



Universidad
La Salle®
Bajío

Facultad de
**Ingenierías y
Tecnologías**

Robot Controlado por PC

Ingeniería en Robótica

Microcontroladores

6100012 - Diego Díaz Ramírez

6100004 - Zaid Guerrero Moreno

6100017 - José María Donato García

Objetivo general

Diseñar, fabricar y programar un sistema de control para un brazo robótico, utilizando el Launchpad MSP430F5529.

Objetivos específicos

- Utilizar una fuente de alimentación externa para los servos (eliminador AC/DC)
- Utilizar un brazo robótico comercial de acrílico que usa 4 servomotores SG90 de plástico.
- Generar un menú de opciones por UART con las siguientes características:
 - Modo manual:
 - Seleccionar el servomotor a configurar y después configurar el ángulo. Al dar enter, mover el servo a la posición.
 - Modo captura:
 - En esta opción se mostrarán 10 posibles posiciones y una opción para ejecutar la secuencia, por ejemplo:
 - 1.- Posición 1
 - ...
 - 10.- Posición 10
 - 11.- Ejecutar secuencia
 - 12.- Borrar todas las posiciones
 - Al seleccionar una posición:
 - se mostrarán los servomotores disponibles (4) y se seleccionará uno de ellos para configurar su ángulo (como en el Modo manual). Una vez proporcionado el ángulo ingresando el número y tecleando Enter, se volverán a mostrar los servomotores disponibles.
 - Además de los servomotores disponibles habrá dos opciones más: Borrar y guardar
 - Si se selecciona borrar, todos los ángulos de los servomotores se pondrán en 0, se mostrará un mensaje de confirmación y se regresará al menú de posiciones
 - Si se selecciona guardar, los ángulos configurados se quedarán guardados, se mostrará un mensaje de confirmación y se regresará al menú de posiciones
 - Al seleccionar "Ejecutar secuencia" el robot pondrá todos los servomotores en los ángulos configurados en la posición 1, después, el robot deberá cambiar todos los servomotores a la posición 2 y así sucesivamente hasta la última posición. Una vez terminada la ejecución de todas las posiciones, se mostrará un mensaje en la terminal. Las posiciones deberán mantenerse por 3 segundos. ■ Al seleccionar "Borrar todas las posiciones" todas las posiciones configurarán sus servomotores con un ángulo de 0 grados.
 - Diseñar y fabricar una PCB que pueda montarse directamente sobre los pines hembra del Launchpad y que contenga toda la circuitería para los conectores de los servos y la alimentación externa.

Introducción

Un brazo robótico puede ser útil para apoyarte en múltiples tareas, ya sea cotidianas o de manera industrial, desde tareas simples, como el acoplamiento de piezas para productos, cada vez se vuelve más común ver este tipo de robots, y en este documento, presentaremos este proyecto de un robot que puedes configurar y controlar mediante el UART, con esto proponemos una solución para el control de 4 servomotores SG90 del brazo.

Con 2 modos, captura y manual, puedes usar 10 distintas preconfiguraciones que tú puedes hacer para el brazo, o moverlo manualmente escribiendo el ángulo que desees para el brazo.

Con el uso de PWM, diseño de interfaz en serial, podemos apreciar un robot capaz de hacer muchas tareas.

Marco teórico

Materiales:

- MSP430F5529LP
- 4 servomotores SG90
- Fuente de alimentación externa 5v
- Brazo robótico de acrílico con 4 grados de libertad

Definiciones técnicas

- **Microcontrolador:** Este es un circuito integrado contiene una unidad de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida, con él se puede controlar sistemas embebidos.

Uno de los microcontroladores de bajo consumo que hay en el mercado, es el **MSP430F5529**, desarrollado por Texas Instrument, de arquitectura RISC, que contiene múltiples módulos de temporización y capacidad de comunicación UART, SPI y USB, que lo ha hecho ideal para este proyecto de brazo robótico.

- **Servomotor SG90:** Es un servomotor de bajo costo y tamaño compacto que funciona con una señal PWM (Pulse Width Modulation), mediante la cual se puede controlar la posición angular de su eje. El SG90 tiene un rango de giro aproximadamente de 0 a 180 grados, y es capaz de mantener su posición aplicando torque. Internamente cuenta con un potenciómetro y un circuito de control que regula el movimiento del motor en función de la señal de entrada. Opera con una tensión de 4.8 a 6v, y su torque máximo ronda los 1.8 kg/cm.
- **PWM (Pulse Width Modulation):** Es una técnica de modulación en la cual se varía el ancho de un pulso dentro de un periodo fijo para controlar la energía entregada a una carga. En el caso de los servomotores, se envía una señal digital con

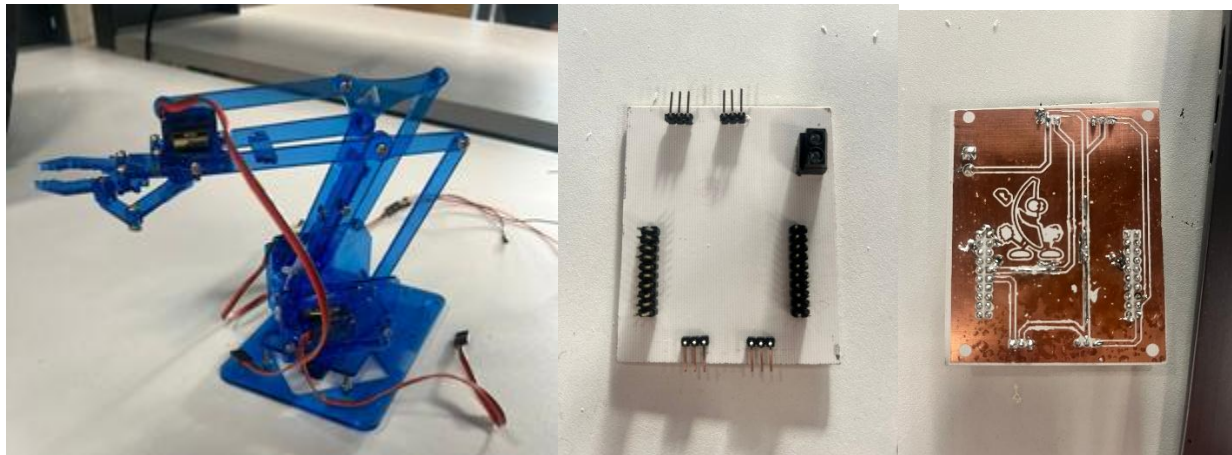
una frecuencia constante (normalmente 50Hz) y un ancho de pulso variable de 1 ms a 2ms que representa en Angulo de posición del eje.

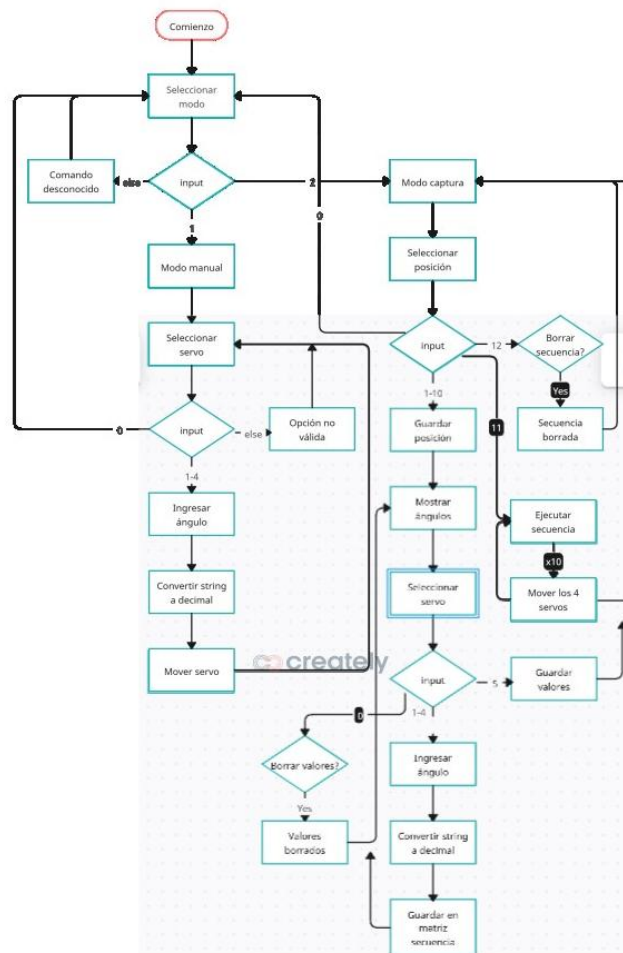
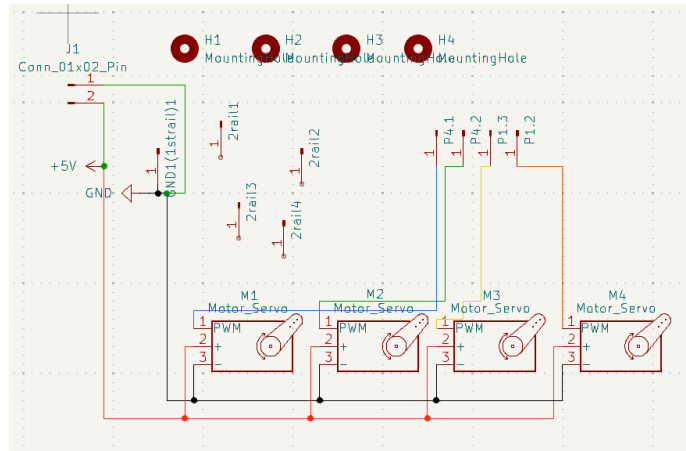
- **UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter):** Es un protocolo de comunicación serial asíncrono que se utiliza para transmitir datos entre dispositivos electrónicos. En este sistema, los datos se envían bit a bit por una línea de transmisión (TX) y se reciben por una línea de recepción (RX). La UART no utiliza una señal de reloj común, por lo que tanto el transmisor como el receptor deben estar configurados con la misma velocidad de transmisión (baud rate).

Desarrollo

Pasos seguidos

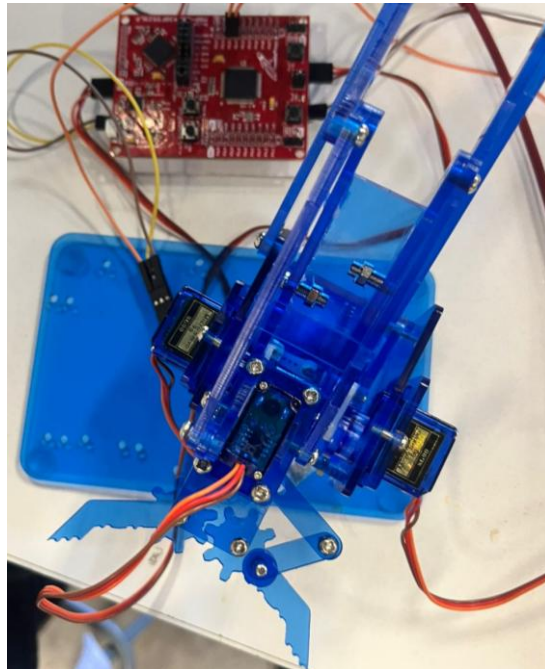
1. Conseguir y armar el brazo robot de acrílico
2. Probar rango del PWM con los servos de 0° a 180°
3. Diseñar y fabricar la PCB con las medidas de la msp
4. Escribir un borrador general del menú
5. Programar 4 salidas PWM simultáneas y una función para cambiar los duty cycles
6. Hacer que el menú se vea reflejado en el UART
7. Elaborar funciones de recepción y procesamiento de datos
8. Probar y ajustar el menú
9. Juntar todo y probar el brazo final





Resultados

```
Seleccionar servo (1,2,3,4), 0 para salir:  
Control de robot.  
Selecione 1 para modo manual o 2 para modo captura:  
Seleccionar servo (1,2,3,4), 0 para salir:  
Seleccionar angulo (0-180):  
60
```



En el UART se selecciona que modo se usa, presionando **1** o **2**:

Modo Manual

En este tu escoges que servomotor se mueve, presionando de la tecla 1 a la 4 para escoger los mismos, puedes presionar 0 para regresar al menú.

Una vez que seleccionas el ángulo deseado, el brazo se moverá dependiendo del ángulo y el servomotor, pero tomando en cuenta los limites de movimiento del brazo:

Servo 1: 180°

Servo 2: 130°

Servo 3: 60°

Servo 4: 25°

El modo manual seguirá y podrás manipular a tu gusto el brazo robótico hasta que presiones 0 y regreses al menú.

Modo Captura

Primero escoges la posición que deseas modificar, siendo el menú del **1 al 10**, de ahí escoges el servomotor que deseas mover, luego ingresas el ángulo de dicho servo, una vez escogido, puedes volverlo a modificar o guardar con la tecla **5** la posición, o borrarla con la tecla **0**.

Después de que escogas las posiciones que gustes, puedes presionar la tecla **11** para ejecutar o la tecla **12** para borra todas las posiciones (Si presionas la tecla **12**, y le das Enter, aparecerá un menú para confirmar tu elección, siendo la tecla **1** para confirmar, y la tecla **0** para cancelar).

Al ejecutar la secuencia, el brazo se moverá de acuerdo a las posiciones que hayas establecido, siendo en orden de la posición **1** hasta la posición **10**, ya de ahí termina la ejecución y regresas al menú del modo captura.

Fallos

Uno de nuestros fallos fue la selección de pines para el PWM, en donde seleccionamos los pines **4.1** y **4.2**, sin embargo, estos no nos funcionaron como la salida del timer **B0**, y los reemplazamos por el **1.4** y **1.5** con el timer **A0**, así como ya teníamos establecidos los pines **1.2** y **1.3** con el mismo timer.

Conclusión

6100012 – Diego Díaz Ramírez

En este brazo pudimos apreciar las manipulaciones que se le pueden hacer a un brazo robótico, y sobre todo, el aprender a hacerlo desde una UART, controlándolo con la computadora, anteriormente habíamos hecho algo similar, pero controlándolo con potenciómetros, y con los propósitos de la práctica, pudimos aprender a hacer secuencias y guardarlas para ejecutarlas cuando sea, además de otra forma de controlar los servomotores de una manera más precisa, escogiendo los ángulos que queramos, esta práctica fue bastante interesante y divertida que nos brinda mucho aprendizaje sobre los servomotores y su manipulación desde la UART.

6100004 – Zaid Guerrero Moreno

Con este proyecto aprendí más y puse en práctica el proceso de resolución de problemas, desde el planteamiento inicial, pasando por borradores, modelos matemáticos y fases de pruebas hasta llegar al resultado final. Me llevo de lección para futuros proyectos que debo revisar la documentación de todos los materiales involucrados. También que debo confiar un poco más en mis compañeros, y reforzar las habilidades que eso implica.

6100017 – José María Donato García

Con la ayuda de este proyecto pude entender de mejor forma la programación para hacer una tarea en específico como mover un brazo robot con servomotores, a la configuración de timers, pwm, comunicación serial y lo visto en clase, además de analizar los problemas que se puedan presentar en un proyecto y saber cómo resolverlos.