

Ground track

Leandro Baroni

leandro.baroni@ufabc.edu.br

Laboratório de guiagem, navegação e controle

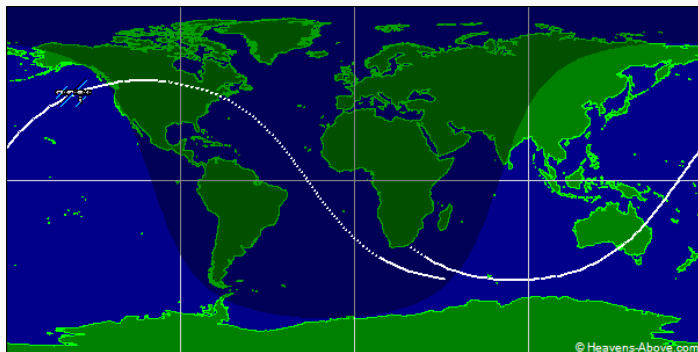
Problema 2 – Aula 3

Ground track – Atividade 2

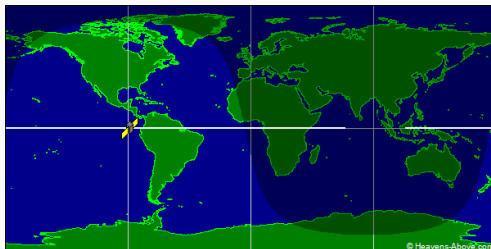
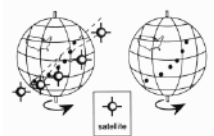
- **Objetivo:** Obter o ground track do veículo espacial, ou seja, traçar o caminho do veículo espacial ao redor da Terra em 2D
- **Atividade:** Apresentar o gráfico 2D do *ground track* em função da latitude (entre -90° e 90°) e longitude (entre -180° e 180°) e ao fundo, o planisfério
- **Metodologia:** Dados o TLE de um veículo espacial e considerando o problema de dois corpos, implementar uma rotina para obter o *ground track* junto com o planisfério



- *Ground track*: trajetória ou faixa sobre a superfície.
- Em geral, o *ground track* é mostrado sobre um planisfério.
- *Ground track da ISS* durante um período orbital:



1) Órbita circular com inclinação nula

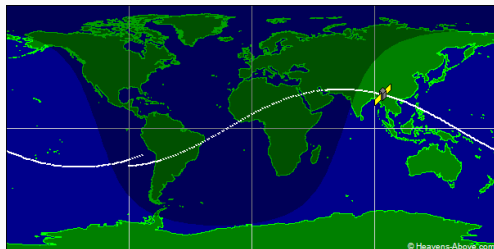
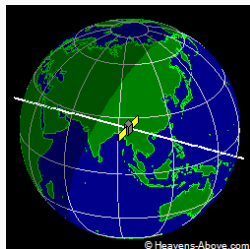


O3B FM17

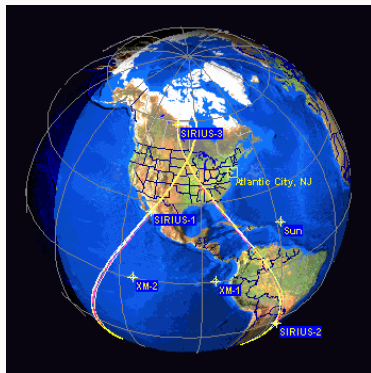
- O *ground track* deste tipo de órbita é uma linha coincidente com a do Equador

2) Órbita do telescópio espacial Hubble

- A órbita é circular, tem altitude de 530 km ($R = 6908$ km) e inclinação de $28,5^\circ$.



- Neste caso, o *ground track* é uma linha curva com inclinação (similar a uma senoide) com intervalo de 2π
- Por que ocorre uma “descontinuidade” da linha?
 - A Terra gira, logo a cada período orbital apresenta um $\theta \approx 24^\circ$ de diferença para o caso do telescópio espacial Hubble



Órbita Tundra dos satélites Sirius

- <https://spaceflight101.com/spacecraft/tundra/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Tundra_orbit
- QZS-1, QZS-2, QZS-4, QZS-1R (Sistema QZSS)

Determinar a latitude e a longitude

O algoritmo para determinar a latitude e a longitude do ponto do sub satélite, em função do tempo, pode ser dado por:

```
Inicialize
  elementos orbitais:  $a, e, i, \omega, \Omega, \nu_0$ 
  Tempo sideral de Greenwich na época:  $\theta_{g0}$ 
  Período:  $P = 2\pi\sqrt{a^3/\mu}$ 
  Número de passos:  $N$ 
  Tempo do passo:  $\Delta t = P/(N - 1)$ 
for  $j = 0 : N - 1$ 
  Calcule
    Vetor posição:  $\vec{r}_I$ 
    Tempo sideral de Greenwich:  $\theta_g = \theta_{g0} + \omega_{\oplus} j \Delta t$ 
    Converta  $\vec{r}_I \rightarrow \vec{r}_E$ 
    Latitude:  $\phi$ 
    Longitude:  $\lambda$ 
```

- ω_{\oplus} = velocidade angular da Terra
- *Observação:* θ_g deve ser dado em um ângulo entre 0 e 2π . Logo, deve-se limitar o resultado a este intervalo.