



Instituto Universitário de Lisboa

# Sistemas de comunicações digitais por satélite

June 1  
**2014**

---

*Relatório do trabalho da cadeira de sistemas de comunicações digitais por satélite. Introdução dos assuntos teóricos e explicação e desenvolvimento do software de simulação.*

**Óscar Martínez Cano 63994**

## Introdução

O trabalho realizado trata assuntos que tem que ver com a mecânica orbital, os sistemas de coordenadas e definição das órbitas dos satélites a partir de seus elementos keplerianos.

Os dados keplerianos são aqueles que permitem-nos definir uma órbita de um satélite que esteja em qualquer posição. Estes são:

- Longitude no nóculo ascendente ( $\Omega$ ).
- Inclinação da órbita ( $i$ ).
- Argumento do perigeu ( $\omega$ ).
- Semieixo maior da elipse ( $a$ ).
- Excentricidade da elipse ( $e$ ).
- Tempo de passagem no perigeu ( $t_0$ ).

Estes dados podem apresentar se em diferentes formatos mas nos vamos a utilizar o formato de duas linhas. Ex:

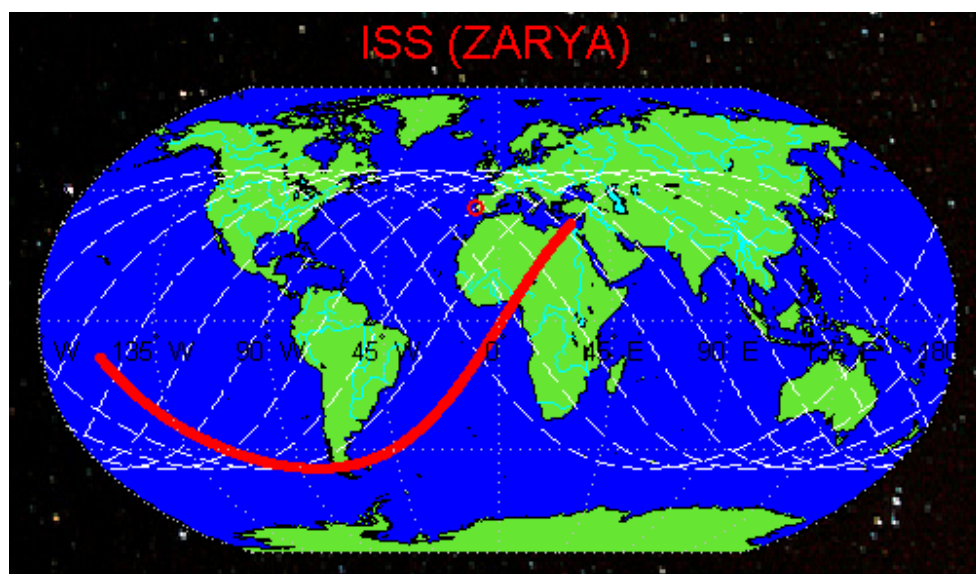
ISS (ZARYA)

```
1 25544U 98067A 14151.47661569 .00003929 00000-0 75409-4 0 3958
2 25544 51.6473 182.4298 0004138 53.2082 30.6877 15.50535211888731
```

Com estes dados e tendo em conta as equações de kepler podemos calcular o trizado descrito pelo satélite na superfície da terra

$$M = E - e \cdot \sin(E) \quad (1)$$

$$E = 2 \cdot \operatorname{artg} \left( \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{\theta}{2} \right) \right) \quad (2)$$



Para más informação veja se os acetatos da cadeira.

## Descrição do software

Nesta parte vamos descrever o funcionamento do software.

O software descarga os dados keplerianos dos satélites da pagina <http://www.celestrak.com/>. Nesta web há muitos satélites mas nos só permitimos escolher unos poucos, de diferentes tipos.

```
Satelites disponiveis
(1) ISS (ZARYA)
(2) Iridium 33
(3) GPS BIIA-10 (PRN 32)
(4) NOAA 15
-----
Escolha umos dos satelite disponiveis: 1
-----
```

Depois o software pede para escolher o número de órbitas para calcular o trizado descrito pelo satélite na superfície da Terra, e a posição dum observador para calcular posteriormente a distância ao satélite, a elevação e o azimute:

```
Posicoes disponiveis
(1) Lisboa
(2) Madrid
(3) Rio de Janeiro
(4) Pekin
-----
Escolha posição do observador: 1
```

Um exemplo dos dados obtidos é:

```
Distaça: 3642.965 Km. Elevação: -9.6605 Graus. Azimute: 90-8.306921 Graus
```

Nesta última parte vamos esclarecer algumas funções do código desenvolvido:

```
TXT = fopen('satellites.txt','w');
% cria uma TXT para guardar os dados
strURL = ...
urlread('http://www.celestrak.com/NORAD/elements/stations.txt');
% ler os dados da URL
fprintf(TXT,strURL);
fclose(TXT);
```

Este código cria um ficheiro TXT, lê a informação duma página web, depois grava os dados no ficheiro e fecha o documento. Mas Pôde se adicionar mais informação posteriormente.

```
[Nlinha1,Nsat,Nsat2,epoch,decay,cero,desco,cero2,Set] =
...textread('satellites.txt','%d %s %s %f %f %s %s %d %d'
...,1,'headerlines',salto);
```

Esta função permite nos ler os dados dum documento que tenha um formato conhecido. Só temos que saber quais são os dados que há na linha que queremos ler. Também podemos ir a qualquer linha especificando o número de saltos de linha.

```

E(j) = kepler_E(excOrb,M(j));
theta(j) = 2*atan(sqrt((1+excOrb)/(1-excOrb))*tan(E(j)/2));

```

Esta função calcula a anomalia excêntrica conhecida a excentricidade da órbita e a anomalia media. A função utilizada o método de Newton para resolver a equação de Kepler (1). Quando temos calculada a anomalia excêntrica, podemos calcular a verdadeira anomalia a partir da equação (2).

```

planisfer = worldmap('world');

```

Worldmap é uma toolbox de Matlab para desenhar mapas e permite adicionar as coordenadas dos pontos adejados, das costas, dos rios, das cidades.

```

plotm(latiTrazo,longTrazo,'Color','white',
... 'linewidth',1,'LineStyle','--');

```

Esta é a função que permite adicionar pontos geográficos no mapa.

## Conclusão

Se trata de um trabalho de simulação de posicionamento de satélites e controlo de vela que permite monitorizar um satélite situado em qualquer orbita, permitindo-nos calcular a distancia ate o satélite, sua elevação e o azimuth a relação à posição dum observador qualquer. Fica como um trabalho aberto porque pode-se adicionar ainda mais funções, poderia se calcular a velocidade de protecção de satélite na terra, obter a posição actual de Internet e monitorizar a satélite em tempo real e com isto poder calcular os tempos quando o satélite esta visível para a observador e outras coisas. Embora é um trabalho útil e interactivo para perceber o funcionamento da mecânica orbital.