

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

INNOVACIÓN DE EQUIPO PROBADOR DE TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS Y PROBADOR DE ALTERNADORES Y MOTORES DE ARRANQUE

Aplicación Área Académica

**DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
TÉC. FRANCISCO ERNESTO CORTEZ REINOSA**

**DOCENTE CO INVESTIGADOR:
TÉC. KELMIN MOLINA SALVADOR**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL**

ENERO 2019

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

INNOVACIÓN DE EQUIPO PROBADOR DE TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS Y PROBADOR DE ALTERNADORES Y MOTORES DE ARRANQUE

Aplicación Área Académica

**DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
TÉC. FRANCISCO ERNESTO CORTEZ REINOSA**

**DOCENTE CO INVESTIGADOR:
TÉC. KELMIN MOLINA SALVADOR**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
ITCA-FEPADE SEDE CENTRAL**

ENERO 2019

Rectora

Licda. Elsy Escolar SantoDomingo

Vicerrector Académico

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario Wilfredo Montes, Director

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada

Sra. Edith Aracely Cardoza de González

Coordinadora Académica de Escuela de Ingeniería Automotriz

Tec. Fátima Lourdes Lara de Rivas

629.244 6

C828i Cortez Reinoso, Francisco Ernesto, 1988 -

SV Innovación de equipo probador de transmisiones automáticas y probador de alternadores y motores de arranque : aplicación área académica [recurso electrónico] / Francisco Ernesto Cortez Reinoso, Kelmin Molina Salvador, coaut. -- 1ª ed. . - Datos electrónicos (1 archivo : 22300 kb). - Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2019.

1 recurso en línea : col.

Forma de acceso : World Wide Web. URL:

<https://www.itca.edu.sv/produccion-academica/>

Título tomado de la pantalla de presentación

Datos publicados también en forma impresa

ISBN: 978-99961-39-03-1 (Impreso)

ISBN: 978-99961-39-04-8 (E-Book)

1. Automóviles – Mecanismo de transmisión – Pruebas.
2. Verificación automática – Equipo.
3. Motores de combustión interna – Encendido. I. Molina Salvador, Kelmin, coaut. II. Título.

Autor

Téc. Francisco Ernesto Cortez Reinoso

Co Autor

Téc. Kelmin Molina Salvador

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2019

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América

Sitio Web: www.itca.edu.sv

TEL: (503)2132-7423

FAX: (503)2132-7599

Primera Parte

Innovación de Equipo Probador de Transmisiones Automáticas

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
2.2. ESTADO DE LA TÉCNICA	5
2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
3. OBJETIVOS	8
3.1. OBJETIVO GENERAL	8
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4. HIPÓTESIS	8
5. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	8
<i>Fig.4. Vista de Caja Automática seccionada</i>	9
<i>Fig.5. Equipos industriales para pruebas en cajas automáticas</i>	10
5.1. EVOLUCIÓN DE LAS TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS.....	11
6. METODOLOGÍA	15
6.1. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS:	15
6.2. DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBA PARA CAJAS AUTOMÁTICAS	15
6.3. PRUEBAS	21
6.4. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS	23
7. RESULTADOS	27
7.1. SOFTWARE DE CONTROL LAB VIEW DESCRIPCIÓN	38
7.2. ARDUINO UNO	40
8. CONCLUSIONES	47
9. RECOMENDACIONES	48
10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:	49
11. ANEXOS	49
11.1. WIRING DIAGRAM ENGINE PERFORMANCE TOYOTA 4RUNNER 1998 (1-3)	50
11.2. WIRING DIAGRAM ENGINE PERFORMANCE TOYOTA 4RUNNER 1998 (2-3)	51
11.3. WIRING DIAGRAM ENGINE PERFORMANCE TOYOTA 4RUNNER 1998 (3-3)	52
11.4. WIRING DIAGRAM AUTOMATIC TRANSMISION NISSAN SENTRA. 1996.....	53

1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador la oferta de vehículos usados traídos de Norte América es cada vez mayor y con ello el número de unidades con transmisiones automáticas, esto representa un reto para los Técnicos Automotrices que reparan dichas transmisiones, debido a que requieren de mayores conocimientos técnicos, mayor cuidado al momento de diagnosticarlas y montarlas en los vehículos.

El presente trabajo de investigación destaca los procesos de rehabilitación e innovación en el equipo probador para ser más eficiente al momento de diagnosticar y probar las transmisiones automáticas, aunque el trabajo está delimitado a dos de modelos de las marcas con la mayor cuota de mercado actualmente, se puede en un futuro continuar incluyendo mayor cantidad de marcas y modelos.

Los resultados obtenidos con el proyecto, nos permiten en gran medida poder incluir tópicos de actualización a los participantes de la carrera de Técnico en Mecánica Automotriz y cursos de educación continua en el área de transmisiones automáticas; sin lugar a dudas ayudará a comprobar la efectividad del trabajo realizado en las transmisiones estudiadas.

Por tanto, considerando la vida útil de algunos componentes, desgaste mecánico de motor, y fatiga de sistema eléctrico de control, se procedió a la innovación del banco probador y realizar ciertas mejoras de las características para un óptimo funcionamiento y operación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en nuestro país es muy frecuente encontrar en circulación vehículos con transmisión automática, esto representa un problema para los actuales y futuros técnicos en mecánica automotriz, ya que para poder realizar diagnósticos y/o reparaciones en este tipo de transmisiones, es necesario contar con las habilidades, destrezas, equipo y métodos de trabajo adecuados.

Ante esta situación, los planes se actualizan periódicamente contemplando los temas vinculados con las transmisiones automáticas, sin embargo, se tiene la limitante de no contar con un equipo en el cual se puedan realizar prácticas de diagnóstico y prueba de cajas automáticas en funcionamiento.

2.2. ESTADO DE LA TÉCNICA

En relación al estado de la técnica se realizó una búsqueda de patentes de bancos que realicen la misma tarea, algunas de las patentes consultadas son: US 4732,036; US 4,592,228; US 4,356,724; US 3,016,740; US6,925,863 B2; US6,155,948; US 6,038,918. A continuación, se muestran figuras de bancos diseñados con el fin de realizar pruebas en cajas automáticas:

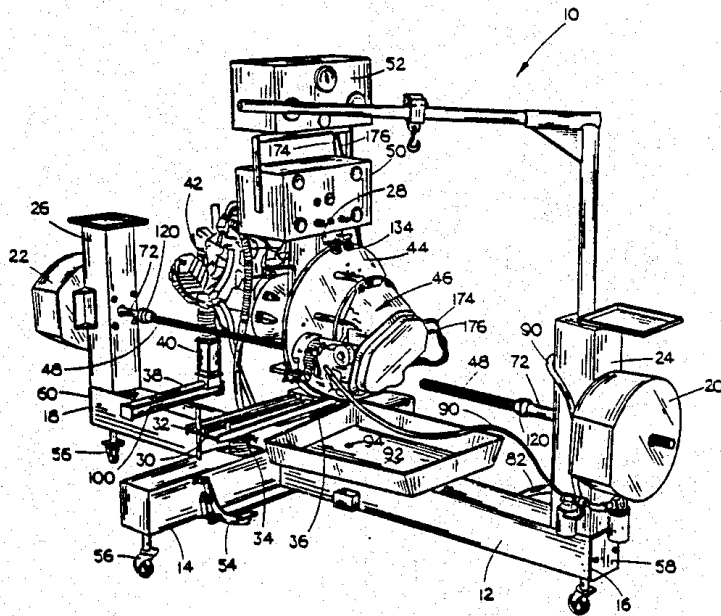


Fig.1. Diseño de banco para prueba de cajas automáticas patente US4732036

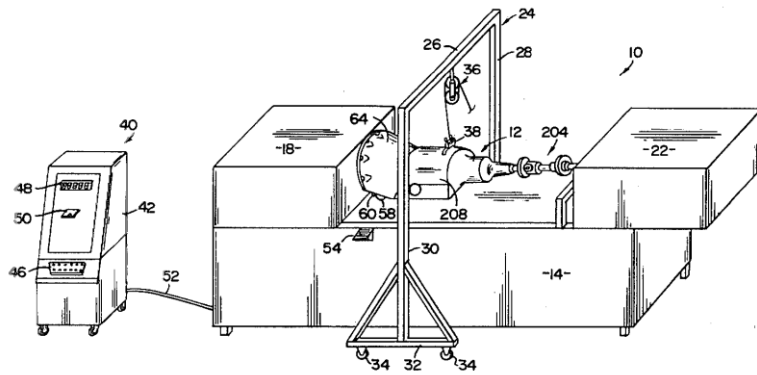


Fig.2. Diseño de banco para prueba de cajas automáticas patente US4356724

Además, se encontraron algunas publicaciones de aplicación de patentes, aunque estas no están directamente relacionadas con el equipo sino con el meto de lectura de los elementos en una caja automática algunas de ellas son: US5995887, US6038918 y US6155948

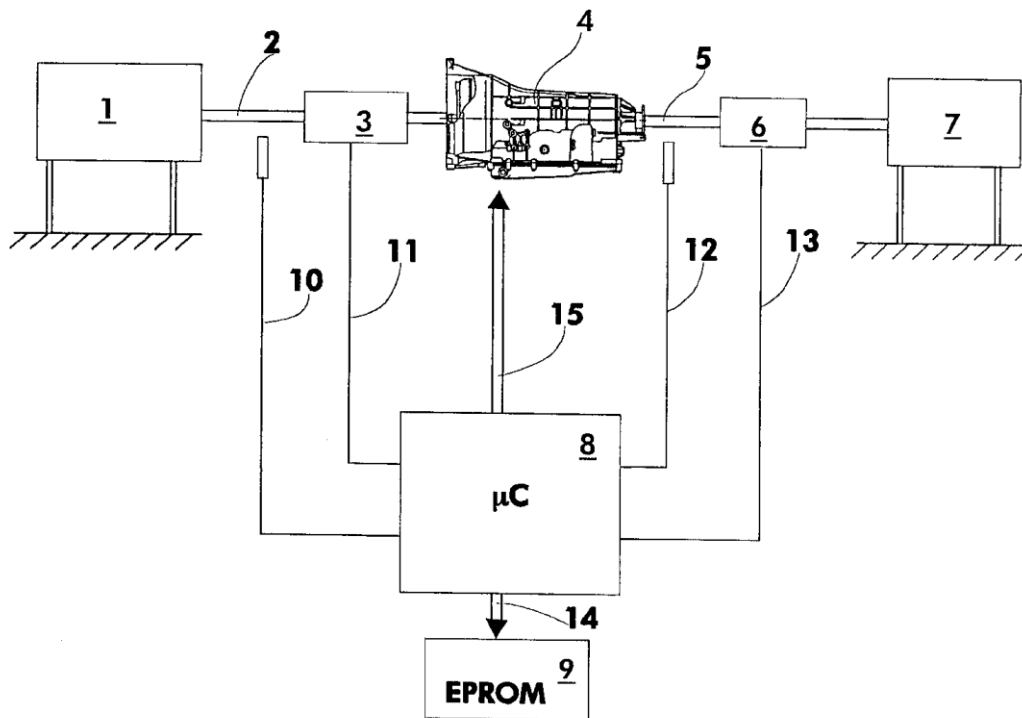


Fig.3. Figura extraída de patente relacionada con el método de lectura [US6155948](#)

Existen también solicitudes de publicación de patente, algunas de ellas son: US2006229788, US2003213296 y US2003010104.

Las patentes encontradas describen que tienen limitantes en el tipo de caja a probar, además se hace mención que la necesidad de este tipo de equipo es vital en plantas ensambladoras de vehículos, talleres dedicados a la rehabilitación de cajas y talleres de reparación en general. También hace mención que los equipos que comercialmente se elaboran para este fin, son costosos y es difícil que las pequeñas empresas puedan contar con ellos para ser más eficiente al momento de verificar el estado de las reparaciones en cajas automáticas. Existe variedad en la forma de proporcionar el torque al banco de prueba, en algunos utilizan un motor de combustión interna y en otros se utiliza un motor eléctrico.

Se encontraron además que este tipo de equipo pertenece a la clasificación de patentes del tipo G 01M en su gran mayoría 13/02, 15/00.

2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este proyecto permite que los estudiantes de la carrera de Téc. En Mecánica Automotriz, evalúen la efectividad del trabajo realizado a lo largo del módulo de Cajas Automáticas, lo cual representa un salto cualitativo en la formación de técnicos y participantes de cursos especializados en el área automotriz, que contemplen los temas de cajas automáticas. Al mismo tiempo los docentes y alumnos participantes del proyecto han incrementado su potencial investigativo, vinculando así la investigación y la docencia de manera práctica y efectiva.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Rehabilitar el banco probador de transmisiones automáticas el cual es un modelo de utilidad que permita realizar pruebas de funcionamiento en cajas automáticas para dos de los modelos de mayor circulación en El Salvador.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Incrementar el nivel de tecnificación del personal vinculado al proyecto.
- Diseñar un equipo especializado de prueba y diagnóstico en el área de transmisiones automáticas.
- Elaborar un prototipo para prueba de cajas automáticas de vehículos automotores.
- Elaborar pruebas para verificar la confiabilidad del equipo desarrollado.
- Restaurar o sustituir componentes del equipo durante el diagnóstico de las transmisiones.
- Realizar una innovación al equipo que cumpla con las exigencias del mercado automotriz actual.

4. HIPÓTESIS

La Utilización del equipo para pruebas de funcionamiento en cajas automáticas permitirá incrementar la eficiencia y confiabilidad en los trabajos realizados en ellas, durante las prácticas en el módulo de cajas automáticas.

5. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Cajas Automáticas

Una transmisión equipada con sistema de control electrónico, procesa continuamente la información proporcionada por sensores, logrando así controlar todas las condiciones de funcionamiento de la transmisión del vehículo.

Es importante tener presente que estos mandos electrónicos nos permiten condiciones de marchas mucho más puntuales. También estas transmisiones constan de un sistema de control electrónico para cambio secuencial, denominado en algunas ocasiones AUTO-STICK con la cual proporciona una capacidad de cambio de velocidad manual.

Sistema control electrónico de la transmisión

El módulo de control del tren de potencia (PCM) es la computadora que funciona como el cerebro de la transmisión automática controlada electrónicamente. El PCM recibe entradas electrónicas de varios sensores del vehículo y procesa esta información para determinar las condiciones de operación del vehículo. Dependiendo de estas condiciones de operación el PCM controla lo siguiente:

- 1) Los cambios ascendentes y descendentes operando un par de solenoides de cambios en una secuencia ON/OFF.
- 2) La calidad de cambio de la transmisión, controlando electrónicamente al solenoide de control de presión. (PCS) el cual ajusta la presión de línea.
- 3) El tiempo de aplicación y liberación del embrague del convertidor de par y en algunas aplicaciones la sensación de aplicación del TCC, por medio de control de solenoide del embrague del convertidor de par o solenoide dependiendo de la aplicación.

El control electrónico de estas características de operación de la transmisión proporciona calidad y puntos de cambio, consistente y preciso; además mejora la eficiencia del cambio de velocidad basados en las condiciones de operación del vehículo. En la figura 4 se muestra una caja automática seccionada

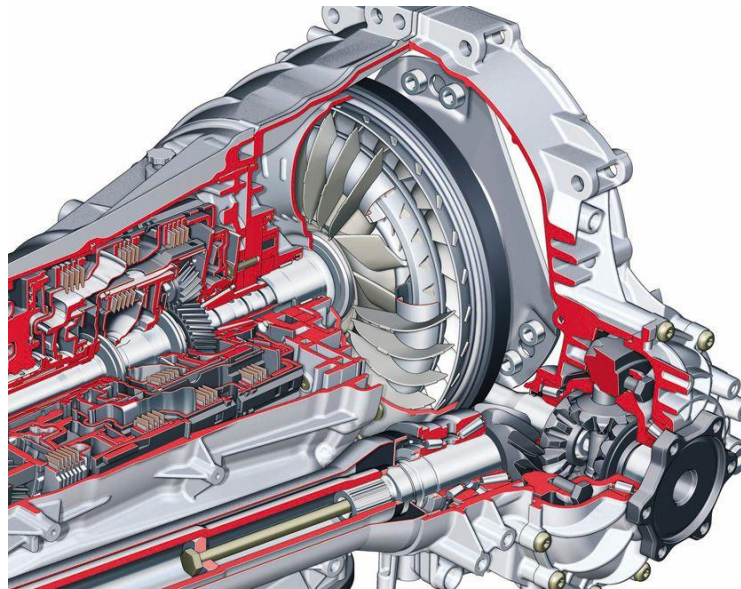


Fig.4. Vista de Caja Automática seccionada

En la figura 5 se algunos equipos utilizados en talleres y laboratorios para realizar pruebas a las cajas automáticas.



Fig.5. Equipos industriales para pruebas en cajas automáticas

5.1. EVOLUCIÓN DE LAS TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS

Las transmisiones automáticas han incursionado en el mercado con gran acogida, a pesar del alza en los precios de los vehículos que cuentan con esta tecnología. Su evolución ha llevado a que los fabricantes incrementen su diseño.

La constante evolución tecnológica y las tendencias del mercado, buscan acercar el automóvil a la conectividad y garantizar que la experiencia de conducción sea placentera, por lo cual el aumento del confort, la versatilidad y la seguridad que genera conducir un vehículo automático, resultan ser prioridades para el cliente a la hora de tomar la decisión de compra.

Este mismo crecimiento tecnológico ha llevado a los fabricantes a fijar su mirada en el futuro de los vehículos automáticos, que inicialmente fueron concebidos como sistemas de cuatro velocidades para vías que distaban de las características de nuestra topografía.

Los primeros modelos contaban con sistemas que, a partir del nivel de exigencia de las vías y los hábitos de conducción, redundaban en desgastes de componentes y sistemas adyacentes como refrigeración y frenos, así como en el incremento del consumo de combustible, que generaron un ambiente de incertidumbre sobre la versatilidad de esta tecnología para nuestro país.

Por fortuna, los avances tecnológicos sumados a la necesidad de la sinergia entre confort y seguridad, han llevado a los vehículos automáticos a un escenario inimaginable.



Fig. 6. Fábrica de transmisiones automáticas marca Jatco

Transmisión de potencia automática

Básicamente la marcha automática corresponde a un sistema de selección de marchas sin la intervención o selección de éstas por parte del operador; es así que la selección de la marcha es realizada por el sistema automático a partir de la velocidad y par de motor.

Operativamente el vehículo automático no cuenta con un selector de cambios manual y un pedal de embrague, su función es incorporada al sistema automático de cambio de relación a partir de la variación de regímenes de revoluciones y velocidad, redundando en el confort, la seguridad y la versatilidad durante la conducción.

De forma general, el sistema está compuesto por un convertidor hidráulico del par de entrada proveniente del motor hacia la transmisión, un conjunto epicicloide o de combinación de relaciones y un mando de selección automática de las relaciones.

Actualmente a partir del desarrollo de nuevas tecnologías, la implementación del sistema electrónico en el mando de selección automática, ha permitido su optimización a fin de dar al conductor la posibilidad de selección de los diferentes programas de conducción, de acuerdo a las condiciones tanto de la operación del vehículo como de la vía.

Características y ventajas

En el mercado actualmente existen diferentes sistemas de transmisión automática de acuerdo a su clasificación, encontrando sistemas manuales con versatilidades automáticas y a su vez sistemas automáticos, con versatilidades disponibles para la selección por parte del conductor.

Los vehículos con transmisión automática presentan ventajas competitivas, en relación a los vehículos que cuentan con transmisiones mecánicas, como el ahorro de combustible y la eficiencia de la gestión del sistema de refrigeración, así como la optimización de la gestión de conducción en relación al confort.

Dentro de los aspectos identificados como relevantes en cuanto al funcionamiento, así como ventajas de los sistemas de transmisión de potencia automáticos se puede contemplar:

Transmisión automática Tiptronic

Corresponde al sistema que de forma automática selecciona la adecuada relación de acuerdo a la exigencia por parte del conductor, a través de la identificación de la velocidad y aceleración del vehículo, así como regímenes de revoluciones y potencia del motor durante la conducción.

Indiscutiblemente este sistema de transmisión de potencia presenta ventajas competitivas a partir del precio y la calidad de los componentes, ya que se trata de sistemas de suma utilidad para motores de alto cilindraje y a su vez, su aporte en la gestión de ahorro de combustible es considerable.

Transmisión DSG o S tronic

Esta tecnología se convierte en una asertiva amalgama entre la selección de cambios manual y la versatilidad de la conducción deportiva.

Al interior se encuentran disponibles un tren de engranajes para marchas pares y un tren de engranajes para marchas impares, los cuales cuentan cada uno con un embrague que genera mayor precisión y eficiencia del sistema. La gestión de selección de marchas es realizada a través de la unidad mecatrónica y el sistema electro hidráulico interno.

Esta tecnología permite una gestión de marchas muy ágil y dinámica, lo cual genera confort en durante la conducción y resulta muy importante para ciudades cuyo flujo vehicular es significativo.

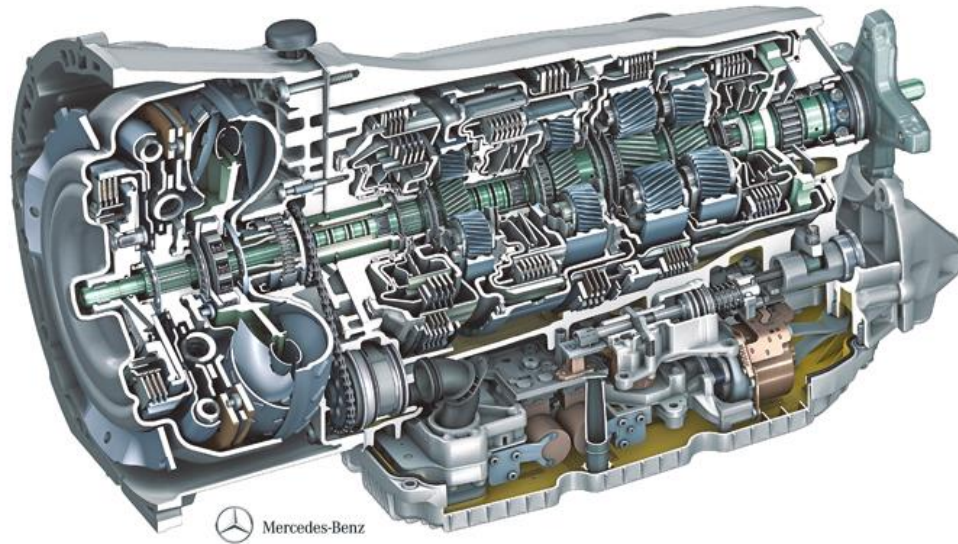


FIG. 7 LA PRIMERA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE NUEVE VELOCIDADES CON CONVERTIDOR DE PAR, LA 9G-TRONIC PARA VEHÍCULOS PREMIUM.

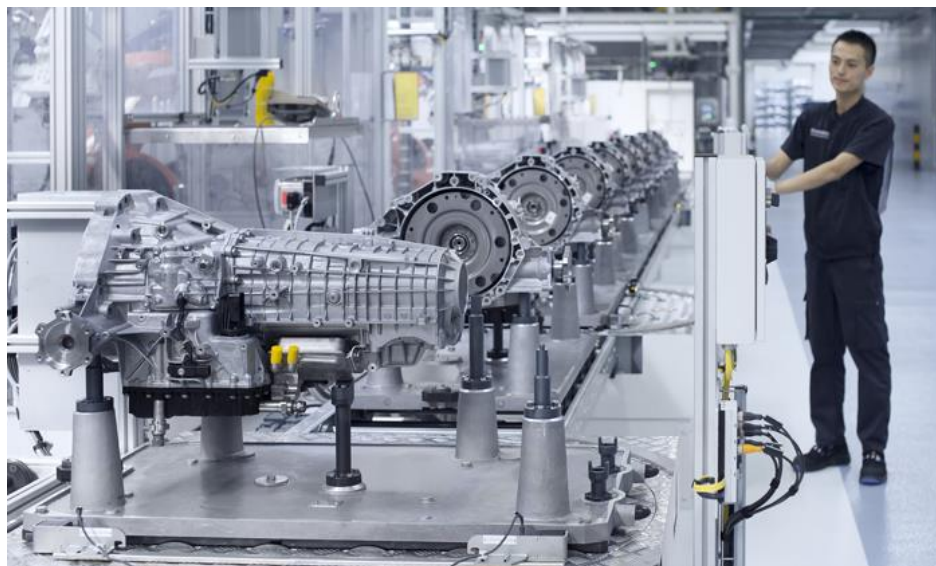


Fig. 8 LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA TRANSMISIÓN S-TRONIC DE 7 VELOCIDADES DL 382 EN LA PLANTA “TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE VOLKSWAGEN TIANJIN”, CHINA.

Transmisión automática CVT, Multitronic

Se trata de un sistema de transmisión de potencia continuamente variable, que a partir de la disponibilidad de relaciones variables continuas y el control adaptativo garantiza un rango de revoluciones adecuado para la gestión en general del vehículo.

Este sistema al ser continuamente variable no tiene un número estandarizado de marchas, lo cual se puede identificar al interior del habitáculo de ocupantes y a su vez repercute en la gestión de ahorro de combustible.

El sistema ha sido replicado en varios modelos de origen japonés.

El futuro de los sistemas de transmisión automáticos

Los sistemas electrónicos han avanzado a tal punto que a partir de gestión del vehículo es posible la selección automática de las marchas a partir de la información propia del proceso de conducción, las variables generadas en el vehículo por el conductor y las condiciones de la vía.

El futuro de los sistemas de transmisión de potencia está ligado a la evolución de los sistemas electrónicos, y su integración hacia la automatización en pro de la optimización de la energía de salida del motor, ya que aspectos que hoy en día son de importancia como la gestión del medio ambiente, la eficiencia del vehículo, el confort y la tecnología, así lo demandan.

Es así como los sistemas de nueve o más marchas junto con la optimización de la gestión de los sistemas CVT, serán el común de nuestro mercado, ya que las condiciones topográficas de la región ya no son un impedimento para que la tecnología incurse con más fuerza.



Fig. 9 .PALANCA SELECTORA DE TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

6. METODOLOGÍA

6.1. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS:

La investigación consta de tres etapas:

- La primera etapa es la de diseño y construcción del equipo de prueba, en ella se ha investigado todos los parámetros necesarios para el diseño del banco, además de realizar cálculos de diseño de la estructura que sostiene al motor y la caja. En esta etapa se definen los parámetros a medir, método de prueba y obtención de datos
- La segunda etapa tiene como fin realizar las pruebas de funcionamiento de las cajas en el equipo (es aquí donde se realizan las pruebas en cada caja según las marcas y modelos definidos en nuestra investigación), obteniendo de dichas pruebas los datos para asegurar que la caja está funcionando adecuadamente. Con los resultados obtenidos se podrá tomar la decisión de hacer ajustes mínimos al equipo.
- La última etapa se destina a la evaluación y propuesta de mejora en el equipo. En esta etapa se evalúa que tipo de mejoras se deben hacer al equipo de tal manera que haga más funcional su manejo y obtención de datos al momento de realizar las pruebas de campo.

6.2. DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBA PARA CAJAS AUTOMÁTICAS

Para poder definir el alcance del banco de pruebas a diseñar se realizó un análisis del estudio del parque vehicular más reciente realizado en nuestro país, los datos revelan que existe un porcentaje mayor al 50% al sumar las categorías de automóviles y pick up tal y como se muestra en la tabla 1

Total de automotores en el país		
1,108,628		
Automóvil	237,633	36.34%
Pick Up	219,009	33.50%

Tabla.1 Porcentajes de vehículos y Pick Up en relación al total de automotores en El Salvador

En la tabla 2 se presentan las marcas de automotores con mayor presencia en el parque vehicular salvadoreño. Además, se presenta en el caso de Toyota el porcentaje del segmento que cubre. En la tabla 3 se presentan el ranking de vehículos más matriculados en el periodo 2002-2006.

Marcas más frecuentes		
MARCA	CANTIDAD	MODELO
TOYOTA	175,327	Corolla 36,282 (55.28%) del segmento
		Hilux 19,647 (23.64%) del segmento
NISSAN	98,059	Sentra 23,955
HONDA	30,785	Civic 14,682

Tabla.2 Cantidades de automotores por marca con mayor presencia en El Salvador

Marcas más matriculadas 2002 - 2006		
MARCA	CANTIDAD	El resto de marcas en orden numérico
TOYOTA	18,037	KIA (8,233)
		HYUNDAI (7,107)
NISSAN	12,216	MAZDA (6,614)
MTSUBISHI	8,522	HONDA (4,539)
		CHEVROLET (4,269)
		FORD (3,033)

Tabla 3. Marcas más matriculadas entre el 2002 y 2006

Al mismo tiempo el informe indica que 1995 es el año de fabricación más frecuente en el registro con treinta mil unidades.

Con base en el análisis de las tablas anteriores se decidió, que el banco de prueba se diseñaría para realizar pruebas en cajas automáticas instaladas en vehículos y pick up, por lo tanto, el motor a utilizar debería cumplir con la potencia necesaria para tal fin, además en un primer momento debíamos enfocarnos en los vehículos con marcas Toyota y Nissan, para los cuales se elaborarían los accesorios necesarios para realizar las pruebas en el banco a diseñar.

En el Anexo 1 se presentan las especificaciones y fotografías del proceso de evaluación y habilitación del motor de combustión interna, seleccionado para dar potencia al banco de prueba.

Para poder realizar la sujeción de cajas de diferentes dimensiones es necesario definir y diseñar un accesorio

capaz de sujetar los elementos sin interferir con las pruebas que se deben realizar. En ese sentido se realizó una investigación de los datos de los empaques de las transmisiones a probar, en la figura 5 se muestran los dibujos de las carcasas, obtenidos del programa Mitchell. En el Anexo 2 se presentan las figuras estudiadas, se incluye además las fotografías del mantenimiento realizado a las transmisiones de prueba y los diagramas de control electrónicos de ambas transmisiones.

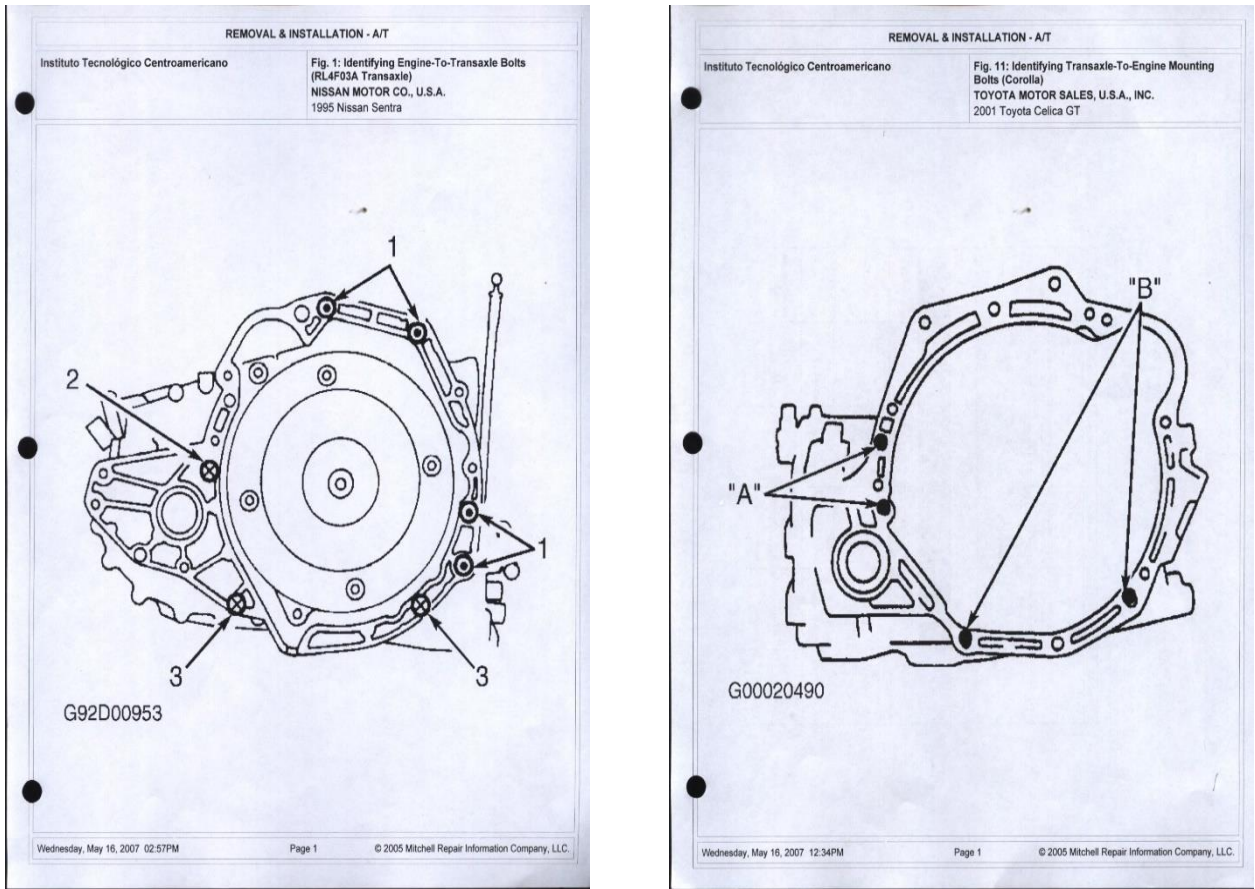
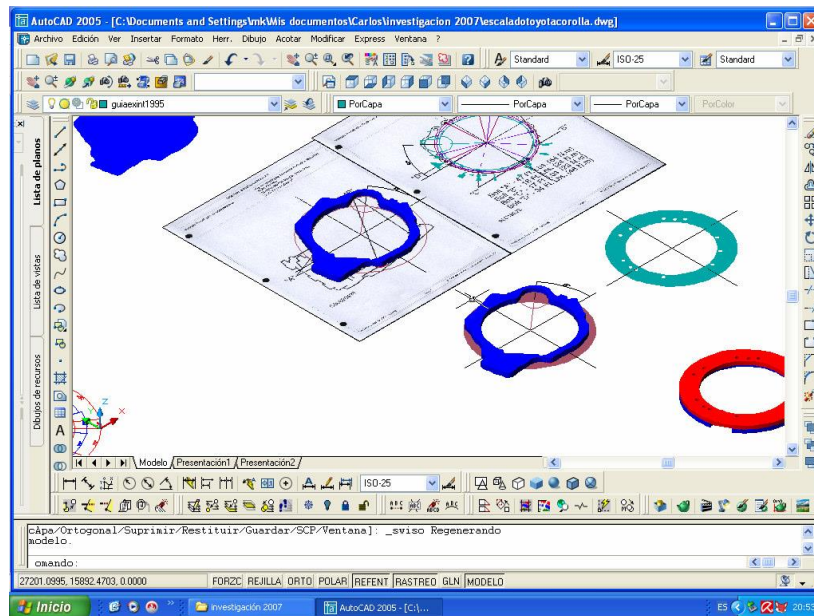
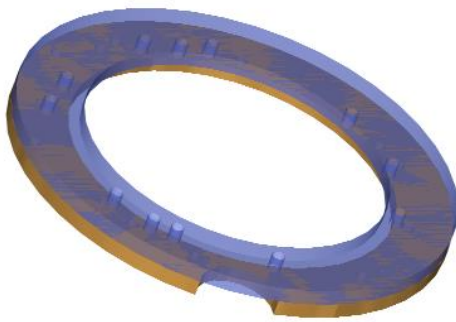


Fig.10 Forma y diseño de Carcasas de vehículos Nissan Sentra 1999 y Toyota Corolla 2001

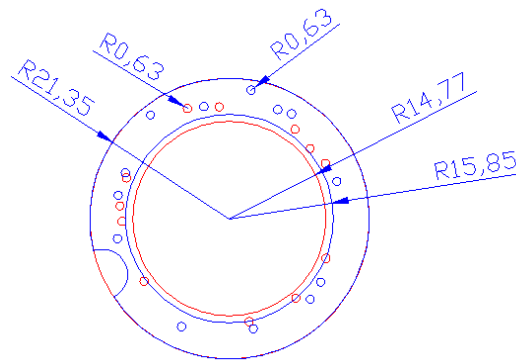
En base a la información obtenida se observó que el diseño de las carcasas cambia cada cuatro años para cada modelo y que en muchas ocasiones existe coincidencia hasta en ocho años. Así mismo la variación, en las dimensiones de las transmisiones tomadas como base, no es significativa por lo que se diseñó un accesorio para sujetar ambas transmisiones, el cual se muestra en la figura 6.



11a



11b



11c

Fig.11. a) impresión de archivo en AutoCAD al momento del diseño de los platos.

b) Esquemas de plato en tres dimensiones con sobre posición de figuras.

c) esquema en dos dimensiones del plato diseñado

El diseño de la estructura que soporta el motor está fabricada en tubo cuadrado estructural de 71 mm. de lado, toda la soldadura se ha realizado con electrodo E6013 capaz de soportar 60000 PSI en tensión, las dimensiones son de 2.8 m de largo, en la Figura 12 y 13, se presentan las vistas tomadas en tres dimensiones desde el Software de AutoCAD donde se diseñó. En el Anexo 3 se presenta la elaboración del banco por etapas.

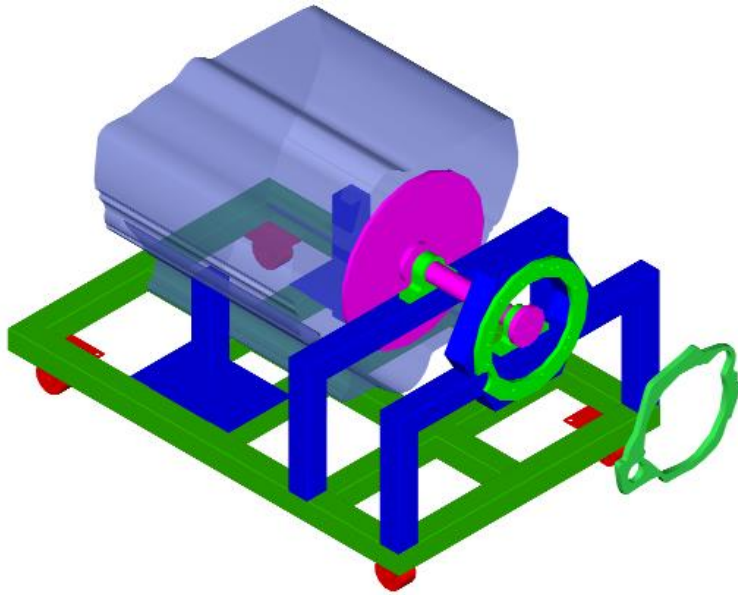


Fig.12 Esquema en tres dimensiones del Banco de Pruebas de Cajas Automáticas

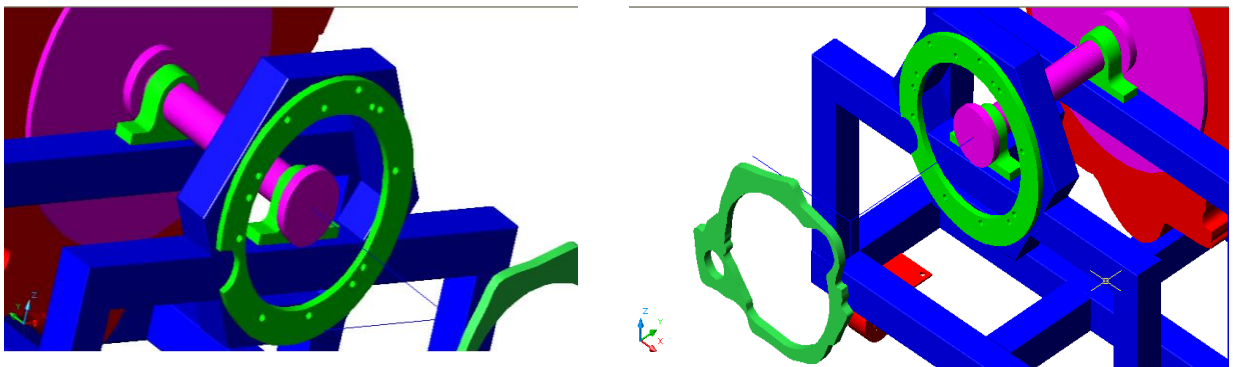


Fig.13 Detalles tridimensional de la sección de sujeción de las cajas en el Banco.

El banco cuenta además con un tablero integrado a la estructura que proporciona las siguientes funciones:

Arrancar el motor con un Interruptor.

Controlar los parámetros de funcionamiento del motor.

Display para mostrar la velocidad que está en prueba.

Interruptores con luz para activar o desactivar cada solenoide.

En la figura 14 se puede apreciar una fotografía del tablero, en este se han integrado marcadores digitales de rpm del motor, temperatura de refrigerante, presión de aceite del motor.



Fig.14 Tablero de control instalado en el banco de prueba

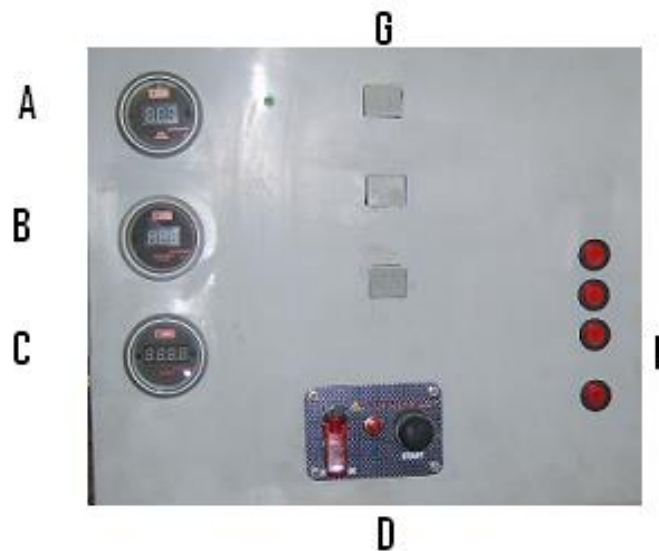


Fig.15 Detalle de tablero.

Cada una de las letras en la figura 15 representa a un elemento constitutivo del tablero de la siguiente manera: A: Marcador de Presión de Aceite del motor. B: Marcador de Temperatura del Refrigerante del Motor. C: Marcador de RPM (revoluciones por Minuto del Motor). D: Interruptor principal de control. F: Interruptores de control de cambio de Velocidad. G: Display que indica la posición o la velocidad seleccionada en la caja de transmisión.

Cada display muestra dos posibles opciones según sea seleccionado en el interruptor F, de tal manera que el usuario pueda conocer cuál es la velocidad que está en prueba. La figura 16 se muestra una de las tabletas que permiten visualizar en el display el carácter alfanumérico seleccionado con los interruptores. En la figura 17 se presenta el diagrama electrónico de una de las tabletas en el anexo 4 se presentan los circuitos y esquemas de las tabletas elaboradas para trabajar en el tablero de control del banco.

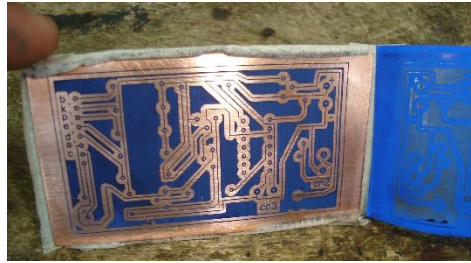


Fig.16 tableta diseñada.

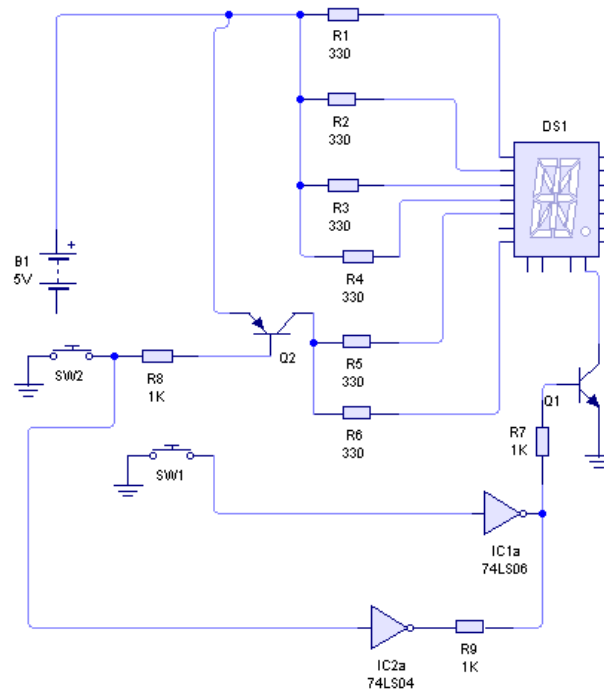


Fig.17 Diagrama eléctrico de tableta diseñada para el Display

6.3. PRUEBAS

Se realizó el montaje de los elementos fabricados para conectar el motor con el eje de la transmisión, este set de elementos básicamente se compone de:

- Barra de extensión del cigüeñal al eje de la transmisión. (figura 18)
- Plato de acople al convertidor de par. (figura 19)
- Plato de sujeción de la carcasa de la transmisión (figura 20)

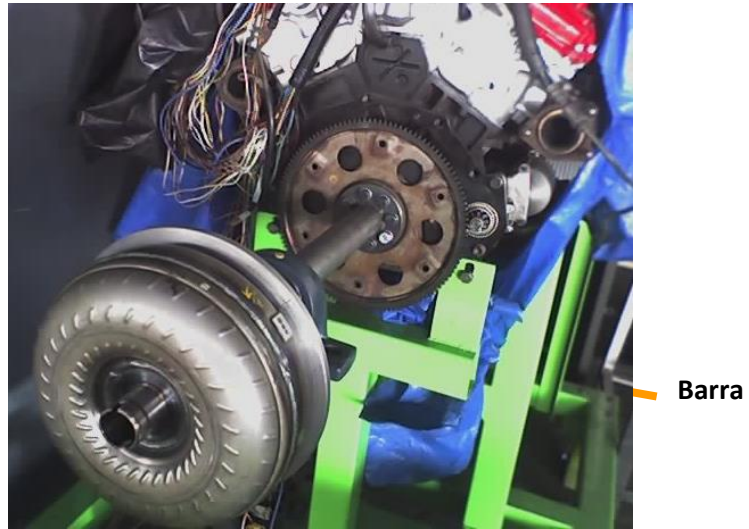


Fig. 18 Barra de conexión entre el motor y transmisión

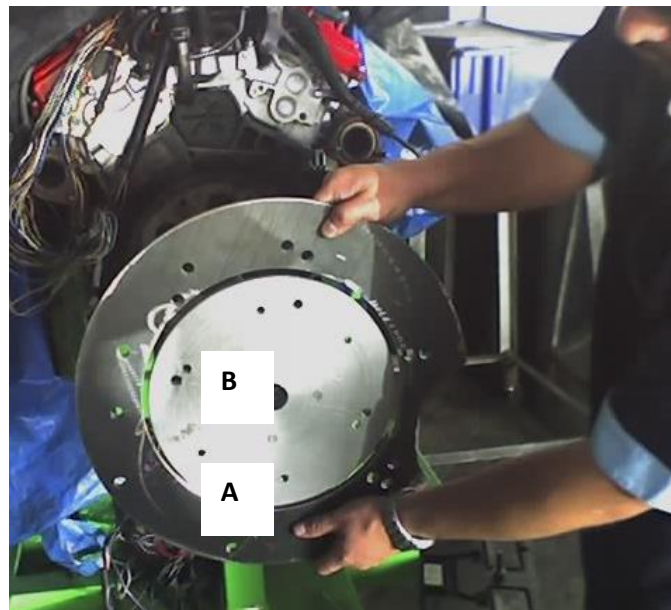


Fig. 19 Platos de sujeción para la transmisión.

6.4. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS

Paso1. Se debe obtener la información del diagrama del control eléctrico de la transmisión que será sometida a la prueba (los diagramas se encuentran en el Anexo), al mismo tiempo se debe obtener la información sobre puertos de prueba de la transmisión y valores nominales de presión, en las figuras 15 se muestran ejemplos.

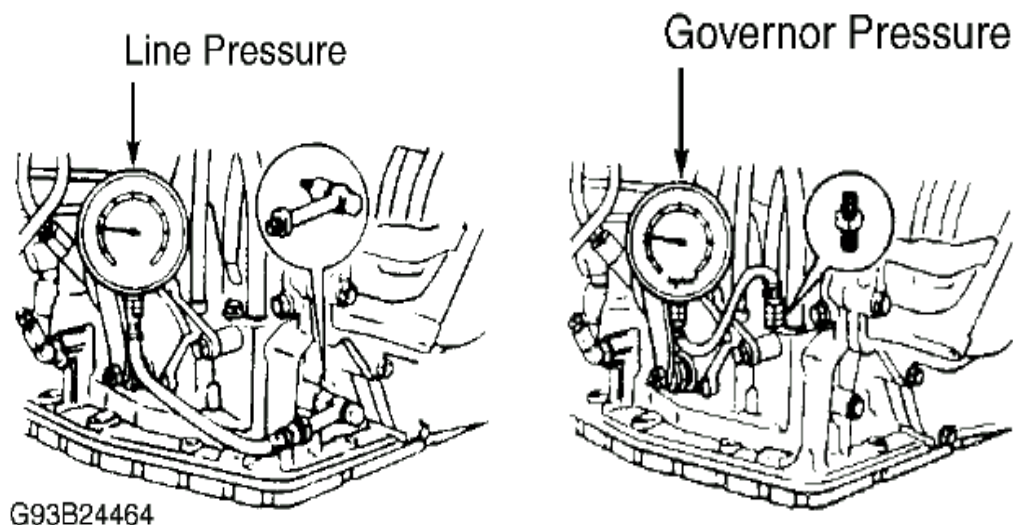


Figura 20. Puertos de prueba para la presión de línea y presión de gobernador, dato tomado de Mitchell.

LINE PRESSURE SPECIFICATIONS

Application	psi (kg/cm ²)
"D" Position	
Idle Speed	53-61 (3.7-4.3)
Stall Speed	131-152 (9.2-10.7)
"R" Position, Idle Speed	
Corolla	80-102 (5.6-7.2)
All Others	77-102 (5.4-7.2)
Stall Speed	205-239 (14.4-16.8)

Figura 21. Especificaciones para la presión de línea, dato tomado de Mitchell

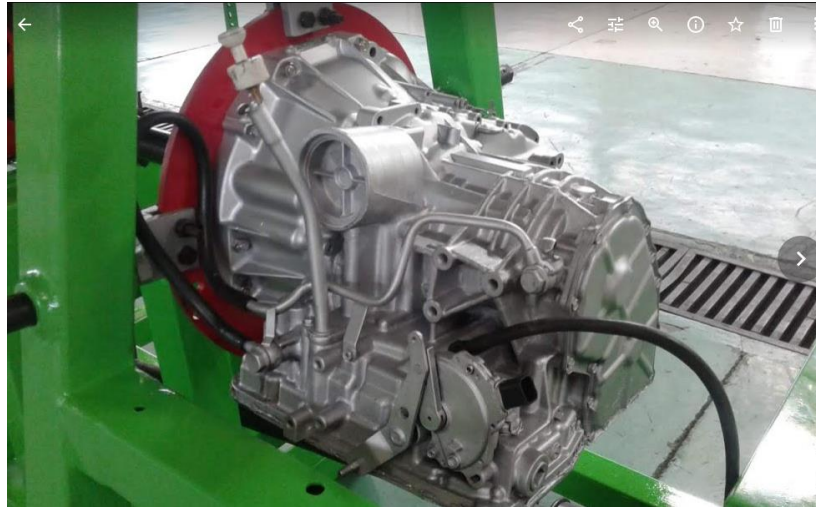
Paso 2. Se ensambla el plato de sujeción a la carcasa de la transmisión. Se deben tener en cuenta las mismas precauciones del paso 2.



Paso 3 Se procede a conectar el convertidor de par de la transmisión al banco de prueba. Se debe tener el cuidado de que todos los pernos se encuentren adecuadamente colocados y apretados.



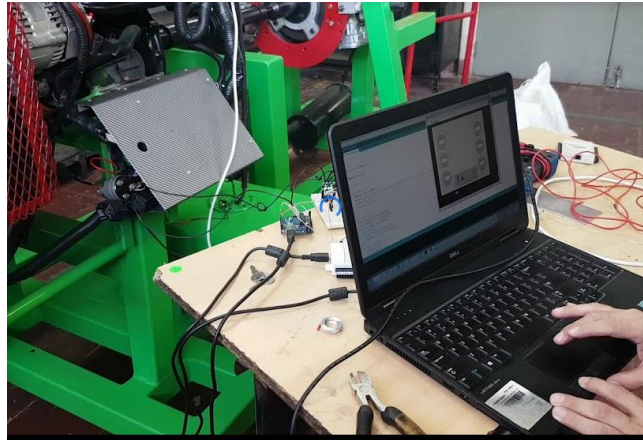
Paso 4 Se monta la transmisión al banco de prueba, teniendo el cuidado de que el convertidor de par acople adecuadamente, se debe sujetar la transmisión considerando las precauciones del paso 2.



Paso 5 Se Instalan los sensores de presión a las puertos de medición de presión mostrados en la siguiente figura.



Paso 6 Se enciende el motor y se acelera desde la computadora y se realiza la prueba en la posición Drive de la transmisión, es aquí donde se comparan los parámetros técnicos proporcionados por el fabricante versus los obtenidos en prueba. Si no se encuentran dentro del rango se concluye que la transmisión no es funcional para instalarse en el vehículo.



Resultados de la prueba de presión de línea

1. Si la presión de la línea es baja al ralentí en todas las posiciones, las causas posibles son: desgaste de la bomba de aceite; fuga de aceite en o alrededor de la bomba de aceite, cuerpo de la válvula de control, caja de transmisión o regulador; regulador o modificador de presión de adherencia válvula.
2. Si la presión de la línea es baja al ralentí en una posición particular, verifique que no haya fugas de aceite en el nivel bajo o en retroceso, circuito de freno, lo que hace que la presión de la línea sea baja en la posición "R", pero normal en la posición "D", "2" o "1". Si la presión de la línea es alta al ralentí, la válvula reguladora de presión puede estar pegada.

Procedimiento de prueba de presión del gobernador

1. Caliente el motor y la transmisión a la temperatura normal de funcionamiento. Compruebe los niveles de líquido del motor y del transeje y agregue fluido según sea necesario. Instale el manómetro en el puerto de presión del gobernador. Ver Fig. 15. Ponga el freno de estacionamiento y bloquee las flechas.
2. Arranque el motor, aplique el freno y mueva la palanca selectora a la posición "D". Suelte el freno y acelere. motor. Tenga en cuenta la lectura del manómetro. La presión del gobernador no debe generarse cuando las ruedas no está girando. La presión del gobernador debe aumentar gradualmente a medida que aumenta la velocidad del vehículo. Ver gobernador.

Tabla de especificaciones de presión. Si la presión no aumenta con la velocidad de aceleración del motor, compruebe el regulador y la condición de la válvula.

GOVERNOR PRESSURE SPECIFICATIONS

Vehicle Speed MPH (km/h)	psi (kPa)
0 (0)	0 (0)
10 (16)	9-10 (59-69)
20 (32)	18-18 (108-127)
50 (80)	41-50 (284-343)

Paso 8 Se desmonta la transmisión y se procede a realizar la limpieza de la zona de trabajo. Se recomienda limpiar y colocar todos los accesorios en sus respectivos lugares.

7. RESULTADOS

Se realizaron pruebas para las dos transmisiones adquiridas para este fin, en el caso de la primera transmisión se determinó que estaba dañada, debido a que no se obtenía presión de línea. En la segunda transmisión se pudo realizar la prueba sin complicación; los resultados obtenidos se pueden observar en la figura 22

LINE PRESSURE SPECIFICATIONS

Application	psi (kg/cm ²)	psi
"D" Position		
Idle Speed	53-61 (3.7-4.3)	54
Stall Speed	131-152 (9.2-10.7)	137
"R" Position, Idle Speed		
Corolla	80-102 (5.6-7.2)	89
All Others	77-102 (5.4-7.2)	
Stall Speed	205-239 (14.4-16.8)	220

Fig. 22. Resultados de prueba en cajas automática Toyota

Como se puede apreciar, los valores se encuentran dentro de los rangos establecidos como aceptables por el fabricante.

Este banco probador, es un proyecto realizado por la Escuela de Ingeniería Automotriz en el año 2007-2008, el cual de acuerdo a todas las gestiones realizadas en su momento, una patente fue asignada por el Centro Nacional de Registro como Modelo de Utilidad, por dicho logro la Escuela de Ingeniería Automotriz y la Dirección de Investigación y Proyección Social e Investigación de la institución realizarían un trabajo en conjunto para que en el año lectivo 2018 se realizaran todas las gestiones y operaciones necesarias para presentar el proyecto como se dejó en el año en que fue presentado.

Para el proceso de rehabilitación, se incluyeron estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la jornada nocturna, quienes cursaban su tercer año de carrera, esto con el fin de avanzar en las actividades que mayor cantidad de tiempo requerirían para realizarse. Debido a la magnitud del proyecto la fase de rehabilitación se consideraría por parte de autoridades y docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz y de acuerdo al art 45 del Reglamento de Prácticas Profesionales, como un proyecto de interés para ITCA-FEPADE, por lo cual se llegó al acuerdo de validar sus prácticas profesionales con ello, cumplir con uno de los requisitos de graduación de la institución.

En vista de todo el trabajo de estructura metálica, de estética y demás operaciones que necesitaba el motor de combustión interna para su óptimo funcionamiento, se buscó detallar y evidenciar los avances y atrasos durante la ejecución de la fase de rehabilitación del proyecto.

Actividades realizadas en febrero de 2018, según cronograma y matriz metodológica.

- 1- Diagnóstico y sustitución del motor de arranque del motor 5VZ del banco probador de transmisiones automáticas.
- 2- Rehabilitación de circuito eléctrico del motor 5VZ para funcionamiento óptimo.
- 3- Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de combustión para solucionar fallas de arranque y estabilidad de marcha mínima.

Resultados alcanzados a la fecha:

- ✓ Sistema de arranque del motor 5VZ trabajando en óptimas condiciones de funcionamiento.
- ✓ Se rehabilitó el circuito de control de la bomba de combustible.
- ✓ Procesos de medición, corte y trazo de tubo de escape para realizar soldaduras.
- ✓ Instalación de tubo de escape en motor con su respectiva protección térmica.

Fotografías de evidencias de trabajo realizados.



Restauración de pintura del banco.



Reparación y rehabilitación de accesorios.



Proceso de cortes trazo y medición de tubo de escape para soldar e instalar en banco.



Instalación de aislantes eléctricos y coraza de protección a ramal.

Actividades realizadas en marzo de 2018, según cronograma y matriz metodológica.

- 1- Adquisición de piezas mecánicas para fase de rehabilitación del banco probador de cajas.
- 2- Rehabilitación de componentes mecánicos para ser nuevamente usados en proyecto.
- 3- Instalación y adecuación de tubo de escape.
- 4- Cotización de transmisiones automáticas transversales de Toyota y Nissan.

Resultados alcanzados a la fecha:

- ✓ Proceso de lijado y pintura de piezas mecánicas y accesorios del banco probador.
- ✓ Instalación de puntos de prueba y conexiones eléctricas varias.
- ✓ Retenedor trasero de cigüeñal sustituido por fuga.



Adquisición y sustitución de repuesto para motor de arranque.



Instalación de motor de arranque.



Adquisición y sustitución de retenedor trasero de motor de combustión.



Evaluación de piezas y accesorios del banco.

Actividades realizadas en el mes de abril de 2018, según cronograma y matriz metodológica.

- 1- Desmontaje y montaje de múltiples de escape y tapaderas de puntería para proceso de restauración de pintura.
- 2- Cambio de balero de rodamiento (chumacera) por soporte de cardan (material de hule flexible)
- 3- Instalación de tubo de escape debidamente pintado y aislado como medida de seguridad.
- 4- Proceso de corte de piezas metálicas que habían sido modificadas según modelo original.
- 5- Recepción y limpieza de transmisión automática de Nissan Sentra 1995.
- 6- Rehabilitación de componentes mecánicos para ser nuevamente usados en proyecto.
- 7- Maquinado de piezas de soporte de transmisión según única muestra disponible.
- 8- Búsqueda de Display digitales de presión de aceite. (no disponibles en el mercado rango entre 0 y 300 psi min).

Resultados alcanzados

- ✓ Ya se cuenta con una de las transmisiones para la realización del proyecto.
- ✓ Se realizó el proceso de cortes en estructura metálica para modificación.
- ✓ Partes del motor (múltiples de escape y tapaderas de puntería) restauradas en pintura.
- ✓ Instalación de tubo de escape en motor con su respectiva protección térmica.
- ✓ Instalación en eje de cardan de soporte de hule para reducir vibraciones excesivas.
- ✓ Instalación de puntos de prueba y conexiones eléctricas varias.

Fotografías de evidencias de trabajo realizados



Instalación de soporte cardánico.



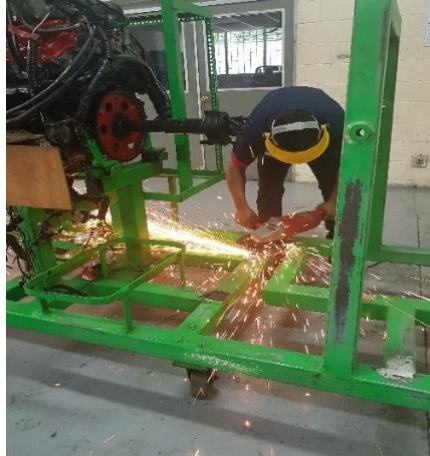
Desmontaje y pintura de piezas de motor.



Instalación de piezas metálicas con restauración de pintura.



Maquinado de pieza metálicas de soporte de transmisión automática



Proceso de corte de piezas metálicas.



Adquisición y limpieza de transmisión Nissan Sentra 1995.

Actividades realizadas en el mes de mayo de 2018, según cronograma y matriz metodológica.

- 1- Proceso de instalación de piezas mecánicas.
- 2- Maquinado de disco de acople en torno.
- 3- Fabricación de piezas de soporte de fijación para convertidor de par.
- 4- Proceso de soldadura de piezas metálicas que habían sido modificadas según modelo original.
- 5- Pintado y restauración de transmisión automática de Nissan Sentra 1995.
- 6- Pintado de componentes mecánicos para ser nuevamente usados en proyecto.
- 7- Fabricación de tablero principal de motor de combustión.
- 8- Búsqueda de Display digitales de presión de aceite. (no disponibles en el mercado rango entre 0 y 300 psi min).
- 9- Prueba de programa LAB VIEW en computadora para probar compatibilidad.

Resultados alcanzados

- ✓ Se habilitó una de las transmisiones para la realización del proyecto.
- ✓ Proceso de restauración de estructura metálica según modelo original.
- ✓ Instalación de motor eléctrico para cuerpo de aceleración del M.C.I.
- ✓ Apoyo de Ing. Cáceres Chiquillo en circuito de control de aceleración y Display.
- ✓ Instalación de soportes de fijación de disco sostenedor de transmisiones.
- ✓ Instalación de tablero de control de encendido de motor.

Fotografías de evidencias de trabajo realizado



Maquinado de disco en torno.



Instalación de tornillos sujetadores.



Fase final de maquinado de disco sujetador.



Instalación y nivelación de discos sostenedores.



Instalación de motor eléctrico para aceleración de M.C.I.



Fabricación e instalación de tablero de control de encendido.

Actividades realizadas en el mes de junio de 2018, según cronograma y matriz metodológica.

- 1- Preparación de banco para proceso de pintura.
- 2- Instalación de disco de acople en banco.
- 3- Fabricación de piezas de soporte de fijación para convertidor de par.
- 4- Proceso de soldadura de base metálica de sistema de frenada.
- 5- Preparación de transmisión automática de Nissan Sentra 1995
- 6- Pintado de tablero de marcadores según modelo original.
- 7- Instalación de tablero de arranque principal de motor de combustión
- 8- Instalación de programa LabView en computadora para probar compatibilidad.

Resultados alcanzados a la fecha:

- ✓ Instalación de una de las transmisiones para la realización del proyecto.
- ✓ Restauración de estructura metálica según modelo original.
- ✓ Instalación y prueba de motor eléctrico para cuerpo de aceleración del M.C.I.
- ✓ Apoyo de Ing. Cáceres Chiquillo en circuito de control de aceleración y Display.
- ✓ Instalación y prueba de soportes de fijación de disco sostenedor de transmisiones.
- ✓ Instalación y prueba de tablero de control de encendido de motor.

Fotografías de evidencias de trabajo realizado



Preparación de banco para pintura general.



Proceso de lijado de banco.



Proceso de pintura de banco.



Banco probador con pintura general.



Colaboración de Ing. Cáceres.



Pruebas de motor eléctrico para aceleración de M.C.I.

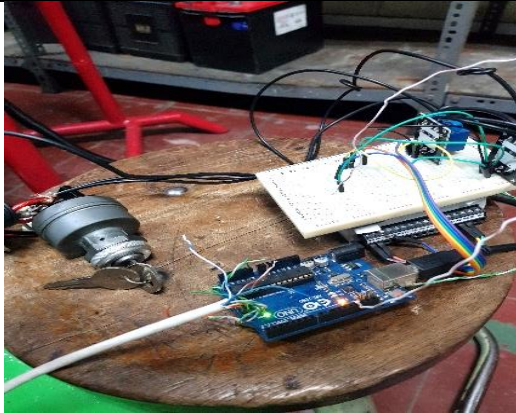
Actividades realizadas en el mes de julio de 2018, según cronograma y matriz metodológica.

- 1- Disco de acople instalado y nivelado en banco.
- 2- Instalación de marcador de presión de aceite de motor (con sensor de presión)
- 3- Instalación de marcador de presión de línea de la transmisión Nissan 95
- 4- Instalación de interface Arduino.
- 5- Instalación de interface de control de LabView
- 6- Prueba de programa LAB VIEW en computadora para arrancar y acelerar motor.

Resultados alcanzados

- ✓ Prueba de arranque de motor desde computadora satisfactoria.
- ✓ Prueba de aceleración de motor desde computadora satisfactoria.
- ✓ Instalación y prueba de soporte cardánico.
- ✓ Apoyo de Ing. Cáceres Chiquillo en circuito de control de aceleración y Display.
- ✓ Instalación y prueba de soportes de fijación de disco sostenedor de transmisiones.
- ✓ Instalación y prueba de interruptores de control ignición y de encendido de motor.

Fotografías de evidencias de trabajo realizado



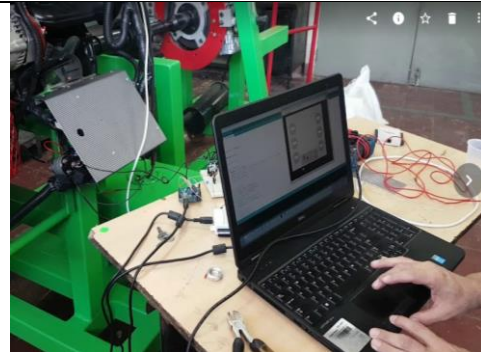
Interfaces de conexión.



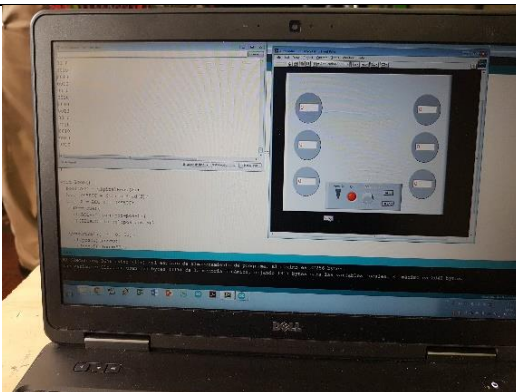
Proceso de reparación de eje cardánico.



Fabricación de cuñero y soldadura de pieza.



Pruebas de arranque y aceleración.



Ajustes de programa LabView.



Preparación de tablero de control para instalación de marcadores.


Actividades realizadas en el mes de agosto de 2018, según cronograma y matriz metodológica.

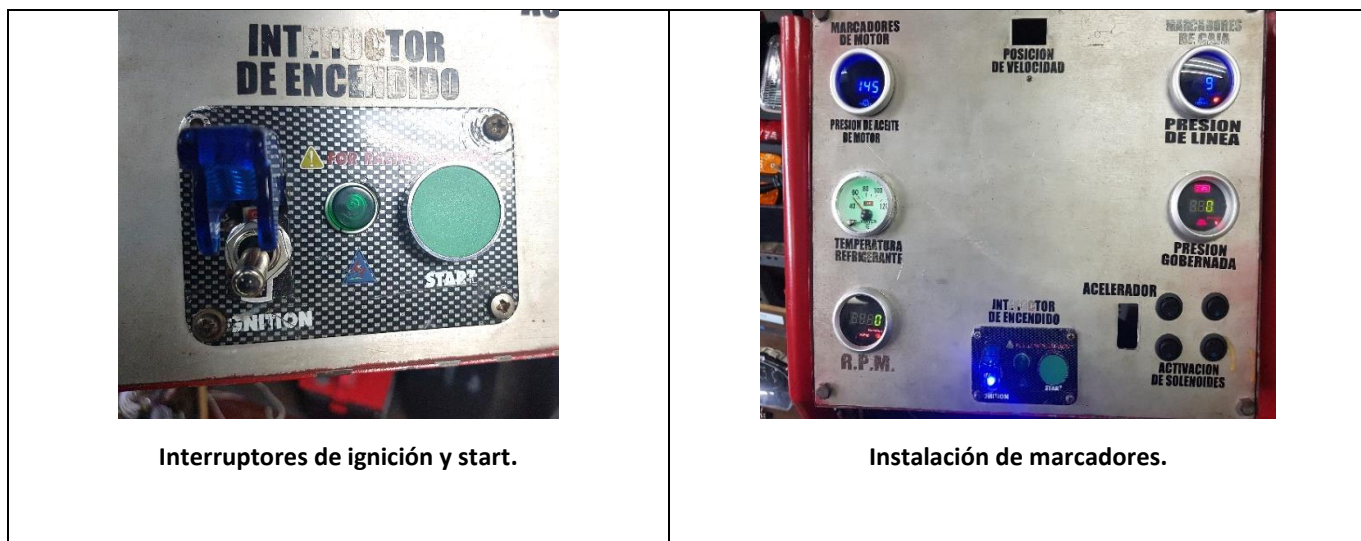
- 1- Desmontaje de soportes de motor para nivelación.
- 2- Instalación de sensor de presión de aceite de motor.
- 3- Instalación de sensor de presión de línea de la transmisión Nissan 95.
- 4- Instalación de marcadores en tablero principal.
- 5- Instalación interruptores de control, Ignición y Start.
- 6- Prueba de programa LAB VIEW en computadora asignada para proyecto para arrancar y acelerar motor.

Resultados alcanzados a la fecha:

- ✓ Pruebas de funciones de arranque y aceleración desde computadora asignada al proyecto satisfactorias.
- ✓ Reparación e Instalación de soporte cardánico. (Soldadura de pieza por segunda vez).
- ✓ Apoyo de Ing. Cáceres Chiquillo en circuito de control de aceleración y Display.
- ✓ Instalación de ampolleta de temperatura para marcador en tablero.
- ✓ Instalación de tacómetro para mostrar revoluciones de motor.
- ✓ Sensor de presión de línea instalado en transmisión.

Fotografías de evidencias de trabajo realizados.

 <p>Desmontaje de soportes de motor.</p>	 <p>Maquinado de agujero corredizo en soporte.</p>
 <p>Soportes de motor listos para montaje.</p>	 <p>Instalación de sensor de presión de línea.</p>



7.1. SOFTWARE DE CONTROL LABVIEW

LabView es un software que proporciona un potente entorno de desarrollo gráfico para el diseño de aplicaciones de Ingeniería de adquisición de datos, análisis de medidas y presentación de datos gracias a un lenguaje de programación sin la complejidad de otras herramientas de desarrollo.

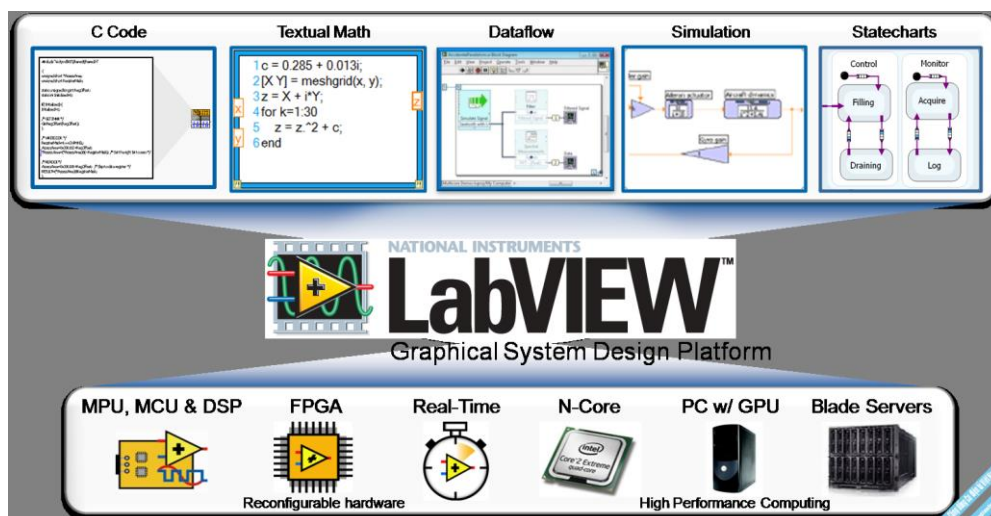


Figura. 23 Pantalla de inicio LabView

Características principales

- Intuitivo lenguaje de programación.
- Herramientas de desarrollo y librerías de alto nivel específicas para aplicaciones.
- Cientos de funciones para E/S, control, análisis y presentación de datos.
- Posibilidad de crear aplicaciones de medida genéricas sin programación.

- Depuración gráfica integrada y control del código fuente.
- Miles de programas de ejemplo, tanto en el software como por web.
- Ayuda contextual integrada y extensos tutoriales.

Áreas de aplicación

Análisis automatizado y plataformas de medida.

Test de fabricación.

Test de validación/medioambiental.

Test mecánico/estructural.

Test de fiabilidad en tiempo real.

Adquisición de datos.

Test de campo portátil.

Test de RF y comunicaciones.

Test en bancos de prueba.

Adquisición de imagen.

Medidas industriales y plataformas de control.

Test y control integrado.

Automatización de máquinas.

Visión artificial.

Monitorización de condiciones de máquina.

Monitorización distribuida y control.

Monitorización de potencia.

Diseño embebido y plataformas de prototipaje.

Diseño y análisis de sistemas empotrados.

Diseño de control.

Diseño de filtros digitales.

Diseño de circuitos electrónicos.

Diseño mecánico.

Diseño de algoritmos.

Requisitos del Sistema

- Procesador Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente mínimo, Pentium 4/M o equivalente recomendado.
- RAM 256 MB mínimo, 1 GB recomendado
- Resolución de pantalla 1024 x 768 píxeles mínimo, 1024 x 768 píxeles recomendado
- Sistema Operativo Windows 8.1/8/7/Vista/XP SP3 mínimo, Windows 8.1/8/7/Vista recomendado
- Espacio en Disco 500 MB - 5 GB (instalación completa)

Una de las bondades que brinda la utilización del programa, son los diferentes valores que puede mostrar la pantalla según las pruebas a realizar, se configuro el sistema de tal manera que la vista en la pantalla de la computadora sea similar al del panel físico de control.

Logrando con esto monitorear los valores reales generados durante la prueba de manera digital, la combinación de diferentes tecnologías tanto del programa LabView como de los Arduinos pretende innovar en el area automotriz con sus variadas aplicaciones en diferentes sistemas del vehículo.

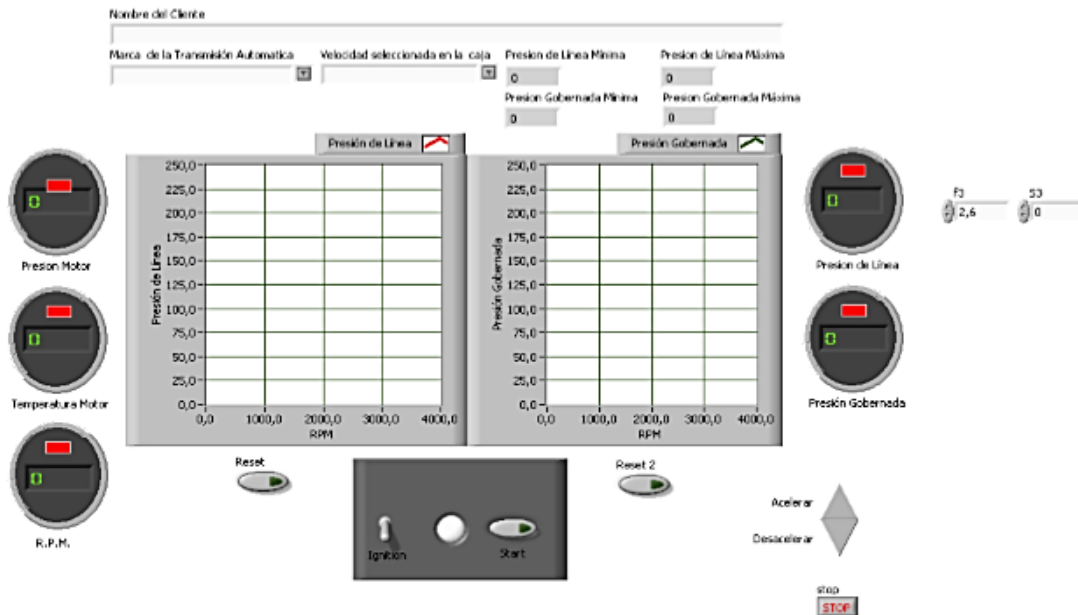


Fig. 24. Pantalla programada que muestra el monitor con LabView

7.2. ARDUINO UNO

Hardware

Al ser Arduino una plataforma de hardware libre tanto su diseño como su distribución puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia. Por eso existen varios tipos de placa oficiales, las creadas por la comunidad Arduino o las no oficiales creadas por terceros pero con características similares. En la placa Arduino es donde conectaremos los sensores,

actuadores y otros elementos necesarios para comunicarnos con el sistema. Esto con el fin de lograr las funciones deseadas, en el caso del proyecto controlar de manera segura la aceleración del motor de combustión interna, controlando un servomotor cuyo movimiento será no mayor a los 90° de movimiento, lo que representa una aceleración en RPM (revoluciones por minuto) de aproximadamente 2,500 RPM.

Adicional a esto, se pretende controlar unos actuadores (módulo doble de relés) con el fin de poder ajustar las posiciones del ignición y start en el mando principal del motor (llavín) logrando así, mejorar las características técnicas de operación del banco probador de transmisiones automáticas. Gracias a la ayuda y colaboración siempre oportuna del Ing. Juan José Caceres Chiquillo experto en el área.



Fig. 25 Frontal y reverso de la placa Arduino UNO

Es uno de los modelos diseñados y distribuidos por la comunidad Arduino. La placa tiene un tamaño de 75x53mm. Su unidad de procesamiento consiste en un microcontrolador ATmega328.

Puede ser alimentada mediante USB o alimentación externa y contiene pines tanto analógicos como digitales. La tabla siguiente resume sus características:

Tabla 4. Características técnicas de función del Arduino UNO

Micro controlador	ATmega328
Voltaje operativo	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12 V
Voltaje de entrada límite	6-20 V
Pines digitales E/S	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para pines E/S	40 mA

Corriente continua para pines de 3.3 V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 0.5 KB son para el bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad de reloj.	16 MHz

A continuación, se muestra en la figura, donde están ubicados los elementos más importantes que componen la placa Arduino Uno que son descritos de arriba abajo y de izquierda a derecha:

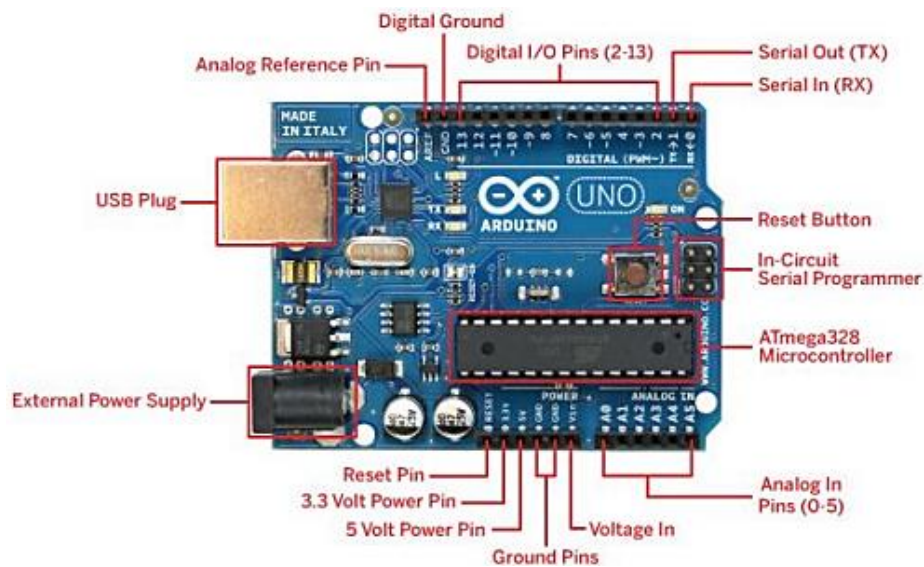


Fig. 26. Elementos de la placa Arduino UNO

Software

La plataforma Arduino tiene un lenguaje propio que está basado en C/C++ y por ello soporta las funciones del estándar C y algunas de C++. Sin embargo, es posible utilizar otros lenguajes de programación y aplicaciones populares en Arduino como Java, Processing, Python, Mathematica, Matlab, Perl, Visual Basic, etc. Esto es posible debido a que Arduino se comunica mediante la transmisión de datos en formato serie que es algo que la mayoría de los lenguajes anteriormente citados soportan. Para los que no soportan el formato serie de forma nativa, es posible utilizar software intermediario que traduzca los mensajes enviados por ambas partes para permitir una comunicación fluida. Es bastante interesante tener la posibilidad de interactuar con Arduino mediante esta gran variedad de sistemas y lenguajes puesto que dependiendo de cuales sean las necesidades del problema que vamos a resolver podremos aprovecharnos de la gran compatibilidad de comunicación que ofrece.



Fig. 27. Interfaz del software Arduino para control de aceleración.

Actuadores

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía (en nuestro caso eléctrica) en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Su función en el proyecto será la de controlar las activación de las funciones Ignición y Start. Con la ayuda del módulo de relés.

Con esto interactúa con el programa LabView para los mandos desde el programa instalado en la computadora del proyecto.

Módulo Relé

Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Este tipo de módulos permite activar actuadores como por ejemplo el de una persiana, la puerta del garaje o el de una bombilla.

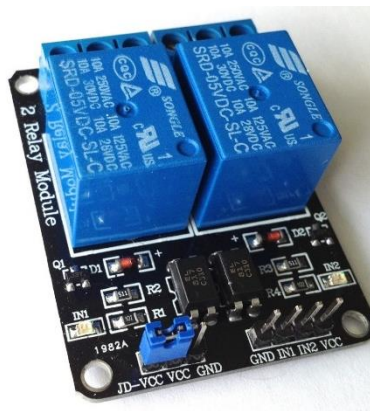


Fig. 28. Módulo doble de relés para Arduino.

La siguiente figura muestra el esquema de conexión del Arduino Uno, con los componentes a controlar según la programación e interacción con el programa LabView, en conjunto juegan un papel importante a la hora de realizar las funciones deseadas en el banco probador de transmisiones automáticas. Ya que con esto generamos una innovación bastante destacada al controlar las posiciones del llavín (Ignición y Start) desde la computadora además de realizar de forma controlada la aceleración del motor de combustión con la ayuda de un servomotor.

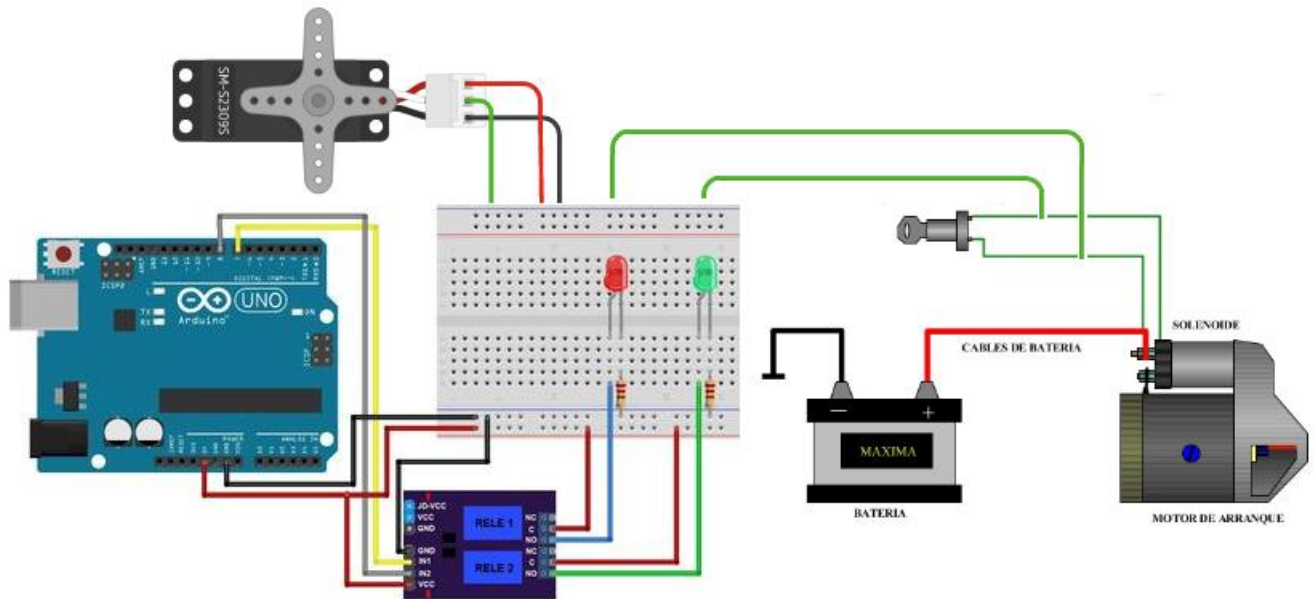


Fig. 29. Esquema de control del Arduino uno y los actuadores.

Funciones a realizar en el banco probador con el software:

- Con la ayuda del programa se logrará las funciones de IGN y Start.
 - ✓ Una de las ventajas de control que ofrece el programa, es la función de encender desde la computadora central el MCI.
- Función de aceleración y desaceleración del motor de combustión interna.
 - ✓ Esta se vuelve una de las funciones de innovación del banco, ya que con la instalación de un servomotor en el cuerpo de aceleración, permite el control desde un monitor de escritorio de la aceleración y desaceleración del MCI.
- Monitoreo de presión de línea de la transmisión automática.
 - ✓ La visualización de uno de los parámetros más importantes del banco, se obtendrá de 2 formas, una de ellas es en la pantalla digital de control principal del programa y la otra es en el panel de marcadores e indicadores del banco probador.
- Monitoreo de presión gobernada de la transmisión.
 - ✓ Este parámetro será de gran utilidad a la hora de realizar los cambios en la transmisión

automática, ya sea de manera ascendente o descendente. Lo cual permitirá realizar el diagnóstico de la misma.

- Datos en vivo de revoluciones (RPM) del M.C.I.
 - ✓ Valor muy significativo, ya que determina la condición del motor a la cual se someterá la prueba, ya sea en marcha mínima por debajo de 1,000 RPM y en aceleración hasta 3,000 RPM.
- Temperatura del refrigerante del M.C.I.
 - ✓ Condición necesaria para realizar las pruebas, ya que el MCI. Debe estar en temperatura normal de funcionamiento cerca de los 80-90 °C.
- Activación de solenoides de cambio.
 - ✓ De forma manual se podrá realizar la activación de los solenoides de los rangos de velocidades seleccionados por el conductor.

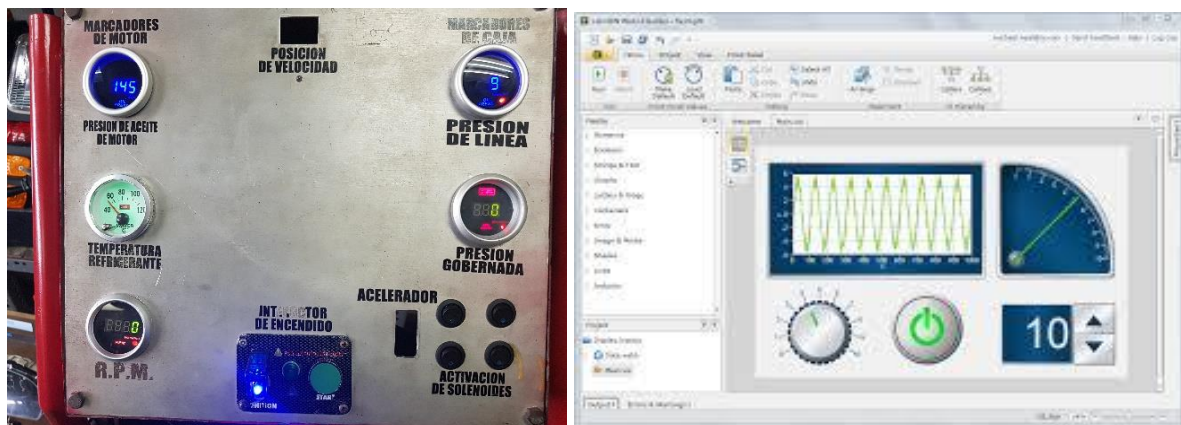


Figura. 30 Marcadores que serán vistos en pantalla digital.

La ayuda del programa, nos permitirá un manejo más efectivo de las funciones necesarias para el motor de combustión, lo que vuelve al equipo probador más versátil a la hora de realizar el diagnóstico en las transmisiones, con la ventaja e innovación de arrancar y acelerar el motor de combustión desde la computadora de escritorio.




Así mismo, visualizar en tiempo real las condiciones de operación del MCI. Y de la transmisión automática, lo cual facilitará el proceso de diagnóstico e inspección de presiones hidráulicas generadas por la bomba de aceite y cuerpo valvular de la misma.

Otra de las características de innovación con las que cuenta el banco probador en cuestión de seguridad ocupacional es la incorporación de un botón de paro de emergencia por cualquier eventualidad ya sea durante las pruebas de funcionamiento o durante la operación normal del equipo.



Fig. 31. Botón de paro de emergencia instalado en el banco probador

Tabla de características del motor de combustión interna del probador.

Características técnicas: Toyota – 4Runner 1998 - 3.4 V6 (183 Hp) 4WD		
 183 CV	 3378 cm3	 1760 kg.
4Runner III SUV		
3.4L V6 (183HP)		
Marca	Toyota	
Modelo	4-Runner III	
Generación	Tacoma I Single Cab	
Modificación (motor)	3.4 V6 (183 Hp) 4WD	
Potencia máxima	183 CV /4800rpm.	
Capacidad depósito	70 litros	
Año de la puesta en producción	1995 años	
Cilindrada -real-	3378 cm3	

Velocidad máxima del motor	4800rpm.
Par máximo	294 Nm /3600rpm.
Sistema de combustible	inyección multipunto
Modelo del motor	5VZ-FE
Construcción de los cilindros	V motor
Distribución	DOHC
Diámetro del cilindro	93.4 mm.
Recorrido del cilindro	82.04 mm.
Ratio de compresión	9.6
Número de válvulas por cilindro	4
Capacidad de aceite del motor	6.0 l
Número de cilindros	6
Combustible	Gasolina

El motor de combustión con el que cuenta el proyecto, está provisto de características que son necesarias para el óptimo funcionamiento del banco probador, es un motor con tecnología de inyección electrónica de combustible gasolina, lo que permite ciertas facilidades a la hora de adaptar el control electrónico deseado con el programa LabView. Esta ventaja permite monitorear de forma más efectiva valores determinantes en el funcionamiento del motor como por ejemplo: temperatura de trabajo, revoluciones de motor etc.

8. CONCLUSIONES

Después de desarrollar esta investigación podemos concluir en los siguientes:

- El Banco rehabilitado, cumple con su función de realizar pruebas en transmisiones automáticas de Toyota Corolla (años 1995-2000) y Nissan Sentra (años 1995 -2000) sin mayores inconvenientes.
- El proyecto ha permitido lograr una mayor integración entre los diferentes departamentos Académicos involucrados en la investigación, cada uno ejecutando su rol de manera efectiva. Dicha integración ha permitido elevar el nivel de tecnificación de los docentes y personal involucrado en la investigación, no solamente en la adquisición de nuevos conocimientos, sino también, en la aplicación de la innovación tecnológica en el diseño de cada uno de los elementos que conforman el banco.

- Los tiempos y confiabilidad con la que se realizaron las pruebas, son una razón de peso para promover el uso de este tipo de equipo en el sector automotriz; tanto en el ámbito académico como en el laboral.
- Con la elaboración de este y otros proyectos de investigación realizada, se puede comprobar el potencial de ITCA–FEPADÉ en la elaboración de equipos para fines didácticos en las especialidades Técnicas.
- Se ha logrado la asignación de una patente como “Modelo de Utilidad” por parte del registro de Propiedad Intelectual, una de las asignaciones que nos motivan a seguir trabajando con el fin de generar frutos que nos permitan seguir con esta línea de trabajo de investigación y obtener así más patentes para la institución y más docentes investigadores con interés en al área.

9. RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan algunas recomendaciones obtenidas a partir de la elaboración de este proyecto

- De acuerdo a los trabajos realizados, es visible la necesidad de instalar un tipo de Jack Hidráulico para transmisiones automáticas, de tal manera que facilite el montaje y desmontaje de las mismas; ya que durante el proceso de instalación se necesita de 3 a 4 personas para lograr el proceso.
- Recomendar al usuario del vehículo, la revisión periódica del estado y nivel de aceite de transmisiones automáticas (ATF), al menos cada 3 meses ya que es un aspecto a ser considerado durante la prueba de la transmisión en el banco.
- Seguir con la búsqueda en el medio, de marcadores digitales de presión que nos permitan un rango más amplio de utilidad según las exigencias actuales de trabajo de presiones hidráulicas (desde 100 a 650 psi)
- Realizar mejoras al sistema de frenado de las flechas o paliers de la transmisión, buscar la solución más viable para la bomba central de frenos.
- De acuerdo a todas las dificultades encontradas durante el proceso de montaje de cardan transmisor de torque del motor de combustión hacia la transmisión automática, considerar sustituir el motor a gasolina por un motor eléctrico.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

- Gere Timoshenko, Mecánica de Materiales, 2ª edición Grupo Editorial Iberoamérica

SOFTWARE

- OnDemand5 2015 Mitchell Repair Information Company LLC

SITIOS WEB

Auto crash (2018). Evolución de las transmisiones automáticas (en línea). Disponible en

<https://www.revistaautocrash.com/evolucion-las-transmisiones-automaticas/>

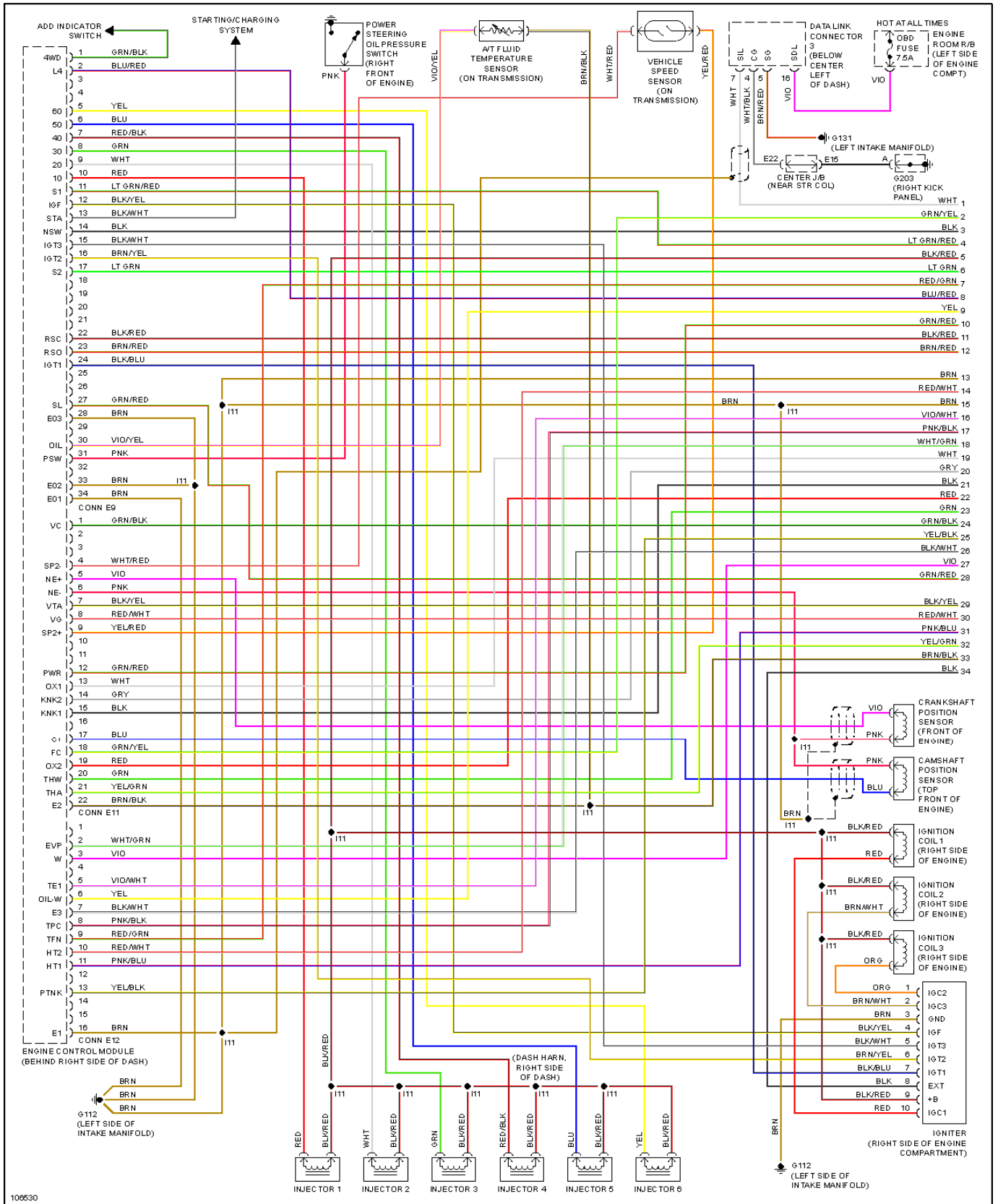
Motor pasión (2018). Transmisiones automáticas (en línea). Disponible en

<https://www.motorpasion.com/tag/transmisiones-automaticas>

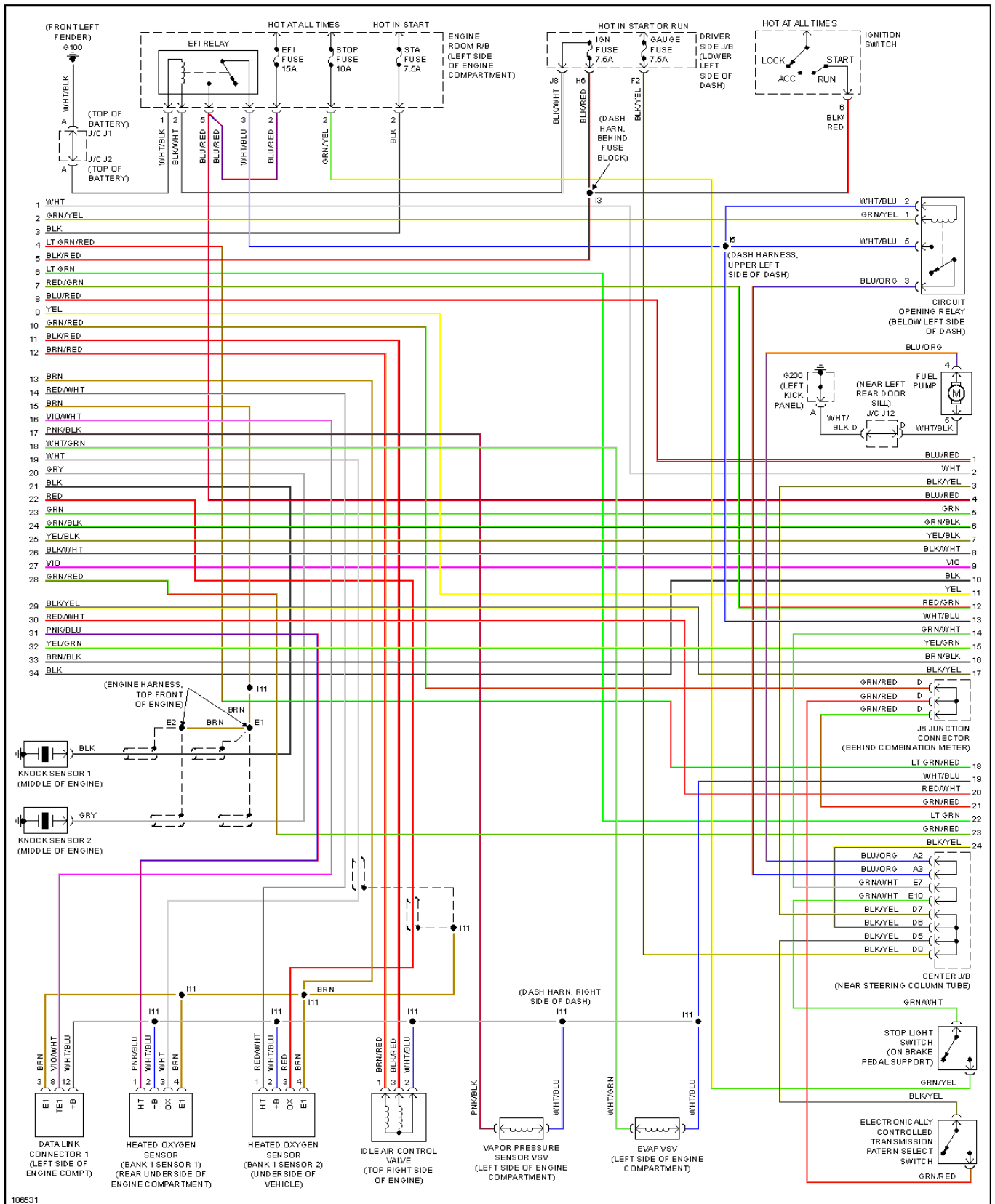
11. ANEXOS.

Información técnica variada del motor de combustión y transmisiones automáticas del banco probador, esquema eléctrico e hidráulico de control.

11.1. WIRING DIAGRAM ENGINE PERFORMANCE TOYOTA 4RUNNER 1998 (1-3)

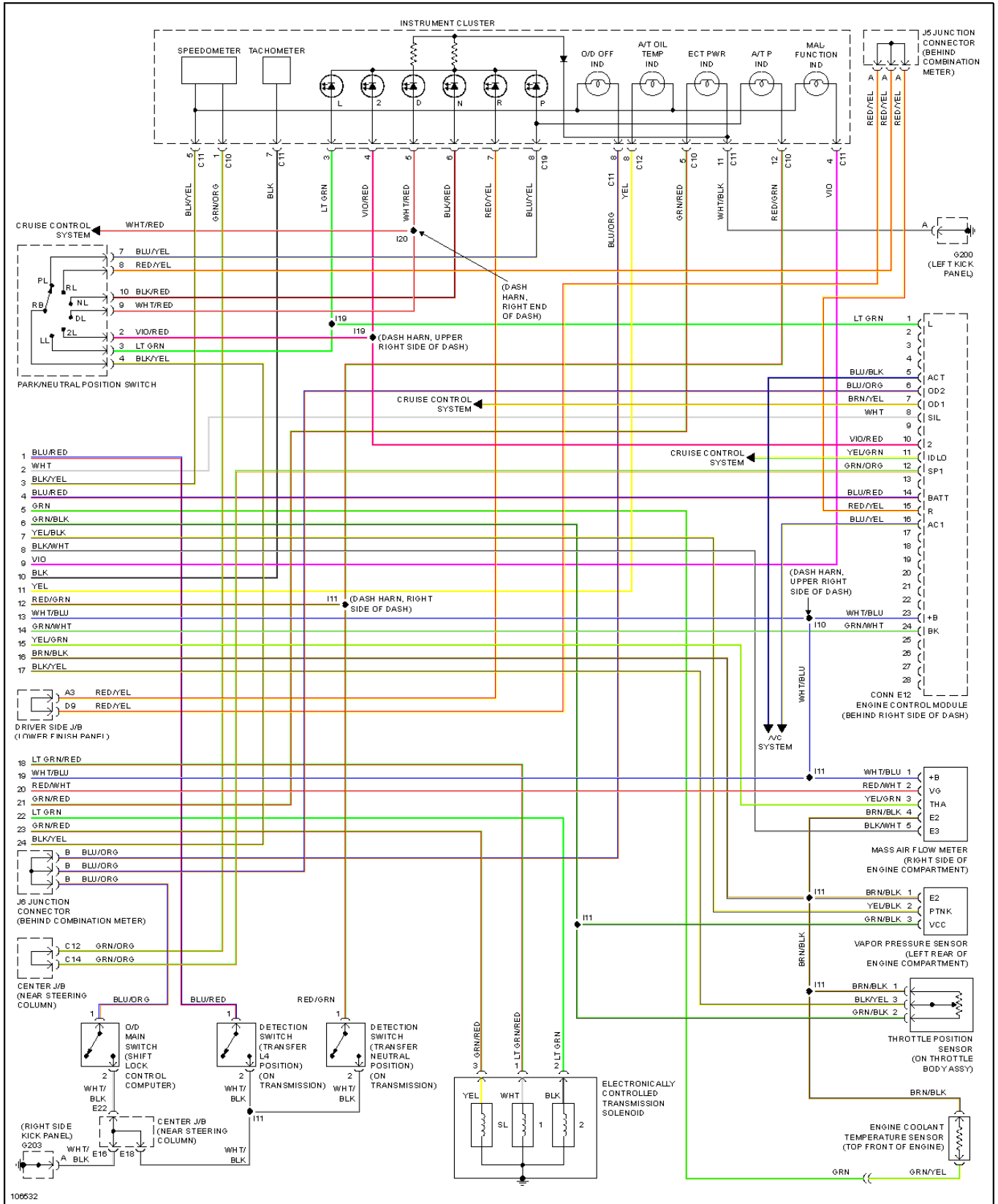


11.2. WIRING DIAGRAM ENGINE PERFORMANCE TOYOTA 4RUNNER 1998 (2-3)



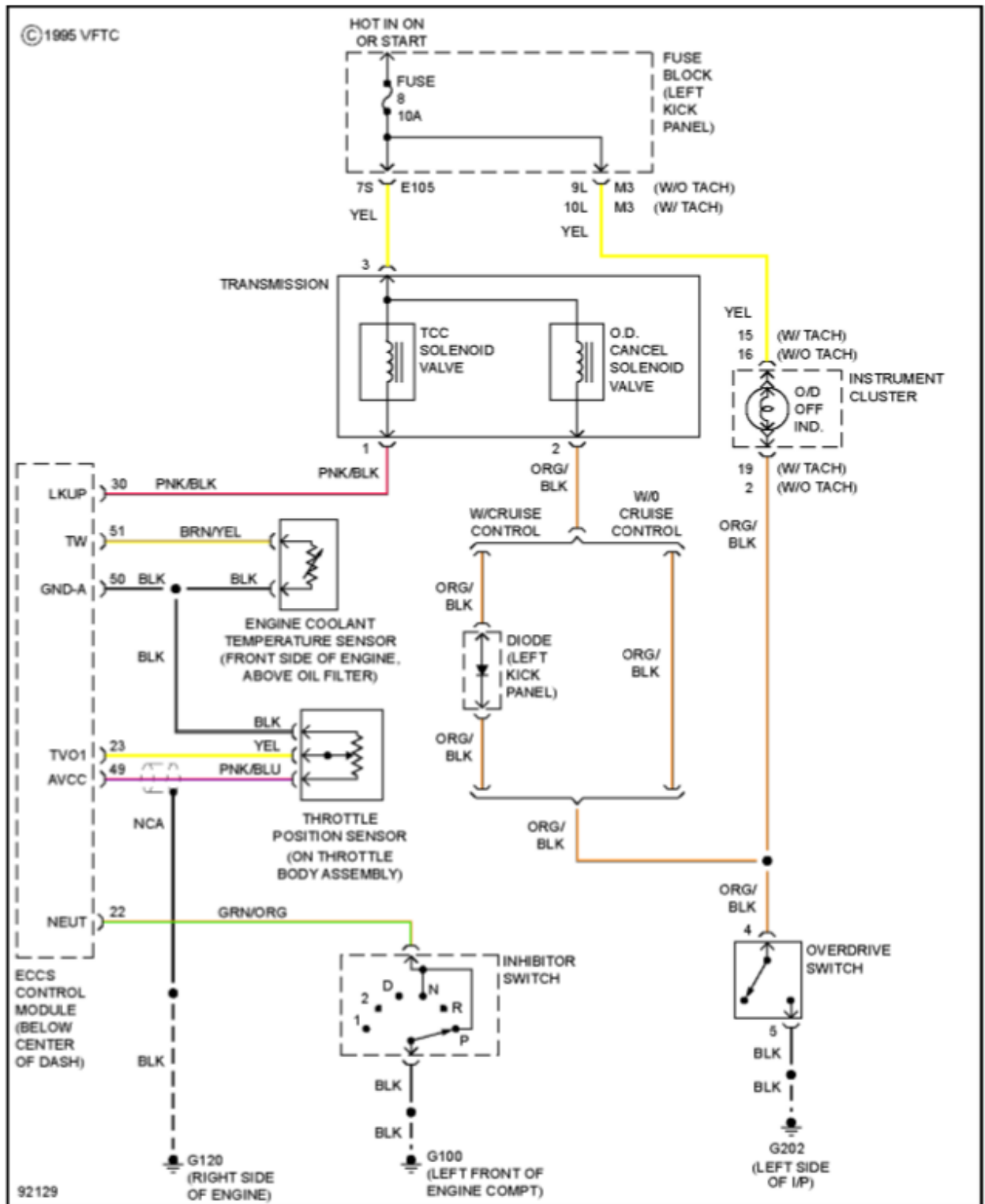
106631

11.3. WIRING DIAGRAM ENGINE PERFORMANCE TOYOTA 4RUNNER 1998 (3-3)



11.4. WIRING DIAGRAM AUTOMATIC TRANSMISSION NISSAN SENTRA. 1996

1996 Nissan Sentra
1995-96 AUTOMATIC TRANSMISSIONS RL4F03A/V Overhaul



1996 Nissan Sentra

1995-96 AUTOMATIC TRANSMISSIONS RL4F03A/V Overhaul

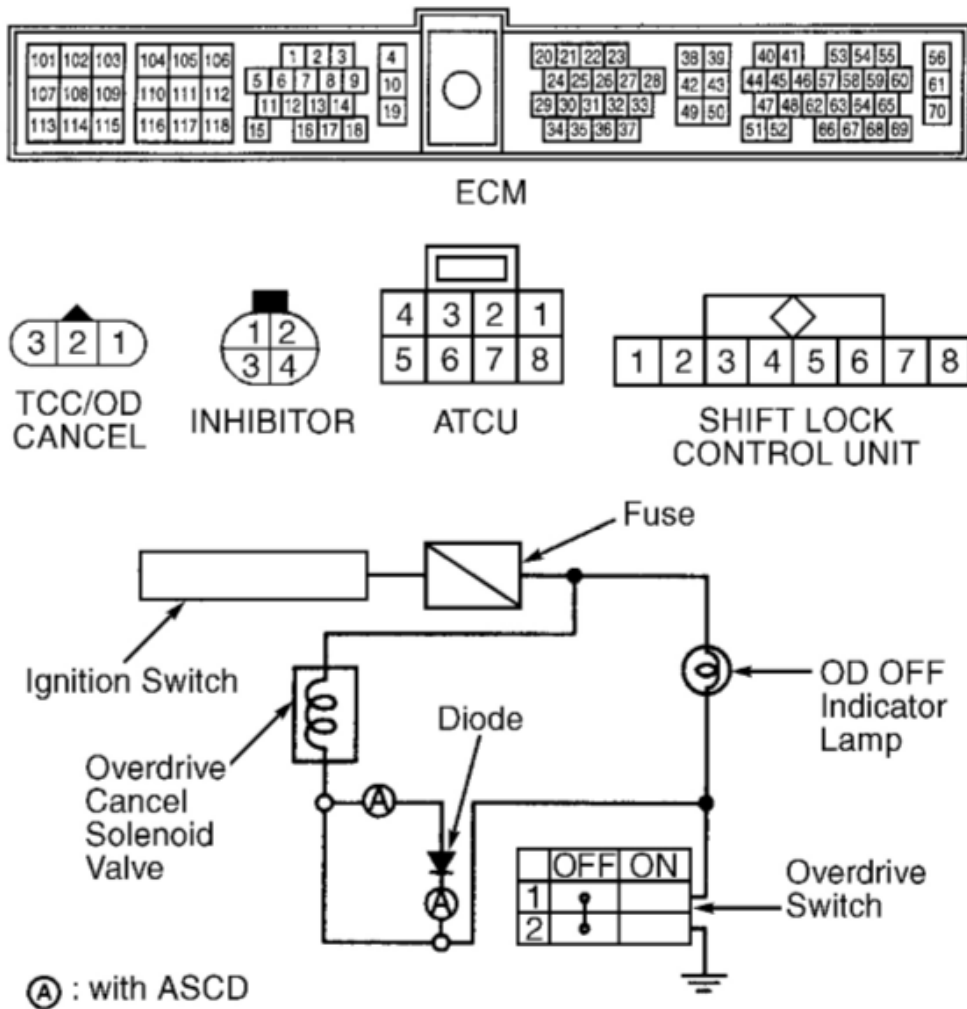
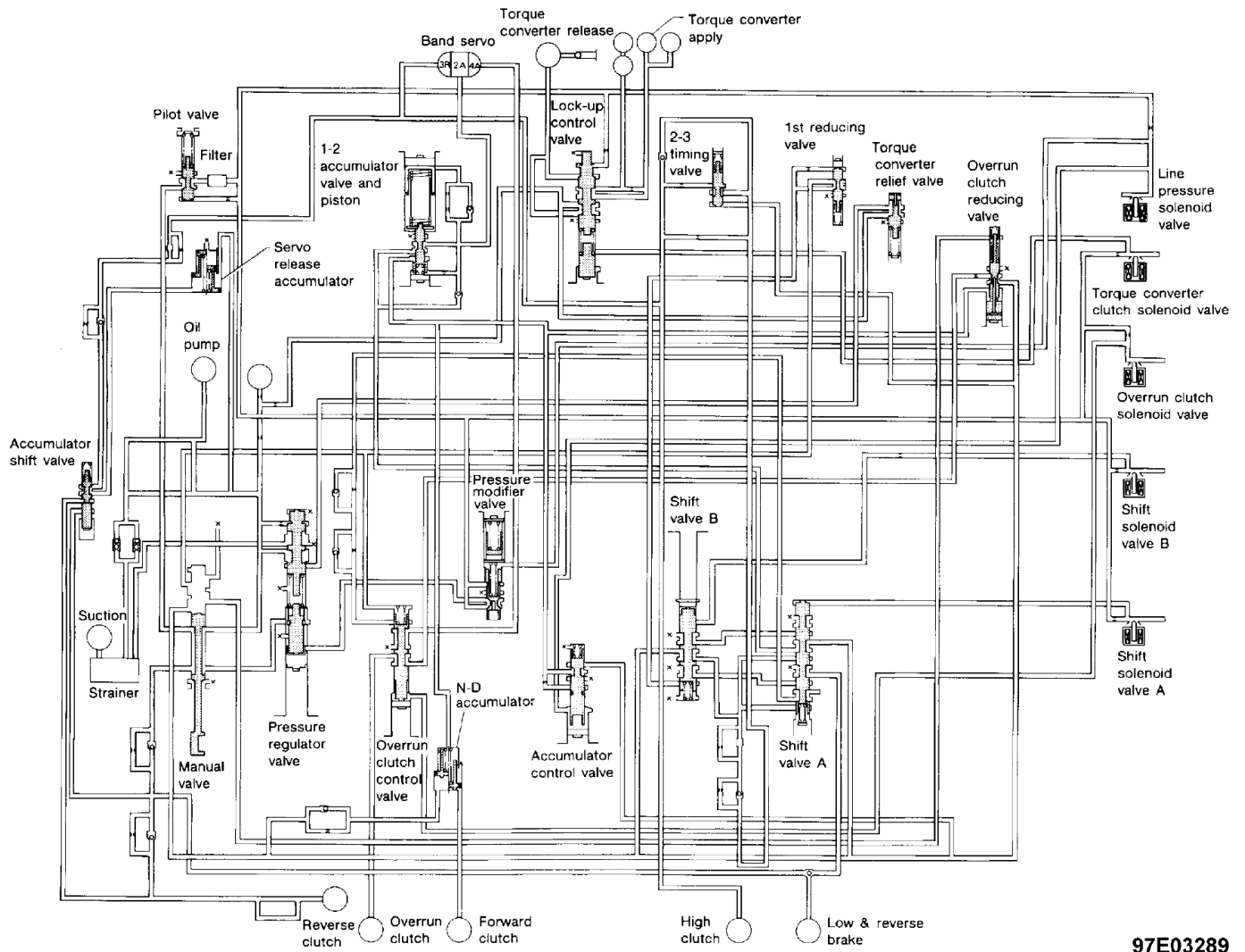


Fig. 20 Esquema de control electrico de la A/T Nissan 1996

Se logra observar que las señales recibidas por el módulo de control son únicamente señal de activación, On-Off inclusive de posición (palanca selectora de velocidades) no son en ninguna medida señales análogas o digitales que deban ser procesadas para ejecutar una operación de cambios.



97E03289

Fig. 21: Oil Circuit Diagram Nissan RE4F03V 1996 Nissan Sentra

Segunda Parte

Innovación de Equipo Probador de Alternadores y Motores de Arranque

PARTE 2

1.	INTRODUCCIÓN.....	59
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	59
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	59
2.2.	JUSTIFICACIÓN	60
3.	OBJETIVOS.....	60
3.1.	OBJETIVO GENERAL	60
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	60
4.	MARCO TEÓRICO	60
	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL ALTERNADOR	61
	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE ARRANQUE	62
	INSPECCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	63
5.	HIPÓTESIS.....	64
6.	METODOLOGÍA.....	64
6.1.	DISEÑO DEL BANCO PROBADOR DE ALTERNADORES	64
7.	RESULTADOS.....	70
8.	CONCLUSIONES.....	71
9.	RECOMENDACIONES	72
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	72
11.	ANEXOS	73
11.1.	ANEXO 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO	73
11.2.	ANEXO 2. PASOS PARA LA OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA (MANUAL DEL USUARIO).....	74
11.3.	ANEXO 3 INFORMACIÓN OBTENIDA DEL SOFTWARE MITCHELL1 ONDEMAN5	79

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro país es cada vez mayor el número de vehículos que circulan por sus carreteras y con ellos el número de accesorios tales como motores de arranque y alternadores, estos equipos auxiliares del vehículo representan un problema, cuando se trata de verificar su correcto funcionamiento

El presente trabajo de investigación resume la innovación realizada al Probador de Alternadores y Motores de Arranque, equipo que cuenta con un registro de Patente de Modelo de Utilidad a nombre de ITCA-FEPADE. Este equipo permite simular las condiciones de carga iguales a las reales en las pruebas de los alternadores y motores de arranque. Se puede utilizar tanto en un laboratorio con fines académicos, así como también en un área de taller que se dedique a pruebas con fines comerciales.

El banco permite el montaje rápido de los equipos a analizar, la visualización de los parámetros de prueba (Voltaje y corriente) y la variación de las condiciones de velocidad (RPM) a la que es sometido cada uno de estos elementos.

Se realizaron pruebas en alternadores registrándose el voltaje y corriente generados, comparándose con los datos proporcionados por el Software “Mitchell1 OnDemand5” para verificar si los datos obtenidos se encuentran en el rango técnico. En el caso de los motores de arranque se elabora una prueba cualitativa de inspección inicial y posteriormente se registra los valores de corriente demandada y al igual que el caso de los alternadores se compara con los datos técnicos

Se agregan los planos del equipo, así como también los de algunos accesorios diseñados y/o adaptados para lograr nuestro objetivo. Se incluye el diagrama eléctrico del equipo, así como la información que proporciona el fabricante de los equipos que fueron adaptados a este banco.

En los anexos se presenta el procedimiento en fotografías como una guía visual que permita asimilar de forma más rápida la manera de uso del equipo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los problemas más comunes en los vehículos son las fallas en el sistema eléctrico de este, y por mucho tiempo; ha sido muy alto el grado de dificultad al momento de diagnosticar y reparar dichas fallas, esto se debe a que el sistema eléctrico está sujeto a diversos factores que pueden causar la posible falla como la humedad, las vibraciones, las altas temperaturas y hasta los malos tratos que sufre durante la reparación, el montaje de los componentes y el poco mantenimiento que estos elementos reciben.

Algunos de los elementos que influyen en la falla de los sistemas eléctricos del automóvil son los alternadores y motores de arranque, en los cuales el diagnóstico de su correcto funcionamiento representa un verdadero problema para el técnico, debido a que en la mayoría de los casos no se tiene el equipo adecuado para verificar los valores de corriente y caída de voltaje en condiciones de carga del elemento.

2.2. JUSTIFICACIÓN

Este equipo beneficia a todos los estudiantes de carrera formal, ya que es utilizado en las prácticas de los módulos que tienen relación con el sistema Eléctrico, además existen otros beneficiarios como alumnos de cursos de educación continua. El banco es una alternativa de prueba para aquellos talleres dedicados a la reparación y diagnóstico de funcionamiento de estos elementos.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un equipo probador de alternadores y motor de arranque que se ajuste a las necesidades de la institución para la formación de sus estudiantes.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la actualización necesaria del banco probador de alternadores y motores de arranque de forma que cumpla con los requisitos del laboratorio de electricidad y encendido electrónico.
2. Innovar el funcionamiento del equipo con tecnología actualizada.

4. MARCO TEÓRICO

La relación entre la batería, el sistema de arranque y el de carga (alternador) es un ciclo continuo de conversión de energía de una forma a otra. La energía mecánica que produce el motor del vehículo se transforma en energía eléctrica en el alternador parte de la cual es almacenada en la batería de esta, transformándola en energía química.

La energía química de la batería luego se transforma nuevamente en corriente eléctrica, la cual es usada para mover el motor de arranque el cual transforma la energía eléctrica nuevamente en energía mecánica, suministra corriente a los demás accesorios del vehículo y al sistema de carga (alternador). No importa que punto del circuito se considere el primero, lo importante es entender cómo se relacionan cada uno de los componentes del sistema y la función que cada uno cumple dentro del mismo.

La batería desempeña el papel de un acumulador de energía cuando el motor está en reposo, mientras que durante la marcha e incluso a ralentí o marcha mínima el alternador es la auténtica central eléctrica del vehículo. El alternador, al igual que el motor de arranque, posee una estructura robusta que resiste o soporta considerablemente vibraciones, cambios de temperatura, suciedad, humedad, lubricantes y combustible (Ver figuras 1 y 2). Ambos pueden ser clasificados por su funcionamiento, dimensión y estructura de los circuitos que los integran.



Figura 1. Alternador



Figura 2. Motor de arranque

Las tareas principales que realiza el alternador en un vehículo son las siguientes:

- Suministra corriente continua a todos los dispositivos consumidores de corriente (bomba eléctrica del combustible, ventilador eléctrico, radiocasete, etc.)
- Suministra carga rápidamente a la batería, incluso cuando todos los dispositivos eléctricos y electrónicos del vehículo están en funcionamiento con el motor a ralentí (Marcha mínima).
- Estabiliza su propia tensión en toda la gama de velocidades de rotación del motor del vehículo.
- Dentro de las tareas principales que realiza un motor de arranque en un vehículo son las siguientes:
- Suministrar los primeros giros o impulsos al motor de combustión para que este se ponga en marcha por sí solo, así mismo soportar altas tensiones en cortos periodos de tiempo.
- Conectar y desconectar un engranaje o piñón impulsor con el engranaje del anillo del volante de inercia; El motor cuenta con dos circuitos uno de ellos es el de marcha y propiamente el circuito en sí del motor de arranque.

Principio de funcionamiento del alternador

Si un conductor eléctrico corta las líneas de fuerza de un campo magnético, se origina en dicho conductor una corriente eléctrica. La generación de corriente trifásica tiene lugar en los alternadores, en relación con un movimiento giratorio.

Según este principio, existen tres arrollamientos iguales independientes entre sí, dispuestos de modo que se encuentran desplazados entre sí 120° . Al dar vueltas el motor (imanes polares con devanado de excitación en la parte giratoria) se generan en los arrollamientos tensiones alternas senoidales y respectivamente corrientes alternas, desfasadas también 120° entre sí, por lo cual quedan desfasadas igualmente en cuanto a tiempo. De esa forma tiene lugar un ciclo que se repite constantemente, produciendo la corriente alterna trifásica.

El alternador está en paralelo con la batería del vehículo por dos razones fundamentales, la primera es que la batería provoca la corriente de pre-excitación en el alternador cuando se arranca el vehículo y la segunda es que una vez que el alternador ha alcanzado su régimen normal de trabajo transmite energía para la carga de la batería. La corriente alterna no puede ser almacenada en una batería, ni tampoco puede emplearse para alimentar componentes electrónicos, por ello se recurre a la rectificación.

El elemento fundamental de la rectificación es el diodo, que posee la propiedad de que, al aplicarle una tensión permite el paso de corriente únicamente en un sentido, y bloquea el paso de la corriente en sentido inverso.

Principio de funcionamiento del motor de arranque

El motor de arranque basa su funcionamiento en principios electromagnéticos. Si disponemos de un imán y situamos una partícula de hierro a su alrededor, ésta será atraída por el imán si se encuentra dentro de su campo magnético.

Todos los imanes tienen un polo sur y un polo norte, de tal forma que, si introducimos un imán dentro del campo magnético de otro y los enfrentamos por su mismo polo, estos se repelerán y se producirá un desplazamiento de ambos, generándose una fuerza de repulsión. Los campos magnéticos pueden ser creados por imanes naturales o artificiales, y también por electroimanes, es decir, imanes formados por la corriente eléctrica, ya que toda corriente crea en el espacio que la envuelve un campo magnético.

El motor de arranque está formado en su “estator” por bobinas conductoras recorridas por una corriente eléctrica, arrolladas sobre un hierro dulce, llamado núcleo, con características magnéticas favorables. De esta forma se consigue crear un campo magnético igual al generado de forma natural por un imán, con sus correspondientes polos norte y sur. Si enfrentamos al estator otro elemento que también tenga polo norte y polo sur, este último se moverá cuando su polo coincida con el del estator. Ahora bien, su movimiento debe ser de rotación, ya que ha de mover la corona del volante motor para que ésta gire. Ésta es la única forma de hacer que el motor del vehículo se pueda mover y arrancar, por lo que toma el nombre de “rotor”.

Las bobinas del inducido del rotor son recorridas por una corriente, que pasa primero a través de la escobilla positiva y la delga que en ese instante esté pisando, cerrándose por la escobilla negativa a masa. En ese momento será alimentada solamente una bobina, que generará un campo magnético y, por tanto, un polo norte y un polo sur que se enfrentarán a su opuesto del estator, produciéndose un pequeño giro, para alimentar a otra delga que alimentará a otra bobina, produciéndose de nuevo el mismo efecto con otro pequeño giro, para alimentar a otra delga y a otra bobina.

De esta forma se mantendrá el giro del rotor mientras exista alimentación de corriente eléctrica. Ahora el movimiento del rotor debe ser transmitido al volante de inercia del motor, esto se consigue por medio un piñón de engrane y desengrane dispuesto en el extremo del eje del rotor. El eje lleva labrado un estriado en forma de rosca de gran paso sobre el que se dispone el piñón, de forma que cuando comienza el giro del eje, el piñón es arrastrado por inercia hasta engranar con la corona del volante del motor, haciéndola girar (Ver figura 3).



Figura 3. Piñón de engrane.

Una vez puesto en marcha el motor, el piñón de engrane será arrastrado por la corona del volante que ahora gira más rápido que él. Al girar el piñón más rápido que el eje del rotor, se produce el desengrane, desplazándose el piñón por efecto de la rosca de gran paso y volviendo a su posición de reposo.

El eje inducido es un conjunto de bobinas y núcleos. El espacio que queda entre los núcleos y el tambor se llama entre hierro. El paso de la corriente por las bobinas del estator crea el campo magnético necesario para producir el giro del rotor.

Inspección del sistema eléctrico

Esta inspección puede ser más trabajosa que la inspección de cualquier otro sistema del automóvil, requerirá instrumentos y toda la información sea posible, por ejemplo, manuales de servicio, diagramas eléctricos etc.

Si bien los componentes y su ubicación pueden variar de vehículo a vehículo, existen ciertos procedimientos que se pueden seguir en todos los casos. Asimismo, un conocimiento de la teoría de operación de cada componente resulta de gran ayuda para el diagnóstico.

Batería

El primer componente a revisar es la batería, ya que ésta afecta directamente al resto de componentes, y si la batería se encuentra en mal estado no se podrá seguir con el resto de la inspección.

Además de comprobar los voltajes en vacío y con carga, se deben verificar los terminales, tanto su apriete como posibles signos de corrosión que pueda provocar malos contactos. También se debe chequear la existencia de pérdidas de líquidos, el nivel y la concentración del electrolito.

El chequeo del voltaje en vacío se realiza de la siguiente manera: se encienden las luces cortas durante un par de minutos para eliminar la carga superficial, se apagan y tomar la medida, Según la tabla 1, se podrá saber el estado de carga de la batería.

Tabla 1. Porcentaje de carga de las baterías de acuerdo al voltaje

Voltaje	Porcentaje de Carga
12.60V - 12.72V	100%
12.45V	75%
12.30V	50%
12.15V	25%

También es posible conocer el estado de carga mediante el uso de un hidrómetro, el cual mide el peso específico del electrolito y en su escala se puede leer el estado aproximado de carga de la batería bajo prueba. Este método no es posible aplicarlo en las baterías libres de mantenimiento. Si el estado de carga es menor del 75%, se debe cargar la batería antes de proceder con el siguiente paso.

Prueba con consumo. Si se dispone de resistencia de carga, ésta se debe ajustar al valor que resulte de multiplicar los A.H. (Amperios-Hora) de la batería bajo prueba por 3. Por Ej. Si la batería a testear es de 75 A.H. ajustar a 225 Amperios de carga. Luego se debe medir el voltaje en bornes de la batería, este valor no debe ser inferior a 9.6 Voltios. Si el voltaje se mantiene por encima de este valor durante al menos 15 segundos la batería está funcionando correctamente.

Si no se dispone de resistencia de carga igualmente se puede efectuar el chequeo con consumo de la siguiente manera: deshabilitar el sistema de encendido, darle arranque durante al menos 15 segundos y medir el voltaje en bornes de la batería, este voltaje no debe ser inferior a 9.6 Voltios, igual que en el caso anterior.

Sistema de arranque.

Se debe inspeccionar cuidadosamente el cableado prestando atención a las conexiones, buscando síntomas de corrosión o falsos contactos. Hacer girar el arranque algunos ciclos y escuchar si hubiere sonidos anormales como podrían ser los ocasionados por dientes rotos en la corona, béndix que falla de enganchar etc.

Luego se debe medir la caída de potencial en el cable principal al arranque, este valor no debe superar los 0.5 Voltios. Si se dispone de una pinza amperimétrica medir el consumo del mismo.

Verificar que esté dentro de las especificaciones del fabricante normalmente entre 150 y 250 Amperios dependiendo del número de cilindros y la cilindrada total del vehículo. Un consumo excesivo puede ser debido a atascos en casquillos o rulemanes o también al bobinado en cortocircuito.

También es importante chequear la velocidad de giro del motor durante el arranque, la cual normalmente debe ser de aproximadamente 200 rpm. Si por ejemplo la velocidad de arranque es inferior a la normal y el consumo es alto significa que el motor podría estar atascado o existir un rozamiento excesivo en alguno de sus componentes.

5. HIPÓTESIS

El banco probador de alternadores y motores de arranque permitirá realizar pruebas que determinen el estado de funcionamiento de estos elementos, permitiendo obtener de ellos datos de corriente y voltaje. Además este banco mejorara el tiempo de montaje y las medidas de seguridad con las cuales se realiza la prueba.

6. METODOLOGÍA

6.1. DISEÑO DEL BANCO PROBADOR DE ALTERNADORES

La función del banco probador de alternadores y motores de arranque es probar eléctricamente el funcionamiento del motor de arranque y de los alternadores provocándole las caídas de voltaje y de consumo de corriente necesarias para que pueda operar eficientemente.

A continuación, se presentan las figuras del banco:

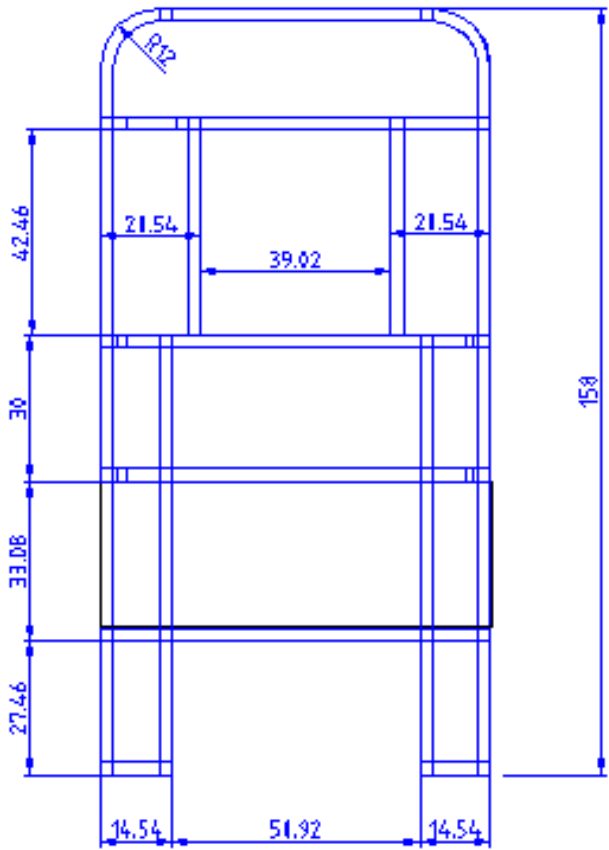


Figura 4. Vista frontal del banco.

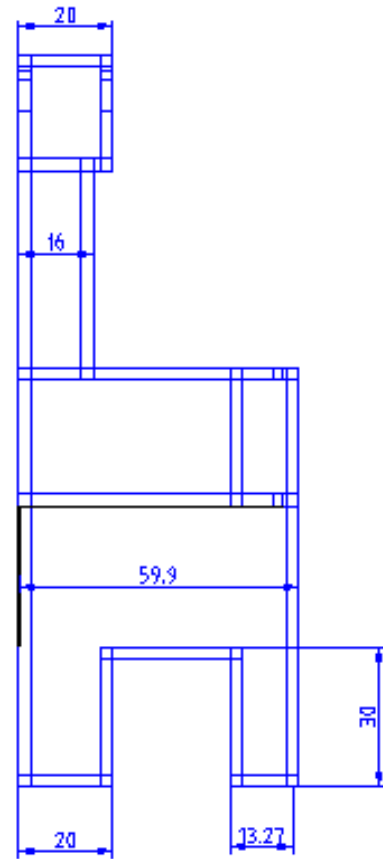


Figura 5. Vista lateral del banco.

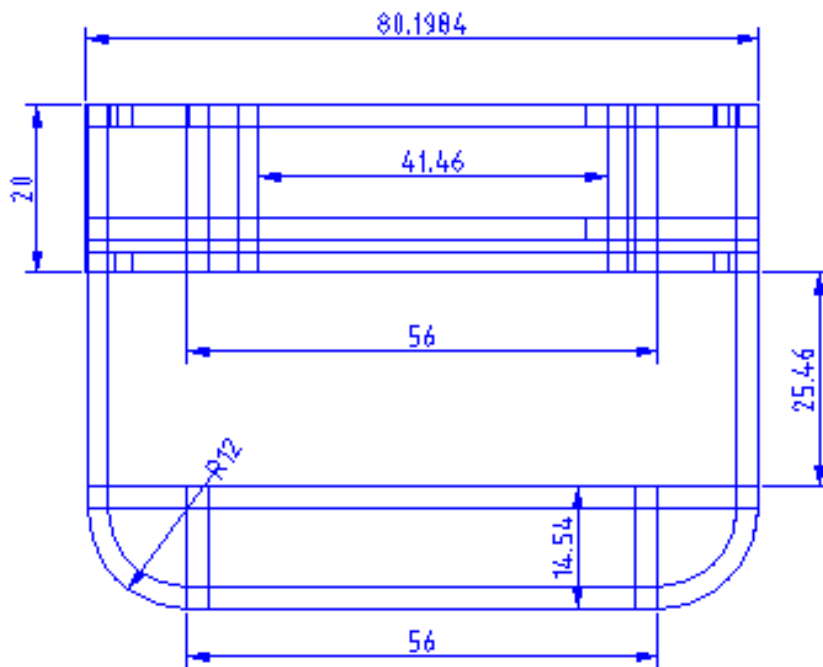


Figura 6. Vista de planta del banco.

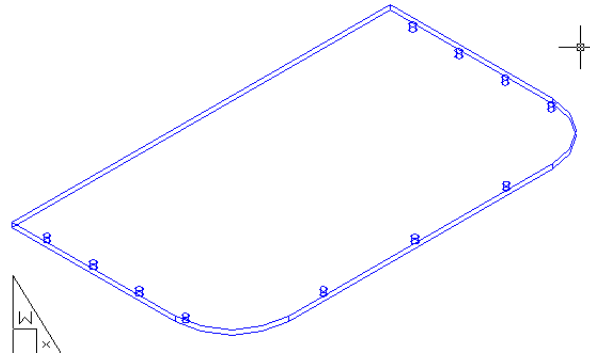


Figura 7. placa de soporte de las prensas.

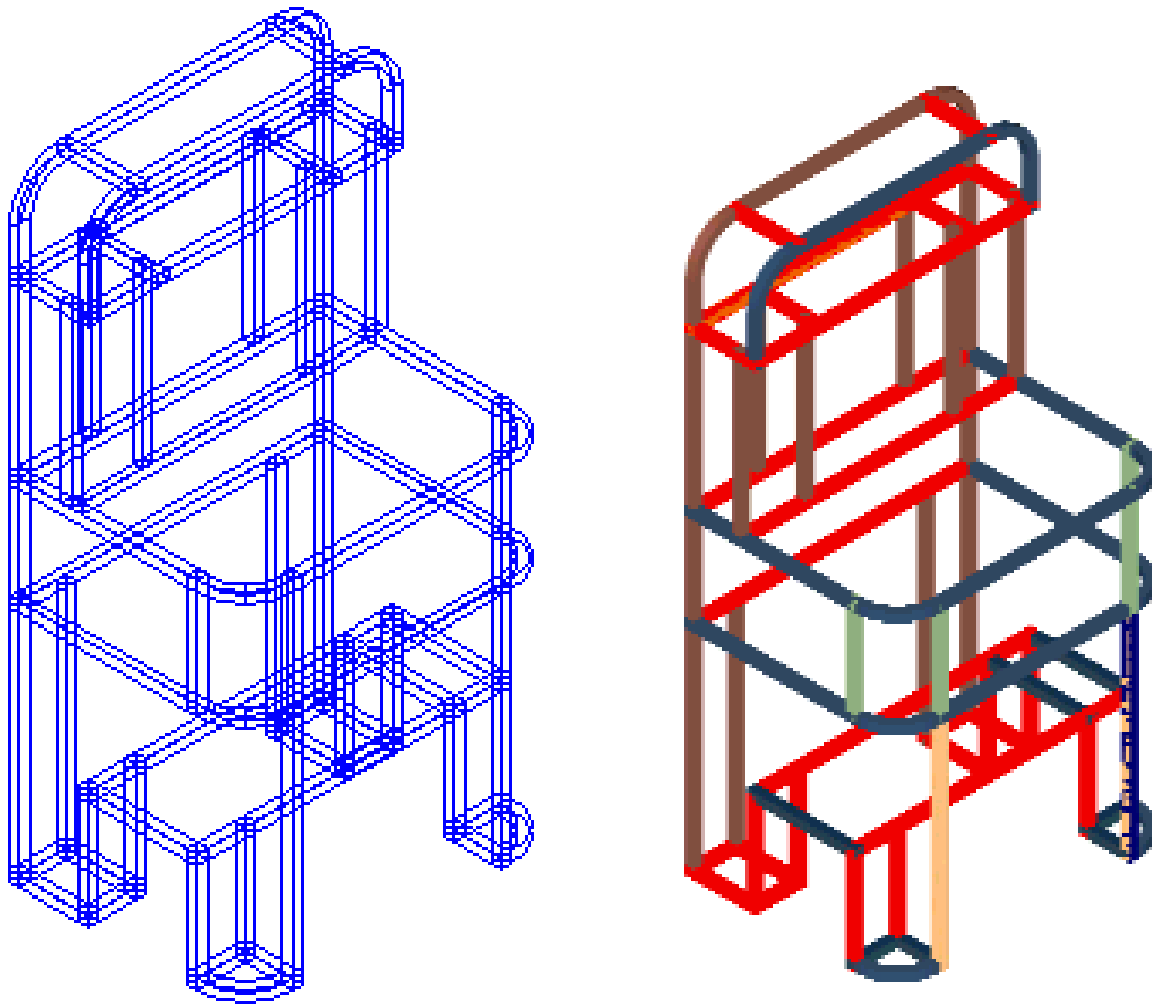


Figura 8. a) Estructura del banco sin tapaderas

b) modelo del banco en sólido.

Para poder ocultar los elementos internos del banco se colocaron tapaderas moldeadas de lamina de hierro negro pintadas con base y pintura acrílica, esto a su vez le proporciona al banco una mejor apariencia, en la siguiente figura se muestra el dibujo del banco con tapaderas

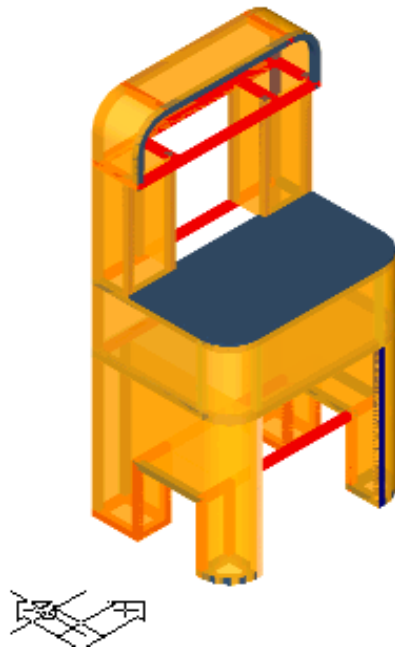


Figura 9. Estructura completa del banco incluyendo tapaderas



Figura 9.1 Restauración de pintura de banco

La siguiente dificultad a resolver fue la forma de sujeción de los alternadores y motores de arranque, en el caso de los motores de arranque por su forma, se tenía la opción de utilizar un elemento comercial, en tal sentido se utilizó una prensa para tubo N° 6, dicha prensa se muestra en la figura 10 a) en la figura 10 b) se muestra la figura del alternador y al fondo la prensa.



Figura 10. a) Prensa de Catalogo

b) alternador de prueba y prensa al fondo

Sin embargo, el elemento que debería sostener a los alternadores presentaba un poco de mayor dificultad por la misma forma de diseño de estos, por tal motivo se presenta la necesidad de diseñar un elemento de sujeción. El diseño de este elemento es simple se basa en la forma real de sujeción de los alternadores en los vehículos, básicamente utilizando el mismo diseño de estos, la pieza está elaborada en lámina de hierro A36 y el resto de los elementos no es más que la adaptación de los mismos perfiles (Tubo cuadrado de hierro y platina de hierro) ya utilizados en la estructura. En las figuras de la 11 a la 15 se muestran los dibujos de la pieza

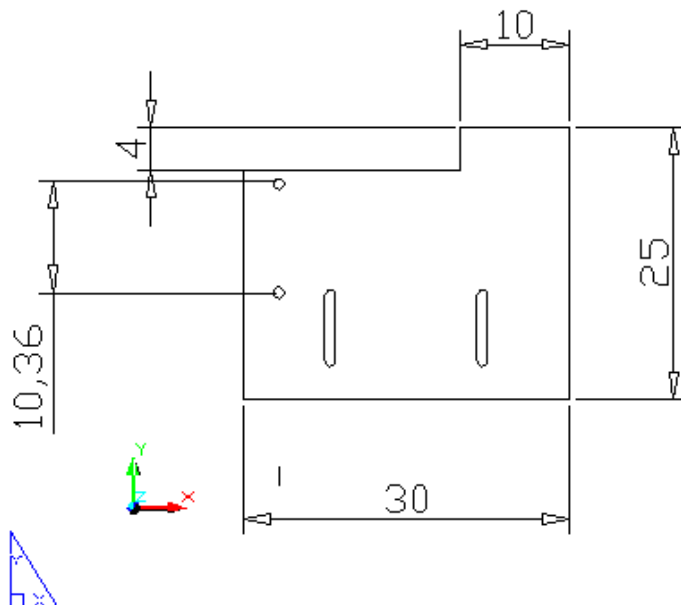


Figura 11. Vista de Planta de la Placa de Sujeción

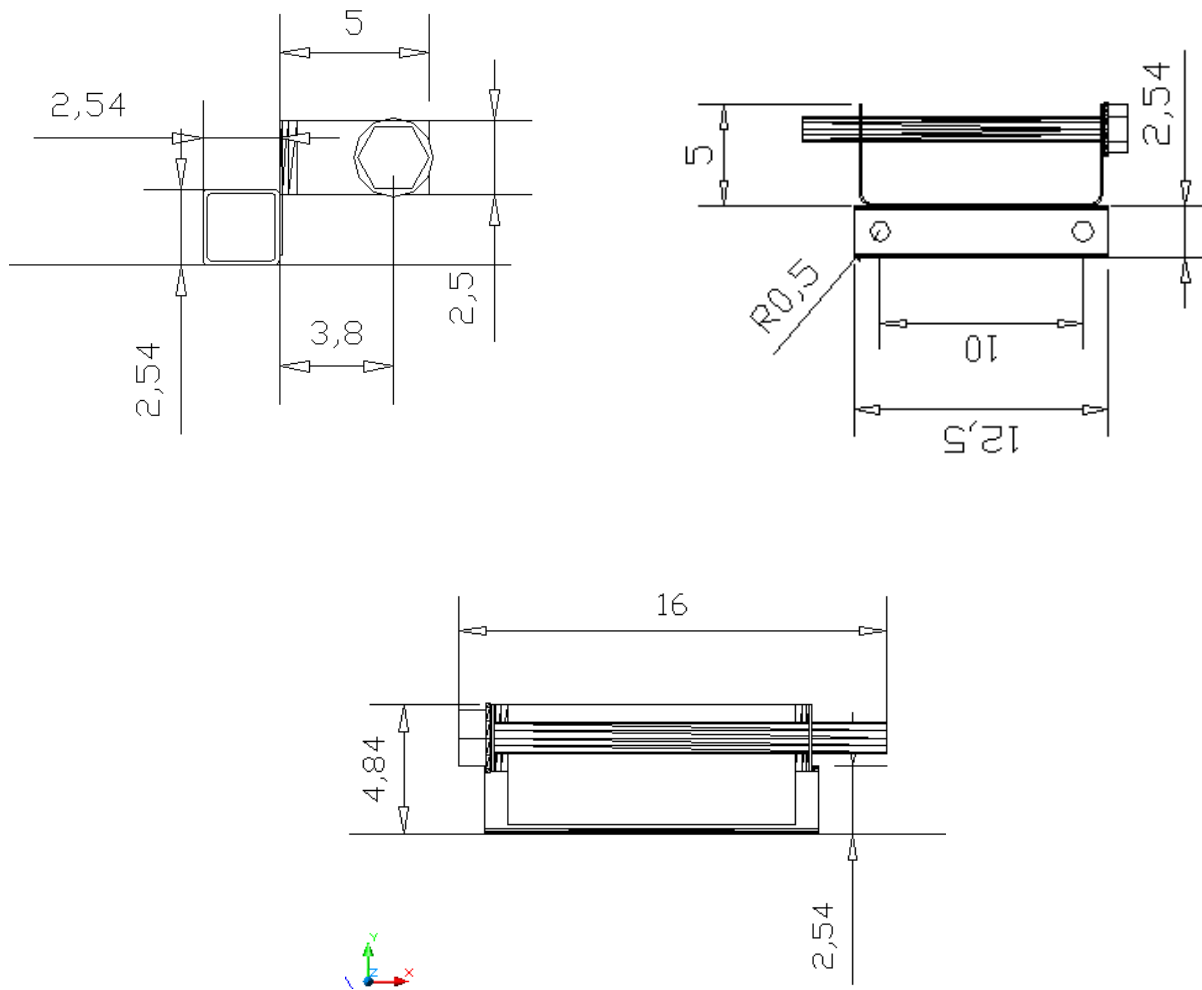


Figura 12. Vistas de pieza que sujeta uno de los lados del alternador

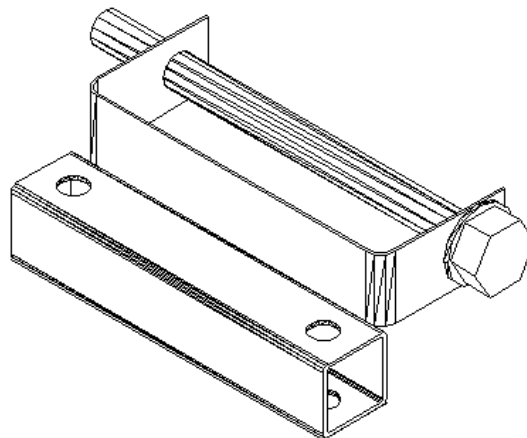


Figura 13. Dibujo de conjunto de pieza que sujeta uno de los lados del alternador

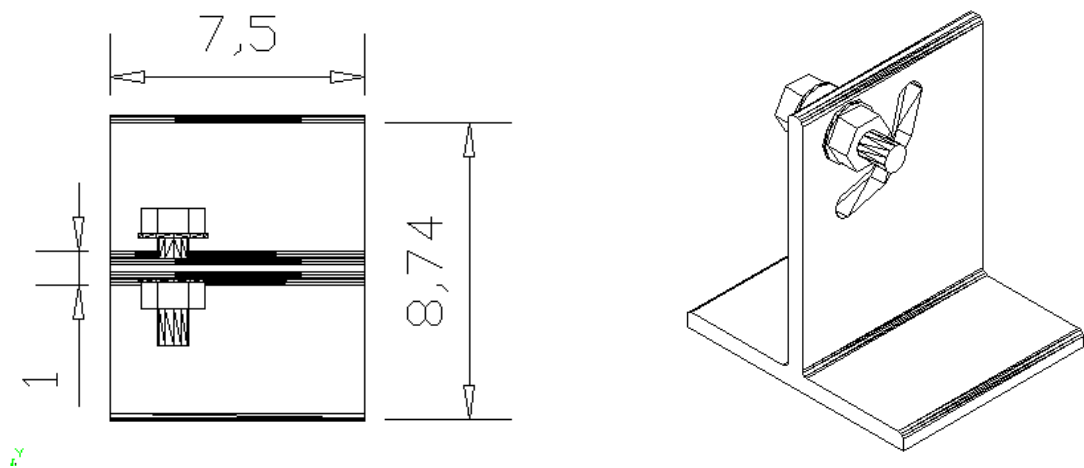


Figura 14. Vista y Dibujo de conjunto de Pieza que sujeta el otro extremo del alternador

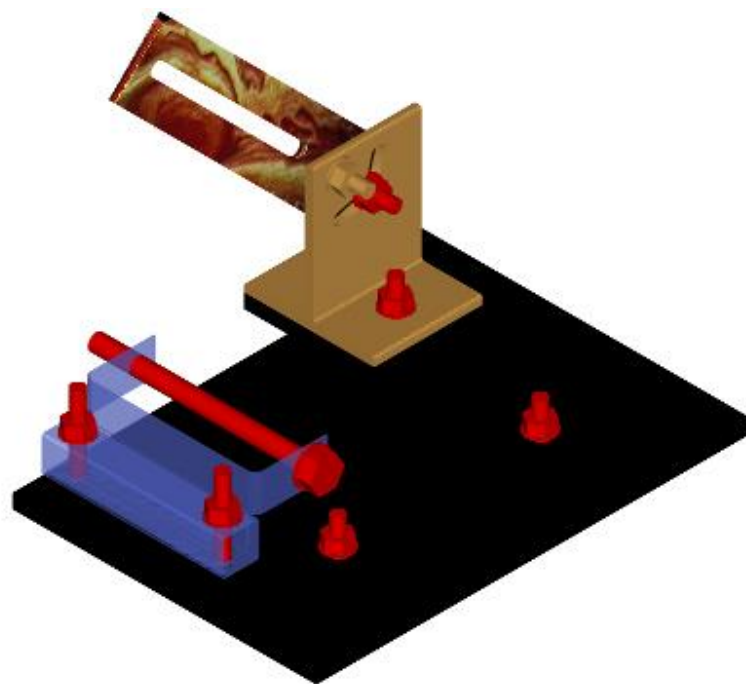


Figura 15. Dibujo modelizado del conjunto de pieza que sujetan los alternadores en el banco

El siguiente elemento a tratar fue el elemento que proporcionaría la potencia al alternador y la manera en la que debía entregar esa potencia al momento de la prueba. Se pensó entonces que colocar un motor de 3 HP, como fuente de potencia, con esto el banco estaría sobrado e incluso para poder proporcionar potencia para modificaciones de carga futuras. Sin embargo, la variedad de poleas existente en la transmisión de fuerza a los alternadores en un vehículo es variada, por lo que se buscaron las poleas más comunes y se diseñó con la ayuda del departamento de Ing. Mecánica e Industrial una sola polea la cual estaría acoplada al motor y permitiría cierta variedad de tipos de fajas. En las figuras 16 se muestra la polea acoplada al motor.

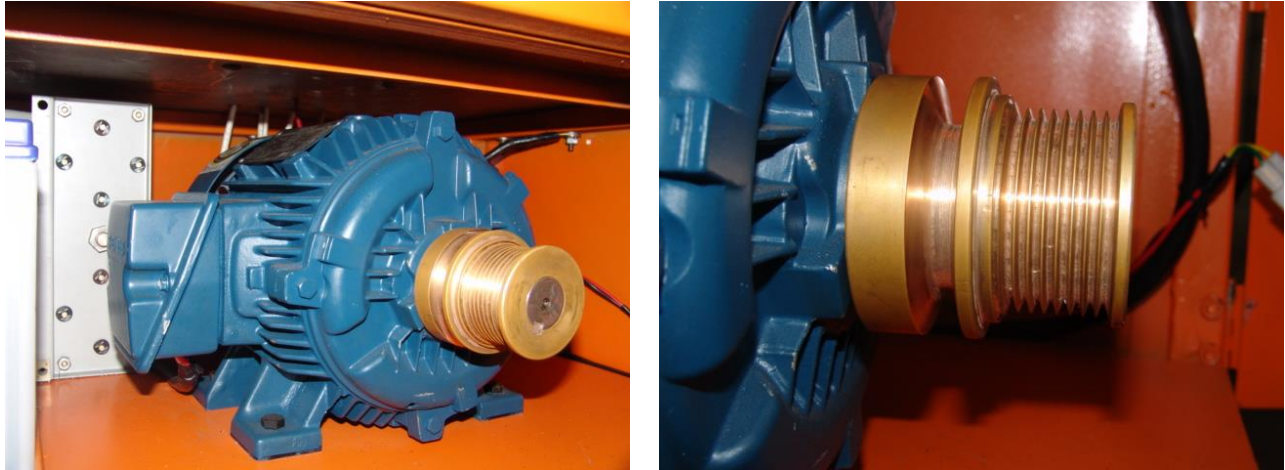


Figura 16. Fotografía del Motor polea que proporciona la potencia al alternador

Pero no solo basta que el motor proporcione las rpm nominales al banco, sino que es necesario que la velocidad pueda ser variada para simular las condiciones reales de demanda del motor del vehículo. Para poder lograr esta condición se utilizó un variador de frecuencia para el motor, el variador utilizado es un Sinamics G110, este variador fue recomendado por el personal Técnico de SIEMENS, este variador en su pantalla despliega valores de frecuencia los cuales fueron calibrados por el técnico para generar las condiciones deseadas de velocidad. En la figura 17 se muestra el variador de frecuencia.



Figura 17. Fotografía del Variador de Frecuencia Sinamics G110

En la Figura 18 se muestra el esquema del variador de frecuencia con la simbología que utiliza el variador.

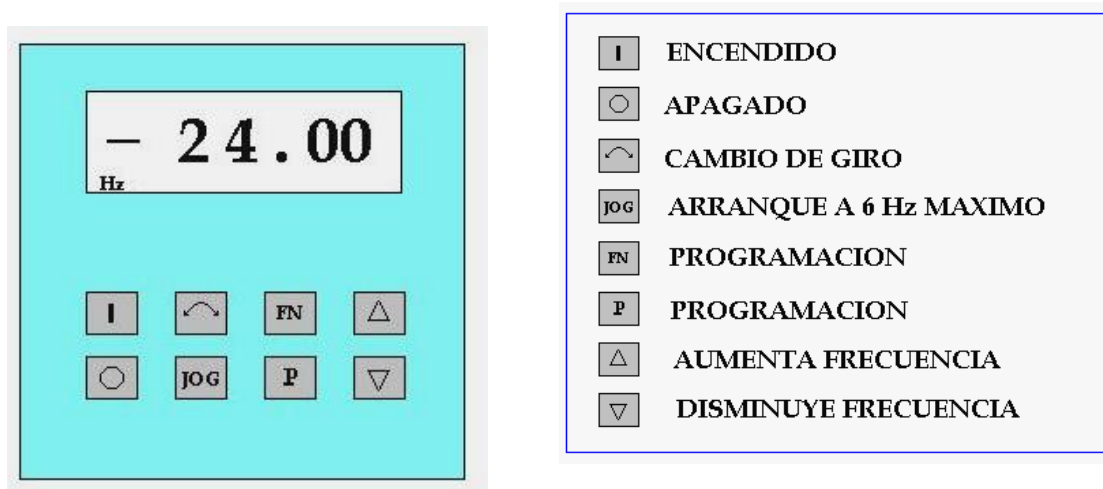


Figura 18. Esquema y nomenclatura del variador Sinamics G110

Debido a que al bajar la velocidad nominal de funcionamiento de un motor eléctrico se corre el riesgo de que este se dañe por recalentamiento, fue necesario colocar un ventilador adicional que proporcionara una corriente de aire extra. En la figura 19 se muestra el ventilador

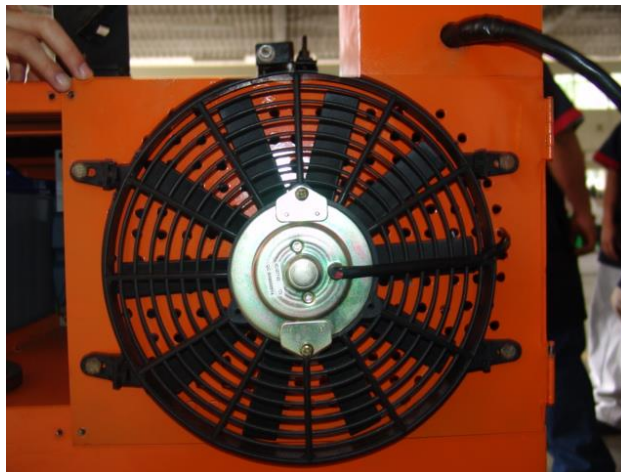


Figura 19. Fotografía del Ventilador posterior del banco

En el diagrama 1 se muestra el circuito a 220 V de conexión del motor eléctrico.

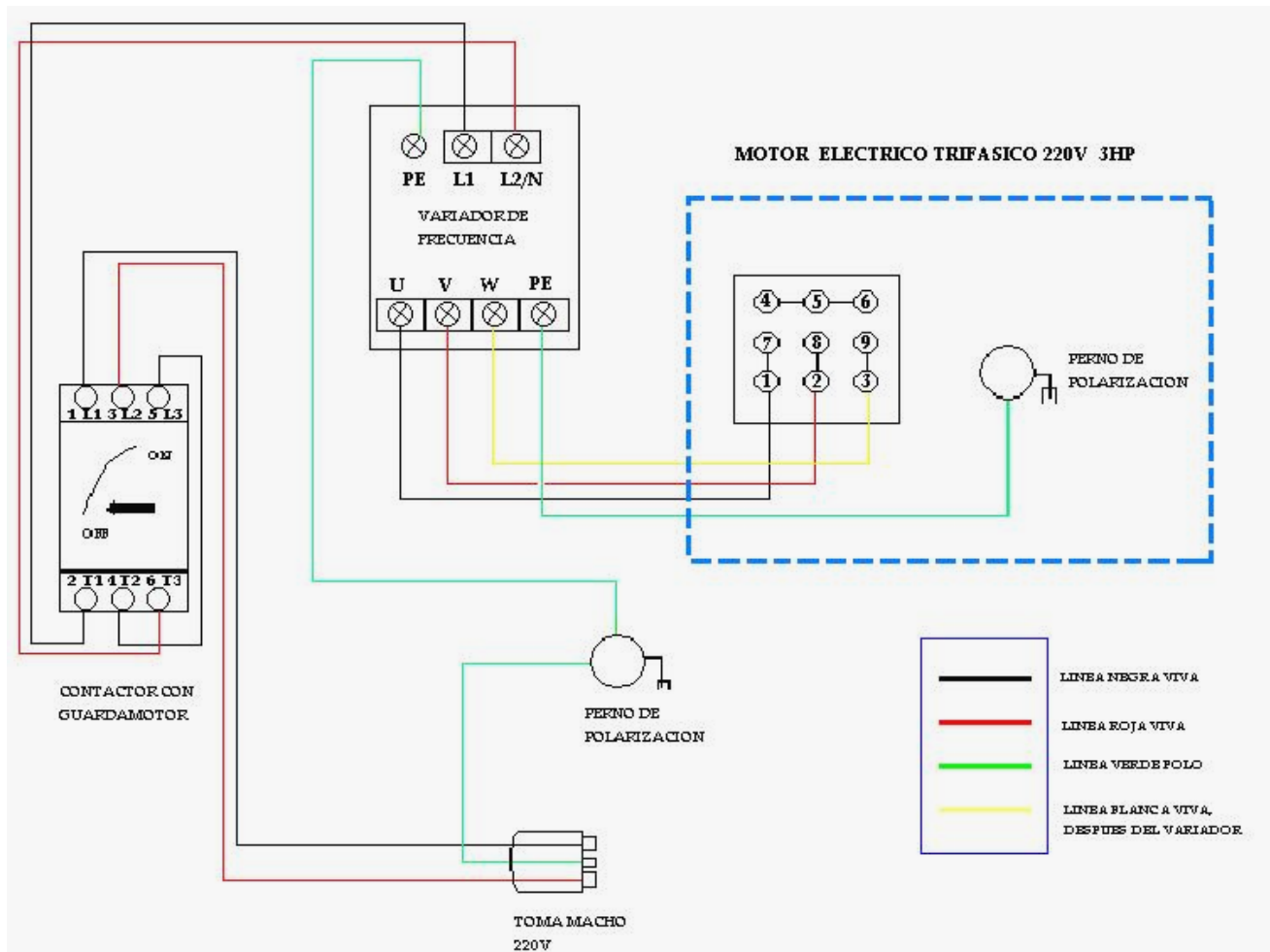


Diagrama 1. Diagrama del circuito a 220 V y conexiones del motor

A continuación, se muestra el circuito eléctrico que controla el funcionamiento del banco, todos los elementos fueron adquiridos de manera comercial.

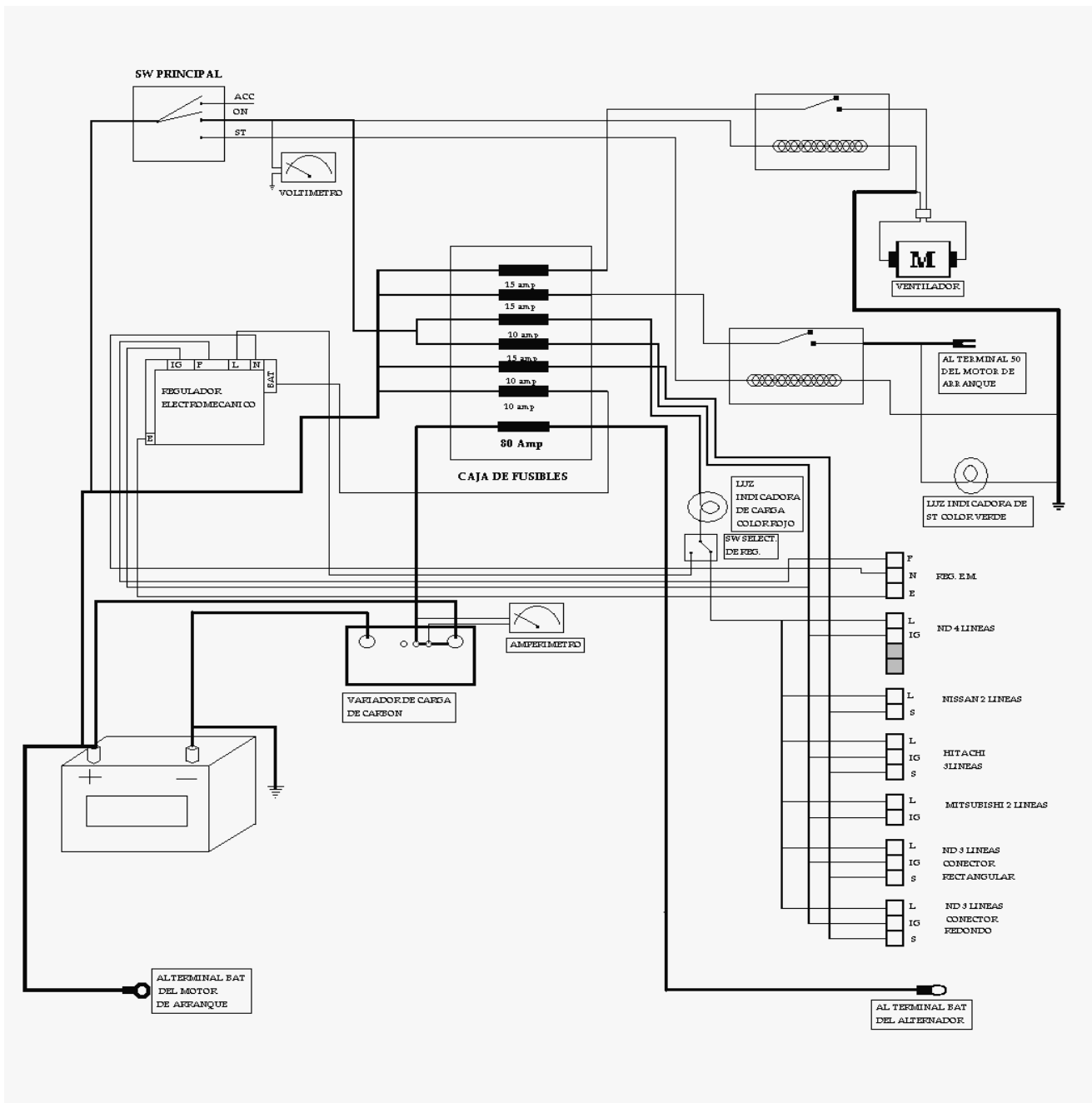


Diagrama 2. Diagrama del circuito de 12V. Motor de arranque alternador y ventilador



Figura 2.1 Restauración del ramal eléctrico de control

Debido a que el equipo debería de ser capaz de realizar pruebas a distintas marcas de alternadores, fue necesario equiparlo con varios conectores para que el usuario solamente seleccione. En la figura 20 se muestran los conectores para alternadores y regulador electromecánico

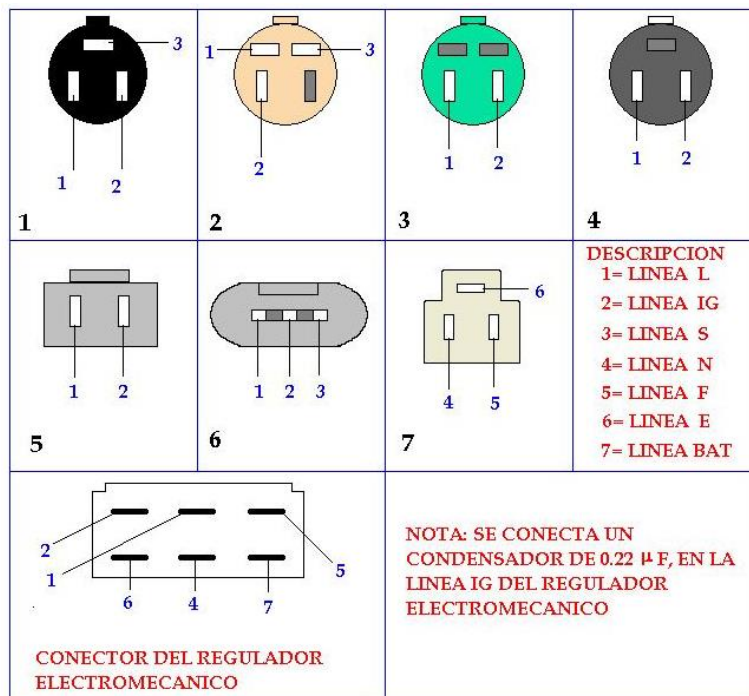


Figura 20. Tabla de identificación de conectores utilizados en el banco



FIGURA20.1 Restauración de conectores de alternador

En la figura 21 y 22 se muestra el contactor con guarda motor y la caja de fusibles que protege al motor eléctrico ante una deficiencia en las condiciones de funcionamiento de este.

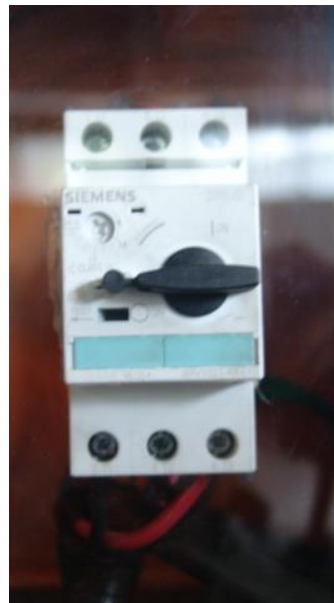
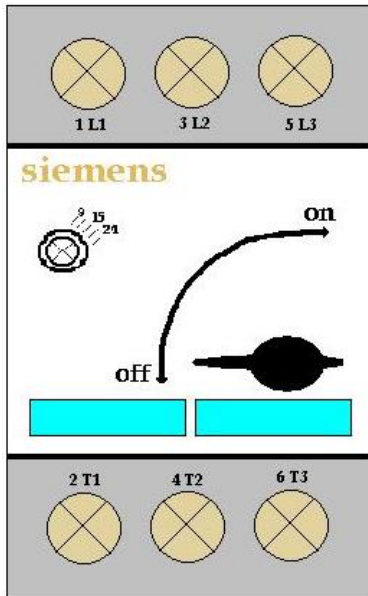
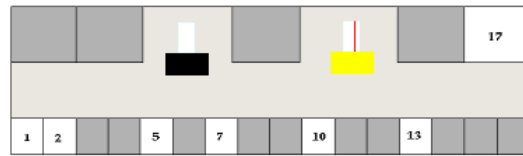


Figura 21. a) Esquema del contactor con guarda motor b) Fotografía del elemento en el banco

CAJA DE FUSIBLES VISTA DE LA PARTE SUPERIOR



DESCRIPCION DE CAJA DE FUSIBLES

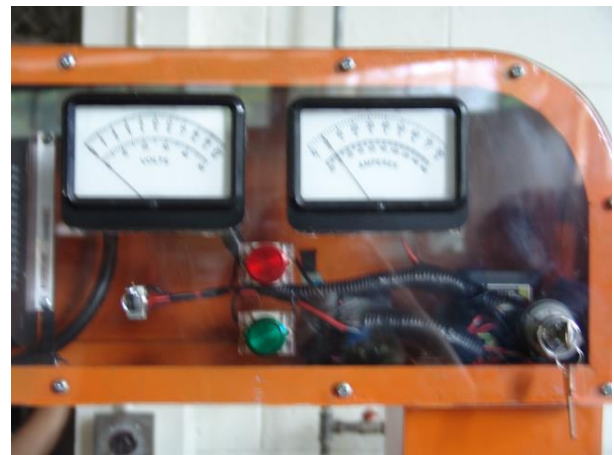
1	FUSIBLE 15 AMPERIOS - LUZ PILOTO
2	FUSIBLE 10 AMPERIOS - LINEA IGN
5	FUSIBLE 15 AMPERIOS - LINEA BAT
7	FUSIBLE 10 AMPERIOS - LINEA SIGNAL
10	FUSIBLE 10 AMPERIOS - LINEA DE TERMINAL 50
13	FUSIBLE 15 AMPERIOS - LINEA DE VENTILADOR
17	FUSIBLE 80 AMPERIOS - LINEA BAT DEL ALTERNADOR
	ESPACIOS SIN UTILIZAR FUSIBLES

NOTA: EL CONECTOR NEGRO CON CABLE BLANCO ES ALIMENTACION BAJO EL INTERRUPTOR, Y EL CONECTOR AMARILLO CON CABLE BLANCO CON ROJO ES ALIMENTACION CONSTANTE

Figura 22. Caja de Fusibles



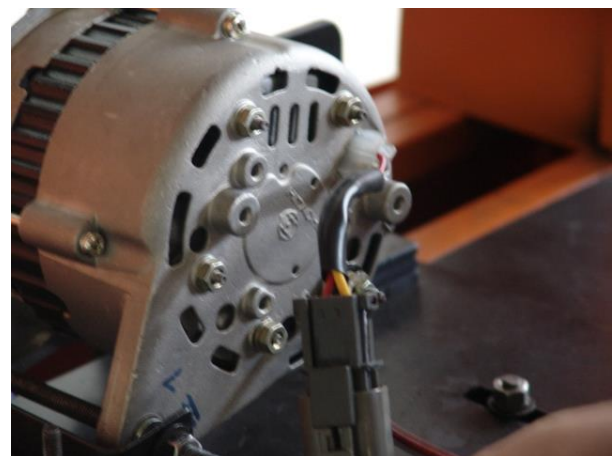
a)



b)



c)



d)



e)

Figura 23. a) llave de encendido; b) panel con elementos de medición; c) indicadores de encendido; d) conexión del alternador; e) montaje de faja.

En la Figura 23 a), b) y c) se muestran algunos elementos que forman parte del banco; en las figuras 23 d) y e) se muestra dos momentos de conexión del alternador para su prueba.

7. RESULTADOS

Una vez innovado el banco se procedió a la realización de pruebas para verificar su funcionamiento. En el anexo 1 se presenta el procedimiento para la elaboración de las pruebas.

Se realizaron tres pruebas una para cada uno de los alternadores a evaluar, los resultados obtenidos en las pruebas se presentan en la tabla 2.

Se buscó la información técnica correspondiente en el software Ondeman5 de Mitchell1, con el objetivo de determinar si el valor que el banco nos arroja es adecuado.

En la figura 24 se muestra un dibujo de la disposición del panel frontal con cada elemento de control incluido en dicho panel.

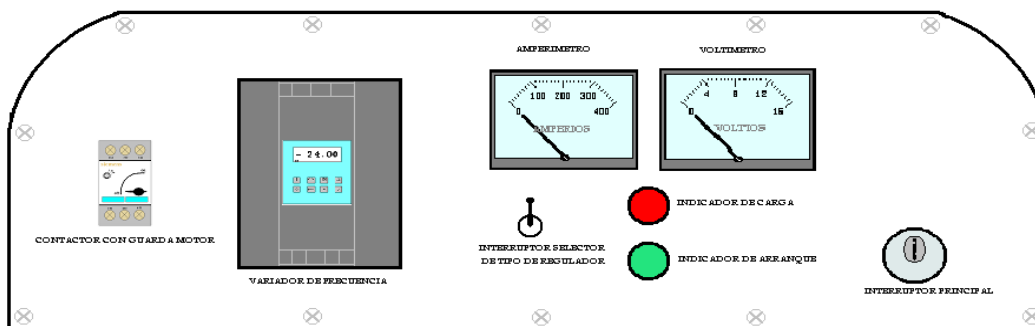


Figura 24. Dibujo del Panel central del banco

CUADRO DE PRUEBAS DEL PROBADOR DE ALTERNADORES Y MOTORES DE ARRANQUE

Tabla 2. Tabla de Resultados de las pruebas realizadas a los alternadores

Marca	Número del conector	SIN CARGA (cero nº de vueltas)				BAJO CARGA				Numero de Vueltas
		Hz mínima 24Hz		Hz máxima 60Hz		Hz mínima 24Hz		Hz máxima 60Hz		
		Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	Voltaje	Corriente	
Nipodenso	7	12.2	0	14	28	12.1	0	13.6	26.5	½ Vuelta
						11.8	0	12.8	12	1 Vuelta
Electromecánico	6	12.2	0	13.2	22	12.2	0	12.8	20	½ Vuelta
						11.4	1	12.0	21	1 Vuelta
Nipodenso	3	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos	½ Vuelta
						Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos	Sin Datos	1 Vuelta

NUMERACIÓN DE LOS CONECTORES DE IZQUIERDA HACIA LA DERECHA

Conector #1	Conector #2	Conector #3	Conector #4	Conector #5	Conector #6	Conector #7
Nissan	Hitachi	Nipondenso Toyota	Nipondenso honda	Mitsubishi	Electromecánico	Nipondenso Toyota

Los datos técnicos se muestran en el anexo 2.

8. CONCLUSIONES

- El diseño del banco cumple con las funciones requeridas y plateadas en el anteproyecto, haciendo más fácil la labor en el laboratorio de electricidad al momento de probar alternadores y motores de arranque.
- Las pruebas con los alternadores permiten registrar datos de voltaje y corriente según sea la carga que se aplique con el banco, pero en el caso de los motores de arranque solamente pueden registrar el dato de voltaje y corriente, pero en vacío es decir sin carga, ya que el banco no contempla la opción de someter con carga mecánica el elemento.
- Los resultados obtenidos en las pruebas permiten identificar la funcionalidad de los elementos de manera técnica y simple.

- Al comparar los datos Obtenidos en las pruebas vrs los datos de Mitchell1se puede observar que su variación no es significativa.

9. RECOMENDACIONES

- El Mantenimiento en general es importante para este banco; especialmente el mantenimiento de los componentes eléctricos, en tal sentido se recomienda limpiar contactos de los elementos de control, evitar obstrucciones en las rejillas que conducen el aire al variador de frecuencia y revisar periódicamente el estado de las líneas y conexiones eléctricas.
- Este banco puede servir de base para un nuevo proyecto del tipo multidisciplinario, debido a que se puede trabajar el mecanismo de aplicación de carga al Motor de arranque, debido a que las pruebas que se realizan actualmente son del tipo cualitativo, ya que se comprueba el accionamiento del piñón en vacío (sin carga).

10. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Gere Timoshenko, Mecánica de Materiales, segunda edición grupo editorial Iberoamérica

SOFTWARE

OnDemand5 2005 Mitchell Repair Information Company LLC

SITIOS WEBB

Auto mecánico. (2004). Alternadores (en línea). Disponible en <http://www.automecanico.com/auto2011/alt1.html>

Mecánico Web. (2004). El alternador (en línea). Disponible en <http://www.geocities.com/mecanicoweb/>.

11. ANEXOS

11.1. ANEXO 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO

 <p>EQUIPO PROBADOR DE ALTERNADORES Y MOTORES DE ARRANQUE</p>				
DEPTO. DE ING. AUTOMOTRIZ				
SEDE CENTRAL				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO				
MOTOR ELÉCTRICO		VARIADOR DE FRECUENCIA	MOTOR DEL VENTILADOR	
VOLTAJE	220 V AC	SINAMIC G110 DE SIEMENS	VOLTAJE 12 v DC	
PH	3	Potencias entre 0.12kW (0.16HP) y 3kW (4HP)		
HP	3	240V 2.2KW 1/3F		
ACCESORIOS			CAJA DE FUSIBLES	
Prensa para tubo de 6"			Luz piloto 15 A	
Placa de sujeción de alternadores (diseño ITCA)			Línea IGN, 10 A	
Voltímetro			Línea Bat, 15 A	
Amperímetro			Línea Signal 10 A	
Juego de llaves Fijas			Línea Terminal 50 10 A	
Batería para vehículo de 12 V			Línea del ventilador 15 A	
			Línea Bat del Alternador 80 A	

FUNCIONES:

Este banco ha sido diseñado para poder realizar pruebas diagnósticas a alternadores, en él se incluyen siete diferentes tipos de conectores, esto le permite poder realizar pruebas en una gran variedad de alternadores existente en el mercado nacional tales como Nipondenso, Hitachi, Mitsubishi, etc.

Las variables que se miden en estas pruebas son Voltaje y Amperaje.

Debido a que las pruebas se realizan a diferentes velocidades, el equipo ha sido equipado con un variador de frecuencia de la familia Sinamics, el cual le permite variar la velocidad del motor variando la frecuencia de éste, para evitar recalentamientos en el Motor eléctrico se ha dotado al equipo de un ventilador.

Las pruebas en los motores de arranque se realizan de manera cualitativa, ya que con el equipo se verifica el accionamiento y giro del motor de arranque.

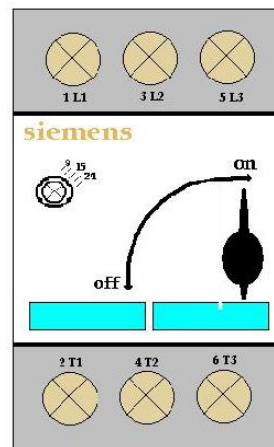
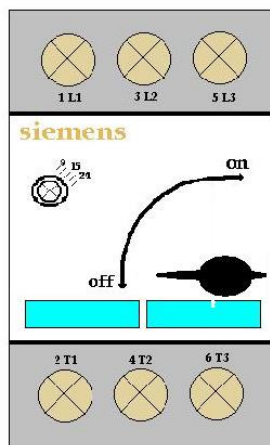
11.2. ANEXO 2. PASOS PARA LA OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBA (MANUAL DEL USUARIO)

Ubicar el banco en un adecuado

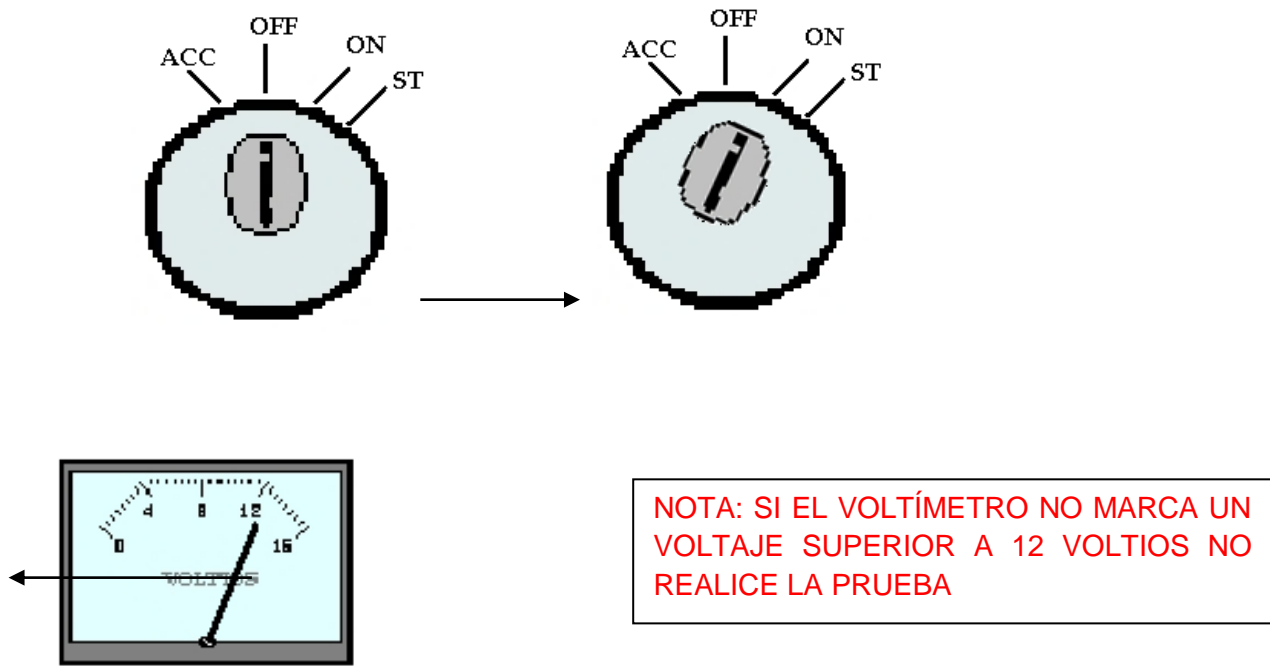
Colocarle los frenos de seguro ubicados en la parte inferior del banco

PARA LA PRUEBA DE ALTERNADORES

1. Conectar el tomacorriente a un enchufe de 220v asegurándose que este sea monofásico.
2. Instalar el alternador en el sujetador.
3. Alinear la faja con la polea del motor y tensarla.
4. Conectar el alternador a sus respectivos terminales.
5. Gire el contactor a la posición de encendido y espere que cargue el variador (5 segundos).



6. Gire el interruptor principal a la posición de encendido verificando el voltaje de batería.



7. Seleccione con el interruptor de palanca el tipo de alternador a probar (ya sea con regulador electrónico o electromecánico) verificando que se encienda la luz de carga

REGULADOR ELECTRONICO



**REGULADOR
ELECTROMECHANICO**

8. Invierta el giro del motor con el botón del panel y luego presione el botón de encendido también ubicado en el panel del variador

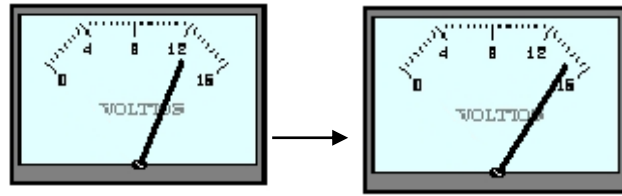
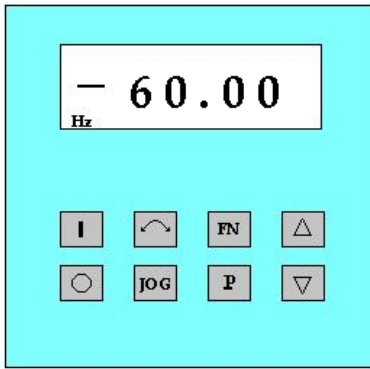


CAMBIO DE GIRO

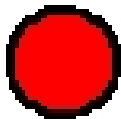


ENCENDIDO

9. Incremente la frecuencia del variador hasta llegar a su máximo y verifique el voltaje de carga y la luz indicadora que se apague

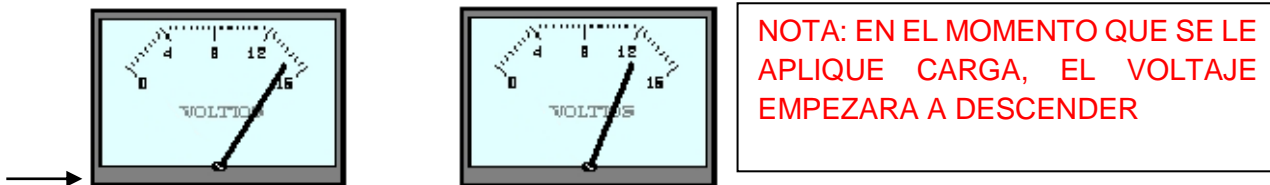


NOTA: SE OBSERVARA QUE MEDIANTE SE

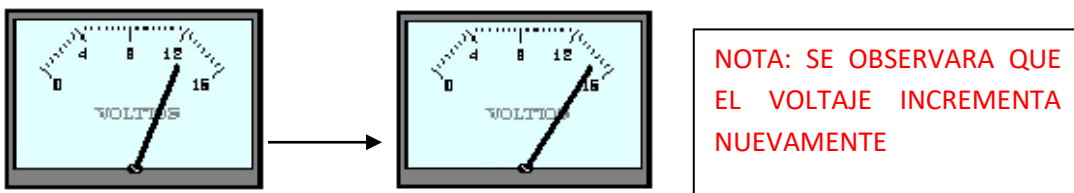


INDICADOR DE CARGA

10. Aplique carga al alternador girando la perilla ubicada en la parte media del frente del banco verificando la caída de voltaje en el voltímetro (con un máximo de 30 seg.)



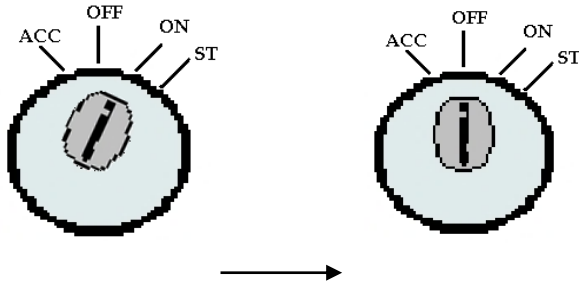
11. Quite la carga aplicada anteriormente y observe la recuperación en el voltímetro.



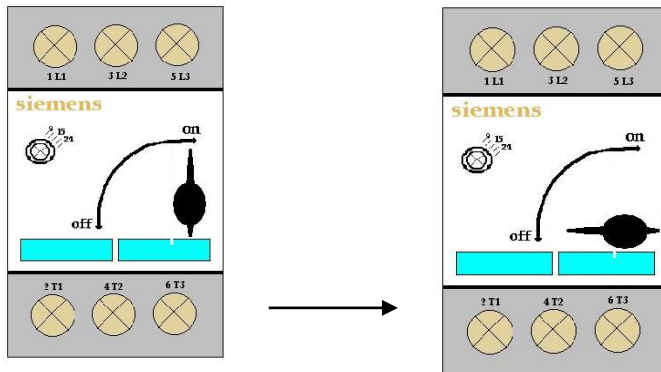
12. Apague el variador de frecuencia con el botón en el panel de control.



13. Apague el interruptor principal y desmonte el alternador.



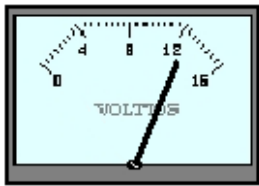
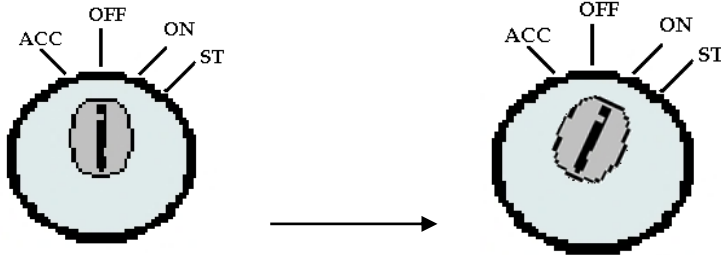
14. Gire el contactor a la posición de apagado y desconéctelo.



15. Limpie y ordene el banco.

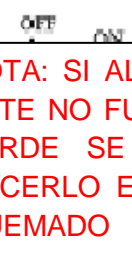
PRUEBAS AL MOTOR DE ARRANQUE.

1. Ubicar el motor de arranque en la prensa.
2. Conectar la línea de alimentación al terminal bat del motor de arranque.
3. Conectar la alimentación al terminal 50 del motor de arranque.
4. Llevar la llave del interruptor principal a posición ON verificando el voltaje de batería.



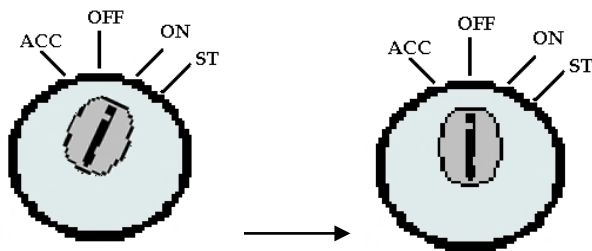
NOTA: SI EL VOLTÍMETRO NO MARCA UN VOLTAJE SUPERIOR A 12 VOLTIOS NO REALICE LA PRUEBA

5. Gire la llave del interruptor principal a la posición de START y verifique el correcto funcionamiento del motor de arranque.



NOTA: SI AL MOMENTO DE DAR ARRANQUE ESTE NO FUNCIONA VERIFIQUE QUE LA LUZ VERDE SE ESTA ENCENDIENDO, DE NO HACERLO EL FUSIBLE DE ARRANQUE ESTA QUEMADO

6. Apague el equipo, desmonte el motor de arranque



7. Limpie y ordene el banco.

11.3. ANEXO 3 INFORMACIÓN OBTENIDA DEL SOFTWARE MITCHELL1 ONDEMAN5

1993 Toyota Celica GT-S
ALTERNATOR & REGULATOR '1993 ELECTRICAL Toyota Alternators & Regulators

Disconnect battery-to-alternator terminal "B" wire. See **Fig. 1** . Using an ammeter and voltmeter, connect negative ammeter lead to disconnected alternator terminal "B" wire end, and connect positive ammeter lead to alternator terminal "B".

Connect voltmeter positive lead to alternator terminal "B" and negative lead to ground. See **Fig. 1** .

Start engine and increase engine speed to 2000 RPM. Both meters should read within specification. See **ALTERNATOR REGULATED OUTPUT SPECIFICATIONS** table.

If voltage is more than specified, replace IC regulator. If voltage is less than specified, ground "F" (full field) terminal. See **Fig. 2** . If voltage is more than specified range, replace IC regulator. If voltage is less than specified range, repair or replace alternator.

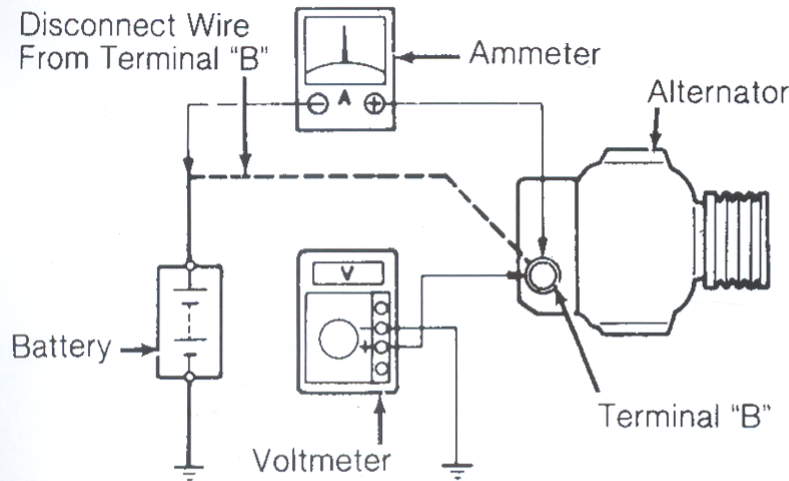
ALTERNATOR REGULATED OUTPUT SPECIFICATIONS ⁽¹⁾

Specification	Amps	(2) Volts
Maximum	10 Or Less	(2) 14.0-15.0
Minimum	10 Or Less	(3) 13.5-14.3

Specification given is with engine speed at 2000 RPM.

Correct reading with temperature at 77°F (25°C).

Correct reading with temperature at 239°F (115°C).



93F02148

Testing Charging Circuit

Copyright © 2005 by TOYOTA MOTOR SALES, U.S.A., INC.

Centro Tecnológico Centroamericano

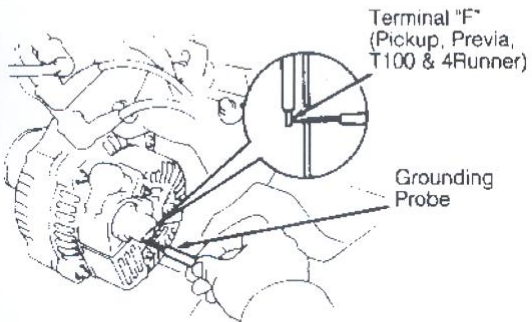
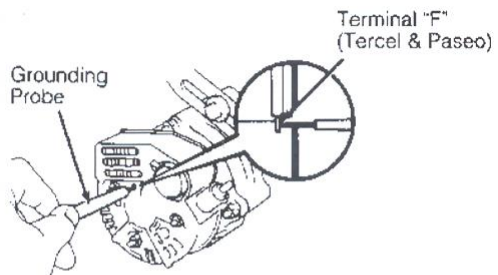
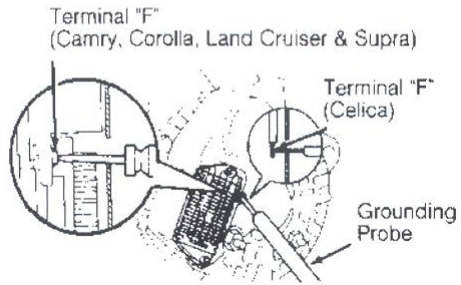
20 de Febrero de 2006 12:07:09 p.m.

Page 1

© 2005 Mitchell Repair Information Company, LLC.

1993 Toyota Celica GT-S

ALTERNATOR & REGULATOR '1993 ELECTRICAL Toyota Alternators & Regulators



93H82153

: Testing Alternator Full Field Output
tesy of TOYOTA MOTOR SALES, U.S.A., INC.

TEST

to Tecnológico Centroamericano

s, 20 de Febrero de 2006 12:06:04 p.m.

Page 2

© 2005 Mitchell Repair Information Company, LLC.

1993 Toyota Celica GT-S

ALTERNATOR & REGULATOR '1993 ELECTRICAL Toyota Alternators & Regulators

E: If battery is fully charged, disable ignition system. Crank engine for about 15 seconds to partially discharge battery.

Connect an ammeter as described in **NO-LOAD TEST**, step 1). See **Fig. 1**. Start engine. Turn on high beam headlights and place heater control on HI. Increase engine speed to 2000 RPM.

Check ammeter reading. Ammeter should read 30 amps or more. If amperage is less than specified, repair or replace alternator.

ALTERNATOR RATED AMPERE OUTPUT SPECIFICATIONS

Condition	(1) Amperes
A/C	80
Load A/C	70

Rated output is measured with 12 volts supplied to alternator.

1988 Mitsubishi Van

ALTERNATOR - MITSUBISHI '1988 ALTERNATORS & REGULATORS Mitsubishi Alternators

ALTERNATOR OUTPUT TEST

Turn ignition off and disconnect negative battery cable. Disconnect alternator output wire from "B" terminal. Connect an ammeter between "B" terminal and disconnected output wire. Connect voltmeter positive lead to alternator "B" terminal and negative lead to ground. Install a tachometer and connect negative battery cable.

Ensure voltmeter indicates battery voltage. If voltmeter reads zero volt, an open circuit is present in wire between alternator "B" terminal and battery negative terminal. Check grounds and fusible link.

Turn headlights on and start engine. Set headlights at high beam and heater switch on high. Quickly increase engine speed to 2500 RPM, and check alternator output current shown on ammeter. Ensure minimum output is within specifications. See **ALTERNATOR OUTPUT SPECIFICATIONS** table.

ALTERNATOR OUTPUT SPECIFICATIONS

Rotation	Specifications
mp 60	42 amps
mp 65	45 amps
mp 75	52 amps

ALTERNATOR VOLTAGE TEST

Turn ignition off and disconnect negative battery cable. Install a digital voltmeter between alternator terminal "L" and ground. Connect voltmeter positive lead to "L" terminal of alternator. Connect negative lead to ground. See **Fig. 1**.

Disconnect alternator output wire from alternator "B" terminal. Install an ammeter in series between "B" terminal and disconnected output wire. Connect negative ammeter lead to disconnected output wire. Install a tachometer and connect negative battery cable.

Turn ignition on. Ensure voltmeter indicates 2-5 volts. If zero volt is present, there is an open circuit in wire between alternator "L" terminal and positive battery terminal, or fusible link is blown.

Start engine and turn accessories off. Operate engine at 2500 RPM and read voltmeter when alternator output current drops to 10 amps or less. Voltage regulator is okay if voltage output is within specifications. See **REGULATOR VOLTAGE SPECIFICATIONS** table in this article.

ALTERNATOR VOLTAGE SPECIFICATIONS

Operating Temperature	Voltage
(±20°C)	14.4-15.6
(20°C)	14.2-15.2
(20°C)	13.6-15.1

1997 Mitsubishi Montero Sport ES

GENERATOR & REGULATOR '1997 STARTING & CHARGING SYSTEMS Mitsubishi - Generator & Regulator

RELATED VOLTAGE TEST

E: Ensure battery is fully charged and proper drive belt tension exists.

Turn ignition switch off. Disconnect negative battery cable. Connect positive voltmeter lead to terminal "S" of alternator. See **Fig. 1** . Connect negative voltmeter lead to ground.

Disconnect alternator output wire from terminal "B". Install a 100-amp ammeter in series with terminal "B" and disconnected output lead. Connect positive lead of ammeter to terminal "B" and negative lead to disconnected output wire. Install a tachometer, and reconnect negative battery cable.

Turn ignition switch on and ensure voltmeter indicates battery voltage. If voltage is not present, check for open in wire between alternator terminal "S" and positive battery terminal or fusible link is blown.

Start engine. Ensure all lights and accessories are off. Operate engine at 2500 RPM and read voltmeter when alternator output current drops to 10 amps or less. Voltage regulator is okay if voltage output is within specification. See **REGULATOR VOLTAGE SPECIFICATIONS** table.

REGULATOR VOLTAGE SPECIFICATIONS

ambient Temperature	Voltage
(-20°C)	14.2-15.4
(20°C)	13.9-14.9
F (60°C)	13.4-14.6
F (80°C)	13.1-14.5

Centro Tecnológico Centroamericano

Fecha: 20 de Febrero de 2006 12:19:31 p.m.

Page 1

© 2005 Mitchell Repair Information Company, LLC.

IDENTIDAD INSTITUCIONAL

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.

VALORES

EXCELENCIA: *Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.*

INTEGRIDAD: *Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.*

ESPIRITUALIDAD: *Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.*

COOPERACIÓN: *Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.*

COMUNICACIÓN: *Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.*

SEDE Y REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro Centros Regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1 SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400
Fax: (503) 2132-7599

2 CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348
Tel./Fax: (503) 2440-3183

3 CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

4 CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y
(503) 2334-0768

5 CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298
Fax: (503) 2669-0061