



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones

TEMA:

**“SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL DE VELOCIDAD DE
AUTOBUSES, PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES SANTA”.**

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistema Embebido

AUTOR: Oscar Leonardo Matza Chuncha

TUTOR: Ing. Danilo Trujillo

Ambato - Ecuador

Noviembre, 2014

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “**SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL DE VELOCIDAD DE AUTOBUSES, PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES SANTA**”, del señor Oscar Leonardo Matza Chuncha, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para obtener el título terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Noviembre, 2014

EL TUTOR

Ing. Danilo Trujillo

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: “**SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL DE VELOCIDAD DE AUTOBUSES, PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES SANTA**”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Noviembre, 2014

Oscar Leonardo Matza Chuncha

CC: 180431192-4

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Marco Jurado y el Ing. Geovanni Brito, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “**SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL DE VELOCIDAD DE AUTOBUSES, PARA LA COOPERATIVA DE TRANSPORTES SANTA**”, presentado por el señor Oscar Leonardo Matza Chuncha de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Vicente Morales
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Geovanni Brito
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Marco Jurado
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

Esta Tesis al igual que todo lo realizado en mi vida va dedicada a Dios, quién es el autor y consumidor de todo.

A mis padres Juan Leandro Matza Caizaquano y María Herminia Chuncha Moreta, quienes han sido mi ejemplo de lucha, superación, constancia, dedicación y esfuerzo; inculcándome grandes principios los cuales me han permitido conseguir esta meta.

A mi hermana Paola por estar siempre apoyándome y dándome confianza para terminar con éxito este trabajo.

Finalmente dedico este trabajo final a mi esfuerzo, dedicación y constancia durante toda mi vida estudiantil.

Oscar Matza

AGRADECIMIENTO:

A Dios

Por haber guiado mis pasos a cada instante y permitirme alcanzar todas mis metas.

A mis Padres

Por haber sido un regalo especial en mi vida; su confianza, sacrificio y entrega han permitido que hoy consiga una de mis metas, gracias por su apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A mi hermana por brindarme su apoyo incondicional para conseguir este objetivo.

Un reconocimiento muy especial a toda mi familia por darme siempre ánimos durante todo este tiempo en especial a mis abuelitos Ángel, Rosa, Juan y Virginia quienes siempre me apoyaron.

A mis Pastores y amigos de la iglesia Casa de Dios por sostener mi vida espiritual.

Al Ing. Danilo Trujillo

Por su apoyo y paciencia que me dedicó para que esta tesis concluya exitosamente.

Oscar Matza

INDICE

CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 MARCO TEÓRICO	5
2.1.1 Antecedentes Investigativos	5
2.1.2 Sistemas Electrónicos Digitales.....	6
2.1.3 Electrónica en Comunicaciones.....	9
2.1.4 Circuitos de control.....	10
2.1.5 Sistemas Embebidos	12
2.1.6 Sistemas de Adquisición de datos.....	12
2.1.7 Comunicación serial	16
2.1.8 Sistema Electrónico de Control de Velocidad	18
2.1.9 Características de los Sistemas Electrónicos de Control de Velocidad	19
2.1.10 Sistema de frenado de emergencia autónomo AEB.....	19
2.1.11 Sistema del Freno Motor de un Autobús	20
2.1.12 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	21
2.1.13 Medición de distancia	25
2.1.14 Visualizadores Gráficos	28
2.1.15 Dispositivos Electromecánicos.....	31
2.1.16 Dispositivos de Radio Frecuencia.....	34
2.2 PROPUESTA DE SOLUCIÓN	36

CAPÍTULO III.....	37
METODOLOGÍA	37
3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.1.1 Proyecto de Investigación Aplicada	37
3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	37
3.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	38
3.3.1 Procesamiento de la información.....	38
3.3.2 Análisis e interpretación de resultados	38
CAPÍTULO IV	40
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	40
4.1 SITUACIÓN ACTUAL Y REQUERIMIENTOS	40
4.2 DISEÑO DE LA PROPUESTA	41
4.2.1 Introducción	41
4.2.2 Requerimientos del control de velocidad.....	42
4.2.3 Diseño modular del sistema electrónico de control de velocidad.....	44
4.2.4 Selección de Equipos	46
4.2.5 Diseño del circuito electrónico de control de velocidad.....	75
4.3 Presupuesto de Gastos.....	114
CAPÍTULO V.....	116
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
5.1 CONCLUSIONES	116
5.2 RECOMENDACIONES	117
5.3 BIBLIOGRAFÍA	118
5.4 ANEXOS	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Partes de un Sistema Electrónico.....	6
Figura 2. 2 Esquema de un Microcontrolador.....	8
Figura 2. 3 Señal Digital	13
Figura 2. 4 Señal Analógica.....	13
Figura 2. 5 Etapas del sistema de adquisición de datos	15
Figura 2. 6 Estructura de un Dato que se envía Serialmente	17
Figura 2. 7 Diagrama de bloques de un receptor/transmisor asíncrono universal	18
Figura 2. 8 Ejecución del Freno Motor	20
Figura 2. 9 Freno Motor	21
Figura 2. 10 Sistema GPS	22
Figura 2. 11 Segmentos del sistema GPS.....	23
Figura 2. 12 Funcionamiento Básico de un Ultrasonido.....	27
Figura 2. 13 Dirección de la Transmisión.....	31
Figura 2. 14 Pantalla gráfica GLCD	31
Figura 2. 15 Funcionamiento del Relé	32
Figura 2. 16 Símbolo eléctrico del relé	34
Figura 2. 17 Diagrama de sincronización	35
Figura 2. 18 Delay Time	35
Figura 2. 19 Tiempo de retardo (Delay).....	36
Figura 4. 1 Diagrama de Bloques del Sistema.....	45
Figura 4. 2 PIC 16F88.....	49
Figura 4. 3 Distribución de pines - PIC 16F88	50
Figura 4. 4 PIC 12F675.....	50
Figura 4. 5 Disposición de pines -PIC 12F675	51
Figura 4. 6 MAX232.....	52
Figura 4. 7 Disposición de pines - MAX232	52
Figura 4. 8 Pantalla táctil DMT48270T043_01W	55
Figura 4. 9 Relé Electromecánico	59
Figura 4. 10 Freno Jake.....	61
Figura 4. 11 Sensor Ultrasonico - MaxSonar-EZ4.....	64

Figura 4. 12 GPS SKM55RD.....	68
Figura 4. 13 Módulo de RF - Rx/Tx Micro HR 1020	72
Figura 4. 14 Convertidor de voltaje 12/24 a 5v	73
Figura 4. 15 Convertidor de voltaje 12/24 a 5v LM7805	74
Figura 4. 16 Panel Frontal Diagrama Esquemático	76
Figura 4. 17 Circuito de Reloj.....	77
Figura 4. 18 Protección contra conexiones de voltaje inverso.....	77
Figura 4. 19 Header SV1.....	78
Figura 4. 20 Header SV2.....	78
Figura 4. 21 Bornera GPS	79
Figura 4. 22 Bornera Sensores	79
Figura 4. 23 Circuito de conexión MAX232	80
Figura 4. 24 Bobina del Relé K6.....	80
Figura 4. 25 Bobina del Relé K4 y K5.....	81
Figura 4.26 Bobina del Relé K3.....	81
Figura 4. 27 Panel Posterior Diagrama Esquemático.....	82
Figura 4. 28 Protección de voltaje inverso, Panel posterior.....	83
Figura 4.29 Regulador de voltaje.....	83
Figura 4.30 Reductor de ruido	84
Figura 4. 31 Circuito de reloj panel posterior	84
Figura 4.32 Borneras para el módulo RF.....	85
Figura 4.33 Borneras de los sensores de la parte posterior	85
Figura 4. 34 Tablero Principal	89
Figura 4.35 Subrutina datos_sen	91
Figura 4.36 Subrutina velo (Velocidad GPS)	92
Figura 4.37 Subrutina buzz_retro.....	94
Figura 4.38 Subrutina Buzzer	94
Figura 4.39 Subrutina Delay	94
Figura 4.40 Subrutina compara	96
Figura 4. 41 Subrutina compara	97
Figura 4.42 Tablero Secundario.....	97
Figura 4.43 Configuración de pantalla _ cargar una imagen	98

Figura 4.44 Configuración de la función Touch	99
Figura 4.45 Configuración de los códigos de comando	99
Figura 4.46 Vista previa de las imágenes del proyecto	100
Figura 4.47 Compilador del Programa	100
Figura 4.48 Activación de la Función reloj	101
Figura 4.49 Parámetros de Pantalla	102
Figura 4. 50 Conexión del Freno Motor	106
Figura 4.51 Funcionamiento del Freno Motor	107
Figura 4.52 Conexión de las Direccionales	108
Figura 4.53 Conexión de retro	109
Figura 4. 54 Conexión del sistema al swich del autobús	109
Figura 5. 1 Árbol del Problema	122
Figura 5. 2 Panel Frontal	125
Figura 5. 3 Pantalla en Modo Ciudad	126
Figura 5. 4 Pantalla en Modo Carretera	127
Figura 5. 5 Pantalla en Modo Retro	129
Figura 5. 6 Diagrama Pictórico Placa Principal	130
Figura 5. 7 Diagrama Pictórico Placa Secundaria	130
Figura 5. 8 Circuito Impreso Placa Principal	131
Figura 5. 9 Circuito Impreso Placa Secundaria	131
Figura 5. 10 Diagrama general de funcionamiento del sistema	132
Figura 5. 11 Diagrama de conexiones frontal	133
Figura 5. 12 Diagrama de conexiones posterior	134
Figura 5. 13 Dimensiones del autobús.	135
Figura 5. 14 Circuitos Impresos (PCB)	136
Figura 5. 15 Ubicación de los elementos electrónicos en la PCB	137
Figura 5. 16 Ubicación de los elementos electrónicos	139
Figura 5. 17 Ubicación sistema electrónico de control de velocidad en el tablero del autobús	141
Figura 5. 18 Ubicación de los sensores de la parte frontal	142
Figura 5. 19 Ubicación de los sensores posteriores	143
Figura 5. 20 Pantallas del sistema electrónico de control de velocidad	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 Trama de Datos del puerto serie de la GLCD.....	29
Tabla 2. 2 Tiempo de retardo específico	36
Tabla 4. 1 Requerimientos del sistema electrónico de control de velocidad	43
Tabla 4. 2 Comparativa Microcontroladores	47
Tabla 4. 3 Comparativa de las Familias de PIC de Microchip: 10, 12, 16, 12F1, 16F1 y 18	48
Tabla 4. 4 Características - PIC 16F88	49
Tabla 4. 5 Características - PIC 12F675	51
Tabla 4. 6 Niveles de Voltaje.....	53
Tabla 4. 7 Comparativa entre GLCD y LCD	54
Tabla 4. 8 Características del Interfaz GLCD	56
Tabla 4. 9 Características del Display.....	56
Tabla 4. 10 Cuadro comparativo de relés de estado sólido y relés electromecánicos.....	58
Tabla 4. 11 Comparativa Freno Motor y Freno de rueda.....	60
Tabla 4. 12 Cuadro comparativo de sensores ultrasónicos disponibles en el mercado.....	63
Tabla 4. 13 Descripción de pines sensor MaxSonar – EZ4	65
Tabla 4. 14 Comparativa de tecnologías de medición de velocidad	67
Tabla 4. 15 Especificaciones de rendimiento GPS	68
Tabla 4. 16 Comparación entre Tecnologías para sistemas Intra-Vehiculares (RF, Bluetooth, Zigbee)	71
Tabla 4. 17 Especificaciones Técnicas del Módulo de RF Rx/Tx micro HR 1020	72
Tabla 4. 18 Pines manejados como entradas - PIC 16F88.....	86
Tabla 4. 19 Pines manejados como salidas - PIC 16F88	86
Tabla 4. 20 Descripción de pines de conexión - PIC 16F88.....	87
Tabla 4. 21 Pines manejados como entrada - PIC 12F675	87
Tabla 4. 22 Pines manejados como salida - PIC 12F675.....	87
Tabla 4. 23 Descripción de pines de conexión - PIC 12F675.....	88

Tabla 4. 24 Pines manejados como entrada - MAX 232.....	105
Tabla 4. 25 Pines manejados como salida - MAX 232	105
Tabla 4. 26 Pines de conexión - MAX 232	106
Tabla 4. 27 Porcentaje de variación de velocidad GPS vs Velocímetro	110
Tabla 4. 28 Prueba del módulo de sensores	113
Tabla 4. 29 Presupuesto económico	114
Tabla 5. 1 Descripción de Sensores Delanteros (Ciudad).....	126
Tabla 5. 2 Factores de Activación del Freno Motor (Ciudad)	127
Tabla 5. 3 Descripción sensores delanteros (Ciudad)	128
Tabla 5. 4 Factores de activación del freno Motor (Carretera).....	128
Tabla 5. 5 Descripción sensores Posteriores (Retro)	129

RESUMEN

El Proyecto precisa el diseño, construcción e implementación de un prototipo de un sistema de control de velocidad de autobuses, con un sistema de sensores de distancia, para la aplicación en una unidad de la cooperativa de transportes “Santa”. Este dispositivo es un sistema electrónico programado, de prevención de accidentes viales, multas y sanciones económicas, el cual nos ayudará a controlar los límites de velocidad establecidos por la ley de tránsito en el Ecuador, que establece para vehículos de transporte público de pasajeros: Urbana 50km/h, Carretera: 80Km/h.

Este sistema se caracteriza por contar con un medio de adquisición de datos el cual funciona de manera satelital y sensores medidores de distancia, donde su principal función es registrar la velocidad a la cual circula el autobús y la distancia con respecto a objetos presentes en la carretera; un microcontrolador programado para receptar parámetros de velocidad y distancia para la activación del freno motor según el requerimiento del usuario administrador.

Palabras Clave

Sistema Electrónico / Límites de Velocidad / Seguridad Vial / Microcontroladores / GPS / Sensores Ultrasónicos

ABSTRACT

The project precise the design, construcción and implementation of an bus's speed control system, with a system of distance sensors, for application in a Santa's unit transport. This is an electronic device programmed to prevent road accidents, economic sanctions and fines, which will help us control the speed limits established by traffic law in Ecuador which establish to vehicles public transportation: Urban 40 km/h, Road: 80 km/h. This system is characterized by having a médium data acquisition satellite operates and measure sensors of distance, where its main function is to record the speed at which the bus runs and the distance to objects in the road, a microcontroller programmed to both receive speed and distance parameters for activating the engine brake as the requirement for the administrator user.

KeyWords

Electronic System / Speed Limits / Road safety / Microcontrollers / GPS / Ultrasonic sensors

Introducción

El crecimiento poblacional en grandes ciudades o en grandes áreas ha supuesto la necesidad de uso de un transporte interprovincial eficiente, con el fin de trasladarse de un lugar a otro por diferentes motivos, los cuales forman parte del desarrollo en la vida cotidiana de las personas, incrementándose así los problemas en el tema de seguridad vial.

Hoy en día se está regularizando y controlando los límites de velocidad en todo el tránsito vehicular, con un énfasis importante en lo que son buses interprovinciales, ya que se han convertido en uno de los principales causantes de accidentes de tránsito provocados por el exceso de velocidad en las vías.

Por esta razón se ha desarrollado este proyecto, en el que se busca mantener un mejor control de dichos automotores. Mediante la combinación de la parte electrónica y automotriz, se creó este sistema de seguridad que ayudará a mantener la velocidad del autobús dentro de los límites máximos determinados en el REGLAMENTO GENERAL PARA LA APLICACIÓN DE LA LEY ORGANICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL; dado por Decreto Ejecutivo No 1196, de 25 de Junio del 2012, la cual según el artículo N° 142 literal m, indica que el límite de velocidad considerado en ciudad es de 50km/h y en carretera los 80 km/h.

El trabajo de investigación se encuentra organizada en 5 capítulos, cuyo contenido se describe a continuación:

Capítulo 1: El problema de investigación, este capítulo presenta el tema de investigación, el planteamiento del problema, su justificación, así como los objetivos específico y generales del proyecto.

Capítulo 2: Marco Teórico, este capítulo presenta una revisión bibliográfica mediante la cual se define los principios y fundamentos teóricos de los medios

utilizados para el diseño e implementación del sistema electrónico de control de velocidad.

Capítulo 3: Metodología, este capítulo presenta la modalidad de investigación, el procesamiento y análisis de datos mediante una entrevista realizada de forma personal al Sr. Víctor Hugo Santamaría, Gerente general de la Cooperativa de transportes SANTA.

Capítulo 4: Desarrollo de la propuesta, en este capítulo se detalla los parámetros para la selección de equipos, diseño de Hardware y Software para el sistema electrónico de control de velocidad.

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones, este capítulo presenta las conclusiones del trabajo de investigación, aportaciones y recomendaciones. Además se presenta bibliografía y Anexos del trabajo de investigación, distinguiéndose entre los diferentes tipos de publicaciones utilizadas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

Sistema Electrónico de control de velocidad de autobuses, para la Cooperativa de Transportes Santa.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Al pasar del tiempo los seres humanos se han valido de múltiples servicios los cuales han proporcionado confort a su existencia, es el caso de los medios de transporte masivo, los cuales han cumplido un papel importante en el desarrollo de la sociedad ya que facilitan la movilidad de gran cantidad de personas de un lugar a otro a través de largas distancias, permitiendo el avance en la vida moderna, y a su vez ofreciendo unidades cada vez más equipadas que brindan comodidad, entretenimiento y recreación a la hora de viajar, aumentando así también su demanda.

En la actualidad, en el país se ha incrementado el nivel de control vehicular en las carreteras, sin embargo el interior de los autobuses carecen de un sistema complementario que ayude a reducir el índice de accidentes, mejore la seguridad y evite multas y sanciones por excesos de velocidad a los conductores y sus unidades. Debido a la falta de actualización tecnológica, todos los cálculos y maniobras en cuanto a velocidad y distancia se han realizado de forma mecánica y por parte del conductor constituyendo un factor de riesgo.

En la ciudad de Ambato la Cooperativa de Transportes SANTA, es una empresa de transporte terrestre de pasajeros líder, con más de 50 años de experiencia, con varias agencias en todo el Ecuador. Esta empresa manteniendo su compromiso de brindar el servicio de transporte interprovincial de pasajeros a nivel nacional, en las diferentes rutas y frecuencias, impulsando el desarrollo y fomentando así la comunicación en forma continua y permanente, se ha visto en la necesidad de implementar un sistema para el control de velocidad y distancia en sus autobuses de servicio público, a través de un sistema electrónico, el cual ayude a brindar mejor seguridad a sus ocupantes y así reducir el índice de accidentes, multas y sanciones económicas.

En la actualidad no existe un Sistema control de velocidad y advertencia de distancia para vehículos interprovinciales; debido a la falta de recursos económicos para desarrollar un dispositivo con tales características dentro de la infraestructura de los autobuses, se genera inseguridad en los pasajeros a la hora de viajar por los constantes excesos de velocidad cometidos. Además los conductores al realizar maniobras como el adelantamiento y estacionado, poseen puntos ciegos en los retrovisores, lo cual no les permite ver la posición de un objeto o vehículo con respecto a su autobús, esto ocasiona choques y pérdidas materiales para dueños y usuarios de este medio de transporte. Una razón importante también es la falta de accesibilidad a tecnologías modernas para el control permanente de autobuses, lo cual genera retraso en la competitividad de la empresa.

1.2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

ÁREA ACADÉMICA: Física y Electrónica

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas Electrónicos

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas Embebidos

DELIMITACIÓN ESPACIAL: Esta investigación se realizó en la ciudad de Ambato, en la Cooperativa de Transportes SANTA. Su Matriz en Ambato ubicada en la Calle Estados Unidos 04-111 y Paraguay, Ciudadela Ingahurco.

DELIMITACIÓN TEMPORAL: El presente proyecto de investigación se lo realizó del 20 de Noviembre de 2013, al 20 de mayo de 2014 con una duración de 6 meses, a partir de la aprobación del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el avance tecnológico ha permitido sustituir actividades realizadas en forma mecánica por tareas controladas, utilizando circuitos electrónicos y módulos de comunicaciones, los mismos que presentan mayor precisión y exactitud; la implementación de un sistema de control de velocidad y distancia en la infraestructura de un autobús, es de real importancia para así poder brindar mayor seguridad y calidad de servicio a los usuarios de las unidades de transporte, obteniendo así mejoras económicas para la empresa.

De esta manera debido a la imperativa necesidad, se diseñó un prototipo, con una solución tecnológica de bajo costo y alto desempeño que garantice la seguridad tanto del conductor como la de sus pasajeros, mediante el control de límites de velocidad y advertencia de distancia con respecto a otros objetos (postes, árboles) o vehículos ubicados en la carretera, a través de un sistema electrónico de control, con el fin de reducir al mínimo las probabilidades de accidentes, colisión vehicular, multas y sanciones por excesos de velocidad.

Además el proyecto permitió integrar sistemas de control de velocidad; los cuales son aplicables indistintamente en autobuses que requieran mejorar la seguridad y calidad de servicio.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un Sistema Electrónico de control de velocidad de autobuses, para la Cooperativa de Transporte “SANTA”.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los requerimientos técnicos necesarios para el diseño de un Sistema Electrónico de advertencia de distancia y control de límites de velocidad.
- Analizar la mecánica de frenado de un autobús con la interfaz electrónica del sistema, para el control de velocidad.
- Diseñar un sistema electrónico de control de límites de velocidad de autobuses.
- Generar un prototipo de funcionamiento de un sistema de control de velocidad y distancia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Antecedentes Investigativos

Una vez indagado en la Biblioteca así como en el repositorio digital de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, y de la Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE), se tuvo como resultado los siguientes trabajos de investigación con los siguientes temas:

“SISTEMA DE MONITOREO CON LA TECNOLOGÍA GPS A LAS MOTOCICLETAS DE LA COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO CHIBULEO DE LA CIUDAD DE AMBATO”. El cual concluye lo siguiente: “Se ha creado un medio de comunicación entre la unidad móvil y la estación de control, el medio físico de comunicación es la interface aire y la infraestructura de red celular y red GPS”. [1]

“DISEÑO DE UN SISTEMA MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE GPS CON RADIOCOMUNICACIÓN QUE PERMITA DETERMINAR LA POSICIÓN DE UN VEHÍCULO EN TIEMPO REAL”. El cual concluye lo siguiente: “Los sistemas de comunicaciones en el país se encuentran en desarrollo y las empresas que brindan el sistema de rastreo a vehículos no satisfacen las necesidades de los usuarios, por ello surge la necesidad de un sistema mediante la utilización de tecnología GPS Y Radio Frecuencia que permita determinar la posición de un vehículo en tiempo real”. [2]

De la Escuela Superior Politécnica del Ejercito: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD PARA CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS EN CARRETERA”. El cual concluye lo siguiente: “El proyecto está desarrollado pensando en la seguridad de los conductores en la ciudad de Latacunga y a largo plazo en todo el país. El proyecto de control de distancia de seguridad brindará al conductor de cualquier vehículo, ya sea de alta gama o vehículos convencionales.”[3]

2.1.2 Sistemas Electrónicos Digitales

Un Sistema Electrónico Digital es aquél que realiza un procesado sobre un conjunto de datos de entrada y produce una información de salida, como resultado de aplicar un algoritmo determinado. El algoritmo en cuestión determina el tipo de sistema electrónico digital. La figura 2.1 presenta el esquema básico de un sistema electrónico digital [4].



Figura 2. 1 Partes de un Sistema Electrónico

Fuente: Sistemas Electrónicos Digitales Fundamentos y Diseño de Aplicaciones, Enrique Sanchiscoord, Página 17

1. Entradas o Inputs. Las entradas son sensores (o transductores) electrónicos o mecánicos que toman las señales (temperatura, presión, proximidad entre otros) del mundo físico y las convierten en señales de corriente o voltaje. Ejemplo: El termopar, la foto resistencia para medir la intensidad de la luz.

2. Circuitos de procesamiento. Estos circuitos consisten en piezas electrónicas conectadas juntas para manipular, interpretar y transformar las señales de voltaje y corriente provenientes de los transductores.
3. Salidas u Outputs. Las salidas son actuadores u otros dispositivos (también transductores) que convierten las señales de corriente o voltaje en señales físicamente útiles. [4]

- **Elementos activos de un circuito electrónico.**

Los elementos activos de un circuito electrónico, son los que “producen” energía y se denominan fuentes o generadores.

Las fuentes de corriente o las fuentes de tensión son ejemplos de elementos activos. Los dispositivos activos proporcionan al circuito energía eléctrica. [5]

- **Elementos pasivos de un circuito electrónico.**

Los elementos pasivos de un circuito electrónico, son los que “utilizan” la energía eléctrica durante su funcionamiento y se denominan consumidores o cargas, como: resistencias, condensadores y bobinas.

Un elemento pasivo no genera energía; o bien la consume transformándola en calor. [5]

- **Microcontroladores**

Un Microcontrolador es un circuito integrado programable, que ejecuta las órdenes grabadas en su memoria, que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora, las cuales son: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida)

Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema electrónico en particular.

Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de

memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación, como se indica en la figura 2.2. [6]

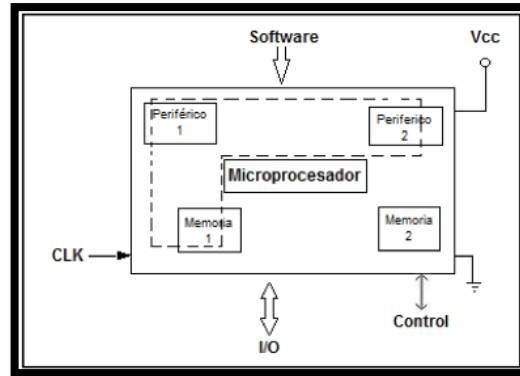


Figura 2. 2 Esquema de un Microcontrolador

Fuente: Universidad Antonio Nariño, Introducción a los microcontroladores

Un microcontrolador típico tendrá un generador de reloj integrado y una pequeña cantidad de memoria de acceso aleatorio y/o ROM/EEPROM/EEPROM/flash, que para hacerlo funcionar todo lo que se necesita son unos pocos programas de control y un cristal de sincronización.

Los microcontroladores disponen generalmente también de una gran variedad de dispositivos de entrada/salida, como convertidor analógico digital, temporizadores, UARTs y buses de interfaz serie especializados, como I2C y CAN. Frecuentemente, estos dispositivos integrados pueden ser controlados por instrucciones de procesadores especializados.

El control de velocidad a través de un sistema de frenos motor se basa normalmente en un microcontrolador de 8 bit, al igual que el sistema de control de distancia. Los microcontroladores negocian la velocidad y la flexibilidad para facilitar su uso.

En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos están integrados en si mismo. Una parte del microcontrolador es no volátil es

decir es imborrable (ROM) y es la encargada de guardar el programa de instrucciones que comanda toda la aplicación. Por otra parte es necesario una memoria volátil o borrrable (RAM) que se encarga de guardar los datos y variables que se van generando en el programa.

2.1.3 Electrónica en Comunicaciones

La definición de electrónica en comunicaciones dada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, International Telecommunication Union) para telecomunicación: es toda emisión, transmisión y recepción de signos, señales, escritos e imágenes, sonidos e informaciones de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

- **Sistema de comunicación**

Los sistemas de comunicación electrónicos, son la transmisión recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares mediante circuitos electrónicos. La fuente original de información puede estar en forma analógica (continua), como por ejemplo la voz humana o la música, o en forma digital (discreta), como por ejemplo los números codificados binariamente o los códigos alfanuméricos. Sin embargo, todas las formas de información se deben convertir en energía electromagnética antes de ser propagadas a través de un sistema electrónico de comunicaciones. Este proceso intervienen al menos los siguientes elementos.

- a) **Transductor:** El transductor es un dispositivo físico que convierte la información a transmitir o mensaje en una señal eléctrica, óptica, etc. (Transductor de entrada), o viceversa, transforma dicha señal recibida en una magnitud sensible a los sentidos (transductor de salida).

b) **Emisor o transmisor:** El emisor o transmisor es el sistema electrónico que recibe la señal procedente del transductor de entrada y lo acondiciona para ser transmitida a través del canal de comunicación.

En efecto la señal procedente del transductor no puede ser transmitida directamente y requiere ser tratada previamente.

c) **Medio o canal de transmisión:** El medio o canal de Transmisión es el medio físico por el cual viaja la señal procedente del emisor con destino al receptor.

Es frecuente clasificar el medio de transmisión en guiados y no guiados.
[8]

- **Modem de Tx/Rx**

El término módem es una palabra compuesta que indica las dos entidades funcionales que componen el dispositivo: un modulador de señal y un demodulador de señal; es la relación entre las dos partes.

Un modulador convierte una señal digital en una señal analógica usando ASK, FSK, PSK o QAM. Un demodulador convierte una señal analógica en una señal digital. [8]

- **Alcance de un sistema de comunicación**

El alcance de un sistema de comunicación es la máxima distancia que puede alcanzar un transmisor garantizando la integridad de los datos que se envían utilizando un determinado medio físico de transmisión. [8]

2.1.4 Circuitos de control

Los circuitos de control son aquellos que mediante la adecuada operación de una serie de elementos electrónicos, nos darán una respuesta deseada en base a las necesidades y a los requerimientos expresados en forma de instrucciones. Los circuitos de control reciben y procesan la información de cualquier sistema industrial sobre las condiciones del mismo. Esta información representa hechos

tales como, posiciones mecánicas de partes móviles, cámaras, dispositivos de medición de distancia, velocidad, rpm, etc. El circuito de control tiene la capacidad de tomar toda esta información empírica y combinarla con la suministrada por el operador con el fin de tomar decisiones. Esta información representa la respuesta deseada del sistema, es decir, el resultado esperado.

La decisión que toma el circuito de control no es una elaboración propia del sistema, solamente es el reflejo de los deseos del diseñador, quien previo todas las posibles condiciones de entrada, ha elaborado la lógica necesaria, para que las condiciones de salida sean la apropiadas, de ahí que la tarea de un diseñador es llevar a cabo la integración de todos los elementos que intervienen en un circuito de control de una manera segura y eficiente.

Elementos del circuito de control

Los circuitos de control de cualquier índole, se pueden representar por tres partes principales de las cuales podemos resaltar a continuación:

Elementos de entrada: Los elementos de entrada es la sección en la cual se integran los dispositivos o elementos encargados de adquirir la información proveniente del operador y del mismo sistema,

Lógica del circuito: La sección lógica es aquella encargada de la toma de decisiones del sistema, de acuerdo con la información adquirida por los elementos de entrada, y de esta manera proveer una mejor respuesta posible a los elementos de salida. La sección de lógica de un circuito emplea diferentes técnicas tales como control con contactos, control digital, control por PLC y control por microcontroladores.

Elementos de salida: Los elementos de salida son aquellos elementos que comprende a los actuadores. Los elementos de salida toman las señales de salida de la parte lógica del circuito y la transforman a forma utilizables tales como la visualización de pantalla.

2.1.5 Sistemas Embebidos

Un sistema embebido, o empotrado es un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. Al contrario de lo que ocurre con los ordenadores de propósito general (como por ejemplo una computadora personal o PC) que están diseñados para cubrir un amplio rango de necesidades, los sistemas embebidos se diseñan para cubrir necesidades específicas.

En un sistema embebido la mayoría de los componentes se encuentran incluidos en la placa base (la tarjeta de vídeo, audio, módem, etc.) y muchas veces los dispositivos resultantes no tienen el aspecto de lo que se suele asociar a una computadora. Algunos ejemplos de sistemas embebidos podrían ser dispositivos como un taxímetro, un sistema de control de acceso, la electrónica que controla la velocidad un autobús.

Por lo general los sistemas embebidos se pueden programar directamente en el lenguaje ensamblador del microcontrolador o microprocesador incorporado sobre el mismo, o también, utilizando los compiladores específicos, pueden utilizarse lenguajes como C o C++; en algunos casos, cuando el tiempo de respuesta de la aplicación no es un factor crítico, también pueden usarse lenguajes interpretados como JAVA. [4]

2.1.6 Sistemas de Adquisición de datos

Un sistema de adquisición de datos es el instrumento que nos sirve para obtener datos de velocidad o distancia. Estos datos pueden estar presentados en forma digital o analógica. Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en un microcontrolador. [9]

- **Señales Digitales**

Las señales digitales son señales cuantificadas; sólo varían a intervalos (escalonados) determinados. O sea, entre un intervalo y el siguiente no pueden tomar valores intermedios. Cuando la señal digital sólo puede tomar dos estados diferentes, se denominan señal binaria (1, 0); este es el tipo de señal digital, o información, con que operan los sistemas digitales, como se indica en la figura 2.3.

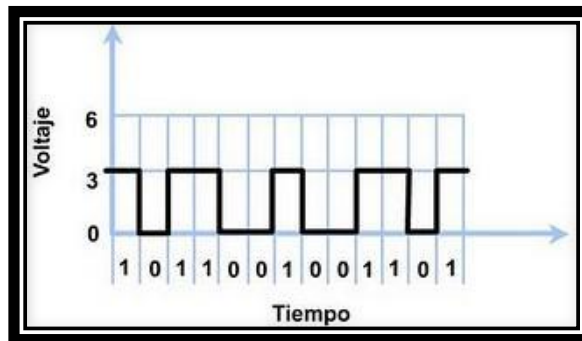


Figura 2. 3 Señal Digital

Fuente: Electrónica digital fundamental de Hermosa Donate

- **Señales Analógicas**

Las señales analógicas son, señales eléctricas de variación continua en intensidad o amplitud en el tiempo, en donde no existen puntos de discontinuidad, vienen de sensores que convierten energía en forma de presión, posición o temperatura en voltaje, como se muestra en la figura 2.4.

[9]

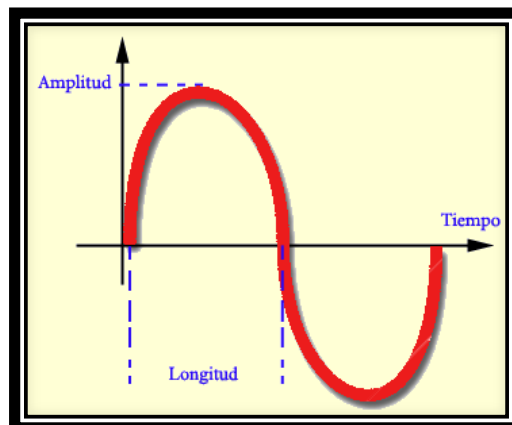


Figura 2. 4 Señal Analógica

Fuente: Electrónica digital fundamental de Hermosa Donate

- **Etapas de un sistema de adquisición de datos**

Para tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en un microcontrolador, los sistemas de adquisición de datos tienen las siguientes etapas:

a) Sensores o transductores

Un sensor es un dispositivo que convierte una propiedad física o fenómeno en una señal eléctrica correspondiente medible. La capacidad de un sistema de adquisición de datos para medir los distintos fenómenos depende de los transductores para convertir las señales de los fenómenos físicos mensurables en la adquisición de datos por hardware. [10]

b) Acondicionamiento de la señal

Los circuitos de acondicionamiento de señales mejoran la calidad de la señal generada por el transductor antes de que sean convertidas a señales digitales. Cabe recalcar que no es necesario a veces realizar el acondicionamiento de señal en un sistema de adquisición de datos, cuando la variable a medir presenta facilidad de acoplamiento a los convertidores.

Se pueden encontrar diferentes etapas en el acondicionamiento de señal como pueden ser:

- Amplificación.
- Excitación.
- Filtrado.
- Multiplexado. [10]

c) Tratamiento de la señal

En esta etapa la señal adquirida debe ser sometida a convertidores analógicos - digital (A/D) y digital - analógico (D/A), para de esta manera procesar información de un sistema físico.

Para el control de velocidad y distancia se utilizan microcontroladores, que son las interfaces entre las señales y la interfaz de usuario, realizando funciones de cuantificación y codificación.

La cuantificación implica la división del rango continuo de entrada en una serie de pasos, de modo que para infinitos valores de la entrada la salida sólo puede presentar una serie determinada de valores. La codificación es el paso por el cual la señal digital se ofrece según un determinado código binario, de modo que las etapas posteriores al convertidor puedan leer estos datos adecuadamente. [10]

d) Visualización de datos adquiridos

Los datos adquiridos se visualizan, a través de una salida a pantalla.

Tarjetas de adquisición de datos

Las tarjetas de adquisición de datos, se encargan de:

- Las conversiones de señales desde analógica a digital. ADC.
- La comunicación con la interfaz de usuario (HMI). [10]

El diagrama de bloques de las etapas de un sistema de adquisición de datos se indica en la figura 2.5.

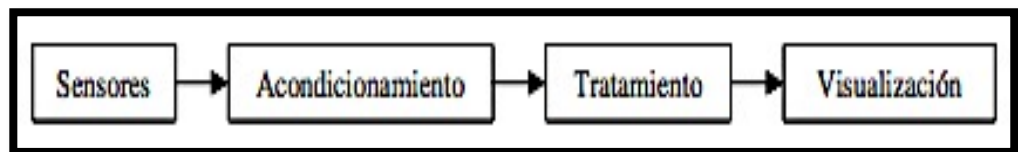


Figura 2. 5 Etapas del sistema de adquisición de datos

*Fuente: Sistemas de adquisición y procesamiento de datos, Repositorio digital
Universidad Alicante*

2.1.7 Comunicación serial

La comunicación serial es muy común para la transmisión de datos entre dispositivos, y se incluyen de manera estándar.

El concepto de comunicación serial es sencillo, el puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez; aun cuando es más lenta que la comunicación en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo, seguro y puede alcanzar mayores distancias. [11]

En la comunicación serial, se tiene la siguiente norma:

- **Norma RS-232**

La norma RS-232 también conocida con el nombre de comunicación serial es un protocolo de comunicación que permite el intercambio serial de datos entre dos dispositivos conectados a través de un cable diseñado para dicha tarea. Permite alcanzar una distancia de 15 metros entre dos dispositivos.

Permite realizar dos tipos de comunicación las mismas se mencionan a continuación.

1. Comunicación Síncrona. La comunicación serial síncrona permite la transmisión de datos de forma serial utilizando dos líneas de comunicación de una línea sobre la cual se transmitirán los datos y una línea la cual contendrá los pulsos de reloj que permiten determinar la duración de cada bit.
2. Comunicación Asíncrona. En la comunicación serial asíncrona, la duración de cada bit está determinada por la velocidad con la cual se realiza la transferencia de datos. La Figura 2.6 muestra la estructura de un carácter transmitido en forma asíncrona.

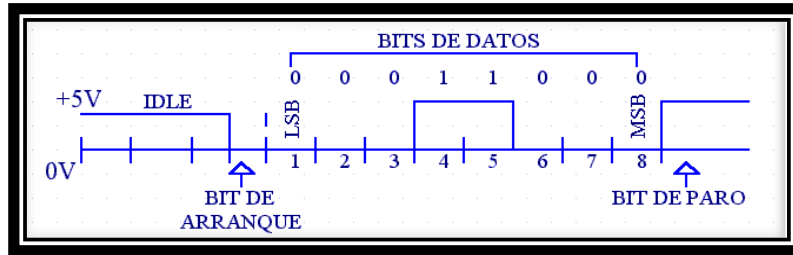


Figura 2. 6 Estructura de un Dato que se envía Serialmente

Fuente: Microcontroladores PIC, Carlos Reyes

Para iniciar el envío de datos utilizando comunicación asíncrona, el transmisor coloca la línea en bajo durante un determinado tiempo, lo cual se lo conoce como bit de arranque (Start bit) y a continuación se empieza a transmitir con un intervalo de tiempo los bits correspondientes al dato, empezando siempre por el bit menos significativo (LSB), terminando con el bit más significativo (MSB). Al no estar sincronizados tanto el transmisor y el receptor deben tener los mismos parámetros de velocidad, paridad, número de bit de datos y bit de parada.

La norma RS-232 cumple con los siguientes niveles de voltaje:

- Un “1” lógico es un voltaje comprendido entre -5V y -15V en el transmisor y entre -3V y -25V en el receptor.
- Un “0” lógico es un voltaje comprendido entre +5V y +15V en el transmisor y entre +3V y +25V en el receptor. [12]

- **MAX232**

El MAX232 es un circuito integrado, que convierte las señales de un puerto serie RS23222 ($\pm 15V$) a señales compatibles con los niveles TTL23 (5V)

- **Receptor-Transmisor asíncrono universal UART**

El receptor/transmisor asíncrono universal (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, UART) es el dispositivo clave de un sistema de comunicaciones serial. Su función principal es convertir los datos serie a paralelos cuando se trata de datos recibidos (de entrada) y de convertir datos

paralelos a serie para transmisión (de salida). En la figura 2.7, se muestra el esquema general con los bloques básicos de un UART. Se distinguen los registros de datos, tanto de recepción como de transmisión y sus correspondientes registros de desplazamiento (RxD, TxD), los registros de control de transmisión y recepción y señales de sincronización para comienzo de la transmisión/recepción (RTS, CTS)

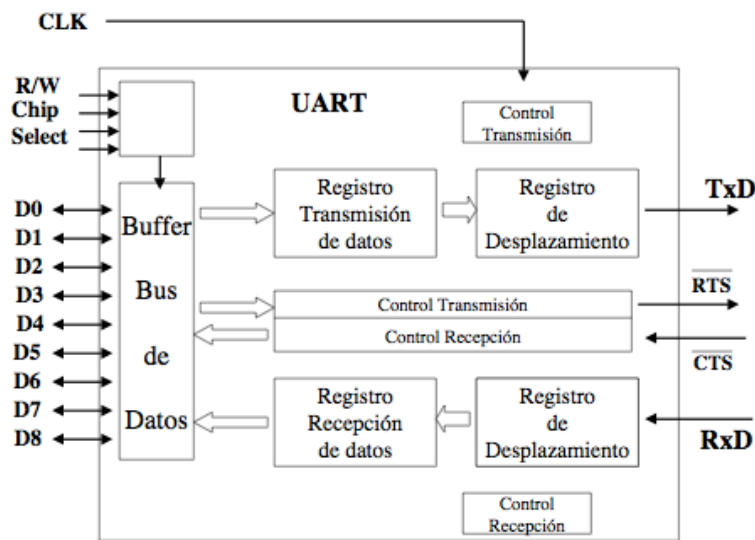


Figura 2. 7 Diagrama de bloques de un receptor/transmisor asíncrono universal

Fuente: http://www.el.uma.es/marin/Tema6_practica5_uart.pdf.

2.1.8 Sistema Electrónico de Control de Velocidad

Un sistema electrónico de control de velocidad, permite vigilar el desempeño de un autobús mediante lecturas de velocidad, y el control del freno motor .

El freno motor, se transforma en un compresor de aire capaz de absorber la energía cinética proveniente de las ruedas y así disminuir la velocidad del vehículo, sin someter al sistema de frenos a sobre esfuerzos propios de los vehículos de carga pesada, cuando se activa el freno motor se altera la operación de las válvulas de escape del motor, de esta manera se produce una acción de

retardo o desaceleración en las ruedas propulsoras, lo cual permite controlar el vehículo sin usar el freno de servicio.[6]

2.1.9 Características de los Sistemas Electrónicos de Control de Velocidad

Las características de los sistemas electrónicos de control de velocidad son:

- Los Sistemas electrónicos para el control del freno motor se emplean para reducir velocidad, aliviar y complementar los frenos de servicio.
- En los vehículos pesados, con un peso superior a 12 toneladas y en autobuses con un peso superior a 5 toneladas es obligatorio disponer de freno motor.
- El sistema electrónico de control de velocidad mediante el freno motor debe estabilizar por si solo la velocidad de vehículo, sin emplear el freno de rueda.
- El freno motor se puede utilizar en velocidades superiores a 10 km/h, tomando en cuenta que funciona mejor a altas revoluciones. [6][7]

2.1.10 Sistema de frenado de emergencia autónomo AEB

El frenado de emergencia autónomo, también conocido como **AEB** (*Autonomous Emergency Braking Systems*), alerta al conductor de llevar una alta velocidad y una posible colisión o alcance con el vehículo que le precede.

Este sistema es capaz de anticiparse a la situación activándose de forma autónoma. En la mayoría de los casos, trabaja con tecnología de radar o LIDAR (GPS) con el fin de reconocer posibles obstáculos en la vía delante de un vehículo.

El procedimiento que sigue consiste en determinar la velocidad que se tiene en ese momento y comprobar si la trayectoria se sigue es la correcta. En caso de detectar que la situación es crítica, el sistema reducirá la velocidad intentando evitar el impacto siempre que sea posible. [13]

2.1.11 Sistema del Freno Motor de un Autobús

El sistema de freno motor de un autobús, fue diseñado por los ingenieros automotrices para emplear el motor del vehículo como compresor, con el fin de evitar que el sistema de frenado principal de un auto de carga se fatigue demasiado en una pendiente pronunciada y el frenado pierda eficiencia o se incapacite para el fin, que fue diseñado como se indica en la figura 2.8. [14]

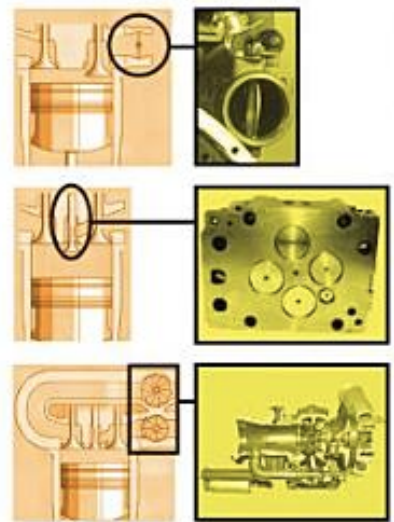


Figura 2. 8 Ejecución del Freno Motor

Fuente: Sistemas de Transmisión y frenado, Julián Ferrer, Pagina 306

- **Funcionamiento del Freno Motor**

El funcionamiento del freno motor se acciona con una válvula de pie neumática o eléctrica que active el cilindro de accionamiento de la válvula de mariposa del colector de escape. El sistema corta la alimentación del motor cuando se acciona el freno motor como se indica en la figura 2.9.

La válvula de mariposa del colector de escape cierra la salida de los gases y provoca la contrapresión en el colector y en los pistones de 2 a 5 bar, lo cual frena el desplazamiento de los pistones y en consecuencia el giro del motor. [15]

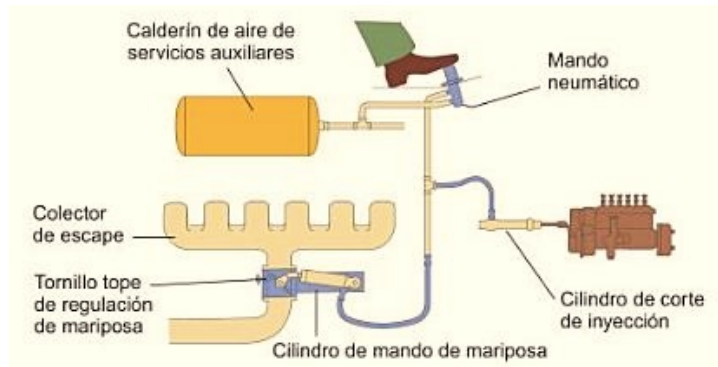


Figura 2. 9 Freno Motor

Fuente: Sistemas de Transmisión y frenado, Julián Ferrer.

2.1.12 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de posicionamiento terrestre diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, consta de 24 satélites que se encuentran alrededor de la Tierra distribuidos en seis orbitas con una inclinación de 55° respecto al ecuador, giran a una distancia aproximada de 20000km. [16]

Con este sistema se pueden determinar velocidades de vehículos y posiciones exactas en cualquier lugar de la Tierra a cualquier hora, en el día o en la noche sin ser afectado por atenuaciones como lluvia o niebla, ya que funcionan en todo tipo de condición climatológica, como se muestra en la figura 2.10. [17]

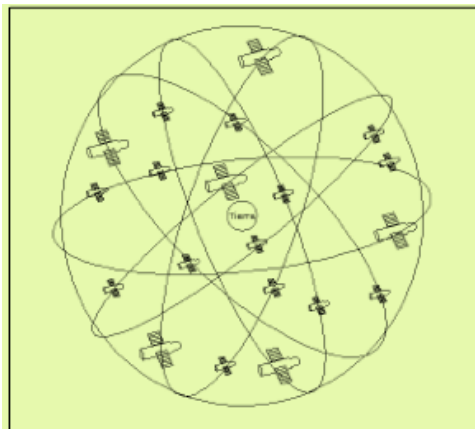


Figura 2. 10 Sistema GPS

Fuente: Modificado del libro BANNISTER-RAYMOND-BAKER, Técnicas Modernas en Topografía, Séptima edición.

En cada órbita se encuentran cuatro satélites de los cuales tres funcionan permanentemente y el otro sirve de repuesto de esta manera se puede observar desde cualquier lugar de la Tierra entre cuatro y ocho satélites.

Con este sistema se pueden determinar posiciones exactas en cualquier lugar de la Tierra a cualquier hora del día, en el día o en la noche sin ser afectado por la lluvia o por la niebla, ya que funcionan en todo tipo de condición climatológica.

- **Arquitectura GPS:**

El sistema GPS está compuesto por tres segmentos, como se muestra en la figura 2.11, y son los siguientes.

- a) **Segmento espacial:** Este segmento espacial está compuesto por los 24 satélites que se encuentran en el espacio alrededor de la tierra.
- b) **Segmento de control:** El segmento de control se encarga del control total de los satélites, de que estén en correcto funcionamiento y de mantenerlos en órbita.

- c) **Segmento del usuario:** El segmento de usuario tiene la función de recibir las señales de los satélites, los receptores pueden ser móviles o fijos. [16]

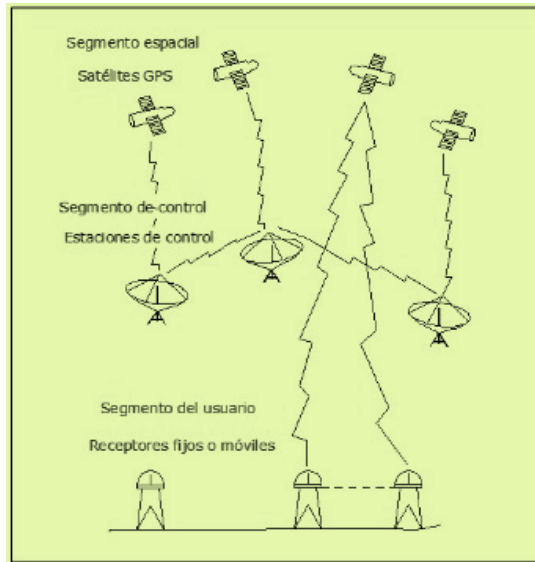


Figura 2. 11 Segmentos del sistema GPS

Fuente: Modificado del libro DANTE ALCÁNTARA GARCÍA, Topografía y sus aplicaciones, Primera edición.

- **Funcionamiento del GPS:** El funcionamiento del GPS consta de cinco pasos:
 - a) Determinación de la posición
 - b) Determinación de las distancias
 - c) Obtención de una sincronización perfecta
 - d) Determinación de la posición de cada satélite en el espacio
 - e) Fuentes de error [17]

- **Procedimientos GPS para posicionamiento:**

El posicionamiento mediante el GPS se determina por medio de dos receptores, no se lo establece en un punto fijo (máster), el cual tiene una posición conocida y el otro es un receptor móvil, punto en el cual se va a determinar su posición.

Existen diferentes métodos para determinar la posición de un punto con el GPS:

- Estático
- Cinemático
- De tiempo real [17]

- **Aplicaciones GPS:**

El GPS es de gran ayuda en expediciones de investigación en zonas de difícil acceso en lugares donde se presentan muchos obstáculos.

Se utiliza para la supervisión del transporte de mercancías mediante alarmas automáticas que se encuentran conectadas a un receptor GPS.

El GPS también es utilizado por los invidentes para poder trasladarse de un lugar a otro en la ciudad.

Los conductores pueden saber donde se encuentran y recibir indicaciones de dirección, velocidad y posicionamiento ya que se están instalando GPS en los vehículos. [18]

- **Dispositivos de medición de velocidad GPS**

Son dispositivos de ultra alta sensibilidad y módulos receptores GPS de bajo consumo, poseen una antena encajada GPS, que permite implementar sistemas de navegación vehicular de alto rendimiento, lo cual es una aplicación muy exigente; por su arreglo sólido funciona incluso en ambientes hostiles de visibilidad GPS.

Estos equipos se basan en las características de alto rendimiento de la única arquitectura de chips MediaTek 3329, Su sensibilidad es de -165dBm de seguimiento; la cobertura de posicionamientos se extiende en lugares como las

barrancas urbanas y el ambiente denso en vegetación, incluso donde el GPS no se estaba en condiciones antes.

El diseño del conector UART es la solución más fácil y conveniente para la comunicación con otros equipos electrónicos. [19]

2.1.13 Medición de distancia

La medición de distancia es el intervalo que indica entre que valores se encuentra el valor de la magnitud medida, ya que estas no son simples números exactos, si no que indican cual es el valor probable de una variable; para ello se requiere que el experimentador seleccione un buen instrumento y una metodología adecuada para medir la cantidad física.

Los medios por los cuales realizamos la medición de distancias son los siguientes:

- **Medios Ópticos**

La presencia de objetos puede detectarse mediante sensores ópticos en los que el objeto intercepta la línea de transmisión entre el emisor y el receptor. Se emplean diodos emisores de luz y foto detectores tales como fotoresistores, fotodiodos o fototransistores. También se utilizan sensores de infrarrojo cercano que son sensibles en longitud de onda, tales como 880nm, inmediatamente inferiores a la visible. A estos sensores se los denomina también sensores de proximidad. [20]

- **Medios Ultrasónicos**

Los medios ultrasónicos son pequeñas unidades emisoras y receptoras, antes que nada son generadores de sonido, exactamente igual que los que escuchamos normalmente, salvo que tienen una frecuencia mayor que la máxima audible por el oído humano. (Mínima 16Hz; máxima 20000Hz)

El principio de funcionamiento se basa en el hecho de que el sensor ultrasónico emite una señal acústica inaudible en el campo ultrasónico. Esta señal se propaga en forma de ondas sonoras por el aire a una velocidad constante, el sensor mide el tiempo transcurrido desde que se emiten hasta que se reciben las ondas ultrasónicas reflejadas. A partir de esta medición del tiempo transcurrido, la unidad de control de sistema de aparcamiento asistido puede calcular la distancia con respecto a un objeto determinado.

La velocidad a la que se propaga el sonido depende de la densidad del medio en el que se mueve. En el aire, con una presión normal (1bar) y una temperatura de 20°C, el sonido se propaga a una velocidad de 343m/s.

Midiendo el tiempo que transcurre entre la emisión del sonido y la percepción del Eco se puede establecer la distancia a la que se encuentra el obstáculo que ha producido la reflexión de la onda sonora, mediante la ecuación 2.3. Que a continuación se detalla.

Ecuación 2. 1 Formula de la distancia

$$d = \frac{1}{2} V \cdot t$$

Fuente: Manipuladores y robots móviles

Donde V es la velocidad del sonido en el aire y t es el tiempo transcurrido entre la emisión y recepción del pulso.

El efecto de un sensor ultrasónico se lo puede apreciar en la figura 2.12.

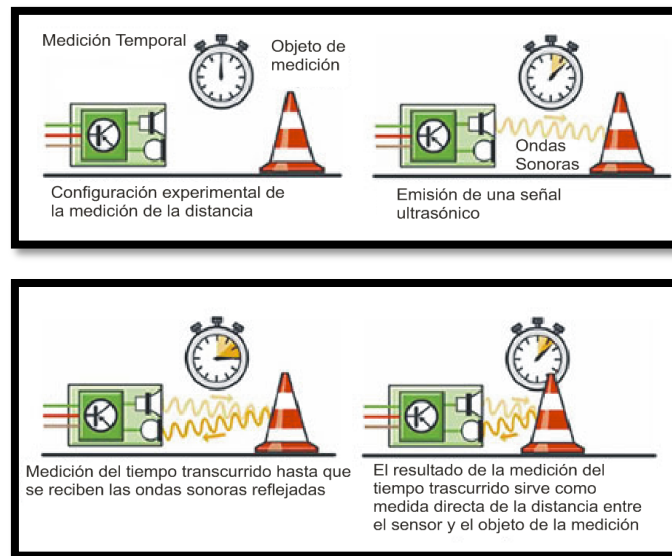


Figura 2. 12 Funcionamiento Básico de un Ultrasonido

Fuente. Robótica, Manipuladores y robots móviles

Los medios ultrasónicos se utilizan para medir distancias a las que se encuentran posibles obstáculos además que se los utiliza para vigilar un espacio; están colocados en los parachoques posteriores de los vehículos para facilitar el aparcamiento y las maniobras de estacionamiento. El ángulo de captación que se obtiene con emplear varios sensores permite determinar la distancia en relación con un obstáculo u otro vehículo.

Características de los sensores ultrasónicos

- Al no necesitar el contacto físico con el objeto detecta objetos frágiles, como pintura fresca, además detecta cualquier material, independientemente del color, al mismo alcance, sin ajuste ni factor de corrección.
- Este dispositivo presenta un problema de las zonas ciegas (zona comprendida entre el lado sensible del detector y el alcance mínimo en el que ningún objeto puede detectarse de forma fiable) y de las falsas alarmas.

- Las ondas de ultrasonido se mueven por un medio material que es el aire.
 - La densidad del aire depende de la temperatura, influyendo este factor sobre la velocidad de propagación de la onda del sensor ultrasónico.
- [20]

Dispositivos Ultrasónicos de medición de distancia

Los dispositivos ultrasónicos de medición de distancia, ofrecen un corto rango de alcance y lectura, específico para ciertas aplicaciones como detección de objetos alrededor de un automóvil, en un empaque increíblemente pequeño y en su mayoría son dispositivos que funcionan con 2,5V a 5,5V de potencia.

Los dispositivos ultrasónicos de última generación se caracterizan por poseer entre sus gamas equipos sumamente fiables y estables, de muy bajo costo, con el rango de zona muerta prácticamente nulo, un haz de alta calidad con bajo consumo de potencia. [20]

- **Red de Sensores**

Las redes de sensores están formadas por un grupo de sensores con ciertas características de comunicación permitiendo formar redes inalámbricas. Esta red se caracteriza por su facilidad de despliegue y por ser auto configurables, pudiendo convertirse en todo momento en emisor o receptor permitiendo comunicación entre nodos sin visión directa. [20]

2.1.14 Visualizadores Gráficos

Se llama visualizador, display en inglés, o HMI (Interfaz humano-máquina) a un dispositivo electrónico que permite mostrar información al usuario de manera visual, considerándose un dispositivo de salida, entre ellos podemos encontrar la pantalla gráfica GLCD.

Modo de trabajo del puerto serie de una pantalla GLCD

Para su trabajo las pantallas GLCD utilizan el puerto serie asíncrono UART, con el modo de puerto serie - 8n1, es decir, El uso de 10 bits por byte de datos: uno inicial de bits, 8 bits de datos (LSB primero) y un bit de parada.

Cuando se enciende la pantalla GLCD, si el terminal de E/S pin 0 es alto o flotante, la tasa de transmisión del puerto serie está configurado por los usuarios de antemano, entre 1200 y 115200 bps.

Cuando se enciende la pantalla GLCD, si el terminal de E/S pin 0 es baja, la tasa de transmisión del puerto serie se fija en 921.600 bps. [21]

- *Estructura de la trama de datos de la pantalla GLCD*

La trama de datos del puerto serie de la GLCD contiene 4 bloques de datos, como se muestra en la tabla 2.1:

Tabla 2. 1 Trama de Datos del puerto serie de la GLCD

Bloque de datos	1	2	3	4
Ejemplo	0xAA	0x70	0x01	0xCC 0x33 0xC3 0x3C
Descripción	Encabezado, fijado como 0xAA	Comando Datasheet	Datos ,máximo 249 bytes	Final de trama (Avance)

Fuente: Datasheet DTMT48270T043_01W

La GLCD tiene 24 buffers para recepción de tramas FIFO , por lo tanto, los usuarios pueden enviar continuamente datos al GLCD antes del desbordamiento de los buffers de recepción de tramas FIFO.

La GLCD tiene un pin de hardware (llamado / Busy, “Ocupado” en la interfaz de usuario) para denotar el estado FIFO. Normalmente, el pin busy se

mantiene alto (RS232 es negativo); puede descansar cuando sólo hay una trama de recepción, si el pin busy altera a bajo nivel. (RS232 es positivo)

Desde la GLCD existe un procesamiento rápido, los usuarios son en su mayoría libres para ocupar el estado del pin busy.

Sin embargo, para las aplicaciones de envío de trama con fecha múltiple en un corto período de tiempo, como refrescar rápidamente cientos de parámetros del monitor al mismo tiempo, se recomienda a los usuarios utilizar la señal busy de manera controlada por el puerto serie; y cuando la señal de ocupado es baja, deja de enviar datos a la GLCD.[21]

- *Secuencia de transmisión de un byte en la GLCD*

Todos los comandos y los datos de la GLCD están en formato hexadecimal. Para los datos de la palabra (2 bytes), se transmite primero por el modo MSB modo.

Por ejemplo, la coordenada X es de 100, cuyo formato hexadecimal es 0x0065; luego, cuando X se transmite a la pantalla, la secuencia correcta es 0x64 0x00.[23]

- *Dirección de la transmisión de la pantalla GLCD*

La dirección de la transmisión en la pantalla GLCD (Figura 2.13) se define como sigue a continuación:

- Downstream (Tx) cuando el usuario envía datos a la pantalla, los datos se reciben con el pin DIN de la pantalla.
- Upstream (Rx) cuando la pantalla envía datos al usuario, los datos se transmiten desde el pin DOUT en la pantalla.[21]

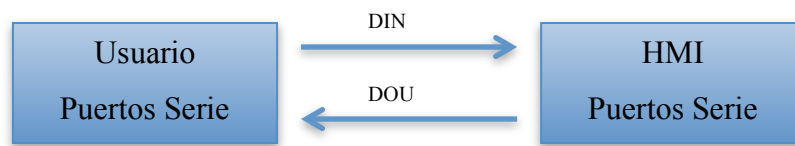


Figura 2. 13 Dirección de la Transmisión
Fuente: Datasheet DTMT48270T043_01W

Pantalla Gráfica GLCD

Pantalla gráfica GLCD monocromo de 128x64 píxeles con interfaz serie. Permite controlar todas las funcionalidades de la pantalla de un modo muy sencillo utilizando comandos serie. Además de escribir texto, esta pantalla LCD gráfica serie permite dibujar líneas, círculos, rectángulos y establecer los píxeles individuales, borrar bloques específicos de la pantalla, control de la luz de fondo y ajustar la velocidad de transmisión.

La figura 2.14 muestra una pantalla GLCD



Figura 2. 14 Pantalla gráfica GLCD
Fuente: DataSheet DTMT48270T043_01W

2.1.15 Dispositivos Electromecánicos

Los dispositivos electromecánicos, son dispositivos los cuales para conformar su mecanismo combinan tanto partes eléctricas como mecánicas, con uso en diferentes aplicaciones, como son el caso de los relés.

- **Relé**

El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835. Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. [22]

Estructura y funcionamiento

El electroimán hace bascular la armadura al ser excitada, cerrando los contactos dependiendo de si es N.A ó N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado).

Si se le aplica un voltaje a la bobina se genera un campo magnético, que provoca que los contactos hagan una conexión. Estos contactos pueden ser considerados como el interruptor, que permite que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito. EL modo de funcionamiento se indica en la figura 2.15. [22]

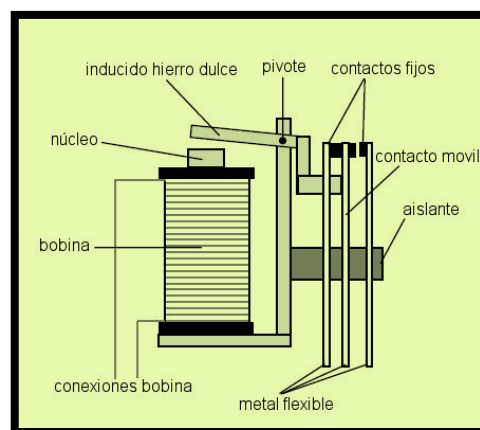


Figura 2. 15 Funcionamiento del Relé

Fuente: INTEF _ Apuntes Técnicos

<http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>

Relés Electromecánicos

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control. También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.

Y se dividen en diferentes tipos:

- Relés de tipo armadura: pese a ser los más antiguos siguen siendo los más utilizados en multitud de aplicaciones. Un electroimán provoca la basculación de una armadura al ser excitado, cerrando o abriendo los contactos dependiendo de si es NA (normalmente abierto) o NC (normalmente cerrado).
- Relés de núcleo móvil: a diferencia del anterior modelo estos están formados por un émbolo en lugar de una armadura. Debido a su mayor fuerza de atracción, se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos. Es muy utilizado cuando hay que controlar altas corrientes
- Relé tipo reed o de lengüeta: están constituidos por una ampolla de vidrio, con contactos en su interior, montados sobre delgadas láminas de metal. Estos contactos conmutan por la excitación de una bobina, que se encuentra alrededor de la mencionada ampolla.
- Relés polarizados o biestables: se componen de una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior gira dentro de los polos de un electroimán, mientras que el otro lleva una cabeza de contacto. Al excitar el electroimán, se mueve la armadura y provoca el cierre de los

contactos. Si se polariza al revés, el giro será en sentido contrario, abriendo los contactos o cerrando otro circuito. [22]

Su símbolo eléctrico se indica en la figura 2.16.

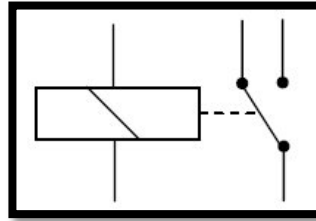


Figura 2. 16 Símbolo eléctrico del relé

Fuente: INTEF _ Apuntes Técnicos

<http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>

2.1.16 Dispositivos de Radio Frecuencia.

Los dispositivos de Radiofrecuencia, son transmisores de datos inalámbricos en cortos-rangos, son de dimensiones pequeñas, los cuales poseen bajo consumo de energía y una buena estabilidad y fiabilidad; se utilizan para las transmisiones de datos en forma inalámbrica, las cuales se realizan a baja potencia, y las recepciones se realizan con separaciones de canal tan bajas como 50 KHz, una de las aplicaciones es la transmisión de datos de sensores, para así eliminar el cableado entre sensores delanteros y posteriores de un vehículo.

Estos dispositivos manejan un bajo poder de transmisión, siendo este de 10dbm/10mW, su frecuencia de portadora es de 433MHz, 915MHZ, 868MHz, depende del equipo en uso, larga transmisión de distancia >800m, transmisión de datos transparente, manejo de multi-canal, doble puerto serie, gran buffer de datos, control de datos inteligente, bajo consumo de potencia con una opción de sleeping y alta confiabilidad.

La tasa de un dispositivo de radiofrecuencia viene determinada por el hardware para asegurarse que el tipo de módulo a usar sea el adecuado para el sistema, es necesario dar un aviso a la tasa del sistema general. [23]

- **Diagrama de Sincronización de un dispositivo de radiofrecuencia**

Los dispositivos de radiofrecuencia poseen una señal de control de “sleeping” en bajo nivel de energía, cuando el transmisor se queda en modo de reposo, la conversión a modo inactivo o sleeping será realizado en 6ms, si la señal de sleeping llega cuando el transceptor está transmitiendo datos, el módulo entrará en modo de reposo después de terminar la transmisión; desde el modo reposo al modo de transmisor-receptor, que se necesita cuando se recibe la señal RST, como se indica en la figura 2.17. [23]

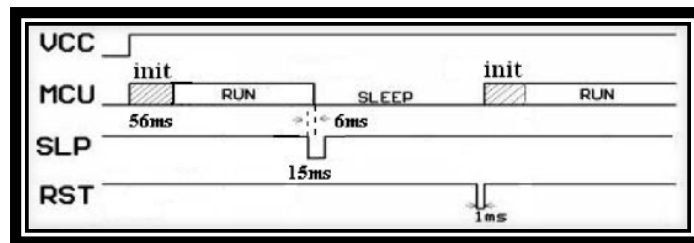


Figura 2. 17 Diagrama de sincronización

Fuente: Datasheet HR-1020 Low Power RF Module

- **Tiempo de retardo de un dispositivo de radio frecuencia.**

En los dispositivos de radiofrecuencia el tiempo de retardo se utiliza en la comunicación de transceptores entre el primer bit enviado por TXD al primer bit recibido por RXD, debido a un tratamiento de la información que se hará en los datos del usuario, FEC (Forward Error Correction) u otro algoritmo de corrección. Figura 2,18.

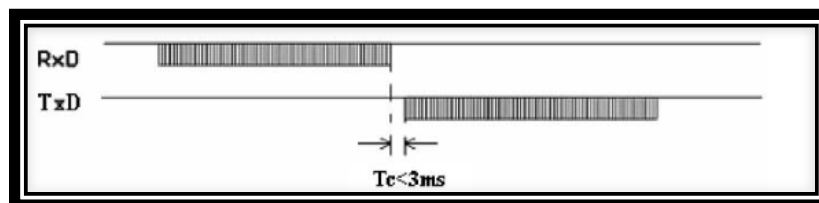


Figura 2. 18 Delay Time

Fuente: Datasheet HR-1020 Low Power RF Module

En los dispositivos de radiofrecuencia el tiempo de retardo (Tc) de conversión entre la transmisión y la recepción está a menos de 3 ms, como se indica en la figura 2.19. [27]

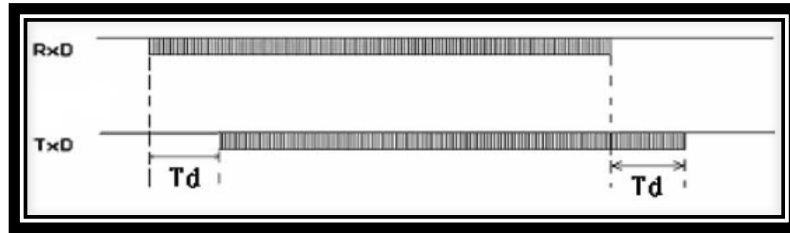


Figura 2. 19 Tiempo de retardo (Delay)

Fuente: Datasheet HR-1020 Low Power RF Module

Los tiempo de retardos específicos del dispositivo de radiofrecuencia se detalla en la tabla 2.2:

Tabla 2. 2 Tiempo de retardo específico

Velocidad de transmisión	Delay Time (Td/ms)
1200	122
2400	58
4800	31
9600	16
19200	8

Fuente: Datasheet HR-1020 Low Power RF Module

2.2 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Se implementará un sistema electrónico de control de velocidad, en un autobús, el cual ayudará a mantener los límites de velocidad vigentes en la Ley de Tránsito, para mejorar la seguridad del transporte.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Proyecto de Investigación Aplicada

El proyecto fue de carácter aplicado, ya que se dio soluciones reales al problema permitiendo así aprovechar los conocimientos científicos y prácticos adquiridos para satisfacer las necesidades de los dueños y usuarios de la Cooperativa de transportes Interprovincial SANTA.

3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de la información tuvo inicio una vez que se presentó el proyecto de investigación, se realizó la entrevista al gerente de la Cooperativa de Transportes SANTA, a fin de recabar la información necesaria para el desarrollo del proyecto de investigación.

- **La entrevista:**

La entrevista se la realizó de forma personalizada al Sr. Víctor Hugo Santamaría, gerente de la Cooperativa de Transportes SANTA

3.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.3.1 Procesamiento de la información

Luego de haber obtenido la información apropiada ésta vino a formar parte de un proceso, el mismo que consistió en lo siguiente:

- Revisión de la información recogida
- Manejo de información

3.3.2 Análisis e interpretación de resultados

La entrevista se la realizó de forma personal al Sr. Víctor Hugo Santamaría, gerente de la Cooperativa de Transportes SANTA, al cual se le realizaron las siguientes preguntas:

Pregunta 1. ¿Cree usted que los accidentes de transporte público se dan por imprudencia e irrespeto a los límites de velocidad establecidos?

Respuesta: Según la Agencia Nacional de tránsito por imprudencia e irrespeto a los límites de velocidad, constituyen el 50,9% del total de accidentes en el país en 2013, lo cual si constituye un índice alto, que refleja muchas veces la imprudencia más que el irrespeto por los límites de velocidad establecidos en la ley.

Pregunta 2. ¿Cree usted que el uso de un instrumento electrónico que limite la velocidad de los autobuses a los establecidos en la ley de tránsito, mejorará la seguridad del transporte?

Respuesta: Es muy interesante dar soluciones a los problemas de exceso de velocidad utilizando instrumentos electrónicos, más al tratarse de la seguridad de los usuarios, lo cual también ayudaría a los conductores a poseer una herramienta útil de trabajo que evite que sigan sucediendo accidentes en la carretera.

Pregunta 3 ¿Cree usted necesario invertir en un instrumento que limite la velocidad del autobús, sin que este represente un riesgo al momento de conducir?

Respuesta: Creo que toda solución tecnológica implica una inversión económica, más si como en este caso es realizada para un solo autobús, ya que la producción en masa es la única que reduce costos, sin embargo es realmente importante mantener la seguridad cuando se viaja, por lo tanto la inversión en un proyecto de investigación de este tipo es necesario.

Pregunta 4. ¿Cree usted que es seguro controlar el Freno motor del autobús, para disminuir la velocidad a los límites establecidos por la ley de Tránsito?

Respuesta: El freno motor de un autobús, se trata de un sistema seguro para vehículos de carga pesada, el cual realiza el frenado sin exponer a la máquina a grandes esfuerzos nocivos para esta, y funciona de mejor manera en altas velocidades, por lo que creo que la manipulación del freno motor para realizar el control del autobús, es segura.

Análisis e interpretación de la entrevista realizada

En la actualidad la Cooperativa de Transportes “SANTA” está en una etapa de modernización tanto institucional como de sus flotas, con el fin de brindar mayor seguridad, y una mejor atención a los pasajeros a la hora de viajar, lo cual se ve reflejado en el desarrollo de estudios y proyectos para cumplir estos fines.

La reducción de velocidad y advertencia de distancia son de gran importancia a la hora de viajar tanto en ciudad como en carretera, actualmente estas tareas se las realiza de forma convencional por el conductor, siendo una necesidad de la empresa, controlar dicho proceso, permitiendo reducir al mínimo las probabilidades de accidentes, colisión vehicular, multas y sanciones por excesos de velocidad y por ende una mejor atención a sus clientes, por medio del control del freno motor del vehículo.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 SITUACIÓN ACTUAL Y REQUERIMIENTOS

En la ciudad de Ambato luego de recolectada la información acerca de la seguridad al momento de viajar en un autobús tanto para el conductor como para los pasajeros, a través de entrevista personal por parte del autor Sr. Oscar Matza, al Gerente de la Cooperativa de Transportes SANTA, Sr. Víctor Hugo Santamaría, se ha concluido que, no se contaba con un sistema adecuado para el control de velocidad y advertencia de distancia con respecto a otros objetos (postes, árboles) o vehículos ubicados en la carretera, esto se ve reflejado en multas y sanciones a conductores por excesos de velocidad, que según la Agencia Nacional de Tránsito constituyen el 50,9% del total de accidentes en lo que fue del 2013, por ende la constante preocupación de los pasajeros por su integridad personal a la hora de viajar.

La Cooperativa de Transportes “SANTA” está en una etapa de modernización tanto institucional como de sus unidades, con el fin de brindar mayor seguridad, y una mejor atención a los pasajeros en su viaje, lo cual se ve reflejado en el desarrollo de estudios y proyectos para cumplir estos fines.

La reducción de velocidad y advertencia de distancia son de gran importancia a la hora de viajar tanto en ciudad como en carretera, actualmente estas tareas se las realiza de forma convencional por el conductor, siendo una prioridad de la empresa, controlar dicho proceso, permitiendo reducir al mínimo las

probabilidades de accidentes, colisión vehicular, multas y sanciones por excesos de velocidad y por ende una mejor atención a sus clientes.

El sistema electrónico de control de velocidad permitirá controlar los procesos de lectura, advertencia de distancia y reducción de velocidad, contando con los datos de estos procesos al instante, minimizando las probabilidades de accidentes, colisión vehicular, multas y sanciones por excesos de velocidad. Realidad por el cual la imagen institucional será aún mejor.

4.2 DISEÑO DE LA PROPUESTA

4.2.1 Introducción

El dispositivo electrónico de control de velocidad, es un sistema electrónico programado para el control de velocidad y distancia, el cual permite controlar la velocidad permitida por la ley de tránsito, y la distancia con la que se está movilizand o el autobús, en relación a otro vehículo u objeto.

- **El sistema electrónico de control de velocidad posee varios mecanismos que le permiten realizar las siguientes acciones:**
 - Registrar de manera continua la velocidad mediante tecnología satelital.
 - Controlar la velocidad máxima permitida mediante el sistema de freno motor.
 - Advertir y controlar la distancia del autobús en relación a otro vehículo u objeto.
 - Activar y desactivar el sistema en diferentes circunstancias.

4.2.2 Requerimientos del control de velocidad

Los requerimientos que cumple el sistema de seguridad activa para el control de velocidad se detallan tomando en cuenta la ley de tránsito vigente en el Ecuador, las condiciones del ambiente de operación, los requerimientos del usuario y los requerimientos para su diseño e implementación.

- **Ley de tránsito**

El control de velocidad debe cumplir sus funciones, según lo indica el REGLAMENTO GENERAL PARA LA APLICACIÓN DE LA LEY ORGANICA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL, en el artículo N° 142 literal m: “Incurrer en contravención grave de primera clase y serán sancionados con multa del treinta por ciento (30%) de la remuneración básica unificada del trabajador en general y reducción de 6 puntos en el registro de su licencia de conducir: Quien, con un vehículo automotor excediere los límites de velocidad permitidos, de conformidad con el reglamento correspondiente”, por lo tanto en ciudad el límite de velocidad considerado es de 50km/h y en carretera los 80 km/h.

- **Requerimientos del sistema electrónico en base al Ambiente de operación**

El proyecto es desarrollado en base al ambiente de trabajo al cual será sometido. Para su normal y correcto funcionamiento cumple con los siguientes requisitos:

- Capacidad de trabajo en altas temperaturas ambiente.
- Mínimo impacto en los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo y motor.
- Tolerancia a la vibración del autobús por irregularidades de los carreteros.
- Inmunidad a la interferencia electromagnética (EMI) producida por elementos del motor y autobús.

- **Requerimientos del usuario para el uso del sistema electrónico de control de velocidad.**
 - Vida útil larga de los equipos con mantenimiento mínimo.
 - Versatilidad en interfaces analógicas y digitales, con ajustes mínimos en el hardware y firmware.
 - Respuesta del sistema a los instrucciones de programación.
 - Interfaz gráfico adecuado que permita la fácil interpretación de resultados al usuario.
 - Margen de error mínimo en la lectura de velocidad del autobús.

- **Requerimientos del sistema electrónico de control de velocidad para su diseño e implementación.**

Para llevar a efecto el diseño e implementación del sistema electrónico de control de velocidad en un autobús, es necesario contar con una serie de requerimientos de hardware y software, por medio de los cuales es posible el funcionamiento del sistema electrónico a fin de cubrir todas las necesidades que con lleva el control de velocidad, de la siguiente forma:

Requerimientos de Hardware

A continuación en la siguiente tabla se detallan los requerimientos mínimos de hardware necesarios para el diseño e implementación del sistema electrónico de control de velocidad como se indica en la tabla 4.1.

Tabla 4. 1 Requerimientos del sistema electrónico de control de velocidad

Hardware	Características Mínimas
Microprocesadores	Pines de 8 a 18
	Memoria programable de 1,50 a 7kbytes
	Memoria RAM de 64 a 368 Kbytes
Pantalla GLCD	Manejo de Caracteres ASCII
	Touch
	Interfaz Serial
Sensores ultrasónicos	Lecturas de 0 a 6,45 m
	Interfaz Serial
GPS	Sistema de navegación vehicular
	Interfaz Serial
Módulo de Transmisión de Datos	Distancia de Transmisión igual a 5m
	Interfaz Serial

Fuente: Autor

Requerimientos de Software

En cuanto a los requerimientos de software necesarios de instalación para el sistema electrónico de control de velocidad, teniendo en cuenta los elementos programables como son el microcontrolador y la pantalla GLCD, se detalla lo siguiente:

- Proton, para la programación del Microcontrolador
- Eagle para el diseño del circuito electrónico de control de velocidad
- Terminal Assistan V6.0, para la programación de la pantalla GLCD

4.2.3 Diseño modular del sistema electrónico de control de velocidad

Diagrama a bloques del sistema de control de velocidad

Para el desarrollo del sistema electrónico de control de velocidad, se lo presenta en un diagrama de bloques el cual consta de lo siguiente:

- Core o Núcleo.- Permite controlar todas las dependencias del sistema y su comunicación bidireccional para que el usuario establezca que velocidad utilizar en ciudad o carretera.
- Módulo de Interfaz de Usuario.- Permite la interacción entre el sistema y el conductor del autobús.
- Módulo de Comunicación de Datos.- Permite la comunicación entre el core y el módulo de sensores y medición de velocidad.
- Módulo de Sensores.- Permite la adquisición de datos de las distancias entre la unidad y los demás automóviles u objetos.
- Módulo de medición de velocidad.- Permite la medición de velocidad mediante una placa GPS.

- Módulo de potencia.- Permite la interacción y control entre el sistema y la mecánica del autobús.

El diagrama de bloques del sistema electrónico de control de velocidad se indica en la figura 4.1.

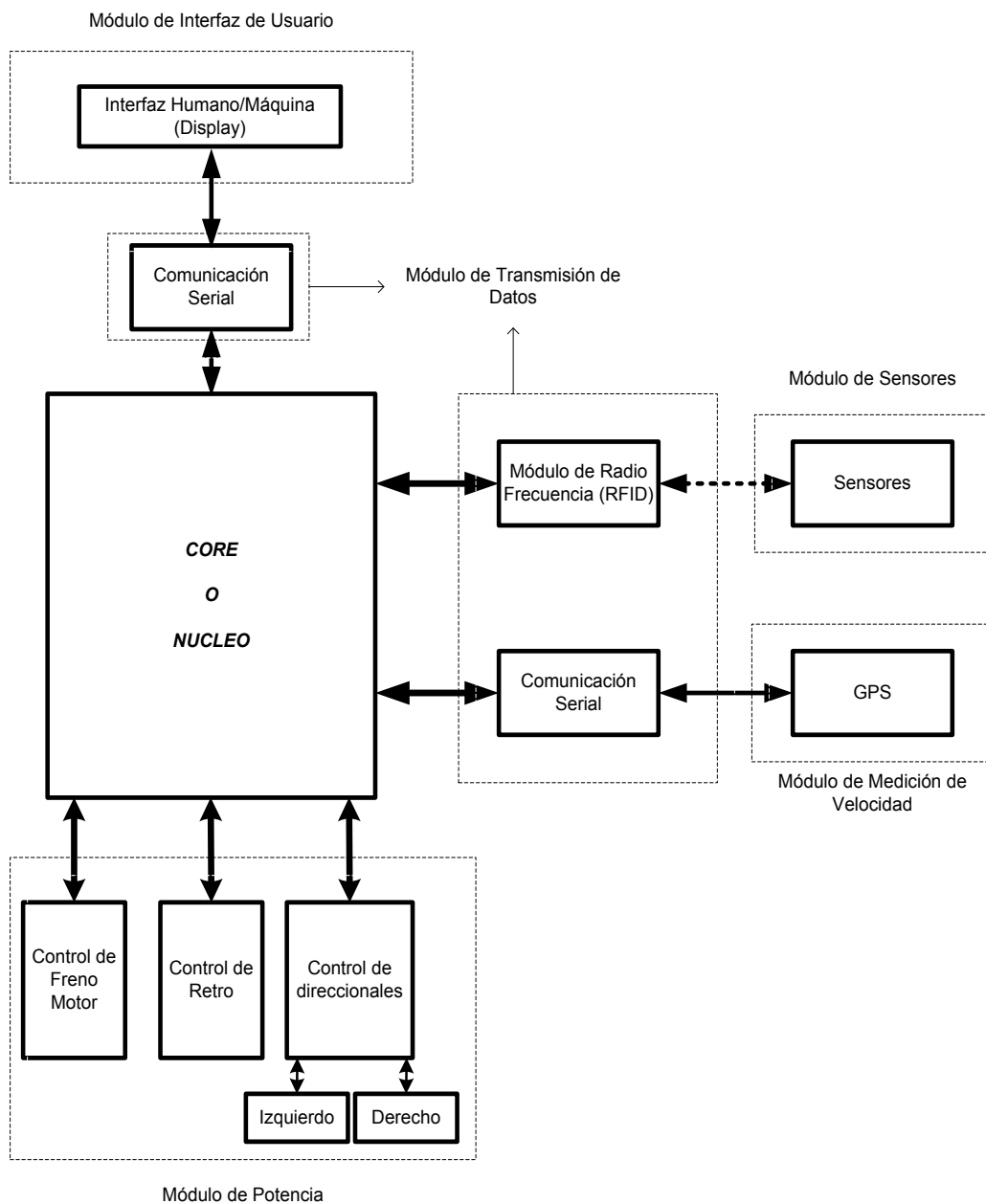


Figura 4. 1 Diagrama de Bloques del Sistema

Fuente: Autor

4.2.4 Selección de Equipos

- **Elementos del circuito electrónico de control de velocidad.**

Los elementos del circuito electrónico de control de velocidad son los siguientes:

Elementos electrónicos del Core ó Núcleo

Microcontroladores

Los microcontroladores permiten el control de todas las dependencias del sistema y su comunicación bidireccional para que el usuario establezca que velocidad utilizar en ciudad o carretera.

Para el correcto funcionamiento del sistema de control de velocidad el microcontrolador debe cumplir con los siguientes parámetros:

Parámetros de selección

Los parámetros para el proyecto de control de velocidad son:

- Número de pines: 8 a 18 para no subutilizar el microcontrolador
- Comunicación para los sensores: Serial
- Comunicación para el HMI: Serial
- Comunicación RFID: Serial
- Capacidad de Memoria de Programación: 1,50 a 7 Kbytes
- Memoria RAM: 64 a 368 bytes

Disponibilidad de Mercado de los microcontroladores

En el mercado existen diferentes tipos de marcas de microcontroladores por lo que a continuación en la tabla 4.2 se realiza una comparativa de prestaciones de tres de los fabricantes de microcontroladores más populares del mercado: Microchip, Freescale-Motorola y Atmel.

Tabla 4. 2 Comparativa Microcontroladores

	Freescala	Microchip	Atmel
Disponibilidad de Información	Media	Alta	Media
Herramientas de desarrollo en software y hardware	Alta	Alta	Alta
Disponibilidad de Mercado	Media	Alta	Media
Costo	Medio	Bajo	Alto

Fuente: Autor basado en el mercado actual

Por las prestaciones, disponibilidad de información y mercado que nos brinda Microchip, es a criterio la mejor opción para ser utilizado en el sistema de control de velocidad, por lo que continuación se realiza una comparativa de sus familias 12, 16 y 18, lo cual se indica en la tabla 4.3.

Tabla 4. 3 Comparativa de las Familias de PIC de Microchip: 10, 12, 16, 12F1, 16F1 y 18

	Línea Base	Gama Media	F1 Gama Media Mejorada	PIC 18
Familia	PIC10, PIC12, PIC16	PIC10, PIC12, PIC16	PIC12F1, PIC16F1	PIC 18
Número de Pines	6-40	6-64	8-64	18-100
Interrupciones	No	Capacidad de Interrupción Individual	Capacidad de Interrupción Individual, con un contexto de ahorro en hardware	Capacidad de Interrupción Múltiple, con un contexto de ahorro en hardware
Rendimiento	5MHZ	20MHZ	24MHZ	Hasta 64MHZ
Instrucciones	33, 12-bit	35, 14-bit	49, 14-bit	83, 16-bit
Memoria de Programación	Hasta 3 KB	Hasta 14 KB	Hasta 28 KB	Hasta 128 KB
Memoria de Datos	Hasta 134B	Hasta 368B	Hasta 1.5 KB	Hasta 4 KB
Pila de Hardware	2 niveles	8 niveles	16 niveles	32 niveles
Características	<ul style="list-style-type: none"> - Comparador - 8-bit ADC - Memoria de datos - Oscilador interno - Amplificador operacional 	<p>Además de su línea de base:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SPI / I²C™ - UART - PWMs - LCD - 10-bit ADC - Amplificador operacional - Celdas lógicas configurables - Control Numérico del oscilador - Generador de forma de onda complementario - Hardware CVD - Comparadores de alta velocidad 	<p>Además de medio rango:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comunicación con múltiples periféricos - Espacio de programación lineal - PWMs con base de tiempo independiente - Interruptor programable modo controlador - 12-bit ADC - USB - PPS 	<p>Además de mejorar Categoría estándar :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Multiplicador de Hardware 8x8 - CAN - CTMU - Ethernet

Fuente: Datasheet PIC10, 12, 16F

Mediante la tabla 4.3, se decide utilizar el PIC 16f88 y 12f675 los cuales son de arquitectura de gama media y se adaptan perfectamente a las necesidades del proyecto de control de velocidad de acuerdo a los parámetros de selección.

Microcontrolador PIC 16F88

Este microcontrolador es quien controla el sistema, cumple la función de captar las señales de los sensores ultrasónicos, los cuales se encuentran ubicados en la parte posterior auto bus, este a su vez realiza un procesamiento de las señales análogas provistas por el sensor, transformándolas en señales digitales, y a su vez permite la conexión del HMItouch, el GPS y los demás elementos del sistema.

Figura 4.2.

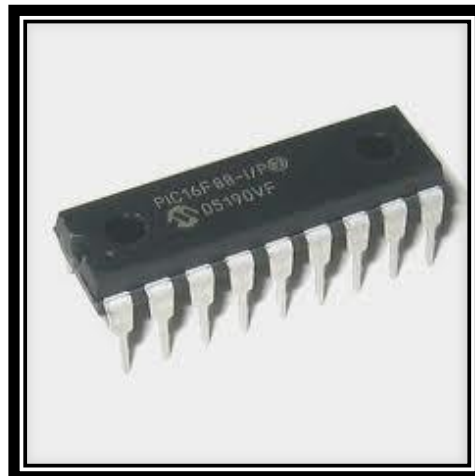


Figura 4. 2 PIC 16F88

Fuente: Datasheet PIC16F88

Características

En la tabla 4.4 se describen las características y parámetros de este microcontrolador.

Tabla 4. 4 Características - PIC 16F88

Nombre del Parámetro	Valor
Tipo de Memoria de Programación	Flash
Memoria de Programación (KB)	7
Velocidad de CPU (KHZ)	20
RAM Bytes	368
Memoria de Datos EEPROM (bytes)	256
Periféricos Digitales de Comunicación	1-UART, 1-A/E/USART, 1-SPI, 1-I2C1-SSP(SPI/I2C)

Captura/Compara/Periféricos PWM	1 CCP
Timers	2 x 8-bit, 1 x 16-bit
ADC (Conversor Análogo/Digital)	7 ch, 10-bit
Comparadores	2
Rango de Temperatura (C)	-40 a 125
Rango de Operación de Voltaje (V)	2 a 5.5
Numero de Pines	18

Fuente: Datasheet PIC16F88

Distribución de Pines

La figura 4.3 indica la distribución de pines del pic 16F88.

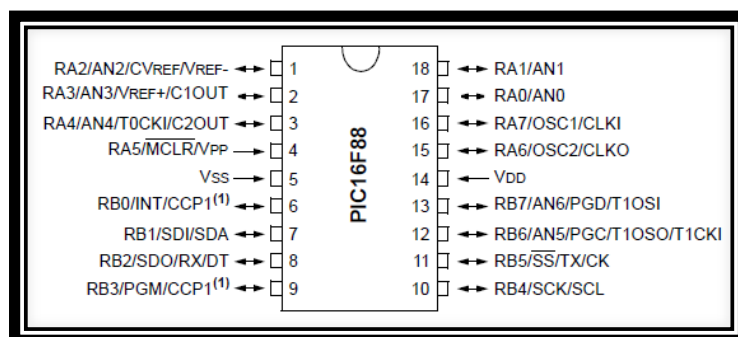


Figura 4. 3 Distribución de pines - PIC 16F88

Fuente: Datasheet PIC16F88

Microcontrolador PIC 12F675

Este microcontrolador se utiliza para captar señal y tomar datos de los sensores ultrasónicos ubicados en la parte posterior del autobús, interpretarlos y enviar dichos datos por medio de un módulo de Radio Frecuencia que ayuda a la conexión inalámbricamente con el PIC 16F88. Figura 4.5.

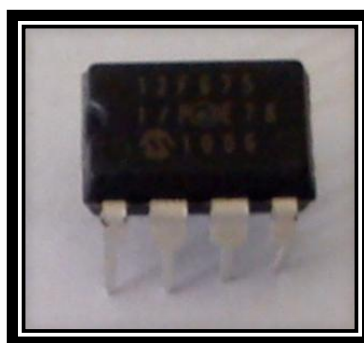


Figura 4. 4 PIC 12F675

Fuente: Datasheet PIC 12F675

Características

En la tabla 4.5 se describe sobre las diversas características y parámetros de este microcontrolador.

Tabla 4.5 Características - PIC 12F675

Nombre del Parámetro	Valor
Tipo de Memoria de Programación	Flash
Memoria de Programación (KB)	1.75
Velocidad de CPU (KHZ)	20
RAM Bytes	64
Memoria de Datos EEPROM (bytes)	128
Timers	1 x 8-bit, 1 x 16-bit
ADC (Conversor Análogo/Digital)	4 canales, 10-bit
Comparadores	1
Rango de Temperatura (C)	-40 a 125
Rango de Operación de Voltaje (V)	2 a 5.5
Numero de Pines	8
CapTouchChannels	4

Fuente: Datasheet PIC 12F675

Distribución de Pines

La figura 4.5 indica la distribución de pines del pic 12F675.

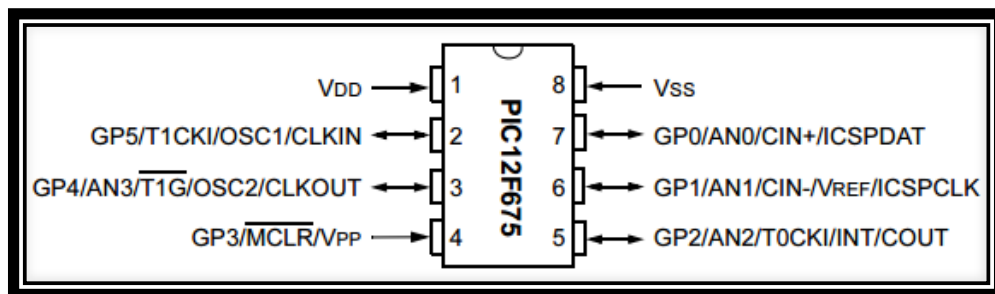


Figura 4.5 Disposición de pines -PIC 12F675

Fuente: Datasheet PIC 12F675

MAX 232

El MAX232 es un circuito integrado, que convierte las señales de un puerto serie RS23222 ($\pm 15V$) a señales compatibles con los niveles TTL (5V). El MAX232 sirve como interfaz de transmisión y recepción para las señales RX, TX, tanto de

las señales provenientes de la pantalla como del GPS y así poder ingresar dichas señales al microcontrolador el cual se encarga de interpretarlas. Figura 4.6.

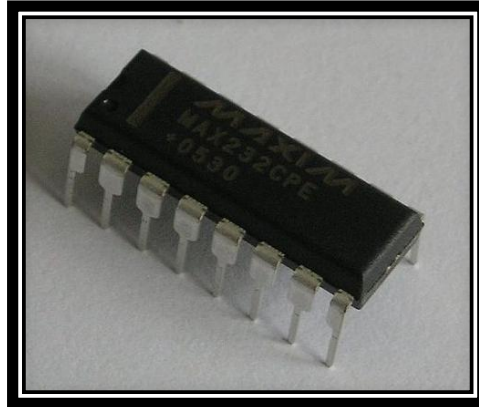


Figura 4. 6 MAX232

Fuente: Datasheet Max232

Distribución de Pines del MAX 232

La figura 4.7 presenta la disposición de pines del MAX 232

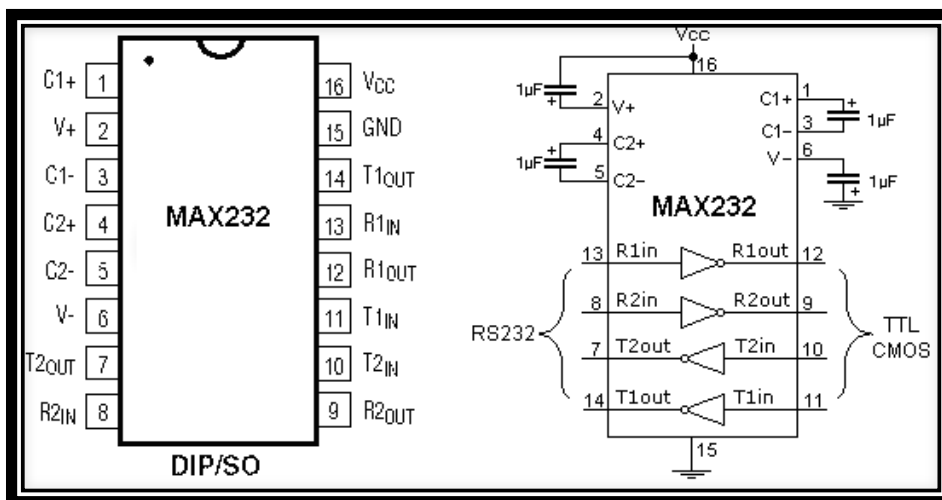


Figura 4. 7 Disposición de pines - MAX232

Fuente: Datasheet MAX 232

Niveles de Voltaje del MAX232

Cuando un circuito integrado MAX232 recibe un nivel TTL lo convierte, cambia un nivel lógico TTL de 0 a un nivel comprendido entre +3 y +15 V, y cambia un nivel lógico TTL 1 a un nivel comprendido entre -3 a -15 V, y viceversa, para convertir niveles de RS232 a TTL, la tabla 4.6 muestra estos niveles de voltaje:

Tabla 4. 6 Niveles de Voltaje

Tipo de línea RS232 y Nivel lógico	Voltaje RS232	Voltaje TTL hacia o desde el MAX232
Transmisión de datos (Rx/Tx) Nivel lógico 0	+3 V a +15 V	0 V
Transmisión de datos (Rx/Tx) Nivel lógico 1	-3 V a -15 V	5 V
Señales de control (RTS/CTS/DTR/DSR) Nivel lógico 0	-3 V a -15 V	5 V
Señales de control (RTS/CTS/DTR/DSR) Nivel lógico 1	+3 V a +15 V	0 V

Fuente: Datasheet MAX 232

Elementos electrónicos de la interfaz del usuario o pantalla

La interfaz de usuario se utiliza para la interacción del humano con la máquina (HMI).

Parámetros de selección

Los parámetros de selección para la interfaz de usuario son las siguientes:

- a) La facilidad de creación de una interfaz con el usuario.
- b) Transmisión bidireccional.
- c) Facilidad de programación y conexión con los microcontroladores.
- d) Por la presión que ejerce el usuario sobre la pantalla se tienen en cuenta los siguientes parámetros:
 - Tip Pressure: representa la fuerza por un transductor, comúnmente un puntero o también la presión de un dedo sobre la pantalla.

- Barrel Pressure: fuerza que ejerce el usuario en el sensor del transductor, por ejemplo un botón sensible a la presión en el puntero de manejo.
- In Range: indica que el transductor se encuentra en el área donde la digitalización es posible. Se representa por un bit.
- Touch: indica si un dedo está tocando la pantalla. El sistema lo interpreta como un clic de botón primario.
- Untouch: indica que el dedo ha perdido contacto físico con la superficie de la pantalla. Se interpreta como la acción de soltar el botón primario.
- Tap: indica que se ha realizado un toque con el dedo en la pantalla, levantándolo rápidamente sin prolongar el contacto. Se interpreta como un evento provocado por un botón.

Prestaciones de la de la interfaz de usuario GLCD y LCD

A continuación en la figura 4.7 se realiza una tabla comparativa entre las prestaciones de pantallas GLCD y LCD para la interfaz de usuario.

Tabla 4. 7 Comparativa entre GLCD y LCD

	GLCD	LCD
Durabilidad	Alta	Baja
Tamaño	480 x 272	16x2
Caracteres	ASCII	ASCII-Gráfico
Disponibilidad	Normal	Alta
Tipo de Pantalla	Touch	Azul Negativo
Flexibilidad	Alta	Alta

Fuente: Autor

Por la tabla 4.7 y los parámetros de selección se utiliza la pantalla táctil DMT48270T043_01W, la cual se ajustó a las necesidades del proyecto.

Pantalla Táctil DMT48270T043_01W

Esta pantalla táctil es una interfaz UART con módulo de TFT LCD, utiliza una comunicación serial RS232 lo cual facilita la conexión con el PIC 16F88 por medio del MAX232, la figura 4.8 muestra la estructura de la pantalla.



Figura 4. 8 Pantalla táctil DMT48270T043_01W

Fuente: Datasheet DMT48270T043_01W

La Tabla 4.8 Y 4.9, detalla características de la interfaz y display de la Pantalla Táctil DMT48270T043_01W:

Tabla 4. 8 Características del Interfaz GLCD

Nombre	Condiciones	Min	Type	Max	Unit
Velocidad de Transmisión	I/O0=1(High Voltage)	1200	115200	691200	bps
	I/O0=0(LowVoltage)	-	921600	-	bps
Voltaje de Salida	Output 1, Iout =1mA	3.0	3.2	-	V
	Output 0, Iout =-1mA	-	0.1	0.2	V
Voltaje de Entrada	Input 1, Iin=1mA	2.0	3.3	15.0	V
	Input 0, Iin=-1mA	-15.0	0.0	0.3	V
Buffer	-	-	24	-	Frames
Interface	El modo está determinado por, Jumper: On = 8N1, 3.3V TTL/CMOS; OFF = 8N1, RS232				
Socket	8Pin_2.54mm				
USB	No				
SD Slot	No				

Fuente: Datasheet DMT48270T043_01W

Tabla 4. 9 Características del Display

Nombre	Parámetro	Descripción
Color	65K (65536) colores	16-bit color 5R6G5B
Área Activa	95.0mm(W)x53.9mm(H)	480x272
Área Visible	98.0mm(W)x56.7mm(H)	480x272
Resolución	480x272	Disponible 90° de Rotación
Luz de Fondo	LED	
Brillo	250-nit DMT48270T043_01WT)	64 ajuste de niveles

Fuente: Datasheet DMT48270T043_01W

Elementos electrónicos del módulo de potencia y control

El módulo de potencia y control permite la interacción y control entre el sistema y la mecánica del autobús, para lo cual tiene que cumplir ciertos parámetros.

Parámetros de selección


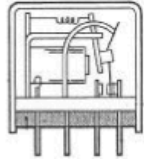
Los parámetros de selección son los siguientes:

- Resistente a perturbaciones
- Soporte mayor a 4A de corriente directa.

- Sin necesidad de elementos de protección externos como disipadores de calor o redes de protección.
- Completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos.
- Manejo de altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control
- Resistente a alta temperatura y sobretensión.
- Adaptabilidad al control de freno motor .
- Tecnológica y conceptualmente fáciles de manejar
- Manejabilidad, reducción de dimensiones.
- Disponibilidad de mercado

En base a los parámetros de selección se realiza en la tabla 4.10 una comparación, entre relés de estado sólido y relés electromecánicos.

Tabla 4. 10 Cuadro comparativo de relés de estado sólido y relés electromecánicos

	Características y ventajas	Inconvenientes
<p>Relés de estado sólido</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión con o sin función de paso por cero • Desconexión a I=0 • Gran resistencia a choques y vibraciones • No ocasionan arcos ni rebotes al no existir partes móviles • Vida de trabajo óptima • Frecuencia de conmutación elevada • Facilidad de mantenimiento • Funcionamiento silencioso • Control a baja tensión, compatible TTL/CMOS 	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito de entrada muy sensible a perturbaciones • Necesidad de elementos de protección externos <ul style="list-style-type: none"> • Disparadores de calor • Redes de protección • Muy sensible a la temperatura y a las sobre tensiones • Tecnológica y conceptualmente más complejos
<p>Relés Electromecánicos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Económicos • Reducción de dimensiones en aplicaciones de conmutación a baja potencia. • Gran diversidad en encapsulados • Gran número de contactos • Control indistinto CA/CC • Tecnológica y conceptualmente muy evidentes • Defectos conocidos así como sus soluciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Ruido • Dimensiones considerables en aplicaciones de control de potencia • Presencia de chispas, arco y rebotes • Más lento en la maniobra • Vida útil menor

Fuente: Autor basado en [http://www.ixysic.com/home/pdfs.nsf/www/AN-145ES.pdf/\\$file/AN-145ES.pdf](http://www.ixysic.com/home/pdfs.nsf/www/AN-145ES.pdf/$file/AN-145ES.pdf)

Por la tabla 4.10 y los parámetros de selección se utiliza un relé electromecánico, el cual se ajusta a las necesidades del circuito de potencia del proyecto (figura 4.9).



Figura 4. 9 Relé Electromecánico

Fuente: Autor

Características

Las características generales del relé son:

- El aislamiento entre los terminales de entrada y de salida.
- Adaptación sencilla a la fuente de control.
- Tensión de 220V alterna.
- Corriente de 10A.
- Posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida.
- Las dos posiciones de trabajo en los bornes de salida de un relé se caracterizan por:
 - En estado abierto, alta impedancia.
 - En estado cerrado, baja impedancia.

Freno motor

El freno motor, emplea el motor del vehículo como compresor, el cual es controlado mediante programación a través del Microcontrolador PIC 16F88, para estabilizar al vehículos en los límites de velocidad establecidos.

Parámetros

Los parámetros del freno motor son los siguientes.

- Estabiliza por si solo la velocidad de vehículo, sin emplear el freno de rueda.
- Facilidad de manipulación para el “control de velocidad”.
- Utilizar en velocidades superiores a 10 km/h,
- Funcionamiento estable a altas revoluciones.
- Desaceleración suave y segura

Freno Motor Vs Frenos de Rueda

Los vehículos de carga pesada poseen dos tipos de freno, por lo cual en la tabla 4.11 se realiza una comparativa de funciones y prestaciones del freno motor y freno de rueda

Tabla 4. 11 Comparativa Freno Motor y Freno de rueda

	Freno de Motor	Freno de rueda
Activación	Tiempo de retraso (1s)	Instantáneo al pisar el freno
Funcionamiento	Controla por una cantidad prolongada de tiempo	Se recalienta y expande al utilizarlos por un tiempo prolongado, por ende se tiene una reducción de potencia de frenado
Estabilidad	Frenado efectivo en largos tramos, pendientes descendentes.	Desgaste, problemas en pendientes y carreteras de montaña
	Desaceleración suave, confort y seguridad en pendientes y carretera	Inseguro en pendientes

Desempeño y rendimiento	Funciona mejor altas revoluciones	Bajo en altas revoluciones
--------------------------------	-----------------------------------	----------------------------

Fuente: Autor basado en <http://www.motor.es/noticias/conoces-la-diferencia-frenos-de-disco-vs-frenos-de-tambor-201212483.php>

Freno Motor Jake

El sistema Jacobs freno de motor, más comúnmente conocido como un freno Jake, es un dispositivo que retarda la sincronización de las válvulas de un motor diésel con el fin de utilizar el motor para desacelerar el vehículo, cierra el tubo de escape por medio de una válvula de mariposa situada entre el turbo y el silenciador, como se indica en la figura 4.10.

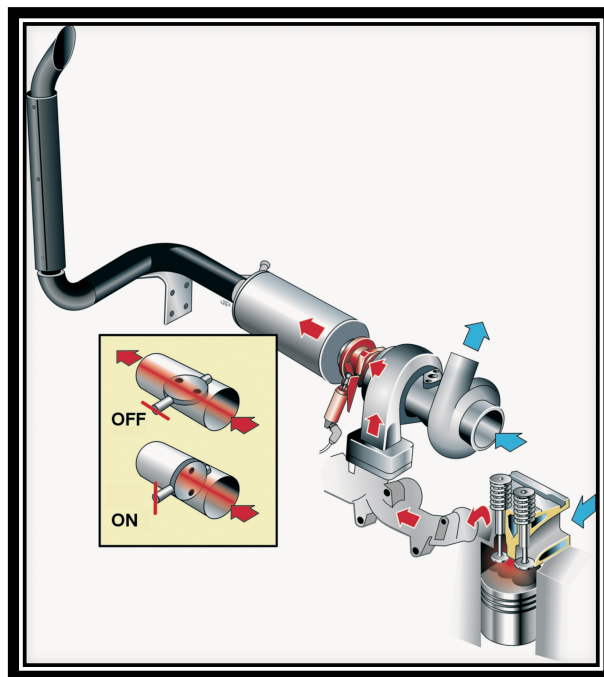


Figura 4. 10 Freno Jake

Fuente: <http://www.valtra.es/news/724.asp>

Características

- En los vehículos con un peso superior a 12 toneladas y en autobuses con un peso superior a 5 toneladas es obligatorio disponer de freno motor.
- Tensión de 24V

- Efectividad de los frenos se mide en unidades de poder y es de 60 a 80% de la producción del motor de potencia máxima.
- Mayor rendimiento a altas revoluciones.

Sensores Ultrasónicos

Los sensores ultrasónicos permiten la adquisición de datos de las distancias entre la unidad y los demás automóviles u objetos, para lo cual debe cumplir con ciertos parámetros.


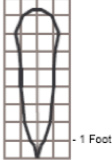

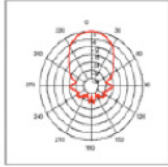
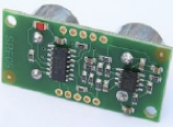
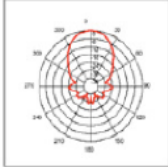

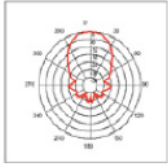

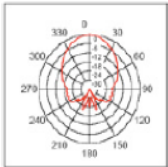

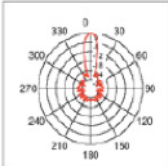
Parámetros de selección


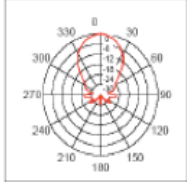
Los parámetros para la selección del sensor ultrasónico de distancia son los siguientes:

- Ciclos de medición rápidos
- Bajo consumo de energía
- Fiable y estable en la transmisión de datos
- Alta capacidad para medir una distancia entre el vehículo y el objeto
- Detección de objetos incluso en rango 0
- Protección del ambiente del vehículo
- Economía
- Accesibilidad
- Facilidad de implementación

En base a los parámetros de selección a continuación en la tabla 4.12 Se realiza una comparativa entre algunos de los sensores ultrasónicos disponibles en el mercado.

Tabla 4. 12 Cuadro comparativo de sensores ultrasónicos disponibles en el mercado

Equipo	Dimensión	Rango de Lectura	Interface	Requerimientos	Forma del Cono
 <p>MaxbotixMaxZonar-EZ4</p>	19,9 mm Longitud 22,1 mm Ancho 16,4 mm Altura	0 a 6,45m	Serial (0-5V), Voltaje analógico o ancho de pulso	Voltaje: 5V Corriente: 3mA Típico.	
 <p>Devantec SRF04</p>	43 mm Longitud 20 mm Ancho 17 mm Altura	3cm a 3m	Nivel de señal positiva en TTL, ancho proporcional al alcance	Voltaje: 5V Corriente:30mA Típico, 50mA Max	
 <p>Devantec SRF05</p>	43 mm Longitud 20 mm Ancho 17 mm Altura	1cm a 4m	Nivel de señal positiva en TTL, ancho proporcional al alcance	Voltaje: 5V Corriente:4mA Típico.	
 <p>Devantec SRF08</p>	43 mm Longitud 20 mm Ancho 17 mm Altura	3cm a 6m	Estándar Bus I2C	Voltaje: 5V Corriente:15mA Típico, 3mA Standby	
 <p>Devantec SRF10</p>	32 mm Longitud 15 mm Ancho 10 mm Altura	3cm a 6m	Estándar Bus I2C	Voltaje: 5V Corriente:15mA Típico, 3mA Standby	
 <p>Devantec SRF35</p>	34 mm Longitud 20 mm Ancho 19 mm Altura	10cm a 1.2m	Estándar Bus I2C	Voltaje: 5V Corriente:25mA Típico.	

 <p>Devantec SRF02</p>	24 mm	15cm	a	Estándar	Bus	Voltaje: 5V	
	Longitud	6m		I2C		Corriente: 4mA	
	20 mm			Serial (0-5V)		Típico.	
	Ancho						
	12 mm						
Altura							

Fuente: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3871/577502.pdf?sequence=1>

Por la tabla 4.12 Y los parámetros de sección, se escogió el sensor ultrasónico de distancia LV-MaxSonar-EZ4, ya que cumple con las prestaciones y adaptabilidad al proyecto.

Sensor Ultrasónico LV- MaxSonar – EZ4

Los sensores LV-MaxSonar-EZ4, figura 4.11, realizan una medición permanente, detectando los distintos obstáculos en la vía, diseñando para medir objetos a una distancia comprendida entre 0 a 6.4516 m; la distancia que censa y/o mide este sensor se presenta en tres formatos:

- Ancho de pulso
- Tensión analógica
- Salida digital en serie

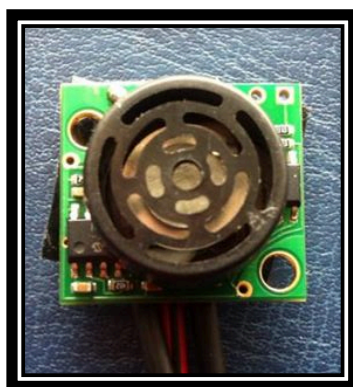


Figura 4. 11 Sensor Ultrasónico - MaxSonar-EZ4

Fuente: Autor

En la tabla 4.13 se tiene la descripción de los pines del sensor MaxSonar-EZ4.

Tabla 4. 13 Descripción de pines sensor MaxSonar – EZ4

SEÑAL	DESCRIPCIÓN
GND	Señal tierra de alimentación.
+5V	Señal positiva de +5V y 3mA de intensidad
TX	<p>Transmite serie (RS232)</p> <p>Voltajes de salida de 0-5V.</p> <p>Transmisión de 5 bytes por cada medida realizada.</p> <p>Empieza con el carácter ASCII “R”, continua con tres caracteres ASCII que representan el alcance en pulgadas hasta un máximo de 255, seguido de un retorno de carro (ASCII 13)</p> <p>Velocidad de 9600 baudios, con 8 bits de datos, sin paridad y un bit de stop.</p> <p>Si se desea una comunicación RS232 estándar esta señal debe ser invertida y aplicada a un convertidor de niveles como puede ser el MAX232.</p>
RX	<p>Permanentemente a nivel “1” mediante una resistencia “pull-Up” interna.</p> <p>En estas condiciones el sonar está realizando medidas de forma continua y transmitiendo la distancia.</p> <p>Sin embargo esta señal se puede emplear para controlar externamente el inicio de una nueva medida. Efectivamente, cuando se pone a “0” el sistema está detenido.</p> <p>Poniéndola a nivel “1” o simplemente si conectar, se inicia una nueva medida.</p>
AN	Salida analógica de tensión comprendida entre 0 y 2.55 V que representa el valor de la distancia medida. El factor empleado es de 10mV/pulgada.
PW	Este pin proporciona un pulso de salida cuya duración determina la distancia medida. La distancia se puede calcular usando el facto de 147µS/pulgada.
BW	Mantener bajo para la salida de TX serie. Cuando el pin BW se mantiene en alto la salida TX envía un pulso (en lugar de los datos en serie), adecuado para bajo encadenamiento ruido.

Fuente: Datasheet MaxSonar – EZ4

Características

Las características del sensor MaxSonar – EZ4, son las siguientes:

- Ganancia variable continúa para el control del haz ultrasónico y supresión de la dispersión.
- Alimentación única de +5Vcc con un consumo de 2mA

- Se pueden realizar hasta 20 medidas por segundo (50mS por cada medida).
- Tiempo de respuesta >20uS.
- Las medidas y salida de información se pueden realizar de forma continua.
- Se puede emplear una señal externa para iniciar / detener cada nuevo ciclo.
- Formato de salida con protocolo serie de 0 a 5V con 9600 baudios, 8 bits, sin paridad y 1 bit de stop.
- Formato de salida mediante tensión analógica (10mV/pulgada).
- Formato de salida mediante anchura de pulso (147μS/pulgada).
- Todos los formatos de salida de información están activos simultáneamente y se puede emplear cualquiera de ellos en todo momento.
- Diseñado para trabajar en interiores.
- Los transductores ultrasónicos trabajan a 42KHz

Ventajas

Las ventajas del sensor MaxSonar – EZ4, son las siguientes:

- Ocupa la mitad de espacio que otros dispositivos de su categoría.
- Virtualmente no presenta zonas muertas.
- Haz ultrasónico de alta calidad.
- Circuito impreso con orificios para el montaje.
- Cada ciclo de medida se puede disparar e iniciar interna o externamente.
- Los formatos de salida son de lectura directa y no es necesario circuitería auxiliar.
- Ciclos rápidos de cada medida.
- Los formatos de salida con la medida de distancia se pueden emplear simultáneamente.

Elementos electrónicos del módulo de medición de velocidad

Permite la medición de velocidad a la cual se encuentra el autobús, al cumplir ciertos parámetros:

Parámetros de Selección

Los parámetros del sistema de medición de velocidad son los siguientes:

- Sistema de navegación para vehículos.
- Facilidad de conexión con microcontroladores mediante su puerto serial.
- Ultra sensibilidad o potencia de recepción de velocidad ya que dispositivo se encarga de controlar la activación del sistema de limitación de velocidad en el autobús.

Mediante los parámetros de selección, a continuación en tabla 4.14 se indica una comparativa de prestaciones de diferentes tecnologías que se pueden utilizar para medir la velocidad en un autobús.

Tabla 4. 14 Comparativa de tecnologías de medición de velocidad

	GPS	OBDII	TACÓMETRO
Disponibilidad de Mercado	Alta	Baja	Alta
Flexibilidad de implementación	Simple	Compleja	Compleja
Instalación y funcionamientos	Únicamente por Señal Satelital	Limitado por el neumático del auto, si el rin es original o no	Compleja y limitado al estado de funcionamiento del tacómetro
Versatilidad	Funciona en cualquier ambiente	Autos digitales	Diferentes autos excepto los completamente digitales
Complejidad	Baja	Alta	Media
Costo	Bajo	Alto	Medio

Fuente: Autor basado en la investigación del mercado

Por la tabla 4.14 y los parámetros de selección, se escogió el Módulo de GPS SKM55RD por sus altas prestaciones a la hora de medir velocidad y su disponibilidad de mercado.

Módulo GPS (Sistema de posicionamiento Global) - SKM55RD

El utilizar un módulo GPS es fundamental para el funcionamiento del proyecto, ya que a través de la adquisición de la velocidad por medio de este módulo, se controla el sistema de limitador de velocidad, tanto en la zona urbana como en carretera de acuerdo a los parámetros de la tabla 4.15; en la figura 4.12 se observa el Módulo de GPS - SKM55RD.



Figura 4. 12 GPS SKM55RD

Fuente: Autor

Tabla 4. 15 Especificaciones de rendimiento GPS

Parámetro	Especificación	
Receptor GPS		
Tipo de receptor	Banda de frecuencia L1, Código C/A, 22 Rastreo / 66 Adquisición	
Sensibilidad	Rastreo	-165dBm
	Adquisición	-148dBm
Precisión	Posición	3.0m CEP50 sin SA (Típico cielo abierto)
	Velocidad	0,1 m / s, sin SA
	Sincronización	60ns RMS

Tiempo de Adquisición	Arranque Frio	36s
	Arranque caliente (Warm)	33s
	Arranque caliente (Hot)	1s
	Re-Adquisición	<1s
Consumo de potencia	Rastreo	40mA @3.3V Típico
	Adquisición	45mA @3.3V
	Sleep/Standby	TBD
Tasa de actualización de navegación de datos	1Hz	
Limites operacional	Altitud	Max 18,000m
	Velocidad	Max 515m/s
	Aceleración	Menor que 4g
Especificaciones de la Antena		
Dimensiones	5x25x4.0m	
Frecuencia Central	575±3MHz	
Ancho de Banda	10MHz min	
Impedancia	50 Ohmios	
Relación Axial	3dB max	
Polarización	RHCP	
Requerimientos Mecánicos		
Dimensión	46*45*15mm	
Peso	90g	
Consumo de potencia		
Tensión	3 a 5V	
Corriente	50mA (Típico)	
Medio Ambiente		
Temperatura de operación	-40 a +85 °C (w/o batería de reserva)	
Temperatura de almacenamiento	-40 a +125 °C	
Humedad	<=95%	

Fuente: Datasheet GPS - SKM55RD

Características

- Interfaz RS232 con cable estándar DB9 macho (se puede convertir en TTL para microcontrolador)

- Ultra alta sensibilidad: -165dBm
- 22 tracking/66 adquisición-canal receptor
- WAAS / EGNOS / MSAS / GAGAN apoyo, que brindan una precisión de 1 a 2m
- Protocolo NMEA (por defecto velocidad: 9600bps)
- Batería interna de respaldo
- Dimensiones de antena 25 x 25 x 4,0 mm
- Rango de temperatura de funcionamiento: -40 a 85 °C
- Cumple la con la ley RoHS29 (sin plomo)
- Dimensiones del dispositivo: 46 * 45 * 15 mm

Elementos electrónicos del módulo de transmisión de datos

Permite la comunicación entre el core o núcleo y el módulo de sensores, mediante ciertos parámetros detallados a continuación.

Parámetros de selección

Los parámetros de selección del módulo de transmisión de datos son:

- Distancia efectiva de transmisión
Dentro de la gama de visibilidad, se necesita una distancia de transmisión confiable de 5m.
- Fácil conexión con los microcontroladores por medio de la interfaz RS232
- Filtros de señal que captan solo la frecuencia proveniente del emisor
- Transmisión de Datos Transparente
 - Adaptable a cualquier protocolo estándar o no estándar del usuario. Cualquier dato falso generado en el aire puede ser filtrado automáticamente.

Mediante los parámetros de selección, a continuación la tabla 4.16 indica una comparativa de tecnologías de transmisión de voz y datos para sistemas Intra-vehiculares.

Tabla 4. 16 Comparación entre Tecnologías para sistemas Intra-Vehiculares (RF, Bluetooth, Zigbee)

Nombre	Tecnología		
	RF	Bluetooth	ZigBee
Velocidad de transmisión (kbps)	28	720	20-250
Alcance (m)	0.1 - 800	1 -10	1 - 100
Tamaño de red (nodos)	1000	7	256/65536
Tiempo de inicialización	mseg	seg	mseg
Topología de red	Estrella	estrella	Flexible (estrella, malla, hibrida)
Protocolo MAC	Q	TDMA	CSMA/CA y TDMA
Modulación PHY	ASK	FHHS	DSS
Requisitos de Memoria	4Kb	250Kb	4 – 32 Kb
Potencia de Transmisión	10mW	1mW	<1mW
Aplicaciones	Sistemas de Gestión y reemplazo de Cables	Reemplazo de Cables	Monitorización y control

Fuente: Autor basado en

http://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2009/hdl_2072_48080/PFC_ElisabethGarciaMancebo.pdf

Por la tabla 4.16, es factible utilizar un módulo de radiofrecuencia el cual es el RF RX/TX MICRO HR 1020, el cual cumple con los parámetros de selección y está disponible en el mercado.

Módulo De Radio Frecuencia RX/TX MICRO HR 1020

Este dispositivo es el encargado de realizar la comunicación entre el PIC 12F675, por medio del cual se envían los datos obtenidos por los sensores de la parte posterior del autobús (retro), hacia el PIC 12F88 donde se procesa toda la información, por medio de ondas de Radio Frecuencia. La figura 4.13 muestra el módulo de RF Rx/Tx micro HR 1020.



Figura 4. 13 Módulo de RF - Rx/Tx Micro HR 1020

Fuente: Autor

- Especificaciones Técnicas

En la tabla 4.17 se muestra la ficha técnica del módulo inalámbrico.

Tabla 4. 17 Especificaciones Técnicas del Módulo de RF Rx/Tx micro HR 1020

Función	Parámetro	Nota
Modo de modulación	GFSK/FSK	
Frecuencia de Trabajo	420.00-450.30/860-875/910-925 MHz	
Energía de transmisión	10 dBm (10 mW)	
Recepción de sensibilidad	-115 / -118 dBm	12000bps
Cantidad de Canal	8 canales	16/32 canales en forma segura
Corriente que transmite/recepción	<40mA/<20mA	
Corriente al dormir	<3uA	-
Velocidad del interfaz	1200/2400/4800/9600/19200 bps	
Modo de interfaz	UART TTL/RS232/RS485	Usando la configuración hasta 19200bps solo en TTL
Fuente de alimentación	3-5 V (Corriente continua)	-
Temperatura de Trabajo	-25 a 80 °C	-
Humedad de Trabajo	10% - 90% (Humedad relativa sin condensación)	-
Dimensión	47mm -26mm – 10mm	-

Distancia segura de Transmisión	800 metros	AT9/1200bps
--	------------	-------------

Fuente: Datasheet micro HR 1020

Reguladores de voltaje

Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de voltaje constante.

Convertidores de voltaje utilizados en sistema electrónico de control de velocidad

Convertidor de Voltaje 12/24v a 5v (CPT – C5)

El Convertidor de Voltaje 12/24v a 5v (CPT – C5) , que fue utilizado para la alimentación del micro y todos los elementos del sistema ya que el autobús trabaja con un voltaje de 24 voltios y los elementos que utilizamos trabajan con 5 voltios en especial los sensores ultrasónicos, los microcontroladores, la pantalla, el GPS y los radios Inalámbricos, este elemento está conectado a la placa principal del sistema de control de velocidad, como se indica en la figura 4.15.



Figura 4. 14 Convertidor de voltaje 12/24 a 5v

Fuente: Autor

Convertidor de Voltaje 12/24v a 5v LM7805

El Convertidor de Voltaje 12/24v a 5v LM7805 ocupa un mínimo de corriente, está compuesto por un cierre termal, además de poseer una caja de protección de áreas críticas que lo hacen casi indestructible.

Este regulador es capaz de entregar hasta 1 amperio de corriente si se le proporciona el calor adecuado para su funcionamiento, este regulador puede conseguir voltajes y corrientes ajustables, este elemento está ubicado en la placa de los sensores para el retro.

La figura 4.16 muestra la descripción de los pines para el regulador LM7805



Figura 4. 15 Convertidor de voltaje 12/24 a 5v LM7805

Fuente: Descripción de pines LM7805

4.2.5 Diseño del circuito electrónico de control de velocidad.

Diseño electrónico del core o núcleo

El diseño del core o núcleo del sistema electrónico control de velocidad consta de dos partes, que son las siguientes:

- Diseño electrónico del panel frontal
- Diseño electrónico del panel posterior o retro

Diseño electrónico del Panel Frontal

Para el diseño del circuito electrónico de control de velocidad del panel frontal debemos tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Microcontrolador PIC 16F88
- Frecuencia de reloj ajustada a 4MHz
- Diodo de protección contra voltaje inverso 1N4004
- Conectores y borneras para la conexión de pantalla, módulo de radiofrecuencia, GPS y sensores.
- MAX232 para trabajar mediante comunicación serial en niveles TTL de 5V.
- Relés de 24V para el circuito de potencia y control del freno motor, direccionales y los sensores de retro.
- Resistencias de 2.2K ohm.
- Capacitores de 1uF para el funcionamiento del MAX232
- Capacitores de 22pF para el funcionamiento de la frecuencia de reloj.
- Un Transistor 2N3904, para la amplificación de la señal proveniente del pic16F88, para la activación del freno motor.

Diagrama esquemático del panel frontal

El diagrama esquemático del panel frontal para el control de velocidad y advertencia de distancia, se lo diseñó en eagle lo cual se indica en la figura 4.16

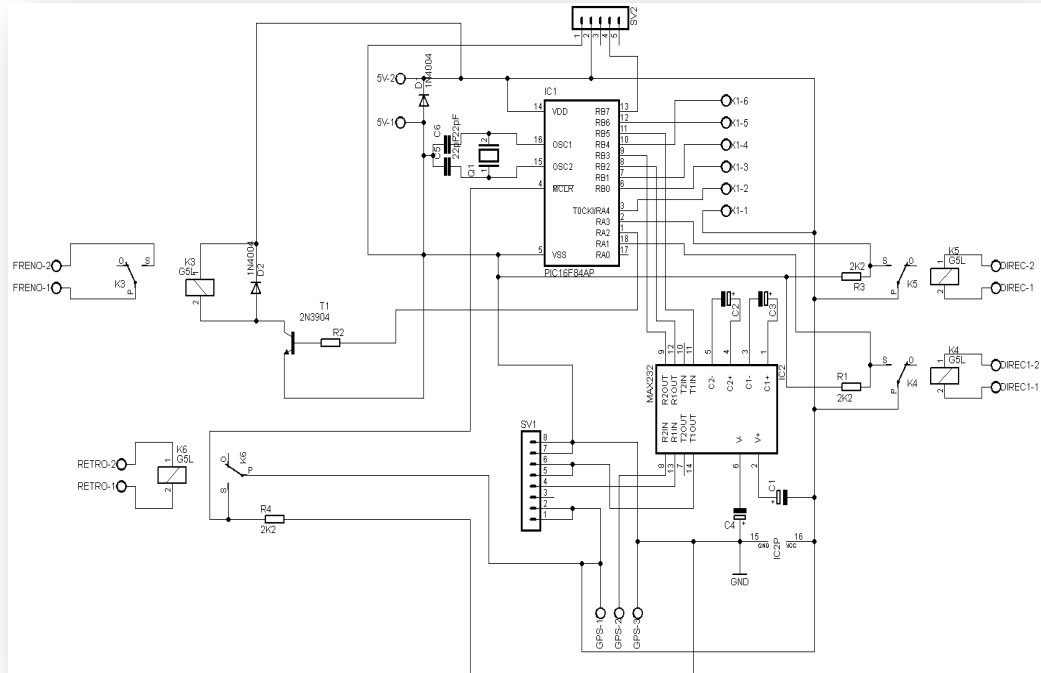


Figura 4. 16 Panel Frontal Diagrama Esquemático

Fuente: Autor basado en Eagle

Descripción de funcionamiento del panel frontal

A continuación se tiene en detalle el funcionamiento del panel frontal del sistema electrónico de control de velocidad, el cual consta de las siguientes partes:

- Microcontrolador PIC 16F88

El microcontrolador PIC 16F88 es el centro del sistema encargado de controlar los eventos que ingresen de acuerdo a los sensores de distancia.

- Frecuencia de Reloj

En la placa frontal se tiene un reloj constituido por el cristal de cuarzo de 4MHz, junto a los capacitores C5 y C6 de 22pF y conectados a los pines 15 y 16 del PIC16F84, como se indica en la figura 4.17. Esta configuración permite ajustar la velocidad del reloj para el microcontrolador a 4MHz, el cual nos brinda la precisión, velocidad y potencia de trabajo requeridos.

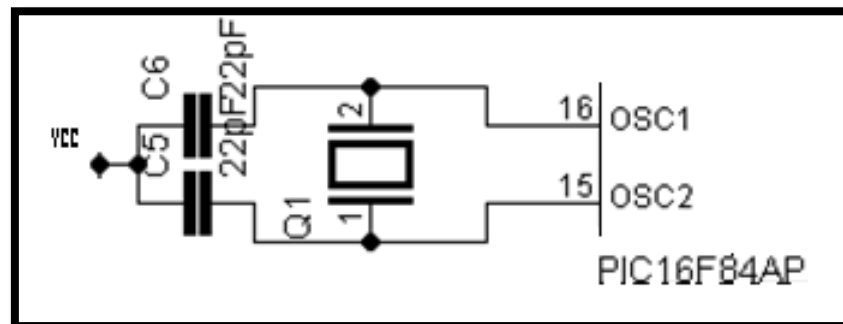


Figura 4. 17 Circuito de Reloj

Fuente: Autor basado en Eagle

- Protección Contra conexiones de voltaje inverso

El diodo D1 1N4004 protege al circuito en caso de conectar la alimentación erróneamente, como se indica en la figura 4,18.

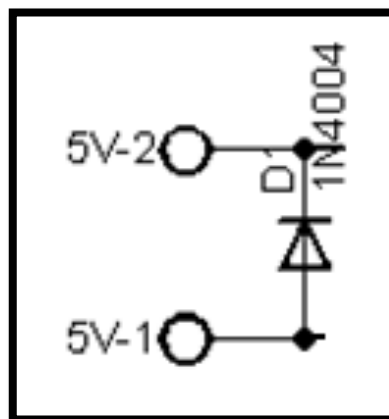


Figura 4. 18 Protección contra conexiones de voltaje inverso

Fuente: Autor basado en Eagle

- Conectores

La placa posee dos conectores llamados header, SV1 y SV2; el SV1 permite la conexión de la pantalla a la placa como se indica en la figura 4.19. El SV2 permite la conexión del transceptor de radio frecuencia el cual recibirá los datos provenientes de los sensores de retro, como se indica en la figura 4. 20.

Además se tiene dos borneras la primera bornera fue usada para la conexión del GPS (figura 4.21) que facilita la conexión del dispositivo para poder obtener los datos de velocidad a la cual circula el vehículo, la segunda fue usada para los sensores frontales del autobús (figura 4.22).

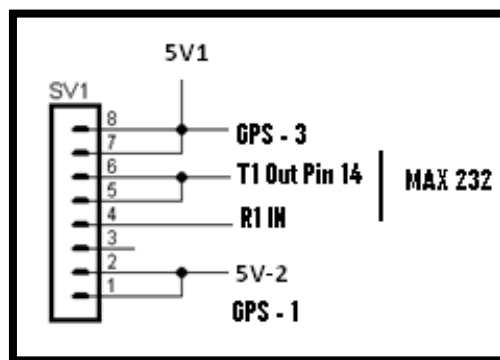


Figura 4. 19 Header SV1

Fuente: Autor basado en Eagle

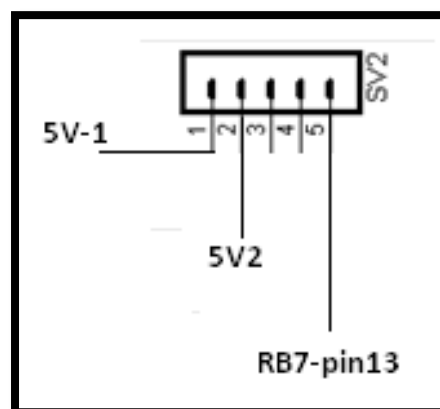


Figura 4. 20 Header SV2

Fuente: Autor basado en Eagle

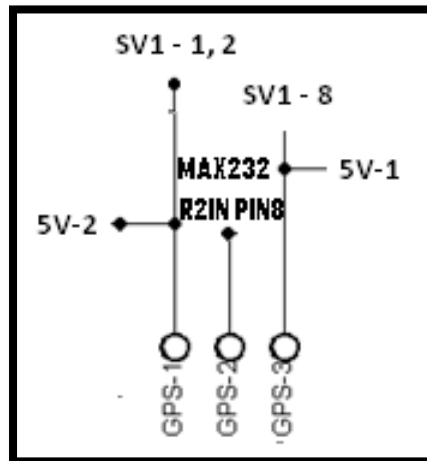


Figura 4. 21 Bornera GPS

Fuente: Autor basado en Eagle

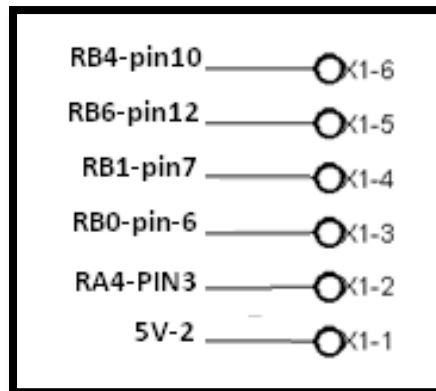


Figura 4. 22 Bornera Sensores

Fuente: Autor basado en Eagle

- Comunicación Serial

El sistema posee un CI Max232, para convertir las señales en protocolo RS-232 a la comunicación serial del PIC, es decir de voltajes de $\pm 15V$ a niveles TTL de 5V. Su conexión es la indicada por defecto en el datasheet usando los capacitores C1, C2, C3, C4 con un valor de 1uF cada uno, como se indica en la figura 4.23.

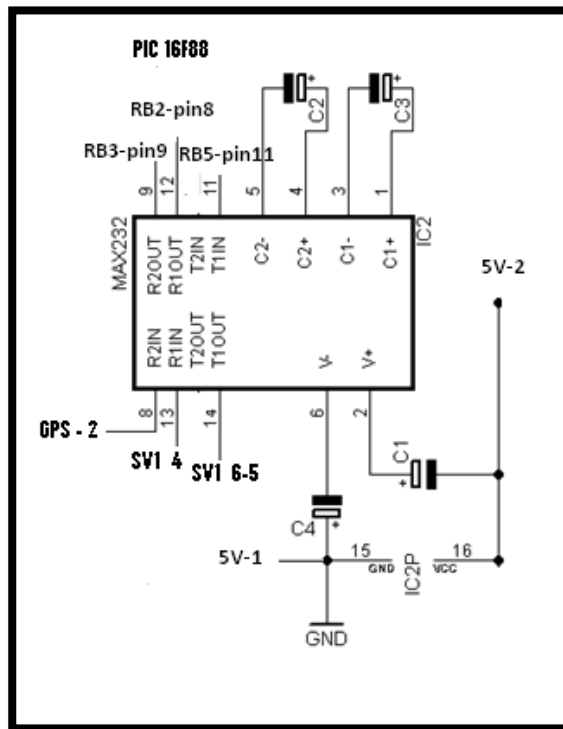


Figura 4. 23 Circuito de conexión MAX232

Fuente: Autor basado en Eagle

- Relés

Se tiene 4 relés en la placa cuya activación se realiza desde el puerto A del PIC 16F88 de la siguiente manera:

A la bobina del relé K6 ingresa la señal que indica que se ha activado la macha de retro en el vehículo, como se indica en la figura 4.24.

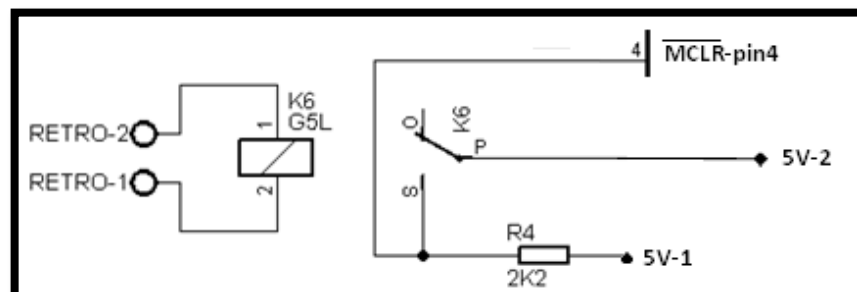


Figura 4. 24 Bobina del Relé K6

Fuente: Autor basado en Eagle

A las bobinas de los relés K4 y K5 ingresa la señal que indica que se ha activado las direccionales en el vehículo para poder rebasar.

Las resistencias R1, R3 y R4, permiten aterrizar las entradas del microcontrolador a tierra cuando las bobinas de los relés K4, K5 y K6 se encuentren desactivadas, como se indica en la figura 4.25.

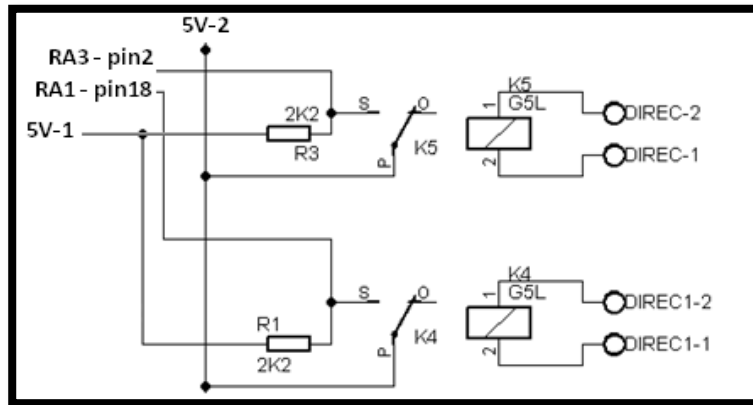


Figura 4. 25 Bobina del Relé K4 y K5

Fuente: Autor basado en Eagle

La resistencia R2 y el Transistor T1 permiten activar lo bobina del relé K3, cuyos contactos activarán el freno el vehículo.

El diodo D2 permite proteger al transistor al momento de desactivar la bobina del Relé K3 por corrientes inversas, como se indica en la figura 4.26.

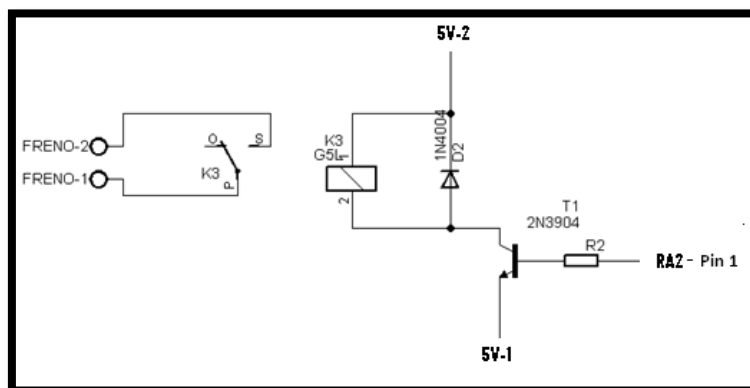


Figura 4.26 Bobina del Relé K3

Fuente: Autor basado en Eagle

Diseño electrónico del panel posterior o retro

Para el diseño del circuito electrónico de control de velocidad del panel posterior o retro debemos tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Microcontrolador PIC12F675
- Diodo Protector de voltaje inverso 1N4004
- Regulador de Voltaje T805 de 24V a 5V
- Un capacitor de 0,1uF para reducir el ruido
- Un cristal de cuarzo de 4MHz
- Bornera y conectores para el módulo de radiofrecuencia y los sensores

Diagrama esquemático del panel posterior o retro

El diagrama esquemático del panel posterior o retro, para el funcionamiento de los sensores posteriores, se lo diseñó en eagle lo cual se indica en la figura 4.27

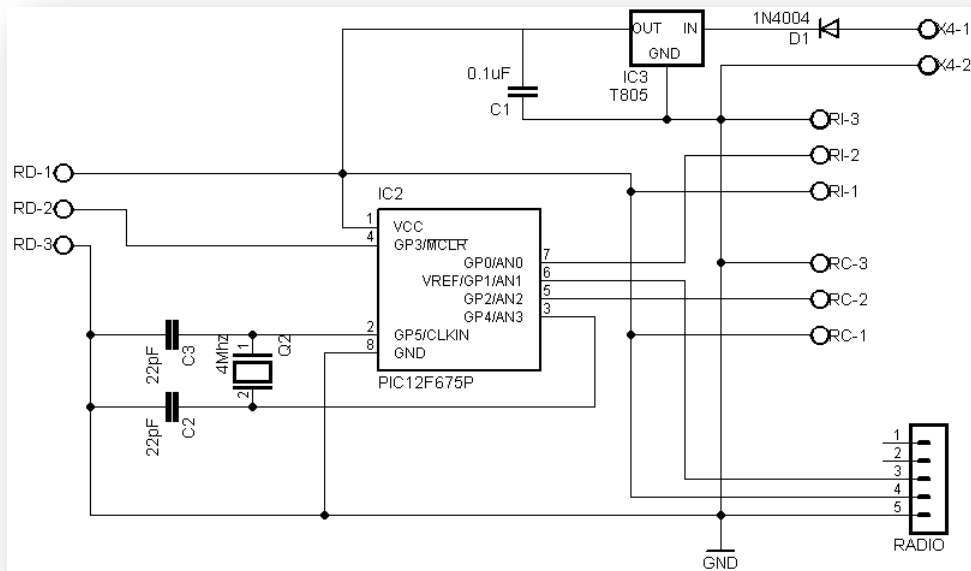


Figura 4. 27 Panel Posterior Diagrama Esquemático

Fuente: Autor basado en Eagle

Descripción de funcionamiento del panel posterior o retro

A continuación se tiene en detalle el funcionamiento del panel frontal del sistema electrónico de control de velocidad, el cual está constituido de la siguiente forma:

- Microcontrolador PIC 12F675

El microcontrolador PIC 12F675 es el encargado de tomar los datos de los sensores posteriores interpretarlos y enviar dichos datos a través del radio al panel frontal.

- Protección de voltaje inverso

El diodo D1 permite proteger el circuito en caso de una conexión equivocada al conectar los 24 V de la alimentación, como se indica en la figura 4.28.

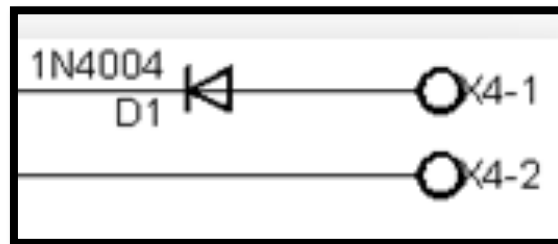


Figura 4. 28 Protección de voltaje inverso, Panel posterior

Fuente: Autor basado en Eagle

- Regulador de voltaje

El IC3 T805 es un regulador de voltaje que permite reducir a 5 V los 24 V que ingresan de alimentación, como se indica en la figura 4.29.

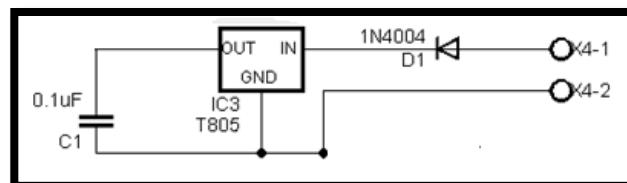


Figura 4.29 Regulador de voltaje

Fuente: Autor basado en Eagle

- Reductor de Ruido

Para reducir el ruido proveniente de la fuente se usa el capacitor C1 de 0.1uF conectado al regulador de voltaje T805, así como se indica en la figura 4.30.

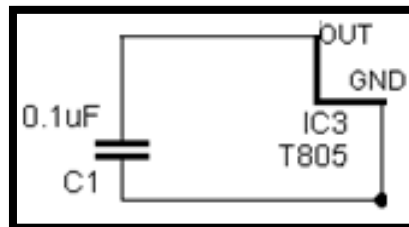


Figura 4.30 Reductor de ruido

Fuente: Autor basado en Eagle

- Frecuencia de Reloj

El reloj de la placa secundaria trabaja a 4MHz junto con los capacitores C3 y C2 de 22pF, lo cual se indica en la figura 4.31.

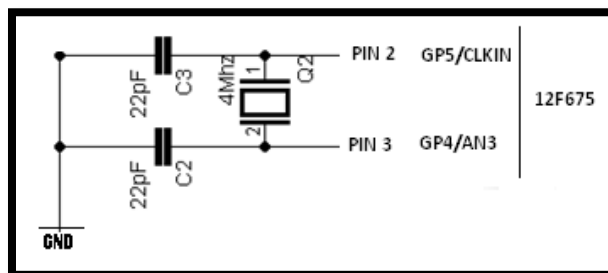


Figura 4. 31 Circuito de reloj panel posterior

Fuente: Autor basado en Eagle

- Bornera Radio

Permite conectar el módulo RF para la transmisión de datos al módulo principal, como se indica en la figura 4.32.

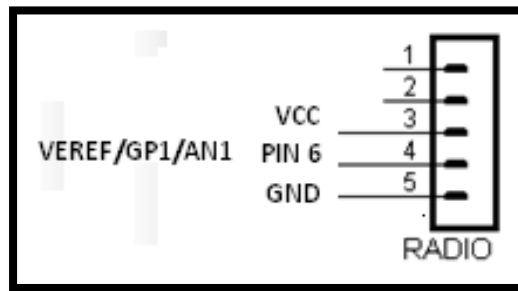


Figura 4.32 Borneras para el módulo RF

Fuente: Autor basado en Eagle

- Conectores

Las borneras RC, RI, RD permiten la conexión de los sensores de la parte trasera e ingresar dichas señales al microcontrolador, como se indica en la figura 4.33.

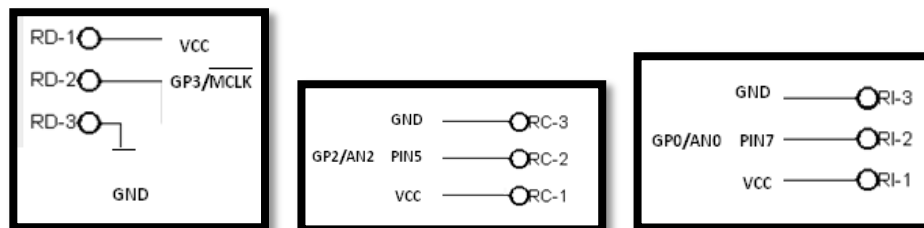


Figura 4.33 Borneras de los sensores de la parte posterior

Fuente: Autor basado en Eagle

Distribución de pines de los Microcontroladores PIC 16F88 Y PIC12F675

La distribución de pines de los Microcontroladores PIC 16F88 Y PIC12F675 está dada de la siguiente manera:

- *Microcontrolador PIC 16F88*

El microcontrolador PIC 16F88 se encarga de controlar en absoluto todo el sistema, tanto entradas como salidas; lo cual permite activar o desactivar las mismas así como la lectura de los sensores de distancia.

El microcontrolador posee 18 pines, los cuales fueron utilizados de acuerdo a la tabla 4.18; once pines de entrada.

Tabla 4. 18 Pines manejados como entradas - PIC 16F88

Nombre	PIN #	Asignación	Tipo	Descripción
RB0	6	Entrada	Analógica	Sensor Frontal Centro
RB1	7	Entrada	Analógica	Sensor Frontal Derecho
RB2	8	Entrada	Digital	MAX 232 R1
RB3	9	Entrada	Digital	GPS (Dato de Velocidad)
RB4	10	Entrada	Analógica	Sensor Lateral Derecho
RB6	12	Entrada	Analógica	Sensor Lateral Izquierdo
RB7	13	Entrada	Digital	Receptor de la señal de los sensores retro por medio del módulo HR1020
RA1	18	Entrada	Digital	Final de carrera en la palanca de la direccionales.
RA3	2	Entrada	Digital	Final de carrera en la palanca de la direccionales.
RA4	3	Entrada	Analógico	Sensor Frontal Izquierdo
\overline{MCLR}	4	Entrada	Digital	Final de carrera para la activación de los sensores Retro

Fuente: Autor

En la tabla 4.19 se indica los pines de conexión; dos pines de salida, los cuales envían señales hacia los actuadores, una vez que han sido procesadas por el microcontrolador.

Tabla 4. 19 Pines manejados como salidas - PIC 16F88

Nombre	Pin #	Asignación	Tipo	Descripción
RA2	1	Salida	Digital	PIN de control de activación del freno de maquina
RB5	11	Salida	Digital	MAX 232 T1

Fuente: Autor

Es importante realizar las conexiones adecuadas para el correcto funcionamiento del microcontrolador, así en la tabla 4.20 detalla la manera como va conectada la señal de voltaje, y el voltaje de frecuencia.

Tabla 4. 20 Descripción de pines de conexión - PIC 16F88

Nombre	Pin #	Asignación	Tipo	Descripción
VDD	14	Alimentación	-----	Alimentación Positiva de 5V.
VSS	5	Alimentación	-----	Referencia o Tierra
OSC1	16	Entrada	-----	Oscilador
OSC2	15	Entrada	-----	Oscilador

Fuente: Autor

- *Microcontrolador PIC 12F675*

Este microcontrolador PIC 12F675 posee 8 pines, por la tanto a continuación se indica aquellos que fueron utilizados como entrada de señal, provenientes de los sensores de la parte posterior del autobús, y los que se utilizaron como salida hacia el radio emisor de señal inalámbrica.

En la tabla 4.21 se indican los tres pines que sirven como entradas de señal.

Tabla 4. 21 Pines manejados como entrada - PIC 12F675

Nombre	Pin #	Asignación	Tipo	Descripción
GP0	7	Entrada	Analógica	Sensor de Retro Izquierdo
GP2	5	Entrada	Analógica	Sensor de Retro Centro
GP3	4	Entrada	Analógica	Sensor de Retro Derecho

Fuente: Autor

Este PIC posee solo un Pin de salida que se detalla en la Tabla 4.22

Tabla 4. 22 Pines manejados como salida - PIC 12F675

Nombre	Pin #	Asignación	Tipo	Descripción
GP1	6	Salida	Digital	Enviar los datos captado por los sensores del retro mediante el HR 1020

Fuente: Autor

Es importante realizar una adecuada conexión del PIC12F675, para su correcto funcionamiento; la tabla 4.23 se indica los pines de conexión para la alimentación de voltaje.

Tabla 4. 23 Descripción de pines de conexión - PIC 12F675

Nombre	PIN #	Asignación	Tipo	Descripción
VDD	1	Alimentación	-----	Alimentación positiva 5V
VSS	8	Alimentación	-----	Referencia o tierra
OSC1	2	Entrada	-----	Oscilador
OSC2	3	Entrada	-----	Oscilador

Fuente: Autor

Diagramas de flujo de la Programación de los Microcontroladores PIC 16F88 y PIC12F675

A continuación se describen los diagramas de flujo de la programación grabada en los microcontroladores PIC16F84 y el PIC12F675.

- *Programación del Microcontrolador PIC 16F88*

La programación del microcontrolador PIC 16F88, controla cada proceso del sistema, a cual fue dividida en una rutina y 6 subrutinas, especificando que cada subrutina es una función del sistema. A continuación se describe la rutina principal del sistema llamada tablero.

Tablero (Rutina Principal)

La rutina tablero controla las subrutinas o procesos del sistema de acuerdo con la información obtenida del módulo HMI; A continuación se describen los condicionales, llamados botón=1, botón=2, botón=3, botón=4 y la condicional para retro, como indica la figura 4.34.

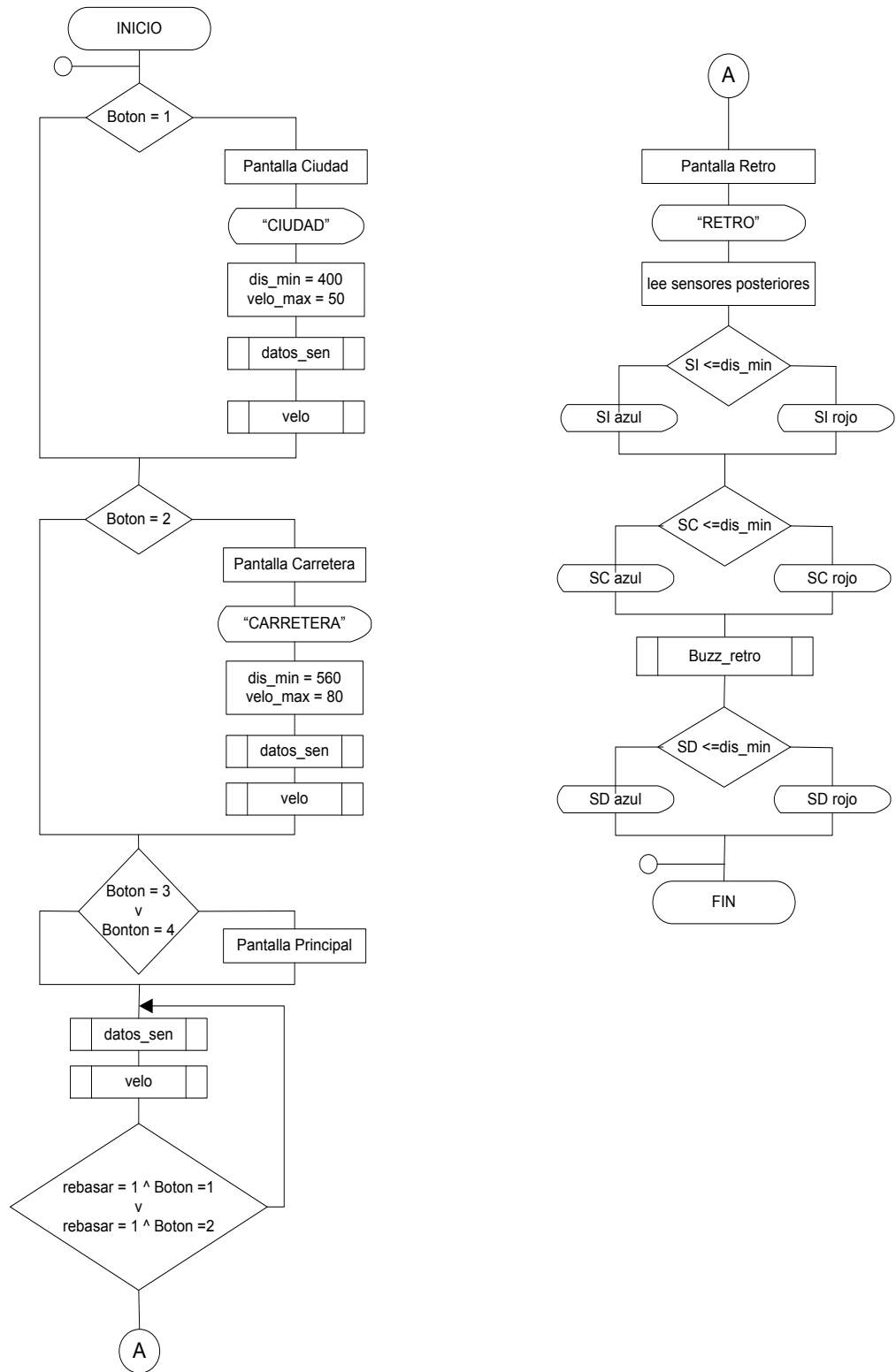


Figura 4. 34 Tablero Principal

Fuente: Autor

Botón = 1 (Ciudad)

El modo Ciudad se basa en un condicional botón = 1, que si es activado establece los siguientes parámetros del sistema como se indica en la figura 4.34.

- Visualiza: Modo ciudad
- Distancia mínima (dis_min): 400cm
- Velocidad máxima (velo): 50Km/h

Inicia subrutina: datos_sen (Figura 4.35), que visualiza el comportamiento en tiempo real de cada sensor frontal del vehículo SFI, SFC, SFD, es decir si la distancia entre el automotor y otro en carretera es mayor o igual a 4m, y en ciudad 5,60m se visualiza un color azul, caso contrario una señal de alerta en rojo, se utiliza la subrutina compara, para comparar las distancias.

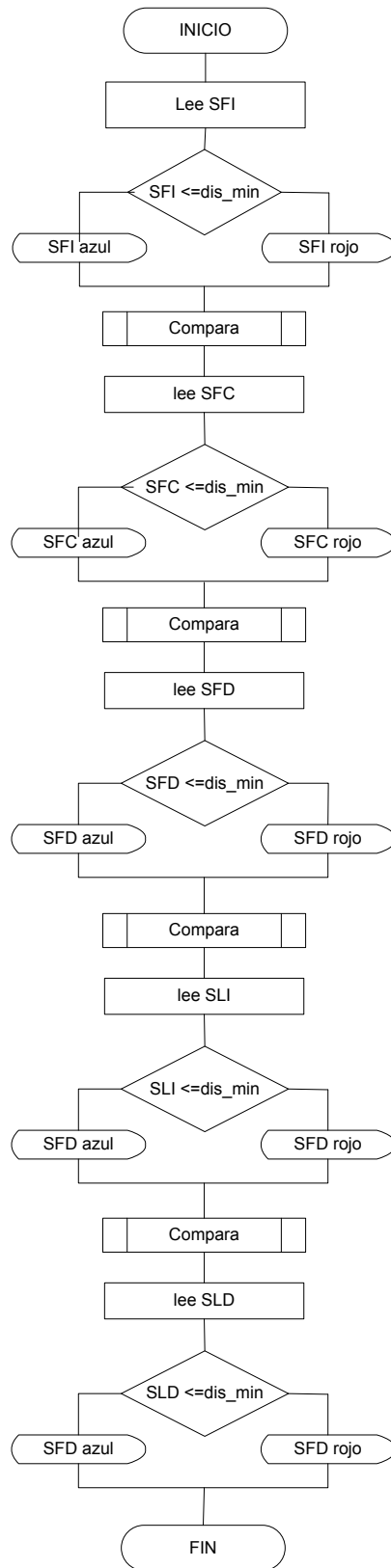


Figura 4.35 Subrutina datos_sen

Fuente: Autor

Inicia Subrutina velo: Lee los datos de velocidad del GPS y la compara con la variable de la máxima velocidad, en caso de que la velocidad no excede los 50 km/h en ciudad y 80km/h en carretera el freno motor no sufre ningún cambio, caso contrario la pantalla alertará en color rojo, que se está superando la velocidad permitida. Además se tiene un condicional que si la opción de rebasar no está activada, el freno motor se activará, lo cual se indica en la figura 4.36.

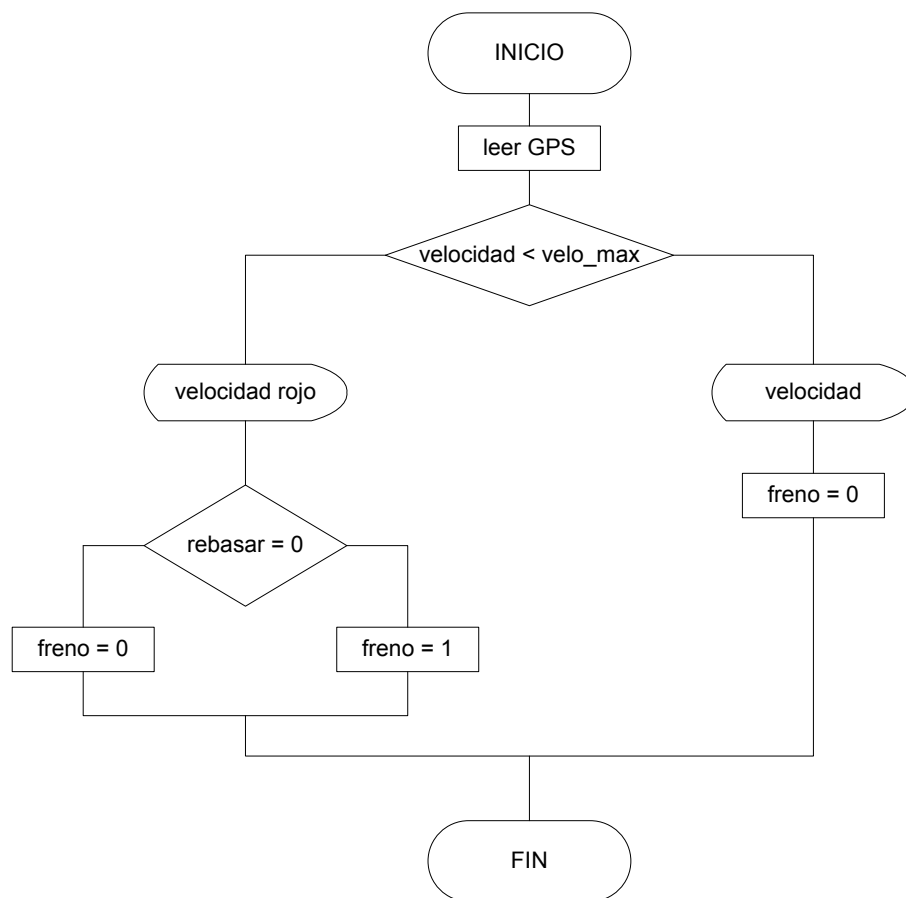


Figura 4.36 Subrutina velo (Velocidad GPS)

Fuente: Autor

Botón 2 (Carretera)

El modo carretera se basa en una condicional con un botón = 2, que si es activada establece los siguientes parámetros mostrados en la figura 4.34.

- Visualiza: Modo carretera
- Distancia mínima (dis_min): 560cm

- Velocidad máxima (velo): 80Km/h
- Inicia subrutina: datos_sen; fue brevemente descrita en el botón 1.
- Inicia Subrutina: velo; Fue descrita en el botón 1

Botón =3 y Botón= 4 y Modo rebasar

Si el botón=3 ó el botón=4 (figura 4.34), el sistema seguirá trabajando en la pantalla principal sea ciudad o carretera, pero en el caso de no ser así realiza una comparación de las subrutinas de los datos del sensor y la velocidad, con lo cual mediante la condición que si: rebasar está activo tanto en ciudad como en carretera; el sistema se desactiva para realizar el rebasado (se ha puesto el direccional) y cumplirá este ciclo hasta que se desactive la función rebasar (se ha quitado el direccional), de otra manera si el sistema no está en modo ciudad, modo carretera o modo rebasar quiere decir que hemos pasado al modo retro.

Modo Retro

El modo retro es una función del sistema que al estar activado los modos de ciudad, carretera o rebasado, se va a mantener los procesos de adquisición de datos y control de velocidad, pero si se encuentran desactivas estas opciones, automáticamente se pasa a una pantalla retro, la cual adquiere las mediciones de los sensores posteriores, donde si la medición del sensor izquierdo (SI), es menor o igual a la distancia mínima da un aviso de peligro en color rojo y si la distancia es mayor ala distancia mínima se visualiza la cantidad en color azul, sucede lo mismo con el sensor centro (SC) y sensor derecho (SC).

Inicia la subrutina: buzz_retro (figura 4.37), en la cual se realiza el control de una alarma de aviso, con tiempos establecidos para que suene más o menos rápido, esta se activa con la subrutina buzzer (figura 4.38); que no es otra cosa que la activación del sonido de alarma, luego se llama a la subrutina

delay (figura 4.39); la cual es un retardo para poder escuchar la frecuencia de sonido de la alarma.

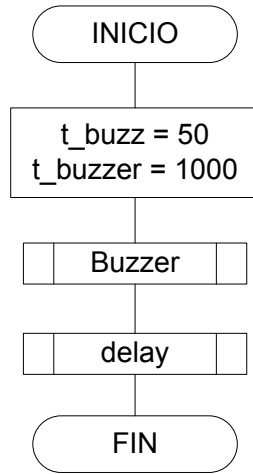


Figura 4.37 Subrutina *buzz_retro*

Fuente: Autor

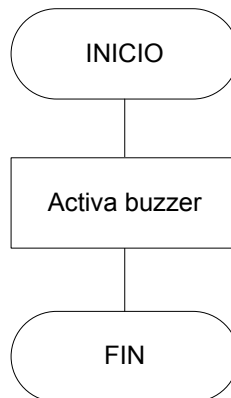


Figura 4.38 Subrutina Buzzer

Fuente: Autor

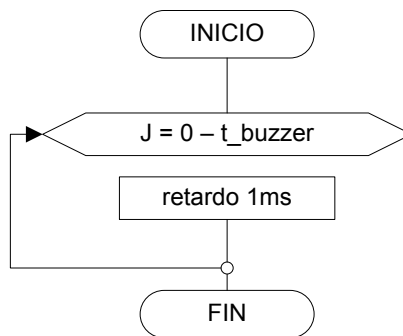


Figura 4.39 Subrutina Delay

Fuente: Autor

subrutina: compara (figura 4.40); Esta subrutina como su nombre lo indica realiza una comparación de distancias del autobús respecto de otros objetos o automóviles, de los datos tomados únicamente de los tres sensores frontales (*sen_fren*), para así poder controlar el frenado del autobús con diferentes parámetros de distancia, y se la utiliza en la subrutina *datos_sen* (figura 4.35).

Primero realiza un condicional de comparación para ver si la velocidad que lleva el autobús es menor a la velocidad máxima establecida previamente, tanto para ciudad como para carretera; si es correcto quiere decir que se está dentro de los límites permitidos, y el programa continua ejecutando las siguientes sentencias. Si no es así se está excediendo los límites de velocidad permitidos, y comienza una serie de comparaciones a diferentes distancia para poder realizar el frenado; si el modo rebasar está activo el sistema de frenado se desactivará, y este tan solo nos advertirá con un sonido de alarma (*buzzer*), si para rebasar no se tiene la distancia adecuada con otro vehículo; si el modo rebasar está desactivo quiere decir que el sistema está en pleno funcionamiento, en el cual si el autobús se encuentra en modo ciudad y no mantiene la distancia mínima que está entre 3,95-4,05m de distancia de otro vehículo, activa el freno de aire por 0,032s y el sonido de alarma (*buzzer*); si se excedió totalmente la distancia mínima es decir se encuentra entre 1,45-1,55m de distancia de otro vehículo, activa el freno de aire desde los 0,032s hasta 1s, teniendo también el sonido de la alarma, los cuales varían según la subrutina *delay*, esto se repite hasta que el autobús regrese a los límites establecidos y funcione a normalidad.

Caso similar para el modo carretera simplemente que los valores de distancia varían la distancia mínima es de 2,95-3,05m, periodo en el cual se activa el freno de aire de 0,032s hasta 1s, de la misma manera se tiene una alarma de aviso, los cuales varían según la subrutina *delay*; si se excedió totalmente la distancia mínima y se encuentra entre 0,95-1,05m, realiza la misma función: se activa el freno de aire de 0,032s hasta 1s, y se tiene un sonido de alarma, los cuales varían según la subrutina *delay*.

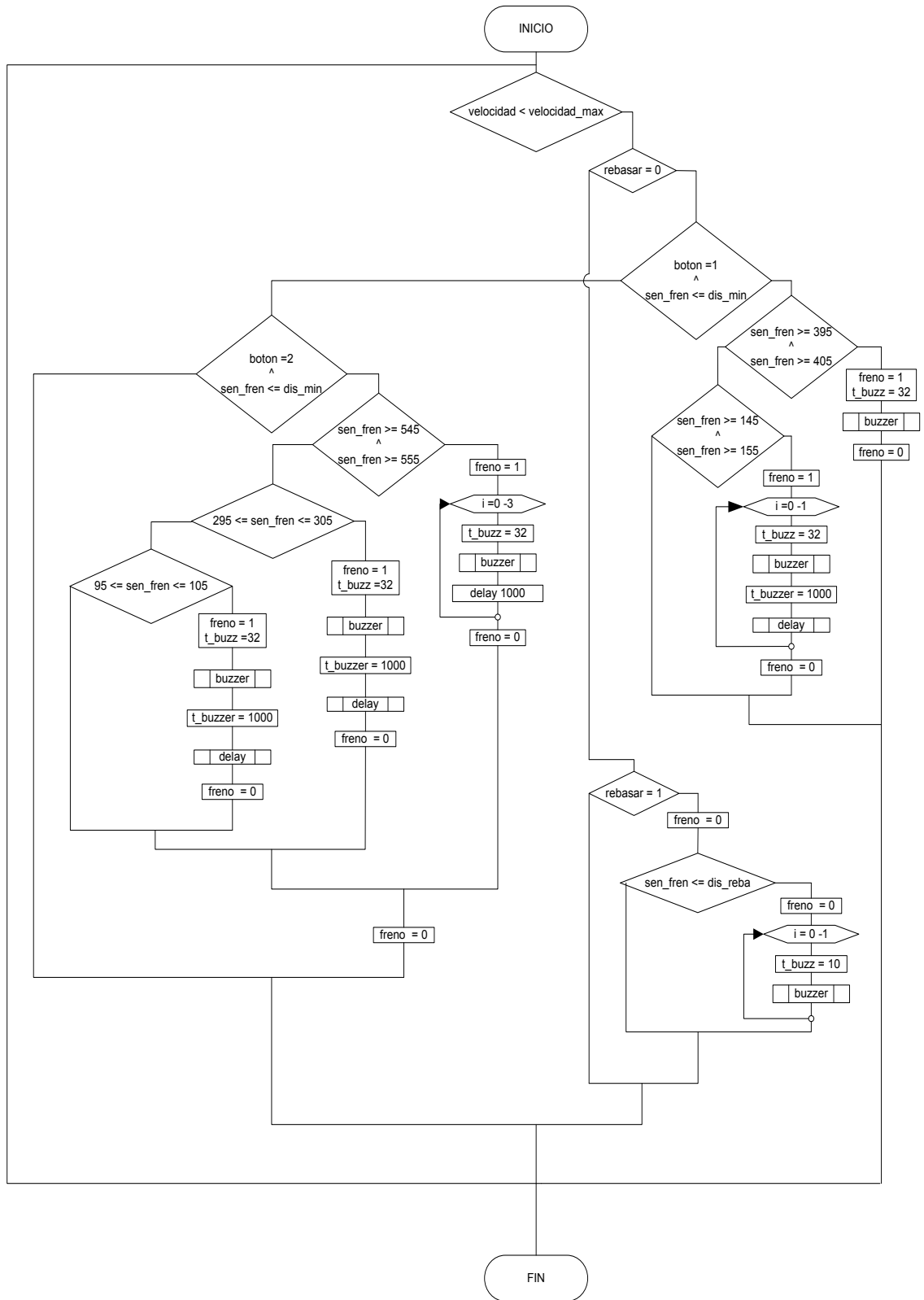


Figura 4.40 Subrutina compara

Fuente: Autor

Interrupción puerto serie (HMI)

Esta subrutina se ubica al inicio de la programación, para adquirir el modo de funcionamiento del bus, como se indica en la figura 4.41.

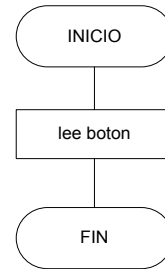


Figura 4. 41 Subrutina compara

Fuente: Autor

- Programación del Microcontrolador PIC12F675

Tablero Secundario

En el tablero secundario se tiene la programación del PICF675, la cual está enfocada a la lectura de los sensores de la parte posterior del bus, que se adquieren en los puertos AN2, AN0 y GP3 del PIC, para después ser enviada por el módulo de Transmisión con las variables SD, SC y SI, como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 4.42.

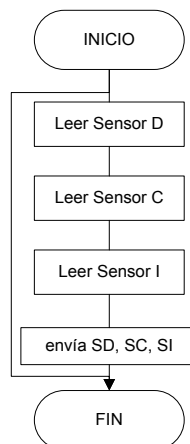


Figura 4.42 Tablero Secundario

Fuente: Autor

Configuración y Diseño de la interfaz de usuario o pantalla

La interfaz de usuario o pantalla, permitirá visualizar las imágenes y mensajes que se encuentran programados en el microcontrolador mediante la siguiente configuración:

- *Configuración de la Pantalla*

La configuración se realizó en el programa “Terminal Assistant V6.0 by Beijing DWIN Technology Co., Ltd. (2012)”. Y tiene los siguientes pasos:

1.- En la pestaña basic graphic operation: se dá click en add y se selecciona la imagen que se desee para trabajar, este caso la pantalla principal; en position se da el número a cada imagen que se está utilizando, lo cual sirve para su posterior programación, como se indica en la figura 4.43.

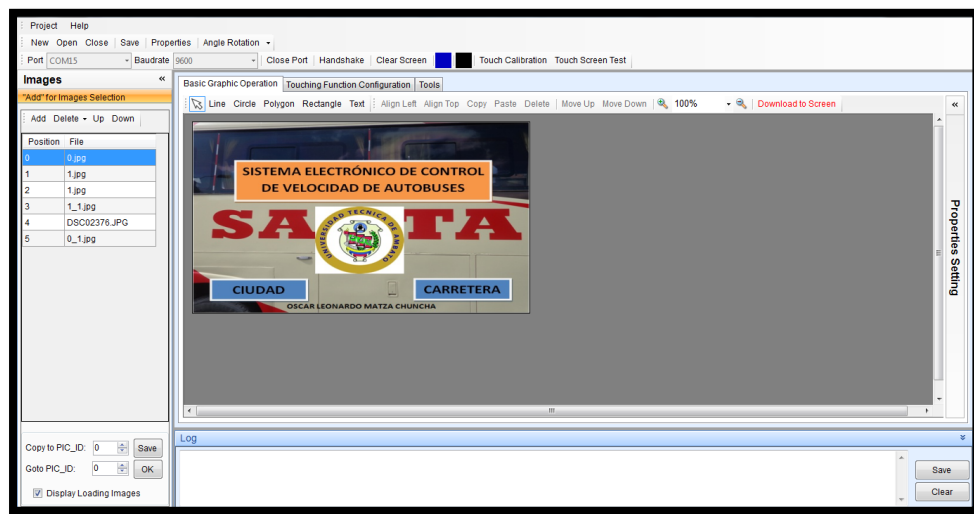


Figura 4.43 Configuración de pantalla _ cargar una imagen

Fuente: Autor

2.- En la pestaña touching function configuration: se da click en add button, posterior a esto se da click en la posición que se desea y presionado la tecla izquierda se arrastra al tamaño deseado, como se indica en la figura 4.44.

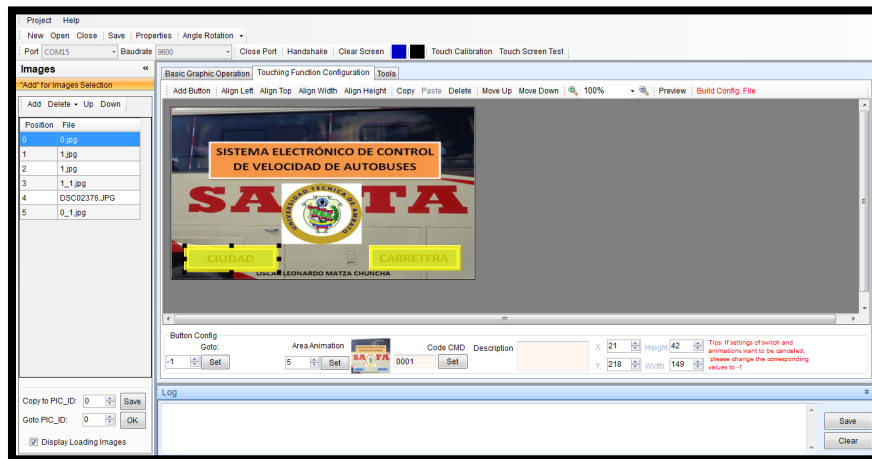


Figura 4.44 Configuración de la función Touch

Fuente: Autor

- Button config: se utiliza para asignar paso a otra pantalla (con -1 no habilitado)
- Area animation: aquí está cargado imagen 1_1 (marca de agua)
- Code cmd: asignas el código para enviar hacia el pic.

3.- Al dar click en Set, se obtiene la ventana Code Command Setting, donde se tiene los valores numéricos asignados a cada imagen para su programación, al dar click en add se añadirá un código, se selecciona un código de la tabla y se da click en el botón selection, como se indica en la figura 4.45.

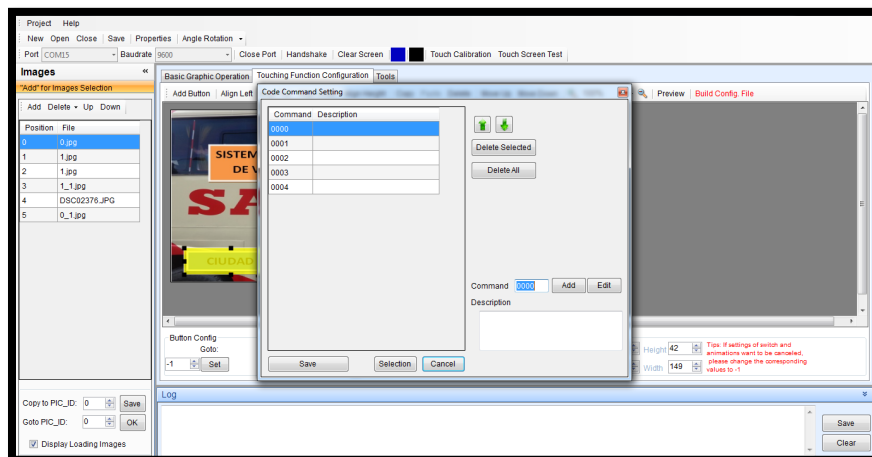


Figura 4.45 Configuración de los códigos de comando

Fuente: Autor

4.- Picture Preview: Se tiene una visualización de todas imágenes utilizadas en el proyecto, y número asignado, como se indica en la figura 4.46.

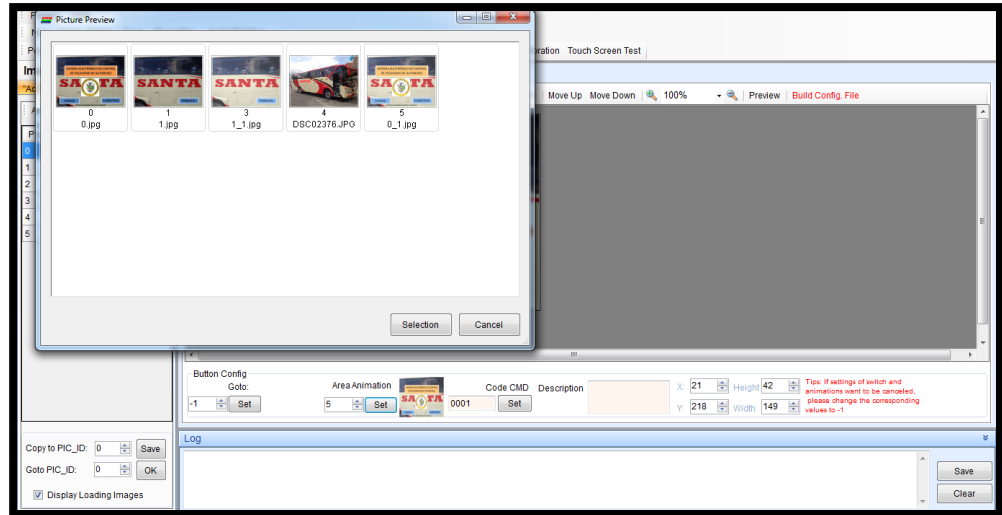


Figura 4.46 Vista previa de las imágenes del proyecto

Fuente: Autor

5.- Para compilar: se da click en build config file, como se indica en la figura 4.47.

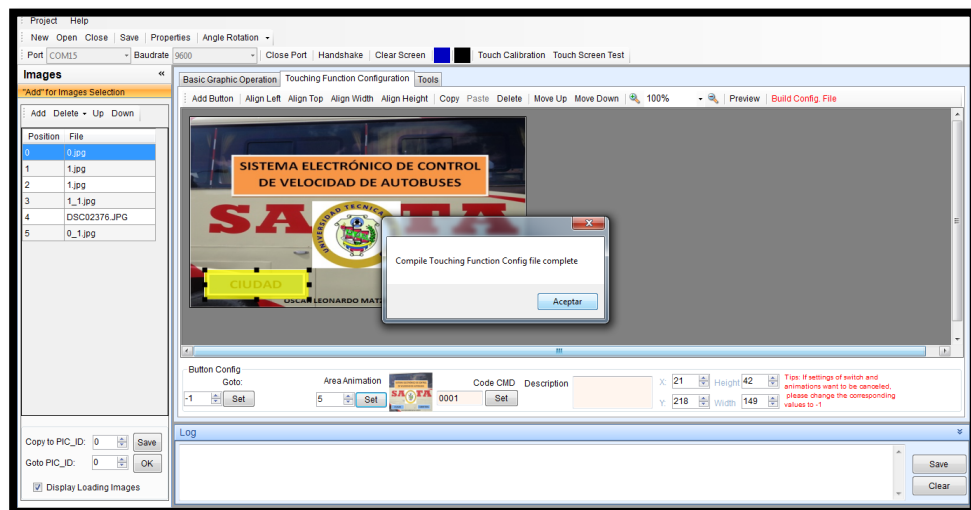


Figura 4.47 Compilador del Programa

Fuente: Autor

6.- Función reloj: en la pestaña tools: botón peripheral configuration: se da click en botón clock adjust, y este se configura con la hora del computador, como se indica en la figura 4.48

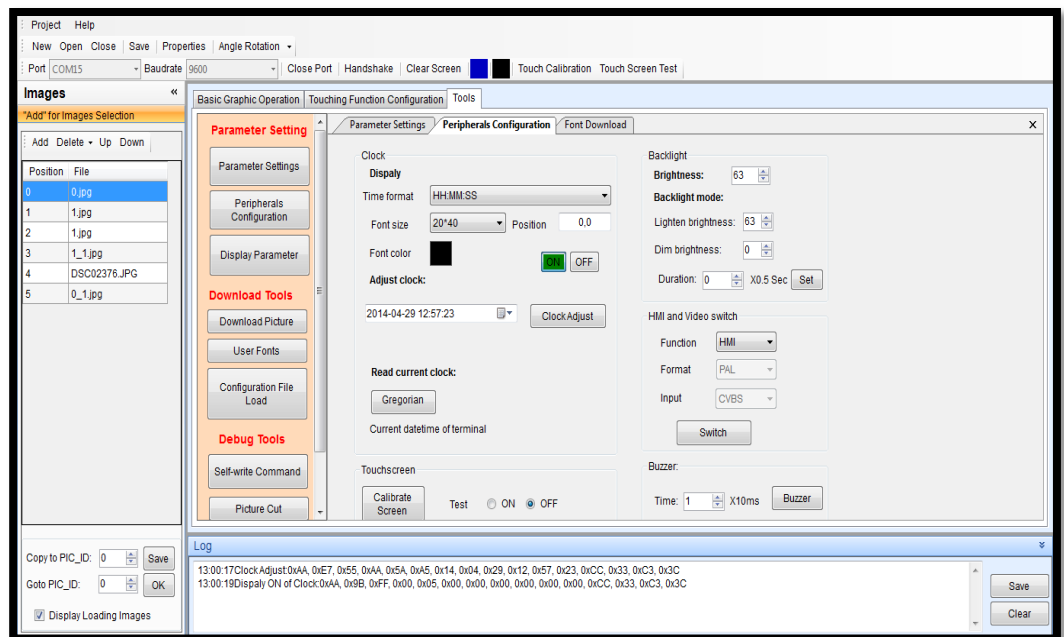
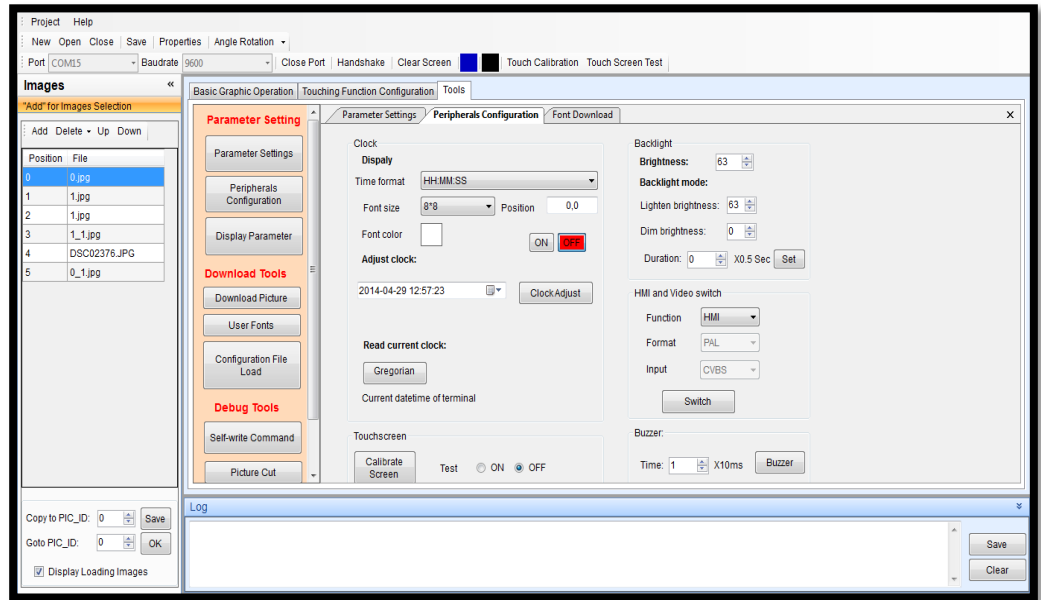


Figura 4.48 Activación de la Función reloj

Fuente: Autor

7.- Carga de parámetros de la pantalla, no se hace más que activar las pestañas indicadas en la figura 4.49.

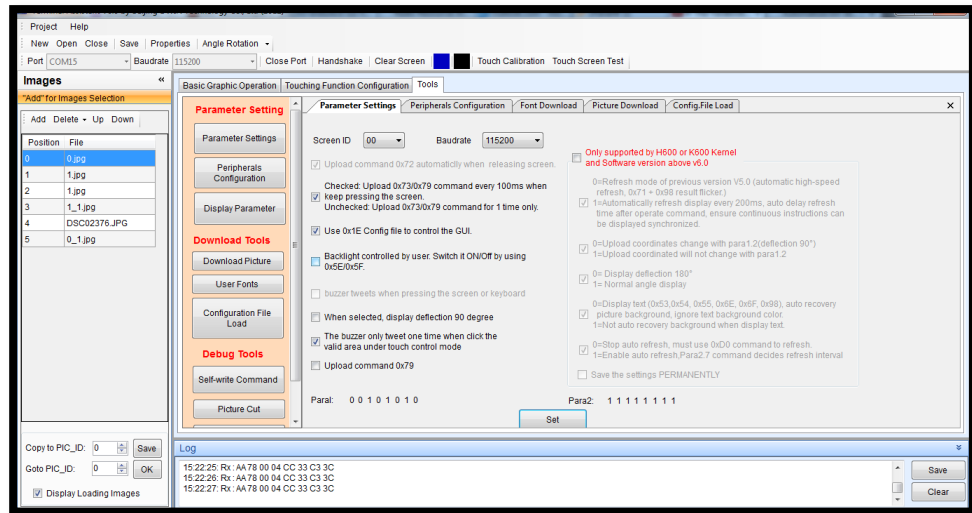


Figura 4.49 Parámetros de Pantalla

Fuente: Autor

Todas las demás funciones están controladas por el microcontrolador PIC16F88 a través de su programación, la cual se realiza utilizando tramas para la transmisión serial de datos.

Funcionamientos del módulo de sensores

El funcionamiento de los sensores ultrasónicos es de la siguiente manera:

A 250mS después de conectar alimentación el MaxSonar-EZ4 está listo para captarla señal RX, es decir se tiene las primeras mediciones. Si está a nivel “1” este realiza un ciclo de calibración, el cual tiene una duración de 49mS y seguidamente empiezan los ciclos de trabajo.

Lo cual consiste en tomar una medida y transmitirla por tres métodos disponibles: out serie por TX, out analógica por AN y out de pulso por PW, cada periodo de trabajo consume 49mS, por tal razón el primer ciclo funcional tras conectar la alimentación es producido a los 100mS.

Cada periodo de trabajo de 49mS comienza comprobando el estado de RX, si se encuentra en “0” se da por finalizado ese periodo. A continuación se envía una señal ultrasónica de 42KHz y la señal PW se ubica en “1”. Cuando se encuentra un obstáculo PW se pone a “0” [24].

Estas señales son procesadas por el PIC16F88, para la toma de decisiones del autobús en cuanto a la activación del freno motor.

El módulo de sensores está dividido en sensores frontales, laterales y posteriores, de la siguiente manera:

Sensores Frontales:

- SFI: Sensor Frontal Izquierdo, conectado al pin #3 del microcontrolador 16F88, transmite la distancia de manera analógica del frente izquierdo del autobús con el fin de medir la distancia entre el autobús y otro automóvil.
- SFD: Sensor Frontal Derecho, conectado al pin #7 del microcontrolador 16F88, transmite la distancia de manera analógica del frente izquierdo del autobús.
- SFC: Sensor Frontal Centro, conectado al pin #6 del microcontrolador 16F88, transmite la distancia de manera analógica del frente izquierdo del autobús.
- SLI: Sensor Lateral Izquierdo, conectado al pin #12 del microcontrolador 16F88, transmite la distancia de manera analógica de la parte lateral izquierda del autobús.
- SLD: Sensor Lateral Derecho, conectado al pin #10 del microcontrolador 16F88, transmite la distancia de manera analógica de la parte lateral derecha del autobús.

Sensores Posteriores

- SI: Sensor Izquierdo, está conectado al pin #7 del microcontrolador PIC 12F675, obtiene la distancia de manera analógica del lado posterior izquierdo del autobús, para retransmitirla vía radio al panel principal.
- SC: Sensor Centro, está conectado al pin #5 del microcontrolador PIC 12F675, obtiene la distancia de manera analógica del centro de la parte posterior del autobús, para retransmitirla vía radio al panel principal.
- SD: Sensor Derecho, está conectado al pin #4 del microcontrolador PIC 12F675, transmite la distancia de manera analógica del lado posterior derecho del autobús, para retransmitirla vía radio al panel principal.

Funcionamiento del módulo de medición de velocidad

- GPS
Es el módulo el que permite obtener los datos de velocidad del autobús, y lo transite de forma serial pasando por un Max232, la recepción viene en una variable string, la cual se transforma a int y se compara en la subrutina velo.

Funcionamiento del módulo de transmisión de datos

El módulo de transmisión de datos permite obtener las lecturas de los sensores posteriores SI SC SD, y enviarlos en cadena string vía radio, para ser procesados por el pic a un valor entero int, y realizar las funciones deseadas de acuerdo a la programación.

El módulo de transmisión de datos también cuenta con un integrado MAX232, a continuación se detalla la conexión da cada PIN y su función:

- Distribución y utilización de pines del MAX232.

El MAX 232 posee 16 pines, a continuación se detalla aquellos que fueron usados como entrada de señales, los cuales provienen de la pantalla y el GPS; y aquellos usados como salidas de la pantalla y el GPS hacia el PIC 16F88. En la tabla 4.24 se indican los pines que sirven como entradas de señal.

Tabla 4. 24 Pines manejados como entrada - MAX 232

Nombre	Pin #	Asignación	Tipo	Descripción
R1 IN	13	Entrada	Serial	Conexión con la Pantalla
R2 IN	8	Entrada	Serial	Conexión con el GPS
T1 IN	11	Entrada	Digital	Señal proveniente del PIC 16F88 hacia la Pantalla

Fuente: Autor

El MAX 232 posee tres pines de salida los cuales están conectados con el PIC 16F88 y con la pantalla, como se indica en la figura 4.25.

Tabla 4. 25 Pines manejados como salida - MAX 232

Nombre	Pin #	Asignación	Tipo	Descripción
R1 OUT	12	Salida	Digital	Conexión con el PIC 16F88 - datos de la Pantalla
R2 OUT	9	Salida	Digital	Conexión con el PIC 16F88 - datos del GPS
T1 OUT	14	Salida	Serial	Conexión hacia la Pantalla

Fuente: Autor

Las conexiones son fundamentales para el correcto funcionamiento del MAX 232, la siguiente tabla muestra los pines de conexión para la alimentación de voltaje, como se indica en la figura 4.26.

Tabla 4. 26 Pines de conexión - MAX 232

Nombre	Pin #	Asignación	Tipo	Descripción
C1 +	1	Entrada	-----	Capacitor 3
C1 -	3	Salida	-----	Capacitor 3
V+	2	Entrada	-----	Capacitor 1
C2 +	4	Entrada	-----	Capacitor 2
C2 -	5	Salida	-----	Capacitor 2
V-	6	Entrada	-----	Capacitor 4
VCC	16	Alimentación	-----	Alimentación positiva 5 V.
GND	15	Alimentación	-----	Referencia o Tierra.

Fuente: Autor

Funcionamiento del módulo de potencia

El módulo de potencia está compuesto de cuatro relés, los cuales funcionan de la siguiente manera:

- Relé de activación del freno motor.

El relé de freno motor se activa al cumplir los parámetros dados ya en la programación, al excitarse la bobina esta activa el switch de encendido del freno motor, se conecta en paralelo al switch de activación de freno motor del conductor, y comienza a funcionar como lo indica la figura 4.50.

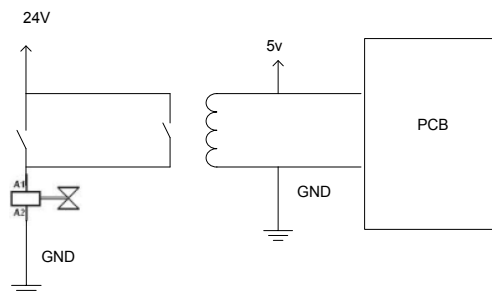


Figura 4. 50 Conexión del Freno Motor

Fuente: Autor

El freno motor trabaja cerrando el tubo de escape por medio de una válvula de mariposa situada entre el turbo y el silenciador. La acción de cierre y

apertura es realizada por un cilindro neumático o hidráulico que usa el sistema de presión, la figura 4.51 muestra el funcionamiento del freno motor.

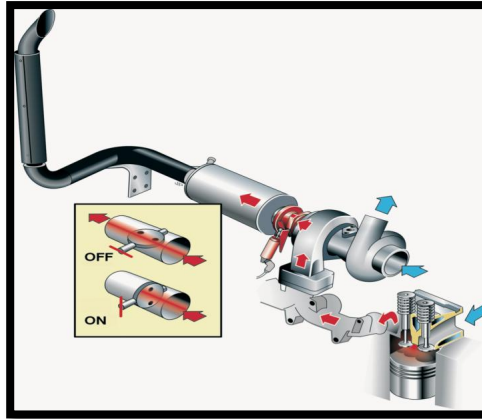


Figura 4.51 Funcionamiento del Freno Motor

Fuente: Freno Motor <http://www.fenixdirectoblog.com/2013/10/frenado-de-emergencia-autonomo-aeb.html>

- Relé de activación de Direccionales

El relé de direccionales trabaja al momento de ser activado el direccional por el conductor, se energiza la bobina del relé cerrando el switch, lo cual le indica al circuito para que esté, cumpliendo las condiciones de programación del PIC16F88, se desactive y funcione el modo rebasar, va conectado en serie a la alimentación de los cables de las direccionales, como se indica en la figura 4.52.

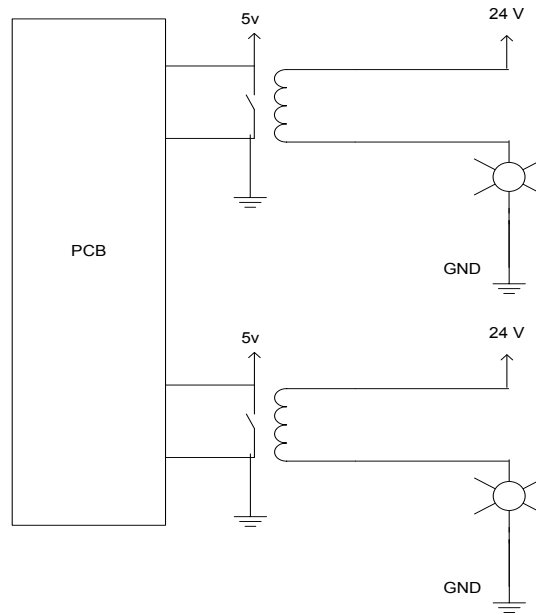


Figura 4.52 Conexión de las Direccionales

Fuente: Autor

- Relé de activación de los sensores retro

El relé de activación en modo retro se activa al momento del conductor poner en marcha para dar retro, se energiza la bobina del relé cerrando el switch, lo cual le indica al circuito para que esté cumpliendo las condiciones de programación del PIC16F88, se desactive y funcione el modo retro es decir los sensores posteriores, se conecta en serie al cable de alimentación de las luces de retro, como se indica en la figura 4.53.

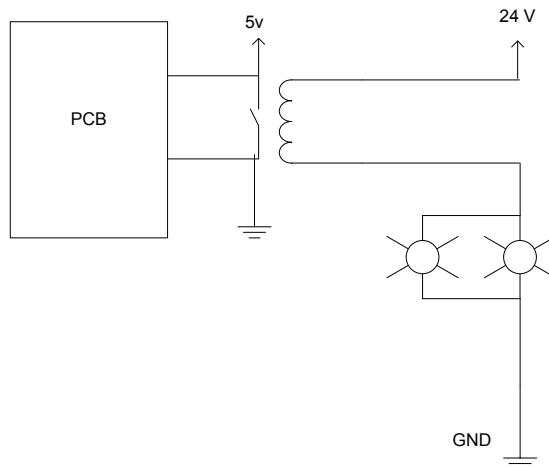


Figura 4.53 Conexión de retro

Fuente: Autor

- **Encendido del dispositivo**

Para un mejor funcionamiento es necesaria la conexión del sistema en paralelo al switch de encendido del autobús, para que de esta manera se encienda y apague en el mismo tiempo como indica la figura 4.54.

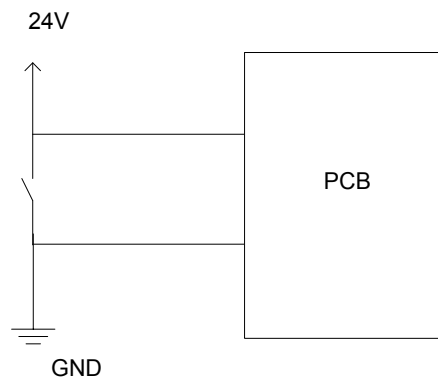


Figura 4. 54 Conexión del sistema al swich del autobús

Fuente: Autor

Pruebas de funcionamiento del sistema electrónico de control de velocidad

Las pruebas de funcionamiento de todos los elementos que conforman el sistema de control de velocidad como: sensores, freno motor (activación y desactivación), lectura de distancia, se lo realizo primero como pruebas de laboratorio con fuentes de energía con un ambiente controlado, libre de factores externos.

Un segundo ambiente, fue ya todo el sistema trasladado hacia el autobús, de manera que ya instalado, se comprobó su funcionamiento tanto en ciudad como en carretera, donde cada uno de los elementos del sistema se comportó de acuerdo a los parámetros preestablecidos para su funcionamiento.

Pruebas de funcionamiento del GPS

El GPS es el elemento de toma de velocidad, valor con el cual trabaja todo el sistema, controlándolo y ajustándolo a los límites de velocidad y distancia establecidos.

- Pruebas de funcionamiento en Modo Ciudad

Para esta prueba la velocidad nos da el GPS y se visualiza en pantalla.

En referencia la velocidad marcada por el velocímetro del autobús y la del GPS, se comprobó que esta difiere en un 0,35% de la lectura de velocidad del GPS, según la tabla 4.27.

Tabla 4. 27 Porcentaje de variación de velocidad GPS vs Velocímetro

Velocímetro (Km/h)	GPS (Km/h)	Variación Porcentual (%)
80	79,8	0,25
70	69,8	0,28
60	59,9	0,16
50	49,8	0,4
40	39,8	0,5
30	29,9	0,33
20	19,9	0,5
Promedio		0,35

Fuente: Autor

En esta prueba también se observó que existe una diferencia entre el tiempo que demora la visualización de la velocidad en el tacómetro del autobús, la cual es instantánea; con la velocidad del GPS, la cual posee un tiempo de retardo en décimas de segundo debido al tiempo de respuesta propio de un dispositivo electrónico, para su actualización; después de esto los dos dispositivos marcan la misma velocidad, error el cual es corregido mediante programación, al activarse el sistema con valores mayores o iguales a 50km/h.

- Pruebas de funcionamiento en Modo Carretera

Esta prueba fue realizada a las afueras de la ciudad, el comportamiento del GPS es similar al modo ciudad, debido al tiempo de transmisión de datos provenientes de los satélites.

Pruebas de Control de velocidad

Las pruebas de control de velocidad se las realizó tanto para ciudad como para carretera de la siguiente manera:

- Límite de velocidad en ciudad

El límite de velocidad establecido es el que nos indica la ley de tránsito, la cual para ciudad en un autobús de transporte de pasajeros es de 50km/h.

De esta prueba se comprobó que, cuando el automotor excede el límite de velocidad igual o mayor a 50 km/h, es decir la velocidad leída por GPS es mayor a la establecida, se activa el freno motor hasta estabilizar el bus o provocar a su vez que el conductor retome el límite de velocidad establecida.

- Límite de velocidad en carretera

El límite de velocidad se impuso de acuerdo a lo indicado en la ley de tránsito, la cual para carretera es de 80km/h, la experiencia del conductor con

el dispositivo y la velocidad de transmisión del GPS, para su correcto funcionamiento.

Con esta prueba se comprobó que el vehículo al estar a una velocidad igual o mayor a 80km/h, velocidad obtenida del velocímetro, los datos de lectura del GPS son en promedio iguales a 80km/h, haciendo que se active el freno motor y se ajuste el autobús en el límite de velocidad establecido.

- Pruebas del modo rebasar

Esta prueba se realiza de la misma forma tanto para ciudad como para carretera.

Con esta prueba se comprobó, que para el conductor poder rebasar, necesariamente tendrá que activar las luces direccionales, con el fin de desactivar el sistema de frenado y poder acelerar, teniendo solamente una alerta de distancia de los sensores frontales del autobús con respecto a otro vehículo, para poder rebasar de forma segura según los datos establecidos en la programación.

- Pruebas de funcionamiento del modo retro

Para la verificación de la activación del modo retro se realizó la siguiente prueba:

Al activar la marcha retro se activan por ende las luces de retro, que es donde está conectada la boina, con lo cual se comprobó que el circuito comienza a trabajar correctamente con el envío de datos de los sensores posteriores, para el aviso de distancia en la interfaz de usuario; no existe ningún tipo de interferencia generados por las vibraciones del motor o sistema de transmisión del autobús.

Pruebas de funcionamiento del módulo de sensores

Para comprobar el comportamiento y funcionamiento de los sensores, se realizaron tres pruebas diferentes, como indica la tabla 4.28.

Tabla 4. 28 Prueba del módulo de sensores

Pruebas	Laboratorio	Parqueado	Movimiento
Exactitud	Difiere en un 12% a su distancia teórica máxima que es 6m, visualizado en el HMI	A menores distancias difiere tan solo un 5%, visualizado en el HMI	La exactitud de la medida es afectado por las condiciones climáticas, es variable
Interferencia	Ninguna	Pequeñas ráfagas de viento.	Afectado por vibraciones del motor, ráfagas de viento en todas direcciones y demás condiciones climáticas de forma variable, el impacto es mínimo.

Fuente: Autor

Análisis general del funcionamiento del sistema electrónico de control de velocidad

Tanto el core, el módulo de transmisión de datos, módulo de potencia, módulo de sensores y el módulo de la interfaz de usuario funcionan de manera coordinada y secuencial.

Es decir el funcionamiento del sistema de control de velocidad se puede resumir de la siguiente manera:

- Procesamiento de la señal GPS
- Procesamiento de la señal de los sensores de distancia
- Tratamiento de la señal proveniente del GPS
- Tratamiento de las señales provenientes de los sensores de distancia

Para el funcionamiento del sistema siempre se debe tomar en cuenta la temperatura del motor, ya que por el uso prolongado podría elevarse su temperatura, es por eso que el tiempo máximo de activación va de 0,032s a 1s, por esta razón en el caso del proyecto de control de velocidad, no se ve afectada la

temperatura del motor por el corto tiempo de activación del freno de máquina, suficiente para regular el autobús a los límites establecidos, además el conductor se verá obligado a utilizar el freno convencional, lo cual también ayudará a reducir el impacto del freno de máquina.

En su conjunto el análisis de funcionamiento de los sensores es el adecuado, tanto de modo estático, como en movimiento; sin embargo en ocasiones los sensores realizan fluctuaciones en sus medidas, por los factores climáticos y en mucho menor impacto por las vibraciones y sonidos del motor.

4.3 Presupuesto de Gastos

El presupuesto económico permite determinar cual es el costo de implementación del prototipo del sistema electrónico de control de velocidad y distancia; el costo de cada uno de los materiales necesarios. El detalle del costo de materiales se presenta a continuación en la tabla 4.29:

Tabla 4. 29 Presupuesto económico

Elemento	Cantidad	Precio c/u (\$)	Total (\$)
Microcontrolador 16F88	1	9,75	9,75
Microcontrolador 12F675	1	3,50	3,50
GPS	1	75.00	75.00
Sensor MaxSonar	8	50.00	400.00
MAX232	1	4,30	4,30
Módulo RF	2	37.00	74,00
HMI	1	165,50	165,50
Regulador de voltaje LM7812	1	2,00	2,00
Regulador de voltaje 25V a 5V	1	45.00	45.00
Relé	4	7.00	28,00
Resistencias	4	0,40	1,60
Condensadores	6	0,60	3,60
Borneras	3	0,50	1,50
Sócalos	2	0,45	0,90
Baquelita	1	5,00	5,00
Cable (m)	21	1,00	21,00

Caja para el circuito	2	3.00	6.00
Silicona	4	2,40	9.60
Cinta taípe	1	0,75	0.75
		Total	855,40

Fuente: Autor en base a los precios del mercado actual

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Entre las principales conclusiones del trabajo tenemos:

- Fue posible diseñar y construir un sistema de control de velocidad y distancia de autobuses, con una solución de bajo coste en relación a sus pares disponibles en el mercado, el cual es versátil y adaptable a todo tipo y marca de autobuses.
- El sistema opera en tiempo mínimo de retardo, debido a la transmisión de datos de la señal GPS, lo cual no influye de manera determinante en el desempeño del sistema, por lo que permite la acción rápida del autobús a las condiciones programadas del sistema, con el fin de mantener los límites de velocidad, establecidos en la ley de tránsito.
- El PIC16F88 y 12F675 cumplen los requerimientos técnicos para el control de velocidad y distancia del autobús, en especial por su capacidad de memoria y su manejo del puerto serie, mediante el cual se adquieren todos los datos de los equipos, para ser procesados y tener un correcto funcionamiento del sistema.

5.2 RECOMENDACIONES

Entre las principales recomendaciones tenemos:

- Para el control de distancia del autobús con respecto a otros vehículos u objetos presentes en la carretera, se recomienda la utilización de un mayor número de sensores en el autobús, con el fin de cubrir un área más amplia en la toma de lecturas de distancia.
- Realizar un análisis de integración del sistema electrónico de control de velocidad, con el tacómetro y otras tecnologías como OBDII (sistema de diagnóstico a bordo) para determinar: manejabilidad, exactitud y precisión de cada uno de ellos para efectos de toma de datos de la velocidad del autobús.
- Se recomienda para futuras investigaciones realizar un análisis de diseño del sistema electrónico de control de velocidad con plataformas de hardware libre como Arduino, el cual puede ser usado en proyectos electrónicos multidisciplinares.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

- [1].M, Chuqui Guacho. *Trabajo de Graduación Modalidad TEMI*. “Sistema de monitoreo con la tecnología GPS a las motocicletas de la cooperativa de ahorro y crédito Chibuleo de la ciudad de Ambato”. U, Técnica de Ambato. Ambato, 2011.
- [2].P, Pilamunga Yantzapanta. *Trabajo de Graduación Modalidad TEMI*. “Diseño de un sistema mediante la combinación de GPS con radiocomunicación que permita determinar la posición de un vehículo en tiempo real”. U, Técnica de Ambato. Ambato, 2010.
- [3].C, Gallo Caiza. *Trabajo de Graduación Modalidad TEMI*. Diseño e implementación del sistema de control de distancia de seguridad para conducción de vehículos en carretera. Escuela Superior Politécnica del Ejercito. Latacunga, 2011.
- [4].P, Alcalde San Miguel. *Electrónica*. Capítulo 1: Introducción a la Electrónica Digital. Primera Edición. Editorial Paraninfo, S, A. Madrid, España. 2009. Pag. 1.
- [5].A, Hermosa Donate. *Electrónica Digital Fundamental*. Tercera Edición. Editorial Marcombo S, A. Barcelona, España. 2004. Pag. 1, 2.
- [6].E, Sanchis, coord. *Sistemas Electrónicos y Digitales, Fundamentos y Diseño de Aplicaciones*. Capítulo 1: Conceptos básicos acerca de Sistemas Electrónicos. Primera Edición. Editorial Universidad de Valencia. Valencia, España. 2002. Pag.13 – 17
- [7].A, Nariño Universidad (2009). Introducción a los microcontroladores. [En Línea]. Aveliable: http://www.reocities.com/micros_uan/cap11.htm

- [8]. W, Tomasi. *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. Capítulo: Cuarta edición. España. Editorial Prentice Hall. 1997.
- [9]. R, Universidad Alicante. *Sistemas de adquisición y procesamiento de datos*. [En Línea]. Available: <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19119/1/Sistemas%20de%20adquisici%C3%B3n%20y%20Procesamiento%20de%20datos.pdf>
- [10]. R, Universidad Alicante. *Sistemas de adquisición y procesamiento de datos*. [En Línea]. Available: <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19119/1/Sistemas%20de%20adquisici%C3%B3n%20y%20Procesamiento%20de%20datos.pdf>
- [11]. O, Haro. *Sistema Electrónico con Tecnología Zigbee Para la Lectura y Transmisión Inalámbrica del Consumo de Energía Eléctrica, en la Empresa Eléctrica Ambato S.A.* TEMI Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 2012.
- [12]. A, Ollero. *Robótica, Manipuladores y robots móviles*. Capítulo 7: Sensores. Primera Edición. Editorial Marcombo S, A. Barcelona España. 2001. Pag. 180, 179.
- [13]. B, Fenix Directo. *AEB (Autonomous Emergency Braking Systems)*. [En Línea]. 2013. Available: <http://www.fenixdirectoblog.com/2013/10/frenado-de-emergencia-autonomo-aeb.html>
- [14]. R, Mancilla. (2011). *Sistema de frenos*. (pp. 2). Universidad Tecnológica de Chile. [En Línea]. Available: <http://es.scribd.com/doc/64332352/Frenos-de-Motos>

- [15]. J, Ferrer; E, Ruiz; J Domínguez. *Sistemas de transmisión y frenado*. Capítulo 10: Frenos en vehículos Industriales y Agrícolas. Séptima Edición. Editorial Editex, S.A. Pozuelo de Alarcón, Madrid. Pag 306.
- [16]. A, Bannister; S, Raymond. R; Backer. *Técnicas Modernas en Topografía*. Capítulo 8: Sistemas GPS. Séptima Edición. Editorial Alfaomega. 2002. Pag.176, 349
- [17]. A, García. *Topografía y sus aplicaciones*. Capítulo 3: Sistemas de posicionamiento GPS. Primera edición. Grupo Editorial Patria, 2007, Pag 349
- [18]. N, Chacón (2010), Sistema de posicionamiento Global. [En Línea]. Available: <http://ocw.utpl.edu.ec/ingenieria-civil/topografia-aplicada/unidad-4-sistema-de-posicionamiento-global.pdf>
- [19]. Datasheet. *Modulo GPS SkyNav SKM55*. [En Línea]. Aveliable: http://file01.up71.com/File/CorpDownFile/2012/08/18/0_skylab_20120818151209.pdf
- [20]. Datasheet. *LV-MaxSonar®-EZ4™ High Performance Sonar Range Finder*. [En Línea]. Aveliable: http://www.maxbotix.com/documents/MB1040_Datasheet.pdf
- [21]. Datasheet. *DTMT48270T043_01W*. [En Línea]. Aveliable: http://www.dwin.com.cn/uploads/English%20Documents/DMT48270T043_01W_DataSheet.pdf
- [22]. I, García. (2008). Diseño y construcción de un autómata Programable para aplicaciones Industriales. [En Línea]. Available:

http://www.esdelibro.es/archivos/trabajos08/200800373_automata_trabajo.pdf

[23]. Datasheet. *HR-1020 Low Power RF Module*. [En Línea]. Available:
http://www.ohglrf.com/upload/201033019296419_0.pdf

5.4 ANEXOS

ANEXO 1

Árbol del Problema

En la Figura se detalla los efectos y las causas en un árbol de problemas.

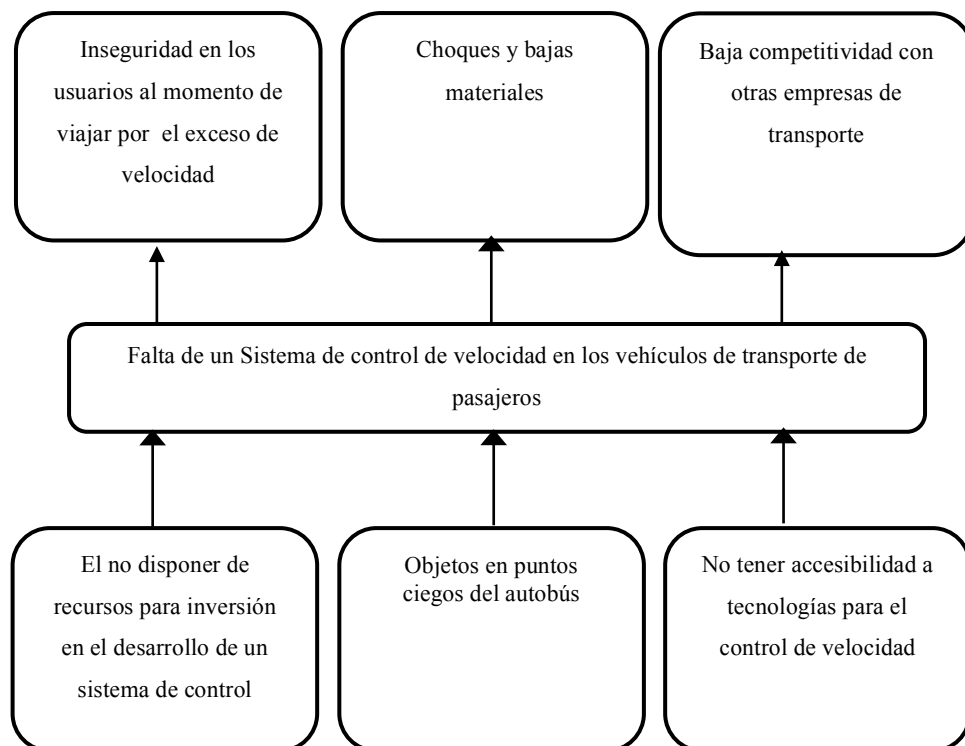


Figura 5. 1 Árbol del Problema

Fuente: Autor

Anexo 2

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

RAM: Random Access Memory / Memoria de Acceso Aleatorio.

ROM: Read-only memory / Memoria solo de lectura.

EPROM: Erasable programable read-only memory. Memoria solo de lectura programable y borrrable.

EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory. Memoria de Solo Lectura programable y borrada eléctricamente.

FLASH: Velocidad superior a EEPROM

RS-232: Recommended Standard 232, Norma para el intercambio de una serie de datos binarios.

Transductor: El transductor es un dispositivo físico que convierte la información a transmitir o mensaje en una señal eléctrica, óptica, etc.

Espectro de radiofrecuencia o RF: se aplica a la porción del espectro electromagnético, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz.

Firmware: Es la combinación de instrucciones de un dispositivo de hardware e instrucciones y datos de computadora que residen como software de solo lectura en cualquier dispositivo electrónico.

Servicio: Es un conjunto de actividades que responden a las necesidades de un cliente.

LSB: Least Significant Bit / Bit Menos Significativo

MSB: Most significant bit / Bit Más Significativo

HMI: Human, Machine Interface / Interfaz Humano - Máquina

INPUT: Entrada

OUTPUT: Salida

GLCD: Graphic Liquid Crystal Display / Pantalla gráfica de cristal líquido.

ADC: Análogo Digital Convert

UART: Universal Asynchronous Receiver-Transmitter / Transmisor-Receptor Asíncrono Universal

I2C: Inter-Integrated Circuit.

AEB: Autonomous Emergency Braking / Frenado de emergencia autónomo.

GPS: Global Positioning System. Sistema de posicionamiento global.

CAN: ControllerArea Network / Controlador de red de área

BIT: Binary digit /Dígito binario

(A/D): Análogo/Digital

(D/A): Digital/Análogo

PIC: Peripheral Interface Controller / Periférico controlador de interfaz

TTL: Transistor-transistor logic / Lógica transistor a transistor

TFT: Thin Film Transistor / Transistor de Película Fina

ASCII: American Standard Code for Information Interchange / Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información.

Anexo 3

MANUAL DE USUARIO

Lea detenidamente el siguiente manual de instrucciones antes poner en marcha el sistema. Tan solo de esta manera obtendrá las máximas prestaciones y seguridad durante su utilización

Advertencias de Seguridad

Asegúrese que el sistema no esté encendido antes de encender el vehículo.

Disponga de este manual para consultas posteriores.

1. Panel frontal



Figura 5. 2 Panel Frontal

Fuente: Autor

Modo de funcionamiento

El sistema se activará solo al encendido del vehículo, podrá observar el encendido de la pantalla GLCD, con la imagen que aparece en la parte superior, en esta pantalla el conductor puede seleccionar el modo según el lugar de conducción.

La imagen es la pantalla principal, lo cual indica que el sistema está desactivo, en la parte inferior se encuentran los modos en los cuales trabaja el sistema.

Para la activación del sistema debe seleccionar una de las dos opciones visibles en esta pantalla según su necesidad.

MODO CIUDAD

Para este modo, tan solo presiones una vez en la pantalla GLCD sobre el icono llamado “CIUDAD”, puede observar que aparecerá la siguiente pantalla.



Figura 5. 3 Pantalla en Modo Ciudad

Fuente: Autor

En este instante el sistema comenzara a trabajar de forma inmediata, midiendo la distancia de objetos u otros autom6viles cercanos al autob6s, adem6s se tendr6 activo el sistema de regulaci6n de velocidad, a continuaci6n se detallan los elementos visibles en pantalla.

Tabla 5. 1 Descripci6n de Sensores Delanteros (Ciudad)

BOT6N	DESCRIPCI6N
FC	Sensor Frente Centro
FI	Sensor Frente Izquierdo
FD	Sensor Frente Derecho
D	Sensor lateral Derecho
I	Sensor lateral izquierdo
VELOCIDAD	Velocidad Medida por el GPS
CIUDAD	Modo seleccionado

Fuente: Autor

A continuación se detallan los factores de activación del freno motor.

Tabla 5. 2 Factores de Activación del Freno Motor (Ciudad)

	Parámetro	Tiempo activación (s)
Velocidad	>50Km/h	Permanente
Distancia	1,50 m	1

Fuente: Autor

PRECUACIÓN: SI HA SOBREPASADO EL LIMITE DE VELOCIDAD, REDUCIR DE INMEDIATO LA VELOCIDAD A LA CUAL CONDUCE, LA ACTIVACIÓN EXCESIVA E INNECESARIA PODRÍA DETERIORAR O CAUSAR DAÑOS AL MOTOR Y TURBO DEL AUTOBUS, SI QUIERE REBASAR ACTIVE EL DIRECCIONAL.

El conductor podrá visualizar en la pantalla GLCD, las distancias medidas por los sensores con los íconos FC, FD, FI, D,I, en color azul; cuando exceda el límite de velocidad y la distancia sea igual o menor a la establecida, el icono tomara un color rojo, para los dos casos significa que el sistema está en pleno funcionamiento.

MODO CARRETERA

Para este modo, tan solo presiones una vez en la pantalla GLCD sobre el icono llamado “CIUDAD”, puede observar que aparecerá la siguiente pantalla.



Figura 5. 4 Pantalla en Modo Carretera

Fuente: Autor

En este instante el sistema comenzara a trabajar de forma inmediata, midiendo la distancia de objetos u otros autom6viles cercanos al autob6s, adem6s se tendr6 activo el sistema de regulaci6n de velocidad, a continuaci6n se detallan los elementos visibles en pantalla.

Tabla 5. 3 Descripci6n sensores delanteros (Ciudad)

BOT6N	DESCRIPCI6N
FC	Sensor Frente Centro
FI	Sensor Frente Izquierdo
FD	Sensor Frente Derecho
D	Sensor lateral Derecho
I	Sensor lateral izquierdo
VELOCIDAD	Velocidad Medida por el GPS
CARRETERA	Modo seleccionado

Fuente: Autor

A continuaci6n se detallan los factores de activaci6n del freno motor.

Tabla 5. 4 Factores de activaci6n del freno Motor (Carretera)

	Par6metro	Tiempo activaci6n (s)
Velocidad	>80Km/h	Permanente
Distancia	4,00 m	1

Fuente: Autor

Si el conductor excede el l6mite de velocidad, el freno de m6quina se activar6 hasta que el automotor regrese a una velocidad igual o inferior a la establecida.

PRECUACI6N: SI HA SOBREPASADO EL LIMITE DE VELOCIDAD, REDUCIR DE INMEDIATO LA VELOCIDAD A LA CUAL CONDUCE, LA ACTIVACI6N EXCESIVA E INNECESARIA PODR6 DETERIORAR O CAUSAR DA6OS AL MOTOR Y TURBO DEL AUTOBUS, SI QUIERE REBASAR ACTIVE EL DIRECCIONAL.

El conductor podr6 visualizar en la pantalla GLCD, las distancias medidas por los sensores con los iconos FC, FD, FI, D,I, en color azul; cuando exceda el l6mite de

velocidad y la distancia sea igual o menor a la establecida, el icono tomara un color rojo, para los dos casos significa que el sistema está en pleno funcionamiento.

ADELANTAMIENTO A OTROS VEHÍCULOS Y DESACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE FRENADO

Para poder realizar la maniobra de adelantamiento, el conductor está obligado a activar las direccionales, es la única manera en la que se puede acelerar sin ser frenado por el sistema.

ACTIVACIÓN DEL MODO RETRO

El sistema se activa en modo retro tan solo al activar la marcha en reversa, la GLCD visualizará esta pantalla.



Figura 5. 5 Pantalla en Modo Retro

Fuente: Autor

La siguiente tabla indica los iconos presentes en la pantalla

Tabla 5. 5 Descripción sensores Posteriores (Retro)

Botón	Distancia medida por el sensor
RI	Retro Izquierda
RC	Retro Centro
RD	Retro Derecho

Fuente: Autor

Si el ícono toma el color rojo, esto quiere decir que el vehículo se encuentra demasiado cerca en su parte posterior.

Anexo 4

Diagrama pictórico del sistema electrónico de control de velocidad

El diagrama pictórico del sistema electrónico de control de velocidad, indica como van distribuidos los elementos en la placa frontal tanto como en la placa posterior en las figuras 5,6 y 5.7 se muestra la distribución de la siguiente manera:

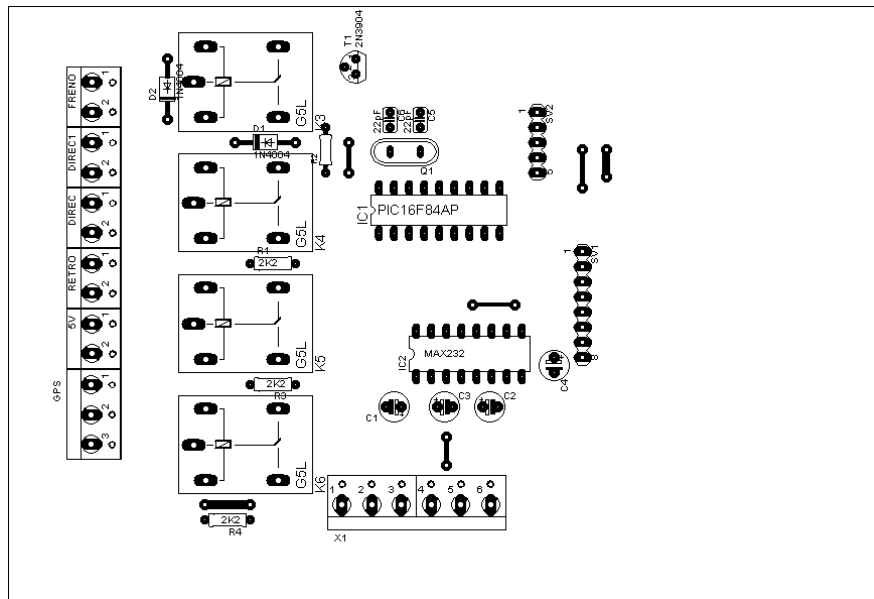


Figura 5. 6 Diagrama Pictórico Placa Principal

Fuente: Autor

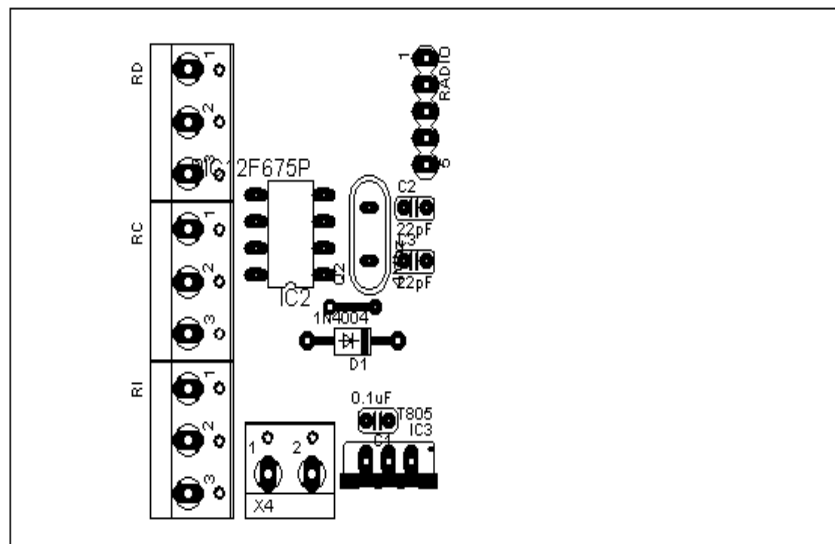


Figura 5. 7 Diagrama Pictórico Placa Secundaria

Fuente: Autor

Anexo 5

Diagrama de distribución de conexiones del circuito electrónico de control de velocidad

A continuación en la figura 5.10 se tiene un diagrama general de la forma de trabajo del sistema de control de velocidad y distancia.

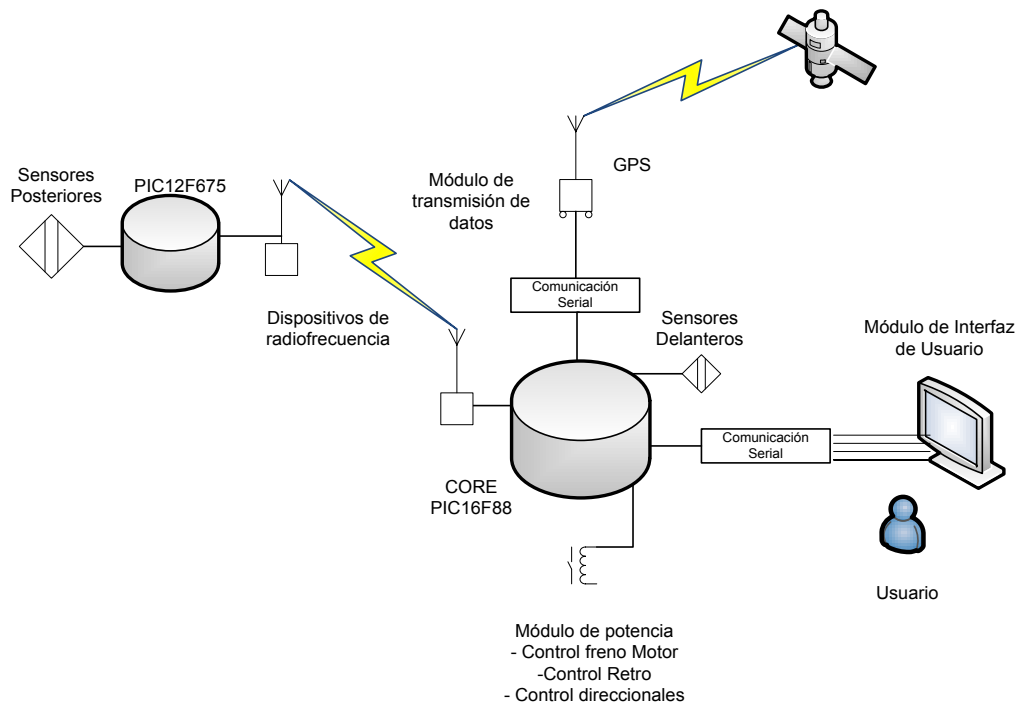


Figura 5. 10 Diagrama general de funcionamiento del sistema

Fuente: Autor

Conexión de los elementos electrónicos en la parte frontal del autobús

Las conexiones de los elementos electrónicos en la parte frontal del autobús van distribuidas de la siguiente manera (figura 5.11):

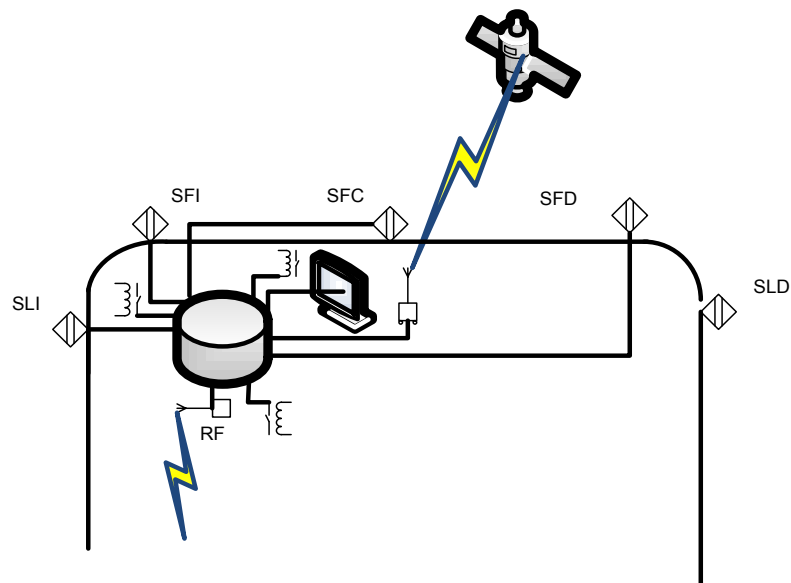


Figura 5. 11 Diagrama de conexiones frontal

Fuente: Autor

La caja principal con la pantalla en la parte frontal, se ubicó sobre el tablero en un lugar altamente visible para el conductor.

Los sensores ultrasónicos se distribuyeron como se indica en la figura 5.11 y 5.12.

La antena GSM es una antena pasiva y omnidireccional, por lo cual la orientación o posición no es un factor determinante, sin embargo es importante evitar interferencias eléctricas de componentes que inducen campos como la radio, entre otros, es por esta razón que se mantuvo gran distancia con estos elementos.

La antena GPS se situó debajo del tablero, donde no existe ningún tipo de interferencia por algún tipo de metal. Las antenas se las fijó con cinta doble faz de manera que impida su movimiento respecto a su mejor posición.

Las conexiones en la parte posterior del autobús van distribuidas de la siguiente manera (figura 5.12).

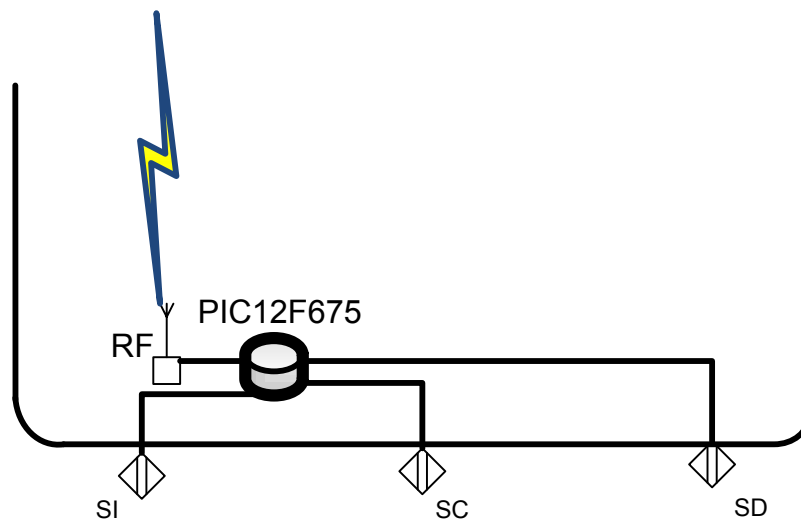
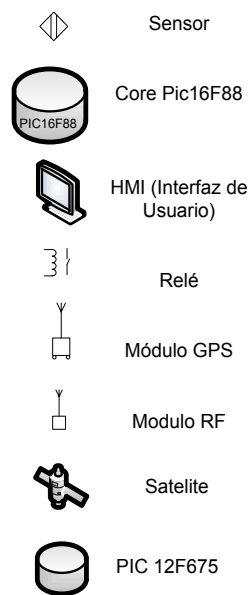


Figura 5. 12 Diagrama de conexiones posterior

Fuente: Autor

- Simbología de los diagramas de distribución de conexiones:



Dimensiones del autobús.

Tendremos en cuenta las dimensiones del autobús para a colocación de los sensores como se indica en la figura 5.14

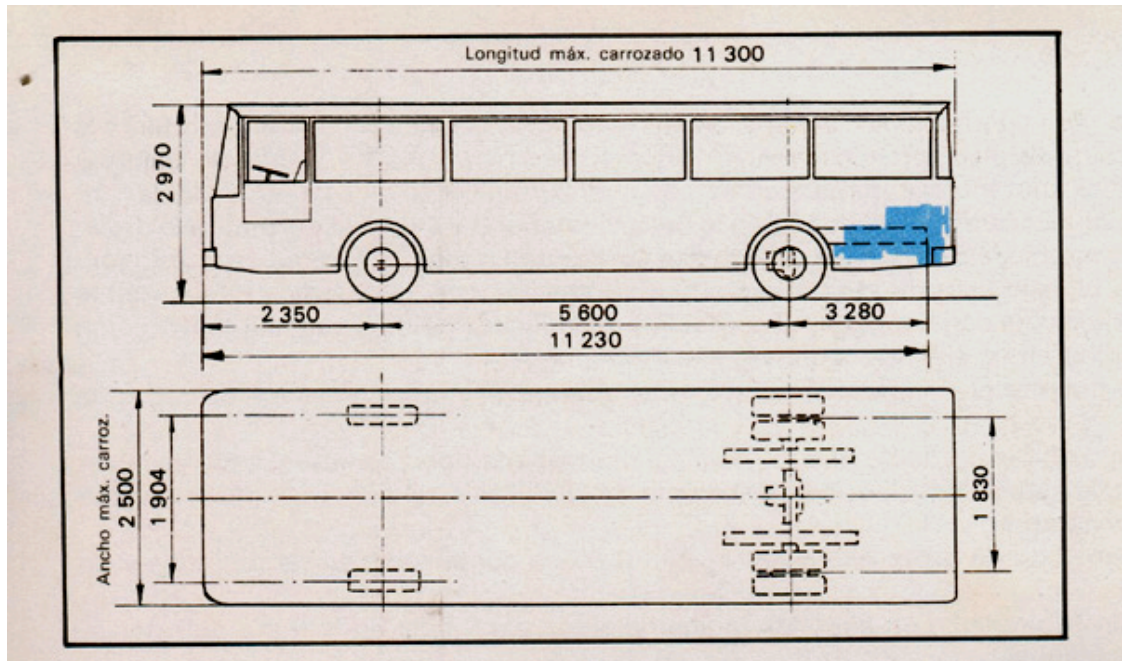


Figura 5. 13 Dimensiones del autobús.

Fuente: www.cetal.es

Anexo 6

Fotografías generales del proyecto

Circuitos impresos PCB

Todo circuito electrónico necesita un medio para ensamblarlo, esta es la función de los circuitos impresos (PCB). Originalmente vienen en placas vírgenes de baquelita o fibra de vidrio y una capa delgada de cobre en el cual se plasma o diseña el circuito basado en el diagrama o esquema del circuito como se indica en la figura. 5.14

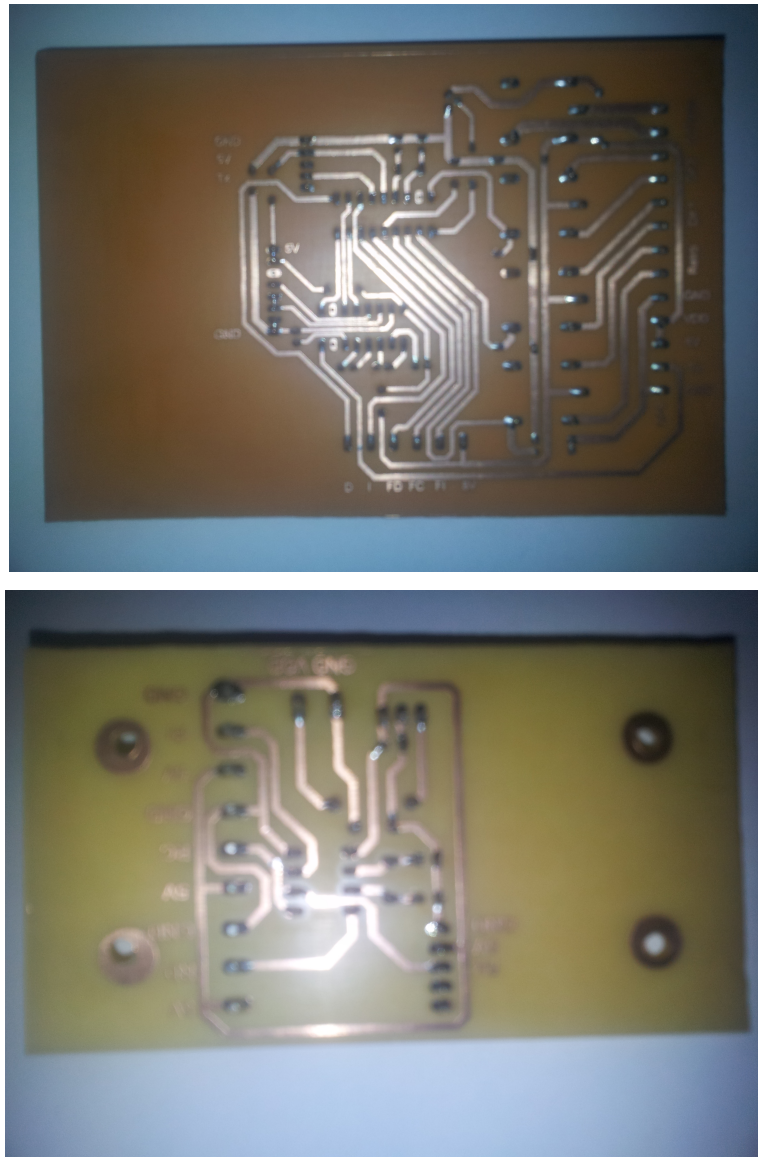


Figura 5. 14 Circuitos Impresos (PCB)

Fuente: Autor

Ubicación de los elementos electrónicos en la PCB

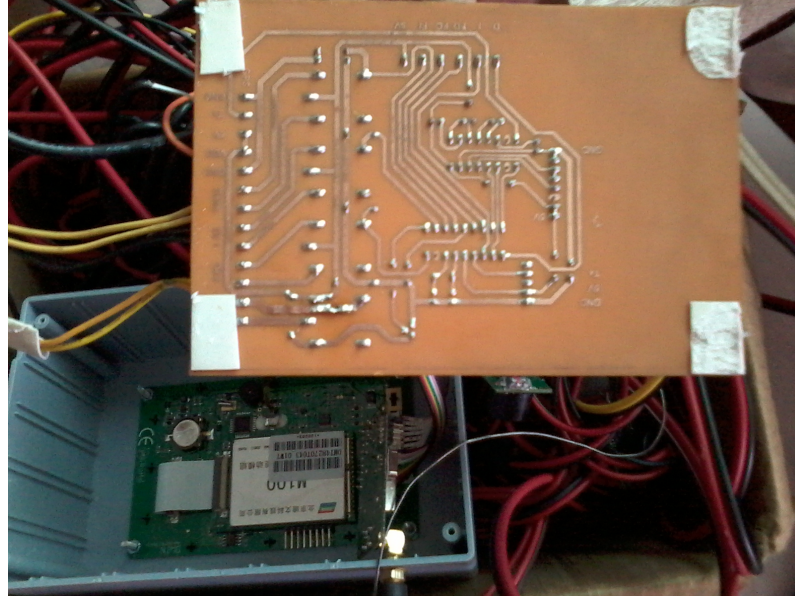
Los elementos se soldaron en la PCB, cada elemento de acuerdo a lo especificado en la selección de equipos, como se indica en la figura 5.15



Figura 5. 15 Ubicación de los elementos electrónicos en la PCB

Fuente: Autor

Ubicación del sistema de control de velocidad en una base de protección plástica
El sistema electrónico de control de velocidad se ubico en una base de protección plástica, en su interior se ubicó la pantalla, el módulo de radiofrecuencia, y la placa principal, como lo indica la figura 5.16.



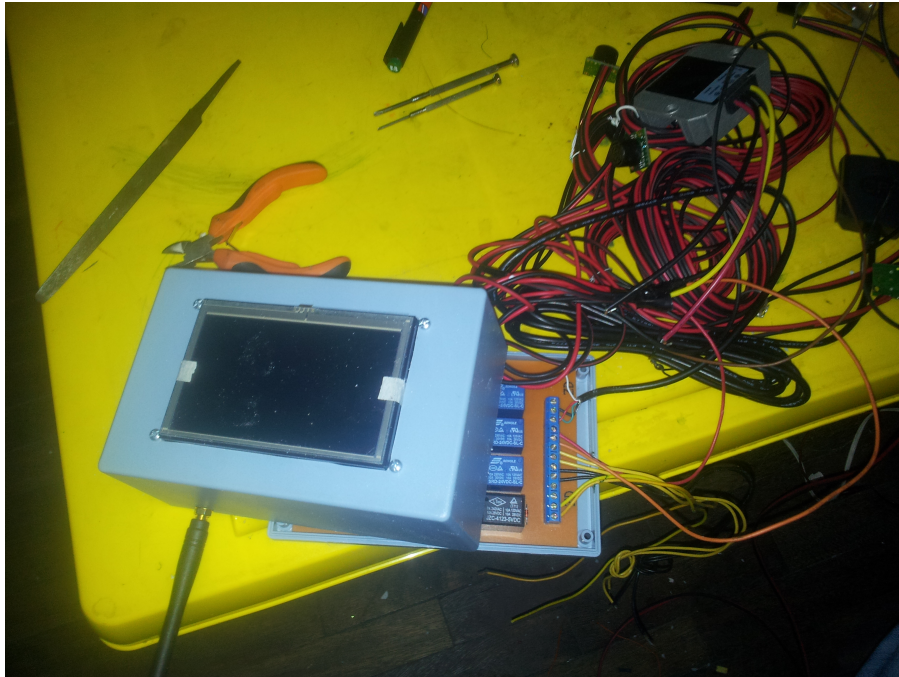


Figura 5. 16 Ubicación de los elementos electrónicos

Fuente: Autor

Ubicación del sistema electrónico de control de velocidad, al interior del autobús
El sistema electrónico de control de velocidad, se ubico en el tablero del autobús, una parte muy visible y alcanzable para el conductor del autobús, como lo indica la figura 5.17.

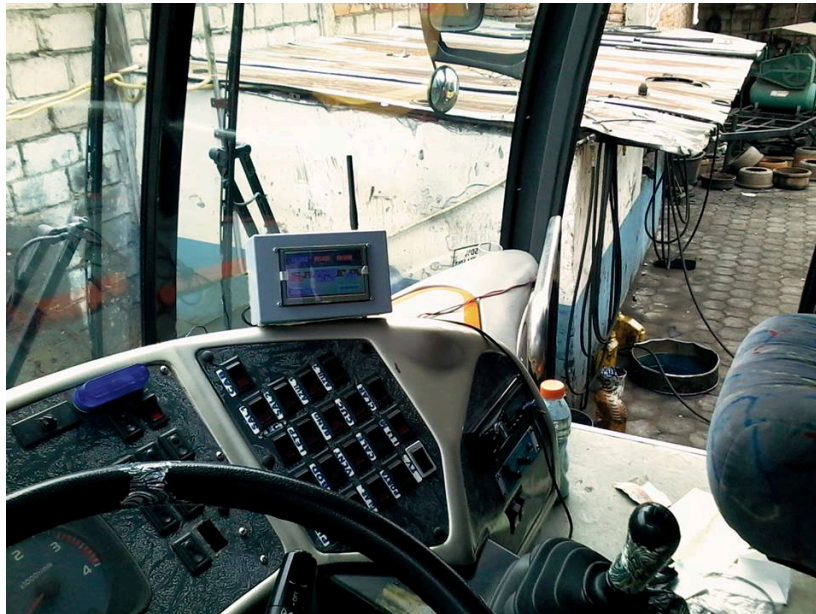






Figura 5. 17 Ubicación sistema electrónico de control de velocidad en el tablero del autobús

Fuente: Autor

Ubicación de los sensores en la parte frontal del autobús

Los sensores se ubicaron en la parte frontal del autobús de acuerdo a lo especificado en el Anexo 4, como se observa en la figura 5.18.





Figura 5. 18 Ubicación de los sensores de la parte frontal

Fuente: Autor

Ubicación de los sensores en la parte posterior del autobús

Los sensores se ubicaron en la parte posterior del autobús de acuerdo a lo especificado en el Anexo 4, como se observa en la figura 5.18.



Figura 5. 19 Ubicación de los sensores posteriores

Fuente: Autor

Presentación de las pantallas del sistema electrónico de control de velocidad

Las pantallas de sistema electrónico de control de velocidad se muestran en la figura 5,20.



Figura 5. 20 Pantallas del sistema electrónico de control de velocidad

Fuente: Autor