

SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE COLORES ORIENTADA A LA DETECCIÓN DE OBJETOS¹

José Nicolás Koziuk²; Sergio Ariel Pacheco³;
Guillermo Alfredo Fernández⁴; Juan Carlos Kairiyama⁴

1 Trabajo final de la asignatura Técnicas Digitales 2

2 Autor, estudiante de Ingeniería Electrónica, jnkoziuk@gmail.com

3 Autor, estudiante de Ingeniería Electrónica, sergioarielpacheco@gmail.com

4 Docente tutor, Ingeniero Electrónico, guillermo.fernandez.fio@gmail.com,
kairiyama@fio.unam.edu.ar

Resumen

Este trabajo muestra el desarrollo de un sistema electrónico digital, capaz de memorizar tres colores y efectuar la detección de los mismos. El circuito electrónico desarrollado se basa en el microcontrolador PIC18F1320 y el sensor de color TCS3200 y está pensado como parte de un sistema automático para la identificación y separación de productos sobre una línea de producción. Inicialmente este trabajo muestra el desarrollo del circuito propuesto, describiendo sus componentes, como así también el programa embebido en el microcontrolador. Luego se muestra el prototipo obtenido, el cual permite almacenar tres colores y luego detectar los mismos, activando una señal de actuación temporizada en caso de la detección de los colores memorizados.

Palabras Clave: *Detección de objetos, procesamiento de colores, microcontrolador*

Introducción

El término “calidad” hace referencia al grado de excelencia de un producto, o bien a su nivel de adecuación para una aplicación determinada. La calidad de un producto se puede evaluar a través de propiedades sensoriales, como la apariencia física, la textura, o el aroma, permitiendo así la detección de defectos en el mismo.

La apariencia física es uno de los factores principales a la hora de evaluar la calidad de productos como frutas y plantas. La luz reflejada por estos, lleva información a través de la cual una persona (o un dispositivo) puede determinar su grado de calidad [1] [4]. El uso de esta técnica para identificar y separar productos es un requerimiento común en ciertos campos de la industria [3], como por ejemplo, en el manejo y procesamiento de ciertos alimentos como frutas o granos que no se encuentren en un estado óptimo para su consumo, ya sea por no estar lo suficientemente maduros, o bien por estar marchitos.

El sistema propuesto en este trabajo, ofrece una solución sencilla de implementar, y de bajo coste, que puede contribuir a resolver la problemática mencionada. El sistema se basa en la detección de colores mediante el uso del sensor TCS3200. Para poder implementarlo, se

realizó el diseño del hardware partiendo del microcontrolador PIC18F1320 y del sensor mencionado. La lógica fue proyectada y posteriormente implementada en dicho microcontrolador en lenguaje C. Finalmente, se confeccionó el circuito impreso y se realizaron las respectivas calibraciones y ajustes necesarios para poner en marcha al sistema propuesto.

Metodología

El sensor TCS3200

Este dispositivo es un circuito integrado conversor programable de color a frecuencia. Esto significa que, leyendo apropiadamente la frecuencia de la señal en los pines de salida del mismo, se puede saber el color de un objeto cualquiera ubicado frente a su lente receptora. El TCS3200 consiste en una matriz de 8x8 fotodiodos, de los cuales 16 presentan un filtro rojo, 16 un filtro azul, 16 un filtro verde y 16 no presentan filtro. El dispositivo se basa en el principio de generación de corriente del fotodiodo frente a diferentes estados de luminosidad, y en un conversor de corriente a frecuencia, el cual proporciona una salida cuadrada (ciclo útil de 50%) que depende de esta corriente, y por ende del grado de luminosidad de los diferentes colores R, G y B. El valor sin filtro se utiliza para normalizar los demás valores.

El circuito del TCS3200 permite ajustar el rango de frecuencias de salida en tres rangos posibles mediante los pines de selección del postscaler que posee el mismo. Las diferentes configuraciones se pueden observar en la Figura 1, según la información que provee el fabricante.

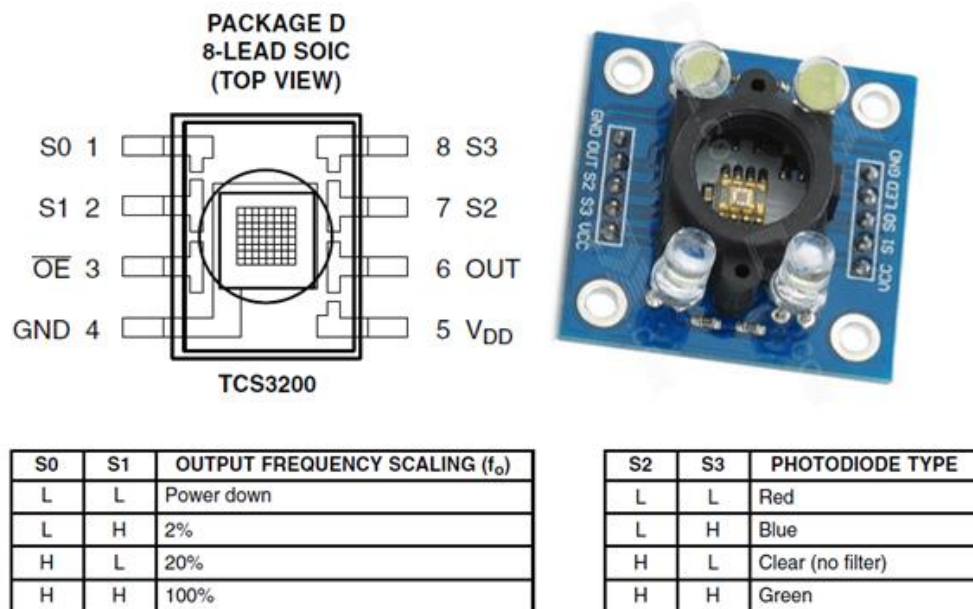


Figura 1: Configuración de pines y aspecto exterior del TCS3200 (Arriba) y sus tablas de selección de modos de operación (Abajo). [2]

La respuesta relativa del TCS3200 a cada color puede observarse en la Figura 2, donde el eje de ordenadas corresponde a los valores de corriente obtenida por cada grupo de fotodiodos del sensor en función de la longitud de onda incidente sobre ellos, obteniéndose así las diferentes curvas dependiendo de los filtros utilizados. Estos datos se obtienen bajo las condiciones de temperatura mencionadas por el fabricante, y se encuentran normalizados respecto del mayor valor obtenido, el cual corresponde a la medición de los fotodiodos sin filtros. [2]

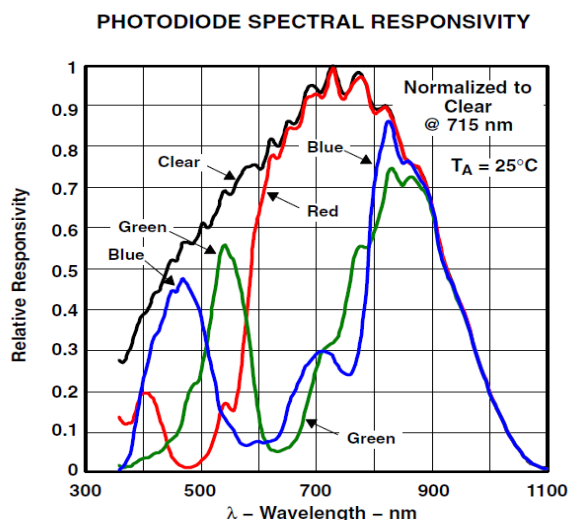


Figura 2: Respuesta relativa del TCS3200. [2]

Diseño del software

El programa desarrollado para la efectuar el procesamiento de colores a través del sensor mencionado, se realizó en lenguaje C haciendo uso del software provisto por la cátedra. Este programa permite configurar la cantidad de colores a detectar, la cual es limitada únicamente por la cantidad de memoria RAM presente en el microcontrolador utilizado, y la tolerancia permitida en la detección de los colores, cuyo valor por defecto es 7 %. La lógica del programa puede observarse en los diagramas de flujo representados en las Figura 3, Figura 4 y Figura 5.

La rutina principal del programa, representada en la Figura 3, comprende el comportamiento general del sistema. Abarca fundamentalmente las tareas de configuración del microcontrolador e interacción con el usuario en cuanto a la memorización y borrado de colores.

En la Figura 4 se representa esquemáticamente la parte del programa encargada de capturar y convertir los valores analógicos de resistencia de los presets R5 y R6, observados en la Figura 7. El propósito de estos presets, es para efectuar que determinen los tiempos de retraso y duración de la señal de actuación generada por el sistema cuando el color

capturado por el sensor TCS3200 se corresponde con uno de los previamente memorizados en el microcontrolador.

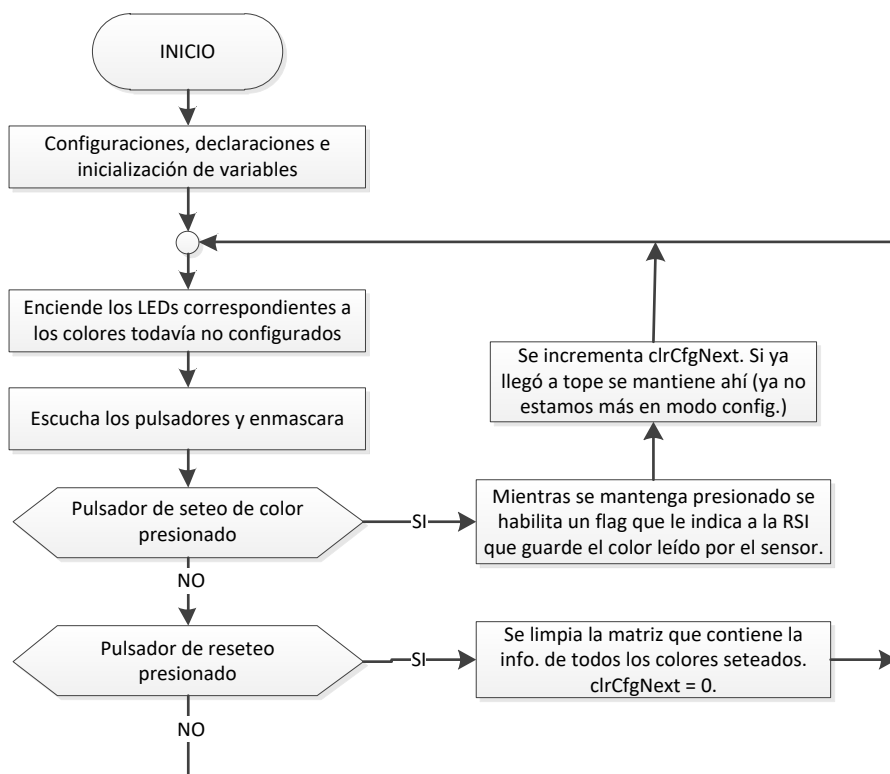


Figura 3: Rutina principal del programa.

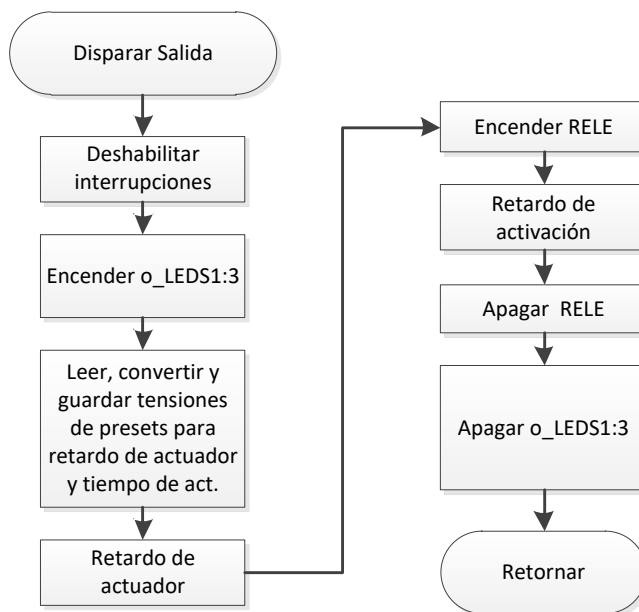


Figura 4: Función de conversión Analógico-Digital y manejo de la etapa de potencia.

Por otra parte, el programa hace uso de una rutina de servicio a la interrupción (RSI), cuyo diagrama de flujo puede observarse en la Figura 5. Su función es la de operar con los valores que el sensor de color lee continuamente.

En el funcionamiento del sistema propuesto, se contemplan dos modos de operación: *Modo configuración de colores* y *Modo detección*. El primero es llevado a cabo al energizar el circuito, y el segundo se ejecuta de forma continua una vez finalizado el anterior. Ambos capturan y normalizan la señal obtenida con el sensor y almacenan su valor, disparando o no la salida según sea el caso y el modo de trabajo.

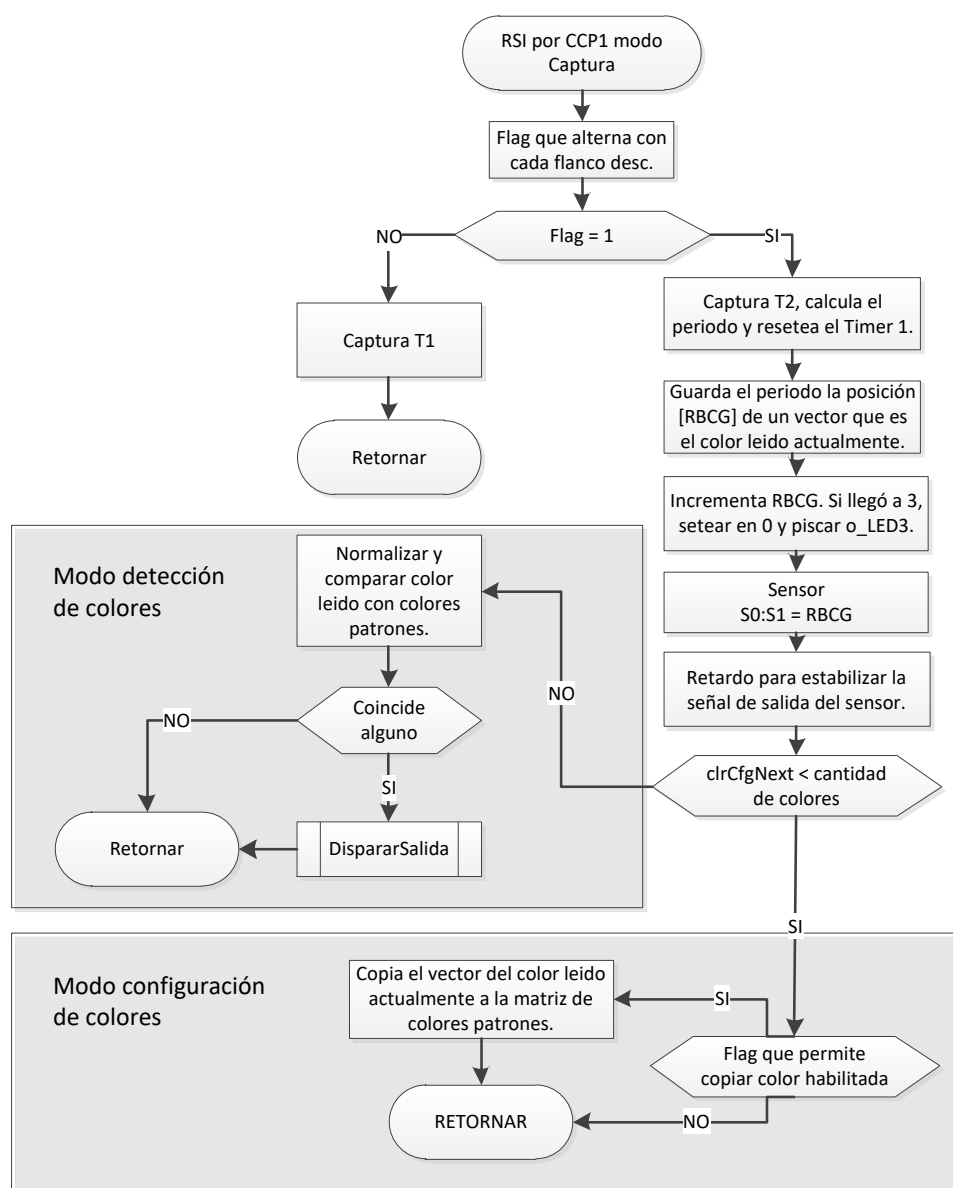


Figura 5: Rutina de servicio a la interrupción.

Diseño de hardware

Partiendo del microcontrolador PIC18F1320, se procedió a la selección de los pines de entrada a utilizar. Para simplificar esta tarea, se utilizó un software que permite realizar circuitos esquemáticos. Las diferentes entradas y los pines del microcontrolador pueden observarse en la

Figura 7. Se pueden apreciar dos entradas del tipo digital, las cuales son encargadas del set y reset del sistema, permitiendo “memorizar” y “borrar” los colores predeterminados. Además, existen dos entradas analógicas, las cuales a través los dos presets mencionado en párrafos anteriores, permiten realizar modificaciones en los tiempos que hay entre la detección y el disparo de la señal de actuación, como así también el tiempo en que la señal de actuación permanece activada.

En la

Figura 7 también pueden observar las salidas del sistema propuesto. Estas consisten en tres leds indicadores para identificar si los colores deseados han sido cargados o no, y una salida de potencia con un transistor, utilizada para manejar un relé que comanda la señal de actuación, y un led indicador de la misma.

La etapa de alimentación se puede observar en la sección del mismo nombre que muestra la Figura 7. Esta etapa consiste en un regulador integrado, con salida de 5 V. La tensión de entrada al circuito debe ser de 12 V de corriente continua, obtenida a partir de una fuente externa con la cual también se energiza al relé.

Una vez determinado el esquema del circuito, se procedió a realizar el circuito impreso a implementar mediante un software de diseño especializado. Los resultados se observan en la Figura 6.

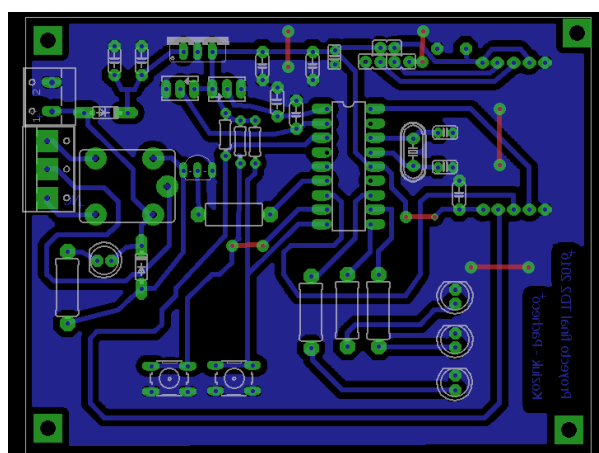


Figura 6: Circuito impreso diseñado.

El circuito impreso realizado resultó de un tamaño de 7,5 cm de ancho por 10 cm de largo, de una sola capa, un tamaño apropiado para una implementación cómoda y sencilla.

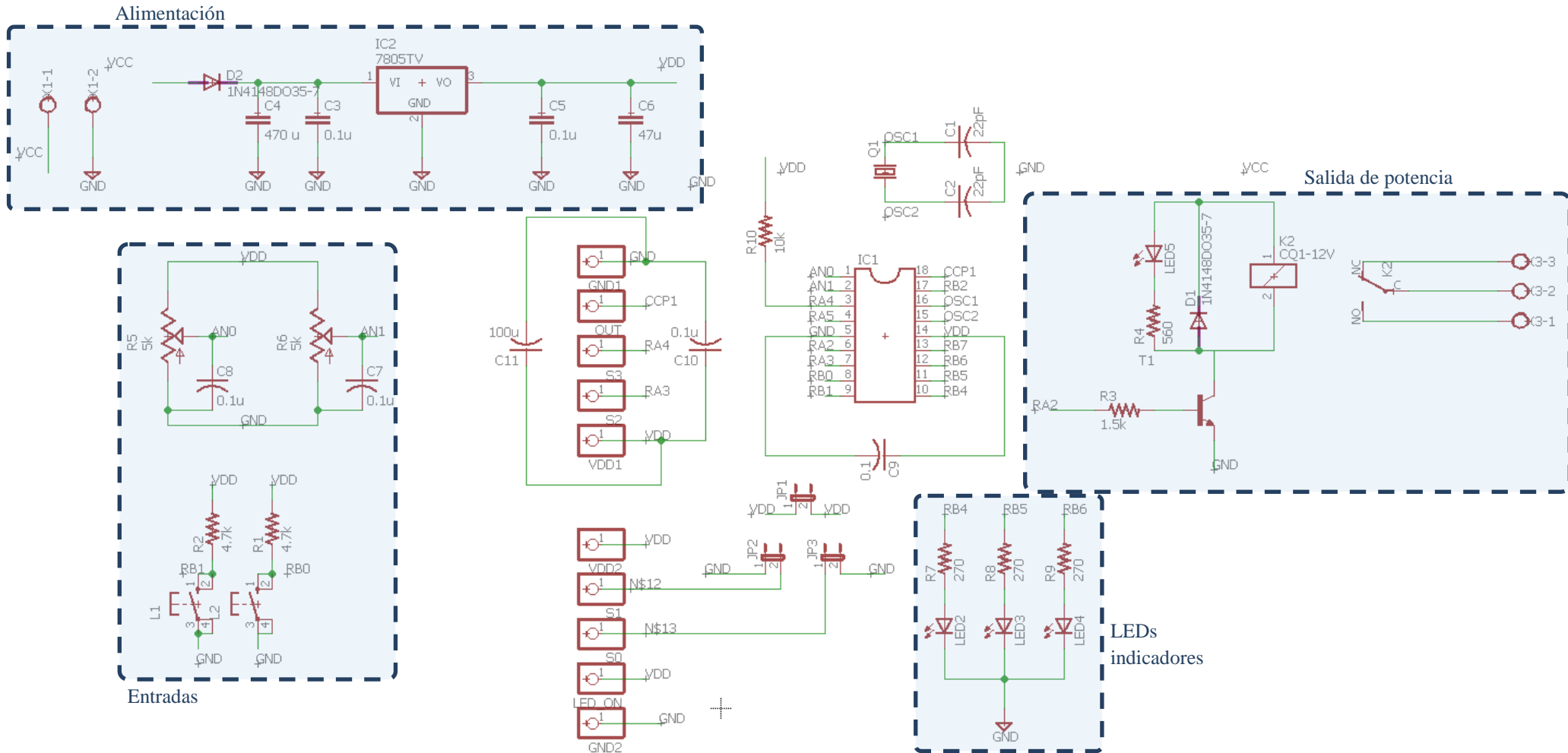


Figura 7: Circuito completo y sus correspondientes etapas

Resultados y Discusión

Finalmente, en las Figura 8 y Figura 9 se presenta el circuito terminado. El prototipo funcionó según lo esperado, luego de haber efectuado las calibraciones correspondientes.

Se realizaron varios ensayos que consistieron en la memorización y posterior detección de colores de diferentes elementos presentes en el laboratorio.

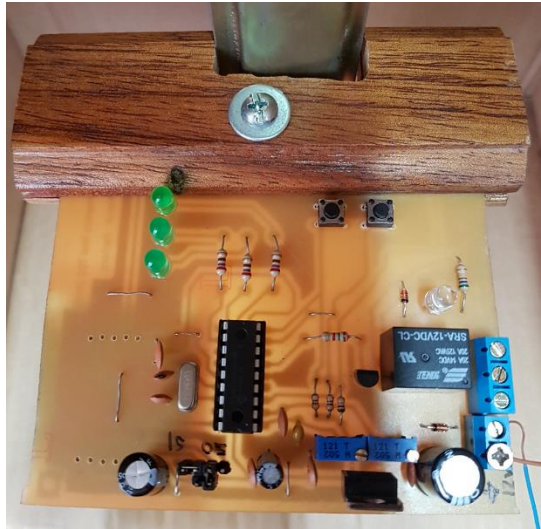


Figura 8: Vista superior del circuito impreso montado en soporte para pruebas.

Entre los elementos ensayados, estuvieron presentes objetos con características opacas, translúcidas, y reflectivas, de diferentes colores y tonalidades. Los mejores resultados se obtuvieron con los primeros mencionados. Mediante el ajuste apropiado por software de la tolerancia del sensor fue posible detectar tanto colores diferentes, como tonalidades diferentes de un mismo color, según lo deseado.

En relación con los demás tipos de materiales, se encontró que el circuito en ocasiones producía disparos indeseados, como consecuencia de la reflexión de la luz que el mismo sensor emite para realizar las mediciones. A pesar de esto, tomando las debidas precauciones y bajo condiciones de iluminación apropiadas este problema puede ser fácilmente evitado.

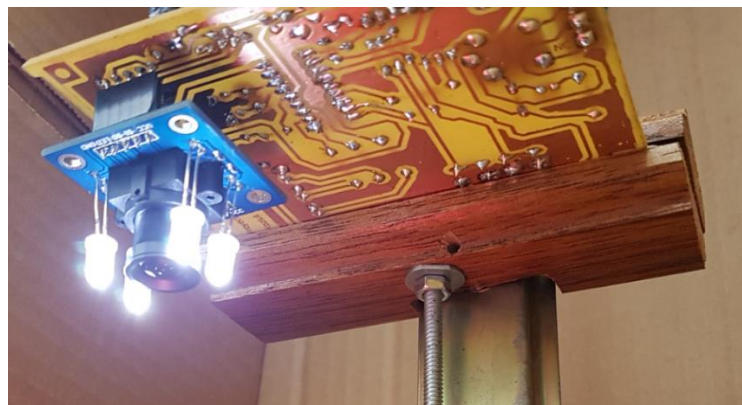


Figura 9: Vista inferior del circuito impreso en funcionamiento durante pruebas.

Conclusiones

En base al uso de un microcontrolador perteneciente a la familia PIC18F y del sensor de color TCS3200, se logró implementar un circuito que permite la memorización y posterior detección de colores, el cual consta de una salida de potencia que permite accionar varios tipos de actuadores, posibilitando de esta manera realizar alguna tarea en base al color de objetos de diversos tamaños. Además, se obtuvo un sistema flexible, que permite realizar diversas configuraciones, tanto por hardware como por software.

El sensor TCS3200 presenta muy buenas prestaciones para los fines buscados, siempre y cuando se tengan buenas condiciones de iluminación en el ambiente. Por este motivo, resulta conveniente utilizar el circuito en un entorno cerrado, para obtener los mejores resultados.

El uso de los pulsadores de memorización y reseteo le posibilita al usuario interactuar fácilmente con el sistema, y la utilización de LEDs indicadores en el circuito permite conocer de forma sencilla lo ocurrido en las diferentes etapas del proceso.

El sistema desarrollado permite la detección de colores de forma sencilla y económica, posibilitando su aplicación en procesos de selección de diferentes plantas o frutos, como por ejemplo manzanas o naranjas, en líneas de producción industriales.

El diseño e implementación de este sistema permitió afianzar en la práctica los conceptos desarrollados a lo largo de la asignatura Técnicas Digitales 2 de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Referencias

- [1] J. A. Abbott. (1998). Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, n° 15, pp. 207-225.
- [2] Texas Advanced Optoelectronic Solutions. (2009). TCS3200, TCS3210, Programmable, color light-to-frequency converter <http://www.mouser.com/catalog/specsheets/TCS3200-E11.pdf>. [Acceso: 2016].
- [3] T. K. Binnar, D. D. Deoghare, P. N. Patil, V. S. Kulkarni. (2014). Designing of RGB Color Detector. *International Journal of Recent Development in Engineering and Technology*, n°3 (2).
- [4] M. Assaad, I. Yohannes, A. Bermak, D. Ginhac, F. Meriaudeau. (2014) Design and Characterization of Automated Color Sensors System. *International Journal on Smart sensing and Intelligent Systems*, n°7 (1), pp.1-12.