 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN RELOJ TARIFICADOR PARA JUEGOS DE BILLAR

Wilmer David Bolívar Cano

Pablo Esteban Zapata Calle

Ingeniería electrónica

David Andrés Márquez Vilorio

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

16 de febrero de 2017

Medellín, Colombia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Este trabajo de grado presenta una solución al problema de actualización de los relojes de billar del negocio billares Maracaibo, el cual cuenta con unos relojes desactualizados que presentan problemas de funcionamiento al contar con muchos años de uso y su deterioro es evidente.

La información suministrada por el cliente sobre el funcionamiento de los relojes de billar y las mejoras que él quiere hacerle para optimizar su rendimiento dentro del negocio requieren una actualización de tecnología, para lo cual cuenta con un presupuesto de trescientos mil pesos por unidad para su desarrollo.

Para realizar este trabajo se realizó una investigación sobre los relojes tarificadores que hay en el mercado, y se compararon con los que posee actualmente el establecimiento para hacer una mejora general sobre su aspecto y desempeño final.

En este proyecto se realizaron mejoras al módulo de visualización para el cual se empleó un LCD con caracteres grandes, reemplazando los tradicionales display de 7 segmentos. El reloj cuenta con un módulo RF para comunicación a distancia con la barra o mostrador, permitiendo a los clientes solicitar algún servicio o atención. El sistema de energización de respaldo es un módulo cuya función es proveer energía suficiente y dar tiempo para guardar los datos en caso de corte de la corriente. El módulo de interfaz máquina usuario se realiza por medio de pulsadores los cuales permiten ingresar los datos para configurar los ítems. La programación está basada en lengua C.

La caja portadora está hecha con lámina calibre 18, construida con una máquina de control computarizado numérico (CNC), dándole un perfecto acabado y permitiendo hacer copias exactamente iguales.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El resultado final es un reloj bien acabado y con buena funcionalidad acorde al objetivo establecido. Hay que tener en cuenta que el presupuesto puede variar debido a la fluctuación del dólar.

Palabras clave: Reloj Tarificador de Billar, Microcontrolador, Lenguaje C, Diseño Electrónico, Diseño de PCB.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos a los docentes del Instituto Tecnológico Metropolitano por su aporte en el conocimiento adquirido durante el proceso de aprendizaje, también se hace reconocimiento a los profesores Juan Felipe Monsalve y David Márquez por su buen asesoramiento y empeño en nuestro trabajo de grado, porque sin ellos no se hubiera alcanzado este logro, agradecemos al señor John Baena propietario de billares Maracaibo, porque de los relojes con que contaba el establecimiento, partió la idea del reloj tarificador.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

I²C: (Inter-Integrated Circuit) Protocolo diseñado como un bus maestro-esclavo. La transferencia de datos es siempre inicializada por un maestro; el esclavo reacciona.

SPI: (Serial Peripheral Interface) Protocolo serial de comunicaciones que utiliza cuatro pines

Master: Encargado de comandar las comunicaciones

Slave: Encargado de recibir ordenes

Clock: Señal de sincronismo

RTC: Reloj de tiempo real

Flash: Memoria de programa

EEProm: Es un tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente.

RAM: Memoria volátil, funciona mientras haya energía

LCD: Display alfanumérico de cristal liquido

RF: Radio frecuencia.

RF – RX: sistema de radio frecuencia encargado de transmitir.

RF – TX: sistema de radio frecuencia encargado de recibir.

CNC: control numérico computarizado

ASK: La modulación por desplazamiento de amplitud. Es una forma de modulación en la cual se representan los datos digitales como variaciones de amplitud de la onda portadora en función de los datos a enviar

Gerber: es un formato de archivo que contiene la información necesaria para la fabricación de la placa de circuito impreso o PCB

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	10
2	MARCO TEÓRICO	14
2.1	RELOJ TARIFIADOR DE BILLAR.....	14
2.2	MICROCONTROLADOR.....	15
2.3	PROTOCOLO I2C.....	16
2.4	SENSOR FIN DE CARRERA.....	16
2.5	PROGRAMACIÓN DE MICROCONROLADORES.....	17
2.6	DISPLAY LCD.....	18
2.7	MEMORIA EEPROM	20
2.8	CIRCUITO DEL RELOJ TARIFICADOR	21
2.9	DATOS RF (RADIO FRECUENCIA).....	21
2.10	FUENTE PRINCIPAL.....	22
2.11	FUENTE AUXILIAR	22
2.12	CAJA PORTADORA.....	23
2.13	SOFTWARE EAGLE.....	25
3	METODOLOGÍA.....	25
3.1	DISEÑO GENERAL DEL RELOJ TARIFICADOR DE BILLAR	25
3.2	DIAGRAMA DE BLOQUES DISEÑO GENERAL DEL RELOJ TARIFICADOR DE BILLAR 26	
3.3	DISEÑO DE MAINBOARD (TARJETA MADRE)	27
3.4	DISEÑO DE LA MAINBOARD EN EL PROGRAMA DE PCBs “EAGLE”	28
3.5	DISEÑO DE LA TARJETA DE TRANSMISION RF	31
3.6	SOFTWARE DE FUNCIONAMIENTO DE RF.....	32
3.7	DISEÑO DE LA TARJETA DE RECEPCIÓN DE RF	34
3.8	MÓDULO DISPLAY 7 SEGMENTOS	37
3.9	MANEJO DEL LCD	38
3.10	SOFTWARE LCD	38
3.11	CONFIGURACIÓN DEL RELOJ DE BILLAR	40
3.12	ITEMS DE CONFIGURACION	42
3.13	SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA	47
3.14	MEMORIA EXTERNA EEPROM	47

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.15	RELOJ RTC	49
3.16	DISEÑO DE LA CAJA PORTADORA	49
3.17	BOSQUEJO INICIAL DE LA CAJA PORTADORA	52
3.18	BOCETO EN RELIEVE.....	52
3.19	BOCETO RECTO	53
3.20	DISEÑO FINAL DE LA CAJA PORTADORA.....	54
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1	DISEÑO FINAL DE MAINBOARD EN PCB.....	56
4.2	TARJETA DE TRASMISION RF – TX.....	57
4.3	DISEÑO FINAL DE LA TARJETA DE RECEPCION DE DATOS.	58
4.4	RESULTADO FINAL DEL RELOJ TARIFICADOR DE BILLAR.....	59
4.5	CONFIGURACION DEL RELOJ TARIFICADOR DE BILLAR.....	60
4.6	ITEMS	61
5	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	67
5.1	CONCLUSIONES.....	67
5.2	RECOMENDACIONES.....	68
5.3	TRABAJOS FUTUROS	68
	REFERENCIAS	69

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE IMAGENES

Figura 1 Reloj tarificador de billar (favero, favero, 2014)	14
Figura 2 Microcontrolador (electronicaestudio, 2015)	15
Figura 3 Protocolo I2C ejemplo de intercomunicación. (Diaz, 2004).....	16
Figura 4 Sensor fin de Carrera. (tu proyecto.com, 2015).....	17
Figura 5 Display 7 segmentos. (multilogica-shop, s.f.).....	18
Figura 6 LCD 20X4 normal (gravitech, 2105).....	18
Figura 7 Display de LCD 20X4 grande. (hwkitchen, 2015).....	19
Figura 8 Memoria EEPROM. (5herzelectronica, s.f.).....	20
Figura 9 Muestra de caja portadora tarificador de billar. (INDUSTRIAL, s.f.)	23
Figura 10 Tarificador de billar muestra de caja portadora 1. (favero, favero, 2014).....	24
Figura 11 Tarificador de billar muestra de caja portadora 2. (favero, favero, 2014).....	24
Figura 12 Ideal principal del cliente	26
Figura 13 Diseño general reloj tarificador de billar.....	27
Figura 14 Diseño circuito principal en protoboard	28
Figura 15 Diseño esquemático de la MainBoard.....	29
Figura 16 Circuito impreso capas TOP y BOTTOM de la tarjeta madre	30
Figura 17 diseño circuito impreso capa TOP	30
Figura 18 Circuito impreso capa BOTTOM	31
Figura 19 Diagrama de flujo de la transmisión RF.....	33
Figura 20 Diagrama de flujo de recepción de datos RF.....	35
Figura 21 Kit Módulos RF 433 MHz Ask Transmisor y Receptor usado en el proyecto	37
Figura 22 diagrama de desempeño de los pulsadores del reloj de billar	41
Figura 23 Acumulado de venta	42
Figura 24 Configura el valor del minuto en horario normal.....	42
Figura 25. Configuración del reloj.	43
Figura 26 Configuración ítem 4 contadores en cero.....	43
Figura 27 ítem 5 Visualización de la fecha y hora.	44
Figura 28 Configuración de horario de poca demanda.....	44
Figura 29 Asignación de del número de la mesa.....	45
Figura 30 Configuración del horario de oferta	45
Figura 31 Apagado de la pantalla	46
Figura 32 Visualiza el setup	46
Figura 33 modelos de cajas de reloj de billar.....	49
Figura 34 Reloj de billar del cliente	50
Figura 35 visualización interna reloj del cliente.....	51
Figura 36 Esquema en software.....	52

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Figura 37 Esquema de reloj rectangular	53
Figura 38 Caja portadora.....	54
Figura 39 Cotización de caja portadora.....	55
Figura 40 capas TOP y BOTTOM ensambladas.....	56
Figura 41 Tarjeta Rf -Tx	57
Figura 42 Display con datos de la tarjeta receptora	58
Figura 43 Reloj de billar funcional.....	59
Figura 44 Reloj tarificador de billar completo.....	60
Figura 45 Explicación de pulsadores de configuración	60
Figura 46 Visualización del primer ítem	61
Figura 47 item2	62
Figura 48 Configuración de hora	62
Figura 49 Contador de venta en cero.....	63
Figura 50 Visualización de hora.....	63
Figura 51 Configuración del minuto de juego	64
Figura 52 Asignación de mesa	64
Figura 53 Horario de oferta.....	65
Figura 54 Tiempo de apagado.....	65
Figura 55 Visualización de todos los ítems de configuración.....	66

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1 INTRODUCCIÓN

GENERALIDADES

En la última década la tecnología ha ofrecido innovación para solucionar problemas frecuentes en la industria, por lo que ha generado curiosidad a las personas que desean mejorar o modernizar toda clase de negocios buscando soluciones tecnológicas para la optimización de tiempos y ahorros de dinero que facilitan la administración.

El reloj tarificador para billar es un proyecto que va orientado a los negocios donde prestan los servicios de entretenimiento con juegos de billar. Muchos de estos establecimientos cuentan con gran cantidad de mesas de billar y el control de administración de cada mesa de billar se hace manualmente, lo que hace tediosa la administración en cuanto a la atención al cliente y el cobro por tiempo jugado en cada mesa de billar.

Actualmente este tipo de reloj existe en el mercado con valores aproximados entre cuatrocientos cincuenta mil pesos y novecientos mil pesos, dependiendo de las características que posean.

El reloj tarificador de billar diseñado cuenta un display LCD de 20x4 de carácter grande, para facilitar su visualización, además de permitir colocar el nombre del establecimiento. El diseño de la PCBs y los esquemáticos se realizó en el software de EAGLE, del cual se extrajo el archivo Gerber que fue enviado a la empresa fabricante de tarjetas las cuales fueron ensambladas y programadas bajo el lenguaje C.

Otra característica importante de este proyecto es la comunicación RF, la cual permite una comunicación por radio frecuencia con la barra o mostrador. Su sistema de respaldo de energía está basado en una batería de 9V, el cual está diseñado con el objetivo de evitar

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

perdida de datos en un corte de energía. La configuración del reloj se realiza mediante pulsadores que son los encargados de programar los ítems de funcionamiento, el diseño de la caja portadora se basó en diseños existentes y fue construida por una empresa que desarrolla productos mediante control numérico computarizado.

El proyecto se financio por cuenta del grupo de trabajo con un presupuesto de trecientos mil pesos, que son los costos del PCB, diseño de la caja portadora del dispositivo, LCD y circuitos integrados necesarios.

La expectativa de este proyecto es dar solución a un problema propuesto desde el sector de comercios de billar, poniendo en práctica conocimientos adquiridos durante la carrera, desarrollando una visión de cómo generar soluciones ingeniosas, innovadoras y económicas.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un reloj tarificador digital para juegos de billar con el cual se pueda tener control de tiempos y tarifas de usuarios, además que cuente con un sistema inalámbrico de llamado al mostrador para solicitar servicio, cumpliendo con los requerimientos de los clientes en cuanto a usabilidad, estética y precio.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Específicos

- Determinar la estructura y funcionamiento de los actuales relojes tarificadores de billar comerciales para definir un diseño que cumpla con todos los requerimientos en este tipo de dispositivo.
- Diseñar e implementar el hardware para realizar todas las funciones necesarias en cuanto a funcionalidad y tamaño, anexando al diseño comercial las sugerencias proporcionadas por el cliente para solucionar los problemas encontrados.
- Diseñar el software necesario que garantice un buen funcionamiento del tarificador de billar garantizando una interfaz de usuario amigable para una fácil configuración del dispositivo.
- Validar el funcionamiento del dispositivo completamente ensamblado y programado a través de diferentes pruebas para todas las configuraciones que ofrece el dispositivo, y su función en cuanto a la parte física.

ORGANIZACIÓN

- **Introducción:** en este capítulo se explica brevemente cual es el objetivo del proyecto reloj tarificador de billar, sus implicaciones y su desarrollo final.
- **Marco teórico:** este capítulo hace énfasis en los diferentes elementos utilizados en el proyecto y sus especificaciones técnicas, modo de empleo y restricciones.
- **Metodología:** en este capítulo se explica paso a paso el diseño y la realización del reloj tarificador de billar, abarcando desde las pruebas de laboratorio hasta su desarrollo final.
- **Resultados y discusiones:** se muestra la documentación gráfica de todos los elementos terminados y probados que componen los correspondientes módulos de la tesis.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Conclusiones y recomendaciones:** en este capítulo se evalúa si se lograron los objetivos planteados en todas sus etapas, expresando los inconvenientes en su desarrollo y futuras recomendaciones para optimizar su funcionalidad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2 MARCO TEÓRICO

2.1 RELOJ TARIFIADOR DE BILLAR

En definición un reloj tarificador de billar es un dispositivo que se encarga del conteo del tiempo para hacer la conversión a dinero de cada minuto jugado en una mesa de billar. El conteo del tiempo empieza cuando sacan las bolas de billar que el reloj tiene en su interior.

El valor de cada minuto depende del administrador del negocio por lo tanto el reloj tiene que tener un panel de programación de hora y valor para alta o baja demanda, ya que dependiendo del horario varia el valor. También contara con un botón de llamado a la barra (centro de servicio) por si la mesa necesita asistencia o simplemente consumir algún producto.



Figura 1 Reloj tarificador de billar (favero, favero, 2014)

2.2 MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador es un dispositivo encargado de controlar procesos. También se les dice computadora integrada por que cuenta en su interior con unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos, ver Figura 2. Todo esto va interconectado dentro del microcontrolador lo que hace que su finalidad de controlar sea limitada por las características internas como puertos S/A, velocidad, entre otros. (electronicaestudio, 2015).

Es necesario el uso del microcontrolador en este proyecto porque este realiza todas las tareas de contabilizar tiempos y hacer la conversión de tiempo a dinero. Este dispositivo fue programado con una secuencia de instrucciones para que se puedan cambiar los precios y horarios de baja o alta demanda.

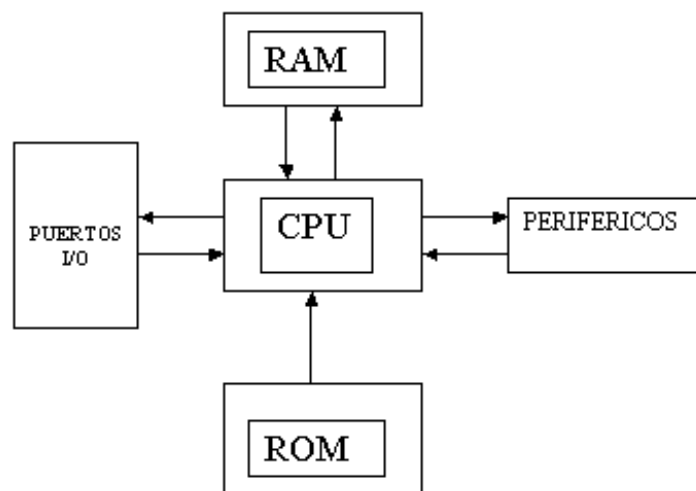


Figura 2 Microcontrolador (electronicaestudio, 2015).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.3 PROTOCOLO I2C

El protocolo I2C es un bus de comunicación en serie creado por Philip en 1980 donde la versión 1.0 es de 1992 y la versión 2.1 data del año 2000. La velocidad es de 100kbits/s aunque también permite velocidades de 3.4 kbits/s. Es un bus muy utilizado en la industrial para comunicar microcontroladores con sus periféricos en un mismo circuito integrado.

Una de las principales características de la comunicación I2C es que cuenta con dos líneas: SDA para mandar los datos y SCL que es el reloj. El GND es la línea a tierra. Ver Figura 3.

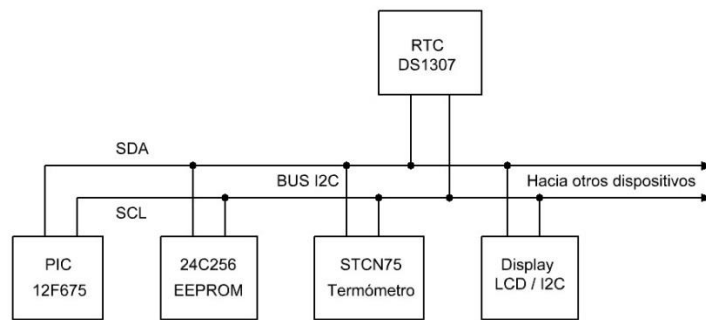


Figura 3 Protocolo I2C ejemplo de intercomunicación. (Diaz, 2004)

2.4 SENSOR FIN DE CARRERA

Es un dispositivo electromecánico que consta de un accionador unido a una serie de contactos, cuando un objetivo entra en contacto con el accionar, el dispositivo activa los contactos para establecer o interrumpir una conexión eléctrica. Están compuestos por dos partes, un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Estos son sensores de contacto que muestran una señal eléctrica ante la presencia de un movimiento mecánico. Son utilizados ampliamente en ambientes

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

industriales para censar la presencia de objetos en una posición específica. (slideshare, 2015).

Se hace uso del sensor fin de carrera que está ubicado dentro del reloj en la parte donde están las bolas de billar con el fin de validar la presencia de estas mismas.



Figura 4 Sensor fin de Carrera. (tu proyecto.com, 2015)

2.5 PROGRAMACIÓN DE MICROCONROLADORES.

La programación del reloj de billar está basada en lenguaje C. Este es un lenguaje de programación de propósito general que ofrece sintaxis de alto nivel, control de flujo, estructuras sencillas y un buen conjunto de operadores. Esto lo hace un lenguaje potente, con un campo de aplicación ilimitado y se aprende rápidamente Por lo que en poco tiempo un programador puede utilizar la totalidad del lenguaje. (Sequera, s.f.)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El lenguaje C fue usado para realizar la programación del reloj desarrollando un menú de opciones donde el cliente puede cambiar los valores de los precios en horarios de alta y baja demanda que se pueden leer en el display LCD y cambiar con los tres pulsadores que cuenta el dispositivo.

2.6 DISPLAY LCD

El display del reloj de billar que nuestro cliente ha usado es de 7 segmentos, para este trabajo no es una opción viable puesto que no contiene caracteres alfanuméricos, y el consumo de energía es alto, ver Figura 5.



Figura 5 Display 7 segmentos. (multilogica-shop, s.f.)

Otra opción que se ha usado en este tipo de trabajos es un display LCD de 20X4 con un tamaño de letra pequeño, pero la visualización se dificulta tanto para los clientes como para el administrador, ver la Figura 6.



Figura 6 LCD 20X4 normal (gravitech, 2105).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Es por esto que en este trabajo se utilizó un LCD alfanumérico 20x4 de letra grande para mejorar la visualización a 4 metros de distancia y con esto no solo se mejora la apariencia física, sino también sus prestaciones, ver la Figura 7. Este display se consigue importado con un precio estimado de veinticinco dólares, tiene muy bajo consumo de energía si se lo compara con el display 7 segmentos, y son compatibles con la tecnología CMOS, característica que permite que se utilicen otras versiones en equipos portátiles (ejemplo: los relojes de pulsera, calculadoras, etc.).



Figura 7 Display de LCD 20X4 grande. (hwkitchen, 2015)

Estos displays LCD tienen una vida útil aproximada de 50,000 horas. Hay diferentes tipos de presentaciones y son muy fáciles de configurar. Hay desde visualizadores comunes de 7 segmentos hasta una matriz de puntos.

El líquido de un display LCD está entre dos placas de vidrio paralelas con una separación de unos micrones. Estas placas de vidrio tienen unos electrodos especiales que definen con su forma los símbolos y caracteres que se visualizarán.

Cuando se aplica la polarización adecuada entre los electrodos, aparece un campo eléctrico entre éstos y causa que las moléculas del líquido se agrupen en sentido paralelo al

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

campo eléctrico causando que aparezca una zona oscura sobre un fondo claro lo que se conoce como contraste positivo. De esta manera aparece la información que se desea mostrar. (Sequera, pág. 2015).

2.7 MEMORIA EEPROM

EEPROM es la sigla para “*Erasable Programmable Read Only Memory*” que se puede traducir como Memoria programable borrable de solo lectura, ver Figura 8. Como su nombre sugiere, una EEPROM puede ser borrada y programada con impulsos eléctricos. Al ser una memoria que se puede borrar usando electricidad, podemos realizar todas las operaciones de reprogramación sin tener que desconectarla de la placa.

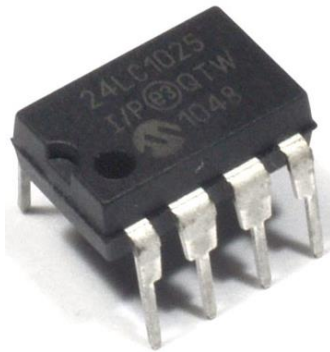


Figura 8 Memoria EEPROM. (5herzelectronica, s.f.).

La memoria EEPROM cumple un papel importante en este proyecto puesto que guarda la información de consumo y tiempo jugado en el reloj tarificador, y mantiene la información a salvo pese a que este desconectado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.8 CIRCUITO DEL RELOJ TARIFICADOR

La flexibilidad de trabajo que nos ofrece el bus I2C es útil en situaciones en las que necesitamos controlar dispositivos o aplicaciones donde la exactitud horaria es un factor fundamental. El DS1307 de Dallas Semiconductor (Maxim) es un dispositivo que se conoce como “Reloj de Tiempo Real” (Real Time Clock – RTC) que opera a través del bus I2C y que además de brindarnos la hora con minutos y segundos, posee un calendario que contempla los años bisiestos hasta fin de siglo, es decir, hasta el año 2100.

Entre las características destacadas, posee una salida configurable por software que utilizamos como “*segundero luminoso*”, y da la posibilidad de trabajar con una pequeña batería para almacenar los datos mientras el sistema se encuentra desconectado de la alimentación. Además, esta pequeña alimentación de respaldo permite mantener funcionando el oscilador maestro del reloj con un bajo consumo de 300nA según su hoja de datos. Una batería de Litio CR2032 puede brindarnos un funcionamiento satisfactorio durante 10 años.

2.9 DATOS RF (RADIO FRECUENCIA)

Tradicionalmente se han utilizado dispositivos de captura y transmisión de datos que están conectados físicamente por cable a un computador central, lo que implica acercar los procesos de las empresas a dichos dispositivos. Las respuestas que exige el mercado a las empresas de hoy, demandan de tecnología móvil e inalámbrica que sea capaz de acercarse a los procesos sin tener la dependencia de un cable físico para interactuar con las computadoras.

Esta comunicación inalámbrica utiliza la tecnología de Radio Frecuencia (RF), que desde un punto de vista muy simple, utiliza el aire como medio de comunicación en lugar de cables.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Una de las mejoras a agregar al tarificador de billar es implementar un dispositivo de radio frecuencia con el fin de acercar el cliente con los meseros. Ya que se plantea tener un botón de llamado en el tarificador para comunicar al cliente con la barra de servicio. Solo con tocar el botón los meseros se desplazarán hacia la mesa de billar asignada y se les tomaran el pedido.

2.10 FUENTE PRINCIPAL

Es un dispositivo electrónico capaz de generar una diferencia de potencial entre sus terminales para generar una corriente Eléctrica. En otras palabras, son dispositivos que nos proveen el voltaje necesario para que los circuitos electrónicos funcionen. Nuestro diseño se alimenta con una fuente de 12 voltios tipo cargador.

2.11 FUENTE AUXILIAR

El reloj de billar cuenta con una pila de 9 voltios como fuente de respaldo, pensado para evitar problemas en caso de existir una falla eléctrica momentánea en el establecimiento, de esta forma evitar que se pierda la información. Adicionalmente, cuenta con una memoria EEPROM que guarda esta información.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.12 CAJA PORTADORA

Las Figura 9, Figura 10 y Figura 11 nos muestran algunos modelos de cajas portadoras de reloj de billar. La terminación del diseño de la caja portadora no se puede concretar hasta no tener el circuito completo del reloj, ya que se debe ubicar la circuitería dentro del reloj para concretar el diseño final, es importante que la caja portadora sea resistente a golpes y tenga una buena apariencia.



Figura 9 Muestra de caja portadora tarificador de billar. (INDUSTRIAL, s.f.)

Este reloj se utiliza en el juego de billar llamado 3 bandas y cuenta con solo tres bolas de billar como lo estima el estilo de juego y solo contabiliza el tiempo al expulsar las esferas de los orificios ubicados es la parte inferior como se ve en la Figura 9.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 10 Tarificador de billar muestra de caja portadora 1. (favero, favero, 2014)

Con un diseño diferente este reloj de billar se utiliza para el juego de estilo pool que consta en encorar las bolas de la 1 a la 15 con la bola blanca, igualmente como en el tarificador anterior contabilizar tiempo y muestra en el display el valor en euros.



Figura 11 Tarificador de billar muestra de caja portadora 2. (favero, favero, 2014)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El reloj a continuación es multipropósito ya que como no cuenta con un módulo de bodega para guardar las bolas de billar puede ser utilizado en el estilo pool y tres bandas, este a diferencia de los otros trae un tablero de configuración.

2.13 SOFTWARE EAGLE

Eagle es un software para diseño de circuitos eléctricos y electrónicos con más de 20 años en el mercado, durante estos años ha evolucionado y según sus creadores es la herramienta que mejor representa la funcionalidad vs el precio. Si usted hace parte de un equipo, o parte de un gran departamento de ingeniería, EAGLE proporciona un software de diseño de PCB (*printed circuit board*) de excelente calidad. EAGLE ha sido usado de manera satisfactoria por ingenieros de diseño de todo el mundo, ofreciendo la misma funcionalidad básica que otro software comercial y mucho más caro.

3 METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO GENERAL DEL RELOJ TARIFICADOR DE BILLAR

En el siguiente diagrama se pueden apreciar cuales fueron los requerimientos del cliente y con base a ellas se realizó el proyecto y se superaron las expectativas del cliente, ver Figura 12.



Figura 12 Ideal principal del cliente

3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DISEÑO GENERAL DEL RELOJ TARIFICADOR DE BILLAR

Partiendo de la idea principal del cliente y como se puede apreciar en la Figura 13, se hizo un bosquejo general del proyecto, con base a esto recurrimos a los elementos necesarios para su desarrollo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

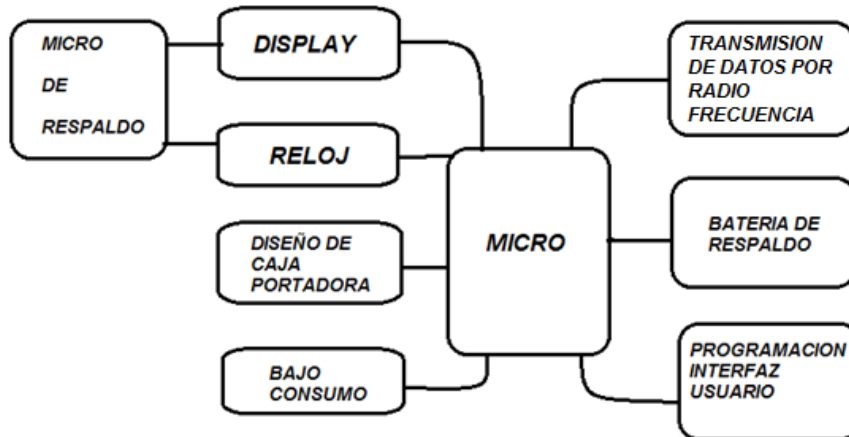


Figura 13 Diseño general reloj tarifador de billar

3.3 DISEÑO DE MAINBOARD (TARJETA MADRE)

Para realizar el diseño se tuvieron en cuenta los aspectos fundamentales que se definieron anteriormente en el diagrama de bloques, luego se hicieron las pruebas de laboratorio utilizando los elementos necesarios que el proyecto requería y se ensamblaron en un protoboard para ver su funcionamiento. Teniendo en cuenta los resultados se tomaron decisiones que implicaron realizar modificaciones al diseño hasta obtener el diseño final en PCB.

La primera prueba que se realizó fue la interfaz del microcontrolador con el LCD, esta prueba consistió en enviar datos al LCD para corroborar su buen funcionamiento. También, se probó una interfaz a 4 bits que conlleva al ahorro de pines, además de establecer el apagado de la luz de respaldo de la pantalla por medio de software para el ahorro de energía.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

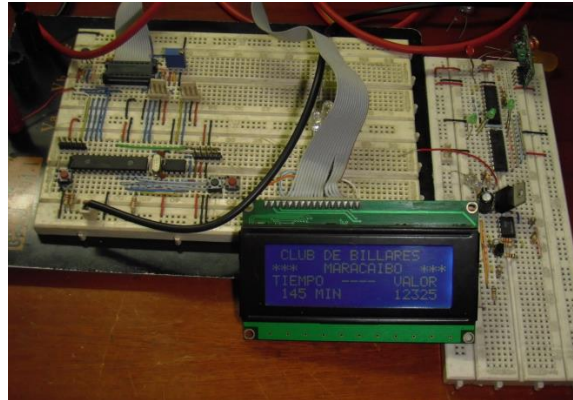


Figura 14 Diseño circuito principal en protoboard

En la Figura 14 se ve el montaje hecho en protoboard. Lo primero que se probó fue el funcionamiento del LCD, la entrada y salida de las bolas de billar se simularon con un pulsador NA. Se colocaron los demás elementos del proyecto como: circuito RF, memoria EEPROM externa, RTC, y los pulsadores de interfaz de usuario, con estos elementos adicionales se hicieron las simulaciones de entradas y salidas del circuito. Al tener este sistema global en funcionamiento, se procedió al diseño de la MainBoard en el programa de diseño de diagramas EAGLE.

3.4 DISEÑO DE LA MAINBOARD EN EL PROGRAMA DE PCBs “EAGLE”

Para obtener el diseño del PCB, primero se realizó el diagrama esquemático del circuito donde se muestran todas las conexiones eléctricas de los diferentes elementos. Después se pasó a la sección board que permitió ver cómo quedaría físicamente el circuito real, en esta etapa se organizaron los elementos para reducir la dimensión de la tarjeta con el fin de reducir costos de fabricación. Casi todos los elementos son de

montaje superficial lo que permite una mayor densidad por área baja sensibilidad al ruido, además mejora la estética del circuito impreso.

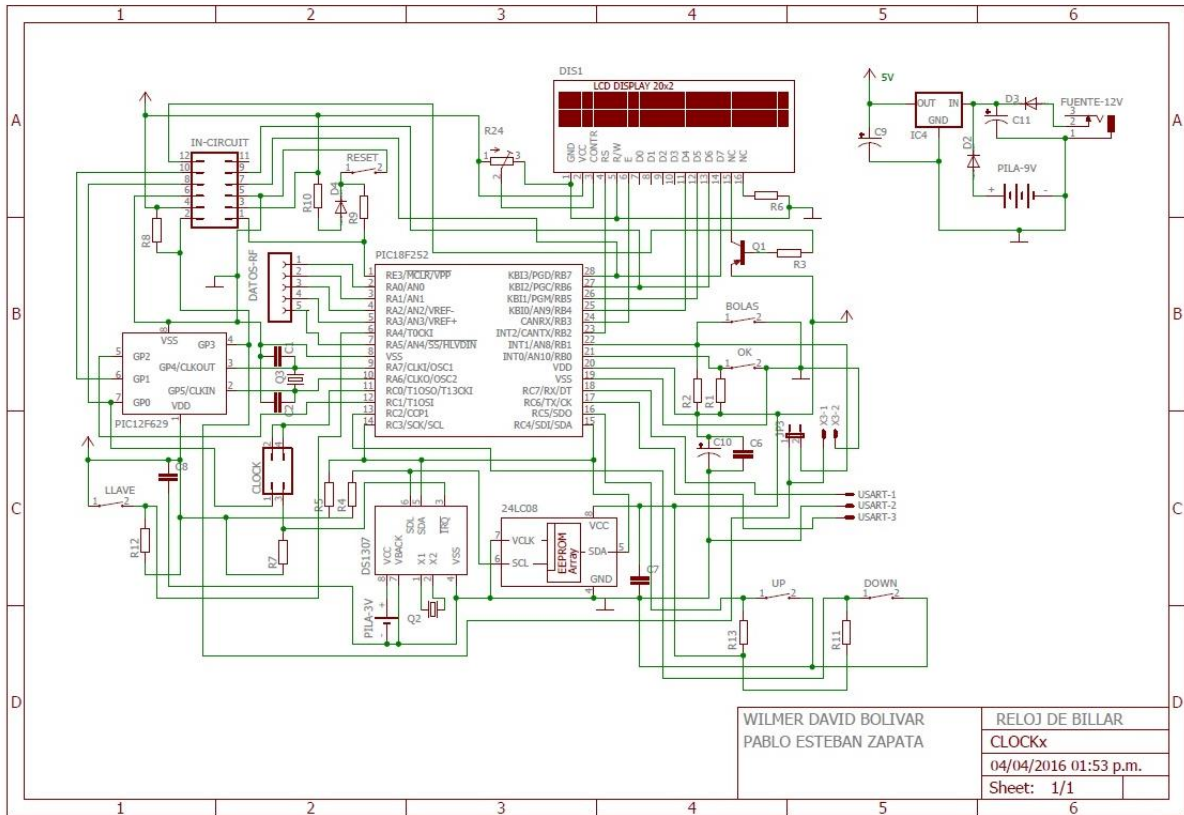


Figura 15 Diseño esquemático de la MainBoard

En la Figura 15 se muestra el diagrama esquemático de la MainBoard, en ella se distinguen todas las sus conexiones eléctricas entre sus diferentes elementos. En el lado superior derecho se ve la fuente de alimentación con su respectiva batería de respaldo, todo este conjunto conforma la tarjeta principal o MainBoard del reloj tarificador de billar.

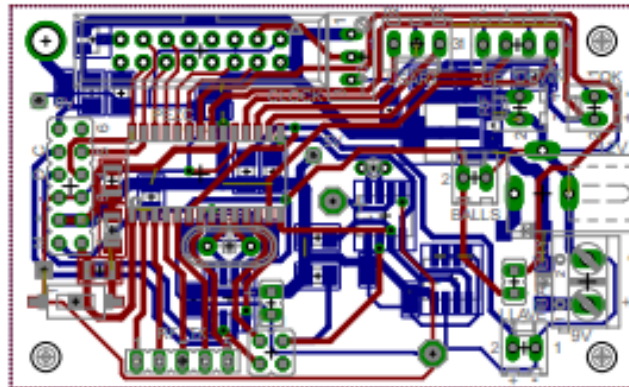


Figura 16 Circuito impreso capas TOP y BOTTOM de la tarjeta madre

En la Figura 16 se encuentra terminado el diseño de la tarjeta principal en la sección board de Eagle. En esta grafica se observan las pistas rojas que corresponden a la capa *TOP* y las pistas azules corresponden con la capa *BOTTOM*. Este es el diseño final que se implementó físicamente en el circuito impreso, como se puede apreciar ensamblado en la Figura 40.

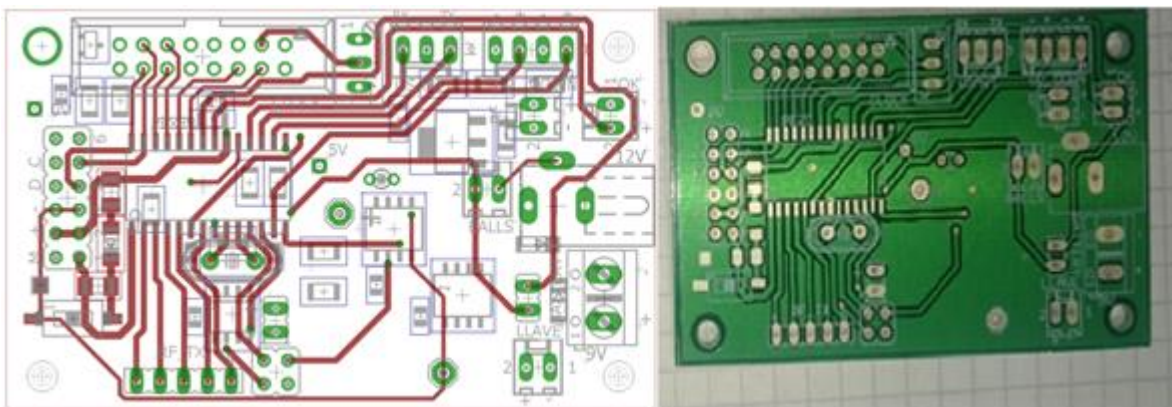


Figura 17 diseño circuito impreso capa TOP

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La Figura 17 muestra la tarjeta fabricada con un buen acabado y presentación. Se puede ver que la tarjeta está acorde al diseño establecido en la imagen de la izquierda y en la imagen derecha se aprecia la capa TOP aun sin ensamblar.

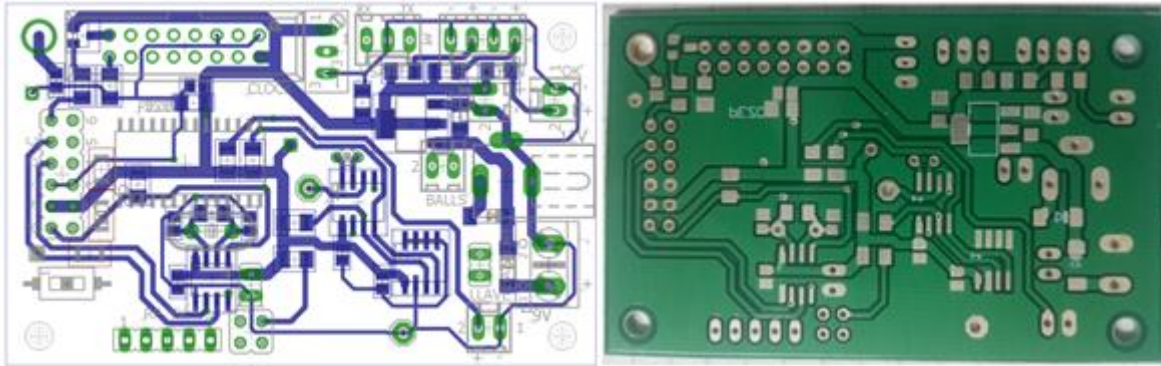


Figura 18 Circuito impreso capa BOTTOM

Por otro lado, en la Figura 18 se aprecia la tarjeta madre por la capa BOTTOM sin ensamblar y también acorde al diseño en Eagle. Como se observa en ambas figuras el acabado es bueno por ambas caras.

3.5 DISEÑO DE LA TARJETA DE TRANSMISION RF

Se diseñó una tarjeta electrónica para soportar el circuito de transmisión RF 433 Mhz TX. Esta tarjeta sirve de interfaz a la tarjeta madre para la transmisión de datos ASK, en ella se incorporó el selector de dirección y su respectivo decodificador, además del conector de envío de datos desde la MainBoard.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.6 SOFTWARE DE FUNCIONAMIENTO DE RF

La transmisión de datos RF del reloj tarificador hacia el receptor ubicado en la barra solo funciona cuando el reloj está activo (las bolas fuera de la caja). El pulsador ubicado en la parte frontal del reloj es el encargado de autorizar la transmisión de datos en el momento que es oprimido. Cuando sucede este evento, el programa que se encuentra en un bucle probando el pulsador se sale del bucle y carga el número de mesa asignado a un registro para transmitirlo vía RF a la barra. Éste espera hasta que el envío se concrete para luego volver al bucle del juego.

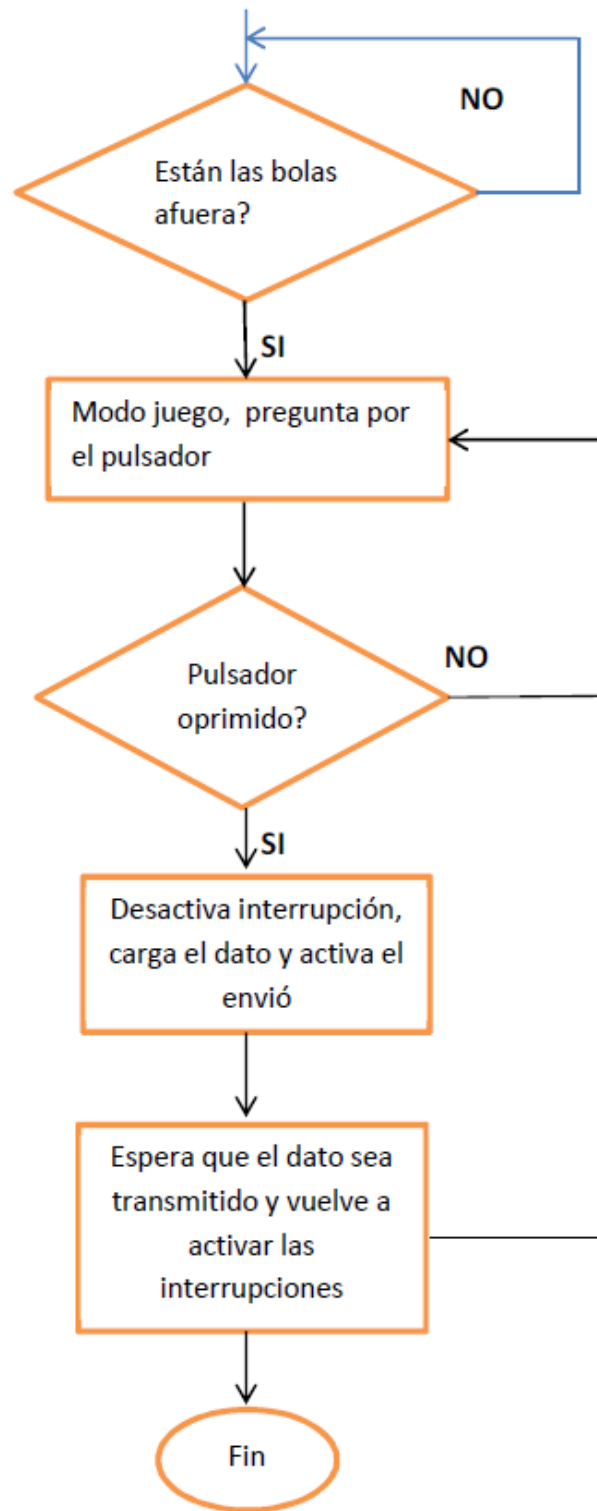


Figura 19 Diagrama de flujo de la transmisión RF

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

A continuación puede verse el código en lenguaje C que describe el diagrama de flujo de la transmisión RF que se describe en la Figura 19.

```

If (PORTBbits.RB1=0) {
Transmi(); //pulsador conectado en RB1 Y en estado alto
}

Else...
Void transmi (void){
PORTA = mesa;
PORTAbits.RA5=1;
__delay__ms(500);
PORTAbits.RA5=0
__delay__(500);
PORTAbits.RA5=0;
}

```

3.7 DISEÑO DE LA TARJETA DE RECEPCIÓN DE RF

Esta tarjeta se diseñó con el fin de soportar el circuito de recepción RF 433 MHz RX, esta tarjeta posee un decodificador selector de dirección y un PIC que es el encargado de recibir el dato y pasarlo de forma serial al módulo del display 7 segmentos que es el que visualiza el número de mesa solicitante. A continuación se presenta el diagrama de flujo del funcionamiento del programa encargado de la recepción de datos proveniente del reloj tarifador Figura 20.

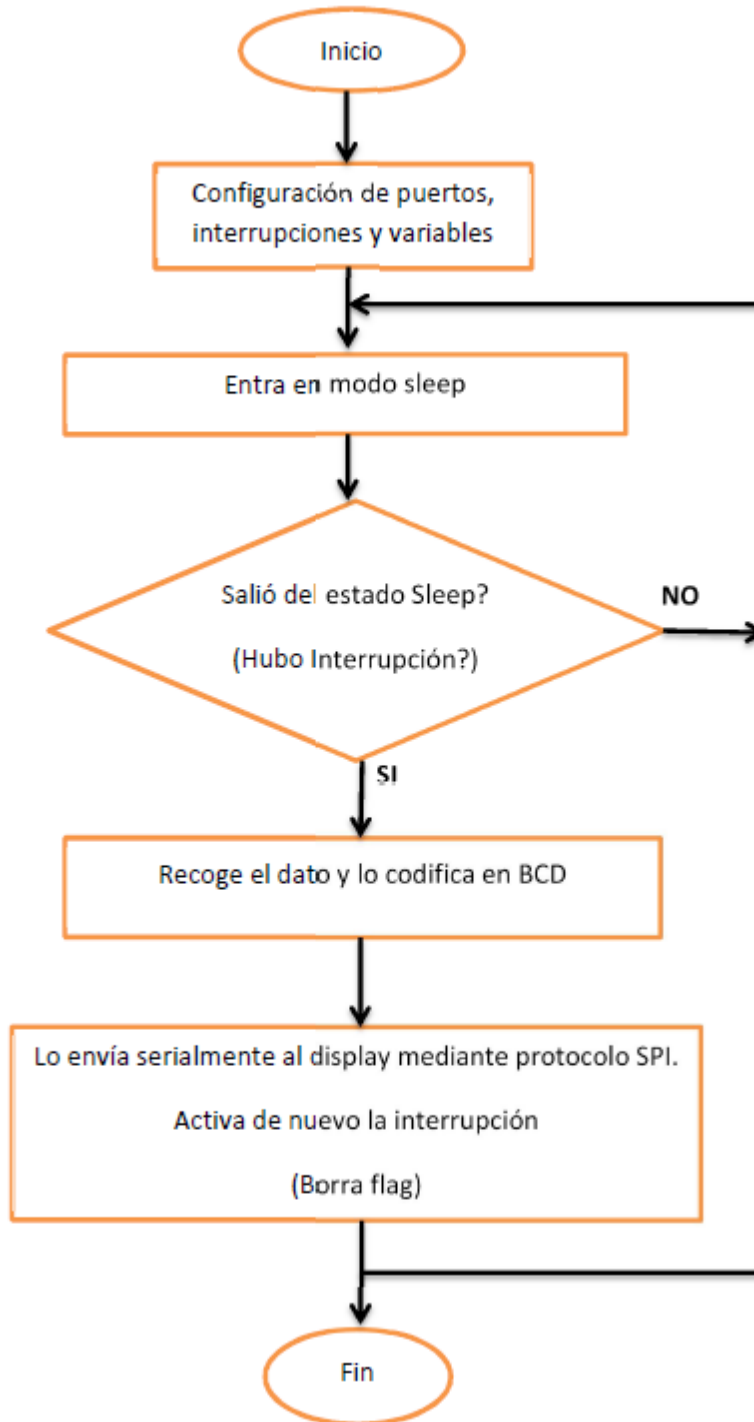


Figura 20 Diagrama de flujo de recepción de datos RF

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

A continuación puede verse un fragmento del código en lenguaje C que describe el diagrama de flujo de la recepción RF que corresponde con la Figura 20.

```

void interrupt ISR (void){

    if(INTF)

        aux=PORTB;

        void bcd3(unsigned long int aux); //descompone un numero
        decimal de hasta cuatro cifras //en miles, cent, decen y unid

        anodo(aux);    // Envia serialmente el dato (SPI) al
        display 7Seg ánodo común

        INTCONbits.INTF = 0; // Reestablece nuevamente las
        interrupciones

    }

    // Funciones

    .

    .

    .

```

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

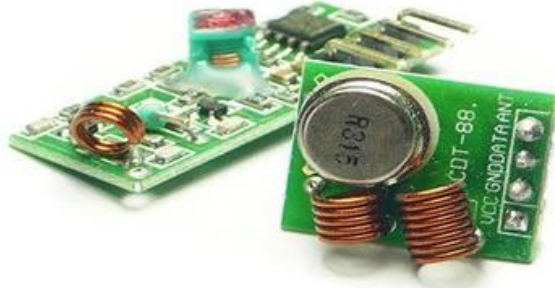


Figura 21 Kit Módulos RF 433 MHz Ask Transmisor y Receptor usado en el proyecto

En la Figura 21 se observa el kit de transmisión y recepción de datos Ask que se utilizó en el proyecto. La tarjeta pequeña corresponde al transmisor y la otra es la tarjeta de recepción.

3.8 MÓDULO DISPLAY 7 SEGMENTOS

Esta tarjeta fue diseñada para soportar 2 display 7 segmentos que son los que dan la información del número de la mesa que requiere el servicio. Esta tarjeta está compuesta por registros de corrimiento, mediante este proceso se evita la multiplexación de datos que esclaviza al PIC en una sola función. Con este método de comunicación serial el PIC envía la información al display solo cada vez que sea requerida. Cabe anotar que el protocolo de comunicación es el SPI.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.9 MANEJO DEL LCD

El manejo del display LCD se efectúa en la configuración a 4 bits, queriendo con ello decir que para enviar un byte este se envía en dos nibbles. Este proceso es más lento aunque no es perceptible por la velocidad del reloj, pero redundante en el beneficio de ahorro de pines del microcontrolador, los cuales pueden cumplir otras funciones. El encendido de la luz de respaldo se hace por medio de software permitiendo apagar el display cuando el reloj de billar esté inactivo. La activación de la luz de respaldo del display LCD solo ocurre en dos casos: 1) cuando están fuera las bolas, es decir, entra en modo de juego. 2) cuando entra la llave de configuración.

En modo de juego muestra inicialmente el nombre del establecimiento, hora y fecha durante 10 segundos, luego procede a mostrar el tiempo y valor respectivos. En el modo de configuración muestra los ítems de configuración del reloj de billar.

3.10 SOFTWARE LCD

A continuación se muestra un fragmento de la programación en lenguaje C correspondiente a la configuración del LCD.

```
//función de control de lcd
void control(char y){
    PORTCbits.RC1=0;    //RS
    PORTCbits.RC2=1;    //E
    __delay_us(4);
    PORTD=y;
    __delay_us(4);
    PORTCbits.RC2=0;    //E
    __delay_us(800);
}
```

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

```

}

    __delay_ms(40);        //tiempo de espera para
configurar el LCD

    //Configuración del LCD a 4bits
//empieza el envío de datos de configuración: char
ctrl[5]=(0x02,0x06,0x0C,0x38,0x01);
        for(i=0;i<=4;i++){
for(i=0;i<=4;i++){
    y=ctrl[i];
    control(y);
}

    control(2);        //
    control(128);
    for(i=0;i<=19;i++){ //escribe el nombre del negocio que
está en determinado //vector, compuesto por 20 caracteres
        m=letra[i];
        controld(m);
    }

void controld(char z){
    PORTCbits.RC1=1;    //RS
    PORTCbits.RC2=1;    //E
    __delay_us(4);
    PORTD=z;
    __delay_us(4);
    PORTCbits.RC2=0;    //E
    __delay_us(800);
}

```

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.11 CONFIGURACIÓN DEL RELOJ DE BILLAR

Para configurar los datos del sistema se debe introducir la llave asignada y girarla en sentido de las manecillas del reloj. Si la tapa de la bodega está cerrada y con las bolas de billar en su interior, la pantalla se encenderá y aparecerá el mensaje “MODO CONFIGURACION ITEM”. Con los botones que están junto a la llave de configuración se va incrementando o decrementando los ítem de configuración. Cuando se elija el ítem deseado se debe dar ENTER con el botón frontal para entrar a la función de asignación de cambios. Los mensajes en la pantalla guiarán al usuario a través de toda la configuración, y se pueden realizar cambios a todos los ítems o solo a los que se deseen cambiar. Cabe apuntar que si está ubicado en un ítem y devuelve la llave de configuración contra las manecillas del reloj, este saldrá del modo de configuración sin realizar ningún cambio y apagará la pantalla. Para realizar el cambio es necesario oprimir el botón de ENTER frontal, y luego de realizar el cambio se debe girar la llave a su punto correcto. Estos cambios se verán reflejados tan pronto se encienda el reloj en modo de juego, o se podrán visualizar como se explica en el ítem diez.

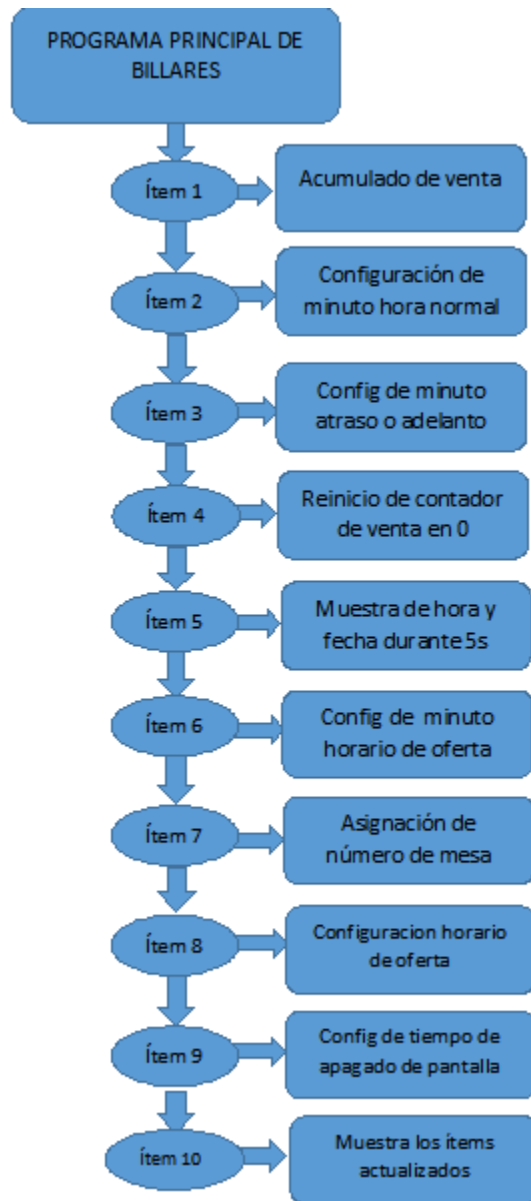


Figura 22 diagrama de desempeño de los pulsadores del reloj de billar

En la Figura 22 muestra la secuencia de programación del *setup*. El cliente configura los ítems que crea necesarios.

3.12 ITEMS DE CONFIGURACION

Los siguientes son los ítems de configuración, cabe resaltar que en el momento hay diez configurados, pero se pueden aumentar los ítems, como por ejemplo: para calibrar la hora, para introducir una clave, para bloquear el llamado a la barra, entre otros.

Ítem 1. Muestra el acumulado de venta

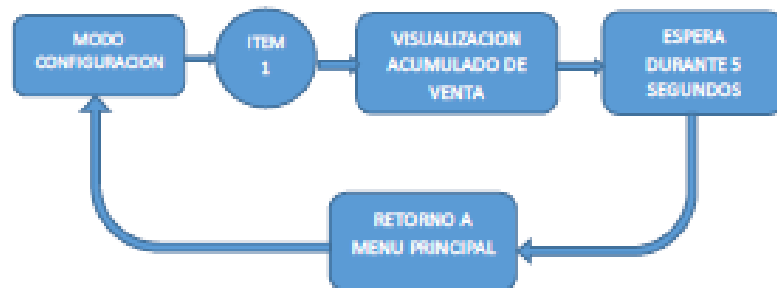


Figura 23 Acumulado de venta

En la se puede apreciar el funcionamiento del reloj en modo configuración para cambiar parámetros. En este caso el ítem 1 se encarga de mostrar el acumulado de ventas en la pantalla durante un tiempo de 10s.

Ítem 2. Configura el valor del minuto en horario normal



Figura 24 Configura el valor del minuto en horario normal

Según la Figura 24 se observa el ítem 2 en modo configuración, este corresponde a poder cambiar el valor del minuto en horario normal (no oferta), este cambio lo realiza el administrador acorde a su preferencia.

Ítem 3 Configura los minutos en caso de atraso o adelanto

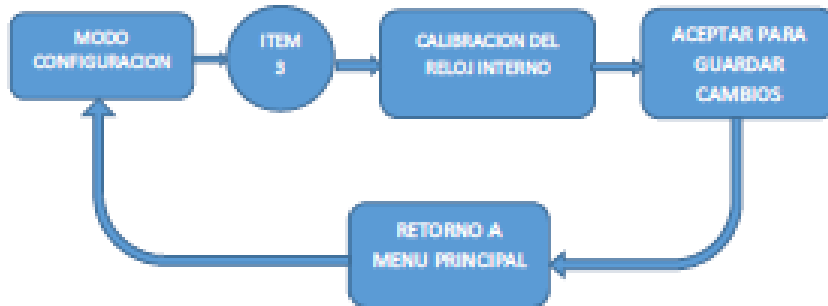


Figura 25. Configuración del reloj.

El ítem 3 calibra los minutos del RTC reloj de tiempo real en caso de atraso o adelanto como se estima en la Figura 25 Figura 48 correspondiente en la pagina de resultados.

Ítem 4 Coloca el contador de venta en cero

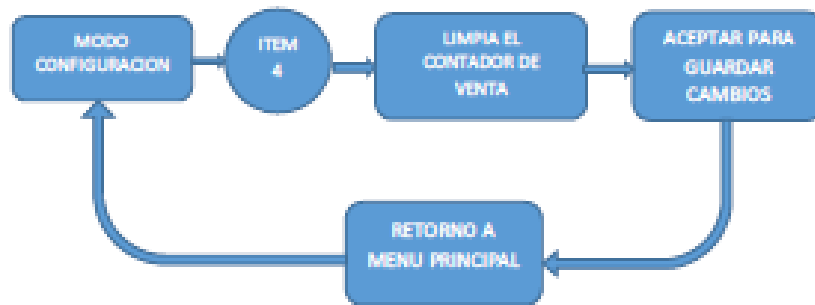


Figura 26 Configuración ítem 4 contadores en cero

El ítem 4 que se corresponde a la Figura 26, es el encargado de colocar el acumulado de venta del ítem 1 en ceros, iniciado así un nuevo conteo. Esto se hace para manejar una contabilidad de venta por tiempo determinado por el dueño, diario o semanal.

Ítem 5 Muestra la hora y la fecha durante cinco segundos



Figura 27 ítem 5 Visualización de la fecha y hora.

Este ítem sirve para verificar el correcto funcionamiento del reloj de tiempo real, comprobando con ello que la hora y fecha van acorde con el tiempo real como se ve en la imagen Figura 50 correspondiente en la página de resultados.

Ítem 6 Configura el valor del minuto en horario de oferta

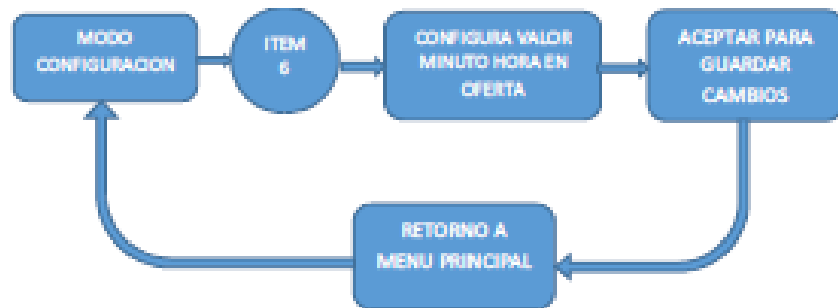


Figura 28 Configuración de horario de poca demanda

El objetivo del ítem 6 es configurar el valor del minuto en horario de oferta, debido a que este es más económico que el minuto en horario normal que se configura en el ítem 2. Esto se debe a que en los establecimientos de juegos de billar hay horas valle o de poca demanda, fijándose así un valor de venta especial entre dos horas, por ejemplo de 10 am a

1pm como horario de baja demanda como lo muestra la Figura 51 en la página de resultados.

Ítem 7 Asigna el número de mesa al cual corresponde el reloj, para ser visualizado en la barra.

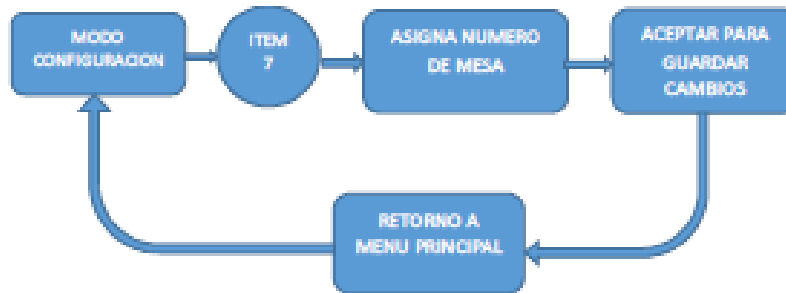


Figura 29 Asignación de del número de la mesa

Este ítem se utiliza para asignar al reloj su correspondiente número de mesa, es decir, todas las mesas están numeradas por el administrador y a cada mesa le corresponde un reloj, el cual llevara el conteo solo de la mesa que le corresponde, como lo informa claramente la Figura 52 de la página de resultados. No habrá dos relojes con el mismo número de mesa.

Ítem 8 Configura el horario de oferta

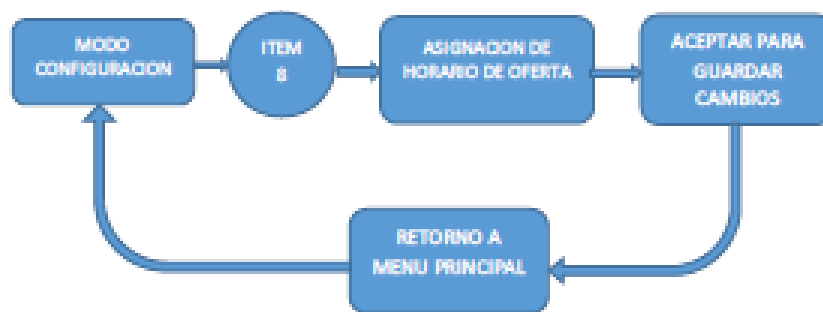


Figura 30 Configuración del horario de oferta

El propósito del ítem 8 es encargarse de configurar la hora de inicio y la hora final del tiempo en el cual el minuto será más barato por ser horario valle (periodo comprendió entre dos horas de poca demanda), la Figura 53 de la página de resultados muestra la configuración.

Ítem 9 Este ítem cambia el tiempo de apagado en segundos de la pantalla, por defecto está en treinta segundos.

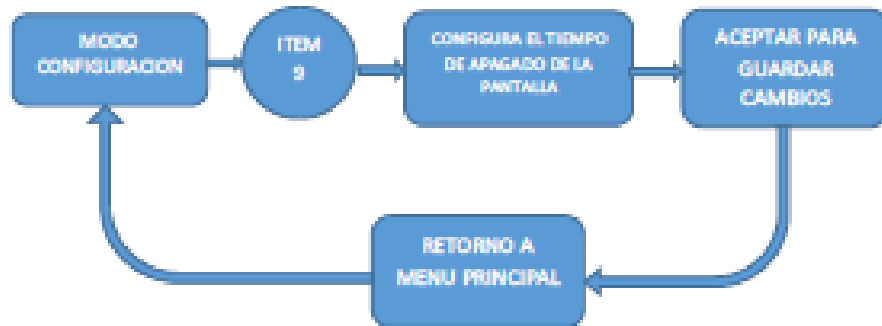


Figura 31 Apagado de la pantalla

En este ítem que enseña el diagrama anterior, se configura el tiempo que se demora la pantalla encendida después de que el cliente pida la cuenta final de juego, esto con el fin de que el cliente visualicé el tiempo jugado y su respectivo valor, después la pantalla se apagará esperando un nuevo juego en el cual volverá a encender.

Ítem 10 Visualiza el setup (todos los datos anteriores)

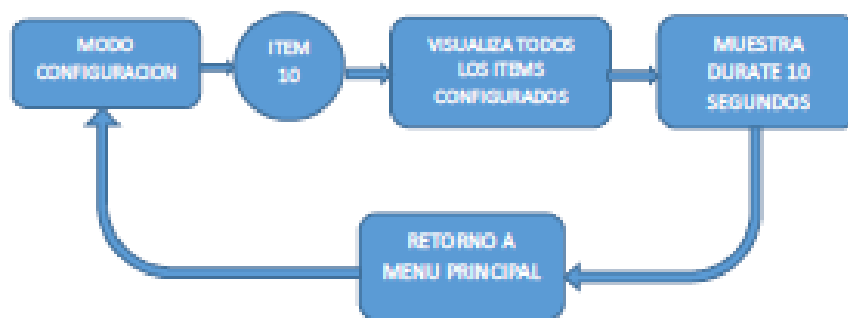


Figura 32 Visualiza el setup

Este ítem muestra en pantalla la configuración de todos los ítems anteriores para poder visualizar sus respectivos valores y posibles cambios a realizar, estos ítems mostrados según

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

la Figura 55 de la página de resultados, pueden variar en cantidad según la necesidad del establecimiento, pudiendo ser diferentes cantidades de ítems de un establecimiento a otro.

Nombre del establecimiento

Este ítem es el nombre del establecimiento que aparece en la pantalla, este solo es configurable de fábrica, el cual llevara el nombre del negocio en el cual va a funcionar el reloj, al ser personalizado, no permitirá que hayan dos negocios cuyos relojes tengan el mismo nombre de establecimiento, esto a su vez es una ventaja en caso de robo.

3.13 SISTEMA DE RESPALDO DE ENERGIA

El sistema de respaldo de energía se realiza usando una batería de 9 voltios. Se utiliza para evitar la pérdida de datos cuando se presentan cortes de energía o fluctuaciones de la misma, en funcionamiento normal, el circuito toma la energía del adaptador de voltaje. Mientras esto ocurre el consumo de la batería es nulo, permitiendo una larga vida a la batería. El consumo de la batería en modo activo es: 13mAh, y en modo inactivo es: 7mAh.

3.14 MEMORIA EXTERNA EEPROM

La EEPROM es un tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente, la cual puede guardar los datos por años, este tipo de memoria puede ser escrita y borrada aproximadamente un millón de veces según el fabricante.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Esta memoria es utilizada para guardar los datos en sus locaciones, estos datos son:

Tabla 1. Descripción de posiciones en la memoria EEPROM

MEMORIA EEPROM	
Posición de memoria	Nombres de registros
00.	tiempo L
01.	tiempo h
02.	valor minuto_L
03.	valor minuto_H
04.	tiempo oferta_L
05.	tiempo oferta_H
06.	valor minuto oferta_L
07.	valor minuto oferta_H
08.	numero de mesa
09.	clave usuario_L
0A.	clave usuario_H
0B.	bandera_1
0C.	horario oferta_L
0D.	horario oferta_H
0E.	bandera_2
0F.	Tiempo de apagado

Los datos fijados en las posiciones de memoria se hacen mediante el protocolo de comunicaciones I2C generado por el PIC maestro.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.15 RELOJ RTC

Se utilizó el DS1307 como reloj general del sistema, sirve para poder fijar el funcionamiento de las horas valle y horas de oferta, además sirve para visualizar fecha y hora real. El usuario puede modificar a voluntad los minutos en caso de atraso o adelanto según el ítem 3 de la Figura 25. La programación de este integrado es gobernada por el PIC maestro median el protocolo de comunicación I2C, siendo el DS1307 el esclavo.

3.16 DISEÑO DE LA CAJA PORTADORA

Las empresas lideres en el mercado gastan mucho dinero solo en la apariencia de sus productos para activar el instinto natural del consumo en las personas.

Para relalizar un esquema de la caja portadora se estudiaron los diferentes tarificadores usados en juegos de billar que actualmente se encuentran en el mercado.



Figura 33 modelos de cajas de reloj de billar

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Como se ve en la Figura 33 existen varios diseños de relojes tarifcadores de billar. Todos los diseños son diferentes pero con algunas puntos en comun, como lo es que todos son rectangulares aunque no todos entan diseñados con un espacio de bodega para las bolas de billar. Tambien hay algunos que tienen su compartimiento donde se ubican las bolas de billar en especie de barriga apoyados en una base que se despliega con la activacion de un pulsador.Los materiales normalmente usados son lamina de metal y pasta, porque son resistentes y tienen muy buena durabilidad.



Figura 34 Reloj de billar del cliente

Los relojes tarifadores que actualmente posee nuestro cliente, son los que se ven en la Figura 34. Estos relojes traen varios errores de diseño y a simple vista no cuenta con un impato visual agradable.

Se tomo como referencia el reloj de la imagen anterior para el diseño inicial del proyecto. Se analizó su arquitectura y funcionalidad para encontrar errores de diseño y poder hacer las mejoras correspondientes al caso.

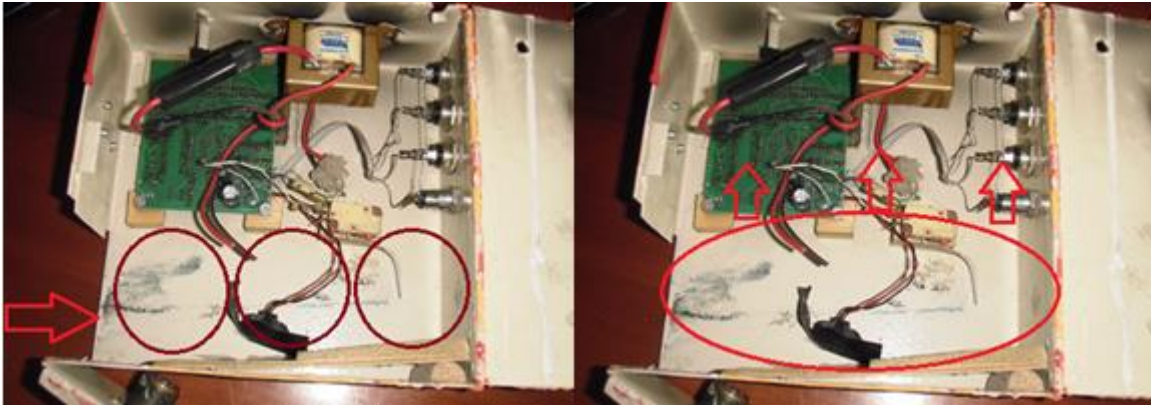


Figura 35 visualización interna reloj del cliente

En la Figura 35 se muestra donde se ubican las bolas de billar, se puede ver que no tienen un compartimiento seguro, comprometiendo los circuitos y el cableado al meter mal las bolas o darle la vuelta a la caja. Los acabados de la lámina no son los adecuados para la manipulación teniendo el riesgo de laceraciones en la piel.

La fuente al ser sencilla cuenta con un transformador reductor el cual genera calor y aumenta el peso del dispositivo. La caja actual del cliente es hecha artesanalmente, por lo cual sus medidas no son exactas entre una caja y otra.

Al tener un contacto mas intimo de como es la estructura interna del reloj tarifador de billar que posee el cliente, se proyectó realizar el diseño de fabrica basado en el control numerico computarizado (CNC), con esto se logro estandarizar sus medidas haciendo que todos los dispositivos sean exactamente iguales. Esto aumenta el costo del dispositivo por que la fabricacion se le da a terceros, pero este aumento se ve reflejado en la calidad del producto. El acabado en pintura es otro factor visual importante a resaltar, ya que esta se hace al horno aumentando su resistencia y durabilidad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.17 BOSQUEJO INICIAL DE LA CAJA PORTADORA

Según el análisis que se ha hecho sobre los relojes tarifadores de billar vistos en Internet, además de aquellos con los que actualmente cuenta nuestro cliente, se tomaron dos esquemas relevantes, un boceto en relieve y otro recto.

3.18 BOCETO EN RELIEVE

Este diseño es estetico y funcional. Se pretendió un grosor menor en el sitio de ubicación de las tarjetas y un mayor tamaño en el sitio de alojamiento de las bolas de billar. Con este diseño se buscó algo estetico pero resultó mas costoso, como se ve en la Figura 36.

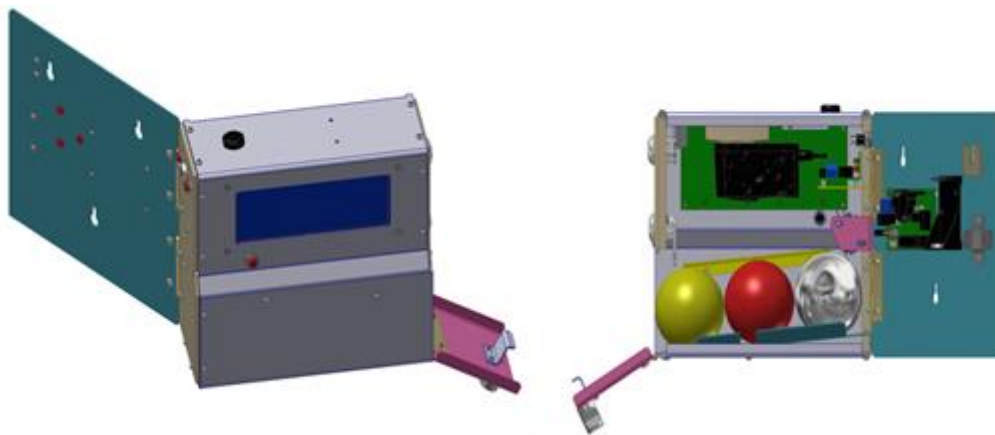


Figura 36 Esquema en software

En este diseño el fabricante nos hizo saber que aumentaba el costo de fabricacion, por lo cual se realizo un rediseño en forma recta.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.19 BOCETO RECTO

Este esquema se realizó con el objetivo de economizar los costos de fabricación por ser mas simple su diseño ya que es rectangular y mas sencillo de fabricar, sin afectar su funcionamiento y estetica. Este es el sistema actual sobre el que se realizo el diseño.

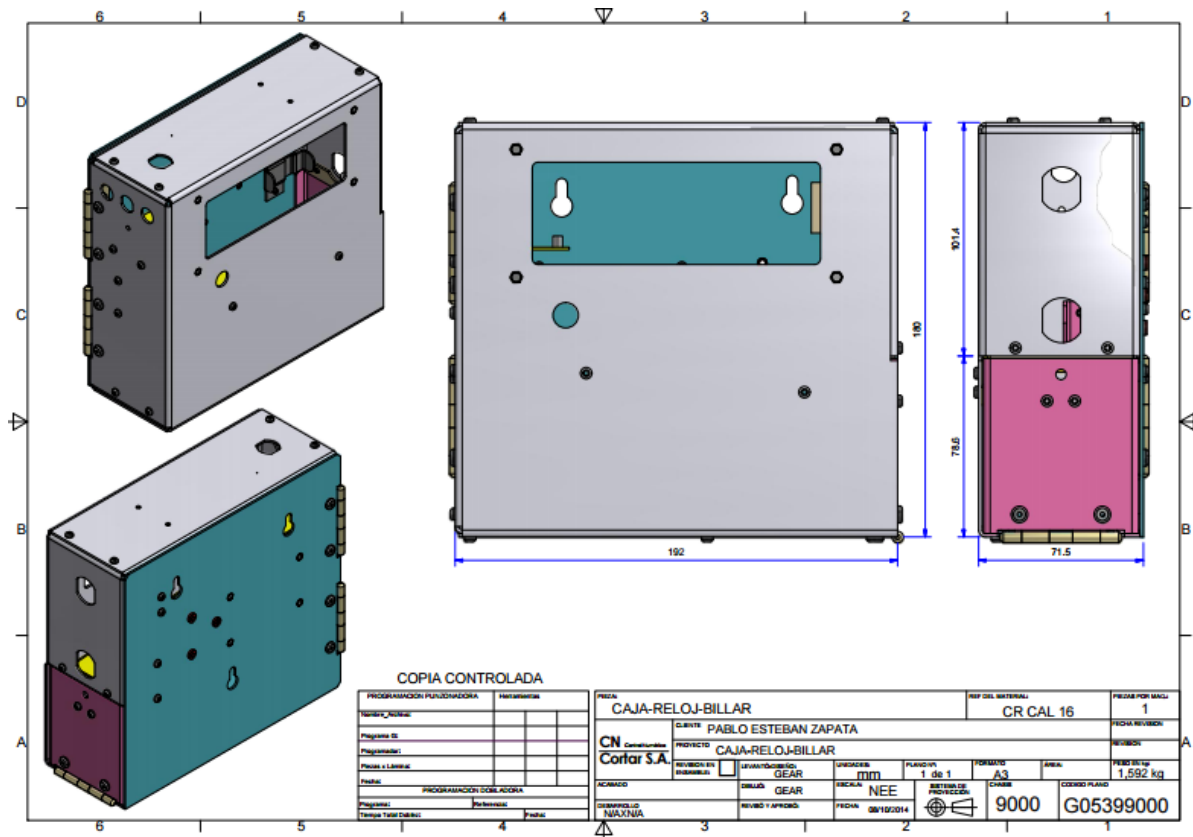


Figura 37 Esquema de reloj rectangular

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.20 DISEÑO FINAL DE LA CAJA PORTADORA

El prototipo final esta hecho en lamina de calibre CR CAL 16 -18,



Figura 38 Caja portadora

En la Figura 38 se observa el diseño final de la caja portadora, la cual cumple con los objetivos propuestos. Su diseño ensamblado se puede apreciar en la página de resultados. La cotización de la caja puede verse en la Figura 39.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Sabaneta, 08 de octubre de 2014



Señor:
PABLO ESTEBAN ZAPATA
 e-mail: pabloezc@gmail.com
 Tel: 2922776-3162905326
 Medellín.

Respetado Señor Zapata:

Agradecemos su amable solicitud de cotización para fabricar LA CAJA RELOJ BILLAR en lámina CR CAL 16-18, cumpliendo las especificaciones definidas. Anexo presentamos el precio unitario del conjunto para los lotes solicitados. A los precios cotizados hay que adicionarles el IVA que se factura de acuerdo a la tasa vigente. Esta cotización se realiza CON MATERIA PRIMA, REMACHES Y PINTURA (PINTURA COMERCIAL DE ACUERDO A LA CARTA DE COLORES DE NUESTRO PROVEEDOR), NO INCLUYE TRANSPORTE.

COTIZACION # 14772

Nombre	Chasis	Lote	Precio Unit. Con M.P.
CAJA RELOJ BILLAR	9000	10	\$ 122,750
		20	\$ 101,950
		50	\$ 89,500

NOTA: LA MUESTRA SE COBRARÁ EN EL LOTE DE 10 UNIDADES Y CUANDO SE HAGA EL PEDIDO POR 20 UNIDADES LA MUESTRA SE COBRARÁ EN EL LOTE DE 20 UNIDADES.

CONDICIONES COMERCIALES:

1. Todo pedido debe respaldarse con una orden de compra en papelería de la compañía, firmada por la persona responsable de solidario. Si es hecho en formatos comerciales, debe además tener el respectivo sello de la compañía.
2. Cualquier cambio en planos o en la orden de compra debe hacerse por escrito y debe venir firmado por la persona responsable con sello de la compañía. Sólo se aceptan cambios en las primeras 24 horas.
3. Plazo de entrega: 20 días hábiles a partir de la fecha en que se reciba la orden de compra y el anticipo.
4. Forma de pago: 50% anticipo y 50% contraentrega.
5. Validez de la oferta: 30 días.

Cordialmente.

Geovanni A. Arango E.
 Asistente área Técnica.

Carrera 48 No 61 Sur 115 – Bodega 111 – Sabaneta – Antioquia – Colombia A.A: 81486 Envigado (Antioquia) Colombia
 Nii 800.230.680-7 PBX 574 2887577 – Fax 574 3050131 e-mail gerencia@cncortar.com

Figura 39 Cotización de caja portadora

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DISEÑO FINAL DE MAINBOARD EN PCB

En la Figura 40 se aprecia el circuito impreso ya ensamblado con sus diferentes elementos, tanto en la capa TOP como en la BOTTOM, a esta tarjeta se le realizaron las pruebas de funcionamiento comprobando su correcto desempeño siendo este su diseño final.

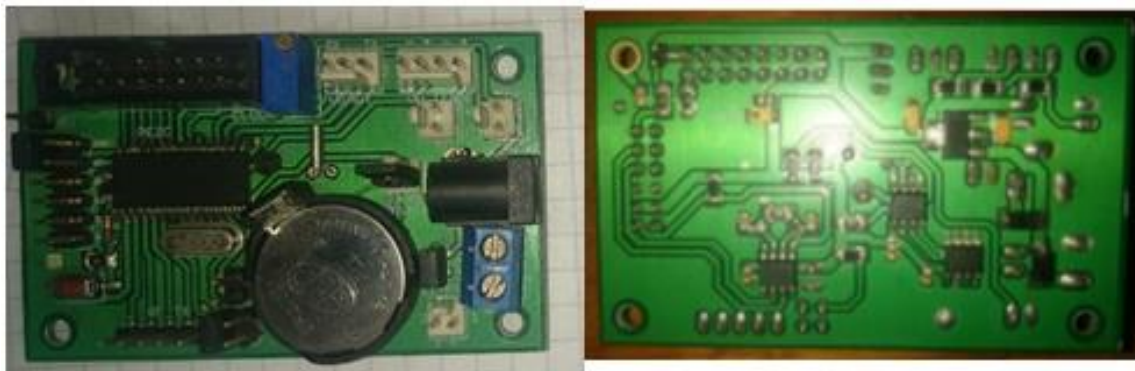


Figura 40 capas TOP y BOTTOM ensambladas

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.2 TARJETA DE TRASMISION RF - TX

Esta es la tarjeta de transmisión RF terminada con su respectivo ensamble. Es una tarjeta híbrida debido a que algunos elementos son de difícil adquisición en montaje SMD a nivel local. La función de esta tarjeta es transmitir el número de la mesa asignado en el reloj hacia la barra donde se encuentra la tarjeta receptora.

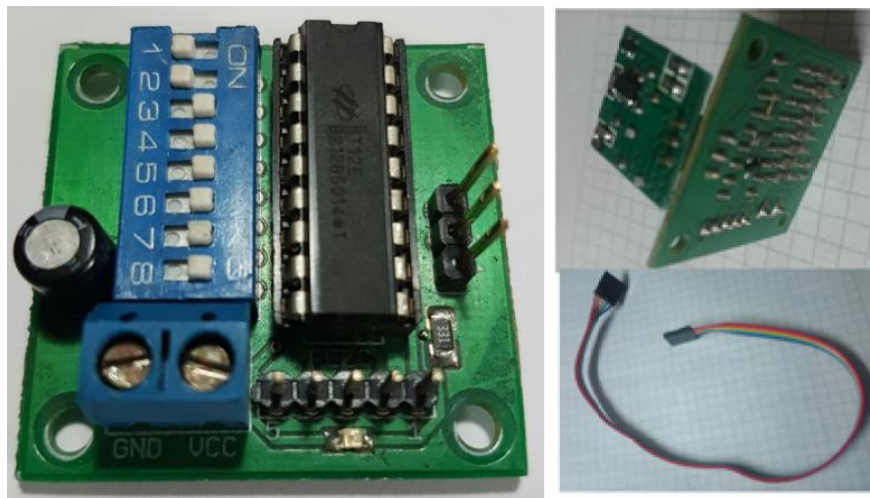


Figura 41 Tarjeta Rf -Tx

En la Figura 41 se aprecia la tarjeta RF transmisora de datos con su respectivo conector que empalma con la MainBoard.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.3 DISEÑO FINAL DE LA TARJETA DE RECEPCION DE DATOS.

La tarjeta RF – RX es la encargada de recibir el llamado del reloj correspondiente al número de la mesa. En esta se visualiza el número de la mesa, como se ve en la Figura 42.

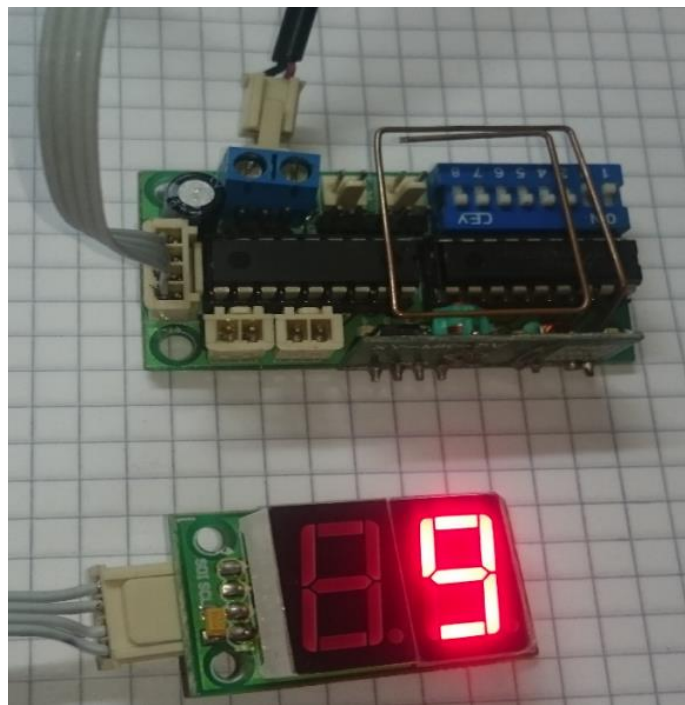


Figura 42 Display con datos de la tarjeta receptora

En la Figura 42 se ve la tarjeta de recepción y su display en funcionamiento, en este caso la mesa solicitante es la nueve, también se aprecia tarjeta de recepción con su respectiva antena.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.4 RESULTADO FINAL DEL RELOJ TARIFICADOR DE BILLAR

En la Figura 43, Figura 44 se muestra la caja portadora ensamblada con todos los componentes en su interior, cumple con una óptima presentación externa e interna, y una interfaz de visualización LCD de caracteres grandes para percibir mejor su información.



Figura 43 Reloj de billar funcional

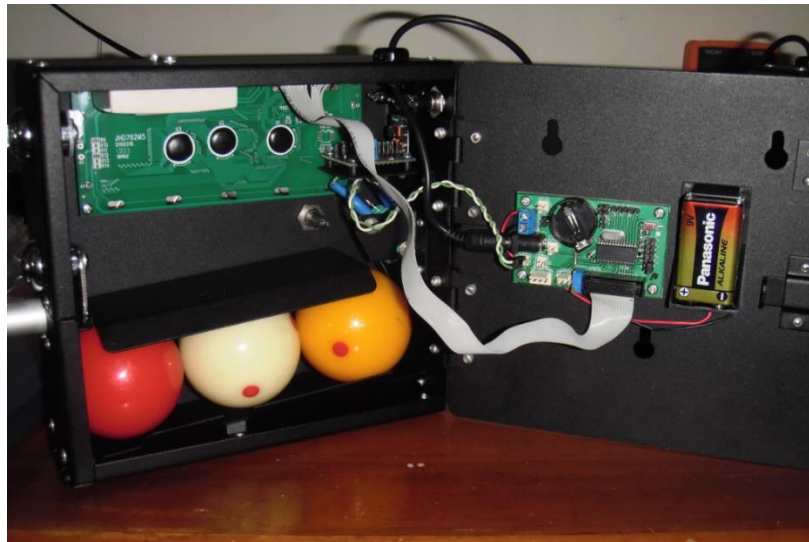
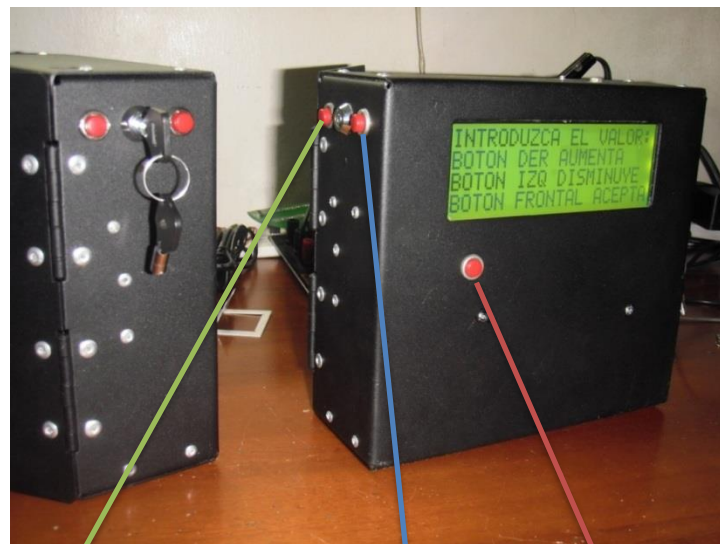


Figura 44 Reloj tarifador de billar completo

4.5 CONFIGURACION DEL RELOJ TARIFICADOR DE BILLAR



Botón izquierdo botón derecho botón frontal

Figura 45 Explicación de pulsadores de configuración

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El botón derecho: sirve para incrementar los ítems de configuración, o para aumentar los datos en modo configuración.

El botón izquierdo: sirve para decrementar los ítems de configuración, o ya estando en modo de configuración, para disminuir los datos.

El botón frontal: en modo de configuración sirve para aceptar los cambios establecidos y en modo de trabajo (juego) sirve para hacer llamado a la barra a control remoto.

4.6 TEMS

Ítem 1



Figura 46 Visualización del primer ítem

Como se ve en la Figura 46, el ítem 1 se encarga de mostrar el acumulado de la venta en el display.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Ítem 2

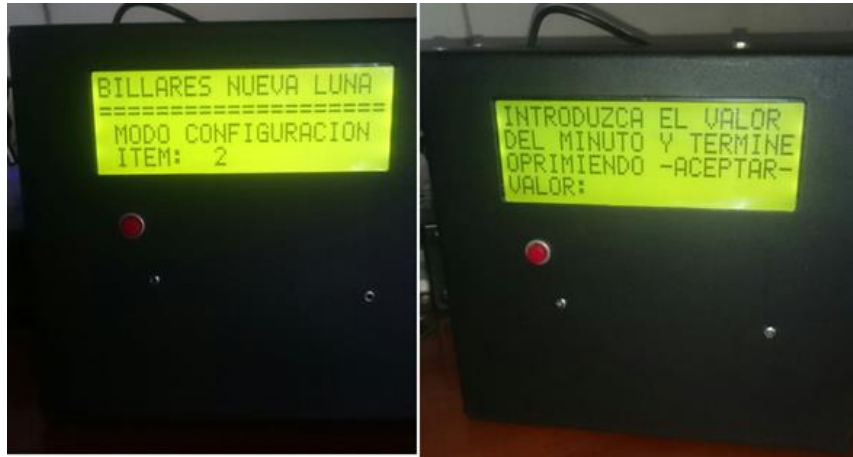


Figura 47 ítem2

En la Figura 47, el ítem 2 es el encargado de dar el valor al minuto de juego con el cual se cobrará el tiempo empleado por el cliente.

Ítem 3



Figura 48 Configuración de hora

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En este ítem 3 de la Figura 48, se aprecia en la pantalla del reloj el indicado de corregir los minutos de la hora actual en caso de atraso o adelanto del reloj de tiempo real.

Ítem 4



Figura 49 Contador de venta en cero

La Figura 49 muestra el ítem 4 que se encarga de volver el contador de venta a ceros nuevamente después del cuadro de ventas, esto con el fin de empezar un nuevo conteo o acumulado de venta.

Ítem 5



Figura 50 Visualización de hora

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Según la Figura 50, el ítem 5 se encarga de visualizar la hora actual durante cinco segundos, esto con el fin de verificar si coincide con la hora correcta, en caso contrario se remite al

Ítem 6



Figura 51 Configuración del minuto de juego

La Figura 51 corresponde al ítem 6, este se en carga de darle el valor al minuto de juego en tiempo de oferta.

Ítem 7



Figura 52 Asignación de mesa

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La Figura 52 muestra el desarrollo del ítem 7, este es el encargado de asignar el número de mesa al que corresponde la ubicación del reloj.

Ítem 8



Figura 53 Horario de oferta

La Figura 53 muestra el empleo del ítem 8, en este se asigna el horario de oferta como lo muestra la pantalla del reloj de la figura izquierda.

Ítem 9

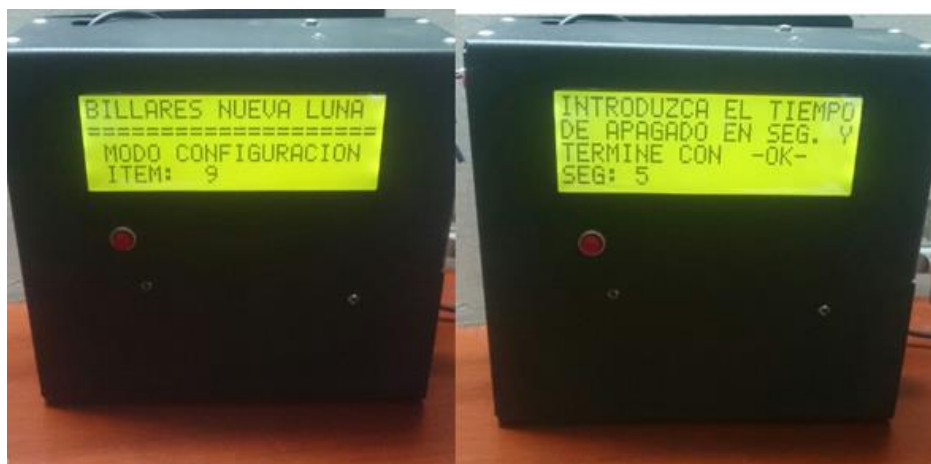


Figura 54 Tiempo de apagado

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

La Figura 54 muestra la función del ítem 9, este es el encargado de mantener encendida durante un tiempo programado la pantalla cuando finaliza el juego, esto con el fin que el cliente tenga tiempo de ver el costo, por defecto el tiempo está en treinta segundos, luego del cual se apaga.

Ítem 10



Figura 55 Visualización de todos los ítems de configuración

La Figura 55 muestra el ítem 10, este se encarga de mostrar el contenido de todos los ítems anteriores.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 CONCLUSIONES

El reloj tarifador presentado cumple con todos los objetivos propuestos de funcionalidad y estética, satisfaciendo las necesidades del cliente y mejorando sus requerimientos, como el anexar la comunicación de radio frecuencia, la calidad del material usado y el uso de nueva tecnología.

Basado en el estudio de los relojes tarifadores de billar que se encuentran actualmente en el mercado, se incluyeron la mayoría de las características a petición del cliente y se anexaron otras mejoras, presentado un reloj personalizado, pero que puede competir con los relojes tarifadores encontrados actualmente en el mercado.

El proyecto cuenta con varias tarjetas probadas individualmente y en conjunto, estos impresos se hicieron en un tamaño reducido para hacer el tamaño de la caja portadora más pequeño.

Se realizaron las pruebas pertinentes en protoboard para garantizar el buen funcionamiento, y definir los componentes requeridos para el diseño final.

La programación de la funcionalidad del proyecto se basó en el lenguaje C, para el cual se utilizó un microcontrolador de la empresa Microchip cumpliendo con las expectativas planteadas.

Este proyecto cuenta con una caja hecha por control numérico computarizado en lámina CR calibre 18, dándole mayor robustez y calidad, esto aumento el presupuesto del proyecto pero brinda la calidad suficiente para realizar un producto durable y que cumple con los requerimientos estéticos deseados.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Al operar nuestro reloj tarificador de billar en el establecimiento, se comprueba que el funcionamiento es el adecuado, se alcanzan los objetivos planteados y se cumplen las expectativas del cliente.

5.2 RECOMENDACIONES

- La instalación se debe hacer en un lugar firme para un buen soporte de los chasos, debido al peso del reloj sumado con el de las bolas de billar.
- La instalación debe realizar en un lugar seco y sin humedad.
- Se debe monitorear la batería de respaldo una vez al mes.
- Estar atento cuando se abra la compuerta del almacenamiento de las bolas de billar, ya que al abrir pueden caer al suelo generando inconvenientes.
- En caso de desconfiguración de la pantalla, es decir, que no muestre información o que muestre símbolos sin sentido, se debe desconectar la fuente durante cinco segundos y volver a conectarla.

5.3 TRABAJOS FUTUROS

- Una posible mejora es la implementación de un sistema WIFI para el monitoreo remoto de los relojes y poder hacer los ajustes necesarios.
- Hacer una integración con un sistema de cómputo e impresora, de modo que se pueda hacer seguimiento desde la barra del tiempo jugado en la mesa y los servicios consumidos para que al final se imprima la tirilla de pago.
- La bodega portadora de este reloj solo sirve para albergar bolas de billar para juego tres bandas, se puede diseñar la caja para el almacenamiento de todo tipo de juegos de billar cumpliendo con la misma funcionalidad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- 5herzelectronica. (s.f.). *5herz*. Obtenido de 5herz: www.5herz.com
- Diaz, L. g. (2009 de 5 de 2004). *APLICACIONES CON MICROCONTROLARES PIC*. MEDELLIN: EDILATINAS. Recuperado el 8 de 2 de 2015, de neoteo: www.neoteo.com
- electronicaestudio. (8 de 2 de 2015). *electronicaestudio*. Recuperado el 8 de 2 de 2015, de electronicaestudio: <http://www.electronicaestudio.com/>
- favero. (9 de 10 de 2014). *favero*. Recuperado el 9 de 10 de 2014, de favero: http://www.favero.com/es1_control_electronico_de_tiempo_para_juego_de_billar_pool_carambola_snooker-22.html
- favero. (s.f.). *favero*. Recuperado el 9 de 10 de 2014, de favero: <http://www.favero.com/>
- gravitech. (10 de 2 de 2105). *gravitech*. Obtenido de <http://www.gravitech.us/20chbllcd.html>
- hwkitchen. (10 de 3 de 2015). *hwkitchen*. Obtenido de hwkitchen: <http://www.hwkitchen.com/>
- INDUSTRIAL, R. (s.f.). *codeconet*. Obtenido de codeconet: <http://codeconet.com/>
- Jose M.Angulo Usategui, S. R. (2003). *Microcontroladores PIC*. Madrid: Mc graw Hill. Obtenido de aldo baum: sites.google.com
- multilogica-shop. (s.f.). *multilogica*. Obtenido de multilogica: multilogica-shop.com
- Sequera, R. A. (9 de 2 de 2015). *monografias*. Obtenido de monografias: www.monografias.com
- slideshare. (15 de 3 de 2015). Recuperado el 15 de 3 de 2015, de slideshare: [:/http://es.slideshare.net/wapohot/microcontroladores-pic-jos-m-angulo-usategui-ignacio-angulo-martnez](http://es.slideshare.net/wapohot/microcontroladores-pic-jos-m-angulo-usategui-ignacio-angulo-martnez)
- softwareyprogramasx. (08 de 2011). *softwareyprogramasx*. Recuperado el 08 de 2011, de softwareyprogramasx.
- tu proyecto.com. (7 de 2 de 2015). Recuperado el 7 de 2 de 2015, de tu proyecto.com: http://www.tu-proyecto.com/Store/product.php?id_product=200560

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES _____



FIRMA ASESOR _____



FECHA ENTREGA: 20 de febrero 2017

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO__ ACEPTADO__

ACEPTADO CON MODIFICACIONES_____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____