

# ANEXO I

EL SATÉLITE Y SU PUESTA EN ÓRBITA.

TFG

GRADO EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICOS

AUTOR: PÉREZ ARANDA, ALEJANDRO

TUTOR: BONILLA FERNÁNDEZ, D. ANTONIO

IES LAS FUENTEZUELAS

AÑO 2024

## Tabla de contenido

1. El Satélite.....	2
1.1. Contexto Histórico.....	2
1.2. ¿Qué es un satélite? .....	3
1.2.1. ¿Cómo funciona un satélite?.....	3
1.2.2. Partes de un satélite.....	4
1.3. Tipos de satélites.....	5
2. Puesta en órbita. ....	6
2.1. Cálculo de la masa y tamaño del satélite.....	7
a) Cálculo de masa.....	7
b) Cálculo de tamaño.....	7
2.2. Selección de la órbita. ....	7
a) Tipos de órbitas.....	7
b) Cálculo de la velocidad orbital. ....	8
3. Diseño de la órbita de lanzamiento. ....	9
a) Velocidad de escape.....	9
b) Inclinación orbital.....	9
4. Consultas.....	10
 Figura 1: PARTES DE UN SATÉLITE.....	 4
Figura 2: TIPOS DE ÓRBITAS .....	8
Figura 3: EQUILIBRIO ORBITAL .....	8
Figura 4: VELOCIDAD DE ESCAPE.....	9
Figura 5: INCLINACIÓN ORBITAL .....	9

## 1. El Satélite.

Antes del comienzo del desarrollo, debemos de responder a algunas preguntas básicas, y a otras un poco más científicas, para así poder comprender el correcto funcionamiento y utilidades que tienen los satélites.

### 1.1. Contexto Histórico.

En la década de 1930, Alemania fue la precursora de la idea de ir al espacio, con los famosos cohetes V1 y V2 de fabricación alemana, siendo así los precursores de los lanzadores espaciales, o como se conoce en la jerga más común, de los cohetes. Pero años más tarde, con la finalización de la II Guerra Mundial, en 1945, una parte de los equipos alemanes, de los precursores, fueron camino de la Unión Soviética, y otra gran parte a los Estados Unidos de América, quedando la iniciativa alemana en un segundo plano.

Fue, finalmente, en el 1957, un 4 de octubre, cuando la Unión Soviética, lanza el primer cohete, llamado "Sputnik 1", siendo el primer satélite artificial lanzado con gran mérito, ya que, por el entonces, la Unión Soviética no contaba con equipo ni instrumentos computacionales de cálculo. Esto, sumado a la Guerra Fría, dio lugar al comienzo de la denominada "Carrera Espacial".

¿Un ruso creó el satélite?

Pues bien, respondiendo a esta pregunta, es un sí y un no, ya que como bien he comentado anteriormente, fue la unión de diferentes científicos y personas de gran coeficiente intelectual, siendo en representación rusa, Konstantin Tsiolkovsky; representando a Norteamérica, Robert Goddard y en representación alemana, nos encontramos con Hermann Oberth.

## 1.2. ¿Qué es un satélite?

Bien, para la realización del proyecto: “Construcción de un satélite basado en Arduino”, debemos de saber, antes de nada, que es un satélite.

Según la Real Academia Española (RAE), un satélite puede ser un cuerpo celeste opaco que gira alrededor de un planeta primario. Por otro lado, puede ser un elemento puesto en órbita alrededor de la tierra con fines científicos, militares o para las comunicaciones.

Sabiendo esto, centraré este primer anexo en los satélites artificiales puestos en órbita para diversas funcionalidades, y en concreto, para las telecomunicaciones y las científicas.

### 1.2.1. ¿Cómo funciona un satélite?

Un satélite tiene un funcionamiento complejo, el cual se puede explicar de la siguiente manera:

Un satélite para las telecomunicaciones, es un repetidor que está situado en una órbita terrestre, esta recibe las señales que han sido enviadas por la estación terrestre y las retransmite a otros satélites o las devuelve a los receptores u otras estaciones terrestres que actúan como receptores de señal.

En el caso de los satélites meteorológicos, su funcionamiento consta de la obtención de datos térmicos y datos relacionados con la meteorología, y este la envía a una estación terrestre.

Podemos encontrar dos tipos de satélites:

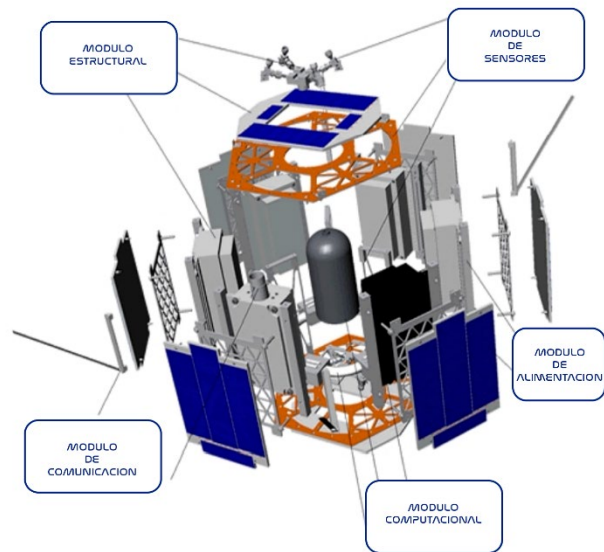
- **Satélites Pasivos:** solo realizan la función de reflejar la señal recibida sin llevar a cabo ninguna otra tarea.
- **Satélites Activos:** amplifican la señal recibida antes de emitirla hacia la tierra o hacia otro satélite.

### 1.2.2. Partes de un satélite.

Un satélite puede tener diversas formas y diversos tamaños, pero todos comparten una gran mayoría de elementos, estando divididos en módulos, encontramos:

**Módulo de comunicación:** formado por las antenas emisoras y receptoras.

**Módulo de alimentación:** dicho módulo permite a dicho satélite, la obtención de suministro eléctrico, estando formado por paneles solares y por baterías.



*Figura 1: PARTES DE UN SATÉLITE*

Muchos de los satélites que se envían al espacio, están dotados de cámaras y sensores científicos, a veces, estos están apuntando hacia la tierra para así poder recoger datos sobre la tierra, la temperatura, el agua, etc..., pero otras muchas veces apunta hacia el espacio, para así recoger datos sobre el sistema solar.

### 1.3. Tipos de satélites.

Los satélites no fueron diseñados para una única función, sino para varias, y es por ello que encontramos diversos tipos de satélites artificiales, como pueden ser:

- **Satélites de observación:** dedicados para las labores astronómicas o de geolocalización.
- **Satélites de telecomunicaciones:** como bien indica su nombre, permite realizar las labores pertinentes a las telecomunicaciones, como puede ser televisión, comunicación, etc.
- **Satélites meteorológicos:** permite conocer de manera constante la información acerca del clima, condiciones atmosféricas u otros detalles importantes de cartografía sin fines militares.
- **Satélites de navegación:** utilizados por el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- **Satélites de reconocimiento:** denominados satélites espías, empleados con fines militares o de inteligencia.
- **Satélites Astronómicos:** sirven como telescopios en órbita para así poder observar regiones del espacio exterior.

## 2. Puesta en órbita.

En ámbitos generales, un satélite es colocado en órbita mediante el lanzamiento de un cohete, y este tras la llegada a un punto previamente calculado, suelta dicho satélite artificial y este se ajusta a la órbita de forma periódica.

Para la puesta en órbita de un satélite, hay que tener en cuenta varios factores y realizar una serie de pasos:

### 1) Cálculo de la Masa y el Tamaño del satélite:

- a. Determinar la masa del satélite, que dependerá de sus instrumentos y equipos de a bordo.
- b. Calcular las dimensiones del satélite para garantizar un equilibrio adecuado entre la estabilidad y la maniobrabilidad.

### 2) Selección de la órbita:

- a. En ese caso, el uso de la órbita geoestacionaria, siendo esta una órbita que se encuentra a 35.765 km sobre la superficie de la Tierra.
- b. Cálculo de la Velocidad orbital requerida para mantener una órbita geoestacionaria utilizando la tercera ley de Kepler:  $V = \sqrt{G * M / R}$ , donde V es la velocidad, G es la constante gravitacional de la Tierra, M es la masa de la Tierra y R es la distancia desde el centro de la Tierra a la órbita deseada.

### 3) Diseño de la Trayectoria de lanzamiento:

- a. Cálculo de la velocidad de escape necesaria para llevar el satélite a la órbita geoestacionaria.
- b. Determinar la inclinación orbital requerida, que es cero grados para una órbita geoestacionaria ecuatorial.
- c. Calcular la velocidad de lanzamiento y dirección necesaria para alcanzar la órbita geoestacionaria.

### 4) Lanzamiento del satélite:

- a. Este será lanzado mediante un transbordador espacial para asegurar que el satélite está en la posición correcta.

### 5) Maniobras de corrección y mantenimiento:

- a. El satélite deberá realizar correcciones periódicas mediante su sistema de autopropulsión.

## 2.1. Cálculo de la masa y tamaño del satélite.

### a) Cálculo de masa.

Para realizar el cálculo de la masa, procederemos al montaje del mismo, y una vez finalizados los procesos de montaje, soldadura y configuración, procederemos a introducir dicho satélite en una báscula de gran precisión, mostrando así la masa total del satélite. Otra alternativa, es el peso individual de cada material y componente procediendo así, a la suma de dichos elementos y materiales.

### b) Cálculo de tamaño.

Para el tamaño del satélite, no hay problema alguno, debido a que los modelos han sido diseñados mediante equipos vectoriales y computacionales, por lo que estos de forma automática, te ofrecen el valor del tamaño de tu modelo. Pero en caso de querer hacer el cálculo de manera manual, mediremos **Alto x Ancho x Profundidad** y tendremos el volumen de este satélite en  $\text{cm}^3$  o en otra medida, pero Volumen = medida cúbica.

## 2.2. Selección de la órbita.

### a) Tipos de órbitas.

Las satélites orbita a diferentes alturas, velocidades y trayectorias, encontrando la órbita geoestacionaria (GEO) y la órbita polar como las órbitas más comunes.

- **Satélites LEO** (Órbita Terrestre Baja): órbita comprendida entre los 160-2000 km y permite obtener datos geológicos sobre placas tectónicas.
- **Satélites MEO** (Órbita Terrestre Media): órbita comprendida entre los 10000 km, y su principal uso es destinado para las comunicaciones de telefonía y televisión, y mediciones de experimentos espaciales.
- **Satélites HEO** (Órbita Terrestre Alta): es una órbita elíptica, no circular, utilizados para cartografiar la Tierra, debido a su ángulo de detección.
- **Satélites GEO** (Órbita Geoestacionaria): tiene una velocidad igual que a la de la tierra, estando a una distancia fija de 35800 km y su uso es destinado a emisiones de telefonía y televisión, así como datos a larga distancia y difusión de datos meteorológicos.
- **Satélite Polar**: los satélites polares son aquellos que poseen una órbita de inclinación cercana a los 90 grados y que pasa por ambas regiones polares.



Ahora bien, surge la pregunta: ¿Por qué los satélites no chocan entre sí?

Esto tiene una respuesta muy sencilla, y aunque no chocan entre sí, podría suceder, como ya sucedió en el año 2009 cuando un satélite ruso y americano, colisionaron, pero los satélites no chocan entre sí debido a que hay grandes agencias detrás de cada lanzamiento y colocación del mismo, así como organizaciones internacionales, encontrando la NASA a nivel americano o la ESA a nivel europeo.

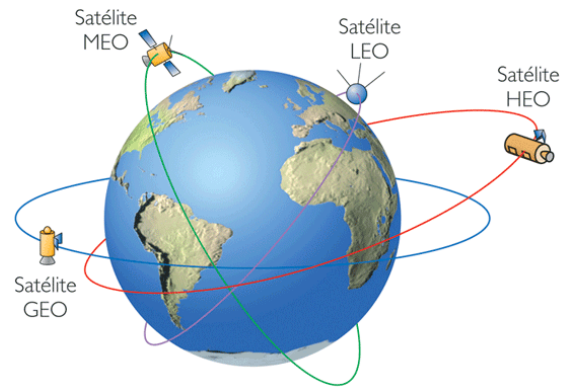


Figura 2: TIPOS DE ÓRBITAS

b) Cálculo de la velocidad orbital.

Figura 3: EQUILIBRIO ORBITAL

**“CALCULO DE LA VELOCIDAD ORBITAL”**

Un satélite en órbita circular, con sistema de referencia (SR) en el centro de esta. Sobre el satélite actúa la atracción gravitatoria, cuyo módulo es:

$$F = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}$$

Quedando el módulo de la aceleración de la siguiente forma:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{G \cdot M \cdot m / r^2}{m} = \frac{G \cdot M}{r^2}$$

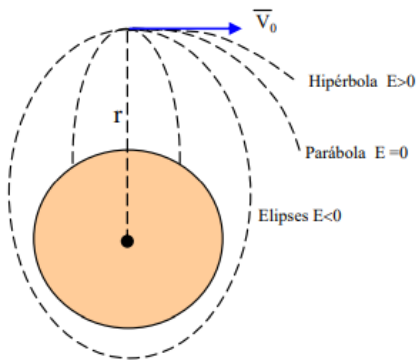
Sabiendo que es una aceleración normal, debido a que es perpendicular a la tangente, se deduce la siguiente relación entre la velocidad del satélite y el radio de la órbita:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{G \cdot M}{r^2} \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

### 3. Diseño de la órbita de lanzamiento.

#### a) Velocidad de escape.

La velocidad de escape de cualquier objeto en relación con un cuerpo celeste, en este caso la Tierra, es la velocidad necesaria para lanzar dicho objeto y que no regrese a su lugar de origen.



**“CALCULO DE LA VELOCIDAD DE ESCAPE”**

La energía total debe de ser nula, es decir, el valor absoluto de la energía potencial debe de coincidir con el valor absoluto de la energía cinética.

$$E_{\text{planeta-objeto}} = E_{\text{c-objeto}} + E_{\text{pg-sistema}} = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{r} = 0$$

De donde se deduce la expresión de la velocidad de escape:

$$v^* = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Figura 4: VELOCIDAD DE ESCAPE

#### b) Inclínación orbital.

La inclinación de las orbitas en los satélites naturales o artificiales siempre están con el punto de referencia establecido en el plano ecuatorial del planeta o del cuerpo desde el cual orbitan. Siendo el plano ecuatorial perpendicular al eje de rotación del planeta y que pasa por el centro de dicho cuerpo.

Para objetos que giran a distancias lejanas del planeta, se suele utilizar el plano de Laplace como punto de referencia.

**“CALCULO DE LA INCLINACIÓN ORBITAL”**

La inclinación orbital,  $i$ , puede calcularse de la siguiente fórmula:

$$i = \arccos \frac{h_z}{|\mathbf{h}|}$$

Donde  $h_z$  es la componente perpendicular al plano de  $\mathbf{h}$ .

Donde  $\mathbf{h}$  es el vector del momento orbital perpendicular al plano orbital.

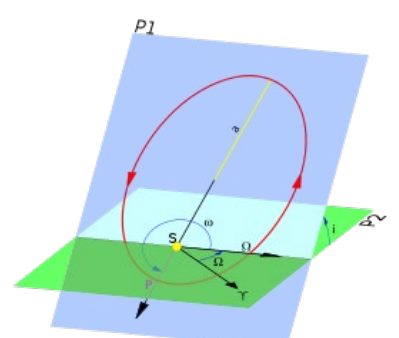


Figura 5: INCLINACIÓN ORBITAL

Conocido todo el procedimiento, y mostrando los cálculos previos que puedes realizar, el resto de cálculos deberán correr a cargo de la empresa encargada del lanzamiento, al igual que la revisión de estos cálculos.

#### 4. Consultas.

Para cualquier duda o consulta acerca de este **ANEXO I** o sobre el proyecto en general, contacte conmigo a través de los siguientes medios:

MAIL: [alejandroperezaranda99@gmail.com](mailto:alejandroperezaranda99@gmail.com)

GITHUB: <https://www.github.com/alejandroperez9/ARDUSAT>



Proyecto realizado por: **ALEJANDRO PÉREZ ARANDA.**

Trabajo Fin de Grado en Técnico Superior de Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos.

LINKEDIN: [www.linkedin.com/in/alejandro-pérez-aranda-a91012278](http://www.linkedin.com/in/alejandro-pérez-aranda-a91012278)

GITHUB: <https://github.com/alejandroperez9>

INSTAGRAM: <https://www.instagram.com/aleejandropeerez/?hl=es>