PROYECTO:

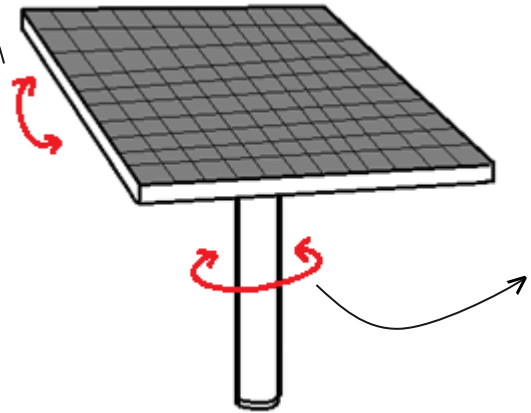
SEGUIDOR SOLAR

ENRIQUEZ MICHAEL
CONTRERAS ANTHONY
JIMENEZ YASID
OÑATE IAN

Seguidor solar de dos grados de libertad

ÁNGULO PITCH:

*P*ermite que el panel se incline hacia arriba o hacia abajo, como si estuviera asintiendo con la cabeza.



ÁNGULO ROLL:

Permite al panel "girar" sobre su propio eje, como si estuviera girando la cabeza para mirar hacia un lado.

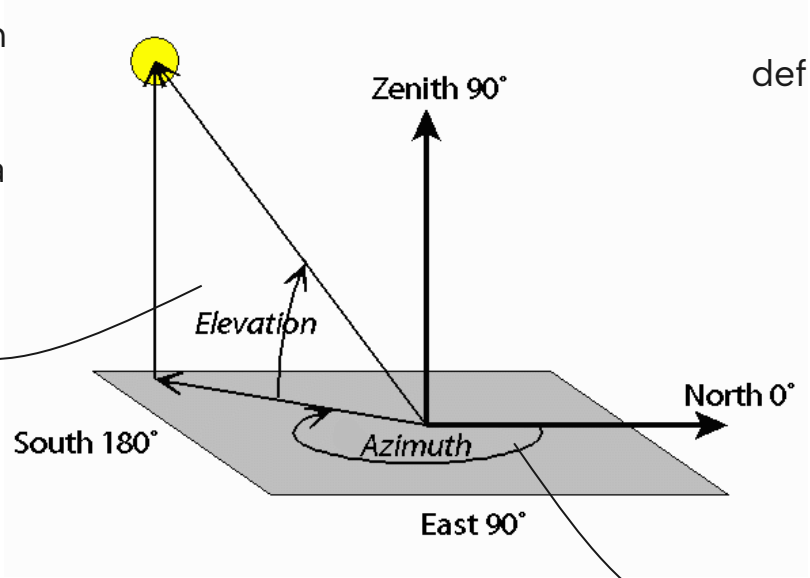
01 Desarrollo matemático

Rotación compuesta – Ángulos de Euler

Cálculo del ‘azimuth’ y ‘elevation’

Es el ángulo de **elevación** del sol con respecto a su proyección en la superficie y se relaciona con el ángulo ‘pitch’

def getSolarPosition(…)




```
az = get_azimuth(latitude, longitude, current_time)
el = get_altitude(latitude, longitude, current_time)
```

Es el ángulo **azimutal** de la proyección del sol en la superficie con respecto al norte y se relaciona con el ángulo ‘roll’

Rotación Compuesta

Se define como el resultante de aplicar sucesivamente dos o más rotaciones a un objeto o sistema de coordenadas. Una forma común de parametrizar las rotaciones es mediante...

Ángulos de Euler

Es una matriz de rotación

Estos ángulos suelen denominarse roll, pitch y yaw

$$R_{xyz}(\alpha,\beta,\gamma) = \begin{bmatrix} c\beta c\gamma & s\alpha s\beta c\gamma - c\alpha s\gamma & c\alpha s\beta c\gamma + s\alpha s\gamma \\ c\beta s\gamma & s\alpha s\beta s\gamma + c\alpha c\gamma & c\alpha s\beta s\gamma - s\alpha c\gamma \\ -s\beta & s\alpha c\beta & c\alpha c\beta \end{bmatrix}$$

Representan tres rotaciones sucesivas alrededor de ejes específicos.

Se calcula multiplicando las matrices de rotación de los tres ejes

Cálculo de 'Roll'

$$\alpha = \arctan\left(\frac{R_{32}/\cos(\beta)}{R_{33}/\cos(\beta)}\right)$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{R_{32}}{R_{33}}\right)$$

$$\alpha = \arctan 2(R_{32}, R_{33})$$

$$R_{32} = s\alpha c\beta$$

$$R_{33} = c\alpha c\beta$$

Cálculo de 'Picth'

$$\beta = \arctan\left(\frac{-R_{31}}{\pm\sqrt{R_{11}^2 + R_{21}^2}}\right)$$

$$\beta = \arctan 2(-R_{31}, \sqrt{R_{11}^2 + R_{21}^2})$$

$$R_{31} = -s\beta$$

$$R_{11} = c\beta c\gamma$$

$$R_{21} = c\beta s\gamma$$

Cálculo de 'Yaw'

$$\gamma = \arctan\left(\frac{R_{21}/\cos(\beta)}{R_{11}/\cos(\beta)}\right)$$

$$\gamma = \arctan\left(\frac{R_{21}}{R_{11}}\right)$$

$$\gamma = \arctan 2(R_{21}, R_{11})$$

$$R_{21} = c\beta s\gamma$$

$$R_{11} = c\beta c\gamma$$

Matriz de rotación compuesta

```python
# Matrices de rotación individuales
Rx = np.array([
    [1, 0, 0],
    [0, np.cos(alpha_rad), -np.sin(alpha_rad)],
    [0, np.sin(alpha_rad), np.cos(alpha_rad)]
])

Ry = np.array([
    [np.cos(beta_rad), 0, np.sin(beta_rad)],
    [0, 1, 0],
    [-np.sin(beta_rad), 0, np.cos(beta_rad)]
])

Rz = np.array([
    [np.cos(gamma_rad), -np.sin(gamma_rad), 0],
    [np.sin(gamma_rad), np.cos(gamma_rad), 0],
    [0, 0, 1]
])

# Multiplicar las matrices en el orden correcto: Rz(γ) * Ry(β) * Rx(α)
R = np.dot(Rz, np.dot(Ry, Rx))
```

def Rxyz(alpha, beta, gamma)

```python
# Convertir los ángulos a radianes
alpha_rad = np.radians(alpha)
beta_rad = np.radians(beta)
gamma_rad = np.radians(gamma)
```

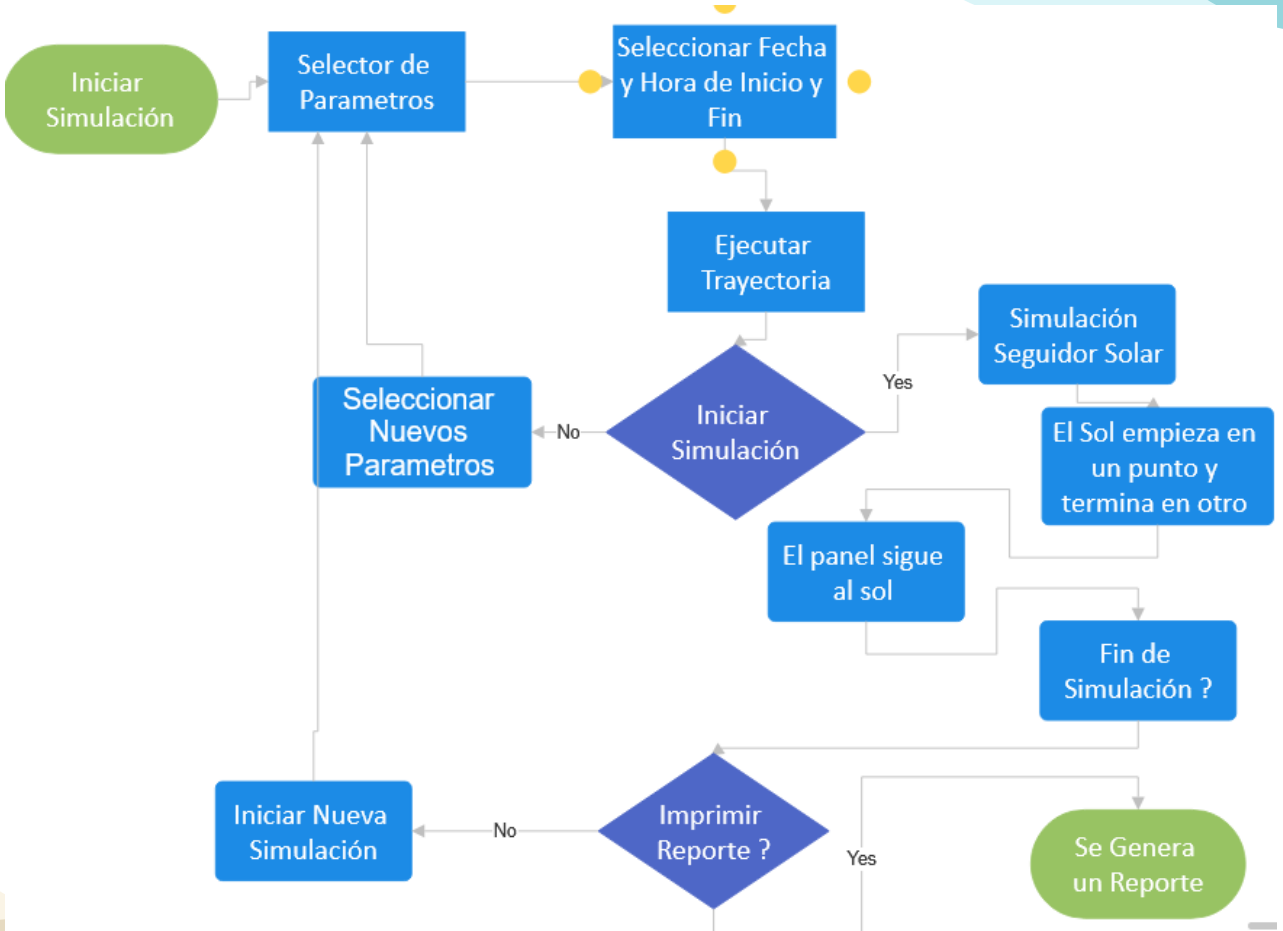
Retorna un matriz de rotación 3D de manera general

Cálculo de 'Roll' y 'Pitch'

```python
# Calculamos beta y alpha
val = np.cos(el_rad) * np.sin(az_rad)
beta_rad_temp = np.arcsin(val)
beta_deg_temp = np.degrees(beta_rad_temp)

val_fi1 = -(np.cos(el_rad) * np.cos(az_rad)) / np.cos(beta_rad_temp)
alpha_rad_temp = np.arcsin(val_fi1)
alpha_deg_temp = np.degrees(alpha_rad_temp)

R = Rxyz(alpha_deg_temp, beta_deg_temp, gamma)
```

```python
# 2. Obtener los elementos de la matriz
R31 = R[2, 0]
R11 = R[0, 0]
R21 = R[1, 0]
R32 = R[2, 1]
R33 = R[2, 2]

# 3. Calcular beta (pitch)
beta_rad = np.arctan2(-R31, np.sqrt(R11**2 + R21**2))
beta_deg = np.degrees(beta_rad)

# 4. Calcular alpha (roll)
alpha_rad = np.arctan2(R32, R33)
alpha_deg = np.degrees(alpha_rad)
```

02 Diagrama de flujo


Iniciar Simulación
Selector de Parametros
Seleccionar Fecha y Hora de Inicio y Fin
Ejecutar Trayectoria
Iniciar Simulación
Yes
No
Simulación Seguidor Solar
El Sol empieza en un punto y termina en otro
El panel sigue al sol
Seleccionar Nuevos Parametros
Fin de Simulación ?
Imprimir Reporte ?
No
Yes
Iniciar Nueva Simulación
Se Genera un Reporte

03 Programación Backend

Posición Panel Solar y Sol.

Obtención de parámetros

```
st_fecha = None
start_t = None
end_t = None

def obtener_fecha_y_horas(callback):  2 usages  ImYasid +1
    global st_fecha, start_t, end_t, ventana

    fecha_seleccionada = calendario.get_date()
    st_fecha = datetime.strptime(fecha_seleccionada, format: "%m/%d/%y").strftime("%Y-%m-%d")

    hora_inicio = combo_inicio.get()
    hora_fin = combo_fin.get()

    try:
        start_t = datetime.strptime(hora_inicio, format: "%H").time()
        end_t = datetime.strptime(hora_fin, format: "%H").time()
    except ValueError:
        messagebox.showerror( title: "Error", message: "Por favor ingrese las horas en formato HH")

    # Llamar al callback para actualizar la interfaz con los valores seleccionados
    if callback:
        callback(st_fecha, start_t.strftime("%H:%M"), end_t.strftime("%H:%M"))

    ventana.destroy()
```

Solar Position

```python
def getSolarPosition(  3 usages  ImYasid +1
    start_date: datetime,
    start_hour: int = 6,
    end_hour: int = 18,
    latitude: float = -0.2105367,
    longitude: float = -78.491614
):
    """
    Calcula posiciones solares y ángulos para una fecha específica y rango de horas.

    Args:
      start_date (datetime): Fecha y hora de inicio para la simulación.
      start_hour (int): Hora de inicio del cálculo.
      end_hour (int): Hora de fin del cálculo.
      latitude (float): Latitud para la posición geográfica.
      longitude (float): Longitud para la posición geográfica.

    Returns:
      tuple: Tupla con los siguientes elementos:
          - times (list): Lista de tiempos de simulación.
          - azimuths (list): Lista de ángulos azimutales.
          - elevations (list): Lista de ángulos de elevación.
          - beta (list): Lista de ángulos de pitch.
          - alpha (list): Lista de ángulos de roll.
    """
```

Animaciones

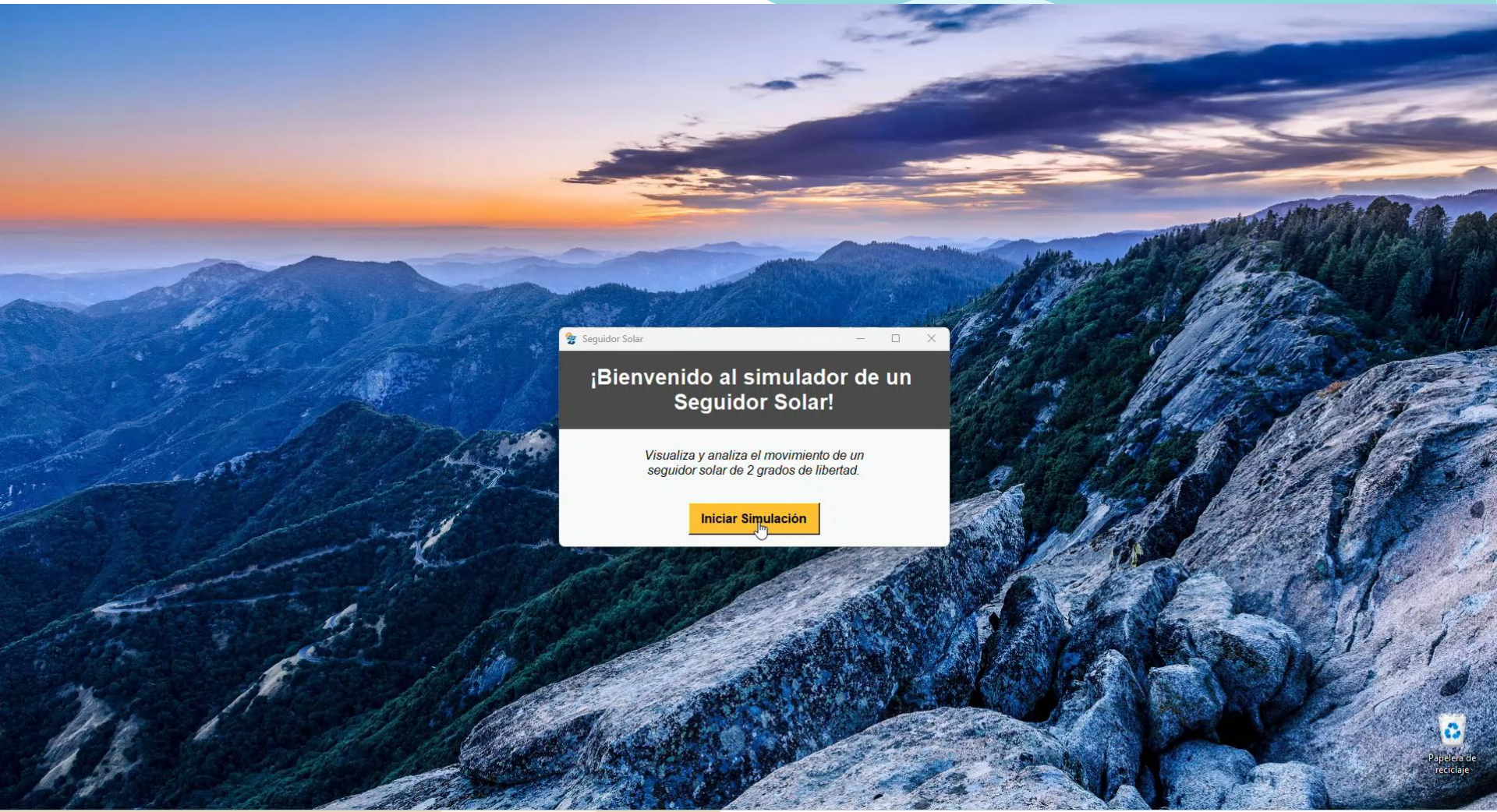
```python
def aplicar_rotaciones(vertices, angulo_pitch, angulo_roll):  7heAnsw3r
    rotacion_combinada = sun_position.Rxyz(angulo_roll, angulo_pitch,  gamma: 0)
    return vertices @ rotacion_combinada.T

def actualizar_animacion(fotograma):  7heAnsw3r
    if fotograma < len(tiempos):
        ejes.clear()
        vertices_rotados = aplicar_rotaciones(vertices, beta[fotograma], phi[fotograma])
        panel = Poly3DCollection( verts: [vertices_rotados], facecolors=['red', 'yellow'], linewidths=3, edgecolors='black')
        ejes.add_collection3d(panel)

        azimuth, elevation = azimuts[fotograma], elevaciones[fotograma]
        sun_size = 1.0 + (elevation / 90) * 0.5  # Sol más grande en función de la elevación
        r = 10  # Radio de la trayectoria solar
        sun_position = [
            r * np.cos(np.radians(elevation)) * np.sin(np.radians(azimuth)),
            r * np.cos(np.radians(elevation)) * np.cos(np.radians(azimuth)),
            r * np.sin(np.radians(elevation))
        ]

        sun_trajectory['x'].append(sun_position[0])
        sun_trajectory['y'].append(sun_position[1])
        sun_trajectory['z'].append(sun_position[2])

        ejes.plot( *args: sun_trajectory['x'], sun_trajectory['y'], sun_trajectory['z'], color='yellow', linewidth=2, linestyle='
        create_sun(ejes, sun_position, radius=sun_size)

        ejes.set_xlim(-10, 10)
```

Generar Informe

```python
def generar_reporte(fecha, hora_inicio, hora_fin):
    """
    Genera un reporte con los cálculos y gráficas en formato PDF sin guardar imágenes permanentes,
    guardado en el escritorio con nombre de archivo incremental.
    """
    # Obtener datos
    times, azimuths, elevations, beta, alpha = getSolarPosition(
        start_date=fecha, start_hour=hora_inicio, end_hour=hora_fin
    )

    # Crear la primera gráfica (Azimut y Elevación)
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(times, azimuths, label="Azimut", marker="o")
    plt.plot(times, elevations, label="Elevación", marker="s")
    plt.xlabel("Tiempo")
    plt.ylabel("Ángulo (°)")
    plt.title("Azimut y Elevación a lo largo del tiempo")
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)

    # Guardar la figura en un archivo temporal
    img_path1 = "grafico_azimut_elevacion.png"
    plt.savefig(img_path1, format='png')
    plt.close()

    # Crear la segunda gráfica (Pitch y Roll)
    plt.figure(figsize=(10, 5))
    plt.plot(times, beta, label="Beta (Pitch)", marker="o", color="r")
    plt.plot(times, alpha, label="Alpha (Roll)", marker="s", color="g")
    plt.xlabel("Tiempo")
    plt.ylabel("Ángulo (°)")
    plt.title("Pitch y Roll a lo largo del tiempo")
    plt.legend()
    plt.xticks(rotation=45)
```

04 Ejecución

Simulador del seguidor solar


Seguidor Solar
¡Bienvenido al simulador de un Seguidor Solar!
Visualiza y analiza el movimiento de un seguidor solar de 2 grados de libertad.
Iniciar Simulación
Papelera de reciclaje

05 Desafíos

1. Desafíos Matemáticos

✅ Cálculo preciso de los ángulos de control (Pitch y Roll).
✅ Obtención de la posición solar.
✅ Interpolación de datos para una transición más suave en la animación.

2. Desafíos Computacionales

✅ Manejo de listas grandes de datos.
✅ Optimización de cálculos en la simulación.
✅ Compatibilidad con diferentes versiones de Python y dependencias.

3. Desafíos Gráficos y Visuales

✅ Visualización precisa del sol y el panel solar en 3D.
✅ Sincronización de la animación.
✅ Configuración de los ejes y escalado en 3D.

4. Desafíos en la Interfaz de Usuario

✅ Selección de fecha y rango de horas en tkinter.
✅ Gestión de eventos en tkinter.
✅ Cierre correcto del programa al salir de la interfaz.

5. Desafíos en la Generación de Reportes

✅ Generación correcta del PDF con fpdf.
✅ Ubicación del archivo generado sin problemas de permisos.
✅ Automatización del nombre del archivo para evitar sobrescritura.

Thanks

Do you have any questions?

youremail@freepik.com / +34 654 321 432 / yourwebsite.com