



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO
DE CONTROL DE CARGA DEL ALTERNADOR APLICADO EN
AUTO CHEVROLET VECTRA 2.2.**

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

JOSÉ OMAR REVELO MOGOLLÓN

DIRECTOR: ING. EDDY VILLALOBOS

Quito, mayo 2016

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

DECLARACIÓN

Yo **JOSÉ OMAR REVELO MOGOLLÓN**, 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.

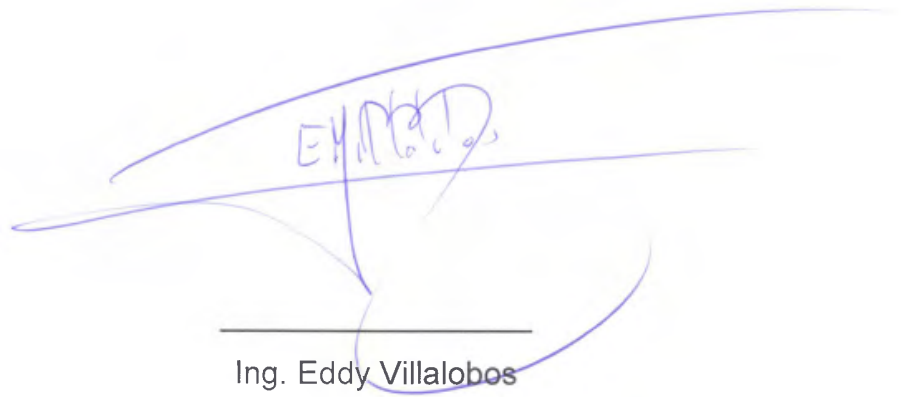


José Omar Revelo Mogollón

C.I. 1719007088

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “Diseño y construcción de un módulo electrónico de control de carga del alternador aplicado en un auto Chevrolet Vectra 2.2.”, que, para aspirar al título de Ingeniero Automotriz fue desarrollado por José Omar Revelo Mogollón, 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. Eddy Villalobos

DIRECTOR DEL TRABAJO

CI: 1703246499

DEDICATORIA

A Dios, por haberme brindado salud y sabiduría en este trayecto tan importante, de mi vida.

A mi esposa, por su cariño y comprensión en la diaria realización del proyecto.

A mis hijos Camila y José David, por su cariño incondicional que llenan mi vida de alegría y amor.

A mis padres José y Silvia, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y carrera profesional.

A mis hermanos, Andrés y Karen, por su cariño y afecto brindados a diario.

A mi familia, por consejos que me ayudaron para continuar con este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme sabiduría y fuerza en el trayecto de la realización de este proyecto, que sirve para culminar con éxito este paso tan importante en mi vida profesional, a mis padres por su gran sacrificio al brindarme apoyo físico y moral en el transcurso de toda la realización como un buen profesional y persona enseñándome valores y actitudes para una persona de bien, a mi esposa por su amor, comprensión y apoyo que generosamente me ha brindado, a mis hijos por ser la inspiración de mi anhelo de superación diaria.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad Tecnológica Equinoccial por los conocimientos brindados para mi formación con éxito en la carrera de Ingeniería Automotriz.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1719007088
APELLIDO Y NOMBRES:	REVELO MOGOLLÓN JOSÉ OMAR
DIRECCIÓN:	CALDERON, LIZARDO BECERRA
EMAIL:	joserevelo_atm@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022822951
TELÉFONO MOVIL:	0998780999

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO DE CONTROL DE CARGA DEL ALTERNADOR APLICADO EN AUTO CHEVROLET VECTRA 2.2.
AUTOR O AUTORES:	REVELO MOGOLLÓN JOSÉ OMAR
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	31 DE MAYO DE 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	ING. EDDY VILLALOBOS
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO AUTOMOTRIZ
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	Debido a que la industria automotriz busca la forma de aportar con una idea innovadora que reduzca la contaminación y aumente la autonomía; se incorporan a nuestro país los vehículos con mejor tecnología electrónica, luego de una investigación realizada a los diferentes sistemas que se están incorporando, se encuentra una excelente alternativa a un bajo costo que es mejorar las prestaciones de consumo y emisiones de un vehículo que ya ha tenido su impacto

	<p>ambiental. El presente trabajo previo a la obtención del título de ingeniero Automotriz, surge de la necesidad de desarrollar una disminución de esfuerzo mecánico en el motor, trabajando con respecto al factor en el que interviene el sistema de carga, siendo el alternador uno de los componentes de este sistema, se ha realizado una investigación enfocada en el trabajo de este componente, el cual será manipulado, para poderlo controlar electrónicamente, logrando así, mejorar aspectos como la contaminación ambiental que hoy en día es causada principalmente por los vehículos en todo el mundo. Una vez planteada la problemática, se busca las posibles soluciones y los métodos a desarrollar en la investigación. Luego de la instalación del sistema de control de carga se realizaron las pruebas en diferentes condiciones y regímenes de los diferentes posibles escenarios en los que puede trabajar el automóvil. Las pruebas se realizaron en un dinamómetro, luego del análisis de resultados se determinó que la potencia suministrada al trabajo del alternador es 5,7 HP en el vehículo.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>DISEÑO CONSTRUCCIÓN ELECTRICIDAD MODULO CARGA ALTERNADOR</p>

ABSTRACT:

Because the auto industry seeks ways to contribute with an innovative idea to reduce pollution and increase autonomy; are incorporated into our country vehicles with better electronic technology, after an investigation the different systems that are being incorporated, is an excellent alternative to a low cost that is improving the performance of fuel consumption and emissions of a vehicle already had their environmental impact. This pre-qualification as an engineer Automotive, work arises from the need to develop a reduction in mechanical stress on the engine, working with respect to factor in involving the charging system, with the alternator one of the components this system has conducted research focused on the work of this component, which will be manipulated, so that it can electronically control, achieving, improving aspects such as environmental pollution today is mainly caused by vehicles worldwide. Once raised the issue, seek possible solutions and methods developed in the research. After installation of the control system load tests under different conditions and the different possible scenarios in which the car can work regimes they were made. The tests were conducted on a dynamometer, after analyzing results it was determined that the power supplied to the work of the alternator is 5.7 HP in the vehicle.

KEYWORDS	<p>DESIGN CONSTRUCTION ELECTRICITY MODULE LOAD ALTERNATOR</p>
-----------------	---

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: _____



REVELO MOGOLLÓN JOSÉ OMAR

1719007088

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **REVELO MOGOLLÓN JOSÉ OMAR**, CI 1719007088 autor del proyecto titulado: **Diseño y construcción de un módulo electrónico de control de carga del alternador aplicado en auto Chevrolet Vectra 2.2** previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 31 de mayo 2016

f: _____


REVELO MOGOLLÓN JOSÉ OMAR

1719007088

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	1
1.3. OBJETIVO GENERAL	4
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4.1. Reducir consumo de combustible en el automóvil.....	4
1.4.2. Analizar la reducción de gases contaminantes.....	4
1.4.3. Comparar potencia en un dinamómetro con el dispositivo instalado.....	4
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD POR ACCIÓN MAGNÉTICA.....	5
2.2. SISTEMA DE CARGA.....	6
2.2.1. BATERÍA	7
2.2.2. COMPONENTES ELECTRÓNICOS	7
2.2.2.1. Capacitor.....	7
2.2.2.2. Resistencia	8
2.2.2.3. Potenciómetro.....	9
2.2.2.4. Relay.....	10

2.2.2.5.	Diodo.....	11
2.2.2.6.	Transistor	12
2.2.2.7.	Amplificador operacional.....	13
2.2.3.	ALTERNADOR	14
2.2.3.1.	Partes constitutivas del alternador	16
2.2.3.2.	Tipos de alternador	21
2.3.	CONSUMO DE ENERGÍA DEL ALTERNADOR	25
2.4.	ALTERNADOR CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE POR EL PCM.....	29
2.5.	UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL.....	30
2.6.	CONDICIONES CONTROL DE CARGA.....	32
2.6.1.	CONDICIONES DE CONTROL DE CARGA CON SENSOR (MAP) PRESIÓN ABSOLUTA EN EL COLECTOR DE ADMISIÓN	32
2.6.2.	CONDICIONES CON SENSOR (TPS) POSICIÓN DE LA MARIPOSA DEL ACELERADOR	33
3.	METODOLOGÍA.....	35
3.1.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL VEHÍCULO.....	36
3.2.	SISTEMA DE CARGA VEHÍCULO VECTRA 2.2.....	37
3.3.	ESTUDIO DE SENSORES TPS Y MAP A TRABAJAR EN EL VEHÍCULO.....	37
3.4.	PRUEBAS DE POTENCIA A DIFERENTES CONDICIONES DE CARGA DEL ALTERNADOR.....	38
3.5.	ANÁLISIS DE GASES.....	39
3.6.	PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	39
3.7.	PRUEBA DE VARIACIÓN DE VOLTAJE.....	39
3.8.	PRUEBA DE VARIACION AMPERAJE.....	40

4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL VEHÍCULO.....	41
4.2.	SISTEMA DE CARGA VEHÍCULO VECTRA 2.2.....	43
4.3.	DIAGRAMA SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DE CARGA.....	45
4.4.	DIAGRAMA ADAPTACIÓN MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO DE CARGA (MCE).....	46
4.5.	DIAGRAMA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO MODULO ELECTRONICO DE CONTROL DE CARGA.....	47
4.6.	DATOS SENSORES TPS Y MAP.....	48
4.7.	DISEÑO DEL MÓDULO DE CONTROL DE CARGA DEL ALTERNADOR.....	49
4.8.	CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CARGA.....	52
4.9.	INSTALACIÓN MCE EN EL VEHÍCULO.....	54
4.10.	PRUEBA EN EL DINAMÓMETRO DE LA POTENCIA REAL DEL CHEVROLET VECTRA 2.2 ESTÁNDAR.....	59
4.11.	PRUEBA EN DINAMÓMETRO DE LA POTENCIA REAL DEL CHEVROLET VECTRA 2.2 INSTALADO SISTEMA DE CONTROL DE CARGA DEL ALTERNADOR.....	59
4.12.	ANÁLISIS RESULTADOS OBTENIDOS EN DINAMÓMETRO.....	60
4.13.	BALANCE ENERGETICO DEL SISTEMA DE CARGA DEL VEHÍCULO.....	61
4.14.	PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN TRAYECTO CHEVROLET VECTRA 2.2 ESTÁNDAR.....	63
4.15.	PRUEBAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE CHEVROLET VECTRA 2.2 INSTALADO SISTEMA DE CONTROL DE CARGA.....	64
4.16.	ANÁLISIS CONSUMO COMBUSTIBLE.....	65

4.17. PRUEBA DE VARIACION DE VOLTAJE EN TRAYECTO CHEVROLET VECTRA 2.2 ESTÁNDAR.....	66
4.18. PRUEBA DE VARIACION DE VOLTAJE EN TRAYECTO CHEVROLET VECTRA 2.2 INSTALADO SISTEMA DE CONTROL DE CARGA.....	67
4.19. ANÁLISIS DE VOLTAJE CARGA BATERÍA.....	67
4.20. PRUEBA DE GASES SOBRE CHEVROLET VECTRA 2.2 ESTÁNDAR.....	70
4.21. PRUEBA DE GASES SOBRE CHEVROLET VECTRA 2.2 INSTALADO SISTEMA DE CONTROL DE CARGA.....	70
4.22. ANÁLISIS DE EMISIÓN DE GASES.....	71
4.23. ANÁLISIS GENERAL.....	80
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
5.1. CONCLUSIONES.....	82
5.2. RECOMENDACIONES.....	83
NOMENCLATURA O GLOSARIO.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Campo electromagnético	5
Figura 2. Diagrama sistema de carga	6
Figura 3. Símbolo resistencia.....	9
Figura 4. Símbolo potenciómetro	10
Figura 5. Simbología relay	10
Figura 6. Simbología diodo	11
Figura 7. Tipos transistor	12
Figura 8. Simbología amplificador operacional	13
Figura 9. Diagrama eléctrico alternador	15
Figura 10. Estator con sus bobinas conectadas en estrella.	16
Figura 11. Diagrama eléctrico estator.	16
Figura 12. Rotor.	17
Figura 13. Puente rectificador.	18
Figura 14. Diagrama circuito puente rectificador.....	18
Figura 15. Regulador interno y porta escobillas.	19
Figura 16. Diagrama eléctrico regulador externo.	19
Figura 17. Diagrama electrónico regulador incorporado en el alternador.....	21
Figura 18. Alternador compacto.	22
Figura 19. Alternador polos individuales.	23
Figura 20. Alternador con rotor guía.	24
Figura 21. Datos de placa del alternador utilizado para el presente estudio	25
Figura 22. Circuito eléctrico equivalente y diagrama fasorial de un generador síncrono cilíndrico.....	26
Figura 23. Esquema de balance energético del alternador.....	28
Figura 24. Sistema de carga del alternador controlado por el PCM.....	31
Figura 25. Sensor de Presión Absoluta (MAP).....	33

Figura 26. Curva sensor de posición de mariposa del acelerador (TPS).....	34
Figura 27. Mapa recorrido prueba ruta.....	36
Figura 28. Vehículo en dinamómetro	38
Figura 29. Vehículo Vectra 2.2.....	41
Figura 30. Circuito carga alternador Vectra 2.2 (Opel, 2000).....	43
Figura 31. Partes alternador trifásico con regulador interno Vectra 2.2	44
Figura 32. Diagrama de bloques interpretación de trabajo sistema de carga.....	45
Figura 33. Diagrama de bloques instalación MCE	46
Figura 34. Flujograma funcionamiento MCE	47
Figura 35. Diagrama diseño circuito de control de carga del alternador	49
Figura 36. Suelda del circuito de control de carga	53
Figura 37. Circuito control de carga	54
Figura 38. Diagrama eléctrico módulo de control adaptado a sistema de carga	55
Figura 39. Diagrama funcionamiento del MCE instalado	55
Figura 40. Disposición de elementos motor Vectra 2.2.....	56
Figura 41. Alternador desmontado tapa posterior	57
Figura 42. Terminales sensor TPS.....	58
Figura 43. Conexión señal TPS con VR2 del MCE	58
Figura 44. Resultados prueba dinamómetro estándar	59
Figura 45. Resultados prueba dinamómetro con sistema control de carga	60
Figura 46. Diagrama comparativo Potencia	61
Figura 47. Esquema de balance energético del alternador:.....	63
Figura 48. Comparativo consumo combustible	65
Figura 49. Datos consumo carga batería sistema original	68
Figura 50. Datos consumo carga batería sistema de control	68
Figura 51. Análisis CO	71
Figura 52. Análisis CO2	73
Figura 53. Análisis O2.....	75

Figura 54. Análisis HC	77
Figura 55. Análisis Lambda.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1. Ficha técnica Chevrolet Vectra 2.2.....	42
Tabla 2. Datos obtenidos de porcentaje y carga de sensores.....	48
Tabla 3. Datos consumo.....	64
Tabla 4: Datos de consumo	64
Tabla 5. Datos variación de voltaje.....	66
Tabla 6: Datos variación voltaje.....	67
Tabla 7. Valores prueba de gases.....	70
Tabla 8. Valores prueba de gases.....	70
Tabla 9. Análisis General	81

ÍNDICE DE ANEXOS

PÁGINA

Anexo I.	Tipos de CAPACITORES.....	87
Anexo II.	Tabla de calculo de colores de resistencia electrica	89
Anexo III.	Tipos de potenciómetros.....	90
Anexo IV.	Tipos de diodos	91
Anexo V.	Datashet amplificadores operacionales	92
Anexo VI.	Diagrama electrico sistema de carga chevrolet vectra 2.2	96
Anexo VII.	Prueba en el dinamómetro Sistema de carga original	97
Anexo VIII.	Prueba en dinamómetro con sistema de control de carga instalado.....	99

RESUMEN

Debido a que la industria automotriz busca la forma de aportar con una idea innovadora que reduzca la contaminación y aumente la autonomía; se incorporan a nuestro país los vehículos con mejor tecnología electrónica, luego de una investigación realizada a los diferentes sistemas que se están incorporando, se encuentra una excelente alternativa a un bajo costo que es mejorar las prestaciones de consumo y emisiones de un vehículo que ya ha tenido su impacto ambiental. El presente trabajo previo a la obtención del título de ingeniero Automotriz, surge de la necesidad de desarrollar una disminución de esfuerzo mecánico en el motor, trabajando con respecto al factor en el que interviene el sistema de carga, siendo el alternador uno de los componentes de este sistema, se ha realizado una investigación enfocada en el trabajo de este componente, el cual será manipulado, para poderlo controlar electrónicamente, logrando así, mejorar aspectos como la contaminación ambiental que hoy en día es causada principalmente por los vehículos en todo el mundo. Una vez planteada la problemática, se busca las posibles soluciones y los métodos a desarrollar en la investigación. Luego de la instalación del sistema de control de carga se realizaron las pruebas en diferentes condiciones y regímenes de los diferentes posibles escenarios en los que puede trabajar el automóvil. Las pruebas se realizaron en un dinamómetro, luego del análisis de resultados se determinó que la potencia suministrada al trabajo del alternador es 5,7 HP en el vehículo, teniendo en cuenta la pérdida de potencia por la situación geográfica de la ciudad de Quito. Para evaluar el ahorro del consumo de combustible, se ejecutaron pruebas de ruta con la versión original y luego de la instalación del sistema de control de carga del alternador obteniendo un promedio de 33% de ahorro de consumo de combustible; con respecto al análisis de gases realizado se logró determinar una mejora en los diferentes gases nocivos CO, HC; con esto logramos afirmar el objetivo general y principal que se plantearon con respecto al tema.

ABSTRACT

As the automotive industry looks for ways to bring an innovative idea to reduce pollution and increase the autonomy; join our country vehicles with better electronic technology, after an investigation of the different systems that are being incorporated, is an excellent alternative at a low cost is to improve the performance of fuel consumption and emissions of a vehicle that already had their environmental impact. This pre-qualification as Automotive Engineer, work arises from the need to develop a decrease in mechanical stress on the engine, working with respect to the factor involved in the charging system, the alternator being one of the components This system has conducted research focused on the work of this component, which will be manipulated, so that it can electronically control, achieving improve aspects such as environmental pollution today is mainly caused by vehicles worldwide. Once raised the issue, seek possible solutions and methods developed in the research. After the installation of load control testing in different conditions and different possible scenarios in which the car can work regimes they were made. The tests were conducted on a dynamometer, after analyzing results determined that the real power increases by 5.7 HP in the vehicle, taking into account the loss of power by the geographical location of the city of Quito. To evaluate the savings in fuel consumption, road tests were done with the original version and then installing the control system Alternator Charge obtaining an average of 33% savings in fuel consumption; with regard to gas analysis carried out it was possible to determine an improvement in the various harmful gases CO, HC; with this we affirm the general and main objective on the issue raised.

1. INTRODUCCIÓN

La electricidad y la electrónica en el mundo actual conllevan a nuevos adelantos tecnológicos buscando mejorar el bienestar de la humanidad, interviniendo en muchos ámbitos, siendo el área automotriz uno de los ramales más importantes, ya que actúa en el desempeño de un vehículo y hace posible el excelente funcionamiento del motor de combustión interna que lo impulsa, controlando no solamente la combustión de un motor sino también las emisiones contaminantes dañinas a nuestro planeta, por lo que juega un papel fundamental en el sector automotriz moderno y con un amplio progreso en el futuro.

Para lograr alcanzar mayor eficiencia en el motor y reducir parámetros de pérdida de energía de combustión interna del automóvil surge la necesidad de adaptar un módulo de control electrónico de carga del alternador (MCE), por lo que se ve necesaria la interacción con uno de los módulos de control desarrollados a través de fundamentos de electricidad y electrónica. Al tener pleno conocimiento de que en el país existe la demanda de obtener excelentes Ingenieros Automotrices que dominen el campo de la inyección electrónica, se plantea el problema de investigación.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Diseño y construcción de un módulo electrónico de control de carga del alternador aplicado en un auto Chevrolet Vectra 2.2l.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El trabajo investigativo trata de mejorar el rendimiento del motor de combustión interna en los automóviles, el actual desempeño del motor en el auto se basa en la tecnología brindada para el aprovechamiento en la

combustión interna de combustible derivado del petróleo. Debido a esto se buscan nuevas mejoras en el rendimiento energético del motor.

La batería aporta la cantidad de corriente necesaria al motor de arranque para poner en marcha el motor térmico. Cuando este ya está en marcha, arrastra en giro al alternador que genera electricidad con dos objetivos; recargar la batería y suministrar el consumo eléctrico para el funcionamiento del automóvil.

Los novedosos sistemas de control electrónico emplean diversos mecanismos para la más eficiente gestión del motor, esto representa mayor duración en componentes, mejor prestación del vehículo y lo principal un nivel más bajo de emisiones.

En el caso del sistema de carga del vehículo la tecnología apunta hacia el control electrónico del sistema de carga (Alternador), el cual está controlado en los nuevos vehículos (Ej. FORD, DODGE JEEP, MAZDA) directamente por el módulo de control del tren de potencia (PCM). Esto trae una serie de ventajas como son:

Prolongar la vida de la batería: En un sistema controlado por el PCM, el punto de ajuste está controlado en función de la temperatura de la batería, esta se puede evaluar directamente en la batería o en un sensor de temperatura en el regulador (dentro del PCM), en este caso el sistema cuenta con un algoritmo que determina la temperatura de la batería en función de la temperatura del regulador, esto implica una permanente comunicación entre el PCM y el regulador.

Mejora de las prestaciones del motor: Siempre que el PCM detecte una condición de aceleración, bajará momentáneamente el punto de ajuste del voltaje del regulador, esto reduce la carga de torsión adicional al motor lo que posibilita una mejor aceleración. El PCM tiene un tiempo calibrado para esta operación, esto previene un corte excesivo del alternador lo que podría llevar a una posible descarga de la batería.

Mayor estabilidad del motor: Existe una comunicación permanente entre el alternador y el PCM, el cual verifica una señal del monitor del generador incorporado en el alternador. Esta señal provee al PCM información precisa del funcionamiento del mismo, para que el PCM, pueda regular de forma precisa el nivel de carga del alternador.

Reducción de esfuerzos al motor: El PCM puede controlar el nivel de esfuerzos que le impone el generador al motor para evitar puntos elevados de consumo de potencia. Si el PCM detecta un defecto sobre el control del sistema de carga, el testigo correspondiente se iluminará en el panel, este testigo también se iluminará si el PCM no puede ver la señal del monitor del alternador por un tiempo superior a 500 ms, cada vez que es colocado el interruptor de la ignición el PCM iluminará el testigo de carga, una vez que el motor este en marcha el PCM verifica el estado de la carga y de esta manera envía una señal para apagar el testigo. Este proceso dura aproximadamente de 250 – 450 ms, luego de que es colocado el interruptor de la posición de llave abierta, motor apagado (KOEO), a la posición (llave abierta, motor encendido (KOER).

En un uso normal del automóvil no es necesario que la batería esté siempre a plena carga, pues el alternador se encarga del suministro del consumo eléctrico con el motor en marcha. Se puede determinar una carga media en la batería según sea el uso del automóvil que asegure el próximo arranque, con un margen adicional como seguridad añadida.

Para poder medir la potencia real del vehículo antes y después de su modificación es necesario la ayuda de un dinamómetro, el mismo que calcula la potencia real que posee el vehículo tomando en cuenta la altura de la ciudad de Quito.

1.3. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un módulo electrónico de control de carga del alternador con el propósito de disminuir esfuerzo mecánicos en el motor de combustión interna.

Mediante la realización del dispositivo tecnológico se ha cumplido los siguientes objetivos específicos

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.4.1. Reducir consumo de combustible en el automóvil.
- 1.4.2. Analizar la reducción de gases contaminantes.
- 1.4.3. Comparar potencia en un dinamómetro con el dispositivo instalado.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD POR ACCIÓN MAGNÉTICA

Se fundamenta en el hecho de mover un conductor en el interior de un campo magnético, en dicho conductor se induce una corriente eléctrica. Disponiendo el conductor en forma de espira y haciéndola girar en el interior del campo magnético, la fuerza electromotriz generada es alterna. (Alonso, 2002)

Se denomina campo magnético a la región del espacio alrededor del imán donde se manifiesta la acción magnética de éste como muestra la Figura 1. Dentro de esta región, cualquier partícula de hierro es atraída por el imán. Las propiedades de los imanes están localizadas en los extremos, conocidos como polos norte y sur. (Alonso, 2002)

Las líneas de fuerza o inducción establecen un circuito, partiendo desde el polo sur del imán recorren el interior del campo y salen al exterior por el polo norte, para iniciar un nuevo ciclo con el mismo recorrido. (Guillen, 2015)

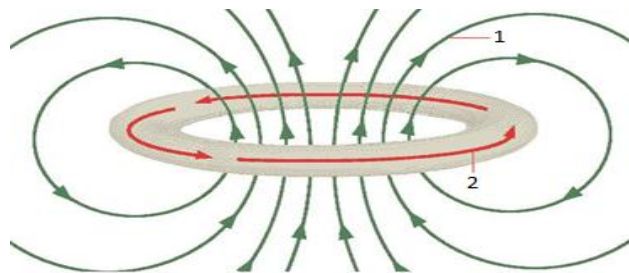


Figura 1. Campo electromagnético
(Espol, 2011)

1. Líneas de campo magnético
2. Corriente eléctrica

2.2. SISTEMA DE CARGA

El sistema de carga tiene como objetivo generar la corriente eléctrica requerida para alimentar los diferentes circuitos eléctricos del automóvil y recargar el acumulador. El alternador es el elemento principal de este sistema, el cual transforma la energía mecánica en energía eléctrica, con base en la formación de campos magnéticos (rotor) que atraviesan los bobinados (estator), induciendo de esta manera un voltaje y una corriente eléctrica de tipo alterna que posteriormente es rectificada a corriente directa por los diodos que se encuentran dentro del alternador el sistema funciona mediante el diagrama que se muestra en la Figura 2. (Haynes, 2013)

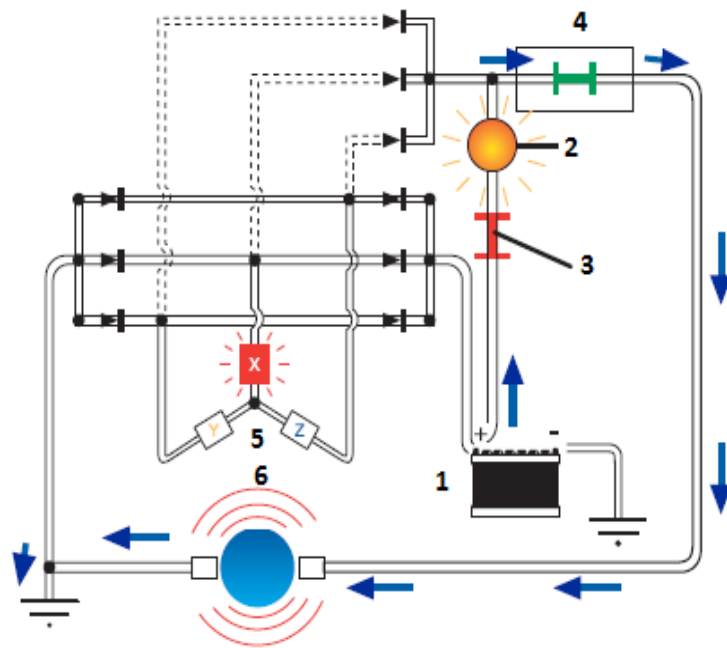


Figura 2. Diagrama sistema de carga

(Hella, 2010)

- 1.- Batería
- 2.- Lámpara
- 3.- Interruptor
- 4.- Rectificador
- 5.- Bobinado
- 6.- Rotor

2.2.1. BATERÍA

Una batería es un dispositivo electroquímico que transforma energía química en energía eléctrica y viceversa. Una batería almacena energía eléctrica para el uso cuando es necesario. El proceso de transformación es reversible, lo que significa que la batería puede ser cargada y descargada varias centenas de veces. (Bosch, Manual de baterías, 2007)

2.2.2. COMPONENTES ELECTRÓNICOS

2.2.2.1. Capacitor

El principio de un condensador son dos conductores próximos, llamados armaduras, separados por un dieléctrico (aislante). Este conjunto, sometido a una diferencia de potencial V , adquiere en cada armadura una carga Q lo que supone la existencia de una capacidad: $C=Q/V$

Esta capacidad se denomina capacidad del condensador, que es mayor que la que posee un solo conductor. (Santander, 2006)

La capacidad de un capacitor es una función directamente proporcional a la superficie de las placas enfrentadas, e inversamente proporcional a la distancia de separación entre las mismas, todo afectado por una constante que es dependiente del material utilizado como dieléctrico llamada Constante Dieléctrica. ξ (épsilon). (Aladro, 2000)

La unidad de medida del capacitor es el Faradio siendo así:

Microfaradio = μF que es 10^{-6} faradios

Nano faradio = nF que es 10^{-9} faradios

Picofaradio = pF o $\mu\mu\text{F}$ que es 10^{-12} faradios

Para cargar un condensador se necesita realizar un trabajo, llevar electrones de una placa hacia la otra. Como dicho trabajo se realiza en un tiempo determinado, se desarrolla energía cinética, que es almacenada en el condensador como energía potencial. (Viñas, 2006)

Existen diferentes tipos de capacitores, los cuales se muestran en el Anexo 1.

2.2.2.2. Resistencia

La resistencia de un conductor es directamente proporcional al largo del mismo, es decir para la misma sección de conductor, a mayor longitud mayor resistencia y, por consecuencia a menor longitud menor resistencia. Y, también depende de la sección del mismo; es decir, para el mismo largo de conductor, a menor sección mayor resistencia y por consecuencia, a mayor sección menor resistencia. (Carretero, 2009)

El incremento de la resistencia en un material depende de la variación de temperatura que sufra el mismo, de la resistencia inicial a la que se encuentra el material y la afectación de un Coeficiente de Temperatura propio de cada material. (Cardaba, 2005)

La resistencia de un conductor puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$R_{conductor} = \rho \frac{l}{s} \quad [1]$$

Donde:

R conductor =	expresada en ohm (Ω)
l =	longitud del conductor expresada en metros
s =	sección del conductor expresada en mm ²
ρ =	coeficiente de resistividad del material del conductor

La simbología utilizada para este componente en un circuito eléctrico es la mostrada en la Figura 3.

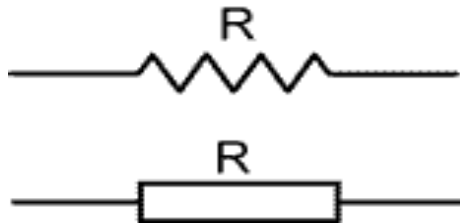


Figura 3. Símbolo resistencia

Para determinar el valor de un resistor procedemos al cálculo mediante el proceso explicado en el Anexo 2.

2.2.2.3. Potenciómetro

Los potenciómetros son resistores cuya resistencia eléctrica puede ser variada manualmente. En la inyección electrónica los potenciómetros son utilizados como sensores (sensor de posición de la mariposa y medidor de flujo de aire.) (Santander, 2006)

Un potenciómetro es un componente de tres terminales, entre dos de ellos se encuentra depositada una resistencia sobre un substrato de material aislante, el tercer terminal está conectado a un patín deslizante que hace contacto con la superficie de dicha resistencia, de esta forma se logra tener una resistencia variable si se lo conecta adecuadamente. (Higuera, 2007)

Existen algunos tipos de potenciómetros que se puede observar en el Anexo 3.

La simbología utilizada para este componente en un circuito eléctrico es la mostrada en la Figura 4.

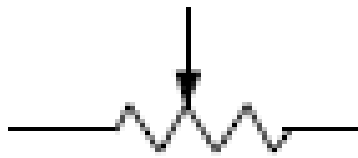


Figura 4. Símbolo potenciómetro

2.2.2.4. Relay

Es un interruptor operado magnéticamente que mediante un circuito de poco consumo o intensidad de corriente se pueda operar un dispositivo de alto consumo; este se activa o desactiva (dependiendo de su conexión) cuando el electroimán (que forma parte del relé) es energizado; esta operación permite que haya conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo. Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo llamado armadura por electroimán.

Este pequeño brazo conecta o desconecta los terminales mencionados. (Unicrom, 2002)

La simbología utilizada para este componente en un circuito eléctrico es la mostrada en la Figura 5.

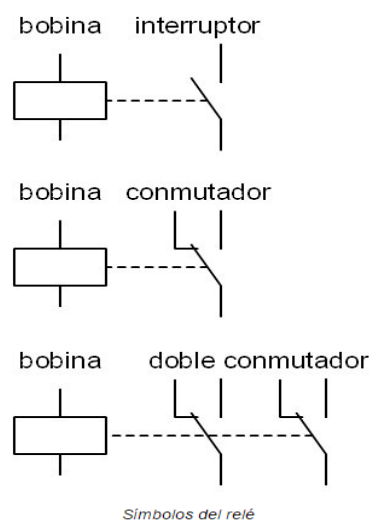


Figura 5. Simbología relay
(Bueno)

2.2.2.5. Diodo

Es un semiconductor que se fabrican en versiones de silicio y germanio. Consta de dos partes: una llamada cátodo (K) y la otra llamada ánodo (P), se encuentran separadas por una juntura también llamada barrera o unión como se observa en la Figura 6. Esta barrera es de 0.3 voltios en germanio y de 0.6 voltios aproximados en silicio. (Santander, 2006)

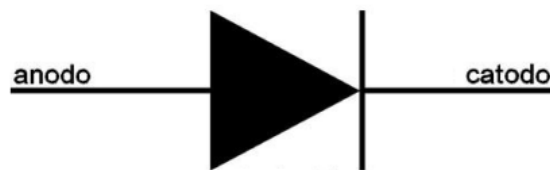


Figura 6. Simbología diodo

Existen diferentes tipos de diodos que se muestran en el Anexo 4.

Pueden funcionar de dos maneras diferentes:

Polarización directa: cuando la corriente que circula por el diodo sigue la ruta de la flecha del diodo, o sea; el ánodo al cátodo. (Santander, 2006)

Polarización Inversa: Cuando la corriente en el diodo desea circular en sentido opuesto a la flecha del diodo, o sea el cátodo al ánodo. En este caso la corriente no atraviesa el diodo, y se comporta como un circuito abierto. (Santander, 2006)

Diodo Zenner: es uno de los más utilizados en las unidades electrónicas de motor. Se emplean para producir en sus extremos una tensión constante e independiente de la corriente que las atraviesa. A diferencia de los otros diodos que aprovechan la polarización directa e inversa éste necesariamente debe trabajar en polarización inversa para que cumpla su función de regulador de tensión ya que al ser excitado en polarización directa funciona como un diodo común rectificador. (Euit, 2011)

2.2.2.6. Transistor

Un transistor es un dispositivo semiconductor que se construye con tres regiones, formando dos junturas N-P, puede dar un ancho de pulso en milésimas de segundo lo que lo hace un elemento de prestaciones muy amplias; para seleccionar un transistor se debe conocer el tipo de encapsulado, así como tener el esquema de identificación de los terminales, además, se debe conocer una serie de valores máximos de tensiones, corrientes y potencias que no se deben sobrepasar para no destruir el dispositivo. (Augeri, Cisetraining, 2013)

El parámetro de la potencia disipada por el transistor es especialmente crítico con la temperatura, de modo que esta potencia disminuye a medida que crece el valor de temperatura, siendo a veces necesaria la instalación de un radiador o aleta refrigeradora (disipador). (Augeri, Cisetraining, 2013)

Existen dos tipos de transistores BJT: los NPN que son activados por voltaje positivo pero que comandan pulso negativo y los PNP que son activados por pulso negativo, pero que comandan pulso positivo como muestra la Figura 7.

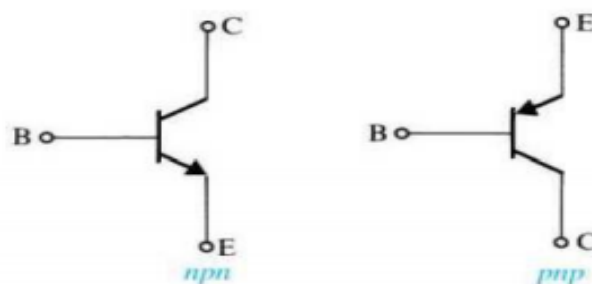


Figura 7. Tipos transistor

(Augeri, Cisetraining, 2013)

Tienen tres contactos:

B.- Base por donde viene el pulso de activación que sería positivo para el tipo NPN y negativo para el tipo PNP.

E.- Emisor que está conectado a masa en el caso del tipo NPN y para el tipo PNP está conectado a positivo permanente.

C.- Colector que en el caso del NPN es el que transmite el negativo para el caso del tipo PNP transmite el positivo. (Augeri, Cisettraining, 2013)

2.2.2.7. Amplificador operacional

El Amplificador Operacional más utilizado en la industria automotriz es el CA314OE mostrado en la Figura 8; es un componente que permite realizar diferentes tipos de circuitos, para el proceso análogo de señales, pudiendo así convertir una señal senoidal a una señal de salida cuadrada. (Gonzales, 2001)

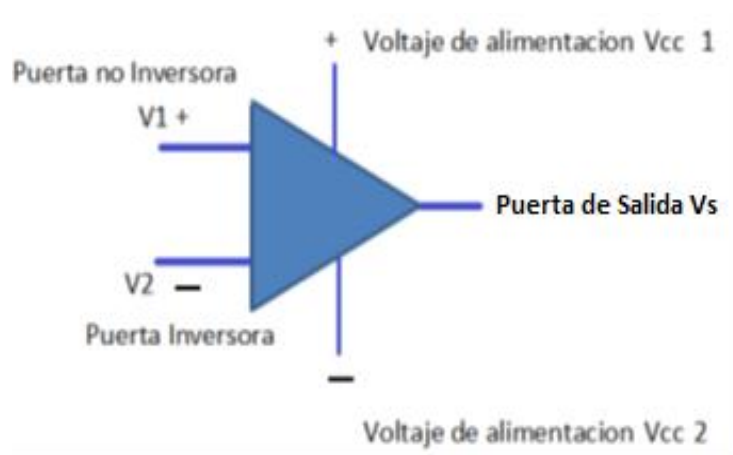


Figura 8. Simbología amplificador operacional

La impedancia de entrada es muy alta, ya que entre V1 y V2 existe una resistencia conectada entre los dos que es de valor infinito, por lo que la corriente que va a circular por la puerta inversora, así como por la puerta no inversora, no va a tener caídas de tensión y la impedancia que tiene a la salida es muy baja. (Coghlin, 2009)

Su función es amplificar la diferencia de tensiones que hay en la entrada y ponerla en la puerta de salida VS, multiplicando por la ganancia que

depende del modelo del elemento y que viene detallado en el datasheet; lo interesante de este componente es que aunque esta diferencia de voltaje multiplicado por la ganancia sea muy alto, el voltaje de salida nunca es superior a V_{cc1} o V_{cc2} , es decir, está limitado a respetar este voltaje tanto positivo como negativo. Ya que cuando $V1$ es mayor que $V2$ el voltaje de salida máximo es el voltaje que está colocado en $+V_{cc1}$, y si el voltaje en $V1$ es menor que el Voltaje en $V2$ el voltaje de salida máximo será el que está colocado en $-V_{cc2}$ como muestra la Formula [2]. (Coghlin, 2009)

$$VS = A \times (V2 - V1) \quad [2]$$

Donde:

VS = Voltaje de salida que no puede ser mayor a V_{cc1} o a V_{cc2}

A = a la ganancia determinada por el fabricante del elemento

V2 = Voltaje Inversor

V1= Voltaje no inversor

Debido a que existen gran variedad de amplificadores operacionales, el funcionamiento, potencia, diagrama, etc., deben ser consultados en el datasheet del componente mostrado en el Anexo 5.

2.2.3. ALTERNADOR

El alternador, es el encargado de suministrar suficiente corriente al sistema de carga en todas las condiciones de servicio que se presentan durante la marcha normal, asegurando así, que la batería como acumulador de energía este suficientemente cargada, este circuito eléctrico es mostrado en el esquema mostrado en la Figura 9. El objetivo del dimensionamiento es un balance de carga equilibrado, es decir, el alternador durante la marcha normal, de acuerdo a su curva característica y a su distribución de frecuencia de números de revoluciones, por lo menos alimente la energía

necesaria que todos los consumidores juntos consumen en el mismo tiempo. (Burguer, 2000)

Los alternadores producen inicialmente corriente alterna pero, el equipo eléctrico del automóvil necesita corriente continua para recargar la batería y operar los grupos de aparatos electrónicos, por lo tanto a la red a bordo debe suministrar corriente continua.

Un rectificador en puente integrado en el alternador rectifica la corriente alterna trifásica y permite la alimentación de todos los consumidores conectados con corriente continua, el regulador de voltaje permite el suministro de voltaje necesario para carga de batería, incluso, cuando los consumidores permanentes están conectados, manteniendo constante la tensión de corriente en todo rango de revoluciones del motor del vehículo. (BOSCH, Manual de la tecnica del automovil, 2005)

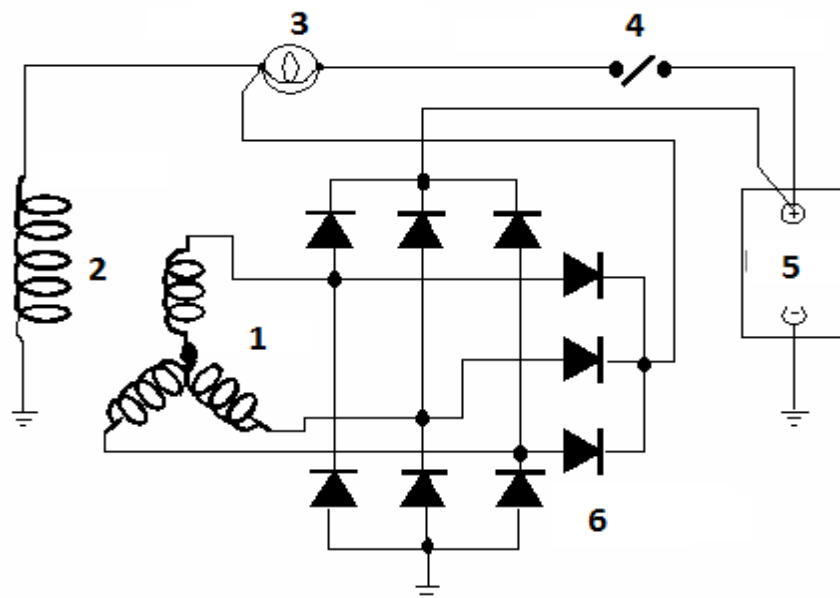


Figura 9. Diagrama eléctrico alternador

(Serrano, 2008)

- 1.- Estator
- 2.- Rotor
- 3.- Lámpara control alternador
- 4.- Interruptor de encendido o marcha
- 5.- Batería
- 6.- Rectificador

2.2.3.1. Partes constitutivas del alternador

Estator

El estator es una de las partes básicas del alternador y es el lugar donde se generará el voltaje, cabe mencionar que el voltaje generado es trifásico y alterno.

El estator se encuentra formado por un conjunto de laminillas de acero en forma circular con ranuras por su lado interior sobre el cual se monta las bobinas conectadas en estrella o triángulo, cada una de sus fases se conectan a la vez en serie, enrollándose en sentidos contrarios para que la fuerza electromotriz se sume, su estructura es observada en la figura 10. (Paredes, 2014)

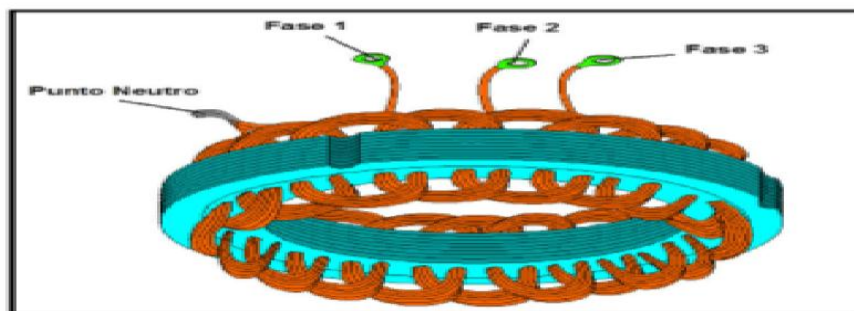


Figura 10. Estator con sus bobinas conectadas en estrella.

(Efren, 2008)

El estator formado por tres bobinas (u,v,w), unidas forman un circuito donde U_p es la tensión de fase y U la tensión de línea o total. I_p es la intensidad de fase e I la intensidad de la línea total como se observa en la Figura 11.

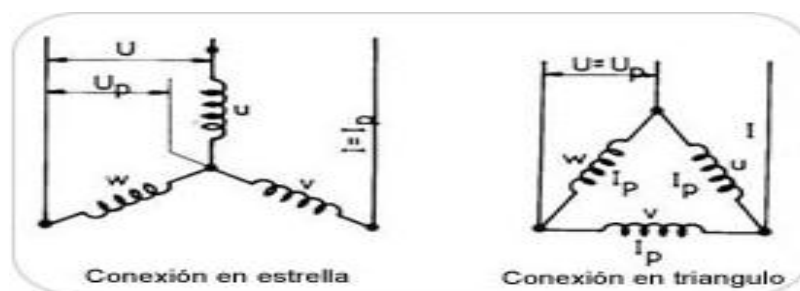


Figura 11. Diagrama eléctrico estator.

Rotor

El rotor es el encargado de producir el campo magnético. El rotor está formado por masas polares en forma de garras montadas sobre un eje de acero, al interior de las masas polares se coloca una bobina de excitación, la cual se halla unida a dos anillos rozantes a través de los cuales entrará y saldrá corriente que es la encargada de generar el campo magnético, el mismo que es reforzado por las masas polares como se observa en la Figura 12. (Paredes, 2014)

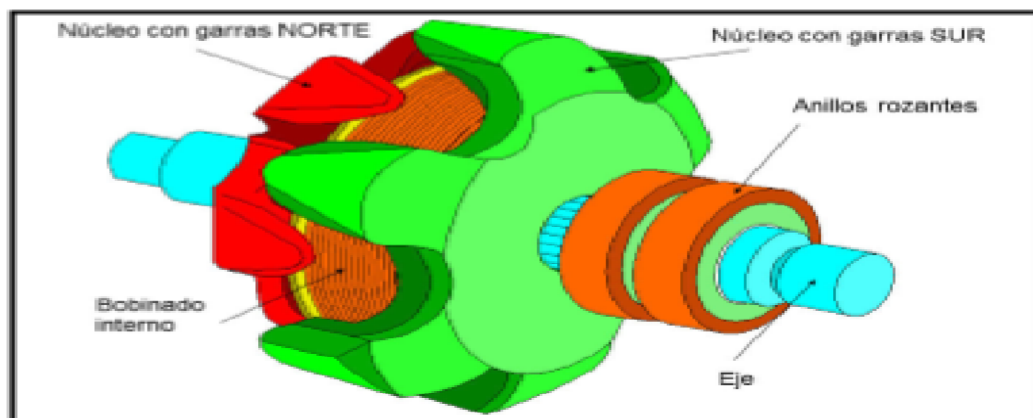


Figura 12. Rotor.

(Efren, 2008)

Puente rectificador

La corriente alterna trifásica generada en el devanado del estator es rectificadora para su utilización en los elementos consumidores, esta función se realiza mediante un puente rectificador de seis diodos para alternador trifásico de estrella, para incrementar la corriente y hacer más continuos los impulsos de voltaje, los alternadores tienen tres fases de arrollamiento, las tres fases están conectadas a un lado y soldadas a un circuito de rectificación al otro lado, cuando los polos magnéticos del rotor rebasan los cables de un embobinado, el circuito se completa por todos los otros embobinados, como muestra la Figura 13; Mientras gira el rotor, la

corriente eléctrica es inducida en cada fase en secuencia, esto produce doce impulsos de voltaje en cada revolución por cada tres fases, serían 36 impulsos de voltaje por cada revolución del rotor como muestra el esquema de la Figura 14. (Alonso J. , 2010)

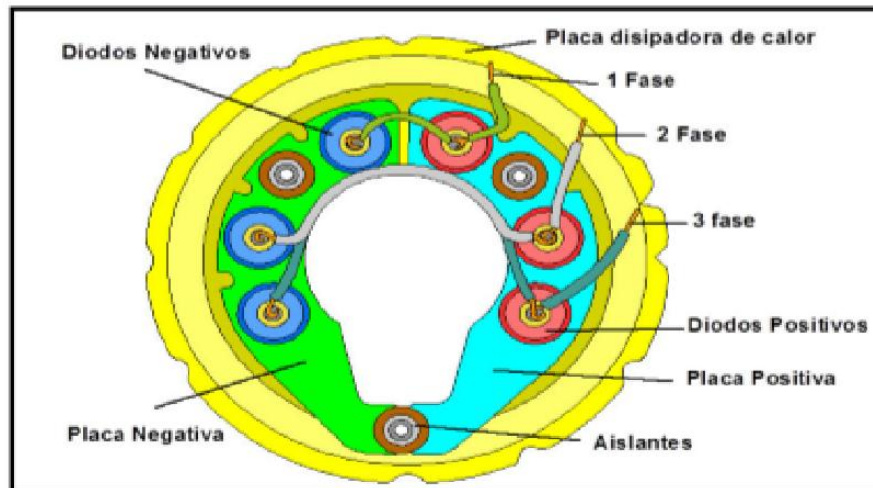


Figura 13. Puente rectificador.
(Efren, 2008)

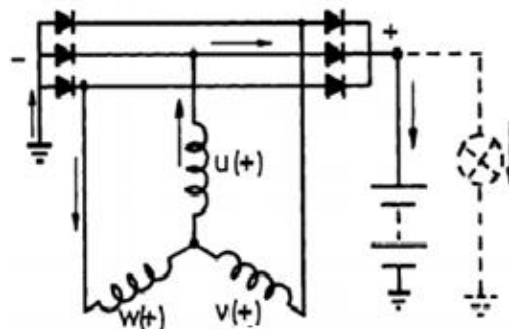


Figura 14. Diagrama circuito puente rectificador.
(Alonso J. , 2010)

Regulador voltaje

La misión de este elemento es mantener el voltaje máximo constante, ya que el pico de voltaje generado en el estator depende de la velocidad

angular con la que gira el rotor, la velocidad de giro depende de las revoluciones del motor de combustión y como este no gira a revoluciones constantes, se tendría una variación constante del voltaje generado por el alternador. El regulador en los alternadores actuales viene incorporado internamente junto a las escobillas que permiten el ingreso de corriente a la bobina del rotor a través de los anillos rozantes como podemos observar en la Figura 15. Otra clase alternadores poseen regulador externo. (Paredes, 2014)



Figura 15. Regulador interno y porta escobillas.

El funcionamiento de este elemento, se explica con la ayuda de un diagrama eléctrico representado en la Figura 16.

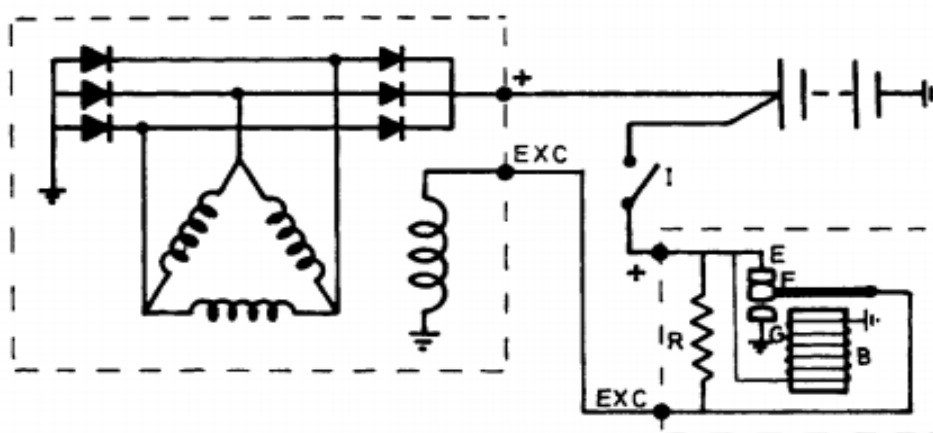


Figura 16. Diagrama eléctrico regulador externo.

(Alonso J. , 2010)

Cuando se cierra el interruptor de encendido I, la tensión del circuito (que en el caso de motor todavía parado es la de la batería), queda aplicada a la bobina B; pero la fuerza magnética de ésta es insuficiente para separar los contactos E y F, que se encuentran juntos en posición de reposo. En estas condiciones, la corriente de excitación pasa desde la batería al rotor del alternador, a través de los contactos E y F, creando el campo magnético correspondiente. (Alonso J. , 2010)

En cuanto es puesto en marcha el motor del vehículo, la tensión generada en el alternador se hace superior a la de la batería y comienza la carga de ésta. Al propio tiempo, la bobina B queda sometida a esta tensión y, si el valor de la misma sobrepasa los límites establecidos (generalmente 14,5 V), la fuerza magnética creada en el arrollamiento B, es suficiente para separar el contacto móvil F del fijo E, sin que llegue a tocar con el G (queda en posición intermedia). De esta manera, la corriente de excitación llega al rotor del alternador a través de la resistencia R, al no poder pasar a través de los contactos E y F. (Alonso J. , 2010)

El conjunto de alternador con regulador interno, cuya principal característica consiste en que los diodos de excitación (detalle X), pueden ir formando parte del regulador incorporado al alternador. En el circuito exterior solamente existen los hilos de conexión de los bornes + y L, para batería y lámpara de control respectivamente, quedando, por tanto, simplificada al máximo la instalación eléctrica del circuito de carga. La corriente de excitación se toma a través de lámpara con el alternador parado, o directamente de los diodos de excitación (punto E) con el alternador en marcha. Se cierra el circuito a través del transistor T3, que conduce cuando lo hace el T2. (Alonso J. , 2010)

La regulación de la tensión se consigue con el transistor T1, el diodo Zener Dz y un divisor de tensión formado por las resistencias R1 y R2. Cuando la tensión en bornes del alternador sobrepasa el punto de corte del Zener Dz,

el transistor T1 conduce, bloqueándose el transistor T2 y, en consecuencia, el T3, con lo cual, queda interrumpida la corriente de excitación como se puede observar en la figura 17. (Alonso J. , 2010)

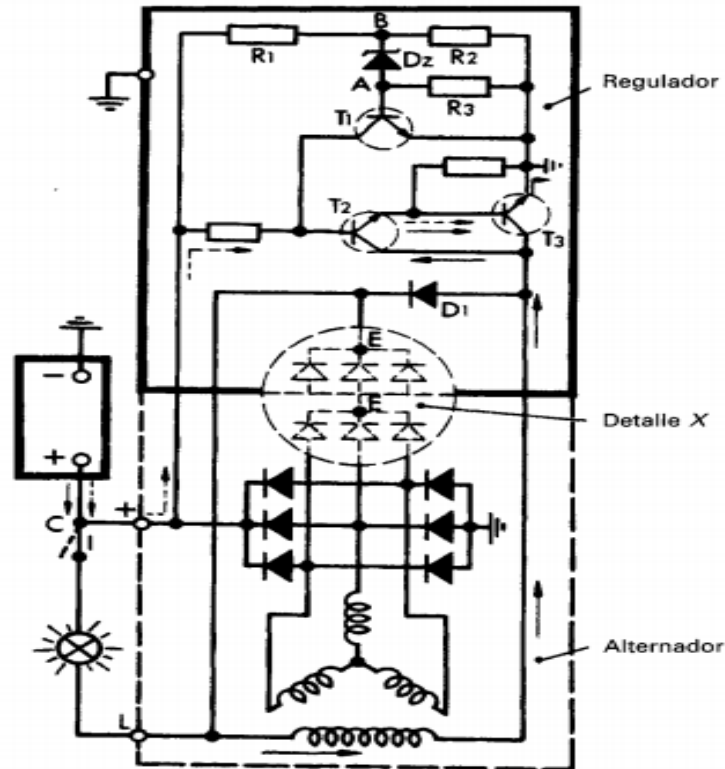


Figura 17. Diagrama electrónico regulador incorporado en el alternador
(Alonso J. , 2010)

2.2.3.2. Tipos de alternador

Alternador compacto (refrigerado por aire)

El alternador compacto es un modelo de alternado, basado en la ventilación de dos flujos mediante dos ventiladores pequeños interiores. El aire de refrigeración es aspirado axialmente y sale del alternador radialmente en la zona de los cabezales de devanado del estator, así como en las placas de los cojinetes de accionamiento y en los anillos rozantes. Las ventajas principales de este alternador son la siguientes: Mayor aprovechamiento debido al mayor número de revoluciones máximas permitidas, ruido aerodinámico reducido por el menor diámetro

de los ventiladores, ruido magnético claramente reducido, mayor duración de las escobillas de carbón debido al diámetro reducido de los anillos rozantes como se puede observar en la Figura 18. (BOSCH, Manual de la tecnica del automovil, 2005)

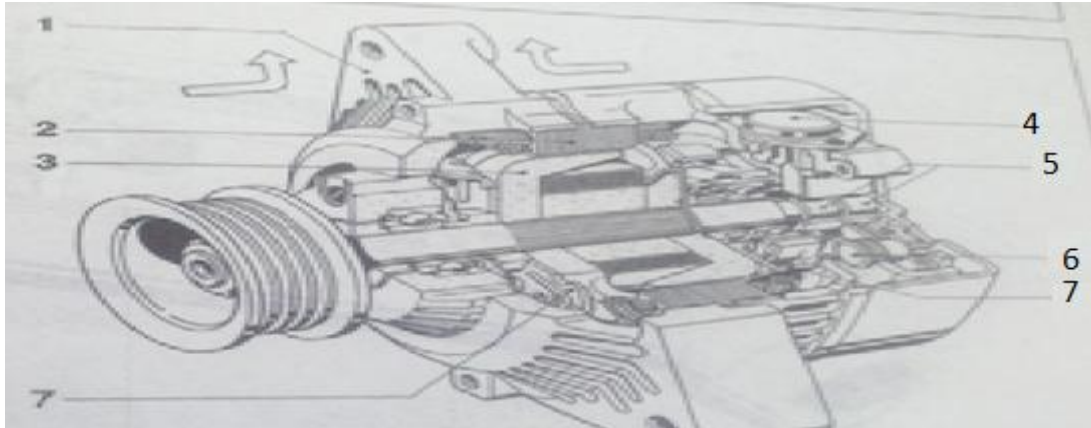


Figura 18. Alternador compacto.

(Bosch, 2005)

- 1.- Carcasa
- 2.- Estator
- 3.- Rotor
- 4.- Regulador
- 5.- Anillos rozantes
- 6.- Rectificador
- 7.- Ventilador

Alternador de polos individuales

En casos especiales con requerimientos de potencia extremadamente altos es necesario el uso de alternadores de polos individuales. El rotor tiene polos magnéticos individuales, cada uno provisto de un devanado de campo. Este modelo constructivo permite una longitud bastante mayor del estator (en relación a su diámetro) que el alternador de polos intercalados. Así se pueden obtener mayores potencias con el mismo diámetro. Sin embargo, las velocidades de giro máximas que se pueden

alcanzar son reducidas, en comparación con los modelos de polos intercalados, debido a que la corriente de excitación del regulador electrónico es mucho mayor, en comparación con el alternador de polos intercalados, ya que esto produce también mayores pérdidas en el regulador electrónico, éste se encuentra montado alejado del alternador, en una caja aparte como muestra la figura 19. (BOSCH, Manual de la tecnica del automovil, 2005)

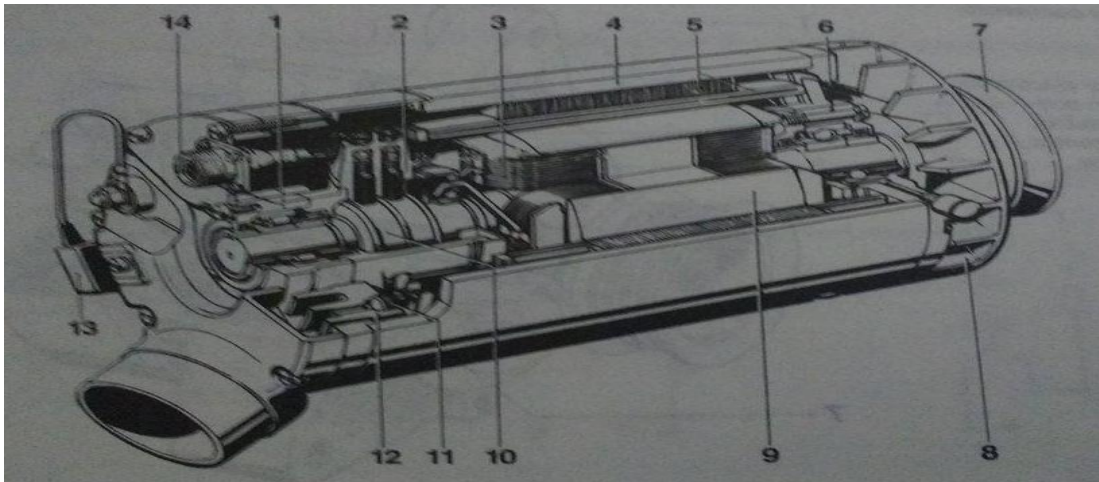


Figura 19. Alternador polos individuales.

(Bosch, 2005)

- 1.- Cojinete
- 2.- Contactos deslizantes
- 3.- Devanado de excitación
- 4.- Carcasa
- 5.- Estator
- 6.- Cojinete de accionamiento
- 7.- Polea
- 8.- Ventilador radial
- 9.- Rotor de polo individual
- 10.- Anillos rozantes
- 11.- Diodo de potencia
- 12.- Cuerpo refrigerador
- 13.- Condensador antiparasitario

14.- Caja de enchufes para cables del regulador

Alternador con rotor guía

Los alternadores con rotor-guía son una forma especial del modelo de polos intercalados, en la cual solo giran los polos, mientras que el devanado de excitación es estacionario. Una de las dos ruedas polares no están unidas directamente con el árbol, sino que es sostenida por la rueda polar opuesta, mediante un anillo intermedio no magnético. El flujo magnético debe traspasar, además del entrehierro de trabajo dos entrehierros adicionales. En este modelo constructivo, el rectificador alimenta con corriente al devanado de excitación directamente por el regulador, por lo que no se necesitan contactos sometidos a desgaste. De este modo, se suprimen los componentes de desgaste del sistema de escobillas del carbón, y se puede diseñar alternadores con una vida útil mucho mayor como muestra la Figura 20.

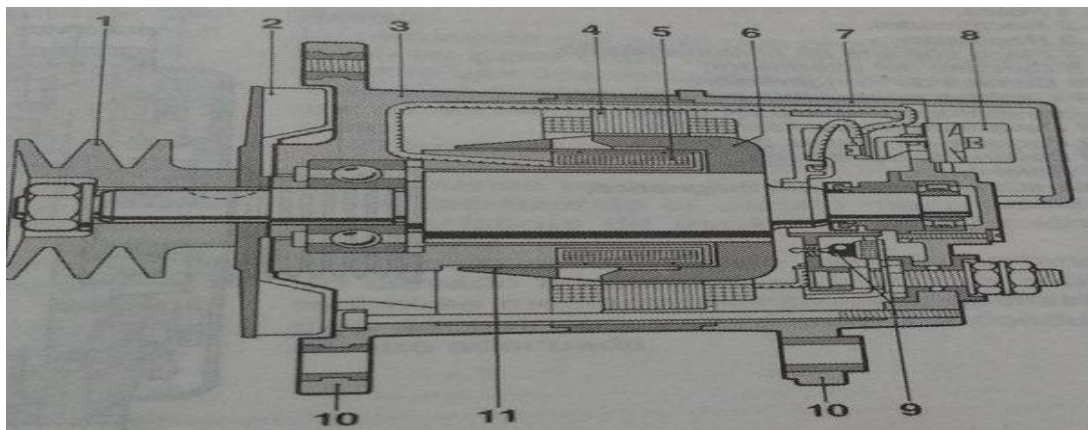


Figura 20. Alternador con rotor guía.

(Bosch, 2005)

- 1.- Polea
- 2.- Ventilador
- 3.- Cojinete de accionamiento
- 4.- Estator
- 5.- Devanado de excitación

- 6.- Rotor-Guía
- 7.- Cojinete posterior
- 8.- Regulador
- 9.- Diodo de potencia
- 10.- Brazos oscilantes
- 11.- Guía

La variante de rotor guía existe también en modelo refrigerado por líquido. La carcasa del alternador es bañada por líquido refrigerante del motor en toda su superficie de camisa y en el lado posterior. Los componentes electrónicos están montados en la placa del cojinete del lado de accionamiento. (BOSCH, Manual de la tecnica del automovil, 2005)

2.3. CONSUMO DE ENERGÍA DEL ALTERNADOR

Para analizar el comportamiento eléctrico de esta máquina eléctrica, debemos recurrir a la teoría de análisis fasorial y datos de placa del alternador para conocer sus componentes eléctricos. (Fitzgerald)

De los datos de placa que se tienen del alternador como se observa en la figura 21, se puede detallar lo siguiente:



Figura 21. Datos de placa del alternador utilizado para el presente estudio

.Datos de placa del alternador utilizado para el presente estudio

$$V_N = 14 [V] \quad I_N = 120 [A]$$

Según la Ley de Ohm, se tiene:

$$Z = \frac{V_N}{I_N} \quad [3]$$

Donde

Z = representará la impedancia característica y nominal del alternador según sus parámetros nominales.

$$Z = \frac{14 [V]}{120 [A]} = 0,116 [\Omega]$$

Considerando que la resistencia eléctrica en este tipo de alternadores es despreciable se tiene que: la reactancia sincrónica (X_s) de la máquina es igual a su impedancia característica en función de los parámetros nominales de placa. (Chapman)

$$X_s = Z = 0,116 [\Omega]$$

Considerando la Ley de Voltaje de Kirchhoff, utilizando el gráfico presentado en la figura 22, se tiene:

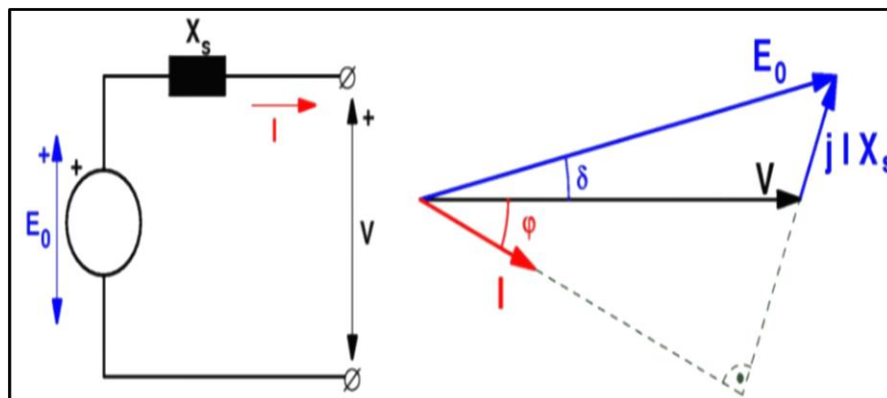


Figura 22. Circuito eléctrico equivalente y diagrama fasorial de un generador síncrono cilíndrico.

$$\vec{E}_0 = \vec{V} + j\vec{I}X_S \quad [4]$$

Donde:

\vec{E}_0 = Voltaje inducido en el entrehierro del estador y rotor del alternador

\vec{V} = voltaje alterno en bornes del alternador

j = unidad imaginaria = $\sqrt{-1}$

\vec{I} = corriente eléctrica alterna circulante por el alternador

X_S = reactancia sincrónica propia del alternador

δ = ángulo eléctrico entre voltaje inducido y voltaje en bornes del alternador estudio.

Considerando la bibliografía de máquinas eléctricas sincrónicas, se ha determinado que el voltaje inducido en el entre hierro de una maquina sincrónica está en un valor alrededor de 1,25 veces mayor al voltaje en bornes del alternador, con lo cual se tiene: (Fitzgerald)

$$|\vec{E}_0| = 1,2 |\vec{V}|$$

$$|\vec{E}_0| = 1,2 |14,27| = 17,8375 \text{ [V]}$$

$$\vec{E}_0 = 17,124 \angle 0^\circ$$

Se considera como cero el ángulo eléctrico del voltaje en el entrehierro por ser la referencia eléctrica, como se muestra en la Figura 22.

Ahora lo que nos compete es analizar el ángulo de desfaseamiento $[\delta]$. (Fitzgerald)

$$\cos \delta = \frac{|\vec{V}|}{|\vec{E}_0|}$$

$$\delta = \cos^{-1} \frac{|\vec{V}|}{|\vec{E}_0|}$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{E}_0 - \vec{V}}{jX_S}$$

Como se ha analizado la máquina eléctrica por fase, y al considerar que el alternador en su construcción y funcionamiento eléctrico trabaja bajo un régimen trifásico, la potencia se calcula, como sigue: (Denton)

$$P_{eléctrica} = 3|V||I| \quad [5]$$

$$E_{eléctrica} = P_{eléctrica} * t \quad [6]$$

$$E_{mecánica} = P_{mecánica} * t \quad [7]$$

La potencia de pérdidas del sistema analizado, se determina como la diferencia aritmética entre la potencia mecánica y la potencia eléctrica calculada en los bornes del alternador.

Esta potencia de pérdidas, mayoritariamente corresponde a la potencia suministrada al propio alternador para mantener el fenómeno electromecánico de la generación de energía. Por lo tanto, la potencia de pérdidas será: (Reklaitis)

$$P_{pérdidas} = P_{mecánica} - P_{eléctrica} \quad [8]$$

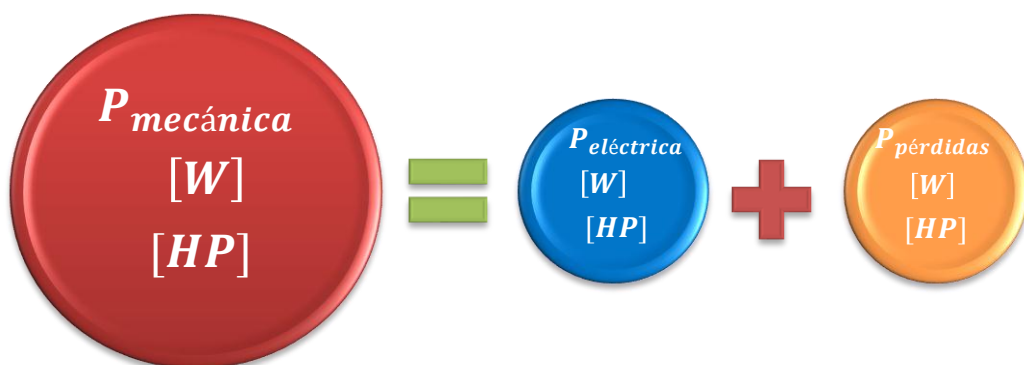


Figura 23. Esquema de balance energético del alternador

2.4. ALTERNADOR CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE POR EL PCM

Los novedosos sistemas de control electrónico emplean diversos mecanismos para la mejor eficiente gestión del motor, esto representa mayor duración en componentes, mejor prestación del vehículo y lo principal un nivel más bajo de emisiones. (Alonso J. , 2010)

En el caso del sistema de carga del vehículo la tecnología apunta hacia el control electrónico del sistema de carga (Alternador), el cual está controlado en los nuevos vehículos (Ej. FORD, DODGE JEEP, MAZDA) directamente por el PCM (Powertrain Control Module) (Modulo de Control del Tren Motriz). Esto trae una serie de ventajas como: Prolongar la vida de la batería. En un sistema controlado por el PCM, el punto de ajuste está controlado en función de la temperatura y flujo de corriente de la batería, ésta se puede evaluar directamente en la batería o en un sensor de temperatura en el regulador (dentro del PCM), en este caso, el sistema cuenta con un algoritmo que determina la temperatura de la batería en función de la temperatura del regulador, esto implica una permanente comunicación entre el PCM y el regulador. (Augeri, Leccion 3 programa master, 2013)

Mejora de prestaciones del motor: Siempre que el PCM detecte una condición de aceleración WOT (Wide Open Throttle) (Mariposa Totalmente Abierta), bajará momentáneamente el punto de ajuste del voltaje del regulador, esto reduce la carga de torsión adicional al motor, lo que posibilita una mejor aceleración. El PCM tiene un tiempo calibrado para esta operación, esto previene un corte excesivo del alternador, lo que podría llevar a una posible descarga de la batería. (Augeri, Leccion 3 programa master, 2013)

Mayor estabilidad del motor: Existe una comunicación permanente entre el alternador y el PCM, el cual verifica una señal del monitor del generador incorporado en el alternador. Esta señal provee al PCM información precisa del funcionamiento del mismo, para que el PCM, pueda regular de forma más precisa el nivel de carga del alternador. (Augeri, Leccion 3 programa master, 2013)

Reducción de esfuerzos al motor: El PCM puede controlar el nivel de esfuerzos que le impone el generador al motor, para evitar puntos elevados de consumo de potencia. Si el PCM detecta un defecto sobre el control del sistema de carga, el testigo correspondiente se iluminara en el panel, este testigo también se iluminará si el PCM no puede ver la señal del monitor del alternador por un tiempo superior a 500 ms. (Augeri, Leccion 3 programa master, 2013)

Cada vez que es colocado el interruptor de la ignición el PCM iluminara el testigo de carga, una vez que el motor este en marcha el PCM verifica el estado de la carga y de esta manera envía una señal para apagar el testigo. Este proceso dura aproximadamente de 250 – 450 ms, luego de que es colocado el interruptor de la posición KOEO (Key On, Engine Off) (Llave Abierta, Motor Apagado) a la posición KOER (Key On, Engine Running) (Llave Abierta, Motor Caminando), a continuación se muestra un diagrama de conexión eléctrico del módulo en la Figura 24. (Augeri, Leccion 3 programa master, 2013)

2.5. UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL

El automóvil Chevrolet Vectra consta de un sistema Motronic M 1.5.4 combinando el sistema de encendido y la inyección de combustible controlando ambos electrónicamente. El núcleo de sistema motronic es el módulo de control (ECM), que integra un asiento de memoria: ROM, RAM, EPROM. La CPU es un microprocesador, recibe señales analógicas y

frecuencias, que se refieren a la rotación del motor, flujo de aire, posición de árbol de levas y temperaturas del motor. (NEGRI, 2005)

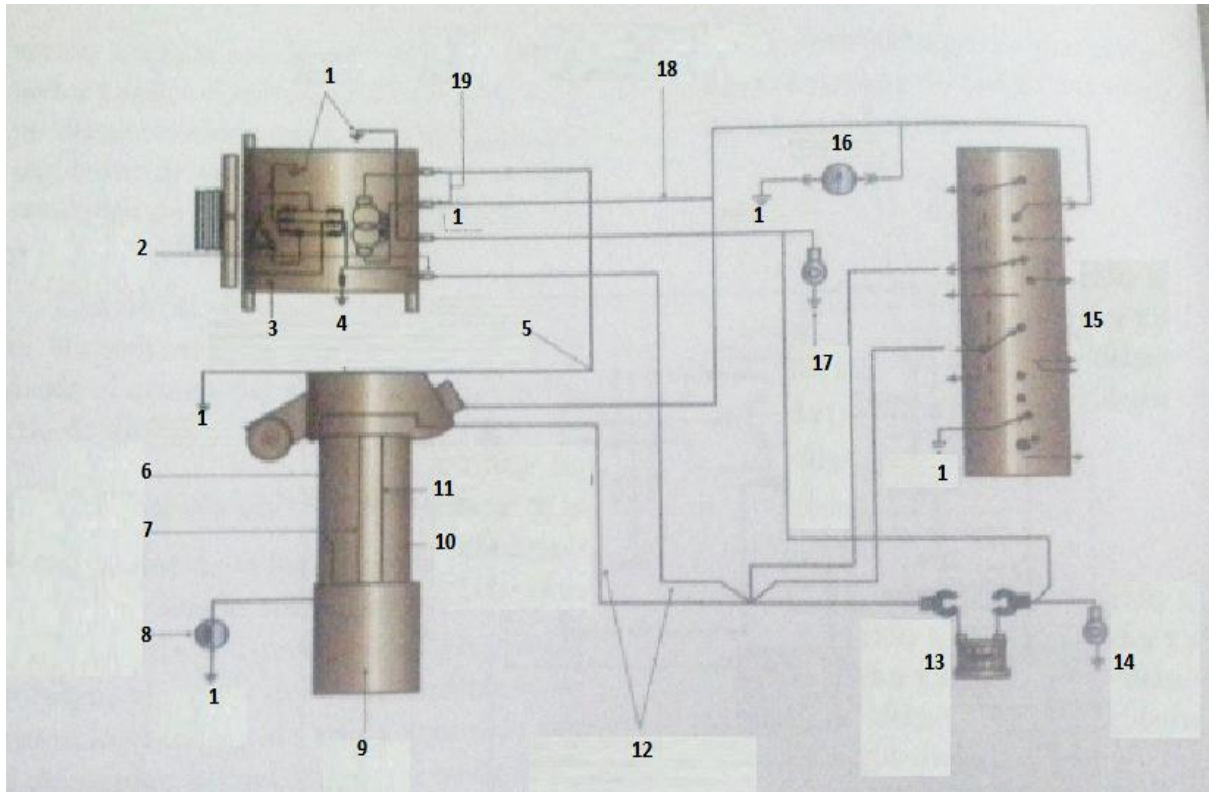


Figura 24. Sistema de carga del alternador controlado por el PCM.

(Alonso J. , 2010)

- 1.- Tierra
- 2.- Terminal salida batería
- 3.- Alternador
- 4.- Módulo de potencia
- 5.- Control de campo
- 6.- Sensor de voltaje batería
- 7.- Salida de voltaje regulador del alternador
- 8.- Luz de pedida de potencia
- 9.- Módulo lógico
- 10.- Alimentación del encendido
- 11.- Señal de temperatura de la batería
- 12.- Alimentación directa de la batería
- 13.- Batería

- 14.- Tierra bloque batería
- 15.- Interruptor de encendido
- 16.- Voltímetro
- 17.- Tierra del motor
- 18.- Alimentación del interruptor de encendido
- 19.- Terminales de campo

2.6. CONDICIONES CONTROL DE CARGA

El alternador produce corriente debido al conjunto de los sistemas mencionados, el rotor en su giro depende de las revoluciones que a este brinde el MCI (motor de combustión interna), para esto el MCI necesita de varios factores para su trabajo requerido, entre ellos su alimentación de aire-combustible los cuales son brindados de manera proporcional por la ECU, recibiendo voltajes emitidos por sensores para posterior trabajo de actuadores.

2.6.1. CONDICIONES DE CONTROL DE CARGA CON SENSOR (MAP) PRESIÓN ABSOLUTA EN EL COLECTOR DE ADMISIÓN

Este sensor posee una toma de vacío que va conectada a la base del cuerpo de la mariposa del acelerador, como se observa en la Figura 25. El MAP informa a la ECU la variación de presión del interior del colector de admisión, en función del régimen de carga y la rotación del motor, es decir, que informa la presión a la que está sometida la mezcla de aire combustible y convierte este valor en salida de voltaje. (Santander, 2006)

Con esto si se incrementa el porcentaje de apertura de la mariposa de admisión, incrementara la presión de aire haciendo que el MCI aumente revoluciones y la carga del alternador aumente.



Figura 25. Sensor de Presión Absoluta (MAP).

2.6.2. CONDICIONES CON SENSOR (TPS) POSICIÓN DE LA MARIPOSA DEL ACELERADOR

Este sensor consiste en un potenciómetro de tres polos y su función es traducir el ángulo de la posición de la mariposa en una señal eléctrica que es enviada a la unidad de control electrónica ECU. Por intermedio del TPS, la ECU obtiene información de las aceleraciones o desaceleraciones deseadas por el conductor. Esta información es utilizada como factor de cálculo de la cantidad de combustible requerido por el motor. La ECU identifica las condiciones de marcha mínima, aceleraciones rápidas, cargas parciales y carga plena. (Santander, 2006)

La ECU alimenta el sensor con un voltaje de referencia de 5 voltios y la respuesta del sensor varía entre 0,2 y 4.8 voltios. Los voltajes pequeños cercanos a 0 significan que la mariposa del acelerador está completamente cerrada como muestra la Figura 26. (Santander, 2006)

En caso de una falla del TPS (corto circuito o circuito abierto) detectada por la ECU, esta sustituye el valor incorrecto de la señal TPS por una señal artificial basada en la rotación del motor. Esto puede representar una marcha mínima elevada. Adicionalmente, en esta condición la ECU graba en su

memoria un código de falla o defecto y enciende la lámpara de verificación del motor. (Santander, 2006)

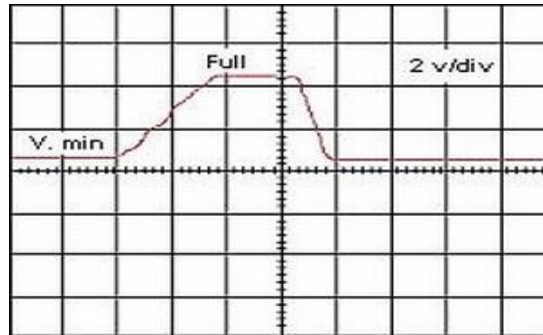


Figura 26. Curva sensor de posición de mariposa del acelerador (TPS)
(Cise, 2010)

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del tema propuesto, se utilizó el método de investigación bibliográfica puesto que se recopiló, clasificó y estudió la información de varias fuentes como: libros, manuales de fabricación e internet, para el diseño y construcción de módulo de control de carga del alternador.

El segundo método de investigación utilizado fue el descriptivo debido a que se estudió las funciones que cumplen cada una de las partes que forman parte del sistema de carga, sensores del vehículo, para poder determinar su funcionamiento, valores, capacidad necesarios para la adecuada utilización de los componentes.

También, se llevó a cabo una investigación experimental, mediante la utilización de equipos de diagnóstico, para poder obtener datos de potencia proporcionados por el vehículo, para esto fue necesario realizar pruebas de potencia en un banco de pruebas, en este caso un dinamómetro del Centro de Transferencia Tecnológica para la Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares (CCICEV) de la Escuela Politécnica Nacional.

Se realizó además un análisis de gases del vehículo tomando el procedimiento determinado por el (CCICEV).

Se obtuvo datos mediante el recorrido de un circuito con el sistema de carga original y módulo de control de carga instalado, a diferentes condiciones de trabajo, a diferentes revoluciones, tiempo de recorrido, consumo combustible, voltaje, amperaje, presentada en cuadros de resultados de manera sistematizada.

Circuito: peaje Oyacoto, ruta Collas, redondel entrada Aeropuerto Mariscal Sucre, ruta Collas, peaje Oyacoto, como se muestra en la Figura 27 .

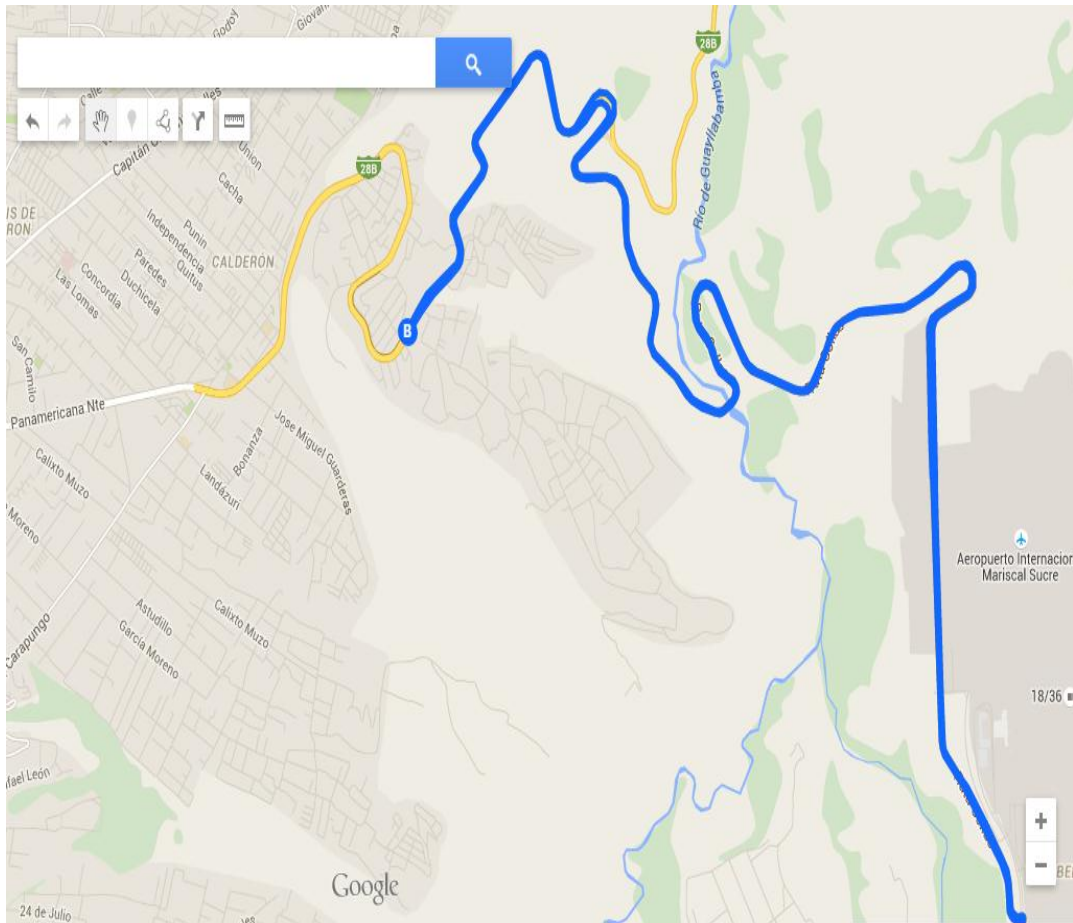


Figura 27. Mapa recorrido prueba ruta
(Google, 2015)

Se realizó la comparación entre los resultados obtenidos del sistema de carga original y sistema de control de carga mediante un análisis final logrando determinar la obtención de los objetivos planteados.

3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL VEHÍCULO

Para el desarrollo del proyecto realizado, fue necesario investigar especificaciones técnicas del vehículo como: Potencia máxima, consumo

combustible, torque máximo, cilindraje y relación de compresión. Estas especificaciones sirvieron, para determinar los siguientes parámetros:

Potencia máxima

Utilizado para comparar potencia original y potencia con la instalación del sistema de control de carga, también el valor de potencia es necesario para el cálculo de rendimiento mecánico.

Consumo de combustible

Este valor sirvió para analizar la diferencia, entre consumo de combustible con sistema original y la posterior instalación del sistema de control.

Torque máximo, Cilindraje, Relación de compresión

Valores tomados para el cálculo de rendimiento mecánico.

Estos valores fueron encontrados en una ficha técnica publicada en la página web Vrum en el año 2005.

3.2. SISTEMA DE CARGA VEHÍCULO VECTRA 2.2

El sistema de carga del vehículo analizado, para la posterior adaptación del sistema de control de carga controlado electrónicamente, se encuentra esquematizado como se observa en el Anexo 6. (Opel, 2000)

3.3. ESTUDIO DE SENSORES TPS Y MAP A TRABAJAR EN EL VEHÍCULO.

Mediante el uso de un equipo de diagnóstico escáner Maxidas DS708, se pudo obtener los datos de carga a diferentes condiciones del motor, estos

datos son necesarios para el cálculo de los valores de los componentes electrónicos en el diseño del sistema de control.

3.4. PRUEBAS DE POTENCIA A DIFERENTES CONDICIONES DE CARGA DEL ALTERNADOR.

Se procede a ubicar el vehículo sobre el dinamómetro, luego se fija correctamente mediante una faja de sujeción a la parte baja del bastidor del vehículo esto para evitar el deslizamiento del eje delantero, una vez que esté ubicado y fijado correctamente el técnico encargado ingresa datos necesarios tomados de la ficha técnica del vehículo en el sistema de software controlador Maha LP3000 como se observa en la Figura 28.



Figura 28. Vehículo en dinamómetro

Posterior a esto el técnico sincroniza el tacómetro de revoluciones del vehículo con la del sistema software,

Una vez concluida la prueba se deja el vehículo que gire inercialmente hasta que se detenga por completo sin pisar el freno, una vez que se haya detenido por completo la maquina genera los resultados de potencia como indica el Anexo 7.

3.5. ANALISIS DE GASES

Debido a que actualmente el distrito metropolitano exige que el vehículo cumpla con ciertos requisitos para poder circular en la ciudad de Quito, el vehículo debe encontrarse dentro de los parámetros que son regidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (Inen, 2006).

Las pruebas se realizaron a través de un equipo similar al utilizado en la secretaria de movilidad.

3.6. PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para la realización de toma de datos de esta prueba, se realizó un recorrido de un circuito a diferentes regímenes de revoluciones, cada circuito permite mantener un régimen constante de revoluciones de motor ya que las condiciones de tránsito no interrumpen el trayecto.

Esta prueba se realizó con el sistema de carga del alternador original y posterior con el sistema de carga controlado electrónicamente.

3.7. PRUEBA DE VARIACIÓN DE VOLTAJE

Tomando el mismo trayecto mencionado en la prueba de consumo se analizó la variación de voltaje mediante un multímetro, luego de haber

recorrido el circuito con el sistema de carga original y con el sistema de carga controlado electrónicamente.

3.8. PRUEBA DE VARIACION AMPERAJE

Tomando el mismo trayecto mencionado en la prueba de consumo se analizó la variación de amperaje mediante un multímetro, luego de haber recorrido el circuito con el sistema de carga original y con el sistema de carga controlado electrónicamente.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL VEHÍCULO

El vehículo en el que se va a aplicar el módulo es un Chevrolet Vectra 2.2 como muestra la Figura 29, con un cilindraje de 2198 cm³, con motor transversal y potencia máxima tomado a 5200 RPM de 121.27 HP.



Figura 29. Vehículo Vectra 2.2

Los datos necesarios para las pruebas y análisis de resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Ficha técnica Chevrolet Vectra 2.2

MOTOR	
TIPO	4 CILINDROS EN LÍNEA 8V
TRACCIÓN	DELANTERA, TRANSVERSAL
DIÁMETRO POR CARRERA	86 x 94.6 mm
CILINDRADA	2 198 cm ³
RELACIÓN DE COMPRESIÓN	9.2
POTENCIA MÁXIMA	123 HP A 5 200 RPM
TORQUE MÁXIMA	19.4Nm A 2 800 RPM
ALIMENTACIÓN	BOMBA ELÉCTRICA
TRANSMISIÓN	MANUAL 5 MARCHAS
DESEMPEÑO	
VELOCIDAD MÁXIMA	195 Km/h
ACELERACIÓN DE 0 A 100	10.6 s
CAPACIDAD TANQUE COMBUSTIBLE	57l
CONSUMO COMBUSTIBLE	44,08 Km/gl

Fuente: (Vrum)

4.2. SISTEMA DE CARGA VEHÍCULO VECTRA 2.2

El sistema de carga del vehículo, se encuentra esquematizado como se puede ver en la Figura 30.

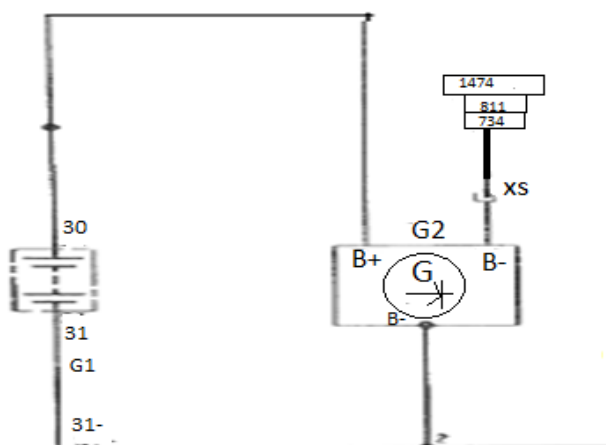


Figura 30. Circuito carga alternador Vectra 2.2 (Opel, 2000)

- G2.-** Alternador
- G.-** Regulador de voltaje y puente rectificador incorporado.
- 30.-** Positivo batería
- B (+).-** Salida positiva alternador
- 31.-** Negativo batería
- B (-).-** Negativo alternador
- X5.-** Salida a lámpara

Con relación al esquema mostrado se encuentra que el circuito consta de las partes numeradas y su conexión es la siguiente:

El alternador (G2) con regulador de voltaje y puente rectificador incorporado (G) es alimentado por corriente de batería conector (30) que al girar la llave y poner en posición KOEO permite el cierre del interruptor.

La corriente generada una vez que se pase a condición KOER, permite la excitación del bobinado y genera el campo magnético, que brindará

corriente alterna la cual respectivamente será rectificada y regulada por (G) logrando obtener corriente continua.

La salida de corriente continua es enviada mediante la conexión que existe entre el conector (B+) y el conector (30) de batería.

La salida del conector (G1), tiene conexión mediante un conector de 11 pines (X5), para permitir la activación del testigo de lámpara de aviso de defecto en la carga de corriente.

El circuito es alimentado por una tierra de batería (31) conectado al conector del alternador (B-).

El sistema de carga del vehículo Chevrolet vectra 2.2 se encuentra compuesto por un alternador Bosch con regulador de voltaje y puente rectificador interno como se puede observar en la Figura 31.

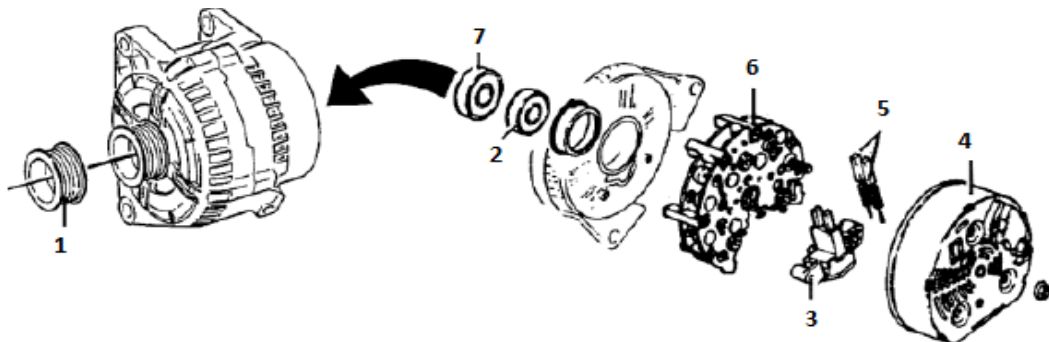


Figura 31. Partes alternador trifásico con regulador interno Vectra 2.2
(Opel, 2000)

- 1.- Polea
- 2.- Rodamiento
- 3.- Regulador de voltaje
- 4.- Tapa posterior
- 5.- Escobillas
- 6.- Rectificador
- 7.- Rodamiento

4.3. DIAGRAMA SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DE CARGA

Para el diseño del módulo de control electrónico de carga se esquematiza el sistema de carga del vehículo con la ayuda de un diagrama de bloques presentado en la figura 32.

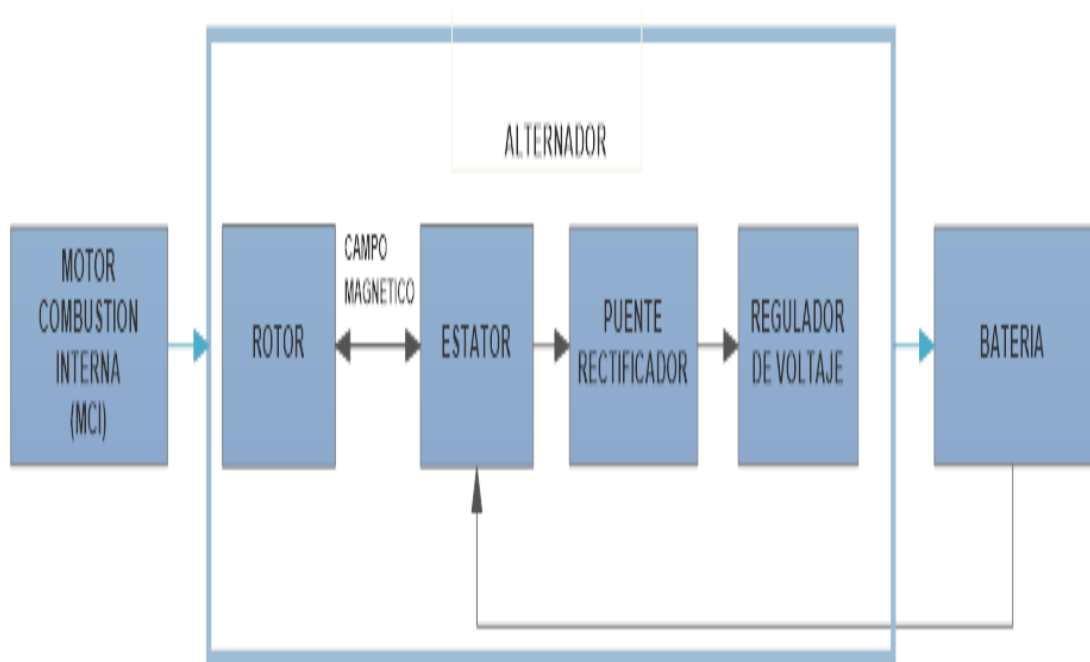


Figura 32. Diagrama de bloques interpretación de trabajo sistema de carga.

El esquema presentado en la figura 32, permite representar el trabajo producido por el MCI, el cual transmite movimiento mediante un sistema de polea y correa de transmisión el giro del rotor encontrado en el alternador, el rotor gira en el interior de un estator, el cual es previamente energizado por corriente de batería, creando un campo magnético, la corriente alterna creada mediante este campo es tomada por escobillas para enviar a un puente rectificador, creado por un conjunto de diodos rectificadores, los cuales permiten la rectificación de corriente alterna a corriente directa, esta corriente es direccionada hacia un regulador de voltaje el cual finalmente, permite el flujo adecuado de corriente para carga de batería

4.4. DIAGRAMA ADAPTACIÓN MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO DE CARGA (MCE)

Con relación al esquema presentado en la figura 32, como se observa el sistema es un circuito cerrado el cual se encuentra permanentemente cargando la batería, para este abastecimiento de carga de batería, el MCI realiza un esfuerzo para la transformación de energía mecánica en energía eléctrica, esto mediante cálculos presentados a continuación, permite denotar la pérdida de energía del MCI que es en donde se va a trabajar.

El automóvil en su funcionamiento normal trabaja en promedio con 14.2 V y 38 a 40 A sin cargas extras.

Con este antecedente se realiza la investigación para la instalación del MCE adaptado en el sistema original de carga con el objetivo principal de reducir el esfuerzo de trabajo del MCI.

En el siguiente esquema mostrado en la figura 33, se puede observar la adaptación del módulo de control de carga en el sistema original.

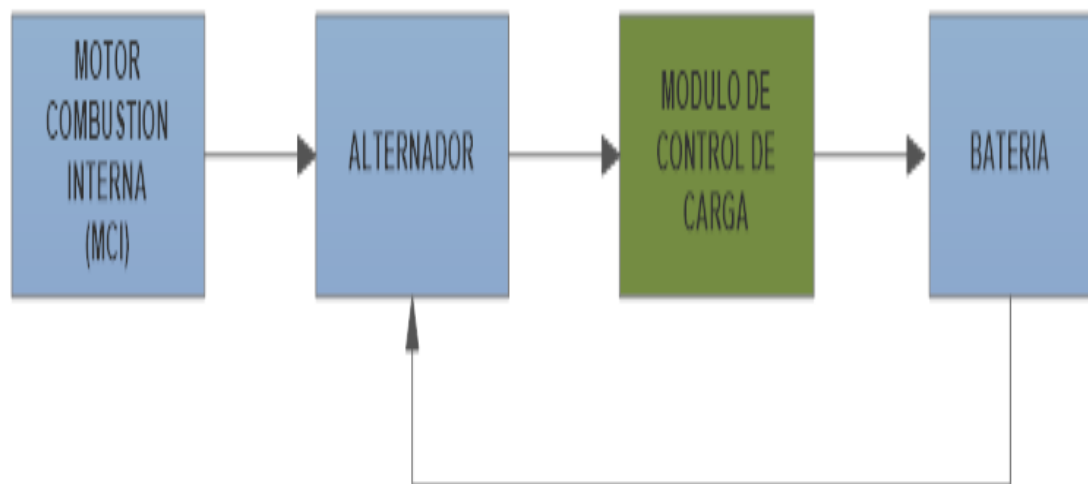


Figura 33. Diagrama de bloques instalación MCE

4.5. DIAGRAMA INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO MODULO ELECTRONICO DE CONTROL DE CARGA

Para el diseño electrónico del MCE se inicia, la esquematización con un flujograma mostrado en la figura 34, donde se establece las condiciones de funcionamiento del módulo de control de carga.

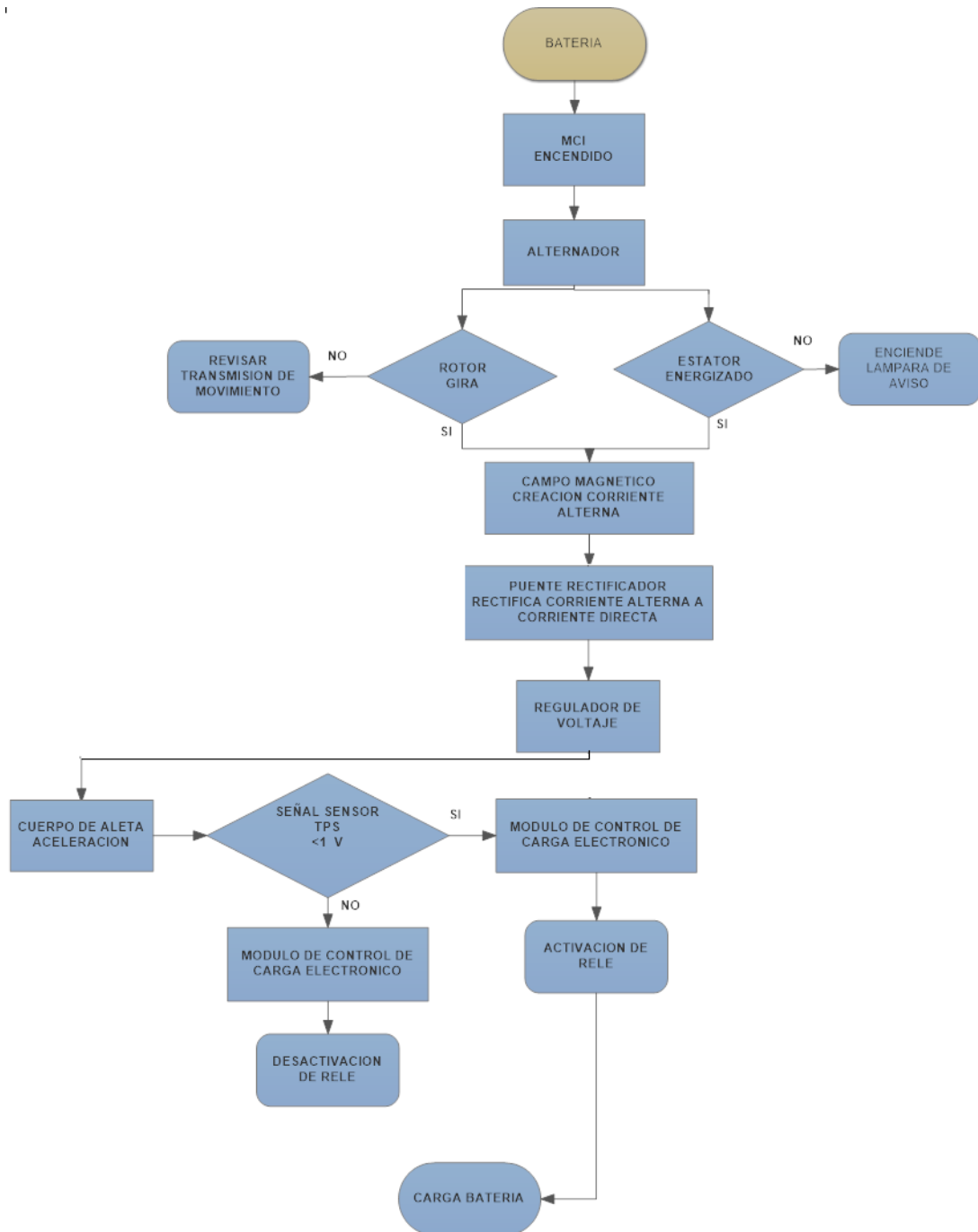


Figura 34. Flujograma funcionamiento MCE

4.6. DATOS SENSORES TPS Y MAP.

Luego de analizar el funcionamiento se procede a tomar datos mediante un equipo de diagnóstico escáner de cantidad de aire y porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración en los sensores TPS y MAP, donde se logra obtener los siguientes datos mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Datos obtenidos de porcentaje y carga de sensores.

CONDICIÓN	TPS		MAP		
	Revoluciones (RPM)	Apertura mariposa (%)	Voltaje	Cantidad aire (KPA)	Voltaje
KOEO	0	0.39	0,9	0.00	4.8
KOER	900	0.52	1.2	50.70	1.4
ACELERACIÓN	2 500	1.64	3.8	57.46	1.1
ACELERACIÓN	3 500	1.86	4.3	74.29	0.9

Con base en los datos experimentados se logra determinar que el motor en condiciones KOER, mantiene 900 revoluciones por minuto.

El sensor TPS muestra un WOT de 52% y voltaje de 1.2 V esta condición permite determinar a qué porcentaje se debe graduar el potenciómetro que con su característica de resistencia variable permite la activación electrónica del MCE.

El sensor MAP en condición KOER presenta un valor de cantidad de carga de aire de 50.70 Kilo pascales y un voltaje de 1.4 V, este valor es censado por la ECU que permiten el cálculo de cantidad de mezcla necesaria para la combustión.

Con el aumento de revoluciones del motor, el sensor TPS indica aumento en del porcentaje WOT y el sensor MAP aumento de cantidad de aire, con esto se logra determinar que si se consigue un mejor desempeño del motor con relación a su potencia, las revoluciones para su desarrollo de potencia serán menores por lo tanto, menor porcentaje WOT y menor cantidad de aire que contribuyen a una menor cantidad de combustible, necesario para llegar a una combustión correcta.

4.7. DISEÑO DEL MÓDULO DE CONTROL DE CARGA DEL ALTERNADOR.

Se procede a realizar el esquema en el software de simulación de Bright Spark 1.3 y Proteus 8 como muestra la Figura 35.

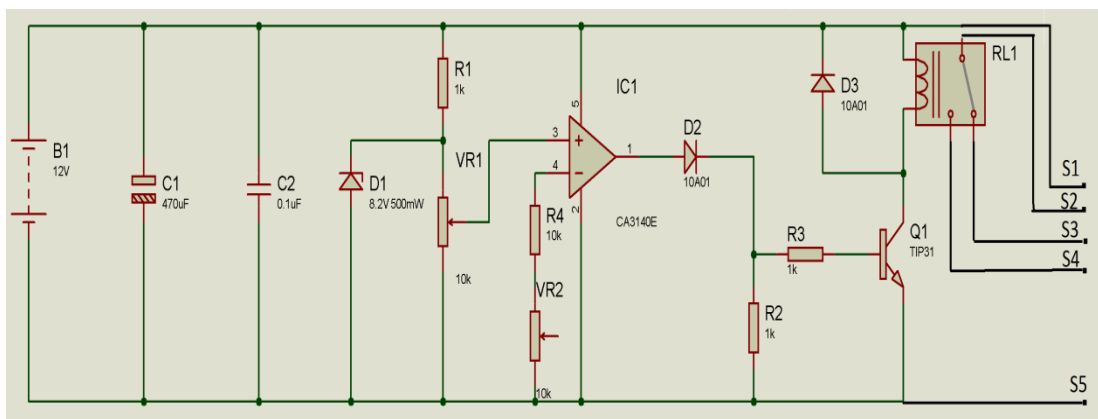


Figura 35. Diagrama diseño circuito de control de carga del alternador

- B.-** Batería 12V
- C1.-** Capacitor 470µF
- C2.-** Capacitor 0.1µF
- D1.-** Diodo Zener 8.2V 500mW
- D2.-** Diodo rectificador
- D3.-** Diodo rectificador
- R1.-** Resistencia 1KΩ

- R2.-** Resistencia 1K Ω
- R3.-** Resistencia 1K Ω
- R4.-** Resistencia 10K Ω
- IC1.-** Amplificador operacional CA3140E
- VR1.-** Resistencia variable 10K Ω
- VR2.-** Resistencia variable 10K Ω (Simula TPS)
- Q1.-** Transistor TIP31C
- RL1.-** Relay 5 vías
- S1.-** Conexión hacia estator
- S2.-** Ingreso de corriente
- S3.-** Conector libre
- S4.-** Energizado cierra circuito carga
- S5.-** Conexión negativo alternador

Conexión

Se dispone del borne positivo de B, que alimenta el esquema de 12 V, y el negativo que es conectado a tierra.

Se conecta C1 en paralelo a B y C2 en paralelo a C1.

VR1 es conectado en serie con D2, VR1 y D2 en serie con R1.

La salida de VR1 se conecta a la puerta no inversora de IC1.

La puerta inversora de IC1 es conectada mediante una resistencia R2 a VR2.

La puerta de salida de IC1 es conectada a Q1 mediante un D1 y resistencias R3 y R4 conectadas a tierra.

El emisor de Q1 es conectado a tierra y colector a bobina de RL1 y D3.

Los terminales S1, S2, S3, S4, S5 quedaran libres para sus respectivas conexiones.

Funcionamiento

RL1 energizado positivo.

La corriente almacenada en la batería fluye a través del circuito hacia el conector del relay, brindando corriente positiva al bobinado.

IC1 voltaje puerta inversora (V2)

Por otra parte, pero en el mismo circuito VR2 que simula la resistencia variable semejante al trabajo de un sensor TPS, envía cierto voltaje hacia la puerta inversora del amplificador operacional IC1.

IC1 voltaje puerta no inversora (V1)

El voltaje que llega luego de haber superado la resistencia del diodo zener D2, que es controlada por un potenciómetro, el cual permite ajustar a nuestra necesidad el voltaje de corriente indicado.

IC1 condición

Para permitir una condición idónea los voltajes que llegan a V2 y V1 deben ser iguales, una vez que se cumple la condición el amplificador operacional abre la puerta de salida que permite el paso de corriente hacia Q1.

Q1 energización

El conector base del transistor Q1 tipo NPN, recibe pulsos de voltaje que se energizan y cierran el circuito dejando pasar corriente negativa desde el

emisor hacia el colector y luego al conector de energización negativo del relay.

RL2 energizado negativo

Finalmente la corriente negativa que permite la energización de la bobina, cierra el contacto para conectar o desconectar el circuito.

4.8. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE CARGA

CONSTRUCCIÓN DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESO

De acuerdo al diseño realizado en la Figura 35; se procedió a la construcción práctica del sistema de control de carga, para instalar en el vehículo.

Seri grafiado

Se utilizó tintas especiales resistentes al grabado para marcar el patrón en la capa de cobre, la pintura se puede aplicar con plantillas o con un plotter específico para la Placa de Control Integrado (PCI). Posteriormente se utilizan productos químicos para eliminar el cobre sobrante, no cubierto por la tinta; para ello se utilizan ácidos o corrosivo como el Percloruro Férrico, el Sulfuro de Amonio, el Ácido Clorhídrico mezclado con Agua y el Peróxido de Hidrógeno.

Metalización

Este proceso sirve para facilitar la soldadura de los componentes de montaje superficial y metalización de las vías, en este proceso se añade una capa que se compone de una aleación mayoritariamente de estaño micro

granulado, formando esferas que pueden ir de los 20 mm a los 75 mm de diámetro. Esta capa se aplica exclusivamente a los lugares de soldadura y a las vías.

Instalación de componentes

Luego de escoger el soldador necesario para el trabajo en este caso uno de 50 Watts de calor idóneo para la unión de los componentes, con temperatura de 85°C , se aplica fundente a las áreas de contacto, preparar los conductores de los componentes, doblándolos y cortando el sobrante. Se inserta los componentes, unir el estaño con un diámetro, ligeramente menor que la mitad del diámetro del área de conexión, colocar el soldador en ángulo de 45° con la punta tocando tantos componentes como sea posible de la conexión, acercar el estaño y dejar que fluya, pasarlo por todo el área, retirar el estaño y luego el soldador, luego de tres la unión estará realizada, limpiar la unión realizada para eliminar restos del fundente como muestra la Figura 36 y 37. (Bellido, 2015)



Figura 36. Suelda del circuito de control de carga

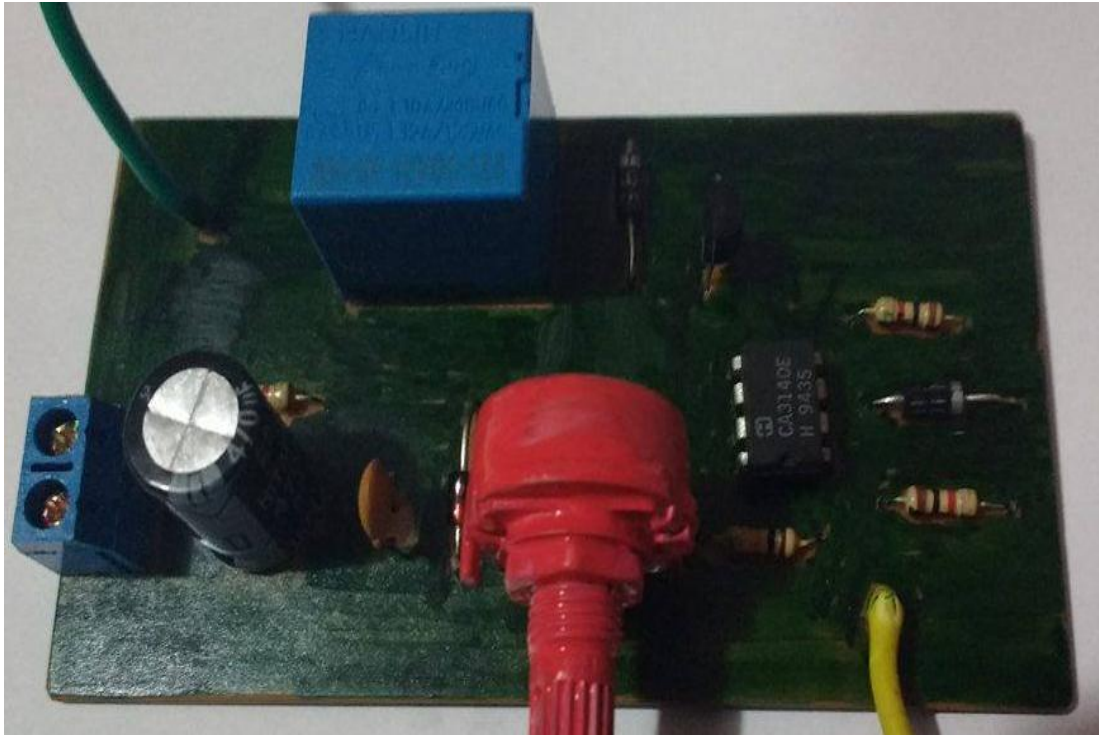


Figura 37. Circuito control de carga

Verificación

Verificación de la PCI desnuda: De manera visual y con polímetro se debe comprobar si existen cortos, o pistas rotas, en el caso de PCI de doble cara
Verificación con los componentes: Se debe tener preparado un test basado en aplicación de patrones para comprobar la correcta funcionalidad de la placa diseñada.

Para la fabricación de circuitos electrónico existen varios estándares que pueden ser encontrados en el documento: (industries, 2003)

4.9. INSTALACIÓN MCE EN EL VEHÍCULO

Se procede a la instalación del módulo con las siguientes conexiones obteniendo el siguiente diagrama mostrado en la Figura 38.

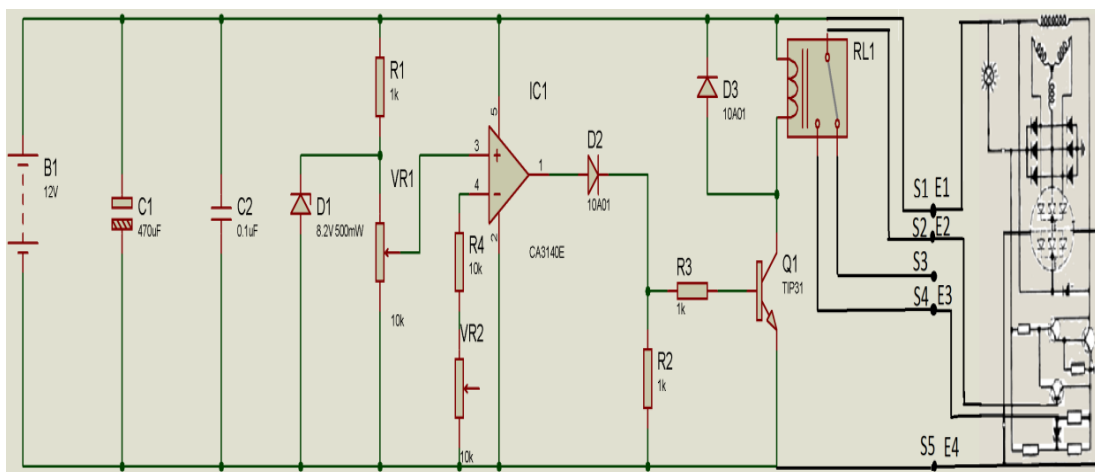


Figura 38. Diagrama eléctrico módulo de control adaptado a sistema de carga

Para un mejor análisis del trabajo del sistema de carga instalado el MCE se esquematiza el funcionamiento en el siguiente diagrama mostrado en la figura 39.

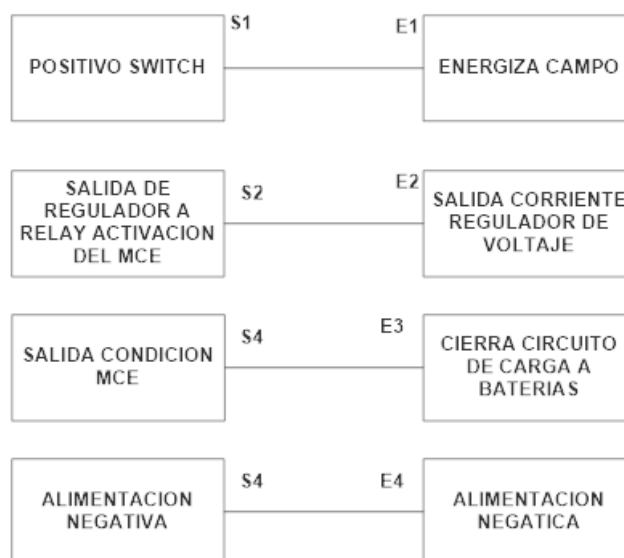


Figura 39. Diagrama funcionamiento del MCE instalado

Luego del correcto análisis de instalación se plantea el siguiente proceso para su adaptación.

DESMONTAJE ALTERNADOR

Para efectuar este desmontaje se realizó una inspección previa visual del motor como muestra la Figura 41 para ubicar la disposición de los elementos en el que se va a realizar el desmontaje, desarmado e instalación del sistema de control.



Figura 40. Disposición de elementos motor Vectra 2.2

- Se desconecta los bornes de la batería.
- Retirar el cuerpo de soporte de purificación de aire.
- Presionar el templador de la banda de accesorios.
- Retirar la banda de accesorios.
- Se desmonta las bases unidad a la culata del motor.
- Se desconecta los bornes del alternador: B (+), B (-), G1.

DESARMADO E INSTALACIÓN DE CONEXIÓN PARA MCE

- Se dispone del alternador retirado previamente.
- Se retira la tapa posterior, con lo cual podemos observar el regulador interno en el que se va a trabajar como muestra la Figura 42.



Figura 41. Alternador desmontado tapa posterior

1.- Regulador interno

2.- Tapa posterior

- Se dispone del regulador con puente rectificador interno, del cual podemos sacar los terminales para conexión hacia MCE.

SEÑAL DEL SENSOR TPS

- Mediante un multímetro y el vehículo en posición KOER tomamos medidas de voltajes en el sensor TPS obteniendo los siguiente valores como muestra la figura 42.

1.- Conector alimentación de Voltaje 4.8 a 5 V.

2.- Conector señal emitida 0.8 cerrada a 4,8 V abierta.

3.- Conector masa 0V.



Figura 42. Terminales sensor TPS

- Posterior a esto una vez identificado el conector de señal, podemos conectar al conector VR2 del MCE como muestra la figura 43.



Figura 43. Conexión señal TPS con VR2 del MCE

Donde

- 1.- Salida de señal hacia el conector 2 (VR2) del MCE
- 2.- Entrada se señal del voltaje TPS para MCE mediante VR2.

4.10. PRUEBA EN EL DINAMÓMETRO DE LA POTENCIA REAL DEL CHEVROLET VECTRA 2.2 ESTÁNDAR.

Luego de realizar el método de obtención de datos de potencia en el banco de pruebas dinamómetro, sincronizar y tener la temperatura ideal para medición 92.22 a 93.88 °C, se coloca el vehículo en cuarta marcha y acelera hasta llegar al corte de revoluciones, donde el fabricante especifique que se da su máxima potencia, se logra obtener los datos mostrados a continuación en la Figura 44 y Anexo 7.

Valores de potencia			Valores del ambiente		
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal}	100,5 HP / 74,9 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$	73,8 F
Potencia motor	P_{Mot}	70,2 HP / 52,4 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$	68,2 F
Potencia ruedas	P_{Rueda}	40,0 HP / 29,8 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire}	39,4 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$	30,2 HP / 22,5 kW	Presión del aire	P_{Aire}	739,7 hPa
Potencia máx.		5255 rpm / 86,0 mph	Presión del vapor	P_{Vapor}	11,2 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal}	106,8 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite}	201,2 F
Par máx.		4490 rpm / 73,5 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$	--- F
RPM máx. alcanzado		5335 rpm / 87,4 mph			
¹⁾ Corrección según SAE J 1349					
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$					

Figura 44. Resultados prueba dinamómetro estándar

4.11. PRUEBA EN DINAMÓMETRO DE LA POTENCIA REAL DEL CHEVROLET VECTRA 2.2 INSTALADO SISTEMA DE CONTROL DE CARGA DEL ALTERNADOR

Posterior a la instalación del módulo de control de carga del alternador realizamos nuevas pruebas de torque y potencia en el dinamómetro obteniendo los siguientes resultados mostrados en la Figura 45 y ANEXO 8.

Valores de potencia		Valores del ambiente	
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal} 106,2 HP / 79,2 kW	Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$ 77,9 F
Potencia motor	P_{Mot} 74,0 HP / 55,2 kW	Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$ 70,7 F
Potencia ruedas	P_{Rueda} 44,2 HP / 32,9 kW	Humedad relativa del aire	H_{Aire} 34,0 %
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$ 29,8 HP / 22,2 kW	Presión del aire	p_{Aire} 739,5 hPa
Potencia máx.	5125 rpm / 85,5 mph	Presión del vapor	p_{Vapor} 11,1 hPa
Par ¹⁾	M_{Normal} 114,1 lbf.ft	Temperat. del aceite	T_{Aceite} 202,8 F
Par máx.	4100 rpm / 68,4 mph	Temperat. carburante	$T_{Carburante}$ ---- F
RPM máx. alcanzado	5255 rpm / 87,7 mph		
¹⁾ Corrección según SAE J 1349			
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$			

Figura 45. Resultados prueba dinamómetro con sistema control de carga

4.12. ANÁLISIS RESULTADOS OBTENIDOS EN DINAMÓMETRO

Los datos obtenidos en el banco muestran que la potencia inicial del vehículo es de 100,5 HP y el resultado tomado de la prueba posterior con la instalación del sistema de control es de 106,2 HP para una mejor visualización se realizó un diagrama comparativo el cual se puede observar en la Figura 46.

Con base en los datos experimentales se determina que hubo una ganancia de potencia de 5,7 HP.

La ganancia de potencia en el trabajo del motor, permite un mejor consumo de combustible y por ende una menor contaminación ambiental, lo cual será confirmado en las pruebas mostradas a continuación.

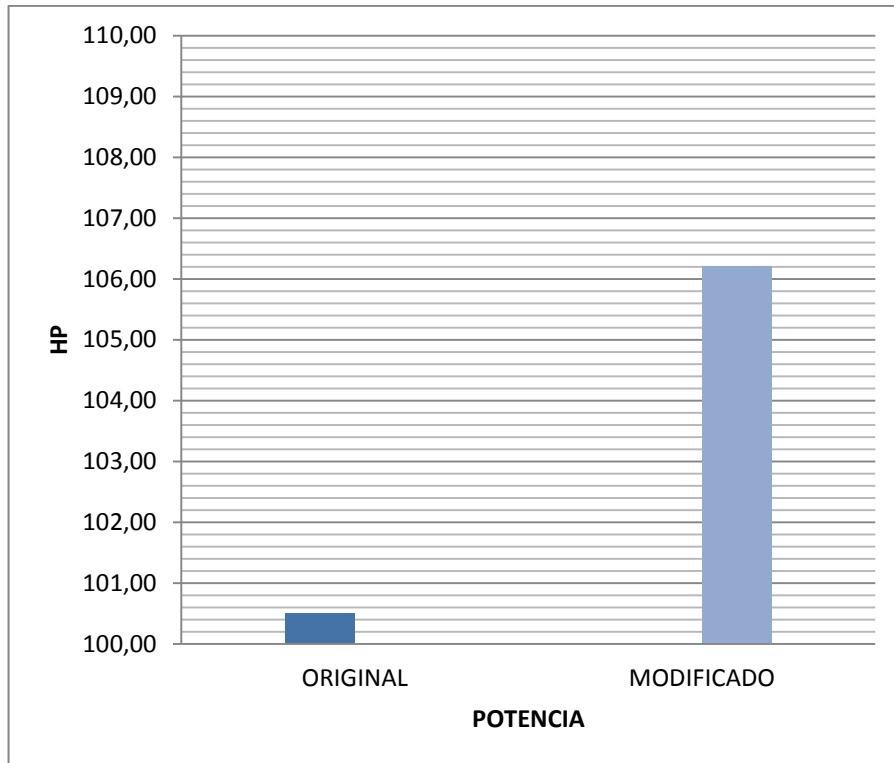


Figura 46. Diagrama comparativo Potencia

4.13. BALANCE ENERGETICO DEL SISTEMA DE CARGA DEL VEHÍCULO

VOLTAJE EN BORNES DEL ALTERNADOR

$$|\vec{E}_0| = 1,2 |\vec{V}|$$

$$|\vec{E}_0| = 1,2 |14,27| = 17,8375 \text{ [V]}$$

$$\vec{E}_0 = 17,124 \angle 0^\circ$$

ÁNGULO DE DESFASAMIENTO

$$\cos \delta = \frac{|\vec{V}|}{|\vec{E}_0|} = \frac{14,27}{17,124}$$

$$\delta = \cos^{-1} \frac{14,27}{17,124} = 33,55^\circ$$

$$\vec{I} = \frac{\vec{E}_0 - \vec{V}}{jX_s}$$

$$\vec{I} = \frac{17,124 \angle 0^\circ - 14,27 \angle 33,55^\circ}{j0,116}$$

$$\vec{I} = 81,58 \angle -146,44^\circ \text{ [A]}$$

CÁLCULO POTENCIA ELÉCTRICA

$$P_{el\acute{e}ctrica} = 3|V||I|$$

$$P_{el\acute{e}ctrica} = 3 * 14,27 \text{ [V]} * 81,58 \text{ [A]}$$

$$P_{el\acute{e}ctrica} = 3492,43 \text{ [W]}$$

$$P_{el\acute{e}ctrica} = 3492,43 \text{ [W]} * \frac{1 \text{ [HP]}}{745,7 \text{ [W]}} = 4,68 \text{ [HP]}$$

$$E_{el\acute{e}ctrica} = P_{el\acute{e}ctrica} * t$$

$$E_{el\acute{e}ctrica} = 3492,43 \text{ [W]} * 1 \text{ [h]}$$

$$E_{el\acute{e}ctrica} = 3492,43 \text{ [Wh]}$$

De los resultados experimentales a través del dinamómetro, se determinó que el aporte de potencia mecánica del motor de combustión interna hacia la polea del alternador, es de **5,7 [HP]**; se realiza el siguiente balance energético, como se muestra a continuación:

$$P_{mec\acute{a}nica} = 5,7 \text{ [HP]}$$

$$P_{mec\acute{a}nica} = 5,7 \text{ [HP]} * \frac{745,7 \text{ [W]}}{1 \text{ [HP]}} = 3877,64 \text{ [W]}$$

$$E_{mec\acute{a}nica} = P_{mec\acute{a}nica} * t$$

$$E_{el\acute{e}ctrica} = 4250.49 \text{ [W]} * 1 \text{ [h]}$$

$$E_{el\acute{e}ctrica} = 4250.49 \text{ [Wh]}$$

La **potencia de pérdidas** del sistema analizado, se determina como la diferencia aritmética entre la potencia mecánica y la potencia eléctrica calculada en los bornes del alternador.

Esta potencia de pérdidas, mayoritariamente corresponde a la potencia suministrada al propio alternador para mantener el fenómeno electromecánico de la generación de energía. Por lo tanto, la potencia de pérdidas será:

$$P_{p\acute{e}rdidas} = P_{mec\acute{a}nica} - P_{el\acute{e}ctrica}$$

$$P_{p\acute{e}rdidas} = 5,7[HP] - 4,68 [HP] = 1.02 [HP]$$

$$P_{p\acute{e}rdidas} = 1.02 [HP] * \frac{745,7 [W]}{1 [HP]} = 760.614 [W]$$

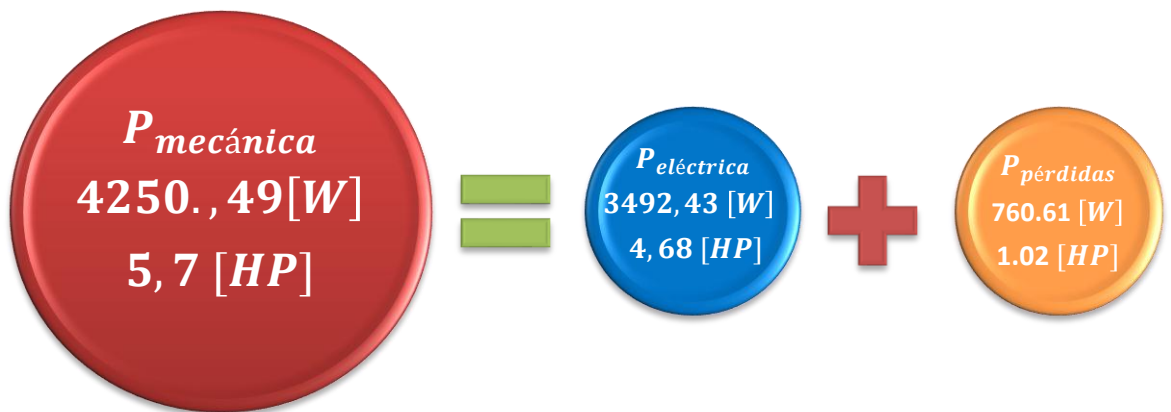


Figura 47. Esquema de balance energético del alternador:

4.14. PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN TRAYECTO CHEVROLET VECTRA 2.2 ESTÁNDAR

Para la realización de toma de datos que se muestran en la Tabla 3, se realizó un recorrido a diferentes regímenes de revoluciones, en un circuito que dispone las siguientes características geográficas en carretera: 9 Km de pendiente con descenso, 9 Km de pendiente con ascenso, 10 Km planos.

Se llenó el tanque de combustible con 14 galones de gasolina extra, con esta cantidad procedemos a realizar un recorrido de 28 Km en el circuito: peaje Oyacoto, ruta Collas, redondel entrada Aeropuerto Mariscal Sucre, ruta Collas, peaje Oyacoto.

Tabla 3. Datos consumo

REVOLUCIONES MOTOR (RPM)	RECORRIDO (km)	CONSUMO (Gal)	TIEMPO (s)
2500	28	0.410	2 222
3500	28	0.597	1 694

4.15. PRUEBAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE CHEVROLET VECTRA 2.2 INSTALADO SISTEMA DE CONTROL DE CARGA

Se procede a realizar la misma prueba de consumo en el mismo circuito y se obtiene los siguientes resultados mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4: Datos de consumo

REVOLUCIONES MOTOR (RPM)	RECORRIDO (km)	CONSUMO (Gal)	TIEMPO (s)
2 500	28	0.252	2 103
3 500	28	0.436	1 594

4.16. ANÁLISIS CONSUMO COMBUSTIBLE

Con base en los datos experimentales se determinan la diferencia mostrada en la Figura 48:

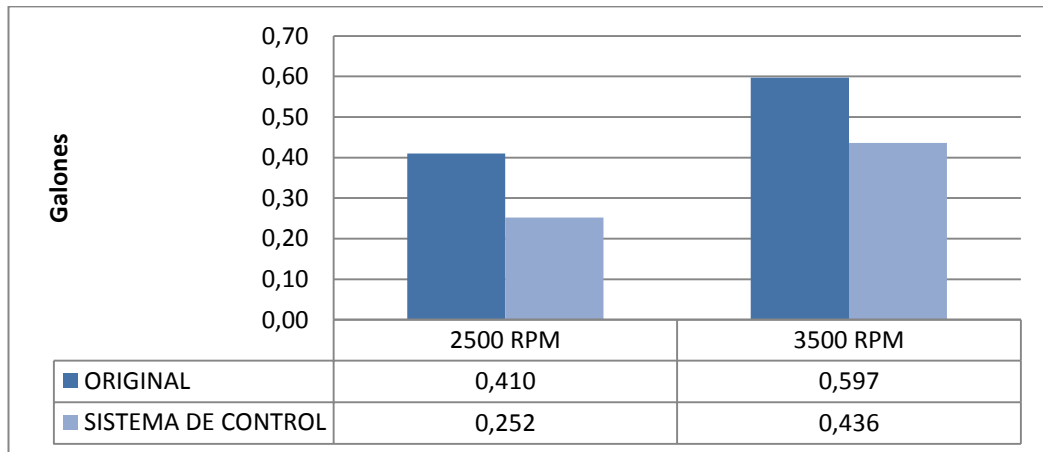


Figura 48. Comparativo consumo combustible

Régimen de revoluciones 2500 RPM

Con relación al esquema mostrado en la Figura 48, en el circuito recorrido de 28 Km se tiene un consumo de 0.410 galones, con esto se determina que el consumo del vehículo en condiciones originales es de 68.29 Km/gal.

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un consumo de 0.252 galones, con esto se determina que el consumo es de 111,11 Km/gal.

Régimen de revoluciones 3500 RPM

Con relación al esquema mostrado en la Figura 48, en el circuito recorrido de 28 Km se tiene un consumo de 0.597 galones, con esto se determina que el consumo del vehículo en condiciones originales es de 46.90 Km/gal.

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un consumo de 0.436 galones, con esto se determina que el consumo es de 64,22 Km/gal.

Diferencia consumo combustible, sistema original y sistema de carga controlado

Con base a los datos experimentales obtenidos se determina que en cualquiera de las dos condiciones de aceleración en las que trabaje el motor, el sistema de control permite una reducción de consumo de combustible con porcentajes de:

38,54% a 2500RPM

26,97% a 3500 RPM

4.17. PRUEBA DE VARIACION DE VOLTAJE EN TRAYECTO CHEVROLET VECTRA 2.2 ESTÁNDAR

Luego de realizar las pruebas de ruta a un régimen constante de revoluciones de motor, se presenta los datos en la Tabla 5.

Tabla 5. Datos variación de voltaje

REVOLUCIONES MOTOR (RPM)	RECORRIDO (km)	TIEMPO (s)	VOLTAJE CARGA INICIAL (V)	VOLTAJE CARGA FINAL (V)
2500	28	2 222	14.15	14.12
3500	28	1 694	14.15	14.10

4.18. PRUEBA DE VARIACION DE VOLTAJE EN TRAYECTO CHEVROLET VECTRA 2.2 INSTALADO SISTEMA DE CONTROL DE CARGA

Se procede a realizar la misma prueba de variación de voltaje en el mismo circuito y se obtiene los siguientes resultados mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6: Datos variación voltaje

REVOLUCIONES MOTOR (RPM)	RECORRIDO (km)	TIEMPO (s)	VOLTAJE CARGA INICIAL (V)	VOLTAJE CARGA FINAL (V)
2 500	28	2 103	14.15	13.81
3 500	28	1 594	14.09	13.95

4.19. ANÁLISIS DE VOLTAJE CARGA BATERÍA

Con base en los datos experimentales se determinan la diferencia mostrada en la Figura 49 y 50:

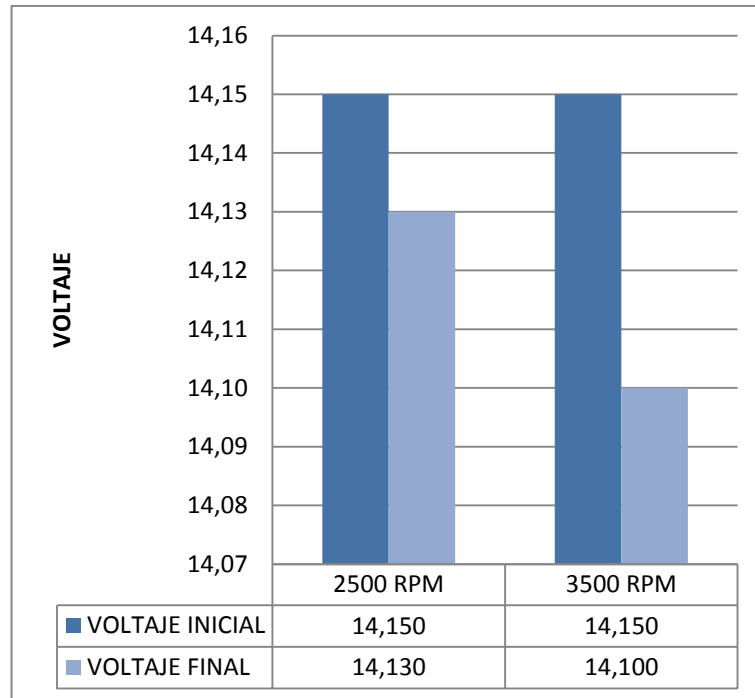


Figura 49. Datos consumo carga batería sistema original

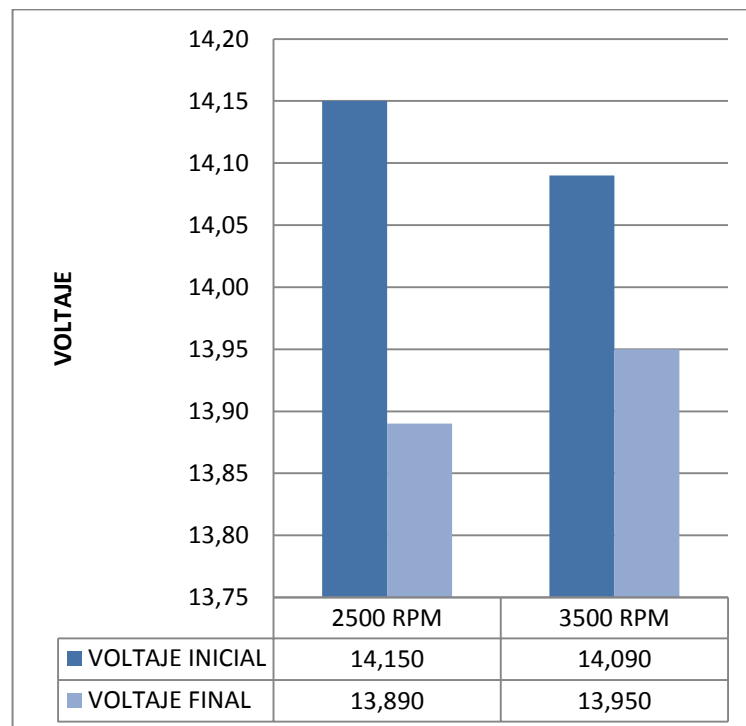


Figura 50. Datos consumo carga batería sistema de control

Régimen de revoluciones 2500 RPM, sistema de carga original

Con relación al esquema mostrado en la Figura 49 y 50, en el circuito recorrido de 28 Km se tiene una diferencia de 0.02 voltios.

Régimen de revoluciones 2500 RPM, sistema de control carga controlado

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene una diferencia de 0.26 voltios.

Régimen de revoluciones 3500 RPM, sistema de carga original

Con relación al esquema mostrado en la Figura 43 y 44, en el circuito recorrido de 28 Km se tiene una diferencia de 0.05 voltios.

Régimen de revoluciones 3500 RPM, sistema de control carga controlado

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene una diferencia de 0.14 voltios.

Diferencia consumo carga batería, sistema original y sistema carga controlado

Con base a los datos experimentales obtenidos se determina que en cualquiera de las dos condiciones de aceleración en las que trabaje el motor, el sistema de control genera reducción de carga de corriente almacenada en la batería, el consumo que presenta es:

0,24 V a 2500RPM

0,09 V a 3500 RPM

4.20. PRUEBA DE GASES SOBRE CHEVROLET VECTRA 2.2 ESTÁNDAR

Las pruebas se realizan a través de un equipo similar al utilizado en la secretaria de movilidad, obteniendo los siguientes datos mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7. Valores prueba de gases

GASES	VALOR EN RALENTI	VALOR EN 2500 RPM
CO	0.52%	0.40%
HC	185PPM	65PPM
CO2	11.4%	12.1%
O2	1.59%	0.62%
LAMBDA	1.062	1.016

4.21. PRUEBA DE GASES SOBRE CHEVROLET VECTRA 2.2 INSTALADO SISTEMA DE CONTROL DE CARGA.

Tabla 8. Valores prueba de gases

GASES	VALOR EN RALENTI	VALOR EN 2500 RPM
CO	0.48%	0.37%
HC	184 PPM	83 PPM
CO2	11.7%	12.2%
O2	1.44%	0.60%
LAMBDA	1.054	1.015

4.22. ANÁLISIS DE EMISIÓN DE GASES

Análisis Monóxido de Carbono (CO)

Con base en los datos experimentales se determinan la diferencia mostrada en la Figura 51:

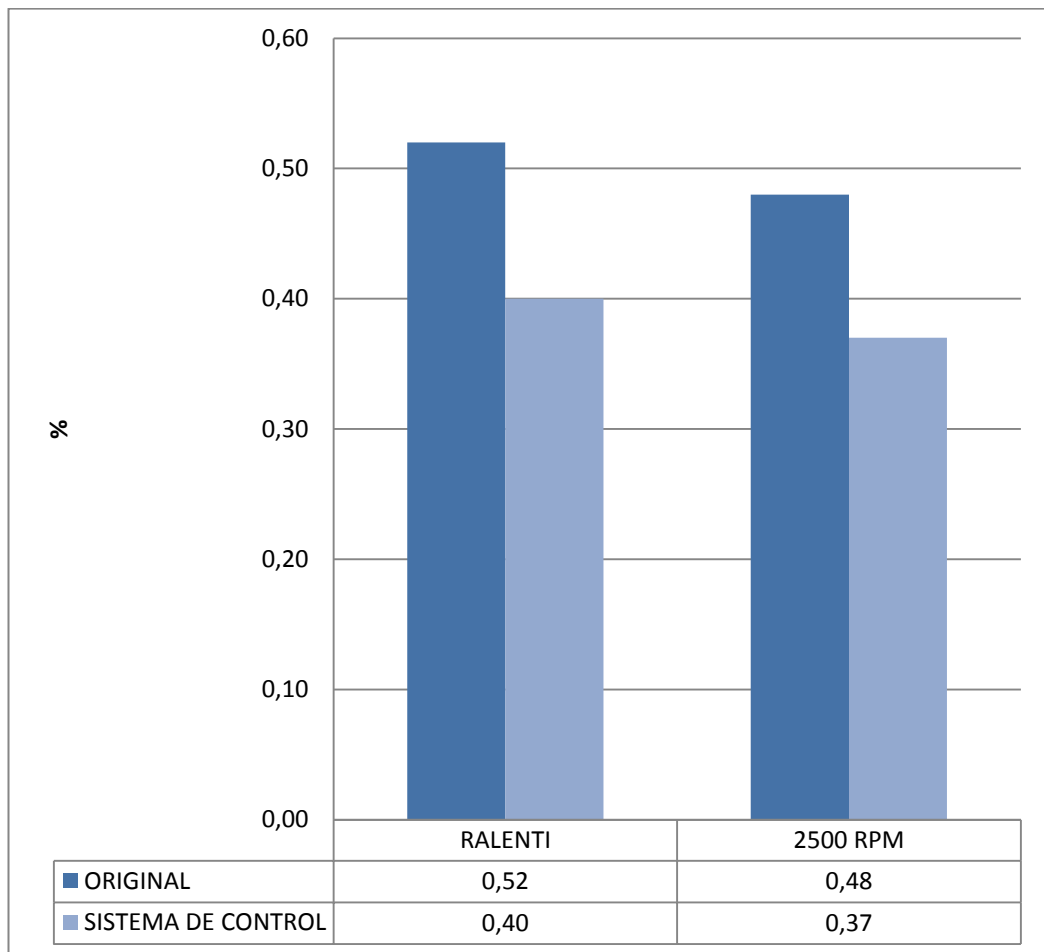


Figura 51. Análisis CO

Porcentaje de emisiones, condición KOER

Con relación al esquema mostrado en la Figura 51, se obtiene un porcentaje de emisión de monóxido de carbono de 0.52%, con esto se determina que

el porcentaje de emisión se encuentra apto para circular en el Distrito Metropolitano de Quito, debido a que su porcentaje permisivo es de 1% .

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un porcentaje de emisión de 0,40%, con esto se determina que también se encuentra en un porcentaje permisivo para circulación en el Distrito Metropolitano.

Porcentaje de emisiones, régimen 2500 RPM

Con relación al esquema mostrado en la Figura 51, se obtiene un porcentaje de emisión de monóxido de carbono de 0.48%, con esto se determina que el porcentaje de emisión se encuentra apto para circular en el Distrito Metropolitano de Quito, debido a que su porcentaje permisivo es de 1% .

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un porcentaje de emisión de 0,37%, con esto se determina que también se encuentra en un porcentaje permisivo para circulación en el Distrito Metropolitano.

Diferencia consumo combustible sistema original y sistema de carga controlado

Con base a los datos experimentales obtenidos se determina que en cualquiera de los dos condiciones, el sistema de control permite un promedio de reducción de porcentaje de:

0.12% en KOER

0. 11% en 2500 RPM

Análisis Dióxido de Carbono (CO2)

Con base en los datos experimentales se determinan la diferencia mostrada en la Figura 52:

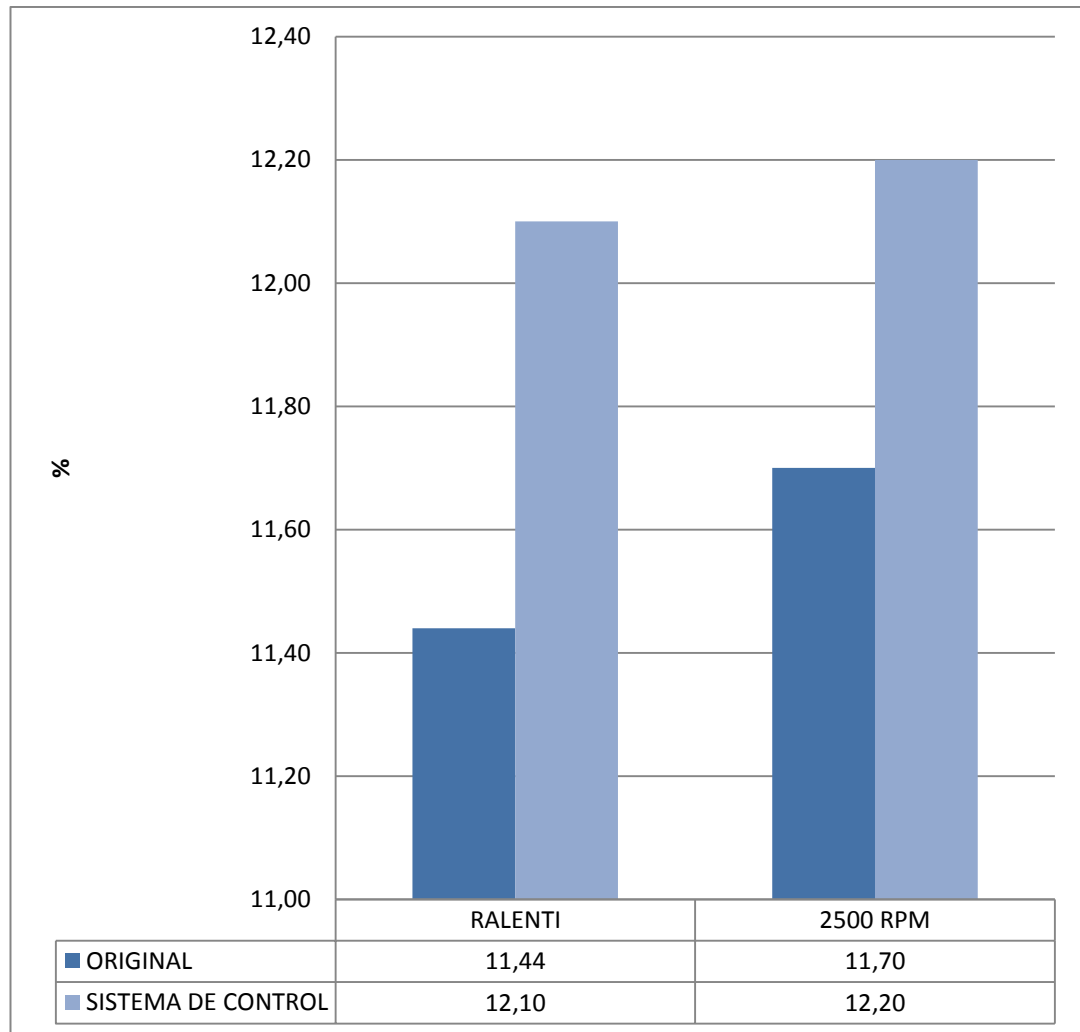


Figura 52. Análisis CO2

Porcentaje de emisiones, condición KOER

Con relación al esquema mostrado en la Figura 52, se obtiene un porcentaje de emisión de dióxido de carbono de 11,44%, con esto se determina que el porcentaje de emisión se encuentra apto para circular en el Distrito

Metropolitano de Quito, debido a que su porcentaje es permisivo y este gas no es nocivo al medio ambiente .

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un porcentaje de emisión de 12,10%, con esto se determina que también se encuentra en un porcentaje permisivo para circulación en el Distrito Metropolitano.

Porcentaje de emisiones, régimen 2500 RPM

Con relación al esquema mostrado en la Figura 52, se obtiene un porcentaje de emisión de dióxido de carbono de 11,70%, con esto se determina que el porcentaje de emisión se encuentra apto para circular en el Distrito Metropolitano de Quito, debido a que su porcentaje es permisivo y este gas no es nocivo para el medio ambiente .

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un porcentaje de emisión de 12,20%, con esto se determina que también se encuentra en un porcentaje permisivo para circulación en el Distrito Metropolitano.

Diferencia consumo combustible sistema original y sistema de carga controlado

Con base a los datos experimentales obtenidos se determina que en cualquiera de las dos condiciones, el sistema de control permite un promedio de aumento en el porcentaje de:

0.66% en KOER

0,50% en 2500 RPM

Análisis Oxígeno (O2)

Con base en los datos experimentales se determinan la diferencia mostrada en la Figura 53:

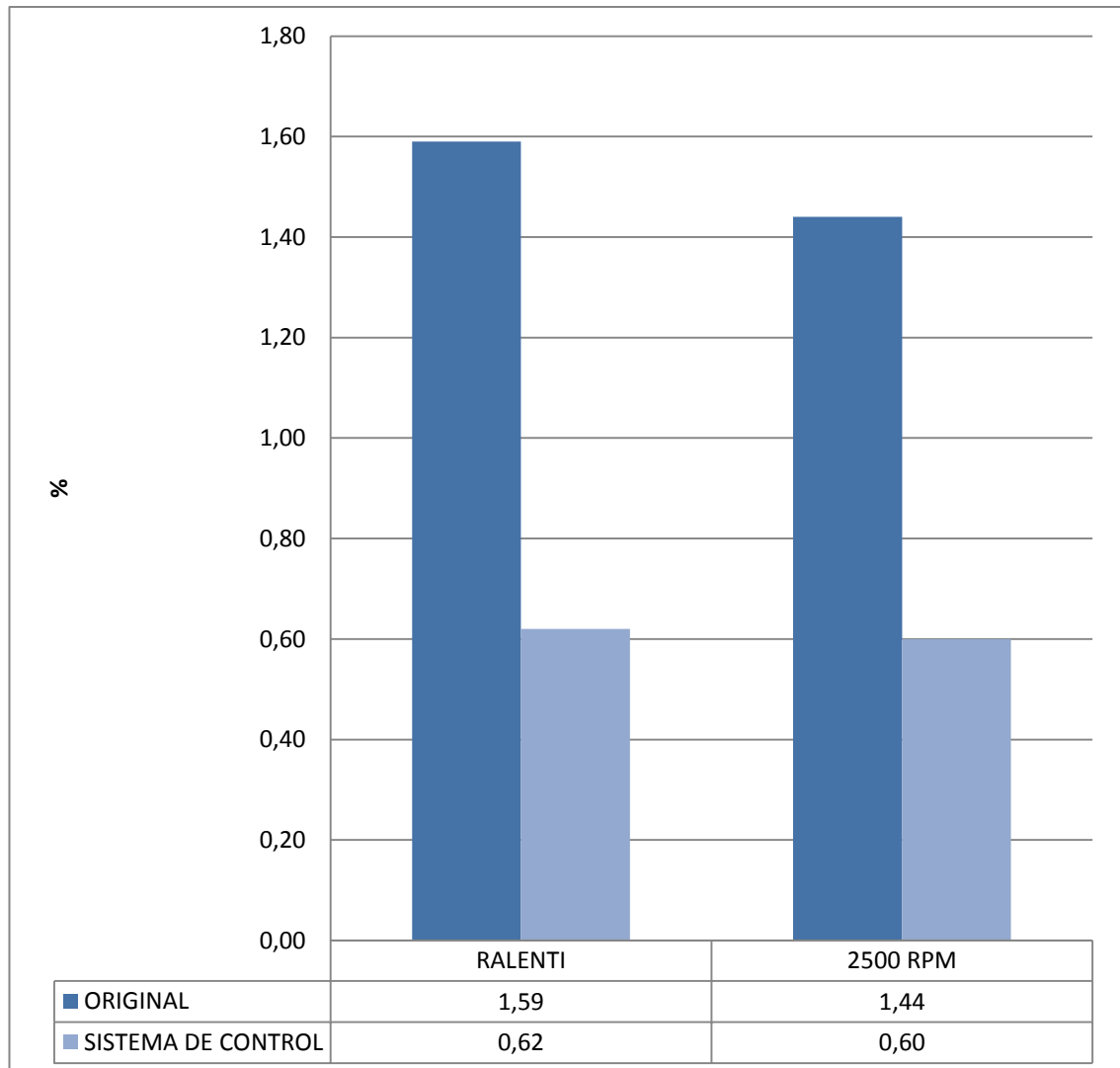


Figura 53. Análisis O2

Porcentaje de emisiones, condición KOER

Con relación al esquema mostrado en la Figura 53, se obtiene un porcentaje de emisión de oxígeno de 1,59%, con esto se determina que el porcentaje

de emisión se encuentra apto para circular en el Distrito Metropolitano de Quito, debido a que su porcentaje es permisivo y este gas no es nocivo al medio ambiente .

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un porcentaje de emisión de 0,62%, con esto se determina que también se encuentra en un porcentaje permisivo para circulación en el Distrito Metropolitano.

Porcentaje de emisiones, régimen 2500 RPM

Con relación al esquema mostrado en la Figura 53, se obtiene un porcentaje de emisión de dióxido de carbono de 1,44%, con esto se determina que el porcentaje de emisión se encuentra apto para circular en el Distrito Metropolitano de Quito, debido a que su porcentaje es permisivo y este gas no es nocivo para el medio ambiente .

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un porcentaje de emisión de 0,60%, con esto se determina que también se encuentra en un porcentaje permisivo para circulación en el Distrito Metropolitano.

Diferencia consumo combustible sistema original y sistema de carga controlado

Con base a los datos experimentales obtenidos se determina que en cualquiera de las dos condiciones, el sistema de control permite un promedio de reducción en el porcentaje de:

0.97% en KOER

0,84% en 2500 RPM

Análisis Hidrocarburos (HC)

Con base en los datos experimentales se determinan la diferencia mostrada en la Figura 54:

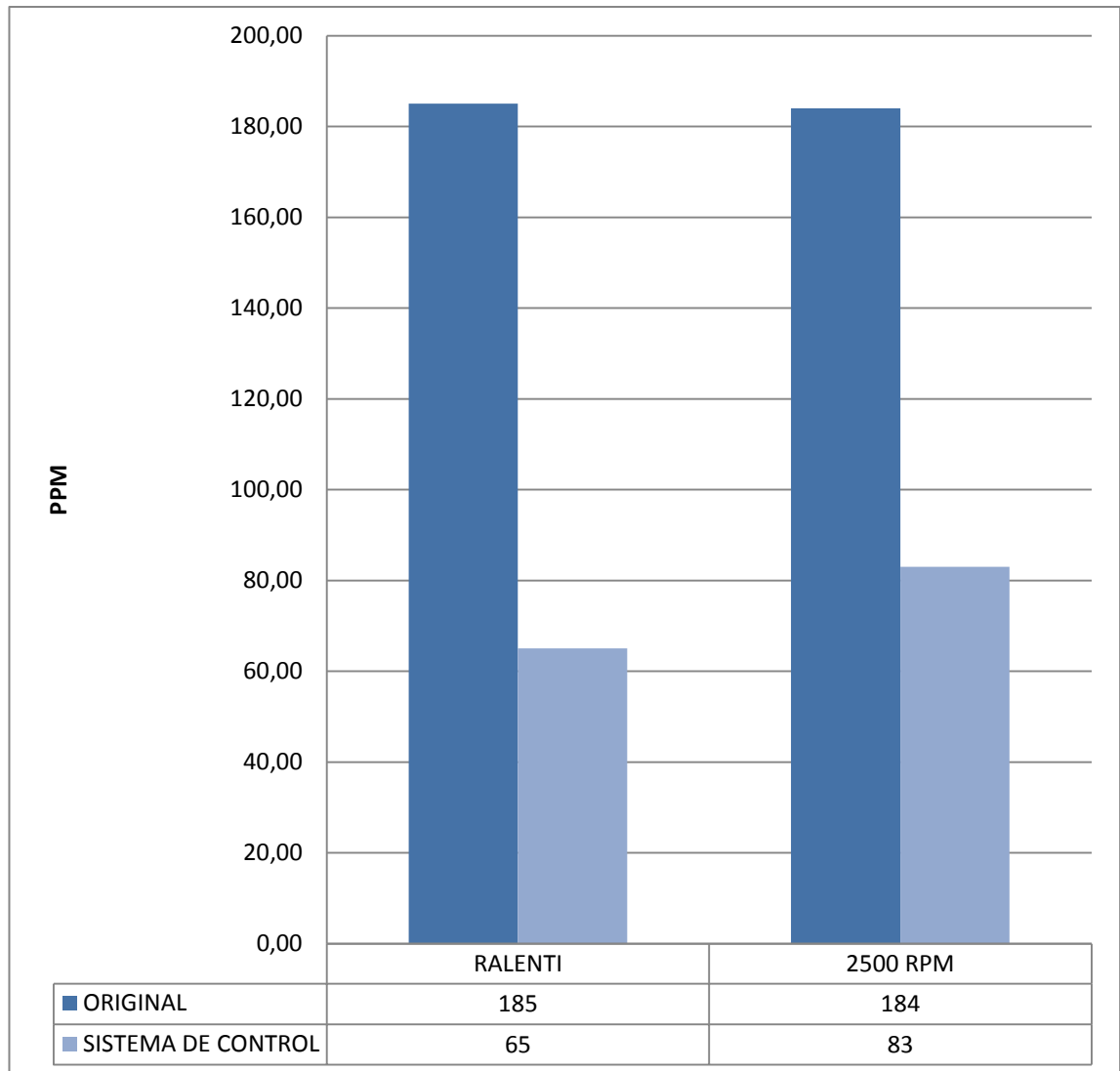


Figura 54. Análisis HC

Porcentaje de emisiones, condición KOER

Con relación al esquema mostrado en la Figura 54, se obtiene un valor de emisión de hidrocarburo de 185 ppm, con esto se determina que el valor de

emisión se encuentra apto para circular en el Distrito Metropolitano de Quito, debido a que su porcentaje permisivo es de 200 ppm .

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un valor de emisión de 65 ppm, con esto se determina que también se encuentra en un porcentaje permisivo para circulación en el Distrito Metropolitano.

Porcentaje de emisiones, régimen 2500 RPM

Con relación al esquema mostrado en la Figura 54, se obtiene un valor de emisión de hidrocarburo de 184 ppm, con esto se determina que el valor de emisión se encuentra apto para circular en el Distrito Metropolitano de Quito, debido a que su porcentaje permisivo es de 200 ppm .

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un valor de emisión de 83 ppm, con esto se determina que también se encuentra en un porcentaje permisivo para circulación en el Distrito Metropolitano.

Diferencia consumo combustible sistema original y sistema de carga controlado

Con base a los datos experimentales obtenidos se determina que en cualquiera de las dos condiciones, el sistema de control permite un promedio de reducción de partículas por millón de:

120 ppm en KOER

101 ppm en 2500 RPM

Análisis Lambda

Con base en los datos experimentales se determinan la diferencia mostrada en la Figura 55:

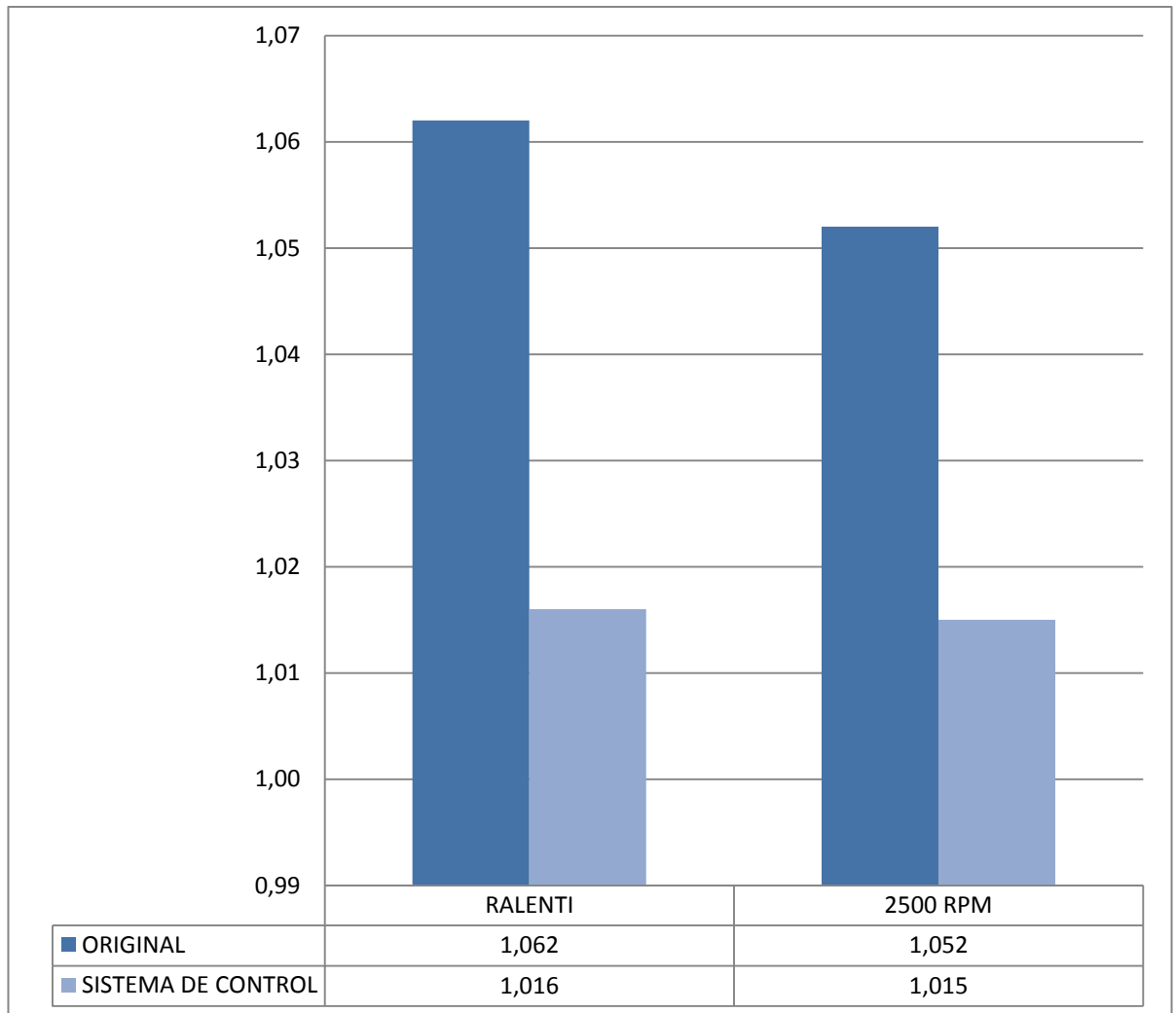


Figura 55. Análisis Lambda

Valor lambda, condición KOER

Con relación al esquema mostrado en la Figura 55, se obtiene un valor lambda de 1,062, con esto se determina que el valor se acerca valor al ideal,

que indica que el motor tiene una combustión con cantidades de aire - combustible correcta, el valor ideal es 1.

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un valor de 1,016.

Valor lambda, régimen 2500 RPM

Con relación al esquema mostrado en la Figura 55, se obtiene un valor lambda de 1,052, con esto se determina que el valor se acerca valor al ideal, que indica que el motor tiene una combustión con cantidades de aire - combustible correcta, el valor ideal es 1.

Luego de la instalación del sistema de control en las mismas condiciones se obtiene un valor de 1,015.

Mejora de valor lambda sistema original y sistema de carga controlado

Con base a los datos experimentales obtenidos se determina que en cualquiera de las dos condiciones, el sistema de control permite un valor de mejora:

0.046 en KOER

0,037 en 2500 RPM

4.23. ANÁLISIS GENERAL

Con el análisis de cada una de las pruebas realizadas se determina el siguiente análisis general mostrado en la Tabla 9. El cual servirá para

realizar las correspondientes conclusiones mostradas en el capítulo a continuación.

Tabla 9. Análisis General

VARIABLE	ANALISIS
POTENCIA	MEJORA
CONSUMO COMBUSTIBLE	MEJORA
CARGA DE VOLTAJE	LIGERA DISMINUCION
GASES	MEJORA
RENDIMIENTO MECANICO	MEJORA

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el desarrollo del tema de investigación planteado, se ha evidenciado la importancia de reducir la contaminación ambiental y el consumo de combustible, mediante reducción de esfuerzos de trabajos en el motor como es el rendimiento mecánico en el cual interviene la necesidad de generar corriente para el funcionamiento del vehículo, luego de haber desarrollado las pruebas y análisis necesarios se concluye lo siguiente:

- Con la instalación del sistema de control, incrementó la potencia del motor en promedio de 5,7 HP como mínimo.
- Se reduce el consumo de combustible en 38,54% a 2500RPM y 26,97% a 3500 RPM , ya que el motor necesita menor carga, debido que el motor logra un mejor desarrollo a un régimen de revoluciones más bajo.
- El sistema de control disminuye carga momentánea a la batería en 0,24 V a 2500RPM y 0,09 V a 3500 RPM por esto la descarga no es completa, debido a la condición que permite su carga normal en ralentí.
- El menor voltaje de carga presentado en las pruebas fue de 13, 89 V, con ello se determina que se logra mantener un índice apto para trabajo normal del motor y consumidores.
- Se logra alargar la vida útil de la batería, debido a que se reduce el trabajo de carga de batería y temperatura por consumo innecesario.
- Reducción de mantenimiento preventivo, correctivo del alternador, debido a la disminución de su tiempo de trabajo.
- Se reduce la emisión de gases nocivos hacia el medio ambiente, cumpliendo así con la norma INEN 2 204 -2002 para aprobar la revisión técnica vehicular.

5.2. RECOMENDACIONES

- Incorporar el sistema en los vehículos que demandan demasiada contaminación ambiental.
- Instalar un voltímetro a fin de monitorear constantemente el voltaje al que está trabajando el sistema eléctrico del automóvil, e instalación de un testigo de aviso de falla.
- Instalar un mando electrónico que suprima el sistema de control, mediante: Sensor de temperatura.- Realizando una instalación en la tapa de control de nivel de electrolito.

Voltaje de carga.- Instalar un sensor que emita una señal de voltaje que permita que el sistema de control se suprima automáticamente y el alternador cargue de manera normal.

- Realizar nuevas pruebas de ruta con diferentes condiciones:

Carretera.- Debido a que en trayectos largos y con pendiente pronunciadas que presenta nuestra geografía, es necesario mantener un régimen de revoluciones alto, se podría presentar un menor índice mínimo del voltaje de carga.

Noche.- Debido a que en la noche es necesario encender el sistema de iluminación, podría reducir el mínimo índice de carga de voltaje.

Lluvia.- Debido a que en esta condición climatológica es necesario el uso prolongado del sistema de limpiaparabrisas del vehículo, podría reducir el mínimo índice de carga de voltaje.

NOMENCLATURA O GLOSARIO

EPROM Erasable Programmable Read-Only Memory; Es un tipo de chip de memoria ROM no volátil, Está formada por celdas transistores de puerta flotante", cada uno de los cuales viene de fábrica sin carga

KOEO Key on engine off; llave abierta motor apagado, estado del automóvil que nos sirve para diagnóstico.

KOER Key on engine run; llave abierta motor caminando, estado del automóvil que nos sirve para diagnóstico.

PCM Powertrain control module; Es el módulo de control del tren de potencia comanda electrónicamente sensores y actuadores del auto.

RAM Random acces memory; Memoria principal de la computadora PCM, donde residen programas y datos, sobre la que se pueden efectuar operaciones de lectura y escritura.

ROM Read only memory; Circuito integrado de memoria de solo lectura que almacena instrucciones y datos de forma permanente.

SOCKET Accesorio utilizado para unir un grupo de cables eléctricos con otros.

WOT Wide Open Throttle; Mariposa utilizada en el sistema de aceleración totalmente abierta.

BIBLIOGRAFÍA

- Aladro, J. (2000). *Cursillo de electronica practica*. Eibar.
- Alonso. (2002). *Electromecanica de vehiculos*. Madrid: 4ta.
- Alonso, J. (2010). *Tecnicas del automovil, Equipo electrico*. Madrid España: Carmen Lara cardona.
- Augeri, F. (01 de 10 de 2013). *Cisetraining*. Recuperado el 16 de 06 de 2015, de <http://www.cisetraining.com/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=1641>
- Augeri, F. (2013). *Leccion 3 programa master*. Buenos Aires.
- Bellido, M. (Octubre de 2015). *Diseño y Fabricacion de PCBs*.
- Bosch. (2005). *Manual de la tecnica del automovil*.
- BOSCH. (2005). *Manual de la tecnica del automovil*. 4 ta.
- Bosch. (2007). *Manual de baterias*.
- Bueno, A. (s.f.). *CURSO ESO*. Obtenido de http://www.portaleso.com/usuarios/Toni/web_magnetismo_3/magnetismo_indice.html
- Burguer, K. (2000). *Electricidad y electronica del automovil, Alternadores*. Alemania: Robert Bosch.
- Cardaba. (2005). *Valores de resistencias*.
- Carretero, A. (2009). *Electronica*. Madrid.
- Chapman. (s.f.). *Maquinas electricas*. Bogota: 3ra.
- Cise. (octubre de 2010). *Cise electronics*. Recuperado el 31 de mayo de 2015, de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/220-potenciometros-de-mariposa-tps.html>
- Coghlin, R. (2009). *Amplificadores lineales y circuitos lineales*.
- Correa, A. (2013). *Taller soldadura con estaño*.
- Denton. (s.f.). *Sistema electrico y electronico del automovil*. Bogota: 1ra.
- Efren, C. (2008). *Electricidad y electronica del automovil*.
- Espol. (07 de 2011). *Repositorio Espol*. Recuperado el 18 de 05 de 2015, de <http://blog.espol.edu.ec/josmvala/files/2011/07/ELEC.jpg>

Euit. (2011). *Ingeniatic*. Obtenido de <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/433-diodo-led>

Fitzgerald, A. k. (s.f.). *Maquinas Electricas*. Mexico: Mc Graw Hill.

Gonzales, J. (2001). *Circuitos electronicos con circuito operacionales*. Cadiz: Marcombo.

Google. (2015). *Google maps*. Recuperado el 04 de 2015, de <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1005923,-78.3704567,14z>

Guillen, J. (2015). *Electricidad y electronica basica automotriz*.

Haynes. (2013). *Manual de electricidad automotriz*.

Hella. (2010). *Baterias Hella*. 33.

industries, A. E. (2003). *IPC*.

NEGRI. (2005). *MANUAL DE INYECCION ELECTRONICA 4*. BUENOS AIRES: ALBERTO VERDAGUER.

Opel. (2000). *Manuales de mecanica*.

Paredes, A. (2014). *Diseño y construcción de un sistema de pruebas para motores de arranque y alternadores de vehiculos livianos*. Quito.

Reklaitis. (s.f.). *Balances de materia y energia*. Mexico: 1era.

Salinas, A. (2007). *Motores: Electromecanica de vehiculos*. Madrid: Paraninfo.

Santander, J. R. (2006). *Manual Tecnico de Fuel Inyection*. Guayaquil: Diseli.

Serrano, E. (2008). *Circuitos electrotecnicos basico sistema de arranque y carga del vehiculo*. Madrid: Editex.

Unicrom. (2002). *Electronica unicrom*. Recuperado el 04 de 2015, de http://unicrom.com/Tut_relay.asp

Viñas, S. (2006). *Circuitos electricos del automovil*. EDICIONES PARANINFO.

Vrum. (s.f.). *Vrum*. Recuperado el 05 de mayo de 2015, de www.verum.com

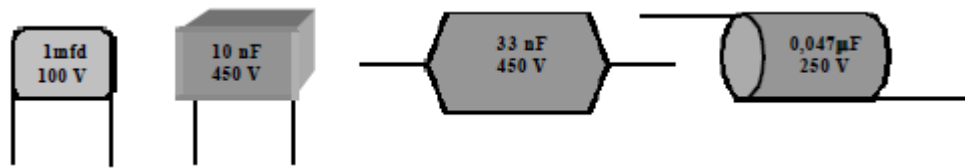
Xicoiv. *Standar eia color code table*. Mexico.

ANEXOS

ANEXO I. TIPOS DE CAPACITORES

Tipos de capacitores

Capacitores de Poliéster



Tipos de capacitores de poliéster.

(Cise, 2010)

Gama de capacidades fabricadas: 1nF a 2.2 µF

Tensión de trabajo: 100 a 600V.

Capacitores de Poliestireno:



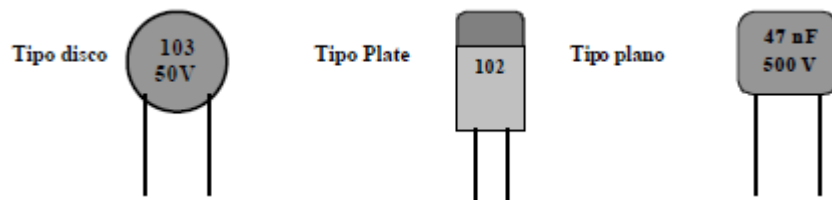
Tipos de capacitores de poliestireno

(Cise, 2010)

Gama de capacidades fabricadas: 10pF a 10 nF

Tensión de trabajo: 30 a 500V.

Capacitores de Cerámica:



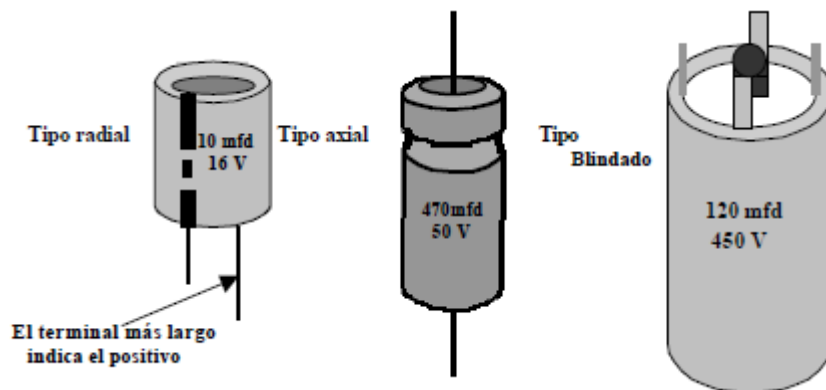
Tipos de capacitores de cerámica
(Cise, 2010)

Gama de capacidades fabricadas: 0.5pF a 470 nF

Tensión de trabajo: 3 a 3000V.

Existe otro tipo de capacitores los que en su gran mayoría si tienen una polaridad definida para su conexión, esta polaridad es indicada en el cuerpo del capacitor. La inversión de polaridad en un capacitor de este tipo lo lleva indefectiblemente a su destrucción.

Este tipo de capacitores son denominados “Capacitores Electrolíticos” por su tecnología de construcción y pueden ser de Aluminio o Tantalio. En algunos tipos para usos especiales en Corriente Alternada, los capacitores electrolíticos se construyen no polarizados y se identifican con “NP”. (Cise, 2010)



Tipos de capacitores electrolitos
(Cise, 2010)

Gama de capacidades fabricadas: 0,47 a 220.000 μ F

Tensiones de trabajo: 10 a 1.000 Voltios

ANEXO II. TABLA DE CALCULO DE COLORES DE RESISTENCIA ELECTRICA

<p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9</p> <p>0 Negro 1 Marrón 2 Rojo 3 Naranja 4 Amarillo 5 Verde 6 Azul 7 Púrpura 8 Gris 9 Blanco</p> <p>±1% Marrón ±2% Rojo ±5% Dorado ±10% Plateado</p>	<p>1.5K</p>	<p>15K</p>	<p>620K</p>
	<p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p>	<p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p>	<p>±1%</p> <p>±2%</p> <p>±5%</p> <p>±10%</p>
	<p>0 X 1</p> <p>1 1 X 10</p> <p>2 2 X 100</p> <p>3 3 X 1000</p> <p>4 4 X 10000</p> <p>5 5 X 100000</p> <p>6 6 X 1000000</p> <p>7 7 +10</p> <p>8 8 +100</p> <p>9 9</p>	<p>0 0 X 1</p> <p>1 1 1 X 10</p> <p>2 2 2 X 100</p> <p>3 3 3 X 1000</p> <p>4 4 4 X 10000</p> <p>5 5 5 +10</p> <p>6 6 6 +100</p> <p>7 7 7</p> <p>8 8 8</p> <p>9 9 9</p>	<p>100</p> <p>50</p> <p>25</p> <p>15</p> <p>10</p> <p>5</p> <p>1</p> <p>0 X 1</p> <p>1 1 1 X 10</p> <p>2 2 2 X 100</p> <p>3 3 3 X 1000</p> <p>4 4 4 X 10000</p> <p>5 5 5 +10</p> <p>6 6 6 +100</p> <p>7 7 7</p> <p>8 8 8</p> <p>9 9 9</p>
Código de Colores	Resistencias de 4 Bandas	Resistencias de 5 Bandas	Resistencias de 6 Bandas

www.forosdeelectronica.com

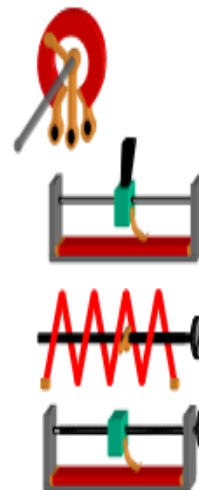
ANEXO III. TIPOS DE POTENCIOMETROS

Clasificación por su uso

- De ajuste:
 - Actuación difícil.
 - Poca robustez (pocas actuaciones).
 - Buena resolución
 - Montaje en placa de circuito impreso
- De Control
 - Actuación fácil
 - Buena robustez (muchas actuaciones)
 - Montaje en panel

Clasificación por su recorrido

- Rotatorio
 - Angulo entre 0 y 270°
- Deslizante
 - Longitud entre 0 y 2 a 10 cm
- Multivuelta
 - Angulo entre 0 y $N \times 360^\circ$
- Deslizante con tornillo
 - Nº de vueltas de un tornillo



Clasificación por su construcción

- De pista resistiva continua
 - De carbón
 - De película metálica
- Bobinados
 - Multivuelta
 - Lineales

Clasificación por su potencia nominal

- De precisión (menor de 0.5 W)
- De uso general (hasta 2 W)
- De potencia (hasta 2000 W)

Resistores variables de control de uso general



Rotatorio

Multivuelta

Deslizante

























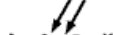







Tandem



Tandem con toma intermedia

ANEXO IV. TIPOS DE DIODOS

Diodos

	Diodo rectificador *		Diodo rectificador
	Diodo rectificador		Diodo zener
	Diodo zener		Diodo zener
	Diodo zener		Diodo zener *
	Diodo varicap *		Diodo varicap
	Diodo varicap		Diodo Gunn Impatt
	Diodo supresor de tensión *		Diodo supresor de tensión
	Diodo de corriente constante		Diodo de recuperación instantánea, Snap
	Diodo túnel *		Diodo túnel
	Diodo rectificador túnel		Diodo Schottky
	Diodo Pin *		Diodo Pin
	Fotodiodo		Diodo LED
	Fotodiodo bidireccional NPN		Fotodiodo de dos segmentos cátodo común PNP
	Fotodiodo de dos segmentos cátodo común PNP		Diodo sensible a la temperatura
	Puente rectificador		Puente rectificador *

Copyright © JJRC.

ANEXO V. DATASHEET AMPLIFICADORES OPERACIONALES

intersil

CA3140, CA3140A

Data Sheet

September 1988

File Number 857.4

4.5MHz, BiMOS Operational Amplifier with MOSFET Input/Bipolar Output

The CA3140A and CA3140 are integrated circuit operational amplifiers that combine the advantages of high voltage PMOS transistors with high voltage bipolar transistors on a single monolithic chip.

The CA3140A and CA3140 BiMOS operational amplifiers feature gate protected MOSFET (PMOS) transistors in the input circuit to provide very high input impedance, very low input current, and high speed performance. The CA3140A and CA3140 operate at supply voltage from 4V to 36V (either single or dual supply). These operational amplifiers are internally phase compensated to achieve stable operation in unity gain follower operation, and additionally, have access terminal for a supplementary external capacitor if additional frequency roll-off is desired. Terminals are also provided for use in applications requiring input offset voltage nulling. The use of PMOS field effect transistors in the input stage results in common mode input voltage capability down to 0.5V below the negative supply terminal, an important attribute for single supply applications. The output stage uses bipolar transistors and includes built-in protection against damage from load terminal short circuiting to either supply rail or to ground.

The CA3140 Series has the same 8-lead pinout used for the "741" and other industry standard op amps. The CA3140A and CA3140 are intended for operation at supply voltages up to 36V ($\pm 18V$).

Ordering Information

PART NUMBER (BRAND)	TEMP. RANGE (°C)	PACKAGE	PKG. NO.
CA3140AE	-55 to 125	8 Ld PDIP	E8.3
CA3140AM (3140A)	-55 to 125	8 Ld SOIC	M8.15
CA3140AS	-55 to 125	8 Pin Metal Can	T8.C
CA3140AT	-55 to 125	8 Pin Metal Can	T8.C
CA3140E	-55 to 125	8 Ld PDIP	E8.3
CA3140M (3140)	-55 to 125	8 Ld SOIC	M8.15
CA3140M96 (3140)	-55 to 125	8 Ld SOIC Tape and Reel	
CA3140T	-55 to 125	8 Pin Metal Can	T8.C

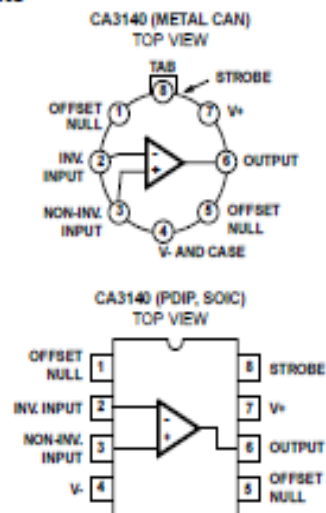
Features

- MOSFET Input Stage
 - Very High Input Impedance (Z_{IN}) -1.5T Ω (Typ)
 - Very Low Input Current (I_I) -10pA (Typ) at $\pm 15V$
 - Wide Common Mode Input Voltage Range (V_{ICR}) - Can be Swung 0.5V Below Negative Supply Voltage Rail
 - Output Swing Complements Input Common Mode Range
- Directly Replaces Industry Type 741 in Most Applications

Applications

- Ground-Referenced Single Supply Amplifiers in Automobile and Portable Instrumentation
- Sample and Hold Amplifiers
- Long Duration Timers/Multivibrators (μ seconds-Minutes-Hours)
- Photocurrent Instrumentation
- Peak Detectors
- Active Filters
- Comparators
- Interface in 5V TTL Systems and Other Low Supply Voltage Systems
- All Standard Operational Amplifier Applications
- Function Generators
- Tone Controls
- Power Supplies
- Portable Instruments
- Intrusion Alarm Systems

Pinouts



CA3140, CA3140A

Absolute Maximum Ratings

DC Supply Voltage (Between V+ and V- Terminals)	36V
Differential Mode Input Voltage	8V
DC Input Voltage	(V+ +8V) To (V- -0.5V)
Input Terminal Current	1mA
Output Short Circuit Duration (Note 2)	Indefinite

Operating Conditions

Temperature Range	-55°C to 125°C
-------------------	----------------

Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 1)	θ_{JA} (°C/W)	θ_{JC} (°C/W)
PDIP Package	100	N/A
SOIC Package	160	N/A
Metal Can Package	170	85
Maximum Junction Temperature (Metal Can Package)	175°C	
Maximum Junction Temperature (Plastic Package)	150°C	
Maximum Storage Temperature Range	-65°C to 150°C	
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s)	300°C	
(SOIC - Lead Tips Only)		

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

NOTES:

- θ_{JA} is measured with the component mounted on an evaluation PC board in free air.
- Short circuit may be applied to ground or to either supply.

Electrical Specifications $V_{SUPPLY} = \pm 15V, T_A = 25^\circ C$

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	TYPICAL VALUES		UNITS	
			CA3140	CA3140A		
Input Offset Voltage Adjustment Resistor		Typical Value of Resistor Between Terminals 4 and 5 or 4 and 1 to Adjust Max V_{IO}	4.7	18	k Ω	
Input Resistance	R_i		1.5	1.5	T Ω	
Input Capacitance	C_i		4	4	μF	
Output Resistance	R_o		60	60	Ω	
Equivalent Wideband Input Noise Voltage (See Figure 27)	e_n	BW = 140kHz, $R_S = 1M\Omega$	48	48	μV	
Equivalent Input Noise Voltage (See Figure 35)	e_n	$R_S = 100\Omega$	$f = 1kHz$	40	40	nV/√Hz
			$f = 10kHz$	12	12	nV/√Hz
Short Circuit Current to Opposite Supply	I_{OS}^+		Source	40	40	mA
	I_{OS}^-		Sink	18	18	mA
Gain-Bandwidth Product, (See Figures 6, 30)	f_T		4.5	4.5	MHz	
Slew Rate, (See Figure 31)	SR		9	9	V/ μs	
Sink Current From Terminal 8 To Terminal 4 to Swing Output Low			220	220	μA	
Transient Response (See Figure 28)	t_r	$R_L = 2k\Omega$ $C_L = 100pF$	Rise Time	0.08	0.08	μs
	OS		Overshoot	10	10	%
Settling Time at 10V $_{OL}$, (See Figure 5)	t_s	$R_L = 2k\Omega$ $C_L = 100pF$ Voltage Follower	To 1mV	4.5	4.5	μs
			To 10mV	1.4	1.4	μs

Electrical Specifications For Equipment Design, at $V_{SUPPLY} = \pm 15V, T_A = 25^\circ C$, Unless Otherwise Specified

PARAMETER	SYMBOL	CA3140			CA3140A			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$ V_{IO} $	-	5	15	-	2	5	mV
Input Offset Current	$ I_{IO} $	-	0.5	30	-	0.5	20	μA
Input Current	I_i	-	10	50	-	10	40	μA
Large Signal Voltage Gain (Note 3) (See Figures 6, 29)	A_{OL}	20	100	-	20	100	-	kVV
		86	100	-	86	100	-	dB

CA3140, CA3140A

Electrical Specifications For Equipment Design, at $V_{S\text{UPPLY}} = \pm 15\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, Unless Otherwise Specified (Continued)

PARAMETER	SYMBOL	CA3140			CA3140A			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Common Mode Rejection Ratio (See Figure 34)	CMRR	-	32	320	-	32	320	$\mu\text{V/V}$
		70	90	-	70	90	-	dB
Common Mode Input Voltage Range (See Figure 8)	V_{ICR}	-15	-15.5 to +12.5	11	-15	-15.5 to +12.5	12	V
Power-Supply Rejection Ratio, $\Delta V_{IO}/\Delta V_S$ (See Figure 36)	PSRR	-	100	150	-	100	150	$\mu\text{V/V}$
		76	80	-	76	80	-	dB
Max Output Voltage (Note 4) (See Figures 2, 8)	V_{OM+}	+12	13	-	+12	13	-	V
	V_{OM-}	-14	-14.4	-	-14	-14.4	-	V
Supply Current (See Figure 32)	I^+	-	4	6	-	4	6	mA
Device Dissipation	P_D	-	120	180	-	120	180	mW
Input Offset Voltage Temperature Drift	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	-	8	-	-	6	-	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

NOTES:

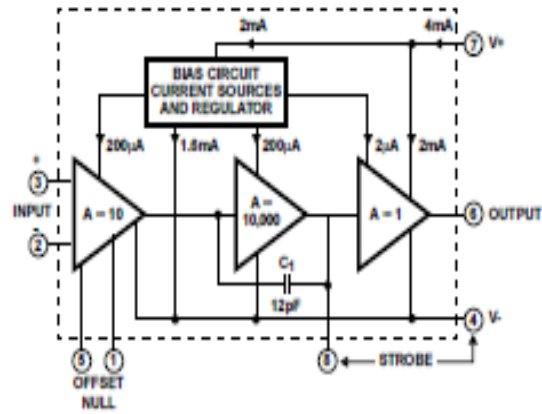
3. At $V_O = 2\text{BV}_{IO}$, +12V, -14V and $R_L = 2\text{k}\Omega$.
4. At $R_L = 2\text{k}\Omega$.

Electrical Specifications For Design Guidance At $V^+ = 5\text{V}$, $V^- = 0\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

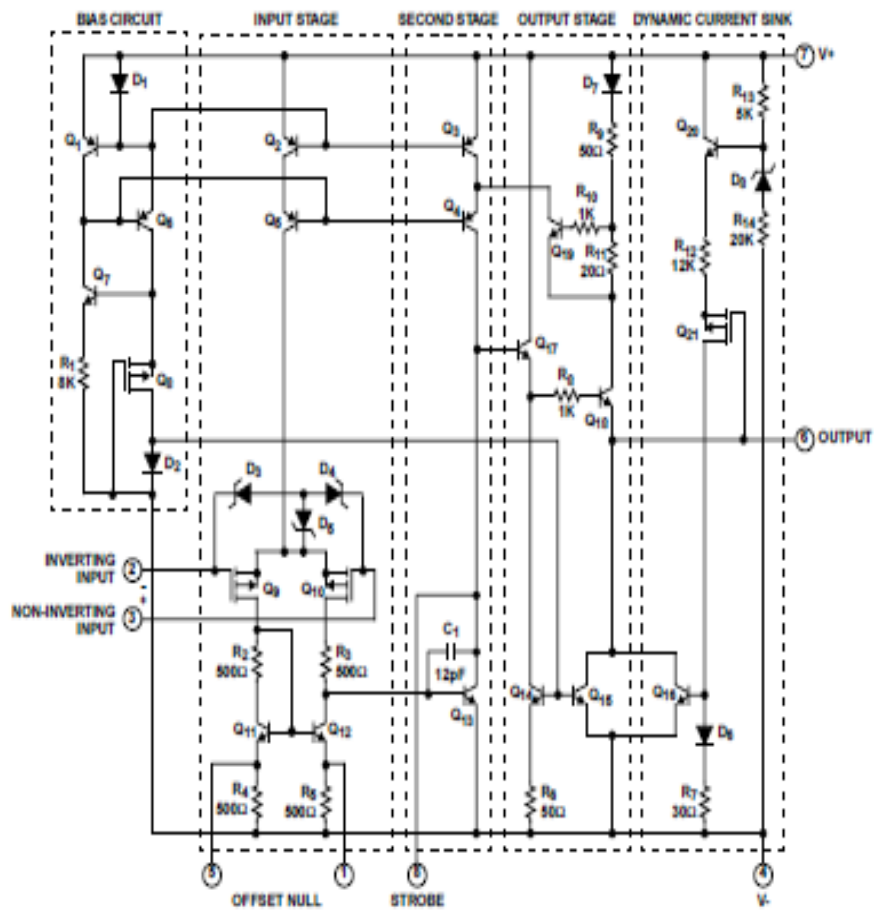
PARAMETER	SYMBOL	TYPICAL VALUES		UNITS	
		CA3140	CA3140A		
Input Offset Voltage	$ V_{IO} $	5	2	mV	
Input Offset Current	$ I_{IO} $	0.1	0.1	μA	
Input Current	I_I	2	2	μA	
Input Resistance	R_I	1	1	$\text{T}\Omega$	
Large Signal Voltage Gain (See Figures 6, 29)	A_{OL}	100	100	V/V	
		100	100	dB	
Common Mode Rejection Ratio	CMRR	32	32	$\mu\text{V/V}$	
		90	90	dB	
Common Mode Input Voltage Range (See Figure 8)	V_{ICR}	-0.5	-0.5	V	
		2.6	2.6	V	
Power Supply Rejection Ratio	PSRR $\Delta V_{IO}/\Delta V_S$	100	100	$\mu\text{V/V}$	
		80	80	dB	
Maximum Output Voltage (See Figures 2, 8)	V_{OM+}	3	3	V	
	V_{OM-}	0.13	0.13	V	
Maximum Output Current	Source	I_{OM+}	10	10	mA
	Sink	I_{OM-}	1	1	mA
Slew Rate (See Figure 31)	SR	7	7	$\text{V}/\mu\text{s}$	
Gain-Bandwidth Product (See Figure 30)	f_T	3.7	3.7	MHz	
Supply Current (See Figure 32)	I^+	1.6	1.6	mA	
Device Dissipation	P_D	8	8	mW	
Sink Current from Terminal 8 to Terminal 4 to Swing Output Low		200	200	μA	

CA3140, CA3140A

Block Diagram



Schematic Diagram

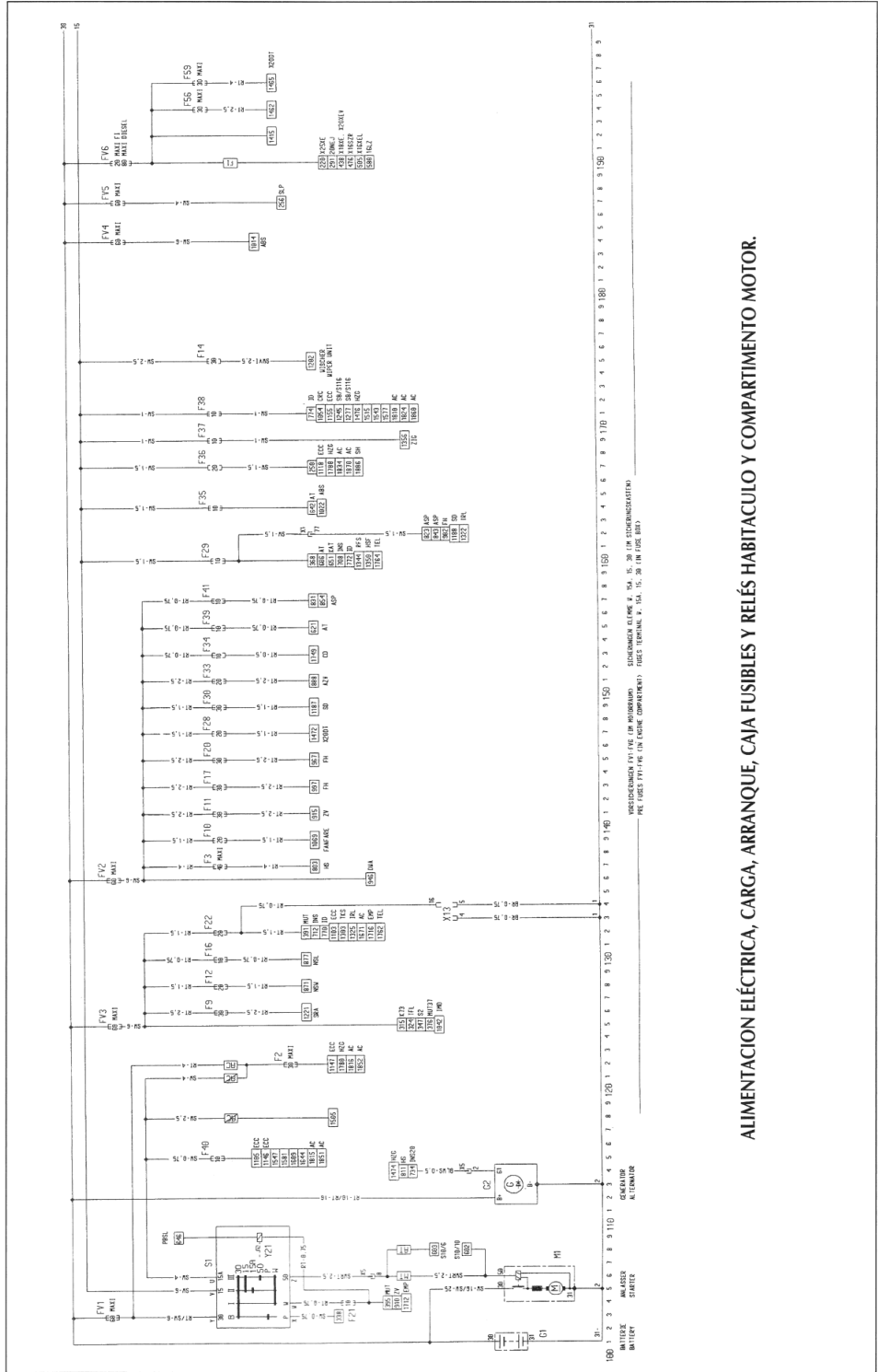


NOTE: All resistance values are in ohms.

ANEXO VI. DIAGRAMA ELECTRICO SISTEMA DE CARGA CHEVROLET VECTRA 2.2

— ESQUEMAS ELECTRICOS —

OPEL Vectra B
gasolina



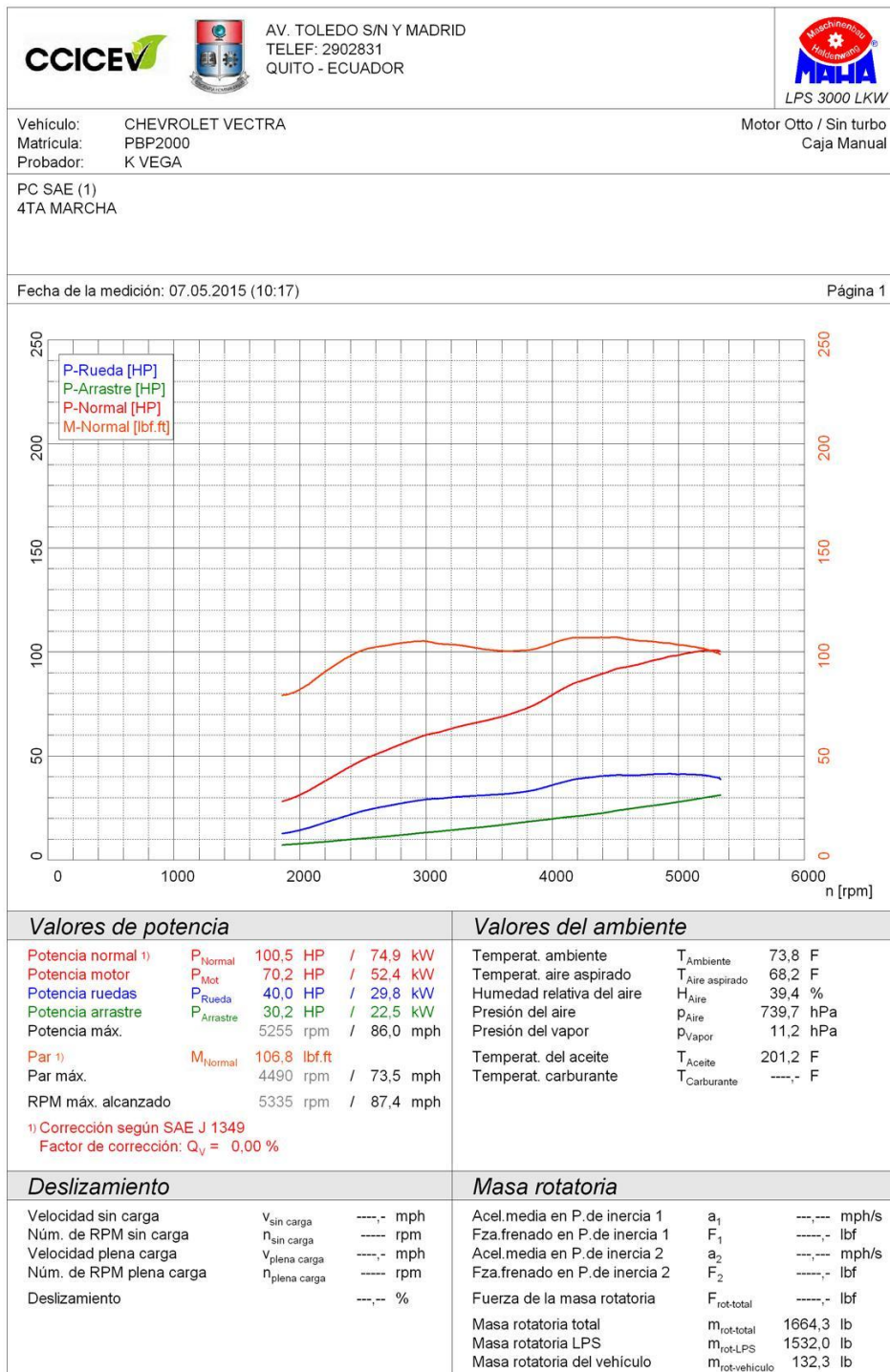
ALIMENTACION ELÉCTRICA, CARGA, ARRANQUE, CAJA FUSIBLES Y RELES HABITACULO Y COMPARTIMENTO MOTOR.

ANEXO VII. PRUEBA EN EL DINAMÓMETRO SISTEMA DE CARGA ORIGINAL

CHEVROLET VECTRA PBP2000 (1)

jueves, 07 de mayo de 2015

10:22



LPS 3000 LKW V 1.06.001 (16.02.2007)

(100/000/0000/000/00000)

LPS-EURO V1.24.001



AV. TOLEDO S/N Y MADRID
TELEF: 2902831
QUITO - ECUADOR



Vehículo: CHEVROLET VECTRA
Matrícula: PBP2000
Probador: K VEGA

Motor Otto / Sin turbo
Caja Manual

PC SAE (1)
4TA MARCHA

Fecha de la medición: 07.05.2015 (10:17)

Página 2

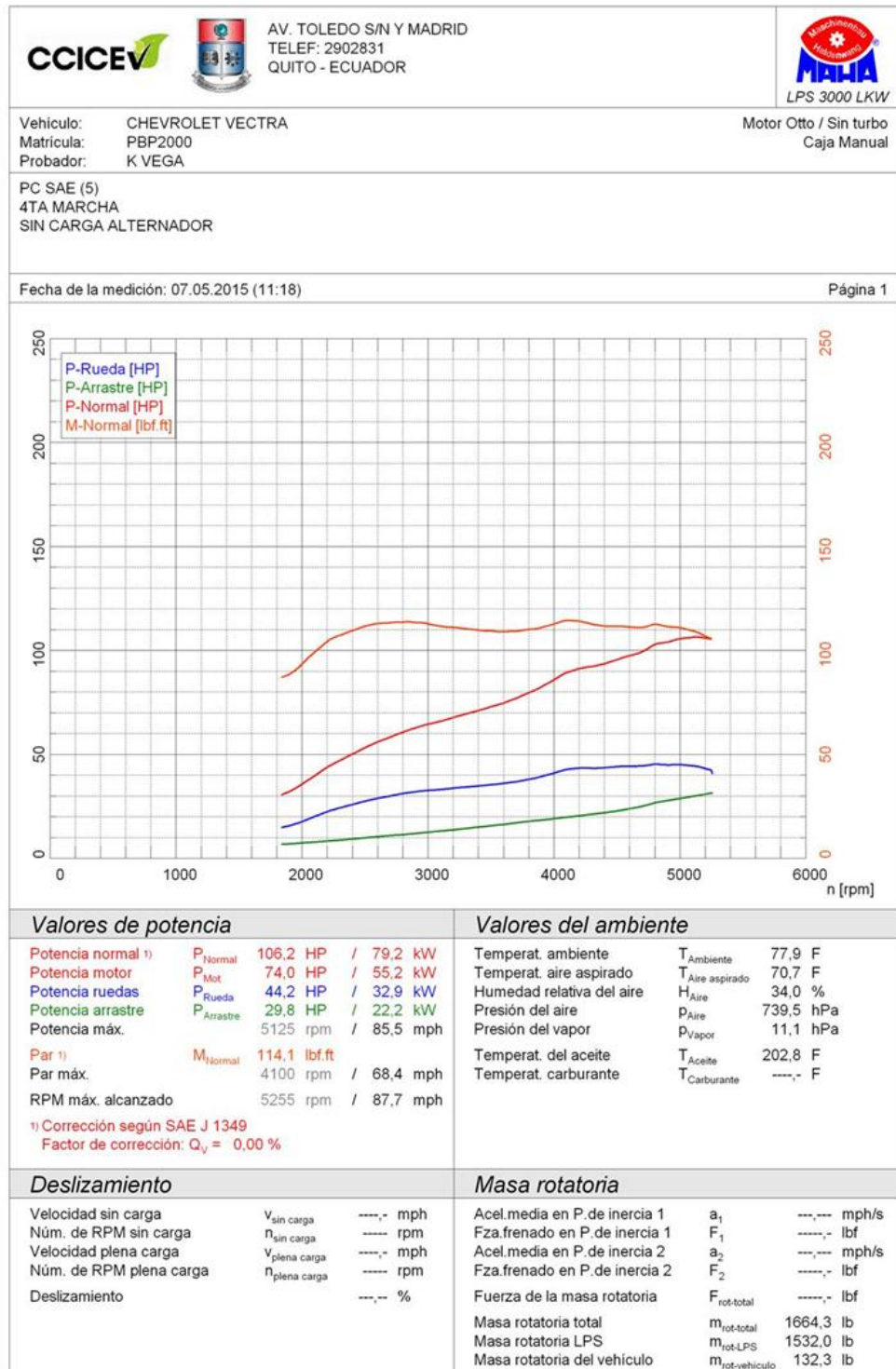
Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P _{Rueda} [HP]	P _{Mot} [HP]	P _{Normal} [HP]	M _{Normal} [lb.ft]
1900	31,1	12,9	20,1	28,7	79,3
2000	32,7	14,2	21,8	31,2	81,8
2100	34,4	15,9	24,0	34,3	85,7
2200	36,0	17,9	26,5	37,8	90,3
2300	37,7	19,7	28,9	41,3	94,3
2400	39,3	21,6	31,3	44,7	97,9
2500	40,9	23,4	33,5	47,9	100,7
2600	42,6	24,7	35,4	50,6	102,1
2700	44,2	25,9	37,0	52,9	103,0
2800	45,8	27,0	38,8	55,5	104,0
2900	47,5	28,0	40,4	57,8	104,7
3000	49,1	28,9	41,9	59,9	104,9
3100	50,8	29,3	42,8	61,2	103,7
3200	52,4	29,9	44,0	62,9	103,2
3300	54,0	30,3	45,1	64,5	102,7
3400	55,7	30,7	46,0	65,8	101,7
3500	57,3	31,0	47,0	67,2	100,8
3600	58,9	31,4	48,0	68,7	100,2
3700	60,6	31,9	49,4	70,6	100,2
3800	62,2	32,8	50,9	72,8	100,6
3900	63,9	34,1	52,9	75,6	101,9
4000	65,5	35,8	55,3	79,1	103,9
4100	67,1	37,4	57,7	82,5	105,7
4200	68,8	38,8	59,7	85,3	106,7
4300	70,4	39,5	61,0	87,3	106,6
4400	72,0	40,2	62,5	89,4	106,7
4500	73,7	40,6	64,0	91,5	106,8
4600	75,3	40,5	64,8	92,7	105,8
4700	77,0	40,6	65,7	94,0	105,1
4800	78,6	41,0	66,9	95,7	104,7
4900	80,2	41,1	67,9	97,1	104,1
5000	81,9	41,0	68,7	98,2	103,2
5100	83,5	40,9	69,5	99,4	102,4
5200	85,1	40,5	70,2	100,4	101,4
5300	86,8	39,5	70,2	100,4	99,5

Valor mínimo

Valor máximo

ANEXO VIII. PRUEBA EN DINAMÓMETRO CON SISTEMA DE CONTROL DE CARGA INSTALADO



Vehículo: CHEVROLET VECTRA
Matrícula: PBP2000
Probador: K VEGA

Motor Otto / Sin turbo
Caja Manual

PC SAE (5)
4TA MARCHA
SIN CARGA ALTERNADOR

Fecha de la medición: 07.05.2015 (11:18)

Página 2

Tabla de datos

n [rpm]	v [mph]	P _{Rueda} [HP]	P _{Mot} [HP]	P _{Normal} [HP]	M _{Normal} [lbf.ft]
1900	31,7	15,5	22,3	32,0	88,4
2000	33,4	17,5	24,7	35,5	93,2
2100	35,0	20,0	27,6	39,6	99,0
2200	36,7	22,2	30,4	43,6	104,0
2300	38,4	24,1	32,7	46,9	107,0
2400	40,0	25,7	34,8	50,0	109,3
2500	41,7	27,3	37,0	53,0	111,4
2600	43,4	28,7	38,9	55,8	112,7
2700	45,0	29,8	40,5	58,1	113,1
2800	46,7	31,0	42,1	60,5	113,4
2900	48,4	31,8	43,6	62,5	113,2
3000	50,1	32,4	44,8	64,3	112,6
3100	51,7	32,9	45,8	65,8	111,4
3200	53,4	33,6	47,1	67,5	110,8
3300	55,1	34,1	48,2	69,2	110,2
3400	56,7	34,6	49,4	70,9	109,6
3500	58,4	35,2	50,7	72,7	109,1
3600	60,1	35,8	51,9	74,5	108,7
3700	61,7	36,7	53,5	76,8	109,0
3800	63,4	37,8	55,4	79,5	109,9
3900	65,1	39,2	57,3	82,3	110,8
4000	66,7	40,8	59,7	85,7	112,5
4100	68,4	42,5	62,1	89,1	114,1
4200	70,1	43,2	63,4	91,0	113,8
4300	71,7	43,1	64,2	92,0	112,4
4400	73,4	43,4	65,1	93,4	111,5
4500	75,1	43,9	66,5	95,4	111,3
4600	76,7	44,1	67,8	97,2	111,0
4700	78,4	44,3	69,1	99,2	110,8
4800	80,1	45,0	71,5	102,7	112,3
4900	81,8	44,7	72,3	103,7	111,2
5000	83,4	44,8	73,4	105,3	110,6
5100	85,1	44,3	73,9	106,1	109,2
5200	86,8	43,0	73,6	105,7	106,7

Valor mínimo

Valor máximo