



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
NAVEGACIÓN CON COMUNICACIÓN AL EQUIPO
TÉCNICO Y AVISOS DE ALERTA DEL
COMPORTAMIENTO DEL MOTOR, PARA
COMPETENCIAS AUTOMOVILÍSTICAS”**

**ARROYO CARRILLO LEONIDAS ANDRÉS
VILLALBA MOYA ELVIS DANILO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012 – 11 -09

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

LEONIDAS ANDRÉS ARROYO CARRILLO

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN CON
COMUNICACIÓN AL EQUIPO TÉCNICO Y AVISOS DE ALERTA DEL
COMPORTAMIENTO DEL MOTOR, PARA COMPETENCIAS
AUTOMOVILÍSTICAS”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Diego Constante Navas
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Alexandra Pazmiño
ASESORA DE TESIS

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012 – 11 -09

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ELVIS DANILO VILLALBA MOYA

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN CON
COMUNICACIÓN AL EQUIPO TÉCNICO Y AVISOS DE ALERTA DEL
COMPORTAMIENTO DEL MOTOR, PARA COMPETENCIAS
AUTOMOVILÍSTICAS”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Diego Constante Navas
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Alexandra Pazmiño Armijos
ASESORA DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LEONIDAS ANDRÉS ARROYO CARRILLO

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN CON COMUNICACIÓN AL EQUIPO TÉCNICO Y AVISOS DE ALERTA DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR, PARA COMPETENCIAS AUTOMOVILÍSTICAS

Fecha de Examinación: 2014-01-08

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Diego Constante Navas DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Alexandra Pazmiño Armijos ASESORA			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Carlos Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ELVIS DANILO VILLALBA MOYA

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN CON COMUNICACIÓN AL EQUIPO TÉCNICO Y AVISOS DE ALERTA DEL COMPORTAMIENTO DEL MOTOR, PARA COMPETENCIAS AUTOMOVILÍSTICAS”

Fecha de Examinación: 2014-01-08

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Diego Constante Navas DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Alexandra Pazmiño Armijos ASESORA			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Carlos Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

La presente tesis de grado que está siendo presentada, es original y de acuerdo a un proceso de investigación adaptada a la tecnológica que es establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Con todo lo antes mencionado los fundamentos teóricos, científicos, procedimientos, resultados que están incluidos son de propiedad y responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual es propiedad de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Leónidas Andrés Arroyo Carrillo

Elvis Danilo Villalba Moya

DEDICATORIA

Dedico este trabajo final en el proceso de obtención de mí título, principalmente a mi madre Carmen Arroyo que es un pilar fundamental y que día a día gracias a su esfuerzo y enseñanzas ha hecho que me forme como persona de bien, a mi hermana y demás familiares que también me apoyaron de alguna u otra forma en las buenas y en las malas tomándose un poco de su tiempo para poder brindarme su incondicional y mutuo aliento.

Es también de mencionar a mis compañeros y amigos que tanto como en el aula y fuera de ellas supieron aportar en algo para llevar acabo la meta que algún día de niño me propuse.

Leónidas Arroyo Carrillo

Dedico este proyecto de tesis a mis padres, pilares fundamentales en mi vida ya que han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, a todos mis familiares que de una u otra forma han aporta favorablemente para poder culminar esta meta, a Dios por darme intelecto y sabiduría necesaria para llegar a culminar este objetivo con prosperidad.

Elvis Villalba Moya

AGRADECIMIENTO

Un efusivo reconocimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y nos es grato mencionar a nuestra querida escuela de Ingeniería Automotriz que nos abrió sus puertas para prepararnos con los primordiales conocimientos, y así alcanzar la formación necesaria para ser grandes profesionales y poder afrontarnos y ejercernos a la sociedad.

Es también de mencionar a nuestros distinguidos maestros que aportaron con su conocimiento y nos nutrieron de valores para que nuestra formación purística sea la más adecuada e imprescindible.

Leónidas Arroyo Carrillo

Elvis Villalba Moya

CONTENIDO

		Pág.
1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.2.1	<i>Justificación técnica</i>	2
1.2.2	<i>Justificación social.</i>	3
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	4
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	4
2.	MARCO TEÓRICO	
2.1	Competencias automovilísticas.....	5
2.1.1	<i>Tipos de competencias</i>	5
2.1.1.1	<i>Rally</i>	6
2.1.1.2	<i>Aceleración</i>	6
2.1.1.3	<i>Rally cross</i>	6
2.1.1.4	<i>Auto cross</i>	6
2.1.1.5	<i>Turismo</i>	6
2.1.1.6	<i>Monoplazas</i>	6
2.1.1.7	<i>GT Y sport prototipos</i>	6
2.1.1.8	<i>Karting</i>	6
2.1.1.9	<i>Rally raid</i>	6
2.1.1.10	<i>Carrera de montaña</i>	6
2.1.1.11	<i>Drift</i>	7
2.1.1.12	<i>Slalom</i>	7
2.2	Parámetros a considerar durante los distintos tipos competencias.....	7
2.2.1	<i>Motor</i>	8
2.2.1.1	<i>Características, constitución, partes y funcionamiento</i>	8
2.2.2	<i>Sistemas de refrigeración</i>	15
2.2.2.1	<i>Partes y función</i>	15
2.2.2.2	<i>Tipos de refrigeración</i>	16
2.2.2.3	<i>Lubricantes utilizados en la refrigeración</i>	18
2.2.2.4	<i>Temperatura, presión de aceite, densidad, viscosidad, punto de ebullición punto de congelación</i>	19
2.2.3	<i>Sistema de comunicación inalámbrico (bluetooth)</i>	20
2.2.3.1	<i>Tipos características, funciones del sistema de comunicación bluetooth.</i> ...	21
3.	SISTEMAS Y COMPONENTES	
3.1	Sistema de navegación.....	35
3.2	Sistema de intercomunicación.....	36
3.2.1	<i>Intercomunicadores</i>	37
3.3	Componentes.....	38
3.3.1	<i>PIC 16F628A</i>	38
3.3.2	<i>Regulador de voltaje positivo LM7805</i>	40
3.3.3	<i>Regulador de voltaje positivo LM7812</i>	40
3.3.4	<i>Micro switch 4066</i>	41
3.3.5	<i>Teléfono Sony Ericsson W300</i>	42
4.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS	
4.1	Diseño del sistema.....	43
4.1.1	<i>Diseño de sistema de Aviso de Alerta en vivo</i>	44
4.1.1.1	<i>Unidad de control electrónico</i>	45
4.1.1.2	<i>Esquema del sistema indicador</i>	46
4.2	<i>Secuencia del sistema para encendido</i>	47
4.2.1	<i>Secuencia de conexión entre intercomunicadores</i>	48

4.2.2	<i>Secuencia de comunicación entre intercomunicadores y teléfono móvil</i>	48
4.2.3	<i>Secuencia de funcionamiento del sistema en general.....</i>	49
4.2.4	<i>Funciones del microcontrolador.....</i>	51
4.2.4.1	<i>Pórticos utilizados.....</i>	51
4.2.5	<i>Desarrollo del programa para el microcontrolador.....</i>	52
4.2.6	<i>Calculo de la resistencia limitadora de corriente para el circuito.....</i>	53
4.2.7	<i>Circuito esquemático</i>	54
4.2.8	<i>Circuito para entrada de voltaje de la batería del automóvil hacia el regulador 4LM 7812</i>	55
4.2.9	<i>Circuito completo para la fuente de alimentación de 5V.....</i>	56
4.3	<i>Selección de componentes.....</i>	56
4.4	<i>Construcción de la placa.....</i>	57
4.4.1	<i>Preparación de la placa</i>	57
4.4.2	<i>Grabado de la placa.....</i>	58
4.4.3	<i>Lavado de la placa.....</i>	58
4.4.4	<i>Perforada de la placa.....</i>	59
4.5	<i>Ensamble de los diferentes componentes</i>	59
4.6	<i>Montaje de la comunicación piloto - copiloto.....</i>	63
4.7	<i>Acabados.....</i>	65
5.	FASE EXPERIMENTAL	
5.1	<i>Primes de velocidad cronometrados.....</i>	67
5.1.1	<i>Comprobación de la nitidez de la señal</i>	68
5.1.1.1	<i>Prueba 1</i>	69
5.1.1.2	<i>Prueba 2</i>	70
5.1.1.3	<i>Prueba 3</i>	71
5.1.1.4	<i>Prueba 4</i>	72
5.1.2	<i>Aislamiento de ruidos externos.....</i>	74
5.2	<i>Enlaces</i>	75
5.3	<i>Comunicación al equipo técnico</i>	76
6.	ANÁLISIS DE COSTOS	
6.1	<i>Costos directos</i>	78
6.2	<i>Costos indirectos</i>	79
6.3	<i>Costos totales</i>	79
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	<i>Conclusiones</i>	80
7.2	<i>Recomendaciones</i>	81

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Pines PIC 16F628A	39
2	Tensión, Voltaje LM7805	40
3	Tensión, Voltaje LM7812	40
4	Componentes del sistema de comunicación.....	56
5	Materiales para la construcción de la placa	57
6	Tiempos de conexión del sistema de comunicación.....	73
7	Costos directos	78
8	Costos indirectos.....	79
9	Costos totales	79

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Vehículo de competencia	5
2	Motor Pontiac fire bird coupe 2002	8
3	Ciclos motor 4 tiempos	9
4	Partes del motor.....	10
5	Bloque de motor de combustión interna material aluminio	11
6	Carter	11
7	Cilindros motor combustión interna	12
8	Culata	13
9	Cigüeñal	14
10	Sistema de refrigeración	15
11	Refrigeración directa.....	17
12	Refrigeración forzada.....	17
13	Refrigeración por liquido	18
14	Capacidad de transmisión y movilidad de las tecnologías inalámbricas....	20
15	Modelo de conectividad bluetooth	22
16	Diagrama de protocolo de bluetooth	23
17	Modulación	25
18	Comunicación dúplex.....	26
19	TDD (División de tiempo dúplex).....	27
20	Paquete multi ranura	27
21	(A) Piconets con operación simple esclavo (B) Operación multi esclavos (C) Scatternet.....	32
22	Esquema del sistema de comunicación	35
23	Diagrama de flujo	36
24	GSM	37
25	PIC 16F628A.....	38
26	Oscilador16F628A	39
27	Regulador LM7805	40
28	Regulador LM7812	40
29	Switch electrónico CD4066.....	41
30	Teléfono Sony Ericsson W300	42
31	Esquema del hardware del sistema.....	43
32	Pin data ecu megasqurt.....	45
33	Sistema indicador	46
34	Secuencia del hardware para el encendido del sistema.....	47
35	Diagrama de configuración bluetooth intercomunicadores.....	48
36	Diagrama de comunicación intercomunicadores teléfono móvil.....	49
37	Secuencia de funcionamiento del hardware.....	50
38	Pórticos 16F628A.....	51
39	Programación 1	52
40	Programación 2.....	53
41	Diagrama de circuito experimental.	54
42	Diagrama de circuito experimental con la conexión al teléfono.	54
43	Parámetros del sistema de comunicación.	55
44	Estabilización de voltaje 12 V.	55
45	Circuito de alimentación de voltaje.	56
46	Circuito impreso y recorte de la misma.	57
47	Grabado de la placa y desprendimiento de la misma.	58
48	Lavado de la placa con productos químicos.	58

49	Taladramos la placa y placa perforada	59
50	Circuito de comunicación montado en la protoboard.	59
51	Parte inferior y posterior de la placa ya soldados con ayuda del cautín, estaño y pasta.....	60
52	Placa terminada y switch	61
53	Interruptor y alimentación del sistema de comunicación.	61
54	Montaje del circuito switch y circuito de comunicación.	62
55	Conexión del sistema de comunicación y el circuito switch.	62
56	Teléfono Sony Ericsson W300	63
57	Montaje de los pulsadores, diodos y fase terminada del sistema de comunicación	63
58	Montaje de los intercomunicadores en la parte interna del casco y casco de color negro..	64
59	Intercomunicadores ya instalados en los cascos.	64
60	Pegado de logotipos y letras en la parte externa de la caja.	65
61	Pegado del logotipo de la ESPOCH en el casco.	65
62	Colocación de seguros y candado en la caja.	66
63	Pruebas del sistema de comunicación.....	67
64	Sistema de comunicación al equipo técnico.	68
65	Nokia 3220 y cable DKU-5..	69
66	Sistema de comunicación...	70
67	Circuito de comunicación en la parte interna de la caja.	71
68	Montaje de todo el sistema de comunicación en el vehículo.	71
69	Alimentación del sistema de comunicación.	72
70	Piloto - Copiloto realizando la llamada con ayuda del sistema de comunicación hacia al equipo técnico.....	72
71	Intercomunicador instalado en el casco.	74
72	Procesamiento digital de señales (DSP).	74
73	Intercomunicadores via bluetooth.	75
74	Teléfono Sony Ericsson W300	76
75	Sistema de comunicación en funcionamiento.	76
76	Realizando la comunicación al equipo técnico.	77
77	Visualización del circuito de comunicación en el programa Isis Proteus ..	77

LISTA DE ABREVIACIONES

AFH	Salto de frecuencia adaptable del espectro ampliado.
ACL	Enlace asincrónico de baja conexión
ARQ	Repetición automática de consulta.
CSVD	Modulación variable de declive delta.
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor (Semiconductor complementario del óxido de metal)
CHECK ENGINE	Comprobar el motor.
EDR	Enhanced Data Rate. Tasa de datos aumentada.
ECU	Unidad de control del motor.
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
FH	Frequency Hopping.
FIA	Federación internacional de automovilismo.
FHSS	Frequency hopping spread spectrum (espectro ensanchado por salto de frecuencia).
GT	Gran turismo.
GFSK	Gousson frequency shift keying.
GPS	Sistema de posicionamiento global.
HCI	Host controller interface
ISM	Industrial, Scientific and Medical
IEEE	Institute of electronic and electrical engineering.
Mbps	Mega bits por segundo.
PCS	Servicio de comunicación personal.
PMS	Punto muerto superior.
PMI	Punto muerto inferior.
PONA	Parafínicos, nafténicos y aromáticos.
PAN	Personal área network
PWR	Power (encendido)
PICONET	Pico celda; rango de cobertura en la cual se pueden establecer la conexión dos o más unidades bluetooth.

PARKED	Estado de inactividad de un dispositivo bluetooth dentro de una piconet.
SCO	Synchronous Connection Oriented (enlace de sincronización de conexión orientada).
SCATTERNET	Interconexión entre piconets por superposición de rangos de cobertura de las mismas.
TDD	División de tiempo dúplex.
TDM	División de tiempo multiplexado
TDMA	Variación de acceso múltiple por división de tiempo
(V)	Voltios.
WPAN	Wireless personal área network
802.11x	Familia de estándares IEEE para especificaciones redes de área local inalámbrica.

LISTA DE ANEXOS

- A** Scala rider Q2™ bluetooth guía del usuario
- B** Microchip PIC16F627A/ 628A / 648A Flash - Based, 8 bit CMOS
- C** Fairchild semiconductor MC78XX / LM78XX / LM78XXA
- D** Microelectrónica QUAD BILATERAL SWITCH FOR TRANSMISSION OR MULTIPLEXING OF ANALOGO OR DIGITAL SIGNALS (INTERRUPTORBILATERALQUAD para la transmisión o multiplicación de señales analógicas o digitales)

RESUMEN

El diseño e implementación de un sistema de navegación con comunicación al equipo técnico y avisos de alerta del comportamiento del motor, para competencias automovilísticas tiene por objetivo optimizar la comunicación piloto- copiloto y equipo técnico para facilitar el diálogo entre navegantes y advertir con antelación sobre el estado mecánico del vehículo de competición

Se partió de la obtención de información y estudio del diseño más adecuado para construir e implementar el sistema de navegación apoyados con opiniones de especialistas en sistemas. Del diseño se obtuvo los materiales y componentes para elaborar en primera fase el circuito electrónico con su respectiva programación, cuya base elemental es un microcontrolador, micro Switch y un teléfono celular Sony Ericsson W300

En segunda fase del estudio se procedió a la implementación de los intercomunicadores para sus navegantes en los cascos que permite enlazarse entre piloto – copiloto, y equipo técnico o central de abastos que reciben la información proveniente del sistema de comunicación programada a uno de sus teléfonos móviles.

Al realizar las respectivas pruebas de funcionamiento para llegar a obtener el sistema de comunicación efectivo propuesto, se planificaron etapas de control de calidad las mismas que fueron superadas con éxito. Esta investigación aporta en ventajas competitivas a los usuarios del sistema en cuanto a tiempos de llegada y partida en las competencias automovilísticas. Iniciando de esta manera un innovador sistema que sirve de base para mejorarlo a través de nuevas investigaciones, a las que se recomienda ampliar aplicaciones.

ABSTRACT

The design or implementation of a system of surfing with communication to the technical equipment and notifications of warning of engine behavior, for automobile competences have like objective optimize the communication pilot-copilot and technical equipment to facilitate the dialogue between surfers and to warn with beforehand about the mechanical state of competition vehicle.

It starts of the information acquisition and studio of design most appropriate for building and implementing the surfing system supported with opinions of system specialists. Of the design was obtained the materials and components for making in first phase the electronic circuit with its respective programation, whose elemental basis a microcontrolador, micro Switch and a cell phose Sony Ericsson W300

In second phase of the studio was made to the implementation of intercoms for its surfers in the helmets that allow linked between pilot-copilot, and technical equipment or central market that receive the information coming from system of programmed communication for one of its mobile phones.

In so the respective operation to obtain the effective communication system, were planned control of quality stages the same that were successfully overcoming. This research brings in competitive advantages to the users of system in regard to times of arrival and departure in motor racing, beginning in this way an innovator system that serves of basis to improve it through of new researches, to the same that are recommended to expand applications.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos la disciplina automovilística es un deporte en la cual ciertos modelos de vehículos son adaptados para circular por diferentes carreteras o circuitos, incluyendo en las nuevas tecnologías permitiendo que el vehículo pueda rodar a grandes velocidades y sus partes principales tanto como motor, sistemas de alimentación, refrigeración entre otras soporten altas presiones y temperaturas.

Existen diferentes y diversas competiciones automovilísticas y en todas ellas los indicados para que el vehículo ruede en perfectas condiciones son el piloto y copiloto, sin dejar de mencionar al equipo técnico que es el encargado de las óptimas y adecuadas condiciones para el éxito en la competición.

Entonces tomando en cuenta que el piloto y copiloto deben estar siempre comunicados en todo el tiempo de la competición, nuestro proyecto se centra en la comunicación absoluta de toda la carrera entre las dos personas que comandan el vehículo, las cuales tiene funciones distintas pero que entre ellos se complementan durante el tramo de la carrera. Además de tener una comunicación con el equipo técnico o también denominado grupo de abastos.

Cabe mencionar que este trabajo en si no es un completo sistema de navegación en cuanto a la palabra se refiera, si no a un sistema de comunicación en viaje, porque en los sistemas de navegación sus requerimientos adicionales no influyen ni son indispensables para competencias automovilísticas.

1.1 Antecedentes

La escuela de Ingeniería Automotriz ha aportado con su contingente en talento humano como vinculación con la colectividad fuera y dentro del país es por eso que de esta manera se busca que las prioridades en una carrera automovilística es el estado de los sistemas tanto de temperatura, revoluciones además de la comunicación que debe existir entre piloto, copiloto y equipo técnico.

La comunicación entre el equipo de abastos y los conductores (tripulantes) del automóvil en los últimos años ha sido muy necesaria. La industria automotriz en el ámbito de las competencias, no está inmune al avance tecnológico. Los ejemplos abundan, primero fueron los indicadores de temperatura, revoluciones etc.

Desarrollándose así un sin número de alternativas para que el vehículo marche de la mejor manera, todas estas puede ser controladas por dispositivos o módulos de control integral electrónicos o ECU.

Por ello que en el campo automotriz en el área de competencias de vehículos se ha venido trabajando con estos cambios, en automóviles que llevaban montados sistemas cerrados de comunicación. Muchos ingenieros opinan (aseguran) que la comunicación entre el equipo de abastos al terminar un prime de la carrera es la mejor manera de cuidar un vehículo y de tener todas las precauciones necesarias para el siguiente especial cronometrado.

En épocas pasadas las carreras automovilísticas no llevaban incorporados indicadores del comportamiento del motor ni sistemas de navegación, su finalidad era solamente terminar la carrera sea cual sea el estado del automotor sin necesidad de comunicación, al incorporar un sistema de comunicación entre piloto copiloto y central de abastos por medio de un dispositivo rápido y eficaz.

Desde el punto de vista del mejoramiento de un automotor es necesario hacer algo tan importante como la comunicación entre los conductores y la central de abastos, además de verificar el comportamiento del motor. Lo más efectivo es conseguir que no se pierda la intercomunicación de tal manera que se pueda tener un control eficaz del automotor para evitar daños posteriores que no permitan terminar la carrera preservar el mismo.

1.2 Justificaciones

1.2.1 *Justificación técnica.* Uno de los principales inconvenientes que se presentan en las competencias es la falta de comunicación en el momento que el vehículo tiene algún fallo o que pueda presentar una avería. Por lo que es muy necesario la adaptación de un sistema de intercomunicación centrada básicamente en indicar el estado de la temperatura del motor el cual es muy importante y necesario, ya que si

este sistema no está siendo verificado de manera continua provoca las averías y por ende los daños que ocasionan que el vehículo salga de la competición.

Los principales indicadores o alertas para que el vehículo de competición este en óptimas condiciones al momento de la carrera son, como se mencionó anteriormente temperatura del motor el cual conjuntamente con el de presión de aceite indicarían a los pilotos en qué condiciones está realizando el recorrido el vehículo, con esto la gente de abastos que son comunicados con los adecuados intercomunicadores pueda identificar el problema que se esté ocasionando en ese momento.

Con el proyecto a realizar se logrará controlar adecuadamente las condiciones con las que el vehículo salió al inicio de una carrera y también tener la adecuada comunicación, a través de la implementación del sistema de navegación el vehículo está siendo monitoreado el automotor para posteriormente observar y corregir mediante las posibles fallas que se han presentado y con esto evitar posteriores daños.

Cabe destacar que sistemas de comunicación y navegación como este no vienen incorporados en vehículos de serie, sino que son utilizados para vehículos de altas prestaciones debido a las características ya mencionadas anteriormente.

Es necesidad del ingeniero automotriz poner en uso todas las herramientas tanto manuales como computacionales, para dar solución a problemas como en este caso la no comunicación inmediata que existe entre pilotos y abastos, aportando en la mejora de las prestaciones de estos, y contribuir al desarrollo dentro de la sociedad; siempre conservando el criterio serio, tecnificado, perfeccionista y ambientalista que caracteriza en sí a un ingeniero automotriz de la ESPOCH.

1.2.2 Justificación social. Con la realización de este proyecto: “Diseño e implementación de un sistema de navegación con comunicación al equipo técnico y avisos de alerta del comportamiento del motor, para competencias automovilísticas”, se obtendrá un aporte con el contingente humano y técnico como vinculación con la colectividad (comunidad) fuera y dentro del país, basado en una amplia investigación teórica y técnico práctico.

La misión de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL CHIMBORAZO es formar profesionales competitivos con elevado nivel académico, científico y tecnológico en

Ingeniería Automotriz y por ende otorgando a la sociedad de profesionales que van a la vanguardia de la tecnología y con sólida formación académica.

Con este proyecto se logra complementar la formación profesional de los estudiantes, y llevar acabo los conocimientos adquiridos durante toda la carrera en la Escuela de Ingeniería Automotriz.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseñar e implementar un sistema de navegación con comunicación al equipo técnico y avisos de alerta del comportamiento del motor para competencias automovilísticas.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Obtener la información y características técnicas de los accesorios de comunicación, para una amplia investigación teórica y técnico práctico.

Implementar los sistemas con los adecuados componentes, para por medio de la comunicación entre piloto - copiloto - abastos, prevenir posibles averías que se pueden dar en el vehículo durante la competición.

Adaptar los sistemas de comunicación a los respectivos cascos tanto del piloto como del copiloto para su respectiva intercomunicación y así mejorar el rendimiento de conducción.

Implementar un sistema de navegación en viaje para la debida intercomunicación entre pilotos y central de abastos.

Realizar las respectivas pruebas y comparativos del sistema implementado en el vehículo y así comprobar los resultados deseados.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Competencias automovilísticas

Las carreras automovilísticas son uno de los espectáculos más populares del mundo y algunas competiciones, como podemos citar un ejemplo la Fórmula 1 que es regulada por la FIA, cuentan con una cantidad mayor a la de muchos otros deportes.

Los ingenieros especializados en estos tipos de vehículos desarrollan las últimas tecnologías en aerodinámica, suspensión, motores, neumáticos entre otros para lograr el máximo rendimiento de los vehículos.

Figura 1. Vehículo de competencia



Fuente: <http://www.elmercurio.com.ec/cuenca/cuenca/deporte-tuerca/page/52>

2.1.1 Tipos de competencias. Estas competencias que en la mayoría de sus modalidades, su función es completar un recorrido o circuito, en el caso del recorrido en el menor tiempo posible, y en un circuito la mayor cantidad de veces en un tiempo determinado.

Cada categoría tiene su reglamento que limita las modificaciones permitidas para los motores, el chasis, la suspensión, los neumáticos, el combustible y la telemetría, y sus objetivos son distintos

Existen otras disciplinas tales como:

2.1.1.1 Rally. Se desarrollan por vías públicas cerradas al tránsito rodado; los tripulantes piloto y copiloto, deben recorrer un camino preestablecido en el menor tiempo posible. Cada automóvil según la categoría se modifican más partes y en mayor medida.

2.1.1.2 Aceleración. Esta disciplina generalmente se lleva a cabo con 2 autos en una pista recta, típicamente, 1/4 de milla o 1/8 de milla (402 y 201 metros respectivamente).

2.1.1.3 Rallycross. Se realiza en circuitos de menos de 2000 metros de largo y combina asfalto con tierra.

2.1.1.4 Autocross. Sólo incluye gravilla y se realiza en circuitos de menos de 2000 metros de largo.

2.1.1.5 Turismo. Es muy popular en Europa y se lleva a cabo en un circuito cerrado de asfalto con vehículos denominados GT, vehículos de competiciones de automóviles deportivos.

2.1.1.6 Monoplazas. Son vehículos especializados para correr F1 en la cual su diseño permite la cavidad de una sola persona.

2.1.1.7 GT y sport prototipos. Únicamente para competición, y no son vinculados con autos de calle. Las subcategorías permiten chasis de fibra de carbono, tubulares o solamente derivados de los de serie

2.1.1.8 Karting. Sus vehículos son bajos con ausencia de amortiguadores y de baja competición, los circuitos son estrechos con muchas curvas.

2.1.1.9 Rally raid. Sus vehículos están preparados para correr campos desérticos soportando arena, polvo sin caminos preestablecidos recorriendo cientos de kilómetros.

2.1.1.10 Carrera de montaña. Similar al rally cambiando el terreno que son montañas de pendientes elevadas.

2.1.1.11 Drift. Su origen es el Japón y su modalidad es que los pilotos deben derrapar sus vehículos en circuitos establecidos con curvas cerradas.

2.1.1.12 Slalom. Los competidores demuestran su habilidad evadiendo obstáculos, generalmente conos. Esta disciplina simplemente es de exhibición dentro de competencias importantes. (GUILLIERI, 2005 págs. 5-8)

Como se mencionó anteriormente existe diferentes tipos de competencias automovilísticas, y sus lineamientos de competición que mencionaremos son para todos como son:

- Los competidores deben de estar al mismo nivel de la línea de salida (esto va de acuerdo a la carrera).
- Todo competidor esperara la señal de salida o el semáforo que tiene dos juegos de luces con varios niveles, de colores amarillo, rojo y verde. Cada nivel se va encendiendo de a poco, cada 0,5 segundos aproximadamente, y cuando se encienden las luces verdes comienza la carrera.
- Los vehículos no pueden participar con vehículos que contengan cilindrajes diferentes.
- Es obligatorio el uso de cinturón de seguridad y casco en toda competición que se lleve a cabo.

2.2 Parámetros a considerar durante los distintos tipos de competencias

Los parámetros que se consideran en las competencias automovilísticas son distintos de acuerdo a las condiciones de la vía donde se va a realizar la competencia automovilística, vehículos utilizados, entre otras. Uno de los principales parámetros a considerar en la competición es la seguridad del piloto y copiloto (navegante), y las distintas partes y piezas que constituyen al automotor.

Dentro de la seguridad uno de los principales accesorios para la seguridad de los dos tripulantes es el casco, en el cual nuestro sistema de comunicación va a interactuar entre sí con ayuda de los intercomunicadores donde fue integrada sus principales y necesarias piezas de funcionamiento.

2.2.1 Motor. Es un mecanismo que trasforma la energía química que se encuentra en el combustible en energía mecánica, como también en trabajo mecánico o en cualquier tipo de energía.

Figura 2. Motor Pontiac firebird coupe 2.002



Fuente: <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/Motor.asp?sw04=1>

Los motores se clasifican de acuerdo al tipo de combustión:

Combustión interna como:

- Motor 4 tiempos.
- Motor 2 tiempos.
- Motor diésel.
- Motor rotativo.

Motores de combustión externa como:

- Máquina de vapor.
- Turbina de vapor.

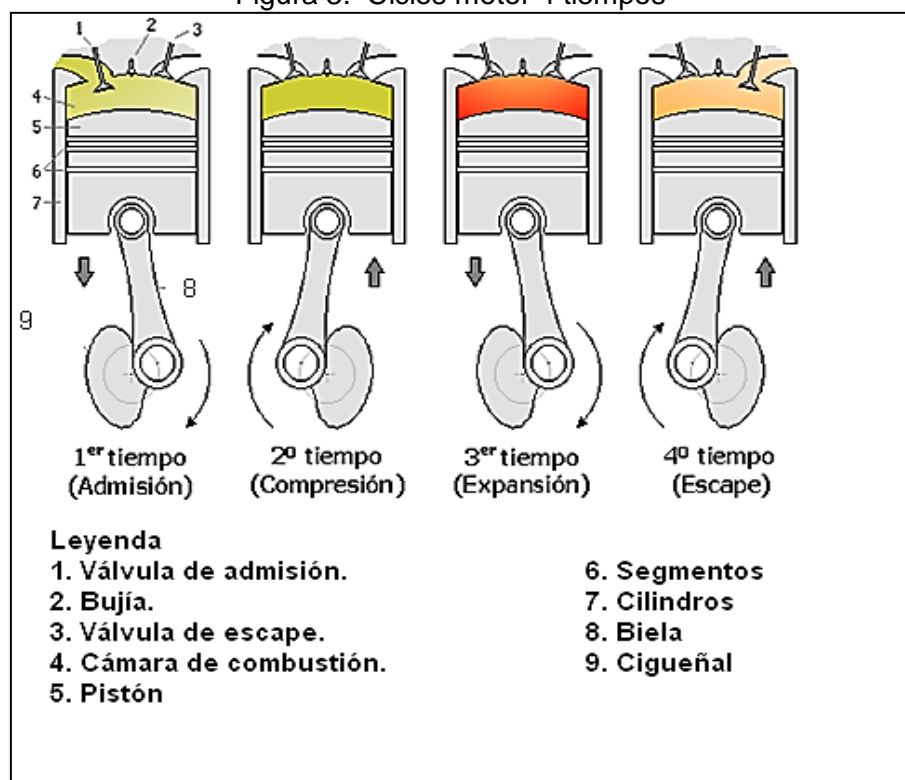
Para los vehículos de competición los motores más utilizados son los motor de 4 tiempos de combustión interna gasolina por lo tanto nos centraremos en el mismo.

2.2.1.1 Características, constitución, partes y funcionamiento. Las características que describen a un motor sea en este caso Otto son sus 4 tiempos de funcionamiento, el rendimiento η (cociente entre la potencia útil y la potencia absorbida), velocidad de giro o velocidad nominal, potencia y el par motor.

La principal particularidad que define a este motor son los 4 tiempos del motor, admisión, compresión, expansión y escape. (CULTURAL S.A., 2011 pág. 28)

- Admisión.- Es la fase cuando el pistón desciende PMS hasta el PMI en el cilindro abriéndose las válvulas de admisión para aspirar la mezcla estequiométrica (14.8 gr a 1 gr) de aire combustible respectivamente.
- Compresión.- Fase en la cual el pistón comienza su carrera del PMI al PMS cerrando completamente las válvulas de admisión y la mezcla se comprime dando el cigüeñal 360 grados y el árbol de levas 180 grados.
- Expansión.- Está es la única fase donde se obtiene el trabajo ya que la mezcla alcanza su presión máxima y salta la chispa de la bujía provocando la inflamación, la temperatura y presión de los gases incrementan haciendo que el pistón descienda, el cigüeñal gira 180 grados y el árbol de levas 90 grados.
- Escape.- El pistón asciende del PMI al PMS barriendo los gases provocados de la combustión las válvulas de escape están abiertas, para empezar nuevamente el ciclo de combustión. El cigüeñal gira 180 grados y el árbol de levas 90 grados.

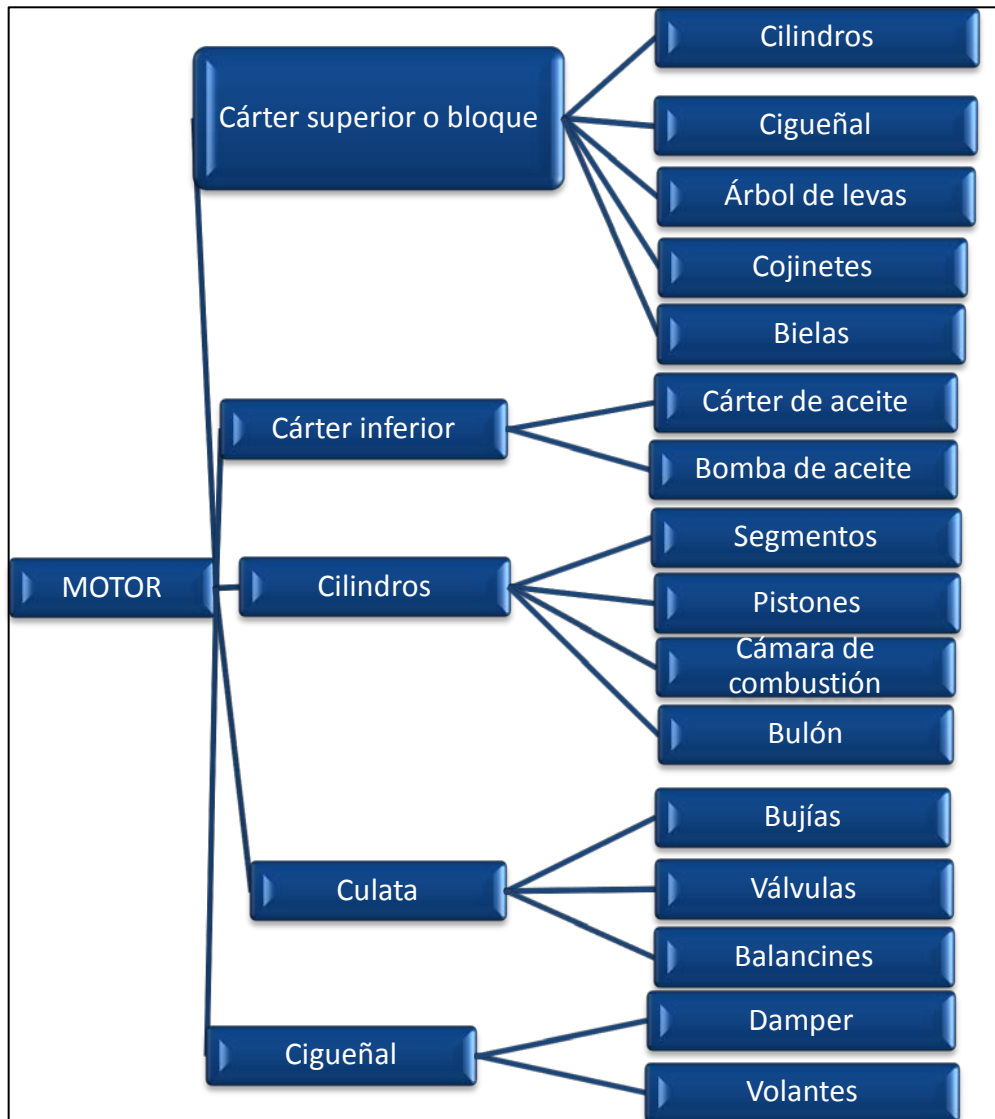
Figura 3. Ciclos motor 4 tiempos



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_cuatro_tiempos

Partes de un motor determinadas en un esquema:

Figura 4. Partes del motor



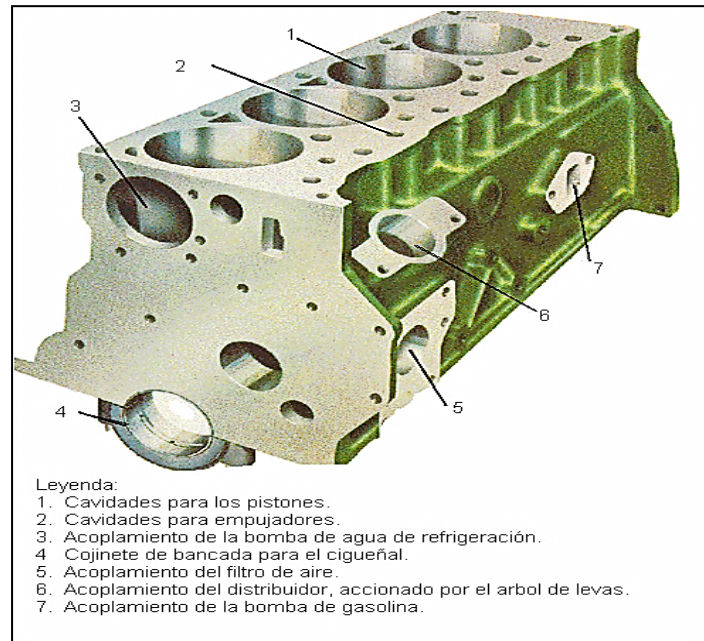
Fuente: Autores

- *Carter superior o bloque.* El bloque del motor, bloque de cilindros o monoblock es una pieza fundida en hierro o aluminio que aloja los [cilindros](#) del motor, así como los soportes de apoyo del [cigüeñal](#). El diámetro de los cilindros, junto con la carrera del pistón, determina la [cilindrada](#) del motor.

La función del bloque es alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones. En el interior del bloque existen también cavidades formadas en el molde

a través de las cuales circula el refrigerante, como otras tubulares para el aceite de lubricación cuyo filtro también está generalmente fijo a la estructura del bloque.

Figura 5. Bloque de un motor de combustión interna material aluminio

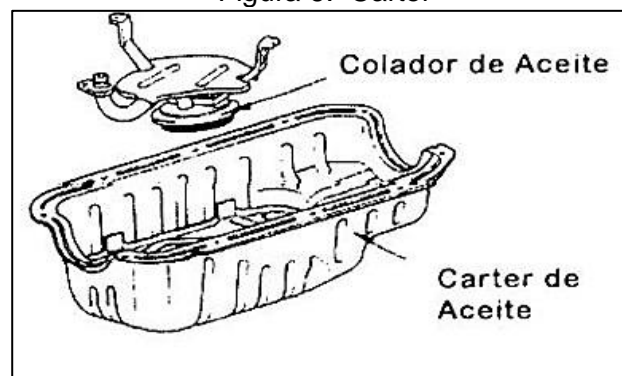


Fuente:<http://www.taringa.net/posts/autos-motos/13034281/Elementos-fundamentales-del-motor-a-explosion-part1.html>

El bloque tiene conexiones y aperturas a través de las cuales varios dispositivos adicionales son controlados a través de la rotación del cigüeñal, como puede ser la bomba de agua, bomba de combustible, bomba de aceite y distribuidor (en los vehículos que los poseen).

- **Carter.** El cárter es una de las piezas imprescindibles del motor. Es una caja metálica que contiene los mecanismos operativos del motor.

Figura 6. Carter

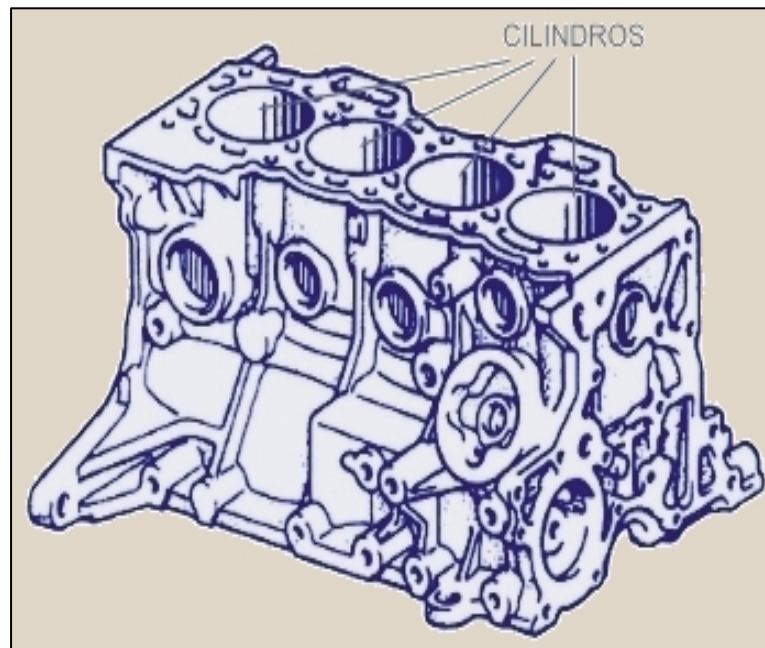


Fuente: <http://armando-navarro.blogspot.com/p/funcion-del-carter.html>

La función básica del cárter es cerrar y aislar del exterior el bloque del motor, que aloja el cigüeñal, el pistón y la biela. Pero su principal misión es albergar el aceite de lubricación del motor.

- *Cárter inferior o de aceite.* Es la parte inferior de la carcasa del cárter, fijada mediante tornillos especiales al cárter superior. Tiene una función básica: contiene el aceite para la lubricación del motor. A modo de bandeja, el cárter inferior mantiene el lubricante que, posteriormente, es aspirado por la bomba de lubricación para bombearlo de nuevo a todas las piezas del motor
- *Cilindros.* Es el lugar donde se alojan y donde se desplaza un pistón. Su nombre proviene de su forma, aproximadamente un cilindro geométrico.

Figura 7. Cilindros motor combustión interna



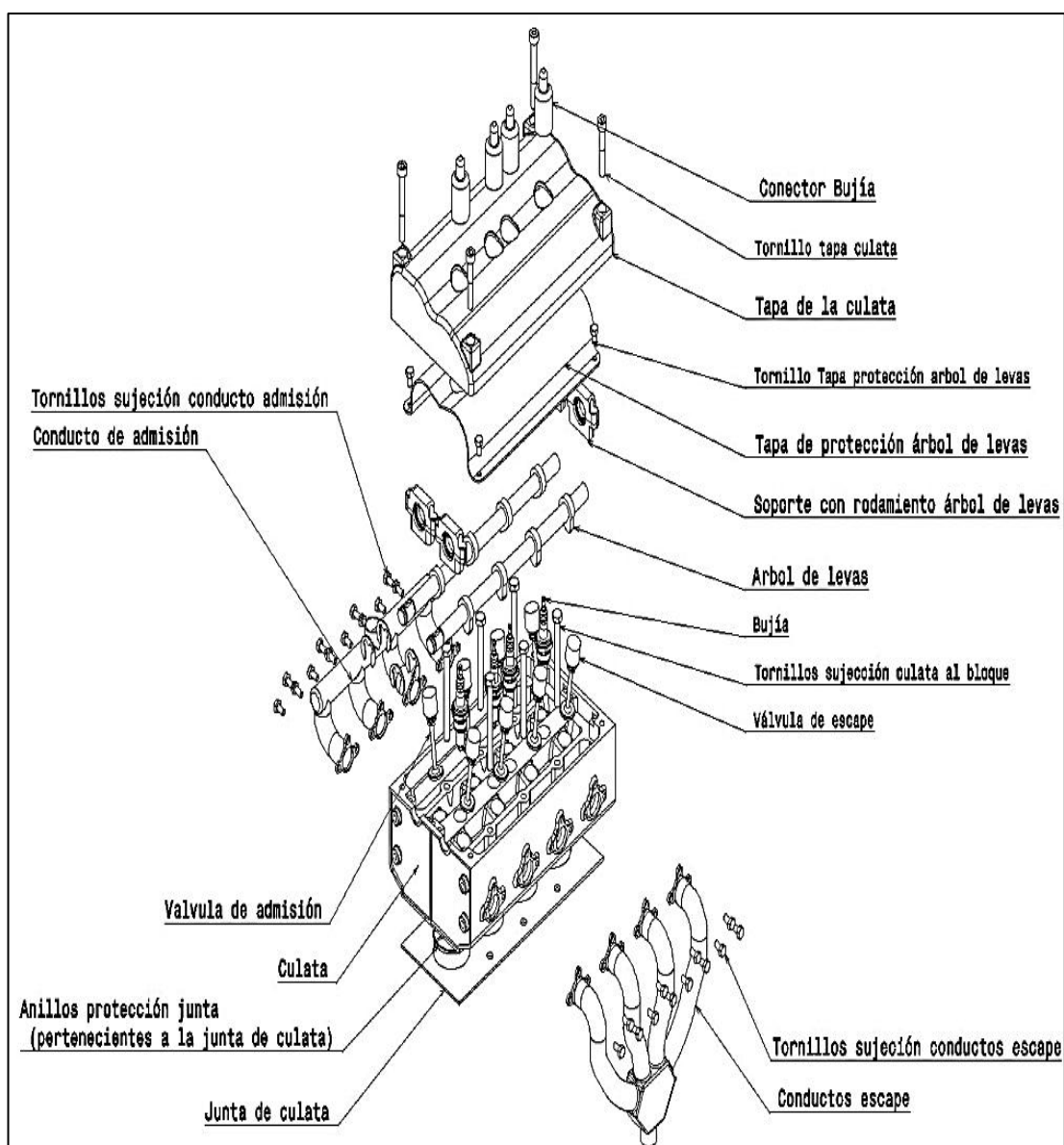
Fuente: http://www.manualdemecanica.info/Cilindros_del_Motor.html

En los [motores de combustión interna](#) tales como los utilizados en los vehículos automotores, se dispone un novedoso juego de cilindros junto con pistones, válvulas, anillos y otros mecanismos de regulación y transmisión. El cilindro es una pieza hecha con metal fuerte porque debe soportar a lo largo de su vida útil un trabajo a alta temperatura con explosiones constante de combustible, lo que lo somete a un trabajo excesivo bajo condiciones extremas.

La carrera y el diámetro del cilindro, o mejor dicho la cilindrada, tienen mucho que ver con la potencia que el motor, pues están en relación directa con la cantidad de aire que admite para mezclarse con el combustible.

- *Culata*. Más conocida como tapa de cilindros, cabeza del motor o tapa del bloque de cilindros es la parte superior de un motor que permite el cierre de las cámaras de combustión funcionando también como tapa del cilindro atravesada por el orificio roscado para la bujía y que por una de sus caras tiene las aletas de refrigeración que buscan una mayor superficie de contacto.

Figura 8. Culata

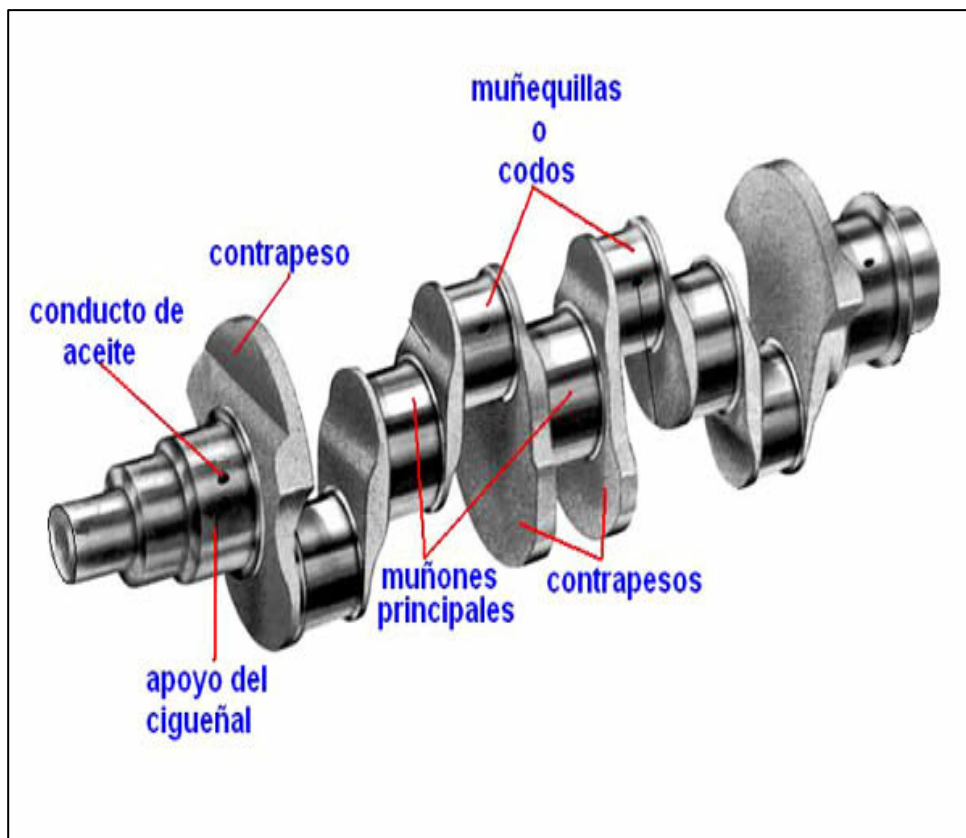


Fuente: <http://delineacionindustrial.wordpress.com/2011/11/14/diseño-de-un-motor-de-4-tiempos-y-2700-c-c-parte-i/>

Fueron ubicando en la culata las válvulas y el tren de balancines que las accionan para permitir la entrada y salida de gases a la cámara de combustión y en consecuencia también los orificios o lumbreras de conducción de dichos gases. Más recientemente se desplazaron los ejes de levas desde el bloque para configurar el componente complejo de hoy en día.

- *Cigüeñal*. Es un eje acodado, y contrapesos que aplicando el principio del mecanismo de biela - manivela, transforma el movimiento circular uniforme en rectilíneo alternativo y viceversa. En los motores el extremo de la biela opuesta al bulón del pistón (cabeza de biela) conecta con la muñequilla, la cual junto con la fuerza ejercida por el pistón sobre el otro extremo (pie de biela) genera el par motor instantáneo. El cigüeñal va sujeto en los apoyos, siendo el eje que une los apoyos el eje del motor, como también el volante y el dámper.

Figura 9. Cigüeñal



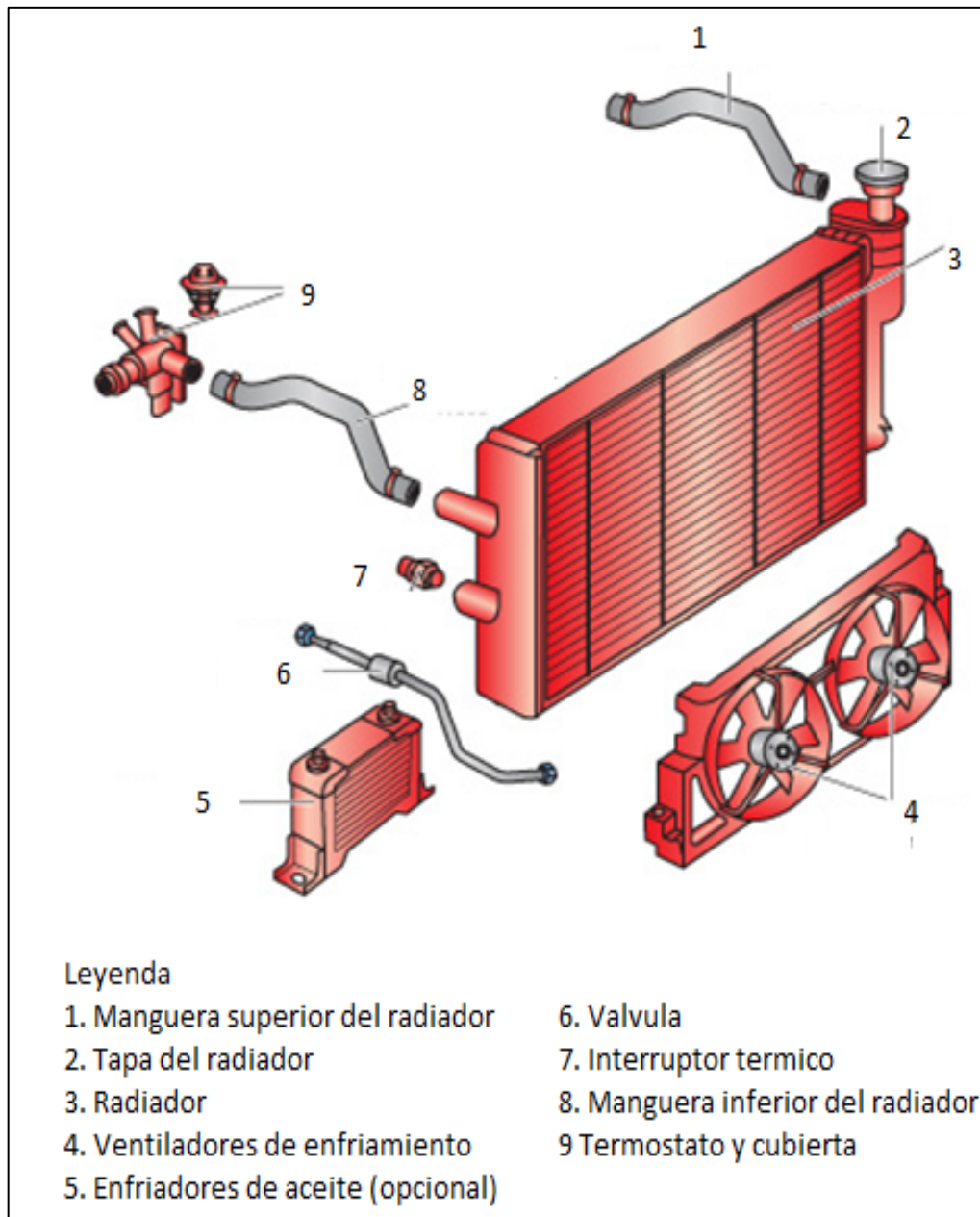
Fuente: <http://www.publimotos.com/revista/cursos-de-mecanica-de-motos/>

Frecuentemente se fabrican de aleaciones capaces de soportar los esfuerzos a los que se ven sometidos y pueden tener perforaciones y conductos para el paso de lubricante. (SALINAS VILLAR, 2007 págs. 60-80)

2.2.2 Sistemas de refrigeración

2.2.2.1 Partes y función. El sistema de refrigeración es necesario y primordial para eliminar el calor que es generado por el proceso de combustión. La principal función es mantener todos los componentes dentro del rango de temperaturas de diseño evitando su deformación y hasta posible destrucción.

Figura 10. Sistema de refrigeración



Fuente:

<http://midas.com/espanol/Educaci%C3%B3nautomotriz/Sistemadeenfriamientodelmotor/C%C3%B3mofunciona/tabid/519/Default.aspx>

- *Termostato.* Mantiene el motor en la temperatura de funcionamiento adecuada.
- *Radiador.* Sus tubos llamados “corazón” son por donde fluye el refrigerante. Los alerones de enfriamiento rodean el corazón del radiador y a medida que fluye el aire por los alerones, el refrigerante lleva el calor a los alerones y el calor se disipa.
- *Tapa del radiador.* Está diseñada para sellar el sistema a una presión específica. Es necesario tener un lugar por donde echar el refrigerante y la tapa del radiador cubre este espacio.
- *Mangas del radiador.* El refrigerante va desde el radiador hasta el motor a través de una serie de mangas fuertes y flexibles que puedan tolerar la vibración del motor y el calor intenso
- Bomba de agua. Este es el corazón del sistema de enfriamiento del motor. Bombea refrigerante a través de todo el sistema hasta llevarlo al bloque del motor.

2.2.2.2 Tipos de refrigeración. Dentro de los sistemas de refrigeración existen dos tipos:

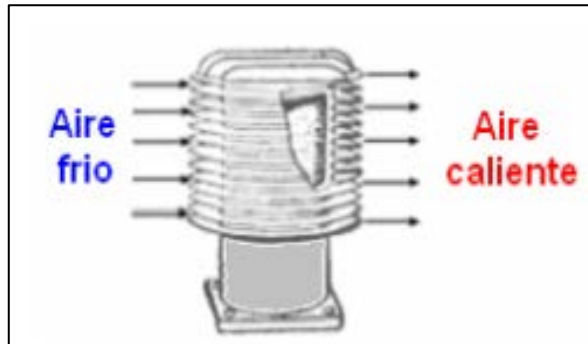
- Refrigeración por aire
- Refrigeración por líquido.
- *Refrigeración por aire.* Este sistema consiste en evacuar directamente el calor del motor a la atmósfera a través del aire que lo circunda. Para mejorar la conductividad térmica, estos motores se fabrican de aleaciones ligeras de aluminio y disponen sobre la carcasa exterior de unas aletas que permiten aumentar la superficie radiante de calor.

La longitud de estas aletas es proporcional a la temperatura que existe en el motor en las diferentes zonas del cilindro siendo, por tanto, de mayor longitud las que están más próximas a la cámara de combustión.

Existen dos tipos de refrigeración aire.

- *Refrigeración directa.* Se emplea este sistema en motocicletas donde el motor va completamente al aire libre, efectuándose la refrigeración por el aire que hace impacto sobre las aletas durante la marcha del vehículo, siendo por tanto más eficaz la refrigeración cuanto mayor sea la velocidad del vehículo en el desplazamiento.

Figura 11. Refrigeración directa

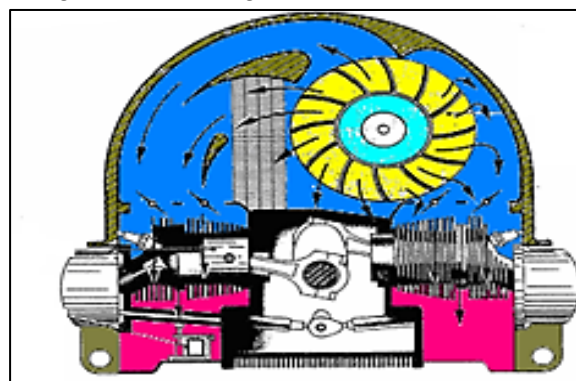


Fuente:

<http://www.comforp.net/index.php/component/rsfiles/view?path=editex/carrocera/EA/2009-231-01-A.pdf>

- *Refrigeración Forzada.* El sistema de refrigeración forzada es utilizado en vehículos donde el motor va encerrado en la carrocería y, por tanto con menor contacto con el aire en el desplazamiento del vehículo. Este sistema consiste en un potente ventilador movido por el propio motor, el cual crea una fuerte corriente de aire que canalizado hacia los cilindros para obtener una mayor eficacia en la refrigeración aun cuando el vehículo circule a velocidad lenta. Este ventilador es movido por una correa la cual es movida por la polea del cigüeñal.

Figura 12. Refrigeración forzada

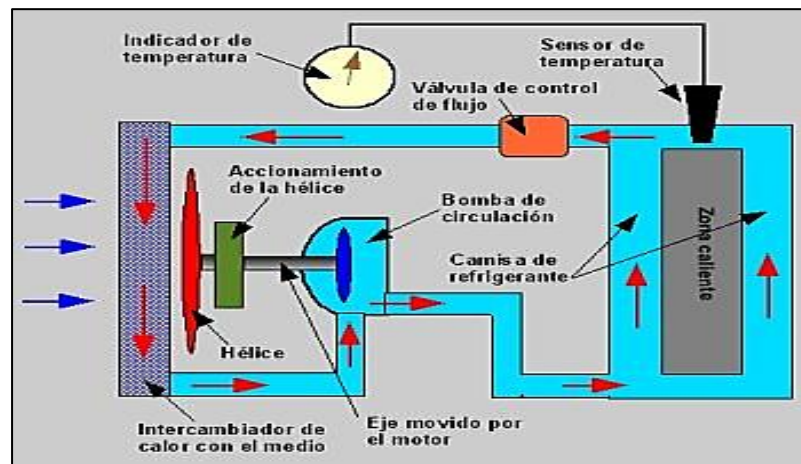


Fuente:

<http://www.comforp.net/index.php/component/rsfiles/view?path=editex/carrocera/EA/2009-231-01-A.pdf>

- *Refrigeración por líquido.* Este sistema consiste en un circuito de líquido, en contacto directo con las paredes de las camisas y cámaras de combustión, que absorbe el calor radiado y lo transporta a un depósito refrigerante donde en líquido se enfría y vuelve al circuito para cumplir nuevamente su misión refrigerante.

Figura13. Refrigeración por líquido



Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/sisrefrigeracion.html>

El circuito se establece por el interior del bloque y culata, para lo cual estas piezas se fabrican huecas, de forma que el líquido refrigerante circunde las camisas y las cámaras de combustión circulando alrededor de ellas. (SALINAS VILLAR, 2007)

2.2.2.3 Lubricantes utilizados en la refrigeración. Los aceites lubricantes para la refrigeración se toman menos en consideración que otras partes del equipo de refrigeración o el refrigerante mismo, a pesar de que son de gran importancia para su operación adecuada.

Los aceites lubricantes utilizados en refrigeración son de origen mineral, derivados del petróleo y de origen sintético, elaborados mediante reacciones químicas.

Los aceites lubricantes minerales se pueden clasificar dependiendo de su familia principal de compuestos químicos en:

- Parafínicos.
- Nafténicos.
- Aromáticos

Los de la familia de los nafténicos son los más utilizados en refrigeración debido principalmente, a que forman una menor cantidad de ceras y tienen un excelente comportamiento dieléctrico. La manera de saber que un aceite pertenece a esta familia, es por medio de un análisis que se llama PONA, (significa parafínicos, nafténicos y aromáticos).

Los de la familia de las parafínicos no se utilizan en los sistemas de refrigeración porque forman ceras que pueden obstruir al evaporador y los de la familia de los aromáticos se emplean muy poco porque son menos estables y más reactivos, lo que reduce su viscosidad. Los aceites lubricantes de estas familias se utilizan en otras áreas industriales como la automotriz. (CULTURAL S.A., 2011)

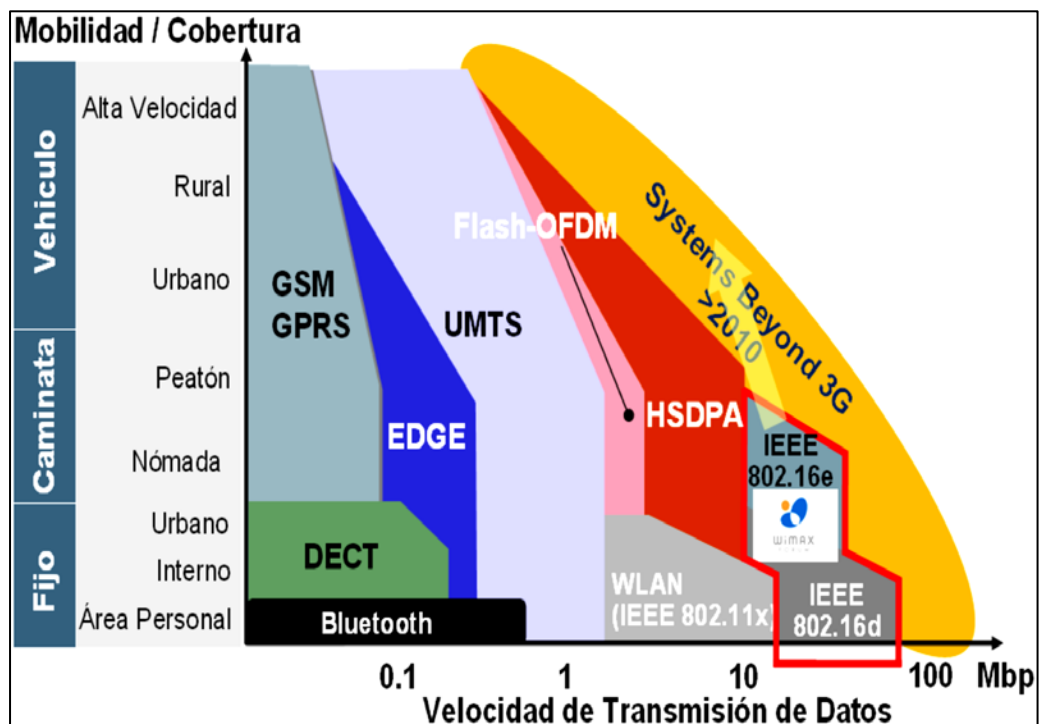
2.2.2.4 *Temperatura, presión de aceite densidad, viscosidad, punto de ebullición punto de congelación.*

- *Temperatura.* Cuando el motor está frío, la temperatura del refrigerante se encuentra entre 10°C y 20°C, dependiendo del clima, y cuando lo ponemos en marcha, es capaz de alcanzar aproximadamente unos 300°C en la cámara de combustión. La función del refrigerante es mantener una temperatura entre 85°C y 95°C, para un buen funcionamiento del motor, y lo hace de la siguiente manera.
- *Presión de aceite.* La presión del aceite es causada por la resistencia que ofrece el aceite al flujo (viscosidad) bajo la acción de bombeo de la bomba de aceite. Si tenemos amplios conductos y aceite de baja viscosidad, el flujo será rápido y la presión baja – una condición bastante deseable si se quiere minimizar el desgaste bajo circunstancias ideales, la presión de aceite debe ser estable y debe mantenerse dentro de los límites permisibles.
- *Densidad.* Deben de ser elevadas para usar líneas de líquidos pequeñas. La temperatura de condensación, a la presión máxima de trabajo debe ser la menor posible.
- *Viscosidad.* La viscosidad en un fluido depende de la presión y de la temperatura. Se puede definir como su resistencia a fluir o lo que es lo mismo, la medida del rozamiento de sus moléculas.

- Al aumentar la temperatura disminuye la viscosidad.
- Al aumentar la presión aumenta la viscosidad
- *Punto de ebullición.* Es aquella temperatura en la cual la presión de vapor del líquido iguala a la presión de vapor del medio en el que se encuentra. Coloquialmente, se dice que es la temperatura a la cual la materia cambia del estado líquido al estado gaseoso.
- *Punto de congelación.* El punto de congelación de un líquido es la temperatura a la que dicho líquido se solidifica debido a una reducción de temperatura. El proceso inverso se denomina punto de fusión.

2.2.3 Sistema de comunicación inalámbrica (bluetooth). El gran desafío de los sistemas de comunicación inalámbrica es proporcionar una elevada velocidad de transmisión y ofrecer un servicio de calidad garantizada. En los últimos años se ha observado un incremento en la demanda por servicios inalámbricos, en este sentido se han desarrollado tecnologías que, satisfagan estos requerimientos como se muestra en la Figura 14. (MONTAÑO, 2004)

Figura 14. Capacidad de transmisión y movilidad de las tecnologías inalámbricas



Fuente: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/ran/v3n4/v3n4a09.pdf>

2.2.3.1 *Tipos características, funciones del sistema de comunicación bluetooth*

Descripción de bluetooth. Las redes inalámbricas de área personal WPAN por sus siglas en inglés wireless personal área network son redes que comúnmente cubren el orden de los 10 metros como máximo, normalmente utilizados para conectar varios dispositivos portátiles personales sin la necesidad de utilizar cables. Esta comunicación de dispositivos peer-to-peer normalmente no requiere de altos índices de transmisión de datos. La tecnología inalámbrica bluetooth, por ejemplo tiene un índice nominal de 10 metros con incidentes de datos de hasta 1Mbps. El tipo de ámbito y los relativos bajos índices de datos tienen como resultado un bajo consumo de energía haciendo a la tecnología WPAN adecuada para el uso con dispositivos móviles pequeños, que funcionan con baterías, tales como teléfonos celulares asistentes personales o cámaras digitales.

A continuación se presenta una visión general de la tecnología inalámbrica bluetooth.

La cual es un estándar global abierto para enlaces de radio que ofrecen conexiones inalámbricas económicas para TRANSMISIÓN DE VOZ, y datos entre dispositivos de mano, teléfonos celulares y varios aparatos más mediante un enlace de radiofrecuencia; así como acceso a otros recursos de red. Está diseñado como replazo inalámbrico y como tecnología de red de área personal WPAN.

La especificación bluetooth define un enlace de radio de baja potencia, optimizando para conexiones seguras de corto alcance, y define pasos estándares para la conexión de varios aparatos eliminando cables y conectores entre ellos.

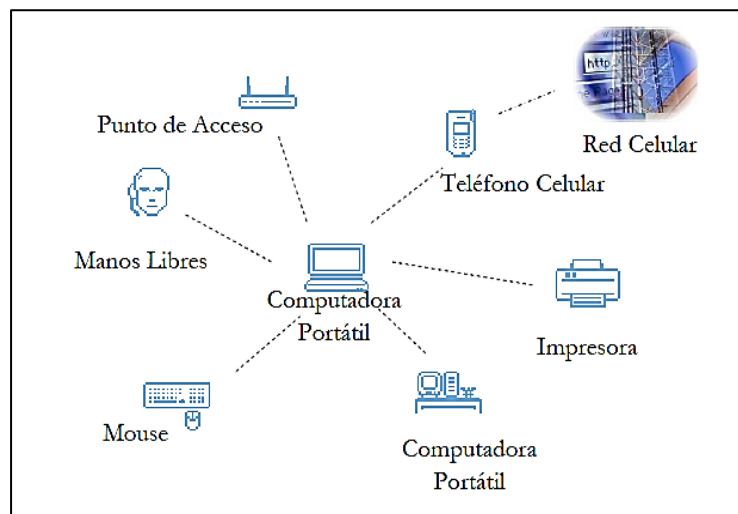
Los radios bluetooth, que puede ser incorporado en la mayoría de aparatos electrónicos ofrecen un enlace inalámbrico de comunicación universal que facilita una interoperabilidad confiable entre dispositivos móviles y fijos de diferentes fabricantes, ofreciendo así la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas facilitando la sincronización de datos entre dispositivos personales.

La tecnología bluetooth está inspirada en el Rey Danés, Harald Blatand (en inglés Harold Bluetooth), conocido por la unificación de Suecia, Dinamarca y Noruega en el siglo X, ahora en el siglo XXI, se hace alusión a la unificación de la tecnología inalámbrica bluetooth.

Esta tecnología bluetooth comprende hardware, software y requerimientos de interoperabilidad por lo que para su desarrollo ha sido necesaria la participación de los principales fabricantes de los sectores de telecomunicación y la informática, tales como: Ericsson, Nokia, Toshiba, IBM, Intel y otros.

Posteriormente se han ido incorporando otras compañías, y se prevé que otros sectores a nivel mundial lo sigan haciendo como la automatización de la industria y la comunicación.

Figura 15. Modelo de conectividad bluetooth



Fuente: <http://sargaliant.blogspot.com/2009/10/modelo-de-conectividad-bluetooth-nb-200.html>.

Precedentes. Para poder comprender el funcionamiento y las bondades del bluetooth es importante conocer el antecedente de la creación de esta herramienta de comunicación.

En 1994 la compañía telefónica Ericsson inicio un estudio para investigar la viabilidad de una interface vía radio a un bajo costo y bajo consumo, para la interconexión entre teléfonos móviles y otros accesorios con la intención de eliminar cables entre aparatos.

El estudio partía de un largo proyecto que investigaba sobre multicomunicadores conectados a una red celular, hasta que se llegó a un enlace de radio de corto alcance, llamado MC link conforme este proyecto avanzaba se fue viendo claro que este tipo de enlace podía ser utilizado ampliamente en un gran número de aplicaciones, ya que tenía como principal virtud el que se basaba en un chip de radio relativamente económico. También estaban convencidos de que si se conseguía una

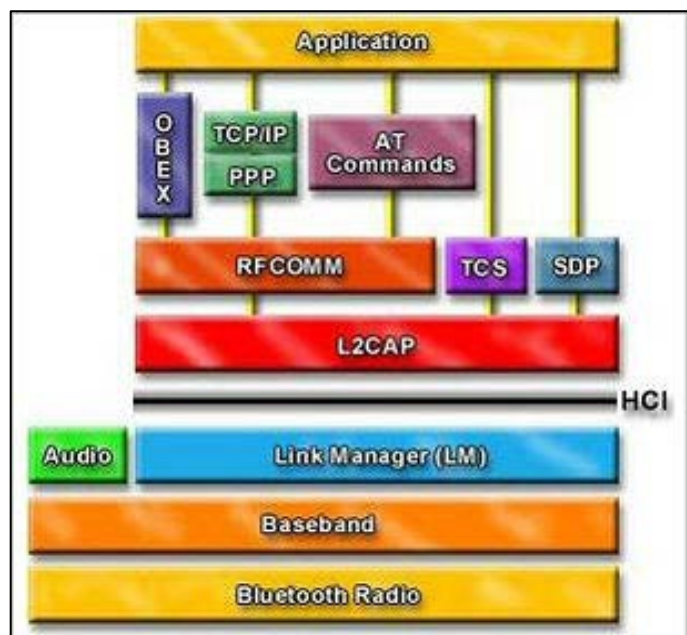
solución a bajo, ésta abriría el paso de la conectividad inalámbrica a una multitud de nuevas aplicaciones y originaría un sinnúmero de componentes dispositivos asociados.

A comienzos de 1997, según avanzaba el proyecto MC link, Ericsson fue despertando el interés de otros fabricantes de equipos portátiles. En seguida se vio claramente que para que el sistema tuviera éxito un gran número de equipos deberían estar equipados con esta tecnología. Esto se originó a principios de 1998, la creación de un grupo de interés especial, formado por 5 promotores que fueron, Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba e Intel.

El propósito principal era, establecer un estándar para la interface aérea junto con su software de control, con el fin de asegurar la interoperabilidad de los equipos entre los diferentes fabricantes. Según el Cahners In-Stat Group para finales de este año, más de 670 millones de aparatos estarán equipados con tecnología inalámbrica bluetooth, ofreciendo una base inalámbrica de conectividad e intercambio de información.

Especificaciones y Protocolo Stack para bluetooth. El protocolo stack para bluetooth se muestra en la Figura 16. Algunas de las principales capas importantes para este análisis se comentan. El protocolo stack fue definido por el grupo de interés SIG.

Figura 16. Diagrama de protocolo de bluetooth



Fuente: <http://bluehack.elhacker.net/proyectos/vulnerabilidades/bluebug/bluebug.html>

El protocolo para bluetooth es diferente a cualquier otro estándar conocido como ISO IEEE o TCP/IP. Actualmente, los esfuerzos se dirigen a unificar el estudio de bluetooth con otros estándares inalámbricos como es IEEE 802.11. Como propósito de esta tesis sólo se explicará las dos primeras capas (bluetooth radio, base band audio)

Capa de Radio de bluetooth (Radio Layer). La capa de radio define los requerimientos para el transistor bluetooth que opera en la banda de los 2.4 GHz.

La interface aérea bluetooth. El primer objetivo para los creadores bluetooth de primera generación eran los entornos de la gente de negocios que viaja frecuentemente. Por lo que se pensó es integrar el chip de radio bluetooth en equipos como: PCS portátiles, teléfonos móviles, PDAs y auriculares.

Esto originó a una serie de características tales como un sistema que opera en todo el mundo, que el emisor de radio debe consumir poca energía ya que debe integrarse en equipos alimentados por batería, y una conexión que soporta voz, datos y aplicaciones multimedia. El bluetooth está diseñado para soportar velocidades de transmisión de datos que ofrezcan suficiente ancho de banda para los modelos designados de uso. Actualmente, la tecnología bluetooth ofrece velocidades brutas de transmisión de datos de hasta 1 Mbps, sin contar los requerimientos de la línea visuales.

Banda de frecuencia libre. Para poder en todo el mundo es necesario una banda de frecuencia abierta a cualquier sistema de radio independiente del lugar del planeta donde nos encontremos. Solo la banda libre ISM de 2.4 GHz cumple con este requisito con rangos que van de los 2.400 MHz a los 2.500 MHz y sólo con algunas restricciones en países industrializados.

Salto de Frecuencia. Debido a que la banda ISM está abierta a cualquier, el sistema de radio bluetooth debería estar preparado para evitar las múltiples interferencias que se pudieran producirse. Éstas pueden ser evitadas utilizando un sistema que busque una parte no utilizada del espectro o sistema de salto de frecuencia de ensanchamiento del espectro por saltos de frecuencia FHSS para minimizar interferencias y mejorar el nivel de seguridad, esta tecnología puede ser integrada en equipos de baja potencia y bajo costo. Este sistema divide la banda de frecuencia en varios canales de salto, donde, los transceptores, durante la conexión van combinando de uno a otro canal de salto de manera pseudo-aleatoria.

Con esto se consigue que el ancho de banda instantáneo sea muy pequeño y también una propagación efectiva sobre el total de ancho de banda.

En conclusión, con el sistema de salto de frecuencia, se puede conseguir transceptores de banda estrecha con una gran inmunidad a las interferencias

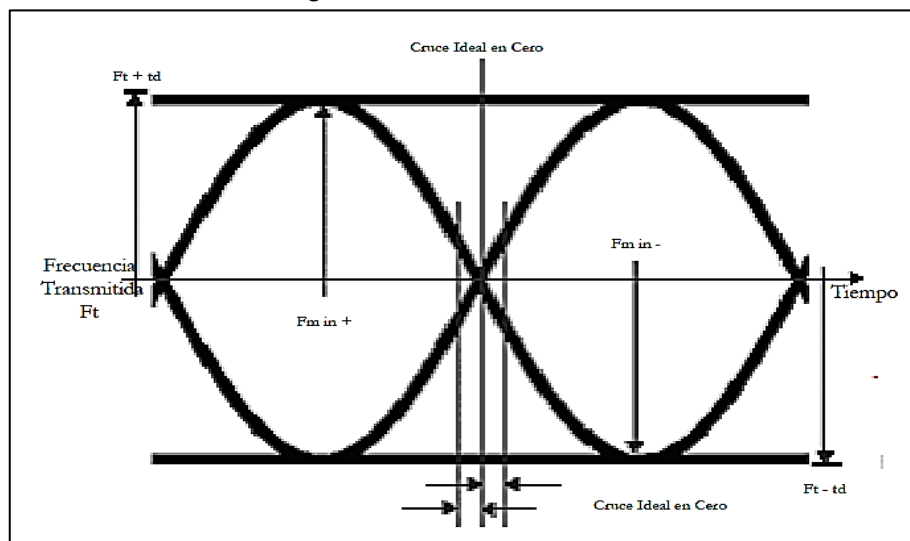
Modulación. La modulación es GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) con un BT= 0.5. El índice de modulación va de 0.28 a 0.35. Un binario se representa con una desviación positiva de frecuencia y un 0 binario se representa con una desviación negativa de frecuencia. El símbolo de tiempo promedio está por arriba de la modulación más menos 20 ppm. Para cada canal de transmisión la desviación de frecuencia mínima:

$$F_{min} = < a (F_{min} + , F_{min} -) \tag{1}$$

Que corresponde con la secuencia 1010 para que no sea menor que más menos 80% de la desviación de la frecuencia (fd) que corresponde a la secuencia 00001111

Además la desviación mínima no debe ser menor a 115KHz. El dato transmitido tiene una tarifa de 1Ms/s. el error de cruce a cero es la diferencia de tiempo entre el periodo ideal símbolo y el tiempo de cruce. Éste será menos de más menos 1/8 de un periodo del símbolo. (RODRIGUEZ, 2003)

Figura 17. Modulación

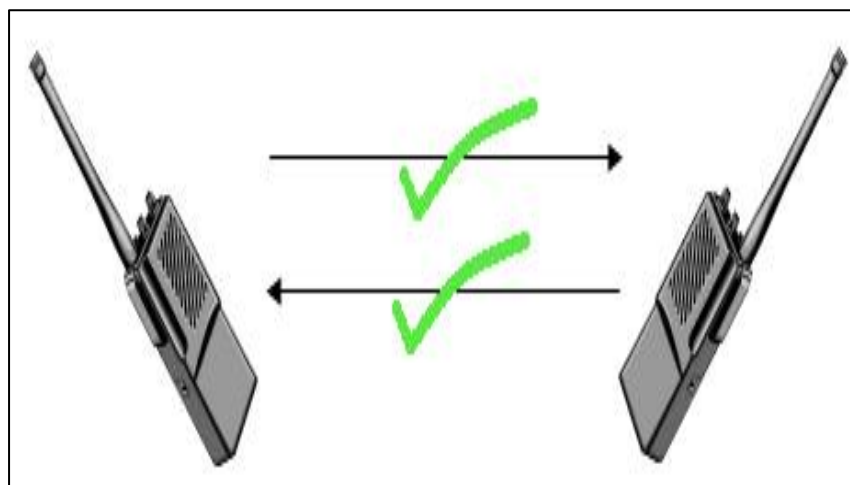


Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3nJPG>

Definición de canal. Como se ha descrito y mencionado el bluetooth utiliza un sistema de salto de frecuencia/división de tiempo dúplex FH/TDD, en el canal queda dividido en intervalos de 625 μ s denominado ranuras, donde cada salto de frecuencia es ocupado por una ranura.

Esto quiere decirnos que una frecuencia de salto de 1600 veces por segundo por 80 canales, en la que un paquete de datos ocupa una ranura para la emisión y otra para la recepción y que pueden ser usados alternativamente, dando lugar a un esquema de tipo división de tiempo dúplex (TDD).

Figura18. Comunicación duplex



Fuente: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:FullDuplex.JPG>

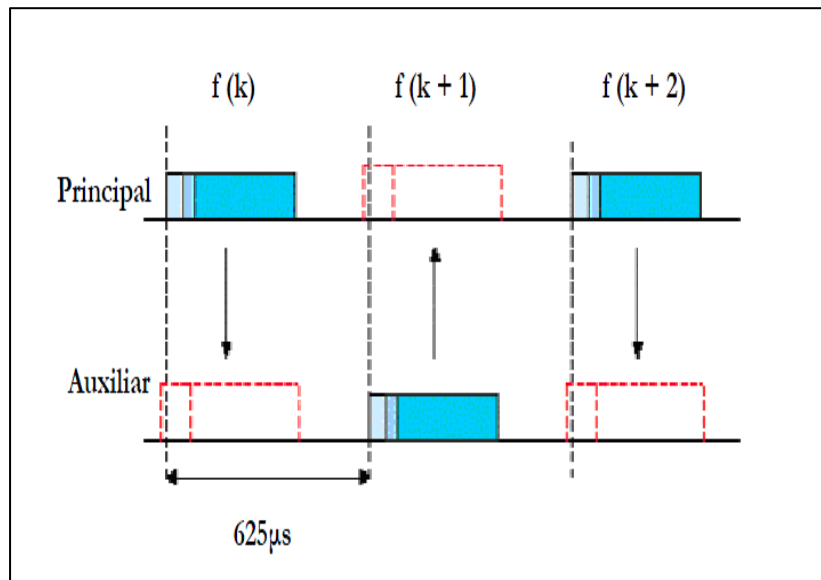
Esto significa que si un canal quedará bloqueado, las perturbaciones en las comunicaciones del bluetooth serán limitadas, también significa que varias redes bluetooth pueden funcionar al mismo tiempo sin perturbaciones mutuamente.

Dos o más unidades bluetooth pueden el mismo canal dentro de una piconet donde una unidad actúa como maestra, controlando el tráfico de datos en la piconet que se genera entre las demás unidades, donde éstas actúan como esclavas, enviando y recibiendo señales hacia el maestro. El salto de frecuencia del canal está determinado por la secuencia de la señal, es decir, el orden en que llegan los saltos y por la fase de esta secuencia. (HAARTSEN, 1998)

En bluetooth, la secuencia queda fijada por la identidad de la unidad maestra de la piconet (un código único para cada equipo), y por su frecuencia de reloj. Por lo que,

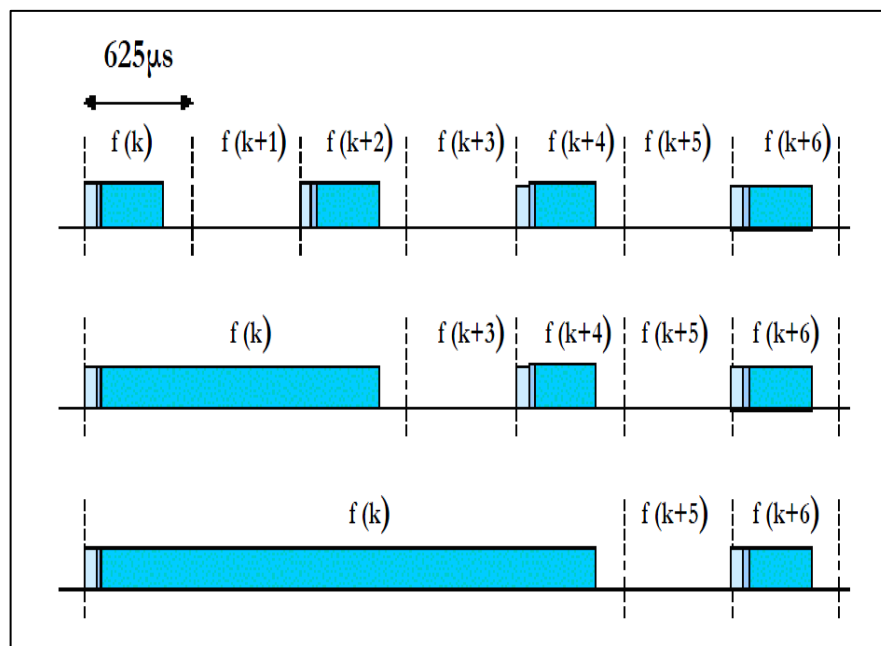
una unidad esclava o secundaria pueda sincronizarse con una unidad maestra o principal, está primera debe añadirse un ajuste a su propio reloj para así poder compartir la misma portadora de salto. En países donde la banda está abierta a 80 canales o más, espaciados a ellos a 1 MHz, se han definido 79 saltos de portadora, y en aquellos donde la banda es más estrecha se han definido 23 saltos.

Figura 19. TDD (División de tiempo dúplex) y Timing



Fuente: Autores

Figura 20. Paquetes multi ranura



Fuente: Autores

Definición de Paquete. La información que se intercambia entre dos unidades, bluetooth se realiza mediante un conjunto de ranuras que forman un paquete de datos. Cada paquete comienza con un código de acceso de 72 bits, que se deriva de la identidad maestra, seguido de un paquete de datos de cabecera de 54 bits.

Este contiene importante información de control, como tres bits de acceso de dirección, tipo de paquete, bits de control de flujo, bits para la retransmisión automática de la pregunta, y chequeo de errores de campo de cabeza. Finalmente, el paquete que contiene la información, que puede seguir al de la cabeza, tiene una longitud de 0 a 2745 bits. En cualquier caso, cada paquete que se intercambia en el canal está precedido por el código de acceso. Los receptores de la piconet comparan las señales que reciben con el código de acceso, si estas no coinciden, el paquete recibido no es considerado como válido en el canal y el resto de su contenido es ignorado.

Definición de enlace físico. En la especificación bluetooth se han definido dos tipos de enlaces que permiten soportar incluso aplicaciones multimedia:

- Enlaces de sincronización de conexión orientada (SCO)
- Enlaces asincrónico de baja conexión (ACL).

Los enlaces SCO soportan conexiones asimétricas, punto a punto, usadas normalmente en conexiones de voz, estos enlaces están definidos en el canal reservándose dos ranuras consecutivas (envió y retorno) en intervalos fijos.

Los enlaces ACL soportan conmutaciones punto a punto simétrico y asimétrico, típicamente usadas en las transmisiones de datos. Un conjunto de paquetes se han definido para cada tipo de enlace físico.

Para los enlaces SCO, existen tres tipos de slot simple, cada uno con una portadora a una velocidad de 64 kbits/s. La transmisión de voz se realiza sin ningún mecanismo de protección, pero si el intervalo de las señales en el enlace SCO disminuye, se puede seleccionar una velocidad de corrección de envió de 1/3 o 2/3.

Para los enlaces ACL, se han definido el slot-1, slot-3 slot-5. Cualquiera de los datos pueden ser enviados protegidos o sin proteger con una misma velocidad de corrección

de 2/3 la máxima velocidad de envío es de 721 Kbit/s en una dirección y 57.6 kbit/s en la otra.

Inmunidad a las interferencias. Como se mencionó anteriormente bluetooth opera de una banda de frecuencia que está sujeta a considerables interferencias, por lo que el sistema ha sido optimizado para evitar estas interferencias. En este caso la técnica de salto de frecuencia es aplicable a una alta velocidad y una corta longitud de los paquetes (1600 saltos/segundos, para ranuras simples).

Los paquetes de datos están protegidos por un esquema ARQ (repetición automática de consulta), en el cual los paquetes perdidos son automáticamente retransmitidos, aun así con este sistema, si un paquete de datos no llega a su destino, solo una pequeña parte de la información se perdería.

La voz no se transmite nunca, sin embargo, se utiliza un esquema codificado muy robusto. Este esquema, que está basado en una modulación variable de declive delta (CSVD), que sigue la forma de la onda de radio y es muy resistente a los errores de bits.

Estos errores son percibidos como ruido de fondo, que se intensifica si los errores aumentan.

Red inalámbrica Piconets. Si un equipo se encuentra dentro del radio de cobertura de otro, estos pueden establecer conexión entre ellos, en principio solo son necesarias un par de unidades con las mismas características de hardware para establecer un enlace, dos o más unidades bluetooth que comparten un mismo canal forman una piconet. Para regular el tráfico en el canal, una de las unidades participantes se convertirá en principal, pero por definición, la unidad que establece la piconet asume este papel y todos los demás serán auxiliares. Los participantes podrían intercambiar los papeles si una unidad esclava quisiera asumir el papel de maestra sin embargo solo puede haber una principal en la piconet al mismo tiempo.

Cada unidad de la piconet utiliza su identidad maestra y reloj nativo para seguir en el canal de salto. Cuando se establece la conexión, se añade un ajuste de reloj a la propia frecuencia de reloj nativa mantiene siempre constante su frecuencia, sin

embargo los justes producidos por las unidades auxiliares para sincronizar con la principal solo validos mientras dura la conexión.

Como ya se ha mencionado, las unidades principales controlan en tráfico del canal, cual por lo que estas tienen la capacidad para reservar ranuras en los enlaces SCO. Para los enlaces ACL, se utiliza un esquema de sondeo. A una principal solo se le permite enviar una ranura a una auxiliar cuando esta se ha dirigido por su MAC (medio de control de acceso) en el procedimiento de ranura principal-auxiliar por lo que , en un tráfico normal de paquetes, este es enviado a una urna de la auxiliar automáticamente.

Si la información de la auxiliar no está disponible, la principal puede utilizar un paquete de sondeo para sondear a la auxiliar explícitamente. Los paquetes de sondeo consisten únicamente en uno de acceso y otro de cabecera, Este esquema de sondeo central elimina las colisiones entre las transmisiones auxiliares.

Establecimiento de conexión. De un conjunto total de 79 (23) portadores del salto, subconjunto de 32 (16) portadores activos han sido definidas. El subconjunto, que es seleccionado pseudo-aleatoriamente, se define por una única identidad. Acerca de la secuencia de activación de las portadoras, se establece que, cada una de ellas visitará cada salto de portadora una sola vez, sin una longitud de la secuencia de 32 (16) saltos.

En cada uno de los 2.048 (1.028) saltos, las unidades que se encuentran en modo standby (espera) mueven sus saltos de portadores siguiendo la secuencia de las unidades activas. El reloj de la unidad activa siempre determina la secuencia de activación.

Durante la recepción de los intervalos, en las ultimas 18 ranuras o 11.25 ms, las unidades escuchan una simple portadora de salto de activación correlación las señales entrantes con el código de acceso derivado de su propia identidad. Si los triggersson correlativos, esto es, si la mayoría de los bits recibidos coinciden con el código de acceso, la unidad se auto activa e invoca un procedimiento de ajuste de conexión sin embargo si estas señales no coinciden, la unidad vuelve al salto de reposo hasta el siguiente evento activo.

Para establecer la piconet, la unidad maestra debe conocer la identidad del resto de unidades que están en modo standby en su radio de cobertura. El maestro o aquella unidad que indica la piconet transmiten el código de acceso continuamente en periodos de 10 ms, que son recibidas por el resto de unidades que se encuentran en standby. El tren de 10 ms de códigos de acceso de diferentes saltos de portadores, se transmiten repetidamente hasta que el receptor responde o bien excede el tiempo de respuesta.

Cuando una unidad emisora y una receptora seleccionan la misma portadora de salto, la receptora recibe el código de acceso y devuelve una conformación de recibo de la señal, es entonces cuando la unidad emisora envía un paquete de datos que contiene su identidad y frecuencia de reloj actual.

Después de que el receptor acepta este paquete su reloj para seleccionar el canal de salto correcto determinado por el emisora. De este modo se establece una piconet en la que la unidad emisora actúa como maestra y la receptora como esclava. Después de haber recibido los paquetes de datos con los códigos de acceso, la unidad maestra debe esperar un procedimiento de requerimiento por parte de las esclavas, diferentes al proceso de activación, para poder seleccionar una unidad específica con la que pueda comunicarse.

El número máximo de unidades que pueden participar activamente en una piconet simple es de 8, una principal y siete secundarias por lo que la dirección MAC del paquete de cabecera que se utiliza para dirigirse a cada unidad dentro de la piconet. Se limita a tres bits.

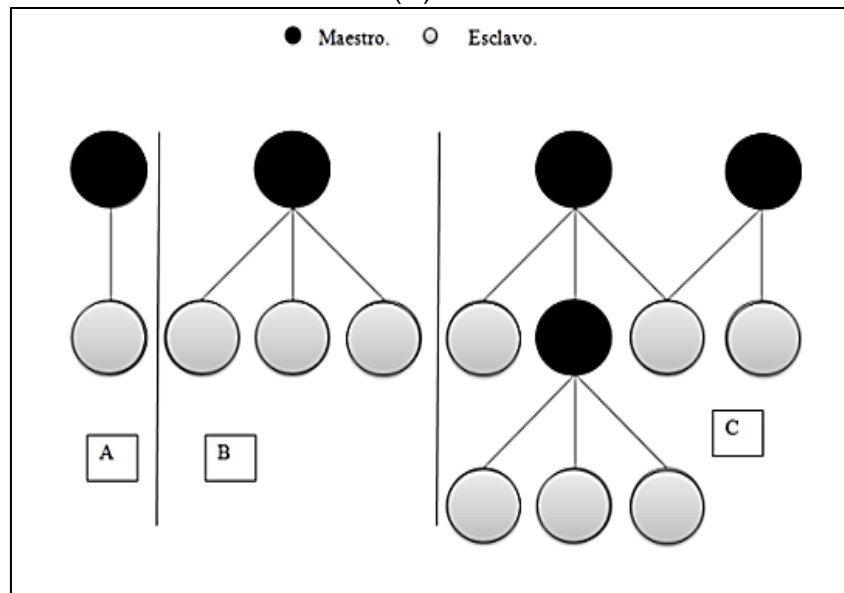
Scatternet. Los equipos que comparten un mismo canal pueden utilizar una parte de su capacidad de este, aunque los canales tienen un ancho de banda de 1 MHz, cuantos más usuarios se incorporan a la piconet, disminuye la capacidad hasta unos 10 kbits/s más o menos. Teniendo en cuenta que el ancho de banda medio disponible es de unos 80 MHz en países industrializados, este no puede ser utilizado eficazmente, cuando cada unidad ocupa una parte del mismo canal de salto de 1 MHz. Para poder solucionar este problema se adoptó una solución de la que nace el concepto de scatternet.

Las unidades que se encuentran en el mismo radio de cobertura pueden establecer potencialmente comunicaciones entre ellas. Sin embargo solo aquellas unidades que

realmente quieran intercambiar información comparten un mismo canal creando la piconet.

Este hecho permite que se creen varias piconets en áreas de cobertura superpuestas, a un grupo de piconets se le llama scatternet. El rendimiento en conjunto e individualmente de los usuarios de una scatternet es mayor que el que tiene cada usuario cuando participan en un mismo canal de 1 MHz. Además estadísticamente se obtiene ganancias por multiplexión y rechazo de canales salto. Debido a que individualmente cada piconet tiene un salto de frecuencia diferente, diferentes piconets pueden usar simultáneamente diferentes canales de salto. Hemos de tener en cuenta que cuanto más piconets se añadan a la scatternet el rendimiento del sistema disminuye poco a poco, habiendo una reducción por medio del 10%.

Figura 21. (A) Piconets con operación simple del esclavo (B) Operación de multi-esclavos (C) Scatternet



Fuente: Autores

Comunicación inter-piconet. Es un conjunto de varias piconets, estas seleccionan diferentes saltos de frecuencia y están controladas por diferentes unidades principales, por lo que si un mismo canal de salto es compartido temporalmente por piconets independientes, los paquetes de datos podrán ser distinguidos por el código de acceso que les precede, que es único en cada piconet.

La sincronización de varias piconets no está permitida en la banda ISM. Sin embargo, las unidades pueden participar en diferentes piconets en base a un sistema TDM (división de tiempo multiplexada). Esto es una unidad participa secuencialmente en

diferentes piconets, a condiciones de que esta esté solo activa en un mismo tiempo. Una unidad al incorporarse a una nueva piconet debe modificarse el offset (ajuste interno), de su reloj para minimizar la derivada entre su reloj relativo y gracias a este sistema se puede participar en varias piconets realizando cada vez los ajustes correspondientes una vez conocidos los diferentes parámetros de la piconet. Cuando una unidad abandona una piconet, la auxiliar informa a la principal actual que esta no estará disponible por un determinado periodo, que será en el que estará activa en otra piconet. Durante su ausencia, el tráfico en la piconet entra la principal y otros auxiliares continúan.

De la misma manera que una auxiliar puede cambiar de una piconet a otra, una muestra también lo puede hacer, con la diferencia de que el tráfico de la piconet se suspenda hasta la vuelta de la unidad maestra. La maestra que entra en una nueva piconet, en principio, lo hace como auxiliar, a no ser que posteriormente este solicite actuar como principal.

Seguridad. La modalidad de radio de salto de frecuencia y el campo limitado de transmisión ofrecen una seguridad inherente, existen características adicionales que aseguran la privacidad y la seguridad. La autenticación de usuarios y dispositivos, y la encriptación de 128 bits protegen contra de simulaciones o interceptaciones de datos, además existen 3 niveles de seguridad definidos por el usuario que limitan la visibilidad y la accesibilidad de cualquier aparato equipado con bluetooth a otros aparatos, brindando mayor seguridad para el sistema anfitrión y sus datos.

Para asegurar la protección de la información se ha definido un nivel básico de encriptación, que se ha iniciado en el diseño del chip de radio para proveer de seguridad en equipos que carezcan de capacidad de procesamiento, las principales medidas de seguridad son:

- Una rutina de preguntas, respuestas para autenticación
- Una corriente cifrada de datos, para encriptación
- Generación de una clave de sesión (que puede ser cambiada durante la conexión)

Las entidades son utilizadas en los algoritmos de seguridad: la dirección de la unidad bluetooth que es una entidad pública; una clave de usuario privada, como una entidad secreta; y un número aleatorio, que es diferente por cada nueva transacción.

La dirección bluetooth se puede obtener a través de un procedimiento de consulta. La clave privada se deriva durante la inicialización y no es revelada posteriormente. El número aleatorio se genera en un proceso pseudo-aleatorio en cada unidad bluetooth.

CAPÍTULO III

3. SISTEMAS Y COMPONENTES

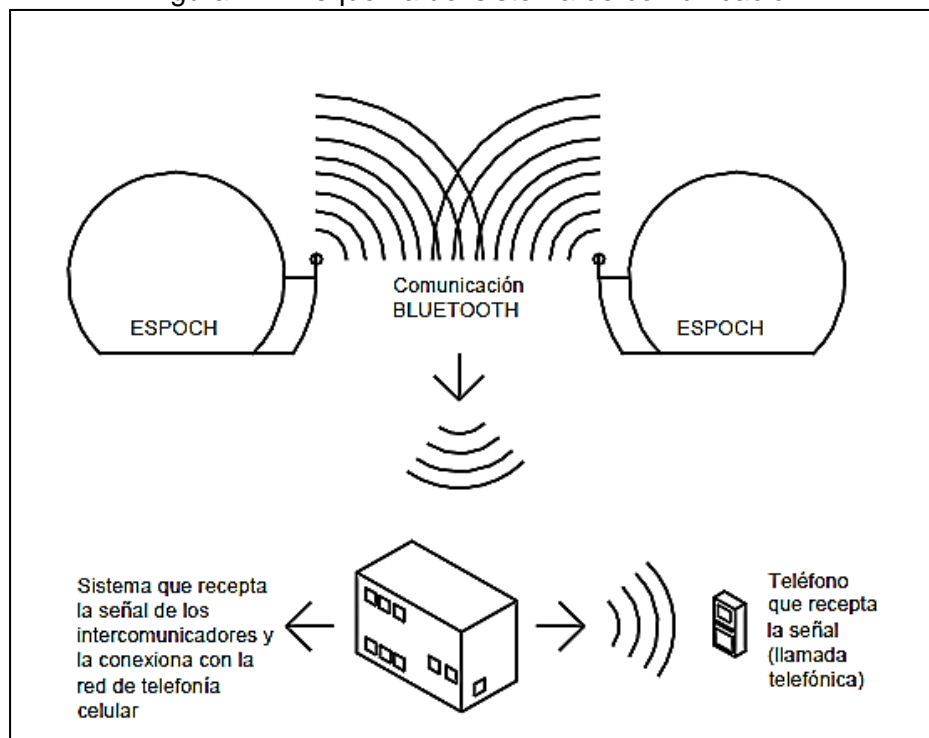
3.1 Sistema de navegación

Los sistemas de navegación, son conocidos por la utilización de dispositivos de avanzada tecnología ya sea estos, GPS (Sistema de Posicionamiento Global), sistemas satelitales y sistemas de navegación por comunicación (voz).

Para nuestra tesis y con los fines de usar un sistema de navegación, hemos optado por adaptar un sistema de comunicación por voz, utilizando el sistema bluetooth descrito anteriormente, y las ventajas que brinda una señal de telefonía móvil, para la comunicación a larga distancia.

Dentro del sistema de comunicación que implementamos usamos conocimientos básicos que son de gran ayuda el cual se representa en el siguiente esquema.

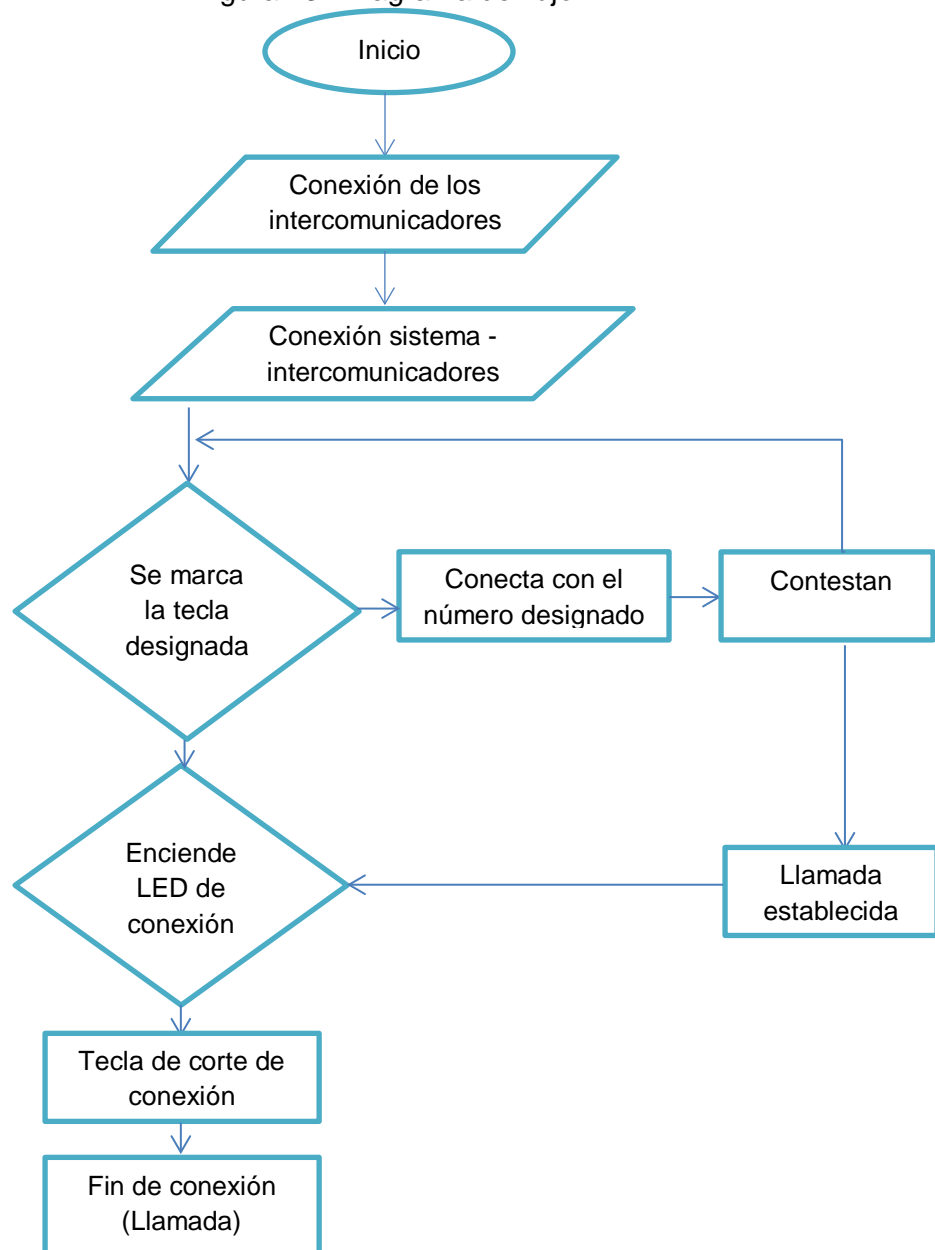
Figura 22. Esquema del sistema de comunicación



Fuente: Autores

Diagrama de flujo de funcionamiento del sistema.

Figura 23. Diagrama de flujo



Fuente: Autores

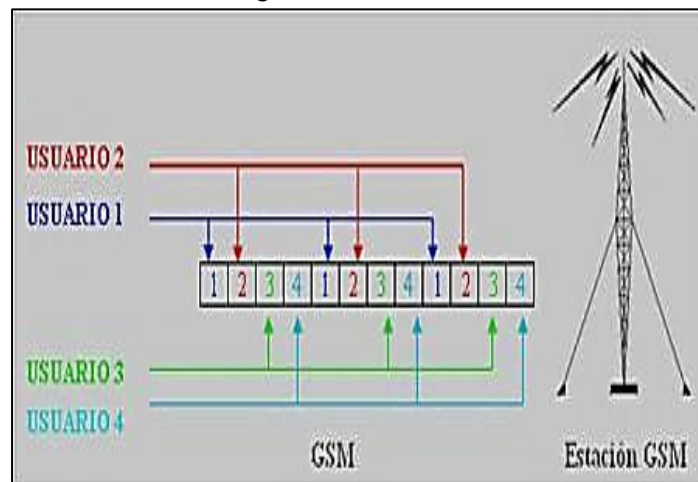
3.2 Sistema de intercomunicación

Para empezar a describir un sistema de comunicación debemos definir un intercomunicador, el cual es un dispositivo que se puede determinar como un sistema independiente de comunicación electrónica destinado a una conversación, diálogo limitado y privado.

Los intercomunicadores, por lo general son portátiles como es el caso de los utilizados en este sistema. Las comunicaciones portátiles, se da cuando tanto emisor como receptor están en movimiento. La movilidad de estos dos factores hace que la comunicación sea dificultosa.

Aparte de la comunicación bluetooth, este sistema de comunicación incluye el sistema, GSM (Global system for mobile communications), el sistema global de comunicación móviles, es un sistema de telefonía netamente digital, originalmente se definió como un estándar europeo abierto para redes de teléfonos móviles digitales que soportan voz, mensajes de texto, datos, y corresponde a la segunda generación (2G) más importante del globo terrestre. El sistema GSM utiliza una variación de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), esto quiere decir que a cada usuario se le asigna un intervalo temporal denominado slot, en el que su información, normalmente es de voz. Posteriormente en la estación se procesa para formar una única corriente de información GSM, este sistema opera a cualquiera de los 900MHz o 1800Mhz de banda de frecuencia.

Figura 24. GSM



Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:GSM_W2.JPG

3.2.1 Intercomunicadores. Estos sistemas de comunicación independiente brinda facilidades necesarias mediante la señal bluetooth para la comunicación por voz, sus características son las siguientes.

- Distancia máxima para hablar entre los dos intercomunicadores es 10 m.
- Comunicación sin distorsión ni ruido hasta los 120km/h.
- Batería de litio larga duración hasta 7 horas en conexión continua.

- Características avanzadas EDR.
- Supresión de ruido mediante la cancelación DPS.
- Manejable y fácil utilización.

Todas sus demás características se adjuntan en el (Anexo A).

3.3 Componentes

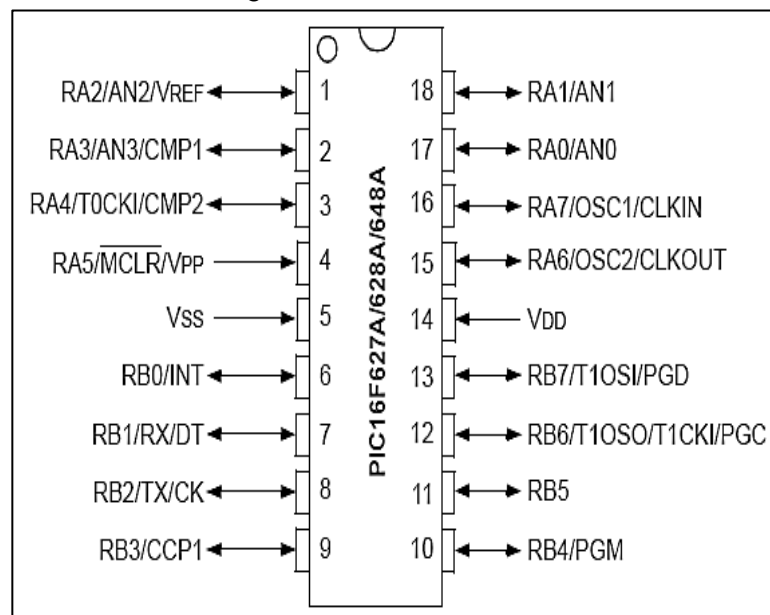
Los diferentes componentes que se utilizó para construir este sistema de navegación por comunicación se los detalla a continuación.

3.3.1 PIC 16F628A. Se ha seleccionado este elemento ya que proporciona todas las características necesarias para la elaboración del proyecto tales como:

- Capacidad de interrupción
- Opción de oscilador interno y externo
- Su corriente de funcionamiento 2.0 V, 12 μ A, 32 KHz.
- 40 años de retención de datos.
- Baja tensión de programación a través de sus pines.
- Amplio rango de funcionamiento en tensión de (2.0 – 5.5 V)

Las características más relevantes se incluyen en el (Anexo B).

Figura 25. PIC 16F628A

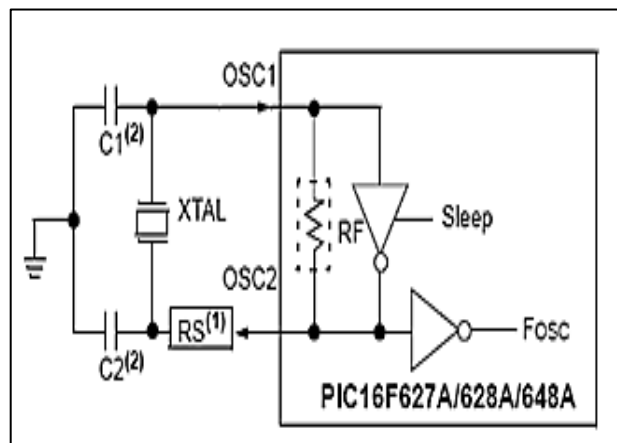


- Tipos de osciladores del PIC 16F628A.

Este micro controlador puede ser operado en ocho diferentes modos de oscilador. RC oscilador con resistencia y condensador (2 modos)

- XT, cristal de cuarzo.
- HS, cristal de alta velocidad.
- LP, Cristal de baja frecuencia y bajo consumo de potencia.

Figura 26. Oscilador PIC 16F628A



Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044G.pdf>

Diagrama de pines.

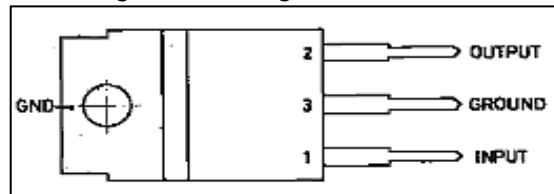
Tabla1. Pines PIC 16F628A

Puerto	PIN	BIT
RA0	17	Bit 0 puerto A
RA1	18	Bit 1 puerto A
RA2	1	Bit 2 puerto A
RA3	2	Bit 3 puerto A
RA4	3	Bit 4 puerto A
RA5/RESET	4	Bit 5 puerto A
RA6	15	Bit 6 puerto A
RA7	16	Bit 7 puerto A
RB0	6	Bit 0 puerto B
RB1	7	Bit 1 puerto B
RB2	8	Bit 2 puerto B
RB3	9	Bit 3 puerto B
RB4	10	Bit 4 puerto B
RB5	11	Bit 5 puerto B
RB6	12	Bit 6 puerto B
RB7	13	Bit 7 puerto B

Fuente: Autores

3.3.2 Regulador de voltaje positivo LM7805. El regulador emplea una limitación de corriente interna, apagado termal y un área segura de protección haciéndolo esencialmente indestructible, su voltaje de salida es de 5 V los cuales son los necesarios para el correcto funcionamiento del circuito.

Figura 27. Regulador LM7805



Fuente: <http://practica16c14.blogspot.com/2011/03/regulador-7805.html>

Tabla 2. Tensión, voltaje LM 7805

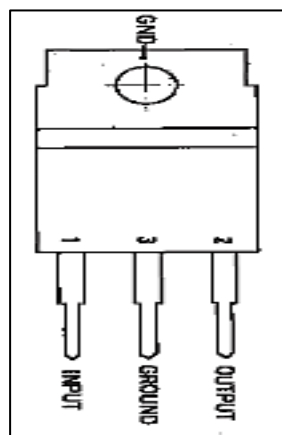
Designación	Tensión de salida (v)	Rango de entrada (v)
LM7805	5	7 – 25

Fuente: Autores

3.3.3 Regulador de voltaje positivo LM7812. Este regulador al igual que el LM7805 emplea una limitación de corriente interna, apagado termal y un área segura de protección haciéndolo esencialmente indestructible, su voltaje de salida es de 12V los cuales son los necesarios para el correcto funcionamiento del circuito.

Sus demás características se encuentran el (Anexo C).

Figura 28. Regulador LM7812



Fuente: <http://practica16c14.blogspot.com/2011/03/regulador-7812.html>

Tabla 3. Tensión voltaje LM 7812

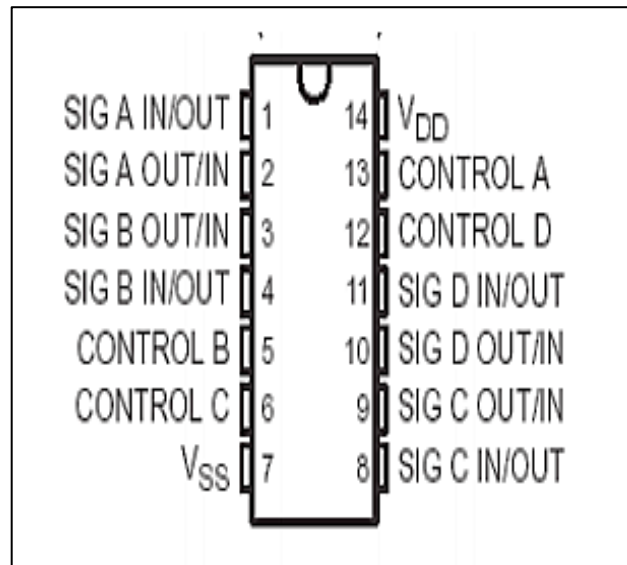
Designación	Tensión de salida (v)	Rango de entrada (v)
LM7812	12	14.5 – 30

Fuente: Autores

3.3.4 Micro switch 4066. Este dispositivo, es un relé electrónico de tecnología CMOS en el que están encapsulados cuatro interruptores que pueden ser controlados independientemente.

Para su funcionamiento solo se requiere polarizarlos con VDD (+) y VSS (-). Las demás características pueden ser consultadas en el (Anexo D).

Figura 29. Switch electrónico CD4066



Fuente: Autores

Hay que considerar que este micro switch tiene tecnología CMOS, ésta se basa en código binario de "1" y "0".

- 1 lógico: Este voltaje comprende entre 1,5 V y 15 V, representado por Vdd o PWR.
- 0 lógico: Tiene un voltaje de 0 V, representado por Vss o GND

Por convenio, la intensidad circula de Vdd a Vss en sentido contrario al flujo.

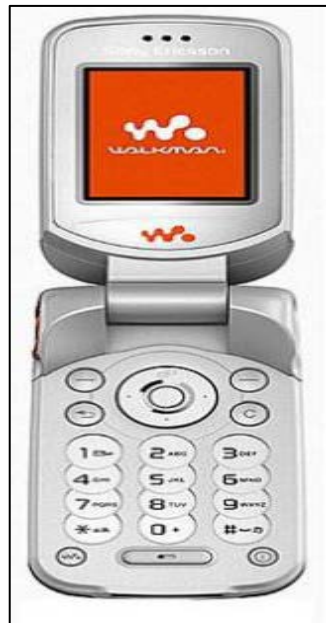
La fuerza de la señal (0 y 1) en un punto se definen como la capacidad de ese punto de conducir intensidad por lo tanto (más fuerza = más capacidad)

- Vdd es una fuente de "1" fuertes
- Vss es una fuente de "0" fuertes

Las salidas son más fuertes que las entradas en el micro switch.

3.3.5 *Teléfono Sony Ericsson W300.* La elección de este teléfono celular es porque nos brinda la facilidad de añadir nuestro sistema conjuntamente con su tecnología bluetooth.

Figura 30. Teléfono Sony Ericsson W300



Fuente: Autores

Características de su bluetooth incorporado Bluetooth v1.2.

- Conexión más rápida y detección de otros dispositivos bluetooth.
- Salto de frecuencia adaptable de espectro ampliado (AFH), que mejora la resistencia a las interferencias de radio frecuencia, evitando el uso de las frecuencias de lleno en la secuencia de saltos.
- Host Controller Interface (HCI) el apoyo a tres hilos UART.
- Ratificado como estándar IEEE 802.15.1.
- Introdujo el control de flujo y los modos de retransmisión de L2CAP.
- Mayor velocidad de transmisión en la práctica, de hasta 721 kbit/s, que en v1.1 la versión anterior de bluetooth.
- Conexiones sincrónicas extendidas (ESCO), que mejoran la calidad de la voz de los enlaces de audio al permitir la retransmisión de paquetes corruptos, y, opcionalmente, puede aumentar la latencia de audio para proporcionar un mejor soporte para la transferencia de datos simultánea.

CAPÍTULO IV

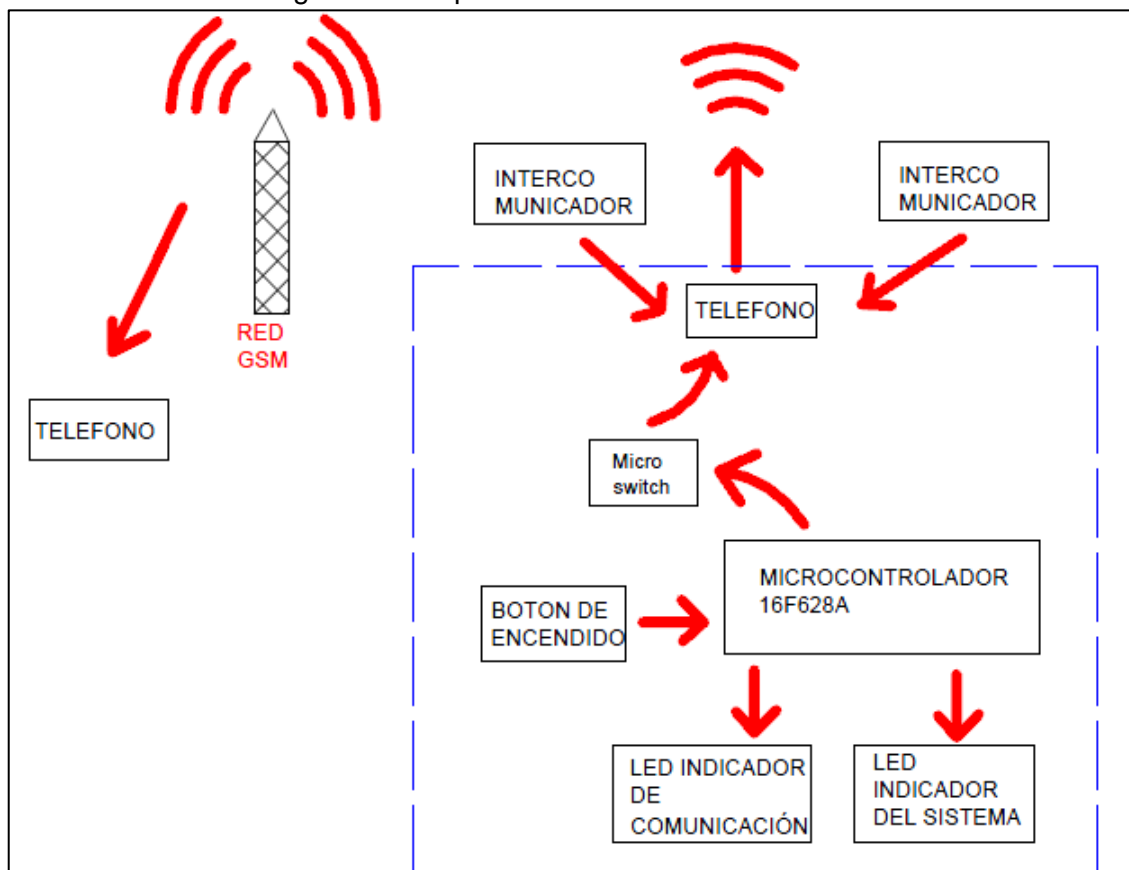
4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS

4.1 Diseño del sistema

En este capítulo se detalla cada uno de los procedimientos seguidos para el diseño y construcción del sistema comunicación ya que está controlado mediante la red GSM, BLUETOOTH, microcontrolador y micro switch , el sistema interpreta las señales de corriente, voltaje y las ejecuta.

La figura muestra las etapas que conforman el hardware del equipo.

Figura 31. Esquema del hardware del sistema



Fuente: Autores.

Para explicar de forma gráfica el funcionamiento del hardware, se hará uso de las funciones que el sistema realizará.

- Encendido del sistema
- Conexión entre intercomunicadores.
- Comunicación intercomunicadores teléfono celular.

4.1.1 *Diseño del sistema de aviso de alerta en vivo.* Para realizar este sistema se necesita que el vehículo tenga instalada una computadora programable MEGASQUIRT.

Durante la competencia automovilística el vehículo puede sufrir posibles averías, principalmente en el motor, el cual produce el movimiento, es ahí donde se instalará los avisos tomando las señales de los sensores de sus respectivos indicadores que pueden ser vistos desde el panel de control.

Los principales sensores a los cuales la computadora programable megasquirt toma sus señales y envía al microcontrolador son:

- Sensor de posición del cigüeñal (CKP).
- Sensor de oxígeno (LAMBDA O).
- Sensor de temperatura de refrigerante (ECT)
- Sensor de temperatura del aire (IAT)
- Sensor de posición de la mariposa (TPS).

La función principal de este indicador es que mediante las corrientes a las que trabajan estos sensores se pueda detectar una posible falla en el motor.

De qué forma se lo hará, todo sensor que actúa en el motor recibe corriente de 5 voltios y esta información va a la computadora programable del vehículo. Nosotros tomaremos esa señal enviada mediante cables de alimentación a un microcontrolador éste descifrándola por medio del puerto asignado a cada sensor e indicará en el LED el tipo de sensor que nos está emitiendo un error en las variables de voltaje.

Una vez descifrado el tipo de sensor este mismo microcontrolador emitirá un sonido.

Este sonido emitido por una bocina ubicada en el sistema debe ser transferido a señal bluetooth.

E aquí el inconveniente con el avance de este circuito el sistema de intercomunicación con sus respectivos intercomunicadores tiene la configuración para que solo sea detectada la señal emitida por el teléfono móvil o la configuración maestro esclavo.

Para que está señal emitida por la bocina sea configurada en forma de señal bluetooth es mediante la utilización de otra configuración maestro esclavo es decir otro sistema de intercomunicación.

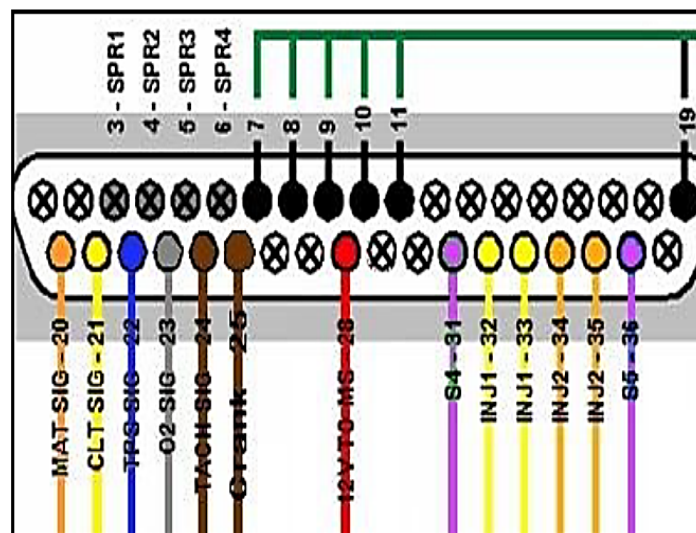
Se menciona que este sistema no se llevó a cabo por dos motivos fundamentales.

- Costos.- El dinero que se necesita para la compra de estos elementos electrónicos sobrepasaría nuestro presupuesto presentado en nuestro anteproyecto.
- La inclusión de interferencia entre los intercomunicadores.

4.1.1.1 Unidad de control electrónica. El vehículo de competición debe tener instalada una unidad electrónica programable para que permita la interpretación de las señales de entrada provenientes de los sensores, para determinar el estado del motor. La ECU tiene estrategias de reprogramación para cada condición de los sensores, con el fin de obtener el máximo rendimiento del motor.

El PIN DATA de la ECU Megasquirt se muestra en la siguiente figura y nos ayudará a reconocer de forma más rápida los conectores de cada sensor que va ser utilizado.

Figura 32. Pin data del ecu megasquirt



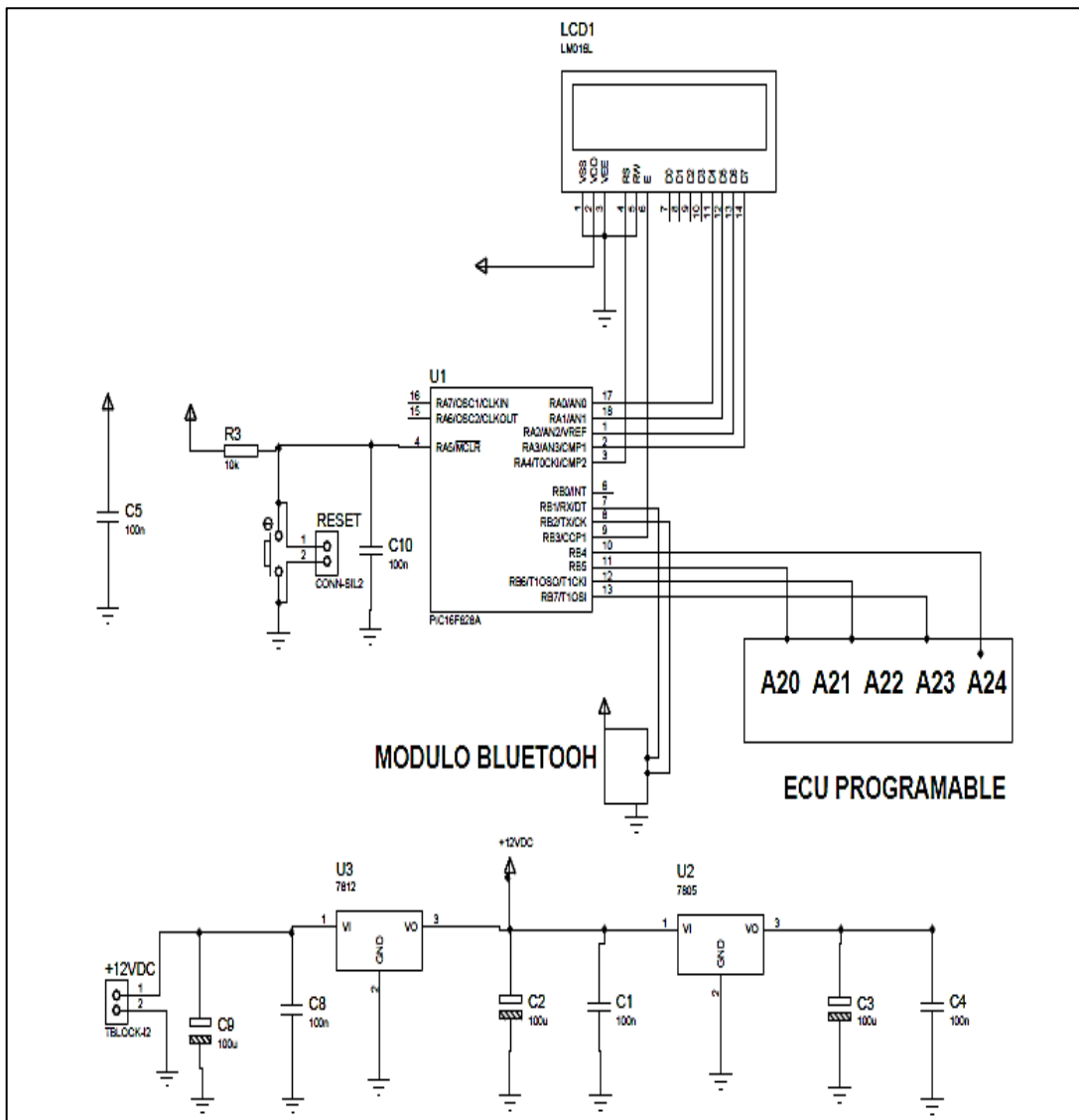
Fuente: www.megasquirt.com

Los pines identificados que tiene la señal de los sensores que vamos a utilizar se detallan a continuación.

- A24 Señal del sensor de posición del cigüeñal.
- A23 señal del sensor de oxígeno.
- A21 señal del sensor de temperatura del refrigerante.
- A20 señal del sensor de temperatura del aire.
- A22 señal del sensor de posición de la mariposa.

4.1.1.2 Esquema del sistema indicador. El presente sistema tiene una configuración para tomar las señales una computadora programable megasquirt.

Figura 33. Sistema indicador

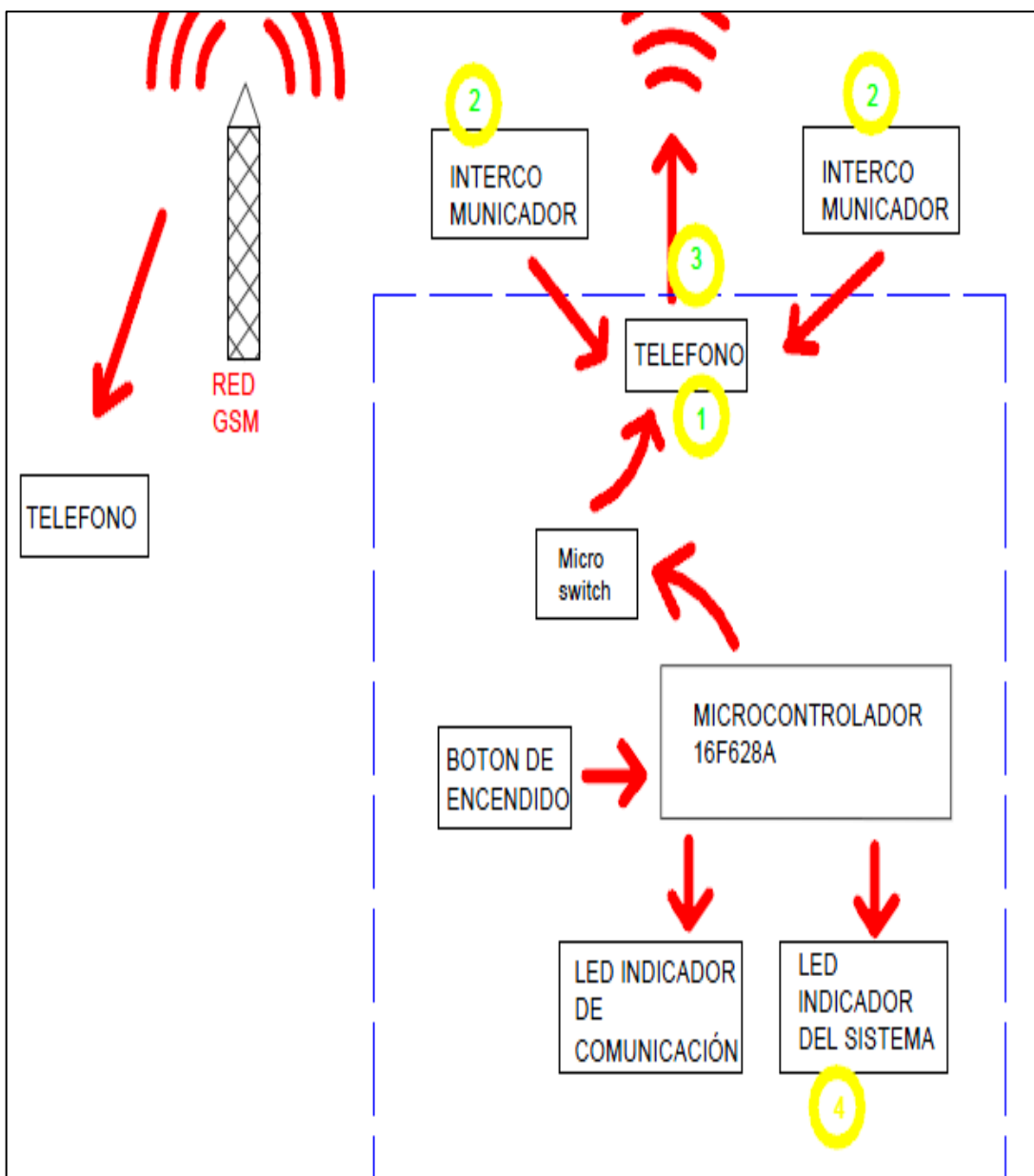


Fuente: Autores

4.2 *Secuencia del sistema para encendido.* Para que el sistema se encienda y opere correctamente, el funcionamiento es el siguiente.

Primero se energiza el sistema, y se enciende el teléfono celular con el número ya asignado al que se va a realizar la llamada desde este móvil (1.0) conjuntamente los intercomunicadores prendidos se enlazan entre sí (2.0) el teléfono mediante el bluetooth integrado reconoce la señal que envían los intercomunicadores (3.0) se enciende un LED de activación y encendido del sistema (4.0)

Figura 34. Secuencia del hardware para encendido del sistema

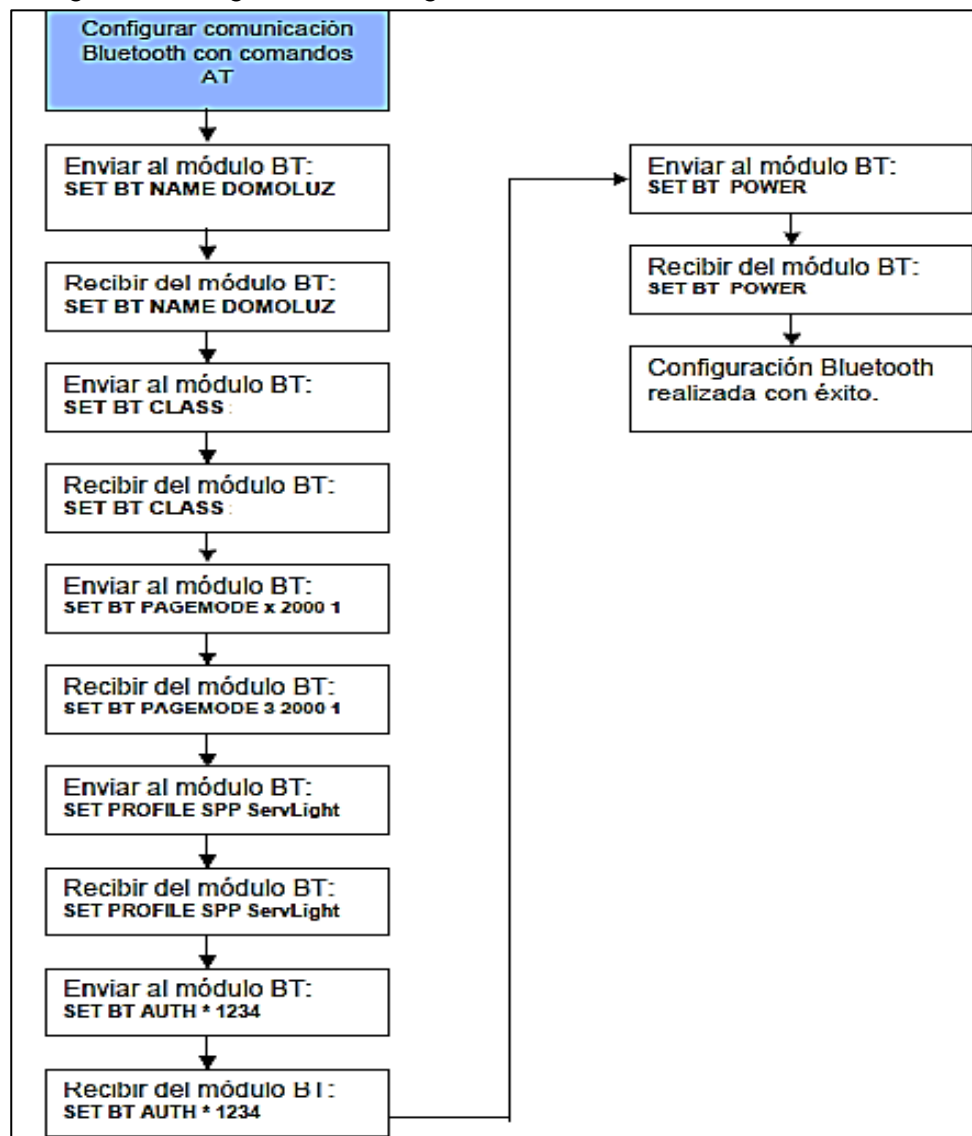


Fuente: Autores

4.2.1 *Secuencia de conexión entre intercomunicadores.* Para la activación de los intercomunicadores simplemente tenemos que verificar que se encuentren cargados ya que contiene su propia batería (ver anexos A), encenderlos y buscar el canal por el cual están entrelazados.

La forma en la que los intercomunicadores se entrelazan y configuran, se describe por medio de comandos AT.

Figura 35. Diagrama de configuración bluetooth intercomunicadores

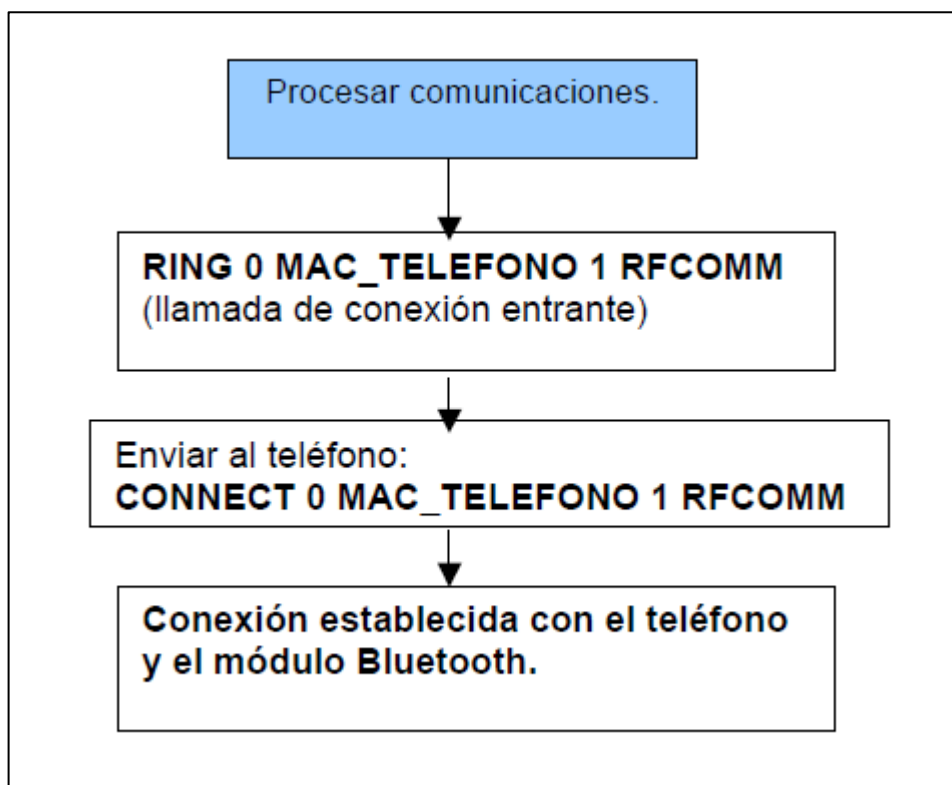


Fuente: Autores

4.2.2 *Secuencia de comunicación intercomunicadores teléfono móvil.* En el siguiente diagrama se muestra el proceso en el cual un teléfono móvil u otro dispositivo bluetooth solicita la conexión con el servicio 1101 (UUID_SERVICIO) del módulo Bluetooth.

- El proceso es gestión de aceptar la comunicación se realiza por el propio módulo Bluetooth, sólo es necesario leer por el puerto serie continuamente. Por ello, es importante configurar de modo correcto todos los registros del módulo para que el proceso sea automatizado.
- Por tanto, el siguiente paso es quedarse escuchando en el puerto serie abierto con el módulo Bluetooth y una vez que un dispositivo se conecte al módulo, el propio chip BT, internamente responderá con la cadena
- “RING [link id] 00:07:80:00:00:00 [channel] RFCOMM”
- Link_id: Será el identificador del enlace para la conexión.
- Channel: Será el canal abierto para la conexión RFCOMM.
- Cuando dos dispositivos se desconectan el mensaje dado por el chip BT es “NO CARRIER”.

Figura 36. Diagrama de comunicación intercomunicadores teléfono móvil



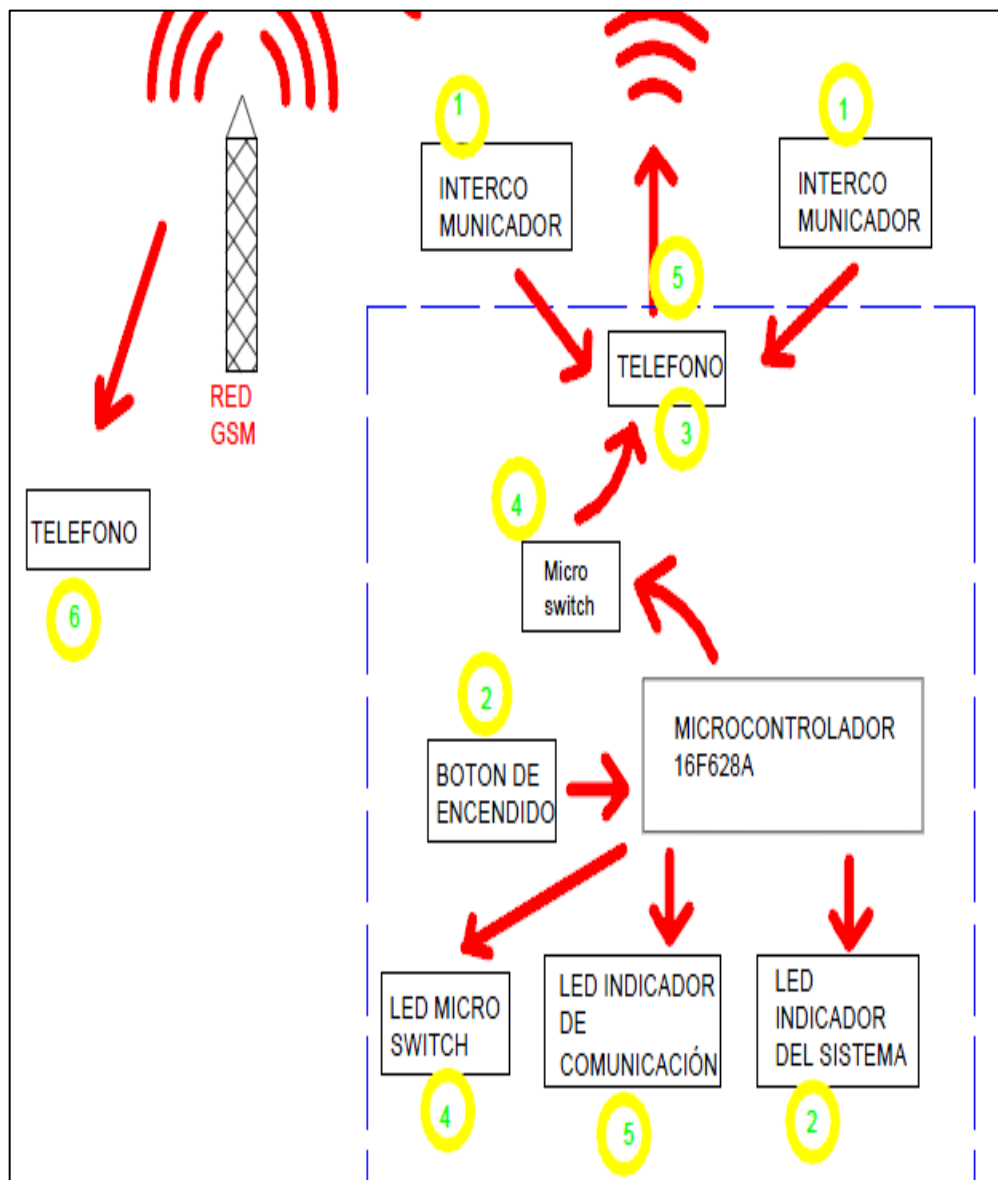
Fuente. Autores

4.2.3 *Secuencia de funcionamiento del sistema en general.* El principal funcionamiento del sistema se describe en los siguientes ítems.

- (1) Se entrelazan los intercomunicadores

- (2) Enciende el circuito que contiene el micro controlador conjuntamente con el LED indicador
- (3) El teléfono móvil se enciende y recibe la señal bluetooth de los intercomunicadores envían.
- (4) Se procede a obturar el micro switch para dar inicio a la comunicación conjuntamente su LED se enciende.
- (5) El teléfono móvil realiza la comunicación al número indicado atreves de la red GSM y el LED de comunicación se enciende.
- (6) Por último el número designado en el teléfono móvil del circuito recibe la comunicación.

Figura 37. Secuencia de funcionamiento del hardware



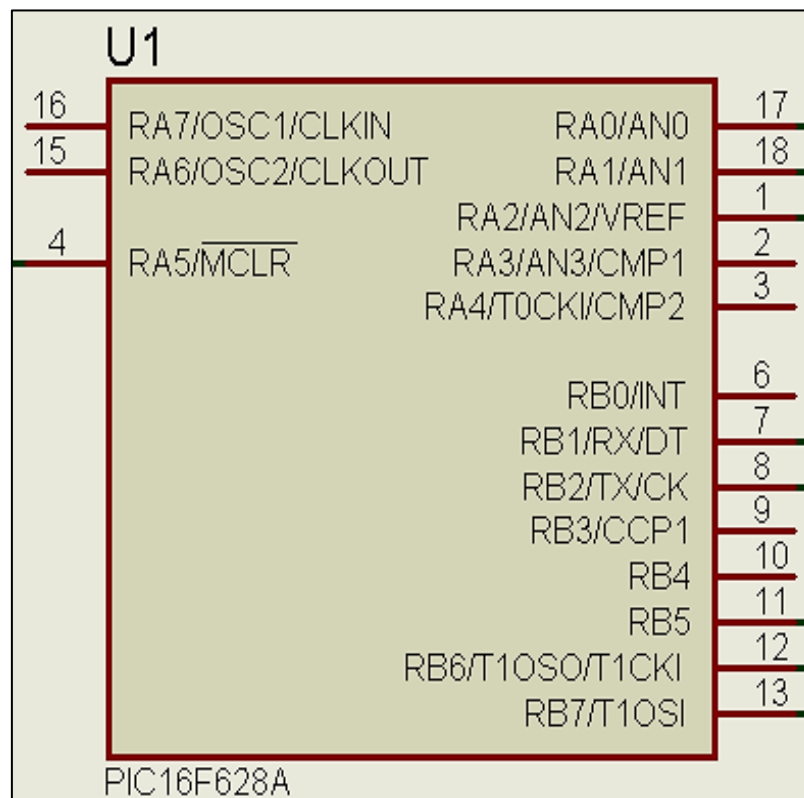
Fuente: Autores

4.2.4 Funciones del microcontrolador. El sistema debe realizar funciones en las cuales el micro controlador ejecuta las principales.

- Reconocer la señal que envía el micro switch para ejecutar la señal correspondiente.
- Envía una señal para que los LED del circuito puedan encenderse.
- Activar el sistema para que la comunicación se realice con total normalidad.

4.2.4.1 Pórticos utilizados. Los pórticos que tiene el PIC16F628A serán utilizados de la siguiente manera.

Figura 38. Pórticos 16F628A



Fuente: Autores

- El pÓrtico serial (RB1 RX DT, RB2 TX CK _ GND) para comunicaci3n con el celular.
- El pÓrtico (RB5, RB6, RB7) como puerto de control de teclas del celular mediante activaci3n de interruptores electr3nicos.
- Los puertos de salida RA0, RA1, RA2 para encendido de LED e indicar si la comunicaci3n est3 en proceso.

4.2.5 *Desarrollo del programa para el microcontrolador.* Para el desarrollo del programa se declararon las variables o señales que se van a necesitar para que el microcontrolador interprete las variables de corriente y voltaje, se configuraron los registros y puertos, ya sea cómo salidas o entradas y los puertos de configuración del PIC.

Figura 39. Programación 1

```
device INTRC_OSC_NOCLKOUT;
@ device BOD_OFF;
@ device WDT_OFF;
@ device PWRT_OFF;
@ device MCLR_ON;
CLEARWDT
DEFINE OSC 4

CMCON=7
TRISA=0
PORTA=0
TRISB.1=0
TRISB.2=0
TRISB.4 = 0
TRISB.5 = 1
TRISB.6 = 1
TRISB.7 = 1

PORTB=0
PORTA.0=1 'POWER
POWER VAR PORTA.0
LEDLLAMA VAR PORTA.1

HACERLLAM VAR PORTB.7
OPCION VAR PORTB.1
LLAMAR VAR PORTB.2
'INICIALIZACION
```

Fuente: Autores

Para que el PIC16F628A que utilizamos en nuestro sistema de comunicación realice la función de enviar la señal o variables de corriente y voltaje tanto a los LED y al micro switch y permita realizar la función de comunicación a la central de abastos a continuación se detalla el lenguaje de programación que se basa en códigos binarios de "1" y "0".

Permitiendo así encender el LED de elegir como el LED de conexión realizada mediante la activación de un solo pulsador esta activación se realizará con su respectiva pausa que ustedes pueden observar en la programación.

Figura 40. Programación 2

```
INICIO:

      'REALIZAR LLAMADA
if HACERLLAM = 0 THEN
A:
if HACERLLAM = 0 THEN  A
    LEDLLAMA=1
OPCION=1;
pause 1000
    OPCION=0;
pause 500
    LLAMAR=1
pause 250
    LLAMAR=0
    LEDLLAMA=0
ENDIF

goto inicio
END
```

Fuente: Autores

4.2.6 *Cálculo de resistencia limitadora de corriente para el circuito.* El PIC activará los puertos de salida con el propósito de encender los LED para esto se necesitan resistencias limitadoras de corriente, para esto se necesita la corriente máxima del puerto PIC, que es 25 mA, dato del fabricante.

Datos:

V= 5V

I= 25mA.

Entonces de la ley de Ohm tenemos:

$$V = i * R \quad (2)$$

Para el cálculo de la resistencia despejamos.

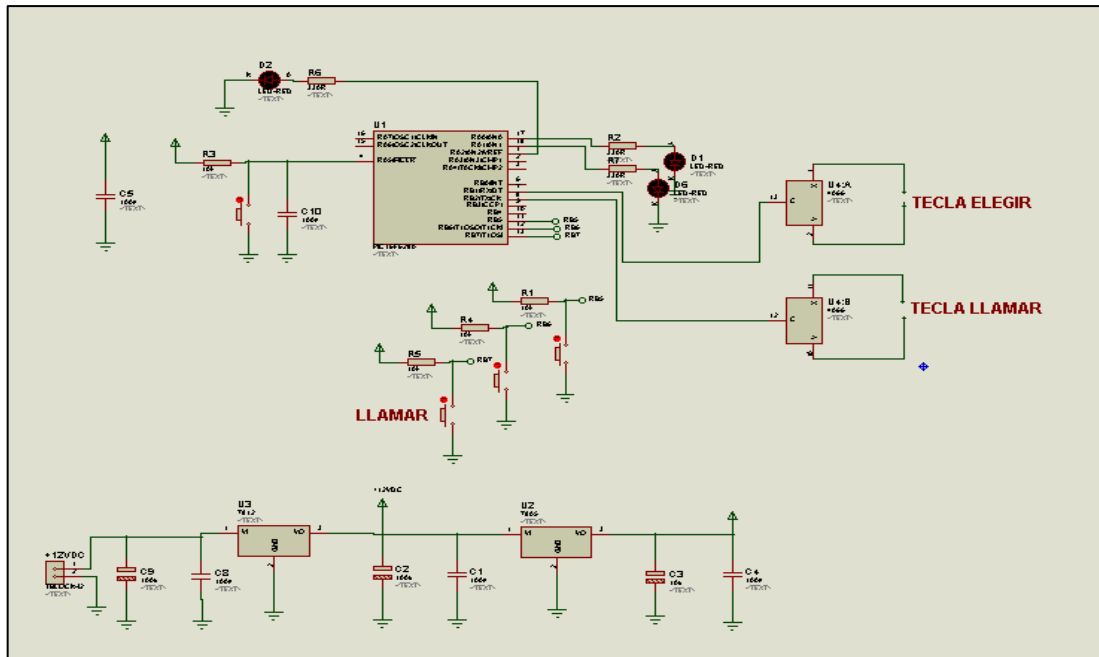
$$R = \frac{V}{i} \quad (3)$$

$$R = \frac{5V}{0.025 A}$$

$$R = 200 \Omega$$

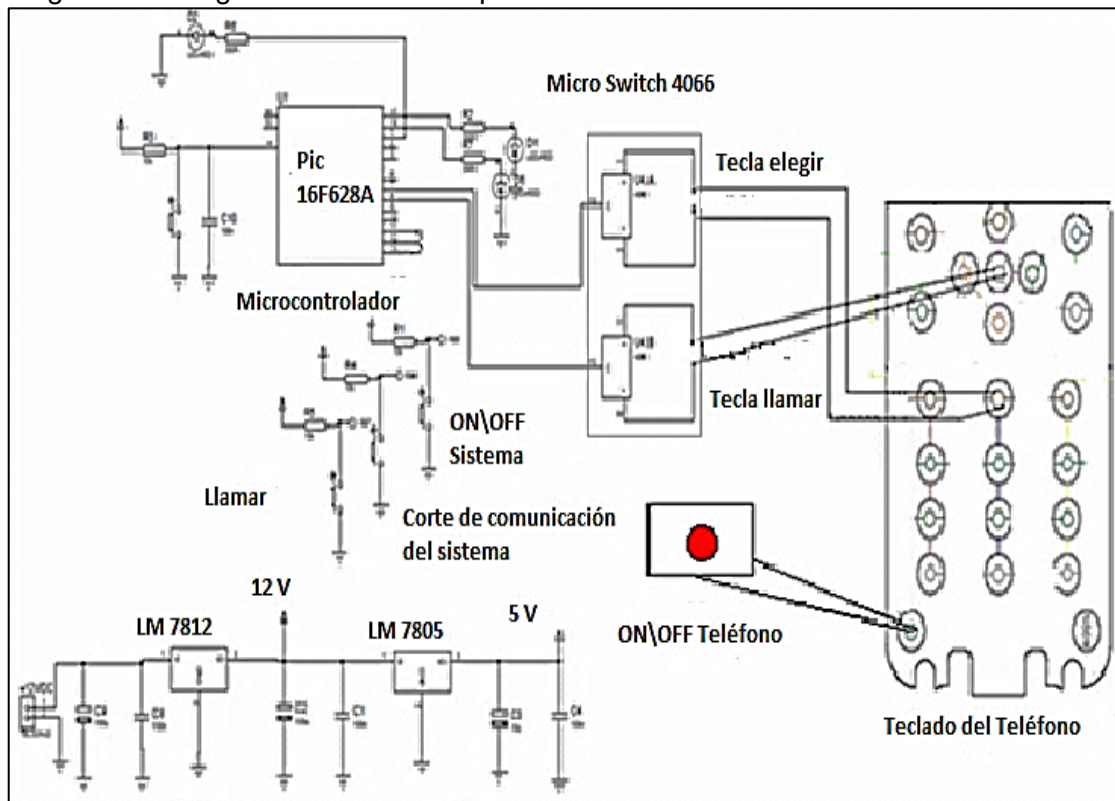
4.2.7 *Circuito esquemático.* En la siguiente figura se detalla en si completo el circuito armado en Isis Proteus.

Figura 41. Diagrama de circuito experimental



Fuente: Autores

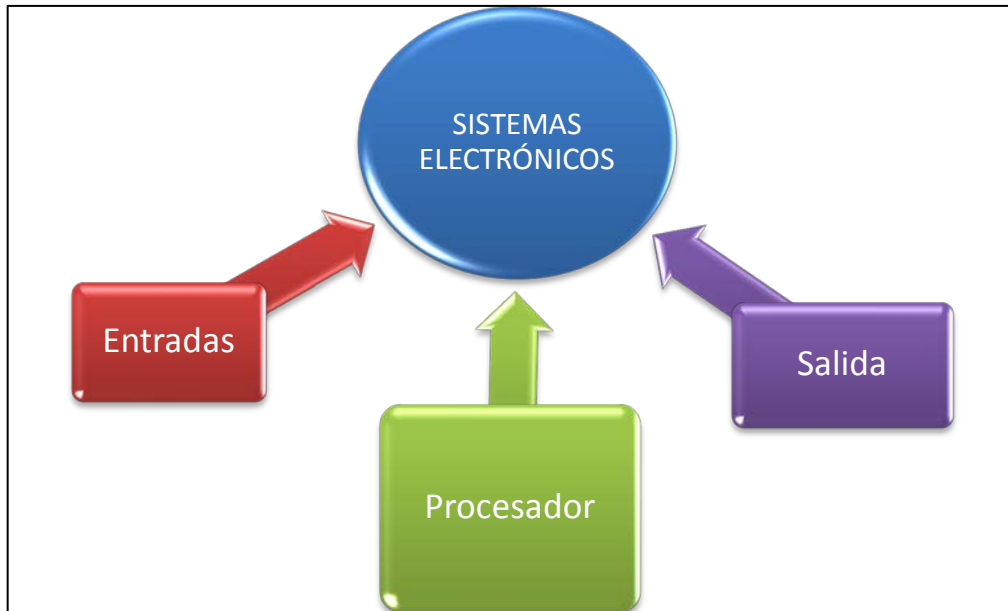
Figura 42. Diagrama de circuito experimental con la conexión al teclado del teléfono



Fuente: Autores

Todo sistema electrónico en si se basa en tres parámetros de control con lo que nosotros nos vamos a guiar para nuestro sistema de comunicación hacia el equipo técnico como se puede observar en la Figura 43.

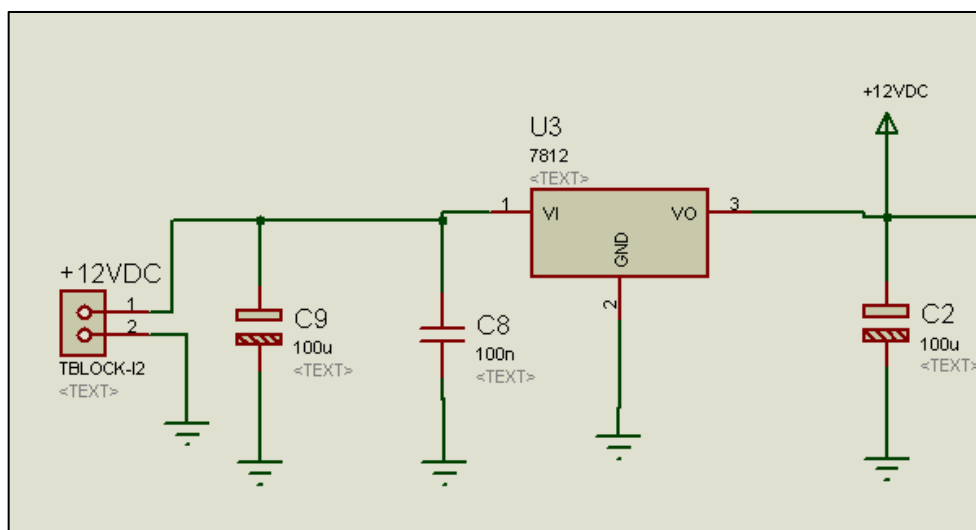
Figura 43. Parámetros del sistema de comunicación



Fuente: Autores

4.2.8 *Circuito para entrada de voltaje de la batería del automóvil hacia el regulador LM 7812.* Este proceso el voltaje que recibe el regulador es de 12 – 13 V aproximadamente la misma que tiene que ser regulada a 12 V.

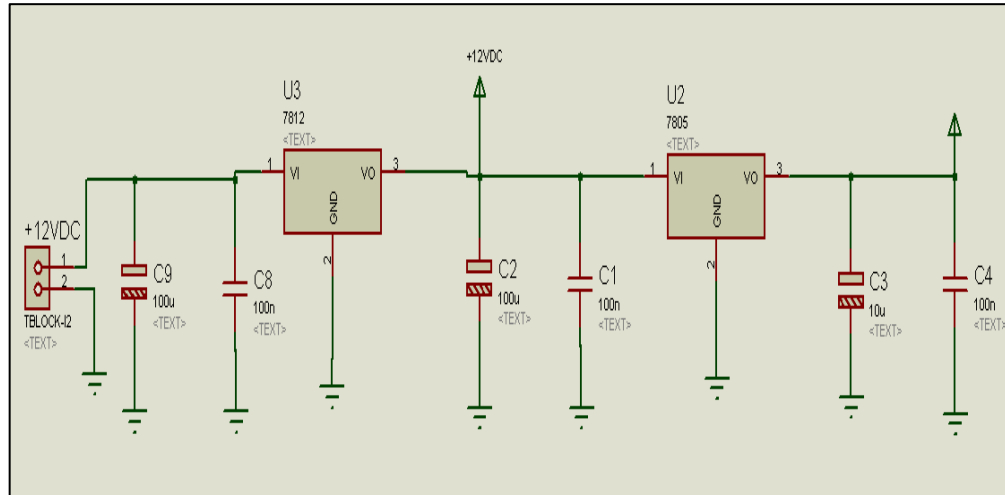
Figura 44. Estabilización de voltaje a 12 V



Fuente: Autores

4.2.9 Circuito completo para la fuente de alimentación de 5V. El valor correspondiente a 5 V se obtiene después de los procesos que realizan los dos reguladores.

Figura 45. Circuito de Alimentación de voltaje



Fuente: Autores

4.3 Selección de componentes auxiliares

Los componentes a ser utilizados para el ensamble de la placa son los siguientes:

Tabla 4. Componentes del sistema de comunicación

COMPONENTES DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN	
Cantidad	Especificación
3	Pulsadores
4	Diodos
1	Interruptor
1	Conexión del cargador
2	Transistores 4nHZ y 7812
3	Condensadores electrolítico de 100nF
7	Condensadores tipo lenteja 100uF
1	Micro controlador 16F628A
1	Diodo rectificador
1	Integrado 4066
1	Recet 22P
6	Resistencias (780 K; 22 K; 47 K)
6	Molex (2-3)
1	Teléfono celular (Sony Ericsson W300).
2	Placas (baquelita)

Fuente: Autores

4.4 Construcción de la placa

Para comenzar a la elaboración de la placa primeramente hay que tener muy en cuenta las dimensiones del circuito que se va a imprimir en la placa.

Tabla 5. Materiales para la construcción de la placa

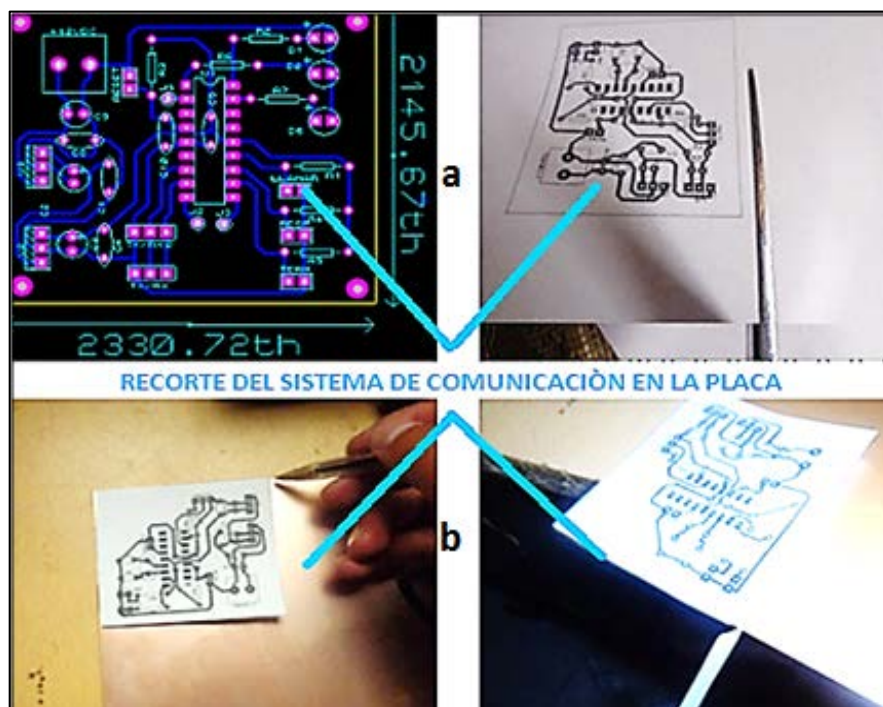
Materiales a utilizar para la elaboración de una placa impresa	
•	Papel fotográfico
•	Placa de circuito impreso (sierra y lija de grano medio)
•	Un plancha
•	Agua oxigenada
•	Agua fuerte
•	Tijera, alcohol
•	Un cepillo de dientes viejo

Fuente: Autores

Proceso para la elaboración de la placa de un sistema de comunicación.

4.4.1 Preparación de la placa. Recortamos el circuito ya impreso previamente en una impresora a láser y recomendamos, con la ayuda de un esferográfico marcamos sobre la placa que posteriormente recortemos con la sierra

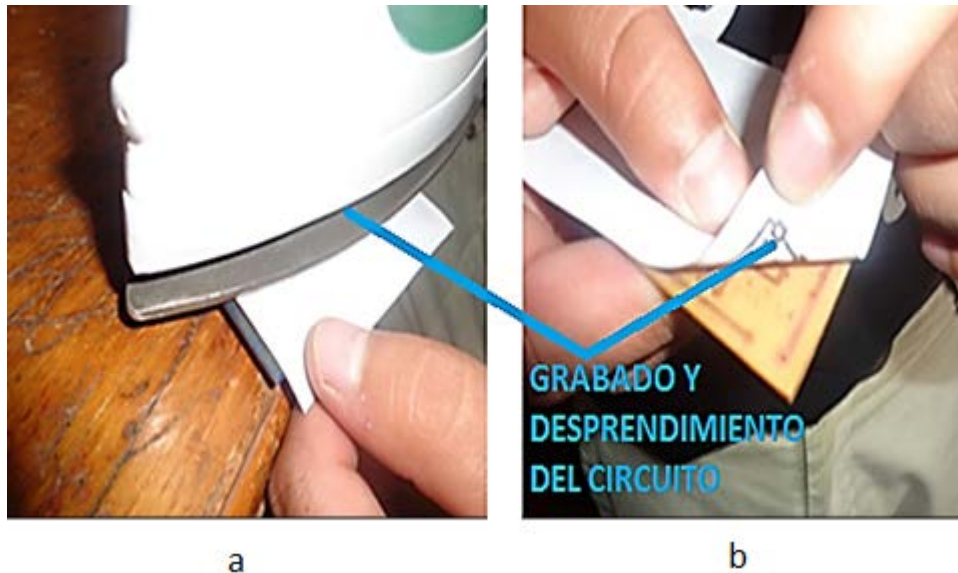
Figura 46. Circuito impreso y recorte de la misma



Fuente: Autores

4.4.2 Grabado de la placa. Posterior a la preparación de la placa se procede a la etapa de planchado, se coloca la hoja recortada boca abajo sobre la placa se sumerge en agua durante unos minutos por lo tanto el papel se desprenderá de la placa con facilidad.

Figura 47. Grabado en la placa y desprendimiento del circuito



Fuente: Autores

4.4.3 Lavado de la placa. Pasamos a la fase de lavado. En ella sacaremos el cobre de la placa excepto en la zonas grabadas. Para ello empleamos productos químicos: clorhídrico y agua oxigenada.

Figura 48. Lavado de la placa con productos químicos



Fuente: Autores

4.4.4 Perforado de la placa. La placa está prácticamente lista solo falta taladrarla, con ayuda de un punzón realizaremos unas guías, hay que tener una placa más está no es necesaria realizarla como la del sistema de comunicación hacia el equipo técnico ya que compramos una placa perforada para montar el circuito micro switch.

Figura 49. Taladramos la placa y placa perforada



Fuente: Autores

Hemos finalizado la preparación de la placa para proceder al ensamble de los diferentes componentes del sistema de comunicación piloto – copiloto (navegante) y equipo técnico.

4.5 Ensamble de los diferentes componentes

Antes de realizar todo el ensamble de los diferentes componentes se realizan varias pruebas de funcionamiento del sistema de comunicación, claro está ensamblada en la protoboard.

Figura 50. Circuito de comunicación montado en la protoboard



Fuente: Autores

Una vez comprobado que el sistema de comunicación ensamblado en la protoboard funciona correctamente se toma la decisión ya de ensamblar en la placa.

Por lo tanto con la ayuda de un caudín el estaño y la pasta se proceden a soldar los diferentes componentes con cuidado, cuando ya terminemos de soldar los elementos electrónicos a utilizar para el sistema de comunicación nos quedara de esta forma en la parte inferior y superior.

Figura 51. Parte inferior y superior de la placa soldados con la ayuda Cautín, estaño y pasta

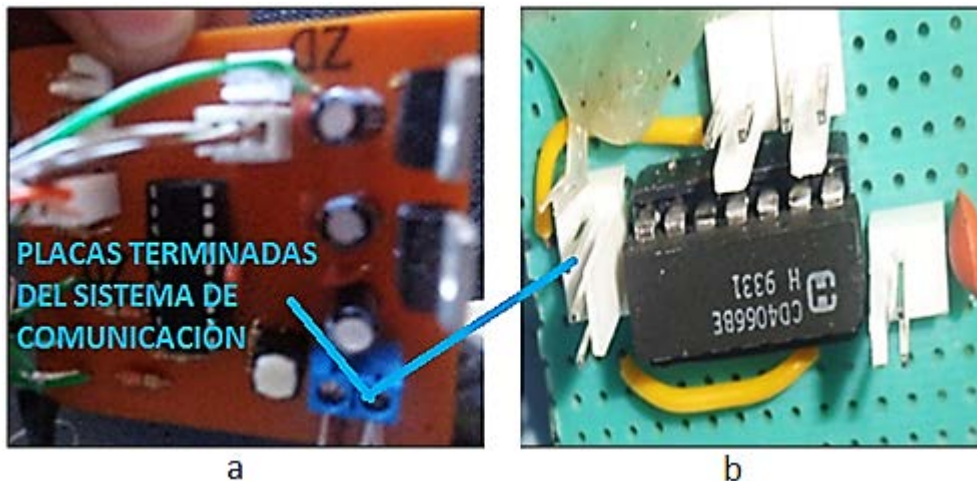


Fuente: Autores

Una vez ya realizado todo el montaje de los diferentes elementos electrónicos realizamos pruebas de funcionamiento del sistema de comunicación hacia la central de abastos para descartar cualquier falla del mismo o cualquier soldadura mal realizada.

Permitiendo así tener el sistema de comunicación hacia el equipo técnico (central de abastos) y circuito micro switch, como se puede observar en la siguiente figura quedándonos de esta manera.

Figura 52. Placa terminada y circuito micro switch



Fuente: Autores

Esta es la fase ultima del ensamble de los diferentes componentes del sistema de comunicación por lo cual nos toca ya el montaje en la parte interna de la caja de todo el sistema de comunicación piloto – copiloto (navegante) y equipo técnico.

A continuación se procede a la colocación del sistema de alimentación del circuito ya que este va a hacer alimentado por 12 V que proveniente de la batería del vehículo y el interruptor de encendido del sistema de comunicación.

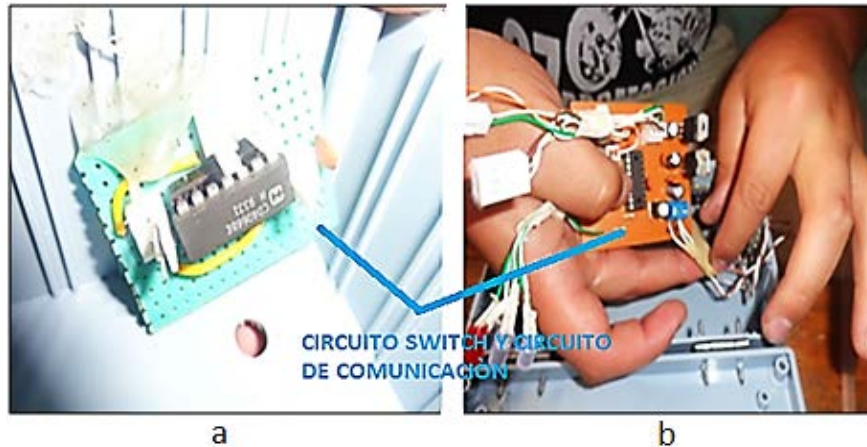
Figura 53. Interruptor y alimentación del sistema de comunicación



Fuente: Autores

Se coloca la placa la cual lleva ya ensamblado el circuito micro switch en la parte interna de la caja, luego se procede a la instalación de la placa que lleva el sistema de comunicación hacia la central de abastos.

Figura 54. Montaje del circuito micro switch y circuito de comunicación



Fuente: Autores

Por lo tanto una vez ya colocado en la parte interna de nuestra caja que lleva nuestro sistema de comunicación hacia el equipo técnico se procede a la conexión del sistema de comunicación y el circuito micro switch hay que realizarlo este proceso con cuidado ya que tenemos que ver bien donde van sus diferentes entradas y salidas de nuestros procesadores (microcontrolador y micro switch).

Figura 55. Conexión del sistema de comunicación y el circuito micro switch



Fuente: Autores

A continuación se procede a la conexión de nuestro teléfono Sony Ericsson W300 con el procesador micro switch hay que hacerlo con sumo cuidado para que el sistema de comunicación funcione correctamente

Que posteriormente se comunicara vía bluetooth con los intercomunicadores y el copiloto o (navegante) a la central de abastos en base a la programación del nuestro microcontrolador.

Figura 56. Teléfono Sony Ericsson W300



Fuente: Autores

Una vez ya realizado todo este procedimiento se coloca los diferentes pulsadores que son tipo abierto y diodos que se encenderán mediante variables de corriente y voltaje que envía el PIC16F628A hacia nuestro micro switch 4066 y nuestra salida que es el teléfono quedándonos el sistema de comunicación en la parte externa como se puede observar en la Figura 57.

Figura 57. Montaje de los pulsadores, diodos y fase terminada del sistema de comunicación



Fuente: Autores

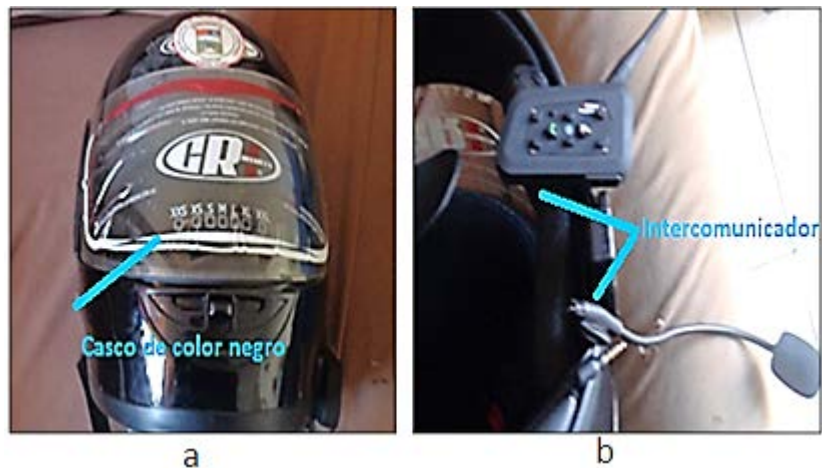
4.6 Montaje de comunicación piloto – copiloto

Para realizar el montaje de la comunicación entre piloto – copiloto hay que tener ya escogido los cascos a utilizar éstos pueden ser tipo abiertos o cerrados en nuestro

caso vamos a utilizar unos cascos cerrados de color negro, se procede a montar la comunicación entre piloto – copiloto.

En la parte interna del casco se instalan los intercomunicadores vía bluetooth con sus respectivos micrófonos y parlantes.

Figura 58. Montaje de los intercomunicadores en la parte interna del casco



Fuente: Autores

Montados los intercomunicadores en sus respectivos cascos nos queda de esta manera.

Figura 59. Intercomunicadores ya instalados en los cascos



Fuente: Autores

De esta forma estamos culminando la instalación tanto de los intercomunicadores piloto copiloto en sus respectivos cascos que van a interactuar entre sí, como también el sistema de navegación con comunicación hacia el equipo técnico quien se comunicara vía bluetooth con el intercomunicador del copiloto.

4.7 Acabados

En todo lo que se refiere a los acabados para todo el sistema de navegación con comunicación al equipo técnico y avisos de alerta en vivo del comportamiento del motor para, competencias automovilísticas se realiza los siguientes acabados.

Como se observa en la parte externa de la caja donde en su interior se encuentra el sistema de comunicación al equipo técnico se procede a colocar el logotipo de la ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) y con las diferentes funciones que cumple cada pulsador abierto y diodos del sistema de comunicación.

Figura 60. Pegado de logotipos y letras en la parte externa de la caja



Fuente: Autores

También se procede a colocar el logotipo de la ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) en los respectivos cascos.

Figura 61. Pegado del logotipo de la ESPOCH en el casco



Fuente: Autores

En la parte inferior de la caja donde se encuentra la tapa se procede a colocar seguros y un broche ya que éste nos va a servir en caso de algún daño del sistema podamos arreglarlo con facilidad y ligereza.

Permitiendo así tener un mejor acabado del sistema de comunicación.

Figura 62. Colocación de seguros y candado en la caja



Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. FASE EXPERIMENTAL

5.1 Primes de velocidad cronometrados

Una vez ya en funcionamiento el sistema de comunicación al equipo técnico y avisos de alerta en vivo del comportamiento del motor para competencias automovilísticas.

Se empieza la recolección de información en base a pruebas en los caminos públicos y carreteras tortuosas; las duplas de (piloto y navegante) deben recorrer un camino predeterminado en el menor tiempo posible y con un excelente audio, se procedió a realizar el tratamiento correspondiente de la información, para el análisis de la misma de forma ordenada.

Figura 63. Pruebas del sistema de comunicación



Fuente: Autores

Se procede a hacer las diferentes pruebas de ruta para comprobar el funcionamiento del sistema de comunicación al equipo técnico.

Este sistema de comunicación hacia la central de abastos resulta eficiente ya que la comunicación que se logra realizar es inalámbrica vía bluetooth permitiendo así interactuar entre piloto – copiloto(navegante) y con el equipo técnico y gozar de un

buen audio gracias a la tecnología DSP (procesamiento digital de señales) que tienen internamente los intercomunicadores.

Figura 64. Sistema de comunicación al equipo técnico



Fuente: Autores

Por lo tanto gracias a este sistema de comunicación hacia el equipo técnico nos ayuda a mejorar los tiempos al momento de llegada del vehículo y salida del mismo.

Si se encuentra una falla o avería en el vehículo sea esta eléctrica o mecánica, con la ayuda de los diferentes indicadores que se encuentran en el tablero del vehículo como es la temperatura, aceite y motor (CHECK ENGINE) se logra informar con anticipación al equipo técnico y éste se prepara con anterioridad, logrando así una mayor eficiencia del equipo.

5.1.1 *Comprobación de nitidez de señal.* Al momento de realizar todas estas pruebas de comunicación del navegante o (copiloto) hacia el equipo técnico se comprueba la calidad de señal que existe entre ellos, como ya se sabe esta comunicación se lo realiza con ayuda de un microcontrolador y micro switch que van a enviar variables de corriente y voltaje mediante la programación del Pic16F628A al teléfono.

Todo este sistema de comunicación hacia la central de abastos para su funcionamiento en sí es mediante la tecnología GSM - BLUETOOTH con el cual se desarrolló varias pruebas de nitidez de señal.

5.1.1.1 Prueba 1. Al realizar la primera prueba del funcionamiento de todo el sistema de comunicación se procede, encontrando las siguientes dificultad que la nitidez de la señal no era tan fiable, existía interferencia por causa de los auriculares del teléfono Nokia 3220 y del circuito que fue montado vía cable USB DKU-5 por lo tanto se desechó este sistema para tomar otro rumbo en el sistema de comunicación.

Figura 65. Nokia 3220 y cable DKU-5



Fuente: Autores

Cuándo el sistema de comunicación los [datos](#) son transmitidos usando un método analógico que sería en nuestro caso vía cable DKU-5, una cierta cantidad de "[ruido](#)" entra en la comunicación.

Este ruido puede tener diferentes causas que se pudo llegar a concluir.

- Una mala recepción audio
- Sufrir interferencias de otras [fuentes](#) de audio.
- Levantar ruidos de fondo del resto del [universo](#) como viento y ruidos externos.
- Pulsos eléctricos que son enviados por cableados pueden ser atenuados por la resistencia de los mismos, y dispersados por su capacitancia, y variaciones de [temperatura](#) pueden acrecentar o disminuir estos efectos. Cualquier variación puede proveer una gran cantidad de distorsión en una señal analógica.

En nuestra primera prueba es una mala recepción de audio por causa que nuestra señal es vía cable.

5.1.1.2 Prueba 2. En la situada prueba se realiza la comprobación de la nitidez de señal del sistema de comunicación piloto - navegante (copiloto) y equipo técnico, se logra mejorar en su totalidad la señal en la comunicación ya que el sistema que se diseña es inalámbrico vía bluetooth.

Figura 66. Sistema de comunicación



Fuente: Autores

Sin embargo al momento de instalar los diferentes componentes del circuito como son los pulsadores e interruptor del sistema funciona, pero comienza a tener impedancia esto implica una pequeña oposición de la corriente.

Los posibles factores que interviene para exista impedancia en nuestro sistemas son.

- El escalamiento de frecuencia que podría ser una de las causas que exista impedancia, consiste en modificar la impedancia de un circuito en referencia, de manera que al variar la frecuencia del mismo, la respuesta de frecuencia sigue manteniéndose igual al del circuito original es decir en nuestro caso la comunicación al equipo técnico no va a variar. Este escalamiento se lleva acabo alterando el valor de los capacitores e interruptores de nuestro sistema de comunicación pero en si todo esta variación no afecta a nuestro sistema.
- Relación entre el factor de amortiguamiento, la impedancia y el cable en los sistemas de refuerzo sonoro directo, factor de amortiguamiento se determina por la longitud y grosor del cable y la impedancia de los altavoces que conectamos al otro lado que la longitud de los cables será la causa de la impedancia que existe en nuestro sistema de comunicación.

5.1.1.3 Prueba 3. Al momento de realizar el último parámetro de prueba, el factor de amortiguamiento y la impedancia del cable que es nuestro problema, para lograr que la impedancia desaparezca del sistema de comunicación se toma la decisión de reducir el cableado que sale desde los circuitos procesadores de variables de corriente y voltaje hacia el teléfono y, los diferentes pulsadores e interruptores que se encuentra en la parte visible de la caja.

Figura 67. Circuito de comunicación en la parte interna de la caja



Fuente: Autores

Permitiendo así superar todos estos percances se logra tener una señal excelente y confiable.

Por lo tanto se toma la decisión de realizar una prueba extra, está se lo va a hacer ya en el vehículo en movimiento.

Figura 68. Montaje de todo el sistema de comunicación en el vehículo



Fuente: Autores

Para que funcione todo el sistema de comunicación se alimenta con 12 V que proviene de la batería del vehículo pero al momento de ingresar al teléfono Sony Ericsson W300 este se alimentara con 3 V, toda esta alimentación del sistema de comunicación se lo realiza con ayuda de un solo cargador.

Figura 69. Alimentación del sistema de comunicación



Fuente: Autores

5.1.1.4 Prueba 4. Se realiza esta prueba y se verifica que el sistema de comunicación funciona correctamente permitiendo así que el audio entre el piloto-copiloto y equipo técnico no tiene interferencia ya que es inalámbrico vía bluetooth el sistema de comunicación.

Figura 70. Piloto - Copiloto realizando la llamada con ayuda del sistema de comunicación hacia al equipo técnico



Fuente: Autores

Al momento de realizar la llamada al equipo técnico se observa en la figura anterior que el diodo que se encuentra en la parte superior de la caja se enciende por lo cual la comunicación se está realizando de forma correcta.

La comunicación hacia el equipo técnico se logra realizar con éxito y se tomó unos valores de tiempo de conexión de nuestro sistema hacia la central de abastos como también de los intercomunicadores.

La toma de datos se realizó en la vía gatazo grande en una distancia de 5 km que nos sirve para ver el tiempo de demora en la conexión hacia la central de abastos.

Tabla 6. Tiempos de conexión del sistema de comunicación

Conexión	Tiempo 1 [s]	Tiempo 2 [s]	Tiempo 3 [s]	Promedio [s]
Bluetooth intercomunicador teléfono	5	5	5	5
Conexión del sistema	10	15	14	13
Encendido de intercomunicadores	18	18	18	18

Fuente: Autores

Para interpretar esta tabla, al momento de encender el sistema de comunicación vamos a ver cuánto tiempo se tarda en detectar el bluetooth del teléfono a los intercomunicadores, teniendo un tiempo promedio de 5 s.

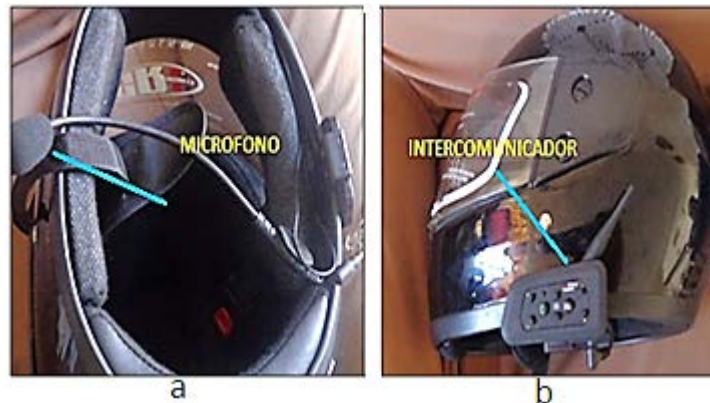
En la conexión del sistema, es el tiempo que tarda la comunicación en conectarse a la central de abastos, este tiempo en si variá ya que se basa en la reacción del equipo técnico en contestar la comunicación dando un promedio de 13 s.

En el encendido de los intercomunicadores el tiempo no variá ya que va a interactuar tanto piloto como copiloto de una forma rápida, dándonos un promedio de 18 (s).

Permitiendo así que el diseño e implementación del sistema de navegación con comunicación al equipo técnico culmine con éxito.

5.1.2 Aislamiento de ruidos externos. Todo el sistema de comunicación como es vía bluetooth al momento de considerar ruidos externos es casi nula, ya que el intercomunicador se encuentra instalado en la parte interna del casco y es inalámbrico ayudando a descartar el ruido externo.

Figura 71. Intercomunicador instalado en el casco

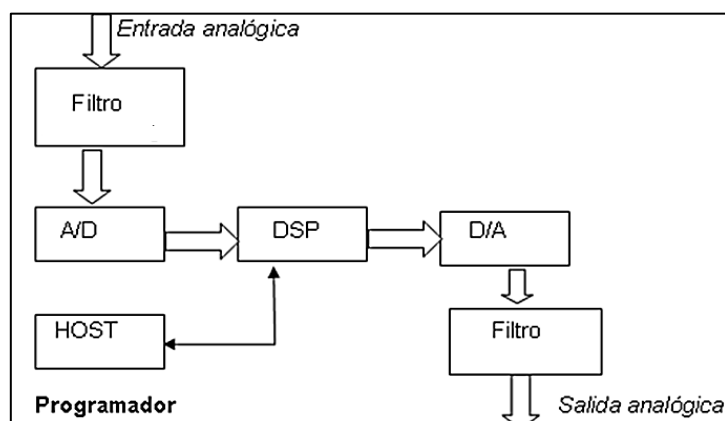


Fuente: Autores

Como tiene una tecnología de procesamiento digital de las señales (DSP) para la cancelación de ruidos externos, permitiendo gozar de un excelente audio entre piloto – copiloto (navegante) y el equipo técnico.

Todo lo que se refiere a la tecnología DSP es que tiene un filtro tanto de entrada como de salida es decir recibe una señal analógica en la entrada de los intercomunicadores y mediante el procesamiento digital de señales la pasamos a digital mediante una programación que tiene los intercomunicadores en el filtro de salida la señal que sale es analógica como se puede observar en la Figura 72.

Figura 72. Procesamiento digital de las señales (DSP)

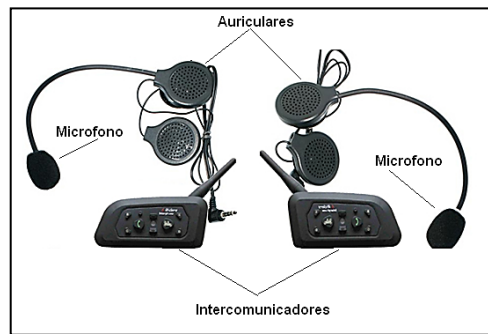


Fuente: Autores

5.2 Enlaces

El enlace de comunicación inalámbrica de dos vías entre piloto – copiloto se lo realiza mediante los intercomunicadores y con la ayuda del sistema bluetooth permite la conexión con el equipo técnico.

Figura 73. Intercomunicadores via Bluetooth



Fuente: Autores

Al momento del enlace entre copiloto y el equipo técnico siempre la comunicación va a interactuar entre los dos y se perderá momentáneamente la comunicación entre piloto copiloto pero al momento de culminar el enlace con el equipo de abastos se retoma está comunicación entre piloto y copiloto.

Las fuentes de audio diferentes que se conectan reciben prioridad de la siguiente manera.

- Más alta.
- Teléfono móvil / GPS (llamadas entrantes / salientes, instrucciones de audio y navegación GPS).
- Audio compañero primario (piloto) y audio compañero secundario (copiloto / navegante).
- Más baja
- Conectividad de Mp3 pero está opción no la vamos a utilizar.

Una fuente de audio de alta prioridad siempre interrumpirá otra de menor prioridad.

5.3 Comunicación con el equipo técnico

Esta comunicación se obtiene gracias a la implementación de un teléfono celular Sony Ericsson W300 y con la contribución del circuito de comunicación antes ya citado permitiendo así conseguir la comunicación hacia el equipo técnico.

Figura 74. Teléfono Sony Ericsson W300



Fuente: Autores

Para realizar esta comunicación se lo realiza mediante la manipulación del sistema de comunicación que lo vamos a mencionar a continuación.

- Primeramente se enciende el sistema de comunicación y se observa que los diodos indicadores se encuentran prendidos esto significa que el sistema está en óptimas condiciones de funcionamiento.

Figura 75. Sistema de comunicación en funcionamiento



Fuente: Autores

- Al momento que va a realizar la comunicación por medio de una llamada, se presiona el pulsador que dice conexión del sistema y se observa que el LED se encienda parcialmente, indicando que está conectando la llamada con ayuda del

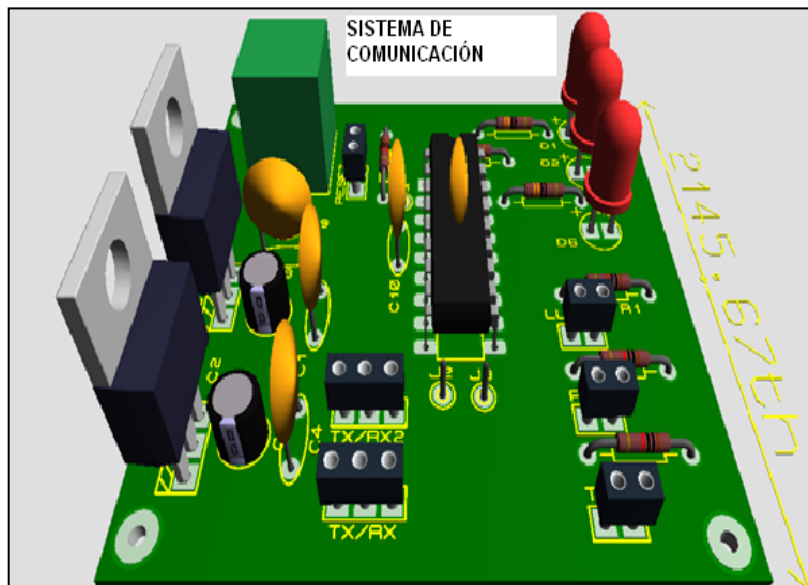
circuito de comunicación, luego se enciende el siguiente diodo que nos indicará que la llamada de emergencia se realizó con éxito.

Figura 76. Realizando la comunicación al equipo técnico



Fuente: Autores

Figura 77. Visualización del circuito de comunicación en el programa Isis Proteus



Fuente: Autores

Conjuntamente todo este sistema de comunicación instalado adecuadamente en el vehículo funciona correctamente permitiendo así cumplir las expectativas deseadas del sistema.

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTOS

En la toma de datos sobre los diferentes costos directos e indirectos que influyeron en el proceso de construcción de nuestra tesis, se detalla los costos de construcción total para poder obtener una utilidad al querer brindar nuestro servicio hacia los diferentes usuarios que requieran este sistema comunicación.

6.1 Costos directos

Tabla 7. Costos directos

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIT.	COSTO
2	Intercomunicadores	250	500
2	Cascos	50	100
1	Acabados del sistema	50	50
3	Pulsadores	2	6
4	Diodos	0.50	2
1	Interruptor	2	2
1	Conexión del cargador	5	5
2	Transistores 4nHZ y 7812	3	6
3	Condensadores electrolítico de 100nF	2	6
7	Condensadores tipo lenteja100uF	2	14
1	Micro controlador 16F628A	15	15
1	Diodo rectificador	2	2
1	Integrado 4066	10	10
1	Recet 22P	1.50	1.50
6	Resistencias(780 K; 22 K; 47 K)	0.25	1.50
6	Molex (2-3)	1	6
1	Teléfono celular	150	150
1	Sistema de comunicación	573	573
TOTAL			1450

Fuente: Autores

6.2 Costos Indirectos

Tabla 8. Costos indirectos

Cantidad	Descripción	Costo
	Costo ingenieril	72
	Documentación e investigación	200
	Transporte	128
	Utilidad	0
TOTAL		400

Fuente: Autores

6.3 Costos totales

Tabla 9. Costos totales

Descripción	Costo
Costos directos	1450
Costos indirectos	400
Total de construcción	1.850.00

Fuente: Autores

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se estudió y analizó todas las posibilidades de diseño e implementación de un sistema de navegación con comunicación al equipo técnico y avisos de alerta en vivo del motor, para competencias automovilísticas.

Se construyó e implementó un sistema de comunicación, con la finalidad de tener una rápida y eficaz comunicación entre piloto – copiloto y equipo técnico permitiendo así dar un aviso sobre el comportamiento del vehículo al equipo técnico.

Se elaboró un programa que permite realizar un enlace de los intercomunicadores y los cascos con el sistema de comunicación hacia la central de abastos en base a los conocimientos de electrónica y programación.

Se verificó mediante los indicadores existentes como temperatura, aceite, revoluciones que existe en el vehículo de competencia, se realizan lecturas de variables en corriente y voltaje de los diferentes sensores para saber si su función es correcta y por medio del sistema de comunicación dar aviso a la central de abastos.

Al momento de realizar las diferentes pruebas del sistema de comunicación se logra tener un funcionamiento eficaz del sistema culminando así con éxito.

7.2 Recomendaciones

Conectar adecuadamente los diferentes cables de conexión entre en circuito switch, sistema de comunicación y el teléfono celular (Sony Ericsson W300).

Verificar que el sistema de comunicación esté alimentado a 12 V ya que con un voltaje mayor se podrían quemar los elementos electrónicos, el voltaje sube al momento de

encender el vehículo por ese motivo se implementa en el sistema de alimentación dos reguladores para que estabilice este voltaje excedente.

Conocer sobre el funcionamiento del sistema de comunicación ya que la persona que manipule el sistema debe saber sobre su función.

Saber la función que realiza el sistema de comunicación hacia el equipo técnico, va a permitir que las personas que conducen vehículos preparados para cualquier tipo de carrera automovilística le sirva el sistema de una mejor manera.

Considerar que el sistema de navegación con comunicación al equipo técnico y avisos de alerta en vivo del motor, para competencias automovilísticas puede ser utilizado en diferentes modelos de vehículos y para cualquier tipo de carrera automovilística ya que el sistema tiene una alimentación de 12 V.

BIBLIOGRAFÍA

CULTURAL S.A. 2011. *Manual práctico del automóvil.* Colombia : CULTURAL, 2011.

GUILLIERI, Stefano. 2005. *Preparación de motores de serie para competición.* Barcelona : CEAC, 2005.

HAARTSEN, Jaap. 1998. *BLUETOOTH-the universal radio interface.* 1998.

MONTAÑO, Andres. 2004. *Desarrollo de redes inalámbricas para monitoreo con tecnología bluetooth.* Colombia : UNIVERSIDAD DEL VALLE, 2004.

RODRIGUEZ, Oscar. 2003. *Implementación de una red inalámbrica bluetooth.* Colombia : UNIVERSIDAD DEL VALLE, 2003.

SALINAS VILLAR, Antonio. 2007. *Electromecánica de vehículos motores.* Madrid : PARANINFO, 2007.