

**KITS ARDUINO PARA APOYAR EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA EN LA
PROGRAMACIÓN DE MICROCONTROLADORES**

PROTOCOLO DE PRUEBAS PCB

Brayan Camilo Lozano Polanía

Daniel Naranjo Imbachi



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ D.C.**

2023

1. INTRODUCCIÓN

La importancia del uso de protocolos de pruebas en Placas de Circuito Impreso (PCBs) radica en su papel fundamental en la fabricación y calidad de los dispositivos electrónicos. Estas placas son el corazón de la mayoría de los dispositivos electrónicos y, por lo tanto, su correcto funcionamiento es esencial. Los protocolos de pruebas proporcionan un conjunto de procedimientos y estándares que permiten verificar que una PCB cumple con las especificaciones de diseño, asegurando así su confiabilidad y rendimiento. Además, ayudan a detectar posibles defectos, cortocircuitos, conexiones erróneas y otros problemas que podrían afectar el funcionamiento del circuito, lo que a su vez contribuye a la reducción de costos y tiempos de producción al identificar problemas antes de que los productos lleguen al mercado. En este contexto, la implementación adecuada de protocolos de pruebas es esencial para garantizar la calidad y la seguridad de los productos electrónicos que dependen de estas PCBs.

La sección de protocolo de pruebas usado se encuentra dividido en 5 partes que son secuenciales, es decir, al culminar una, se pasa con la siguiente, las cuales se presentan a continuación:

- Casos de prueba PCB
- Montaje y test de PCB
- Prueba funcional (Bloques)
- Ensamble general

2. CASOS DE PRUEBA

Una vez se haya fabricado el PCB, a este se debe realizar pruebas para verificar que cumpla con todas las especificaciones planteadas en el diseño. A continuación, se presentan las pruebas a realizar:

- **Verificación de dimensiones**

Se debe medir preferiblemente con un calibrador todas dimensiones exteriores que definen el contorno del PCB, esto con el fin de verificar que la escala utilizada en la fabricación fue la correcta y que no hubo errores en los cortes. En la Figura 1 se ilustra un ejemplo de medición de uno de los lados de un PCB en forma de octágono, el valor de X debe coincidir con el valor de longitud del diseño teniendo en cuenta una incertidumbre establecida.

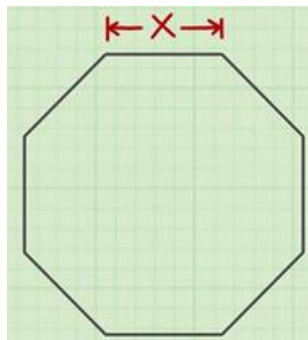


Figura 1. Ejemplo PCB en forma de octágono

Se espera de la prueba que todas longitudes coincidan con el diseño, de lo contrario se debe excluir de la producción.

- **Revisión de perforaciones**

Se debe verificar que todas las perforaciones en el PCB se encuentren en la posición correcta según el diseño, revisando que no se encuentren incompletas y que las dimensiones coincidan, esto para evitar errores en el posicionamiento del PCB en la caja o estructura que lo va a soportar. Ya que cada fabricante en general tiene un margen de error, se espera que se puedan encontrar perforaciones mal hechas en un número determinado de PCBs según la producción realizada.

- **Revisión de Soldemask**

El *soldemask* es una capa sobre los *pads* que protege el PCB de oxidación y facilita el proceso de soldadura de los componentes, por esto es crucial revisar esta capa y verificar que todos los pads la tengan, es importante verificar que no se encuentre ningún *pad* levantado.

Se espera de la prueba que se encuentren la mayor cantidad de *pads* con defectos de fabricación y verificar que no vayan a presentar errores o inconvenientes el proceso de soldado de componentes.

- **Revisión de plano a tierra**

Si el PCB tiene el plano a tierra hasta los bordes, se debe verificar que no se encuentren excesos de cobre que se producen por un mal corte, esto con el fin de intentar quitarlos y evitar que se produzca algún corto en el circuito.

- **Revisión de capa Silkscreen**

Se debe verificar que en la capa *silkscreen* que todas las palabras, símbolos o nombres de componentes estén en la posición adecuada según el diseño y que sean legibles, esto con el fin de que todos los componentes sean ubicados correctamente por un operario o una máquina que dependa de la visualización de esta capa.

- **Continuidad de caminos**

Una de las pruebas más importantes es la verificación de continuidad de cada uno de los caminos del PCB, esta prueba se realiza generalmente con un multímetro en su función de continuidad, se ubican las puntas del multímetro en el inicio y fin de cada uno de los caminos preferiblemente directamente en los *pads*, el multímetro debe indicar que hay continuidad por medio de un sonido o una interacción visual, si no lo hace quiere decir que el camino está abierto en algún punto. Dado el caso que algún camino esté abierto se debe mandar a fabricar otra PCB.

- **PCB fabricada**

En la figura 1 y 2 se muestra el resultado de la versión 2 de los PCB fabricados, a esta se le aplicaron las pruebas antes mencionadas y no se encontraron errores de fabricación. Para la versión final del la figuras 3 y 4, Se hicieron modificaciones respecto al diseño de algunos subsistemas y distribución de componentes acorde al montaje mecánico deseado. Esta versión final se fabricó de color negro para diferenciarla de la anterior, también se le realizaron las pruebas en esta sección y de igual forma no se encontraron errores de fabricación.

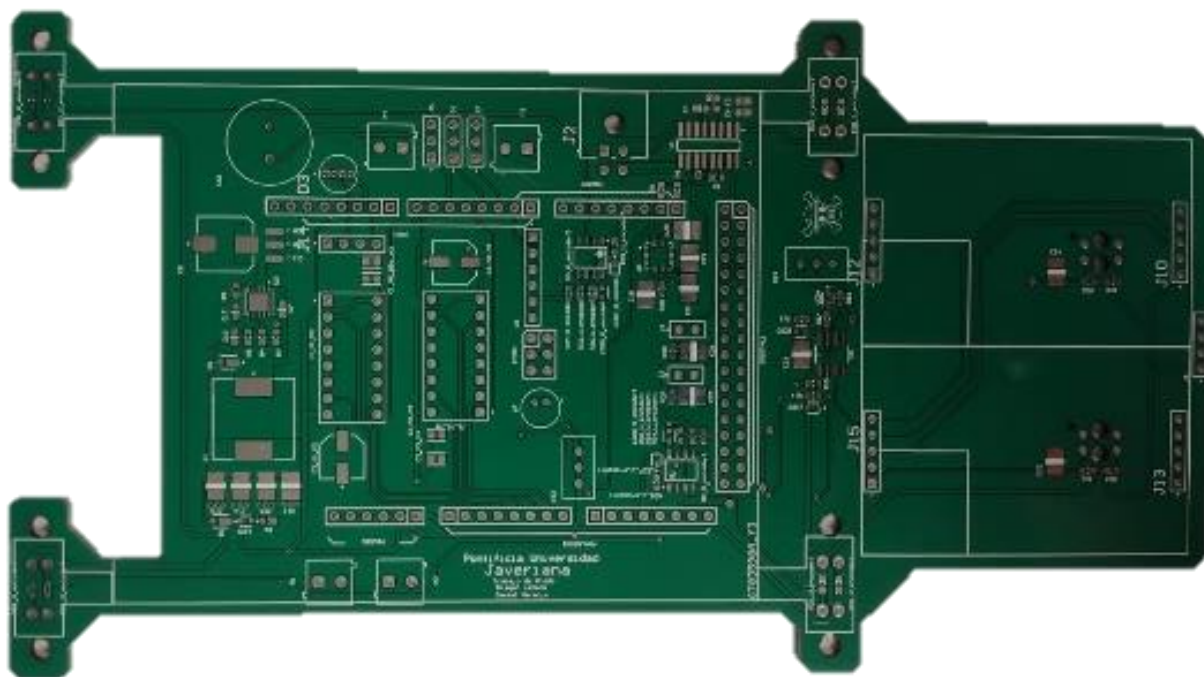


Figura 1 - Vista superior del PCB fabricado versión 2

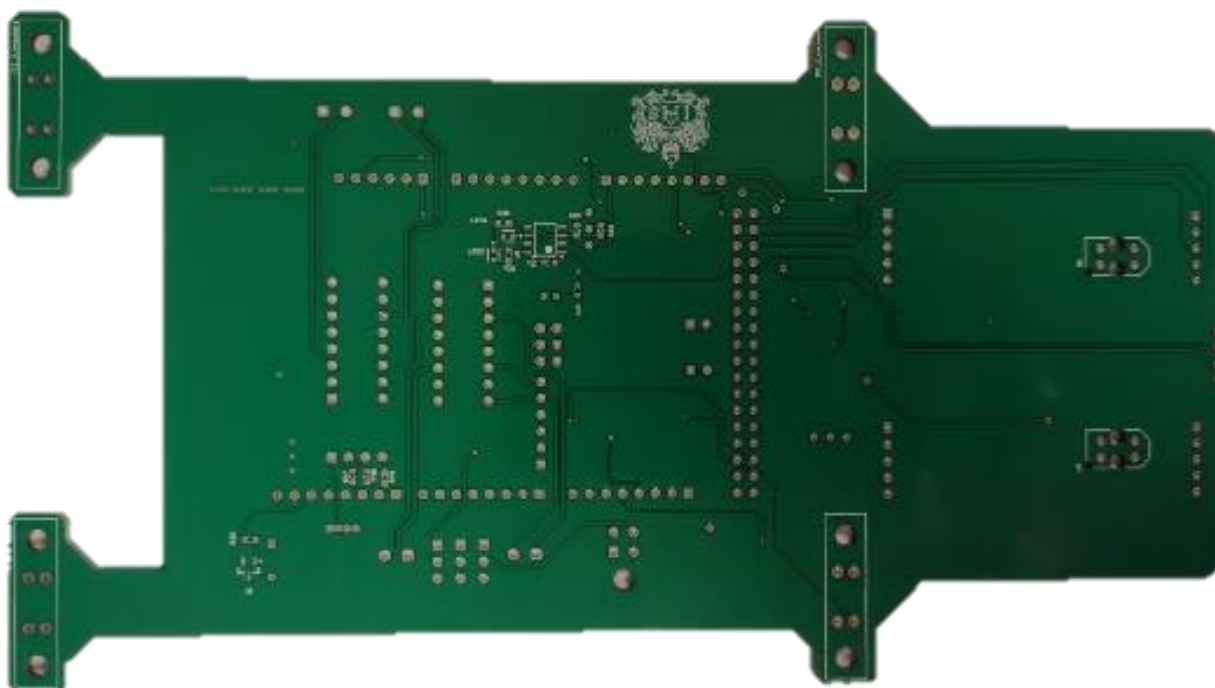


Figura 2 - Vista inferior del PCB fabricado versión 2

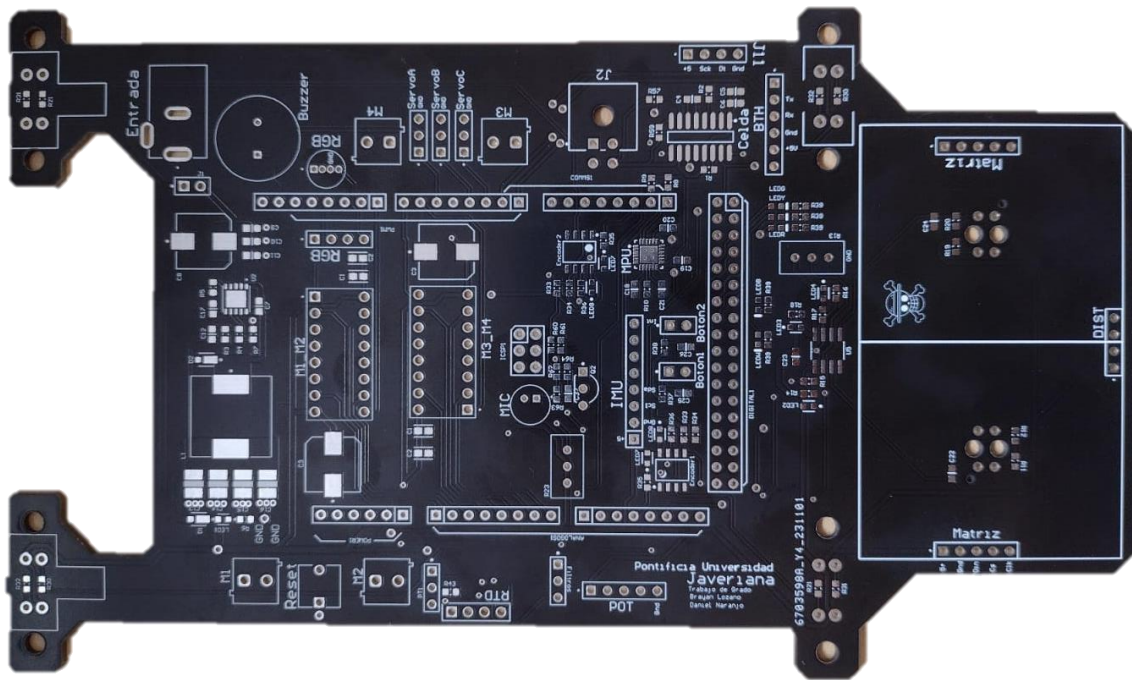


Figura 3 - Vista superior del PCB fabricado versión 3 (Final)

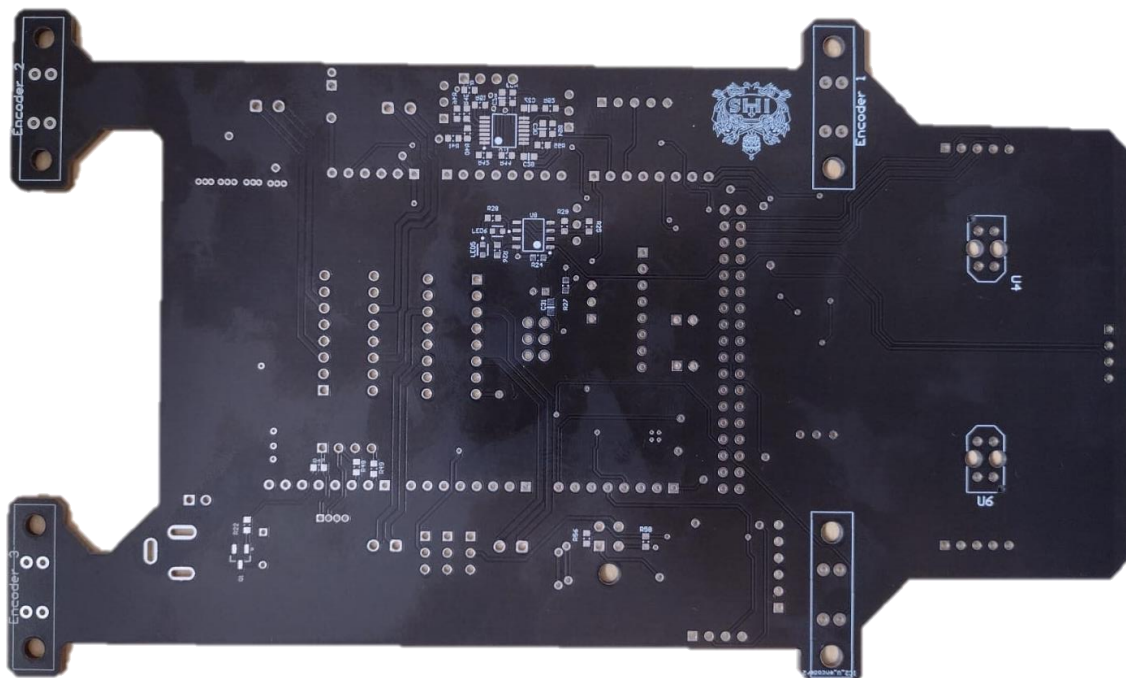


Figura 4 - Vista inferior del PCB fabricado versión 3 (Final)

3. MONTAJE Y TEST DE PCB

Para iniciar, en la parte del diseño de los circuitos y de PCB, se eligen estratégicamente los siguientes puntos de prueba para la medición de voltajes importantes en el PCB:

- **Puntos de GND**

Después de haber soldado todos los componentes en la Placa de Circuito Impreso (PCB), es fundamental realizar una verificación de continuidad para asegurarse de que no haya conexiones accidentales o puntos de estaño que provoquen un cortocircuito a tierra (GND) o a cualquier otro punto en el circuito que no debería estar conectado. Un cortocircuito a tierra implica que un conductor eléctrico en el circuito está conectado directamente al punto de referencia de voltaje, que generalmente es el terminal de tierra (GND) en una PCB.

- **Alimentación**

Configuración de la fuente de alimentación: Se configura la fuente de alimentación para proporcionar el voltaje y la corriente adecuados según las especificaciones del diseño de la PCB. Esto puede incluir la selección de voltajes de salida específicos, límites de corriente y otras configuraciones relevantes.

Encendido: Se enciende la fuente de alimentación y se suministra energía a la PCB. Es importante hacerlo con precaución y monitorear la PCB en busca de signos de problemas, como cortocircuitos, sobrecalentamiento o chispas.

Medición: Se utilizan instrumentos de medición, como multímetros, osciloscopios o analizadores de espectro, para medir los voltajes y corrientes en varios puntos de la PCB. Se comparan estas mediciones con las especificaciones del diseño para asegurarse de que la PCB está recibiendo la energía adecuada y que los componentes están funcionando dentro de los límites de operación

- **Voltajes de polarización de cada uno de los bloques unitarios (Alimentación, Motores, Servos, Encoders, IMU, Celda de carga, Micrófono, Sensor de temperatura).**

Después de haber verificado que no existen cortocircuitos hacia el punto de tierra (GND) y de haber preparado la fuente de alimentación, el siguiente paso es asegurarse de que cada uno de los subsistemas de la PCB reciba el voltaje de alimentación correcto independiente o de forma aislada, que en este caso es de 5 voltios (5V). Esto implica garantizar que todos los componentes, subsistemas o áreas de la PCB que requieren una alimentación de 5V efectivamente estén recibiendo esta tensión.

4. PRUEBA FUNCIONAL

El objetivo de esta prueba es realizar la partición de las variables de entrada en clases de equivalencia, teniendo en cuenta las especificaciones de los componentes y los puntos de operación críticos del sistema e Identificar errores de omisión en la concepción del problema y en las especificaciones del sistema.

- **Preparación del entorno:** Asegúrate de tener el entorno adecuado para realizar las pruebas, que incluye una fuente de alimentación con la tensión y corriente correctas, herramientas de medición como multímetros y osciloscopios, y cualquier equipo adicional necesario.
- **Conexiones y configuraciones:** Conecta el circuito a la fuente de alimentación y asegúrate de que todas las conexiones estén correctamente hechas. Verifica las configuraciones de los instrumentos de medición, como los rangos de voltaje y tiempo en un osciloscopio.
- **Aplicación de energía:** Enciende la fuente de alimentación y suministra energía al circuito. Asegúrate de hacerlo con precaución y siguiendo las especificaciones de voltaje y corriente adecuadas para el circuito.

- **Mediciones y observación:** Utiliza instrumentos de medición, como multímetros, osciloscopios, analizadores lógicos u otros dispositivos, para realizar mediciones en diferentes puntos del circuito. Esto puede incluir voltajes, corrientes, señales de entrada y salida, tiempos de respuesta, etc.
- **Comparación con las especificaciones:** Compara las mediciones obtenidas con las especificaciones del diseño. Asegúrate de que las señales de salida sean las esperadas y cumplan con los criterios de funcionamiento definidos en el diseño. También verifica que el circuito responda correctamente a las señales de entrada.
- **Verificación de todas las funciones:** Asegúrate de que todas las funciones del circuito sean probadas y que ningún aspecto quede sin verificar. Esto incluye todas las operaciones normales y modos especiales si los hubiera.
- **Resolución de problemas:** Si se detecta algún problema durante las pruebas, identifica la causa raíz y trabaja en su solución. Puede requerir ajustes en las conexiones, sustitución de componentes defectuosos o reconfiguración del circuito.