

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

FACULTAD DE ELECTRÓNICA

**ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA PROTOTIPO DE CONTROL VÍA MENSAJE DE
TEXTO EN UN TAXÍMETRO.**

ESTUDIANTE

BECKER ANDRES SANGUANO FIERRO

TUTOR

ING. ENRIQUE CALVACHE

QUITO ECUADOR.

ABRIL 2013

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

FACULTAD DE ELECTRÓNICA

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ing. Enrique Calvache, certifico que el Señor Becker Andrés Sanguano Fierro con C.C. No. 1714814439 realizó el presente proyecto de grado con título **“Estudio, Diseño E Implementación De Un Sistema Prototipo De Control Vía Mensaje De Texto En Un Taxímetro”**, y que es autor intelectual del mismo, que es original, auténtica y personal.

Ing. Enrique Calvache.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

FACULTAD DE ELECTRÓNICA

CERTIFICADO DE AUTORIA

El documento del proyecto de grado con título **“Estudio, Diseño E Implementación De Un Sistema Prototipo De Control Vía Mensaje De Texto En Un Taxímetro”**, ha sido desarrollado por Becker Andrés Sanguano Fierro con C.C. No. 1714814439 persona que posee los derechos de autoría y responsabilidad, restringiéndose la copia o utilización de cada uno de los productos de este proyecto de grado sin previa autorización.

Becker Andrés Sanguano Fierro.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación de pregrado y todos los logros académicos obtenidos a quienes me han dado todo lo necesario, e incluso mucho más, para poder estudiar con toda tranquilidad, es decir a mis padres Sandra y Oswaldo y a mi abuelita Beatriz. También dedico este trabajo a una persona muy especial para mí y la dueña de mi corazón Piedad.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer principalmente a mis padres quienes siempre han sabido apoyarme en mis estudios y han hecho un gran sacrificio para que no me falte nada y pueda estudiar sin ninguna preocupación, especialmente agradezco a mi madre quien nunca me ha abandonado. Agradezco también a mi abuelita que prácticamente ha sido una segunda madre para mí y siempre supo tenerme lista la comida y todos los detalles que nunca le faltaban a ella. Por eso y mucho más, mi más sincero agradecimiento hacia ellos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN DE EMPASTADO

De: Ing. Wilmer Albarracín

Para: Becker Sanguano

Asunto: Autorización de Empastado

Por medio de la presente certifico que el señor Becker Andrés Sanguano Fierro con CI No. 1714814439 ha realizado las modificaciones solicitadas de acuerdo a las Actas de Pre defensa realizado el 11 de enero del 2013, al documento de tesis titulada **ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO DE CONTROL VÍA MENSAJE DE TEXTO EN UN TAXÍMETRO**, de la carrera de ingeniería electrónica en telecomunicaciones, el documento está concluido y se autoriza su empastado.

Atentamente.

Ing. Wilmer Albarracín

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el desarrollo de un dispositivo electrónico de control que sirva de ayuda tecnológica a las personas que son propietarias de taxis y que por diferentes motivos no pueden trabajar con sus vehículos, desconociendo el valor de cada carrera realizada con su vehículo.

El dispositivo creado es capaz de enviar un mensaje de texto, al celular del propietario, informando el valor de cada carrera realizada en el día. El prototipo está compuesto por un AVR ATMEGA 328p que se encarga de todas las operaciones que el taxímetro como lectura de pulsos provenientes del tacómetro, tarifación, y la comunicación entre el AVR y el módulo GSM.

Se realizaron pruebas con el fin de verificar el funcionamiento y desempeño del prototipo implementado. Las pruebas consistieron en determinar la efectividad del sistema en el campo, para lo cual al sistema prototipo se lo instalo en una camioneta doble cabina.

ABSTRACT

This project involves the development of an electronic control device technology that is helpful to people who own taxis and who for various reasons cannot work with their vehicle, ignoring the value of each race on your vehicle.

The device created is able to send a text message, the phone's owner, informing the value of each race on the day. The prototype consists of an AVR ATMEGA 328p which is responsible for all operations as the taximeter reading from the tachometer pulse, pricing, and communication between the AVR and the GSM module.

Tests were conducted to verify the operation and performance of the prototype implemented. The tests were to determine the effectiveness of the system in the field, for which the prototype system it installed in a double cab.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1 Problema Principal.....	5
1.2.2 Problemas Secundarios.....	5
1.3 SISTEMATIZACIÓN.....	5
1.3.1 Diagnóstico.....	5
1.3.2 Pronóstico.....	7
1.3.3 Control de Pronóstico.....	7
1.4 OBJETIVOS.....	8
1.4.1 Objetivo General.....	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	8
1.5.1 Justificación Teórica.....	8
1.5.2 Justificación Práctica.....	9
1.5.3 Justificación Metodológica.....	9
1.6 ALCANCE Y LIMITACIONES.....	10
1.6.1 Alcance.....	10
1.6.2 Limitaciones.....	11
1.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	11
1.5.1 Factibilidad Técnica.....	11
1.5.2 Factibilidad Operativa.....	13
1.5.3 Factibilidad Económica.....	13

1.5.4 Matriz FODA.....	15
------------------------	----

CAPÍTULO 2

2. MARCO REFERENCIAL.....	16
2.1 ATMEGA 328.....	16
2.1.1 Características.....	16
2.2 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.....	17
2.2.1 Tercera Generación.....	18
2.2.2 Sistemas GSM.....	18
2.3 MODULO GSM.....	19
2.3.1 Modulo GSM-USB.....	20
2.3.2 Modulo GSM-RS 232.....	20
2.4 COMANDOS AT.....	21
2.5 TELEFONOS MÓVILES CELULARES.....	22
2.6 PLATAFORMA DE DESARROLLO ARDUINO-AVR.....	22
2.6.1 CARACTERISTICAS.....	23
2.6.2 COMANDOS DE PROGRAMACIÓN.....	23

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL SISTEMA.....	25
3.1 Requerimientos del Prototipo.....	25
3.2 Diagrama De Bloques Del Sistema Prototipo.....	26
3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL PROTOTIPO.....	26
3.3.1 Módulo de Entrada del Sistema.....	27
3.3.2 Módulo de Regulación de Voltaje.....	27
3.3.3 Etapa Del Taxímetro.....	29

3.3.4 Módulo De Presentación de Tarifación.....	31
3.3.5 Módulo De Comunicación Con El Módulo GSM.....	31
3.4 CIRCUITO ESQUEMÁTICO FINAL.....	32
3.3.1 Circuitos Impresos.....	35
3.4 DISEÑO DEL SOFTWARE.....	35
3.4.1 Funcionamiento General.....	35
3.5 PROGRAMACIÓN CON SOFTWARE ARDUINO.....	36

CAPÍTULO 4

4 INSTALACION, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS DEL SISTEMA PROTOTIPO DE CONTROL.....	40
4.1 INSTALACION.....	40
4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	43
4.2 RESULTADOS.....	44

CAPÍTULO 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
5.1 CONCLUSIONES.....	45
5.2 RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	47

ANEXOS

Anexo 1. PROGRAMA DESARROLLADO EN ARDUINO.....	48
Anexo 2. FOTOGRAFÍAS DEL DISPOSITIVO.....	59
Anexo 3. LISTA DE MATERIALES.....	60
Anexo 4. HOJA TÉCNICA DEL ATMEGA 328P.....	61
Anexo 5. HOJA TÉCNICA DEL MODULO GSM.....	63
Anexo 6. COMANDOS AT.....	67
Anexo 7. HOJA TÉCNICA DEL LM 317.....	72

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Tipos De Taxímetros Más Usados En Algunos Países De Latinoamérica, Incluido El Ecuador.....	4
TABLA 2. Elección Del Taxímetro.....	12
TABLA 3. Costos Directos De Fabricación.....	14
TABLA 4. Costos Indirectos De Fabricación.....	14
TABLA 5. Mano De Obra.....	14
TABLA 6. Costo Total Del Sistema Prototipo De Control.....	14
TABLA 7. Comparación Entre Diferentes Generaciones De Servicios Móviles....	18
TABLA 8. Resultado De Las Pruebas Realizadas.....	44

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Primer Taxímetro Instalado En Un Vehículo Por Harry N. Hallen En 1907...	3
FIGURA 2. Diagrama De Pines Del Pic 328p.....	17
FIGURA 3. Modem Gsm USB Sony Ericsson Md300.....	20
FIGURA 4. Módulo ZTE 3008 Gsm/Gprs.....	20
FIGURA 5. Flujo De Datos De Los Comandos At En Un Modem.....	21
FIGURA 6. Conjunto Completo De Instrucciones, Funciones, Etc. De Arduino.....	24
FIGURA 7. Representación Del Sistema Prototipo Mediante Diagrama De Bloques.....	26
FIGURA 8. Diagrama Esquemático De Las Fuentes De Voltaje.....	29
FIGURA 9. Alimentación Del Circuito Del Taxímetro.....	29
FIGURA 10. Seguidor De Tensión O Acople De Impedancias.....	30
FIGURA 11. Protección De Circuitos.....	30
FIGURA 12. Diseño Del Módulo De Tarifación.....	31
FIGURA 13. Transmisión Serial Del Módulo GSM.....	31
FIGURA 14. Diagrama Esquemático Para La Elaboración De La Placa PCB.....	33
FIGURA 15. Diagrama Esquemático De La Etapa De Alimentación.....	34
FIGURA 16. PCB De Los Circuitos.....	35
FIGURA 17. Editor De Comandos Del Programa Arduino.....	36
FIGURA 18. Compilación Del Código.....	37
FIGURA 19. Proceso De Grabación Del Programa Arduino.....	38
FIGURA 20. Instalación De La Fuente De Alimentación Del Taxímetro.....	40
FIGURA 21. Instalación De Los Pulsos Provenientes Del Vehículo.....	41
FIGURA 22. Borneras Para La Alimentación Y Entrada De Los Pulsos Al Taxímetro....	41
FIGURA 23. Vista Interna Del Sistema Prototipo.....	42
FIGURA 24. Vista Externa Del Sistema Prototipo.....	42

CAPITULO 1.

1. Introducción

El presente proyecto tiene como objetivo el estudio diseño e implementación de un sistema prototipo de control vía mensaje de texto en un taxímetro.

En las siguientes páginas se dará una descripción técnica de los principales elementos y software que se utilizaran en la construcción del prototipo los cuales serán definidos posteriormente.

Una vez finalizado el diseño, el estudio y la implementación, el sistema prototipo será capaz de enviar un mensaje de texto con el costo de cada carrera realizada, por el chofer del taxi, al dueño del mismo. El sistema será implementado en una camioneta particular.

A continuación se realiza un breve resumen de los subtemas que se van a encontrar en cada capítulo del presente trabajo de titulación de pregrado.

En el Capítulo 1, se encuentra la problematización que se pretende solucionar con el presente trabajo, además se encuentra un poco de historia sobre la creación de los taxímetros, así como la formulación y la sistematización del problema, de la misma forma comprende un estudio de factibilidad el cual indicará cuan realizable es, finalmente se muestra el alcance y limitaciones que el proyecto contempla.

En el Capítulo 2, comprende el marco teórico referente a las tecnologías utilizadas para el diseño del dispositivo; es decir, se aborda el funcionamiento de la tecnología ARDUINO-

AVR, MODULO GSM, y las interfaces para comunicación entre dispositivos como la comunicación SERIAL, para el MÓDULO GSM.

En el Capítulo 3, se encuentra la metodología empleada en el uso de este proyecto, además se detalla el diseño del sistema, tanto del hardware como del software. En este capítulo se especifican todos los criterios técnicos en los que se basó para poder diseñar el dispositivo.

En el Capítulo 4, se expone la instalación, pruebas realizadas al dispositivo diseñado así como también los resultados que se obtuvieron.

Finalmente en el Capítulo 5 se encuentran las conclusiones y recomendaciones que han sido producto del presente trabajo.

Además en la sección anexos se muestra información técnica relevante de los circuitos electrónicos utilizados, de la misma forma se presenta el programa realizado.

1.1 Antecedentes

De acuerdo a la Wikipedia, en la antigua Roma ya existían taxímetros, estos funcionaban por medio de un mecanismo solidario con el eje de una carreta que iba liberando pequeñas bolas. Al final del trayecto, el pasajero pagaba en función de las bolas liberadas¹.

Con el paso de los años, y en este caso siglos, la tecnología evidentemente evolucionó, permitiendo la apertura a nuevos avances y mejoras en la idea original. Así es como de manos de un ingeniero alemán de nombre Wilhelm Bruhn, fue inventado, lo que hoy en día se conoce como Taxímetro, que es, en su inicio, un dispositivo mecánico para medir el tiempo y la distancia recorrida por los coches,.

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Tax%C3%ADmetro>

Corren leyendas que indican que cuando Wilhelm Bruhn mostró su “invento” a los taxistas de Stuttgart, estos, lo arrojaron al río, motivo por el que dicho aparato no triunfó en tierras germanas. A base de esta historia se propone que el uso del sistema prototipo de control que se diseñará, deberá ser orientado hacia una forma de control más no a una forma de represión.

La difusión del invento se llegó a realizar en 1907, cuando Harry N. Hallen fundó una compañía de alquiler de automóviles en Estados Unidos a los que colocó dicho invento.



FIGURA 1. Primer Taxímetro Instalado En Un Vehículo Por Harry N. Hallen En 1907²

Producto de la evolución de la tecnología, hoy en día se puede observar que existen varios modelos de taxímetros, unos poseen una pequeña impresora, otros poseen GPS, otros el sistema WASE para visualizar el tráfico en tiempo real, y así un sin número de tecnologías que se han ido acoplando a esta herramienta de trabajo diario.

² <http://www.todocoleccion.net/antiguo-taximetro-marca-bb-made-in-france-texto-castellano-funcionamiento~x26827921>













	ECUADOR	COLOMBIA	ARGENTINA	CHILE
NORMALES	√	√	√	√
				
CON GPS	√	√	√	√
				
FACTURADOR	√	√	√	√
				
SMS	X	X	X	X

TABLA 1. Tipos De Taxímetros Más Usados En Algunos Países De Latinoamérica, Incluido El Ecuador.³

1.2 Formulación del Problema

¿El desarrollo de un sistema prototipo de control vía SMS instalado en un taxímetro ayudará al propietario con el control adecuado de la tarificación del taxi?

³ (<http://www.mundoanuncio.ec/q/taximetro/c-10045>), <http://www.movilsatecuador.com/tecnologia.html>, <http://www.ua.all.biz/es/g637015/>

1.2.1. Problema Principal:

No existe un sistema prototipo de control vía mensaje de texto en un taxímetro, en la ciudad de Sangolquí.

1.2.2. Problemas Secundarios:

- No existe el estudio ni el diseño de un sistema prototipo de control vía mensaje de texto en un taxímetro.
- No existe la implementación ni pruebas del sistema prototipo de control vía mensaje de texto en un taxímetro.

1.3 Sistematización

1.3.1. Diagnóstico

Las personas que son propietarios de dos o más taxis o personas que poseen trabajo fijo y un taxi tienen el inconveniente del control de sus vehículos, en especial con la recaudación del dinero generado por el taxi. Además se suma el desconocimiento del propietario sobre, si el chofer de su taxi, está cumpliendo con el uso del taxímetro en las carreras.

De la publicación del comercio se tiene que “El uso del taxímetro está a merced de los choferes”... “según un morador de la Raya”... “cuando me subo a un taxi, la mayoría de choferes nunca enciende el taxímetro. Siempre pregunto cuál es la razón para no hacerlo. Los choferes suelen contestar que está dañado, que ellos saben cuánto cuesta la carrera, etc.”... “El uso del taxímetro es obligatorio y los controles que aplica la Policía también deberían enfocarse en el uso adecuado de éste”... “En

el sector durante las noches, los taxistas se niegan a encender el taxímetro y hay que negociar la carrera. Generalmente pago 1 USD, y término pagando USD 1,50”.⁴

Por la historia anteriormente expuesta, el sistema prototipo de control recogerá la información sobre la carrera y enviará mensajes de texto pues éstos son de uso diario y muy común en la vida personal. Además de las conversaciones mantenidas con varios dueños de taxis, desconocían la existencia de un sistema similar, también se pudo notar un cierto grado de simpatía hacia este proyecto.

De una investigación preliminar entre los vendedores de taxímetros existen varios modelos en el mercado, los normales, facturadores e inclusive con GPS, cada uno con sus ventajas y desventajas, hasta la fecha de escritura de este capítulo no se encontró una aplicación similar a la de este sistema prototipo de control.

La mayoría de taxímetros que se averiguó no podían ser instalados en vehículos particulares puesto que estos vehículos son de uso personal y no tienen fines de lucro. Además, según los diferentes vendedores, existe una ordenanza que prohíbe la instalación de taxímetros en vehículos particulares ya que los taxímetros deben ser registrados en conjunto con la unidad a la que se instaló.

Se encontraron varios modelos de taxímetros, importados y nacionales, de diferentes precios, hasta que se encontró un taxímetro diseñado por Fermín Suarez⁵ el cual es fabricado Ecuador, en la provincia de Pichincha en Conocoto. Se escogió este taxímetro pues es uno de los más baratos en el mercado además él menciona

⁴ http://www.elcomercio.com/quito/uso-taximetro-merced-choferes_0_521347989.html.

⁵ <http://quito.olx.com.ec/taximetro-digital-iid-32062773>

que si se lo podía instalar en un vehículo particular, lamentablemente no se lo logró por la misma ordenanza antes mencionada.

Por los inconvenientes anteriormente mostrados, no quedo otra alternativa que realizar el diseño del taxímetro, adicional al diseño que comprende el presente trabajo de titulación de grado.

1.3.2. Pronóstico

- Si no existiera un dispositivo de control, que sea capaz de enviar mensajes de texto con el valor de la carrera realizada, instalado en un el taxímetro, el dueño del taxi no tendrá una información valedera sobre la tarificación de la unidad.

1.3.3. Control Del Pronóstico

- La solución que se propone en el presente trabajo ante el problema mencionado es el de investigar y aplicar la tecnología necesaria que permita desarrollar un dispositivo que se convierta en una herramienta útil, por lo tanto este sistema debe ser implementado para poder ayudar a los propietarios de las unidades a tener un mejor control sobre el cobro de cada carrera.
- El dispositivo va a ser capaz de informar al propietario el costo de cada carrera vía SMS, una vez finalizada ésta.

1.4 Objetivos:

1.4.1. Objetivo General:

- Estudiar, diseñar e implementar un sistema electrónico prototipo de control, en un taxímetro, por medio de tecnología SMS.

1.4.2. Objetivos Específicos:

- Estudiar y diseñar un sistema electrónico prototipo vía mensaje de texto que advierta e informe al propietario del vehículo el valor de cada carrera.
- Implementar el sistema prototipo de control vía mensaje de texto en un vehículo piloto y probar los resultados

1.5 Justificación:

1.5.1 Justificación Teórica

La justificación teórica se la realiza mediante el conocimiento de los elementos a ser empleados en el presente proyecto de grado como son el Módulo GSM, módulo Arduino y la utilización de Software Libre para Arduino, micro controlador. Módulo GSM, tecnología SMS.

La tecnología SMS es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos, también conocidos como mensajes de texto, entre teléfonos móviles, fijos y otros dispositivos de mano.

El módulo GSM posee una comunicación serial para la comunicación con el PIC, además es programable mediante comandos AT.

1.5.2 Justificación Práctica

- Se pretende con este trabajo que el propietario cuente con un sistema que le permite verificar el uso del taxímetro en el día.
- Este sistema prototipo de control vía mensajes de texto para un taxímetro en lo posible impedirá al conductor estafar tanto al dueño como al usuario.

1.5.3 Justificación Metodológica

En este proyecto se realizará una investigación con proveedores de taxímetros mediante el uso del internet.

Utilizando los métodos inductivo y deductivo se realizará el diseño electrónico del sistema y su respectiva implementación.

Con el método experimental se llevará a cabo las respectivas pruebas para la aplicabilidad y vialidad del sistema prototipo. Además se realizarán las pruebas de funcionamiento del sistema.

- **Metodología.**

Para poder seleccionar el tema del presente proyecto, se utilizó el método deductivo.

Se utilizó un tipo de investigación documental que ayudó a la elaboración del marco referencial de cada una de las partes y/o elementos que forman el presente proyecto de titulación de pregrado “ESTUDIO DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL VIA MENSAJE DE TEXTO EN UN TAXIMETRO”, para obtener esta información sirvió como base el método inductivo.

Además de la investigación documental, se realizó una investigación la cual se basó en páginas web e información de diferentes portales en internet

Finalmente se emplearon los métodos: experimental y observación, debido a que se inició la construcción del proyecto para así poder observar el funcionamiento del mismo, y posteriormente realizar la correcciones necesarias para su correcto funcionamiento y así poder realizar las pruebas y determinar las respectivas conclusiones.

1.6 Alcance y Limitaciones

1.6.1. Alcance

Conforme va avanzando 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, etc. 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 sistema prototipo de control instalado en un vehículo particular, que le permita al propietario verificar el valor de cada carrera realizada en el día por el chofer.

El proyecto se lo llevará acabo en la ciudad de Sangolquí.

1.6.2. Limitaciones

Este sistema no contempla los siguientes aspectos:

- Si el conductor llegase a cobrar más de lo tarifado y el usuario no se percata de esa situación, el excedente del cobro no va a ser notificado al dueño. Esta desventaja es incontrolable, pero al final del día el dueño recibe lo justo.
- El sistema va a enviar únicamente un valor individual por carrera, no va a enviar al final del día el valor total de todas las carreras, el dueño tendrá que obtener este valor manualmente.
- El mensaje de texto será enviado cuando el chofer pulse el botón de apagar del taxímetro.
- Por el factor económico, se va a elaborar un único sistema, que va a ser instalado en un vehículo particular, para la demostración.
- No se hará la entrega de manuales de usuario, pues el dispositivo no va a ser manipulado.
- El sistema prototipo de control vía mensaje de texto se lo instalará única y exclusivamente en el modelo antes mencionado.

1.7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

1.7.1 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 dos sentidos importantes: proporcionarle 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 sistema prototipo son: taxímetro, módulo GSM, PICs, servicio de SMS.

En el país si existen, los equipos, dispositivos y la tecnología necesaria para satisfacer los requerimientos que se plantean para la elaboración de este sistema prototipo de control vía mensajes de texto.

Los taxímetros encontrados a la venta por empresas y personas naturales, son los siguientes:





Taxímetro	Modelo	Empresa	Costo	Factibilidad
	EJECUTIVO	PERSONA NATURAL	83	SI
	TAXSYM M09	TAXSYM	-----	NO
	TANGO XP	SERVIFAST-FUL MAR	-----	NO
	TAXIMETRO 3	PERSONA NATURAL	50	SI

TABLA 2. Elección Del Taxímetro. Autor.

Por lo tanto se escogerá el “taxímetro 3” puesto que es el más barato de todos los anteriores y cumple con las exigencias de este proyecto.

Pese a que se intentó comunicar y averiguar los costos de los taxímetros “TAXYM M09” y “TANGO XP”, lamentablemente no se obtuvieron resultados positivos.

1.7.2 Operativa

En el área de aplicación del sistema los usuarios no necesitan un conocimiento especial para poder utilizar los equipos del sistema de una forma adecuada. Además que se tratará de realizar un sistema que sea amigable con el usuario.

También se brindará apoyo si fuese necesario para el mantenimiento y reparación de los equipos que forman parte del sistema prototipo, más no del taxímetro.

1.7.3 Económica

El costo que genera el diseño del sistema prototipo que se propone es bajo, ya que los elementos son accesibles.

COSTOS DIRECTOS DE FABRICACION			
CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	V. TOTAL
14	RESISTENCIAS ¼	0,03	0,42
2	CE 1000F/25	0,35	0,7
1	CC 100NF	0,15	0,15
2	CC 22PF	0,45	0,9
1	ATMEGA 328	6,5	6,5
1	4N25	0,65	0,65
1	LM7805	0,6	0,6
1	LM358	0,45	0,45
1	ZOC 28P	0,1	0,1
1	ZOC 6P	0,12	0,12
1	ZOC 8P	0,4	0,4

1	BORN 3P	0,4	0,4
1	PULS 5MM 4P	0,3	0,3
2	LED 3MM	0,15	0,3
1	MOLEX 3P	0,35	0,35
1	CRISTAL 16MHZ	0,55	0,55
1	DISPLAY 4 DIG 7 SEG	2,5	2,5
1	LED 3MM NA	1,25	1,25
5	RESISTENCIAS ¼	0,03	0,15
2	CE 1UF/50V	0,22	0,44
2	2N3904	0,12	0,24
4	2N4007	0,12	0,48
3	BORN 2P	0,3	0,9
3	MOLEX 3P	0,35	1,05
1	DB9 CABLE	0,35	0,35
1	DB9 CASE	0,4	0,4
2	LM317	0,7	1,4
2	POT PREC 5K	0,5	1
3	PCB	3	9
1	CHIP MOVI	4,5	4,5
1	MODEM GSM	130	130
1	PULSADOR AMARILLO	0,4	0,4
1	CAJA TIPO B	4,97	4,97
		TOTAL:	171,92 USD

TABLA 3. Costos Directos de Fabricación.

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION			
CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	V. TOTAL
7	RECARGA	3	21
1	LUZ	18	18
1	MOVILIZACION	15	15
1	INTERNET	20,28	20,28
1	RESMA PAPEL		0
1	IMPRESIONES	30	30
		TOTAL:	104,28 USD

TABLA 4. Costos Indirectos de Fabricación

1	MANO DE OBRA	201,6	201,6 USD
---	---------------------	-------	-----------

TABLA 5. MANO DE OBRA

COSTO TOTAL DE FABRICACION:		477,8 USD
------------------------------------	--	-----------

TABLA 6. Costo Total Del Sistema Prototipo De Control. Autor.

Por tanto se considera que el proyecto es económicamente factible.

1.5.4 Matriz FODA



CAPITULO 2

2. MARCO REFERENCIAL

Para la elaboración del sistema prototipo se van a utilizar varios dispositivos electrónicos además de la tecnología celular existente. Los principales dispositivos que se utilizarán son: ATMEGA 328p, Módulo GSM, Comandos AT, Teléfonos móviles, Plataforma Arduino.

2.1 ATMEGA 328P

El ATMEGA 328P es un micro controlador de baja potencia CMOS de 8 bits basado en el AVR mejorado la arquitectura RISC. Mediante la ejecución de instrucciones de gran alcance en un solo ciclo de reloj, el ATMEGA 328P logra tasas de transferencia cerca de un MIPS por MHz que permite al diseñador del sistema a optimizar el consumo de energía en comparación con la velocidad de procesamiento.

2.1.1 Características

- 2KB de memoria flash con la lectura y escritura.
- Memoria EEPROM 1KB.
- 2KB SRAM.
- 23 registros de propósito general.
- Líneas de entradas /salidas.
- 32 registro de propósito general de trabajo.
- Tres temporizadores flexibles contadores con comparadores.

- Interrupciones internas y externas.
- 6 canales de 10 bits.
- Convertidor A/D.
- 5 modos seleccionables de software de ahorro de energía.

Mediante la ejecución de instrucciones de gran alcance en un solo clic de reloj, el dispositivo logra tasas de transferencia de cerca de 1 MIPS (millones de instrucciones por segundo) por MHZ, equilibrando el consumo de energía y velocidad de procesamiento.

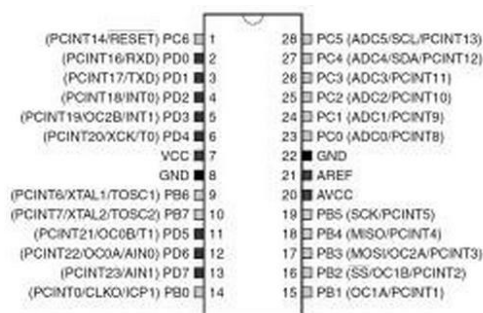


FIGURA 2. Diagrama De Pines Del PIC 328p

2.2. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

En el presente subcapítulo se analizarán los distintos tipos de módems que se podrían utilizar en el taxi, ya que con este dispositivo se realizará la comunicación entre el taxi y el propietario. Además se tratará sobre las tecnologías móviles celulares, debido a que se utilizará un teléfono celular, como módem, del propietario del vehículo para la realización del proyecto.

2.2.1 Tercera generación (3G)

Las tecnologías 3G se encuentran contenidas dentro del IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) de la ITU⁶, el cual puede considerarse como la guía que marca los puntos en común que deben cumplirse para conseguir el objetivo de la itinerancia global, es decir, que un terminal de usuario de 3G pueda comunicarse con cualquier red 3G del mundo. Los servicios que ofrecen las tecnologías 3G son básicamente: acceso a Internet, servicios de banda ancha, roaming internacional e interoperabilidad. Pero fundamentalmente, estos sistemas permiten el desarrollo de entornos multimedia para la transmisión de vídeo e imágenes en tiempo real, fomentando la aparición de nuevas aplicaciones y servicios tales como videoconferencia o comercio electrónico⁷.

Criterio	Primera Generación	Segunda Generación	Tercera Generación
Servicios	Voz	Voz y mensajería corta	Voz y datos
Calidad de	Baja	Alta	Alta
Nivel	Bajo	Fuerte	Fuerte
Velocidad de	Baja	Baja	Alta
Tipo de	Circuitos	Circuitos	Paquetes

TABLA 7. Comparación Entre Diferentes Generaciones De Servicios Móviles.

2.2.2. Sistemas GSM

El sistema de comunicaciones móviles GSM (Global System for Mobile Communications) es un sistema ampliamente utilizado que representa el estándar europeo de comunicaciones móviles de segunda generación.

⁶ International Telecommunication Union

⁷ http://www.radioptica.com/Radio/telefonía_movil.asp

Aunque el enorme incremento en el número de usuarios de comunicaciones móviles ha venido de la mano de este sistema, todavía existe cierta preocupación por dos aspectos fundamentales; esto es, la privacidad y la autenticación, que son la pieza fundamental en la seguridad de las comunicaciones, pero que en el caso de GSM se ha demostrado poco robusta con respecto a lo indicado anteriormente. A pesar de ello, la considerable mejora en la calidad del servicio ofrecido a los usuarios y el abaratamiento de los costos de los terminales no ha impedido la masiva utilización del sistema, que ya se encuentra en fase de adaptación al nuevo sistema de tercera generación UMTS⁸.

GSM es un sistema de conmutación de circuitos, diseñado originalmente para voz al que posteriormente se le adicionaron algunos servicios de datos: servicio de mensajes cortos, un servicio de entrega de mensajes de texto de hasta 160 caracteres y un servicio de datos GSM, que permite una tasa de transferencia de 9.6 kbps.

Por otro lado, GPRS coexiste con GSM, compartiendo gran parte de la infraestructura desplegada en el mismo, pero ofreciendo al usuario un servicio portador más eficiente para las comunicaciones de datos, especialmente en el caso de los servicios de acceso a redes IP como Internet.

2.3 EL MODULO GSM:

Se establece un módulo GSM como un dispositivo móvil que permite acceder a la red de telefonía móvil GSM, lo cual posibilita al usuario el acceder a los servicios de la red, tales como llamadas de voz, envío y recepción de mensajería corta, etc. Por tal motivo en la actualidad existe gran cantidad de dispositivos que cumplen con estos requerimientos, los

⁸ Universal Mobile Telecommunications System

cuales van desde teléfonos móviles hasta módulos o módems USB que se pueden acoplar a un computador personal.

2.3.1. MODULO GSM-USB

Tiene la característica de ser de tamaño compacto, lo cual es ideal para un proyecto de este estilo, sin embargo, para funcionar requiere la instalación de un software en una PC, por lo que debido a sus características no es recomendable para el proyecto.



FIGURA 3. Modem GSM USB Sony Ericsson MD300⁹

2.3.2. MODULOS GSM RS-232

Este modem generalmente posee una interfaz de comunicación serial lo cual es ideal para este proyecto, sin embargo, son de mayor tamaño y la mayoría de estos módems no poseen una interfaz de audio, por lo cual no permite la decodificación DTMF, aplicación que no es necesaria para este proyecto.



FIGURA 4. Módulo ZTE 3008 GSM/GPRS¹⁰

⁹ Sony Ericsson MD300 Mobile Broadband USB / User Guide/ 2^aec./2008

2.4. COMANDOS AT

El conjunto de comandos de atención, o más conocido con el nombre de comandos AT, proviene del conjunto de comandos HAYES¹¹, y en la actualidad se han convertido en un estándar abierto para la configuración de módulo GSM.

El objetivo de estos comandos es el de configurar al módulo GSM de una manera adecuada para que funcione como el programador desee. El principal objetivo de estos comandos AT, es verificar el estado de la memoria donde residen los mensajes tanto de entrada como de salida.

Los comandos AT son instrucciones codificadas que en un principio fueron creadas para comunicar las terminales de los módulos pero como el desarrollo de la tecnología ha aumentado, estos comandos fueron acondicionados para ser usados por GSM.

Con el objetivo de comprender el comportamiento del módulo GSM al interactuar con los comandos AT, se presenta el siguiente esquema:

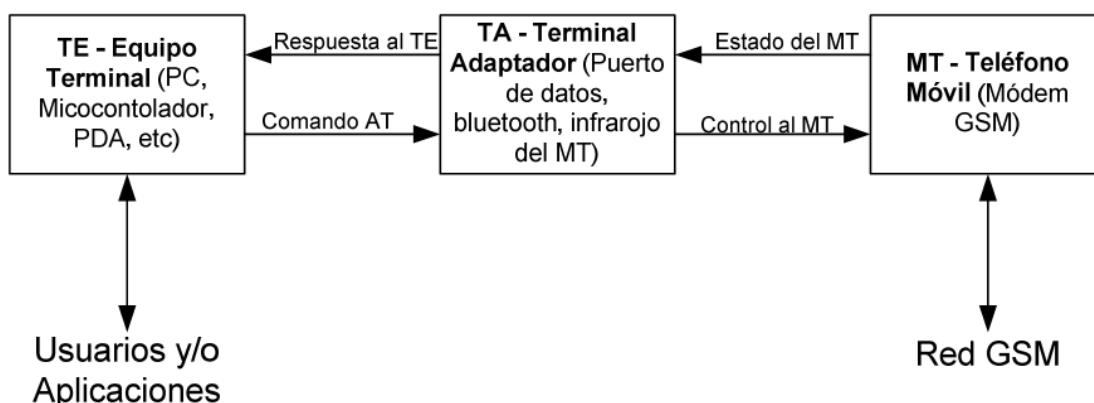


FIGURA 5. Flujo De Datos De Los Comandos At En Un Modem¹²

¹⁰ <http://www.mc-technologies.net/images/cellular/xt55.gif>

¹¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Conjunto_de_comandos_Hayes

¹² 3GPP TS 27.007 Release 1999/AT command set for User Equipment (UE)/ Friedheim Rodermund/Pag. 8

- **Equipo terminal (TE):** Generalmente es un computador, y está encargado del envío de los comandos AT al Módulo GSM. Sin embargo para el presente proyecto se utilizará un micro controlador.
- **Teléfono Móvil (MT):** Es el equipo de comunicación, que prestará conectividad hacia la red de telefonía GSM. Para este caso es indiferente que teléfono móvil se vaya a usar.
- **Terminal Adaptador (TA):** Corresponde al puerto de comunicaciones del Módulo GSM. El terminal adaptador es el puerto de datos del Módulo GSM.

Estos comandos permiten acceder mediante una interfaz de texto plano a varios aspectos de la configuración de los Módulos, tales como: marcación, registros de llamadas, acceso a mensajería corta (SMS), control de módulos internos, etc.

2.5. TELÉFONOS MÓVILES (CELULARES)

Finalmente se tienen los teléfonos móviles GSM, de los cuales en la actualidad existe una gran diversidad de marcas y modelos. Para el presente proyecto no es indispensable encontrar un celular específico, puesto que todo teléfono móvil recibe mensajes de texto.

2.6 PLATAFORMA DE DESARROLLO ARDUINO-AVR

Existen en el mercado varios paquetes de diseño de aplicaciones para los micro controladores AVR de ATMEL, tales como AVR-Studio que trabaja con un lenguaje de bajo nivel como el Assembler. Sin embargo, para el presente proyecto se utiliza el programa ARDUINO, que maneja un lenguaje de alto nivel como C, C++, MATLAB, el lenguaje que se va a utilizar es similar a BASIC el mismo que presta gran ayuda en cuanto a la reducción del tiempo de programación, gracias a que cuenta con una gran cantidad de

librerías que facilitan la tarea.

ARDUINO es una plataforma de código abierto basado en prototipo de electrónica flexible y fácil de usar en hardware y software, está pensado para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier persona interesada en la creación de objetos o entornos.

2.6.1 CARACTERÍSTICAS

A continuación se menciona de forma resumida las principales características del programa ARDUINO-AVR, utilizado para la programación del micro controlador ATMEGA 328 del proyecto.

- BASIC estructurado con etiquetas.
- Programación estructurada con sentencias IF – THEN – VOID – CASE – FOR - WHILE, entre otras.
- Manejo de variables: INT – WORD – BOOLEAN - LONG
- Soporta variables locales, uso de funciones, y librerías.

2.6.2 COMANDOS DE PROGRAMACIÓN:

Se cuenta con una gran cantidad de comandos para realizar la programación en ARDUINO; sin embargo, a continuación se indican algunas instrucciones de estructura, valor (constantes y variables), y funciones, algunas de las cuales fueron empleadas en el presente proyecto. Si se desea saber sobre el conjunto completo de instrucciones se deberá revisar el documento que se encuentra en la pestaña HELP opción REFERENCE

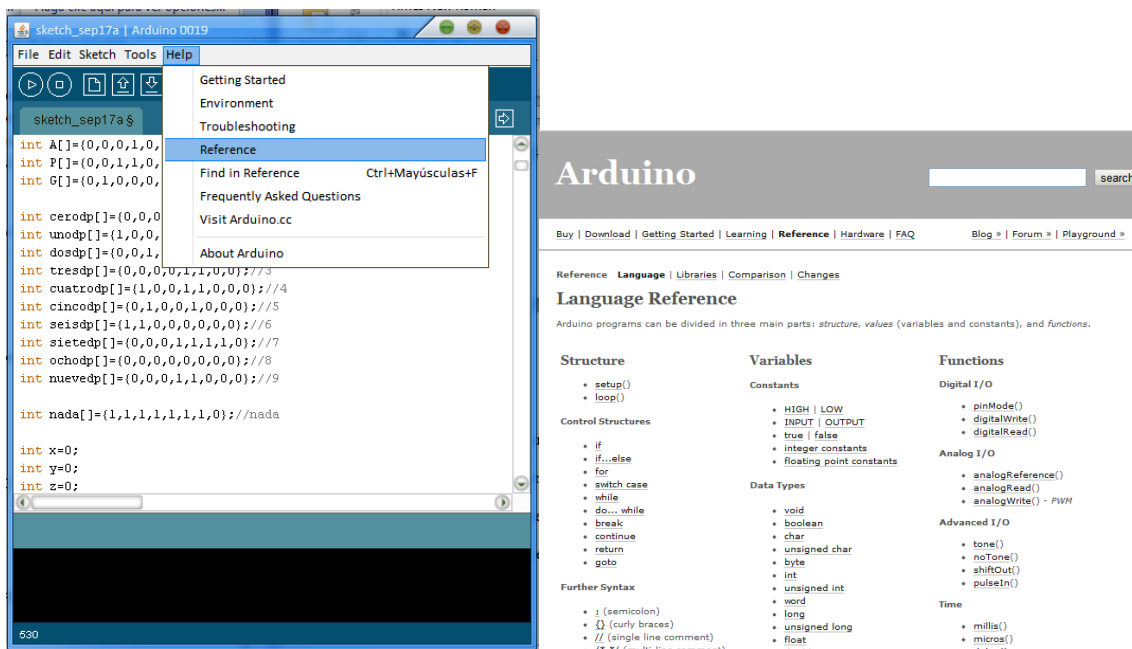


FIGURA 6. Conjunto Completo De Instrucciones, Funciones, etc. De ARDUINO.

CAPITULO 3

3. DISEÑO DEL SISTEMA

El primer objetivo consiste en el estudio y diseño de un sistema electrónico prototipo vía mensaje de texto. Para realizar el diseño primero se hará el estudio correspondiente.

3.1. Requerimientos Del Prototipo

El sistema prototipo requiere de la elaboración de un doble regulador de voltaje para realizar la respectiva alimentación al micro controlador como al módulo GSM.

El regulador de voltaje es indispensable puesto que la alimentación original proviene de la batería del vehículo, además éste voltaje es demasiado elevado como para alimentar al micro controlador y al módulo GSM, cinco (5VDC) y doce (12VDC), respectivamente.

Adicionalmente es necesario la elaboración del taxímetro, para lo cual se realiza la respectiva programación en AVR-ARDUINO y se graba el programa en un micro controlador ATMEGA 328P, recibiendo la alimentación del regulador de voltaje diseñado.

Finalmente en el micro controlador se incluyen los comandos AT respectivos para la programación del módulo GSM, y de esta forma pueda ser enviado el dato como mensaje de texto al celular del propietario del taxi.

En resumen el prototipo consiste en un módulo electrónico que puede trabajar conjuntamente con el taxímetro instalado sobre un vehículo particular el cual permite el control de cada carrera que realice el vehículo. Este sistema prototipo se encargará de

reportar a través de mensajes de texto (SMS) el valor de la carrera realizada una vez finalizada ésta.

Es evidente que dados los presentes requerimientos del prototipo, el módulo deberá contar con un dispositivo que permita el envío de mensajes de texto, a un celular específico, requerimiento que es cumplido por el módulo GSM y la tarjeta SIM.

3.2 Diagrama de Bloques del Sistema Prototipo

En base a los requerimientos determinados anteriormente se realizó un análisis preliminar de los componentes y etapas que van a formar parte del sistema. Estas etapas se muestran en la Figura 7 en un diagrama de bloques general del sistema.

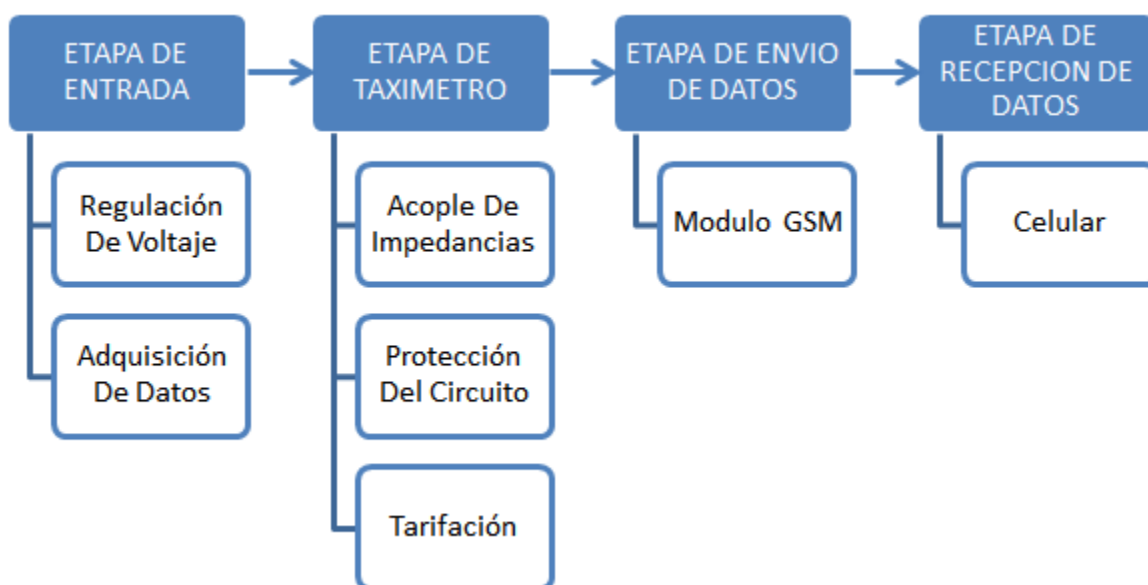


FIGURA 7. Representación Del Sistema Prototipo Mediante Diagrama De Bloques. Autor.

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DEL SISTEMA PROTOTIPO

El presente prototipo fue inicialmente concebido mediante el diagrama de bloques de la FIGURA7, razón por la cual se procederá de similar forma para el diseño de cada uno de sus bloques componentes.

A continuación se presenta el diseño del circuito paso a paso empezando por la etapa de alimentación o módulo de entrada del sistema, la etapa del taxímetro, la etapa de presentación de la tarificación, y por último la etapa del envío del mensaje.

3.3.1 Módulo De Entrada Del Sistema

La interfaz de entrada tiene por objetivo leer los datos provenientes del taxi, y almacenarlos en el micro controlador para luego ser utilizados por el mismo, con el fin de que estos valores puedan ser censados correctamente por el pin de entrada de micro controlador; es decir, valores de 0L y 1L. Para cumplir tal objetivo, se hace uso de la transmisión serial.

La interfaz de salida tiene por objetivo acoplar los niveles lógicos de voltaje de los pines de salida del micro controlador, a niveles de voltaje propios del módulo GSM, una vez más se utiliza la transmisión serial para cumplir este objetivo, además que ésta es la única forma en la que se comunica el módulo GSM.

El sistema prototipo de control no posee ninguna interfaz física de comunicación Hombre-Máquina, la única comunicación entre ellos se da en el taxímetro, por medio de un pulsador.

3.3.2 Módulo De Regulación De Voltaje

El sistema requiere de cierta flexibilidad en cuanto a los niveles de voltaje, por tal motivo se empleó dos circuitos integrados LM317, el uno para alimentar con doce voltios (12VDC), al módulo GSM y el otro para alimentar el micro controlador, pese a que al micro controlador se lo puede alimentar desde cinco (5VDC) hasta doce voltios (12VDC),

se lo va a alimentar con siete voltios (7VDC) ahí es donde entra en funcionamiento el otro LM317.

El circuito de alimentación para el prototipo tiene por objetivo convertir el voltaje externo del sistema vehicular de doce voltios (12VDC), a un nivel de voltaje de alimentación interna del micro controlador de siete voltios (7VDC). Sin embargo pese al ruido que se presenta en el sistema eléctrico del vehículo, éste no afecta el correcto funcionamiento del dispositivo. El regulador de voltaje LM317 es utilizado, en su primera etapa, como limitador de voltaje a nueve voltios (9VDC), que alimentará al Módulo GSM. El segundo regulador de voltaje tiene como objetivo reducir el voltaje a siete voltios (7VDC) para que ésta pueda servir como fuente de alimentación para el taxímetro. Además que ambas etapas funcionan como filtro de ruido.

Se debe mencionar que los valores de los capacitores utilizados en los reguladores de voltaje, LM317, han sido tomados directamente de la hoja de datos del fabricante. Además los diodos D2 y D4 protegen a los reguladores de voltaje en caso de que se conecte el voltaje de alimentación de manera incorrecta.

De lo anterior se presenta el siguiente circuito.

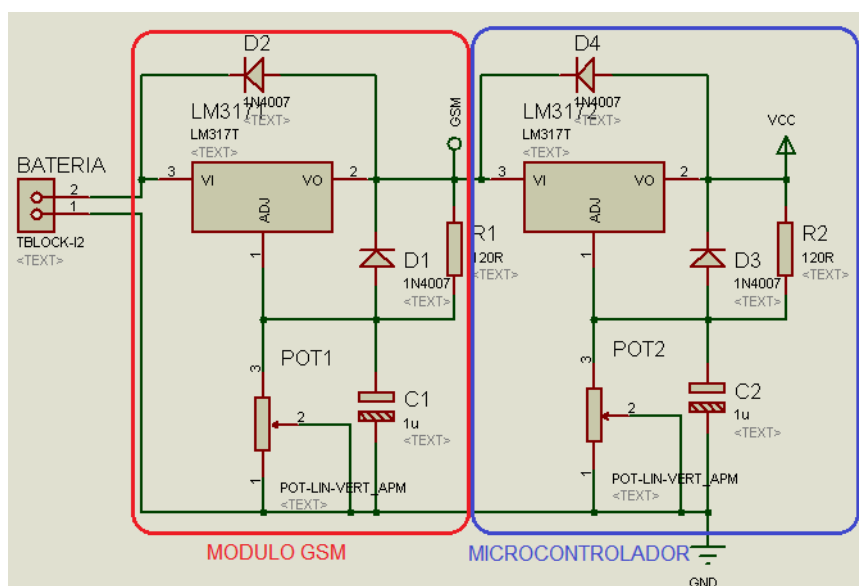


FIGURA 8. Diagrama Esquemático De Las Fuentes De Voltaje¹³

3.3.3 ETAPA DEL TAXIMETRO.

- **ETAPA DE ALIMENTACION Y REGULACION DE VOLTAJE.**

En esta etapa se conecta la alimentación proveniente de la batería y se lo regula para poder tener un voltaje fijo y sin variaciones.

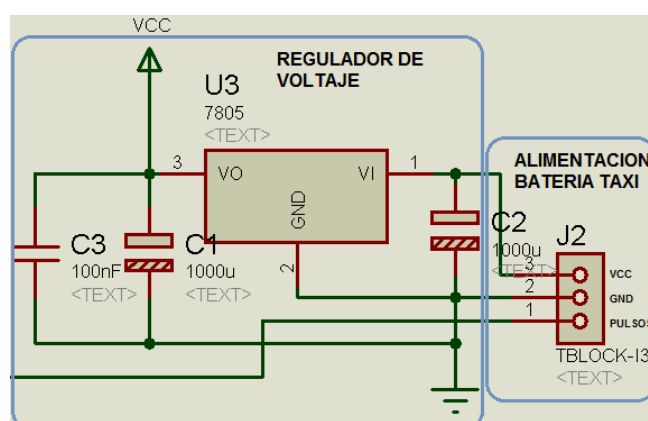


FIGURA 9. Alimentación Del Circuito Del Taxímetro. Autor

- **ETAPA DE SEGUIDOR DE VOLTAJE O ACOPLE DE IMPEDANCIAS.**

Este circuito está siendo utilizado como acoplador de impedancias entre los pulsos generados por el vehículo y el circuito que envía al micro controlador la señal.

¹³ Diagrama obtenido de la pág.: <http://www.ee.buffalo.edu/courses/elab/LM117.pdf> Pág. 9-10

De esta forma ingresa el pulso sin ningún inconveniente al micro controlador y puede realizar la tarifación.

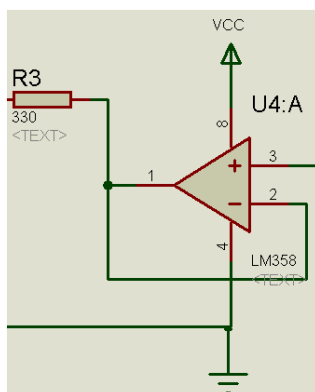


FIGURA 10. Seguidor De Tensión O Acople De Impedancias. Autor.

- **ETAPA DE PROTECCION DE CIRCUITO.**

Este circuito es un opto acoplador, el cual permite aislar ópticamente una señal de otra y tiene infinidad de aplicaciones que van desde protección de circuitos hasta adaptación de señales. En este circuito, su función primordial es aislar un circuito de otro para poder "seguir" en uno, lo que pasa en el otro.

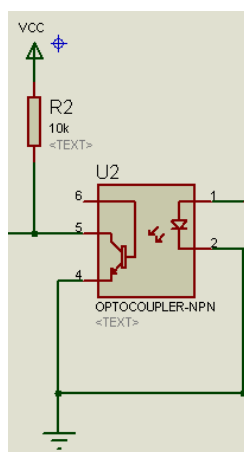


FIGURA 11. Protección De Circuitos. Autor.

3.3.4 MODULO DE PRESENTACION DE TARIFACION.

En este circuito se presenta las conexiones físicas de los displays, para la visualización del valor de la carrera.

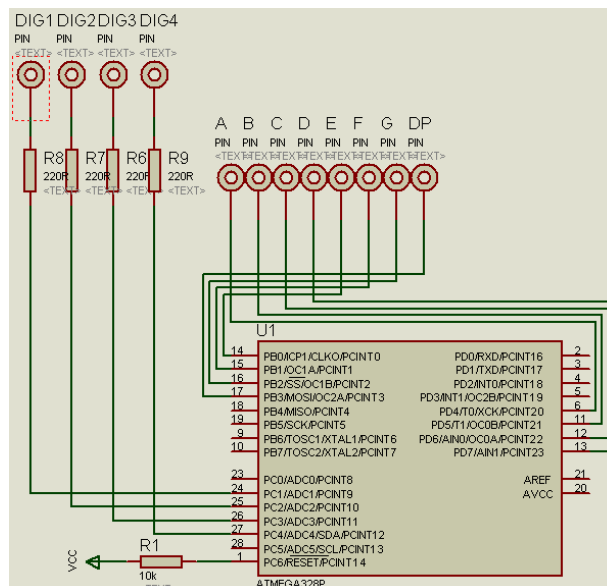


FIGURA 12. Diseño del Módulo de Tarificación. Autor.

3.2.5 MÓDULO DE COMUNICACIÓN CON EL MÓDULO GSM.

Esta interfaz tiene por objetivo realizar la conexión desde el pin tres (3), de interés del puerto de datos del micro controlador, hacia el Módulo GSM.

Como el módulo GSM utiliza comunicación serial por medio del conector DB-9, el micro controlador debe enviar datos seriales al Módulo.

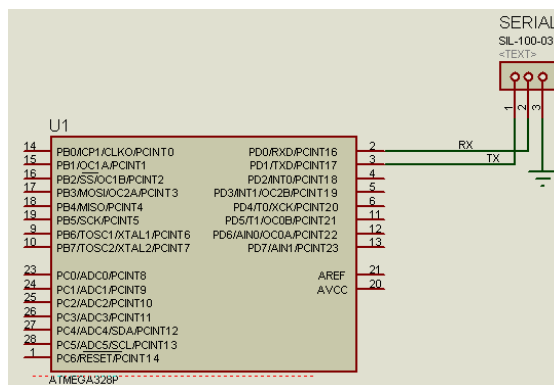


FIGURA 13. Transmisión Serial del Módulo GSM. Autor

Una vez finalizado el diseño de cada una de las etapas del sistema prototipo de control vía mensaje de texto en un taxímetro, se indica el circuito esquemático final.

3.4 CIRCUITO ESQUEMATICO FINAL

Terminado el diseño de las partes individuales del sistema prototipo se propone a continuación presentar los circuitos esquemáticos finales, los cuales se encuentran divididos en cuatro módulos antes ya mencionados y explicados.

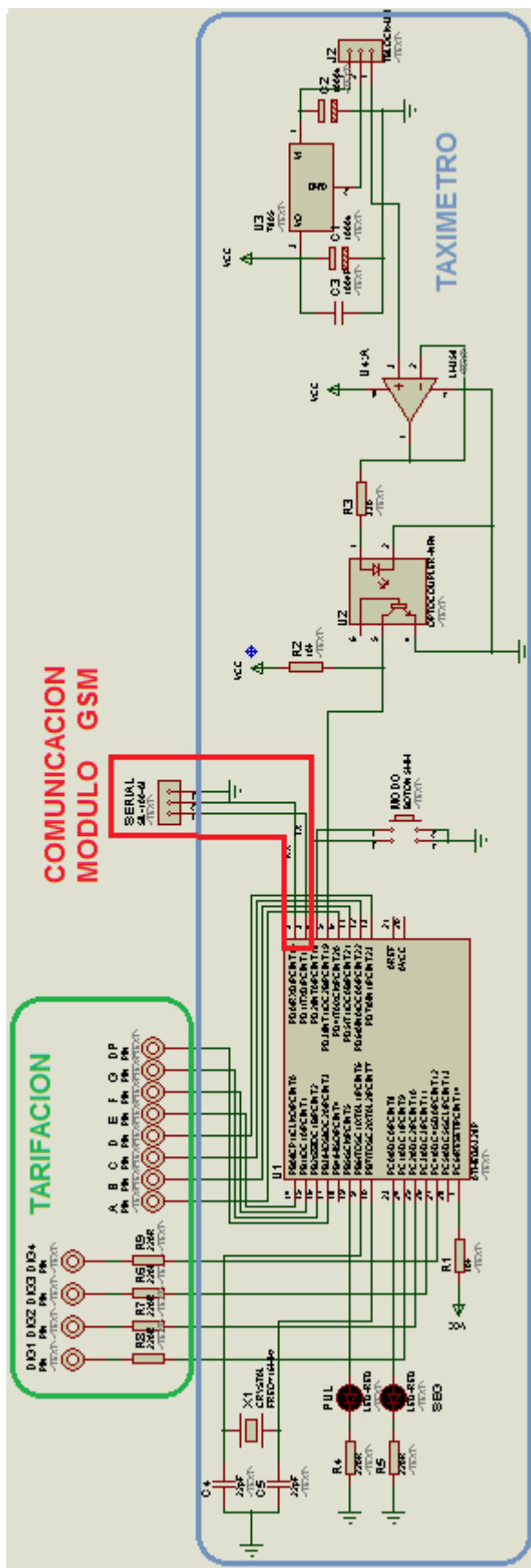


FIGURA 14. Diagrama Esquemático Para La Elaboración De La Placa PCB. Autor.

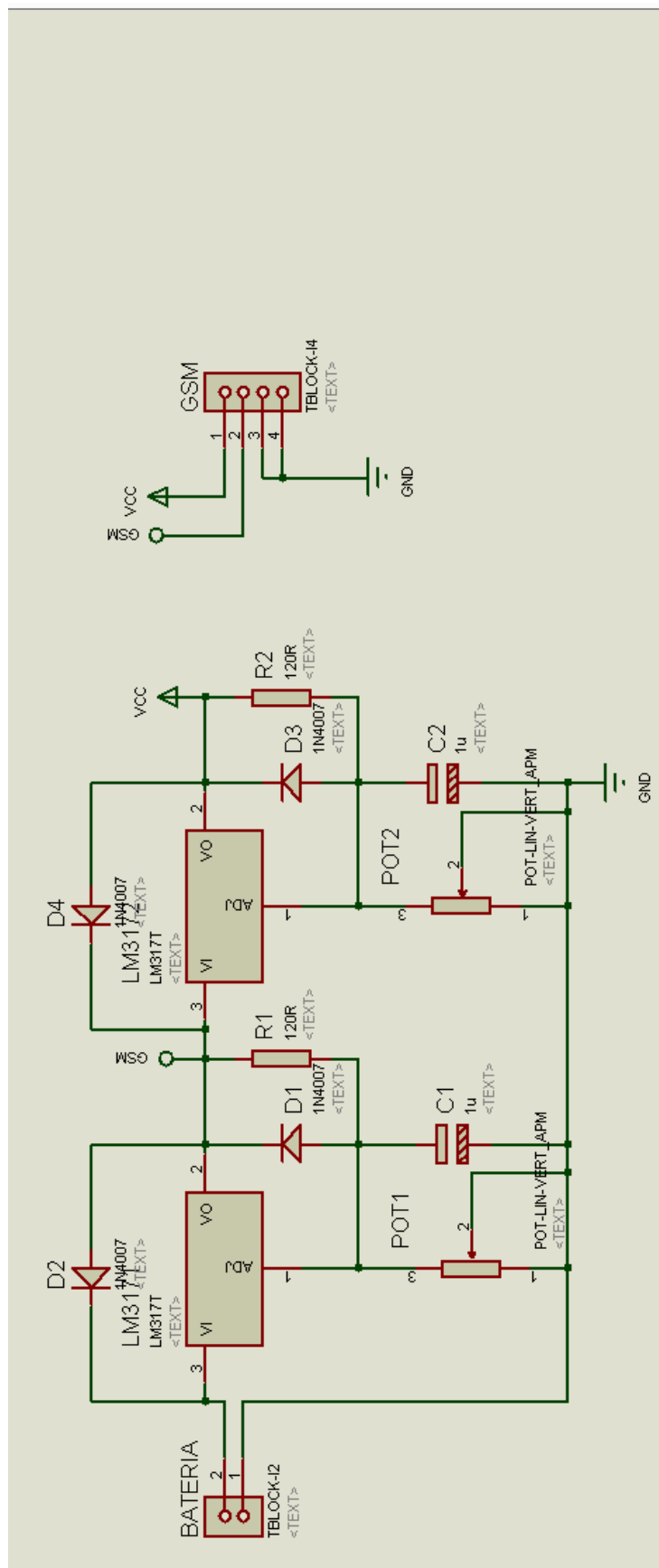


FIGURA 15. Diagrama Esquemático De La Etapa De Alimentación. Autor.¹⁴

¹⁴ Diagrama obtenido de la pág.: <http://www.ee.buffalo.edu/courses/elab/LM117.pdf> Pág. 9-10

3.4.1 CIRCUITOS IMPRESOS

Cuando se han integrado todos los módulos y componentes del prototipo, se realiza el correspondiente circuito impreso, los mismos que se muestran a continuación.

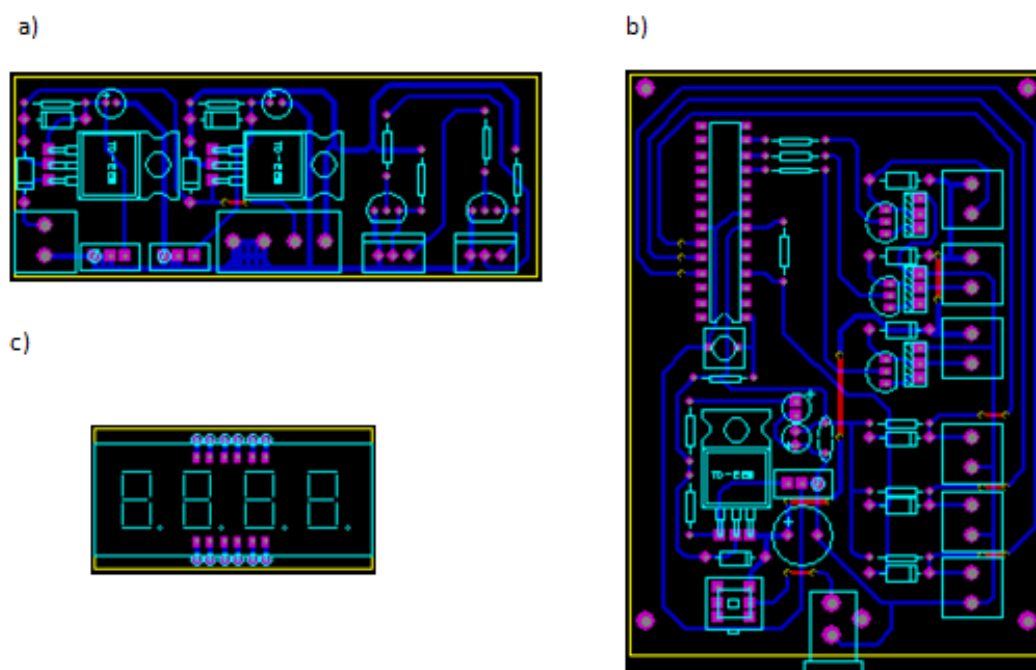


FIGURA 16. PCB De Los Circuitos: a) PCB De Las Fuentes De Alimentación, b) PCB Del Taxímetro y c) PCB De Los Displays De Tarifación. AUTOR.

3.5 DISEÑO DEL SOFTWARE

3.5.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL

Todo programa debe empezar con las configuraciones de inicio, las cuales se encargarán de la configuración de los módulos internos del micro controlador, tales como, frecuencia del reloj oscilador, configuración de la comunicación serial, interrupciones, y definición de las variables internas que se utilizarán en el diseño del programa, así como también la definición de todas las subrutinas que han de utilizarse.

3.6 PROGRAMACION CON SOFTWARE ARDUINO

Para realizar un proyecto en el software ARDUINO, se deberá realizar las siguientes operaciones:

- **Escribir en el editor de comandos un programa en lenguaje BASIC**

Como se mencionó en el marco teórico, existe una gran cantidad de instrucciones que permiten ejecutar diversas tareas. Sin embargo, se debe señalar que es posible incluir rutinas en BASIC y Assembler para el mismo programa. Se muestra a continuación el entorno de desarrollo de este programa.



```

SerialEvent | Arduino 1.0.1
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
SerialEvent
This example code is in the public domain.
http://www.arduino.cc/en/Tutorial/SerialEvent
*/
String inputString = "";           // a string to hold incoming data
boolean stringComplete = false;    // whether the string is complete

void setup() {
  // initialize serial:
  Serial.begin(9600);
  // reserve 200 bytes for the inputString:
  inputString.reserve(200);
}

void loop() {
  // print the string when a newline arrives:
  if (stringComplete) {
    Serial.println(inputString);
  }
}

Compilación terminada
Tamaño binario del Sketch: 3.690 bytes (de un máximo de 30.720 bytes)
35 - 36 Arduino Duemilanove w/ ATmega328 on COM1

```

FIGURA 17. Editor De Comandos Del Programa ARDUINO.

- **Compilar el programa BASIC a fin de generar el código de máquina (.HEX)**

La compilación del programa en BASIC permitirá conocer si existen errores en la sintaxis del programa, además de generar un archivo en lenguaje de maquina (.HEX), y otros como el archivo tipo objeto (.OBJ), que son utilizados durante el proceso de simulación. Se debe notar que durante el proceso de compilación se despliega un mensaje que muestra la utilización de la memoria del micro controlador, como lo muestra la figura 15 encerrado en un recuadro.

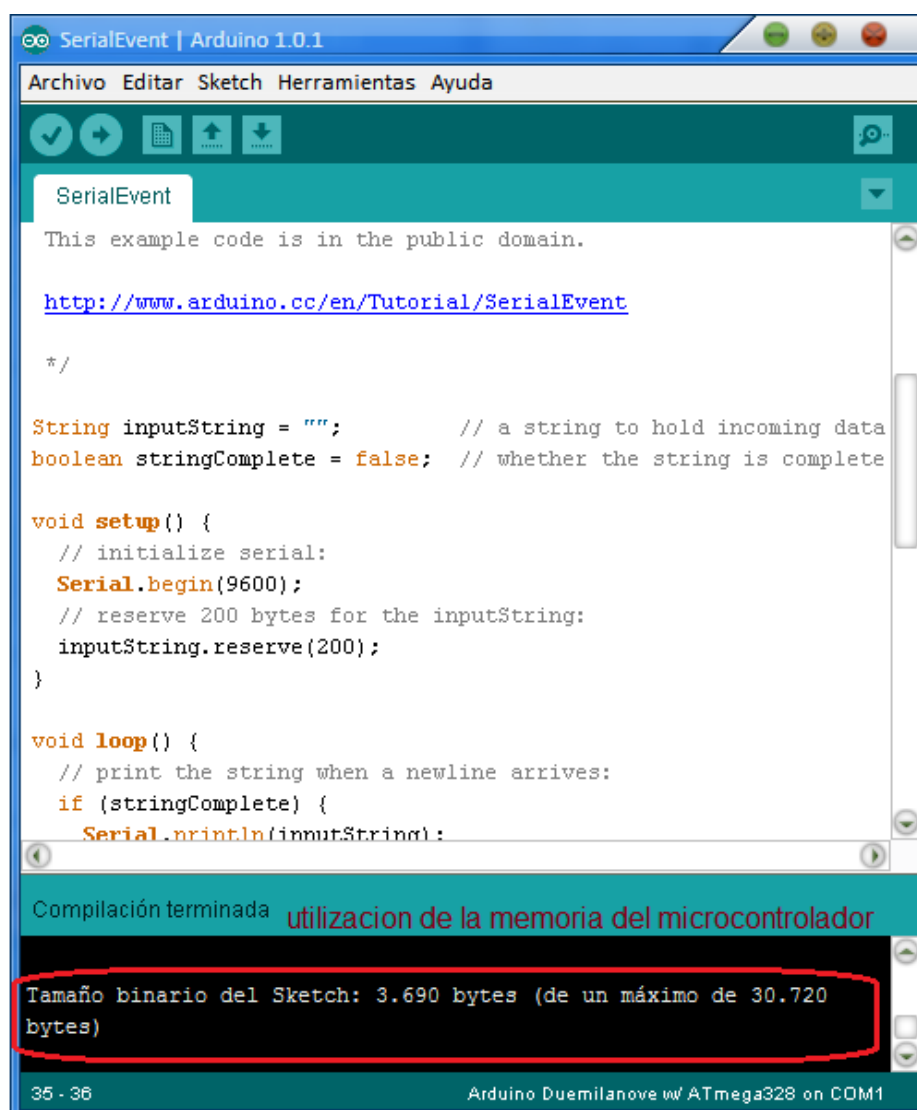


FIGURA 18. Compilación Del Código.

- **Programar sobre el micro controlador real.**

Para grabar el programa al micro controlador real solo hace falta hacer un clic en el botón de la figura 22. Y el programa inmediatamente graba el archivo .HEX en el micro controlador.

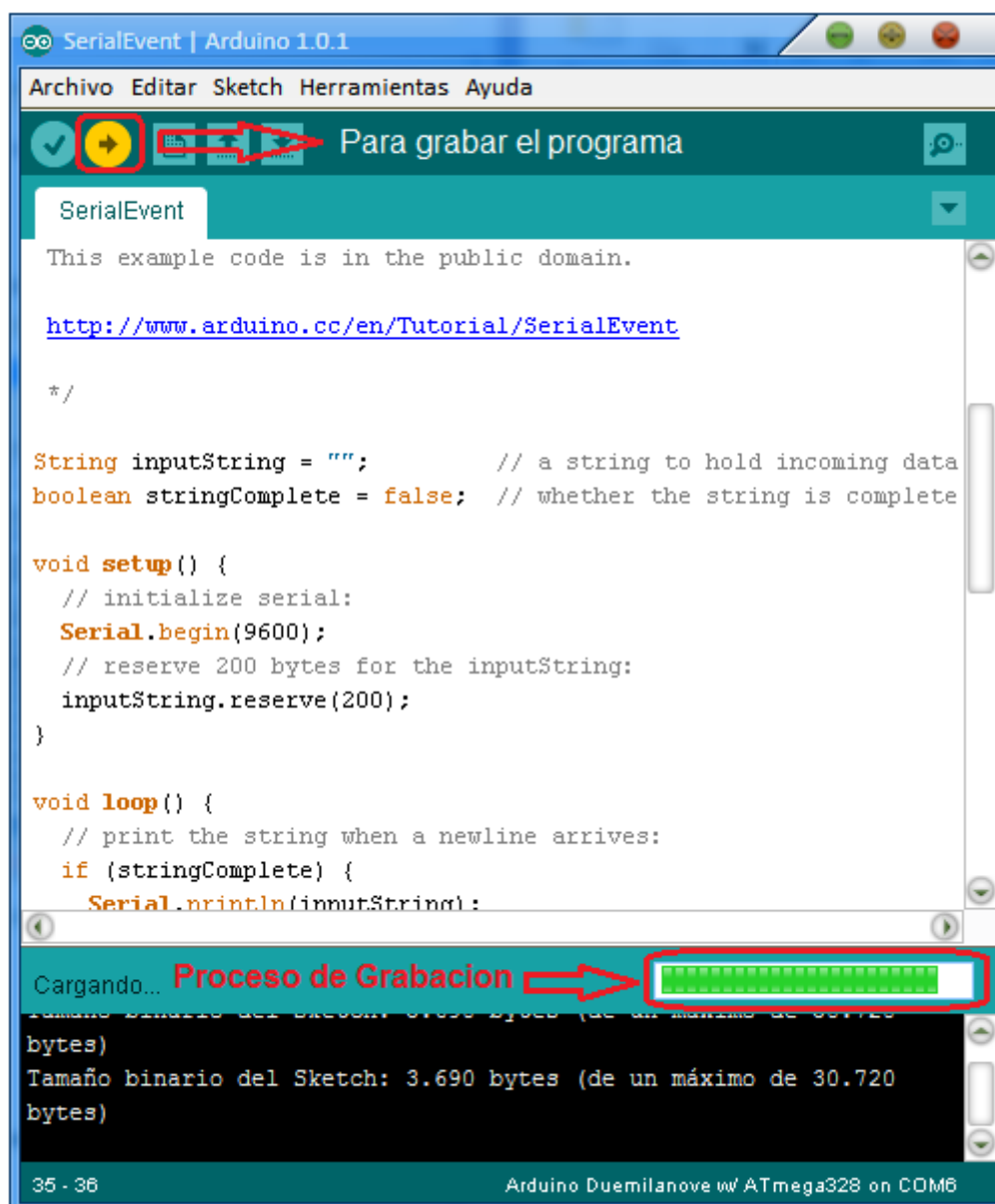


FIGURA 19. Proceso De Grabación Del Programa ARDUINO.

En el presente capítulo se ha diseñado el hardware y software del sistema prototipo de control vía SMS para un taxímetro, también se da a conocer cuál es su lógica de funcionamiento.

Finalmente se ha dado una breve visión al software de desarrollo ARDUINO, el cual se utilizó durante la programación del software de soporte del prototipo.

A continuación se realiza la instalación del prototipo en el vehículo y las pruebas de funcionamiento para verificar el cumplimiento de los objetivos para los cuales fue diseñado el módulo de control del proyecto.

CAPITULO 4

4. INSTALACION, PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS DEL SISTEMA PROTOTIPO DE CONTROL.

4.1 INSTALACIÓN

Como se dijo anteriormente el sistema prototipo fue instalado en una camioneta, la energía del sistema se la obtiene directamente de la batería del vehículo, realizando una conexión directamente en la caja de los fusibles, como muestra la figura 20.

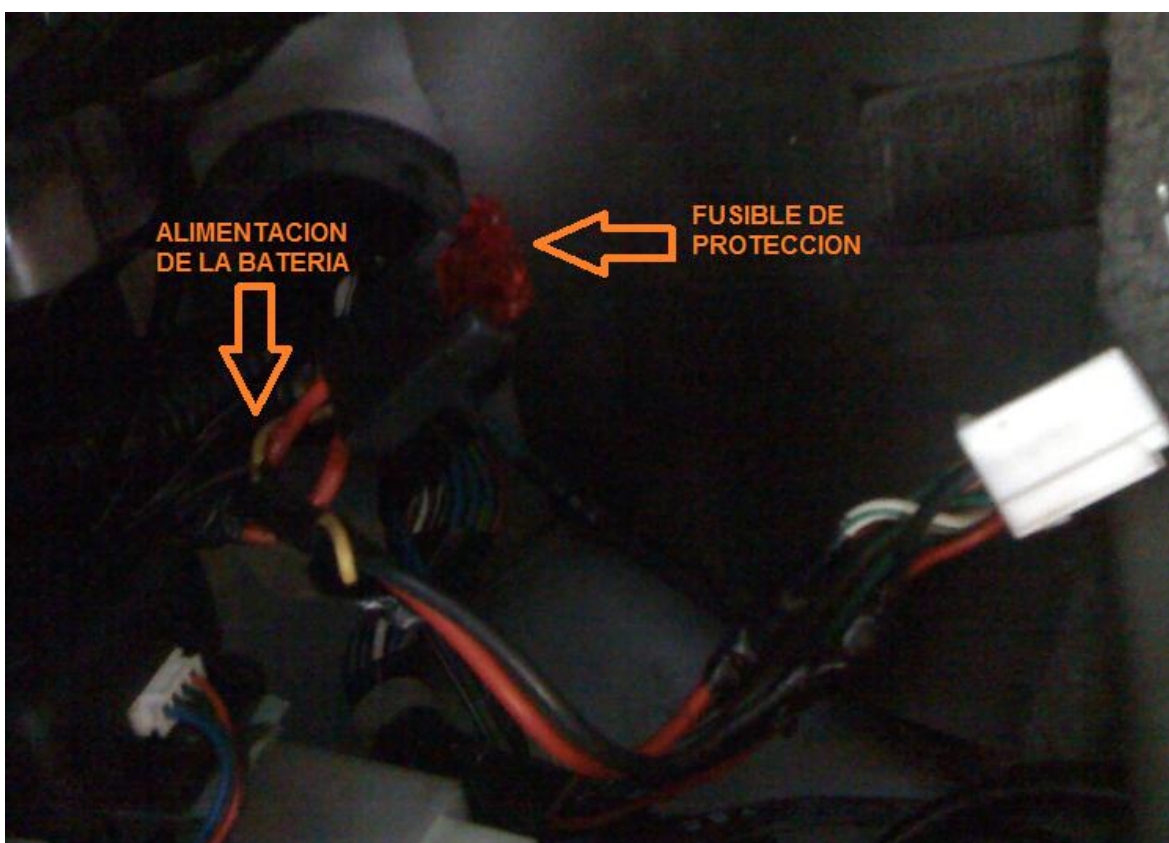


FIGURA 20. Instalación De La Fuente de Alimentación Del Taxímetro. Autor.

Los pulsos que ingresan al taxímetro se los obtienen directamente del tacómetro, para obtener una medida real de las revoluciones por minuto que envía el vehículo, esta

conexión se la realiza en la caja de cambios.



FIGURA 21. Instalación De Los Pulsos Provenientes Del Vehículo. Autor.

Una vez obtenido la fuente de alimentación y los datos para la tarificación solo resta colocarlos dentro del sistema para lo cual se emplea el uso de borneras colocadas en la placa.



FIGURA 22. Borneras Para La Alimentación Y Entrada De Los Pulsos Al Taxímetro. Autor.

Una vez finalizada las conexiones, se procede a colocar todas las placas dentro de una caja, y se muestra el producto final y se procede a realizar las pruebas de funcionamiento.



FIGURA 23. Vista Interna Del Sistema Prototipo. Autor.



FIGURA 24. Vista Externa Del Sistema Prototipo. Autor.

4.1 Pruebas De Funcionamiento

Estas pruebas tienen por objetivo comprobar que se ejecutan de forma correcta las acciones de control por parte del sistema prototipo, tales como el envío de mensajes de texto (SMS) al propietario del taxi.

Para la comprobación del correcto funcionamiento del sistema prototipo de control diseñado se optó por instalarlo en una camioneta, y realizar la prueba de envío de mensajes SMS entre el sistema prototipo y el teléfono celular del propietario del vehículo.

El taxímetro posee tres modos diferentes de funcionamiento, que son activados por medio del único pulsador que el taxímetro tiene instalado, y estos modos son:

- **Encendido/facturación:** con la aplicación del primer pulso, el taxímetro empieza con la tarificación de la carrera, la cual es visualizada en cuatro displays de siete segmentos.
- **Parada:** una vez llegado al destino, se presiona por segunda vez el mismo pulsador, y la tarificación se detiene, dando como resultado una pantalla de visualización del valor a pagar el cual se alterna con un mensaje de “PAGA”.
- **Envío SMS/apagado:** presionando por tercera vez el pulsador, el micro controlador procede a enviar el mensaje de texto con el valor de la carrera realizada, al número de celular previamente programado en el micro controlador, finalizado este proceso se apaga el taxímetro.

Al conocer cuáles son los modos de funcionamiento del sistema prototipo de control, se procede a activar secuencialmente cada modo, como resultado de la activación por tercera

vez del pulso, el sistema se encuentra en la capacidad de reportar al propietario del vehículo el valor de la carrera realizada en ese instante.

4.2 RESULTADOS

Se debe mencionar que todas las pruebas anteriormente detalladas, fueron realizadas aproximadamente 30 veces en el transcurso de un fin de semana, dando como resultado un porcentaje de error de 6.6%. Sin embargo, se debe notar que el normal desempeño del prototipo puede verse afectado debido al servicio de cobertura proporcionado por la operadora móvil. La Tabla 8 resume las pruebas realizadas sobre el sistema prototipo montado en el vehículo, así como los resultados obtenidos producto de las pruebas.

Pruebas del Sistema Prototipo de Control			
N° de repeticiones:	30	N° de aciertos	%Error
Envío del mensaje (3er pulso):		28	6,66666667

TABLA 8. Resultado De Las Pruebas Realizadas.

Las resultados mostrados en la tabla 8, señalan un buen desempeño del sistema prototipo, sin embargo una de las causas de los errores producidos durante la ejecución de las pruebas, se debe al mal empleo del pulsador, puesto que si se lo presiona y se lo suelta inmediatamente el circuito no lo reconoce, para su correcto funcionamiento se debe presionar el pulsador por aproximadamente 2 o 3 segundos.

En el siguiente capítulo se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones obtenidas como producto de la realización del proyecto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES:

De los resultados obtenidos durante las pruebas se pueden extraer las conclusiones siguientes:

- La efectividad del sistema de control está limitada por la calidad de la cobertura de la red celular para la zona geográfica específica en la cual se encuentre operando el sistema prototipo de control, por lo cual se concluye que se deberá tomar en consideración este detalle si se desea operarlo en zonas rurales.
- Se tiene un intervalo de aproximadamente 15 segundos, desde el envío del mensaje de texto desde el sistema hasta el celular del propietario del taxi. Se puede concluir que este retarde es aceptable para las condiciones de diseño de este proyecto.
- El sistema prototipo de control puede ser fácilmente modificado para que pueda ser compatible con nuevas prestaciones como la instalación de un módulo GPS, o conectarse a la alarma del vehículo, de esta forma se puede obtener un mejor control del mismo.
- El fácil manejo del sistema prototipo de control, hace posible que el chofer del taxi no necesite de un conocimiento especial, de esta forma él no va a tener ningún inconveniente en utilizar el sistema.
- En el país la red GSM/GPRS ha alcanzado gran cobertura, gracias a ello el prototipo puede funcionar en cualquier región geográfica que tenga cobertura de la operadora celular, el mismo argumento se aplica al propietario del taxi.

5.2 RECOMENDACIONES

- No se debe instalar el sistema prototipo de control en lugares sometidos a polvo excesivo, vibraciones mecánicas, golpes ni mucho peor a humedad o calor excesivo, sino más bien siempre se la debe colocar en lugares seguros y sobre todo visibles.
- Se debe tener mucho cuidado con la antena del módulo GSM, puesto que ésta se encuentra en un lugar fuera de la caja, si ésta se cae, se daña o se rompe el módulo lo que representa este trabajo queda inservible.
- Con el objetivo de disminuir costos de operación es recomendable que el número celular del usuario y del módulo del sistema de control se encuentren en la misma operadora celular.
- Para futuros diseños que incluyan la funcionalidad de GPS, es recomendable el uso de módems embebidos GSM/GPS, los cuales poseen un tamaño reducido.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1	http://books.google.com.ec/books?id=rE4g39o0RxoC&printsec=frontcover&dq=christian+hartmann+gsm&source=bl&ots=0V1qYIkF4U&sig=3YrQjAx41VG9hX5GeFZI8KLhDB8&hl=es&sa=X&ei=a1SHUJ6OMoe88ASrvYC4Bw&ved=0CC0Q6AEwAA
2	http://www.servifast.com.ec/productos_ful-mar.html
3	http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialgsm/pagina_1.asp
4	http://dSPACE.epn.edu.ec/bitstream/15000/10355/2/T12001_paper.pdf
5	http://cybernauta.files.wordpress.com/2008/04/desarrollos-gps-gsm-gprs-rastreo-celular.pdf
6	http://electrovolqz.blogspot.es/1250996580/
7	http://linuxdroids.wordpress.com/2010/02/08/adaptador-rs-232-a-ttl/
8	http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_mensajes_cortos
9	http://vidateleco.wordpress.com/2009/03/04/sms-servicio-de-mensajes-cortos/
10	http://es.wikipedia.org/wiki/AVR
11	http://www.taringa.net/posts/hazlo-tu-mismo/5689525/Arduino_-esa-plataforma-de-hardware-libre.html
12	http://www.arduino.cc/
13	http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino
14	http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf

ANEXOS

Anexo 1. PROGRAMA DESARROLLADO EN ARDUINO

```

const int segmentPins[] = {4,5,6,7,8,9,10,11};
const word Digits[]= {A1,A2,A3,A4};
int cero[]={0,0,0,0,0,0,1,1};//0
int uno[]={1,0,0,1,1,1,1,1};//1
int dos[]={0,0,1,0,0,1,0,1};//2
int tres[]={0,0,0,0,1,1,0,1};//3
int cuatro[]={1,0,0,1,1,0,0,1};//4
int cinco[]={0,1,0,0,1,0,0,1};//5
int seis[]={1,1,0,0,0,0,0,1};//6
int siete[]={0,0,0,1,1,1,1,1};//7
int ocho[]={0,0,0,0,0,0,0,1};//8
int nueve[]={0,0,0,1,1,0,0,1};//9
int A[]={0,0,0,1,0,0,0,0};//A
int P[]={0,0,1,1,0,0,0,0};//P
int G[]={0,1,0,0,0,0,0,0};//G

int cerodp[]={0,0,0,0,0,0,1,0};//0
int unodp[]={1,0,0,1,1,1,1,0};//1
int dosdp[]={0,0,1,0,0,1,0,0};//2
int tresdp[]={0,0,0,0,1,1,0,0};//3
int cuatrodps[]={1,0,0,1,1,0,0,0};//4
int cincodps[]={0,1,0,0,1,0,0,0};//5
int seisdp[]={1,1,0,0,0,0,0,0};//6
int sietedps[]={0,0,0,1,1,1,1,0};//7
int ochodps[]={0,0,0,0,0,0,0,0};//8
int nuevedps[]={0,0,0,1,1,0,0,0};//9

int nada[]={1,1,1,1,1,1,1,0};//nada

int x=0;
int y=0;
int z=0;
word x2x;
int unidad=5;
int decena=3;
int centena=0;
int mil=0;
int CincoSegundos=0;
boolean second=false;
boolean state;
int modo;
int estado=0;
int led=13;
int aux;
int pulsos;
int estate=0; // el estado actual del pin de salida
int reading; // el estado actual de la última lectura del pin de entrada

```

```
int previous = LOW; // el estado previo a la lectura actual del pin de entrada
long time = 0;     // el tiempo desde la última vez que se cambio de estado del pin de salida
long debounce = 50; // tiempo de anti-rebote, debe aumentarse si al pulsar, cambia de estados más
de una vez
```

```
ISR(TIMER1_OVF_vect)
{
  second=!second;
  CincoSegundos++;
  if(CincoSegundos > 4)
  {
    CincoSegundos=0;
    unidad++;
    if(unidad > 9)
    {
      unidad=0;
      decena++;
      if(decena > 9)
      {
        decena=0;
        centena++;
        if(centena >9)
        {
          centena=0;
          mil++;
          if(mil >9)
          {
            mil=0;
          }
        }
      }
    }
  }
  digitalWrite(A0, second);
}
```

```
void parpadeo()
{
  estate=digitalRead(2);
  while(estate==0)
  {
    delay(1000);
    estate=digitalRead(2);
    if(estate==1){estate==1;}
  }

  delay(500);
  modo++;
  if (modo >2){modo=0;}
  state=~state;
  digitalWrite(led,state);
  delay(500);
  estate=0;
}
```

```
void odometro()
```

```

{

pulsos++;
if(pulsos > 30)
{
TIMSK1=0x00;
pulsos=0;
unidad++;
if(unidad > 9)
{
unidad=0;
decena++;
if(decena > 9)
{
decena=0;
centena++;
if(centena >9)
{
centena=0;
mil++;
if(mil >9)
{
mil=0;
}
}
}
}
}
TIMSK1=0x01;
state=~state;
digitalWrite(led,state);
}

void setup()
{
Serial.begin(2400);
attachInterrupt(0, parpadeo, FALLING);
attachInterrupt(1,odometro , CHANGE);
pinMode(2,INPUT);
digitalWrite(2,HIGH);
pinMode(A0,OUTPUT);
pinMode(led,OUTPUT);
pinMode(A5,INPUT);
digitalWrite(A5,HIGH);

TIMSK1=0x01; // enabled global and timer overflow interrupt;
TCCR1A = 0x00; // normal operation page 148 (mode0);
TCNT1=0x0000; // 16bit counter register
TCCR1B = 0x04; // start timer/ set clock

for(x=0;x<8;x++)
{
pinMode(segmentPins[x],OUTPUT);
}
//for(x2x=A1;x2x<A5;x2x++)

```



```

//{
// pinMode(Digits[x2x],OUTPUT);
//}
pinMode(A1,OUTPUT);
pinMode(A2,OUTPUT);
pinMode(A3,OUTPUT);
pinMode(A4,OUTPUT);

}

void loop()
{

switch (modo) {
  case 1:
    //do something when var equals 1
    TIMSK1=0x01;
    despliega();
    break;
  case 2:
    //do something when var equals 2
    TIMSK1=0x00;
    paga();
    while(estado==0)
    {
      mensaje();
      estado++;
    }
    break;
  default:
    // if nothing else matches, do the default
    // default is optional
    TIMSK1=0x00;
    apagado();
    unidad=5;
    decena=3;
    centena=0;
    mil=0;
    estado=0;

}
//paga();

}

void mensaje()
{
if(unidad < 9 && decena < 9 && centena == 0 && mil == 0)
{
  unidad=0;
  decena=0;
  centena=1;
}
}

```

```

    mil=0;
}
unidad=unidad+48;
decena=decena+48;
centena=centena+48;
mil=mil+48;
delay(1000);
Serial.println("AT");
delay(1000);
Serial.println("AT+CNMI=1,2,0,0,0");
delay(1000);
Serial.println("AT+CMGF=1");
delay(1000);

```

```

Serial.print("AT+CMGS=");Serial.print(char(34));Serial.print("092892076");Serial.print(char(34));
Serial.print(char(10));Serial.print(char(13));
delay(4000);

```

```

Serial.print("Costo:");Serial.print(char(mil));Serial.print(char(centena));Serial.print(".");Serial.print
(char(decena));Serial.print(char(unidad));Serial.print("UDS.");Serial.print(char(26));Serial.print(ch
ar(10));Serial.print(char(13));
delay(1000);
unidad=unidad-48;
decena=decena-48;
centena=centena-48;
mil=mil-48;

```

```

}
void apagado()
{
digitalWrite(A1,HIGH);
digitalWrite(A2,LOW);
digitalWrite(A3,LOW);
digitalWrite(A4,LOW);
LetraNada();
delay(5);
digitalWrite(A1,LOW);
digitalWrite(A2,HIGH);
digitalWrite(A3,LOW);
digitalWrite(A4,LOW);
LetraNada();
delay(5);
digitalWrite(A1,LOW);
digitalWrite(A2,LOW);
digitalWrite(A3,HIGH);
digitalWrite(A4,LOW);
LetraNada();
delay(5);
digitalWrite(A1,LOW);
digitalWrite(A2,LOW);
digitalWrite(A3,LOW);
digitalWrite(A4,HIGH);
LetraNada();
delay(5);
}

```

```

void paga()
{
    if(unidad < 9 && decena < 9 && centena == 0 && mil == 0)
    {
        unidad=0;
        decena=0;
        centena=1;
        mil=0;
    }
    for(aux=0;aux < 100 ;aux++){
        despliega();
    }
    for(aux=0;aux < 100 ;aux++){
        digitalWrite(A4,HIGH);
        digitalWrite(A3,LOW);
        digitalWrite(A2,LOW);
        digitalWrite(A1,LOW);
        LetraA();
        delay(5);
        digitalWrite(A4,LOW);
        digitalWrite(A3,HIGH);
        digitalWrite(A2,LOW);
        digitalWrite(A1,LOW);
        LetraG();
        delay(5);
        digitalWrite(A4,LOW);
        digitalWrite(A3,LOW);
        digitalWrite(A2,HIGH);
        digitalWrite(A1,LOW);
        LetraA();
        delay(5);
        digitalWrite(A4,LOW);
        digitalWrite(A3,LOW);
        digitalWrite(A2,LOW);
        digitalWrite(A1,HIGH);
        LetraP();
        delay(5);
    }
}

void despliega()
{
    digitalWrite(A4,HIGH);
    digitalWrite(A3,LOW);
    digitalWrite(A2,LOW);
    digitalWrite(A1,LOW);

    if(unidad==0){NumCero();}if(unidad==1){NumUno();}if(unidad==2){NumDos();}if(unidad==3){
    NumTres();}if(unidad==4){NumCuatro();}if(unidad==5){NumCinco();}if(unidad==6){NumSeis()
    ;}if(unidad==7){NumSiete();}if(unidad==8){NumOcho();}if(unidad==9){NumNueve();}
    delay(5);
    digitalWrite(A4,LOW);

```

```
digitalWrite(A3,HIGH);
digitalWrite(A2,LOW);
digitalWrite(A1,LOW);
```

```
if(decena==0){NumCero();}if(decena==1){NumUno();}if(decena==2){NumDos();}if(decena==3)
{NumTres();}if(decena==4){NumCuatro();}if(decena==5){NumCinco();}if(decena==6){NumSeis
();}if(decena==7){NumSiete();}if(decena==8){NumOcho();}if(decena==9){NumNueve();}
delay(5);
digitalWrite(A4,LOW);
digitalWrite(A3,LOW);
digitalWrite(A2,HIGH);
digitalWrite(A1,LOW);
```

```
if(centena==0){NumCerod();}if(centena==1){NumUnod();}if(centena==2){NumDosd();}if(centen
a==3){NumTresd();}if(centena==4){NumCuatrod();}if(centena==5){NumCincod();}if(centena==
6){NumSeisd();}if(centena==7){NumSieted();}if(centena==8){NumOchod();}if(centena==9){Nu
mNueved();}
delay(5);
digitalWrite(A4,LOW);
digitalWrite(A3,LOW);
digitalWrite(A2,LOW);
digitalWrite(A1,HIGH);
```

```
if(mil==0){NumCero();}if(mil==1){NumUno();}if(mil==2){NumDos();}if(mil==3){NumTres();}i
f(mil==4){NumCuatro();}if(mil==5){NumCinco();}if(mil==6){NumSeis();}if(mil==7){NumSiete(
);}if(mil==8){NumOcho();}if(mil==9){NumNueve();}
delay(5);
digitalWrite(A4,LOW);
digitalWrite(A3,LOW);
digitalWrite(A2,LOW);
digitalWrite(A1,LOW);
```

```
}
```

```
void NumCero()
```

```
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],cero[x]);
  }
}
```

```
}
```

```
void NumUno()
```

```
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],uno[x]);
  }
}
```

```
}
```

```
void NumDos()
```

```
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],dos[x]);
  }
}
```

```
    }  
}  
void NumTres()  
{  
    for(x=0;x<8;x++)  
    {  
        digitalWrite(segmentPins[x],tres[x]);  
    }  
}  
void NumCuatro()  
{  
    for(x=0;x<8;x++)  
    {  
        digitalWrite(segmentPins[x],cuatro[x]);  
    }  
}  
void NumCinco()  
{  
    for(x=0;x<8;x++)  
    {  
        digitalWrite(segmentPins[x],cinco[x]);  
    }  
}  
void NumSeis()  
{  
    for(x=0;x<8;x++)  
    {  
        digitalWrite(segmentPins[x],seis[x]);  
    }  
}  
void NumSiete()  
{  
    for(x=0;x<8;x++)  
    {  
        digitalWrite(segmentPins[x],siete[x]);  
    }  
}  
void NumOcho()  
{  
    for(x=0;x<8;x++)  
    {  
        digitalWrite(segmentPins[x],ocho[x]);  
    }  
}  
void NumNueve()  
{  
    for(x=0;x<8;x++)  
    {
```

```
    digitalWrite(segmentPins[x],nueve[x]);
  }

}
void LetraA()
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],A[x]);
  }
}
void LetraP()
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],P[x]);
  }
}
void LetraG()
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],G[x]);
  }
}
void NumCeroD()
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],cerodp[x]);
  }
}
void NumUnod()
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],unodp[x]);
  }
}
void NumDosD()
{
  for(x=0;x<8;x++)
  {
    digitalWrite(segmentPins[x],dosdp[x]);
  }
}
void NumTresD()
{
  for(x=0;x<8;x++)
```

```
    {
        digitalWrite(segmentPins[x],tresdp[x]);
    }

}

void NumCuatrod()
{
    for(x=0;x<8;x++)
    {
        digitalWrite(segmentPins[x],cuatrodp[x]);
    }

}

void NumCincod()
{
    for(x=0;x<8;x++)
    {
        digitalWrite(segmentPins[x],cincodp[x]);
    }

}

void NumSeisd()
{
    for(x=0;x<8;x++)
    {
        digitalWrite(segmentPins[x],seisdp[x]);
    }

}

void NumSieted()
{
    for(x=0;x<8;x++)
    {
        digitalWrite(segmentPins[x],sietedp[x]);
    }

}

void NumOchod()
{
    for(x=0;x<8;x++)
    {
        digitalWrite(segmentPins[x],ochodp[x]);
    }

}

void NumNueved()
{
    for(x=0;x<8;x++)
    {
        digitalWrite(segmentPins[x],nuevedp[x]);
    }

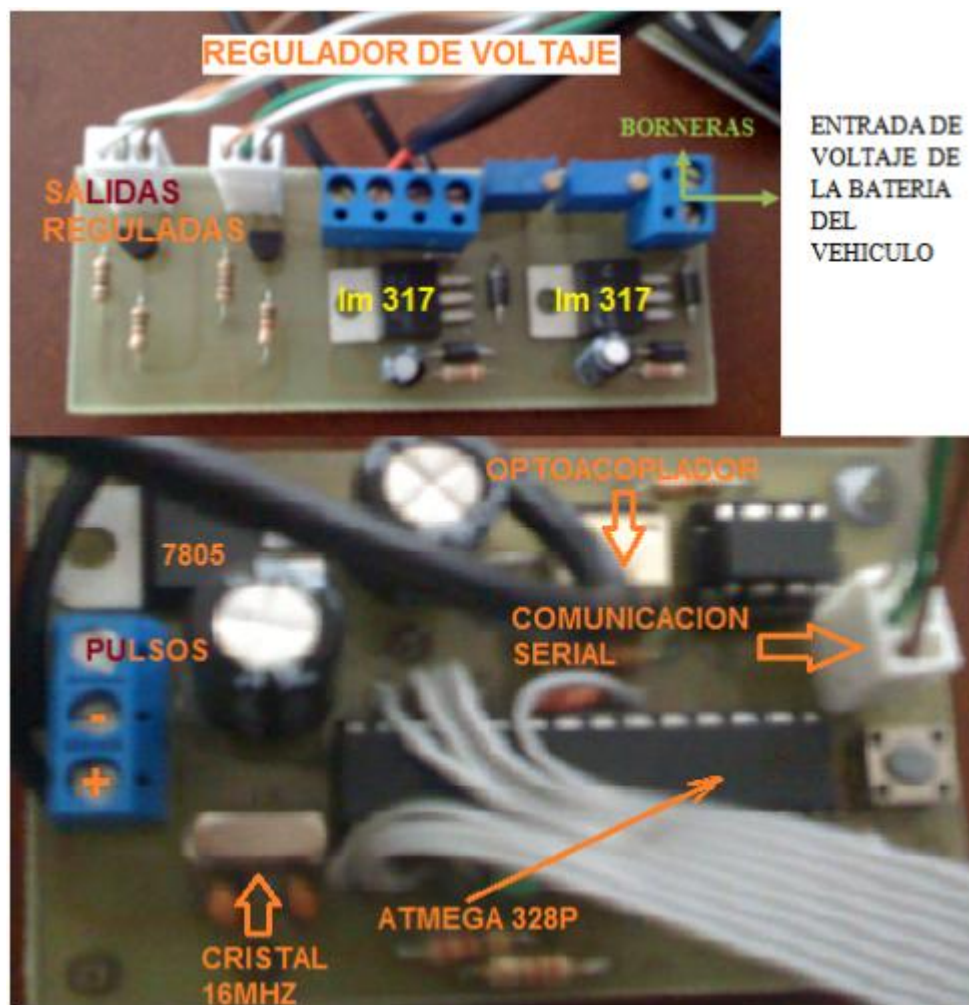
}

void LetraNada()
{

```

```
for(x=0;x<8;x++)  
{  
    digitalWrite(segmentPins[x],nada[x]);  
}  
}
```


ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DEL DISPOSITIVO



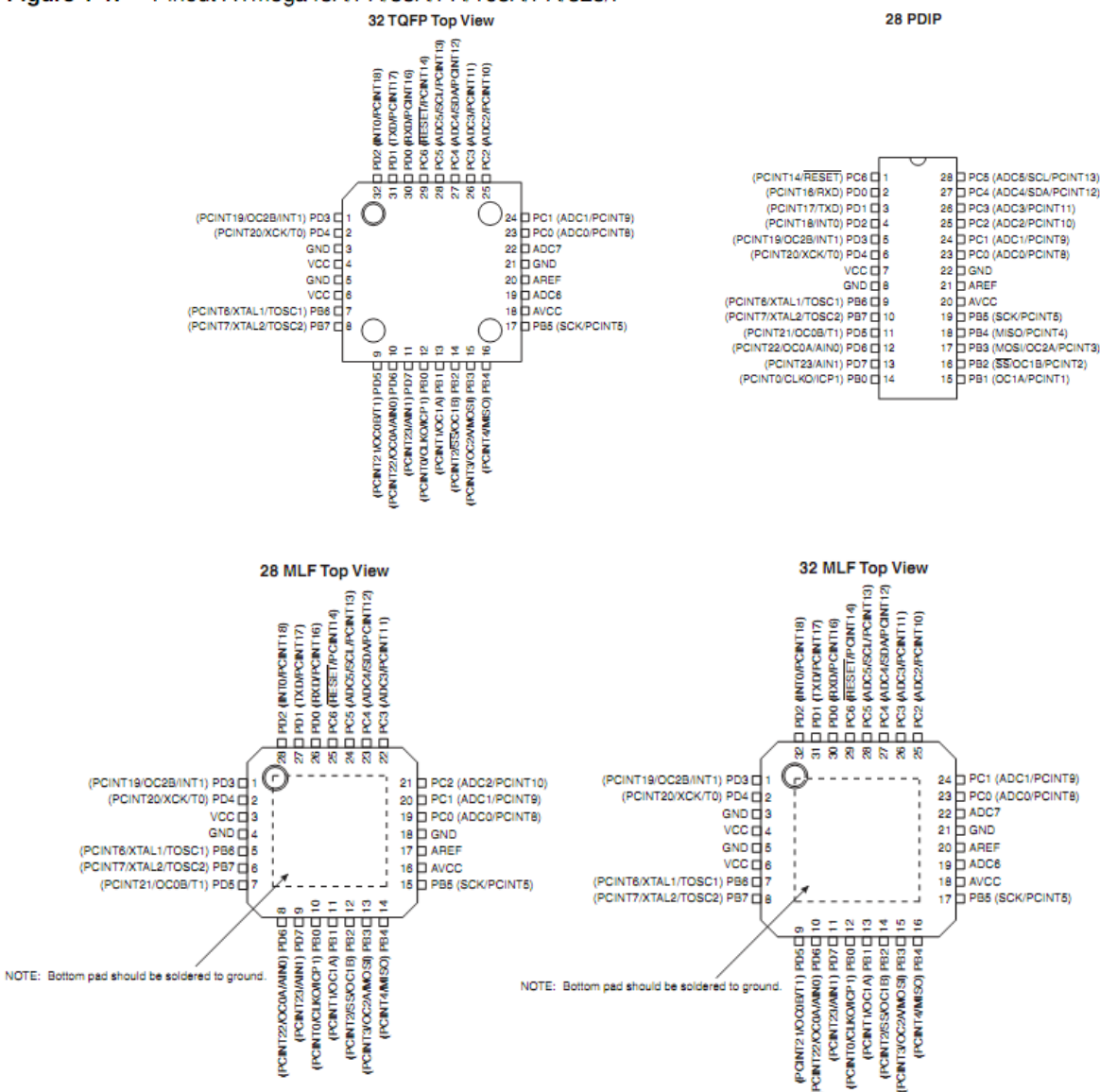
Anexo 3. LISTA DE MATERIALES

MATERIALES UTILIZADOS			
CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	V. TOTAL
14	RESISTENCIAS ¼w	0,03	0,42
2	CE 1000F/25	0,35	0,7
1	CC 100NF	0,15	0,15
2	CC 22PF	0,45	0,9
1	ATMEGA 328	6,5	6,5
1	4N25	0,65	0,65
1	LM7805	0,6	0,6
1	LM358	0,45	0,45
1	ZOC 28P	0,1	0,1
1	ZOC 6P	0,12	0,12
1	ZOC 8P	0,4	0,4
1	BORN 3P	0,4	0,4
1	PULS 5MM 4P	0,3	0,3
2	LED 3MM	0,15	0,3
1	MOLEX 3P	0,35	0,35
1	CRISTAL 16MHZ	0,55	0,55
1	DISPLAY 4 DIG 7 SEG	2,5	2,5
1	LED 3MM NA	1,25	1,25
5	RESISTENCIAS ¼	0,03	0,15
2	CE 1UF/50V	0,22	0,44
2	2N3904	0,12	0,24
4	2N4007	0,12	0,48
3	BORN 2P	0,3	0,9
3	MOLEX 3P	0,35	1,05
1	DB9 CABLE	0,35	0,35
1	DB9 CASE	0,4	0,4
2	LM317	0,7	1,4
2	POT PREC 5K	0,5	1
3	PCB	3	9
1	CHIP MOVI	4,5	4,5
1	MODEM GSM	130	130
1	PULSADOR AMARILLO	0,4	0,4
1	CAJA TIPO B	4,97	4,97
TOTAL:			171,92

Anexo 4. HOJA TÉCNICA DEL ATMEGA 328P

1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328P



1.1 Pin Descriptions

1.1.1 VCC

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7...6 is used as TOSC2...1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "[Alternate Functions of Port B](#)" on page 83 and "[System Clock and Clock Options](#)" on page 26.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5...0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in [Table 29-12 on page 310](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "[Alternate Functions of Port C](#)" on page 86.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

The various special features of Port D are elaborated in "[Alternate Functions of Port D](#)" on page 89.

1.1.7 AV_{CC}

AV_{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6...4 use digital supply voltage, V_{CC}.

1.1.8 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

9.8 ATmega328P

Speed (MHz) ⁽³⁾	Power Supply (V)	Ordering Code ⁽²⁾	Package ⁽¹⁾	Operational Range
20	1.8 - 5.5	ATmega328P-AU	32A	Industrial (-40°C to 85°C)
		ATmega328P-AUR ⁽⁵⁾	32A	
ATmega328P-MMH ⁽⁴⁾	28M1			
ATmega328P-MMHR ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	28M1			
ATmega328P-MU	32M1-A			
ATmega328P-MUR ⁽⁵⁾	32M1-A			
		ATmega328P-PU	28P3	
		ATmega328P-AN	32A	Industrial (-40°C to 105°C)
		ATmega328P-ANR ⁽⁵⁾	32A	
		ATmega328P-MN	32M1-A	
		ATmega328P-MNR ⁽⁵⁾	32M1-A	
		ATmega328P-PN	28P3	

- Note:
1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 2. Pb-free packaging complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.
 3. See [Figure 29-1 on page 308](#).
 4. NiPdAu Lead Finish.
 5. Tape & Reel.

Anexo 5. HOJA TÉCNICA DEL MODULO GSM

- Remote POS (point of sale) terminals
- Traffic signals monitor and control
- Fleet management
- Power distribution network supervision
- Central heating system supervision
- Weather station data transmission
- Hydrologic data acquisition
- Vending machine
- Traffic info guidance
- Parking meter
- Telecom equipment supervision (Mobile base station, microwave or optical relay station)
- Oil field data acquisition
- Warehouse supervision

Chapter3

3 Getting Started

3.1 Panel introduction



External (DB9 Interface)

3.2 The LED state

In order to check the module working state. Our product have three Led, pwr LED is power state, Ring LED is Ring state, Data LED is Data state

	PWR	Ring	Data
Start-up	Lights up 3s flashing 0.5s,wink 0.5s ,lights up0.5s	Wink	Lights up 0.5s
Logon network	flashing	Wink	flashing
Sleep state	Lights up 0.5s, wink 0.5s	Wink	wink
date Transfer	Lights up 0.5s, wink 0.5s	Wink	flashing
No date transfer	Lights up 0.5s, wink 0.5s, Lights up 1s	Wink	wink
Voice call	Lights up 0.5s, wink 0.5s	Lights up 1s,	wink

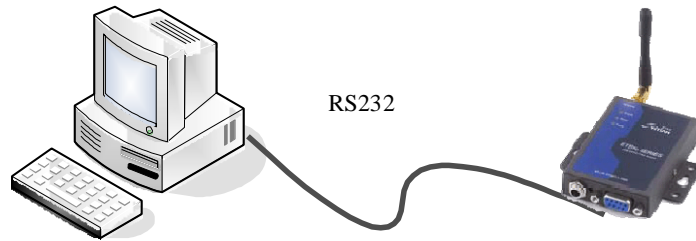
wink 4s			
reboot	After 5s. wink	wink	wink

3.3 Hardware configuration

- Elevations below
- Back panel as below
- Side panel as below

3.4 Connect to products

1. Please connect antenna and cable with our products, make sure The port is COM1 or COM2?



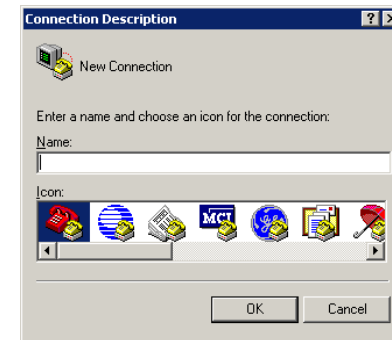
3.5 Insert SIM Card

2. Open the back cover. insert into SIM card as follow

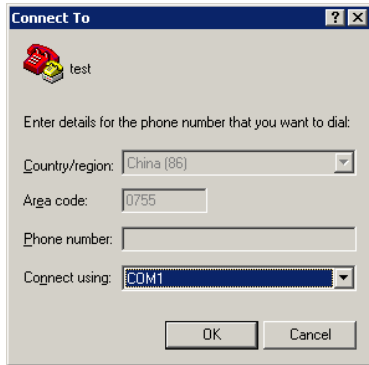


3.6 Note: Hyper Terminal

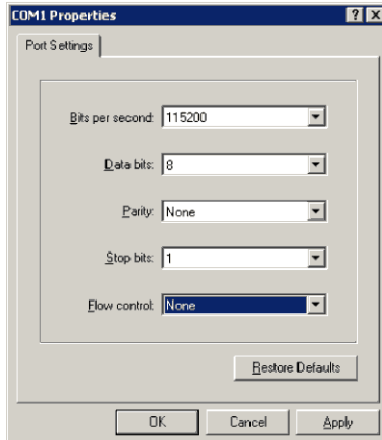
3. Open the HyperTerminal and input ***(any) as follows



4. Choose a right port

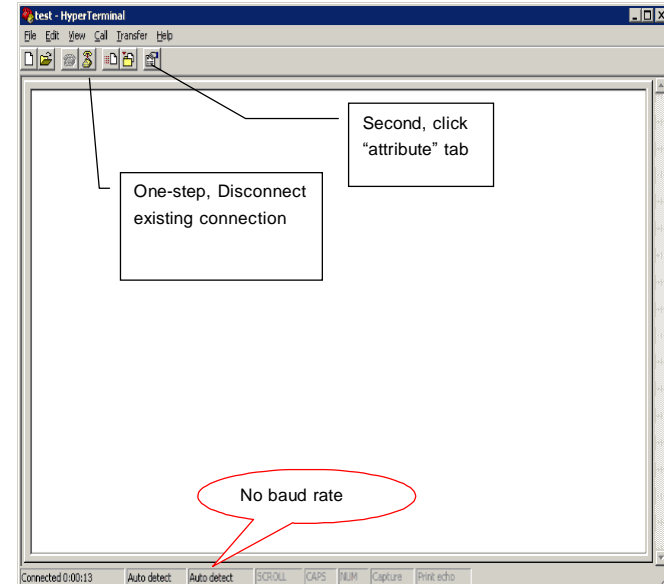


5. The right configuration as following

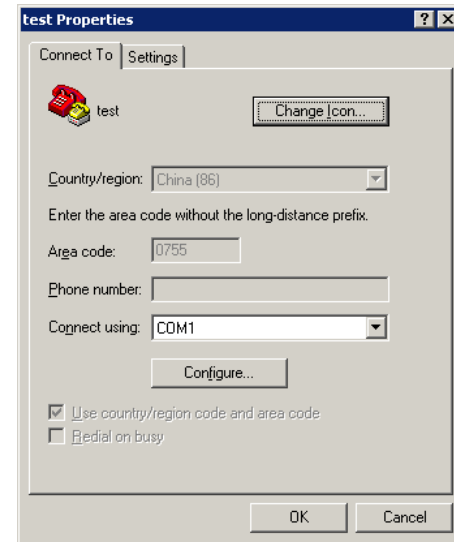


3-3

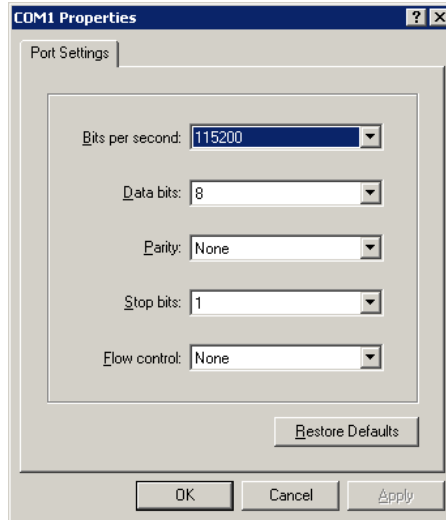
6. When your start-up Hyper Terminal, it is not connected really, you can see the red mark of follow picture without any number .And then, first Disconnect existing connection, second ,Click the red arrowhead



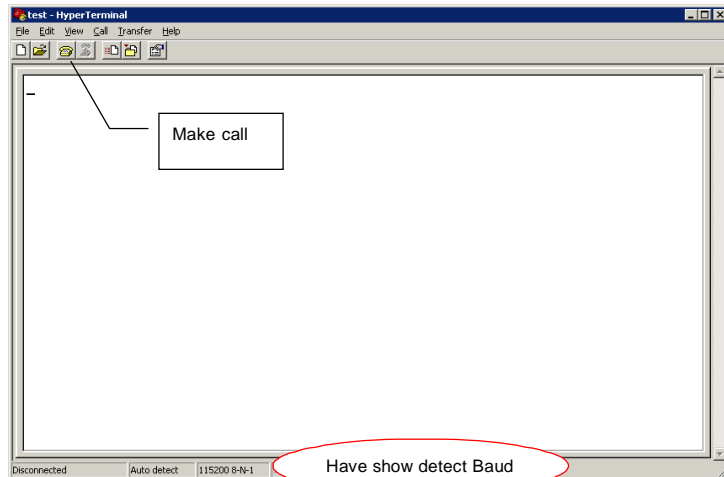
7. click the "configure", and make sure again of you modify configure



8. make sure your modify configure again, click "OK"



9. Then you can see it appeared baud rate on white label, then click the black label to make call



10. provide power supply with our products, you configured the Hyper Terminal successfully

3.7 Test command

Test AT command

AT<CF> //Test "at" command

I/OK //Response ok parameter if successfully connected, you can make sure the module have no malfunction

AT+CSQ<CF> // to check the Signal quality

+CSQ: **, ## // ** Should be the number between 10 and 31, the signal quality becomes better as the number grows. ## should be is 99, Or you should checking the equipment of antenna or SIM card.

If you succeed in testing command, at now, you can begin to SMS

Anexo 6. COMANDOS AT

COMANDOS AT MÁS UTILIZADOS

Estos son los comandos más comunes en la mayoría de los módems y los que más se usan.

ACCION REALIZADA POR EL MODEM

- **ATA**
 - 1) Se pone en modo respuesta y espera una señal portadora del modem remoto.
 - 2) Espera S7 segundos y colgará si no se detecta portadora.
- **ATD número**
 - 1) Descuelga y llama al número de teléfono solicitado.
 - 2) Espera un tono de llamada antes de marcar.
 - 2.1) Si no se detecta ese tono en S6 segundos, el modem devuelve código de resultado "no dial tone"
 - 2.2) si se detecta el tono el modem espera S7 segundos
 - 2.2.1) si no establece conexión el modem vuelve al estado de comandos
 - 2.2.2) si se establece conexión el modem entra en el estado on-line.
- **ATE**
 - Eco
 - Nota Profesor: Los comandos introducidos en el modem vuelven por eco al PC (por defecto).

- **ATH**
 - Descuelga el teléfono
 - Nota Profesor: Normalmente se utilizan:
 - 1)un segundo silencio
 - 2)+++
 - 3)ATH

- **ATI**
 - Revisa la ROM del modem (checksum)

- **ATL**
 - Programa el volumen del altavoz

- **ATM**
 - Programa conexión/desconexión del altavoz

- **ATO**
 - Vuelve a estado on-line desde el estado de comandos.
 - Nota Profesor: permite retomar una conexión ya en marcha

- **ATQ**
 - Programa los códigos de resultado a ON/OFF

- **ATS**
 - Visualiza/cambia contenidos de los registros S
 - Nota Profesor: ya lo hemos visto antes

- **ATV**
 - Envía códigos de resultado en palabras o números
 - Nota Profesor: ya lo hemos visto antes

- **ATW**
 - Envía "códigos del progreso de la negociación"

- Nota Profesor: progreso en control de errores y de las negociaciones de compresión entre los módems
- **ATX**
 - Programa códigos de resultado
 - Nota Profesor: ATX0 emplea OK, CONNECT, RING, NO CARRIER y ERROR.

ATX1 emplea CONNECT velocidad
- **ATZ**
 - Reset
- **AT&C**
 - Programa detección de portadora
- **AT&D**
 - Programa control de DTR
- **AT&K**
 - Programa control de flujo
- **AT&W**
 - Almacena perfil configuración del usuario
- **AT&Y**
 - Especifica que perfil de configuración usuario de los almacenados se va a utilizar

1 Comandos generales

a) AT+CGMI: Identificación del fabricante

b) AT+CGSN: Obtener número de serie

c) AT+CIMI: Obtener el IMSI.

d) AT+CPAS: Leer estado del modem

2. Comandos del servicio de red

a) AT+CSQ: Obtener calidad de la señal

b) AT+COPS: Selección de un operador

c) AT+CREG: Registrarse en una red

d) AT+WOPN: Leer nombre del operador

3. Comandos de seguridad:

a) AT+CPIN: Introducir el PIN

b) AT+CPINC: Obtener el número de reintentos que quedan

c) AT+CPWD: Cambiar password

4. Comandos para la agenda de teléfonos

a) AT+CPBR: Leer todas las entradas

b) AT+CPBF: Encontrar una entrada

c) AT+CPBW: Almacenar una entrada

d) AT+CPBS: Buscar una entrada

5. Comandos para SMS

a) AT+CPMS: Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS

b) AT+CMGF: Seleccionar formato de los mensajes SMS

c) AT+CMGR: Leer un mensaje SMS almacenado

- d) AT+CMGL: Listar los mensajes almacenados
- e) AT+CMGS: Enviar mensaje SMS
- f) AT+CMGW: Almacenar mensaje en memoria
- g) AT+CMSS: Enviar mensaje almacenado
- h) AT+CSCA: Establecer el Centro de mensajes a usar
- i) AT+ WMSC: Modificar el estado de un mensaje.

Anexo 7. HOJA TÉCNICA DEL LM 317

Application Hints

In operation, the LM117 develops a nominal 1.25V reference voltage, V_{REF} , between the output and adjustment terminal. The reference voltage is impressed across program resistor R_1 and, since the voltage is constant, a constant current I_1 then flows through the output set resistor R_2 , giving an output voltage of

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ} R_2 \quad (1)$$

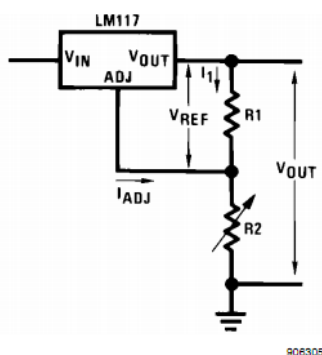


FIGURE 1.

Since the 100 μ A current from the adjustment terminal represents an error term, the LM117 was designed to minimize I_{ADJ} and make it very constant with line and load changes. To do this, all quiescent operating current is returned to the output establishing a minimum load current requirement. If there is insufficient load on the output, the output will rise.

EXTERNAL CAPACITORS

An input bypass capacitor is recommended. A 0.1 μ F disc or 1 μ F solid tantalum on the input is suitable input bypassing for almost all applications. The device is more sensitive to the absence of input bypassing when adjustment or output capacitors are used but the above values will eliminate the possibility of problems.

The adjustment terminal can be bypassed to ground on the LM117 to improve ripple rejection. This bypass capacitor prevents ripple from being amplified as the output voltage is increased. With a 10 μ F bypass capacitor 80dB ripple rejection is obtainable at any output level. Increases over 10 μ F do not appreciably improve the ripple rejection at frequencies above 120Hz. If the bypass capacitor is used, it is sometimes necessary to include protection diodes to prevent the capacitor from discharging through internal low current paths and damaging the device.

In general, the best type of capacitors to use is solid tantalum. Solid tantalum capacitors have low impedance even at high frequencies. Depending upon capacitor construction, it takes about 25 μ F in aluminum electrolytic to equal 1 μ F solid tantalum at high frequencies. Ceramic capacitors are also good at high frequencies; but some types have a large decrease in capacitance at frequencies around 0.5 MHz. For this reason, 0.01 μ F disc may seem to work better than a 0.1 μ F disc as a bypass.

Although the LM117 is stable with no output capacitors, like any feedback circuit, certain values of external capacitance can cause excessive ringing. This occurs with values between 500 pF and 5000 pF. A 1 μ F solid tantalum (or 25 μ F

aluminum electrolytic) on the output swamps this effect and insures stability. Any increase of the load capacitance larger than 10 μ F will merely improve the loop stability and output impedance.

LOAD REGULATION

The LM117 is capable of providing extremely good load regulation but a few precautions are needed to obtain maximum performance. The current set resistor connected between the adjustment terminal and the output terminal (usually 240 Ω) should be tied directly to the output (case) of the regulator rather than near the load. This eliminates line drops from appearing effectively in series with the reference and degrading regulation. For example, a 15V regulator with 0.05 Ω resistance between the regulator and load will have a load regulation due to line resistance of $0.05\Omega \times I_L$. If the set resistor is connected near the load the effective line resistance will be $0.05\Omega (1 + R_2/R_1)$ or in this case, 11.5 times worse.

Figure 2 shows the effect of resistance between the regulator and 240 Ω set resistor.

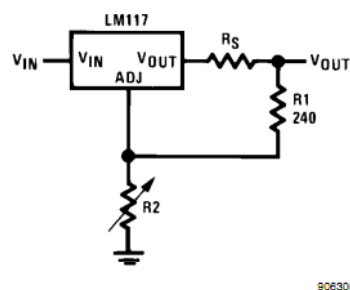


FIGURE 2. Regulator with Line Resistance in Output Lead

With the TO-3 package, it is easy to minimize the resistance from the case to the set resistor, by using two separate leads to the case. However, with the TO-39 package, care should be taken to minimize the wire length of the output lead. The ground of R_2 can be returned near the ground of the load to provide remote ground sensing and improve load regulation.

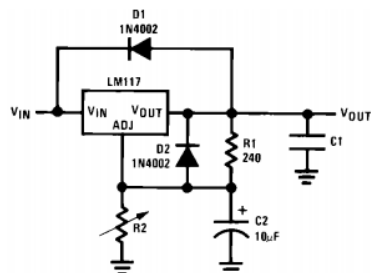
PROTECTION DIODES

When external capacitors are used with any IC regulator it is sometimes necessary to add protection diodes to prevent the capacitors from discharging through low current points into the regulator. Most 10 μ F capacitors have low enough internal series resistance to deliver 20A spikes when shorted. Although the surge is short, there is enough energy to damage parts of the IC.

When an output capacitor is connected to a regulator and the input is shorted, the output capacitor will discharge into the output of the regulator. The discharge current depends on the value of the capacitor, the output voltage of the regulator, and the rate of decrease of V_{IN} . In the LM117, this discharge path is through a large junction that is able to sustain 15A surge with no problem. This is not true of other types of positive regulators. For output capacitors of 25 μ F or less, there is no need to use diodes.

The bypass capacitor on the adjustment terminal can discharge through a low current junction. Discharge occurs when either the input, or the output, is shorted. Internal to the LM117 is a 50 Ω resistor which limits the peak discharge current. No protection is needed for output voltages of 25V or less and 10 μ F capacitance. Figure 3 shows an LM117 with protection

diodes included for use with outputs greater than 25V and high values of output capacitance.



$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{ADJ}R2 \quad (2)$$

D1 protects against C1
D2 protects against C2

FIGURE 3. Regulator with Protection Diodes

HEATSINK REQUIREMENTS

The LM317 regulators have internal thermal shutdown to protect the device from over-heating. Under all operating conditions, the junction temperature of the LM317 should not exceed the rated maximum junction temperature (T_J) of 150°C for the LM117, or 125°C for the LM317A and LM317. A heatsink may be required depending on the maximum device power dissipation and the maximum ambient temperature of the application. To determine if a heatsink is needed, the power dissipated by the regulator, P_D , must be calculated:

$$P_D = ((V_{IN} - V_{OUT}) \times I_L) + (V_{IN} \times I_G) \quad (3)$$

Figure 4 shows the voltage and currents which are present in the circuit.

The next parameter which must be calculated is the maximum allowable temperature rise, $T_{R(MAX)}$:

$$T_{R(MAX)} = T_{J(MAX)} - T_{A(MAX)} \quad (4)$$

where $T_{J(MAX)}$ is the maximum allowable junction temperature (150°C for the LM117, or 125°C for the LM317A/LM317), and $T_{A(MAX)}$ is the maximum ambient temperature which will be encountered in the application.

Using the calculated values for $T_{R(MAX)}$ and P_D , the maximum allowable value for the junction-to-ambient thermal resistance (θ_{JA}) can be calculated:

$$\theta_{JA} = (T_{R(MAX)} / P_D) \quad (5)$$

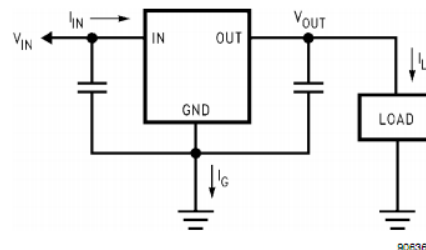


FIGURE 4. Power Dissipation Diagram

If the calculated maximum allowable thermal resistance is higher than the actual package rating, then no additional work is needed. If the calculated maximum allowable thermal resistance is lower than the actual package rating either the power dissipation (P_D) needs to be reduced, the maximum ambient temperature $T_{A(MAX)}$ needs to be reduced, the thermal resistance (θ_{JA}) must be lowered by adding a heatsink, or some combination of these.

If a heatsink is needed, the value can be calculated from the formula:

$$\theta_{HA} \leq (\theta_{JA} - (\theta_{CH} + \theta_{JC})) \quad (6)$$

where (θ_{CH} is the thermal resistance of the contact area between the device case and the heatsink surface, and θ_{JC} is thermal resistance from the junction of the die to surface of the package case.

When a value for $\theta_{(H-A)}$ is found using the equation shown, a heatsink must be selected that has a value that is less than, or equal to, this number.

The $\theta_{(H-A)}$ rating is specified numerically by the heatsink manufacturer in the catalog, or shown in a curve that plots temperature rise vs power dissipation for the heatsink.

HEATSINKING SURFACE MOUNT PACKAGES

The TO-263 (S), SOT-223 (EMP) and TO-252 (MDT) packages use a copper plane on the PCB and the PCB itself as a heatsink. To optimize the heat sinking ability of the plane and PCB, solder the tab of the package to the plane.

HEATSINKING THE SOT-223 PACKAGE

Figure 5 and Figure 6 show the information for the SOT-223 package. Figure 6 assumes a $\theta_{(J-A)}$ of 74°C/W for 1 ounce copper and 51°C/W for 2 ounce copper and a maximum junction temperature of 125°C. Please see AN-1028 for thermal enhancement techniques to be used with SOT-223 and TO-252 packages.