

Registro y Clasificación de Objetos por Colores

Emanuel G. García ^{a,*}, Cristian D. Valenzuela ^{a,*}, Juan P. Gross ^{b,*}

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (FI-UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b GID-IE, FI-UNaM, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina.

e-mails: manucho1586@gmail.com cristian.valenzuela94fio@gmail.com gross@fio.unam.edu.ar

Resumen

En el presente artículo se describe el desarrollo, prueba y resultados obtenidos de la creación de un sistema de clasificación y registro objetos de acuerdo a su color. Fue desarrollado como proyecto de fin de curso de la cátedra *Técnicas Digitales 2* con el objeto de integrar conocimientos de diversas áreas.

Se logró construir un mecanismo *hardware* constituido por un sensor de color TAOS® TCS3200, una placa Arduino® MEGA y electrónica asociada, controlado por un algoritmo específico desarrollado para clasificar bolas de colores. El algoritmo que controla el proceso fue implementado en un microcontrolador, de forma tal que puede ser entrenado para detectar colores definidos por el usuario.

El dispositivo montado funcionó de acuerdo a lo esperado, permitiendo entrenar al software en base a las preferencias de colores de clasificación definidas por el usuario, luego clasificando las bolas mediante actuadores electromecánicos en recipientes separados.

Palabras Clave – Automatismos, Clasificación por Colores, Microcontroladores, Sistemas Embebidos, algoritmos, Arduino, TCS3200.

1. Introducción

Luego de que Henry Ford introdujera la producción en serie, diferentes avances tecnológicos han permitido mejorar la velocidad, capacidad y flexibilidad de producción y adaptación a cambios de las líneas de montaje industriales. A medida que la producción se fue acelerando pasando de trabajo manual a automatismos surgió la necesidad de acelerar la capacidad de toma de decisiones. Al principio tomadas por humanos, a medida que la tecnología fue evolucionando, fue posible delegar algunas decisiones en la capacidad de las máquinas. El presente trabajo es un ejemplo de como una máquina diseñada para un proceso específico, es capaz tomar decisiones por su cuenta en base un programa preestablecido, detectando el color de bolillas y clasificándolas emulando el funcionamiento de sus equivalentes industriales. El objetivo del mismo fue demostrar la integración de los conocimientos y habilidades adquiridos durante el curso de la materia “*Técnicas Digitales 2*”, en el año 2018.

El sistema capaz de detectar, registrar y clasificar bolillas según sus colores se presenta en este informe. El registro de la cantidad de bolillas de cada color es mostrado al usuario por pantalla. Cada vez que la bolilla es detectada por el sensor manda una señal al microcontrolador actualizando el contador mostrado en pantalla y activando los actuadores mediante una señal digital. La detección requiere primeramente que el usuario guarde en memoria (RAM) el color de los objetos que desea clasificar.

2. Descripción del equipo

El sistema propuesto consta de un sensor de color, un microcontrolador con su *software* y los correspondientes actuadores que actúan sobre las bolillas:

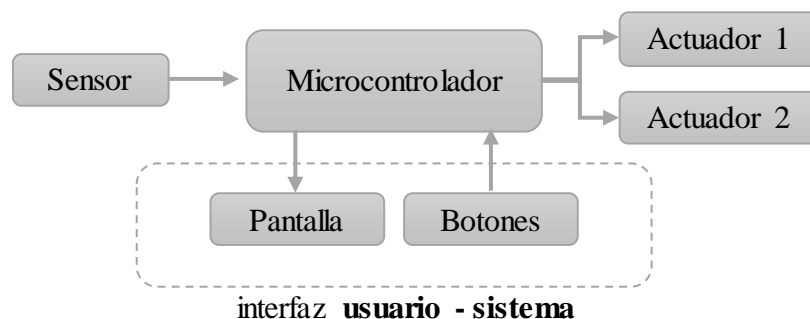


Fig. 1. Diagrama de bloque del sistema.

2.1. Sensor de color TCS3200

El sensor de color consiste en un convertidor de luz a frecuencia por medio una matriz programable de diodos de silicio. Consta de un arreglo de detectores para los colores rojo, verde, azul y luz clara. El sensor entrega a su salida una señal de frecuencia variable con ciclo útil del 50% [1]. Es posible configurar el rango de frecuencia de salida para utilizar frecuencias submúltiplas de la referencia interna de 500 kHz, dependiendo de la combinación binaria de los bits S0 y S1. Pero en el presente proyecto se adopta una frecuencia de salida de 500 kHz. El sensor puede determinar el contenido de color en la luz incidente filtrándola por medio de la selección de los bits S2 y S3.

2.2. Procesador

Para implementar el *software* de control del sistema se utilizó una placa Arduino MEGA. Para el proyecto se utilizaron puertos de entrada y salida, así como esperas e interrupciones.

2.3. Programa

El programa fue desarrollado utilizando lenguaje C, consta de un núcleo que se encarga de:

- configurar el sensor
- configurar temporizadores
- leer las entradas
- memorizar los colores
- detectar bolillas

- accionar los actuadores

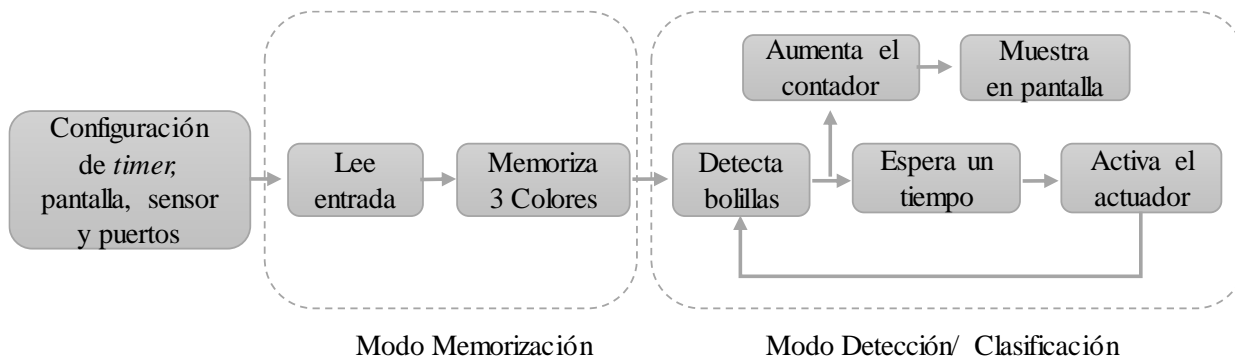


Fig. 2. Diagrama de bloque del programa.

A nivel general el programa puede funcionar en modo de memorización y en modo de clasificación:

- En modo memorización, permite al usuario grabar el color de las bolillas que se deben reconocer.
- En modo clasificación, el programa se encarga de reconocer las bolillas y contarlas según los colores grabados previamente.

Cuando se prende el equipo, automáticamente se ejecuta el modo de programación, luego de finalizar el aprendizaje de los colores, conmuta al modo de clasificación y conteo.

En modo de memorización, se requiere poner la bolilla debajo del sensor por parte del usuario y que presione un botón para capturar su color. Debe hacerse este proceso con cada bolilla de distinto color que se quiere reconocer. Para este proyecto está limitado a tres bolillas distintas, pero se puede adaptar a la cantidad que se necesite.

En modo clasificación, se reconoce automáticamente los colores, ya que estos fueron memorizados en el modo anterior (modo memorización). El programa va incrementando un contador y seleccionando el recipiente adecuado a medida que pasan las bolillas por el sensor. La cantidad de bolillas detectadas de cada color puede verse en pantalla por el usuario y puede ser reiniciada presionando un botón.

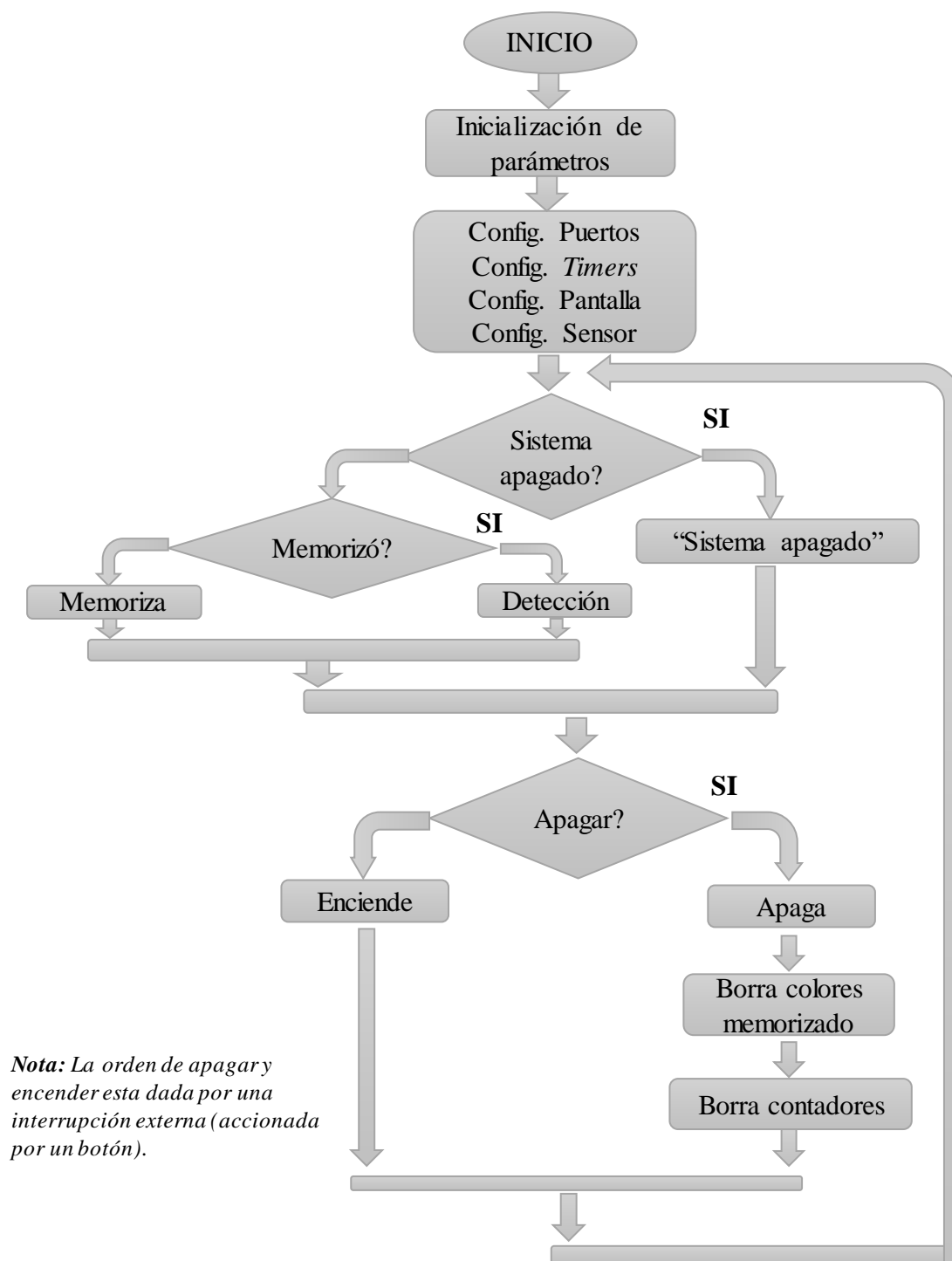


Fig. 3. Diagrama de flujo general del programa.

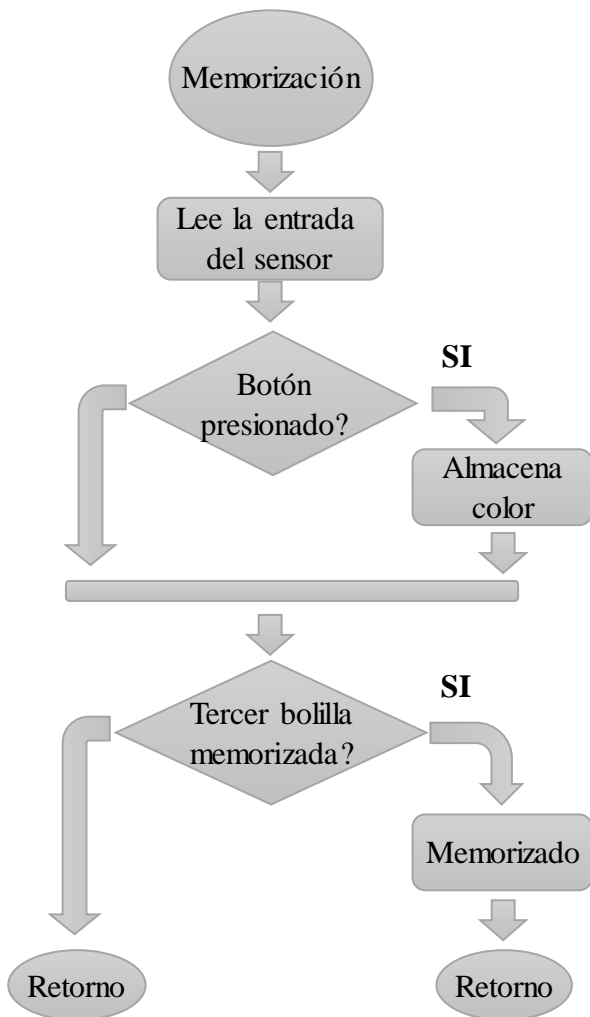


Fig. 4. Diagrama de flujo de la rutina de memorización.

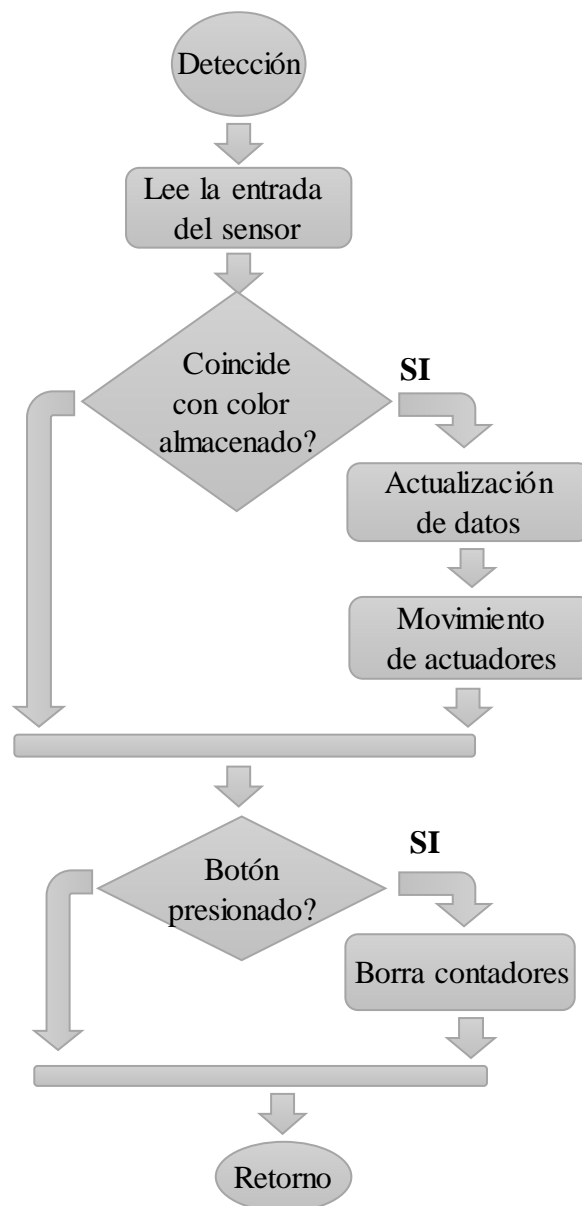


Fig. 5. Diagrama de flujo de la rutina de detección.

2.4. Maqueta

Se diseñó la maqueta de ensayo utilizando el programa de diseño SolidWorks® tal como se ve en la Fig. 6. El modelo planteado consta de una guía selectora de recipiente accionado por los actuadores (electro-ímán), un sensor contenida en una cámara oscura para evitar perturbaciones con relación al cambio de luz exterior, de lo contrario se dificulta la correcta detección de colores. Posee un tablero que sirve como interfaz entre el usuario y el programa, pudiendo manejar sus modos así

como también un soporte para la placa de Arduino y una caja con dos divisorias donde se mantiene separadas las bolillas ya clasificadas según sus colores.



(a) Vista en perspectiva.



(b) Vista posterior.

Fig. 6. Diseño del equipo en SolidWorks.

3. Resultados

A continuación, se muestran algunas fotos tomadas de la maqueta ya terminada y funcionando.



Fig. 7. Vista posterior de la maqueta del sistema.

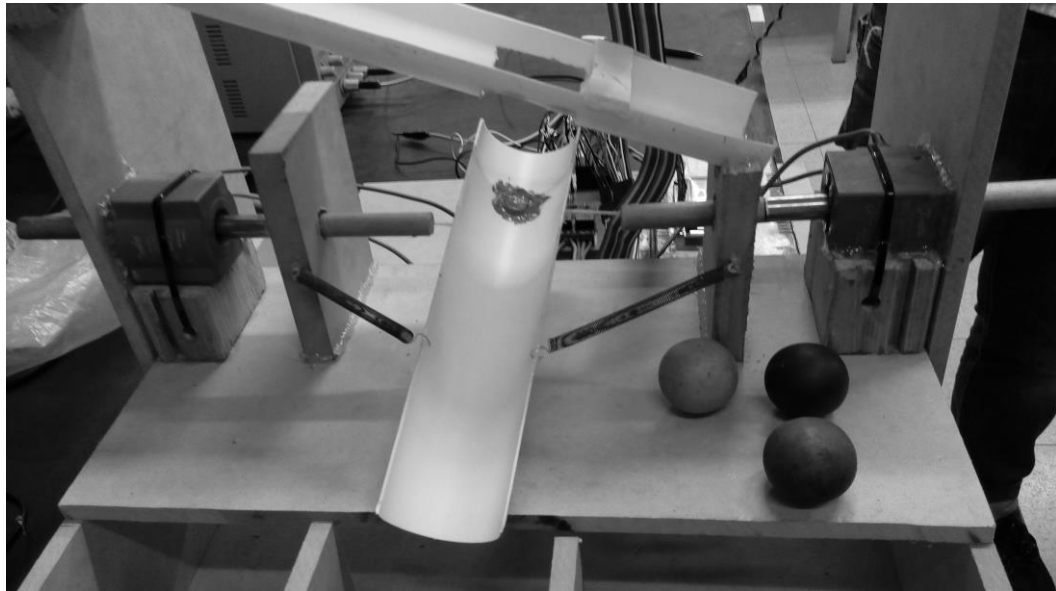


Fig. 8. Sistemas mecánicos de accionamiento para la clasificación en los recipientes.

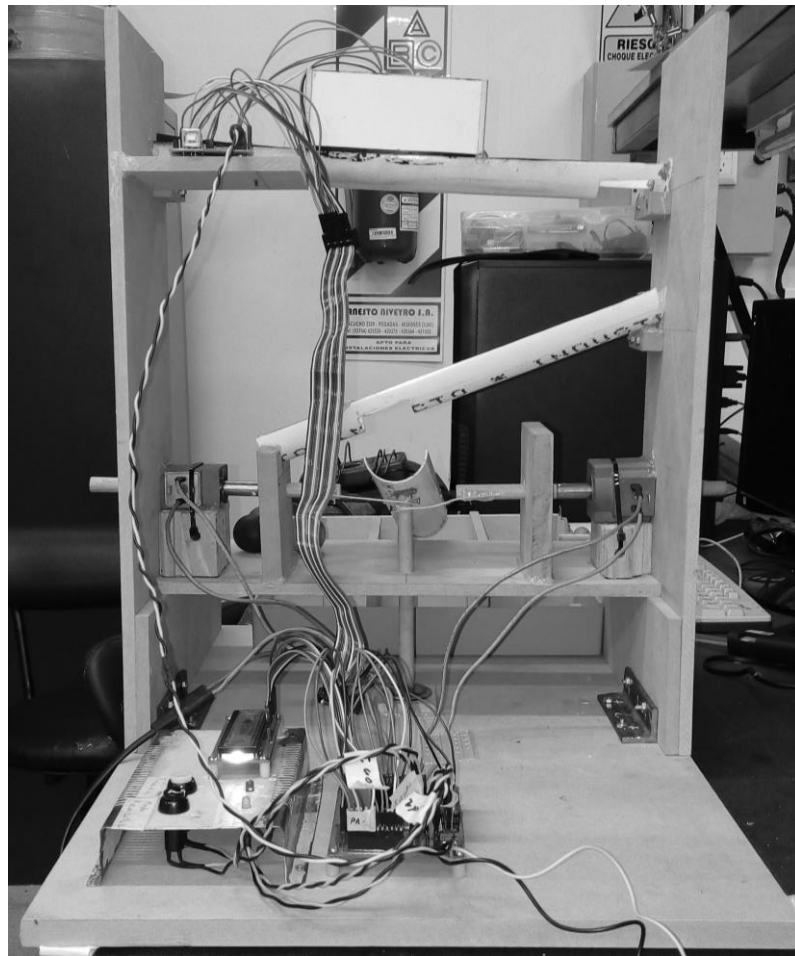


Fig. 9. Vista posterior del sistema completo.

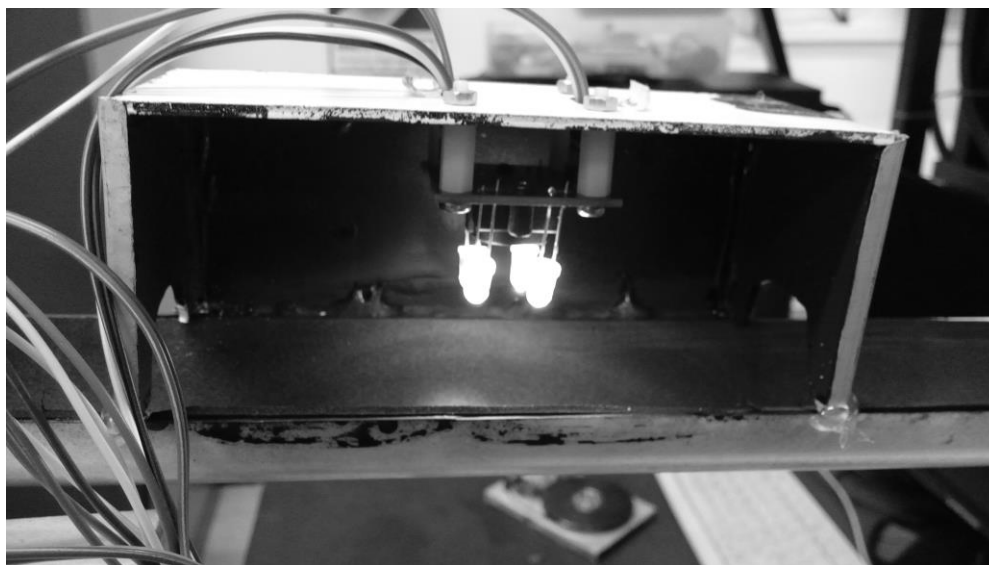


Fig. 10. Sistema de detección, sensor dentro de la cámara de detección.

A modo demostrativo se presenta a continuación una tabla donde se verá reflejada la eficacia del sistema diseñado e implementado:

Tabla 1. Resultados del funcionamiento.

Lanzamientos	Detecciones		
	Azul	Rojo	Amarillo
Primero	X	X	
Segundo	X	X	X
Tercero		X	X
Cuarto	X		X

En la Tabla 1 se visualiza entonces las detecciones (marcadas con la letra “X”) por cada lanzamiento, es decir, desde que la bolilla de color es lanzada pasando por el detector y siendo detectada por el mismo hasta el accionamiento de los actuadores electromecánicos para poder depositar dicha bolilla en el recipiente correspondiente. Para ser más preciso, se tiene que por cada lanzamiento hay una eficiencia del 66% aproximadamente.

4. Conclusiones

El prototipo montado logró memorizar, contar y clasificar las bolas como se deseaba. El desempeño inicial del mismo estuvo sujeto de algunos inconvenientes, como la incidencia de la luz ambiental en el resultado de la detección; y que llevó a idear e implementar mejoras al diseño que permitió subsanar los errores detectados. Otro inconveniente que ha surgido fue el tiempo que requiere para detectar las bolillas, lo que llevó a que la rampa tuviera poca inclinación en el tramo inicial como también que las bolillas fueran soltadas sin ninguna velocidad inicial. La maqueta montada tiene numerosas mejoras y optimizaciones pendientes por ser el primer prototipo armado y ensayado.

Se demostró la integración de conocimientos y habilidades necesarias para llevar a cabo el proyecto, con ello fue posible regularizar el curso de la materia “Técnicas Digitales 2”

Agradecimientos

Este trabajo ha sido llevado a cabo gracias al apoyo incondicional, económico y predisposición de varias personas. Los autores desean agradecer al Mgter. Ing. Guillermo A. Fernandez, al resto del equipo de la materia “*Técnicas Digitales 2*” y al alumno Simón O. Morgenstern que aportó el diseño 3D computarizado del equipo.

Referencias

- [1] TAOS, “TCS3200, TCS3210 Programmable Color Light-To-Frequency Converter”, <https://www.mouser.com/catalog/specsheets/TCS3200-E11.pdf>
- [2] O. Torrente Artero, "ARDUINO: Curso práctico de formación", Alfaomega Grupo Editor, Mexico, 2013
- [3] J.A. Langbridge, "Arduino Sketches: Tools and Techniques for Programming Wizardry", John Wiley & Sons, Inc., USA, 2015.
- [4] J. Blum, "Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry", John Wiley & Sons, Inc., USA, 2013.
- [5] J. Purdum, "Beginning C for Arduino, Second Edition: Learn C Programming for the Arduino", Ecosoft, Inc., USA, 2015.