



SPEL: Deployment System

Alumnos: Diego Benavides

Javiera Chasco

Profesor Guía: Elías Obreque

EL4030-1: Seminario de Diseño e Innovación
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

Agenda

- Objetivos.
- Tareas asignadas.
- Especificaciones de diseño.
- Resultados obtenidos y estado actual.
- Aprendizajes y próximos pasos.



Objetivos

Objetivo general:

- Se desea diseñar, construir y programar el circuito eléctrico involucrado en el despliegue de paneles del nanosatélite PlantSat.

Objetivos específicos:

- Estudiar las especificaciones técnicas del CubeSat.
- Descomponer circuito existente y reubicar componentes en distintas placas.
- Familiarizarse con Eagle e Inventor.

Tareas eléctricas designadas

- Revisar documentación de pinout de stack.
- Rediseño de la placa original, dividiéndola en cuatro secciones/placas.
- Buscar o confeccionar equivalentes SMD de algunos dispositivos: microcontrolador, botones de siwtch, mosfet, etc.
- Realizar esquema de interconexion entre las placas y definir el tipo de canal de comunicación de los sensores de temperatura.
- Revisión de la forma y dimensiones de las rutas de acuerdo a los estándares de fabricación y recomendaciones varias de miembros del laboratorio con experiencia previa.
- Programar Instrucciones para el microcontrolador.

Tareas mecánicas asignadas

- Revisar articulaciones en CAD.
- Leer CubesatRev 13 especificaciones de diseños (Tolerancias de diseños, dimensiones máximas de extracción, estándar de dimensión).
- Exportar las caras de los InterStage a DXF para el diseño del Board.
- Crear articulaciones en los paneles.
- Crear soporte para los paneles de despliegue.
- Apoyar en las labores de diseño del board.

Especificaciones de diseño del CubeSat

¿Qué son los CubeSats?

- Son nanosatélites que cumplen con los estándares descritos en el CubeSat Design Specification.
- Su forma más simple y estándar es en un cubo de $10 \times 10 \times 11.35 \text{ cm}^3$, llamado CubeSat 1U.
- PlanSat es un nanosatélite que consta de 3 unidades.
- El mecanismo de despliegue de los CubeSat es el P-POD.

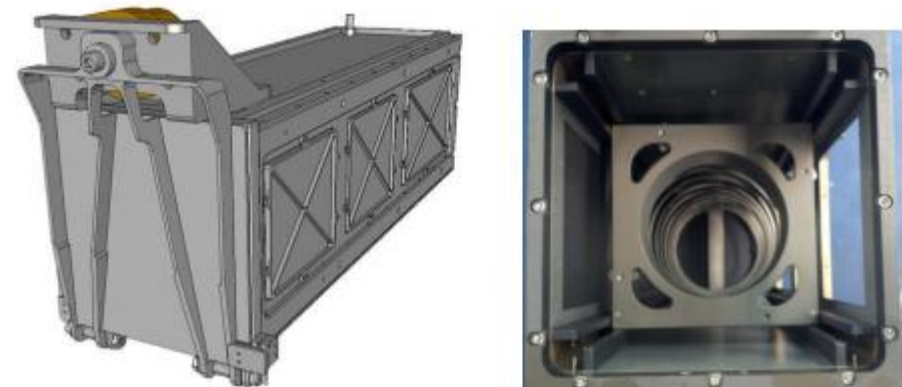


Figura 1: Poly Picosatellite Orbital Deployer [1].

Especificaciones de diseño del CubeSat

Para un CubeSat3U:

- Para la estructura se sugiere utilizar 4 aleaciones de aluminio.
- La masa no debe superar los 4 kg.
- Sus dimensiones deben ser $10 \times 10 \times 34.5 \text{ cm}^3$.
- Ningún componente puede exceder los 6.5 mm normal a la superficie.
- La tolerancia es ± 0.1 .

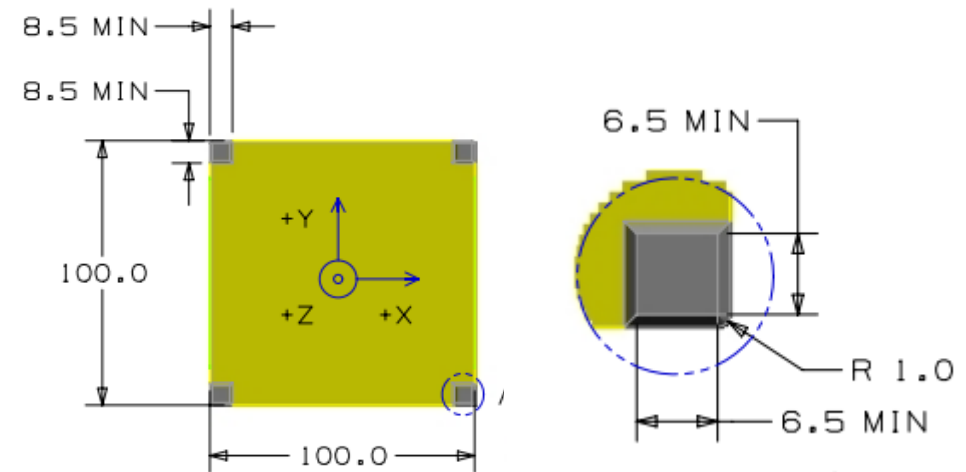


Figura 2: Dimensiones para cara frontal del CubeSat [1].

Especificaciones de diseño del CubeSat

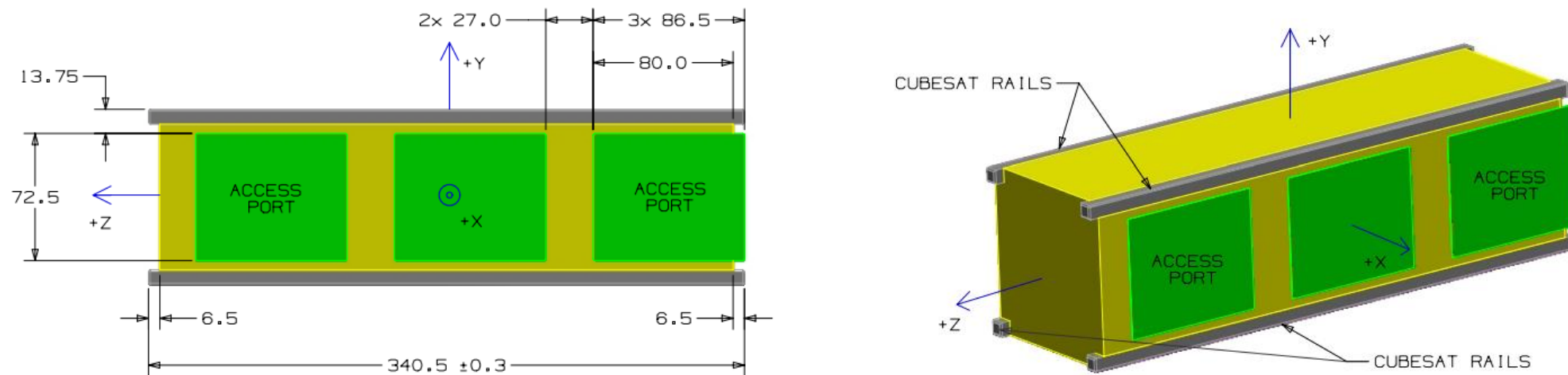


Figura 3: Dimensiones para cara lateral y vista completa del CubeSat [1].

Especificaciones de diseño de las PCB

- Se desea reducir de tamaño el circuito original.
- Para ello, se quita el stack de la placa, para dejar aislado el circuito del microcontrolador.
- Luego, el circuito resultante se separa en 4 subcircuitos, los cuales se ubicarán en los interstage del nanosatélite.

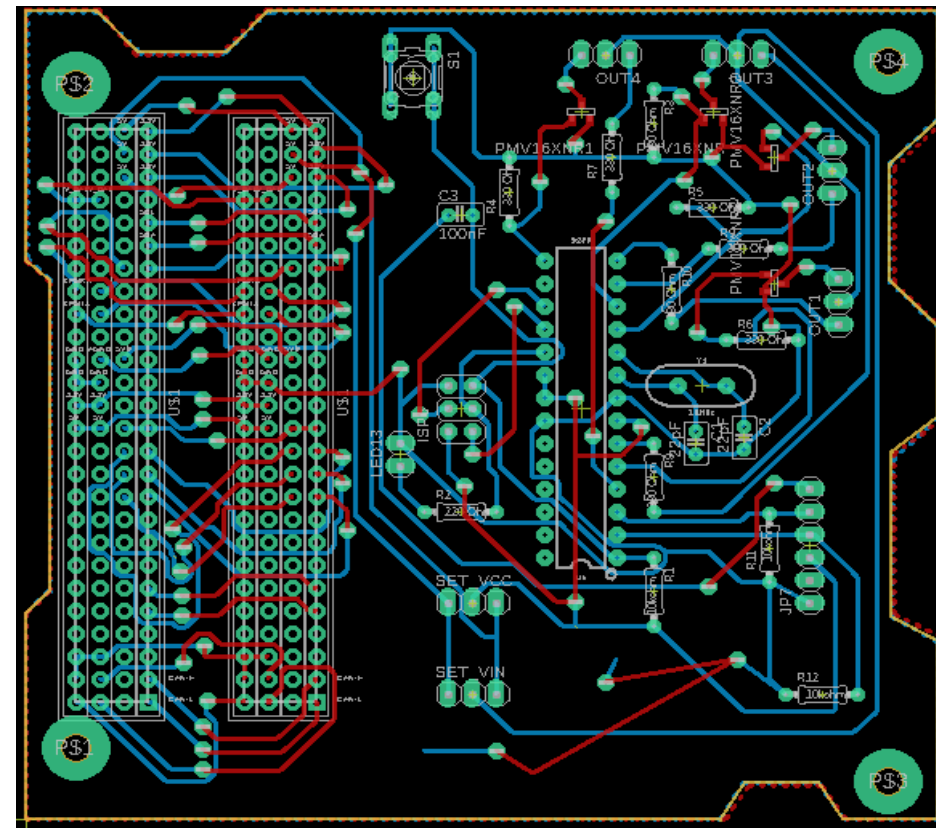


Figura 4: Placa original del deployment system.

Especificaciones de diseño de las PCB

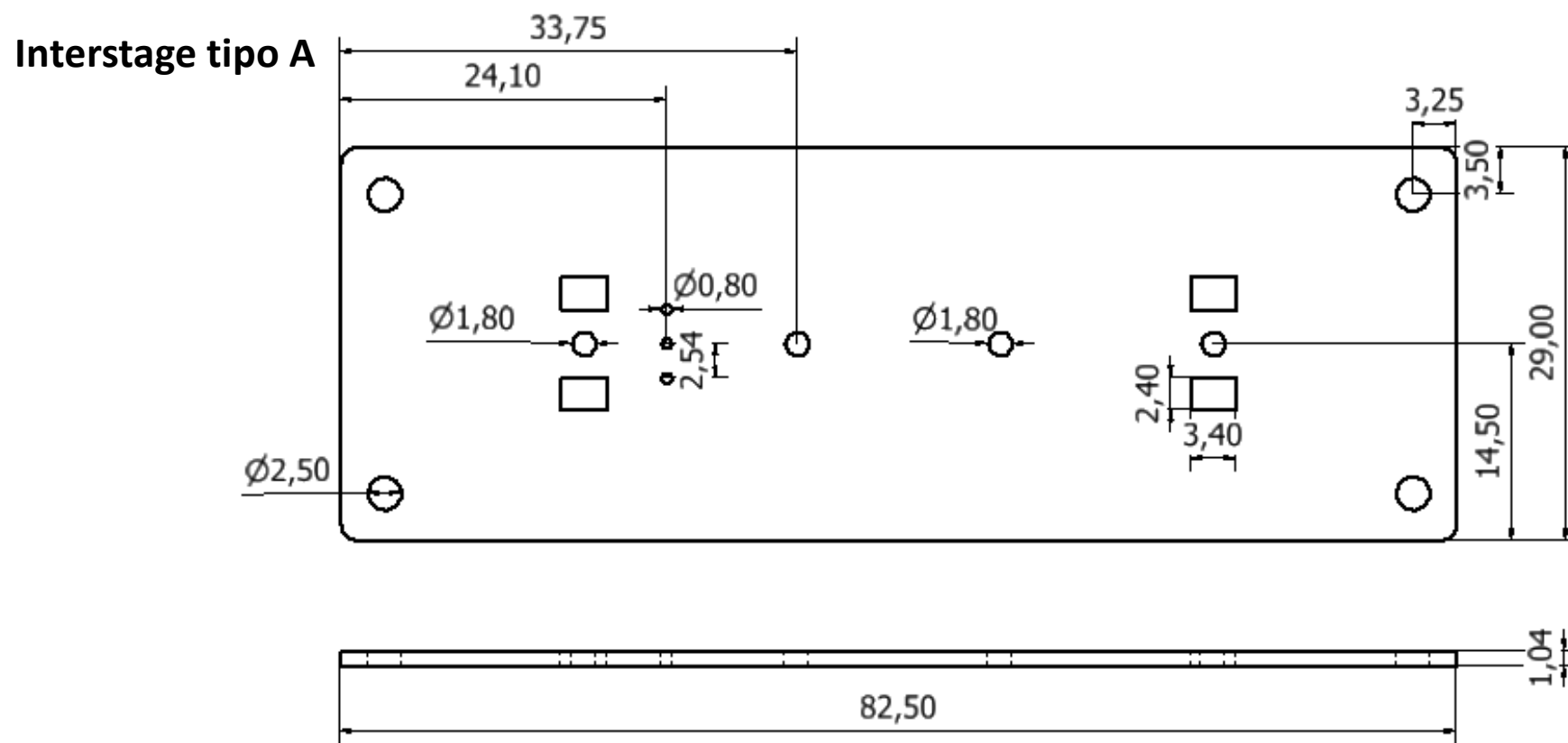


Figura 5: Dimensiones interstage tipo A.

Especificaciones de diseño de las PCB

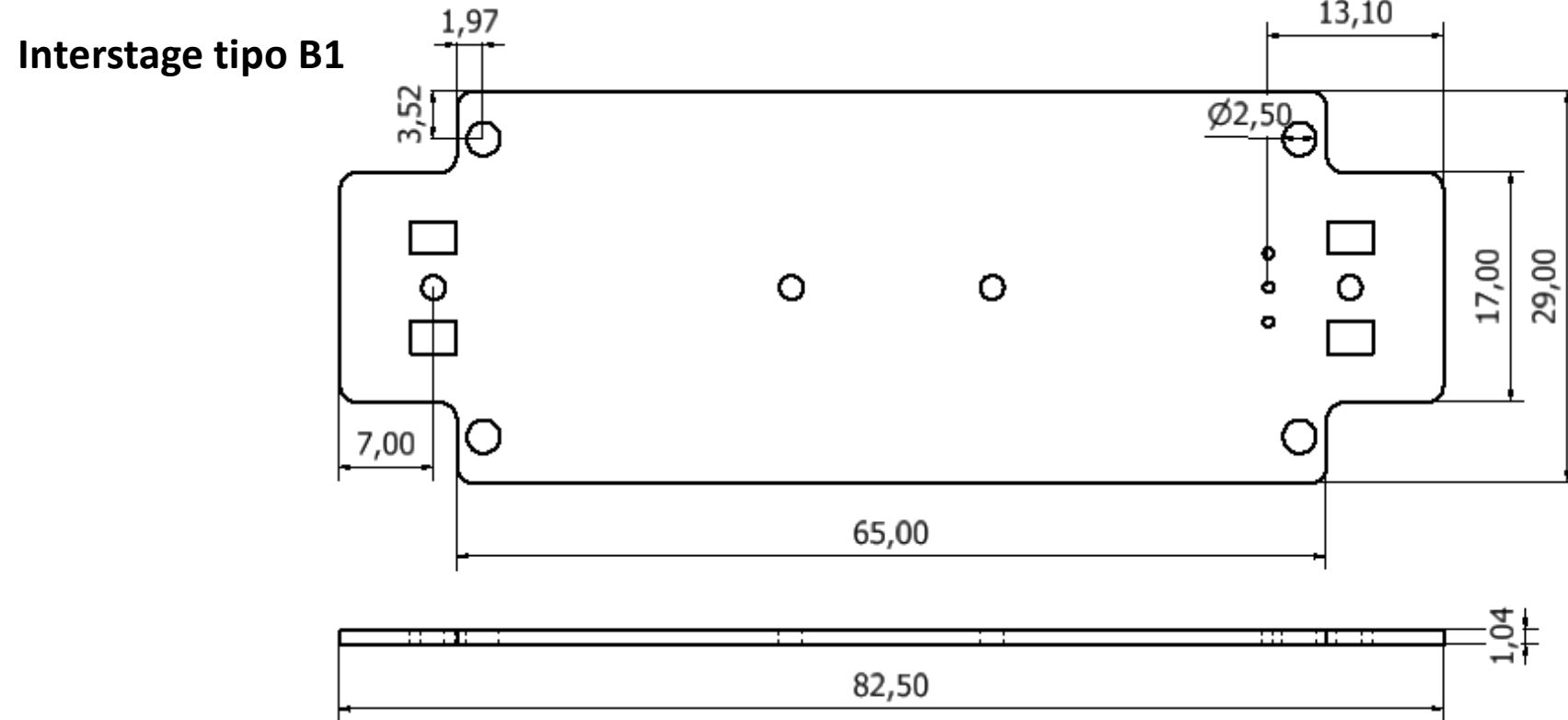


Figura 6: Dimensiones interstage tipo B1.

Especificaciones de diseño de las PCB

Interstage tipo B2

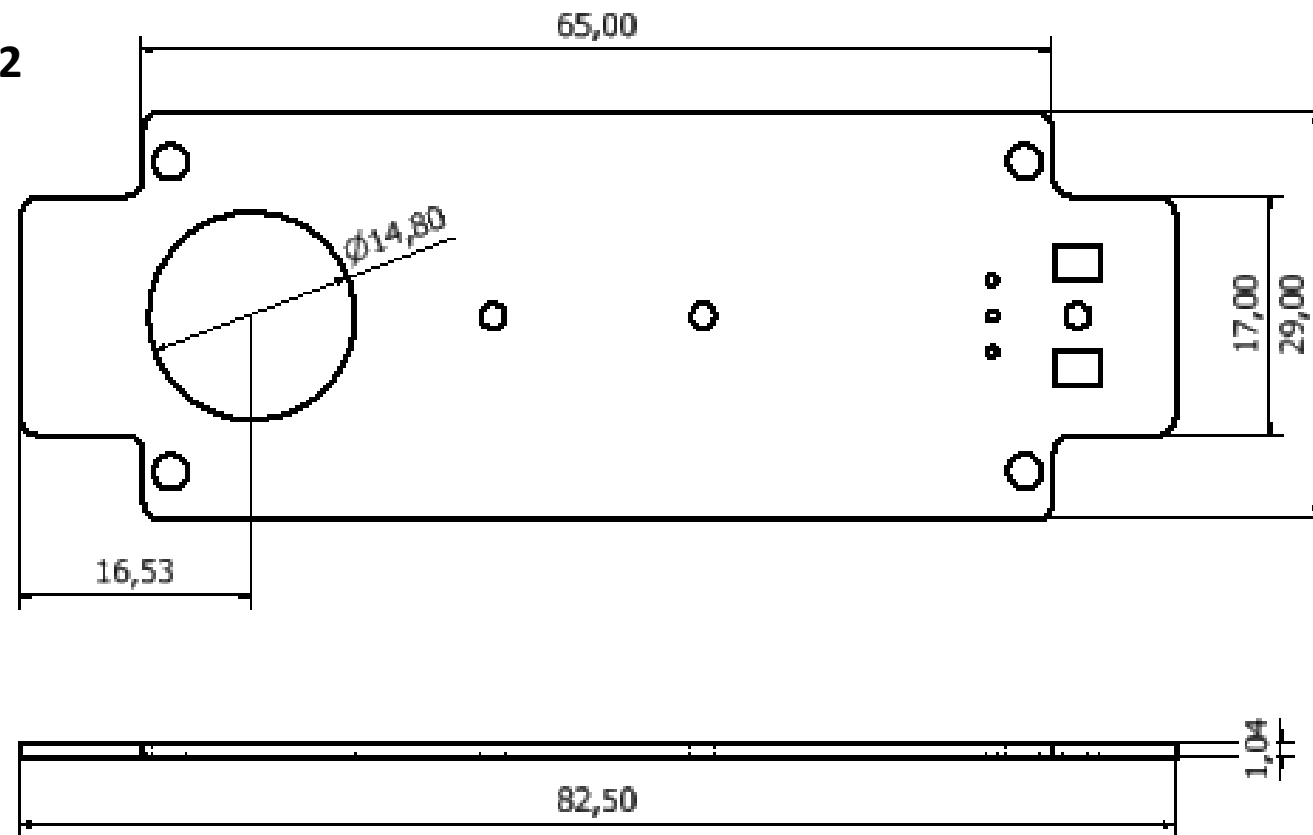


Figura 7: Dimensiones interstage tipo B2.

Especificaciones de diseño de las PCB

Mini placa

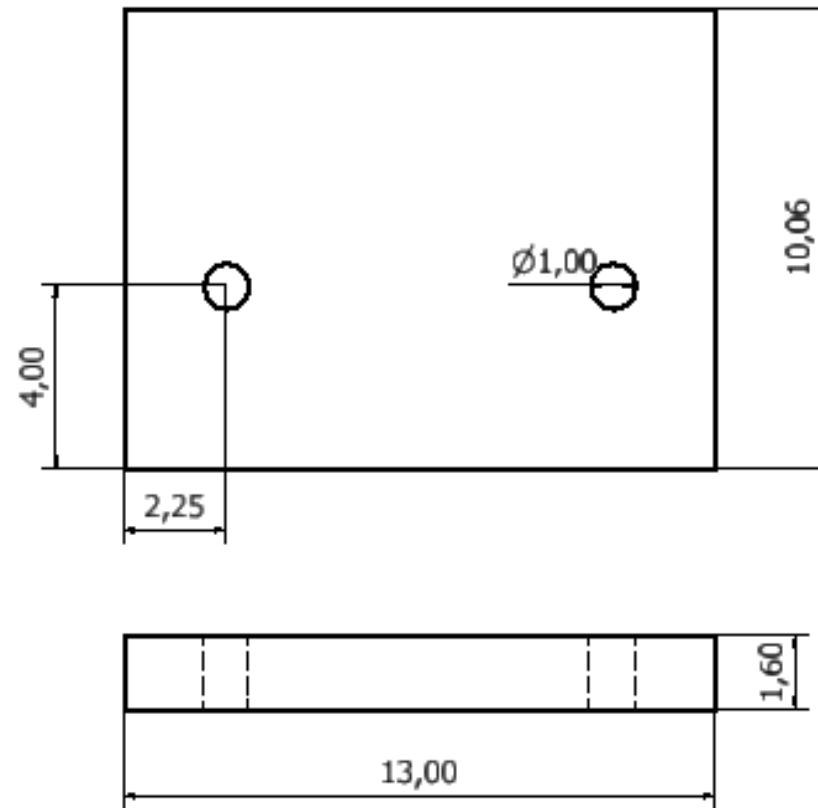


Figura 8: Dimensiones mini placa.

Soporte para paneles de despliegue

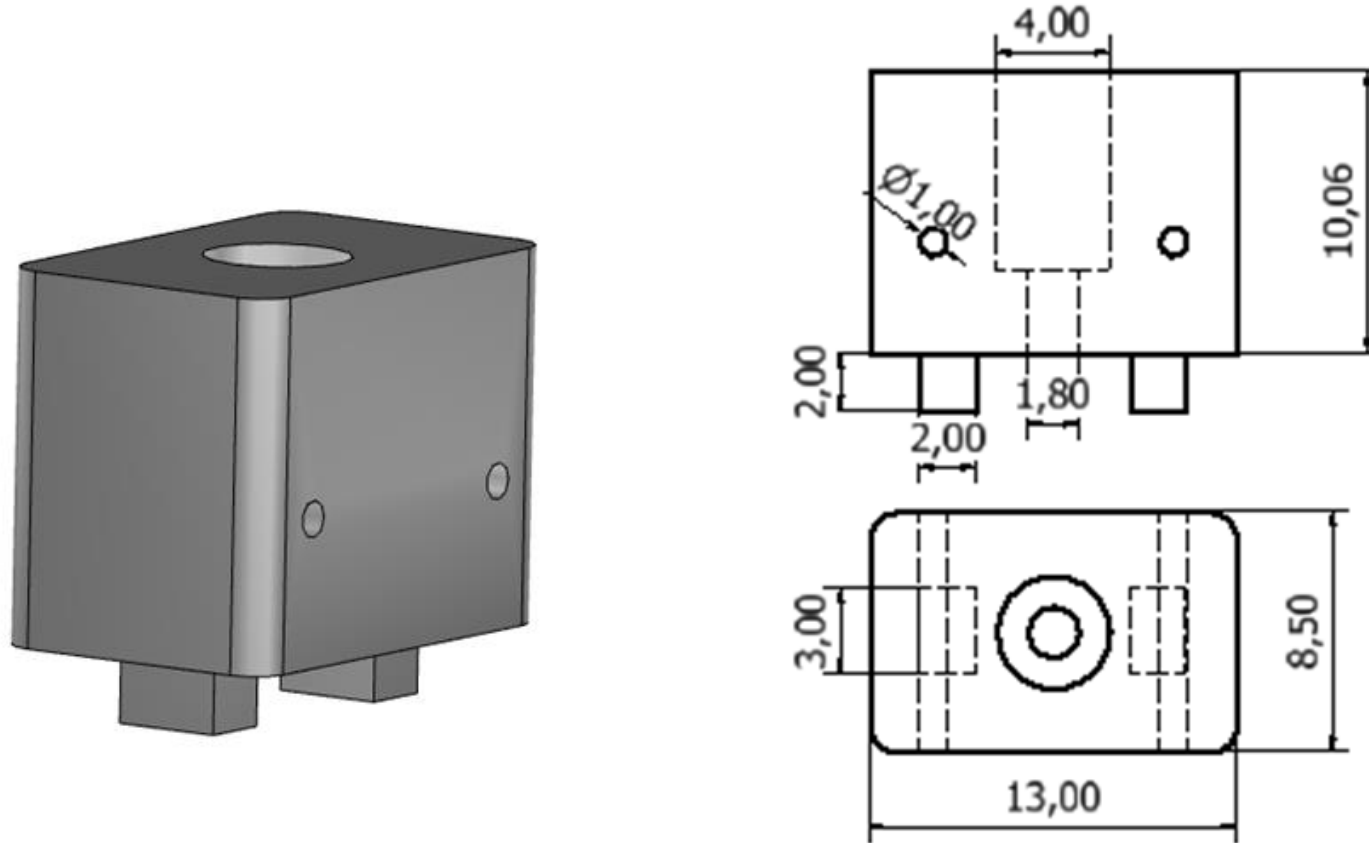


Figura 9: Dimensiones soporte para paneles solares.

Esquemáticos realizados

Interstage A1:

- Placa principal. Contiene un microcontrolador (con su botón de reset), dos sensores de temperatura, un mosfet (que controla la corriente del nicromo) y un switch (que detecta la apertura de los paneles).
- Adicionalmente esta placa cuenta con 3 picoblade molex, los cuales permiten intercambiar la información de esta placa con el puerto de programación, con la placa A2 y con la placa B1, respectivamente.
- Se utiliza conexión i2C estandar para el ftdi y el bootloader (programación del microcontrolador).
- Similarmente, se usa conexión i2C estándar para el intercambio de información entre los sensores de las otras placas y el microcontrolador.

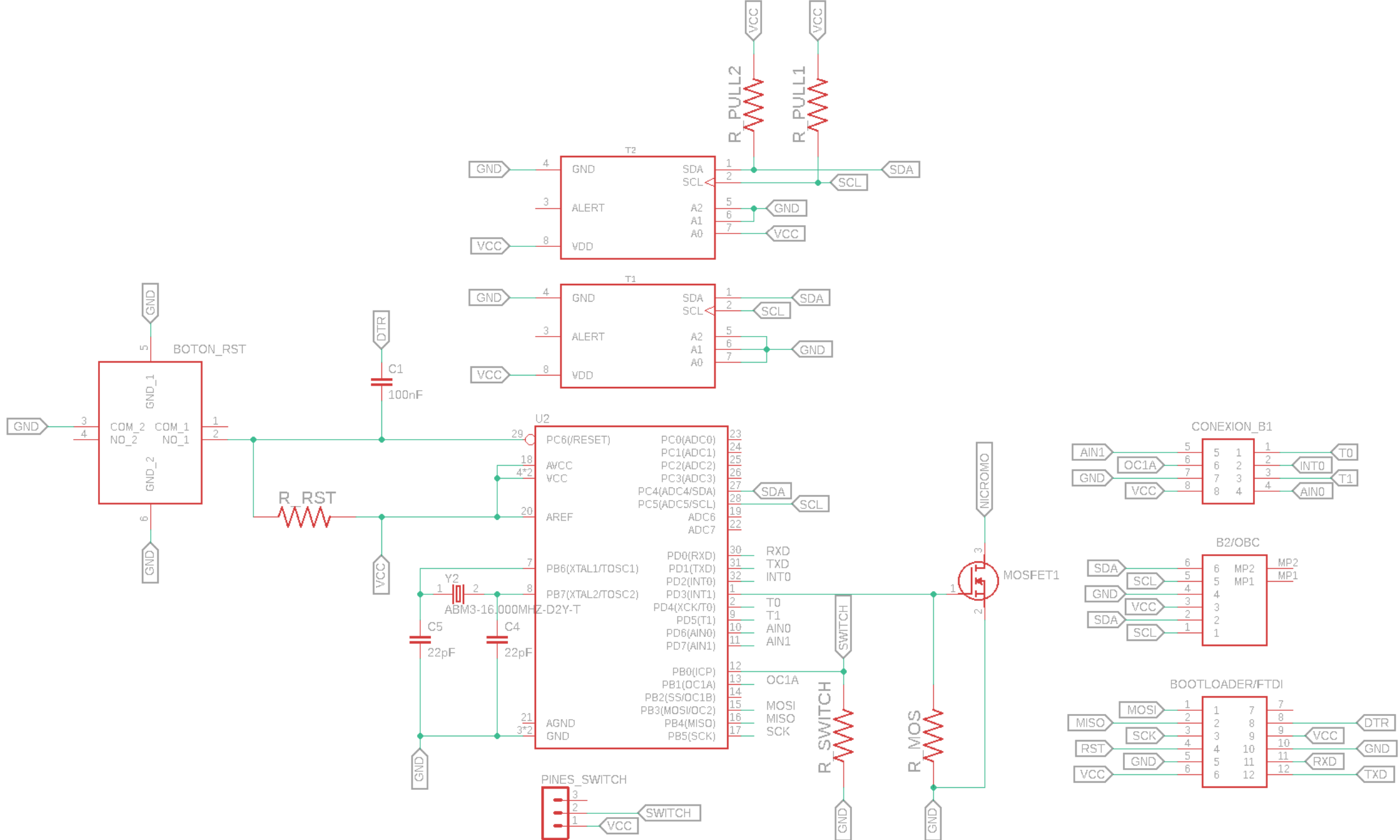


Figura 10; Esquemático de la placa interstage A1.

Esquemáticos realizados

Interstage B1:

- Placa secundaria, contiene dos sensores de temperatura y un sensor de contacto (switch)
- Cuenta con 2 picoblade molex, para intercambiar información de los sensores y el switch directamente con la placa del microcontrolador, y para transportar la información proveniente de las demás placas también hacia el microcontrolador de la placa A1.

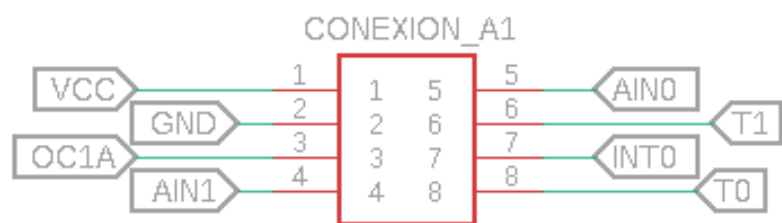
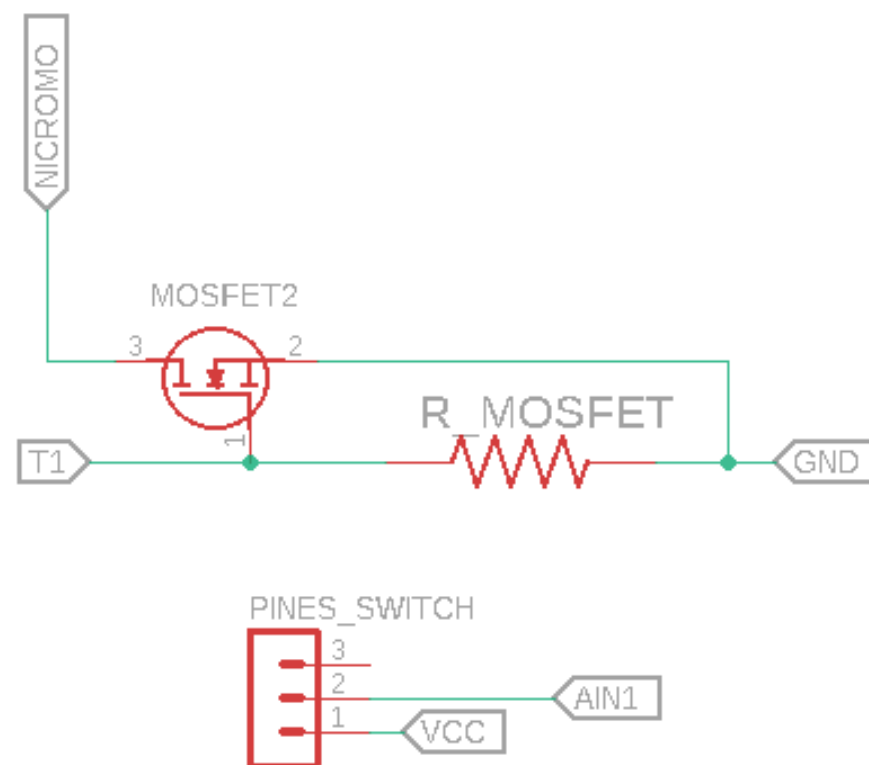
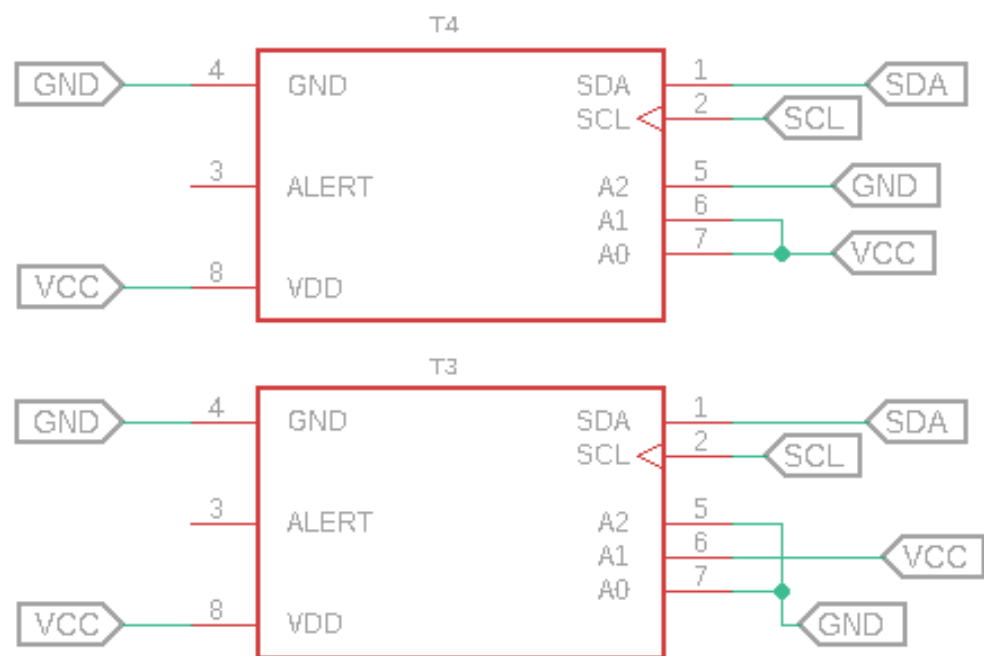


Figura 11: Esquemático de la placa interstage B1.

Esquemáticos realizados

Interstage A2:

- Placa secundaria, contiene los mismos componentes que la placa anterior, con la salvedad de que la forma de la placa es idéntica a la principal (A1).

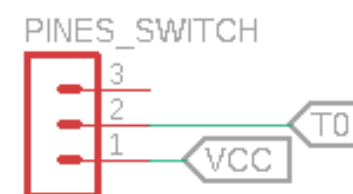
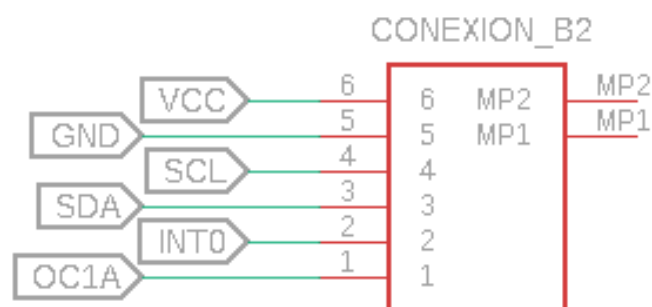
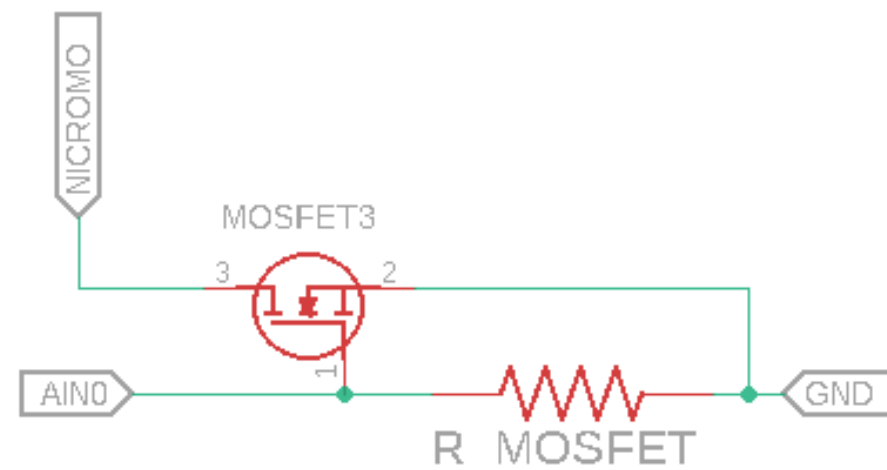
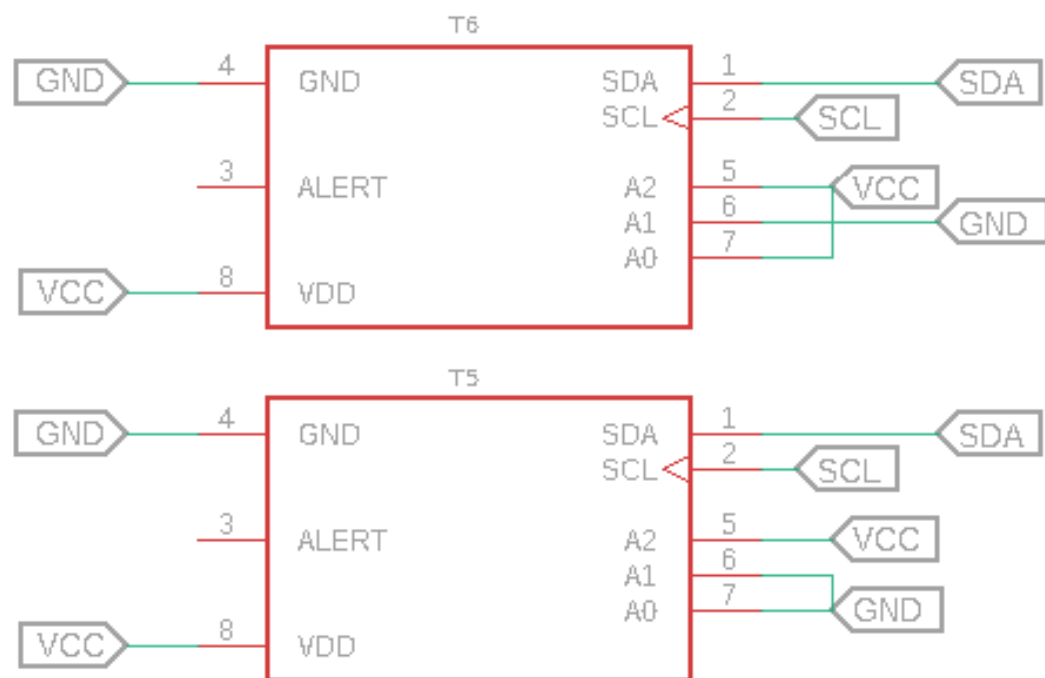


Figura 12: Esquemático de la placa interstage A2.

Esquemáticos realizados

Interstage B2:

- Placa secundaria, además de contener los mismos componentes que las dos anteriores, esta incluye un vaciado para ajustarse al diseño físico que tiene el nanosatélite. Luego, su espacio es más reducido, por lo que es la placa que menos señales transporta.

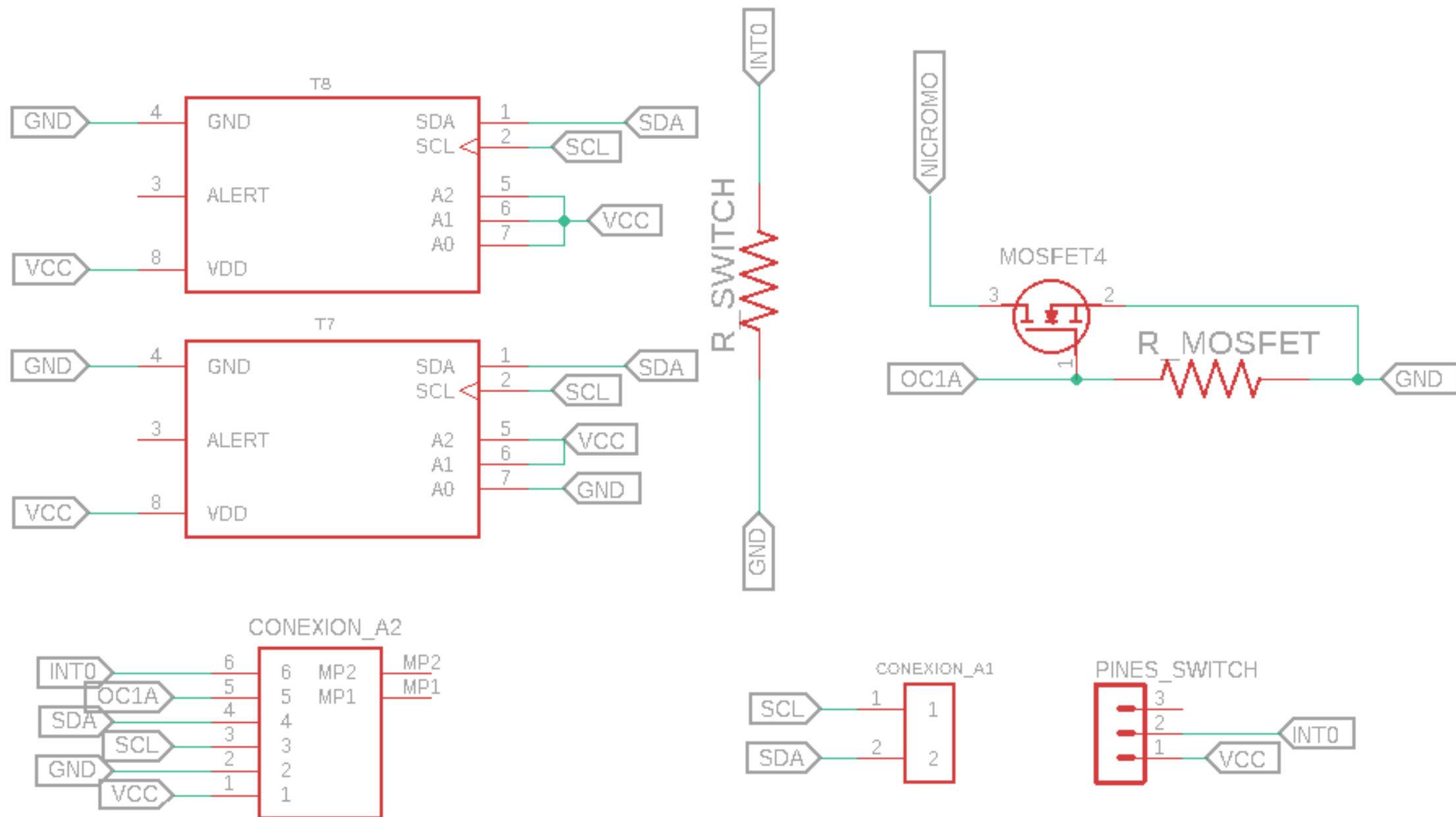


Figura 13: Esquemático de la placa interstage B2.

Esquemáticos realizados

Miniplaca para switch TH:

- Es una pequeña placa de cobre cuya única función es contener al switch que detecta la apertura de los paneles de despliegue.
- Cuenta con 3 pines para conectarse perpendicularmente a cada una de las placas anteriormente mencionadas.
- Switch de tamaño significativamente mayor que su contraparte de soldadura superficial.
- Modelo del switch no incluye esquemático ni footprint, por lo que se diseña tomando como referencia la hoja de datos del fabricante.

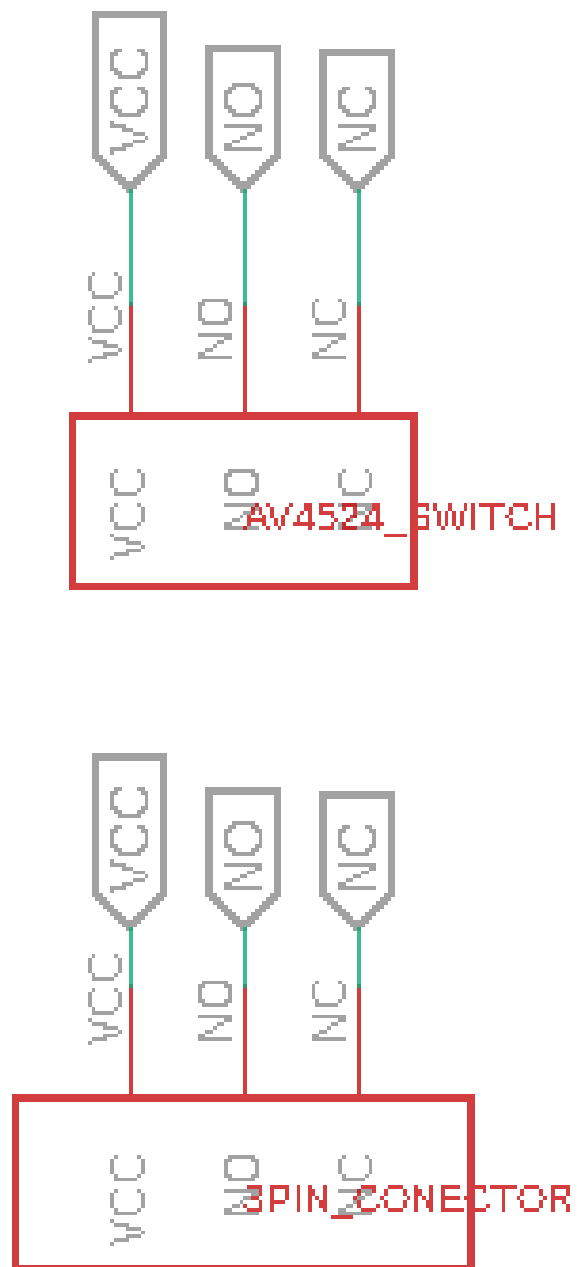


Figura 13: Esquemático de la miniplaca (opcion 1).

Esquemáticos realizados

Miniplaca para switch SMD:

- Es una segunda versión de la misma placa anterior, cuya única diferencia es que el switch es de un tamaño considerablemente menor y es soldado superficialmente.

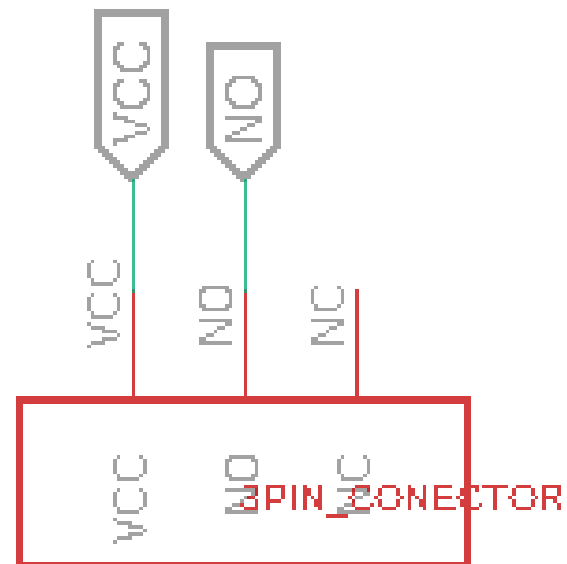
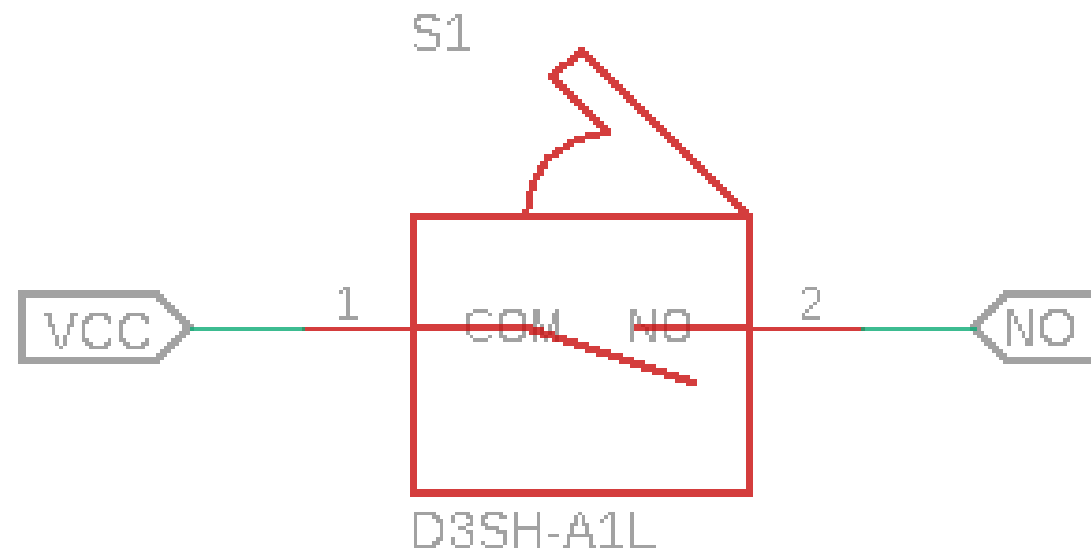


Figura 14: Esquemático de la miniplaca (opcion 2).

Placas obtenidas

Interstage tipo A1



Figura 15: Placa interstage tipo A1.

Placas obtenidas

Interstage tipo B1

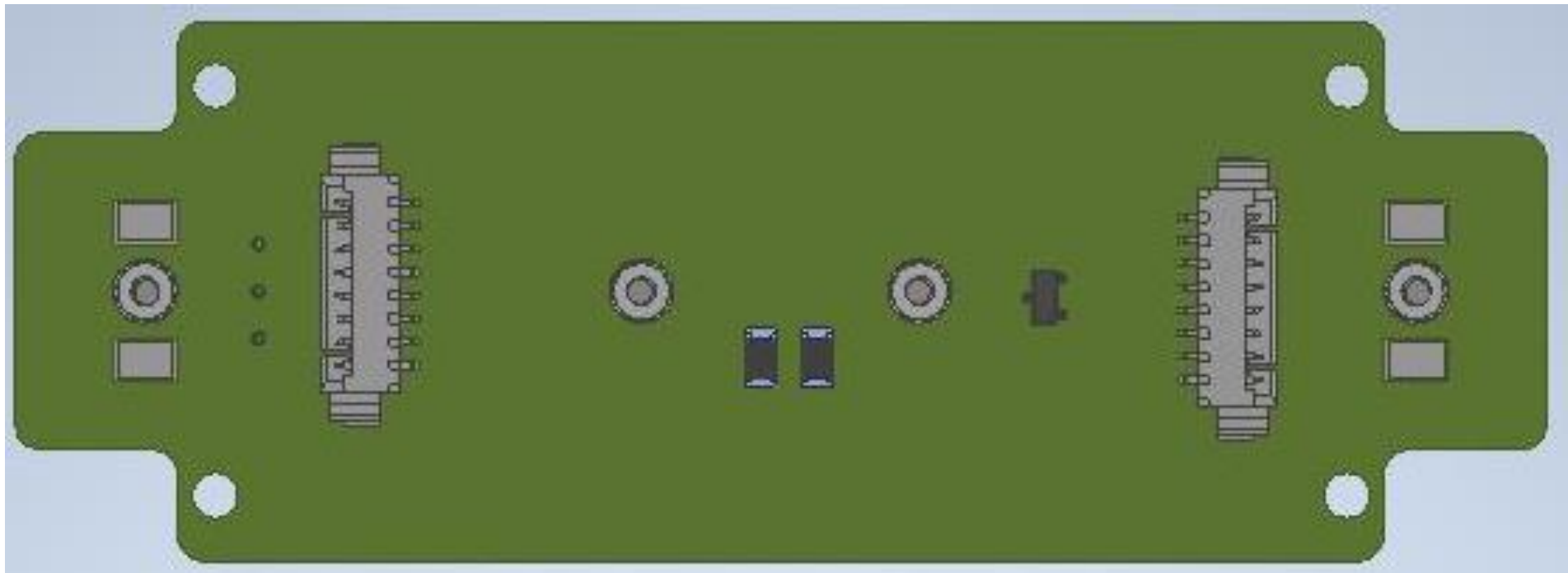


Figura 16: Placa interstage tipo B1.

Placas obtenidas

Interstage tipo A2

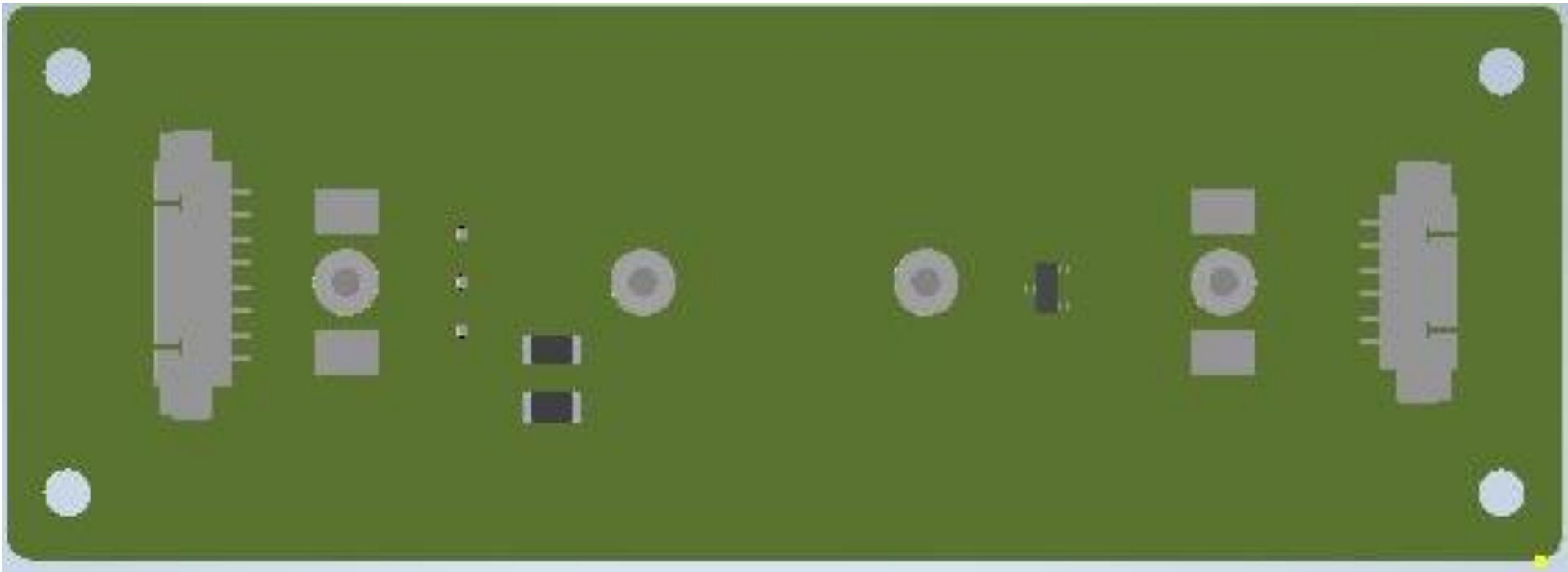


Figura 17: Placa interstage tipo A2.

Placas obtenidas

Interstage tipo B2

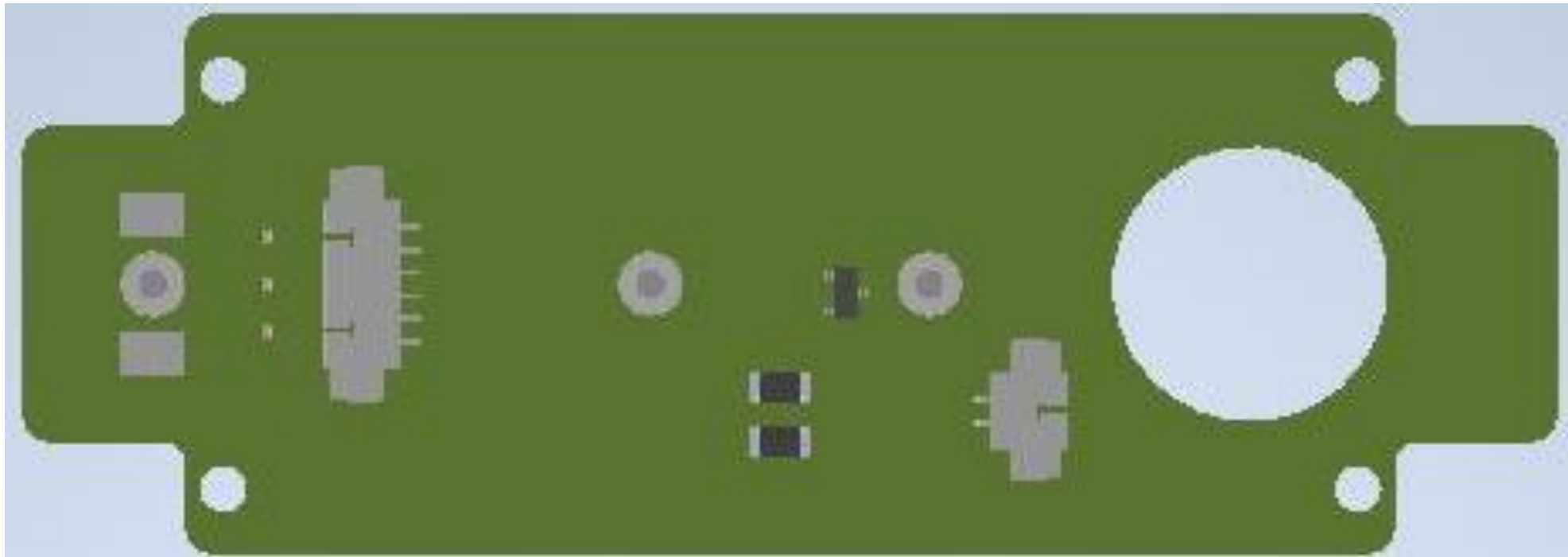


Figura 18: Placa interstage tipo B2.

Placas obtenidas

Miniplaca para switch TH:

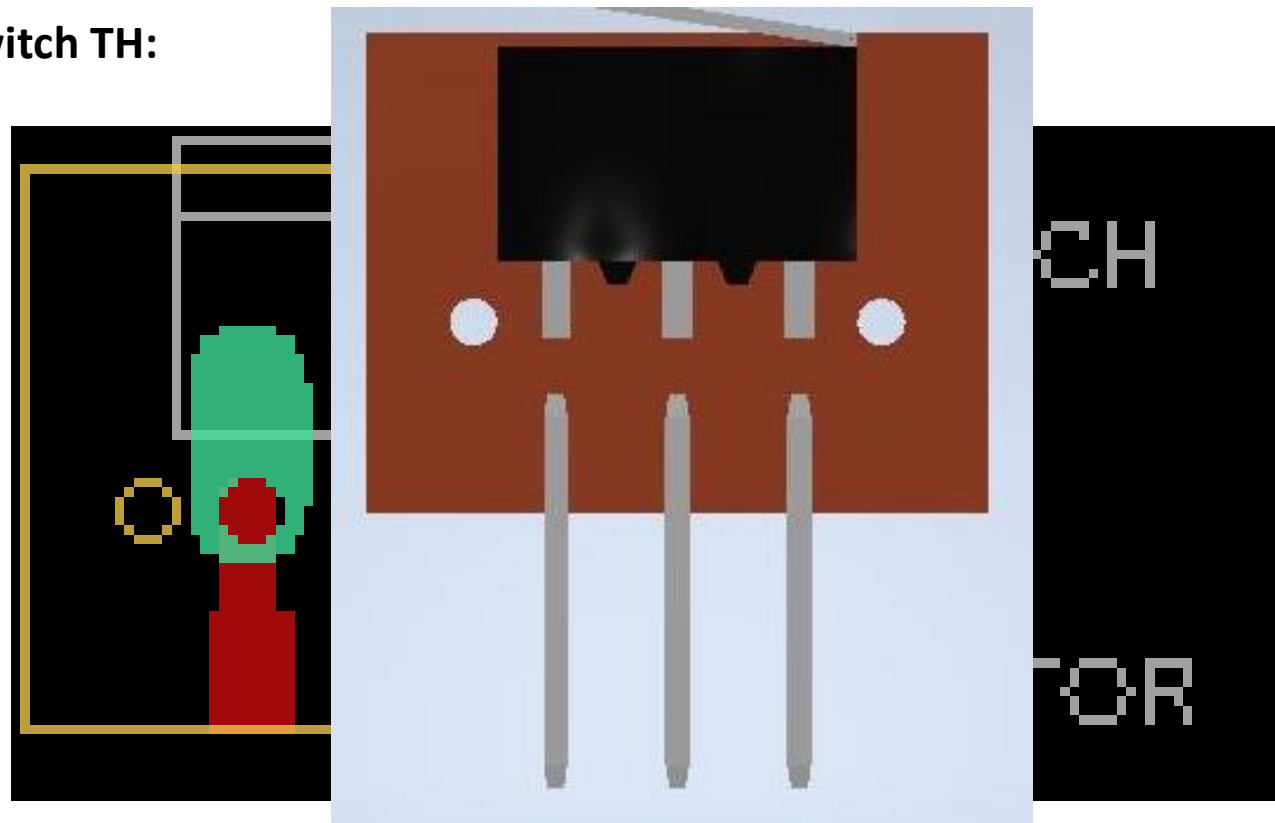


Figura 19: Miniplaca para switch tipo TH.

Placas obtenidas

Miniplaca para switch SMD:

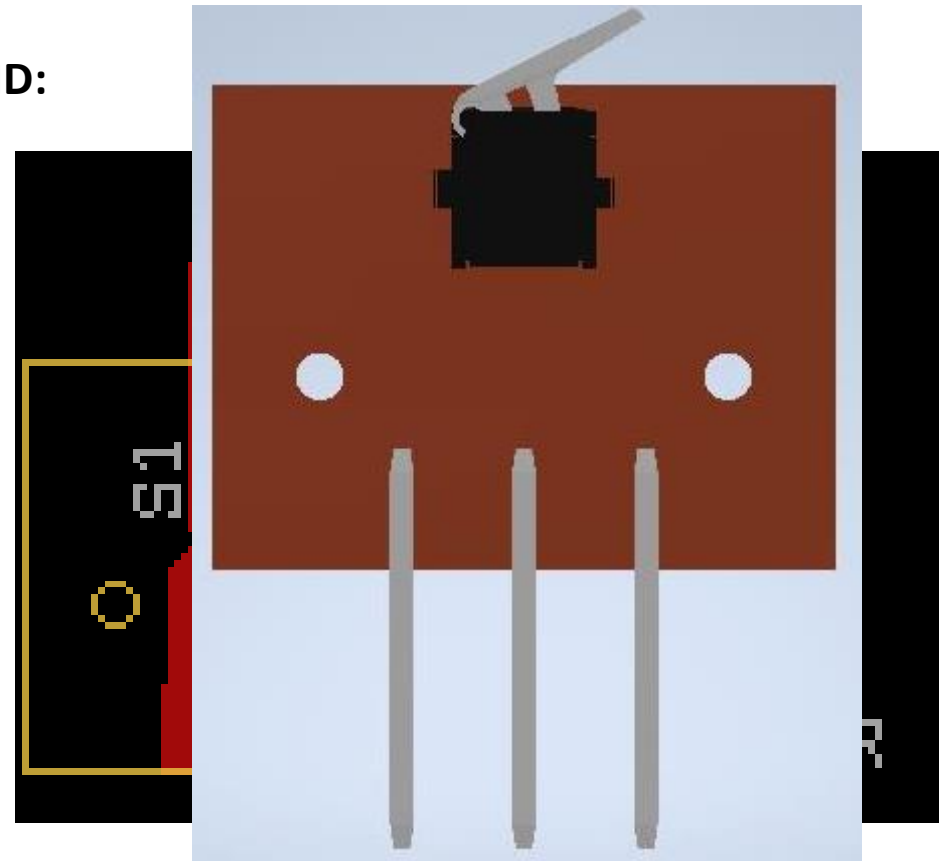


Figura 20: Miniplaca para switch tipo SMD.

Aprendizajes obtenidos

- Conocer las especificaciones técnicas de diseño que debe tener un cubesat.
- Comprender a grandes rasgos el proceso que se debe desarrollar para desplegar los paneles de un nanosatélite.
- Familiarización con las diversas herramientas que ofrece Inventor.
- Familiarización con la importación de esquemáticos, footprints y librerías de Eagle en general.
- Afinación del proceso de búsqueda de componentes electrónicos con EDA/CAD en el mercado.
- Comprensión del funcionamiento de las capas en Eagle. Particularmente, la modificación de la capa que modela las dimensiones de una PCB.
- Familiarización con las otras herramientas de diseño de PCB que ofrece Eagle, como lo son: polygon, ratsnest e isolate.
- Documentación de los componentes utilizados para optimizar el tiempo de búsqueda en sesiones de trabajo futuras.

Dificultades encontradas

- Definir pines del Atmega en donde se conectarán las señales de los sensores de temperatura (Comunicación SPI). Se optó por comunicación I2C.
- Comprender el uso y las conexiones del Nicromo.
- Definir qué tipo de interruptor se utilizará para detectar la apertura y cierre de los paneles de despliegue en cada interstage.
- Definir ubicación de los interruptores anteriores.
- Creación de esquemáticos y librerías.

Próximos pasos

- Mandar a fabricar las placas.
- Soldar los componentes SMD y TH.
- Definir si se usará el switch de contacto SMD o TH.
- Testear y verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos.
- Escribir el código para programar el microcontrolador y realizar testeos finales.
- Interés en continuar en el proyecto para realizar mejores versiones en base a los resultados de las pruebas anteriores.

Referencias

- [1] CDS, *CubeSat Design Specification, Rev. 13*, California Polytechnic State University, 2015.
- [2] Benavides, D., Chasco, J., Obreque E., (10 de julio de 2020). SPEL: DeploymentSystem-EL. <https://github.com/spel-uchile/DeploymentSystem-EL>
- [3] Becerra, A. (08 de julio de 2020). Diseño de Placas [Webinar]. Space and Planetary Exploration Laboratory (SPEL).



SPEL: Deployment System

Alumnos: Diego Benavides

Javiera Chasco

Profesor Guía: Elías Obreque

EL4030-1: Seminario de Diseño e Innovación
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile