



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**PROYECTO BIMESTRAL 1**

**TELESCOPIO JAMES WEBB**

**ESTUDIANTES: MATEO CORONADO**

**EDISON QUIZHPE**

**NICOLE SANI**

**LIAM ZÚÑIGA**

**INGENIERO: JONATHAN ZEA**

**MATERIA: MÉTODOS NUMÉRICOS**

**CURSO: GR1CC**

**FECHA DE ENTREGA: 29/11/2024**

**PERIODO**

**2024-B**

# ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. OBJETIVOS</b>                           | <b>3</b>  |
| <b>II. INTRODUCCIÓN</b>                       | <b>3</b>  |
| <b>III. METODOLOGÍA</b>                       | <b>5</b>  |
| i. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN                 | 5         |
| ii. DESARROLLO MATEMÁTICO                     | 5         |
| iii. DIAGRAMA DE FLUJO / PSEUDOCÓDIGO         | 6         |
| iv. DETALLES IMPORTANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN | 7         |
| <b>IV. RESULTADOS</b>                         | <b>8</b>  |
| <b>V. CONCLUSIONES</b>                        | <b>11</b> |
| <b>VI. RECOMENDACIONES</b>                    | <b>12</b> |
| <b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>                      | <b>12</b> |

## I. OBJETIVOS

- Investigar la bibliografía del oficial James Webb y su impacto en la astronomía.
- Explicar el funcionamiento y estructura del telescopio espacial James Webb.
- Calcular la distancia necesaria entre los pistones ( $x_1$ ,  $x_2$ ) para enfocar el telescopio en un punto determinado  $P(x,y)$ .
- Desarrollar una interfaz gráfica que permita ingresar parámetros y visualizar la orientación del espejo del telescopio.
- Evaluar el rendimiento del telescopio mediante la prueba de diferentes parámetros de entrada, asegurando su correcto funcionamiento.

## II. INTRODUCCIÓN

James Edwin Webb (1906-1992), estadounidense nacido en Carolina del Norte, fue un funcionario del gobierno de Estados Unidos y segundo administrador de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) desde 1961 a 1968. Gracias a sus contribuciones, al supervisar programas como Gemini, Mercury e inicio del proyecto Apolo, la NASA tuvo avances significativos en la exploración espacial culminando con el éxito de llevar a un estadounidense a la Luna.

Webb, obtuvo una licenciatura en educación en la Universidad George Washington, además se graduó de la carrera de derecho, sirvió a los Marines y obtuvo un puesto en la Oficina de Presupuesto y el Departamento de Estado. Contribuyó en el desarrollo de equipos de navegación y radar en la segunda guerra mundial como vicepresidente de Sperry Gyroscope.

Durante su estancia en la NASA como administrador, fue esencial en la consecución de apoyo del Congreso para el programa Apolo, donde fomentó la investigación planetaria en los proyectos Mariner y Pioneer. Tras lo ocurrido con la desventura del Apolo 1, asumió la responsabilidad y tomó el mando de la investigación para solucionar los inconvenientes del proyecto para continuar con el programa espacial.

En 1968, Webb abandonó la NASA y publicó el artículo “Space Age Management”, en el cual exhibió el programa espacial como un modelo de gestión. Gracias a este aporte, recibió innumerables premios, entre los que destacan la medalla

presidencial de la libertad de 1969. Después de su retiro, trabajó en varias juntas asesoras y en 1976 recibió la medalla de oro de Langley.

Webb falleció en 1992 y sus restos se encuentran en el Cementerio Nacional de Arlingtonf. El telescopio espacial James Webb, fue nombrado en su honor, siendo un legado vivo de su importancia e impacto en la ciencia y la tecnología, su legado continúa inundando de inspiración para la comunidad científica y sobre todo para los proyectos de un futuro exploratorio que escapa nuestro simple entendimiento.

El telescopio espacial James Webb (JWST) es un observatorio concebido para explorar el universo en el espectro infrarrojo. Fue colocado en la órbita de la tierra el 25 de diciembre 2021 y se encuentra ubicado a 1. 5 millones de kilómetros de la Tierra, en el punto de Lagrange L2, un lugar donde su posición se mantiene estable. Su propósito radica en observar objetos celestes que están a grandes distancias, cuyas longitudes de onda han sido desplazadas hacia el infrarrojo debido a la expansión del universo.

El telescopio espacial James Webb cuenta con un espejo primario formado por 18 segmentos hexagonales. Cada uno de estos segmentos dispone de actuadores, similares a pistones, que facilitan el ajuste de su posición y forma. Gracias a estos actuadores, el telescopio puede alinear los segmentos con gran precisión y mantener el espejo en la configuración ideal para conseguir imágenes nítidas.

El JWST tiene la capacidad de ver a través de las nubes de gas y polvo que impiden la luz visible, lo que le permite investigar la formación de estrellas, galaxias y exoplanetas. Para prevenir que su propia radiación afecte las observaciones, está equipado con un parasol que lo mantiene a temperaturas extremadamente bajas. Este telescopio tiene la facultad de mirar hacia el pasado, al observar cómo eran los objetos hace más de 13 mil millones de años, lo que ofrece la oportunidad de explorar los primeros momentos del universo.

### III. METODOLOGÍA

#### i. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para resolver este ejercicio se planteó la siguiente solución:

Se define una base BBB que se extiende desde el origen hacia la izquierda y la derecha, delimitada en el intervalo  $[-B/2, B/2]$ . A continuación, se grafica el punto  $P(x,y)$  y se traza una línea desde el origen hacia este punto, lo que permite calcular el ángulo de inclinación necesario. Este ángulo se utiliza como parámetro para ajustar la posición de cada uno de los pistones.

El sistema se implementa mediante una aplicación interactiva que permite ingresar los parámetros requeridos. De esta manera, el espejo puede orientarse adecuadamente para reflejar la luz hacia el punto objetivo.

Así, se procedió a realizar los cálculos de ángulos y longitudes mediante funciones básica trigonométricas, para así obtener las correspondientes longitudes de los pistones y la gráfica que representa el sistema final.

Esto se lo realizó por medio del uso de las bibliotecas de Python como: **Tkinter** para la interfaz gráfica, **Matplotlib** para las visualizaciones y **Numpy** para cálculos matemáticos.

#### ii. DESARROLLO MATEMÁTICO

Las funciones/ecuaciones que permite resolver el problema planteado se dan a partir de lo que se presenta a continuación:

1. Cálculo del ángulo principal desde el origen hasta  $P(P_x, P_y)$

$$\theta = \arctan\left(\frac{P_x}{-P_y}\right)$$

2. Longitud de los pistones.

$$X_1 = dmin + \left(\frac{L}{2}\right) * \sin(\theta)$$

$$X_2 = dmin - \left(\frac{L}{2}\right) * \sin(\theta)$$

### iii. DIAGRAMA DE FLUJO / PSEUDOCÓDIGO

Diagrama de flujo:

- 1. Inicio: Leer L, B, dmin, dmax, Px,Py.
- 2. Validación de datos: Si algún dato es inválido, mostrar error y terminar.
- 3. Cálculo de ángulos y longitudes: calcular  $\theta$ , calcular x1 y x2 y Verificar restricciones.
- 4. Mostrar resultados: Si las restricciones son válidas, mostrar x1,x2 y graficar el sistema.
- 5. Fin

Gráfico 1 – Diagrama de Flujo

Pseudocódigo:

```
# Leer entradas
L, B, D, dmax, Px, Py = obtener_entradas()

# Validar entradas
if L <= 0 or B <= 0 or D <= 0 or dmax <= 0:
    mostrar_error("Valores deben ser mayores a 0")
    salir()

if D > dmax:
    mostrar_error("D debe ser menor que dmax")
    salir()

# Calcular ángulo y longitudes
theta = arctan(Px / -Py)
x1 = D + (L / 2) * sin(theta)
x2 = D - (L / 2) * sin(theta)

# Verificar restricciones
if x1 > dmax or x2 > dmax or x1 < D or x2 < D:
    mostrar_error("Longitudes de pistones fuera de rango")
    salir()

# Mostrar resultados
mostrar_resultados(x1, x2)
graficar(L, B, Px, Py, theta, x1, x2)
```

Gráfico 2 - Pseudocódigo

#### **iv. DETALLES IMPORTANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN**

Validación robusta de datos:

- Asegurar que L,B,D,dmax,Px,Py sean valores numéricos positivos.
- Comprobar que no sea mayor que la max:  $d_{min} > d_{max}$ .

Visualización gráfica:

- Representar los pistones con imágenes, que ayudan a la comprensión del objeto.
- Ajustar los límites del gráfico según los valores de entrada para garantizar que todos los elementos sean visibles.

Modularidad:

- Dividir el código en funciones para mejorar la legibilidad y el mantenimiento.

Mensajes de error:

- Informar al usuario sobre problemas específicos con las entradas o cálculos.

Extensibilidad:

- Se puede agregar funcionalidad adicional, como guardar los resultados o exportar el gráfico.

## IV. RESULTADOS

Como resultados, se tiene como ejemplo la ejecución del proyecto:



Gráfico 3 – Ejecución del Proyecto

En la imagen se observa una interfaz gráfica que corresponde al análisis del funcionamiento del telescopio James Webb, con los siguientes elementos destacados que se pueden incluir en los resultados:

### Parámetros de entrada:

- ❖ Largo del espejo (L): 12
- ❖ Separación entre pistones (B): 15
- ❖ Longitud mínima de los pistones (D): 6
- ❖ Longitud máxima de los pistones (dmax): 12
- ❖ Coordenada X del punto P: 10
- ❖ Coordenada Y del punto P: 30

### Resultados calculados:

- ❖ Longitud del pistón 1 (x1): 7.90
- ❖ Longitud del pistón 2 (x2): 4.10



### Gráfica representativa:

Se ilustra el telescopio con los siguientes componentes:

- ❖ **Espejo secundario:** se representa con dos colores, en este caso para simular un tono similar a un espejo.
- ❖ **Base del espejo:** se representa con una base de color negro con detalles rojo por un diseño más estético.
- ❖ **Pistones:** se representan con un color gris con una línea blanca, para asemejarse a unos tubos de metal, o tungsteno en este caso, de los cuales están hechos algunos pistones.
- ❖ **Punto P:** está marcado en rojo en las coordenadas (10, 30).
- ❖ Una línea punteada roja conecta la base del espejo con el punto P, mostrando la orientación requerida del espejo hacia el objetivo.

Gracias a estos datos, sabemos que el sistema de pistones ajusta las longitudes calculadas en  $x_1$  y  $x_2$  para posicionar el espejo en la dirección correcta hacia el punto P, lo cual es clave para la funcionalidad precisa del telescopio, esto demuestra que la herramienta gráfica y los cálculos funcionan correctamente para determinar y representar la orientación del telescopio hacia un objetivo específico.

No obstante, el telescopio puede detectar el punto P si este se encuentra en el extremo izquierdo del plano cartesiano, como se puede observar en este caso, y a su vez, puede modificarse el tamaño de todos los componentes del telescopio:



Gráfico 4 – Parámetros iniciales del Telescopio de James Webb

### Resultados calculados:

- ❖ Longitud del pistón 1 ( $x_1$ ): 3.87
- ❖ Longitud del pistón 2 ( $x_2$ ): 10.13

Demostrando que este si puede cambiar de posición como se planteaba para detectar el punto designado que esta vez se encuentra en las coordenadas (-15, 30).

## V. CONCLUSIONES

- Conocer la biografía de James Webb ayuda a tener un mayor entendimiento de su carrera y de cómo llegó a realizar un proyecto tan importante para la humanidad que hasta la actualidad tiene tanto impacto y repercusión como es el “Telescopio de James Webb”, ya que con esto se puede ubicar de mejor manera en el contexto de aplicación del proyecto, entender mejor su funcionamiento y lograr elaborar una práctica más precisa, esto gracias al entendimiento del por qué y para qué se hace uso de este Telescopio.
- El Telescopio Espacial de James Webb es un instrumento complejo de carácter científico que se utiliza para la investigación y exploración del universo, Su composición está elaborada por espejos, pistones y cámaras de muy alta resolución, cada uno de estos objetos teniendo una función muy importante dentro de este complejo sistema, todo esto para garantizar la calidad de las imágenes y la precisión del telescopio.
- Las distancias que existen entre los pistones afecta en gran parte la precisión del Telescopio ya que una mala posición de los mismos se verá plasmada en que no se reflejará la luz de la manera en la que queremos y esto afectará el correcto funcionamiento del espejo secundario, por esto se hace uso de fórmulas matemáticas y modelos simplificados basados en la geometría del telescopio para que la precisión del Telescopio no se pierda durante la aplicación, a su vez que se optimiza el sistema y se asegura de que la distancia entre los pistones cumpla con las restricciones físicas que son propuestas en la práctica.
- El desarrollo de una interfaz gráfica nos facilita el ingreso de parámetros de entrada del Telescopio, cómo son las coordenadas del punto (X, Y), el largo del espejo, la separación de los pistones, entre otros, esto nos ayuda a tener una mejor visualización de cómo dichos parámetros afectan el funcionamiento del telescopio para así lograr “jugar” con las posibles variaciones de estos parámetros y su impacto.
- El análisis de los resultados nos ayuda a establecer que nuestro sistema de pistones implementado funciona correctamente con los diferentes parámetros de entrada ingresados, con esto se verifica que el Telescopio cumpla con el ejercicio propuesto correctamente, se garantiza su funcionamiento, la robustez del sistema y su precisión al momento de realizar la tarea propuesta.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener un previo conocimiento o analizar con anterioridad las fórmulas matemáticas a utilizar dentro de la práctica.
- Se recomienda estudiar el concepto del telescopio de James Webb así se facilita la aplicación de las fórmulas matemáticas en la práctica.
- Se recomienda hacer uso de la herramienta de GitHub para la realización de commits y push en un archivo a parte de la práctica cómo método de respaldo ya que al ser una práctica un tanto compleja se previene con esto la pérdida y el daño total del mismo.
- Se recomienda a su vez elaborar un modelo bastante preciso tomando en cuenta las diferentes variables que se presentan en la práctica cómo pueden ser la geometría del telescopio, la elasticidad de los pistones o la separación entre ellos y los desplazamientos que puede llegar a sufrir el espejo secundario, ya que todo esto afectaría la veracidad de los resultados de la práctica.
- Se recomienda realizar diferentes pruebas con diferentes valores dentro de la práctica para verificar que no se produzcan fallos o comportamientos indeseados.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- [I] *El telescopio espacial James Webb*. (s. f.). [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Spain/El\\_telescopio\\_espacial\\_James\\_Webb](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/El_telescopio_espacial_James_Webb)
- [II] *Recursos en español*. (s. f.). Webb. <https://webbtelescope.org/recursos-en-espanol>
- [III] Alcalde, S. (2022, 12 julio). James Webb, el telescopio espacial que estudia los secretos del universo. *National Geographic España*. [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/james-webb-telescopio-espacial-que-estudia-secretos-universo\\_17668](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/james-webb-telescopio-espacial-que-estudia-secretos-universo_17668)
- [IV] *Biografía de James Webb*. (s. f.). Senda Estelar. <https://sendaestelar.com/biografia-de-james-webb/>
- [V] Allain, R. (2022, 11 diciembre). El telescopio espacial James Webb ¿Cómo funciona? *WIRED*. <https://es.wired.com/articulos/como-funciona-telescopio-espacial-james-webb-titan>