



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“ELABORACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO EN EL MOTOR ELÉCTRICO MG2, DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS”

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingenieros en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.

AUTORES: Garzón Torres Juan Carlos

Vásquez Clerque Oscar José

DIRECTOR: ING. Carlos Segovia

IBARRA, 2013

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director de las tesis del siguiente tema: **“ELABORACION DEL MODULO DIDATICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO EN EL MOTOR ELECTRICO MG2, DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS”**, trabajo realizado por los Señores egresados: **GARZON TORRES JUAN CARLOS Y VÁSQUEZ CLERQUE OSCAR JOSÉ**, previo a la obtención del título de Ingeniero en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial, y correspondiente directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.

ING. CARLOS SEGOVIA

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a todos los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Mecánico, ya que ellos han sido la inspiración para poder realizar este trabajo.

Al apoyo incondicional de mis padres y familiares que día a día están junto a mí.

Juan

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi Madre Carmen.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi Padre Oscar.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis Hermanos.

A mis hermanos Martin, Cristina y Carlos por ser el ejemplo de los cuales aprendí aciertos y de momentos difíciles.

A mi Esposa.

A mi Esposa Olga por siempre estar a mi lado, brindándome todo su amor, entrega, dedicación y sobre todo por brindarme su inmenso amor, conocimiento y sobre todo tenerme mucha comprensión y paciencia durante estos años de mi vida y quien ha sido una pieza clave en mi desarrollo profesional. Mil gracias porque siempre estas a mi lado sin condiciones.

A MIS HIJOS:

NATHALY, DANIELA Y BRAHIAN

Por ser lo más grande y valioso que Dios me ha regalado, quienes son mi fuente de inspiración y la razón que me impulsa a salir adelante.

Oscar

AGRADECIMIENTO

Ante todo, a Dios por darme la voluntad, el entusiasmo y las fuerzas necesarias para seguir adelante en mi vida.

A mis padres por brindarme esos valores y enseñanzas, para realizarme como una buena persona ante la sociedad.

A los docentes de la Carrera ya que ellos fueron nuestros guías en el camino al éxito profesional.

A nuestro director de Tesis, Ing. Carlos Segovia por su ayuda en el desarrollo en esta investigación.

Juan

AGRADECIMIENTO

A Mis Maestros.

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis; Al Ing. Carlos Segovia por su apoyo ofrecido en este trabajo.

A Mi Compañero De Tesis.

Por su comprensión y que a pesar de todos los obstáculos que se nos presentaron logramos el objetivo final.

Oscar

ÍNDICE

Caratula	I
Aceptación del Tutor	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	V
Índice	VII
Resumen	XIII
Resumen en Ingles	XIV
Introducción	1
CAPITULO I	
1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1 Antecedentes	3
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Formulación del problema	5
1.4. Delimitación.	5
1.4.1 Delimitación Espacial.	5
1.4.2 Delimitación Temporal	5
1.5 Objetivos	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos Específicos	6
1.6. Justificación.	6
CAPITULO II	
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Fundamentación Teórica	8
2.1.1. Aspectos Historicos	8
2.1.2. FUNCIONAMIENTO	13

Aspecto Tecnológico	17
Constitución básica	18
2.1.3. Motor Eléctrico MG2	19
2.1.3.1. Motores Utilizados En Vehículos Híbridos Con Tracción Eléctrica	20
2.1.3.1.1. Motores Síncronos De Imanes Permanentes	20
Motor con imanes montados en la superficie del rotor	21
Motor con imanes insertos en el rotor	22
2.1.3.1.2 Motores De Flujo Axial	23
2.2. MODULO DE ENSEÑANZA.	26
2.2.3. Modulo Didáctico	27
Diseño de un Módulo Didáctico	27
2.2.3.1. Fundamentación Tecnológica	28
2.3. POSICIONAMIENTO TEÓRICO PERSONAL	29
2.4. GLOSARIO DE TERMINOS	31
2.5. INTERROGANTES DE INVESTIGACION	37
2.6. MATRIZ CATEGORIAL	38
CAPITULO III	
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.1 Tipo de Investigación	39
3.1.1 Investigación Documental	39
3.1.2 Investigación Práctica	39
3.2 Métodos	40
3.2.1 Inductivo – Deductivo	40
3.2.2 Método Sintético	40
3.3 Técnicas a emplearse	40
CAPITULO IV	
4. MARCO ADMINISTRATIVO	41

4.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	41
4.2. RECURSOS	42
4.2.3. Recursos Humanos	42
CAPITULO V	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1. Conclusiones	43
5.2. Recomendaciones	44
5.3. BIBLIOGRAFÍA	46
CAPITULO VI	
6. PROPUESTA ALTERNATIVA	47
6.1. PROPUESTA	47
6.2. Objetivos	47
6.2.1. Objetivo General	47
6.2.2. Objetivos Específicos	47
6.3. Justificación e Importancia	48
6.4. PROPUESTA TEÓRICA	49
MODULO DIDACTICO	
UNIDAD I	
COMPONENTES DEL SISTEMA CVT DEL VEHICULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS	
1.1. Motores/Generadores	49
UNIDAD II	
MOTOR GENERADOR 2 DE PROPULSION DEL VEHICULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS	
2.1. Motor Eléctrico MG2	58
2.2. Características De Un MG2	58
2.3. Etapas De Arranque De Un Motor MG2	60
2.3. Estructura Del MG2	61
2.3.1. Núcleo De Hierro	62

2.3.2. De Devanado Superficial	63
2.3.3. De Bobina Móvil	64
2.3.4. Sensor de Velocidad / Separador	65
2.3.5 Sistema De Enfriamiento Para El MG2	67
2.4. Los Nuevos Motores De Tercera Generación	68

UNIDAD III

FUNCIONAMIENTO DE MG2 EN EL SISTEMA CVT DEL VEHICULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS

3.1. Arranque Del Vehículo	73
3.2. Arranque De MCI	74
3.3. Conducción	75
3.4. Conducción (Estado De Carga De La Batería)	76
3.5. Aceleración O Subida De Pendientes	77
3.6. Deceleración O Frenado.	78
3.7. Marcha Atrás	79
3.8. Marcha Atrás 2	80
3.9. Parada	81
3.10. Modos De Conducción	82
3.10.1. Modo ECO	82
3.10.2. Modo PWR	83
3.10.3. Modo EV	83

UNIDAD IV

MANTENIMIENTO Y REPARACION DEL MG2 DEL VEHICULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS

4.1. MANTENIMIENTO DEL MG2	84
4.1.1. REQUISITOS GENERALES PARA EL MANTENIMIENTO	84

4.1.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	86
4.1.3. COMPRESIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ELÉCTRICO.	91
4.1.3.1. Manténgase Limpio.	92
4.1.3.2. Manténgase Seco.	94
4.1.3.3. Manténgase Hermético.	95
4.1.3.4. Prevención De La Fricción.	96
4.1.4. Reglas De Seguridad Recomendadas.	98
4.1.5. Útiles, Aparatos Y Herramientas A Utilizar En El Mantenimiento Preventivo.	99
4.1.6. Secuencia de Operaciones que Requiere el Mantenimiento Preventivo.	100
4.2. REPARACIÓN DEL MG2	100
4.2.1. Análisis del Estado General de la Máquina.	100
4.2.2. Revisión de Anclajes y Elementos Móviles.	101
4.2.3. Comprobación de Circuitos.	103
4.2.4. Localizador de Derivaciones.	103
4.2.5. Localización de Cortocircuitos.	105
4.2.6. Localización de Interrupciones	107
4.2.7. Conexiones Erróneas	108
4.2.8. Rebobinado de las Maquinas de C.A.	110
4.2.9. Toma de Datos al Extraer el Arrollamiento.	111
4.2.10. Recomendaciones a tener en Cuenta.	115
4.2.11. Aislamiento del Núcleo.	116
4.2.12. Ejecución de las bobinas.	117
4.2.13. Colocación de las Bobinas en las Ranuras.	119

4.2.14. Cierre de las Ranuras.	121
4.2.15. Comprobaciones Eléctricas.	122
4.2.16. Aislamiento y Amarre.	122
4.2.17. Impregnación y Secado.	123
4.2.18. Informe del Trabajo Realizado.	124
ANEXOS	125

RESUMEN

El documento de investigación propuesto presenta la implementación de un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2, del vehículo Toyota Prius en el taller de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte. Queremos con esto, complementar el proceso de aprendizaje en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz y a la vez dar a conocer nuevos avances tecnológicos futurísticos, con la finalidad de incentivar a los estudiantes a investigar y profundizar sobre lo innovador que existe hoy y ponerlo en práctica con un mejor rendimiento del profesionales en el ámbito automotriz. El diseño metodológico que se escogió es una investigación documental-práctica, el cual se realizó con la ayuda de libros, revistas, folletos, internet, recopilando toda la información precisa y consistente del tema de investigación, y a la vez poniendo en práctica toda la información en un modelo didáctico de dicho tema de investigación aplicando los métodos inductivo-deductivos, científico-sintético. La implementación del módulo didáctico tiene como objetivo visualizar todos sus componentes y el sistema de operación y funcionamiento del motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius, en el cual cuenta con un esquema minucioso y fácil de entender he interpretar el funcionamiento y mantenimiento de este tipo de sistema aplicados a los vehículos lo cual nos permitirá manipularlos para realizar comprobaciones de funcionamiento y mantenimiento ya sea éste preventivo o correctivo, cuya intención es motivar el aprendizaje del funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2, del vehículo Toyota Prius, con ello alcanzar mejores resultados de aprendizaje en el conocimiento de este tipo de tecnología, de esta manera ponerlo en práctica, con un mejor resultado al momento de realizar un mantenimiento en éste tipo de vehículos, con el fin de ser más competitivos profesionalmente, obtener más valoración de esta rama aportando al mejoramiento de la educación Universitaria.

SUMMARY

The proposed research paper presents the implementation of a training module for teaching the operation and maintenance in the MG2 electric motor, the vehicle Toyota Prius in the workshop of the Faculty of Education, Science and Technology of the Technical University of the North. We want with this, complementing the learning process in the Engineering in Automotive Maintenance and simultaneously publicize futuristic technological advances, in order to encourage students to explore and deepen the innovation that exists today and implement with better performance in the field of automotive professionals. The methodology that was chosen is a documentary-practice research, which was conducted with the help of books, magazines, brochures, internet, collecting all information accurate and consistent research topic, while implementing all the information in a didactic model of the research topic using inductive-deductive methods, scientific and synthetic. The implementation of the training module aims to display all system components and the operation and functioning of the vehicle's electric motor MG2 Toyota Prius, which has a detailed outline and easy to understand I interpret the operation and maintenance of such system applied to vehicles allowing us to manipulate them for testing and maintenance operation be it preventive or corrective, intended to motivate learning for operating and maintaining the MG2 electric motor, Toyota Prius vehicle, thereby achieving better results learning in the knowledge of this technology, so implement it, with a better result when performing maintenance on such vehicles, in order to be more competitive professionally, more evaluation of this branch providing the improvement of university education.

INTRODUCCIÓN

El tema de investigación presentado en este informe es la realización de un módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2, del vehículo Toyota Prius.

Está estructurado de acuerdo con las especificaciones dispuestas por la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología "FECYT" de la UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE.

El informe final describe el proceso desarrollado el cual consta de: el marco contextual del problema, generalidades. Objetivos y justificación.

El marco teórico permite aclarar y presentar el contenido científico del funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2, basado en el vehículo Toyota Prius; para luego narrar la metodología aplicada durante la ejecución de la Investigación.

El diseño metodológico que se escogió es una investigación documental-práctica, por medio de manuales, curso, revistas, libros y internet, aplicando los métodos inductivo-deductivos, científico- sintético.

El cronograma de actividades se ha cumplido en el tiempo requerido y contando con todos los recursos necesarios y adecuados para realizar una investigación aplicada a la práctica.

Las conclusiones y recomendaciones obtenidas después de la investigación, ha constituido nuestro eje para elaborar un módulo didáctico que propone solucionar los problemas detectados principalmente por la falta de material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de nuestra carrera.

La propuesta de esta investigación se la ha realizado en un módulo didáctico teórico y a la vez en un modelo práctico con el fin de conocer ampliamente este tipo de investigación.

El módulo didáctico teórico es la reseña de la información dividida en capítulos siendo así un manual que se encuentra de tal manera como: el conjunto completo del sistema, el mecanismo de investigación, los componentes del mecanismo, el funcionamiento del mecanismo en el sistema y el respectivo mantenimiento correctivo y preventivo con todas las normas de seguridad.

Cada capítulo tiene detalladamente la información necesaria y los recursos para comprender eficientemente el sistema y el mecanismo conjuntamente con sus componentes, obteniendo así una mejor comprensión de este tipo de investigaciones futurísticas y de nuestro presente.

El modelo práctico es un Motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius el cual está destinado a ser usado para el aprendizaje e investigaciones y poner en práctica.

Todos los conocimientos obtenidos del módulo didáctico teórico, y así poder realizar mantenimientos preventivos y correctivos a futuros con un buen resultado del trabajo realizado.

CAPÍTULO I

2. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes

La Carrera de Ingeniería en Mantenimiento automotriz de la Universidad Técnica del Norte ha realizado investigaciones por parte de los estudiantes, tanto de los que ingresan a esta carrera como de los cursos superiores aumentando los conocimientos básicos relativos a contenidos y actitudes de los diferentes bloques de experiencias de los estudiantes, así como la coordinación teórico-práctico imprescindibles para interpretar la materia.

Las autoridades docentes y estudiantes mantienen relaciones de cooperación y coordinación en todos los momentos relacionados con el aprendizaje, fomentando la experiencia, habilidad, imaginación, partes claves de la formación de un buen profesional.

La población universitaria se encuentra en una constante búsqueda de conocimientos tecnológicos, en especial los futuros profesionales en mecánica automotriz teniendo como misión reunir cualidades como la memoria, coordinación teórico práctica, de esta manera ser insertados a

la sociedad y brindar un servicio de calidad a todas las personas que la requieran.

El laboratorio de Mecánica Automotriz de la Universidad consta con el espacio físico necesario y a su vez no con material didáctico e información de contenidos específicos, cabe recalcar que la materia de mecánica en la actualidad se lo hace por medio de consultas en manuales técnicos diseñados por fabricantes automotrices, por medio del internet, y de esta manera despejar inquietudes nuestras y de los estudiantes que siguen nuestra especialización.

2.2. Planteamiento del problema

En las instalaciones del Taller de Mecánica Automotriz de nuestra Universidad existe material didáctico antiguo no aplicable con la tecnología actual para el desarrollo de los conocimientos teórico prácticos de los estudiantes.

Debido al acelerado adelanto tecnológico y la constante preocupación por el medio ambiente ya muy contaminado por los vehículos de combustión interna, además de la evolución de la alimentación de combustible desde los motores de carburador pasando por la inyección mecánica, electrónica, junto con los adelantos tecnológicos cada vez más grandes y siendo un paso hacia adelante en ecología importante debido a que son el eslabón entre vehículos a gasolina y vehículos totalmente eléctricos y se están volviendo cada vez más comunes y es por eso nuestra preocupación por la problemática que lleva consigo el estar tan atrasada la universidad en cuanto a esta tecnología, teóricamente y en medios para la práctica obsoletos dejando a los futuros ingenieros indefensos en el sentido del avance de la tecnología vs el equipamiento del taller de aprendizaje de nuestra universidad, carente de software y hardware apto para la enseñanza de esta tecnología

Por esta razón, los estudiantes de la carrera carecen del conocimiento sobre el funcionamiento y mantenimiento, en el MOTOR ELECTRICO MG2 del vehículo Toyota Prius.

2.3. Formulación del problema

¿Cómo elaborar un módulo didáctico acerca del funcionamiento y mantenimiento en el MOTOR ELECTRICO MG2 del vehículo Toyota Prius?

2.4. Delimitación.

2.4.1. Delimitación Espacial.

La investigación se realizó en la “Universidad Técnica del Norte”, Escuela de Educación Técnica, especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

La investigación se desarrollo en los Talleres de la especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz- “FECYT”.

2.4.2. Delimitación Temporal

El Proyecto se lo desarrolló durante el periodo comprendido del mes de Noviembre del 2011 al mes de Junio del 2012, previamente se pondrá en consideración al Consejo Directivo para su previa aceptación y defensa ante el jurado.

2.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo general

“MÓDULO DIDÁCTICO ACERCA DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO, EN EL MOTOR ELECTRICO MG2 DEL VEHICULO TOYOTA PRÍUS”

1.5.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar una investigación bibliográfica acerca del funcionamiento y mantenimiento, en el motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius.
- b) Desarrollar un módulo didáctico del funcionamiento y mantenimiento, en el motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius.
- c) Presentar un modelo didáctico real del motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius.

2.6. Justificación.

El motivo principal por el cual se realiza esta investigación es el de mejorar el conocimiento de los estudiantes de la especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz aplicando el Proyecto de nuestra

propuesta basada en el vehículo Toyota Prius, con el fin de implementar el material didáctico al taller de la UTN.

Con el desarrollo de este proyecto, se dará solución a los problemas ocasionados por la falta de material didáctico y de conocimiento de los estudiantes de la carrera de este tipo de mecanismos existentes en la actualidad.

Por tal razón esta investigación beneficiará a toda la comunidad educativa, principalmente a los estudiantes de nuestra especialidad, lo que permitirá que todos conozcan y lleven a la práctica la utilización, mantenimiento y funcionamiento de un Motor eléctrico MG2, de un vehículo Híbrido.

CAPÍTULO II

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Fundamentación Teórica

3.1.1. Aspectos Historicos

Paralelamente, había varios físicos o ingenieros también involucrados en combinar un motor eléctrico con uno térmico para observar los resultados de éste.

Un ejemplo puede ser el Voiturette de los hermanos Henri y Nicolas Pieper, que consistía de un motor de gasolina unido a un motor eléctrico debajo del asiento.

En estos tiempos lo que más le interesaba a la gente era la velocidad, en vez de considerarlo como una mejora o prevención ambiental a futuro. Es por esto que la tecnología híbrida se empleó principalmente en el desarrollo de submarinos hasta fines del siglo XX.

Imagen N° 1



(S.A., híbridos-prius, 1999)

En la década de 1960 un inventor idealista, Victor Wouk, fabricó un vehículo híbrido eléctrico y a gasolina que sifoneaba gasolina a la mitad del monto de prácticamente todos los coches construidos hasta entonces. En la década de 1990, el Toyota Prius y el Honda Insight fueron los primeros coches híbridos con éxito en el mercado, ya que tomaron la atención de los Estados Unidos, que es un país desesperado por energía. Han sido dos de los pioneros en el concepto del automóvil híbrido que prácticamente cambió la manera en que el mundo piensa a los coches.

Imagen N° 2



(S.A., híbridos-prius, 1999)

Es finalmente Toyota la que se moja y lanza al mercado Japonés el Toyota Prius (en latín, “pionero”) en diciembre de 1997, es el primer híbrido de producción masiva del Mundo. Es un híbrido puro, con una cantidad muy elevada de soluciones técnicas innovadoras e incluso un problema de patentes que los jueces fallaron en contra de Toyota. El primer año de ventas fue un éxito, 18.000 unidades. A finales de 2000 se vendió en otros mercados con algunos cambios.

Imagen N° 3



(S.A., Historia del Coche Híbrido, 2002)

Honda se apunta a la carrera en 1999 con el Honda Insight, un semihíbrido con cambio manual o CVT, de reducido tamaño y peso, aerodinámica optimizadísima y un consumo de combustible realmente bajo. Se vendió en EEUU, en España no llegamos a verlo. Entre 2003 y 2005 se vende el Honda Civic IMA como respuesta al Prius, con cambio manual.

Imagen N° 4



(S.A., Historia del Coche Híbrido, 2002)

Gracias a la buena acogida de estos modelos, aparecen sus sucesores, Toyota Prius II y Honda Civic Hybrid, que son modelos totalmente nuevos y con cambio CVT. Mientras Honda apuesta por el esquema semihíbrido, Toyota apuesta por el híbrido puro y lo traslada al segmento de lujo por primera vez con la gama de híbridos Lexus: Lexus RX 400h, Lexus GS 450h y Lexus LS 600h.

La justificación de la hibridación con lujo fue como demostración tecnológica y para aumentar el placer de conducción, no pensando en un gasto más bajo aunque eso estaba como efecto secundario. La tecnología Toyota se ha vendido a fabricantes como Ford a cambio de sus conocimientos en otras áreas, como motores diesel.

Imagen N° 5



(S.A., Historia del Coche Híbrido, 2002)

En 2004 aparece el primer híbrido de comercialización masiva americano, también el primer SUV híbrido del Mundo, Ford Escape Hybrid. Tiene un motor Atkinson 2.3 de 156 CV y módulo eléctrico de 94

CV, en versiones 4x2 y 4x4. Su consumo de combustible en autovía es 7,6 l/100 km (4x2) u 8,1 l/100 km (4x4). En su día fue el SUV más eficiente del mercado americano.

En Estados Unidos los híbridos aparecen como transformación de modelos existentes, no son diseños pensados desde cero para conseguir consumos bajos, al igual que los Lexus. Los Prius e Insight son modelos diseñados desde cero, no tienen versiones convencionales a la venta. Hoy día donde más variedad hay de híbridos es en el mercado mundial incluido el Ecuador.

Japoneses y americanos piensan únicamente en híbridos a gasolina, pero en Europa se están investigando soluciones híbridas con motor diesel en Citroën, Opel y Peugeot principalmente. Estos modelos aparecerán a medio plazo en el mercado.

2.1.2 FUNCIONAMIENTO

Los híbridos han jugado un papel muy importante, y el primer híbrido que realmente ha llegado a las masas ha sido el Toyota Prius. Es considerado el vehículo más importante de la década.

Entre las razones de su popularidad está una estética llamativa, un precio ya moderado y un consumo de combustible realmente bajo. Sus bajas emisiones de CO₂ han sido la razón de su proliferación en zonas urbanas, el territorio donde es más ahorrativo.

El Prius Tiene dos motores-generadores de imanes permanentes, que pueden producir una potencia de hasta 90CV, un torque de 153Lbs-ft. y un voltaje máximo de hasta 650v después del ““booster””, mientras que la batería de Alto Voltaje produce 46CV. En total, el sistema híbrido produce 136CV.

Ha resultado también un coche muy fiable, y también los taxistas de muchas ciudades del Mundo los usan con regularidad. Existen ejemplares que han recorrido más de medio millón de km sin un sólo fallo mecánico, más allá de reemplazar las baterías a los 500.000 km debido a su degradación, algo común en toda batería. Sobre todo, es un coche simple de conducir, al no tener una caja de cambios CVT se conduce como si fuese un automático y no es necesario preocuparse de nada más.

Imagen N° 6



(S.A., prius-hybrid, 2010)

Aún hay quien cree que es necesario enchufar un híbrido. La realidad es que el motor térmico recarga las baterías en movimiento y el eléctrico actúa como generador al desacelerar. La frenada regenerativa transforma potencia de frenado en energía eléctrica para las baterías. El hecho de que esta complejidad técnica funcione de manera sencilla y fiable para cualquier tipo de conductor ya es un triunfo por sí solo, y algo de lo que en Toyota estarán orgullosos.

Uno de los motivos por los que se considera al Toyota Prius como el coche de la década es porque ha popularizado y masificado la tecnología híbrida, que antes se veía como algo extraño y desconocido. También ha servido para incitar a la gente para lograr el más bajo consumo de combustible, aunque sin llegar a los extremos de algunos hypermilers, que han bajado de 1 l/100 km, pero sin mucho respeto por la seguridad. Pero no sólo son alabanzas, el Prius también tiene aspectos negativos.

Uno de ellos es su poca diversión de conducción, a veces parece un electrodoméstico con ruedas, pero su consumo puede hacer olvidar ese detalle. Además, la nueva generación ya tiene 136 CV de potencia y un consumo aún inferior. Otro fallo es que su producción es cara e implica baterías complejas, hechas con materiales contaminantes que requieren transporte de las minas hasta la fábrica de Toyota, en Japón. Siempre queda el consuelo de que serán recicladas al final de su vida útil.

Imagen N° 7



(S.A., prius-hybrid, 2010)

Desde el Prius, el número de coches híbridos ha crecido mucho, pero sigue siendo el líder absoluto del mercado. En EEUU es el tercer Toyota más vendido, sólo por detrás de los ubicuos Camry y Corolla. En Japón suele ser el coche más vendido del país, gracias a las subvenciones estatales. Se comenta que en cómputo global supone alrededor de la mitad de ventas de vehículos híbridos.

Imagen N° 8



(S.A., prius-hybrid, 2010)

La tercera generación fue lanzada en el año 2008 al mercado, con un gran éxito. Este paso intermedio entre vehículos de combustión interna y los eléctricos ha resultado de lo más exitoso.

Aspecto Tecnológico

Según (S.A., prius-hybrid, 2010), “Permiten aprovechar un 30% de la energía que generan, mientras que un vehículo convencional de gasolina tan sólo utiliza un 19%. Esta mejora de la eficiencia se consigue gracias a las baterías, que almacenan energía que en los sistemas convencionales de propulsión se pierde, como la energía cinética, que se escapa en forma de calor al frenar”.

Muchos sistemas híbridos permiten recoger y reutilizar esta energía convirtiéndola en energía eléctrica gracias a los llamados frenos regenerativos.

La combinación de un motor de combustión operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado, hace que estos vehículos alcancen un mejor rendimiento que los vehículos convencionales, de forma que se reducen significativamente tanto el consumo de combustible como las emisiones contaminantes.

Constitución básica

- Un motor térmico MT, en un extremo del grupo motopropulsor
- Un motor eléctrico MG1 situado a continuación de MT
- Un motor eléctrico MG2 en el extremo opuesto a MT
- Un mecanismo de tracción basado en un tren epicycloidal y una cadena de arrastre situado entre MG1 y MG2

Imagen N° 9



(wikipedia.org, 2011)

5.3.3. Motor Eléctrico MG2

Según (S.A., prius-hybrid, 2010), “El motor eléctrico MG2 es el que arrastra el vehículo en todas las circunstancias, bien solo o bien cooperando con MT, y hace la función de generador durante la frenada. Su alimentación es alterna trifásica. Transmite su par a la corona del tren epicicloidal, la cual es solidaria con el piñón de arrastre de la cadena.”

El motor eléctrico MG2 es un generador trifásico que trabaja en una tensión aproximadamente de 500 VCA. La corriente alterna es lograda gracias al inversor , el caso de este modelo toyota prius, el moto generador 2 (MG2), se encarga de alternar con el motor de combustión interna el movimiento del vehículo, en marcha hacia delante y en marcha hacia atrás (reversa), toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema híbrido ECU HV.

Como estrategia importante por parte del motor eléctrico MG2 esta la de funcionar como generador de corriente para restablecer carga a la batería. En el caso del MG2 solo lo realiza en frenado lo que se conoce como freno regenerativo, es decir cuando el vehículo comienza a bajar velocidad el motor generador MG2 toma energía cinética de la disminución de velocidad y la transforma en energía eléctrica que luego mediante el sistema inversor va a la batería de alto voltaje HV.

El motor eléctrico MG2 es de tipo sincrónico de imán permanente altamente eficiente a la hora de alternar la corriente, compactos y de poco peso. Sirviendo como la fuente de fuerza motriz suplementaria que proporciona asistencia de potencia al motor de gasolina de forma necesaria, el motor eléctrico ayuda al vehículo alcanzar un rendimiento dinámico excelente, incluyendo unos arranques y deceleración suaves.

Para el control de MG2, se ha adoptado un sistema de control de sobre modulación de nuevo desarrollo para el margen de velocidades medias. La estructura de cada imán permanente incorporado en el interior del MG2 se ha optimizado rediseñándole con una estructura en forma de V, y se ha conseguido la mejora de la salida de la potencia y del par.

Tabla N° 1

► Especificaciones del MG2 ◀

Elemento	Nuevo modelo	Modelo anterior
Tipo	Motor de imán permanente	←
Función	Generación, impulsión de las ruedas	←
Tensión máxima [V]	500 CA	273,6 CA
Salida máxima kW (CV)/rpm	50 (68) / 1200 ~ 1540	33 (45) / 1040 ~ 5600
Par máximo N·m (kgf.m) / rpm	400 (40,8) / 0 ~ 1200	350 (35,7) / 0 ~ 400
Sistema de enfriamiento	Enfriado por agua	←

(S.A., prius-hybrid, 2010)

5.3.3.1. Motores Utilizados En Vehículos Híbridos Con Tracción Eléctrica:

5.3.3.1.1. Motores Síncronos De Imanes Permanentes

Las máquinas de imán permanente son extensivamente usadas en servomotores, accionamientos eléctricos para posicionamiento, robótica, máquinas herramienta, ascensores, etc. Se han llegado a construir máquinas de una potencia por encima de 1 MW por ejemplo para el accionamiento de submarinos. También es posible su aplicación en generación y bombeo a partir de energía solar o energía eólica.

La construcción de los rotores de los servomotores sincrónicos de imán permanente pueden adoptar una forma cilíndrica con un bajo diámetro y gran longitud (*cylinder rotor*) llamados de flujo radial, o pueden tener un rotor en forma de disco más liviano rotor de disco (*disk rotor*), también llamadas máquinas de flujo axial, resultando así en ambos casos un bajo momento de inercia y una constante de tiempo mecánica baja.

Por otra parte, para aplicaciones industriales con arranque de línea o mediante arrancadores de voltaje reducido, los motores poseen un damper que protege los imanes de la des-magnetización durante los transitorios asociados en el arranque, y además amortigua las oscilaciones pendulares.

En aplicaciones en que el motor es operado electrónicamente desde un inverter, no es necesario el devanado amortiguador para el arranque pues éste lo realiza el control electrónico, y además el devanado amortiguador (damper) produce pérdidas de energía adicionales debido a las forma de onda no senoidales.

Se analizará el caso de estátor trifásico, el cual es similar a uno de una máquina sincrónica trifásica clásica, debiendo destacarse dos tipos de Motores según el tipo de rotor:

- Imanes montados en la superficie del rotor (Surface-mounted magnets)
- Imanes insertos en el rotor (Buried Magnets)

Motor con imanes montados en la superficie del rotor

En el caso que los imanes van montados (pegados o zunchados) en la superficie del rotor, éstos por el espacio que ocupan obligan a tener un entrehierro relativamente grande, además los imanes cerámicos tienen efectos de saliencia despreciables.

En éstos casos no existe devanado amortiguador. El gran entrehierro hace que el flujo de la reacción de armadura (RA) tenga efectos atenuados sobre el rotor, es decir la inductancia sincrónica L_d es pequeña pues tiene una componente de reacción de armadura L_{ad} pequeña y por consiguiente los efectos de la RA son muy atenuados.

Por otra parte se deduce que el gran entrehierro resulta en una constante de tiempo eléctrica del estator $T = L/R$ pequeña.

Motor con imanes insertos en el rotor

Si los imanes están insertos en el rotor, quedan físicamente contenidos y protegidos, pero el espacio de hierro del rotor eliminado para insertar los imanes hace que no puede considerarse que en éste caso se tenga un entrehierro uniforme, se tiene un efecto de saliencia, y aparece una componente de reluctancia del par.

El criterio de diseño en el caso de servomotores deben encuadrar los siguientes requerimientos:

- Velocidad de operación y par controlado a todas las velocidades
- Alta relación [Potencia / peso] y [Par / inercia]
- Par electromagnético suave: sin pares pulsantes debido a las armónicas, ni efectos de posicionamiento preferencial (cogging) debido a las ranuras.
- Alta densidad de flujo en el entrehierro.
- Diseño compacto con alto rendimiento y factor de potencia.

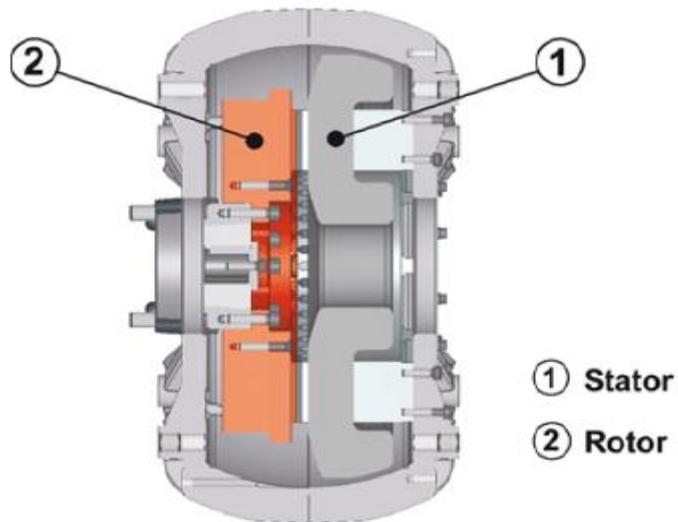
2.1.3.1.3 Motores De Flujo Axial

Es importante conocer sobre una familia de motores que a diferencia de los convencionales o tradicionales no presentan un flujo rotatorio radial, denominados motores de flujo axial.

Dichos motores presentan altos valores de par motriz a bajas velocidades, una alta eficiencia y alta densidad de potencia.

Son Motores síncronos de imanes permanentes que permiten ser integrados directamente en la rueda del vehículo, optimizando el espacio en el vehículo y simplificando los acoplamientos mecánicos entre motor y rueda, tienen estator y rotor dispuestos de forma longitudinal sobre el eje, la dirección de establecimiento del flujo es paralela al eje.

Imagen N° 10



(WEG motors y Drives, 2002)

Las bobinas del estator son concentradas, idóneas para tracción por su elevado par, su robustez, sencillez de fabricación y porque la electrónica y control requeridos son sencillos.

Imagen N° 11



(WEG motors y Drives, 2002)

Imagen N° 12

Vehículos eléctricos comerciales (mercado).

MODELO (HÍBRIDOS)	MOTOR	BATERÍAS
	Motor Síncrono IP 60 kW (650V)- 207 Nm (0-13.000 r.p.m.)	NiMH 200 V (27 kW)
 HONDA INSIGHT	Brushless DC Motor IP 10 kW - 78 Nm	NiMH 100 V (5,75 Ah)
 CHEVROLET VOLT  OPEL AMPERA	111 kW - 370 Nm	Li-IÓN 370 V (16 kWh)
 SEAT LEON TWIN DRIVE ECOMOTIVE	150 kW	Li-IÓN 300 V (40 Ah)
 MITSUBISHI iMIEV PEUGEOT iÓN CITRÖEN	Motor Síncrono IP 47 kW - 180 Nm (0-8.500 r.p.m.)	Li-IÓN 330 V (50 Ah)
 RENAULT ZE	70 kW	Li-IÓN 400 V (90 kWh)
 MINI (BMW)	150 kW - 220 Nm	Li-IÓN
 SMART ED	30 kW	Li-IÓN
 TESLA MOTORS ROADSTER	Motor Inducción 185 kW (375V)- 375 Nm (0-4.500 r.p.m.)	6.831 individual Li-IÓN
 REVA	Motor Inducción 14,5 kW 52 Nm (8000rpm)	-Pb-Ácido -Li-IÓN
 TOYOTA FT-EV	45 kW- 160 Nm (0-2.690 r.p.m.)	

Listado elaborado por ACEE (American Council for an Energy-Efficient Economy). Considera solamente modelos comerciales 2007. Evaluación en base a emisiones directas a la atmósfera y eficiencia del motor. Listados completos en: www.greenercars.org/highlights_greenest.htm

5.4. MÓDULO DE ENSEÑANZA.

Un módulo de enseñanza es una propuesta organizada de los elementos o componentes instructivos para que el alumno/a desarrolle unos aprendizajes específicos en torno a un determinado tema o tópico. Los elementos o componentes instructivos básicos que un módulo debe incluir son:

- Los objetivos de aprendizaje
- Los contenidos a adquirir
- Las actividades que el alumno ha de realizar
- La evaluación de conocimientos o habilidades

Un módulo está formado por secciones o unidades. Éstas pueden organizarse de distintas formas. Los dos criterios básicos para estructurar un módulo en secciones o unidades son optar por una organización en torno a núcleos de contenido (por ejemplo, un módulo de historia de Canarias puede estructurarse por épocas o periodos: la civilización guanche, el período de la Conquista, el siglo XVI-XVIII, el siglo XXI, el s. XX), o bien organizar un módulo por niveles de aprendizaje (por ejemplo un módulo de lectoescritura puede organizarse para sujetos sin conocimientos previos de lectoescritura –nivel de iniciación-, para personas que leen y escriben con dificultades –nivel de mejora-, o bien para individuos con un dominio aceptable del mismo, pero que necesitan más prácticas –nivel de profundización.

Los módulos de enseñanza son formas organizativas (como también lo son las lecciones, las unidades didácticas, o los diseños curriculares) de los distintos elementos del currículo: los objetivos, contenidos, metodología y evaluación.

Sin embargo, en el proceso real de enseñanza y aprendizaje los módulos deben ser operativizados y presentados al alumnado a través de materiales didácticos (también conocidos como “materiales curriculares”).

El conocimiento implicado en cada módulo es enseñando y aprendido a través de los materiales didácticos. Por ello, en la práctica real se tiende a confundir los módulos con los materiales, aunque a efectos teóricos sea necesario distinguirlos.

5.4.3. Módulo Didáctico

Un módulo didáctico es un material que contiene todos los elementos que son necesarios para el aprendizaje de conceptos y destrezas al ritmo de/la estudiante y sin el elemento presencial continuo del instructor.

Es deseable tener un fundamento teórico y práctico al crear o diseñar módulos didácticos. Por ésto utilizamos la metodología que se maneja para la elaboración de los mismos, la metodología del Diseño Instruccional.

Por otro lado, el diseñador instruccional es la persona que por lo general, tiene el conocimiento para llevar a cabo la creación de módulos didácticos.

Sin embargo, siempre y cuando se cumpla con los requisitos metodológicos, cualquier persona puede crear un módulo didáctico.

Diseño de un Módulo Didáctico

El Diseño es un proceso fundamentado en teorías de disciplinas académicas, especialmente en las disciplinas relativas al aprendizaje

humano, que tiene el efecto de maximizar la comprensión, uso y aplicación de la información, a través de estructuras sistemáticas, metodológicas y pedagógicas.

Una vez diseñada la instrucción, deberá probarse, evaluarse y revisarse, atendándose de forma efectiva las necesidades particulares del individuo.

En su definición más sencilla, el diseño de módulo didáctico es una metodología de planificación pedagógica, que sirve de referencia para producir una variedad de materiales educativos, atemperados a las necesidades estudiantiles, asegurándose así la calidad del aprendizaje.

5.4.3.1. Fundamentación Tecnológica

TOYOTA S.A. Toyota es una empresa multinacional japonesa. Toyota pasó a ser en el año 2007 primer fabricante mundial de automóviles adelantando a General Motors, y se especuló que en el año 2008 habría una producción y ventas aproximadas de 9,8 millones de vehículos junto con ventas crecientes.

Es una de las "tres grandes" japonesas desafiando a los fabricantes de automóviles estadounidenses que incluye Nissan Motors y Honda Motor con gran éxito. Produce automóviles, camiones, autobuses y robots y es la quinta empresa más grande del mundo. La sede de la empresa se encuentra en Toyota, Aichi, y Bunkyo, Tokio Japón con fábricas y oficinas alrededor del mundo.

La empresa fue fundada en 1933 por Kiichiro Toyoda. Desde entonces, Toyota se ha convertido en una de las empresas japonesas más rentables y con más éxito y una de las corporaciones líderes en la

industria del automóvil presentando el primer aparcado automático en la industria disponible comercialmente (Advanced Parking Guidance System), una caja de cambios automática de ocho velocidades, guía de tráfico en tiempo real con reasignación de ruta dinámica y un control climático de cuatro zonas con tecnología de infrarrojos en sus modelos de la división Lexus.

Es también una de las pocas empresas de automóviles que ha producido extensamente y promocionado automóviles basados en una tecnología de combustible híbrida como en el modelo Prius, Toyota e incluso en la división de automóviles de lujo Lexus. Toyota invierte una gran cantidad de recursos en investigaciones de vehículos de combustión más limpia como el Toyota Prius, basados en tecnología como el Hybrid Synergy Drive, aunque los costos añadidos de la tecnología híbrida no suponen ningún ahorro de costos durante muchos años.

No es complicado adaptarse a las nuevas medidas de desempeño y modos de manejo impuestos por ser un vehículo híbrido. La transición entre manejar un automóvil común y corriente y un Prius no requiere de ningún esfuerzo, y lo anterior es muy bueno ya que es atractivo para conductores que no necesariamente tienen un conocimiento profundo de tecnología híbrida o mecánica.

5.5. POSICIONAMIENTO TEÓRICO PERSONAL

El Toyota Prius ha sido uno de los vehículos más revolucionarios de los últimos tiempos en que la preocupación por el medio ambiente crece ya que las emisiones de gases provocadas por los motores

convencionales están provocando el calentamiento global, y el Prius ha sido el primer vehículo producido en masa que ayuda mucho a evitar estas emisiones, debido a la integración de un motor eléctrico no contaminante conectado a un sistema de baterías de alta tensión autónomo que no necesita ser enchufado a ninguna red, como apoyo al motor tradicional, en mi caso particular me ha tocado estudiar la manera como funciona el motor eléctrico de propulsión del vehículo híbrido, dicho motor eléctrico es como la fuente de fuerza motriz suplementaria que proporciona asistencia de potencia al motor de gasolina de forma necesaria, el motor eléctrico ayuda al vehículo alcanzar un rendimiento dinámico excelente, incluyendo unos arranques y deceleración suaves, también sirviendo a su vez para recargar la batería de alta tensión, teniendo un computador que monitorea constantemente los parámetros de la batería como temperatura, capacidad de carga, debido en parte a la complejidad de ésta.

El vehículo al encenderse inicia el ciclo con el motor eléctrico, y en cuanto es requerido al pasar los 50km/h empieza a darle potencia el motor de gasolina, y así aporta incluso en pendiente de subida, luego al bajar pendientes empieza la etapa de carga de batería y mientras el motor de gasolina aporta su entera potencia, una vez cargada la batería inicia el ciclo otra vez.

Éste trabajo consiste en resumir a una forma comprensible toda la información teórica-práctica encontrada para la elaboración del módulo para la enseñanza a los futuros estudiantes de nuestra universidad y puedan ellos salir preparados para los retos de los nuevos vehículos por venir.

5.6. GLOSARIO DE TÉRMINOS:

1. **Batería:** En electricidad, una batería es un generador de corriente eléctrica por medios electroquímicos.
2. **Emisiones Contaminantes:** Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos, bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.
3. **Energía Cinética:** La energía cinética de un cuerpo es una energía que surge en el fenómeno del movimiento. Está definida como *e/ trabajo* necesario para acelerar un cuerpo de una masa dada desde el reposo hasta la velocidad que posee. Una vez conseguida esta energía durante la aceleración, el cuerpo mantiene su energía cinética salvo que cambie su rapidez o su masa. Para que el cuerpo regrese a su estado de reposo se requiere un trabajo negativo de la misma magnitud que su energía cinética.
4. **Energía Eléctrica:** Se denomina energía eléctrica a la forma de energía resultante de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos —cuando se les coloca en contacto por medio de sistemas físicos por la facilidad para trabajar con magnitudes escalares, en comparación con las magnitudes vectoriales como la velocidad o la posición.
5. **Energía Térmica:** Se denomina energía térmica a la energía liberada en forma de calor. Puede ser obtenida de la naturaleza o

del sol, mediante una reacción exotérmica, como la combustión de algún combustible; por una reacción nuclear de fisión o de fusión; mediante energía eléctrica por efecto Joule o por efecto termoeléctrico; o por rozamiento, como residuo de otros procesos mecánicos o químicos.

- 6. Engranaje de Anillo:** La presente invención se refiere a un mecanismo de engranajes de diferencial vehicular para transferir el par torsor rotacional entre un piñón diferencial impulsado rotativamente por un elemento impulsor y un par de elementos impulsados rotativamente espaciados entre sí en alineación sustancialmente axial, que están articulados respectivamente para rotación y tienen un eje geométrico rotacional central C2 dispuesto en relación sustancialmente perpendicular con el eje geométrico rotacional central C1 del piñón diferencial y tienen un engranaje lateral asegurado respectivamente al mismo.

- 7. Generador:** todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos.

- 8. Híbrido:** Vehículo que funciona con dos tipos de motores, normalmente uno de ellos eléctrico.

- 9. Hidráulica:** La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma.

- 10. Inversor:** La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de

corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador.

11.Mecanismo: Se llama mecanismo a un conjunto de sólidos resistentes, móviles unos respecto de otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones, llamadas pares cinemáticos (pernos, uniones de contacto, pasadores, etc.), cuyo propósito es la transmisión de las máquinas reales, y de su estudio se ocupa la Teoría de mecanismos.

12.MG1: Motor eléctrico MG1 carga la batería de alto voltaje y pone en marcha al motor térmico MT.

13.MG2: Motor eléctrico MG2 es el que arrastra el vehículo en todas las circunstancias, bien solo o bien cooperando con MT, y hace la función de generador durante la frenada. Su alimentación es alterna trifásica. Transmite su par a la corona del tren epicicloidal, la cual es solidaria con el piñón de arrastre de la cadena.

14.MT: Motor de Combustión Interna o Térmico.

15.PIÑÓN: Se llama piñón a la rueda de menos dientes de las dos que forman un engranaje. Si el piñón tiene pocos dientes se suelen fresar los dientes en el mismo eje motor.

16.RADIADOR: Un radiador es un intercambiador de calor, un dispositivo sin partes móviles ni llamas, destinado al aporte de calor de algún elemento o estancia. Forma parte de las instalaciones centralizadas de calefacción. Cuando el dispositivo tiene la función contraria se denomina disipador.

- 17.REFRIGERANTE:** Sustancia que se utiliza con fines de enfriamiento o de congelación, como el amoníaco [NH₃], dióxido de carbono [CO₂], Freón o cloro fluoro carbono [CFC] (prohibido por causar el agujero de ozono).
- 18.RESONANTE:** La resonancia eléctrica es un fenómeno que se produce en un circuito en el que existen elementos reactivos (bobinas y capacitores) cuando es recorrido por una corriente alterna de una frecuencia tal que hace que la reactancia se anule, en caso de estar ambos en serie, o se haga infinita si están en paralelo.
- 19.RPM:** En relación a los motores es la velocidad angular o las revoluciones por minuto a las que gira un eje.
- 20.SENSOR:** Dispositivo que recibe o responde estímulos como la luz, la temperatura, el nivel de radiación, presión, etc., usualmente envía una señal a un observador o a un instrumento de medición o de control.
- 21.SINCRONIZACION:** Acción y efecto en el cual dos o más movimientos, fenómenos o frecuencias coinciden en un mismo tiempo.
- 22.TEMPERATURA:** La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente o frío. Por lo general, un objeto más "caliente" que otro puede considerarse que tiene una temperatura mayor, y si es frío, se considera que tiene una temperatura menor.
- 23.TRACCIÓN:** En el cálculo de estructuras e ingeniería se denomina tracción al esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la

aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

24. TRANSMISIÓN: Se denomina transmisión mecánica a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina. Son parte fundamental de los elementos u órganos de una máquina, muchas veces clasificado como uno de los dos subgrupos fundamentales de estos elementos de transmisión y elementos de sujeción.

25. TRIFÁSICA: En ingeniería eléctrica un sistema trifásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud (y por consiguiente, valor eficaz) que presentan una cierta diferencia de fase entre ellas, en torno a 120° , y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase.

26. CENTRALITA.- También conocida como unidad de control electrónico o ECU (del inglés electronic control unit), es un dispositivo electrónico normalmente conectado a una serie de sensores que le proporcionan información y actuadores que ejecutan sus comandos. Una centralita electrónica cuenta con software cuya lógica le permite tomar decisiones (operar los actuadores) según la información del entorno proporcionada por los sensores.

27. CORRIENTE ALTERNA.- Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés) a la corriente eléctrica

en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda senoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía.

28. CORRIENTE CONTINUA.- La corriente directa surge de una fuente única (generalmente química) y los polos positivos y negativos son permanentes.

29. CV.- Es una unidad de medida de potencia que se define como la potencia necesaria para elevar verticalmente un peso

30. ELECTROLÍTO.- Es cualquier sustancia que contiene iones libres, los que se comportan como un medio conductor eléctrico. Debido a que generalmente consisten de iones en solución, los electrolitos también son conocidos como soluciones iónicas, pero también son posibles electrolitos fundidos y electrolitos sólidos

31. HEV.- (Hybrid Electric Vehicle) Vehículo híbrido eléctrico

32. HIDRUROS.- Son compuestos binarios formados por átomos de hidrógeno y de otro elemento (pudiendo ser este, metal o no metal).

33. Wh/Kg.- Unidad de medida watts-hora por cada kilogramo

5.7. INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN

¿Qué finalidad se busca al elaborar el módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2, del vehículo Toyota Prius?

¿Investigando información bibliográfica acerca del funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2, del vehículo Toyota Prius, que beneficio se aporta a la formación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la UTN?

¿Cómo se debe elaborar el módulo didáctico para la enseñanza del funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2, del vehículo Toyota Prius para conseguir un real beneficio para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento automotriz de la UTN ?

¿Qué adecuaciones debemos hacer al motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius con el fin de que se convierta en un modelo didáctico para los estudiantes de la Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la UTN?

5.8. MATRIZ CATEGORIAL

DEFINICIÓN	CATEGORÍA	DIMENSIONES	INDICADORES
EL MG2 es el que arrastra el vehículo en todas las circunstancias, bien solo o bien cooperando con MT, y hace la función de generador durante la frenada.	MOTOR ELÉCTRICO MG2	MOTOR GENERADOR	PROPULSIÓN DEL AUTO CONTROL DE TRACCION
			CARGA DE BATERIA POR MEDIO DE FRENO REGENERATIVO.
Es una propuesta organizada de los elementos o componentes instructivos para que el alumno/a desarrolle unos aprendizajes específicos en torno a un determinado tema o tópico.	MÓDULO DE ENSEÑANZA	MODELO DIDÁCTICO TRADICIONAL	MÉTODOS DE ENSEÑANZA A CIENTÍFICOS
		MODELO DIDÁCTICO TECNOLÓGICO	TÉCNICAS CONCRETAS
		MODELO DIDÁCTICO ESPONTANEISTA - ACTIVISTA	CONTACTO DIRECTO
		MODELO DIDÁCTICO ALTERNATIVAS	METODOLOGÍA DIDÁCTICA

CAPÍTULO III

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.4 Tipo de Investigación.

3.4.1 Investigación Documental

Se utilizó la investigación documental debido a la necesidad misma del proyecto lo que permitió que podamos acudir a la recolección de información relacionada con el tema, folletos, videos e internet, de los cuales recopilamos la información necesaria para la elaboración del marco teórico del proyecto, que será utilizado para la elaboración de un módulo didáctico acerca del funcionamiento y mantenimiento del Motor Eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius.

3.4.2 Investigación Práctica

La investigación práctica se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren, ya que constituye el desarrollo de una propuesta válida que permita mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje complementando la teoría y la práctica en módulos didácticos funcionales, con tecnología moderna y prácticos para medir los parámetros de funcionamiento de los mismos.

La realización de éste proyecto es factible porque permite llevar a la práctica los conocimientos teóricos.

3.5 Métodos.

Los métodos usados en la presente investigación fueron:

3.5.1 Inductivo – Deductivo

Los cuáles nos ayudarán a comprender y analizar los resultados de las pruebas de funcionamiento aplicadas a los componentes que conforman el modelo didáctico del funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius.

Recolección de Información ya que su contenido se lo elaborará con mucho interés para su comprensión y beneficio de todos los que lo requieran.

3.5.2 Método Sintético

En este método se relacionan los hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica diversos elementos, nos favorece, ya que éste encuentra una relación entre los diversos componentes del proyecto del modelo didáctico del sistema de inyección a gasolina lo cual nos permitirá dirigirnos claramente a la explicación de las causas y soluciones del mismo mediante su estudio y con su aplicación en el marco teórico.

3.6 Técnicas a emplearse

La técnica utilizada fue la observación, y la entrevista bibliográfica.

7.2. RECURSOS

Los recursos humanos que se han utilizado para realizar las investigaciones que dan la forma al proyecto, a quien está dirigido el o por quienes se está haciendo éste proyecto.

De la misma forma los recursos materiales que hemos recibido el apoyo y colaboración de la universidad a la cual se procedió a investigar el problema que hemos planteado como es en la universidad Técnica del Norte ya que proporcionaron el préstamo de textos sobre éste tema.

7.2.3. Recursos Humanos

El presente trabajo Investigativo fue elaborado por.

Garzón Torres Juan Carlos,

Vásquez Clerque Oscar

Director de tesis: Ing. Carlos Segovia

CAPÍTULO V

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Logrando determinar la necesidad de material didáctico y equipo para la enseñanza de las tecnologías actuales esencialmente en vehículos híbridos, al realizar éste trabajo hemos llegado a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

8.1. Conclusiones:

- ✓ El gran problema actual con el que se encuentra el motor eléctrico para sustituir al térmico en el vehículo es la capacidad de acumulación de energía eléctrica, que es muy baja en comparación con la capacidad de acumulación de energía en forma de combustible.
- ✓ Aproximadamente 205 kg de baterías puede almacenar la energía equivalente a 2 L de combustible, si bien éste cálculo no tiene en cuenta el escaso aprovechamiento energético, de esa energía en un motor de combustión, en comparación de un motor eléctrico, aun así esto supone una barrera tecnológica importante para un motor eléctrico de propulsión.
- ✓ El motor eléctrico tiene una potencia más ajustada al uso habitual, no se necesita un motor más potente del necesario por si hace falta esa potencia en algunos momentos, porque el motor eléctrico, suple la potencia extra requerida en el Vehículo Toyota Prius.

- ✓ El motor eléctrico del vehículo Toyota Prius es menos ruidoso que un motor térmico, con más par y más elasticidad que un motor convencional, en situaciones actúa como generador, realizando recuperación de energía en desaceleraciones o frenadas, con un mejor funcionamiento del vehículo en recorridos cortos.
- ✓ Al realizar la investigación y el manual de mantenimiento se puede decir que, en la actualidad, en este tipo de motor eléctrico no se puede realizar una reparación del mismo, sino más bien se opta por un simple cambio de sus componentes, porque para poder realizar una reparación se debería realizar un cálculo exacto del número de vueltas que tienen que ir en las fases del estator, al igual que el tipo de alambre a utilizarse en el mismo y esto puede resultar más costoso y requerir de mucho más tiempo.

8.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Cuando se vaya a realizar un mantenimiento de gravedad o común del motor eléctrico se recomienda esperar 10 minutos después de que el vehículo esté apagado y desactivado el sistema de alto voltaje ya que éste puede permanecer encendido durante ese tiempo. Para evitar lesiones graves o la muerte por quemaduras o descargas eléctricas, evite tocar o cortar, los cables de alta tensión o un componente de alto voltaje.
- ✓ Los motores eléctricos pueden ser más potentes y eficientes por lo cual se recomienda usar la electricidad que proviene de pilas de combustible de hidrógeno, ya que esta tecnología aún se encuentra en fase experimental.

- ✓ Se recomienda revisar el nivel del agua ya que los motores eléctricos al trabajar se calientan y estos son enfriados por medio del agua que circula por la carcasa que protege a los motores.

- ✓ Realizar otro análisis profundo sobre funcionamiento y mantenimiento del motor eléctrico MG2, ya que es una investigación nueva.

8.3. BIBLIOGRAFÍA

- Aller, J. M. (2007). Maquinas Electricas Rotativas. Caracas-Venuela: Equinoccio.
- ANETO-ETAI 2000. (2008). Manual Practico del Automovil - Reparacion y Mantenimiento. Espana: Cultural S.A.
- Christian, A. (2001). Observations on Electric Hybrid. USA: Techn.
- Haynes. (2005). Manual de Electricidad Automotriz . USA: Teckbook.
- Joseph, B. (1998). Classificacion on Electric-Thermal Hybrid Vehicles. USA: Techn.
- Karl, H. (1998). Evaluation of Toyota Prius Hybrid System (THS). USA.
- Lennart, S. (1998). Dual Electric Motor Hybrid Power Train Electric. USA: Teckbook.
- Manzano, J. J. (2006). Mantenimiento de Maquinas Electricas. Madrid - Espana.
- Michael, D. (2001). Characterization ans Composicion of Hybrid. USA.
- Miller, J. -N. (1998). The next generation Automotive. USA.
- Peter, S. (2002). Combustion Engine Models for Hybrid. USA: teckbook.
- S.A. (2010). Recuperado el 25 de OCTUBRE de 2012, de TOYOTA PRIUS: www.toyota.com
- S.A. (28 de 11 de 2007). Autos- Hibridos Definicion. Recuperado el Mayo de 2012, de www.mundoautomotor.com
- S.A. (1999). hibridos-prius. Recuperado el Mayo de 2012, de www.mecanicavirtual.com
- S.A. (enero de 2002). Historia del Coche Hibrido. Recuperado el Mayo de 2012, de La tecnologia se Perfecciona: www.motorpasion.com
- S.A. (Abril de 2010). prius-hybrid. Recuperado el Mayo de 2012, de specs: www.toyota.com
- Toyota Motor Corporation S.A. (2000). Prius New Car Features. Japon.
- TOYOTA S.A. (2009). Manual de Taller del Toyota Prius. Japon: Toyota.
- WEG motors y Drives. (2002). Manual de Instalacion y Mantenimiento de Motores Electricosl . Brasil: BVQ.
- wikipedia.org. (Febrero de 2011). Toyota_Prius. Recuperado el Mayo de 2012, de www.wikipedia.com

CAPÍTULO VI

7. PROPUESTA ALTERNATIVA

7.1. PROPUESTA

ELABORACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO ACERCA, DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO EN EL MOTOR ELECTRICO MG2, DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS.

7.2. Objetivos:

7.2.1. Objetivo General

“MÓDULO DIDÁCTICO ACERCA DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO EN EL MOTOR ELÉCTRICO MG2, DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS”.

7.2.2. Objetivos Específicos

- a) Realizar una investigación bibliográfica acerca del funcionamiento y mantenimiento, en el motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius.
- b) Desarrollar un módulo didáctico del funcionamiento y mantenimiento, en el motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius.

- c) Presentar un modelo didáctico real del motor eléctrico MG2 del vehículo Toyota Prius.

7.3. Justificación e Importancia

El motivo principal por el cual se realizó éste proyecto es el de ayudar a las futuras generaciones de nuestra carrera, a contar con el material teórico-práctico y así reforzar lo aprendido en las aulas de nuestra especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, aplicando el Proyecto de ésta Propuesta.

Con el desarrollo de este proyecto y el aporte investigativo, nos propusimos a dar solución en gran parte a los problemas ocasionados por la falta de material didáctico.

Por tal razón, estamos convencidos de que esta investigación beneficiará a toda la comunidad Universitaria, principalmente a los estudiantes, a fin de que tengan un medio de guía enseñanza - aprendizaje, en el desarrollo del estudio de nuestra Especialidad, en lo que a vehículos híbridos se refiere, y, permitirá que los estudiantes consulten y conozcan sobre el funcionamiento y mantenimiento en el motor eléctrico MG2 , y pongan en práctica la utilización de este módulo didáctico elaborado.

7.4. PROPUESTA TEÓRICA

MÓDULO DIDÁCTICO

UNIDAD I

COMPONENTES DEL SISTEMA CVT DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS

1.1. Motores/Generadores

Según (TOYOTA S.A., 2009) “El Prius tiene dos motores/generadores eléctricos. Son de construcción muy similar, pero de distinto tamaño. Ambos son motores síncronos trifásicos de imán permanente”.

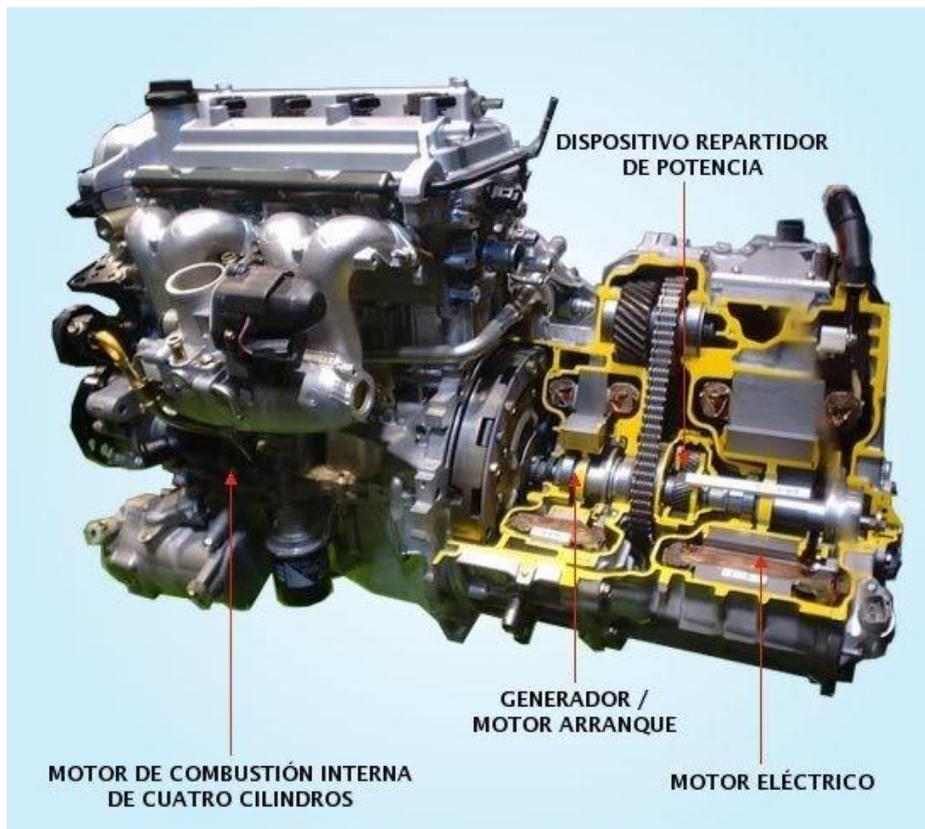
El rotor (la parte que hace girar al eje) no es más que un gran y potente imán, y no tiene conexiones eléctricas. El estator (la parte que no se mueve y está unida al resto del coche) tiene tres bloques de bobinados.

Cuando pasa la corriente en un sentido por uno de esos bloques, el rotor es atraído a una posición determinada. Haciendo pasar la corriente de forma secuencial por cada bloque de bobinados, primero en un sentido y después en el otro, se puede mover el rotor de una posición a la siguiente y girar. Es una explicación bastante simplista, pero recoge la esencia de éste tipo de motor.

Si el motor gira movido por una fuerza exterior, fluirá cierta corriente por cada uno de los bobinados, en secuencia, y se podrá utilizar para

cargar la batería o alimentar el otro motor. Por tanto, el mismo dispositivo puede ser un motor o un generador, dependiendo de si se introduce corriente en los bobinados para atraer al imán del rotor o si se saca, y es otra cosa lo que hace que gire el rotor. Esto está aún más simplificado, pero servirá para nuestras explicaciones.

Imagen N° 1



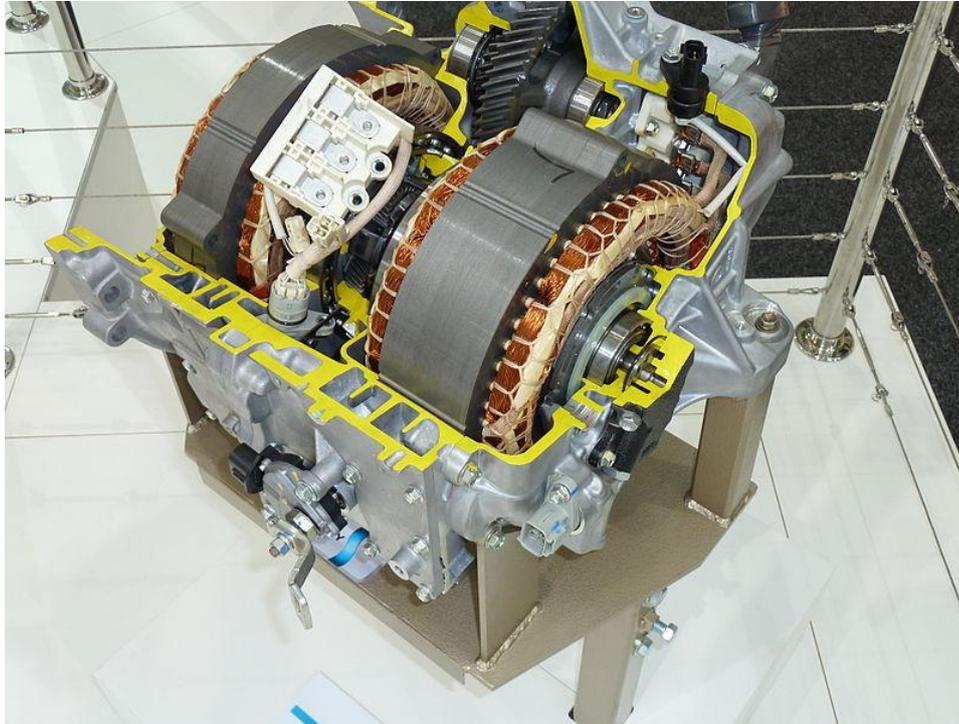
(TOYOTA S.A., 2009)

El motor/generador 1 (MG1) está conectado al planeta del dispositivo repartidor de potencia. Es el más pequeño de los dos y su potencia nominal es de unos 18 kW. Tradicionalmente, su función ha sido descrita como arrancar el MCI y controlar la velocidad de giro del MCI generando una cantidad variable de energía eléctrica.

El motor/generador 2 (MG2) está conectado al engranaje de corona del dispositivo repartidor de potencia y, por tanto, al eje reductor y, de ahí, a las ruedas.

Según (TOYOTA S.A., 2009) “El motor eléctrico #2 es capaz de mover el coche directamente, es el mayor de los dos y su potencia nominal es de unos 33 Kw en el Prius de 2ª generación, y de 50 en el de 3ª. Descrito a veces como el motor de tracción, su papel tradicional es mover el coche como motor, o recuperar energía de frenado como generador. Ambos motores generadores están refrigerados por agua.”

Imagen N° 2



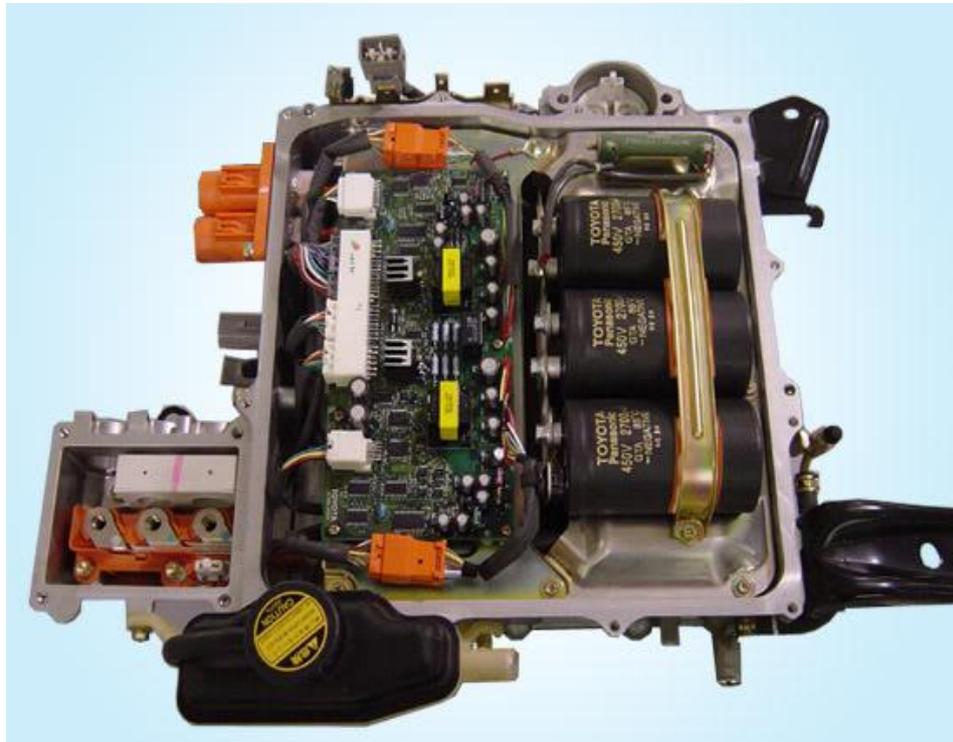
(wikipedia.org, 2011)

El flujo de energía a través del motor eléctrico se puede invertir durante el frenado regenerativo y el motor actúa entonces como un generador para recargar el grupo de baterías.

Transmite su par a la corona del tren epicicloidal, la cual es solidaria con el piñón de arrastre de la cadena.

Como los motores/generadores eléctricos funcionan con corriente alterna trifásica y la batería del Prius, como todas las demás, produce corriente continua, es necesaria una electrónica que haga esa conversión.

Imagen N° 3



(wikipedia.org, 2011)

Cada MG tiene un "inversor" que realiza ésta función. El inversor conoce la posición del rotor de MG mediante un sensor situado en el eje y hace pasar corriente por los bobinados como sea preciso para hacerlo girar con la velocidad y el par deseados.

La corriente de cada bobinado se cambia cuando el polo magnético del rotor pasa un bobinado y se dirige al siguiente.

Además, el inversor pone y quita la tensión de batería que llega al bobinado muy rápidamente para variar el valor medio de la corriente y, por tanto, el par.

Utilizando la "auto inductancia" de los bobinados del motor (una propiedad eléctrica que presenta resistencia al cambio de corriente), el

inversor puede hacer pasar por el bobinado una corriente mayor que la que se saca de la batería.

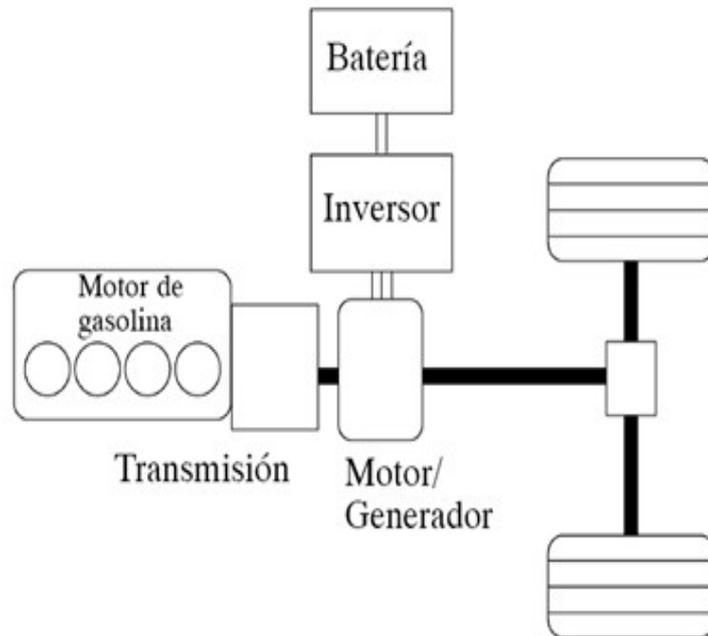
Esto sólo funciona cuando la tensión del bobinado es menor que la tensión de batería, de ahí el ahorro de energía. Sin embargo, como la magnitud de la corriente del bobinado determina el par motor, ésta multiplicación de corriente permite conseguir un par muy alto cuando el motor gira despacio. Hasta los 11 Km/h, el MG2 es capaz de proporcionar un par de 350 newton metro al eje reductor. Ésto es lo que hace posible "lanzar" el coche con una aceleración aceptable sin utilizar marchas para multiplicar el par del MCI.

Existen numerosos sistemas híbridos, entre los que destacan tres: el sistema paralelo, el sistema combinado y el sistema de secuencia o en serie. En el sistema paralelo, el motor térmico es la principal fuente de energía y el motor eléctrico actúa aportando más potencia al sistema.

El motor eléctrico ofrece su potencia en la salida y en la aceleración, cuando el motor térmico consume más.

Éste sistema destaca por su simplicidad, lo que abre la puerta a la posibilidad de implementarlo en modelos de vehículos ya existentes, sin necesidad de diseños específicos, y facilita la equiparación de su coste al de un vehículo convencional. Este es el sistema que utiliza el Honda Insight.

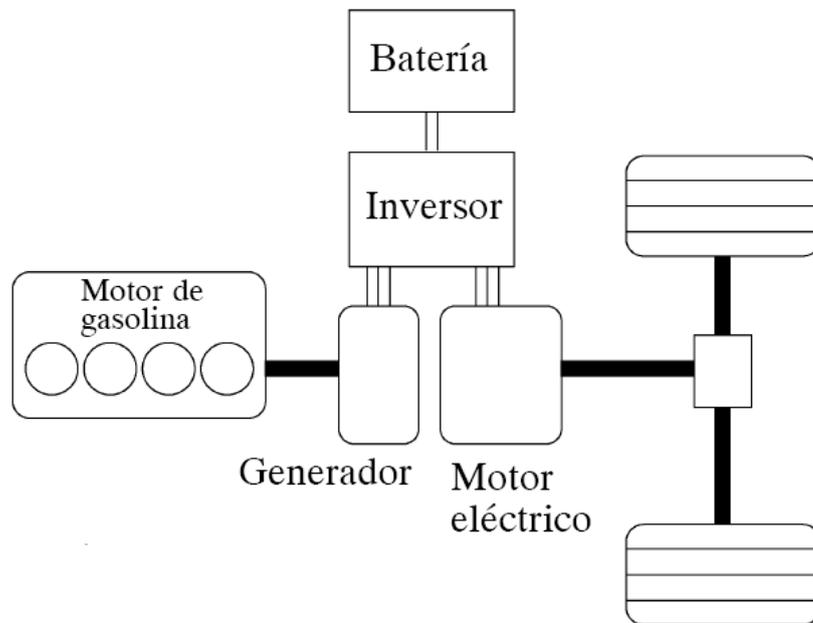
Imagen N° 4



(S.A., TOYOTA PRIUS, 2010)

En el sistema combinado, más complejo, el motor eléctrico funciona en solitario a baja velocidad, mientras que a alta velocidad, el motor térmico y el eléctrico trabajan a la vez. El motor térmico combina las funciones de propulsión del vehículo y de alimentación del generador, que provee de energía al motor eléctrico, lo que resta eficiencia al sistema. El Toyota Prius utiliza éste sistema.

Imagen N° 6



(S.A., TOYOTA PRIUS, 2010)

Existen también los llamados híbridos enchufables, también conocidos por sus siglas en inglés PHEVs, que emplean principalmente el motor eléctrico y que se pueden recargar enchufándolos a la red eléctrica.

UNIDAD II

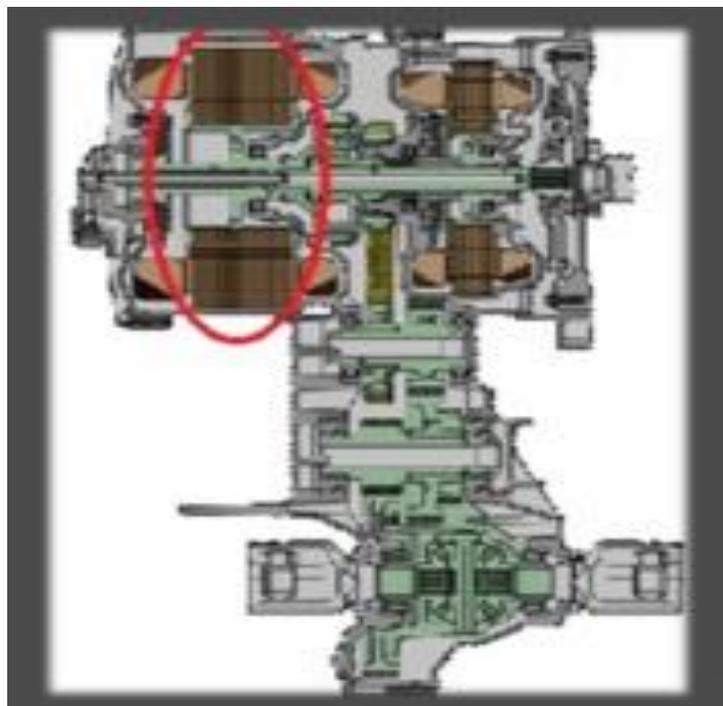
MOTOR GENERADOR 2 DE PROPULSIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS

2.1. MOTOR ELÉCTRICO MG2

El motor eléctrico se utiliza para proporcionar potencia adicional al motor de gasolina cuando la necesita y aporta normalmente la fuerza motriz cuando se pone en marcha el Vehículo Toyota Prius, cuando circula bajo una carga ligera o en situaciones de tráfico muy denso.

En éstas condiciones, el motor de gasolina sólo entra en acción cuando el Prius circula bajo carga o cuando es necesario recargar el grupo principal de baterías.

Imagen N° 7



(TOYOTA S.A., 2009)

Según (TOYOTA S.A., 2009), “El motor eléctrico de C.A. produce una potencia constante de 33 kW entre 1.040 y 5.600 rpm, y está conectado permanentemente a las ruedas motrices a través de engranajes de reducción.”

Produce su par motor máximo de 350 Nm a velocidades bajas (alrededor de 400 rpm) y, por tanto, es idóneo para proporcionar potencia motriz durante el arranque y en situaciones de conducción con paradas y marchas frecuentes.

El motor eléctrico se utiliza en el Prius para ir marcha atrás. La dirección de rotación se controla mediante la palanca de cambio montada en la columna de la dirección.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE UN MG2

Par de entrada al sincronismo (Pull-In Torque): Es el par que desarrolla en funcionamiento asincrónico sobre su damper a la velocidad (dada por la intersección de la característica mecánica del damper y del par resistente) a partir de la cual debe ser empujado al sincronismo.

Par nominal de entrada al sincronismo (nominal Pull-In Torque): Es el par que desarrolla cuando opera al 95% de la velocidad de sincronismo, éste es un dato que da el fabricante y sirve para comparar distintos motores.

- Par de salida de sincronismo (Pull out torque): El máximo par sostenido que un motor sincrónico puede desarrollar a velocidad de sincronismo por un período de 1 minuto con valores nominales de la tensión la frecuencia y la corriente de excitación.

Es mayor que el par crítico (el cual desarrolla sobre el damper en el estado asincrónico de la primera etapa de arranque), determina la máxima magnitud de la carga que el motor puede soportar después de ser sincronizado, y también la máxima caída de tensión en bornes estáticos que el motor podrá soportar sin salirse de sincronismo.

- Par nominal (Full-Load Torque): En este caso, es el par desarrollado a velocidad de sincronismo, con valores nominales de la tensión, corriente, frecuencia y corriente de excitación.
- Par crítico (Breakdown Torque): El máximo par que un motor sincrónico funcionando en un estado asincrónico sobre el damper, puede desarrollar sin que el rotor se desenganche del campo rotante. Podemos observar que esto ocurre en un punto de la característica mecánica donde la velocidad es menor que la de sincronismo y aún menor que la de plena carga.
- Par de bloqueo (Locked-Rotor Torque): El par desarrollado con el rotor en reposo con valores nominales de la tensión, frecuencia y corriente de excitación.

2.3. ETAPAS DE ARRANQUE DE UN MOTOR MG2

La primera etapa se considera desde el momento inicial de conexión, con el rotor en reposo, y el devanado de campo cerrado a través de una resistencia de descarga, en la cual el campo rotante estático genera un par asincrónico sobre el damper como si se tratara de un motor de inducción, y lo acelera hasta una velocidad subsincrónica sobre la característica mecánica del damper, en un estado de estacionario dado por la intersección de la características mecánicas del damper y de la carga.

La segunda etapa se inicia al excitar el rotor con una corriente continua de magnitud adecuada, generando un par adicional que lo puede llevar o no hasta la velocidad sincrónica de funcionamiento donde el proceso de arranque finaliza.

A ésta etapa se le denomina de sincronización y es la más delicada y compleja de todo el proceso de aceleración.

Al conectar la excitación es preferible una ligera sobreexcitación a una subexcitación pues sobreexcitando el motor posee una mayor estabilidad y además tomará una corriente capacitiva que compensa las componentes inductivas tomadas por otras cargas de la línea reduciendo la magnitud de la corriente de línea.

2.3. ESTRUCTURA DEL MG2

En general el campo magnético de un motor de CA se puede producir por bobinas o imanes permanentes. Los motores de CA de imán permanente se pueden clasificar de acuerdo con el esquema de conmutación y al diseño de la armadura.

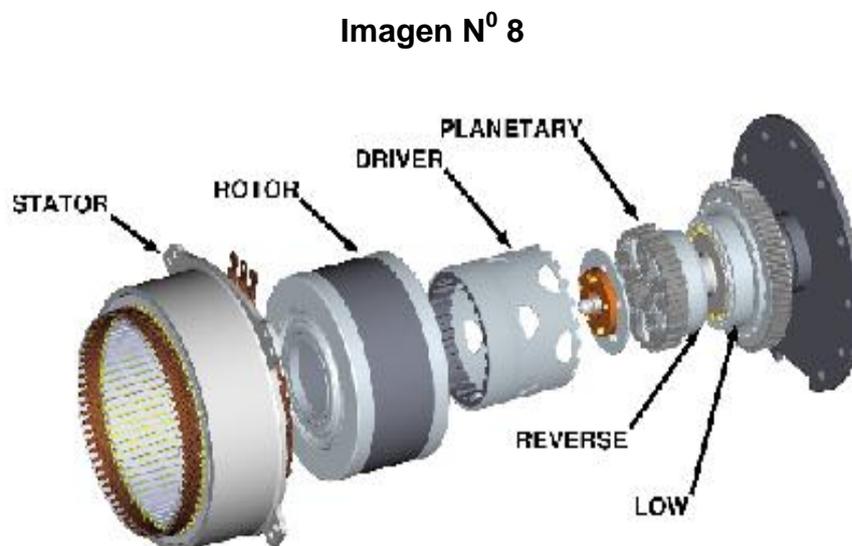
Los motores de CA convencionales tienen escobillas mecánicas y conmutadoras. Sin embargo, en una clase importante de motores de CA la conmutación se hace en forma electrónica; este tipo de motor se llama motor de CA sin escobillas.

2.3.1. NÚCLEO DE HIERRO

Según (TOYOTA S.A., 2009), “La configuración del rotor y estator de un motor de CA de imán permanente de núcleo de hierro se muestra en la imagen (Nº8). El material del imán permanente puede ser bario-ferrita, Alnico, o un compuesto de “tierras raras”.

El flujo magnético producido por el imán pasa a través de la estructura del rotor laminado que tiene ranuras. Los conductores de la armadura están localizados en las ranuras del rotor.

Este tipo de motor está caracterizado por una inercia del motor relativamente alta (ya que la parte giratoria está formada por las bobinas de la armadura), una inductancia alta, bajo costo y alta confiabilidad.



(TOYOTA S.A., 2009)

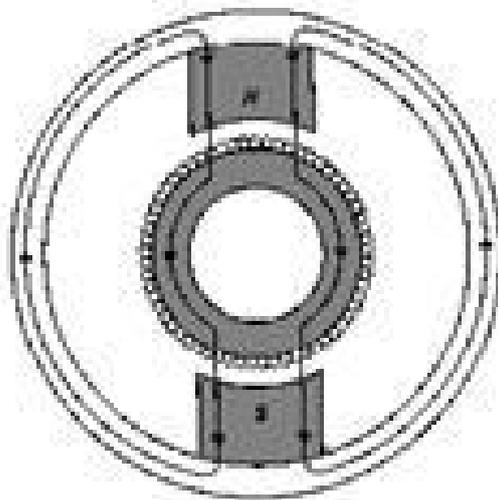
2.3.2. DE DEVANADO SUPERFICIAL

La imagen muestra la construcción del rotor de un motor de CA de imán permanente de devanado superficial.

Los conductores de la armadura están pegados a la superficie de la estructura cilíndrica del rotor, la cual está hecha de discos laminados sujetos al eje del motor. Ya que en este diseño no se emplean ranuras sobre el rotor, no presenta el efecto de "rueda dentada".

Puesto que los conductores están proyectados en el entrehierro de aire que está entre el rotor y el campo de imán permanente, este campo tiene menor inductancia que el de estructura de núcleo de hierro.

Imagen N° 9



(TOYOTA S.A., 2009)

2.3.3. DE BOBINA MÓVIL

Los motores de bobina móvil están diseñados para tener momentos de inercia muy bajos e inductancia de armadura también muy baja.

Esto se logra al colocar los conductores de la armadura en el entrehierro entre la trayectoria de regreso del flujo estacionario y la estructura de imán permanente.

En éste caso la estructura del conductor está soportada por un material no magnético normalmente resinas epóxicas o fibra de vidrio - para formar un cilindro hueco.

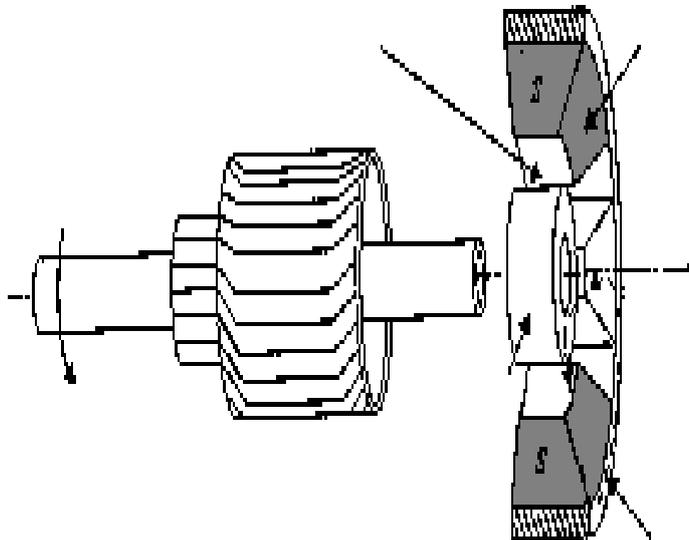
Uno de los extremos del cilindro forma un eje, el cual está conectado al eje del motor.

Una vista de la sección transversal de este tipo de motor se muestra en la figura abajo. Ya que se han eliminado todos los elementos no necesarios de la armadura del motor de bobina móvil, su momento de inercia es muy bajo.

Como los conductores del motor de bobina móvil no están en contacto directo con el hierro, la inductancia del motor es muy baja; valores menores a 100 mH son comunes en este tipo de motor.

Las propiedades de inercia e inductancia bajas hacen que el motor de bobina móvil sea una de las mejores elecciones de actuadores para sistemas de control de alto desempeño.

Imagen N° 10



(TOYOTA S.A., 2009)

2.3.4. Sensor de Velocidad / Separador

Según (TOYOTA S.A., 2009), “Es un sensor compacto y altamente fiable que detecta con precisión la posición del polo magnético, indispensable para asegurar el control eficiente del MG1 y MG2”.

El estator del sensor contiene 3 bobinas como se muestra en la ilustración, y las bobinas de salida B y C están alternadas eléctricamente en 90 grados.

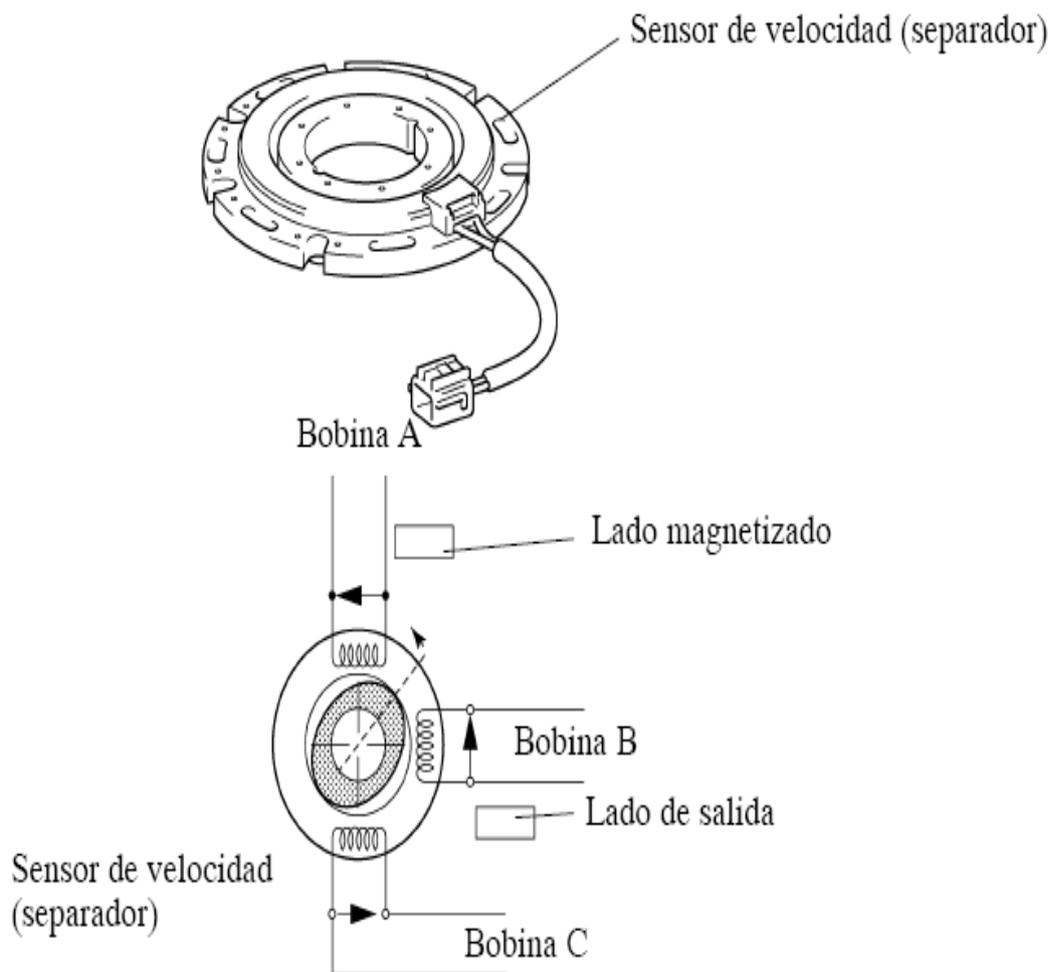
Puesto que el rotor es oval, la distancia del hueco entre el estator y el rotor varía con la rotación del rotor.

Por lo tanto, mediante el paso de corriente alterna a través de la bobina A, la salida que corresponde a la posición del rotor del sensor es generada por las bobinas B y C.

La posición absoluta puede detectarse gracias a la diferencia entre estas salidas.

Adicionalmente, la cantidad de variación de la posición dentro de un tiempo determinado es calculada por ECU de HV, permitiendo usar este sensor como un sensor de rpm.

Imagen N° 11



(S.A., TOYOTA PRIUS, 2010)

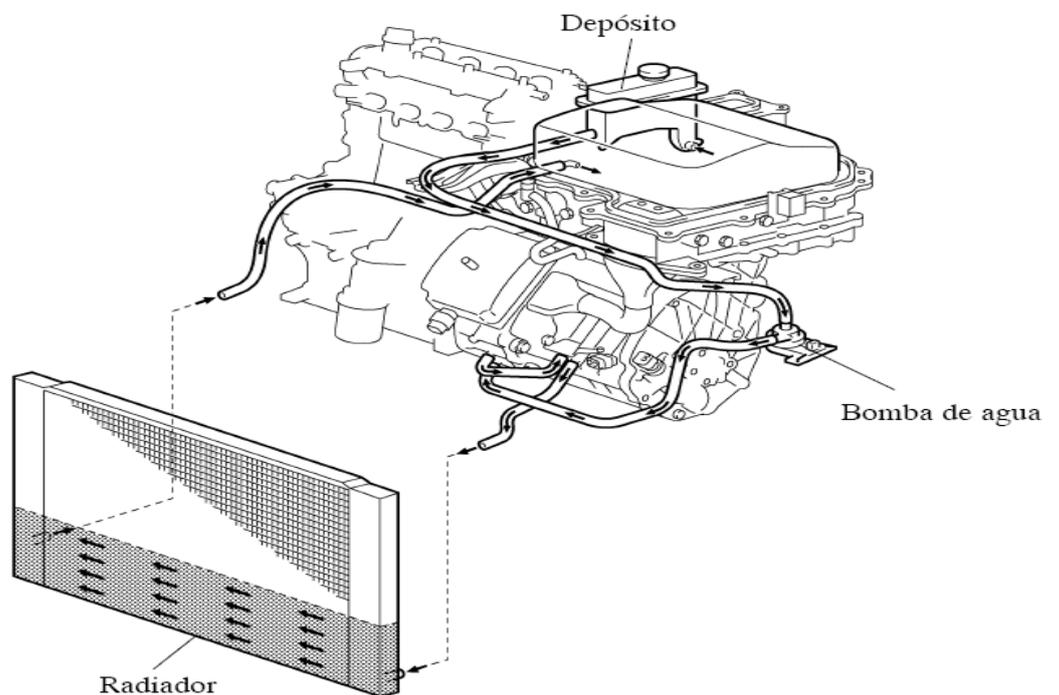
2.3.5 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO PARA EL MG2

Según (TOYOTA S.A., 2009), “Se ha adoptado un sistema de enfriamiento a través de una bomba de agua para el MG2, está separado del sistema de enfriamiento del motor”.

Éste sistema de enfriamiento se activa cuando se conmuta el estado de la alimentación a encendido (IG).

El radiador para el sistema de enfriamiento está integrado con el radiador para el motor de gasolina. Consecuentemente, se ha simplificado el radiador y se ha optimizado el espacio que ocupa.

Imagen N° 12

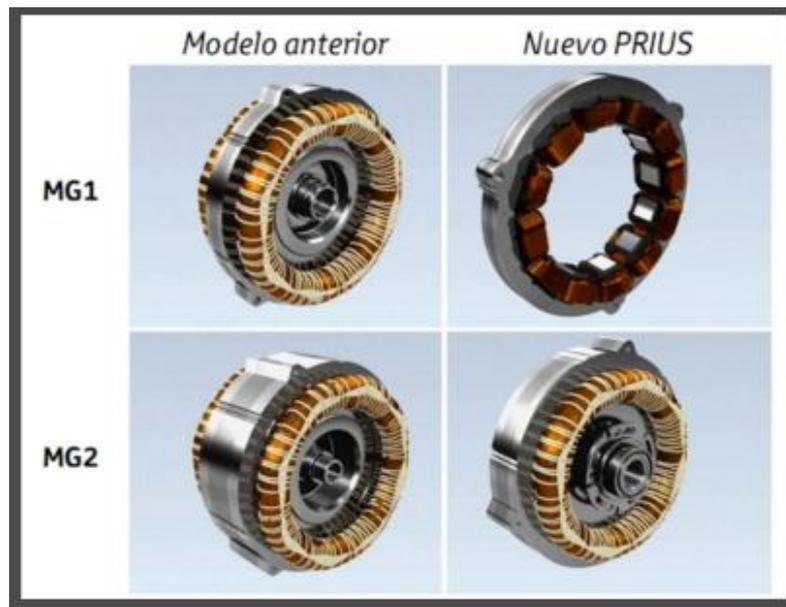


(TOYOTA S.A., 2009)

2.4. LOS NUEVOS MOTORES DE TERCERA GENERACIÓN

En los nuevos modelos fabricados a partir del año 2009 han sido cambiados según ilustra la imagen, estos motores.

Imagen N° 13



(wikipedia.org, 2011)

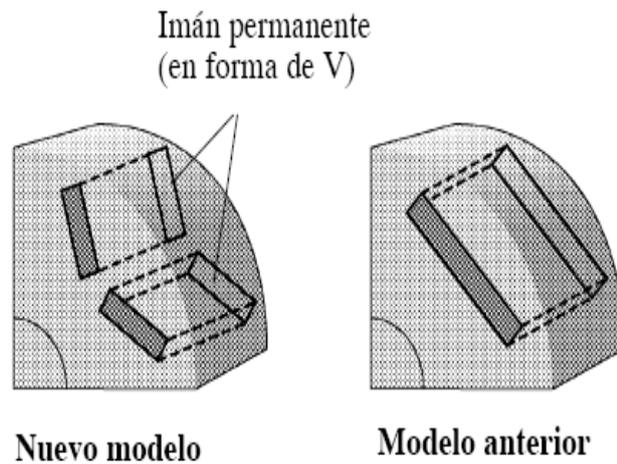
Se consigue una reducción de peso (aproximadamente en un 33%) y la potencia máxima del motor (MG2) se aumenta de 50 kw a 60 kw.

Motor más compacto, diseño de peso más ligero mediante el arrollamiento centralizado de las bobinas. La velocidad de rotación del motor se aumentó considerablemente, mejorando el rendimiento de la potencia.

En el nuevo Prius, la estructura de cada imán permanente incorporado en el interior del MG2 se ha optimizado rediseñándole con una estructura

en forma de V, para mejorar la salida de potencia y el par del rotor. Mediante la salida de potencia se ha mejorado el 50% con más potencia que el prius anterior.

Imagen N° 14

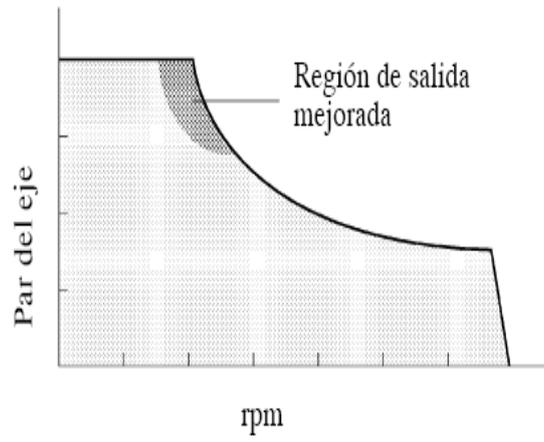


(S.A., TOYOTA PRIUS, 2010)

Para el control de MG2, se adoptado un sistema de control de sobremodulación de nuevo desarrollo para el margen de velocidades medias, además de los métodos de control existentes para velocidades bajas y altas.

Mejorando el método de modificación de la anchura de pulsos, la salida en el margen de velocidades medias se ha incrementado en un máximo del 30% aproximadamente.

Imagen N° 15



(S.A., TOYOTA PRIUS, 2010)

UNIDAD III

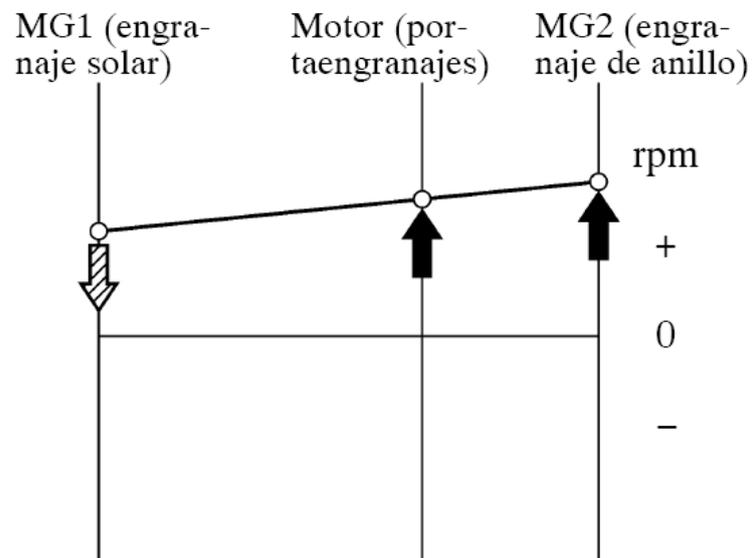
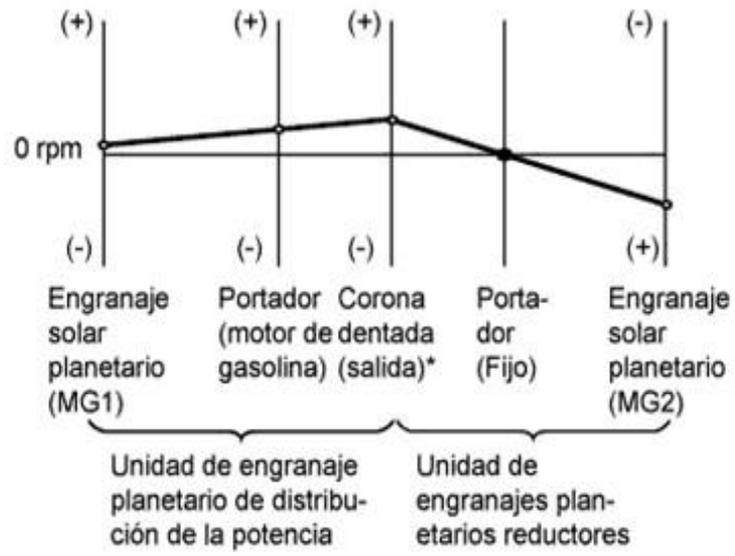
FUNCIONAMIENTO DE MG2 EN EL SISTEMA CVT DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS

- Los motores eléctricos pueden permanecer bloqueados o girar en ambos sentidos y en un amplio rango de velocidades.

- El motor térmico puede permanecer parado o girar desde 650 rpm hasta aproximadamente 5500 rpm.

- Empleo de nomogramas simplificados, sin tren de reducción de MG2

Imagen N° 16

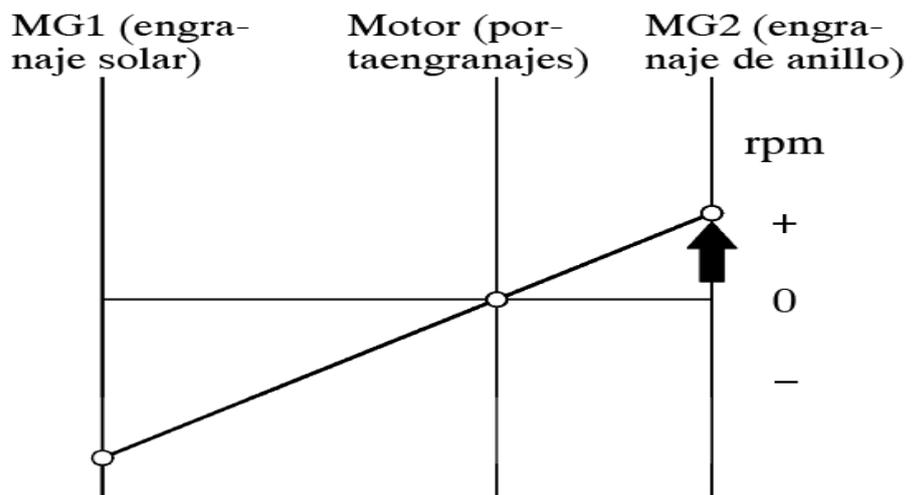
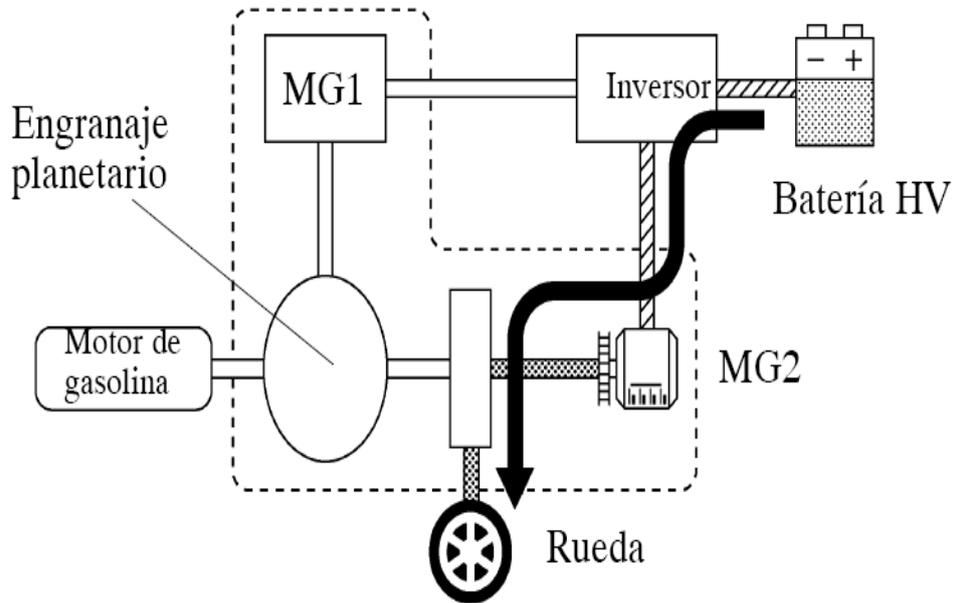


(TOYOTA S.A., 2009)

3.1. ARRANQUE DEL VEHÍCULO

- Modo EV
- Sólo MG2 impulsa el vehículo

Imagen N° 17

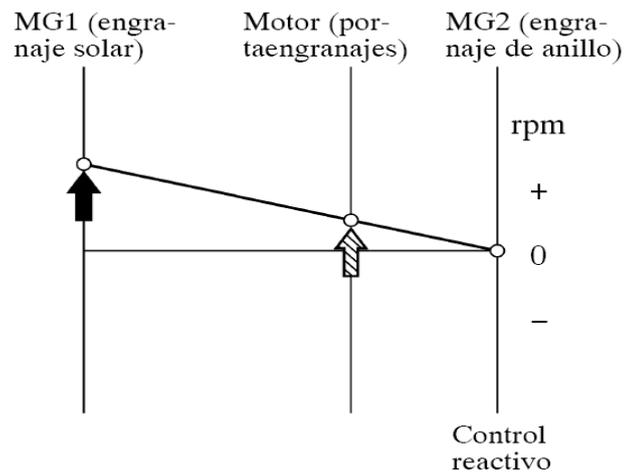
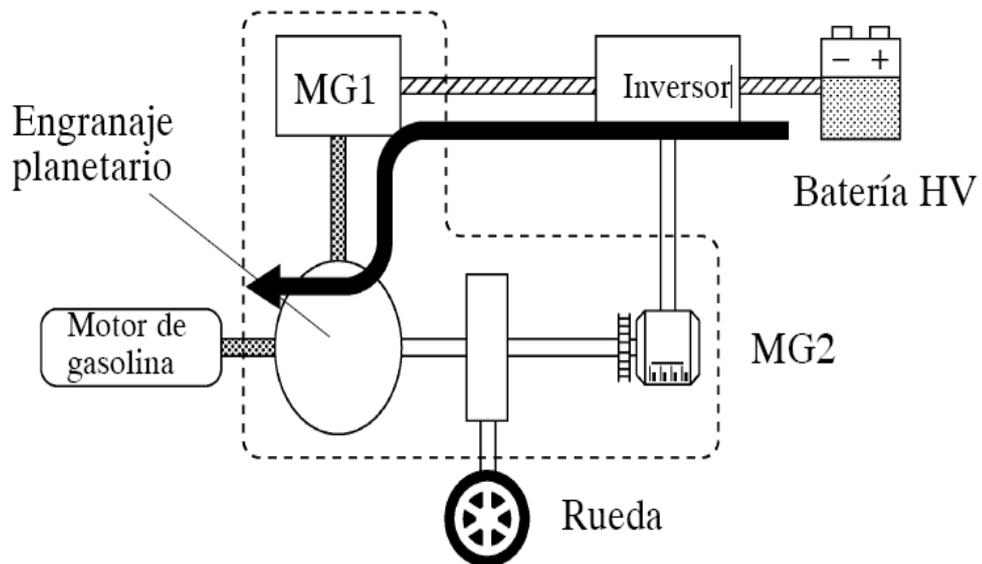


(TOYOTA S.A., 2009)

3.2. ARRANQUE DE MCI

- MG1 impulsa el motor de combustión para su arranque
- MG2 permanece clavado

Imagen N° 18



(TOYOTA S.A., 2009)

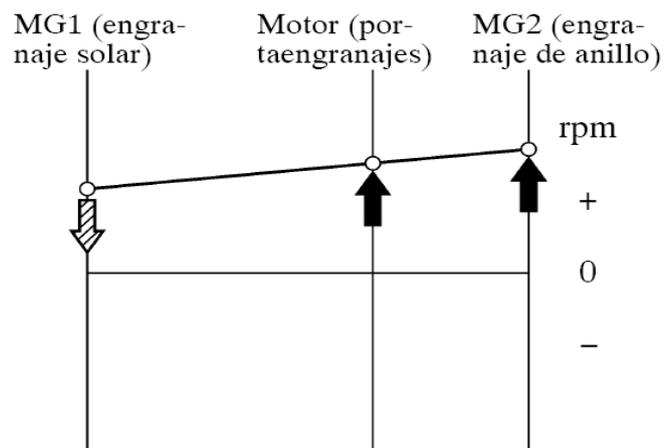
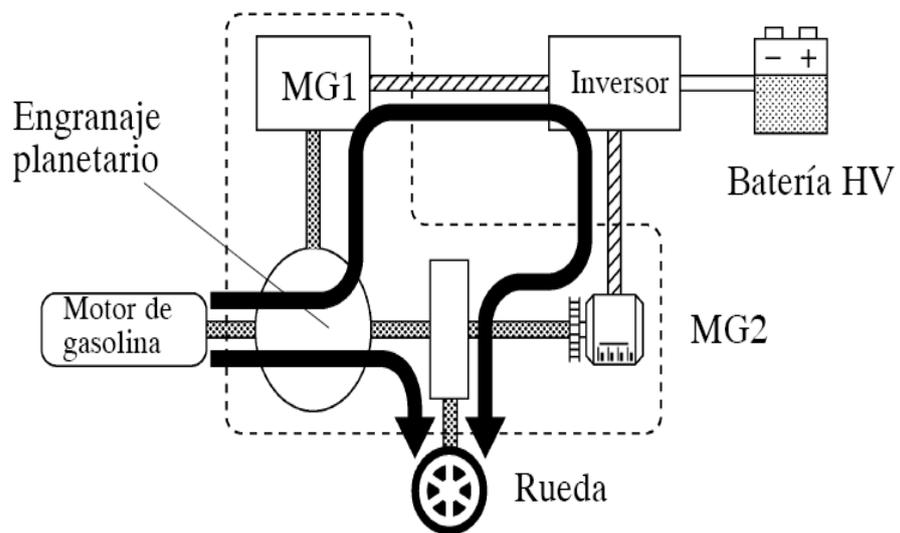
3.3. CONDUCCIÓN

- MG2 colabora con el motor térmico en la impulsión
- MG1 actúa como generador alimentando MG2 y regulando

la

relación de transmisión

Imagen N° 19

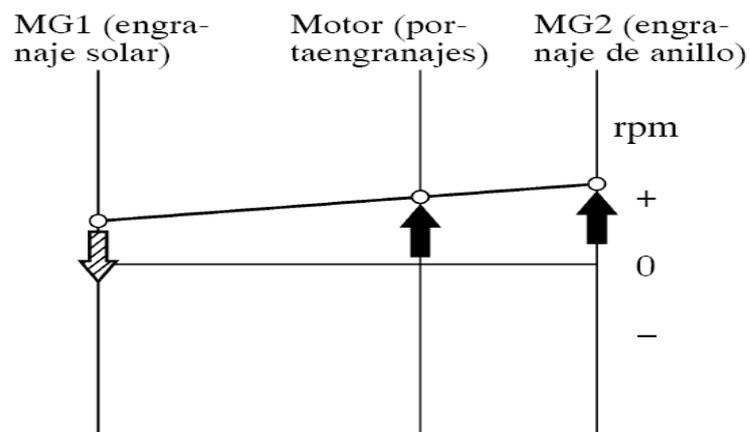
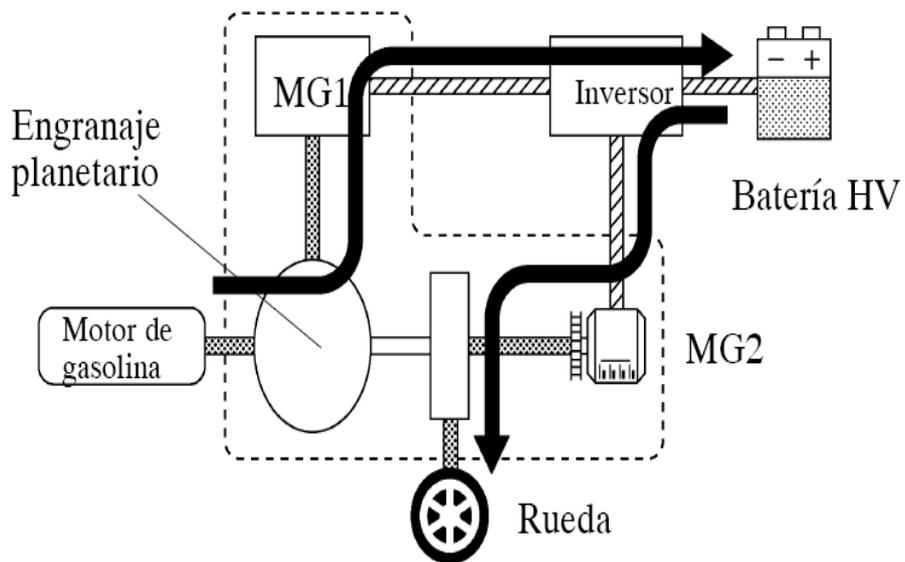


(TOYOTA S.A., 2009)

3.4. CONDUCCIÓN (ESTADO DE CARGA DE LA BATERÍA)

- Motor térmico genera un exceso de energía
- MG1 actúa como generador cargando la batería
- MG2 colabora con el motor térmico en la impulsión

Imagen N° 20

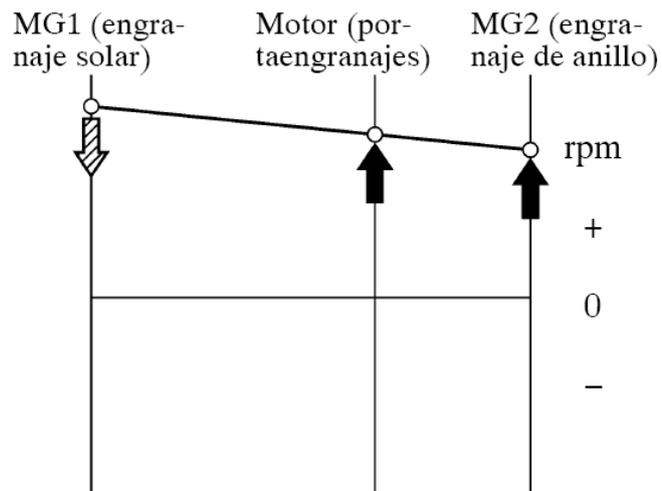
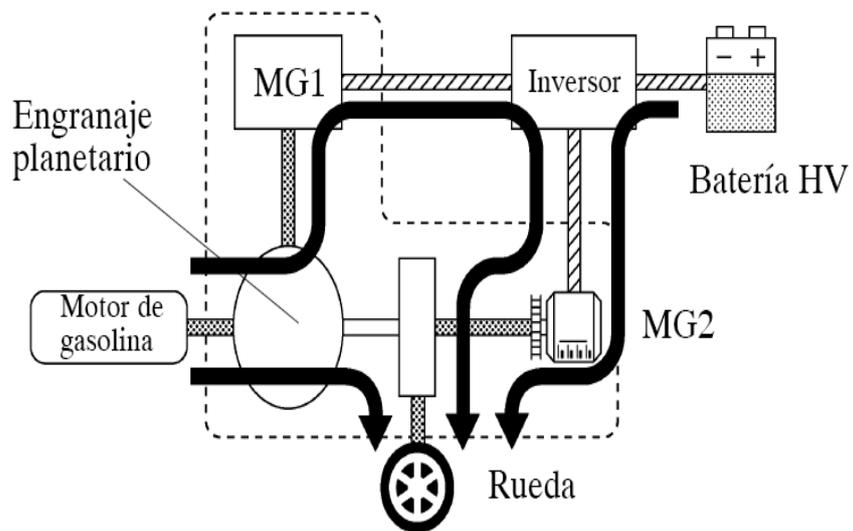


(TOYOTA S.A., 2009)

3.5. ACELERACIÓN O SUBIDA DE PENDIENTES

- Motor térmico y MG2 impulsan el vehículo
- MG1 actúa como generador alimentando a MG2
- MG2 es alimentado por MG1 y por la batería

Imagen N° 21

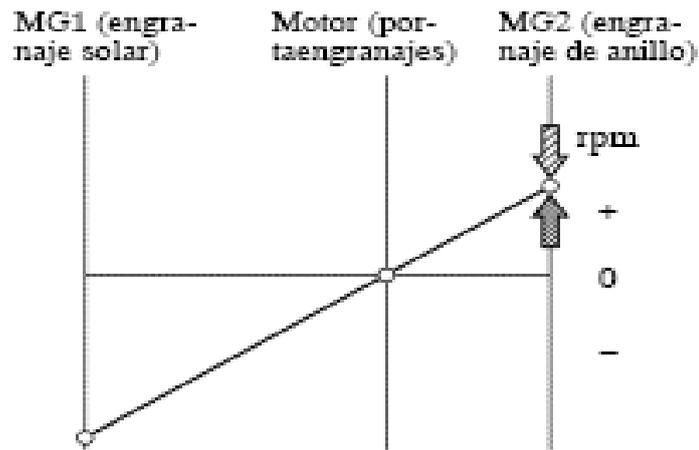
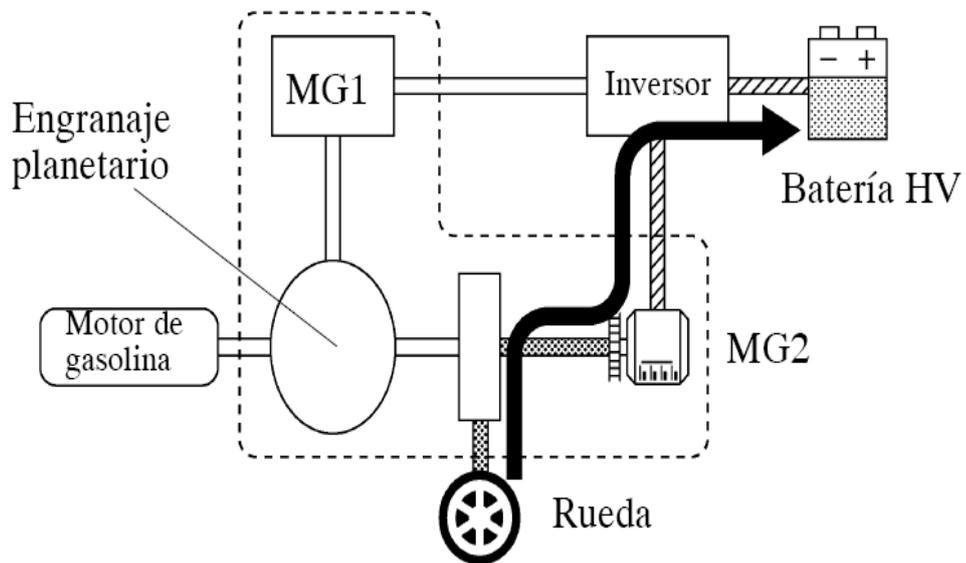


(TOYOTA S.A., 2009)

3.6. DECELERACIÓN O FRENADO.

- Motor térmico parado si rango D para regenerar la máxima energía posible. Si rango B motor gira para dar freno motor
- MG1 controla la reducción
- MG2 actúa como generador cargando la batería

Imagen N° 22

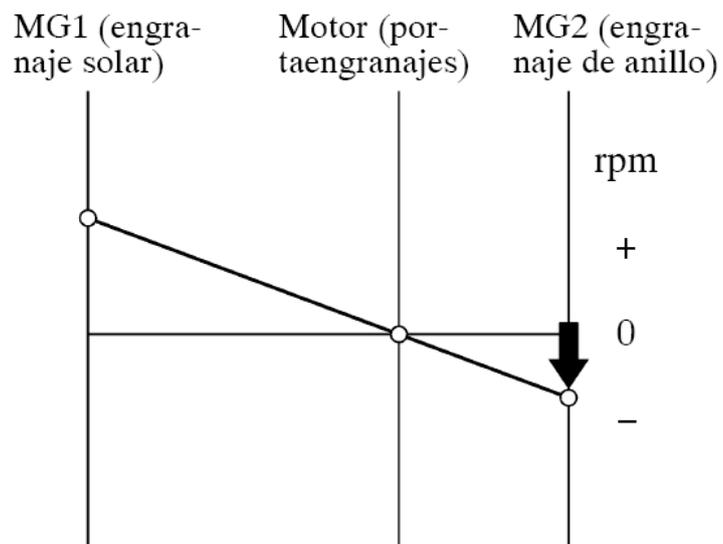
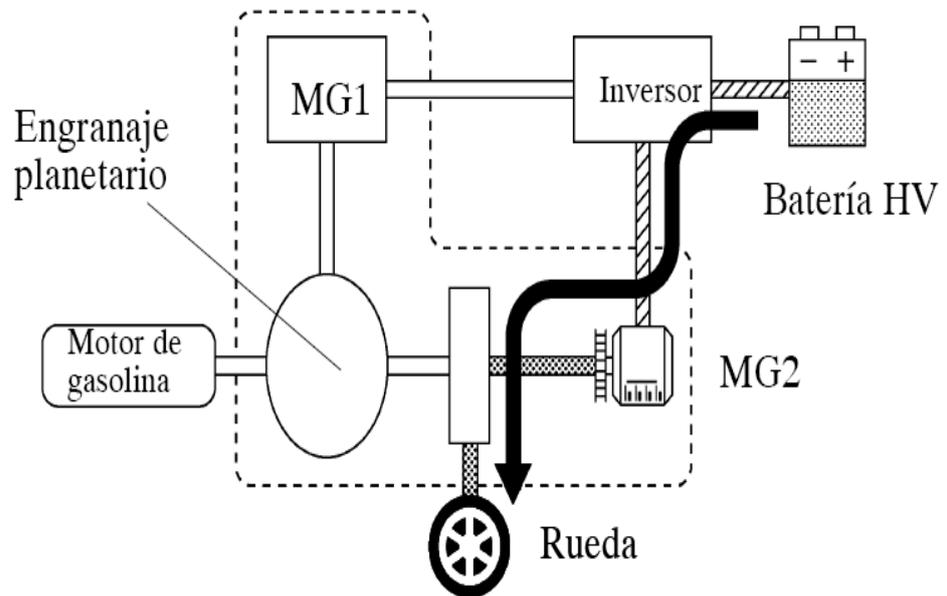


(TOYOTA S.A., 2009)

3.7. MARCHA ATRÁS

- MG2 actúa impulsando el vehículo si el SOC y temperatura de motor son adecuadas

Imagen N° 23

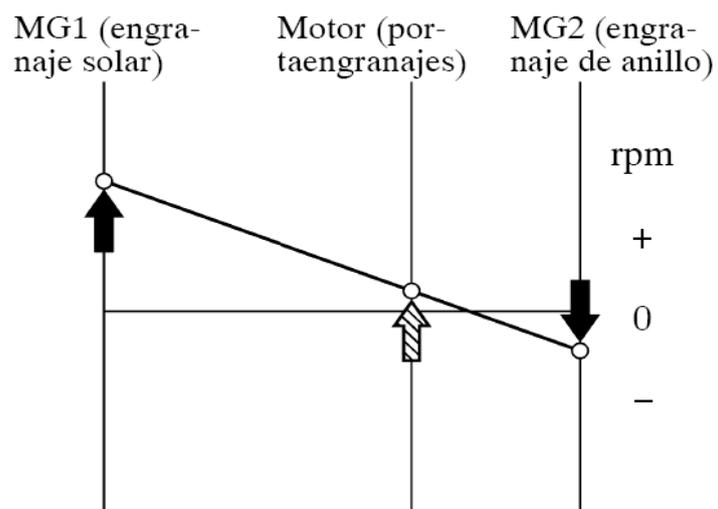
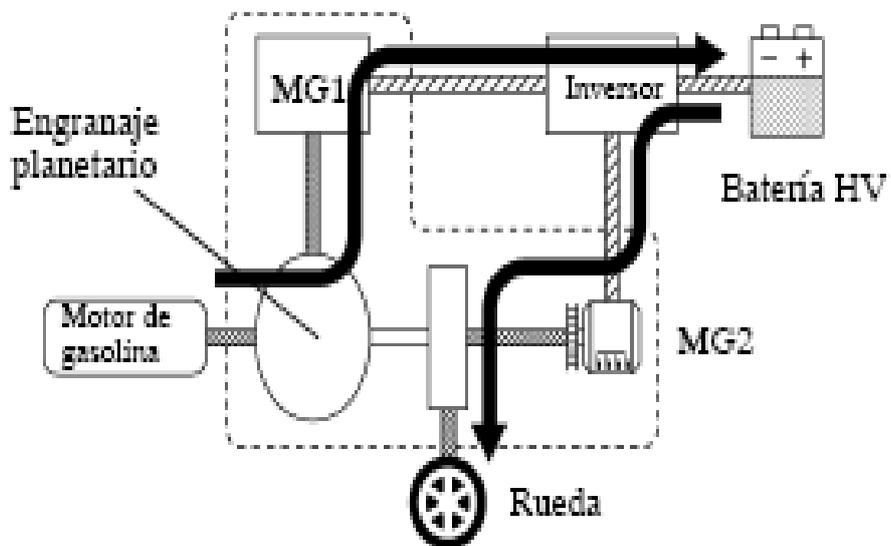


(TOYOTA S.A., 2009)

3.8. MARCHA ATRÁS 2

- Motor de combustión se pone en marcha para aumentar su temperatura y/o cargar la batería
- MG2 impulsa el vehículo

Imagen N° 24

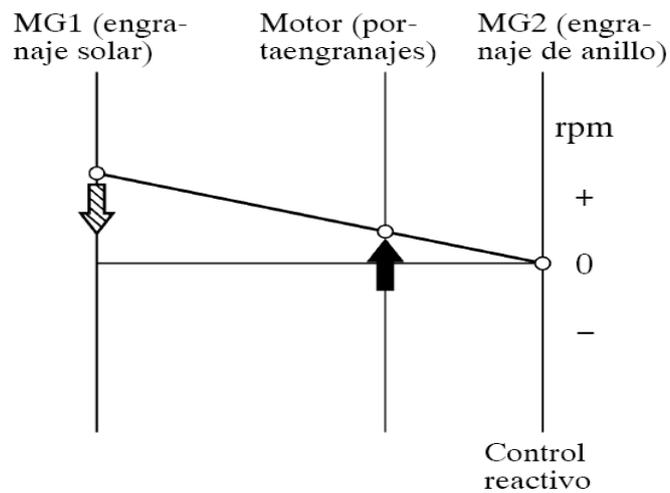
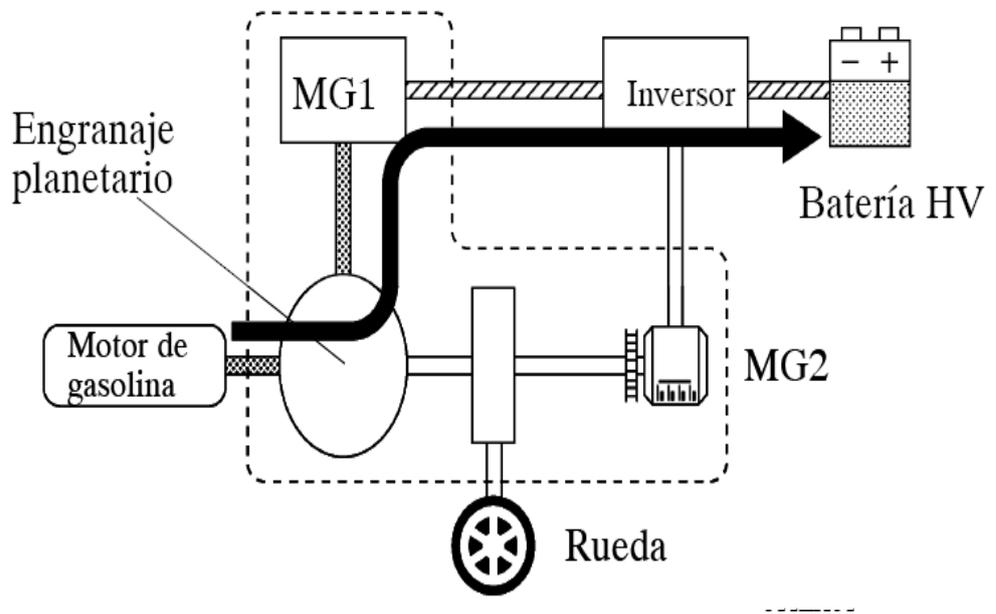


(TOYOTA S.A., 2009)

3.9. PARADA

- Motor de combustión se pone en marcha solo si es necesario para aumentar su temperatura y/o cargar la batería.

Imagen N° 25



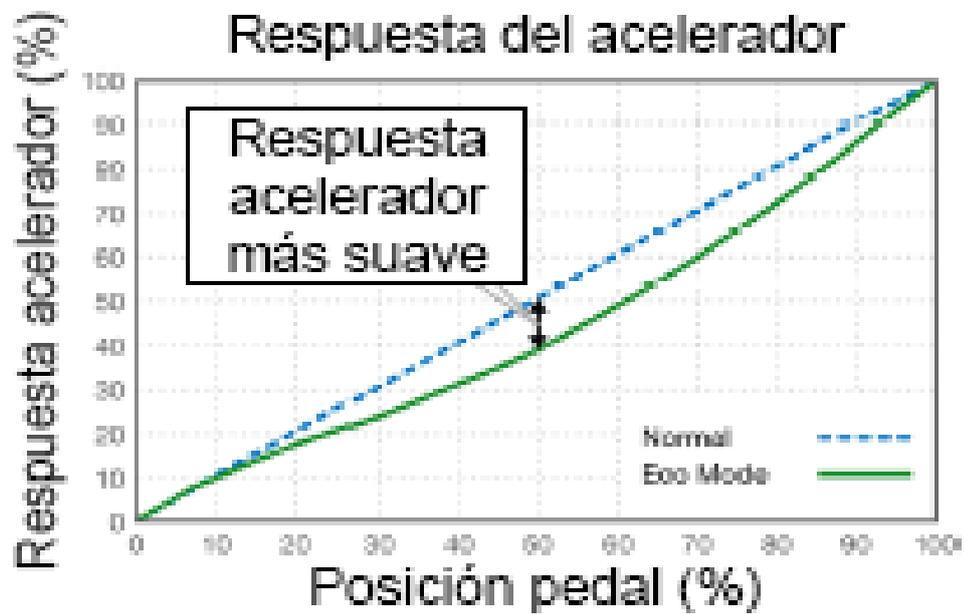
(TOYOTA S.A., 2009)

3.10. MODOS DE CONDUCCIÓN

3.10.1. MODO ECO

- Acelerador retardado
- Aire acondicionado suave

Imagen N° 26

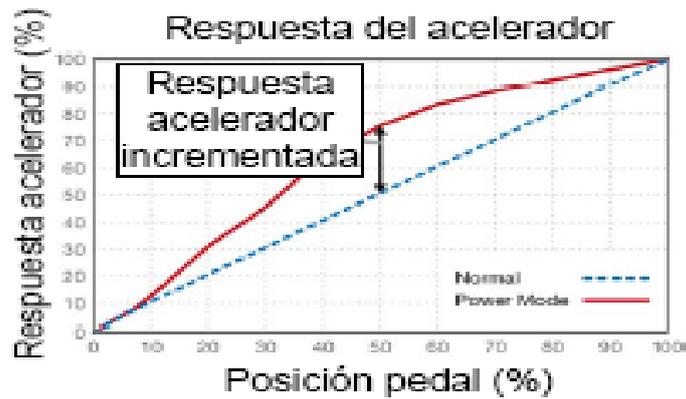


(TOYOTA S.A., 2009)

3.10.2. MODO PWR

- Acelerador “deportivo”
- Sensación agilidad

Imagen N° 27

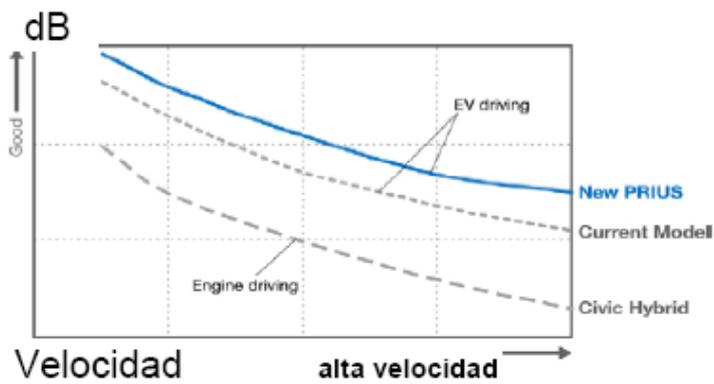


(TOYOTA S.A., 2009)

3.10.3. MODO EV

- 100% eléctrico
- Hasta 50 km/h y 2 km
- Mejora silencio EV

Imagen N° 28



(TOYOTA S.A., 2009)

UNIDAD IV

MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DEL MG2 DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS

4.1. MANTENIMIENTO DEL MG2

4.1.1. REQUISITOS GENERALES PARA EL MANTENIMIENTO

Primer requisito para un programa enteramente satisfactorio para toda clase de equipos eléctricos es disponer de aparatos de buena calidad, instalados correctamente. No hay quien pueda desarrollar una buena labor de mantenimiento si tiene ante sí un conjunto de equipos inadecuados para el trabajo a desarrollar, o que han sido instalados en desorden, sin tomar en cuenta las necesidades futuras de mantenimiento.

Sí hay que enfrentarse a esta clase de condiciones, es preferible presentar el problema a la atención de quien tenga la autoridad suficiente para ordenar las modificaciones necesarias; esta decisión será preferible a la de tratar de establecer un programa de mantenimiento en las condiciones adversas ya citadas.

El segundo requisito es contar con el personal de mantenimiento necesario, que debe tener los conocimientos y entrenamiento precisos y contar con el equipo de trabajo que se requiera. El personal responsable del mantenimiento del equipo debe tener conocimientos amplísimos sobre el funcionamiento y operación de los equipos en cuestión, a la vez que debe ser capaz de practicar inspecciones minuciosas y ejecutar reparaciones de menor importancia.

Es cierto que en nuestro ambiente industrial de elevadísima tecnología, con la tendencia creciente al empleo de aparatos cada vez más complicados y con complejos componentes de control, al operario de mantenimiento no se le puede exigir que por sí solo sea capaz de reparar por completo y renovar cada una de las piezas de los elementos que forman el equipo eléctrico.

Ésto es más bien un trabajo para el especialista dedicado exclusivamente a la reparación de determinados equipos en particular, frecuentemente el especialista, más que el empleado, es un representante del fabricante. Los especialistas son peritos técnicos o ingenieros entrenados y equipados para la ejecución de trabajos de servicio. Con frecuencia se hace preciso emplear herramienta e instrumentos, para violentar una reparación, restableciendo las conexiones y ajustes de fábrica de un modo satisfactorio.

La tercera condición es el establecimiento de paros programados para mantenimiento preventivo, así como una comprobación periódica de todos los aparatos eléctricos. Éste es un aspecto comprensible relacionado con los problemas de mantenimiento y está siendo adoptado por muchas plantas, en vista de la importancia que se ha dado a la confiabilidad de los equipos, ya que muchas plantas no pueden tolerar una falla en sus aparatos eléctricos que dé lugar a un paro, lo que sucede en aquellas fábricas cuya producción exige un proceso continuo de operación.

Plantas de productos químicos, laboratorios, ciertos tipos de fábricas y aquellos que proporcionan servicios de importancia vital (hospitales, instituciones de servicios públicos, aeropuertos y centros de transportes y comunicaciones), son ejemplos de la realidad práctica.

Otros tipos de servicios, que incluyen edificios de oficinas, de departamentos y de almacenes que emplean, si es que lo hacen, a un reducido grupo de personal especializado para mantenimiento de equipo eléctrico, acaban finalmente por encomendar este servicio a algún contratista independiente.

Muchas de las principales compañías manufactureras de equipo eléctrico, han establecido recientemente este tipo de servicios. Se responde en forma rápida y eficiente a la llamada de un consumidor que precisa de servicios, empleando para ello vehículos especialmente acondicionados para el transporte de personal y materiales. En general es posible dar los servicios solicitados, hacer reparaciones, pruebas y poner en marcha de nuevo a la maquinaria, empleando únicamente los materiales y equipos de estos vehículos y las refacciones de las piezas del propio consumidor.

Es por lo demás recomendable mantener existencias de piezas de repuesto a un nivel razonable, sobre todo si se consideran aquellos elementos componentes que son más vulnerables a los desperfectos.

4.1.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El término "mantenimiento preventivo" ha llegado a significar, como generalidad, un sistema rutinario de inspección de equipos. Éstas inspecciones, de acuerdo con el tipo y aplicación que ha de darse a la maquinaria, precisan también de pruebas de servicio de los dispositivos, o de sistemas completos de aparatos.

Aplicando más concretamente el término, significa la conservación sistemática y planeada del buen estado del equipo, para reducir al mínimo o evitar los futuros problemas de operación y fallas, ejecutando por adelantado las reparaciones de menor importancia necesarias para la prevención de dificultades de funcionamiento de mayores proporciones.

Concretándonos al mantenimiento del equipo eléctrico, operaciones tan simples como son apretar un tornillo o una conexión pueden evitar la formación de un cortocircuito, serio o alguna falla de índole mecánica. Se harán estimaciones sobre el estado general de los diversos aparatos, conservando los registros correspondientes con el propósito de poder guardar y comparar estas anotaciones con los resultados de futuras inspecciones.

En realidad estos registros son complementos de las inspecciones y están diseñados para tomar el sitio que corresponde a la memoria del encargado del mantenimiento. Éstos registros tienen que ser concisos y cortos, pero completos en lo que respecta al estado de los aparatos.

Los registros son desatendidos por lo general en los talleres pequeños, en las que un solo operario de mantenimiento cuida del servicio de la mayoría o de todo el equipo eléctrico. Pero en donde se cuenta ya con cierto número de operarios de mantenimiento, estos registros son de vital importancia para el funcionamiento de las inspecciones futuras.

Existen varios sistemas para el registro del mantenimiento, se tienen sistemas que son adaptables prácticamente a cualquier tipo y tamaño de taller. Cada uno de estos sistemas tiene sus propios méritos y deficiencias, pues están ideados para aplicaciones generalizadas.

Pero todo lo que en realidad se requiere de un sistema de registro es que sea funcionalmente sencillo, que se pueda manejar con un mínimo de esfuerzo por parte del inspector de mantenimiento y que se le pueda tener a la mano en todo momento como referencia instantánea.

El sistema que se seleccione deberá tener cinco registros básicos de referencia, que pueden ser o no llevados en tarjetas por separado y que son:

- **El Registro De Equipos.**

En éste se anota la información básica sobre el equipo mismo, por ejemplo, identidad del fabricante, estilo, serie, tamaño, localización, etc. Con frecuencia se incorporan aquí datos de control de inventario para partes de repuesto.

- **Un Registro De Los Costos De Reparaciones.**

Se trata de un control progresivo de los costos de reparaciones y que por su íntima relación entre sí incluye también a los costos del mantenimiento de los diversos dispositivos y aparatos. Representa un registro calificativo esencial para evitar dificultades futuras con los diferentes equipos, si éstos son de mala calidad o si han sido aplicados fuera de lugar (o en forma inconveniente).

- **Una Lista De Observaciones De Las Inspecciones.**

Esta lista contiene la información necesaria y oportuna sobre los puntos que deben ser observados en los aparatos designados, estableciendo las fechas y horarios durante los que se deben practicar estas inspecciones.

- **El Registro De La Programación Del Mantenimiento.**

Esta partida se diferencia de la lista indicada en el Núm. 3, en la que se trata de las obligaciones diarias de los inspectores de mantenimiento, así como del equipo que tiene que ser revisado.

- **Datos De Inspecciones Y Control De Pruebas De Las Labores De Mantenimiento.**

Como podrá comprenderse fácilmente, éstos son documentos necesarios de vital importancia. Tienen que ser llenados en detalle por el inspector o por una persona nombrada para este fin en el departamento de mantenimiento. El personal de mantenimiento reporta generalmente los datos de sus observaciones y actuaciones correctivas en tarjetas propias de dicho departamento diseñadas para este propósito. Cuando se transcriben a registros permanentes constituyen una guía muy valiosa para darse cuenta de las condiciones generales de los aparatos, su confiabilidad, frecuencia de reparaciones, tipo de éstas y la necesidad de una reparación general o reemplazo en un periodo de paro programado conveniente.

Sin estos registros sería muy difícil trabajar dentro de un programa de mantenimiento preventivo y los conocimientos ganados por las inspecciones regulares se perderían demasiado pronto. Esto sería más apegado aún a la realidad si los resultados de las pruebas en los aparatos tuvieran que incluirse.

De no tenerse anotados los datos sobre las pruebas y rendimientos de los equipos, el programa queda nulificado. Si no se registran los resultados de cada periodo de pruebas que se sucede, se pierde una información muy valiosa que de otra manera ayudaría materialmente al ingeniero de pruebas o al especialista en su labor.

Esto es más importante aún si los resultados de las pruebas difieren de los datos indicados por el fabricante o de los rendimientos realmente obtenidos para la planta. Los cambios de significación entre los datos comparativos de las pruebas pueden atribuirse en general a las condiciones de los aparatos y a las necesidades del servicio de mantenimiento o a la incapacidad de proporcionarlo.

La programación apropiada del mantenimiento del equipo se basa en las recomendaciones del fabricante y en las condiciones de aplicación del citado equipo. En tales casos, el departamento de mantenimiento se hace responsable de tener disponible una existencia adecuada de piezas de repuesto para esta clase de dispositivos.

4.1.3. COMPRENSIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO ELÉCTRICO.

Debido a la gran diversidad de los aparatos eléctricos, muchos operarios de mantenimiento tienen el concepto erróneo de que los aparatos eléctricos son algo completamente distinto y que, por lo tanto, pueden funcionar dentro de casi cualquier condición de trabajo.

Es un elogio para los fabricantes de equipo eléctrico que este concepto prevalezca, pero la realidad demuestra exactamente lo contrario. El equipo eléctrico puede ser dañado con más facilidad a consecuencia de las condiciones de operación que cualquier otra clase de maquinaria.

El agua, el polvo, el calor, el frío, la humedad, la falta de ésta, los ambientes corrosivos, los residuos de productos químicos, los vapores, las vibraciones e innumerables condiciones más de otra índole pueden afectar el funcionamiento y la duración de los aparatos eléctricos.

Estos peligros inherentes al servicio, unidos a la negligencia y descuido en la conservación del equipo, dan por resultado la innecesaria falla prematura y, en algunos casos, la completa destrucción. Se pueden evitar reparaciones costosas observando las recomendaciones del fabricante para el mantenimiento y para la operación.

En la mayoría de los casos, las instrucciones incluirán estas reglas de importancia capital que deben observarse:

- Manténgase limpio.
- Manténgase seco.
- Manténgase hermético y libre de fricciones.

Ya sea que el equipo esté formado básicamente por motores, arrancadores e interruptores, o que incluya otros aditamentos y aparatos eléctricos más completos, las recomendaciones que anteceden siguen siendo esenciales. Para cada tipo de clasificación de equipo eléctrico habrá que agregar otros requisitos a las consideraciones expuestas; pero al no observar estas reglas fundamentales se podrán esperar dificultades de operación que normalmente se harán sentir bien pronto.

4.1.3.1. Manténgase Limpio.

La suciedad es una de las causas principales de la aparición de fallas en los sistemas eléctricos. Ya sea que la suciedad consista en una acumulación diaria de partículas que por lo general se encuentran en suspensión en el ambiente, de pelusas, residuos de productos químicos, partículas metálicas procedentes de la operación de maquinaria adyacente, o también de aceites, nieblas o vapores, provocarán la contaminación del equipo eléctrico causando fallas.

La suciedad en partes móviles del equipo eléctrico puede dar origen a la descomposición del aislamiento que repercutirá en pérdida de velocidad, formación de arcos y finalmente la destrucción por quemadura. Si la suciedad se deposita en las bobinas en cantidades apreciables, puede reducir las distancias de los intersticios, obstruccionando el flujo normal del aire con el consiguiente aumento de las temperaturas de operación.

Si se combina con aceites o con humedad, la suciedad se puede convertir en conductor, creando peligros de saltos en aquellas partes desnudas que suelen estar aisladas, al formarse un puente conductor en estos materiales de contaminación. En casi todas las circunstancias en

que se forme la suciedad, afectará a la resistencia y debido al aumento de ésta se elevarán las temperaturas de trabajo en perjuicio de la duración de los aparatos correspondientes.

Queda desde luego entendido que ciertas condiciones de servicio están sujetas a una fuerte contaminación. Estas condiciones son de modo especial exactas en la laminación de acero, minas, fundiciones, beneficio de minerales, canteras, fábricas de cemento y algunas otras aplicaciones industriales.

En tales condiciones de operación debe prestársele especial atención al diseño de los aparatos eléctricos. Las bobinas serán del tipo hermético encapsulado. Por lo común se emplean aparatos totalmente encerrados en cajas herméticas de auto enfriamiento, o en su defecto se les dota de aire filtrado, lo que requiere el cambio frecuente de los filtros.

Estas precauciones prolongarán la vida de los aparatos y los dispositivos trabajarán satisfactoriamente dentro de las más severas condiciones de operación. Pero cualquier programa de mantenimiento debe incluir la sistemática y total limpieza de aparatos y motores.

4.1.3.2. Manténgase Seco.

Los aparatos eléctricos en general trabajan mejor en un ambiente seco, por muchas razones. Una de ellas es que la humedad puede ocasionar la oxidación del cobre, aluminio, hierro o de las piezas de aleaciones metálicas.

Una acumulación de costras de oxidación, sobre todo cuando ha sido causada por vapores cáusticos o ácidos, puede destruir a estos metales,

afectando la resistencia de conexiones y contactos eléctricos. Las costras gruesas de óxido tienen que ser quitadas, mientras que aquellas partes que se encuentren muy corroídas tendrán que reponerse. Los altos grados de humedad en el ambiente causan la libre acumulación de humedad en el equipo, lo que puede conducir a la formación de cortocircuitos con la falla inmediata consiguiente.

Otra razón por la que es conveniente controlar la humedad, si es posible, es que ésta fomenta las adherencias de polvo en las partes de máquinas eléctricas, lo que también conduce a la aparición de averías.

En donde quiera que las condiciones presenten alguna duda, el camino más seguro será el empleo de equipo eléctrico capaz de trabajar satisfactoriamente en ambientes húmedos en extremo, lo que en ocasiones exigirá cajas o carcazas cerradas y herméticas en donde las circunstancias lo justifiquen.

4.1.3.3. Manténgase Hermético.

La mayoría del equipo eléctrico trabaja con movimientos de alta velocidad y éste es, con mayor razón, el caso en contactores y en otros tipos de dispositivos de control. En la alta velocidad se da la tendencia a causar desgaste en las piezas móviles y como consecuencia de este desgaste aparecerá cierto desequilibrio. Cuando éste es apreciable, conduce a la aparición de vibraciones en el equipo, causando el aflojamiento de partes vitales de conexión.

El desequilibrio es muchas veces incrementado por el efecto de vibraciones externas que provienen de maquinaria que no tiene conexión alguna con el equipo; por tal motivo debe mantenerse una vigilancia

constante para localizar a tiempo el desgaste o el des-ajuste de las partes o conexiones de los aparatos. En el servicio rutinario de equipo eléctrico se incluye una revisión constante del ajuste de piezas metálicas y otras partes sujetas por tornillos, como una simple medida de precaución.

Para apretar un tornillo o una conexión en un arrancador, sólo se requiere un momento y puede evitar horas enteras de búsqueda para localizar un desperfecto, máxime si la falla es de carácter intermitente. En el equipo rotatorio, sobre todo en los motores, la vibración no sólo puede dar origen a desperfectos mecánicos, sino que si se le deja alcanzar intensidades excesivas, puede crear peligros muy serios y causar daños en las chumaceras, el aflojamiento de las bobinas y un deterioro general.

4.1.3.4. Prevención De La Fricción.

El equipo eléctrico que funciona correctamente, trabajará con una fricción mínima. Como ya se ha indicado en el párrafo que trata sobre la suciedad, el aumento de la fricción y sus efectos restrictivos sobre la libertad de movimiento en los dispositivos de sistemas eléctricos puede ser el motivo de serias dificultades.

Un inspector u operario capaz del servicio de mantenimiento eléctrico mantendrá en todo momento un estricto control sobre el equipo eléctrico, cerciorándose de que su funcionamiento sea correcto y con un mínimo absoluto de fricción, procurando que su movimiento sea seguro y suave al trabajar.

La fricción puede aparecer por diferentes causas y, cuando se nota su presencia, el personal de mantenimiento prefiere lubricar las partes afectadas. Este es un procedimiento peligroso que por ningún motivo debe ponerse en práctica, salvo que haya una necesidad específica de lubricación, que sea indicada por el propio fabricante.

El aceite no solamente acumula polvo y partículas abrasivas, sino que también ataca al aislamiento, sobre todo a los tipos más viejos, manufacturados a base de asfalto o con recubrimientos de hule. Los materiales aislantes más modernos no son tan fácilmente afectables, pero una película de aceite tiene la tendencia a extenderse, adquiriendo una apariencia desagradable, y puede oxidarse, formando adherencias difíciles de eliminar.

En general, el equipo que trabaja con frecuencia regular no desarrollará fricción excepcional sino hasta que sus partes pierdan el alineamiento normal o alcancen un grado excesivo de desgaste. Si en cambio, el equipo no se trabaja con frecuencia, se desarrolla una fricción intensa y el consecuente desgaste como resultado de la acción del moho y de las acumulaciones de óxido que atacarán a las partes metálicas.

Es muy conveniente practicar inspecciones sobre el estado mecánico de aquellos dispositivos que se operan muy rara vez o que nunca funcionan, salvo en casos de emergencia, haciéndolos trabajar eléctricamente. Esta clase de dispositivos son, en general, elementos componentes de importancia vital de los sistemas eléctricos destinados a la protección de otros aparatos eléctricos o de la maquinaria de producción.

Un alto porcentaje de las llamadas fallas eléctricas son en realidad desperfectos de origen mecánico que no tienen relación alguna con la

capacidad o cualidades eléctricas del aparato. La aparición de un desperfecto en las chumaceras de un motor eléctrico puede ser la causa de que se trabe el rotor si el entrehierro es estrecho. Si en este caso no se desconecta el suministro de corriente de inmediato, se deteriorarán los devanados, con las posibilidades adicionales de incendio.

Otras condiciones, como una flecha combada, obstrucciones en el sistema de ventilación, alineamiento defectuoso, conexión floja, herraje caído, o una flecha o chumacera sin lubricación, pueden conducir a fallas eléctricas, pero su naturaleza inicial es de carácter mecánico.

La importancia de la atención minuciosa a la parte mecánica no puede ser subestimada y el personal debe tener plena conciencia de la importancia de esta fase del mantenimiento.

4.1.4. Reglas De Seguridad Recomendadas.

Hay reglas de seguridad que tienen que ser observadas por todo operario de mantenimiento al trabajar con aparatos eléctricos. La observancia de las citadas reglas es un asunto de importancia, mayor aún si el servicio de mantenimiento eléctrico no es una función regular de los operarios de mantenimiento.

Según (Manzano, 2006), “En las pruebas que se hacen en la obra misma de los dispositivos y aparatos, conviene aplicar, de ser posible, valores equivalentes al doble de los de las condiciones de operación, lo que en muchos casos exige que el aparato se pruebe durante la operación verdadera”. Es recomendable en todo caso, estudiar las condiciones para evaluar el

método más seguro y eficiente para practicar las pruebas requeridas dentro de las condiciones prevalecientes.

Deben observarse las reglas pertinentes para la seguridad del personal encargado de las pruebas. Es necesario conocer el equipo en el que se está trabajando. De igual importancia es la necesidad de familiarizarse con el equipo de pruebas, junto con sus circuitos de conexión.

4.1.5. Útiles, Aparatos Y Herramientas A Utilizar En El Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo ha de hacerse en el lugar donde la máquina se encuentra instalada prestando servicio, por tanto hemos de hacerlo con el menor equipamiento posible, pero sí suficiente. Para ello hemos de contar al menos con:

- Una pinza voltiamperimétrica, que mida tensión e intensidad en C.A. y medidor de continuidad.
- Medidor de temperatura.
- Tacómetro o medidor de revoluciones.
- Megóhmetro o medidor de aislamiento,
- Juego de llaves adecuadas al tipo de máquinas que hemos de verificar.
- Juego de destornilladores adecuados al tamaño de las máquinas.
- Equipo de herramientas para la reparación de conexiones eléctricas.
- Material aislante que permita reparar pequeños desperfectos.

- Equipo de engrase.

Este equipamiento está enfocado fundamentalmente para hacer un diagnóstico de las condiciones en que se encuentra una máquina sin desmontarla, y una vez hecho esto, si el defecto se puede corregir in situ, se trasladará desde el taller el material necesario, (siempre todo ello, dependiendo del tamaño y trabajo a desarrollar por la máquina). Pero si la avería es importante, se procederá a trasladar la máquina al taller, donde se dispondrá de todo lo necesario.

4.1.6. Secuencia de Operaciones que Requiere el Mantenimiento Preventivo.

Cuando nos referimos al mantenimiento de las máquinas de C.A. nos estamos refiriendo tanto a motores monofásicos y trifásicos en sus diferentes tipos como a los generadores o alternadores.

Teniendo en cuenta que los motores de corriente alterna son muy robustos en su funcionamiento, el planteamiento general de mantenimiento lo haremos pensando en el alternador y de esta forma cubrimos también el de los motores.

4.2. REPARACIÓN DEL MG2

4.2.1. Análisis del Estado General de la Máquina.

Este se hace de forma visual tratando de descubrir averías de tipo mecánico, como escudos rotos, eje torcido, conexiones en mal estado,

fijándose en el aspecto externo de la máquina, estado de pintura, zonas recalentadas o quemadas, estado de los conductores, conexiones a placa de bornas, etc.

Si observamos anomalías dudosas realizaremos a continuación pruebas que confirmen o desmientan nuestras sospechas.

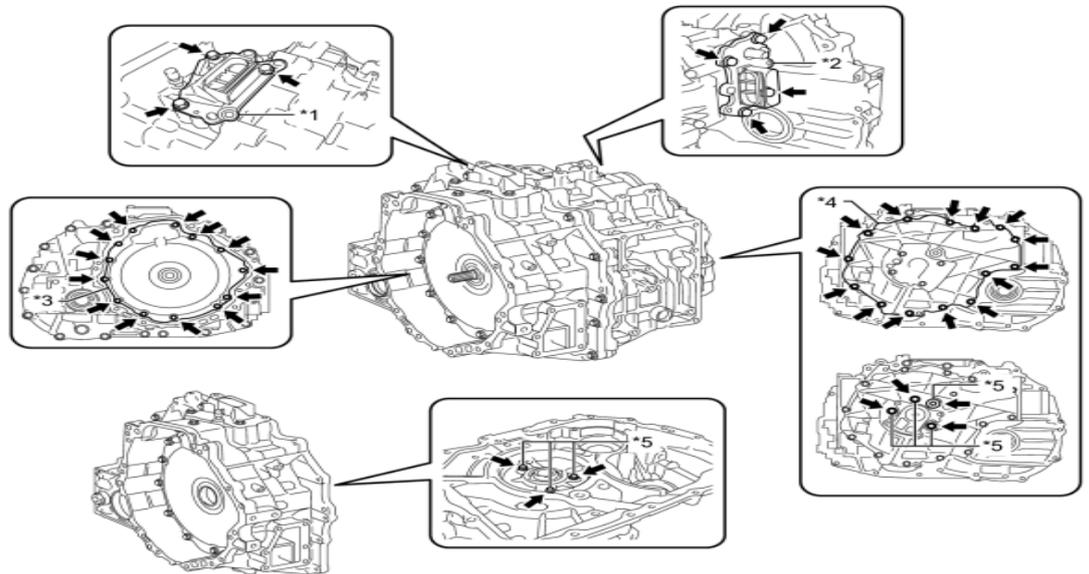
4.2.2. Revisión de Anclajes y Elementos Móviles.

Cuando la máquina está en funcionamiento se escucha su sonido, se observan sus vibraciones, etc.

Si el sonido es malo, puede serlo por falta de grasa, por desgaste de rodamientos, términos éstos que comprobaremos posteriormente a máquina parada.

Si se observa que la máquina se mueve en su anclaje, es necesario revisar el apriete del sistema de anclaje.

Imagen N° 29



(TOYOTA S.A., 2009)

Con la máquina parada tomando el eje o polea de la máquina como muestra en la imagen N°29, e intentando mover en diferentes direcciones, si se observa cierto movimiento del eje respecto del cuerpo de la máquina, será necesario cambiar rodamientos.

Para cambiar los rodamientos, tendremos en primer lugar que abrir la máquina, esto se hace en varios pasos.

- a) Marcar como se observa en la imagen N°29, con granete u hoja de sierra, carcasa y escudos con marcas diferentes, para que al montar estas piezas queden en la misma posición.
- b) Con ayuda de llaves adecuadas, se retirarán los espárragos de sujeción de los escudos.

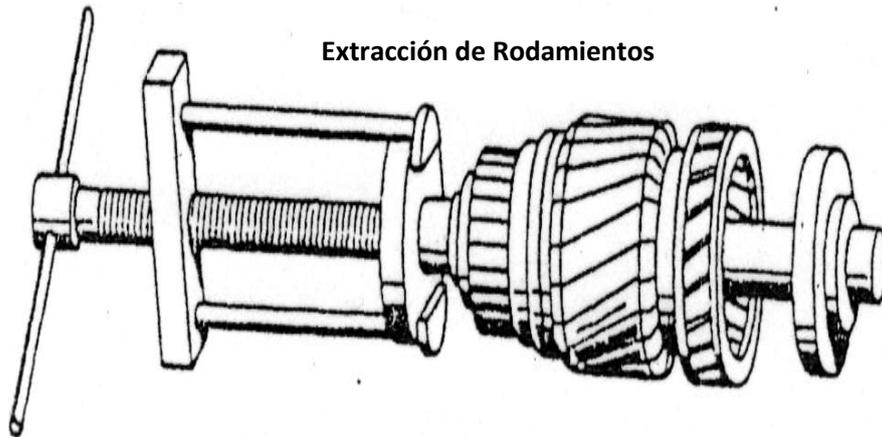
c) Golpearemos suavemente los escudos con un mazo de Plástico o madera, para que éstos salgan de sus alojamientos.

d) Si los escudos no salen de los rodamientos o éstos del eje, es necesario ayudarse con un extractor, como muestra la en la imagen N^o30.

Los rodamientos se retiran de los escudos, ayudándose con punteros adecuados a su diámetro.

Imagen N^o 30

Extracción de Rodamientos



(Manzano, 2006)

e) Para montar se hacen las operaciones a la inversa, teniendo en cuenta que los rodamientos deben engrasarse por la parte donde están las bolas.

4.2.3. Comprobación de Circuitos.

Según (Manzano, 2006), “La comprobación de circuitos la haremos con la ayuda de una lámpara serie o con un óhmetro, actuando de forma diferente según estemos comprobando derivaciones, cortocircuitos, bobinas abiertas, etc”.

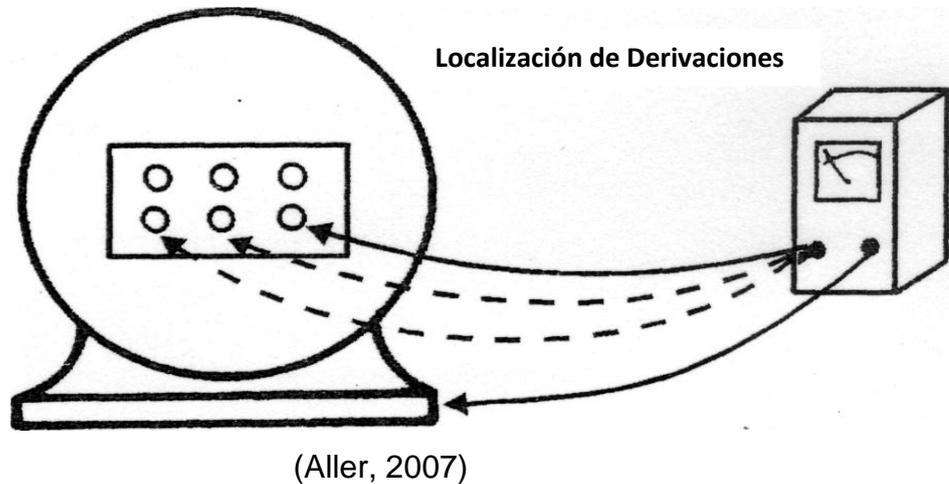
4.2.4. Localizador de Derivaciones.

También llamado contacto a masa, es toda unión eléctrica entre el devanado de una máquina y el hierro del estator. Esta circunstancia puede haber sido provocada por varias causas, entre las que podemos citar las siguientes:

- Contacto de los espárragos con las cabezas de las bobinas.
- Espiras en contacto con las aristas del estator, al romperse o desplazarse los aislantes.
- Rotor que roza las bobinas y deteriora su aislamiento.

La localización de estas derivaciones, que no se pueden detectar a simple vista, puede hacerse con ayuda de una lámpara en serie o un megóhmetro, de forma que uno de sus conductores se conecta a la carcasa de la máquina y con el otro se va tocando en los diferentes circuitos, como muestra en la imagen N^o 31.

Imagen N° 31



De igual forma se puede actuar en el caso de los bobinados rotóricos. Si al actuar de la forma indicada la lámpara serie luce o el megóhmetro marca cero, es evidente que hay derivación.

En muchos casos, una simple inspección visual es suficiente para localizar los contactos a masa o derivaciones. Estas derivaciones suelen producirse en las aristas de las ranuras al doblar las bobinas o en el interior de las mismas.

Cuando se ha localizado el punto afectado por el contacto, la reparación consiste en introducir nuevo material aislante entre el núcleo y la bobina afectada. Si no puede localizarse el contacto, habrá que proceder al rebobinado completo.

4.2.5. Localización de Cortocircuitos.

Dos o más espiras contiguas en contacto eléctrico directo (es decir, por defecto en el aislamiento que las protege), determinan un cortocircuito. Esta circunstancia se puede provocar generalmente al:

- Calentarse excesivamente el bobinado.
- Someterse a cargas excesivas.
- Entrar las bobinas forzadas en las ranuras.

Por lo general, la presencia de un cortocircuito se detecta porque el arrollamiento humea mientras el motor está en servicio o porque éste absorbe una corriente excesiva cuando funciona sin carga.

La localización del punto exacto del cortocircuito puede llevarse a cabo por varios métodos, siempre a motor abierto una vez que tenemos certeza de la avería, entre ellos se pueden citar los siguientes:

- Utilizando la bobina inductora o de prueba, como se observa en la imagen N^o 32, se va desplazando ésta de ranura en ranura, a la vez que se pone una lámina metálica (hoja de sierra), en el otro extremo de la bobina o haz activo. La existencia de cortocircuito se detecta por la vibración de la lámina metálica.
- Comprobando la intensidad de campo magnético de cada polo de la máquina, siendo menor en aquellas bobinas que hay espiras en corto. Para ello se alimenta

el bobinado con C.C, a una tensión entre 6 y 12 voltios y con una pieza metálica de tamaño adecuado a las dimensiones del motor, se comprueba la atracción de cada polo.

Imagen N° 32



(Aller, 2007)

Las bobinas con espiras en cortocircuito han de ser rebobinadas y aisladas de nuevo, bien haciéndolo de la bobina afectada solamente si esto es posible, o del conjunto del devanado.

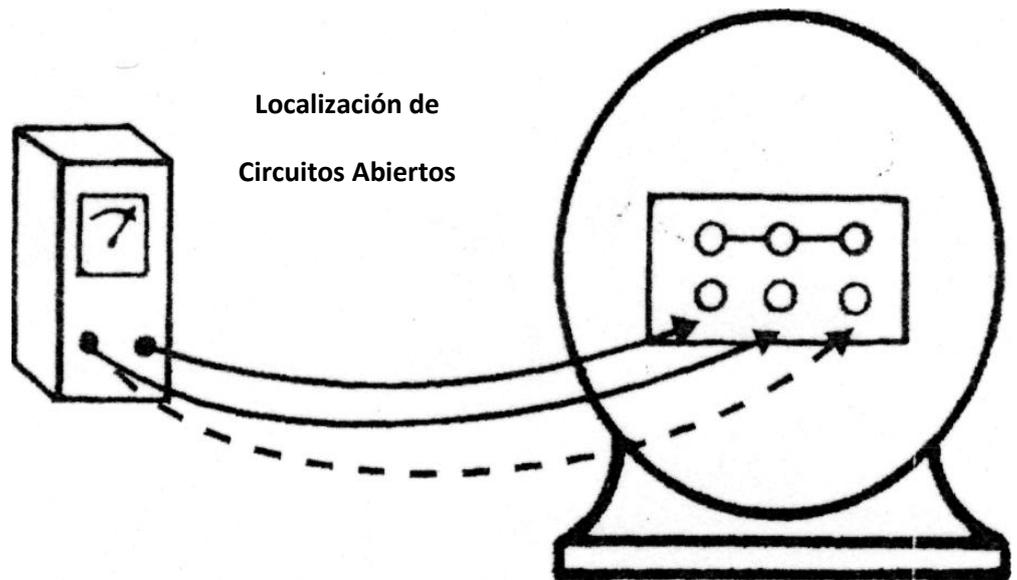
4.2.6. Localización de Interrupciones

Las interrupciones pueden ser debidas a la rotura del hilo en una bobina o por una conexión floja. Para detectar el punto exacto en que se encuentra este fallo, se utiliza un óhmetro o bien una lámpara serie, siguiendo el proceso indicado en la imagen N° 33.

Si al conectar la lámpara de esta forma o entre principio y final de cada devanado, no luce y en el caso de un óhmetro marca infinito, es evidente

que el circuito está abierto, en cuyo caso será necesario localizar el punto exacto del interruptor y proceder a su empalme o conexión adecuadamente.

Imagen N° 33



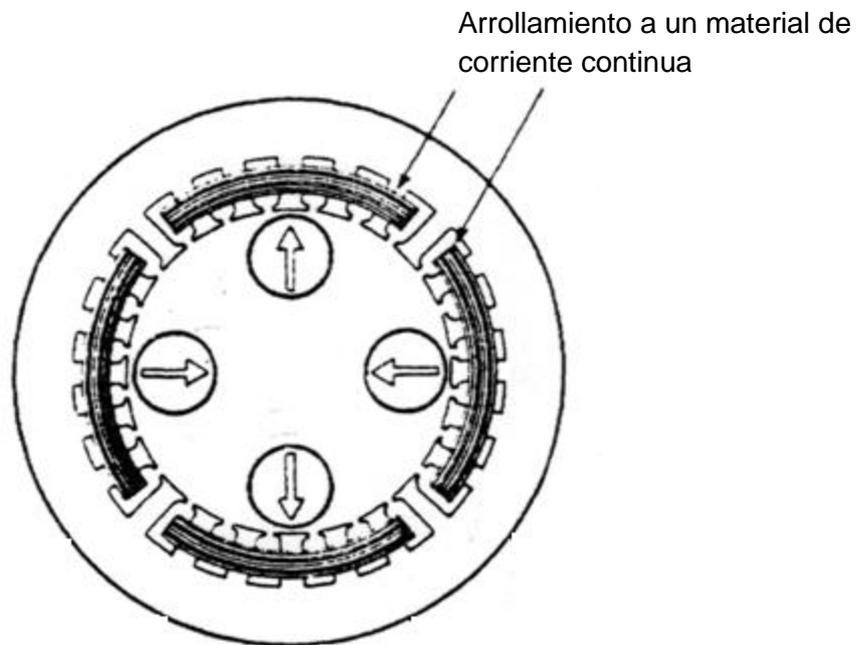
(Aller, 2007)

4.2.7. Conexiones Erróneas

Las conexiones equivocadas dan lugar a la inversión de la polaridad en bobinas o grupos de bobinas.

Ello da lugar a un funcionamiento incorrecto de la máquina, ya que las bobinas o grupos equivocados hacen su esfuerzo en oposición al resto del devanado, provocando con ello un funcionamiento anómalo, que además de provocar un sonido de la máquina extraño, da lugar a un consumo excesivo de intensidad.

Imagen N° 34



(Aller, 2007)

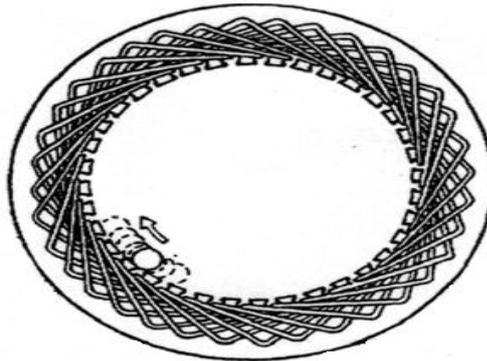
La mejor forma de localizar bobinas con polaridad invertida es examinar las conexiones visualmente, pero en la mayoría de los casos eso no es posible, por diferentes razones.

En tal caso el método más seguro consiste en alimentar el principio y final de una fase con corriente continua, de 6 a 12 V y recorrer el bobinado con una brújula, como muestra en la imagen N° 35.

A medida que la brújula pasa frente a cada polo de la fase indicará si es norte o sur, lo que deberán hacer alternativamente, puesto que si marca dos veces seguidas el mismo polo, es evidente que hay un error, si por el contrario no se define claramente, es que alguna de las bobinas del grupo está invertida.

Otro sistema válido para comprobar el conexionado correcto, es el realizado con una bola metálica como la indicada en la imagen N^o 35, para ello hemos de utilizar una bola que sea de diámetro ligeramente superior al tamaño de la abertura de las ranuras del estator.

Imagen N^o 35



(Aller, 2007)

Para hacerse el ensayo deben darse los siguientes pasos:

- * Se conectan los devanados de la máquina en estrella.
- * Alimentamos la máquina con una fuente de c.a., de valor regulable, a tensión reducida.
- * Con un elemento de material no magnético, se impulsa la bola metálica en el sentido de giro previsto para el campo magnético giratorio, ésta deberá empezar a girar en el interior de la armadura.
- * Al aumentar o disminuir la tensión de alimentación, la velocidad de la bola también lo hace.

Si a pesar de haber hecho los pasos enunciados, la bola no gira, podemos asegurar que hay conexiones equivocadas.

Durante el ensayo se calientan mucho los devanados, por tanto debe hacerse en un tiempo breve.

4.2.8. Rebobinado de las Maquinas de C.A.

Cuando algunas de las anomalías detectadas en los ensayos anteriores resultan imposibles de reparar, o cuando es necesario cambiar alguna característica de las máquinas, es necesario rebobinarlas.

El proceso de rebobinado de las máquinas de corriente alterna comprende una serie de pasos, que deben hacerse en el siguiente orden:

- Toma de datos.
- Extracción del arrollamiento antiguo.
- Aislamiento de las ranuras estatóricas.
- Confección de las nuevas bobinas.
- Colocación de las bobinas en las ranuras.
- Conexión de las bobinas entre sí.
- Verificación eléctrica del nuevo arrollamiento.
- Impregnación y secado.

4.2.9. Toma de Datos al Extraer el Arrollamiento.

Siempre que se tenga que rebobinar un motor o generador de c.a., es necesario anotar previamente los datos necesarios para que el nuevo bobinado tenga las mismas características que el antiguo.

Los datos que deben anotarse son:

- Los que figuran en la placa de características del motor.
- El número de ranuras estatóricas.
- El número de bobinas.
- La clase de conexión entre bobinas.
- El número de espiras de cada bobina.
- La forma y las dimensiones de cada bobina.
- El paso de bobina.
- La clase de aislamiento empleado en las ranuras, con indicación de su espesor.
- La sección del conductor y el espesor de su aislamiento.

Estos datos deben ser lo más completos y claros posible, al objeto de precederse al rebobinado del motor sin pérdida de tiempo. El mejor

procedimiento consiste en reunirlos en una hoja de datos como la que se representa en la imagen N° 36.

Antes de extraer el arrollamiento estático de las ranuras es preciso determinar y anotar de qué modo están unidos entre sí los diversos polos o las diversas ramas de arrollamiento, y cuál es la clase de conexión entre fases, para ello haremos un esquema simplificado en el espacio correspondiente de la hoja de datos de la imagen N° 36.

Los motores trifásicos están normalmente previstos para trabajar a una o dos tensiones de servicio y para girar a dos, tres o cuatro velocidades de régimen, lo cual exige una gran variedad de conexiones (en triángulo, en estrella, en serie, en paralelo y todas las combinaciones posibles entre éstas).

Imagen N° 36

RAZON SOCIAL DEL PROPIETARIO:		
W o CV	Intensd:	Tension:
Tipo:	Codigo:	R.P.M.:
Hz:	N1 fases:	Tep. Max:
K:	N1 bobinas:	2p:
N1 esp./bob.	Ø hilo:	Bob./grupo:
Imbricado:	Ondulado:	Por polos:
Paso bob:	Otras	
	conexiones:	
Esq. Simplificado:		

(Aller, 2007)

Una vez se han anotado los datos de la placa de características y el nombre o razón social del propietario, es necesario abrir la máquina. Pero antes de aflojar tornillos es importante marcar la carcasa y los escudos con el fin de que al montarlos se coloquen en la misma posición exactamente, para evitar problemas de centrado, esta operación puede hacerse como se muestra en la imagen N° 37.

Imagen N° 37



(wikipedia.org, 2011)

Una vez que se abre la máquina y se desmonta el rotor, suponiendo que no sea éste el averiado, nos dedicamos al estator, comenzando a contar las ranuras, tomando nota en la tabla.

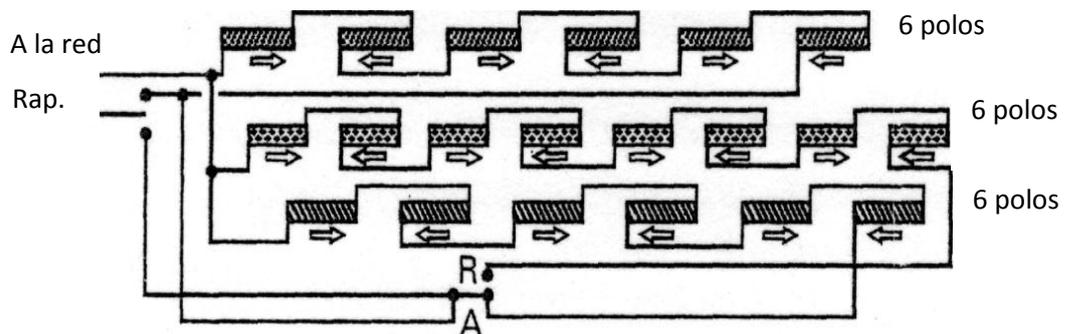
Imagen N° 38



(wikipedia.org, 2011)

A continuación será necesario averiguar qué conexión tiene la máquina, para ello posiblemente será necesario calentar en el horno el devanado, con objeto de reblandecer el barniz, para poder separar las conexiones, una vez se han sacado las conexiones, se hace el esquema simplificado de una fase si la máquina es trifásica, o de los dos bobinados si es monofásica. El esquema simplificado se hará como el representado en la imagen N° 39.

Imagen N° 39



(Aller, 2007)

Como las bobinas son moldeadas, habrá que sacar algunas para verificar su forma y dimensiones exactas con objeto de confeccionar el molde o acondicionar la plantilla para hacer las nuevas.

Luego se cuenta el número de espiras de cada bobina. Si ello resulta difícil, se secciona la bobina y se cuenta el número de extremos de hilo cortados.

Acto seguido se mide el diámetro del conductor por medio de un calibre o un micrómetro, y se anota la clase de aislamiento que lleva.

Tómese nota igualmente de la clase de aislamiento que llevan las ranuras.

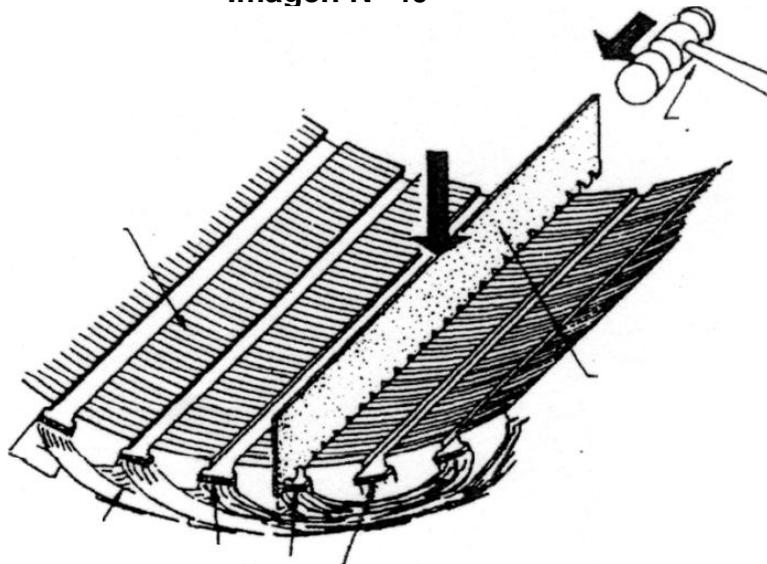
4.2.10. Recomendaciones a tener en Cuenta.

Durante la extracción de las bobinas es necesario procurar no tocar las chapas del núcleo para evitar su deterioro.

Como las cuñas han sido introducidas a presión en las ranuras, su extracción suele resultar difícil.

El mejor modo de conseguirlo es colocar una hoja de sierra sobre la cuña (imagen N^o 40) y golpearla con un martillo hasta que sus dientes hagan presa en la cuña; seguidamente se golpea la hoja en dirección horizontal, con lo cual sus dientes penetran más en la cuña y al propio tiempo la arrastran hacia fuera de la ranura.

Imagen N° 40



(Aller, 2007)

En las máquinas grandes, la extracción del arrollamiento es relativamente más fácil. En caso de ranuras semicerradas, y especialmente si han sido secados a la estufa, puede ser necesario volverlos a introducir en la misma con objeto de reblandecer todo el aislamiento y el barniz si no se ha hecho anteriormente. Es necesario asegurarse de que todo el aislamiento ha sido extraído de las ranuras.

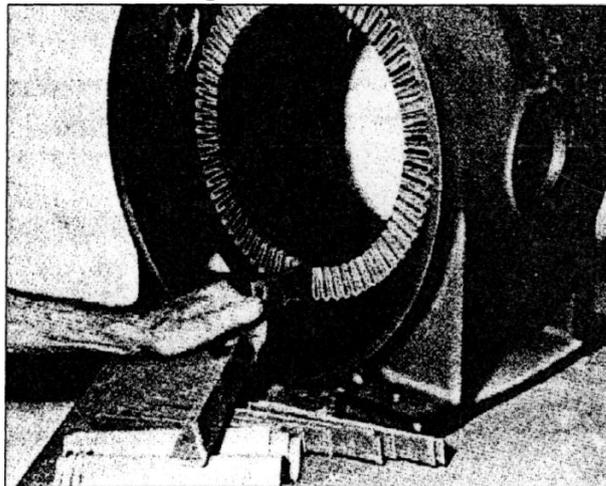
4.2.11. Aislamiento del Núcleo.

Según (Aller, 2007), “Antes de rebobinar una máquina es preciso aislar las ranuras de la misma para evitar que los conductores puedan tocar las chapas del núcleo y crear sí contactos a masa”.

Para ello se utilizará aislamiento de espesor y calidad idénticos a los del material original extraído.

En las máquinas de c.a., los cartones que aíslan las ranuras se cortarán de forma que sobresalgan por los extremos de las ranuras lo suficiente para que los conductores no lleguen a tocar el núcleo en ningún momento.

Imagen N° 41



(Aller, 2007)

En lo que respecta al borde interior de las ranuras, deberá estar libre de aislante, puesto que es donde irán las cuñas para cerrarlas, como se puede observar en la imagen N° 41.

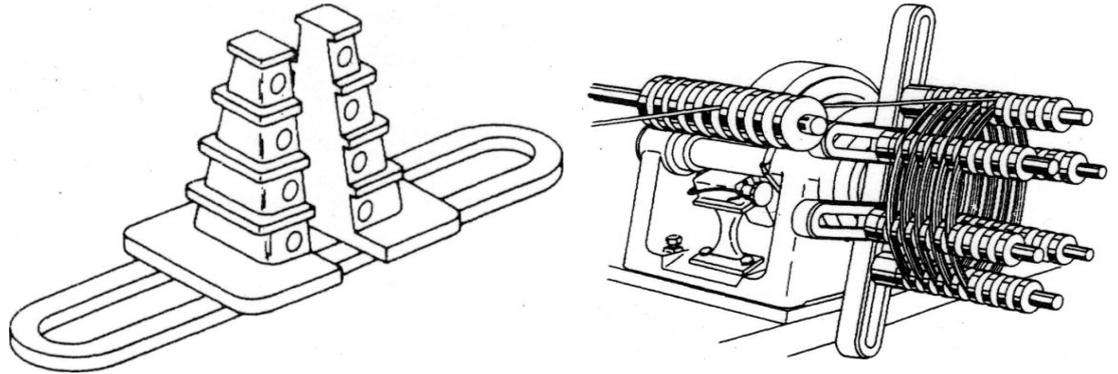
4.2.12. Ejecución de las bobinas.

Para hacer las bobinas se procederá en el siguiente orden:

- Se toma la medida y forma exacta de la bobina que habíamos sacado entera, o bien, si esto no fue posible, se toma la medida con un trozo de hilo de bobinar y se traslada a unos moldes adecuados, según para qué tipo de bobinado sean las bobinas, así deberá ser el molde

(concéntricos, excéntricos, monofásicos, etc.), algunos de estos tipos son los de la imagen N^o 42.

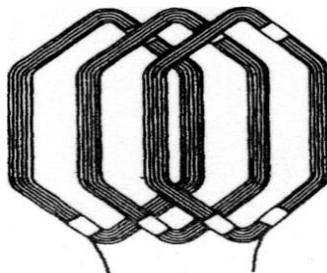
Imagen N^o 42



(Aller, 2007)

- En una máquina bobinadora, una vez montado el molde, se fija en el contador de la misma el número de espiras que ha de llevar la bobina. Con hilo esmaltado adecuado en características y dimensiones, cuidadosamente se van poniendo capas, sin que haya hilos cruzados, y una vez se haya terminado se atan con cintas o cuerdas, quedando las bobinas como muestra la imagen N^o 43.

Imagen N^o 43

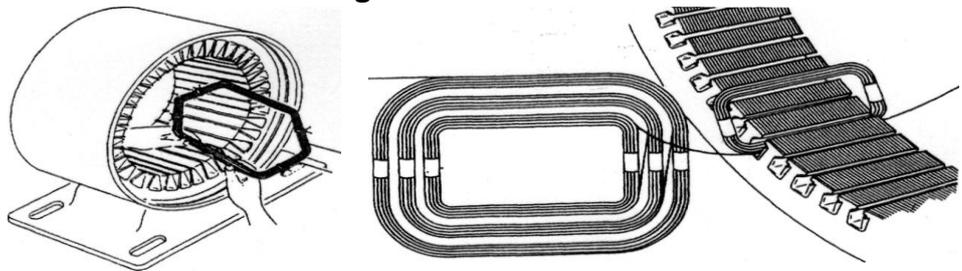


(Aller, 2007)

4.2.13. Colocación de las Bobinas en las Ranuras.

Para realizar este paso, es importante la destreza del bobinador, en todo momento ha de procurar que no se crucen los hilos de la bobina que tiene entre sus manos, haciendo que éstos queden alineados, imagen N^o 44), de forma que entren con facilidad en la abertura de la ranura. Se debe tener especial cuidado de no invertir las bobinas, una buena forma de hacerlo es dejando el resto del grupo sobre la mesa como se refleja en la imagen N^o 44).

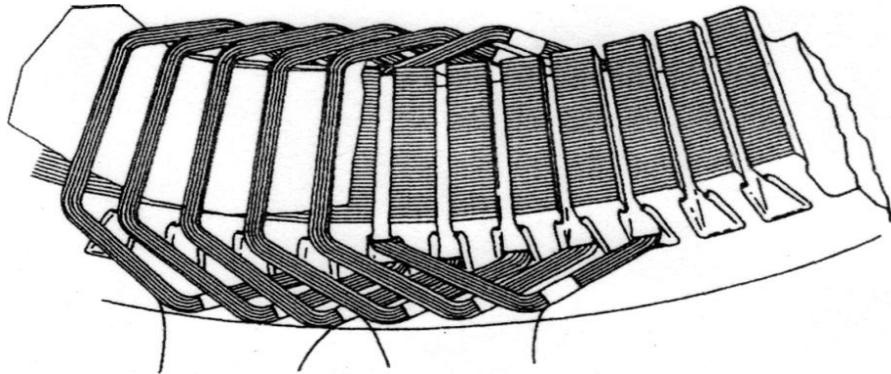
Imagen N^o 44



(Aller, 2007)

La forma en que van quedando los grupos de bobinas alojados en las ranuras se observa en la imagen N^o 45, para bobinados excéntricos en que además se observa cómo es necesario dejar cinco haces activos fuera, ya que debajo, en su misma ranura o en otra distinta, han de entrar haces correspondientes a las últimas bobinas durante el cierre del devanado, siendo los primeros que dejamos sobre el cartón los últimos en entrar.

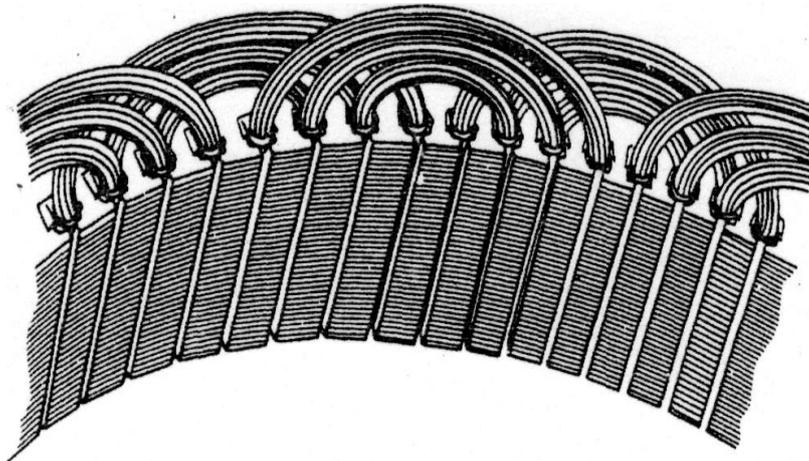
Imagen N° 45



(Aller, 2007)

En la imagen N° 46, puede observarse cómo quedarían alojados los grupos de un bobinado concéntrico.

Imagen N° 46

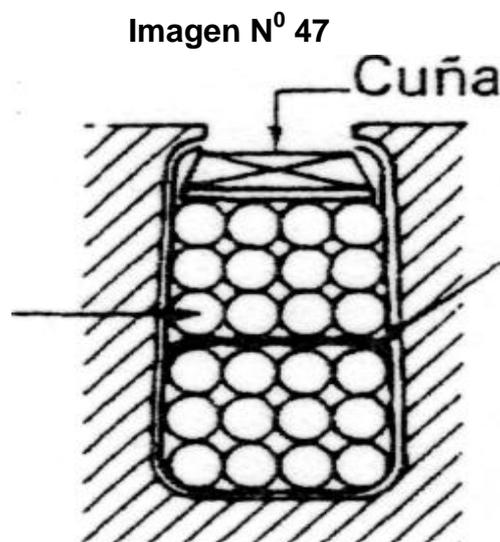


(Aller, 2007)

4.2.14. Cierre de las Ranuras.

Una vez se han situado en el interior de las ranuras los haces activos de las bobinas, es necesario cerrarlas. Para ello, si el bobinado es rotórico se actuará de igual forma que para los bobinados inducidos de c.c, con la única diferencia de que en éstos los circuitos se conectan a un colector de anillos y no de delgas.

Según (Aller, 2007), “En el caso de devanados estáticos que será lo más frecuente, existe la posibilidad de utilizar diferentes materiales, como pueden ser madera, cartón, plástico y fibra, todos ellos se comercializan con dimensiones y formas adecuadas a los distintos tipos de ranuras habituales en las máquinas en uso.”



(Aller, 2007)

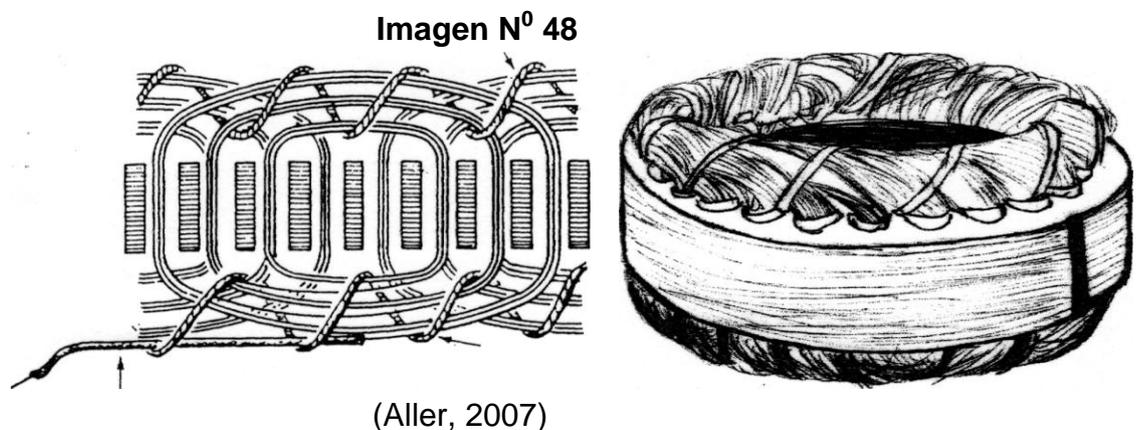
4.2.15. Comprobaciones Eléctricas.

Ya durante el proceso de conexionado, iremos comprobando la continuidad del circuito, como ya sabemos lo podemos hacer con lámpara serie, óhmetro, etc. Una vez terminado de conectar, se procede a la fijación mediante amarre de todo el bobinado y posteriormente se somete a ensayos de aislamiento, formación de polos, etc.

4.2.16. Aislamiento y Amarre.

El amarre del bobinado se hace cuando se han terminado de hacer las conexiones y éstas se han aislado adecuadamente, poniéndose también aislamiento entre las cabezas de los distintos grupos.

Para proceder al amarre se toma una cuerda o cinta de material resistente y se cosen las cabezas de las bobinas, unas junto a otras, como se puede observar en la imagen N^o 48, con objeto de formar un anillo compacto y resistente, que en ningún momento pueda rozar con las partes móviles de la máquina.



Durante el proceso de amarre, es necesario colocar los conductores flexibles que unirán los principios y finales de fases a la placa de bornes, éstos deben salir por un orificio que existe en el lugar previsto para la placa.

4.2.17. Impregnación y Secado.

Terminado, el bobinado y verificado eléctricamente el arrollamiento, la próxima operación es impregnar este último con barniz. La impregnación hace el arrollamiento estanco a la humedad y evita la vibración de las espiras de las bobinas en las ranuras.

Tanto la humedad como las vibraciones acaban por deteriorar el aislamiento de los conductores, con la consiguiente producción de cortocircuitos,

El barniz empleado puede ser de dos clases, según se seque al aire, por sí solo, o que precise un secado en la estufa. El primero únicamente se aplica cuando no se desea o no se puede exponer el inducido al calor.

El segundo es siempre preferible por resultar más efectivo, ya que la humedad sólo se elimina con un secado en la estufa.

Caso de utilizar este último, se introduce el estator o rotor, en una estufa a la temperatura de 1.200 °C y se deja en ella unas tres horas con objeto de eliminar todo resto de humedad.

Se retira luego de la estufa, se impregna con barniz, se deja escurrir el tiempo necesario y se vuelve a introducir finalmente en la estufa, donde

deberá permanecer tres horas más expuesto a la misma temperatura de antes.

Antes de la impregnación, es muy conveniente encintar las partes que no deben estar cubiertas de barniz, para evitar que aquél permanezca adherido en dichas partes al secarse y tenga que ser rascado. Una vez terminado al secado, se procede al montaje y comprobación final de funcionamiento.

4.2.18. Informe del Trabajo Realizado.

El parte de trabajo realizado es un mecanismo utilizado en los talleres para conocer el trabajo desarrollado por cada trabajador a lo largo de la jornada, a la vez, es la forma de valorar una reparación cuando ésta ha de cobrarse a un tercero.

Para hacer que el parte o informe del trabajo desarrollado, sea fácil de hacer y a la vez aporte toda la información deseada, puede hacerse un formulario.

Estos partes de trabajo deben ser archivados junto con una copia de la factura correspondiente, de forma que resulte cómodo y fácil de localizar, especialmente en el caso de reclamaciones de los clientes o de nuevas reparaciones.

ANEXOS

➤ **MODELO PRÁCTICO DEL VEHÍCULO TOYOTA PRÍUS**



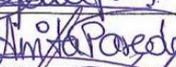
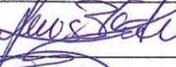
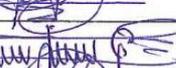
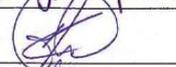
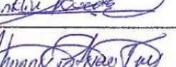
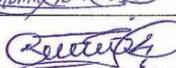
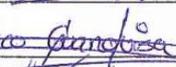
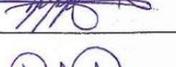
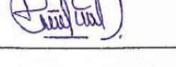
➤ **SOCIAVILIZACIÓN DE LA TESIS**







**ASISTENCIA A LA SOCIALIZACION DEL MODULO DIDACTICO
MG2 DEL TOYOTA PRIUS**

NOMBRE	CI#:	FIRMA
JEFFERSON ESTUVEZ	100333222-6	
LUIS PINTO AYALA	100356792-0	
Shenaton Caicedo	040130050-4	
Nadia Falconi	100317668-0	
Anita Paredes	10005698-3	
TARISA BLADUICE	100298417-5	
David Lema	100287462-4	
Luis López	040166046-9	
Edwin Pastoz Nenger	100270712-1	
John Jairo Guatero	040161310-9	
Diego Andrés Guevara Pozo	100298048-8	
JORGE CHACIZA	100394073	
Damián Vargas	100298269-4	
FRANKLIN RUCDA	040180054-5	
Patricio Frías	040135663-8	
Carlos Rosero	1817022576-0	
Nairo Guandisa	100386892-3	
David Guerra	100334103-1	
JOEL OBAJDO	080263066-5	
SAMUEL CHIMBOLEMA	100350926-0	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100305673-4	
APELLIDOS Y NOMBRES:	GARZÓN TORRES JUAN CARLOS	
DIRECCIÓN:	Av. José Miguel Vaca 3-81 y Latacunga	
EMAIL:	jc_garzon5@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	062 546 303	TELÉFONO MÓVIL: 0997 059 958

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ELABORACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO EN EL MOTOR ELÉCTRICO MG2, DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS.
AUTOR (ES):	GARZÓN TORRES JUAN CARLOS
FECHA: AAAAMMDD	2013-04-12
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	ING. CARLOS SEGOVIA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **GARZÓN TORRES JUAN CARLOS**, con cédula de identidad Nro. **100305673-4**, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de ABRIL de 2013

EL AUTOR:

(Firma).....


Nombre: GARZÓN TORRES JUAN CARLOS
C.C.: 100305673-4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **GARZÓN TORRES JUAN CARLOS**, con cédula de identidad Nro. **100305673-4**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **ELABORACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO EN EL MOTOR ELÉCTRICO MG2, DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 12 días del mes de ABRIL de 2013

(Firma) .....
Nombre: GARZÓN TORRES JUAN CARLOS
Cédula: 100305673-4



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100341714-2	
APELLIDOS Y NOMBRES:	VÁSQUEZ CLERQUE OSCAR JOSÉ	
DIRECCIÓN:	Av. El Retorno junto a la Academia San Diego	
EMAIL:	Oscarin_vaster@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	_____	TELÉFONO MÓVIL: 0984 474 693

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ELABORACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO EN EL MOTOR ELÉCTRICO MG2, DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS.
AUTOR (ES):	VÁSQUEZ CLERQUE OSCAR JOSÉ
FECHA: AAAAMMDD	2013-04-12
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR /DIRECTOR:	ING. CARLOS SEGOVIA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **VÁSQUEZ CLERQUE OSCAR JOSÉ**, con cédula de identidad Nro. **100341714-2**, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de ABRIL de 2013

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: **VÁSQUEZ CLERQUE OSCAR JOSÉ**
C.C.: 100341714-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **VÁSQUEZ CLERQUE OSCAR JOSÉ**, con cédula de identidad Nro. **100341714-2**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **ELABORACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO EN EL MOTOR ELÉCTRICO MG2, DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 12 días del mes de ABRIL de 2013

(Firma)
Nombre: **VÁSQUEZ CLERQUE OSCAR JOSÉ**
Cédula: 100341714-2