

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.



CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
PARA UNA MESA DE BILLAR, CON UN INTERFAZ GRÁFICO
PARA VISUALIZAR LOS NOMBRES DE LOS JUGADORES Y
SUS PUNTAJES EN FORMA AUTOMÁTICA”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES.**

AUTOR:

CRISTHIAN HÉCTOR BASTIDAS PAZ

TUTOR:

ING. MAURICIO ALMINATI

QUITO, FEBRERO DE 2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Graduación certifico:

Que el trabajo de graduación “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA UNA MESA DE BILLAR, CON UN INTERFAZ GRÁFICO PARA VISUALIZAR LOS NOMBRES DE LOS JUGADORES Y SUS PUNTAJES EN FORMA AUTOMÁTICA**”, presentado por Cristhian Bastidas Paz, estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D. M., febrero de 2014

TUTOR

Ing. Mauricio Alminati V.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
AUTORÍA DE TESIS

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Graduación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M., febrero de 2014

Cristhian Bastidas Paz

CC: 0803120203

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban la tesis de graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M., febrero de 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

Agradecimiento.

En primer lugar agradezco a Dios por darme la virtud y la sabiduría en mi vida para llegar hasta el punto final de mi carrera.

A mis padres que me dieron la vida y la fuerza de luchar por mis objetivos, a más de ello de orientarme en la Carrera de Electrónica como mi profesión para el futuro.

A mi hermana por ser un pilar importante de mi carrera y un ejemplo a seguir como persona.

A Verónica por ser un apoyo incondicional y el impulso de llegar hasta el final de mis metas trazadas.

A mis tías Mirian y Fanny por recibirme en sus respectivos hogares y brindarme su afecto en el transcurso de mis estudios universitarios.

A mis profesores que supieron guiar con esfuerzo y dedicación mis pasos para formarme como profesional de éxito.

A mis amigos de la universidad que con su amistad y compañerismo compartimos en las aulas conocimientos y alegrías durante el tiempo de la carrera.

Dedicatoria.

A mis padres que me dieron todas sus enseñanzas, dedicación y paciencia para ser una persona responsable en el camino de mi vida. A mi hermana por estar siempre junto a mí en todo momento difícil y brindarme su apoyo por completo. A mi sobrino por ser la inspiración y motivación en mi proyecto. A Verónica que con su cariño y comprensión ha estado conmigo en cada instante de mi carrera. A los estudiantes de Electrónica que sigan con la tecnología como una herramienta indispensable para el desarrollo del país.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
PROBLEMATIZACIÓN	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.	1
1.3 Problema investigado.....	2
1.4 Problema principal.	5
1.5 Problemas secundarios.....	5
1.6 Justificación.....	6
1.7 Objetivos.	6
1.7.1 Objetivo general.....	6
1.7.2 Objetivos secundarios.....	7
1.8 Metodología.	7
CAPÍTULO 2	8
MARCO DE REFERENCIA	8
2.1 Introducción.....	8
2.2 Marco teórico.	8
2.2.1 Fotorresistencia.	8
2.2.1.1 Definición:.....	8
2.2.1.2 Funcionamiento.	9

2.2.2 Disparador schmitt trigger.....	9
2.2.2.1 Definición.....	9
2.2.2.2 Funcionamiento.....	9
2.2.3 Servomotor.....	10
2.2.3.1 Definición.....	10
2.2.3.2 Partes de un servomotor.....	11
2.2.3.3 Funcionamiento.....	11
2.2.4 Cámara web.....	12
2.2.4.1 Definición.....	12
2.2.4.2 Funcionamiento.....	13
2.2.5 Sensor de imagen.....	14
2.2.5.1 Definición.....	14
2.2.5.2 Funcionamiento.....	15
2.2.6 Tecnología CCD.....	15
2.2.6.1 Definición.....	15
2.2.6.2 Funcionamiento físico.....	16
2.2.7 Tecnología CMOS.....	16
2.2.7.1 Definición.....	16
2.2.7.2 Funcionamiento.....	17
2.2.8 Comunicación serial.....	18
2.2.8.1 Definición.....	18
2.2.8.2 Tipos de transmisión.....	19

2.2.8.2.1 Trasmisión asíncrona.....	19
2.2.8.2.2 Transmisión síncrona.....	19
2.2.8.3 Tipos de comunicación.....	20
2.2.8.3.1 Simplex.....	20
2.2.8.3.2 Semi dúplex.....	20
2.2.8.3.3 Full dúplex.....	21
2.2.9 Microcontrolador AVR.....	21
2.2.9.1 Definición.....	21
2.2.9.2 Características de los AVR.....	22
2.2.9.3 Estructura interna de los AVR.....	22
2.3 Marco Conceptual.....	24
2.3.1 Circuito integrado 74LS14.....	24
2.3.1.1 Diagrama técnico.....	24
2.3.1.2 Características:.....	24
2.3.2 Microcontrolador Atmega16.....	25
2.3.2.1 Diagrama técnico.....	25
2.3.2.2 Características:.....	25
2.3.3 Servomotor.....	26
2.3.3.1 Diagrama técnico.....	26
2.3.3.2 Características:.....	27
2.3.4 Cámara web.....	27
2.3.4.1 Aspecto físico.....	27

2.3.4.2 Características.....	27
2.3.5 Conector RS232 (DB 9 hembra).....	28
2.3.5.1 Diagrama técnico.....	28
2.3.5.2 Características.....	28
2.3.6 Monitor LCD.....	28
2.3.6.1 Aspecto físico.	28
2.3.6.2 Características.....	29
CAPÍTULO 3... ..	30
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO DE MONITOREO AUTOMÁTICO Y UN MARCADOR ELECTRÓNICO PARA MESAS DE BILLAR.	30
3.1 Introducción.....	30
3.2 Diseño de un sistema que brinde un modelo específico para crear un prototipo acorde al mismo.....	30
3.2.1 Diseño circuital del sistema.	31
3.2.1.1 Circuito detector de la bola (pulsos).	31
3.2.1.1.1 Diagrama circuital del detector de la bola.	31
3.2.1.1.2 Funcionamiento.....	31
3.2.1.2 Circuito de potencia (servomotor).....	32
3.2.1.2.1 Diagrama circuital de la etapa de potencia.	33
3.2.1.2.2 Funcionamiento.....	33

3.2.1.3 Microcontrolador.....	33
3.2.1.3.1 Diagrama circuital del microcontrolador.	34
3.2.1.3.2 Funcionamiento.....	34
3.2.1.4 Circuito de comunicación serial.	35
3.2.1.4.1 Diagrama circuital de la etapa de comunicación serial.....	35
3.2.1.4.2 Funcionamiento.....	36
3.2.1.5 Fuente de alimentación.	36
3.2.1.6 Cámara web.	37
3.2.1.7 Monitor LCD.	37
3.2.1.8 Diagrama completo de los circuitos.....	39
3.2.2 Diseño del software del sistema.	40
3.2.2.1 Diseño del software del microcontrolador.....	40
3.2.2.2 Diseño del software para la pc en labview.....	42
3.3 Montaje del proyecto.....	43
3.3.1 Montaje del circuito detector de la bola.....	43
3.3.2 Montaje de la canaleta para la buchaca.	45
3.3.3 Montaje del microcontrolador y servomotor.	46
3.3.4 Montaje del prototipo de la mesa de billar.	47
3.3.4.1 Elaboración de las canaletas y sus componentes.	48
3.3.4.2 Colocación de los sensores.....	49
3.3.4.3 Colocación de los servomotores en las canaletas.....	50
3.3.4.4 Elaboración de la base de las canaletas.	51

3.3.4.5 Instalación de las canaletas con su base en la mesa de billar. ..	52
3.3.4.6 Elaboración de la canaleta final y su instalación.	53
3.3.4.7 Construcción de los bordes de la mesa de billar y su base principal.	54
3.3.5 Instalación de la cámara en el interior de la mesa.	57
3.3.6 Montaje de los circuitos con la mesa de billar.	58
3.3.7 Programación del microcontrolador.	59
3.3.7.1 Líneas de programación del proyecto.	59
3.3.8 Montaje del programa labview.	60
3.3.9 Tablas de datos de las fotos tomadas a las bolas.	69
3.4 Implementación del sistema prototipo de monitoreo automatizado y marcador electrónico para mesas de billar.	78
3.4.1 Implementación de la circuitería del sistema.	78
3.4.1.1 Comprobación de la placa electrónica.	80
3.4.1.2 Colocación de los conectores externos de la mesa.	81
3.4.2 Implementación final del sistema prototipo.	82
3.5 Comprobación mediante pruebas el monitoreo del sistema automático prototipo y su funcionamiento.	84
3.5.1 Prueba de validación del sistema.	84
3.5.2 Prueba de ingreso de las bolas individualmente por cada buchaca.	85
3.5.3 Prueba de dos bolas ingresadas a la misma vez en cada una de las buchacas de la mesa.	87

3.5.4 Prueba de 3 bolas que ingresen en distintas buchacas a la misma vez.....	88
3.5.5 Prueba de dos participantes en el juego de bola 8.	89
CAPÍTULO 4.....	90
RESULTADOS Y COSTOS.....	90
4.1 Introducción.....	90
4.2 Análisis de los resultados.....	90
4.2.1 Análisis de la tabla 3.17.	90
4.2.2 Análisis de la tabla 3.18.	91
4.2.3 Análisis de la tabla 3.19.	91
4.2.4 Análisis de la tabla 3.20.	92
4.2.5 Análisis de la tabla 3.21.	92
4.3 Matriz FODA.	93
4.4 Costos del proyecto.	94
4.4.1 Costos de materiales electrónicos (CME).....	94
4.4.2 Costos de materiales carpintería (CMC).....	95
4.4.3 Costo mano de obra (CMO).....	95
4.4.4 Costos indirectos (CI).	95
4.4.5 Costo total unitario (CTU).	96

CAPÍTULO 5.....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
5.1 Introducción.....	97
5.2 Conclusiones.....	97
5.3 Recomendaciones.	98
BIBLIOGRAFÍA:	100
ANEXOS	102
ANEXO 1	103
Líneas de programación del microcontrolador.	103
ANEXO 2	112
Datasheet: Inversora con Disparador Schmitt 74LS14.	112
ANEXO 3	115
Datasheet: Microcontrolador Atmega 16.....	115

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1: Pines del conector DB9 hembra.....	28
Tabla 3.1: Espectro de color para bola 1.....	70
Tabla 3.2: Espectro de color para bola 2.....	70
Tabla 3.3: Espectro de color para bola 3.....	71
Tabla 3.4: Espectro de color para bola 4.....	71
Tabla 3.5: Espectro de color para bola 5.....	72
Tabla 3.6: Espectro de color para bola 6.....	72
Tabla 3.7: Espectro de color para bola 7.....	73
Tabla 3.8: Espectro de color para bola 8.....	73
Tabla 3.9: Espectro de color para bola 9.....	74
Tabla 3.10: Espectro de color para bola 10.....	74
Tabla 3.11: Espectro de color para bola 11.....	75
Tabla 3.12: Espectro de color para bola 12.....	75
Tabla 3.13: Espectro de color para bola 13.....	76
Tabla 3.14: Espectro de color para bola 14.....	76
Tabla 3.15: Espectro de color para bola 15.....	77
Tabla 3.16: Espectro de color para bola blanca.....	77
Tabla 3.17: Check list del sistema.....	84
Tabla 3.18: Prueba de todas las bolas en cada buchaca.....	85
Tabla 3.19: Prueba de dos bolas en una misma buchaca.....	87
Tabla 3.20: Prueba de 3 bolas en distintas buchacas de la mesa.....	88
Tabla 3.21: Prueba de dos participantes en el juego bola 8.....	89
Tabla 4.1: Costos de materiales electrónicos.....	94

Tabla 4.2: Costos de materiales carpintería.....	95
Tabla 4.3: Costos mano de obra.....	95
Tabla 4.4: Costos Indirectos.....	95
Tabla 4.5: Costo Fijo y Variable Total.....	96
Tabla 4.6: Costo Total Unitario.....	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.1: Mesa de billar.....	3
Figura 1.2: Posición de las bolas en la mesa.....	4
Figura 2.1: Fotorresistencia aspecto físico y símbolo.....	8
Figura 2.2: Símbolo de un Schmitt trigger negador.....	9
Figura 2.3: Estructura física de un Servomotor.....	10
Figura 2.4: Estructura interna de un Servomotor.....	11
Figura 2.5: Tiempo de duración del pulso y su posición respectiva.....	12
Figura 2.6: Estructura Física de una cámara web.....	13
Figura 2.7: Sensor de imagen con lente.....	14
Figura 2.8: Sensor de imagen sin el lente.....	14
Figura 2.9: Sensor CCD.....	15
Figura 2.10: Funcionamiento del CCD.....	16
Figura 2.11: Sensor CMOS.....	17
Figura 2.12: Diagrama de bloques de un sensor CMOS.....	18
Figura 2.13: Puerto serial DB9 macho.....	18
Figura 2.14: Comunicación asíncrona.....	19
Figura 2.15: Comunicación síncrona.....	20
Figura 2.16: Microcontrolador AVR.....	21
Figura 2.17: Estructura interna del AVR.....	23
Figura 2.18: Diagrama interno y pines del circuito integrado.....	24
Figura 2.19: Distribución de pines del microcontrolador.....	25
Figura 2.20: Cables de conexión del servomotor.....	26
Figura 2.21: Cámara web.....	27

Figura 2.22: Conector DB9 hembra.....	28
Figura 2.23: Monitor LCD.....	28
Figura 3.1: Diagrama de bloques del sistema prototipo.....	30
Figura 3.2: Diagrama del circuito detector de la bola.....	31
Figura 3.3: Diagrama Esquemático del servomotor.....	33
Figura 3.4: Diagrama Esquemático del microcontrolador.....	34
Figura 3.5: Diagrama Esquemático de la comunicación serial.....	35
Figura 3.6: Aspecto físico de la fuente conmutada.....	36
Figura 3.7: Cámara web.....	37
Figura 3.8: Monitor LCD.....	38
Figura 3.9: Diagrama esquemático.....	39
Figura 3.10: Flujograma para la programación del microcontrolador.....	40
Figura 3.11: Flujograma para la programación de la PC en Labwiev.....	42
Figura 3.12: Led y Resistencia.....	43
Figura 3.13: Segunda etapa del circuito.....	44
Figura 3.14: Valor óhmico.....	44
Figura 3.15: Simulación de la bola.....	45
Figura 3.16: Simulación de la bola al pasar por el sensor.....	45
Figura 3.17: Canaleta elaborada.....	45
Figura 3.18: Paso de la bola.....	46
Figura 3.19: Compuerta y microcontrolador.....	46
Figura 3.20: Mesa de billar.....	47
Figura 3.21: Mesa de billar en su interior.....	47
Figura 3.22: Canaletas esquineras.....	48

Figura 3.23: Canaletas centrales.....	48
Figura 3.24: Colocación del diodo led.....	49
Figura 3.25: Colocación de la fotorresistencia.....	49
Figura 3.26: Comprobación de los sensores.....	50
Figura 3.27: Elaboración de las compuertas.....	50
Figura 3.28: Servomotor en la canaleta.....	51
Figura 3.29: Canaleta finalizada con todos sus elementos.....	51
Figura 3.30: Base de las canaletas.....	52
Figura 3.31 Canaletas con su respectiva base.....	52
Figura 3.32: Instalación de las canaletas en la mesa.....	53
Figura 3.33: Elaboración de la canaleta final.....	53
Figura 3.34: Colocación de la canaleta final.....	54
Figura 3.35: Bordes y base de madera.....	56
Figura 3.36: Mesa cubierta por cuatro lados.....	56
Figura 3.37: Colocación del filo alrededor de la canaleta final.....	57
Figura 3.38: Instalación de la cámara en la mesa.....	58
Figura 3.39: Circuito armado en protoboard.....	58
Figura 3.40: Conexión de la mesa al protoboard.....	59
Figura 3.41: Configuración de variables.....	60
Figura 3.42: Existen bolas ingresadas.....	60
Figura 3.43: Arreglo de las buchacas.....	61
Figura 3.44: Identificación de buchaca.....	62
Figura 3.45: Resta de bola ingresada.....	62
Figura 3.46: Pausa del programa.....	63

Figura 3.47: Tomar foto.....	63
Figura 3.48: Identificación de la bola.....	64
Figura 3.49: Bolas similares.....	65
Figura 3.50: Jugador 1 o Jugador 2.....	65
Figura 3.51: Almacena variables J1 o J2.....	66
Figura 3.52: Pausa de procesos.....	67
Figura 3.53: Funcionamiento del servo 7.....	67
Figura 3.54: Pausa de comunicación.....	68
Figura 3.55: Pregunta al microcontrolador.....	68
Figura 3.56: Actualización del sistema.....	69
Figura 3.57: Placa electrónica del proyecto.....	78
Figura 3.58: SCREEN de los elementos.....	79
Figura 3.59: Placa terminada.....	80
Figura 3.60: Conexión de la mesa con la placa.....	81
Figura 3.61: Conexión completa mesa, placa, pc y fuente.....	81
Figura 3.62: Conectores externos de la mesa.....	82
Figura 3.63: Mesa terminada vista frontal.....	82
Figura 3.64: Vista lateral de la mesa.....	83
Figura 3.65: Interfaz gráfica del sistema prototipo.....	83

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo la innovación en juegos de mesa para una mejor iteración con los participantes, brindando una automatización y facilidad en los jugadores mediante una interfaz gráfica correspondiente al juego de mesa de billar.

La automatización de la mesa de billar permite al jugador de la modalidad bola 8 en tener un sistema amigable, versátil y fácil de usar, en donde puede tener un registro de cómo van ingresando las bolas para cada jugador en que buchaca cayó, el número de bola y si ingresa una bola errónea un mensaje de error en el visualizador gráfico.

En el capítulo 1 se presenta los distintos parámetros que conllevan a la elaboración del proyecto como son: antecedentes, problemática, justificación, objetivos y metodología que posee el mismo.

En el capítulo 2 se desarrolla los conceptos de los elementos que se utiliza en el sistema y sus características técnicas de funcionamiento, está dividido en dos partes: marco teórico y marco conceptual.

En el capítulo 3 se presenta el diseño de todas las partes del sistema, el montaje de sus componentes, la implementación del prototipo y su respectiva comprobación de todo el proyecto.

En el capítulo 4 se compone del análisis de los resultados del sistema prototipo que demuestra su funcionamiento óptimo y un presupuesto general de costos.

En el capítulo 5 se presenta las conclusiones que forman parte de los aspectos relevantes del sistema y las recomendaciones que proporcionan un mejoramiento del mismo.

Este proyecto brinda a los lectores nuevas formas de automatización para otros juegos de mesa generando expectativas para su creación.

ABSTRACT

This project aims innovation in games for a better iteration with participants, providing automation and ease players through a corresponding graphical interface to play billiards.

The automation table enables the ball player mode 8 in having a friendly, versatile and easy to use system, where you can keep track of how they are entering the balls for each player that buchaca fall, the number of ball and ball if you enter an incorrect error message in the graphic display.

History, problems, rationale, objectives and methodology that has the same: the various parameters that lead to the development of the project and are presented in Chapter 1.

In Chapter 2 the concepts of the elements used in the system and its operational characteristics techniques is developed, it is divided into two parts: theoretical framework and conceptual framework.

He design of all parts of the system, assembly of its components, the implementation of the prototype and its respective check the entire project is presented in Chapter 3.

Chapter 4 consists of the analysis of the results of the prototype system shows its optimum performance and cost budget.

The conclusions that are part of the relevant aspects of the system and recommendations provide the same improvement is presented in Chapter 5.

This project gives readers new forms of automation for other games generating expectations for its creation.

CAPÍTULO 1

PROBLEMATIZACIÓN.

1.1 Introducción.

En este capítulo se mencionan los antecedentes de la historia del juego de billar así como las distintas modalidades del juego del mismo.

Se define también un diagnóstico en donde se mencionan los problemas principales y secundarios que serán estudiados y solucionados en el transcurso de la elaboración del proyecto; para ello se establecen los objetivos principales y secundarios que permitirán resolver los distintos problemas presentados.

A más de ello se presenta la justificación teórica y práctica brindando así características de la composición del proyecto así como la metodología utilizada.

1.2 Antecedentes.¹

El billar es un deporte o juego de precisión que se realiza impulsando con un taco un número establecidos de bolas (antiguamente de marfil), en el tablero forrado de paño, se encuentra rodeado de material elástico y respectivamente con una tiza para mejorar la punta del taco correspondientemente a cada jugador.

Los inicios del billar se remontan a culturas ancestrales como Grecia y Egipto, empieza a tomar forma en el siglo XV en Europa. Existen dos teorías de creación la Francesa que fue creado por Henry Devigne, mientras que la inglesa se refiere que su inventor fue Bill Yar.

Existen distintas modalidades del juego de billar entre ellos se puede mencionar los más importantes: Bola 8, Bola 9, Snooker, Billar libre, los cuales poseen una gran variedad de reglas de juegos en varios países, cabe recalcar que de estas

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Billar>

modalidades se derivan otros tipos de juego siendo así una particularidad diversa a las expectativas y aplicaciones de los jugadores.

1.3 Problema investigado.²

El juego de billar llamado bola 8 nació a principios del siglo XIX como una variante de los juegos de billar. Su creación fue en los Estados Unidos después de los años 1900, para este juego se desarrolló primero con dos jugadores, las bolas están divididas en dos tipos con diferentes características especiales para la modalidad del juego.

El estilo del juego de bola 8 se juega con una bola blanca de tiro y 15 bolas de objetivo numeradas del 1 al 15 que se distribuyen en bolas lisas, bolas rayadas y la bola negra que es la 8.

Para el uso del billar se necesitan reglas oficiales para un mejor desenvolvimiento de la partida, para lo cual existe la Asociación Mundial de Billar, con sus siglas en inglés WPA (World Pool Association) que estandariza las reglas a nivel mundial. Esta asociación promulga las reglas del juego ya sea para profesionales y amateur.

La profesional Internacional Pool Tour (Gira de billar Internacional), ha establecido también reglas para el juego de billar profesional, por su parte las ligas amateur desarrollan sus propias reglas de juego basadas en las oficiales de la WPA y los jugadores individuales usan reglas informales según el país donde se juega.

Las bolas que se usan para este juego poseen sus características por su color:

- 1 y 9 – Color Amarillo.
- 2 y 10 – Color Azul.
- 3 y 11 – Color Rojo.
- 4 y 12 – Color Fucsia.
- 5 y 13 – Color Naranja.

² <http://es.wikipedia.org/wiki/Billar>

- 6 y 14 – Color Verde.
- 7 y 15 – Color Granete.
- 8 - Negro.
- Bola de juego blanca.

La mesa en que se juega posee dimensiones estandarizadas que son de largo 2.74m por el ancho 1.37m y la altura desde el suelo entre 76 y 80cm.

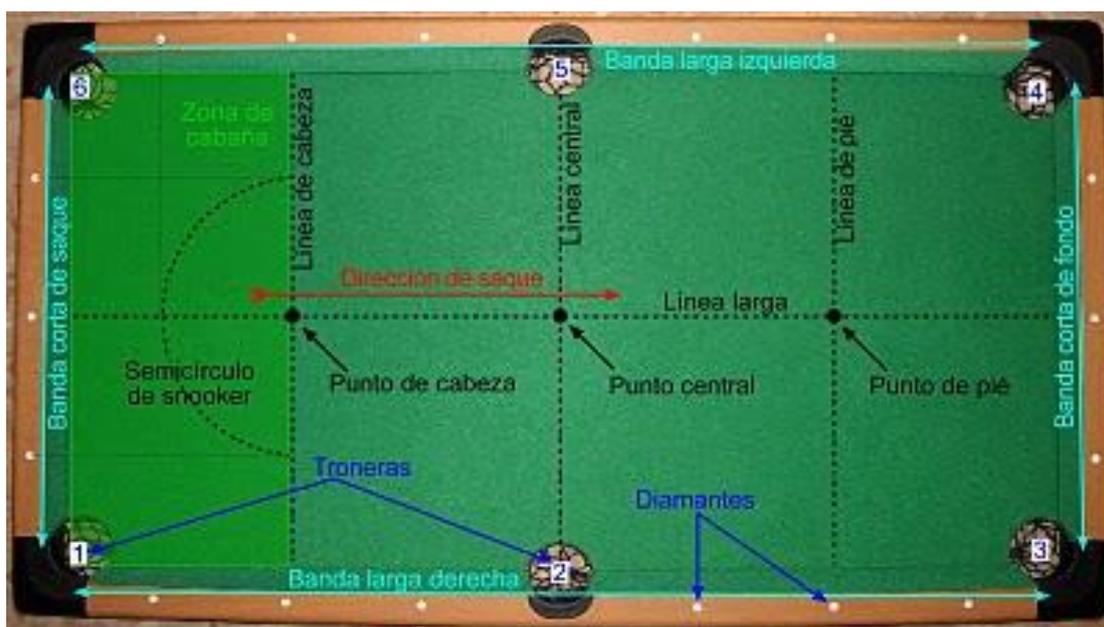


Figura 1.1: Mesa de billar.³

La mesa está dividida en varios puntos principales los cuales se pueden destacar:

El punto de pie el cual se traza una línea de referencia para que el jugador tenga la facilidad de colocar la bola blanca en cualquier parte de la línea, para luego dar inicio al juego.

El siguiente punto es la zona de cabaña donde se coloca el triángulo con las bolas respectivas para el juego, teniendo una línea y un semicírculo de guía para la colocación de las bolas.

³ <http://www.humbertsanz.com/2010/07/juegos-de-billar.html>

En la mesa se colocan las 15 bolas que son el objetivo dentro de un soporte triangular, la colocación de las bolas deben estar según las reglas mundiales de estandarización de la WPA que es la siguiente: La bola 8 o negra en el punto central, y en la esquinas del triángulo una bola lisa y rayada coincidiendo en los colores de cada bola a los extremos.

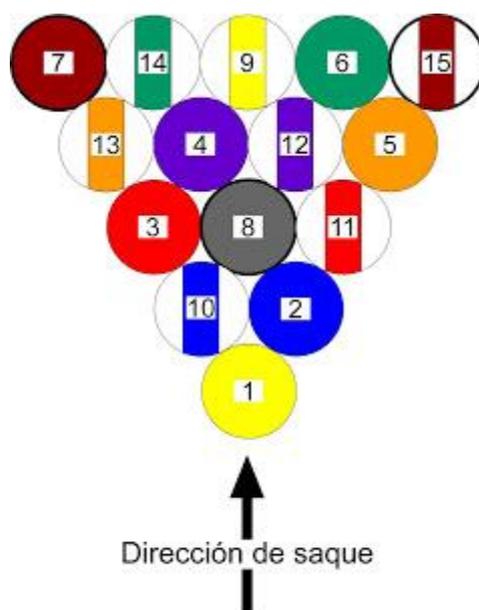


Figura 1.2: Posición de las bolas en la mesa.⁴

Los jugadores establecidos para la bola 8, corresponde a cuatro jugadores los cuales se pueden agrupar en dos equipos respectivamente para el juego, o su vez mínimo de dos jugadores.

La metodología del juego es el siguiente: El primer participante debe golpear con la bola blanca a las bolas iniciales puestas en la mesa si el participante ingresa una bola respectiva puede ser baja o alta, las bajas están orientadas desde la 1 a la 7 y las altas desde la 9 a la 15, si ingresa una bola baja el participante continuara con la demás bajas caso contrario con las altas y a su vez el otro participante seguirá con la secuencia opuesta a la que ingreso el primer participante. El juego termina al momento que el participante ingresa todas las

⁴ <http://www.humbertsanz.com/2010/07/juegos-de-billar.html>

bolas respectivamente que se asignó y por ultimo con el ingreso de la bola 8 de color negro, el participante que logre este objetivo será el ganador.

En las salas de juego de billar comunes en el país, las mesas de billar no cuentan con un sistema electrónico el cual realice una identificación de las bolas que van ingresando cada jugador en determinada buchaca, así como una pantalla que muestre distintos parámetros a los participantes del juego, como por ejemplo sus puntajes facilitando un juego interactivo y sin trampas para no perjudicar a cualquier participante.

Para realizar el juego de bola 8 no se conoce como deberían ingresar su nombre los participantes mediante el sistema electrónico correspondiente, para observarlo en la pantalla e ir verificando el proceso que va realizando en el juego al momento que el jugador ingrese una bola identificando en que buchaca cayó en la mesa, tampoco se ha determinado mediante audios predeterminados si algún jugador ha cometido una falta o introdujo una bola correcta en la buchaca respectiva.

En el Ecuador existe una asociación para el juego de billar la cual es la Federación Ecuatoriana de Billar, ubicada en la provincia del Azuay la cual realiza distintos campeonatos nacionales en diferentes establecimientos o ciudades y se prepara a los participantes del juego para que participen a nivel de campeonatos, torneos o mundiales de billar en otros países.

1.4 Problema principal.

En las salas de juego de billar no existe un sistema prototipo de monitoreo automatizado y marcador electrónico para mesas de billar.

1.5 Problemas secundarios.

- No se cuenta con el diseño de un sistema que brinde un modelo específico para crear un prototipo acorde al mismo.

- No existe una implementación de un sistema prototipo de monitoreo automatizado y marcador electrónico para mesa de billar.
- No se tiene pruebas necesarias para comprobar el monitoreo automático del sistema prototipo y su buen funcionamiento.

1.6 Justificación.

Para el desarrollo del proyecto de acorde a la necesidad de automatizar elementos rutinarios y facilitar el desenvolvimiento de los jugadores de billar se necesita de la electrónica digital ayudada con sensores alternativos para la aplicación de identificar las bolas ingresadas en las buchacas.

El proyecto permite ayudar a los participantes a reconocer las diferentes bolas que va ingresando según el ritmo del juego mediante una interfaz gráfica la cual ayuda a reconocer en que buchaca se encuentra la bola respectiva.

Con los microcontroladores PIC se estructura el sistema principal de control que recopilara los datos que entreguen los distintos sensores ubicados estratégicamente en la mesa de billar.

Los participantes tendrán la facilidad de saber si han cometido una falta, o a su vez si ingresa una bola errónea y una bola correcta, mediante sonidos estratégicos.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo general.

- Diseñar e implementar un sistema prototipo de monitoreo automático y un marcador electrónico para mesas de billar.

1.7.2 Objetivos secundarios.

- Diseñar un sistema que brinde un modelo específico para crear un prototipo acorde al mismo.
- Implementar un sistema prototipo de monitoreo automatizado y marcador electrónico para mesas de billar.
- Comprobar mediante pruebas necesarias el monitoreo automático del sistema prototipo y su buen funcionamiento.

1.8 Metodología.

La primera etapa del proyecto se desarrolló utilizando el método de análisis y síntesis con el cual se reunió información respectiva al tema, se analizó y sintetizó para su mayor facilidad en el momento de establecer conceptos idóneos para la elaboración del proyecto. Además, se utilizó el método sistemático que se refiere a modelar un objetivo planteado, reuniendo los conocimientos referentes a la investigación para obtener un diseño acorde a las necesidades que se plantearon para el proyecto de grado y dando la facilidad de estructura un modelo idóneo para la ejecución.

La segunda etapa se basó en el método sintético ya que se reúnen varios elementos dispersos para la implementación del proyecto, el cual se comprobó mediante pruebas el buen funcionamiento del proceso esquemático, llevando a cabo una estructura específica.

La tercera etapa se fundamentó del modelo experimental donde se comprobó y demostró todo el montaje que se realizó en el proceso establecido para el proyecto de grado, determinando conclusiones reales en el ámbito tecnológico y sus beneficios en la finalización del mismo.

CAPÍTULO 2.

MARCO DE REFERENCIA.

2.1 Introducción.

Este capítulo consta de dos partes, el marco teórico donde se presenta en forma general definiciones, gráficos, tablas, tipos, ecuaciones que hacen referencia a todos los elementos que se van a utilizar en el proyecto y el marco conceptual que determina las distintas características técnicas que posee los diferentes componentes que se utilizarán en el diseño del proyecto.

2.2 Marco teórico.

2.2.1 Fotorresistencia.

2.2.1.1 Definición:⁵

Es una resistencia que varía su valor nominal, según la cantidad de luz que la incide sobre ella.

Está compuesta de materiales de estructura cristalina, las cuales utilizan su propiedad fotoconductor.

En la figura 2.1 se muestra la forma física de una fotorresistencia con su respectivo símbolo.

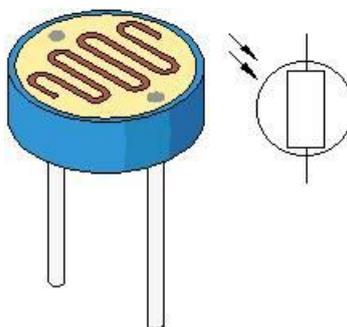


Figura 2.1: Fotorresistencia aspecto físico y símbolo.⁶

⁵ http://www.unicrom.com/Tut_ldr.asp

⁶ <http://electronicsbus.com/light-dependent-resistor-ldr-light-sensor-solar-lighting/>

2.2.1.2 Funcionamiento.

La fotorresistencia varía en función de la luz que recibe en su superficie, cuando recibe una gran cantidad de luz su resistencia interna disminuye considerablemente y cuando no recibe una cantidad de luz considerable su resistencia es alta.

El tiempo de respuesta característico de la fotorresistencia es de 0.1 segundos.

2.2.2 Disparador schmitt trigger.

2.2.2.1 Definición.

Es un tipo especial de circuito comparador con histéresis, que se encarga de producir un pulso de disparo cuando el valor de voltaje en su entrada está dentro de un rango específico, determinado por su ventana de histéresis.⁷

En la figura 2.2, se muestra el símbolo de un disparador Schmitt trigger negador.

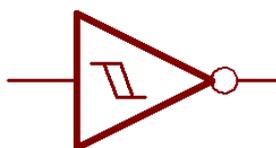


Figura 2.2: Símbolo de un Schmitt trigger negador.⁸

2.2.2.2 Funcionamiento.

Un Schmitt trigger cambia su estado de salida cuando la tensión de entrada supera un determinado nivel, la salida no vuelve a variar cuando la entrada disminuye el voltaje.

⁷ <http://www.forosdeelectronica.com/f25/exactamente-schmitt-trigger-304/>

⁸ http://lc.fie.umich.mx/~jfelix/LabDigI/Practicas/P6/Lab_Digital%20I-6.html

El Schmitt trigger posee una histéresis cuya función es de prevenir el ruido que podría ingresar a la señal original, que causaría falsos cambios de estados siempre que los niveles de referencia y de entrada sean iguales.⁹

2.2.3 Servomotor.

2.2.3.1 Definición.

Es un actuador mecánico basado en un motor y un conjunto de engranajes que tiene como propiedad ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de funcionamiento y mantenerse estable en la posición deseada.

Un servomotor tiene la facilidad de ser controlado tanto en velocidad como en posición.

Este dispositivo tiene la ventaja de convertirse en un motor de corriente continua realizando algunas modificaciones en su interior, el cual mantiene la fuerza, la velocidad y la baja inercia que posee este elemento.¹⁰

En la figura 2.3, se observa la estructura física de un servo.



Figura 2.3: Estructura física de un Servomotor.¹¹

⁹ <http://es.scribd.com/doc/49483333/Disparador-Schmitt>

¹⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Servomotor>

¹¹ http://www.servocity.com/html/hs-645mg_ultra_torque.html

2.2.3.2 Partes de un servomotor.¹²

Un servomotor está constituido por distintos elementos que permiten realizar un control específico sobre él y establecer en la posición que se requiera según la aplicación.

En la figura 2.4, se muestra la estructura interna de un servomotor.

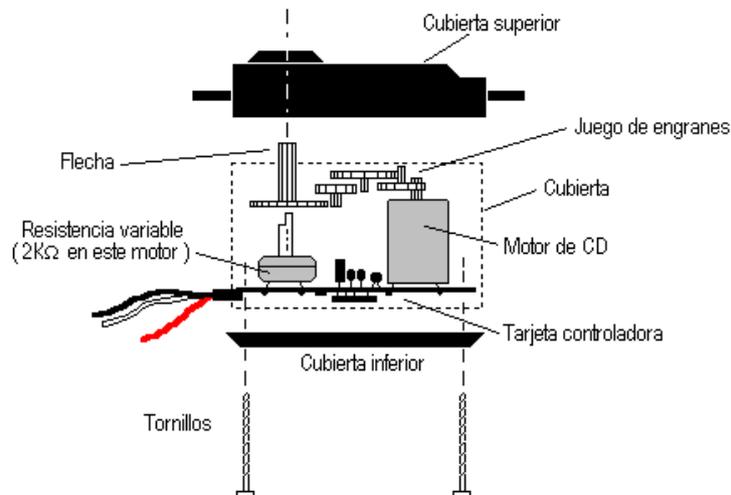


Figura 2.4: Estructura interna de un Servomotor.

2.2.3.3 Funcionamiento.¹³

El servomotor tiene un circuito de control y un potenciómetro que están conectados al eje central. El potenciómetro permite al circuito de control supervisar el ángulo de giro del servo de 0 a 180 grados según la aplicación que se necesite.

El voltaje aplicado al motor es proporcional a la distancia que desee viajar, así si se necesita regresar una distancia grande el motor regresara a toda velocidad. Si se necesita regresar una pequeña distancia el motor correrá a una velocidad más lenta.

¹² <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml>

¹³ <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>

Para controlar un servomotor se le envía una serie de pulsos a su línea de control en alto, según el tiempo que se encuentre el pulso en alto se moverá a un ángulo respectivo, esto se llama modulación codificada de pulsos.

En la figura 2.5, se observa el tiempo de duración del pulso y el movimiento que realiza el servomotor.

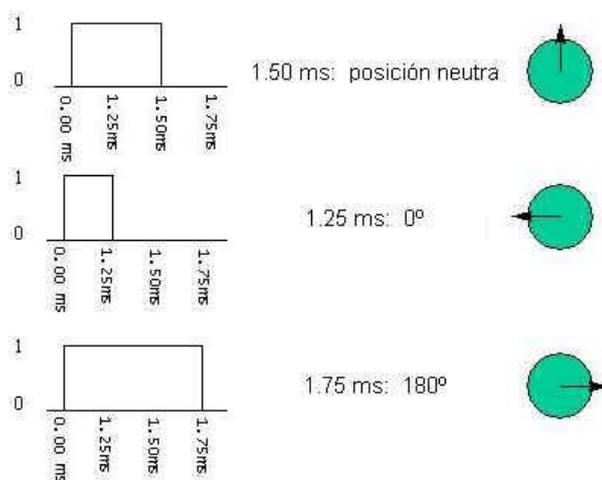


Figura 2.5: Tiempo de duración del pulso y su posición respectiva.

2.2.4 Cámara web.

2.2.4.1 Definición.¹⁴

Es una pequeña cámara digital que se conecta a una computadora, donde se puede tomar imágenes y grabar videos para luego ser transmitidos a través del internet o para alguna aplicación respectiva.

Estas cámaras poseen un puerto USB el cual es el medio de transmisión a la PC, una de las características de este dispositivo es el alcance de visión que es de 15 a 30 fotogramas por segundo.

En la figura 2.6, se muestra el aspecto físico de la cámara web.

¹⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_web



Figura 2.6: Estructura Física de una cámara web.¹⁵

2.2.4.2 Funcionamiento.

Las cámaras web están conformadas por una lente, un sensor de imagen y un circuito de control.

Existen distintos tipos de lente pero el más usados por estas cámaras es las lentes plásticas. Los sensores de imagen pueden ser de CCD o CMOS, este último es el más utilizado en cámaras de bajo costo.

El sensor de imagen envía la imagen captada por el lente al circuito de control el cual transforma esta imagen en datos que es el lenguaje que recepta la computadora, esta imagen es transmitida por el puerto USB que posee la cámara para ser recibida en la computadora mediante los respectivos drivers del dispositivo.

Algunas cámaras poseen dispositivos para captar sonidos, integrados en la misma carcasa.

¹⁵ <http://www.respuestario.com/como/como-usar-la-camara-web-pasos-para-aprender-facilmente>

2.2.5 Sensor de imagen.¹⁶

2.2.5.1 Definición.

Es un componente de una cámara fotográfica digital, que recepta la luz que constituye la fotografía, Se basa de un chip que está formado por diversos elementos sensibles a la luz que al exponerse capturan la imagen fotográfica.

Cabe recalcar que cada uno de estos elementos fotosensibles tiene el nombre de pixel que significa elemento de imagen y según el número de pixeles que se tenga será el tamaño de la fotografía.

En la figura 2.7, se muestra la composición física del sensor de imagen con el lente.

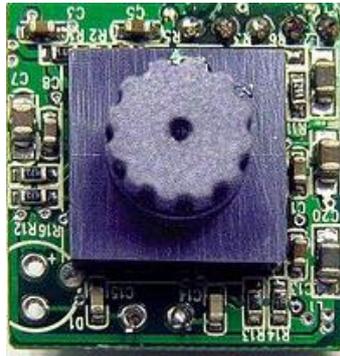


Figura 2.7: Sensor de imagen con lente.

En la figura 2.8, se muestra el sensor de imagen sin el lente.

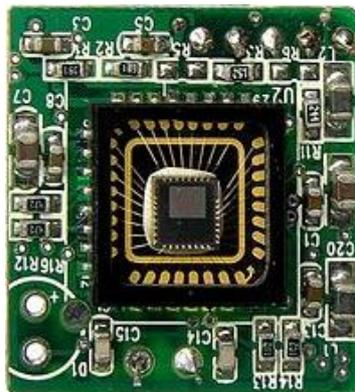


Figura 2.8: Sensor de imagen sin el lente.

¹⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_imagen

2.2.5.2 Funcionamiento.

El sensor es una matriz de elementos fotosensibles la cual funciona convirtiendo la luz que capta en señales eléctricas, las cuales se pueden medir almacenar, medir y convertir en una representación electrónica del patrón que llegó al sensor. Esta información se la presenta en una pantalla o en un papel fotográfico de modo que los ojos del ser humano pueda observar dicha imagen.

Estos sensores poseen distintas tecnologías como lo son los CCD y CMOS, que son los más relevantes en la actualidad.

2.2.6 Tecnología CCD.¹⁷

2.2.6.1 Definición.

Su traducción en español de CCD (Dispositivo de Carga Acoplada), es un circuito integrado que posee un determinado número de condensadores enlazados o acoplados. Por ello cada condensador puede transferir cargas eléctricas a todos los condensadores que estén presentes en el circuito.

En la actualidad los CCD son más populares en distintas aplicaciones profesionales y en cámaras digitales.

La figura 2.9, muestra la composición física de un sensor CCD.



Figura 2.9: Sensor CCD.¹⁸

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device

¹⁸ <http://www.eurosef.com/PAGINAS/marcoinfotecnica.htm>

2.2.6.2 Funcionamiento físico.

Se basan en el efecto fotoeléctrico, la conversión espontánea de la luz recibida en corriente eléctrica, la sensibilidad del detector CCD funciona mediante la cantidad de fotones que incide sobre cada uno de los detectores para producir una corriente eléctrica. El número de electrones corresponde a la cantidad de luz recibida, los electrones son transferidos a cada detector mediante una variación cíclica aplicada en las bandas de semiconductores horizontales, aislados por una capa de componentes químicos específicos.

La figura 2.10, muestra el proceso de funcionamiento de un CCD.

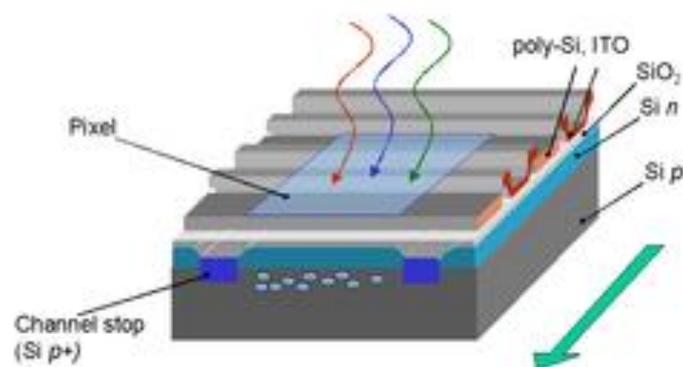


Figura 2.10: Funcionamiento del CCD.

2.2.7 Tecnología CMOS.¹⁹

2.2.7.1 Definición.

Es una tecnología capaz de integrar varias funciones en un solo chip sensor, la cual es de detectar luz para brindar control de luminosidad y corrector de contraste. En la actualidad se los utiliza en varias cámaras digitales y en la mayoría de cámaras web.

En la figura 2.11, se observa la composición de un sensor CMOS.

¹⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_CMOS

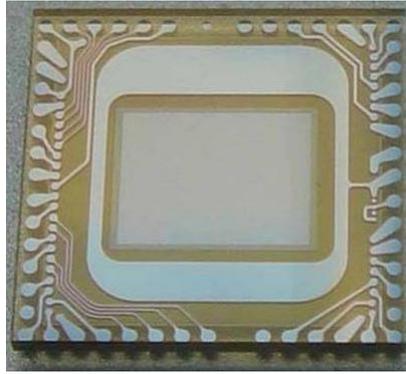


Figura 2.11: Sensor CMOS.²⁰

2.2.7.2 Funcionamiento.

Está formado por diversos fotodiodos, uno por cada pixel, la cual produce una corriente eléctrica que varía en función de la intensidad de luz recibida, en diferencia del CCD al CMOS se le incorpora un amplificador de señal eléctrica en cada fotodiodo y un convertor análogo-digital en el propio chip.

Este sensor puede leer directamente la señal de cada pixel con la que soluciona distintos problemas frecuentes.

Existen algunas ventajas sobre los CCD que son:

- Consumo eléctrico muy inferior.
- Económico (necesita pocos componentes externos).
- El convertor digital puede estar incorporado en el mismo chip.
- Mayor flexibilidad en la lectura.

También sus desventajas son:

- Menor superficie receptora de la luz por pixel.
- Menor uniformidad de los pixeles (mayor ruido).

En la figura 2.12 se observa el diagrama de bloques del funcionamiento del sensor CMOS.

²⁰ http://www.qrbiz.com/buy_CMOS-Chip

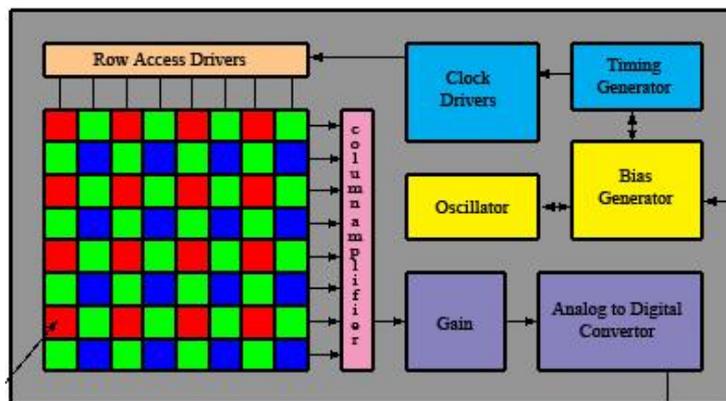


Figura 2.12: Diagrama de bloques de un sensor CMOS.

2.2.8 Comunicación serial.

2.2.8.1 Definición.

La comunicación serial tiene como objetivo enviar y recibir un bit de información en forma secuencial, de manera que los bit pasen uno a la vez y a un ritmo que es sincronizado entre el emisor y el receptor.²¹

Para la comunicación serial existen distintos tipos de conectores para su comunicación, de los cuales se puede destacar el RS232 que es uno de los más utilizados, este conector posee tres líneas para su transmisión tierra, tx y rx. Tiene dos formas de conexión en su forma física que son hembra y macho.²²

En la figura 2.13 se muestra el puerto serial RS232 en su forma física.



Figura 2.13: Puerto serial DB9 macho.²³

²¹ <http://galaxi0.wordpress.com/el-puerto-serial/>

²² <http://sine.ni.com/np/app/main/p/ap/ictrl/lang/es/pg/1/sn/n17:ictrl,n21:26/fmid/2757/>

²³ <http://galeon.com/edgarmezarivero/serial.jpg>

2.2.8.2 Tipos de transmisión.²⁴

Existen dos tipos de comunicación serial que son las siguientes:

- Transmisión Asíncrona.
- Transmisión Síncrona.

2.2.8.2.1 Transmisión asíncrona.

Consiste en que el emisor y el receptor acuerdan una prioridad en la velocidad de transmisión de los datos.

La forma de comunicarse lo realiza por medio de dos líneas de comunicación la emisora y la receptora.

En la figura 2.14 se observa la comunicación asíncrona.

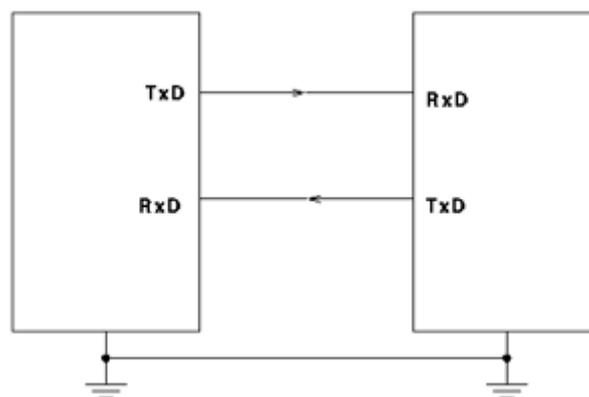


Figura 2.14: Comunicación asíncrona.

2.2.8.2.2 Transmisión síncrona.

En esta transmisión el emisor es el encargado de sincronizar el envío de datos a partir de un pulso constante de reloj (clock), cabe recalcar que por cada pulso envía un nuevo dato.

En la figura 2.15 se muestra la comunicación síncrona.

²⁴ <http://galaxi0.wordpress.com/el-puerto-serial/>

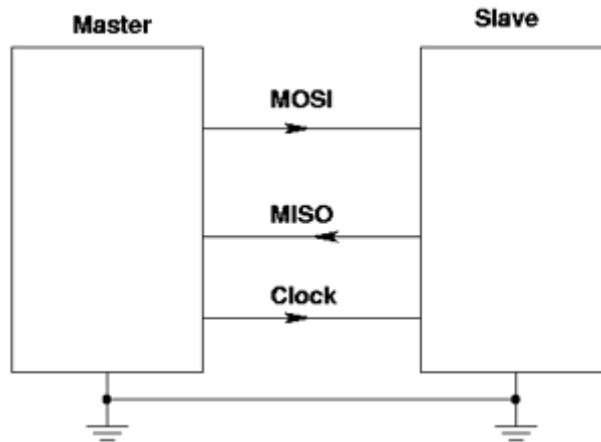


Figura 2.15: Comunicación síncrona.

2.2.8.3 Tipos de comunicación.²⁵

Existen tres técnicas para la comunicación serial que son las siguientes:

- Simplex.
- Semi dúplex.
- Full dúplex.

2.2.8.3.1 Simplex.

En esta comunicación se usa una dirección y una línea de comunicación, por ello existe un sólo transmisor o receptor pero no ambos.

2.2.8.3.2 Semi dúplex.

Esta comunicación se establece por medio de una sola línea pero en ambos sentidos, consiste en que el transmisor envía información en un momento y en otro recibe.

Para este caso no se puede transferir información en ambos sentidos de forma simultánea.

²⁵ <http://perso.wanadoo.es/pictob/comserie.htm>

2.2.8.3.3 Full dúplex.

Se realiza por medio de dos líneas una transmisora y una receptora y funciona transfiriendo en ambos sentidos los datos.

La ventaja de este método es que se puede transmitir y recibir datos en forma simultánea.

2.2.9 Microcontrolador AVR.

2.2.9.1 Definición.²⁶

Es una CPU de arquitectura Harvard, posee 32 registros de 8 bits y pertenecen a la familia RISC, fue diseñada para la ejecución eficiente del código C compilado.

Estos microcontroladores poseen la característica de pipeline con dos etapas que son cargar y ejecutar, que permiten ejecutar la mayoría de instrucciones en un ciclo de reloj, por lo tanto son relativamente rápidos en la ejecución.

La diferencia con los microcontroladores PIC es que los registros y demás instrucciones conforman un solo espacio de memoria unificado y no tiene un tamaño fijo limitado.

En la figura 2.16 se observa el aspecto físico de un microcontrolador AVR.



Figura 2.16: Microcontrolador AVR.²⁷

²⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/AVR>

²⁷ http://ladrillopixeles.blogspot.com/2010_11_01_archive.html

2.2.9.2 Características de los AVR.²⁸

Los AVR poseen distintas características generales para su funcionamiento que son las siguientes:

- Tiene 131 instrucciones.
- Posee 32 registros de 8bits cada uno.
- Tiene una velocidad de ejecución de hasta 20 MHz.
- Comparador analógico.
- Oscilador RC interno configurable.
- Voltajes de alimentación de 1.8V a 5.5V.
- Temporizador Watchdog.
- Soporta el modo maestro y esclavo.
- Conversor ADC de 10bits, hasta 8 canales de entrada.
- Tiene USART0 puerto serie transmisor receptor síncrono asíncrono universal.
- Posee 6 modos sleep para ahorro de energía.
- Tiene un circuito detector de bajo voltaje de alimentación.

2.2.9.3 Estructura interna de los AVR.²⁹

Los AVR poseen una estructura lógica de funcionamiento donde cada una de sus partes realiza una función específica en el interior del microcontrolador.

Los bloques del AVR son los siguientes:

- **El CPU:** Tiene la función de leer, decodificar y establecer las instrucciones del programa.
- **La memoria flash:** Almacena las instrucciones del programa AVR.
- **La memoria RAM:** Guarda las variables que procesa el CPU.
- **El contador del programa:** Es un registro que indica cual será la siguiente instrucción que debe ejecutar el CPU.

²⁸ <http://www.cursomicros.com/avr/arquitectura/caracteristicas-de-los-avr.html>

²⁹ <http://www.cursomicros.com/avr/arquitectura/empaques-de-los-avr.html>

- **La pila o stack:** Es una parte de la memoria RAM que guarda el valor del contador del programa y también las variables temporales del programa.
- **Los periféricos del AVR:** Estos elementos se pueden usar para realizar una tarea determinada ejemplo: timer 0 temporizador, usart para comunicación serial.
- **Los puertos de entrada/salida:** Son líneas desde el exterior donde se puede conectar los dispositivos a controlar.

En la figura 2.17 se tiene la estructura interna de un microcontrolador AVR.

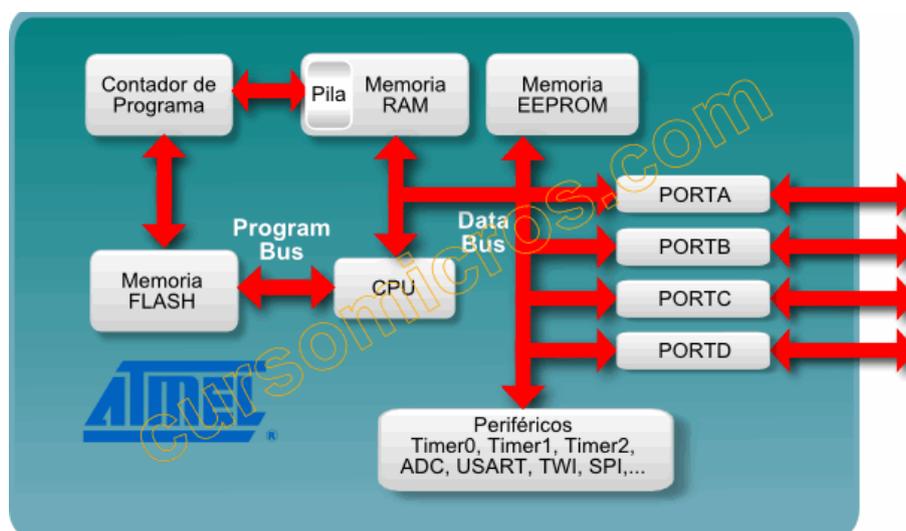


Figura 2.17: Estructura interna del AVR.

2.3 Marco Conceptual.

2.3.1 Circuito integrado 74LS14.

2.3.1.1 Diagrama técnico.

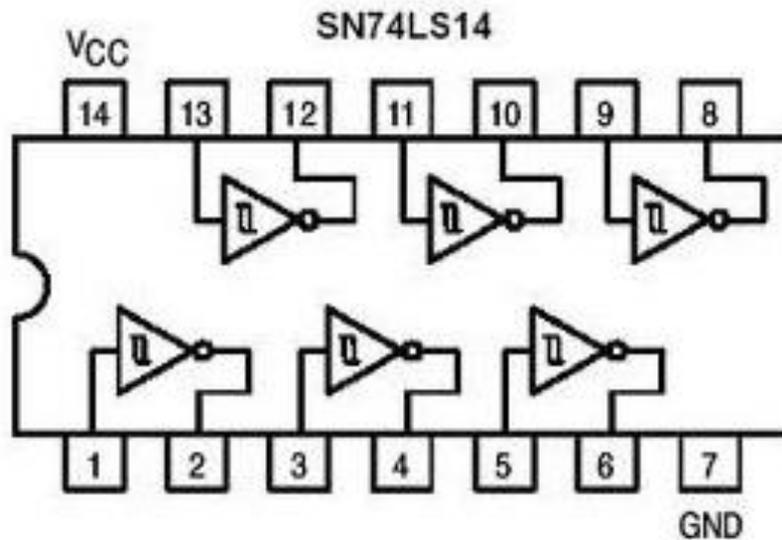


Figura 2.18: Diagrama interno y pines del circuito integrado.

2.3.1.2 Características:

- Tecnología TTL.
- Tipo lógico: Puerta Inversora.
- Función lógica: Inversora con Schmitt Trigger.
- N° de compuertas: 6.
- Voltaje de alimentación: 5V.
- Voltaje máximo de operación: 6V.
- Corriente de salida máxima: 5.2mA.
- Temperatura mínima de operación: -40°C.
- Temperatura máxima: 125°C.
- Dip 14 pines.

2.3.2 Microcontrolador Atmega16.

2.3.2.1 Diagrama técnico.

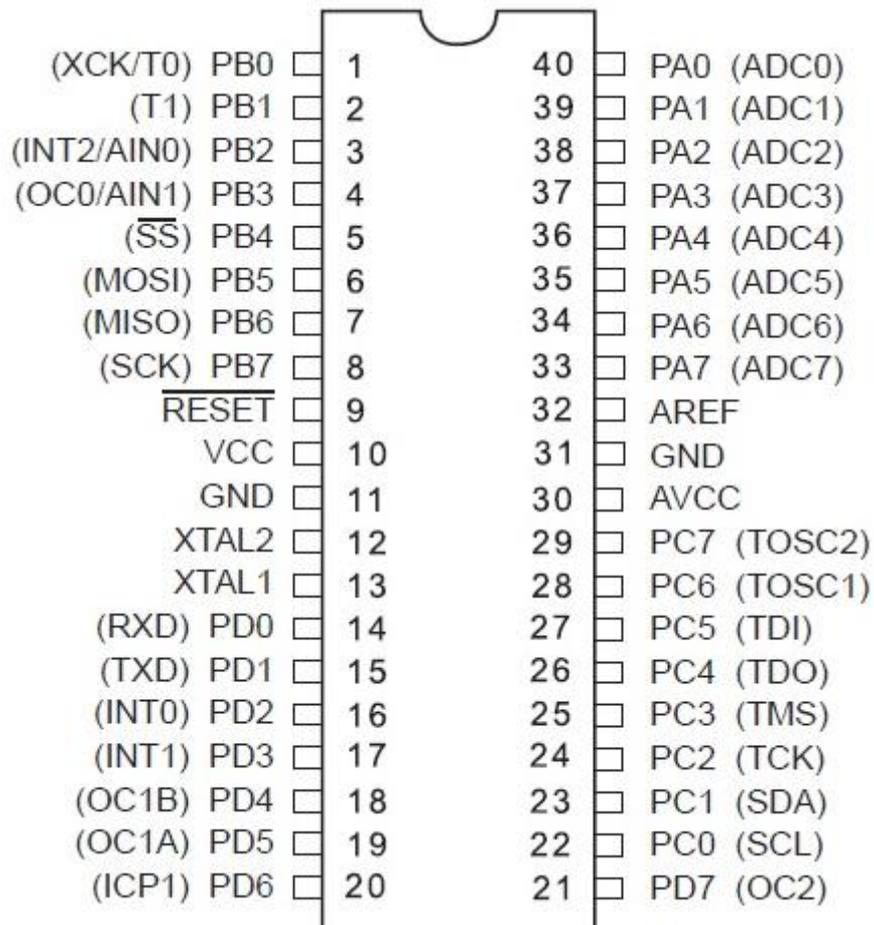


Figura 2.19: Distribución de pines del microcontrolador.

2.3.2.2 Características:

- Microcontrolador AVR de 8bit de alto rendimiento y bajo consumo.
- Arquitectura RISC:
 - ✓ 131 instrucciones.
 - ✓ 32 x 8 registros.
 - ✓ Capacidad de procesamiento de 16Mhz.
- Memoria de programa y de datos no volátil:
 - ✓ 16Kbytes de flash.
 - ✓ 512 bytes de EEPROM.

- ✓ 1Kbytes de SRAM interna.
- Características de los periféricos:
 - ✓ Contadores de 16 bits, modo de comparación y modo de captura.
 - ✓ Comparador analógico.
 - ✓ Timer watchdog programable con oscilador separado.
 - ✓ 4 canales de PWM.
 - ✓ 4 puertos A-B-C-D.
- Características especiales del microcontrolador:
 - ✓ Oscilador RC interno calibrado.
 - ✓ Fuentes de interrupciones externas e internas.
 - ✓ Reset de Power-on y detección de Brown-out programable.
- I/O y encapsulado:
 - ✓ 32 líneas de I/O programables.
 - ✓ Dip de 40 pines.
- Tensiones de funcionamiento:
 - ✓ 4.5 – 5.5V.

2.3.3 Servomotor.

2.3.3.1 Diagrama técnico.

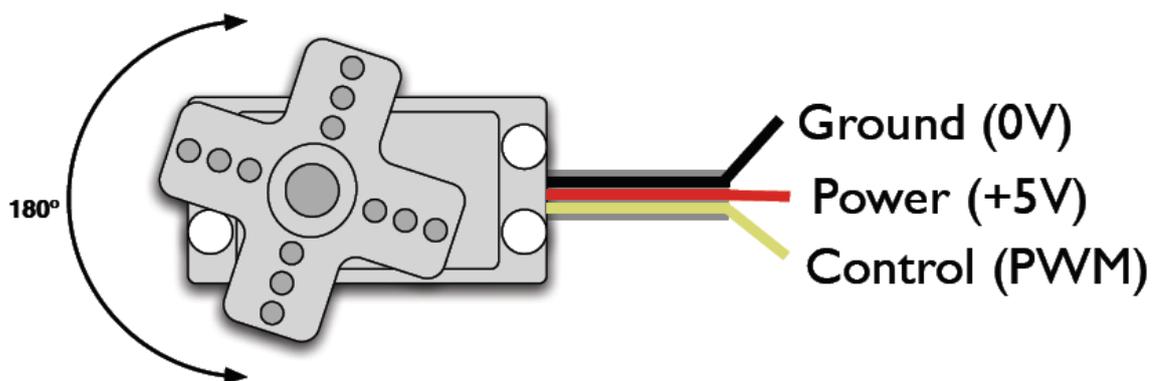


Figura 2.20: Cables de conexión del servomotor.

2.3.3.2 Características:

- Marca: Hitec.
- Modelo: HS-311.
- Velocidad de operación: 0.19sec/60° para 4.8V.
- Torque de salida: 3.0Kg-cm para 4.8V.
- Peso: 43g.
- Tamaño: 40 x 20 x 37mm.

2.3.4 Cámara web.

2.3.4.1 Aspecto físico.



Figura 2.21: Cámara web.

2.3.4.2 Características.

- Marca OMEGA.
- Sensor CMOS.
- Captura imágenes estáticas desde 640x480 hasta 3200x2400 píxeles.
- Resolución de 8 Megapíxeles.
- 24 bits de color verdadero.
- Exposición automática balance entre blanco y control de color.
- Almacena imágenes en formato JPEG y BMP.
- Luz led blanca para sitios oscuros.

2.3.5 Conector RS232 (DB 9 hembra).

2.3.5.1 Diagrama técnico.

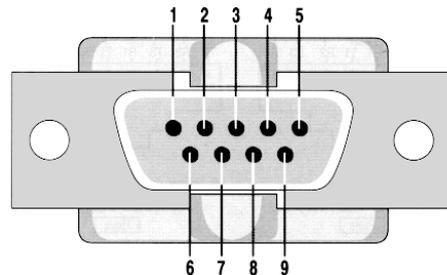


Figura 2.22: Conector DB9 hembra.

2.3.5.2 Características.

Número de Pin.	Aplicación.
1	Detector de transmisión.
2	Recibir datos.
3	Transmitir datos.
4	Terminal de datos.
5	Señal de tierra.
6	Ajuste de datos.
7	Permiso para transmitir.
8	Listo para enviar.
9	Indicador de llamada.

Tabla 2.1: Pines del conector DB9 hembra.

2.3.6 Monitor LCD.

2.3.6.1 Aspecto físico.



Figura 2.23: Monitor LCD.

2.3.6.2 Características.

- Monitor de 19 pulgadas.
- Entrada VGA.
- Alimentación 110V.
- Marca: Samsung.
- Formato de pantalla 16:9.
- Resolución 1366 x 768 pixeles.
- Color negro.
- Peso 3.9 Kg.

CAPÍTULO 3.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO DE MONITOREO AUTOMÁTICO Y UN MARCADOR ELECTRÓNICO PARA MESAS DE BILLAR.

3.1 Introducción.

En este capítulo se describe todo sobre el diseño, implementación y montaje del proyecto en donde se detalla la composición de los circuitos y su funcionamiento, además de la estructura física necesaria a ser instalada en la mesa de billar, para luego proceder al montaje de los diferentes dispositivos del sistema y realizar pruebas finales.

3.2 Diseño de un sistema que brinde un modelo específico para crear un prototipo acorde al mismo.

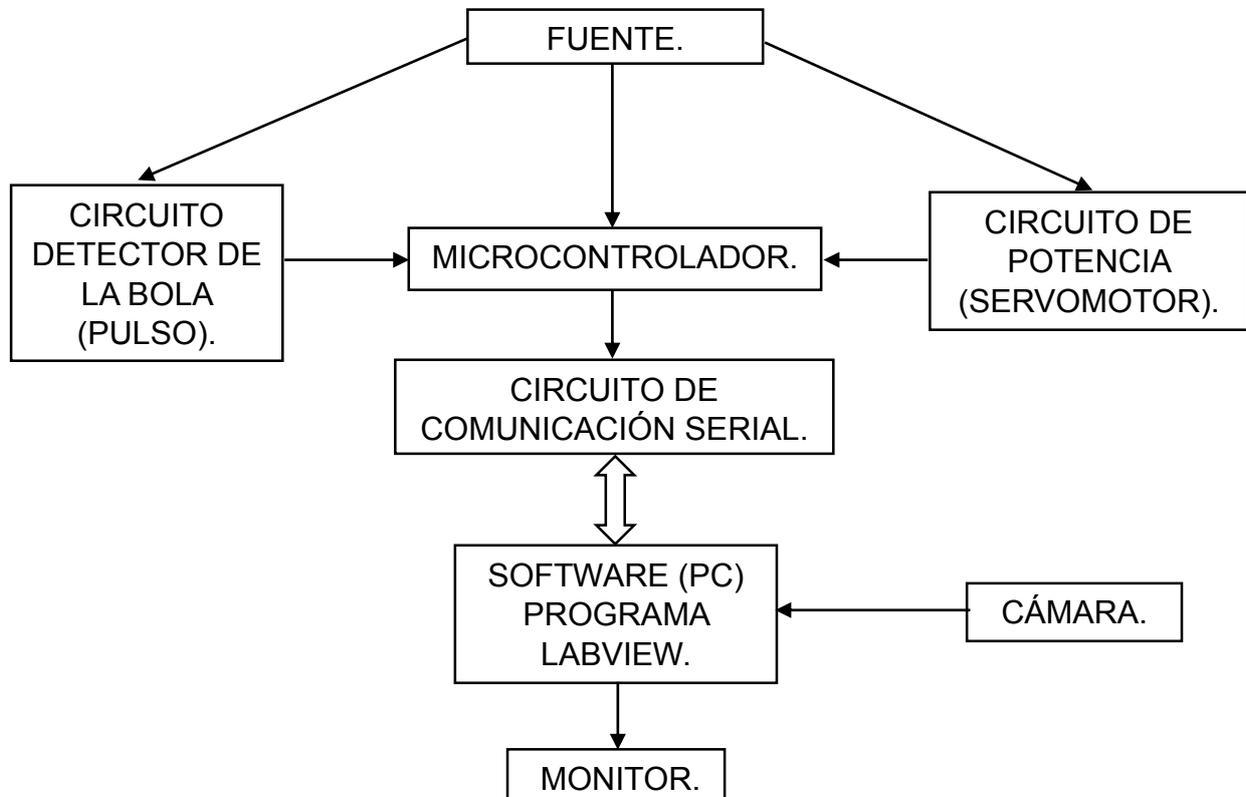


Figura 3.1: Diagrama de bloques del sistema prototipo.

3.2.1 Diseño circuital del sistema.

3.2.1.1 Circuito detector de la bola (pulsos).

Esta etapa consta de los siguientes componentes:

- Fotorresistencia grande (LDR).
- Diodo led de alto brillo.
- Resistencia de 330Ω.
- Potenciómetro 50KΩ.
- Circuito integrado 74LS14 (Inversora con Disparador Schmitt).

3.2.1.1.1 Diagrama circuital del detector de la bola.

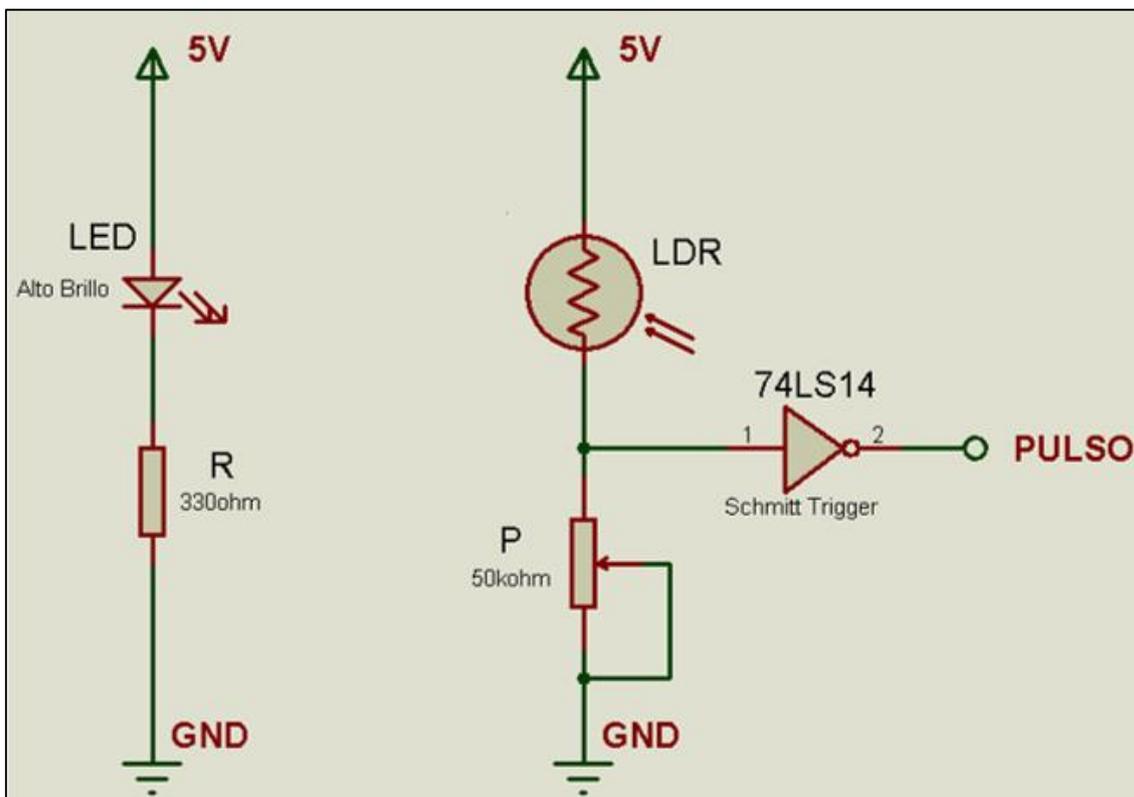


Figura 3.2: Diagrama del circuito detector de la bola.

3.2.1.1.2 Funcionamiento.

En este circuito se tiene la emisión de luz por parte de un diodo led de alto brillo, cuyo haz de luz es recibido por una fotorresistencia previamente calibrada

mediante un potenciómetro en serie de valor $50K\Omega$, por medio de un multímetro se revisa el valor de calibración de esta fotorresistencia que es de 826Ω , que permite obtener valores como uno lógico o cero lógico.

El valor de uno lógico se obtiene al momento que la fotorresistencia recibe el haz de luz del diodo led, el valor de la fotorresistencia se convierte en el orden de los $K\Omega$ y forma un divisor de tensión con el potenciómetro que posee un valor de 826Ω por ello la mayor caída de tensión la va a recibir el potenciómetro, dando así el voltaje necesario para que se convierta en uno lógico.

El cero lógico se obtiene cuando la bola pasa y corta el haz de luz, al no tener luz la fotorresistencia cambia su valor óhmico a infinito en el orden de los $M\Omega$ provocando así que todo el voltaje caiga en la fotorresistencia y el potenciómetro quedaría sin voltaje convirtiéndose en un cero lógico.

Estos niveles lógicos ingresan a un circuito integrado 74LS14 que tiene dos funciones principales que son las siguientes, la primera es de recibir la señal del divisor de tensión y convertirla en una señal bien definida sin ruido y amplificada, la segunda función es de invertir la señal de entrada para obtener una salida inversamente proporcional.

Este pulso llega al circuito integrado principal que es el microcontrolador, este circuito de control cumple la función de recibir todos los pulsos que han pasado por el diodo led y la fotorresistencia y almacenarlos en la configuración del programa propiamente grabado en el mismo, con esto el micro sabe cuántas bolas han ingresado en la buchaca según el número de pulsos recibidos.

3.2.1.2 Circuito de potencia (servomotor).

La etapa de potencia está constituido por el siguiente dispositivo:

- Servomotor.

3.2.1.2.1 Diagrama circuital de la etapa de potencia.

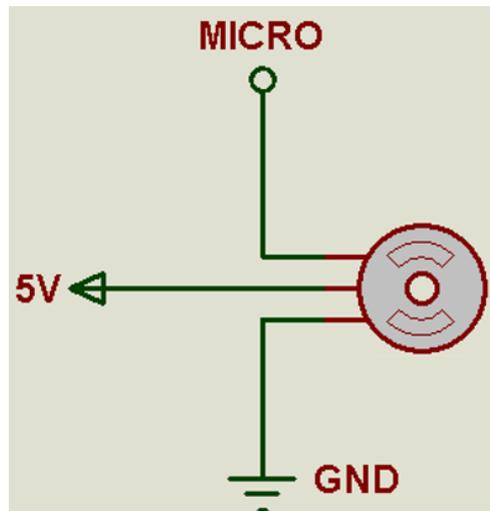


Figura 3.3: Diagrama Esquemático del servomotor.

3.2.1.2.2 Funcionamiento.

En esta etapa el circuito de potencia está constituido por un servomotor que es manipulado mediante un microcontrolador, según el ancho de pulso que se le envíe por el pin de control el servo gira los grados correspondientes y automáticamente regresa a su estado inicial.

El servomotor tiene como objetivo detener la bola que pasa por las buchacas como una compuerta, este mecanismo sirve cuando cae más de una bola, esto ayuda al sistema a dar prioridad a la bola que primero ingreso.

3.2.1.3 Microcontrolador.

La etapa del microcontrolador posee los siguientes elementos:

- Microcontrolador ATMEGA 16.
- Cristal de 20Mhz.
- 2 Condensadores de 20pF.

3.2.1.3.1 Diagrama circuital del microcontrolador.

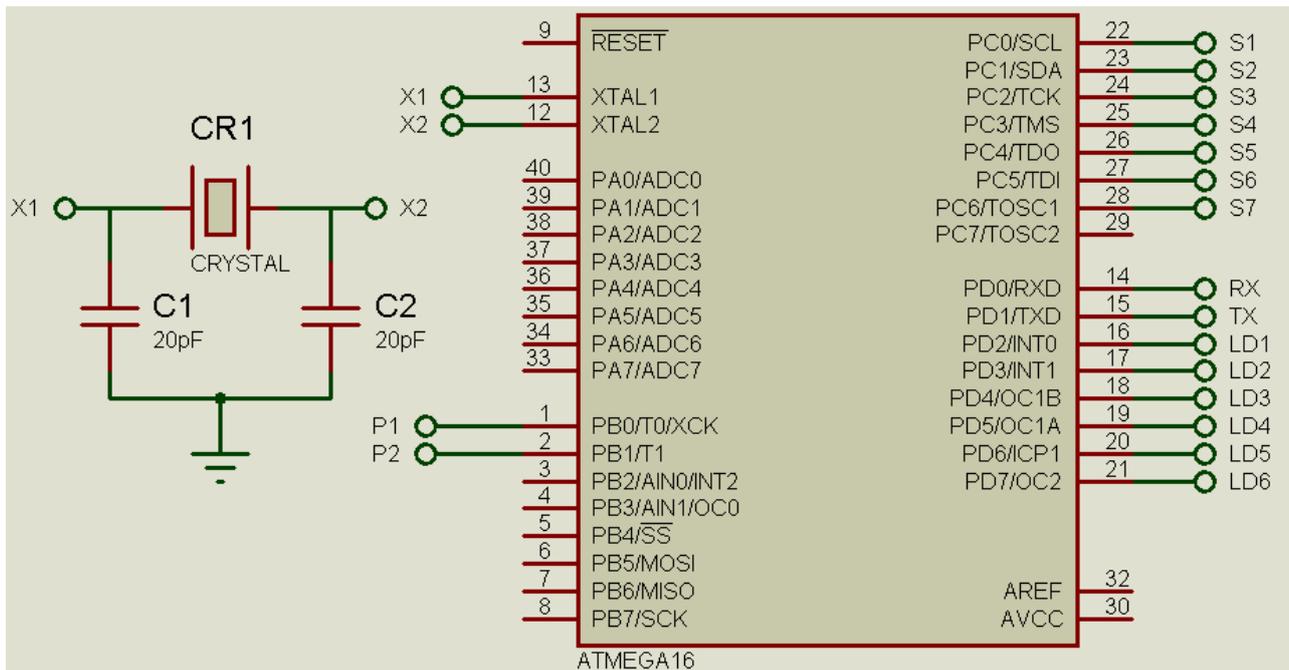


Figura 3.4: Diagrama Esquemático del microcontrolador.

3.2.1.3.2 Funcionamiento.

El microcontrolador realiza tres funciones principales, la primera función es de recibir los pulsos del circuito detector de bola para saber en que buchaca entró la bola, a más de ello almacena el pulso cuando entra más de una bola.

La segunda función es de manipular los servos motores enviándole el ancho de pulso respectivo para que abra y cierra la compuerta en la buchaca donde cae la bola.

Su tercera función es de enviar y recibir los datos mediante una comunicación serial-USB a la computadora que son los siguientes datos:

Envía.

- En qué número de buchaca cae la bola.
- Cuántas bolas entraron en la buchaca, según los pulsos recibidos.

Recibe.

- Del software LABVIEW el dato cuando la cámara toma la foto envía al microcontrolador la señal para que realice la siguiente función que es de abrir la compuerta del servomotor en donde se toma la foto y en el caso de que caiga más de una bola ya sea en una o en otra buchaca distinta, le envía la señal al micro para que abra la compuerta respectiva.

3.2.1.4 Circuito de comunicación serial.

En este circuito se tiene los siguientes componentes:

- 2 Transistores 2N3904.
- 4 Resistencia de 4.7KΩ.

3.2.1.4.1 Diagrama circuital de la etapa de comunicación serial.

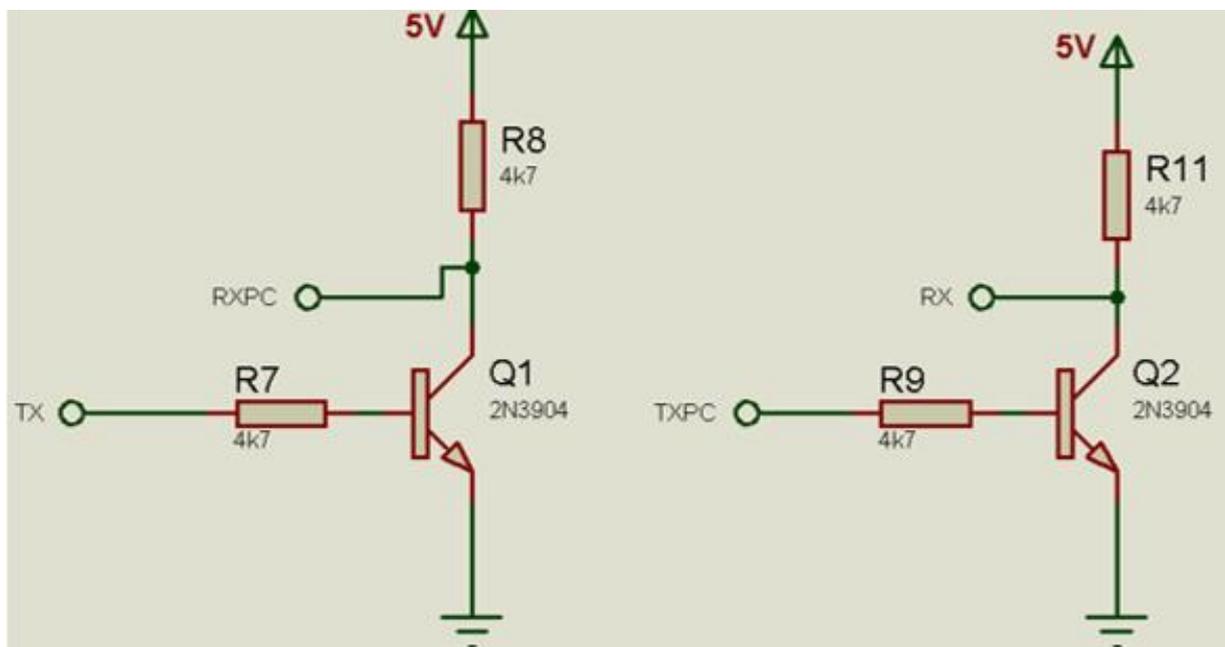


Figura 3.5: Diagrama Esquemático de la comunicación serial.

3.2.1.4.2 Funcionamiento.

En la etapa de comunicación serial se tiene dos transistores NPN configurados en corte-saturación los cuales funcionan como un interruptor abierto o cerrado.

El micro envía una señal de transmisión TX, llega a la base del primer transistor lo polariza y actúa como un interruptor por ello deja pasar la señal para recibirla en la computadora RXPC, lo mismo ocurre con el otro transistor pero ahora el transmisor no es el micro sino la computadora enviando la señal para el micro generando una comunicación full-dúplex.

3.2.1.5 Fuente de alimentación.

En el proyecto se utiliza una fuente de alimentación externa que posee las siguientes características:

- Fuente Conmutada.
- Input: 110V - 220V.
- Output: 5V – 5A / 12V – 1A / -12V – 1A.

Para determinar el voltaje de funcionamiento, se analiza los diferentes circuitos utilizados en el sistema los cuales trabajan a un voltaje fijo de 5V respectivamente.

La fuente conmutada en su salida proporciona un voltaje de 5V a 5A, óptima para el buen funcionamiento del sistema.

En la figura 3.6 se muestra la fuente conmutada en su aspecto original.



Figura 3.6: Aspecto físico de la fuente conmutada.

3.2.1.6 Cámara web.

La función de la cámara es de detectar el número de bola y el color específico de la misma.

Esta cámara se conecta directamente a la computadora, es la encargada de enviar la imagen tomada a las bolas dentro de la mesa al programa LABVIEW.

El programa realizado en LABVIEW envía una señal para que tome la foto correspondiente, la cámara envía una imagen en formato BMP donde es receptada por el programa, el cual desfragmenta la imagen en un espectro numérico donde cada valor corresponde a los colores que posee la imagen.

En la figura 3.7 se observa la cámara web que utiliza el proyecto.



Figura 3.7: Cámara web.

3.2.1.7 Monitor LCD.

El monitor LCD es el encargado de ser la interfaz gráfica de los jugadores, donde ellos visualizan el juego correspondiente.

En el monitor se tiene cuatro parámetros principales que el jugador debe saber que son los siguientes:

- El nombre de los jugadores.

- El número de buchaca que cae la bola.
- El turno para el jugador.
- Y el número de la bola que ingresa.

En la figura 3.8 se muestra el monitor LCD que tiene el sistema.



Figura 3.8: Monitor LCD.

El monitor se conecta a la computadora donde envía toda la interfaz que posee respectivamente en la pantalla donde tiene varios parámetros.

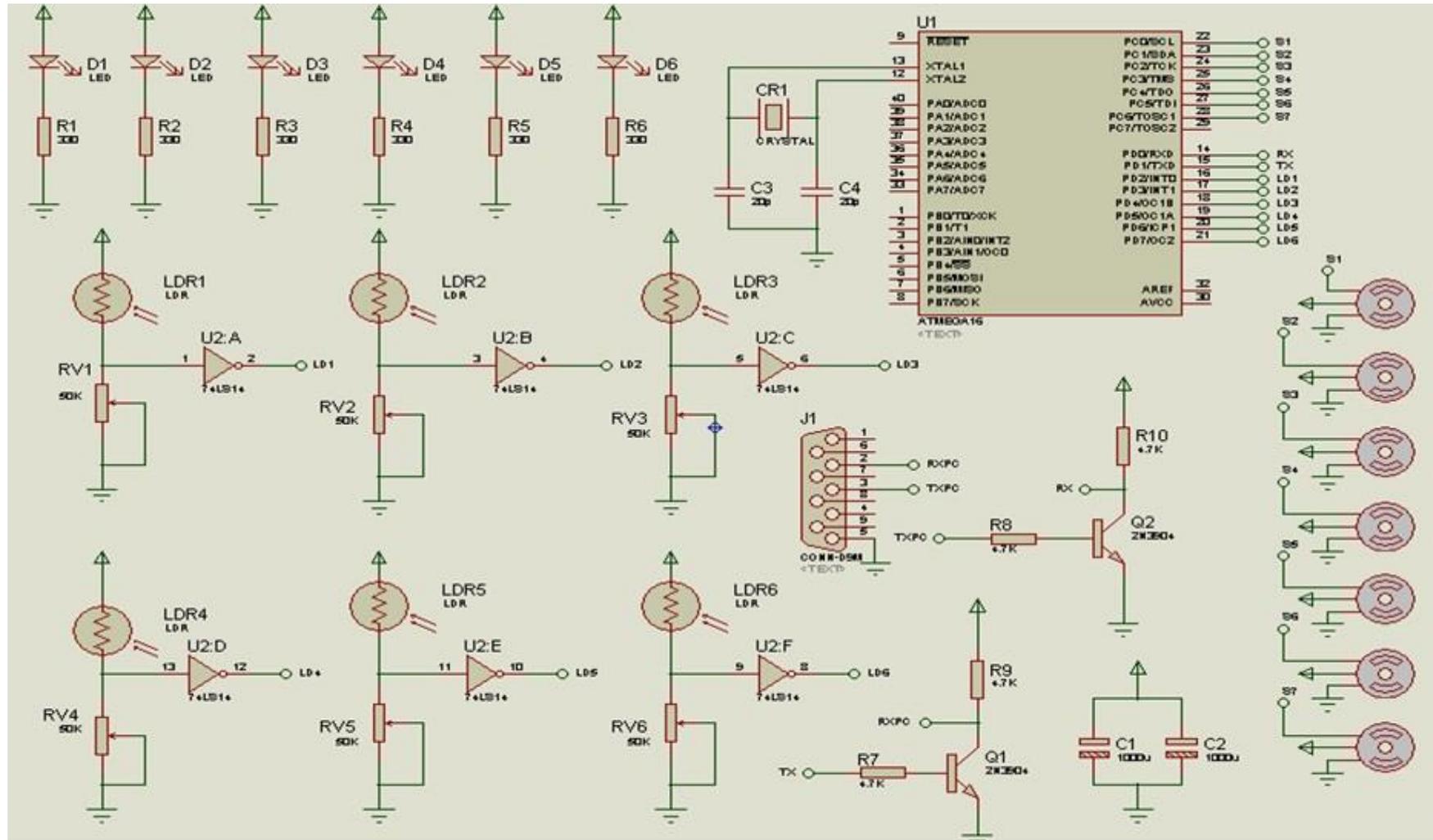
El primer parámetro posee el nombre de los dos jugadores con su respectivo ítem del conjunto de bolas que pueden ser altas o bajas, el participante elige arbitrariamente.

En el segundo parámetro se muestra las 6 buchacas identificadas con luces de color rojo, donde se activa al ingresar una bola en la buchaca correspondiente y arreglos donde se visualiza la bola para cada jugador.

En el tercer parámetro se encuentra los dos botones para que el jugador obtenga su turno correspondiente y dos luces de color para identificar que jugador tiene el turno.

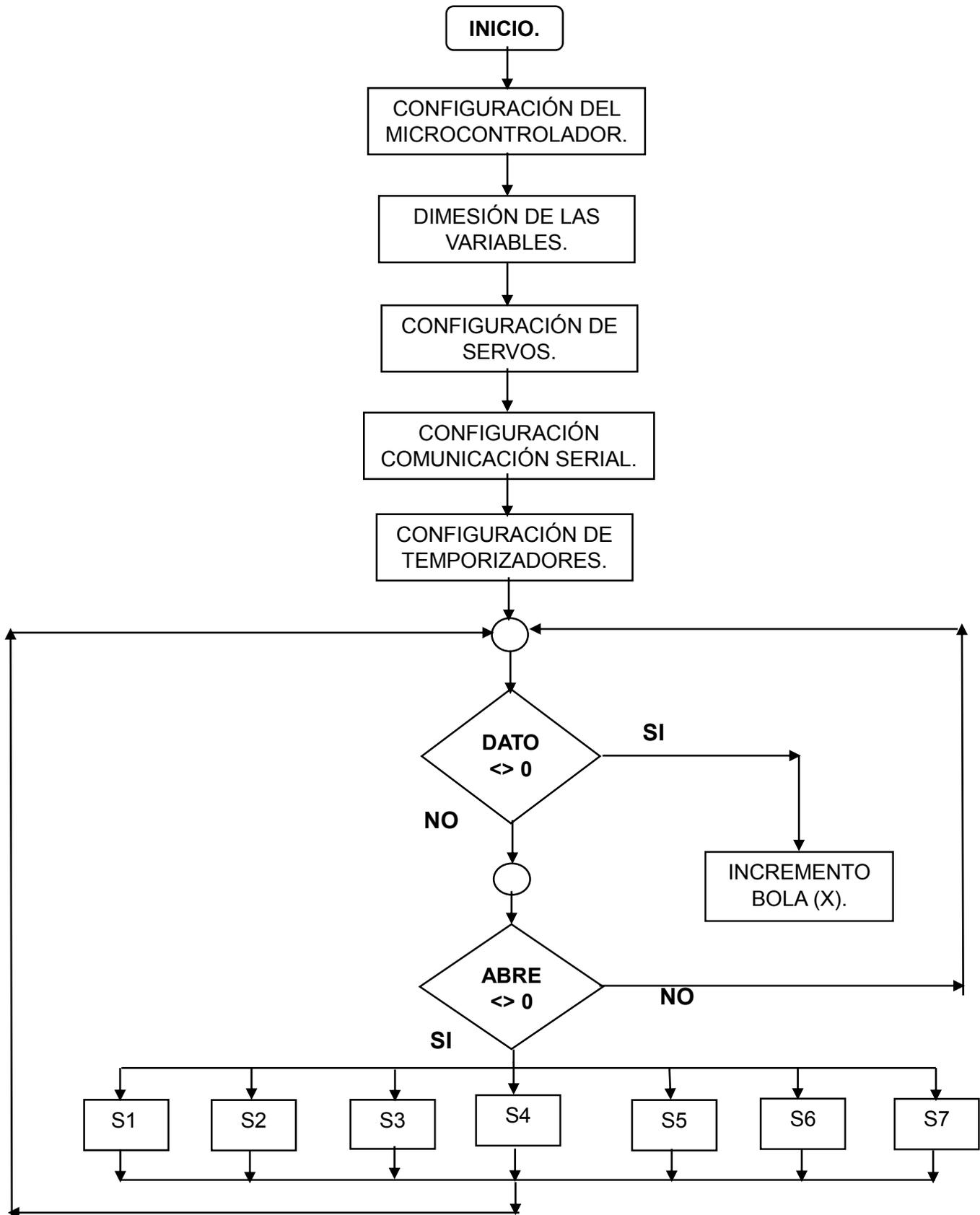
En el cuarto parámetro se observa un mensaje de pierde el turno, solo cuando el jugador comete una falta al ingresar una bola que no le corresponde.

3.2.1.8 Diagrama completo de los circuitos.



3.2.2 Diseño del software del sistema.

3.2.2.1 Diseño del software del microcontrolador.



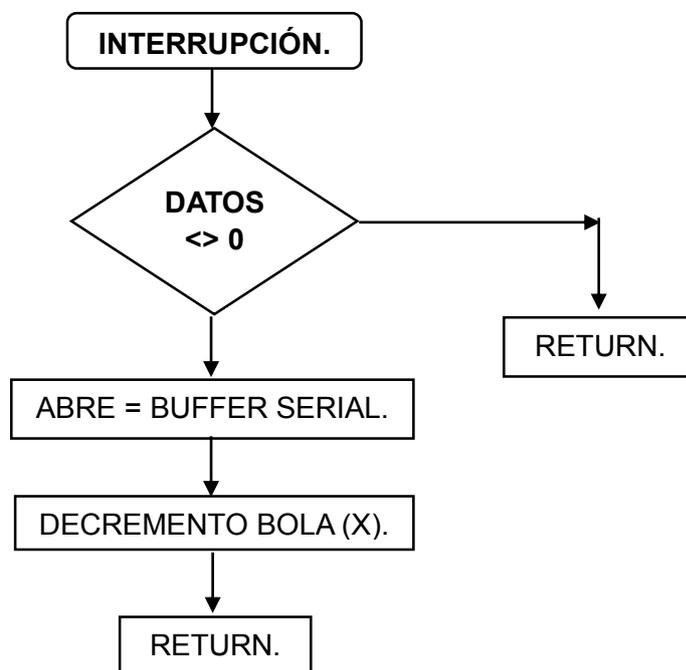
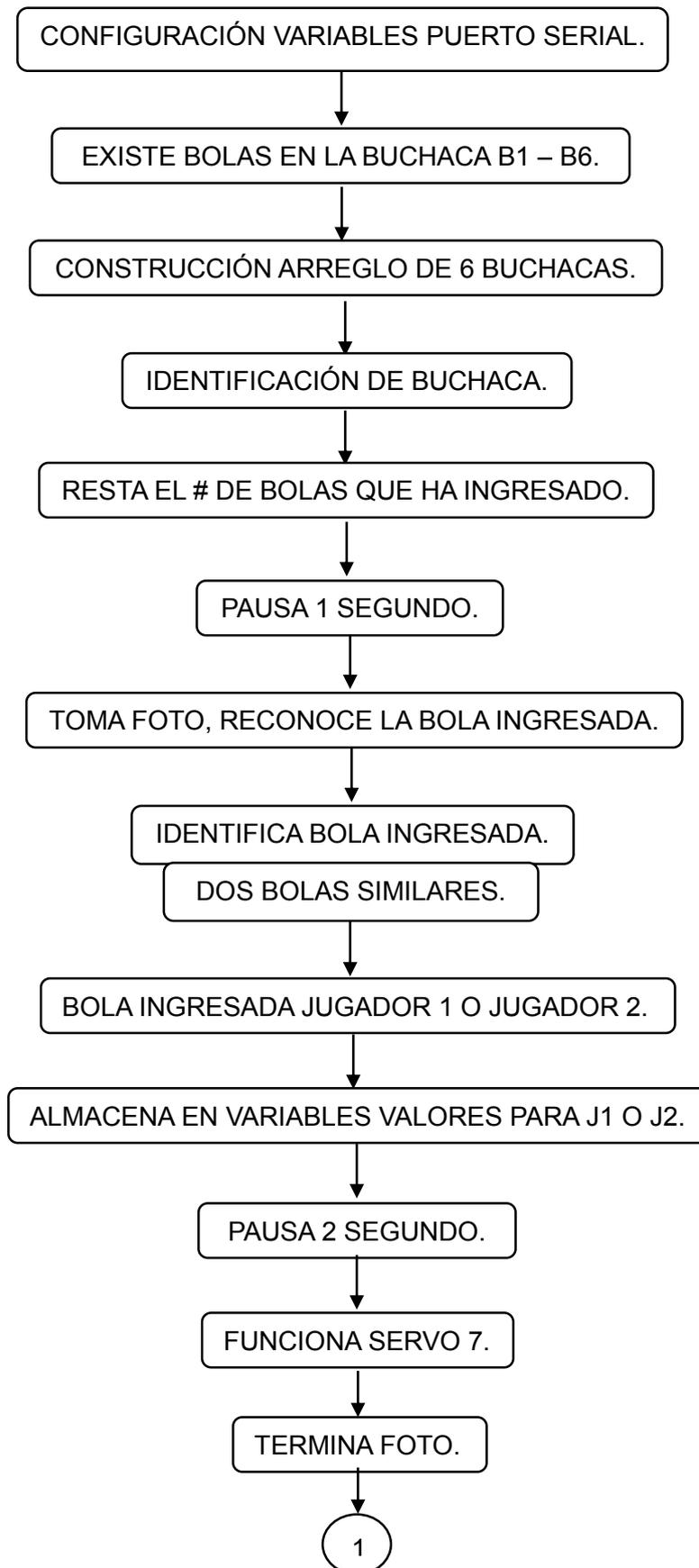


Figura 3.10: Flujograma para la programación del microcontrolador.

3.2.2.2 Diseño del software para la pc en labview.



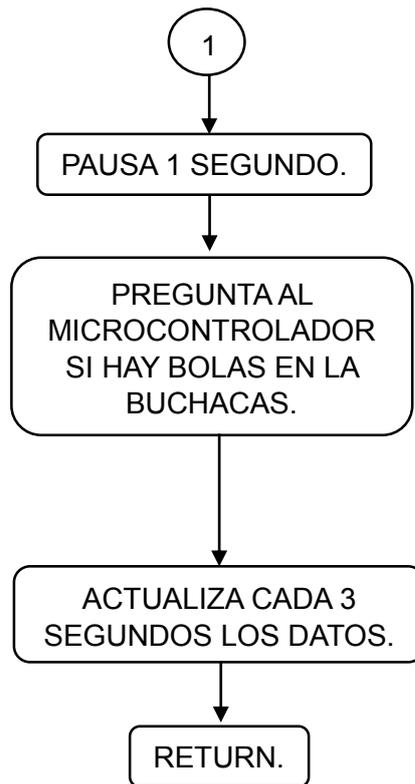


Figura 3.11: Flujograma para la programación de la PC en Labview.

3.3 Montaje del proyecto.

3.3.1 Montaje del circuito detector de la bola.

Para la implementación de este circuito se tiene los siguientes pasos:

- En la figura 3.12 se observa la composición del diodo led con su respectiva resistencia de protección y el voltaje de alimentación, donde emite el haz de luz que va en cada buchaca.

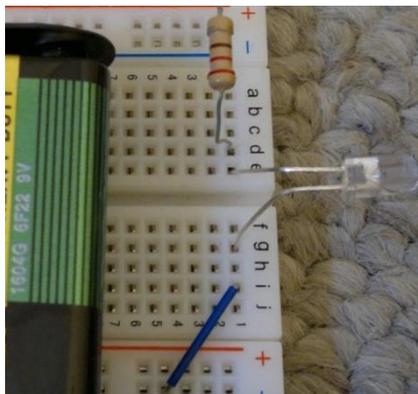


Figura 3.12: Led y Resistencia.

- En la figura 3.13 se presenta la otra etapa de este circuito, donde se encuentra la fotorresistencia, el integrado 74LS14, el potenciómetro de 100K Ω y un diodo led el cual indica cuando se envía el pulso.

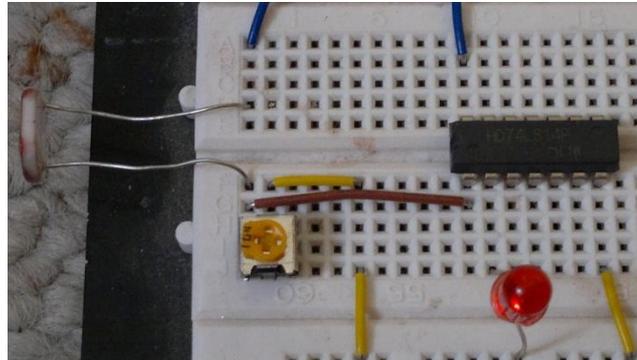


Figura 3.13: Segunda etapa del circuito.

En esta etapa se realiza la calibración de la fotorresistencia mediante el potenciómetro de 100K Ω donde se varia su sensibilidad para obtener el pulso necesario.

En la figura 3.14 se observa el valor óhmico del potenciómetro calibrado con el multímetro digital.

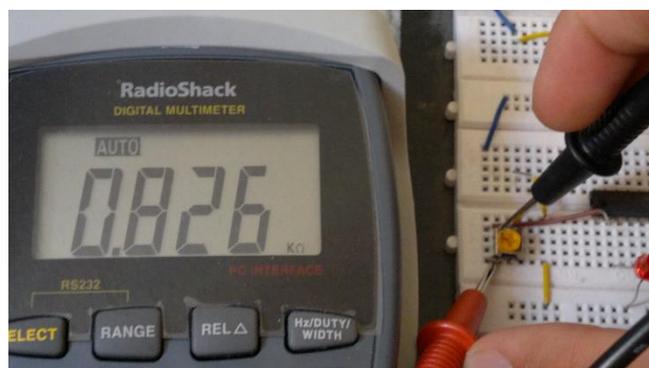


Figura 3.14: Valor óhmico.

En la figura 3.15 se presenta la simulación de la bola al pasar por el sensor y el haz de luz, al tener la emisión de luz la fotorresistencia tiende a bajar su valor óhmico por ello todo el voltaje cae en el potenciómetro y ese voltaje ingresa al integrado que cumple la función de amplificar e invertir la señal por ello el led no enciende.

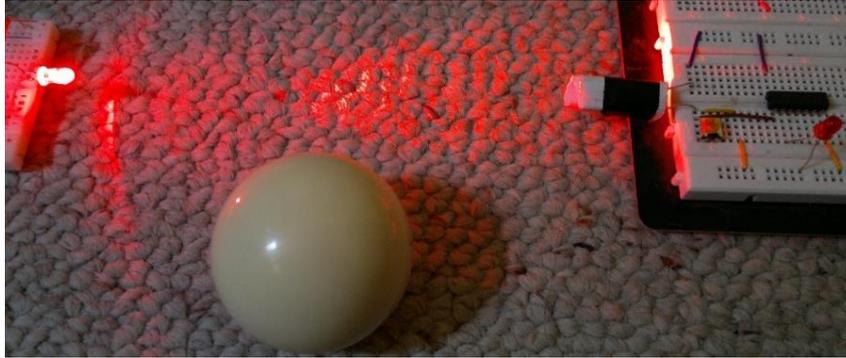


Figura 3.15: Simulación de la bola.

En la figura 3.16 se muestra la bola cuando pasa por el sensor y rompe el haz de luz, al realizar esto la fotorresistencia eleva su valor óhmico por ello la caída de tensión mayor cae en la fotorresistencia y el potenciómetro posee un valor de 0V, el integrado amplifica e invierte la señal de voltaje por lo tanto el led se enciende.

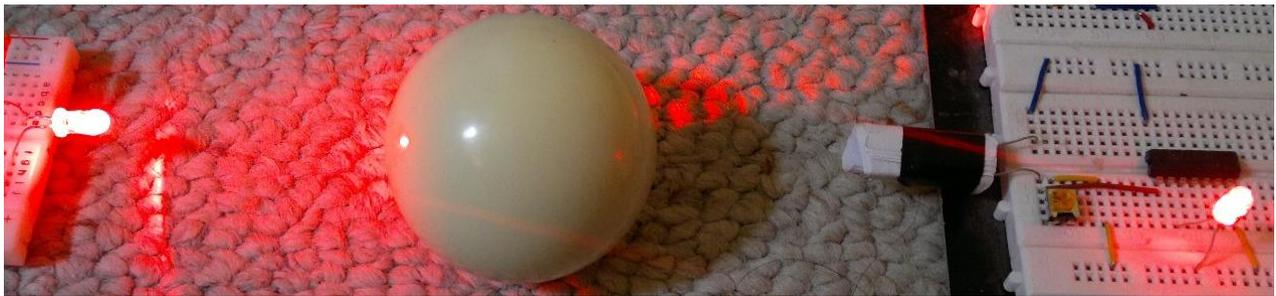


Figura 3.16: Simulación de la bola al pasar por el sensor.

3.3.2 Montaje de la canaleta para la buchaca.

En la figura 3.17 se observa la canaleta elaborada de balsa con una base de cartón, un servomotor y una caja de madera donde llega la bola correspondiente.



Figura 3.17: Canaleta elaborada.

En esta canaleta se prueba el primer circuito que es el detector de bola, en donde se pasa la bola por medio de la superficie llegando a la puerta que está compuesta por un servomotor.

3.3.3 Montaje del microcontrolador y servomotor.

En la figura 3.18 se obtiene el paso de bola por medio de la canaleta donde corta el haz de luz y envía el pulso al microcontrolador.



Figura 3.18: Paso de la bola.

En la figura 3.19 se observa la caída de la bola después de pasar por el sensor llega a la compuerta que está constituido por un servomotor y un microcontrolador el cual recibe el pulso y lo almacena y da la apertura al servomotor para que abra la compuerta.

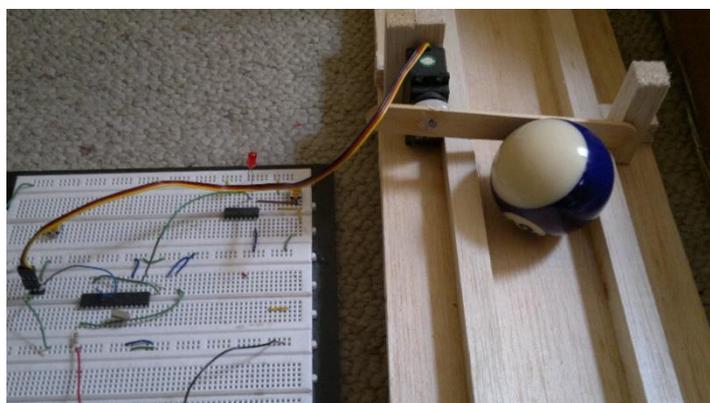


Figura 3.19: Compuerta y microcontrolador.

Para este circuito se utiliza un microcontrolador PIC 16F876 para realizar este ejemplo ya que sólo se necesita manipular un servomotor y un pulso de entrada, en el proyecto final se utiliza otro microcontrolador de diferentes características.

3.3.4 Montaje del prototipo de la mesa de billar.

En la figura 3.20 se observa la mesa de billar adquirida con todos sus componentes para la utilización de la misma.



Figura 3.20: Mesa de billar.

Las dimensiones de la mesa son de largo: 1.20m, ancho 0.60m, posee sus respectivos palos para los jugadores, las bolas de juego que son del mismo material de las reales, el triángulo para ordenarlas en la mesa y las 6 buchacas correspondientes.

En la figura 3.21 se muestra la mesa de billar en su interior, donde se realiza los cambios para la elaboración del proyecto.



Figura 3.21: Mesa de billar en su interior.

3.3.4.1 Elaboración de las canaletas y sus componentes.

Para la elaboración se necesita los siguientes materiales:

- Planchas de balsa.
- Tiras de balsa.
- Pistola de silicona en barra.
- Estilete.
- Taladro de mano.
- Metro.

Las canaletas poseen las siguientes dimensiones: 0.50m de largo y 0.08m que son las cuatros que van en las esquinas de la mesa con su respectiva tira en los bordes, con la diferencia que las dos canaletas centrales por ser más pequeñas tienen otra dimensión en lo largo que es de 0.20m y de ancho son iguales.

En la figura 3.22 se observa la construcción de las canaletas de las esquinas.



Figura 3.22: Canaletas esquineras.

En la figura 3.23 se tiene la elaboración de las dos canaletas centrales.



Figura 3.23: Canaletas centrales.

3.3.4.2 Colocación de los sensores.

En las canaletas elaboradas se colocan los distintos sensores que van ayudar en la detección de la bola cuando pasa por cada uno de ellos enviando el pulso respectivo, los elementos son un diodo led de alto brillo y la fotorresistencia.

En la figura 3.24 se observa la colocación de los diodos led de alto brillo en las canaletas.

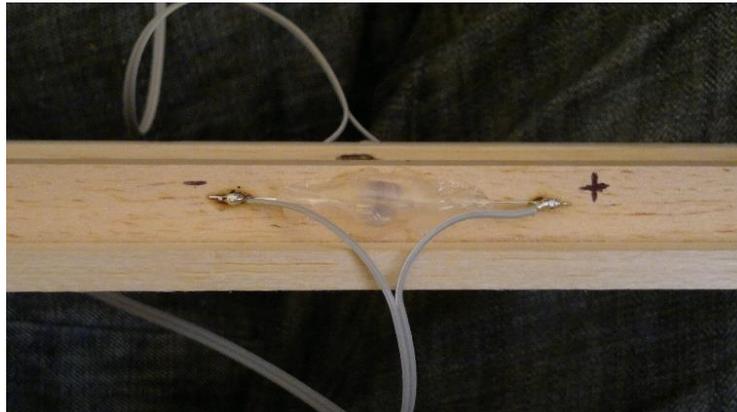


Figura 3.24: Colocación del diodo led.

En la figura 3.25 se tiene la colocación de las fotorresistencias en las canaletas.

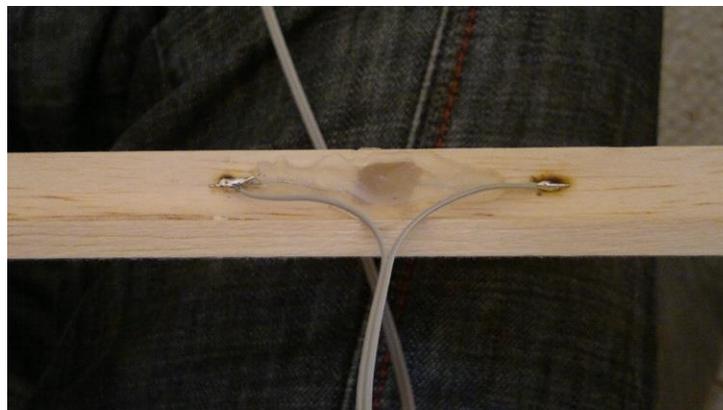


Figura 3.25: Colocación de la fotorresistencia.

Al finalizar la colocación de los sensores se procede a comprobar en las seis canaletas su funcionamiento óptimo antes de colocarla en la mesa de billar.

En la figura 3.26 se obtiene la comprobación del funcionamiento de las canaletas con sus respectivos sensores.

Para ello se coloca la bola de billar en la canaleta y se deja caer libremente por el conducto realizado, al pasar por medio del sensor debe dar como resultado el pulso necesario que ingresa al microcontrolador.

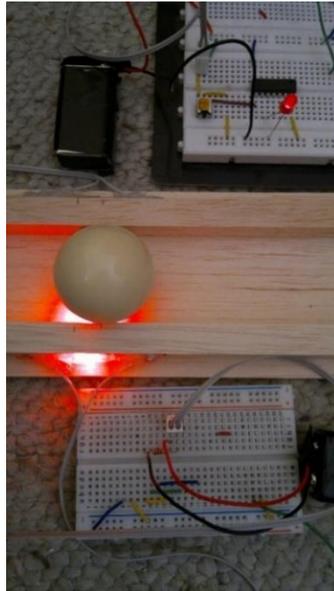


Figura 3.26: Comprobación de los sensores.

3.3.4.3 Colocación de los servomotores en las canaletas.

La colocación de los servomotores en el interior de la mesa de billar cumple con la función de detener la bola como una compuerta donde se ajusta el eje del servo para que cumpla la función de abrir y cerrar. Esto se aplica cuando en el juego de billar el participante golpea las bolas de la mesa y estas bolas ingresan dos en las misma buchacas o caen varias en distintas buchacas, por ello las compuertas van a detener estas bolas y van a dar prioridad a la bola que primero detectó el sensor y abre la compuerta respectiva, luego abre la siguiente sabiendo cual es la segunda bola que paso por los sensores.

En la figura 3.27 se tiene la colocación de las compuertas en el eje de los servomotores.

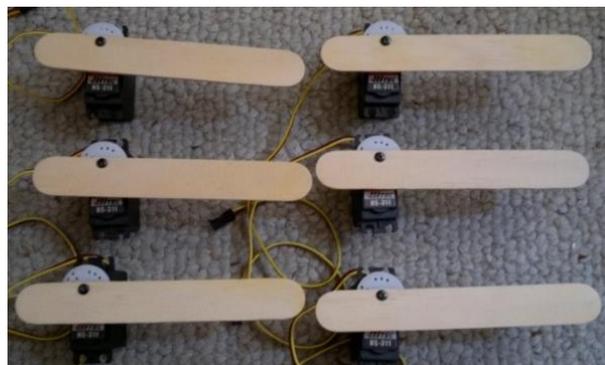


Figura 3.27: Elaboración de las compuertas.

Una vez realizado esto se colocan los servomotores en las canaletas de la mesa de billar respectivamente a más de ello se las asegura bien con silicona en barra y en la esquina de la compuerta se coloca un soporte para cuando la bola golpee no rompa la compuerta.

En la figura 3.28 se observa la colocación del servomotor en la canaleta.

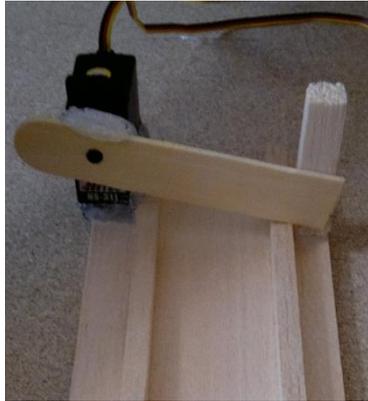


Figura 3.28: Servomotor en la canaleta.

Con ello quedan terminado las canaletas con sus respectivos sensores y compuertas para ser colocadas en la mesa.

En la figura 3.29 se obtiene la canaleta terminada con todos sus componentes.



Figura 3.29: Canaleta finalizada con todos sus elementos.

3.3.4.4 Elaboración de la base de las canaletas.

Para la elaboración de esta base se necesita un cuadrado de balsa de 0.20m, la aplicación de esta base es de sostener las seis canaletas y que las bolas de billar lleguen a un punto central donde puedan pasar al último bloque donde se toma la foto de la misma, para ello se mide el ancho de las bolas que se van a utilizar en el juego, en la balsa de 0.20m se realiza una abertura en la mitad de 0.05m donde va a pasar la bola.

En la figura 3.30 se observa el soporte de las canaletas y el cuadrado donde va a pasar las bolas de billar.



Figura 3.30: Base de las canaletas.

Al tener esta base se procede a colocar las canaletas en cada uno de los lados del soporte teniendo en cuenta que la punta de cada canaleta quede en la misma línea del cuadrado pequeño para que la bola coincida con el agujero.

En la figura 3.31 se observa la colocación de la base con las canaletas y el agujero donde cae la bola.



Figura 3.31 Canaletas con su respectiva base.

3.3.4.5 Instalación de las canaletas con su base en la mesa de billar.

Para la instalación de las canaletas se necesita la pistola de silicona en barra para asegurar en las esquinas de la mesa y en el centro de la misma, para ello se realiza la correspondiente medición de la buchaca con la canaleta para que la bola ingrese y caiga en el conducto de la canaleta mas no fuera de ella.

En la figura 3.32 se muestra la instalación de las canaletas en la mesa de billar.

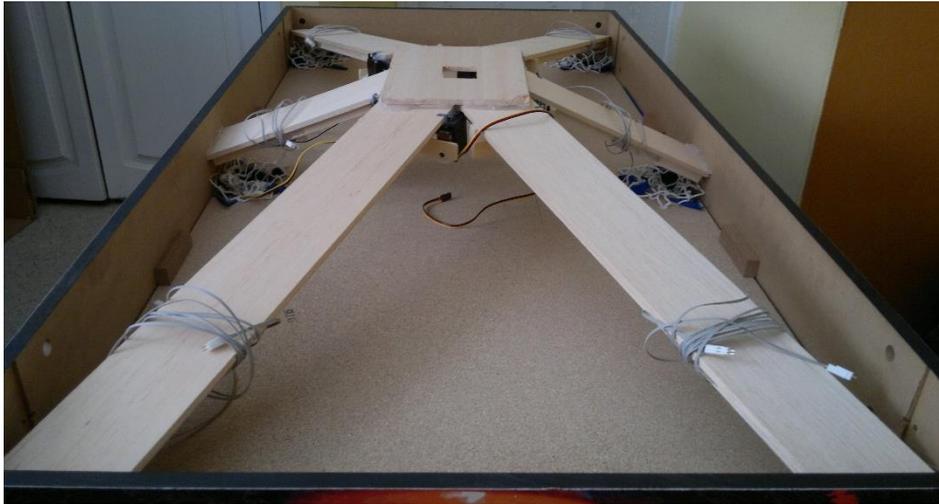


Figura 3.32: Instalación de las canaletas en la mesa.

3.3.4.6 Elaboración de la canaleta final y su instalación.

Al momento de que la bola pasa por el agujero que vienen de las seis canaletas cae en la canaleta final en donde se encuentra un servomotor para detenerla y al costado la cámara web que es la encargada de tomar la foto de la bola que va ingresando en el juego.

Para su elaboración se necesita una plancha de balsa con las siguientes dimensiones: 0.30m de largo y 0.20m de ancho y al final de la canaleta colocar el servomotor como la compuerta final del juego, donde entrega al jugador las bolas ingresadas.

En la figura 3.33 se muestra la elaboración de la canaleta final.



Figura 3.33: Elaboración de la canaleta final.

Una vez elaborada la canaleta final se procede a colocarla en la mesa de billar conjuntamente con las demás canaletas antes mencionadas.

En la figura 3.34 se observa la colocación de la canaleta final con todos sus elementos.

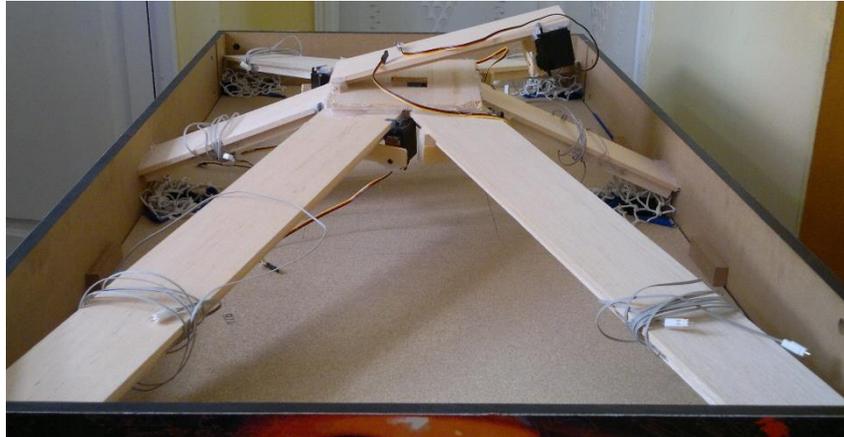


Figura 3.34: Colocación de la canaleta final.

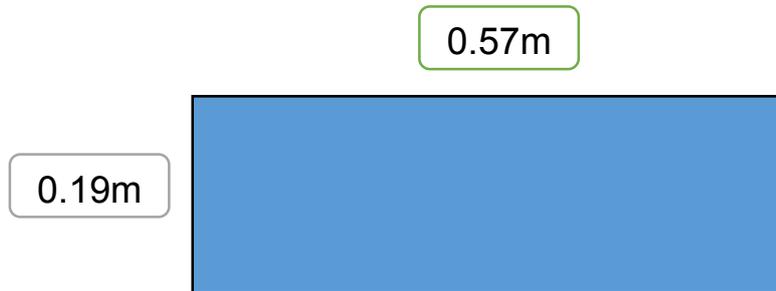
3.3.4.7 Construcción de los bordes de la mesa de billar y su base principal.

Para la construcción de la estructura final de la mesa se realiza la medición de sus bordes y su base principal para determinar sus dimensiones que son las siguientes:

- **Bordes frontales:**



- **Bordes laterales:**



- **Base principal:**



En la figura 3.35 se muestra los bordes y base principal de la mesa elaborados en madera.



Figura 3.35: Bordes y base de madera.

Al tener estos bordes y base se procede a cerrar la mesa con sus respectivas tablas medidas y cortadas, con la finalidad de cubrir la circuitería y las canaletas correspondientes a la mesa de billar.

En la figura 3.36 se obtiene la mesa de billar cubierta por los cuatro lados ya que el quinto lado es por donde se colocan los circuitos y la cámara que se utiliza en el proyecto.



Figura 3.36: Mesa cubierta por cuatro lados.

Teniendo la base de la mesa lista se procede a colocar los filamentos que van alrededor de la canaleta final, con la finalidad de que las bolas lleguen a guardarse en un sólo punto a lo largo del filo de la mesa, para que el jugador pueda recogerlas al momento de finalizar el juego o si ingresa una bola errónea pueda hacer lo mismo.

En la figura 3.37 se muestra la colocación del filo alrededor de la canaleta final para que las bolas se guarden en el mismo punto.

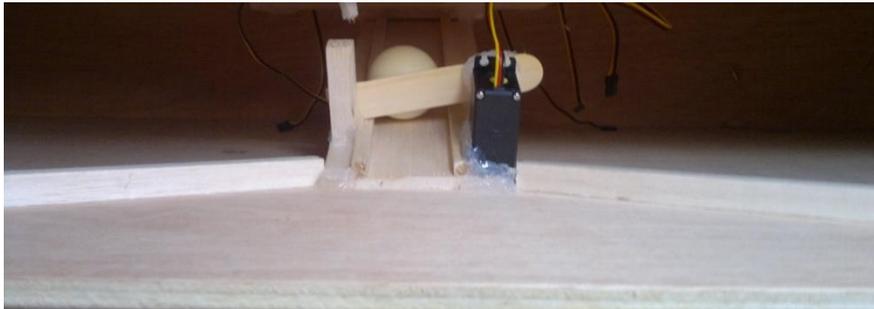


Figura 3.37: Colocación del filo alrededor de la canaleta final.

3.3.5 Instalación de la cámara en el interior de la mesa.

Para la instalación de la cámara se procede hacer pruebas para su colocación que son las siguientes la distancia del lente con la bola detenida, la mejor iluminación del flash que no provoque mucho reflejo en la bola y que abarque todo el diámetro de la bola.

Para observar la definición y el espectro de color de la foto tomada por la cámara se utiliza el programa labview, donde se comprueba estos parámetros moviendo la cámara hasta que entregue el resultado idóneo.

En el programa labview se realiza la comprobación del espectro de color donde sí se acerca o se aleja la cámara de la bola con el reflejo del flash va dar como resultado un espectro determinado para los dos casos, por ello se calibra la distancia de la cámara en el lugar donde entregue el espectro más acertado al color real de la bola que es de 0.10m de distancia del lente a la bola.

En la figura 3.38 se tiene la colocación de la cámara en el interior de la mesa.

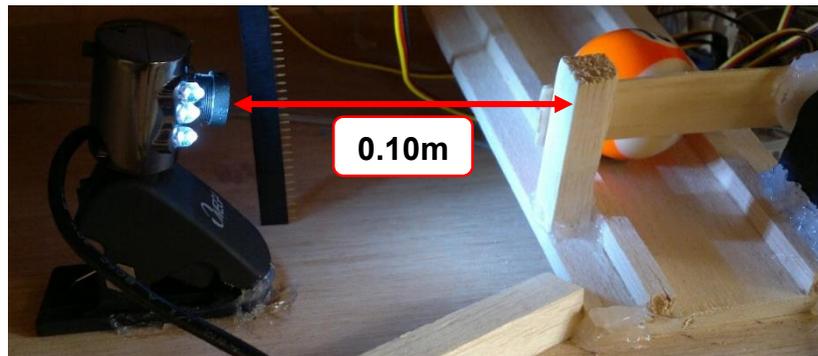


Figura 3.38: Instalación de la cámara en la mesa.

3.3.6 Montaje de los circuitos con la mesa de billar.

Para la comprobación del sistema se arma el circuito del numeral 3.2.1.8 donde se tiene los componentes específicos para colocarlos en el protoboard.

En la figura 3.39 se observa los componentes armados en el protoboard.

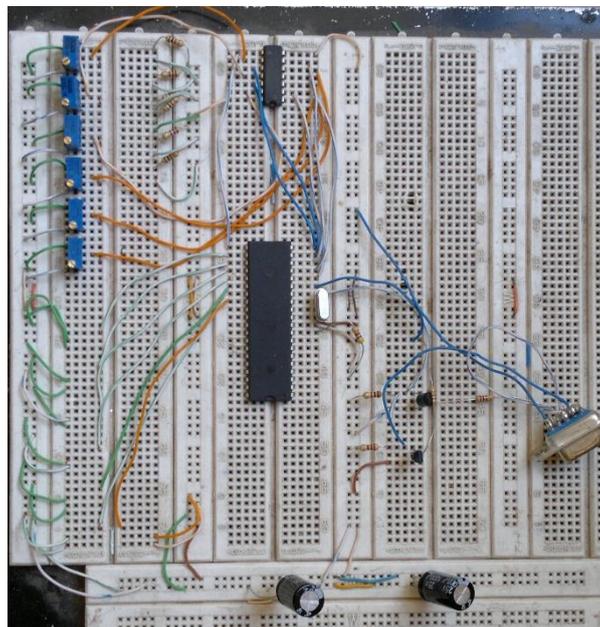


Figura 3.39: Circuito armado en protoboard.

Una vez armado el circuito en el protoboard se procede a colocar los plug que vienen de la mesa donde están los diodos led, servomotor, fotorresistencia.

En la figura 3.40 se observa la conexión de los plug de la mesa al circuito armado en el protoboard.

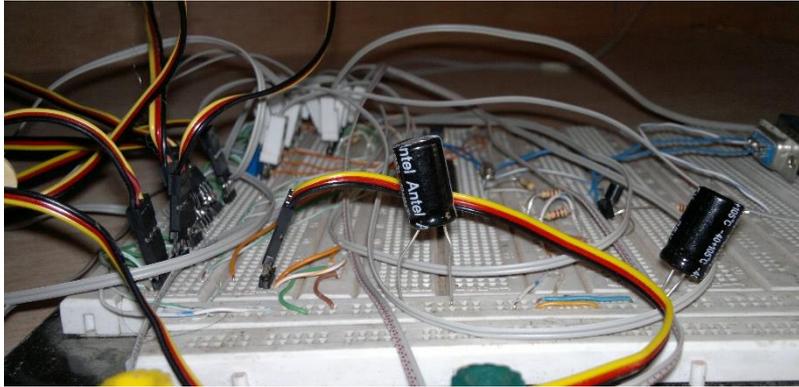


Figura 3.40: Conexión de la mesa al protoboard.

Al conectar los plug de la mesa al protoboard se realiza la calibración de los potenciómetros para cada uno de las canaletas encerrando al valor nominal de funcionamiento que es de $0.826K\Omega$ ver figura 3.14.

3.3.7 Programación del microcontrolador.

Para realizar la programación del microcontrolador se elige el tipo de micro que se utiliza en el proyecto según sus características para la aplicación requerida.

El microcontrolador elegido es el ATMEGA 16 que posee 4 puertos que cumple con los requerimientos del proyecto, para su programación se necesita un compilador para este tipo de micro que es de la familia ATMEL por ello se utiliza el programa BASCOM que cumple con todas las funciones para esta familia de microcontroladores.

3.3.7.1 Líneas de programación del proyecto.

En las siguientes líneas de programa (ver anexo 1) se muestra la configuración y las funciones que va a realizar el microcontrolador en el circuito, de acuerdo al diagrama de flujo del numeral 3.2.2.1.

3.3.8 Montaje del programa labview.

De acuerdo al diagrama de bloques del numeral 3.2.2.2, se tiene la siguiente configuración:

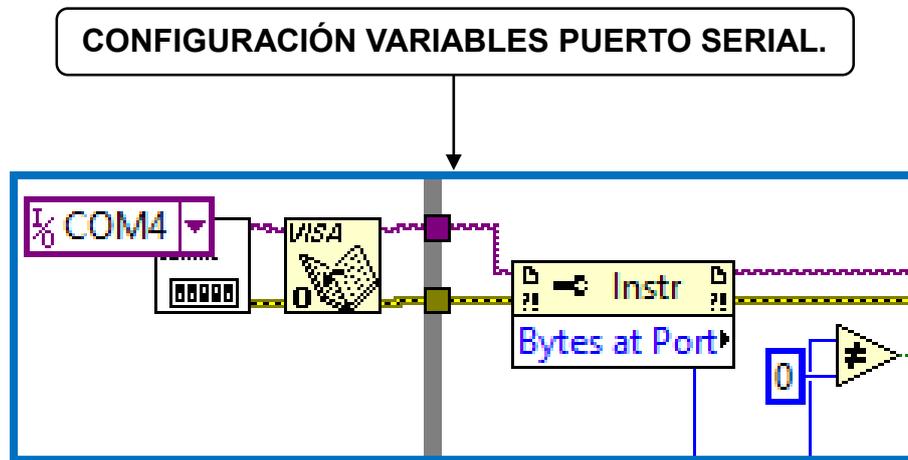


Figura 3.41: Configuración de variables.

En la figura 3.41 se observa la configuración de la comunicación serial del proyecto donde comunica la computadora con la placa del circuito, estos bloques realizan la función de recibir los datos que envía la placa a la computadora, estos transforman los bits de datos por instrucciones que lee el programa.

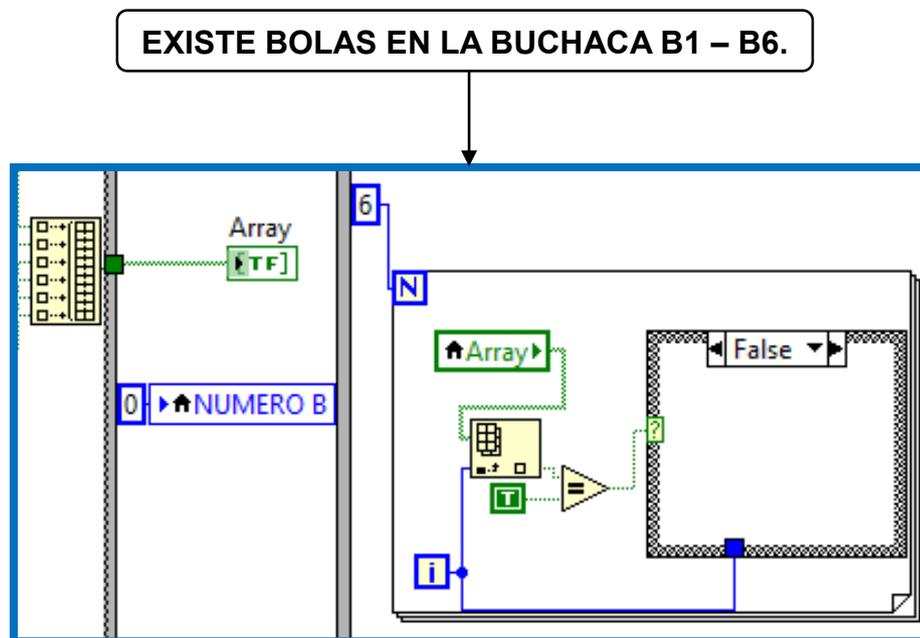


Figura 3.42: Existen bolas ingresadas.

En la figura 3.42 se tiene un reconocimiento de las seis buchacas donde se le pregunta al microcontrolador si tiene algún pulso almacenado para dar prioridad

la primera bola que ingresa y la buchaca respectiva, si llega algún otro pulso ya sea de cualquier buchaca el microcontrolador da la apertura de la compuerta a la primera bola que ingresa a la mesa.

CONSTRUCCIÓN ARREGLO DE 6 BUCHACAS.

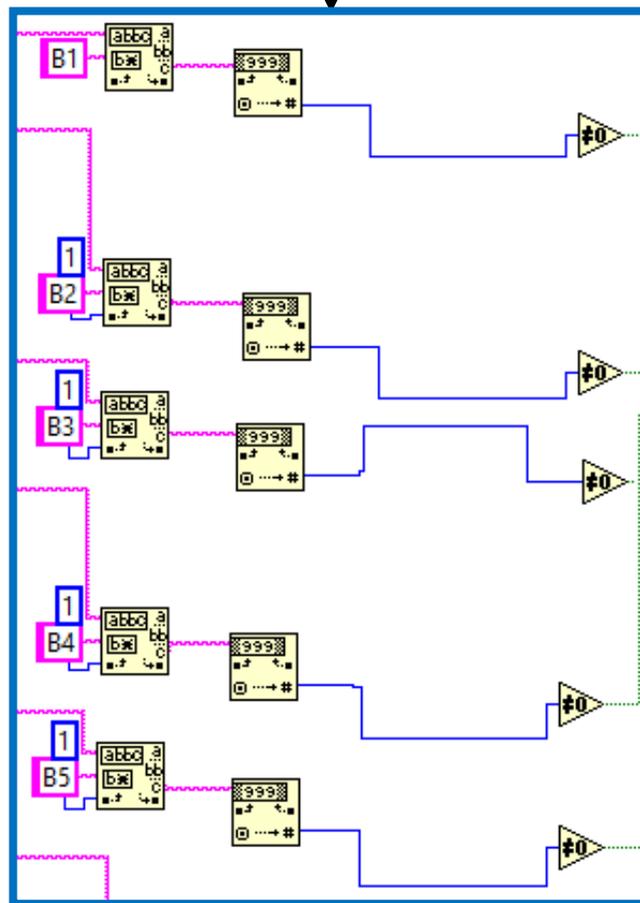


Figura 3.43: Arreglo de las buchacas.

En la figura 3.43 se observa la construcción de las seis buchacas donde se realiza un arreglo para recibir la información respectiva que viene del micro el número de buchaca donde ingresa la bola, luego de recibir el dato lo procesa en sus respectivo arreglo según la buchaca correspondiente.

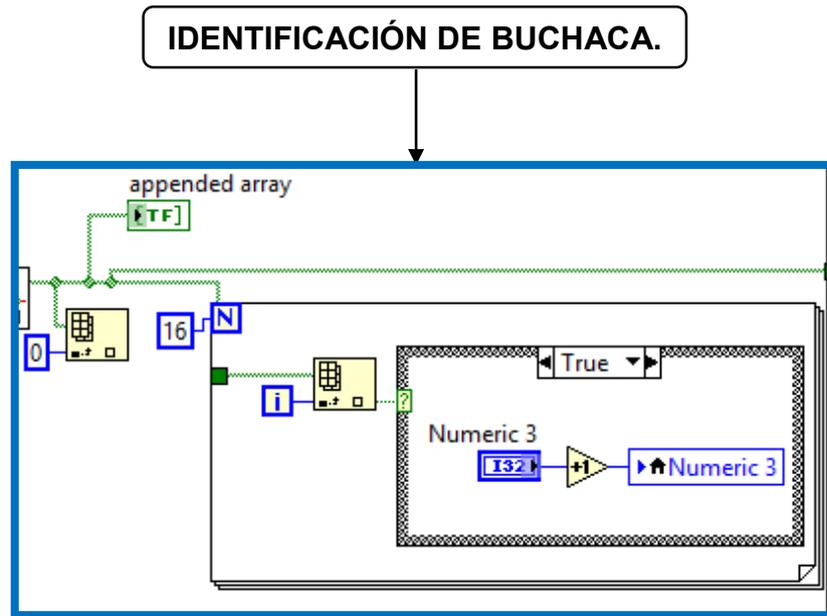


Figura 3.44: Identificación de buchaca.

En la figura 3.44 se obtiene la identificación de la buchaca en donde ingresa la bola en la mesa, en este bloque separa ese dato según el arreglo anterior identificando la buchaca respectiva para que el programa pueda leer este dato ingresado y pueda procesar en el siguiente bloque, al entrar varias bolas en distintas buchacas en este bloque separa buchaca por buchaca con su respectivo número.

RESTA EL # DE BOLAS QUE HA INGRESADO.

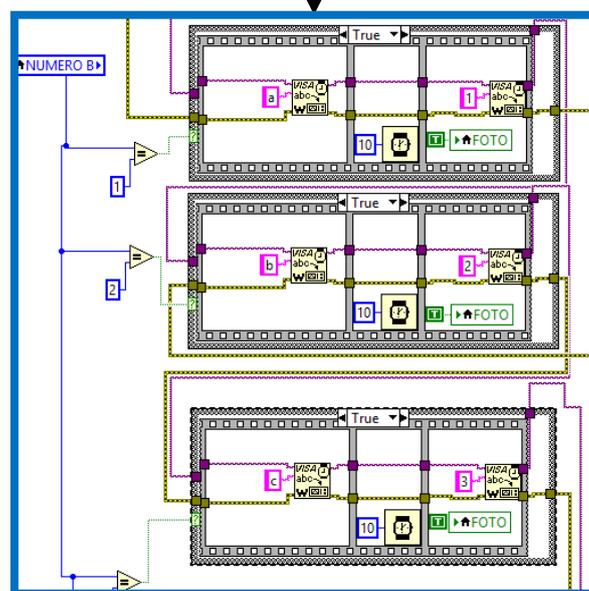


Figura 3.45: Resta de bola ingresada.

En la figura 3.45 se observa la resta de la bola que ingresa en la buchaca, este bloque cumple su función cuando en cada buchaca entra varias bolas al mismo tiempo por ello en este arreglo va restando las bolas ingresadas y le comunica al microcontrolador este cambio para que en el mismo no quede almacenado los pulsos ingresados de las distintas bolas.

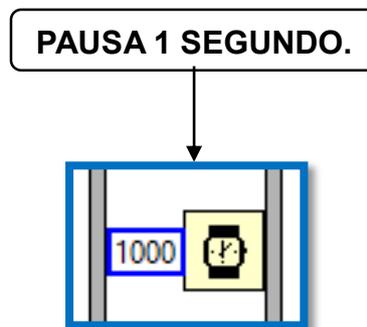


Figura 3.46: Pausa del programa.

En la figura 3.46 se tiene un reloj que realiza la pausa correspondiente de un segundo para que en el programa los datos no se confundan o se mezclen entre sí y termine con la función respectiva, a más de ello ayuda a tener una holgura entre procesos.

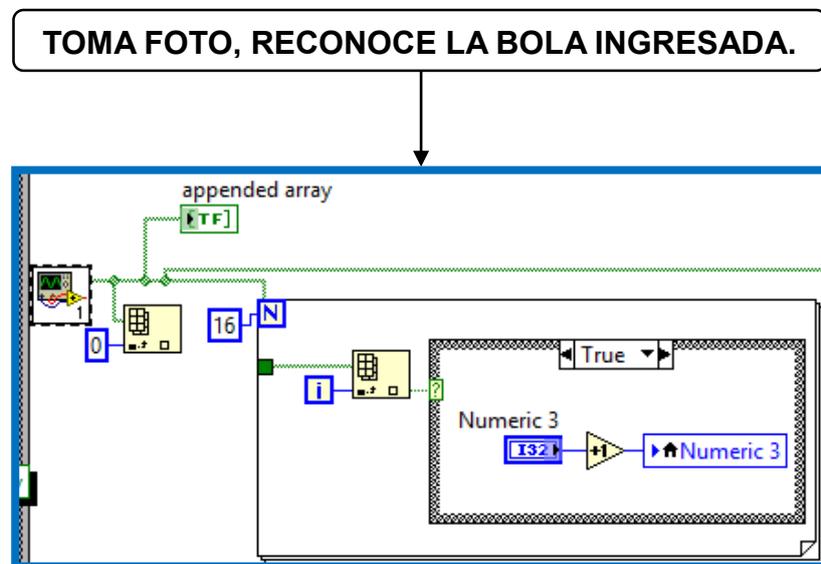


Figura 3.47: Tomar foto.

En la figura 3.47 se tiene el bloque donde funciona la cámara que se encuentra en el interior de la mesa por ello aquí se descompone la foto en datos para que el programa pueda leer la fotografía y entregue el número de bola correspondiente al siguiente bloque.

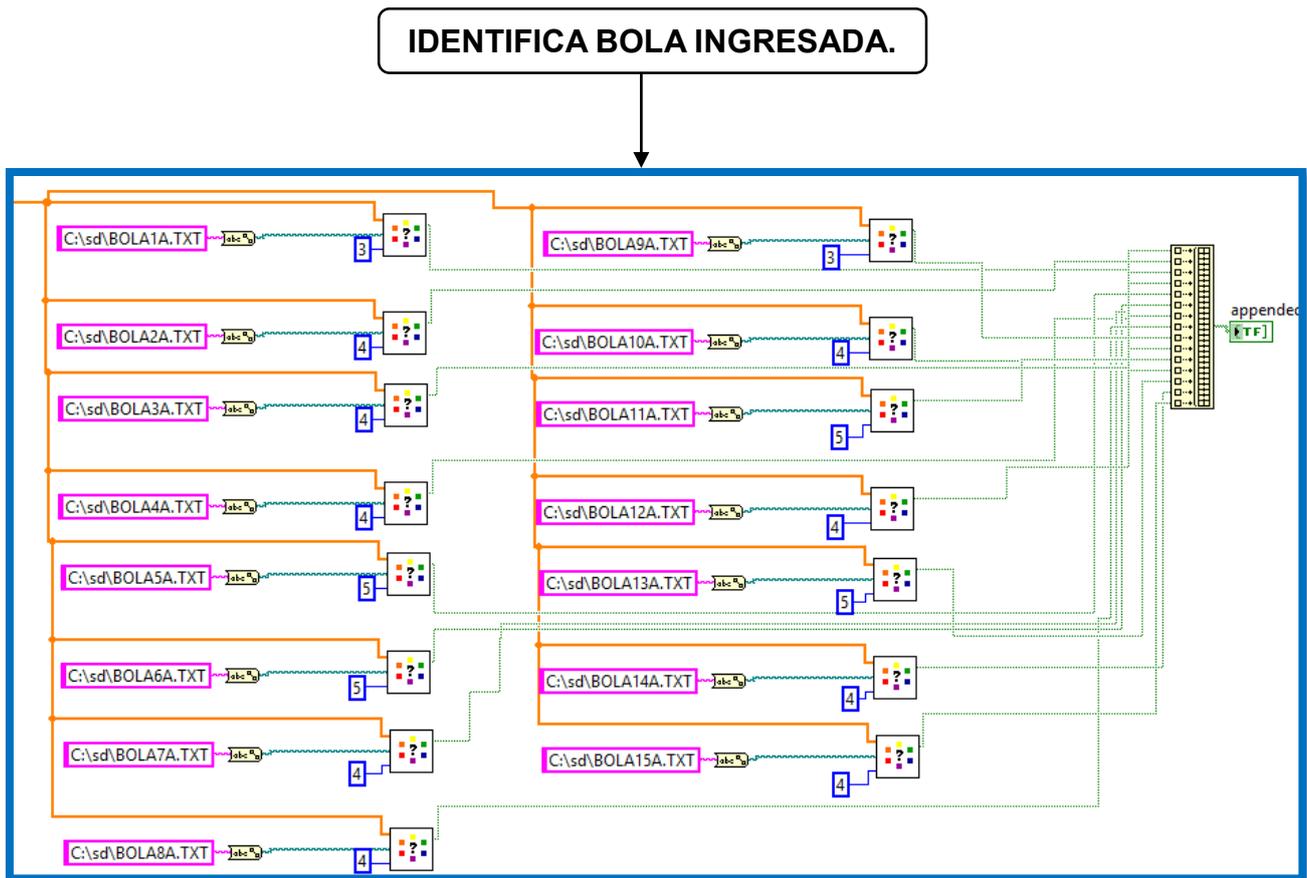


Figura 3.48: Identificación de la bola.

En la figura 3.48 se observa la identificación de la bola la cual se realiza de la siguiente manera:

Para cada bola se obtiene el espectro de color de la misma y se procede a tomar muestras en distintas posiciones de la bola al caer donde se encuentra ubicada la cámara y se extrae tres valores que son las tres maneras posibles que pueda caer la bola y se almacena en el programa en una base de datos para cada bola, por lo tanto al caer la bola la cámara toma la foto y compara con la base de datos almacenada y entrega el número de bola respectiva.

En este bloque se puede observar el ingreso de las tablas que están elaboradas en bloc de notas para cada una de las bolas.

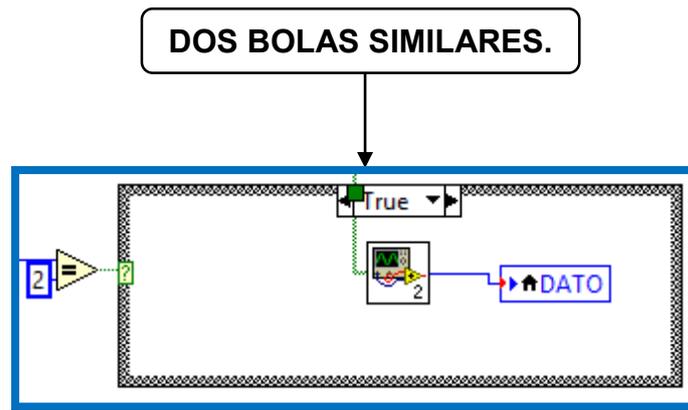


Figura 3.49: Bolas similares.

En la figura 3.49 se tiene el bloque que cumple la función de dar al usuario la opción de elegir la bola que ingresa en la buchaca en el peor de los casos cuando ciertas bolas tienen un parecido en su tonalidad del color, entrega dos números de bolas en la pantalla, el jugador selecciona la correcta.

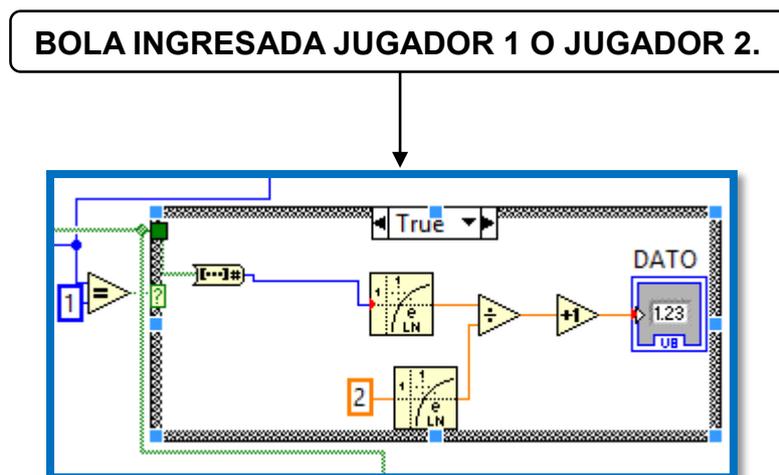


Figura 3.50: Jugador 1 o Jugador 2.

En la figura 3.50 se observa la distribución de los datos ingresados, este bloque divide los datos para los dos jugadores tanto para el jugador 1 y el jugador 2 para que cada uno almacene los datos correspondientes del juego en su casillero respectivo en la interfaz gráfica de la pantalla final.

ALMACENA EN VARIABLES VALORES PARA J1 O J2.

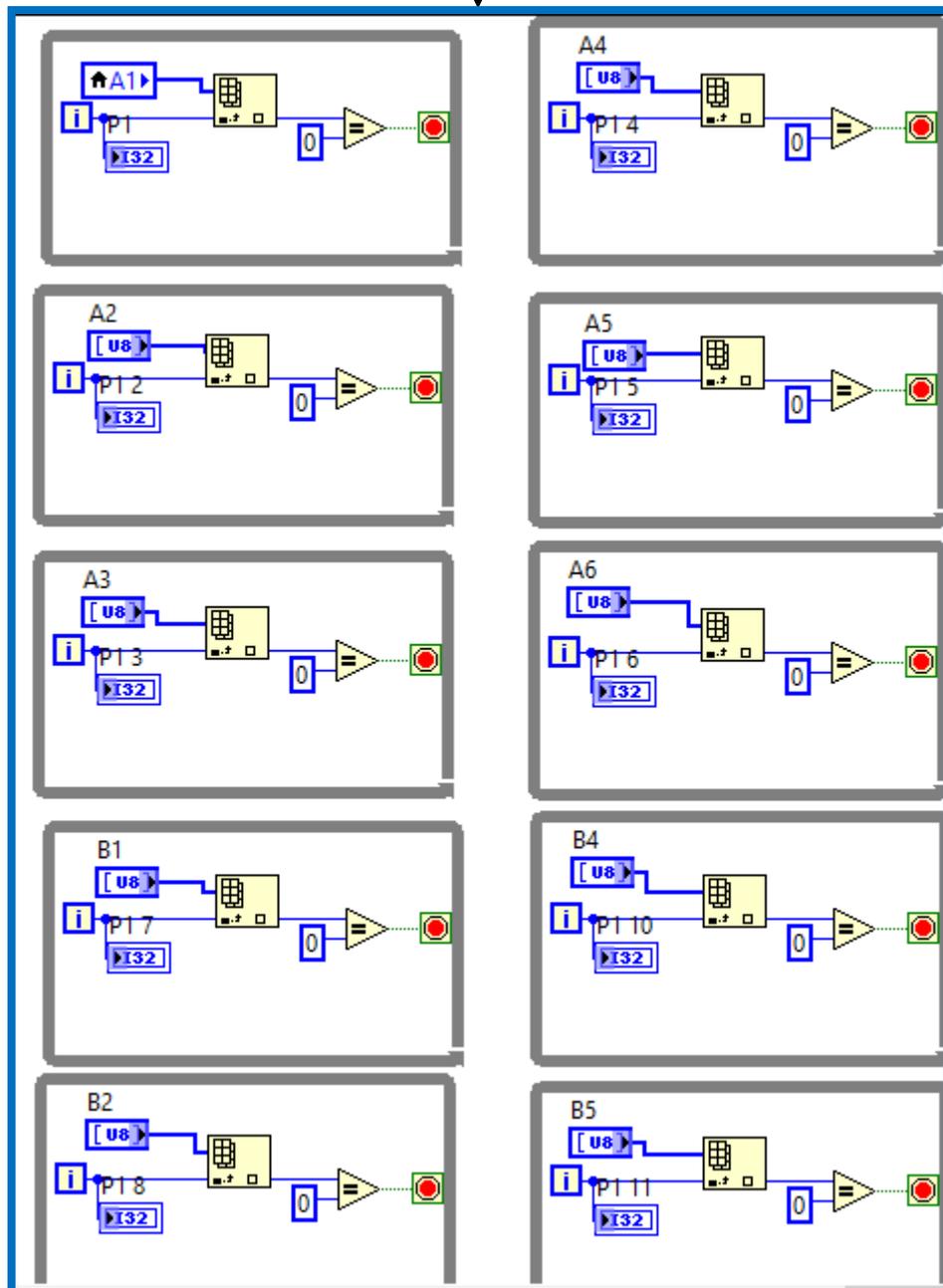


Figura 3.51: Almacena variables J1 o J2.

En la figura 3.51 se tiene el almacenamiento de cada valor de las seis buchacas para cada uno de los jugadores y el número de bola que se va ingresando en el juego, para el jugador 1 (J1) se representa con la letra A y el jugador 2 (J2) con la letra B.

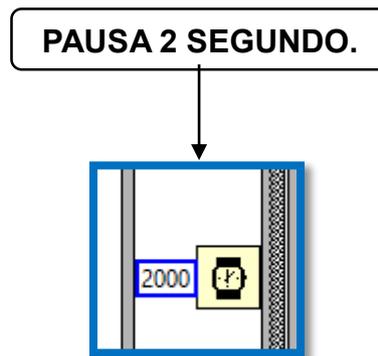


Figura 3.52: Pausa de procesos.

En la figura 3.52 se observa un reloj que da la pausa para cambiar de un proceso a otro que es de dos segundos, esta pausa se la realiza para el cambio de datos de cada uno de los bloques desde la toma de foto hasta el almacenamiento de las variables de los dos jugadores.

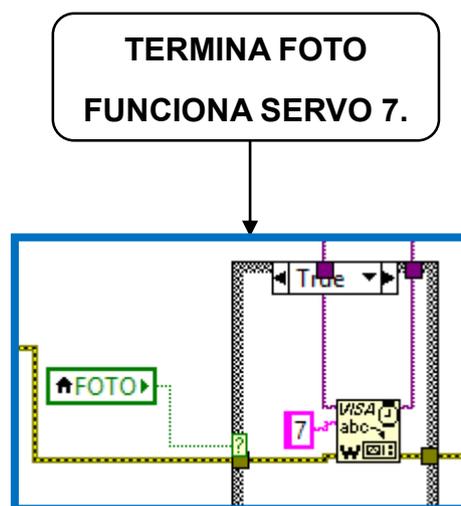


Figura 3.53: Funcionamiento del servo 7.

En la figura 3.53 se tiene la terminación de la rutina donde se toma la foto de la bola ya que cuando esto sucede este bloque realiza la comunicación con el microcontrolador donde le informa que ya tomó la foto y que inmediatamente abra la compuerta del servo 7 que es el último paso que tiene la bola para luego ser entregada al jugador.

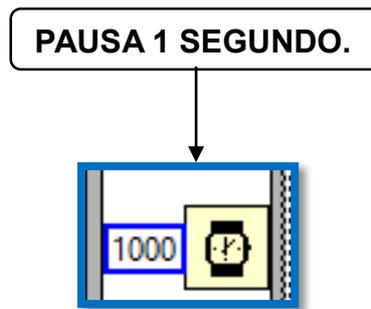


Figura 3.54: Pausa de comunicación.

En la figura 3.54 se tiene la pausa de la comunicación entre el programa y el microcontrolador, donde le informa que abra la compuerta final del servo donde se toma la foto de la bola que ha ingresado a la mesa.

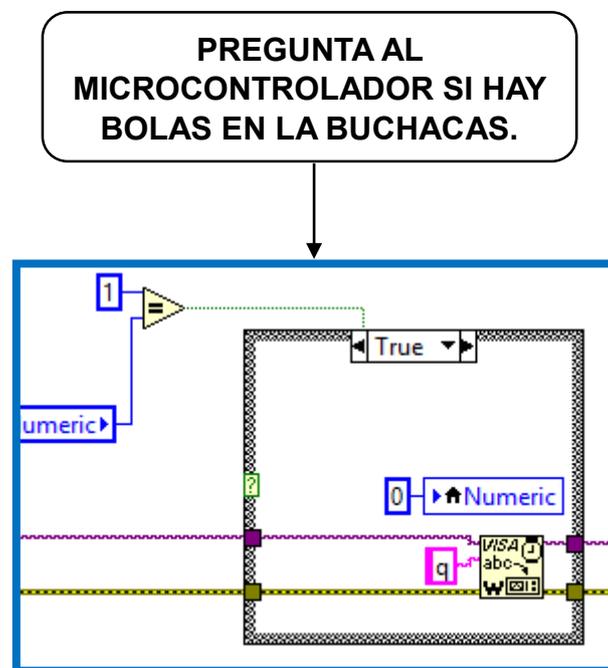


Figura 3.55: Pregunta al microcontrolador.

En la figura 3.55 se observa la última etapa del programa que es cuando la cámara toma la foto de la bola y le informa que la compuerta del servo 7 está vacía, entonces el microcontrolador sabe que tiene que abrir la compuerta de la buchaca respectiva donde ha ingresado la bola del juego, esto se realiza para que no se almacene las bolas en la compuerta final y realicen un proceso ordenado, toma la foto, le dice al microcontrolador estoy vacío envía otra bola y así sucesivamente.

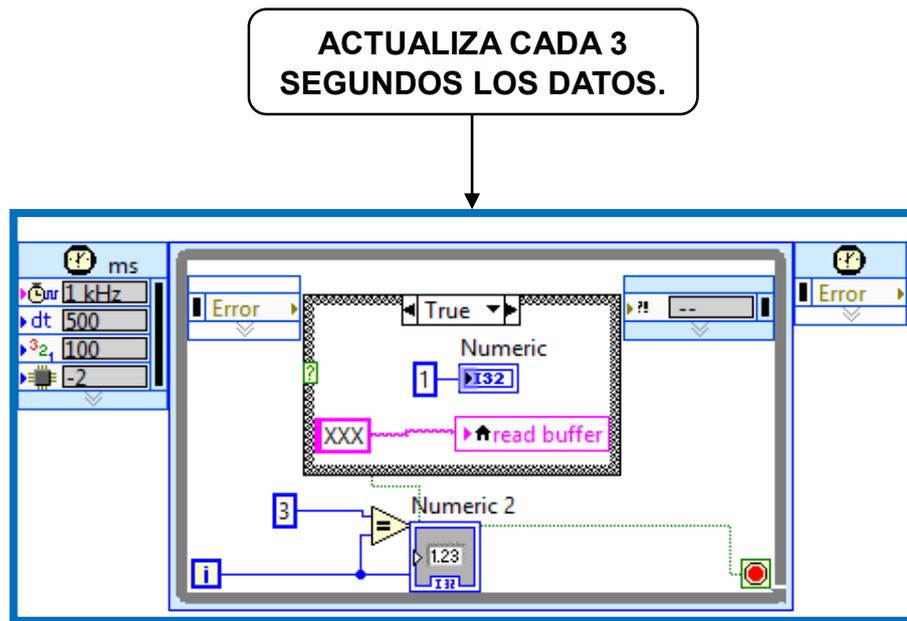


Figura 3.56: Actualización del sistema.

En la figura 3.56 se tiene la actualización de todo el sistema en general la pausa de tres segundos y la oscilación del programa que es de 1Khz donde se comunica cada uno de los procesos.

RETURN.

3.3.9 Tablas de datos de las fotos tomadas a las bolas.

Desde la tabla 3.1 hasta la tabla 3.16, se muestra el espectro de color de cada una de las bolas del juego, en estas tablas se encuentran varios valores numéricos que representan las tonalidades que tiene el color de la bola.

Estas tablas al momento que la cámara toma la foto a la bola, compara con los datos previamente guardados en las tablas con la información de la cámara y entrega el número de la bola a la pantalla.

Para llenar estas tablas se realiza un muestreo de las diferentes formas que pueda caer la bola en el punto central donde está la cámara, por ello se tiene tres posibles casos que son:

Primer caso: La bola totalmente llana.

Segundo caso: La bola llana con el número en el centro.

Tercer caso: La bola mitad llana y mitad el número.

- BOLA # 1



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2			
3			
4	68	60	60
5			
6			
7			
8			
9	1	15	10
10			
11			
12			
13			
14			
15	5	5	8
16			

Tabla 3.1: Espectro de color para bola 1.

- BOLA # 2



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	2	2	4
12	78	53	62
13			
14			
15	3	7	6
16	3	7	3

Tabla 3.2: Espectro de color para bola 2.

- BOLA # 3



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2	58	53	45
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9	1	5	10
10			
11			
12			
13			
14			
15	7	8	10
16	1	3	5

Tabla 3.3: Espectro de color para bola 3.

- BOLA # 4



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2	56	42	36
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9	12	3	6
10			
11			
12			
13			
14			
15	7	5	3
16	1	8	12

Tabla 3.4: Espectro de color para bola 4.

- BOLA # 5



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2	55	44	41
3			
4	6	3	18
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	1	3	1
12			
13			
14			
15	5	5	5
16			

Tabla 3.5: Espectro de color para bola 5.

- BOLA # 6



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8	26	9	21
9			
10	5	5	7
11			
12			
13			
14			
15	11	30	27
16	2	9	3

Tabla 3.6: Espectro de color para bola 6.

- BOLA # 7



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2	44	2	24
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	4	13	8
12			
13			
14			
15	15	58	34
16	2	4	2

Tabla 3.7: Espectro de color para bola 7.

- BOLA # 8



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	2	10	10
12	2	2	5
13			
14			
15	70	60	54
16	2	5	10

Tabla 3.8: Espectro de color para bola 8.

- BOLA # 9



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2			
3			
4	3	30	15
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	48	1	7
12			
13			
14			
15	8	8	5
16	9	1	3

Tabla 3.9: Espectro de color para bola 9.

- BOLA # 10



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	39	19	14
12	16	3	55
13			
14			
15	10	6	3
16	6	1	3

Tabla 3.10: Espectro de color para bola 10.

- BOLA # 11



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2	2	39	6
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9	16	14	1
10			
11	8	1	13
12			
13			
14			
15	5	5	4
16			

Tabla 3.11: Espectro de color para bola 11.

- BOLA # 12



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2	57	48	36
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9	34	6	12
10			
11			
12			
13			
14			
15	4	10	23
16	2	8	15

Tabla 3.12: Espectro de color para bola 12.

- BOLA # 13



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1	1	3	4
2	12	27	12
3			
4	9	15	2
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	2	5	4
12			
13			
14			
15	10	5	7
16			

Tabla 3.13: Espectro de color para bola 13.

- BOLA # 14



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10	10	5	2
11	11	16	40
12			
13			
14			
15	15	39	15
16	1	1	1

Tabla 3.14: Espectro de color para bola 14.

- BOLA # 15



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2	1	7	7
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11	35	19	12
12			
13			
14			
15	15	20	15
16	3	1	3

Tabla 3.15: Espectro de color para bola 15.

- BOLA BLANCA



	Primer Caso.	Segundo Caso.	Tercer Caso.
1			
2			
3			
4	12	7	2
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12	3	10	8
13			
14			
15			
16	1	3	7

Tabla 3.16: Espectro de color para bola blanca.

3.4 Implementación del sistema prototipo de monitoreo automatizado y marcador electrónico para mesas de billar.

3.4.1 Implementación de la circuitería del sistema.

Para la elaboración de la placa electrónica se utilizó el programa PROTEUS, mediante el diagrama esquemático en el punto 3.2.1.8 se guía el orden de los componentes y sus conexiones para su composición.

En la figura 3.57 se observa la elaboración de las pistas de la placa del proyecto.

Las dimensiones de la placa son las siguientes 0.105m de largo y 0.09m de ancho.

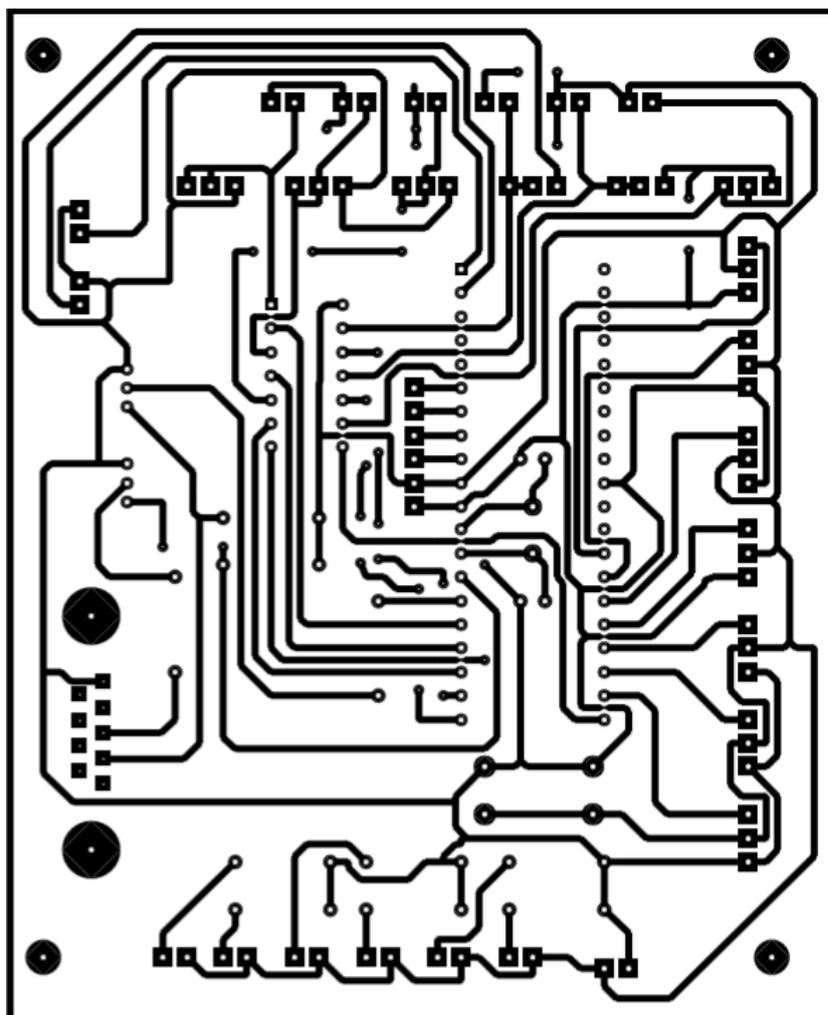


Figura 3.57: Placa electrónica del proyecto.

Luego de construir las pistas del proyecto se procede a elaborar el SCREEN de los elementos para poder colocarlos sobre la placa electrónica.

En la figura 3.58 se tiene la elaboración del SCREEN de los elementos de la placa electrónica.

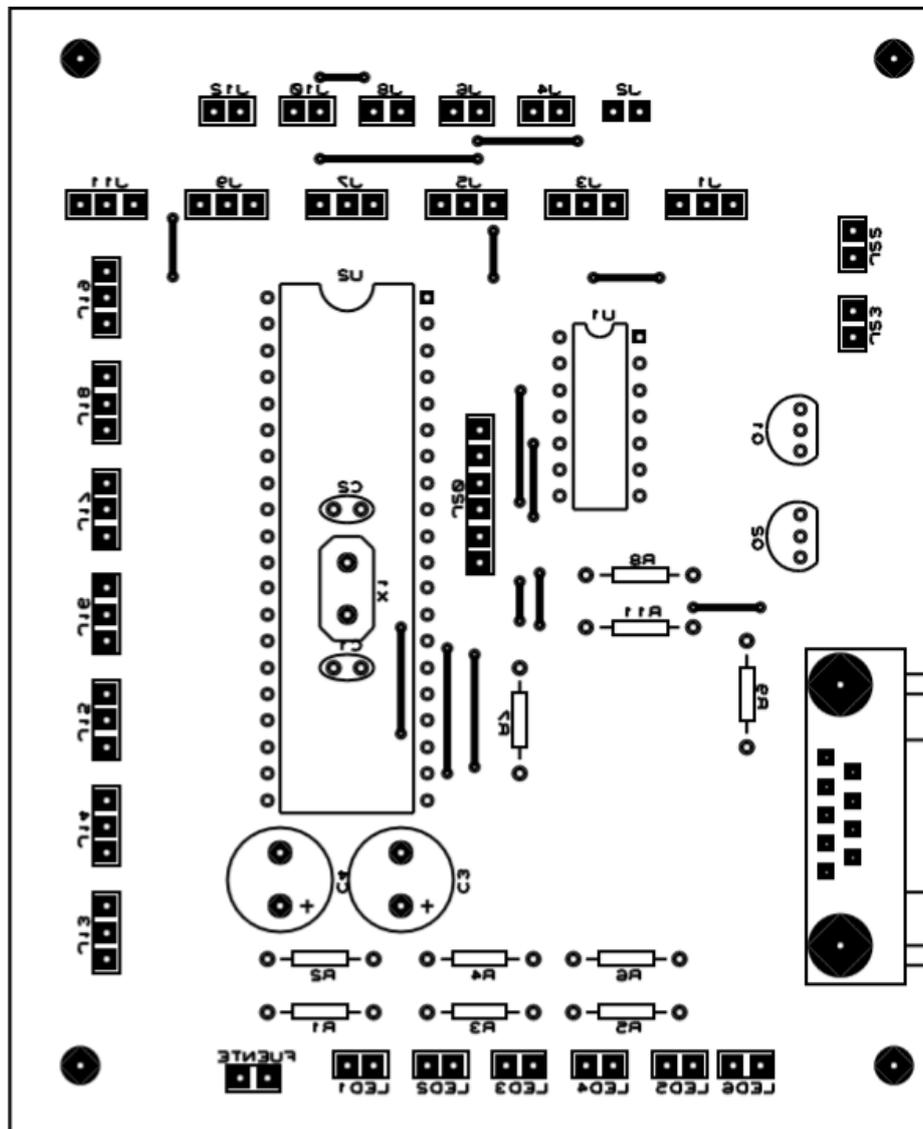


Figura 3.58: SCREEN de los elementos.

Luego se colocan los elementos en la placa electrónica y se procede a soldar cada uno de ellos.

Después se comprueba si la placa electrónica no posee algún cortocircuito por alguna pista errónea o mal conectada mediante el multímetro digital en los pines de los circuitos integrados y del conector principal que llega de la fuente.

En la figura 3.59 se obtiene la placa electrónica terminada con sus respectivos elementos.

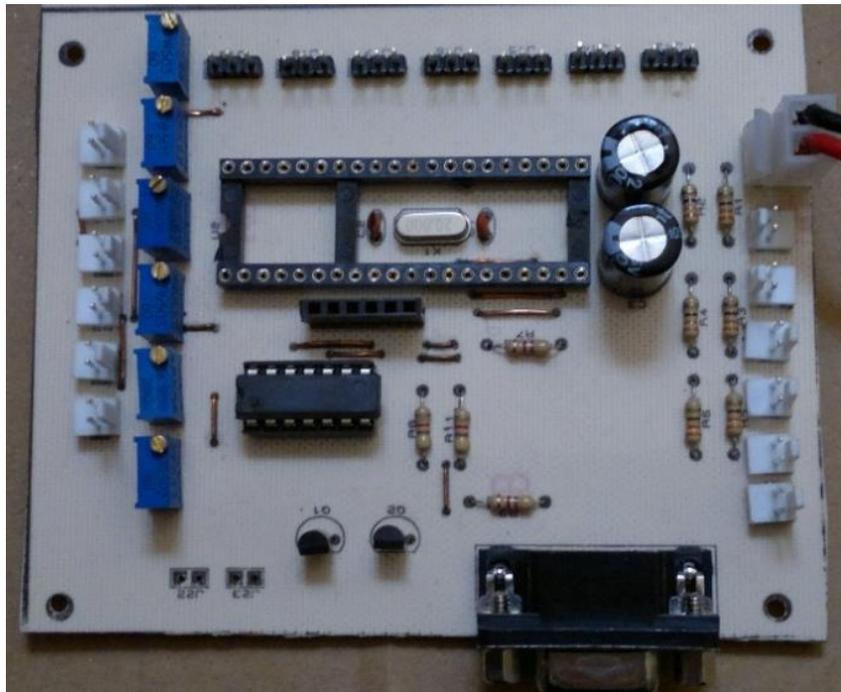


Figura 3.59: Placa electrónica terminada.

3.4.1.1 Comprobación de la placa electrónica.

Al terminar de armar y verificar que la placa electrónica no tiene ningún error se realiza la conexión entre los plug de la mesa con la placa y se procede a calibrar los potenciómetros como en la figura 3.14.

Una vez conectado todos los plug de la mesa se realiza la prueba de funcionamiento de la placa, se comprueba tres cosas importantes que son las siguientes:

- Lectura de los pulsos al pasar la bola por las canaletas.
- Manipulación de los servomotores.
- Comunicación serial a la PC.

En la figura 3.60 se observa la conexión de la placa con los plug de la mesa

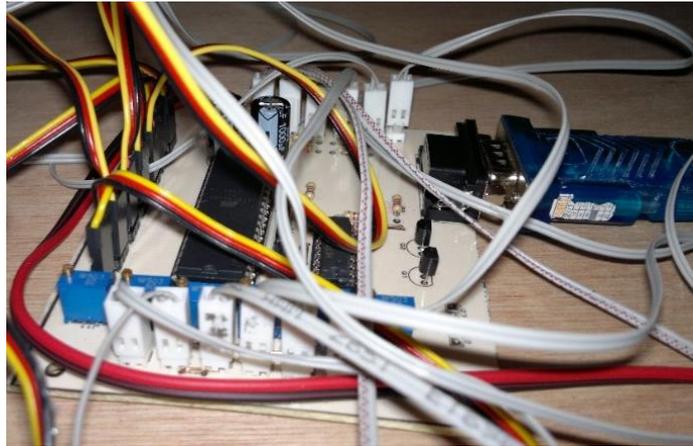


Figura 3.60: Conexión de la mesa con la placa.

En la figura 3.61 se tiene la conexión completa de la mesa, placa, pc y fuente de alimentación.

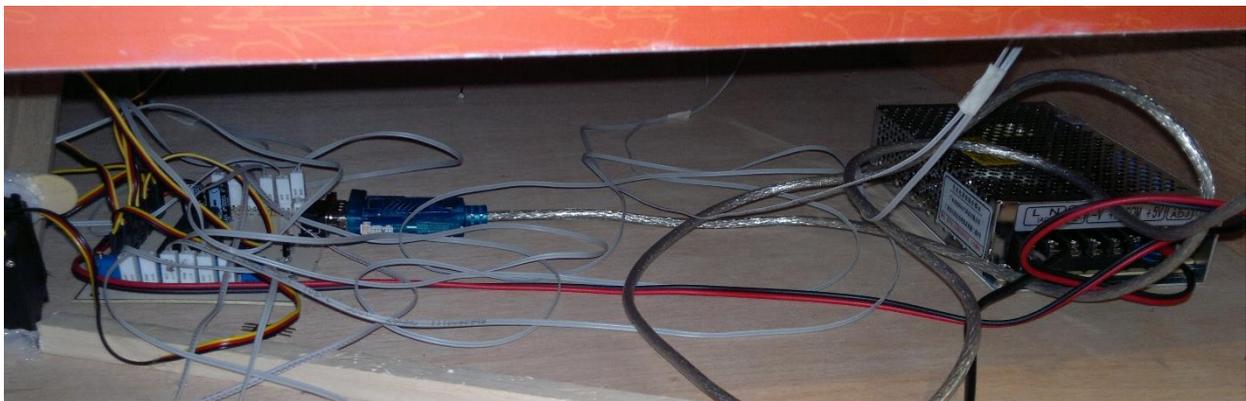


Figura 3.61: Conexión completa mesa, placa, pc y fuente.

3.4.1.2 Colocación de los conectores externos de la mesa.

El complemento de la mesa de billar es colocar sus conectores en la parte externa de la misma que cumplen funciones importantes para el funcionamiento de la mesa que son los siguientes:

- Entrada de 110V AC.
- Porta fusible 2A.
- Switch ON/OFF.
- Dos Conectores hembra USB (cámara y comunicación serial).

En la figura 3.62 se observa la colocación de los conectores en la parte externa de la mesa de billar.



Figura 3.62: Conectores externos de la mesa.

3.4.2 Implementación final del sistema prototipo.

Para la finalización de la mesa se coloca los adhesivos respectivos en los bordes de la misma.

En la figura 3.63 se observa la mesa con sus respectivos adhesivos colocados en alrededor.



Figura 3.63: Mesa terminada vista frontal.

En la figura 3.64 se obtiene la vista lateral de la mesa de billar terminada.



Figura 3.64: Vista lateral de la mesa.

En la parte final del sistema prototipo se tiene la interfaz gráfica en donde se muestra los parámetros del juego bola 8 respectivamente ya que la mesa se conecta con la computadora la cual envía la información al monitor para que los jugadores puedan visualizar el juego.

En la figura 3.65 se observa la interfaz gráfica final del sistema.

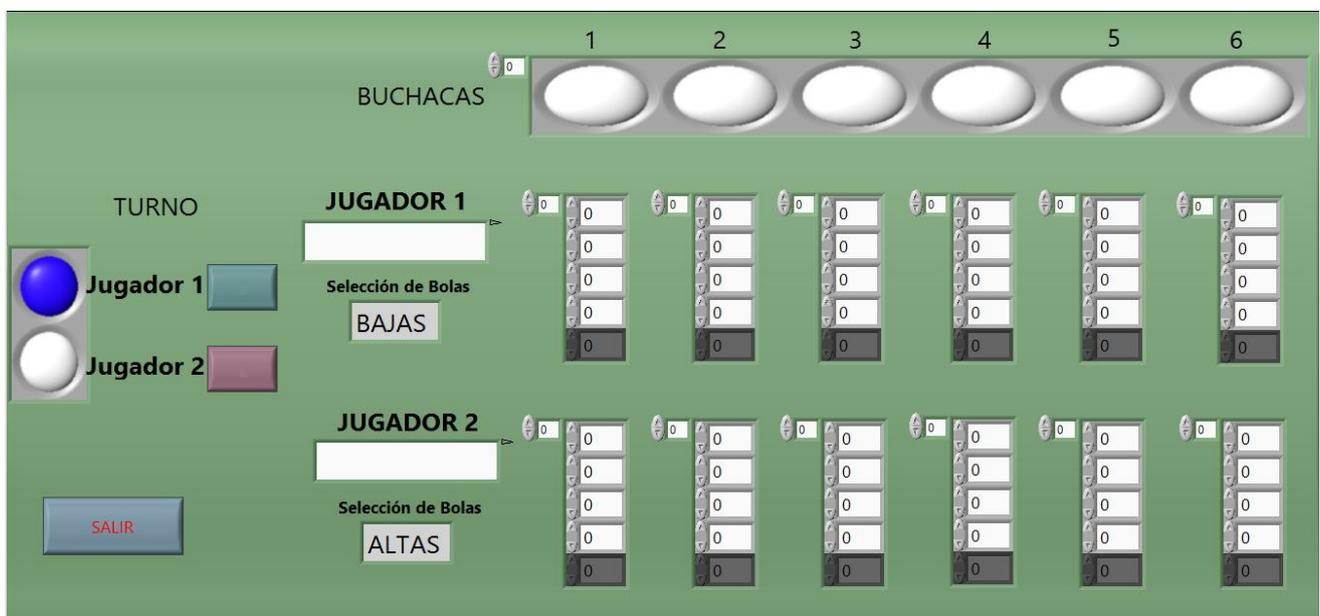


Figura 3.65: Interfaz gráfica del sistema prototipo.

3.5 Comprobación mediante pruebas el monitoreo del sistema automático prototipo y su funcionamiento.

3.5.1 Prueba de validación del sistema.

En la tabla 3.17 se muestra la prueba final del sistema mediante un check list para comprobar el funcionamiento de las distintas partes que componen su estructura.

MESA DE BILLAR AUTOMÁTICA.			
Actividad	Funciona		Observación
	Si	No	
Conexión del cable de poder.	√		
Switch ON/OFF de la mesa.	√		
Fuente de alimentación encendida.	√		
Reconocimiento de USB cámara a la PC.	√		
Reconocimiento de USB serial a la PC.	√		
Encendido de cámara.	√		
Comunicación de datos placa electrónica a la PC.	√		
Sensores de detección de bola.	√		
Funcionamiento del programa LABVIEW.	√		
Encendido del monitor como visualizador gráfico.	√		
Parámetros de juego en la pantalla del monitor.	√		Retardo de 8 segundos en la visualización al ingresar la bola

Tabla 3.17: Check list del sistema.

3.5.2 Prueba de ingreso de las bolas individualmente por cada buchaca.

En la tabla 3.18 se observa la prueba de las bolas por cada buchaca del juego, se ingresa un grupo de 4 bolas de distintos números en cada una de las 6 buchacas.

MESA DE BILLAR AUTOMÁTICA.											
Actividad.	Detección del sensor		Apertura del servomotor		Comunicación serial Placa a la PC		Foto de la cámara		Resultado en la pantalla		Observación
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Buchaca 1, Bola 1 (amarilla)	√		√		√		√		√		
Buchaca 1, Bola 2 (azul)	√		√		√		√		√		
Buchaca 1, Bola 3 (roja)	√		√		√		√		√		
Buchaca 1, Bola 4 (fucsia)	√		√		√		√		√		
Buchaca 2, Bola 5 (naranja)	√		√		√		√		√		
Buchaca 2, Bola 6 (verde)	√		√		√		√		√		
Buchaca 2, Bola 7 (café)	√		√		√		√		√		
Buchaca 2, Bola 8 (negra)	√		√		√		√		√		
Buchaca 3, Bola 9 (amarilla / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 3, Bola 10 (azul / blanca)	√		√		√		√		√		En esta buchaca presenta dos opciones bola 2 o 10

Buchaca 3, Bola 11 (roja / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 3, Bola 12 (fucsia / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 4, Bola 13 (naranja / blanca)	√		√		√		√		√		En esta buchaca presenta dos opciones bola 5 o 13
Buchaca 4, Bola 14 (verde / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 4, Bola 15 (café / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 4, Bola blanca	√		√		√		√		√		
Buchaca 5, Bola 9 (amarilla / blanca)	√		√		√		√		√		En esta buchaca presenta dos opciones bola 1 o 9
Buchaca 5, Bola 13 (naranja / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 5, Bola 15 (café / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 5, Bola 1 (amarilla)	√		√		√		√		√		
Buchaca 6, Bola 8 (negra)	√		√		√		√		√		
Buchaca 6, Bola 5 (naranja)	√		√		√		√		√		
Buchaca 6, Bola 14 (verde / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 6, Bola 11 (roja / blanca)	√		√		√		√		√		

Tabla 3.18: Prueba de todas las bolas en cada buchaca.

3.5.3 Prueba de dos bolas ingresadas a la misma vez en cada una de las buchacas de la mesa.

En la tabla 3.19 se observa la prueba donde se ingresa dos bolas de distintos números en una misma buchaca, esta prueba se realiza en las 6 buchacas de la mesa.

MESA DE BILLAR AUTOMÁTICA.											
Actividad.	Detección del sensor		Apertura del servomotor		Comunicación serial Placa a la PC		Foto de la cámara		Resultado en la pantalla		Observación
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Buchaca 1, Bola 1 (amarilla) – Bola 2 (azul)	√		√		√		√		√		
Buchaca 2, Bola 5 (naranja) – Bola 6(verde)	√		√		√		√		√		
Buchaca 3, Bola 8 (negra) – Bola 11 (roja / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 4, Bola 15 (café / blanca) – Bola 10 (azul / blanca)	√		√		√		√		√		
Buchaca 5, Bola 3 (roja) – Bola 7 (café)	√		√		√		√		√		
Buchaca 6, Bola 13 (naranja / blanca) – Bola 9 (amarillo / blanca)	√		√		√		√		√		

Tabla 3.19: Prueba de dos bolas en una misma buchaca.

3.5.4 Prueba de 3 bolas que ingresen en distintas buchacas a la misma vez.

En la tabla 3.20 se muestra la prueba en la que se lanza 3 bolas en diferentes buchacas de la mesa, la distribución es aleatorio en cualquiera de las buchacas.

MESA DE BILLAR AUTOMÁTICA.											
Actividad.	Detección del sensor		Apertura del servomotor		Comunicación serial Placa a la PC		Foto de la cámara		Resultado en la pantalla		Observación
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Buchaca 1, 3, 5 // Bola 1 (amarilla) – Bola 2 (azul) – Bola 3 (roja)	√		√		√		√		√		Primera bola en ingresar la 1 siguiente 2 y por último la 3
Buchaca 2,4,6 // Bola 5 (naranja) – Bola 8 (negra) – Bola 9 (amarilla / blanca)	√		√		√		√		√		Primera bola en ingresar la 5 siguiente 8 y por último la 9
Buchaca 4,5,6 // Bola 11 (roja / blanca) – Bola 13 (naranja / blanca) – Bola 15 (verde / blanca)	√		√		√		√		√		Primera bola en ingresar la 11 siguiente 13 y por último la 15
Buchaca 2,1,2 // Bola 4 (fucsia) – Bola 10 (azul / blanca) – Bola 2 (azul)	√		√		√		√		√		Primera bola en ingresar la 4 siguiente 10 y por último la 2

Tabla 3.20: Prueba de 3 bolas en distintas buchacas de la mesa.

3.5.5 Prueba de dos participantes en el juego de bola 8.

En la tabla 3.21 se observa la prueba del juego bola 8 mediante dos participantes en donde se comprueba el funcionamiento de todo el juego, en primer plano el jugador 1 ingresa bolas bajas y el jugador 2 altas, después se realiza otra partida pero al contrario jugador 1 ingresa bolas altas y el jugador 2 bajas.

Participantes	Visualización de los parámetros		Bolas bajas	Bolas altas	Resultado en el monitor		Bola errónea		Observación
	Si	No			Si	No	Si	No	
Jugador 1	√		√		√		√		El jugador 1 ingresó bolas que no le corresponde y en la pantalla sale un mensaje de pierde el turno
Jugador 2	√			√	√				
Jugador 1	√			√	√				
Jugador 2	√		√		√		√		El jugador 2 ingresó bolas que no le corresponde y en la pantalla sale un mensaje de pierde el turno

Tabla 3.21: Prueba de dos participantes en el juego bola 8.

CAPÍTULO 4.

RESULTADOS Y COSTOS.

4.1 Introducción.

En este capítulo se presentan las distintas pruebas de cómo funciona el proyecto en su estructura completa en tablas donde se detallan los resultados finales del sistema y su análisis. A más de ello una matriz FODA que evidencia las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que posee el proyecto. Por último se presenta el presupuesto y los costos directos e indirectos de los materiales para la elaboración del proyecto, donde se evidencia la inversión total del mismo.

4.2 Análisis de los resultados.

4.2.1 Análisis de la tabla 3.17.

En la tabla 3.17 se muestra todos los parámetros que contiene la mesa en su estructura general comenzando desde su encendido hasta llegar al visualizador gráfico que posee, en esta prueba se verifica todo el desenvolvimiento del sistema con el funcionamiento de la fuente de poder, la conexión USB donde está la placa electrónica y la cámara además su reconocimiento en la computadora de estos dos puertos, el normal funcionamiento del programa labview en la computadora, los sensores de las 6 buchacas que estén sensando al momento de pasar la bola y el interfaz gráfica donde entrega los resultados del juego bola 8.

En la entrega de datos por parte de la cámara y el programa existe un retardo de 8 segundos en ejecutar la foto desfragmentar el espectro de color y presentarla en el visualizador número de bola ingresada.

4.2.2 Análisis de la tabla 3.18.

En la tabla 3.18 se observa la prueba de todas las 16 bolas que existen en el juego bola 8 ingresando una a una por las distintas buchacas que tiene la mesa.

En esta tabla se tiene varios parámetros de comprobación el primero es si el sensor en las 6 buchacas detecta el paso de las bolas, en esta ocasión no existe ningún problema en el sensado, la bola al pasar por el sensor se encuentra con una compuerta que tiene acoplado un servomotor el cual da la apertura del mismo este funcionamiento es correcto en todas la buchacas, la comunicación serial de la placa al programa es la adecuada como se evidencia en la tabla, la cámara cumple un papel importante del sistema ya que da la imagen de la bola y la trasmite al programa para ser proceda por el mismo y dar el resultado final al interfaz gráfica del sistema.

En forma general la prueba de las bolas desde la 1 a la 8 no tiene ningún inconveniente en su valor numérico en la pantalla, pero las bolas que son rayadas cuando caen en el peor de los casos tienen un parecido con las bolas complementarias que poseen el mismo color pero se diferencia porque tienen una franja blanca en este caso el sistema brinda dos opciones que el usuario designe en la pantalla que bola es si es la lisa o la rayada, esto ocurre cuando la bola cae casi igual con su bola complementaria. En la prueba que se realiza hay problema en la bola 10, bola 9, bola 13, bola 14 como se observa en la tabla 3.18 solo sucede en las bolas rayadas cuando caen en su peor caso.

4.2.3 Análisis de la tabla 3.19.

En la prueba de la tabla 3.19 se observa el ingreso de dos bolas a la misma vez en una sola buchaca de la mesa.

En esta prueba se ingresa dos bolas arbitrariamente en una de las buchacas de la mesa ya que en el juego de bola 8 es posible que cualquier de los dos jugadores ingrese dos bolas al mismo tiempo y en una misma buchaca por lo tanto el sistema tiene la respuesta necesaria para solucionar esta acción como se ve en la tabla 3.19 no tiene ningún inconveniente por lo que los servomotores

tienen la función de detener las bolas en la canaleta y dar apertura una por una para que la cámara tome la foto a la bola que primero ingresa.

4.2.4 Análisis de la tabla 3.20.

En la tabla 3.20 se obtiene la prueba del ingreso de 3 bolas independientes en tres buchacas diferentes de la mesa al mismo tiempo.

En esta prueba se escoge 3 bolas distintas y se lanzan en 3 buchacas diferentes de la mesa, el sistema actúa y da prioridad a la bola que primero detecte el sensor, la cual otorga un orden específico para su visualización en la pantalla, en la tabla 3.20 se observa las distintas pruebas en varias buchacas dando como resultado óptimo cuando ingresa varias bolas en distintas buchacas a la vez.

4.2.5 Análisis de la tabla 3.21.

En la tabla 3.20 se observa la prueba donde juegan dos participantes la modalidad de bola 8 en la mesa de billa.

En esta prueba se ingresa primero el nombre de los dos jugadores, luego se escoge que participante ingresa las bolas bajas y las bolas altas, en el visualizador gráfico debe corresponder todos los parámetros del juego, el jugador 1 debe ingresar las bolas altas y el jugador 2 las bolas bajas, el jugador que no cumpla con esas condiciones en la pantalla se observa pierde el turno y por ende el otro jugador sigue con el juego, luego se realiza el juego cambiando de parámetros el jugador 1 ingresa bolas bajas y el jugador 2 las altas dando como resultado que el jugador 2 comete un error en el ingreso y en la pantalla sale un mensaje de pierde el turno.

4.3 Matriz FODA.

FORTALEZAS:

- El sistema posee una interfaz gráfica confiable y amigable para los jugadores.
- El programa labview que usa el sistema es un software de última generación en la ejecución de sistemas automáticos.
- El sistema brinda seguridad a los participantes para que el juego sea sin trampas.

OPORTUNIDADES:

- Salas de billar estarían interesados por adquirir el sistema para juegos masivos.
- Federaciones a nivel nacional podrían utilizar el sistema en los campeonatos nacionales de billar.
- Con este prototipo se puede ampliar la visión de construcción para otro tipo de juegos de mesa.

DEBILIDADES:

- Presupuesto alto para su construcción.
- El programa posee una licencia que se debe actualizar constantemente.
- Las variaciones externas del sistema podría causar desprogramación del microcontrolador.

AMENAZAS:

- El incremento en los precios de los elementos utilizados en la construcción del sistema, aumentaría el costo del mismo.
- El sistema puede ser vulnerable debido a la introducción de virus en la computadora del sistema.
- Golpes fuertes provocados en la mesa causarían descalibración y/o daños de dispositivos electrónicos.

4.4 Costos del proyecto.

4.4.1 Costos de materiales electrónicos (CME).

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
1	Ácido	\$ 0,30	\$ 0,30
1	Baquelita	\$ 4,00	\$ 4,00
1	Cable DB9 a USB	\$ 12,00	\$ 12,00
1	Cable de alimentación	\$ 2,00	\$ 2,00
2m	Cable de parlante	\$ 0,30	\$ 0,60
6m	Cable flexible de 8 hilos	\$ 0,80	\$ 4,80
2	Cable USB	\$ 5,00	\$ 10,00
2m	Cable UTP	\$ 0,40	\$ 0,80
1	Cámara WEB	\$ 18,00	\$ 18,00
2	Condensador electrolítico 1000uF - 25V	\$ 0,50	\$ 1,00
2	Condensadores de 20pF	\$ 0,15	\$ 0,30
1	Conector de corriente para grabadora	\$ 1,00	\$ 1,00
1	Cristal de 20Mhz	\$ 1,00	\$ 1,00
1	DB9 hembra	\$ 0,80	\$ 0,80
6	Diodo led de alto brillo	\$ 0,40	\$ 2,40
6	Fotorresistencia	\$ 0,80	\$ 4,80
1	Fuente de poder triple	\$ 75,00	\$ 75,00
1	Fusible de 2 A	\$ 0,20	\$ 0,20
1	Integrado 74LS14	\$ 1,50	\$ 1,50
1	Microcontrolador Atmel	\$ 10,00	\$ 10,00
1	Monitor Samsung LCD	\$ 200,00	\$ 200,00
1	Porta fusible	\$ 0,50	\$ 0,50
6	Potenciómetro de 50K Ω	\$ 1,00	\$ 6,00
1	Regleta de pines	\$ 0,30	\$ 0,30
6	Resistencia 330 Ω - 1/4 W	\$ 0,02	\$ 0,12
4	Resistencia 4.7 K Ω - 1/4 W	\$ 0,02	\$ 0,08
6	Servomotor	\$ 28,00	\$ 168,00
1	Swich ON/OFF	\$ 1,20	\$ 1,20
2	Transistor 2N 3904	\$ 0,50	\$ 1,00
2	Unión para USB	\$ 2,00	\$ 4,00
1	Zócalo de 14 pines	\$ 0,15	\$ 0,15
1	Zócalo maquinado de 48 pines	\$ 0,60	\$ 0,60
13	Zócalo para baquelita	\$ 0,12	\$ 1,56
		SUBTOTAL	\$ 534,01
		IVA 12%	\$ 64,08
		TOTAL	\$ 598,09

Tabla 4.1: Costos de materiales electrónicos.

4.4.2 Costos de materiales carpintería (CMC).

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
1	Estilete	\$ 2,00	\$ 2,00
1	Goma en barra	\$ 1,50	\$ 1,50
1	Mesa de billar prototipo	\$ 140,00	\$ 140,00
15	Palillos de helado	\$ 2,00	\$ 30,00
1	Pistola de silicona	\$ 5,00	\$ 5,00
10	Regleta de balsa	\$ 3,00	\$ 30,00
8	Silicona en barra	\$ 3,00	\$ 24,00
5	Tablas para cerrar la mesa	\$ 5,00	\$ 25,00
1	Tijera	\$ 2,50	\$ 2,50
8	Tiras de balsa	\$ 2,00	\$ 16,00
½ lb	Clavos de madera	\$ 2,50	\$ 2,50
		SUBTOTAL	\$ 278,50
		IVA 12%	\$ 33,42
		TOTAL	\$ 311,92

Tabla 4.2: Costos de materiales carpintería.

4.4.3 Costo mano de obra (CMO).

Mano de Obra	Valor
Mano de Obra Electrónica	\$ 200,00
Mano de Obra Carpintería	\$ 30,00
Mano de Obra Software	\$ 150,00
TOTAL	\$ 380,00

Tabla 4.3: Costos mano de obra.

4.4.4 Costos indirectos (CI).

Inversión	Valor
Papelería	\$ 80,00
Servicios Básicos (Agua, Luz, Teléfono, Internet)	\$ 90,00
Arriendo	\$ 200,00
Activos Fijos (Computadora, Muebles, Herramientas etc.)	\$ 150,00
TOTAL	\$ 520,00

Tabla 4.4: Costos Indirectos.

4.4.5 Costo total unitario (CTU).

CONCEPTO	Costos Fijos	Costos Variables
Costos de Materiales Electrónicos (CME).		\$ 598,09
Costos de Materiales Carpintería (CMC)		\$ 311,92
Costo Mano de Obra (CMO)		\$ 380,00
Costos Indirectos (CI)	\$ 520,00	
TOTAL	\$ 520,00	\$ 1290,01

Tabla 4.5: Costo Fijo y Variable Total.

Por lo tanto el costo total unitario del proyecto es igual a la suma del costo fijo total con el costo variable total, el cual se determina en la tabla 4.6:

Costo Fijo Total (CFT)	\$ 520,00
Costo Variable Total (CVT)	\$ 1290,01
Costo Total Unitario (CTU)	\$ 1810,01

Tabla 4.6: Costo Total Unitario.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Introducción.

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas en el transcurso del desarrollo del proyecto, dando a relucir todos los aspectos relevantes del mismo, a más de ello las recomendaciones para mejorar en el ámbito técnico del proyecto.

5.2 Conclusiones.

- Se diseñó e implementó un sistema prototipo acorde a las necesidades del juego bola 8 de una mesa de billar, brindando a los jugadores la facilidad de saber todos los datos del juego en el mismo tiempo de la partida.
- Los materiales electrónicos del proyecto poseen poco consumo de potencia en el funcionamiento óptimo de la mesa, dando así un consumo eléctrico bajo al trabajar todo el día el sistema.
- El microcontrolador del sistema es de la familia atmel que ofrece mayor velocidad en los procesos de comunicación entre software y PC, amas de ello la capacidad de aumentar aplicaciones nuevas por sus amplios puertos de entrada.
- La mesa de billar posee una cámara web que entrega resultados confiables y certeros de las bolas que ingresan al sistema dando así una fidelidad en los resultados obtenidos al momento de jugar.
- Para la comunicación entre la PC y la tarjeta electrónica de la mesa de billar se utiliza una comunicación asíncrona versátil mediante conectores USB y DB9 respectivamente.

- El programa labview es un software de última generación que brinda una interfaz amigable de programación para optimizar el funcionamiento del sistema de billar.
- La automatización del juego bola ocho ofrece una interfaz gráfica amigable para los participantes, mediante un software que satisface la demanda del juego con todas sus aplicaciones y visualiza los resultados en una pantalla.
- Para el mundo del billar este sistema implica mejorar el ámbito de juego convencional en uno interactivo entre el jugador y la mesa, brindando toda la información que el jugador necesita.
- Este nuevo sistema brinda seguridad a los jugadores de bola ocho para realizar un juego limpio sin trampas.

5.3 Recomendaciones.

- En la obtención de la foto de las bolas se puede investigar nuevos tipos de cámara web o convencional según el sistema operativo de la misma realizando cambios en la lectura de las imágenes del software labview.
- En la obtención de resultados idóneos del número de bola correcta para nuevos juegos de mesa se puede elaborar bolas especiales que contengan ya sea sensores, códigos o algún dispositivo que identifique las propiedades de la misma.
- Para la manipulación de las buchacas cuando ingresa la bola en el juego de billar con la ayuda de la mecatrónica se puede utilizar brazos robóticos que ayuden al proceso de selección de bolas.

- El programa utilizado posee una licencia para su funcionamiento, pero con estas ideas de construcción se puede dar la pauta para la creación de un programa que funcione en software libre con características similares.
- En el juego de bola ocho se puede implementar comandos de voz que le informe al jugador todos los pasos del juego como el turno, bola ingresada, buchaca respectiva.
- Con las nuevas tecnologías se puede implementar una comunicación ya no a la PC sino que con una aplicación específica a una Tablet con sistema operativo Windows phone para establecer mayor versatilidad.
- El sistema puede dar apertura a nuevas automatizaciones para otros tipos de juegos que no poseen una interfaz gráfica que muestre resultados del mismo, facilitando la modalidad de juego.

BIBLIOGRAFÍA:

- Wikipedia (2012). Billar. Obtenido el 10 de mayo de 2012 de <http://es.wikipedia.org/wiki/Billar>
- Humbert Sanz i Vaqué (2010). Juegos de billar. Obtenido el 1 de julio de 2010 de <http://www.humbertsanz.com/2010/07/juegos-de-billar.html>
- Unicrom (2002).LDR. Obtenido el 2 de agosto de 2012 de http://www.unicrom.com/Tut_ldr.asp
- Electronics Bus (2010). LDR. Obtenido el 4 de septiembre de 2012 de <http://electronicsbus.com/light-dependent-resistor-ldr-light-sensor-solar-lighting/>
- Foros Electrónica (2011). Schmitt Trigger. Obtenido el 7 de septiembre de 2012 de <http://www.forosdeelectronica.com/f25/exactamente-schmitt-trigger-304/>
- Daniele Dal Pan (2011). Disparador de Schmitt. Obtenido el 24 de febrero de 2013 de <http://es.scribd.com/doc/49483333/Disparador-Schmitt>
- Wikipedia (2011). Servomotor. Obtenido el 26 de enero de 2013 de <http://es.wikipedia.org/wiki/Servomotor>
- Yamid Ramírez (2010). Servomotor. Obtenido el 4 de marzo de 2013 de <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml>

- Wikipedia (2009). Cámara web. Obtenido el 21 de diciembre de 2012 de http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_web
- Wikipedia (2010). Sensor de imagen. Obtenido el 6 de mayo de 2012 de http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_imagen
- Wikipedia (2010). CCD. Obtenido el 8 de abril de 2013 de http://es.wikipedia.org/wiki/Charge-coupled_device
- Wikipedia (2010). CMO. Obtenido el 13 de junio de 2013 de http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_CMOS
- Tamayo (2009). Comunicación serial. Obtenido el 21 de junio de 2013 de <http://galaxi0.wordpress.com/el-puerto-serial/>
- Comunicación en serie. Obtenido el 12 de octubre de 2013 de <http://perso.wanadoo.es/pictob/comserie.htm>
- Wikipedia (2010). AVR. Obtenido el 15 de octubre de 2013 de <http://es.wikipedia.org/wiki/AVR>
- Dadman (2010). Microcontrolador. Obtenido el 2 de noviembre de 2013 de http://ladrillopixeles.blogspot.com/2010_11_01_archive.html

ANEXOS

ANEXO 1

Líneas de programación del microcontrolador.

PROGRAMA:

```

*****
***Declaración del microcontrolador a utilizar*****
$regfile = "M644def.dat"
$crystal = 20000000          'frecuencia de oscilación
$baud = 9600                'velocidad de comunicación
$hwstack = 100             'incremento de apuntadores
$swstack = 100
$framesize = 100
*****
***Creación de variables*****
Dim Datos As Byte
Dim A As String * 20
Dim Servo(10) As Byte
Dim Cnt As Byte
Dim Dato As Byte
Dim Bola(10) As Byte
Dim I As Byte
Dim Abre As Byte

*****
***Configuración de Interrupciones x Timer y Comunicación serial*****
Timer1 = 63536
On Timer1 Servos
Config Timer1 = Timer , Prescale = 1 'interrupción para generación de pulsos
para servos
Enable Timer1
Start Timer1
Config Portc = Output
On Urxc Receptor
Enable Urxc                'interrupción x comunicación serial

```

Enable Interrupts

Ddrd = 0

Portd = &B11111111

S1 Alias Portc.0

'asignación de pines para servos

S2 Alias Portc.1

S3 Alias Portc.2

S4 Alias Portc.3

S5 Alias Portc.4

S6 Alias Portc.5

S7 Alias Portc.6

!*****

!***Inicio de variables*****

Servo(1) = 24

Servo(2) = 24

Servo(3) = 24

Servo(4) = 24

Servo(5) = 24

Servo(6) = 24

Servo(7) = 23

Bola(1) = 0

Bola(2) = 0

Bola(3) = 0

Bola(4) = 0

Bola(5) = 0

Bola(6) = 0

Abre = 0

```

*****

****Salto de subrutina encerar*****

Gosub Encerar                                'encera todos los valores iniciales

*****

***impresión de inicio de secuencia de datos*****

Wait 1

Print "Iniciando programa....."

Print "continue....."

*****

**Lazo principal*****

Do

*****

***Sensado de ingreso de bola*****

    Datos = Pind And &B11111100

*****

***Selección de bola ingresado e incremento de contador individual*****

    If Datos <> 0 Then

        If Pind.2 = 1 Then : Incr Bola(1) : Waitms 100 : End If

        If Pind.3 = 1 Then : Incr Bola(2) : Waitms 100 : End If

        If Pind.4 = 1 Then : Incr Bola(3) : Waitms 100 : End If

        If Pind.5 = 1 Then : Incr Bola(4) : Waitms 100 : End If

        If Pind.6 = 1 Then : Incr Bola(5) : Waitms 100 : End If

        If Pind.7 = 1 Then : Incr Bola(6) : Waitms 100 : End If

    End If

*****

***Accionamiento individual de servos*****

    If Abre <> 0 Then

        If Abre = 1 Then Gosub S11

        If Abre = 2 Then Gosub S22

```

```

If Abre = 3 Then Gosub S33
If Abre = 4 Then Gosub S44
If Abre = 5 Then Gosub S55
If Abre = 6 Then Gosub S66
If Abre = 7 Then Gosub S77
  Abre = 0
End If

```

Loop

```

*****
***Subrutinas*****

```

Servos:

```

  Timer1 = 63536
  Incr Cnt          'levanta la palanca de servos y regresa
nuevamente
  If Cnt = 1 Then
    Set S1
    Set S2
    Set S3
    Set S4
    Set S5
    Set S6
    Set S7
  End If
  If Cnt = Servo(1) Then Reset S1
  If Cnt = Servo(2) Then Reset S2
  If Cnt = Servo(3) Then Reset S3
  If Cnt = Servo(4) Then Reset S4
  If Cnt = Servo(5) Then Reset S5

```

If Cnt = Servo(6) Then Reset S6

If Cnt = Servo(7) Then Reset S7

If Cnt = 200 Then Cnt = 0

Return

*****Recibe x interrupción datos seriales para hacer alguna acción*****

Receptor:

Dato = Inkey()

If Dato = "1" Then Abre = 1 'abre compuerta de cada buchaca

If Dato = "2" Then Abre = 2

If Dato = "3" Then Abre = 3

If Dato = "4" Then Abre = 4

If Dato = "5" Then Abre = 5

If Dato = "6" Then Abre = 6

If Dato = "7" Then Abre = 7

If Dato = "a" Then If Bola(1) > 0 Then Decr Bola(1) 'decrementa contador del número de bolas ingresadas

If Dato = "b" Then If Bola(2) > 0 Then Decr Bola(2)

If Dato = "c" Then If Bola(3) > 0 Then Decr Bola(3)

If Dato = "d" Then If Bola(4) > 0 Then Decr Bola(4)

If Dato = "e" Then If Bola(5) > 0 Then Decr Bola(5)

If Dato = "f" Then If Bola(6) > 0 Then Decr Bola(6)

If Dato = "p" Then 'imprime estado de las buchacas

For I = 1 To 6

If Bola(i) <> 0 Then Print "B" ; I

Next

End If

If Dato = "q" Then 'Da información más explícita de cada buchaca

```

    Print "B1" ; Bola(1) ; "B2" ; Bola(2) ; "B3" ; Bola(3) ; "B4" ; Bola(4) ; "B5" ;
    Bola(5) ; "B6" ; Bola(6)

```

```

    Print

```

```

    Print

```

```

    Print

```

```

End If

```

```

Return

```

```

!*****

```

```

!***Levanta y baja la palanca servo1*****

```

```

S11:

```

```

    Servo(1) = 15

```

```

    Waitms 250

```

```

    Servo(1) = 24

```

```

Return

```

```

!*****

```

```

!***Levanta y baja la palanca servo2*****

```

```

S22:

```

```

    Servo(2) = 15

```

```

    Waitms 200

```

```

    Servo(2) = 24

```

```

Return

```

```

!*****

```

```

!***Levanta y baja la palanca servo3*****

```

```

S33:

```

```

    Servo(3) = 15

```

```

    Waitms 250

```

Servo(3) = 24

Return

!*****

!***Levanta y baja la palanca servo4*****

S44:

Servo(4) = 15

Waitms 250

Servo(4) = 24

Return

!*****

!***Levanta y baja la palanca servo5*****

S55:

Servo(5) = 18

Waitms 185

Servo(5) = 24

Return

!*****

!***Levanta y baja la palanca servo6*****

S66:

Servo(6) = 15

Waitms 250

Servo(6) = 24

Return

!*****

!***Levanta y baja la palanca servo7*****

S77:

Servo(7) = 20

Waitms 300

Servo(7) = 23

Return

Encera valore iniciales**

Encerar:

Servo(1) = 24

Servo(2) = 24

Servo(3) = 24

Servo(4) = 24

Servo(5) = 24

Servo(6) = 24

Servo(7) = 23

Return

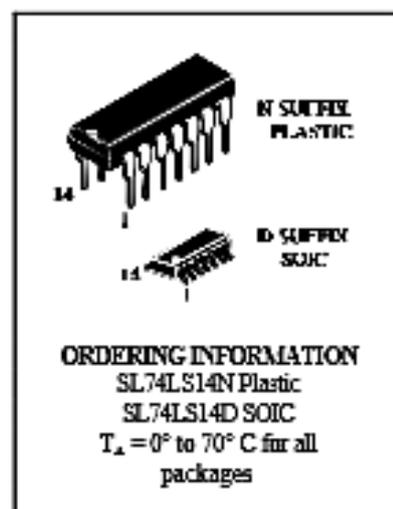
ANEXO 2

Datasheet: Inversora con Disparador Schmitt
74LS14.

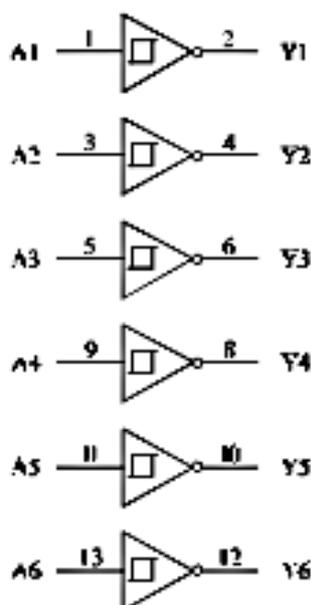
SL74LS14

Hex Schmitt-Trigger Inverter

This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function. Each input has hysteresis which increases the noise immunity and transforms a slowly changing input signal to a fast changing, jitter free output.

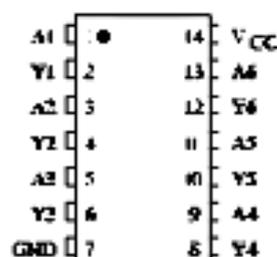


LOGIC DIAGRAM



PIN 14 = V_{CC}
 PIN 7 = GND

PIN ASSIGNMENT



FUNCTION TABLE

Inputs	Output
A	Y
L	H
H	L



SL74LS14

MAXIMUM RATINGS*

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{cc}	Supply Voltage	7.0	V
V_{in}	Input Voltage	7.0	V
V_{out}	Output Voltage	5.5	V
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation should be restricted to the Recommended Operating Conditions.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit
V_{cc}	Supply Voltage	4.75	5.25	V
I_{OH}	High Level Output Current		-15	mA
I_{OL}	Low Level Output Current		24	mA
T_A	Ambient Temperature Range	0	+70	°C

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS over full operating conditions

Symbol	Parameter	Test Conditions	Guaranteed Limit		Unit
			Min	Max	
V_{T+}	Positive-Going Input Threshold Voltage	$V_{cc} = 5\text{ V}$	0.5	1	V
V_{T-}	Negative-Going Input Threshold Voltage	$V_{cc} = 5\text{ V}$	1.4	1.9	V
$V_{T+} - V_{T-}$	Hysteresis	$V_{cc} = 5\text{ V}$	0.4		V
V_{IK}	Input Clamp Voltage	$V_{cc} = \text{min}, I_{in} = -18\text{ mA}$		-1.5	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{cc} = \text{min}, I_{OH} = -0.4\text{ mA}, V_I = 0.5\text{ V}$	2.7		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{cc} = \text{min}, I_{OL} = 4\text{ mA}, V_I = 1.9\text{ V}$		0.4	V
		$V_{cc} = \text{min}, I_{OL} = 8\text{ mA}, V_I = 1.9\text{ V}$		0.5	
I_{IH}	High Level Input Current	$V_{cc} = \text{max}, V_{in} = 2.7\text{ V}$		20	μA
		$V_{cc} = \text{max}, V_{in} = 7.0\text{ V}$		0.1	mA
I_{IL}	Low Level Input Current	$V_{cc} = \text{max}, V_{in} = 0.4\text{ V}$		-0.4	mA
I_{OC}	Output Short Circuit Current	$V_{cc} = \text{max}, V_o = 0\text{ V}$ (Note 1)	-20	-100	mA
I_{CC}	Supply Current	Total with outputs high	$V_{cc} = \text{max}$	16	mA
				21	
	Total with outputs low				



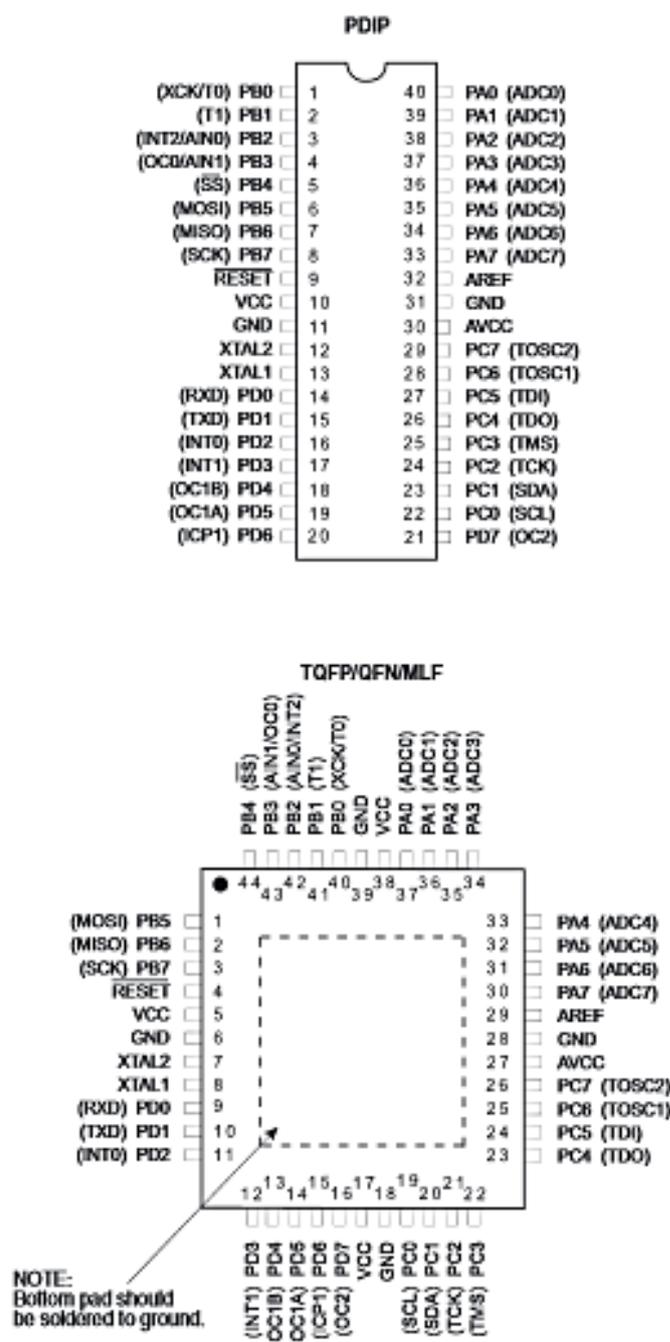
ANEXO 3

Datasheet: Microcontrolador Atmega 16.

ATmega16(L)

Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



Disclaimer

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

ATmega16(L)

Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram

