

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

FACULTAD DE: INGENIERÍAS

CARRERA: INGENIERIA AUTOMOTRIZ

Tesis previa a la
obtención del Título de:
Ingeniero Mecánico Automotriz

Elaboración de un Banco Didáctico con Simulación de fallas y Visualización Digital de Datos de Funcionamiento del Sistema de Inyección MPFI de un Motor Hyundai Accent para la Capacitación.

AUTORES:

**José Atancuri Pallashco
Luis Buncay Segarra
José Matute Chávez**

DIRECTOR:

Ing. Eduardo Pinos

Cuenca – 2011

Yo, Ing. Eduardo Pinos certifico que bajo mi dirección el proyecto de tesis fue realizado por los señores:
José Luis Atancuri Pallashco
Luis Alberto Buncay Segarra
José Antonio Matute Chávez

Ing. Eduardo Pinos
DIRECTOR DE TESIS

Agradecimiento

A Dios por darnos la sabiduría, el conocimiento y la constancia para culminar nuestros estudios universitarios, a nuestro director de carrera Ing. Fabricio Espinoza por haber sido un pilar fundamental en nuestra formación académica, a nuestro director de tesis Ing. Eduardo Pinos por habernos guiado en nuestro proyecto de grado y a los docentes que nos supieron impartir sus conocimientos para nuestra formación profesional.

José A. Luis B. José M.

DEDICATORIA

Esta tesis dedico especialmente a mi mamá Matilde ya que ella es la persona que siempre ha estado apoyando incondicionalmente en este caminar para la obtención del título, el mismo que me ayudara para conseguir las metas propuesta en mí vida profesional.

José Luis A.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Mario y Leticia quienes me apoyan en cada momento y me supieron animar durante todos estos años de estudios, a mis hermanas y hermanos que me brindan su confianza y que siempre están ahí para alentarme, en especial a mi hermano Marcelo quien me supo apoyar incondicionalmente en todo momento y que ha sido un pilar fundamental para poder alcanzar esta meta.

Luis Alberto E.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres José y Nelly ya que gracias a su apoyo me dieron fuerza para concluir esta carrera, a mis hermanas: Jenny, Jessica, Cecilia y Fabiola que siempre supieron aconsejarme cuando me veían atravesar por problemas en mis estudios y a todas aquellas personas que me dieron una mano, a pesar de que no las nombre les tendré siempre un gran agradecimiento.

José Antonio M.

INDICE:

CAPITULO I

INTRODUCCION	1
1.1 HYUNDAI ACCENT	2
1.1.1 Generalidades	2
1.1.2 Características generales.	2
1.2 SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA	3
1.2.1 Generalidades.	3
1.2.2 Ventajas del sistema de inyección MPFI	6
1.3 DESDRIPCION DEL MODULO DE CONTROL DEL MOTOR	7
1.3.1 Funciones del ECM	7
1.3.2 Luz Indicadora de Mal Funcionamiento	8
1.3.3 Conector de enlace de datos	9
1.4 EL SISTEMA DE ALIMENTACION	9
1.4.1 Principio de funcionamiento.	9
1.4.2 Sensor del nivel de combustible	10
1.4.3 Bomba de combustible	11
1.4.4 Filtro de combustible	11
1.4.5 Regulador de presión de combustible.....	12
1.4.6 Inyectores de combustible	12
1.5 SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES DE GASES.	13
1.5.1 Descripción	13
1.5.2 Deposito de emisión de evaporación	14
1.6 SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCION MPFI	15
1.6.1 Sensor de posición del cigüeñal	15
1.6.2 Sensor de posición del árbol de levas	16
1.6.3 Sensor de posición de la aleta de aceleración	17
1.6.4 Sensor de flujo de aire	18
1.6.5 Sensor de temperatura del aire admitido	20
1.6.6 Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT	20
1.6.7 Sensor de detonación (Knock Sensor)	21
1.6.8 Sensor de Oxigeno.	22

CAPITULO II

INTRODUCCION	24
2.1 CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCION	25
2.1.1 Peso del motor	25
2.1.2 Dimensiones del motor	25
2.1.3 Razón de la ubicación de componentes auxiliares	26
2.1.4 Dimensiones de la estructura que soporta al motor	27
2.1.5 Soldabilidad	28
2.1.6 Tipo de caja reductora	30
2.2 CONSTRUCCION DEL BANCO	31
2.2.1 Esquema de diseño	31
2.2.2.- Cálculos	33
2.2.2.1.- Cálculos de esfuerzos	33
2.2.3 Materiales para la construcción del banco	64
2.2.4 Aceros estructurales.....	64
2.2.5 Suelda de la estructura por arco eléctrico.....	66

CAPITULO III

INTRODUCCION	75
3.1 PROGRAMACIÓN	76
3.1.1 Introducción a LabVIEW	76
3.1.2 Inicio del proyecto de adquisición de datos para el banco de pruebas	77
3.1.3 Herramientas de LabVIEW	78
3.1.4 Pantalla principal de visualización de datos del banco de pruebas	80
3.1.5 Diseño del panel de control	81
3.1.6 Panel de generación de fallas	81
3.2 ADQUISICIÓN DE DATOS Y PROGRAMACIÓN	82
3.2.1 Análisis de señal ECT y IAT	82
3.2.2 Análisis de señal TP	85
3.2.3 Análisis de señal MAF	87
3.3 DIAGRAMA DE BLOQUES	89
3.3.1 Diagrama de bloques del sensor ECT	89
3.3.2 Diagrama de bloques del sensor IAT	90
3.3.3 Diagrama de bloques del sensor TP	90

3.3.4 Diagrama de bloques del sensor MAF.	91
3.3.5 Diagrama de bloques de la señal de r.p.m.....	92
3.3.6 Diagrama de bloques de la adquisición del PULSO INYECCION	92
3.3.7 Diagrama de bloques del sensor CKP y la BOMBA de COMBUSTIBLE...	93
3.4 PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DE DATOS DEL PANEL FRONTAL DEL BANCO DIDACTICO DEL SISTEMA DE INYECCION MPFI.....	94

CAPITULO IV

INTRODUCCION	95
Guía de práctica del Sensor TP	96
Guía de práctica del Sensor ECT	100
Guía de práctica del Sensor IAT	103
Guía de práctica del Inyector	106
Guía de práctica de la Bomba de Combustible	110
Guía de práctica del Sensor CKP.....	114
Guía de práctica del Sensor MAF.....	118

BIBLIOGRAFIA	122
--------------------	-----

ANEXOS

CAPITULO I



ESTADO Y CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

*José Atancuri
Luis Buncay
José Matute*





INTRODUCCION

En este capítulo se trataran temas relacionados con las características del vehículo Hyundai Accent en las que se detallan aspectos generales del motor y su sistema de inyección. Además se menciona las ventajas, principio de funcionamiento del sistema de inyección multipuerto y se describe los componentes del cual está constituido el sistema antes mencionado, describiendo la misión que debe cumplir cada una de estas partes como: ECM, luz indicadora de mal funcionamiento, sensores y actuadores del sistema de alimentación, filtro, depósito y bomba de combustible.

El motor del Hyundai Accent está equipado con un sistema de inyección electrónica que permite a los estudiantes poner en práctica todos los conocimientos adquiridos dentro del aula de clases, con lo cual se complementara los estudios universitarios, mejorando la destreza en el manejo de los sistemas electrónicos con lo que estarán preparados para trabajar en el campo profesional.



HYUNDAI ACCENT

1.1.1 Generalidades

El Hyundai Accent de la primera generación que se muestra en la figura 1.1 fue fabricada entre los años 1995 y 1999, fue producido en remplazo al modelo Excel. Fue tan popular por su bajo precio que fue el tercer vehículo más vendido en Latinoamérica entre los años 1996 y 1998, rompiendo todas las expectativas para un auto importado.



Fig. 1.1 Hyundai Accent 1997

El Accent en Latinoamérica se vendía en salón (sedan), con tres opciones de motor: motor de 1.3L 12v (85HP), 1.5L 12v (92HP) y 1.5L 16v (105HP).¹

1.1.2 Características generales.

Motor: 4 cilindros 1.5L SOHC 12v

Potencia: 92HP

Relación de compresión: 10.0:1, 220 a 235 PSI.

Caja de cambios: Manual de 5 marchas.

Velocidad máxima: 177 Km/h.

Aceleración de 0 a 100 Km/h: 14 seg.

¹ http://www.hyundaiperu.net/html/hyundai_accent.html



1.2 SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA

1.2.1 Generalidades.

El reemplazo de los carburadores por sistemas de inyección electrónica, es prácticamente un hecho. La característica principal del sistema automatizado, es que en vez del carburador que es un mecanismo se usan inyectores que actúan con un sistema con base en la función de control realizada por una computadora, con lo que se suministra la cantidad exacta de combustible que necesita el motor.

El volumen de admisión de aire del motor, la temperatura del refrigerante, la temperatura del aire de admisión, la relación de aceleración o desaceleración y otras condiciones, se detectan por medio de diversos sensores. Estos elementos envían señales a la computadora, para que las compare con los parámetros almacenados en su memoria y de esta manera calcule y ordene un determinado control sobre la inyección del combustible. De esta forma se logra un ajuste de la relación aire-combustible, para que cumpla los requerimientos de un determinado motor.

Por tal motivo, la relación aire-combustible en estos sistemas es lo más cercana a la ideal que es de 14,7:1 para las condiciones de conducción normales.

El sistema MPFI

Las siglas MPFI quieren decir "**Sistema Multipunto de Inyección Electrónica**". Este tipo de sistema de inyección utiliza un inyector para cada cilindro, colocados lo más cerca posible de la válvula de admisión.



La inyección por puerto múltiple tiene la gran ventaja de que todos los cilindros del motor reciben igual calidad de mezcla. Esto contrasta con los sistemas carburados o los sistemas mono punto, en los cuales los cilindros más cercanos al surtidor reciben las mezclas "ricas", y los que están más lejos reciben mezclas "pobres".

Dado que estas condiciones originan un desbalance en el motor, se implementó el sistema MPFI, con el cual logramos ajustar una mezcla correcta para cada marcha del vehículo.

Principios de operación de un sistema MPFI

El sistema de inyección tiene una presión de combustible constante, la cual es proporcionada por una bomba eléctrica que se encuentra en el interior del tanque de gasolina. Esta bomba es activada por la computadora, a través de un relevador ubicado en la caja de fusibles.

Cuando la computadora cierra el circuito de alimentación de la bomba, el riel de inyectores se presuriza con combustible y es activado por dos o tres segundos.

Por su parte, los inyectores son válvulas solenoides normalmente cerradas, que se encuentran colocados sobre el riel de inyectores.

El sistema MPFI se muestra a continuación en la siguiente en la figura 1.2.

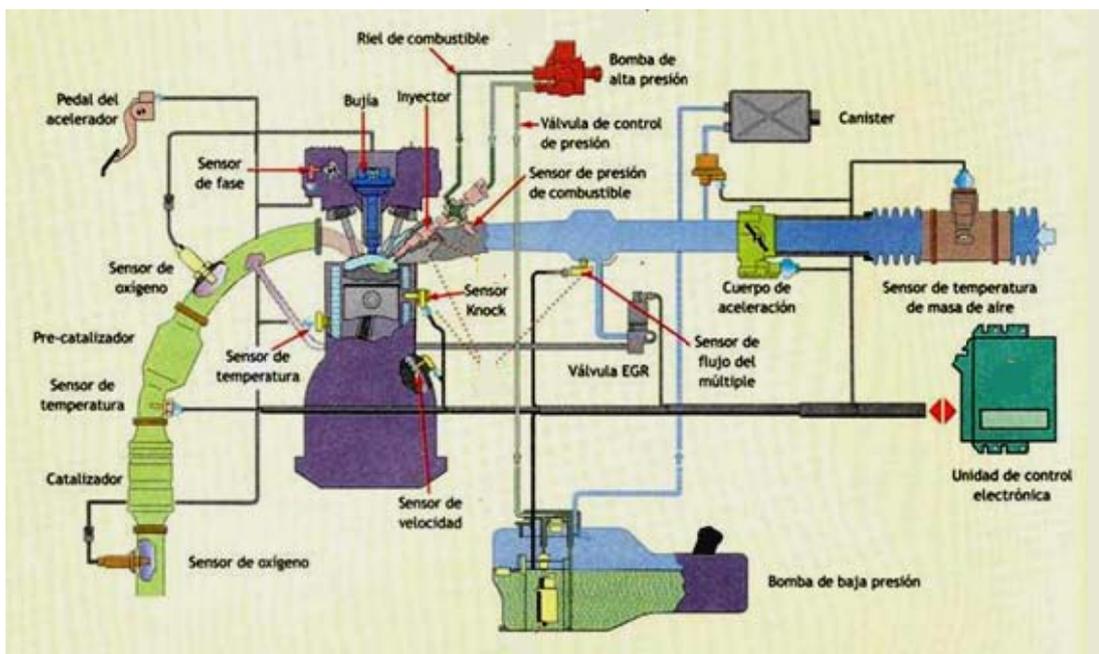


Figura 1.2 Sistema MPFI

Como su nombre lo indica, el regulador de combustible controla la presión de este líquido; lo hace de forma mecánica, por medio de una toma de vacío. Pero a la fecha existen reguladores de presión electrónica de combustible, los cuales funcionan como un sensor de presión de combustible y con la señal que envía al Módulo de Control del motor, se activará o desactivará la bomba de combustible para regular la presión de este en el sistema.

Cuando el motor está girando, el Módulo de Control cierra el circuito de los inyectores, entonces aumenta o disminuye la cantidad de combustible liberado por estos al abrir y cerrar su circuito de alimentación eléctrica de acuerdo con la cantidad de combustible requerida por el motor



1.2.2 Ventajas del sistema de inyección MPFI

Consumo reducido

Con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de combustible demasiado elevada.

La consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad exacta y dosificada de combustible.

Mayor potencia

La utilización del sistema de inyección MPFI permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

Gases de escape menos contaminantes

La concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. El sistema de inyección permite ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.



Arranque en frío y fase de calentamiento

Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR

1.3.1 Funciones del ECM

El módulo de control del motor o ECM interactúa con muchos sistemas y componentes relacionados con emisiones; también supervisa si hay deterioro en los mismos. Los diagnósticos a bordo supervisan el desempeño del sistema y un código de problema de diagnóstico o DTC se establece si el desempeño del sistema se degrada. El ECM es el centro de control del sistema del motor. Controla los siguientes componentes:

- ▲ El sistema de inyección de combustible
- ▲ El sistema de ignición
- ▲ El sistema de control de emisiones
- ▲ Los diagnósticos a bordo
- ▲ Los sistemas de ventilador y de A/C
- ▲ El sistema de control de aire de ralentí IAC , si está equipado

Control de la inyección de combustible

Para un motor con sistema MPFI, el ECM determinará la cantidad de combustible que se inyecta basándose en un cierto número de parámetros. Si el acelerador está presionado a fondo, la entrada de aire al motor será mayor. El ECM hará que el tiempo de inyección



sea más largo según la cantidad de aire que esté pasando al motor. Si el motor no ha alcanzado la temperatura suficiente de funcionamiento, la cantidad de combustible inyectado será mayor, haciendo que la mezcla se más rica hasta que el motor llegue a su temperatura normal de funcionamiento que oscila entre los 75° y 90° C.

Control del tiempo de ignición

Un motor de ignición necesita para iniciar la combustión una chispa en la cámara de combustión. El ECM puede ajustar el tiempo exacto de la chispa o tiempo de ignición para proveer una mejor potencia y un menor gasto de combustible. Si el ECM detecta un picado de bielas en el motor lo cual se debe a que el tiempo de ignición se está adelantando al momento de la compresión, retardará el tiempo en el que se produce la chispa para prevenir la situación.

El ECM también realiza pruebas de diagnóstico en varias partes del sistema. Puede reconocer los problemas de funcionamiento y alertar al conductor por medio de la MIL. Cuando el ECM detecta un mal funcionamiento, este almacena un DTC y con la lectura del mismo ayuda al técnico en la realización de las reparaciones.

1.3.2 Luz Indicadora de Mal Funcionamiento

La luz indicadora de mal funcionamiento o MIL, es requerida para que se ilumine y alerte al conductor del mal funcionamiento y de la necesidad de un servicio de los sistemas de control de emisiones. La MIL se encuentra en el cuadro del panel de instrumentos del conductor. El módulo del motor controla la MIL y se ilumina cuando el ECM detecta un problema que afecta las emisiones del vehículo.



1.3.3 Conector de enlace de datos

El conector de enlace de datos DLC proporciona al técnico un medio de obtener acceso a los datos almacenados en el ECM para un diagnóstico. Este conector permite que el técnico utilice una herramienta de exploración para supervisar varios parámetros de datos y para mostrar información de los DTC almacenados.

1.4 EL SISTEMA DE ALIMENTACION

1.4.1 Principio de funcionamiento.

Un sistema de inyección para su perfecto funcionamiento se fundamenta en:

- ▲ Medición del caudal del aire.
- ▲ Aportación de combustible.
- ▲ Preparación de la mezcla.

Para el cumplimiento de estos parámetros, el sistema de alimentación, que se muestra en la figura 1.3, se compone esencialmente de:

- ▲ Sistema de admisión de aire.
- ▲ Sistema de suministro de combustible.

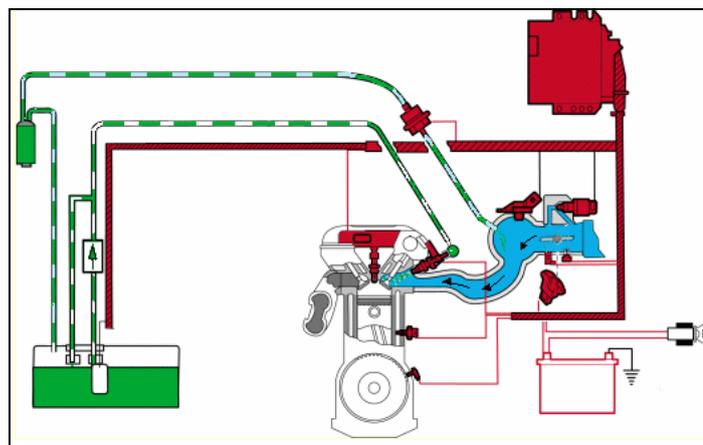


Fig. 1.3 Sistema de alimentación



El sistema de admisión de aire conduce a los cilindros la cantidad necesaria de aire completamente limpio. A través de este sistema se mide el caudal aspirado.

El sistema de suministro de combustible tiene la misión de aportar la cantidad exacta de gasolina para la formación de la mezcla que el motor necesite según la condición de operación.

1.4.2 Sensor del nivel de combustible

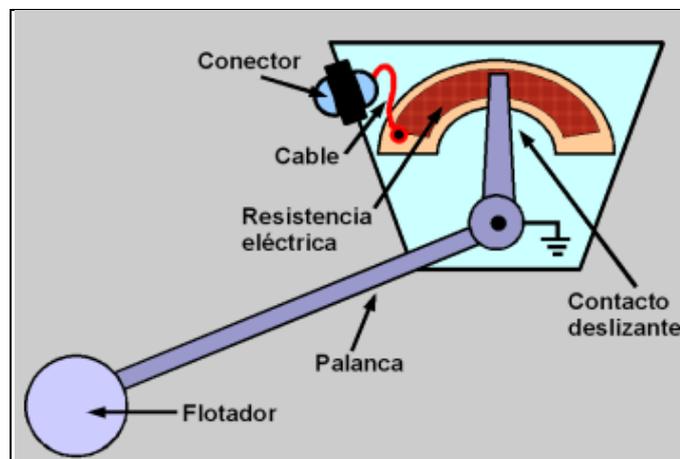


Fig. 1.4 Sensor de nivel de combustible

La figura 1.4 muestra un esquema de cómo está constituido el sensor de nivel combustible. Este consta de un flotador, un brazo de flotador o palanca y una tarjeta que contiene un resistor cerámico variable. La posición del brazo de flotador indica el nivel de combustible, ya que a medida que este cambia de posición el resistor varía su valor de resistencia. De esto se obtiene un valor para cada nivel en el depósito, estos son manejados por el módulo de control el cual envía la información del nivel de combustible al cuadro del panel de instrumentos. Esta información se utiliza para el indicador de combustible.



1.4.3 Bomba de combustible

La bomba de combustible está montada en el interior del tanque, en la reserva del ensamble del emisor de combustible; a este tipo se la conoce como bomba sumergida. Son eléctricas y de alta presión, el combustible se bombea al sistema de inyección a una presión y un flujo especificado. La bomba distribuye un flujo constante de combustible al motor, aún durante condiciones de combustible bajo y maniobras agresivas del vehículo. El ECM controla el funcionamiento de la misma a través de un relé.

1.4.4 Filtro de combustible

El filtro que se observa en la figura 1.5 se encuentra después del ensamble del emisor. El elemento de papel del filtro atrapa partículas que se pueden encontrar en el depósito de gasolina, estas impurezas pueden llegar al depósito cuando recargamos de combustible en las gasolineras, la condensación del tanque produce oxido el cual dañaría todo el sistema de alimentación de combustible. La caja del filtro está hecha por una cubierta metálica y está elaborada para resistir la presión máxima del sistema, la exposición a aditivos y los cambios de temperatura.



Fig. 1.5 Filtro de combustible



1.4.5 Regulador de presión de combustible

Se trata de un sistema mecánico en el cual el regulador de presión de la rampa de inyección dispone de dos cámaras, una llena de gasolina y con una válvula de presión permite el retorno de gasolina si se sobrepasa una cierta presión, y una segunda cámara aislada de la primera y conectada por un tubo al colector de admisión. Separando ambas cámaras hay una membrana que tiene un desplazamiento por acción de la depresión en la admisión afecta a la válvula de presión, de manera que actúa variando la presión en función de la carga del motor.

1.4.6 Inyectores de combustible

Los inyectores de combustible de la figura 1.6, son solenoides que trabajan con modulación de ancho de pulso PWM, controlados por el modulo de control. El ECM enciende los inyectores de combustible para abrir la válvula de agujas normalmente cerrada. Esto permite que el combustible fluya en la parte superior de los inyectores, pase la válvula de aguja y a través de la placa de control de flujo hundido en la salida del inyector. El riel de combustible está montado en el distribuidor de admisión y distribuye el combustible a cada inyector.



Fig. 1.6 Inyectores de combustible



La placa de control tiene agujeros trabajados a máquina que controlan el flujo de combustible, generando un patrón de aspersión cónico de combustible finamente pulverizado en la punta del inyector, el cual se dirige a la válvula de admisión, ocasionando que este se encuentre más atomizado y vaporizado antes de ingresar a la cámara de combustión.

El solenoide del inyector permanecerá encendido por un breve periodo, una vez cada segunda revolución del motor. El periodo en que el inyector de combustible se activa se llama ancho de pulso y se mide en milisegundos.

El ancho de pulso es calculado por el ECM para entregar la cantidad correcta de combustible para control de emisiones y maniobrabilidad apropiada.

1.5 SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES DE GASES.

1.5.1 Descripción

La gasolina por ser muy volátil es inflamable y, además, se evapora a temperatura ambiente con relativa facilidad. El tanque de gasolina y la cuba, de los vehículos carburados, son puntos de evaporación de gasolina, sobre todo cuando se alcanza la temperatura de funcionamiento. Anteriormente, estos vapores se iban directamente a la atmósfera, lo cual provocaba problemas de contaminación del aire.

Estudios realizados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE. UU determinaron que el 20 % de las emisiones de HC provenientes de los vehículos se



debían a evaporaciones de gasolina. Lo anterior obligó a diseñar el sistema de control de evaporación de gases EVAP.²

1.5.2 Depósito de emisión de evaporación

La misión del depósito de emisión de evaporación EVAP es permitir la apropiada ventilación del sistema de combustible y evitar que las evaporaciones se descarguen a la atmósfera, es decir se debe retener y almacenar los vapores cuando el motor está apagado, que es cuando se da la mayor cantidad de evaporación. Cuando el motor se arranca, dichos vapores deben ser "purgados" y quemados en los cilindros. En la mayoría de los sistemas el almacenamiento se da en un depósito de carbón activo llamado Cánister.

El depósito de combustible de un vehículo, que se muestra en la figura 1.7, forma parte de un sistema de componentes, que tienen por finalidad disminuir las emisiones de gases contaminantes al medio ambiente esto sin desmerecer la función primaria, de almacenar el combustible. El motor usa un sistema para llevarse la gasolina del tanque y consumirla; a consecuencia de esto se generan vapores que si no los tomamos en cuenta, se perderían en el medio ambiente contaminándolo.

Para corregir este problema el sistema EVAP controla el flujo de estos vapores, dirigiéndolos hacia el cánister, donde son almacenados y desde allí, llevarlos hacia la cámara de combustión donde serán diluidos, sin alterar o afectar el correcto rendimiento del motor.

² http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs72.html



Fig. 1.7 Depósito de combustible.

1.6 SENSORES DEL SISTEMA DE INYECCION MPFI

1.6.1 Sensor de posición del cigüeñal

El sensor de posición del cigüeñal CKP es un detector magnético, se observa en la figura 1.8, está basado en un imán que capta la señal cada vez que se encuentra en un orificio. El sensor CKP produce un voltaje AC de frecuencia y amplitud variable. La frecuencia depende de la velocidad del cigüeñal. La salida de AC depende de la posición del cigüeñal y el voltaje de la batería. Trabaja junto con una rueda relectora de 58 dientes y una abertura de referencia y esta acoplada al cigüeñal. Mientras cada diente va pasando por el sensor CKP, el cambio resultante en el campo magnético crea un pulso de encendido/apagado 58 veces por revolución.

El módulo de control del motor procesa los pulsos para determinar la posición del cigüeñal y así puede sincronizar la regulación de la ignición, la inyección de combustible y el golpe de la chispa.

El sensor CKP también se utiliza para la visualización del tacómetro y fallos de arranque. Tiene 3 líneas: una positiva directa de batería, una negativa directa, y una línea que va directamente a la computadora el cual envía al módulo de control información



sobre la posición del cigüeñal y las revoluciones del motor. Este sensor se encuentra ubicado a un costado de la polea del cigüeñal.



Fig. 1.8 Sensor CKP (Crankshaft Position)

1.6.8 Sensor de posición del árbol de levas

El sensor de posición del árbol de levas CMP es un detector magnético, trabaja de manera similar que el sensor CKP, se observa en la figura 1.9.



Fig. 1.9 Sensor CMP (Camshaft Position)

La señal del sensor CMP es un pulso de encendido/apagado digital, el cual se produce una vez por revolución del árbol de levas. El sensor de CMP no afecta directamente el funcionamiento del sistema de ignición.

La información del sensor CMP es utilizada por el módulo de control del motor para determinar la posición del tren de válvulas relacionado con la posición del cigüeñal. Al



supervisar las señales de posición del cigüeñal y del árbol de levas, el ECM puede activar con precisión los inyectores de combustible. Si se pierde la señal del sensor CMP mientras el motor está en marcha, el sistema de inyección de combustible cambiará a un modo de inyección de combustible secuencial, basándose en el último pulso de inyección de combustible y el motor continuará en marcha. El sensor CMP consta de un circuito de voltaje de ignición, un circuito de tierra y un circuito de señal.

1.6.2 Sensor de posición de la aleta de aceleración

El sensor de posición de la aleta de aceleración TPS, figura 1.10, detecta la posición y el movimiento de la aleta de aceleración a través de cambios de voltaje para mandar esta información al módulo de control del motor y calcular junto con otros datos la cantidad correcta de combustible que será inyectada al motor. A medida que la aleta se abre, el voltaje de la señal se incrementa.

El sensor de posición del acelerador se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración, sujeto al eje de la aleta de aceleración



Fig. 1.10 Sensor TP (Throttle Position)

La ECM usa la información de la posición de la aleta de aceleración para saber:



- ▲ Modo del motor: ralentí, aceleración parcial, aceleración total.
- ▲ Correcciones de proporción de la mezcla aire/combustible
- ▲ Corrección del incremento de potencia del motor
- ▲ Control del corte de combustible

1.6.3 Sensor de flujo de aire

El sensor de flujo de aire MAF que se ve en la figura 1.11, lo que hace es convertir la cantidad de aire que el motor aspira hacia la admisión en una señal de voltaje. El ECM necesita saber el volumen de aire para calcular la carga del motor, es decir, la cantidad de trabajo que el motor está realizando. En consecuencia, esto es necesario para calcular cuánto combustible inyectar, cuando iniciar la chispa en cada uno de los cilindros y cuando meter los cambios de velocidad de la transmisión, cuando el diseño del fabricante así lo indique. El sensor de flujo de aire se localiza directamente en el conducto de entrada de aire, entre el filtro de aire y el cuerpo de aceleración, que es donde puede medir la cantidad de aire fresco que ingresa al motor.



Fig. 1.11 Sensor MAF (Mass Air Flow)

Los componentes primarios internos de un sensor MAF son un cable de platino de alta temperatura y un circuito de control electrónico.



El cable de platino es mantenido a una temperatura constante y ese mantenimiento de temperatura es realizado por el circuito de control electrónico. Un incremento en el flujo de aire ocasionará que el cable caliente de platino pierda calor con lo que disminuiría su temperatura y entonces lo que sucede en esos milisegundos, es que el circuito de control electrónico dentro del sensor compensará esa pérdida de calor del cable al enviar más corriente eléctrica a través del cable para mantenerlo caliente.

El circuito de control electrónico simultáneamente mide el flujo de corriente con lo que envía una señal de voltaje en proporción al flujo de corriente eléctrica, es decir, entre mayor sea la cantidad de aire que entre al motor, ese incremento de aire enfriará más rápido al cable caliente, en consecuencia el circuito de control electrónico aumentará la corriente eléctrica para calentar más al cable de platino y justo cuando eso suceda, el mismo circuito de control electrónico se encargará de enviarle al ECM una señal electrónica de incremento de voltaje; entre más aire ingrese al motor mayor será la señal de voltaje hacia el ECM.

1.6.4 Sensor de temperatura del aire admitido

El sensor de temperatura del aire admitido IAT de la figura 1.12, detecta la temperatura del aire en el conducto de admisión. En vehículos equipados con sensor MAF, el sensor IAT se localiza en el conducto de aire de admisión.



Fig. 1.12 Sensor IAT (Intake Air Temperature)

El sensor IAT está conectado al ECM mediante un cable y una terminal. Se usa para detectar la temperatura promedio del aire del ambiente en un arranque en frío y continúa midiendo los cambios en la temperatura del aire a medida que el motor comienza a calentar al aire que sigue ingresando.

1.6.5 Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT

El sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT, que se ve en la figura 1.13 responde a cambios que se presenten en la temperatura del refrigerante. Al medir la temperatura del refrigerante del motor, el ECM sabe el promedio de temperatura del motor en general. El sensor ECT usualmente se localiza en la toma del agua justo donde se encuentra el termostato. El sensor ECT está conectado a una terminal en el ECM.

El sensor ECT es un componente crítico en muchas funciones del ECM tales como inyección de combustible, tiempo de encendido, tiempo variable de válvulas, cambios de velocidad en la transmisión, etc. Siempre se debe revisar si el motor está funcionando a la temperatura de operación y que el sensor esté siempre reportando de forma exacta la temperatura al ECM.



Fig. 1.13 Sensor ECT (Engine Coolant Temperature)

1.6.6 Sensor de detonación (Knock Sensor)

El sensor de detonación KS de la figura 1.14, detecta sonidos de detonación en el motor y envía una señal de voltaje al ECM, la misma usa la señal proveniente del sensor knock para controlar el tiempo de encendido. La detonación del motor ocurre dentro de un rango de frecuencia específica. El sensor knock está localizado en el bloque del motor, o sobre el múltiple de admisión. Está fabricado para detectar la frecuencia del ruido y vibración asociada con la detonación.

Dentro del sensor knock existe algo que se conoce como "material piezoeléctrico". Los elementos piezoeléctricos son materiales que han sido preparados en laboratorios con materiales químicos que generan voltaje cuando se les aplica presión o vibración.

Los elementos piezoeléctricos en los sensores knock han sido preparados de tal manera que están calibrados para enviar señales eléctricas en la frecuencia en que ocurre la detonación del motor. En otras palabras, cuando el material piezoeléctrico dentro del sensor knock está en contacto con golpeteos metálicos agudos, producirá una señal de voltaje hacia el ECM.



Las vibraciones provenientes del motor cuando detona provocan que el elemento piezoeléctrico genere voltaje. Este voltaje de salida del sensor knock es más alto justo en ese momento. El sensor knock todo el tiempo está generando voltaje, es solo que cuando el motor comienza a detonar por el motivo que sea, es cuando el sensor comienza a generar más voltaje y el ECM al darse cuenta del incremento realiza los ajustes necesarios para evitar la detonación del motor.



Fig. 1.14 Sensor KS (Knock Sensor)

1.6.7 Sensor de Oxígeno.

El sensor de oxígeno de la figura 1.15 es un dispositivo que sirve para que el ECM conozca la cantidad de oxígeno presente en los gases expulsados por el motor y con eso inyectar la cantidad de gasolina necesaria.

Cuando la gasolina se quema en el cilindro se generan humos de escape; dentro de esos humos hay pocas cantidades de oxígeno que no alcanzaron a consumirse por completo. Algunas veces esos remanentes de oxígeno serán más, otras veces serán menos, pero el punto importante es que las cantidades de oxígeno remanente estarán cambiando siempre que el motor esté funcionando. Pues son precisamente esas variaciones en la



concentración de oxígeno en los gases de escape las que el sensor de oxígeno se encarga de monitorear.

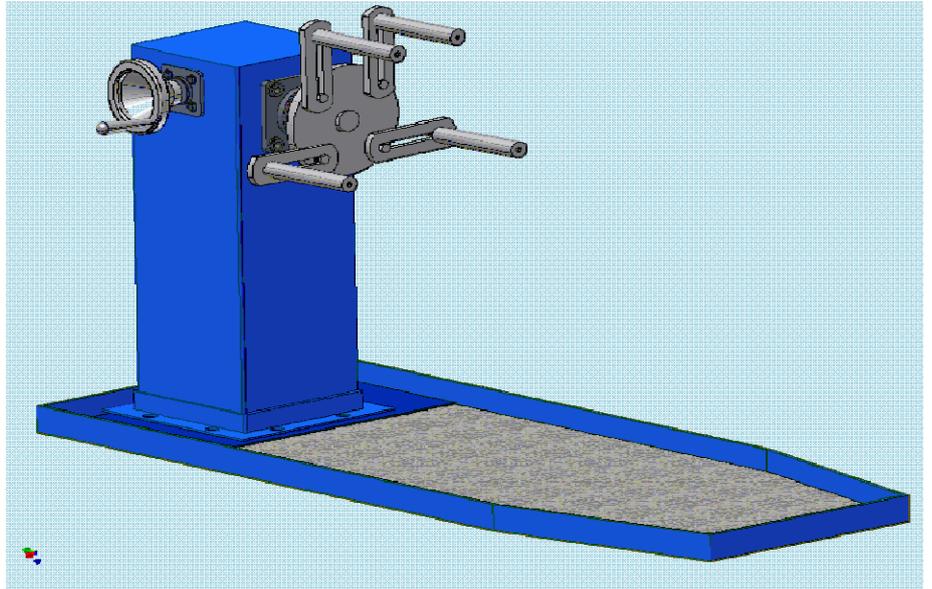
El sensor de oxígeno se ubica entre el múltiple de escape y el catalizador. Los vehículos equipados con sistemas de diagnóstico a bordo OBD II requieren dos sensores de oxígeno: uno antes del convertidor catalítico y otro después del mismo. El sensor de oxígeno, que va instalado antes del convertidor catalítico es utilizado por el ECM para ajustar la proporción aire/combustible. El sensor de oxígeno que va después del convertidor catalítico es utilizado por el ECM para determinar la eficiencia de trabajo del convertidor catalítico.³



Fig. 1.15 Sensor de Oxígeno.

³ <http://www.cise.com/Basedatos>

CAPITULO II



ELABORACIÓN DEL BANCO DIDACTICO

*José Atancuri
Luis Buncay
José Matute*





INTRODUCCION

Este capítulo contiene información sobre el proceso de construcción de la estructura del banco didáctico, en el que se detalla cada uno de los aspectos tomados en cuenta para su elaboración, como es el peso y dimensiones del motor, seguridad, comodidad y operatividad del banco, ubicación de elementos auxiliares y materiales recomendados para su construcción

Se detalla también los pasos a seguir para el diseño y visualización del banco, demostrando entonces el empleo de softwares de graficación y cálculo de estructuras como Inventor 9 y Autocad.

Para evitar construir una estructura sobre dimensionada se demuestra la manera de emplear formulas utilizadas en este tipo de procesos de construcción, extraídas de diferentes ciencias entre las que mencionamos: Resistencia de Materiales, Diseño y Construcción de Elementos de Máquinas, Procesos de Manufactura, que se desarrollaron hasta obtener resultados que satisfagan las condiciones impuestas para este trabajo.

Para elementos que no son necesarios fabricar como rodamientos, chumaceras, rodillos, volantes, se indica las consideraciones tomadas en cuenta para la elección mas óptima de cada uno de estos. Sabiendo que en estructuras, una de las principales partes empleadas en su proceso de construcción son los pernos, se detalla entonces la manera de calcular su resistencia, dimensión y material necesarios para su elección adecuada.

Para las diferentes uniones de la estructura, en las que no se utiliza pernos se emplea procesos de fusión de material como la soldadura indicando las características técnicas del mismo y los aspectos tomados en cuenta para asegurar una fabricación segura y sin desperdicio de material.



2.1 CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCION

Para la construcción de la estructura de nuestro banco se ha tomado en consideración varios aspectos que se detallan a continuación:

2.1.1 Peso del motor

El peso del motor es un factor muy importante para la construcción de la estructura del banco didáctico, pues esta debe soportar el peso del motor sin los componentes auxiliares que no se han utilizado como:

- ▲ Compresor del aire acondicionado
- ▲ Base de aluminio del compresor del aire acondicionado
- ▲ Bomba de dirección hidráulica
- ▲ Base de hierro fundido de la bomba de dirección hidráulica
- ▲ Sistema de embrague

Al no utilizar estos componentes debido a que los mismos no son necesarios para el proyecto, el peso bruto del motor queda reducido a 150 Kg. Este valor lo conseguimos pesando físicamente el motor con la ayuda de una balanza industrial facilitada por la empresa “Metales y Metales” ubicada en la Avenida de las Américas entrada a Quinta Chica.

Con este dato obtenido sabemos el peso exacto que deberá soportar la estructura; sabiendo que para no tener problemas la estructura deberá soportar el doble del peso del motor, con esto garantizamos que la estructura no fallará tanto por esfuerzos de torsión al momento de acelerar o desacelerar el motor cuando se realicen las pruebas.

2.1.2 Dimensiones del motor

Hemos considerando al motor como un cubo, debido al espacio físico que ocupa en la estructura, esto nos facilitará el dimensionamiento del banco.

La toma de sus dimensiones se las hizo físicamente en sus puntos más salientes ya que el motor lo tenemos desmontado del vehículo, las medidas tomadas son las siguientes:



- ▲ Altura: 68 cm
- ▲ Ancho: 60 cm
- ▲ Profundidad: 66 cm

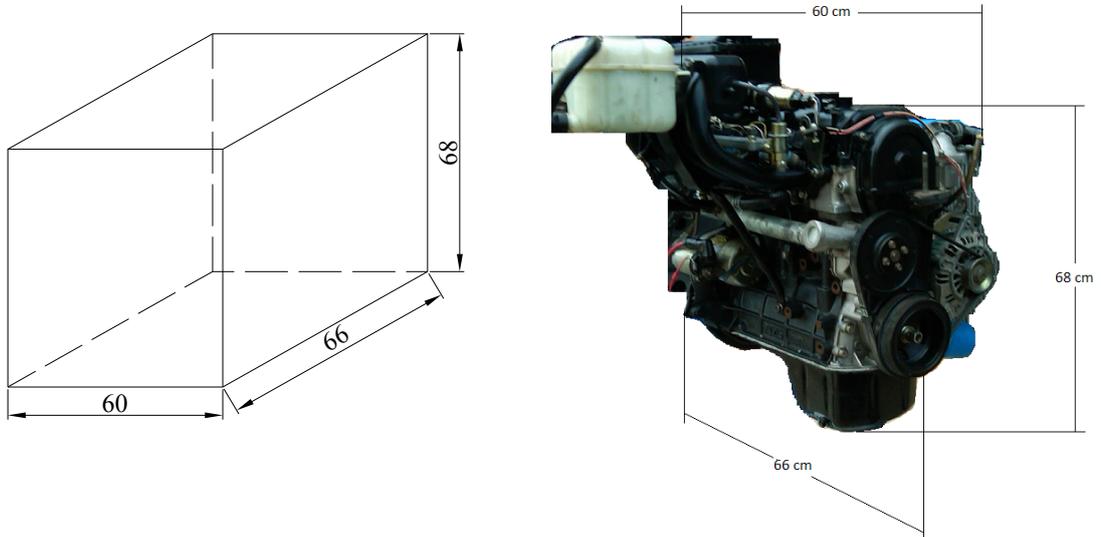


Figura 2.1 Dimensiones del motor Hyundai Accent

2.1.3 Razón de la ubicación de componentes auxiliares

La ubicación de los componentes auxiliares en el banco didáctico de pruebas del sistema de inyección es importante ya que debemos considerar los siguientes aspectos:

- ▲ Seguridad
- ▲ Operatividad
- ▲ Comodidad

Seguridad

Este factor es muy importante y nuestro banco lo consideramos para la ubicación del sistema de escape, la batería y el tanque de combustible. Con el sistema de escape ganamos seguridad pues su salida está ubicada a 2m de altura desde el suelo, expulsando los residuos nocivos de la combustión y evitando que los estudiantes tengan contacto directo con estos residuos, además tenemos el silenciador original que ayuda a reducir el ruido provocado por el funcionamiento del motor y evitando de esta manera la desconcentración de los alumnos en el momento de trabajar en el banco.



Por otro lado la batería está alojada en la parte interior de la columna del banco, con esto evitamos un posible contacto directo con el ácido sulfúrico, además con esta ubicación los estudiantes no tendrán riesgo de provocar un cortocircuito al momento de trabajar con el banco.

Además se cuenta con un depósito de combustible seguro al estar este ubicado en la parte inferior de la base y cubierto por una plancha de aluminio de 2mm de espesor logrando así evitar accidente por inflamación del combustible.

Comodidad

Con este diseño de banco, las pruebas y el desmontaje de piezas del motor se lo realizaran de una manera más cómoda, pues el sistema de inyección que es el que nos interesa se encuentra a una altura donde todas las personas pueden tener acceso, sin tener problema de quemarse o sufrir una descarga eléctrica.

Operatividad

En relación a la operatividad, los elementos que conforman el sistema de inyección se encuentran lo más visibles para que ayude a una rápida localización de los mismos al momento de trabajar, gracias a la ubicación de sus componentes auxiliares se puede girar alrededor del banco sin ningún problema ahorrando con esto tiempo y siendo más fácil el trabajo en el mismo.

Estas son las razones más importantes que se ha considerado para la ubicación de los componentes sin antes recalcar que la seguridad siempre es lo más importante, por lo que hemos realizado mayor énfasis en este punto.

2.1.4 Dimensiones de la estructura que soporta al motor

Para el dimensionamiento de la estructura se considero tres aspectos:

- ▲ Al motor como un cubo, pues el mismo tiene una forma irregular, de esta manera tendremos mayor facilidad en el diseño, para ello tomamos en consideración los puntos más salientes del motor.

- ▲ La altura necesaria a la que se encontrará el motor para realizar un trabajo de diagnóstico cómodo y operativo.



- ▲ El espacio que ocuparan los elementos auxiliares tales como:
 - ✓ Sistema de escape
 - ✓ Radiador.
 - ✓ Ventilador
 - ✓ Tanque de combustible
 - ✓ Batería
 - ✓ Caja de fusibles y relés

Las dimensiones de la estructura deberán tener el tamaño justo y necesario para albergar los elementos auxiliares, así como deberá dar la facilidad para el montaje y desmontaje del motor y el resto de componentes en la estructura.

2.1.5 Soldabilidad

La soldabilidad es la aptitud que tiene un metal o aleación para formar uniones soldadas. A continuación se detallan algunos requerimientos para producir una buena unión y los problemas que pueden aparecer, referidos a soldaduras de cualquier geometría y origen:

- ▲ En el caso de la soldadura por fusión, la temperatura, el calor específico y el latente determinan la cantidad de calor que es necesario añadir. Una alta conductividad térmica permitirá una mayor rapidez de entrada de calor y un enfriamiento más rápido. La adición insuficiente del mismo causa falta de fusión y, en secciones gruesas, penetración incompleta. La entrada de calor excesiva puede originar quemado o agujereado del material.
- ▲ Los contaminantes superficiales, incluyendo óxidos, aceites, suciedad, pintura, provocan falta de enlace o producen porosidad.
- ▲ Los gases liberados durante la soldadura pueden producir porosidad, que debilita la unión.
- ▲ La contracción por solidificación junto con la concentración sólida impone esfuerzos internos de tensión en la estructura y pueden originar distorsión y



agrietamiento. El problema se puede aliviar con un material que aporte menos aleado y más dúctil que reduzca la fragilidad térmica.

- ▲ Las transformaciones metalúrgicas son de gran importancia, especialmente cuando provocan la formación de fases frágiles como la martensita. Entonces, es esencial precalentar el metal base.
- ▲ El espesor de las partes que se van a unir y el diseño de la unión tienen una gran influencia sobre el calentamiento y enfriamiento, y por tanto sobre la soldabilidad.¹

Materiales ferrosos:

Aceros al carbono.- Se sueldan fácilmente cuanto menor porcentaje de carbono haya, la formación de martensita es un riesgo en los aceros con alto contenido en carbono ya que no sólo es dura y frágil, sino que su formación procede con un incremento de volumen que impone esfuerzos adicionales en la estructura. El precalentamiento y el pos calentamiento son necesarios cuando la formación de martensita o vainita son inevitables. El carbono equivalente de un acero es la medida de su tendencia potencial a figurarse durante la soldadura.

Aceros inoxidables.- Siempre contienen cromo, que forma una película extremadamente densa de óxido de cromo. Se debe evitar su formación. Los aceros austeníticos (que contienen Cr y Ni) son también soldables, aunque los carburos de cromo formados reducen el nivel de cromo total en el acero y éste queda sin protección contra la corrosión.

Hierro fundido.- La soldabilidad de los hierros fundidos varía en gran medida, pero muchos de ellos se sueldan, especialmente mediante soldadura por

¹SCHEY John A “*Procesos de manufactura*”, 2^{da} Edición Editorial McGraw Hill 2001



arco. Frecuentemente se emplea un metal de aporte al alto níquel para estabilizar el grafito. El precalentamiento y el enfriamiento lento también son útiles.²

2.1.6 Tipo de caja reductora

Para la elección del sistema de reducción de velocidad de giro que utilizamos en nuestro banco tomamos en consideración que este sistema debe ser simple en su construcción, sencillo en su funcionamiento y de bajo costo de fabricación. Una caja reductora que cumple con estos requerimientos es la de tipo Tornillo sin fin y Corona.

Reductora tipo Tornillo sin fin y Corona.- Es quizás el tipo de reductor de velocidad más sencillo, se compone de una corona dentada, normalmente de bronce en cuyo centro se ha embutido un eje de acero, esta corona está en contacto permanente con un husillo de acero en forma de tornillo sin fin. Una vuelta del tornillo sin fin provoca el avance de un diente de la corona y en consecuencia la reducción de velocidad. La reducción de velocidad de un tornillo sin fin y corona se calcula con el producto del número de dientes de la corona por el número de entradas del tornillo sin fin.

Mecanizado de coronas y tornillos sin fin.- El mecanizado de las coronas de engranaje de tornillo sin fin se puede realizar por medio de fresas normales o por fresas madre. El diámetro de la fresa debe coincidir con el diámetro primitivo del tornillo sin fin con la que engrane si se desea que el contacto sea lineal. El mecanizado del tornillo sin fin se puede hacer por medio de fresas biocónicas o fresas frontales.



Figura 2.2 Tornillo sin fin



Figura 2.3 Tornillo sin fin y corona

² http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?cPath=385&main_page=site_map



2.2 CONSTRUCCION DEL BANCO

2.2.1 Esquema de diseño

La estructura para el banco de pruebas está diseñado de tal modo que brinde la mayor comodidad al momento de trabajar sobre el mismo.

Puede ser trasladado de un lugar a otro con facilidad ya que posee ruedas que facilitan su movilidad, además por su reducido peso se necesita de poco esfuerzo para moverlo.

Tiene un diseño compacto, por lo que no se necesita de demasiado espacio físico dentro del taller.

Tiene la ventaja de poder hacer girar al motor que sujeta en 360° tanto en sentido horario como anti horario, ya que posee una caja reductora que realiza el giro y mueve al motor, dicho giro es accionado a través de un volante colocado al costado de la estructura y requiere de poca fuerza física para realizar esta acción.

Con esto se puede trabajar fácilmente y de una manera más cómoda sobre el motor, teniendo una visión completa de todos los elementos que lo componen.

La estructura que va a soportar al motor y sus complementos, está dividido en tres partes principales como son: base, columna y cuerpo de sujeción, cuyo diseño se detalla en las siguientes graficas:



Base.-

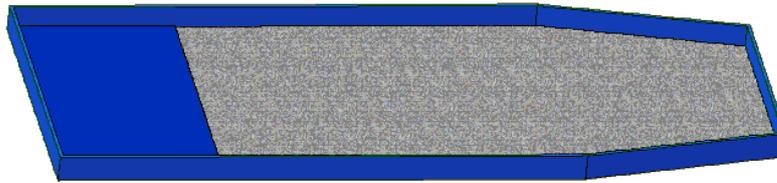


Figura 2.4 Base de la estructura

Columna.-

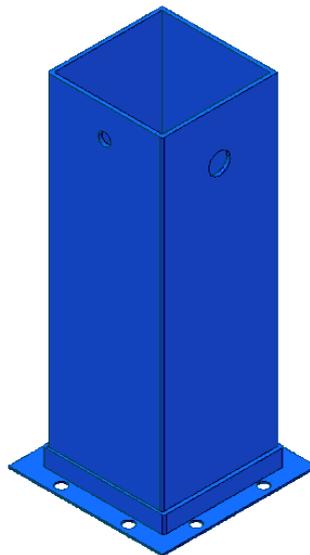


Figura 2.5 Columna de la estructura

Cuerpo de sujecion.-

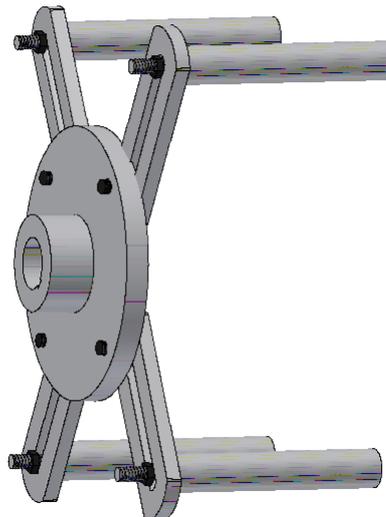


Figura 2.6 Cuerpo de sujeción



Entonces todos estos elementos ensamblados entre si, por medio de diferentes mecanismos de unión como pernos y soldadura, dan como resultado la estructura que soportara al motor y que permitirá un giro de 360° del mismo, cuyo diseño final se detalla a continuación en la siguiente grafica:

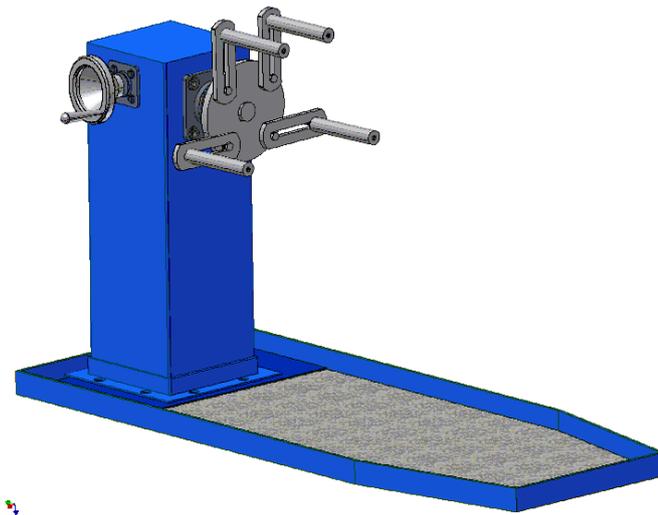


Figura 2.7 Estructura del banco

2.2.2.- Cálculos

2.2.2.1.- Cálculos de esfuerzos

DISEÑO DE LOS EJES

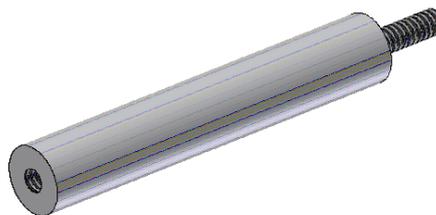


Figura 2.8 Eje del cuerpo de sujeción

**Datos:**

$$L = 0.20m$$

$$\phi = ?$$

$$W_{motor} = 300Kg$$

$$E = 200Gpa$$

$$S_u = 400MPa$$

En la figura se aprecia un Diagrama de Cuerpo Libre de las zonas mas criticas del cuerpo de agarre, indicando los puntos A y B que representan las zonas de esfuerzos.

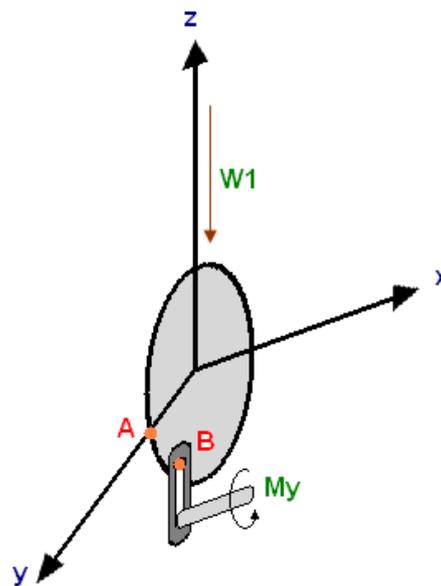


Figura 2.9 D.C.L

Desarrollo:

$$W_{motor} = 300Kg$$

$$W_{motor} = 2942N$$

Al ser cuatro ejes este peso del motor se lo tendrá que dividir

$$W_{motor} = \frac{2942}{4}$$

$$W_{motor} = 735.49N$$



Cálculos de esfuerzo admisible en los ejes³:

$$\sigma = \frac{M_y \cdot c_x}{I_y} \quad I_y = \frac{1}{4} \pi \cdot r^4$$

$$r = c$$

$$\sigma = \frac{M_y \cdot c_x}{\frac{1}{4} \pi \cdot c^4}$$

$$\sigma = \frac{M_y}{\frac{1}{4} \pi \cdot c^3}$$

$$\sigma = \frac{(735,49N)(0,20m)}{\frac{1}{4} \pi \cdot c^3}$$

$$\sigma = \frac{187,29Nm}{c^3}$$

M = Momento maximo producido en la viga

c = Distancia del eje neutro al punto mas lejano del area

I_y = Inercia respecto al eje y

r = radio ($r = c$)

Cálculos de esfuerzo cortante en los ejes⁴:

$$\tau = \frac{V \cdot Q}{I_x \cdot t}$$

$$Q = A_p \cdot \bar{y}$$

$$A_p = \frac{\pi \cdot D^2}{8}$$

$$\tau = \frac{V \cdot \frac{2}{3} r^3}{\left(\frac{1}{4} \pi \cdot r^4\right) \cdot 2r}$$

$$Q = \left(\frac{\pi \cdot r^2}{2}\right) \left(\frac{4r}{3\pi}\right)$$

$$A_p = \frac{\pi \cdot (2r)^2}{8}$$

$$\tau = \frac{\frac{2}{3} V r^3}{\frac{1}{2} \pi \cdot r^5}$$

$$Q = \frac{2}{3} r^3$$

$$A_p = \frac{\pi \cdot 4r^2}{8}$$

$$\tau = \frac{\frac{2}{3} V}{\frac{1}{2} \pi \cdot r^2}$$

$$A_p = \frac{\pi \cdot r^2}{2}$$

$$\tau = \frac{\frac{2}{3} V}{\frac{1}{2} \pi \cdot c^2}$$

$$\tau = \frac{\frac{2}{3} (735,49N)}{\frac{1}{2} \pi \cdot c^2}$$

$$\tau = \frac{312,152N}{c^2}$$

³ **BEER**, Johnston. *Mecánica de Materiales* 3^{ra} Ed. Editorial Mc Graw Hill Mexico 2001 pags. 217,791

⁴ **MOTT** Robert L. *Diseño de Elementos de Maquinas* 4^{ta} Ed. Editorial Pearson Education Mexico 2006 pag. 102



En donde:

I_x = Momento de inercia respecto a x

t = Espesor del perfil en el lugar donde se va a calcular el esfuerzo cortante

Q = Primer momento con respecto al eje centroidal del area de la sección transversal de esa parte

A_p = La parte del area de la sección arriba del lugar donde se va a calcular el esfuerzo

\bar{y} = Distancia del eje neutro de la sección al centroide del area A_p

Aplicando el método de superposición para el esfuerzo cortante en el punto A se tiene⁵:

$$\tau_A = \frac{312,152N}{c^2}$$

Para el esfuerzo admisible en el punto B se tiene:

$$\sigma_B = -\frac{187,29Nm}{c^3}$$

Como se aprecia en la figura 2.1 el punto B es la zona que soporta el máximo esfuerzo, por tanto el esfuerzo permisible del acero estructural ASTM A-36 será mayor o igual al esfuerzo máximo.

$$\sigma_{max} \leq [\sigma]_c$$

$$\sigma_B \leq [\sigma]_c$$

$$[\sigma]_c = \frac{-S_{ut}}{F_s} = \frac{-400 \times 10^6}{2.5} = -160 \text{ MPa}$$

⁵ **BEER**, Johnston. *Mecánica de Materiales* 3^{ra} Ed. Editorial Mc Graw Hill Mexico 2001 pags. 71



$$-\frac{187,29}{c^3} = -160 \times 10^6$$

$$-\frac{c^3}{187,29} = \frac{1}{-160 \times 10^6}$$

$$-c^3 = -\frac{187,29}{160 \times 10^6}$$

$$c = \sqrt[3]{\frac{187,29}{160 \times 10^6}}$$

$$c = 0.0105 \text{ m}$$

$$D = 2c = 0.021 \text{ m}$$

Para determinar la flexión que se está produciendo en el eje se aplica el método de superposición⁶:

$$Y_{\max} = -\frac{P.L^3}{3EI}$$

$$Y_{\max} = -\frac{(735,49)(0,20)^3}{3(200 \times 10^9)\left(\frac{1}{4}\pi(0.0105)^4\right)}$$

$$Y_{\max} = -1,027 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Por motivos de seguridad a la ecuación anterior se le dio diferentes valores de r para obtener el valor de deflexión mínima, con lo cual se obtuvo el valor del diámetro mas óptimo para el eje del cuerpo de agarre como se indica en la tabla que se detalla a continuación.

Diámetro (m)	Deflexión (mm)
0.021	1,027
0.025	0,511
0.030	0,247
0.035	0,133

TABLA 2.1 Valores de deflexión para diferentes valores de r

Fuente: Los Autores

⁶ BEER, Johnston. *Mecánica de Materiales* 3^{ra} Ed. Editorial Mc Graw Hill Mexico 2001 pags. 457.



Por lo tanto el diámetro del eje seleccionado que sufre menor deflexión es de $0.035m$, el cual será el más óptimo y por lo tanto será el empleado en la construcción del banco.

SELECCIÓN DE PERNOS⁷

Para la selección de los pernos que se va a utilizar se considero que están sometidos a tracción. Por lo cual hemos verificamos sus propiedades y llegamos a escoger *un perno SAE 1/2in de acero grado 5 cuyo material es acero medio carbono, templado y revenido*, con una longitud de $0.038 m$, la prestación del mismo se lo ve en la figura 2.10

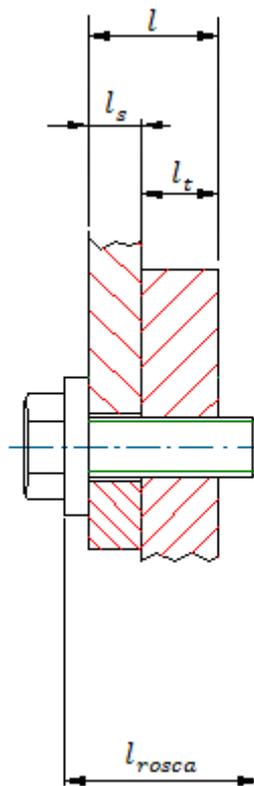


Figura 2.10 Cotas de análisis de unión de placas

En donde:

l_s = longitud de rosca no sujeta a tracción

l_t = longitud de rosca sujeta a tracción

l = longitud de los cuerpos a sujetar

l_{rosca} = longitud de rosca del perno

⁷ NORTON Robert L. *Diseño de Máquinas* 1ª Ed. Prentice Hall, Mexico, 1999, Pág. 914



Datos:

$$P = 735,49N$$

$$l_s = 12,10mm$$

$$l_t = 20,70mm$$

$$S_p = 74kpsi$$

$$A_t = 0,1419in^2$$

$$E = 29 \times 10^6 psi$$

$$S_y = 81kpsi$$

Rigidez del perno:

$$\frac{1}{kb} = \frac{lt}{At.E} + \frac{ls}{Ab.E}$$

$$\frac{1}{kb} = \frac{0,8149}{(0,1419)(29 \times 10^6)} + \frac{(0,476)(4)}{\pi(0,5)(29 \times 10^6)}$$

$$\frac{1}{kb} = 0,000000198 + 0,000000084$$

$$\frac{1}{kb} = 0,000000282$$

$$kb = 3,55 \times 10^6 lb / in$$

$$Ab = 1 / 2in = 0,5in$$

kb = Rigidez del perno

Ab = Area transversal total

At = Area de esfuerzo a tensión del perno

E = Módulo de elasticidad del material

Rigidez del material:

$$km = d.E.A.e^{b(d/l)}$$

$$km = (0,5)(29 \times 10^6)(0,7815).e^{0,62873(0,5/1,29)}$$

$$km = 14563319,38$$

$$km = 14,56 \times 10^6 lb / in$$

En donde:

km = Rigidez del material

d = Diámetro del perno

E = Módulo de elasticidad

l = Longitud de la unión

A = Coeficiente para el acero (0,7815)

b = Coeficiente para el acero (0,62873)



Factor de rigidez de la unión:

$$C = \frac{kb}{km + kb}$$

$$C = \frac{3,55 \times 10^6}{(14,56 \times 10^6) + (3,55 \times 10^6)}$$

$$C = 0,196024$$

Porción de la carga aplicada P, en el perno:

$$P_b = C.P$$

$$P_b = 0,196024(660lb)$$

$$P_b = 124,4lb$$

Porción de la carga aplicada P, en el material:

$$P_m = (1 - C)P$$

$$P_m = (1 - 0,196024)660$$

$$P_m = 530,65lb$$

Fuerza de precarga:

$$F_i = 0,9.S_y.A_t$$

$$F_i = 0,9(81000)(0,1419)$$

$$F_i = 10344,51lb$$

Fuerza máxima en el perno:

$$F_b = F_i + P_b$$

$$F_b = 10344,51 + 125,4$$

$$F_b = 10469,4lb$$

Fuerza máxima del material:

$$F_m = F_i - P_m$$

$$F_m = 10,344,51 - 125,4$$

$$F_m = 9813,89lb$$

Esfuerzo máximo a tensión del perno:

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_t}$$

$$\sigma_b = \frac{10469,4}{0,1419}$$

$$\sigma_b = 73780,12 \text{ psi}$$



Factor de seguridad a la fluencia:

$$N_y = \frac{S_y}{\sigma_b}$$

$$N_y = \frac{81000}{73780,12}$$

$$N_y = 1.12$$

Carga requerida para separar la unión:

$$P_o = \frac{F_i}{(1-C)}$$

$$P_o = \frac{10344,51}{(1-0,196024)}$$

$$P_o = 12866,69lb$$

Factor de seguridad contra la separación:

$$N_{sep} = \frac{P_o}{P}$$

$$N_{sep} = \frac{12866,69}{660}$$

$$N_{sep} = 19,49$$

Los factores de seguridad calculados indican que la selección del perno es la adecuada para la estructura del banco didáctico.

DISEÑO DE LA PLACA REGULADORA

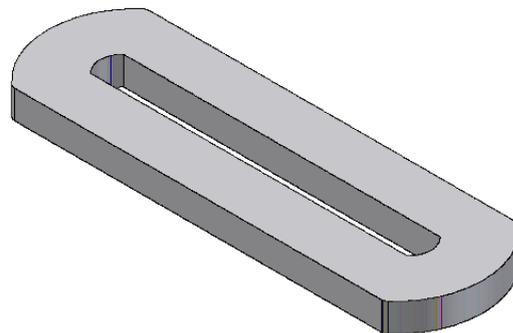


Figura 2.11 Placa reguladora



Para determinar la longitud de la ranura interior de la placa reguladora tomamos en cuenta el diámetro exterior que describe los pernos que se encuentran en el block motor y el diámetro interior que describe los agujeros de sujeción del plato giratorio cuyas medidas son 183,40mm y 83,40mm respectivamente dando como resultado una distancia de la ranura interior de la placa reguladora de 100mm, como puede se observa en la figura 2.12.

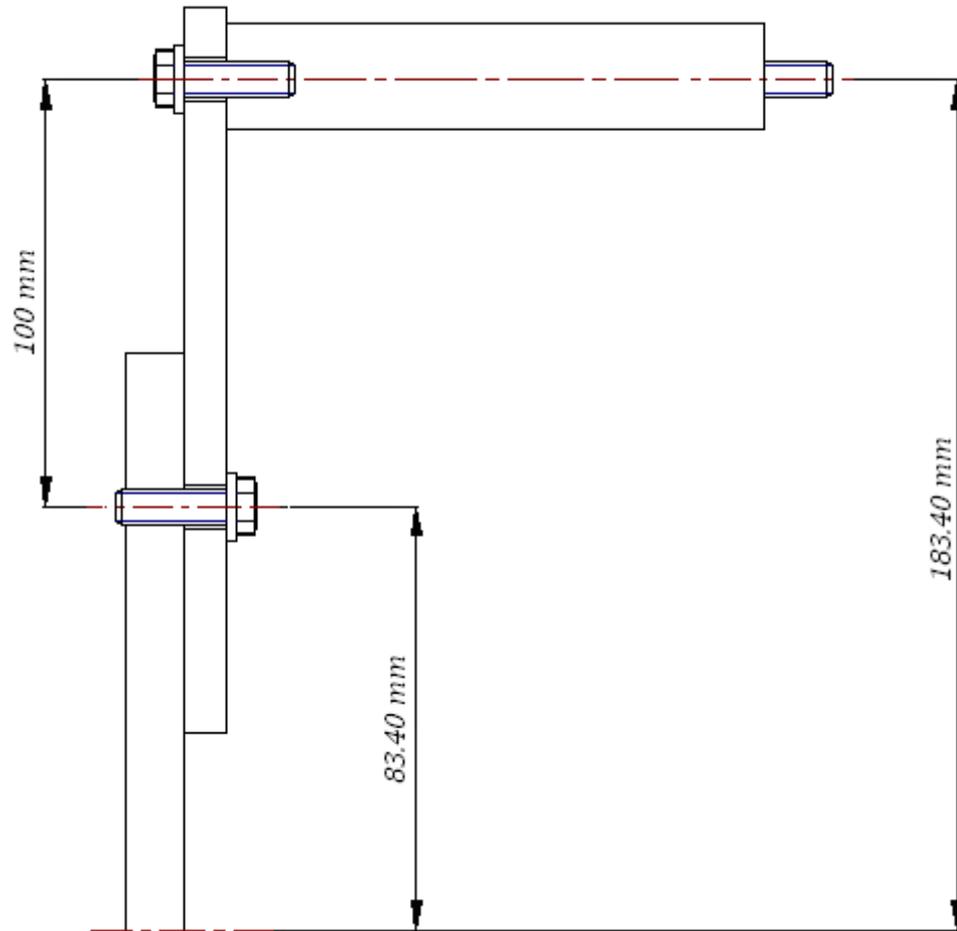


Figura 2.12 Medidas de la placa reguladora

Tomamos en consideración que en la ranura central debe desplazarse un perno $1/2$ in de manera que esta ranura tendrá una distancia de 0.011 m.

En la figura 2.13 se observa la vista frontal de la placa reguladora, en la parte inferior de la placa se dejó una distancia de 0.025 m para contrarrestar los esfuerzos



generados en el elemento. Los valores de espesor y el ancho se representan con las letras a y b respectivamente.

Cuando la placa reguladora se encuentra orientada en el eje z , se considera que la parte inferior es un empotramiento y el área transversal es la parte más crítica que soporta los esfuerzos, a fin de calcular a y b .

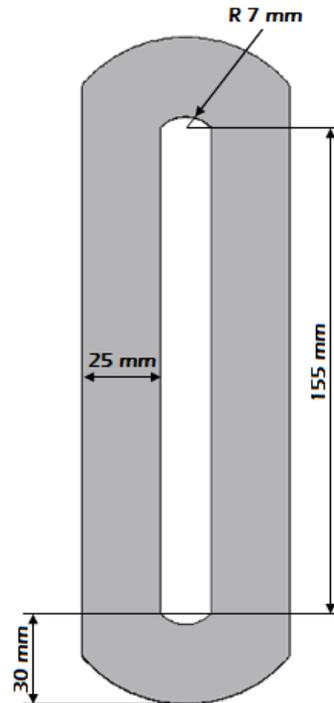


Figura 2.13 Vista frontal de placa reguladora

En la figura 2.14 se observan los esfuerzos y además su área transversal que nos servirán para determinar el área, centroides y momentos de inercia con respecto a las variables a y b .

Datos con respecto al eje x :

$$A = 2ab$$

$$\bar{y} = b + 0.0065$$

$$I_x = \frac{1}{6} ab^3 + 4ab \left(\frac{1}{2} b + 0.0065 \right)^2$$



Datos con respecto al eje y:

$$\bar{x} = \frac{a}{2}$$

$$I_y = \frac{ba^3}{6}$$

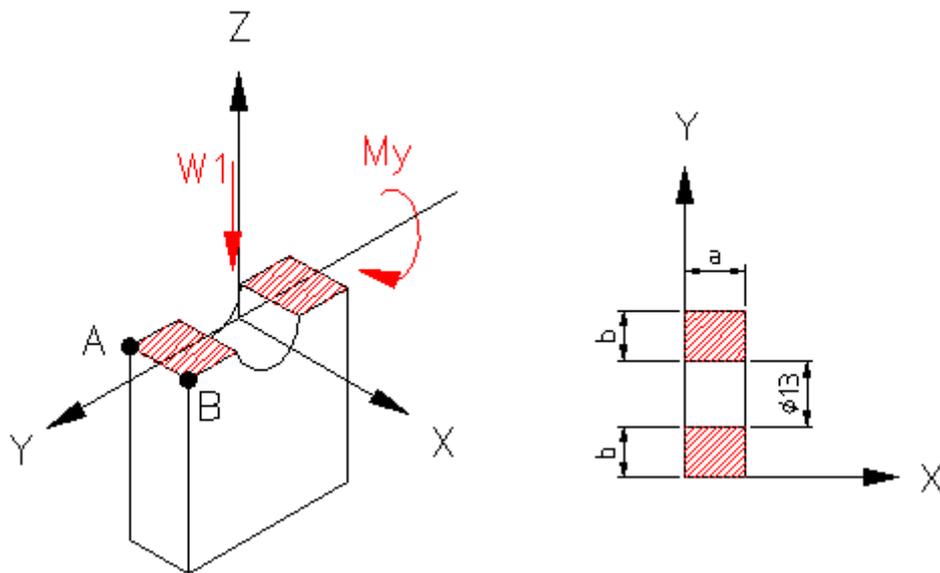


Figura 2.14 D.C.L de la placa reguladora

Fuerza normal

$$\sigma = \frac{W_1}{A}$$

$$\sigma = \frac{735,49 \text{ N}}{2ab}$$

Momento flexionante

$$\sigma_y = \frac{M_y \times C}{I_y}$$

$$\sigma_y = \frac{(147,09 \text{ N}) \left(\frac{a}{2}\right)}{\frac{b \cdot a^3}{3}}$$

$$M_y = F \times d$$

$$M_y = 735,49 \text{ N}(0,20\text{m})$$

$$M_y = 147,09 \text{ N.m}$$



Aplicando el método de superposición en punto A se tiene:

$$\sigma_A = -\frac{735,49 N}{2ab} + \frac{(147,09 N)\left(\frac{a}{2}\right)}{\frac{b \cdot a^3}{6}}$$

En el punto B:

$$\sigma_B = -\frac{735,49 N}{2ab} - \frac{(147,09 N)\left(\frac{a}{2}\right)}{\frac{b \cdot a^3}{6}}$$

El esfuerzo máximo se localiza en el punto B, por tanto el esfuerzo permisible del acero estructural ASTM A-36 será mayor o igual al esfuerzo máximo.

$$\sigma_{max} \leq [\sigma]_c$$

$$\sigma_B \leq [\sigma]_c$$

En la tabla 2.2 se aprecian los valores que podrían tomarse en consideración para la construcción de la placa reguladora

Esfuerzo Máximo σ_B

Unidades (m)	Esfuerzo máximo (Mpa)
a = 0,010 b = 0,020	-222,47
a = 0,012 b = 0,025	-123,80
a = 0,015 b = 0,030	-661,90

TABLA 2.2 Valores de a y b

Fuente: Los Autores



Fuerza cortante

$$\tau = \frac{W_x \cdot Q}{I_x \cdot t}$$

$$Q = A_p \bar{y}$$

$$t = a$$

$$\tau = \frac{(735,49) \left(\frac{1}{8} \cdot a \cdot b^2 \right)}{\frac{1}{3} \cdot a \cdot b^3 (a)}$$

$$Q = t \left(\frac{h}{2} \right)$$

$$h = b$$

$$Q = a \left(\frac{b}{2} \right) \left(\frac{b}{4} \right)$$

$$\tau = \frac{735,49}{8} \cdot a \cdot b^2 \left(\frac{3}{a^2 b^3} \right)$$

$$Q = \frac{1}{8} a \cdot b^2$$

$$\tau = \frac{\frac{735,49}{8} \cdot a \cdot b^2}{\frac{1}{3} \cdot a^2 \cdot b^3}$$

$$\tau = \frac{2206,47}{8ab}$$

En donde:

I_x = Momento de inercia respecto a x

t = Espesor del perfil en el lugar donde se va a calcular el esfuerzo cortante

Q = Primer momento con respecto al eje centroidal del area de la sección transversal de esa parte

A_p = La parte del area de la sección arriba del lugar donde se va a calcular el esfuerzo

\bar{y} = Distancia del eje neutro de la sección al centroide del area A_p

En la tabla 2.3 se aprecian los valores que podrían tomarse en consideración para la construcción de la placa reguladora



Cortante Máximo

Unidades (m)	Esfuerzo máximo (Mpa)
a = 0,010 b = 0,020	1,379x10 ⁶
a = 0,012 b = 0,025	0,9193x10 ⁶
a = 0,015 b = 0,030	0,612x10 ⁶

Tabla 2.3 Valores de a y b

Fuente: Los Autores

Terminada el análisis se indican dimensiones tentativas para la construcción, de manera que se seleccionara un *espesor de 0.012m* y un *ancho de 0.025 m* de manera de no sobredimensionar y teniendo en cuenta que el factor de seguridad es de 2.5 para asegurarnos de no sufrir ningún inconveniente con los esfuerzos que se van a generar por el peso del motor y su funcionamiento.

DISEÑO DEL DISCO DEL CUERPO DE SUJECION

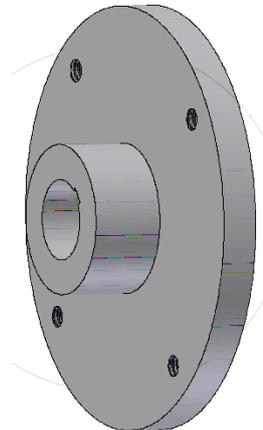


Figura 2.15 Disco de cuerpo de sujeción

Es muy importante señalar que este elemento es la conexión para el eje y soporta el peso del motor, por tanto se deben tomar varias consideraciones para su construcción, para evitar un giro inesperado del motor, se procede entonces a instalar



una chaveta en cuña de 0.010x0.010 m con una longitud de 0,065 m, las dimensiones para su construcción se observan en la figura 2.16.

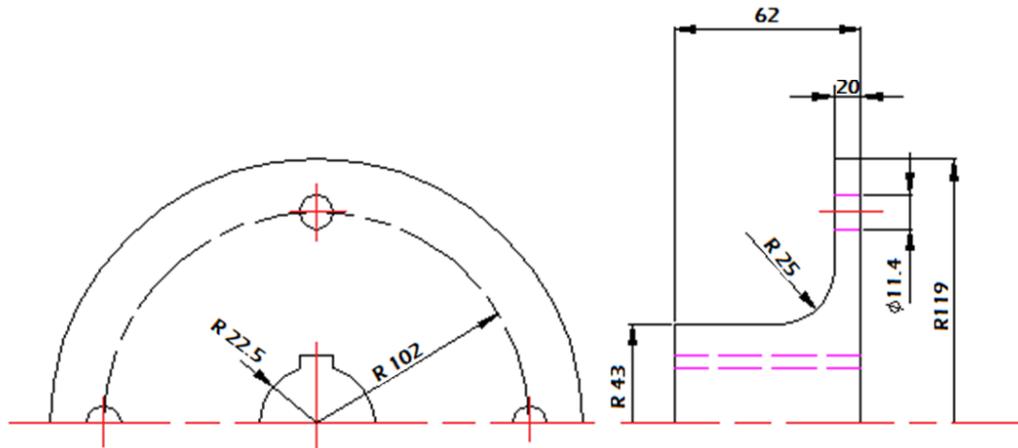


Figura 2.16 Plato giratorio de cuerpo de sujeción

DISEÑO DEL SUBCONJUNTO DE REDUCCIÓN

Este subconjunto está conformado por:

- ▲ 3 chumaceras
- ▲ 2 rodamientos
- ▲ 1 volante
- ▲ 1 tornillo sin fin
- ▲ 1 rueda dentada
- ▲ 1 eje.

Todo este mecanismo permite que el motor posea un radio de giro de 360° , tanto en sentido horario como anti horario, para la fijación del volante se ha construido una chaveta y un prisionero.



DISEÑO DEL EJE⁸.-

Datos:

$$\phi_{eje} = ?$$

$$L = 0,43m$$

$$W_{motor} = 2941,995N$$

$$S_{ult} = 450MPa$$

$$F_s = 2.5$$

Material = Acero Alta Resistencia - Aleación Baja ASTM A709 Grado345

En la figura 2.9 se muestra en diagrama de cuerpo libre en la zona más crítica del elemento, este diagrama coincide con el diseño del eje, la diferencia es que ahora se trabajara con un Acero Alta Resistencia - Aleación Baja ASTM A709 Grado345, el apoyo se encuentra a 0.32 m del extremo izquierdo.

Desarrollo:

Para el momento flexionante se tiene:

$$\sigma = \frac{M_y \cdot c_x}{I_y} \quad I_y = \frac{1}{4} \pi \cdot r^4$$

$$\sigma = \frac{M_y \cdot c_x}{\frac{1}{4} \pi \cdot c^4} \quad r = c$$

$$\sigma = \frac{M_y}{\frac{1}{4} \pi \cdot c^3}$$

$$\sigma = \frac{(21941,995N)(0,32m)}{\frac{1}{4} \pi \cdot c^3}$$

$$\sigma = \frac{1198,66Nm}{c^3}$$

En donde:

M = Momento maximo producido en la viga

c = Distancia del eje neutro al punto mas lejano del area

I_y = Inercia respecto al eje y

r = radio ($r = c$)

⁸ **BEER**, Johnston. *Mecanica de Materiales* 3^{ra} Ed. Editorial Mc Graw Hill Mexico 2001 pags. 217,791



Fuerza cortante:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{V \cdot Q}{I_x \cdot t} & Q &= A_p \cdot \bar{y} & A_p &= \frac{\pi \cdot D^2}{8} \\ \tau &= \frac{V \cdot \frac{2}{3} r^3}{\left(\frac{1}{4} \pi \cdot r^4\right) \cdot 2r} & Q &= \left(\frac{\pi \cdot r^2}{2}\right) \left(\frac{4r}{3\pi}\right) & A_p &= \frac{\pi \cdot (2r)^2}{8} \\ \tau &= \frac{\frac{2}{3} V r^3}{\frac{1}{2} \pi \cdot r^5} & Q &= \frac{2}{3} r^3 & A_p &= \frac{\pi \cdot 4r^2}{8} \\ \tau &= \frac{\frac{2}{3} V}{\frac{1}{2} \pi \cdot r^2} & & & A_p &= \frac{\pi \cdot r^2}{2} \\ \tau &= \frac{\frac{2}{3} V}{\frac{1}{2} \pi \cdot c^2} & & & & \\ \tau &= \frac{\frac{2}{3} (2941,995 N)}{\frac{1}{2} \pi \cdot c^2} & & & & \\ \tau &= \frac{1248,62 N}{c^2} & & & & \end{aligned}$$

En donde:

I_x = Momento de inercia respecto a x

t = Espesor del perfil en el lugar donde se va a calcular el esfuerzo cortante

Q = Primer momento con respecto al eje centroidal del area de la sección transversal de esa parte

A_p = La parte del area de la sección arriba del lugar donde se va a calcular el esfuerzo

\bar{y} = Distancia del eje neutro de la sección al centroide del area A_p

Aplicando el método de superposición en punto A se tiene:

$$\tau_A = \frac{1248,62 N}{c^2}$$

Para el punto B se tiene:

$$\sigma_B = -\frac{1198,66 Nm}{c^3}$$

El esfuerzo máximo se localiza en el punto B, por tanto el esfuerzo permisible del Acero Alta Resistencia - Aleación Baja ASTM A709 Grado345 será mayor o igual al esfuerzo máximo.



$$\begin{aligned}\sigma_{max} &\leq [\sigma]_c \\ \sigma_B &\leq [\sigma]_c \\ [\sigma]_c &= -\frac{S_{ult}}{F_s} = \frac{-450 \times 10^6 \text{ MPa}}{2,5} = -180 \text{ MPa} \\ -\frac{1198,66}{c^3} &= -180 \times 10^6 \\ -\frac{c^3}{1198,66} &= \frac{1}{-180 \times 10^6} \\ -c^3 &= -\frac{1198,66}{180 \times 10^6} \\ c &= \sqrt[3]{\frac{1198,66}{180 \times 10^6}} \\ c &= 0,0199 \text{ m} \\ D &= 2c = 0,040 \text{ m}\end{aligned}$$

Para determinar la flexión que se está produciendo en el eje se aplica el método de superposición:

$$\begin{aligned}Y_{\max} &= -\frac{P.L^3}{3EI} \\ Y_{\max} &= -\frac{(2941,995)(0,43)^3}{3(200 \times 10^9) \left(\frac{1}{4} \pi (0,0199)^4 \right)} \\ Y_{\max} &= -3,16 \times 10^{-3} \text{ m}\end{aligned}$$

El eje es una pieza sólida por tanto para su construcción se tomara un diámetro de **0.043 m.**

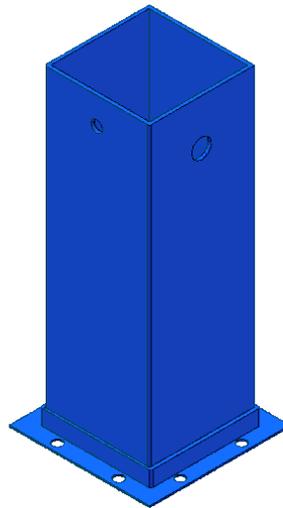
DISEÑO DE LA COLUMNA⁹

Figura 2.17 Columna

Las dimensiones de la columna van establecidas de acuerdo al espacio que se genero en el diseño del mecanismo de reducción, de este modo se obtuvo una área de 0.26x0.24m, una altura de 0.80m y un espesor de 0.0085m. La carga se encuentra a 0.5m del eje geométrico de la columna por lo que se genera un momento, y posteriormente la orientación del pandeo, el D.C.L se observa en la figura 2.18

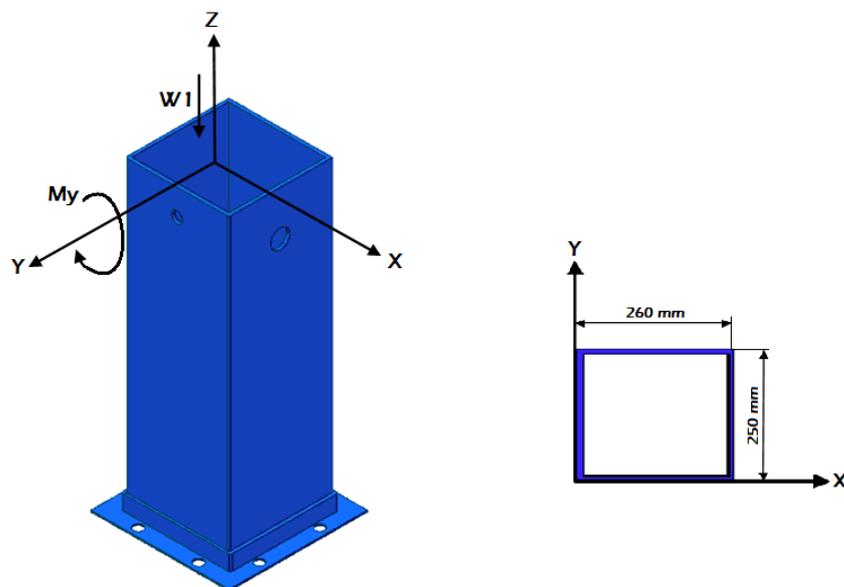


FIGURA 2.18 D.C.L de la columna

⁹ **BEER**, Johnston. *Mecánica de Materiales* 3^{ra} Edición Editorial Mc Graw Hill Mexico 2001 pags. 606,625



Para comprobar si estas dimensiones son acertadas se procederá a ser analizadas con la fórmula de la secante para cargas excéntricas. Además se tomara en cuenta que un extremo esta empotrado y el otro está libre. De obtener una respuesta favorable estas dimensiones se tomaran para la construcción de la columna.

Datos:

$$L = 0,80m$$

$$e = 0,0085m(\text{espesor})$$

$$e = 0,50m(\text{excentricidad})$$

$$E = 200GPa$$

$$\sigma_y = 250MPa$$

Desarrollo:

Inercia con respecto al eje x:

$$I_x = I_x \text{ rectangulo externo} - I_x \text{ rectangulo interno}$$

$$I_x = \frac{1}{12} b_1 h_1^3 - \frac{1}{12} b_2 h_2^3$$

$$I_x = \frac{1}{12} (0,26)(0,24)^3 - \frac{1}{12} (0,243)(0,223)^3$$

$$I_x = 0,000024960 - 0,000224564$$

$$I_x = 0,000074956$$

$$I_x = 7,49 \times 10^{-5} m^4$$

Inercia con respecto al eje y:

$$I_y = I_y \text{ rectangulo externo} - I_y \text{ rectangulo interno}$$

$$I_y = \frac{1}{12} b_1^3 h_1 - \frac{1}{12} b_2^3 h_2$$

$$I_y = \frac{1}{12} (0,26)^3 (0,24) - \frac{1}{12} (0,243)^3 (0,223)$$

$$I_y = 0,000084869$$

$$I_y = 8,48 \times 10^{-5} m$$



Área:

$$A = \text{Area externa} - \text{A interna}$$

$$A = b_1h_1 - b_2h_2$$

$$A = (0,26)(0,24) - (0,243)(0,223)$$

$$A = 8,48 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Radio de giro con respecto al eje y

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{8,48 \times 10^{-5}}{8,21 \times 10^{-3}}}$$

$$r_y = 0,1016$$

Carga crítica:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_e^2}$$

$$L_e = 2L$$

$$L_e = 2(0,70 \text{ m})$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (200 \times 10^9) (8,48 \times 10^{-5})}{(1,40)^2}$$

$$L_e = 1,40 \text{ m}$$

$$P_{cr} = 85,40 \text{ MN}$$

$$P < P_{cr}$$

Deflexión máxima:

$$Y_{\max} = exc \left[\text{Sec} \left(\frac{kL}{2r} \sqrt{\frac{P}{AE}} \right) - 1 \right]$$

$$Y_{\max} = 0,50 \left[\text{Sec} \left(\frac{(2)(0,70)}{2(0,1016)} \sqrt{\frac{2941,99}{(8,21 \times 10^{-3})(200 \times 10^9)}} \right) - 1 \right]$$

$$Y_{\max} = 0,50 \left[\text{Sec} \left(\frac{1,40}{0,2032} \sqrt{\frac{2941,99}{1,642 \times 10^9}} \right) - 1 \right]$$

$$Y_{\max} = 6,476 \times 10^{-9} \text{ m}$$



Esfuerzo máximo:

$$\sigma_{\max} = \frac{P}{A} \left[1 + \frac{(exc)(c)}{r_y^2} Sec \left(\frac{kL}{2r_y} \sqrt{\frac{P}{AE}} \right) \right]$$

$$\sigma_{\max} = \frac{2941,99}{8,21 \times 10^{-3}} \left[1 + \frac{(0,50)(0,12)}{(0,1016)^2} Sec \left(\frac{(2)(0,70)}{2(0,1016)} \sqrt{\frac{2941,99}{(8,21 \times 10^{-3})(200 \times 10^9)}} \right) \right]$$

$$\sigma_{\max} = \frac{2941,99}{8,21 \times 10^{-3}} \left[6,8125 Sec \left(\frac{1,40}{0,2032} \sqrt{\frac{2941,99}{1,642 \times 10^9}} \right) \right]$$

$$\sigma_{\max} = 2,441 MPa$$

$$\sigma_{\max} \leq \sigma_y$$

Las dimensiones anteriormente seleccionadas son óptimas para la construcción de la columna sin tener que sufrir ningún inconveniente, con el fin de obtener una estructura desmontable se ha reforzado la parte inferior de la columna y a su vez esto sirve para empotrarla mediante pernos.

DISEÑO DE LA BASE DE LA ESTRUCTURA

La plataforma está compuesta por una estructura angular de 2x1/4in, en el extremo derecho con forma de medio hexagono, para la unión con la columna se ha visto en la necesidad de colocar un angulo transversal y una plancha de 1/4 de espesor para ayudar en la absorción de gran parte de los esfuerzos generados por el peso del motor y el peso de los elementos del soporte para motores, como se observa en la figura 2.19



Figura 2.19 Base de estructura



ELECCIÓN DE LAS RUEDAS

El peso aproximado de toda la estructura del soporte para motores más el peso del motor es 500kg, por lo que este valor se divide para el número de ruedas, obteniendo el peso que soporta cada rueda, esta referencia servirá para su adquisición como se aprecia en la figura 2.20.



Figura 2.20 Rueda

RODAMIENTOS, CHUMACERAS Y VOLANTES

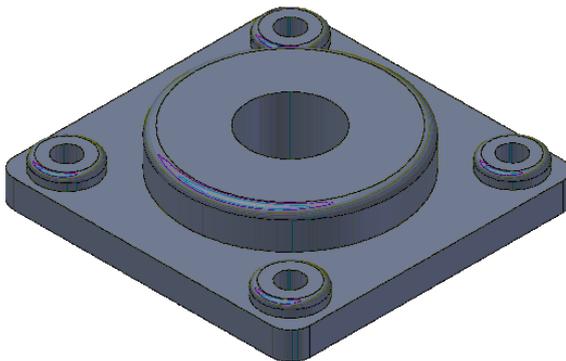


Figura 2.21 Chumacera

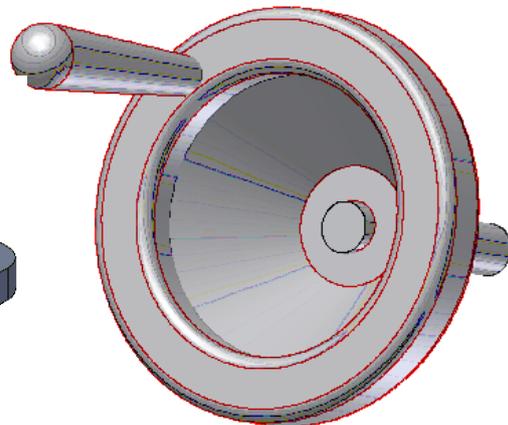


Figura 2.22 Volante

La principal carga que deben soportar los rodamientos es la de tipo radial por lo que se ha seleccionado el rodamiento rígido de bolas que brinda buenas características tanto en carga radial y axial. Para el eje se utilizarán rodamientos *BS 290 SKF - SKF 7209 BE*, mientras que para el tornillo sin fin se tiene *BS 290 SKF - SKF 7306 BE*,



las chumaceras son de tipo pared y van de acuerdo al diámetro exterior de los rodamientos.

El volante es de fundición de aluminio, para el eje se utilizó un volante de diámetro exterior 0.16 m, para la sujeción al eje se usó un prisionero y una chaveta, como se pueden ver en la figura 2.23.



FIGURA 2.23 Volante en estructura

2.2.2.2 Cálculos del tornillo sin fin- corona¹⁰

El dimensionamiento de nuestra caja reductora tipo sin fin-corona hemos considerado dos puntos importantes como son la carga que tendrá que moverse y la relación de giro que se tendrá que dar para mover la carga.

Nomenclatura que se utiliza en el dimensionamiento:

TORNILLO:

n = número de entradas

P_a = paso aparente

m = módulo

¹⁰ SHIGLEY, Joseph Edward; *Diseño en ingeniería mecánica*/ McGraw-Hill. México. 6a. edición. 2002. 1257 p. ilus.



P_h = *paso de la hélice tornillo*
 d_p = *diámetro primitivo*
 L_r = *longitud de roscado*
 d_e = *diámetro exterior*
 h_k = *altura de la cabeza del diente*
 d_i = *diámetro interior*
 h_f = *altura del pié del diente*
 h = *altura de filete*
 s = *espacio entre dientes*
 P_t = *paso*
 e = *espesor del diente*
 α = *ángulo de inclinación del filete*

CORONA:

z = *número de dientes*

 h_k = *altura de la cabeza del diente*
 m = *módulo real*
 m_a = *módulo aparente*
 h_f = *altura del pié del diente*
 D_p = *Diámetro primitivo*
 s = *espacio entre dientes*
 D_e = *Diámetro exterior*
 e = *espesor del diente*
 D_i = *Diámetro interior*
 B_r = *ancho de la rueda*
 h = *altura del diente*

 β = *ángulo de abrazado al tornillo*
 P = *paso*
 C = *distancia entre centros entre rueda y tornillo*
 α = *ángulo de inclinación del diente*
 P_a = *paso aparente*
 P_h = *paso de la hélice de la rueda*

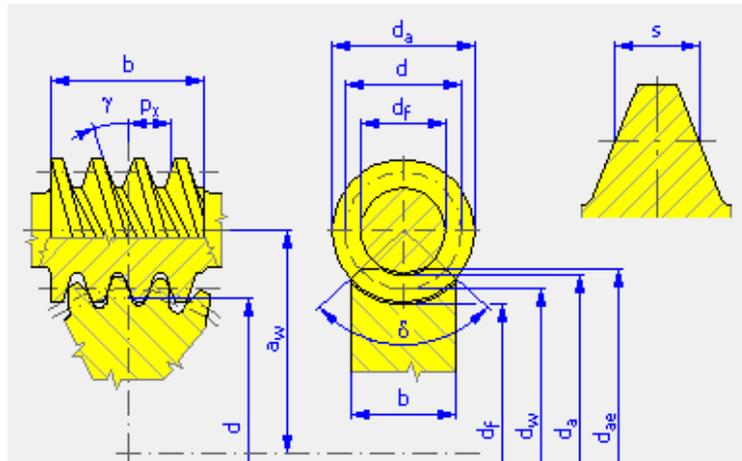


Figura 2.24 Datos Tornillo sin fin-corona

Formulas que se utilizan en el dimensionamiento:

TORNILLO SIN FIN

$$n = \text{se elige}$$

$$d_p = \text{de 8 a 16 veces el módulo}$$

$$d_e = d_p + 2.m$$

$$d_i = d_p - 2,3.m$$

$$h = 2,167.m$$

$$h_k = m$$

$$h_f = 1,167.m$$

$$P_t = m.\pi$$

$$\sin \alpha = \frac{P_t.n}{d_p.\pi}$$

$$P_a = \frac{P_t}{\cos \alpha}$$

$$L_r = 5.P_a$$

CORONA

$$m_a = \frac{m}{\cos \alpha}$$

$$D_p = m_a.z$$

$$D_e = D_p + 2.m$$

$$D_i = D_p - 2,3.m$$

$$h = 2,167.m$$



$$h_k = m$$

$$h_f = 1,167.m$$

$$P = m.\pi$$

$$\beta = 60 \text{ a } 90^\circ$$

$$P_a = \frac{P}{\cos \alpha}$$

$B_r =$ de 5 a 8 veces el modulo

$$P_h = 0,5.d_p - m$$

$$D_t = D_e + 3.h_k$$

$$C = 1/2(D_e + d_i)$$

$$s = e = \frac{P}{2}$$

CALCULO DE TORNILLO:

DATOS:

$$n = 1 \text{ entrada}$$

$$m = 2,5$$

Los datos para el cálculo del dimensionamiento del tornillo sin fin se han tomado como referencia a partir de los libros “Diseño de elementos de máquinas” de Robert L. Mott y “Diseño en ingeniería mecánica” de Shigley, Joseph Edward, en los cuales nos dice que se puede utilizar estos valores de modulo m y entrada n hasta para una carga de 500kg.

Diámetro Primitivo:

$$d_p = 15 \times m$$

$$d_p = 15 \times 2,5$$

$$d_p = 37,5 \text{ mm.}$$

Diámetro Exterior:

$$d_e = d_p + 2.m$$

$$d_e = 37,5 + 2(2,5)$$

$$d_e = 42,5 \text{ mm}$$

**Diámetro Interior:**

$$d_i = d_p - 2,3 \cdot m$$

$$d_i = 37,5 - 2,3(2,5)$$

$$d_i = 32,5 \text{ mm}$$

Altura de filete:

$$h = 2,167 \cdot m$$

$$h = 2,167(2,5)$$

$$h = 5,4 \text{ mm}$$

Paso:

$$P_t = m \cdot \pi$$

$$P_t = 2,5 \times \pi$$

$$P_t = 7,85 \text{ mm}$$

Angulo de inclinación del filete:

$$\sin \alpha = \frac{P_t \cdot n}{d_p \cdot \pi}$$

$$\sin \alpha = \frac{7,85 \times 1}{37,5 \times \pi}$$

$$\sin \alpha = 0,066$$

$$\alpha = 3,7^\circ$$

CÁLCULO DE LA CORONA:

Los datos para el cálculo del dimensionamiento de la corona se han tomado como referencia a partir de los libros “Diseño de elementos de máquinas” de Robert L. Mott y “Diseño en ingeniería mecánica” de Shigley, Joseph Edward, en los cuales nos dice que se puede utilizar estos valores de modulo m , el ángulo de inclinación del diente α y número de dientes z , hasta para una carga de 500kg y con una relación de giro $\geq 30:1$

DATOS:

$$m = 2,5$$

$$\alpha = 3,7^\circ$$

$$z = 42 \text{ dientes}$$



Modulo aparente:

$$m_a = \frac{m}{\cos \alpha}$$

$$m_a = \frac{2,5}{\cos 3,7}$$

$$m_a = 2,506 \text{ mm}$$

Diámetro primitivo:

$$D_p = m_a \cdot z$$

$$D_p = 2,506 \times 42$$

$$D_p = 105,25 \text{ mm}$$

$$D_e = D_p + 2 \cdot m$$

Diámetro exterior:

$$D_e = 105,25 + 2(2,5)$$

$$D_e = 110,25 \text{ mm}$$

Diámetro interior:

$$D_i = D_p - 2,3 \cdot m$$

$$D_i = 105,25 - 2,3(2,5)$$

$$D_i = 99,50 \text{ mm}$$

Altura del diente :

$$h = 2,167 \cdot m$$

$$h = 2,167 \times 2,5$$

$$h = 5,4 \text{ mm}$$

Altura del pie del diente:

$$h_f = 1,167 \cdot m$$

$$h_f = 1,167 \times 2,5$$

$$h_f = 2,91 \text{ mm}$$

Altura de la cabeza del diente:

$$h_k = m$$

$$h_k = 2,5 \text{ mm}$$



Paso:

$$P = m \cdot \pi$$

$$P = 2,5 \times \pi$$

$$P = 7,86 \text{ mm}$$

Paso aparente:

$$P_a = \frac{P}{\cos \alpha}$$

$$P_a = \frac{7,86}{\cos 3,7}$$

$$P_a = 7,88 \text{ mm}$$

Espacio entre dientes:

$$s = e = \frac{P}{2}$$

$$s = e = \frac{7,86}{2}$$

$$s = 3,93 \text{ mm}$$

Ancho de la corona:

$B_r = \text{de } 5 \text{ a } 8 \text{ veces el modulo real}$

$$B_r = 8 \times 2,5$$

$$B_r = 20 \text{ mm}$$

Angulo de abrazado al tornillo:

$$\beta = \text{de } 60 \text{ a } 90^\circ$$

$$\beta = 90^\circ$$

Paso de la hélice de la corona:

$$P_h = 0,5 \cdot d_p - m$$

$$P_h = (0,5 \times 37,5) - 2,5$$

$$P_h = 16,26 \text{ mm}$$

$$D_t = D_e + 3 \cdot h_k$$

$$D_t = 110,25 + (3 \times 2,5)$$

$$D_t = 117,75 \text{ mm}$$



Distancia entre centro de corona y tornillo:

$$C = \frac{D_e + d_i}{2}$$
$$C = \frac{110,25 + 32,5}{2}$$
$$C = 71,375 \text{ mm}$$

2.2.3 Materiales para la construcción del banco.-

A continuación se detallan todos los elementos que se adquirió para la construcción del banco tomando como referencia los cálculos antes realizados para evitar desperdiciar tanto material como dinero. Se detalla también las características técnicas¹¹ de los diferentes materiales y tipos de suelda que se uso en la construcción del banco.-

- 1.- 1m de Tubo A-36 de 76mm de diámetro con pared 2mm.
- 2.- 2.5m de Tubo A-36 de 25.4mm de diámetro con pared 2mm.
- 3.- Plancha A-36 de 1 x 0.75m con un espesor de 8mm
- 4.- 6m de ángulo A-36 de 50.8 x 6.35mm
- 5.- 4m de ángulo A-36 de 38.1 x 6.35mm
- 6.- 2.5m de platina A-36 de 12.7 x 25.4mm
- 7.- 1m de acero de transmisión A-36 de 45mm de diámetro.
- 8.- 3 Chumaceras SKF.
- 9.- 4 Llantas de goma de 152.4mm
- 10.- 16 pernos armados 3/8" x 1"
- 11.- 4 pernos armados 5/16 x 1"
- 12.- 4 pernos armados 1/2" x 1"
- 13.- 5 pernos armados 3/8" x 1.5"

2.2.4 Aceros estructurales

Es el material estructural más usado para construcción de estructuras en el mundo. Es fundamentalmente una aleación de hierro con un mínimo de 98 %, con contenidos de

¹¹<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/ACERO%20ESTRUCTURAL.htm>



carbono menores del 1 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Es un material usado para la construcción de estructuras, de gran resistencia, producido a partir de materiales muy abundantes en la naturaleza. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo razonable. Como el acero tiene propiedades prácticamente idénticas a tensión y compresión, por ello su resistencia se controla mediante el ensayo de probetas pequeñas a tensión. Los elementos de acero pueden unirse fácilmente, mediante soldadura, pernos o remaches.

La fatiga puede reducir la resistencia del acero a largo plazo, cuando se lo somete a gran número de cambios de esfuerzos y aún fallarlo frágilmente, por lo que en estos casos deben limitarse los esfuerzos máximos. El acero más comúnmente usado es el denominado A-36

Acero A-36.

El acero A36 es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado en los Estados Unidos y América latina aunque existen muchos otros aceros, superiores en resistencia, cuya demanda está creciendo rápidamente.

La denominación A-36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials); donde A significa que el material es acero al carbono, los números se refieren a la resistencia a la tracción y al límite de fluencia mínimo por tracción, respectivamente expresados en P.S.I; por lo que este acero tiene un punto de fluencia de 36000 psi (2530 kgf/cm²).

Formas

El acero A36 se produce en una amplia variedad de formas, que incluyen:

- ▲ Planchas
- ▲ Perfiles estructurales
- ▲ Tubos
- ▲ Barras
- ▲ Láminas



2.2.5 Suelda de la estructura por arco eléctrico¹²

Para la unión de varias de las partes metálicas de nuestra estructura y sabiendo que el material principal a utilizar para su elaboración es el acero ASTM A-36 el cual es un acero de baja aleación, se nos hizo preferible la utilización de la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido, ya que el proceso es versátil y puede realizarse con un equipo relativamente barato, haciéndolo adecuado para trabajos de taller y trabajo de campo, además de que no se necesita de gran experiencia para poder realizarlo. Un operador puede hacerse razonablemente competente con una modesta cantidad de entrenamiento.

La soldadura por arco eléctrico es utilizada comúnmente debido a la facilidad de transporte y a la economía de dicho proceso.

Soldadura eléctrica con electrodo revestido

Este sistema de soldadura se caracteriza por la creación y mantenimiento de un arco eléctrico entre una varilla metálica llamada electrodo y la pieza a soldar.

El electrodo recubierto está constituido por una varilla metálica a la que se le da el nombre de alma o núcleo, generalmente de forma cilíndrica, recubierta de un revestimiento de sustancias no metálicas, cuya composición química puede ser muy variada, según las características que se requieran en el uso.

El revestimiento puede ser básico, rútilico y celulósico. Para realizar una soldadura por arco eléctrico se induce una diferencia de potencial entre el electrodo y la pieza a soldar, con lo cual se ioniza el aire entre ellos y pasa a ser conductor, de modo que se cierra el circuito. El calor del arco funde parcialmente el material de base y funde el material de aporte, el cual se deposita y crea el cordón de soldadura.

¹² <http://www.sertema.com.ve/soldaduraporarco.php>

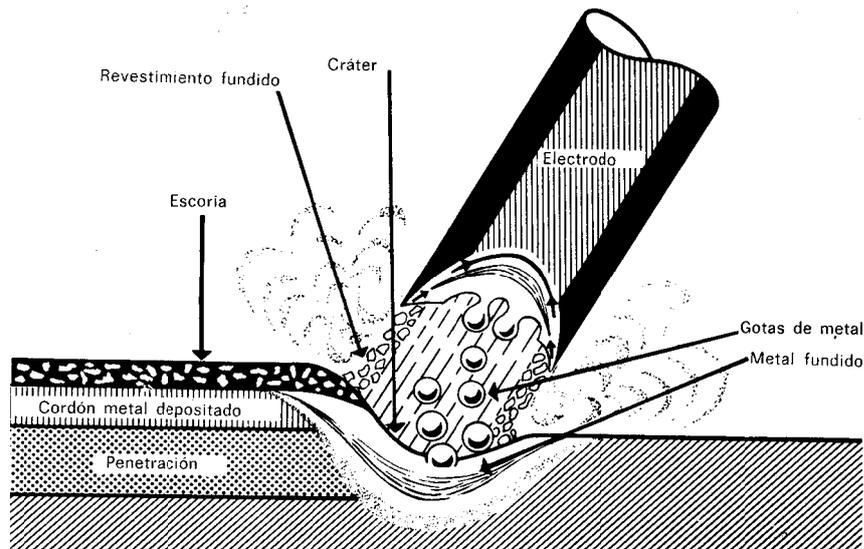


Figura 2.25 Mecanismo de la soldadura eléctrica por arco con electrodo recubierto

Circuito de soldadura¹³

El circuito de soldadura está compuesto principalmente por los siguientes elementos:

1. generador de corriente
2. pinza porta electrodo
3. electrodo revestido
4. pinza de masa
5. los cables de pinza y de mas

1. **Generador de corriente.** El generador de corriente tiene como tarea alimentar el arco eléctrico presente entre el material base y el electrodo, a través de la salida de una cantidad de corriente suficiente para mantenerlo encendido. En nuestro caso utilizamos un generador de corriente alterna. La corriente de salida del generador asume la forma de una onda típicamente sinusoidal, que cambia su polaridad con intervalos regulares, con una frecuencia de 60 Hertz. Ésta se obtiene mediante un transformador, que permite convertir la corriente de red en una corriente de soldadura adecuada.

¹³ http://www.thermoequipos.com.ve/pdf/articulo_05.pdf



Es propia de las soldadoras electromecánicas la cual es la ideal para soldaduras con electrodos revestidos.



Figura2.26 Soldadora por arco eléctrico Indura 250

- 2. Pinza porta electrodo.** La pinza porta electrodo tiene la función primaria de soportar el electrodo garantizando un buen contacto eléctrico para el paso de la corriente; además, debe garantizar un aislamiento eléctrico suficiente para el soldador.



Figura 2.27 Pinza Porta Electrodo

- 3. Electrodos revestidos¹⁴.** El electrodo revestido está compuesto por un alma o núcleo y por un revestimiento, los cuales tienen tareas diferentes pero complementarias:

¹⁴http://www.indura.com.ec/productos_detalle.asp?idq=4055&a=soldadura&ai=3257&b=ELECTRODOS&bi=3258&c=



Alma. Hace sobretodo de conductor de corriente para la alimentación del arco y de aporte del material para el llenado de la junta.

Revestimiento. Tiene la función primaria de proteger el baño de fusión y estabilizar el arco.



Figura2.28 Electrodo revestido

Para la elección del tipo de electrodo a usar para el proceso de soldadura de nuestra estructura, igualmente hemos considerado el tipo de material con el que vamos a trabajar, en este caso, con el acero ASTM A36. Para la soldadura de este tipo de acero se recomienda el uso de electrodos que deben cumplir con ciertas especificaciones:

Especificaciones. Las especificaciones actuales de la American Welding Society a que obedecen son:

Electrodos de acero al carbono	AWS-A.5.1
Electrodos de aceros de baja aleación	AWS-A.5.5
Electrodos de aceros inoxidables	AWS-A.5.4

Tabla 2.4 Tipos de Electrodos

Electrodos de acero al carbono.

Estos electrodos se clasifican de acuerdo con los criterios siguientes:

- ▲ Tipo de corriente a utilizar.
- ▲ Tipo de recubrimiento.
- ▲ Posición de soldadura aconsejable.
- ▲ Composición química del metal depositado.
- ▲ Propiedades mecánicas del metal depositado.

**Electrodos de aceros de baja aleación.**

Estos electrodos se clasifican de acuerdo con idénticos criterios que los de acero al carbono, e incluyen las clases siguientes:

- ▲ Clase A: Aceros al carbono-molibdeno.
- ▲ Clase B: Aceros al cromo-molibdeno.
- ▲ Clase C: Aceros al níquel.
- ▲ Clase D: Aceros al manganeso-molibdeno.
- ▲ Clase N: Aceros al níquel-molibdeno.
- ▲ Clase G: Aceros de baja aleación, no incluidos en las otras clases.

Electrodos de aceros inoxidable.

Estos electrodos se clasifican de acuerdo con su composición química, propiedades mecánicas y tipo de corriente e incluyen aceros en los que el cromo excede del 4% y el níquel no supera el 37% de la aleación. Según estas especificaciones, para la soldadura de nuestra estructura, lo recomendable es trabajar con electrodos de acero de baja aleación.

Significado de la Numeración de los Electrodos para Acero Dulce y Baja Aleación¹⁵

Para los electrodos con especificaciones **A.W.S - A.5.1 – A.5.5**, se asignan numeraciones y prefijos que dan las características de trabajo a estos electrodos.

Prefijos

El prefijo “E” significa “electrodo” y se refiere a la soldadura por arco.

Numeración de electrodos - Resistencia a la tracción

Para los electrodos de acero dulce y los aceros de baja aleación: las dos primeras cifras de un número de cuatro cifras, o las tres primeras cifras de un número de cinco cifras designan resistencia a la tracción:

¹⁵ <http://www.arqhys.com/contenidos/soldaduras-tipos.html>



- ▲ **E-60xx** Significa una resistencia a la tracción de 60000 libras por pulgada cuadrada (42,2 kg./mm²).
- ▲ **E-70xx** Significa una resistencia a la tracción de 70000 libras por pulgada cuadrada (49,2kg./mm²).
- ▲ **E-100xx** Significa una resistencia a la tracción de 100000 libras por pulgada cuadrada (70,3kg./mm²).

Numeración de electrodos - Posiciones para soldar

La penúltima cifra indica la posición para soldar.

- ▲ **Exx1x** Significa para todas las posiciones.
- ▲ **Exx2x** Significa posición horizontal o plana.
- ▲ **Exx3x** significa posición plana solamente

Numeración de electrodos – Corriente Continua, Corriente Alterna y polaridad

Interpretación del último dígito

Ultimo Dígito	Corriente y Polaridad		Escoria	Arco	Penetración
0	-	CC+	Orgánica	Energético	Mucha
1	CA	CC+	Orgánica	Energético	Mucha
2	CA	CC-	Rutílica	Medio	Mediana
3	CA	CC-	Rutílica	Suave	Poca
4	CA	CC-	Rutílica	Suave	Poca
5	-	CC+	Básica	Medio	Mediana
6	CA	CC+	Básica	Medio	Mediana
7	CA	CC	Mineral	Suave	Mediana
8	CA	CC+	Básica	Medio	Mediana

Tabla: 2.5 Numeración de los electrodos
Fuente: Indura, Catalogo de electrodos, 2008

Se ha utilizado electrodos revestidos Indura E6011 y E6013 ya que estos presentan las características necesarias para la soldadura de nuestra estructura según los datos obtenidos en los cálculos de esfuerzos.



Electrodo Indura E6011¹⁶



Figura 2.29 Electrodo Indura E6011

Características sobresalientes

Este electrodo se caracteriza por su operación suave, manteniendo muy buena penetración debido a su revestimiento celulósico. Presenta bajas pérdidas por chisporroteo.

Aplicaciones típicas

Se emplea para soldar todo tipo de aceros de bajo carbono en tuberías, estructuras, construcciones navales, recipientes a presión, etc.

Recomendaciones para su aplicación

Trabaja con corriente alterna y continua. Electrodo con diámetro hasta 4.8 mm operan en todas las posiciones. Lleva un arco de mediana longitud

Resistencia a la tracción	44.3 – 52 Kg/mm ² (63 – 74 Ksi)
Limite de fluencia	36.6 – 42 Kg/mm ² (52 – 60 Ksi)
Elongación	22 a 35%
DIMENSIÓN	AMPERAJE
2.4 x 300 mm	50 – 80 A
3.2 x 350 mm	70 – 115 A
4.0 x 350 mm	90 – 160 A
4.8 x 450 mm	120 – 210 A

Tabla 2.6 Propiedades mecánicas típicas del metal depositado

Fuente: Indura, Catalogo de electrodos, 2008

¹⁶ http://www.indura.com.pe/productos_detalle.asp?idq=1423&a=SOLDADURAS&ai=3413&b=ELECTRODOS&bi=3415&c=Corriente



Electrodo Indura E6013

Características sobresalientes

El revestimiento es a base de rutilo y potasio lo cual le da muy buena estabilidad, inclusive al trabajar con corriente alterna en equipos de bajo voltaje de circuito abierto. Ideal para suelda de presentación.

Aplicaciones típicas

Carrocerías, muebles metálicos, ductos de aire acondicionado, rejas, ventanas, etc. Puede usarse en tanques y estructuras teniendo en cuenta las limitaciones establecidas en los códigos de construcción aplicables.

Recomendaciones para su aplicación

Se utiliza en corriente alterna y continua. Se lleva el arco corto y una velocidad de avance adecuada para el tipo de junta y al diámetro que emplee.

Propiedades mecánicas típicas del metal depositado

Resistencia a la tracción	44.3 – 52 Kg/mm ² (63 – 74 Ksi)
Limite de fluencia	36.6 – 42 Kg/mm ² (52 – 60 Ksi)
Elongación	22 a 35%
DIMENSIÓN	AMPERAJE
2.4 x 300 mm	50 – 80 A
3.2 x 350 mm	70 – 115 A
4.0 x 350 mm	90 – 160 A
4.8 x 450 mm	120 – 210 A

Tabla 2.6 Propiedades de electrodo E6013

Fuente: Indura, Catalogo de electrodos, 2008



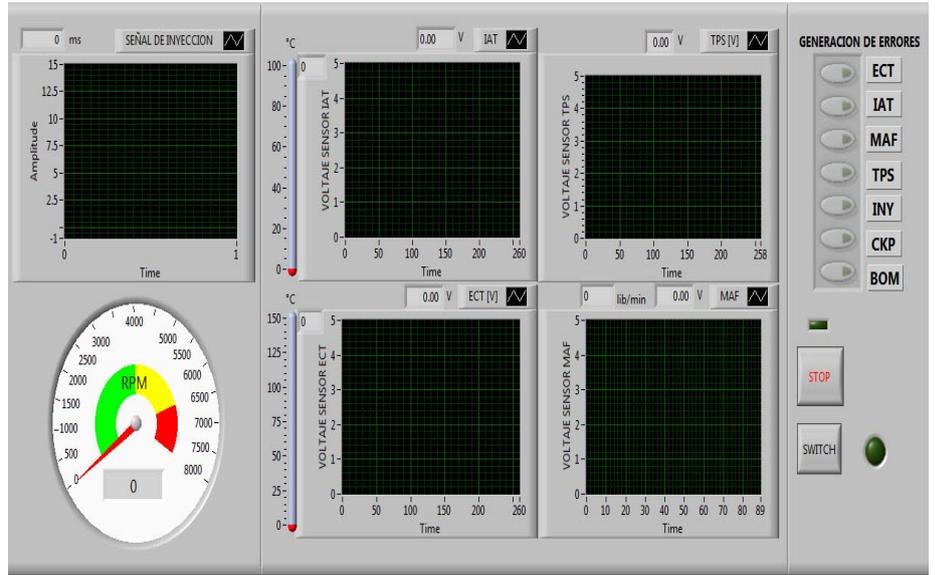
Figura2.30 Electrodo Indura 6013

4. **Pinza de masa.** El borne de masa es un dispositivo que asegura, mediante el cable de masa, la sujeción de la conexión eléctrica entre la fuente de soldadura y la pieza a soldar.
5. **Cables.** El cable de pinza permite la conexión eléctrica entre la pinza porta electrodo y el generador.



Figura 2.31 Pinza de masa

CAPITULO III



UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE PARA VISUALIZACIÓN DE DATOS Y SIMULACIÓN DE FALLAS DE FUNCIONAMIENTO

*José Atancuri
Luis Buncay
José Matute*

NATIONAL INSTRUMENTS
 **LabVIEW 8.5**



INTRODUCCION

Para el desarrollo de este capítulo se detallaran partes primordiales que nos llevarán a tener una visualización más detallada sobre lo que concierne a la adquisición de datos.

Teniendo en cuenta el principio de funcionamiento de cada uno de los sensores, analizados anteriormente, los cuales nos darán diferentes señales analógicas, en magnitudes diferentes como voltios, amperios y ohmios.

Luego de haber obtenido dichas señales serán procesadas, para este paso nos ayudaremos de una de un convertidor analógico digital y viceversa, ya con las magnitudes obtenidos de cada sensor se procederá a realizar una tabla de valores, siendo estos utilizados para visualizar gráficamente el comportamiento de cada sensor.

Las graficas obtenidas serán visualizadas en el programa Labview, teniendo muy en cuenta que todas estas, están tomadas en tiempo real de funcionamiento del motor Hyundai Accent.

Se podrá ver que el proceso de adquisición de datos y visualización, será de gran ayuda para la simulación de fallas de funcionamiento del motor, con lo cual se logra palpar un buen o mal funciona del mismo.



3.1 PROGRAMACIÓN

3.1.1 Introducción a LabVIEW

Como se mencionó anteriormente el programa de automatización LabVIEW tiene dos paneles en los que se va a trabajar conjuntamente, el panel frontal y diagrama de bloques, el primero donde visualizaremos los valores digitales y las gráficas voltaje (vs) tiempo de algunos sensores y actuadores manejables para la capacidad de nuestra tarjeta DAQ 6008.

Los sensores con los cuales se va a trabajar se describen a continuación:

ABREVIATURAS	SIGNIFICADO
IAT	Intake Air Temperature
ECT	Engine Cooling Temperature
MAF	Mass Air Flow
TP	Throthle Position Sensor

También observaremos las revoluciones del motor, el pulso de inyección, controlaremos el paso de combustible, la manipulación eléctrica en el sensor CKP y además se observara en la pantalla una luz de llamada check engine la cual nos avisara si algún sensor no está funcionando.

También se provocar fallas al sistema de inyección abriendo las líneas de los sensores y actuadores anteriormente descritos y ocasionando un desperfecto en el funcionamiento normal del motor, llegando incluso a provocar que el vehículo no encienda.

Además se dispone del DIAGRAMA DE BLOQUES donde se realizará la programación así llamada y los ajustes necesarios para que las señales se visualicen correctamente y no existan interferencias de ningún tipo, con esto poder visualizar los datos en el PANEL FRONTAL, estructurando en este panel de tal manera que las graficas se visualicen al



mismo tiempo sin que afecte una señal a otra señal independientemente de la falla que generemos.

3.1.2 Inicio del proyecto de adquisición de datos para el banco de pruebas

La ventana de la figura 3.1 sirve para crear un proyecto donde se guardaran todos los archivos relacionados con el tema, esto con la finalidad de un rápido acceso a ellos el momento que necesitemos hacerlo, así podemos llamar a hipervínculos y documentos relacionados de una manera ágil y segura que no afecte con la presentación del proyecto.

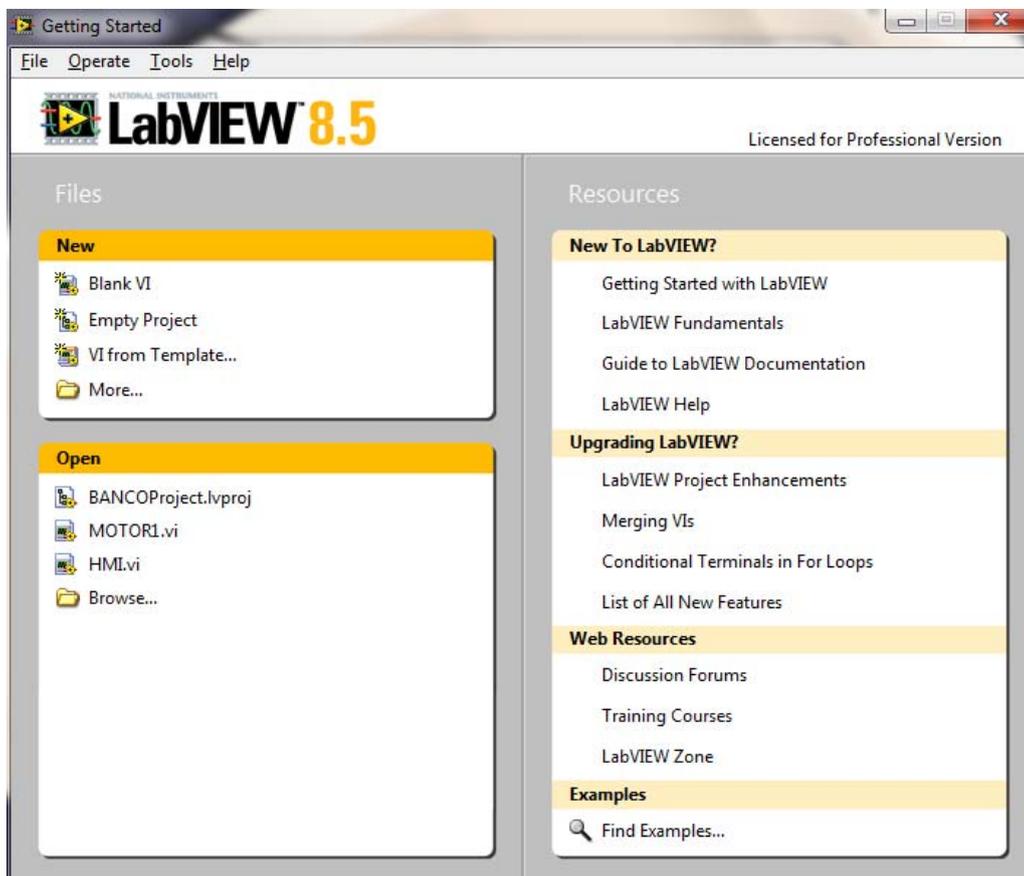


Figura 3.1 Ventana de inicio LABVIEW



3.1.3 Herramientas de LabVIEW

Para dar inicio con la programación en LabVIEW se debe configurar las herramientas tanto del PANEL DE FRONTAL como del DIAGRAMA DE BLOQUES, ya que esto ayudará a tener un fácil y rápido acceso a sus herramientas de control, evitando con esto pérdidas de tiempo.

A continuación se mostrará la forma correcta de hacerlo:

Hacer clic en la barra funciones donde aparecerá la ventana change visible categories, hacer clic en programming y luego en ok con esto las herramientas quedarán configuradas y tendremos un rápido acceso a ellas.

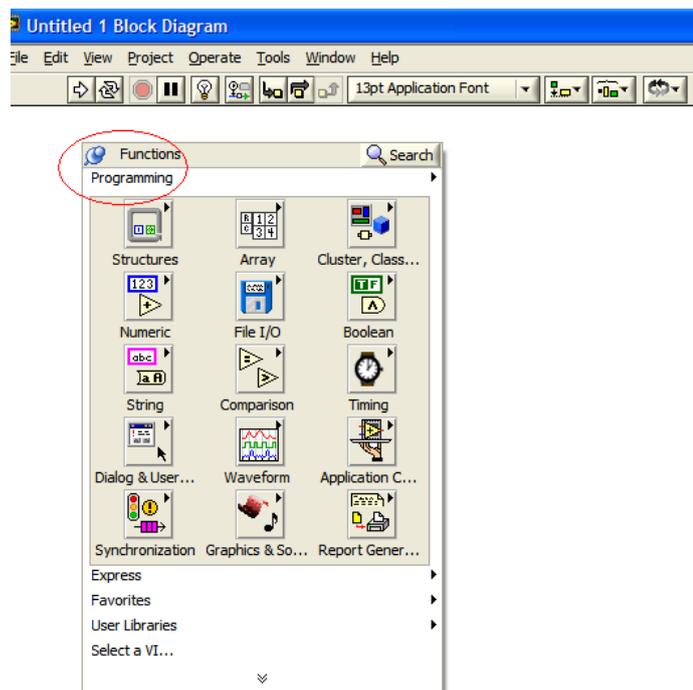


Figura 3.2 Barra de funciones

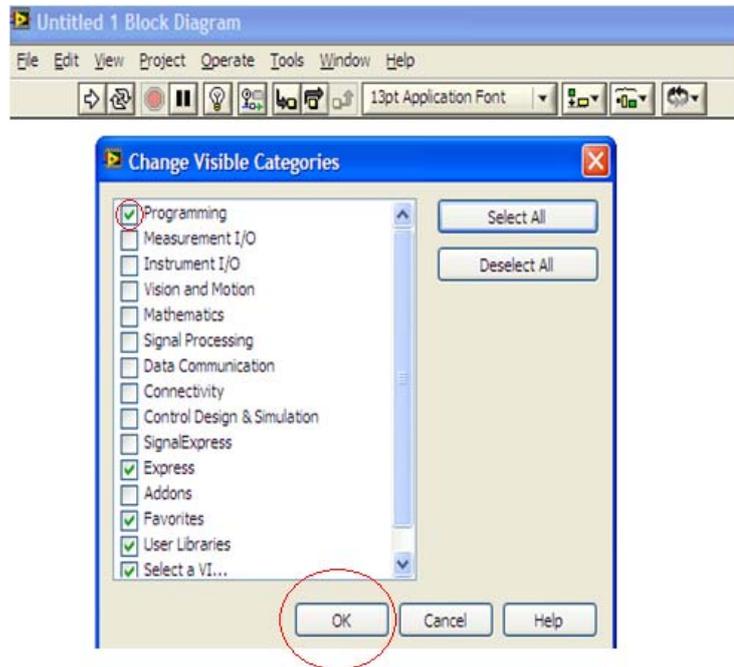


Figura 3.3 Librería de herramientas

Las herramientas más utilizadas para nuestro proyecto se las presentara a continuación, siendo estas de control numérico, booleano, string y array, en las figuras se indican algunas de estas herramientas del panel frontal.

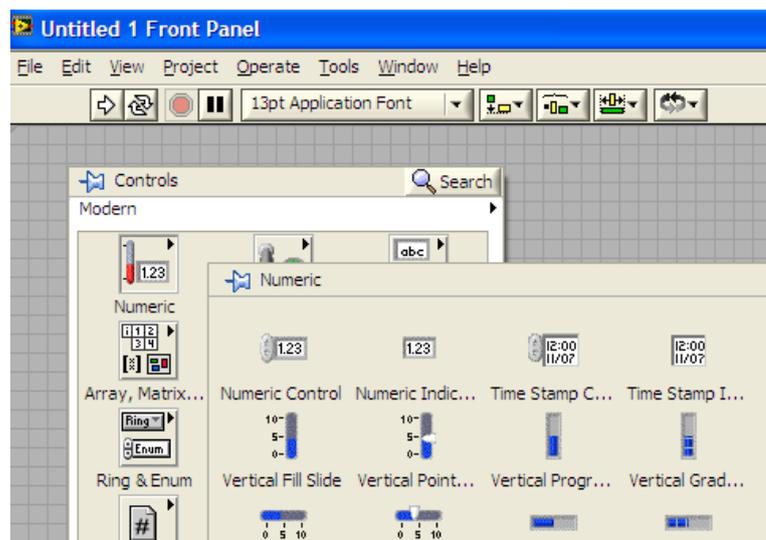


Figura 3.4 Herramientas de control

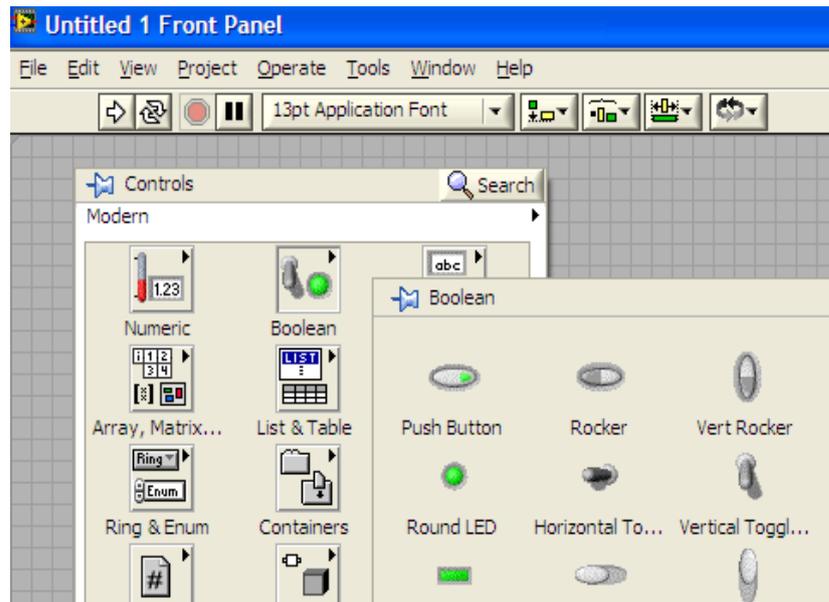


Figura 3.5 Herramientas de programación

3.1.4 Pantalla principal de visualización de datos del banco de pruebas.

Se ha utilizado la paleta de herramientas seleccionamos 5 controles gráficos “Waveform Chart” en el panel frontal donde se visualizaran las curvas y el correspondiente voltaje de cada magnitud adquirida directamente desde los diferentes sensores que conforman el sistema de inyección, también se agrego un tacómetro donde se visualizaran las rpm.

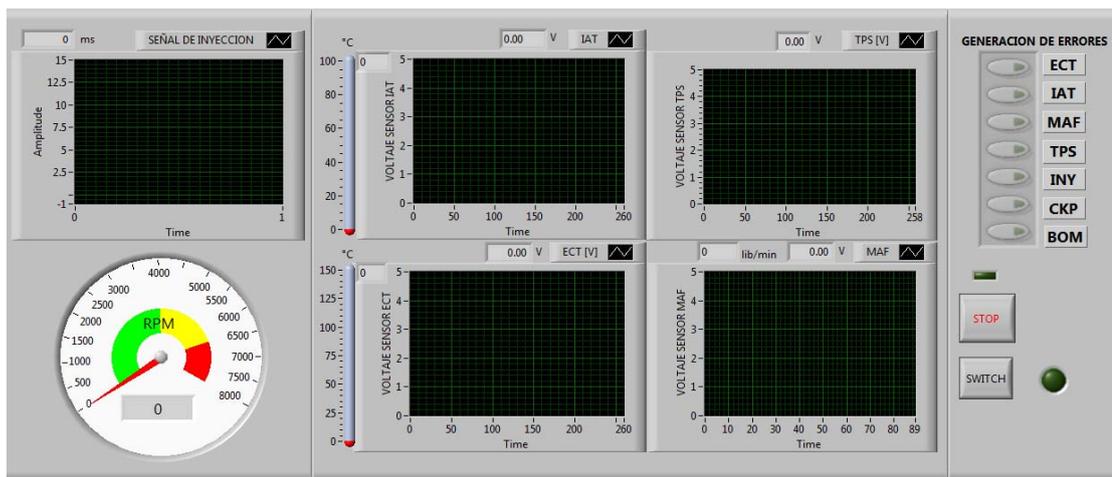


Figura 3.6 Pantalla Principal del Banco



3.1.5 Diseño del panel de control

Dentro de la pantalla principal se debe crear un tablero de instrumentos en donde visualizaremos los diferentes testigos con la ayuda de indicadores, controles boléanos de tipo ON-OFF seleccionándolos desde la paleta de herramientas mismas que nos indicaran el correcto funcionamiento del motor, ya que es muy importante verificar continuamente el check engine y como herramienta adicional podremos encender el motor desde la sección de la pantalla principal el cual tendrá una luz testigo.

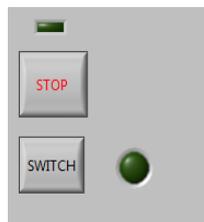


Figura 3.7 Panel de Control

3.1.6 Panel de generación de fallas.

En la parte superior derecha de la pantalla principal se diseño el panel de generación de fallas con la ayuda de controles boléanos de tipo ON-OFF vertical toggle switch con el control de estos nos permitirá interrumpir una de las líneas eléctricas de los diferentes sensores o actuadores controlados en la pantalla principal, los cuales son:

- ▲ ECT
- ▲ IAT
- ▲ TP
- ▲ MAF
- ▲ CKP
- ▲ INYECTOR 1
- ▲ BOMBA DE GASOLINA

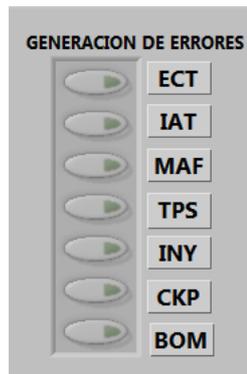


Figura 3.8 Panel de generación

3.2 ADQUISICIÓN DE DATOS Y PROGRAMACIÓN

Labview es un software que interpreta las variaciones de magnitudes ya sean estas voltajes o variación de ohmios en nuestra aplicación para la cual se debía analizar cada una de las señales de los diferentes sensores que vamos a estudiar y estas variaciones se las puede analizar gráficamente, para lo cual se tuvo que sacar cuadros equivalentes entre las diferentes magnitudes y su voltaje correspondiente para posteriormente sacar las ecuaciones de cada señal que serán necesarias para la programación grafica en LabVIEW.

Realizamos un análisis de las diferentes señales de los sensores haciendo pruebas de funcionamiento en el motor con la ayuda del osciloscopio y el multímetro para lo cual se tuvo que simular el funcionamiento de cada sensor ya sea calentándolos en el caso de los sensores de temperatura como el ECT y el IAT y la señal del TPS se la obtuvo con la variación de la aleta del acelerador manipulándola físicamente.

3.2.1 Análisis de señal ECT y IAT

La señal del sensor ECT, IAT es una variación de resistencia según el cambio de temperatura como nosotros vamos a trabajar con variaciones de voltaje, tuvimos que sacar tablas equivalentes entre temperatura y voltaje para lo cual nos apoyamos con el pirómetro en el cual vamos a visualizar la variación de temperatura y con un multímetro



visualizaremos la variación de voltaje estos dos parámetros sacamos la ecuación que nos servirá para posteriormente realizar la programación.

Con la parametrización de las magnitudes voltaje - temperatura sacamos la ecuación mas conveniente para el diseño del programa apoyándonos en la hoja de cálculo EXCEL tal programa nos facilita encontrar la ecuación con menor grado de complejidad para usarla en el diseño de nuestro programa, esta ecuación se la escogió debido a que el factor de relación se acercaba a cero.

TABLA DEL SENSOR ECT

Sensor ECT			
Voltaje (V)	°C	Voltaje (V)	°C
3,6	14	2	62
3,5	17	1,9	63
3,4	20	1,8	65
3,3	23	1,7	68
3,2	26	1,6	71
3,1	29	1,5	73
3	33	1,4	75
2,9	36	1,3	78
2,8	39	1,2	80
2,7	42	1,1	85
2,6	45	1	88
2,5	49	0,9	91
2,4	52	0,8	94
2,3	55	0,7	96
2,2	58	0,6	99
2,1	60	0,5	102

Tabla 3.1 Valores de voltaje y temperatura del sensor ECT

Fuente: Los Autores



GRAFICA Y ECUACION DEL SENSOR ECT

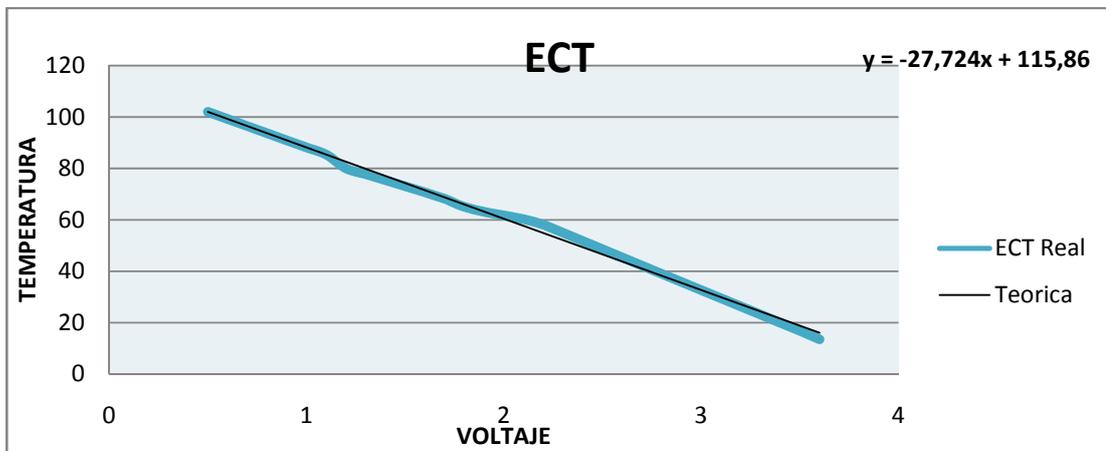


Figura 3.9 Curva del sensor ECT

TABLA DEL SENSOR IAT

Sensor IAT	
Voltaje (V)	°C
2,8	13
2,7	15
2,6	18
2,5	19
2,4	21
2,3	22
2,2	23
2,1	25
2	26
1,9	27
1,8	28
1,7	29
1,6	30
1,5	32
1,4	32

Tabla 3.2 Equivalencia del sensor IAT

Fuente: Los Autores



GRAFICA Y ECUACION DEL SENSOR IAT

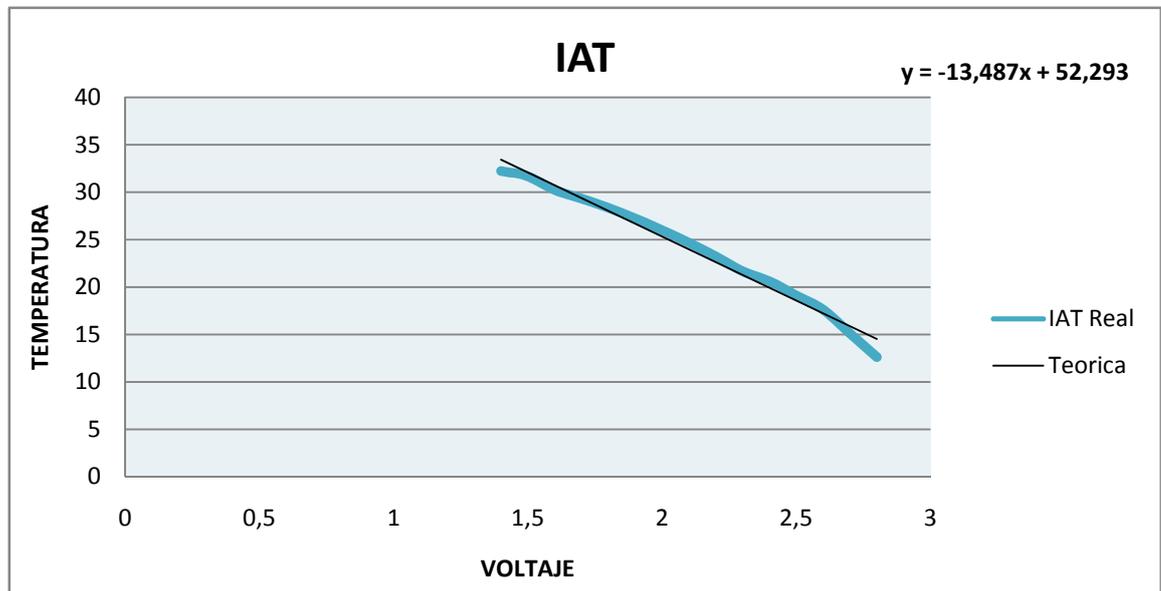


Figura 3.10 Curva del sensor IAT

3.2.2 Análisis de señal TP.

Para poder parametrizar la señal del sensor TP nos apoyamos en la herramienta de diagnóstico SCANNER HI-SCAN PRO en la cual visualizamos la apertura de la aleta del acelerador en porcentaje entre el 0% al 100%.

Con el motor apagado pero el contacto en ON giramos manualmente el obturador ya que es un potenciómetro el TP, con un multímetro conectado a la línea de señal y a tierra chequeamos el voltaje obteniendo valores casi lineales para la ecuación su respectiva grafica que sacaremos en la hoja de calculo EXCEL, y con la ecuación obtenida la ingresaremos al programa de LabView para posteriormente visualizarla en un control grafico en el panel principal.



TABLA DEL SENSOR TP

Sensor TP			
Voltaje (V)	%	Voltaje (V)	%
0,6	0	2,7	53
0,7	3	2,8	55
0,8	5	2,9	58
0,9	8	3	60
1	10	3,1	63
1,1	13	3,2	65
1,2	15	3,3	68
1,3	18	3,4	70
1,4	20	3,5	73
1,5	23	3,6	75
1,6	25	3,7	78
1,7	28	3,8	80
1,8	30	3,9	83
1,9	33	4	85
2	35	4,1	88
2,1	38	4,2	90
2,2	40	4,3	93
2,3	43	4,4	95
2,4	45	4,5	98
2,5	48	4,6	100
2,6	50	4,7	103

Tabla 3.3 Tabla equivalencia sensor TP

Fuente: Los Autores



GRAFICA Y ECUACION DEL SENSOR TP

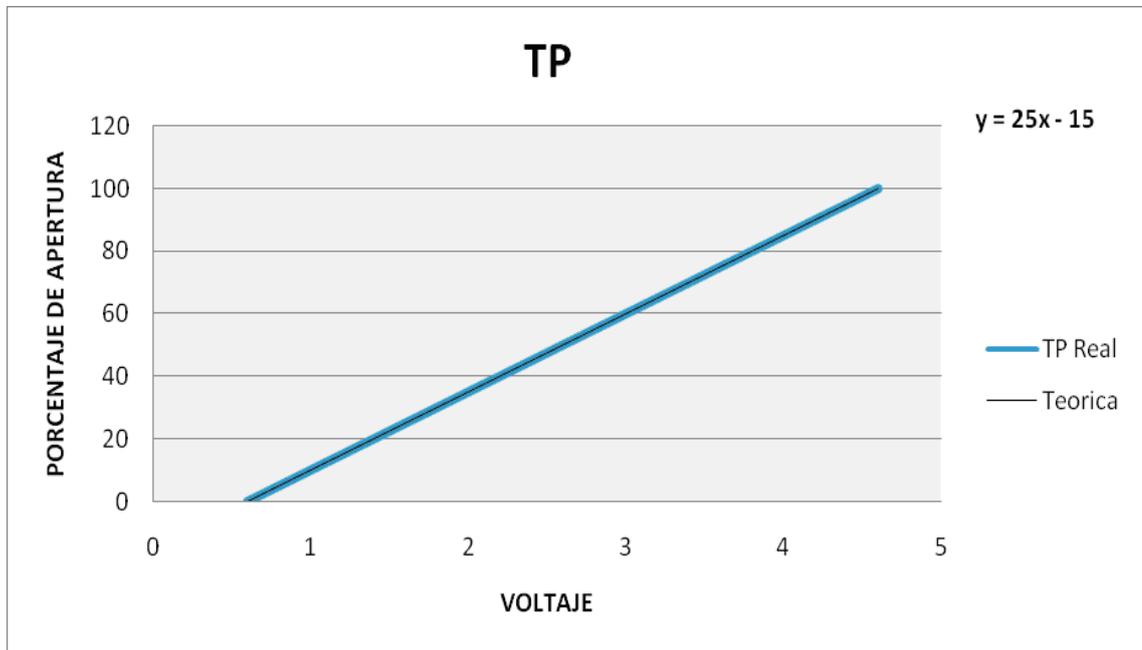


Figura 3.11 Curva del sensor TP

3.2.3 Análisis de señal MAF.

Para poder parametrizar la señal del sensor MAF nos apoyamos con un multímetro automotriz que varíen desde ralentí hasta plena carga y con el multímetro conectado en paralelo a las líneas del sensor MAF controlaremos la variación de voltaje la conexión del multímetro la realizaremos a la línea de señal y a la línea de tierra obteniendo un x valor de voltaje el mismo que interpreta la ECM para controlar el avance del encendido como la cantidad de combustible.



TABLA EQUIVALENTE DEL SENSOR MAF

Sensor MAF	
Voltaje (V)	RPM
1,1	800
1,2	1133
1,3	1445
1,4	1733
1,5	2037
1,6	2337
1,7	2467
1,8	2667
1,9	2845
2	3038

Tabla 3.4 Tabla de equivalencia sensor MAF

Fuente: Los Autores

GRAFICA Y ECUACION DEL SENSOR MAF

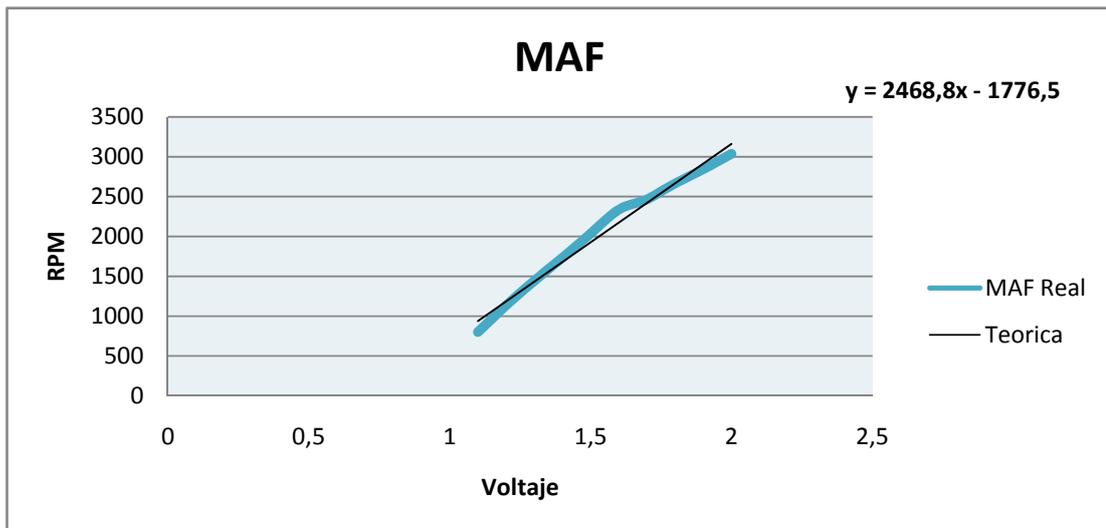


Figura 3.12 Grafica sensor MAF



3.3 DIAGRAMA DE BLOQUES

El diagrama de bloques es una manera simplificada de hablar de un flujo de datos, en nuestro caso la señal que tomamos de la línea del sensor es enviada hacia la tarjeta DAQ 6008 donde esta señal es convertida de analógica a digital además de ser amplificada para que esta sea enviada a el programa de automatización LabView donde se acondiciona las señal para poder visualizarla en la pantalla principal del PANEL FRONTAL.

3.3.1 Diagrama de bloques del sensor ECT.

La señal que adquirimos del sensor ECT es entregada a la tarjeta DAQ 6008 la misma que es convertida de analógica a digital para poder utilizarla en LabVIEW, en este programa se procesa la señal y acondiciona para poder visualizarla en el PANEL FRONTAL.

Dentro del mismo panel tenemos un control que nos ayuda a generar fallas, pues el mismo envía una señal a la tarjeta DAQ 6008 la misma que llega al circuito de potencia alimentándolo y cortando una línea haciendo que la computadora del motor no reciba señal del sensor ECT.

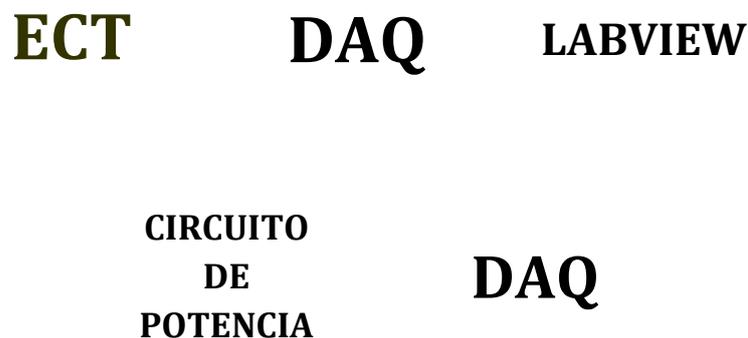


Figura 3.13 Diagrama sensor ECT



3.3.2 Diagrama de bloques del sensor IAT.

La señal que adquirimos del sensor IAT es entregada a la tarjeta DAQ 6008 la misma que es convertida de analógica a digital para poder utilizarla en LabVIEW, en este programa se procesa, amplifica, y acondiciona la señal para poder visualizarla en el PANEL FRONTAL.

Dentro del mismo panel tenemos un control que nos ayuda a generar fallas, pues el mismo envía una señal a la tarjeta DAQ 6008 la misma que llega al circuito de potencia alimentándolo y cortando una línea haciendo que la computadora del motor no reciba señal del sensor IAT.

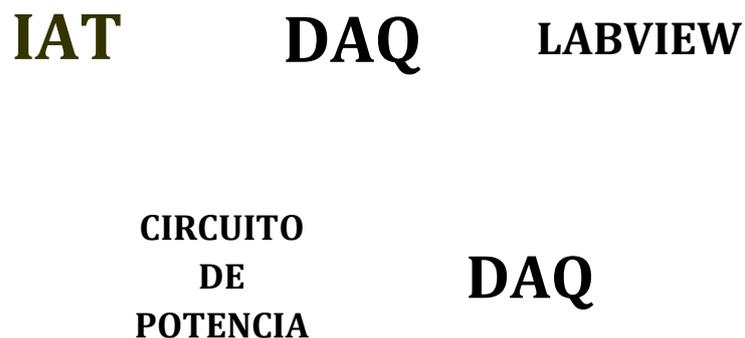


Figura 3.14 Diagrama sensor IAT

3.3.3 Diagrama de bloques del sensor TP.

La señal que adquirimos del sensor TP es entregada a la tarjeta DAQ 6008 la que convierte de analógica a digital para poder utilizarla en LabVIEW, en este programa se procesa, se amplifica y acondiciona la señal para visualizarla en el PANEL FRONTAL.



En este PANEL creamos una pantalla que nos ayuda a generar fallas, pues la misma envía una señal a la tarjeta DAQ 6008, la misma que llega al circuito de potencia alimentándolo y cortando una línea haciendo que la computadora del motor no reciba señal del sensor TP.

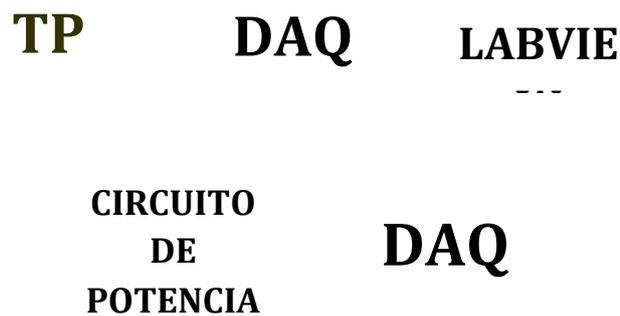


Figura 3.15 Diagrama sensor TP

3.3.4 Diagrama de bloques del sensor MAF.

La señal que adquirimos del sensor MAF es entregada a la tarjeta DAQ 6008 la que convierte de analógica a digital para poder utilizarla en LabVIEW, en este programa se procesa, se amplifica y acondiciona la señal para visualizarla en el PANEL FRONTAL. En este PANEL creamos una pantalla que nos ayuda a generar fallas, pues la misma envía una señal a la tarjeta DAQ 6008, la misma que llega al circuito de potencia alimentándolo y cortando una línea haciendo que la computadora del motor no reciba señal del sensor MAF.

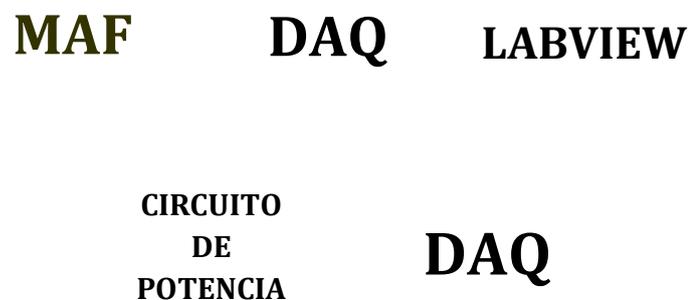


Figura 3.18 Diagrama sensor MAF



3.3.5 Diagrama de bloques de la señal de r.p.m.

Al igual que en los sensores anteriormente descritos tomaremos la señal analógica desde el sensor CKP, la misma que será entregada a la tarjeta DAQ 6008 que digitaliza internamente la señal para luego enviarla al programa LabVIEW, en este programa se procesa, amplifica y acondiciona la señal para visualizarla en el PANEL FRONTAL.

CKP DAQ LABVIEW

Figura 3.17 Diagrama RPM

3.3.6 Diagrama de bloques de la adquisición del PULSO INYECCION.

Tomaremos la señal analógica del inyector, misma que será entregada a la tarjeta DAQ 6008 que digitaliza internamente la señal para luego enviarla al programa LabVIEW, en este programa se procesa, amplifica y acondiciona la señal para visualizarla en el PANEL FRONTAL.

En el PANEL FRONTAL se visualizara el ancho de pulso en milisegundos, a medida que aceleremos el motor se observara en el panel el tiempo de apertura del inyector.

Dentro del mismo panel creamos un control que nos ayuda a generar fallas, pues el mismo envía una señal a la tarjeta DAQ 6008, esta a la vez envía una señal al circuito de potencia alimentándolo y cortando una línea del sistema de inyección, previamente escogido en el panel frontal, con esto el motor se volverá inestable



INYECTOR DAQ LABVIEW

**CIRCUITO
DE
POTENCIA DAQ**

Figura 3.18 Diagrama PULSO INYECCION

3.3.7 Diagrama de bloques del sensor CKP y la BOMBA de COMBUSTIBLE.

En el PANEL FRONTAL existe una pantalla de simulación de fallas, esta envía una señal a la tarjeta DAQ 6008, esta la envía al circuito de potencia para que abra una línea, ya sea del sensor CKP o de la bomba de combustible; con esto logramos apagar el motor.

**CKP
Bomba de
Combustible DAQ LABVIEW**

**CIRCUITO
DE
POTENCIA DAQ**

Figura 3.19 Diagrama CKP y Bomba de Combustible



3.4 PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DE DATOS DEL PANEL FRONTAL DEL BANCO DIDACTICO DEL SISTEMA DE INYECCION MPFI.

En la pantalla de visualización de datos del panel frontal del banco didáctico del sistema de inyección MPFI se puede apreciar las graficas de los diferentes sensores analizados, como también conocer las variación de los valores de las diferentes magnitudes, las cuales son procesadas por la ECM para controlar los diferentes actuadores que conforman el sistema de inyección obteniendo y regulando la mezcla para que se acerque a la estequiométrica.

Existe en la parte inferior derecha del panel frontal el testigo de averías del sistema de inyección electrónica CHECK ENGINE, tal testigo se encenderá cuando exista una falla dentro del sistema.

Adicional se habilito un switch en el mismo panel para arrancar el motor del banco desde la laptop en donde se encontrara instalado el software, se programo también en la parte superior derecha, el panel de generación de fallas el cual esta conformado por siete interruptores los cuales abrirán el circuito que comunica los sensor con la ECM, mediante este panel controlaremos a la bomba de combustible, CKP, estos harán que se apague el banco mientras que el ECT, IAT, TPS, MAP y el INYECTOR harán que falle el banco de pruebas didáctico.

Una vez generada la falla se modificara la grafica del sensor, y se encenderá el testigo de averías del sistema de inyección electrónica CHECK ENGINE

CAPITULO IV



ELABORACIÓN DE MATERIAL MULTIMEDIA DEL FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR HUNDAI ACCENT Y SUS SISTEMAS AUXILIARES

*José Atancuri
Luis Buncay
José Matute*





INTRODUCCIÓN

Este capítulo está encaminado a desarrollar destrezas que permitan tener un orden de cómo realizar un diagnóstico de funcionamiento de cada uno de los sensores, dando al estudiante un material didáctico y real de una falla del motor gracias al software de simulación.

Consiguiendo de esta manera hacer que el estudiante antes de realizar una práctica, tenga el presente la identificación, localización y principio de funcionamiento de cada uno de los sensores, ya que esta guía está encaminada a evaluar los conocimientos adquiridos en las aulas.

Logrando de esta manera que el estudiante esté familiarizado con los diagramas eléctricos de cada uno de los sensores, utilizando a la par el programa de simulación de fallas LabHyundai, siendo este de una gran ayuda, ya que podremos obtener una visualización real de las magnitudes enviadas por cada sensor.

En cada guía se tendrá muy en cuenta que la simulación de falla en el motor es en tiempo real de funcionamiento.



Formación Profesional en Inyección Electrónica	Sensor TP	Practica N° 1	
Nombre:	Profesor:	Nota	
Ciclo:	Fecha:		

OBJETIVOS:

- El estudiante adquiera la capacidad de identificar, localizar y entender el funcionamiento del sensor TP.
- Adquirir destreza del manejo del multímetro.
- Familiarizarse con la lectura de un diagrama eléctrico del sistema de inyección

HERRAMIENTAS

- Multímetro
- Programa LabHyundai

FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR TP

El sensor de posición del acelerador (TP) lo utiliza el módulo de control del motor (ECM) para determinar el ángulo de la placa del acelerador para varios sistemas de administración del motor. El sensor TP es un sensor tipo potenciómetro o de resistencia variable con los siguientes 3 circuitos:

- Una referencia de 5 voltios
- Una referencia baja
- Una señal

El ECM proporciona al sensor TP 5 voltios en el circuito de referencia de 5 voltios y una tierra en el circuito de referencia baja. El sensor TP proporciona una realimentación de voltaje de señal que cambia con relación al porcentaje de la placa del acelerador “obturador”.

DONDE ESTA UBICADO EL SENSOR TP? EXPLIQUE

.....



DEFINA

Referencia (+) del sensor TP

.....

Baja referencia (-) del sensor TP

.....

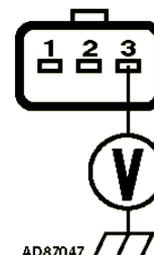
Señal del sensor TP

.....

COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA CON 5 VALORES ALEATORIOS DE R.P.M, PORCENTAJE Y SU CORRESPONDIENTE VOLTAJE

- Identifique los terminales de señal y de baja referencia del sensor TP
- Instale el multímetro,
- Con el socket conectado y el switch en la posición ON
- Coloque el valor de voltaje correspondiente a cada posición del acelerador haciendo la lectura en LabVIEW.

r.p.m	% del obturador	Voltaje (V)





EXPLICAR EL SIGNIFICADO DE LA NOMENCLATURA DEL DIAGRAMA ELECTRICO:

ECM		GN-SW	
TP		WS-SW	
GN-WS			

LLENE LA TABLA SEGÚN LA POSICION DEL ACELERADOR

POSICION DEL ACELERADOR	% DE APERTURA	VOLTAJE
RALENTI		
PLENA CARGA		

REALICE UNA INVESTIGACIÓN DEL SENSOR TP Y ENTREGUE EN LA SIGUIENTE CLASE

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Formación Profesional en Inyección Electrónica		Sensor ECT	Practica N° 2
Nombre:		Profesor:	Nota
Ciclo:		Fecha:	

OBJETIVOS:

- El estudiante adquiera la capacidad de identificar, localizar y entender el funcionamiento del sensor ECT.
- Adquirir destreza del manejo del multímetro.
- Familiarizarse con la lectura de un diagrama eléctrico del sistema de inyección

HERRAMIENTAS

- Multímetro
- Programa LabHyundai

FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR ECT

El sensor de temperatura de refrigerante del motor (ECT) es un reóstato variable que mide la temperatura del refrigerante del motor. El módulo de control del motor suministra 5 voltios al circuito de señal de ECT y suministra tierra al circuito de baja referencia y con la variación de temperatura del motor cambia el valor de resistencia del sensor por tal razón existe una variación de voltaje entre los terminales del ECT dicha variación de potencial es interpretada por el ECM como un valor x de temperatura.

DONDE ESTA UBICADO EL SENSOR ECT? EXPLIQUE

.....

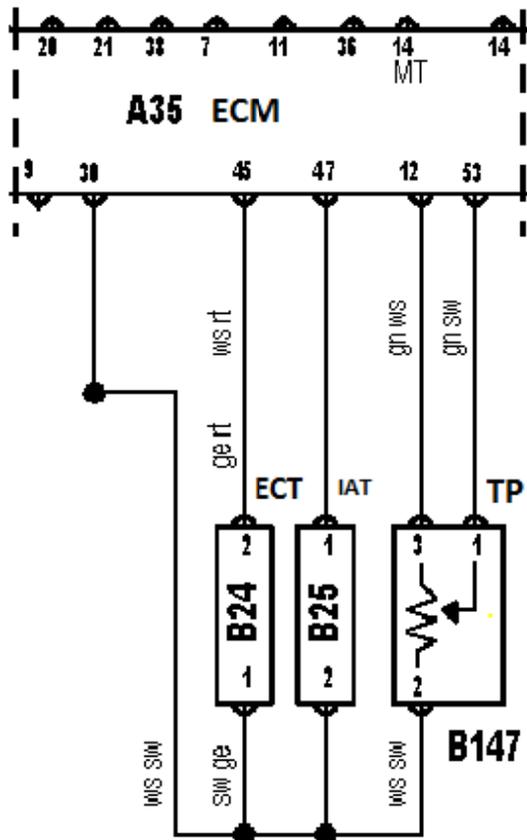
QUE TIPO DE SENSOR ES EL ECT? EXPLIQUE

.....



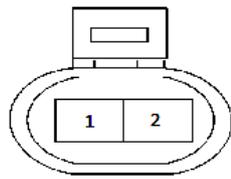
DIAGRAMA ELECTRICO

B24-Sensor ECT



IDENTIFIQUE EL PINADO DEL CONECTOR

	POSICION DEL PIN	COLOR DE CABLE
Señal sensor ECT		
Baja referencia (-)		



DEFINA

Señal del sensor ECT

.....

.....

.....

.....

.....



Baja referencia (-) del sensor ECT

.....

COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA CON 5 VALORES ALEATORIOS DE TEMPERATURA Y SU CORRESPONDIENTE VOLTAJE (DC)

- Identifique los 2 terminales de señal y de baja referencia
- Instale el multímetro en los terminales de medición,
- Con el socket conectado y el motor encendido
- Coloque el valor de temperatura con su equivalente en voltaje haciendo la lectura en LabVIEW.

Temperatura ECT (°C)	Voltios (V)

EXPLICAR EL SIGNIFICADO DE LA NOMENCLATURA DEL DIAGRAMA ELECTRICO:

ECT		SW-GE	
GE-RT		WS-RT	

A QUE TEMPERATURA SE ENCIENDE EL ELECTRO VENTILADOR?

.....

REALICE UNA INVESTIGACIÓN DEL SENSOR ECT Y ENTREGUE EN LA SIGUIENTE CLASE

CONCLUSIONES:

.....



Formación Profesional en Inyección Electrónica		Sensor IAT	Practica N° 3
Nombre:		Profesor:	Nota
Ciclo:		Fecha:	

OBJETIVOS:

- El estudiante adquiera la capacidad de identificar, localizar y entender el funcionamiento del sensor IAT.
- Adquirir destreza del manejo del multímetro.
- Familiarizarse con la lectura de un diagrama eléctrico del sistema de inyección

HERRAMIENTAS

- Multímetro
- Programa LabHyundai

FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR IAT

El sensor de temperatura de aire de admisión (IAT) es una resistencia variable que mide la temperatura del aire entrante al motor. El sensor IAT tiene un circuito de señal y un circuito de referencia baja. El módulo de control del motor suministra 5 voltios al circuito de señal de IAT y una tierra para el circuito de referencia baja del mismo.

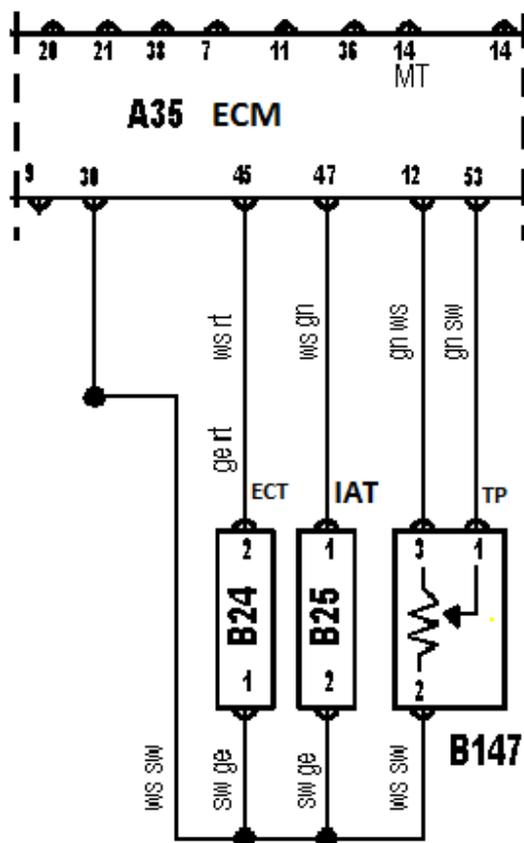
DONDE ESTA UBICADO EL SENSOR IAT EXPLIQUE

.....



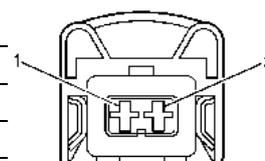
DIAGRAMA ELECTRICO

B25-Sensor IAT



IDENTIFIQUE EL PINADO DEL CONECTOR

	POSICION DEL PIN	COLOR DE CABLE
Señal sensor IAT		
Baja referencia (-)		



DEFINA

Señal del sensor IAT

.....

.....

.....

.....

.....

Baja referencia (-) del sensor IAT

.....



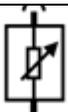
.....

COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA CON 5 VALORES ALEATORIOS DE TEMPERATURA Y SU CORRESPONDIENTE VOLTAJE (DC)

- Identifique los terminales de señal y de baja referencia
- Instale el multímetro en los terminales de medición,
- Con el socket conectado y el motor encendido
- Caliente el sensor con alguna fuente teniendo cuidado de no quemarlo
- Coloque el valor de temperatura con su equivalente en voltaje haciendo la lectura en LabVIEW.

Temperatura IAT (°C)	Voltaje (V)

EXPLICAR EL SIGNIFICADO DE LA NOMENCLATURA DEL DIAGRAMA ELECTRICO:

IAT		SW-GE	
WS-GN		WS-SW	
			

REALICE UNA INVESTIGACIÓN DEL SENSOR IAT Y ENTREGUE EN LA SIGUIENTE CLASE

CONCLUSIONES:

.....



Formación Profesional en Inyección Electrónica	INYECTOR	Practica N° 4	
Nombre:	Profesor:	Nota	
Ciclo:	Fecha:		

OBJETIVOS:

- El estudiante adquiera la capacidad de identificar, localizar y diagnosticar fallas.
- Adquirir destreza del manejo del multímetro.
- Familiarizarse con la lectura de un diagrama eléctrico del sistema de inyección

HERRAMIENTAS

- Multímetro
- Comprobador de pulso de inyección
- Programa LabHyundai

FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR

El módulo de control del motor activa el pulso correcto del inyector. Suministra un voltaje de encendido directamente a los inyectores del combustible. El ECM controla cada inyector de combustible al conectar a tierra el circuito de control por medio de un controlador. El ECM supervisa el estado de cada controlador.

QUE ES INYECCION INDIRECTA?

.....

.....

.....

QUE ES INYECCION DIRECTA?

.....

.....

.....

PORQUE EXISTE VCC EN EL EXTREMO DEL INYECTOR?

.....

.....

.....

PORQUE CIERRA CON PULSOS NEGATIVOS EL ECM AL INYECTOR?

.....

.....

.....

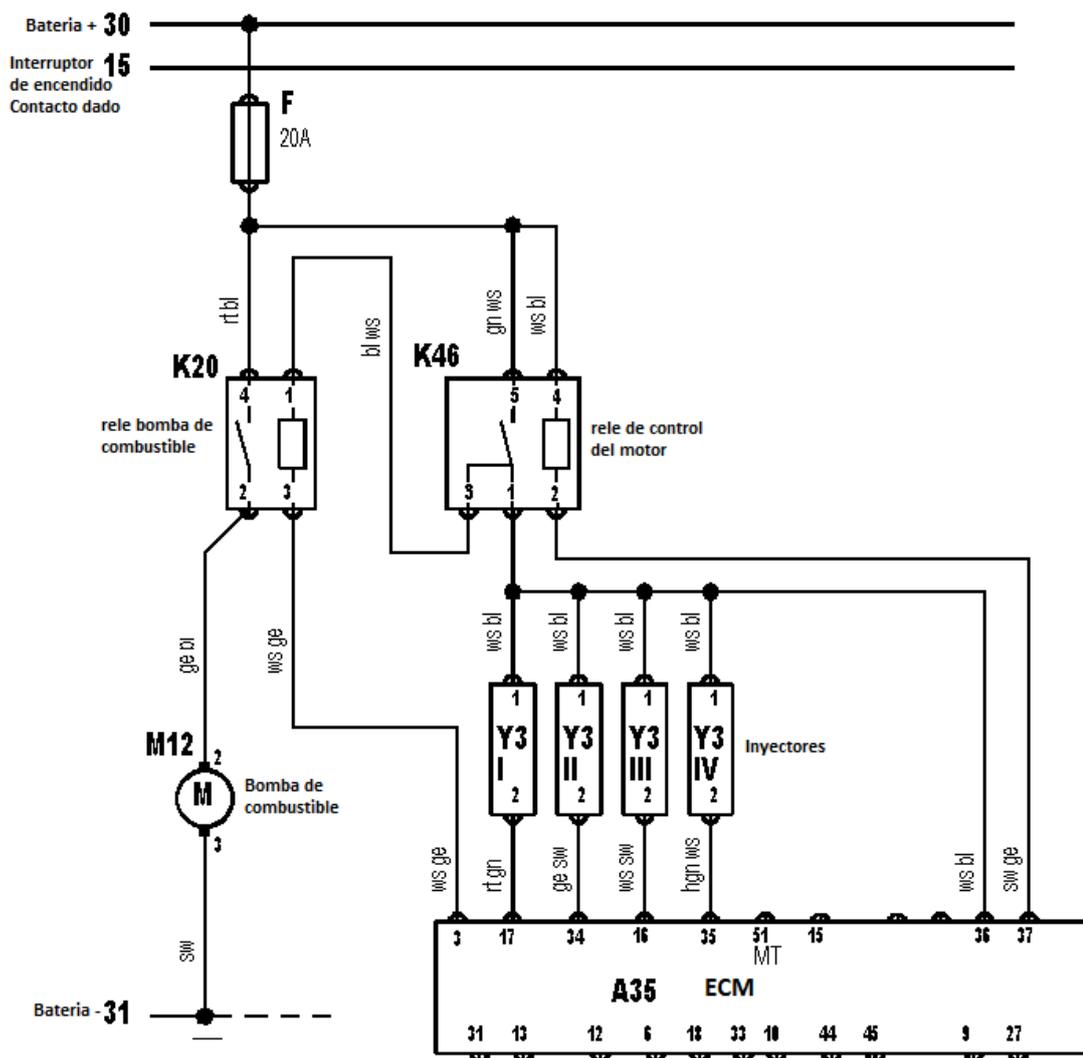


PORQUE EN UNA DESACELERACION EL ECM CORTA EL PULSO DE INYECCION?

.....

DIAGRAMA ELECTRICO

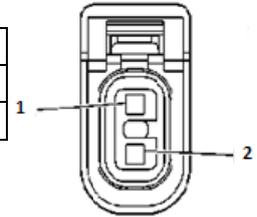
Y3-Inyectores de combustible





IDENTIFIQUE EL PINADO DEL CONECTOR DEL INYECTOR

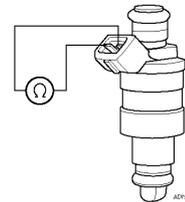
	POSICION DEL PIN	COLOR DE CABLE
VCC		
Pulso Negativo ECM		



COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA CON VALOR DE RESISTENCIA DEL INYECTOR

- Con el switch en off
- Identifique cualquier Inyector
- Remueva con cuidado el seguro del socket,
- Con el socket desconectado del inyector instale un ohmetro y anótelo en la tabla

# Inyector	Resistencia (Ω)



COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA CON EL TIEMPO DE APERTURA DE LOS INYECTORES

- Con el motor encendido
- Visualice en LabVIEW el valor de apertura de los inyectores en distintas cargas

Carga del motor	Tiempo de apertura del inyector (ms)	% TPS
Ralentí		
Media Carga		
Plena Carga		

EXPLICAR EL SIGNIFICADO DE LA NOMENCLATURA DEL DIAGRAMA ELECTRICO:

RT-GN		WS-SW	
GE-SW		HGN-WS	



REALICE UNA INVESTIGACIÓN RESPECTO A LOS INYECTORES Y ENTREGUE EN LA SIGUIENTE CLASE

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



Formación Profesional en Inyección Electrónica	BOMBA DE COMBUSTIBLE	Practica N° 5
Nombre:	Profesor:	Nota
Ciclo:	Fecha:	

OBJETIVOS:

- El estudiante adquiera la capacidad de identificar, localizar y diagnosticar fallas.
- Adquirir destreza del manejo del multímetro.
- Familiarizarse con la lectura de un diagrama eléctrico del sistema de inyección

HERRAMIENTAS

- Multímetro
- Manómetro para medición presión de combustible
Programa LabHyundai

FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

El tanque almacena el combustible. Una bomba de combustible estilo turbina eléctrica se conecta al ensamble del emisor de combustible dentro del tanque de combustible. La bomba de combustible suministra combustible de presión alta a través del filtro de combustible, contenido en el ensamble del emisor de combustible y el tubo de alimentación de combustible al sistema de inyección de combustible. La bomba de combustible proporciona un flujo más alto que el requerido por el sistema de inyección de combustible. El regulador de presión de combustible mantiene la presión adecuada en el sistema de inyección de combustible.

OBSERVANDO EL DIAGRAMA ELÉCTRICO EXPLIQUE CÓMO FUNCIONA LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

.....

¿QUE VENTAJAS SE TIENE CON UNA BOMBA SUMERGIDA?

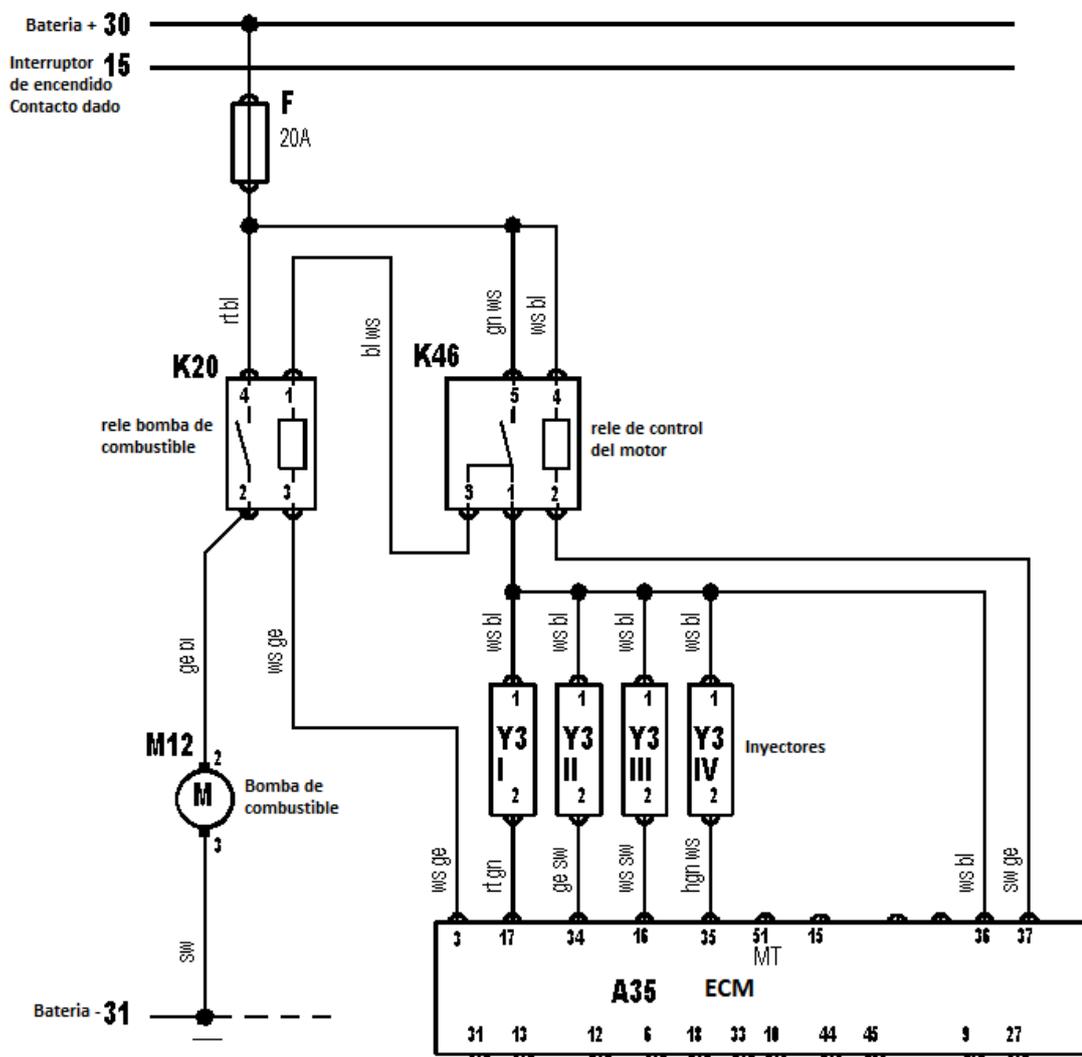
.....

QUE TIEMPO FUNCIONA LA BOMBA DE COMBUSTIBLE CUANDO SE ABRE EL SWITCH?

.....

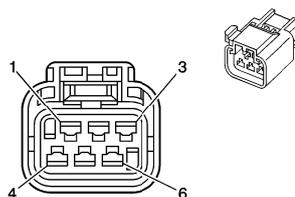


DIAGRAMA ELECTRICO



IDENTIFIQUE EL PINADO DEL CONECTOR DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

	POSICION DEL PIN	COLOR DE CABLE
VCC		
NEGATIVO GND		



Terminal	Función
1	Señal del nivel de combustible
2	Tierra
3	Voltaje a la bomba de combustible
4	Tierra
5	Control indicador de combustible bajo
6	Baja referencia

Conector de la bomba de combustible

COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA CON VALORES DE PRESION DE COMBUSTIBLE

- Con el switch en off
- Identifique el racor para instalar el manómetro de medir presión
- Abrir varias veces el switch y verificar que no exista fugas de combustible,
- Encender vehículo

Carga de motor	Presión (Psi)	Presión (BAR)	Presión (Kpa)
Ralentí			
Plena carga			

MIDA EL AMPERAJE DE CONSUMO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

- Saque el fusible de la bomba de combustible
- Instale los puntales del amperímetro en lugar del fusible

Carga del motor	Consumo en Amperios
Ralentí	
Plena Carga	



REALICE UNA INVESTIGACIÓN REFERENTE A LAS BOMBAS DE COMUSTIBLES Y ENTREGUE EN LA SIGUIENTE CLASE

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Formación Profesional en Inyección Electrónica	CKP	Practica N° 6
Nombre:	Profesor:	Nota
Ciclo:	Fecha:	

OBJETIVOS:

- El estudiante adquiera la capacidad de identificar, localizar y diagnosticar fallas.
- Adquirir destreza del manejo del multímetro.
- Familiarizarse con la lectura de un diagrama eléctrico del sistema de inyección

HERRAMIENTAS

- Multímetro
- Osciloscopio
- Programa LabHyundai

FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR CKP

El sensor de posición del cigüeñal es un generador de imán permanente conocido como un sensor de reductancia variable. El sensor CKP produce un voltaje AC de frecuencia y amplitud variable.

La frecuencia depende de la velocidad del cigüeñal. La salida de AC depende de la posición del cigüeñal y el voltaje de la batería. El sensor CKP trabaja junto con una rueda selectora de 58 dientes acoplada al cigüeñal. Mientras cada diente de la rueda selectora gira pasando el sensor de CKP, el cambio resultante en el campo magnético crea un pulso de encendido/apagado 58 veces por revolución del cárter del cigüeñal.

El módulo de control del motor (ECM) procesa los pulsos para determinar la posición del cigüeñal. El ECM puede sincronizar la regulación de la ignición, la regulación del inyector de combustible y el golpe de la chispa, con base en las entradas del sensor de posición del árbol de levas (CMP) y el sensor CKP. Con las señales del sensor CKP junto con las señales del sensor CMP, el ECM determina la posición del motor con gran exactitud.

El sensor de CKP también se utiliza para detectar una visualización del tacómetro y fallos de arranque. El ECM aprende las variaciones entre todos los 58 dientes bajo diferentes condiciones de carga y velocidad para detectar correctamente fallos de arranque.

Los circuitos del sensor CKP consisten de un circuito de señal, un circuito de referencia baja y un circuito de tierra de protección. Ambos circuitos del sensor CKP están



protegidos de la interferencia electromagnética por medio del circuito de tierra de protección.

¿DESCONECTE EL CKP Y EXPLIQUE PORQUE NO ENCIENDE EL VEHICULO?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

¿SI UN VEHICULO NO ENCIENDE QUE ES LO PRINCIPAL QUE SE DEBE CHEQUEAR?

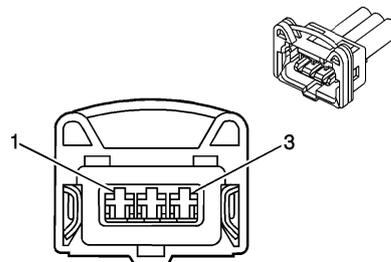
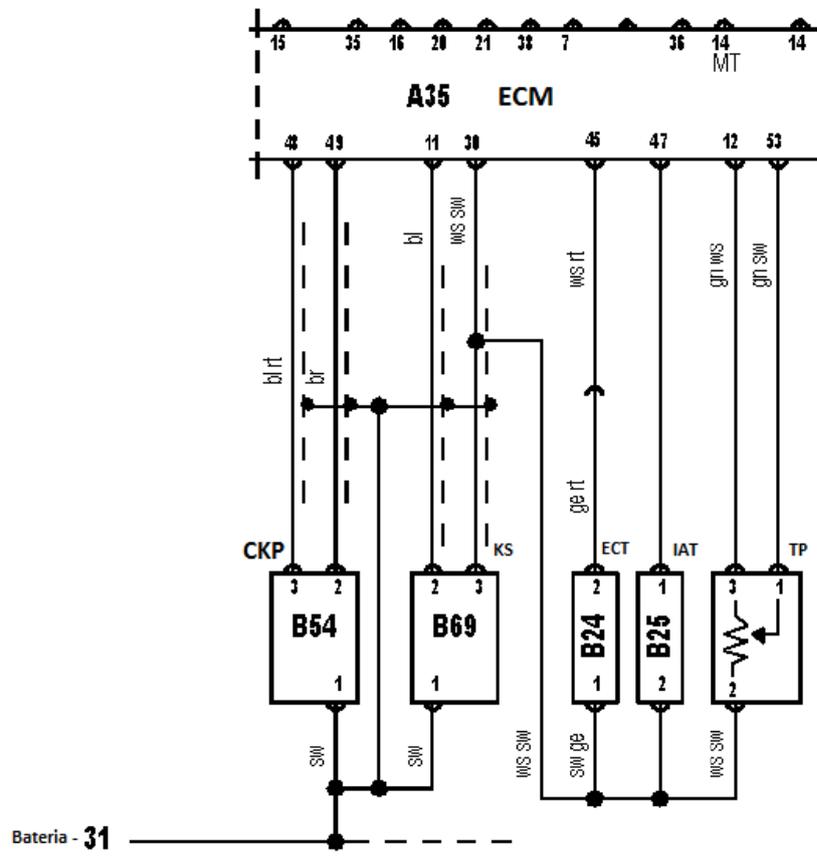
.....
.....
.....
.....
.....
.....

PARA QUE SIRVE EL BLINDAJE DEL CABLE DEL SENSOR CKP?

.....
.....
.....
.....
.....



DIAGRAMA ELECTRICO



INFORMACIÓN DE LA PARTE DEL CONECTOR		
Terminal	Color del cable	Función
1	BL-RT	Señal del sensor (CKP)
2	BR	Baja referencia
3	SW	Tierra

Conector del sensor de posición del cigüeñal (CKP)



Grafique la forma de onda del sensor CKP y ponga sus escalas

- Con el switch en off
- Identifique los puntales de prueba del sensor
- Instale osciloscopio
- Graduar escala

MIDA EL VOLTAJE AC DEL SENSOR CKP

- Identifique los terminales del sensor CKP
- Instale los puntales del multimetro en los respectivos terminales del sensor
- Con el programa en Labview verifique el número de r.p.m del motor.

Carga del motor	(V) AC
Ralentí	
1500 RPM	
2000 RPM	
3000 RPM	
4000 RPM	

REALICE UNA INVESTIGACIÓN COMPLETA DEL SENSOR CKP Y ENTREGUE LA SIGUIENTE CLASE

CONCLUSIONES:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Formación Profesional en Inyección Electrónica		Sensor MAF	Practica N° 7
Nombre:		Profesor:	Nota
Ciclo:		Fecha:	

OBJETIVOS:

- El estudiante adquiera la capacidad de identificar, localizar y entender el funcionamiento del sensor MAF.
- Adquirir destreza del manejo del multímetro.
- Familiarizarse con la lectura de un diagrama eléctrico

HERRAMIENTAS

- Multímetro
- Programa LabHyunday

FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR MAF

El sensor de flujo de aire MAF lo que hace es convertir la cantidad aire que el motor aspira hacia la admisión en una señal de voltaje. El ECM necesita saber el volumen de aire para calcular la carga del motor, es decir, la cantidad de trabajo que el motor está realizando. En consecuencia, esto es necesario para calcular cuánto combustible inyectar, cuando iniciar la chispa en cada uno de los cilindros y cuando meter los cambios de velocidad de la transmisión, cuando el diseño del fabricante así lo indique. El sensor de flujo de aire se localiza directamente en el conducto de entrada de aire, entre el filtro de aire y el cuerpo de aceleración, que es donde puede medir la cantidad de aire fresco que ingresa al motor.

DONDE ESTA UBICADO EL SENSOR MAF EXPLIQUE

.....

.....

.....

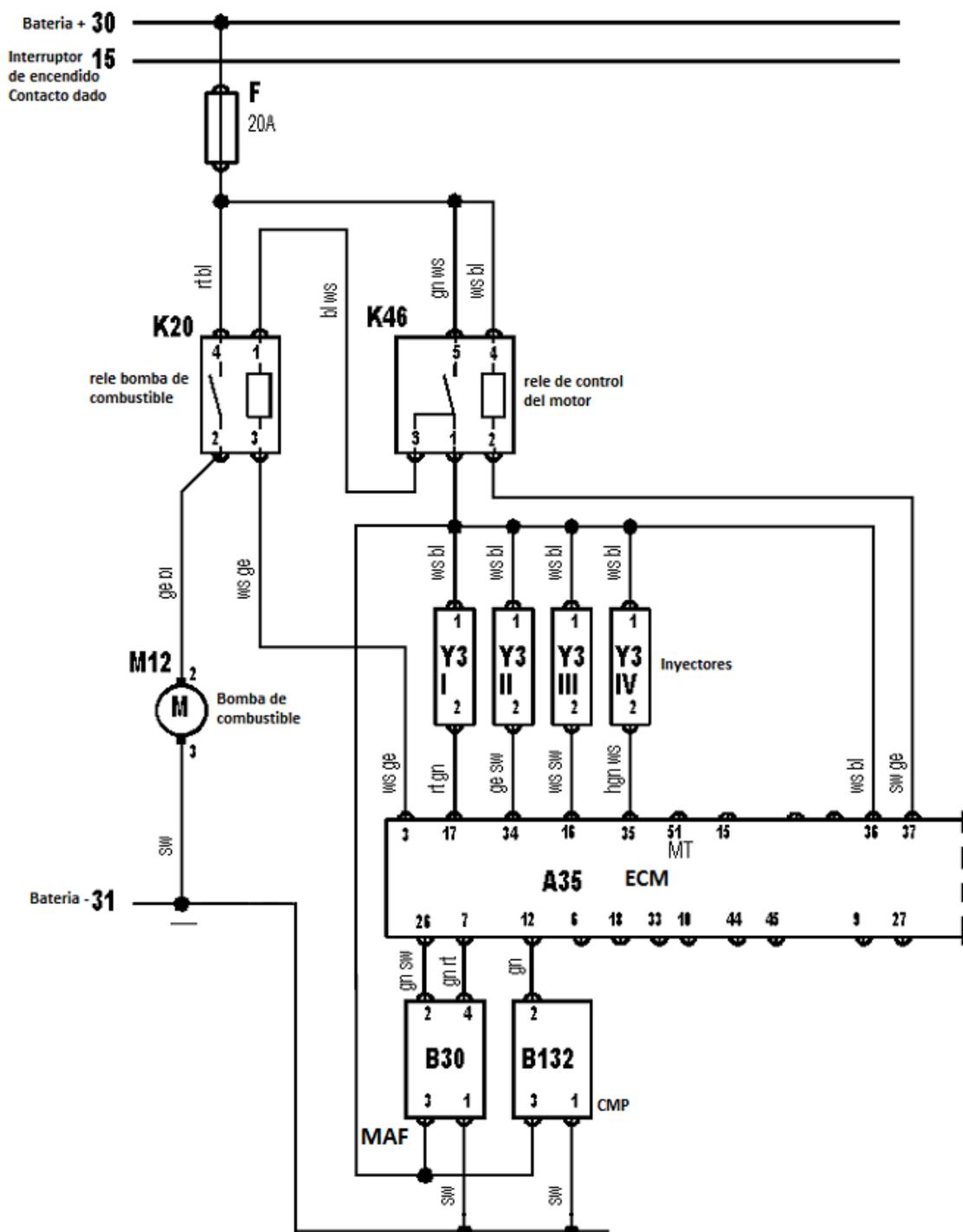
.....

.....

.....



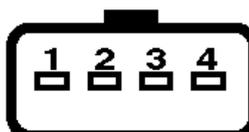
DIAGRAMA ELECTRICO
B30-Sensor MAF





IDENTIFIQUE EL PINADO DEL CONECTOR

	POSICION DEL PIN	COLOR DE CABLE
Referencia (+)		
Baja referencia (-)		
Señal		
Alimentación 12V		



DEFINA

Referencia (+) del sensor MAF

.....

Baja referencia (-) del sensor MAF

.....

Señal del sensor MAF

.....

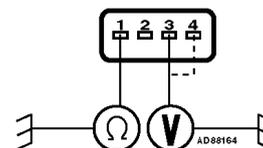
Alimentación 12V del sensor MAF

.....

COMPLETE LA SIGUIENTE TABLA CON 5 VALORES ALEATORIOS DE R.P.M Y SU CORRESPONDIENTE VOLTAJE (DC)

- Identifique los terminales de señal y de baja referencia del sensor MAF
- Instale el multímetro,
- Con el socket conectado y el motor encendido
- Coloque el valor de voltaje correspondiente a ciertos valores de r.p.m, haciendo la lectura en el programa en Labview.

r.p.m	Voltaje (V)





EXPLICAR EL SIGNIFICADO DE LA NOMENCLATURA DEL DIAGRAMA ELECTRICO:

MAF	
GN-SW	
GN-RT	
SW	

REALICE UNA INVESTIGACIÓN DEL SENSOR MAF Y ENTREGUE EN LA SIGUIENTE CLASE

CONCLUSIONES:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

BIBLIOGRAFIA:

- ▲ http://www.hyundai peru.net/html/hyundai_accent.html
- ▲ http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs72.html
- ▲ <http://www.cise.com/Basedatos>
- ▲ **SCHEY** John A “*Procesos de manufactura*”, 2^{da} Edición Editorial McGraw Hill 2001
- ▲ http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?cPath=385&main_page=site_map
- ▲ **BEER**, Johnston. *Mecánica de Materiales* 3^{ra} Ed. Editorial Mc Graw Hill México 2001.
- ▲ **MOTT** Robert L. *Diseño de Elementos de Maquinas* 4^{ta} Ed. Editorial Pearson Education México 2006.
- ▲ **NORTON** Robert L. *Diseño de Máquinas* 1^a Ed. Prentice Hall, México, 1999, Pág. 914
- ▲ **SHIGLEY**, Joseph Edward; *Diseño en ingeniería mecánica*/ McGraw-Hill. México. 6a. edición. 2002.
- ▲ [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo %203/ACERO%20ESTRUCTURAL.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/ACERO%20ESTRUCTURAL.htm)
- ▲ http://www.thermoequipos.com.ve/pdf/articulo_05.pdf
- ▲ http://www.indura.com.ec/productos_detalle.asp?idq=4055&a=soldadura&ai=3257&b=ELECTRODOS&bi=3258&c=
- ▲ <http://www.arqhys.com/contenidos/soldaduras-tipos.html>
- ▲ http://www.indura.com.pe/productos_detalle.asp?idq=1423&a=SOLDADURAS&ai=3413&b=ELECTRODOS&bi=3415&c=Corriente

ANEXO 1

INTRODUCCIÓN A LABVIEW

En el análisis y registro de resultados reales para aplicaciones en sectores como el de automoción, investigación de energía y muchos otros, se requiere la utilización de programas que tengan la capacidad de interactuar con instrumentos de medición y entregar resultados precisos e inmediatos.

¿Qué es LabVIEW?

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. Labview permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactiva basado en software. Se puede diseñar especificando su sistema funcional, su diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería.

Labview es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como por ejemplo Matlab. Entre sus ventajas podemos mencionar las siguientes:

Capacidad de integrar cualquier hardware y software de medida.

LabVIEW está altamente integrado con el hardware de medida, por lo que se puede configurar y usar rápidamente cualquier dispositivo de medida que se tenga. Puede conectarse a miles de instrumentos para construir sistemas de medida completos, incluyendo desde cualquier tipo de instrumento autónomo hasta dispositivos de adquisición de datos, controladores de movimiento y sistemas de adquisición de imagen. Además trabaja con más de 1000 librerías de instrumentos de cientos de fabricantes, y muchos fabricantes de dispositivos de medida incluyen también herramientas de LabVIEW con sus productos.

Aumenta el rendimiento de su sistema.

LabVIEW está optimizado para el desarrollo de las aplicaciones de medida y automatización más exigentes. Debido a que la instrumentación virtual está basada en la tecnología informática estándar, usted puede disfrutar de un crecimiento exponencial en el rendimiento con un coste mucho más bajo que el de un nuevo instrumento de medida dedicado. Además se caracteriza por su compilador gráfico optimizado para maximizar el rendimiento del sistema. Con LabVIEW puede desarrollar sistemas con el rendimiento necesario para las aplicaciones más exigentes. Tanto en laboratorio como en producción, un sistema de medida más rápido se traduce en un aumento de la producción. Con la potencia de este software se puede reducir el costo de cualquier prueba o llevar a cabo más experimentos de forma más rápida.

Se desarrolla en un entorno completo.

Tiene extensas capacidades de adquisición, análisis y presentación disponibles en un sólo paquete, de tal forma que se puede crear una solución completa de manera única en la plataforma que ha elegido. Se puede publicar sus aplicaciones de datos en la Web muy fácilmente o conectarse a otras aplicaciones a través de una variedad de tecnologías estándar.

Aplicaciones de LabVIEW

Su mayor aplicación en sistemas de medición, como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, laboratorios virtuales para clases en universidades, procesos de control industrial.

Es muy utilizado en procesamiento digital de señales, procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, entre otras.

Entorno LabVIEW

Se comienza a programar a partir del panel frontal, en la programación se encuentran las funciones. Cada control que se utiliza en la interfaz tiene una representación en el panel de código, igualmente los indicadores necesarios para entregar la información procesada al usuario tienen un icono que los identifica en el panel de código o de programación.

Los controles pueden ser booleanos, numéricos, strings, un arreglo matricial de estos o una combinación de los anteriores; y los indicadores pueden ser como para el caso de controles pero pudiéndolos visualizar como tablas, gráficos en 2D o 3D, browser, entre otros.

Numero: Contiene números enteros o números en punto flotante.

Booleano: Contiene combinaciones lógicas TRUE/FALSE, AND, OR, etc.

String: Contiene únicamente caracteres alfanuméricos.

Las funciones pueden ser VIs (Instrumentos Virtuales) prediseñados y que pueden ser reutilizados en cualquier aplicación, estos bloques funcionales constan de entradas y salidas, igual que en un lenguaje de programación estándar las funciones procesan las entradas y entregan una o varias salidas, estos VI pueden también estar conformados de otros subVIs y así sucesivamente, de esta forma se pueden representar como un árbol genealógico donde un VI se relaciona o depende de varios SubVIs.

LabVIEW tiene VIs de adquisición de datos e imágenes, de comunicaciones, de procesamiento digital de señales, de funciones matemáticas simples, hasta funciones que utilizan otros programas como Matlab, otras más complejas como "nodos de fórmula" que se utilizan para la resolución de ecuaciones editando directamente estas como en lenguajes de programación tradicionales y definiendo las entradas y las salidas.

Programación gráfica con LabVIEW

Cuando se diseña programas con este software se trabaja siempre bajo algo denominado VI (Instrumento Virtual), se pueden crear VI a partir de especificaciones funcionales

personalizados. Este VI puede utilizarse en cualquier otra aplicación como una subfunción dentro de un programa general.

Los VI's se caracterizan por ser un cuadrado con su respectivo símbolo relacionado con su funcionalidad, tener una interfaz con el usuario, tener entradas con su color de identificación de dato, tener una o varias salidas y por su puesto ser reutilizables.

Debido al lenguaje gráfico el compilador con que cuenta LabVIEW es más versátil ya que sobre el mismo código de programación se puede ver fácilmente el flujo de datos, así como su contenido.

En el ambiente de trabajo existen dos paneles, el panel frontal y el panel de programación ó diagrama de bloques.

Panel de control: es el interfaz con el usuario, en él se definen los controles e indicadores que se muestran en pantalla.

Panel de programación: es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan iconos que realizan una determinada función y se interconectan.

Panel de control

El panel frontal es el interfaz con el usuario, en él se definen los controles e indicadores que se muestran en pantalla. Debido a que el panel frontal es similar a un panel frontal de instrumento real, las entradas son llamadas Controles y las salidas son llamadas Indicadores.

Se puede usar una variedad de controles y de indicadores, como: perillas, interruptores, pulsantes, letras, gráficos y demás que hacen del panel de control fácilmente identificable y entendible.

Cada panel frontal tiene su respectivo diagrama de bloques, el cual es el programa VI. Se construye el diagrama de bloques usando el lenguaje de programación gráfico G. Los componentes del diagrama de control representan los nodos del programa; por ejemplo,

bucles FOR, estructuras CASE y hasta funciones aritmético. Los componentes son alambrados para definirle flujo de datos en el diagrama de bloques.

Diagrama de bloques

En este se aprecia la estructura del programa, su función y algoritmo, de una forma gráfica en lenguaje G, donde los datos fluyen a través de líneas.

Es fácil observar en el panel de programación como se computan los datos en cada parte del programa cuando se realiza una ejecución del programa paso a paso. ¹

ADQUISICIÓN DE DATOS

Adquisición de datos

La Adquisición de Datos, consiste en la toma de muestras reales de un sistema analógico para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador de un sistema digital. Consiste, en tomar un conjunto de variables físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo o tarjeta de Adquisición de Datos (**DAQ**).

¿Cómo se adquieren los datos?

La toma de datos se inicia con el fenómeno físico o la propiedad física de una magnitud que se desea medir. Esta propiedad física o fenómeno podría ser el cambio de temperatura, la intensidad del cambio de una fuente de luz, la presión dentro de una cámara, la fuerza aplicada a un objeto, o muchas otras cosas. Un eficaz sistema de adquisición de datos puede medir todas estas diferentes propiedades o fenómenos por medio de un sensor.

Sensor

¹ TREJO RUBEN, *SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA INGENIERIA BIOMEDICA*

Un sensor o captador, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

Los transductores son sinónimo de sensores en sistemas **DAQ**. Hay transductores específicos para diferentes aplicaciones, como la medición de la temperatura, la presión, o flujo de fluidos.

El acondicionamiento de señales suele ser necesario si la señal desde sensor no es adecuado para la **DAQ** hardware que se utiliza.

DAQ hardware

Son por lo general las interfaces entre la señal y un PC. Podría ser en forma de módulos que pueden ser conectados a la computadora de los puertos (paralelo, serie, USB) o ranuras de las tarjetas conectadas a (PCI, ISA) en la placa madre. Por lo general, el espacio en la parte posterior de una tarjeta PCI es demasiado pequeño para todas las conexiones necesarias, de modo que una extensión de caja externa es obligatoria. Las tarjetas DAQ a menudo contienen múltiples componentes (multiplexores, ADC, DAC, TTL-IO, temporizadores de alta velocidad, memoria RAM).

Estos son accesibles a través de un bus por un micro controlador, que puede ejecutar pequeños programas. El controlador es más flexible que compuertas lógicas cableadas, pero más barato que una CPU de modo que es correcto para condicionar con simples bucles de preguntas.

Tiempo de conversión

Es el tiempo que el convertidor tarda en realizar una medida en concreto, y dependerá de la tecnología de medida empleada. Evidentemente nos da una cota máxima de la frecuencia de la señal a medir.

Etapas de acondicionamiento de la señal

Con más detalle, en una etapa de acondicionamiento podemos encontrar estas subetapas, aunque no todas están siempre presentes:

Amplificación. - Es el tipo más común de acondicionamiento. Para conseguir la mayor precisión posible, la señal de entrada deber ser amplificada de modo que su máximo nivel coincida con la máxima tensión que el convertidor pueda leer.

Aislamiento.- Otra aplicación habitual en el acondicionamiento de la señal es el aislamiento eléctrico entre el sensor y el ordenador, para proteger al mismo de transitorios de alta tensión que puedan dañarlo. Un motivo adicional para usar aislamiento es el garantizar que las lecturas del convertidor no sean afectadas por diferencias en el potencial de masa o por tensiones en modo común.

Filtrado.- El fin del filtro es eliminar las señales no deseadas de la señal que estamos observando.

Conversión analógica-digital

Una conversión analógica-digital consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento y hacer la señal resultante más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

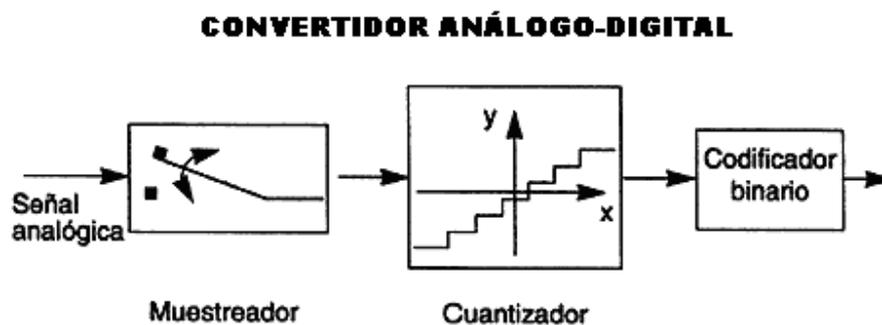


Figura 3.1 Procesos de la conversión A/D.

Comparación de las señales analógica y digital

Una señal analógica es aquella que puede tomar una infinidad de valores frecuencia y amplitud dentro de un límite superior e inferior. El término analógico proviene de análogo. Por ejemplo, si se observa en un osciloscopio, la forma de la señal eléctrica en que convierte un micrófono del sonido que capta, sería similar a la onda sonora que la originó, que es de naturaleza analógica.

En cambio, una señal digital es aquella cuyas dimensiones tiempo y amplitud no son continuas sino discretas, lo que significa que la señal necesariamente ha de tomar unos determinados valores fijos predeterminados en momentos también discretos. Estos valores fijos se toman del sistema binario, lo que significa que la señal va a quedar convertida en una combinación de ceros y unos, que ya no se parece en nada a la señal original. Precisamente, el término digital tiene su origen en esto, en que la señal se construye a partir de números.²

Ventajas de la señal digital

1. Cuando una señal digital es atenuada o experimenta perturbaciones leves, puede ser reconstruida y amplificada mediante sistemas de regeneración de señales.
2. Cuenta con sistemas de detección y corrección de errores, que se utilizan cuando la señal llega al receptor; entonces comprueban la señal, primero para detectar algún error, y, algunos sistemas, pueden luego corregir alguno o todos los errores detectados previamente.
3. Facilidad para el procesamiento de la señal. Cualquier operación es fácilmente realizable a través de cualquier software de edición o procesamiento de señal

Inconvenientes de la señal digital

1. Se necesita una conversión analógica-digital previa y una decodificación posterior, en el momento de la recepción.

² http://wapedia.mobi/es/Conversi%C3%B3n_anal%C3%B3gica-digital#1.

2. La transmisión de señales digitales requiere una sincronización precisa entre los tiempos del reloj del transmisor, con respecto a los del receptor. Un desfase cambia la señal recibida con respecto a la que fue transmitida.
3. Si se utiliza compresión con pérdida, será imposible reconstruir la señal original idéntica, pero si una parecida dependiendo del muestreo tomado en la conversión de analógico a digital.

Digitalización

La digitalización o conversión analógica-digital consiste básicamente en realizar de forma periódica medidas de la amplitud de la señal y traducirlas a un lenguaje numérico.

En esta definición están patentes los cuatro procesos que intervienen en la conversión analógica-digital:

1. **Muestreo:** el muestreo consiste en tomar muestras periódicas de la amplitud de onda. La velocidad con que se toma esta muestra, es decir, el número de muestras por segundo, es lo que se conoce como frecuencia de muestreo.
2. **Retención:** las muestras tomadas han de ser retenidas por un [circuito](#) de retención, el tiempo suficiente para permitir evaluar su nivel. Desde el punto de vista matemático este proceso no se contempla, ya que se trata de un recurso técnico debido a limitaciones prácticas, y carece, por tanto, de modelo matemático.
3. **Cuantificación:** en el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras. Consiste en asignar un margen de valor de una señal analizada a un único nivel de salida. Incluso en su versión ideal, añade, como resultado, una señal indeseada a la señal de entrada: el ruido de cuantificación.
4. **Codificación:** la codificación consiste en traducir los valores obtenidos durante la cuantificación al código binario. Hay que tener presente que el código binario es el más utilizado, pero también existen otros tipos de códigos que también son empleados.

Durante el muestreo y la retención, la señal aún es analógica, puesto que aún puede tomar cualquier valor. No obstante, a partir de la cuantificación, cuando la señal ya toma valores finitos, la señal ya es digital.

Tarjeta DAQ 6008

Para iniciar la utilización de la tarjeta DAQ 6008 se debe configurar apropiadamente la tarjeta USB 6008 que se ha adquirido para leer o generar señales.

Los Hardware necesarios para su utilización son:

- Tarjeta DAQ USB 6008
- Cable de conexión USB
- Computadora con al menos un puerto USB
- Conecta las terminales de tornillo a las terminales de la DAQ y pegue las etiquetas necesarias en la tarjeta. Encienda su computadora y permita que cargue su sistema operativo.

Los Software necesarios para su utilización son:

- LabView
- NI – DAQmx

Para empezar la programación asegúrese de que la computadora tenga instalado LabVIEW. Si no es así, instálelo insertando los discos de LabVIEW y siguiendo las instrucciones. Inserte los discos de NI-DAQmx que acompañan a la tarjeta DAQ USB 6008 en la computadora.

Siga los pasos de instalación para los controladores de la tarjeta y del programa. Cuando haya finalizado, conecte la tarjeta DAQ al cable USB y este a algún puerto USB de la computadora. Aparecerá un globo de diálogo en la barra de tareas como el siguiente:

El pinado de la DAQ USB 6008 se encuentran acomodado de tal manera que las entradas y salidas analógicas (AI/AO) se encuentran separadas de las entradas y salidas digitales (DI/DO) así:

NI USB-6009

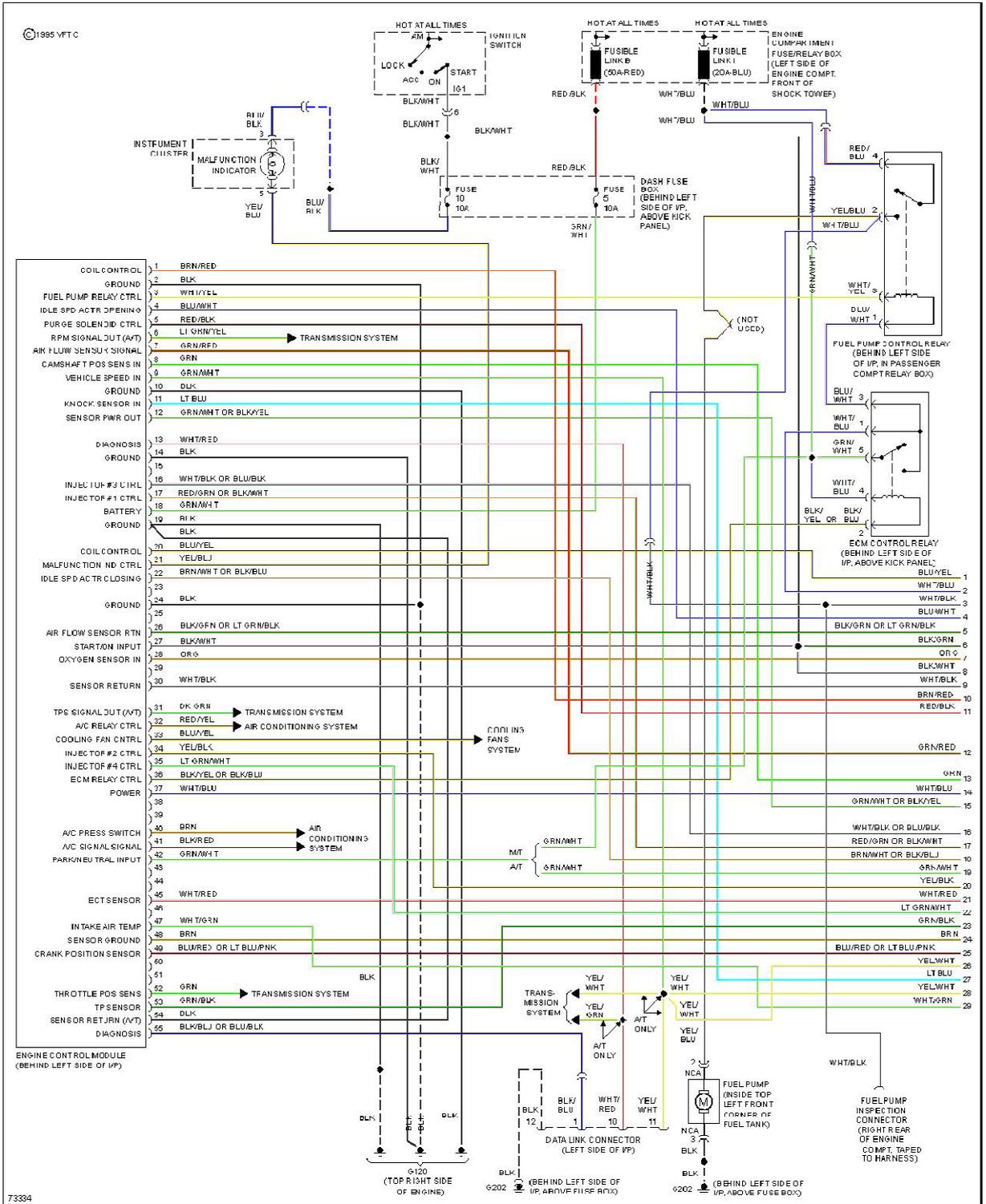
GND	1	17	P0.0
AI 0/AI 0+	2	18	P0.1
AI 4/AI 0-	3	19	P0.2
GND	4	20	P0.3
AI 1/AI 1+	5	21	P0.4
AI 5/AI 1-	6	22	P0.5
GND	7	23	P0.6
AI 2/AI 2+	8	24	P0.7
AI 6/AI 2-	9	25	P1.0
GND	10	26	P1.1
AI 3/AI 3+	11	27	P1.2
AI 7/AI 3-	12	28	P1.3
GND	13	29	PFI 0
AO 0	14	30	+2.5 V
AO 1	15	31	+5 V
GND	16	32	GND

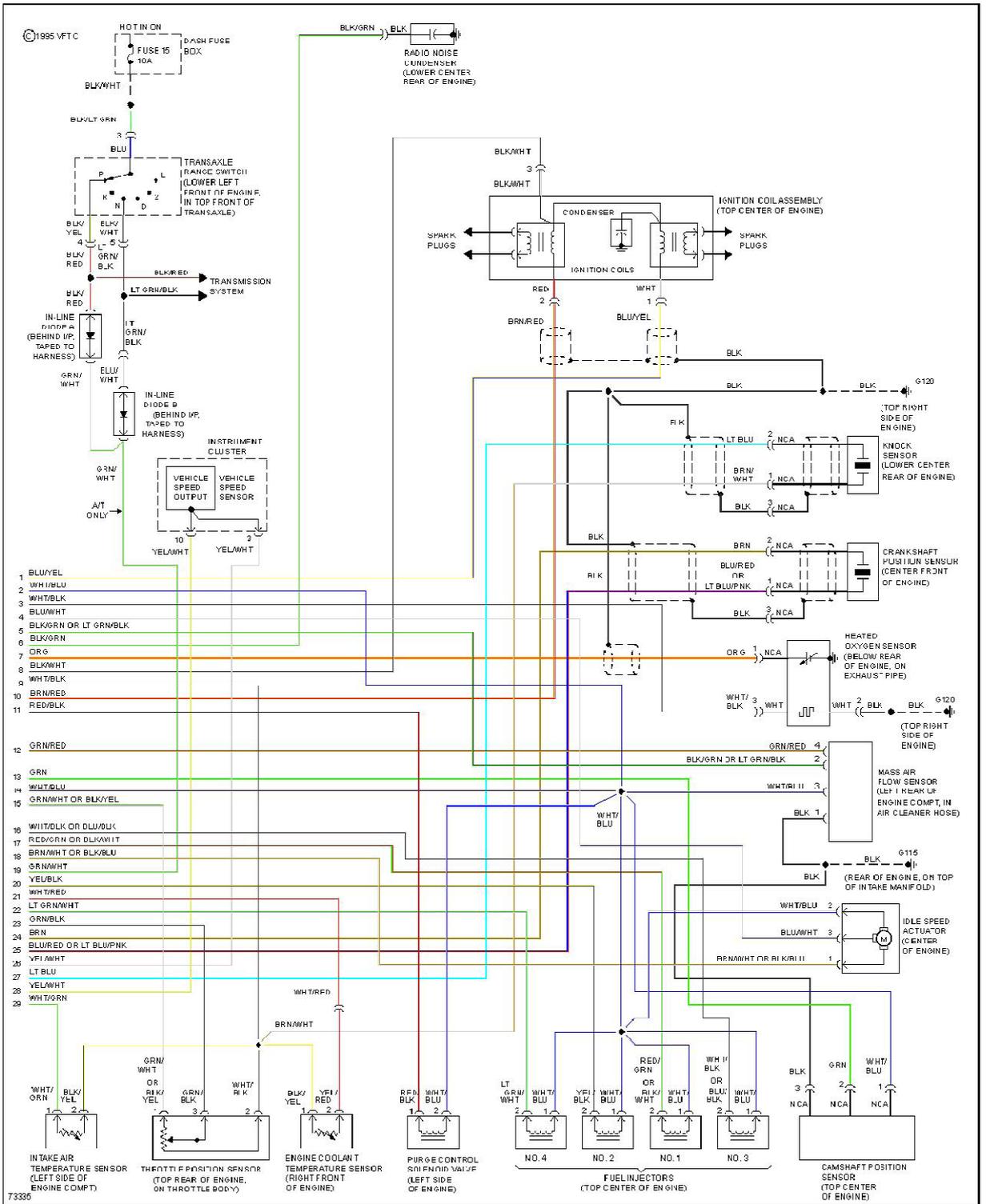
Figura 3.2 Tarjeta USB 6008 (Fuente DAQ ASSISTANT)³

³ Pinado: Manual DAQ ASSISTANT

ANEXO 2

DIAGRAMA ELECTRICO DEL MOTOR HYUNDAI ACCENT 1995





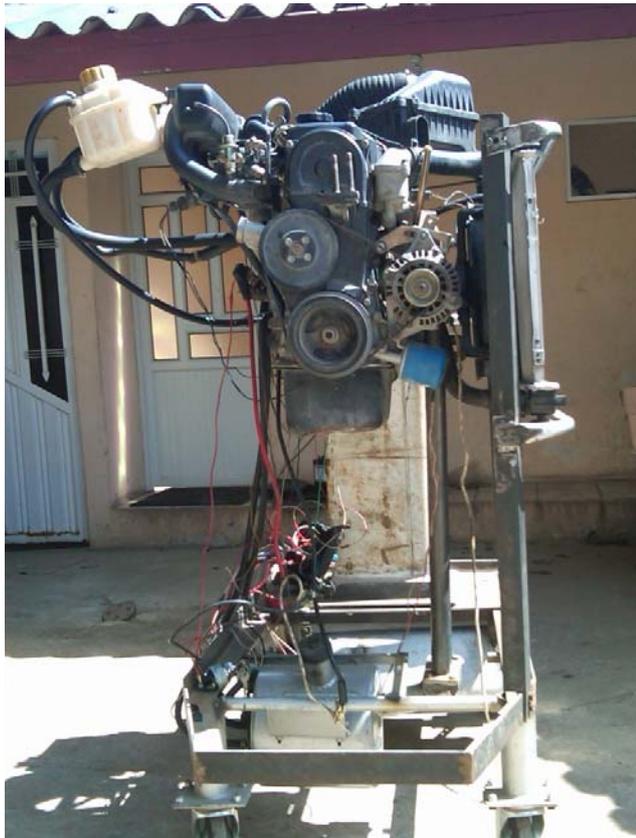
ANEXO 3

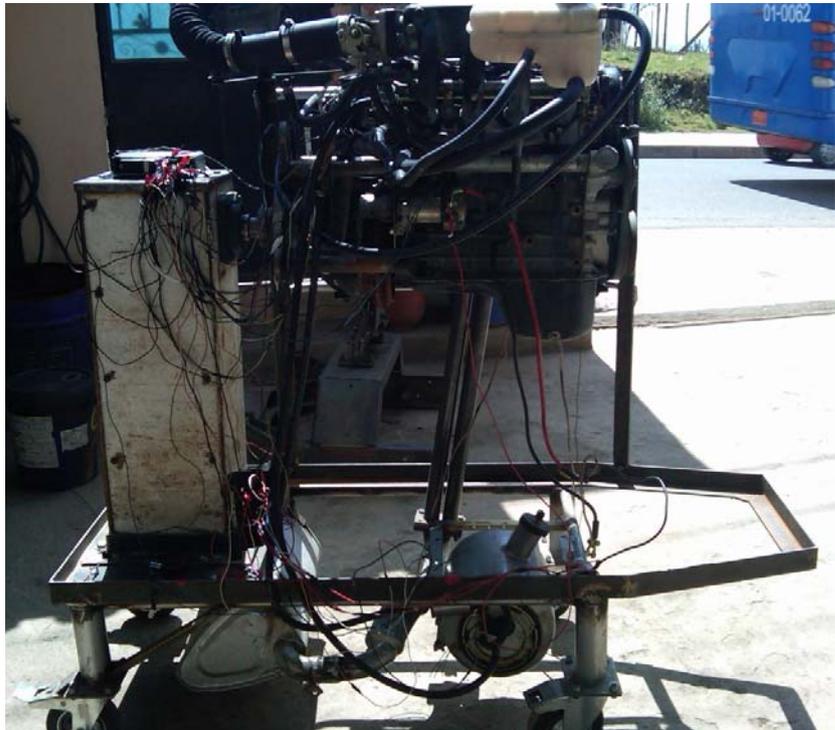
FOTOS DEL BANCO DIDACTICO



Estructura















ANEXO 4

DIAGRAMA Y PANEL PRINCIPAL DEL PROGRAMA LABHYUNDAI

