

# Proyecto final

## Sistema de seguimiento de la estación espacial ISS

Sthephanie Lorena Bonilla Rodríguez 201900300,<sup>1</sup> Héctor Fernando Carrera Soto 201700923,<sup>1</sup> and Christian David Pocol Franco 201807325<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecánica eléctrica, Universidad de San Carlos, Edificio T1, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala.

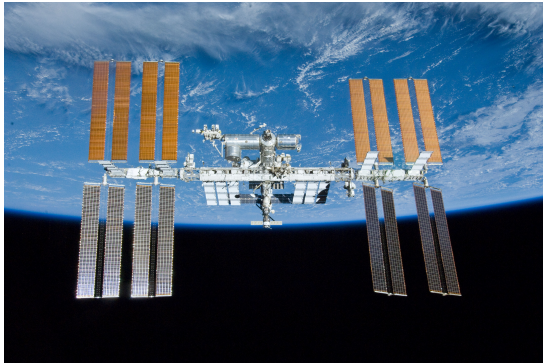
### I. MARCO TEORICO

#### A. ISS

La ISS es la Estación Espacial Internacional, la cual es una pequeña ciudad científica flotando en el espacio y girando al rededor de la Tierra a 400km de altura. Su construcción comenzó en el año 1998 y terminaron en 2006. Pesa 455 toneladas y mide 100m x 110m x 30m. Es un proyecto de colaboración multinacional entre las cinco agencias espaciales participantes; NASA, Roscosmos, JAXA, ESA y CSA/ASC.

Se construyó originalmente con la intension de ser un laboratorio, observatorio y fábrica a la vez que provee transporte, mantenimiento y una base en la órbita terrestre baja para misiones a la Luna, Marte y asteroides.

Figura 1: Imagen de la ISS en orbita



Fuente: Elaboración Propia 2022

#### B. Servo SG-5010

En la gran mayoría de servomotores, tendremos los siguientes tres colores de cables:

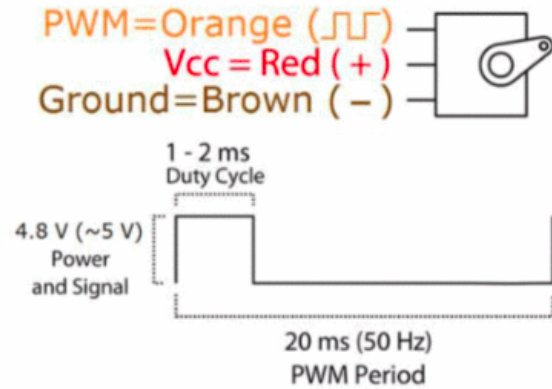


Figura 2: Periodo de PWM del servo.

Esto también se aplica para el [[Servomotor SG-5010]], tanto para su frecuencia de 50  $Hz$  como en su periodo, siendo de 20  $ms$ .

Sabemos que los ciclos de trabajo se puede representar de la siguiente forma:

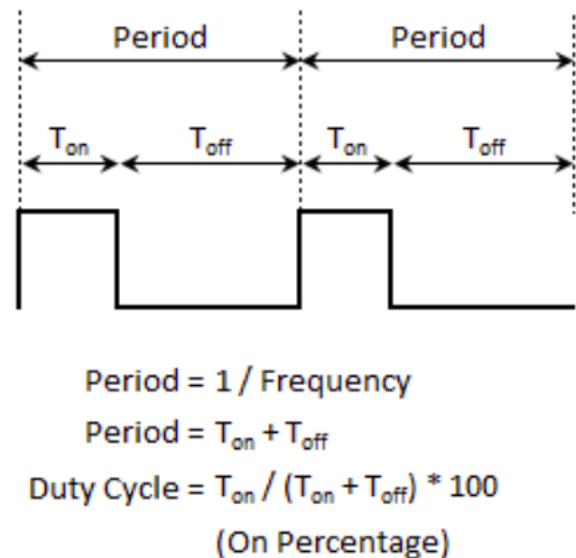


Figura 3: Análisis del ciclo de trabajo.

Así que podemos deducir de forma matemática la siguiente conversión para los grados a ciclos de trabajo:

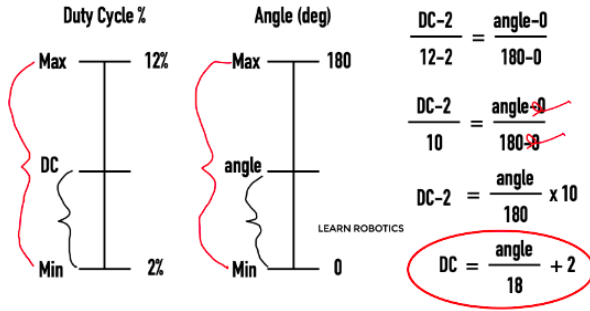


Figura 4: Conversión de grados a ciclos de trabajo.

Por lo cual podemos decir que:

$$\frac{DC \% - DC_{min} \%}{DC_{max} \% - DC_{min} \%} = \frac{Angulo - Angulo_{min}}{Angulo_{max} - Angulo_{min}} \quad (1)$$

Dónde:

$DC \%$  = Ciclo de trabajo que deseamos.

$DC_{min} \%$  = Ciclo de trabajo mínimo.

$DC_{max} \%$  = Ciclo de trabajo máximo.

$Angulo$  = Ángulo que deseamos.

$Angulo_{min}$  = Ángulo mínimo de nuestro servo.

$Angulo_{max}$  = Ángulo máximo de nuestro servo.

### C. Motor paso a paso 28byj-48

El motor 28BYJ-48 tiene un ángulo de paso de 5,625 grados (64 pasos por vuelta usando half-step). El reductor interno tiene una relación de 1/64. Combinados, la precisión total es  $64 \times 64 = 4096$  pasos por vuelta, equivalente a un paso de  $0,088^\circ$ , que resulta en una precisión muy elevada. Debido a alguna razón mecánica que el fabricante no explica, no son exactamente 4096: es necesario aclarar que la cantidad verdadera de pasos para dar una vuelta completa de 360.

En el caso de nuestra programación utilizamos una ecuación que permite ingresar el valor en grados y convertirlo a pasos para que este sea el valor que reciba el motor stepper debido a que este responde a los pasos y no a los grados, a continuación se describe la ecuación:

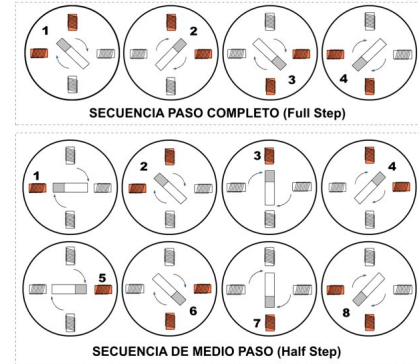
$$Pasos = \frac{grados * 4096}{360} \quad (2)$$

El motor tiene cuatro bobinados que son excitados en una precisa secuencia para hacer girar el eje.

En el modo elegido, de medio paso, o "half step", primero se excita una bobina, luego dos a la vez, luego la siguiente. . . Y así hasta completar la secuencia. Para cambiar el sentido de giro, simplemente se invierte el orden de la secuencia.

La lógica utilizada en nuestra programación es la de medio paso que consta de 8 principales movimientos que a continuación se describen

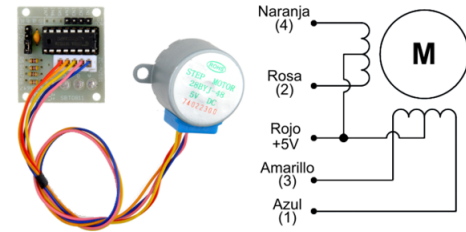
Figura 5: Secuencias half-step



Fuente: robots-argentina.com.ar

Como controlador se utilizó el modulo integrado ULN2003 el cual permite ir brindando pulso a pulso los embobinados los cuales respetan una secuencia antes descrita.

Figura 6: Módulo ULN2003



Secuencia de conmutación de Medio Paso

Número y color de pata	→ Dirección de la agujas del reloj (fases 1-2)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
(4) Naranja	■	■						■
(3) Amarillo			■	■				
(2) Rosa				■	■			
(1) Azul						■	■	■

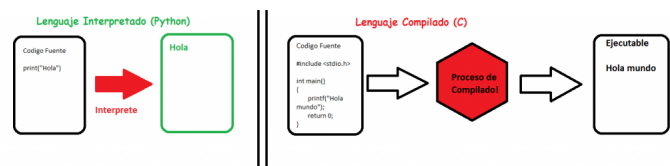
Fuente: robots-argentina.com.ar

### D. Python

El lenguaje que utilizaremos para la realización del proyecto es python el cual es un lenguaje multiparadigma debido a que soporta mas de un modelo de desarrollo para la programación.

Es interpretado porque se utiliza un interprete que va a traducir nuestro codigo a lenguaje de maquina. Esta funcionalidad se puede ver comparada con un lenguaje interpretado en la figura 7.

Figura 7: Diferencias entre lenguaje Interpretado y Compilado



Fuente: Pythones.net

Utiliza tipado dinámico lo cual nos permite la transformación de variables.

Y es multiplataforma ya que se puede utilizar en cualquier sistema operativo.

II. DISEÑO EXPERIMENTAL

A. Materiales

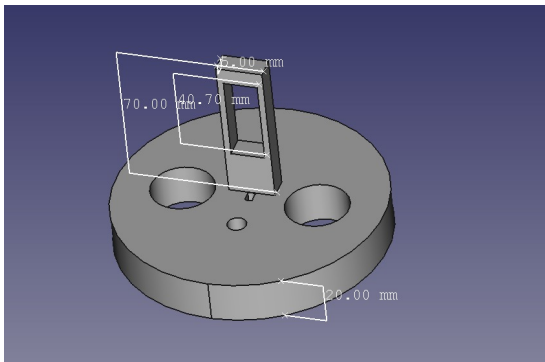
- Python
- Raspberry Pi 4B
- Servomotor
- Motor Stepper
- Modulo GY-511

B. Librerías utilizadas

- ISS\_Info
- Turtle
- Times
- Threading
- Json
- Urllib

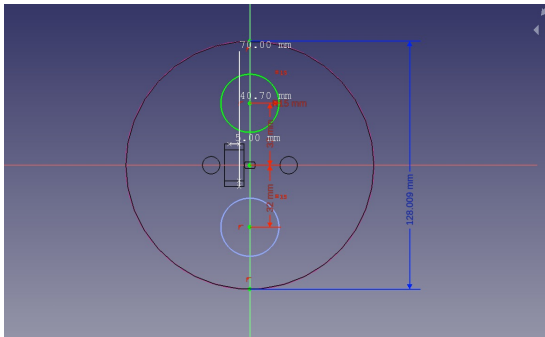
III. DISEÑO 3D PARA EL MECANISMO

Figura 8: Diseño realizado



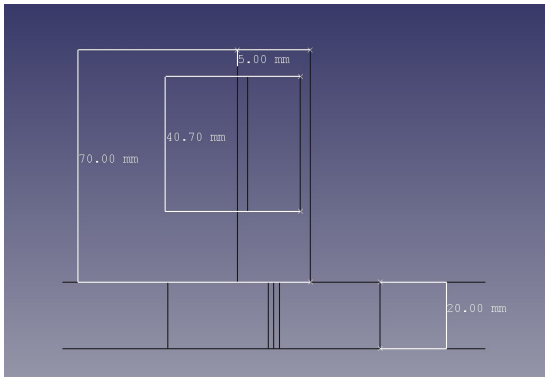
Fuente: Elaboración Propia 2022

Figura 9: Medidas del diseño



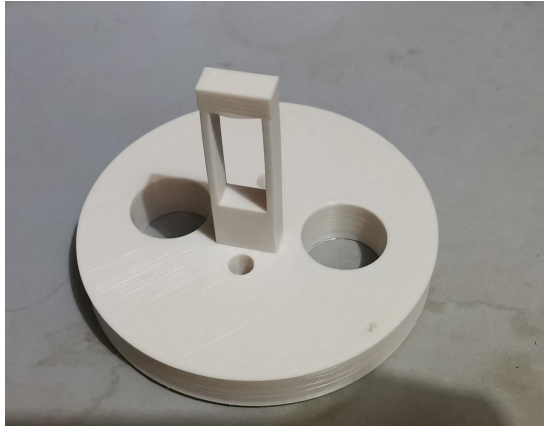
Fuente: Elaboración Propia 2022

Figura 10: Medidas del diseño



Fuente: Elaboración Propia 2022

Figura 11: Diseño impreso



Fuente: Elaboración Propia 2022

#### IV. PROGRAMACIÓN

Enlace al repositorio de github:  
[https://github.com/hefecaso/0249\\_ELECTRONICA\\_6/tree/main/ISS\\_Antena](https://github.com/hefecaso/0249_ELECTRONICA_6/tree/main/ISS_Antena)

6/tree/main/ISS\_Antena

#### V. VIDEOS

Enlace al drive con los videos:  
[https://drive.google.com/drive/folders/112c1uF0dhfZJ250AcMBBBSB0qmFqi\\_UX?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/112c1uF0dhfZJ250AcMBBBSB0qmFqi_UX?usp=sharing)

#### VI. DISEÑO STL

Enlace a los archivos STL del diseño 3D:

[https://github.com/hefecaso/0249\\_ELECTRONICA\\_6/tree/main/Disgne\\_3D](https://github.com/hefecaso/0249_ELECTRONICA_6/tree/main/Disgne_3D)

---

[1] Santillana Educacion, S, L *Tecnologia 4. ESO* [En linea]]. Disponible en:  
<http://vinuar75tecnologia.pbworks.com/w/file/fetch/59699855/ficha%20los%20reles.pdf>

[2] Sears y Zemansky. Catorceava edición (2013). *Física Universitaria*. México: Pearson. . México: Grupo Editorial Iberoamericana.