



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANDO REMOTO QUE PERMITA REGULAR
LA POTENCIA EN EL CARGADOR DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingenieros Electrónicos en Redes de la
Información

Profesor Guía

MSc. Jean Michel Clairand

Autores

Thalía Neydú Játiva Maldonado

Andre Paolo Pazmiño Arias

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Jean Michel Clairand Gómez

Master of Science

CI: 1714736681

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Héctor Fernando Chinchero Villacis

Master en Domótica

CI: 1715451330

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este documento es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Thalía Neydú Játiva Maldonado

CI: 1726026279

Andre Paolo Pazmiño Arias

CI: 1716818891

AGRADECIMIENTOS

Agradezco toda la ayuda y esfuerzo brindado por el Ing. Jean Michel Clairand, M. Sc. para el desarrollo de este trabajo.

De igual manera a todos nuestros destacados profesores y miembros de la facultad que en su momento aportaron para un óptimo desenvolvimiento académico.

No puedo dejar pasar estas líneas sin mencionar el apoyo, compañerismo, consejos y amistad brindada por cada persona que conocí en mi caminar universitario.

Thalía Játiva

DEDICATORIA

“Durante el pasar de tus días siempre habrá un estímulo que te ayudará a seguir creyendo, a recordar quien eres, a fortalecer tu esencia y elevar tu fe; simplemente debes poner mucha atención y tener siempre el alma abierta”.

Son palabras que en estos años de vida me han dado luz para conseguir todo lo que me he propuesto; gracias a mi familia, a ellos dedico este trabajo por todo su apoyo, comprensión y amor incondicional.

Thalía Játiva

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Las Américas por el apoyo, instalaciones y conocimiento impartido que ha permitido el desarrollo del presente proyecto.

A mi profesor guía de proyecto, Ing. Jean-Michel Clairand, M.Sc. por la asesoría puesta en el proyecto, gracias a esto he podido adquirir conocimientos útiles para mi futuro profesional.

A todas las personas que intervinieron de manera directa e indirecta para que este proyecto pudiera ser realizado.

Andre Paolo Pazmiño Arias.

DEDICATORIA

A mis padres, quienes han sabido guiarme y apoyarme durante mi vida.

A mis hermanos, por su apoyo y ayuda durante todo este tiempo.

A mis amigos, por ser parte de lo que he realizado y permitirme compartir ideas.

Finalmente al avatar, y los de su lado, por ofrecerme la luz para que esta lucha sea llevada con honor y lealtad.

Andre Paolo Pazmiño Arias

RESUMEN

En la actualidad se puede evidenciar un cambio climático acelerado. Al mismo tiempo, los combustibles fósiles se están agotando y muchos gobiernos tratan de buscar alternativas para sustituir estos combustibles con la finalidad de crear conciencia sobre la eficiencia energética.

El transporte es uno de los campos que se está desarrollando, es así que en algunos países se están adquiriendo progresivamente vehículos eléctricos, lo que ha incrementado la demanda en el mercado automotriz.

En ámbito de ingeniería; este cambio de vehículos de gasolina a eléctricos puede provocar inconvenientes en aspectos de gestión energética. La electricidad es un elemento que tiene el defecto de no ser almacenable, es decir que al momento que se produce es necesario su consumo inmediato.

Es así que el proyecto inicialmente presenta una revisión acerca de temas relacionados a la recarga del vehículo eléctrico entre los que se presentan los componentes, modos, tipos de carga, define que es el agregador, el impacto generado en la red eléctrica por la introducción de este medio de transporte, a partir de esto es posible el planteamiento de una solución que permite al agregador interactuar de manera remota en el proceso de recarga del vehículo eléctrico mediante el desarrollo de una interfaz gráfica y un dispositivo electrónico adicional que debe ser adaptado dentro de un cargador WallBox de tal manera que permita modular la potencia mediante órdenes del agregador, mediante la realización de pruebas se debe comprobar su funcionamiento y determinar el comportamiento que muestra los diferentes escenarios establecidos.

Respecto al análisis de costos correspondiente al desarrollo e implementación del proyecto en un escenario real permitiendo conocer un valor de referencia para un futuro desarrollo. Finalmente se puntualizó las conclusiones y recomendaciones obtenidas una vez terminado el proyecto, procurando la posibilidad de ser consideradas en futuros trabajos.

ABSTRACT

Today, accelerated climate change can be seen. At the same time, fossil fuels are being depleted and many governments are seeking alternatives to replace these fuels in order to raise awareness of energy efficiency.

Transportation is one of the fields being developed, so in some countries electric vehicles are progressively being acquired, which has increased the demand in the automotive market.

In the country it can be clearly seen that electric vehicles do not register a significant percentage in the automotive fleet, due to delays in infrastructure development, price definitions and the lack of power stations or power supply stations where the customer can charge His car in agile way in and out of the city.

In the field of engineering; this shift from petrol to electric vehicles can cause drawbacks in aspects of energy management. Electricity is an element that has the defect of not being storable, that is to say that at the moment it is produced, its immediate consumption is necessary.

It is thus that the project initially presents a review on subjects related to the recharging of the electric vehicle for example the components, modes, types of load are presented, defines that it is the aggregator, the impact generated in the electric network by the introduction of this means of transport, from this it is possible the approach of a solution that allows the aggregator to interact remotely in the process of recharging the electric vehicle by the development of a graphic interface and an additional electronic device that must be adapted within of a WallBox charger in such a way that it allows to modulate the power by means of orders of the aggregator, by means of the tests the function must be verified and the response that has for the different scenarios.

Regarding the analysis of costs corresponding to the development and implementation of the project in a real scenario allowing to know a reference value for a future development. Finally, the conclusions and recommendations obtained after finishing the project were clarified, looking for the possibility of being considered in future works.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. Capítulo I. Marco Teórico	5
1.1 Vehículo Eléctrico	5
1.1.1 Reseña Histórica	5
1.1.2 Tipos de Vehículos Eléctricos.....	8
1.1.3 Tabla Comparativa entre Marcas y Modelos de Vehículos Eléctricos.....	10
1.2 Fundamentos de Recarga y Carga del Vehículo Eléctrico	12
1.2.1 Recarga en Vehículos Eléctricos.....	12
1.2.2 Puntos de Recarga	12
1.2.3 SAVE	13
1.2.4 Cargador No Abordo.....	13
1.2.5 Cargador Dedicado No Abordo.....	13
1.2.6 Tipos de Carga	13
1.2.7 Nuevas Tecnologías de Recarga.....	15
1.2.8 Modos de Carga	15
1.2.9 Conectores	17
1.2.10 Infraestructura.....	21
1.2.11 Arquitectura	24
1.2.11.1 Pública.....	24
1.2.11.2 Privada.....	24
1.2.11.3 Interior.....	24

1.2.12 Modelo del Cargador Wallbox.....	24
1.2.13 Ventajas del Motor Eléctrico	25
1.3 Impacto del Vehículo Eléctrico a la Red Eléctrica	26
1.4 Redes Eléctricas Inteligentes	27
1.4.1 Características.....	28
1.4.2 Contadores Inteligentes.....	29
1.4.3 Sistemas de Tele gestión	29
1.4.4 Ventajas de las Redes Eléctricas Inteligentes	30
1.4.5 El Vehículo Eléctrico dentro de las Redes Inteligentes.....	30
1.5 Breve Descripción del Agregador	32
2. Capítulo II. Diseño del Circuito y Programa para el agregador	33
2.1 Diagrama General del Sistema	34
2.2 Circuito del Cargador Wallbox.....	34
2.2.1 Esquema del Cargador	40
2.2.2 Funcionamiento del Segmento de Potencia del Cargador.....	41
2.2.3 Funcionamiento del Circuito Electrónico del Cargador	44
2.3 Dispositivo Agregado al Cargador.....	51
2.3.1 Diagrama Electrónico	54
2.3.2 Elementos Utilizados	55
2.3.3 Conexión del dispositivo creado dentro del cargador y su funcionamiento.	55
2.3.4 Diagrama de Flujo de la Programación en el microcontrolador.....	68

2.4 Interfaz gráfica con el cual se realizará la modulación de la potencia de manera remota en Visual Basic 2015	72
2.4.1 Login.....	73
2.4.2 Mapa.....	74
2.4.3 Usuario	75
2.4.4 Selección de vehículo en el sistema.....	75
2.4.5 Interfaz gráfica para modificación de Potencia a Suministrar al Vehículo Eléctrico.....	76
2.4.6 Estados de Conexión.....	77
2.4.6.1 Esperando conexión con el módulo	78
2.4.6.2 Selecciones potencia y espere conexión	78
2.4.6.3 Vehículo conectado	79
2.4.6.4 Cargando	80
2.4.6.5 Seleccione potencia y espere conexión.....	80
2.4.7 Salir del Sistema.....	81
2.4.8 Diagrama de Flujo	82
3. Capítulo III. Pruebas de funcionamiento	85
3.1 Pasos y resultados obtenidos.....	85
3.2 Inicio de las pruebas	91
3.3 Resultados Finales.....	101
4. Capítulo IV. Análisis de Costos	110
4.1 Costo de Elaboración del Cargador	110
4.2 Análisis Costo / Beneficio	111
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112

5.1 Conclusiones.....	112
5.2 Recomendaciones	113
REFERENCIAS.....	114
ANEXOS	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Primer coche eléctrico.....	6
Figura 2. Estructura vehículo híbrido.....	9
Figura 3. Estructura vehículo híbrido enchufable	9
Figura 4. Estructura vehículo eléctrico	10
Figura 5. Modo 1	16
Figura 6. Modo 2	16
Figura 7. Modo 3	17
Figura 8. Modo 4	17
Figura 9. Conector Schuko.....	18
Figura 10. Conector SAE J1772.....	18
Figura 11. Conector Mennekes	19
Figura 12. Conector Único Combinado	20
Figura 13. Conector Scame.....	20
Figura 14. Conector CHAdeMO	21
Figura 15. Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga mediante un cable terminado en una clavija con el cable solidario al vehículo eléctrico.....	22
Figura 16. Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga mediante un cable terminado por un extremo en una clavija y por el otro en un conector donde el cable un accesorio del vehículo eléctrico.....	23
Figura 17. Conexión del vehículo a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector: el cable forma parte de la instalación física.	23
Figura 18. Tipos de Cargador Wallbox.....	25

Figura 19. Comparación de Incremento de los costes de inversión	27
Figura 20. Recarga inteligente y no inteligente	32
Figura 21. Agregador	33
Figura 22. Diagrama del sistema.....	34
Figura 23. Cargador Wallbox.....	35
Figura 24. Conector del cargador.....	35
Figura 25. Contactor.....	37
Figura 26. Fuente de Poder 15W DR-15-12.....	38
Figura 27. Diagrama de bloques	38
Figura 28. Esquema del Cargador	40
Figura 29. Esquema del contactor en el circuito de potencia del cargador	42
Figura 30. Conexión entre el contactor y Relé	43
Figura 31. Conexión de la fuente DR-15-12 al circuito electrónico.....	44
Figura 32. Alimentación del circuito integrado LF353.....	45
Figura 33. Generación de señal control piloto	45
Figura 34. Circuito de control piloto.....	47
Figura 35. Ciclo típico de carga en condiciones normales de operación.....	48
Figura 36. Circuito piloto de proximidad	51
Figura 37. Circuito del dispositivo creado.....	54
Figura 38. Placa del dispositivo.....	55
Figura 39. Placa del dispositivo diseñado con pantalla LCD y módulo SIM 800 conectados.	56
Figura 40. Regulador de voltaje LM7805	57
Figura 41. Salidas colector abierto para conexión de LED'S RGB.....	57
Figura 42. Entradas S1, S2, S3 y S4 en el circuito electrónico del cargador.	59

Figura 43. Puerto ISEC del dispositivo diseñado.	59
Figura 44. Cableado entre el switch rotatorio y pines 10, 12, 17 y 18 del microcontrolador.....	60
Figura 45. Entradas a los pines 10, 12, 17 y 18 del microcontrolador desde el switch rotatorio.	60
Figura 46. Botón para selección del modo de funcionamiento.	61
Figura 47. Relé para corte de comunicación entre cargador y vehículo eléctrico.....	61
Figura 48. Mensaje al inicializar módulo GPRS.	62
Figura 49. Pantalla inicial del dispositivo en funcionamiento.....	63
Figura 50. Dispositivo trabajando en modo manual.	63
Figura 51. Dispositivo en modo distancia, esperando la selección de nueva potencia.	64
Figura 52. Dispositivo con el nuevo valor para la recarga asignado esperando la conexión del vehículo al cargador.....	65
Figura 53. Estado vehículo conectado al cargador.....	65
Figura 54. Estado Cargando.	66
Figura 55. Relé activo cortando comunicación entre cargador y vehículo eléctrico.....	66
Figura 56. Flujo programa principal microcontrolador	68
Figura 57. Subrutina Monitoreo	69
Figura 58. Subrutina Enviar Dato	70
Figura 59. Subrutina Recibir Dato.	71
Figura 60. Diagrama módulos y componentes del sistema.	73
Figura 61. Inicio del Sistema	74
Figura 62. Mapa	74

Figura 63. Selección de usuario.....	75
Figura 64. Selección de vehículo.....	76
Figura 65. Control de Potencia.....	77
Figura 66. Esperando conexión con el módulo.....	78
Figura 67. Seleccione potencia y espere conexión.....	79
Figura 68. Vehículo conectado.....	79
Figura 69. Cargando vehículo.....	80
Figura 70. Seleccione potencia y espere conexión.....	81
Figura 71. Salir de la aplicación.....	81
Figura 72. Flujo pantalla selección.....	82
Figura 73. Flujo Pantalla Usuario, Mapa y Selección de vehículo.....	83
Figura 74. Flujo Pantalla Regulador.....	84
Figura 75. Esquema del circuito empleado para simular el comportamiento del vehículo eléctrico.....	85
Figura 76. Medición con vehículo desconectado.....	86
Figura 77. Estado vehículo conectado, corriente de recarga 10 A.....	87
Figura 78. Estado vehículo conectado, corriente de recarga 16 A.....	87
Figura 79. Estado vehículo conectado, corriente de recarga 25 A.....	88
Figura 80. Estado vehículo conectado, corriente de recarga 32 A.....	88
Figura 81. Estado cargando, corriente de recarga 10 A.....	89
Figura 82. Estado cargando, corriente de recarga 16 A.....	89
Figura 83. Estado cargando, corriente de recarga 25 A.....	90
Figura 84. Estado cargando, corriente de recarga 32 A.....	90
Figura 85. Inicio de toma de tiempo en la conexión con el dispositivo con referencia a la interfaz gráfica.....	92

Figura 86. Fin en la toma de tiempo en la conexión con el dispositivo con referencia a la interfaz gráfica.....	92
Figura 87. Dispositivo recibe información del nuevo valor de recarga por parte de la interfaz gráfica, fin de la toma de tiempo.....	93
Figura 88. Circuito simulador de Vehículo Eléctrico.	94
Figura 89. El vehículo ha sido conectado y la interfaz gráfica ha sido notificada.	94
Figura 90. El vehículo está cargando y la interfaz gráfica ha sido notificada.	95
Figura 91. Interfaz gráfica después de selección Cambiar Potencia.....	96
Figura 92. Dispositivo es notificado para el cambio de potencia, se puede realizar la selección por parte de la interfaz gráfica.....	96
Figura 93. Interfaz gráfica al seleccionar una nueva potencia.	97
Figura 94. El vehículo está cargando con un nuevo valor el LED apagado indica la desactivación del relé.....	97
Figura 95. Se indica que el vehículo se encuentra cargando sin selección de potencia previa.....	98
Figura 96. Circuito simulador en estado Cargando.	99
Figura 97. Dispositivo indica que el vehículo se encuentra Cargando sin la selección previa de potencia desde la interfaz gráfica.	99
Figura 98. El vehículo se ha desconectado del cargador notificado a la interfaz gráfica.....	100
Figura 99. El vehículo se ha desconectado del cargador notificado al dispositivo.	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marcas y modelos de vehículos eléctricos.	10
Tabla 2. Componentes de la Infraestructura	22
Tabla 3. Descripción de la secuencia de conexión.....	48
Tabla 4. Ciclo de trabajo del piloto proporcionado por el cargador	50
Tabla 5. Valor de Resistencia R_c dependiendo de la corriente de recarga	51
Tabla 6. Tecnologías inalámbricas por área de cobertura	53
Tabla 7. Conexión entre salida colector abierto del circuito del cargador y pines del microcontrolador del dispositivo desarrollado.	58
Tabla 8. Relación entre estado de recarga y salidas RGB.....	58
Tabla 9. Resumen de Pruebas Realizadas y Resultados Obtenidos	67
Tabla 10. Valor enviado al servidor Web dependiendo del valor de potencia seleccionado para la recarga.	77
Tabla 11. Relación corriente y ancho de pulso de la señal PWM.....	91
Tabla 12. Mediciones entre dispositivo y aplicación a 2 metros.	101
Tabla 13. Mediciones entre dispositivo y aplicación a 10 metros.	103
Tabla 14. Mediciones entre dispositivo y aplicación a 50 metros.	105
Tabla 15. Tiempo promedio de respuesta por escenario.	108
Tabla 16. Costos de Elaboración del Cargador.....	110
Tabla 17. Comparación entre el prototipo desarrollado y otro cargador con características similares.	111

INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en diseñar un sistema de mando que permita regular de manera remota la potencia que hace uso el cargador de un vehículo eléctrico al momento de su funcionamiento y así poder tomar las medidas necesarias como el corte de energía y la variación de potencia en el proceso de carga. Este sistema constará por una parte en desarrollar un circuito electrónico que permita al cargador regular la potencia, también se realizará una interfaz visual para que el agente realice sus tareas de variación de potencia.

En la actualidad, se puede evidenciar un cambio climático acelerado. Al mismo tiempo, los combustibles fósiles se están agotando y muchos gobiernos tratan de buscar alternativas para sustituir estos combustibles con la finalidad de crear conciencia sobre la eficiencia energética.

El transporte es uno de los campos en los que se está trabajando, es así que en algunos países se están adquiriendo progresivamente vehículos eléctricos, lo que ha incrementado la demanda en el mercado automotriz.

Así mismo cabe recalcar que en el estado ecuatoriano a inicios del 2016 luego de realizar las pruebas respectivas, definidas marcas comerciales han puesto en escena varios modelos que actualmente están siendo comercializados o en etapa de preventa en el mercado.

En ámbito de ingeniería; este cambio masivo de vehículos de gasolina a eléctricos puede provocar inconvenientes en aspectos de gestión energética. La electricidad es un elemento que tiene el defecto de no ser almacenable, es decir que al momento que se produce es necesario su consumo inmediato.

La introducción del vehículo eléctrico se relaciona con las redes inteligentes que son un avance de las actuales, es así que aparece el agregador que es un nuevo agente del sector eléctrico, encargado de supervisar el funcionamiento del sistema eléctrico general para evitar problemas técnicos.

ALCANCE

El proyecto consiste en diseñar un sistema de mando que permita al agregador modular las potencias según las condiciones que este establezca por parte del agregador y así poder tomar las medidas necesarias como el corte de energía y la variación de potencia en el proceso de carga. Este sistema constará por una parte en desarrollar un circuito electrónico que permita al cargador modular la potencia, también se realizará una interfaz visual para que el agregador realice sus tareas de variación de potencia.

JUSTIFICACIÓN

La carga del vehículo eléctrico sin un monitoreo adecuado podría generar un desbalance entre generación y consumo lo que ocasiona problemas en la red como caídas de voltaje, desfases y calentamiento de los conductores lo que puede provocar apagones generales.

A gran escala es importante lograr un aplanamiento de la curva de consumo de potencia, lo que significará una mayor eficiencia en el consumo de energía. Uno de los métodos es el llenado de valles que hace referencia a los costos marginales y reducción de picos a problemas técnicos como por ejemplo errores en la previsión de la demanda, indisponibilidad de máquinas por fallas no programadas.

Se han elaborado proyectos de investigación sobre la gestión energética en el proceso de carga de los vehículos eléctricos, es así que una herramienta necesaria para lograrlo es un dispositivo que permita realizar dichos cambios.

Los vehículos eléctricos tienen la característica de poder cargarse a diferentes potencias, entre 2,2kw y 7,2kw En la actualidad, es posible realizar la regulación de potencia pero de manera manual, y cuando este se encuentre apagado.

Este sistema pretende facilitar la tarea al agregador para que el cliente final pueda participar en un programa de eficiencia energética gracias a la gestión del agregador, será el encargado de monitorear y tomar las medidas necesarias al

momento de regular la potencia dependiendo del consumo de la misma que se esté registrando en ese momento dentro de la red eléctrica.

El desarrollo del proyecto se encuentra conformado por cinco capítulos, distribuidos de la siguiente manera:

Capítulo 1: El presente capítulo expresara breve reseña histórica del vehículo eléctrico, tipos de vehículos eléctricos, Tabla comparativa entre marcas y modelos de vehículos eléctricos, los fundamentos referentes al funcionamiento de carga y recarga del vehículo eléctrico, Impacto del vehículo a la red eléctrica, redes eléctricas inteligentes, asimismo se investigara acerca del agregador.

Capítulo 2: Se muestra el funcionamiento del circuito electrónico a emplear para la regulación de potencia, Circuito del cargador Wallbox, Dispositivo agregado cargador, además se mostrará el programa con el cual se realizará el control de la potencia de manera remota en Visual Basic.

Capítulo 3: Se señalan los pasos y resultados obtenidos al realizar la maqueta sobre el funcionamiento del sistema.

Capítulo 4: Análisis de costos.

Capítulo 5: Finalmente en este capítulo se redactan las conclusiones y recomendaciones.

En la sección comprendida de anexos, se recopila los datasheet de los dispositivos más importantes utilizados en el proyecto, así como el código fuente del programa en el microcontrolador y en la aplicación de Visual Basic.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de mando remoto que permita regular la potencia en el cargador Wallbox de un vehículo eléctrico.

Específicos

- Analizar el funcionamiento del cargador Wallbox del vehículo eléctrico.
- Desarrollar la interfaz gráfica para el sistema de mando.
- Implementar el prototipo electrónico que permita regular la potencia del cargador.
- Realizar el análisis de costos del proyecto.

1. Capítulo I. Marco Teórico

En este capítulo se expresara breve reseña histórica del vehículo eléctrico, tipos de vehículos eléctricos, Tabla comparativa entre marcas y modelos de vehículos eléctricos, los fundamentos referentes al funcionamiento de carga y recarga del vehículo eléctrico, Impacto del vehículo a la red eléctrica, redes eléctricas inteligentes, asimismo se investigara acerca del agregado.

1.1 Vehículo Eléctrico

1.1.1 Reseña Histórica

Los vehículos eléctricos datan hace más de 100 años, su inicio se relaciona con la aparición del primer motor eléctrico creado por Ányos Jedlik en el año de 1828 motivando el desarrollo de un medio de transporte que haga uso de este motor, es así que en el año de 1830, Robert Anderson fue el encargado en diseñar el primer vehículo eléctrico de la historia que se caracterizaba a diferencia de los actuales en que este no presentaba una batería recargable lo que representaría un mayor problema en lo correspondiente a autonomía debido a la falta de capacidad para el almacenamiento de energía, pero debido a este inconveniente se buscó la manera de contrarrestarlo es así que en el año de 1859 aparecen las primeras baterías de plomo ácido gracias a la contribución de Camille Faure, en el año de 1835, Sibrandus Stratingh de Groninga junto a su trabajador, fueron los encargados de la fabricación de los vehículos eléctricos a escala reducida. (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p16)



Figura 1. Primer coche eléctrico

Tomado de (Palazuelos, 2016)

En 1899 se desarrolló un vehículo que fue capaz de moverse a una velocidad de 100km/h siendo el primero en alcanzar dicha velocidad (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p16).

1900 fue el año en el que el vehículo eléctrico se encontraba en auge a pesar de ser una tecnología dando sus primeros pasos. (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p167).

En 1912 se dio a conocer el primer automóvil Detroit Electric. En 1914 dicho vehículo fue capaz de viajar 387km con una sola carga, esta es una característica muy destacada ya que en la actualidad son pocos los vehículos que pueden recorrer la misma distancia con una sola carga, pero es importante mencionar que el tipo de conducción de aquellos años era diferente al de la actualidad. Un año más tarde se desarrolló una técnica muy importante que todavía es usada por los actuales vehículos eléctricos, esta es la frenada regenerativa, dicha técnica permite la recarga de la batería mediante el frenado del vehículo (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p17).

El año de 1920 fue el peor con respecto a sus avances tecnológico, debido a la falta de avances tecnológicos, esto lo llevó al punto de desaparecer, otro factor que influyó a esto fue el desarrollo del arranque eléctrico para los vehículos de combustión lo que permitió menor esfuerzo físico y mayor confiabilidad al

momento de poner en marcha a estos tipos de vehículos (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p18).

El vehículo eléctrico permaneció varios años ausente, hasta que por factores ambientales como la alta polución del aire motivó su segunda reaparición, pero con el inconveniente que las pruebas realizadas sobre estos nuevos prototipos de vehículos no reflejaban ser una opción válida para el transporte de aquella época, es así que en 1970 reapareció a pequeña escala.

Años más tarde General Motors desarrolló un vehículo que se publicitó de gran manera debido a su participación en una carrera realizada en Australia, gracias a esto se generó un mayor interés en la población por este tipo de transporte, para 1996 se realizaron modificaciones a este modelo con la finalidad que la población pueda adquirir y hacer uso del mismo, pero también este fenómeno contribuyo a que varias personas y empresas realicen la transformación de vehículos de combustión a eléctricos de manera tal manera que estos presenten características similares al automóvil de General Motors (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p19).

El uso de esta tecnología en esos días se consideró como la mejor opción para la reducción de emisiones de gases por parte de los vehículos. Pero nuevamente la implementación del vehículo eléctrico dentro del mercado se vería truncado por una campaña de desprestigio acerca de las ventajas que ofrecían, así como también la negativa por cierta parte de la población para la implementación de puntos de recarga en espacios públicos, todo esto influencio para que los potenciales compradores se vean desanimados en adquirir uno de estos vehículos, afectando directamente en el precio de cada unidad desarrollada debido a la baja demanda lo que encareció los costes de producción (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p20, 21).

Es así que llega a su fin esta segunda reaparición en el año 2002 lo que frenó el avance de esta tecnología, por lo que General Motors se vio obligado a recolectar todos sus modelos eléctricos que se encontraban en las calles (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p21, 22).

En el año 2007 vuelve a tomar importancia el tema de un vehículo que no contamine como un convencional por lo que en este periodo fue de suma importancia la implementación del modelo híbrido de Toyota (Prius), este vehículo tuvo una gran demanda llegando a superar el millón de unidades vendidas lo que motivo el desarrollo de nuevas unidades 100% eléctricas que en los últimos años han tenido grandes evoluciones con respecto a la disminución en tiempos de recarga, mayor capacidad de las baterías, mayor autonomía y menor costos de fabricación, así como también la estandarización de conectores de los vehículos y puntos de recarga (Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2013, p23) (Endesa, 2016).

1.1.2 Tipos de Vehículos Eléctricos

Los diferentes tipos de vehículos son:

1. Vehículo híbrido.- Tienen asociado al motor de combustión un motor eléctrico, dicho vehículo posee la frenada regenerativa lo que permite recuperar parte de la energía por que el motor eléctrico pasa a funcionar como un generador (Salmerón, 2012, p. 15).

Este tipo de vehículos se pueden clasificar por su grado de hibridación eléctrica y es así que se tienen los siguientes:

- Micro HEV, se caracteriza porque el motor eléctrico no interviene al momento de la aceleración y conducción. Otro aspecto destacado es que al detener la marcha del vehículo el motor de combustión se detiene esperando hasta que se produzca aceleración para volver a entrar en funcionamiento (Salmerón, 2012, p. 15).
- Mild HEV, el motor eléctrico apoya al de combustión suministrando la potencia necesaria que permita un arranque más suave. Además hace uso de la frenada regenerativa (Inieta, 2015, p. 15).
- Full HEV, permite elegir libremente la fuente que suministrará la energía para mover el vehículo optimizando el uso de los motores para el entorno más adecuado, esto quiere decir que para trayectos urbanos se usa el motor eléctrico mientras que para viajes largos el de combustión (Inieta, 2015, p. 16).

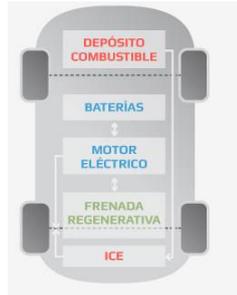


Figura 2. Estructura vehículo híbrido

Tomado de (Endesa, 2016)

2. Vehículo Híbrido Enchufable.- Se lo puede considerar como un punto intermedio entre los vehículos convencionales y los 100% eléctricos, la diferencia de estos con los Vehículos Híbridos es la presencia de una batería que permite ser recargada mediante la conexión a la red eléctrica. En su funcionamiento se pueden apreciar dos comportamientos distintos que son como vehículo eléctrico y vehículo híbrido, al momento que la autonomía eléctrica termina, se aplica el motor de combustión (Iniesta, 2015, p. 20).

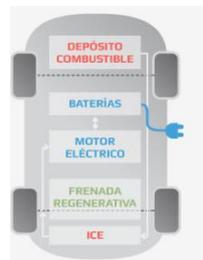


Figura 3. Estructura vehículo híbrido enchufable

Tomado de (Endesa, 2016)

3. Vehículo 100% eléctricos.- Solamente utilizan motores eléctricos, de estos los asíncronos son los más utilizados por su mejor rendimiento, estos van acoplados directamente a la transmisión y así se evitan pérdidas energéticas, otra característica en este tipo de vehículos es la baja presencia de ruido en su funcionamiento y la nula emisión de Co2 si se considera solo el funcionamiento del vehículo. Poseen baterías que pueden ser recargadas mediante la red eléctrica, dichas baterías están compuestas de varias celdas lo que permite incrementar la capacidad de

almacenamiento, pero en consecuencia el peso y precio aumenta. Entre sus limitaciones se encuentra la autonomía (entre los 80 a 300 Km) y sus prolongados tiempos de recarga (Iniesta, 2015, p. 21).

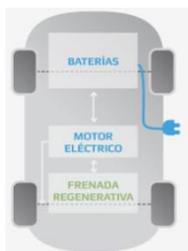


Figura 4. Estructura vehículo eléctrico

Tomado de (Endesa, 2016)

1.1.3 Tabla Comparativa entre Marcas y Modelos de Vehículos Eléctricos.

Tabla 1.

Marcas y modelos de vehículos eléctricos.

Marca/Modelo	Autonomía de las baterías (Km)	Consumo (Whh)	Capacidad de batería (Kwh)	Velocidad máxima (Km/h)	Potencia (CV)	Tiempo de carga normal (h)	Aceleración de 0 – 100 (Segundos)	Autonomía extendida.	Precio medio (Euros)
BMW i3	190	129	19	150	170	6	7.2	2V	35500
NISSAN LEAF	175	173	ND	145	109	6.4	ND	NO	24000

MITSUBISHI i MiEV	150	135	16	140	67	6	15.9	NO	30400
OPEL AMPERA	60	133	16	160	151	6	ND	SI	38300
PEUGEOT ION	150	125	16	130	64	8	15.9	NO	30190
RENAULT FLUENCE	185	140	ND	135	95	6	13.4	NO	26600
RENAULT ZOE	210	146	ND	135	88	6	ND	NO	21300
CITROEN C ZERO	150	135	16	130	64	6	15.9	NO	29900
FIAT EVADAPT	120	ND	ND	110	ND	8	ND	NO	37000
SMART ELECTRIC DRIVE	145	122	17.6	125	ND	7	11.5	NO	32200
TESLA ROADSTER	395	231	ND	201	292	4	3.8	NO	118000
TESLA MODEL S	480	ND	60	200	ND	ND	5.6	NO	72600
FORD FOCUS ELECTRIC	162	ND	23	137	142	4	ND	NO	37800
TATA INDICA VISTA EV	200	133	ND	120	75	8	9	NO	25800
VOLKSWAGEN E-UP	160	117	18.7	130	82	8	12.4	2V	26300
VOLKSWAGEN E-GOLF	190	127	24	140	115	8	11.8	2V	26300

Adaptado de (Follos, 2014)

1.2 Fundamentos de Recarga y Carga del Vehículo Eléctrico

1.2.1 Recarga en Vehículos Eléctricos.

Para este proceso el vehículo se conecta a la red eléctrica con el objetivo de recargar sus baterías. La recarga puede realizarse en sitios privados y públicos (Endesa Educa, 2016, p 5).

Los tiempos de recarga varían entre 3 y 10 horas dependiendo del tipo de recarga y modelo del vehículo eléctrico (Endesa Educa, 2016, p 5).

Otro método para lograr la recarga de las baterías es mediante el reemplazo de las mismas una vez se hayan agotado, se debe conocer que es un sistema poco utilizado por la falta de garantía en el estado de las baterías (Endesa Educa, 2016, p 6).

1.2.2 Puntos de Recarga

Los puntos de recarga son los equipos encargados de suministrar energía eléctrica (alterna o continua) a los vehículos eléctricos (Inieta, 2015, p. 63).

Se consideran como puntos de recarga los siguientes:

1. Públicos: Son todos los lugares permitidos para estacionar vehículos, estos deben poseer tomas para recarga que sean de libre acceso al público. Entre estos se encuentran: parking, aeropuerto, camping, hotel.
2. Privados: Son los lugares asignados para la recarga de propiedad de una persona o institución, como por ejemplo: restaurante, tienda, taller, estación de servicio, concesionario, centros comerciales y residenciales.
3. Estaciones de recambio de baterías: este concepto de punto de recarga permitiría disminuir drásticamente los tiempos recarga, ya que el objetivo es el de cambiar la batería con poca carga por otra que se encuentre con una carga del 100%. Este procedimiento si bien resulta más rápido significaría costos muy altos por la tecnología a utilizar.

1.2.3 SAVE

Son todos los componentes que permiten suministrar energía eléctrica hacia el vehículo eléctrico (Salmerón, 2012, p. 37).

Entre sus elementos se pueden encontrar los siguientes:

- Conductores (Fases, neutro, tierra)
- Acoplamientos del Vehículo Eléctrico.
- Salidas que provean energía eléctrica al vehículo.

1.2.4 Cargador No Abordo

Cargadores que se encuentran conectados a la red eléctrica (corriente alterna) y fuera del vehículo eléctrico con la finalidad de suministrar corriente continua a las baterías para su recarga (Salmerón, 2012, p. 37).

1.2.5 Cargador Dedicado No Abordo

Diseñados tanto para suministrar la energía eléctrica necesaria como para mantener la comunicación que permita controlar la recarga realizada (Salmerón, 2012, p. 37).

1.2.6 Tipos de Carga

Se consideran cinco tipos de recarga:

1. Recarga súper-lenta.- Se utiliza con un amperaje de 10 A o menos, la recarga completa toma entre diez y doce horas en promedio para vehículos con baterías de 22 a 24kWh, el tipo de voltaje utilizado es AC (Ibáñez, 2012, p. 6).
2. Recarga convencional o lenta.- El amperaje es de 16 A, para esta recarga se requiere de una conexión monofásica como la que se tiene en el hogar, el tiempo aproximado de recarga es de seis a ocho horas, además con este tipo de recarga acompañado de mecanismos

apropiados se puede obtener eficiencia energética, el tipo de voltaje utilizado es AC (Ibáñez, 2012, p. 6).

3. Recarga semi-rápida.- Este tipo de recarga se puede encontrar en espacios públicos donde la gente realice actividades que en promedio tomen el mismo tiempo que el de la recarga, se realiza mediante conexión trifásica a una potencia de unos 22 kW a 25 kW. El tiempo de la recarga varía entre una hora u hora y media, el tipo de voltaje utilizado es AC (Ibáñez, 2012, p. 7).
4. Recarga rápida.- Hace uso de corriente continua por lo que utiliza un rectificador para transformar la corriente alterna, la potencia empleada es superior a los 40Kw, el tiempo promedio de la recarga se encuentra entre los 30 minutos para alcanzar el 80% y de 15 minutos para el 50%, este tipo de recarga se caracteriza porque no llega al 100%. Como en este tipo de recarga se manejan potencias altas es necesario que en la red eléctrica existan medidas de protección más estrictas. En este tipo de recarga es utilizado el estándar CHAdeMO, el tipo de voltaje utilizado es AC (Ibáñez, 2012, p. 8).
5. Recarga súper-rápida.- La potencia de recarga es mayor que la utilizada en la recarga rápida, aproximadamente el doble. El tiempo de recarga es de 20 a 30 minutos, el tipo de voltaje utilizado es DC (Ibáñez, 2012, p. 9).
6. Recarga ultra-rápida.- Esta recarga aún se encuentra en estudios debido a que los vehículos actuales no son capaces de soportarla debido a que la vida útil de sus baterías se vería reducida por las elevadas potencias que maneja que son de entre 130KW a 150 KW, se estima que el tiempo de recarga va desde los cinco a diez minutos, el tipo de voltaje utilizado es DC (Ibáñez, 2012, p. 9).

1.2.7 Nuevas Tecnologías de Recarga

1. Conductiva.- La batería se recarga mediante el contacto directo, esto quiere decir que el vehículo debe utilizar un medio conductor que debe estar enchufado a una toma y encontrarse conectada directamente al prestador del servicio eléctrico (Iniesta, 2015, p. 76).
2. Inductiva.- Se encuentra en estudios esta tecnología. Permitiría la recarga de manera inalámbrica, para este procedimiento el vehículo se deberá ubicar en un sitio específico donde un transmisor ubicado en una plataforma se encargará de emitir la energía necesaria para la recarga de la batería. Esta tecnología permitiría realizar la recarga de manera estática (vehículo detenido) o dinámica (vehículo en marcha sobre calles que cuenten con el sistema de recarga). Es importante indicar que presenta pérdidas de entre el 5% y 10% en comparación con la tecnología conductiva (Iniesta, 2015, p. 76).

1.2.8 Modos de Carga

Aparte de los tipos de recarga se tienen los modos de carga, se han desarrollado tomando en cuenta la infraestructura a utilizar, la comunicación existente entre vehículo eléctrico y red eléctrica. A partir de esto se presentan 4 modos (BOE 316 (Ministerio de Industria, 2014, p. 16).

1. Modo de carga 1.- En este modo se utilizan tomas normalizadas que soporten hasta 16 Amperios en redes domésticas monofásicas o trifásicas, este modo se caracteriza porque no existe un sistema de protección o control. Para poder utilizar este modo de carga es necesario contar con DCR en el segmento de alimentación y que pueda ser asegurado por las normas nacionales. (BOE 316 (Ministerio de Industria, 2014, p. 16).



Figura 5. Modo 1

Tomado de (Ibáñez, 2012, p. 15)

2. Modo de carga 2.- Utiliza tomas normalizadas que soporten hasta 32 Amperios en redes monofásicas o trifásicas, a diferencia del modo anterior aquí se hace uso de un conductor control piloto que permite realizar operaciones como por ejemplo verificar la correcta conexión del vehículo con el cargador, estado de los conductores, modificación de los parámetros de recarga, encendido o apagado del sistema (BOE 316 (Ministerio de Industria, 2014, p. 16).



Figura 6. Modo 2

Tomado de (Ibáñez, 2012, p. 15)

3. Modo de carga 3.- La conexión se realiza de manera directa entre el vehículo y la red eléctrica utilizando SAVE. Además este modo se caracteriza por poseer un equipo dedicado al que se conectará un conductor control piloto. Aquí el vehículo eléctrico se enchufará mediante un cable normal al punto de repostaje, este último elemento será el encargado de realizar las actividades de control y seguridad en la recarga del vehículo (BOE 316 (Ministerio de Industria, 2014, p. 16).



Figura 7. Modo 3

Tomado de (Ibáñez, 2012, p. 15)

4. Modo de carga 4.- Se caracteriza porque aquí el vehículo se conectará a la red eléctrica utilizando un cargador externo, aquí el conductor control piloto se extiende permanentemente en dicho cargador. En este modo se realiza una conversión de corriente alterna a continua, por lo que es utilizado para recargas rápidas. Existe un alto nivel de comunicación con la red.(BOE 316 (Ministerio de Industria, 2014, p. 16).



Figura 8. Modo 4

Tomado de (Ibáñez, 2012, p. 15)

1.2.9 Conectores

Debido a que en la actualidad no se tiene un estándar definido, existe una variedad de enchufes que varían unos de otros ya que presentan características propias. Es así que se tienen los siguientes:

1. Schuko, caracterizado por ser utilizado para recargas lentas por lo que soporta amperajes de hasta 16 Amperios cumpliendo con el estándar CEE 7/4 Tipo F. Este conector está compuesto por 2 bornes y una toma a tierra (Inieta, 2015, p. 71).



Figura 9. Conector Schuko

Tomado de (Endesa, 2016)

2. SAE J1772, es un conector estadounidense que se encuentra disponible para dos tipos de recargas; la de nivel 1, para recarga lenta y la de nivel 2 que es para recarga rápida. Dicho conector ha sido diseñado específicamente para vehículos eléctricos, es así que está compuesto por dos bornes de corriente, uno de tierra, uno para la comunicación con la red y dos adicionales que evitan que el vehículo eléctrico se mueva durante el proceso de carga (Iniasta, 2015, p. 72).



Figura 10. Conector SAE J1772

Tomado de (Electromovilidad, 2016, p. 1)

3. Mennekes, conector de tipo industrial (VDE-AR-E 2623-2-2) que puede ser utilizado tanto en monofásico (recarga lenta) como en trifásico (recarga rápida), posee un diámetro de 55mm. Se encuentra compuesto por cuatro bornes para corriente (trifásica), un borne de tierra y dos utilizados para comunicaciones (Iniesta, 2015, p. 72).



Figura 11. Conector Mennekes

Tomado de (Endesa, 2016)

4. Único combinado, ha sido desarrollado para dar solución al problema de estandarización presente en los conectores para la recarga del vehículo eléctrico, por lo tanto es capaz de soportar recarga lenta y rápida. Está compuesto por dos bornes de corriente, uno de tierra, uno de control piloto y uno para detectar que el cable se encuentre correctamente conectado (Ibáñez, 2012, p. 4).



Figura 12. Conector Único Combinado

Tomado de (Endesa, 2016)

5. Scame, principalmente desarrollado por fabricantes franceses, es un conector que puede trabajar en una conexión monofásica o trifásica, de esto dependerá el número de bornes utilizados ya que se tiene un total de 5 o 7 respectivamente ya incluidos los de comunicación. Un detalle importante a señalar es que permite la recarga semi-rápida (Iniesta, 2015, p. 73).



Figura 13. Conector Scame

Tomado de (Endesa, 2016)

6. CHAdeMO, este tipo de conector ha sido desarrollado y utilizado en Japón, en dicho país ha sido estandarizado para la recarga rápida. Compuesto por 10 bornes distribuidos entre los de corriente, tierra y comunicaciones (Iniesta, 2015, p. 73).



Figura 14. Conector CHAdeMO

Tomado de (Endesa, 2016)

1.2.10 Infraestructura

La infraestructura para la recarga del vehículo eléctrico se basa en la norma ITC-BT52.

Las instalaciones deben constar de los siguientes componentes que pueden variar en disponibilidad dependiendo del caso:

Tabla 2.

Componentes de la Infraestructura

Identificador	Descripción.
1	Base de toma de corriente
2	Clavija
3	Cable de conexión
4	Conector
5	Entrada de alimentación al vehículo eléctrico
6	Cargador incorporado al vehículo eléctrico
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
9	Punto de recarga simple
10	SAVE

Tomado de (Ministerio de Industria, 2014, p. 17)

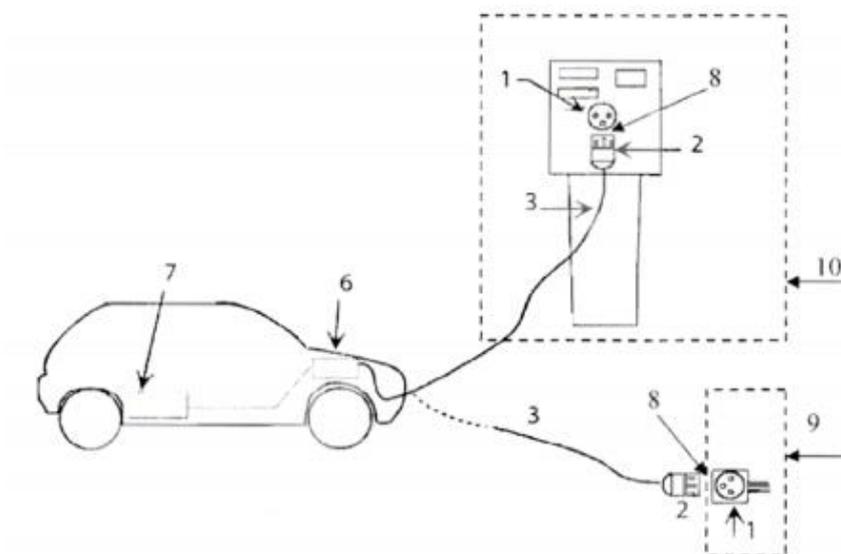
Primer Caso

Figura 15. Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga mediante un cable terminado en una clavija con el cable solidario al vehículo eléctrico.

Tomado de (Ministerio de Industria, 2014, p. 17)

Segundo Caso

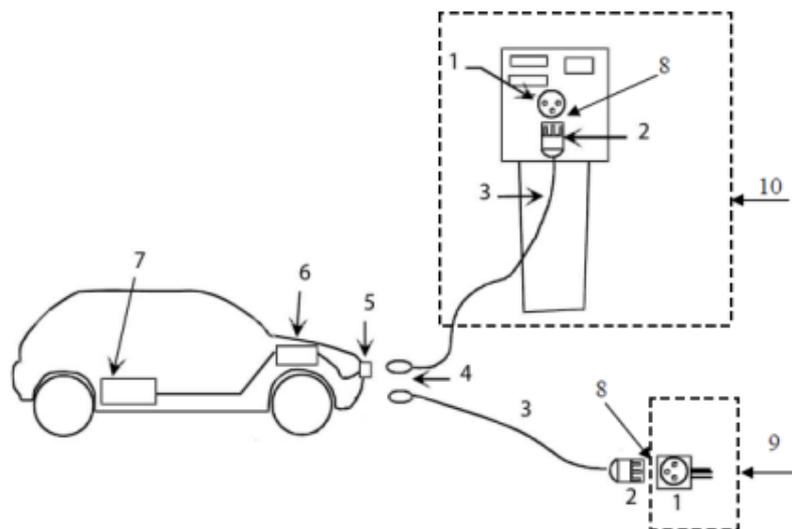


Figura 16. Conexión del vehículo eléctrico a la estación de recarga mediante un cable terminado por un extremo en una clavija y por el otro en un conector donde el cable un accesorio del vehículo eléctrico.

Tomado de (Ministerio de Industria, 2014, p. 17)

Tercer Caso

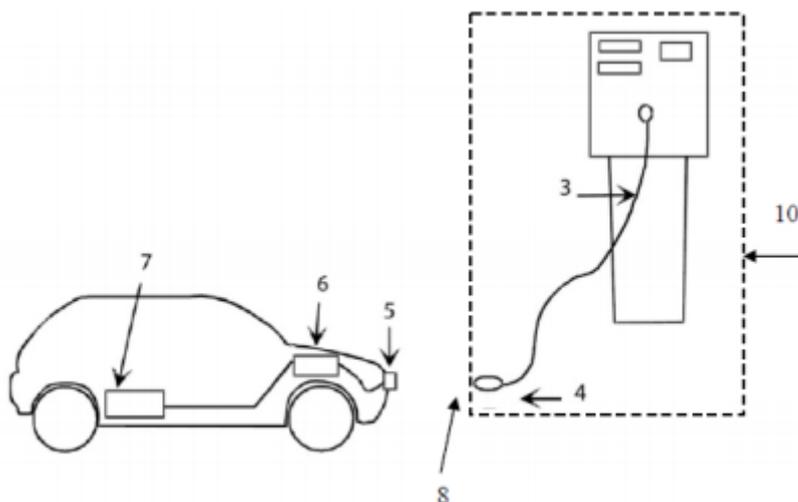


Figura 17. Conexión del vehículo a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector: el cable forma parte de la instalación física.

Tomado de (Ministerio de Industria, 2014, p. 17)

1.2.11 Arquitectura

1.2.11.1 Pública

Ubicadas en la vía pública donde existan espacios de estacionamientos disponibles para el proceso de recarga. Está a su vez se subdivide en dos que son poste de recarga y motocicletas (Salmerón, 2012, p. 49).

1.2.11.2 Privada

Lugares de carga de acceso restringido para un grupo específico de usuarios. Aquí se puede encontrar la configuración de sistemas multipunto el que se caracteriza por estar conformado por varios puntos de recarga y de un sistema que permita el control y mando para gestionar los puntos de recarga (Martínez, 2011, p. 22).

1.2.11.3 Interior

Se encuentran ubicados al interior de parqueaderos, viviendas, edificaciones, lugares donde se pueda gestionar los puntos de recarga. Se tiene presente 2 tipos; mono punto y multipunto (Salmerón, 2012, p. 51).

1.2.12 Modelo del Cargador Wallbox



NEW WALLBOX			
Modelo	IEC 62196 Socket	SAE J1772 Cable	IEC 62196 Cable
Toma de Salida	Clavija Hembra IEC 62196	Manguera 5 metros SAE J1772	Manguera 5 metros IEC 62196
Suministro			
Monofásico 230V (P+N+T)	✓	✓	✓
Trifásico 400V (3P+N+T)	✓	-	✓
Intensidad de Recarga (Rango)	10-32 Amp.	10-32 Amp.	16-32 Amp.
Potencia de Recarga (Rango)	2,3 - 22 kW	2,3 - 7,2 kW	2,3 - 22 kW
Velocidad Variable (Opcional)	✓	✓	✓
Acabado	Aluminio Pulido		
Protección	IP 54		
Dimensiones	300x200x120 mm		
Peso	4 kg	5 kg	5,5 Kg

Figura 18. Tipos de Cargador Wallbox

Tomado de (Wallbox, 2016, p. 5)

1.2.13 Ventajas del Motor Eléctrico

1. La fabricación de motores eléctricos es más económico si se compara con un motor de combustión interna (Endesa Educa, 2016, p 7).
2. Por sus características el motor eléctrico casi no produce ruido (Endesa Educa, 2016, p 7).
3. El motor eléctrico de los vehículos eléctricos entrega todo el torque desde que inicia su uso (Endesa Educa, 2016, p 7).
4. Un motor eléctrico para desplazar un vehículo sólo requiere realizar la inversión de polaridad dependiendo si quiere ir para adelante o para atrás (Endesa Educa, 2016, p 7).
5. El motor eléctrico posee una eficiencia del 90% siendo superior a la de un motor de combustión interna que presenta en el mejor de los casos una eficiencia del 40% (Endesa Educa, 2016, p 7).
6. El motor puede funcionar como un generador cuando se utiliza la función de frenada regenerativa (Endesa Educa, 2016, p 7).
7. El auto eléctrico tiene la posibilidad de entregar energía eléctrica a la red eléctrica, esta tecnología se encuentra en estudio (V2G) (Endesa Educa, 2016, p 7).

1.3 Impacto del Vehículo Eléctrico a la Red Eléctrica

En algunos estudios se han demostrado los impactos de un uso masivo de vehículos eléctricos. En la publicación “The impact of Charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid” los autores demuestran que un uso masivo de vehículos eléctricos generan pérdidas de potencia y desviaciones de voltaje (Clement - Nyns, 2010). De igual manera, en “Assessment of the impact of plug-in electric vehicles on distribution networks” indica que hay también un impacto económico, ya que el aumento en la penetración de estos vehículos provoca una fuerte inversión en el sistema de distribución (Pieltain, 2011). En “A Spatial-Temporal model for grid impact analysis of plug-in electric vehicles”, los autores indican que también se genera un aumento de los picos de potencia, que son un problema para la red eléctrica (Mu, 2014).

De esta manera, se ha planteado que para reducir estos problemas, los vehículos eléctricos tienen que ser participantes de las Redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grid en inglés), al igual que otros elementos de la ingeniería.

Por lo tanto la demanda eléctrica a lo largo del día no tiene un comportamiento constante, sino que presenta variaciones dependiendo de la hora, ya sea en hora valle, pico o llano. Dicha producción de energía se caracteriza porque ha sido diseñada de manera que se tenga un valor máximo de consumo para todo el día por lo que la introducción y uso de vehículos eléctricos generará una recarga masiva de sus baterías que originaría un impacto tanto el aspecto económico como técnico dentro de la red eléctrica que en horas pico se puede presentar la tensión en algunos nodos baje más de lo normal, se puede apreciar en la figura 19 la diferencia de costos referentes a la red de baja tensión, centro de transformación y refuerzos de media tensión que representaría la carga del vehículo eléctrico en 3 distintos escenarios, como resultado se obtiene que en un ambiente no controlado se observa mayores costes en relación a los sistemas controlados debido al aumento necesario en la red actual para poder tener un nuevo pico de potencia mediante el incremento en los centros de transformación y el reforzamiento de la red de media tensión, por este motivo es importante plantear alternativas que permitan la introducción del vehículo para que pueda

ser eficiente tomando en cuenta la capacidad de las redes actuales es decir adquiere importancia la implementación de las redes inteligentes que para este caso pueden considerar el momento más idóneo para realizar una recarga mediante un sistema adecuado que permita una distribución más equitativa con respecto a la curva de consumo con el objetivo de aplanarla lo máximo posible (Domingo, 2016, p. 6).

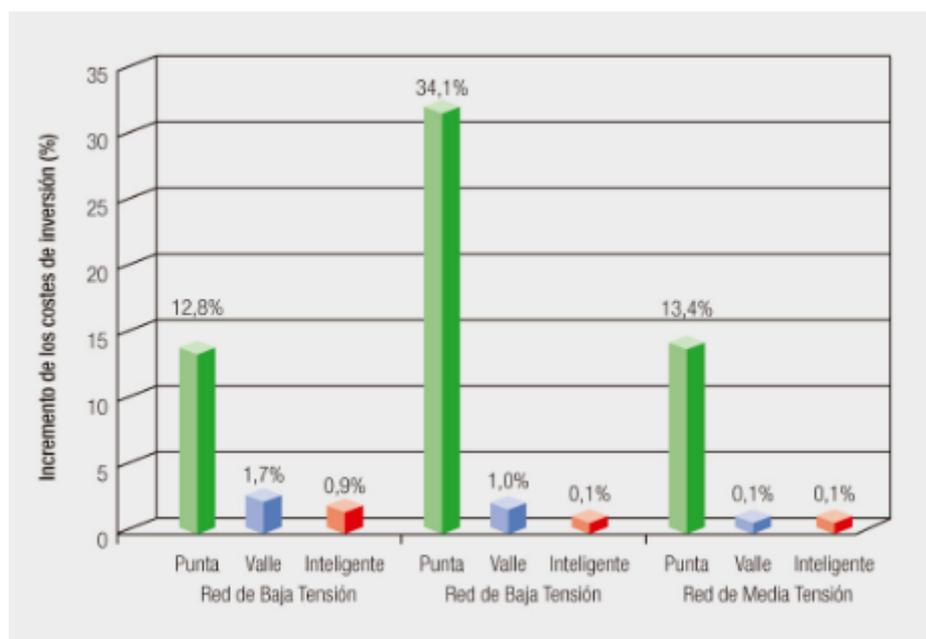


Figura 19. Comparación de Incremento de los costes de inversión
Tomado de (Domingo, 2016, p. 6)

1.4 Redes Eléctricas Inteligentes

Las redes inteligentes por parte de la Plataforma Tecnológica Europea son definidas como: “Redes eléctricas que pueden integrar de manera inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a las mismas, y proporcionar así un suministro eléctrico económicamente eficiente, sostenible, con bajas pérdidas y elevados niveles de seguridad y calidad” (AFME, 2012, p. 15).

Otra definición otorgada por parte del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador es el siguiente:

“Es una red capaz de integrar de manera inteligente las acciones de todos los usuarios conectados a ella (consumidores, generadores y actores que llevan a cabo ambas operaciones con la finalidad de distribuir eficientemente un suministro eléctrico que sea sustentable, económicamente competitivo y seguro” (MEER, 2013, p. 3).

Se puede resumir como la interacción de diferentes tipos de ingeniería (eléctrica, electrónica, de redes y telecomunicaciones y de sistemas) con el fin de gestionar de manera más eficiente el negocio de la energía eléctrica, tanto en su aspecto técnico (generación, transmisión, distribución), como en su aspecto económico (mercados eléctricos). Uno de los objetivos más importantes de las redes eléctricas inteligentes es el uso de fuentes renovables, que de momento su uso es algo complejo para la red eléctrica. Algunos de estos conceptos están planteados en “Toward a smart grid: power delivery for the 21st century” (Amin, 2005, p 34-41) y en “The path of the smart grid” (Farhangi, 2010, p 18-28).

En Ecuador, se realizó a través del MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable) un análisis para la implementación de Redes Eléctricas Inteligentes en zonas pilotos: Galápagos, Quito, Cuenca, Guayaquil, Yachay (Instituto Ingeniería Energética).

1.4.1 Características

- Flexible, permite integrar nuevas tecnologías que vayan desarrollando en el futuro.
- Inteligente y segura, protege al suministro eléctrico de manera automática mediante la obtención de información acerca de los eventos en la red en tiempo real permitiendo la toma de medidas adecuadas.
- Eficiente, optimiza el consumo de energía con la capacidad actual que pueda satisfacer el aumento de demanda.
- Abierta, la generación eléctrica no será exclusivamente centralizada, permitirá tenerla de una manera distribuida como mediante el uso de fuentes de energía renovable.

- Sostenible, la implementación de este tipo de redes no compromete al medio ambiente de tal forma que las futuras generaciones puedan aprovecharla.
 - Económica, los costos son menores debido al uso de nuevas tecnologías, permiten mayor eficiencia en términos de generación eléctrica y mantenimiento de los sistemas que lo integran.
- (MEER, 2013, p. 4).

1.4.2 Contadores Inteligentes.

Son infraestructuras de medición avanzada que permite la recolección de información acerca del consumo con el objetivo de enviar la misma a los centros que poseen un concentrador que se encarga de adquirir y enviar estos datos haciendo uso del sistema de tele gestión a los centros distribuidores. Se caracteriza por poseer un sistema para fijar un límite al consumo de energía mediante ICP, tener un HAN y tarifas bajo demanda, por lo tanto esta infraestructura permite establecer tarifas dependiendo de la hora de consumo permitiendo que la curva de demanda se aplane en su mayoría generando así eficiencia y ahorro energético (AFME, 2012, p. 33).

Respecto a las tecnologías de comunicación generalmente se hace uso de dos que son PLC para entornos donde el consumo sea menor a los 15 kW, mientras que para potencias mayores a los 15 kW se utiliza GPRS, Ethernet o Ip (AFME, 2012, p. 33).

1.4.3 Sistemas de Tele gestión

Sistemas encargados del intercambio de información y operaciones entre distribuidores de energía eléctrica, concentradores y contadores. La importancia de los sistemas es informar en tiempo real el comportamiento de la curva de consumo de cada usuario de la red eléctrica que permite la creación de perfiles de consumo que se ajusten a cada usuario (AFME, 2012, p. 34).

1.4.4 Ventajas de las Redes Eléctricas Inteligentes

- Uso de energías provenientes de fuentes renovables y reducción de picos en la demanda eléctrica.
- Los consumidores pueden ser parte de programas de eficiencia energética que permite acceder a tarifas eléctricas diferenciadas y a aplicaciones futuras que vayan desarrollando. Todo esto se realiza en un marco de privacidad de información de aquellos usuarios que usan dichos programas.
- Se optimiza el transporte de energía, es decir, las pérdidas son mínimas.
- Mayor control en los segmentos de generación eléctrica, transporte y distribución.
- La producción energética dependerá de acuerdo a la demanda real en la red.

1.4.5 El Vehículo Eléctrico dentro de las Redes Inteligentes

El vehículo eléctrico se relaciona directamente con el desarrollo de las redes inteligentes para realizar la conexión de este medio de transporte con la red eléctrica, más óptimo es realizar mediante el uso de las características presentes en una red inteligente, de esta manera se va a lograr una óptima administración energética en el proceso de recarga en cada vehículo, como resultado un mejor uso de los recursos por parte de las empresas eléctricas generando redes eléctricas flexibles que corresponde al consumo y a las tarifas variables.

También se espera que gracias al uso de estas redes en el futuro sean capaces de manejar información proveniente del vehículo como el estado del motor, de carga de las baterías como otra información proveniente de una fuente externa por ejemplo el estado climático, restricciones de tránsito vehicular en ciertas calles, disponibilidad de puntos de recarga entre otras (AFME, 2012, p. 51).

Además en esta relación mencionada aparece el concepto de V2G (Vehicle to Grid) consiste utilizar la energía almacenada en los vehículos para proporcionarla a la red eléctrica cuando necesite que frecuentemente sea en las horas de mayor consumo (horas pico), es así que lograra un aplanamiento de la

curva de demanda, por lo tanto utilizando V2G como también una gestión inteligente en la recarga se tendrá para horas pico el vehículo suministrará energía a la red eléctrica mientras en las horas valle se realiza la recarga de los mismos pero también permitirá la integración de fuentes de energía renovable que pueden proveer lo necesario para cubrir parcial o totalmente la demanda para la recarga y tiene como objetivo de evitar el sobredimensionamiento en las infraestructuras de generación y transporte (Iniasta, 2015, p. 58).

La integración de los vehículos puede generar inconvenientes como: la demanda generada al aumentar consumidores por lo que debe conocer si la infraestructura eléctrica actual será capaz de soportar dicho aumento en el consumo, es así que se considerara los siguientes aspectos:

- Estandarización de los conectores, modos de recarga, agentes de carga y su operación (Iniasta, 2015, p. 58).
- Creación de horarios y tarifas diferenciadas que motiven al usuario realizar las recargas en las horas valle (Iniasta, 2015, p. 59).
- Aparición de un nuevo agente en el sistema eléctrico que es el agregador quien será pieza fundamental para lograr la integración del vehículo eléctrico en la red puesto que su función será de un intermediario entre el operador del sistema y los usuarios, permitiendo que se involucren en los diversos planes de operación existentes para sus vehículos (Iniasta, 2015, p. 59).



Figura 20. Recarga inteligente y no inteligente

Tomado de (Asociación de operadores de grandes redes eléctricas, 2010, p. 2)

1.5 Breve Descripción del Agregador

Dentro de las redes eléctricas inteligentes, se ha planteado la intervención de un nuevo agente, que permita regular la carga de los vehículos eléctricos: el Agregador. En el trabajo “Análisis para la implementación de redes inteligentes en Ecuador - Metodología de Previsión de la demanda basada en redes inteligentes” (Instituto de Ingeniería Energética, 2015), se considera a los agregadores como “agentes que actúan como intermediarios entre los pequeños consumidores y generadores y el sistema eléctrico para que éstos puedan ofrecer su potencial”. (Guille) menciona que los vehículos eléctricos en gran medida constituyen un desafío y oportunidad para considerarlos como una nueva carga y a la vez un recurso de generación, que deben ser gestionados por este nuevo agente.

Sin embargo, el Instituto de Ingeniería Energética en el trabajo “Análisis para la implementación de redes inteligentes en Ecuador - Metodología de Previsión de la demanda basada en redes inteligentes.” menciona que los agregadores necesitan sistemas necesarios, para poder realizar los programas de gestión.

Uno de ellos puede resultar un sistema de mando que module la potencia de manera remota (Instituto de Ingeniería Energética, 2015). De esta manera, se pueden aplicar programas de modulación de potencia como el de Clement Nyns mostrado en “The impact of Charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid” (Clement-Nyns, 2010) o de carga por horarios como el indicado en “Real-time coordination of plug-in electric vehicle charging in smart grids to minimize power losses and improve voltage profile” (Deilami, 2011).



Figura 21. Agregador

Tomado de (Asociación de operadores de grandes redes eléctricas, 2010, p. 2)

2. Capítulo II. Diseño del Circuito y Programa para el agregador

Para el siguiente capítulo se muestra el funcionamiento del circuito electrónico a emplear para la regulación de potencia, Circuito del cargador Wallbox, Dispositivo agregado cargador y además se mostrará el programa que realizará el control de la potencia de manera remota en Visual Basic.

2.1 Diagrama General del Sistema

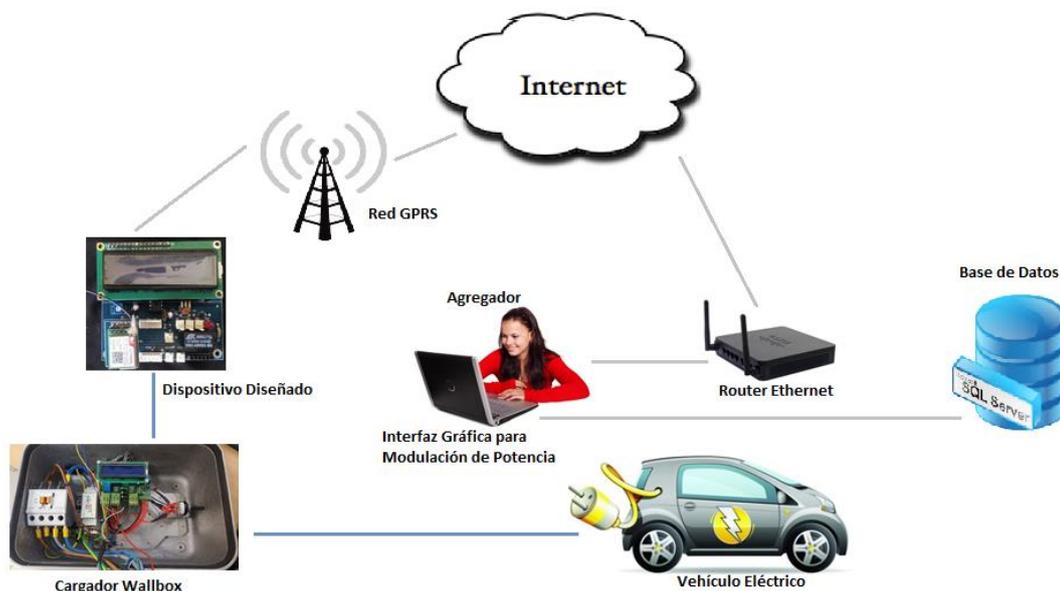


Figura 22. Diagrama del sistema

2.2 Circuito del Cargador Wallbox

El cargador Wallbox es de tipo residencial para vehículos eléctricos. El aparato a utilizar se muestra en la figura y opera en modo tres esto se puede identificar porque posee un control piloto de comunicación, la toma de tipo IEC 62196 Tipo 2 Mennekes que su trabajo permite un valor máximo de 32 Amperios. Su funcionamiento es similar al expuesto por parte del proyecto OpenEVSE, por lo que ha sido tomado en consideración para la explicación de este cargador Wallbox.

El diagrama del proceso de funcionamiento del Cargador que se muestra en la figura 23 se encontrara en la figura 28.

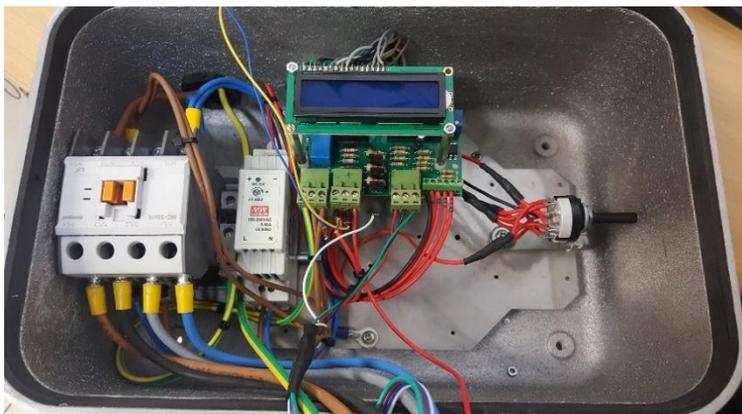


Figura 23. Cargador Wallbox

El conector presenta las terminales L1, L2, L3, N, CP y PP como se indica en la figura 24.



Figura 24. Conector del cargador.

Adaptado de (Alibaba, 2016)

- 1-(L1) AC power
- 2-(L2) AC power
- 3- (L3) AC power
- 4-(N) Neutro
- 5-(PE) Tierra
- 6-(CP) Control piloto
- 7-(PP) Piloto de proximidad

En el interior del dispositivo se pueden identificar los siguientes componentes:

- 1. Contactor (MC-32/4AC):** Dispositivo que tiene como objetivo interrumpir o establecer el flujo de corriente dentro de circuitos eléctricos destinados a sistema con dispositivos de potencia. Para su funcionamiento se tiene una bobina que dependiendo si está energizada permitirá abrir o cerrar los contactos principales del dispositivo respectivamente.

Un contactor se encuentra constituido principalmente por un electroimán, polos del contactor y contactos auxiliares.

Electroimán, considerado como la parte fundamental del dispositivo, está compuesto por un circuito magnético y una bobina. El circuito magnético presenta dos partes, una fija y otra móvil las cuales poseen separación conformada por un entrehierro. La bobina se encargará de generar el flujo magnético para atraer a la armadura móvil, como resultado los polos principales móviles del contactor sean arrastrados y conectados con los polos principales fijos esto genera una resistencia nula entre dichos contactos permitiendo el flujo de corriente sin dificultad. La bobina es diseñada para soportar choques mecánicos producidos por el proceso de apertura y cierre.

Polos del contactor, estos elementos deben ser diseñados para admitir o no el paso de corriente sin tener presencia de aumento de temperatura que no sea considerada normal. Dichos elementos son construidos de plata, óxido de cadmio además de poseer una parte fija y móvil. Se los puede identificar dentro del contactor porque como identificador están numerados del 1 al 6.

Contactos auxiliares, son usados para la auto alimentación del contactor, para el sistema de mando, deben soportar una menor intensidad que los contactos principales. Sus identificadores están compuestos de dos cifras de donde se tiene:

1y2 para NC.

3y4 para NA.

5y6 NC de apertura temporizada.

7y8 NA de cierre temporizado.

(Universidad de Jaén, 2010, p 3)

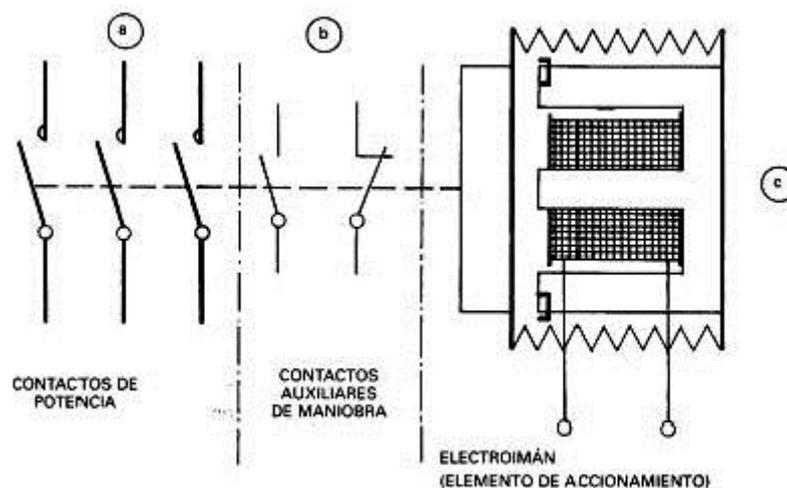


Figura 25. Contactor

Tomado de (Automatización industrial, 2011, p. 1)

2. 15W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply (DR-15-12):

Elemento que tiene como objetivo principal actuar como una fuente de voltaje continuo toma un voltaje externo (85-264 V en AC o 120 – 370 V en DC) para obtener una salida de 12 V en DC con un amperaje entre 0 y 1.25 A. Además posee protecciones contra corto circuito, sobre carga y sobre voltaje. Este modelo ha sido diseñado para poder ser instalado sobre un riel DIN TS-35/7.5 o 15 Fuente. (MW Mean Well, 2010, p. 1)



Figura 26. Fuente de Poder 15W DR-15-12

Tomado de (MW Mean Well, 2010, p. 1)

Este dispositivo se compone de varios bloques como se muestran en la Figura 26.

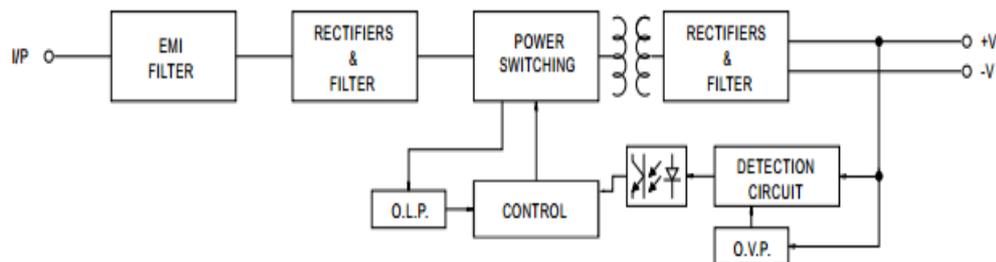


Figura 27. Diagrama de bloques

Tomado de (MW Mean Well, 2010, p. 2)

3. Circuito Electrónico

Dentro de este segmento se pueden encontrar los siguientes elementos:

- Microcontrolador PIC 16f1936, circuito integrado programable que hace uso de la arquitectura Harvard. Este microcontrolador se considera de gama baja está conformado por 28 pines, entre sus principales características presenta una memoria RAM de 512 bytes, una velocidad CPD de 512 MIPS, un ADC de 10 bits, un rango de operación entre 1.8 a 5.5 voltios, 4 timers de 8 bits y 1 timer de 16 bits.

- Resistencias (2.4K Ω , 1K Ω , 330 Ω , 10K Ω , 55K Ω , 100K Ω , 220 Ω), elemento que genera oposición al flujo de energía eléctrica dando como resultado una variación de voltaje entre sus terminales.
- Transistores 2N3904, dispositivo semiconductor NPN donde su operación puede ser como amplificador o conmutador.
- Diodos 1N4007, elemento que permite el flujo de energía eléctrica en un solo sentido.
- Relé OJE-SS-112HM 12[V], dispositivo constituido por un electroimán que presenta un comportamiento similar al de un switch, es decir, permitiendo o no el flujo de electricidad a través del mismo dependiendo si se encuentra energizada la bobina.
- Pantalla LCD 16x2, pantalla de cristal líquido que permite visualizar información mediante el uso de un microcontrolador que forma parte de este dispositivo. Este tipo de pantalla al ser 16x2 significa que contiene 2 filas donde cada una tiene un máximo de 16 caracteres.
- Switch rotatorio 1 polo 6 tiros, dispositivo que presenta 6 opciones disponibles para su selección, solamente permite el uso de una a la vez. Mientras una se encuentre activa las demás se encuentran desactivadas.
- Convertidor DC-DC D107E, dispositivo que permite modificar el valor del voltaje que recibe. Se caracteriza por manejar voltajes en corriente continua.
- Amplificador operacional LF353, es un J-FET de alta velocidad que contiene 2 amplificadores operacionales en su interior. Este dispositivo permite amplificar una señal en corriente continua que maneje mediante sus entradas.

2.2.1 Esquema del Cargador

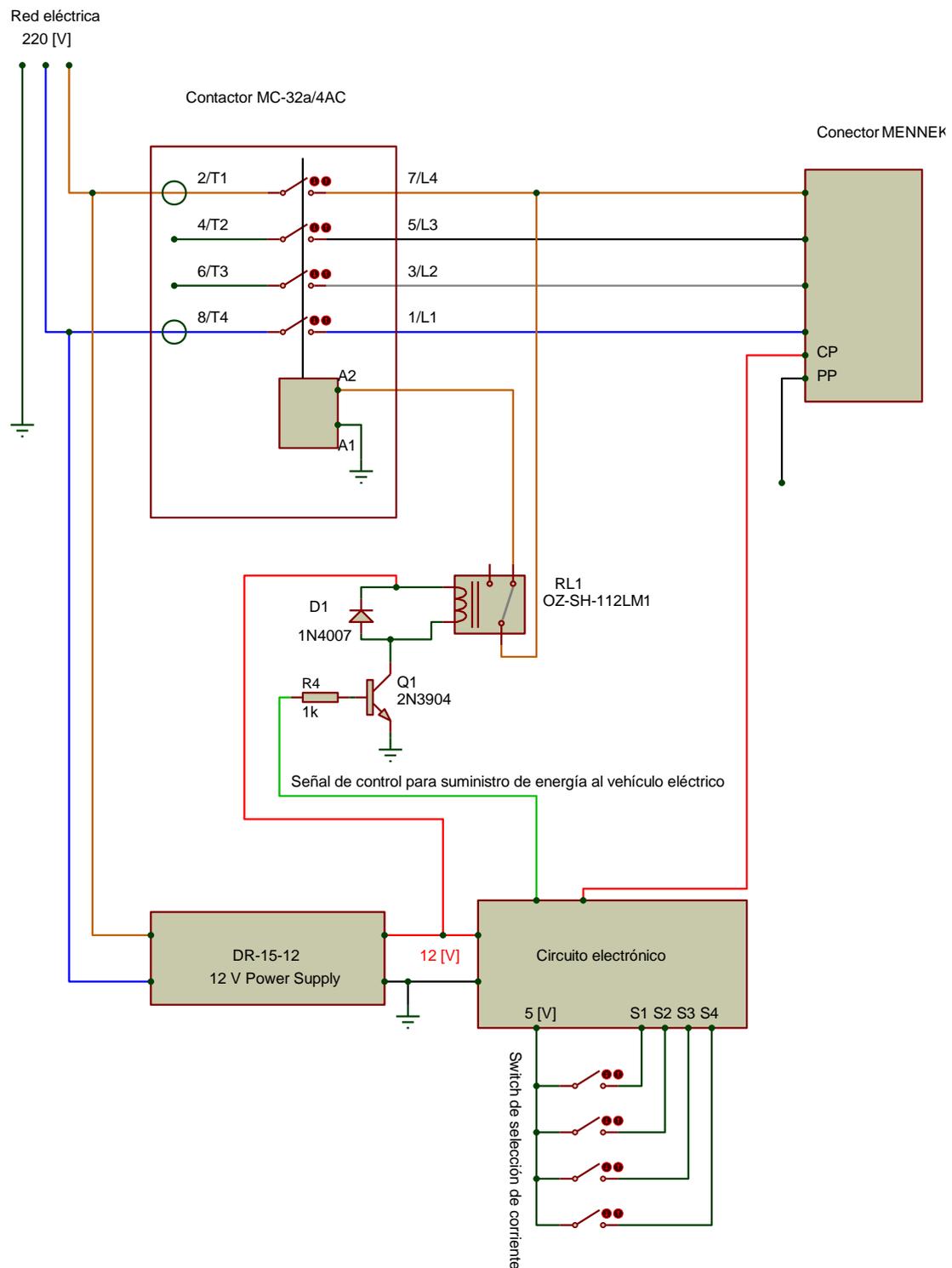


Figura 28. Esquema del Cargador

2.2.2 Funcionamiento del Segmento de Potencia del Cargador

Este segmento estará integrado por el contactor MC-32A/4AC y el alimentador por impulso DR-15-12.

El cargador maneja un voltaje de 220 [V] en AC obtenido desde la red eléctrica, esta energía para ingresar al cargador en primera instancia debe transitar por un contactor, seguidamente las líneas provenientes de la red se conectarán en los contactos principales 2/T1 y 8/T4, el objetivo de este dispositivo será permitir o negar la transmisión de la energía necesaria hasta el vehículo eléctrico para la recarga. Las líneas que se conectarán hasta el vehículo eléctrico para suministrar la energía serán los que se encuentran conectados a la salida de este contactor en los conectores 7/L4, 5/L3, 3/L2 y 1/L1.

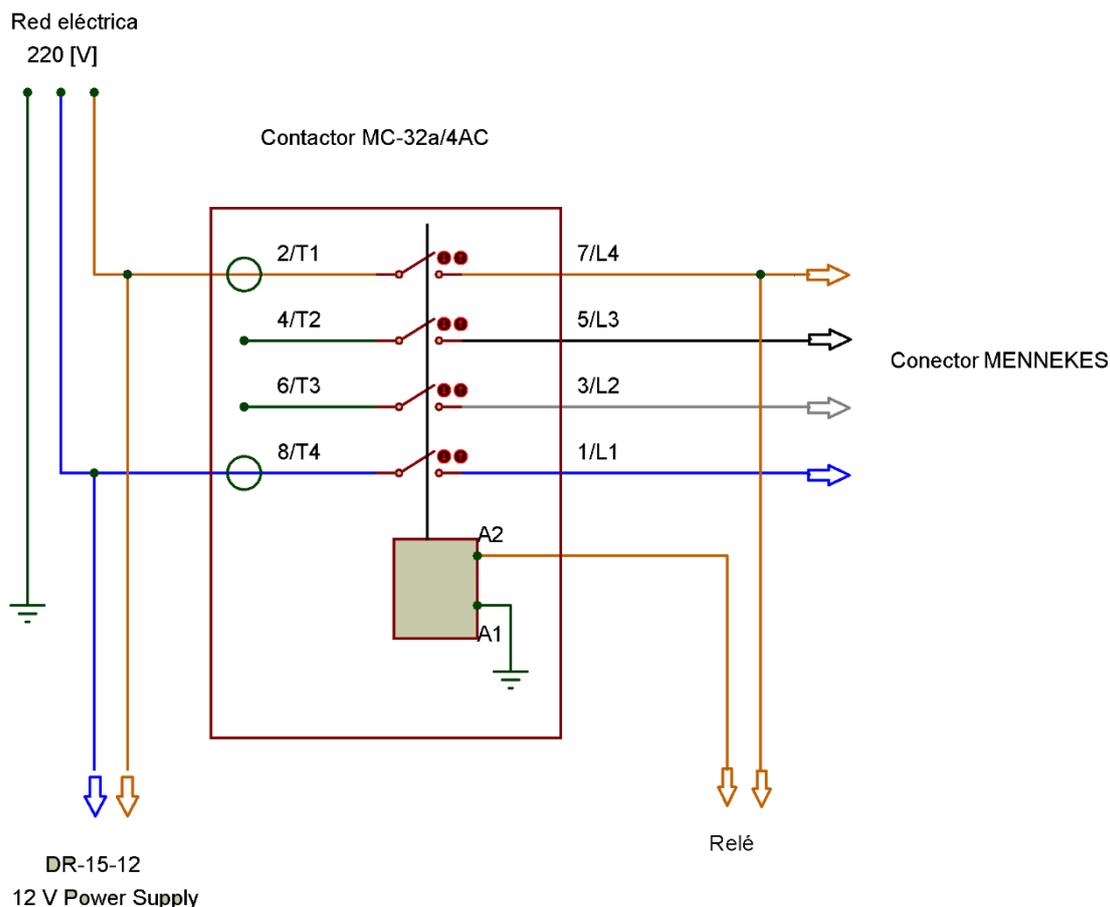


Figura 29. Esquema del contactor en el circuito de potencia del cargador

Además este dispositivo presenta dos entradas auxiliares (A1 y A2) que cumplen la función de indicar el momento que debe cortar el suministro de energía dirigida al vehículo eléctrico dependiendo si la bobina se encuentra energizada o no. Para el proceso de energización de esta bobina interactúan dos componentes que son: una señal de notificación proveniente del cargador del vehículo eléctrico y un relé que se ubicará de manera que permita o no el flujo de corriente hasta A2, por lo tanto si el relé se encuentra en estado cerrado la corriente fluirá hasta la bobina y será energizada lo que cerrará los contactos del contactor permitiendo el paso de energía eléctrica hacia el vehículo eléctrico. Con respecto a la señal de notificación, se alertará el momento en el que la recarga se ha completado o se ha interrumpido.

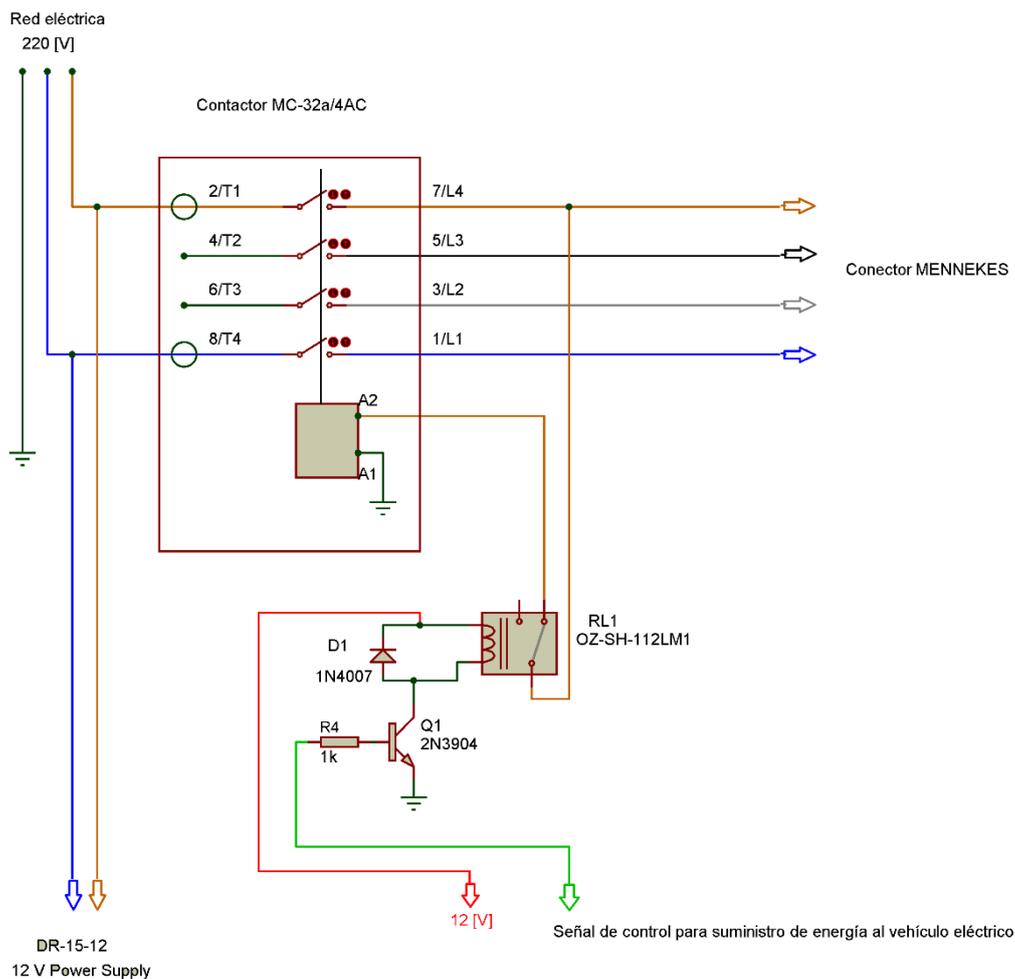


Figura 30. Conexión entre el contactor y Relé

El siguiente elemento es el alimentador por impulso DR-15-12 que tiene como objetivo tomar los 220 [V] provenientes de la red eléctrica y transformarlo a una señal continua de 12 [V]. Esta nueva señal previo a ingresar al circuito electrónico atraviesa por el elemento LM7805 que funciona como un regulador de voltaje, es decir, que los 12 [V] de la entrada se transformaran a 5 [V] en DC permitiendo la alimentación de los dispositivos internos, por otro lado existe una señal que mantiene 12 [V] que es la encargada de interactuar con el circuito de control piloto que se encuentra dentro del bloque del circuito electrónico.

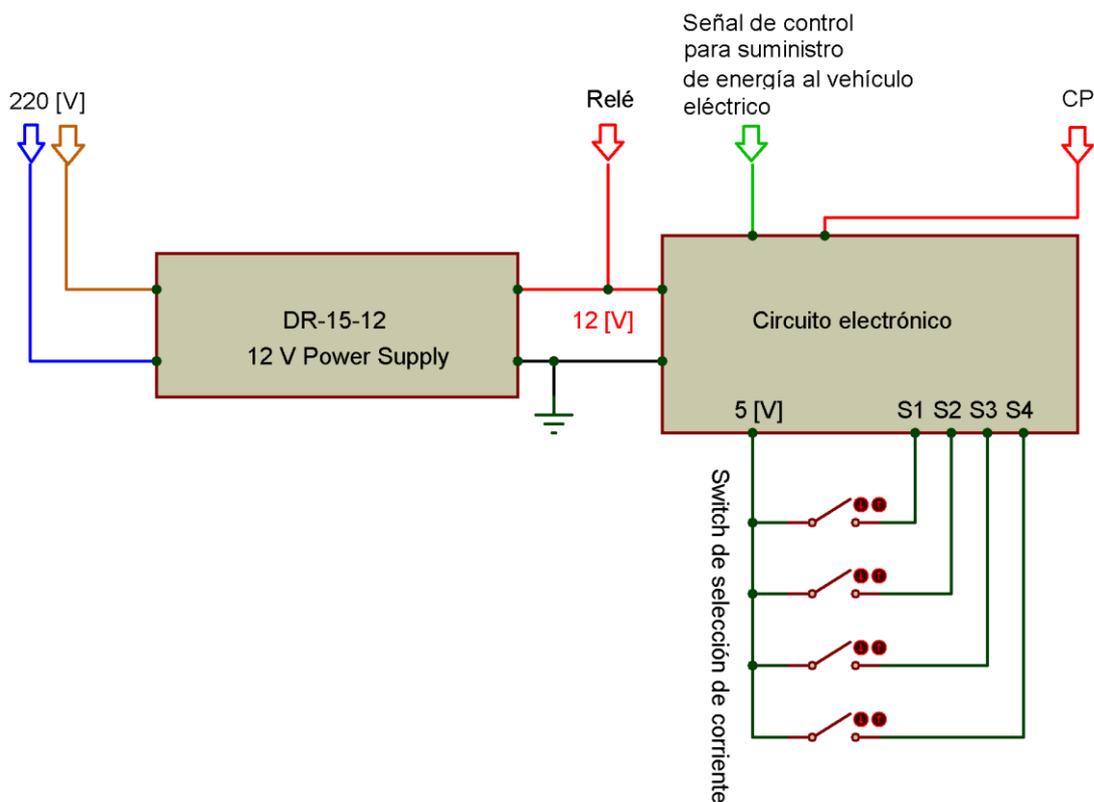


Figura 31. Conexión de la fuente DR-15-12 al circuito electrónico

2.2.3 Funcionamiento del Circuito Electrónico del Cargador

Dentro de este circuito electrónico se tiene principalmente un microcontrolador que posee funciones tales como:

Recibir e interpretar la señal proveniente del control piloto, esto permite conocer el estado que se encuentra la recarga y en consecuencia determinar si debe permitir o no el paso de energía para el vehículo eléctrico.

Envío de la señal piloto, esta señal requiere ser de una frecuencia igual a 1kHz y oscile entre +12 y -12 Voltios de amplitud con comportamiento PWM, por lo que inicialmente se conoce la señal proveniente del microcontrolador tendrá un voltaje máximo de 5 Voltios, para obtener los 12 Voltios necesarios para la señal piloto se debe hacer uso de dos elementos que son un convertidor DC-DC que es el D107E y un amplificador operacional LF353. En una primera etapa se utiliza

el convertidor DC-DC que genera 2 señales continuas que son +12 V y -12 V, estas salidas servirán como fuente de alimentación para el amplificador operacional (Figura.31).

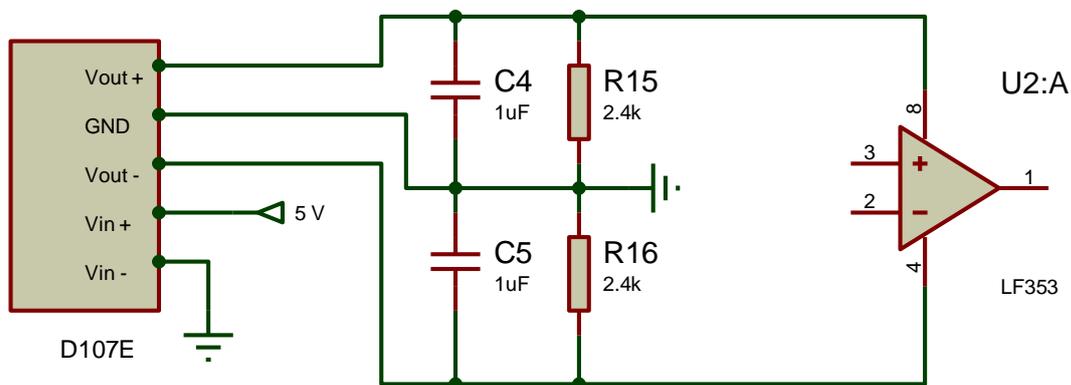


Figura 32. Alimentación del circuito integrado LF353

En la segunda etapa se tiene conectado a una entrada del amplificador operacional una señal PWM proveniente del microcontrolador.

Otra entrada se conecta la salida de un divisor de voltaje entre dos resistencias de 100K con un voltaje de entrada de 5 voltios, esta configuración con el circuito operacional permite tener una señal PWM que varía entre +12 y -12 voltios (Figura.32).

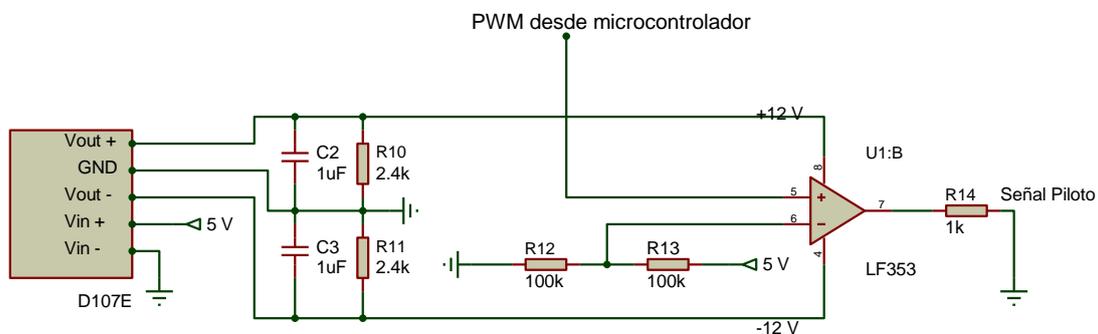


Figura 33. Generación de señal control piloto

Envío de la señal de control para el relé, esta señal será encargada de activar o desactivar el relé dependiendo si se necesita permitir o no el flujo de corriente hacia el contactor permitiendo que este trabaje proveyendo energía eléctrica al vehículo.

Otro segmento importante es aquel que permite seleccionar el amperaje a suministrar al vehículo, esto se realiza mediante un switch rotatorio que acatando la selección registrada enviará una señal de 5[V] a una entrada del microcontrolador (cabe indicar que se tiene 4 corrientes distintas por esta razón se necesita 4 entradas del microcontrolador para poder monitorear estos cambios), al momento que el microcontrolador detecta esta señal modificará el ancho de pulso de la señal PWM que notifica al vehículo la cantidad de corriente disponible por parte del cargador.

Además del microcontrolador y los elementos antes indicados, se deben considerar dos circuitos adicionales, el primero es el circuito de control piloto mientras que el segundo es el circuito piloto de proximidad, la información acerca del funcionamiento de ambos es proporcionada por el INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS, en el proyecto: Sistema conductivo de recarga para vehículos eléctricos en la edición 2016-04-15.

Circuito de Control Piloto: Es el circuito encargado de realizar la comunicación entre la estación de recarga y el vehículo para que se conozca el momento en el que se puede realizar una variación en la potencia, que mientras se suministra energía al vehículo no es posible realizar esta variación. Adicionalmente este circuito permite informar al vehículo la capacidad de corriente disponible para su recarga. Se representa de la manera que se visualiza en la Figura.33.

EVSE es un equipo de suministro eléctrico para los vehículos eléctricos desde una fuente eléctrica (U.S Department of Energy, 2015, p. 8).

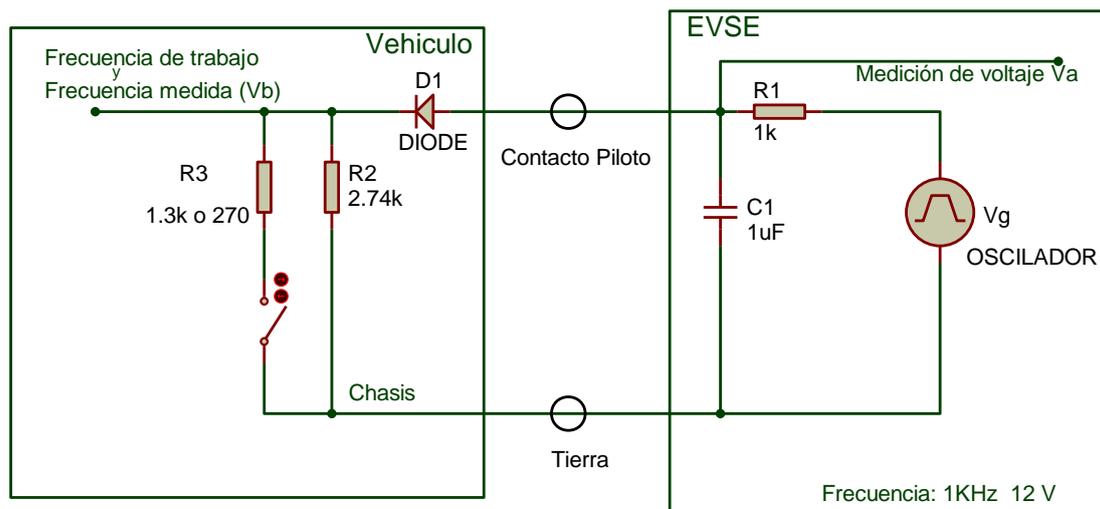
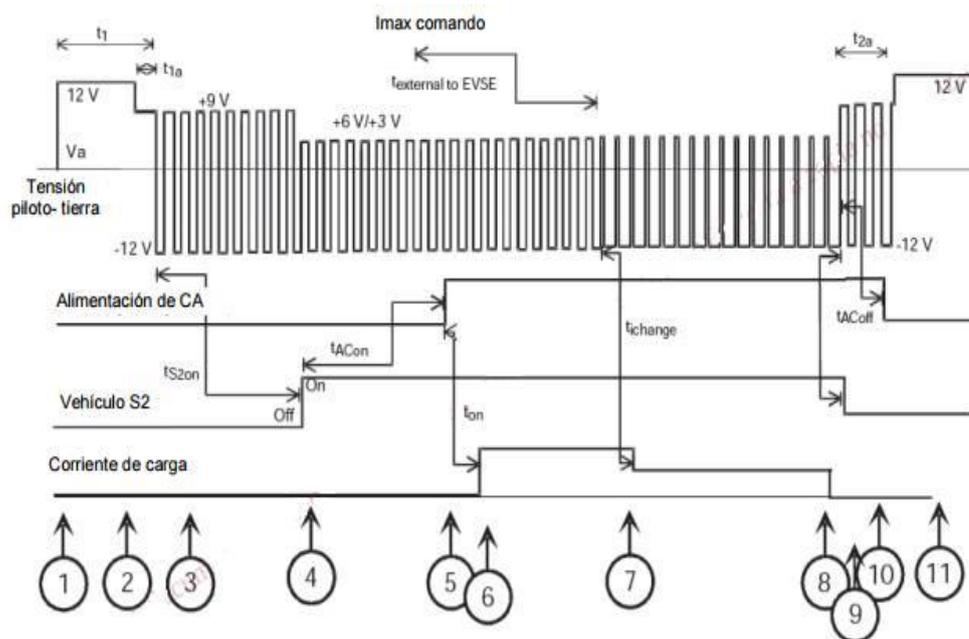


Figura 34. Circuito de control piloto

Adaptado de (Instituto Uruguayo de normas técnicas, 2016, p. 31)

La comunicación se realiza mediante una señal PWM como se indica en la Figura 34, los parámetros que varían son la amplitud y el ancho de pulso, esto dependerá del estado en el que se encuentre el proceso de recarga como se menciona en la tabla 3.



IEC 2379/10

Figura 35. Ciclo típico de carga en condiciones normales de operación

Tomado de (Instituto Uruguayo de normas técnicas, 2016, p. 33)

Tabla 3.

Descripción de la secuencia de conexión

Número	Estado	Descripción de las situaciones
1	A	Vehículo desconectado - La señal del generador V_g es una tensión de +12 Vcc
2	B	Cable de carga conectado al vehículo eléctrico, se tiene una señal de 9V medida en V_a . La tensión del generador puede ser constante +12V o una señal de forma cuadrada de frecuencia 1KHZ $\pm 12V$
3	B	El cargador es capaz de suministrar la energía e indicar al vehículo, la corriente disponible mediante el ciclo de trabajo que se muestra en la Tabla 4. La presencia de diodo D es detectada por los -12V y brinda garantía adicional que la señal de 9V, es una indicación confiable de que el vehículo está conectado.

- 4 B -> / C,D S2 es cerrado por el vehículo en función a las necesidades para indicar que el vehículo pueda recibir energía.
- 5 C,D El cargador cierra el circuito. Si se detecta el estado D el interruptor se cerrara solamente si las exigencias de ventilación son respetadas.
- 6 C,D La corriente suministrada del vehículo. El tiempo y el perfil de la corriente son determinadas por el vehículo. La corriente no puede superar la indicada por el ciclo de trabajo.
- 7 C,D Demanda externa para reducción de potencia. Esta demanda es originada desde la red de alimentación. El vehículo ajusta la demanda de corriente a la indicada en el ciclo de trabajo.
- 8 C,D Fin de la carga decidida por el vehículo
- 9 C,D / -> B El vehículo solicita desconexión
- 10 B El cargador detecta el estado B y abre el contacto
- 11 A La remoción completa del cable de carga. El cargador detecta la señal de 12V

Adaptado de (Instituto Uruguayo de normas técnicas, 2016, p. 34)

Tabla 4.

Ciclo de trabajo del piloto proporcionado por el cargador

Corriente de línea disponible	Ciclo de trabajo nominal proporcionado por el cargador (Toleración +-1 punto porcentual)
La comunicación digital será utilizada para controlar un cargador de corriente continua externa o para comunicar la corriente de línea disponible para un cargador a bordo.	5% de ciclo de trabajo
Corriente desde 6A hasta 51A	$(\% \text{ ciclo de trabajo}) = \text{corriente [A]} / 0,6$ $10\% \leq \text{ciclo de trabajo} \leq 96\%$
Corriente desde 51A hasta 80A	$(\% \text{ ciclo de trabajo}) = \text{corriente [A]} / 2,5 + 64$ $85\% \leq \text{ciclo de trabajo} \leq 96\%$

Adaptado de (Instituto Uruguayo de normas técnicas, 2016, p. 35)

Por lo indicado en la explicación acerca de los estados que se tienen en el proceso de recarga, la manera de realizar una variación en el suministro de corriente es retornando al estado A, para ello es necesario que la comunicación entre el circuito control piloto y el vehículo eléctrico notifique este salto de estado, que a su vez se lo obtiene cuando hay una desconexión entre ambos.

Circuito piloto proximidad, este circuito evita que el vehículo se ponga en movimiento durante la recarga esto se lo realiza mediante la medición de voltaje en este circuito por parte del vehículo, además notifica la corriente máxima que puede soportar el cable de recarga, para realizar estas funciones debe tener presente una resistencia entre el contacto de proximidad y tierra con los valores indicados en la tabla 5.

Tabla 5.

Valor de Resistencia Rc dependiendo de la corriente de recarga

Corriente en el cable de recarga	Valor de resistencia Rc
13 [A]	1.5 K Ω ½ W
20 [A]	680 Ω ½ W
32 [A]	220 Ω ½ W
63 [A] Trifásico	100 Ω ½ W
70 [A] Monofásico	100 Ω ½ W

Adaptado de (Instituto Uruguayo de normas técnicas, 2016, p. 41)

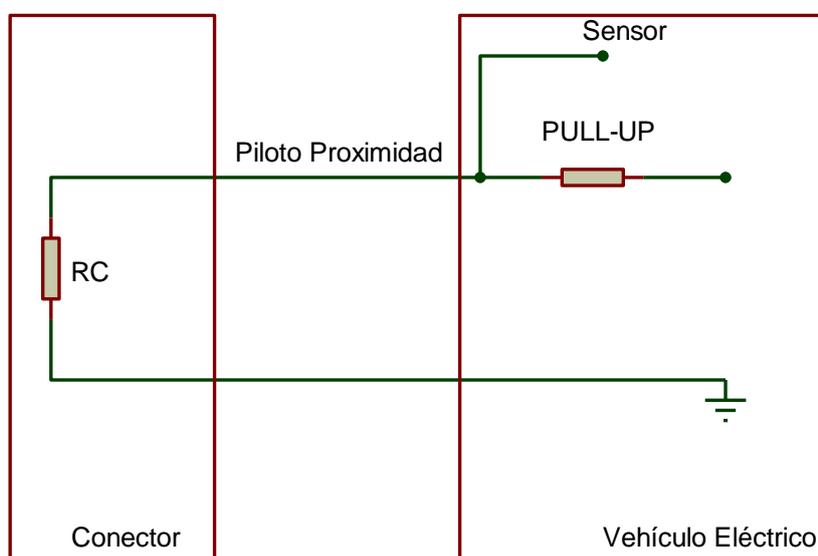


Figura 36. Circuito piloto de proximidad

Adaptado de (Instituto Uruguayo de normas técnicas, 2016, p. 41)

2.3 Dispositivo Agregado al Cargador

Después de comprender el funcionamiento del cargador el paso siguiente es conocer las distintas opciones que pueden tomar en consideración para el diseño del dispositivo a desarrollar que tiene como objetivo principal realizar el cambio de potencia a distancia según las órdenes del agregador.

Consideraciones

- El microcontrolador que trae el cargador debido a la programación que se encuentra dentro de este no es de libre acceso, por lo que realizar un cambio sin afectar otras funciones comprenderá una mayor complejidad.
- El sistema debe ser escalable.
- Mencionado lo anterior, es necesario estimar en qué lugar es más adecuado realizar un corte ya sea de energía o de comunicación, se presentan los siguientes escenarios:
 - Interrumpir el flujo de corriente en el segmento que comprende la salida desde la fuente que entrega 12 voltios y el circuito electrónico.
 - Interrumpir el flujo de corriente en el segmento de potencia, específicamente el proveniente desde la red eléctrica hasta el contactor.
 - Interrumpir el flujo de corriente en los cables que suministrarán energía al vehículo eléctrico.
 - Interrumpir la comunicación entre el cargador y el vehículo eléctrico en el control piloto.

De las opciones antes indicadas, se toma la mejor alternativa a la última que consiste en interrumpir el hilo de comunicación entre cargador y el vehículo eléctrico, que simularía la acción de conexión o desconexión del vehículo habilitando la función de variación de potencia, es decir, se accede al estado A del proceso de recarga como se especificó en la parte referente al funcionamiento del circuito control piloto.

- La posibilidad de realizar la variación de potencia de manera local y remota, es necesario utilizar un botón que permita habilitar una de estas dos opciones.
- Correspondiente al medio de transmisión entre el agregador y el dispositivo creado, se considera el uso de un medio inalámbrico, el principal aspecto a tomar en cuenta para seleccionar la tecnología adecuada será la distancia de cobertura, es así que se tiene las

siguientes: WPAN, WLAN, WMAN y WWAN en tabla se muestra las características de cada una de estas.

Tabla 6.

Tecnologías inalámbricas por área de cobertura

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Estándares	Bluetooth, infrarrojo.	802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, HyperLAN 2	802.16, MMDS, LMDS	GSM, GPRS, CDMA, 2.5- 3G
Velocidad	Menores a 1 Mbps	11 – 200 Mbps	350 Mbps	10 – 2400 Kbps
Cobertura	Distancias menores a 10 metros.	Entre 100 y 200 metros.	Cobertura de ciudades. 54 Km con buenas condiciones climáticas y 22 Km con condiciones climáticas no favorables.	Grandes territorios capaces de cubrir un país o un grupo de países.

Adaptado de (Castillo, 2013, p. 7)

Por lo tanto, con las características antes indicadas se considera el uso de WWAN por su gran cobertura, además aquí se tiene varios estándares usados por la telefonía móvil, en el mercado se pueden encontrar varios dispositivos o módulos diseñados para el desarrollo de prototipos electrónicos que se adapta a las necesidades del presente trabajo.

2.3.1 Diagrama Electrónico

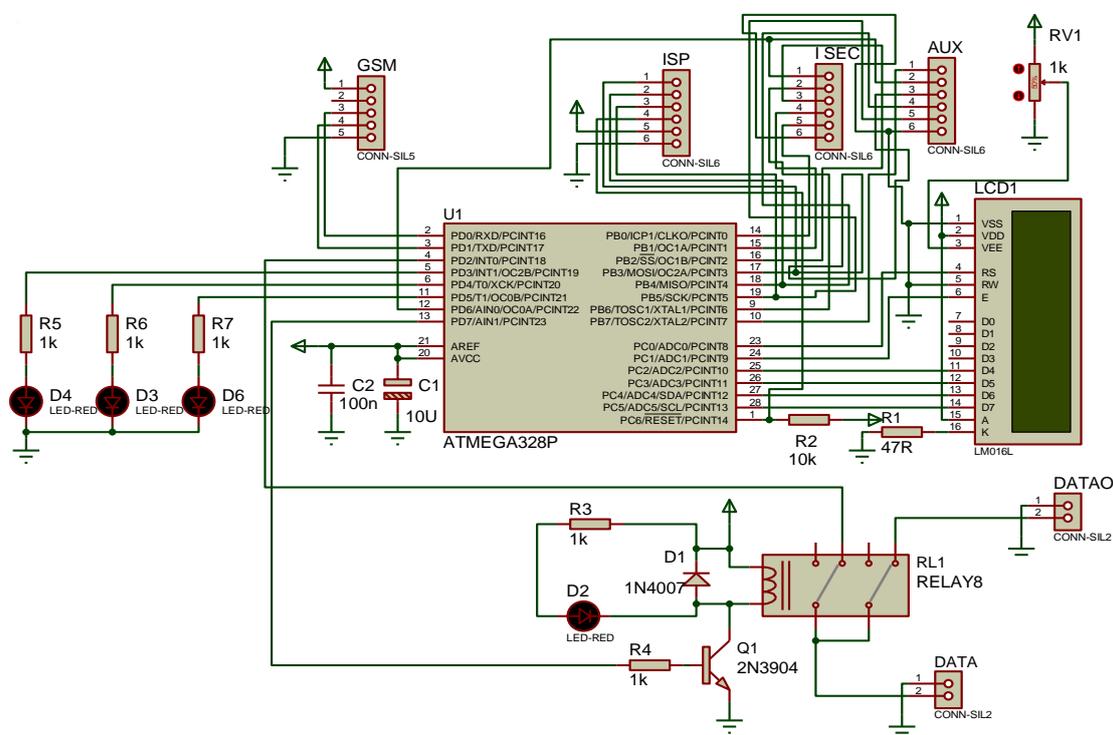


Figura 37. Circuito del dispositivo creado

En la Figura. 37, la parte electrónica consistirá principalmente en un microcontrolador, cuál será el encargado de interpretar las señales provenientes desde el módulo GSM en el modo a distancia, para el modo manual las señales recibidas desde el switch rotatorio, así las señales serán procesadas para informar al cargador el nivel de corriente deseado para suministrar al vehículo eléctrico y el momento en el que un relé actuará para interrumpir o permitir la comunicación desde el circuito control piloto del cargador hasta el vehículo.

La pantalla LCD utilizada en el circuito será considerada secundaria y permitirá mostrar información adicional.

El LED que se visualiza servirá para informar que el relé se encuentra en estado abierto o cerrado.

2.3.2 Elementos Utilizados

- Resistencias.
- Diodo LED.
- Transistor 2N3904
- Diodo 1N4007
- Relé
- Microcontrolador ATMEGA 328
- Módulo GSM SIM 800
- Pantalla LCD 16x2
- Capacitores.
- LM7805

2.3.3 Conexión del dispositivo creado dentro del cargador y su funcionamiento.

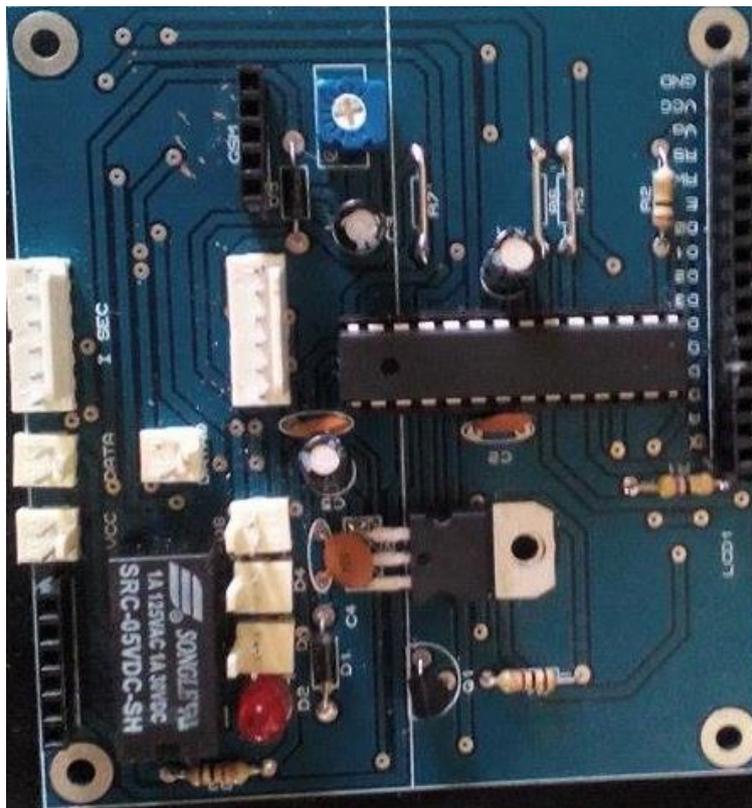


Figura 38. Placa del dispositivo.



Figura 39. Placa del dispositivo diseñado con pantalla LCD y módulo SIM 800 conectados.

Conexión.

Para la conexión del dispositivo creado se utiliza el voltaje proveniente a la salida del dispositivo DR-15-12 que provee 12 Voltios DC, para poder alimentar el microcontrolador y pantalla LCD del dispositivo, es necesario disminuir el voltaje a 5 Voltios, por este motivo en la entrada se utiliza un regulador de voltaje LM7805 que permite obtener el valor con una corriente de 1 Amperio.



Figura 40. Regulador de voltaje LM7805

Para este modelo de cargador se tiene presente en su circuito electrónico, 3 salidas de colector abierto que permite alimentar a una tira de diodos led RGB que activarán un color dependiendo del estado en el que se encuentre el cargador. Es así que las salidas se conectarán a los pines 11, 6 y 5 en el microcontrolador del dispositivo diseñado de la manera que indica en la tabla 7.

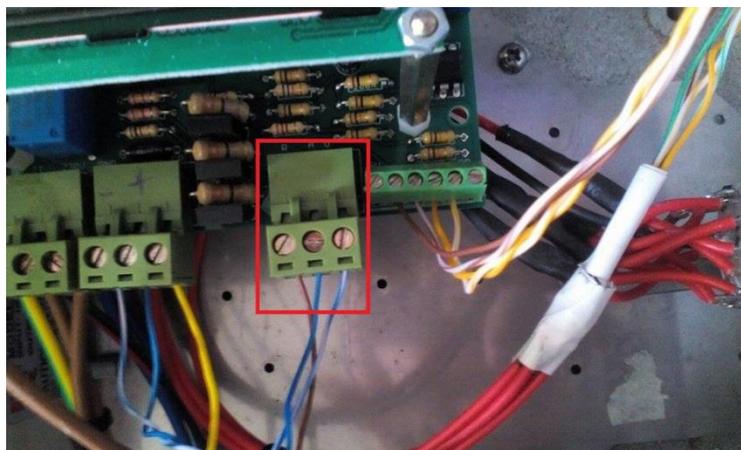


Figura 41. Salidas colector abierto para conexión de LED'S RGB

Tabla 7.

Conexión entre salida colector abierto del circuito del cargador y pines del microcontrolador del dispositivo desarrollado.

Salida RGB	Pin del microcontrolador
R	11
A	5
V	6

Anteriormente, las salidas RGB permiten conocer el estado del cargador respecto a la recarga de tal manera se muestra en la Tabla 8 el voltaje entregado por cada pin de salida RGB y el estado.

Tabla 8.

Relación entre estado de recarga y salidas RGB

Estado.	Salida R	Salida G	Salida B	Representación en código binario.
Esperando vehículo.	5 [V]	5 [V]	0 [V]	110
Vehículo conectado.	5 [V]	0 [V]	0 [V]	100
Cargando.	5 [V]	0 [V]	5 [V]	101

Los códigos binarios indicados en la tabla 8 serán manejados por el microcontrolador del dispositivo con el propósito de ser enviados posteriormente a la aplicación utilizada por el agregador para que pueda conocer el estado que se encuentra el proceso de recarga.

Para la selección de potencia se conectarán los pines 9, 16, 15 y 14 del microcontrolador (Puerto ISEC) que actuarán como salidas con el fin de entregar 5 voltios a las entradas del circuito electrónico del cargador S1, S2, S3 y S4 respectivamente (Figura. 41,42).

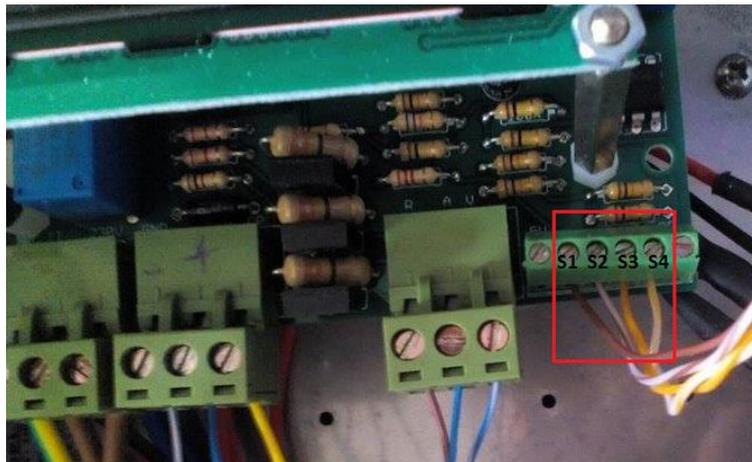


Figura 42. Entradas S1, S2, S3 y S4 en el circuito electrónico del cargador.

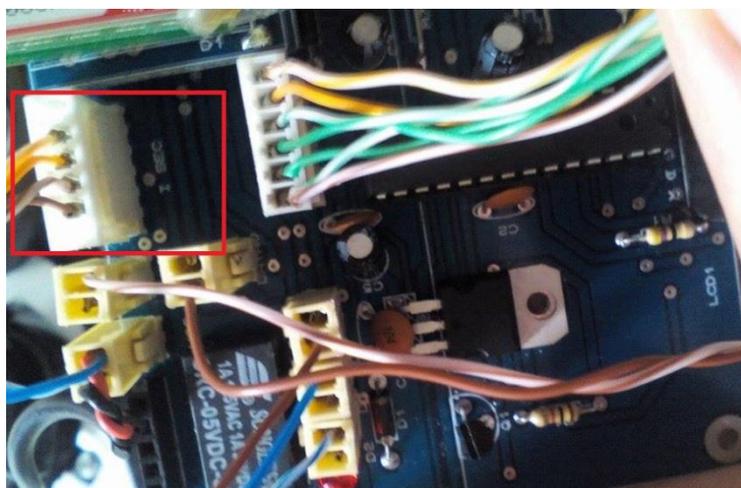


Figura 43. Puerto ISEC del dispositivo diseñado.

Para el uso del modo manual se utilizan 4 pines más del microcontrolador (10, 12, 17 y 18) que funcionan como entradas encargadas de identificar la selección realizada mediante el switch rotatorio del cargador y permiten el paso de voltaje a una de las entradas S1, S2, S3 o S4 según corresponda al proceso antes mencionado.

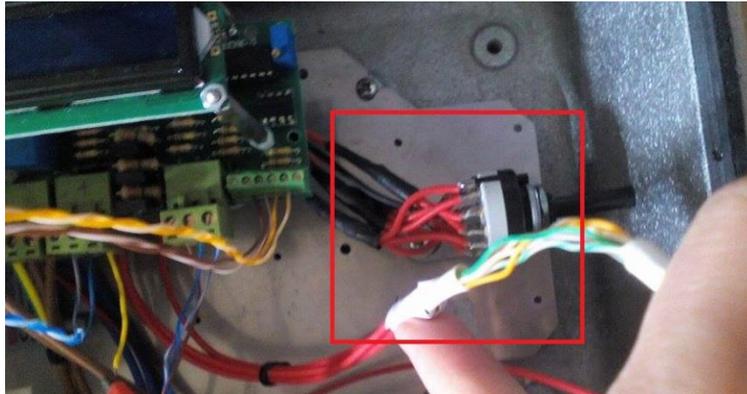


Figura 44. Cableado entre el switch rotatorio y pines 10, 12, 17 y 18 del microcontrolador.

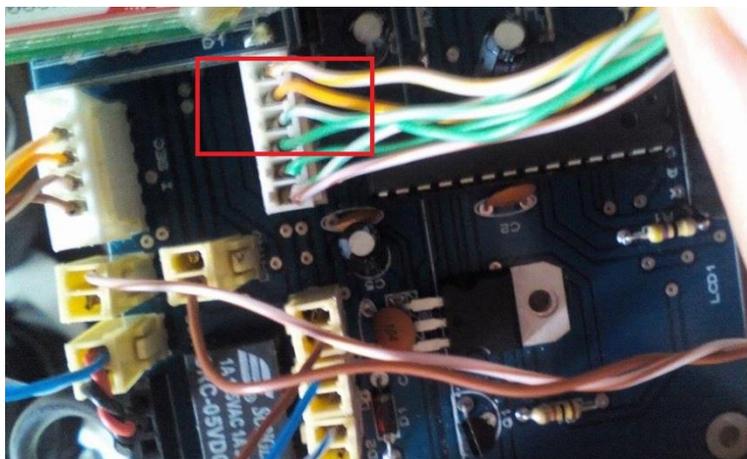


Figura 45. Entradas a los pines 10, 12, 17 y 18 del microcontrolador desde el switch rotatorio.

Para seleccionar entre modo manual o distancia se hace uso de un botón conectado al pin 19, el dispositivo se encuentra configurado de tal manera que al iniciar funcione en modo distancia.

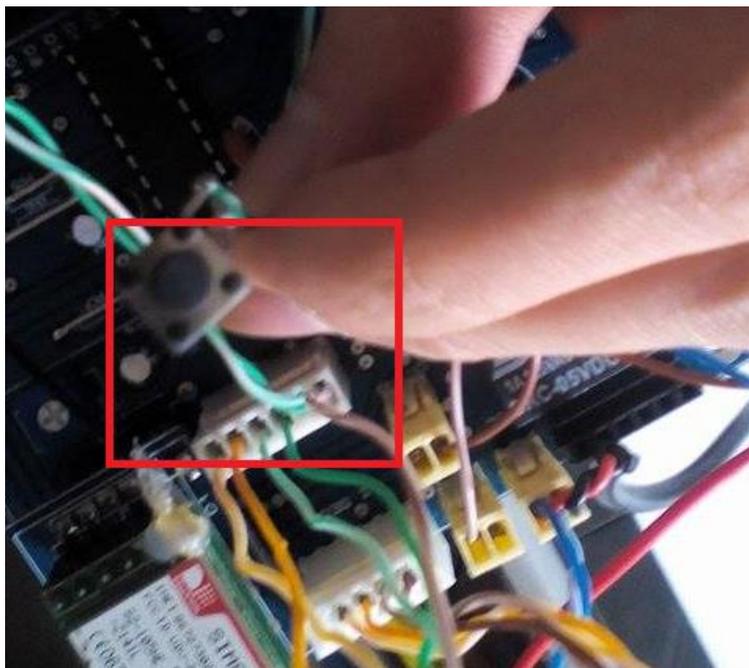


Figura 46. Botón para selección del modo de funcionamiento.

El dispositivo también maneja un relé que se encargará de permitir o no la comunicación entre el vehículo eléctrico y el cargador, por lo tanto el agregador podrá hacer uso de esta opción con el objetivo de detener la recarga y realizar la modificación de potencia remotamente. Para el control del relé se utiliza el pin 10.



Figura 47. Relé para corte de comunicación entre cargador y vehículo eléctrico.

Mencionado anteriormente, el módulo utilizado para la comunicación GPRS entre este dispositivo y la aplicación es el SIM 800 que se conectará a los pines 2 y 3.

Funcionamiento y Resultados Obtenidos:

Al encender el dispositivo lo primero que se realiza es la inicialización del módulo GSM mediante comandos AT, por lo que en la pantalla LCD se puede observar el mensaje “Iniciando módulo GPRS”.



Figura 48. Mensaje al inicializar módulo GPRS.

Una vez inicializado el módulo, el dispositivo estará funcionando con la opción distancia ya que ha sido conFigura.do previamente, si se desea el cambio a la opción manual es necesario pulsar el botón que se encuentra conectado a la placa, cada vez que presiona realiza el cambio de modo de distancia a manual y viceversa. En este momento la pantalla LCD indica el modo de “M: Dist” o “M: Manu”, el estado de la conexión y esperando la pantalla de selección.



Figura 49. Pantalla inicial del dispositivo en funcionamiento.

Se ha seleccionado modo local, el funcionamiento del cargador será el mismo que se tenía antes de la implementación del dispositivo diseñado, es decir, se debe girar el switch rotatorio para seleccionar la nueva corriente que proveerá el cargador.



Figura 50. Dipositivo trabajando en modo manual.

Modo distancia o remoto el funcionamiento es más largo comparándolo con el anterior, al comunicarse con la aplicación que será utilizada por el agregador es necesario que conozca el estado en el que se encuentra el proceso de recarga.

Mediante la pantalla LCD se puede conocer el estado que mantiene, es así que la primera información que muestra es la de “Espera pantalla de selección” como

se indica en la Figura. 48, se envía un valor de 5 por medio del módulo GPRS hasta un servidor web indicando que el dispositivo está disponible para ser conectado, el estado se mantiene hasta que el agregador ingrese a la pantalla de selección de potencia en la aplicación que estará disponible desde un computador.

Una vez que el agregador ingrese a la opción que permita modificar, la información expuesta por la pantalla LCD cambiará a la mostrada en la Figura. 50, esto hace referencia al estado “Seleccione potencia y espere conexión” de la aplicación en Visual Basic.



Figura 51. Dispositivo en modo distancia, esperando la selección de nueva potencia.

Una vez seleccionado el valor de la recarga, la información indicada en el LCD es la que se presenta en la Figura. 51, donde se distingue el modo en el que se encuentra operando, el estado de la conexión con el vehículo, que siempre será “Esperando vehículo”.



Figura 52. Dispositivo con el nuevo valor para la recarga asignado esperando la conexión del vehículo al cargador.

El siguiente paso se da cuando el usuario conecte su vehículo con el cargador enviando un valor de 6 al servidor web para que pueda informar a la aplicación que se ha realizado la conexión.



Figura 53. Estado vehículo conectado al cargador.

Realizada la conexión el vehículo debe cerrar su switch interno, dando inicio a la recarga del vehículo, por lo que del dispositivo se envía el valor de 7 al servidor web y así se informa que ha entrado a estado “Cargando”.



Figura 54. Estado Cargando.

Como se puede observar en las imágenes anteriores correspondientes a el procedimiento, el relé para el control de comunicación no ha sido utilizado, esto se comprueba porque el LED que notifica su uso no ha entrado en funcionamiento. Cuando se está realizando la recarga con un valor seleccionado y se pretende el cambio de este valor es necesario que se corte la comunicación entre el vehículo eléctrico y el cargador, en dicho momento entra en funcionamiento el relé, y el LED de notificación, cuando esto ocurre la aplicación envía el valor 0 al servidor Web, habilitará los botones permitiendo una nueva selección de potencia.



Figura 55. Relé activo cortando comunicación entre cargador y vehículo eléctrico.

Tabla 9.

Resumen de Pruebas Realizadas y Resultados Obtenidos

Pruebas	Resultados	Cumplimiento	Porcentaje
Uso del sistema con internet casa.	Si se obtuvo la comunicación inmediata.	✓	100%
Uso del sistema con internet de universidad.	Hubo intermitencia por el internet de la Universidad	✓	80%
Establecimiento de la comunicación entre interfaz gráfica y dispositivo.	La mayor parte del tiempo la comunicación se realizó en el tiempo esperado.	✓	90%
Respuesta del dispositivo a las órdenes recibidas desde la interfaz gráfica.	La mayor parte del tiempo la comunicación se realizó en el tiempo esperado	✓	90%

Estos resultados se han originado tomando en cuenta 20 pruebas realizadas, en caso de ser todas satisfactorias obtiene el 100% cumplido.

2.3.4 Diagrama de Flujo de la Programación en el microcontrolador

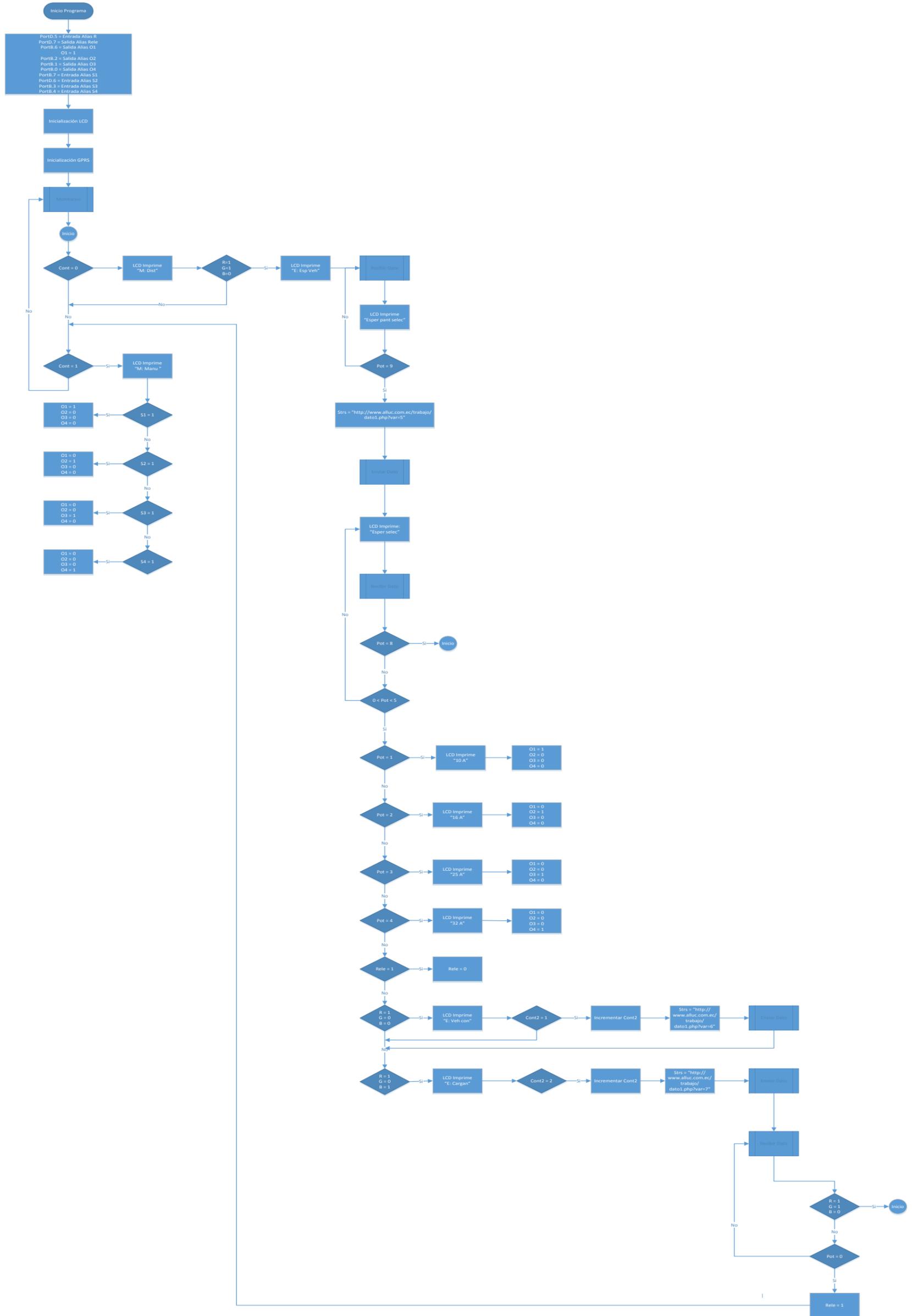


Figura 56. Flujo programa principal microcontrolador

Subrutina Monitoreo.

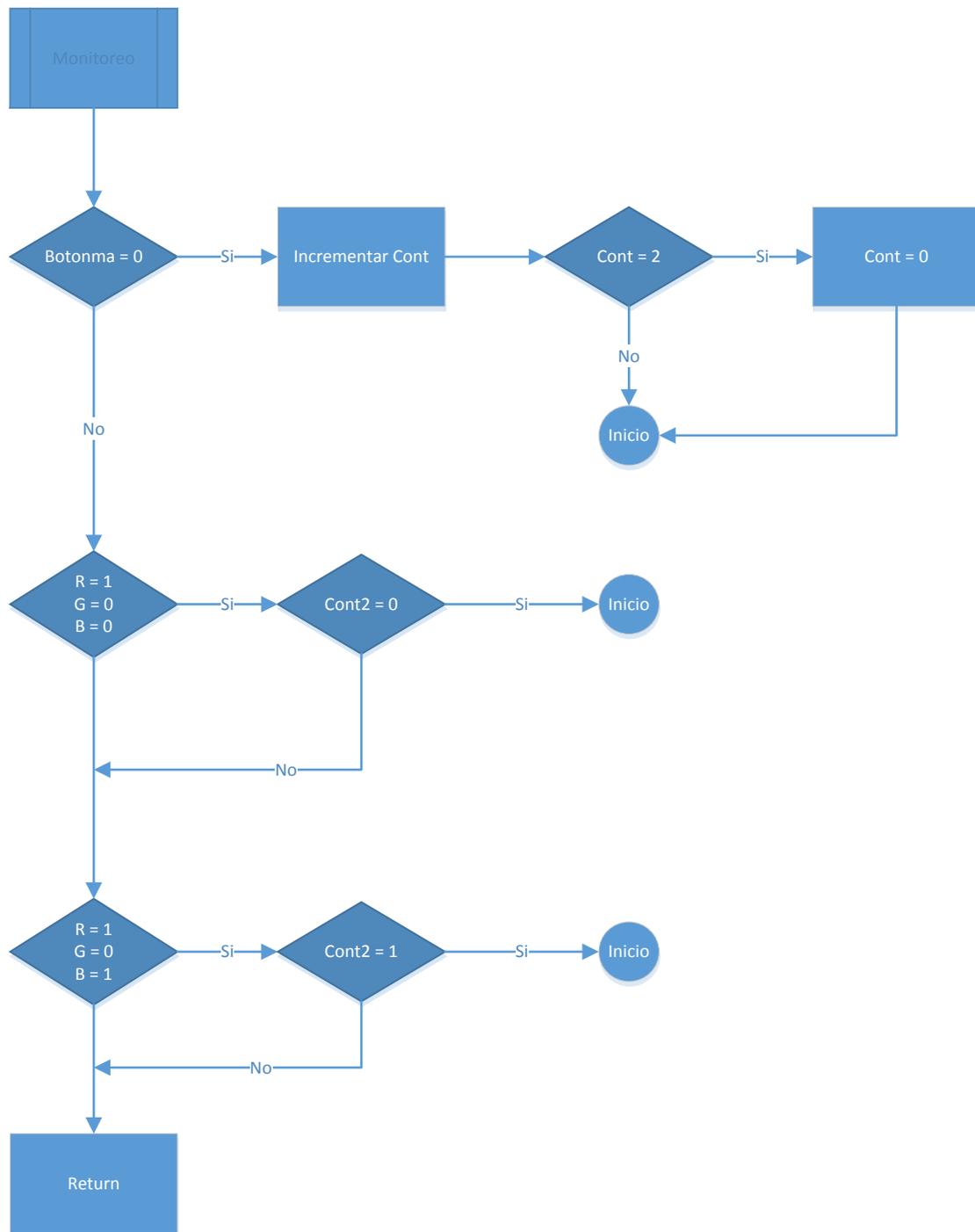


Figura 57. Subrutina Monitoreo

Subrutina Enviar Dato.

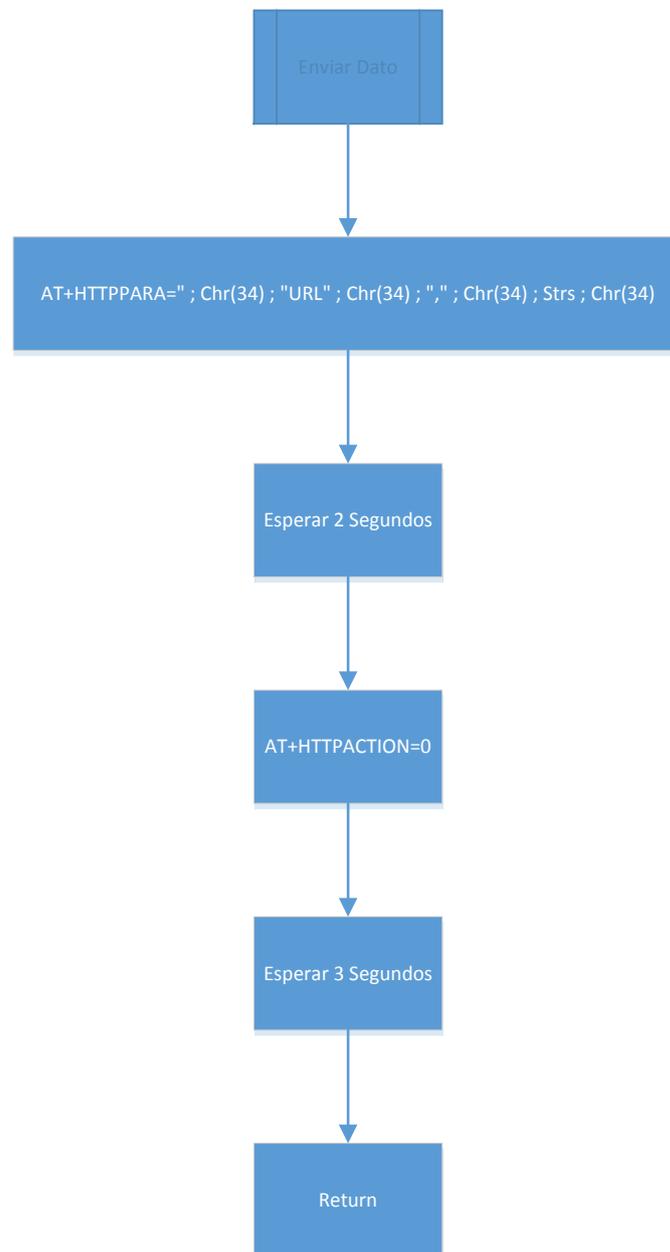


Figura 58. Subrutina Enviar Dato

Subrutina Recibir Dato.

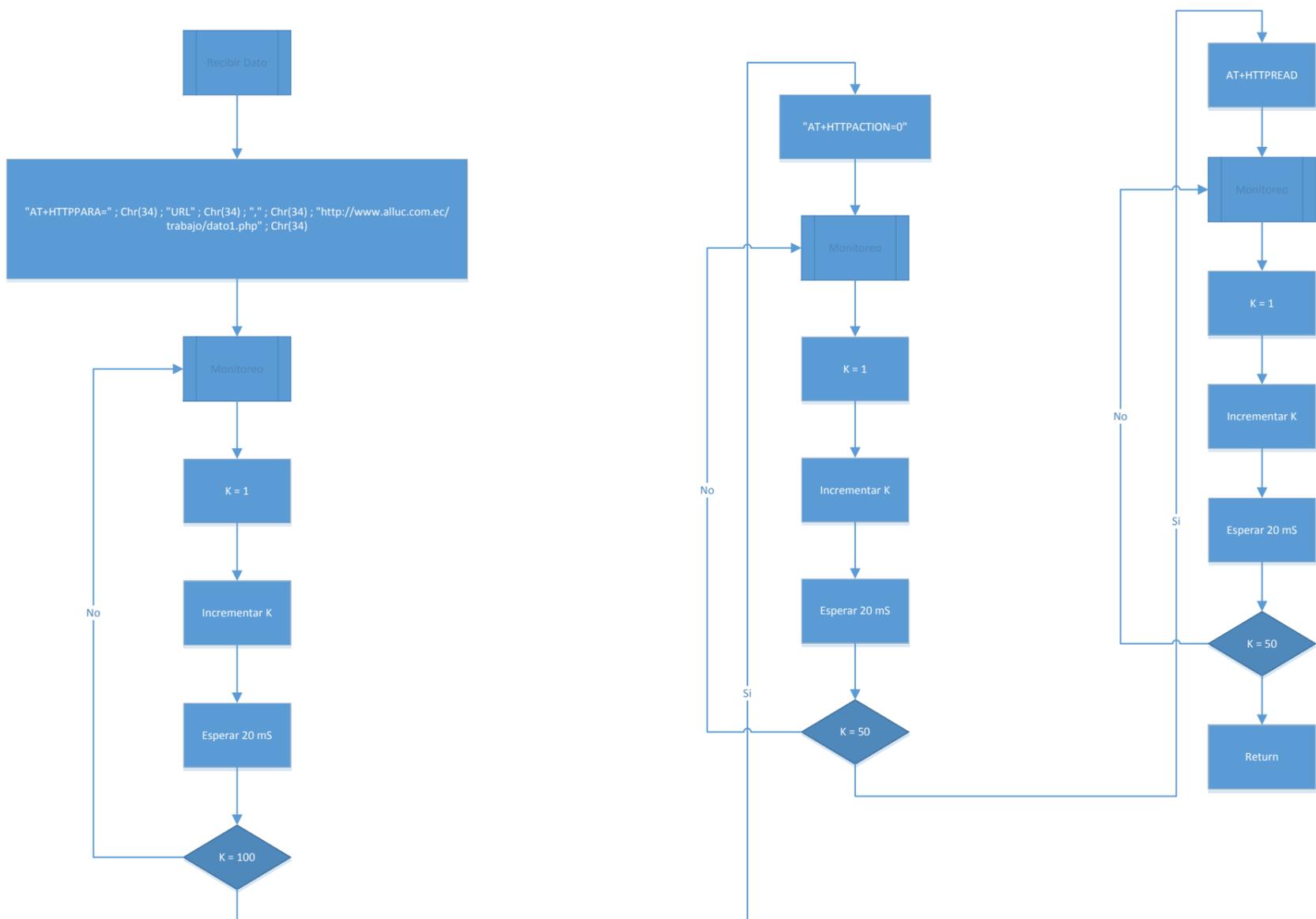


Figura 59. Subrutina Recibir Dato.

2.4 Interfaz gráfica con el cual se realizará la modulación de la potencia de manera remota en Visual Basic 2015

El programa que utilizará el agregador se encuentra compuesto por 4 pantallas desarrolladas en Visual Basic 2015, a continuación:

- Login.
- Mapa de ubicación para estacionamientos con puntos de recarga.
- Pantalla de selección de Usuario.
- Selección de Vehículo en el sistema.
- Control para modificación de potencia a suministrar al vehículo eléctrico, grafica de consumo de potencia del vehículo.

Diagrama de todos los módulos y componentes del Sistema

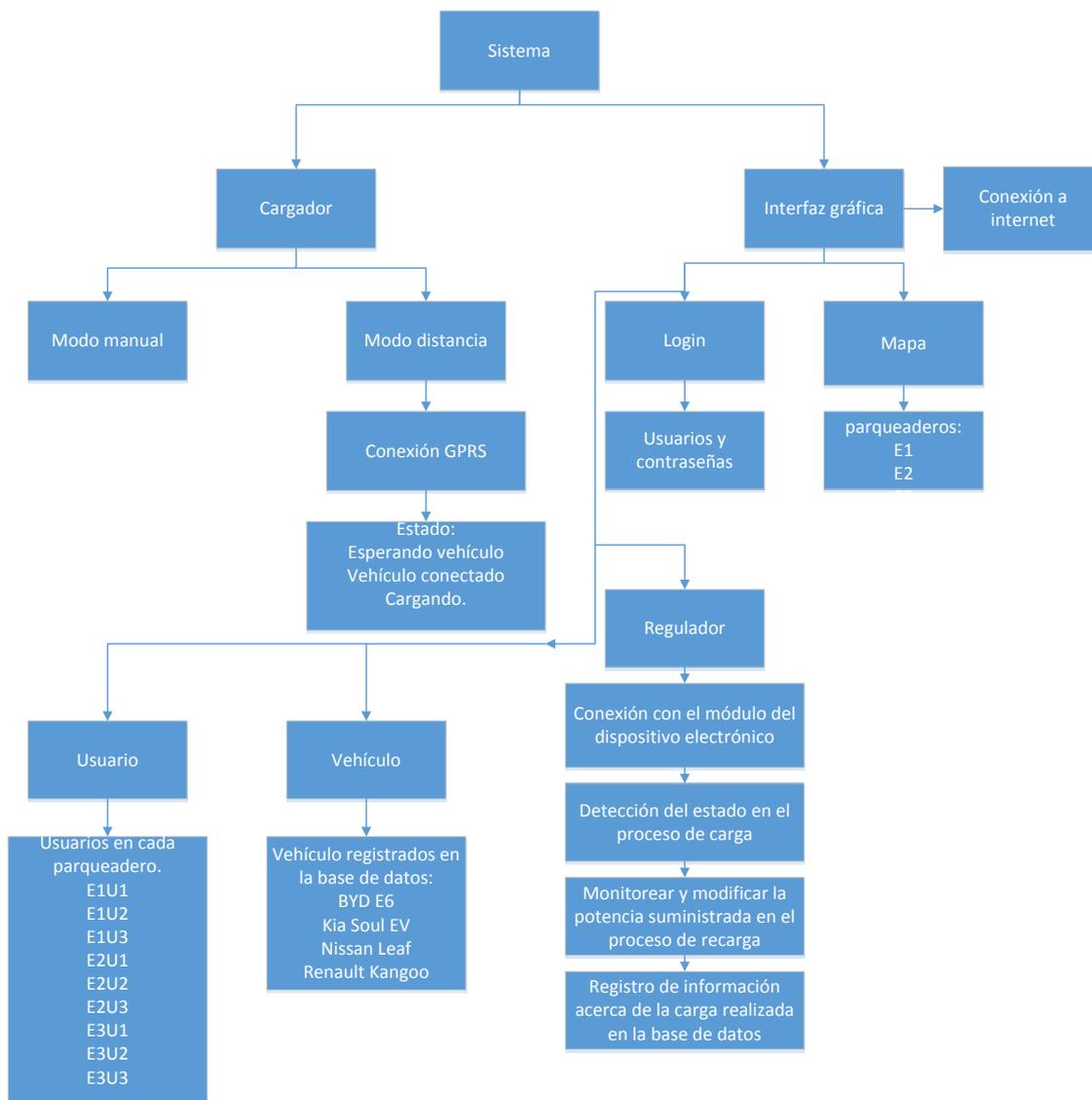


Figura 60. Diagrama módulos y componentes del sistema.

2.4.1 Login

Permite que sólo el operador autorizado pueda iniciar sesión y así obtener acceso a las distintas pantallas con todas las opciones disponibles.

Inicio de sesión



UDLA
UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
CARRERA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANDO REMOTO QUE PERMITA REGULAR LA POTENCIA EN EL CARGADOR DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO

Usuario

Contraseña

Ingresar Salir

Figura 61. Inicio del Sistema

2.4.2 Mapa

Permite acceder a la opción Mapa donde se visualizarán los parqueaderos disponibles. En la aplicación se tiene tres con los nombres E1, E2 y E3 respectivamente.

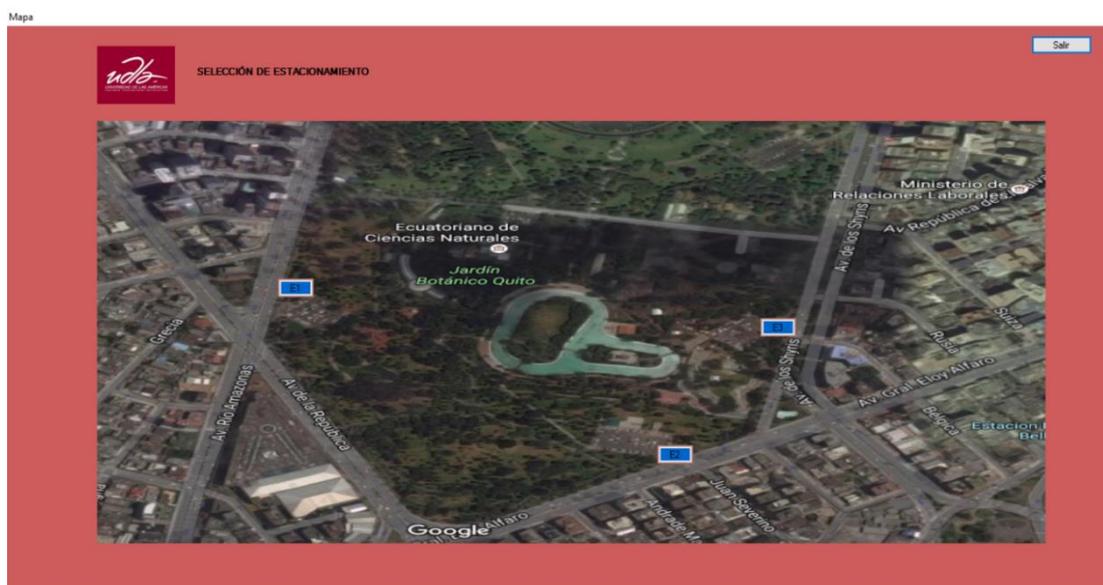


Figura 62. Mapa

2.4.3 Usuario

Muestra los usuarios disponibles en cada parqueadero, se ha creado tres por parqueadero, nombrados de la siguiente manera: ExUz, de donde “x” indica el número de parqueadero y “z” el número de usuario. En esta ventana se puede seleccionar una opción o un usuario para posteriormente realizar la modificación de potencia para el proceso de recarga.



Figura 63. Selección de usuario.

2.4.4 Selección de vehículo en el sistema.

Permite indicar el tipo de vehículo que será utilizado por parte del usuario, se hace uso de un código donde las dos primeras letras indican la marca y las siguientes tres el modelo.



Figura 64. Selección de vehículo.

Los vehículos a ingresar se encuentran previamente registrados en una base de datos, esta pantalla no permite el registro de nuevos.

2.4.5 Interfaz gráfica para modificación de Potencia a Suministrar al Vehículo Eléctrico

Pantalla que permite seleccionar la potencia con la que se realizará la recarga, muestra información correspondiente al estado de la recarga, un registro de la actividad realizada y una gráfica que permite visualizar la variación de potencia en el cargador. Todos los cambios generados en la selección de potencia serán almacenados en una base de datos para generar un registro de la actividad de cada usuario.

Esta pantalla enviará hasta cuatro valores diferentes al servidor web dependiendo de la potencia con la que desee realizar la recarga. Esto muestra la Tabla 9.

Tabla 10.

Valor enviado al servidor Web dependiendo del valor de potencia seleccionado para la recarga.

Voltaje [V]	Corriente [A]	Potencia [KW]	Valor enviado al servidor WEB
220	10	2.2	1
220	16	3.5	2
220	25	5.5	3
220	32	7	4

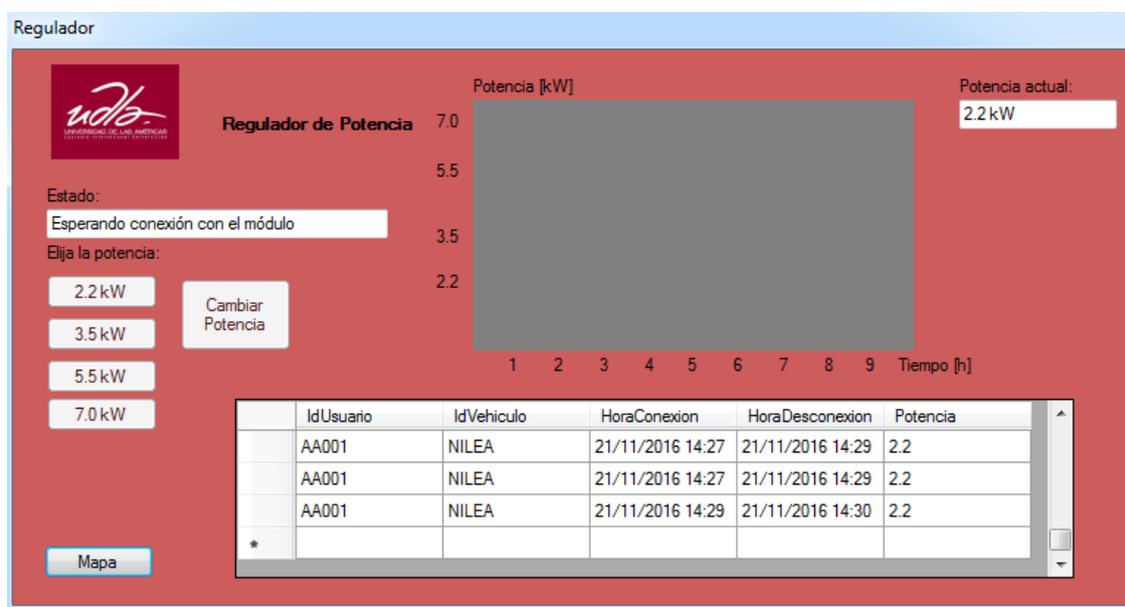


Figura 65. Control de Potencia.

2.4.6 Estados de Conexión

Mediante la pantalla de control, el agregador posee la opción de modificar la potencia en la recarga, para lograr este proceso deben transcurrir varias fases que gracias a la ventana pueden ser observadas, es así que se tienen los siguientes estados:

2.4.6.1 Esperando conexión con el módulo

En este estado se espera que el dispositivo notifique que exista comunicación con la aplicación de Visual Basic, esto se realiza mediante el envío de un 5 desde el dispositivo hacia el servidor Web. Hasta que el sistema no cambie al siguiente estado no se podrá seleccionar una potencia para realizar la recarga, la única opción disponible es la de retorno al mapa.

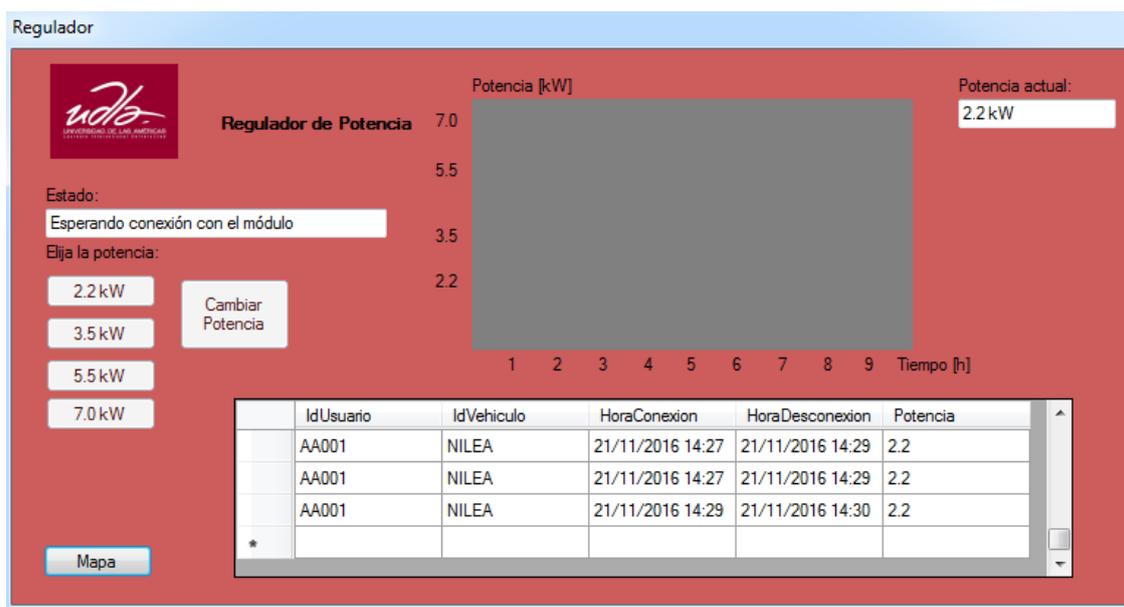


Figura 66. Esperando conexión con el módulo.

2.4.6.2 Selecciones potencia y espere conexión

Para este estado los botones que permite seleccionar una potencia de recarga se encuentran habilitados y dependiendo de la selección se enviará un número como indica en la Tabla 9, primero al servidor web y después al dispositivo para que modifique la potencia en el cargador.

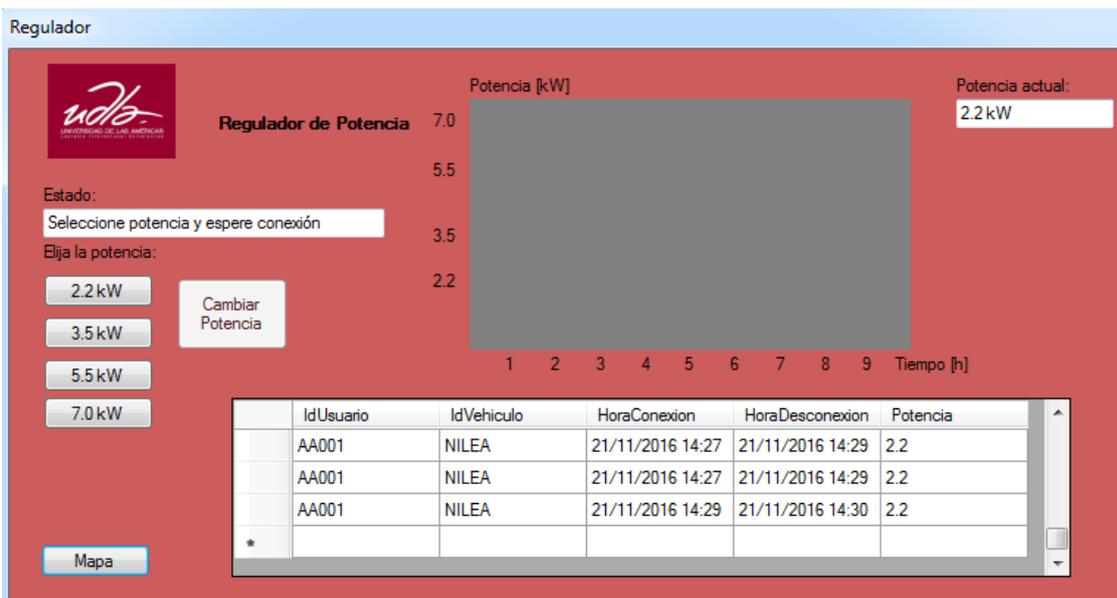


Figura 67. Seleccione potencia y espere conexión.

2.4.6.3 Vehículo conectado

Vehículo conectado, el sistema detecta la conexión del vehículo eléctrico con el cargador, la aplicación muestra este estado porque recibe un valor de 6 desde el servidor web, valor que previamente fue enviado por el dispositivo.

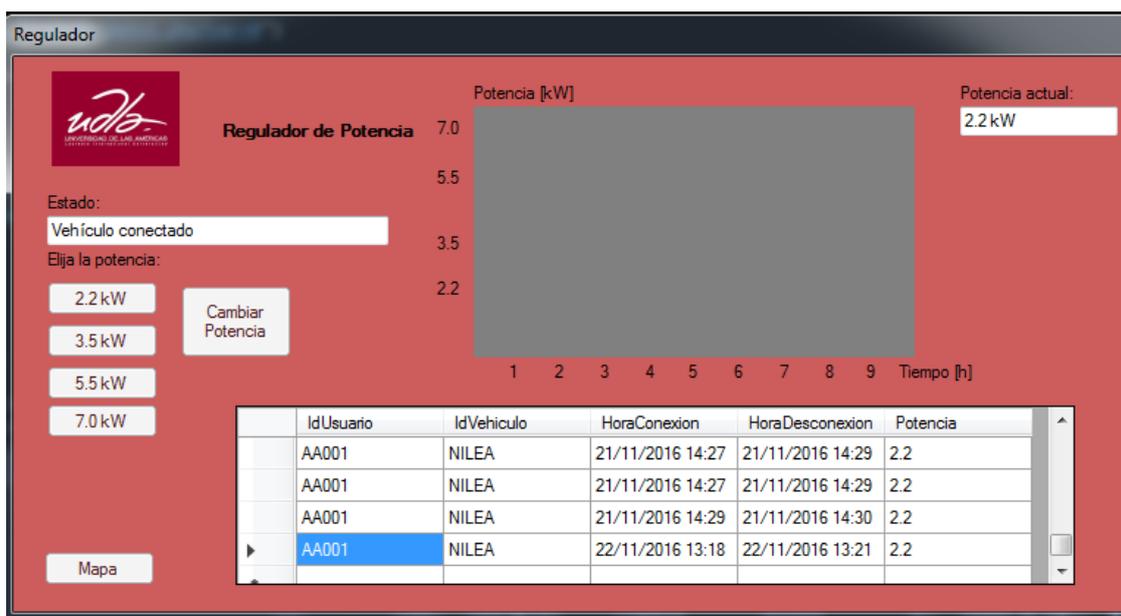


Figura 68. Vehículo conectado.

2.4.6.4 Cargando

Estado Cargando, se obtiene cuando el vehículo cierra su switch interno, esto indica el inicio del proceso de recarga para poder ser identificado por parte de la aplicación obtiene el valor de 7 proveniente del servidor web, este valor fue enviado por el dispositivo.

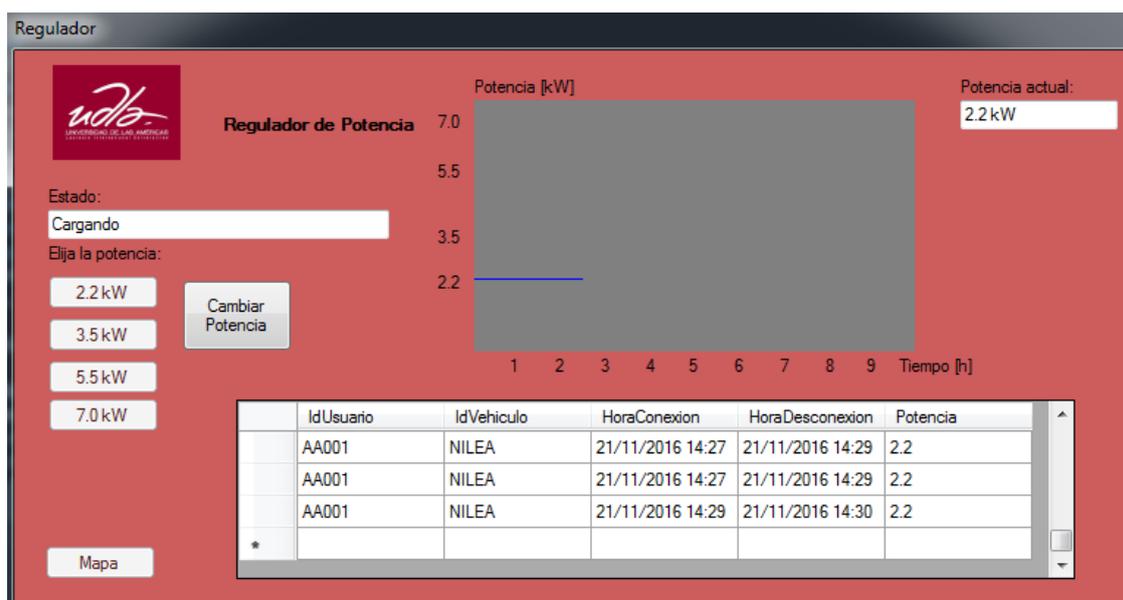


Figura 69. Cargando vehículo.

2.4.6.5 Seleccione potencia y espere conexión

Cuando se requiere cambio de potencia al momento que está realizando la recarga entra en estado de selección, para esto debe dar clic en el botón "Cambiar potencia" con esto la aplicación envía un valor de 0 al servidor web y después lo reenvía al dispositivo permitiendo que el relé entre en funcionamiento cortando la comunicación existente entre vehículo eléctrico y cargador además que en este instante se registra en la base de datos la hora de desconexión. Los botones para seleccionar una nueva potencia se encontrarán habilitados, una vez elegida la nueva potencia el relé se cerrará habilitando la comunicación y por lo tanto se inicia la recarga con el nuevo valor.

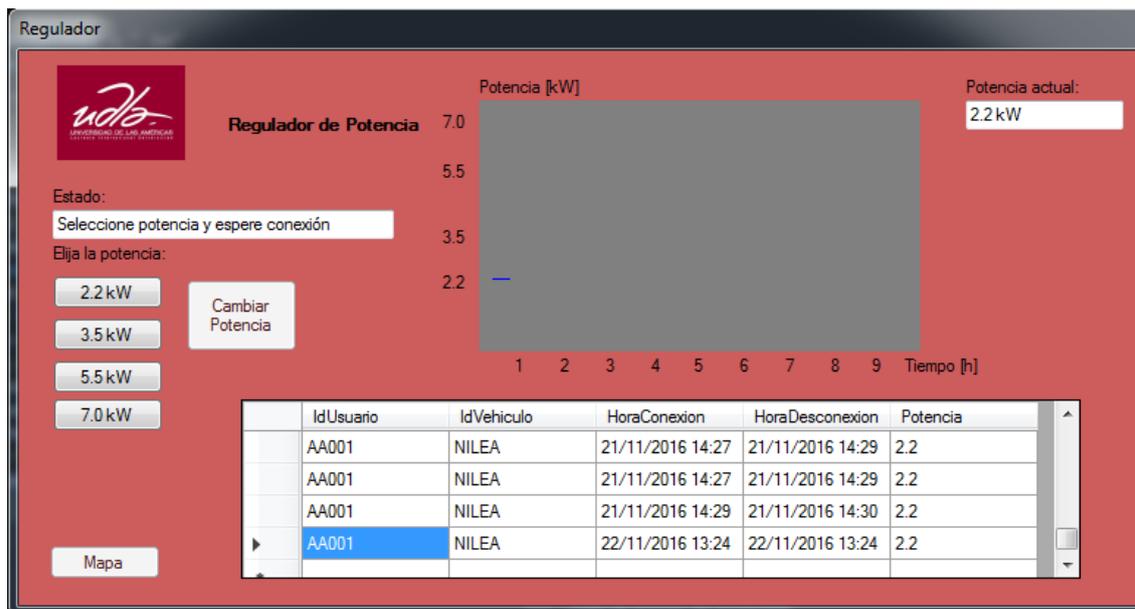


Figura 70. Seleccione potencia y espere conexión.

2.4.7 Salir del Sistema

Para salir de la aplicación primero hay que dirigirse a la opción Mapa y como siguiente paso dar clic en el botón salir lo que finaliza el sistema.

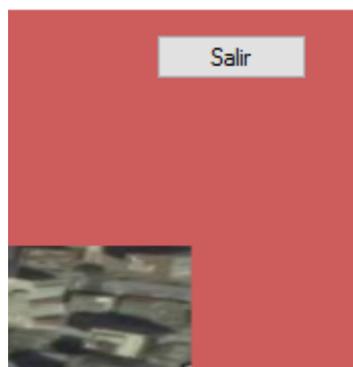


Figura 71. Salir de la aplicación

2.4.8 Diagrama de Flujo

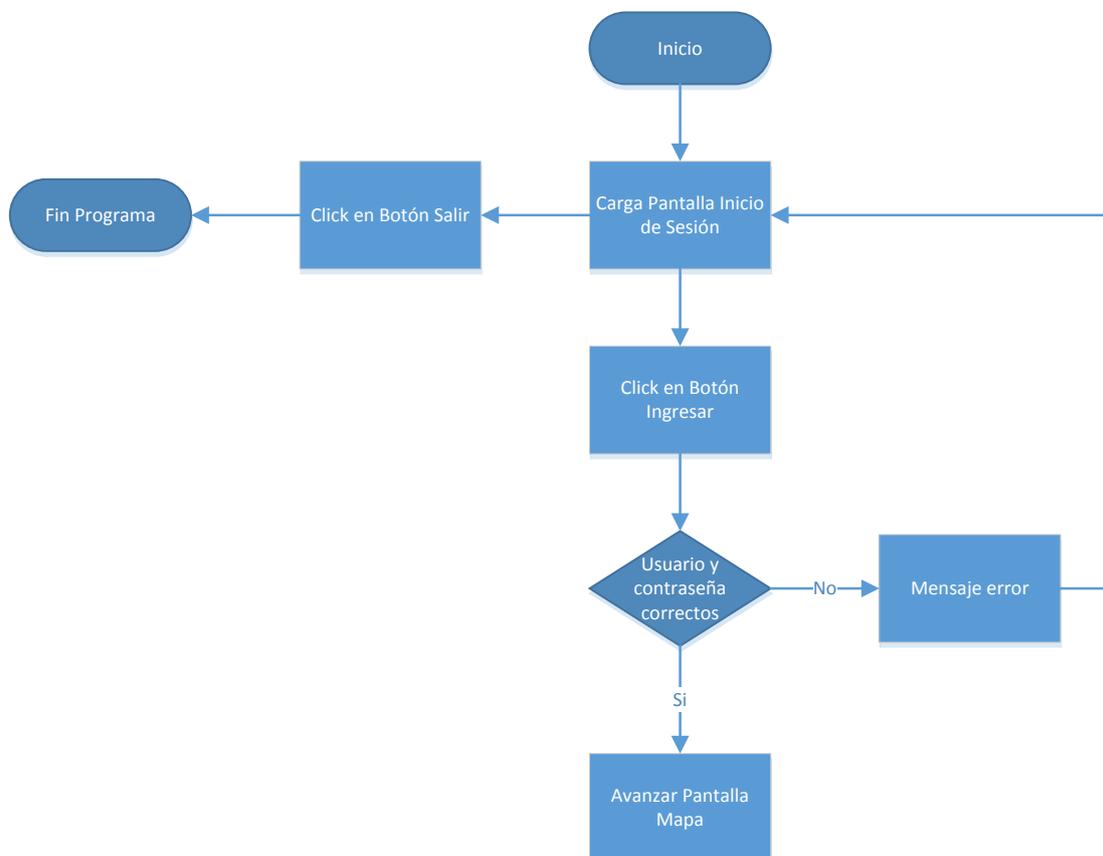


Figura 72. Flujo pantalla selección

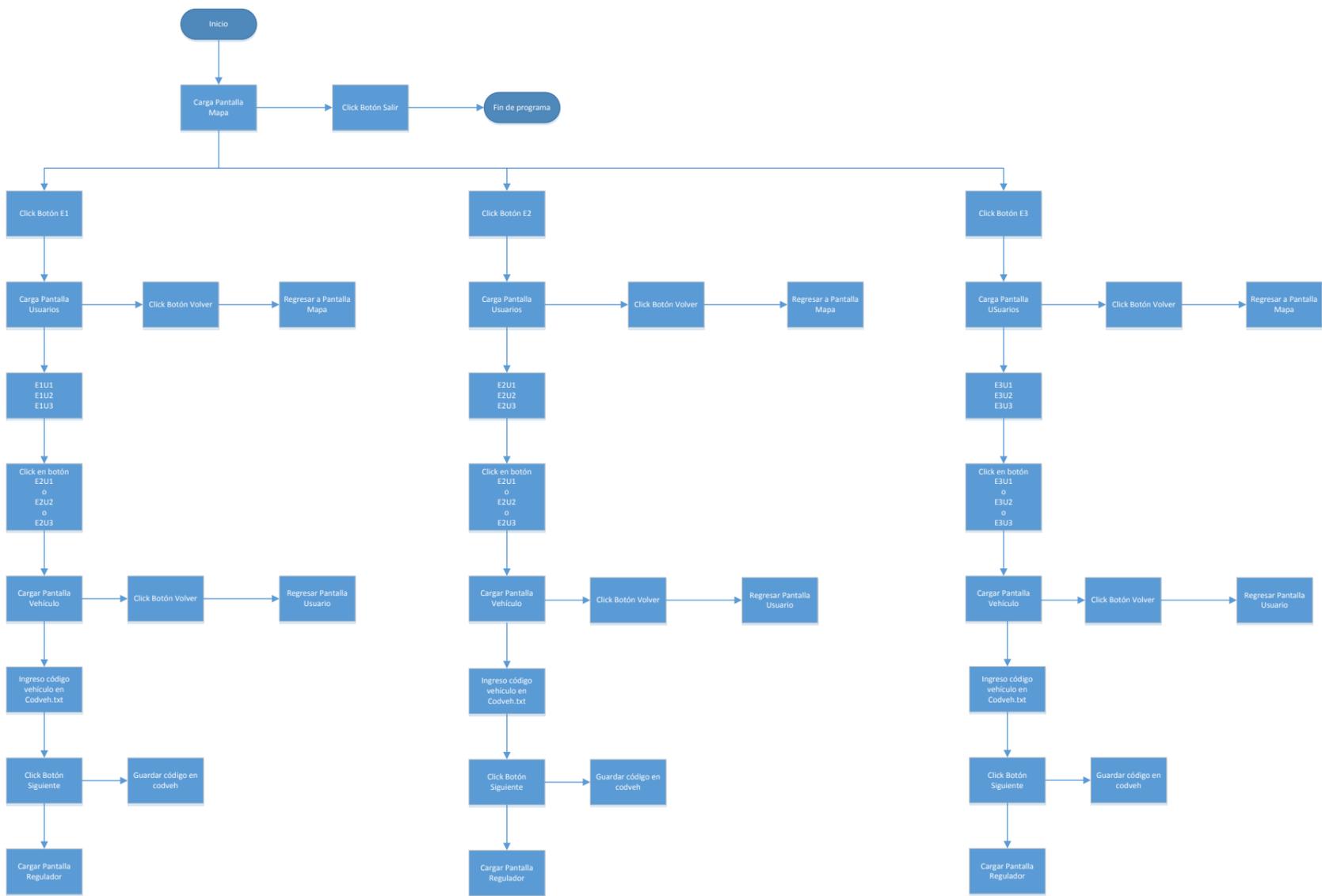


Figura 73. Flujo Pantalla Usuario, Mapa y Selección de vehículo

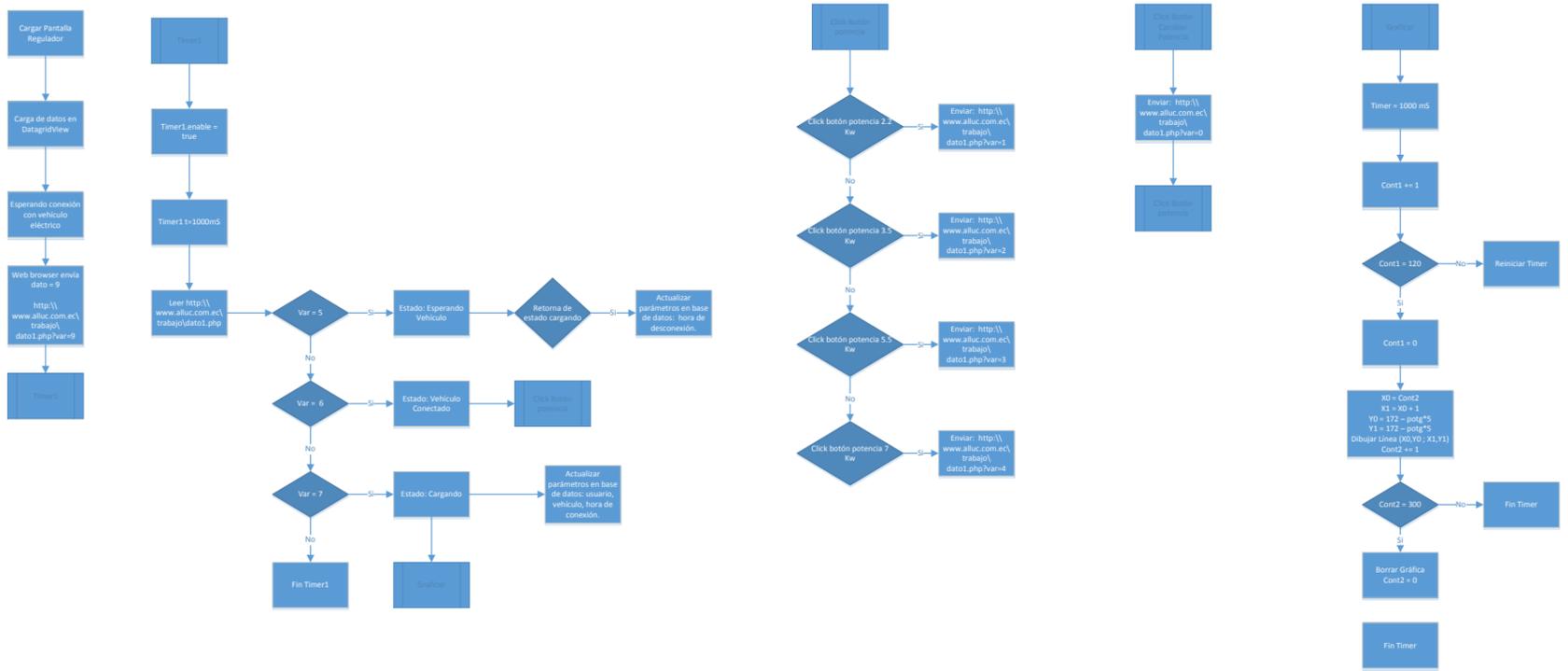


Figura 74. Flujo Pantalla Regulador

3. Capítulo III. Pruebas de funcionamiento

En este capítulo se señalan los pasos y resultados obtenidos al realizar la maqueta sobre el funcionamiento del sistema.

3.1 Pasos y resultados obtenidos

Primer paso se ha realizado un circuito que permitirá simular el comportamiento del vehículo eléctrico como se indicó en el funcionamiento del circuito de control piloto, consta de un diodo (1N4007), 2 resistencias (2.7 K Ω y 1.3 K Ω) y un switch que permita entrar en funcionamiento a la resistencia de 1.3 K Ω , solamente se hace uso de esta resistencia debido a que el cargador no acepta el estado de carga con ventilación.

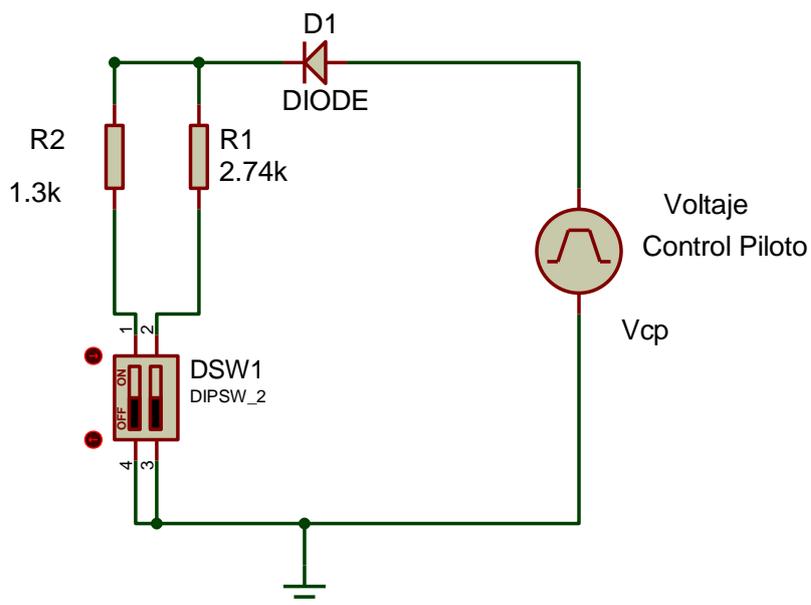


Figura 75. Esquema del circuito empleado para simular el comportamiento del vehículo eléctrico.

Gracias al circuito, se puede apreciar que el cargador tiene disponible tres estados distintos dependiendo de la conexión con el vehículo eléctrico. Para su

identificación se hace uso del osciloscopio, es así que se distingue una variación en la amplitud de la onda dependiendo del estado que se encuentre el cargador.

Primer estado, esperando al vehículo eléctrico.

Se tiene la presencia de una señal continua con un valor de 12 Voltios en DC, en dicho estado el vehículo eléctrico no se encuentra conectado al cargador.

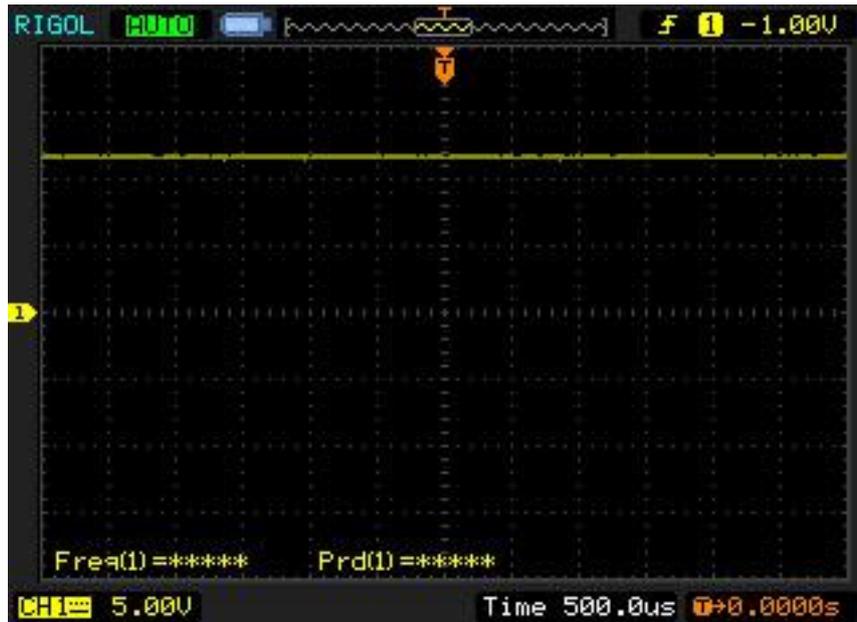


Figura 76. Medición con vehículo desconectado.

Segundo estado, vehículo eléctrico conectado.

Este apartado se considera PWM como una técnica que permite modificar el ciclo de trabajo de una onda periódica con el objetivo de enviar información o para manejar la energía proporcionada a una carga.

Se diferencia del anterior estado en el tipo de señal generada, que ahora es un PWM con un ancho de pulso variable que dependerá de la corriente seleccionada para realizar la recarga. Otra característica actual es la presencia de un valor de voltaje máximo positivo de 9 Voltios y un valor negativo máximo aproximadamente 12 voltios. El estado se presenta al momento que el vehículo se conecta con el cargador, pero sin que el switch interno del vehículo se cierre.

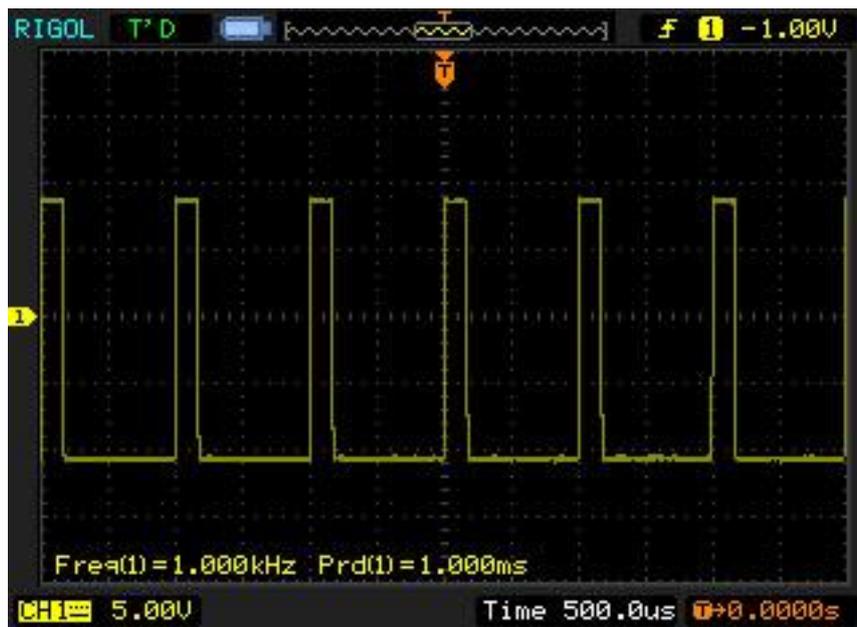


Figura 77. Estado vehículo conectado, corriente de recarga 10 A

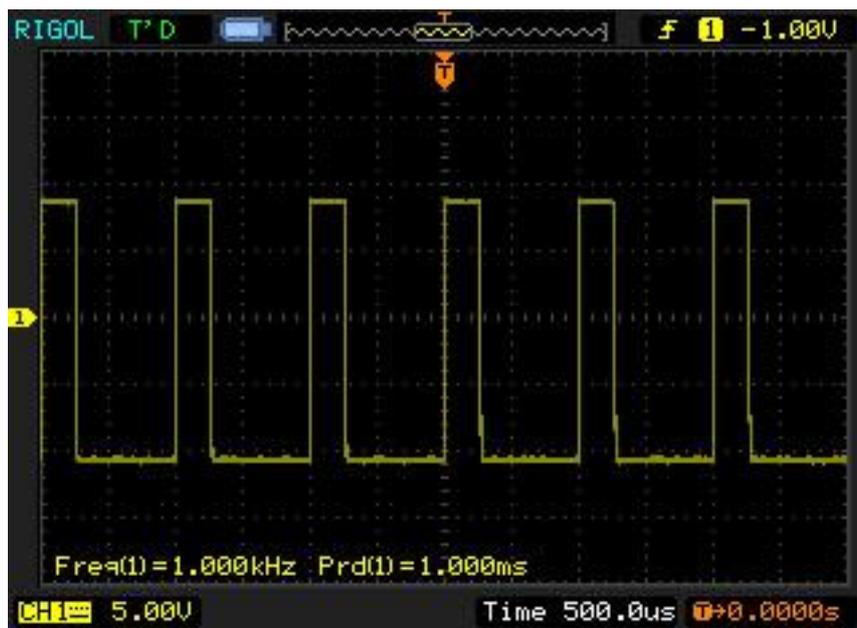


Figura 78. Estado vehículo conectado, corriente de recarga 16 A

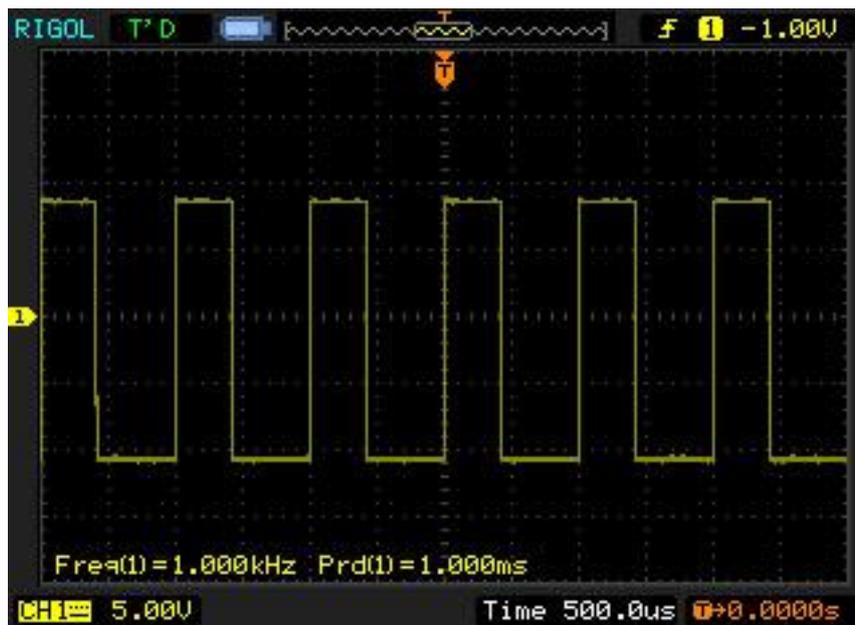


Figura 79. Estado vehículo conectado, corriente de recarga 25 A

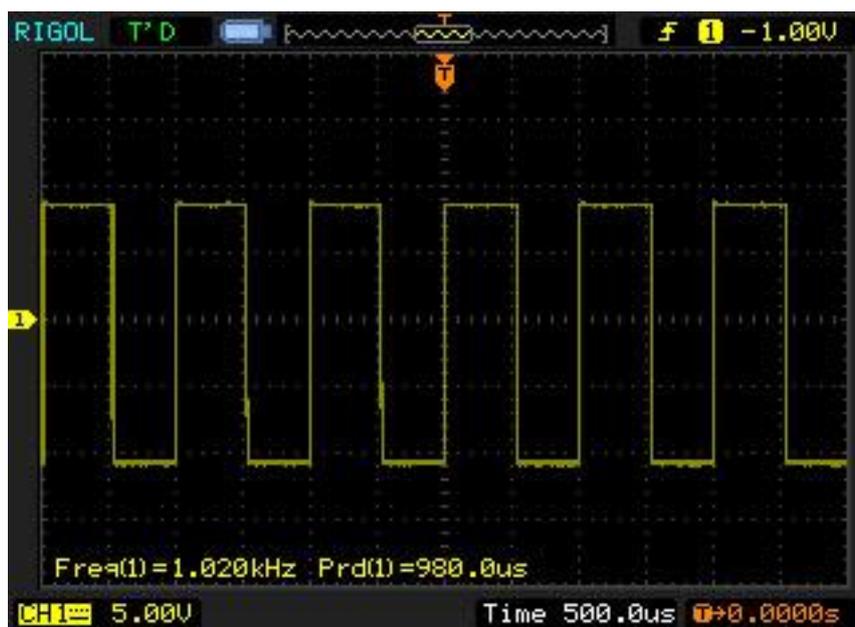


Figura 80. Estado vehículo conectado, corriente de recarga 32 A

Tercer estado, cargando.

Este estado se genera al momento que el vehículo eléctrico cierra su switch interno, la señal se mantiene como un PWM de ancho de pulso variable

dependiente de la corriente seleccionada, lo único que cambia del estado anterior es el valor máximo del voltaje positivo, que desciende hasta los 6 voltios.

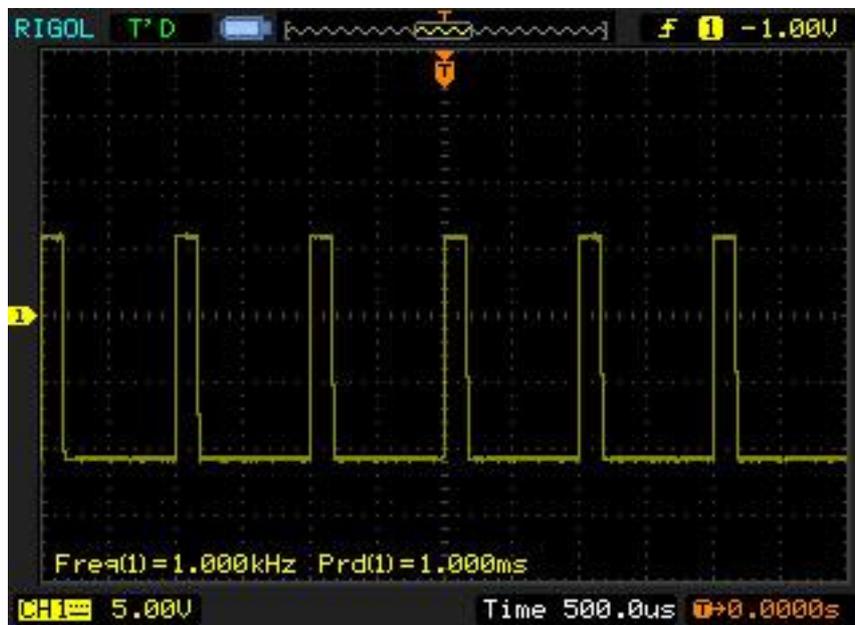


Figura 81. Estado cargando, corriente de recarga 10 A

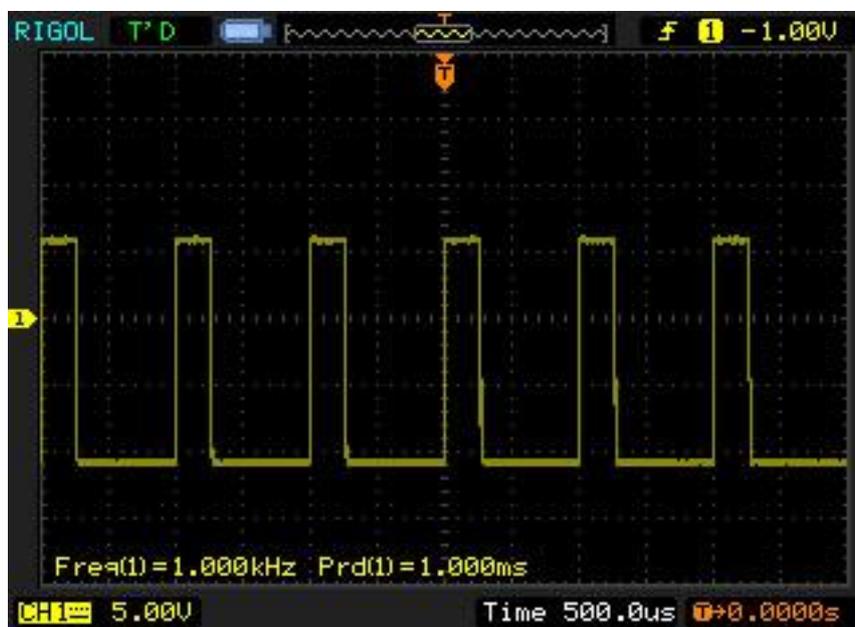


Figura 82. Estado cargando, corriente de recarga 16 A

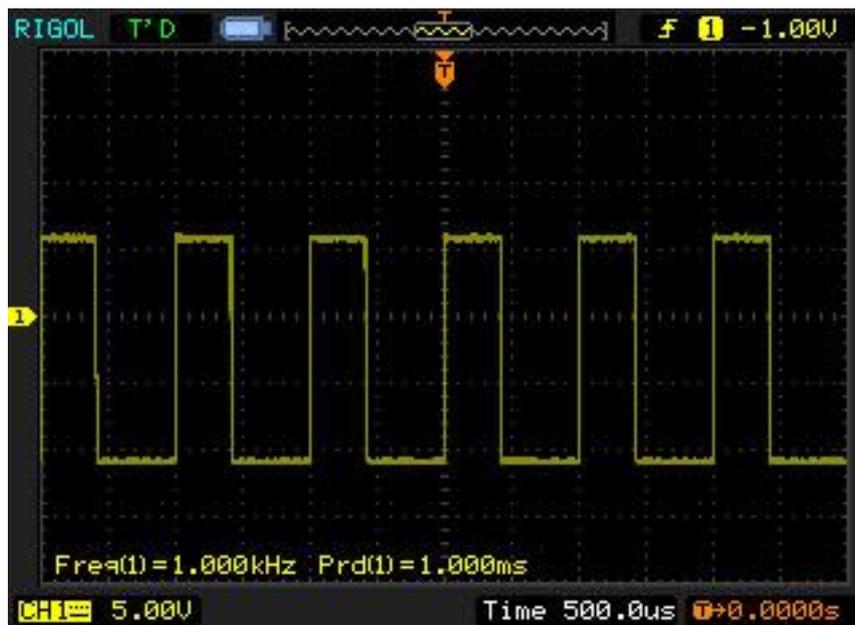


Figura 83. Estado cargando, corriente de recarga 25 A

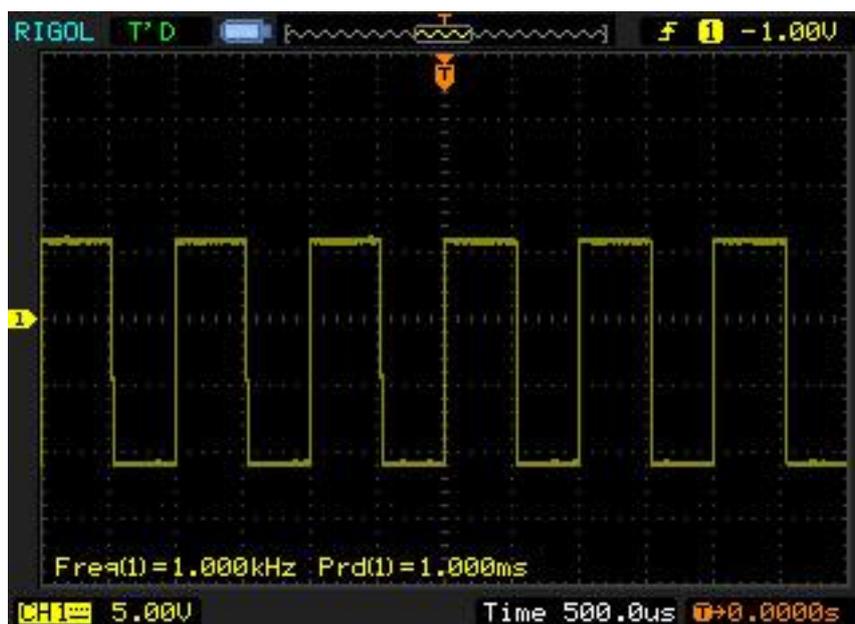


Figura 84. Estado cargando, corriente de recarga 32 A

Mencionado anteriormente el ancho de pulso de la señal PWM varía dependiendo de la corriente seleccionada como se muestra en la tabla 10.

Tabla 11.

Relación corriente y ancho de pulso de la señal PWM

Corriente [A]	Ancho de pulso [%]
10	16.6
16	26.6
25	41.6
32	53.3

3.2 Inicio de las pruebas

Una vez seleccionado el parqueadero, usuario y vehículo se debe iniciar con el proceso de recarga es así que las prueba realizada consiste en establecer una distancia que separe al dispositivo de la interfaz gráfica y se determine el tiempo que tarda el envío y recepción de los datos correspondiente a los distintos escenarios que se encuentran descritos en las tablas 11, 12 y 13.

La primera medición se realiza en el intervalo de tiempo correspondiente al establecimiento de la comunicación entre el dispositivo y la interfaz gráfica, es así que en la interfaz gráfica el inicio en la toma de tiempo se lo considera cuando el mensaje presentado es “Esperando conexión con el módulo” y finaliza en el instante que cambia a “Seleccione potencia y espere conexión”.

Con respecto al dispositivo, este no indica el punto inicial para la toma de tiempo, es así que para realizar la medición se toma el mismo que en la interfaz gráfica pero se debe finalizar cuando la pantalla LCD muestre el mensaje “Esper selec”.

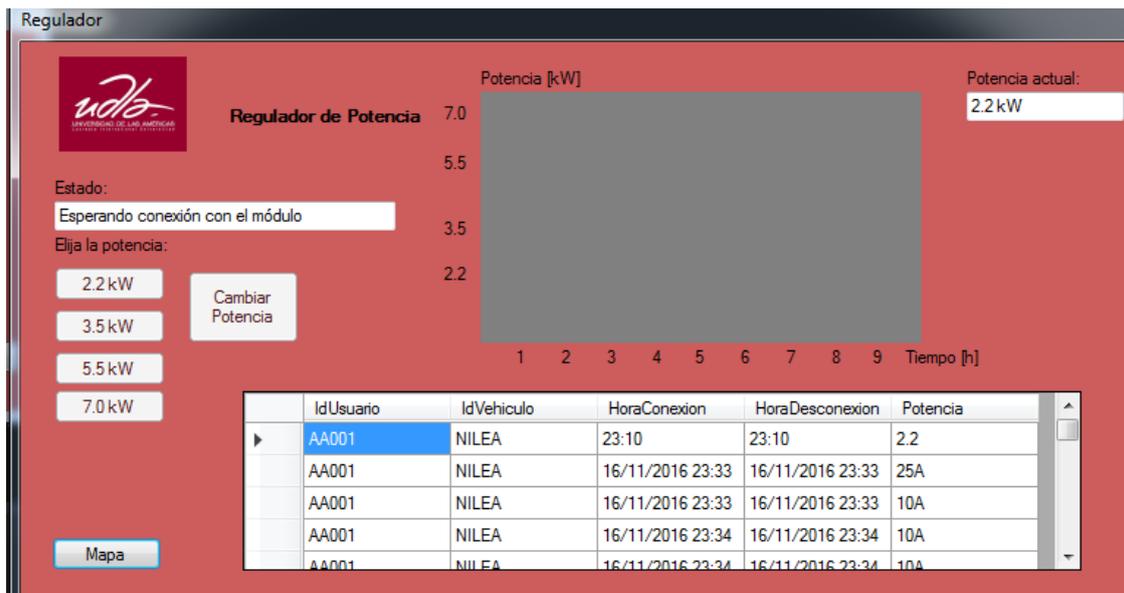


Figura 85. Inicio de toma de tiempo en la conexión con el dispositivo con referencia a la interfaz gráfica.

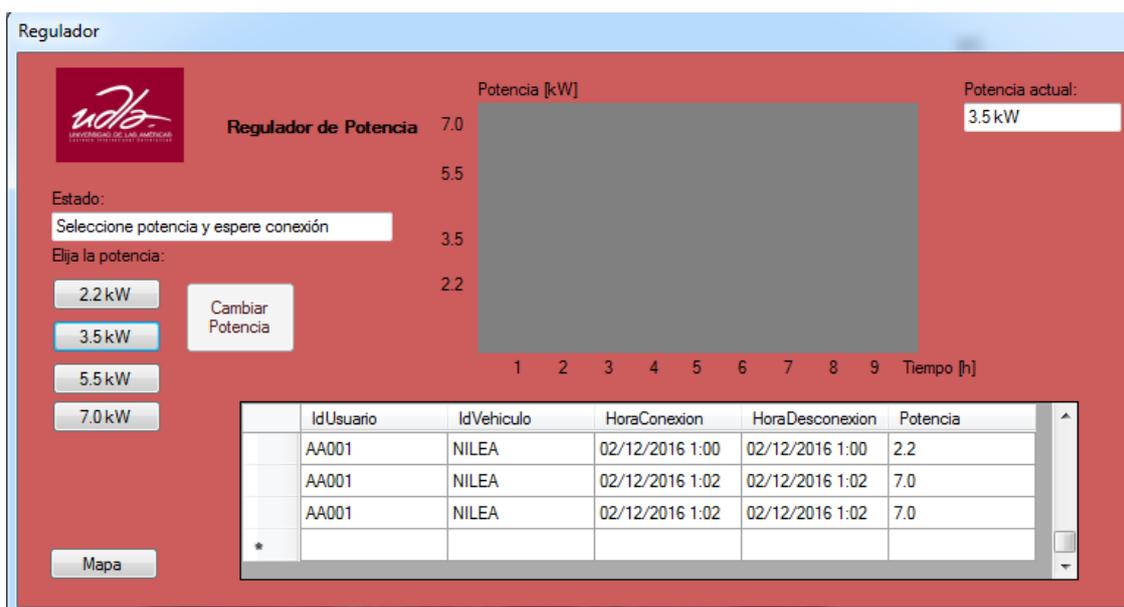


Figura 86. Fin en la toma de tiempo en la conexión con el dispositivo con referencia a la interfaz gráfica.

Se habilitan los botones para la selección de una nueva potencia, para establecer el tiempo que tarda el dispositivo en seleccionar este nuevo valor se realiza la medición desde el momento que se da click sobre uno de estos botones, hasta

que el dispositivo indica el mensaje “Esper selec” pero adicionalmente muestra el valor de corriente correspondiente a la potencia seleccionada.



Figura 87. Dispositivo recibe información del nuevo valor de recarga por parte de la interfaz gráfica, fin de la toma de tiempo.

Para el siguiente escenario es necesario el uso del circuito que simula el funcionamiento del vehículo eléctrico que se indica en la Figura. 66. Es así que se construye el circuito donde al activar el terminal número uno del dip switch el vehículo estará conectado y si se activa el terminal dos manteniendo el uno activo el vehículo se encuentra cargando.

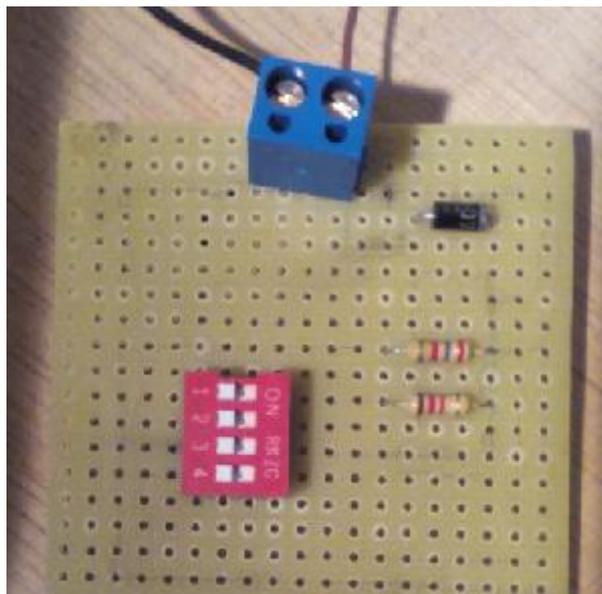


Figura 88. Circuito simulador de Vehículo Eléctrico.

La medición cuando el vehículo se encuentra conectado y previamente seleccionada la potencia se inicia en el instante que en el dip switch se coloque en posición ON el terminal número uno y finaliza la medición cuando la interfaz gráfica muestra el estado “Vehículo conectado”.

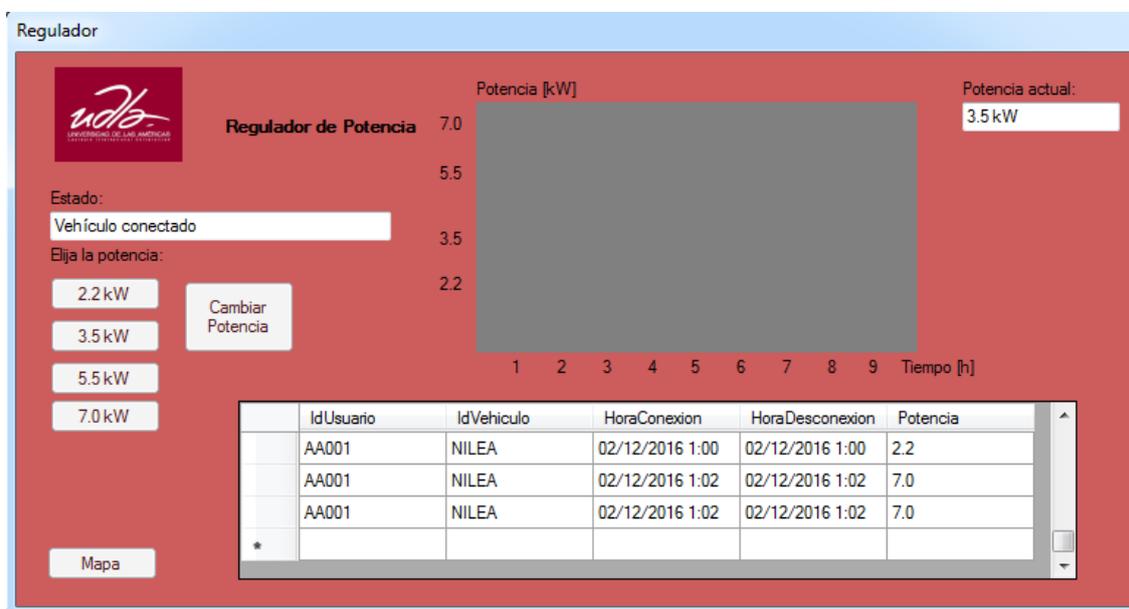


Figura 89. El vehículo ha sido conectado y la interfaz gráfica ha sido notificada.

La medición en el estado cargando es similar a la de vehículo conectado pero con la diferencia que se debe activar el terminal dos del dip switch, el inicio del tiempo se lo considera desde esta activación hasta que la interfaz gráfica muestra el mensaje “Cargando”.

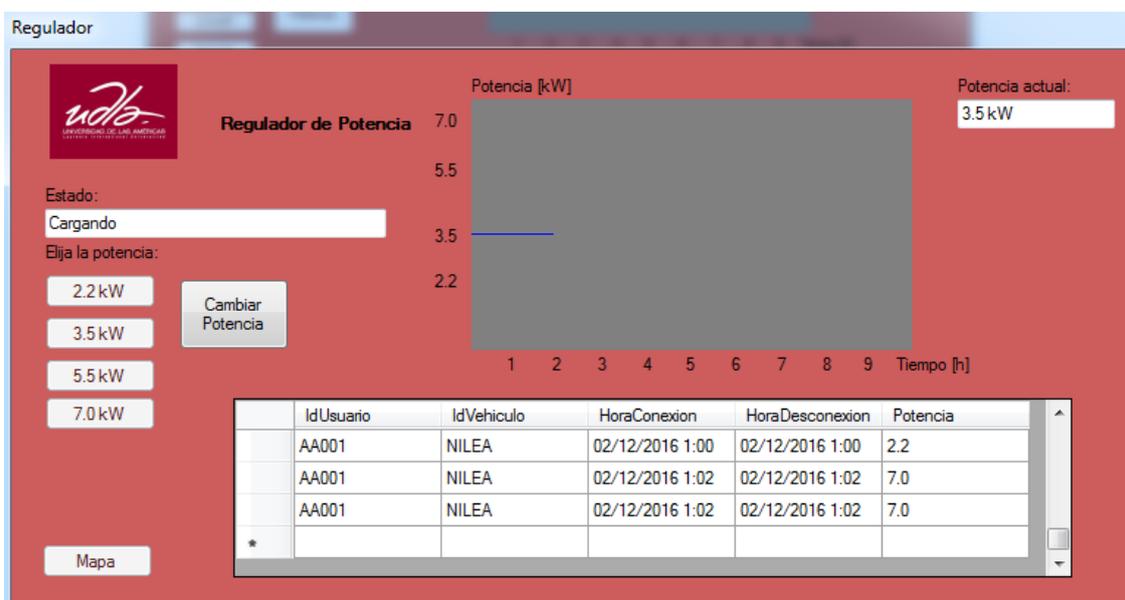


Figura 90. El vehículo está cargando y la interfaz gráfica ha sido notificada.

Para habilitar la selección de una nueva potencia es necesario activar el botón Cambiar Potencia, en ese instante inicia la medición del tiempo que toma la activación del relé que finaliza una vez que el diodo LED se enciende, haciendo uso del mismo tiempo inicial se puede medir la demora hasta que el dispositivo detecte esta orden, es así que el tiempo final se considera cuando la pantalla LCD muestra el mensaje “E: Esp Veh” “Esper selec” con el valor de corriente de la recarga anterior, en ese momento se puede realizar el cambio de potencia desde la interfaz gráfica debido a que la información dada por la misma es no suficiente.

La medición de este mismo escenario por parte de la interfaz gráfica será el tiempo que comprende desde la selección del nuevo valor hasta que se indique el mensaje “Seleccione potencia y espere conexión”.

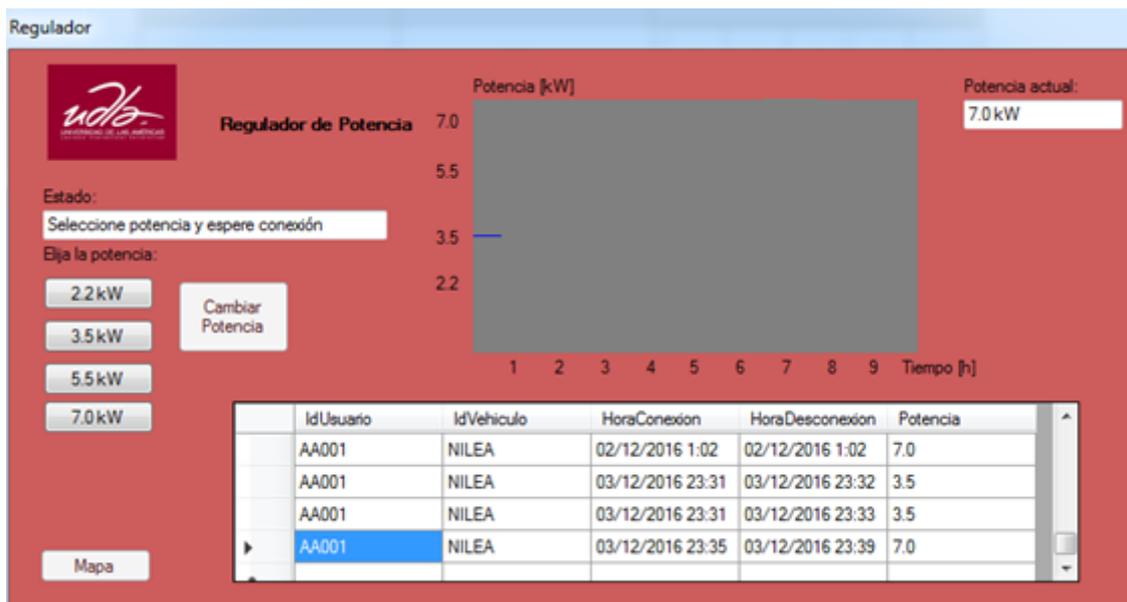


Figura 91. Interfaz gráfica después de selección Cambiar Potencia.



Figura 92. Dispositivo es notificado para el cambio de potencia, se puede realizar la selección por parte de la interfaz gráfica.

La siguiente medición corresponde a la selección y cambio de potencia para la recarga, es así que para la interfaz gráfica se realiza desde el instante que se selecciona un valor hasta que muestre el mensaje cargando, además se puede apreciar que se realiza la gráfica del valor anterior y el actual de la recarga.

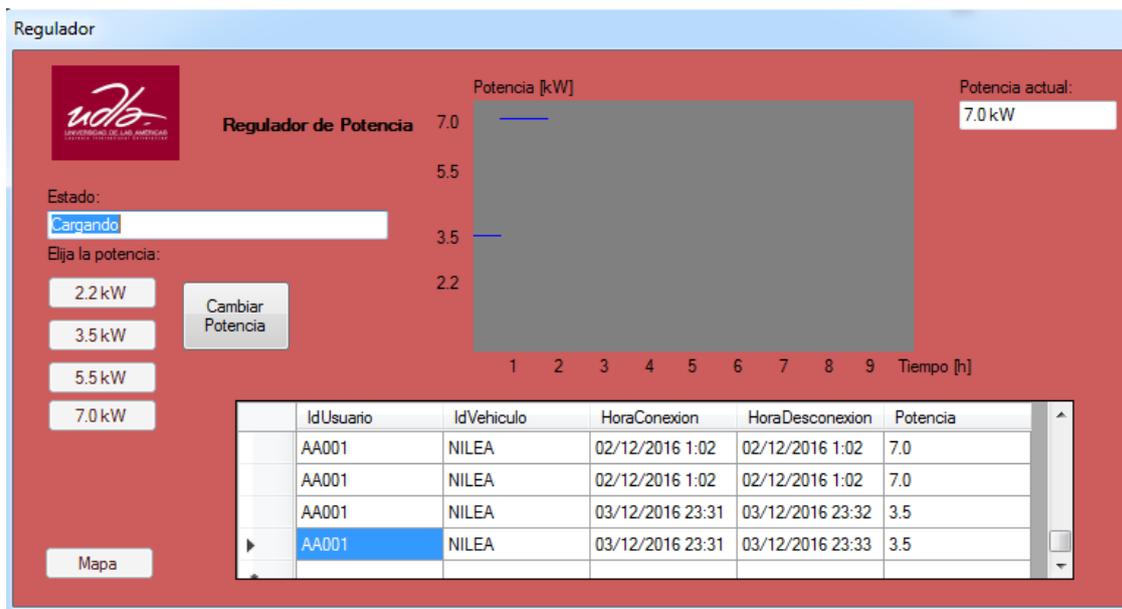


Figura 93. Interfaz gráfica al seleccionar una nueva potencia.

Mientras que para el dispositivo es similar, la medición se realiza desde que aparece el mensaje “Esp Veh” hasta el cambio de mensaje “Cargan”. Además para conocer el tiempo que tarda la desactivación del relé se lo toma desde el instante de la selección de la nueva potencia hasta que el LED se apaga.



Figura 94. El vehículo está cargando con un nuevo valor el LED apagado indica la desactivación del relé.

Además el sistema permite la recarga del vehículo al conectarlo directamente al cargador sin la selección de una potencia inicial, en este caso el valor de recarga es de 2.2 Kw por defecto. La medición inicia cuando en el circuito simulador se accionan los dos terminales para que entre al estado cargando hasta que en la interfaz gráfica muestra la información “Cargando”

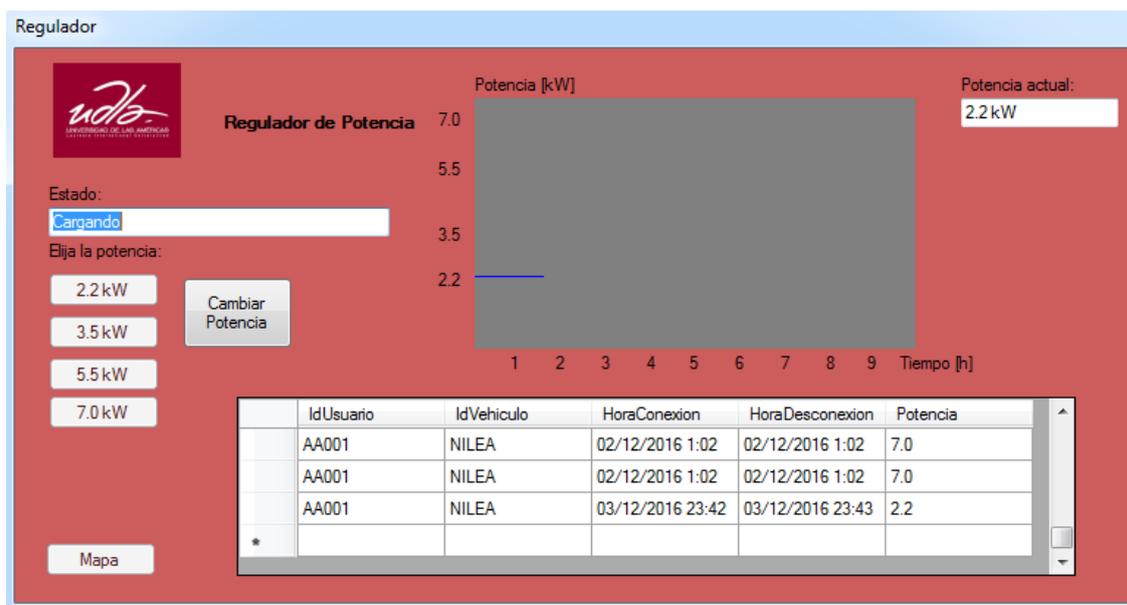


Figura 95. Se indica que el vehículo se encuentra cargando sin selección de potencia previa.

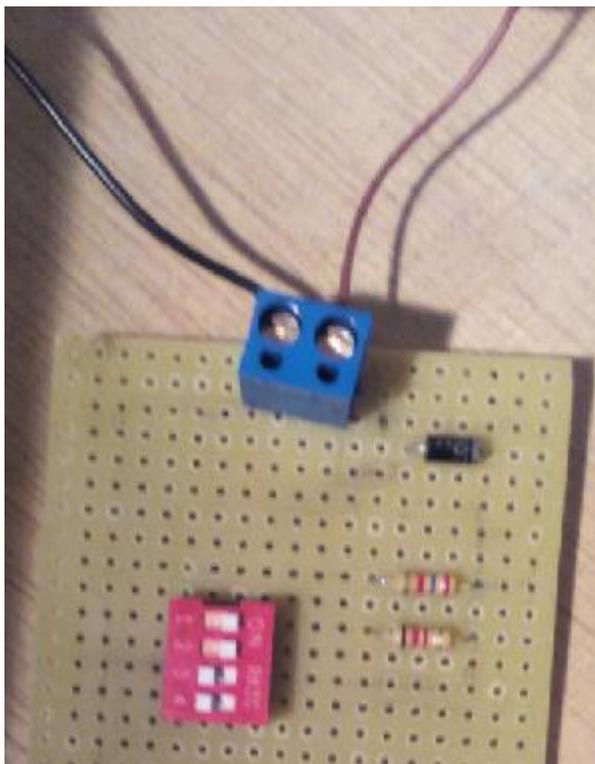


Figura 96. Circuito simulador en estado Cargando.



Figura 97. Dispositivo indica que el vehículo se encuentra Cargando sin la selección previa de potencia desde la interfaz gráfica.

Finalmente se debe considerar la desconexión entre el vehículo y el cargador, el tiempo inicial para la medición parte desde que se desactivan los dos terminales del dip switch hasta que la interfaz gráfica indique el mensaje "Seleccione

potencia y espere conexión” y si se toma como referencia el dispositivo la medición finaliza cuando el LCD indica “E: Esp Veh” “Esper Selec”.

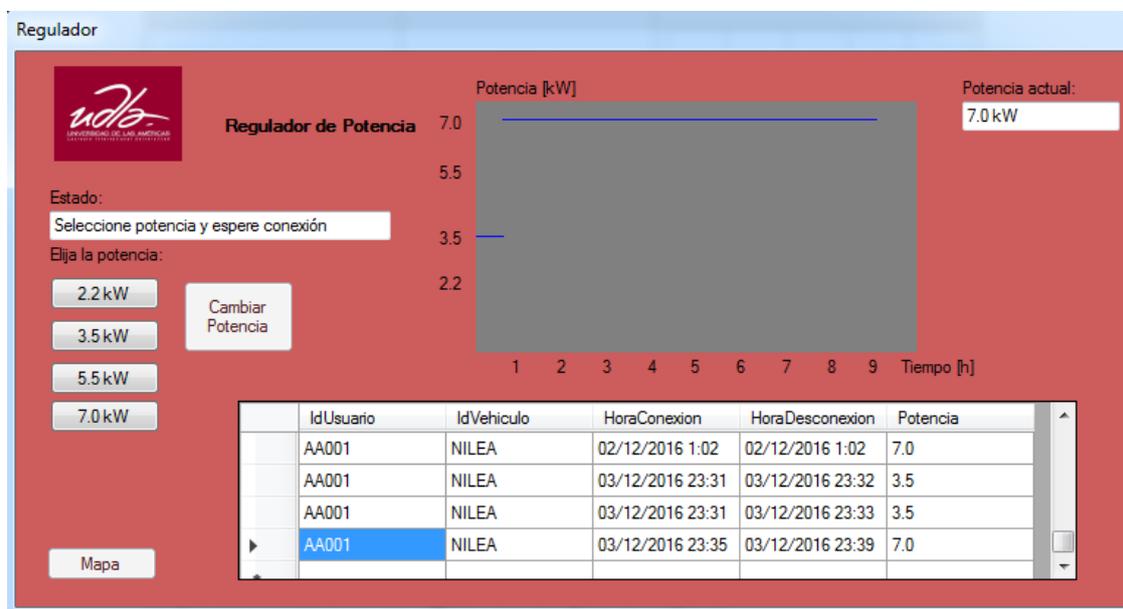


Figura 98. El vehículo se ha desconectado del cargador notificado a la interfaz gráfica.



Figura 99. El vehículo se ha desconectado del cargador notificado al dispositivo.

3.3 Resultados Finales

Se realizó el análisis de los resultados finales en base a escenarios planteados.

Tabla 12.

Mediciones entre dispositivo y aplicación a 2 metros.

ESCENARIO		DISTANCIA	TIEMPO				
Estado conexión módulo aplicación.	esperando con el en la	(2m)	12s	10s	13s	11s	12s
Estado conexión	esperando con el	(2m)	10s	9s	10s	10s	10s

módulo en el dispositivo.

Estado de Vehículo conectado, cuando selecciona la potencia medida en la aplicación.	(2m)	5s	4s	4s	5s	4s
--	------	----	----	----	----	----

Estado Cargando cuando selecciona la potencia medida en la aplicación.	(2m)	5s	5s	5s	5s	4s
--	------	----	----	----	----	----

Estado Cargando con vehículo conectado sin selección de potencia en el dispositivo	(2m)	4s	5s	8s	5s	5s
--	------	----	----	----	----	----

Estado Cargando con vehículo conectado sin selección de potencia en la aplicación.	(2m)	10s	11s	15s	10s	11s
--	------	-----	-----	-----	-----	-----

Estado de Detección de potencia medida en el dispositivo.	(2m)	5s	5s	5s	5s	6s
---	------	----	----	----	----	----

Presionar botón cambiar potencia

Estado Esperando vehículo cambiar	(2m)	10s	11s	16s	12s	10s
-----------------------------------	------	-----	-----	-----	-----	-----

potencia en el dispositivo.							
Activación del Relé	(2m)	4s	4s	11s	7s	5s	

Selección de nueva potencia

Desactivación del Relé	(2m)	6s	5s	3s	7s	6s	
Dispositivo detecta estado cargando.	(2m)	13s	12s	11s	14s	14s	
En la aplicación se detecta estado cargando.	(2m)	18s	18s	16s	19s	18s	
Desconecta vehículo visualizado en la aplicación.	(2m)	7s	7s	7s	7s	7s	

Tabla 13.

Mediciones entre dispositivo y aplicación a 10 metros.

ESCENARIO	DISTANCIA	TIEMPO				
Estado esperando conexión con el módulo en la aplicación.	(10m)	11s	13s	10s	11s	11s

Estado esperando conexión con el módulo en el dispositivo.	(10m)	9s	11s	9s	10s	9s
Estado de Vehículo conectado, cuando selecciona la potencia medida en la aplicación.	(10m)	5s	5s	4s	5s	5s
Estado Cargando cuando selecciona la potencia medida en la aplicación.	(10m)	4s	4s	4s	5s	5s
Estado Cargando con vehículo conectado sin selección de potencia en el dispositivo	(10m)	5s	5s	7s	5s	4s
Estado Cargando con vehículo conectado sin selección de potencia en la aplicación.	(10m)	12s	10s	13s	11s	11s
Estado de Detección de potencia medida en el dispositivo.	(10m)	6s	6s	5s	5s	5s

Presionar botón cambiar potencia					
Estado vehículo potencia esperando cambiar en el dispositivo.	(10m)	11s	10s	10s	12s 12s
Activación del Relé	(10m)	4s	4s	4s	6s 5s
Selección de nueva potencia					
Desactivación del Relé	(10m)	5s	5s	7s	4s 5s
Dispositivo detecta estado cargando.	(10m)	12s	13s	14s	11s 13s
En la aplicación se detecta estado cargando.	(10m)	16s	19s	19s	15s 18s
Desconecta vehículo visualizado en la aplicación.	(10m)	7s	7s	7s	7s 7s

Tabla 14.

Mediciones entre dispositivo y aplicación a 50 metros.

ESCENARIO	DISTANCIA	TIEMPO
-----------	-----------	--------

Estado esperando conexión con el módulo en la aplicación.	(50m)	10s	10s	11s	12s	13s
Estado esperando conexión con el módulo en el dispositivo.	(50m)	9s	9s	10s	9s	10s
Estado de Vehículo conectado, cuando selecciona la potencia medida en la aplicación.	(50m)	5s	4s	4s	5s	5s
Estado Cargando cuando selecciona la potencia medida en la aplicación.	(50m)	5s	5s	4s	5s	5s
Estado Cargando con vehículo conectado sin selección de potencia en el dispositivo	(50m)	6s	5s	5s	4s	5s
Estado Cargando con vehículo conectado sin selección de	(50m)	13s	12s	11s	10s	11s

potencia en la aplicación.

Estado de Detección de potencia medida en el dispositivo.	(50m)	5s	5s	6s	5s	5s
---	-------	----	----	----	----	----

Presionar botón cambiar potencia

Estado Esperando vehículo cambiar potencia en el dispositivo.	(50m)	14s	11s	10s	11s	10s
---	-------	-----	-----	-----	-----	-----

Activación del Relé	(50m)	7s	4s	4s	5s	5s
---------------------	-------	----	----	----	----	----

Selección de nueva potencia

Desactivación del Relé	(50m)	4s	5s	4s	4s	6s
------------------------	-------	----	----	----	----	----

Dispositivo detecta estado cargando.	(50m)	12s	13s	11s	11s	13s
--------------------------------------	-------	-----	-----	-----	-----	-----

En la aplicación se detecta estado cargando.	(50m)	17s	17s	15s	16s	18s
--	-------	-----	-----	-----	-----	-----

Desconecta vehículo visualizado en la aplicación.	(50m)	7s	7s	7s	7s	7s
---	-------	----	----	----	----	----

A través de las mediciones realizadas se logró identificar variaciones en los tiempos de respuesta que se mantienen sin importar la distancia entre la aplicación gráfica y el dispositivo.

Es así que realizando el promedio de todas las mediciones por cada escenario se pueden establecer los siguientes tiempos de espera:

Tabla 15.

Tiempo promedio de respuesta por escenario.

ESCENARIO	TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO.
Estado esperando conexión con el módulo en la aplicación.	12 Segundos.
Estado esperando conexión con el módulo en el dispositivo.	10 Segundos.
Estado de Vehículo conectado, cuando selecciona la potencia medida en la aplicación.	5 Segundos.
Estado Cargando cuando selecciona la potencia medida en la aplicación.	5 Segundos.
Estado Cargando con vehículo conectado sin selección de potencia en el dispositivo	6 Segundos.

Estado Cargando con vehículo conectado sin selección de potencia en la aplicación.	12 Segundos.
Estado de Detección de potencia medida en el dispositivo.	6 Segundos.
Estado Esperando vehículo cambiar potencia en el dispositivo.	12 Segundos.
Activación del Relé	6 Segundos.
Desactivación del Relé	5 Segundos.
Dispositivo detecta estado cargando.	13 Segundos.
En la aplicación se detecta estado cargando.	18 Segundos.
Desconecta vehículo visualizado en la aplicación.	7 Segundos.

Cabe recalcar que estas pruebas se han realizado en sitios donde la conexión a internet por parte de la interfaz gráfica se caracteriza por ser calidad, las pruebas no se pudieron realizar de manera adecuada dentro de la universidad por la presencia de intermitencia con el servicio de internet.

4. Capítulo IV. Análisis de Costos

4.1 Costo de Elaboración del Cargador

Se realizó el análisis correspondiente a los costos y beneficios que se obtuvo al desarrollar el nuevo dispositivo y añadirle al cargador Wallbox.

Tabla 16.

Costos de Elaboración del Cargador.

No	Elemento	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Circuito impreso	cm2	62,32	\$0,26	\$16,20
2	Microcontrolador Atmega 328	u	1	\$5,00	\$5,00
3	Regulador voltaje 7805	u	1	\$0,62	\$0,62
4	Módulo SIM 800	u	1	\$30,00	\$30,00
5	Transistor 2N3904	u	1	\$0,10	\$0,10
6	Diodo 1N4007	u	2	\$0,10	\$0,20
7	Resistencias	u	4	\$0,02	\$0,08
8	Pantalla LCD 16x2	u	1	\$6,00	\$6,00
9	Relé	u	1	\$1,00	\$1,00
10	Capacitor electrolítico 10uF	u	2	\$0,10	\$0,20
11	Capacitor cerámicos 100nF	u	2	\$0,05	\$0,10
12	Chip 3G	u	1	\$1,00	\$1,00
13	Instalación	u	1	\$1000	\$1000
14	Cargador Wallbox	u	1	\$750	\$750
TOTAL CARGADOR					\$1810,50

Mediante la descripción de rubros se logró obtener el resultado de la inversión para la elaboración de un cargador por un valor de mil ochocientos diez dólares con cincuenta y tres centavos.

4.2 Análisis Costo / Beneficio

Comparando el cargador con el dispositivo diseñado con otro que presente características similares, se distingue un valor inferior en el prototipo desarrollado.

La diferencia más destacable que presenta es en la comunicación que existe entre ambos, uno utiliza wi-fi/Ethernet y el otro GPRS. Se asemejan en que ambos permiten el monitoreo y gestión de recarga remotamente en tiempo real.

Además es importante indicar que el sistema implementado está orientado para el uso exclusivo del agregador dentro de un plan de eficiencia energética, por tanto el cliente no podrá modificar ningún parámetro en la recarga, siendo el agregador el único responsable.

Tabla 17.

Comparación entre el prototipo desarrollado y otro cargador con características similares.

Cargador Wallbox Commander Tipo I Wifi 7,4 Kw	Cargador Wallbox Ok con dispositivo diseñado
Corriente de carga configurable 6 A – 32 A	Corriente de carga configurable 10 A – 32 A
Comunicación con interfaz de usuario Wi-Fi / Ethernet	Comunicación con interfaz de usuario GPRS
Gestión de carga a distancia. Pantalla táctil para mostrar información del estado de carga.	Gestión de carga a distancia- Pantalla LCD 16x2 para mostrar información de estado de carga.
Valor total (sin instalación) \$ 1286,00	Valor total (sin instalación) \$ 810,50
	Diferencia. \$ 475,5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se comprobó que la respuesta del dispositivo electrónico diseñado a las instrucciones enviadas por parte del agregador no se ejecuta en tiempo real, realizan entre 5 a 13 segundos en promedio después.

El dispositivo electrónico para poder enviar y recibir información es necesario que se encuentre dentro de una zona con cobertura celular, mientras que en la interfaz gráfica que maneja el operador es necesario que posea conexión a internet que sea de uso exclusivo para el sistema.

En el diseño del dispositivo electrónico se analizó el microcontrolador a utilizar de lo que se determinó que ATMEL (Atmega 328p) en comparación a PIC (18f252) es la mejor opción por su menor costo (\$4 y \$10 respectivamente) y menor consumo de energía (0.2 mA y 1.6mA).

Las distintas señales PWM que indican el estado de carga al comparar lo medido con la teoría en amplitud son cercanas con una diferencia aproximada de 0.5 V, mientras que para el ancho de pulso es más complicado determinar su valor en el osciloscopio por las características de este dispositivo de medición.

Existe diferencia de tiempo al momento de registrar un cambio en el estado del proceso de recarga entre el dispositivo electrónico diseñado y la interfaz gráfica, que va entre los 2 y 6 segundos dependiendo del estado que se esté manejando.

Mediante las mediciones realizadas se comprobó que el cambio de potencia y el registro de esta acción no debe ser mayor a un minuto, en caso de ser así significa que ha ocurrido un problema en la comunicación.

En la interfaz gráfica diseñada es posible mantener un registro acerca de la información de los usuarios que realicen la recarga de sus vehículos en los sitios donde este sistema se encuentre operando.

El uso de un relé para cortar o dejar pasar información en el cable correspondiente a control piloto permite el cambio desde el estado “cargando” a

“esperando vehículo” y viceversa sin la necesidad de desconectar o conectar la manguera de carga entre el cargador y el vehículo eléctrico.

El costo del prototipo es más bajo que los presentes en el mercado con características similares.

El desarrollo del prototipo no genera altos costos en su construcción ya que la mayoría de los materiales utilizados además de ser fáciles de adquirir son de bajo valor.

5.2 Recomendaciones

Para continuar con el desarrollo del prototipo presentado en este trabajo se recomienda contratar un plan de telefonía móvil que ofrezca la mayor cantidad de megas a un precio razonable y máxima cobertura a nivel nacional así como también un servicio de internet fijo que garantice un mayor alto porcentaje de confiabilidad.

Se recomienda que en el futuro se realicen las pruebas planteadas para el sistema con vehículos eléctricos en las condiciones más reales para determinar los posibles cambios con el objetivo de mejorar el funcionamiento del sistema planteado.

En la interfaz gráfica se recomienda habilitar la opción que permita agregar parqueaderos, usuarios, vehículos en la base de datos del sistema.

En el prototipo se recomienda aumentar un módulo que permita la autenticación del usuario que pretende hacer uso del cargador.

Se recomienda el análisis de otro medio de comunicación inalámbrico el cual permita realizar una comparación para determinar ventajas y desventajas entre ellos para el sistema mostrado en este trabajo.

Se recomienda la construcción de un cargador para vehículo eléctrico el cual en su diseño ya considere al prototipo desarrollado en este trabajo con el fin de disminuir el espacio y elementos empleados.

Se recomienda que se analicen los costos del presente trabajo con el objetivo de disminuir el mismo en caso que existan opciones en el mercado que lo permitan.

REFERENCIAS

- Ã, C. G., & Gross, G. (2009). A conceptual framework for the vehicle-to-grid (V2G) implementation. *Energy Policy*, 37(11), 4379–4390. Recuperado el 4 de octubre de 2016 de <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.05.053>
- Aegfa, I. (s.f.). El vehículo eléctrico para flotas. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12144_G003_VE_para_flotas_2012_f3176e30.pdf
- AFME. (2012). SmartGrids: Contribución del material eléctrico de Baja Tensión. Recuperado el 4 de octubre de 2016 de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjBy9q3tdbQAhXG6iYKHRp0Cs0QFggZMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.afme.es%2Fen%2Fdescargas-2%2Fcategory%2F1-guias-afme%3Fdownload%3D1%3Aguia-smartgrids&usg=AFQjCNE8ybkdDnzqsREI_n5yR_RKZrCug&bvm=bv.139782543,d.eWE
- Albersheim, P., & Darvill, A. G. (1985). Oligosaccharins. *Scientific American*, 253(3), 58–64. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://eric.ed.gov/?id=EJ324350>.
- Alibaba (2016). IEC 62196 type 2 socket. Recuperado el 4 de octubre de 2016 de https://www.alibaba.com/product-detail/IEC-62196-type-2-socket-mode_60085486512.html
- Amin, S. M., & Wollenberg, B. F. F. (2005). Toward a smart grid: power delivery for the 21st century. *IEEE Power and Energy Magazine*, 3(5), 34–41. Recuperado el 4 de octubre de 2016 de <http://doi.org/10.1109/MPAE.2005.1507024>
- Asociación de Operadores de Grandes Redes Eléctricas. (2010). El vehículo eléctrico enchufable. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de http://www.ree.es/sites/default/files/respuestas_de_los_tso_al_vehiculo_electrico.pdf
- Automatización Industrial. (2011). Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de Contactores: <http://industrial-automatica.blogspot.com/2011/01/fundamentos-electricos-2-contactores.html>
- Batteri. (s.f.). Recarga del Vehículo Eléctrico Tipos de recarga y tiempos Modos de carga o nivel de comunicación Tipos de conectores, 2–4. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de http://www.faen.es/batterie/Recarga_vehiculo_electrico.pdf
- Ceña, A. (2016). El vehículo eléctrico y la curva de carga, 2–4. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://www.evwind.com/2009/03/12/el-vehiculo-electrico-y->

- la-curva-de-carga-por-alberto-cena/
 Castillo. (2013). Redes inalámbricas. Recuperado el 4 de octubre de 2016 de <https://es.slideshare.net/luiscastillo57/redes-inalambricas-28977636>
- Clement-Nyns, K., Haesen, E., & Driesen, J. (2010). The impact of Charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid. *IEEE Transactions on Power Systems*. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://doi.org/10.1109/TPWRS.2009.2036481>
- Cuenca, I. (2013). Introducción de smart grids en el Ecuador, 174. Recuperado el 4 de octubre de 2016 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5897/1/CD-4742.pdf>
- Deilami, S., Masoum, A. S., Moses, P. S., & Masoum, M. A. S. (2011). Real-time coordination of plug-in electric vehicle charging in smart grids to minimize power losses and improve voltage profile. *IEEE Transactions on Smart Grid*. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://doi.org/10.1109/TSG.2011.2159816>
- Dirección General de Industria e Innovación Tecnológica. (2012). Guía del vehículo eléctrico para Castilla y León, 157. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de <https://www.aytopalencia.es/sites/default/files/pdf/guia-vehiculos-2013.pdf>
- Domingo, C. M. (2016). Evaluación del impacto de la integración del coche eléctrico en las redes de distribución de energía eléctrica, 1–7. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de http://www.fgcsic.es/lychnos/es_es/articulos/evaluacion_impacto_integracion_coc he_electrico
- Endesa. (2016). Recarga del vehículo eléctrico 1, 1–2. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de <http://www.endsavehiculoelectrico.com/vehiculo-electrico/recarga>
- Endesa Educa. (2016). El coche eléctrico 5–6. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de http://www.endsaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico
- Escrivá-Escrivá, G. (2009). Nuevas herramientas para facilitar la respuesta activa de consumidores en mercados eléctricos liberalizados: implementación y retribución. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <https://riunet.upv.es/handle/10251/8317>
- Esteban Mauricio Inga Ortega. (2012). Redes de Comunicacion en Smart Grid. Esteban Mauricio Inga, 7, 36 – 55. Recuperado el 7 de octubre de 2016 de <http://doi.org/10.1109/M-RA.2007.912004>
- Farhangi, H. (2010). The path of the smart grid. *IEEE Power and Energy Magazine*, 8(1),

- 18–28. Recuperado el 7 de octubre de 2016 de <http://doi.org/10.1109/MPE.2009.934876>
- Follos (2014). El coche eléctrico análisis. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://ferfollos.blogspot.com/2014/01/el-coche-electrico-analisis.html>
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2013). Guía del Vehículo Eléctrico. Energy Management Agency, 16-25. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Vehiculo-Elctrico-II-fenercom-2015.pdf>
- Han, S., Han, S., & Sezaki, K. (2012). Economic assessment on V2G frequency regulation regarding the battery degradation. 2012 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies, ISGT 2012. Recuperado el 11 de octubre de 2016 de <http://doi.org/10.1109/ISGT.2012.6175717>
- Ibáñez, P. (2012). Tipos de conectores, tipos de recarga y modos de carga. Motorpasión Futuro Web Site, 1–15. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de <http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/tipos-de-conectores-tipos-de-recarga-y-modos-de-carga>
- Iniesta López, Á. (2015). Vehículo eléctrico: ¿Una opción de futuro en los sistemas eléctricos?, 15-23 Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23352/TFG_Alvaro_Iniesta_Lopez.pdf?sequence=1
- Instituto de Ingeniería Energética - Universidad Politécnica de Valencia. (2015). Análisis para la implementación de redes inteligentes en Ecuador - Metodología de Previsión de la demanda basada en redes inteligentes.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. (15 de Abril de 2016). Recuperado el 11 de octubre de 2016 de www.unit.org.uy/mobile/misc/d/normalizacion/consulta/CP_61851-1.pdf/
- LuGEnerGy. (2014). Boletín Oficial del Estado 107446, 36 . Recuperado el 26 de octubre de 2016 de: <http://www.lugenergy.com/imagenes/2012/09/itc-bt-52.pdf>
- MEER. (2013). Redes Inteligentes y Generación Distribuida, 17. Recuperado el 20 de octubre de 2016 de http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/07/07_Generaci%C3%B3n-solar-distribuida-y-redes-inteligentes_PE.pdf
- MENNEKES. (2010). Infrastructure components for electric mobility, 20. Recuperado el 26 de octubre de 2016 de http://www.sumelco.com/wp-content/uploads/2013/09/Conectores_Mennekes_para_SGM_PilotBox.pdf

- Ministerio de Industria, E. y T. (2014). Boletín Oficial del Estado 107446, 36. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <https://www.boe.es/boe/dias/2014/12/31/pdfs/BOE-A-2014-13681.pdf>
- Mu, Y., Wu, J., Jenkins, N., Jia, H., & Wang, C. (2014). A Spatial-Temporal model for grid impact analysis of plug-in electric vehicles. *Applied Energy*, 114, 456–465. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.006>
- MW Mean Well (2010). 15 W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply . Recuperado el 4 de octubre de 2016 de <http://www.bb-elec.com/Products/Datasheets/dr-15-spec.pdf>
- Open-EVSE. (2016). Archive EVSE _ TESTING . wiki Advanced Power Supply, 1–5. O Recuperado el 26 de octubre de 2016 de https://code.google.com/archive/p/open-evse/wikis/EVSE_TESTING.wiki
- Palazuelos (2016). Cuando los coches eléctricos eran más populares y mejores que los de gasolina. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <https://hipertextual.com/2016/01/historia-del-coches-electrico>
- Pieltain Fernández, L., Gómez San Román, T., Cossent, R., Mateo Domingo, C., & Frías, P. (2011). Assessment of the impact of plug-in electric vehicles on distribution networks. *IEEE Transactions on Power Systems*. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://doi.org/10.1109/TPWRS.2010.2049133>
- Rodriguez-Serrano, A., Torralba, A., Rodriguez-Valencia, E., & Tarifa-Galisteo, J. (2013). A communication system from EV to EV Service Provider based on OCPP over a wireless network. *IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference)*, 5434–5438. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://doi.org/10.1109/IECON.2013.6700020>
- Salmerón Ozores, J. M. (05 de Julio de 2012). Diseño de la instalación eléctrica de una electrolinera, 37-51. Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/15860/PFC_JoseM_Salmeron_Ozores.pdf?sequence=1
- SCAME. (2012). Libera, 20. Recuperado el 29 de septiembre de 2016 de <http://www.scame.com/doc/ZP00833-IB-1.pdf>
- UNIT-IEC. (2016). NORMA TÉCNICA 61851-1 : 2010 Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos.
- Universidad de Jaén. (2010). Automatización de Procesos Industriales. Recuperado el

26 de octubre de 2016 de:

<http://www4.ujaen.es/~satorres/practicas/AutomatismosElectricos.pdf>

U.S Department of Energy. (2015). Charging at home. Recuperado el 26 de octubre de 2016 de: <https://www.energy.gov/eere/electricvehicles/charging-home>

Vicente Martínez, D. (2011). El impacto del vehículo eléctrico en la red de distribución, 19-21, 22, Recuperado el 4 de octubre de 2016 de http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13565/MemoriaPFC_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wallbox, R. N. (2016). New wallbox, 1–5. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de <http://www.wallboxok.com/es/new-wallbox/>

ANEXOS

ANEXO A

Contactor MC-32A/4AC



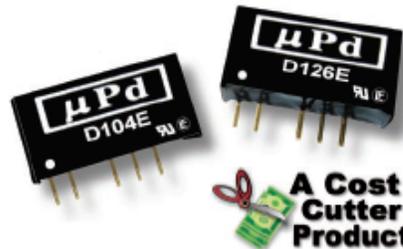
Frame size				40AF		
Type	Screw clamp terminal			MC-32a/4	MC-40a/4	
Number of poles				●		
Rated operational voltage (Ue)				4pole		
Rated insulation voltage (Ui)				690V		
Rated frequency				690V		
Rated impulse withstand voltage, Uimp				50/60Hz		
Maximum operating rate in operating cycles per hour(AC1)				6kV		
Durability	Mechanical			1800 operations per hour		
	Electrical			15 mil. Operations		
Current and Power	AC-1	Thermal current	A	1 mil. Operations		
		200/240V	kW	50	60	
		380/400V	kW	18	22	
			A	50	60	
		500/550V	kW	35	42	
			A	50	60	
UL rating (50/60Hz)	Continuous current	690V	kW	43	52	
			A	50	60	
		Single	110-120V	HP	45	50
		Phase	220-240V	HP	2	3
			200-208V	HP	5	5
		Three Phase	220-240V	HP	7.5	10
440-480V	HP		10	10		
	550-600V	HP	20	25		
		550-600V	HP	20	25	
Size and weight	NEMA Size	1	1	0.59		
		AC	Weight	kg	59 × 83.5 × 94.5	
		Control	Size(W × H × D)	mm	0.7	
		DC	Weight	kg	59 × 83.5 × 121	
	Control	Size(W × H × D)	mm			
Auxiliary(standard)						
Auxiliary	Side Mount			-		
	Front Mount			AU-1		

ANEXO B

D107E

D100E Series

Low Cost, 1W SIP Single & Dual Output DC/DC Converters



Key Features:

- 1W Output Power
- Miniature SIP Case
- UL Approved (File E245422)
- Single & Dual Outputs
- 1,000 VDC Isolation
- >3.5 MHour MTBF
- 24 Standard Models
- **LOWEST COST!!**



RoHS Compliant



Electrical Specifications

Specifications typical @ +25°C, nominal input voltage & rated output current, unless otherwise noted. Specifications subject to change without notice.

Input

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Input Voltage Range	5 VDC Input	4.5	5.0	5.5	VDC
	12 VDC Input	10.8	12.0	13.2	
	24 VDC Input	21.6	24.0	26.4	
Input Filter	Internal Capacitor				
Reverse Polarity Input Current				0.3	A

Output

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Output Voltage Accuracy			±1.0	±3.0	%
Output Voltage Balance	Dual Output, Balanced Loads		±0.1	±1.0	%
Line Regulation	For Vin Change of 1%		±1.2		%
Load Regulation (Note 1)	See Model Selection Guide				
Ripple & Noise (20 MHz) (Note 2)			50	75	mV P - P
Output Power Protection		120			%
Temperature Coefficient			±0.02	±0.03	%/°C
Output Short Circuit	Momentary (1.0 Sec.)				

General

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Isolation Voltage	60 Seconds	1,000			VDC
Isolation Resistance	500 VDC	1,000			MΩ
Isolation Capacitance	100 kHz, 1V		60		pF
Switching Frequency			100		kHz

Environmental

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Temperature Range	Ambient	-40	+25	+85	°C
Storage Temperature Range		-55		+125	°C
Cooling	Free Air Convection				
Humidity	RH, Non-condensing			95	%

Model Selection Guide

Model Number	Input				Output			Load Regulation (% Max)	Efficiency (% Typ)	Fuse Rating Slow-Blow (mA)
	Voltage (VDC)		Current (mA)		Voltage (VDC)	Current (mA, Max)	Current (mA, Min)			
	Nominal	Range	Full-Load	No-Load						
D101E	5	4.5 - 5.5	278	30	5.0	200.0	20.0	15	72	500
D102E	5	4.5 - 5.5	270	30	9.0	111.0	12.0	15	74	500
D103E	5	4.5 - 5.5	260	30	12.0	83.0	9.0	15	77	500
D104E	5	4.5 - 5.5	253	30	15.0	67.0	7.0	15	79	500
D105E	5	4.5 - 5.5	278	30	±5.0	±100.0	±10.0	15	72	500
D106E	5	4.5 - 5.5	267	30	±9.0	±56.0	±6.0	15	75	500
D107E	5	4.5 - 5.5	256	30	±12.0	±42.0	±5.0	15	78	500
D108E	5	4.5 - 5.5	253	30	±15.0	±33.0	±4.0	15	79	500
D111E	12	10.8 - 13.2	114	15	5.0	200.0	20.0	15	73	200
D112E	12	10.8 - 13.2	111	15	9.0	111.0	12.0	15	75	200
D113E	12	10.8 - 13.2	105	15	12.0	83.0	9.0	15	79	200
D114E	12	10.8 - 13.2	104	15	15.0	67.0	7.0	15	80	200
D115E	12	10.8 - 13.2	113	15	±5.0	±100.0	±10.0	15	74	200
D116E	12	10.8 - 13.2	110	15	±9.0	±56.0	±6.0	15	76	200
D117E	12	10.8 - 13.2	105	15	±12.0	±42.0	±5.0	15	79	200
D118E	12	10.8 - 13.2	104	15	±15.0	±33.0	±4.0	15	80	200
D121E	24	21.6 - 26.4	56	8	5.0	200.0	20.0	15	74	100
D122E	24	21.6 - 26.4	55	8	9.0	111.0	12.0	15	76	100
D123E	24	21.6 - 26.4	52	8	12.0	83.0	9.0	15	80	100
D124E	24	21.6 - 26.4	51	8	15.0	67.0	7.0	15	81	100
D125E	24	21.6 - 26.4	56	8	±5.0	±100.0	±10.0	15	74	100
D126E	24	21.6 - 26.4	55	8	±9.0	±56.0	±6.0	15	76	100
D127E	24	21.6 - 26.4	52	8	±12.0	±42.0	±5.0	15	80	100
D128E	24	21.6 - 26.4	51	8	±15.0	±33.0	±4.0	15	81	100

ANEXO C

15W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply (DR-15-12)



15W Single Output Industrial DIN Rail Power Supply

DR-15 series



■ Features :

- Universal AC input/Full range
- Protections: Short circuit / Overload / Over voltage
- Cooling by free air convection
- Can be installed on DIN rail TS-35/7.5 or 15
- Isolation class II
- LED indicator for power on
- No load power consumption<0.5W
- 100% full load burn-in test
- 3 years warranty

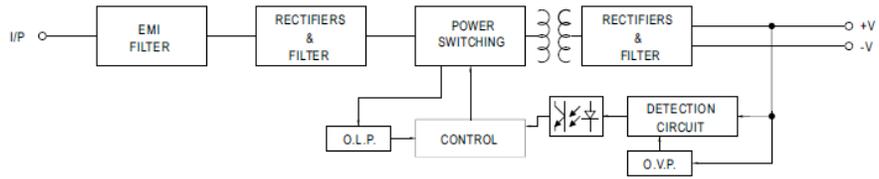


SPECIFICATION

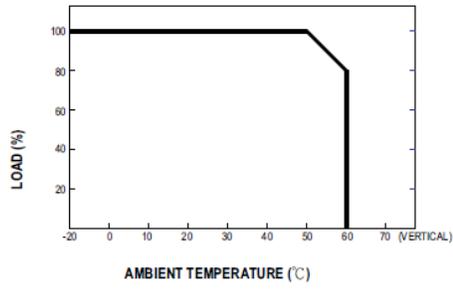
MODEL	DR-15-5	DR-15-12	DR-15-15	DR-15-24	
OUTPUT	DC VOLTAGE	5V	12V	15V	24V
	RATED CURRENT	2.4A	1.25A	1A	0.63A
	CURRENT RANGE	0 ~ 2.4A	0 ~ 1.25A	0 ~ 1A	0 ~ 0.63A
	RATED POWER	12W	15W	15W	15.2W
	RIPPLE & NOISE (max.) Note.2	80mVp-p	120mVp-p	120mVp-p	150mVp-p
	VOLTAGE ADJ. RANGE	4.75 ~ 5.5V	10.8 ~ 13.2V	13.5 ~ 16.5V	21.6 ~ 26.4V
	VOLTAGE TOLERANCE Note.3	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	LOAD REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
	SETUP, RISE TIME	1000ms, 50ms/230VAC	1000ms, 50ms/115VAC at full load		
HOLD UP TIME (Typ.)	70ms/230VAC	16ms/115VAC at full load			

INPUT	VOLTAGE RANGE	85 ~ 264VAC	120 ~ 370VDC		
	FREQUENCY RANGE	47 ~ 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	77%	84%	83.5%	85%
	AC CURRENT (Typ.)	0.88A/115VAC	0.48A/230VAC		
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 35A/115VAC	65A/230VAC		
PROTECTION	OVERLOAD Note.5	105 ~ 160% rated output power Protection type: Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	5.75 ~ 6.75V	13.8 ~ 16.2V	17.25 ~ 20.25V	27.6 ~ 32.4V
		Protection type: Shut off o/p voltage, clamping by zener diode			
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-20 ~ +60°C (Refer to output load derating curve)			
	WORKING HUMIDITY	20 ~ 90% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 ~ +85°C, 10 ~ 95% RH			
	TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 ~ 50°C)			
SAFETY & EMC (Note 4)	VIBRATION	10 ~ 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min. each along X, Y, Z axes; Mounting: Compliance to IEC60068-2-6			
	SAFETY STANDARDS	UL60950-1, TUV EN60950-1 approved, design refer to EN50178			
	WITHSTAND VOLTAGE	I/P-O/P:3KVAC			
	ISOLATION RESISTANCE	I/P-O/P:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH			
	EMI CONDUCTION & RADIATION	Compliance to EN55011, EN55022 (CISPR22), EN61204-3 Class B			
OTHERS	HARMONIC CURRENT	Compliance to EN61000-3-2,-3			
	EMS IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, ENV50204, EN55024, EN61000-6-2, EN61204-3, heavy industry level, criteria A			
	MTBF	1172.3K hrs min. MIL-HDBK-217F (25°C)			
NOTE	DIMENSION	25*93*56mm (W*H*D)			
	PACKING	0.1Kg; 140pcs/15Kg/0.92CUFT			
<p>1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25°C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured at 20MHz of bandwidth by using a 12" twisted pair-wire terminated with a 0.1uf & 47uf parallel capacitor. 3. Tolerance : includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. 5. Constant current operation region is within 60% ~100% rated output voltage. Protection type for short circuit is hiccup mode and will recover automatically after fault condition is removed.</p>					

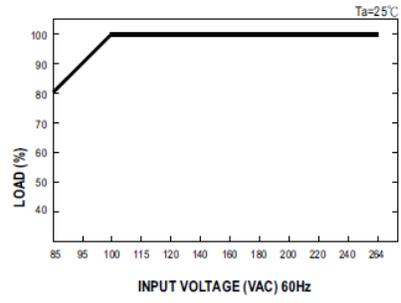
Block Diagram



Derating Curve



Output Derating VS Input Voltage



ANEXO D

LF353



LF353-N

www.ti.com

SNOSBH3F - APRIL 1998 - REVISED MARCH 2013

LF353-N Wide Bandwidth Dual JFET Input Operational Amplifier

Check for Samples: LF353-N

FEATURES

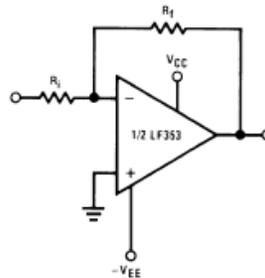
- Internally Trimmed Offset Voltage: 10 mV
- Low Input Bias Current: 50pA
- Low Input Noise Voltage: 25 nV/√Hz
- Low Input Noise Current: 0.01 pA/√Hz
- Wide Gain Bandwidth: 4 MHz
- High Slew Rate: 13 V/μs
- Low Supply Current: 3.6 mA
- High Input Impedance: $10^{12}\Omega$
- Low Total Harmonic Distortion : $\leq 0.02\%$
- Low 1/f Noise Corner: 50 Hz
- Fast Settling Time to 0.01%: 2 μs

DESCRIPTION

These devices are low cost, high speed, dual JFET input operational amplifiers with an internally trimmed input offset voltage (BI-FET II technology). They require low supply current yet maintain a large gain bandwidth product and fast slew rate. In addition, well matched high voltage JFET input devices provide very low input bias and offset currents. The LF353-N is pin compatible with the standard LM1558 allowing designers to immediately upgrade the overall performance of existing LM1558 and LM358 designs.

These amplifiers may be used in applications such as high speed integrators, fast D/A converters, sample and hold circuits and many other circuits requiring low input offset voltage, low input bias current, high input impedance, high slew rate and wide bandwidth. The devices also exhibit low noise and offset voltage drift.

Typical Connection



Simplified Schematic

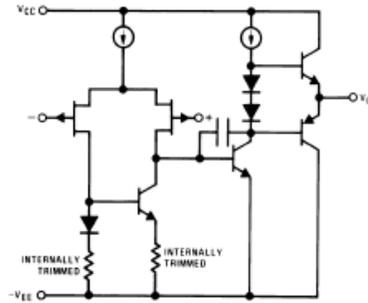


Figure 1. 1/2 Dual

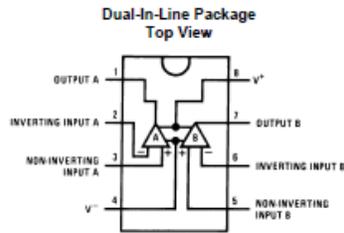


Figure 2. 8-Pin SOIC (See D Package)
8-Pin PDIP (See P Package)



These devices have limited built-in ESD protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

Absolute Maximum Ratings⁽¹⁾⁽²⁾

Supply Voltage		±18V
Power Dissipation		See ⁽³⁾
Operating Temperature Range		0°C to +70°C
T _J (MAX)		150°C
Differential Input Voltage		±30V
Input Voltage Range ⁽⁴⁾		±15V
Output Short Circuit Duration		Continuous
Storage Temperature Range		-65°C to +150°C
Lead Temp. (Soldering, 10 sec.)		260°C
Soldering Information: Dual-In-Line Package Soldering (10 sec.)		260°C
Small Outline Package	Vapor Phase (60 sec.)	215°C
	Infrared (15 sec.)	220°C
ESD Tolerance ⁽⁵⁾		1000V
θ _{JA} D Package		TBD

- (1) Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not ensure specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which ensure specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not ensured for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.
- (2) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the Texas Instruments Sales Office/ Distributors for availability and specifications.
- (3) For operating at elevated temperatures, the device must be derated based on a thermal resistance of 115°C/W typ junction to ambient for the P package, and 160°C/W typ junction to ambient for the D package.
- (4) Unless otherwise specified the absolute maximum negative input voltage is equal to the negative power supply voltage.
- (5) Human body model, 1.5 kΩ in series with 100 pF.

LF353-N
DC Electrical Characteristics

Symbol	Parameter	Conditions	LF353-N			Units
			Min	Typ	Max	
V _{OS}	Input Offset Voltage	R _G =10kΩ, T _A =25°C Over Temperature		5	10	mV
					13	mV
ΔV _{OS} /ΔT	Average TC of Input Offset Voltage	R _G =10 kΩ		10		μV/°C
I _{OS}	Input Offset Current	T _J =25°C ⁽¹⁾⁽²⁾		25	100	pA
		T _J ≤70°C			4	nA
I _B	Input Bias Current	T _J =25°C ⁽¹⁾⁽²⁾		50	200	pA
		T _J ≤70°C			8	nA
R _{IN}	Input Resistance	T _J =25°C		10 ¹²		Ω
A _{VOL}	Large Signal Voltage Gain	V _S =±15V, T _A =25°C	25	100		V/mV
		V _O =±10V, R _L =2 kΩ Over Temperature	15			V/mV
V _O	Output Voltage Swing	V _S =±15V, R _L =10kΩ	±12	±13.5		V
V _{CM}	Input Common-Mode Voltage	V _S =±15V	±11	+15		V
	Range			-12		V
CMRR	Common-Mode Rejection Ratio	R _G ≤ 10kΩ	70	100		dB
PSRR	Supply Voltage Rejection Ratio	See ⁽³⁾	70	100		dB
I _S	Supply Current			3.6	6.5	mA

- (1) These specifications apply for V_S=±15V and 0°C≤T_A≤+70°C. V_{OS}, I_B and I_{OS} are measured at V_{CM}=0.
- (2) The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature. T_J Due to the limited production test time, the input bias currents measured are correlated to junction temperature. In normal operation the junction temperature rises above the ambient temperature as a result of internal power dissipation. P_D, T_J=T_A+θ_{JA}P_D where θ_{JA} is the thermal resistance from junction to ambient. Use of a heat sink is recommended if input bias current is to be kept to a minimum.
- (3) Supply voltage rejection ratio is measured for both supply magnitudes increasing or decreasing simultaneously in accordance with common practice. V_S = ±6V to ±15V.

ANEXO E

LM7805

MC78XX/LM78XX/MC78XXA

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$) (for $V_O = 24V$)	V_I	35	V
	V_I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)

(Refer to test circuit .0 $^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$, $I_O = 500mA$, $V_I = 10V$, $C_I = 0.33\mu F$, $C_O = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7805/LM7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_O \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	9	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-4		50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}C$		5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T_{IO}$	$5mA$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100KHz$, $T_A = +25^{\circ}C$		42	-	$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 8V$ to $18V$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	V_{Drop}	$I_O = 1A$, $T_J = +25^{\circ}C$		2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1KHz$	-	15	-	$m\Omega$	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}C$		2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

ANEXO F

SIM 800L

2.1. SIM800L Key Features

Table 1: SIM800L key features

Feature	Implementation
Power supply	3.4V ~4.4V
Power saving	typical power consumption in sleep mode is 0.7mA (AT+CFUN=0)
Frequency bands	<ul style="list-style-type: none">● Quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. SIM800L can search the 4 frequency bands automatically. The frequency bands can also be set by AT command "AT+CBAND". For details, please refer to document [1].● Compliant to GSM Phase 2/2+
Transmitting power	<ul style="list-style-type: none">● Class 4 (2W) at GSM 850 and EGSM 900● Class 1 (1W) at DCS 1800 and PCS 1900
GPRS connectivity	<ul style="list-style-type: none">● GPRS multi-slot class 12 (default)● GPRS multi-slot class 1~12 (option)
Temperature range	<ul style="list-style-type: none">● Normal operation: -40°C ~ +85°C
	<ul style="list-style-type: none">● Storage temperature -45°C ~ +90°C
Data GPRS	<ul style="list-style-type: none">● GPRS data downlink transfer: max. 85.6 kbps● GPRS data uplink transfer: max. 85.6 kbps● Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4● PAP protocol for PPP connect● Integrate the TCP/IP protocol.● Support Packet Broadcast Control Channel (PBCCH)● CSD transmission rates: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps
CSD	<ul style="list-style-type: none">● Support CSD transmission
USSD	<ul style="list-style-type: none">● Unstructured Supplementary Services Data (USSD) support
SMS	<ul style="list-style-type: none">● MT, MO, CB, Text and PDU mode● SMS storage: SIM card
SIM interface	Support SIM card: 1.8V, 3V
External antenna	Antenna pad
Audio features	Speech codec modes: <ul style="list-style-type: none">● Half Rate (ETS 06.20)● Full Rate (ETS 06.10)● Enhanced Full Rate (ETS 06.50 / 06.60 / 06.80)● Adaptive multi rate (AMR)● Echo Cancellation● Noise Suppression

Serial port and debug port	<p>Serial port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. ● 1200bps to 115200bps. ● Can be used for AT commands or data stream. ● Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. ● Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. ● Autobauding supports baud rate from 1200 bps to 57600bps. ● upgrading firmware <p>Debug port:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● USB_DM and USB_DP ● Can be used for debugging and upgrading firmware.
Phonebook management	Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC.
SIM application toolkit	GSM 11.14 Release 99
Real time clock	Support RTC
Timing functions	Use AT command set
Physical characteristics	Size:15.8*17.8*2.4mm Weight:1.35g
Firmware upgrade	Main serial port or USB port.

ANEXO G

Código fuente del programa en microcontrolador.

```
Locate 1 , 1
Lcd "INICIANDO"
Locate 2 , 1
Lcd "MODULO GPRS..."
Wait 5
Print "AT"
Wait 5
Print "ATE0"
Wait 5
Print "AT+SAPBR=1,1"
Wait 10
Print "AT+HTTTPINIT"
Wait 5
Print "AT+HTTTPARA=" ; Chr(34) ; "CID" ; Chr(34) ; ",1"
Wait 5
Cls
```

```
Loop Until Pot > 0 And Pot < 5
If Pot = 1 Then
  Set 01 : Reset 02 : Reset 03 : Reset 04
  Locate 2 , 14
  Lcd "10A"
End If
If Pot = 2 Then
  Reset 01 : Set 02 : Reset 03 : Reset 04
  Locate 2 , 14
  Lcd "16A"
End If
If Pot = 3 Then
  Reset 01 : Reset 02 : Set 03 : Reset 04
  Locate 2 , 14
  Lcd "25A"
End If
If Pot = 4 Then
  Reset 01 : Reset 02 : Reset 03 : Set 04
  Locate 2 , 14
  Lcd "32A"
End If
Bandera = 1
Pot = 10
Reset Rele
End If
```

```
If Cont = 1 Then
  Locate 1 , 1
  Lcd "M:Manu      "
  Locate 2 , 1
  Lcd "Modifiq selector"
  If S1 = 0 Then
    Set 01 : Reset 02 : Reset 03 : Reset 04
    Locate 1 , 14
    Lcd "10A"
  End If
  If S2 = 0 Then
    Reset 01 : Set 02 : Reset 03 : Reset 04
    Locate 1 , 14
    Lcd "16A"
  End If
  If S3 = 0 Then
    Reset 01 : Reset 02 : Set 03 : Reset 04
    Locate 1 , 14
    Lcd "25A"
  End If
  If S4 = 0 Then
    Reset 01 : Reset 02 : Reset 03 : Set 04
    Locate 1 , 14
    Lcd "32A"
  End If
End If
```

ANEXO H

Código fuente del programa interfaz gráfica.

Inicio de sesión.

```
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
    If TextBox1.Text = "Andre" And TextBox2.Text = "1234" Then
        Form2.Show()
        Hide()
    ElseIf TextBox1.Text = "Thalia" And TextBox2.Text = "1234" Then
        Form2.Show()
        Hide()
    Else
        MessageBox.Show("El usuario y/o la contraseña son incorrectos", "Error de autenticación", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
    End If
End Sub
```

Mapa

```
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
    End
End Sub

Referencias
Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button2.Click
    Form3.Show()
    Hide()
    Form3.Button1.Visible = True
    Form3.Button2.Visible = True
    Form3.Button3.Visible = True
    Form3.Button4.Visible = False
    Form3.Button5.Visible = False
    Form3.Button6.Visible = False
    Form3.Button7.Visible = False
    Form3.Button8.Visible = False
    Form3.Button9.Visible = False
End Sub
```

Usuarios

```
Public Class Form3
    Public Usuarioelec As String

    0 referencias
    Private Sub Button10_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button10.Click
        Form2.Show()
        Hide()
    End Sub

    0 referencias
    Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
        Usuarioelec = "AA001"
        Form4.Show()
        Hide()
    End Sub

    0 referencias
    Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button2.Click
        Usuarioelec = "AA002"
        Form4.Show()
        Hide()
    End Sub
End Class
```

Vehículos

```
Public codv As String

0 referencias
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
    Form5.WebBrowser1.Navigate("http://www.alluc.com.ec/trabajo/dato1.php?var=9")
    codv = TextBox1.Text
    TextBox1.Text = ""
    Form5.Show()
    Hide()
End Sub

0 referencias
Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button2.Click
    Form3.Show()
    Hide()
End Sub
```

Regulador

```
0 referencias
Private Sub Form5_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load
    'TODO: This line of code loads data into the 'Base1DataSet.REGISTRO' table. You can move, or remove it, as needed.
    g = PictureBox1.CreateGraphics()
    Me.REGISTROTableAdapter.Fill(Me.Base1DataSet.REGISTRO)
    potenciaconec = "2.2"
    potg = 50
    TextBox3.Text = potenciaconec + " kW"
    Timer1.Enabled = True
    TextBox2.Text = "Esperando conexión con el módulo"
    Button6.Enabled = False
    Button2.Enabled = False
    Button3.Enabled = False
    Button4.Enabled = False
    Button5.Enabled = False
End Sub
```

```
0 referencias
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
    Timer1.Enabled = False
    WebBrowser1.Navigate("http://www.alluc.com.ec/trabajo/dato1.php?var=8")
    Timer2.Enabled = True
End Sub
```

```
0 referencias
Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button2.Click
    Timer1.Enabled = False
    WebBrowser1.Navigate("http://www.alluc.com.ec/trabajo/dato1.php?var=1")
    potenciaconec = "2.2"
    potg = 50
    TextBox3.Text = potenciaconec + " kW"
    Timer1.Enabled = True
End Sub
```

```
0 referencias
Private Sub Button3_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button3.Click
    Timer1.Enabled = False
    WebBrowser1.Navigate("http://www.alluc.com.ec/trabajo/dato1.php?var=2")
    potenciaconec = "3.5"
    potg = 80
    TextBox3.Text = potenciaconec + " kW"
    Timer1.Enabled = True
End Sub
```

```
0 referencias
Private Sub Button4_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button4.Click
    Timer1.Enabled = False
    WebBrowser1.Navigate("http://www.alluc.com.ec/trabajo/dato1.php?var=3")
    potenciaconec = "5.5"
    potg = 125
    TextBox3.Text = potenciaconec + " kW"
    Timer1.Enabled = True
End Sub
```

```

Private Sub WebBrowser1_DocumentCompleted(sender As Object, e As WebBrowserDocumentCompletedEventArgs) Handles WebBrowser1.DocumentCompleted
    TextBox1.Text = WebBrowser1.DocumentText
    If Len(TextBox1.Text) = 3 Then
        conect = CInt(TextBox1.Text)
        If conect = 5 Then
            TextBox2.Text = "Seleccione potencia y espere conexión"
            If bandera = True Then
                bandera = False
                banderag = False
                horadesconec = String.Format("{0:G}", DateTime.Now)
                horadesconec = Mid(horadesconec, 1, 16)
                s = Mid(horadesconec, 16, 1)
                If s = ":" Then
                    horadesconec = Mid(horadesconec, 1, 15)
                End If
                CONT = CInt(REGISTRODataGridView.Rows.Count)
                BindingNavigatorAddNewItem.PerformClick()
                REGISTRODataGridView.Rows(CONT - 1).Cells(0).Value = Form3.Usuarioelec
                REGISTRODataGridView.Rows(CONT - 1).Cells(1).Value = Form4.codv
                REGISTRODataGridView.Rows(CONT - 1).Cells(2).Value = horaconec
                REGISTRODataGridView.Rows(CONT - 1).Cells(3).Value = horadesconec
                REGISTRODataGridView.Rows(CONT - 1).Cells(4).Value = potenciaconec
                Me.Validate()
                Me.REGISTROBindingSource.EndEdit()
                Me.TableAdapterManager.UpdateAll(Me.Base1DataSet)
            End If
        End If
    End If
End Sub

```

1 referencia

```
Private Function graficar()
```

```

    conts += 1
    If conts = 1 Then
        conts = 0
        x0 = contg
        y0 = 172 - potg
        x1 = contg + 1
        y1 = 172 - potg
        g.DrawLine(Pens.Blue, New Point(x0, y0), New Point(x1, y1))
        contg += 1
        If contg = 300 Then
            contg = 0
            g.Clear(Color.Gray)
        End If
    End If
End Function

```

```
End Function
```

ANEXO I

Diagrama de base de datos.

