

INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA



Empresa: Metalúrgica Moscariello

Alumno: Moscariello, Christian | DNI: 37.0563.307

Tutor Académico: Lukaszewicz, Cristian

Tutor Institucional: Colatruglio, Mariano | Jefe Oficina Técnica

Firma del Tutor Institucional

ÍNDICE

1. Reservado a la Facultad para evaluación.....	3
2. Resumen.....	4
3. Descripción del lugar de trabajo.....	5
4 Descripción general del trabajo.....	5
4.1 Partes del proyecto	5
4.2 Componentes electrónicos y electromecánicos.....	6
4.3 Partes Mecánicas.....	10
4.4 Circuito Eléctrico.....	12
5. Conclusiones	13

1. Reservado a la Facultad para evaluación

2. Resumen

El presente trabajo es el desarrollo del diseño de las partes y armado de un brazo robótico de 2 grados de libertad, comandado por una placa Arduino Uno, para uso didáctico.

El proyecto permite que se desarrolle el diseño completo mediante software de modelado CAD, con impresión 3D de las piezas estructurales, ensamblaje mecánico y puesta a punto del sistema de control basado en motores paso a paso NEMA 17 y drivers A4988.

Su uso está destinado, en primero instancia, a la capacitación del personal técnico., con el in de incorporar, a futuro, un brazo soldador automatizado en la planta. Este prototipo didáctico de 2 grados de libertad permite entender los fundamentos de la robótica industrial, incluyendo cinemática directa e inversa, planificación de trayectorias y control de motores.

Se trata de un sistema de bajo costo, ideal para iniciar capacitaciones en personal sin experiencia previa en estos temas, que ofrece una aproximación realista a las condiciones de trabajo con brazos robóticos.

3. Descripción del lugar de trabajo

El presente trabajo fue realizado en las instalaciones de Metalurgica Moscariello. Una empresa familiar especializada en el mantenimiento y reparación de hornos industriales, así como en la fabricación de estructuras metálicas.

La empresa está ubicada en Av. Valette 955, Monte Grande. Buenos Aires. El taller posee equipamiento para el procesamiento de chapas, incluyendo corte, plegado, cilindrado y soldadura.

Los componentes del proyecto fueron provistos en parte por la empresa. El diseño fue desarrollado en Solidworks y Fusion 360, y las piezas estructurales fueron fabricadas mediante impresión 3D.

Este proyecto favoreció la integración de conocimientos de diseño, robótica, automatización y control.

4. Descripción general del trabajo

4.1 Partes del proyecto

El desarrollo del mismo consta de las siguientes partes:

- El detalle de los componentes electrónicos y electromecánicos que se usaron en el proyecto
- Diseño, modelado y fabricación en impresión 3D de las partes constitutivas
- Armado y puesta a punto del sistema.
- Desarrollo del software correspondiente

4.2 Componentes electrónicos y electromecánicos

Para este proyecto se usaron:

- Una placa tipo Arduino Uno.
- 2 Motores NEMA 17.
- 2 Drivers A4988.



fig. 1.1: Arduino Uno R3

La placa Arduino UNO R3 está basada en el microcontrolador ATmega328P y es una de las plataformas más populares para iniciarse en el desarrollo de sistemas embebidos, automatización y robótica básica. Se utiliza en una gran variedad de proyectos que requieren control digital o analógico de sensores y actuadores.

Cuenta con una arquitectura de hardware tipo “sistema mínimo”, integrada en una placa de circuito impreso con conectores hembra que exponen 14 pines digitales (de los cuales 6 pueden usarse como salidas PWM), 6 entradas analógicas, y una interfaz UART para comunicación serie. Esta cantidad de pines es adecuada para proyectos con un número reducido de periféricos, como

pequeños brazos robóticos de uno o dos grados de libertad, o sistemas de automatización simples.

La placa puede ser alimentada a través del puerto USB o mediante una fuente externa conectada a un conector tipo Jack o directamente al pin VIN. Internamente, un regulador de voltaje asegura la conversión a los 5V requeridos por el microcontrolador y periféricos.

Para la programación se utiliza el entorno Arduino IDE, que proporciona herramientas de edición, compilación y carga del código. El programa se transfiere a la placa mediante la interfaz USB utilizando un bootloader pregrabado en el ATmega328P, lo que permite cargar firmware sin necesidad de programadores externos. La programación se realiza principalmente en lenguaje C/C++, y la comunicación con la computadora se lleva a cabo por medio de una interfaz serie (UART) gestionada por un chip USB-serial integrado en la placa.



fig.1.2: Motor NEMA 17

El NEMA 17 es un motor paso a paso de tamaño estándar utilizado frecuentemente en impresoras 3D, brazos robóticos y sistemas CNC por su precisión, control y robustez. A diferencia de un servo, el motor paso a paso permite dividir una vuelta completa en un número fijo de pasos (generalmente

200 pasos por vuelta, es decir, 1.8° por paso), lo que lo hace ideal para aplicaciones que requieren control exacto de posición sin necesidad de sensores externos.

Es compatible con una amplia variedad de placas electrónicas de control como Arduino, especialmente cuando se utiliza en conjunto con un driver como el A4988. Requiere una fuente de alimentación externa para entregar el par necesario, ya que no puede alimentarse directamente desde el puerto USB como ocurre con pequeños servos.

Este tipo de motor es ideal para experiencias prácticas de control de movimiento y robótica, al ofrecer una plataforma precisa y fiable para aprender sobre cinemática, sincronización y perfiles de velocidad.

Características típicas:

- Ángulo por paso: 1.8° (200 pasos por vuelta)
- Corriente por fase: 1.2 A a 2 A (según modelo)
- Voltaje de operación: 12 V – 24 V
- Par de retención: ~ 45 N·cm (varía según fabricante)
- Diámetro del eje: 5 mm • Tamaño estándar del cuerpo: 42 x 42 mm



fig.1.3: Driver A4988

El A4988 es un driver controlador para motores paso a paso bipolares que permite gestionar el movimiento con microstepping, es decir, fracciones del paso completo ($1/2$, $1/4$, $1/8$ y $1/16$ de paso). Esto mejora la suavidad del movimiento y la resolución del posicionamiento del motor, lo cual es fundamental en aplicaciones de robótica y control fino.

El A4988 funciona a partir de señales digitales enviadas desde un microcontrolador, generalmente con dos pines: STEP (paso) y DIR (dirección). El número de pulsos en el pin STEP determina cuántos pasos se ejecutan, mientras que el pin DIR define el sentido de giro.

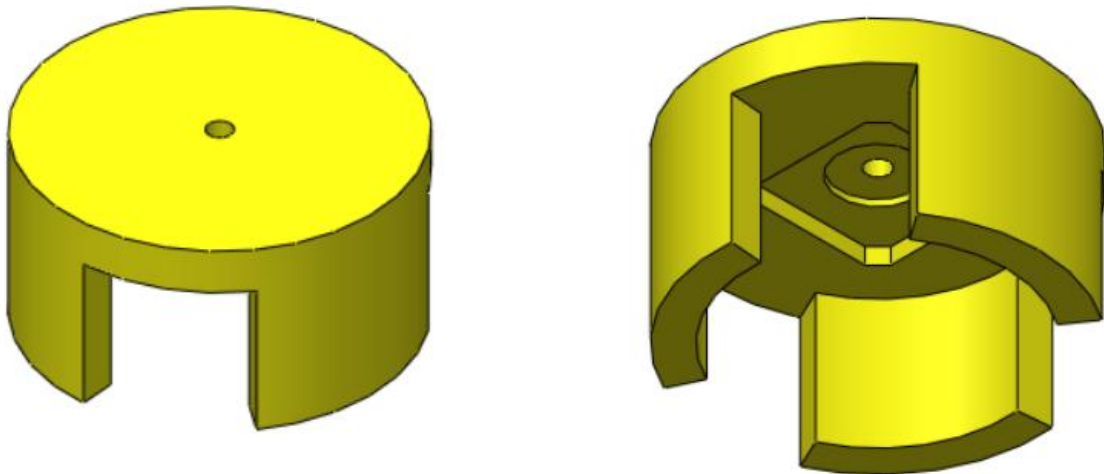
Una ventaja clave es que cuenta con un ajuste manual de corriente mediante potenciómetro, lo que permite proteger el motor y evitar sobrecalentamientos. También incorpora protección contra sobrecorriente y sobretensión, aumentando la fiabilidad del sistema.

Características principales:

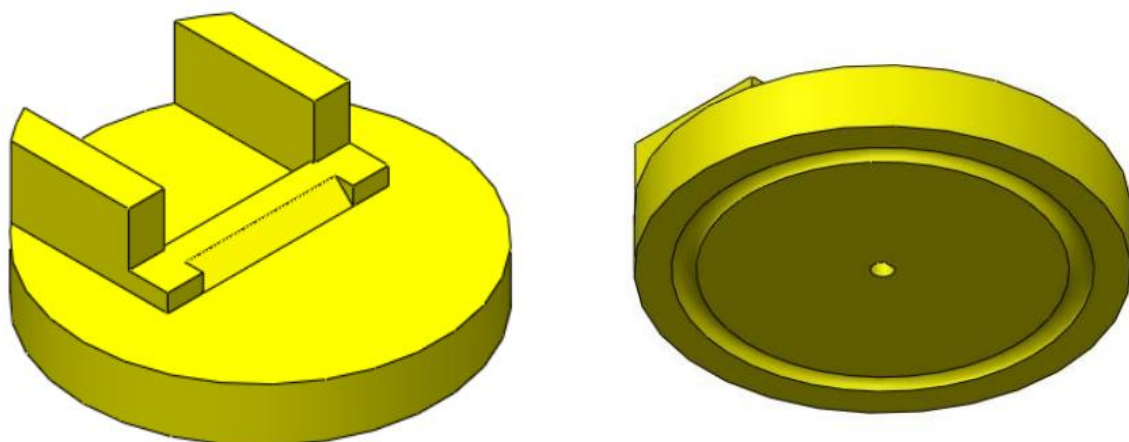
- Voltaje del motor: 8 V – 35 V
- Corriente de salida: Hasta 2 A por bobina con disipador
- Microstepping: 1, $1/2$, $1/4$, $1/8$ y $1/16$
- Control mediante pines STEP y DIR
- Protección térmica y contra sobrecorriente
- Modo de reposo automático para ahorro energético

4.3 Partes Mecánicas

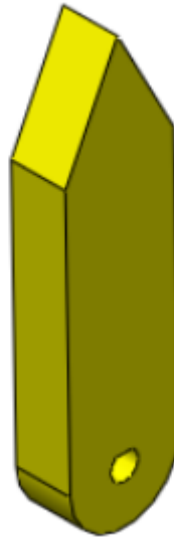
- Base: Se diseñó la base para ser impresa en 3D sin soportes. Cuenta con un alojamiento central diseñado para encastrar el motor NEMA 17, asegurando su posición, y presenta aberturas entre las paras que permiten la salida de los cables de motor.



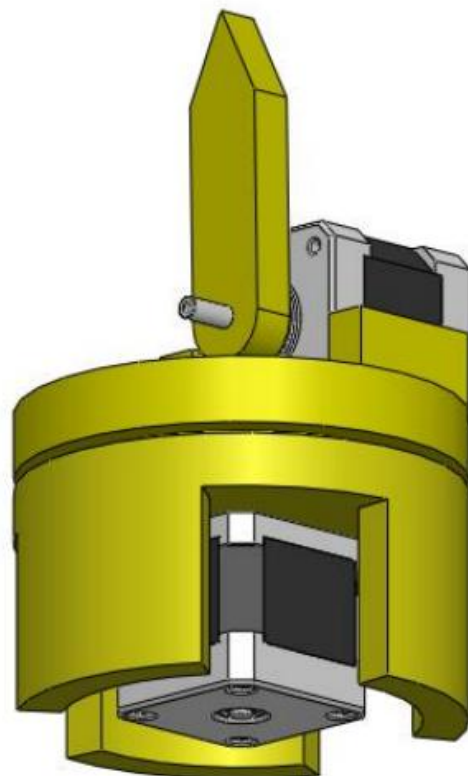
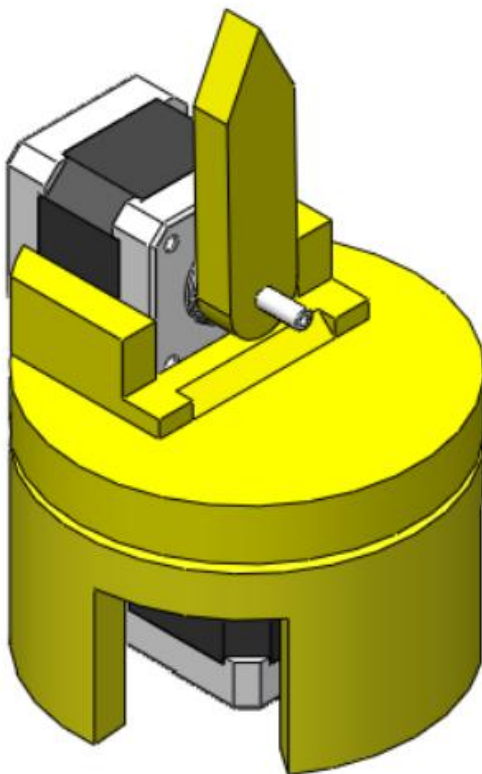
- Base Giratoria Intermedia: En la parte superior tiene un alojamiento para encastrar a presión el segundo motor. En la parte inferior cuenta con una pista circular donde se colocan bolillas, lo que permite un giro suave. También tiene un encastre central que permite fijar el eje del motor de la base.



- Efecto: Esta acoplado directamente al eje del segundo motor. Tiene una perforación en la base que permite el encastrado a presión sin necesidad de prisioneros.



- Ensamble del conjunto:

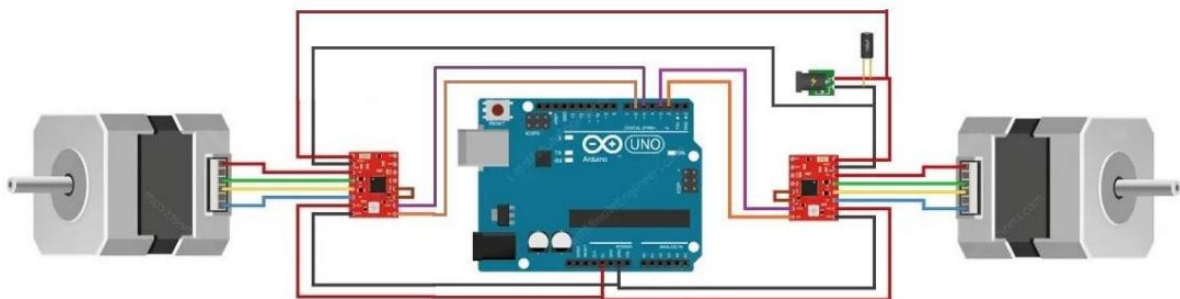


4.4 Circuito Eléctrico

El sistema utiliza dos motores paso a paso NEMA 17, controlados mediante dos drivers A4988, conectados a una placa Arduino UNO.

Cada driver se encarga de alimentar y controlar un motor. Para su funcionamiento, se realiza el siguiente conexionado:

- Alimentación: Ambos drivers reciben alimentación de 8V a través de pin VMOT, y masa común en el pin GND. Es fundamental colocar un capacitor entre VMOT y GND (como se ve en el esquema) para proteger el driver de picos de tensión.
- Señales de control: Desde el Arduino se conectan los pines STEP y DIR de cada driver a pines digitales de la placa. o STEP: indica cuando dar un paso o DIR: define a dirección del giro.
- Conexión del motor: Los cuatro cables del motor NEMA se conectan a los pines 1A, 1B, 2A, 2B del A4988, respetando el orden de las bobinas del motor.
- Masa en común: Todas las masas del sistema (Arduino, fuente, driver) deben estar conectadas entre sí para garantizar un correcto funcionamiento. Este esquema permite controlar el movimiento de cada motor paso a paso desde el Arduino, siguiendo los valores angulares obtenidos a partir de la cinemática del brazo.



5. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto me permitió integrar y aplicar de forma concreta conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, especialmente en materias como Elementos de Maquinas, Electrónica y Robótica. La construcción de brazo robótico no solo implicó el diseño mecánico de las piezas, sino también la implementación de a cinemática directa e inversa y la programación en Arduino.

El trabajo fue clave para comprender como interactúan las distintas partes de un sistema robotizado simple, desde su estructura física hasta el control por software. También permitió poner en práctica conceptos de cinemática, perfiles de velocidad, y la lógica de funcionamiento que requieren los brazos reales.

El desarrollo de este brazo fue un primer acercamiento a la robótica aplicada para el personal técnico de la empresa, permitiendo comprender de forma práctica los principios básicos del diseño y funcionamiento de un brazo robótico. Sirvió como punto de partida para interiorizarse en el uso de componentes reales y en el proceso completo de construcción, control y puesta en marcha de sistemas robotizados sencillos.