

IMPLEMENTACIÓN DE UN BRAZO ROBÓTICO DE 4 GRADOS DE LIBERTAD PARA VALIDAR UNA INTERFAZ CEREBRO COMPUTADORA

Daniel Ríos Barrientos¹, M. Monserrat Morín Castillo¹, J.E. Moisés Gutiérrez Arias¹, Carlos A. Hernández Graciadas²

Gregorio García Aguilar³, Isabel Stange Espínola³

¹Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

²Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

³Facultad de Psicología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de uno de los bloques que conforman un sistema interfaz cerebro computadora, a saber bloque 1: Registro de señales eléctricas cerebrales, bloque 2: Interfaz Cerebro Computadora, bloque 3: Brazo robótico. El bloque 3 es en el que nos enfocaremos y corresponde al brazo robótico, el cual consiste en la implementación de un brazo robótico de 4 grados de libertad (movimientos diferentes que puede realizar el brazo), con sus respectivos circuitos de alimentación y control; el brazo realiza una secuencia de movimientos programados en lenguaje Arduino, cuya secuencia permite visualizar cada uno de sus movimientos posibles. La importancia del desarrollo de este sistema se debe a que las interfaces cerebro computadora sirven como un intermediario para la comunicación entre el cerebro y un dispositivo de interés, como lo es el brazo presentado en este proyecto, del cual será un parámetro de evaluación del desempeño de la interfaz. Además que representa un gran impacto en el país debido a que existe un gran número de personas que tienen necesidad de este tipo de interfaces, ya sea por pérdida de un miembro o por desgaste del mismo.

METODOLOGÍA

- 1.- Se realizó la impresión en 3D de las piezas del brazo robótico para posteriormente realizar el armado del brazo con sus respectivos servomotores, en la figura 1 se muestra el brazo ya armado y montado sobre una tabla de madera.
- 2.- Se implementó el circuito que se muestra en la figura 2 para alimentar los servomotores del brazo robótico y establecer los pines a utilizar del Arduino.
- 3.- Se realizó el diseño y la implementación del circuito que se muestra en la figura 3 para generar la señal de retroalimentación al sistema de la interfaz.
- 4.- Se desarrolló una rutina de prueba en lenguaje Arduino, la cual consistía en tomar un botón desde una posición establecida y colocarlo en un recipiente en otra ubicación dentro del rango de trabajo de brazo robótico.
- 5.- Se desarrolló una rutina adicional que consistía en el servo 2 realizará un giro de -90° y posteriormente de 90° con la finalidad de verificar el funcionamiento deseado en los sensores implementados.

RESULTADOS

En las figuras 4 y 5 se observan fotografías tomadas mientras el brazo robótico realizaba la secuencia de tomar el botón y colocarlo en el recipiente transparente, esta secuencia fue implementada con el objetivo de verificar el buen funcionamiento del brazo así como la resistencia de la estructura del mismo. Una vez ya verificado el buen funcionamiento del brazo, se implementó una rutina diferente la cual solo consta de 2 movimientos (arriba-abajo) y en esta rutina se pudo verificar que los sensores implementados están funcionando según lo esperado; dependiendo de la posición del brazo es el sensor que debe estar activo y además se interpreta por el Arduino como una señal en alto, estas señales servirán de retroalimentación a la interfaz cerebro computadora. En la figura 6 y 7 se observan las dos posiciones en las que se activan los sensores y de igual manera se enciende el led verde o rojo según sea el caso.

INTRODUCCIÓN

Una interfaz cerebro-computadora (BCI) es un sistema que le permite a un individuo una comunicación con el mundo externo a partir de la actividad eléctrica cerebral sin la ayuda de los nervios periféricos o de la actividad motora, esta actividad cerebral puede ser medida a través de señales electroencefalográficas EEG. Una vez adquiridas las señales provenientes de la actividad cerebral, dentro de la BCI esta información se procesa, interpreta y se asocia a intenciones voluntarias e involuntarias del sujeto para ser utilizadas como señales de mando para el control de brazos robóticos, sillas de ruedas, prótesis, comunicadores, entre otras aplicaciones importantes. [1, 4].

En la interfaz a desarrollar se implementará el aprendizaje computacional por refuerzo por lo que la estructura de control será en lazo cerrado para obtener una retroalimentación de la posición del brazo y evaluar el desempeño del sistema.

El brazo implementado en este proyecto cuenta con 4 grados de libertad; se denomina grado de libertad (g.d.l.) a cada una de las coordenadas independientes que son necesarias para describir el estado del sistema mecánico del robot (posición y orientación en el espacio de sus elementos) [2]. Dado que en la interfaz se implementará el aprendizaje computacional por refuerzo, el control que se espera realizar no será de alta precisión sino que con el simple hecho de realizar una instrucción aunque la precisión no sea la mejor, se tomará como un desempeño aceptable.

OBJETIVO

Implementar un brazo robótico de 4 grados de libertad y 2 sensores de luz infrarrojo que tendrán la función de enviar una señal de retroalimentación al sistema, además de realizar pruebas de funcionamiento.

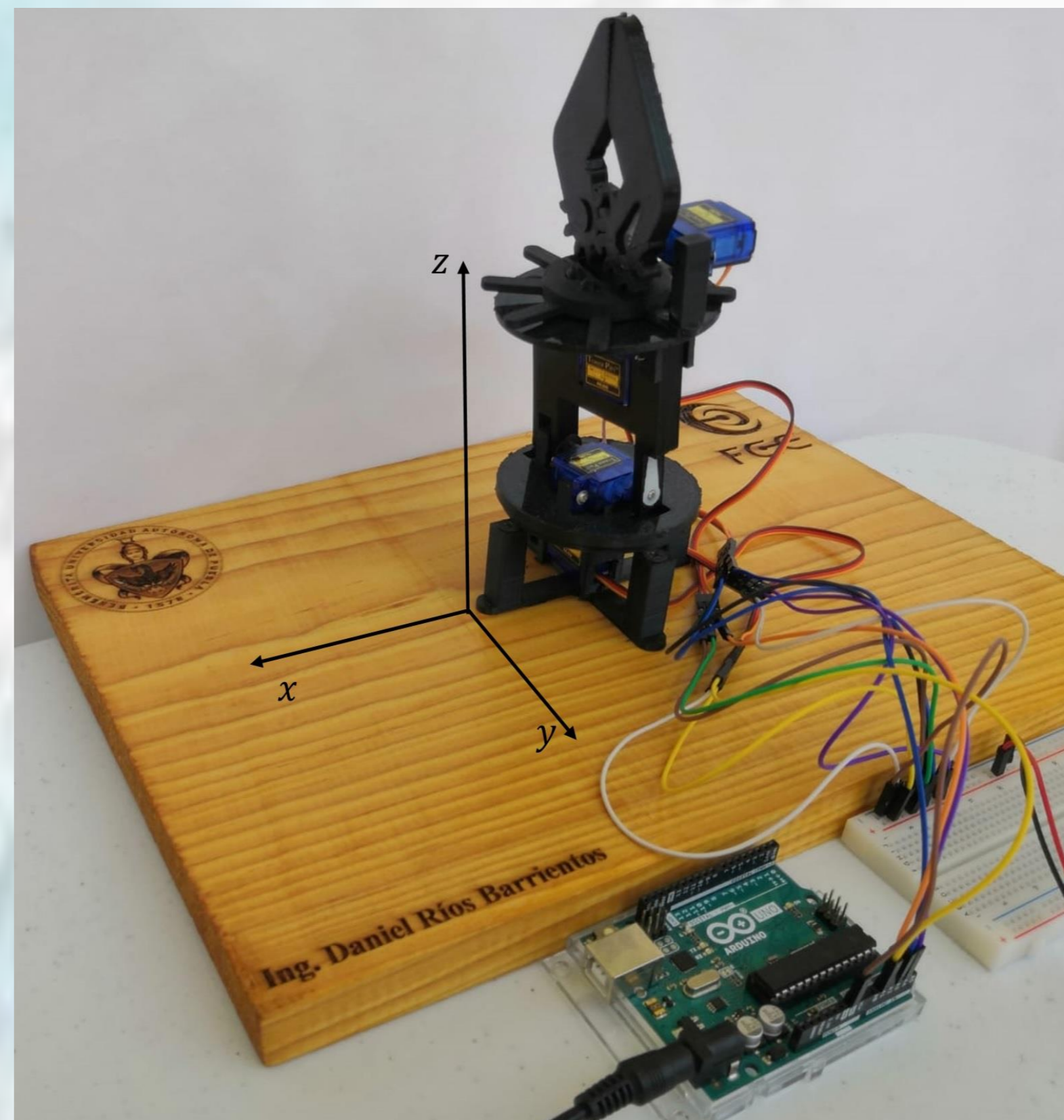


Figura 1: Brazo robótico

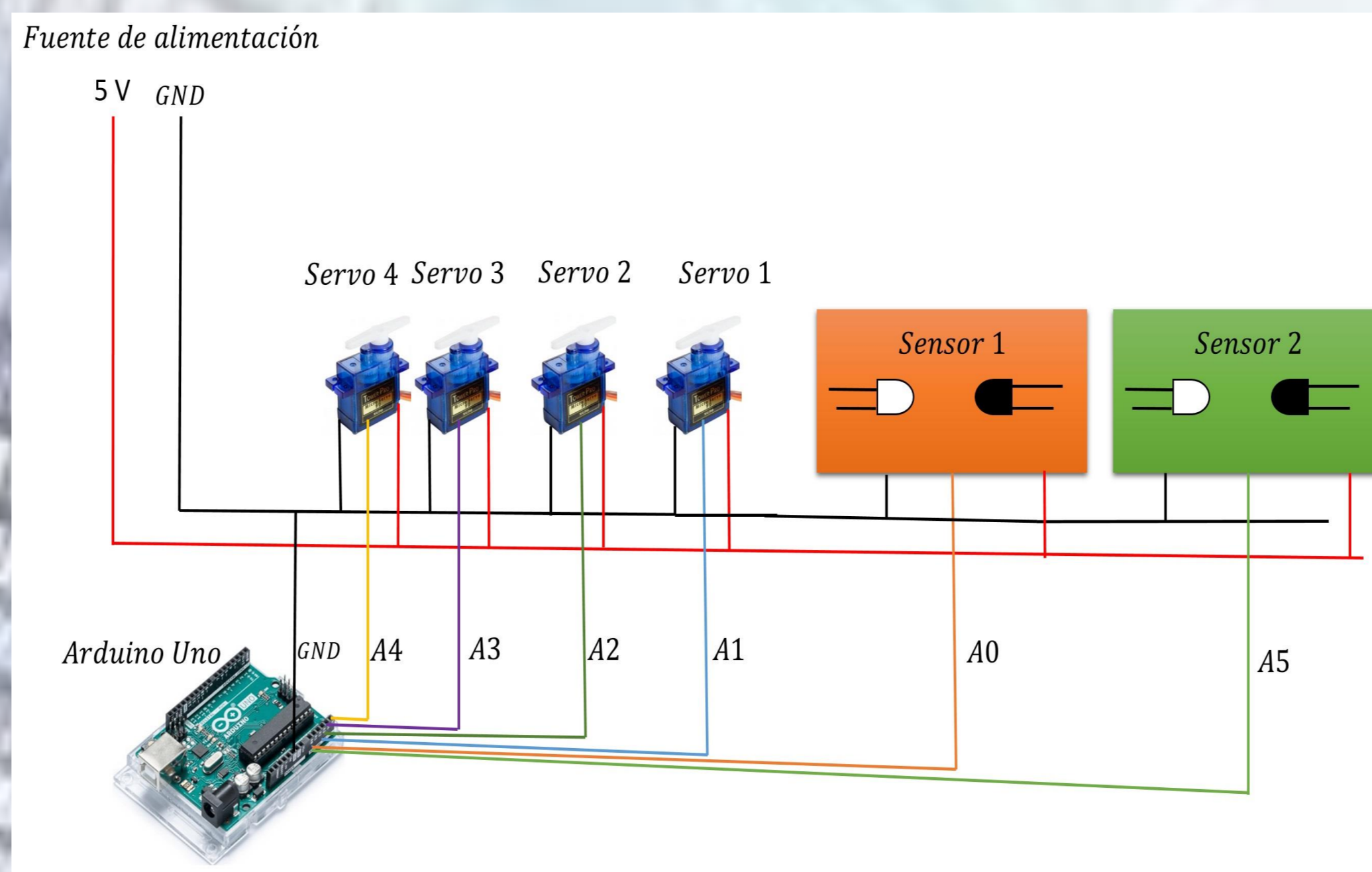


Figura 2: Circuito implementado para el funcionamiento del brazo robótico

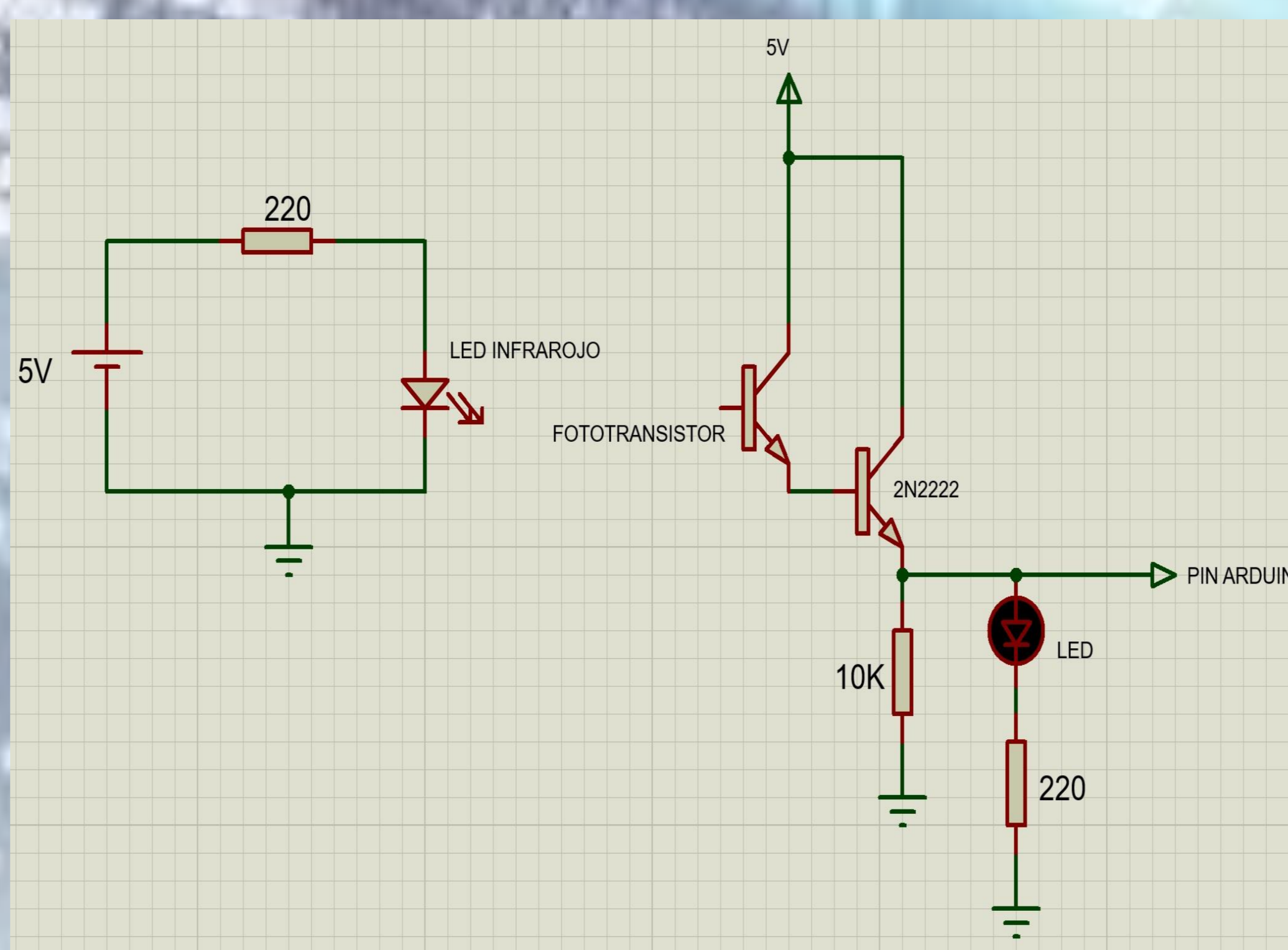


Figura 3: Circuito utilizado para implementar cada uno de los sensores

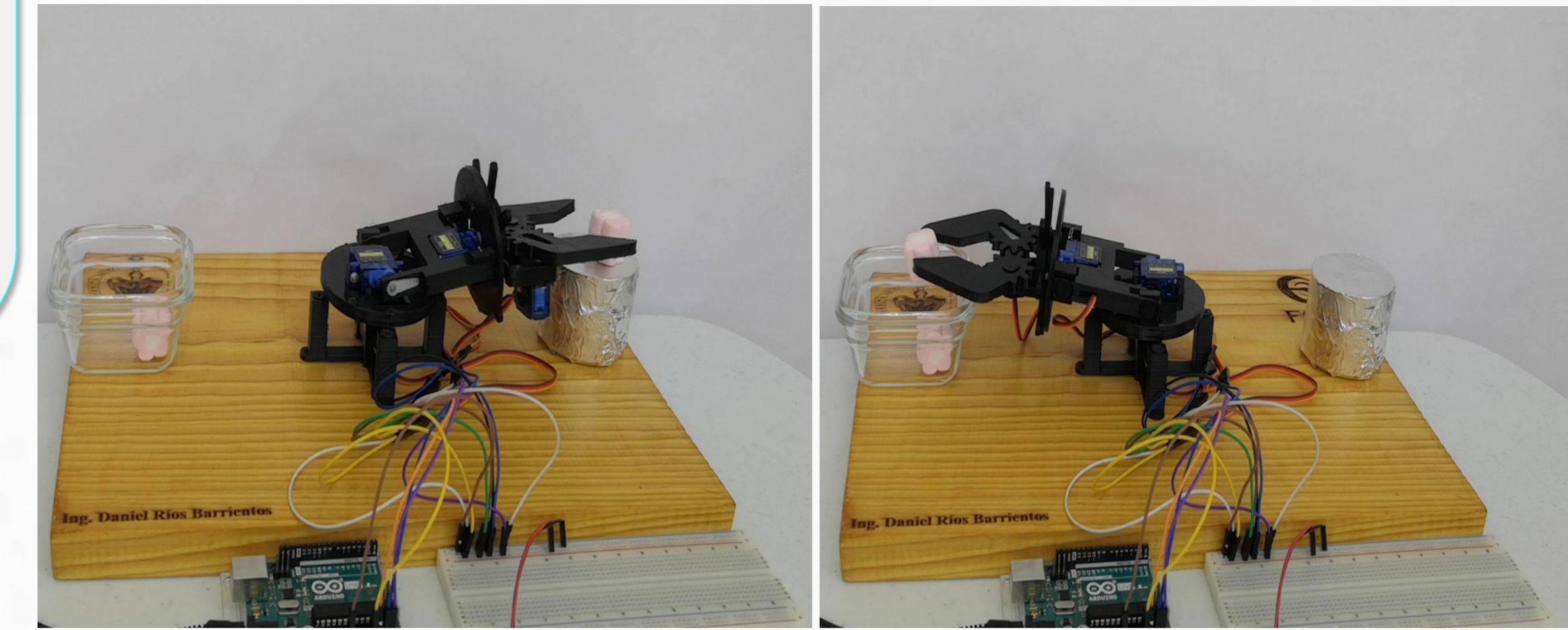


Figura 4: Brazo robótico tomando el botón
Figura 5: Brazo robótico colocando el botón en el recipiente

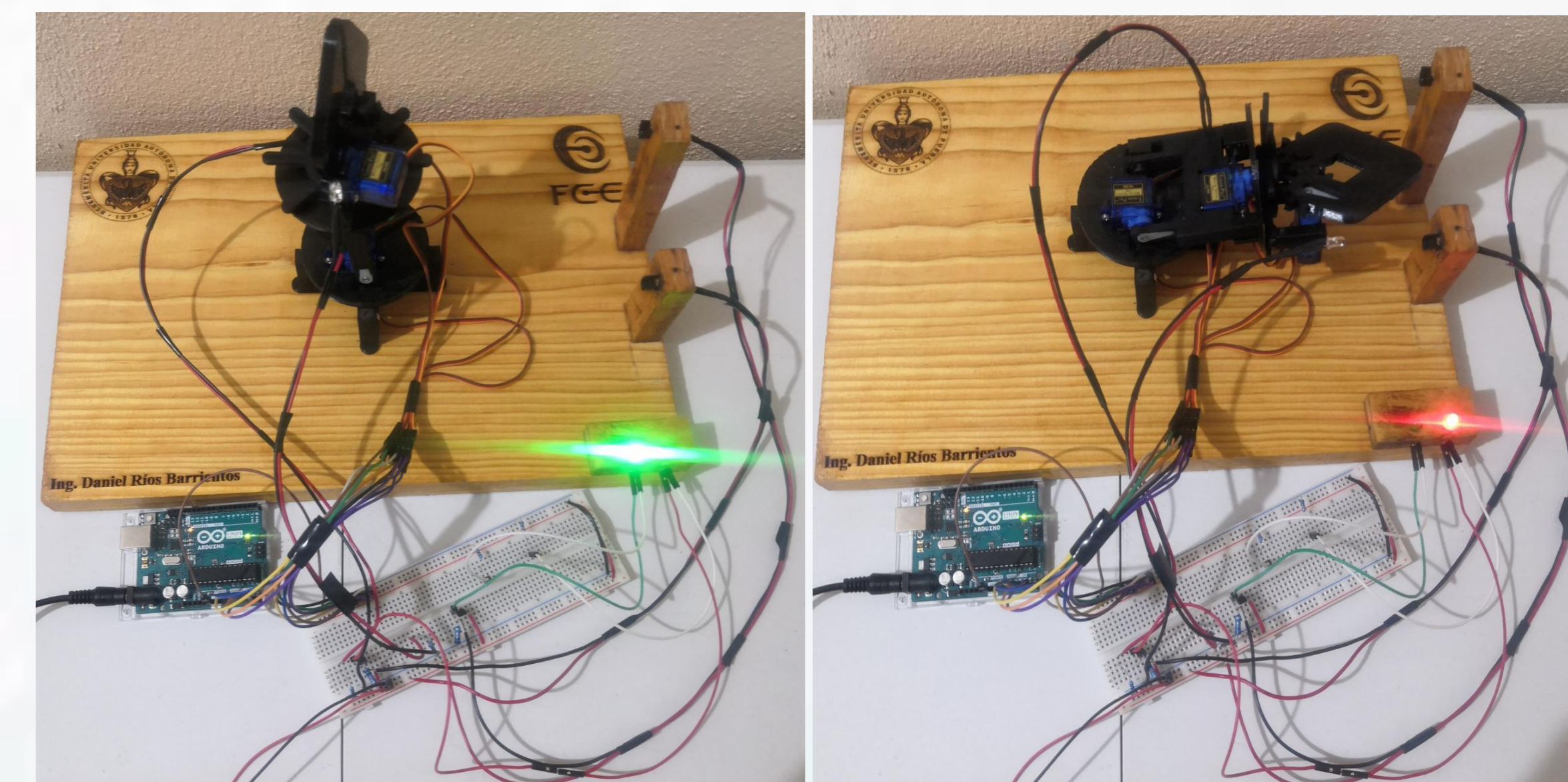


Figura 6: Sensor 2 activado
Figura 7: Sensor 1 activado

CONCLUSIÓN

Como se puede observar en la sección de resultados, se logró implementar el brazo robótico y sus respectivos sensores, validando el buen funcionamiento mediante algunas secuencias implementadas y que para los propósitos futuros cumple con los requerimientos necesarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moreno, I., Batista, E., Serracín S., Moreno R., Gómez L., Serracín J., Boya C., and Quintero J. (2019). Los sistemas de interfaz cerebro-computadora basado en EEG: características y aplicaciones. Revista de I+D Tecnológico, vol. 15, no. 2, pp. (13-26). doi: <https://doi.org/10.33412/itd.v15.2.2230>.
2. Vilela M, Hochberg LR. Applications of brain-computer interfaces to the control of robotic and prosthetic arms. Handb Clin Neurol. 2020; 168:87-99. doi: 10.1016/B978-0-444-63934-9.00008-1. PMID: 32164870
3. Morin, M., Santillan, A., Sainos, S., Oliveros, J., (2019). Prototipo de silla de ruedas dirigida usando parpadeos. Ingeniería Biomédica, vol. 3, N° 1, pp 1-13. Doi: [dx.doi.org/10.17488/RIMIB.40.1.2](https://doi.org/10.17488/RIMIB.40.1.2)
4. J. R. Wolpawa, N. Birbaumer, D. J. McFarland, G. Pfurtscheller, T. M. Vaughan, "Brain-computer interfaces for communication and control," Clinical Neurophysiology, vol. 113, pp. 767-791, 2002.