

**SISTEMA DE CONTROL DE UN ELEVADOR, CON TECNOLOGÍA
INALÁMBRICA PARA EL DIAGNOSTICO, BLOQUEO Y DESBLOQUEO
REMOTO**



**WILFRIDO RAMOS OROZCO
DANILO ROJAS MÉNDEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**BARRANQUILLA
2013**

**SISTEMA DE CONTROL DE UN ELEVADOR, CON TECNOLOGÍA
INALÁMBRICA PARA EL DIAGNOSTICO, BLOQUEO Y DESBLOQUEO
REMOTO**

**WILFRIDO RAMOS OROZCO
DANILO ROJAS MÉNDEZ**

Proyecto de investigación para optar por el título de Ingeniero Mecatrónico

Asesor Disciplinar

Ing. Kelvin Beleño Sáenz, Msc

Asesor Metodológico

Ing. Mauricio Barrios Barrios, Msc.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARIBE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

BARRANQUILLA

2013

Nota de Aceptación:

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Barranquilla, Diciembre del 2013.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo primeramente agradezco a Dios por todas las bendiciones recibidas. Agradezco a toda mi familia por el apoyo y el amor que siempre me han brindado y en especial a mi padre por despertar en mí al amor y la pasión por mi carrera. A todos los profesores que durante la carrera compartieron sus conocimientos conmigo. A nuestros directores de tesis Ing. Kelvin Beleño y Ing. Mauricio Barrios por su apoyo. A la empresa ASCONOR LTDA por abrirnos el espacio, apoyarnos en todo sentido y permitirnos desarrollar nuestro trabajo de grado entorno a ella. Y por último, y no por eso menos importante a Carlos Diaz Saenz, profesor y amigo quien ha sido una fuente constante de motivación tanto en lo académico como en lo personal. Desde lo más profundo del corazón, agradezco a todos mis conocidos, porque de alguna forma han influido en mí para que hoy sea quien soy.

Wilfrido Ramos Orozco

Agradezco a Dios por todas las bendiciones recibidas y por haberme permitido estudiar esta maravillosa carrera, a mis padres, toda mi familia y amigos por todo su amor y apoyo incondicional que me han brindado durante estos 5 años. Agradezco muy especialmente a mi hermano que ha sido mi guía, mi ejemplo y mi meta, gracias a su apoyo y consejos he podido llegar a ser lo que soy ahora. Agradezco a la empresa Asconor Ltda por todo su apoyo y permitirnos haber desarrollado nuestro proyecto de grado entorno a ellos. Por ultimo agradezo a nuestros asesores de tesis Ing. Kelvin Beleño y Ing. Mauricio Barrios por la ayuda y asesoría que nos brindaron durante todo el desarrollo de nuestro. Gracias!.

Danilo Alfonso Rojas Mendez

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS DEL PROBLEMA	3
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
2. OBJETIVOS	7
2.1. OBJETIVO GENERAL	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. MARCO TEÓRICO.....	11
4.1. ASCENSOR.....	11
4.1.1. Historia.....	11
4.1.2. Tipos de Ascensores.....	13
4.1.3. Partes de un Ascensor	14
4.1.4. Modos de Despacho	16
4.2. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES.....	17
4.2.1. Arquitectura de un PLC.....	17
4.2.2. Modo de Operación.....	18
4.3. MICROCONTROLADORES	20
4.3.1. Arquitectura Básica de un Microcontrolador.....	20
4.4. COMPILADOR CCS	22
4.4.1. Estructura del Programa	23
4.5. VISUAL BASIC	24
4.5.1. Herramientas Básicas de Trabajo	24
4.6. RS232.....	26
4.6.1. Niveles Lógicos	27

4.6.2.	El Baudio.....	28
4.6.3.	Elementos de Interfaz entre el Microcontrolador y el Computador.....	28
4.7.	I2C.....	30
4.7.1.	Formato de Transferencia de Datos.....	31
5.	MARCO METODOLÓGICO	33
5.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
5.2.	MÉTODO DE ESTUDIO	33
5.2.1.	Desarrollo del Módulo de Comunicación.....	33
5.2.2.	Diseño y Fabricación del Sistema de Control.....	34
6.	ESTADO DEL ARTE	37
6.1.	TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS ACTUALES	37
6.1.1.	Tecnología PLC	38
6.1.2.	Tecnología GSM	46
6.1.3.	Tecnología Bluetooth	52
6.1.4.	Tecnología Wi-Fi.....	57
6.2.	SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA	61
6.2.1.	Comparación.....	61
6.2.1.	Argumentos de Calificación:.....	62
6.2.2.	Selección.....	63
7.	SISTEMA INTEGRADO DE ELEVADORES SIE80BQ	64
7.1.	INTRODUCCIÓN.....	64
7.2.	CARACTERÍSTICAS	64
7.2.1.	Descripción de Conexiones.....	65
7.2.2.	Dispositivos Auxiliares.....	72
7.3.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL	74
7.3.1.	Inicio de Operación	74

7.3.2.	Modos de Funcionamiento	74
7.3.3.	Sistema de Posicionamiento	76
7.3.4.	Llamadas.....	78
7.3.5.	Diagnóstico de Fallas e Indicaciones de Funcionamiento.....	79
7.4.	CONFIGURACIÓN DE LA SIE80BQ	81
7.4.1.	Software de Programación.....	81
7.4.2.	Configuraciones de Funcionamiento	88
7.4.3.	Configuración de Tiempos	90
7.5.	CIRCUITOS	92
7.5.1.	Alimentación de Voltaje.....	92
7.5.2.	Comparador de Voltaje	95
7.5.3.	Pulsadores de Tarjeta	97
7.5.4.	Display's 7 Segmentos.....	99
7.5.5.	RS232 - PIC	101
7.5.6.	Entradas con Divisor de Voltaje	103
7.5.7.	Salidas a 24V	105
7.5.8.	Salidas Con Relé	107
7.5.9.	Entrada-Salida de Llamadas	109
7.6.	MANUAL DE USUARIO.....	111
8.	MODULO GSM QUECTEL M95.....	112
8.1.	INTRODUCCIÓN AL MODULO M95	112
8.2.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MODULO M95	113
8.2.1.	Características Generales.....	113
8.2.2.	Asignación y descripción de pines del Módulo M95.....	115
8.3.	COMPONENTES HARDWARE	117

8.3.1.	Fuente de Alimentación.....	118
8.3.2.	Pulsador del pin PWRKEY	119
8.3.3.	Indicador de Estado del Modulo	120
8.3.4.	Interfaz RS232	121
8.4.	COMANDOS AT	122
8.4.1.	Comandos Generales	122
8.4.2.	Comandos de Control de la Interfaz Serial.....	123
8.4.3.	Comandos de relacionados con la SIM.....	124
8.4.4.	Comandos del Servicio de Red	124
8.4.5.	Comandos Relacionados con Llamadas	125
8.4.6.	Comandos Relacionados con los Mensajes de Texto.....	125
8.5.	CONFIGURACIÓN DEL MODULO GSM M95.....	126
8.6.	FUNCIONAMIENTO CON LA SIE80BQ	132
9.	PRUEBAS Y RESULTADOS.....	134
9.1.	FUNCIONAMIENTO TARJETA SIMULADORA DE SEÑALES	135
9.1.1.	Sensor.....	135
9.1.2.	Límites de Desaceleración	137
9.1.3.	Mantenimiento.....	137
9.1.4.	Limites finales y Stop	138
9.1.5.	Seguridad de Puertas.....	138
9.1.6.	Botones de Abrir y Cerrar Puertas	138
9.1.7.	Botones de Llamadas.....	139
9.1.8.	Motores	139
9.2.	PRUEBAS REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	140
9.2.1.	Prueba N°1.....	140

9.2.2. Prueba N°2.....	141
9.2.3. Prueba N°3.....	142
9.2.4. Prueba N°4.....	142
9.2.5. Prueba N°5.....	142
9.2.6. Prueba N°6.....	143
10. CONCLUSIONES.....	144
BIBLIOGRAFÍA.....	146

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1. Ascensor con mecanismo de polea.	12
Figura. 2. Partes de un ascensor.	15
Figura. 3. Concepto grafico del PLC.	18
Figura. 4. Ciclo SCAN.	19
Figura. 5. Estructura de un sistema digital basado en microcontroladores.	21
Figura. 6. Estructura de un programa.	23
Figura. 7. Herramientas Básicas de Trabajo.	25
Figura. 8. Conector DB9.	27
Figura. 9. Niveles lógicos TTL.	27
Figura. 10. Conexión MAX232.	29
Figura. 11. Estructura de un bus I2C.	30
Figura. 12. Tecnologías Inalámbricas.	37
Figura. 13. Proceso de un PLC.	40
Figura. 14. Esquema general de una PLC.	42
Figura. 15. Centro de servicios.	42
Figura. 16. Unidad de acoplo de media tensión.	43
Figura. 17. Centro de transformación.	43
Figura. 18. Centralización de contadores.	44
Figura. 19. Usuario final.	44
Figura. 20. Asignaciones del espectro a operadores móviles.	47
Figura. 21. Arquitectura de la red GSM.	48
Figura. 22. Espectro Electromagnético y sus usos para comunicaciones.	53
Figura. 23. Localización del espectro de la banda UNII.	58
Figura. 24. Plano de señales y conexiones del SIE80BQ.	65
Figura. 25. Configuración de Llamadas de Cabina y Piso.	68
Figura. 26. Dispositivos Auxiliares.	73
Figura. 27. Distribución Llamadas Colectivo Completo.	75
Figura. 28. Distribución Llamadas Colectivo Descendente.	76

Figura. 29. Sistema de Posicionamiento.....	77
Figura. 30. Esquemático conexión pulsador de llamada.....	79
Figura. 31. Ventana principal del Software de programación.....	82
Figura. 32. Herramienta Archivo.	83
Figura. 33. Ventana de configuraciones cargadas.....	83
Figura. 34. Ventana Configurar SIE80BQ.....	84
Figura. 35. Ventana de información del edificio.	84
Figura. 36. Herramienta Proyecto.	85
Figura. 37. Ventana configuración puerto COM.....	86
Figura. 38. Ventana configurar SIE80BQ.....	86
Figura. 39. Ventana verificar configuración.....	87
Figura. 40. Herramienta etiquetas.....	87
Figura. 41. Herramienta ayuda.....	88
Figura. 42. Esquemático circuito de alimentación.....	92
Figura. 43. Esquemático comparador de voltaje.....	95
Figura. 44. Esquemático pulsadores.....	97
Figura. 45. Esquemático display's 7 segmentos.	99
Figura. 46. Esquemático RS232-PIC.....	101
Figura. 47. Esquemático entradas con divisor de voltaje.....	103
Figura. 48. Esquemático salidas a 24V.....	105
Figura. 49. Esquemático salidas con relé.	107
Figura. 50. Esquemático entrada-salida de llamadas.....	109
Figura. 51. Dimensiones del Módulo M95.....	112
Figura. 52. Diagrama de Bloques del Módulo M95.....	113
Figura. 53. Pines del módulo M95.....	115
Figura. 54. Tarjeta base con Modulo M95.....	118
Figura. 55. Fuente de Alimentación módulo M95.....	119
Figura. 56. Driver colector abierto.....	120
Figura. 57. Driver led.....	120
Figura. 58. Conexión RS232.....	121

Figura. 59. Configuración del Puerto COM.	127
Figura. 60. Configuración de los parámetros del puerto COM.	127
Figura. 61. Respuesta al comando AT.....	128
Figura. 62. Configuración de la velocidad de transferencia de datos.....	128
Figura. 63. Lista de configuraciones.	129
Figura. 64. Configurando tipo de número de marcación.	130
Figura. 65. Configurando operador de red y registro.	130
Figura. 66. Configurando modo mensajes de texto.....	131
Figura. 67. Envío de mensaje de texto.....	131
Figura. 68. Recepción mensaje de texto.....	132
Figura. 69. Diagrama de señales y conexiones de la tarjeta simuladora de señales.	135
Figura. 70. Jumper de selección del tipo de sensor.	136
Figura. 71. Jumper de selección voltaje del motor.	139
Figura. 72. Esquemático PIC Maestro tarjeta SIE80BQ.....	150
Figura. 73. Esquemático Pulsadores de tarjeta SIE80BQ.....	150
Figura. 74. Esquemático etapa de alimentación y comparador de voltaje tarjeta SIE80BQ.....	151
Figura. 75. Esquemático Display y salidas binarias tarjeta SIE80BQ.	152
Figura. 76. Esquemático salidas y entradas auxiliares, y RS232 tarjeta SIE80BQ.	152
Figura. 77. Esquemático de llamadas de cabina y de hall tarjeta SIE80BQ.	153
Figura. 78. Esquemático de entradas digitales dedicadas tarjeta SIE80BQ.	154
Figura. 79. Salidas a relé tarjeta SIE80BQ.	155
Figura. 80. Vista de las conexiones sin plano de masa tarjeta SIE80BQ.....	156
Figura. 81. Vista de la cara de componentes tarjeta SIE80BQ.	157
Figura. 82. Vista de Cara botton del impreso tarjeta SIE80BQ.	158
Figura. 83. Vista cara top del impreso tarjeta SIE80BQ.....	159
Figura. 84. Tarjeta SIE80BQ Vista Frontal.....	160
Figura. 85. Tarjeta SIE80BQ vista superior izquierda.	160

Figura. 86. Tarjeta SIE80BQ vista central inferior.	161
Figura. 87. Tarjeta SIE80BQ Vista lateral.	161
Figura. 88. Esquemático de conexiones tarjeta GSM.	162
Figura. 89. Vista de las conexiones sin plano de masa tarjeta GSM.	163
Figura. 90. Vista de la cara de componentes del impreso tarjeta GSM.	164
Figura. 91. Vista cara botton del impreso tarjeta GSM.....	165
Figura. 92. Tarjeta GSM vista latera.	166
Figura. 93. Tarjeta GSM vista lateral.....	166
Figura. 94. Esquemático microcontrolador, puente H y seguridades tarjeta simuladora.	167
Figura. 95. Esquemático llamadas de cabina y de piso tarjeta simuladora.....	168
Figura. 96. Vista de las conexiones sin plano de masa tarjeta simuladora de señales.	169
Figura. 97. Vista de la cara de componentes del impreso tarjeta simuladora de señales.	170
Figura. 98. Vista cara botton del impreso tarjeta simuladora de señales.	171
Figura. 99. Tarjeta Simuladora de Señales vista frontal.....	172
Figura. 100. Tarjeta Simuladora de Señales vista lateral.....	172
Figura. 101. Foto maqueta de pruebas.	173

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de Pines del Conector DB9.....	26
Tabla 2. Alcance y consumo energéticos de los tipos de Bluetooth.....	54
Tabla 3. Comparación de Tecnologías Inalámbricas.....	62
Tabla 4. Características Generales Modulo GSM M95.	114
Tabla 5. Descripción de Pines módulo GSM M95.	116
Tabla 6. Numero de pantallas por piso.....	137

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. ESQUEMÁTICO TARJETA SIE80BQ.....	150
A.1 Esquemático PIC Maestro	150
A.2 Esquemático Pulsadores de Tarjeta.....	150
A.3 Esquemático Etapa de Alimentación y Comparador de Voltaje.....	151
A.4 Esquemático Display y Salidas Binarias.....	152
A.5 Esquemático Salidas y Entradas Auxiliares, y RS232.....	152
A.6 Esquemático de Llamadas de Cabina y Hall	153
A.7 Esquemático de Entradas Digitales Dedicadas	154
A.8 Salidas a Relé	155
ANEXO B. IMPRESO TARJETA SIE80BQ	156
B.1 Conexión Sin Plano de Masa	156
B.2 Cara de los Componentes del Impreso	157
B.3 Cara Botton del Impreso.....	158
B.4 Cara Top del Impreso.....	159
ANEXO C. FOTOS TARJETA SIE80BQ.....	160
ANEXO D. ESQUEMÁTICO TARJETA GSM	162
D.1 Conexión Elementos Tarjeta GSM	162
ANEXO E. IMPRESO TARJETA GSM	163
E.1 Conexión Sin Plano de Masa Tarjeta GSM	163
E.2 Cara de los Componentes del Impreso Tarjeta GSM	164
E.3 Cara Botton del Impreso Tarjeta GSM	165
ANEXO F. FOTOS TARJETA GSM	166
ANEXO G. ESQUEMÁTICO TARJETA SIMULADORA DE SEÑALES	167
G.1 Esquemático Microcontrolador, Puente H y Seguridades Tarjeta Simuladora. 167	
G.2 Esquemático Llamada de Cabina y de Piso Tarjeta Simuladora de Señales	168
ANEXO H. IMPRESO TARJETA SIMULADORA DE SEÑALES	169
H.1 Conexión Sin Plano de Masa Tarjeta Simuladora de Señales	169

H.2 Cara de los Componentes del Impreso Tarjeta Simuladora de Señales	170
H.3 Cara Botton del Impreso Tarjeta Simuladora de Señales	171
ANEXO I. FOTOS TARJETA SIMULADORA DE SEÑALES	172
ANEXO J. FOTOS MAQUETA DE PRUEBAS.....	173

INTRODUCCIÓN

Desde la edad antigua y hasta finales de la edad media, la construcción de grandes fortalezas como castillos los cuales llegaban a tener hasta 6 pisos de altos implicaba para sus habitantes un esfuerzo físico bastante agotador y era el de subir y bajar grandes escaleras para ir de un piso al otro, pero este esfuerzo era a un mayor cuando se requería subir algún elemento de gran tamaño y peso. A raíz de esto, se empezaron a utilizar plataformas las cuales eran atadas a una cuerda que pasaba por una polea y jaladas por personas o animales; este mecanismo era funcional pero no muy seguro.

Con el desarrollo de las primeras máquinas a vapor y las revoluciones industriales de los años 1760 y 1860, se empezaron la construcción de grandes fábricas por lo que muchas personas en busca de una mejor calidad de vida dejaron el campo y se asentaron en las ciudades, ocasionando que estos lugares estuviesen cada vez más poblados. En un principio estas ciudades empezaron a ocupar los predios circundantes con lo cual empezaron a crecer cada vez más hasta el punto en que las condiciones geográficas se lo impidieron, esto sumado con los altos precios del suelo, llevo a un mejor aprovechamiento de esté y se dejó de pensar en crecer hacia los lados para crecer hacia arriba. Con esto empezó la fabricación de edificios de 3, 4, 5 y 6 plantas lo cual en un principio mitigo el problema de espacio pero no lo soluciono del todo, entonces gracias a la reducción en el precio del acero y su uso en las estructuras se empezaron a diseñar edificios cada vez más altos los cuales contaban con escaleras, haciendo bastante tedioso y demorado el subir hasta los pisos más altos¹.

¹EL COMERCIO.ES. Breve Historia del Ascensor. El comercio.es [En línea]. 19 Noviembre 2008 [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://maikelnai.elcomercio.es/2008/11/19/breve-historia-del-ascensor/>>.

En el siglo XIX se empezó la fabricación de los ascensores que inicialmente eran a vapor y muy peligrosos presentándose continuos accidentes a tal punto que el que subía a un ascensor exponía su vida a la muerte, por esta razón la popularización de los ascensores no fue muy grande. Pero hacia el año de 1853, Elisha Graves Otis participo en una exposición en la ciudad de Nueva York mostrando su invento, el primer ascensor con freno de emergencia el cual evitaba la caída de la cabina aun luego de romperse los amarres que la sostenían. Luego de esto, el primer ascensor de pasajeros Otis entro en funcionamiento en un centro comercial de la de Nueva York para el año de 1857. En 1887 el inventor alemán Warner Von Siemens incorporo a un ascensor un motor eléctrico, propiciando el desarrollo de los ascensores hasta el punto de ser implementados en edificios de hasta 100 pisos para la época y permitiendo un viaje más confortable al pasajero al agregar velocidades intermedias de nivelación y la interconexión de varios ascensores en grupo².

Pero cabe recalcar que los ascensores no solo han ido evolucionando es sus sistemas de seguridad y control, sino también en su apariencia y confortabilidad al brindarle al usuario diseños innovadores y con elementos de ultima tecnologías como pantallas leds, paneles touch, altavoces, luces leds, etc.

²AFINIDAD ELÉCTRICA. La Historia del Ascensor [En línea].[Citado el 19 Marzo 2013].Disponible en: <<http://www.afinidadelectrica.com/articulo.php?IdArticulo=125>>.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES CIENTÍFICOS DEL PROBLEMA

“Los ascensores son como la salud: sólo nos percatamos de su importancia cuando faltan.” Este invento ha tenido grandes consecuencias en nuestra civilización, aunque con mucha frecuencia no somos conscientes de su trascendencia³.

En Colombia, considerada actualmente, como un país tercermundista debido a que se encuentra en vía de desarrollo tanto tecnológica como industrialmente, la mayoría de empresas son microempresas, y estas se centran mayoritariamente en el sector textil y de la construcción, y aunque no sea muy visible a la vista de todos, un sector que crece muy fuerte es el de la industria dedicada al transporte vertical.

El Ascensor ha sido un protagonista clave en aportar a la arquitectura la capacidad de generar verticalidad a las ciudades. Basados en cifras recientemente reveladas por el DANE, el departamento y especialmente la ciudad de Barranquilla, lideran las cifras de construcción en el país, lo que queda evidenciado al ver las cifras, mientras que la media en el país de área en proceso de construcción creció el 14,5%, en el área urbana de barranquilla este crecimiento fue del 60,1%, siendo el sector de apartamentos el que tuvo el principal crecimiento, lo que para la industria dedicada al transporte vertical representa el nacimiento de muchos nuevos clientes^{4,5}.

³FIGUEROA, Rodrigo. El Invento que Logro Ciudades Verticales. Casino de Madrid [En línea]. [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://www.casinodemadrid.es/sp/revista/Revista43/PDF/59%20a%20%2062%20A.%20Ascens.pdf>>.

⁴ALTAMAR, Javier Francisco. Atlántico lidera las cifras de construcción a nivel nacional [En línea]. ADN Barranquilla. [Barranquilla, Colombia]: 18 Marzo 2013 [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://diarioadn.co/barranquilla/mi-ciudad/cifras-de-construcci%C3%B3n-en-el-atl%C3%A1ntico-1.52202>>.

⁵MEJÍA, Lupe. Barranquilla lidera cifras de construcción de viviendas [En línea]. El Heraldo. [Barranquilla, Colombia]: 09 Marzo 2013 [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://www.elheraldo.co/noticias/economia/barranquilla-lidera-cifras-de-construccion-de-vivienda-102808>>.

Debido a los diferentes tratados como el TLC y acuerdos económicos entre ciudades de la región, Barranquilla por estar ubicada en una zona estratégica de Colombia, ha sido considerada como un epicentro para el desarrollo tecnológico del país en la cual en los últimos años se han venido conglomerando una gran cantidad de empresas de diferentes sectores, entre ellos, empresas dedicadas al transporte vertical, debido mayormente a la fácil consecución de tecnología extranjera. Esto ha llevado a que las empresas en busca de ser competitivas tanto a nivel nacional e internacional busquen nuevas opciones para obtener elementos únicos, reducir costos y mejorar la calidad de los servicios prestados.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa ASCONOR Ltda, fue creada en el año 1999 y se dedica actualmente a la fabricación e instalación, remodelación y mantenimiento de elevadores, escaleras y rampas eléctricas, siendo los elevadores su punto fuerte.

Los servicios más comunes que a la organización son solicitados son: mantenimiento, modernizaciones y venta de equipos.

En el primero de los casos, el procedimiento antes de presentar una propuesta al cliente es realizar una evaluación del equipo, para determinar el estado actual del mismo, problemas e ítems a mejorar, luego de esto, se hace un análisis de estos factores y de algunos otros y se presenta la propuesta al cliente. En este caso, la inversión inmediata de la compañía es casi siempre nula, puesto que el equipo ya cuenta con toda su estructura mecánica y sistema de control, reduciéndose de esta forma la inversión, a aquella que se realiza quincenalmente en cada uno de los mantenimientos programados, la cual es cubierta por el valor de cobro del mantenimiento.

Muy por el contrario, para el segundo y tercer caso, modernizaciones y ventas de equipos, es necesaria la implementación de un sistema de control, y además toda

la estructura mecánica en el tercer caso. El sistema de control se encuentra compuesto principalmente por relés, térmicos, fusibles, fuente, variador de velocidad y por una tarjeta de control la cual actualmente es importada.

Siendo que todos los elementos que componen este sistema son comerciales en cuanto al mercado local se refiere, a excepción de la tarjeta de control, estos disminuyen su grado de relevancia, convirtiéndose la tarjeta de control en el elemento más importante de dicho sistema. Esta tarjeta la cual es de un coste elevado, se hace aún más costosa al sumarse impuestos debido a la importación, lo que la hace en algunos momentos inasequibles para la compañía, lo cual en muchos casos ha llevado a que se produzcan retrasos en los tiempos de entrega de modernizaciones y ventas, ocasionando molestias en los clientes y más aún la pérdida de confianza en la empresa, y por tanto una mala imagen para está.

Luego de 14 años en el mercado, la organización quiere dar el siguiente paso en su visión a corto plazo de convertirse en una de las compañías líderes en servicios de transporte vertical, para esto la compañía se ha propuesto desarrollar su propio sistema de control para elevadores, los cuales anteriormente y en la actualidad como ya mencionamos, son importados o para los casos más sencillos desarrollados mediante lógica cableada. De tal forma que, con la consecución de este nuevo sistema de control, la compañía reducirá gastos, y por tanto, tiempos de entrega además del prestigio que le da como empresa el contar con un sistema de control propio.

Como requerimiento especial de la compañía, se tiene que la tarjeta de control debe tener la capacidad de informar sobre el estado del equipo y además poder ser bloqueada y desbloqueada de manera remota, para de esta forma no solo igualar sistemas de control de otras compañías sino mejorarlos, no solo obteniendo el diagnóstico del equipo (lo cual lo hace la gran mayoría de controladores) sino

obteniéndolo de manera remota, lo cual no haría necesaria la presencia de personal en el lugar para el conocimiento del estado del equipo.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo crear un sistema de control para ascensores que sea capaz de informar sobre el estado del equipo y recibir ajustes, de manera remota?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un sistema de control que permita a la empresa ASCONOR Ltda. realizar el control, diagnóstico, bloqueo y desbloqueo de elevadores de manera remota.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un análisis del estado del arte de las tecnologías de comunicaciones inalámbricas utilizadas en el desarrollo de controladores industriales remotos, y selección de la tecnología a implementar.
- Diseñar e implementar una tarjeta de control universal para elevadores, que tendrá la capacidad de hasta 8 paradas dependiendo de su modo de despacho.
- Diseñar una tarjeta de control que utilice tecnología inalámbrica, que le permita a la compañía la revisión del estado del equipo, bloqueo y desbloqueo de manera remota.
- Diseñar un software que permita la configuración inicial y la reconfiguración de la tarjeta, para su adaptabilidad a cualquier entorno dentro del sector residencial (Configuración niveles de piso, modo de funcionamiento, tiempos, entre otros).
- Diseñar e implementar de una tarjeta electrónica para la emulación y validación del sistema de control desarrollado.

- Diseñar un manual de usuario para el control, uso y configuración del sistema implementado.

3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente los ascensores dependiendo de la aplicación y de la estructura en la que se vaya a montar, incorporan una gran cantidad de sensores y sistemas de emergencias que permiten disminuir en gran medida cualquier accidente fatal. Pero estos accidentes no solo se disminuyen con la instalación de estos sistemas de protección sino también con el adecuado mantenimiento periódico que se les realice, ya que en estas revisiones es donde se pone a punto cualquier sistema del elevador y se reparan aquellos pequeños daños o inconvenientes que se estén presentando, que aunque en el momento no representen un inminente riesgo a futuro pueden desencadenar una tragedia, de ahí la importancia de realizar el mantenimiento en los tiempos establecidos.

Para la compañía Asconor Ltda o Ascensores Costa Norte como también es conocida en el mercado, la importancia de poseer un sistema de control propio, desarrollado por ellos y para ellos, radica en tres puntos esencialmente.

El primero de ellos es que con la obtención de un sistema de control propio se genera un cambio en la imagen de la compañía, por parte de empresas competencias como también de los clientes; el hecho de saber que una empresa utiliza tecnología propia genera confianza en el cliente ya que este interpreta que la compañía tiene un control total sobre la tecnología que utiliza.

El segundo punto es que con la obtención de un sistema que se capaz de responder a una solicitud inalámbrica, por ejemplo, la solicitud del estado del equipo, en el caso de averías o daños en el equipo, el técnico encargado de la reparación del mismo, pueda saber mucho antes de llegar al edificio las posibles causas de la avería, de esta forma, se lograra ubicaciones de los problemas y reparaciones mucho más rápidas generando un mejor servicio para el cliente.

Como tercer y último punto, se busca reducir costos, desde el punto de vista de desarrollar una tarjeta que cuyo costo de fabricación sea menor al de la tarjeta importada actualmente, o por lo menos de igual coste, de tal forma que aunque el tercer ítem (reducción de costos) no se obtenga, se obtengan el primero y el segundo, logrando con estos mayor satisfacción en los clientes y muy probablemente mayores ingresos para la compañía.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. ASCENSOR

Un ascensor es un mecanismo elevador instalado de forma permanente, que utiliza una cabina cuyas dimensiones y constitución permiten el acceso de personas; que es utilizado para niveles definidos y se desplaza de forma parcial a lo largo de guías verticales o cuya inclinación con respecto a la vertical es menor a 15° ⁶.

4.1.1. Historia

Los primeros dispositivos que fueron utilizados con el objetivo de facilitar el transporte vertical de objetos fueron palancas, poleas, rodillos y los muy conocidos en el ámbito académico, planos inclinados.

La elaboración de grandes construcciones con los dispositivos anteriormente mencionados tenía como requerimiento gran cantidad de gente, como ejemplo de esto llamamos a colación la Pirámide de Cheops construida en el siglo XXII A.C. que cuenta con una altura de 147mts la cual está conformada por prismas de piedra cada uno con medidas de 9x2x2 mts cúbicos, y alrededor de 90 toneladas de peso, lo que conllevó a una estimación de duración de 20 años con ocupación permanente de 100.000 personas⁷.

Arquímedes quien descubrió las leyes de la palanca, fue uno de los tantos precursores del ascensor tal como lo conocemos hoy en día, alrededor de 200 años antes de la era cristiana, había construido un ascensor accionado manualmente, algo que hoy en día parece ser descabellado. Dicho ascensor no difería ni se alejaba mucho del principio de funcionamiento que se utiliza actualmente en los ascensores

⁶LARRODÉ, Emilio y MIRAVETE, Antonio. Elevadores: principios e innovaciones. España: Reverté S.A., 2007. P. 1-5,7-67 ISBN 978-84-291-8012-1.

⁷Ibid, p. 7.

eléctricos, ya que este contaba con un tambor sobre el cual se enrollaba una cuerda y permitían el ascenso o descenso del mecanismo.⁸

Luego en la edad media, entre los siglos V D.C. y XVII D.C. Leonardo da Vinci buscando soluciones de tipo técnico a los problemas vigentes, crea una grúa móvil facilitando con esto labores de construcción en las cuales se debían levantar cargas pesadas, para luego en 1780 darse la invención en Estados Unidos del elevador por parte de Oliver Evans, el cual era un ascensor diseñado para el transporte continuo de cargas en molinos o minas y para la descarga de buques, su principio fundamental era la utilización de una cadena sin fin⁹.

Figura. 1. Ascensor con mecanismo de polea.

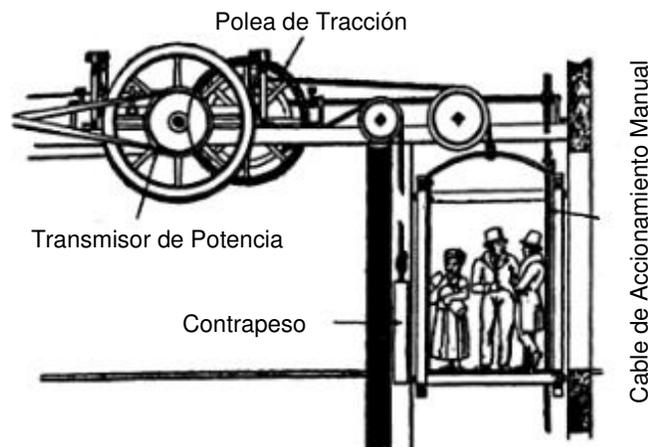


Imagen tomada de: LARRODÉ, Emilio y MIRAVETE, Antonio. Elevadores: principios e innovaciones. P. 19.

Solo hasta que James Watt inventó la máquina a vapor se empezó a contemplar la idea de utilizar esta forma de energía aplicado a los dispositivos de elevación, pero

⁸TEDESCO, Carlos. Ascensores y Escaleras Mecánicas. Argentina: Librería y Editorial Alshina, 1997. ISBN 950-553-049-8.

⁹LARRODÉ, Emilio y MIRAVETE, Antonio. Elevadores: principios e innovaciones. España: Reverté S.A., 2007. P. 1-5,7-67 ISBN 978-84-291-8012-1.

incluso años después de su invención, aun usaban tornos para elevar pesos de forma manual.

Para el año de 1845 se desarrolló en Inglaterra un ascensor denominado “Teagle” como se puede observar en la Figura. 1, el cual era accionado hidráulicamente y hacía uso del diseño con polea de tracción y contrapeso, los cuales son aplicados en la gran mayoría de los diseños de hoy en día¹⁰.

Pero hasta estos momentos no era muy seguro el uso de los ascensores, y solo hasta el año de 1853, ya con 4 tipos de ascensores diseñados, hidráulicos, a vapor, eléctricos y electrohidráulicos, durante una exhibición en el Palacio de Cristal en New York, el inventor E. G. Otis, hizo una demostración en la cual elevo su ascensor a una cierta altura y corto el cable de sujeción, probando de esta manera la seguridad que ofrecía su diseño en caída libre.

Actualmente los ascensores son en gran mayoría del tipo electrónicos, y han sido desarrollados con el objetivo de optimizar los tiempos de viaje, mejorar el confort de funcionamiento pero sobre todo seguir la regla primordial en este sistema, Brindar Seguridad a los usuarios¹¹.

4.1.2. Tipos de Ascensores

Los ascensores se pueden clasificar comúnmente en diversos tipos según su aplicación, entre estos se destacan¹²:

- **Ascensores Eléctricos:** la composición más común dentro de este grupo se constituye de un sistema de tracción compuesto de un motor, freno, reductor

¹⁰Ibíd, p. 20.

¹¹TEDESCO, Carlos. Ascensores y Escaleras Mecánicas. Argentina: Librería y Editorial Alshina, 1997. ISBN 950-553-049-8.

¹²LARRODÉ, Emilio y MIRAVETE, Antonio. Elevadores: principios e innovaciones. España: Reverté S.A., 2007. P. 1-5,7-67 ISBN 978-84-291-8012-1.

y polea de tracción, un sistema de elevación constituido por una cabina, un contrapeso y cables de tracción. Lo anterior con requerimientos de instalaciones fijas de guías y amortiguadores, cuarto de máquinas y puertas para la seguridad y el acceso de las personas.

- **Ascensores Hidráulicos:** aunque en un principio fueron los más utilizados en edificios residenciales y de oficinas, estos hace varios años atrás han sido desplazados por los ascensores eléctricos, limitándose en la actualidad generalmente a aplicaciones de montacargas y montacoches. Se encuentran conformados por una central hidráulica, un cilindro, un pistón, una cabina y como diferencia respecto al ascensor eléctrico este no utiliza contrapeso.
- **Montacargas:** sigue los principios de los anteriores pero con la diferencia de que la cabina se encuentra específicamente preparada para transporte de carga y no de personas.
- **Camillero:** Este tipo en particular de ascensores es muy común en clínicas y hospitales, puesto que se desarrolló para el transporte de personas, camillas y camas, lo que conlleva a cumplir con ciertos requerimientos como apertura mínima de puertas que permita el ingreso de camilla y personas.
- **Montaplatos:** muy utilizado en restaurantes y casas de familias adineradas para el transporte de alimentos de una planta a otra.

4.1.3. Partes de un Ascensor

Las partes básicas de las que está constituido un ascensor son:

- Motor
- Freno
- Etapa Control de Potencia o Variador de Velocidad
- Polea de Tracción
- Polea de desvío o deflectora
- Cables de Tracción
- Guías de cabina y contrapeso
- Cabina

- Contrapeso (No utilizado en ascensores Hidraulicos)
- Amortiguadores
- Pantallas Selectoras y limites de recorrido
- Puertas de cabina y de pisos
- Botoneras de cabina y pisos

Figura. 2. Partes de un ascensor.

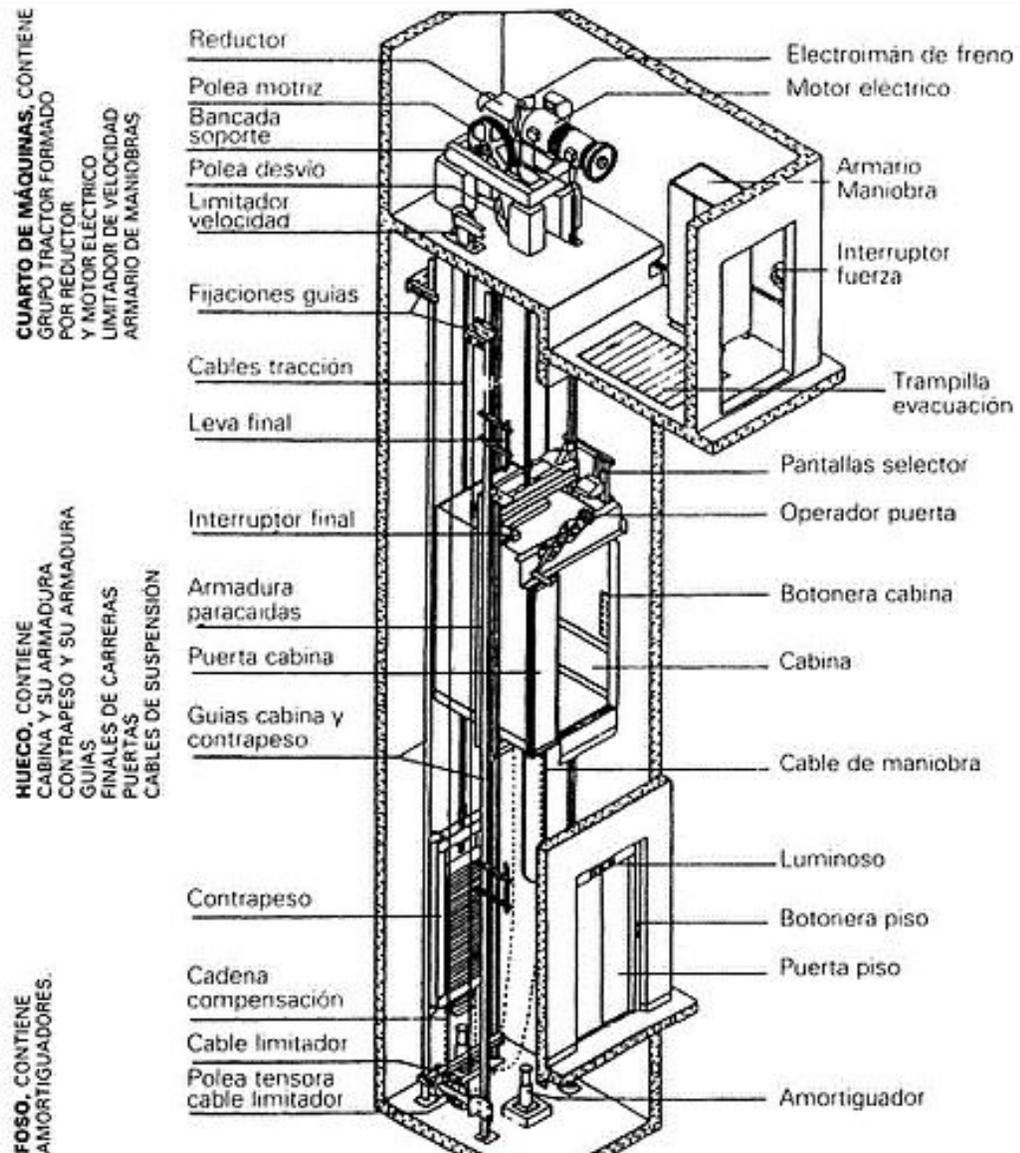


Imagen tomada de: MIRAVETE, Antonio, et al. Los Transportes en la Ingeniería Industrial. P. 335.

4.1.4. Modos de Despacho

El modo de despacho en un ascensor, es el que indica en gran medida el modo de funcionamiento de éste, y depende del número de llamadas y las ubicaciones de estas, teniendo así los dos más usados¹³:

- **Colectivo Selectivo Completo:** existen llamadas de cabina, y llamadas de pisos ascendentes y descendentes. Estando en viaje ascendente el ascensor, éste atiende todas las llamadas de cabina y llamadas de pisos que estén por encima de la posición de la cabina, luego del despacho de todas ellas, se atienden la llamada descendente superior lo que hace que cambie el sentido del viaje a descendente y atiende así todas llamadas de cabina y de piso descendentes por debajo de la posición de la cabina. Luego del despacho de todas las descendentes atiende la llamada ascendente inferior cambiando a sentido ascendente y repitiendo el proceso infinitamente.
- **Colectivo Selectivo Descendente:** en este tipo de despacho, existen llamadas de cabina, y llamadas de piso descendentes. Estando en viaje ascendente, el equipo despacha todas las llamadas de cabina y de piso en orden ascendente que estén por encima de la posición de la cabina, luego despacha la llamada descendente más superior cambiando el sentido de viaje a descendente, en este momento despacha todas la llamadas de cabina y de piso descendentes por debajo de la posición de la cabina, luego atiende la llamada ascendente más inferior cambiando el sentido de viaje a ascendente. Este ciclo se repite infinitamente.

¹³CONTROLES S.A. Controlador de Ascensores Programables CEA36. Montevideo (Uruguay) 2012. p. 51, 52.

4.2. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Los Controladores Lógicos Programables también conocidos como PLC's o incluso como Autómatas Programables, son sistemas digitales de operación electrónica, diseñados para usos en ambientes industriales, los cuales poseen una memoria interna que es programable y se usa para el almacenamiento de las instrucciones orientadas al usuario, las cuales pueden ser de tipo lógico, secuencial, de conteo o aritméticas, con el objetivo de controlar mediante unos periféricos de entrada y salida, diferentes tipos de máquinas o procesos¹⁴.

El primer PLC fue llamado 084 debido a que era el proyecto 84 de Bedford Associates. Dicha compañía creó una nueva compañía dedicada al desarrollo, manufactura, venta y servicio para este nuevo producto llamada Modicon, cuyas siglas significan; Modular Digital controller o en español Controlador Digital Modular. Esta compañía actualmente hace parte del grupo de Schneider Electric¹⁵.

4.2.1. Arquitectura de un PLC

Un PLC básicamente está compuesto por un conjunto de elementos que son los que le permiten realizar el control de las tareas o procesos que se le asignen. Esta estructura se compone de¹⁶:

- Unidad Central de Proceso o CPU
- Módulos de Entrada
- Módulos de Salida
- Fuente de Alimentación
- Interfaces

¹⁴BLIESENER, R, et al. The PLC in Automation Technology. Barranquilla (Colombia) Sena Virtual, 2011. p. 8,9.

¹⁵MAZA, Ana. Diseño de un sistema experto para el enderezado del chasis en frío [En línea]. Universidad de las Américas Puebla. Puebla (México), 09 Enero 2009 [Citado el 05 Mayo 2013]. Disponible en: <http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf>.

¹⁶MATEOS, Felipe. Sistema Automatizado (PLC). Universidad Oviedo [en línea]. España: Noviembre 2001 [Citado el 05 Mayo 2013]. Disponible en: <<http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc.pdf>>.

- Módulos Especiales (Opcional)

Figura. 3. Concepto grafico del PLC.

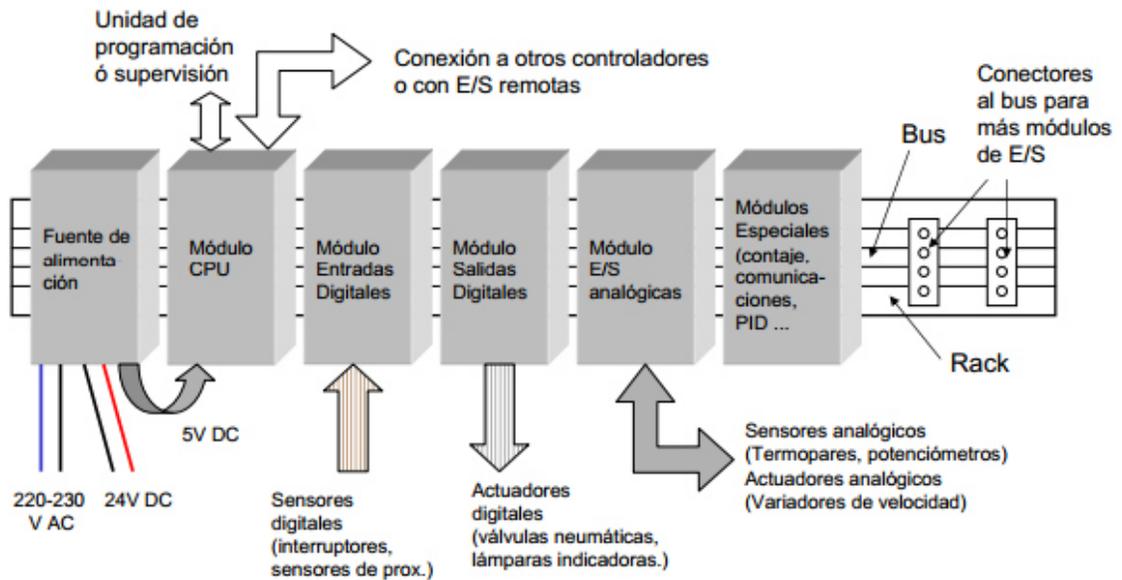


Imagen tomada de: MATEOS, Felipe. Sistema Automatizado (PLC). Universidad Oviedo. P. 8.

4.2.2. Modo de Operación

Los PLC's operan de forma secuencial y cíclica, es decir, cada vez que finaliza la ejecución del programa completo, comienza nuevamente a ejecutarse desde el inicio, lo anterior se realiza una y otra vez en un ciclo continuo cerrado.

El Ciclo de Scan, es el ciclo cerrado continuo que cumple un PLC, en el cual realiza todas las tareas. Este ciclo se puede observar en la Figura 4¹⁷.

¹⁷LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN. Controladores Lógicos Programables. Universidad Nacional de Quilmes [En línea]. Argentina: 2012 [Citado el 05 Mayo 2013]. Disponible en: <<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio1/archivos/Clases/Controladores%20L%C3%B3gicos%20Programables%20Conceptos%20B%C3%A1sicos.pdf>>.

Figura. 4. Ciclo SCAN.

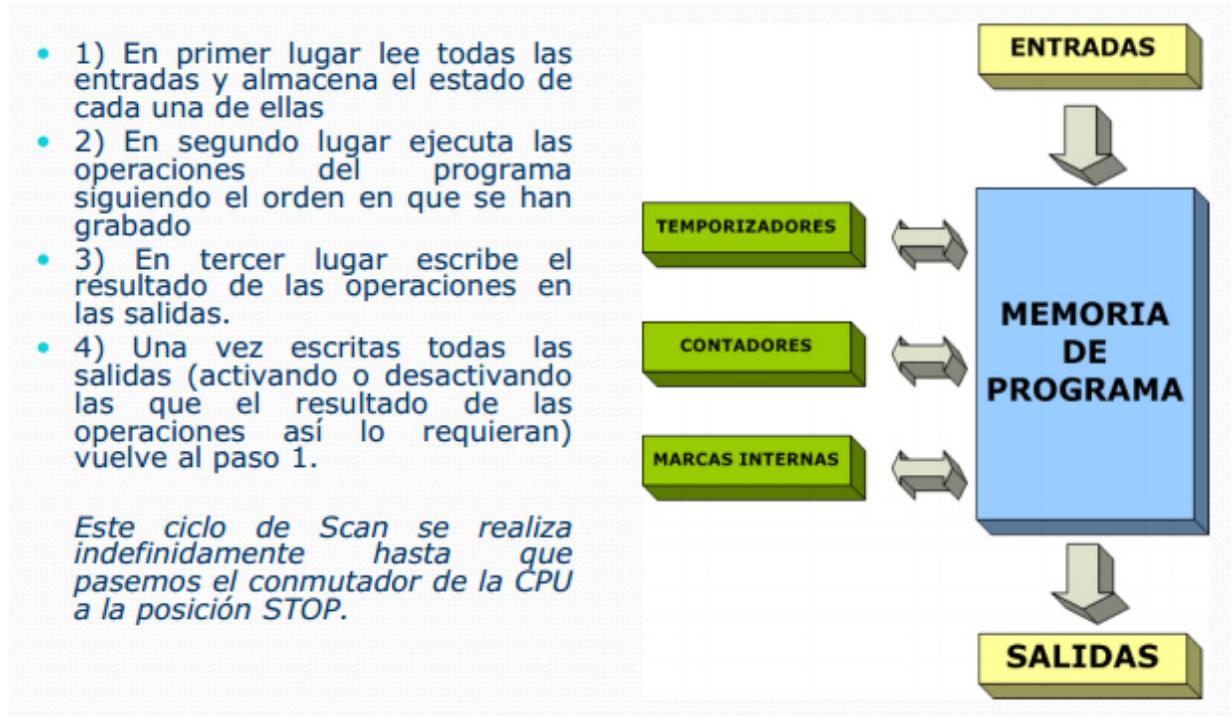


Imagen tomada de: LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN. Controladores Lógicos Programables. Universidad Nacional de Quilmes. P. 8.

4.3. MICROCONTROLADORES

Un Microcontrolador básicamente es un circuito integrado programable que contiene todos los elementos necesarios para llevar a cabo una determinada tarea. Para esto el Microcontrolador utiliza muy pocos componentes asociados. Todo sistema basado en microcontroladores debe disponer de una memoria para almacenar los datos del programa que son los que gobiernan el funcionamiento del mismo que, una vez programado y configurado solo sirve para realizar la tarea asignada. La utilización de estos elementos reduce notablemente el tamaño y el número de componentes y por ende disminuye el número de averías y el volumen de peso de los equipos.

Los microcontroladores se utilizan en circuitos electrónicos comerciales desde años atrás de forma masiva, debido principalmente a que permiten reducir el tamaño y abaratar los costos de los equipos. Un ejemplo de estos son los teléfonos móviles, las cámaras de video, los televisores, las neveras, los microondas. Pero hasta hace poco tiempo, para los aficionados a la electrónica le resultaba difícil incluirlos en sus montajes debido al alto costo y la dificultad para conseguirlos, junto con los elevados precios de las herramientas software necesarios para su programación¹⁸.

4.3.1. Arquitectura Básica de un Microcontrolador

Un Microcontrolador básicamente está conformado internamente por una serie de elementos que son los que le permiten llevar a cabo cada una de las tareas que se le asigne. Dicha estructura interna se divide en¹⁹:

¹⁸ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Prologo. Pérez, Lucas. Microcontrolador PIC16F84A, Desarrollo de proyectos. 2da ed. México: AlfaOmega, 2006. ISBN 970-15-1174-3.

¹⁹ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Microcontrolador PIC16F84A, Desarrollo de proyectos. 2da ed. México: AlfaOmega, 2006. p. 1, 2, 38, 39, 48-55. ISBN 970-15-1174-3.

Figura. 5. Estructura de un sistema digital basado en microcontroladores.

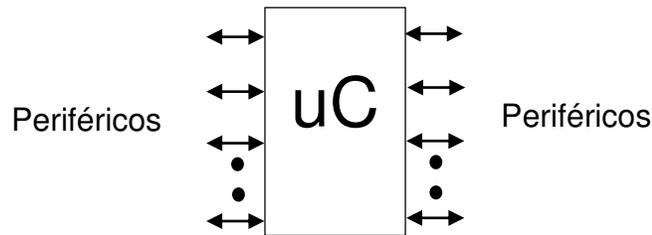


Imagen creada por los autores en el software de dibujo Paint.

- **CPU:** Unidad central de procesamiento. Es la encargada de controlar todo el sistema del Microcontrolador, es decir, ejecutar cada instrucción.
- **Memoria del programa:** Por lo general es de tipo ROM Flash. Aquí se almacenan todas las instrucciones que han de ser ejecutadas por el Microcontrolador. Es de tipo no volátil. El tamaño varía dependiendo del fabricante y gama del Microcontrolador.
- **Memoria de datos RAM:** Se destina para almacenar variables y datos necesarios durante la ejecución de algún proceso. Es volátil. El tamaño varía dependiendo del fabricante y gama del Microcontrolador.
- **Memoria EEPROM de datos:** Es una pequeña área de memoria de datos de lectura y escritura no volátil, en la cual se puede guardar información que ha de ser utilizada en cada ejecución del programa. El tamaño varía dependiendo del fabricante y gama del Microcontrolador.
- **Puertos de entrada y salida:** Son los periféricos mediante el cual, el Microcontrolador interactúa con el medio exterior. Cada puerto por lo general abarca 8 pines, lo referente al tamaño de 1 byte que está constituido por 8 bits. La cantidad de puertos depende del tamaño del Microcontrolador, los cuales tienen entre 1 a 5 o 6 puertos.
- **Módulos:** Dependiendo del coste y de la gama del Microcontrolador, éste incorpora ciertos módulos, los cuales son utilizados para aplicaciones específicas como: rs232, conversión A/D, Comunicación USB, comunicación I2C, comparadores, interrupciones, núcleos de control de motores, etc.

4.4. COMPILADOR CCS

Para el desarrollo de diferentes productos o proyectos electrónicos, no solo hace falta conocer la arquitectura y funcionamiento de los diferentes componentes que conforman dicho circuitos, sino también los programas auxiliares que facilitan a la persona el diseño de dichos sistemas.

El compilador C de CCS es muy útil y practico al momento de aprender a programar en un lenguaje de alto nivel como el C. Este compilador permite al usuario desarrollar programas en C enfocados a PIC con las ventajas que supone tener un lenguaje desarrollado específicamente para un Microcontrolador en concreto. Este compilador por su facilidad de uso, interfaz sencilla y la posibilidad de compilar las tres familias de gamas baja, media y alta, le confieren una versatilidad y potencia muy elevada.

El compilador C de CCS ha sido desarrollado específicamente para PIC MCU, obteniendo la máxima optimización del compilador con estos dispositivos. Este compilador dispone de una amplia gama de librerías con funciones predeterminadas, comandos de procesado y variados ejemplos. Además suministra controladores (drivers) para diferentes dispositivos como LCD, conversores AD, reloj de tiempo real, EEPROM serie, etc²⁰.

El CCS C es C estándar, además de incluir las directivas estándar (`#include`, etc.), también suministra unas directivas específicas para PIC (`#device`, etc.) y funciones específicas (`bit_set()`, etc.).

²⁰GARCÍA, Eduardo. *Compilador CCS y Simulador proteus para Microcontroladores PIC*. México: Grupo Editor S.A., 2008. p. 1-25. ISBN 978-970-15-1397-2.

4.4.1. Estructura del Programa

Un programa escrito en C con el compilador CCS cuenta con una estructura básica como la que se puede observar en la Figura. 6 que consta de los siguientes elementos:

- **Directivas de procesamiento:** Controlan la conversión del programa a código máquina por parte del compilador.
- **Programas o Funciones:** Conjunto de instrucciones. Puede haber uno o varios; en cualquier caso siempre debe haber uno definido como principal mediante la inclusión de la llamada main().
- **Instrucciones:** Indican cómo se debe comportar el PIC en todo momento.
- **Comentarios:** Permiten describir lo que significa cada línea del programa.

Figura. 6. Estructura de un programa.

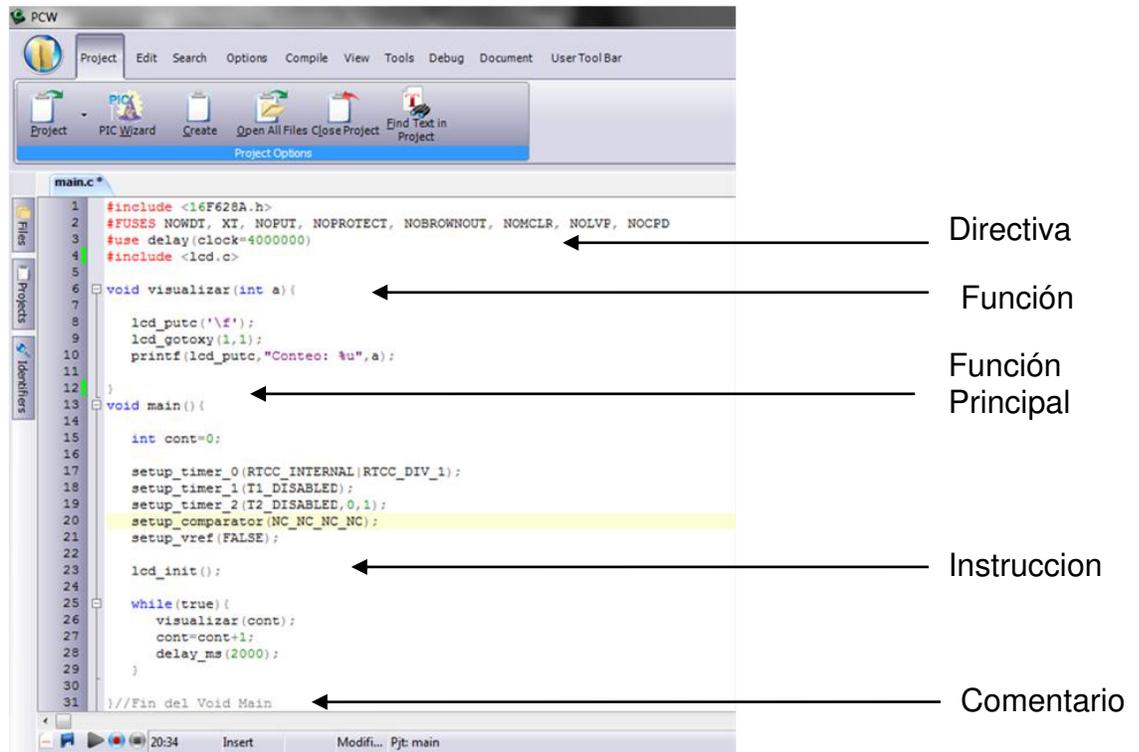


Imagen creada por los autores en el software de dibujo Paint.

4.5. VISUAL BASIC

Visual Basic es un lenguaje de programación dirigido por eventos, en el cual las instrucciones son ejecutadas cada vez que se presente en el programa un evento de cualquier índole, como posicionarse sobre un texto, dar click sobre un botón, escribir en un text box, etc. Este lenguaje fue desarrollado por Alan Cooper para Microsoft siendo presentada la primera versión en el año de 1991.

La palabra “Visual” hace referencia a la manera en que se crea o diseña la interfaz gráfica de usuario (GUI), ya que en vez de escribir un gran cantidad de líneas de códigos para describir la apariencia y la ubicación de los diferentes elementos en la interfaz, esta se realiza de manera simplificada agregando objetos prefabricados en el lugar deseado en la pantalla.

La palabra “Basic” hace referencia al lenguaje BASIC (Beginners All-Purpose Symbolic Instruction Code), el lenguaje más utilizado por los programadores en la historia. Visual Basic ha evolucionado a partir del lenguaje BASIC original, incorporando un centenar de instrucciones, funciones y palabras clave, muchas de las cuales están directamente relacionadas con la interfaz gráfica de Windows²¹.

La última plataforma para el desarrollo de las diferentes aplicaciones en Visual Basic es el Visual Studio 2012, el cual posee una renovada interfaz gráfica y mejoras en los iteradores, jerarquía de llamadas y edición de texto²².

4.5.1. Herramientas Básicas de Trabajo

Entre las herramientas básicas con las que podemos trabajar en Visual Basic encontramos:

²¹TORRADO DULMAR, Yesid. ¿Qué es Visual Basic?. Slideshare [En línea]. [Citado el 22 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.slideshare.net/DulmarTorrado/qu-es-visual-basic>>.

²²MICROSOFT. Novedades de Visual Basic en Visual Studio 2012. Microsoft [En línea]. [Citado el 22 Abril 2013]. Disponible en: <[http://msdn.microsoft.com/es-es/library/we86c8x2\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/we86c8x2(v=vs.110).aspx)>.

Figura. 7. Herramientas Básicas de Trabajo.

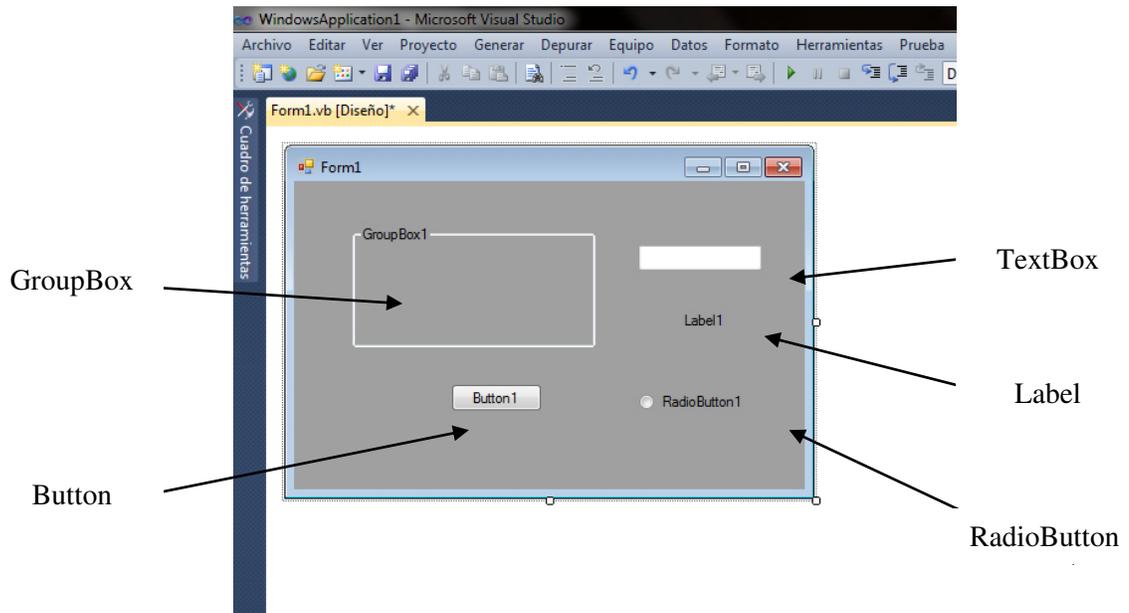


Imagen creada por los autores en el software de dibujo Paint.

- **Label:** Es un objeto que se utiliza para colocar títulos o cualquier información generada a través de una entrada de datos o para desplegar valores que se han generado por algún proceso o resultado de alguna operación.
- **TextBox:** Este objeto se utiliza para captar algún dato o información que se desee utilizar en alguna operación o proceso.
- **GroupBox:** Dentro de este marco se deposita o colocan objetos que se deseen agrupar. La versatilidad de este objeto radica en que cuando se recorta o mueve de un lugar a otro, todos los elementos contenidos en él también se trasladan.
- **Button:** Este objeto sirve para que al momento de que se de click sobre esté, se ejecute el código que se encuentre asociado.
- **RadioButton:** Permite escoger entre una o varias opciones, de tal manera que cuando se vaya a ejecutar la acción que esté asociada a esté, está cambie dependiendo del radiobutton que se encuentre seleccionado.

4.6. RS232

El RS232 (o EIA232 standard) es una norma de comunicación serial, que básicamente comunica un equipo terminal de datos (DTE o Data Terminal Equipment) y el equipo de comunicación de datos (DCE o Data Communications Equipment)²³.

La comunicación se realiza a través de puertos series, los cuales son accesibles mediante conectores. La norma establece que hay dos tipos de conectores llamadas DB-25 (conector de 25 pines) y DB9 (conector de 9 pines), machos y hembras.

Cada uno de los pines o patillas del conector de RS232 tiene una función especificada por la norma. Hay terminales mediante los cuales se transmiten y reciben datos, y otros que permiten controlar el establecimiento, flujo y cierre de la comunicación²⁴.

Tabla 1. Descripción de Pines del Conector DB9.

PIN	SEÑAL
1	Detección de Portadora (DCD)
2	Recepción de Datos (RXD)
3	Transmisión de Datos (TXD)
4	Terminal de Datos Lista (DTR)
5	Tierra (GND)
6	Fijación de Datos Lista (DSR)
7	Requerimiento de Envío (RTS)
8	Borrar para Envío (CTS)
9	Indicador de Llamada (RI)

Tabla creada por los autores en el software Microsoft Word.

²³GARCÍA, Eduardo. Compilador CCS y Simulador proteus para Microcontroladores PIC. México: Grupo Editor S.A., 2008. p. 180-183. ISBN 978-970-15-1397-2.

²⁴ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Capítulo 20: Comunicación Con Ordenador. Pérez, Lucas. Microcontrolador PIC16F84A, Desarrollo de proyectos. 2da ed. México: AlfaOmega, 2006. ISBN 970-15-1174-3.

Figura. 8. Conector DB9.



Imagen tomada de: <http://www.conectalo.com/conector-db9-m-para-cable-plano-p-17406.html>

4.6.1. Niveles Lógicos

Los niveles lógicos que se deben cumplir en una transmisión serie bajo la norma RS232 son²⁵:

Figura. 9. Niveles lógicos TTL.

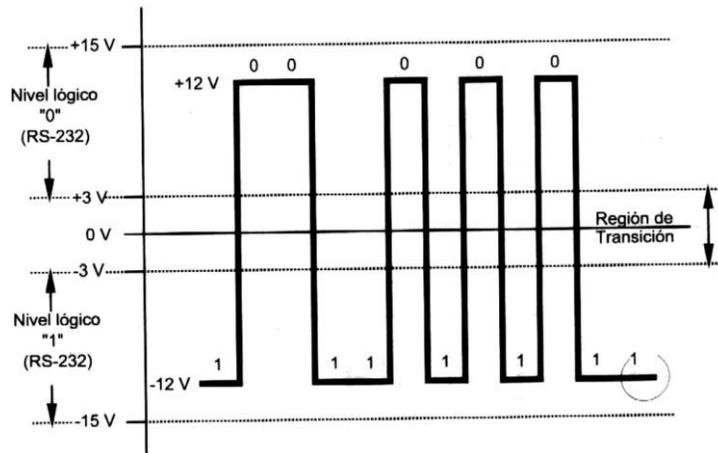


Imagen tomada de: ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Comunicación Con Ordenador. P. 307.

- Los datos se transmiten con lógica negativa, es decir, un voltaje positivo en la conexión representa un “0”, mientras que un voltaje negativo representa un “1”.

²⁵ Ibid, p. 307.

- Para garantizar un "0" lógico una línea debe mantener un voltaje entre +3 y +15 V.
- Para garantizar un "1" lógico una línea debe mantener un voltaje entre -3 y -15 V.
- Los voltajes más utilizados con +12 para el "0" y el -12 para el "1".
- Cuando un puerto serie no está transmitiendo mantiene el terminal de transmisión a "1" lógico, es decir a -12V.
- La banda muerta entre +3 y -3 V se conoce como la región de transición donde los niveles lógicos no están definidos. Esto significa que cualquier valor entre este rango, puede interpretarse ya sea como un "1" o como un "0".

4.6.2. El Baudio

La velocidad de transmisión es la cantidad de información enviada por la línea de transmisión en una unidad de tiempo. Aunque hay diferentes formas de representar esta medida la comúnmente utilizada es el Baudio que representa la cantidad de bits enviados en 1 seg.

La velocidad a la que pueden trabajar los puertos COM (seriales) de un computador está normalizada a 75, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 10200 baudios²⁶.

4.6.3. Elementos de Interfaz entre el Microcontrolador y el Computador

Para realizar la comunicación entre el PIC y el computador se hace necesario un elemento que permite realizar la conversión entre los niveles lógicos TTL y niveles RS232. Para ello podemos utilizar entre otros el transceptor MAX232 fabricado por Dallas Semiconductor.

²⁶ Ibid, 307.

EL MAX232 convierte los niveles RS232 a voltajes TTL y viceversa sin requerir muchos componentes asociados más que una fuente de 5V y cuatro capacitores. El integrado contiene 2 drivers TTL a RS232 y dos RS232 a TTL²⁷.

Figura. 10. Conexión MAX232.

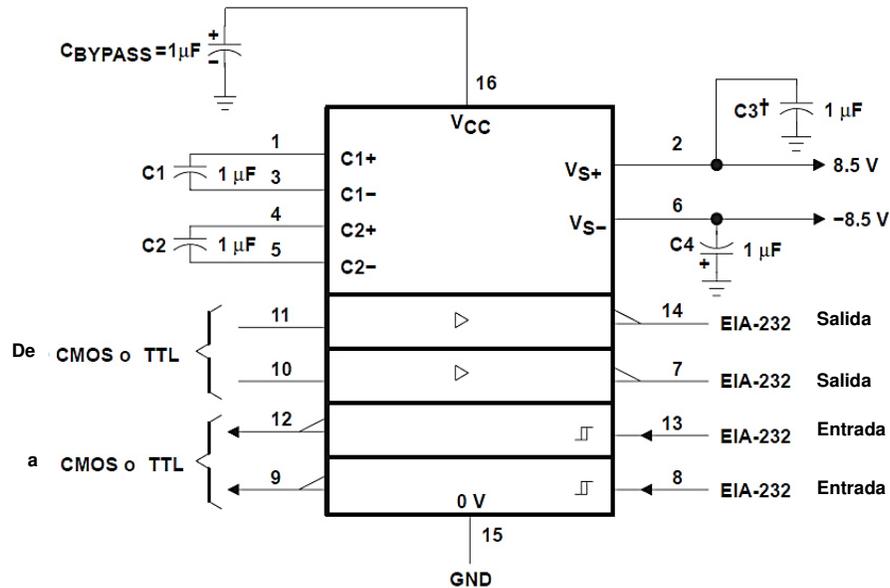


Imagen tomada de: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>

Para que el Microcontrolador lleve a cabo la comunicación con el ordenador, solo se utilizan tres patillas del conector:

- La línea de transmisión (TXD), pin 3 (Transmitted Data).
- La línea de recepción (RXD), pin 2 (Received Data).
- Pin de masa (SG), pin 5 (Signal Ground).

²⁷ Ibid, 309.

4.7. I2C

El bus I2C se basa en la comunicación a través de dos hilos en donde cada dispositivo conectado al bus posee una dirección única. Puede configurarse como comunicación de un maestro y varios esclavos o una configuración Multi-maestro. En ambas configuraciones, el dispositivo maestro es el que inicia la transferencia de información, decide con quien la realiza, el sentido de la comunicación ya sea recepción o envío, y cuando finaliza dicha comunicación²⁸.

Las señales son transmitidas por los dos hilos de comunicación, los cuales cumplen funciones específicas:

- SCL (Serial Clock). Es la señal de reloj que se utiliza para la sincronización de datos.
- SDA (Serial Data). Es la línea para la transferencia serie de los datos.

Figura. 11. Estructura de un bus I2C.

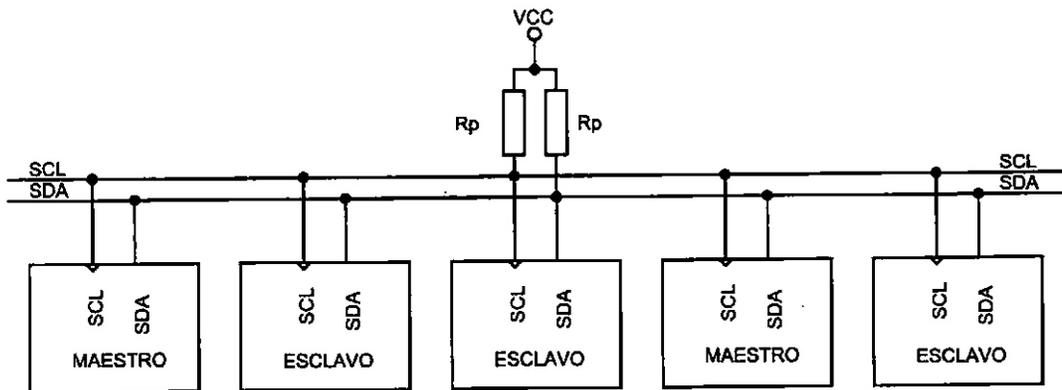


Imagen tomada de: ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. P. 332.

Las funciones del maestro y el esclavo se diferencian en:

²⁸ GARCÍA, Eduardo. Compilador CCS y Simulador proteus para Microcontroladores PIC. México: Grupo Editor S.A., 2008. p. 190-200. ISBN 978-970-15-1397-2.

- El circuito maestro inicia y termina la transferencia de información, además de controlar la señal de reloj.
- El esclavo es el circuito direccionado por el maestro.

La línea SDA es bidireccional, es decir, que tanto el maestro como el esclavo pueden actuar como transmisores o receptores de datos, dependiendo de la función del dispositivo.

La generación de señales de reloj (SCL) es siempre responsabilidad del maestro.

Cada dispositivo conectado al bus I2C es reconocido como se había nombrado anteriormente por una única dirección que lo diferencia del resto de los circuitos conectados. Los dispositivos compatibles con bus I2C (ya sean memorias, LCD's, sensores, microcontroladores, entre otros) suelen poseer 2 o 3 pines para poder modificar esta dirección de modo que el diseñador pueda evitar que en un mismo diseño haya 2 o más esclavos con la misma dirección.

El maestro al ser el encargado de la comunicación no posee una dirección excepto cuando se trabaja el bus I2C en configuración multi-maestro donde a cada uno de los maestro se le asigna una dirección única del mismo modo que a los esclavos.²⁹

4.7.1. Formato de Transferencia de Datos

Para la transferencia de un dato por la línea de Bus I2C son necesarios seis pasos para enviar y recibir información³⁰:

- 1) Un bit de START que señala el inicio de la transmisión de datos.
- 2) Siete bits de direccionamiento de un esclavo.

²⁹ ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Capítulo 21: Bus I2C. Pérez, Lucas. Microcontrolador PIC16F84A, Desarrollo de proyectos. 2da ed. México: AlfaOmega, 2006. ISBN 970-15-1174-3.

³⁰Ibíd, p. 335.

- 3) Un bit de lectura/escritura (R/W) que define si el esclavo es transmisor o receptor.
- 4) Un bit de reconocimiento ACK (acknowledgement).
- 5) Un mensaje dividido en bytes (8bits).
- 6) Un bit de STOP, que indica el fin de la transmisión.

Los 7 primeros bits del primer Byte definen la dirección del esclavo. El octavo bit (R/W) determina la dirección de datos:

- Si $R/W=0$, el esclavo es receptor. Significa que el maestro escribirá la información en el esclavo seleccionado.
- Si $R/W=1$, el esclavo es emisor. Significa que el maestro leerá información del esclavo seleccionado.

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se pretende desarrollar es de tipo Descriptivo y Experimental, debido a que en un principio se indagara sobre las tecnologías utilizadas en el ámbito industrial para el envío de información de manera remota, realizando una descripción detallada de cada una de ellas, para luego seleccionar la más adecuada. Seguidamente se discriminaran las variables que han de ser tenidas en cuenta para el desarrollo del sistema de control, se diseñara una tarjeta simuladora de señales del sistema global de un ascensor y se realizaran las diferentes pruebas para validar su funcionamiento.

5.2. MÉTODO DE ESTUDIO

El método de estudio que se desarrollara es de tipo estructural y experimental, esto, debido a que se llevara a cabo un análisis de toda la estructura del proceso, la interrelación de cada uno de sus componentes y la funcionalidad de cada uno de ellos, buscando mediante una comprensión completa del funcionamiento del sistema, lograr mejoras en todo el sistema en general.

5.2.1. Desarrollo del Módulo de Comunicación

a) Selección de Tecnología

Para seleccionar la tecnología inalámbrica a utilizar en el envío y recepción de información por parte del sistema de comunicación del ascensor, se desarrollara una investigación bibliográfica sobre cada una de las tecnologías utilizadas en el ámbito industrial, analizando los diferentes entornos en los que pueden trabajar, sus alcances, sus ventajas y desventajas frente a los otros tipos de comunicación inalámbrica, y el costo de su implementación. Esto con el fin de determinar de manera acertada cual tecnología sería la más adecuada para nuestro sistema.

b) Pruebas

Consiste en la compra o elaboración de los módulos de comunicación tanto receptores como transmisores de la tecnología a implementar, para posteriormente realizar las pruebas necesarias de su modo de funcionamiento mediante el envío y recepción de información a través del módulo comprobando en todas las pruebas que la información que ha sido transmitida sea la correcta, para así poder establecer los parámetros y requisitos necesarios para su conexión con la tarjeta de control.

5.2.2. Diseño y Fabricación del Sistema de Control

a) Establecimiento de Variables

Se busca analizar cada una de las partes que hacen parte de un ascensor, desde el variador de velocidad, cantidad de displays de pisos, cantidad de pulsadores tanto al interior como al exterior de la cabina, sensores de pisos, sensores de velocidad, sensores de pesos, numero de luces y ventilares al interior dela cabina, entre otros. Esto se hace con el objetivo de identificar cuáles variables serian nuestras señales de entrada y cuáles serían las señales de salida, reconociendo además si dicha señal es analógica o digital para su procesamiento, y de esta forma determinar cuáles variables han de ser controladas por el sistema de control.

b) Diagramas de Circuitos Eléctricos y Electrónicos

En base a las variables establecidas con anterioridad, al tipo y a la interrelación entre cada una de ellas, se indagara y diseñaran los diagramas eléctricos y/o electrónicos para darles el debido tratamiento a cada una de ellas, teniendo en cuenta que dichos diagramas dependen en gran medida de los diferentes elementos o dispositivos a los que serán conectados. Cada diagrama estará clasificado básicamente en electrónica de potencia y electrónica de control, esto se hace con el objetivo de aislar eléctricamente estas dos partes al momento de diseñar el sistema completo, debido a que la electrónica de potencia por manejar voltajes y

corrientes altas puede generar señales de ruido que interfieran en la electrónica de control. De la misma manera, se implementara una lógica cableada que permita proteger al equipo y a los usuarios en casos de emergencias, de esta forma se lograra una mayor protección, debido a que se contara tanto con las acciones de control que brindara el sistema a dichas situaciones como con la protección instantánea que brindara la lógica cableada.

Cada uno de los circuitos indagados o diseñados será debidamente probado teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables sobre las que puede trabajar. Una vez se ha verificado el funcionamiento se procede a incluirlo dentro del sistema global, si no cumple con las expectativas se rediseña y se vuelve a probar hasta que se consiga los resultados deseados.

c) Construcción Placa del Sistema de Control

Una vez se hayan verificado todos los diagramas de los circuitos que hacen parte del sistema de control, se procede a diseñar el diagrama global, para ello se utilizara un software CAD para el diseño de circuitos impresos, en donde se establecerán todas las conexiones de diagramas y la disposición final de cada uno de los elementos en la placa. Durante esta fase se estudiaran las reglas para el diseño de PCB's y así desarrollar una placa de control robusta, con un alto grado de inmunidad a las posibles interferencias de carácter eléctrico y/o magnético a las que puede estar expuesta.

Una vez se ha culminado el diseño se elabora la placa, se soldán los componentes y se realizan las pruebas iniciales para verificar en primera instancia su correcto funcionamiento.

d) Validación del Sistema de Control

Para la puesta en marcha del sistema de control se construirá una tarjeta electrónica que permitirá emular cada una de las señales provenientes de los sistemas tanto

mecánicos como eléctricos del ascensor como sensores, pulsadores, límites finales y de desaceleración, motor de puertas y de ascensor. Esto con el objetivo de que la prueba de tarjeta sea lo más real posible y así lograr un producto que cumpla con las necesidades requeridas.

Inicialmente se pondrá a prueba el sistema de control con todas las variables funcionando correctamente, permitiendo su funcionamiento durante un periodo de tiempo. Luego se introducirán errores al sistema de control para verificar como responde ante cada una de estas situaciones y si el resultado no es satisfactorio realizar las modificaciones pertinentes del caso.

Luego se pondrá a prueba el sistema de control remoto mediante envío de información al sistema de control para su bloqueo, desbloqueo y su respuesta ante una solicitud del estado de funcionamiento.

6. ESTADO DEL ARTE

6.1. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS ACTUALES

Aplicaciones del tipo Wireless o Inalámbricas, han tenido un gran crecimiento en los últimos años en lo que a los campos de uso doméstico y oficina se refiere, desplazando con resultados muy satisfactorios a la tecnología cableada usada por muchos años. Sin embargo, en el campo industrial aún hay dudas sobre si realmente pueda reemplazar al cable en ciertas aplicaciones, aunque es innegable el gran interés que existe en esta tecnología.

Figura. 12. Tecnologías Inalámbricas.

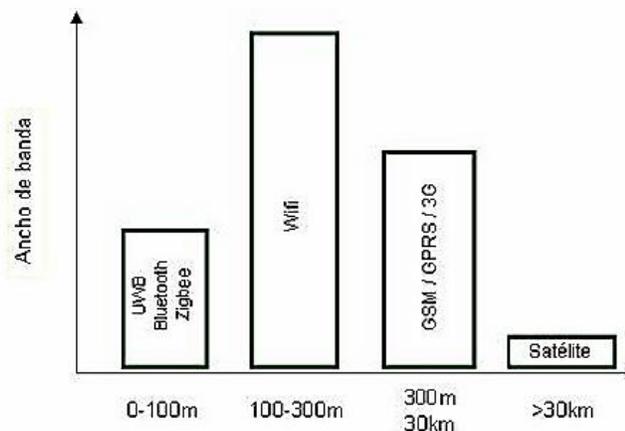


Imagen creada por los autores en el software Microsoft Word

Las tecnologías de la Fig. 16 son de las actualmente más utilizadas en el ámbito industrial y para el estudio que se llevara a cabo a continuación, se ha optado por las tecnologías Bluetooth, Wifi, GSM y una no muy conocida pero que ha tenido una fuerte crecimiento en los últimos años como lo es la tecnología PLC o Power Line Communications.

Aunque PLC no sea una tecnología del tipo inalámbrica puesto que utiliza como medio de comunicación la red eléctrica, se tomó la decisión de incluirla en el estudio debido a que la red eléctrica está disponible en la mayoría de lugares donde se

pretenda implementar un sistema de control, lo que significa que no sería necesaria la instalación de cableado alguno, haciendo a la tecnología PLC igual a las inalámbricas al menos en este sentido.

6.1.1. Tecnología PLC

Básicamente las PLC o "comunicaciones a través de la red eléctrica" hacen referencia a las tecnologías que permiten la transferencia de datos con velocidades de banda estrecha (<100kbps) o banda ancha (>1Mbps) a través de líneas eléctricas mediante el uso de tecnología avanzada de modulación³¹.

Estas comunicaciones a través de la red eléctrica se han agrupan bajo diferentes acrónimos, entre los más conocidos tenemos³²:

- PLC (Power Line Communications)
- PLM (Power Line Modem)
- PLT (Power Line Telecommunications)
- PPC (Power Plus Communications)
- BPL (BroadBand over Powers Lines)

a) Marco Legal

Debido a que todo tipo de tecnología que funcione en una banda de frecuencia definida debe situarse dentro de un marco legal, y siendo que las redes PLC son, al mismo tiempo, redes de suministro eléctrico y de telecomunicaciones. Es por este motivo, que a las autoridades les resultó difícil definir su marco legal, siendo además, que no existe ninguna norma específica que regule los equipos y las redes PLC, a excepción de ciertos estándares como el estándar

³¹CACCIAGUERRA, Françoise. Introducción a PLC. Kiokea.net [En línea]. Noviembre 2013 [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <<http://es.kiokea.net/contents/cpl/cpl-intro.php3>>.

³²SERNA, Víctor Hugo. Comunicaciones a través de la red eléctrica - PLC [En línea]. Revista Española de Electrónica. Marzo 2011 [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <http://www.redeweb.com/_txt/676/62.pdf>.

estadounidense "Homeplug V1.0.1" el cual es válido únicamente para instalaciones "en interiores" y no funciona con aplicaciones "de exteriores" actuales. En la actualidad, se están realizando trabajos con el PLC Forum y el Instituto europeo de estándares de telecomunicaciones (ETSI), sin embargo, hasta la fecha no se ha publicado ningún resultado³³.

En consecuencia, la instalación de redes PLC se define libre en la actualidad en lo que respecta a instalaciones que se encuentran detrás de un dispositivo de medición privado (llamado "de interiores" o "doméstico") como es el caso de las PLIC, sujetas a la condición de que no causen efectos secundarios negativos. En ese caso, el equipo se retiraría. Con respecto a las instalaciones externas como lo son las PLOC donde se transmite la señal en el nivel de los transformadores de alto y bajo voltaje para crear bucles eléctricos locales, se hace necesario la consecución de permisos por parte de la autoridad reguladora de telecomunicaciones para realizar pruebas siempre y cuando la tecnología esté aún en desarrollo y no se hayan publicado los estándares.

b) Tipos de PLC

Los tipos de PLC son³⁴:

- PLOC (Power Line Outdoors Communications): Comunicación realizada entre la subestación eléctrica y la red doméstica (electro-modem).
- PLIC (Power Line Indoors Communications): Usa la red eléctrica al interior de la casa o edificios, para establecer comunicaciones internas.

³³CACCIAGUERRA, Françoise. Introducción a PLC. Kiokea.net [En línea]. Noviembre 2013 [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <<http://es.kioskea.net/contents/cpl/cpl-intro.php3>>.

³⁴DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de la Frontera [En línea]. 2009 [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <[http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Redes_de_Banda_Ancha/Tarea_1/Jose_Luis_Delgado_-_PLC_\(Trabajo_Escrito\).pdf](http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Redes_de_Banda_Ancha/Tarea_1/Jose_Luis_Delgado_-_PLC_(Trabajo_Escrito).pdf)>.

c) Principio de Funcionamiento

El principio de PLC consiste en la superposición de una señal de alta frecuencia (de 1,6 a 30MHz) con bajos niveles de energía sobre la señal de la red eléctrica, difiriendo en gran proporción de la frecuencia de la red eléctrica convencional (50 – 60Hz) lo cual supone que la posibilidad de interferencias entre ambas señales es prácticamente nula. Esta segunda señal se transmite a través de la infraestructura de la red eléctrica y se puede recibir y decodificar de forma remota, de esta forma, la señal PLC es recibida por un receptor PLC que se encuentra en la misma red eléctrica³⁵.

Dicho receptor posee un acoplador integrado en la entrada que elimina las componentes de baja frecuencia antes de que la señal sea tratada. Luego un modem de red eléctrica-PLM es el encargado de convertir un dato binario en una secuencia de señales con características predefinidas (frecuencias, niveles) y viceversa, llevando a cabo el proceso de Modulación y Demodulación. (ver Figura siguiente).

Figura. 13. Proceso de un PLC.

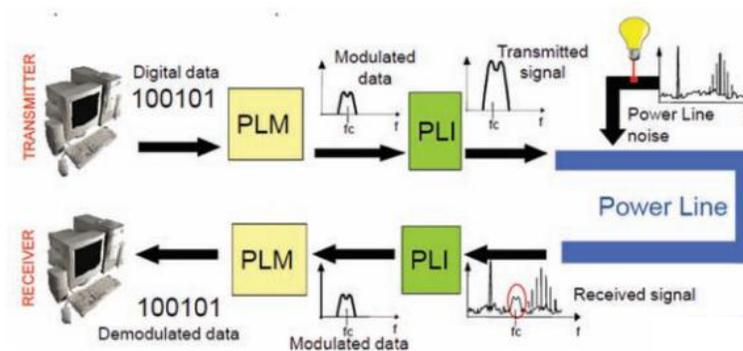


Imagen tomada de: SERNA, Víctor Hugo. Comunicaciones a través de la red eléctrica – PLC. P. 63.

³⁵SERNA, Víctor Hugo. Comunicaciones a través de la red eléctrica - PLC [En línea]. Revista Española de Electrónica. Marzo 2011 [Citado el 13 Abril 2013]. p. 62-65. Disponible en: <http://www.redeweb.com/_txt/676/62.pdf>.

Una interfaz de línea de red eléctrica (PLI – Power Line Interface) realiza la transmisión de las señales moduladas sobre la red eléctrica y detecta las señales que llegan, y permite el proceso de transmisión/recepción. Por lo que se requieren los bloques PLM y PLI para permitir una comunicación fiable a través de las líneas de red eléctrica, donde las pérdidas siempre están presentes y el ruido nunca falta.

Generalmente las grandes redes eléctricas transmiten energía a altos voltajes con el objetivo de reducir las pérdidas en la transmisión, luego en el lado de los usuarios se usan transformadores cuya función es reducir el voltaje. Debido a que las señales de PLC no pueden pasar fácilmente a través de los transformadores (*su alta inductancia los hace actuar como filtros de paso bajo, dejando pasar solo las señales de baja frecuencia y bloqueando las de alta*) es **necesario el uso de los repetidores unidos a los transformadores.**

La tecnología PLC de banda ancha es capaz de transmitir datos a través de la red eléctrica, y por lo tanto se puede extender a una red de área local existente o compartir una conexión a Internet a través de los enchufes eléctricos con la instalación de unidades específicas³⁶.

d) Funcionamiento

Mediante imágenes se explicara cómo se realiza la transmisión de datos hasta un hogar³⁷:

³⁶DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de la Frontera [En línea]. 2009 [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <[http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Redes_de_Banda_Ancha/Tarea_1/Jose_Luis_Delgado_-_PLC_\(Trabajo_Escrito\).pdf](http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Redes_de_Banda_Ancha/Tarea_1/Jose_Luis_Delgado_-_PLC_(Trabajo_Escrito).pdf)>.

³⁷Ibíd, p. 4.

Figura. 14. Esquema general de una PLC.

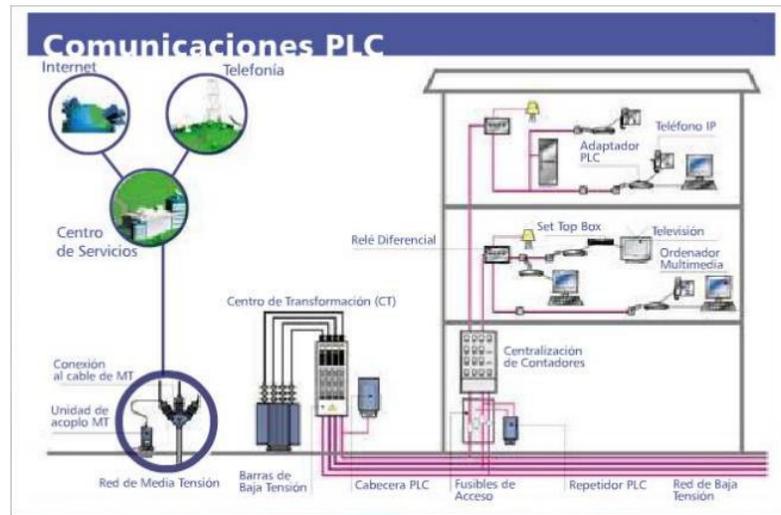


Imagen tomada de: DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). P. 4.

Figura. 15. Centro de servicios.



Imagen tomada de: DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). P. 4.

Figura. 16. Unidad de acoplo de media tensión.



Imagen tomada de: DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). P. 5.

Figura. 17. Centro de transformación.

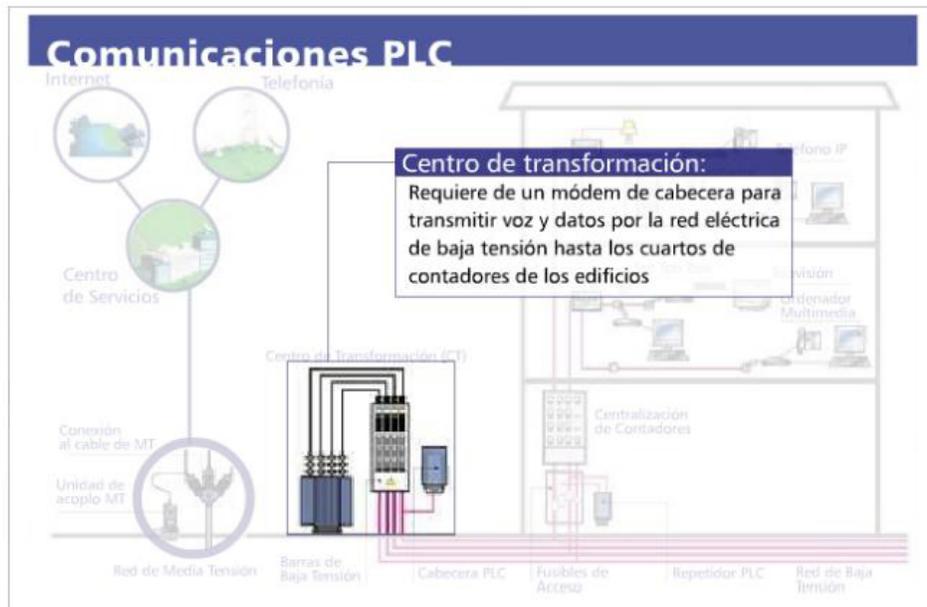


Imagen tomada de: DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). P. 5.

Figura. 18. Centralización de contadores.

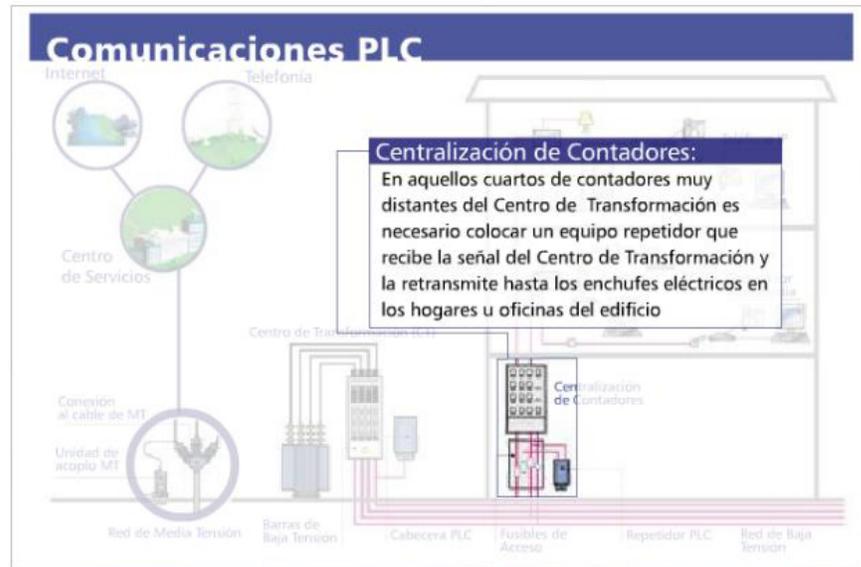


Imagen tomada de: DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). P. 6.

Figura. 19. Usuario final.



Imagen tomada de: DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). P. 7.

e) Ventajas de PLC

- Tecnología disponible y probada.
- No requiere ningún cable nuevo en los hogares.
- Brinda a las infraestructuras cobertura de casi el 100%, lo cual no es el caso de ADSL o las nuevas tecnologías inalámbricas.
- Simple de instalar y acceder a un usuario final, solo se tiene que enchufar.
- Se desarrolla con el apoyo de operadores confiables y financieramente sólidos: las centrales eléctricas.
- Velocidades de hasta 10 Mbps.
- Implementación de redes de área local (LAN).
- Útil en Control de seguridad remoto (televigilancia).
- Útil en gestión y control remoto de electrodomésticos (domótica)³⁸.

f) Desventajas de PLC

- Transmisiones a grandes distancias se ve sujeta al uso obligatorio de repetidores debido a los transformadores.
- Tecnología aún en fase de desarrollo.
- La instalación y el alto rendimiento dependen de la arquitectura de la red eléctrica.
- Falta de estándares y pautas. No hay regulación unificada.
- Problemas de interoperabilidad con distintos tipos de equipamiento.
- Puede haber “ruido” en las transmisiones. Frecuencias de radioaficionados³⁹.

³⁸PLC FORUM. PLC. PLC Forum [En línea]. [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <http://www.plcforum.org/frame_plc.html>.

³⁹Ibíd.

6.1.2. Tecnología GSM

GSM son las siglas que abrevian el término “Global System for Mobile communications” o en el español “Sistema Global para comunicaciones Móviles”. GSM hace referencia a un sistema estándar totalmente definido basado en tecnología digital, el cual es utilizado para la comunicación entre teléfonos móviles, brindando al usuario, al ser digital la posibilidad de conectarse por ejemplo desde su teléfono móvil a su computador personal, interactuar por e-mail, fax, acceder a internet, o enviar mensajes de texto cortos entre terminales. Actualmente es considerado un estándar 2G, es decir, de segunda generación, por sus características siendo la velocidad la de mayor relevancia.

En la Actualidad, GSM es el estándar más extendido en el mundo entero, lo que confirmamos al ver que el 82% de terminales mundiales lo utiliza⁴⁰.

a) Marco Legal

La telefonía móvil celular en Colombia fue aprobada con la Ley 37 de enero de 1993 y se reglamentó con el decreto 741 del 20 de abril de 1993, la cual le da la posibilidad al ministerio de telecomunicaciones de adjudicar la concesión del servicio de Telefonía Móvil Celular.

Actualmente la distribución del espectro radioeléctrico en Colombia para operadores móviles incluyendo la reciente asignación de espectro en la banda 2.6GHz, se puede apreciar en la Figura. 20⁴¹.

⁴⁰INGENIATIC. GSM (Sistema global para las comunicaciones móviles). Ingeniatic [En línea]. [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/471-gsm-sistema-global-para-las-telecomunicaciones-m%C3%B3viles>>.

⁴¹FERNANDO, José. Distribución del Espectro Radioeléctrico y Esquemas de Asignación de Ancho de Banda en Colombia y su Relación con el Nivel de Desarrollo de los Servicios Móviles en Colombia. Universidad Nacional [En línea]. 2011 [Citado el 12 Mayo 2013]. Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/4836/12/josefernandorestrepodrahita.2011.parte6.pdf>>.

Figura. 20. Asignaciones del espectro a operadores móviles.

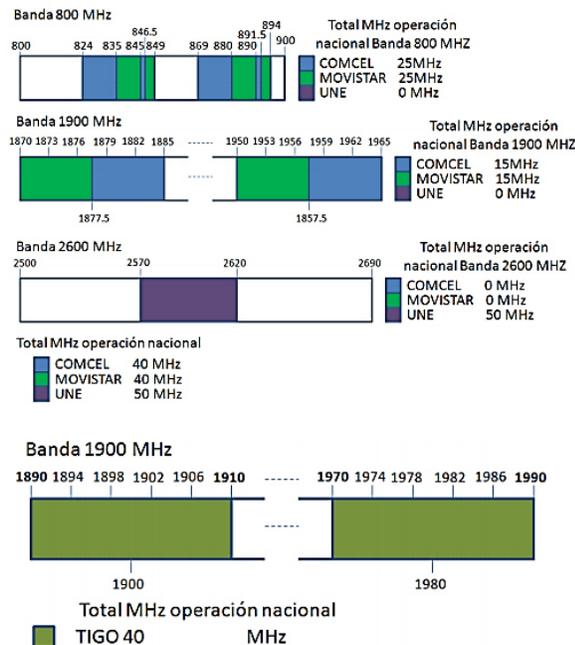


Imagen tomada de: FERNANDO, José. Distribución del Espectro Radioeléctrico y Esquemas de Asignación de Ancho de Banda en Colombia y su Relación con el Nivel de Desarrollo de los Servicios Móviles en Colombia. P. 33.

Siendo que las bandas de operación son adjudicadas por el gobierno, el claro que la tecnología GSM no es de libre uso, por tanto, al tener un total de 4 operadores se puede concluir que en Colombia debido al número de participantes se presenta una competencia que se verá reflejada en mejor cobertura, mejores tarifas y mejores y más servicios para los usuarios. Siendo así, para la utilización de dicha tecnología, se hace necesario el abono a los operadores móviles para la utilización de los servicios.

b) Principio de Funcionamiento

La arquitectura necesaria para el funcionamiento de un sistema GSM no se diferencia en mayor medida a la estructura de cualquier red celular. La mayoría de los elementos implicados son compartidos con otros servicios.

El sistema se basa en una red de radio-células adyacentes para cubrir un área de servicio determinada. Cada célula tiene una BTS (Base Transceiver station) que

trabaja con un conjunto de canales diferentes a los utilizados por las células contiguas. Luego, un determinado conjunto de BTS's es controlado por una BSC (Base Station Controller) y un grupo de BSC's es a su vez controlado por una MSC (Mobile Switching Centre) cuya función es enrutar llamadas hacia y desde redes externas, públicas o privadas (ver Figura siguiente) ⁴².

Figura. 21. Arquitectura de la red GSM.

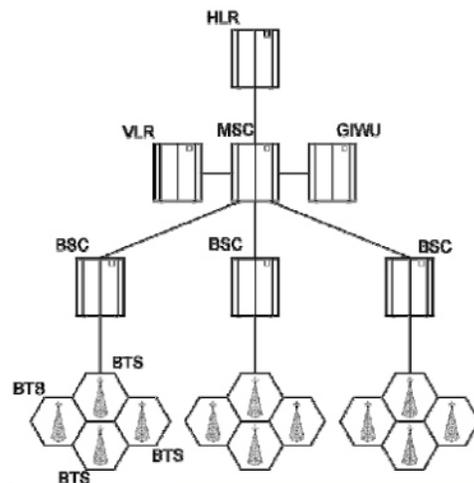


Imagen toma de: FUNDACIÓN AUNA. Las alternativas en el futuro de la telefonía Móvil. P. 4.

- **Base Transceiver Station (BTS):** Su función principal es proporcionar un número de canales radio a la zona a la que da servicio. Una BTS con un transceptor y con codificación "full rate" proporciona 8 canales en el enlace radio, uno de los cuales se utiliza para señalización. Con una codificación "halfrate" el número de canales disponibles se duplica obteniendo 16 canales.
- **Base Station Controller (BSC):** El mantenimiento de la llamada es su función primaria, así como la adaptación de la velocidad del enlace radio al estándar de 64 Kbit/s. utilizado por la red. El procedimiento por el que la

⁴²MURO, Juan y AL-HADITHI, Basil. Control Electrónico Mediante Telefonía Móvil Digital Basada en la Red GSM. Universidad Alfonso X El Sabio [En línea]. 2004 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.uax.es/publicacion/control-electronico-mediante-telefonía-movil.pdf>>.

llamada se mantiene sin que se produzcan interrupciones importantes es el 'handover'. GSM proporciona unos tiempos de conmutación mucho más bajos que otros sistemas celulares.

Durante una llamada, la estación móvil está continuamente "escuchando" a una serie de estaciones base así como informando a la BSC de la calidad de la señal con que está trabajando. Esto permite a la BSC tomar la decisión de cuándo iniciar un 'handover' y a qué célula. La BSC controla a su vez la potencia de trabajo de la estación móvil para minimizar la interferencia producida a otros usuarios y aumentar la duración de la batería.

- **Mobile Switching Center (MSC):** La MSC es el órgano principal del sistema GSM. Es el centro de control de llamadas, responsable del establecimiento, enrutamiento y terminación de cualquier llamada, control de los servicios suplementarios y del 'handover' entre MSC's, así como de reunir información necesaria para tarificación. También actúa de interfaz entre la red GSM y cualquier otra red pública o privada de telefonía o datos. Para soportar los servicios telemáticos, la MSC incorpora un elemento conocido como GIWU (GSM Inter Working Unit).
- **Home Location Register (HLR):** El HLR contiene información de estado de cada usuario (nivel de suscripción, servicios suplementarios, etc.), así como información sobre la posible área de localización, a efectos de enrutar llamadas destinadas al mismo.

c) SMS

Short Message Service o servicio de mensajes cortos, es un sistema para enviar y recibir mensajes de texto para y desde teléfonos móviles. El texto puede estar compuesto de palabras o números o una combinación alfanumérica. SMS fue creado como una parte del estándar GSM fase 1. El primer mensaje corto, se cree que fue enviado en diciembre de 1992 desde un ordenador personal (PC) a un teléfono móvil a través de la red GSM Vodafone del Reino Unido. Cada mensaje

puede tener hasta 160 caracteres cuando se usa el alfabeto latino, y 70 caracteres si se usa otro alfabeto como el árabe o el chino⁴³.

En cuanto a aplicaciones industriales se refiere, se hace necesario un modem que permita a una maquina o cualquier otro dispositivo el envío de información, ya sea mediante un mensaje de texto o cualquier otro servicio con el que cuente la red GSM.

Para el caso de módems GSM, se desarrolló un juego de comandos llamados comando AT, que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem. Dichos comandos se denominan así por la abreviatura de "Attention".

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales, es así, como todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, permitiendo acciones como realizar llamadas de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS. De esta forma tenemos por ejemplo para SMS comandos comunes como⁴⁴:

- **AT+CPMS:** seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS
- **AT+CMGF:** seleccionar formato de los mensajes SMS
- **AT+CMGR:** Leer mensaje SMS almacenado
- **AT+CMGL:** Listar los mensajes almacenados
- **AT+CMGS:** Enviar mensaje SMS

⁴³CLAVIJO, Enric Forner, et al. Tecnología GSM. Cooperativa Telefónica de la Villa Gdor, Gálvez Ltda. [En línea]. [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.coopvvg.com.ar/alumnado-gomara/Files/gsm.pdf>>.

⁴⁴BONILLO, Alberto Lorenzo. Comunicación Punto a Punto via Módem GSM. Departamento de Ingeniería Electrónica, Eléctrica y Automática [En línea]. Enero 2004 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/541pub.pdf>>.

- **AT+CMGW:** Almacenar mensaje en memoria
- **AT+CMSS:** Enviar mensaje almacenado
- **AT+CSCA:** establecer el centro de mensaje a usar
- **AT+WMSM:** modificar el estado de un mensaje

d) Ventajas

- Una plataforma GSM no requiere licencia, torres, repetidores o permisos de paso en terrenos.
- Cobertura universal con antenas de reducido tamaño.
- Los módems GSM tienen costos muy competitivos.
- Tecnología es de bajo consumo energético.
- Gran disponibilidad de RTUs (unidad de transferencia de datos) de tamaño reducido con antena interna que no necesitan ninguna instalación exterior.
- Cobertura Internacional.

e) Desventajas

- GSM tiene un alto costo por tiempo de conexión.
- Por lo anterior, se hace costoso para procesos de comunicación continua.
- El funcionamiento ininterrumpido del servicio está supeditado a la empresa prestadora del servicio de comunicación.

6.1.3. Tecnología Bluetooth

El Bluetooth es una tecnología de transmisión de datos (ondas de radio) de corto alcance (2.4 Gigahertzios de frecuencia) cuyo fin es el de facilitar las comunicaciones entre diferentes dispositivos informáticos como ordenadores, laptops, teléfonos móviles y dispositivos de mano, eliminando los cables y conectores entre estos⁴⁵.

Esta tecnología permite realizar comunicaciones, incluso a través de obstáculos, a distancia de hasta 10 metros. Esto significa que puedes conectar dispositivos o periféricos bluetooth aunque exista una separación física como una pared. También puede ser utilizada como un enlace de comunicación inalámbrica para acceder a internet desde el portátil usando un teléfono móvil. Otro de sus usos es el de permitir sincronizar información entre diferentes dispositivos como PDA, ordenadores de mesa, teléfonos móviles entre otros, de manera automática y al mismo tiempo entre todos.

a) Marco Legal

La tecnología Bluetooth trabaja en la banda sin licencia ISM (Industrial Scientific and Medical) de 2.4 Ghz, perteneciente a la banda de ultra altas frecuencia (UHF por sus siglas en inglés) la cual abarca de los 300MHz a los 3GHz⁴⁶.

Al operar en bandas que no necesitan licencia, la tecnología Bluetooth, es menos costosa que otro tipo de comunicaciones inalámbricas ya que no requiere pagar por la utilización de la parte del espectro electromagnético que esta tecnología utiliza y

⁴⁵ZULUAGA IBARRA, Jonathan. Bluetooth. Colombia: SENA, 2012.

⁴⁶ROIG, Oriol; Valenzuela, José; Augusti, Ramón. Principios de Comunicaciones Móviles. Ediciones UPC, 2003. p. 41,42. ISBN 84-8301-715-6.

al ser una banda definida mundialmente permite la utilización de esta tecnología en cualquier parte a donde se vaya⁴⁷.

Figura. 22. Espectro Electromagnético y sus usos para comunicaciones.

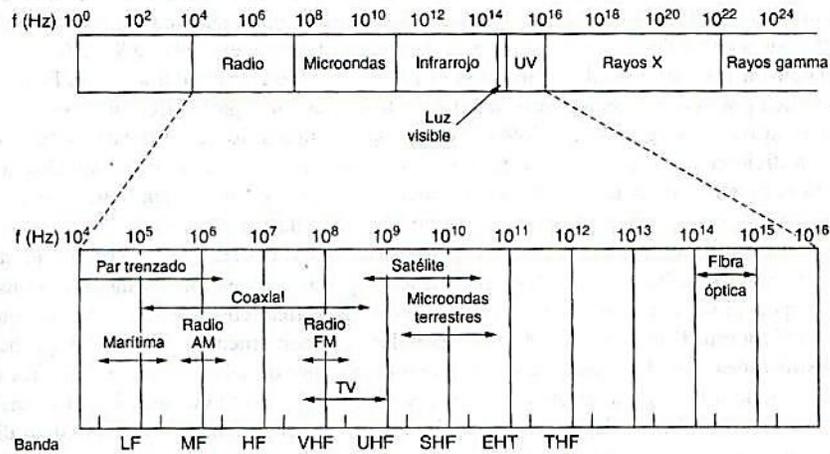


Imagen tomada de: SALAZAR, Jesús y LEÓN, Jorge. Comunicaciones Inalámbricas, ¿Cómo Funcionan?

b) Tipos de Bluetooth

Gracias a la tecnología Bluetooth, los dispositivos que lo implementan pueden comunicarse entre ellos cuando se encuentran dentro de su alcance. Las comunicaciones se establecen por radiofrecuencias de forma que los dispositivos no tienen que estar necesariamente alineados y pueden estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión lo permite. La clasificación de los dispositivos Bluetooth depende de la cantidad de potencia disipada y de su alcance respectivo⁴⁸.

⁴⁷HERNÁNDEZ, Aquino. Capítulo 1: introducción a bluetooth y Wi-Fi. Diseño, Simulación y construcción de antenas tipo parche para bluetooth y Wi-Fi [En línea]. Universidad de las Américas Puebla. Puebla (México), 9 Mayo 2008 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/hernandez_a_r/capitulo1.pdf>.

⁴⁸ZULUAGA IBARRA, Jonathan. Bluetooth. Colombia: SENA, 2012.

Tabla 2. Alcance y consumo energéticos de los tipos de Bluetooth.

Clase	Distancia	Potencia Disipada
1	1 metro	1 mW
2	10 metros	2.5 mW
3	100 metros	100 mW

Tabla creada por los autores en el software Microsoft Word.

Teóricamente se puede alcanzar una velocidad de hasta 706.25 kbps en la recepción y de 57,6 kbps en la transmisión. A partir de la versión 2.0 + EDR se triplica la velocidad, permitiendo una tasa de transferencia de hasta 2.1 Mbps.

c) Arquitectura Hardware

El hardware estándar en un dispositivo Bluetooth está compuesto básicamente por dos partes⁴⁹:

- Un dispositivo de radio, encargado de modular y transmitir la señal.
- Un controlador digital, compuesto por una CPU, por un procesador de señales digitales (DSP) llamado Link Controller (o controlador de Enlace).

El LC o Link Controller está encargado de hacer el procesamiento de la banda base y del manejo de los protocolos ARQ y FEC de capa física. Además, se encarga de las funciones de transferencia (tanto asíncrono como síncrono), codificación de audio y cifrado de datos.

El CPU del dispositivo se encarga de atender las instrucciones relacionadas con Bluetooth del dispositivo anfitrión, para así simplificar su operación. Para ello, sobre el CPU corre un software denominado Link Manager que tiene la función de comunicarse con otros dispositivos por medio del protocolo LMP.

⁴⁹Ibíd, p. 10.

d) Funcionamiento

Para establecer una conexión entre dos dispositivos Bluetooth se sigue un procedimiento relativamente complicado para garantizar un cierto grado de seguridad⁵⁰.

- **Modo Pasivo:** Estado del dispositivo durante su uso normal, está escuchando la red.
- **Solicitud:** En esta fase el dispositivo maestro envía una solicitud a todos los dispositivos que se encuentren en su rango, denominado puntos de acceso.
- **Paginación:** El dispositivo maestro elige una dirección y se sincroniza con el punto de acceso, que consiste en sincronizar el reloj y la frecuencia con el punto de acceso.
- **Descubrimiento del servicio del punto de acceso:** Permite al dispositivo maestro establecer un enlace con el punto de acceso, mediante un protocolo llamada SDP (En español Protocolo de descubrimiento de servicios).
- **Creación de un canal con el punto de acceso:** Permite la creación de un canal de comunicación mediante el protocolo L2CAP.
- **Emparejamiento mediante el PIN:** Este es un mecanismo de seguridad que permite restringir el acceso solo a los usuarios autorizados para brindarle a la conexión un cierto grado de seguridad. Cuando el emparejamiento se activa, el dispositivo maestro puede utilizar libremente el canal de comunicación establecido.

⁵⁰KIOSKEA. Como Funciona Bluetooth. kioskea.net [En línea]. Febrero 2013 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://es.kioskea.net/contents/bluetooth/bluetooth-fonctionnement.php3>>.

e) Ventajas

- Posee un bajo costo de implementación.
- Permite la comunicación de varios dispositivos al mismo tiempo.
- No se requiere licencias ni permisos para su utilización.
- Todos los dispositivos Bluetooth trabajan bajo el mismo estándar internacional.
- El consumo energético es bajo.

f) Desventajas

- La máxima distancia de comunicación posible es de 100 metros.
- La calidad de la comunicación desmejora a medida que la señal tenga que traspasar obstáculos físicos.
- La calidad de la comunicación desmejora debido a las interferencias que el ambiente pueda ocasionar.

6.1.4. Tecnología Wi-Fi

El Wi-Fi (Por sus siglas en inglés Wireless-Fidelity, traducidas al español como Fidelidad Inalámbrica) es un conjunto de estándares para redes inalámbricas las cuales están basadas en la norma o especificaciones IEEE 802.11., las cuales fueron desarrolladas inicialmente con el objetivo de poder crear redes locales (LAN) inalámbricas como alternativa al cableado estructurado para aquellos edificios que no podían realizar este tipo de conexiones por cualquier índole, pero en la actualidad su uso se extendió como un medio para la conexión a internet⁵¹.

Con el Wi-Fi se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad permitiendo conectar impresoras, servidores, PC's, celulares, etc., siempre y cuando el equipo no se encuentre muy alejado del punto de acceso, pudiéndose establecerse la conexión dentro de un radio de varias docenas de metros (20 a 50 metros) en espacios cerrados como hogares u edificios o dentro de un radio de cientos de metros (100mts) al aire libre⁵².

Esta tecnología posee las mismas características generales de funcionamiento de una red con cableado, lo único que la diferencia es que el Wi-Fi utiliza el aire como medio de transmisión⁵³.

a) Marco Legal

El estándar 802.11a de Wi-Fi fue creado para operar en frecuencia del orden de los 5GHz es decir que están presentes dentro de la banda de súper altas frecuencias (SHF, Super High Frecuencys) la cual abarca de los 3GHz a los 30GHz, esta banda

⁵¹CISCO. WiFi. CISCO [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.cisco.com/web/ES/solutions/smb/products/wireless/wifi.html>>.

⁵²DIPUTACIÓN DE BADAJOZ. Las Tecnologías WiFi y WiMax. Diputación de Badajoz [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wmax.pdf>.

⁵³PEDRO MARTÍNEZ, Ascensio. WiMax y WiFi ¿Competidores o Aliados?. Ilustre Colegio de Ingenieros en Informática de la Región de Murcia [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <http://www.cii-murcia.es/informas/abr05/articulos/WiMAX_y_WiFi_Competidores_o_aliados.pdf>. ISSN 1698-8841.

esta denominada U-NII (Unlicensed National Information Infrastructure) la cual, al igual que la banda ISM no necesita licencia y por ende se pueden reducir los costos de implementación al no pagar por su uso⁵⁴.

Figura. 23. Localización del espectro de la banda UNII.

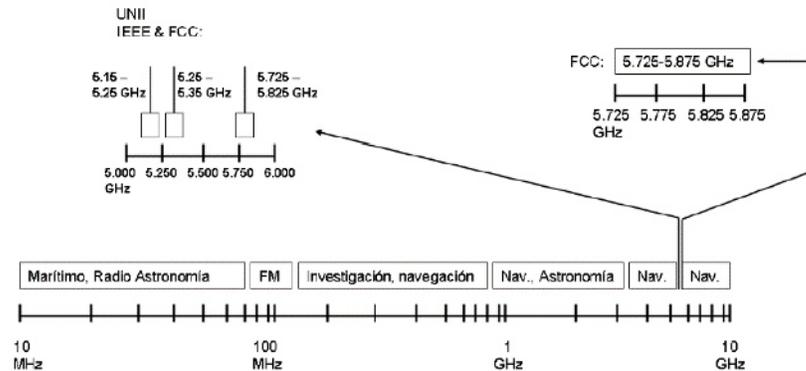


Imagen tomada de: HERNÁNDEZ, Aquino. Capítulo 1: introducción a bluetooth y Wi-Fi. Diseño, Simulación y construcción de antenas tipo parche para bluetooth y Wi-Fi. P. 7.

Las otras normas del Wi-Fi como son la 802.11b y la 802.11g trabajan en la banda sin licencia ISM centrada en 2.4GHz y pertenecientes a su vez a la banda de Ultra Altas Frecuencias (UHF). La diferencia entre el uso de la banda ISM y la U-NII es que al trabajar a una menor frecuencia la distancia de cobertura es mayor pero aumentan un poco las interferencia debido a que esta banda (ISM) también es utilizada por otras tecnologías como el Bluetooth y el Zigbee entre otros.

b) Arquitectura Hardware

Los elementos que hacen parte de una red Wi-Fi básicamente son los siguientes⁵⁵:

⁵⁴HERNÁNDEZ, Aquino. Capítulo 1: introducción a bluetooth y Wi-Fi. Diseño, Simulación y construcción de antenas tipo parche para bluetooth y Wi-Fi [En línea]. Universidad de las Américas Puebla. Puebla (México), 9 Mayo 2008 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/hernandez_a_r/capitulo1.pdf>.

⁵⁵DIPUTACIÓN DE BADAJOZ. Las Tecnologías WiFi y WiMax. Diputación de Badajoz [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wmax.pdf>.

- **Punto de acceso (AP):** Es el dispositivo que gestiona la información transmitida y la hace llegar a su respectivo destino. Asimismo, proporciona la unión entre la red Wi-Fi y la red fija.
- **Antena:** Las antenas son los elementos que envían al aire señales en forma de ondas electromagnéticas que contienen la información dirigida en el dispositivo de destino; y a la vez, captan del aire las señales de las cuales se extraerá la información que llega al otro dispositivo.
- **Dispositivo Externo Wi-Fi:** La tarjeta Wi-Fi es una tarjeta de red de área local (CHAL) que cumple la certificación Wi-Fi y permite por tanto la conexión de un terminal de usuario en una red 802.11. Hay tarjetas para cada sub estándar (a, b o g), pero también hay mixtas. La principal diferencia entre estas tarjetas y las tarjetas de Ethernet convencional son el cifrado de datos, el identificador de red, el canal y el ajuste de velocidad
- **Antena de usuario y conector pigtail:** La antena de usuario proporciona la cobertura necesaria a un usuario para el acceso a la red Wi-Fi. El conector pigtail es un tipo de cable que conecta y adapta la tarjeta Wi-Fi y la antena del usuario. Hay que decir que el pigtail no es un elemento estándar, sino que depende del fabricante de la tarjeta. En ciertos casos la tarjeta Wi-Fi trae integrada la antena del usuario, por lo que no hay necesidad de conectar otra antena externa.

c) Ventajas

- Permite acceder a los recursos de red desde cualquier lugar que se encuentre dentro del rango de la cobertura.
- La información puede incluso ser enviada a través de obstáculos como paredes.
- No se necesita tender cables, su instalación es rápida y sencilla.
- Los dispositivos Wi-Fi ofrecen gran comodidad en relación a la movilidad que ofrece esta tecnología.

- Permite alcances de hasta 100 metros.
- Permite conexión a internet para envío y recepción de información⁵⁶.

d) Desventajas

- Pérdida de velocidad en comparación a una conexión por cables, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente pueda ocasionar.
- Para su implementación se debe establecer una red de área local.
- La seguridad es muy baja, ya que existen programas que capaces de capturar paquetes, trabajando con la tarjeta Wi-Fi en modo promiscuo, de forma que pueden capturar la contraseña de la red y acceder a toda la información de ella.
- No es compatible con otras tecnologías como el Bluetooth, GPRS, UMTS, etc⁵⁷.

⁵⁶CISCO. WiFi. CISCO [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.cisco.com/web/ES/solutions/smb/products/wireless/wifi.html>>.

⁵⁷VALENZUELA, Edverd, et al. Tecnología Wi-Fi. Scribd [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <<http://es.scribd.com/doc/964155/Tecnologia-Wi-fi>>.

6.2. SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA

6.2.1. Comparación

Cada una de las anteriores Tecnologías Inalámbricas presentadas, poseen características muy definidas que las diferencian de las otras y que a su vez delimita muy claramente su rango de acción.

Nuestra aplicación consiste en recibir y enviar información al sistema de manera remota teniendo en cuenta que tanto el receptor como el transmisor pueden o no encontrarse cerca (0 a 50 mts.) en un determinado momento, sabiendo que en la mayoría de los casos han de encontrarse muy separados (distancia mayor a 50mts.). El flujo de información entre el transmisor y receptor no es constante, solo se envía información cuando alguna de las dos partes lo requiera.

Para realizar la selección se tendrán en cuenta los parámetros mencionados a continuación y se realizará una comparación del tipo ponderada donde se asignará una calificación a cada tecnología correspondiente para cada uno de los parámetros teniendo en cuenta la información suministrada en el apartado anterior donde se describe el funcionamiento y características de cada una de las tecnologías existentes:

- Distancia comunicación (Máxima distancia que puede existir entre emisor y receptor).
- Dificultad de implementación (Cantidad de dispositivos que se deben montar, conexiones que se deben realizar y permisos requeridos para la utilización de la tecnología).
- Costos de implementación (Precio de los equipos).
- Costo del servicio (Precio que ha de pagarse por utilizar el servicio).

Tabla 3. Comparación de Tecnologías Inalámbricas

Criterios - Tecnología	PLC	GSM	Bluetooth	Wi-Fi
Distancia Comunicación	●●	●●●	●	●
Dificultad de Implementación	●●●	●	●	●●
Costos de Implementación	●●●	●	●●	●●
Costos del Servicio	-	●	-	-

Dónde: ●●● (Alta), ●● (Media), ● (Baja) y – (Nula).

Tabla creada por los usuarios en el software Microsoft Word.

6.2.1. Argumentos de Calificación:

- **PLC:** Al utilizar la red eléctrica para el envío y recepción de información, permite alcanzar grandes distancias las cuales pueden ser de kilómetros. Se hace necesaria la obtención de ciertos permisos por parte del ministerio de telecomunicaciones para la utilización de las redes públicas, lo que junto con la necesidad de instalación de repetidores en cada transformador puesto que estos actúan como filtros y eliminan la señal, incrementan los costes y la dificultad de implementación de dicha tecnología.
- **GSM:** Al ser una tecnología presente en la mayoría de los países del mundo, permite un alcance de comunicación global. Para la puesta en marcha se hace necesaria solamente la compra de un módulo GSM, puesto que el otro punto de comunicación va a ser un dispositivo celular de la compañía, y tomando en consideración que los precios de las empresas prestadoras del servicio como Claro, Movistar, Tigo, Virgin, Une o Uff, tienen en común precios muy bajos en cuanto al servicio de SMS, lo que permite la disminución de los costos y facilita de implementación.
- **BLUETOOTH:** Permite la comunicación de diferentes dispositivos de manera inalámbrica e intercambiar información de manera gratuita puesto que la banda del espectro electromagnético que utiliza es de uso libre. Para la

puesta en marcha del sistema sería necesaria la compra de dos módulos que son de un costo relativamente alto, estos módulos pueden estar separados una distancia máxima 100mts.

- **WI-FI:** Permite la comunicación de diferentes dispositivos de manera inalámbrica e intercambiar información mediante una red LAN en el edificio de manera gratuita puesto que la banda del espectro electromagnético que utiliza es de uso libre. Para la puesta en marcha del sistema sería necesaria la compra de dos módulos que son de un costo medio, estos módulos pueden estar separados una distancia máxima de alrededor de 100mts.

6.2.2. Selección

En base a la comparación realizada anteriormente, la tecnología que brinda mayores prestaciones en cuanto a las necesidades que la aplicación requiere, es la tecnología **GSM**.

Las características que posee esta tecnología permiten realizar una comunicación a nivel mundial a través de una implementación hardware sencilla y a costes relativamente bajos siendo las más indicada para ser implementada en aplicaciones de desarrollo de sistemas de control de elevadores.

7. SISTEMA INTEGRADO DE ELEVADORES SIE80BQ

7.1. INTRODUCCIÓN

El sistema de control para elevadores SIE80BQ es un controlador lógico programable capaz de procesar y suministrar todas las señales que la empresa Asconor Ltda – Ascensores Costa Norte utiliza para sus aplicaciones. Este PLC, fue desarrollado con el objetivo de ser aplicado en los servicios de ventas de ascensores nuevos y modernizaciones, buscando entre los puntos más relevantes obtener un tamaño reducido, ser económico, configurable fácilmente a través de un PC y que no requiera más elementos en lo que a señalización se refiere. Este sistema de control está diseñado para cabinas aisladas (cabinas que no funcionen en batería) hasta de 8 paradas, ideal para maquinas VVF (Variador de velocidad), aunque también funciona para máquinas de dos velocidades. Su funcionamiento se basa en microcontroladores de la compañía Microchip, logrando con ellos una alta calidad y confiabilidad.

7.2. CARACTERÍSTICAS

Entre las características más destacadas de este sistema de control, están la utilización de conectores enchufables atornillables, el contar con 8 relés de mando configurables más salidas auxiliares, la capacidad de poder funcionar en equipos con puerta manual, automática o de patín retráctil, además de proporcionar diferentes comandos de alarmas a fin de hacer más fácilmente la localización de fallas, permite comandar el equipo en modo de mantenimiento directamente desde la placa de control, cuenta con señalización para las entradas de las seguridades y entradas dedicadas además de 2 indicadores de tipo 7 segmentos, permite una nivelación precisa, y la programación es protegida por código de acceso. El sistema es verificado completamente tanto hardware como software antes de su puesta en marcha.

El sistema de Control SIE80BQ está diseñado para trabajar con una alimentación de 24Vdc con un consumo de corriente máximo de 2Amp.

7.2.1. Descripción de Conexiones

Figura. 24. Plano de señales y conexiones del SIE80BQ.

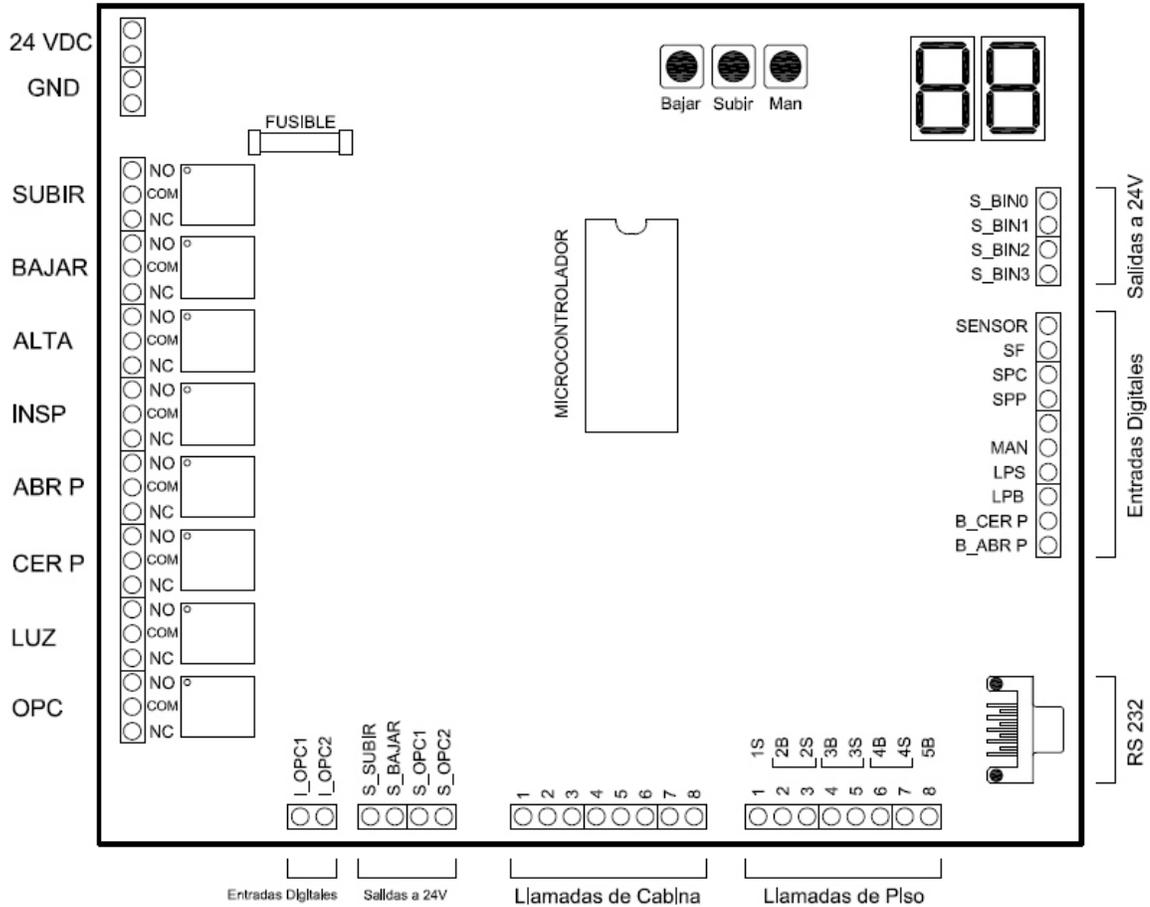


Imagen creada por los autores en el software AutoCAD.

Acorde con lo representado en la figura anterior, explicamos ahora el significado de cada acrónimo utilizado en el plano, comenzando por la esquina superior izquierda siendo un orden circular hasta llegar a la esquina superior derecha.

a) Fuente de Voltaje

Los terminales 24Vdc y GND, son los terminales de alimentación del PLC. El SIE80BQ posee la capacidad de trabajar con voltajes fijos que se encuentren en el rango de 23Vdc a 27Vdc, sin embargo fue diseñado para trabajar con un voltaje nominal de 24Vdc, que sea capaz de proporcionar una corriente mínima de 2Amp (consumo máximo de corriente del PLC). El Controlador y cualquier accesorio como indicadores de posición, deben ser alimentados por una única fuente de 24Vdc, evitando así problemas por diferencia entre el nivel de alimentación de los accesorios y el nivel de tensión interna del sistema de control, de igual forma, el extremo negativo de la fuente que provee 24Vdc al controlador, debe ser conectado a la toma de tierra con el fin de permitir la acción de protecciones.

b) Relés

EL Sistema Integrado de Elevadores SIE80BQ cuenta con 8 salidas a relés, dichos relés poseen bobinas de 24Vdc, y están protegidos (bobinas de los relés) por un fusible de 500mA ubicado en la parte superior izquierda de la placa. Siete (7) de estos relés son de funciones dedicadas de acuerdo a las necesidades de la compañía Asconor Ltda para sus aplicaciones de ascensores, estas configuraciones dedicadas de relés son las siguientes:

- **Subir:** El relé se activa para proporcionar la orden de subir, esto sucede siempre y cuando las seguridades estén desactivadas. La desactivación de este relé se ve afectada por el Retardo para Cortar Dirección (RCD), el cual es un retardo para desactivar dicho relé una vez se ha dado la orden de hacerlo.

- **Bajar:** El relé se activa para proporcionar la orden de bajar, esto sucede siempre y cuando las seguridades estén desactivadas. La desactivación de este relé se ve afectada por el Retardo para Cortar Dirección (RCD), el cual es un retardo para desactivar dicho relé una vez se ha dado la orden de hacerlo.
- **Alta:** El relé se activa para proporcionar la orden de avanzar en velocidad alta, junto con una señal de dirección, subir o bajar, esto sucede siempre y cuando las seguridades estén desactivadas. La desactivación de este relé se da al entrar el equipo a desacelerar.
- **INSP:** El relé se activa para proporcionar la orden velocidad de inspección o mantenimiento, esto sucede siempre y cuando el modo de mantenimiento se encuentre activo bien sea desde encima de cabina o directamente desde la placa de control, y las seguridades estén desactivadas.
- **ABR P:** El relé de Abrir Puerta se activa para proporcionar la orden de abrir puerta, sin importar el sistema de apertura y cierre de puertas (Contactores o VFs). El funcionamiento de este relé se ve condicionado por tiempos como TAA, TACP, TPA y TCSLL entre otros.
- **CER P:** El relé de Cerrar Puerta se activa para proporcionar la orden de cerrar puerta, sin importar el sistema de apertura y cierre de puertas (Contactores o VFs). El funcionamiento de este relé se ve condicionado por tiempos como TAA, TACP, TPA y TCSLL entre otros.
- **LUZ:** LUZ es el relé de luz y ventilación y se activa una vez el sistema inicia operaciones, y su funcionamiento es dependiente del tiempo configurable TLE (tiempo luces encendidas). Al equipo estar inactivo un tiempo igual a TLE, cumplido el tiempo TLE el relé se desactiva con el objetivo de ahorrar energía el máximo posible. Una vez cumplido el tiempo TLE y estando inactivo el ascensor, el relé vuelve a activarse si:
 - Una llamada es realizada y ascensor inicia viaje.
 - Una llamada es realizada y el ascensor abre puertas.

- Alguna seguridad es activada.

c) Llamadas de Piso

Primeramente indicamos que el único requisito para que el sistema reconozca una llamada es un pulsador que al activarse conduzca tierra al borne de E/S del sistema de control, una vez registrada la llamada, el controlador proporciona 0Vdc por el borne de E/S con el fin de poder tener un registro (usualmente un led) de la llamada registrada. Aquí son conectadas las llamadas de cada piso, su configuración depende del modo de despacho escogido (Colectivo Selectivo Descendente o Colectivo Selectivo Completo). La Configuración puede evidenciarse en la figura siguiente.

Figura. 25. Configuración de Llamadas de Cabina y Piso.

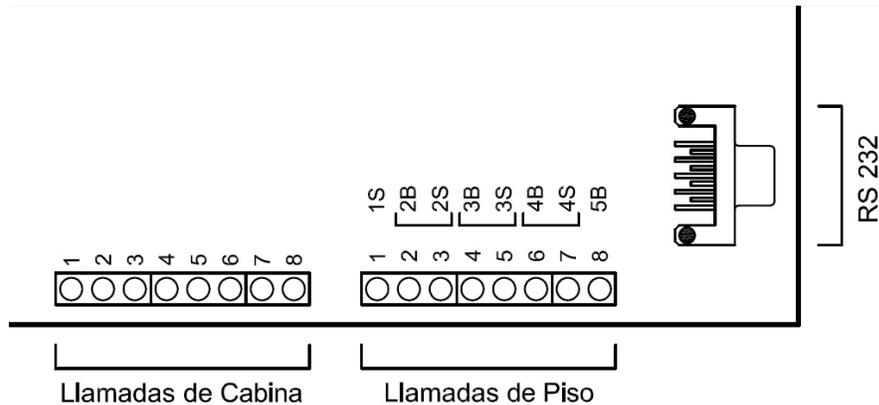


Imagen creada por los autores en el software AutoCAD.

d) Llamadas de Cabina

Primeramente recordamos que el único requisito para que el sistema reconozca una llamada es un pulsador que al activarse conduzca tierra al borne de E/S del sistema de control. Una vez registrada la llamada, el controlador proporciona 0Vdc por el borne de E/S con el fin de poder tener un registro (usualmente un led) de la llamada registrada. Aquí son conectadas las llamadas de cabina, su configuración no

depende del modo de despacho escogido (Colectivo Selectivo Descendente o Colectivo Selectivo Completo).

e) RS232 – Conexión Comunicación Serial

Mediante un conector del tipo DB-9, el sistema de control SIE80BQ tiene la capacidad de poner comunicarse con un PC, para ser configurado, proporcionar configuración y registro de eventos, y además, comunicarse con el módulo de comunicación GSM para recibir comandos de configuración y enviar información sobre el estado del equipo, esto último, es la característica más relevante de este sistema de control.

f) Entradas Digitales Dedicadas

El funcionamiento del sistema gira en su mayoría en torno a estas entradas, debido a que estas proveen gran información sobre el estado del equipo. Estas entradas requieren niveles de 24Vdc para detectar un “1” lógico, y 0Vdc para detectar un “0” lógico. A continuación explicaremos el funcionamiento de cada una.

- **Sensor:** Se dispara o activa al estar a nivel de piso y cierta distancia por encima y por debajo del nivel de piso (Asconor Ltda generalmente dispara el sensor a 1mt por encima y 1mt por debajo del nivel de piso). Su funcionamiento es igual en todos los pisos a excepción del primer y último piso. Para mayor información, diríjase a *Sistema de Posicionamiento* en el literal 8.3.3.
- **Conexiones de Seguridades (SF , SPC, SPP)**

Nota: Es importante que la seguridad del sistema sea redundante y no se base solamente en el sistema de control. Ser reiterativo forzando a pasar la seguridad del sistema por medios electromecánicos como relés o Contactores, u de otro tipo externos al controlador, brinda y garantiza una seguridad máxima en el sistema.

El sistema de control posee tres entradas dedicadas a seguridades llamadas SF, SPC y SPP, a continuación explicamos la función que realiza cada una de estas.

- **SF – Seguridad Final**

Esta seguridad es una serie compuesta por un límite final superior y un límite final inferior activados en caso de que el ascensor sobre pase los niveles de piso del último y primer piso respectivamente, ambos límites, en serie con un botón de EMERGENCIA o STOP ubicado en la parte superior de la cabina componen la serie de seguridad SF. Al presentarse la activación (0Vdc) de esta seguridad el ascensor se detiene automáticamente y borra cualquier llamada activa, y mientras la seguridad este activa no registra las llamadas, una vez la seguridad es desactivada ya sea por la desactivación del botón de Emergencia o por re nivelación de cabina, el ascensor reanuda actividad cuando se presente una nueva llamada. Esta señal de seguridad activa en 0Vdc alimenta a las dos seguridades siguientes.

- **SPP – Seguridad de Puerta de Piso**

Esta seguridad es una serie de contactos en las puertas de cada piso, en caso de que alguna puerta de piso sea abierta, la serie se cae y con ella la señal se activa a 0Vdc. En el caso contrario, todas las puertas de piso cerradas, la señal se encuentra desactivada en 24Vdc. El ascensor se detiene automáticamente guardando el estado de todos los relés y señales, al desactivarse la seguridad (SPC=24Vdc), el sistema de control recupera los estados de los relés y señales activos antes de caer la seguridad.

- **SPC – Seguridad de Puerta de Cabina**

Como su nombre lo indica, esta seguridad hace referencia a una señal activa en 0Vdc siempre que la puerta de cabina está abierta, en caso de que la puerta de cabina está cerrada esta señal entrega 24Vdc. Al activarse esta seguridad (0Vdc), al igual como sucede con la seguridad SPP, el ascensor se detiene automáticamente guardando el estado de todos los relés y señales, al desactivarse la seguridad (SPC=24Vdc), el sistema de control recupera los estados de los relés y señales activos antes de caer la seguridad. Es alimentada por la señal SF y alimenta a la señal SPP.

- **MAN:** Esta señal proporciona al sistema de control información sobre el modo de funcionamiento del equipo en lo que a *Automático* y *Mantenimiento* se refiere, al activarse esta señal en 24Vdc, el equipo entra en modo de Mantenimiento y mediante las llamas de cabina 1 y 2, se dan ordenes de bajar y subir respectivamente en mantenimiento.
- **LDS:** Esta señal activa en 0Vdc, hace referencia al Límite de Desaceleración Subiendo, para mayor información, diríjase a *Sistema de Posicionamiento* en el literal 8.3.3.
- **LDB:** Esta señal activa en 0Vdc, hace referencia al Límite de Desaceleración Bajando, para mayor información, diríjase a *Sistema de Posicionamiento* en el literal 8.3.3.
- **B_CER P:** Esta señal activa en 24Vdc, proporciona al sistema de control una petición para cerrar puertas, esta petición es atendida siempre y cuando el ascensor haya terminado de abrir totalmente las puertas.

- **B_ABR P:** Esta señal activa en 24Vdc, proporciona al sistema de control una petición para abrir puertas, esta petición es atendida mientras el ascensor cierra puertas y siempre y cuando las seguridades de puertas no se hayan desactivados, es decir, no hayan cerrado las puertas.

g) Salidas a 24Vdc (Código Binario)

Mediante estas salidas activas en 24Vdc que son capaces de proporcionar una corriente máxima de 1amp, el ascensor proporciona códigos binarios correspondientes al piso actual en el que se encuentra el ascensor, además proporciona un código binario para indicar que el ascensor se encuentra en estado de mantenimiento.

h) Salidas a 24Vdc (Sentidos de Viaje y Opcionales)

El sistema SIE80BQ provee en este sector 4 salidas digitales activas en 24Vdc, estas señales tienen la capacidad de proveer una corriente máxima de 1amp y están protegidas por el mismo fusible que las bobinas de los relés de 24Vdc. Las señales son:

- **S_SUBIR:** Esta señal se activa cada vez que el ascensor se encuentra subiendo.
- **S_BAJAR:** Esta señal se activa cada vez que el ascensor se encuentra bajando.
- **S_OPC1:** Pin de señal extra.
- **S_OPC2:** Pin de señal extra.

7.2.2. Dispositivos Auxiliares

Para la puesta en marcha de la tarjeta de control SIE80BQ se hacen necesarios una serie de elementos extras, tanto mecánicos como electrónicos que le permitan a la tarjeta poder llevar a cabo cada una de sus funciones.

Figura. 26. Dispositivos Auxiliares.



Imagen creada por los autores mediante el software Microsoft Word.

7.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

7.3.1. Inicio de Operación

Una vez encendido el controlador o actualizada la configuración del mismo, el controlador inicia la secuencia de operaciones. Si el modo de funcionamiento no es de mantenimiento y todas las seguridades están validadas y el ascensor no se encuentra a nivel de piso en el extremo superior o inferior del pozo, el sistema ordena viaje de reubicación hacia el extremo inferior o superior según sea su configuración, una vez ubicado en el extremo, el ascensor pasa a modo normal y se encuentra disponible desde este momento para ser solicitado por los usuarios.

El diagrama de bloques general del funcionamiento del sistema de control se presentara como un documento a parte, el cual se encontrara en el contenido del CD entregado junto a este documento.

7.3.2. Modos de Funcionamiento

Modo Normal: en este modo el ascensor está disponible para los usuarios, registrando y despachando todas las llamadas configuradas. La forma de despacho es configurable pudiendo elegir entre dos modos distintos:

- **Colectivo Selectivo Completo:** Existen llamadas de cabina, llamadas de piso ascendentes y llamadas de piso descendentes. El ascensor despacha las llamadas registradas según el sentido de viaje, una vez atendida la última llamada inferior o superior se cambia el sentido de viaje atendiendo todas las llamadas en ese sentido hasta atender la última para cambiar de sentido y repetir el ciclo indefinidamente.

Cada uno de los pisos posee dos llamadas (ascendente y descendente) con excepción del primer piso que solo posee llamada ascendente y el último piso que solo posee llamada descendente.

Figura. 27. Distribución llamadas Colectivo Completo.



Imagen creada por los autores en el software Microsoft Word.

- **Colectivo Selectivo Descendente:** Existen llamadas de cabina y solo llamadas de piso descendentes, en viaje ascendente el ascensor despacha todas las llamadas de cabina, en orden ascendente, una vez despachadas todas las llamadas de cabina, el ascensor despacha la llamada descendente de cabina o de piso más alta cambiando a sentido de viaje descendente. Una vez en viaje descendente despacha todas las llamadas existentes de cabina y de piso en orden descendente, al despachar la última existente, se cambia el sentido de viaje a ascendente y se repite el ciclo indefinidamente.

Cada uno de los pisos posee llamadas descendente con excepción del primer piso que solo posee llamada ascendente.

Figura. 28. Distribución llamadas Colectivo Descendente.



Imagen creada por los autores en el software Microsoft Word.

Modo Mantenimiento: este modo de funcionamiento es activo mediante el terminal 'MAN' o directamente desde la placa mediante el pulsador 'MAN', la señal de cerrar puerta es activada y las señales de subir y bajar se dan mediante las llamadas 1 y 2 de cabina, los indicadores muestran el código F4 o F5, cabe tener en cuenta que cada vez que el sistema sale del modo mantenimiento al modo normal, el controlador ordena viaje de reubicación siempre y cuando no se encuentre a nivel en el primer o último piso.

7.3.3. Sistema de Posicionamiento

Debido a la utilización de un terminal especial dedicado a la entrada del sensor que permite lecturas con frecuencia de hasta 2ms, el SIE80BQ maneja un sistema de posicionamiento único que requiere 3 sensores denominados LDB, LDS y Sensor.

Figura. 29. Sistema de Posicionamiento.

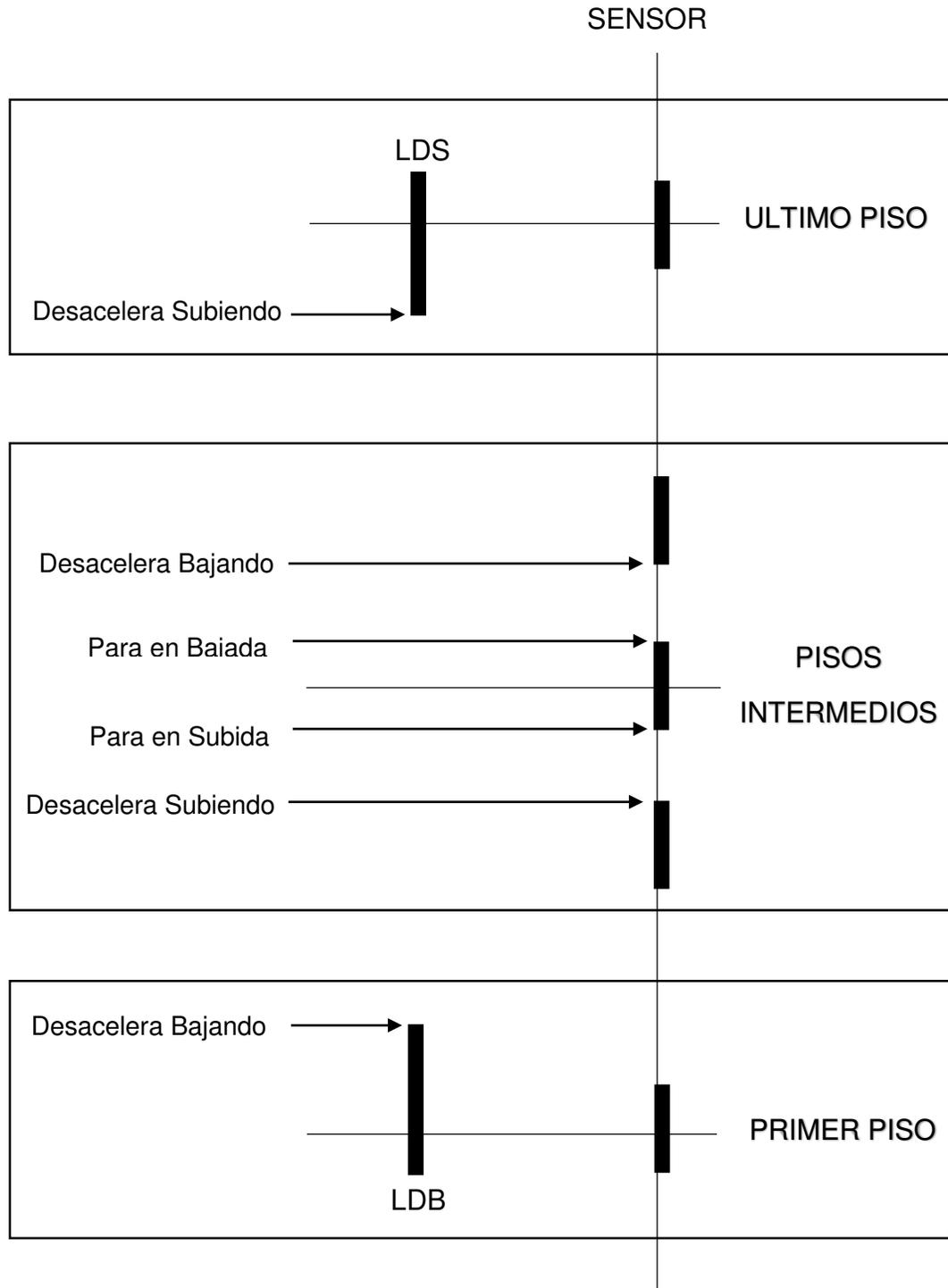


Imagen creada por los autores a través del software Microsoft Word.

- **LDB:** hace referencia a 'Limite de Desaceleración Bajando', un límite activado solamente al entrar a desacelerar al primer piso y que se mantiene activo mientras el equipo baja hasta alcanzar la nivelación en el primer piso.
- **LDS:** hace referencia a 'Limite de Desaceleración Subiendo', un límite activado solamente al entrar a desacelerar al último piso y que se mantiene activo mientras el equipo sube hasta alcanzar la nivelación en el último piso.
- **Sensor:** en los pisos diferentes al primer y al último, se ubican disparadores según la naturaleza del sensor, bien sean pantallas, imanes o accionamientos mecánicos, al nivel de piso, y por encima y por debajo de este, generalmente a 1mt del disparador ubicado a nivel de piso.

7.3.4. Llamadas

Cada terminal dedicado a llamada, posee un filtro pasivo y un filtro por software, de tal forma que el controlador no reconoce pulsos extremadamente breves del pulsador de llamada. Cada llamada y su correspondiente registro (generalmente un led) se conectan a un terminal específico de E/S del controlador cuya ubicación depende del piso a la que corresponda la llamada, si es de cabina o de piso y del modo de despacho del sistema de control. Las llamadas y el registro son activas en 0Vdc. La Figura siguiente muestra el circuito utilizado por Asconor Ltda para las llamadas, que se corresponde con la SIE80BQ.

Con tal configuración, el led de registro de llamada enciende si:

- El pulsador de llamada es presionado.
- Si el borne de E/S del controlador proporciona 0Vdc.

Figura. 30. Esquemático conexión pulsador de llamada.

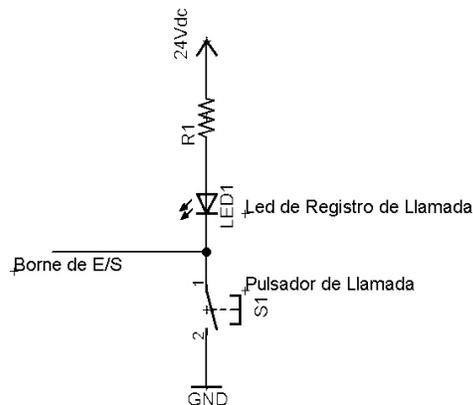


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

7.3.5. Diagnóstico de Fallas e Indicaciones de Funcionamiento

Durante la operación normal del sistema de control, en ocasiones se producen fallos debidos a los dispositivos mecánicos y de potencia asociados al funcionamiento del ascensor, los cuales son identificados por la SIE80BQ e ilustrados mediante una serie de códigos que son visualizados por los display's 7 segmentos que está tarjeta posee, permitiendo al personal encargado conocer las posibles causas del error y corregirlo con prontitud, además estos display's permiten conocer el estado del ascensor cuando se encuentra en ciertos modos de funcionamiento o el estado en el que queda cuando se han solucionado ciertos errores.

Las fallas y las indicaciones de funcionamiento con sus representaciones en los display's son:

- **E0:** Falla de seguridad SPP (Seguridad de Puertas de Piso). Esta falla se presenta cuando estando el ascensor en viaje, una de las puertas de piso es abierta, o cuando el ascensor está cerrando puertas y después de pasado el tiempo TACP la puerta de piso no ha cerrado.

- **E1:** Falla de seguridad SPC (Seguridad de Puertas de Cabina). Esta falla se presenta cuando estando el ascensor en viaje, la puerta de cabina es abierta, o cuando el ascensor está cerrando puertas y después de pasado el tiempo TACP la puerta de cabina no ha cerrado.
- **E2:** Falla de seguridad SM (Stop encima de cabina o limites). Esta falla se presenta cuando el límite final inferior o el límite final superior se encuentra activado, o cuando el Botón de Stop ubicado en la caja de inspección encima de la cabina se encuentra presionado.
- **E3:** Falla por límites de desaceleración (LDS y LDB). Esta falla se presenta cuando los límites LDS y LDB se encuentran activados al mismo tiempo.
- **E4:** Estado de Mantenimiento (Mantenimiento por tarjeta). Esta indicación se muestra cuando el ascensor es colocado en modo mantenimiento a través de los pulsadores ubicados en la tarjeta.
- **E5:** Estado de Mantenimiento (Mantenimiento encima de cabina). Esta indicación se muestra cuando el ascensor es colocado en modo mantenimiento a través del switch de mantenimiento ubicado en la caja de inspección encima de cabina.
- **E6:** Ubicación Inicial. Esta indicación se muestra cuando el ascensor se encuentra realizando el viaje de reubicación. El cual consiste en ir desde la posición en la que encuentre hasta el primer piso.
- **E7:** Cabina perdida. Esta falla se produce cuando el ascensor ha salido del modo de mantenimiento debido a que no conoce su posición exacta o cuando el sistema es apagado y encendido nuevamente, y no se encuentra ni el primer o el último piso. Seguido a esto el ascensor procede a reubicarse.

- **E8:** Pérdida de Alimentación. Esta falla se produce cuando la fuente de alimentación de la tarjeta ha sido desconectada o apagada.
- **E9:** Bloqueo por GSM. Esta indicación se produce cuando la tarjeta ha sido bloqueada por medio del módulo GSM a través de un mensaje de texto con un código específico para ello.
- **EP:** Pulsador de Mantenimiento en tarjeta trabado. Esta falla se produce cuando el pulsador de mantenimiento en la tarjeta ha permanecido oprimido por más de un minuto, lo cual indica que hay un problema con el pulsador.

7.4. CONFIGURACIÓN DE LA SIE80BQ

La tarjeta SIE80BQ posee variables que pueden ser configuradas, las cuales poseen diferentes opciones y permiten cambiar el funcionamiento general del ascensor como los tiempos de abrir y cerrar puertas, el modo de funcionamiento, tipo de sensor, entre otros.

Dichas variables son configurables a través de un Software desarrollo en Visual Basic y transmitidas a la tarjeta mediante comunicación RS232 a través de un cable de conversión USB-Serial. Este cable se hace necesario debido a que en la actualidad muchos de los ordenadores tanto de escritorio como portátiles no poseen puertos seriales sino USB.

7.4.1. Software de Programación

El Software de programación de la tarjeta SIE80BQ fue desarrollado en lenguaje Basic en el entorno de programación de Visual Basic Express. Este Software posee una interfaz moderna, sencilla y manejable permitiéndole a los usuarios finales tanto ingenieros como técnicos poder configurar cada una de las variables de la tarjeta de manera rápida.

El Software aparte de poder configurar la tarjeta, también permite verificar dicha información enviada, guardar la configuración para una referencia posterior o cargar alguna configuración ya realizada. También permite obtener la descripción de cada una de las variables y visualizar la configuración de pines tanto general como específica la cual va a depender de los parámetros Modo de Funcionamiento y Número de Pisos seleccionados.

Figura. 31. Ventana principal del Software de programación.



Imagen tomada del Software de Programación.

En la interfaz del Software se pueden encontrar la pantalla inicial en la cual se pueden observar el nombre de la empresa y la versión del Software. Además de las herramientas con las que cuenta el software como son Archivo, Proyecto, Etiquetas y Ayuda.

a) Herramienta Archivo

En esta herramienta se pueden encontrar las opciones Abrir, Guardar y Cerrar, las cuales permiten Abrir una configuración ya realizada y guardada con anterioridad; guardar la configuración actual que se haya realizado en la tarjeta y Cerrar el programa de configuración respectivamente.

Figura. 32. Herramienta Archivo.

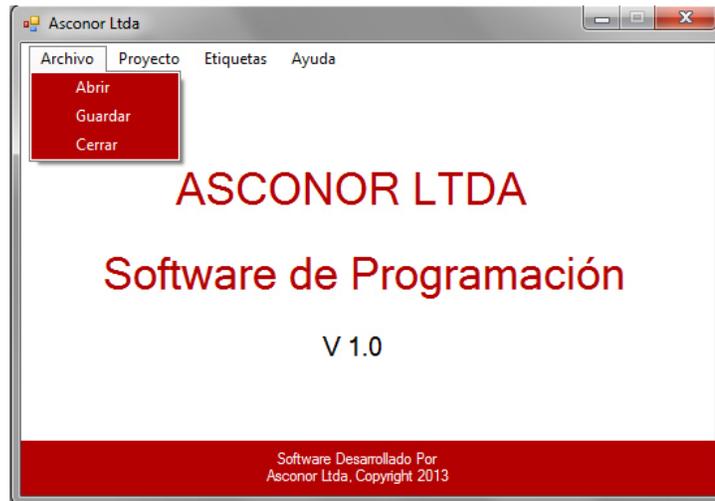


Imagen tomada del Software de Programación.

Al seleccionar la opción Abrir se despliega una ventana emergente en la cual se puede buscar y seleccionar el archivo de configuración que se desee. Una vez se ha seleccionado el archivo de programación, se despliega automáticamente la ventana de programación con las variables cargadas.

Figura. 33. Ventana de configuraciones cargadas.



Imagen tomada del Software de Programación.

Figura. 34. Ventana Configurar SIE80BQ.

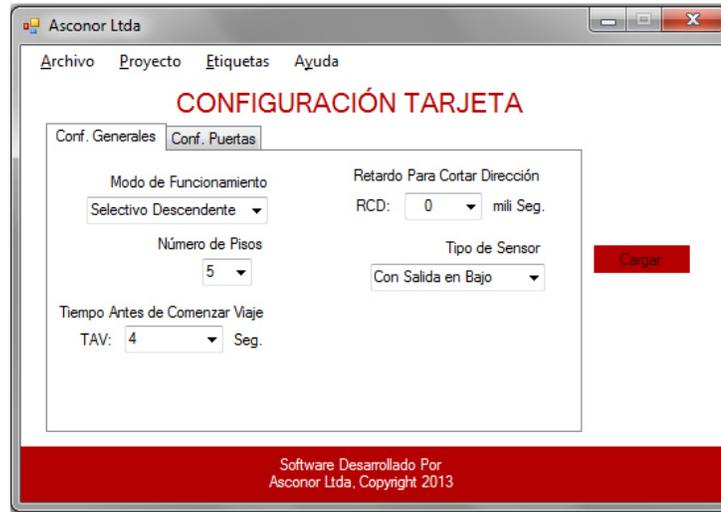


Imagen tomada del Software de Programación.

Al seleccionar la opción Guardar se despliega una ventana emergente en la cual se pueden introducir el nombre del edificio, la dirección y el ascensor (Principal, de servicio, N°, etc.).

Figura. 35. Ventana de información del edificio.

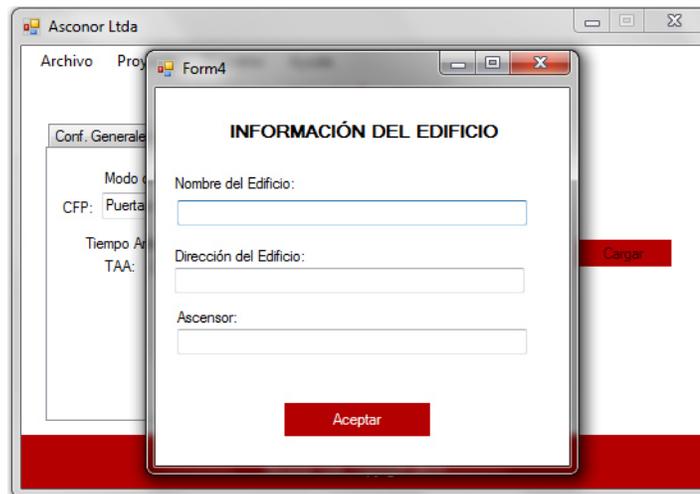


Imagen tomada del Software de Programación.

Luego de presionar el botón Aceptar ya sea que se haya introducido la información requerida o no, se despliega otra ventana emergente en donde se podrá seleccionar la ubicación y el nombre que se desee para guardar el archivo de configuración.

Al seleccionar la opción cerrar se cierra el software de configuración teniendo la precaución de cerrar también el puerto COM que se encuentre abierto.

b) Herramienta Proyecto

En esta herramienta se pueden encontrar las opciones Configurar Puerto COM, Configurar SIE80BQ y Verificar Configuración, las cuales permiten seleccionar y conectarse al puerto de comunicación COM, Configurar los variables de la tarjeta como tiempos, modos de funcionamiento, etc., y verificar dicha configuración respectivamente.

Figura. 36. Herramienta Proyecto.

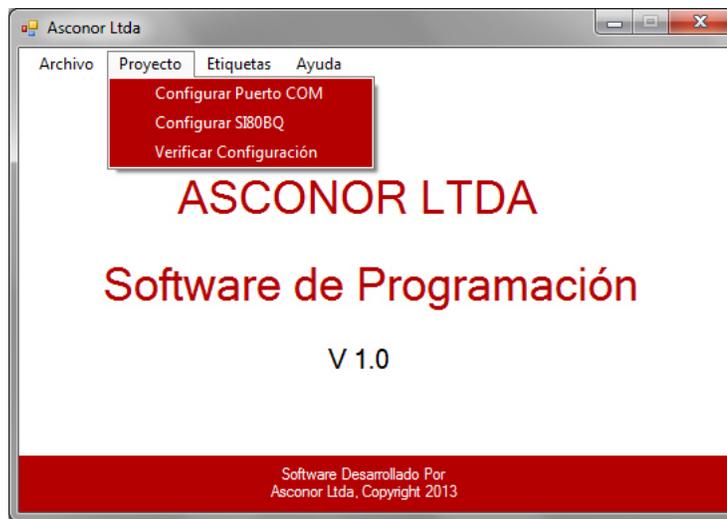


Imagen tomada del Software de Programación.

Al seleccionar la opción Configurar Puerto COM se carga una ventana en la cual se puede seleccionar de una lista desplegable los puertos COM disponibles en el computador y seleccionar el necesario para establecer la comunicación, una vez se

haya conectado satisfactoriamente aparecerá un mensaje exitoso, en caso contrario aparecerá un mensaje de error.

Figura. 37. Ventana configuración puerto COM.



Imagen tomada del Software de Programación.

Al seleccionar la opción Configurar SIE80BQ se cargara una ventana con varias pestañas en la que se pueden seleccionar de listas desplegadas cada una de las posibles opciones de cada una de las variables a configurar. Una vez se hayan seleccionado todas las opciones se puede proceder a enviar los datos presionando el botón cargar.

Figura. 38. Ventana configurar SIE80BQ.



Imagen tomada del Software de Programación.

Al seleccionar la opción Verificar Configuración se cargara una ventana con varias pestañas en las que aparecen los nombres de las diferentes variables de configuración con TextBox vacíos lo cuales se cargaran con la configuración que se encuentre en la tarjeta una vez se haya presionado el botón Verificar.

Figura. 39. Ventana verificar configuración.



Imagen tomada del Software de Programación.

c) Herramienta Etiquetas

Figura. 40. Herramienta etiquetas.

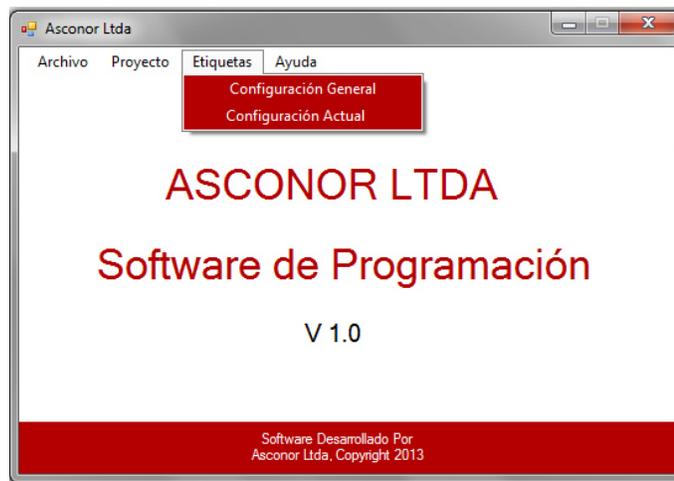


Imagen tomada del Software de Programación.

En esta herramienta se pueden encontrar las opciones Configuración General y Configuración Actual, las cuales despliegan un archivo PDF en los que se observan la configuración General de la tarjeta y la configuración Actual la cual depende de las opciones escogidas en Modo de Funcionamiento y Numero de pisos respectivamente.

d) Herramienta Ayuda

Figura. 41. Herramienta ayuda.



Imagen tomada del Software de Programación.

En esta herramienta se puede encontrar la opción Significado de Variables, la cual al seleccionarla despliega una ventana en la que se puede encontrar una breve descripción de cada una de las variables que se pueden configurar en el software.

7.4.2. Configuraciones de Funcionamiento

A continuación hacemos una descripción de las configuraciones de funcionamiento que pueden ser configurados mediante PC en la SIE80BQ y la forma como influyen en el sistema de control.

- **Modo de Funcionamiento:** hace referencia al modo de funcionamiento que ha de tener el ascensor, es decir, la forma en como han de ir distribuidas las llamadas del ascensor en cada una de los pisos y la forma en como la tarjeta atenderá cada una de las llamadas teniendo en cuenta el sentido de viaje y prioridad. La tarjeta cuenta con dos modos de funcionamiento: Selectivo Colectivo Simple en el que cada piso cuenta con una sola llamada la cual es descendente excepto el primer piso cuya llamada es ascendente, y el Selectivo Colectivo Completo en el que cada piso cuenta con dos llamadas las cuales son ascendente y descendente excepto el primer piso que solo cuenta con una llamada ascendente y el último piso que solo cuenta con una llamada descendente.
- **Número de Pisos:** Hace referencia a la cantidad de pisos que han de poder seleccionarse según el modo de funcionamiento tenga la tarjeta. Esta cantidad de pisos está restringida por la cantidad de entradas de llamadas que tiene la tarjeta pudiendo seleccionarse hasta 8 pisos en el modo Selectivo Colectivo Simple y 5 en el modo Selectivo Colectivo Completo.
- **Tipo de Sensor:** Hace referencia al tipo de sensor que ha de ser utilizado para el conteo de cada una de las pantallas ubicadas en el recorrido del ascensor. Los dos tipo de sensor que han de poder utilizarse son: Sensor con Salida en Bajo el cual siempre está emitiendo un alto (24V) y cuando detecta una pantalla emite un bajo (0V), y Sensor con Salida en Alto el cual siempre está emitiendo un bajo (0V) y cuando detecta una pantalla emite un alto (24V).
- **CFP:** Hace referencia al “Modo de Espera de Puertas”. Es decir, el modo en que las puertas han de permanecer en cualquier piso mientras no exista ninguna llamada para atender. Los dos modos de espera son: Espera con Puertas Abiertas en el cual las puertas del ascensor han de permanecer

abiertas aun después de haber transcurrido el tiempo TCSLL y mientras no exista ninguna llamada para atender. Espera con Puertas Cerradas en el que las puertas del ascensor han de permanecer cerradas mientras no hayan llamadas para atender.

7.4.3. Configuración de Tiempos

A continuación hacemos una descripción de los tiempos que pueden ser configurados mediante PC en la SIE80BQ y la forma cómo influyen estos en el sistema de control.

- **TACP:** Hace referencia al “Tiempo para Abrir y Cerrar Puertas”. Al llegar el ascensor a un piso, el sistema activa el relé de ABR_P (relé de abrir puerta) durante un tiempo TACP, luego de este tiempo el relé ABR_P es desactivado. Por otro lado, una vez cumplido los tiempos de puertas abiertas, el sistema de control da la orden de cerrar puerta activando CER_P (relé de cerrar puerta), el cual se mantendrá activado un tiempo TACP solo si no se han desactivado las señales de puertas abiertas SPC y SPP. Si el sistema de control ordena cerrar y antes de cumplirse TACP las señales de puertas abiertas SPC y SPP se desactivan, el sistema de control no espera a que se cumpla TACP para comenzar un nuevo viaje con el objetivo de optimizar el funcionamiento del equipo.
- **TPA:** Hace referencia al “Tiempo de Puertas Abiertas”. TPA es el tiempo que transcurre una vez que se ha desactivado el relé de abrir puertas luego de un tiempo TACP, durante este tiempo las puertas permanecen abiertas, una vez cumplido este tiempo, si la configuración de las puertas es “Puertas Cerradas” o existen alguna llamada, se da la orden de cerrar durante un tiempo TACP.

- **TCSLL:** Hace referencia al "Tiempo para Cerrar Sin Llamadas". Si la configuración del sistema es con "Puertas Cerradas", y no existe ninguna llamada, una vez cumplido el tiempo de puertas abiertas TPA, el sistema espera un tiempo adicional TCSLL para luego dar la orden de cerrar.
- **TAV:** Hace referencia al "Tiempo Antes de Viaje". Una vez el ascensor ha cerrado puertas, y todas las seguridades están desactivadas, el ascensor espera un tiempo TAV antes de comenzar el viaje. Este tiempo es utilizado para dar una pequeña pausa al arranque y dar tiempo a que los sistemas mecánicos de cerradura se aseguren completamente antes del arranque.
- **TAA:** Hace referencia al "Tiempo Antes de Abrir". Una vez el ascensor llega a nivel de piso bien sea por llamada o por viaje de reubicación, espera un tiempo TAA antes de dar la orden de Abrir Puertas, buscando con esto que el ascensor empiece a abrir cuando se haya detenido completamente.
- **RCD:** Hace referencia al "Retardo para Cortar Dirección". Este tiempo es utilizado para retardar la desactivación de los relés de Subir y Bajar. Cuando el ascensor llega a nivel de piso bien sea por llamada o por viaje de reubicación, el sistema de control espera un tiempo RCD antes de desactivar el relé de Subir o Bajar según sea el caso.
- **TLE:** Hace referencia al "Tiempo de Luces Encendidas". Con el objetivo de obtener un sistema amigable con el medio ambiente, el sistema de control SIE80BQ brinda la posibilidad de apagar el sistema de luces y ventilación luego de que el equipo se encuentre inactivo un tiempo TLE.

7.5. CIRCUITOS

El esquemático completo y la board (circuito impreso) en donde se evidencian cada una de las conexiones se presenta como anexo al final del documento (véase ANEXO A y ANEXO B).

Las fotos de la Tarjeta SIE80BQ se presentan como anexos al final del documento (Véase ANEXO C).

7.5.1. Alimentación de Voltaje

a) Diagrama:

Figura. 42. Esquemático circuito de alimentación.

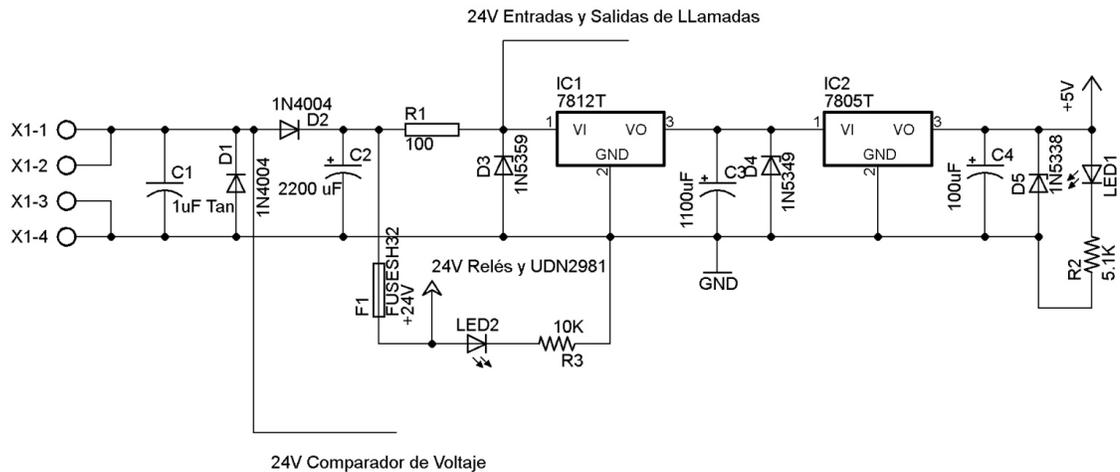


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- Capacitor de 1uF de Tantalio
- Capacitor de 2200uF Electrolítico
- Capacitor de 1100uF Electrolítico
- Capacitor de 100uF Electrolítico
- 2 Diodos 1N4004

- Diodo Zener 24V 1N5359
- Diodo Zener 12V 1N5349
- Diodo Zener 5V 1N5338
- Regulador de voltaje 12V 7812
- Regulador de voltaje 5V 7805
- Resistencia de 10k
- Resistencia de 5.1K
- Resistencia de 100
- 2 Leds
- Fusible 1Amp

c) Propósito:

Este circuito es utilizado para alimentar cada uno de los otros circuitos que hacen parte de la tarjeta de control, otorgando los voltajes necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

d) Funcionamiento:

La etapa de alimentación es alimentada con 24Vdc provenientes de una fuente de voltaje externa. Dichos 24 pasan por un capacitor de tantalio para reducir el ruido que pueda estar presente, y por un diodo en polarización directa y en contra posición los cuales son utilizados para protección ante posibles picos y cortos de voltaje. Después del diodo en contra posición y antes del diodo en polarización directa se obtiene el voltaje utilizado para alimentar una parte de comparador de voltaje. Luego del diodo, el voltaje de alimentación pasa por un capacitor de 2200uF el cual actúa como un filtro atenuando la señal y reduciendo el ruido que pueda estar presente. Luego se obtiene la salida de voltaje que va a ser utilizada para alimentar los relés y los UDN2981 la cual pasa por un fusible como protección anti corto. Seguidamente la señal pasa por una resistencia y un diodo Zener de 24V el cual ayuda a regular el voltaje, de ahí se obtiene el voltaje que alimentara las resistencias Pul-Up del circuito de las entradas y salida de las llamadas. El voltaje pasa por un regulador de

12V, por otro capacitor electrolítico que esta vez es de 1100 uF que se utiliza como filtro, llega a un diodo Zener de 12V e ingresa al regulador de voltaje de 5V. Una vez el voltaje ha sido regulado a 5V, pasa por un capacitor electrolítico de 100uF y de ahí llega a los diferentes circuitos que lo necesiten incluyendo los microcontroladores y demás.

La salida de 24V de relés y la de entradas y salida de llamada poseen una led en serie con un resistencia que sirven como indicadores de que hay o no voltaje en esa sección del circuito.

7.5.2. Comparador de Voltaje

a) Diagrama:

Figura. 43. Esquemático comparador de voltaje.

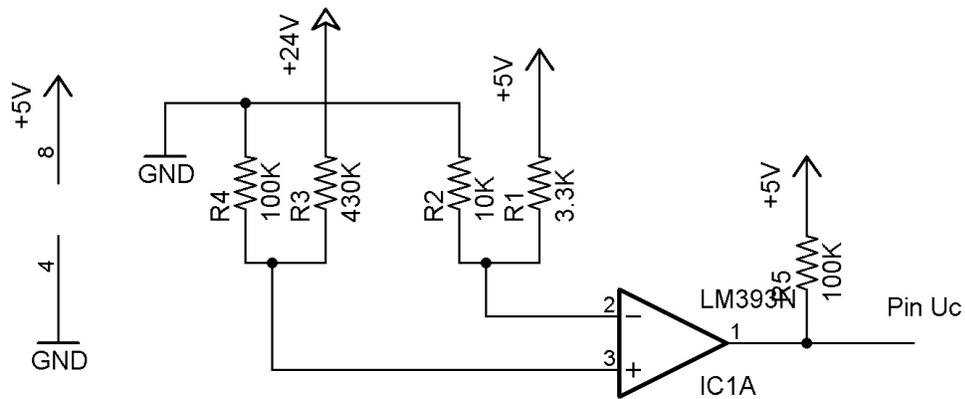


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- Resistencia de 3.3K
- Resistencia de 10K
- 2 Resistencias de 100K
- Resistencia de 430K
- Comparador de voltaje dual LM393

c) Propósito:

Este circuito es utilizado para determinar cuándo se produce una baja de tensión en el voltaje de alimentación de la tarjeta, comparando dicho voltaje con uno de referencia.

d) Funcionamiento:

Al alimentar la tarjeta la señal de 24V pasa por el divisor de voltaje y llega a la entrada no inversora del comparador, mientras que la señal de 5V proveniente del regulador pasa por otro divisor de voltaje y llega a la entrada inversora del

comparador. De los divisores de voltaje el mayor es el respectivo a los 24V, por lo tanto mientras que la tarjeta es alimentada a la salida del comparador se va a obtener 5V los cuales llegan a un pin del Uc. Cuando el voltaje de alimentación cae, la señal proveniente de los 24V pasa a ser 0V, por tanto el voltaje mayor se encuentra en la entrada inversora con lo que a la salida del comparador se pasa a obtener 0V los cuales llegan a un pin del Uc para que este atienda el evento.

Esto se puede llevar a cabo debido a que cuando el voltaje de alimentación cae, los capacitores utilizados en el circuito de alimentación se encuentran cargados con lo que mientras estos se descargan le dan tiempo tanto al comparador como al Uc de registrar el evento.

7.5.3. Pulsadores de Tarjeta

a) Diagrama:

Figura. 44. Esquemático pulsadores.

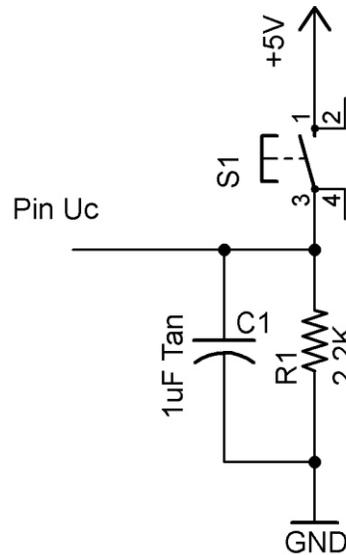


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- Pulsador 4 Pines
- Resistencia de 2.2K
- Capacitor de 1Uf de Tantalio

c) Propósito:

Este circuito es utilizado para poner la tarjeta en estado de mantenimiento, subir y bajar el ascensor.

d) Funcionamiento:

Un extremo del pulsador va conectado a 5Vdc y el otro va conectado a una entrada del Uc y a una resistencia para limitar la corriente y a un capacitor de tantalio para eliminar efectos de rebote.

Mientras el pulsador no se haya pulsado el Uc se encuentra leyendo por su pin 0V, ya que está conectado a tierra por la resistencia, una vez se haya pulsado, lo 5V se transmiten a la entrada del Uc lo que ocasiona que este lea un alto (5Vdc).

7.5.4. Display's 7 Segmentos

a) Diagrama:

Figura. 45. Esquemático display's 7 segmentos.

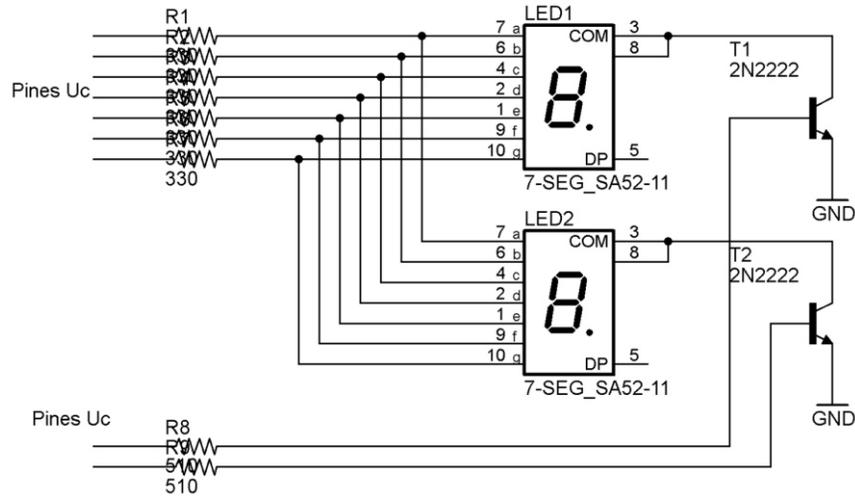


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- 7 Resistencias de 330
- 2 Resistencia de 510
- 2 Transistores 2N2222
- 2 Display's de Cátodo Común

c) Propósito:

Este circuito es utilizado para visualizar los números correspondientes a cada uno de los pisos en los que se encuentre el ascensor, además se utiliza también para mostrar las diferentes fallas que se presenten a través de códigos específicos de 2 letras.

d) Funcionamiento:

La información transmitida por los pines del Uc llega a cada uno de los segmentos del display de manera simultánea pero no se visualizan al mismo tiempo, ya que cada uno de los display's se habilita en un determinado momento a través de las señales del Uc que llegan a los transistores saturándolos y permitiendo conectar los display's a tierra.

Primero se envía la información deseada y se habilita uno de los display's, luego se envía la otra información y se habilita el segundo display's. Este procedimiento se realiza a alta frecuencia de tal manera que el ojo humano no alcanza a apreciar el prendido y apagado de los display's y se conoce comúnmente como multiplexación de display's.

7.5.5. RS232 - PIC

a) Diagrama:

Figura. 46. Esquemático RS232-PIC

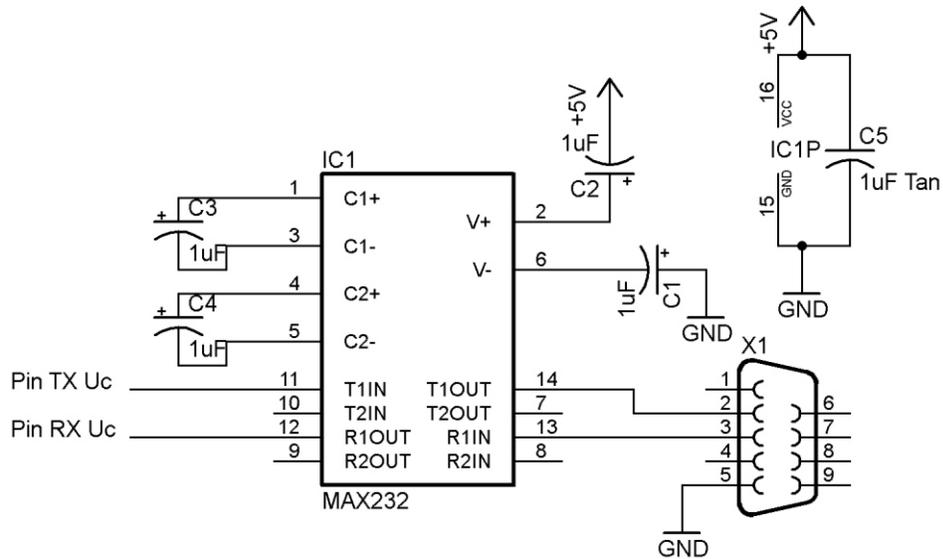


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- 4 Capacitores de 1uF Electrolíticos
- Capacitor de 1uF de Tantalio
- Conector DB9 Hembra
- Max232

c) Propósito:

Este circuito es utilizado para la realización de la comunicación serial entre el computador y el Uc, y el módulo GSM y el Uc. Mediante este circuito se enviarán los datos de salida al computador y al módulo GSM, y se recibirán los datos de los mismos adaptando los voltajes correspondientes a tipo de comunicación. Además permite la configuración de parámetros iniciales de la tarjeta.

d) Funcionamiento:

El Uc envía los datos a transmitirse mediante su pin TX los cuales llegan al pin de entrada T1IN del MAX232, el cual ajusta los voltajes de entrada para que mediante su pin T1OUT se transmita la información con los voltajes deseados y salgan por la patilla 2 del conector DB9.

La información enviada del Computador o el módulo GSM ingresa por la patilla 3 y pasa al pin R1IN del MAX232 el cual toma la señal de entrada y ajusta los voltajes para que mediante su pin R1OUT se transmita la información con los voltajes deseados y lleguen al pin RX del Uc el cual se encargara de interpretar la información recibida.

7.5.6. Entradas con Divisor de Voltaje

a) Diagrama:

Figura. 47. Esquemático entradas con divisor de voltaje.

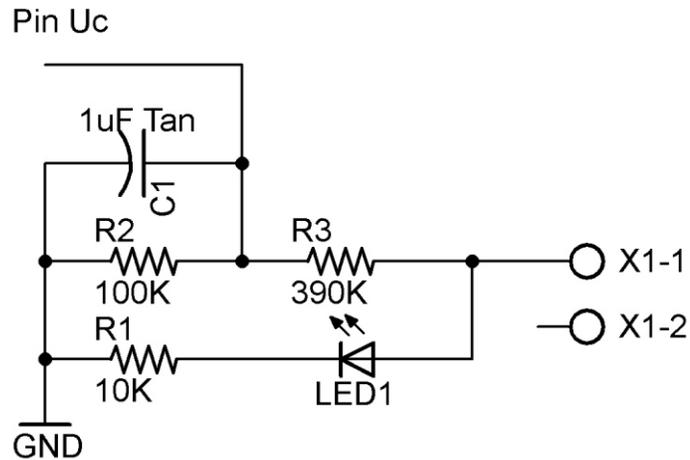


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- Resistencia de 10K
- Resistencia de 100K
- Resistencia de 390K
- Capacitor de 1uF de Tantalio

c) Propósito:

Este circuito es utilizado para recibir las señales de las seguridades del ascensor, del STOP, del modo mantenimiento, de subir y bajar, del sensor, de abrir y cerrar puertas o cualquier otra señal de 24Vdc que se desee.

d) Funcionamiento:

La señal de 24Vdc que se recibe pasa a través de un divisor de voltaje y de un led en serie con una resistencia que sirven de indicador de que hay o no voltaje. La

señal antes de llegar al Uc pasa por un pin del capacitor de tantalio que se utiliza para disminuir el ruido que pueda estar presente en la señal.

La señal de voltaje entrante (24v) ingresa por el divisor de voltaje el cual la reduce a aproximadamente 4.4V (1 logico en TTL y CMOS) con lo que el Uc la puede leer como un lato, a su vez esta señal enciende el led indicando de que existe un voltaje. Cuando el voltaje no se encuentra presente, el pin del Uc se encuentra conectado a tierra a través de una de las resistencias del divisor de voltaje.

7.5.7. Salidas a 24V

a) Diagrama:

Figura. 48. Esquemático salidas a 24V.

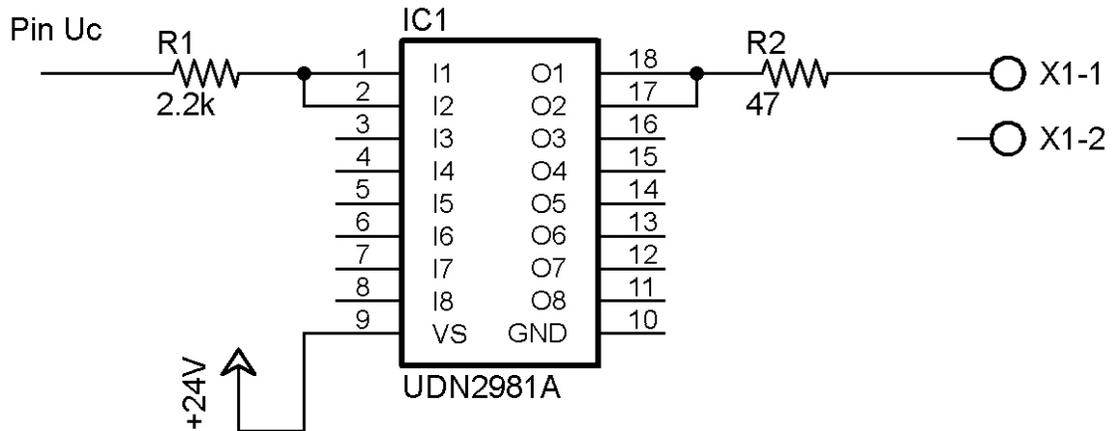


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- Resistencia de 2.2K
- Resistencia de 47
- UDN2981

c) Propósito:

Este circuito es utilizada para generar salidas a 24Vdc las cuales pueden ser utilizadas para enviar los números de los pisos en binario, las señales de que el ascensor va subiendo o bajando, activar contactores eléctricos de 24Vdc o cualquier otro propósito que se desee.

d) Funcionamiento:

El UDN2981 se encuentra conectado a 24Vdc y la señal proveniente del Uc llega a uno de sus pines de entrada a través de una resistencia, por último la señal de salida

del UDN2981 pasa a través de una resistencia y de allí a los elementos a los que se vaya a conectar.

El Uc emite una señal en alto, con lo que se excita una de las entradas del UDN2981 ocasionando que este conecte su voltaje común (24Vdc) y la salida correspondiente al pin de entrada excitado, generando así un voltaje de salida de 24Vdc.

7.5.8. Salidas Con Relé

a) Diagrama:

Figura. 49. Esquemático salidas con relé.

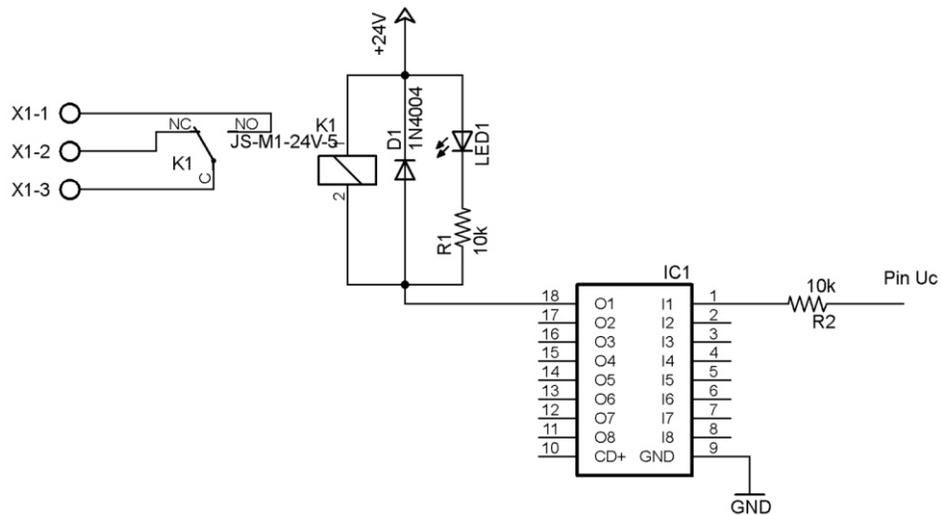


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- Relé de 24V 5 pines
- Diodo 1N4004
- Led
- 2 Resistencias de 10K
- ULN2803

c) Propósito:

Este circuito es utilizado para gobernar las funciones de giro, parada y velocidades del motor a través del variador de velocidad.

d) Funcionamiento:

La bobina del relé se encuentra conectada a 24V y a una salida del ULN2803, a su vez, se encuentran conectados un diodo en polarización inversa como protección y un led en serie con una resistencia como indicador para saber si se activó o no el relé. La señal proveniente del pic pasa a través de una resistencia y finalmente llega a una entrada del ULN2803.

Para que el relé se active el Uc debe poner en alto el pin correspondiente a la entrada del ULN2803, esté al recibir dicha señal, conecta a tierra la salida correspondiente a dicha entrada lo que permite una circulación de corriente y por ende una activación del relé.

EL común del relé va conectado a la señal común del variador de velocidad (24Vdc) y el normalmente abierto del relé va conectado a las diferentes entradas de funcionamiento del variador de velocidad, de tal manera que cuando el relé se activa, es cuando se envía la señal correspondiente.

7.5.9. Entrada-Salida de Llamadas

a) Diagrama:

Figura. 50. Esquemático entrada-salida de llamadas.

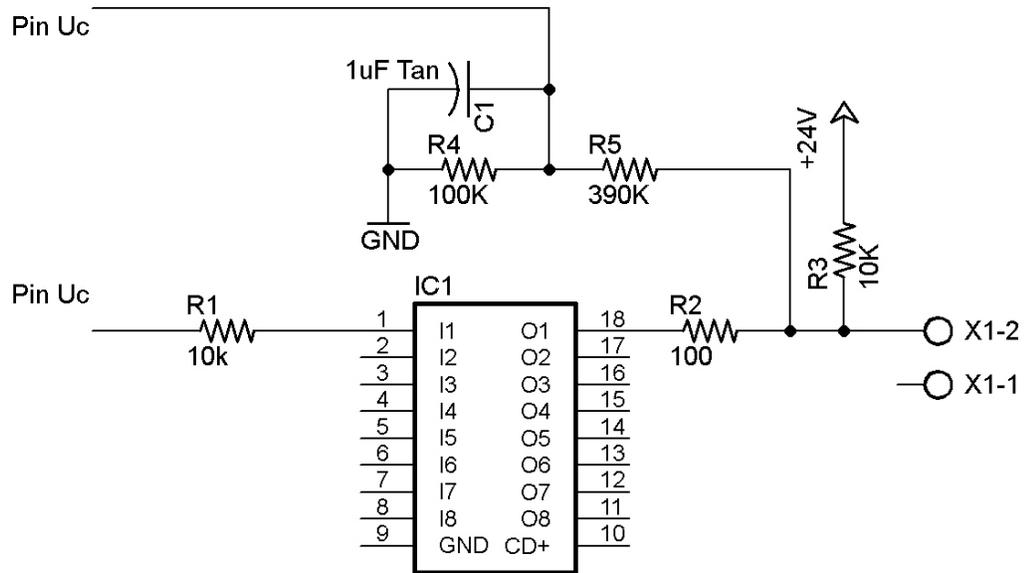


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

b) Elementos:

- Resistencia de 100
- 2 Resistencias de 10K
- Resistencia de 100K
- Resistencia de 390K
- Capacitor de 1uF de Tantalio
- ULN2803

c) Propósito:

Este circuito es utilizado para atender las llamadas generadas por los botones ubicados en los paneles de piso y en el panel de control de cabina, y para mantener activa la llamada mientras el ascensor llega al respectivo piso.

d) Funcionamiento:

Las llamadas de los botones funcionan con lógica negativa (La llamada se activa en bajo), mientras no se ha pulsado el botón el voltaje proveniente de los 24V, pasa por la resistencia de 10K y llega al divisor de voltaje el cual se encarga de reducir el voltaje hasta aproximadamente 4.4V, el cual pasa por un pin del capacitor de tantalio para reducir el ruido que pueda tener la señal y finalmente llega a un pin del Uc, el cual siempre va a leer un voltaje que representa un 1 lógico.

Cuando se presiona el botón (La entrada se pone a 0V), la corriente que baja por la resistencia de 10K no pasa por el divisor de voltaje, ocasionando que a la entrada del Uc se encuentren 0V y por ende un 0 lógico indicando una llamada. Inmediatamente por otro pin del Uc se envía una señal en alto a la entrada del ULN2803 con lo que este pone a tierra su salida correspondiente, manteniendo a la entrada del otro pin 0V, ya que aunque no se esté presionando el botón, la corriente no fluye por el divisor de voltaje debido a que tiene un camino a tierra con menor resistencia.

Una vez la llamada sea atendida (el ascensor llegue al piso respectivo) la señal de salida del pin del Uc se pone a bajo, dejando el circuito en su estado inicial.

7.6. MANUAL DE USUARIO

El manual de usuario del sistema de control SIE80BQ contara con información más detallada sobre el funcionamiento de la tarjeta además de incluir información sobre la instalación del mismo y recomendaciones para su uso.

El manual cuenta con los siguientes capítulos:

1. RECOMENDACIONES Y ADVERTENCIAS
2. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO
3. CARACTERÍSTICAS
4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL
5. INSTALACIÓN TARJETA DE CONTROL
6. CONFIGURACIÓN DE LA SIE80BQ

El manual se presentara como un documento a parte, el cual se encontrara en el contenido del CD entregado junto a este documento.

8. MODULO GSM QUECTEL M95

8.1. INTRODUCCIÓN AL MODULO M95

El M95 es un módulo de cuatro bandas GSM/GPRS que trabaja a frecuencias de GSM850MHz, GSM900MHz, DCS1800MHz y PCS1900MHz. Este módulo posee un multi-slot GPRS de clase 12 y soporta los esquemas de códigos GPRS CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4.

El modulo posee un tamaño de reducido de apenas 23.6 mm de largo, 19.9 mm de ancho y 2.65 mm de altura, con un peso de 3g y con un encapsulado tipo SMD lo cual lo hace versátil para el desarrollo de aplicaciones hardware de tamaños reducidos.

Figura. 51. Dimensiones del Módulo M95.

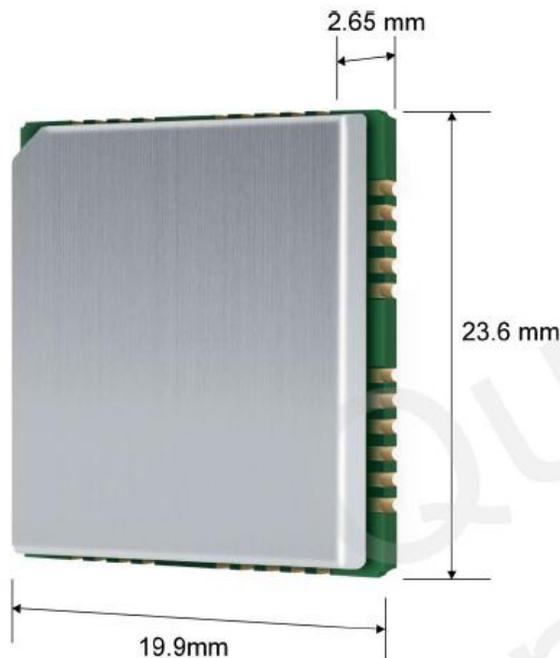


Imagen tomada de: http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/Quectel_M95_GSM_Presentation_V1.1.pdf

Este módulo está integrado con protocolos de servicio de internet, los cuales son TCP/IP, UDP, FTP y PPP. Además posee comandos AT extendidos, los cuales fueron especialmente diseñados para que los desarrolladores puedan usar estos servicios de internet de manera sencilla.

Figura. 52. Diagrama de Bloques del Módulo M95.

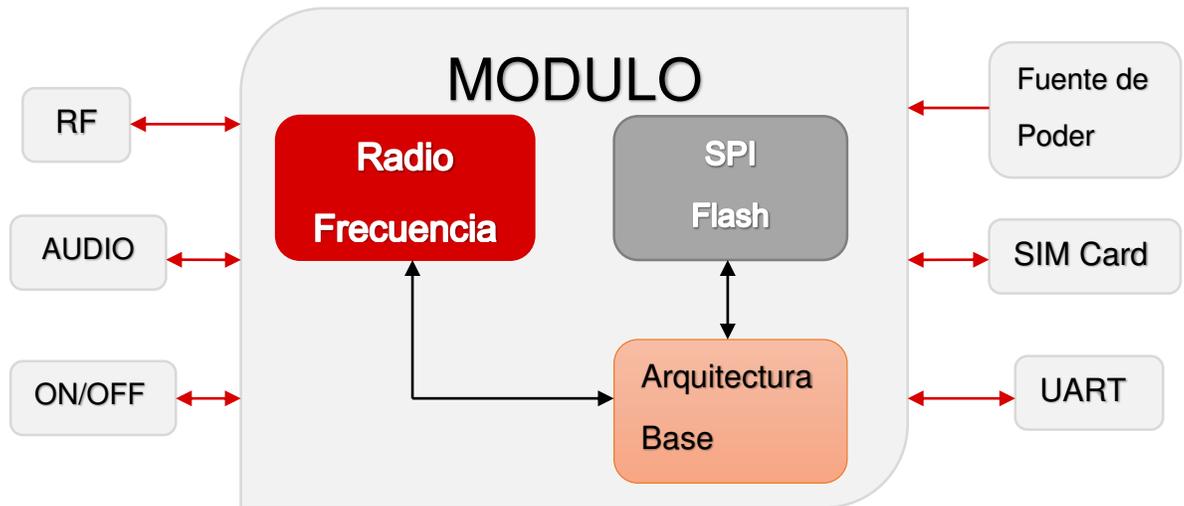


Imagen diseñada por los autores en el software Microsoft Word basa en la imagen tomada de: http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/Quectel_M95_GSM_Presentation_V1.1.pdf

8.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MODULO M95

8.2.1. Características Generales

Las características generales del módulo M95 otorgadas por el fabricante son:

Tabla 4. Características Generales Modulo GSM M95.

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Alimentación	Rango de voltaje: 3.3V a 4.6V Voltaje típico: 4V
Consumo de corriente en bajo consumo	1.3mA
Bandas de frecuencia	Cuatri-Bandas: GSM850, GSM900, DCS1800 y PCS1900. El modulo puede buscar las bandas de frecuencia automáticamente. La frecuencia puede ser definida mediante comandos AT.
Consumo de poder en transmisión de datos	Clase 4 (2W) a GSM850 y GSM900. Clase 1 (1W) a DCS1800 y PCS1900.
Conectividad GPRS	GPRS multi-slot clase 12. GPRS multi-slot clase 1 a 12. GPRS estación móvil clase B.
Rango de temperatura	Operación normal: -35°C a +80°C.
Datos GPRS	Transferencia de descarga: max. 85.6 Kbps. Transferencia de subida: max. 85.6 Kbps. Esquemas de código: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4. Soporta protocolos PAP (Protocolo de autenticación de contraseña). Protocolos de servicio de internet: TCP/UDP/FTP/HTTP.
SMS	Texto y modo PDU. Guardar en SIM
Interface de SIM	Voltaje de: 1.8V, 3V.
Interface UART	7 líneas en el puerto UART. Acepta comandos AT. Función de Multiplexado.
Características Físicas	19.9±0.15 mm x 23.6±0.15 mm x 2.65±0.15 mm 3 gr. De peso.
Actualización de Firmware	Vía puerto UART.
Interfaz de Antena	Antena con resistencia de 50Ω.

Tabla tomada de: QUECTEL. M95 Hardware Design. P. 10.

8.2.2. Asignación y descripción de pines del Módulo M95.

Los nombres de cada uno de los pines del módulo son:

Figura. 53. Pines del módulo M95.

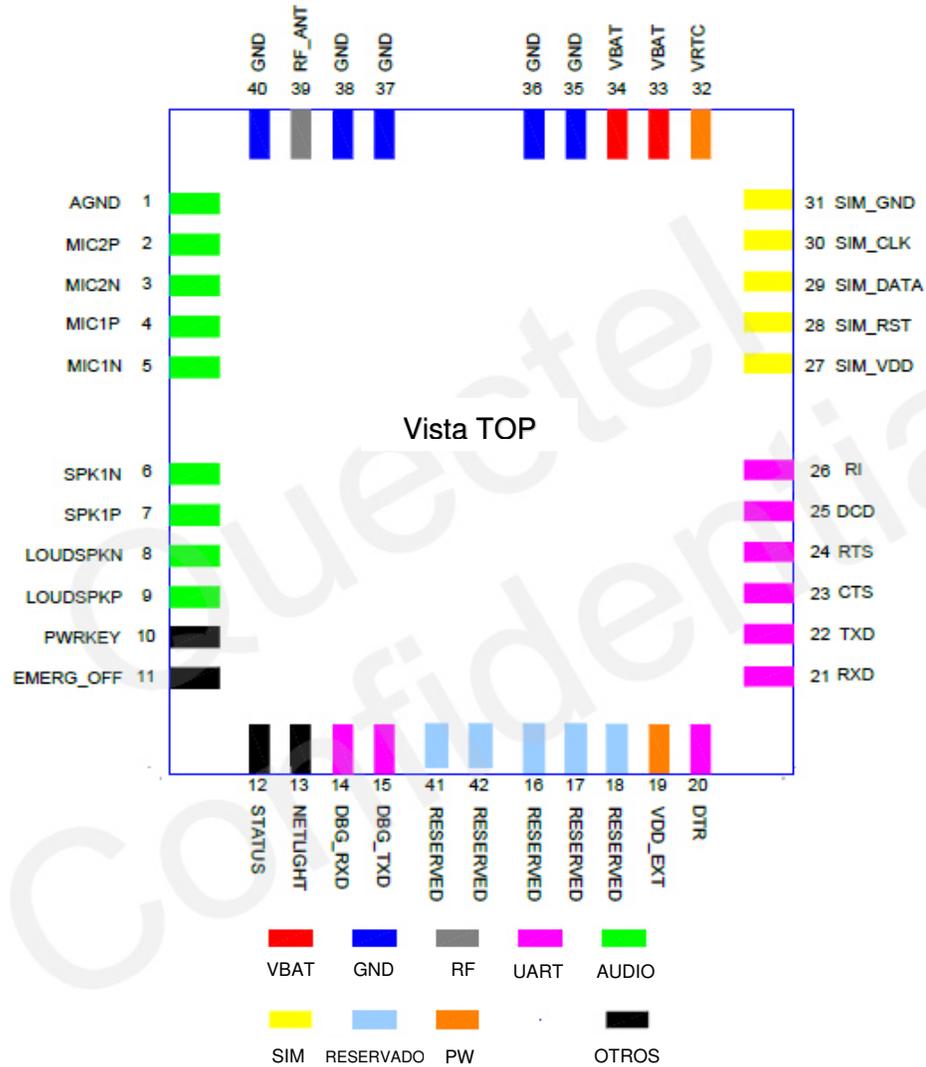


Imagen tomada de: QUECTEL. M95 Hardware Design. P. 15.

A continuación se hará una descripción de las características de cada uno de los pines más importantes del módulo, haciendo énfasis en los pines con los que se ha de trabajar para la comunicación y puesta en funcionamiento del mismo.

Tabla 5. Descripción de Pines módulo GSM M95.

Fuente de Alimentación					
Nombre PIN	N° PIN	I/O	Descripción	Características DC	Comentarios
VBAT	33,34	I	Fuente de Alimentación del módulo. VBAT=3.3V a 4.6V	Vmax=4.6V Vmin=3.3V Vnorm=4.0V	Asegurarse que la fuente puede otorgar picos de corriente de 1.6A.
VDD_EXT	19	O	Ofrece una alimentación de 2.8V para alimentar circuitos externos.	Vmax=2.9V Vmin=2.7V Vnorm=2.8V Imax=20mA	Si no se va a utilizar mantener el pin abierto.
GND	35, 36, 37, 38, 40.		Tierra		
Encendido y apagado					
Nombre PIN	N° PIN	I/O	Descripción	Características DC	Comentarios
PWRKEY	10	I	Permite encender y apagar el modulo colocando el pin a tierra por un momento.	VILmax=0.1xVBAT VIHmin=0.6xVBAT VImax=VBAT	Esta puesto a VBAT mediante una Resistencia internamente.
Indicador de Estado					
Nombre PIN	N° PIN	I/O	Descripción	Características DC	Comentarios
STATUS	12	O	Indica que el modulo se encuentra encendido y operativo.	VOHmin=0.85xVDD_EXT VOLmax=0.15xVDD_EXT	Si no se va a utilizar mantener el pin abierto.
Puerto UART					
Nombre PIN	N° PIN	I/O	Descripción	Características DC	Comentarios
RXD	21	I	Pin para la recepción de datos	VILmin=-0.3V VILmax=0.25xVDD_EXT VIHmin=0.75xVDD_EXT	Si no se van a utilizar estos pines mantenerlos abiertos.
TXD	22	O	Pin para la transmisión de datos	VIHmax=VDD_EXT+0.3V VOHmin=0.85xVDD_EXT VOLmax=0.15xVDD_EXT	
Interfaz SIM					
Nombre PIN	N° PIN	I/O	Descripción	Características DC	Comentarios

SIM_VDD	27	O	Provee alimentación de voltaje a la SIM card	El voltaje puede ser seleccionado por software automáticamente. 1.8V o 3V.	Todas las señales de SIM deben estar protegidas mediante diodos. La máxima distancia de la línea de comunicación entre el pin del módulo y el pin de SIM es de 200mm.
SIM_RST	28	O	Reset de SIM card	3V: VOLmax=0.36V VOHmin=0.9xSIM_VDD 1.8V: VOLmax=0.15xSIM_VDD VOHmin=SIM1_VDD-0.4V	
SIM_DATA	29	I/O	Datos SIM	3V: VOLmax=0.4V VOHmin=SIM_VDD-0.4V 1.8V: VOLmax=0.15xSIM_VDD VOHmin=SIM1_VDD-0.4V	
SIM_CLK	30	O	Reloj SIM	3V: VOLmax=0.36V VOHmin=0.9xSIM_VDD 1.8V: VOLmax=0.12xSIM_VDD VOHmin=0.9xSIM_VDD	
SIM_GND	31		Tierra SIM		
Interfaz RF					
Nombre PIN	N° PIN	I/O	Descripción	Características DC	Comentarios
RF_ANT	39	I/O	Pin de conexión de la antena.	Impedancia de la antena de 50Ω.	

Tabla tomada de: QUECTEL. M95 Hardware Design. P. 17.

8.3. COMPONENTES HARDWARE

Para el correcto funcionamiento y puesta en marcha del módulo se hacen necesarios componentes hardware extras que provean al módulo de los voltajes necesarios para su alimentación, comunicación y manipulación.

El módulo GSM M95 fue adquirido a través de Sigma Electrónica, uno de los proveedores de la empresa Asconor Ltda., el cual además de su bajo precio provee una placa base en la que se encuentra el modulo con las conexiones y conectores

de la SIM card y antena. Además posee unos pinhead facilitando las conexiones a los otros pines del módulo⁵⁸.

El link del producto es que se muestra a continuación:

<http://www.sigmaelectronica.net/tarjeta-p-1668.html>

Figura. 54. Tarjeta base con Modulo M95.

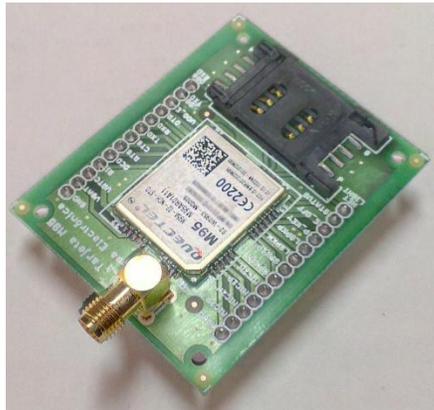


Imagen tomada de: <http://www.sigmaelectronica.net/m95-p-1657.html>

El esquemático completo y la board (circuito impreso) en donde se evidencian cada una de las conexiones se presenta como anexo al final del documento (véase ANEXO D y ANEXO E).

Las fotos de la Tarjeta GSM se presentan como anexos al final del documento (Véase ANEXO F).

8.3.1. Fuente de Alimentación

La fuente de voltaje que ha de alimentar el modulo debe ser capaz de proveer alrededor de 4V, con picos de corriente en periodos cortos de tiempo de hasta 1.6A. Estos picos de corriente ocurren generalmente durante la transmisión de datos por y hacia el módulo gsm.

⁵⁸QUECTEL. M95 HARDWARE DESIGN [En línea]. [Citado el 06 Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/M95_Hardware_Design_V1.3.pdf>

Teniendo en cuenta que el voltaje de operación del módulo esta entre 3.3V y 4.6V, la fuente debe ser capaz de mantener el voltaje y nunca caer por debajo de 3.3V, ya que si esto ocurre el modulo se apagara automáticamente interrumpiendo los procesos que se estén llevando a cabo⁵⁹.

Teniendo en cuenta las características y restricciones descritas anteriormente se implementó una fuente de voltaje con integrados LM7812, LM7805 y MIC29302 los cuales permiten regular el voltaje de entrada de la fuente de alimentación del sistema que es de 24V a 12V, después a 5V y por ultimo a 4V. El MIC29302 es un integrado que recomienda el fabricante del módulo el cual es capaz de proporcionar 3A de corriente y cuyo voltaje de salida es 1V menos que el voltaje de entrada, por ende para que a la salida obtengamos 4V se hace necesario que a la entrada estén presentes 5V.

Figura. 55. Fuente de Alimentación módulo M95.

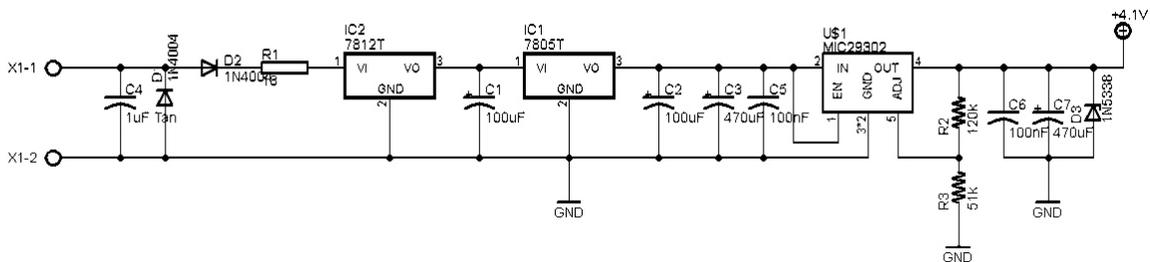


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

8.3.2. Pulsador del pin PWRKEY

El pin PWRKEY es el utilizado para encender y apagar el módulo GSM mediante la puesta a tierra de este pin por un lapso de tiempo corto (aprox. 1.5 seg.). Para la implementación de este circuito el fabricante recomienda hacerlo a través de un

⁵⁹ Ibid, p. 23.

driver de colector abierto. No recomienda hacerlo directamente con un pulsador a tierra debido que la carga electrostática del dedo puede afectar el módulo GSM⁶⁰.

Figura. 56. Driver colector abierto.

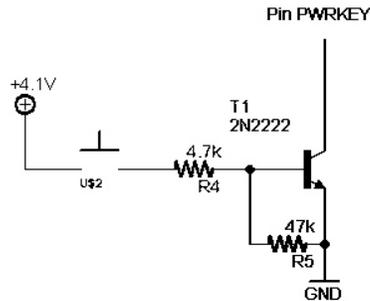


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

8.3.3. Indicador de Estado del Modulo

El pin STATUS es utilizado por el modulo como indicador de que se encuentra encendido y operando correctamente, para lo cual emite un voltaje de aprox. 2.8V dc. Para realizar un indicador luminoso el fabricante recomienda implementar un driver con led a través de transistores⁶¹.

Figura. 57. Driver led.

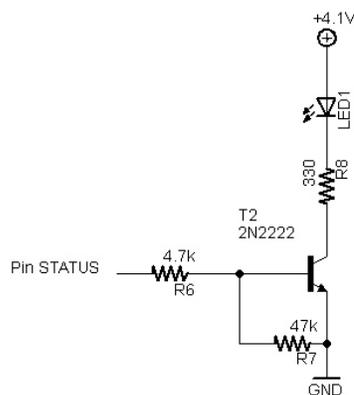


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

⁶⁰ Ibid, p. 24.

⁶¹ Ibid, p. 51.

8.3.4. Interfaz RS232

Para realizar la interfaz de comunicación serial con el PIC se utilizó el estándar RS232 con el que mediante los pines RX, TX y GND se realiza la transmisión y recepción de datos de parte de PIC al módulo GSM como del módulo GSM al PIC.

Como la tarjeta SIE80BQ posee un puerto serial RS232, el modulo contara con su propio puerto serial RS232 para realizar la conversión de voltajes pertinentes teniendo en cuenta que los pines UART del módulo M95 solo pueden soportar un máximo de $0.75 \times VDD_EXT$. Para ello se utilizara el MAX232 cuyo voltaje de alimentación va a ser el otorgado por el pin VDD_EXT del módulo.

Figura. 58. Conexión RS232.

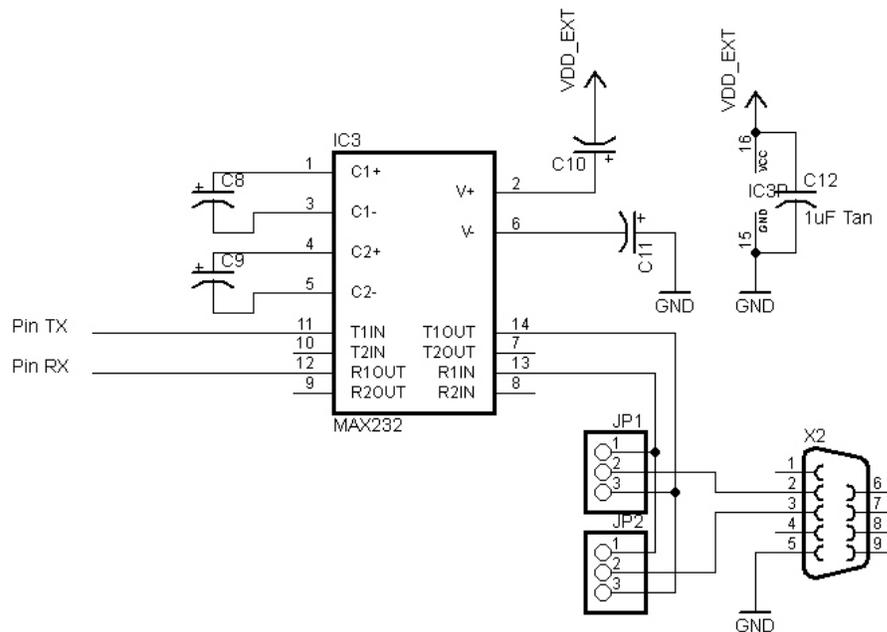


Imagen creada por los autores en el software CAD Eagle.

8.4. COMANDOS AT

Los comandos AT son comandos que junto a otras palabras nos permiten realizar la comunicación con el módulo GSM, permitiendo configuración, envío y recepción de datos ya sea para establecer comunicación mediante mensajes de texto o comunicaciones de voz mediante llamadas.

Todos los comandos AT comienzan por AT y acaban por el carácter <CR> (ascii 13) aunque la utilización de este último es configurable.

La respuesta dada por el modulo ante los comandos enviados por el usuario tiene el formato <CR><LF>(respuesta)<CR><LF>.

Los comandos AT se dividen en grupos dependiendo de su utilización. A continuación se explicaran los comandos más comunes, haciendo énfasis en los comandos referentes al envío y recepción de mensajes de texto⁶².

8.4.1. Comandos Generales

Entre los comandos AT generales podemos encontrar:

ATI: Mostrar información de identificación de producto.

AT+GMI: Pedir información de fabricante.

AT+GMM: Pedir información sobre identificación del modelo.

AT+GMR: Pedir información sobre revisión del Software.

AT&F: Resetea las configuraciones del módulo a las de fábrica.

AT&V: Mostrar configuraciones actuales.

AT&W: Guarda las configuraciones actuales.

AT+QPOWD: Apaga el módulo GSM.

=1, Apaga el modulo normalmente.

⁶²QUECTEL. M95 AT COMMANDS MANUAL [En línea]. [Citado el 06 Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/M95_AT_Commands_Manual_V1.2.pdf>.

=2, Apaga el módulo de emergencia (no envía aviso).

AT+CSCS: Permite seleccionar el formato de muestra de la información.

=**"GSM"**, Alfabeto GSM por defecto.

=**"HEX"**, caracteres en formato Hexadecimal.

=**"IRA"**, Alfabeto de referencia internacional.

8.4.2. Comandos de Control de la Interfaz Serial

Entre los comandos AT de control de la interfaz serial podemos encontrar:

AT+ICF: Permite configurar el control de caracteres de la trama.

=<formato>,<paridad>

Formato:	1	8 datos, 0 paridad, 2 stop
	2	8 datos, 1 paridad, 1 stop
	3	8 datos, 0 paridad, 1 stop
	4	7 datos, 0 paridad, 2 stop
	5	7 datos, 1 paridad, 1 stop
	6	7 datos, 0 paridad, 1 stop
Paridad:	0	impar
	1	par
	2	marca "0"
	3	espacio "1"

AT+IFC: Permite configurar el control de flujo local.

=<dce_by_dte>,<dte_by_dce>

dce_by_dte:	0	Ninguno
	1	XON/XOFF, no pasa caracteres en el stock.
	2	Control de flujo por RTS.
	3	XON,XOFF, pasa caracteres en el stock.
dte_by_dce:	0	Ninguno
	1	XON/XOFF
	2	Control de flujo CTS

AT+IPR: Permite configurar la tasa de transferencia de bits.

=0, Autobauding

=75

=150

=300

=600

=1200

=2400

=4800

=9600

=14400

=19200

=28800

8.4.3. Comandos de relacionados con la SIM

Entre los comandos AT relacionados con la SIM podemos encontrar:

AT+CIMI: Pedir información sobre la identificación del internacional del suscriptor móvil.

AT+CPIN: Permite ingresar el PIN de la SIM card.

=<número del PIN>

AT+QSIMVOL: Permite seleccionar el voltaje de operación de la SIM card.

=0, Reconoce 1.8V y 3.0V SIM card por defecto.

=1, Reconoce 1.8V SIM card solamente.

=2, Reconoce 3.0V SIM cad solamente.

8.4.4. Comandos del Servicio de Red

Entre los comandos AT del servicio de Red podemos encontrar:

AT+COPS: Permite mostrar y seleccionar el operador de la red.

AT+COPS=?, despliega lista de operadores encontrados.

AT+COPS? Muestra el operador actualmente configurado.

AT+CREG: Permite registrar el modulo en la red.

=0, Deshabilita el registro en la red.

=1, Habilita el registro en la red sin solicitar código de resultado.

=2, Habilita el registro en la red solicitando información de posición.

AT+QBAND: Permite mostrar y seleccionar la banda de operación.

=**"EGSM_MODE"**

=**"DCS_MODE"**

=**"PCS_MODE"**

=**"GSM850_MODE"**

=**"EGSM_DCS_MODE"**

=**"GSM850_PCS_MODE"**

=**"GSM850_EGSM_DCS_PCS_MODE"**

8.4.5. Comandos Relacionados con Llamadas

Entre los comandos AT relacionados con llamadas podemos encontrar:

AT+CSTA: Permite seleccionar el formato del número de dirección.

=129, Formato de número desconocido.

=145, Formato de número internacional.

=161, Formato de número nacional.

8.4.6. Comandos Relacionados con los Mensajes de Texto

Entre los comandos AT relacionados con los mensajes podemos encontrar:

AT+CMGF: Permite seleccionar el formato de los mensajes de texto.

=0, Modo PDU.

=1, Modo Texto.

AT+CMGD: Permite borrar los mensajes de texto.

=<index>,<delflag>

index: valor entero de la posición del mensaje.

delflag: 0 Borra el mensaje en la ubicación <index>.

1 Borra todos los mensajes leídos.

4 Borra todos los mensajes almacenados.

AT+CMGR: Permite leer los mensajes de texto.

=<ubicación del mensaje en la memoria>

AT+CMGS: Permite enviar mensajes de texto.

=<número al que se le ha de enviar el mensaje>

Una vez se ha envía el número, el modulo responderá con un ">" a lo que debemos responder con el texto que se desea enviar.

Para enviar el mensaje enviamos <CTRL+Z>.

8.5. CONFIGURACIÓN DEL MODULO GSM M95

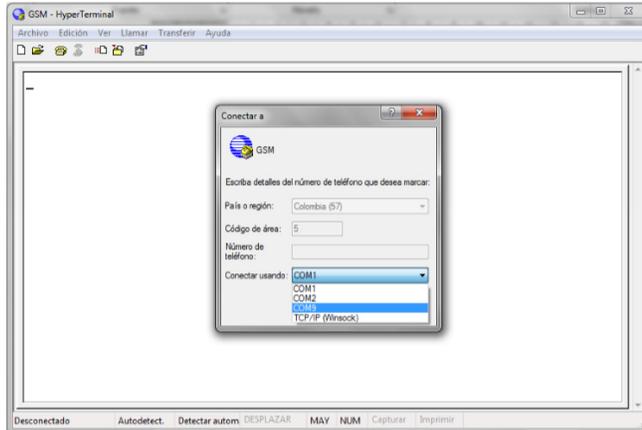
Para la puesta en marcha del módulo GSM junto al sistema de control SIE80BQ primeramente hay que realizar su configuración a través del computador mediante el Hyperterminal de Windows, con el objetivo de verificar el funcionamiento del módulo a través de envíos y recepción de mensajes de texto, y configurar los parámetros referentes a la comunicación serial y GSM.

Primeramente se debe asegurar que la alimentación del módulo GSM sea encuentre entre 3.3V a 4.6V y que el circuito encargado de la comunicación serial se encuentre alimentado con voltaje otorgado por el modulo a través del pin PWRKEY y que sus voltajes de salida sean los adecuados.

Luego se procede a alimentar el modulo y conéctalo al hyperterminal de Windows, asegurándose que tanto la antena como la SIM card se encuentren conectados al módulo.

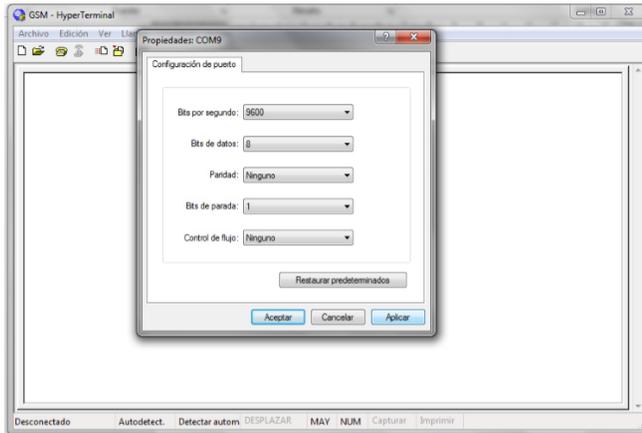
Se inicia una nueva conexión en el hyperterminal otorgándole el nombre que se desee, seleccionando el puerto COM adecuado y la configuración de éste, la cual será de 9600 bits por segundo, 8 bits de datos, ningún bit de paridad, 1 bit de Stop sin control de flujo.

Figura. 59. Configuración del Puerto COM.



Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Figura. 60. Configuración de los parámetros del puerto COM.

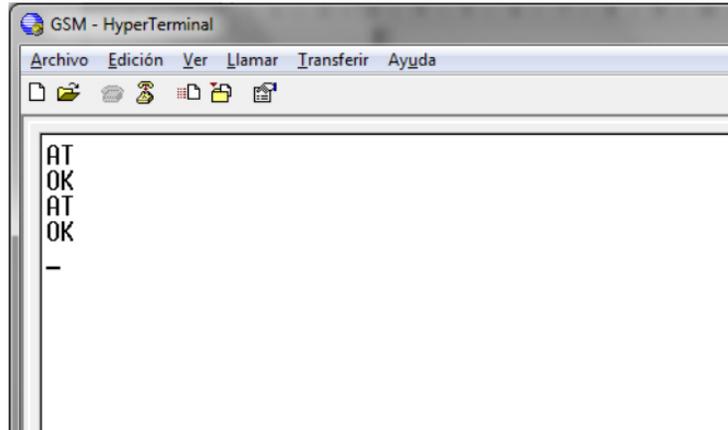


Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Una vez preparada la configuración se procede a verificar el funcionamiento del módulo mediante el envío del comando “**AT**” a lo cual modulo deberá responder con

un “OK”, seguido a esto se envían varios “AT” con el objetivo de que el modulo detecte adecuadamente la velocidad de transferencia de datos.

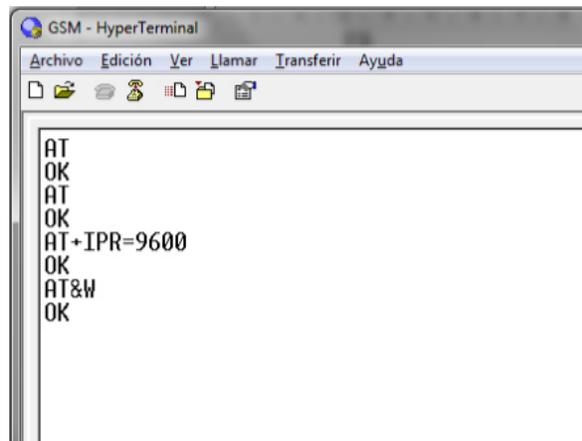
Figura. 61. Respuesta al comando AT.



Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

De igual manera se recomienda configurar la velocidad de transferencia de los datos mediante el comando “AT+IPR=9600”, donde 9600 es la velocidad de transferencia de datos que ha utilizar el sistema para la comunicación serial, a lo cual el modulo deberá responder con un “OK”. Finalmente se procede a guardar la configuración mediante el comando “AT&W”.

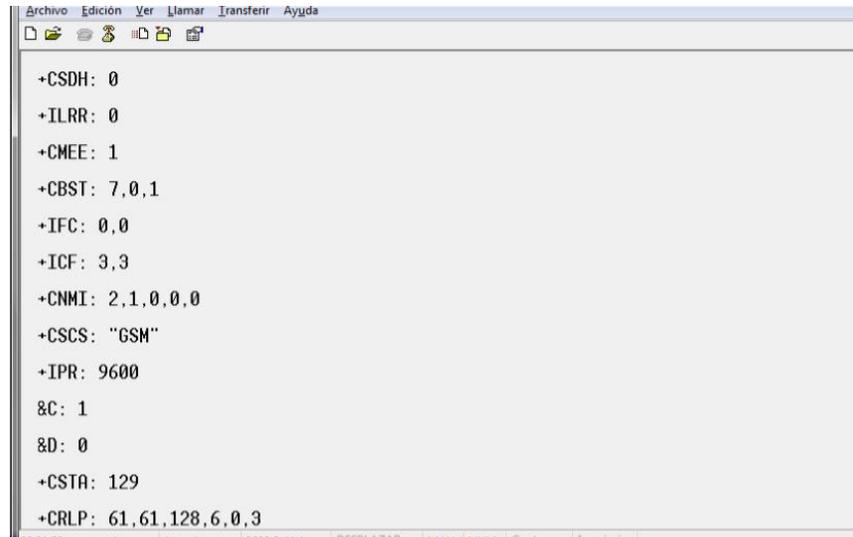
Figura. 62. Configuración de la velocidad de transferencia de datos.



Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Seguido se procede a ver la configuración actual del módulo mediante el comando “**AT&V**” a lo que el modulo responderá con una lista en donde se encuentran las configuraciones actuales. Debiendo verificarse en especial los parámetros “**+IFC**”, “**+ICF**” y “**+CSTA**”.

Figura. 63. Lista de configuraciones.



```
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
+ CSDH: 0
+ ILRR: 0
+ CMEE: 1
+ CBST: 7,0,1
+ IFC: 0,0
+ ICF: 3,3
+ CNMI: 2,1,0,0,0
+ CSCS: "GSM"
+ IPR: 9600
8C: 1
8D: 0
+ CSTA: 129
+ CRLP: 61,61,128,6,0,3
```

Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Las configuraciones anteriores han de estar en los valores “**0,0**”, “**3,3**” y “**161**” respectivamente, sino lo están pueden configurarse mediante los comandos “**AT+ICF=0,0**”, “**AT+IFC=3,3**” y “**AT+CSTA=161**”. El significado de cada uno de estos parámetros puede ser observado en el literal “9.4. COMANDOS AT”. Una vez configurado cada uno de estos parámetros el modulo deberá responder con un “**OK**”, seguido a esto, guardamos la configuración.

Figura. 64. Configurando tipo de número de marcación.

```

+QMIC: 4,9,8
+QECHO(NORMAL_AUDIO): 253,96,16388,57351,0
+QECHO(Earphone_AUDIO): 253,0,10756,57351,1
+QECHO(LoudSpk_AUDIO): 224,96,5256,57351,2
+QSIDET(NORMAL_AUDIO): 80
+QSIDET(HEADSET_AUDIO): 144
+QCLIP: 0
+QCOLP: 0
+CSNS: 0
OK
AT+CSTA=161
OK
AT&W
OK
-
00:03:16 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir

```

Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Una vez configurado los parámetros y guardada la configuración, se procede a apagar y encender el modulo. Seguido se configuraran los parámetros referentes a la comunicación GSM y mensajes de texto. Para lo cual le pediremos al módulo que nos muestre los operadores de bandas que hay en la red mediante el comando **“AT+COPS=?”** y el operador al cual se encuentra conectado actualmente mediante el comando **“AT+COPS?”**, si el operador es el correcto se procede a registrar el modulo en la red mediante el comando **“AT+CREG=1”** a lo que el modulo ha de responder con un **“OK”**.

Figura. 65. Configurando operador de red y registro.

```

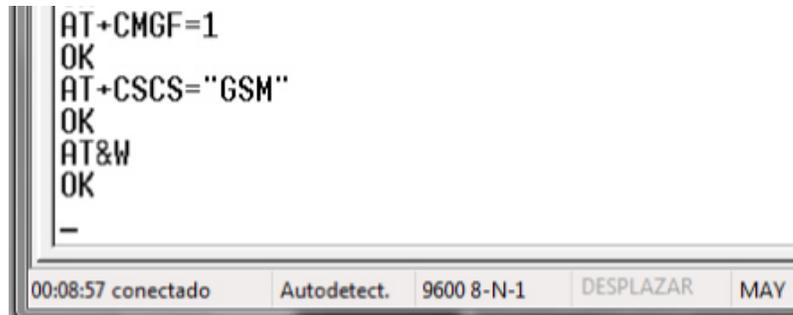
RDY
+CFUN: 1
+CPIN: READY
Call Ready
AT+COPS=?
+COPS: (2,"Colombia Movil SA","OLA","732103"),(3," Ocel SA","COMCEL","732101"),
(3,"732123","732123","732123"),,(0-4),(0-2)
OK
AT+COPS?
+COPS: 0,0,"Colombia Movil SA"
OK
AT+CREG=1
OK
-

```

Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Luego se configura el modo de mensajes de texto con el comando “**AT+CMGF=1**” y el formato de visualización de datos con el comando “**AT+CSCS=GSM**” a los cuales el modulo deberá responder con un “**OK**”. Se procede a guardar la configuración.

Figura. 66. Configurando modo mensajes de texto.



```

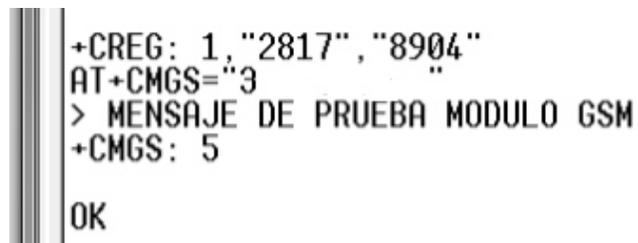
AT+CMGF=1
OK
AT+CSCS="GSM"
OK
AT&W
OK
-
00:08:57 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY

```

Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Para enviar un mensaje de texto, primero hay que enviarle al módulo el numero al cual se ha de enviar el mensaje para ello se utiliza el comando “**AT+CMGS=número de celular**”, seguido el modulo responde con un “>” a lo que debemos escribir el contenido del mensaje seguido de “**CTRL+Z**” para que lo envíe o “**ESC**” para que no lo envíe. Una vez se haya enviado el mensaje el modulo enviara un numero de seguimiento del mensaje y un “**OK**”.

Figura. 67. Envió de mensaje de texto.



```

+CREG: 1, "2817", "8904"
AT+CMGS="3"
> MENSAJE DE PRUEBA MODULO GSM
+CMGS: 5
OK

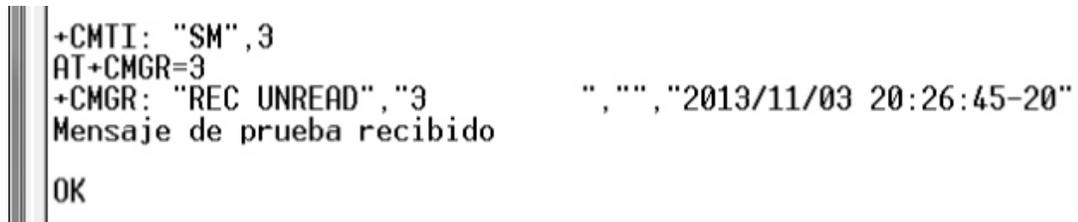
```

Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Cuando el modulo ha recibido un mensaje de texto envía el comando “**+CMTI: "SM",3**” donde el tres hace referencia a la ubicación en memoria en donde

se encuentra almacenado el mensaje de texto recibido. Para observar el mensaje de texto se utiliza el comando **"AT+CMGR=3"** donde el 3 hace referencia a la posición del mensaje que se desea leer, seguido el modulo responderá con la información del mensaje.

Figura. 68. Recepción mensaje de texto.



```
+CMTI: "SM",3
AT+CMGR=3
+CMGR: "REC UNREAD", "3", "", "2013/11/03 20:26:45-20"
Mensaje de prueba recibido
OK
```

Captura de pantalla de pantalla del hyperterminal de Windows.

Una vez terminado los pasos anteriores el modulo ha sido configurado con éxito y se encuentra disponible para su utilización con la tarjeta de control SIE80BQ.

8.6. FUNCIONAMIENTO CON LA SIE80BQ

La comunicación del módulo GSM con la tarjeta de control SIE80BQ se basa en transmisión de datos por el puerto serial con lo que el microcontrolador ejecuta una interrupción cada vez que el modulo le envía algún tipo de dato.

Durante el proceso de iniciación del módulo, la tarjeta de control no desarrolla ningún acción ante los comandos enviados por éste, sino, que sigue desarrollando su proceso de atender las llamadas y controlar el ascensor.

La tarjeta solo enviara un mensaje directamente sin que se le haya pedido por parte del usuario, cuando se haya detectado una falla por falta de alimentación de voltaje. De resto, enviara mensajes cada vez que el usuario así lo pida con el comando específico para ello.

Para que el sistema de control no interrumpa su funcionamiento para enviar algún mensaje durante algún recorrido que se esté desarrollando en el momento, se optó por solo responder ante las solicitudes enviadas por el usuario cuando el ascensor está quieto (no hay llamadas) y cuando se encuentra durante el proceso de espera con las puertas abiertas antes de ir a otro piso o mientras se espera a que exista alguna llamada.

Los comandos utilizados por parte del usuario que generaran una respuesta de la SIE80BQ son:

- **ASCONOR2811:** (Estado Equipo) La tarjeta debe enviarnos el estado del equipo y el piso en el que se encuentra actualmente.
- **ASCONOR2810:** (Bloqueo Tarjeta) La tarjeta debe bloquearse. Este se realiza cuando ha terminado de abrir puerta para evitar que cualquier persona quede atrapada.
- **ASCONOR2809:** (Desbloqueo Tarjeta) La tarjeta debe desbloquearse.
- **ASCONOR2808:** (Reinicio Tarjeta) La tarjeta debe reiniciarse. Esto se realiza cuando la tarjeta ha de cambiar el sentido de viaje del ascensor o cuando el ascensor está en espera de alguna llamada.

9. PRUEBAS Y RESULTADOS

Con el objetivo de poner a prueba la tarjeta de control SIE80BQ y verificar por completo su funcionamiento se ha diseñado una tarjeta electrónica simuladora de señales, la cual emulara todas las señales provenientes de cada uno de los sistemas del ascensor tales como:

- Serie de seguridad final SF.
- Seguridad de puerta de cabina SPC.
- Serie de puertas de piso SPP.
- Límite de desaceleración subiendo LDS.
- Límite de desaceleración bajando LDB.
- Sensores: Con salida en bajo y con salida en alto.
- Botones de Abrir y Cerrar puertas.
- 8 llamadas de cabina
- 8 llamadas de piso.
- Motor de ascensor a dos velocidades
- Motor de operador de puertas a una velocidad.

Las llamadas, botones de abrir y cerrar, y los sensores se realizan mediante pulsadores, las seguridades y limites mediante switches y los controles de giro de motores mediante puente H.

El esquemático completo y la board (circuito impreso) en donde se evidencian cada una de las conexiones se presenta como anexo al final del documento (véase ANEXO G y ANEXO H).

Las fotos de la Tarjeta GSM se presentan como anexos al final del documento (Véase ANEXO I).

Figura. 69. Diagrama de señales y conexiones de la tarjeta simuladora de señales.

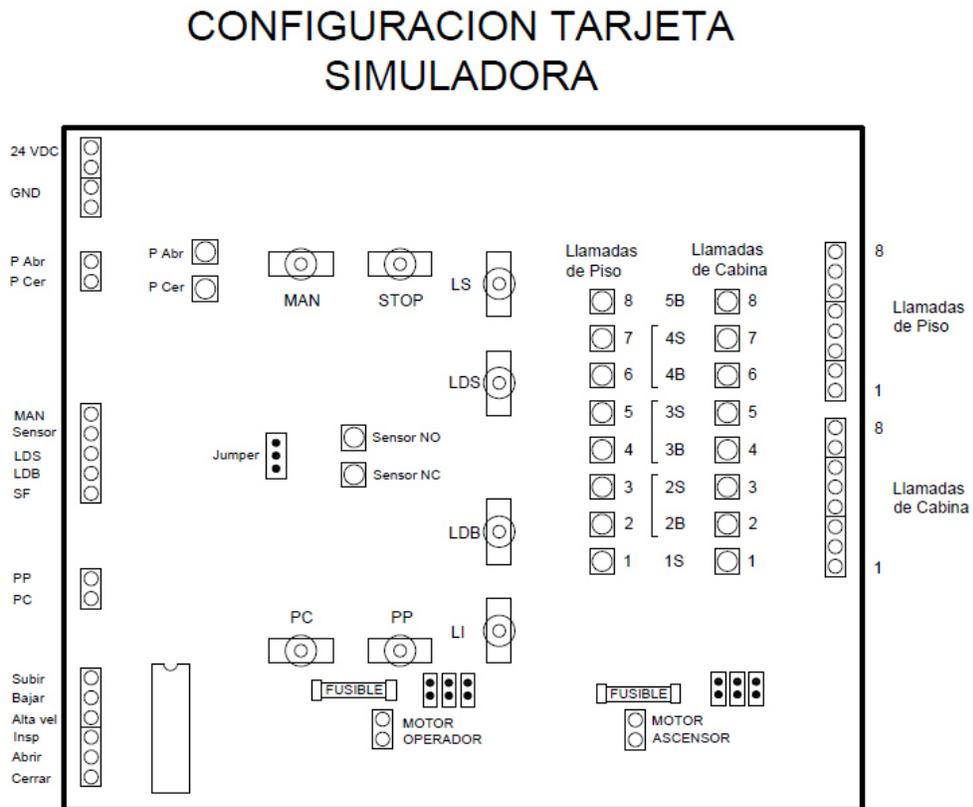


Imagen creada por los autores mediante el software AutoCAD.

9.1. FUNCIONAMIENTO TARJETA SIMULADORA DE SEÑALES

Para la correcta emulación de cada una de las señales provenientes del sistema (Ascensor) se deben tener en cuenta en que cuales de éstas permanecen activas, en qué momento se activan o se desactivan y si se desactivan que efecto producirían.

9.1.1. Sensor

El sensor es el encargado de emitir la señal correspondiente a la detección de las pantallas, las cuales son las que le permiten a la tarjeta de control determinar la posición del ascensor.

La tarjeta permite seleccionar el tipo de sensor a utilizar ya sea con salida en bajo o con salida en alto mediante un jumper tal y como se muestra en la figura siguiente:

Figura. 70. Jumper de selección del tipo de sensor.

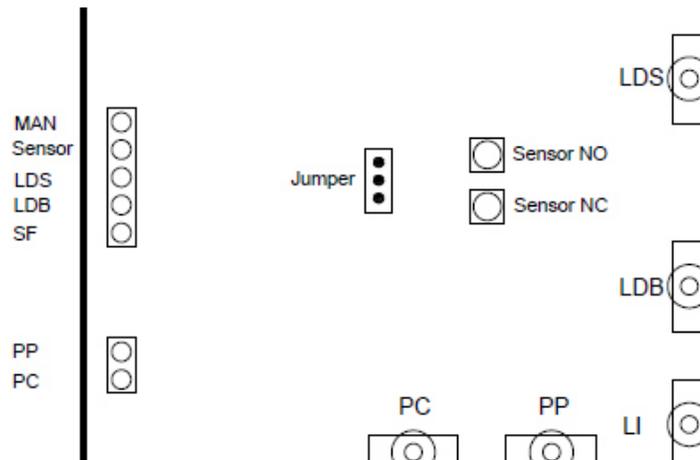


Imagen creada por los autores mediante el software AutoCAD.

La unión del pin superior y el pin central del jumper permite trabajar con el sensor NC (con salida en bajo), y la unión del pin central y el pin inferior permite trabajar con el sensor NO (con salida en alto).

La cantidad de pulsos que ha de registrar la tarjeta depende directamente de la cantidad de pisos que se encuentren configurados, ya que solo existe una pantalla en el primer y en el último piso (las cuales son de nivel de piso) debido a que a desaceleración se da mediante los finales de carrera LDS y LDB lo cuales se activan en bajo, mientras que en el resto existen tres (una de desaceleración subiendo, una de desaceleración bajando y la de nivel de piso).

Tabla 6. Numero de pantallas por piso.

Pisos conf.	2	3	4	5	6	7	8
N° Piso	N° de pantalla						
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	2	2	2	2	2	2
3	-	4	5	5	5	5	5
4	-	-	7	8	8	8	8
5	-	-	-	10	11	11	11
6	-	-	-	-	13	14	14
7	-	-	-	-	-	16	17
8	-	-	-	-	-	-	19

Tabla creada por los autores mediante el software Microsoft Word.

Donde Pisos conf. contra N° Piso otorgan el número de pantalla correspondiente a cada piso. Es decir, que si existen 8 pisos conf. y deseamos saber que pantalla corresponde al piso 5, nos ubicamos en la columna de pisos conf. 8 y bajamos hasta el piso correspondiente nos da por resultado 11.

9.1.2. Límites de Desaceleración

Los límites de desaceleración solo se activan cuando el ascensor ha llegado al último piso o al primero. Activando el límite LDB cuando el ascensor entro en la zona de desaceleración del primer piso y el limite LDS cuando el ascensor entro en la zona de desaceleración del último piso.

9.1.3. Mantenimiento

El switch de mantenimiento se puede activar en cualquier momento durante la operación normal del sistema. Una vez activado coloca el ascensor en modo de Mantenimiento.

9.1.4. Límites finales y Stop

Esta serie está compuesta por el switch de Stop y los límites finales superior e inferior los cuales sirven para que cuando el ascensor por cualquier motivo se pase del primer piso o del último detenga el funcionamiento del ascensor.

El Stop es activado por el personal de mantenimiento como una medida de precaución cuando se encuentran trabajando encima de la cabina.

9.1.5. Seguridad de Puertas

El switch de puerta de cabina permite determinar cuando la puerta de cabina está abierta o cerrada. Activándose y desactivando durante el proceso de abrir y cerrar puertas, o en cualquier momento durante la operación normal del sistema para comprobar la respuesta del sistema de control.

El switch de puertas de piso permite determinar cuándo al menos una puerta de piso está abierta o cuando todas están cerradas. Activándose y desactivando durante el proceso de abrir y cerrar puertas, o en cualquier momento durante la operación normal del sistema para comprobar la respuesta del sistema de control.

9.1.6. Botones de Abrir y Cerrar Puertas

Estos botones permiten acortar los diversos tiempos de puertas o interrumpir el proceso de abrir y cerrar puertas.

El botón de abrir puertas tiene efecto cuando las puertas se están cerrando y al presionarse permite la reapertura de las puertas.

El botón de cerrar puertas tiene efecto cuando las puertas han terminado de cerrarse y al presionarse interrumpe el tiempo de espera con las puertas abiertas.

9.1.7. Botones de Llamadas

Estos botones representan cada una de las llamadas con las que cuenta el ascensor siendo 8 de cabina y 8 de piso, las cuales pueden presionarse en cualquier momento durante la operación normal del sistema para comprobar la respuesta del sistema de control. Teniendo en cuenta que cuando la llamada es detectada el led correspondiente al botón ha de permanecer encendido mientras está es atendida.

9.1.8. Motores

Se utilizan para emular el funcionamiento de los motores de ascensor y operador de puertas los cuales han de moverse mientras existan las señales pertinentes. Teniendo en cuenta que el motor de ascensor posee dos velocidades y el motor de operador de puertas.

La tarjeta permite seleccionar el voltaje que ha de aplicarse a cada motor mediante un jumper tal y como se muestra en la figura siguiente:

Figura. 71. Jumper de selección voltaje del motor.

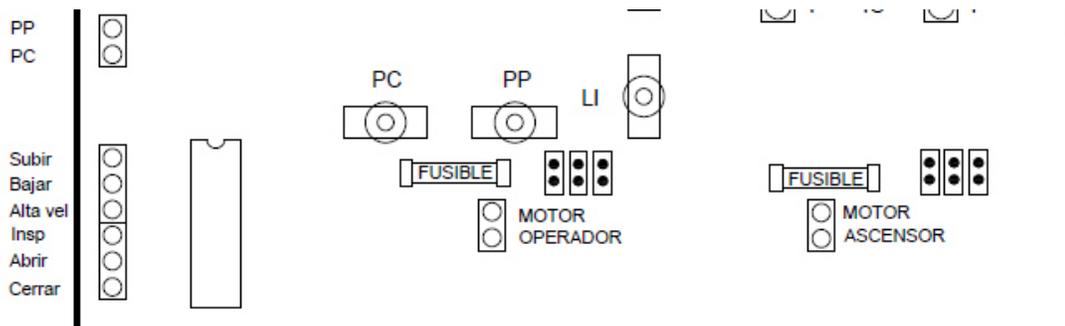


Imagen creada por los autores mediante el software AutoCAD.

La unión de los pines izquierdos permite seleccionar 5V, la de los pines centrales 12V y la unión de los pines del lado derecho permite seleccionar 24V.

9.2. PRUEBAS REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

Las diferentes pruebas realizadas fueron llevadas a cabo con el objetivo de verificar si la tarjeta de control SIE80BQ respondía adecuadamente a cada una de las señales y si realizaba las acciones programadas ante la aparición o ausencia de estas mismas.

Las fotos de la Maqueta de Pruebas se presentan como anexos al final del documento (Véase ANEXO J).

9.2.1. Prueba N°1

La primera prueba de validación consiste en verificar el modo de funcionamiento del ascensor en selectivo colectivo descendente, para ello se le realizaran llamadas tanto por cabina como por piso.

A tener en cuenta:

- En este modo de funcionamiento existe una sola llamada por piso.
- Si el ascensor va subiendo, no atiende llamadas por piso para bajar a menos que sea la última llamada por piso para bajar y no hallan llamadas más altas por cabina.
- Si el ascensor va bajando, atiende todas llamadas por piso para bajar.
- Las llamadas por cabina son prioritarias en cualquier sentido de viaje.
- Si el ascensor va subiendo y existe una llamada por pisos para bajar en el tercer piso y también existe una llamada por cabina en el tercer piso y en el cuarto, el ascensor llega al tercer piso borra la llamada de cabina luego llega al cuarto y finalmente cambia el sentido de viaje y pasa a atender la llamada por piso para bajar del tercer piso.

El resultado de la prueba en video se presentara como un documento a parte, el cual se encontrara en el contenido del CD entregado junto a este documento.

9.2.2. Prueba N°2

La segunda prueba consiste en verificar el modo de funcionamiento del ascensor en selectivo colectivo completo, para ello se le realizan llamadas tanto por cabina como por piso.

A tener en cuenta:

- En este modo de funcionamiento existen dos llamadas por piso.
- Si el ascensor va subiendo, atiende únicamente las llamadas por piso para subir, no atiende las llamadas por piso para bajar a menos que sea la última llamada por piso para bajar y no hallan llamadas más altas por cabina.
- Si el ascensor va bajando, atiende únicamente las llamadas por piso para bajar, no atiende las llamadas por pisos para subir a menos que sea la última llamada por pisos para subir y no hallan llamadas más bajar por cabina.
- Las llamadas por cabina son prioritarias en cualquier sentido de viaje.
- Si el ascensor va subiendo y existe una llamada por pisos para bajar en el tercer y en el quinto piso, una llamada por piso para subir en el tercero y a su vez existe una llamada por cabina en el tercer y cuarto piso, el ascensor llega primero al tercer piso y atiende las llamada por piso para subir y la de cabina, luego llega al cuarto y atiende la llamada por cabina, seguido pasa al quinto a atender la llamada por piso para bajar y finalmente atiende la llamada por piso para bajar del tercer piso.

El resultado de la prueba en video se presentara como un documento a parte, el cual se encontrara en el contenido del CD entregado junto a este documento.

9.2.3. Prueba N°3

La tercera prueba consiste en verificar la respuesta del sistema de control ante la ausencia de cada una de las señales de seguridad e indicaciones de estado que posee el sistema.

Ausencia SF.

Ausencia SPC.

Ausencia SPP.

Límites de desaceleración activados simultáneamente.

Ausencia de alimentación.

Modo de mantenimiento por tarjeta.

Modo de mantenimiento por cabina.

Pulsador trabado.

Bloqueo por GSM.

El resultado de la prueba en video se presentara como un documento a parte, el cual se encontrara en el contenido del CD entregado junto a este documento.

9.2.4. Prueba N°4

La cuarta prueba consiste en hacerle una revisión al software de cada una sus partes y funciones.

El resultado de la prueba en video se presentara como un documento a parte, el cual se encontrara en el contenido del CD entregado junto a este documento.

9.2.5. Prueba N°5

La quinta prueba consiste en verificar la reconfiguración de la tarjeta a través del software de programación, realizando viajes de prueba para observar los cambios realizados en cada una de las variables y la forma en que modifican el comportamiento del sistema.

El resultado de la prueba en video se presentara como un documento a parte, el cual se encontrara en el contenido del CD entregado junto a este documento.

9.2.6. Prueba N°6

La sexta prueba consiste en verificar la respuesta de la tarjeta ante cada uno de los comandos enviados a través de mensajes de texto.

ASCONOR2811.

ASCONOR2810.

ASCONOR2809.

ASCONOR2808.

El resultado de la prueba en video se presentara como un documento a parte, el cual se encontrara en el contenido del CD entregado junto a este documento.

10. CONCLUSIONES

Entre las diferentes tecnologías inalámbricas existentes utilizadas a nivel industrial en el sector de las comunicaciones como la PLC, Wi-Fi, Bluetooth y GSM, la que mayores prestaciones brinda para una comunicación en tiempo discreto y a larga distancia es la GSM, debido a que posee una cobertura global permitiendo una supervisión desde cualquier parte del país e incluso desde otros países si así se desea, bajos costos de implementación y una pequeña cantidad de elementos asociados que junto a otras características le permiten tener gran ventaja sobre las demás.

El sistema de control cuenta con un módulo GSM, el cual permite al departamento técnico de la empresa y a la empresa misma, supervisar y mantener un control sobre cada uno de los equipos instalados conociendo el estado actual de cada uno de ellos, bloquearlos, desbloquearlos y resetearlos según sea la necesidad a través de comandos enviados mediante mensajes de texto.

La tarjeta de control SIE80BQ le brindara a la empresa Asconor Ltda una herramienta que le permitirá instalar su propio control de ascensores configurable por software con capacidad de hasta 8 paradas, lo cual le proveerá de un reconocimiento tanto local como regional sobre las demás empresas debido a la utilización de tecnología propia.

La tarjeta SIE80BQ posee dos modos de funcionamiento los cuales le permiten ser implementada tanto en edificios comerciales como en residenciales. Posee salidas a relé para controlar dispositivos electrónicos como variadores de velocidad, y electromecánicos como relés y Contactores. Consta de entradas dedicadas para el sistema de seguridad, sensores y llamadas tanto de cabina como de piso. Salidas dedicadas para los indicadores y modos de mantenimiento los cuales pueden ser

activados en la tarjeta o en cabina que permitirán al personal técnico controlar el ascensor de manera manual a una velocidad moderada.

La tarjeta SIE80BQ cuenta con un software de configuración sencillo y amigable que le permite tanto a los ingenieros como al personal técnico de la empresa realizar la configuración de la tarjeta mediante la selección de cada uno de los parámetros, permitiendo igualmente realizar una copia de dichas configuraciones las cuales pueden ser utilizadas para configurar posteriormente otros equipos, y visualizar cada una de las conexiones de la tarjeta a través de las diferentes etiquetas las cuales han de ser generales y específicas según la configuración actual que se tenga.

Para la correcta utilización e instalación de la tarjeta de control SIE80BQ se diseñó un manual de usuario en el que se encuentran especificado las características generales y específicas de la tarjeta de control, las recomendaciones, advertencias y procedimientos de instalación y configuración.

Mediante la tarjeta simuladora de señales de ascensor se hizo posible emular en su mayoría las señales provenientes del sistema físico del ascensor lo cual permitió validar el funcionamiento de cada una de las etapas del sistema de control y realizar las correcciones pertinentes en cada uno de los casos.

BIBLIOGRAFÍA

AFINIDAD ELÉCTRICA. La Historia del Ascensor [En línea]. [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://www.afinidadelectrica.com/articulo.php?IdArticulo=125>>.

ALTAMAR, Javier Francisco. Atlántico lidera las cifras de construcción a nivel nacional [En línea]. ADN Barranquilla. [Barranquilla, Colombia]: 18 Marzo 2013 [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://diarioadn.co/barranquilla/mi-ciudad/cifras-de-construcci%C3%B3n-en-el-atl%C3%A1ntico-1.52202>>.

BLIESENER, R, et al. The PLC in Automation Technology. Barranquilla (Colombia) Sena Virtual, 2011. p. 8,9.

BONILLO, Alberto Lorenzo. Comunicación Punto a Punto via Módem GSM. Departamento de Ingeniería Electrónica, Eléctrica y Automática [En línea]. Enero 2004 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/541pub.pdf>>.

CACCIAGUERRA, Françoise. Introducción a PLC. Kiokea.net [En línea]. Noviembre 2013 [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <<http://es.kiokea.net/contents/cpl/cpl-intro.php3>>.

CISCO. WiFi. CISCO [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.cisco.com/web/ES/solutions/smb/products/wireless/wifi.html>>.

CLAVIJO, Enric Forner, et al. Tecnología GSM. Cooperativa Telefónica de la Villa Gdor, Gálvez Ltda. [En línea]. [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.coopvvgg.com.ar/alumnado-gomara/Files/gsm.pdf>>.

CONTROLES S.A. Controlador de Ascensores Programables CEA36. Montevideo (Uruguay) 2012. p. 51,52.

DELGADO, José Luis. PLC (Power Line Communications). Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de la Frontera [En línea]. 2009 [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <[http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Redes_de_Banda_Ancha/Tarea_1/Jose_Luis_Delgado_-_PLC_\(Trabajo_Escrito\).pdf](http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Redes_de_Banda_Ancha/Tarea_1/Jose_Luis_Delgado_-_PLC_(Trabajo_Escrito).pdf)>.

DIPUTACIÓN DE BADAJOZ. Las Tecnologías WiFi y WiMax. Diputación de Badajoz [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <http://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologias_wifi_wmax.pdf>.

EL COMERCIO.ES. Breve Historia del Ascensor. El comercio.es [En línea]. 19 Noviembre 2008 [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://maikelnai.elcomercio.es/2008/11/19/breve-historia-del-ascensor/>>.

ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Microcontrolador PIC16F84A, Desarrollo de proyectos. 2da ed. México: AlfaOmega, 2006. p. 1, 2, 38, 39, 48-55. ISBN 970-15-1174-3.

ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Prologo. Pérez, Lucas. Microcontrolador PIC16F84A, Desarrollo de proyectos. 2da ed. México: AlfaOmega, 2006. ISBN 970-15-1174-3.

ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Capítulo 20: Comunicación Con Ordenador. Pérez, Lucas. Microcontrolador PIC16F84A, Desarrollo de proyectos. 2da ed. México: AlfaOmega, 2006. ISBN 970-15-1174-3.

ENRIQUE PALACIOS, Mauricio; DOMINGOS, Fernando Remiro; PÉREZ, Lucas. Capítulo 21: Bus I2C. Pérez, Lucas. Microcontrolador PIC16F84A, Desarrollo de proyectos. 2da ed. México: AlfaOmega, 2006. ISBN 970-15-1174-3.

FERNANDO, José. Distribución del Espectro Radioeléctrico y Esquemas de Asignación de Ancho de Banda en Colombia y su Relación con el Nivel de Desarrollo de los Servicios Móviles en Colombia. Universidad Nacional [En línea]. 2011 [Citado el 12 Mayo 2013]. Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/4836/12/josefernandorestrepopiedrahita.2011.part e6.pdf>>.

FIGUEROA, Rodrigo. El Invento que Logro Ciudades Verticales. Casino de Madrid [En Línea]. [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://www.casinodemadrid.es/sp/revista/Revista43/PDF/59%20a%20%2062%20A.%20Ascens.pdf>>.

GARCÍA, Eduardo. Compilador CCS y Simulador proteus para Microcontroladores PIC. México: Grupo Editor S.A., 2008. p. 1-25. ISBN 978-970-15-1397-2.

GARCÍA, Eduardo. Compilador CCS y Simulador proteus para Microcontroladores PIC. México: Grupo Editor S.A., 2008. p. 180-183. ISBN 978-970-15-1397-2.

GARCÍA, Eduardo. Compilador CCS y Simulador proteus para Microcontroladores PIC. México: Grupo Editor S.A., 2008. p. 190-200. ISBN 978-970-15-1397-2.

HERNÁNDEZ, Aquino. Capítulo 1: introducción a bluetooth y Wi-Fi. Diseño, Simulación y construcción de antenas tipo parche para bluetooth y Wi-Fi [En línea].

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA. Puebla (México), 9 Mayo 2008 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/hernandez_a_r/capitulo1.pdf>.

INGENIATIC. GSM (Sistema global para las comunicaciones móviles). Ingeniatic [En línea]. [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/471-gsm-sistema-global-para-las-telecomunicaciones-m%C3%B3viles>>.

KIOSKEA. Como Funciona Bluetooth. kioskea.net [En línea]. Febrero 2013 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://es.kioskea.net/contents/bluetooth/bluetooth-fonctionnement.php3>>.

LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN. Controladores Lógicos Programables. Universidad Nacional de Quilmes [En línea]. Argentina: 2012 [Citado el 05 Mayo 2013]. Disponible en: <<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio1/archivos/Clases/Controladores%20L%C3%B3gicos%20Programables%20Conceptos%20B%C3%A1sicos.pdf>>.

LARRODÉ, Emilio y MIRAVETE, Antonio. Elevadores: principios e innovaciones. España: Reverté S.A., 2007. P. 1-5,7-67 ISBN 978-84-291-8012-1.

MAZA, Ana. Diseño de un sistema experto para el enderezado del chasis en frío [En línea]. Universidad de las Américas Puebla. Puebla (México), 09 Enero 2009 [Citado el 05 Mayo 2013]. Disponible en: <http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf>.

MEJÍA, Lupe. Barranquilla lidera cifras de construcción de viviendas [En línea]. El Heraldo. [Barranquilla, Colombia]: 09 Marzo 2013 [Citado el 19 Marzo 2013]. Disponible en: <<http://www.elheraldo.co/noticias/economia/barranquilla-lidera-cifras-de-construccion-de-vivienda-102808>>.

MICROSOFT. Novedades de Visual Basic en Visual Studio 2012. Microsoft [En línea]. [Citado el 22 Abril 2013]. Disponible en: <[http://msdn.microsoft.com/es-es/library/we86c8x2\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/we86c8x2(v=vs.110).aspx)>.

MIRAVETE, Antonio, et al. Los Transportes en la Ingeniería Industrial. España: Reverté S.A., 2002. p. 335 ISBN 84-921349-5-x.

MURO, Juan y AL-HADITHI, Basil. Control Electrónico Mediante Telefonía Móvil Digital Basada en la Red GSM. Universidad Alfonso X El Sabio [En línea]. 2004 [Citado el 14 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.uax.es/publicacion/control-electronico-mediante-telefonía-movil.pdf>>.

PEDRO MARTÍNEZ, Ascensio. WiMax y WiFi ¿Competidores o Aliados?. Ilustre Colegio de Ingenieros en Informática de la Región de Murcia [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <http://www.cii-murcia.es/informas/abr05/articulos/WiMAX_y_WiFi_Competidores_o_aliados.pdf>. ISSN 1698-8841.

PLC FORUM. PLC. PLC Forum [En línea]. [Citado el 13 Abril 2013]. Disponible en: <http://www.plcforum.org/frame_plc.html>.

QUECTEL. M95 HARDWARE DESIGN [En línea]. [Citado el 06 Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/M95_Hardware_Design_V1.3.pdf>.

QUECTEL. M95 AT COMMANDS MANUAL [En línea]. [Citado el 06 Noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/M95_AT_Commands_Manual_V1.2.pdf>.

SALAZAR, Jesús y LEÓN, Jorge. Comunicaciones Inalámbricas, ¿Cómo Funcionan?. Reocities [En línea]. 2003 [Citado el 17 Mayo 20 2013]. Disponible en: <<http://www.reocities.com/siliconvalley/network/5148/funcionan.html>>.

SERNA, Víctor Hugo. Comunicaciones a través de la red eléctrica - PLC [En línea]. Revista Española de Electrónica. Marzo 2011 [Citado el 13 Abril 2013]. p. 62-65. Disponible en: <http://www.redeweb.com/_txt/676/62.pdf>.

TEDESCO, Carlos. Ascensores Electrónicos y Variadores de Velocidad. Argentina: Librería y Editorial Alshina, 2011. ISBN 978-950-553-189-9.

TEDESCO, Carlos. Ascensores y Escaleras Mecánicas. Argentina: Librería y Editorial Alshina, 1997. ISBN 950-553-049-8.

TORRADO DULMAR, Yesid. ¿Qué es Visual Basic?. Slideshare [En línea]. [Citado el 22 Abril 2013]. Disponible en: <<http://www.slideshare.net/DulmarTorrado/qu-es-visual-basic>>.

VALENZUELA, Edverd, et al. Tecnología Wi-Fi. Scribd [En línea]. [Citado el 21 Abril 2013]. Disponible en: <<http://es.scribd.com/doc/964155/Tecnologia-Wi-fi>>.

ZULUAGA IBARRA, Jonathan. Bluetooth. Colombia: SENA, 2012.

ANEXO A. ESQUEMÁTICO TARJETA SIE80BQ

A.1 Esquemático PIC Maestro

Figura. 72. Esquemático PIC Maestro tarjeta SIE80BQ.

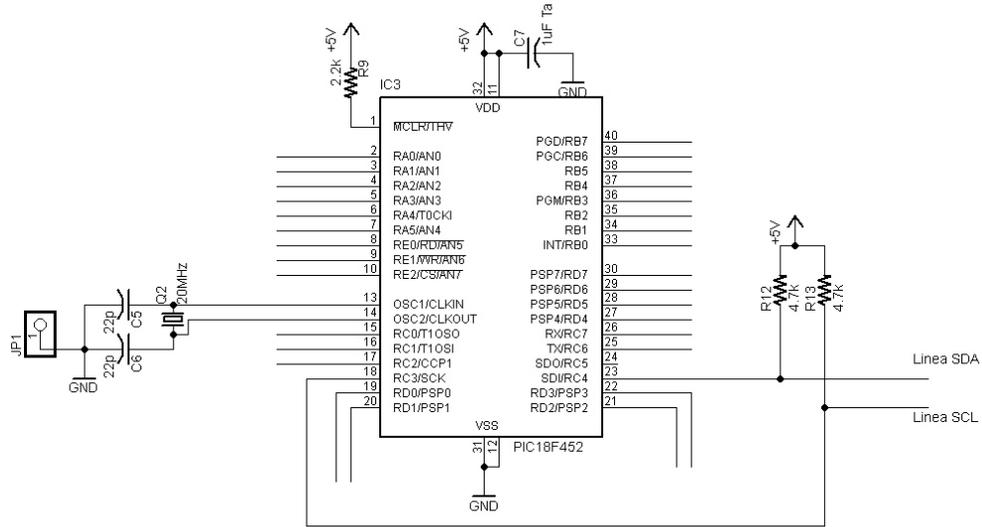


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

A.2 Esquemático Pulsadores de Tarjeta

Figura. 73. Esquemático Pulsadores de tarjeta SIE80BQ.

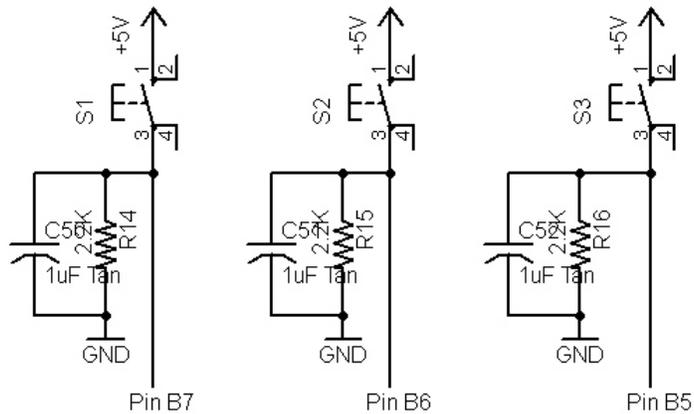


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

A.3 Esquemático Etapa de Alimentación y Comparador de Voltaje

Figura. 74. Esquemático etapa de alimentación y comparador de voltaje tarjeta SIE80BQ.

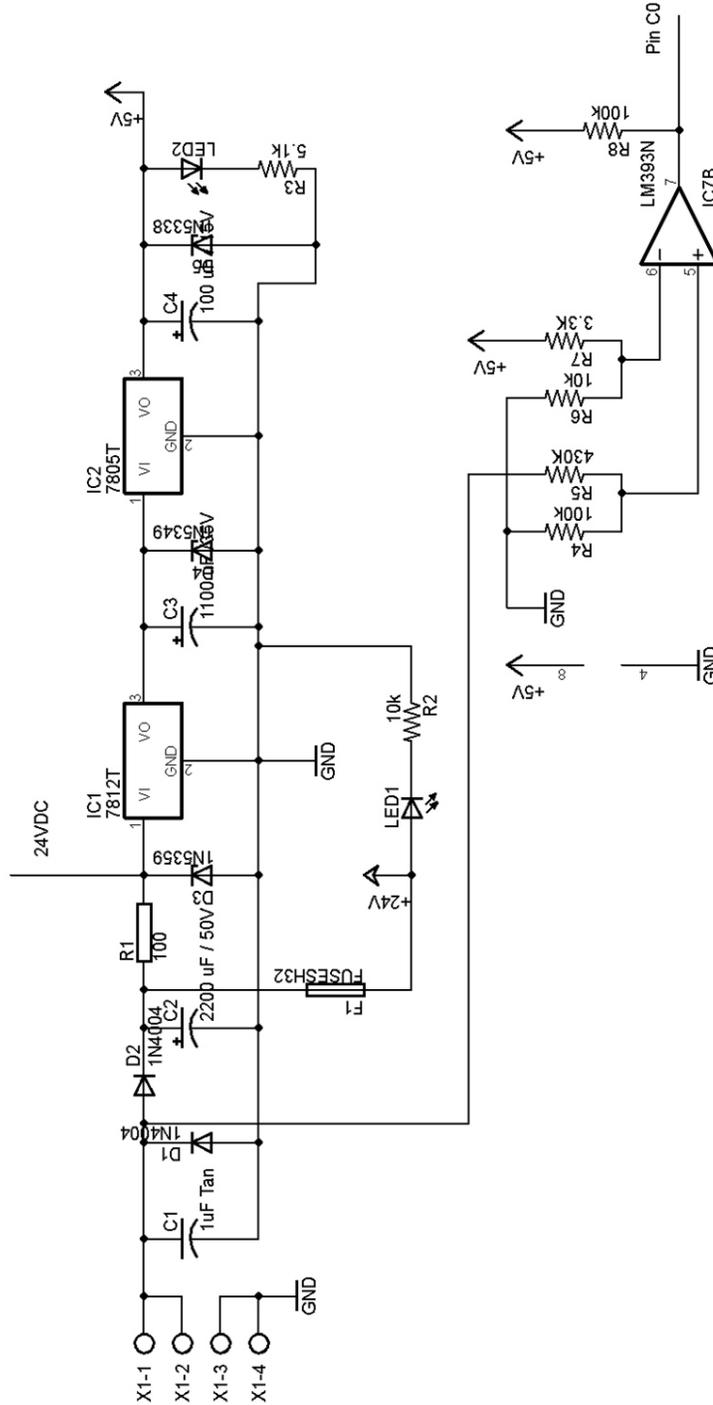


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

A.4 Esquemático Display y Salidas Binarias

Figura. 75. Esquemático Display y salidas binarias tarjeta SIE80BQ.

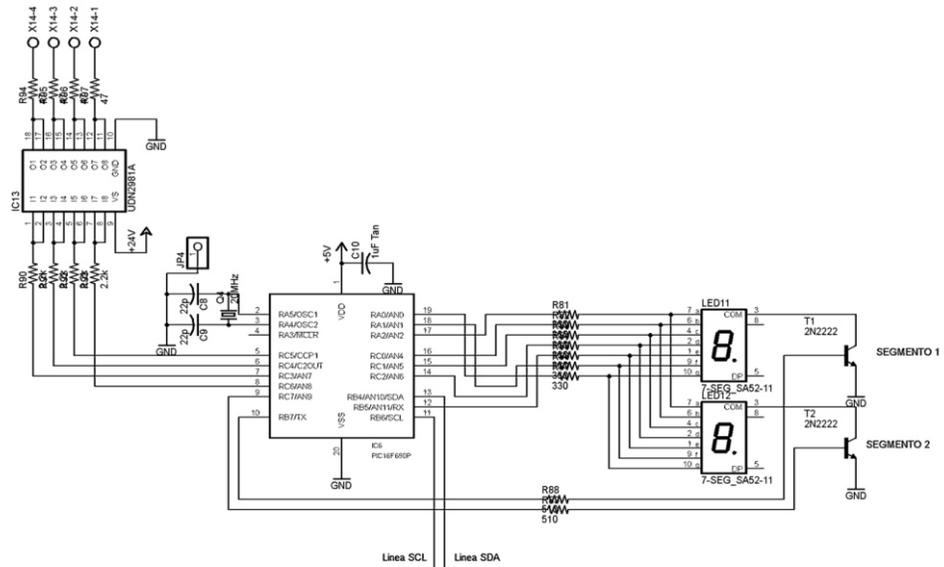


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

A.5 Esquemático Salidas y Entradas Auxiliares, y RS232

Figura. 76. Esquemático salidas y entradas auxiliares, y RS232 tarjeta SIE80BQ.

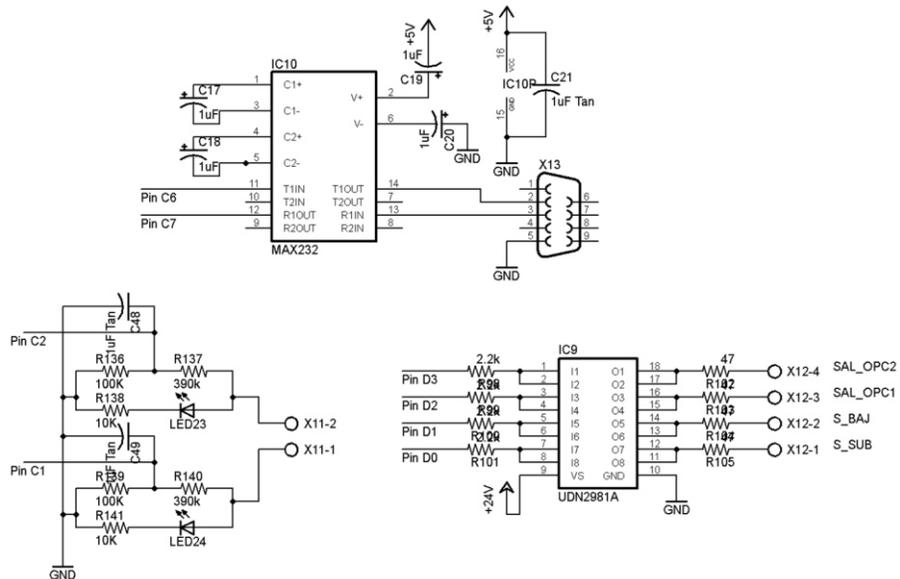


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

A.6 Esquemático de Llamadas de Cabina y Hall

Figura. 77. Esquemático de llamadas de cabina y de hall tarjeta SIE80BQ.

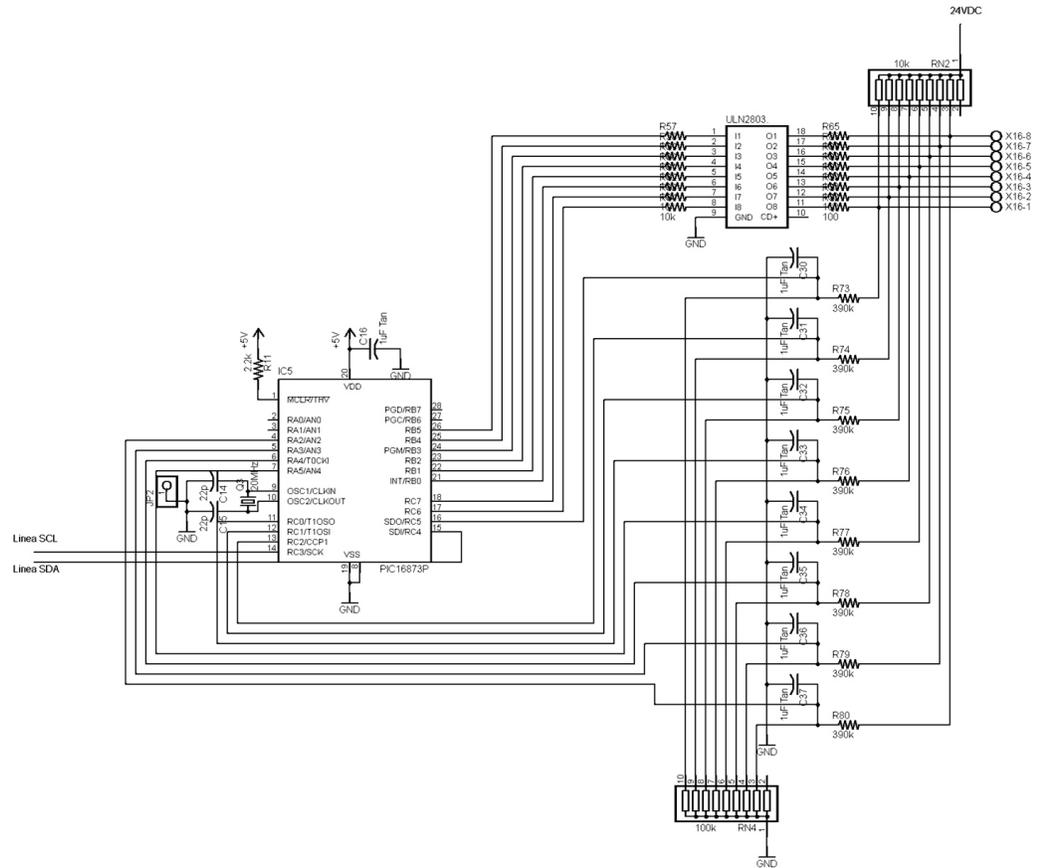


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

A.7 Esquemático de Entradas Digitales Dedicadas

Figura. 78. Esquemático de entradas digitales dedicadas tarjeta SIE80BQ.

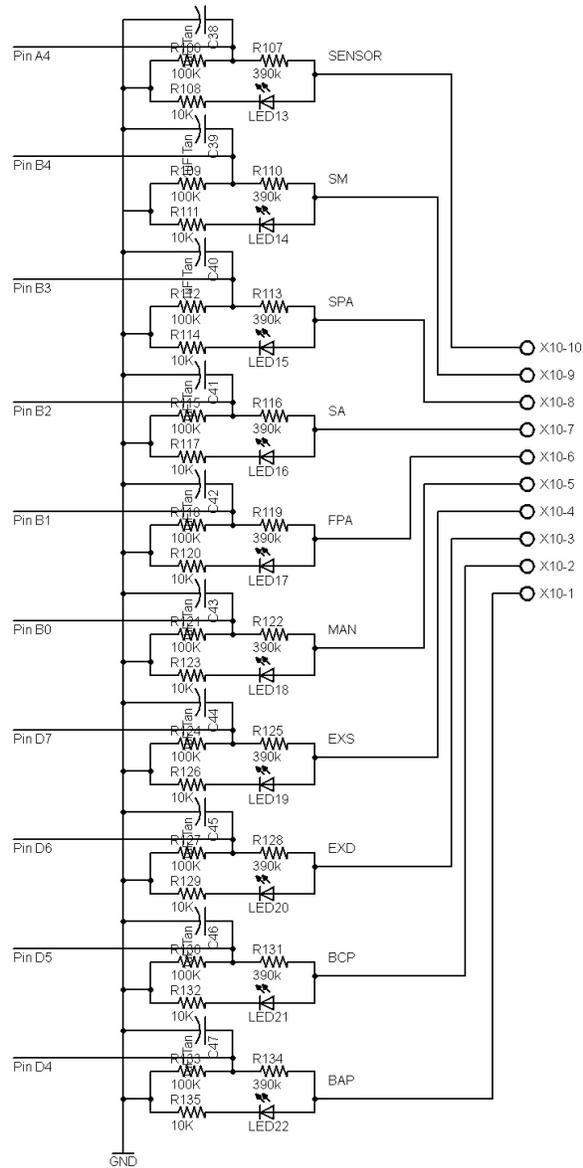


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

A.8 Salidas a Relé

Figura. 79. Salidas a relé tarjeta SIE80BQ.

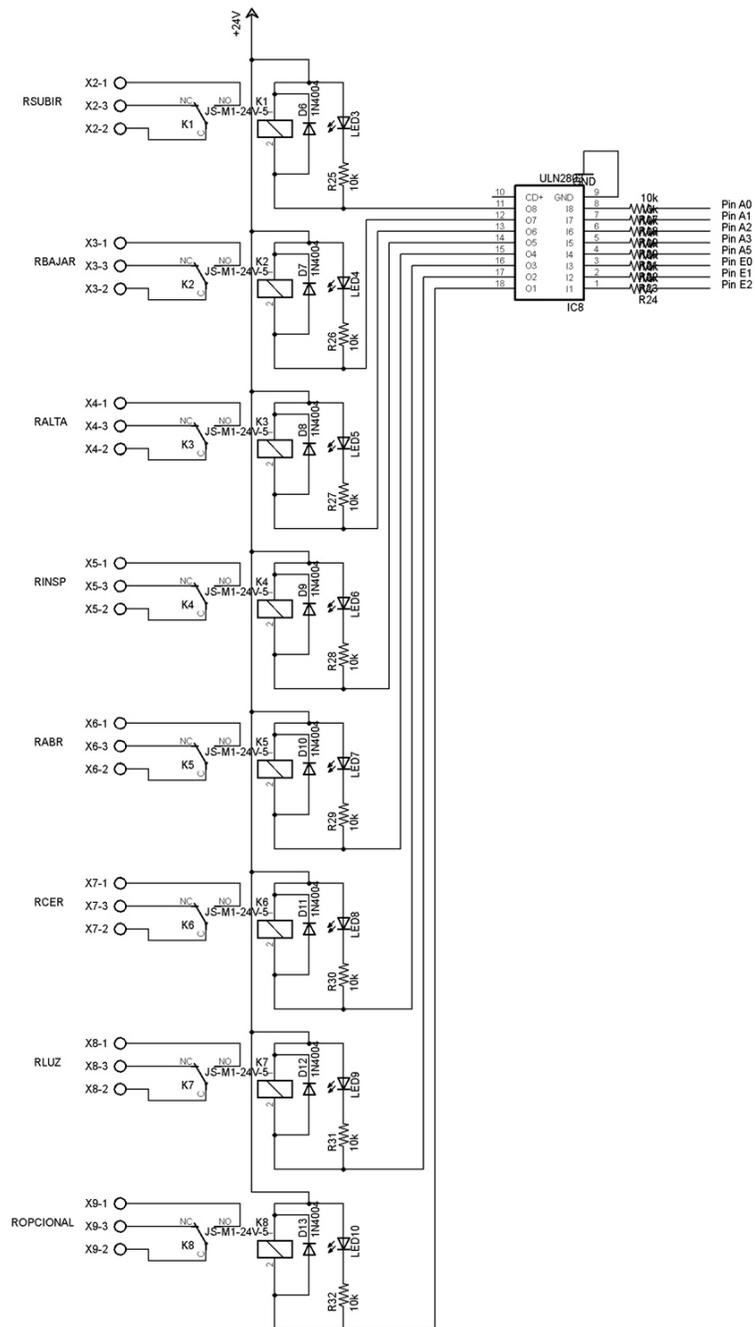


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

ANEXO B. IMPRESO TARJETA SIE80BQ

B.1 Conexión Sin Plano de Masa

Figura. 80. Vista de las conexiones sin plano de masa tarjeta SIE80BQ.

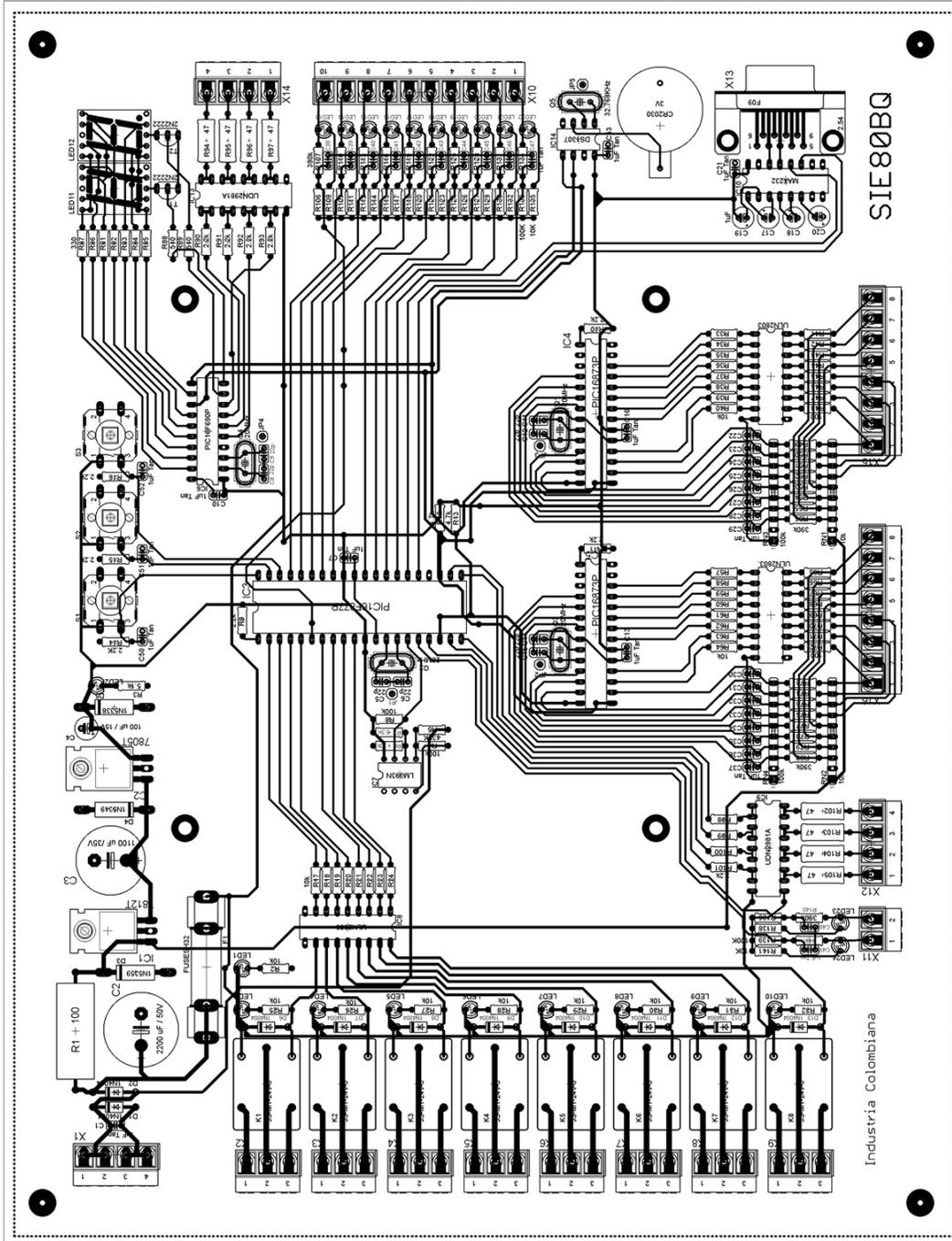


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

B.2 Cara de los Componentes del Impreso

Figura. 81. Vista de la cara de componentes tarjeta SIE80BQ.

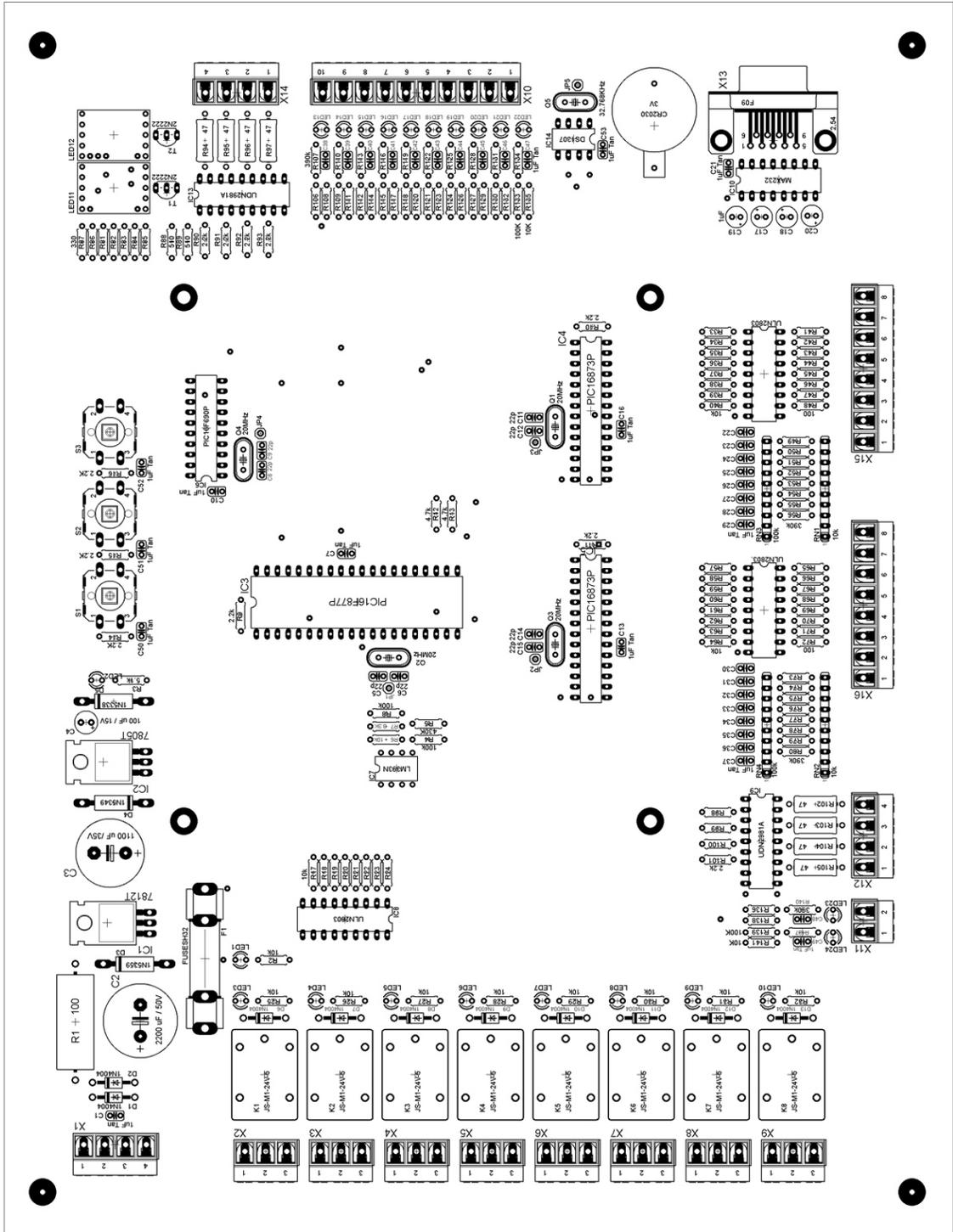


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

B.3 Cara Botton del Impreso

Figura. 82. Vista de Cara botton del impreso tarjeta SIE80BQ.

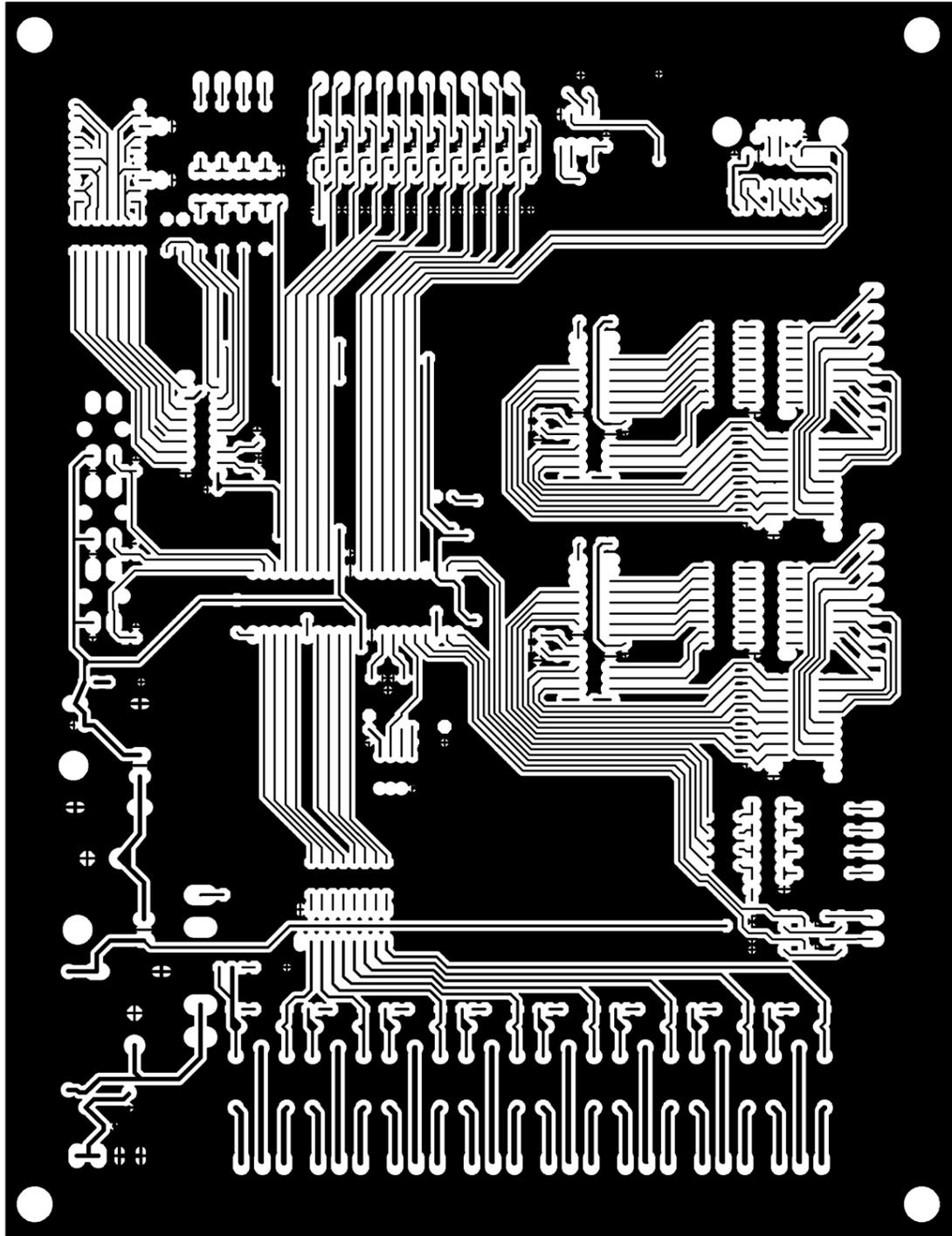


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

B.4 Cara Top del Impreso

Figura. 83. Vista cara top del impreso tarjeta SIE80BQ.

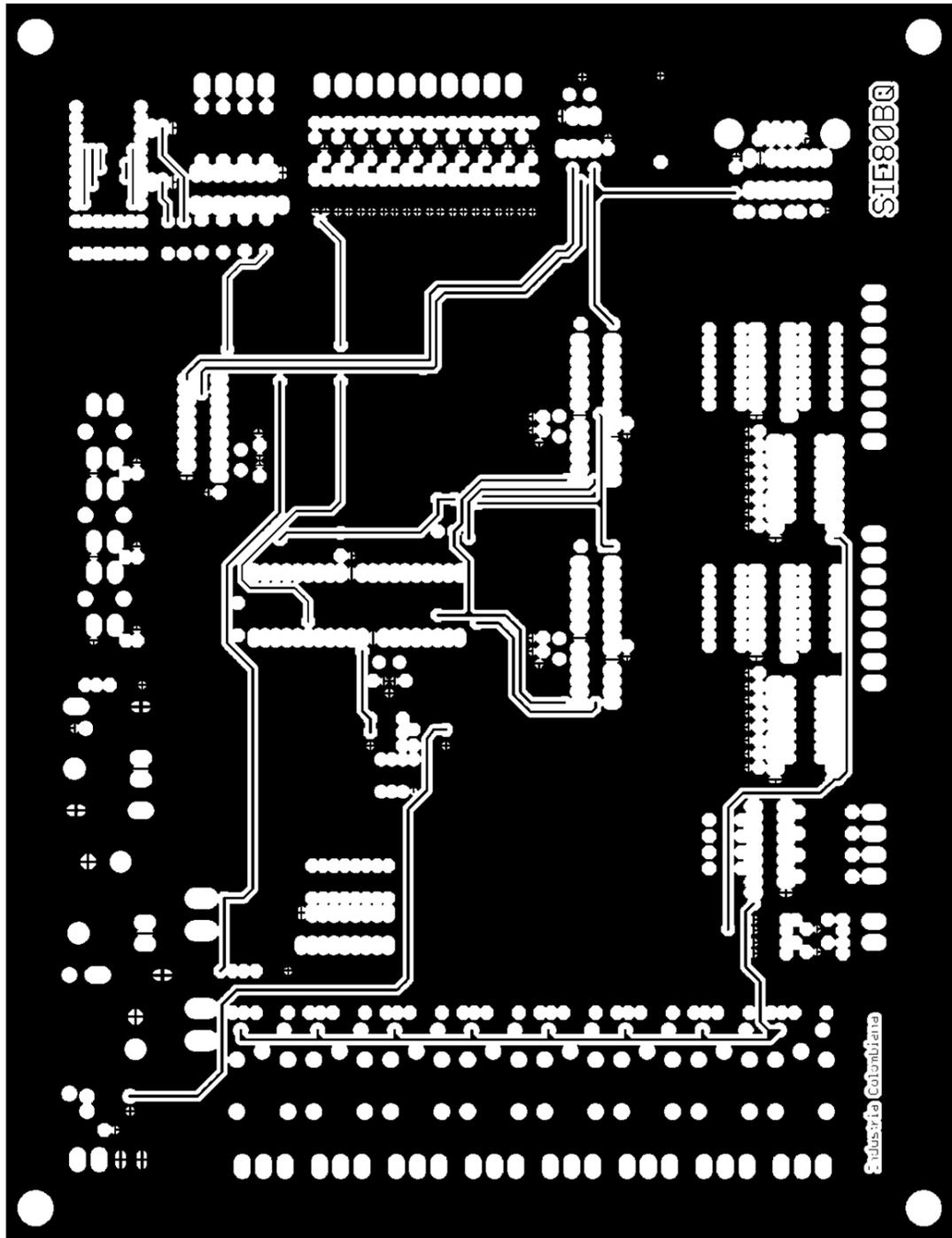


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

ANEXO C. FOTOS TARJETA SIE80BQ

Figura. 84. Tarjeta SIE80BQ Vista Frontal.

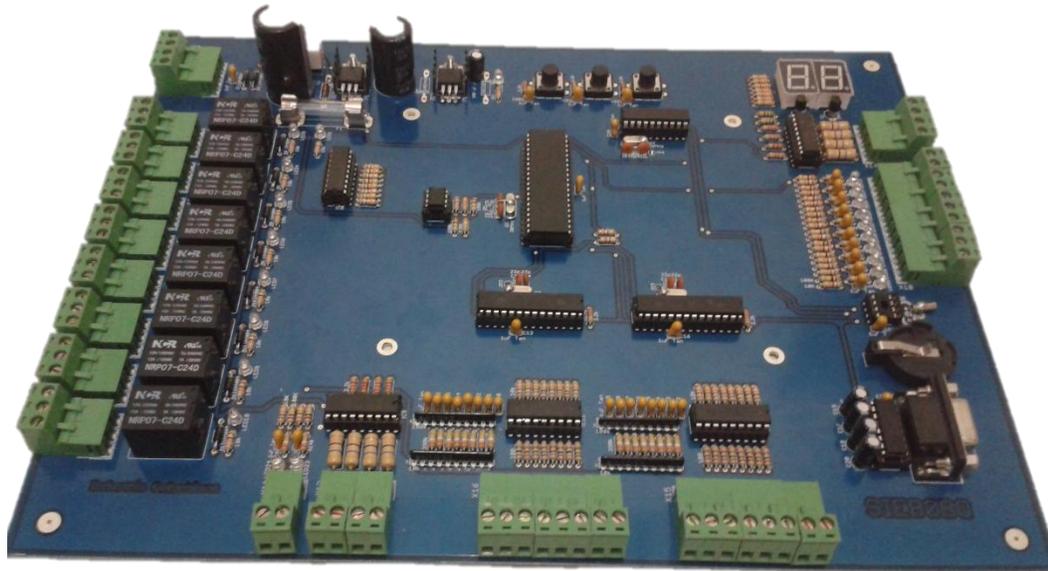


Imagen tomada por los autores.

Figura. 85. Tarjeta SIE80BQ vista superior izquierda.

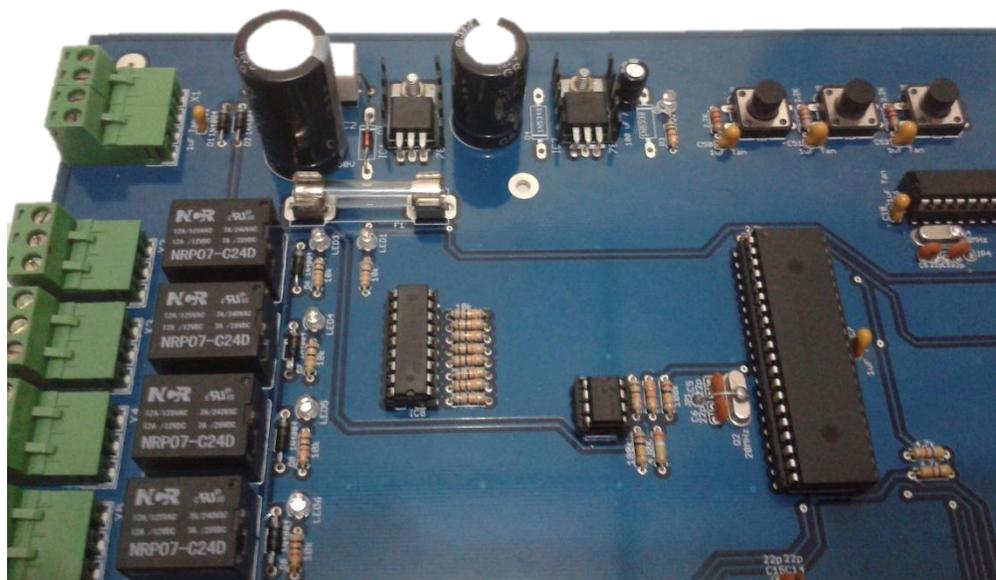


Imagen tomada por los autores.

Figura. 86. Tarjeta SIE80BQ vista central inferior.

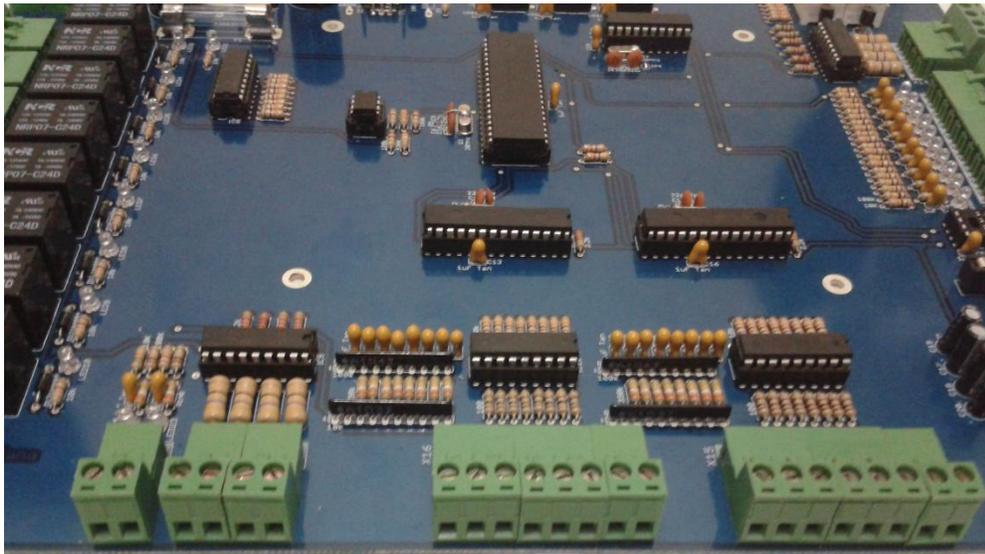


Imagen tomada por los autores.

Figura. 87. Tarjeta SIE80BQ Vista lateral.

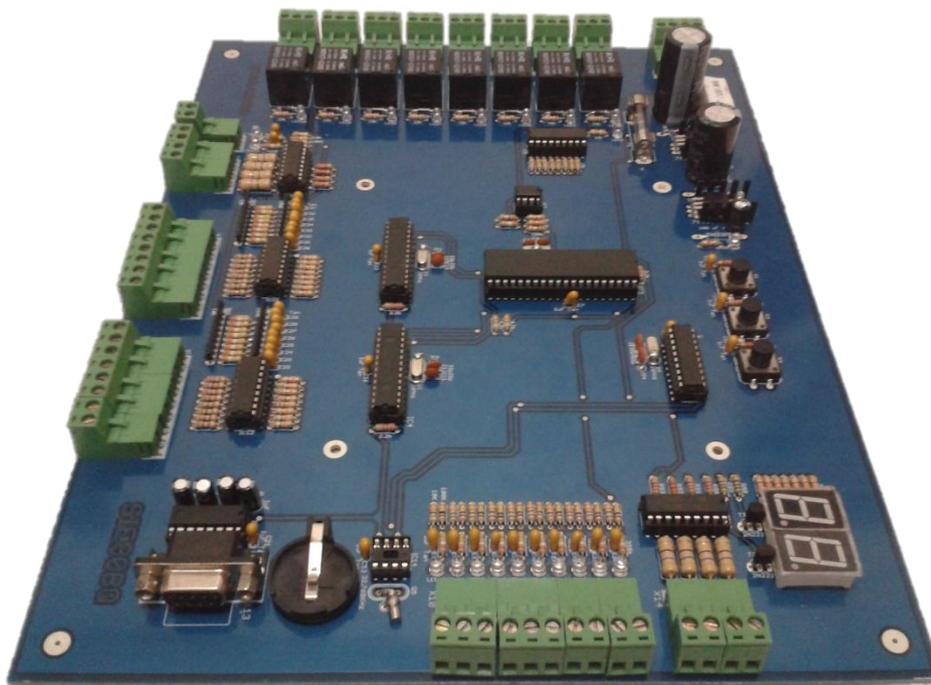
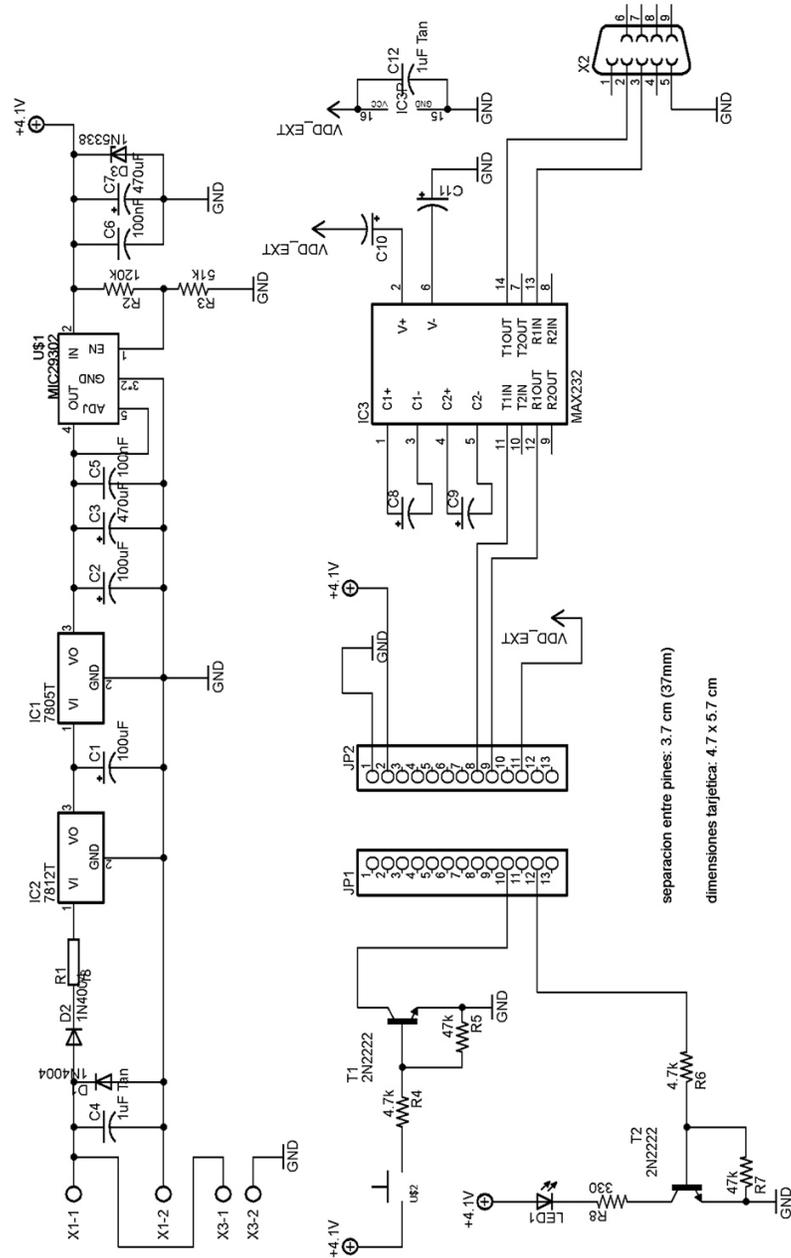


Imagen tomada por los autores.

ANEXO D. ESQUEMÁTICO TARJETA GSM

D.1 Conexión Elementos Tarjeta GSM

Figura. 88. Esquemático de conexiones tarjeta GSM.



separacion entre pines: 3.7 cm (37mm)
dimensiones tarjeta: 4.7 x 5.7 cm

Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

ANEXO E. IMPRESO TARJETA GSM

E.1 Conexión Sin Plano de Masa Tarjeta GSM

Figura. 89. Vista de las conexiones sin plano de masa tarjeta GSM.

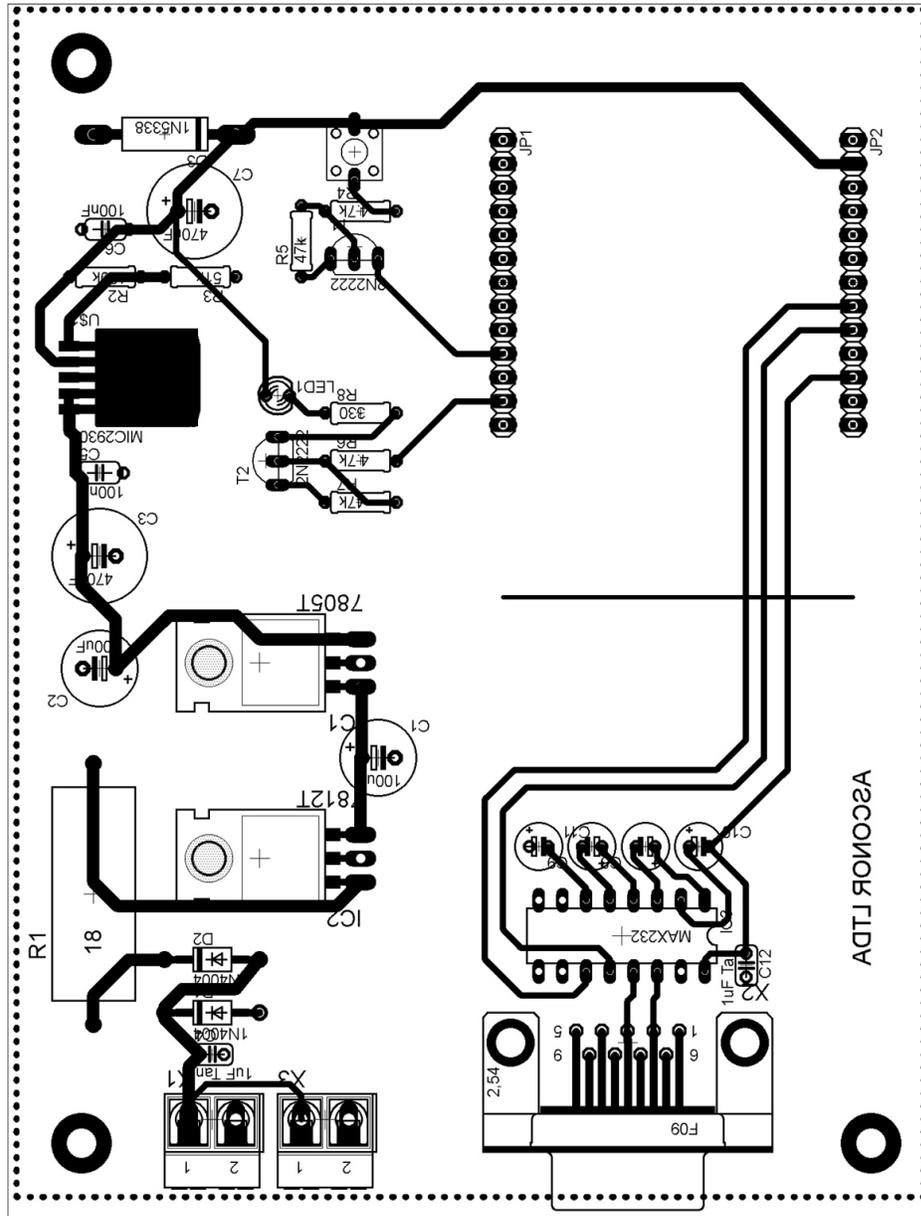


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

E.2 Cara de los Componentes del Impreso Tarjeta GSM

Figura. 90. Vista de la cara de componentes del impreso tarjeta GSM.

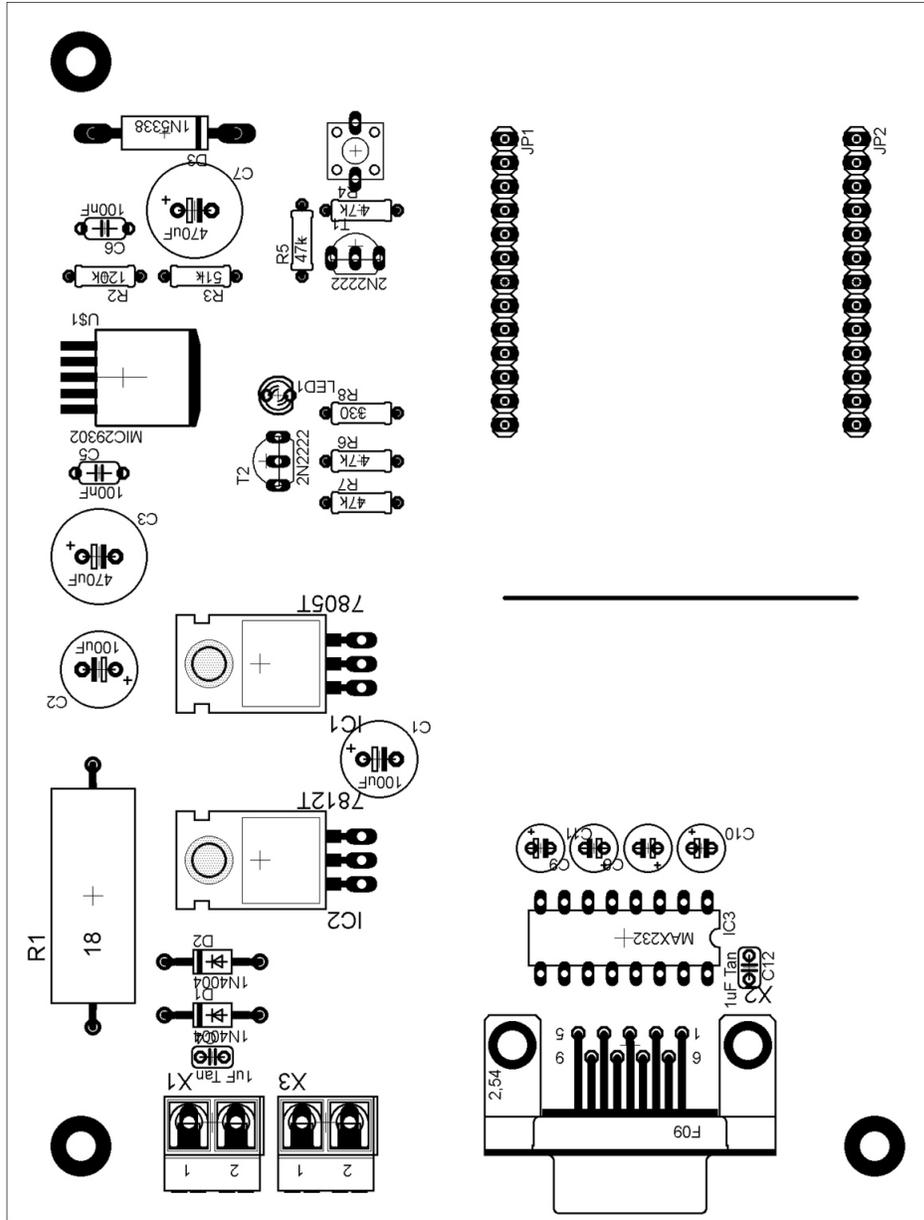


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

E.3 Cara Botton del Impreso Tarjeta GSM

Figura. 91. Vista cara botton del impreso tarjeta GSM.

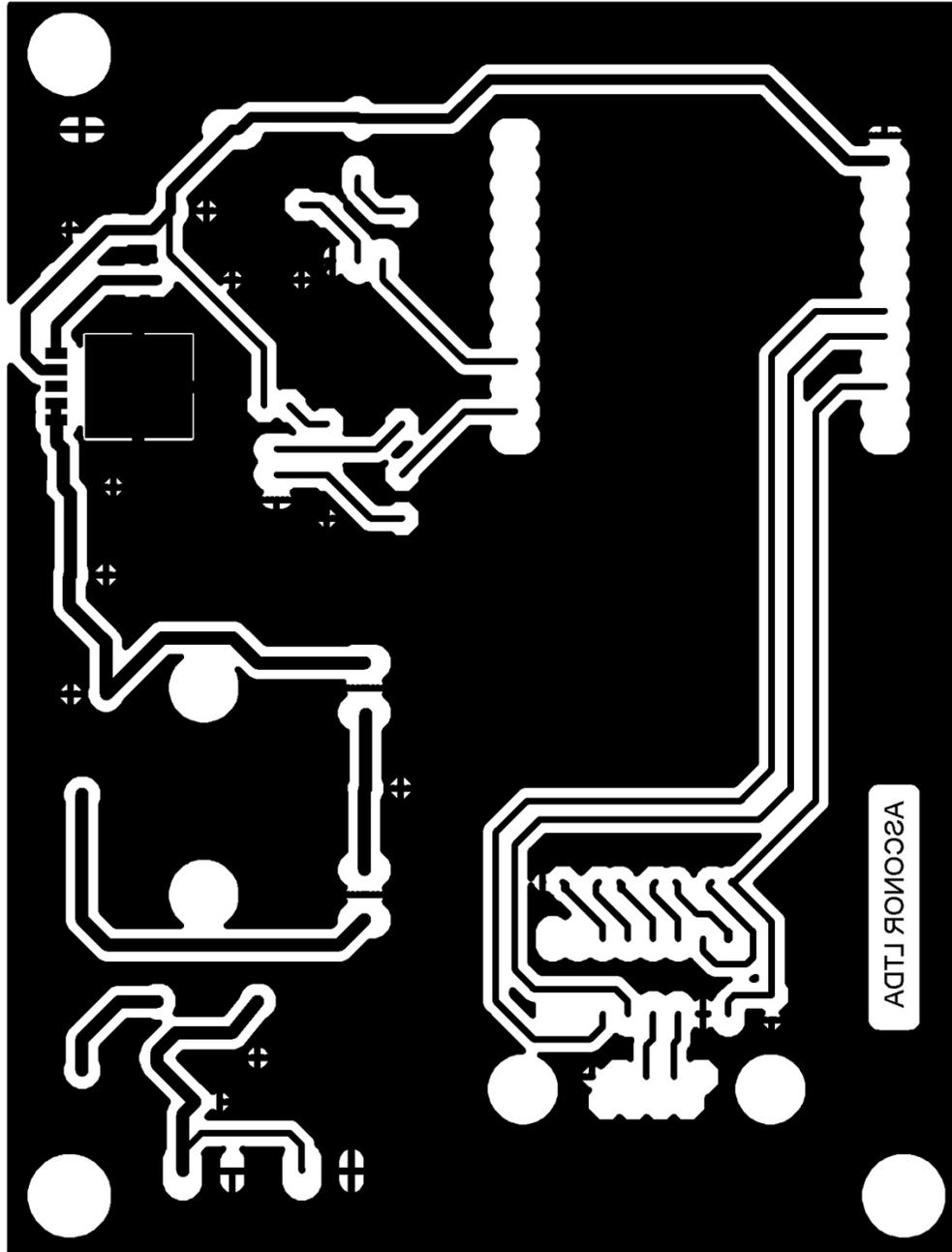


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

ANEXO F. FOTOS TARJETA GSM

Figura. 92. Tarjeta GSM vista lateral.



Imagen tomada por los autores.

Figura. 93. Tarjeta GSM vista lateral.

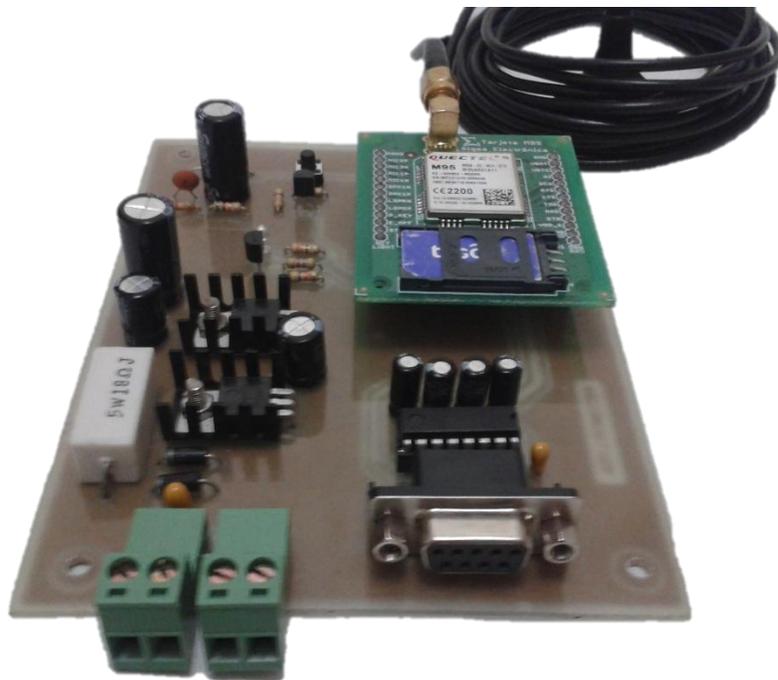


Imagen tomada por los autores.

ANEXO G. ESQUEMÁTICO TARJETA SIMULADORA DE SEÑALES

G.1 Esquemático Microcontrolador, Puente H y Seguridades Tarjeta Simuladora.

Figura. 94. Esquemático microcontrolador, puente H y seguridades tarjeta simuladora.

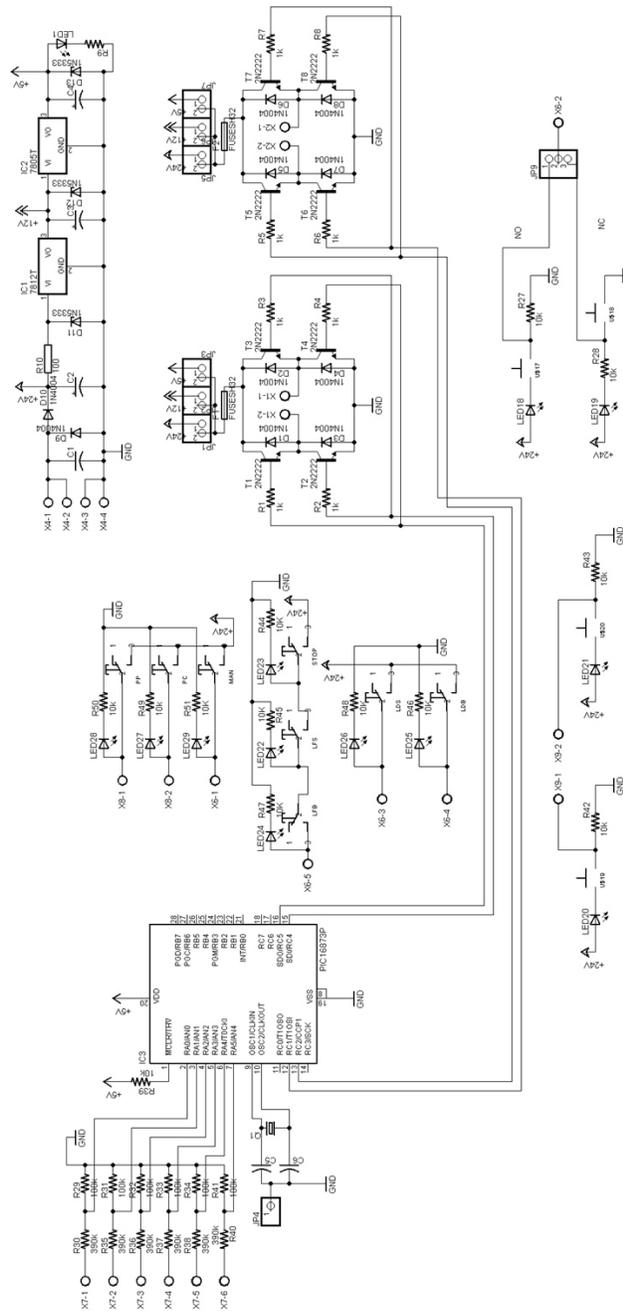


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

G.2 Esquemático Llamada de Cabina y de Piso Tarjeta Simuladora de Señales

Figura. 95. Esquemático llamadas de cabina y de piso tarjeta simuladora.

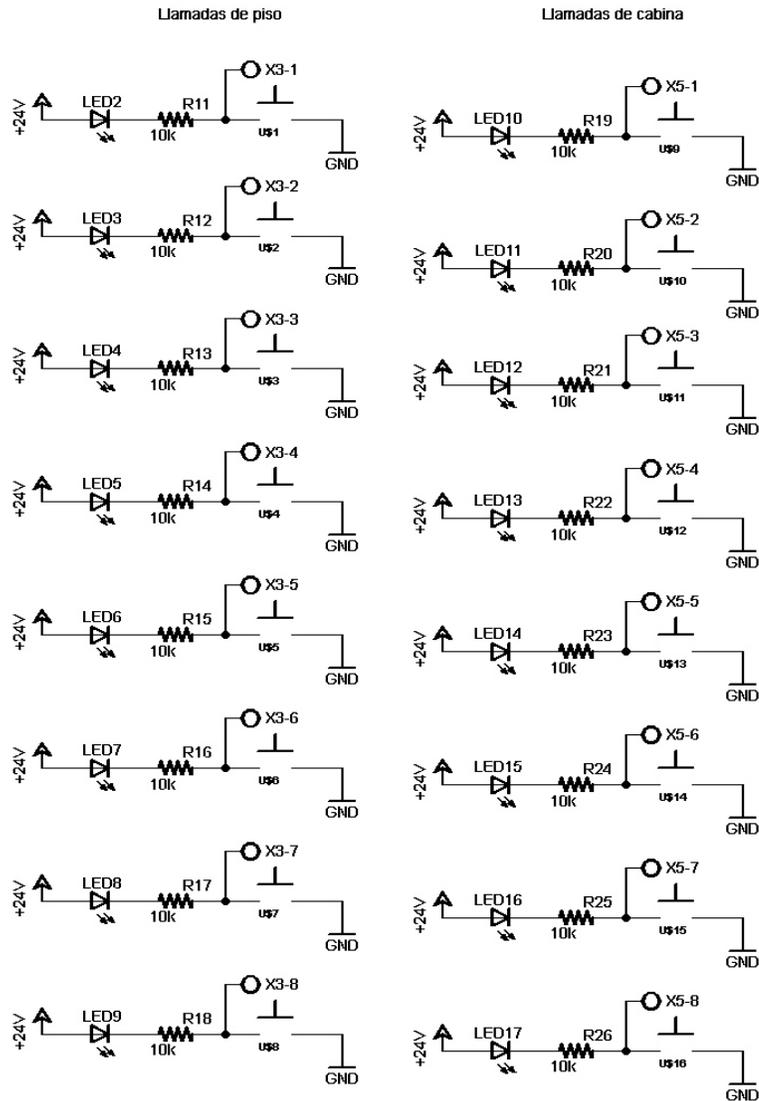


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

ANEXO H. IMPRESO TARJETA SIMULADORA DE SEÑALES

H.1 Conexión Sin Plano de Masa Tarjeta Simuladora de Señales

Figura. 96. Vista de las conexiones sin plano de masa tarjeta simuladora de señales.

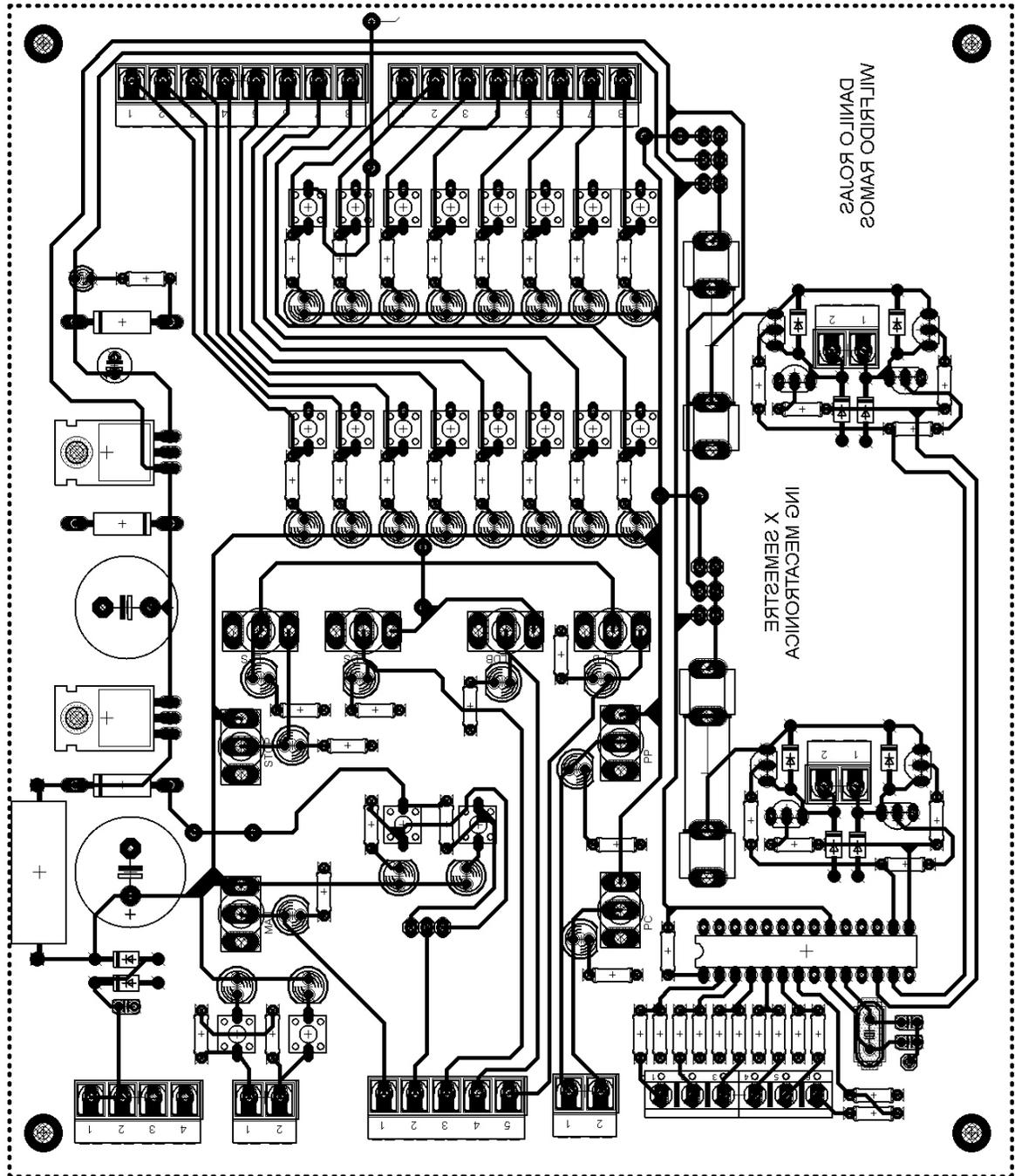


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

H.2 Cara de los Componentes del Impreso Tarjeta Simuladora de Señales

Figura. 97. Vista de la cara de componentes del impreso tarjeta simuladora de señales.

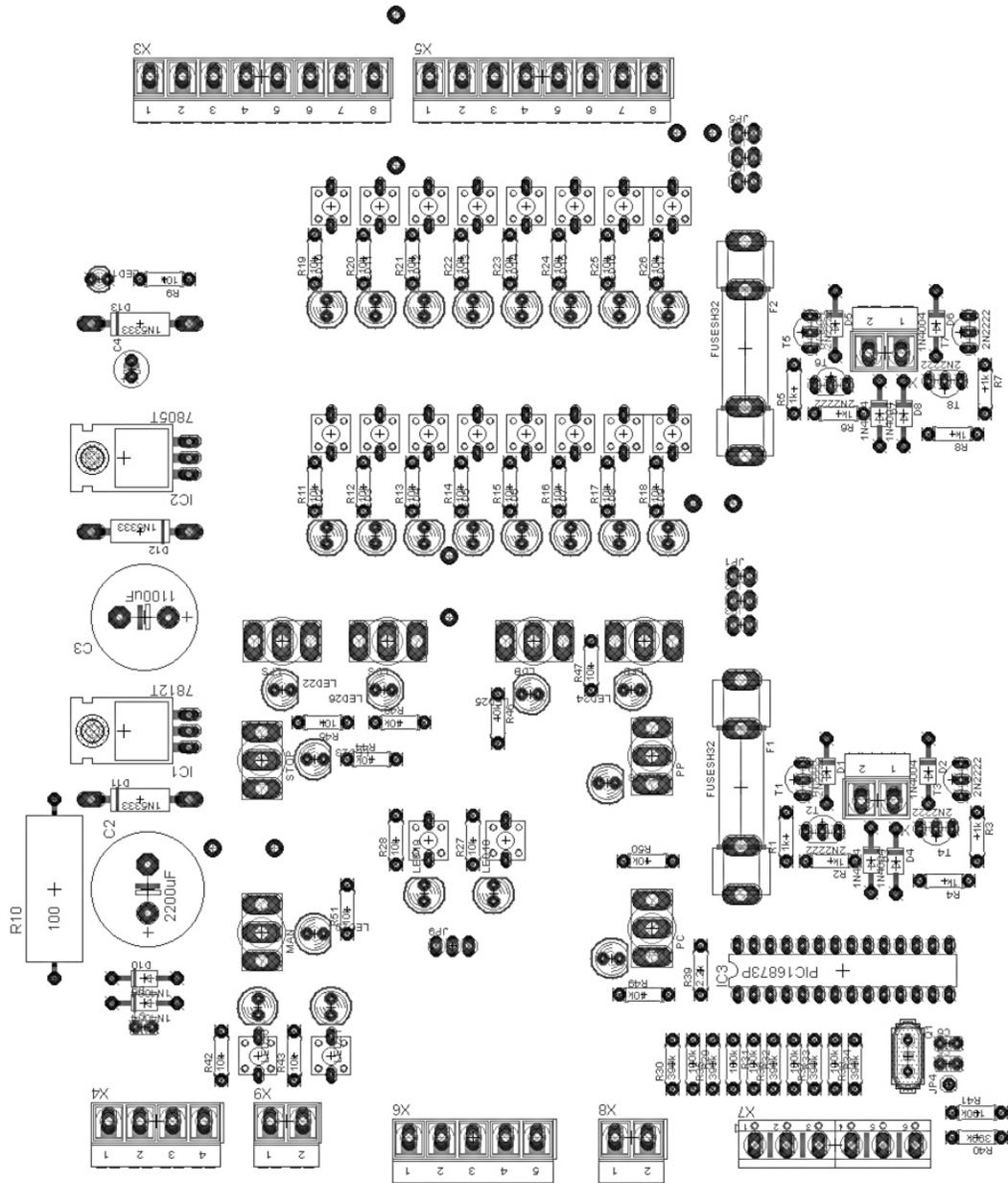


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

H.3 Cara Botton del Impreso Tarjeta Simuladora de Señales

Figura. 98. Vista cara botton del impreso tarjeta simuladora de señales.

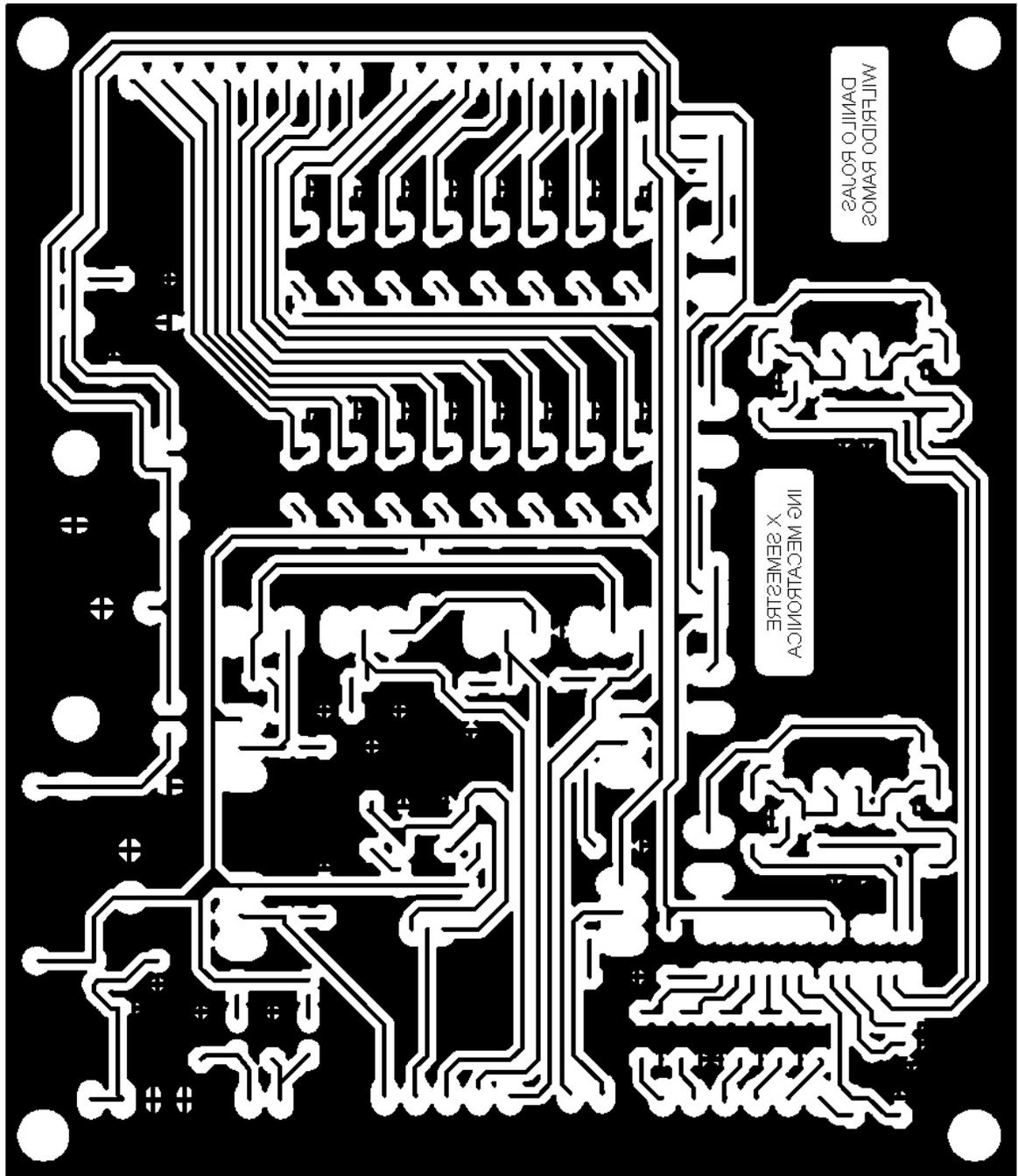


Imagen creada por los autores mediante el software Eagle.

ANEXO I. FOTOS TARJETA SIMULADORA DE SEÑALES

Figura. 99. Tarjeta Simuladora de Señales vista frontal.

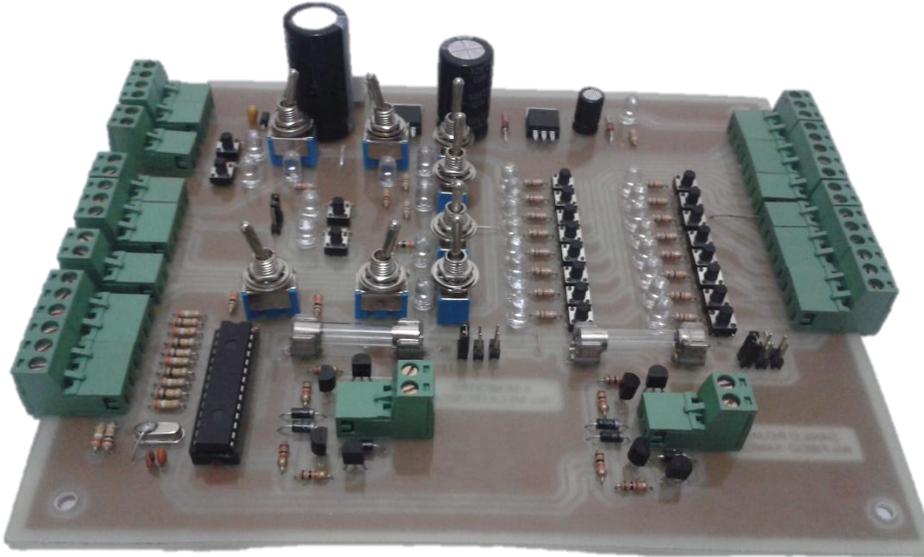


Imagen tomada por los autores.

Figura. 100. Tarjeta Simuladora de Señales vista lateral.

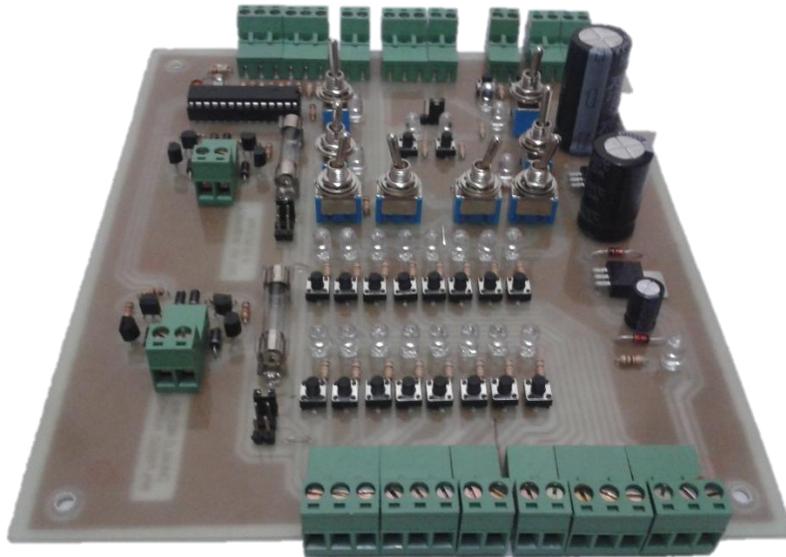


Imagen tomada por los autores.

ANEXO J. FOTOS MAQUETA DE PRUEBAS

Figura. 101. Foto maqueta de pruebas.

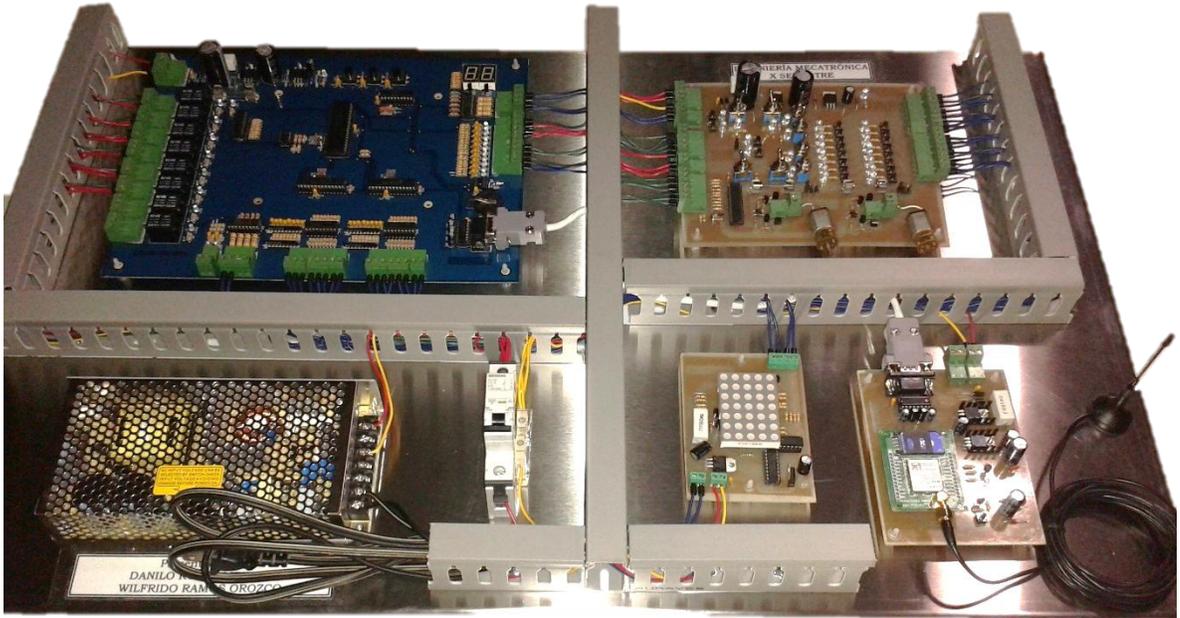


Imagen tomada por los autores.