

Piloto Privado

**Navegação
Aérea**

ML CEN 125.0
ML CEN 121.2
MT McALISTER

Instrutor
DANIEL THOBE



Introdução a Navegação e Sistemas de Coordenadas Planas

“É a ciência que possibilita um navegador conduzir uma aeronave no ar com segurança e respeitando as regras de tráfego aéreo, levando-a de um ponto a outro”.

Processos de navegação:

- Navegação Visual ou por contato
- Navegação estimada
- Navegação Rádio
- Navegação Eletrônica
- Navegação Astronômica ou celestial
- Navegação por satélite

Navegação Visual ou por contato

É a maneira de conduzir uma aeronave através do espaço com a observação de pontos significativos que sirvam como referência.

Preencha o campo conforme a aula :

Navegação Estimada

É a maneira de conduzir uma aeronave seguindo o resultado de cálculos pré-determinados para a sequência da viagem, ou seja, a partir do último ponto conhecido, obter novos dados para o próximo ponto ou posição.



Navegação Rádio ou Radiogoniométrica

É a maneira de orientação e de poder determinar, na superfície da Terra, o ponto onde se encontra, por meio da utilização das ondas de rádio. Os equipamentos mais utilizados para esse fim são o VOR e o NDB.



Navegação Celestial

É a forma de navegar, com dados obtidos por meio de observações de corpos celestes.



Navegação Eletrônica

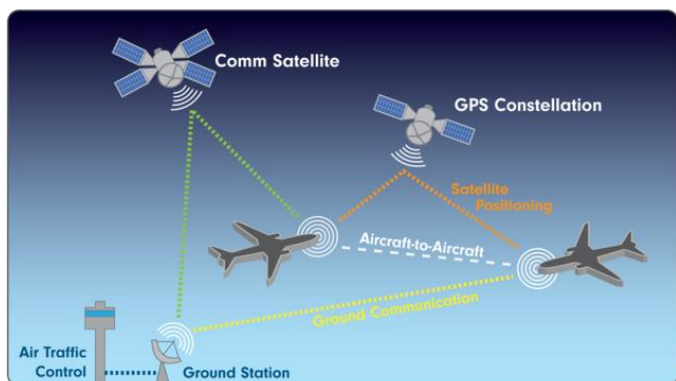
Baseada em equipamentos eletrônicos munidos de um banco de dados que estão em computadores



Navegação por satélite:

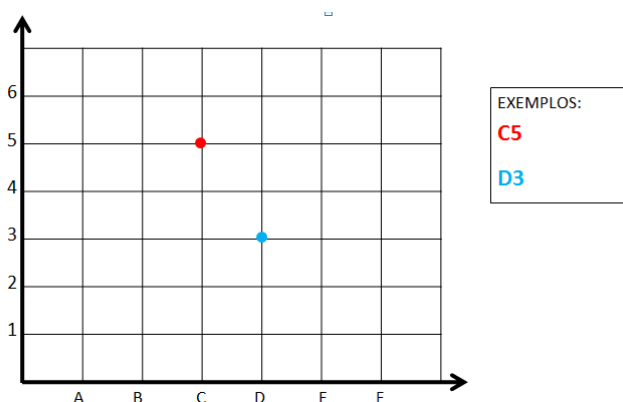
É o sistema mundial de determinação de posição de naves e aeronaves pela utilização de satélites artificiais que giram em torno da Terra em vários sentidos e em altitude determinada.

Ex: GPS



Sistemas de coordenadas planas – Introdução às coordenadas geográficas

Como vimos anteriormente, um dos principais objetivos da navegação aérea é se locomover de um lugar para outro pré-determinados. Para tanto, se fez necessário, a elaboração de um sistema padronizado para saber a exata localização destes lugares. Sendo assim, criou-se o sistema de coordenadas planas, ou seja, um gradeado com linhas na vertical e horizontal cruzando-se com ângulos de 90°, sendo que todas as linhas apresentam distâncias iguais. Vejamos o seguinte exemplo que nos faz ter a ideia de posição através de duas coordenadas. Qual a coordenada dos pontos vermelha e azul?



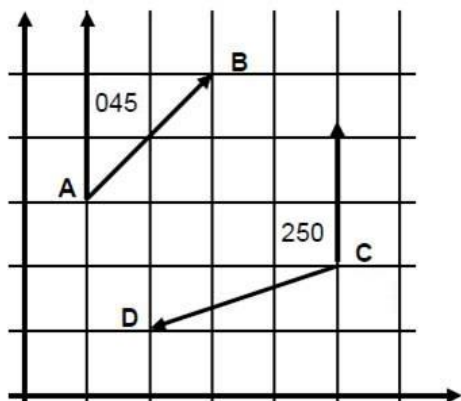
Esta simples representação chamamos de coordenadas planas. Porém ao navegador importa, não só a localização, mas também determinar a direção a ser seguida para outro ponto. Para isso imaginemos que as linhas verticais, sentido de baixo para cima são as direções de referência, e assim qualquer direção tomada neste plano formará um valor angular em relação à referência compreendido entre 000° a 360°, lembrando-se de sempre serem medidos no sentido horário, a partir da direção de referência até a direção pretendida desta forma:





Obs.: Note que os valores acima aumentam seus ângulos no sentido horário.

Veremos o exemplo a seguir:



Direção AB = 045
Direção CD = 250

As direções do ponto A para B formam um ângulo de 045 graus no sentido horário. E do Ponto C para o ponto D formam um ângulo de 250 graus. Lembre-se de sempre utilizar o sentido correto para medir os ângulos em relação ao ponto de referência.

Mas como a ANAC pode formular perguntas sobre estes assuntos?

Veremos a seguir as clássicas perguntas:

Veremos a seguir as clássicas perguntas:

1) O método de conduzir uma ACFT, sobre a superfície da Terra, procurando elementos de destaque para orientar sua rota, chama-se navegação:

- rádio,
- eletrônica,
- por contato,
- por estimado.

2) Método de navegação na qual a posição de uma aeronave é obtida através de ondas de rádio é chamado de navegação:

Estimada

Visual

Por satélite

Radio

3) Uma coordenada geográfica define uma:

- posição
- direção
- distância
- linha de rota

Gabarito :

C
D
A

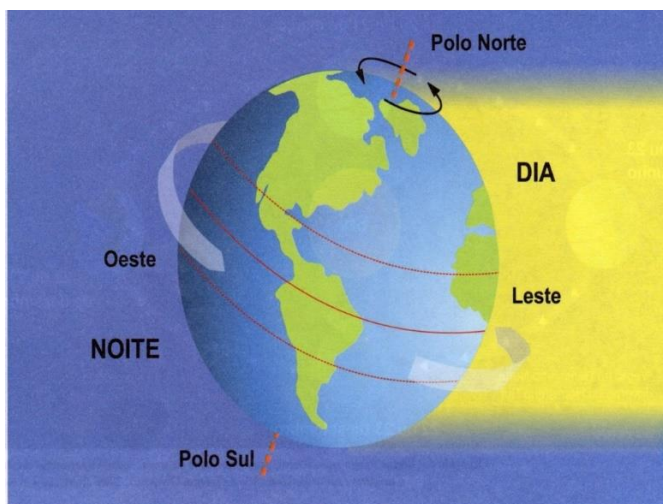




Sabemos que a superfície terrestre é de forma irregular, com elevações e depressões e também um achatamento nas regiões polares que ocasiona uma diferença entre os diâmetros medidos entre os polos e no sentido perpendicular a este, num valor aproximado de 43 quilômetros.

Entretanto, como estas diferenças de cota e diâmetro se comparadas ao tamanho da superfície terrestre, são consideradas desprezíveis, para efeito de navegação consideremos a terra uma esfera.

Também é de conhecimento que a terra gira em torno de um eixo imaginário (chamado polar ou terrestre) num movimento de rotação, realizado no sentido de Oeste para Leste, ou no sentido anti-horário, se considerarmos a visão do Polo Norte.



Como consideramos a Terra sendo uma esfera, a melhor forma de apresentar seu gradeado não seria por linhas planas como vimos na aula anterior, mas sim por círculos, sendo classificados em círculos máximos e círculos menores. A partir dos círculos, é possível formar o sistema de gradeado sobre a superfície terrestre, o qual facilitará bastante a localização de pontos específicos.

CÍRCULOS MÁXIMOS: dividem a esfera em duas partes iguais. Desta forma, o plano passa pelo centro da esfera, fazendo com que o raio e o centro do círculo sejam os mesmos da própria esfera. A figura abaixo mostra esferas divididas por círculos máximos.

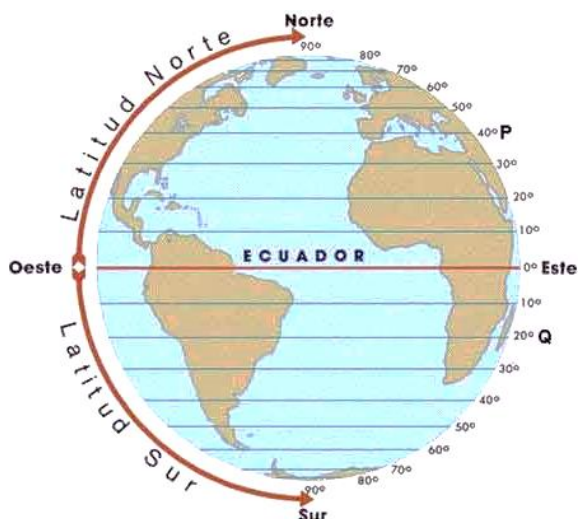
Utilizando sua imaginação preencha o retângulo conforme a aula:

CÍRCULOS MENORES: dividem a esfera em duas partes desiguais. Logo o plano não passa pelo centro da esfera como no círculo máximo. Observe a figura abaixo, na qual esferas são cortadas por círculos menores.

Utilizando sua imaginação preencha o retângulo conforme a aula:

LINHA DO EQUADOR: é um círculo máximo, formado por um eixo perpendicular ao eixo da Polar, que divide a Terra em dois hemisférios: Norte (N=North) acima da linha do Equador e Sul (S=South) abaixo da linha do Equador.

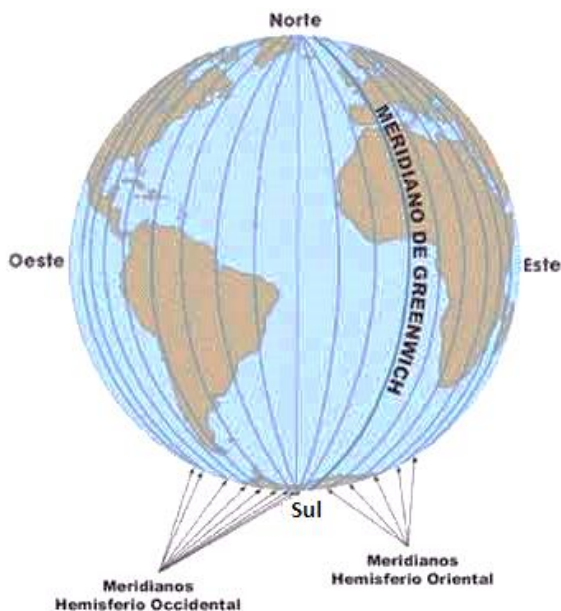
PARALELOS DE LATITUDE OU PARALELOS: são círculos menores paralelos ao equador. Observe na figura abaixo a diferença entre a linha do Equador e paralelos:



MERIDIANOS DE LONGITUDE OU MERIDIANOS: são semicírculos máximos unidos pelos polos.

MERIDIANO DE GREENWICH: é o meridiano que passa pelo Laboratório Naval de Greenwich na Inglaterra.

MERIDIANO DE 180°: é o meridiano que está 180° oposto ao meridiano de Greenwich. Lembramos que a junção do meridiano de Greenwich e o Meridiano 180° forma um círculo máximo que divide a Terra em outros dois hemisférios: Oeste (W= West) e Leste ou Este (E=East). Para seu melhor entendimento, observe as figuras abaixo.



Lembre-se que todo o meridiano que passa pela parte posterior da Terra é chamado de Antemeridiano.

A partir destes conceitos, é importante sempre lembrar que:

- Os meridianos são sempre convergentes do Equador para os polos onde se encontram;
- Os paralelos mantêm entre si um mesmo afastamento;
- Os meridianos e paralelos cruzam-se em ângulos de 90°;
- O cruzamento entre um meridiano e um paralelo, define-se um ponto geográfico.

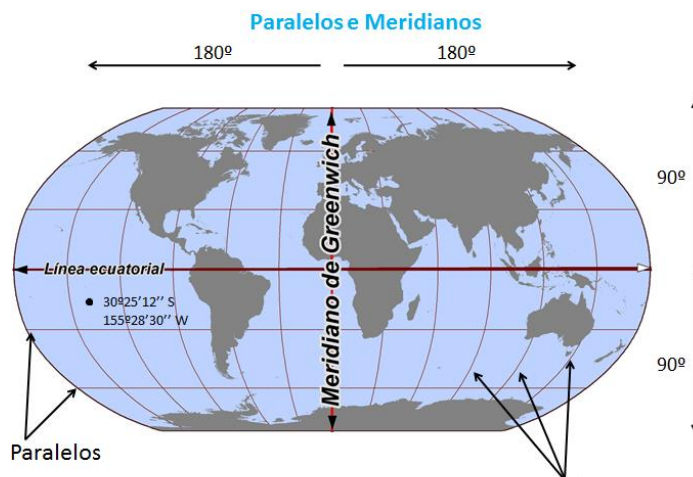
-LATITUDE: ângulo formado entre o arco de meridiano que parte do Equador até o ponto considerado. A latitude assume valores de 00° até 90°.

-LONGITUDE: ângulo definido pelo menor arco de paralelo que parte do meridiano de Greenwich até o ponto considerado. A longitude assume valores de 000° a 180°, onde graus inteiros sempre representados por três algarismos e os minutos e segundos por dois algarismos.

A letra que indica o hemisfério deverá ser omitida nos casos de longitude **000° ou 180°**.

Um ponto geográfico na superfície é localizado a partir do cruzamento de um paralelo e um meridiano e deve ser informado através de coordenadas geográficas seguindo a ordem latitude seguido da longitude.

Observe abaixo um exemplo de indicação de coordenadas:



Obs.: Meridiano 180° é o Meridiano oposto ao Meridiano de Greenwich



OPERAÇÕES COM ÂNGULOS:

Agora vamos relembrar algumas operações matemáticas com ângulos:

Soma

Ex: $30^{\circ}40' + 15^{\circ}10'15'' = 45^{\circ}50'15''$

Se os minutos ou segundos forem maiores ou iguais a 60, deve-se converter em graus ou minutos.

Ex: $25^{\circ}50' + 15^{\circ}30'15'' = 40^{\circ}80'15''$

$80' = 60' + 20' = 1^{\circ}20'$ ou seja,

$40^{\circ}80'15'' = 41^{\circ}20'15''$

Subtração:

Ex: $160^{\circ}31'45'' - 110^{\circ}35'50'' = 49^{\circ}55'55''$

Divisão:

Na divisão por 2 devemos primeiro transformar graus e minutos ímpares em pares para depois realizar a operação.

Ex: $41^{\circ}20' : 2 = 40^{\circ}80' : 2 = 20^{\circ}40'$

Ex: $147^{\circ}53'12'' : 2 = 146^{\circ}113'12'' : 2 = 73^{\circ}56'36''$

QUESTÕES

1) As duas componentes básicas do sistema de coordenadas geográficas são:

- a) Meridianos e Paralelos,
- b) Equador e Paralelos,
- c) Equador e Meridianos,
- d) Latitude e Longitude.

2) O arco de Equador, compreendido entre o meridiano de Greenwich e um meridiano qualquer, é chamado:

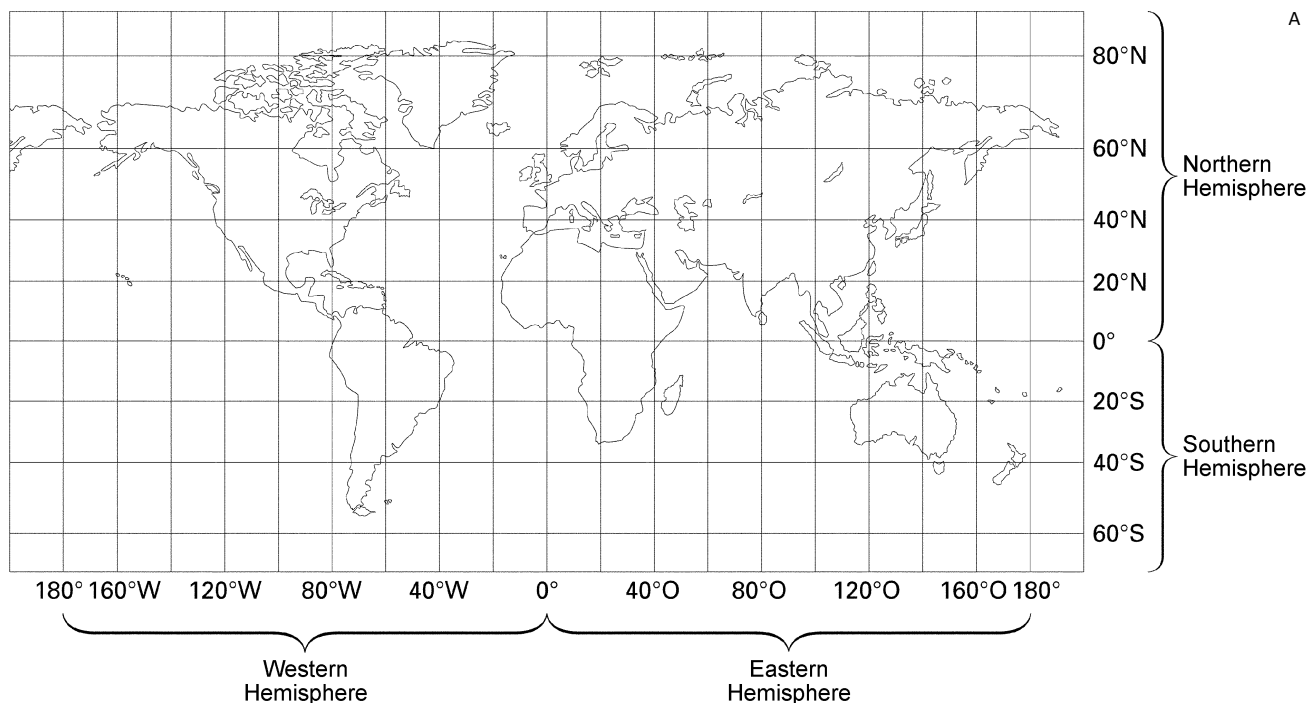
- a) latitude,
- b) longitude,
- c) co-latitude,
- d) co-longitude.

3) O Equador é um Círculo Máximo cuja latitude é de:

- a) 00°
- b) 90°
- c) 180°
- d) 270°

Gabarito:

D
B
A





OPERAÇÕES ANGULARES

Alguns cálculos envolvendo latitude e longitude são importantes para a navegação, são eles:

- Diferença de Latitude (DLA)
- Latitude Média (LM)
- Diferença de Longitude (DLO)
- Longitude Média (LOM)
- Colatitude
- Longitude do antemeridiano

Vejamos cada um deles separadamente:

DIFERENÇA DE LATITUDE:

É o ângulo definido pelo arco de meridiano que une os paralelos dos pontos dados.

Como resolver:

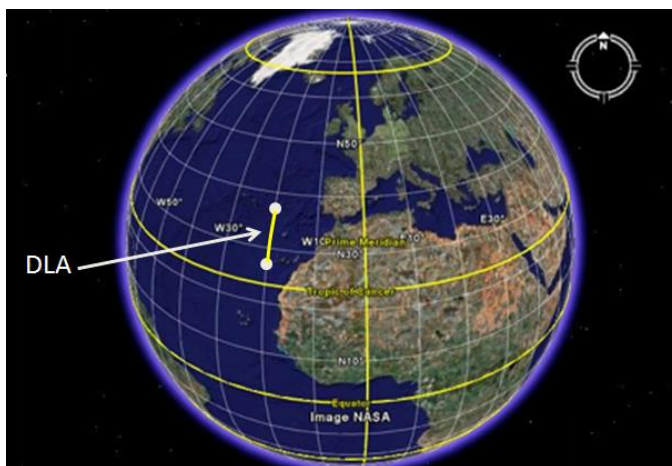
Latitudes em Hemisférios iguais subtraem-se. Em Hemisférios diferentes, somam-se.

Exemplo 1:

Latitude¹ = 30° 20' N

Latitude² = 10° 10' N

DLA = 20° 10'



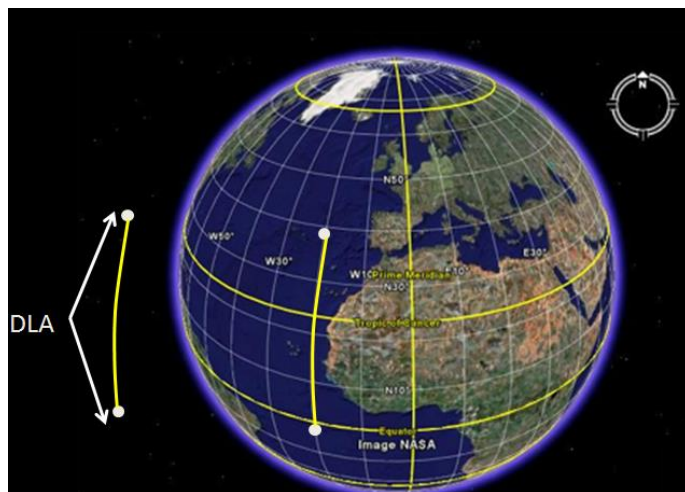
Exemplo 2:

Latitude¹ = 22° 15' 30" N

Latitude² = 40° 20' 15" S

Lembre-se, hemisférios diferentes, SOMAM-SE as latitudes para obter-se a DLA.

DLA = 62° 35' 45"



DIFERENÇA DE LONGITUDE:

É o ângulo entre dois meridianos, obtido pelo MENOR arco de Equador que os liga.

Como resolver:

Assim como na DLA, se forem ponto em hemisférios iguais basta subtrair. Em hemisférios diferentes soma-se um ao outro.

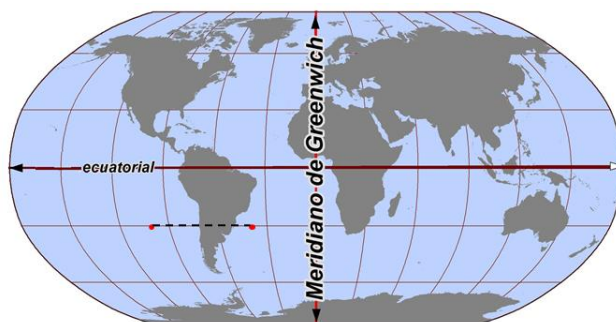
Exemplo 1:

Longitude um: 027°W

Longitude dois: 060°W

DLO = Long² - Long

DLO = 33°



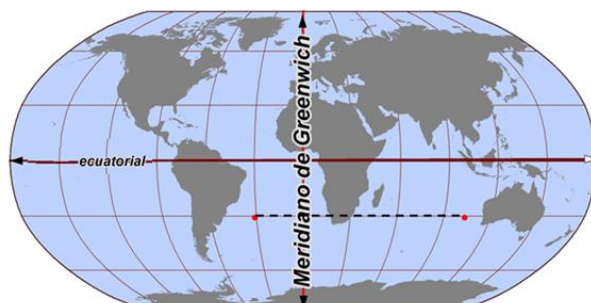
Exemplo 2:

Longitude¹ = 027°W

Longitude² = 060°E

DLO = Long¹ + Long²

DLO = 87°



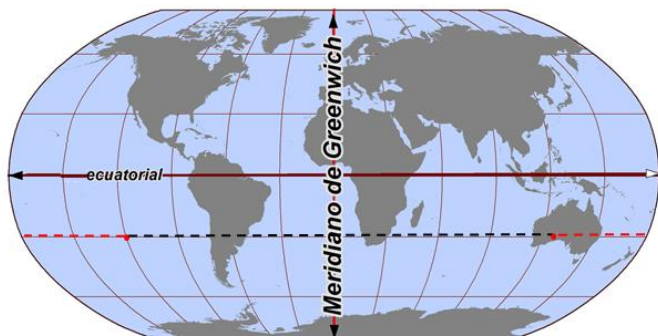


Exemplo 3:

Longitude¹ = 120°E
 Longitude² = 160°W
 DLO = long¹ + long²
 DLO = 280°

Porém a DLO é o MENOR arco, ou seja:

DLO = 360° - 280° = 080°



LATITUDE MÉDIA:

É o ponto médio entre duas latitudes.

Em latitudes de hemisférios iguais, basta somar as latitudes e dividir por 2:

Exemplo1:

Lat¹ = 30°N
 Lat² = 50°N
 LAM = (30° + 50°): 2 = 40°N

Em latitudes de hemisférios diferentes, basta subtrair as latitudes e dividir por 2, mantendo-se o hemisfério da maior latitude:

Exemplo2:

Lat1 = 20°S
 Lat2 = 60°N
 LAM = (60° - 20°): 2 = 20°N

LONGITUDE MÉDIA (LOM)

É o ponto médio entre duas longitudes. Calculamos do mesmo modo como na LAM:

Exemplo 1:

Long¹ = 016°E
 Long² = 030°E
 LOM = (016° + 030°): dois
 LOM = 046°: 2 = 023°E

Exemplo 2:

Long¹ = 015°E
 Long² = 027°W
 LOM = (027° - 015°): 2
 LOM = 012°: 2 = 6°W

Exemplo 3:

Longitude¹ = 100°W
 Longitude² = 130°E
 DLO = 230° (esse resultado é maior que 180°)
 DLO = 360° - 230° = 130°

Nesse tipo de exercício devemos dividir a DLO por 2 e somar o resultado à menor longitude:

DLO / 2 = 130° / 2 = 65°
 LOM = 100° + 65°
 LOM = 165°W

CO-LATITUDE

É o valor angular que complementa uma dada latitude, ou seja, o valor que falta para que juntas, somem 90°.

Como resolver:

Basta diminuir 90° da latitude considerada.

EX: latitude¹ = 25°S
 Colat¹ = 90° - 25°
 Colat¹ = 65°

LONGITUDE DO ANTEMERIDIANO:

É a longitude do meridiano oposto. Para encontrá-la, basta subtrair 180° da longitude considerada e inverter o lado (W por E e vice-versa).

EX: long¹ = 40°E
 Long Antimer. = 180° - 40°
 Long Antimer. = 140°W

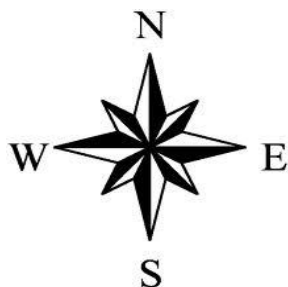




Antes de darmos prosseguimento a nossa matéria vamos relembrar:

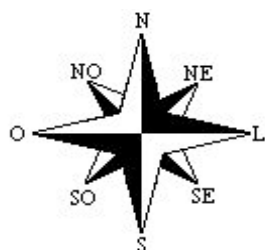
Rosa dos ventos

*Pontos Cardeais



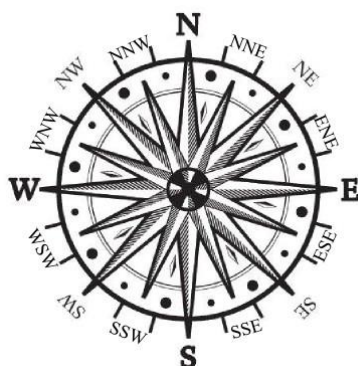
Pontos Cardeais	
N	Norte
E	Leste
S	Sul
W	Oeste

*Pontos Cardeais + Colaterais



Pontos Colaterais	
NE	Nordeste
SE	Sudeste
SO	Sudoeste
NO	Noroeste

*Pontos Cardeais + Colaterais + Sub-colaterais



Pontos Sub-colaterais	
NNE	Nortenordeste
ENE	Estenordeste
ESE	Estesudeste
SSE	Sulsudeste
SSW	Sulsudoeste
WSW	Oestesudoeste
WNW	Oestenoroeste
NNW	Nortenoroeste

Vamos relembrar também das nossas aulas de Geografia:

CALCULAR DISTÂNCIAS A PARTIR DE ARCOS:

Em alguns casos, será necessário converter distâncias angulares em distâncias reais e vice-versa.

Para isso devemos saber que:

1' = 1NM, ou seja, se 1° = 60', então:

1° = 60NM

Ex: Converter 78°15' em NM:

1° = 60NM, então: 78° = 78 x 60 = 4680NM

15' = 15 NM

15NM + 4680NM = 4695 NM

CONVERTENDO DISTÂNCIAS EM ARCOS:

Ex: Uma distância de 255NM corresponde a um arco de:

Solução:

-dividimos o valor por 60.

$255 / 60 = 4$ (sobra 15)

-o valor encontrado (4) será o correspondente aos graus e o resto (15) será o dos minutos.

255NM = 04°15'

Para que se navegue, é necessário conhecer basicamente três aspectos:

-Posição (atual e do destino)

-Direção (atual e do destino)

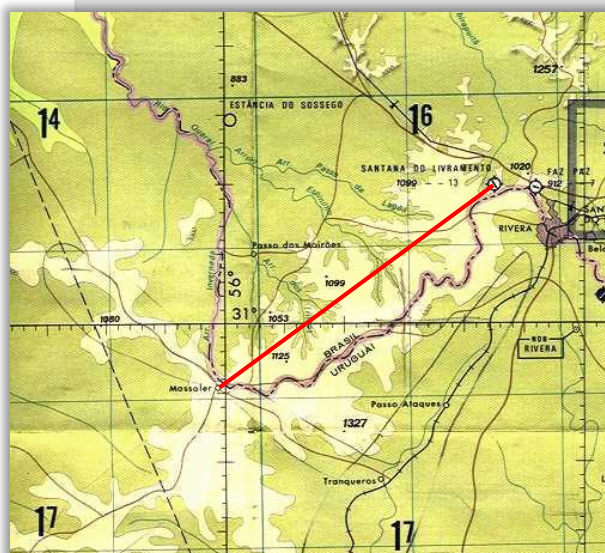
-Distância (até o destino)

Conhecendo estes dados poderemos efetuar os cálculos necessários para que possamos chegar ao local na hora pretendida.

POSIÇÃO

Situação espacial de uma localidade, definida em relação a um ou vários pontos de referência. Neste caso usaremos como referência as Latitudes e Longitudes vistas anteriormente.

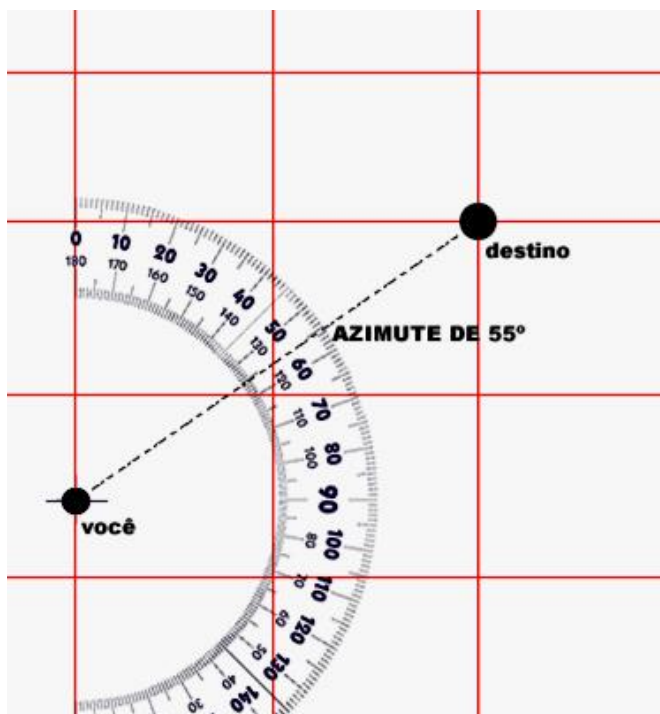
Ex: Massoler / Santana do Livramento





DIREÇÃO

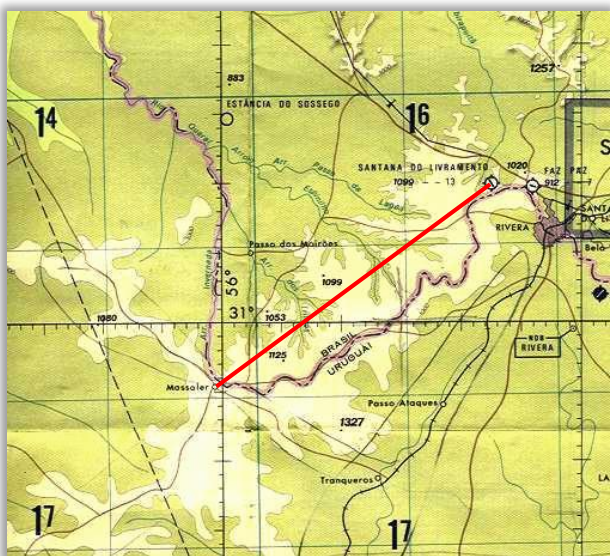
A direção a ser seguida para nosso destino será nosso RUMO a ser seguido, usaremos como ferramenta nosso transferidor.



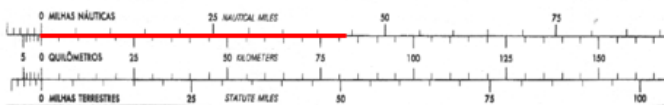
DISTÂNCIAS

A distância é de suma importância para que saibamos quanto tempo estimado levaremos para alcançar nosso destino.

Após traçar a rota, é só “jogá-la” na escala correspondente à carta. Que é encontrada na nossa carta WAC.



EXEMPLO DE ESCALA GRÁFICA CONSTANTE DA CARTA WAC



Porém nem sempre teremos uma escala confiável para nos basearmos então aprenderemos a converter valores da carta para valores reais.

Escala:

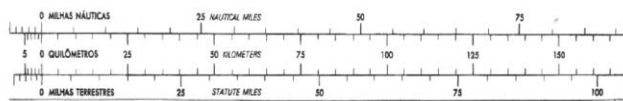
Podemos encontrar 2 tipos de escalas:

Escala Gráfica

É representada por uma linha graduada em unidades de distância (KM, ST, NM ...)

1 Milha Náutica (NM)	1852m ou 1,852Km
1 Milha Terrestre (ST)	1609m ou 1,609Km
1 Milha Náutica (NM)	1' de arco de um círculo máximo

EXEMPLO DE ESCALA GRÁFICA CONSTANTE DA CARTA WAC



Escala Geométrica

Representada sob forma de fração.

Lembre-se que :

1km: 100.000cm

1m: 100cm

Como calcular:

Ex: Em uma carta a escala é de 1:100000 e obteve-se com uma régua 7,5 cm. Qual a distância em Km?

1 cm na carta = 1 km

7,5 cm na carta = 7,5 km

Ex2: Em uma carta a escala é de 1:50000 e obteve-se com uma régua 5 cm. Qual a distância em Km?

1cm na carta = 0,5 km

5 cm na carta = 2,5 km

Exercício de Assimilação:



1) Numa carta de escala de 1:250.000, 3 cm representam:

- 7,5 cm
- 7,5 m
- 75 m
- 7,5 km

resposta D



ROTAS

Rota é um **caminho**, uma **direção** ou um **rumo** que liga um lugar a outro; um itinerário que define o caminho percorrido para chegar a algum lugar. A expressão "**traçar uma rota**" é utilizada quando se pretende definir um caminho ou direção para se chegar ao destino desejado. As rotas, parte do nosso planejamento, são traçadas em um mapa quando fazemos uma navegação. Poderão ser de dois tipos, ortodrômica e loxodrômica.

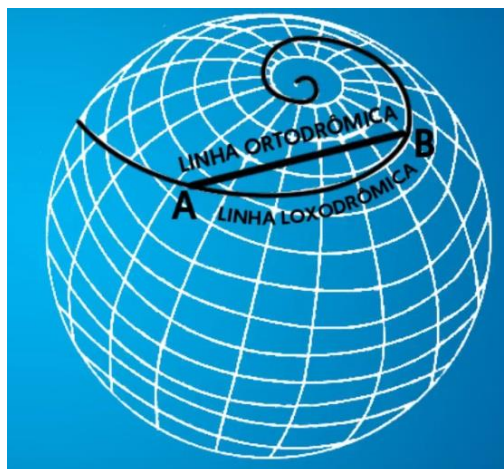
ROTA LOXODRÔMICA

(loxo = direção constante; dromos = caminho):

É a rota que cruza os **meridianos** em ângulos iguais. É a mais usada devido à facilidade de planejamento (basta traçar uma reta). Porém, a trajetória real é uma curva.

Assimilação desenhe conforme a aula como os ângulos das Rotas Loxodrômica cortam os meridianos.

Na imagem abaixo podemos entender como as rotas ficam expressas no plano terrestre:



PROJEÇÕES:

Consiste no método utilizado para representar a superfície terrestre numa superfície plana (carta). O grande desafio das projeções é justamente projetar a superfície terrestre com a menor distorção possível, pois é impossível encontrarmos qualquer projeção da superfície terrestre livre de distorções.

Isso ocorre porque a Terra é uma esfera, e ela precisa ser projetada em uma superfície plana. Para tanto são utilizados alguns artifícios matemáticos que podem minimizar este problema, como por exemplo, utilizar figuras geométricas que podem ser planificadas, como o cone e o cilindro.

As projeções podem ser classificadas quanto ao ponto de origem (local onde será posto a lâmpada para poder projetar a superfície terrestre em uma aérea plana). São classificadas em três:

ROTA ORTODRÔMICA

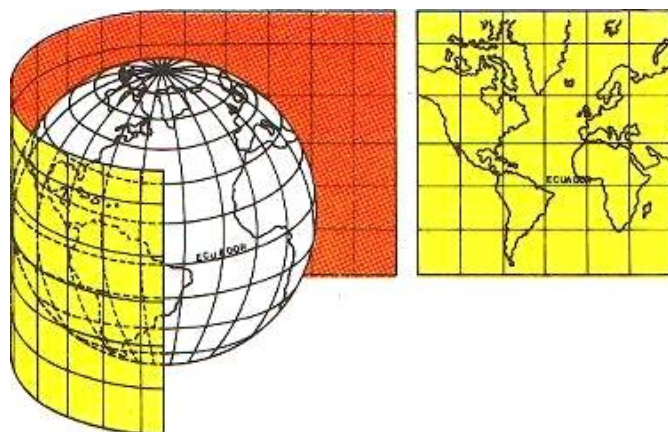
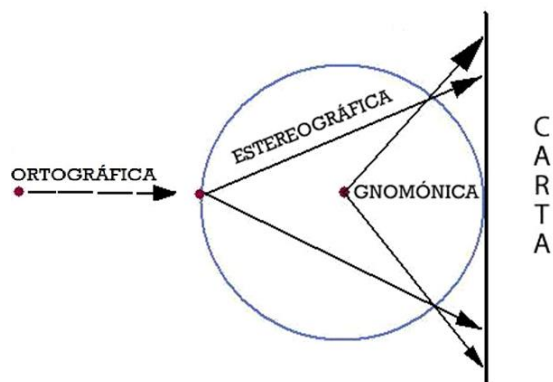
(ortho = reto; dromos = caminho):

É o **menor** segmento de círculo que passa por dois pontos. É a menor **distância** para se voar entre dois pontos. A rota ortodrômica corta os meridianos em ângulos diferentes. Não é muito utilizada pela aviação de pequeno porte devido à dificuldade nos cálculos de planejamento.

Assimilação desenhe conforme a aula como os ângulos das Rotas Ortodrômica cortam os meridianos.



- a) Gnomônica: ponto de origem é o centro da esfera.
- b) Estereográfica: ponto oposto ao ponto de tangência
- c) Ortográfica: origem no infinito.



Características da Carta Mercator:

Paralelos	Linhas retas e não equidistantes
Meridianos	Linhas retas e equidistantes
Loxodrômica	Linha reta
Ortodrômica	Curva
Vantagens	Fácil construção, fácil plotagem de coordenadas, loxodrômica reta.
Desvantagens	Ortodrômica ser uma linha curva e a escala é variável com a latitude

DISTÂNCIAS

A distância é de suma importância para que saibamos quanto tempo estimado levaremos para alcançar nosso destino.

Após traçar a rota, é só “jogá-la” na escala correspondente à carta. Que é encontrada na nossa carta WAC.

“MACETE”

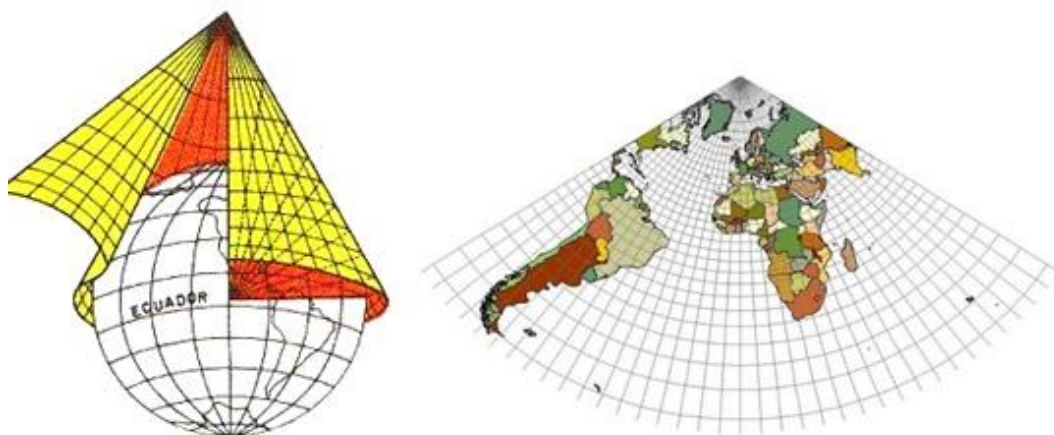
G	C
E	P
O	I

CARTA MERCATOR:

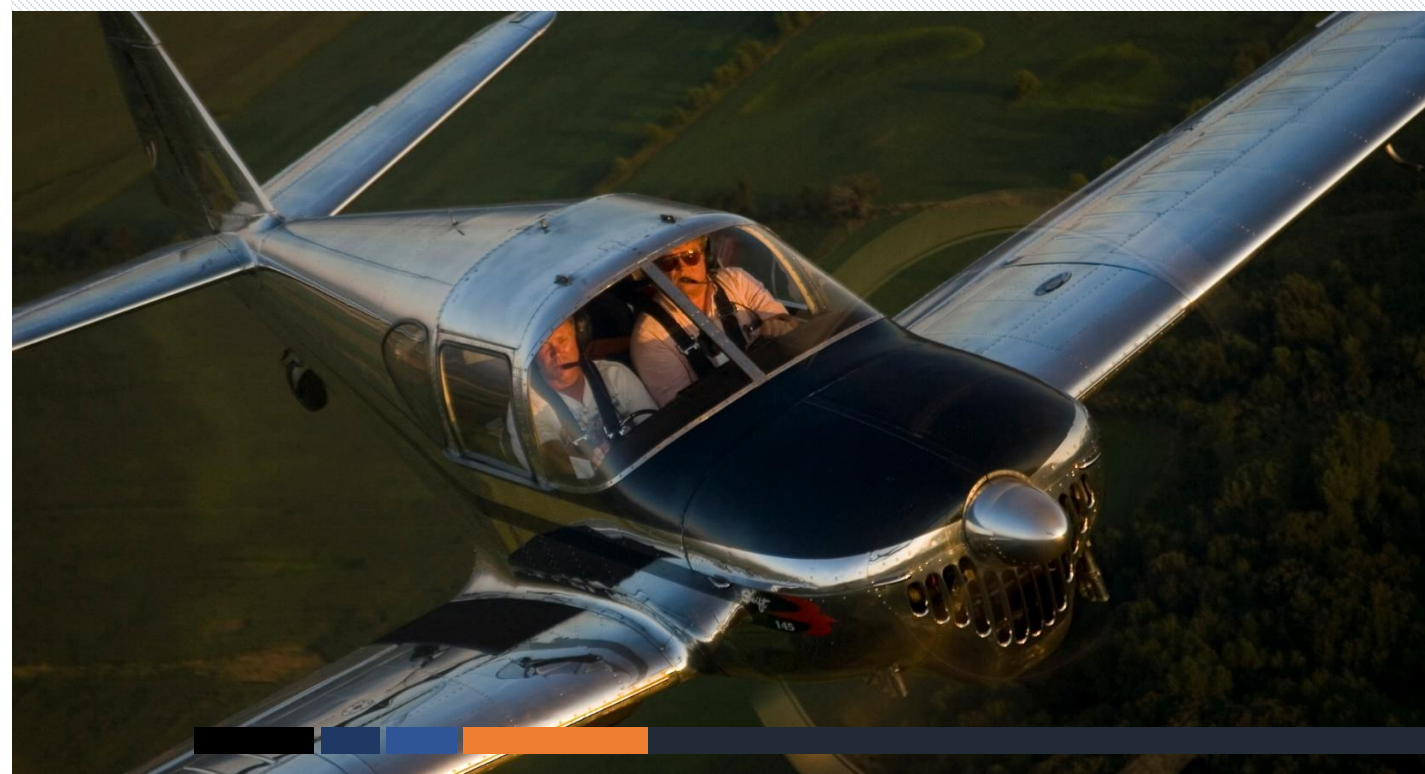
É um tipo de carta desenvolvida num cilindro, baseada em uma projeção Gnomônica, também é chamada de projeção equatorial, pois a mesma tangencia o equador. Logo é uma projeção que beneficia as regiões próximas equador, sendo que ao se aproximar aos polos as distorções aumentam.

CARTAS LAMBERT:

É um tipo de carta desenvolvida num cone, baseada em uma projeção Gnomônica. As cartas aeronáuticas são baseadas neste tipo de projeção. Este tipo de projeção foi desenvolvido em um cone secante à superfície terrestre em dois paralelos, sendo possível a visualização desta região da melhor forma possível. Ou seja, a escolha dos paralelos em que o cone cortará, dependerá da área que se deseja a projeção, obtendo-se o melhor número de detalhes possível das latitudes escolhidas. Um ponto que se deve salientar, é que a projeção Lambert é utilizada para a confecção de cartas WAC (World Aeronautical Chart) e ERC (Enroute Chart).

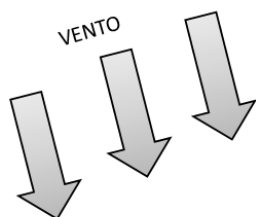
**CARACTERÍSTICAS DA CARTA LAMBERT:**

Paralelos	Círculos concêntricos ao pólo.
Meridianos	Linhas retas convergentes
Loxodrômica	Rota determinada por uma linha curva.
Ortodrômica	Rota determinada por uma linha reta.
Vantagens	Áreas e formas perfeitas, ortodrômica ser reta, escala quase constante.
Desvantagens	Loxodrômica ser uma linha curva (exceto meridianos)

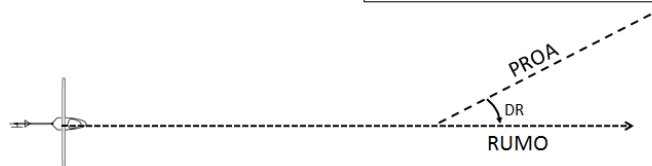




Proa – é a direção do eixo longitudinal da aeronave
Rumo – é a direção do deslocamento da aeronave
Rota – é a projeção na superfície terrestre da trajetória da aeronave
Deriva (DR) – é o ângulo formado entre a proa da aeronave e o rumo (é o desvio na rota causado pelo vento)
Correção de deriva (CD ou ACD) – é o ângulo entre o rumo e a proa (correção do desvio causado pelo vento)

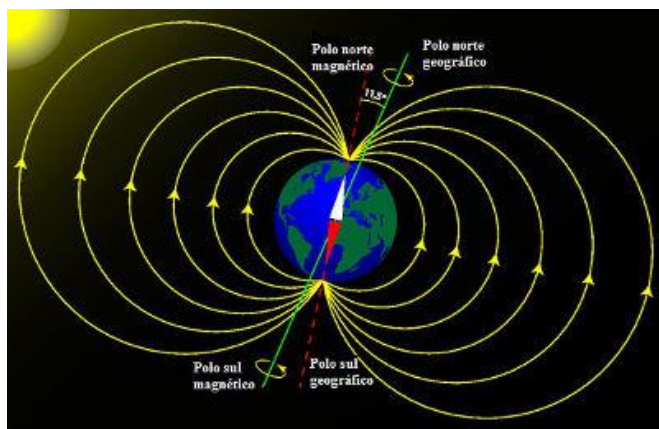


OBS: DR ou ACD à direita é maior. Se for à esquerda é menor. No exemplo abaixo, se a aeronave não corrigisse a deriva, seu rumo seria maior que o pretendido (o desvio seria à direita).

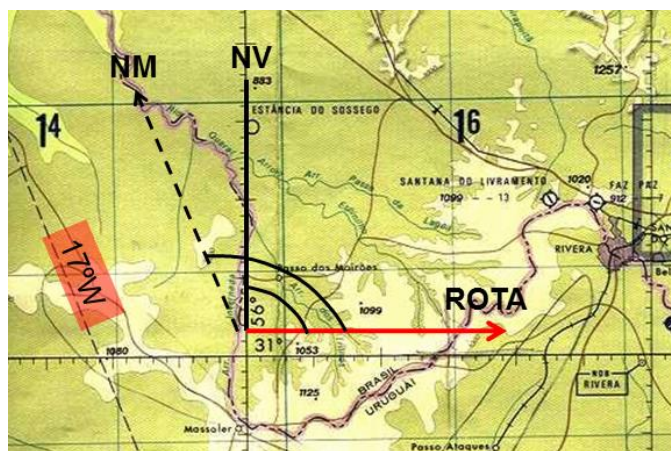


Magnetismo Terrestre:

A terra é um grande ímã e seu norte verdadeiro (NV) é diferente do norte magnético (NM). A diferença entre o NV e o NM chama-se Declinação Magnética (DMG). Este dado é de suma importância para a navegação, tendo em vista que as informações obtidas nos equipamentos de bordo são baseadas no NM.



A DMG pode ser E (leste) ou W(oeste). Se for W(oeste) o NM está defasado à esquerda em relação ao norte verdadeiro. Se for E (leste) o NM está defasado à direita em relação ao norte verdadeiro.



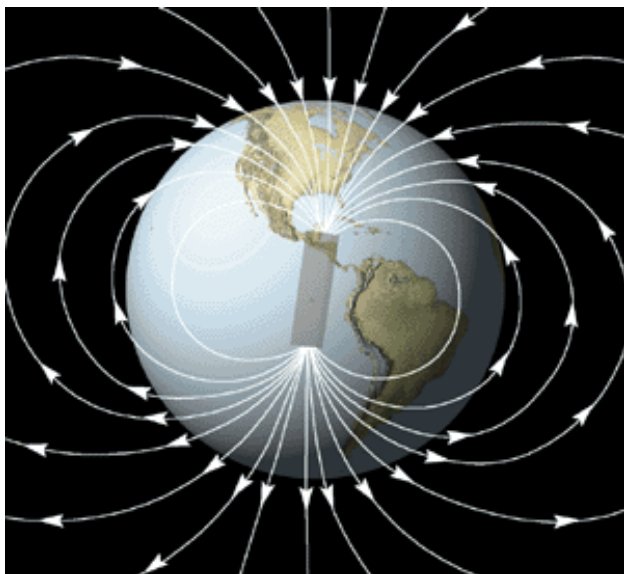
Exemplo de uma aeronave voando com RV de 90°. Podemos observar a linha tracejada que nos fornece a DMG. Como essa DMG é W, ela deve ser somada ao RV. Nesse caso a rota tem RV de 90° e RM de 107°.

Ao navegador interessa saber o valor da DMG de uma região que pretenda voar pois as direções obtidas nos equipamentos de bordo são referenciadas pelo NM, e não NV. Na prática observaremos que, quando a DMG for W, ela se soma ao RV para se obter o RM. Se for E deve-se diminuir. Os Polos magnéticos estão atualmente localizados nas coordenadas geográficas 73°N-100°(ilha de Príncipe de Gales = Polo Norte Magnético) e 68°S-144°E(Antártica =Polo Sul Magnético).

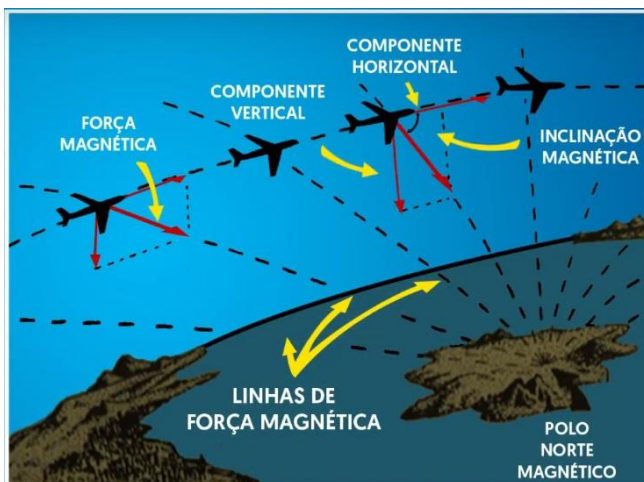


Inclinação Magnética:

Ocorre devido à direção das linhas de força do campo magnético terrestre. Pode ser entendida como a inclinação do ponteiro da bússola.



A componente vertical é máxima (90°) nos polos e mínima (0°) no equador. A componente horizontal é máxima no equador e mínima nos polos.



Variação de DMG :

A DMG varia com o tempo em virtude de diversos fatores, fazendo com que inclusive haja possibilidade de mudança das cabeceiras de pista dos aeródromos, que são numeradas em função do ângulo obtido a partir do norte magnético até a direção do rumo da pista. Uma preocupação é verificar se a DMG impressa numa carta está atualizada. Se não estiver haverá necessidade de atualização. Para isto, na própria carta, virá o valor da variação média anual que deverá ser somado ou subtraído da DMG impressa nesta carta

SOBRE A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA.

Podem existir diferentes Declinações que são chamadas :

Linhas Isogônicas: são linhas que unem pontos de mesma DMG.

Linhas Agônicas: são linhas que unem pontos com DMG zero.(onde o norte verdadeiro e magnético estão alinhados)

Linhas Isoclínicas: são linhas que unem pontos de mesma inclinação magnética.

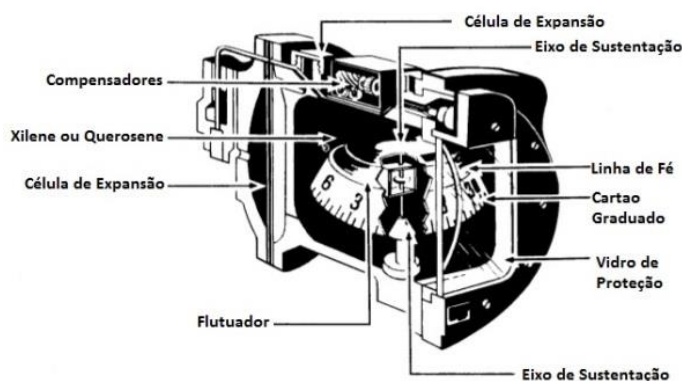
Linhas Isopóricas: são linhas que unem pontos de mesma variação de DMG. Não virão representadas nas cartas de navegação em virtude de só interessarem a quem executa serviços de atualização das cartas aeronáuticas. Na prática não consideramos estas linhas para atualizar uma carta pois ela tem inserida uma variação média anual.

BÚSSOLA MAGNÉTICA:

É o instrumento de navegação mais utilizado. Com ela obtemos a direção do NM. Pode sofrer influência de forças magnéticas (da aeronave ou exteriores), que causam o Desvio Bússola (DB). O DB pode ser entendido também como sendo a diferença entre o NM e o NB.



OBS: Para tentar diminuir as influências magnéticas próximas às bússolas (motor, magnetos, etc.) são instalados nas bússolas compensadores magnéticos. Envolta com líquido chamado Xileno ou Querosene.





OS SEGUINTE ELEMENTOS COMPORÃO O PÉ DE GALINHA:

- Norte Verdadeiro (NV)
- Norte Magnético (NM)
- Norte Bússola (NB)
- Rumo Verdadeiro (RV)
- Proa Verdadeira (PV)
- Rumo Magnético (RM)
- Proa Magnética (PM)
- Proa Bússola (PB)
- Deriva (DR)
- Ângulo de Correção de Deriva (ACD)
- Declinação Magnética (DMG)

LEMBRANDO ALGUNS DESTES ELEMENTOS:

Qual é a diferença do Norte Verdadeiro Para o Norte Magnético? Seria a nossa Declinação Magnética (DMG). A DMG pode ser (+) se for W e (-) se for E.

Qual é a diferença do Norte Magnético Para o Norte Bússola? Seria o nosso cartão de desvio, lembrando que cada aeronave recebe uma influência externa e interna gerando uma alteração entre o norte magnético e o norte Bússola.

Rumo Verdadeiro: é o valor angular OBTIDO do NV, no sentido horário até o RUMO desejado.

Rumo Magnético: é o valor angular OBTIDO do NM, no sentido horário até o RUMO desejado.

Proa Verdadeira: é o ângulo formado do Norte Verdadeiro até a proa da aeronave, medido no sentido horário (NESO).

Proa Magnético: é o ângulo formado do Norte Magnético até a proa da aeronave, medido no sentido horário (NESO).

Proa Bússola: é o valor angular existente a partir do Norte Bússola, no sentido horário ou NESO até o eixo longitudinal da aeronave.

Diferença entre RUMO E PROA: Bom à atmosfera terrestre nem sempre é estável, o que mais nos interfere em nossas rotas seria a diferença de pressão entre localidades, essa diferença causa o nosso vento que pode ou não interferir na nossa proa. O Que causa uma mudança da proa para o rumo ou vice e versa.

Pé de Galinha

Consiste no método utilizado pelo navegador para determinar direções de proa e rumo, sejam eles verdadeiros ou magnéticos baseados nas peculiaridades de cada caso (desvio bússola, declinação magnética, deriva etc.).

Existem três métodos de realizarmos nossos cálculos, que veremos a seguir então escolha aquele que facilitara e dará mais segurança para você, os métodos são:

-Através do desenho (utilizado como semelhança a rosa dos ventos)

Fórmulas

Podemos utilizar as seguintes fórmulas:

$$RM = RV \pm DMG$$

$$PM = PV \pm DMG$$

$$PB = PM \pm DB$$

$$DR = RUMO - PROA$$

$$ACD = PROA - RUMO$$

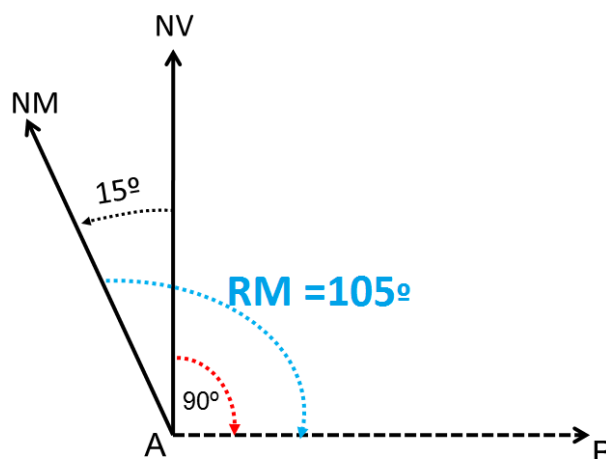
Tabela

Método do Desenho:

Os exemplos a seguir demonstram a o desenvolvimento de um problema, que poderia ser realizado de qualquer das três formas, porém escolhemos o método de desenhar, para desenvolver esta questão. Semelhante com a Rosa dos Ventos já vista anteriormente. Começaremos com um exemplo mais simples e após um mais complexo.

Exemplo 1:

Num voo de A para B, onde o valor do RV obtido foi de 090° e a DMG é $15^\circ W$, qual seria o RM?





Método da Fórmula:

Se quisesse resolver através das formulas utilizaríamos

$$RM = RV \pm DMG$$

$$RM = 090 + 15$$

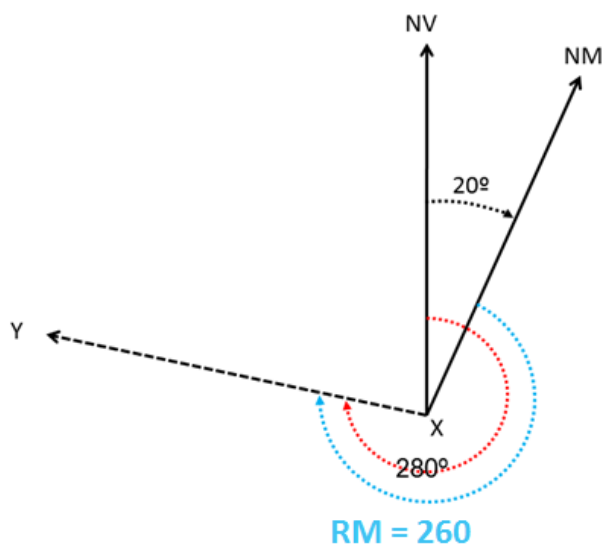
$$RM = 105$$

OBS: Como a DMG é W como com o RUMO VERDADEIRO.

Mas se a minha DMG for E? Veremos a seguir um exemplo caso a DMG fosse E:

Exemplo 2 :

O RV de X a Y é 280º e a DMG é 20ºE. Qual o RM?



Pela fórmula utilizaríamos:

$$RM = RV \pm DMG$$

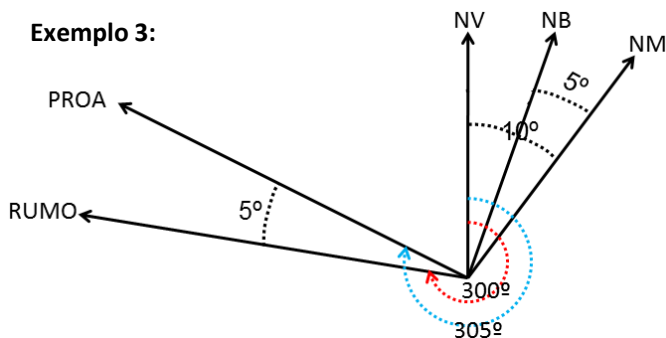
$$RM = 280^\circ - 20^\circ$$

$$RM = 260^\circ$$

OBS: Como a DMG é E basta subtrair do RUMO VERDADEIRO.

Veremos agora um exemplo mais complexo abrangendo além dos Rumos , Proas , Deriva e Correção de Deriva.

Exemplo 3:



Se optássemos por utilizar as fórmulas, Utilizaríamos:

$$\begin{aligned} RM &= RV \pm DMG \\ RM &= 300 - 10E \\ RM &= 290 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PB &= PM \pm DB \\ PB &= 295 + 5W \\ PB &= 300 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PM &= PV \pm Dmg \\ PM &= 305 - 10E \\ PM &= 295 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DR &= RV - PV \\ DR &= 300 - 305 \\ DR &= -5 \text{ ou } 5^\circ \text{ à esquerda} \end{aligned}$$

$$CD = +5 \text{ ou } 5^\circ \text{ à direita}$$

Método da Tabela:

Utilizando esta tabela conseguimos resolver todos os problemas de forma rápida, basta memorizar a montagem correta da tabela.

W- E+				
A	RV	DMG	RM	DB
C	PV		PM	PB
D				
W+ E-				

Obs. : Na flecha acima da tabela os Valores de W ficará menos (-) e quando E ficará positivo(+).

Basta substituir o valor corresponde de cara Rumo ou proa para se obter a resposta correta:

Ex: Sabendo que a PV= 100 ° , DMG= 10 ° E, DERIVA= -5°

Pede-se : RM e PM

W- E+				
A	RV	10 E	85	DB
C	100		90	PB
D				
W+ E-				



ESTUDOS DO TEMPO

Todas as vezes que nos referimos a tempo, imediatamente nos vem o ato contínuo de olhar o relógio, pois é um instrumento destinado a “medir” o tempo. O navegador necessitará constantemente deste instrumento e precisamos, portanto, conhecer particularidades deste instrumento. Para isto, estudaremos os movimentos relativos que a terra executa em torno do Sol, pois o tempo está relacionado a eles. Sabemos que a terra executa um movimento de rotação em torno do seu eixo polar, fazendo com que aparentemente o Sol ocupe posições diferentes no céu durante o dia.

Para entendermos melhor os fusos horários, vamos considerar para nossos estudos o movimento aparente do sol, ou seja, é o movimento que percebemos do Sol em torno da Terra durante o dia. Ou seja, o movimento que a Terra faz de rotação de oeste para leste, resulta no movimento aparente do sol, de leste para oeste. Isso faz com que a Terra tenha diferentes incidências solares durante o dia.

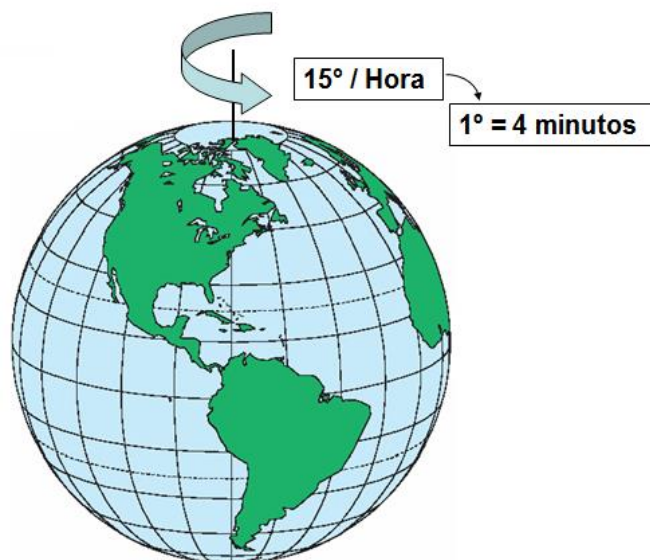
Este é pelo menos, o movimento aparente que percebemos. Além disso, temos a noção de que o horário marcado no relógio esta relacionado a posição que o SOL ocupa em relação ao meridianos que estamos.

Logo, como a Terra deve efetuar uma volta completa durante 24 horas, é o mesmo que dizer que a Terra “girará” 360° em 24 horas, resultando no quadro abaixo, que relaciona longitude e tempo:

Arco	Tempo
360	1 dia (24h)
15°	1 hora
1°	4 minutos
$15'$	1 minuto
$15''$	1 segundo

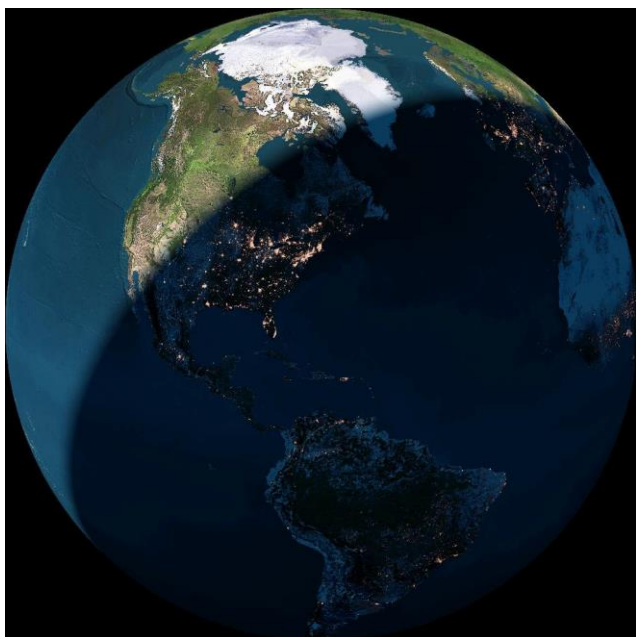
Obs.: importante memorizar esta tabela.

Se a terra executa um movimento de rotação de 360° em 24 horas, podemos concluir que, a cada hora, o movimento executado é de 15° .



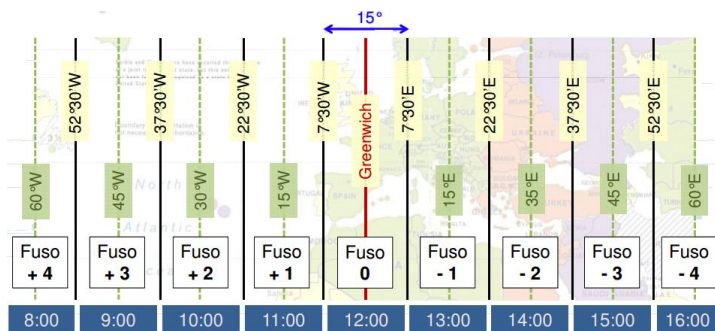


Na imagem a seguir podemos perceber o efeito do Sol.



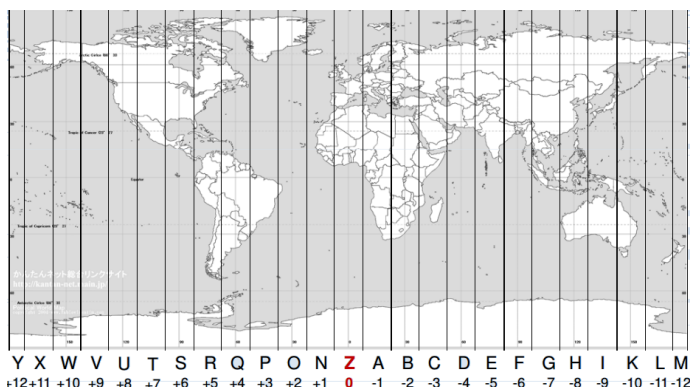
Note que o hemisfério Oeste do planeta devido a rotação da Terra é dia, enquanto o hemisfério Leste já se iniciou a noite.

Pode-se dividir o planeta em 24 faixas de fusos, sendo que a faixa central é onde se encontra o meridiano de Greenwich. Cada faixa possui 15 graus de longitude, sendo que esta faixa se estende a $7^{\circ}30'$ da faixa central para E e W do meridiano de referência ou central, como mostra a figura abaixo.



Já no meridiano 180, também existe uma divisão de $7^{\circ}30'$, aonde este localizado a linha internacional de data.

Cada faixa do fuso horário é nomeada por uma letra do alfabeto. A faixa da linha de Greenwich é identificada pela letra "Z", fusos a Leste recebem as letras a partir de "A" até "M" (excluindo o J) e fusos a oeste recebem as letras a partir de "N" até "Y", como mostra a figura abaixo:



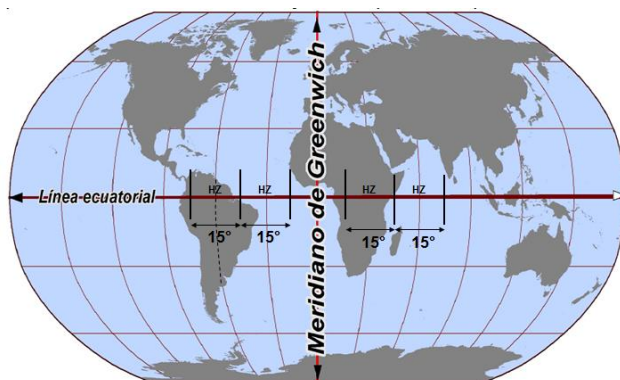
Existem diferentes tipos de horários, que vamos estudar a seguir.

HORA UNIVERSAL COORDENADA (UTC):

É a hora no Meridiano de Greenwich, válida para qualquer ponto na superfície terrestre e internacionalmente utilizada como padrão na aviação. Também conhecida como horário zulu. Alguns chamam também de GMT (Greenwich Meridian Time). Hora utilizada nos planos de voo, Diários de Bordo, etc.

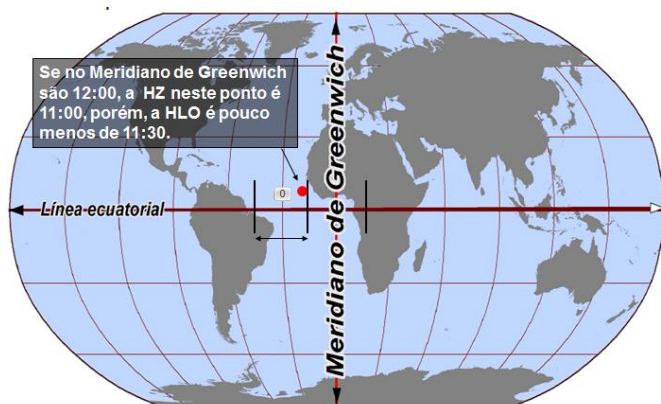
HORA DA ZONA (HZ):

Computada no meridiano central de uma determinada zona, que possui uma faixa de 15° , ou seja, $7^{\circ}30'$ para E ou para W.



HORA LOCAL (HLO):

É o horário no meridiano em que se encontra o observador, ou seja, a hora exatamente considerada na longitude do observador. Horário do nascer e por do sol.



HORA LEGAL:

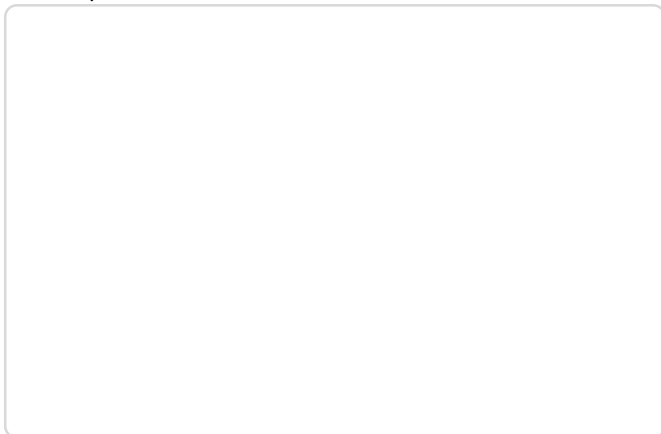
É o horário estabelecida pelas leis do estado. Isso significa que dentro de uma mesma faixa de fuso (15º) são adotados uma mesma faixa de horários.

*Fusos Horários no Brasil: Desde 2013, o Brasil adota 3 fusos horários:

- ✓ Fuso O (+2) - Arquipélago de Fernando de Noronha e Ilha de Trindade
- ✓ Fuso P (+3) - Todo o litoral até os limites a oeste do estado do Amapá, estado do Pará, estado do Tocantins, estado de Goiás, estado de São Paulo e Região Sul.
- ✓ Fuso Q (+4) - Do fuso anterior até os limites a Oeste com países da América do Sul.
- ✓ Fuso R (+5) - Abrange somente o estado do Acre e uma pequena parte oeste do Amazonas. Esse fuso foi extinto no ano de 2008, onde a área passou a integrar o fuso de -4, no entanto, em setembro de 2013, esta extinção foi revogada.

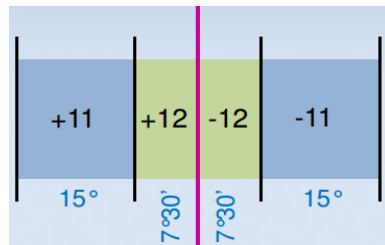
As faixas de 15º são muitas vezes modificadas, como você pode observar no desenho abaixo, em função do horário legal adotado pelos países.

Desenhe a quantidade de fusos horários que nosso País possui atualmente:

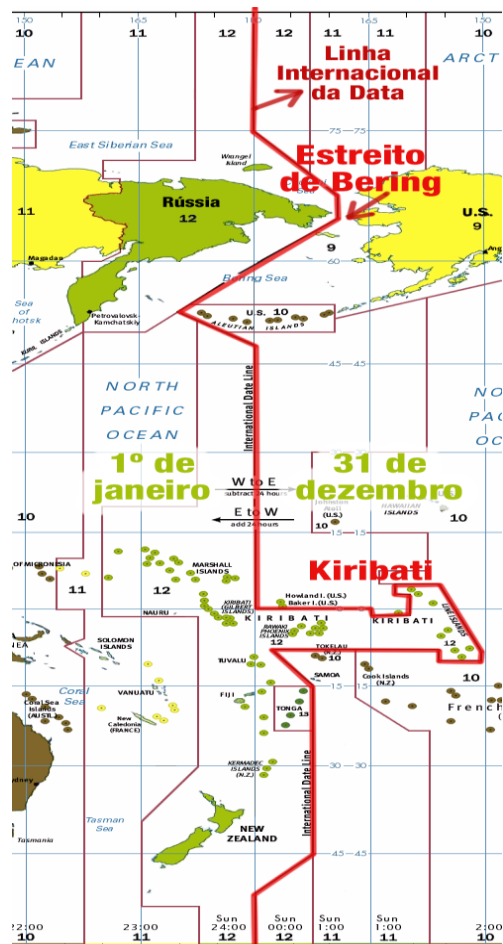


MUDANÇA DE DATA:

A Linha Internacional de Mudança de Data (Datum Line) é o marco imaginário que indica onde um dia acaba e onde começa o seguinte. Corresponde aproximadamente ao antemeridiano de Greenwich, situado a 180 graus do meridiano inicial. O horário na faixa de fuso em que a linha está situada é o mesmo, tanto de um lado como do outro da linha. No entanto, a parte leste da LID tem um dia a menos em relação à parte Oeste.



Toda a embarcação que cruza a LID no sentido leste-oeste chega um dia atrasado (por exemplo, da tarde de sábado passa à tarde de domingo). Já uma embarcação que cruza no sentido Oeste-Leste chega um dia adiantado (pois da manhã de Domingo, por exemplo, passa para a manhã de Sábado).



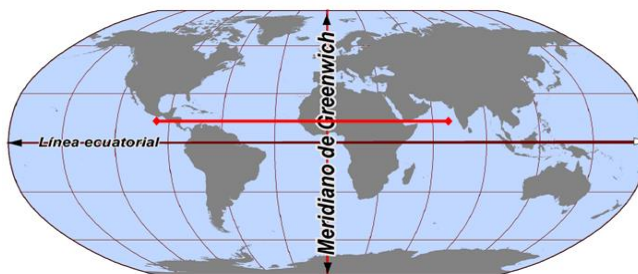


Exercícios envolvendo Horas Legais /Locais
Obs: utilizem como auxílio a tabela

Arco	Tempo
360	1 dia (24h)
15°	1 hora
1°	4 minutos
15'	1 minuto
15"	1 segundo

Cálculos de HLO / HLE:

Ex.1) Na longitude 060°E a hora local (HLO) é 18:30, portanto qual será a HLO na longitude 075 30°W?

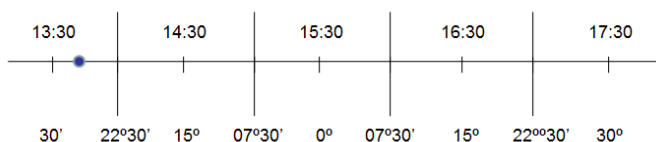


Nesse caso devemos dividir a DLO por 15. O resultado é a diferença horária, e o resto deve ser convertido em minutos (de tempo).

DLO = 135° 30', dividindo por 15 = 9h e sobram 30', ou seja, 2 min de tempo. Como as horas aumentam para leste, para acharmos o horário do ponto a oeste, diminuimos essas 9 horas e 2 minutos.

Ex.2) Em um lugar de longitude **25° W** são **13:30 HLE**. Consequentemente a hora **UTC** é:

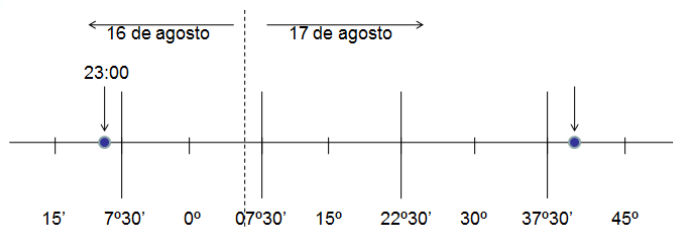
Nesse caso, devemos dividir a longitude por **15**, o resultado também corresponde ao número de horas. Se o resto da divisão for maior do que **7°30'**, devemos adicionar mais **1 hora**.



Dividindo 25° por 15, temos 1 hora e resto de 10°. Como esse resto é maior do que 7°30', acrescentamos 1 hora ao resultado, ou seja, a diferença horária é de 2 horas. O ponto considerado está a W, então tem 2 horas a menos.

Cálculo de Mudança de Data

Ex.3) Quando a hora local (HLO) na posição 46° 00'N – 008° 30'W é 23:00 do dia 16 de agosto, qual será a HLO na posição 46°00'N – 39°30'E?



Nesse caso devemos dividir a DLO por 15. O resultado é a diferença horária, e o resto deve ser convertido em minutos (de tempo).

DLO = 48°, dividindo-se por 15 = 3h e resto 3°, ou seja 3h:12min.

Como o horário aumenta para leste e nesse ponto já são 23h, ao deslocarmos 15° a hora aumenta para 24h e a data também muda. Daí pra frente já estamos no dia 17 de agosto.

Então no ponto considerado são 02h 12min do dia 17.





INSTRUMENTOS DA AERONAVE

Termômetro: Um dos elementos fundamentais de cálculos de navegação é a temperatura do ar externo à aeronave. Não é possível estudar velocidades ou altitudes sem que tenhamos este fator. Existem diferentes tipos de termômetros usados em aviação sendo o mais difundido o bi metálico. São constituídos de dois metais, soldados juntos em espiral, e de diferentes coeficientes de dilatação. Quando o elemento é aquecido, a diferença entre os coeficientes de dilatação provoca um enrolamento da espiral que, por intermédio de um sistema de relojoaria, desloca um ponteiro que indica a temperatura. Este instrumento é montado de tal forma que uma extremidade sensível projeta para fora da fuselagem capte a quantidade de calor do ar exterior. Esta parte exposta, normalmente é coberta por uma blindagem especial que tem finalidade de diminuir a radiação direta do Sol e assim minimizar os erros. Temperaturas entre -70 graus e + 50 graus Celsius poderão ser obtidas.

Exemplo de um termômetro:



Quando uma aeronave se desloca dentro de uma massa de ar, o choque de partículas com a haste provoca um aquecimento devido ao atrito, com consequente erro de indicação. Este, no entanto, considerando aeronaves desenvolvendo pequenas velocidades pode ser desprezado.

É sabido que a temperatura para efeito prático diminui com o aumento da altitude numa razão de 2 Graus Celsius a cada 1000ft (300mt) Em algumas situações, onde os valores de temperatura não são fornecidos, utilizaremos esta proporção para estimar valores.

Por exemplo:

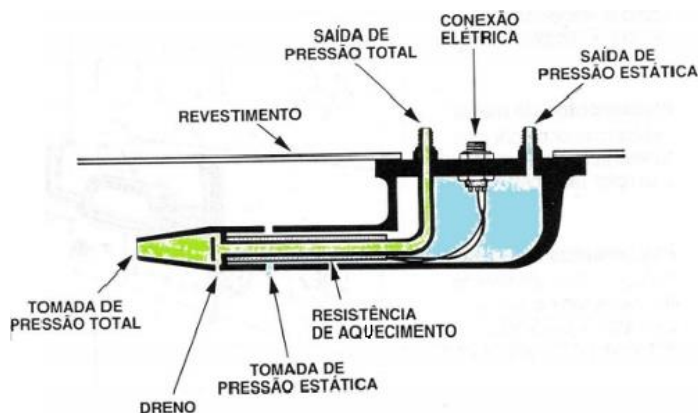
Uma aeronave subindo para 4000ft cuja temperatura no solo é de 10 graus Celsius, encontrará a temperatura de? Se a cada 1000ft perco 2 graus a aeronave terá 8 graus de diferença entre o solo, então será 2 graus Celsius a resposta.

Em algumas situações a temperatura em aviação vem referenciada à atmosfera Padrão da OACI (atmosfera em que cada altitude possui um valor determinado) A este valor chamamos de Condição ISA (ICAO Standard Atmosphere = Atmosfera padrão da Organização de Aviação Civil Internacional). Nestas condições, a temperatura no MSL será de 15 graus Celsius. A cada 1000ft que subirmos perderá 2 graus Celsius.

Sistema de Pitot Estático

O Sistema de Pitot Estático compreende o tubo de Pitot e as linhas de pressão.” e a fonte de tomada de pressões para operação dos seguintes instrumentos: Altímetro, Velocímetro e indicador de subida e descida. A localização do tubo de pitot varia com a aeronave mas, basicamente, é instalado onde possa receber o impacto direto do ar, paralelo a linha de vento relativo e em área de turbulência mínima.

Os dois tipos de pressões captadas pelo tubo de Pitot são: Pressão estática (orifício perpendicular a o vento relativo) e pressão de Impacto ou dinâmica (orifício voltado para a direção de deslocamento da aeronave).





O Instrumento de bordo destinado a fornecer medidas de altitude da aeronave é o altímetro. Antes de estudarmos o instrumento, passemos a definir algumas altitudes:

Altitude Pressão: Altitude lida no altímetro, referida ao nível de pressão padrão de 1013.2 HPA ou 29.92 Polegadas de Mercúrio. Quando inserida no equipamentos, este informa o Nível de Voo voado pela aeronave. Definida como altitude sem correção ou Altitude QNE.

Altitude Indicada: Altitude obtida quando o altímetro tem como referencia de ajuste a pressão do local sobrevoado, reduzida ao Nível Médio do Mar. Definada também como Altitude Pressão corrigida para os erros de pressão ou Altitude QNH.

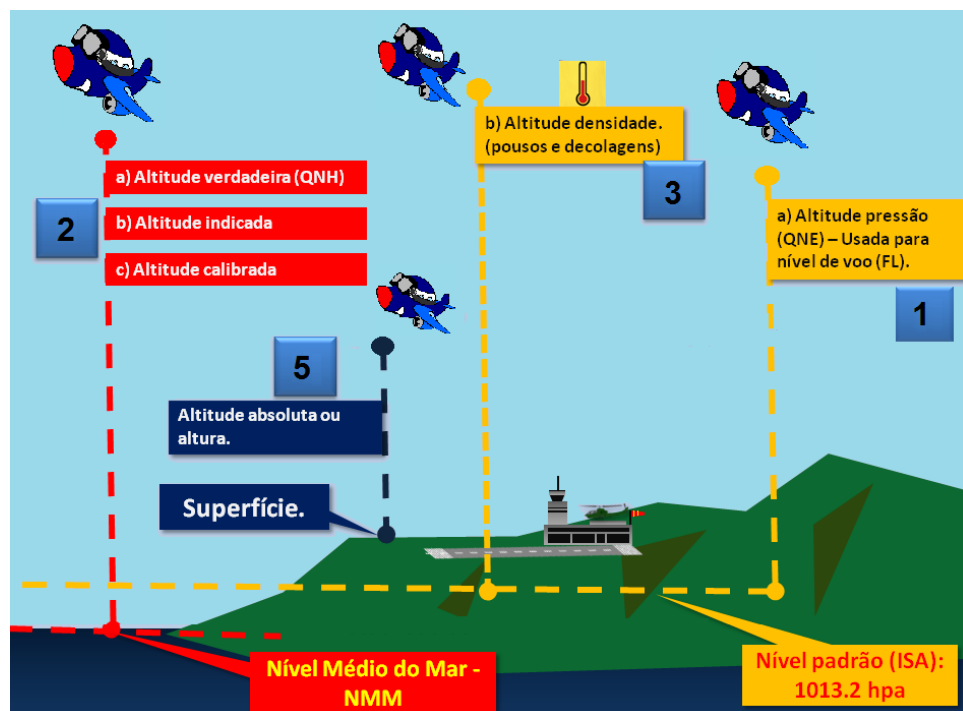
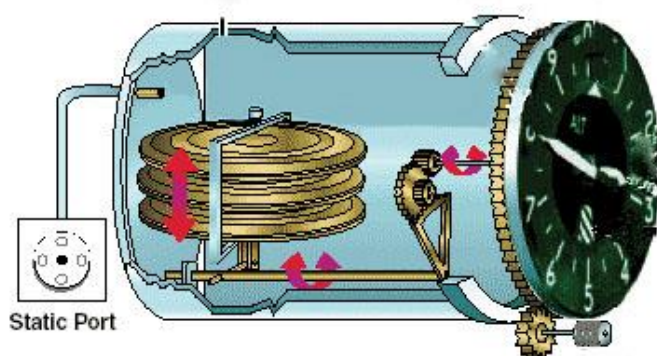
Altitude Densidade: Altitude pressão corrigida para os erros de temperatura e pode ser calculado no Computador de Voo seu valor aproximado.

Altitude Verdadeira: Altitude Pressão corrigida para os erros de pressão e temperatura e pode ser calculada no computador de voo.

Altitude Absoluta ou Altura: distância vertical de uma aeronave em relação ao terreno sobrevoado, ajuste QFE.

Altitude Calibrada: Corrigida para erros de instrumentos.

O Altímetro de bordo compõe-se basicamente de uma capsula aneroide que se expande ou contrai de conformidade com a pressão nela exercida. Esta pressão que age sobre a capsula é a pressão atmosférica captada no tubo de Pitot. Como à medida que subirmos tem-se pressões cada vez menores, a capsula expande-se e movimentam um ponteiro que registra, em uma escala de altitudes, a variação de pressões. Abaixo, na figura temos a representação esquemática do funcionamento do altímetro.



Obs.:
Para efeito prático podemos considerar que:
- A pressão diminui de 1 hectoPascal (HPA) a cada 30ft que subimos.
- A temperatura decresce 2 graus Celsius a cada 1000ft que subimos.



A pressão , a partir da qual se esta medindo , pode ser inserida no equipamento através de um botão seletor. A pressão ou ajuste inserido aparece numa janela batizada de Janela Kolsmann. Temos assim os seguintes ajustes:

1. Ajuste QNE: Quando a pressão inserida é 1013,2 hpa ou 29.92 pol. Mercúrio, o ajuste é chamado de padrão. A altitude sempre será expressa em Nível de Voo. É utilizado para voos em rota.
2. Ajuste QNH: é aquela em que a pressão a ser inserida é informada por algum órgão de Serviço de Tráfego Aéreo. É a que ocorre num aeródromo, reduzida ao nível médio do mar. Indica a elevação do aeródromo quando a aeronave está em solo.

Altitude de Transição: mudança de QNH para QNE. Quando não publicado, o padrão é realizar a troca ao cruzar 3000ft de altura em relação ao aeródromo.

Nível de Transição: O Transition Level, do português Nível de Transição, é o contrário da TA, é o ajuste em voo, do QNE para o QNH, ou seja, do ajuste padrão de altímetro para o ajuste de QNH do aeroporto de destino. A sabermos a TRL do aeródromo, precisamos fazer uma "pequena conta"

-Quando o ajuste de altímetro do aeródromo estiver 1014hpa para cima, somamos 500'.

-Quando o ajuste de altímetro do aeródromo estiver 1013hpa para baixo, somamos 1000'

Ou seja, se a TA de SBPA é 4000', se tivermos um ajuste de 1014hpa para cima, teremos uma TRL no FL045, e caso estiver 1013hpa para baixo, a TRL será no FL050.





INDICADOR DE SUBIDA E DESCIDA

Tem como objetivo medir a tendência da aeronave subir ou descer em quantidade de pés por minuto, também conhecido como CLIMB. Trabalha exclusivamente com a pressão estática obtida pelo Pitot, porem possui uma capsula aneroide que varia de acordo com a pressão.



VELOCÍMETRO

O velocímetro dos aviões mede a velocidade relativa do ar externo. O velocímetro do avião se difere dos demais, pois funciona com pressões sendo elas estática e total (está capta a pressão estática e dinâmica) sendo captadas por entradas independentes. As duas pressões estáticas se cancelam dentro do instrumento, restando somente a dinâmica que é indicada na cabine de comando para o piloto.



VELOCIDADES

VI - Velocidade Indicada (IAS)

A **Velocidade Indicada (VI)** é a velocidade que lemos diretamente no velocímetro, sem correções de erros. É utilizada nos manuais de performance da aeronave, informando velocidades de decolagem, aproximação, pouso, Stoll, limites estruturais e etc., além de ser passada aos controladores de tráfego aéreo, quando estes solicitarem informação de velocidade do avião em voo;

VS – Velocidade no solo (GS)

É a velocidade da sombra da aeronave no solo. Varia com o vento.

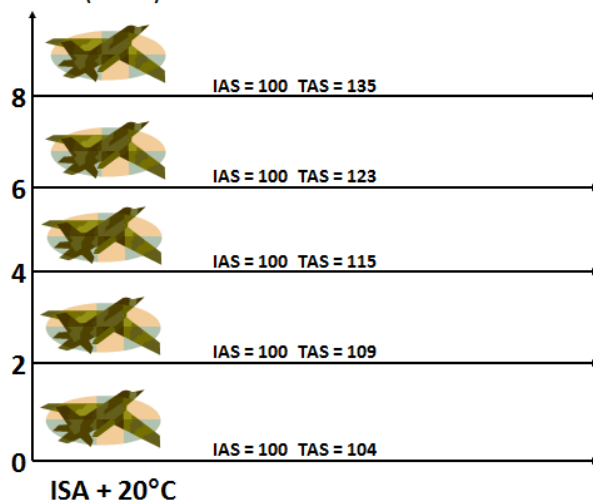
VA - Velocidade Aerodinâmica (TAS)

É a velocidade em relação ao ar. Também conhecida como Velocidade Verdadeira. Utilizada nos cálculos de navegação. Quanto mais quente for a temperatura da atmosfera esta apresentará uma densidade menor e a aeronave voará mais rápido pois teremos menos resistência ao avanço. Por outro lado, à medida que o ar atmosférico fica mais frio, a densidade aumenta oferecendo assim maior resistência ao avanço da aeronave e, portanto, menor velocidade.

A VA **NÃO** se altera com o vento. Se altera com a temperatura e pressão.

Gráfico TAS x IAS

Altitude Pressão (1.000 ft)





OUTRAS VELOCIDADES:

Velocidade Calibrada (VAS): é a VI calibrada para erros de instrumento.

Velocidade a nunca exceder (VNE): é a velocidade limite. Sua ultrapassagem causa o estol de pá (nos helicópteros).

Número de MACH: relação entre a velocidade do som e a VA de um objeto. Varia com a temperatura.

Velocidade de máximo alcance: é a velocidade que permite voar a maior distância com certa quantidade de combustível.

Velocidade de máxima autonomia: é a velocidade que permite voar por mais tempo com certa quantidade de combustível.

Transformações de unidades:

1 NM = 1,852 Km

1 ST = 1,609 km

1 kg = 2,2 libras

1 libra = 0,45 kg

1 metro = 3,28 pés





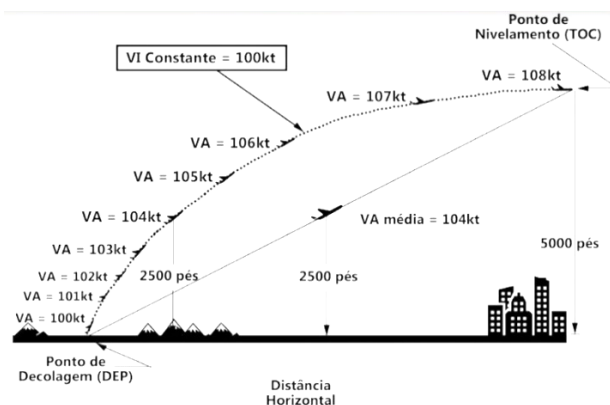
PERFIL DE SUBIDA

Logo após a decolagem de uma aeronave de um aeródromo, sabemos que a mesma executa uma subida para o nível de cruzeiro. Durante esta subida, ela percorre uma certa distância em relação ao aeródromo de partida e também gasta um determinado tempo de voo, elementos estes que o piloto necessita calcular no seu planejamento. Este regime de voo é conhecido como perfil de subida, que veremos a seguir.

Cálculos:

O perfil de subida pelo método das médias supõe que uma aeronave, durante a subida, mantenha uma razão de subida constante (quantidade de distancia vertical de subida vencida por minuto), e uma velocidade Indicada (VI) também constante.

A razão de subida será lida no CLIMB, visto na aula anterior. A velocidade indicada, lida no velocímetro, normalmente expressa em KNOTS. Deve-se observar, no entanto, que uma aeronave mantendo a VI constante a medida que irá subindo ganhará velocidade Aerodinâmica, avançando assim distancias horizontais maiores a medida que irá subindo.



Colocando isto num gráfico, verificamos que o perfil de subida real, e o perfil de subida teórico, atingem o mesmo ponto de nivelamento, TOC (TOP OF CLIMB). Este ponto está a uma certa distancia vertical e horizontal no gráfico, em relação ao ponto de partida.

A conclusão é que, se precisarmos calcular a distância vencida na horizontal, podemos usar a VA média como referencia, em vez de utilizar diversas VAs como no perfil real.

Separei um exemplo para aprendermos a calcular de maneira fácil um perfil de subida.

Exemplo 1

Velocidade Indicada de Subida	90KT
Elevacao do Aerodromo	MSL
Temperatura no Aeródromo	20°C
Razão de Subida	500ft/min
Nível de cruzeiro	FL050
Consumo de combustível	42LT/h

Preencha conforme a aula:

PEDE-SE

1) Quantidade de subida(QS): Distancia vertical que a aeronave terá que vencer contada a partir do ponto de decolagem(DEP) ate o FL de cruzeiro:

$QS = FL \text{ DE CRUZEIRO} - \text{ELEVACAO DO AERODROMO.}$

$QS = 5000 - 0$

$QS = 5000$

2) Tempo de Subida= tempo gasto da Decolagem ao TOC (Top of Climb)

$TS = QS \div R/S(\text{RAZAO DE SUBIDA})$

$TS = 5000 \div 500$

$TS = 10 \text{ MIN}$

3) Altitude media de subida:

$AMS = (FL + \text{ELEV}) \div 2$

$AMS = (5000 + 0) \div 2$

$AMS = 2500 \text{ FT}$

4) Temperatura media de Subida (TMS) =

$TMS = (\text{TEMPERATURA DO AERODROMO} + \text{TEMPERATURA NO FL}) \div 2$

$TMS = (20 + 10) \div 2$

$TMS = 15 \text{ c}$



5) Velocidade Aerodinâmica media de Subida :

VI de subida: 90 kt

Altitude media de subida: 2500

A CADA 1000ft GANHA-SE 2% DA VI: então ganhara
 5 % = 90 + 5% = 94,5 kt = 94 kt

6) Distancias prevista para alcançar o TOC: a distancia real percorrida no solo 'e calculada através da VS, porem para planejamento utilizamos a VAMS para estimativa de distancia a ser percorrida.

$$\frac{94 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ NM}}{10 \text{ min}} \rightarrow \text{Dist} = 16 \text{ NM}$$

7) Combustível utilizado na subida

Leva em consideração o tempo de subida e a quantidade de consumo por hora =

Se a aeronave consome 42 litros por hora, em 10 min consumira = **7 litros**.

Exemplo 2

Dados:

Hora da Decolagem	-----1430z
Elevação do AD	-----1500ft
Temperatura no Aeródromo	-----10°C
VI nas subidas	-----105 kt
Razão de Subida	-----640ft/min
Nível de Cruzeiro	-----FL 085
Consumo nas subidas	-----10,9 gl/h

Preencha conforme a aula:

- 1) Tempo de subida:
- 2) Altitude media de subida
- 3) Temperatura media de subida
- 4) VA media de subida
- 5) Consumo
- 6) Hora que atingira o TOC

Somente o Item 6 que seria o horário que atingiremos o TOC, é novidade, levamos em consideração o horário de nossa decolagem e o tempo de subida que foi de 11 min. 14:30z + 11 min= atingiremos o **TOC 11:41z**

Pede-se:

1) TS

$$\text{TS} \begin{cases} \text{QS} = 7000 \text{ pés} \\ \text{RS} = 640 \text{ pés/min} \end{cases}$$

$$\frac{640 \text{ pés}}{1 \text{ min}} = \frac{7000 \text{ pés}}{X \text{ min}} \quad \text{TS} = 11 \text{ min}$$

2) AMS

$$\text{AMS} = (\text{Elev} + \text{FL}) : 2$$

$$\text{AMS} = (1500 \text{ pés} + 8500 \text{ pés}) : 2$$

$$\text{AMS} = 5000 \text{ pés}$$

3) TMS

$$\text{TMS} = (\text{TAD} + \text{TFL}) : 2$$

$$\text{TMS} = (10^\circ\text{C} + [-4^\circ\text{C}]) : 2$$

$$\text{TMS} = 3^\circ\text{C}$$

4) VAMS

$$\text{VAMS} \begin{cases} \text{VIS} = 105 \text{ kt} \\ \text{AMS} = 5000 \text{ pés} \\ \text{TMS} = 3^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\text{VAMS} = 113 \text{ kt}$$

5) DS

$$\text{DS} \begin{cases} \text{TS} = 11 \text{ min} \\ \text{VS na subida} = 113 \text{ kt} \end{cases}$$

Obs: como o vento é desconhecido, supor inicialmente VS = VA, portanto, VS de subida = VAMS

$$\frac{113 \text{ NM}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ NM}}{11 \text{ min}} \quad \text{DS} = 21 \text{ NM}$$

6) CG

$$\text{CG} \begin{cases} \text{TS} = 11 \text{ min} \\ \text{CH} = 10,9 \text{ galões/h} \end{cases}$$

$$\frac{10,9 \text{ galões}}{60 \text{ min}} = \frac{X \text{ galões}}{11 \text{ min}}$$

$$\text{CG} = 2 \text{ galões}$$

7) Hora do TOC

$$\text{Hora TOC} = \text{Hora DEP} + \text{TS}$$

$$\text{Hora TOC} = 1430Z + 0011$$

$$\text{Hora TOC} = 1441Z$$

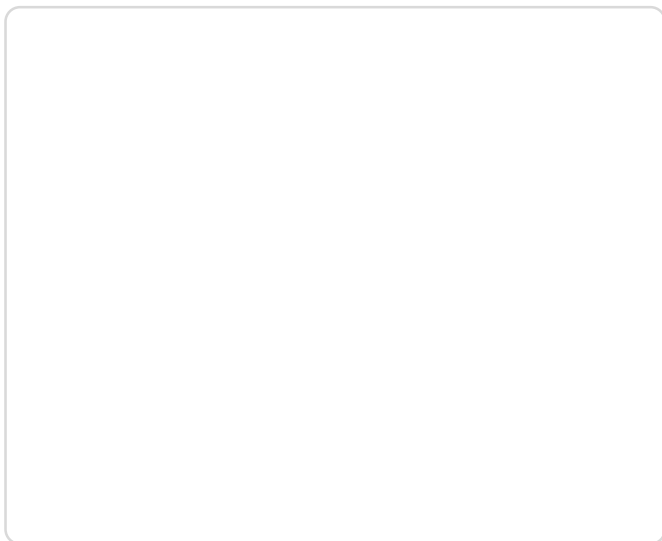


PERFIL DE DESCIDA

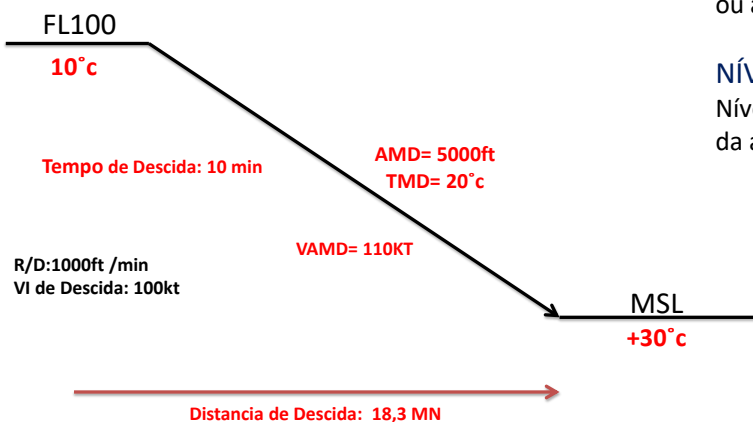
CRUZEIRO

Após o Top Off Climb(TOC) a aeronave voa no que se chama regime de cruzeiro. Uma trajetória nivelada onde o ponto onde a aeronave nivelou é a referência inicial e o ponto onde a aeronave inicia a descida (TOD) top off descending. É a referência final. Sendo assim, percebe-se que inicialmente os perfis de subida e o de descida já devem ter sido calculados, para sabermos de que ponto a que ponto consideramos regime de cruzeiro.

Conforme explicação dada em aula defina o que você estendeu por Perfil de Cruzeiro:



PERFIL DE DESCIDA



PERFIL DE DESCIDA

É na aproximação para pouso em um aeródromo que se inicia nosso perfil de descida, em virtude da mesma estar voando em regime de cruzeiro nem determinado nível, é de se aceitar que a mesma inicie uma trajetória de descida, da altitude que vinha voando para chegar ao aeródromo de destino na altitude de pouso. Esta trajetória, chamada de perfil de descida, inicia num ponto batizado de TOD(TOP OF DESCENT) , que está a uma certa distancia do aeródromo no qual se pretende pousar, e termina na pista de pouso.

Todos os cálculos do perfil de descida são idênticos ao perfil de subida: altitude média, temperatura média, velocidade aerodinâmica média de descida, tempo de descida, consumo médio de descida, etc. Tal qual acontece no perfil de subida, no perfil de descida iremos considerar que a aeronave manterá uma velocidade indicada (VI) e uma razão de descida com valores constantes. Como vemos nos exemplos abaixo

ALTITUDE DE TRANSIÇÃO

Altitude na qual ou abaixo da qual a posição vertical de uma aeronave é controlada por referência a altitudes.

NÍVEIS DE CRUZEIRO

Os níveis de cruzeiro nos quais um voo, ou parte dele, deve ser conduzido, serão referidos a: a) níveis de voo, para os voos que se efetuem em um nível igual ou superior ao nível de voo mais baixo utilizável ou, onde aplicável, para o voo que se efetue acima da altitude de transição; ou b) altitudes, para os voos que se efetuem abaixo do nível de voo mais baixo utilizável ou, onde aplicável, para os voos que se efetuem na altitude de transição ou abaixo.

NÍVEL DE TRANSIÇÃO

Nível de voo mais baixo disponível para uso, acima da altitude de transição.



REGRAS DE VOO VISUAL CRITÉRIOS GERAIS

1. Exceto quando operando como voo VFR especial, os voos VFR deverão ser conduzidos de forma que as aeronaves voem em condições de visibilidade e distância das nuvens iguais ou superiores àsquelas especificadas no quadro da Tabela 4.

2. Não obstante o estabelecido em 5.1.1 anterior, os voos VFR somente serão realizados quando simultânea e continuamente puderem cumprir as seguintes condições: a)manter referência com o solo ou água, de modo que as formações meteorológicas abaixo do nível de voo não obstruam mais da metade da área de visão do piloto; b)voar abaixo do nível de voo 150 (FL 150); e c)voar com velocidade estabelecida.

3. Exceto quando autorizado pelo órgão ATC para atender a voo VFR especial, voos VFR não poderão pousar, decolar, entrar na ATZ ou no circuito de tráfego de tal aeródromo se: a)o teto for inferior a 450m (1500 pés); ou b)a visibilidade no solo for inferior a 5km.

4. Exceto em operação de pouso e decolagem, o voo VFR não será efetuado: a)sobre cidades, povoados, lugares habitados ou sobre grupos de pessoas ao ar livre, em altura inferior a 300m (1000 pés) acima do mais alto obstáculo existente num raio de 600m em torno da aeronave; e b)em lugares não citados na alínea anterior, em altura inferior a 150m (500 pés) acima do solo ou da água.

5. Para a realização de voos VFR nos espaços aéreos Classes B, C e D as aeronaves devem dispor de meios para estabelecer comunicações em radiotelefonia com o órgão ATC apropriado.

6. É proibida a operação de aeronaves sem equipamento rádio ou com este inoperante, nos aeródromos providos de TWR e de AFIS.

7. As aeronaves em voo VFR dentro de TMA ou CTR não deverão cruzar as trajetórias dos procedimentos de saída e descida por instrumentos em altitudes conflitantes, bem como não deverão sobrevoar os auxílios à navegação sem autorização do respectivo órgão ATC. 5.1.8 Os voos VFR deverão atender ao estabelecido, no que for aplicável, sempre que: a)forem realizados nos espaços aéreos B, C, D; b)ocorrerem na zona de tráfego de aeródromo controlado; ou c)forem realizados como voos VFR especiais.

9. Quando voando nos espaços aéreos ATS classes E, F e G, os voos VFR não estão sujeitos a autorização de controle de tráfego aéreo, recebendo dos órgãos ATS tão somente os serviços de informação de voo e de alerta.

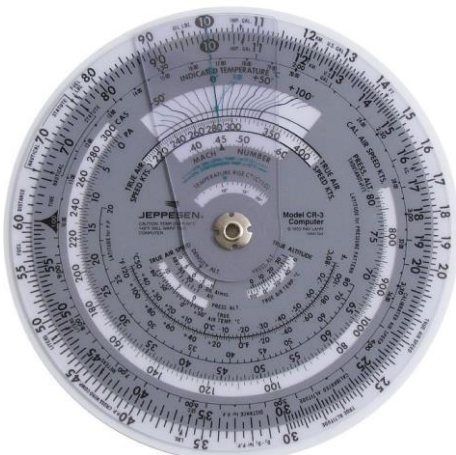
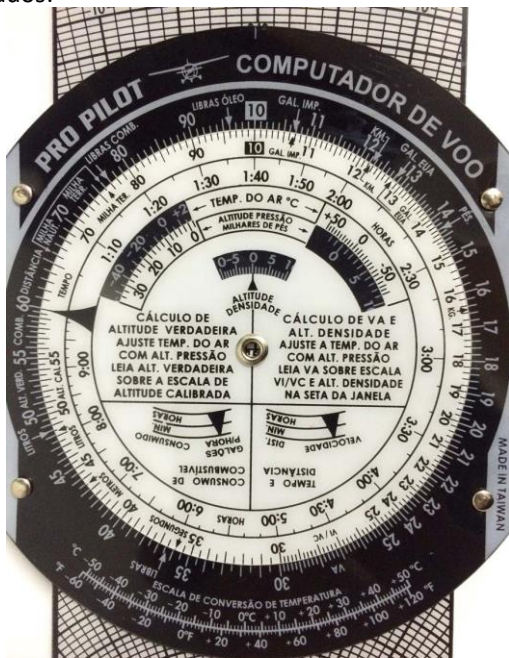




COMPUTADOR DE VOO – FACE “A”

O computador de Voo é um dispositivo básico que resolve vários cálculos de navegação. Os computadores mais conhecidos são: de régua e circular. Este tipo de dispositivo nada mais é que uma régua de engenharia adaptada para solucionar os principais problemas que iremos estudar no decorrer de nossa aula. O computador que iremos estudar devido a facilidade de uso será o computador de régua.

O computador de voo possui duas faces a face “A” e face “B”, a face A possui um círculo móvel que tem em suas extremidades uma escala graduada de 10 a 100, além de janelas com diversas finalidades. O círculo externo igualmente graduado. Abaixo duas imagem que demonstram os dois computadores citados:



Os valores expressos no computador de voo não estão com seu ponto decimal fixo, sendo necessário portanto, interpretar a posição da vírgula em qualquer resultado alcançado. Isto quer dizer que o valor encontrado de 10 por exemplo, pode ser 100, 1000, 10000 de acordo com o problema e lógica encontrada. Existem diversos cálculos que pode ser realizado no computador de voo os principais vamos estudar a seguir:

CÁLCULO DE VELOCIDADE, TEMPO, DISTÂNCIA

Ex1:

VS= 124KM/hora

Distância= 93km

Tempo=?

Solução: Ajustar o 124 sobre o 60(seta Horária) e o resultado será encontrado abaixo do 93.

Ex2:

VS =85 KT

Tempo :01 hora 31 min

Qual a Distância Percorrida ?

Solução : Ajustar o 85 sobre o 60 , acima de 91(1h31) a distância será encontrada.

Ex3:

Distância Percorrida= 170NM

Tempo Voado= 1 hora 25 min

Qual a Velocidade da Aeronave = ?

Solução :

Passo 1= Ajustar 1 hora 25 min na distância percorrida 170NM

Passo 2 = Na seta horária estará a resposta.

RAZÃO DE SUBIDA E DESCIDA

Ex1:

Razão de subida de 1000ft/min

Em 3 min-----?

Resposta: 3000 ft

Solução: Ajustar o 1 min (10 em negrito do arco de dentro) abaixo do 30(do arco de fora) abaixo do 3(do arco de dentro) estará a resposta no caso 3000ft.

Perceba que o computador de voo nada mais faz que uma regra de três simples.



CONSUMO HORÁRIO

Consumo de 64 litros / hora

30 min-----???

Solução: Ajustar a seta horária abaixo do 64, no 30 (arco de dentro) ler a resposta no arco de fora.

Estes são alguns cálculos realizados na face A. Agora vamos ver uma parte fundamental de nossa navegação, o abastecimento mínimo regulamentar para voarmos.

Regulamentação Mínima de Combustível segundo RBHA 91.

Voos Visuais: $A \rightarrow B + 30 \text{ min}$ (Voos Diurnos)

Voos Visuais: $A \rightarrow B + 45 \text{ min}$ (Voos Noturnos)

Voos Sob regras de voo instrumento: $A \rightarrow B \rightarrow C + 45 \text{ min}$

Onde :

A= corresponde ao aeródromo de partida

B=aeródromo de Destino

C= aeródromo de Alternativa

Voltando aos cálculos:

Vamos realizar agora as conversões de unidades de medida:

Milhas Náuticas (NM) e Milhas Terrestres (ST)

Solução: Ajustar 15 (face interna) abaixo da seta KM(face externa)

Ler abaixo da seta (NAUT) próximo ao 70(face externa) o valor.

Ler abaixo da seta (STAT) próximo ao 80 (face externa) o valor.

Conversão para Litros / Galões.

1 litro = 0,26 Galões Americanos

10 litros = 2,6 Galões Americanos

Ex1:

Converter 68 litros em Galões Americanos.

Solução : Ajustar a seta LITERS(próxima ao número 50 (face externa) sobre a seta US GAL(próxima ao numero 13 face interna). Resposta estará abaixo do 68 face externa.

ALTITUDE DENSIDADE

A altitude densidade tem haver com a temperatura do ar, quanto mais frio estiver mais denso estará o ar, quanto mais quente , menos denso.

Na altitude de 10.000ft a temperatura é 0 °c, qual a altitude densidade?

0 °c -----10.000ft

Solução : Utilizar a janela de cálculos da direita , Ajustar a temperatura de 0 °c coma altitude de 10.000ft, observar a resposta na janela central (altitude densidade).

ALTITUDE VERDADEIRA

Altitude Verdadeira leva em consideração a pressão temperatura. Porém precisamos de alguns dados :

- QNH
- Temperatura
- Nível desejado

Ex1:

10.000ft = 0 °c

Altitude Indicada = 9000ft

Solução: Ajustar a temperatura com a altitude pressão . Acima de altitude QNH no caso 9000ft leia a altitude verdadeira.

Velocidade Aerodinâmica

10.000ft = -20°C

VI= 100kt(arco de dentro)

VA=114 (arco de fora)

Solução: Ajustar temperatura com a altitude pressão no caso 10000ft, achando a Velocidade Indicada no arco interno (conforme a vídeo aula) , achando o resultado no arco externo.

Número de Mach

Seria a velocidade aerodinâmica comparada com a velocidade do Som, lembrando que a velocidade do som diminui de acordo com o aumento da altitude, devido a densidade do ar.

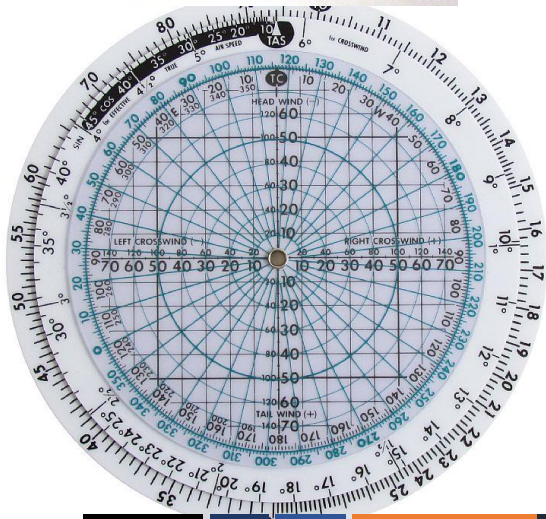
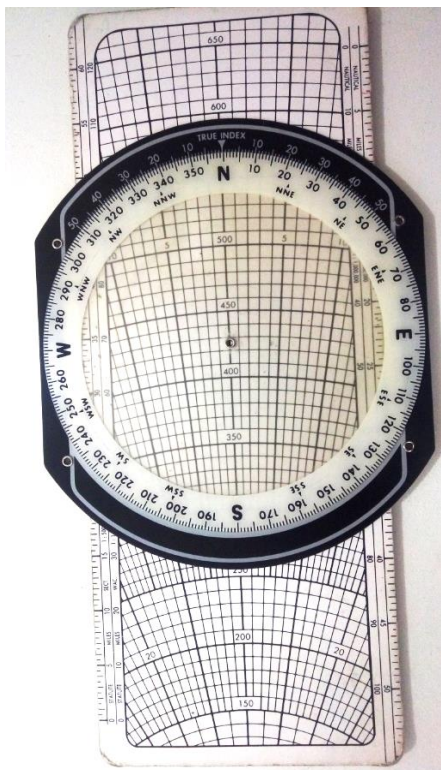
Para este cálculo utilizamos a janela da direita demos Girar até ajustar a flecha de Mach até a temperatura desejada. No arco de dentro ver o número de Mach, achando assim na face externa a velocidade Aerodinâmica.



COMPUTADOR DE VOO – FACE “B”

O computador de Voo é um dispositivo básico que resolve vários cálculos de navegação. Os computadores mais conhecidos são: de régua e circular. Este tipo de dispositivo nada mais é que uma régua de engenharia adaptada para solucionar os principais problemas que iremos estudar no decorrer de nossa aula. O computador que iremos estudar devido a facilidade de uso será o computador de régua.

Abaixo duas imagens que demonstram os dois computadores citados:



Porém estudaremos devido a facilidade somente o computador de régua.

A Face B do computador de voo também conhecida como face do vento, possibilita o piloto calcular o Rumo verdadeiro, Proa Verdadeira, Deriva, Correção de Deriva, Vento desconhecido que pode interferir durante o voo.

O computador de voo deve auxiliar o piloto para resolver de forma prática estes problemas. Então começaremos estudando alguns nomes importantes do computador de voo

True Index: Demonstra a direção, sendo ela ligada ao vento, Rumo, Proa.

Grommet: Esta associada a velocidade do Solo da aeronave ou velocidade do Vento.

Régua de Cálculo: Além de demonstrar distâncias, as linhas horizontais estão associadas a velocidade. Já as linhas verticais estão associadas a ângulos sendo de correção de deriva ou deriva, dependendo do cálculo desejado. A régua demonstrará a deriva quando se pede o Rumo desejado. E demonstrará correção de deriva quando solicitado para encontrar a proa desejada.

Lembrando que todos os cálculos de RUMO, PROA e VENTO, as direções angulares estão baseadas no NORTE VERDADEIRO. Para encontrar o magnético será necessária saber Declinação Magnética.

Então agora vamos estudar os cálculos possíveis passo a passo de como calcular estes problemas:

QUANDO SE PEDE A PV E VS:

Será necessário ter algumas informações como: direção do vento, intensidade do vento, rumo verdadeiro, e velocidade aerodinâmica, somente com estes 4 itens será possível realizar este cálculo, por exemplo:

Rumo Verdadeiro = 200°
 VA = 222 kt
 DV (direção do vento) = 340°
 VV (velocidade do vento) = 25 kt
 PV? E VS?

Passo a passo:

Passo 1: Ajustar o Grommet em uma linha de velocidade qualquer.

Passo 2: Ajustar a direção do vento abaixo do True index no caso 340° .



Passo 4: Girar a rosa dos ventos ate o Rumo Verdadeiro ficar abaixo do true index.

Passo 5: Ajustar o ponto feito ate a linha de velocidade aerodinâmica, no caso 222kt.

Quando Se pede a RV e VS:

Semelhante ao calculo acima, será necessário ter algumas informações como direção do vento , intensidade do vento, proa verdadeiro, e velocidade aerodinâmica, somente com estes 4 itens será possível realizar este calculo, a grande diferença que o ponto será plotado para baixo no computador de voo por exemplo:

Passo 1: Ajustar a direção do vento abaixo do true index.

Passo 2: ajustar Grommet abaixo de uma velocidade qualquer.

Passo 3: Ajustar a intensidade do vento para baixo do grommet.

Passo 4: Ajustar abaixo do true index a PV, no caso 030°

Passo 5: Ajustar o ponto feito na linha de velocidade aerodinâmica , no caso 400 kt.

Pede-se a Direção do Vento e Velocidade do Vento

O cálculo do vento desconhecido devido a ser um pouco mais complexo, devemos ter bastante atenção para realiza-lo de forma correta, também são necessárias algumas informações para realização deste cálculo , as informações necessárias são : RUMO VERDADEIRO, PROA VERDADEIRA, VELOCIDADE AERODINAMICA E VELOCIDADE DO SOLO. A comparação da rumo com a proa dará a correção de deriva que demonstra para aonde esta sendo necessário corrigir a proa para manter nossa rota, e a comparação da VA com VS demonstrará a intensidade que o vento está.

Exemplo:

RV= 360°

VS=120KT

PV=015°

VA=132KT

Só analisando estas informações comparando o Rumo com a Proa , percebemos que o vento esta vindo da nossa direita , lembrando que para mantermos o rumo de 360 graus esta sendo necessário manter a proa 015 graus , toda mudança para direita estamos aumentando a proa , e para esquerda estamos diminuindo.

Comparando a Velocidade do Solo com a Velocidade Aerodinâmica, percebemos que o vento esta de proa , já que a minha velocidade do solo esta menos que a velocidade aerodinâmica , se fosse ao contrário estaria de cauda , e se fossem iguais as duas velocidades ? Bom dai temos duas opções ou o vento esta com uma intensidade muito baixa (nulo) ou o vento esta bem de través do rumo seguido, o que afetará somente a proa de correção.

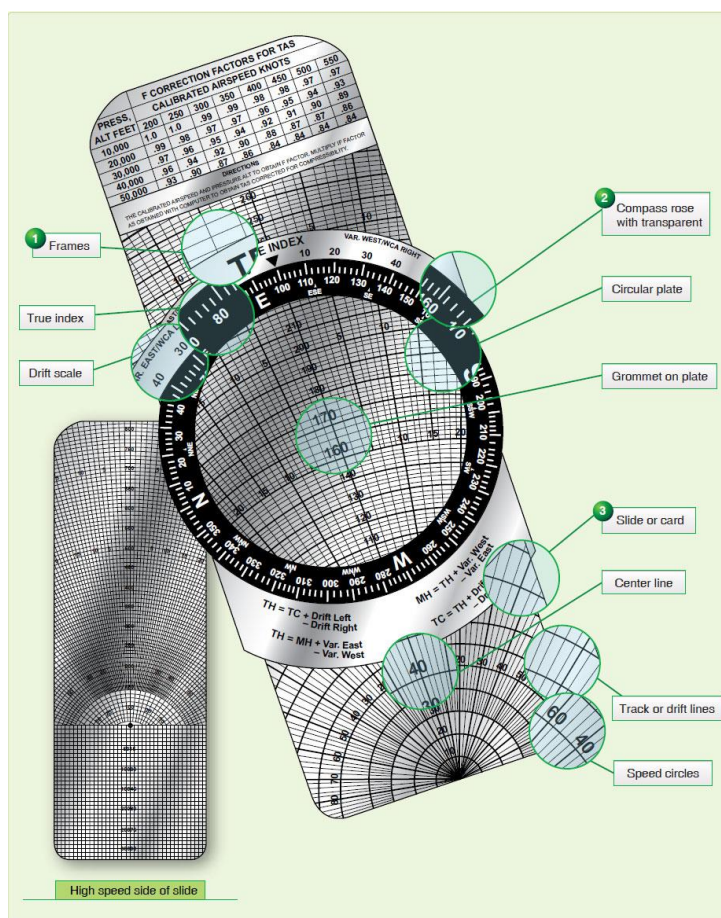
Bom seguindo o passo a passo teremos o seguinte cálculo:

Passo 1: Ajustar abaixo do True Index o RV, no caso 360°.

Passo 2: Ajustar o Grommet acima da VS= 120°.

Passo 3: Fazer um ponto na intersecção da VA com a Diferença angular entre RV e PV, neste caso a Proa esta maior que o Rumo, devemos fazer o ponto para direita.

Passo 4: Girar a rosa dos ventos ate o ponto ficar alinhado para cima no centro do Computador.





EXERCÍCIOS DE REVISÃO

- 1) O método de conduzir uma ACFT, sobre a superfície da Terra, procurando elementos de destaque para orientar sua rota, chama-se navegação:
 - a) rádio,
 - b) eletrônica,
 - c) por contato,
 - d) por estimado.
- 2) As duas componentes básicas do sistema de coordenadas geográficas são:
 - a) Meridianos e Paralelos,
 - b) Equador e Paralelos,
 - c) Equador e Meridianos,
 - d) Latitude e Longitude
- 3) Um semicírculo Máximo, limitado pelos polos, opostos ao meridiano de um observador, é chamado de:
 - a) Co-latitude
 - b) Longitude
 - c) Anti – meridiano
 - d) Anti-latitude
- 4) A latitude média entre $35^{\circ} 15' 30''$ N e $12^{\circ} 17' 40''$ N:
 - a) $23^{\circ} 46' 35''$ N
 - b) $47^{\circ} 33' 10''$ N
 - c) $23^{\circ} 46' 35''$ S
 - d) $47^{\circ} 33' 10''$ S
- 5) Uma distância de 138NM medida sobre um meridiano verdadeiro, corresponde a:
 - a) $02^{\circ} 18'$ de LAT,
 - b) $02^{\circ} 38'$ de LAT,
 - c) $02^{\circ} 18'$ de LONG,
 - d) $02^{\circ} 38'$ de LONG.
- 6) A DLO entre os meridianos 170° E e 170° W é:
 - a) 20°
 - b) 170°
 - c) 340°
 - d) 360°
- 7) O anti-meridiano de $120^{\circ} 45'$ W será:
 - a) $059^{\circ} 15'$ E
 - b) $089^{\circ} 45'$ E
 - c) $105^{\circ} 15'$ E
 - d) $120^{\circ} 45'$ E
- 8) As projeções que tem o ponto de origem das linhas de projeção no centro da Terra chamam-se:
 - a) azimutais,
 - b) gnomônicas
 - c) ortográficas,
 - d) estereográficas.
- 9) Nas cartas de navegação as linhas unindo os pontos de mesma DMG denomina-se:
 - a) Agônicas
 - b) Isogônicas
 - c) Isoclínicas
 - d) Isopóricas
- 10) As linhas traçadas nas cartas, unindo pontos de mesma inclinação magnética, chamam-se:
 - a) Agônicas
 - b) Isogônicas
 - c) Isoclínicas
 - d) Isopóricas
- 11) Numa carta de escala de 1:250.000, 3 cm representam:
 - a) 7,5 cm
 - b) 7,5 m
 - c) 75 m
 - d) 7,5 km
- 12) Rota loxodrômica é aquela que corta os meridianos em ângulos:
 - a) Iguais
 - b) Diferentes
 - c) de 0°
 - d) de 90°
- 13) A projeção que tem como característica a perfeição nas áreas projetadas chama-se:
 - a) Lambert,
 - b) Mercator,
 - c) Ortodrômica,
 - d) Loxodrômica.
- 14) A projeção que apresenta grandes distorções das áreas projetadas em altas latitudes, denomina-se:
 - a) Lambert,
 - b) Zenital,
 - c) Azimutal,
 - d) Mercator



15) A abreviatura SSW pertence ao grupo de pontos:

- a) cardeais,
- b) colaterais,
- c) sub-cardeais,
- d) sub-colaterais.

16) Dados: Dmg = 10°W , Db = 5°E , PM = 005° ,
CD = -10, pede-se: PV, PB, DR, RV e RM

Resposta: _____

17) Quando a hora local (HLO) na posição $46^{\circ}00'\text{N} - 008^{\circ}30'\text{W}$ é 23:00 do dia 16 de agosto, qual será a HLO na posição $46^{\circ}00'\text{N} - 108^{\circ}30'\text{E}$?

- a) 06:48 do dia 17 de agosto
- b) 06:48 do dia 16 de agosto
- c) 06:00 do dia 17 de agosto
- d) 06:00 do dia 15 de agosto

18) Convertendo 090° de um arco de latitude em tempo, teremos:

- a) 06:00
- b) 04:00
- c) 03:00
- d) 0900

19) Na posição $30^{\circ}00'\text{N} - 046^{\circ}30'\text{E}$ a hora local (HLO) é 03:00, portanto, qual será a hora UTC na posição $60^{\circ}00'\text{N} - 016^{\circ}15'\text{W}$?

- a) 23:54
- b) 22:49
- c) 22:54
- d) 23:00

Extra:

20) A força do campo magnético da Terra que faz uma Agulha aqlinhar-se na direção Norte /Sul chama-se:

- a) Componente Vertical
- b) Declinação Magnética
- c) Insclinação Magnética
- d) Componente Horizontal

