



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES
DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES
SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AUTOMOTRIZ**

CHRISTIAN ISRAEL BARRAGÁN PILCO

DIRECTOR: ING. ALEXANDER PERALVO, MSc.

Quito, enero 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **CHRISTIAN ISRAEL BARRAGÁN PILCO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Christian Israel Barragán Pilco

C.I. 1721532446

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño y construcción de un sistema de alimentación eléctrico al instrumental y luces de un vehículo potenciado por el uso de paneles solares en un vehículo convencional**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Christian Barragán**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Alexander Peralvo, MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1718133448

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y mis hermanos quienes a lo largo de toda mi vida académica fueron quienes me encaminaron con amor, dedicación y cariño, han sido los mayores guías y modelos a seguir de esfuerzo y motivación en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por siempre brindarme salud, fuerza y conciencia necesaria para culminar cualquier meta que me proponga.

A mis padres, por ser los mejores guías en mi vida, por siempre estar apoyándome, aconsejándome y brindándome su amor, cariño y conocimientos en cualquier situación.

A mis hermanos que a lo largo de mi vida académica también me apoyaron y guiaron siempre con los mejores consejos y ánimos posibles.

A mi abuelo Gustavo, quien me facilito su vehículo para el desarrollo de la presente tesis.

Finalmente agradezco al Ing. Alexander Peralvo por brindarme su apoyo, sus grandes conocimientos y ser la persona que supo guiar este trabajo de la mejor manera posible.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 ENERGÍA SOLAR.....	4
2.2 TIPOS DE PANELES SOLARES	4
2.2.1 PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO.....	4
2.2.1.1 El efecto fotovoltaico	7
2.2.1.2 Paneles solares fotovoltaicos monocristalinos	8
2.2.1.3 Paneles solares fotovoltaicos policristalinos	10
2.2.2 PANELES SOLARES TÉRMICOS O COLECTORES TÉRMICOS	11
2.3 COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	12
2.3.1 PANELES SOLARES	13
2.3.2 REGULADOR DE CARGA	13
2.3.3 INVERSOR.....	15
2.3.4 BATERÍAS PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	16
2.3.5 CIRCUITO FOTOVOLTAICO COMÚN Y COMPONENTES	20
2.4 APLICACIONES DE SISTEMAS SOLARES A INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.....	21
2.4.1 VEHÍCULO SOLAR	21
2.4.2 ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOS CONVENCIONALES.....	22
2.5 SISTEMA DE ALUMBRADO EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL...	23
2.5.1 INTRODUCCIÓN DEL ALUMBRADO EN UN VEHÍCULO.....	24

2.5.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO AUTOMOTRIZ	25
2.5.2.1 Los faros y luces externas delanteras (56 - 57 - 58 - 55)	26
2.5.2.2 Luces pilotos o posición (57L - 57R)	27
2.5.2.3 Acumuladores o baterías automotrices	30
2.5.2.4 Cableado Eléctrico Automotriz	33
2.6 ILUMINACIÓN DEL PANEL DEL VEHÍCULO	34
2.7 FUNCIONAMIENTO DEL ALUMBRADO	35
2.7.1 CIRCUITOS DE ALUMBRADO GENERALES	36
2.7.1.1 Circuito de posición, cruce y carretera (57 – 56).....	37
2.7.1.2 Circuito de posición, cruce y carretera con centralita de alumbrado y mando multifunción. (57 – 56)	38
2.7.1.3 Circuito de intermitencia (49)	39
2.7.1.4 Circuito de alumbrado en frenado (54).....	40
2.7.1.5 Circuito de luces de marcha atrás (52)	41
3. METODOLOGÍA.....	42
3.1 ECUACIONES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO AUTOMOTRIZ	42
3.1.1 POTENCIA ELÉCTRICA	42
3.1.2 ENERGÍA ELÉCTRICA	43
3.2 ECUACIONES PARA UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA APLICADA AL PROYECTO	43
3.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL FOTOVOLTAICO	43
3.2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA BATERÍA PARA EL SISTEMA SOLAR.....	44
3.2.3 DIMENSIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE CARGA	44
3.3 DISEÑO FUNCIONAL.....	45
3.3.1 PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS MONOCRISTALINOS	45
3.3.2 BATERÍA SOLAR PARA LA INSTALACION FOTOVOLTAICA ...	46
3.3.3 CONTROLADOR DE CARGA	46
3.3.4 ESTRUCTURA PARA PANELES Y VEHÍCULO	47

3.3.5 FAROS CONSUMIDORES ELÉCTRICOS Y LUMÍNICOS DEL INSTRUMENTAL	49
3.3.6 TIRAS O CINTAS LED.....	50
3.4 PARAMETROS Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	50
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	51
4.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA.....	53
4.1.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DEL CHEVROLET TROOPER	53
4.1.1.1 Investigación y recolección de datos de los faros delanteros.	54
4.1.1.2 Investigación y recolección de datos del conjunto de direccionales delanteros	55
4.1.1.3 Investigación y recolección de datos de los faros posteriores o traseros del Chevrolet Trooper.....	57
4.1.1.4 Investigación y recolección de datos del lumínico del instrumental o tablero.....	59
4.1.1.5 Datos proporcionados a partir de la investigación en consumidores lumínicos del vehículo Chevrolet Trooper.....	61
4.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE EN LOS CONSUMIDORES ELÉCTRICOS DEL CHEVROLET TROOPER	64
4.1.2.1 Amperaje de consumidores en faros delanteros (56 – 57).....	64
4.1.2.2 Amperaje en consumidores direccionales delanteros y posteriores (49).....	65
4.1.2.3 Amperaje en consumidores de freno y marcha atrás en faros posteriores (54-52).....	65
4.1.2.4 Amperaje en consumidores eléctricos del tablero e instrumental adicional en la cabina del vehículo	66
4.1.3 DIMENSIONAMIENTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LOS CONSUMIDORES LUMÍNICOS DEL CHEVROLET TROOPER ..	66

4.1.3.1 Consumo eléctrico en consumidores o lámparas de faros delanteros (56- 57).....	67
4.1.3.2 Consumo eléctrico en direccionales de faros posteriores y delanteros (49).....	68
4.1.3.3 Consumo eléctrico de consumidores o lámparas de freno / posición y marcha atrás en faros traseros (54 – 52)	68
4.1.3.4 Consumo eléctrico de consumidores o lámparas en el tablero e instrumental adicional.	69
4.1.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL CHEVROLET TROOPER	70
4.1.4.1 Dimensionamiento de los paneles solares fotovoltaicos	71
4.1.4.2 Dimensionamiento de la batería para el sistema fotovoltaico	72
4.1.4.3 Dimensionamiento del controlador de carga para el sistema fotovoltaico.....	73
4.1.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA EN EL VEHÍCULO Y UBICACIÓN DE ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS.....	73
4.1.5.1 Tensión Von Mises Stress simulado en Invertor acorde a la aplicación estructural para alojar paneles solares fotovoltaicos.....	74
4.1.5.2 Primer esfuerzo principal simulado en Invertor para el conjunto parilla y paneles solares fotovoltaicos	75
4.1.5.3 Tercer esfuerzo principal simulado en inventor para el conjunto parilla y paneles solares fotovoltaicos.....	77
4.1.5.4 Desplazamiento para el conjunto estructural parilla y paneles solares fotovoltaicos.....	78
4.1.5.5 Factor de seguridad para el conjunto estructura parilla y paneles solares fotovoltaicos	79
4.1.5.6 Tensión equivalente para el conjunto estructural parilla y paneles solares fotovoltaicos	80
4.1.5.7 Presión de contacto para el conjunto estructura parilla y paneles solares fotovoltaicos	81
4.1.5.8 Ubicación de la estructura tipo parrilla en el vehículo	84

4.1.5.9 Ubicación de los paneles solares.....	85
4.1.5.10 Ubicación del controlador de carga.....	86
4.1.5.11 Ubicación del acumulador o batería del sistema.....	86
4.1.5.12 Ubicación de neblineros Led y elementos extras.....	87
4.1.6 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA EN EL VEHÍCULO.....	88
4.1.6.1 Parrilla de soporte en el techo del vehículo construida partir de la simulación del Software Inventor.....	88
4.1.6.2 Paneles solares fotovoltaicos y su instalación para el sistema en el vehículo.....	91
4.1.6.3 Controlador de carga solar y su instalación para el sistema fotovoltaico.....	93
4.1.6.4 Batería plomo – ácido Ultracell y su conexionado en la construcción del sistema.....	96
4.1.6.5 Conexionado eléctrico al sistema de alumbrado con controladores y conexión mixta independiente fotovoltaica e independiente con batería del vehículo.....	98
4.2 PRUEBAS DEL SISTEMA Y RESULTADOS.....	100
4.2.1 Prueba de ida y vuelta en ruta por la ciudad de Quito utilizando el sistema fotovoltaico.....	101
4.2.1.1 Resultados de la primera prueba.....	103
4.2.2 Prueba de desarrollo del sistema en carga con lluvia y paneles solares con suciedad moderada en un trayecto por la Quito.....	105
4.2.2.1 Resultados finales de la segunda prueba.....	107
4.2.3 Prueba de duración de consumo de la batería, descargándola hasta que controlador de carga de la señal de batería baja.....	108
4.2.3.1 Resultados de la tercera prueba en el sistema fotovoltaico accionando el alumbrado del vehículo.....	109
4.2.4 Prueba de autonomía del sistema fotovoltaico sin radiación solar durante dos días.....	109
4.2.4.1 Resultados de la prueba.....	111
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112

5.1 CONCLUSIONES	112
5.2 RECOMENDACIONES.....	114
NOMENCLATURA O GLOSARIO	116
BIBLIOGRAFÍA.....	118
ANEXOS.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE DIMENSIONES DEL CABLEADO AUTOMOTRIZ.....	33
TABLA 2. CLASIFICACIÓN DEL GROSOR DEL CABLEADO SEGÚN LÁMPARAS DE ALUMBRADO.	34
TABLA 3. RESULTADO DE LAS ENCUESTAS PARA EL POSTERIOR DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	51
TABLA 4. DATOS DE VOLTAJE Y POTENCIA DE LOS CONSUMIDORES DE FAROS DELANTEROS	62
TABLA 5. DATOS DE VOLTAJE Y POTENCIA DE LOS CONSUMIDORES DIRECCIONALES DELANTEROS	62
TABLA 6. DATOS DE POTENCIA Y VOLTAJE DE FARO POSTERIOR IZQUIERDO.....	62
TABLA 7. DATOS DE POTENCIA Y VOLTAJE DE FARO POSTERIOR DERECHO	63
TABLA 8. DATOS DE POTENCIA Y VOLTAJE DE LUMÍNICOS EN TABLERO E INSTRUMENTAL ADICIONAL	63
TABLA 9. CONSUMOS TOTALES DE LOS CONSUMIDORES LUMÍNICOS DEL SISTEMA A ALIMENTAR CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA	70
TABLA 10. FUERZA DE REACCIÓN Y MOMENTO DE COACCIÓN	82
TABLA 11. RESULTADOS DE ESFUERZOS, FACTORES Y FUERZAS DEL CONJUNTO EN LOS PLANOS X,Y,Z	83
TABLA 12. DATOS DE PARRILLA PARA EL TECHO DEL VEHÍCULO EN CONSTRUCCIÓN	89
TABLA 13. DATOS DE LOS PANELES SOLARES ESCOGIDOS PARA EL SISTEMA.	91
TABLA 14. DATOS DEL CONTROLADOR DE CARGA DE PARA LA CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	94
TABLA 15. DATOS DE LA BATERÍA UTILIZADA PARA EL SISTEMA EN CONSTRUCCIÓN	96

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO Y SUS PARTES.....	6
FIGURA 2. PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO EN CORTE.....	6
FIGURA 3. EFECTO FOTOVOLTAICO.....	8
FIGURA 4. PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS MONOCRISTALINOS	9
FIGURA 5. PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS POLICRISTALINOS	10
FIGURA 6. PANEL SOLAR TÉRMICO.	12
FIGURA 7. PANELES SOLARES EN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	13
FIGURA 8. REGULADOR DE CARGA.	14
FIGURA 9. CIRCUITO DEL REGULADOR DE CARGA.	14
FIGURA 10. INVERSOR DE USO FOTOVOLTAICO.	15
FIGURA 11. CIRCUITO DEL INVERSOR.	16
FIGURA 12. BATERÍAS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS.....	17
FIGURA 13. CONEXIONES DE BATERÍAS.	18
FIGURA 14. CIRCUITO Y COMPONENTES DE SISTEMA FOTOVOLTAICO COMÚN.....	20
FIGURA 15. AUTO SOLAR ECUATORIANO.....	22
FIGURA 16. FORD C – MAX ENERGY CONCEPT.	23
FIGURA 17. ALUMBRADO EN CARRETERA.....	25
FIGURA 18. ESTRUCTURA FARO DELANTERO.	27
FIGURA 19. DISPOSICIÓN DEL ALUMBRADO EN UN VEHÍCULO.	29
FIGURA 20. TIPOS DE LÁMPARAS PARA EL ALUMBRADO AUTOMOTRIZ.	30
FIGURA 21. ESTRUCTURA DE UNA BATERÍA AUTOMOTRIZ MAS COMÚN.....	31
FIGURA 22. ILUMINACIÓN DEL TABLERO EN UN VEHÍCULO.	35
FIGURA 23. CIRCUITO DE POSICIÓN, CRUCE Y CARRETERA.....	37
FIGURA 24. CIRCUITO DE POSICIÓN, CRUCE Y CARRETERA MEDIANTE CENTRALITA.	38
FIGURA 25. CIRCUITO DE INTERMITENCIA.	39
FIGURA 26. CIRCUITO DE ALUMBRADO EN FRENADO.	40
FIGURA 27. CIRCUITO DE ALUMBRADO EN REVERSA.	41
FIGURA 28. DIAGRAMA DE PASTEL CON RESPUESTAS DE CONDUCTORES COMUNES DE QUITO.	52

FIGURA 29. DIAGRAMA DE BARRAS REFERENTE A LAS RESPUESTAS DE LAS PREGUNTAS 3 Y 4 DE LAS ENCUESTAS A CONDUCTORES COMUNES DE QUITO.	52
FIGURA 30. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DEL FARO IZQUIERDO DELANTERO	54
FIGURA 31. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DEL FARO DERECHO DELANTERO.....	55
FIGURA 32. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DEL DIRECCIONAL IZQUIERDO DELANTERO	56
FIGURA 33. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DEL DIRECCIONAL DERECHO DELANTERO	56
FIGURA 34. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DE LOS FAROS POSTERIORES O TRASEROS.....	57
FIGURA 35. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DEL FARO IZQUIERDO POSTERIOR.....	58
FIGURA 36. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DEL FARO DERECHO POSTERIOR	59
FIGURA 37. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DE LOS TACÓMETROS PRINCIPALES. .	60
FIGURA 38. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DEL CUADRO INSTRUMENTAL.	60
FIGURA 39. DESMONTAJE E INVESTIGACIÓN DE LOS TACÓMETROS ADICIONALES EN EL VEHÍCULO.....	61
FIGURA 40. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO VON MISES STRESS EN PROGRAMA INVENTOR PARTE SUPERIOR DEL CONJUNTO.....	74
FIGURA 41. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO VON MISES STRESS EN PROGRAMA INVENTOR PLATINAS DE APOYOS	75
FIGURA 42. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO PRIMER ESFUERZO PRINCIPAL EN PROGRAMA INVENTOR DENOTANDO MÍNIMO Y MÁXIMO	76
FIGURA 43. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO PRIMER ESFUERZO PRINCIPAL EN PROGRAMA INVENTOR DENOTANDO MÍNIMO Y MÁXIMO	77
FIGURA 44. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO TERCER ESFUERZO PRINCIPAL EN PROGRAMA INVENTOR DENOTANDO MÍNIMO Y MÁXIMO	78
FIGURA 45. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO DESPLAZAMIENTO EN EL PROGRAMA INVENTOR DENOTANDO MÍNIMO Y MÁXIMO	79
FIGURA 46. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO FACTOR DE SEGURIDAD EN EL PROGRAMA INVENTOR	80
FIGURA 47. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO TENSIÓN EQUIVALENTE EN EL PROGRAMA INVENTOR	81

FIGURA 48. CONJUNTO PARRILLA Y PANELES APLICANDO PRESIÓN DE CONTACTO EN EL PROGRAMA INVENTOR	82
FIGURA 49. PARRILLA ESTRUCTURAL DE ALOJAMIENTO PARA LOS PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN EL CHEVROLET TROOPER.	85
FIGURA 50. UBICACIÓN DEL CONTROLADOR DE CARGA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.	86
FIGURA 51. UBICACIÓN DE LA BATERÍA ULTRACELL DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA CAJUELA DEL CHEVROLET TROOPER.	87
FIGURA 52. UBICACIÓN DE NEBLINEROS TIPO LED EN LA ESTRUCTURA DEL TECHO DEL CHEVROLET TROOPER.	87
FIGURA 53. UBICACIÓN DE TIRAS LED PARA LA ILUMINACIÓN DEL INSTRUMENTAL DEL CHEVROLET TROOPER.	88
FIGURA 54. PLANO DE LA ESTRUCTURA TIPO PARRILLA CON PANELES SOLARES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	89
FIGURA 55. ESTRUCTURA TIPO PARILLA PREVIO A LA INSTALACIÓN EN EL TECHO DEL VEHÍCULO.....	90
FIGURA 56. ESTRUCTURA TIPO PARRILLA INSTALADA EN EL TECHO DEL CHEVROLET TROOPER.....	90
FIGURA 57. EJEMPLO DE CONEXIÓN DE PANELES SOLARES EN PARALELO.....	92
FIGURA 58. ESTRUCTURA TIPO PARILLA INSTALADA EN EL TECHO DEL VEHÍCULO..	93
FIGURA 59. EJEMPLO DE UN CONTROLADOR SOLAR INTERIORMENTE.	95
FIGURA 60. CONTROLADOR DE CARGA INSTALADO EN EL VEHÍCULO.....	95
FIGURA 61. BATERÍA DEL SISTEMA INSTALADA EN LA PARTE POSTERIOR Y CABLEADO DE INSTALACIÓN.....	98
FIGURA 62. REALIZACIÓN DE LOS CONEXIONADOS HACIA EL SISTEMA DE LUCES DEL VEHÍCULO.....	99
FIGURA 63. CIRCUITO DE TRABAJO DEL SISTEMA INSTALADO EN EL VEHÍCULO....	100
FIGURA 64. TRAYECTO PARA LA PRUEBA DE IDA Y VUELTA POR LA CIUDAD DE QUITO	101
FIGURA 65. TOMA DE DATOS INICIALES PARA PRIMERA PRUEBA CARGA COMPLETA	103
FIGURA 66. TOMA DE DATOS FINALES ACABADA LA PRIMERA PRUEBA.....	104

FIGURA 67. TRAYECTO PARA LA SEGUNDA PRUEBA DEL SISTEMA INSTALADO	105
FIGURA 68. CONDICIONES DE LOS PANELES SOLARES EN LA SEGUNDA PRUEBA, CON LLUVIA Y SUCIEDAD MODERADA.	106
FIGURA 69. TOMA DE VOLTAJE DE LA BATERÍA TERMINADA LA SEGUNDA PRUEBA.	107
FIGURA 70. RECORRIDO PARA LA TERCERA PRUEBA TOMADO DESDE GOOGLE MAPS.....	108
FIGURA 71. TRAYECTO DE PRUEBA PARA CADA DÍA A FIN DE COMPROBAR LA AUTONOMÍA DEL SISTEMA.....	110

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

Anexo 1.

Encuestas 121

Anexo 2.

Plano de medidas de la estructura tipo parrilla 151

Anexo 3.

Plano de esfuerzos de la estructura tipo parrilla 152

Anexo 4.

Mapa de irradiación solar del Ecuador dado por el Conelec..... 153

RESUMEN

Este proyecto se realizó mediante el diseño y construcción de un sistema fotovoltaico para energizar el sistema de alumbrado y lumínico del instrumental o tablero de un vehículo común, como ejemplo experimental se realizó la construcción del sistema en un Chevrolet Trooper del año 1982, el sistema prototipo instalado en este vehículo se construyó a partir de procesos de investigación bibliográfica, dimensionamientos aplicando relaciones matemáticas en base al consumo eléctrico del sistema de alumbrado en la ciudad de Quito para uso común, los elementos del sistema fotovoltaico que se utilizaron en la construcción fueron dos paneles solares monocristalinos montados en una estructura tipo parrilla en el techo del vehículo, una batería de tipo plomo ácido gel para almacenar la energía de carga de los módulos solares, proceso que estuvo controlado por un controlador de carga solar instalado en la cabina del vehículo, la salida de corriente para las diferentes luces del vehículo y la iluminación del tablero fue mediante los pines de entrega energética del controlador de carga solar que entregó 12 voltios similares a la batería normal de un vehículo estándar, a partir de este punto de conexión eléctrica se realizaron las diferentes conexiones hacia la caja de fusibles del Chevrolet Trooper consiguiendo así tener un sistema independiente de alumbrado que funcione totalmente con energía fotovoltaica y un sistema independiente que funcione con la configuración normal del vehículo, el propósito de este proyecto fue demostrar que es posible utilizar una nueva fuente de energía renovable aplicada para ayudar en la conducción de un vehículo convencional, ya que en la actualidad la ingeniería automotriz apuesta por la utilización de sistemas que sean mucho más amigables con el ambiente, el sistema de alumbrado fotovoltaico construido y diseñado paso por pruebas de funcionamiento en diferentes rutas por la ciudad de Quito en las cuales obtuvo resultados favorables, por lo cual se concluye que aprovechar la energía solar en autos comerciales puede ser la tendencia para un futuro muy cercano en la industria automotriz.

ABSTRACT

This project was carried out by the design and construction of a photovoltaic system to power the lighting system and lights of the instrumental in a common vehicle, such as an experimental system construction was performed in a 1982 Chevrolet Trooper, the prototype system installed in this vehicle was built from processes of bibliographic research, dimensioning applying mathematical relationships based on power consumption of the lighting system in the city of Quito for common use, elements of photovoltaic system used in the construction were two panels Monocrystalline solar mounted in a metallic structure on the roof of the vehicle, one battery type lead acid gel to store the energy load of the solar modules, the process was controlled by a solar charge controller in the cab of the vehicle, the current output for different vehicle lights and lighting board was using pins energy delivery of solar charge controller which delivered similar to the normal battery of a standard vehicle 12V, from this point of electrical connection was made the different connections to the fuse box of the Chevrolet Trooper getting so having an independent lighting system that works entirely with a photovoltaic energy and other separate system that works with the normal configuration of the vehicle, the purpose of this project was to demonstrate that is possible to use a new source of renewable energy applied to assist in driving of a conventional vehicle, because at present the automotive engineering commitment to use systems that are more environmentally friendly, the photovoltaic lighting system designed and built had an step for evidence operating on different routes through the city of Quito in which it obtained favorable results, finally the conclusion was that use solar energy in commercials cars may be the trend for a near future in the automotive industry.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la búsqueda de nuevos tipos de energías se ha vuelto todo un reto para los campos de la ingeniería, se desea encontrar formas de utilizar energía renovable que sea mucho más amigable con el medio ambiente y que pueda sustituir a los combustibles fósiles u otras energías que provoquen daño ambiental.

Motivo de gran estudio a nivel mundial es la utilización de la energía solar, la cual es una gran opción a futuro por ser un tipo de energía prácticamente inagotable en comparación con otros tipos de energía como los combustibles fósiles, además de ser un recurso que no provoca contaminación alguna al provenir directamente de la energía del sol en forma de luz o fotones que pueden ser aprovechados para diversos tipos de utilidad, las reacciones que se producen en la estructura del sol liberan una radiación que logra interactuar en nuestro planeta, de este fenómeno se puede conseguir alimentar gran parte de las necesidades energéticas humanas utilizando sistemas de captación y transformación de energía solar.

Uno de los sistemas con mejores prestaciones en la actualidad son los paneles solares de tipo fotovoltaico al ser ampliamente eficaces en múltiples tareas de ingeniería, además de tener un costo de construcción menor a otros sistemas y aprovechar de manera eficiente la energía directa del sol, este tipo de paneles solares han sido utilizados desde proyectos de la propia NASA en el espacio hasta para iluminar sitios donde la red eléctrica es inexistente, en la industria automotriz la ingeniería apuesta cada vez más por utilizar este tipo de sistemas fotovoltaicos para utilizarlos en vehículos como fuente de energía para sistemas automotrices, un ejemplo muy eficaz es la utilización de paneles solares fotovoltaicos implantados en la carrocería de varios vehículos híbridos para alimentar las baterías que presentan estos autos de manera que la energía eléctrica predomine sin necesidad de utilizar un motor de combustión interna que sería contaminante.

El presente proyecto por las razones antes mencionadas está enfocado en buscar una manera de utilizar la energía solar con la ayuda de paneles solares fotovoltaicos para alimentar un sistema específico de un vehículo convencional, específicamente se buscó la mejor manera de captar la energía que nos brinda el astro rey para transformarla en energía eléctrica y posteriormente acumularla en una batería similar a la de un vehículo convencional para su posterior utilización en el funcionamiento de las luces exteriores de un vehículo así como la iluminación del panel instrumental, en este caso se utilizó un Chevrolet Trooper del año 82 en el cual se requirió aplicar un estudio de diseño automotriz para verificar la mejor manera de albergar un sistema fotovoltaico en su carrocería y cabina interior, así como analizar las mejores y más prácticas ubicaciones de los distintos elementos del conjunto o sistema que fue construido, de esta forma se consiguió un sistema único de aprovechamiento de energía externa para un sistema automotriz y se llegó así a aprovechar una forma de energía renovable para nuestro auto convencional, logrando incursionar en el estudio de nuevas formas de energía en la industria automotriz, además con este proyecto se puede demostrar que es posible utilizar formas de energías o sistemas ajenos a los conocidos actualmente en la industria automotriz común.

Se escogió el sistema de luces e iluminación de tablero automotriz porque este sistema trabaja directamente con una fuente de energía eléctrica como la batería del vehículo que es cargada por medio del alternador captando la energía del motor por un sistema de polea en conjunto, motivo por el cual se puede sustituir esta energía eléctrica aprovechando la energía solar y transformándola a través de los paneles solares.

Uno de los factores primordiales de este trabajo es que a futuro puede llegar a ser estudiado por futuros ingenieros en la búsqueda de aprovechar fuentes de energía mucho más amigables con el ambiente, ya que es un reto en la industria automotriz aprovechar energías renovables y a futuro se convertirá en una carrera tecnológica por obtener sistemas más precisos, con mayores

funcionalidades y prestaciones, el incursionar en un tema de este tipo es un fue todo un reto.

Cabe recalcar que el presente proyecto está limitado a ser un prototipo adecuado a la conducción diaria en el Distrito Metropolitano de Quito, el sistema trata de acoplarse a la mayoría de necesidades de una persona común en un día de conducción, basándonos en encuestas realizadas a ciudadanos de diferentes lugares de la ciudad, el objetivo general es diseñar y construir un sistema de alimentación al instrumental lumínico del tablero y luces de un vehículo que funcione mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos en un vehículo convencional como fuente de energía renovable, alterna adicional al sistema común del vehículo, logrando así una aplicación nueva que demuestre la posibilidad de utilizar una energía limpia para un sistema de ayuda en la movilización automotriz, los objetivos específicos de este proyecto son realizar el diseño de un sistema fotovoltaico mediante el uso de paneles solares en un vehículo Chevrolet Trooper modelo 82, que sea capaz de satisfacer de energía eléctrica al sistema de alumbrado e instrumental lumínico para un tiempo estimado para la ciudad de Quito, segundo, construir un sistema capaz de aprovechar la energía del sol, transformarla en energía eléctrica a ser almacenada en una batería y que preste características similares a las de un sistema común de un vehículo, entregar 12 voltios de energía y trabajar con una intensidad de corriente que no sobrepase los 20 amperios, controlado por un regulador de carga y tenga una salida adecuada a los consumidores lumínicos del vehículo Chevrolet Trooper, por último, realizar pruebas de funcionamiento una vez instalado y construido el sistema fotovoltaico en el vehículo Chevrolet Trooper, finalizando este proceso realizar un análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones con respecto a la funcionalidad de utilizar energía solar en un vehículo.

MARCO TEORICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ENERGÍA SOLAR

La energía solar nace a partir de los procesos de reacciones nucleares que se producen dentro del sol y que se transmite en forma de radiación hacia la tierra, cabe recalcar que el sol es responsable de toda forma de energía en la tierra además de toda forma de vida, además la energía del sol es considerada prácticamente como inagotable en comparación a otras fuentes de energía como los combustibles fósiles. (Masa, 2010)

La energía del sol llega para ser aprovechada en la tierra como radiación en forma de luz o fotones que a su vez interactúan con la atmosfera y superficie terrestre, dicha energía puede ser aprovechada por los distintos sistemas comunes de aprovechamiento de energía solar, uno de los más importantes, es el sistema fotovoltaico, que aprovecha directamente la energía que nos provee el astro rey. (Energías Renovables, 2014)

La energía solar es uno de los pilares de estudio más importantes por las distintas ciencias incluyendo la ingeniería en todos sus campos se busca lograr aprovechar de mejor manera esta energía al ser prácticamente la mejor opción a futuro.

2.2 TIPOS DE PANELES SOLARES

En la industria de la energía solar se tiene varios tipos de módulos o paneles, cada uno con características de construcción diferentes que dependerán de la finalidad o aplicación que se requiera.

2.2.1 PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO

Este tipo de paneles llamados fotovoltaicos son estructuras las cuales se conforman por celdas que son capaces de transformar la energía solar en

forma de luz o fotones en electricidad. Están conformadas por un material semiconductor capaz de absorber la radiación solar en forma de luz como fotones, los cuales al entrar en contacto con el semiconductor logran liberar a los electrones del mismo y producir así una corriente eléctrica, gracias a que están conectados por un circuito externo, las placas o células fotovoltaicas están ordenadas y conectadas mutuamente en el panel solar para aumentar así la producción de corriente eléctrica. (Muñiz, 2011)

Los materiales semiconductores para este tipo de paneles pueden ser variados dependiendo su utilidad, los más comunes hoy en día son las celdas de silicio gracias a su bajo costo de fabricación además de entregar una eficacia funcional de buen nivel, una variante que se está dando en estos últimos años en la industria fotovoltaica es la creación y utilización de paneles solares fotovoltaicos flexibles que son más costosos pero ahorran muchos factores en términos de espacio, comodidad e instalación. (Grupo IDEA I+D en Energía Solar y Automática, 2004)

Este tipo de paneles solares se dividen en paneles solares fotovoltaicos de tipo monocristalino y de tipo policristalino, cuyas características también serán revisadas a continuación para la mejor comprensión teórica de este proyecto.

En la Figura 1 y Figura 2, se detallan a continuación las partes principales que conforman un módulo o panel solar de tipo fotovoltaico así como la visualización de lo que sería un panel de este tipo en corte para su mejor comprensión.

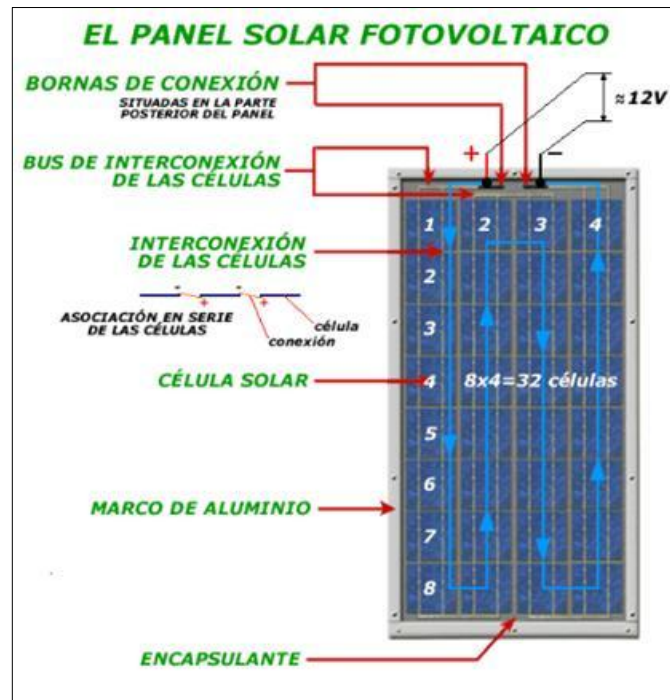


Figura 1. Panel Solar Fotovoltaico y sus partes.
(Grupo IDEA I+D en Energía Solar y Automática, 2004)

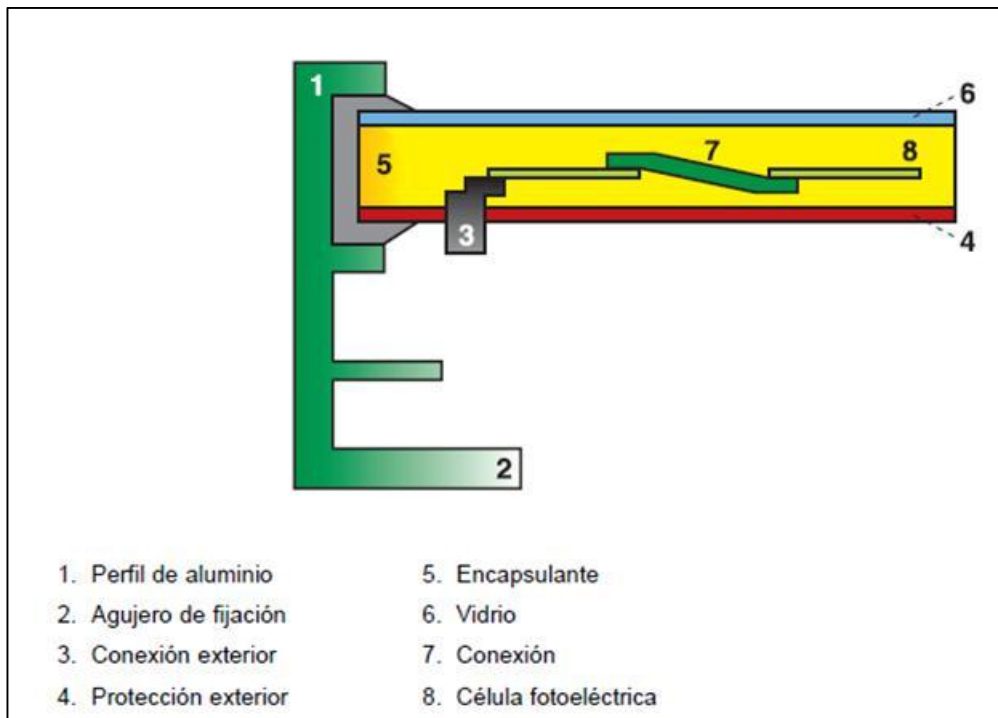


Figura 2. Panel Solar Fotovoltaico en corte.
(EKINTZA, 1991)

2.2.1.1 El efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico es aquel que se produce cuando por medio de celdas que se encuentran en los paneles solares se aprovecha la luz del sol en forma de fotones, es decir este efecto se da cuando el material semiconductor que se encuentra dentro de la celda fotovoltaica capta los fotones del sol, con esto se logra liberar electrones del interior de la misma celda, la corriente eléctrica se logra gracias a que ambos lados de la celda están unidos por un cable así produciéndose el efecto fotovoltaico y su corriente eléctrica generada. (Fernández, 1995)

Para producir el efecto fotovoltaico es determinante el semiconductor de las celdas, uno de los más usados tanto por eficiencia y costo es el silicio aunque hay de diversos tipos dependiendo la utilidad. (Energías Renovables, 2014)

Para entender mejor el efecto fotovoltaico, se tiene una simple conexión de un panel solar fotovoltaico con el material semiconductor que ha sido dopado antes de formar parte de la célula fotovoltaica, se debe tener un material semiconductor de tipo N que es iluminado por la luz del sol es decir que capta los fotones de luz, así se logra una separación del semiconductor P que no es afectado por los fotones como el semiconductor N, entre ambos semiconductores existe una unión de contactos metálicos, para aprovechar la corriente de energía que genera el liberar los electrones del semiconductor así este proceso es muy similar al que sucede en una pila que nos provee una corriente eléctrica aprovechada para un consumidor. (Arivilca, 2010)

La conexión descrita en el párrafo anterior hace referencia a la estructura de la Figura 3, la cual se detalla a continuación.

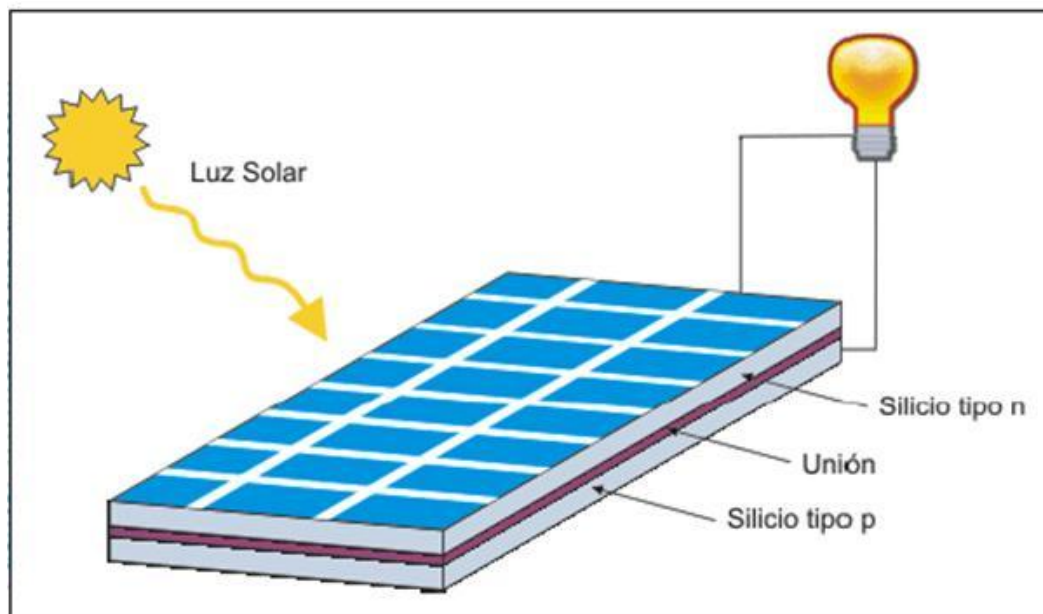


Figura 3. Efecto Fotovoltaico.

(Arivilca, 2010)

2.2.1.2 Paneles solares fotovoltaicos monocristalinos

Este tipo de paneles fotovoltaicos es una subdivisión de este grupo, se trata de un tipo de módulo con celdas solares monocristalinas es decir que tienen alto grado de pureza de su semiconductor que generalmente es silicio, se forman a partir de un sólido de silicio generalmente en forma cilíndrica que se recorta en 4 partes para dar forma a la celda, cabe recalcar que el grado de pureza del silicio utilizado es alrededor del 90% o incluso más, de esta manera al momento de la confección del panel la celda solar monocristalina se la puede reconocer por sus acotaciones o por ser redondeada a los lados, también por una coloración profunda característica que le da el silicio de gran pureza. (Vázquez, 2011)

Otro factor a recalcar de estos paneles o módulos es que hoy en día también se tiene la opción de adquirirlos en su forma flexible teniendo en cuenta que esto aumentaría su costo pero haría más fácil su posterior instalación,

dependiendo la instalación, en la Figura 4 a continuación se muestra la vista real de un panel solar monocristalino.



Figura 4. Paneles solares fotovoltaicos monocristalinos
(Energías Renovables, 2014)

- **Ventajas y desventajas de los paneles solares monocristalinos**

Entre las principales ventajas que existen al recurrir por un panel solar monocristalino se encuentran las siguientes:

- a. Este tipo de paneles tienen una eficiencia mucho mayor llegando a rangos de eficiencia desde 15% a 22%.
- b. La vida útil de estos paneles es muy alta, muchos fabricantes garantizan la vida útil de estos paneles por 25 años o incluso más.
- c. Funciona mucho mejor que otros paneles en condiciones de poca luz
- d. En condiciones de alta temperatura se ve menos afectado en términos de rendimiento por ser monocristalino.
- e. Recargan acumuladores o baterías en un tiempo más corto que otros tipos de paneles.

Entre las principales desventajas que tienen este tipo de paneles solares monocristalinos se puede encontrar las siguientes:

- a. Tienen un costo alto en términos económicos, superior a otros paneles.
- b. En el proceso de fabricación de este tipo de paneles se derrocha una gran cantidad de silicio.

2.2.1.3 Paneles solares fotovoltaicos policristalinos

Este tipo de paneles fotovoltaicos son una subdivisión de este grupo, llamados policristalinos ya que sus celdas solares son conformadas por un semiconductor generalmente silicio que en términos de pureza no llegan a equipararse a la de los paneles monocristalinos, se fabrican a partir de fundir silicio puro en moldes cuadrados que forman pequeños cristales de silicio, y luego son recortados en formas generalmente rectangulares para formar parte de la celda solar, en la siguiente Figura 5 se muestra una vista real de diferentes paneles solares fotovoltaicos policristalinos. (Energías Renovables, 2014)



Figura 5. Paneles Solares Fotovoltaicos Policristalinos
(Energías Renovables, 2014)

- **Ventajas y desventajas de los paneles solares monocristalinos**

Entre las ventajas de recurrir a la utilización de paneles solares fotovoltaicos policristalinos se encuentran las siguientes:

- a. El costo económico de adquisición de este tipo de paneles es más bajo que los monocristalinos
- b. Se pierde mucho menos silicio en la fabricación de este tipo de paneles solares.
- c. Son los más comunes en el mercado debido a su costo económico.

Entre las principales desventajas que presentan los paneles solares policristalinos se encuentran tiene las siguientes:

- a. El funcionamiento de este tipo de paneles en altas temperaturas es malo, el calor afecta de manera considerable a un panel policristalino además de que afecta a su vida útil.
- b. La eficiencia de este tipo de paneles se sitúa en rangos de 13% a 16%, de manera que no llega a ser tan eficiente comparado con un tipo monocristalino debido a la pureza del silicio.
- c. Este tipo de paneles requieren mayor cantidad de espacio debido a su construcción.

2.2.2 PANELES SOLARES TÉRMICOS O COLECTORES TÉRMICOS

Este tipo de dispositivos de aprovechamiento de energía solar, son paneles solares especializados para calentar líquidos, por esto su utilización se ve envuelta más en infraestructuras como casas, departamentos y ciertas industrias, este sistema cuenta con un panel solar formado por celdas especiales que captan la energía del sol, además de contener un líquido caloportador el cual por medio de la acción de las celdas solares absorbe la energía y la transfiere por conductos hacia un colector en donde se almacena agua, gracias al paso del líquido caloportador por el colector el agua logra

calentarse y puede ser suministrada hacia las necesidades que se tenga por medio de válvulas y reguladores de temperatura adicionales en el sistema. (Alvarez, 2010)

A continuación en la Figura 6 se muestra la estructura y partes del panel solar térmico.

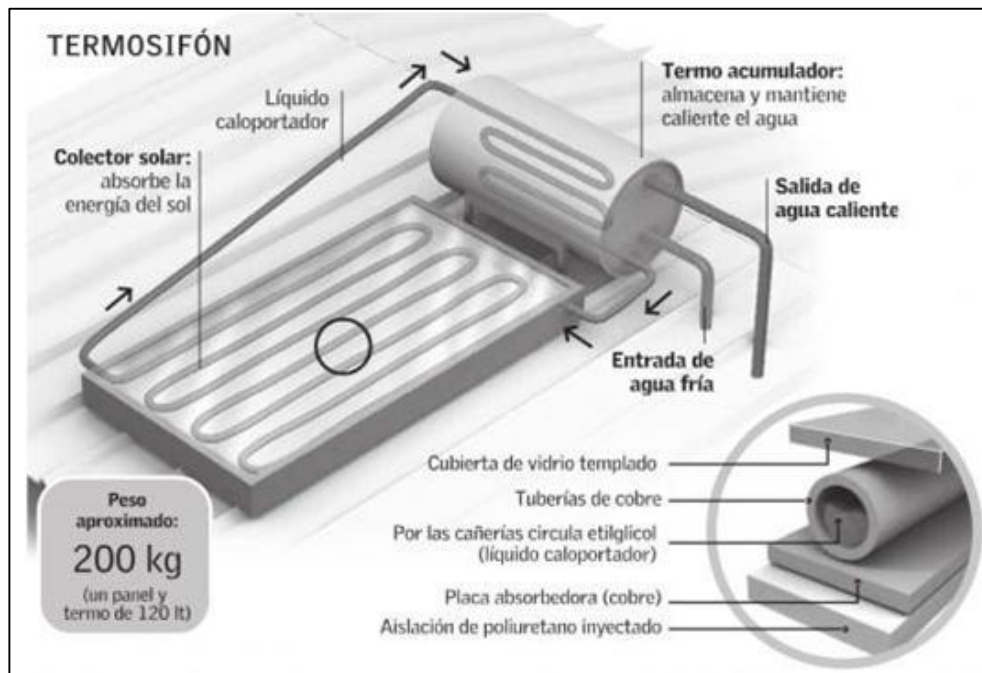


Figura 6. Panel Solar Térmico.

(Alvarez, 2010)

2.3 COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Dentro de un sistema solar fotovoltaico se puede encontrar diversos elementos o dispositivos de funcionamiento, el estudio teórico de los siguientes elementos estarán enfocados a la aplicación que construyo en el presente proyecto.

2.3.1 PANELES SOLARES

Son dispositivos formados por celdas especiales que logran captar la energía solar que viene en forma de fotones, este proceso se da gracias a que estos paneles tienen en sus celdas materiales semiconductores como el silicio que logra captar los fotones de energía solar y liberar así los electrones dando como resultado una corriente eléctrica. (EKINTZA, 1991)

Este tipo de paneles están formados por un conjunto de estas celdas o células fotovoltaicas y su material semiconductor puede variar dependiendo la utilidad en la que se usen, la siguiente Figura 7 muestra una instalación de tipo fotovoltaica común utilizando paneles solares policristalinos.



Figura 7. Paneles Solares en instalación fotovoltaica.

(EKINTZA, 1991)

2.3.2 REGULADOR DE CARGA

Este dispositivo como su nombre lo indica se encarga de regular la carga eléctrica que entra y sale del acumulador o batería, es decir la función principal de este dispositivo es evitar que una vez cargada la batería al máximo siga sobrecargándose, fenómeno que acortaría la vida útil de la batería además de dañar progresivamente su constitución. (Orbegozo, 2010)

Además de esta función el regulador de carga también es el encargado de no dejar que se produzca un fenómeno de sobredescarga de la batería es decir administra la energía que ofrece la batería para el uso del consumidor en el circuito, de esta manera la autonomía de capacidad de la batería tiende a ser mucho mejor y más controlada además de que se vuelve eficaz en casos de necesitar usar energía eléctrica en repetidas ocasiones o sucesivos ciclos. (Fernández, 1995)

De acuerdo a lo ya revisado sobre el regulador de carga, se muestra como ejemplo en las siguientes Figura 8 y Figura 9 una muestra real del regulador de carga así como también su circuito de funcionamiento interior.



Figura 8. Regulador de carga.

(Arivilca, 2010)

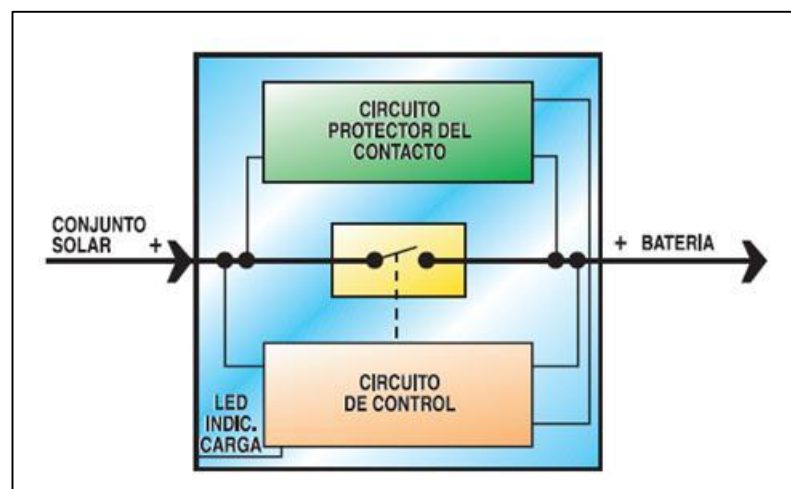


Figura 9. Circuito del regulador de carga.

(EKINTZA, 1991)

2.3.3 INVERSOR

Este dispositivo es necesario en las instalaciones fotovoltaicas que necesitan proveerse de energía alterna, de aquí su función primordial que es la de transformar la energía eléctrica continua que es enviada de los paneles solares a energía eléctrica alterna para que satisfaga así las necesidades de ciertas instalaciones, este dispositivo estará presente sólo en las instalaciones que requieran para su trabajo energía alterna, cabe mencionar que en el trabajo aquí descrito no se necesitara la utilización de este dispositivo ya que las funciones a alimentar funcionan con corriente continua. (Masa, 2010)

El inversor debe acoplarse muy bien a las características de la red en donde se va a montar el sistema completo, ya que la calidad tanto en frecuencia, señal de onda, tensión, deben ser las óptimas para el funcionamiento de todo el sistema, además de esto el inversor debe estar construido para soportar fallos de sistema o corto circuitos para mantener la calidad de trabajo del sistema. (Vázquez, 2011)

En la siguiente Figura 10 se presenta tres inversores de uso fotovoltaico.



Figura 10. Inversor de uso fotovoltaico.

(Grupo IDEA I+D en Energía Solar y Automática, 2004)

A continuación en la Figura 11 se puede observar el circuito de trabajo de un inversor para instalación fotovoltaica.

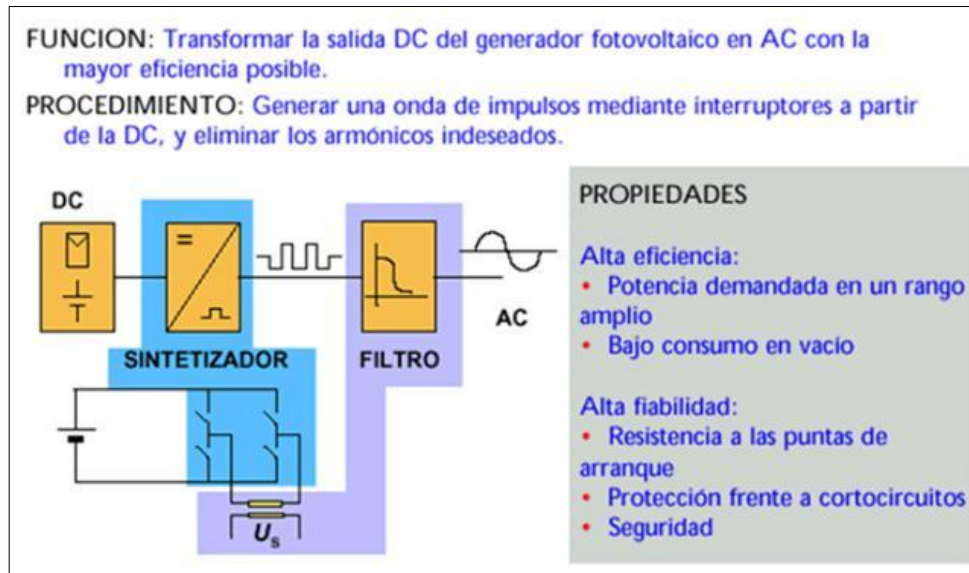


Figura 11. Circuito del inversor.

(Grupo IDEA I+D en Energía Solar y Automática, 2004)

2.3.4 BATERÍAS PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Estas baterías o acumuladores de energía fotovoltaica son muy similares a las baterías de un vehículo normal, tienen el mismo modo de operación y una construcción muy parecida, siguen siendo del mismo tipo plomo – ácido que es el más utilizado para aplicaciones comunes de paneles solares fotovoltaicos aunque también existen de otros materiales como baterías de gel, dependiendo la aplicación. (EKINTZA, 1991)

Su misión principal es almacenar la energía eléctrica que proviene directo de los paneles solares que a su vez se alimentan de la energía solar y la transforman, estos acumuladores pueden ser de 6, 8, 12 voltios o más dependiendo el tipo de aplicación además de que pueden ser conectados en serie o paralelo para poder almacenar más energía, dentro de la carcasa de las baterías funcionan celdas que producen 2v al igual que una batería automotriz normal en lo que varían es que estas baterías para sistemas

solares fotovoltaicos deben soportar picos de corriente durante más tiempo que una batería automotriz además de que su construcción está especialmente diseñada para soportar descargas de la batería durante más tiempo, también al no tener cargar solar por poca iluminación esta batería solar debe ser capaz de entregar energía por mucho tiempo durante la noche, inclusive se puede usar un banco de baterías dependiendo la utilidad. (Lamigueiro, 2015)

A continuación en la Figura 12 se presenta varias baterías para sistemas fotovoltaicos.

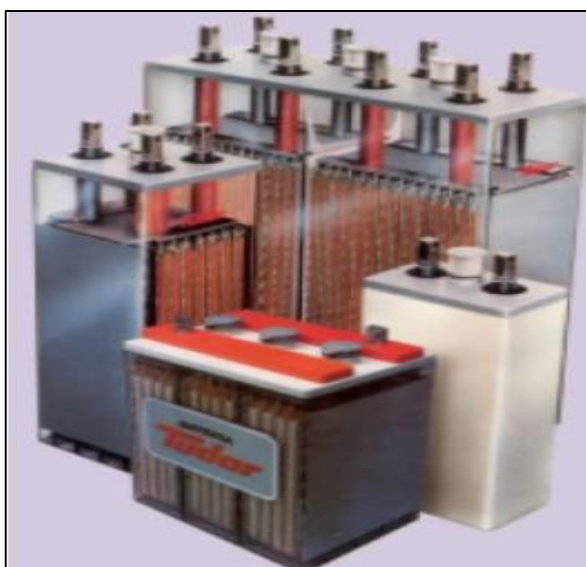


Figura 12. Baterías de sistemas fotovoltaicos.
(Grupo IDEA I+D en Energía Solar y Automática, 2004)

La configuración de un banco de baterías para sistemas fotovoltaicos puede ser en serie o paralelo, dependerá del uso o aplicación para que se requiera, en serie los voltajes se suman pero la intensidad de corriente se mantiene y en paralelo el voltaje se mantiene pero la intensidad de corriente se suma, así se tiene en la Figura 13 donde se muestra un ejemplo de configuraciones de baterías de ambas maneras.

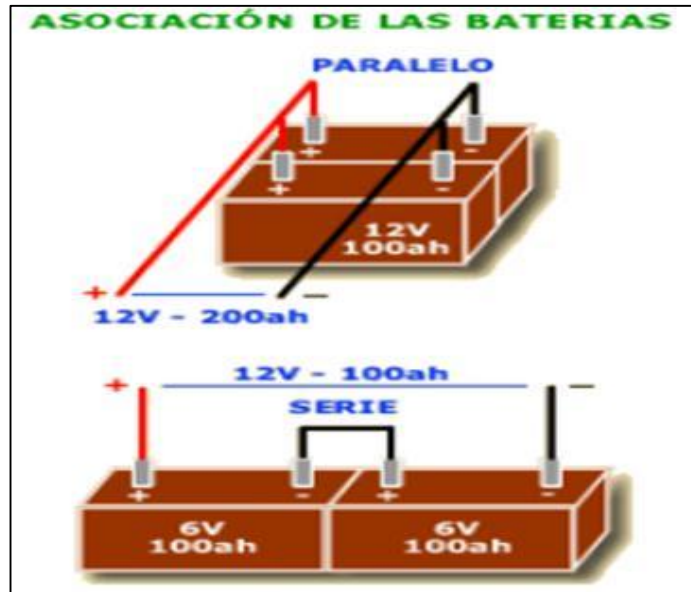


Figura 13. Conexiones de baterías.

(Grupo IDEA I+D en Energía Solar y Automática, 2004)

Las baterías para sistemas fotovoltaicos de plomo ácido se pueden dividir en dos tipos los cuales son los siguientes:

- Baterías Líquidas

Este tipo de acumulador fue el primero en salir al mercado por lo tanto el más antiguo, utilizan la misma configuración con celdas de plomo sumergidas en electrolito, pueden ser de mantenimiento libre es decir que se puede rellenar de líquido en caso de pérdidas así como dar mantenimiento preventivo general, el otro tipo de esta batería es las de mantenimiento poco frecuente que tienen válvulas de gas presurizado para controlar el nivel de fluido en su interior y si es necesario dar mantenimiento, estas baterías son las más económicas en el mercado lo cual es su ventaja mas grande, por el contrario sus desventajas son que al momento de la carga libera hidrogeno altamente explosivo así como también tener una vida útil corta de aproximadamente 400 ciclos, cabe mencionar que esta batería esta disponible en configuraciones para 12 voltios, 24 voltios y amperaje variable de acuerdo a la aplicación en la cual se requiera este acumulador. (EKINTZA, 1991)

- Baterías VRLA

Según Deltavolt, empresa líder en energías renovables, esta clase de baterías por sus siglas se denominan válvulas reguladoras plomo ácido, se pueden encontrar de dos tipos diferentes las baterías de gel y baterías AGM, estos acumuladores son completamente sellados, para caracterizar más a su clasificación se tiene lo siguiente:

- a. Baterías de Gel

Estos acumuladores sellados tienen su ácido interior en estado gel como su nombre lo indica, gracias a esto ya no se tiene un fluido que perder con el uso, además su corrosión es baja, tienen un tiempo de vida mucho más amplio que las baterías líquidas y son las que mejor soportan las descargas profundas, sus desventajas son su costo que es alto en comparación con baterías líquidas, tienen una resistencia interna que tiende a reducir el flujo de corriente y son delicadas al momento de carga, cabe recalcar que pueden funcionar a 12 voltios, 24 voltios y amperaje variado según la aplicación. (Muñiz, 2011)

- b. Baterías AGM

En estas baterías la principal característica es que el ácido es fijado con fibra de vidrio, gracias a esto tienen una gran resistencia a bajas temperaturas, su auto descarga es mínima y es la mejor batería de plomo en términos de eficiencia ya que alcanza el 95%, posee también una baja resistencia interna lo cual permite un buen flujo de corriente, su principal desventaja además de un alto costo es su vulnerabilidad ante procesos de descargas profundas. (DELTAVOLT SAC, 2010)

Para finalizar para el futuro se espera desarrollar una batería de Litio Ferrofosfato, la cual tiene un rendimiento del 98%, se puede descargar hasta un 20 % de su capacidad total y puede lograr una vida útil de 10000 ciclos, esta batería aún está en estudio para energías renovables al ser muy costosa

su uso frecuente es únicamente en instalaciones de increíbles proporciones.
(DELTAVOLT SAC, 2010)

2.3.5 CIRCUITO FOTOVOLTAICO COMÚN Y COMPONENTES

Para conformar un circuito fotovoltaico común se necesita de los elementos principales que son paneles solares, controlador de carga, acumuladores, consumidores y si es necesario un inversor dependiendo la aplicación, En la Figura 14 se muestra un circuito muy común dentro de las aplicaciones fotovoltaicas universales.

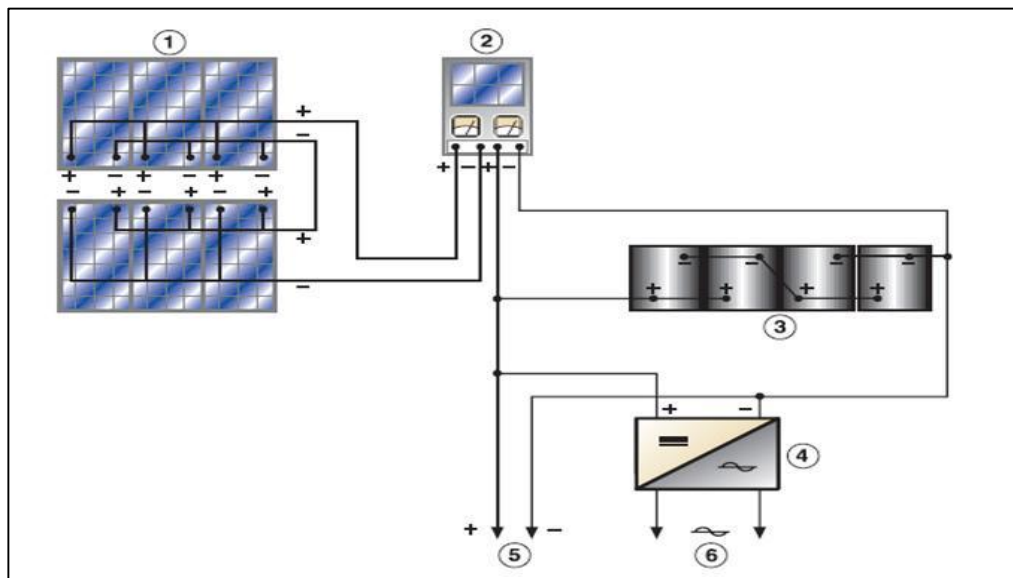


Figura 14. Circuito y componentes de sistema fotovoltaico común.

(EKINTZA, 1991)

Para la figura anterior se tiene cada elemento según su numeración

1. Paneles fotovoltaicos
2. Regulador
3. Baterías
4. Convertidor
5. Consumo en DC
6. Consumo en AC

2.4 APLICACIONES DE SISTEMAS SOLARES A INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Dentro de la ingeniería automotriz actual se puede encontrar diversas aplicaciones solares en vehículos de uso común, de este modo se tiene desde módulos solares para vehículo híbridos hasta autos que funcionan completamente con energía solar, las principales aplicaciones se detallan a continuación.

2.4.1 VEHÍCULO SOLAR

En la actualidad esta aplicación de la utilización de energía solar fotovoltaica para uso automotriz está en pleno auge de estudio, se trata de un vehículo diseñado estructuralmente con celdas solares fotovoltaicas o estructurados con paneles solares fotovoltaicos en su carrocería para poder así alimentar un motor eléctrico para la movilidad del auto, también se encuentra muchos casos que se alimentan baterías especiales para alimentar a un motor eléctrico, este tipo de vehículos aun no son óptimos para la comercialización debido a que sus condiciones de rendimiento no llegan a ser tan eficientes como los motores de combustión interna actuales además que su autonomía en trayectos largos y especialmente nocturnos no son las mejores. Lo que es claro, cada vez se va desarrollando más esta tecnología al punto que ya existen competencias de estos vehículos y a futuro se espera lograr prototipos útiles para la movilidad diaria de conductores y pasajeros. (El Telégrafo, 2014)

A continuación en la Figura 15 se muestra un vehículo de funcionamiento completamente con energía solar.



Figura 15. Auto solar ecuatoriano.
(El Telégrafo, 2014)

2.4.2 ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOS CONVENCIONALES

La actualidad para la industria automotriz conlleva a aplicaciones nuevas como el uso de la energía solar fotovoltaica en vehículos convencionales, es así en donde las mejores marcas a nivel mundial como Ford, Nissan, Honda, entre otras, están incorporando sistemas de celdas fotovoltaicas a las carrocerías de sus vehículos con el fin de tener una fuente de energía eléctrica para distintas funciones de autonomía vehicular.

Una de las mejores aplicaciones en el mercado es de la compañía FORD, con su modelo Ford C – Max Energy Concept, este vehículo híbrido tiene una característica muy peculiar en su estructura ya que en el techo lleva celdas fotovoltaicas o paneles solares fotovoltaicos especiales con un concentrador solar basado en una lente Fresnel que aumenta la concentración solar a las células fotovoltaicas y logra aumentar su rendimiento 8 veces más. (GIL, 2014)

Según la Ford Motor Company, la función primordial de este sistema es recargar las baterías del vehículo en lugar de tener que conectarlo a la red

eléctrica y de esta manera aprovechar la energía solar para la movilidad diaria, de este concepto de vehículo híbrido cabe mencionar que no solamente se puede recargar este vehículo por medio de este sistema fotovoltaico sino que además es un auto enchufable a la red eléctrica doméstica, pero la función de rigor es su inclusión de sistema fotovoltaico.

Como se observa en la Figura 16 el Ford C – Max Energy Concept es un ejemplo increíble del avance de instalaciones fotovoltaicas aplicadas a vehículos comunes para la movilización.



Figura 16. Ford C – Max Energy Concept.

(GIL, 2014)

2.5 SISTEMA DE ALUMBRADO EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

Para la óptima conducción y movilización de un vehículo en trayectos nocturnos se necesita de un sistema de alumbrado adecuado conformado por múltiples elementos tanto consumidores como proveedores de energía

eléctrica, para una mejor comprensión es necesario una introducción de este sistema de gran importancia en el vehículo.

2.5.1 INTRODUCCIÓN DEL ALUMBRADO EN UN VEHÍCULO

El sistema de alumbrado automotriz en los tiempos actuales es primordial ya que no puede faltar ni fallar en un vehículo, la necesidad de conducir en la noche obliga a tener una visibilidad clara en carretera, autopistas o avenidas de ciudad además también de la necesidad de ser visto por otros vehículos en el momento de la conducción, es por esto que este sistema es un pilar fundamental en la construcción de un vehículo ya que es una necesidad de primer orden el tener una buena iluminación externa e interna en nuestro vehículo. (Arias-Paz, 2004)

En un automóvil convencional se tiene múltiples puntos de alumbrado, en la parte delantera comúnmente existen 2 faros acompañados de 2 antinieblas, en la parte de los costados los vehículos vienen provistos de luces de aviso de viraje que por lo general viene una a cada lado y en la parte posterior el vehículo tiene dos pilotos traseros, luz de placa de matrícula y una tercera luz de freno, esto debe ir regulado en cada vehículo previamente ya de fábrica. (López, 2011)

En el interior del vehículo la iluminación es de mucha importancia y una necesidad actualmente, es por esto que también se cuenta en la parte del tablero con una iluminación de los tacómetros o instrumental además de la iluminación dentro de la cabina de un vehículo. (Arias-Paz, 2004)

En la Figura 17 se muestra un ejemplo de alumbrado general en carretera utilizado por un vehículo convencional.

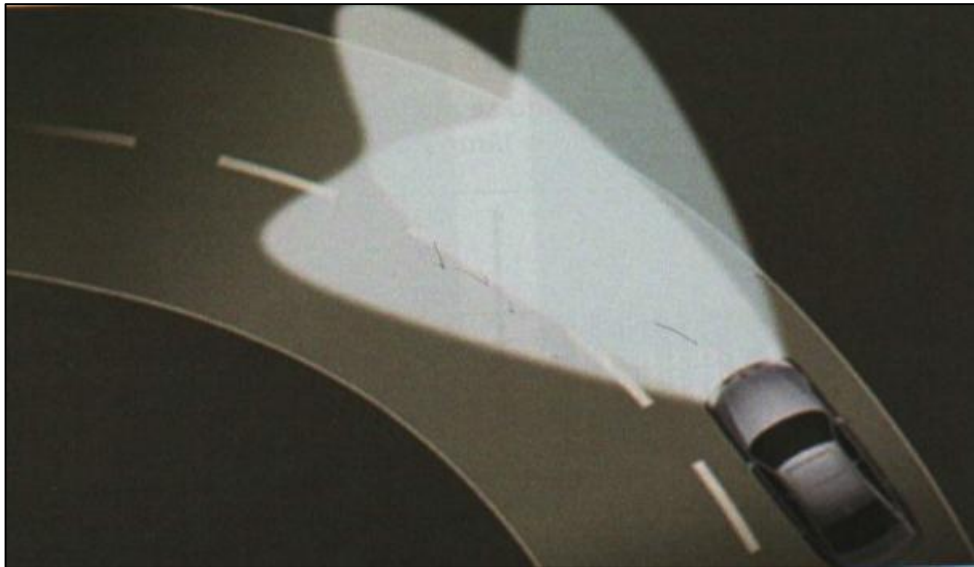


Figura 17. Alumbrado en carretera.

(López, 2011)

2.5.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO AUTOMOTRIZ

Entre los componentes del sistema de alumbrado automotriz se tiene las luces exteriores e interiores del vehículo, el cableado de circuitos, la fuente de energía o acumulador, los controladores y utilitarios como interruptores, relés, entre otros. (Pérez, 2012)

Todos estos componentes cumplen un papel dentro del sistema de alumbrado actuando en conjunto con la finalidad de servir como instrumento de visibilidad tanto de trayecto como de todo el interior del vehículo además de que deben cumplir con la funcionalidad de hacer visible a nuestro vehículo en el tráfico para prevenir acciones como frenado, giros y posición, en los vehículos actuales se las mejores marcas toman por incluir luminarias de tipo led en faros delanteros, faros posteriores, tacómetros e instrumentales lumínicos, esto con la finalidad de conseguir una reducción en el consumo de energía del sistema de carga y también lograr un espectro de visibilidad más claro ya que las luminarias led brindan mejores aspectos en términos de menor consumo energético y visibilidad más clara y amplia. (Pérez, 2012)

Los elementos más importantes en los que se enfocó esta revisión teórica son los siguientes:

2.5.2.1 Los faros y luces externas delanteras (56 - 57 - 58 - 55)

Los faros son necesarios para la iluminación en carretera, autopista o en ciudad, generalmente se utilizan dos faros a cada lado de la parte delantera del vehículo convencional, estos faros están formados por una carcasa de plástico y uno o dos reflectores que tienen alojados una lámpara en un punto esencial del reflector, a su vez este conjunto queda sellado por una cubierta de cristal generalmente tallada en prismas. Todo este conjunto queda fijo en cada lado de la carrocería delantera del vehículo, cabe recalcar que la luz emitida por la lámpara es reflejada por el o los reflectores que por lo general tienen caras internas pulimentadas además de tener una recubierta por una fina capa de cromo o aluminio vaporizado, de esta manera es como los faros llegan a tener una intensidad luminosa mayor y de mejor calidad. (Crouse, 1991)

En los faros se incluyen tanto la luz de carretera y cruce además de que muchos fabricantes tienden a incluir también luces de posición e intermitencia, las luces utilizadas dentro de estos faros funcionan a 12 voltios y pueden ser de 100 vatios – 55 vatios, dependiendo el fabricante también pueden variar este consumo, generalmente son de tipo H1, H3, de la misma manera dependiendo la marca y modelo de vehículo, en el caso de existir más de una lámpara de consumo en los faros delanteros los fabricantes muchas veces incluyen los direccionales que funcionan a 12 voltios y 25 vatios o luminarias led a 12 voltios y un rango de 10 a 15 vatios. (GARCIA, 2010)

Nota: La numeración inicial entre paréntesis en el subtítulo anterior hace referencia al código de conexionado de las luces que se incluyen dentro los faros delanteros.

A continuación en la Figura 18, se muestra la estructura y alojamiento de faros delanteros de un vehículo común sencillo.

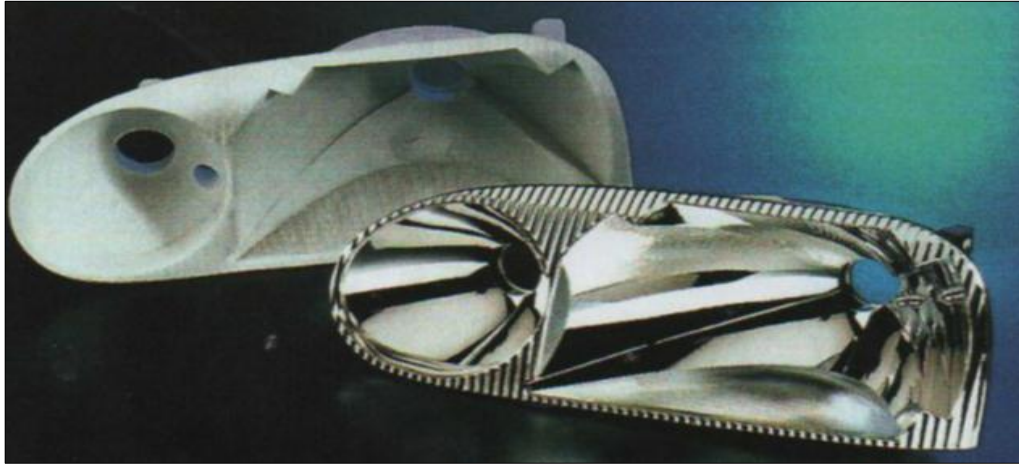


Figura 18. Estructura faro delantero.
(López, 2011)

2.5.2.2 Luces pilotos o posición (57L - 57R)

Para la iluminación del vehículo en carretera o en la calzada, se tienen las luces piloto que están en pares generalmente dos adelante y dos en la parte posterior de un vehículo, en muchos casos en los pilotos se suelen incorporar la luces de dirección que son intermitentes adicional a la posición, se suele usar la configuración de 90 vatios y 12 voltios para el funcionamiento de estos consumidores de posición, si las luces de intermitencia están presentes estas generalmente tienen una configuración e 12 voltios y 25 vatios, el código entre paréntesis del subtítulo anterior hace referencia a su numeración de conexión en el vehículo. (GARCIA, 2010)

- Los pilotos delanteros (57L - 57R)

Pueden ser parte de los faros delanteros o pueden ser un conjunto diferente que se constituyen generalmente por una carcasa en la cual se aloja un reflector con uno o dos portalámparas montadas sobre una placa de circuito impreso, que en el momento de acción funcionan en conjunto fijados a la

carrocería del vehículo y cerrados por un cristal que cubre toda la carcasa, la numeración entre paréntesis de la viñeta anterior hace referencia a su conexionado en el vehículo y el lado de cada luz piloto. (Pérez, 2012)

- Faros y pilotos traseros (54 – 49 – 52)

Los faros traseros son muy importantes en el sistema de alumbrado ya que tienen por finalidad avisar al tráfico sobre las maniobras de frenado o viraje del vehículo además de servir de luz de posición de trayectos nocturnos al incluir las en su interior las lámparas correspondientes. (Pérez, 2012)

En los pilotos traseros se agrupan luces de freno (54), marcha atrás (52), intermitencias de viraje y de posición (49a y 49b), los códigos entre paréntesis corresponden al conexionado general designado a estas lámparas consumidoras, en conjunto todos estos consumidores o luces dentro del faro posterior sirven para avisar visualmente a cualquier vehículo tanto de la presencia de nuestro auto además para preveer las acciones que se tomaran, cabe recalcar que las luces de matrícula forman parte de las luces de posición, dentro de todo el faro posterior generalmente las luces que se usan son de filamentos a 12 voltios y 25 vatios de consumo, dependiendo de marca y modelo de vehículo podría variar este consumo así como en modelos actuales incluir luminarias led a 12 voltios y 10 a 20 vatios de consumo eléctrico. (Crouse, 1991)

Los faros se constituyen por una carcasa acoplada a la carrocería en donde existen divisiones de reflectores con sus respectivos portalámparas y placas de circuitos impresos, el cristal dispone la distinta coloración en los pilotos traseros, de este modo rojo para stop y posición, amarillo o ambar para intermitencia y blanco para marcha atrás. (MOTORGIGA, 2011)

A continuación en la Figura 19 se encuentra un esquema de un vehículo común en el cual se muestra faros delanteros y posteriores con sus

respectivas luces de ruta nocturna, en este esquema se incluyen tanto los proyectores mencionados como las luces de posición, señalización de maniobras y otras.



Figura 19. Disposición del alumbrado en un vehículo.

(MOTORGIGA, 2011)

A continuación, se muestra un esquema del tipo de consumidor eléctrico o lámparas que se usa para el sistema de alumbrado automotriz generalmente, H1 para luz de carretera, lámparas de filamento 21/5 vatios para faros posteriores y lámparas de filamento de 5 vatios para tablero y adicionales como luz de cabina, la Figura 20 por consiguiente engloba los modelos comerciales de lámparas utilizadas para el sistema de alumbrado automotriz común para un vehículo cualquiera.

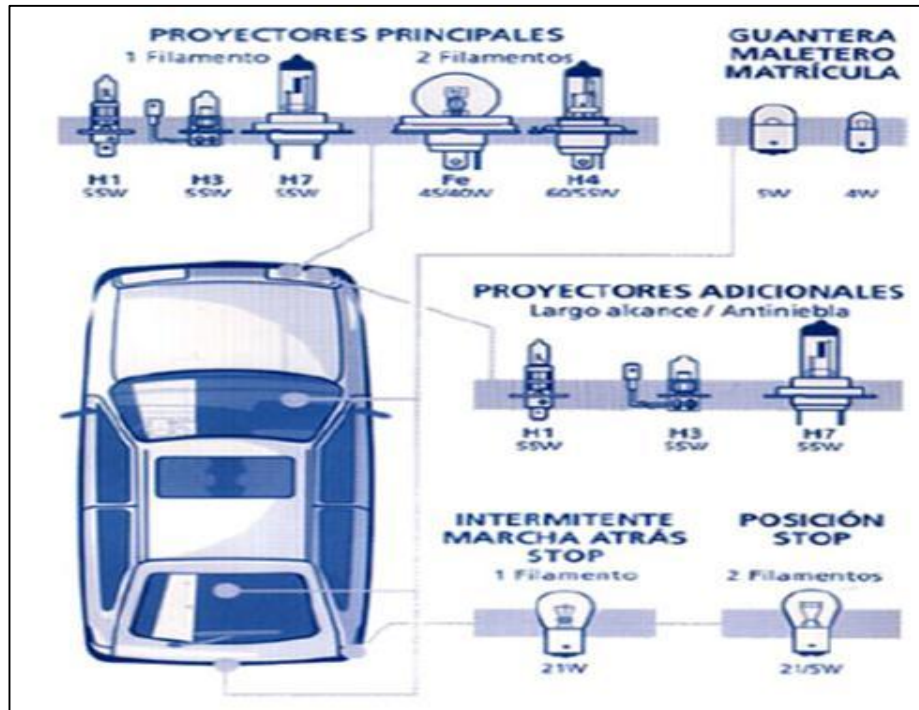


Figura 20. Tipos de lámparas para el alumbrado automotriz.

(Romero, 2011)

2.5.2.3 Acumuladores o baterías automotrices

Para la acumulación de energía eléctrica en sistemas automotrices se usan baterías, este tipo de acumuladores son muy conocidos al ser parte fundamental de todo el sistema eléctrico del automóvil, se usan para alimentar varios sistemas eléctricos incluso cuando el motor no le provee carga a través del alternador. (CATSA, 2012)

Estas baterías automotrices son generalmente de tipo plomo – ácido y funcionan por medio de electrólisis que no es más que un proceso donde interactúan dos placas de plomo y un líquido denominado electrolito el cual se compone de agua y ácido sulfúrico en la mayoría de casos. (Crouse, 1991)

Dentro de una batería común hay seis celdas que producen 2 voltios cada una, estas interactúan químicamente entre todas mediante electrólisis que se da por las características químicas, logrando al final entregar un voltaje total de 12 voltios. (Romero, 2011)

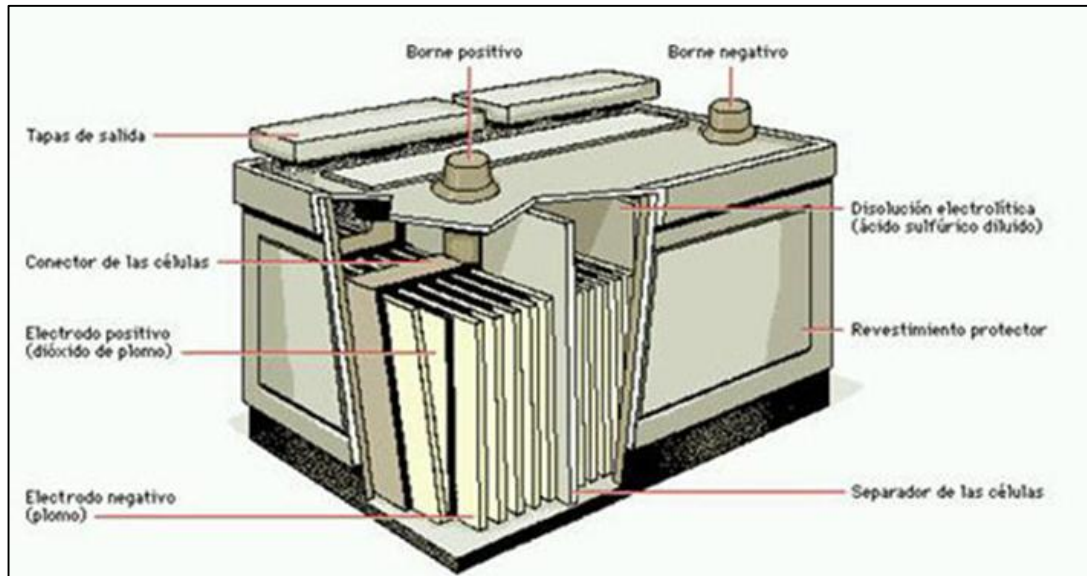


Figura 21. Estructura de una batería automotriz mas común.

(CATSA, 2012)

La batería anterior es de tipo de celdas húmedas plomo – ácido, la cual es la más usada por los coches comunes, sin embargo existen otros tipo de baterías para vehículos que vale la pena mencionar y son las siguientes:

- Baterías de calcio

Estas baterías son muy comunes de la misma manera que la anterior, sus placas tienen una aleación de calcio, este material ayuda a la reducción de fluido que pierde la batería, esto ayuda en que si se da el caso de autodescarga el proceso sea menor y no sea brusco, la desventaja que presentan estas baterías es que si se la sobrecarga pueden quemarse con facilidad, trabajan a 12 voltios comúnmente y si necesitan un mantenimiento regular al no ser completamente selladas. (Romero, 2011)

- Baterías VRLA (Gel y AGM)

Estas baterías tienen unas válvulas reguladoras presurizadas de seguridad que se encuentran en conjunto con la carcasa, por esto la denominación VRLA, por dentro este tipo de baterías contienen un fluido presurizado el cual

por este estado es muy seguro y prácticamente no se pierde nivel dentro de la batería, se denominan de gel también porque usan silicona para convertir el ácido a un estado más sólido tal como si fuera un gel, estas baterías son muy buenas en términos de rendimiento a largo plazo pero no son las mejores para arranques automotrices sin embargo se usan en la industria automotriz. (HELLA, 2014)

En cuanto a las baterías AGM por su parte en vez del gel o agua utilizan un separador de fibra de vidrio, con el fin de que el electrolito se mantenga y gracias a esto tenga resistencia interna baja, la ventaja de esta batería es que puede ser muy eficaz para arranque automotriz pero su costo es elevando en comparación a las anteriores, cabe recalcar que su funcionamiento de entrega puede ser 12 voltios lo más común o 24 voltios en otras aplicaciones. (Crouse, 1991)

- Baterías de ciclo profundo

Este tipo de baterías tienen la característica de ofrecer energía durante un largo tiempo, a diferencia de las anteriores tienen unas placas mas gruesas para aumentar la capacidad de carga, no se usa en coques de combustión ya que esta batería no es apta para el arranque al tener un ratio de descarga muy elevado, en casos automotrices se los usa para almacenar energía para coches eléctricos o con tendencias solares fotovoltaicas. (Energías Renovables, 2014)

- Baterías de lones de Litio

Las baterías de litio por lo general solo se usan en vehículos híbridos y eléctricos, debido a su rendimiento superior, son muy ligeras y dan mayores autonomías, en vehículos de combustión interna nunca se encontraran estas baterías por su alto costo. (HELLA, 2014)

2.5.2.4 Cableado Eléctrico Automotriz

El cableado automotriz hoy en día está presente en toda la carrocería del vehículo ya que la energía eléctrica debe llegar a múltiples consumidores eléctricos, en el caso del alumbrado automotriz el cableado está formado por mazos los cuales están constituidos por un grupo de cables de diferentes colores de funda aislante, estos mazos o grupos de cables están distribuidos para todos los consumidores del alumbrado tanto para la parte delantera como para la parte trasera del vehículo. (Romero, 2011)

Los cables del alumbrado están constituidos por hilos de cobre envueltos en una cubierta aislante plástica, gracias a esta estructura provee gran flexibilidad y maniobrabilidad al cable. Una característica que deben poseer este tipo de cables automotrices es que la resistencia eléctrica debe ser lo más pequeña posible, esto con el fin de evitar caídas de tensión que pueden darse en el sistema o pudieran llegar a dañar a receptores. (Arias-Paz, 2004)

El cableado está clasificado para el funcionamiento al cual se lo va a usar, es decir la longitud y sección del cable debe ser apta para el trabajo y los sistemas que van a conectar para poder trabajar con la intensidad que se desee y no sufra calentamiento o el cable ofrezca demasiada resistencia al paso de corriente. (GARCIA, 2010)

Específicamente para el sistema de alumbrado se tiene las siguientes secciones detalladas en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1. Clasificación de dimensiones del cableado automotriz

(Pérez, 2012)

CÓDIGO DE LOS DIÁMETROS DE LOS CONDUCTORES									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7/10	9/10	10/10	12/10	16/10	20/10	25/10	30/10	45/10	51/10
CORRESPONDENCIA CON SU SECCIÓN APROXIMADA EN mm^2									
Continúa...									

Continua Tabla 1									
0,4	0,6	0,8	1,2	2	3	5	7	14	20
INTENSIDAD ACEPTABLE EN AMPERIOS									
0,5	1	2,3	5	5-10	25	30-40	50-60	70-80	80-100

Además, el cableado viene expresado en las siguientes secciones de acuerdo a su uso en el vehículo como muestra la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2. Clasificación del grosor del cableado según lámparas de alumbrado.
(Pérez, 2012)

Lámparas de alumbrado ordinario	1,5mm ² o 16/10 mm.
Luz de carretera o cruce	2,5mm ² o 25/10 mm.
Luces y testigos	1mm ² o 12/10 mm.
Indicadores del tablero	1mm ² o 12/10 mm.
Relés / Relé de arranque	2,5mm ² o 25/10 mm.
Batería o carga del alternador	4mm ² o 30/10 mm.
Bocinas, limpiaparabrisas, lumínicos extras, etc.	2,5mm ² o 25/10 mm.

2.6 ILUMINACIÓN DEL PANEL DEL VEHÍCULO

En un vehículo la iluminación del tablero de instrumentos es fundamental para la conducción, se necesita siempre tener información clara y visible del estado del vehículo, es por esto que la iluminación del panel de instrumentos es fundamental dentro de cualquier trayecto, en la actualidad esta característica es infaltable en cualquier modelo además de que debe tener la característica de no fallar ya que si lo hace no se podrá tener información de nuestro vehículo como la que nos proporcionan diferentes indicadores como los tacómetros, luces de giro, luces de carretera, etc. (Arias-Paz, 2004)

Una correcta iluminación del cuadro de instrumentos debe ser precisa dentro de la cabina, de esta iluminación también se hace cargo el sistema de

alumbrado del auto y también funciona con la energía que nos proporciona la batería de nuestro vehículo. (Pérez, 2012)

Cabe aclarar que este tipo de iluminación instrumental no debe fallar ya que si lo hace especialmente en la noche la conducción para un piloto puede verse afectada al no tener visibilidad sobre las condiciones en las que está manejando o se encuentra su vehículo. (TODOAUTOS, 2006)



Figura 22. Iluminación del tablero en un vehículo.

(TODOAUTOS, 2006)

2.7 FUNCIONAMIENTO DEL ALUMBRADO

El sistema de alumbrado en el vehículo funciona en base al suministro de corriente que se da a sus consumidores que en el caso son lámparas, diodos u otro tipo dispositivos de iluminación que por lo general se colocan en la parte delantera, trasera, en la mitad y dentro del vehículo. (Arias-Paz, 2004)

Para dar funcionamiento a estos consumidores lumínicos en el vehículo se montan circuitos eléctricos con varios elementos como relés, interruptores, pulsadores entre otros, que son los encargados de dar control y suministro de

energía eléctrica para el sistema de alumbrado, es así que el funcionamiento del sistema de alumbrado automotriz se lo puede entender mejor según sus esquemas eléctricos de acción. (GARCIA, 2010)

2.7.1 CIRCUITOS DE ALUMBRADO GENERALES

Los circuitos del alumbrado automotriz han ido evolucionando constantemente en los vehículos, son parte esencial del estudio del alumbrado automotriz ya que abarcan las maneras de conexión generales para uso de luces de posición, cruce, carretera, estacionamiento, frenado, luz de matrícula, habitáculo. (Romero, 2011)

De esta manera conocer los elementos que operan y conforman un circuito eléctrico automotriz en el vehículo es de gran importancia, en la actualidad la mayoría de vehículos han evolucionado en su estructura de alumbrado con el uso de centralitas electrónicas o mandos multifuncionales comúnmente ubicados detrás del volante. (Viñas, 2006)

Hay que tomar en cuenta que la centralita en el circuito no es una gran variante ya que actúa como un interruptor que cierra los circuitos de carga de los relés, la principal diferencia de un circuito clásico y uno moderno electrónico está en la comunicación entre el mando de luces y el resto del circuito ya que en las luces se realiza a través de una unidad de control. (Viñas, 2006)

Como se detalló anteriormente la mejor forma de entender el sistema de alumbrado automotriz es verificando sus esquemas de funcionamiento eléctrico, de este modo a continuación se generalizan las principales conexiones en un vehículo común asociadas a las luces o consumidores principales ya estudiados anteriormente.

2.7.1.1 Circuito de posición, cruce y carretera (57 – 56)

En este circuito se tiene una conexión con un mando multifunción para la activación de luces de posición, carretera y cruce, este esquema es clásico ya que no posee centralita, como se muestra a continuación en la Figura 23 el diagrama eléctrico antes mencionado. (Pérez, 2012)

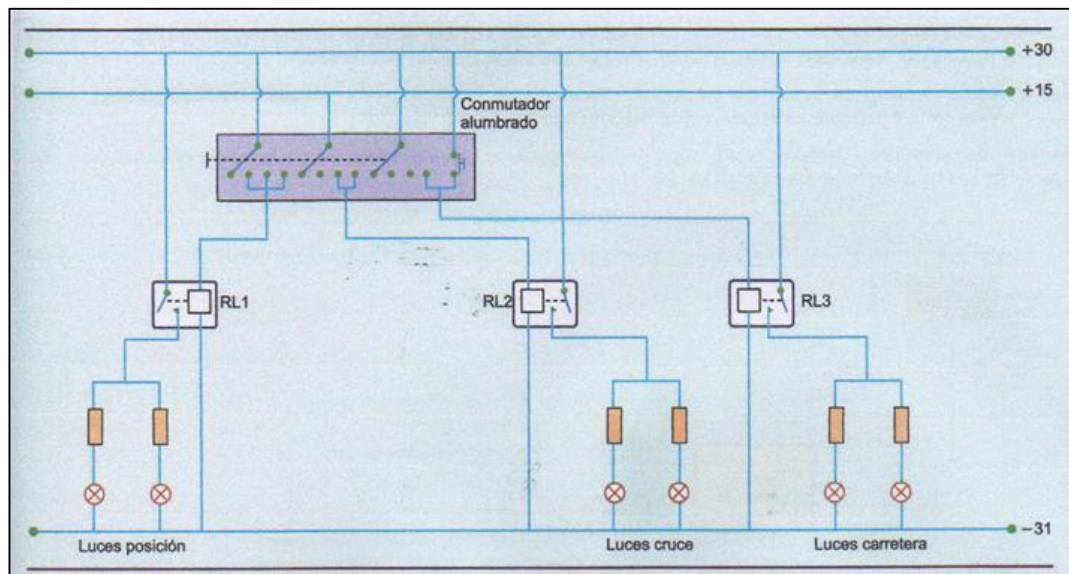


Figura 23. Circuito de posición, cruce y carretera.

(López, 2011)

- El conmutador recibe tensión directa de positivo de batería (+30)
- En segunda posición el conmutador, se alimenta a la bobina del relé RL1, el mismo que activa las lámparas de posición al cerrar su contacto.
- En tercera posición el conmutador activa las luces de cruce manteniendo activado el circuito de posición, el relé RL2 provee alimentación positiva a las lámparas de cruce.
- En cuarta posición el conmutador activa el alumbrado de carretera además de mantener activos cruce y posición, el relé RL3 provee alimentación positiva a las lámparas de carretera.

- Si el pulsador de ráfagas se cierra sin importar la posición del conmutador, las lámparas de carretera se proveen de alimentación (+30) a través del relé RL3. (Pérez, 2012)

2.7.1.2 Circuito de posición, cruce y carretera con centralita de alumbrado y mando multifunción. (57 – 56)

Este circuito es uno de los que en la actualidad poseen autos modernos ya que se conforma por un control electrónico para el alumbrado externo por medio de una centralita, además de tener un mando multifunción para el control general del alumbrado, en la Figura 24 se observa la configuración del esquema eléctrico antes mencionado. (Viñas, 2006)

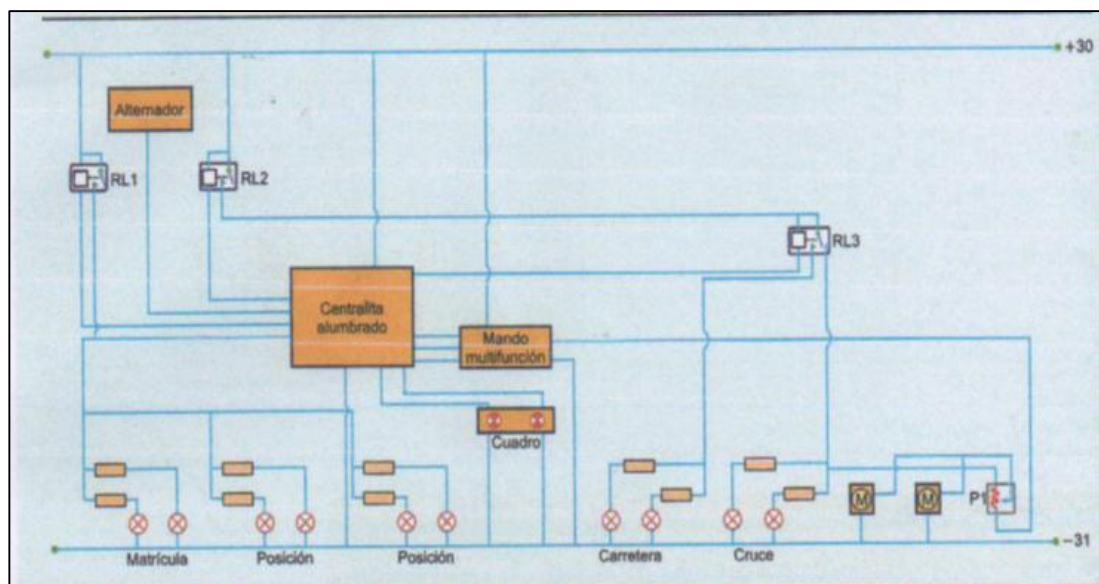


Figura 24. Circuito de posición, cruce y carretera mediante centralita.

(López, 2011)

Cuando se genera una señal desde el mando multifunción hacia la centralita, esta cierra a masa las bobinas de los relés de RL1 para posición y RL3 para cruce y carretera. Por consiguiente se activa el alumbrado de posición y matrícula por medio de RL1 pero para el alumbrado de cruce y carretera se dará de la siguiente forma:

Cuando el mando indica a la centralita activar el alumbrado de cruce, esta unidad no cierra a negativo el circuito de la bobina de RL3. Si el mando indica a la centralita la activación del alumbrado de carretera, esta unidad cierra a negativo la bobina de RL3. (Domínguez, 2012)

De esta manera se activa el alumbrado de carretera ya que se cierra el interruptor del relé. En este circuito es imposible utilizar luces de cruce y carretera simultáneamente, en ambas situaciones es necesario que la bobina de RL3 esté conectada a positivo por el relé RL2. (Domínguez, 2012)

2.7.1.3 Circuito de intermitencia (49)

Este circuito es un diagrama simple de comprensión, en este esquema el conmutador intermitente viene a ser parte de un sistema de mando multifunción de alumbrado, en la Figura 25 se muestra la configuración del circuito de intermitencia.

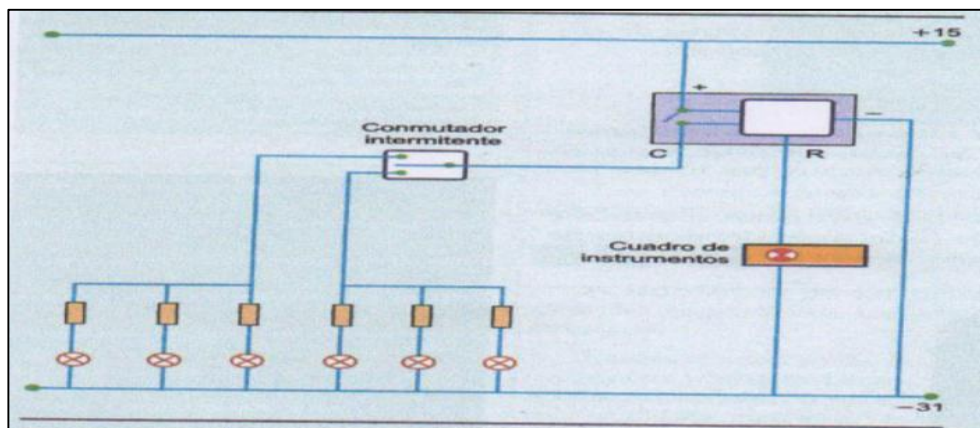


Figura 25. Circuito de intermitencia.

(López, 2011)

En este circuito, se tiene un relé con 4 terminales, se alimenta positivamente a través de 15 por el terminal + y su conexión a - 31 se da por el terminal - negativo. (López, 2011)

La lámpara del cuadro de instrumentos está conectada al terminal R y el conmutador está conectado al terminal c, este circuito depende del terminal del conmutador de intermitencia, por ejemplo cuando el conmutador indica que se enciendan las lámparas de la izquierda, se cierra el circuito con alimentación +15 desde el relé. El relé también cumplirá con iluminar la señal en el cuadro instrumental y dará a las lámparas una adecuada cadencia de intermitencia. (López, 2011)

2.7.1.4 Circuito de alumbrado en frenado (54)

Este circuito de frenado o luz de freno es sencillo, se compone por un pulsador que puede estar situado en la bomba o el pedal de freno, un módulo de control y las lámparas. La centralita en el circuito de frenos se establece solo en vehículos modernos que tengan modulación de luz mediante señales PDM, esta centralita estará conectada a la centralita general de alumbrado con el fin de intercambiar información entre las mismas, el esquema eléctrico se puede observar en la Figura 26 a continuación. (Pérez, 2012)

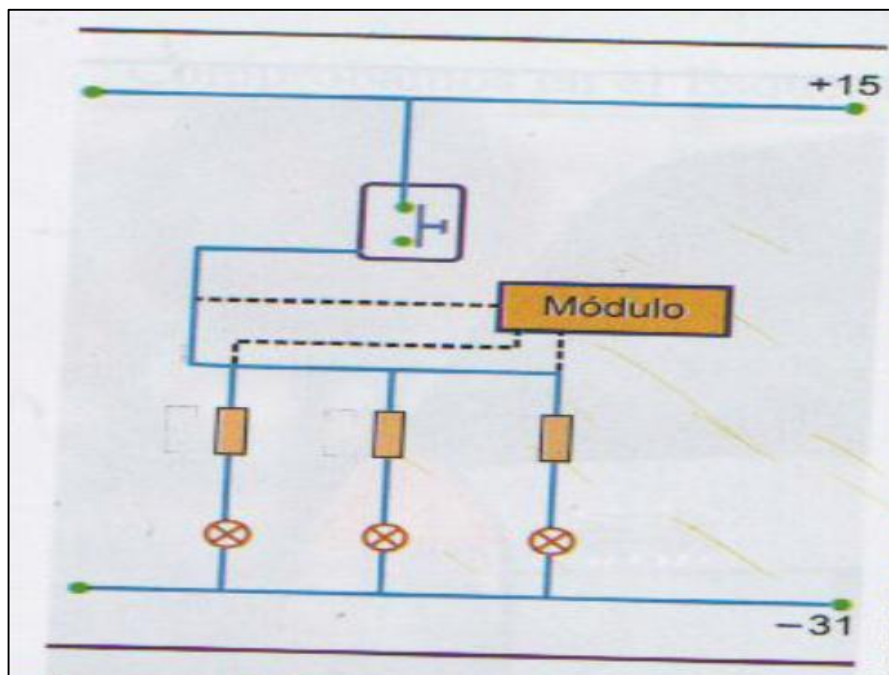


Figura 26. Circuito de alumbrado en frenado.

(López, 2011)

En el circuito, el pulsador de freno y el interruptor del pedal forman un conjunto. El interruptor envía a la centralita de gestión de frenos y motor la información adecuada. El interruptor es de tipo normalmente cerrado pero la presión del pedal cuando no se lo pisa mantiene al interruptor abierto, con conexión positiva y a la centralita, al ejecutar el freno se recibe la alimentación positiva y se cierra el circuito. (Viñas, 2006)

2.7.1.5 Circuito de luces de marcha atrás (52)

Este circuito está formado por lámparas y un interruptor el cual esta generalmente ubicado en la caja de cambios, se trata con un pulsador normalmente abierto que cierra el circuito cuando se engrana en la caja la marcha de retro, estas características se observan en el esquema de la Figura 27 a continuación. (López, 2011)

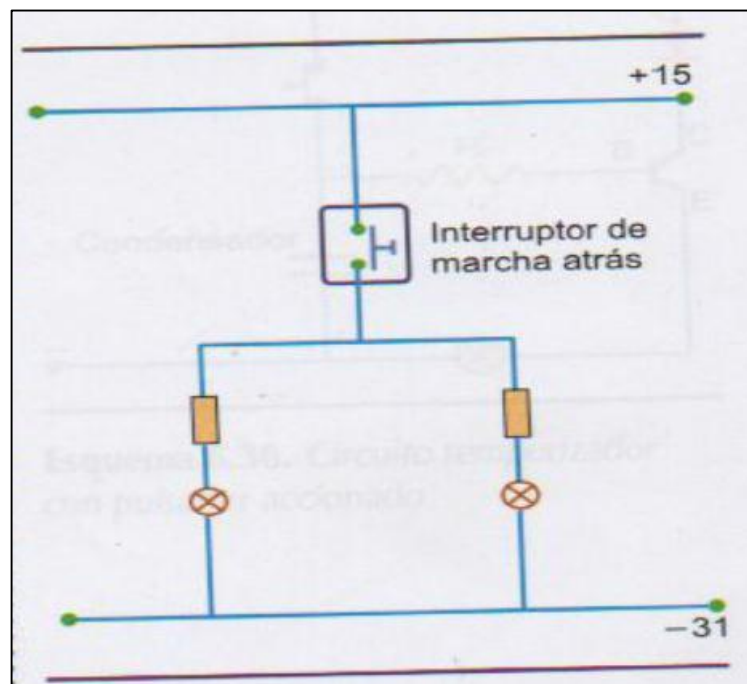


Figura 27. Circuito de alumbrado en reversa.

(López, 2011)

METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto fue necesaria una investigación bibliográfica para alcanzar conocimientos teóricos fundamentales que sirvieran como soporte para la posterior realización del sistema fotovoltaico aplicado al vehículo Chevrolet Trooper modelo 82 en el que se construyó dicho sistema. El analizar distintas relaciones matemáticas que sirvieran para el dimensionamiento de los elementos a conformar el sistema fue otro aspecto metodológico fundamental.

También fue necesaria una investigación práctica a los elementos propios en el vehículo específicamente los consumidores eléctricos del sistema de alumbrado, de esta manera se efectuó una recolección de datos que logró satisfacer la realización de un buen diseño y posterior construcción de lo que se deseaba en el sistema acorde a los objetivos planteados en la introducción.

3.1 ECUACIONES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO AUTOMOTRIZ

Como uno de los principales parámetros de la metodología es necesario conocer las ecuaciones para el dimensionamiento tanto del sistema de alumbrado del vehículo así como el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, de esa forma se estructura elementos y recursos necesarios, las relaciones matemáticas a ser usadas metodológicamente son las siguientes:

3.1.1 POTENCIA ELÉCTRICA

Para el cálculo de la Potencia Eléctrica se aplica la siguiente relación matemática:

$$W = V \times A$$

[1]

Donde:

W: es potencia (Vatios)

V: es Voltaje (Voltios)

A: es Corriente eléctrica (Amperios)

3.1.2 ENERGÍA ELÉCTRICA

Para determinar la Energía Eléctrica se calcula mediante la siguiente relación matemática.

$$E = W \times t$$

[2]

Donde:

E: es energía eléctrica

W: es potencia (Vatios)

t: es tiempo en horas

Nota: Estas fórmulas son de gran importancia para tener idea del consumo del sistema de alumbrado de un vehículo convencional, los datos de voltaje y vatios se tiene de fábrica en los consumidores lumínicos del vehículo por lo cual no es necesario su cálculo sino su comprobación física.

3.2 ECUACIONES PARA UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA APLICADA AL PROYECTO

Para conseguir dimensionar el sistema fotovoltaico capaz de sustentar la energía para el alumbrado general del vehículo Chevrolet Trooper, es necesario el aplicar las siguientes relaciones matemáticas descritas a continuación.

3.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL PANEL FOTOVOLTAICO

Para el dimensionamiento de la capacidad de módulos o paneles solares fotovoltaicos se aplica la siguiente relación matemática:

$$Fv = \frac{FP \times DE}{IS}$$

[3]

Donde:

Fv: Tamaño o potencia total de los paneles

FP: Factor para compensar pérdidas, sugerido (1.2)

DE: Demanda energética

IS: Irradiación solar en la zona Kw/m²/día

Nota: Esta ecuación se tomó del siguiente autor corporativo, (Intikallpa , 2014)

3.2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA BATERÍA PARA EL SISTEMA SOLAR

Para dimensionar la capacidad que se necesita en la batería se utiliza la siguiente relación matemática:

$$CT = \frac{AUT \times DE}{Rend \times Desc \times V}$$

[4]

Donde:

CT: Capacidad del banco de baterías

AUT: Autonomía, tiempo sin brillo del sol (2 días sugerido por los fabricantes)

DE: Demanda energética (Wh/día)

Rend: Eficiencia de las baterías: (80%), batería de ciclo profundo

Desc: Descarga máxima (50%, sugerida por vida útil)

V: Voltaje del sistema: 12V

Nota: Esta ecuación se tomó del siguiente autor corporativo, (Intikallpa , 2014)

3.2.3 DIMENSIONAMIENTO DEL CONTROLADOR DE CARGA

Para verificar que controlador de carga se debe usar en el sistema fotovoltaico se debe aplicar la siguiente relación matemática:

$$Cont = \frac{Wp}{V}$$

[5]

Donde:

Cont: Controlador de carga del sistema

Wp: Capacidad de los paneles solares del sistema en (Wp)

V: Voltaje del sistema (12v)

Nota: La ecuación anterior se tomó del siguiente autor corporativo: (Intikallpa , 2014)

3.3 DISEÑO FUNCIONAL

Para conseguir los objetivos que se plantearon desde la introducción fue necesario analizar metodológicamente el diseño funcional y características de construcción de los elementos que conforman el sistema fotovoltaico aplicado al vehículo Chevrolet Trooper, así se detalla los siguientes elementos:

3.3.1 PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS MONOCRISTALINOS

Estos elementos son esenciales, como se expresó el marco teórico son los encargados de transformar la energía solar en energía eléctrica, en el caso específico de los paneles para este proyecto son del tipo fotovoltaico monocristalino formados por celdas de silicio muy puro que por dentro forman un solo cristal distribuido en la celda solar, de esta manera estos paneles captan mucho mejor la luz solar, funcionan bien en caso de altas temperaturas además de tener un buen funcionamiento ante baja luminosidad solar, serán instalados en el techo del vehículo para su funcionamiento.

Los paneles para este proyecto son de marca SIMAX, modelo SM636-120, distribuidos por la empresa PROVIENTO S.A en Ecuador, entregan una potencia de 120 W y en el caso de este proyecto se deben conectar en paralelo para mantener 12 voltios y sumar su potencia nominal logrando conseguir así 240 W, el peso de cada estructura solar es de 12 Kg según detalles del fabricante.

3.3.2 BATERÍA SOLAR PARA LA INSTALACION FOTOVOLTAICA

Este elemento se encarga de almacenar la energía eléctrica producida por los paneles solares fotovoltaicos, específicamente la batería para este proyecto es una batería sellada de gel, plomo ácido con la diferencia de que esta batería utiliza entre las placas de plomo una lámina de fibra fina del boro – silicato, esta hoja delgada se recubre con electrolito (70% agua Y 30% ácido), además esta batería tiene muchas ventajas frente a otras al ser libres de mantenimiento, resistentes al agua, no emitir gases contaminantes, resistentes al impacto y tener una característica de autodescarga de 3,1% por mes, lo cual demuestra que son mucho mejores a cualquier otra batería de tipo similar que al poco tiempo de no utilizarla se descarga con facilidad, estas razones convierten a esta batería en el elemento ideal para esta aplicación, la marca de este acumulador es Ultracell, modelo UCG 100-12, tipo gel de ciclo profundo, trabajan para entregar 12 voltios de salida y 100 AH de capacidad normal, el peso es de 31 KG según detalla el fabricante.

3.3.3 CONTROLADOR DE CARGA

Este elemento se encarga de regular la carga y descarga, excesos de corriente, entre otros aspectos que se dan entre los paneles solares y la batería, de este modo el regulador para este proyecto es un modelo de la empresa Morningstar con el nombre Solar Sunsaver SS-20L-12V, este posee un microcontrolador avanzado en su estructura interna para control automático de iluminación, dentro de los parámetros necesarios para este proyecto se escogió utilizar el controlador con características de 12 Voltios Y 20 amperios, este controlador es muy efectivo al ser completamente automático logra detectar la iluminación y la oscuridad por medio de los paneles solares y tiene opciones para regular el funcionamiento general, por estos detalles técnicos mencionados, este elemento es fundamental para la instalación de nuestro sistema fotovoltaico en el vehículo Chevrolet Trooper.

3.3.4 ESTRUCTURA PARA PANELES Y VEHÍCULO

Para alojar a los paneles solares en el techo fue necesaria una estructura metálica tipo parrilla, específicamente de tubo de hierro redondeado con placas bases acordes a los costados de los módulos solares, esta estructura similar a las de vehículos 4x4 comunes fue construida en base a la realización de una simulación en computadora específicamente con el software Inventor el cual analiza y calcula las características técnicas reales de la estructura que se desea diseñar antes de ser construida, este programa utiliza para su desarrollo relaciones matemáticas con las cuales una vez finalizada la simulación logra arrojar datos de mecánica de materiales muy exactos acorde a la pieza o estructura previamente simulada.

Las relaciones matemáticas que utiliza el programa Inventor para sus análisis de materiales son las siguientes:

- Von Mises Stress:

Para el cálculo de la tensión de Von Mises Stress el software Inventor utiliza la siguiente relación matemática:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad [6]$$

Donde:

σ_{VM} : Es la tensión Von Misses Stress en función a la energía de distorsión.

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$: Son las tensiones principales en una estructura.

- Factor de seguridad:

Para el cálculo del factor de seguridad mecánico estructural el Software Inventor utiliza la siguiente relación matemática:

$$n = \frac{Yr}{Yreq} \quad [7]$$

Donde:

n: Es el factor de seguridad

Yr: Es la resistencia real

Yreq: Es la resistencia requerida

- Esfuerzo principal:

Dentro de los resultados de la simulación en Inventor se expresan los esfuerzos principales, los cuales son el resultado de la relación entre esfuerzos normales y cortantes calculados por el software bajo la siguiente relación matemática:

$$\sigma = \left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \right) \pm \sqrt{\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} + \tau^2} \quad [8]$$

Donde:

σ : Esfuerzo principal máximo o mínimo

σ_x, σ_y : Esfuerzos normales en el plano en una estructura

τ : Esfuerzo medio cortante de la estructura

- Tensión de una estructura:

Para el cálculo de la tensión de una estructura el software Inventor se basa en la siguiente relación matemática:

$$T = \frac{F}{A} \quad [9]$$

Donde:

T: Tensión (Pa)

F: Fuerza aplicada a un punto o en el plano

A: Área

Nota: Las relaciones matemáticas anteriores fueron consultadas y tienen relación a los autores James M. Gere con su obra Mecánica de materiales y Ferdinand L. Singer con su obra Resistencia de materiales, el software inventor arrojó datos de esfuerzos, tensión, entre otros a partir del análisis de estas ecuaciones basándose en la simulación de la estructura de paneles y vehículo.

3.3.5 FAROS CONSUMIDORES ELÉCTRICOS Y LUMÍNICOS DEL INSTRUMENTAL

Dentro de los faros del vehículo Chevrolet Trooper se alojan las distintas lámparas consumidoras eléctricas del sistema de alumbrado, los faros delanteros se caracterizan por funcionar a 12 voltios y 100/90 vatios para luces de carretera, cruce y posición, direccionales a 12 voltios y 21 vatios.

En los faros traseros se alojan 3 lámparas de 12 voltios y 21 vatios, respectivamente para direccionales, frenos y marcha atrás, para la investigación metodológica de estos consumidores eléctricos fue necesaria una inspección y desarme de faros, consiguiendo así tomar datos físicamente visibles en las propias lámparas del vehículo, este proceso se detallará paso por paso en el análisis de resultados.

3.3.6 TIRAS O CINTAS LED

Las tiras led son fabricadas en forma de cinta con diodos emisores de luz continuos, son flexibles y su emisión de luz es mejor que los focos comunes, llegando a ser hasta un 80% más eficientes además de no calentar como los focos normales, hoy en día tienen una gran utilización para la iluminación automotriz, estas tiras led pueden usarse tanto para iluminación de instrumental o tacómetros así como carrocería o cabina, en un vehículo convencional funcionan a 12 o 24 voltios e incluso se pueden separar en cuerpos de 2 o 3 leds para su mejor distribución en el vehículo.

En el Chevrolet Troper de este proyecto se conectaron tiras led de color azul energizadas a 12 voltios con energía fotovoltaica para mejorar la visibilidad de los tacómetros en la noche además se convirtieron en parte del sistema directo al instrumental lumínico ampliando el espectro de luz.

3.4 PARAMETROS Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Para la realización de este proyecto, se contó con 30 encuestas realizadas a distintos conductores del Distrito Metropolitano de Quito de vehículos convencionales acerca del uso que le dan al sistema de alumbrado enfocándose en luminarias exteriores, con estas encuestas se consiguió una idea de consumos diarios para poder diseñar y dimensionar de manera adecuada un sistema que logre satisfacer a un vehículo convencional a partir del resultado arrojado por las encuestas, el mismo que estará tabulado y propuesto en un diagrama de pastel en el análisis de resultados de este proyecto.

Otro parámetro que se debe recalcar es la utilización de información de radiación solar en Ecuador otorgada al público en general por organismos como CONELEC Y SEMPLADES con el fin de utilizar el dato exacto de insolación promedio para la ciudad de Quito y Ecuador.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En lo referente al análisis de resultados de este proyecto se estableció etapas de diseño, construcción, pruebas y resultados con las cuales se consiguió la realización del sistema fotovoltaico para el alumbrado e iluminación del tablero acorde a los objetivos planteados en la introducción, un factor previo al desarrollo de las etapas fue la tabulación de las encuestas y su respectivo diagrama de pastel denotando el consumo eléctrico del sistema de alumbrado que demanda un conductor común en la ciudad de Quito, en la Tabla 3 se puede verificar los resultados de las encuestas realizadas a conductores comunes en la ciudad de Quito, de las 4 preguntas realizadas las respuestas que más se repitieron fueron las escogidas para el dimensionamiento fotovoltaico

Tabla 3. Resultado de las encuestas para el posterior dimensionamiento del sistema.

RESULTADO DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS			
Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
De 1 hora a 2 horas de uso	Frenos 1 hora a 2 horas Retro de 10 a 30 minutos Direccionales de 15 a 30 minutos Neblineros De 20 a 30 minutos	SI 14 personas NO 16 personas	SI 20 personas NO 10 personas
Aproximado 2 horas para dimensionamiento	Frenos 2 horas Retro 15 minutos (real) Direccionales 30 minutos Neblineros 30 minutos, datos para dimensionamiento	La mayor parte no sabe que se puede utilizar energía fotovoltaica para un vehículo convencional	La mayor parte de personas si podrían instalar un dispositivo fotovoltaico en su vehículo.

En la Figura 28 se puede verificar gráficamente mediante un diagrama de pastel las respuestas escogidas para el dimensionamiento fotovoltaico según las encuestas a conductores comunes de la ciudad de Quito.

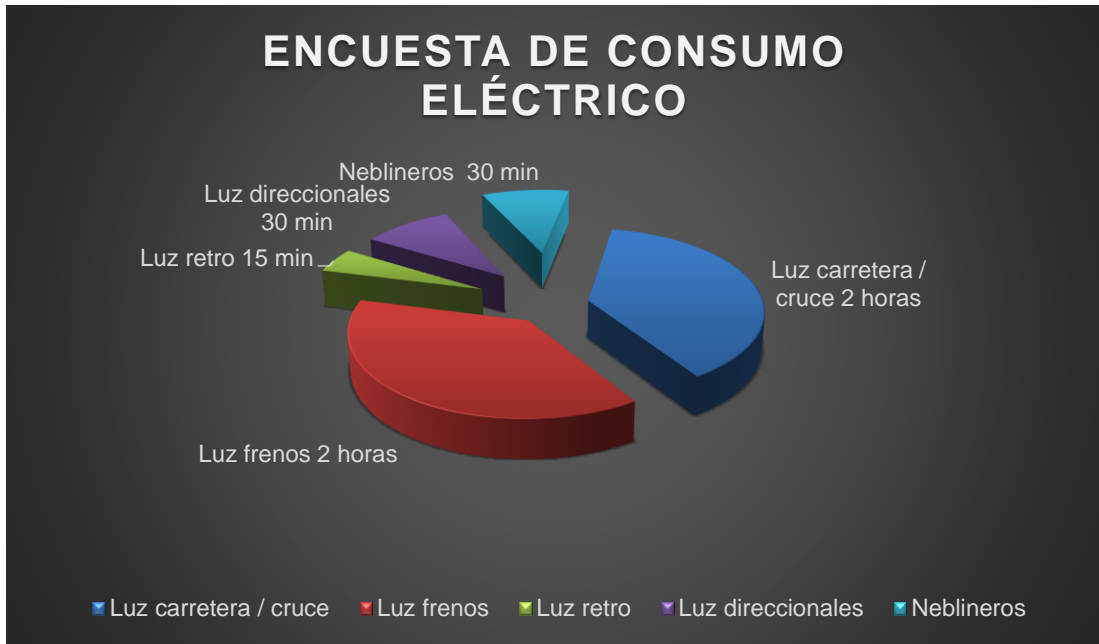


Figura 28. Diagrama de pastel con respuestas de conductores comunes de Quito.

En la figura 29, se puede verificar la tabulación de las respuestas sobre las preguntas 3 y 4 de las encuestas realizadas a conductores comunes en la ciudad de Quito.

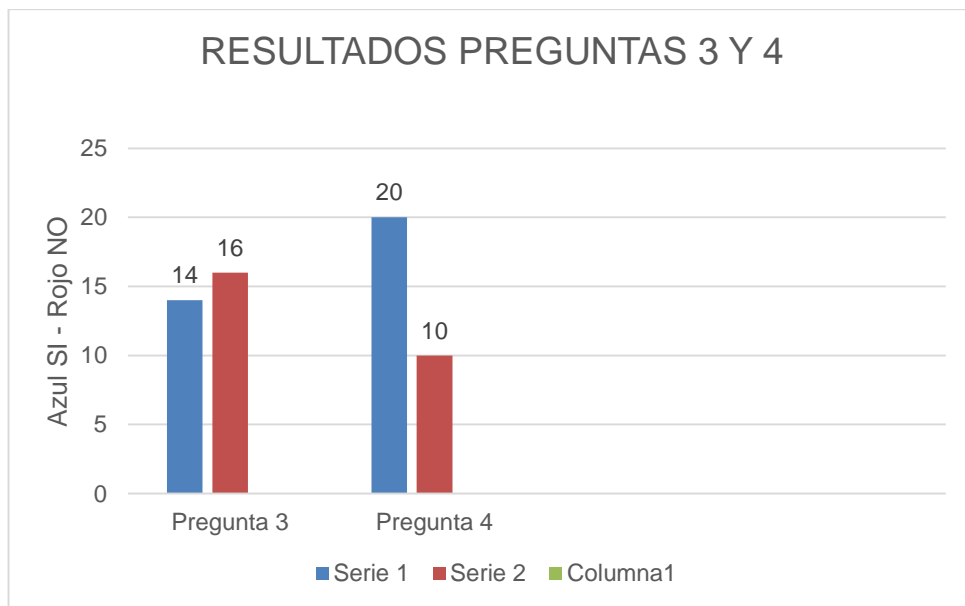


Figura 29. Diagrama de barras referente a las respuestas de las preguntas 3 y 4 de las encuestas a conductores comunes de Quito.

4.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

El diseño del sistema fotovoltaico para el vehículo Chevrolet Trooper fue realizado a partir de etapas como la investigación a elementos de consumo eléctrico del sistema de alumbrado, dimensionamiento de elementos fotovoltaicos, simulación estructural para la parrilla del techo del vehículo entre otras etapas que se detallan a continuación.

Cabe recalcar que el diseño de este sistema prototipo esta propuesto para que satisfaga las necesidades de un vehículo común a moverse diariamente en la ciudad de Quito, por esta razón los parámetros de uso energético del sistema fotovoltaico se encuentran acordes al tiempo en horas que está plasmado en las respuestas de las encuestas anteriormente registradas.

4.1.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DEL CHEVROLET TROOPER

Para poder realizar el dimensionamiento adecuado del sistema primero se requirió consultar datos específicos que nos dan los consumidores o lámparas del sistema de alumbrado, razón por la cual, se necesitó desarmar parte del sistema y comprobar directamente datos como voltaje de trabajo y potencia de trabajo que vienen plasmados físicamente en los consumidores, se logró así tener datos específicos y reales para la posterior ejecución del sistema, el proceso para la recolección de datos de los elementos del sistema de alumbrado fue mediante investigación practica visual en el vehículo.

Para la parte estructural en el techo fue necesario fabricar una estructura que estuviese acorde tanto a las necesidades del vehículo así como también soportar las cargas de paneles en el techo, brindando así una estructura segura para el desarrollo normal en trayectos del vehículo.

4.1.1.1 Investigación y recolección de datos de los faros delanteros

Para investigar los faros delanteros del Chevrolet Trooper fue necesario un proceso de desmontaje, en los que se aflojo tanto protectores de caucho, vinchas de seguridad, tuercas y tornillos de los faros así accediendo a la lámpara o consumidores eléctricos, En la figura 30 se muestra el proceso de desmontaje y datos que ofrece una lámpara de fero delantero.

- Faro izquierdo delantero:
 - a. Desmontaje de cauchos protectores, vinchas, tornillos y tuercas de seguridad del fero
 - b. Verificación directa de la lámpara del fero izquierdo delantero



Figura 30. Desmontaje e investigación del fero izquierdo delantero

- Faro derecho delantero:
 - a. Desmontaje de cauchos protectores, vinchas, tornillos y tuercas de seguridad del fero:
 - b. Verificación directa de la lámpara del fero derecho delantero

En la Figura 31 se muestra la ubicación y proceso de investigación del conjunto fero derecho y lámpara para la obtención de datos.



Figura 31. Desmontaje e investigación del faro derecho delantero

4.1.1.2 Investigación y recolección de datos del conjunto de direccionales delanteros

Para la verificación de las luces direccionales, se procedió de la misma manera que los faros, estos son conjuntos unidos pero su desmontaje es por separado ya que los direccionales tienen su propia carcasa.

- Direccional izquierdo delantero:
 - a. Se procedió a desajustar tornillos de la carcasa del direccional izquierdo, de este modo se desmontaba de la batería
 - b. Siguiendo con el proceso se procedió a aflojar de la boquilla del consumidor y verificar sus datos

En la Figura 32 se muestra el proceso para verificar como fue la investigación y desmontaje del consumidor eléctrico del direccional izquierdo delantero del Chevrolet Trooper.



Figura 32. Desmontaje e investigación del direccional izquierdo delantero

- Direccional derecho delantero:
 - a. Se procedió a desajustar tornillos de la carcasa del direccional derecho, de este modo se desmontaba de la carrocería.
 - b. Continuando con el proceso se procedió a aflojar de la boquilla del consumidor y verificar sus datos.

En la Figura 33 se muestra el desmontaje e investigación del direccional derecho delantero del Chevrolet Trooper.



Figura 33. Desmontaje e investigación del direccional derecho delantero

4.1.1.3 Investigación y recolección de datos de los faros posteriores o traseros del Chevrolet Trooper

En los faros posteriores del Chevrolet Trooper tanto las luces de freno, direccionales, marcha atrás y posición eran parte de un mismo faro en la parte posterior a cada lado, de esta manera la disposición de lámparas traseras se establece como se muestra en la Figura 34 a continuación.



Figura 34. Desmontaje e investigación de los faros posteriores o traseros

- Proceso de desmontaje e investigación del faro izquierdo posterior del Chevrolet Trooper:
 - a. Se procedió a desajustar tornillos del faro, de este modo se logró desmontar de la carrocería.
 - b. Una vez desmontado el faro se procedió a retirar de la boquilla los consumidores lumínicos del faro y recolectar datos de:
 - Luces direccionales izquierdas
 - Luces de freno y posición izquierdas
 - Luz de marcha atrás izquierda

En la figura 35 se muestra las lámparas y desmontaje del faro posterior izquierdo así como la recolección de datos.



Figura 35. Desmontaje e investigación del faro izquierdo posterior

- Proceso de desmontaje e investigación del faro derecho posterior del Chevrolet Trooper:
 - a. Se procedió a desajustar tornillos del faro, de este modo lograr desmontar de la carrocería.
 - b. Una vez desmontado el faro se procedió a retirar de la boquilla los consumidores lumínicos del faro y recolectar datos de:
 - Luces direccionales derechas
 - Luces de freno y posición
 - Luz de marcha atrás

En la Figura 36 se muestra el desmontaje e investigación de las lámparas del faro posterior derecho del Chevrolet Trooper.



Figura 36. Desmontaje e investigación del faro derecho posterior

4.1.1.4 Investigación y recolección de datos del lumínico del instrumental o tablero

Para la verificación de la iluminación del instrumental del Chevrolet Trooper se procedió a procesos de desmontaje para constatación de los consumidores eléctricos, se retiró carcasa, seguros, tuercas, tornillos, entre otros elementos, para lograr constatar los datos físicos de las lámparas del tablero y tacómetros.

- Panel instrumental lumínico del Chevrolet Trooper:

En cuanto a la verificación de los consumidores lumínicos del panel de instrumentos, se procedió con pasos prácticos los cuales se detallan de la siguiente manera.

a. Verificación de tacómetros, seguros exteriores y forma de retirar la carcasa completa del tablero instrumental.

b. Luego se procedió a desmontar y desajustar seguros, tuercas, tornillos, carcasas, entre otros elementos, de este modo se llegó a visualizar los puntos de iluminación.

En la Figura 37 se muestra el proceso de desmontaje e investigación del tablero del vehículo.



Figura 37. Desmontaje e investigación de los tacómetros principales.

c. Por último se procedió a verificar los consumidores lumínicos del instrumental, así logrando constatar datos necesarios, como se muestra en la Figura 38 la visualización y desmontaje del cuadro instrumental lumínico.

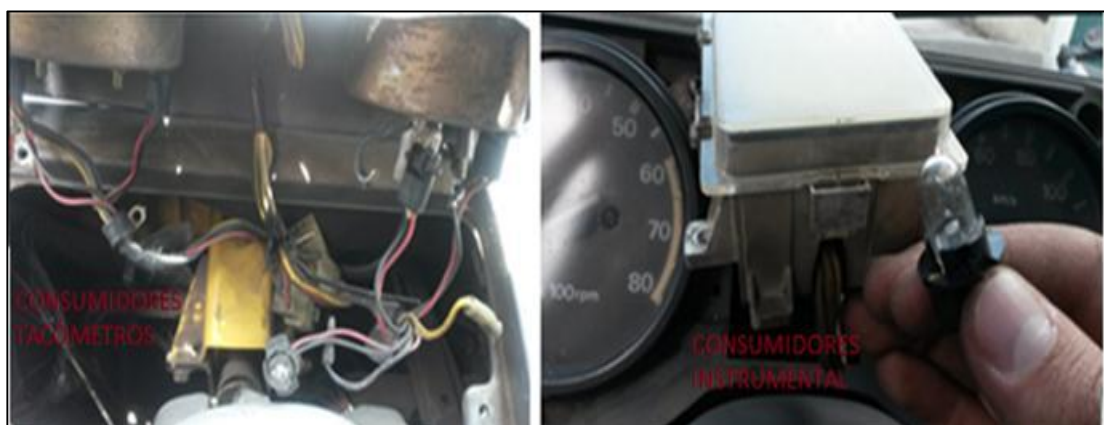


Figura 38. Desmontaje e investigación del cuadro instrumental.

- Instrumental o tacómetros adicionales del Chevrolet Trooper:

Adicionalmente en el vehículo Chevrolet Trooper se encuentran fuera del tablero tres tacómetros, los cuales tienen su propia iluminación, para lo cual el proceso para verificación de datos fue de la siguiente manera:

- a. Identificar la forma de proceder a retirar la carcasa de cada tacómetro y verificar.
- b. Proceder a retirar las carcasas de cada tacómetro así como desajustar y desmontar los elementos incluidos.
- c. Verificar los consumidores lumínicos de cada tacómetro y tomar datos para la posterior utilización.

En la Figura 39 se muestra el proceso de investigación y desmontaje de los tacómetros adicionales en el vehículo.



Figura 39. Desmontaje e investigación de los tacómetros adicionales en el vehículo

4.1.1.5 Datos proporcionados a partir de la investigación en consumidores lumínicos del vehículo Chevrolet Trooper

Una vez realizado el proceso de investigación a los consumidores lumínicos del sistema de alumbrado propio del vehículo, los datos recolectados fueron agrupados en tablas para el posterior uso en el dimensionamiento general.

En la Tabla 4 se muestran los datos de voltaje y potencia en faros delanteros.

Tabla 4. Datos de voltaje y potencia de los consumidores de faros delanteros

Consumidores	Potencia en Vatios (W)	Voltaje en Voltios (V)
Faro delantero izquierdo (56a)	90/100	12
Faro delantero derecho (56b)	90/100	12

En la tabla 5 se muestran los datos de voltaje y potencia de los direccionales delanteros.

Tabla 5. Datos de voltaje y potencia de los consumidores direccionales delanteros

Consumidores	Potencia en vatios (W)	Voltaje en voltios (V)
Direccional delantero izquierdo (49a)	21	12
Direccional delantero derecho (49b)	21	12

En las tablas 6 y 7 se muestran los datos de potencia y voltaje de los faros posteriores izquierdo y derecho respectivamente.

Tabla 6. Datos de potencia y voltaje de fero posterior izquierdo

Consumidor	Potencia en vatios (W)	Voltaje en Voltios (V)
Direccional izquierdo (49a)	21	12
Luz de freno/posición (54)	21 / 5	12
Luz de marcha atrás (52)	21	12

Tabla 7. Datos de potencia y voltaje de faro posterior derecho

Consumidor	Potencia en vatios (W)	Voltaje en Voltios (V)
Direccional derecho (49b)	21	12
Luz de freno/posición (54)	21 / 5	12
Luz de marcha atrás (52)	21	12

En la tabla 8 se muestran los datos de voltaje y potencia del tablero del vehículo y sus tacómetros adicionales.

Tabla 8. Datos de potencia y voltaje de lumínicos en tablero e instrumental adicional

Consumidor	Potencia en vatios (W)	Voltaje en voltios (V)
Tacómetro de RPM	C1: 5 C2: 5	C1: 12 C2: 12
Cuadro de indicadores generales	C1:5 C2:5 C3:5 C4:5 C5:5 C6:5	C1:12 C2:12 C3:12 C4:12 C5:12 C6:12
Tacómetro de velocímetro	C1:5 C2:5	C1:12 C2:12 C3:12 C4:12 C5:12 C6:12
Tacómetro presión de aceite	3.4	12
Tacómetro nivel de combustible	3	12
Tacómetro temperatura de motor	3.4	12

Con los datos de voltaje y potencia que se registró de cada consumidor eléctrico lumínico del alumbrado del Chevrolet Trooper, se procedió a realizar los respectivos cálculos de intensidad de corriente a continuación.

4.1.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE EN LOS CONSUMIDORES ELÉCTRICOS DEL CHEVROLET TROOPER

Mediante la fórmula de potencia eléctrica se puede calcular el amperaje de cada consumidor que servirá para posteriores análisis y resultados.

Para el cálculo de la Potencia Eléctrica se utiliza la siguiente relación matemática:

$$W = V \times A$$

Donde:

W: Es potencia (Vatios)

V: Es Voltaje (Voltios)

A: Es Corriente eléctrica (Amperios)

De esta relación matemática se necesitó despejar A que es el amperaje, a continuación se encuentra el proceso de cálculo basado en la anterior ecuación.

4.1.2.1 Amperaje de consumidores en faros delanteros (56 – 57)

Para calcular la intensidad de corriente de consumidores en faros delanteros se utilizó la siguiente relación matemática:

$$A = \frac{W}{V}$$

[10]

$$A = \frac{100}{12}$$

$$A = 8.33 \text{ Amp}$$

$$A = \frac{90}{12}$$

$$A = 7.5 \text{ Amp}$$

El resultado es de 8.33 Amperios es para los consumidores de los faros delanteros cuando están en luces intensas, el resultado de 7.5 es para luces medias, resultados para consumidores de la tabla 4.

4.1.2.2 Amperaje en consumidores direccionales delanteros y posteriores (49)

Para el cálculo de la intensidad de corriente de los direccionales delanteros y posteriores se utilizó la siguiente relación matemática:

$$A = \frac{W}{V}$$

$$A = \frac{21}{12}$$
$$A = 1.75 \text{ Amp}$$

El resultado es 1.75 Amperios es para los direccionales delanteros y posteriores respectivamente de las tablas 5, 6 y 7

4.1.2.3 Amperaje en consumidores de freno y marcha atrás en faros posteriores (54-52)

Para el cálculo de la intensidad de corriente de luz de freno y marcha atrás en faros posteriores se utilizó la siguiente relación matemática:

$$A = \frac{W}{V}$$

$$A = \frac{21}{12}$$
$$A = 1.75 \text{ Amp}$$

$$A = \frac{5}{12}$$
$$A = 0.42 \text{ Amp}$$

Este resultado de 1.75 Amperios es para los consumidores de la tabla 6 y 7, en el caso de la luz de freno llega a ese amperaje únicamente cuando se acciona el freno de lo contrario estará activada la luz de posición que tendrá 0.42 Amperios circulantes.

4.1.2.4 Amperaje en consumidores eléctricos del tablero e instrumental adicional en la cabina del vehículo

Para el cálculo de la intensidad de corriente de los consumidores eléctricos del tablero e instrumental se utiliza la siguiente relación matemática:

$$A = \frac{W}{V}$$

$$A = \frac{5}{12}$$

$$A = 0.42 \text{ Amp}$$

$$A = \frac{3.4}{12}$$

$$A = 0.28 \text{ Amp}$$

$$A = \frac{3}{12}$$

$$A = 0.25 \text{ Amp}$$

El resultado de 0.42 amperios corresponde a los consumidores de tacómetro de rpm, cuadro de instrumentos y tacómetro de velocímetro, mientras que 0.28 amperios corresponde al tacómetro de presión de aceite y temperatura respectivamente finalmente 0.25 amperios corresponde al tacómetro de nivel de combustible.

4.1.3 DIMENSIONAMIENTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LOS CONSUMIDORES LUMÍNICOS DEL CHEVROLET TROOPER

Para efectuar un análisis sobre el consumo que se tiene en cada uno de los consumidores lumínicos ya detallados en las anteriores tablas se debe utilizar los datos de potencia y voltaje que ya fueron plasmados en el análisis

posterior, estos datos se aplicaron en la fórmula directamente para obtener el consumo eléctrico deseado de cada elemento.

- Energía Eléctrica:

Para el cálculo de la energía eléctrica se tiene la siguiente relación matemática detallada en la metodología:

$$E = W \times t$$

Donde:

E: Es energía eléctrica

W: Es potencia (Vatios)

t: Es tiempo en horas

4.1.3.1 Consumo eléctrico en consumidores o lámparas de faros delanteros (56- 57)

El consumo eléctrico para los consumidores de faros delanteros se obtiene aplicando la siguiente relación matemática:

$$E = W \times t$$

$$E = 100 \times 2$$

$$E = 200 \text{ W/h}$$

$$E = 0.2 \text{ KW/h}$$

$$E = W \times t$$

$$E = 90 \times 0.5$$

$$E = 45 \text{ W/h}$$

$$E = 0.18 \text{ KW/h}$$

Este consumo de 0.2 kw/h esta dado para la tabla 1 de consumidores de los faros delanteros cuando está en luces altas, el consumo de 0.18 Kw/h es para cuando se encuentra el vehículo con luces de media, por un tiempo estimado de consumo de 2 horas diarias para luces altas y luces medias de 30 minutos, este tiempo puede variar dependiendo cuantos consumidores se mantengan

a la vez con tendencia a tener un mayor tiempo de acción si se lo ocupa racionadamente, el tiempo que se usó se estimó mediante los datos en encuesta a conductores seleccionados en la ciudad de Quito.

4.1.3.2 Consumo eléctrico en direccionales de faros posteriores y delanteros (49)

El consumo eléctrico en las luces direccionales de los faros posteriores y delanteros se obtiene aplicando la siguiente relación matemática:

$$E = W \times t$$
$$E = 21 \times 0.5$$
$$E = 10.5 \text{ W/h}$$
$$E = 0.0105 \text{ KW/h}$$

El resultado de 0.0105 kw/h es para los consumidores de la tabla 5,6 y 7 en direccionales delanteros y posteriores respectivamente para cada consumidor.

4.1.3.3 Consumo eléctrico de consumidores o lámparas de freno / posición y marcha atrás en faros traseros (54 – 52)

El consumo eléctrico en las lámparas de freno y marcha atrás en faros los faros traseros se obtiene aplicando la siguiente relación matemática:

$$E = W \times t$$

$E = 21 \times 0.3$ $E = 6.3 \text{ W/h}$ $E = 0.0063 \text{ KW/h}$	$E = 21 \times 2$ $E = 42 \text{ W/h}$ $E = 0.042 \text{ KW/h}$	$E = 5 \times 2$ $E = 10 \text{ W/h}$ $E = 0.01 \text{ KW/h}$
---	---	---

Con los resultados anteriores se detalla para los consumidores de marcha atrás con un consumo de 0.0063 Kw/h con un rango de tiempo estimado de 15 minutos, para luz de freno en el momento de aplastar el pedal el consumo es de 0.042 Kw/h por un rango de 2 horas de uso y para la luz de posición que utiliza también la luz de freno se tiene un consumo de 0.01 Kw/h por un tiempo estimado de 2 horas en el que se enciende todo el sistema de alumbrado fotovoltaico automotriz, cabe recalcar que estos resultados son unitarios para cada consumidor.

4.1.3.4 Consumo eléctrico de consumidores o lámparas en el tablero e instrumental adicional.

El consumo eléctrico en lámparas del tablero y tacómetros adicionales se puede calcular mediante la aplicación de la siguiente relación matemática:

	$E = W \times t$	
$E = 5 \times 2$ $E = 10 \text{ W/h}$ $E = 0.010 \text{ KW/h}$	$E = 3.4 \times 2$ $E = 6,8 \text{ W/h}$ $E = 0.0068 \text{ KW}$	$E = 3 \times 2$ $E = 6 \text{ W/h}$ $E = 0.006 \text{ KW/h}$

Los resultados anteriores son para la tabla 8 que representa el panel instrumental y adicionales del vehículo, el resultado de 0.010kw/h es para los tacómetros de rpm, velocímetro y el cuadro instrumental, el resultado de 0.0068kw/h es para los tacómetros de presión temperatura y presión de aceite mientras que para el tacómetro de nivel de combustible es 0.006 kw/h, estos resultados fueron calculados con un tiempo de 2 horas de acción desde que se enciende el sistema de alumbrado en el vehículo.

4.1.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL CHEVROLET TROOPER

Para dimensionar adecuadamente una instalación fotovoltaica y sus respectivos elementos, se debe primero saber qué consumo eléctrico se necesita abastecer a los consumidores, para lo cual fue necesario aspectos de cálculo anteriores, por consiguiente, antes de iniciar el dimensionamiento se detalla en la Tabla 9 los consumos totales de las lámparas que van a ser alimentadas energéticamente por el sistema fotovoltaico, partiendo de los resultados ya obtenido en los procesos anteriores se puede llegar a un consumo general como resultado final de todos los aspectos a energizar en el vehículo.

Tabla 9. Consumos totales de los consumidores lumínicos del sistema a alimentar con energía fotovoltaica

Ubicación	Consumidor	Cantidad	Potencia en vatios (W)	Número de horas de uso en horas	Total de consumo en W/h
Faros delanteros	Lámparas de faro (57-56)	2	100 Luces altas 90 Luces medias	2 0.5	400 90 Total: 490
Faros halógenos antiniebla	Lámpara halógena (55)	2	28	0.5	28
Faros direccionales delanteros y traseros	Lámparas de direccionales (49)	4	21	0.5	42
Faros traseros	Luz de freno Luz de posición trasera (54)	2 Para ambos	21/5	21 : 2h 5: 2h	84 20 Total: 104
Faros traseros	Luz de marcha atrás (52)	2	21	0.3	12.6 Continua..

					Continua Tabla 9
Tablero de instrumentos y tacómetros	Tacómetro de rpm	2	5	2	20
	Tacómetro de velocímetro	2	5	2	20
Adicionales	Instrumental adicional	6	5	2	60
	Tacómetro de presión de aceite	1	3	2	6
	Tacómetro de temperatura	1	3	2	6
	Tacómetro de nivel de combustible	1	3.4	2	6.8
Tablero e instrumental	Tacómetros – Tiras LED	18	0.33	2	11.88
TOTAL					807.28 W/H AL DIA

Con esta tabla de consumos se procedió a la aplicación de la fórmula para el cálculo de los paneles.

4.1.4.1 Dimensionamiento de los paneles solares fotovoltaicos

Para el dimensionamiento de los paneles solares fotovoltaicos para el sistema del vehículo Chevrolet Trooper se aplicó la siguiente relación matemática:

$$Fv = \frac{FP \times DE}{IS}$$

$$Fv = \frac{1.2 \times 807.28}{4.58}$$

$$Fv = 211.51 \text{ Wp}$$

Nota: Se usa el valor del 4.58 Wh/m²/día según datos de radiación solar en el Ecuador, tomado desde el Atlas Solar del Ecuador de (CONELEC, 2008)

4.1.4.2 Dimensionamiento de la batería para el sistema fotovoltaico

Para el dimensionamiento de la batería plomo-ácido de aplicación fotovoltaica en el Chevrolet Trooper, se utilizó la siguiente relación matemática:

$$CT = \frac{AUT \times DE}{Rend \times Desc \times V}$$

$$CT = \frac{2 \times 807.28}{0.8 \times 0.5 \times 12}$$

$$CT = \frac{1614.56}{4.8}$$

$$CT = 336,37 \text{ Ah}$$

El resultado anterior de 336,37 Ah es considerando que la vida útil de la batería será la adecuada, al ser este sistema un prototipo se puede descargar más la batería y reducir la autonomía sin radiación solar, consiguiendo así economizar costos, el cálculo para la batería real del proyecto sistema será el siguiente:

$$CT = \frac{AUT \times DE}{Rend \times Desc \times V}$$

$$CT = \frac{1 \times 807.28}{0.8 \times 0.84 \times 12}$$

$$CT = \frac{807.28}{8.064}$$

$$CT = 100,11 \text{ Ah}$$

4.1.4.3 Dimensionamiento del controlador de carga para el sistema fotovoltaico

Para el dimensionamiento del controlador de carga para el sistema fotovoltaico de Chevrolet Trooper se lo realizo mediante la aplicación de la siguiente relación matemática:

$$Cont = \frac{Wp}{V}$$

$$Cont = \frac{211.51}{12}$$
$$Cont = 17.63 \text{ Amp}$$

Despejados los datos anteriores se pudo proceder al diseño, logrando una idea clara para la construcción del sistema al saber de manera matemática las dimensiones y alcances para el proyecto.

4.1.5 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL SISTEMA EN EL VEHÍCULO Y UBICACIÓN DE ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS

En lo que se refiere al diseño estructural del sistema en el vehículo, se procedió a enfocarse en la estructura metálica que se alojara en el techo del Chevrolet Trooper, de esta manera se escogió una estructura de tipo parrilla con tubo redondeado de 2.5 cm de grosor para alojar los dos paneles solares montados sobre la misma, en lo que tiene que ver a esfuerzos que pudieran ocurrir al momento de ruta del vehículo con el sistema fotovoltaico montado se procedió a realizar un diseño computarizado para poder realizar la simulación de esfuerzos con el peso de los paneles solares sobre la estructura y comprobar así que no existe ningún problema de soporte mecánico en ruta, en el análisis a computadora el programa se encarga de deducir todo tipo de variantes mecánicas estructurales que pueden ocurrir.

4.1.5.1 Tensión Von Mises Stress simulado en Invector acorde a la aplicación estructural para alojar paneles solares fotovoltaicos.

El software Invector deduce la tensión Von Mises Stress mediante la simulación de esfuerzos mecánicos de la estructura tipo parrilla para el techo del Chevrolet Trooper, la misma que aloja los paneles solares fotovoltaicos del sistema que pesan 12 kg cada uno, el software utilizó informáticamente la ecuación detallada en la metodología para Von Mises Stress, en la Figura 40 se muestra la simulación en plano 3D y los resultados en unidades de Mega Pascales, demostrando la excelente factibilidad de la estructura.

- Esfuerzo máximo: 0.2275 MPa en posición superior del conjunto

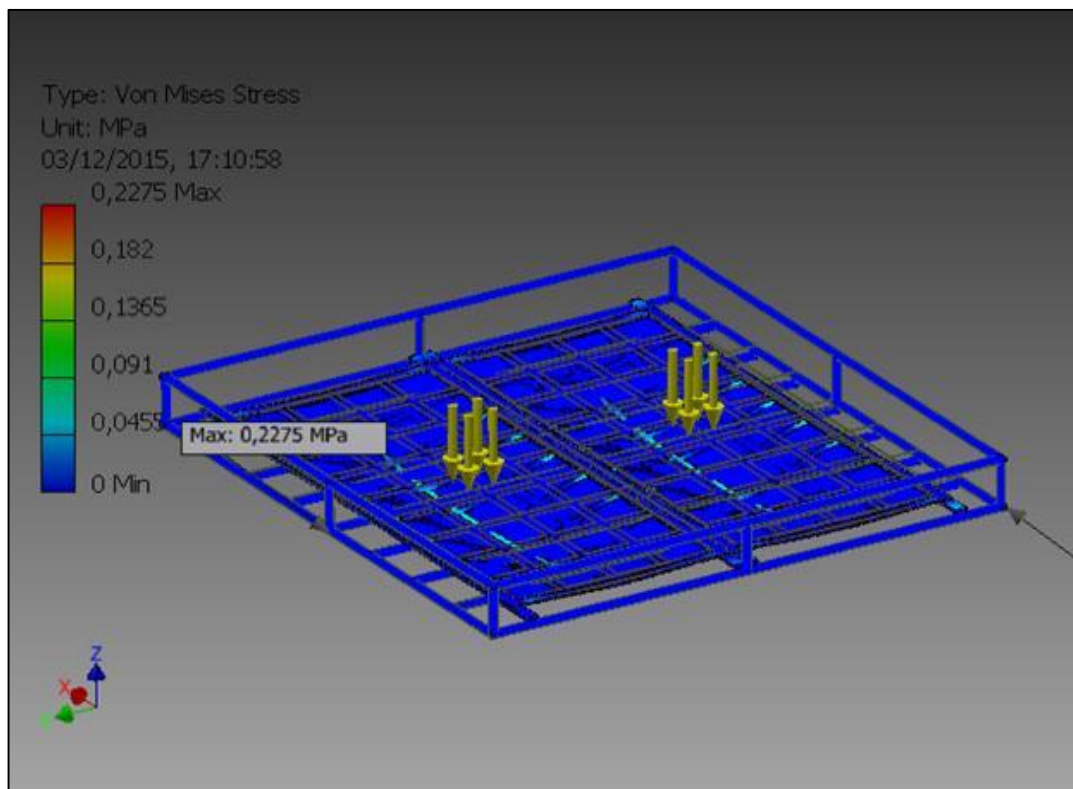


Figura 40. Conjunto parrilla y paneles aplicando Von Mises Stress en programa Invector parte superior del conjunto

En la Figura 41 se muestra la simulación en otra perspectiva del plano 3D comprobando que el esfuerzo Von Mises Stress se encuentra en un rango de trabajo adecuado para alojar los paneles solares fotovoltaicos en la estructura sin ningún problema mecánico.

- Esfuerzo máximo: 0,2275 MPa en conjunto estructura y paneles fotovoltaicos

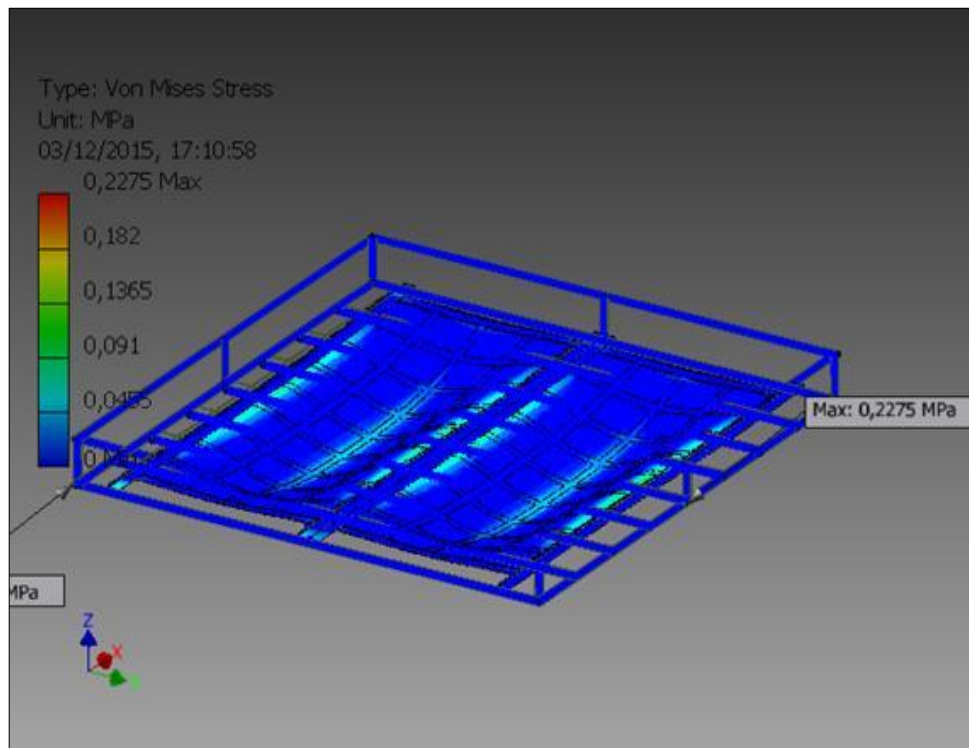


Figura 41. Conjunto parrilla y paneles aplicando Von Mises Stress en programa Inventor platinas de apoyos

4.1.5.2 Primer esfuerzo principal simulado en Inventor para el conjunto parrilla y paneles solares fotovoltaicos

Dentro de los resultados de la simulación del software inventor, informáticamente se dedujo el primer esfuerzo principal, el mismo que tiene relación con esfuerzos normales y cortantes que afectan en la estructura mecánica, de este modo informáticamente el software utilizó la ecuación detallada en la metodología para esfuerzos principales y consiguió deducir el

primer esfuerzo principal en unidades de Mega Pascales con el peso de paneles solares de 12 Kg cada uno, en la Figura 42 se muestra la simulación y resultados del primer esfuerzo principal para el conjunto estructural parrilla y paneles solares fotovoltaicos.

Máximo esfuerzo principal: 0,2002 MPa, en parte superior del conjunto

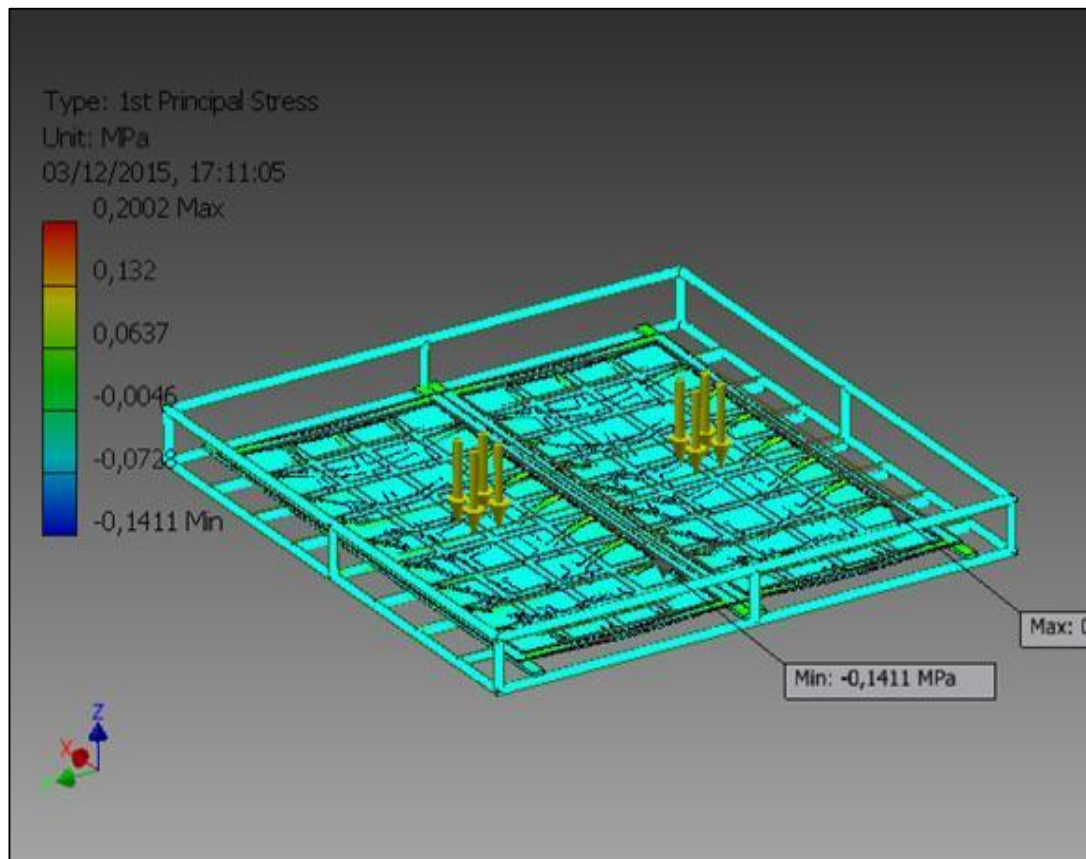


Figura 42. Conjunto parrilla y paneles aplicando primer esfuerzo principal en programa inventor denotando mínimo y máximo

En la Figura 43 se muestra el esfuerzo principal en rango mínimo a máximo como resultado de la simulación conseguida con la ejecución del programa Inventor, se visualiza que no existen problemas mecánicos con este esfuerzo.

- Máximo esfuerzo principal del conjunto: 0,2002 MPa
- Mínimo esfuerzo principal del conjunto: -0,1411 MPa

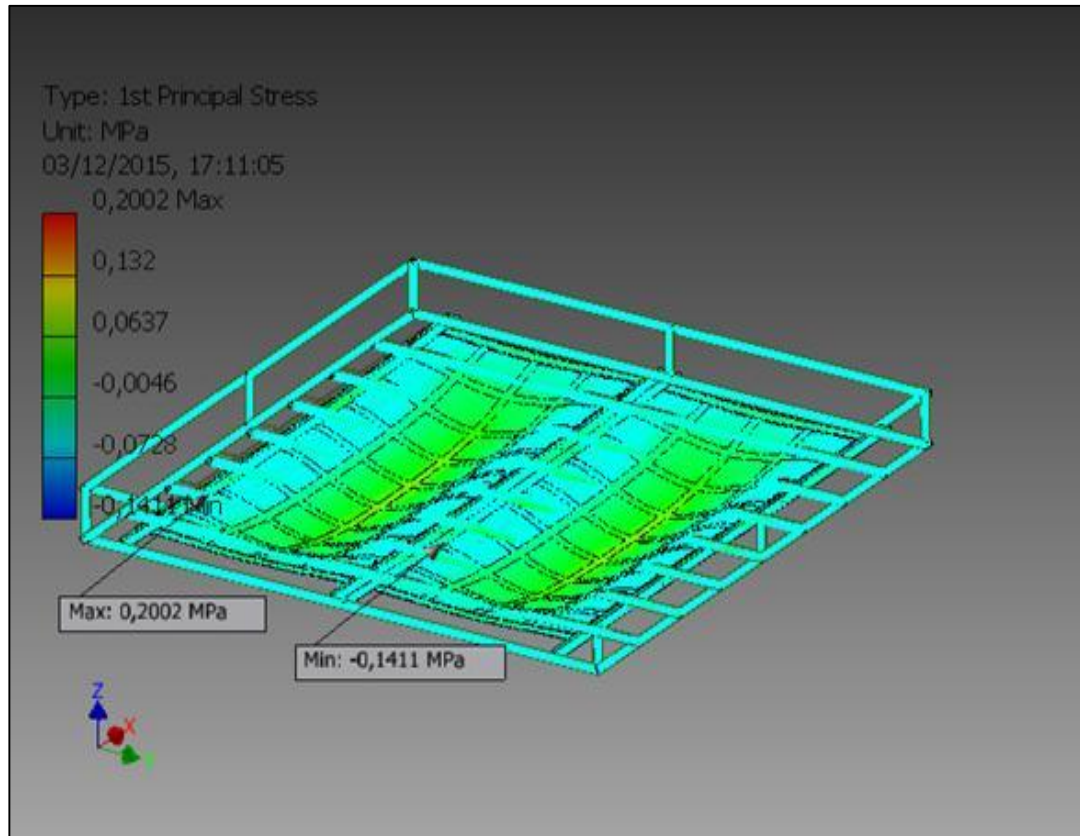


Figura 43. Conjunto parrilla y paneles aplicando primer esfuerzo principal en programa inventor denotando mínimo y máximo

4.1.5.3 Tercer esfuerzo principal simulado en inventor para el conjunto parilla y paneles solares fotovoltaicos

Para la deducción del tercer esfuerzo principal el software Inventor se basó en la simulación de la estructura mecánica y paneles fotovoltaicos, aplicando informáticamente la misma relación matemática para los esfuerzos principales detallada en la metodología, en la Figura 44 se muestra el tercer esfuerzo principal que tendrá el conjunto estructural de la parrilla aplicado el peso de los paneles solares de 12 Kg cada uno, se puede verificar que no existe problemas mecánicos que afecten el conjunto.

- Esfuerzo Mínimo: -0,2854 MPa
- Esfuerzo Máximo: 0,0688 MPa

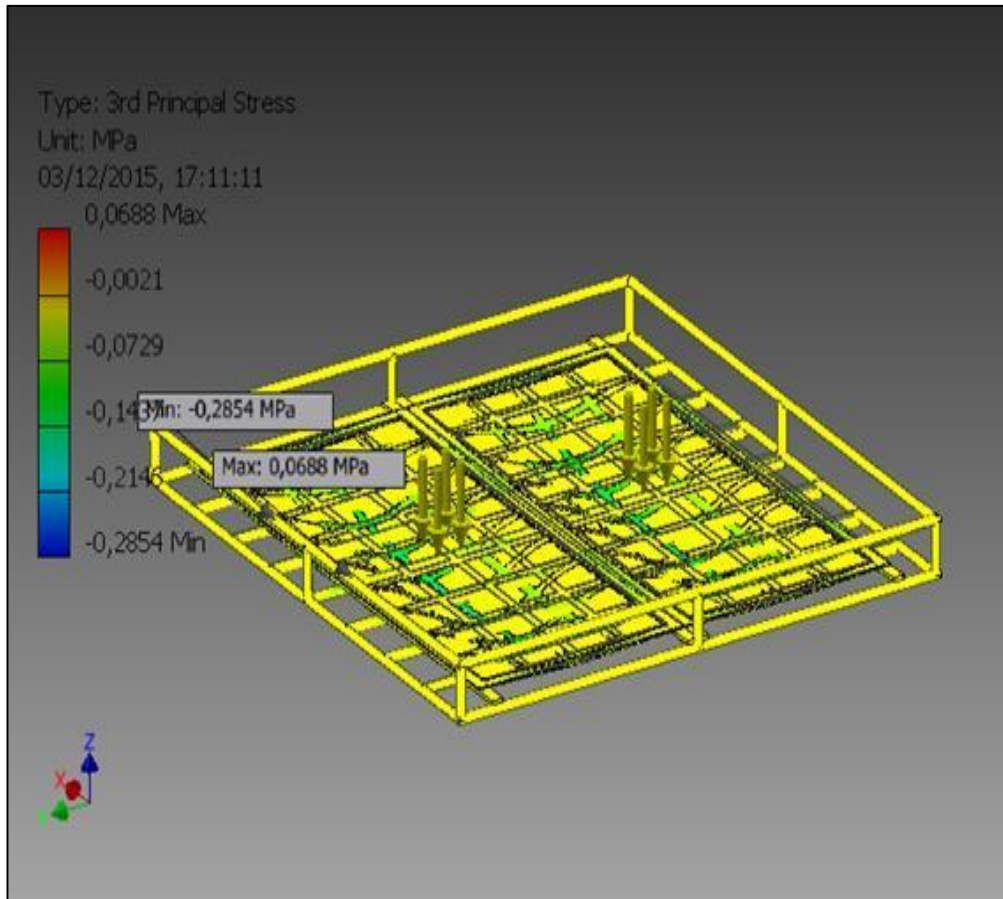


Figura 44. Conjunto parrilla y paneles aplicando tercer esfuerzo principal en programa inventor denotando mínimo y máximo

4.1.5.4 Desplazamiento para el conjunto estructural parilla y paneles solares fotovoltaicos

El desplazamiento que tendrá el conjunto estructura metálica tipo parilla y paneles solares fotovoltaicos de 12 Kg fue deducido por el software Inventor por medio de simulación informática, en la Figura 45 se muestra el conjunto 3D simulado con resultados favorables que demuestran que existe un desplazamiento máximo prácticamente insignificante como riesgo mecánico.

- Desplazamiento mínimo: 0mm
- Desplazamiento máximo: 0,01553 mm

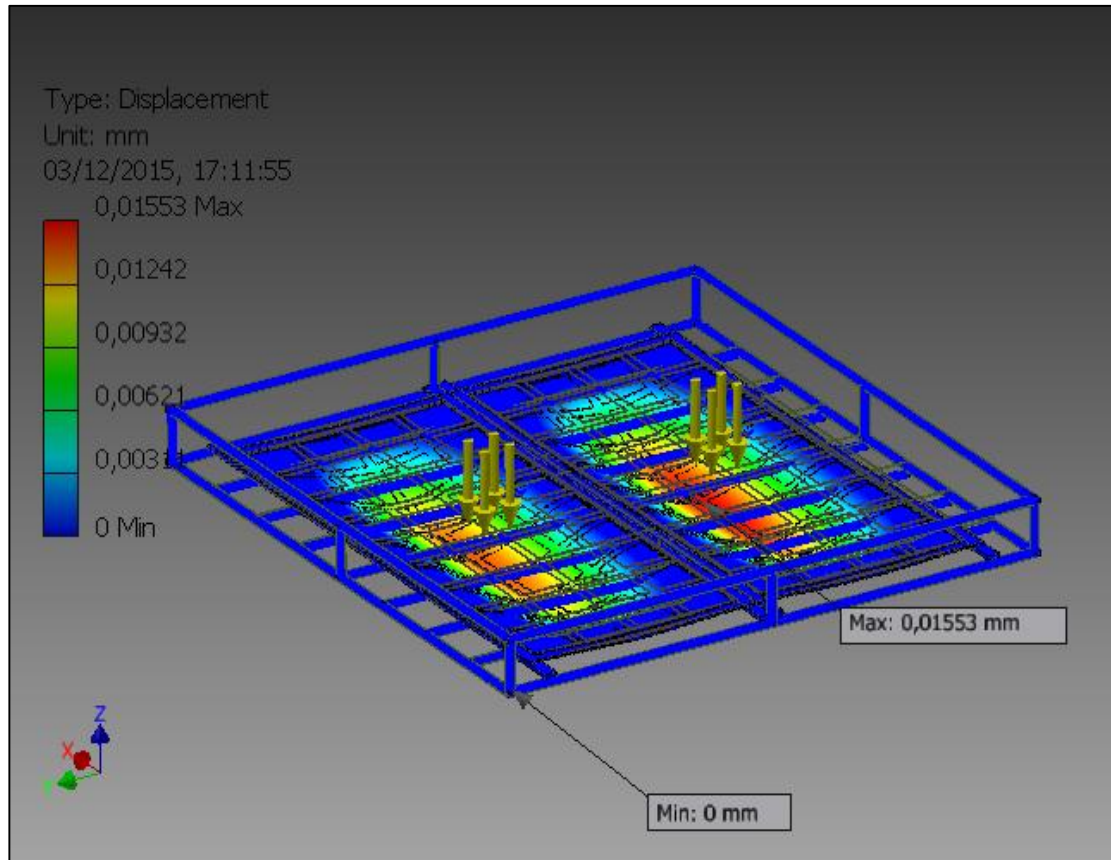


Figura 45. Conjunto parrilla y paneles aplicando desplazamiento en el programa inventor denotando mínimo y máximo

4.1.5.5 Factor de seguridad para el conjunto estructura parrilla y paneles solares fotovoltaicos

El factor de seguridad que se dedujo a partir de la simulación del software Inventor, guarda relación matemática acorde a la ecuación para factor de seguridad detallada en la metodología, en la estructura 3D simulada se tiene que existe una seguridad excelente al tener un elevado índice, en la Figura 46 se muestra el factor de seguridad estructural que consigue la estructura tipo parrilla al momento de soportar los paneles solares fotovoltaicos de 12Kg cada uno.

- Factor de seguridad mínimo: 3 ul
- Factor de seguridad máximo: 15 ul

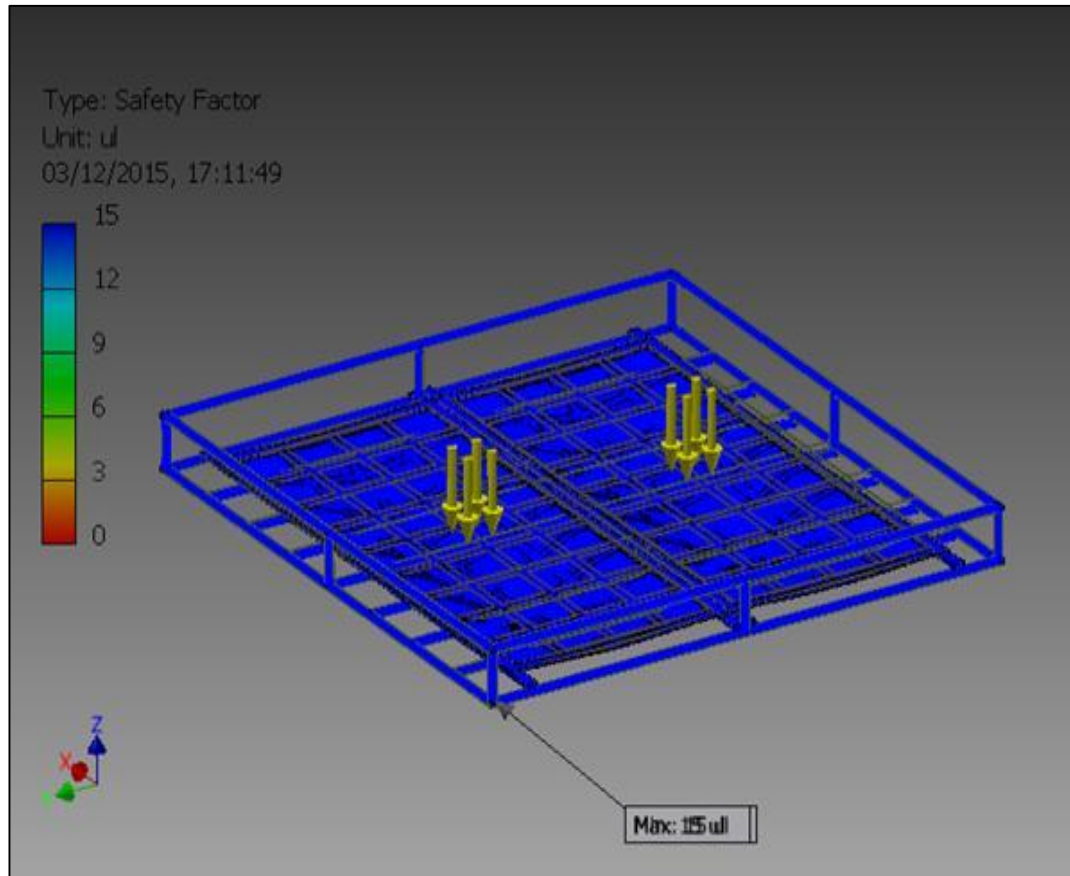


Figura 46. Conjunto parrilla y paneles aplicando factor de seguridad en el programa inventor

4.1.5.6 Tensión equivalente para el conjunto estructural parilla y paneles solares fotovoltaicos

La tensión equivalente deducida en el programa Inventor se consiguió a partir de la simulación estructural del conjunto parilla y paneles de 12 Kg de peso, matemáticamente la tensión guarda relación a la ecuación detallada en la metodología para esta aplicación, se tiene que la estructura soporta adecuadamente los paneles solares fotovoltaicos y la tensión se ratifica más en los apoyos y platinas de la estructura sin ningún riesgo mecánico aparente, los resultados así como simulación de la Tensión equivalente en el plano 3D se muestra en la Figura 47 a continuación

Tensión equivalente máxima en el conjunto: 3,157 e-006 ul

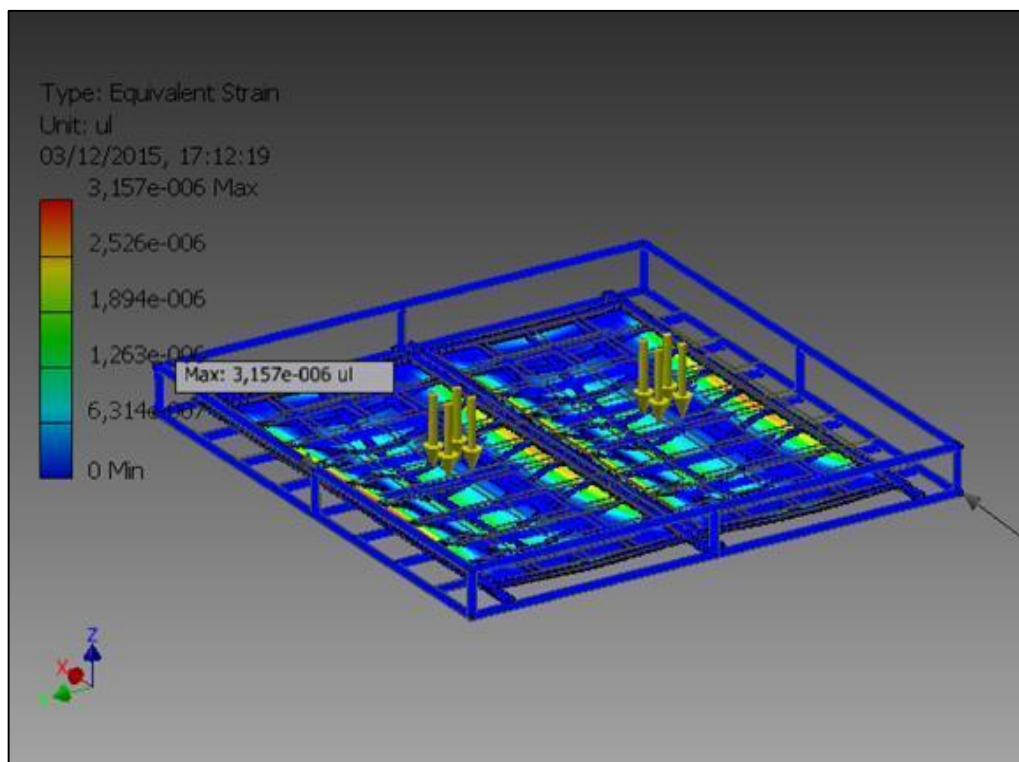


Figura 47. Conjunto parrilla y paneles aplicando tensión equivalente en el programa inventor

4.1.5.7 Presión de contacto para el conjunto estructura parilla y paneles solares fotovoltaicos

La presión de contacto que se da entre la estructura tipo parilla y los paneles solares fotovoltaicos fue simulada en Inventor, el software informáticamente dedujo que la presión de contacto no incurre en ningún riesgo mecánico, matemáticamente la presión de contacto guarda relación a la fuerza sobre un área física.

En la figura 48 se muestra la simulación en el plano 3D de la presión de contacto que ejercen los paneles solares sobre la estructura metálica tipo parilla, demostrando que es factible utilizar sin riesgo el conjunto armado.

- Presión de contacto mínima en la estructura 0 MPa
- Presión de contacto máximo en el conjunto: 0,5704 MPa

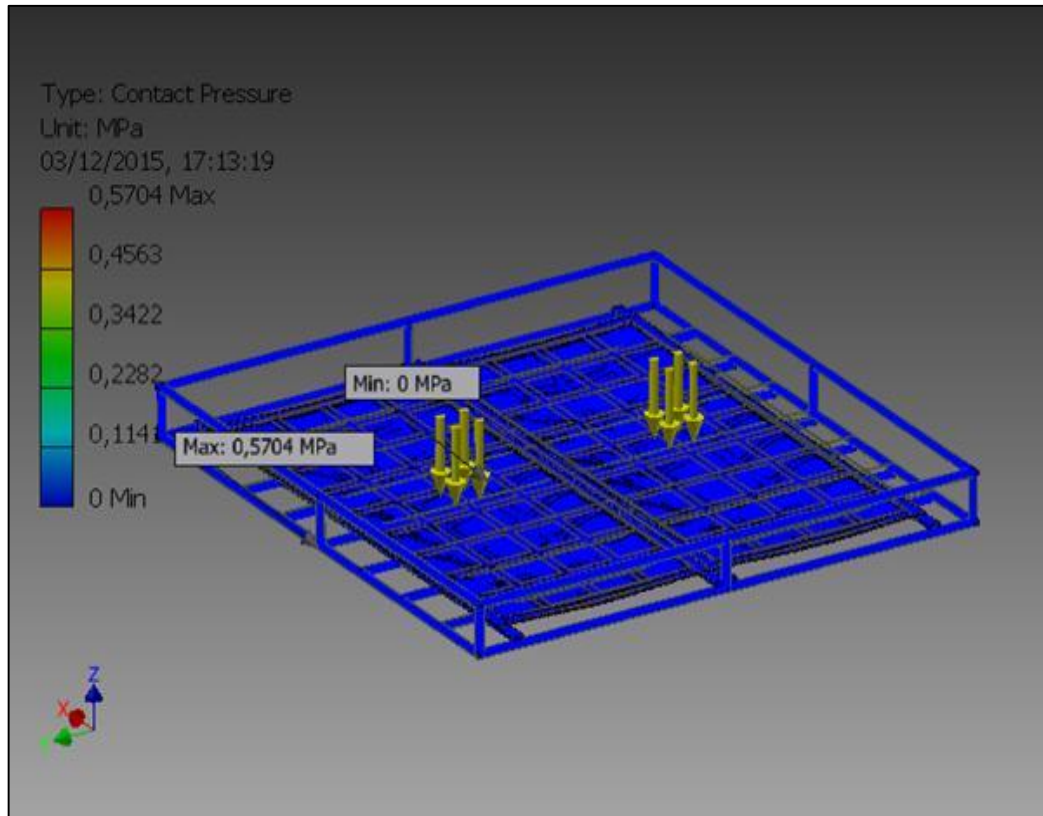


Figura 48. Conjunto parrilla y paneles aplicando presión de contacto en el programa inventor

Al finalizar la simulación el programa arrojó todos los resultados estructurales mecánicos en los planos xyz además de otros datos de mecánica de materiales, la Tabla 10 muestra los valores correspondientes a la fuerza de reacción y momento de reacción que se dieron al finalizar la simulación del software Inventor.

Tabla 10. Fuerza de reacción y Momento de coacción

Nombre coacción	Fuerza de reacción		Momento de reacción	
	Magnitud	Componente (X,Y,Z)	Magnitud	Componente (X,Y,Z)
Fricción coaccion:1	3,71488 N	0 N	0,650714 N m	0,632451 N m
		0 N		0,108311 N m
		3,71488 N		0,108178 N m

La tabla 11 muestra los resultados de los planos descritos anteriormente además se denotan los resultados individuales en los planos xyz para la estructura parrilla con los paneles solares montados sobre esta pieza.

Tabla 11. Resultados de esfuerzos, factores y fuerzas del conjunto en los planos x,y,z

Nombre	Mínimo	Máximo
Volúmen	14422200 mm ³	
Masa	88,286 kg (Esta masa es teórica para el diseño aproximada, en la realidad será menor)	
Von Mises Stress	0 MPa	0,227548 MPa
1st Esfuerzo Principal	-0,141117 MPa	0,200249 MPa
3rd Tercer esfuerzo principal	-0,285433 MPa	0,0687815 MPa
Desplazamiento	0 mm	0,0155265 mm
Factor de seguridad	4 ul	15 ul
Tensión XX	-0,141555 MPa	0,151106 MPa
Tensión XY	-0,111851 MPa	0,0359052 MPa
Tensión XZ	-0,0543893 MPa	0,0547927 MPa
Tensión YY	-0,212582 MPa	0,138632 MPa
Tensión YZ	-0,0533712 MPa	0,0542553 MPa
Tensión ZZ	-0,248847 MPa	0,168512 MPa
Desplazamiento X	-0,000147022 mm	0,000249453 mm
Desplazamiento Y	-0,000253079 mm	0,000226727 mm
Desplazamiento Z	-0,0155265 mm	0,0000282122 mm

Continuación tabla 11.		
Tensión Equivalente	0 ul	0,00000315692 ul
1st Tensión principal	-0,0000000661285 ul	0,00000328048 ul
3rd Tensión principal	-0,00000291809 ul	0,0000000606089 ul
Tensión XX	-0,000000820027 ul	0,00000134162 ul
Tensión XY	-0,000000716394 ul	0,000000718216 ul
Tensión XZ	-0,00000131179 ul	0,00000109576 ul
Tensión YY	-0,0000023081 ul	0,0000031852 ul
Tensión YZ	-0,00000265791 ul	0,00000254251 ul
Tensión ZZ	-0,00000174295 ul	0,00000128202 ul
Presión de contacto	0 MPa	0,570393 MPa
Presión de contacto X	-0,0606619 MPa	0,0483115 MPa
Presión de contacto Y	-0,264842 MPa	0,561514 MPa
Presión de contacto Z	-0,173926 MPa	0,184776 MPa

4.1.5.8 Ubicación de la estructura tipo parrilla en el vehículo

Se escogió el techo del vehículo como la mejor ubicación para la estructura tipo parrilla, esto debido a que la estructura debía ir en un sitio en el que se tenga la mayor cantidad de luz solar y pueda posteriormente alojar a los paneles solares además de dos neblineros LED, en tema de seguridad también se cuenta en el techo del Chevrolet Trooper con unas cejas metálicas de la propia carrocería para facilitar la instalación de la parrilla así proporcionando seguridad en el momento del armado y posterior ruta en el vehículo con la estructura ya montada, cabe recalcar que la estructura en esta ubicación debe quedar asegurada por 4 soportes a los lados del techo

montados respectivamente con perno, arandela y tuerca especial de seguridad.

4.1.5.9 Ubicación de los paneles solares

Una vez escogida la ubicación de la estructura en la cual se montaran los paneles solares, fue obvio que los paneles también se ubicarían en el techo del vehículo asegurados en la estructura tipo parrilla por 4 pernos y tuercas por panel, así quedando fijos en dicha ubicación, también fue la mejor ubicación para que la luz solar pueda llegar a la superficie de cada panel, cabe recalcar que los paneles se ubicaron en un ángulo de 0 grados ya que por motivos de la radiación de Quito y de la factibilidad de visión en los parabrisas en caso de fluctuación de lluvia no deben tener ninguna inclinación en esta ubicación, en la Figura 49 se muestra la ubicación tanto de la estructura tipo parrilla en el techo del Chevrolet Trooper como el alojamiento de los paneles solares fotovoltaicos.



Figura 49. Parrilla estructural de alojamiento para los paneles solares fotovoltaicos en el Chevrolet Trooper.

4.1.5.10 Ubicación del controlador de carga

El controlador de carga es un dispositivo electrónico que debe estar en un sitio adecuado, principalmente sin humedad, razón por la cual fue primordial colocar este elemento dentro de la cabina del vehículo, se escogió por tema de control y factibilidad de instalación empotrar este elemento al costado izquierdo del conductor, así brindando la posibilidad de verificar el control del sistema además de ofrecer la seguridad para el trabajo de este elemento protegiéndolo de cualquier agente externo que pueda afectar en su vida útil.

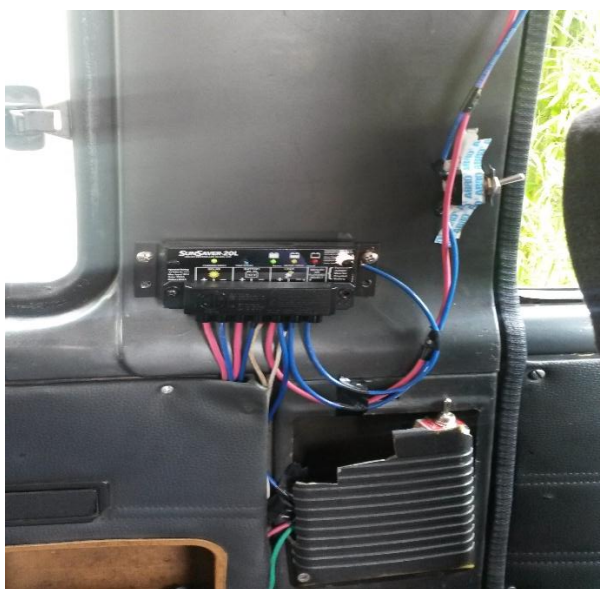


Figura 50. Ubicación del controlador de carga del sistema fotovoltaico.

4.1.5.11 Ubicación del acumulador o batería del sistema

La batería para este sistema fotovoltaico debe tener una ubicación en la cual se proteja de agentes externos que puedan afectar el óptimo funcionamiento y vida útil, por este aspecto la mejor opción de ubicación fue la parte posterior en la cajuela del Chevrolet Trooper, también porque en esta ubicación no se quitaría ningún tipo de espacio a pasajeros y por el diseño propio del vehículo la parte posterior está construida para alojar cualquier tipo de carga, cabe recalcar que la batería estará ubicada en la cajuela con un soporte tipo cuadro para evitar cualquier molestia en la ruta común.



Figura 51. Ubicación de la batería Ultracell del sistema fotovoltaico en la cajuela del Chevrolet Trooper.

4.1.5.12 Ubicación de neblineros Led y elementos extras

Para mejorar la visibilidad en ruta del vehículo se escogió ubicar dos neblineros tipo led de luz blanca en la parte delantera de la parrilla del techo, así brindando un amplio radio de visión al conductor además en el tablero y tacómetros se instalaron tiras led para mejorar el espectro de luz del instrumental en las noches, vale recalcar que todo está alimentado por energía fotovoltaica.

Entre otros elementos como cables y controladores del sistema, se procedió a ubicar fuera y dentro de la cabina según correspondía las necesidades del sistema y la comodidad de accionamiento del conductor, en la Figura 52 se muestra la ubicación de los neblineros led en el vehículo.



Figura 52. Ubicación de neblineros tipo led en la estructura del techo del Chevrolet Trooper.

En la Figura 53 se muestra la iluminación adicional de las tiras led instaladas en el instrumental del Chevrolet Trooper.

Tiras led instaladas para iluminación del instrumental



Figura 53. Ubicación de tiras led para la iluminación del instrumental del Chevrolet Trooper.

4.1.6 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA EN EL VEHÍCULO

Una vez claro el diseño, se ejecutó la construcción del sistema, también basado en los dimensionamientos y cálculos ya realizados, se escogió los elementos más adecuados para el soporte en términos de consumo eléctrico y óptima ejecución del sistema fotovoltaico aplicado al sistema de alumbrado del Chevrolet Trooper.

4.1.6.1 Parrilla de soporte en el techo del vehículo construida partir de la simulación del Software Inventor.

Para la construcción de la parrilla del vehículo, se procedió a verificar las medidas óptimas para encajar al techo del vehículo así como para el alojamiento de los paneles solares fotovoltaicos, la construcción de esta estructura se basó en la simulación y datos que se obtuvo en el diseño en Inventor, la construcción de este elemento estructural se hizo en acero común por términos de reducción de costos, cabe mencionar que el aluminio sería en términos de peso mejor opción que el acero, en la Tabla 12 se muestra los datos constructivos de la estructura tipo parrilla.

Tabla 12. Datos de parrilla para el techo del vehículo en construcción

Estructura metálica tipo parrilla para el techo del vehículo	
Tipo de metal	Acero (Mezcla de hierro y carbono)
Color y preparado	Pintura negra con agentes anticorrosivos
Forma del metal	Tubular de doble nivel
Soporte para anclaje en el techo	Oreja metálica con pernos arandela y tuerca de seguridad.
Soporte para paneles	Laminas extendidas en la estructura con 4 perforaciones para cada alojamiento del panel solar fotovoltaico
Peso	30 Kg (Solo estructura)
Medidas	1620x1560x140

El diseño que se hizo en el programa Inventor fue con las medidas similares a la estructura, de este modo previo a la construcción se elaboró el plano estructural que se muestra en la Figura 54 a continuación.

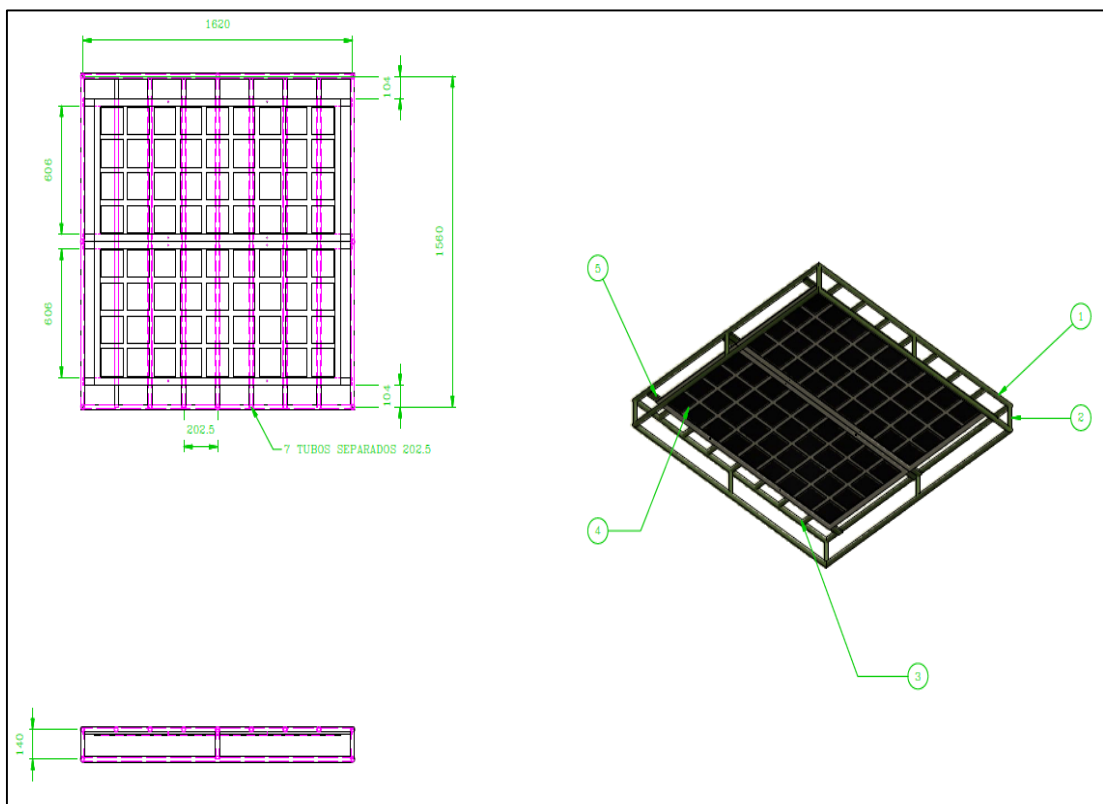


Figura 54. Plano de la estructura tipo parrilla con paneles solares para la construcción del sistema

Con los datos estructurales anteriores, se procedió a colocar primero los paneles solares para verificar la estructura y posteriormente se montó la estructura en el techo con el conjunto ya mencionado de orejas metálicas, pernos, arandelas y tuerca de seguridad, en la Figura 55 se muestra la estructura tipo parrilla con los paneles solares fotovoltaicos anclados.

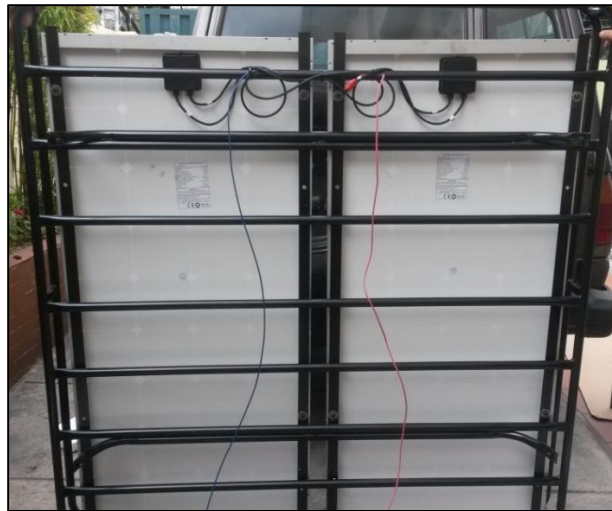


Figura 55. Estructura tipo parrilla previo a la instalación en el techo del vehículo

La parrilla en el techo del vehículo quedó instalada de la siguiente manera, como se ve en la imagen 56, los neblineros se ubicaron a cada lado de la estructura y las abrazaderas a los costados del coco del Trooper.



Figura 56. Estructura tipo parrilla instalada en el techo del Chevrolet Trooper

4.1.6.2 Paneles solares fotovoltaicos y su instalación para el sistema en el vehículo

Los paneles solares que se escogieron para la construcción del sistema son de tipo fotovoltaico monocristalino, este tipo de panel se escogió debido a que tienen un mejor rendimiento que otros paneles, además de trabajar bien aun en condiciones climáticas nada favorables como es el caso de baja radiación solar, alta nubosidad, zonas con sombras, lluvias, entre otras, además de este aspecto otro punto favorable por lo cual se escogió estos paneles es su larga vida útil y buen desempeño, parámetros por los cuales en la utilización en un sistema instalado en un auto el cual tiene rutas múltiples es una opción muy favorable.

Las características propias de los módulos fotovoltaicos se detallan en la Tabla 13 a continuación.

Tabla 13. Datos de los paneles solares escogidos para el sistema.

Panel solar fotovoltaico SIMAX (Shuzou) Green New Energy Co.,Ltd Modelo: SM636-120	
Potencia Nominal Maxima (Pm)	120 W
Tolerancia	0-+3%
Voltaje en Pmax (Vmp)	17.8 V
Corriente en Pmax (Imp)	6.74 A
Voltaje en circuito abierto (Voc)	21.8 V
Corriente en un corto (Isc)	7.37 A
Temperatura nominal de operación de la celda (NOCT)	47 °C +2°C
Voltaje Máximo del sistema	1000VDC
Serie máxima de calificación del fusible	10 A
Temperatura de operación	-40 °C a +85 °C
Clase de aplicación	A
Tecnología de la celda	Mono – Si
Peso	12kg
Costo	\$ 190
Dimensiones (mm)	1476*676*35

La configuración en la cual se debía mantener los paneles solares para que sigan entregando 12 v y tengan una potencia de 240Wp, fue en paralelo, razón por la cual se conectó los terminales de los paneles tanto positivo y negativos en dicha configuración y con una sola salida de entrega de corriente que fue conectada directamente al controlador de carga, la configuración en paralelo se muestra en la Figura 57 donde existen 3 paneles fotovoltaicos de 24 voltios y 7 amperios individuales, al conectarse en paralelo mantienen el voltaje pero suman su amperaje llegando a 21 Amperios.

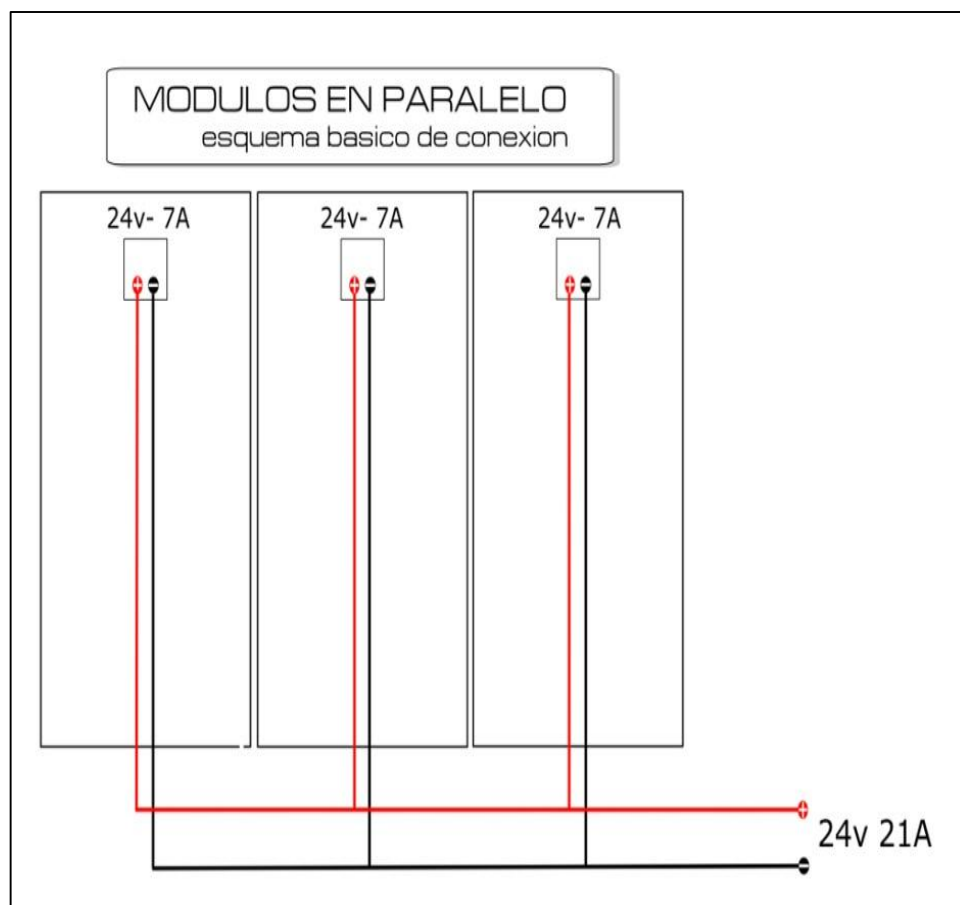


Figura 57. Ejemplo de conexión de paneles solares en paralelo
(Teknosolar, 2013)

A continuación En la figura 58 se muestran los paneles solares instalados en el Chevrolet Trooper.

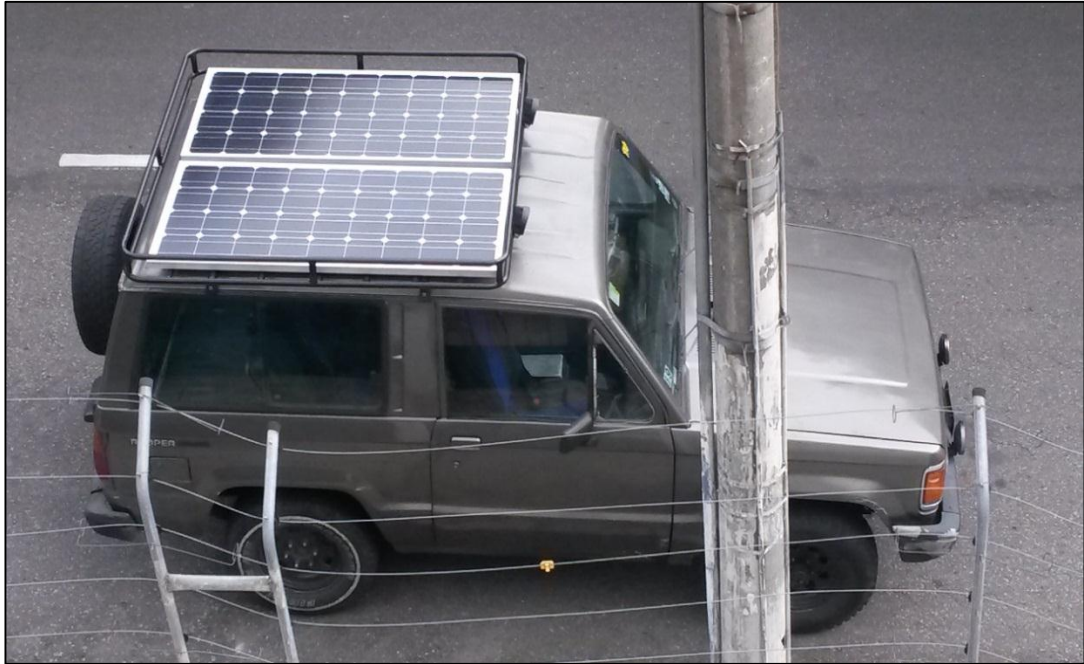


Figura 58. Estructura tipo parilla instalada en el techo del vehículo

4.1.6.3 Controlador de carga solar y su instalación para el sistema fotovoltaico

Para la instalación del controlador de carga se procedió a ubicarlo en un sitio donde el paso del cableado sea corto entre paneles, batería y controlador de este modo se escogió la cabina del vehículo específicamente al costado izquierdo del conductor, por cuestiones de visibilidad y seguridad del controlador se hizo perforaciones al techo y cabina del vehículo tanto para el paso de cableado como para empotrar el controlador en la cabina del Chevrolet Trooper, concluido este proceso se conectó la salida de corriente de los paneles solares fotovoltaicos hacia los pines de entrada solar del controlador de igual forma se conectó mediante cableado eléctrico numero 12 la salida de pines hacia los bornes de la batería ubicada en la parte posterior del vehículo.

En la Tabla 14 se muestra las características de construcción y funcionamiento del controlador de carga instalado en el vehículo.

Tabla 14. Datos del controlador de carga de para la construcción y funcionamiento del sistema fotovoltaico

Controlador Solar SunSaver	
Modelo SS-20L-12V	
Fabricación	Taiwan
Corriente solar	20 Amperios
Corriente de carga	20 Amperios
Voltaje del sistema	12 Voltios
LVD	Sí
Voltaje mínimo de la batería	1 Voltio
Voltaje de regulación batería sellada	14.1 Voltios
Desconexión de carga	11.5 Voltios
Reconexión DBV	12.6 Voltios
Voltaje solar máximo	Batería de 12 V – 30 voltios
Capacidad de carga precipitada	140 Amperios
Autoconsumo	< 8 mA
Precisión de voltaje	12 +/- 25 mV (común)
Protección temporal contra sobrevoltaje	1500W por conexión
Peso	0.23Kg
Dimensiones	15.2 x 5.5 3.4 cm
Temperatura ambiente	-40 °C a +60 °C
Humedad	100% sin condensación
Indicaciones led	Led de estado (1): Cargando o no cargando – condiciones de error solar Leds de batería (3): Carga completa Carga empezando a media Carga baja
Protecciones electrónicas	Solar: Sobrecarga, cortocircuito, alto voltaje Carga: Sobrecarga, cortocircuito, altovoltaje Batería: Alto voltaje Todos: Polaridad invertida, alta temperatura, rayos y sobrevoltajes temporales.
Carga de la batería	Método de carga: PWM de la serie 4 etapas Etapas de carga: Principal, Absorción, Flotación, Compensación.
Precio	\$120

Un esquema del dispositivo de control de carga solar por dentro es el siguiente mostrado en la Figura 59 se puede encontrar la configuración tanto de carga, salida, entrada y regulación de energía con los principales elementos.

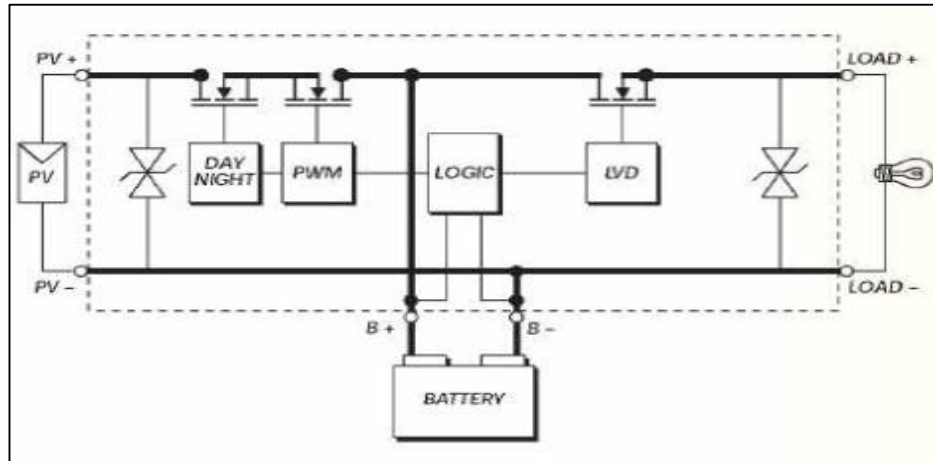


Figura 59. Ejemplo de un controlador solar interiormente.

Con todos los datos y especificaciones técnicas anteriores el controlador de carga solar, su conexionado y su ubicación quedo de la siguiente manera en la cabina del vehículo como se muestra en la Figura 60.

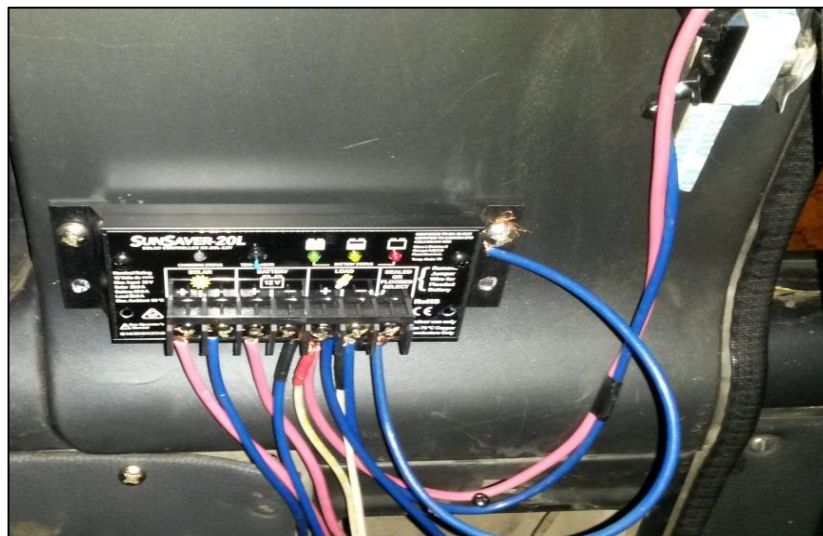


Figura 60. Controlador de carga instalado en el vehículo

4.1.6.4 Batería plomo – ácido Ultracell y su conexionado en la construcción del sistema

En lo referente a la batería de acumulación de energía fotovoltaica, previo a su instalación se necesitó comprobar las características técnicas acordes con el dimensionamiento antes realizado, al ser un sistema prototipo la vida útil de la batería se acortó para ser descargada más del 40 % factor netamente por motivos económicos, no afectó su rendimiento en horas de uso para el que fue calculado, las características de la batería que se utilizó para el sistema fotovoltaico en el vehículo se muestran en la Tabla 15 a continuación.

Tabla 15. Datos de la batería utilizada para el sistema en construcción

BATERÍA ULTRACELL																					
Modelo UCG 100-12 – GEL DE CICLO PROFUNDO – 12V 100AH																					
Largo	327 ± 2 mm (12.87 inches)																				
Ancho	173 ± 2 mm (6.81 inches)																				
Altura total con terminales	232 ± 2 mm (9.13 inches)																				
Peso aproximado	Aprox 31.0kg (68.4lbs)																				
Voltaje normal	12 Voltios																				
Capacidad normal (10HR)	100 AH																				
Tipo de terminal	Estándar F10																				
Material del envase	Estándar ABS y opción de envase con retardante de flama																				
Capacidad nominal	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">104.0</td> <td style="width: 50%;">(20hr, 1.80V/cell,</td> </tr> <tr> <td>AH/5.20A</td> <td>25°C / 77°F)</td> </tr> <tr> <td>100.0</td> <td>(10hr, 1.80V/cell,</td> </tr> <tr> <td>AH/10.0A</td> <td>25°C / 77°F)</td> </tr> <tr> <td>88.0</td> <td>(5hr, 1.75V/cell,</td> </tr> <tr> <td>AH/17.6A</td> <td>25°C / 77°F)</td> </tr> <tr> <td>76.2</td> <td>(3hr, 1.75V/cell,</td> </tr> <tr> <td>AH/25.4A</td> <td>25°C / 77°F)</td> </tr> <tr> <td>63.8</td> <td>(1hr, 1.60V/cell,</td> </tr> <tr> <td>AH/63.8A</td> <td>25°C / 77°F)</td> </tr> </table>	104.0	(20hr, 1.80V/cell,	AH/5.20A	25°C / 77°F)	100.0	(10hr, 1.80V/cell,	AH/10.0A	25°C / 77°F)	88.0	(5hr, 1.75V/cell,	AH/17.6A	25°C / 77°F)	76.2	(3hr, 1.75V/cell,	AH/25.4A	25°C / 77°F)	63.8	(1hr, 1.60V/cell,	AH/63.8A	25°C / 77°F)
104.0	(20hr, 1.80V/cell,																				
AH/5.20A	25°C / 77°F)																				
100.0	(10hr, 1.80V/cell,																				
AH/10.0A	25°C / 77°F)																				
88.0	(5hr, 1.75V/cell,																				
AH/17.6A	25°C / 77°F)																				
76.2	(3hr, 1.75V/cell,																				
AH/25.4A	25°C / 77°F)																				
63.8	(1hr, 1.60V/cell,																				
AH/63.8A	25°C / 77°F)																				
Corriente máxima de descarga	1000 A (5s)																				

Continuación Tabla 15.

Resistencia interna	Aprox 5.9mΩ
Características de descarga	<p>Temperatura de funcionamiento Alcance</p> <p>Discharge: -20 ~ 55°C (-4 ~ 131°F) Charge: 0 ~ 40°C (32 ~ 104°F) Storage: -20 ~ 50°C (-4 ~ 122°F)</p>
Características de descarga	<p>Nominal Operación Temp. Rango Ciclo Uso</p> <p>25 ± 3°C (77 ± 5°F)</p> <p>Carga inicial Current less than 24.0A Voltage 14.4V ~ 15.0V at 25°C (77°F) Temp. Coeficiente - 30mV/°C</p> <p>Standby Use</p> <p>Carga inicial sin limite - Current Voltage 13.5V ~ 13.8V at 25°C (77°F) Temp. Coeficiente - 20mV/°C</p> <p>Capacidad afectada por Temperatura</p> <p>40°C (104°F) 103% 25°C (77°F) 100% 0°C (32°F) 86%</p>
Vida flotante Diseño a 20 ° C	12 Años
Auto descarga	Baterías Ultracell se pueden almacenar durante un máximo de 6 meses a 25 ° C (77F °) y luego se requiere una carga de refresco. Por temperaturas más altas el intervalo de tiempo será más corto.
Precio	\$ 300

Con las anteriores características de la batería, para su instalación en la parte posterior en la cajuela del vehículo se construyó una base metálica con el fin

de inmovilizar el movimiento de la batería en ruta, también se realizó una conexión por cableado eléctrico de hilos número 12 , desde los terminales de batería positivo y negativo correspondientemente a los terminales positivo y negativo para el controlador de carga en la sección de acumulador, definida por color rojo (positivo) y azul (negativo), la instalación se muestra en la Figura 61 en la parte posterior del Chevrolet Trooper.



Figura 61. Batería del sistema instalada en la parte posterior y cableado de instalación

4.1.6.5 Conexión eléctrica al sistema de alumbrado con controladores y conexión mixta independiente fotovoltaica e independiente con batería del vehículo.

Una vez instalado los elementos de la fase fotovoltaica en el vehículo, procedió a llevar conexiones de cableado directas para la caja de fusibles del Chevrolet Trooper, para esto se tomó conexiones directas desde la salida de 12 voltios que entrega el controlador de carga hacia los consumidores eléctricos que vamos a energizar en el vehículo, por medio de cableado se llevó fuentes directas hacia los tacómetros o instrumental del vehículo con su

respectivo switch de control, de la misma manera para los neblineros en la parte superior en la parrilla del vehículo.

Para el sistema de luces exteriores del alumbrado, se empleó conexiones directas desde la cabina del auto hacia la caja del fusibles, se suspendió en principio la alimentación directa que daba la batería normal del auto, esto para encontrar el cableado de cada elemento consumidor, una vez encontrados estos puntos se llevó directamente la fuente de energía fotovoltaica para faros delanteros, direccionales de todo el auto, luces de freno y marcha atrás.

Energizado el sistema con energía fotovoltaica se tomó la decisión de efectuar una conexión mixta para el funcionamiento tanto con energía solar independiente así como la energía de la batería del vehículo independiente, de este modo se configuró un punto común entre ambas conexiones para controlar desde un switch de 3 posiciones el funcionamiento general sea por medio solar o utilización de la energía de la batería normal del vehículo, así se logró un sistema mixto en el cual se puede escoger la fuente de energía con la que se desea trabajar. En la Figura 62 se muestra las conexiones directas al alumbrado del vehículo.

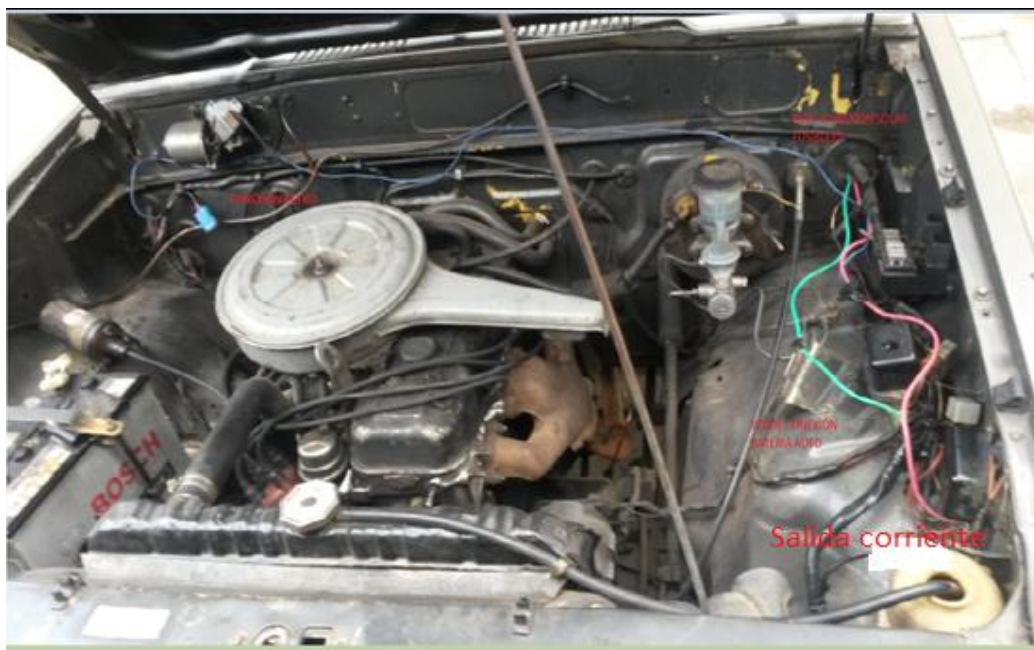


Figura 62. Realización de los conexionados hacia el sistema de luces del vehículo

Para mejor comprensión de la conexión eléctrica anterior la Figura 63 muestra el circuito de eléctrico fotovoltaico y del sistema de alumbrado general del vehículo realizado para el Chevrolet Trooper en su totalidad

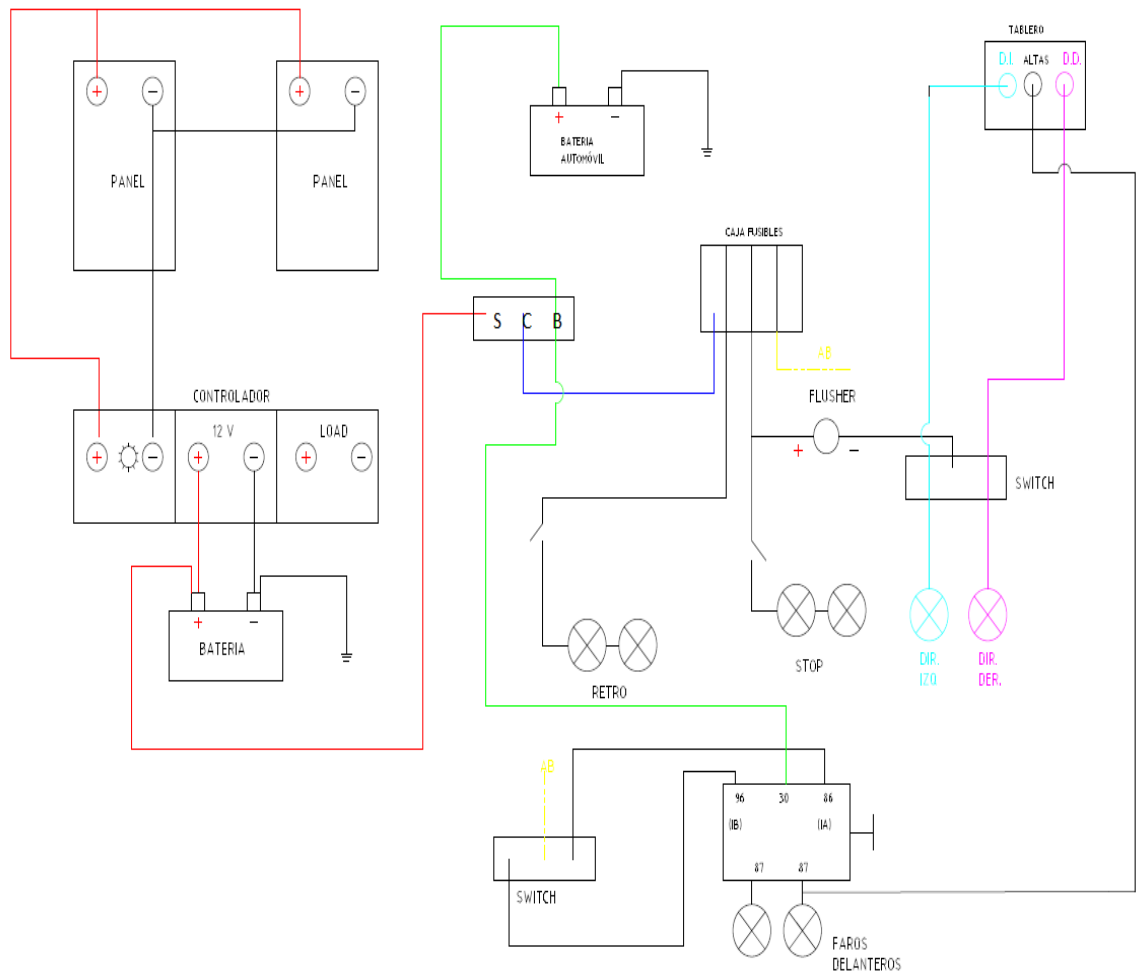


Figura 63. Circuito de trabajo del sistema instalado en el vehículo

4.2 PRUEBAS DEL SISTEMA Y RESULTADOS

Concluida la instalación del sistema, para saber en realidad que tan bien funcionaba el sistema se necesitó realizar pruebas acordes al uso, condiciones inesperadas y casos no acordes al diseño planificado, así logrando verificar la funcionalidad que ofrece trabajar con energía fotovoltaica en el sistema de alumbrado de un vehículo convencional.

4.2.1 Prueba de ida y vuelta en ruta por la ciudad de Quito utilizando el sistema fotovoltaico

Para esta prueba se escogió un trayecto amplio por la ciudad de Quito, tomando como punto de salida la parte sur de la ciudad específicamente Quitumbe, para hacer un punto de parada en la entrada a Carapungo en la parte norte de la ciudad y realizar el retorno al punto de partida utilizando energía fotovoltaica.

El trayecto para la primera prueba se muestra a continuación en la Figura 64.

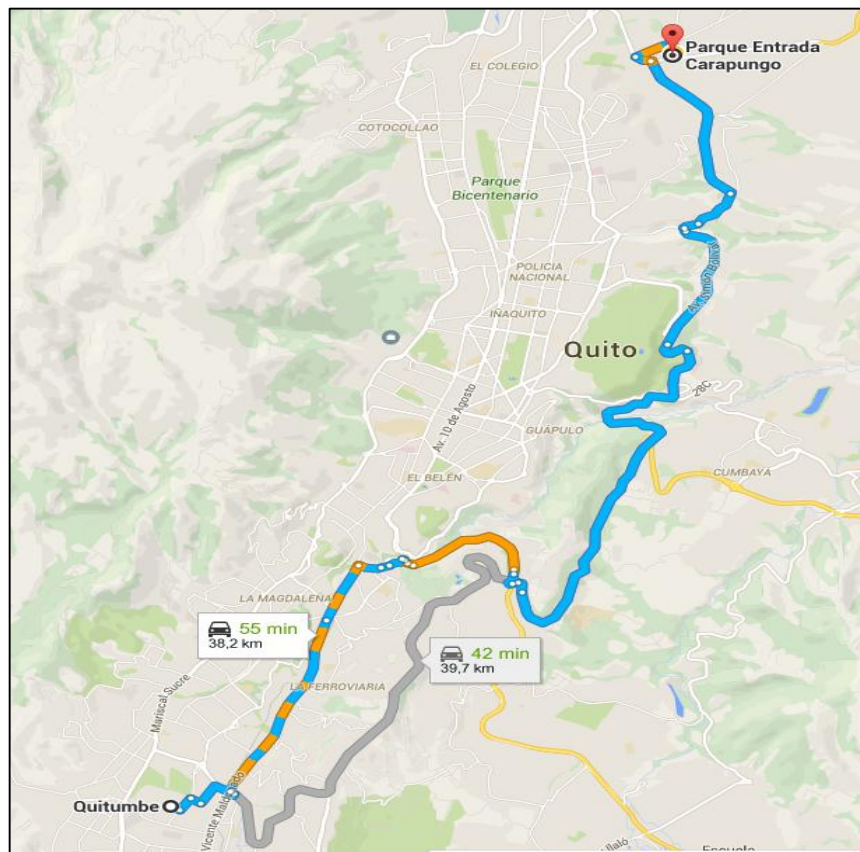


Figura 64. Trayecto para la prueba de ida y vuelta por la ciudad de Quito

Nota: Trayecto y tiempos tomados de Google Maps.

- Características adicionales de la prueba:

- a. Salida desde Quitumbe Vía Simón Bolívar
- b. Punto de Llegada previa Quitumbe, vía Vicente Maldonado
- c. Hora de partida 19:00 horas
- d. Batería Solar, carga completa
- e. Accionamiento del alumbrado acorde al diseño.
- f. Tiempo de la prueba 1 hora con 59 minutos y 32 segundos

La prueba se realizó en el trayecto mostrado, acorde al diseño y necesidades de un vehículo promedio, se mantuvo encendido el sistema de faros delanteros 1 hora con 59 minutos, neblineros 30 minutos, marcha atrás durante 4 minutos, luz de freno durante 1 hora y 15 minutos aproximadamente, lumínico del tablero y led 1 hora con 59 minutos.

Los datos que nos ofrecía el controlador de carga inicialmente eran los siguientes:

- Batería 13,36 Voltios
- Paneles 0,50 Voltios
- Salida de consumo 13,35 Voltios

En la Figura 65 se muestra la toma de datos iniciales para la primera prueba utilizando como herramienta de comprobación un multímetro digital el cual nos muestra el voltaje de la batería y el voltaje de salida a los consumidores eléctricos, adicionalmente mediante los leds del controlador de carga se pudo comprobar que la batería se encontraba en carga completa al estar encendido el led color verde que representa acumulador completamente cargado por el sistema fotovoltaico instalado.



Figura 65. Toma de datos iniciales para primera prueba carga completa

4.2.1.1 Resultados de la primera prueba

Una vez finalizada la prueba, los resultados fueron satisfactorios, el sistema instalado en el vehículo logro conseguir la ruta deseada utilizando únicamente la energía fotovoltaica recolectada durante el día.

El controlador de carga daba los siguientes datos:

- Batería 12,08 voltios
- Paneles 0,36 voltios
- Salida de consumo 11,92 voltios

En la Figura 66 se muestra otra toma de datos con el multímetro al finalizar todo el recorrido de la primera prueba realizada.

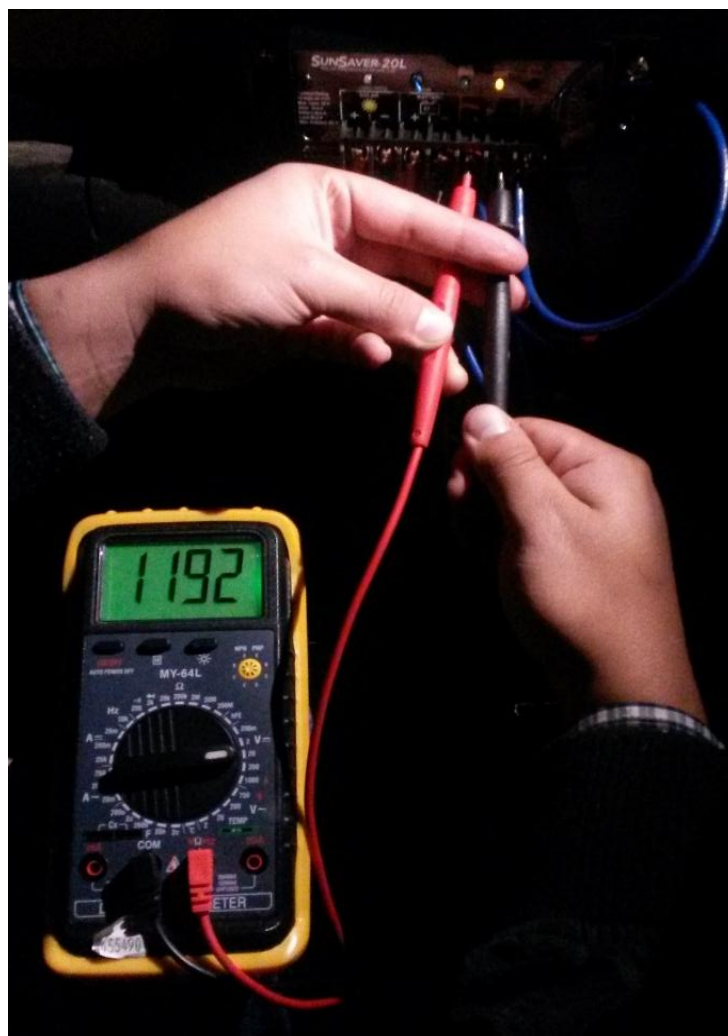


Figura 66. Toma de datos finales acabada la primera prueba

Con los datos recolectados el resultado final concluyó en que el sistema tiende a llegar a una descarga normal por el uso de la energía acumulada por el sistema, cumple con las características del diseño propuesto y las características funcionales están acordes a la metodología de funcionamiento para lo cual fue diseñado, el sistema es satisfactorio durante esta prueba e incluso podría dar un tiempo de uso superior, se concluyó esta prueba con el led de color amarillo encendido en el controlador de carga que representa acumulador de energía fotovoltaica con carga media es decir que aun no agotaba toda su capacidad de carga.

4.2.2 Prueba de desarrollo del sistema en carga con lluvia y paneles solares con suciedad moderada en un trayecto por la Quito

Para la segunda prueba del sistema, se tomó un día nublado y con lluvia para la carga de los paneles solares, también la superficie de los módulos solares tenía una suciedad moderada, estas características de trabajo se consideraron con el fin de verificar si el sistema era capaz de entregar un rendimiento satisfactorio en estas condiciones de carga y su posterior uso en la noche.

El trayecto que se utilizó fue menor al de la primera prueba, pero de la misma manera fue de ida y retorno, el punto de salida fue el Parque Bicentenario de la ciudad de Quito y el punto de parada en Quitumbe, para retornar al punto de partida posteriormente, en la Figura 67 se muestra el trayecto recorrido por el vehículo para esta prueba.

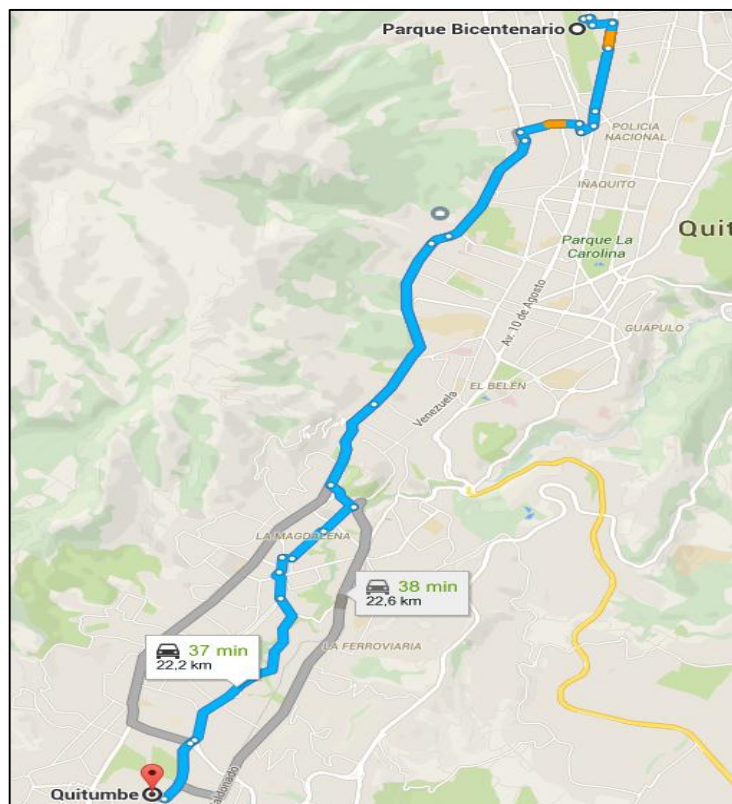


Figura 67. Trayecto para la segunda prueba del sistema instalado

Nota: Trayecto y tiempos tomados de Google Maps.

- Características adicionales de la prueba:
 - a. Salida desde Parque Bicentenario de Quito
 - b. Punto de llegada previa Quitumbe, sur de Quito
 - c. Hora de partida 19:16 horas
 - d. Batería Solar, carga completa
 - e. Voltaje de salida aproximado 13,32 voltios
 - f. Accionamiento del alumbrado acorde al diseño
 - g. Tiempo de la prueba 1 hora con 33 minutos

En la Figura 68 se muestra las condiciones de carga de los paneles solares con lluvia y suciedad moderada en su superficie.



Figura 68. Condiciones de los paneles solares en la segunda prueba, con lluvia y suciedad moderada.

El desarrollo de esta prueba fue acorde al diseño con la variación que se usó más el retro y los neblineros se prendieron durante una hora, el tiempo que se demoró cargar la batería en las condiciones climáticas desfavorables fueron

dos horas más a lo normal, es decir desde las 7 de la mañana hasta la 1 de la tarde, para tener una batería de carga completa, normalmente se demora desde las 7 de la mañana hasta las 11 y 30 o 12 de la tarde, esto en condiciones favorables de radiación.

4.2.2.1 Resultados finales de la segunda prueba

Al realizar el recorrido el sistema se comportó de una manera favorable, no presento ningún inconveniente al tener su carga completa luego del día con lluvia y con radiación media, no tuvo problemas para completar el recorrido planteado, de esta forma se puede ver que la capacidad de los paneles solares funcionando en climas desfavorables es buena, en la Figura 69 se muestra la toma de datos final con el multímetro para el sistema fotovoltaico.

Finalizando esta prueba en medidas de voltaje se tiene lo siguiente:

- Batería 12,08 voltios
- Paneles 0,40 voltios
- Salida de consumo 12,04 voltios

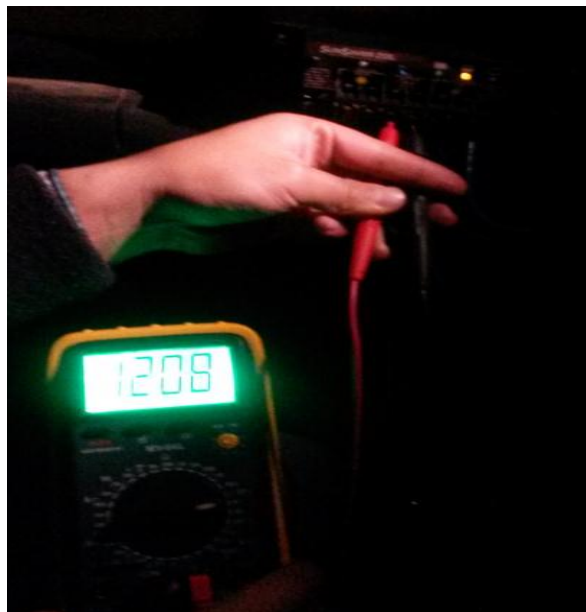


Figura 69. Toma de voltaje de la batería terminada la segunda prueba.

4.2.3 Prueba de duración de consumo de la batería, descargándola hasta que controlador de carga de la señal de batería baja

Esta prueba consistió en hacer un recorrido por toda la ciudad de Quito comenzando con batería en carga completa y comprobar hasta cuando el sistema podía proveernos de energía fotovoltaica, se utilizó un recorrido amplio abarcando aproximadamente toda la extensión de la ciudad, desde el sector de la Mitad del Mundo hasta Quitumbe, se regreso hasta Carcelén y por ultimo terminando el recorrido en el sector de Ñaquito.

- Características iniciales adicionales de esta prueba:
 - a. Batería Solar, carga completa, hora de salida 19:00h
 - b. Voltaje de salida aproximado 13,35 voltios
 - c. Tiempo de la prueba 3 horas con 10 minutos
 - d. Uso de los neblineros aproximadamente 30 a 45 minutos
 - e. Uso de la iluminación led todo el trayecto
 - f. Condiciones de trafico alto desfavorable

En la Figura 70 se muestra el recorrido efectuado en la tercera prueba.

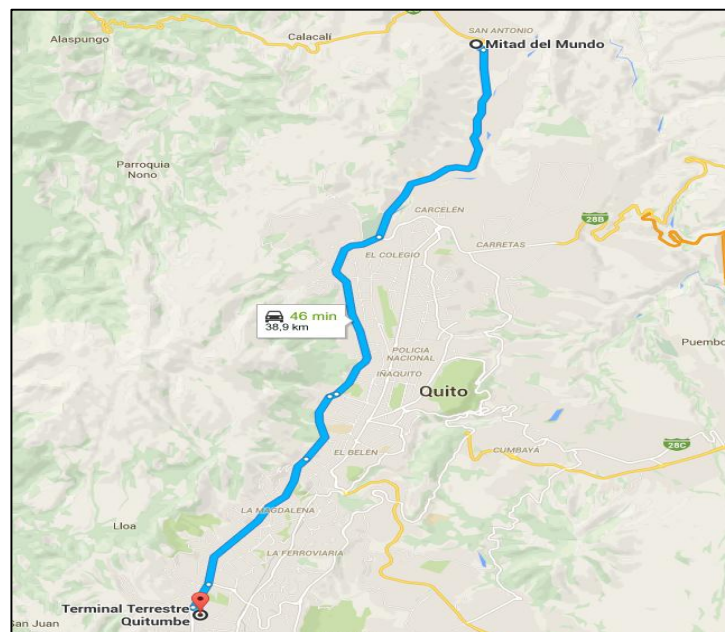


Figura 70. Recorrido para la tercera prueba tomado desde Google Maps.

4.2.3.1 Resultados de la tercera prueba en el sistema fotovoltaico accionando el alumbrado del vehículo

Concluida la prueba se consiguió realizar el recorrido, el sistema al llegar a las 3 horas aproximadamente dio la señal al controlador de carga para pasar de batería media a batería baja o luz roja del indicador led, de esta manera se tomó una medición final para saber las condiciones que daba el sistema en estas condiciones.

Finalizando esta prueba en la toma de medida de voltaje del sistema se obtuvo los siguientes datos:

- Batería 11,80 voltios
- Paneles 0,40 voltios
- Salida de consumo 11,60 voltios

Una vez terminado todo el proceso se concluyó como resultado final que el sistema es capaz de entregar más energía fotovoltaica al descargar más de lo indicado su batería pero como recomendación del fabricante y en general para acumuladores de plomo no es aconsejable realizar procesos de descarga altos porque reducen la vida útil de la batería.

4.2.4 Prueba de autonomía del sistema fotovoltaico sin radiación solar durante dos días.

Esta prueba consistió en realizar recorridos moderados por Quito con el sistema con carga completa pero sin dejar que los paneles absorban radiación solar durante dos días, con el fin de comprobar si la autonomía sin radiación solar era efectiva, de esta manera se escogió el siguiente recorrido mostrado en la Figura 71 para ambos días y comprobar así el sistema.

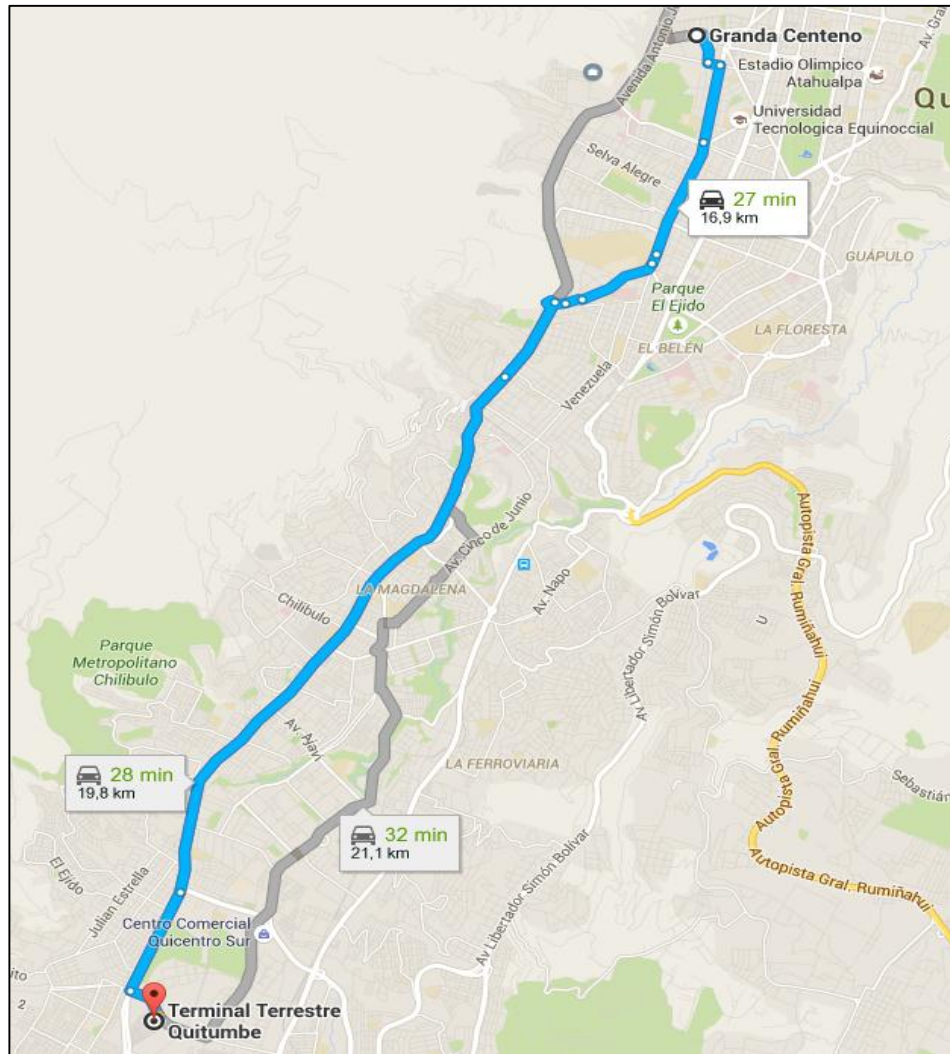


Figura 71. Trayecto de prueba para cada día a fin de comprobar la autonomía del sistema.

Nota: Trayecto y tiempos tomados de Google Maps.

El trayecto fue el mismo para ambos días, el tiempo estimado fue de 1 hora.

- Características iniciales adicionales:
 - a. Hora de partida 19:15
 - b. Batería Solar, carga completa
 - c. Voltaje de salida aproximado 13,33 voltios
 - d. Paneles solares sin absorción de radiación solar por dos días.

4.2.4.1 Resultados de la prueba

Al finalizar la última prueba del sistema, los resultados fueron satisfactorios, al el primer día de recorrido sin radiación solar, el controlador de carga paso a estado de batería de color amarillo o batería media, continuando el recorrido del segundo día el controlador término con esta misma señal, comprobando así que el sistema tiene una autonomía sin radiación adecuada, la toma de datos final dio los siguientes resultados en voltaje:

- Batería 12,11 voltios
- Paneles 0,40 voltios
- Salida de consumo 12,07 voltios

Finalmente se comprobó mediante esta prueba que la utilización de energía fotovoltaica para el sistema de alumbrado del Chverolet Trooper es factible al igual que para cualquier vehículo común que circule en la ciudad de Quito.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El diseño y construcción del sistema fotovoltaico para el alumbrado general del Chevrolet Trooper concluyó exitosamente, se logró un sistema adicional capaz de trabajar con las mismas características de un vehículo convencional como son entregar 12 voltios de corriente y trabajar en el amperaje adecuado de los consumidores lumínicos eléctricos, se demuestra así que es posible la utilización de una fuente de energía renovable en la conducción de un vehículo convencional.
- El sistema fotovoltaico instalado en el Chevrolet Trooper logra satisfacer las necesidades energéticas dentro de los recorridos de prueba en la ciudad de Quito, la energía solar resulta ser útil para esta aplicación pero tiene desventajas en cuestión de costos a diferencia de un sistema común, además de tener limitaciones energéticas en cuanto a una autonomía extrema de larga duración.
- La combinación de un sistema mixto para las funciones de alumbrado resulta beneficioso ya que se puede disponer tanto de energía fotovoltaica renovable independientemente de la energía eléctrica que brinda el conjunto alternador y batería en el vehículo, de esta forma no se tiene limitaciones para rutas nocturnas extremadamente largas.
- El sistema fotovoltaico necesita un mantenimiento simple de revisión de conexiones eléctricas y cuidados preventivos de sus elementos, se puede realizar una revisión cada vez que el vehículo cumpla 5000 kilómetros como generalmente se hace los mantenimientos de un vehículo convencional.

- Para tener un sistema fotovoltaico con una amplia vida útil es necesario cuidar la batería mediante revisiones periódicas en el controlador de carga de este modo se puede cuidar no sobrepasarse el descargar más del 45 % el nivel de energía en la batería.
- Con la energía fotovoltaica en un vehículo convencional no solamente se podría trabajar con el sistema de alumbrado e iluminación del instrumental, también se podría trabajar otros sistemas que usen energía eléctrica como el radio, aire acondicionado o la misma carga de la batería, siempre y cuando la tecnología de celdas solares sea menos costosa y mejore su rendimiento para un futuro cercano.
- El sistema solar que se instaló en el Chevrolet Trooper, satisface más de dos horas de uso como se había diseñado, esto dependiendo del uso de los consumidores y de que se descargue la batería más del 50 %, cabe recalcar que esta situación de uso afectaría la vida útil del acumulador.
- En cuanto al diseño de los paneles solares en el techo, si se quisiera aplicar este diseño en un futuro se podría trabajar mejor con estructuras de celdas solares flexibles evitando la estructura tipo parilla, si este tipo de sistemas se desean hacer en una producción en serie de vehículos, la mejor opción es hacer una estructura de techo de vehículo de celdas solares reforzadas como se da el caso en vehículos experimentales de marcas mundiales como Ford.
- En un vehículo la mejor opción para captar la radiación solar es colocar los paneles fotovoltaicos planos sin ningún ángulo, esto debido a que en un vehículo se tiene distintas rutas, además de que por factores de flujo de lluvia y aerodinámica los paneles pueden afectar el óptimo funcionamiento de un vehículo convencional.

5.2 RECOMENDACIONES

- Si se desea una óptima funcionalidad del sistema instalado en el vehículo, es recomendable tratar de dejar el vehículo en sitios donde tenga una radiación solar buena dentro de la ciudad, consiguiendo así una plena carga para el uso prolongado en trayectos nocturnos.
- Es recomendable para prolongar la vida útil de la batería no utilizar el sistema cuando el controlador de carga tenga la luz de batería baja, el descargar la batería a rangos muy bajos causa que esta pierda considerablemente su vida útil es por esto que estas acciones no son recomendables.
- Es recomendable cada cierto tiempo aproximadamente cada 5000 kilómetros de recorrido, tomar medidas de voltaje con el multímetro, así asegurándonos del funcionamiento tanto de los paneles solares, batería y salida de energía mediante mediciones en voltios que se debe hacer al controlador de carga.
- Para que los paneles solares efectúen una carga de buen nivel es recomendable realizar la limpieza de sus celdas aproximadamente una vez al mes o siempre que se lave el auto limpiar muy bien la superficie de paneles solares, de esta manera será óptimo el rendimiento del sistema.
- Para prolongar el uso del sistema es recomendable medirse en el uso de lámparas externas, por ejemplo si no es necesario los halógenos no utilizarlos de igual forma el retro y otros consumidores lumínicos, así se puede prolongar el uso de los faros delanteros, luz de freno y direccionales que pueden llegar a ser mas mucho más necesarios en la conducción nocturna y tener más tiempo de uso del sistema fotovoltaico.

- Es recomendable realizar este tipo de proyectos involucrando nuevas tecnologías o energías renovables en un vehículo para poder adquirir cada vez más conocimiento y desarrollar mejor este tipo de sistemas, de esta manera se consigue mejorar la tecnología futura aplicada en los vehículos.
- Para realizar un sistema similar al presente se recomienda ser preciso en el dimensionamiento del sistema, se recomienda tomar datos reales de consumo en los lugares a los que se vaya a ejecutar, de esta manera se podrá tener costos adecuados y precisos con los equipos que se adquiere, procurando tener un sistema energético que satisfaga las necesidades de un diseño específico.
- Si este tipo de sistemas se quisieran llevar a una práctica en vehículos en serie es recomendable adaptar en los techos de los vehículos directamente celdas solares, así evitando el uso de parrillas, también sería muy recomendable dar forma a los techos de los vehículos para que puedan captar mejor los rayos de incidencia solar, así aprovechando la radiación solar de una manera mucho más provechosa.
- Para mejorar la autonomía de energía fotovoltaica para un sistema de alumbrado en un vehículo convencional se recomienda trabajar con lámparas led, ya que consumen menos vatios hora en el día y brindan una mejor visibilidad en la noche.

NOMENCLATURA O GLOSARIO

NOMENCLATURA O GLOSARIO

Celda solar: Elemento que transforma los fotones de luz solar en electricidad. Es el material fundamental de los paneles solares fotovoltaicos.

Energía limpia: Se considera energía limpia cuando su utilización no tiene riesgos potenciales y pueden causar un impacto ambiental escaso, no existe una energía limpia en su totalidad ya que conllevan procesos industriales para su utilización.

Potencia eléctrica: Se define como la capacidad de los aparatos eléctricos para producir trabajo y puede medirse en una unidad dimensional. La unidad de medida es el Vatio (W).

Constante solar: Cantidad de energía solar que incide sobre una superficie de un metro cuadrado por segundo.

Kilovatio: Es una unidad de potencia para aparatos eléctricos, equivale 1000 Vatios.

Kilovatio hora: Se define como la potencia de mil vatios aplicada durante el tiempo de una hora.

Panel solar fotovoltaico: Conjunto de celdas solares formadas por un semiconductor específico que funcionan en conexión para crear energía eléctrica a partir de energía solar.

Vatio pico: Unidad de medida de un panel solar fotovoltaico, que significa la cantidad de potencia máxima que puede producir el módulo a condiciones estándar de funcionamiento, se define con esta siglas (Wp).

Irradiación solar: Es la emisión de radiación que emite el sol por sus procesos internos, se dan en forma de luminosidad, térmica, magnética o de otro tipo.

Mega pascales: Es una unidad de presión en el sistema internación de unidades, derivada del pascal, su símbolo es Mpa en física e ingeniería.

Von Mises Stress: Es un esfuerzo tensionante que se deduce para aplicaciones de mecánica de materiales estructurales.

Primer y tercer esfuerzos principales: Son esfuerzos que se deducen para un tipo de estructura, basados en la relación de esfuerzos normales y cortantes al momento de una ejecución de mecánica de materiales.

PWM: Significa modulación por ancho de pulsos de una señal o una fuente de energía, sirve para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

Software Inventor: Programa informático que sirve para diseñar piezas o estructuras de ingeniería, realiza también simulaciones estructurales y arroja datos reales de mecánica o resistencia de materiales.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, F. (10 de 06 de 2010). *Plataforma Urbana*. Recuperado el 09 de 10 de 2015, de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2010/06/10/franquicia-tributaria-a-paneles-solares/>
- Arias-Paz, M. (2004). *Manual de Automoviles* (55 ed.). Madrid , España: Dossat 2000 S.L. Recuperado el 29 de 08 de 2015
- Arivilca, M. S.-I. (06 de 2010). *Green Energy*. Recuperado el 09 de 10 de 2015, de Energia Solar Fotovoltaica - Manual tecnico para instalaciones domiciliarias: http://energiaverde.pe/wp-content/uploads/2010/06/Manual_ES_Fotovoltaica.pdf
- CATSA. (21 de 08 de 2012). *Amigos del motor CATSA*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de Mecánica básica: Batería, esa gran desconocida: <http://amigosdelmotor.com/cambiar-bateria/>
- CONELEC. (08 de 2008). *CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD* . Recuperado el 25 de 10 de 2015, de Atlas Solar del Ecuador : http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf
- Crouse, W. H. (1991). *EQUIPO ELÉCTRICO DEL AUTOMOVIL* (6TA ed.). Barcelona, España: MARCOMBO S.A. Recuperado el 28 de 08 de 2015
- DELTAVOLT SAC. (06 de 01 de 2010). *Baterías para Sistemas Solares y Eólicos*. Recuperado el 03 de 09 de 2015, de <http://deltavolt.pe/energia-renovable/baterias>
- Domínguez, E. J. (2012). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*. Guatemala: EDITEX S.A. Recuperado el 03 de 09 de 2015
- EKINTZA, E. -H. (1991). *EVE*. Recuperado el 15 de 09 de 2015, de ENTE VASCO DE LA ENERGIA: <http://www.eve.es/Publicaciones/Energias-Renovables/Energia-Solar.aspx>
- El Telégrafo. (27 de 05 de 2014). *El Telégrafo*. Recuperado el 10 de 10 de 2015, de Invictus 2.0 en vehiculo solar de la Espol: <http://www.telegrafo.com.ec/sociedad/item/invictus-2-0-el-vehiculo-solar-de-la-espol-infografia-y-galeria.html>

- Energías Renovables. (25 de 11 de 2014). *Energías Renovables*. Recuperado el 09 de 10 de 2015, de <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/>.
- Fernández, R. D.-C. (1995). *Energía Fotovoltaica*. Oviedo: Servicio de Publicaciones. Universidad de Oviedo . Recuperado el 25 de 08 de 2015
- GARCIA, E. Á.-J. (2010). *Elementos Amobiles* (4ta ed.). Madrid, España: Paraninfo. Recuperado el 28 de 08 de 2015
- Gere, J. M. (2009). *Mecánica de materiales* (séptima ed.). México, D.F, México: Cengage Learning S.A. Recuperado el 15 de 10 de 2015
- GIL, J. (22 de 02 de 2014). *HIBRIDOS Y ELECTRICOS Ecotecnología del vehículo*. Recuperado el 10 de 10 de 2015, de Ford C-MAX Solar Energi Concept, un híbrido solar: <http://www.hibridosyelectricos.com/articulo/mercado/ford-c-max-solar-energi-concept-hibrido-solar/20140222193347006811.html>
- Grupo IDEA I+D en Energía Solar y Automática. (08 de 10 de 2004). *Curso de Energía Solar Fotovoltaica*. Recuperado el 03 de 10 de 2015, de Cursolar: <http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/>
- HELLA. (05 de 02 de 2014). *Baterías Hella Funcionamiento y Sistema de carga*. Recuperado el 01 de 09 de 2015, de <https://drive.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRinOFdpQ1o3akYwbVE/edit>
- Intikallpa . (19 de 05 de 2014). *Buen Tutorial* . Recuperado el 20 de 10 de 2015, de <http://www.buentutorial.com/cuantos-paneles-solares-baterias-necesito/>
- Lamigueiro, O. P. (2015). *Energía Solar Fotovoltaica*. California, España: Creative Commons. Recuperado el 27 de 08 de 2015
- López, M. J. (2011). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*. Madrid : Paraninfo.
- Masa, M. Á. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica*. México: LIMUSA. Recuperado el 27 de 08 de 2015
- MOTORGIGA. (21 de 02 de 2011). *MOTORGIGA*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/luces-definicion-significado/gmx-niv15-con194697.htm>
- Muñiz, J. M. (2011). *ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Madrid, España: FUND. CONFEMETAL. Recuperado el 28 de 08 de 2015

- Orbegozo, M. S. (2010). *Energía Solar Fotovoltaica*. Argentina: GREEN ENERGY.
Recuperado el 28 de 08 de 2015
- Pérez, J. M. (2012). *Técnicas del Automóvil EQUIPO ELECTRICO*. Madrid, España:
Paraninfo.
- Pytel, S. . (2008). *Resistencia de Materiales*. Madrid , España : Replo-flo S.A.
Recuperado el 15 de 10 de 2015
- Romero, J. M. (24 de 03 de 2011). *ELECTRICIDAD AUTOMOTRIZ* . Recuperado el
12 de 10 de 2015, de [http://electroaut.blogspot.com/2011/03/instalaciones-
electricas-del-automovil.html](http://electroaut.blogspot.com/2011/03/instalaciones-electricas-del-automovil.html)
- SEMPLADES. (02 de 2013). *SLIDE SHARE*. Obtenido de ATLAS SOLAR DEL
ECUADOR SEMPLADES: [http://es.slideshare.net/PresidenciaEc/1-
presentacin-recursos-23ene2013](http://es.slideshare.net/PresidenciaEc/1-presentacin-recursos-23ene2013)
- Teknosolar. (15 de 10 de 2013). *Blog de Teknosolar*. Recuperado el 25 de 11 de
2015, de Sobre las energías renovables :
<http://www.teknosolar.com/blog/interconexion-de-paneles-solares/>
- TODOAUTOS. (07 de 11 de 2006). Recuperado el 13 de 10 de 2015, de
[http://www.todoautos.com.pe/f17/iluminacion-de-tableros-bravazos-
7247.html](http://www.todoautos.com.pe/f17/iluminacion-de-tableros-bravazos-7247.html)
- Vázquez, M. C. (2011). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Barcelona, España:
Cano Pina, S.L.- Ediciones Ceysa. Recuperado el 28 de 08 de 2015
- Viñas, S. F. (2006). *CIRCUITOS ELECTRICOS DEL AUTOMOVIL*. Madrid , España:
S.A EDICIONES PARANINFO. Recuperado el 02 de 09 de 2015

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1 ENCUESTAS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Cauioneta Año 2007
Marca Nissan Cilindraje 2.4

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 1 hora Direccionales 15 minutos
Luz de retro 5 minutos Neblineros 15 minutos

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 08 de noviembre de 2015

Nº C: 1800516666

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Carroto Folke Año 2013
Marca KIA Cilindraje 1.6

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 15 min
Luz de retro 10 min Neblineros 10 min

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 20, Nov. 2013

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Sportage Automático Año 2014
Marca Kia Cilindraje 2.0cc

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 1:30 seg. Direccionales 1 min
Luz de retro 10 seg Neblineros 10 seg

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, el 10 de febrero

**ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO
 POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL**

ENCUESTA

Tipo de vehículo Fortuner Año 2003

Marca Toyota Cilindraje 2.5

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 12 minutos
 Luz de retro 10 minutos Neblineros 20 minutos

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 21 Nov 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Certero TD Año 2013
Marca KIA Cilindraje 1.6

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 1:30 Direccionales 20 min
Luz de retro 10 min Neblineros 15 min

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito Nov 2013

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Optro Año 2012
Marca Chevrolet Cilindraje 1.8cc

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 15 min
Luz de retro 10 min Neblineros 20 min

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, el 14 de 2012

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Luv D MAX Año 2013
Marca Chevrolet Cilindraje 2.5

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 15 min
Luz de retro 10 min Neblineros 20 min

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 20 Nov, 2015
MD 1101733234

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Sol 4P Año 2007
Marca VW Cilindraje 1.8

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 10 minutos
Luz de retro 5 minutos Neblineros 20 minutos

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 10 Nov. 2008
1800307660

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo SUB Año 2008
Marca HYUNDAI/TUCSON Cilindraje 2.0 cc

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 1h Direccionales 15 min
Luz de retro 5 min Neblineros 10 min

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 27 de Nov del 2015
C.I. 1702803592

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Automóvil Año 2010
Marca Toyota Yaris Cilindraje 1.3

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 3 horas Direccionales 10 minutos
Luz de retro 15 minutos Neblineros —

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 24 de Noviembre de 2013
C.I.: 1704303359
Explicar Rosa

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo 4x2 Año 2010

Marca CHEVROLET / GRAND / VITARA Cilindraje 2.0

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 10 min Direccionales 15 min
Luz de retro 5 min Neblineros 15 min

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 22/11/2010

CI: - (opcional)
ROSA NÚÑEZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo SUV 4x4 Año 2010

Marca NISSAN XTERRA Cilindraje 2.5

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 1:30 Direccionales 10 min
Luz de retro 10 min Neblineros 20 min

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
 b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito-Gu - 29/11/2015

CI: 030086373J
M. Añan

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo SEDAN Año 2012
Marca HUNDAI ACCENT Cilindraje 1.4c

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 1 hora Direccionales 10 minutos
Luz de retro 10 minutos Neblineros —

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 05/11/2015
Centro

C.I. 1802623064

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo CAMION Año 2008
Marca MITSUBISHI Cilindraje 5.5

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno UNA HORA Direccionales 30 minutos
Luz de retro 30 minutos Neblineros UNA HORA

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: QUITO 28-11-2015

RAUL SANDOVAL
100190479.6

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Compartido Año 2004
Marca Mercedes Cilindraje 1.2

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 30 Direccionales 15
Luz de retro 30 Neblineros 30

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito 28 noviembre 2015

Jorge Zamora
0500 58262-0

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Camioneta Año 2014
Marca TOYOTA Cilindraje 2.4

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 30 Direccionales 5 minutos
Luz de retro 5 minutos Neblineros 30

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: QUITO 28 de Noviembre 2015

Santiago de Jesús Simba



170599477-8

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo AUTO MOVIL Año 2007
Marca RENAUL Cilindraje 1.600

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
 b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
 d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 1 H Direccionales 30 M.
Luz de retro 30 H. Neblineros 30 M.

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?


- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: QUITO 28-11-2015

JOSÉ CACUANGO


060308538-2

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Sedan Año 2010
Marca Kia Rio Cilindraje 1.4

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 30 minutos
Luz de retro 30 minutos Neblineros No

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito 28 nov-2015

Edison Javier Simba Usiña
C.I. 176919020



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehiculo ATOTO MOTO Año 2005
Marca CASULLO Cilindraje 2400

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehiculo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehiculo en el día:

Luz de freno 30 m Direccionales 15 m
Luz de retro 15 m Neblineros -

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehiculo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehiculo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito 28. nov. 2015

Sulio Vargas Telamano 060 41 71173.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Camioneta Año 2008
Marca MANZA Cilindraje 2.200

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 30 Direccionales 30
Luz de retro 30 Neblineros 15

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito 28/11/2015

MANUEL INLAZO

1711097939

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo camioneta Año 93
Marca Chevrolet Cilindraje 2300

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 30 Direccionales 30
Luz de retro 15 Neblineros 30

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito 28/11/2015

Rangel Quintero
1750462994

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo 5ccp Año 1997
Marca Honda CBV Cilindraje _____

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
- b. 1 hora al día
- c. 2 horas al día
- d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2horas Direccionales 30minutos
Luz de retro 15minutos Neblineros 30minutos

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
- b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
- b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 23 Noviembre de 2011
cd: 1706536438
Cda Cealín.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Automovil Año 2009
Marca Chevrolet Spark Cilindraje 1000 CC

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 25 minutos
Luz de retro 9 minutos Neblineros no tiene

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito La Prensa, 23/11/2015
C.I. 1709087785

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo CAMIONETA Año 2012
Marca NISSAN NAVARA Cilindraje 2,5

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 30 min
Luz de retro 10 min Neblineros 20 min

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Auto, Cudaya / 27/11/2015

CI: 170762784-8
Jorge Botancourt.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Automovil Hatchback Año 2008
Marca Renault - Clio Cilindraje 1.4

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 20 minutos
Luz de retro 10 minutos Neblineros 30 minutos

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, 26/11/2008
172153 2446

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo SEDAN-HIBRIDO Año 2016
Marca HYUNDAI SONATA Cilindraje _____

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 1:30h Direccionales 15min
Luz de retro 10min Neblineros 1hora

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito Centro / 26/11/2015

David Barzán

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo SPV Año 2015
Marca Renault-Duster Cilindraje 2000cc

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 20 minutos
Luz de retro 5 minutos Neblineros —

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, Santo Antonio, 28/11/2015
1801767235
Lourdes Pilco

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Jeep Año 1982
Marca CHEVROLET - TROOPER Cilindraje 2000cc

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2hrs Direccionales 20 minutos
Luz de retro 3 minutos Neblineros 30 minutos

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI
b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI
b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, Huelmo, 28/11/2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo Camioneta Año 2010
Marca Ford F-150 Cilindraje _____

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día b. 1 hora al día
c. 2 horas al día d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 20 minutos
Luz de retro 10 minutos Neblineros —

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito, Grande Centeno, 29/11/2013

1706695367

Ricardo Barragón

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN
ELÉCTRICO AL INSTRUMENTAL Y LUCES DE UN VEHÍCULO POTENCIADO
POR EL USO DE PANELES SOLARES EN UN VEHÍCULO CONVENCIONAL

ENCUESTA

Tipo de vehículo SEDAN Año 2017
Marca NISSAN TIDA Cilindraje 1600cc

1. ¿Cuánto tiempo usa el sistema de alumbrado o luces de su vehículo en un día común dentro de la ciudad de Quito?

- a. 30 minutos al día
b. 1 hora al día
 c. 2 horas al día
d. Más de 2 horas

2. Escriba el tiempo de uso de los siguientes consumidores eléctricos de su vehículo en el día:

Luz de freno 2 horas Direccionales 20 minutos
Luz de retro 10 minutos Neblineros 20 minutos

3. ¿Sabía usted que se puede utilizar energía del sol para alimentar energéticamente sistemas de un vehículo convencional?

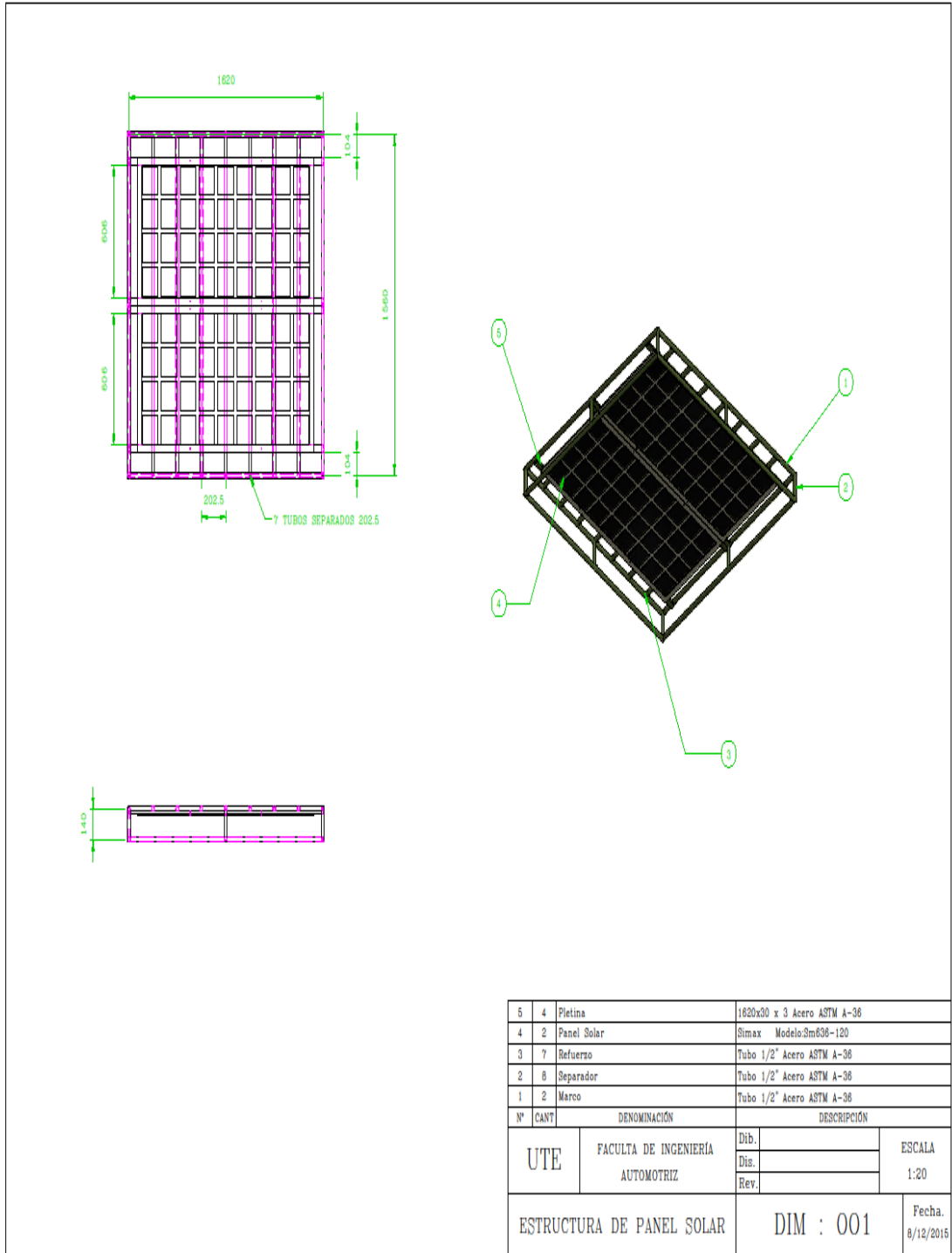
- a. SI b. NO

4. ¿Utilizaría usted un sistema potenciado por paneles solares para el sistema de alumbrado de su vehículo, así promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías?

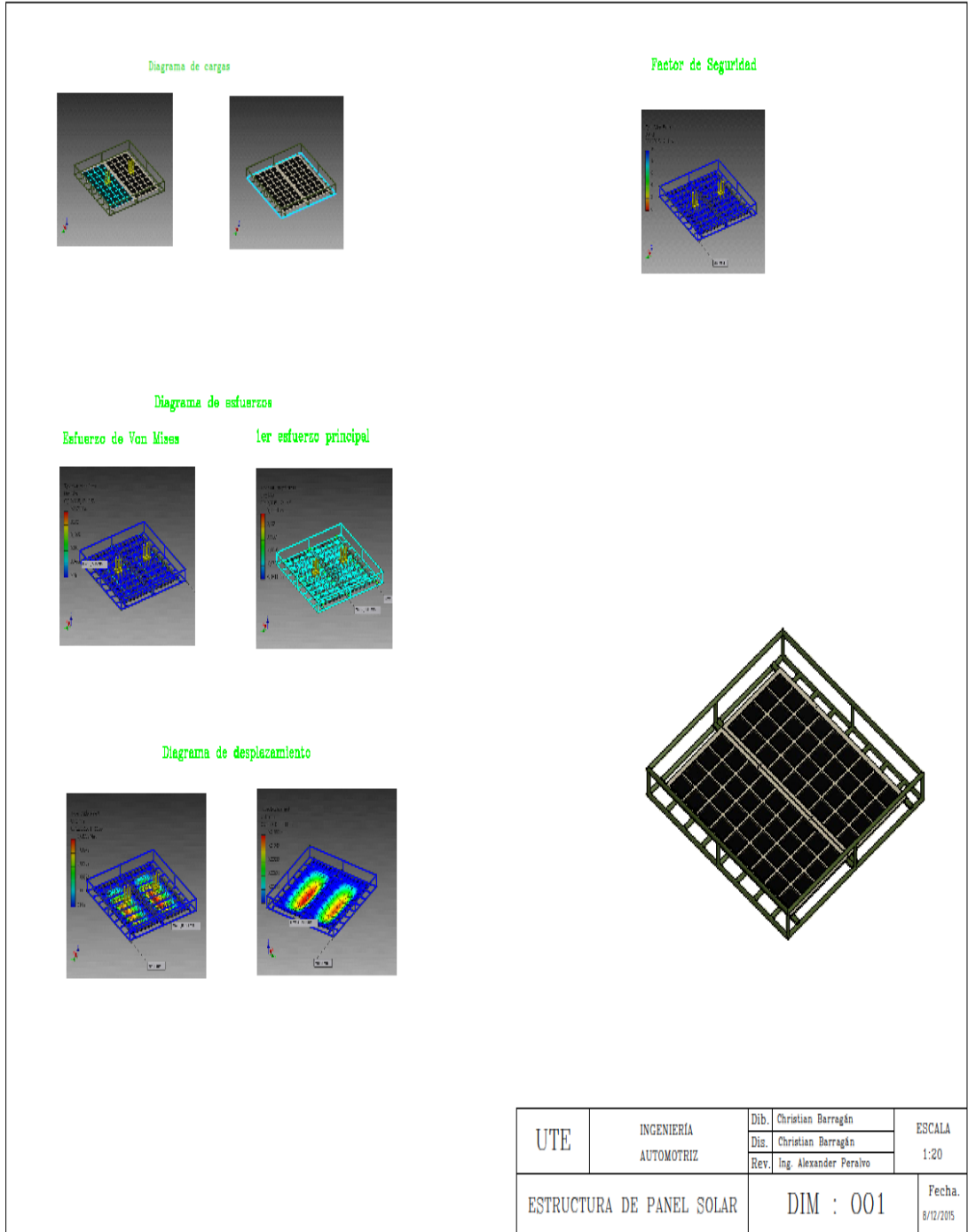
- a. SI b. NO

Lugar y fecha de encuesta: Quito 25/11/2015
1703487730

ANEXO 2 PLANO DE MEDIDAS DE LA ESTRUCTURA TIPO PARRILLA



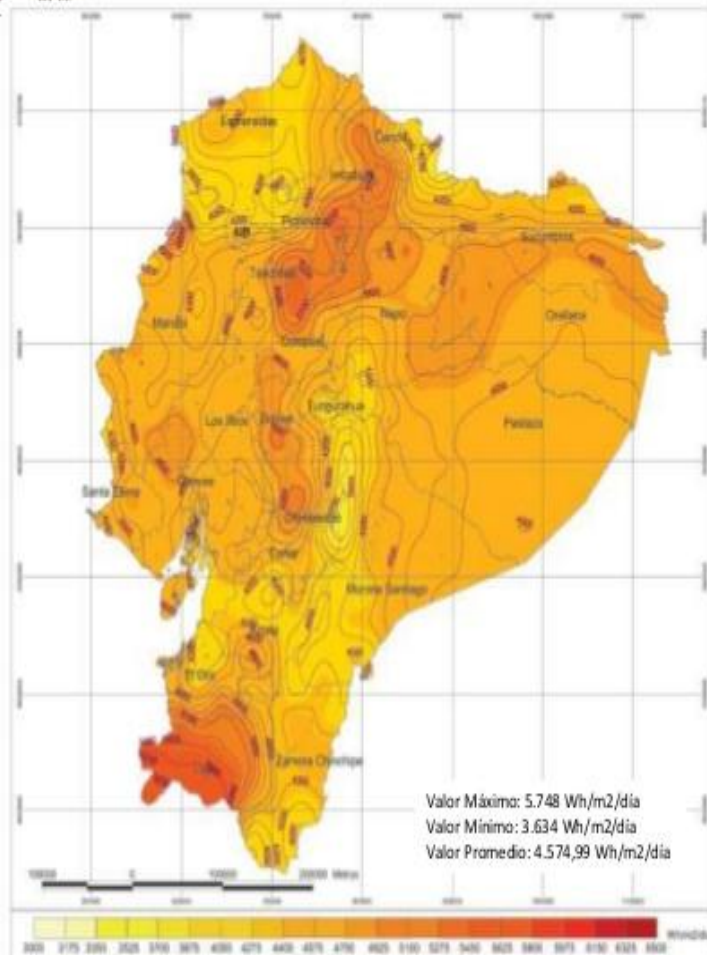
ANEXO 3 PLANO DE ESFUERZOS DE LA ESTRUCTURA TIPO PARRILLA



ANEXO 4 MAPA DE IRRADIACIÓN SOLAR DEL ECUADOR DADO POR EL CONELEC Y SEMPLADES



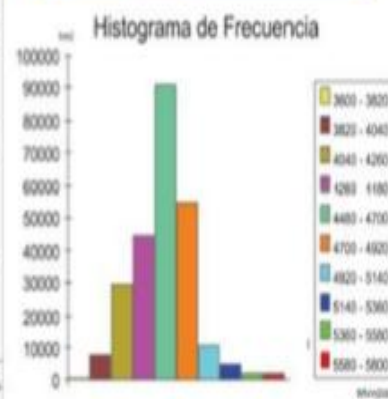
7



RECURSO SOLAR

**Insolación Media
Global del Ecuador:**
 4 575 Wh/m²/día

Niveles de insolación \geq a 4.000
Wh/m²/día, son considerados
tecnó-económicamente
aprovechables.



Fuente: Atlas Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica. Agosto 2008

