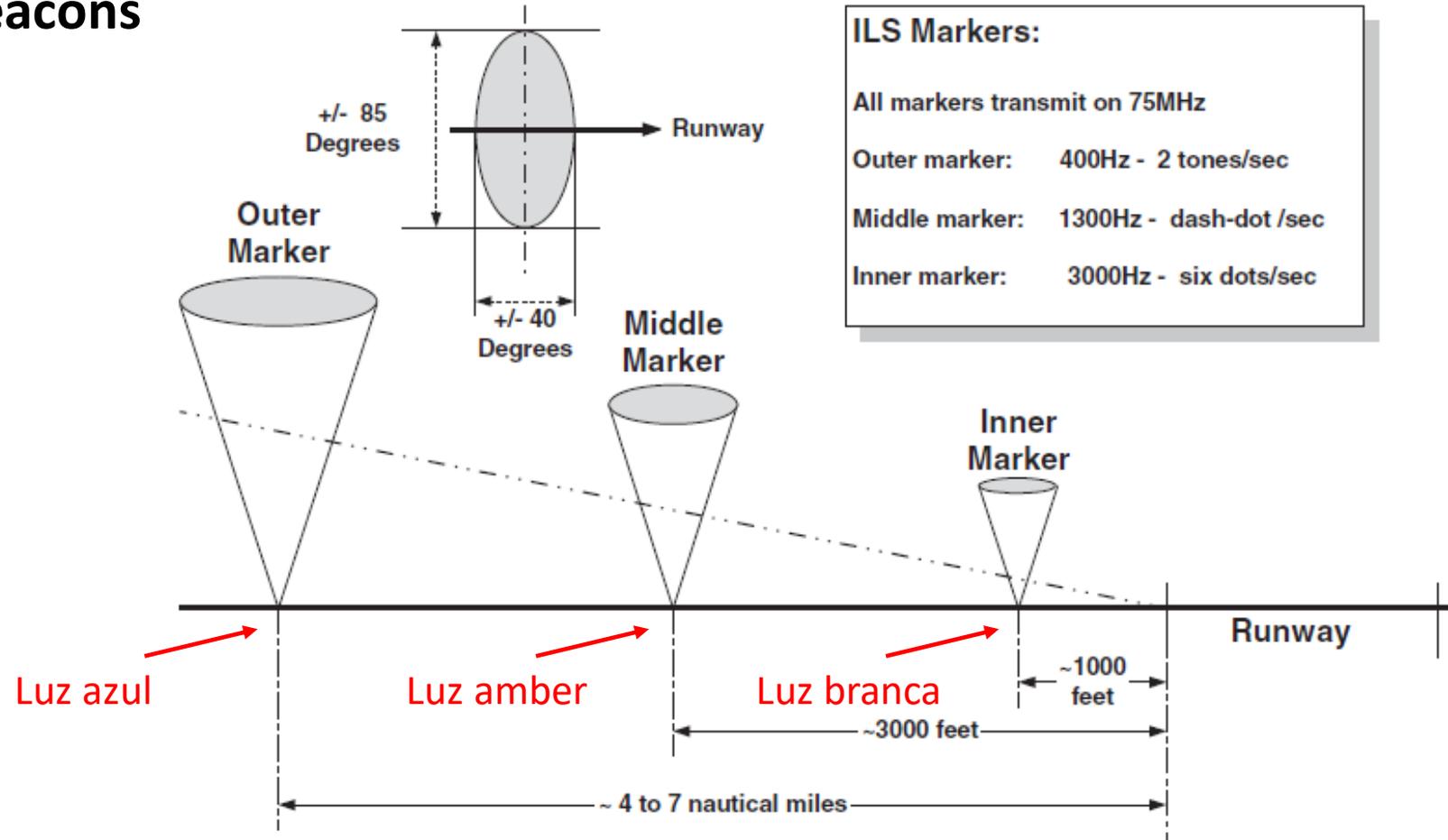
FONTE: fairchild.af.mil

- **Marker Beacons**
- Dois “Marker Beacons” são posicionados em pontos estratégicos da aproximação para dar ao piloto uma indicação de posição
- Um terceiro “Marker Beacon” é posicionado em aeródromos que tenham uso de ILS CAT II
- Outro “Marker Beacon” também pode ser utilizado quando o aeródromo possui Back Course
- Cada “Marker Beacon” é um feixe de onda de rádio transmitida verticalmente e detectada pela aeronave quando ela cruza o feixe

- **Marker Beacons**
- Todos os “Marker Beacons” emitem sinal de rádio VHF a 75 MHz
- Cada um dos “Marker Beacons” possuem esse sinal modulado a uma frequência diferente e, quando a aeronave bloqueia cada um desses sinais, é apresentado um sinal sonoro, uma luz com a cor correspondente a cada Beacon e um sinal de código Morse

- **Marker Beacons**
- Outer Marker (OM): localiza-se entre 4 e 7 milhas do ponto de toque da aeronave. A frequência de modulação é 400 Hz e o sinal luminoso na cabine é azul
- Middle Marker (MM): localiza-se a 3500 ft do ponto de toque. A frequência de modulação é 1300 Hz e o sinal luminoso é Ambar
- Inner Marker (IM): Presente apenas em aeródromos com ILS CAT II. Localiza-se na cabeceira da pista, A frequência de modulação é 3000 Hz e o sinal luminoso é branco
- Back Course (BC): Mesmas indicações do IM, mas em proa contrária

- Marker Beacons



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A; Jukes, M. (2013)

- **Marker Beacons**

Marca	Sonoro	Luminoso	Frq. Mod.	Distância
OM	— — —	Azul	400 Hz	4 – 7 NM
MM	— • — • —	Amber	1300 Hz	3500 ft
IM*	• • • •	Branca	3000 Hz	200 – 1500 ft
BC**	• •    • •	Branca	3000 Hz	200 – 1500 ft (oposta)

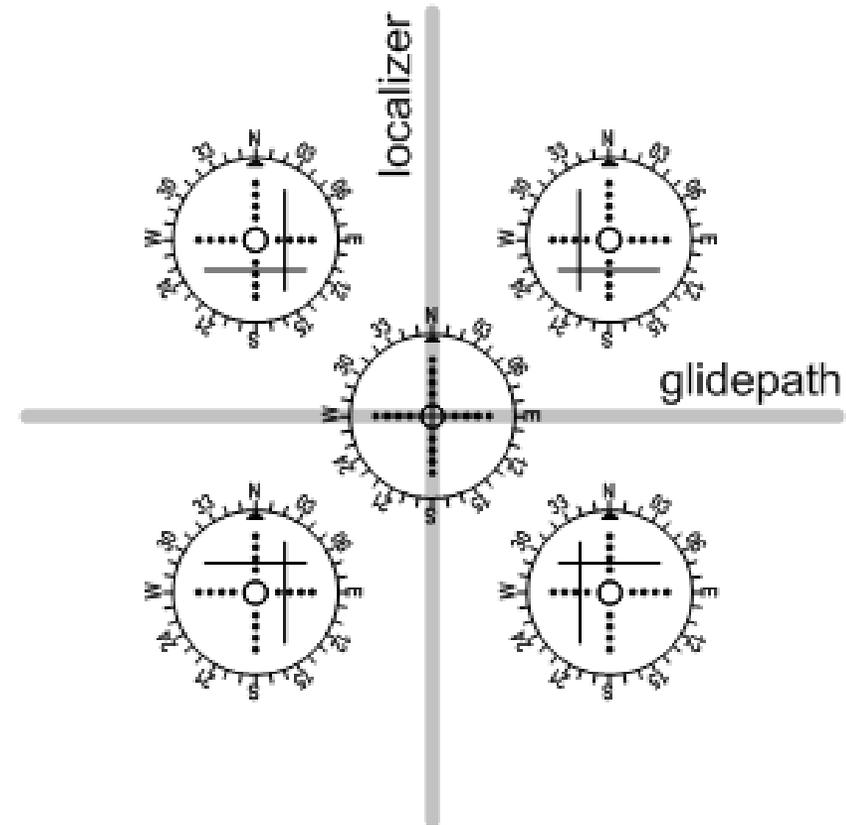
\* Presente em aeródromos com CAT II

\*\* Presente em aeródromos que possuam pouso em Back Course

- **Compass Locator**
- Sistema de NDB de baixa potência localizado sobre a MM e/ou OM
- Detectado pelo ADF da aeronave
- Como o sistema é de baixa potência, é detectado apenas por aeronaves que estejam em rota de aproximação
- Possui, assim como os NDBs convencionais, frequência específica indicada nas cartas de navegação

- Introdução
- ILS – Guiagens
- Componentes
- **Instrumentos de Indicação**
- Indicação em Cartas de Aproximação
- Aproximação ILS CAT
- ALS – Approach Lighting Systems

- Aviãoica Analógica



FONTE: Wikipedia

- **Aviônica Analógica**
- Pode ser indicado em conjunto com o VOR ou no HSI

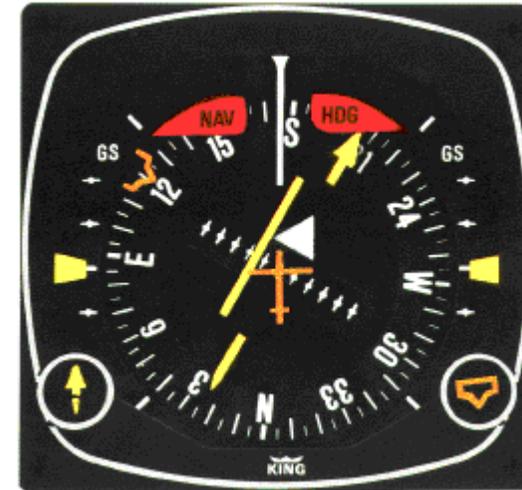
FONTE: avionicswest.com



ILS



VOR

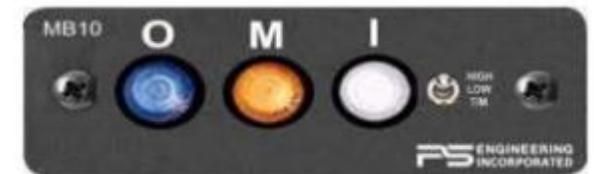


HSI

- **Luzes do Marker Beacon**



FONTE: Wikipedia



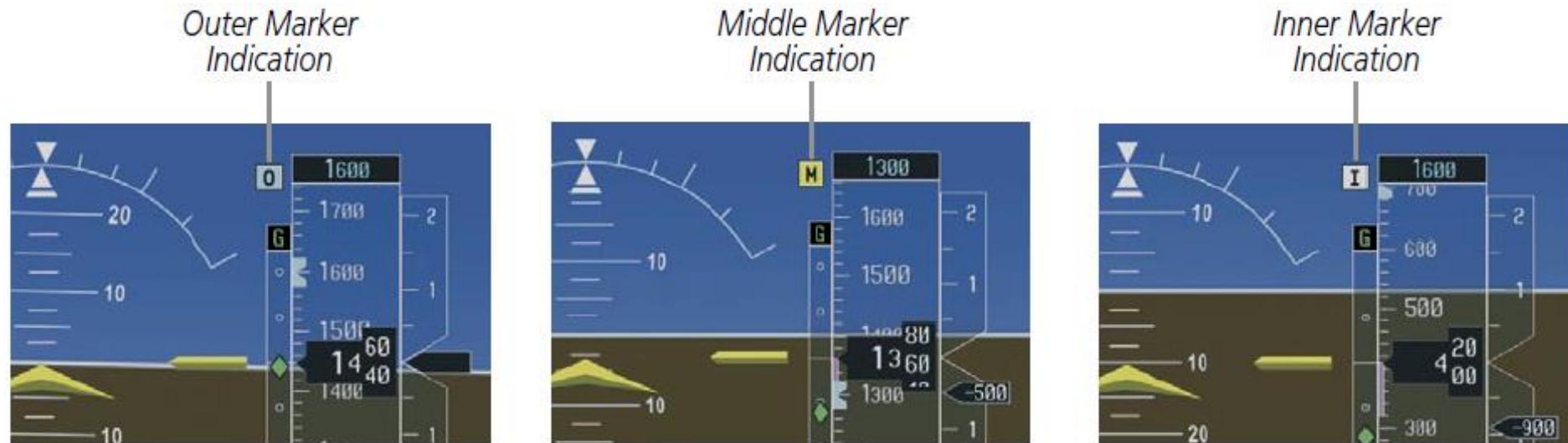
FONTE: flightmechanic.com

- Aviônica Digital



FONTE: Garmin

- **Aviônica Digital**
- Indicação dos Marker Beacons

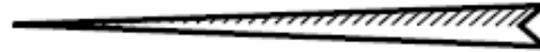


FONTE: Garmin

- Introdução
- ILS – Guiagens
- Componentes
- Instrumentos de Indicação
- **Indicação em Cartas de Aproximação**
- Aproximação ILS CAT
- ALS – Approach Lighting Systems

- **Simbologia**

- Rota de aproximação ILS



- Rota de aproximação ILS Back Course



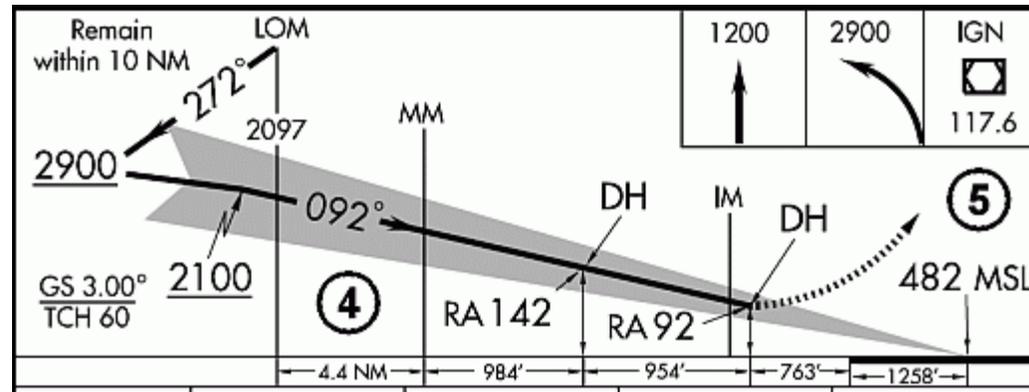
- Marker Beacon



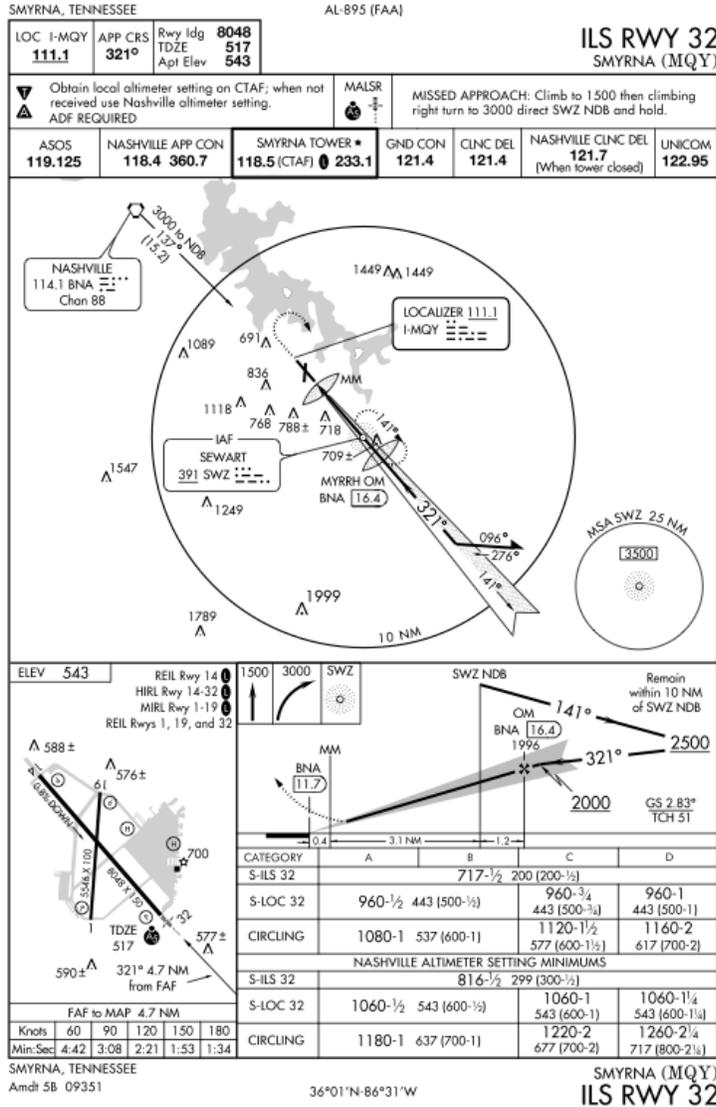
- Compass Locator



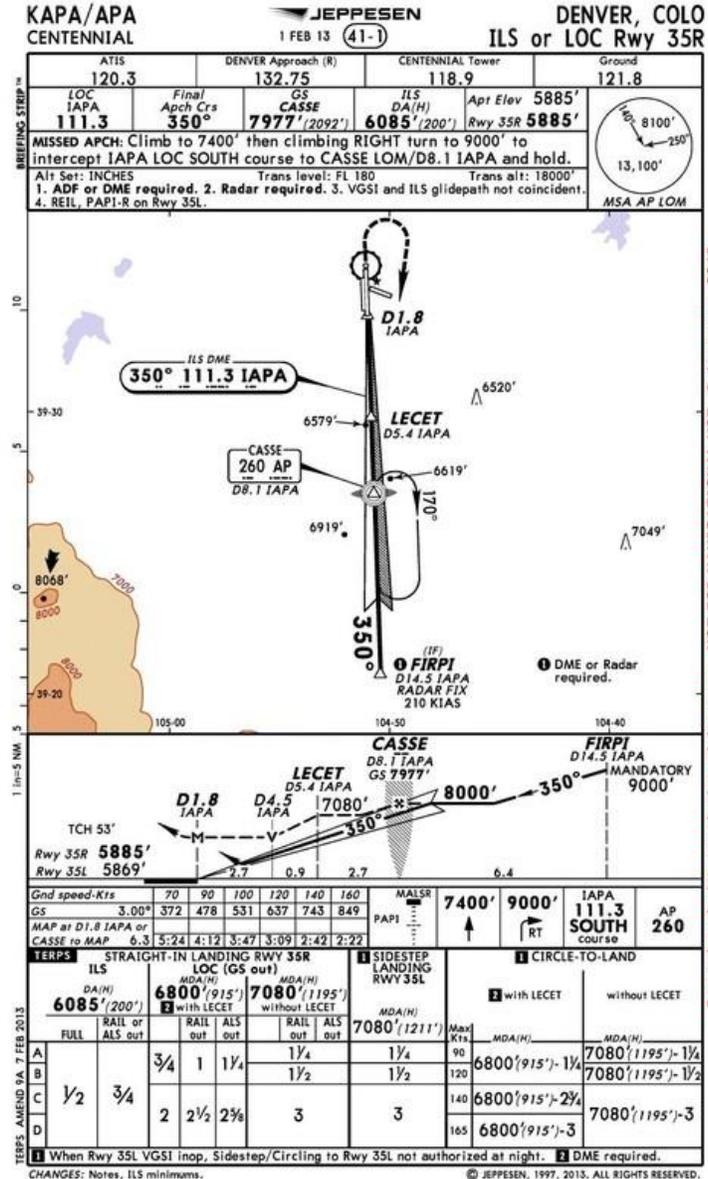
- Simbologia
- Indicação de aproximação ILS no perfil de rampa



# Indicação em Cartas de Aproximação



SE-1, 08 MAY 2010 to 03 JUN 2010



Reproduced with permission of Jeppesen. NOT FOR NAVIGATIONAL USE. © Jeppesen, 2013.

- Introdução
- ILS – Guiagens
- Componentes
- Instrumentos de Indicação
- Indicação em Cartas de Aproximação
- **Aproximação ILS CAT**
- ALS – Approach Lighting Systems

- No início, a aproximação por instrumentos (ILS) auxiliava a aeronave a fazer a aproximação e o piloto deveria assumir o controle visual a 200 ft de altura
- Com o tempo, surgiram novos equipamentos que poderiam trazer a aeronave até alturas menores. Convencionou-se então classificar o primeiro tipo de Category I, e os tipos seguintes de Category II e III.
- Tais categorias foram abreviadas para aproximação CAT I, CAT II, CAT III
- A altura em que o piloto deve assumir o controle de forma visual é chamado Altura de Decisão, ou Decision Height

- Categorias de aproximação ILS:

<b>Categoria</b>	<b>Altura de Decisão</b>	<b>RVR*</b>
CAT I	200 ft	1800 ft
CAT II	100 a 200 ft	1200 ft
CAT IIIa	50 a 100 ft	700 ft
CAT IIIb	Menos de 50 ft	150 ft
CAT IIIc	zero	zero

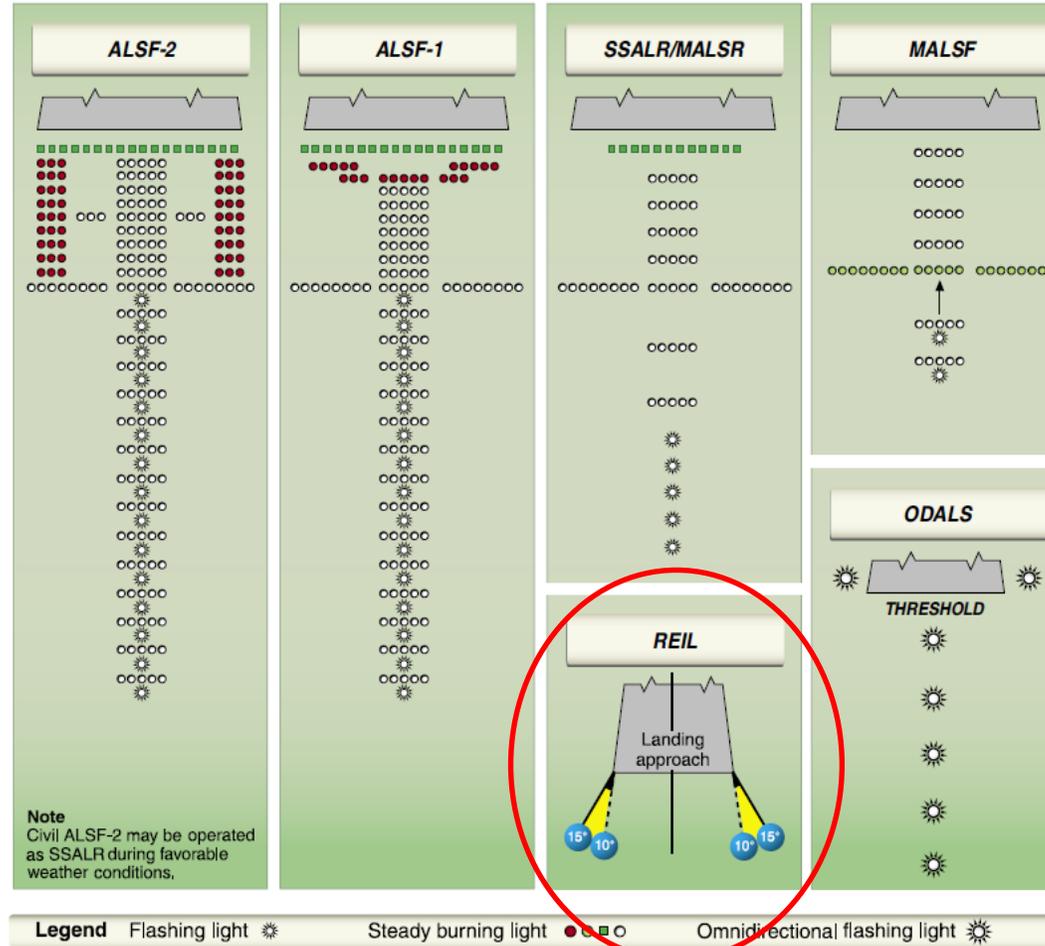
\* RVR – Runway Visual Range: Distância onde é possível se identificar a linha central da pista de pouso

- A categoria CAT IIIc ainda está em desenvolvimento e nenhuma aeronave ainda é certificada para esse tipo de aproximação
- A junção do ILS com o piloto automático permite que a aeronave possa entrar e se estabilizar sozinha em uma rampa de aproximação, deixando os comandos nas mãos do piloto apenas na altura de decisão
- A futura junção de ILS CAT IIIc com piloto automático permitirá que a aeronave possa fazer o pouso completo sem intervenção do piloto

- Introdução
- ILS – Guiagens
- Componentes
- Instrumentos de Indicação
- Indicação em Cartas de Aproximação
- Aproximação ILS CAT
- **ALS – Approach Lighting Systems**

- Sistema de luzes para ajudar em aproximações visuais ou CAT I em condições de visibilidade limitada
- Existem alguns padrões reconhecidos e recomendados pela ICAO
- Mesmo assim alguns aeródromos possuem padrões diferentes dos recomendados

# ALS – Approach Lighting Systems

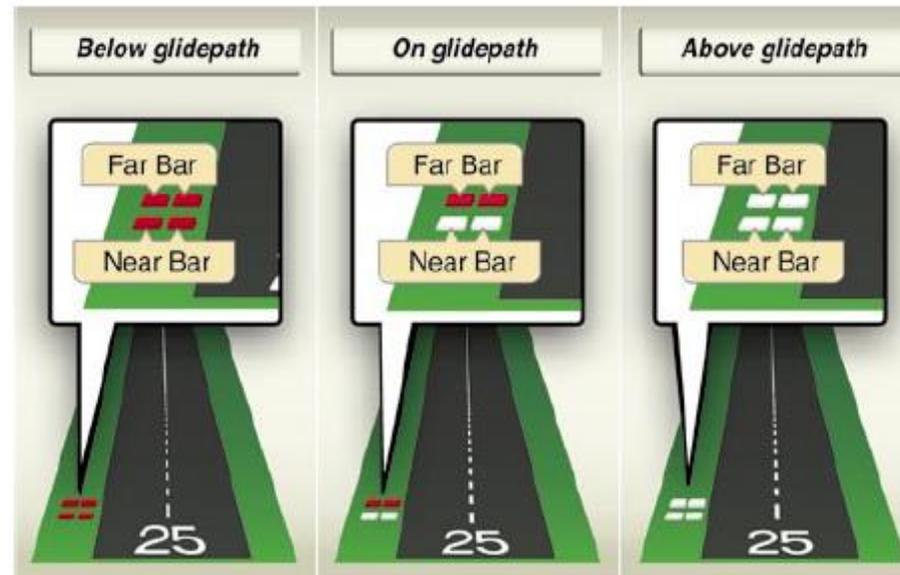


**Note**  
Civil ALSF-2 may be operated as SSALR during favorable weather conditions.

FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

- ALSF**—Approach light system with sequenced flashing lights
- SSALR**—Simplified short approach light system with runway alignment indicator lights
- MALS**—Medium intensity approach light system with runway alignment indicator lights
- REIL**—Runway end identification lights
- MALSF**—Medium intensity approach light system with sequenced flashing lights (and runway alignment)
- ODALS**—Omnidirectional approach light system

- REIL – Runway End Identifier Lights são dispositivos que auxiliam visualmente o piloto a se manter na rampa de aproximação
- O mais comum é o PAPI (Precision Approach Path Indicator), ou VASI (Visual Approach Slope Indicator), a depender da disposição das luzes, que consiste em um conjunto de 4 luzes indicando a posição do piloto com relação à rampa ideal



FONTE: FAA-H-8083-15B (2012)

# ALS – Approach Lighting Systems



FONTE: [kerbalspaceprogram.com](http://kerbalspaceprogram.com)



FONTE: [ctsys.com](http://ctsys.com)

[https://www.youtube.com/watch?v=UV\\_vWtAJIow](https://www.youtube.com/watch?v=UV_vWtAJIow)

<https://www.youtube.com/watch?v=VzMLYmLLBgU>

<https://www.youtube.com/watch?v=4pTbb0puo1Y>