

PROYECTO FINAL

Juan Gómez
Juan Salinas
Juan Romero
Juan Feria
Kevin Albarracín

Diseño Mecatrónico

Universidad EAN

Junio 2024

Chapter 1

Introducción

En el marco de la presente asignatura, se llevó a cabo el proyecto de diseñar y ensamblar un brazo robótico funcional. El objetivo principal fue aplicar los conocimientos adquiridos en la materia, integrando diseño CAD y el análisis teórico de fuerzas. Este informe detalla cada fase del proyecto, desde el diseño inicial hasta el ensamblaje y la programación final, resaltando los desafíos y las soluciones implementadas para lograr un brazo robótico funcional.

Chapter 2

Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar y construir un brazo robótico funcional, integrando conocimientos de diseño mecánico y electrónica, aplicados en un prototipo que pueda manipular objetos con precisión.

2.2 Objetivos Específicos

- Crear los modelos tridimensionales de cada pieza del brazo robótico utilizando el software SolidWorks.
- Cortar las piezas diseñadas en MDF utilizando técnicas de corte asistidas por computadora (CNC).
- Ensamblar manualmente las piezas cortadas siguiendo las especificaciones del diseño.
- Integrar los servomotores en los puntos estratégicos para permitir el movimiento articulado.
- Programar un microcontrolador para gestionar el movimiento de los servomotores.
- Realizar pruebas funcionales del brazo robótico para evaluar su rendimiento.

Chapter 3

Funcionalidad

3.1

El brazo robótico diseñado y construido en este proyecto tiene la capacidad de realizar movimientos articulados y precisos, permitiendo la manipulación de objetos mediante una garra situada en su extremo.

3.2 Funcionalidades claves

- El brazo cuenta con varias articulaciones controladas por servomotores, lo que permite movimientos en múltiples direcciones (rotación, elevación y extensión).
- La garra instalada en el extremo del brazo puede abrirse y cerrarse, permitiendo agarrar, sostener y liberar objetos con precisión.
- El diseño modular del brazo robótico permite su aplicación en diversas tareas, desde el ensamblaje de pequeñas piezas hasta la manipulación de objetos en entornos controlados.
- El sistema puede ser integrado con otros dispositivos y sistemas de control, permitiendo la automatización de tareas repetitivas y mejorando la eficiencia operativa.

Chapter 4

Diseño CAD

El diseño del brazo robótico se inició con la creación de modelos tridimensionales utilizando solidworks. Cada pieza fue diseñada con precisión para garantizar su compatibilidad y funcionamiento al momento del ensamblaje final. En la figura 4.1 se evidencia el ensamble del brazo en su totalidad y en el siguiente link se adjunta todo lo relacionado con el diseño de piezas, planos individuales y estudios de esfuerzos. Visita el siguiente enlace: Drive Link.

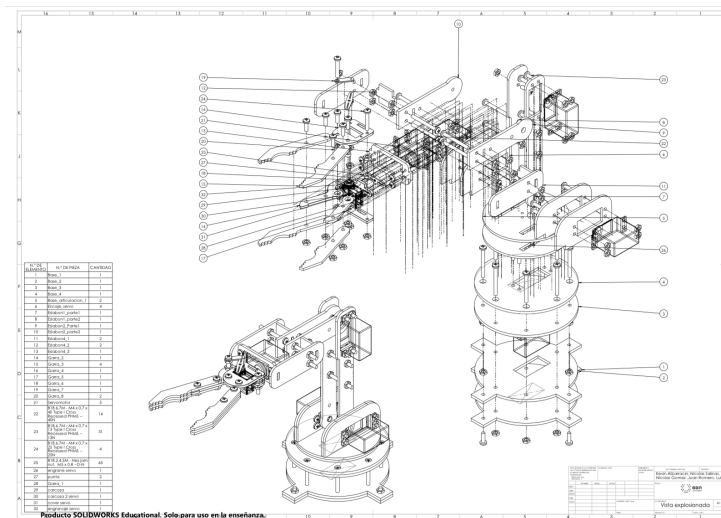


Figure 4.1: Modelo CAD del brazo en SolidWorks.

Chapter 5

Análisis Estructural

El análisis estructural del brazo robótico se llevó a cabo utilizando el software SolidWorks. Se realizó un análisis detallado de cada eslabón y de la base, evaluando las tensiones y deformaciones bajo diferentes condiciones de carga. Este proceso permitió identificar posibles puntos de fallo y optimizar el diseño para asegurar la robustez y estabilidad del brazo robótico durante su funcionamiento.

En la figura 5.1 se evidencia que el máximo cortante es de 250N. Algo similar ocurre con las figuras 5.2 y 5.3, que su máximo de rotura es de 250N

En la figura 5.4 el esfuerzo máximo soportado fue de 150N antes de la deformación

En la figura 5.5 se observa que soporta una carga máxima de 150N con una elasticidad considerable

La figura 5.6 fue la que presento mayor preocupación, con solo 20N se evidencia una deformidad máxima. Lo cual nos lleva a considerar medidas para mitigar la deformación de la pieza, se podría decir que es la pieza más frágil del brazo.

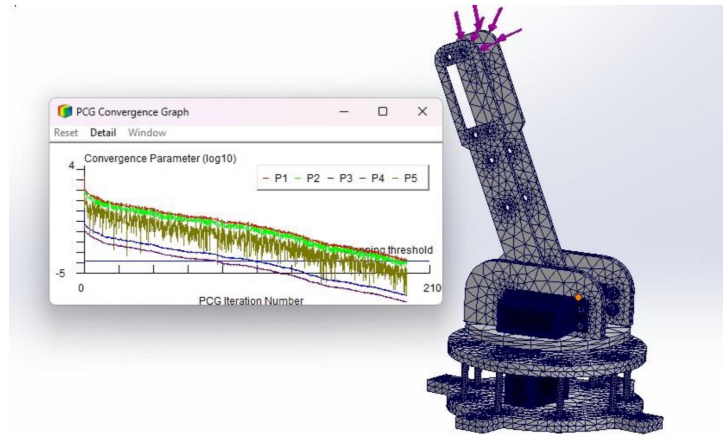


Figure 5.1: Análisis base.

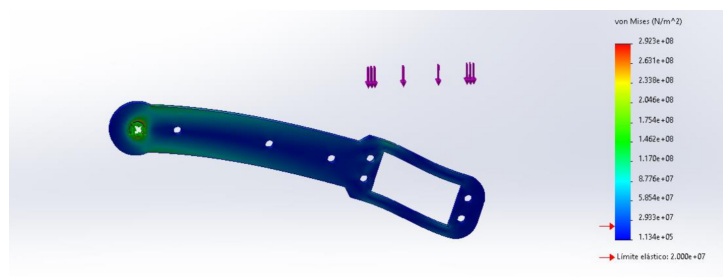


Figure 5.2: Análisis eslabón N1

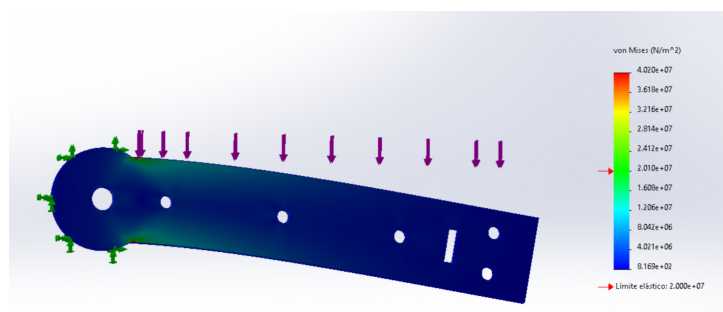


Figure 5.3: Análisis eslabón N2

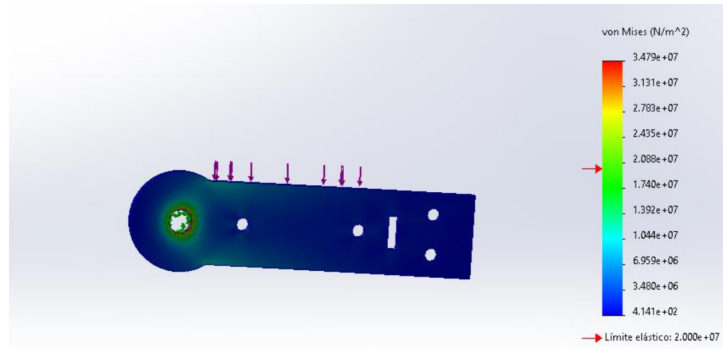


Figure 5.4: Análisis eslabón N3

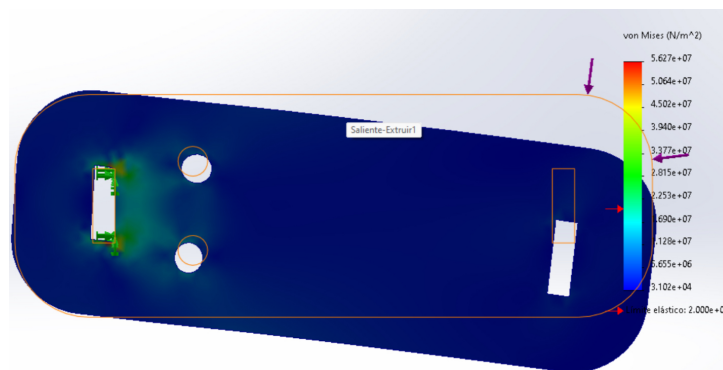


Figure 5.5: Análisis eslabón N4

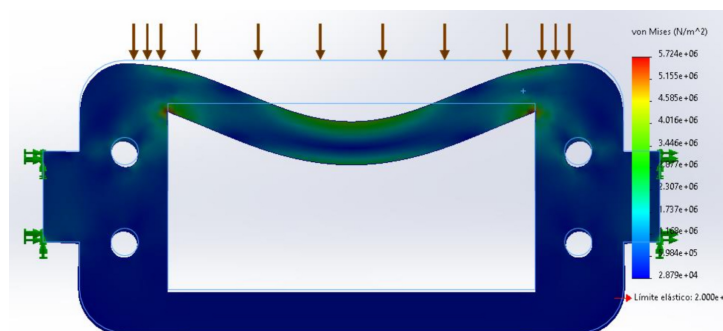


Figure 5.6: Análisis eslabón N5

Chapter 6

Sistema de control

6.1

El sistema de control del brazo está basado en una placa Arduino Uno, que se utiliza como microcontrolador principal para manejar los servomotores. Arduino Uno es una plataforma de desarrollo ampliamente usada, conocida por su versatilidad y facilidad de uso, que permite la programación y el control de dispositivos electrónicos mediante un lenguaje basado en C/C++.

Para gestionar los servomotores, se empleó un driver de servomotores que facilita tanto la conexión como el suministro de la potencia necesaria. Este driver se conecta a la Arduino Uno a través de interfaces de señal PWM (modulación por ancho de pulso), permitiendo controlar con precisión la posición de cada servomotor.

El funcionamiento del sistema de control comprende varios ítems:

6.2 Funcionamiento

- Microcontrolador Arduino Uno:
 - La placa Arduino Uno recibe señales de control a través de su puerto USB o mediante interfaces inalámbricas, dependiendo de la configuración.
 - Utilizando el entorno de desarrollo Arduino IDE, se programa la Arduino para enviar señales PWM a los servomotores, determinando sus posiciones según las instrucciones del código.

- Driver:

Este driver recibe las señales PWM de la Arduino y proporciona la corriente y voltaje necesarios para accionar los servomotores.

- Servomotores:

-Los servomotores reciben las señales PWM del driver, que dictan la posición angular de sus ejes.

-La precisión en los movimientos del brazo robótico se logra gracias a la capacidad de los servomotores para ajustarse a ángulos específicos basados en la duración del pulso recibido.

- Interfaz de programación:

El código en el Arduino IDE define las secuencias de movimiento y coordina los distintos servomotores.

Chapter 7

Componentes

El brazo robótico incluye varios componentes clave, como los servomotores, la placa Arduino Uno, el driver de servomotores. Cada uno de estos componentes fue seleccionado por cumplir los requisitos del proyecto



Figure 7.1: Arduino Uno



Figure 7.2: Driver PCA9685 (1)



Figure 7.3: 3) Servomotor MG946R (1)



Figure 7.4: 4) Servomotor MG995 (4)



Figure 7.5: 5) Micro servomotor MG90S (1)



Figure 7.6: 6) Lamina MDF 1,83m x 2,44m 3mm espesor



Figure 7.7: M4 x 0.7 x 40 (14)



Figure 7.8: 8) M4 x 0.7 x 13. (31)



Figure 7.9: B18.2.4.5M - Hex jam nut, M5 x 0.8 –D-N (65)

Chapter 8

Código Utilizado

8.1 Código de Control

El siguiente código en Arduino se utilizó para controlar los servomotores:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_PWMServoDriver.h>

Adafruit_PWMServoDriver servos = Adafruit_PWMServoDriver(0x40);

unsigned int pos0=172;
unsigned int pos180=565;

void setup() {
    servos.begin();
    servos.setPWMPFreq(60);
}

void setServo(uint8_t n_servo, int angulo) {
    int duty;
    duty=map(angulo,0,180,pos0, pos180);
    servos.setPWM(n_servo, 0, duty);
}

void loop() {
```

```

    setServo(0,0);
    setServo(1,90);
    setServo(2,90);
    setServo(3,90);
    setServo(4,90);
    setServo(5,45);
    delay(5000);

    setServo(0,90);
    setServo(1,45);
    setServo(2,135);
    setServo(3,45);
    setServo(4,0);
    delay(5000);
    setServo(5,20);
    delay(2000);

    setServo(0,180);
    setServo(1,80);
    setServo(2,100);
    setServo(3,80);
    setServo(4,90);
    delay(5000);

    setServo(0,180);
    setServo(1,45);
    setServo(2,135);
    setServo(3,45);
    setServo(4,180);
    delay(5000);
    setServo(5,45);
    delay(2000);
}

```

Chapter 9

Fabricación

Optamos por usar MDF (Medium Density Fiberboard) para las piezas del brazo debido a consideraciones de tiempo y costo. Aunque la impresión 3D ofrece la capacidad de crear geometrías complejas con alta precisión, este método presentaba dos desventajas importantes para nuestro proyecto: el tiempo de producción y el costo. La impresión 3D de todas las piezas requería un tiempo considerable, lo que hubiera extendido el período de desarrollo más allá de los plazos establecidos para la asignatura. Además, el costo asociado con la impresión 3D, que incluye materiales y tiempo de máquina, era significativamente mayor en comparación con el corte de MDF. Al usar MDF, logramos fabricar los componentes de manera rápida y económica, manteniendo la precisión necesaria para el ensamblaje y funcionamiento del brazo, sin comprometer la calidad del proyecto dentro de las limitaciones de tiempo y presupuesto.

Chapter 10

Resultados

El proceso de diseño y construcción del brazo robótico se llevó a cabo con éxito en todas sus fases, a pesar de las restricciones de tiempo. Desde la creación de los componentes en SolidWorks y el corte preciso de las piezas en MDF, hasta el ensamblaje final e integración de los servomotores, cada etapa se completó de manera eficiente. Mediante una planificación meticulosa y el uso de recursos apropiados, logramos cumplir con los plazos establecidos y ensamblar el brazo robótico satisfactoriamente.



Figure 10.1: Brazo robótico ensamblado



Figure 10.2: Brazo robótico ensamblado

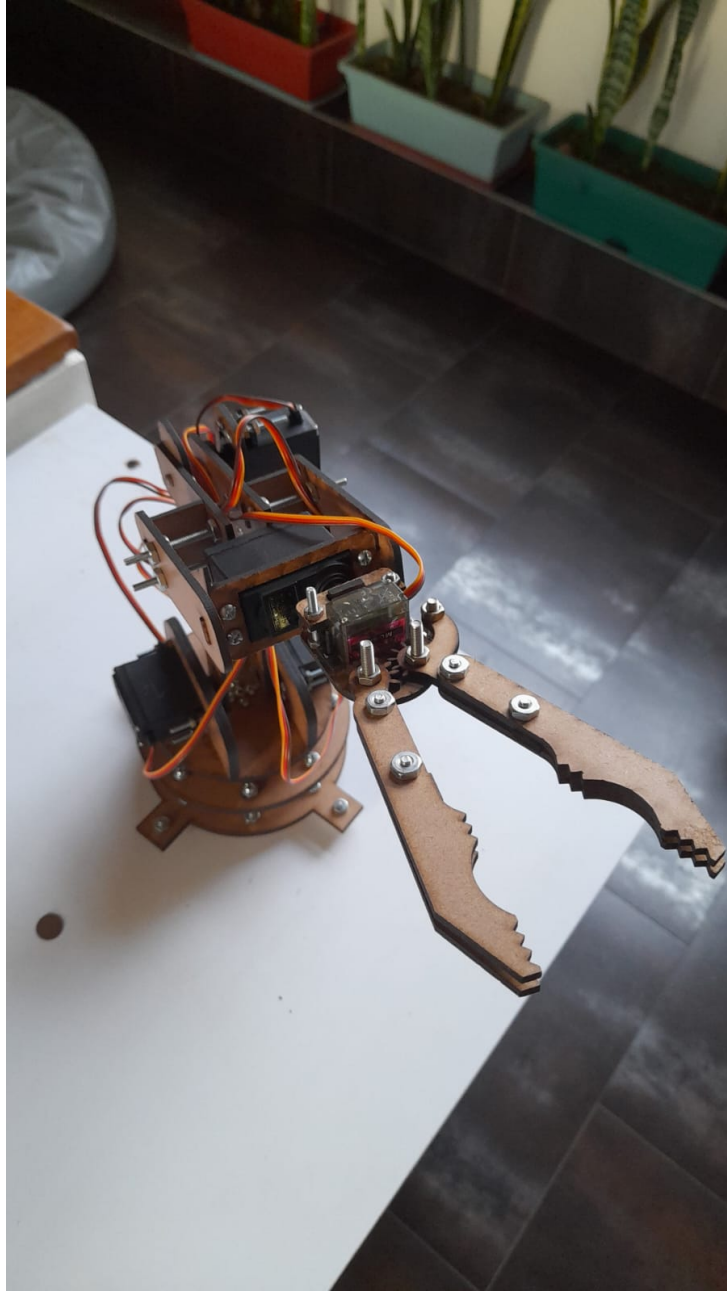


Figure 10.3: Brazo robótico ensamblado

Chapter 11

Referencias

11.1 REFERENCIAS

- Pelegrí, J. (s/f). ¿Cómo funciona un brazo robótico? Universal-robots.com. de <https://www.universal-robots.com/es/blog/como-funciona-brazo-robotico/>
- Frías, E. (2023, marzo 27). Arduino, robótica educativa y futuro - Cerebro Curioso. Cerebro Curioso - Desarrollamos talleres y experiencias para niños y adolescentes en robótica educativa, programación y tecnología. <https://cerebrocurioso.com.ar/arduino-robotica-educativa-y-futuro/>
- Esneca, C. (2022, noviembre 7). ¿Qué es un brazo robótico y para qué sirve? Esneca; Esneca Business School. <https://www.esneca.lat/blog/brazo-robotico-aplicaciones-funciones/>
- Tutorial Módulo Controlador de servos PCA9685 con Arduino. (s/f). Naylamp Mechatronics - Perú, de https://naylampmechatronics.com/blog/41_tutorial-modulo-controlador-de-servos-pca9685-con-arduino.html
- Fernández, Y. (2022, septiembre 23). Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno. Xataka.com; Xataka Basics. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- Servo Futaba MG945. (s/f). Tienda Prometec. de <https://store.prometec.net/producto/servo-futaba-mg945/>

- MDF O Tablero DM: Ventajas Y Desventajas - Majofesa Maderas. (s/f). MAJOFESA. <https://www.majofesa.com/mdf-o-tablero-dm-ventajas-y-desventajas/>