

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

IMPLEMENTACIÓN PCB Y MONTAJE FÍSICO

Brayan Camilo Lozano Polanía

Daniel Naranjo Imbachi



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

2023

Introducción

A lo largo de este documento, se explorarán las etapas cruciales del proceso de implementación hasta la validación final del circuito. La elección de seguir el estándar IPC-2221B [1] se basa en la necesidad de asegurar la calidad, la seguridad y la confiabilidad del producto final. Esta implementación no solo busca cumplir con los criterios técnicos, sino también proporcionar una contribución significativa al campo de la electrónica al destacar la importancia de las PCB en el desarrollo de dispositivos electrónicos avanzados. También se muestra el resultado obtenido de la implementación del montaje físico con las piezas mecánicas diseñadas.

Metodología

Para la implementación de este PCB después de haber diseñado como se muestra en el Anexo XX del libro de este trabajo de grado se utilizó la siguiente metodología:

Diseño del circuito

- Desarrollo del esquemático del circuito utilizando herramientas de diseño asistido por ordenador (CAD).
- Selección de componentes según las especificaciones y disponibilidad en el mercado.
- Consideración de la disposición física de los componentes para optimizar el enrutamiento de pistas.

Diseño de la PCB

- Utilización de software especializado para el diseño de la PCB (*Altium Designer*) [2], incorporando el esquemático y ajustando las capas según las necesidades.
- Cumplimiento con las reglas de diseño, espaciado y enrutamiento recomendados por el estándar IPC-2221B [1].

prototipado y pruebas iniciales

- Fabricación de un prototipo de la PCB para validar el diseño.
- Realización de pruebas preliminares para detectar posibles problemas y ajustes necesarios.

Validación y verificación

- Verificación final del funcionamiento del circuito.
- Comparación de los resultados con las especificaciones iniciales y corrección de posibles errores.

Proceso de fabricación de la PCB

En el desarrollo de la implementación de la PCB, se adoptó una estrategia de diseño iterativo que implicó la creación de dos prototipos con el objetivo de refinar y validar el diseño antes de la fase de producción en serie. Ambos prototipos fueron fabricados en la empresa china JLCPCB [3], especializada en la producción de prototipos de PCB.

Producción del primer prototipo

- Con base en el diseño inicial, se generó el primer prototipo de la PCB.
- Se seleccionaron los materiales de acuerdo con las especificaciones del diseño.
- El archivo Gerber generado fue enviado a *JLCPCB* [3] para la fabricación del prototipo. En las Figuras 1 y 2 se muestra el resultado obtenido de la PCB.

Cabe mencionar que se refiere como primer prototipo a la versión 2 de los PCB mencionados en el documento de diseño de PCB ya que la primera versión no se produjo.

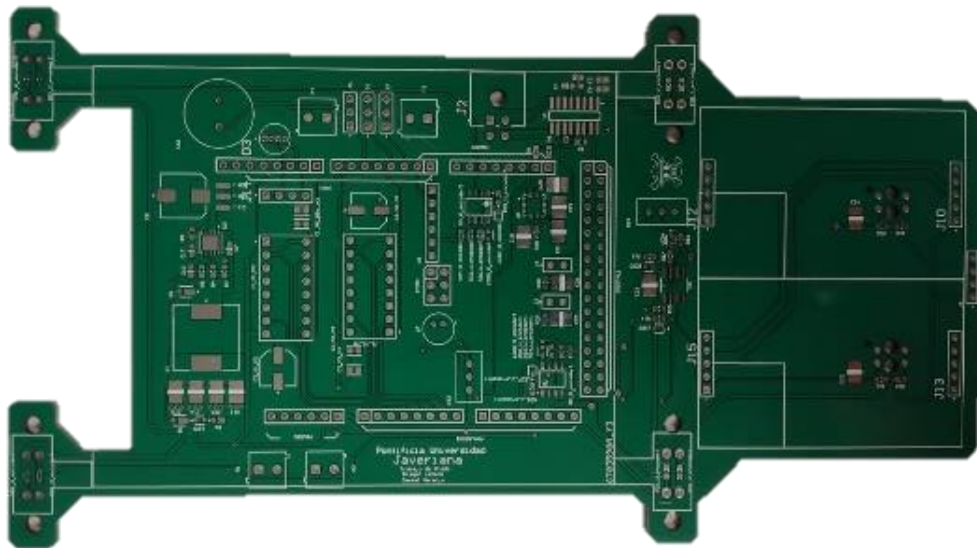


Figura 1 - Vista superior del PCB fabricado versión 2

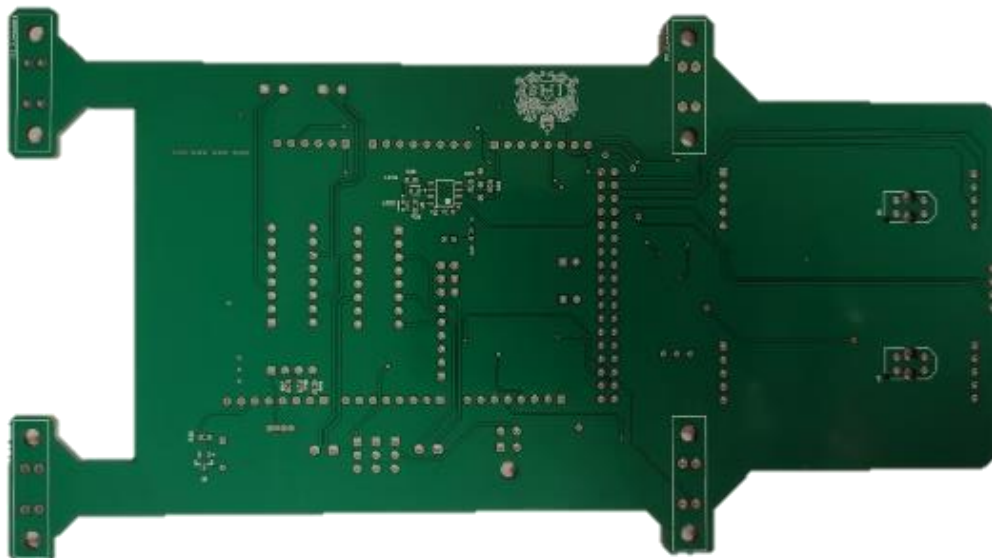


Figura 2 - Vista inferior del PCB fabricado versión 2

Evaluación y pruebas del primer prototipo

- Una vez recibido el primer prototipo, Se procedieron a soldar los todos los componentes como se muestra en la Figura 3 y se llevaron a cabo pruebas para evaluar la funcionalidad y la conformidad con las especificaciones de diseño.
- Se identificaron posibles mejoras y ajustes necesarios, tales como puntos sin conectar a tierra, pistas o caminos con anchos muy delgados respecto a la corriente que fluiría por ellos, reubicación de componentes según el montaje mecánico del kit de aprendizaje y cambio de algunas conexiones hacia el Arduino para un mejor enrutamiento.

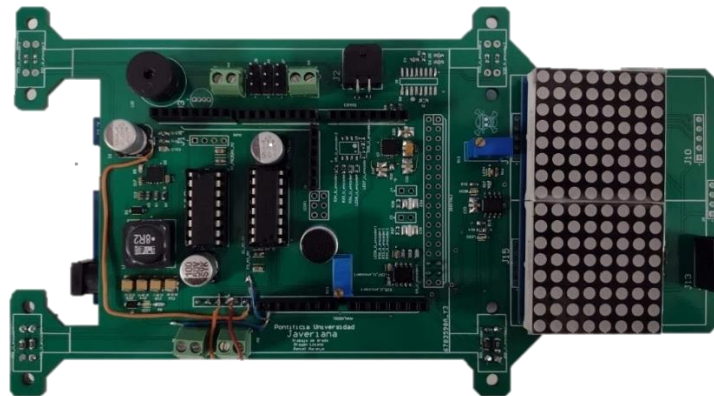


Figura 3 - Vista superior del PCB Versión 2 con componentes soldados



Figura 4 - Vista isométrica del PCB Versión 2 con componentes soldados

Producción del Segundo Prototipo

- Se generó un segundo diseño iterativo, incorporando las mejoras y ajustes identificados durante la evaluación del primer prototipo.
- El archivo Gerber actualizado se envió nuevamente a JLCPCB [3] para la fabricación del segundo prototipo.

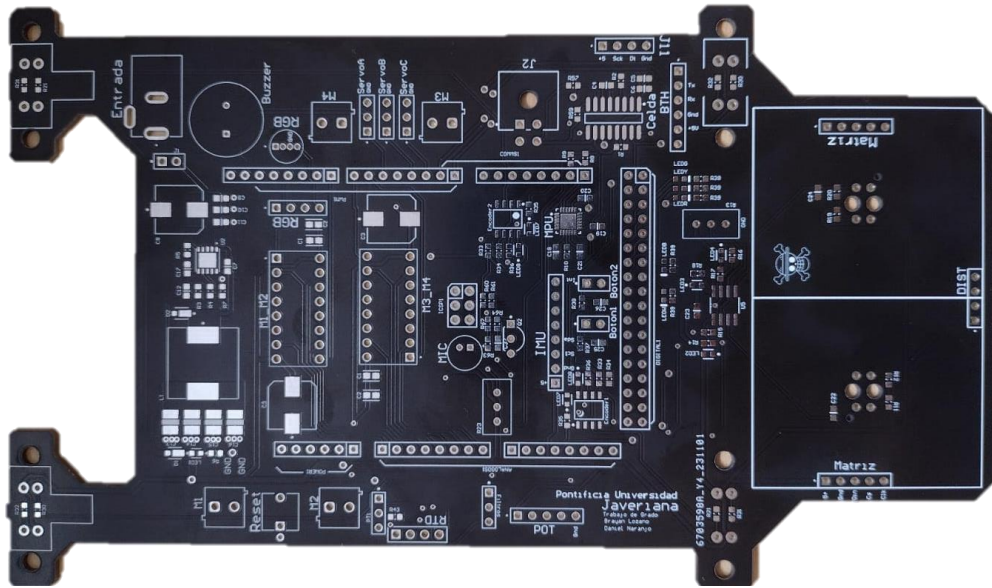


Figura 5 - Vista superior del PCB fabricado versión 3 (Final)

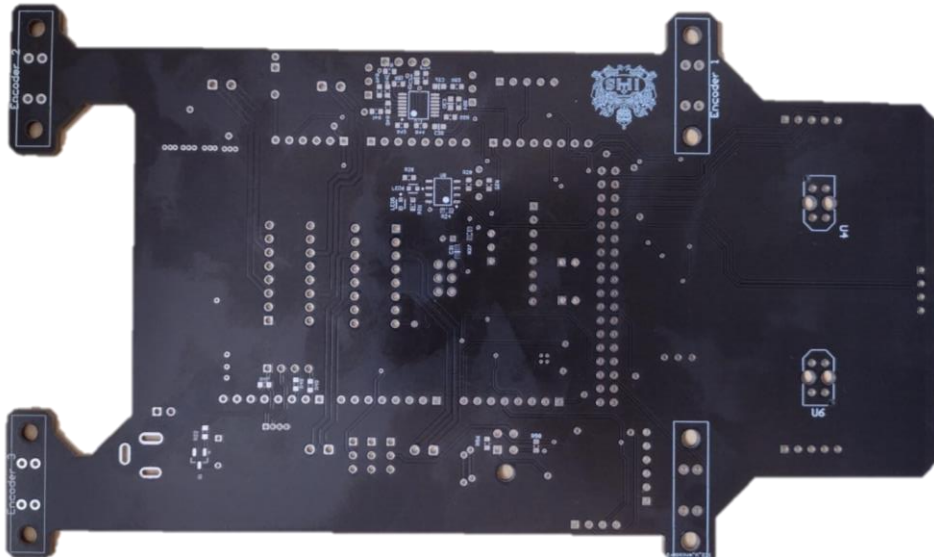


Figura 6 - Vista inferior del PCB fabricado versión 3 (Final)

Validación del Segundo Prototipo

- Tras recibir el segundo prototipo de PCB que se muestra en la Figura 5 y 6, Se sueldan todos los componentes como se muestra en la Figura 7 y se llevaron a cabo pruebas comparativas con el primer prototipo y se evaluó la eficacia de las modificaciones implementadas.
- Se garantizó la conformidad del diseño con los requisitos establecidos.

Este enfoque de diseño y prototipado permitió una mejora continua del producto final, asegurando que la implementación cumpliera con los estándares de calidad

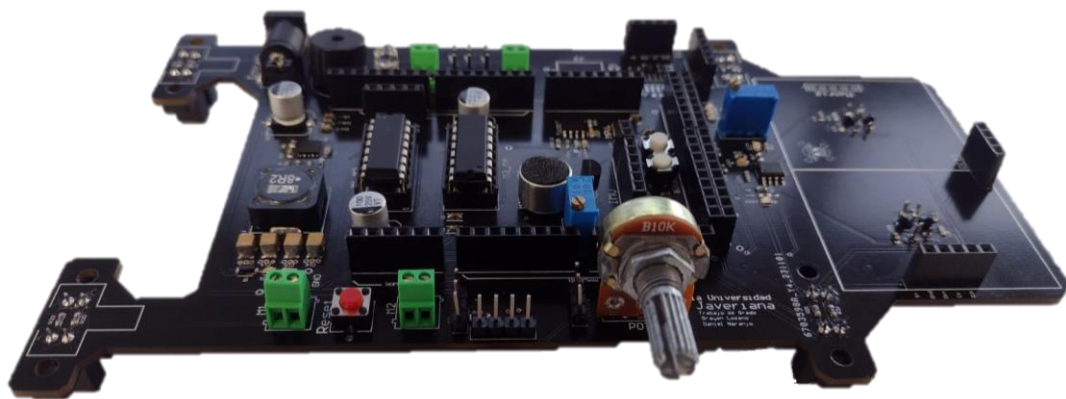


Figura 7 - Vista lateral del PCB Versión 3 con componentes soldados

Detalles sobre la soldadura de componentes

Una fase crítica en la implementación de la PCB fue el proceso de soldadura de los componentes sobre la superficie de la placa. Para garantizar una conexión eléctrica robusta y confiable, se implementó un cuidadoso procedimiento de soldadura utilizando herramientas específicas.

Preparación de Componentes

- Se inspeccionaron minuciosamente todos los componentes antes de la soldadura para garantizar su integridad y conformidad con las especificaciones del diseño.
- Se agruparon los componentes según sus características eléctricas y su ubicación en la PCB.

Aplicación de estaño

- Se aplicó con precisión estaño con ayuda del cautín en las almohadillas o *pads* del PCB para cada componente.
- esto proporciona un medio eficiente para la adhesión de los componentes durante el proceso de soldadura.

Posicionamiento de Componentes

- Se colocaron los componentes sobre las almohadillas de la PCB, asegurándose de que estuvieran alineados correctamente según el diseño.
- Se aplicó precaución para evitar cortocircuitos y garantizar la orientación adecuada de cada componente.

Soldadura con Pistola de Calor

- Se utilizó una pistola de calor controlada para fundir el estaño y asegurar una conexión eléctrica adecuada entre los componentes superficiales.
- Se aplicó calor de manera uniforme para evitar daños térmicos a los componentes sensibles.

Inspección Visual

- Después del proceso de soldadura, se llevó a cabo una inspección visual detallada para identificar posibles problemas, como soldaduras frías o cortocircuitos.
- Cualquier problema identificado se abordó de inmediato, y se realizaron las correcciones necesarias.

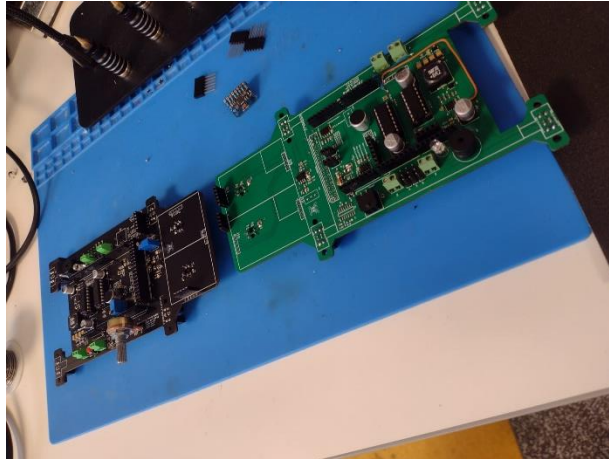


Figura 8 - Proceso de soldadura en laboratorio

Pruebas realizadas durante la implementación

Pruebas de Continuidad

- Utilización de un multímetro para verificar la continuidad de todas las pistas y conexiones en la PCB.
- Identificación y corrección de posibles cortocircuitos y conexiones incorrectas.

Pruebas de Resistencia:

- Medición de resistencias en diferentes secciones del circuito para asegurar que los valores coincidieran con las especificaciones del diseño.
- Identificación de posibles problemas de soldadura o variaciones en los componentes.

Pruebas de Voltaje:

- Medición de voltajes en puntos clave del circuito para asegurar que se encontraran dentro de los márgenes especificados.
- Identificación y corrección de posibles problemas de regulación de voltaje.

Pruebas de Corriente:

- Medición de corrientes en diferentes ramas del circuito para garantizar que se cumplieran los requisitos de corriente establecidos.
- Identificación de posibles problemas de consumo de energía.

Pruebas de Funcionalidad:

- Aplicación de códigos de prueba específicos en el Arduino para evaluar la respuesta del circuito en diferentes modos de operación.

El prototipo final con todos sus componentes soldados y los periféricos externos conectados se muestra en la Figura 9.

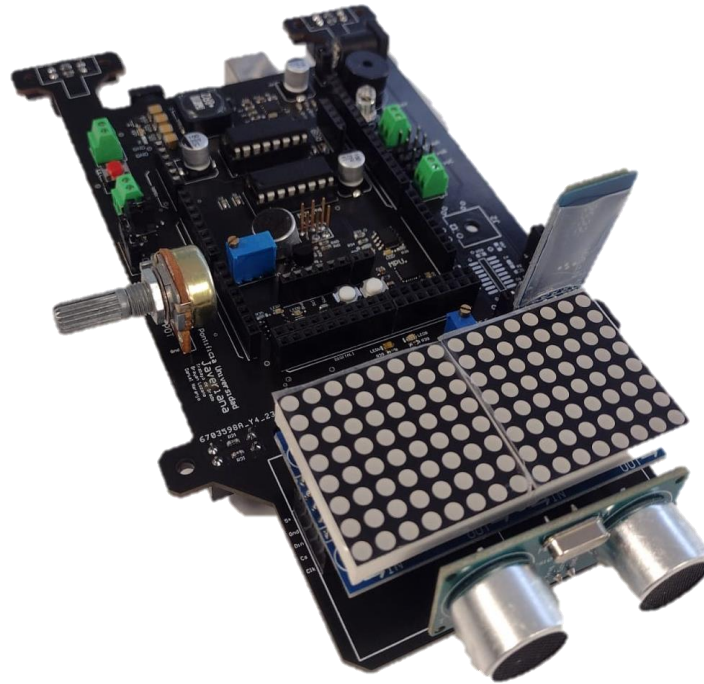


Figura 9- PCB Versión 3 con componentes soldados

Después del montaje del PCB se procedió a verificar el funcionamiento en conjunto con el Arduino Mega 2560 respecto a sus conexiones y que sus puertos de programación no se obstruyeran. En la Figuras 10 y 11 se puede observar que el acople físico entre el kit de aprendizaje y el Arduino Mega 2560 [4] a nivel mecánico no tuvo problemas de conexión.



Figura 10 - vista inferior 1 de PCB con Arduino Mega 2560 conectado

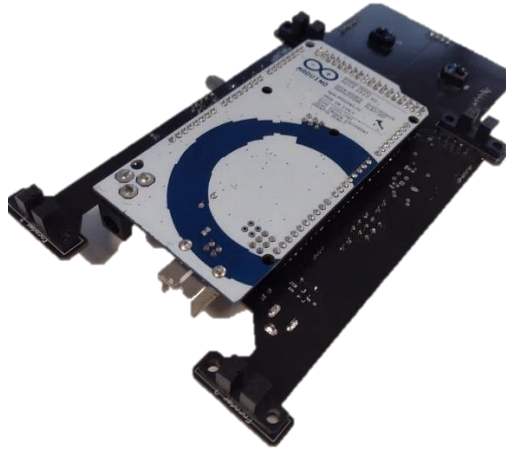


Figura 11 - vista inferior 2 de PCB con Arduino Mega 2560 conectado

A continuación, se verificó que la conexión con el programador permitiera la comunicación con el computador, en la Figura 12, se puede identificar el led verde del programador que indica que el microcontrolador fue reconocido.

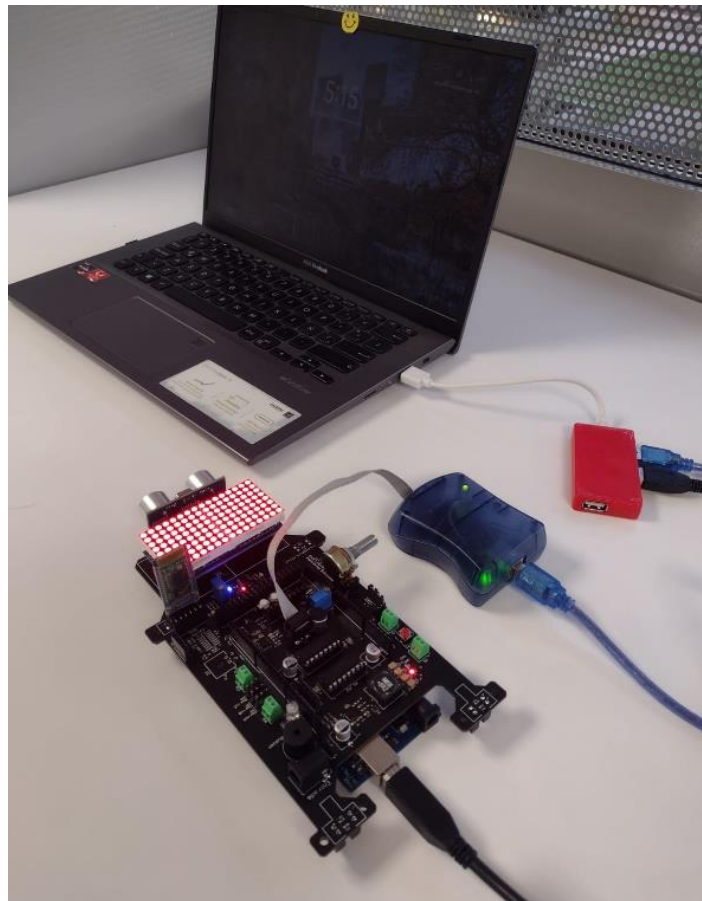


Figura 12 - Montaje de kit de aprendizaje con Arduino Mega 2560, computador y programador

Montaje mecánico

Para el montaje mecánico primero se acoplaron los motores y llantas al chasis como se muestra en la Figura 13



Figura 13 - Montaje de chasis, motores y llantas

Después se procedió a sujetar los soportes para las baterías de litio como se muestra en la Figura 14.



Figura 14 - Montaje de soportes de baterías

Siguiendo las recomendaciones de ensamble en el repositorio de MechNinja [5], se realiza el ensamble del brazo robótico con todas sus partes incluyendo servos motores y se acopla al chasis con *standoffs* metálicos como se muestra en la Figura x.



Figura 15 - Montaje de brazo robótico en chasis

Luego de tener todas las partes mecánicas acopladas se hace el montaje de la PCB versión 2 previamente mencionada y realizan las conexiones respectivas según el manual se usuario en el AnexoXX del libro de este trabajo de grado.



Figura 16 - Montaje brazo robótico, chasis y PCB versión 2

Ya que produjo una tercera versión del PCB (negro), se hace el montaje de este ultima desconectando la versión 2 y el resultado observar en la Figura 17 y 18.



Figura 17 – Vista 1 de montaje de brazo robótico, chasis y PCB versión 3

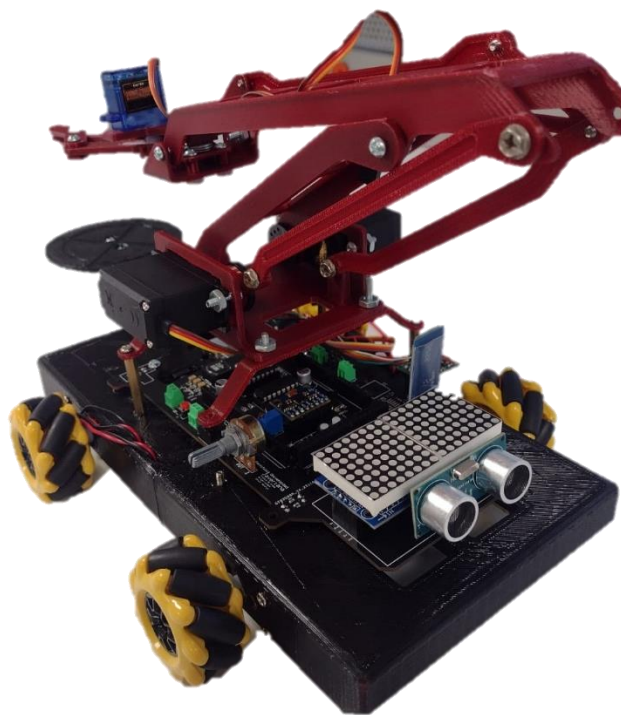


Figura 18 - Vista 2 de montaje de brazo robótico, chasis y PCB versión 3

Se toma todo el ensamble del prototipo final con PCB y montaje mecánico acoplado, se procede a pesar en una báscula y el resultado obtenido es 916.7 g. La Figura 19 muestra el valor medido por la báscula.

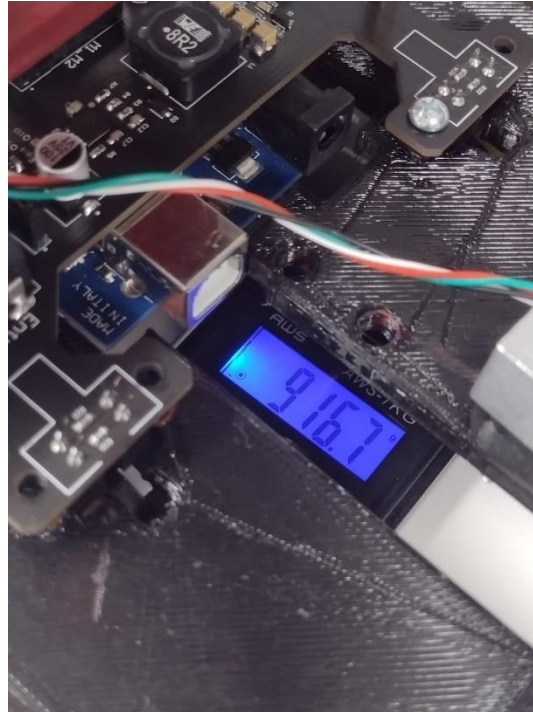


Figura 19 - Báscula con peso del prototipo final

Referencias

- [1] “Generic Standard on Printed Board Design”. IPC International, Inc. Accedido el 12 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.ipc.org/TOC/IPC-2221B.pdf>
- [2] “Altium Designer - PCB Design Software”. Altium. Accedido el 12 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.altium.com/altium-designer>
- [3] “PCB Prototype & PCB Fabrication Manufacturer - JLCPCB”. Accedido el 12 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://jlcpcb.com/>
- [4] “Arduino® Mega 2560 - datasheet”. Arduino Docs | Arduino Documentation. Accedido el 12 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000067-datasheet.pdf>
- [5] “Home - TheMechNinja”. TheMechNinja. Accedido el 12 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://themecninja.com/>

Anexos

- Anexo para el capítulo 3.2 del libro de este trabajo de grado respecto al Diseño de PCB: Archivo.zip que contiene el documento de diseño del PCB y el trabajo realizado en Altium. **Nombre del archivo:** Anexo03 – Diseño de PCB.zip