

FORMULARIO DE AVANCE MENSUAL DE PROYECTO INTEGRADOR

FECHA: 09/2/2025.

ALUMNO / S: Mouton, Laudín, Alfonso.

TEMA: *"MONTURA MOTORIZADA PARA SEGUIMIENTO SATELITAL DEL NANO 70/30"*.

DIRECTOR: Ing. José Luis Amado.

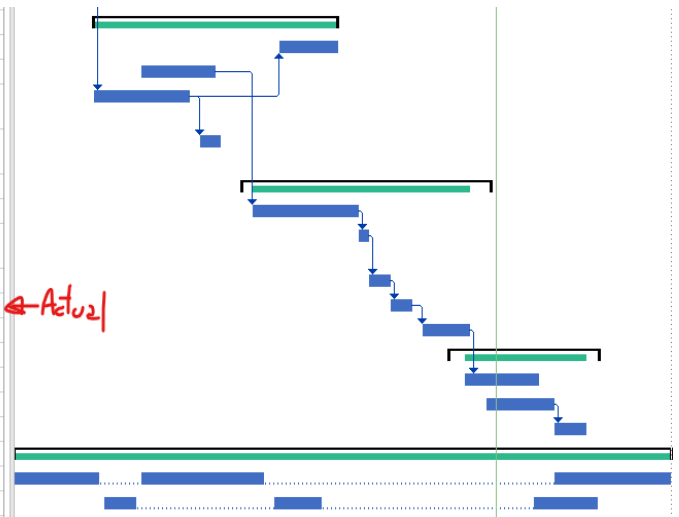
FECHA ESTIMADA DE FINALIZACIÓN: 27/02/2026

Avances del Desarrollo, Mes 2°.

En el siguiente informe, se detalla el avance logrado en el proyecto integrador, desde la fecha **20/12/2025** hasta la fecha **20/01/2026**.

Siguiendo el cronograma previsto, el proyecto se encuentra finalizando la etapa de la **integración de la electrónica** y realizando pruebas funcionales tal como se aprecia en el siguiente diagrama:

14	4	Etapa de Diseño	34 días	mar 25/11/25	vie 9/1/26
15	4.1	Diseño de la Interfaz (HMI)	9 días	mar 30/12/25	vie 9/1/26
16	4.2	Diseño de piezas necesarias	10 días	jue 4/12/25	mié 17/12/25
17	4.3	Desarrollo de los componentes del firmware (Control, medición, actuación)	14 días	mar 25/11/25	vie 12/12/25
18	4.4	Pruebas emuladas de los componentes del firmware	4 días	lun 15/12/25	jue 18/12/25
19	5	Fase de Integración	34 días	mar 23/12/25	dom 8/2/26
20	5.1	Fabricación/Adquisición de Piezas	14 días	jue 25/12/25	mar 13/1/26
21	5.2	Integración de las piezas y evaluación de la plataforma	2 días	mié 14/1/26	jue 15/1/26
22	5.3	Caracterización de la mecánica del sistema	2 días	vie 16/1/26	lun 19/1/26
23	5.4	Integración de la electrónica	4 días	mar 20/1/26	vie 23/1/26
24	5.5	Pruebas funcionales unitarias del sistema	7 días	lun 26/1/26	mar 3/2/26
25	6	Fase de Prueba y Documentación	21,5 días	sáb 31/1/26	sáb 28/2/26
26	6.1	Pruebas de campo	10 días	mar 3/2/26	lun 16/2/26
27	6.2	Corrección de errores	10 días	sáb 7/2/26	jue 19/2/26
28	6.3	Generación de la Documentación para el usuario	4 días	vie 20/2/26	mié 25/2/26
29	7	Redacción de Informes	90 días	lun 10/11/25	vie 13/3/26
30	7.1	Redacción de informe Final	45 días	lun 10/11/25	vie 13/3/26
31	7.2	Redacción de informe mensual	21 días	jue 27/11/25	vie 27/2/26



ETAPA DE DISEÑO:

Algunos de los avances desarrollados en esta etapa están detallados seguidamente:

Diseño de la Interfaz (HMI):

La interfaz de usuario de la plataforma de seguimiento incluye la visualización detallada de la siguiente información:

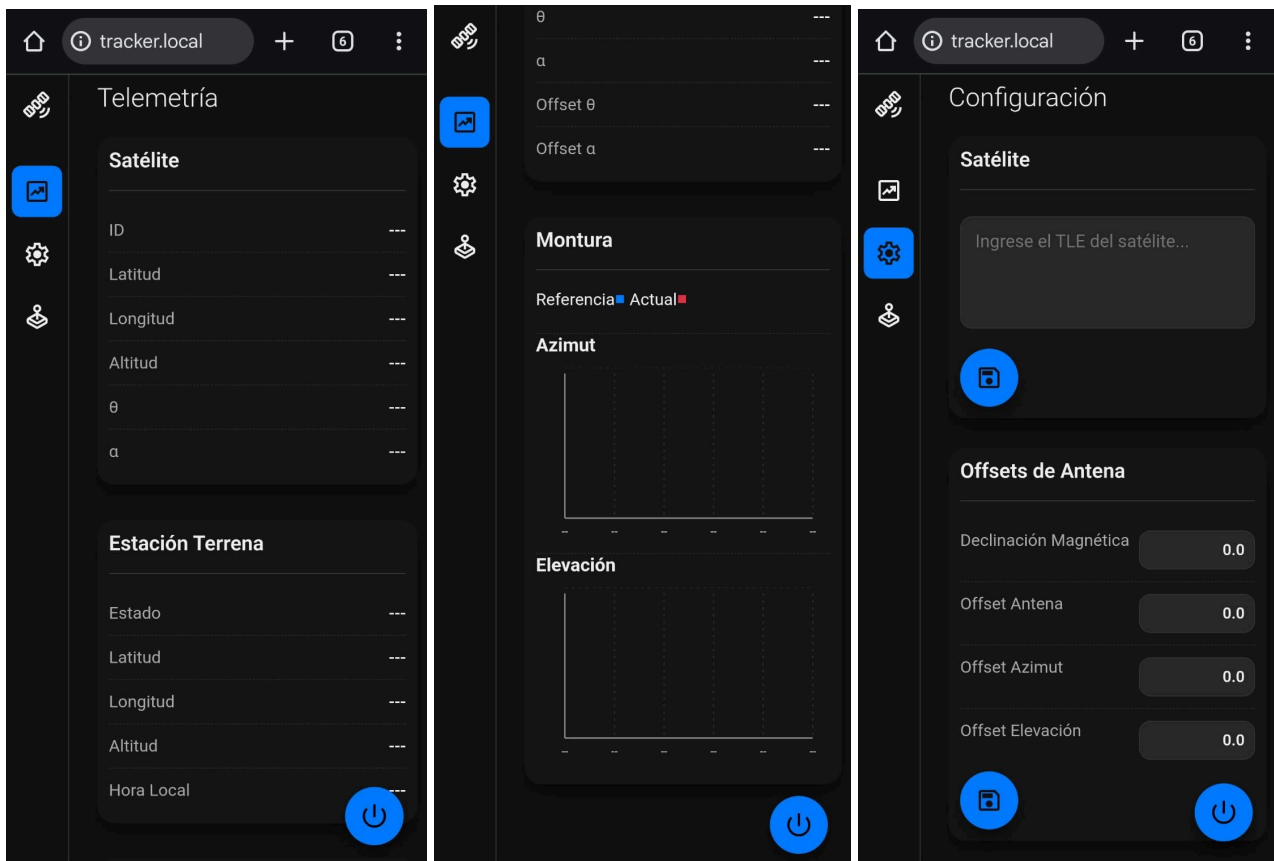
- Estado de la Plataforma.
- Ubicación, altitud y ángulos de apuntamiento del satélite.
- Ubicación, altitud y hora local de la estación terrena.
- Información acerca de la antena (ángulos de apuntamiento actual y offsets).

Posee además un apartado para la configuración de:

- TLE del satélite a realizar el rastreo preprogramado.
- Offsets de antena, declinación magnética y otros datos de interés para el instalador.
- Envío de localización y tiempo de la estación terrena para agilizar el tiempo de búsqueda de satélites GPS y obtención de información (Agilizando pruebas en un entorno cerrado como el laboratorio).

Además, posee también un apartado de control manual de los ángulos de la montura.

El microcontrolador gestiona la interfaz de usuario mediante una red Wi-Fi local propia, operando en modo *Access Point (AP)*, e incorpora el uso de **mDNS** con el fin de facilitar su localización dentro de la red.



Diseño de piezas necesarias (Montura):

El diseño y la simulación de cada una de las piezas fueron realizados en el software *SolidWorks*. Las piezas necesarias para la construcción de la montura en azimuth y elevación de la antena parabólica se muestran en las siguientes imágenes.

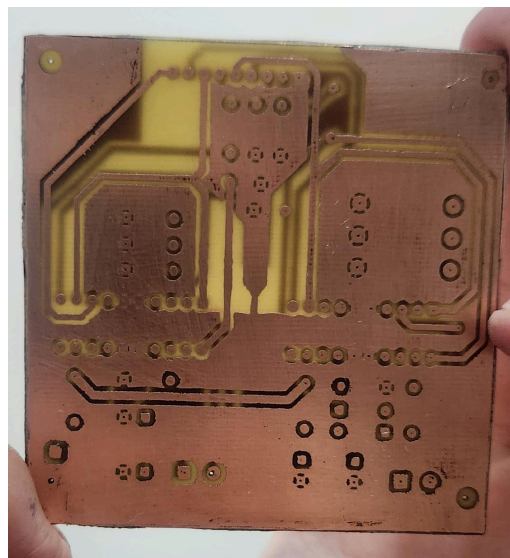
En la primera imagen se presenta un prototipo fabricado en *PLA*, utilizado para evaluar el correcto funcionamiento de la interfaz de potencia en conjunto con los actuadores.

En la segunda imagen se observa la montura final, que incorpora una pieza base mecanizada en aluminio, rodamientos de empuje y demás componentes fabricados en *PETG*, seleccionados por su mayor resistencia a las condiciones de intemperie.



Desarrollo de la electrónica:

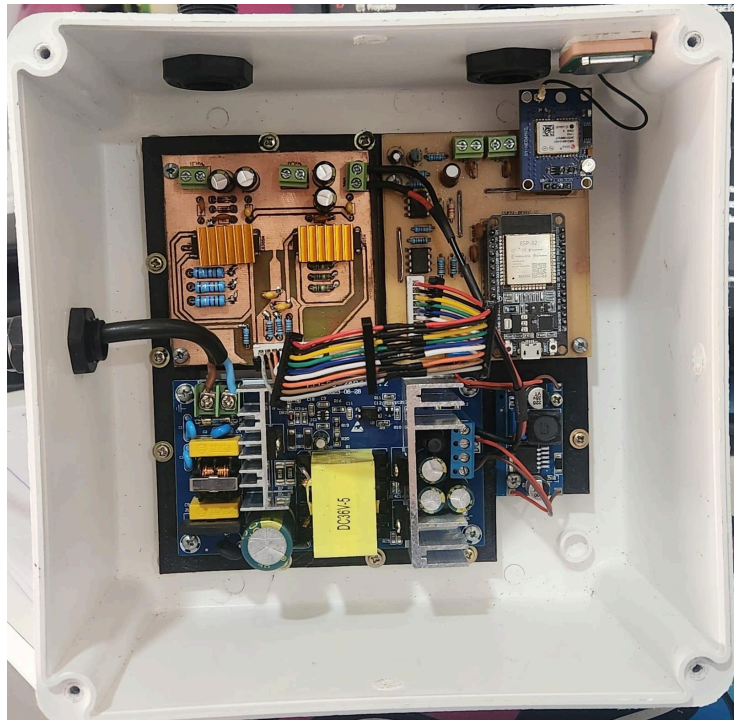
La interfaz de potencia correspondiente a cada actuador fue diseñada e implementada utilizando el software *KiCad*. Asimismo, se desarrolló la adaptación de las señales provenientes de un resistor *shunt* hacia el periférico ADC del microcontrolador, permitiendo su posterior digitalización como medición de la corriente de los motores. Adicionalmente, se implementó el acondicionamiento y filtrado de las señales generadas por los pulsos de cada interruptor magnético, entre otros circuitos auxiliares.



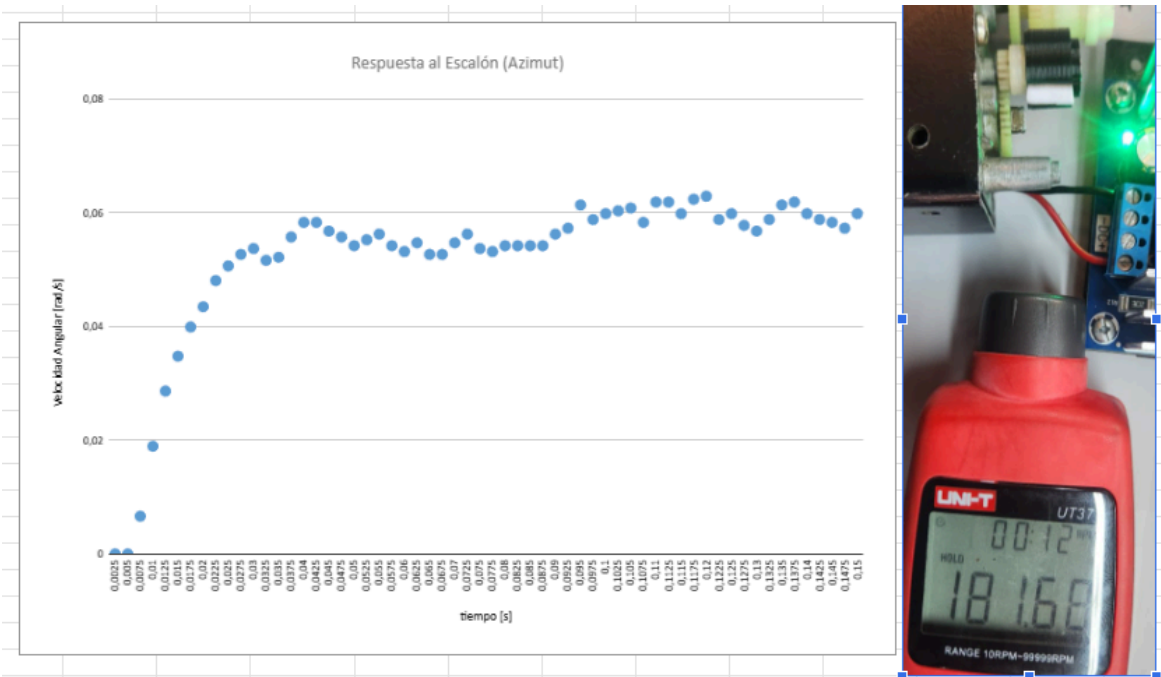
FASE DE INTEGRACIÓN:

En esta fase se integran la electrónica y las piezas mecánicas desarrolladas, con el objetivo de realizar inicialmente pruebas unitarias de funcionamiento y, posteriormente, pruebas de operación en conjunto.

En la siguiente imagen se muestra la electrónica instalada dentro de una caja estanca con certificación *IP65*, equipada con prensacables para la salida del cableado hacia los actuadores. Dichos cables son del tipo pertinax de cuatro polos, seleccionados para garantizar una conexión segura y confiable.



Además, se desarrolló un método para estimar la función de transferencia de cada grado de libertad de la montura (azimut y elevación), utilizando un encoder magnético MT6701 acoplado al eje mediante un imán. A partir de esta configuración, se obtuvieron distintas gráficas de la respuesta al escalón, generadas mediante un firmware propio ejecutado en el mismo microcontrolador que será empleado en el prototipo final. Los datos obtenidos fueron posteriormente contrastados y validados mediante un tacómetro UNI-T 371.



PROMEIDO SENSOR		
RPM	RAD/S	ERROR RELATIVO %
174,4530489	18,2686805	3,97784629
PROMEDIO UT371		
RPM	RAD/S	
181,68	19,0254851	

Mediante esta información, se determinaron los parámetros de cada motor, actuador, su modelado electromecánico y su función de transferencia para el desarrollo del sistema de control.

Motor Elevación	
$\frac{\Omega_s}{V}$	$\frac{7.0709 \times 10^5}{s^2 + 876.4958 s + 4.022 \times 10^4}$
Polos	$s_1 = -827.916, \quad s_2 = -48.5798$
Motor Azimut	
$\frac{\Omega_s}{V}$	$\frac{6.002 \times 10^5}{s^2 + 640.7268 s + 4.726 \times 10^4}$
Polos	$s_1 = -555.6775, \quad s_2 = -85.0493$
Actuador Elevación (con carga)	
$\frac{l}{V}$	$\frac{6.4379 \times 10^3}{s^3 + 906.1205 s^2 + 4.2852 \times 10^4 s}$
Polos	$s_1 = 0, \quad s_2 = -856.0635, \quad s_3 = -50.0570$
Eje Azimut (con carga)	
$\frac{\Theta}{V}$	$\frac{151.3236}{s^3 + 1.0231 \times 10^3 s^2 + 9.607 \times 10^4 s}$
Polos	$s_1 = 0, \quad s_2 = -918.5063, \quad s_3 = -104.5937$