



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO
ELECTRÓNICO CALCULADOR DE DISTANCIA Y
TARIFAS PARA TAXIS IMPLEMENTADO EN UN BANCO
DE PRUEBAS PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ”**

GARCÍA JÁTIVA EDGAR BOLÍVAR

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA –ECUADOR

2013

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que se presenta, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual industrial le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Edgar Bolívar García Játiva

DEDICATORIA

A mis familiares y amigos que me ayudaron a realizar este proyecto con dedicación y amor, a mis padres por su ejemplo de perseverancia y por ayudarme tanto moral como económicamente para poder terminar mis estudios superiores.

Edgar Bolívar García Játiva

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser parte de mi vida y brindarme su bendición, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a sus docentes, en especial a mi Directora y mi Asesor por su colaboración y orientación, que han permitido la culminación de este trabajo.

Edgar Bolívar García Játiva

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Historia del taxímetro.....	3
2.1.1 <i>Primer dispositivo</i>	3
2.1.2 <i>Evolución del taxímetro</i>	3
2.2 Aplicaciones.....	4
2.3 Nuevos prototipos.	5
2.3.1 <i>Taxímetro con impresora</i>	5
2.3.2 <i>El taxímetro en el retrovisor</i>	6
2.3.3 <i>El taxímetro con GPS</i>	6
2.4 Principio de funcionamiento del taxímetro.	7
2.4.1 <i>Modo de espera</i>	8
2.4.2 <i>Nocturno festivo</i>	8
2.4.3 <i>Tarifa</i>	8
2.5 Funciones del taxímetro.	9
2.5.1 <i>Costo inicial de contratación</i>	9
2.5.2 <i>Carrera mínima</i>	9
2.5.3 <i>Aviso de "LIBRE"</i>	9
2.5.4 <i>Total a pagar</i>	9
2.5.5 <i>Recorrido total</i>	9
2.6 Componentes y equipos.	9
2.7 Fuente de alimentación.	10
2.7.1 <i>Transformador</i>	11
2.7.2 <i>Rectificador</i>	11
2.7.3 <i>Filtro</i>	11
2.7.4 <i>Regulador o estabilizador</i>	11
2.8 Sensores de velocidad.	12
2.8.1 <i>Sensor VSS tipo efecto Hall</i>	14
2.9 Pulsadores.....	16
2.10 Micro-controlador.....	16
2.10.1 <i>Características de los micro-controladores</i>	17
2.11 Elección del micro-controlador.....	18
2.11.1 <i>Características del PIC16F628A</i>	18
2.11.2 <i>Características especiales del micro-controlador</i> :	19
2.12 Módulo de visualización de datos.....	20
2.12.1 <i>Display de 7 segmentos</i>	20
2.12.2 <i>Pantalla de cristal líquido o LCD</i>	22

2.12.3	<i>Características principales de los módulos LCD.....</i>	23
2.13	Programación del micro-controlador.....	24
2.14	Microcode Studio.....	25
2.14.1	<i>Compilación del programa con Microcode Studio.....</i>	26
2.14.2	<i>Elegir modelo de PIC.....</i>	26
2.14.3	<i>Compilador.....</i>	27
2.15	Proteus.....	28
2.15.1	<i>Pruebas con Isis de Proteus.....</i>	29
2.15.2	<i>Grabador de pic US-Burn.....</i>	30
3.	ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO.....	31
3.1	Diseño y construcción del sensor de velocidad.....	31
3.1.1	<i>Montaje del sensor en la rueda.</i>	33
3.2	Diseño del circuito de control.	33
3.2.1	<i>Calculo de la constante para el cálculo de velocidad.</i>	33
3.3	Velocidad crítica.....	35
3.3.1	<i>Cálculo de la velocidad crítica.</i>	35
3.4	Tarifas establecidas por la ANT.....	36
3.5	Simulación en Proteus.	38
3.6	Diseño y construcción del circuito.....	38
4.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	43
4.1	Pruebas del módulo.	43
4.2	Control del cumplimiento de tarifas preestablecidas.....	43
4.3	Manual de usuario.....	45
4.3.1	<i>Precauciones antes del encendido.</i>	45
4.3.2	<i>Detalle del módulo central.</i>	46
4.4	Plan de mantenimiento.	49
4.5	Recursos, costos y financiamiento.....	49
4.5.1	<i>Recursos.</i>	49
4.5.2	<i>Costos.....</i>	52
4.5.3	<i>Financiamiento.</i>	52
4.6	Estudio de mercado.....	52
4.6.1	<i>Análisis de la demanda.....</i>	52
4.6.2	<i>Análisis de la oferta.....</i>	54
4.6.3	<i>Precios.....</i>	55
4.6.4	<i>Alcance y limitaciones.....</i>	55
4.7	Estudio de factibilidad para la comercialización.	56
4.7.1	<i>Aspectos generales.</i>	56
4.7.2	<i>Identificación del target group.</i>	57
4.7.3	<i>Los segmentos a enfocar.....</i>	57
4.7.4	<i>Factibilidad técnica.....</i>	58
4.7.5	<i>Factibilidad operativa.....</i>	58
4.7.6	<i>Factibilidad económica.....</i>	58
4.7.7	<i>Organización empresarial.</i>	60
4.7.8	<i>Ubicación geográfica.....</i>	60

4.7.9	<i>Descripción de la empresa.</i>	60
4.7.10	<i>Marco legal.</i>	60
4.8	Guía de laboratorio.	61
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
5.1	Conclusiones.	64
5.2	Recomendaciones.	64

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Distribución de pines 16F628	24
2 Tarifas de taxímetros ANT	36
3 Tarifa diurna	37
4 Tarifa nocturna	37
5 Verificación de resultados	44
6 Porcentaje de error	44
7 Tabla de mantenimiento	49
8 Materiales.....	50
9 Transporte.....	50
10 Mano de obra	50
11 Costos indirectos.....	50
12 Costos totales	52
13 Distribución de taxis por provincias (2010).....	52
14 Compañías de taxímetros homologados por la Agencia Nacional de Tránsito.....	54
15 Precios de taxímetros	55
16 Costos directos de fabricación del dispositivo	58
17 Guía de laboratorio 1	62
18 Guía de laboratorio 2	63

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Primer taxímetro comercial	4
2 Taxímetro actual	5
3 Taxímetro impresora.....	6
4 Taxímetro en el retrovisor	6
5 Taxímetro G200R.....	7
6 Modo de espera	8
7 Modo nocturno	8
8 Tarifa.....	8
9 Diagrama de bloques.....	10
10 Diagrama de bloques fuente de alimentación	11
11 Regulador de voltaje	12
12 Sensor de velocidad.	12
13 Sensor de velocidad VSS	13
14 Conector del sensor.....	14
15 Sensor tipo efecto Hall.....	15
16 Señal del sensor	15
17 Pulsador	16
18 Estructura del micro-controlador.....	17
19 PIC16F628A.....	19
20 Display de 7 segmentos.....	20
21 Configuración de los segmentos.....	21
22 Conexión ánodo común	21
23 Conexión cátodo común	22
24 Pantalla LCD 4x16.....	22
25 Entorno de programación en MICROCODE STUDIO	26
26 Selección del pic	27
27 Botón compile only.....	27
28 Botón compile and program.....	27
29 Isis de proteus.....	28
30 Pic seleccionado	29
31 Ventanas Edit Component	29
32 Ventana del software US-Burn	30
33 Sistema de control simplificado	31
34 Circuito del sensor	32
35 Diseño de pistas del sensor óptico.	32
36 Sensor ensamblado	33
37 Simulación del módulo en el programa PROTEUS.....	38

38	Implementación 1 en PROTOBOARD	39
39	Diseño del circuito.....	40
40	Placa principal del módulo electrónico	41
41	Placa principal del módulo con elementos electrónicos y display	41
42	Banco didáctico.....	42
43	Encendido y visualización de datos	43
44	Módulo central.....	46
45	Encendido	47
46	Inicio.....	48
47	Pause	48
48	Distribución de taxis por provincias (2010).....	53
49	Gráfica de ingresos de ventas por meses.....	59

LISTA DE ABREVIACIONES

ABS	Sistema de frenos antibloqueo
ANT	Agencia nacional de tránsito
ASM	Lenguaje ensamblador
CA	Corriente alterna
CC	Corriente continua
CPU	Unidad de control de procesamiento
ECM	Módulo de control electrónico
ESP	Control electrónico de estabilidad
PCB	Placa de circuito impreso
PIC	Control de interfaz periférico
PWM	Modulación de ancho de pulso
RISC	Computador con conjunto de instrucciones reducidas
USB	Bus universal en serie
VSS	Sensor de velocidad del vehículo
SRI	Servicio de rentas internas

LISTA DE ANEXOS

- A** Programación del pic
- B** Diseño de circuito impreso del módulo de control
- C** Circuito impreso del sensor óptico
- D** Norma Técnica Ecuatoriana NTEINEN 2663:2013

RESUMEN

Un Dispositivo Electrónico Calculador de Distancia y Tarifas para Taxis Implementado en un Banco de Pruebas para la Escuela de Ingeniería Automotriz, con el objetivo de demostrar el correcto funcionamiento de un taxímetro aplicando las tarifas establecidas, con el propósito de incrementar el nivel de conocimiento en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH y ser competitivo en el mercado.

Utilizando herramientas informáticas para la programación del PIC (Control de Interfaz Periférico) como Microcode Studio, simulación del circuito en Isis de Proteus, se elabora el módulo central electrónico, impresión del circuito en baquelita y ensamblado de los componentes midiendo y calculando el costo a pagar según el recorrido y el tiempo, a través de la señal digital del sensor de velocidad del vehículo.

Se obtuvo una programación capaz de mostrar en el LCD (Display de Cristal Líquido) todos los datos a ser medidos, fácil de comprender y de ser necesario poder cambiar o actualizar los parámetros de funcionamiento del módulo en la programación del PIC (Control de Interfaz Periférico), el montaje y desmontaje es sencillo, siendo útil para el aprendizaje de los estudiantes y competitivo en el mercado.

La construcción del dispositivo requirió un conocimiento multidisciplinario necesario en el desarrollo de habilidades de los estudiantes en diversas áreas como; mecánica, física, álgebra, programación, electrónico, entre otras, para utilizar el banco de pruebas de forma óptima.

Recomiendo utilizar periódicamente esta nueva herramienta, comprobar su correcto funcionamiento y posteriormente se implemente nuevas ideas contribuyendo al desarrollo tecnológico del país promocionando dicho dispositivo.

ABSTRACT

An Electronic Device Calculator of Distance and Fares for Taxis Implemented in a Proof Bench for the Escuela de Ingeniería Automotriz has been designed and built to demonstrate the right performance of a taximeter by applying the fares established to increase the knowledge level in the students of the Escuela de Ingeniería Automotriz, ESPOCH, and be competitive in the market.

By using informatics tools for the programming of the PIC (Periphery Interface Control) such as Microcode Studio, simulation of the circuit in Isis of Proteus, the central electronic module is elaborated, printing of the circuit in bakelite and components assembling by measuring and calculating the cost to be paid according to the distance and time through the digital signal of the speed sensor of the vehicle.

A programming capable of showing in the LCD (Display of Liquid Crystal) all the data to be measured was obtained, easy to understand, and if necessary, to change or put up-to-date the performance parameters of the module in the PIC programming, the assembly and dismount is simple being useful for the learning of the students and competitive in the market.

The device construction required a multidisciplinary knowledge necessary in the development of the students' skills in different areas such as mechanics, physics, algebra, programming, electronics, among others, to use the proof bench in an optimum way.

I recommend to employ periodically this new tool to check its right performance, and afterwards, that new ideas be implemented to contribute to the technological development of the country by promoting such a device.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La mayoría de los sistemas mecánicos han evolucionado de manera considerable utilizando como mejor opción la electricidad y electrónica, debido a la gran ventaja que ofrecen sobre sistemas mecánicos tradicionales.

Cuando se realizan trabajos en dicha área, se ve la gran necesidad de un dispositivo que controle y calcule el recorrido del taxi y a su vez el costo del mismo, esto sería el principal objetivo del proyecto. Después de realizar la evaluación preliminar, se determinó que los usuarios del servicio de taxi no están conformes con el cobro de la tarifa, y a su vez la persona que ofrece el servicio no está conforme con el pago de los usuarios.

El Ingeniero Automotriz de la ESPOCH, está preparado para desarrollar habilidades necesarias para la utilización de herramientas de control eléctricas y electrónicas para dar mantenimiento y reingeniería de los sistemas en general, construcción, reconstrucción, diseño y readecuación de motores ya sean diesel o gasolina, en sus sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos y de inyección electrónica; así como la administración de un taller, además de contar con las competencias para proponer cambios de sistemas comunes que permitan corregir algunas deficiencias que adquieren los vehículos durante su funcionamiento, recalando que uno de los objetivos principales es mantener el control y funcionamiento del vehículo garantizando el cumplimiento del ciclo de vida útil de cada una de las unidades.

1.2 Justificación

La forma actual de cobrar la tarifa del recorrido de alquiler de taxi es empírica o de acuerdo a la conveniencia de una de las partes, en el mejor caso se llega a un acuerdo, pero no existe algún dispositivo encargado de calcular con precisión el costo del recorrido para evitar inconformidades, tanto de taxistas como de usuarios.

Existen ya en el mercado taxímetros, pero los usuarios no confían en estos dispositivos debido a que muchos de ellos son manipulados o adulterados por

personas inescrupulosas, esta es la razón para que los usuarios prefieran utilizar el sistema de negociación. Se propone en este proyecto diseñar y construir un banco didáctico, el cual será muy útil para el aprendizaje y comprensión del funcionamiento de un taxímetro digital.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseñar y construir un dispositivo electrónico calculador de distancia y tarifas para taxis implementado en un banco de pruebas para la escuela de Ingeniería Automotriz.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Realizar un estudio sobre los tipos de taxímetros existentes en el mercado.

Analizar las distintas opciones que se podría implementar en el dispositivo.

Desarrollar el prototipo y el manual de usuario para su correcto uso.

Desarrollar las pruebas y realizar las correcciones respectivas del prototipo.

Realizar el análisis de mercado y factibilidad de un nuevo dispositivo.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del taxímetro

La palabra taxímetro proviene del griego “taxi” que significa tasa (lo que se cobra a cambio de la prestación de un servicio) y “metron” que significa medida, el vocablo en cuestión significa medición de la tasa. (dechile.net, 2011)

El transporte de viajeros a cambio de dinero existe desde hace siglos, aunque el taxi tal y como se lo conoce en la actualidad apareció con la invención del taxímetro, el cual fue ideado por el ingeniero inglés Wilhelm Bruhn en el año de 1891.

La gran difusión de este invento surgió en 1907, cuando Harry N. Hallen fundó una compañía de alquiler de automóviles en Estados Unidos, los cuales contaban con taxímetros para el cobro del servicio de traslado de personas.

2.1.1 *Primer dispositivo.* En la antigüedad los taxímetros funcionaban por medio de un mecanismo solidario en el eje de una carreta que iba liberando pequeñas bolas. Al final del trayecto, el pasajero pagaba en función de las bolas liberadas.

2.1.2 *Evolución del taxímetro.* Los taxímetros eran originalmente mecánicos y montados fuera del taxi, encima de la rueda delantera lateral del conductor. Aunque, transcurridos unos años, fueron introducidos dentro del vehículo. En los años 80 los taxímetros mecánicos pasaron a ser electrónicos eliminando, de esta manera, el familiar sonido de tictac que hacía el mecanismo de sincronización.

El ingeniero alemán Wilhelm Bruhn inventó en 1891 el taxímetro, un ingenio mecánico para medir el tiempo y la distancia recorrida por los vehículos

El primer vehículo con motor equipado con este invento fue el Daimler Victoria (fabricado por Gottfried Daimler en 1897), y fue entregado, con taxímetro incorporado, al empresario Friedrich Greiner del transporte de Stuttgart, que fundó la primera compañía motorizada del taxi del mundo.

Los siguientes vehículos de motor destinados al taxi, equipados con taxímetro, comenzaron a funcionar en París en 1899, en Londres en 1903 (con el llamado French-built Prunel, construidos en Francia por Prunel) y en Nueva York en 1907.

Figura 1. Primer taxímetro comercial



Fuente: <http://www.granataxi.com/Taximetro%20antiguo.jpg>

Hasta 1904, cuando Louis Renault reinventó el taxímetro y lo incorporó en sus vehículos, el taxímetro no se incorporó de una manera más generalizada. Debido al éxito obtenido por los taxis en París y en Londres, se exportaron a Nueva York y a Buenos Aires.

2.2 Aplicaciones

Los taxímetros miden la distancia recorrida y el tiempo para convertir estas magnitudes físicas en tarifas. Las tarifas varían mucho de un sitio a otro y suelen estar sujetas al área o ciudad donde se realice el traslado, por lo tanto la tarifa por recorrer cierta distancia en una ciudad puede ser diferente al recorrerla en otra, también puede depender de la cantidad de personas que viajen en el automóvil, la carga que se lleve, si el taxi tiene que ir de un lugar a otro, etc. Sin embargo, no importa donde estos taxímetros operen, todos miden la distancia que se corre y el tiempo que se ha tardado en recorrerla, incluido el tiempo de espera del conductor.

El taxímetro usa impulsos eléctricos para medir la distancia y el tiempo. Para medir la distancia, el taxímetro se apoya en un sensor de velocidad conectado a la transmisión

del automóvil, el sensor envía un impulso eléctrico al taxímetro cada vez que se ha recorrido una distancia determinada, incorporado al taxímetro existe un temporizador que envía un pulso cuando un cierto tiempo ha pasado. Los pulsos provienen de cada sensor en intervalos que son más pequeños que el intervalo de la tarifa.

Las condiciones reales de tráfico pueden ser bastante complejas; en una ciudad grande, la cual tiene mucho tráfico, los recorridos son bastante cortos debido que existen continuas paradas. Para que los taxímetros puedan funcionar con una gran cantidad de tráfico, se deben unir los cálculos de los sensores de tiempo y distancia, contando cualquiera de los pulsos, tiempo o distancia, el que llegue primero. Cabe recalcar que los pulsos llegan más frecuentemente que la distancia o tiempo reales.

Figura 2. Taxímetro actual



Fuente: <http://www.elcorreo.com/vizcaya/noticias/200912/29/Media/taximetro--30>

2.3 Nuevos prototipos

2.3.1 *Taxímetro con impresora.* El taxímetro es una herramienta indispensable para una eficiente gestión de flotas de taxis, a pesar de que su empleo por taxistas particulares es de gran utilidad. En este tipo de taxímetro permite asignar como máximo diferentes tipos de tarifas con la capacidad de adecuarse a cualquier regulación según el lugar donde opere. Posee una impresora térmica integrada para la entrega de recibos con los datos del viaje, así como para la obtención de reportes por chofer, por turno y por eventos.

Figura 3. Taxímetro impresora



Fuente: <http://antoniocortes.com.ar/taximetro-tango-xp.html>

2.3.2 *El taxímetro en el retrovisor.* El taxímetro espejo es un taxímetro completamente integrado dentro del espejo retrovisor del vehículo taxi. Ofrece muchas ventajas al usuario y marca nuevas pautas en el diseño electrónico y la distribución en todo el mercado del taxímetro, la mayoría de los modelos poseen impresora, tarifas inteligentes independientes, contadores de estadísticas además de una gran capacidad de memoria.

Figura 4. Taxímetro en el retrovisor



Fuente: <http://www.digitax.com/products/Taximetro-M1.html>

2.3.3 *El taxímetro con GPS.* Una nueva forma de calcular la tarifa del taxímetro es utilizando la nueva tecnología del (GPS) Sistema de Posicionamiento Global, con esta tecnología el taxímetro ya no tendrá que ir conectado a ningún sensor de velocidad o movimiento del vehículo, esta información la proporciona el GPS y con estos datos se calcula la tarifa.

El uso de GPS posee una desventaja que se traduce en el cálculo de tarifas erróneas debido a que en lugares con edificios altos o con escasa cobertura se pierde la comunicación con el satélite.

La empresa Transmediapresentará pronto el taxímetroG200R, el cual tendrá apoyo satelital y ofrecerá cobertura mundial.

Figura 5. Taxímetro G200R



Fuente: <http://cybergraphy.es/news.htm>

2.4 Principio de funcionamiento del taxímetro

Un taxímetro es un equipo electrónico gobernado por micro-controladores montados sobre una placa y conectado al odómetro del vehículo, por lo que es fácil deducir que tiene la función de adquirir datos (distancia y tiempo), para transformarlos en tarifas tras la pertinente multiplicación por el precio del kilómetro(o fracción correspondiente) en el importe total del servicio realizado (distancia recorrida) en moneda en curso legal y que deberá cancelar el cliente.

A esto hay que añadir la suma del tiempo que el vehículo permanece detenido por distintas incidencias de la vía o del tráfico (semáforos, pare, u otras señales de tránsito) y que el aparato calcula en función del precio de hora de espera(o fracción).

Conectado con el taxímetro se encuentra en la parte superior del vehículo lo que técnicamente se denomina módulo y que dependiendo del mismo mostrará la palabra taxi y encenderá o apagará la luz verde o roja o a su vez encenderá una luz indicando libre y cuando esté ocupado se apagará dicha luz.

A continuación se muestra figuras de un taxímetro operando y sus distintas posiciones de uso del modelo expuesto.

El modo festivo o nocturno significa que correrá de acuerdo a dicha tarifa ya establecida.

2.4.1 *Modo de espera*

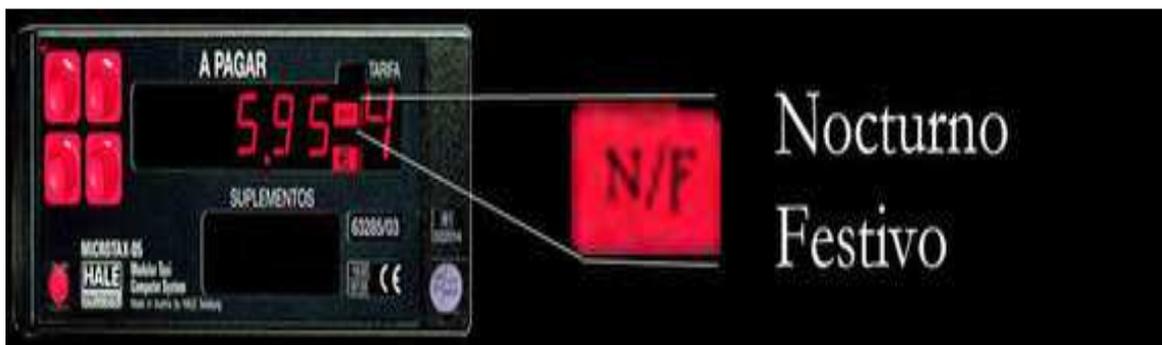
Figura 6. Modo de espera



Fuente: <http://www.radio-taxi-getxo.com/el-tax%C3%ADmetro/>

2.4.2 *Nocturno festivo*

Figura 7. Modo nocturno



Fuente: <http://www.radio-taxi-getxo.com/el-tax%C3%ADmetro/>

2.4.3 *Tarifa*

Figura 8. Tarifa



Fuente: <http://www.radio-taxi-getxo.com/el-tax%C3%ADmetro/>

2.5 Funciones del taxímetro

Las funciones del dispositivo son todos los parámetros que se debe tomar en cuenta para la elaboración del prototipo para su perfecto funcionamiento, tomando en cuenta las normativas y reglas que las diferentes entidades de tránsito (Agencia Nacional de Tránsito) imponen para el uso de un dispositivo como es el taxímetro.

Las funciones principales que debe tener un taxímetro y por ende las más importantes son las siguientes:

2.5.1 *Costo inicial de contratación.* Primer incremento en el indicador de costo, que se genera debido a la activación del taxímetro. (ANT, 2013)

2.5.2 *Carrera mínima.* La carrera mínima está basada en los reglamentos de la comisión de tránsito en las jefaturas para este caso como se lo realiza en la ciudad de Riobamba la tarifa mínima es de un dólar americano y seguirá incrementando según la distancia recorrida.

2.5.3 *Aviso de "LIBRE".* Esta función se activará cuando se haya concluido una carrera y empiece a circular por la ciudad en busca de usuarios del taxi.

2.5.4 *Total a pagar.* Es la cantidad de dinero total a cancelar por el servicio prestado de traslado de personas cosas u otros desde un punto a otro en base a las distancia del recorrido.

2.5.5 *Recorrido total.* Es la distancia total recorrida de un usuario en el taxi en uso.

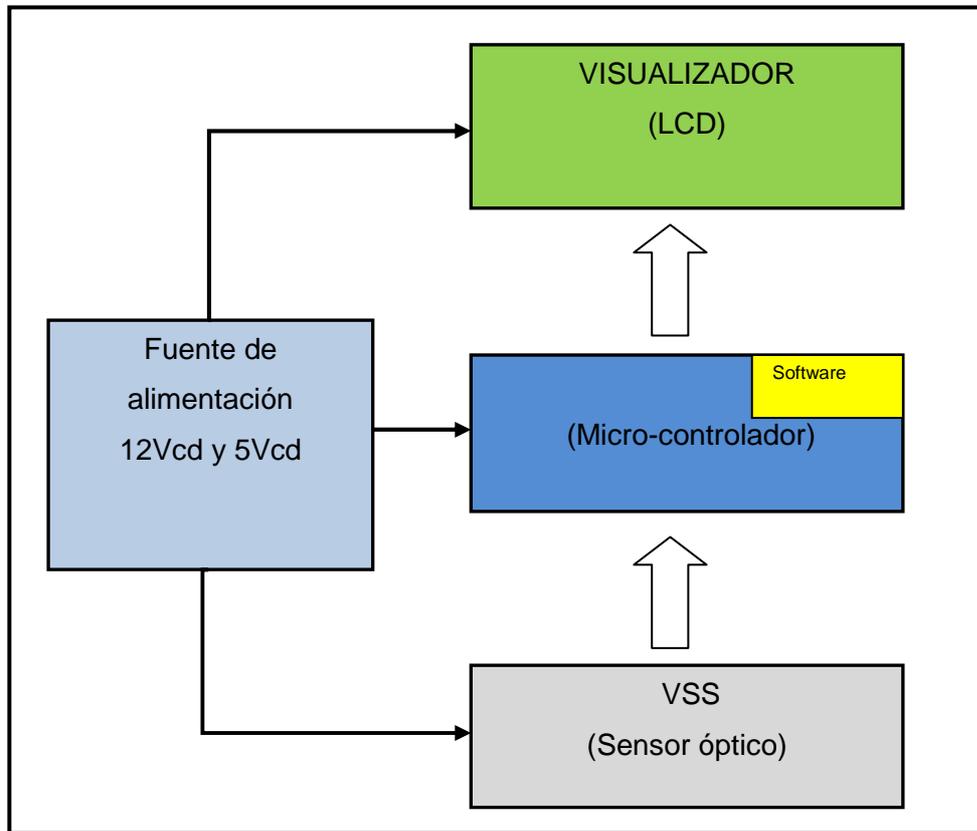
Estos son todos los parámetros para el diseño de este proyecto ya que cumple con los requisitos de un taxímetro de uso común en cualquier ciudad del país.

2.6 Componentes y equipos

Para la realización de este proyecto se propone simular como trabaja un sensor

VSS(sensor de velocidad del vehículo), la función que realiza el micro-controlador y el sistema de visualización, de tal modo que se plantea el siguiente diagrama en bloques.

Figura 9. Diagrama de bloques



Fuente: Autor

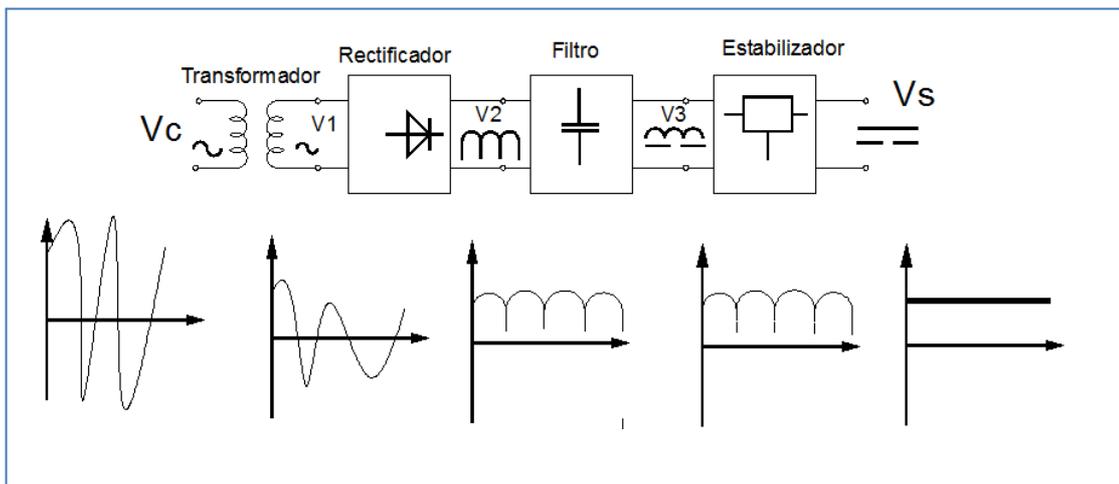
2.7 Fuente de alimentación

Es un dispositivo que convierte la tensión o corriente alterna de la red eléctrica, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conectan.

En el siguiente diagrama de bloques muestra cómo funciona una fuente de alimentación.

Se puede notar como la onda sinusoidal paso a paso se transforma en línea recta lo que significa una corriente continua.

Figura 10. Diagrama de bloques fuente de alimentación



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/3982167/fuente-de-poder>

2.7.1 Transformador. Convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética. Está constituido por dos o más bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre sí eléctricamente.

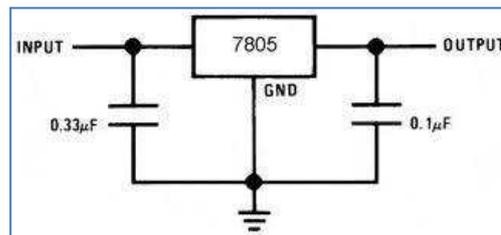
2.7.2 Rectificador. Es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua. Esto se realiza utilizando diodos rectificadores, ya sean semiconductores de estado sólido, válvulas al vacío o válvulas gaseosas como las de vapor de mercurio.

2.7.3 Filtro. Está formado por uno o más condensadores o capacitores, alisa o aplanan la onda anterior eliminando el componente de corriente alterna (c.a) que entregó el rectificador. Los capacitores se cargan al valor máximo de tensión entregada por el rectificador y se descargan lentamente cuando la señal pulsante desaparece.

2.7.4 Regulador o estabilizador. El regulador recibe la señal proveniente del filtro y entrega una tensión constante sin importar las variaciones en la carga o del voltaje de alimentación.

El regulador de voltaje 7805 es el circuito integrado más utilizado en circuitos electrónicos debido a que tiene una salida ideal para alimentar otros circuitos y microcomponentes. Este recibe un voltaje de hasta 20V en su entrada y entrega 5V en su salida.

Figura 11. Regulador de voltaje



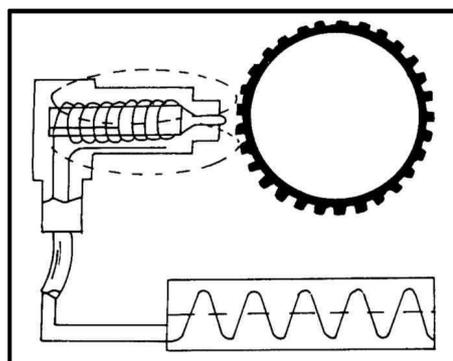
Fuente: <http://www.maicas.net/goofy/7805.gif>

2.8 Sensores de velocidad

Un sensor es un dispositivo transductor que transforma una magnitud física en otra que facilite la lectura de su medida. El sensor de velocidad, mide la corriente que genera la bobina y es proporcional a la velocidad del movimiento.

El sensor de velocidad está construido con una bobina de alambre más un imán, están colocados de forma que al moverse el cárter, el imán permanece sin moverse creando un movimiento relativo en el campo magnético y la bobina genera una corriente que es proporcional a la velocidad del movimiento como se muestra en la figura siguiente.

Figura 12. Sensor de velocidad



Fuente: http://autumn.ru/opel-frontera/opel-8700-10.m_id-747.html

Debido a que el sensor es auto generador no necesita de aditamentos electrónicos para funcionar. Posee una impedancia de salida eléctrica baja, que lo hace casi

insensible a la inducción del ruido. Otros sensores están contruidosen base a una bobina móvil colocada fuera de un imán estacionario.

El velómetro, es de entre todos los sensores VSS el mejor, su construcción se basa en un acelerómetro con un integrador electrónico incorporado que mide la velocidad a través de la relación del campo magnético que generan las paletas que giran al ser atravesadas por el aire, generando así la señal para el cálculo de distancia y valor a pagar.

Las señales enviadas por el sensor VSS no solo son utilizadas para la medida de la velocidad del automóvil sino que también la utiliza el sistema de velocidades automaticas de un auto automatico, la computadora necesita esta señal para hacer ajustes en la mezcla dependiendo la velocidad a la que vaya el auto, la utilizan los sistemas de frenos ABS (Antilock Braking System) y el sistema de control de dirección ESP (Control Electrónico de Estabilidad)

Figura 13. Sensor de velocidad VSS



Fuente: http://es.123rf.com/photo_7703485-sensor-de-velocidad-para-coches.html

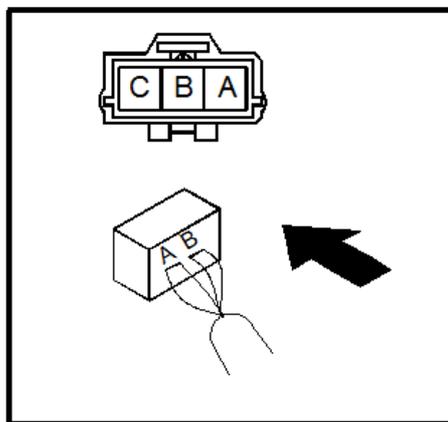
EIECM(Módulo de Control Electrónico) usa la señal del sensor de velocidad del vehículo (VSS) para modificar las funciones del motor y poner en marcha rutinas de diagnóstico. La señal de VSS se origina por un sensor que mide la velocidad de salida de la transmisión o velocidad de las ruedas.

Diferentes tipos de sensores se han utilizado en función de los modelos y aplicaciones.

2.8.1 Sensor VSS tipo efecto Hall. Este sensor funciona con 4 imanes permanentes en el transeje que cada vez que uno de estos imanes pasa por el sensor, el imán induce un campo magnético al sensor cerrando un circuito que permite el paso de la corriente de un voltaje de 5v y esto genera un pulso, ya que el transeje tiene 4 imanes el sensor abrirá y cerrará 4 veces el circuito del sensor de efecto hall.

Este tipo de sensor está situado en la caja de diferencial, posee 3 terminales: uno de corriente de 5V, uno de señal y otro derivado a tierra.

Figura 14. Conector del sensor



Fuente: <http://www.guiamecanica.com.ar/articulos/itsa%201.htm>

A= Tierra o negativo.

B= Señal de salida del sensor.

C= Voltaje de alimentación del sensor (5V)

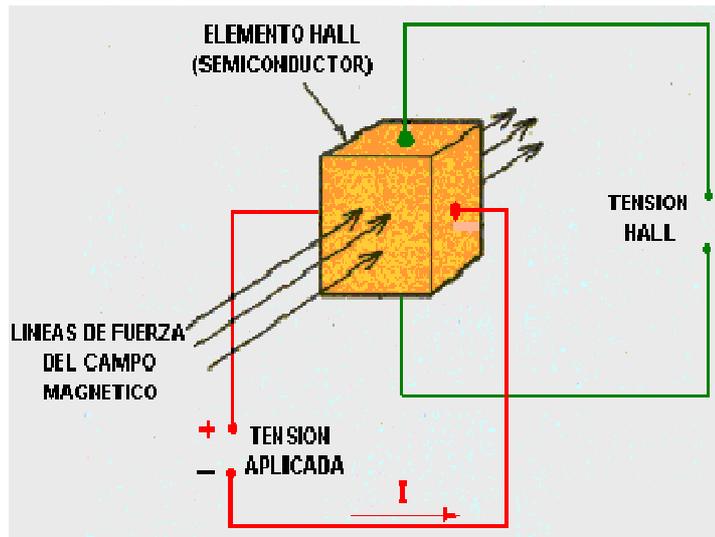
El circuito del sensor por efecto Hall actúa de la misma forma que un sensor de posición que utiliza un interruptor referido a tierra. La diferencia fundamental radica en como la conmutación a tierra se produce.

En el caso de un sensor de posición por interruptor referido a tierra, en el circuito existe un interruptor mecánico, el circuito Hall utiliza un interruptor electrónico.

El circuito del sensor por efecto Hall está conformado por un Módulo de Control Electrónico, un dispositivo por efecto Hall, conectores y conductores que interconectan entre sí a ambos dispositivos electrónicos. (GARBERO, 2008)

El módulo de control electrónico contiene un regulador de tensión 5 voltios por este motivo este sensor puede ser alimentado con 5 o 12 voltios, una resistencia limitadora de corriente que constituye la carga de colector del transistor de salida del sensor hall y un circuito procesador de información.

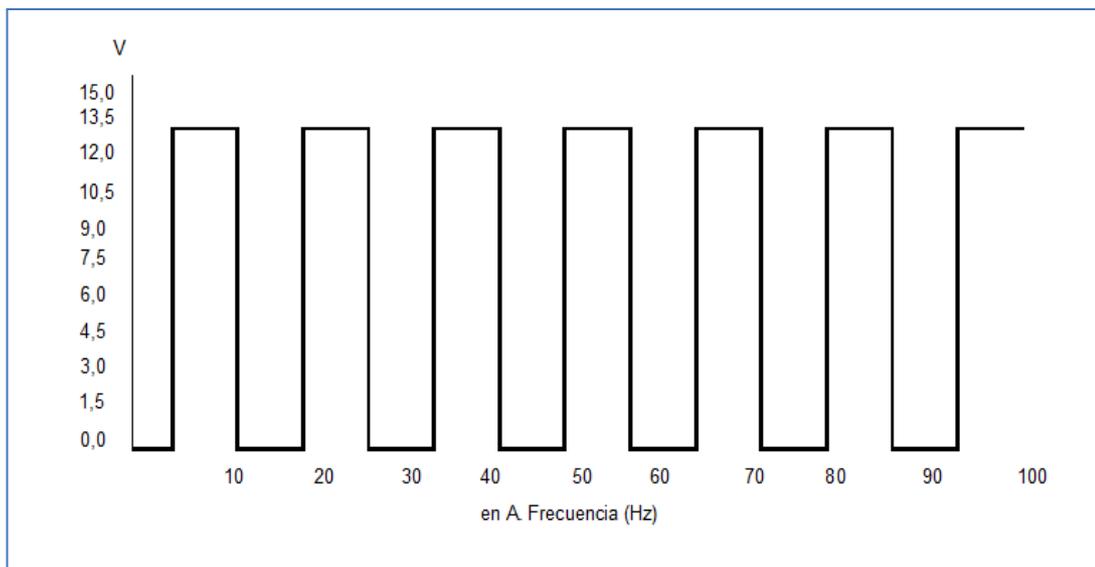
Figura 15. Sensor tipo efecto Hall



Fuente: JORGE A. GARBERO – INGENIERÍA ELECTRÓNICA

La interrupción alternativa del campo magnético genera una señal de onda cuadrada que va de 0 a 5 voltios.

Figura 16. Señal del sensor



Fuente: <http://www.guiamecanica.com.ar/articulos/itsa%201.htm>

2.9 Pulsadores

El pulsador es un dispositivo utilizado para activar alguna una función o circuito. Los botones son de diversa forma y tamaño y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos o electrónicos.

Los botones son por lo general activados al ser pulsados, normalmente con un dedo. Conduce corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo.

Figura 17. Pulsador



Fuente: Autor

Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA.

2.10 Micro-controlador

Los micro-controladores son computadores digitales integrados en un chip que cuentan con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puertos de entrada salida. A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores, los micro-controladores son unidades autosuficientes y más económicas.

El funcionamiento del micro-controlador está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de micro-controladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.

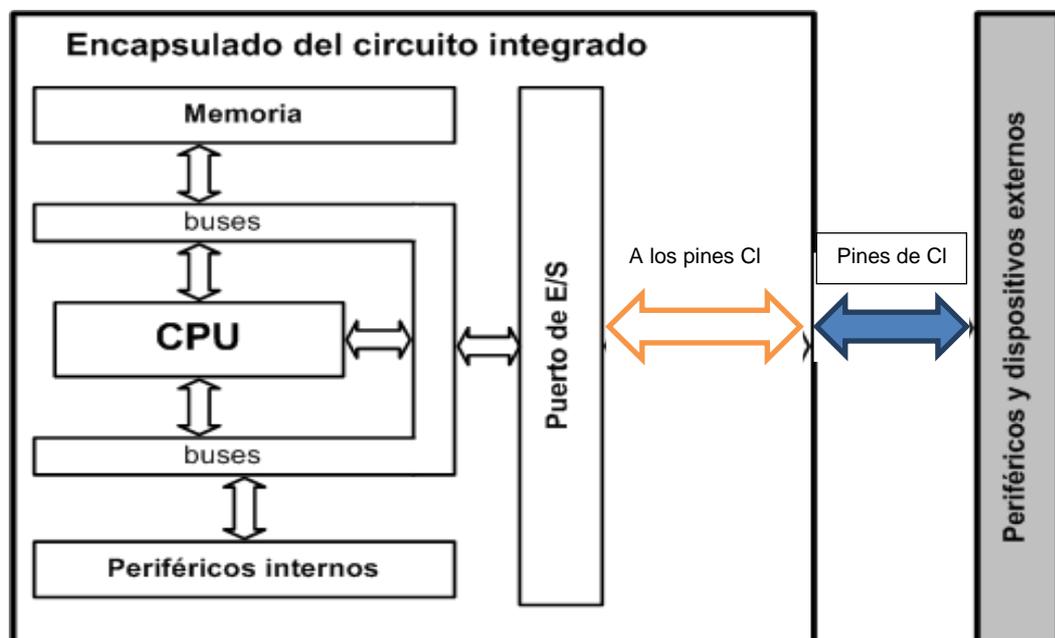
Por las características mencionadas y su alta flexibilidad, los micro-controladores son ampliamente utilizados como el principal elemento de una gran variedad de sistemas empotrados que controlan maquinas, componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de automatización y robótica.

2.10.1 Características de los micro-controladores. Principales características del micro-controlador:

Unidad de Procesamiento Central (CPU): Típicamente de 8 bits, pero también las hay de 4, 32 y hasta 64 bits, es decir dispositivos de almacenamiento físicamente separados, memoria/bus de datos separada de la memoria/bus de instrucciones de programa, o arquitectura de Von Neumann, también llamada arquitectura Princeton, con memoria/bus de datos y memoria/bus de programa compartidas.

Memoria de Programa: Es una memoria ROM (Read-OnlyMemory), EPROM (Electrically Programable ROM), EEPROM (Electrically Erasable/Programable ROM) o Flash que almacena el código del programa que típicamente puede ser de 1 kilobyte a varios megabytes.

Figura 18. Estructura del micro-controlador



Fuente: http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php?title=El_microcontrolador

Memoria de Datos: Es una memoria RAM (Random Access Memory) que típicamente puede ser de 1, 2 4, 8, 16, 32 kilobytes.

Generador del Reloj: Usualmente un cristal de cuarzo de frecuencias que genera una señal oscilatoria de entre 1 a 40 MHz, o también resonadores o circuitos RC.

Interfaz de Entrada/Salida: Puertos paralelos, seriales (UARTs, Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), I2C (Inter-IntegratedCircuit), Interfaces de Periféricos Seriales (SPIs, Serial Peripheral Interfaces), Red de Área de Controladores (CAN, ControllerArea Network), USB (Universal Serial Bus).

Conversores Análogo-Digitales (A/D, análogo-a-digital) es un dispositivo electrónico capaz de convertir una entrada analógica de voltaje en un valor binario. La señal analógica, que varía de forma continua en el tiempo, se conecta a la entrada del dispositivo y se somete a un muestreo a una velocidad fija, obteniéndose así una señal digital a la salida del mismo.

Moduladores por Ancho de Pulso (PWM, Pulse WidthModulation) para generar ondas cuadradas de frecuencia fija pero con ancho de pulso modificable.

2.11 Elección del micro-controlador

Los PIC son una familia de micro-controladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc., derivados del PIC1650 desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

PIC(Peripheral Interface controller) es un controlador de interfaz periférico, se diseñó para ser usado con la nueva CPU de 16 bits CP16000, siendo en general una buena CPU, ésta tenía malas prestaciones de entrada y salida y el PIC de 8 bits se desarrolló en 1975 para mejorar del sistema.

El micro-controlador más utilizado es el de 8 bits, posee una arquitectura RISC(Computador con Conjunto de Instrucciones Reducidas) avanzada así como un juego reducido de 35 instrucciones.

2.11.1 Características del PIC16F628A

- CPU de alto rendimiento RISC

- Velocidades de operación de DC - 20 MHz
- Capacidad de interrupción pila de 8 niveles.
- Modos de direccionamiento directos, indirectos y relativos, 35 simples instrucciones de palabra.
- Todas las instrucciones de ciclo único, excepto las de salto.
- En la siguiente figura se muestra la forma física de un micro-controlador 16F628A

Figura 19. PIC16F628A



Fuente: <http://dc127.4shared.com/doc/LcRZnBAY/preview.html>

2.11.2 Características especiales del micro-controlador

- Opciones de oscilador externo e interno.
- Precisión de fábrica del oscilador interno de 4 MHz calibrada a $\pm 1\%$.
- Oscilador de 48 kHz De bajo consumo interno.
- Modo de ahorro de energía en modo sueño.
- Resistencias programable pull-ups del PORTB.
- Multiplexado del pin reset / Entrada-pin.
- Temporizador Watchdog con oscilador independiente para un funcionamiento fiable.
- Baja tensión de programación TM In-Circuit Serial (a través de dos pines)
- Protección de código programable.
- Brown-outreset.
- Power-onReset.
- Power-up Timer y el oscilador de puesta en marcha del temporizador.

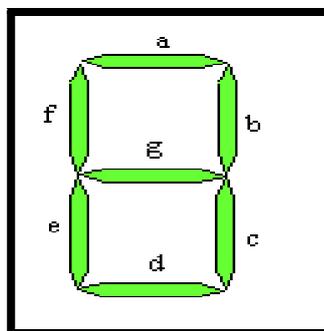
- Amplio rango de funcionamiento de tensión (2.0-5.5V).
- Industrial y amplia gama de temperaturas extendidas.
- Alta durabilidad de la memoria Flash /EEPROM:
- 100.000 ciclos de escritura Flash
- 40 años de retención de datos
- De baja potencia características:
- Corriente de funcionamiento:
- 12 μ A, 32 kHz, 2,0 V, típica
- 120 μ A, 1 MHz, 2,0 V, típica
- Temporizador Watchdog actual:
- 1 μ A, 2.0V, típico
- Timer1 oscilador actual:
- 1.2 μ A, 32 kHz, 2,0 V, típica
- Tiempo de ejecución seleccionable entre 4 MHz y de 48 kHz

2.12 Módulo de visualización de datos

Para mostrar los datos obtenidos por el sensor y los datos calculados por el microcontrolador es necesaria la utilización de visualizadores, se describen a continuación los más utilizados.

2.12.1 Display de 7 segmentos. Es un dispositivo usado para presentar información de forma visual.

Figura 20. Display de 7 segmentos

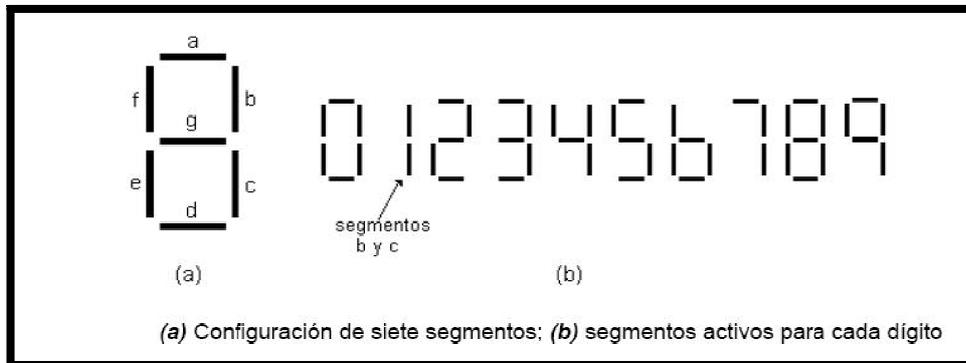


Fuente: <http://lasclases.com/CircuitosLogicos/tema11.html>

Esta información es específicamente un dígito decimal del 0 (cero) al 9 (nueve), por lo que deberá ser activado por medio de código binario. Consta de 7 LED's (Light Emisor

Diode), uno por cada segmento, que se encenderá o apagará dependiendo de la información que se les envíe.

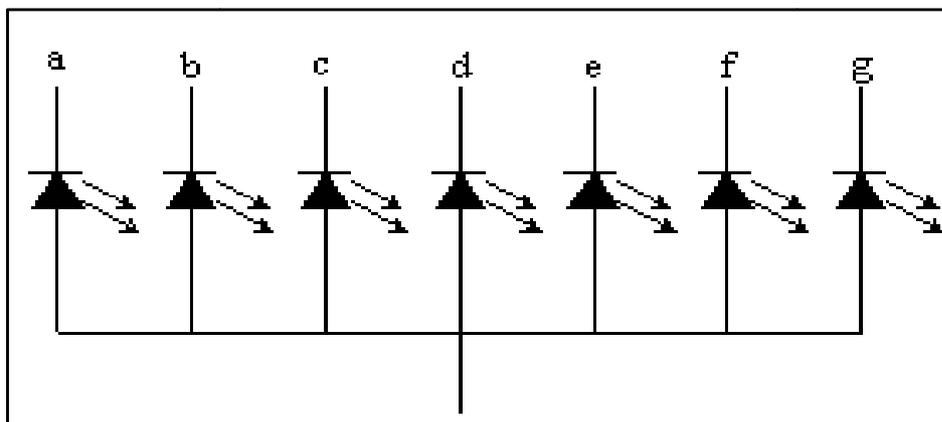
Figura 21. Configuración de los segmentos



Fuente: <http://lasclases.com/CircuitosLogicos/tema11.html>

Cada uno de los siete led's que posee el display está designado por una de las siete primeras letras del abecedario. Con éstos pueden formarse todos los dígitos decimales. Por ejemplo, para formar el número tres deben activarse los led's a, b, c, d y g y desactivar e y f. Para el uno se usan los led's b y c. De forma análoga se procede para el resto de los casos.

Figura 22. Conexión ánodo común



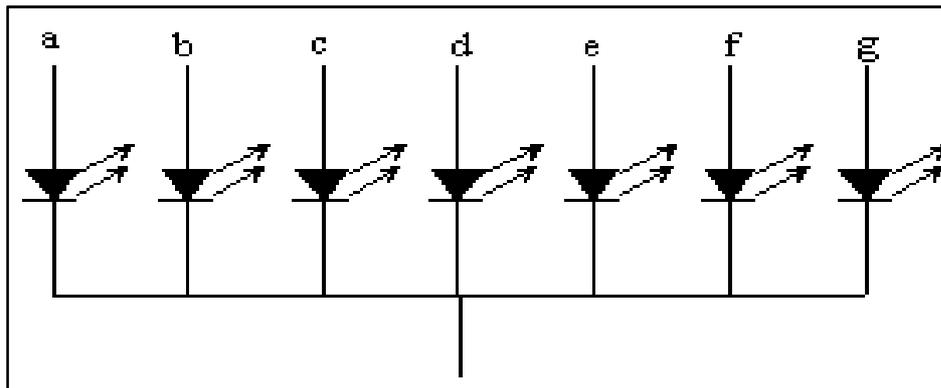
Fuente: <http://lasclases.com/CircuitosLogicos/tema11.html>

Estos dispositivos pueden tener conexión "Ánodo Común" o "Cátodo Común" En el caso de los display de ánodo común todos los ánodos (polo positivo) de los led's comparten la conexión. Estos display requieren un cerológico (tierra) a la entrada de cada segmento para encenderlo.

En el caso de los display de cátodo común todos los cátodos (polo negativo) de los led's comparten la conexión. Estos display requieren un uno lógico (Vcc) a la entrada de cada segmento para encenderse.

Todas las conexiones deben tener su respectiva protección (resistencia) para regular la cantidad de corriente que pasa a través de los led's.

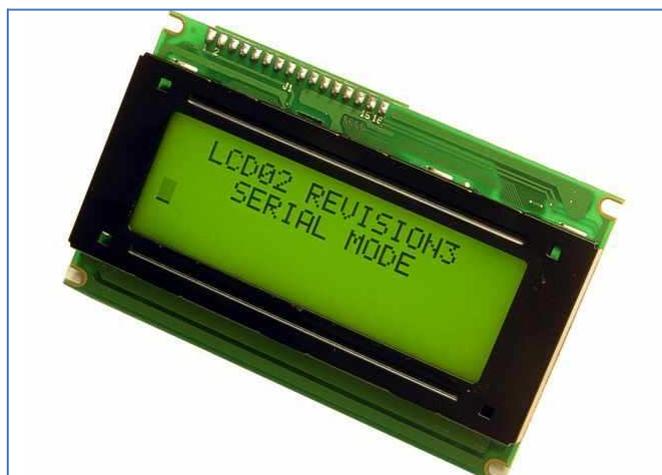
Figura 23. Conexión cátodo común



Fuente: <http://lasclases.com/CircuitosLogicos/tema11.html>

2.12.2 Pantalla de cristal líquido o LCD. Es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromáticos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de baterías, ya que consume cantidades muy pequeñas de corriente siendo este visualizador la mejor opción para la utilización en el módulo electrónico del banco didáctico.

Figura 24. Pantalla LCD 4x16



Fuente: <http://www.superrobotica.com/Images/S310118big.JPG>

Muchas aplicaciones micro-controladas requieren mostrar datos de diversas formas. Para ello se puede emplear fácilmente un display LCD. Estos módulos son la solución ideal en los casos donde se desea mostrar menús al usuario, respuestas a determinadas secuencias de comandos, para lo cual el hardware de control se resume en un par de teclas del tipo cursor. También son muy útiles en sistemas de mediciones múltiples y simultáneas, donde de otra forma habría que emplear cantidades de decodificadores BCD y transistores para comandar displays de 7 segmentos convencionales.

Si bien muchas aplicaciones donde se debe mostrar información se podrían resolver con el uso de display de 7 segmentos, estos presentan algunas limitaciones importantes, la más notoria es el hecho de no poder mostrar caracteres alfanuméricos ni ASCII (Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información), además de tener un elevado consumo de corriente.

Los módulos LCD (display de cristal líquido) solucionan estos inconvenientes y tienen algunas ventajas adicionales como la facilidad con que se pueden conectar a microprocesadores y micro-controladores, sumado a la óptima presentación de la información.

2.12.3 Características principales de los módulos LCD:

Los módulos LCD se encuentran en diferentes presentaciones, desde muy básicos de dos líneas de dieciséis caracteres por línea hasta gráficos con varios miles de píxeles. Cada píxel de un LCD típicamente consiste de una capa de moléculas alineadas entre dos electrodos transparentes, y dos filtros de polarización, los ejes de transmisión de cada uno que están (en la mayoría de los casos) perpendiculares entre sí. Sin cristal líquido entre el filtro polarizante, la luz que pasa por el primer filtro sería bloqueada por el segundo (cruzando) polarizador.

La pantalla consta de una matriz de caracteres (normalmente de 5x7 o 5x8 puntos) distribuidos en una, dos, tres o cuatro líneas de 16 hasta 40 caracteres cada línea.

El proceso de visualización es gobernado por un micro-controlador incorporado a la pantalla.

2.13 Programación del micro-controlador

El lenguaje nativo de los micro-controladores es ASM (Lenguaje Ensamblador), y en el caso de la familia "16F" de la empresa Microchip sólo poseen 35 instrucciones. ASM es un lenguaje que está mucho más cerca del hardware que del programador, y gracias a la miniaturización que permite incorporar, cada vez más memoria dentro de un micro-controlador sin aumentar prácticamente su costo, han surgido compiladores de lenguajes de alto nivel.

Un micro-controlador es prácticamente un ordenador en tamaño reducido: dispone de una memoria donde se guardan los programas, una memoria para almacenar datos, dispone de puertos de entrada y salida, etc. A menudo se incluyen puertos seriales (RS-232), conversores analógico/digital, generadores de pulsos PWM para el control de motores, bus I2C, y varias funcionalidades más. Por supuesto, no tienen ni teclado ni monitor, aunque se puede ver el estado de teclas individuales o utilizar pantallas LCD o LED para mostrar información.

En general, por cada cuatro ciclos de reloj del micro-controlador se ejecuta una instrucción ASM (una instrucción BASIC consta generalmente de más de una instrucción ASM). Esto significa que un PIC funcionando a 20MHz puede ejecutar 5 millones de instrucciones por segundo.

Los pines del PIC se dedican casi en su totalidad a los puertos que se mencionó anteriormente. El resto (2 o más) son los encargados de proporcionar la alimentación al chip, y a veces, un sistema de reseteo. Desde BASIC es posible saber si un pin está en "estado alto" (conectado a 5V o a un "1" lógico) o en "estado bajo" (puesto a 0V o a un "0" lógico). También se pueden configurar los pines de un puerto como salidas y asignarles un estado lógico ya sea este "1" o "0", de esta manera, y mediante un relé, por ejemplo, se puede encender o apagar una luz, motor, máquina, etc.

Tabla 1. Distribución de pines 16F628

Nº de Pin	Descripción	Nº de Pin	Descripción
1	ra2/an2/vref	10	rb4/pgm
2	ra3/an3/cmp1	11	rb5
3	ra4/tocki/cmp2	12	rb6/t1oso/t1ck/pgc

Tabla 1. (continuación)

4	ra5/mclr/vpp	13	rb7/t1osi/pgd
5	vss	14	vdd
6	rb0/int	15	ra6/osc2/clkout
7	rb1/rx/dt	16	ra7/osc1/clkin
8	rb2/tx/ck	17	ra0/an0
9	rb3/ccp1	18	ra1/an1

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/40044f.pdf>

Como se puede ver, los pines 1, 2, 3, 4, 15, 16, 17 y 18 tienen el nombre de RAx. Esos pines conforman el puerto A, "PORTA". Los pines 6 al 13 forman parte del puerto B ("PORTB"). El pin 5 es el que se conectara al negativo de la fuente de alimentación. El 14 irá conectado a 5V.

Como se nota, muchos de los pines tienen más de una descripción. Esto se debe a que pueden utilizarse de varias maneras diferentes, seleccionables por programa. Para programar el PIC se necesitan algunas herramientas básicas, entre ellas es necesario un "quemador" de PIC's. Uno particularmente es el GTP-USB+, ya que al funcionar conectado al puerto USB (Universal Serial Bus) es muy veloz. Además, se necesita un software que envíe el programa al PIC. Para ello se usará la herramienta US-Burn.

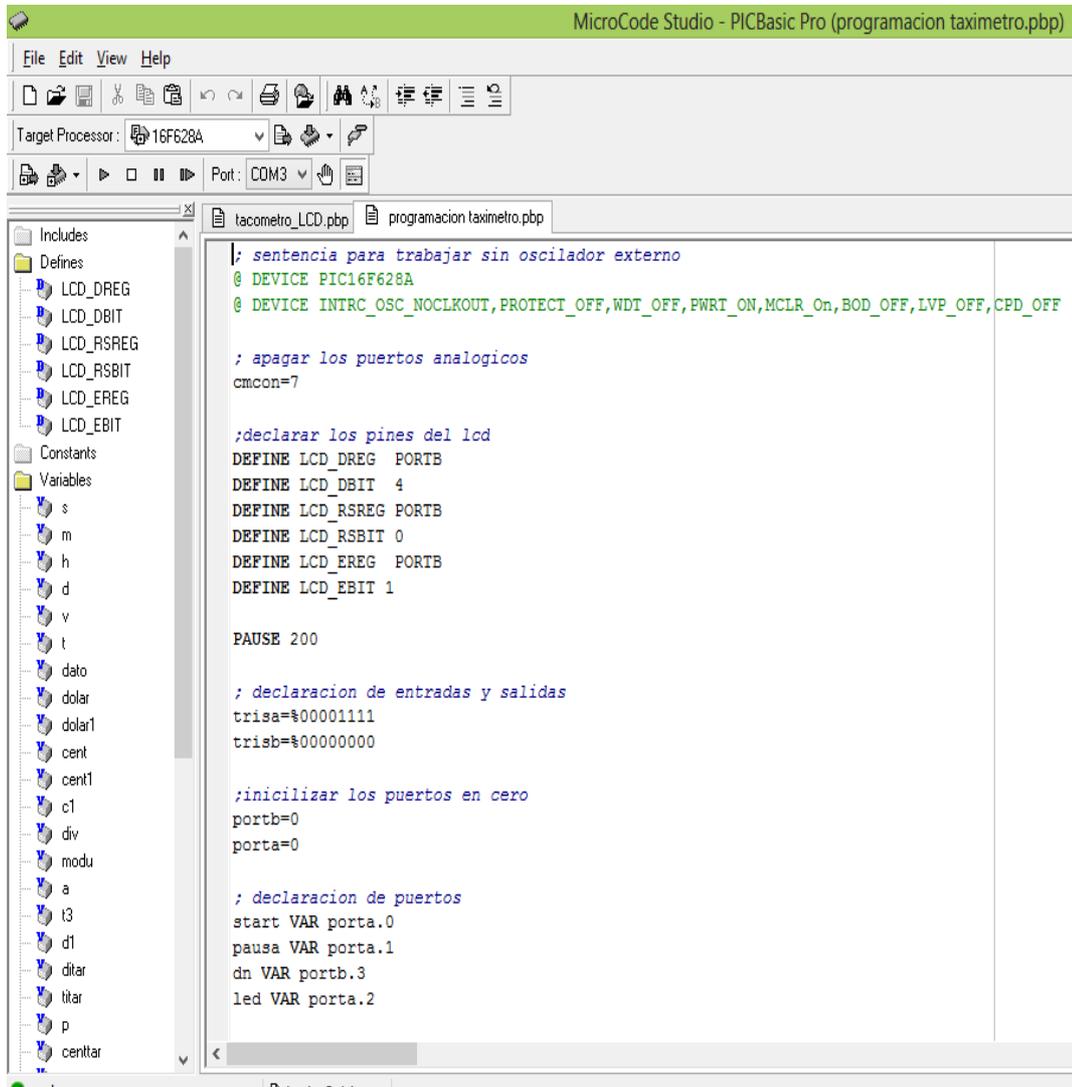
Para traducir el programa desarrollado en lenguaje BASIC a lenguaje ASM (lenguaje que entiende el PIC) es necesario el uso de un compilador, en este caso se ha elegido el software MICROCODE STUDIO, ya que además de permitir compilar el código desarrollado ofrece un entorno de simulación de circuitos.

2.14 Microcode Studio

Microcode Studio es una interfaz utilizada para la programación de microcontroladores utilizando el lenguaje Basic. Cuenta con un entorno de gran alcance visual de desarrollo integrado (IDE) logrando contener un circuito de depuración (ICD), capacidad diseñada específicamente para Micro EngineeringLabs™ PICBASIC y PICBASICPRO™ que son compiladores. MicrocodeStudio luego de ejecutar la compilación genera un archivo con extensión .hex el cual es utilizado para realizar simulaciones de funcionamiento del programa, los códigos desarrollados se guardan en formato Picbasic con una extensión de archivo .bas.

Microcode Studio incluye EasyHIDWizard, una herramienta de generación de código libre que permite a los usuarios implementar rápidamente comunicación bidireccional entre un micro-controlador y un PC por medio del puerto serie del mismo.

Figura 25. Entorno de programación en MICROCODE STUDIO

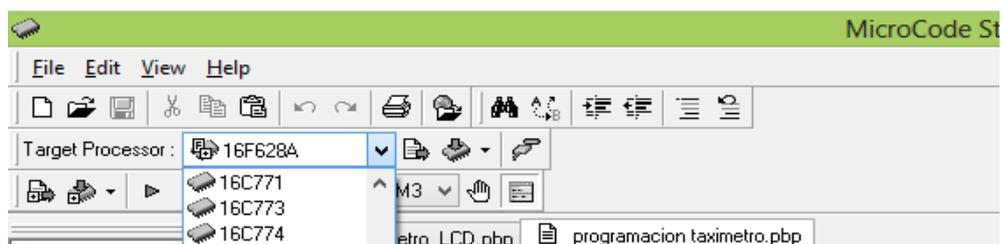


Fuente: Autor

2.14.1 Compilación del programa con Microcode Studio

2.14.2 Elegir modelo de PIC. El primer paso para realizar el programa del PIC es elegir el modelo según la necesidad del circuito y la programación es decir la cantidad de palabras que llevara nuestro programa.

Figura 26. Selección del pic



Fuente: Autor

2.14.3 Compilador. Al compilar el programa se crean los archivos .asm, .mac, y .hex, este último sirve para grabar en el código fuente en el micro-controlador. El software Microcode Studio posee dos botones que cumplen las siguientes funciones:
Botón compile only: Al ejecutar este botón el programa es compilado creando los archivos necesarios para grabar el PIC.

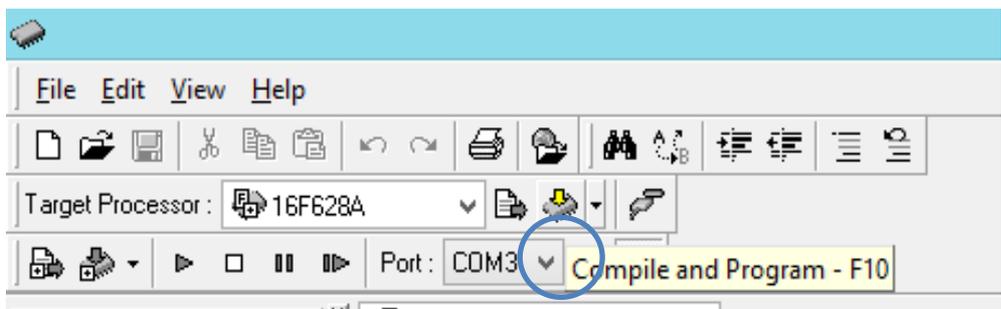
Figura 27. Botón compile only



Fuente: Autor

Botón compile and program: Este botón tiene doble función, realiza la misma función del botón descrito anteriormente y también llama al programador WinPic800, con la finalidad de ahorrar tiempo y no tener que ejecutar los dos software por separado.

Figura 28. Botón compile and program



Fuente: Autor

2.15 Proteus

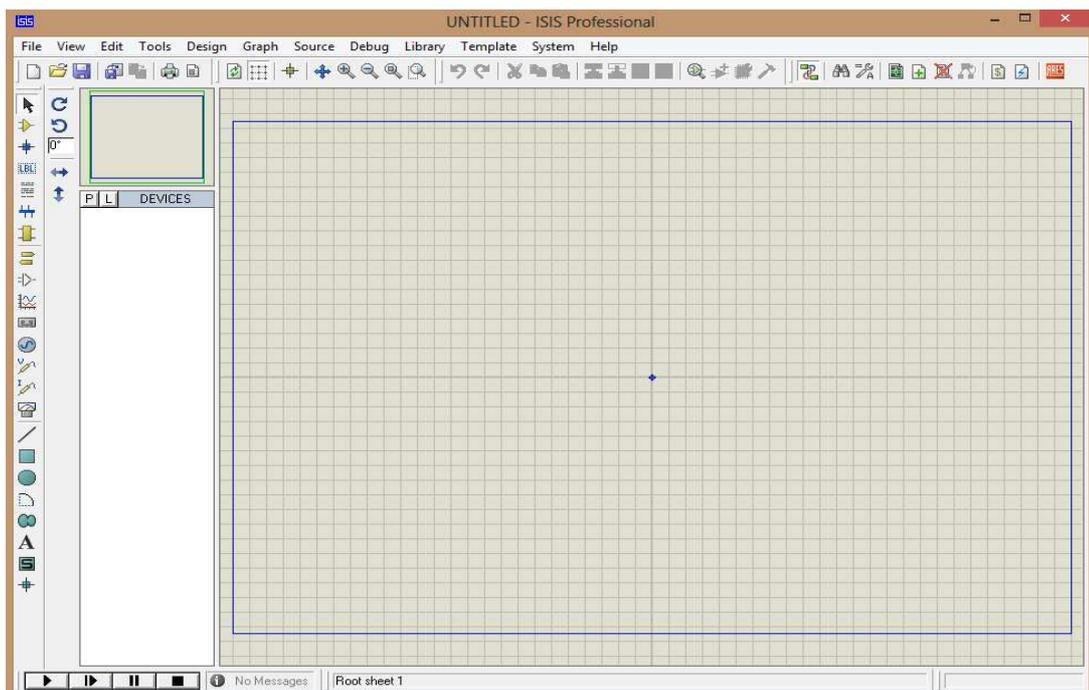
Proteus es un software de diseño de circuitos electrónicos desarrollado por la empresa LabcenterElectronics y consta de dos herramientas básicas: Ares (diseño de placas de circuito impreso) e Isis (diseño de circuitos).

ISIS: Mediante esta herramienta se puede diseñar cualquier tipo de circuitos ya sean estos muy básicos (resistivos, capacitivos, combinacionales) o sumamente complejos (uso de micro controladores, dispositivos de dos, tres y cuatro capas) ya que incluye fuentes de alimentación, generadores de señales y muchas otras prestaciones.

Una de las prestaciones de Proteus, integrada con ISIS, es VSM, el Virtual System Modeling (Sistema Virtual de Modelado), una extensión integrada con ISIS, con la cual se puede simular, en tiempo real, con posibilidad de más rapidez; todas las características de varias familias de micro-controladores, introduciendo nosotros mismos el programa que controlará el micro-controlador y cada una de sus salidas, y a la vez, simulando las tareas que queremos que lleve a cabo con el programa.

Se pueden simular circuitos con micro-controladores conectados a distintos dispositivos, como motores, Lcd's, teclados en matriz, etc. Incluye, entre otras, las familias de PIC's PIC10, PIC12, PIC16, PIC18, PIC24 y dsPIC33. ISIS es el corazón del entorno integrado PROTEUS. Combina un entorno de diseño de una potencia excepcional con una enorme capacidad de controlar la apariencia final de los dibujos.

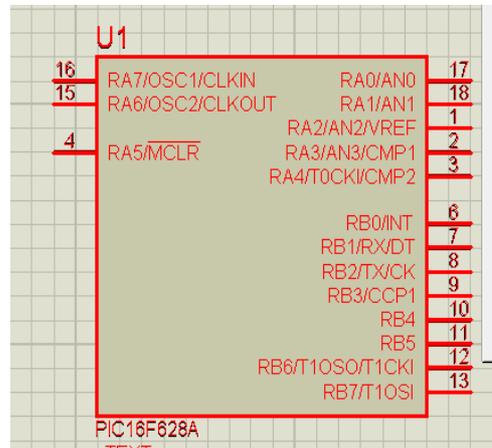
Figura 29. Isis de proteus



Fuente: Autor

2.15.1 Pruebas con Isis de Proteus. Una vez diseñado el circuito se debe cargar el archivo .hex en el micro-controlador, para esto se debe dar doble click izquierdo sobre el PIC, este cambiará a color rojo, y aparecerá una ventana llamada “EditComponent”.

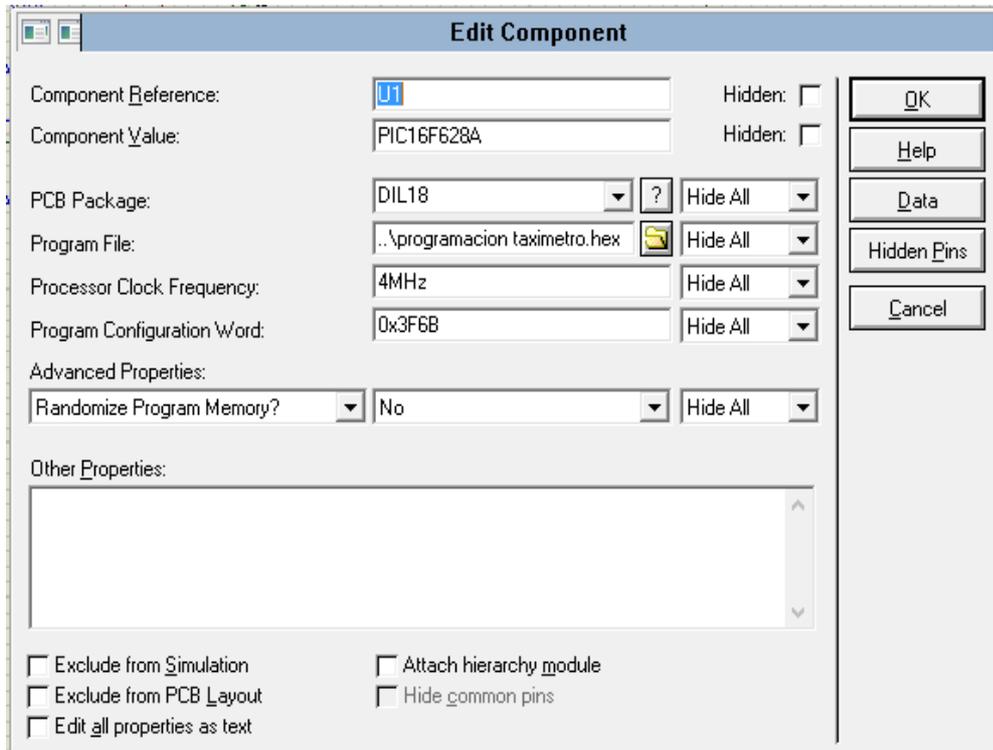
Figura 30. Pic seleccionado



Fuente: Autor

Ventana “EditComponent”. En esta venta se elige el programa compilado de extensión .hex que genera el Microcode Studio dando click izquierdo en el icono de carpeta seleccionamos el archivo requerido abrir y Ok.

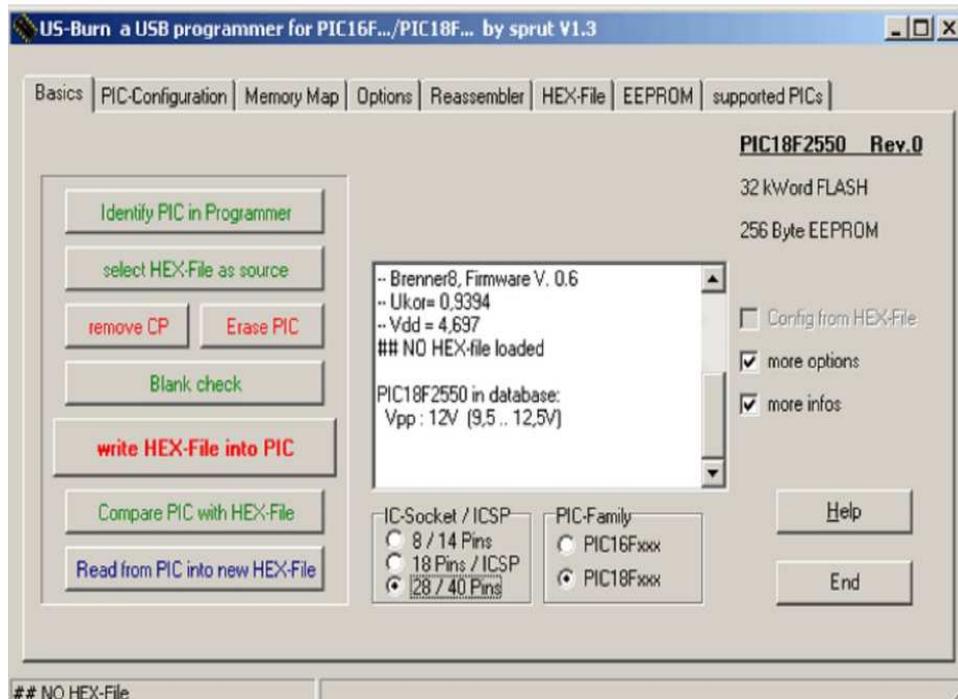
Figura 31. Ventanas Edit Component



Fuente: Autor

2.15.2 Grabador de picUS-Burn. Después de simular el circuito en el Software Isis de proteus y seguros q este funciona correctamente el siguiente paso ya es grabar este programa en el pic físicamente para ensamblar el circuito deseado.

Figura 32. Ventana del software US-Burn



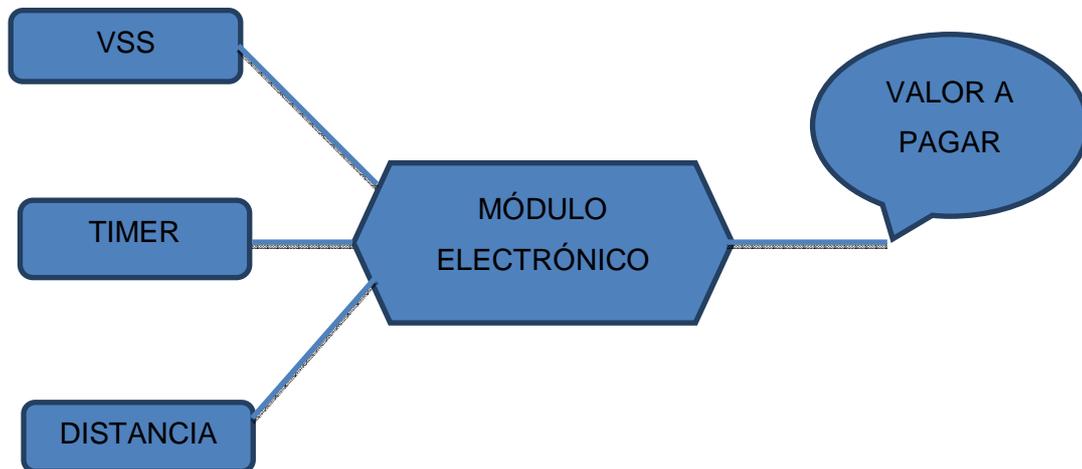
Fuente: Autor

CAPÍTULO III

3 ELABORACIÓN DEL PROTOTIPO

La distancia, tiempo y valor a pagar son los principales datos a tomar en cuenta al momento de la programación para el módulo electrónico que gobierna el sistema de taxímetro. En síntesis el módulo de control se basará en las señales generadas por los sensores: VSS (Sensor de velocidad), TIMER (Tiempo de recorrido) y del RUBRO (Valor a pagar), para generar el costo del valor a pagar por el servicio prestado; estos datos se visualizarán en el interior del vehículo en una pantalla. A continuación se muestra un gráfico del sistema de control simplificado.

Figura 33. Sistema de control simplificado



Fuente: Autor

Componentes principales del módulo de control:

- PIC16F628A.- Es el que controlara todo el circuito electrónico.
- Timer.- Calcula el tiempo de recorrido del taxi.
- Sensor de distancia recorrida o VSS.- Recoge los datos de giro del vehículo en este caso de la rueda.
- LCD.- Es la pantalla de visualización de los datos obtenidos y calculados.
- Relevadores, Diodos, Resistencias, Leds, Potenciómetros, Capacitores, complementan en circuito electrónico.

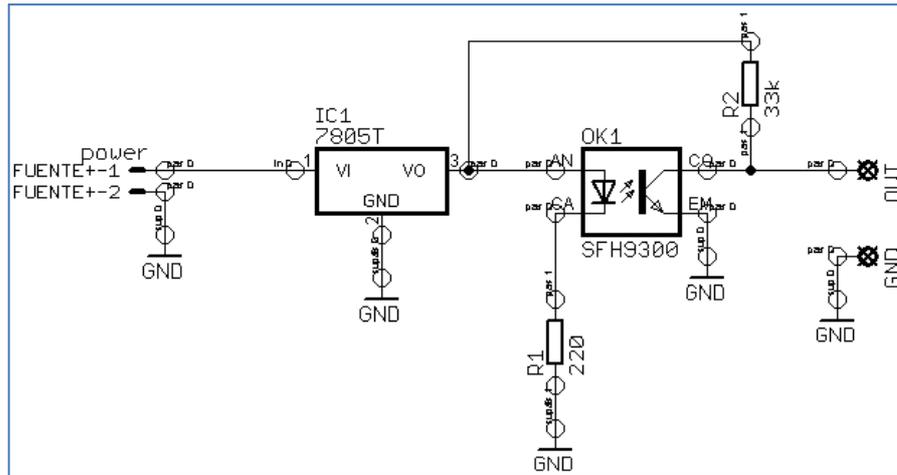
3.1 Diseño y construcción del sensor de velocidad

Para el cálculo de distancia y velocidad se contara con el diseño de un sensor óptico

acoplado a una rueda dentada de 4 dientes sobre una ruda que estará acoplada a un motor de CA la cual al girar nos indicara la velocidad y por consiguiente la distancia simulada del vehículo.

En la siguiente figura se muestra el diseño electrónico del sensor utilizado para la obtención de la señal cuadrada necesaria para el PIC.

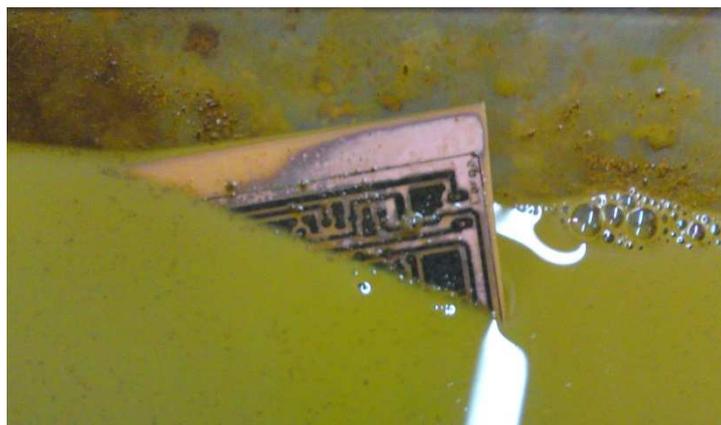
Figura 34. Circuito del sensor



Fuente: Autor

En la siguiente figura se muestra el revelado de la pista en baquelita para el sensor óptico.

Figura 35. Diseño de pistas del sensor óptico.



Fuente: Autor

Después de imprimir el circuito del sensor en papel térmico y pasado a la placa de baquelita se sumerge en ácido férrico para eliminar el material innecesario y quede solamente el circuito diseñado.

3.1.1 Montaje del sensor en la rueda. Ensamblado el circuito con todos sus componentes se procede al montaje en nuestra rueda.

Figura 36. Sensor ensamblado



Fuente: Autor

Cumplimiento de la norma INEN 2663:2013-01 050 numerales 4.1 Idoneidad de uso, 5 requisitos electrónicos.

3.2 Diseño del circuito de control

Para el diseño del circuito de control es necesario calcular las diferentes variables en las que estará basado el programa del micro-controlador para posteriormente simular dicha programación el software Isis de Proteus.

3.2.1 Cálculo de la constante para el cálculo de velocidad. En el lenguaje de programación Basic se debe calcular la velocidad de la rueda según el dato de frecuencia entregado por el sensor óptico descrito anteriormente con las siguientes formulas.

Utilizando el radio de la rueda en cuestión 26 cm

Dato es la cantidad de pulsos que da el sensor en un segundo que es contado por el micro-controlador.

$$frecuencia = \frac{dato}{4} = f \quad (1)$$

$$\vartheta = r\omega \quad (2)$$

Dónde:

ϑ = tetha

r = radio

ω = Velocidad angular

$$\omega = 2\pi f \quad (3)$$

$$\pi = \frac{22}{7} \quad (4)$$

El valor de π representado en fracción cuyo valor es el más aproximado.

Reemplazando (4) en (3):

Por lo tanto la velocidad angular es igual a dos por el valor de pi por la frecuencia

$$\omega = 2 \frac{22}{7} f \quad (5)$$

$$\omega = \frac{44}{7} f$$

Reemplazando (1) en (5):

Entonces la velocidad angular será igual al dato que obtenemos del sensor multiplicado por dos por el valor de pi.

$$\omega = \frac{44}{7} \frac{dato}{4}$$

$$\omega = \frac{11}{7} dato$$

Reemplazando $r=0.26$ m y (5) en (2):

$$\vartheta = \frac{11}{7} dato \cdot \frac{26}{100} m \quad (6)$$

$$\vartheta = \frac{286}{700} dato(m/s) = \frac{1287}{875} dato(Km/h) = \frac{3}{2} dato(Km/h)$$

3/2 multiplicado por dato que será el valor en km/h calculados, según los datos referidos anteriormente.

Estos datos son referencia importante para el cálculo de velocidad y distancia en la programación del PIC adjunta en los Anexo A programación del pic.

Se debe considerar que la programación es un factor muy importante durante la realización de las pruebas de funcionamiento y para la comprobación del cumplimiento con las normas vigentes en el Ecuador como es la norma INEN 2663:2013-01 050 numerales: 4 requerimientos técnicos, 4.11 programas, 4.11.1 Información mínima.

3.3 Velocidad crítica

Velocidad de un taxi en (km/h) a la cual, el método de conteo en función del tiempo y método de conteo en función de la distancia operan el taxímetro en la misma relación, es decir establece el punto de equilibrio entre las tarifas por distancia recorrida y tiempo transcurrido o de espera, dando el mismo valor a pagar.

Cuando el taxi pasa de la velocidad crítica ya empezara a tarifar de acuerdo a la distancia recorrida, por el contrario si no llega a superar dicha velocidad la tarifa será de acuerdo al tiempo transcurrido de espera.

El valor de la velocidad crítica está determinado por la división del valor de la tarifa de tiempo para la tarifa de distancia aplicable.(ANT, 2013)

$$Velocidad\ Crítica = \frac{Tarifa\ de\ tiempo(monto/hora)}{Tarifa\ de\ distancia(monto/Km)} \quad (7)$$

3.3.1 Cálculo de la velocidad crítica. Aplicando la formula obtenida de la norma INEN 2663:2013-01 referente a los Taxímetros y los datos de tarifas proporcionados por la ANT (Agencia Nacional de Transito) realizamos las operaciones necesarias para obtener dicha velocidad muy importante en el funcionamiento del taxímetro.

$$Tarifa\ de\ distancia = Kilometraje\ recorrido = \$ 0,3 / Km.$$

Utilizamos la tarifa establecida nocturna ya que excede a la diurna y se puede obtener un valor más preciso.

$$\text{Tarifa de tiempo} = \text{Minuto de espera} = \$ 0,06/\text{min}$$

Como la tarifa de tiempo debe ser por hora, multiplicamos el minuto de espera por 60:

$$\text{Tarifa de tiempo} = (0,06 \times 60) = \$ 3,6 / \text{hora.}$$

Entonces tendríamos como resultado lo siguiente

$$\text{Velocidad Crítica} = \frac{3,6 / \text{hora}}{0,3/\text{Km}}$$

$$\text{Velocidad Crítica} = 12 \text{ Km/h}$$

Para velocidades menores o iguales a 12Km/h el cobro se lo realizará por tiempo transcurrido. Para velocidades mayores a 12Km/h el cobro se lo realizará por distancia, esto fue obtenido en el cálculo de velocidad crítica según la ecuación número 7 en la página 35.

3.4 Tarifas establecidas por la ANT

Tabla 2. Tarifas de taxímetros ANT

CUADRO DE TARIFAS PARA TAXIS		
TARIFA	DIURNO	NOCTURNO
ARRANQUE	0,35	0,40
KM. RECORRIDO	0,26	0,30
MIN. DE ESPERA	0,06	0,06
CARRERA MINUTO	1,00	1,10
El horario nocturno comprende desde las 22h00 hasta las 05h00		
El Consejo Nacional de Tránsito, en virtud de lo que dispone el Literal g) del Art. 27 de la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre en concordancia con el Literal b) del Art. 113, del Reglamento de Aplicación a la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre, determina el uso de los taxímetros de última tecnología en los vehículos de transporte público de pasajeros para el servicio de taxis, inicialmente en las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca, el control lo efectuará la Dirección Nacional de Tránsito, Subjefaturas de Tránsito y la Jefatura de Tránsito del Guayas.		

Fuente: <http://www.ant.gob.ec/tarifas/taxis.html>

De acuerdo a la tabla de tarifas emitida por la ANT donde se establece los valores a pagar por un servicio prestado de pasajeros y a los requerimientos para la programación se tiene que:

Tarifa diurna: Por cada 10 segundos que transcurra al prestar el servicio el valor se elevará en un centavo; y por cada 38 metros el valor se elevará en un centavo.

La tarifa básica o mínima será a partir de treinta y cinco centavos y la mínima prestación de servicios será de un dólar americano según las tarifas de la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador. (ANT, 2013)

Tabla 3. Tarifa diurna

	Tarifa Diurna	Incremento en uncentavo cada:
Minuto de espera	0,06 / min	10 segundos
Kilometraje recorrido	0,26 / Km	38 m

Fuente: Autor

Tarifa nocturna: Por cada 10 segundos que transcurra al prestar el servicio el valor se elevará en un centavo; y por cada 33 metros el valor se elevará en un centavo.

La tarifa básica o mínima será a partir de cuarenta centavos y la mínima prestación de servicios será de un dólar con diez centavos, según las tarifas de la ANT.

Tabla 4. Tarifa nocturna

	Tarifa Nocturna	Incremento en uncentavo cada:
Minuto de espera	0,06 / min	10 segundos
Kilometraje recorrido	0,26 / Km	33 m

Fuente: Autor

Estos datos son muy importantes para el programa del PIC los mismo que ayudaran a que el cálculo de la tarifa sea los más exacto posible, detallado la programación en Microcode Studio en el anexo A. Programación del PIC.

Cumplimiento de la norma INEN 2663:2013-01 050-numeral 4.3

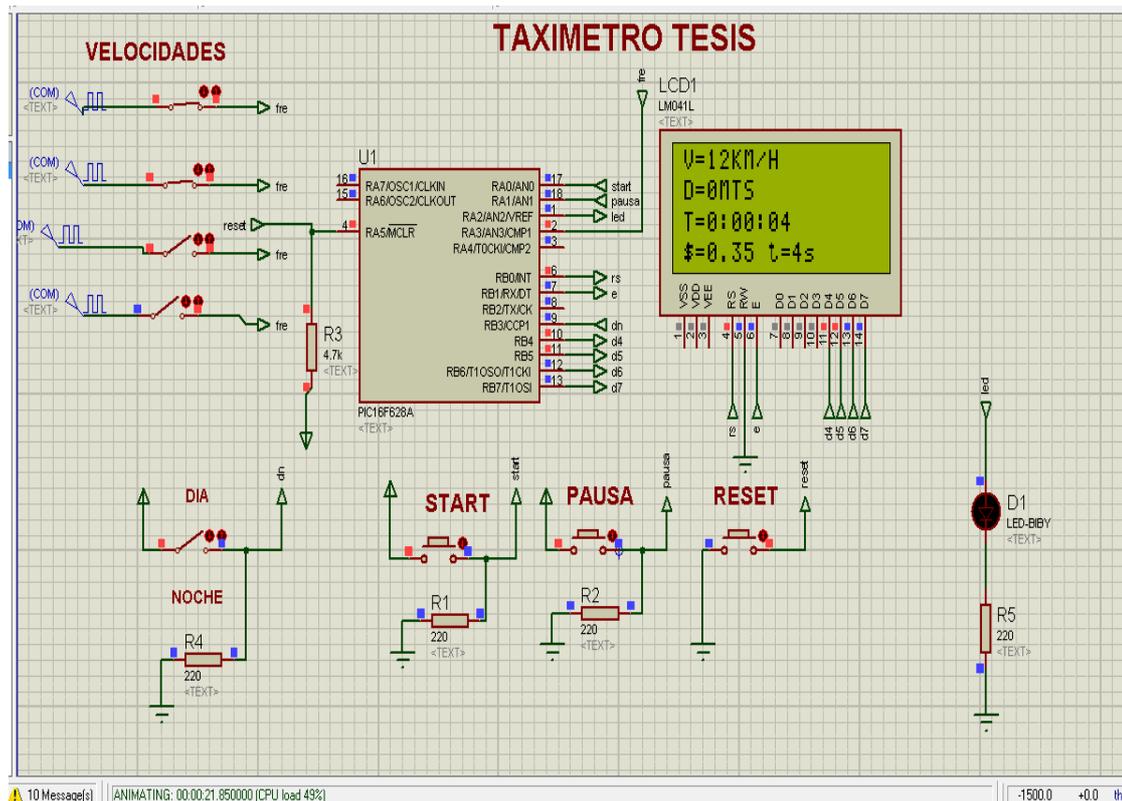
3.5 Simulación en Proteus

Una vez programado el PIC en base a los datos obtenidos en las ecuaciones expuestas y las tablas 3 y 4 aplicando su resultado se realizan las pruebas en el simulador de proteus agregando el programa compilado por Microcode Studio.

Luego se procede a la comprobación y aprobación de la programación, para continuar con la fabricación de la placa de circuito impreso.

Este procedimiento es de gran ayuda porque nos da una idea clara de cómo funcionará nuestro circuito antes de armar un circuito de forma física en protoboard y posteriormente en una placa impresa PCB. (Revista Técnica de Sensores Automotrices, 2006)

Figura 37. Simulación del módulo en el programa PROTEUS

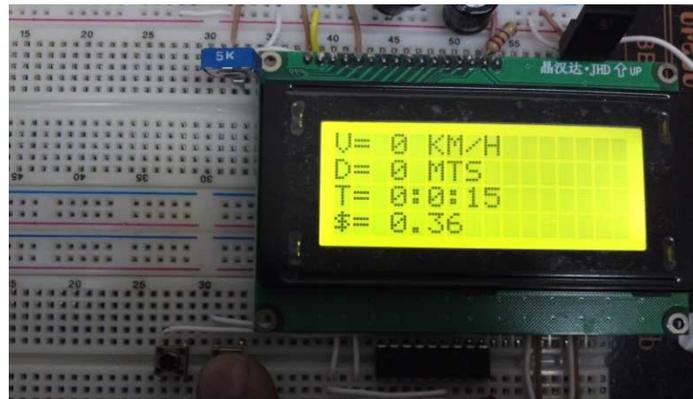


Fuente: Autor

3.6 Diseño y construcción del circuito

Luego de culminar la programación y comprobación del funcionamiento de todos los elementos del programa, se debe implementar el circuito en protoboard para realizar correcciones y ajustes.

Figura 38. Implementación 1 en PROTOBOARD

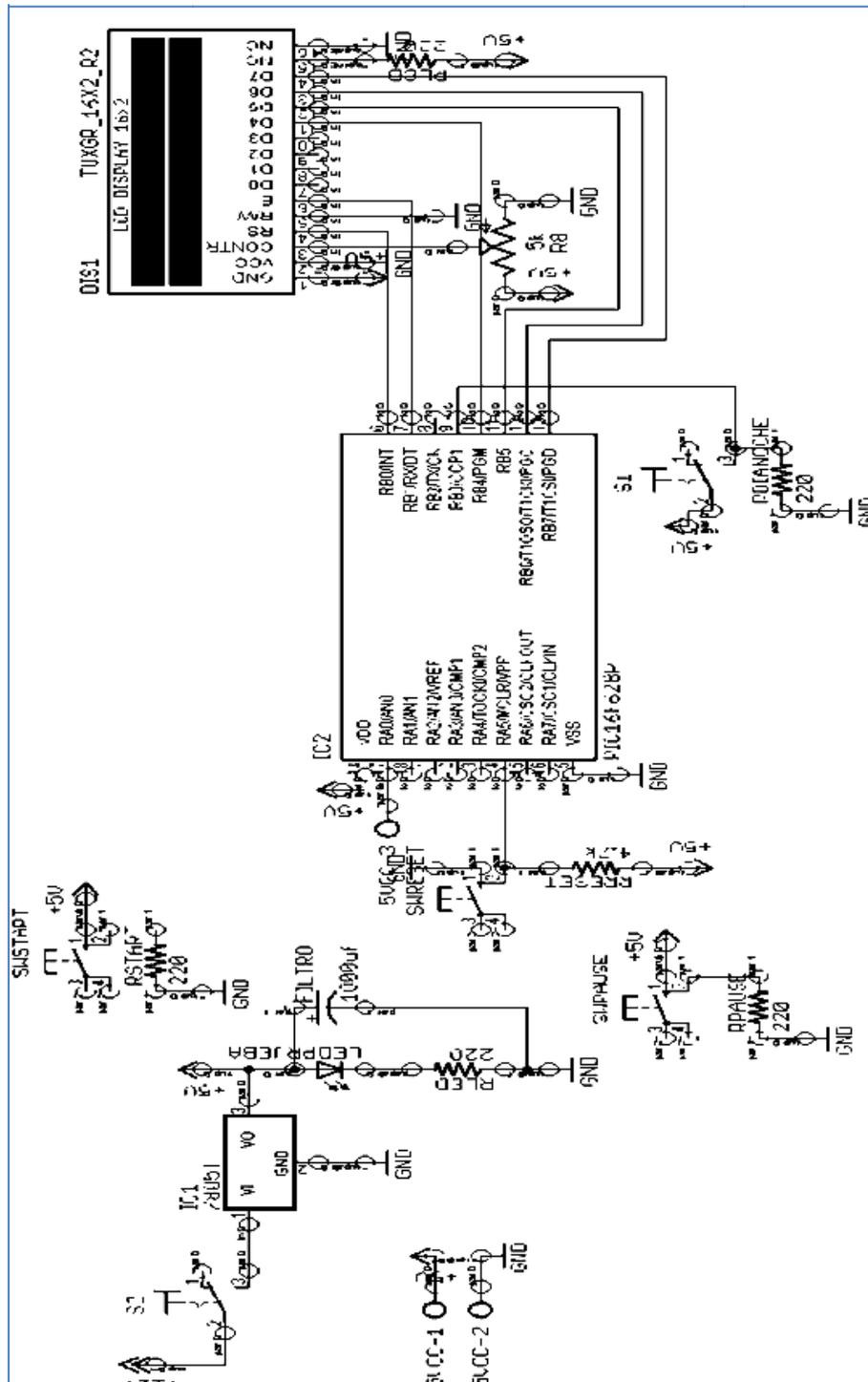


Fuente: Autor

Para el diseño de los circuitos impresos que son dibujos de las pistas para la colocación de los elementos y dispositivos, se utilizará el software EAGLE debido a la gran cantidad de dispositivos que esta herramienta posee (desde resistencias hasta micro-controladores y LCD`s).

Aplicación de la norma INEN 2663:2013-01 050 Anexo A.

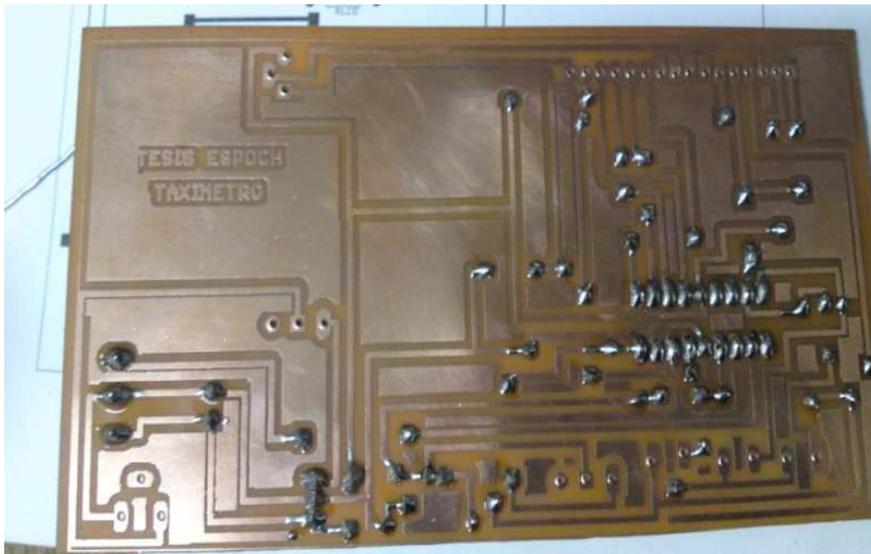
Figura 39. Diseño del circuito



Fuente: Autor

Ya comprobado el funcionamiento del programa y del circuito en protoboard se debe construir la placa de circuito impreso para que los componentes permanezcan fijos.

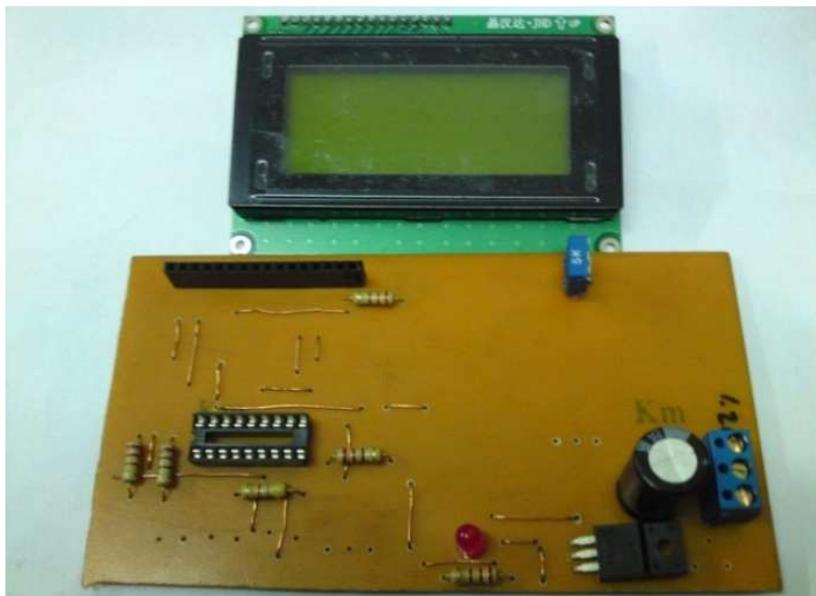
Figura 40. Placa principal del módulo electrónico



Fuente: Autor

A continuación se procede a ensamblar todas los demás elementos del sistema de control, como el Display, el teclado y el circuito de la celda de carga, etc.

Figura 41. Placa principal del módulo con elementos electrónicos y display



Fuente: Autor

Ensamblamos además todos los componentes del banco didáctico como se muestra en la figura siguiente el producto terminado, cumpliendo con la norma INEN 2663:2013-01 050- paginas 4.1, 4.2, 4.2.5.

Figura 42. Banco didáctico



Fuente: Autor

CAPITULO IV

4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Pruebas del módulo

La primera prueba a realizar será verificar si los sensores (placas de circuitos electrónicos), están marcando valores reales y si los valores son los establecidos por la Agencia Nacional de Transito.

Figura 43. Encendido y visualización de datos



Fuente: Autor

En la figura anterior se muestra el módulo de control encendido donde se detalla: velocidad, distancia y tiempo transcurrido en la prestación del servicio de taxi, de acuerdo a la norma INEN 2663:2013-01 050 del Anexo A numeral 3.1. Las pruebas son básicamente las evidencias de su perfecto funcionamiento y de que cumpla con los parámetros establecidos en este proyecto, además de las normas de taxímetros vigentes.

4.2 Control del cumplimiento de tarifas preestablecidas

El ente regulador de las tarifas para estos dispositivos es la Agencia Nacional de Tránsito y en base a estas tarifas ya establecidas se realizó la programación del dispositivo cumpliendo así lo prescrito.

Para comprobar si el módulo está calculando lo correspondiente a la tarifa se realizó una hoja de cálculo en la que ingresando los datos de distancia recorrida y tiempo de espera se obtiene el costo total del recorrido significa que al sumar las fracciones de arranque, distancia recorrida y tiempo de espera como resultado obtenemos el costo total que será el valor real a obtener, estos datos nos servirán para realizar los cálculos de errores, según la norma INEN 2663:2013-01 050 del Anexo A numeral 4.5.

Tabla 5. Verificación de resultados

	Datos	Unidades	Datos	Unidades	Cálculo parcial
Arranque					0,35
Distancia recorrida	2241	m	2,241	Km	0,58266
Tiempo de espera	104	s	1,733333333	Min	0,104
Costo total \$					1,03666

Fuente Autor

Realizando algunas verificaciones de la forma indicada anteriormente calculamos el error absoluto y relativo se obtiene la tabla siguiente.

$$e_a = V_r - V_o \quad (8)$$

$$e_r = \frac{e_a}{V_r} * 100 \quad (9)$$

Tabla 6. Porcentaje de error

n	Valor Real	Valor obtenido	Error absoluto	Error relativo (%)
1	1,04	1,03	-0,01	-0,96
2	3,37	3,38	0,01	0,30
3	9,92	9,99	0,07	0,71
4	2,20	2,21	0,01	0,45
5	2,62	2,64	0,02	0,76

Fuente: Autor

Para tener una idea más clara del cálculo del error relativo calculamos la media de los datos de error obtenidos anteriormente.

$$\bar{e}_r = \frac{\sum e_r}{n} \quad (10)$$

Reemplazando los valores obtenidos tenemos:

$$\bar{e}_r = \frac{0,96+0,30+0,71+0,45+0,76}{5}$$

$$\bar{e}_r = \frac{3,18}{5}$$

$$\bar{e}_r = 0,64 \%$$

Se observa que el error relativo del cálculo no pasa de 1% esto significa que estamos dentro del rango de error de cálculo expresado en la norma INEN 2663:2013-01 050 numerales 4.1, 4.2 y que el modulo calculador se encuentra funcionando correctamente.

4.3 Manual de usuario

El banco didáctico funciona de forma muy sencilla puesto que está diseñado exclusivamente para la enseñanza/aprendizaje acerca de los sistemas que lo componen.

En los capítulos anteriores, se explicó el funcionamiento de sus componentes; en la siguiente sección se detallará la forma de operar el banco de manera general.

4.3.1 Precauciones antes del encendido. El banco didáctico no debe ser operado sin la presencia y autorización de un docente responsable, la manipulación del mismo sin supervisión puede ocasionar algún accidente en el que el banco sufra daños o peor aún los estudiantes.

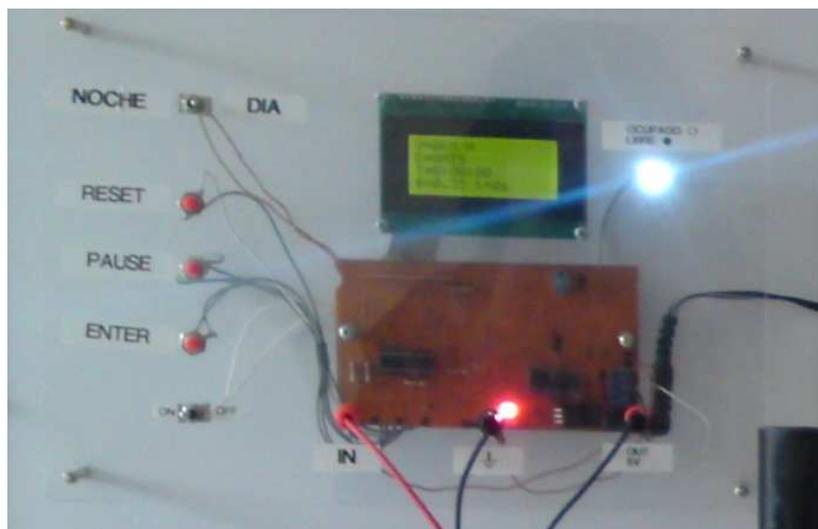
Primero se debe tomar en cuenta las medidas de precaución básicas como son:

- Verificar que todos los componentes estén sujetos adecuadamente y que no haya roturas o fisuras en ningún elemento del banco.
- Revisar las conexiones eléctricas del banco didáctico.

- Si se va a manipular el banco eléctrica o electrónicamente hacerlo con ayuda de su instructor de clase.
- Proceder a encender el banco, para verificar su correcto funcionamiento.
- Colocar en modo: día o noche dependiendo de la hora en la que se encuentre
- Realizar la verificación de que todos los valores de velocidad, tiempo y distancia estén variando adecuadamente.
- Al momento de la detención del banco verificar si existe alguna variación de la tarifa básica establecida y proceder a cobrar.
- Una vez finalizada la práctica, se procederá a apagar el banco didáctico colocando los interruptores en la posición de off.

4.3.2 *Detalle del módulo central.* Para su correcto uso se detalla a continuación los botones y switches del banco de didáctico y sus funciones.

Figura 44. Módulo central



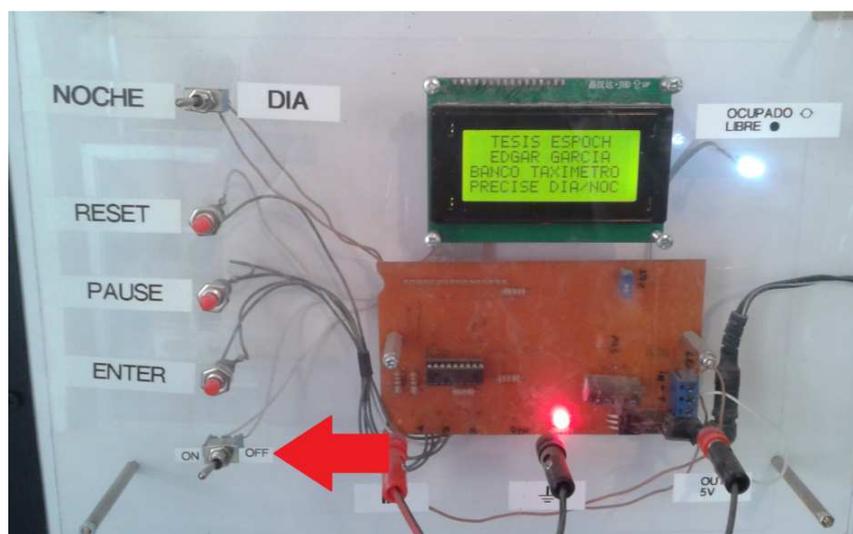
Fuente: Autor

- *Noche/Dia:* Es un seleccionador manual de la tarifa si es diurna o nocturna.
- *On/Off:* Sirve para encender y apagar el módulo calculador electrónico

- *Reset:* Reinicia el módulo luego de realizar un recorrido simulado y queda listo para una nueva operación.
- *Pause:* Al presionar este botón se mostrara en el display el valor a pagar si es menor que el
- *Enter:* Da el inicio al contador o calculador del módulo.
- *Led Blanco:* Indica el estado del taxi si está libre u ocupado al presionar enter o inicio este se apagara simulando que el taxi está ocupado.
- *Led Rojo:* Encendido del módulo, indica que el módulo electrónica esta energizado cuando colocamos el interruptor en la posición On.

Para el Encendido del Banco didáctico. Posicionar el interruptor de enciendo On/Off en la posición On. Se encenderá el led rojo y el led blanco además en el LCD pedirá que seleccionemos la tarifa a utilizar.

Figura 45. Encendido

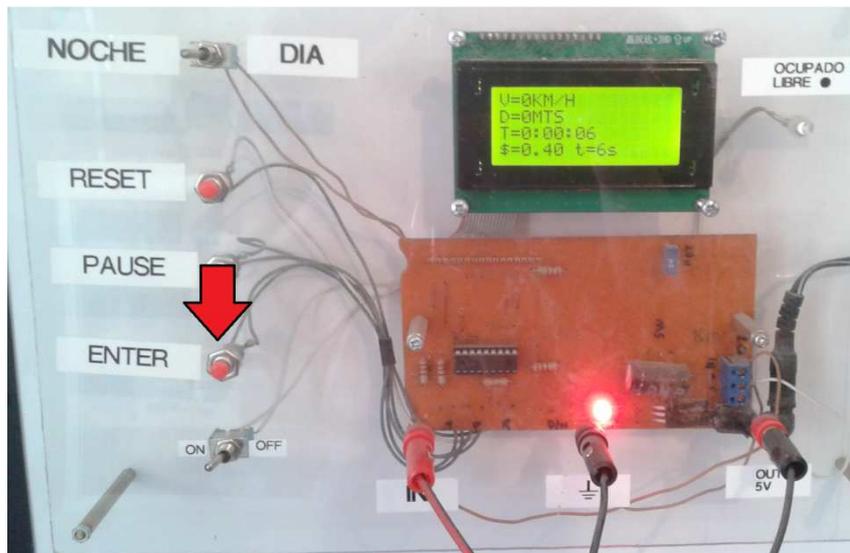


Fuente: Autor

Inicio del cálculo. Al presionar el botón Enter el contador empieza a correr además se apaga el led blanco que indica ocupado, solo si presionamos Enter empezara a contabilizar incluyendo la velocidad.

Notaremos que si está detenido el vehículo, en este caso detenida la rueda solo suma el tempo de espera, independientemente de la tarifa seleccionada sumara un centavo cada que pasa diez segundos en esta posición, y se mantendrá así hasta superar la velocidad de 12 Km/h.

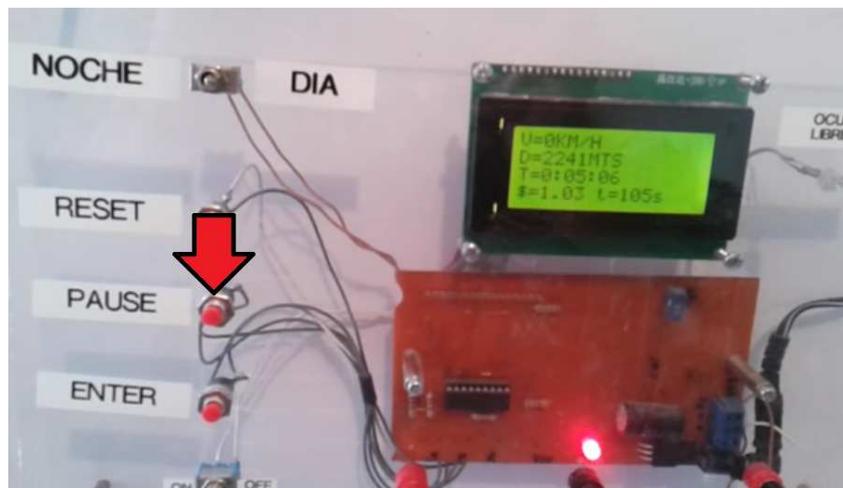
Figura 46. Inicio



Fuente: Autor

Pause. Cuando ya termina la prueba de simulación de recorrido presionamos el botón pause para observar el costo total calculado, en caso que sea menor al coste mínimo diurno aparecerá \$ 1,00 y nocturno \$ 1,10 este automáticamente mostrara el valor adecuado, además si queremos seguir midiendo volvemos a presionar Enter y continuara a partir del último dato.

Figura 47. Pause



Fuente: Autor

Culminada ya la práctica se debe apagar el dispositivo electrónico y desconectar la alimentación de corriente alterna. Aplicación de la norma INEN 2663:2013-01 050-numeral 4.9.

4.4 Plan de mantenimiento

A continuación se detalla los mantenimientos que se debe realizar a este banco didáctico, al no contar con un hodómetro, se realizara el mantenimiento por intervalos de tiempo los mismos que serán contabilizadas por el encargado del laboratorio.

Tabla 7. Tabla de mantenimiento

Elemento	Intervalo	3 meses	6 mese	9 mese	12 meses
Correa de transmisión		-	T	-	I
Rodamientos		I	-	I	-
Motor eléctrico		-	I	-	I
Módulo electrónico		-	-	-	I
Nota: I=Inspeccionar y limpiar, ajustar reemplazar o lubricar según sea necesario. R= Reemplazar. T= Apretar					

Fuente: Autor

Ya que este prototipo es en su mayor parte electrónico, el mantenimiento está limitado a la parte mecánica, en especial a todas sus partes móviles como son la rueda la banda de transmisión y el motor de CA para que su vida útil sea la prescrita por el fabricante; para ello se debe realizar los mantenimientos como se indica en la Tabla 7.

- Verificación del perfecto estado de la correa de transmisión desde el motor a la rueda.
- Engrasado de la rueda.
- Verificación y limpieza semanal del banco didáctico.
- Realizar una limpieza periódica después de su uso para evitar la acumulación de polvo en el sistema.

4.5 Recursos, costos y financiamiento

4.5.1 Recursos. A continuación se detallará los recursos utilizados en este trabajo de grado.

4.5.1.1 Recursos humanos. El tesista, el director de tesis, los miembros del tribunal, un equipo de apoyo.

4.5.1.2 Recursos materiales y económicos:

Tabla 8. Materiales

Descripción	Cantidad	P. Unitario	Total
Sensor de efecto Hall	1	25,00	25,00
Sensor de Bicicleta	1	18,00	18,00
Sensor Inductivo	1	20,00	20,00
Estructura	1	20,00	20,00
Suelda de la estructura	1	20,00	20,00
Pedestal	1	40,00	40,00
Pintura y centrada de la rueda	1	9,70	9,70
Polarización de la rueda dentada	1	2,00	2,00
Motor de 110Voltios AC	1	28,00	28,00
PIC16f877A	1	8,50	8,50
PIC16f628A	1	3,50	3,50
LCD 16*2	2	7,50	15,00
Fundas de cloruro férrico	2	0,75	1,50
LCD16*4	1	25,00	25,00
Pulsadores tagSwith	3	0,15	0,45
Pulsadores normalmente abierto	6	0,45	2,70
SW de palanca	2	0,45	0,90
Potenciometro de 5K	1	0,35	0,35
Resistencias de 1/2W	7	0,07	0,49
Capacitor electrolítico 1000uf	1	0,20	0,20
Regulador de voltaje LM7805	1	0,60	0,60
Diodos LED	2	0,30	0,60
Jack de DC	2	0,25	0,50
Baquelita 10*20	1	1,20	1,20
Hoja termo-sensible	1	1,50	1,50
Caja plástica	1	3,50	3,50
Cable de timbre (metros)	4	0,20	0,80
Sensor óptico para encoder	1	3,50	3,50
regleta tipo espadines	2	0,80	1,60
Sócalo 9*2	1	0,10	0,10
Estructura (mesa)	1	40,00	40,00
Plancha de MDF	1	39,00	39,00
Protección para el MDF	1	9,00	9,00
Letras publicidad	1	12,00	12,00
Cargador de 12VDC /1200mA	1	12,75	12,75

Tabla 8. (continuación)

Acrílico en plancha	1	8,00	8,00
Enchufe	1	0,30	0,30
Metros de cable rojo/negro	3	0,75	2,25
Toma corriente	1	0,50	0,50
Amarras	15	0,05	0,75
Jack bananas	3	0,25	0,75
Plug bananas	3	0,25	0,75
Cable automotriz (metros)	3	0,35	1,05
Postes grandes para sujeción de placa	4	2,00	8,00
Postes pequeños	2	1,00	2,00
Cable de audio (metros)	2	0,35	0,70
Terminales planos	2	0,15	0,30
Rollo de taípe	1	0,70	0,70
Horas de internet	120	0,60	72,00
Impresiones	500	0,05	25
TOTAL			490,99

Fuente: Autor

Tabla 9. Transporte

Descripción	Horas	Costo/horas	Subtotal
Transporte	150	1,25	187,5
TOTAL			187,5

Fuente: Autor

Tabla 10. Mano de obra

Descripción	Horas/ Hombre	Salario Real /Hora	Subtotal
Técnico Automotriz	100	7,5	750
Técnico Electrónico	10	7,5	75
TOTAL			825

Fuente: Autor

Tabla 11. Costos indirectos

Descripción	Subtotal
Manuales de programación	45,3
Manuales de sensores	26,65
TOTAL	71,95

Fuente: Autor

Tabla 12. Costos totales

Descripción	Valor (USD)
Costo de materiales	490,99
Costo de mano de obra	825
Costo de transporte	187,5
Costos indirectos	71,95
TOTAL	1575,44

Fuente: Autor

4.5.2 Costos. El costo total correspondiente al proyecto de tesis se ha estimado en el equivalente de USD **1575,44**, tomando como base de cálculo los precios unitarios vigentes en el país al mes de enero del 2013.

4.5.3 Financiamiento. El proyecto es financiado por el tesista (autofinanciado).

4.6 Estudio de mercado

4.6.1 Análisis de la demanda: El conocimiento de las necesidades de los consumidores y el comportamiento de los compradores potenciales, determina a las empresas, los mercados en los cuales va a competir. Esto implica dividir al mercado total (universo o población) en subconjuntos homogéneos en términos de necesidades y motivos de compra.

Para este caso los clientes potenciales serían los propietarios de taxis del país y en especial de Riobamba.

Tabla 13. Distribución de taxis por provincias (2010)

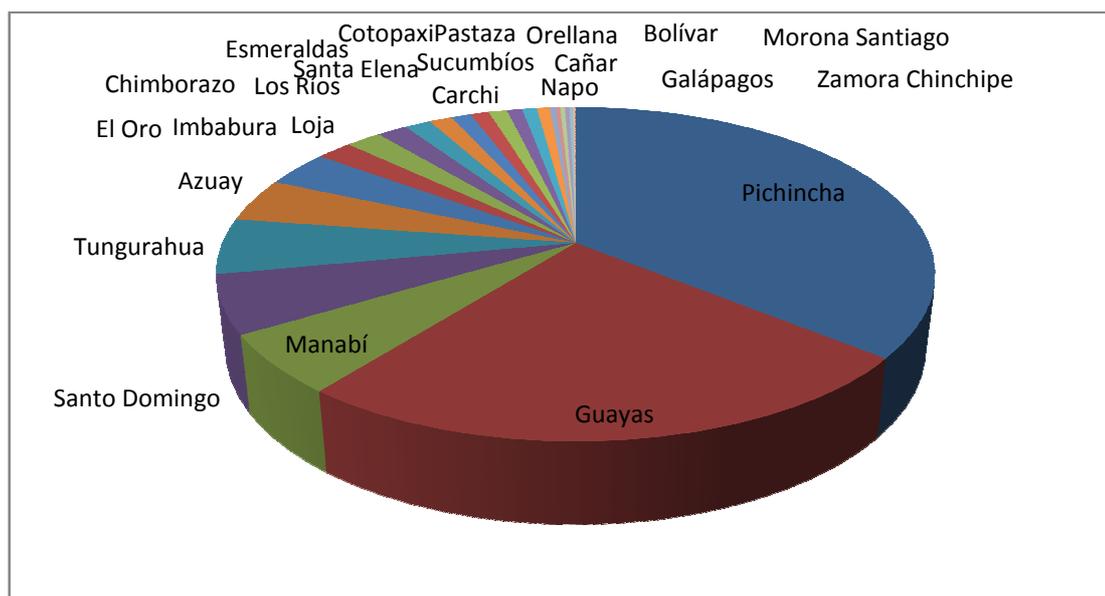
Provincia	Taxistas
Pichincha	16573
Guayas	11398
Manabí	2650
Santo Domingo	2596
Tungurahua	2498
Azuay	1950
El Oro	1628

Tabla13. (continuación)

Imbabura	890
Loja	879
Chimborazo	750
Los Ríos	650
Esmeraldas	569
Santa Elena	495
Carchi	459
Cotopaxi	456
Sucumbíos	379
Pastaza	366
Orellana	320
Cañar	135
Bolívar	120
Morona Santiago	120
Napo	110
Galápagos	90
Zamora Chinchipe	60
Total Nacional	46141

Fuente: FEDOTAXI. Revista Fedotaxi y Observatorio de Movilidad de Quito

Figura 48. Distribución de taxis por provincias (2010)



Fuente: FEDOTAXI. Revista Fedotaxi y Observatorio de Movilidad de Quito

Estimación del número de taxis para los años 2014, 2015 y 2016:

Tasa de crecimiento:

$$i = 2,28$$

Estimación futura:

$$E_{2014} = Co(1 + i)^n \quad (11)$$

$$E_{2014} = 46141(1 + 0,0228)^4$$

$$E_{2014} = 50495 \text{ taxis}$$

$$E_{2015} = Co(1 + i)^n$$

$$E_{2015} = 46141(1 + 0,0228)^5$$

$$E_{2015} = 51646 \text{ taxis}$$

$$E_{2016} = Co(1 + i)^n$$

$$E_{2016} = 46141(1 + 0,0228)^6$$

$$E_{2016} = 54710 \text{ taxis}$$

4.6.2 Análisis de la oferta. En el Ecuador solo las compañías homologadas por la Agencia Nacional de Tránsito tienen la capacidad de expender taxímetros.

Tabla 14. Compañías de taxímetros homologados por la Agencia Nacional de Tránsito

NOMBRE DE LA COMPAÑÍA	MARCA	MODELO
CARRO SEGURO CARSEG S.A.	VIRTUALTEC	VIRLOC 10
SERVIFAST	FUL-MAR	TANGO XP
SKYPATROL S.A. "SUPER TRACK"	DIGITAX 550	M07
	DIGITAX 550	M11
	LAKEDRIVER	Slim-800
LARREA GRUEZOJADDY	DIGITAX 550	M07
	DIGITAX 550	M11
TAXSYM	TAXSYM	M09
MASTERCOM	SEMSA	PLATINUM
SUMITRAG	INTELLIGENTTAXIMETER	D10
MICRO STALIN-TAX	STALIN-TAX	ST-11
INDUSTRIAL K.KRAAEE	LAKEDRIVER	SLIM-800

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador

4.6.3 Precios. Se procedió a llamar a cada empresa para informarnos de los precios de la oferta así tenemos en la siguiente tabla.

Tabla 15. Precios de taxímetros

MARCA	MODELO	PRECIO (USD)
VIRTUALTEC	VIRLOC 10	-----
FUL-MAR	TANGO XP	359,00
DIGITAX 550	M07	145,60
DIGITAX 550	M11	145,60
LAKEDRIVER	SLIM-800	210,00
TAXSYM	M09	135,00
SEMSA	PLATINUM	165,00
INTELLIGENTTAXIMETER	D10	160,00
STALIN-TAX	ST-11	120,00

Fuente: Compañías Distribuidoras de Taxímetros

Como se puede observar el dispositivo es muy competitivo en el mercado ya que el costo de fabricación es USD 83,74, no es elevado y permite competir con otros fabricantes.

4.6.4 Alcance y limitaciones

4.6.4.1 *Alcance.* Conforme avanza la tecnología, los equipos electrónicos que se pueden emplear en un taxímetro para realizar su trabajo tienden a tener más y mejores prestaciones, como facturadores, GPS. Ofreciendo de ésta forma un mejor control por parte del propietario del taxi al chofer.

Con la culminación de este proyecto se pretende entregar la implementación de un dispositivo que permita facilitar el cálculo de tarifas para crear satisfacción tanto en taxistas como en los usuarios de los mismos.

4.6.4.2 *Limitaciones.* Este dispositivo no contempla los siguientes aspectos:

- El dispositivo mostrará únicamente el valor individual por carrera, no va a mostrar al final del día el valor total de todas las carreras.

- No se pueden guardar los valores de cada carrera, por lo que si se desea obtener el valor total de las carreras en un lapso de tiempo se lo debe hacer de forma manual.
- El dispositivo no cuenta con una interfaz para conectarlo a una impresora, motivo por el cuál no se podrá facturar las carreras de forma automática.
- Si el usuario no se percata del costo del traslado, el conductor del taxi podría cobrar valores mayores al tarifado ya que el dispositivo no cuenta con impresora.

4.7 Estudio de factibilidad para la comercialización

4.7.1 Aspectos generales. Establecer un precio entre el usuario y prestador de servicio no se enmarca dentro de los parámetros de justedad, siendo necesaria la existencia de métodos técnicos establecidos que no perjudiquen a ninguno de los dos puntos de vista.

La Agencia Nacional de Tránsito, en su reglamento obliga el uso de taxímetros en los vehículos de alquiler o taxi. En este reglamento establece dos tarifas diferentes diurna y nocturna.

Debido a que los vehículos utilizados como taxis en el Ecuador son de diversas marcas y modelos, el taxímetro a utilizarse debe poseer un dispositivo digital reprogramable y el generador de pulsos debe ser un sensor de velocidad electrónico, por eso el diseño de este dispositivo adaptable a todo marca de automóvil.

Por tales instancias se ha considerado comercializar un dispositivo Electrónico Calculador de Distancia y Tarifas para Taxis, que cubra las necesidades emergentes de los propietarios de taxis o vehículos comerciales, al igual que provoque en el cliente un sentimiento de satisfacción, en las que se ha considerado ambas partes para su diseño, de tal forma que se establezca un sentimiento de conformidad en ambas partes, prestador de servicio de taxi y usuario en general.

4.7.2 *Identificación del target group.* El segmento de mercado definido o el target group para direccionar las prestaciones y servicios de la comercialización del dispositivo, son las cooperativas y compañías de taxis federadas de la ciudad de Riobamba, las cuales han mostrado una viabilidad de aceptación inmediata a la propuesta, ya que poseerán una vinculación directa, se cambiará su dispositivo actual por el planteado, al igual que la implementación del mecanismo en las empresas de taxis que no lo posean, pues el direccionamiento para ubicarlos como clientes reales es estratégico a través de convenios, propuestas, concertaciones y firmas con sus dirigentes agremiados y los directivos a cargo de la comercialización del mecanismo calificado, erradicando el existente malestar de las cooperativas por la falta de garantías de sus dispositivos actuales, los mismo que se encuentran dañados en este proceso; éste es el detonante que ha hecho crear un servicio en busca de la satisfacción de las necesidades de los dueños o propietarios de taxis en poseer un dispositivo electrónico calculador de tarifas de calidad, con un manifiesto porcentual elevado de los usuarios del dispositivo comercial existente.

Como empresa oferente se tendrá como valores agregados el dictar capacitación para la conservación del buen estado físico del dispositivo, como su correcta manipulación, al igual que asesorarlos en la razón e importancia de este mecanismo de cobro y su relación con las finanzas del estado SRI. La propuesta de la clave del éxito es la Corresponsabilidad con los Clientes-Usuarios.

4.7.3 *Los segmentos a enfocar.* Capacitación y consultoría para manipulación, programación adecuada del dispositivo y su regulación. Seguimiento del proceso evolutivo de adaptación al dispositivo. Garantías y control técnico

Todas estas actividades coordinadas con cada una de las cooperativas, a través de una base de datos de clientes. Y lograr un posicionamiento de comercialización de dispositivos electrónicos calculadores de distancias y tarifas para taxis con un manual claramente entendible.

El mercado objetivo de comercialización son: las cooperativas y compañías federadas de la ciudad de Riobamba.

4.7.4 Factibilidad técnica. Las tecnologías revolucionarias como la informática y la tecnología industrial traen de la mano consecuencias fundamentales y en ocasiones dramáticas para los negocios.

El cambio tecnológico puede afectar a un negocio en aspectos importantes, como proporcionándole la oportunidad de producir nuevos productos o adoptar nuevos procesos y también alterar el entorno en que el negocio opera. Para el caso de analizar factores tecnológicos es donde más clara está la necesidad de circunscribirse a aquellas que afectan más directamente al negocio. Para abrir un negocio en lo primero que debe pensar es en los equipos; aún los negocios caseros deben entender la importancia de escoger equipos que garanticen la calidad del producto final.

Los elementos indispensables para la elaboración del banco de pruebas son: PICs, módulo LCD, sensor de velocidad. En el país si existen, los equipos, dispositivos y la tecnología necesaria para satisfacer los requerimientos que se plantean para la elaboración de este dispositivo calculador de distancias y tarifas para taxis.

4.7.5 Factibilidad operativa. En el área de aplicación del dispositivo los usuarios no necesitan un conocimiento especial para poder utilizarlo de una manera óptima.

Además por medio del visualizador LCD se permite un rápido acceso a los datos de distancia recorrida y tarifa por parte del conductor así como también del usuario.

4.7.6 Factibilidad económica. El costo que genera el diseño del dispositivo que se propone es bajo, ya que los elementos son accesibles.

4.7.6.1 Costos de fabricación del dispositivo

Tabla 16. Costos directos de fabricación del dispositivo

Descripción	Cantidad	P. Unitario	Total
PIC16f628A	1	3,50	3,50
LCD 16*4	1	12,00	12,00
Cloruro férrico	2	0,75	1,50
Pulsador tagSwith	3	0,15	0,45
Pulsador normalmente abierto	3	0,45	1,35
SW de palanca	2	0,45	0,90
Potenciómetro de 5KΩ	1	0,35	0,35
Resistencias de 1/2W	7	0,07	0,49
Capacitor electrolítico 1000uf	1	0,20	0,20

Tabla 16. (continuación)

Regulador de voltaje LM7805	1	0,60	0,60
LED	2	0,30	0,60
Jack de DC	2	0,25	0,50
Baquelita 10*20	1	1,20	1,20
Hoja termo sensible	1	1,50	1,50
Caja plástica	1	3,50	3,50
Cable de timbre (mts)	4	0,20	0,80
Sensor óptico para encoder	1	3,50	3,50
Regleta tipo espadines	1	0,80	0,80
Sócalo 9*2	1	0,10	0,10
Cable Automotriz (mts)	5	0,35	1,75
Cable de parlante (mts)	2	0,35	0,70
Terminal plano	2	0,15	0,30
Rollo de taípe	1	0,70	0,70
Mano de obra directa (horas)	2	7,50	15,00
TOTAL			52,29

Fuente: Autor

El costo de producción del dispositivo prototipo es de USD 52,29.

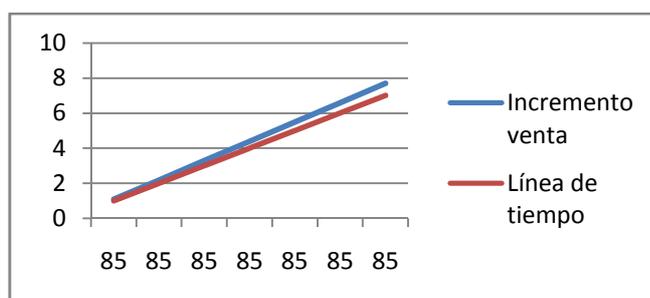
Considerando el valor de cálculo variable de 1 a 3 siendo el valor designado 1.43

* Costo de Producción Directo X 1.43 = USD 74,775 más 12% IVA = PVP USD 83,74

Se considera que si es económicamente factible y se puede competir con el mercado según el estudio realizado anteriormente, considerando un marco financiero de inversión de USD18 000.

Por lo cual el plan de Recuperación de la inversión se ha determinado a mediano plazo y se considera tener un margen mínimo de ventas mensual de 85 dispositivos, con una venta anual mínima de 1020 dispositivos, siendo el tiempo de recuperación de la inversión 7 meses.

Figura 49. Gráfica de ingresos de ventas por meses



Fuente: Autor

La grafica considera una venta mínima de 595 dispositivos en un plazo cumplido de 7 meses, siendo:

Ingresos – Gastos = Utilidad

USD 49825,30 – USD 31112,55 = USD 18712,75

Recobro de inversión USD 18000 - Con un superávit de USD 712,75

4.7.7 Organización empresarial. Gerencia de Producción, Gerencia de Comercialización y Sociabilidad, Área de Contabilidad y Área de Talento Humano.

4.7.8 Ubicación geográfica. Chambo – Provincia de Chimborazo – Barrio el Rosario

4.7.9 Descripción de la empresa

MISIÓN: Ser una empresa dedicada a la Comercialización de Taxímetros, nuestro compromiso es anticiparnos y satisfacer con servicios y productos de excelente calidad a nuestros clientes, reconocida por su seriedad, honestidad, cumplimiento y su alto grado de responsabilidad a través de una gestión dirigida.

VISIÓN: Proyectarnos a mediano plazo en el mercado nacional como una empresa reconocida por nuestra calidad y tecnología innovadora, constituyéndonos en gestores importantes del desarrollo de la provincia y el país como una organización orientada al servicio y a la competencia.

Contamos con un excelente personal de trabajo, con quienes a través de su experiencia y profesionalismo lograremos llevar a cabo una excelente labor, logrando la aceptación del mercado nacional.

4.7.10 Marco legal

Personería jurídica: **COVERLINE**

Tipo de empresa: **Compañía de Responsabilidad Limitada.**

Corresponsabilidad.- **Jefatura de Tránsito y Superintendencia de Compañías.**

Permisos de funcionamiento.- **Jefatura de Tránsito y Superintendencia de Compañías.**

4.8 Guía de laboratorio

Es importante recalcar que esta guía es una sugerencia, puede ser ampliada, disminuida o reemplazada en su totalidad por el profesor responsable de la cátedra, dependiendo de las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

La siguiente guía está diseñada para obtener una referencia de los datos que se tomaran cuando el banco está en funcionamiento, simplemente se deberá llenar las tablas que se detallan a continuación, para posteriormente realizar un análisis de funcionamiento.

Una vez finalizada la recolección de datos, se apaga el banco colocando los interruptores en la posición "off".

A continuación se propone las guías de laboratorio.

Tabla 17. Guía de laboratorio 1

	<p>ESPOCH – FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ GUÍA DE LABORATORIO</p>													
Participantes:														
Códigos:	Semestre:													
Docente:	Fecha:													
Procedimiento:	Tema:													
Objetivo:	Materiales:													
Datos previos:	Recolección de datos del banco:													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Arranque</td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Kilómetro recorrido</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Minuto de espera</td> <td></td> </tr> </table>	Arranque		Kilómetro recorrido		Minuto de espera		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Distancia recorrida</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;">m</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de espera</td> <td></td> <td>s</td> </tr> </table>		Distancia recorrida		m	Tiempo de espera		s
Arranque														
Kilómetro recorrido														
Minuto de espera														
Distancia recorrida		m												
Tiempo de espera		s												
Cálculo del valor real del recorrido:		Costo obtenido del banco:												
Cálculo del error absoluto y relativo:														
Conclusiones:														
Recomendaciones:														

Tabla 18. Guía de laboratorio 2

 <p>ESPOCH – FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ GUÍA DE LABORATORIO</p> 							
Participantes:							
Códigos:	Semestre:						
Docente:	Fecha:						
Procedimiento:	Tema:						
Objetivo:	Materiales y equipos:						
Datos del sensor <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Alimentación</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>Señal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tierra</td> <td></td> </tr> </table>	Alimentación		Señal		Tierra		Diagrama eléctrico:
Alimentación							
Señal							
Tierra							
Gráfica de la señal del sensor óptico instalado en el banco:							
Conclusiones:							
Recomendaciones:							

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Una vez estudiados los taxímetros existentes en el mercado del Ecuador, se procede a implementar un nuevo producto que compense los cálculos de velocidad y distancia con precisión y exactitud.

Se analizó que la frecuencia del micro-controlador es mayor que la frecuencia de las señales que emiten los sensores, caso contrario no se podrá obtener una lectura óptima debido a que la velocidad de procesamiento del micro-controlador no satisface la velocidad de envío de señales del sensor.

La construcción del dispositivo requirió un conocimiento multidisciplinario por lo cual es sumamente importante el desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes en diversas áreas como; mecánica, física, álgebra, programación, electrónica, entre otras, para que puedan utilizar el banco de pruebas de forma óptima.

Luego de la construcción modular del prototipo, el montaje y desmontaje se pudo comprobar las posibles causas de fallo del elemento y se ensayó cual es el procedimiento para realizar su mantenimiento preventivo y el reemplazo de sus componentes si fuese necesario.

Según el análisis de mercado realizado se determinó que sí es factible económicamente su producción, comercialización y competitividad con la oferta satisfaciendo la demanda.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda utilizar este dispositivo por poseer características muy útiles para el aprendizaje y comprensión del funcionamiento de este tipo de mecanismos utilizados en el mundo, contribuyendo de esta forma a un mejor aprendizaje y desarrollo de habilidades cognitivas en el área automotriz.

Cambiar la programación, con la finalidad de estar acorde a posibles cambios en la economía de país y que influyan en aspectos de inflación para los taxímetros.

Realizar comprobaciones frecuentes y constantes para verificar su correcto funcionamiento, ya que el desuso puede provocar daños en cada uno de sus componentes, procurando así, que el tiempo de vida útil del dispositivo sea de mayor duración.

Es recomendable promocionar esta importante y nueva herramienta electrónica para promover su utilización, por lo que estaría mejorando la economía del prestador de servicios, al igual que el colectivo que hace uso del mismo.

Darle el correcto mantenimiento preventivo necesario para su óptimo funcionamiento, garantizando de esta manera el cobro justo de tarifas ocasionadas por el traslado de pasajeros de un lugar a otro.

BIBLIOGRAFÍA

ANT. 2013. Agencia Nacional de Transito del Ecuador: Tarifas de taxímetros. [En línea] 2013. www.ant.gob.ec/tarifas/taxis.html.

dechile.net. 2011. Etimología de TAXI. <http://etimologias.dechile.net/?taxi>. [En línea] dechile.net, 2011. [Citado el: 29 de 07 de 2012.] <http://etimologias.dechile.net/?taxi>.

OROZCO, Felipe. "Guía rápida de electrónica Automotriz".[Versión Electrónica].2011.

GARBERO, Jorge A. 2008.*Funcionamiento de Sensores.* 2008.

INEN. 2013.*NTE INEN 2663.* Quito : s.n., 2013.

Revista Técnica de Sensores Automotrices. **2006.** Zaragoza : s.n., 2006, Vol. I.