

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COMPROBADOR DE ECUS PARA LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN A GASOLINA

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecánica Automotriz

Autor: Raúl Xavier Vera Cabrera

Director: Efrén Esteban Fernández Palomeque

Cuenca – Ecuador

2014

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a Dios por brindarme la vida, a mis padres Raúl Vera y Guadalupe Cabrera por su infinito apoyo, su paciencia y sus sabias palabras de aliento durante esta etapa de mi vida, al Ing. Efrén Fernández por su aporte como director de este trabajo de graduación, a los profesores y colaboradores de la carrera que gustosos compartieron sus conocimientos durante las jornadas de estudios, a mis compañeros de clases por su apoyo en las innumerables situaciones adveras y a todas las personas, amigos y familiares que de una u otra forma colaboraron en esta carrera universitaria.

RESUMEN



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COMPROBADOR DE ECUS PARA LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN A GASOLINA

En este trabajo de graduación se implementó un banco comprobador para realizar las pruebas de funcionamiento de las Unidades Electrónicas de Control de los sistemas de inyección a gasolina de una manera rápida y efectiva, como primera parte se realizó una investigación de la estructura interna de la ECU, las fallas que se pueden presentan así como los instrumentos que se emplean para realizar las pruebas, luego se diseñó la estructura del banco junto con el circuito para adquirir las señales, y otras herramientas útiles de verificación. Finalmente se comprobó el correcto funcionamiento de las Unidades de Control de tres vehículos empleando el banco de pruebas mediante un procedimiento adecuado; como conclusión en el presente trabajo se desarrolló nuevas herramientas y procedimientos que servirán para realizar trabajos de verificación y comprobación en la ECU.

Palabras clave: ECM, PCM, CKP, Banco, Pruebas, Señales.

. Efrén Esteban Fernández Palomeque Director de Tesis

Mg. Edgar Mauricio Barros Barzallo

Director de Escuela

Raúl Xavier Vera Cabrera Autor



ABSTRACT

DESING AND CONSTRUCTION OF AN E.C.U TESTER FOR FUEL INJECTION SYSTEMS.

In this graduation work we implemented a bank tester to test in a fast and efficient way the performance of gasoline injection system Engine Control Unist (E.C.U.). Firts, we investigated how the E.C.U internal structure is made, the failures that may occur as well as the instruments used for testing. Then the bank tester's structure and the circuit were designed to acquire the signals and other useful verification tolos. Finally, the correct operation of the Control Units of three vehicles was tested using the test bank by means of a suitable method. In conclusion we developed new tolos and procedures that will be used to perform verification and testing work on the E.C.U.

Keywords: ECM, PCM, CKP, Banco, Pruebas, Señales.

ng. Efrén Esteban Fernández Palomeque Thesis Director

Mg. Edgar Mauricio Barros Barzallo School Director

Raúl Xavier Vera Cabrera Author



Lic. Lourdes Crespo

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
PALABRAS CLAVE	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO 1: UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL

1.1. Estructura de la Unidad Electrónica de Control	5
1.1.1. Interface de entrada	6
1.1.2. Filtrado de señales	6
1.1.3. Convertidor analógico/digital	7
1.1.4. Unidad de procesamiento	
1.1.5. Etapa de potencia	12
1.1.6. Interface de salida	12
1.1.7. Regulador de tensión	12
1.2. Fallas en la Unidad Electrónica de Control	14
1.2.1. Fallas físicas.	
1.2.2. Fallas lógicas	17

CAPITULO 2: COMPROBADOR DE ECUS

2.1. Componentes de un banco de pruebas de ECUS	20
2.1.1. Fuente de alimentación.	
2.1.2. Simulador de señales	
2.1.3. Herramientas de verificación	

2.2. Diseño del circuito.	24
2.2.1. Simulador de señales	25
2.2.1.1. Adquisición de la señal Toyota Yaris	27
2.2.1.2. Adquisición de la señal Chevrolet LUV	33
2.2.1.3. Adquisición de la señal Lada Niva	37
2.2.2. Herramientas de comprobación	42

CAPITULO 3: PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

3.1. Programación de la tarjeta de adquisición de datos	52
3.2.1. Programación en el Software MATLAB	52
3.2.2. Programación del software LabVIEW	64

CAPITULO 4: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Parámetros de comprobación de las ECUS.	
4.1.1. Nomenclatura de los pines de la ECU del Toyota Yaris.	
4.1.2. Nomenclatura de los pines de la ECU de la Chevrolet LUV	
4.1.3. Nomenclatura de los pines del Lada Niva	
4.2. Comprobación de las Unidades Electrónicas de Control	
4.2.1. Comprobación de la ECU del Toyota Yaris	
4.2.2. Comprobación de la ECU de la Chevrolet Luv	
4.2.3. Comprobación de la ECU del Lada Niva.	
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES.	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1: Esquema de un sistema de inyección Mono punto	. 2
Figura Nº 2: Unidad Electrónica de Control	.3
Figura Nº 3: BCM del Nissan Altima.	.4
Figura Nº 4: Esquema de la estructura interna de la ECU	.5
Figura Nº 5: Interface de entrada de la ECU.	.6
Figura Nº 6: Diodos de tipo SMD	6
Figura Nº 7: Filtrado de las señales de entrada en la ECU	.7
Figura Nº 8: Estructura del convertidor A/D	.7
Figura Nº 9: Convertidor Analógico/Digital.	. 8
Figura Nº 10: Esquema de la Unidad de Procesamiento.	10
Figura Nº 11: Unidad de procesamiento	11
Figura Nº 12: Procesador ATMEL ATmega32M1	11
Figura Nº 13: Etapa de potencia	12
Figura Nº 14: Regulador de tensión	13
Figura Nº 15: Etapas de la ECU.	13
Figura Nº 16: Transistores de Potencia	15
Figura Nº 17: Reemplazo de un condensador	16
Figura Nº 18: Software para leer la información de un procesador	17
Figura Nº 19: Unidad J2534.	18
Figura Nº 20: Comprobador de ECUS	19
Figura Nº 21: Elementos de un comprobador de ECUS	20
Figura Nº 22: Fuente de alimentación	21
Figura Nº 23: Simulador de señales.	22
Figura Nº 24: Osciloscopio automotriz	23
Figura Nº 25: Multímetro automotriz.	23
Figura Nº 26: Esquema del comprobador de ECUS.	24
Figura Nº 27: Esquema del simulador de señales.	25
Figura Nº 28: Transformador	25
Figura Nº 29: Conector de audio.	26

Figura Nº 30: Circuito para la adquisición de señales.	26
Figura Nº 31: Grabación de una señal	27
Figura Nº 32: Ubicación de los componentes en el motor del Toyota Yaris	28
Figura Nº 33: Toyota Yaris	30
Figura Nº 34: Sensor CKP del Toyota Yaris.	31
Figura Nº 35: Conexión del circuito para adquirir la señal.	31
Figura Nº 36: Adquisición de la señal del sensor CKP del Toyota Yaris	32
Figura Nº 37: Señal del sensor CKP del Toyota Yaris.	32
Figura Nº 38: Ubicación de los componentes en el motor de la Chevrolet Luv	33
Figura Nº 39: Ubicación de los componentes en el vehículo	34
Figura Nº 40: Chevrolet Luv.	35
Figura Nº 41: Conector del sensor CKP de la Chevrolet Luv	36
Figura Nº 42: Conexión del circuito en la Chevrolet Luv.	36
Figura Nº 43: Adquisición de la señal de la Chevrolet Luv.	37
Figura Nº 44: Señal del sensor CKP de la Chevrolet Luv.	37
Figura Nº 45: Ubicación de componentes del Lada Niva	38
Figura Nº 46: Lada Niva.	40
Figura Nº 47: Sensor CKP del Lada Niva.	41
Figura Nº 48: Adquisición de la señal del CKP del Lada Niva	41
Figura Nº 49: Señal del sensor CKP del Lada Niva	42
Figura Nº 50: Osciloscopio Virtual	42
Figura Nº 51: Tarjeta de adquisición de datos Arduino	43
Figura Nº 52: Osciloscopio en la aplicación SIMULINK.	44
Figura Nº 53: Osciloscopio en la aplicación LabVIEW.	45
Figura Nº 54: Instalación de los controladores de la placa	47
Figura N° 55: Controladores instalados.	47
Figura Nº 56: Configuración de la placa electrónica.	48
Figura Nº 57: Código de programación de prueba	50
Figura Nº 58: Compilación código de programación de prueba.	50
Figura Nº 59: Grabación del código de programación de prueba	51
Figura Nº 60: Comprobación del circuito de prueba	51

Figura Nº 61: Adquisición de datos.	52
Figura Nº 62: Software MATLAB	53
Figura Nº 63: Aplicación SIMULINK.	53
Figura Nº 64: Instalación de los controladores de la tarjeta.	54
Figura Nº 65: Procedimiento de instalación de los controladores	54
Figura Nº 66: Selección del tipo de controlador	55
Figura Nº 67: Instalación de los controladores	55
Figura Nº 68: Comandos para el control de la placa ARDUINO.	56
Figura N° 69: Herramientas del SIMULINK	58
Figura Nº 70: Nuevo modelo de trabajo.	58
Figura Nº 71: Procedimiento de configuración de la tarjeta	59
Figura Nº 72: Selección del tipo Tarjeta Arduino	59
Figura Nº 73: Configuración de la tarjeta de adquisición de datos	60
Figura Nº 74: Configuración de la aplicación Digital Input	61
Figura Nº 75: Configuración del osciloscopio.	61
Figura Nº 76: Carga del programa a la tarjeta Arduino	62
Figura Nº 77: Conexión de la tarjeta de adquisición de datos	62
Figura Nº 78: Señales recibidas por la tarjeta de adquisición de datos	63
Figura Nº 79: Circuito oscilador	63
Figura N° 80: Package Manager	64
Figura Nº 81: Selección de la interface de ARDUINO.	65
Figura Nº 82: Proceso de la carga de la interface	65
Figura Nº 83: Ubicación del código base de ARDUINO.	66
Figura Nº 84: Configuración del puerto serial	66
Figura Nº 85: Compilación y carga de código base	67
Figura N° 86: Software LabVIEW	67
Figura Nº 87: Creación del nuevo archivo	68
Figura N° 88: Ventana de Block Diagram, y Front Panel	68
Figura Nº 89: Herramientas del LabVIEW	69
Figura Nº 90: Herramientas exclusivas de ARDUINO.	69
Figura N° 91: Ejemplos de ARDUINO	70

Figura Nº 92: Ubicación del archivo Arduino Analog Read Pin.	71
Figura Nº 93: Visualización del diagrama	72
Figura Nº 94: Diagrama general	72
Figura Nº 95: Diagrama del circuito principal	73
Figura Nº 96: Circuito externo.	73
Figura Nº 97: Acceso a Measurement & Automation Explorer	74
Figura Nº 98: Comprobación del puerto de comunicación	74
Figura Nº 99: Configuración Arduino Int	75
Figura Nº 100: Configuración parámetro del puerto de comunicación	75
Figura Nº 101: Configuración Arduino Close	76
Figura Nº 102: Herramienta para lectura de una entrada análoga	76
Figura Nº 103: Lectura de voltaje.	77
Figura Nº 104: Circuito principal para graficar una señal analógica	77
Figura Nº 105: Señal recibida por la tarjeta de adquisición de datos	78
Figura Nº 106: Diagrama de pines de la ECU del Toyota Yaris	81
Figura Nº 107: Diagrama de pines del conector 1 de la Chevrolet Luv.	85
Figura Nº 108: Diagrama de pines del conector 2 de la Chevrolet Luv	86
Figura Nº 109: Diagrama de pines del Lada Niva	88
Figura Nº 110: ECU del Toyota Yaris.	91
Figura Nº 111: Pines de la ECU Toyota Yaris.	92
Figura Nº 112: Fuente de alimentación	92
Figura Nº 113: Comprobación del relay principal de la ECU del Toyota Yaris	93
Figura Nº 114: Ingreso de la señal del sensor CKP.	93
Figura Nº 115: Señal de accionamiento de los inyectores del Toyota Yaris	94
Figura Nº Figura Nº 116: Comprobación de la red CAN.	95
Figura Nº 117: ECU de la Chevrolet LUV.	95
Figura Nº 118: Grupo de pines de la Chevrolet Luv	96
Figura Nº 119: Comprobacion del relay principal de la Chevrolet Luv	97
Figura Nº 120: Ingreso de la señal del CKP Chevrolet Luv	97
Figura Nº 121: Señal de los inyectores de la Chevrolet Luv (LabVIEW)	98
Figura Nº 122: Señal de los inyectores de la Chevrolet Luv (Simulink)	98

Figura Nº 123: ECU del Lada Niva.	99
Figura Nº 124: Pines de conexión del Lada Niva	100
Figura Nº 125: Comprobación del accionamiento de la bomba de combustible	100
Figura Nº 126: Ingreso de la señal del CKP.	101
Figura Nº 127: Señal de los Inyectores del Lada Niva (LabVIEW)	101
Figura Nº 128: Señal de los Inyectores del Lada Niva (Simulink)	102
Figura Nº 129: Señal de comando a las bobinas.	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos técnicos del Toyota Yaris	28
Tabla 2: Componentes del sistema de inyección del Toyota Yaris	30
Tabla 3: Datos técnicos de la Chevrolet Luv	33
Tabla 4: Componentes del sistema de inyección de la Chevrolet Luv	34
Tabla 5: Datos técnicos Lada Niva	38
Tabla 6: Componentes del sistema de inyección del Lada Niva	40
Tabla 7: Código de programación de prueba	49
Tabla 8: Comandos de la biblioteca de ARDUINO	57
Tabla 9: Diagrama de pines ECU Toyota Yais	84
Tabla 10: Diagrama de pines Chevrolet Luv	86
Tabla 11: Diagrama de pines Chevrolet Luv	88
Tabla 12: Diagrama de pines del Lada Niva	90

Raúl Xavier Vera Cabrera. Trabajo de grado. Efrén Esteban Fernández Palomeque. Febrero del 2014.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COMPROBADOR DE ECUS PARA LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN A GASOLINA

INTRODUCCIÓN

Las unidades de control de los sistemas de inyección a gasolina y otros componentes electrónicos presentes en los vehículos están expuestas a condiciones de funcionamiento adversas, por lo cual se pueden presentar una serie de fallas físicas y lógicas que requieren de un completo análisis y de un equipo adecuado para realizar una correcta evaluación, debido a que un diagnostico equivocado podría causar una falla en el sistema de inyección e incluso se podría dañar otros componentes, por tal razón en este trabajo de graduación se implementó una herramienta práctica para que un técnico pueda realizar las comprobaciones en la Unidad Electrónica de Control de una manera rápida y efectiva, el banco comprobador está formado por un circuito para simular las señales de los sensores del sistema de inyección, una herramienta de verificación compuesto por una tarjeta de adquisición de datos y otros elementos auxiliares. Como objetivos del trabajo se planteó el análisis de la estructura interna de la Unidad Electrónica de Control de los sistemas de inyección de gasolina, el diseño del banco comprobador con las herramientas necesarias para su funcionamiento y la verificación de las unidades de control de los vehículos: Chevrolet Luv, Lada Niva y Toyota Yaris.

CAPITULO 1

UNIDAD ELECTRONICA DE CONTROL

Durante los últimos años el avance tecnológico y el desarrollo de la electrónica en el automóvil ha sido considerable, a tal punto, que hoy en día se encuentra un gran número de circuitos electrónicos, encargados de controlar a los diferentes sistemas del motor, transmisión, frenos y otros componentes del vehículo con el objetivo de optimizar el desempeño del mismo. El sistema de alimentación no ha sido la excepción de este cambio y el tradicional carburador ha sido reemplazado por un sistema de inyección electrónica, permitiendo mejorar el rendimiento del motor; aumentar la potencia, disminuir la emisión de gases contaminantes y reducir el consumo de combustible.

Básicamente un sistema de inyección electrónica está conformado por un grupo de sensores, la Unidad Electrónica de Control (ECU) y varios actuadores que en conjunto permiten el funcionamiento del motor. La siguiente figura muestra un esquema de un sistema de inyección electrónica mono punto.



Figura Nº 1: Esquema de un sistema de inyección Mono punto. Fuente: http://mgallegosantos.files.wordpress.com/2009/01/motronic.pdf, 04/05/2013.

En el sistema de inyección electrónica los sensores están ubicados en diferentes partes del motor con el objetivo de recolectar información de varios parámetros de funcionamiento como la temperatura del líquido refrigerante, la temperatura del aire que está ingresando a los cilindros, la posición de la mariposa de aceleración y otra información que será enviada la ECU del sistema donde se procesa los datos con el objetivo de poder determinar la masa de aire que está ingresando al motor y de esta manera determinar la cantidad de combustible a inyectar en los cilindros; Por tal razón se puede decir que la Unidad Electrónica de Control es el componente principal del sistema de inyección.



Figura N° 2: Unidad Electrónica de Control. Fuente: http://www.automotrizmiga.com.mx/page_1200439237890.html, 04/05/2013.

La Unidad Electrónica de Control está conformada por una serie de circuitos electrónicos, que permitirán el procesamiento de las señales de los sensores para el comando de los actuadores en referencia a una base de datos que se tiene almacenado internamente. La ECU realizara el control de:

- Control de la inyección de combustible.
- Control de la bobina de encendido.
- Control del régimen de ralentí

- Control de la bomba de combustible.
- Control de otros actuadores.¹

Además de realizar todos estos cálculos del sistema de inyección la ECU tiene la función de supervisar el correcto funcionamiento del sistema e informar al conductor de alguna anomalía que se pudo haber generado mediante una señal luminosa en el tablero de instrumentos (CHECK ENGINE), sin embargo la ECU tendrá más o menos funciones dependiendo del tipo de vehículo que comande. Cabe mencionar que en el vehículo existen otras unidades de control como es el PCM (Powertrain Control Module), encargado del control de la trasmisión y el BCM (Body Control Module) que supervisan el funcionamiento de las luces, la alarma y los vidrios eléctricos, etc.



Figura Nº 3: BCM del Nissan Altima.

Fuente: http://kalamazoo.olx.com/2013-nissan-altima-body-control-module-bcm-284b2-3ta0b-iid-549782064, 04/05/2013.

¹ (Laica, 2004, pág. 10)

1.1. Estructura de la Unidad Electrónica de Control

Como ya se menciona en la ECU del sistema de inyección se realiza el procesamiento de la información para permitir el funcionamiento del motor, todo este trabajo se realiza por un proceso determinado mediante una serie de etapas que se exponen a continuación:

- Interface de entrada.
- Filtrado de señales.
- Convertidor analógico-digital.
- Procesador.
- Etapa de potencia.
- Interface de salida²





Fuente: Curso de Graduación; Modulo Reparación de ECUS, 09/01/2013.

² (Fernández E., 2012)

1.1.1. Interface de entrada

La interface de entrada es la parte de la ECU donde se reciben todas las señales de los sensores y de otros componentes que se tienen en el motor, para recibir las señales se dispone de un conector como el que se muestra en la figura 5.



Figura Nº 5: Interface de entrada de la ECU. Fuente: Manual de trabajo Chevrolet Aveo 2006, Unidad Electrónica de Control, Pág. 240. 04/05/2013.

1.1.2. Filtrado de señales

Esta etapa tiene la función de procesar las señales que se reciben de los sensores, se elimina cualquier tipo de ruido o interferencia que se pudo haber generado en la señal de un sensor durante la transmisión de datos. Para la etapa de filtrado se utilizan filtros pasivos constituidos por condensadores, resistencias, diodos y diodos zener.



Figura N° 6: Diodos de tipo SMD. Fuente: http://www.elemon.com.ar/elemon/BuscarRubros.aspx?GrupoId=DI, 04/05/2013.



Figura Nº 7: Filtrado de las señales de entrada en la ECU. Fuente: Curso de Graduación; Modulo Reparación de ECUS, 11/01/2013.

1.1.3. Convertidor analógico/digital

Este bloque de la ECU tiene la misión de convertir todas las señales de los sensores del tipo analógico en digital, para ello se utiliza un convertidor A/D, este circuito internamente convierte el voltaje de entrada en un código binario de salida después de un proceso. La conversión se realiza debido a que la unidad de procesamiento de la ECU solamente interpreta señales digitales.



Figura Nº 8: Estructura del convertidor A/D. Fuente: Curso completo de electrónica, CEE, Unidad 3; Capítulo 9; Pág. 308, 04/05/2013.



Figura Nº 9: Convertidor Analógico/Digital. Fuente: http://mecatronicadigital.com/esp/index/item/112/50/convertidor-analogico-digital-de-8-bitsadc0804lcn, 04/05/2013.

1.1.4. Unidad de procesamiento

Es la etapa más importante de toda la ECU, en esta unidad se reciben las señales ya filtradas de los sensores, se procesa la información, se realiza los cálculos y de acuerdo con una base de datos del procesador se toman las decisiones para comandar a los diferentes actuadores presentes en el motor.

La unidad de procesamiento tiene una compleja estructura conformada por:

Memoria de programa.

En esta memoria se almacena toda la información de los datos e instrucciones que serán interpretados y ejecutados por el CPU para el funcionamiento del sistema, esta información es solo de lectura y no se puede modificar.

Memoria de datos.

En la memoria de datos se almacena información temporal que se utiliza para el funcionamiento del sistema (Datos externos, datos de procesos, datos del usuario, etc.), la información de la memoria de datos se puede modificar.

Unidad central de proceso (CPU)

La unidad central de proceso tiene la función de *seleccionar, interpretar y ejecutar* las instrucciones almacenadas en la memoria del programa, además almacena datos en la memoria de trabajo y mantiene una comunicación con los puertos de entrada y salida.

La velocidad con la que el procesador realizara el intercambio de información dependerá de la velocidad que tiene el sistema.

Generador de señales de reloj.

Este dispositivo es el encargado de generar una onda digital (estable y sin ningún tipo de imperfecciones) con el objetivo de comandar los contadores internos del CPU y permitir que este pueda ejecutar las instrucciones de la memoria. El reloj contador está conformado por un elemento oscilador como un cristal de cuarzo, un resonador, y otros elementos electrónicos, la velocidad que tendrá el generador de señales definirá la velocidad del sistema.

Puertos de entrada y salida.

Son los elementos que permitirán la comunicación del CPU con otros componentes externos como sensores, actuadores y otros circuitos electrónicos, los puertos de entrada y salida dispondrán de su propia memoria para almacenar datos que posteriormente será interpretado por el CPU.

Contadores y temporizadores.

Son elementos que se necesita para el control del sistema, se utilizan exclusivamente para el conteo de eventos y control de tiempos, se utiliza este bloque de contadores y temporizadores con el fin de reducir la carga del CPU durante el funcionamiento.

Bus de datos.

El bus de datos es el medio físico por el cual el CPU transmite la información hacia los componentes periféricos de la unidad de procesamiento, está constituido por un grupo de conductores en un número de 8 bytes.

➢ Bus de direcciones.

Este componente permite la comunicación entre el CPU y las memorias del sistema, el número de conductores del bus de direcciones dependerá de la capacidad de la memoria.

➢ Bus de control

Son los conductores que llevan la información de comando hacia los componentes periféricos de la unidad de procesamiento³.



Figura Nº 10: Esquema de la Unidad de Procesamiento. Fuente: Curso completo de electrónica, CEE, Unidad 4; Capítulo 1; Pág. 308, 04/05/2013.

Cabe mencionar que la memoria y el procesador pueden estar separados o pueden estar combinados en un solo circuito integrado (Microprocesador).

³ (CEE, 2008)



Figura Nº 11: Unidad de procesamiento. Fuente: Curso de Graduación; Modulo Reparación de ECUS, 11/01/2013.

Los procesadores que se utilizan en las ECUS pueden ser de los fabricantes: ATMEL, MOTOROLA, SIEMENS; en la siguiente figura se muestra un procesador ATMEL modelo ATmega32M1 que se puede utilizar para el control de turbos de geometria varable, EGR, electro ventiladores , ABS y otros sistemas del vehiculo.



Figura Nº 12: Procesador ATMEL ATmega32M1.

Fuente: http://www.atmel.com/products/automotive/automotive_compilation.aspx, 04/05/2013.

1.1.5. Etapa de potencia

La etapa de potencia es la encargada de recibir las señales de la unidad de procesamiento y mediante una serie de transistores, comandar a los diferentes actuadores de una manera que no se sobrecargue a los componentes de la ECU, por lo general en esta parte se utilizan los denominados "drivers" que es un grupo de varios transistores de potencias agrupados en un solo integrado.



Figura Nº 13: Etapa de potencia. Fuente: Curso de Graduación; Modulo Reparación de ECUS, 11/01/2013.

1.1.6. Interface de salida

Es la etapa final del proceso, en esta parte se dispone de las salidas para el comando de los actuadores del sistema, al igual que el caso de las entradas, para las salidas se dispone de un conector que en la mayoría de casos encuentran todos los contactos de entrada y salida.

1.1.7. Regulador de tensión

Además de estas etapas, en la ECU se dispone de un regulador de tensión, que será el encargado de recibir el voltaje de la batería, estabilizarlo y reducirlo a un valor adecuado para el funcionamiento del microprocesador (5V). También se utiliza este voltaje para enviar la referencia a los diferentes sensores del sistema de inyección electrónica.



Figura Nº 14: Regulador de tensión. Fuente: Curso de Graduación; Modulo Reparación de ECUS, 11/01/2013.

A continuación se muestra una ECU con las diferentes etapas del sistema.



Figura Nº 15: Etapas de la ECU. Fuente: Curso de Graduación; Modulo Reparación de ECUS, 11/01/2013.

1.1. Fallas en la Unidad Electrónica de Control

1.2.1. Fallas físicas

Las falla físicas que se pueden generar en la ECU pueden ser:

Punto de soldadura agrietado o corrosión por oxido.

Esta falla se produce en las juntas de soldaduras de los diferentes componentes electrónicos de la ECU, aunque el agrietamiento de la junta no se aprecia a simple vista se puede causar una interrupción momentánea de la conexión, de esta manera se generan daños intermitente en el sistema de inyección electrónica o en algunos casos el vehículo no enciende momentáneamente.

Esta anomalía involucra al 60% de las fallas que se pueden presentar en la ECU, puesto que con el tiempo los puntos de soldadura se agrietan. Para reparar este tipo de falla se debe realizar una inspección visual de todas las juntas de los componentes y en el caso de encontrarse con una falla se debe reemplazar el punto de soldadura.

Pista quemada.

Una pista quemada interrumpe el paso de corriente y puede generar una falla continua del sistema de inyección, la pista se puede dañar por una sobrecarga que se puede haber generado en esa área; Para solucionar esta avería se pueden realizar puentes externos con un hilo muy fino entre los dos externos de la pista averiada, cabe mencionar que cuando se produce una avería de este tipo se deben reemplazar todos los condensadores electrolíticos durante la reparación.

Transistor dañado.

En la ECU se utilizan un gran número de transistores para el comando de los diferentes actuadores del motor (Inyectores, bobinas, IAC, etc.), tales elementos están expuestos a altas temperaturas de funcionamiento por lo que pueden resultar averiados, si se presenta una falla en esta área se tendrá una falla continua en el motor.

Cuando se tiene una avería de este tipo se localiza al transistor defectuoso, se identifica la nomenclatura de los pines y se procede a comprobar el estado del transistor mediante un multímetro u otra herramienta electrónica, por lo general los transistores de potencia se encuentran ubicados en una placa disipación de calor por lo que su ubicación se puede identificar fácilmente.



Figura Nº 16: Transistores de Potencia. Fuente: http://capitalfederal.evisos.com.ar/fotos-del-anuncio/inyeccion-electronica-reparacion-ydesinmovilizacion-ecu-bsi-id-737917, 11/05/2013.

➢ Falla de condensadores.

En los condensadores se pueden presentar dos tipos de fallas:

• Fallas por la pérdida de la capacidad.

Los condensadores electrolíticos pueden perder su capacidad con el paso del tiempo cuando están sometidos a ciclos constantes de funcionamiento y temperaturas altas, en este caso no solo el condensador pierde su capacidad y no funciona correctamente, si no que la fuga del electrolito puede resultar perjudicial para las pistas de cobre pudiendo generar un corto circuito en la placa de la Unidad Electrónica de Control.

• Fallas por daños físicos del condensador.

Los daños físicos se puede apreciar fácilmente al observar que el condensador se encuentra inflado en la parte superior, esto se debe a una sobrecarga que se ha generado en alguna sección de la ECU.

En cualquiera de los dos casos se debe reemplazar el condensador por uno de iguales características tomando en cuenta la polaridad que se tiene en el condensador.



Figura Nº 17: Reemplazo de un condensador. Fuente: http://www.cise.com/portal/capacitacion/calendario-por-pais/item/475-curso-onlinereparaci%C3%B3n-de-ecus, 11/05/2013.

Fallas del microprocesador.

Esta falla es la más representativa puesto que el microprocesador es el elemento principal de la ECU, cuando este componente se avería es muy difícil encontrar un reemplazo puesto que el fabricante diseña los procesadores de una manera exclusiva.

Para saber si el procesador esta averiado se utiliza un software para establecer una comunicación y poder observar los códigos de avería, si se puede leer la información del procesador este está en buen estado caso contrario se deberá reemplazar.



Figura N° 18: Software para leer la información de un procesador. Fuente: http://es.eobdtool.com/vag-118-vag-com-118-vcds-118-p-702, 11/05/2013.

1.2.2. Fallas lógicas.

Las fallas lógicas se presentan en la base de datos del programa que tiene internamente la Unidad Electrónica de Control; para solucionar esta falla no se requiere desarmar la ECU, pero se necesita reprogramar dicha información. La reprogramación de una ECU consiste en actualizar la información que se encuentra en el microprocesador, por lo general los fabricantes automotrices proporcionan la nueva información para la reprogramación puesto que han encontrado fallas en los sistemas de control del motor, sin embargo se requiere de una interface que nos permita cargar la nueva información desde la red hacia la ECU del vehículo. La interface que se puede utilizar para la reprogramación de la ECU puede ser proporcionado por el propio fabricante o puede ser de tipo genérico; cualquiera de estos dispositivos empleara un protocolo de conexión para efectuar la actualización, a continuación se explicara brevemente la reprogramación de una ECU utilizando la norma J2534.



Figura N° 19: Unidad J2534. Fuente:www.boschdiagnostics.com/TESTEQUIPMENT/DIAGNOSTICS/J2534/PAGES/J2534FLAS HER.ASPX, 11/05/2013.

El procedimiento para reprogramar una ECU con norma J2534 es el siguiente.

- Se identifica los pines de entrada y salida de la ECU y se procede a conectar el positivo, negativo y señal del interruptor de encendido.
- Se conecta la unidad J2S34 a la a ECU y al computador.
- Seleccionamos el software de acuerdo al tipo de vehículo que nos servirá para descargar la programación y manejar a la unidad J2S34.
- Se verifica si existe comunicación entre el módulo J2S34 y la ECU.
- Mediante el servidor se comprueba si existe una actualización para la ECU según la marca.
- Se ingresa a la página de la marca y se descarga la actualización.
- Luego se procede a cargar la actualización en la ECU
- Se comprueba el funcionamiento de la ECU.
- Cuando se realiza la reprogramación de la ECU se debe verificar la alimentación de la ECU y la señal del internet en el computador, si falla la comunicación entre la unidad J2S34 y la ECU durante la descarga de la información se puede dañar el microprocesador.

CAPITULO 2

COMPROBADOR DE ECUS

Como se pudo observar en el capítulo anterior, en la ECU del sistema de inyección electrónica de gasolina se pueden presentan diferentes fallas que requieren de una serie de reparaciones ya sean en la parte física o en la programación del software del microprocesador, sin embargo para verificar el éxito de dichos arreglos o simplemente revisar el correcto funcionamiento de la Unidad Electrónica de Control, se requiere de uno o varios equipos electrónicos que nos permita realizar esta tarea.

El dispositivo que se utiliza para este fin es un banco comprobador, en el cual se simula el funcionamiento del sistema de inyección electrónica y en base al comportamiento de la ECU en diferentes condiciones se puede llegar a un conclusión, en la siguiente figura se puede apreciar un equipo comprobador de ECUS.



Figura N° 20: Comprobador de ECUS. Fuente: http://consultoracea.com.ar/blog/wp-content/uploads/2011/02/fullprobweb.jpg, 25/05/2013.

2.1. Componentes de un banco de pruebas de ECUS

En general un banco de prueba de una ECU resulta de la unión de varios componentes electrónicos de diferentes tipos y fabricantes, necesarios para realizar las diferentes pruebas de funcionamiento, todo dependerá de las comprobaciones que se buscara realizar.



Figura N° 21: Elementos de un comprobador de ECUS. Fuente: http://www.ecudoctors.com., 25/05/2013.

Sin embargo, se puede decir que los principales componentes de un banco de pruebas son:

2.1.1. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación tiene la misión de proporcionar un voltaje adecuado para permitir el funcionamiento de la ECU, las herramientas de comprobación y otros componentes auxiliares del banco; en general la fuente de alimentación tiene dos puertos de alimentación, el primero con un voltaje fijo de 12V que servirá para la alimentación de la Unidad Electrónica de Control y para las herramientas de comprobación y otro puerto con un voltaje variable, además estos dispositivos permiten variar la corriente del voltaje de salida permitiendo realizar varias pruebas de funcionamiento en la ECU.



Figura Nº 22: Fuente de alimentación.

Fuente: http://www.incopia2.com/shop/fuente-de-alimentacion-regulable-atten-aps-3005-dm-p-7335.html., 25/05/2013.

Cabe mencionar que la fuente debe tener un sistema de protección en el caso de presentarse un corto circuito.

2.1.2. Simulador de señales.

Este componente tiene la función de simular diferentes tipos de señales con el objetivo de copiar el funcionamiento de los sensores que están presentes en el motor, el simulador debe permitir emular señales digitales y analógicas con la posibilidad de variar los parámetros de las señales generadas. Este dispositivo es de vital importancia para un banco, puesto que con este dispositivo podemos simular el funcionamiento de la ECU en condiciones muy variadas en poco tiempo de una manera sencilla; esto sería muy difícil de realizar con la ECU montada en el vehículo, en la siguiente figura se puede observar un equipo simulador de señales.



Figura Nº 23: Simulador de señales. Fuente: http://i616.photobucket.com/albums/tt241/johnniekalilr/ScreenShot017.jpg., 25/05/2013.

Las señales que se simulan son de la mayoría de sensores presentes en el motor como: CMP, CKP, ITA, TPS, ECT, O2, etc., además algunos equipos permiten simular el funcionamiento de algunos de actuadores.

2.1.3. Herramientas de verificación

Las herramientas de verificación se emplean para poder observar las señales y otra información que nos devuelve la ECU luego de simular el funcionamiento del sistema de inyección electrónica, por lo general se observa la forma de las señales de los actuadores (Inyectores, bobinas, etc.). En la mayoría de los casos se utiliza un osciloscopio automotriz con el cual se puede apreciar con un gran número de detalles la forma de la onda que se está analizando y luego de un análisis poder llegar a una conclusión del funcionamiento de la ECU.



Figura N° 24: Osciloscopio automotriz. Fuente: http://diagnosticautomotriz.com/wp-content/uploads/2008/09/s280020big.jpg3., 25/05/2013.

Además del osciloscopio se utiliza un multímetro como una herramienta de verificación.



Figura N° 25: Multímetro automotriz. Fuente:http://www.ignistraining.net/uploads/4/7/4/3/4743599/2488911_orig.jpg?876., 25/05/2013.

2.1. Diseño del circuito.

Como se ha podido observar un banco comprobador de ECUS tiene varios componentes electrónicos necesarios para realizar las comprobaciones, todo dependerá del tipo de computador automotriz con el cual se esté trabajando y de los parámetros que se desee verificar; sin embargo el comprobador de ECUS del presente trabajo de graduación busca tener una estructura adecuada para diagnosticar ECUS en una forma muy general, la siguiente figura muestra un diagrama del comprobador:



Figura Nº 26: Esquema del comprobador de ECUS.

El banco comprobador dispone de una fuente de alimentación, la ECU y una computadora convencional que servirá para controlar al simulador de señales y a la herramienta de comprobación, además se dispone de una interface para poder establecer una comunicación entra la computadora convencional y la ECU.

Nuestro esquema propuesto, según lo mencionado en el punto 2.1, tendrá todos los elementos necesarios para realizar las comprobaciones en la ECU, la diferencia fundamental estará en los métodos que se utilizaran para simular las señales del sistema de inyección y la manera en la cual se verificara las señales de salida que nos devolverá la Unidad Electrónica de Control; a continuación se explicara brevemente la configuración del comprobador de ECUS.

^{25/05/2013.}
2.2.1. Simulador de señales

Para el banco comprobador de ECUS se implementara una base de datos de las señales de los principales señores del sistema de inyección electrónica de varios vehículos, de tal manera que desde una computadora de escritorio se pueda seleccionar el tipo de señal requerido y mediante un sencillo circuito electrónico se pueda enviar dicha señal a la Unidad Electrónica de Control para poder realizar las pruebas de funcionamiento. En la siguiente figura se muestra el circuito que servirá para adquirir y utilizar la señal en la ECU, el dispositivo electrónico está conformado por un transformador 110V AC/ 12V AC de 500mA y por un conector de audio estéreo.



Figura N° 28: Transformador. Fuente: http://todoespia.com/electronica/46116-large/transformador-chasis-abierto-6va-1-x-12v-500ma.jpg., 25/05/2013.



Figura N° 29: Conector de audio. Fuente: http://media.wholesale electricalelectronics.com/product/imgage/Electrical&Electronics., 25/05/2013.

El circuito presentado permitirá generar la base de datos de las señales de los diferentes sensores para su posterior aplicación en el banco de pruebas, para ello se graba la señal de un sensor como un archivo de audio, dicha archivo se guarda y se puede utilizar en cualquier momento, todo esto es posible realizar por medio del transformador del circuito electrónico que permite tomar la señal del vehículo y grabar en la computadora convencional de una manera segura. A continuación se presenta una figura del circuito construido.



Figura Nº 30: Circuito para la adquisición de señales. 25/05/2013.

Para la grabación de una señal, los terminales del trasformador se colocan en los conectores del sensor, mientras que el plug de audio se conecta al puerto del micrófono de la computadora de escritorio, luego con el sensor en funcionamiento se procede a grabar la información mediante un programa grabador de audio en la PC, el archivo generado en la grabación será el que se pueda utilizar posteriormente.



Figura Nº 31: Grabación de una señal. 25/05/2013.

A continuación se detallara la adquisición de las señales de los sensores del sistema de inyección electrónica, se grabara principalmente las señales del CKP y/o CMP, puesto que la ECU necesita la señal de estos sensores para iniciar su funcionamiento y comandar a los actuadores. La adquisición de las señales de los sensores del sistema de inyección se realizara en tres vehículos diferentes:

2.2.1.1. Adquisición de la señal Toyota Yaris

El Toyota Yaris que se empleara para las pruebas tiene las siguientes características:

Marca:	Toyota.
Modelo:	Yaris
Tipo:	Sedan
Motor:	1AZ-FE
Mecanismo Valvular:	16V DOCH VVT-I
Desplazamiento:	1497cc
Relación de compresión:	10.5:1

Sistema de inyección:	EFI.
Potencia máxima:	106hp/6000 r.p.m
Tabla 1: Datos técnic	os del Tovota Yaris.

Fuente: Catalogo Yaris Sedan, Pág. 3, 08/06/2013.

El sistema de inyección electrónico de este vehículo es multipunto de tipo secuencial con bobinas individuales por cada cilindro, por tal razón dispone de un sensor de posición de cigüeñal (CKP) y un sensor de posición de árbol de levas (CMP), en la siguiente figura se muestra la ubicación de todos los componentes del sistema de inyección del Toyota Yaris.



Figura Nº 32: Ubicación de los componentes en el motor del Toyota Yaris. Fuente: 2007 Toyota Yaris Electrical Wiring Diagram, Position of Parts in Engine Comportament, Page 53, 08/06/2013.

Denominación	Descripción		
C1	Motor de arranque.		
C2	СКР		
C3	VSV		
C4	Inyector de combustible 1		
C5	Inyector de combustible 2		
C6	Inyector de combustible 3		
C7	Inyector de combustible 4		
C8	Compresor del aire acondicionado		
С9	Alternador		
C10	Alternador		
C11	Bobina de encendido 1		
C12	Bobina de encendido 2		
C13	Bobina de encendido 3		
C14	Bobina de encendido 4		
C15	Motor de arranque		
C16	Sensor de presión de aceite de motor		
C17	TPS		
C18	СМР		
C19	ECT		
C20	ECU		
C21	Sensor de velocidad		
C22	Sensor de marcha atrás		
C23	Sensor de oxigeno 1		
C24	Válvula del control de aceite del VVT-I		
C25	Filtro de ruido		
C26	MAP		
C27	Sensor de posición Neutro-parqueo		
C28	Solenoide de la transmisión		
C29	Sensor de velocidad		

C30	Bloque de fusibles
P1	Sensor de golpeteo

Tabla 2: Componentes del sistema de inyección del Toyota Yaris Fuente: 2007 Yaris Repair Manual, Electrical Wiring Diagram, Position of Parts in Engine Comportament, Page 49, 08/06/2013.



Figura Nº 33: Toyota Yaris 08/06/2013.

Para la adquisición de la señal se procede a identificar la posición del sensor CKP en el sistema de inyección, en el caso del Toyota Yaris está ubicado en la parte inferior

izquierda tomando como referencia el frente del motor, el sensor es de tipo inductivo de tres cables, dos se utilizan para enviar la señal y el tercero sirve como aislante de ruido.



Figura Nº 34: Sensor CKP del Toyota Yaris. 08/06/2013.

Conectamos el circuito para adquirir las señales a los pines del CKP, como ya se mencionó, la parte de alta tensión del trasformador debe estar conectada al sensor, mientras que la parte de baja tensión se debe conectar a la pc mediante el conector de audio. Después encendemos el motor y mediante la aplicación para grabar audio en la pc adquirimos la señal que se ha generado.



Figura Nº 35: Conexión del circuito para adquirir la señal. 08/06/2013.



Figura Nº 36: Adquisición de la señal del sensor CKP del Toyota Yaris. 08/06/2013.

La señal que se obtuvo es la siguiente:

Figura Nº 37: Señal del sensor CKP del Toyota Yaris. 08/06/2013.

2.2.1.2. Adquisición de la señal Chevrolet LUV

Las características de este vehículo son:

Marca:	Chevrolet
Modelo:	Luv
Тіро:	Pick Up
Motor:	C22NE
Mecanismo Valvular:	8V SOHC
Desplazamiento:	2198cc
Relación de compresión:	9.2:1
Sistema de inyección:	MPFI
Potencia máxima:	102hp/4800r.p.m.

Tabla 3: Datos técnicos de la Chevrolet Luv.

Fuente: Gasoline engine C22NE repair manual, Driveability and Emissions, Componente locator, 6E1-39, 15/06/2013.

El sistema de inyección electrónico de la Chevrolet Luv es multipunto de tipo semi secuencial con sistema de encendido DIS, para conocer la posición del motor dispone de un sensor CKP, a continuación se muestra la ubicación de los diferentes componentes de este sistema de inyección.



Figura Nº 38: Ubicación de los componentes en el motor de la Chevrolet Luv. Fuente: Gasoline engine C22NE repair manual, Driveability and Emissions, Componente locator, 6E1-39, 15/06/2013.

Denominación	Descripción
1	Sensor ECT
2	Sensor de oxigeno
3	Filtro de aire
4	Sensor IAT
5	Válvula PCV
6	Regulador de presión de
	combustible.
7	Cuerpo de aceleración.
8	Bloque de fusible.
9	Sensor TPS
10	Válvula IAC
11	Electroválvula EVAP
12	Bobina de encendido
13	Sensor MAP

Tabla 4: Componentes del sistema de inyección de la Chevrolet Luv.

Fuente: Gasoline engine C22NE repair manual, Driveability and Emissions, Componente locator,

Pag. 6E1-39, 15/06/2013.



Figura Nº 39: Ubicación de los componentes en el vehículo.

Fuente: Gasoline engine C22NE repair manual, Driveability and Emissions, Componente locator,

Pag. 6E1-40, 15/06/2013.



Figura Nº 40: Chevrolet Luv. 15/06/2013.

Al igual que en caso anterior se identifica la ubicación del sensor CKP, en este caso se encuentra en la parte inferior izquierda tomando como referencia e frente del motor, sin embargo el conector del sensor se encuentra en la parte superior del motor, el sensor es de tipo inductivo con tres cables, dos para la señal y uno de protección de la señal.



Figura N° 41: Conector del sensor CKP de la Chevrolet Luv. $15/06/2013. \label{eq:constraint}$

Conectamos el circuito para grabar las señales al conector del CKP, y encendemos el motor.



Figura Nº 42: Conexión del circuito en la Chevrolet Luv. 15/06/2013.



Figura Nº 43: Adquisición de la señal de la Chevrolet Luv. 15/06/2013.

La señal que se obtuvo es:



Figura Nº 44: Señal del sensor CKP de la Chevrolet Luv. $15/06/2013. \label{eq:sensor}$

2.2.1.3. Adquisición de la señal Lada Niva

Las características de este vehículo son:

Marca:	Lada
Modelo:	Niva
Tipo:	Jeep
Motor:	1.7i
Mecanismo Valvular:	8V OHC

Desplazamiento:	1690cc
Relación de compresión:	9.3:1
Sistema de inyección:	MPFI
Potencia máxima:	79.6hp/5000r.p.m.
Tabla 5: Datos técni	cos Lada Niva.
15/06/20)13.

El sistema de inyección electrónico del Lada Niva es del tipo Bosch MP 7.0, es del tipo semi secuencial con sistema de encendido estático, la configuración de este sistema de inyección es la siguiente:



Figura Nº 45: Ubicación de componentes del Lada Niva.

Fuente: Inyección de gasolina Monotronic, Sistema Monotronic MP 7.0, Pág. 45, 15/06/2013.

Denominación	Descripción
1	Calculador.
2	Sensor de régimen y posición.
3	Sensor de presión de admisión.
4	Potenciómetro de la posición de la
	mariposa
5	Termo resistencia del refrigerante del
	motor
6	Termo resistencia del aire de admisión
7	Sensor de velocidad del vehículo.
8	Sonda del oxigeno
9	Batería.
10	Relé doble
11	Bobina de encendido
12	Depósito de combustible
13	Bomba de combustible
14	Filtro de combustible
15	Riel de inyectores
16	Regulador de presión
17	Inyectores
18	Depósito del canister
19	Electroválvula del canister
20	Cuerpo de Aceleración
21	Resistencia
22	Válvula IAC
23	Luz testigo
24	Conector de diagnostico
25	Sensor de golpe
26	Sensor de velocidad
Α	Presión atmosférica
В	Presión de admisión

С	Combustible
D	Retorno de combustible
Ε	Vapor de combustible
F	Gases de escape

Tabla 6: Componentes del sistema de inyección del Lada Niva.

Fuente: Inyección de gasolina Monotronic, Sistema Monotronic MP 7.0, Pág. 45, 15/06/2013.



Figura Nº 46: Lada Niva. 15/06/2013.

Finalmente se procede a la adquisición de la señal del sensor CKP del Lada Niva, el mismo está ubicado sobre la polea del cigüeñal en la parte delantera del motor, es de tipo inductivo con dos cables que se utilizan para enviar la señal a la Unidad Electrónica de Control, no se dispone de un cable de blindaje puesto que se dispone de un aislante de ruido en el cableado del sensor.



Figura Nº 47: Sensor CKP del Lada Niva. 15/06/2013.



Figura Nº 48: Adquisición de la señal del CKP del Lada Niva. 15/06/2013.

Vera Cabrera 42

La señal de este vehículo es la siguiente:



2.2.2. Herramientas de comprobación

Para la herramienta de comprobación se utilizara un circuito electrónico que nos permitirá visualizar en la computadora convencional las señales que se están generando la ECU durante el funcionamiento de la misma, es decir se pretende implementar un osciloscopio virtual para realizar las verificaciones.



Figura Nº 50: Osciloscopio Virtual.

Fuente: http://www.ditecom.com/spanish/images/instrumentos/osc_ana_xy.jpg, 15/06/2013.

El circuito que se utilizara emplea una tarjeta de adquisición de datos, dicha tarjeta electrónica permitirá ingresar las señales de la ECU y enviarlas hacia la computadora convencional para que se pueda visualizar la información mediante un software. La tarjeta de adquisición de datos que se utilizara es una ARDUINO Mega, esta tarjeta pertenece a un conjunto de dispositivos electrónicos que permiten realizar el control de varios equipos electrónicos utilizando una programación abierta de una manera sencilla. En la siguiente figura se muestra la constitución de la tarjeta de adquisición de datos Arduino Mega donde se puede apreciar la presencia de varios puertos de entrada y salida, además se tiene el puerto para la alimentación y otro para la comunicación de datos.



Figura Nº 51: Tarjeta de adquisición de datos Arduino. Fuente: http://arduino.cc/es/Main/ArduinoBoardMega, 15/07/2013.

Las características técnicas de la tarjeta de adquisición de datos son las siguientes:

- Micro controlador: ATmega1280
- Voltaje de funcionamiento: 5V
- Voltaje de entrada (recomendado): 7-12V
- Voltaje de entrada (limite): 6-20V
- Pines E/S digitales. 54 (14 proporcionan salida PWM)
- Pines de entrada analógica: 16
- ➤ Intensidad por pin: 40 mA
- ➢ Intensidad en pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 128 Kb de las cuales 4 Kb las usa el gestor de arranque (bootloader)

- > SRAM: 8 Kb
- ► EEPROM: 4 Kb
- Velocidad de reloj: 16 MHz

Esta tarjeta dispone de 54 entradas y salidas del tipo digital y/o analógico, lo que permite manejar un gran número de señales al mismo tiempo, además esta tarjeta de adquisición de datos recibe sin ningún tipo de inconveniente señales con un voltaje de 12V, esto hace posible trabajar directamente con las señales de los actuadores que nos genera la ECU en el sistema de inyección, también se debe mencionar que la tarjeta de adquisición de datos funciona con un voltaje de 5V, lo que permite utilizar una fuente para la alimentación⁴. El software que se utilizara para realizar la programación de la placa de adquisición de datos será la aplicación SIMULINK del MATLAB; dicha aplicación permite programar y simular sistemas de control, además se puede graficar las señales que se están ingresando por medio de la tarjeta de adquisición de datos; por otro lado también se utilizara el software LabVIEW como método alternativo para visualizar las señales; dicho software maneja una interfaz gráfica facilitando la programación de las aplicaciones; el siguiente capítulo se indicara todo el procedimiento para realizar esta actividad.



Figura Nº 52: Osciloscopio en la aplicación SIMULINK. 15/07/2013.

⁴ (Arduino, 2012)



Figura N° 53: Osciloscopio en la aplicación LabVIEW. $15/07/2013. \label{eq:scopio}$

CAPITULO 3

PROGRAMACIÓN DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

En este capítulo se mencionara cada una de las configuraciones que se tiene que realizar para establecer una comunicación entre la pc y la tarjeta de adquisición de datos, además se conocerá la programación en la aplicación SIMULINK del MATLAB y en el software LabVIEW para poder visualizar las señales que se ingresan a la pc.

3.1. Configuración de la tarjeta de adquisición de datos en el software de ARDUINO

En primer lugar se debe instalar los controladores de la placa para poder establecer una comunicación entre la tarjeta y la pc convencional, los controladores se pueden obtener de la página oficial de ARDUINO según el tipo de tarjeta de adquisición de datos que se disponga (http://arduino.cc/es/Main/Software).

Cabe mencionar que sin los controladores instalados correctamente no se podrá utilizar la placa, además en la página mencionada se encuentra el software original de ARDUINO, con el cual se puede realizar directamente la programación de la tarjeta electrónica. Para la instalacion se debe conectar la tarjeta de adquicion de datos a la PC mediante el cable usb y luego ejecutar el programa instalador de los controladores, al finalizar el proceso se debe reconocer a la tarjeta de datos como ARDUINO MEGA 2560 (COM8 u otro puerto de comunicacion), esto nos indica que el proceso se realizo correctamete.





17/08/2013.

Adaptadores de pantalla Adaptadores de red Baterías Controladoras ATA/ATAPI IDE Controladoras de almacenamiento Controladoras de bus serie universal Controladoras de sonido y vídeo y dispositivos de juego Dispositivos de imagen Dispositivos del sistema ⊳ 🚛 Equipo Monitores Mouse y otros dispositivos señaladores Procesadores Puertos (COM y LPT) Arduino Mega 2560 (COM8) > - Teclados Unidades de disco Unidades de DVD o CD-ROM ▲ · ☆ VSO devices Patin Couffin engine for 64 bits systems (Amd) Figura Nº 55: Controladores instalados.

17/08/2013.

Luego de instalar los controladores se debe configurar la tarjeta de adquisición de datos en el programa de ARDUINO, para ello ejecutamos el software y seleccionamos la opción de *Herramientas, Tarjeta* y elegimos *Arduino Mega 2560 o Mega ADK*, en el puerto serial seleccionamos *COM8*.

sketch_jun30a Arduino	1.0.5				
sketch_jun30a	Formato Automático Archivar el Sketch Reparar Codificación y Recargar	Ctrl+T			
4	Monitor Serial Tarjeta Puerto Serial Programador Grabar Secuencia de Inicio	Ctrl+Mayusculas+M	ø	Arduino Uno Arduino Duemilanove w/ ATmega328 Arduino Diecimila or Duemilanove w/ ATmega168 Arduino Nano w/ ATmega328 Arduino Mega 2560 or Mega ADK Arduino Mega (ATmega1280) Arduino Leonardo Arduino Esplora Arduino Mini w/ ATmega1280 Arduino Mini w/ ATmega328 Arduino Mini w/ ATmega328 Arduino Ethernet Arduino Ethernet Arduino Fio Arduino BT w/ ATmega168 LilyPad Arduino US8 LilyPad Arduino WATmega168 LilyPad Arduino WATmega168 Arduino Pro or Pro Mini (3/V, 16 MHz) w/ ATmega328 Arduino Pro or Pro Mini (3/V, 16 MHz) w/ ATmega328 Arduino Pro or Pro Mini (3/V, 8 MHz) w/ ATmega168 Arduino Pro or Pro Mini (3/V, 8 MHz) w/ ATmega168 Arduino Pro or Pro Mini (3/V, 8 MHz) w/ ATmega168 Arduino Pro or Pro Mini (3/V, 8 MHz) w/ ATmega168 Arduino NG or older w/ ATmega168	

Figura Nº 56: Configuración de la placa electrónica. 17/08/2013.

Una vez configurado el tipo de tarjeta se procede a verificar si la comunicación entre el sofware de arduino y la tarjeta esta correcta ademas se comprobara el funcionamiento de la tarjeta de adquicion de datos, para ello se procedera a cargar un codigo de programación, basicamente se tratara de habilitar tres salidas de la tarjeta para luego activar cada una de las salidas en orden indistinto, en cada salida se colocara un diodo led para realizar la prueba.

El codigo de programación es el sigueinte⁵:

<pre>void setup() {</pre>
pinMode(13, OUTPUT); // Inicializa pin 13 como salida
pinMode(12, OUTPUT); // Inicializa pin 12 como salida
pinMode(11,OUTPUT); //Inicializada pin 11 como salida
}
<pre>void loop() {</pre>
digitalWrite(13, HIGH); // LED on
digitalWrite(12, LOW); // LED off
digitalWrite(11,LOW);//LED off
delay(5000); // Tiempo de espera
digitalWrite(13, LOW); // LED off
digitalWrite(12, LOW); // LED off
digitalWrite(11, HIGH); //LED on
delay(5000); // Tiempo de espera
digitalWrite(13, LOW); //LED off
digitalWrite(12,HIGH); //LED on
digitalWrite(11,LOW); //LED off
delay(2000); //Tiempo de espera
}

Tabla 7: Código de programación de prueba. 17/08/2013.

En la siguiente figura se muestra el código de programación en el software de ARDUINO.

⁵ (Murillo J, 2007)



Figura Nº 57: Código de programación de prueba. 17/08/2013.

Al terminar la redacción se elige la opción de compilar para verificar si existe algún error en la programación realizada.

💿 sketch_jun30a Arduino 1.0.5	- • ×
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda	
	<mark>.</mark> ₽
sketch_jun30a §	
void setup() (
pinMode(13, OUTPUT); // Inicializa pin 13 como salida	
pinMode(12, OUTPUT); // Inicializa pin 12 como salida	
pinMode(11,0UTPUT); //Inicializada pin 11 como salida	
3	
<pre>void loop() {</pre>	
digitalWrite(13, HIGH); // LED on	
digitalWrite(12, LOW); // LED off	
digitalWrite(11,LOW);//LED off	
delay(5000); // Tiempo de espera	
digitalWrite(13, LOW); // LED off	
digitalWrite(12, LOW); // LED off	
digitalWrite(11, HIGH); //LED on	
delay(5000); // Tiempo de espera	
digitalWrite(13, LOW); //LED off	
digitalWrite(12,HIGH); //LED on	
digitalWrite(11,LOW); //LED off	
delay(2000); //Tiempo de espera	
}	-
4	F.
Compilando el Sketch	

Figura Nº 58: Compilación código de programación de prueba.

17/08/2013.

Finalmete se procede a cargar el programa en la tarjeta de adquisición de datos, tomando en cuenta de no desconectar el cable usb durante la transferencia de informacion.



Figura Nº 59: Grabación del código de programación de prueba. 17/08/2013.

Una vez grabado el código de prueba se procede a colocar los diodos led con una resistencia de $1k\Omega$ en la salidas 11, 12 y 13 de la tarjeta de adquisición de datos y se comprueba que los diodos led se enciendan según el orden de la configuración, en este caso la programación tenía la misión de simular el funcionamiento de un semáforo.



Figura Nº 60: Comprobación del circuito de prueba. 17/08/2013.

Con el correcto funcionamiento de la tarjeta de adquisición de datos se puede afirmar que existe una buena comunicación entre la tarjeta ARDUINO y la PC.

3.1. Programación de la tarjeta de adquisición de datos

3.2.1. Programación en el Software MATLAB

Dentro de las diferentes aplicaciones y herramientas que dispone el software MATLAB se tiene la aplicación SIMULINK, dicha aplicación permite recibir la información de la tarjeta de adquisición de datos y visualizarla gráficamente en la pc gracias a un grupo de aplicaciones exclusivas para las tarjetas electrónicas de ARDUINO.



Figura Nº 61: Adquisición de datos. Fuente: http://www.mathworks.com/matlabcentral/fx_files/32374/11/arduino.jpg. 17/08/2013.

A continuación se detalla el procedimiento de programación de la aplicación y de la tarjeta de adquisición de datos.

En primer lugar se debe cargar a la biblioteca general del SIMULINK las opciones exclusivas de ARDUINO; para ello ejecutamos el software MATLAB y seleccionamos *Simulink Library*.



Figura Nº 62: Software MATLAB. 24/08/2013.

En dicha aplicación seleccionamos Files, New, Model.





Después seleccionamos la pestaña *Tools, Run on Target Hadware, Install/Update Support Peckage*; este comando permite instalar en el SIMULINK herramientas adicionales específicas de un determinado hardware.



Figura Nº 64: Instalación de los controladores de la tarjeta. 24/08/2013.

Luego elegimos el Internet como opcion de busqueda para instalar los complementos .



Figura Nº 65: Procedimiento de instalación de los controladores.

24/08/2013.

A continuación aparece una ventana con la lista de todos los controladores disponibles, dependiendo de la tarjeta de adquisición de datos con la cual se requiera trabajar, elegimos los controladores de ARDUINO.

	stall of upuate.	Testallad	Intert			
tion Ta	rget	Version	Version	Required Base Product	Supported Host Platforms	
nstall Arc	duino		2.0	Simulink	Windows (64-bit), Windows	(32-bit)
nstall Bea	agleBoard		2.0	Simulink	Windows (64-bit), Windows	(32-bit)
nstall LEC	GO MINDSTORMS NXT		2.0	Simulink	Windows (64-bit), Windows	(32-bit)
install Par	ndaBoard		2.0	Simulink	Windows (64-bit), Windows	(32-bit)
Install US	RP(R) Radio		4.0	Communications System Toolbox	Windows (64-bit), Windows	(32-bit),Linux
install Gre	een Hills MULTI		2.0	Embedded Coder	Windows (64-bit), Windows	(32-bit),Linux

Figura Nº 66: Selección del tipo de controlador.

24/08/2013.

Finalmente se espera la conclusión de la instalación.

oftware will be installed from the f	following locations:		
Support Package Arduino software	http://www.mathworks.com http://arduino.cc	license license	
his utility enables you to downloa ensed under the terms of the Ge	ad and install the third party software listed above. This list m eneral Public License.	ay contain open source software, inclu	uding software
his utility enables you to downloz censed under the terms of the Gr y clicking "Install" below, you will y clicking "Cancel" you will not do	ad and install the third party software listed above. This list m eneral Public License. be downloading and installing the software listed above. wnload or install the software.	ay contain open source software, indi	uding software

Figura Nº 67: Instalación de los controladores.

24/08/2013.

Al finalizar la instalación en las herramientas del SIMULINK nos aparecerá un nuevo grupo de comandos denominados *Tarjet for use with Arduino Hadware*, los cuales nos permitirán manejar a la tarjeta de adquisición de datos, cabe mencionar que las nuevas opciones en la biblioteca del SIMULINK son válidas únicamente para las tarjetas de adquisición de datos de ARDUINO en los modelos MEGA y UNO⁶.



Figura N° 68: Comandos para el control de la placa ARDUINO. 24/08/2013.

En el grupo de comandos para el control de la tarjeta de datos ARDUINO encontramos los siguientes:



⁶ (Mathworks, Documentation center, 2013)



Tabla 8: Comandos de la biblioteca de ARDUINO. 24/08/2013.

A continuación se procede a realizar la programación de la aplicación de un osciloscopio virtual en la tarjeta de adquisición de datos, para ello en un modelo nuevo del SIMULINK seleccionamos la opción *Digital Input* que se encuentra en la librería de

ARDUINO y la herramienta *Scope* (Osciloscopio) disponible en la librería general del SIMULINK en la sección de *Commonly Used Blocks*.



24/08/2013.

Proyecto * File Edit View Display - 0 -X-📑 🚳 • 🧱 🔗 💿 🗉 💿 • Inf • 🕢 • 🛗 • External Model Browser to 🛞 🎦 proyecto Q K 7 K 1 ⇒ Æ лл Pin 8 Digital Inp 100% Ready

Las herramientas seleccionadas nos aparecerán en la ventana del nuevo modelo.

Figura Nº 70: Nuevo modelo de trabajo. 24/08/2013. Luego en la pestaña de *Tools*, seleccionamos *Run on Target Hadware, Prepare to Run* con el objetivo de configurar la tarjeta de adquisición de datos.

▶ untitled	Courses include a land land		. Interferentiation	-	
File Edit View Display Di	agram Simulation Analysis Code	Tool	ls Help		below.
			Library Browser Model Explorer		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Model Browser *	untitled		Report Generator	-	Dperate
🔊 untitled	Image: Second seco		SystemTest	•	Subsyst
			MPlay Video Viewer		
			Run on Target Hardware	•	Prepare to Run
		_			Install/Update Support Package Update Firmware



En la ventana emergente seleccionamos el modelo de la tarjeta de adquisición de datos, en nuestro caso elegimos *ARDUINO Mega 2560*.

Configuration Parameters: un	iesonndencia Revisar Vista titled/Run on Hardware Configuration (Active)	x
Select:	The model is not set to use any target hardware. Set the 'Target hardware' parameter to match your target hard	ware ^
Select: -Solver -Data Import/Export Optimization Hardware Implementation -Model Referencing Simulation Target Code Generation -Run on Target Hardware	If model is not set to use any target naroware. Set the Target naroware parameter to match your target haroware. If your hardware is not listed in the 'Target haroware' options, install the target for your hardware. To install the target, click 'Tools', click 'Run on Target Haroware', and click 'Install/Update Support Package'. Target hardware selection Target hardware: None Arduino Uno Arduino Mega 2560	E
•	III	+
0	OK Cancel Help A	pply

Figura Nº 72: Selección del tipo Tarjeta Arduino.

24/08/2013.

Después, en la ventana de la programación de la tarjeta de adquisición de datos se puede seleccionar el tipo de puerto con el cual se desea realizar la comunicación, pudiendo ser automática o manual la selección, por otro lado se tiene la opción de *Enable External Mode* el cual nos permite recibir señales externas, en nuestro caso debe estar activada puesto que se recibirá datos de la ECU para que sean visualizados en el osciloscopio virtual, además se dispone de otros parámetros para realizar la configuración como el tipo de voltaje de referencia y las propiedades de los puertos de trasmisión de datos serial.

Select:	Target hardware selection	-
Solver Data Import/Export	Target hardware: Arduino Mega 2560	
Optimization Junction	Host-board connection	
Hardware Implementat Model Referencing	Set host COM port: Manually	
Simulation Target	COM port number: 3	
Run on Target Hardware	Signal monitoring and parameter tuning	
	Overrun detection Unapplied change Image: Image overrun detection Image overrun detection	E
	Arduino analog input channel properties Analog input reference voltage: Default	
	Arduino serial port properties	
	Serial 0 baud rate: 9600	
	Serial 2 baud rate: 9600	
	Serial 3 baud rate: 9600	
•		+
0	OK Cancel Help At	vla

Figura Nº 73: Configuración de la tarjeta de adquisición de datos. 24/08/2013.

Regresando al modelo se debe configurar las propiedades de la herramienta de entrada digital de la tarjeta ARDUINO, para ello le damos doble clic en la herramienta, con lo cual aparece una nueva ventana, en la cual configuramos el pin por el cual la señal será
recibida, en el caso de la tarjeta de datos ARDUINO MEGA se puede seleccionar el pin 0 hasta el 53.

Source Block Parameters: Digital Input				
Arduino Digital Input (mask) (link)				
Get the logical value of a specified digital input pin.				
Enter the number of the digital input pin (0-13 for Arduino Uno, 0-53 for Arduino Mega 2560). Do not assign the same pin number to multiple blocks within a model.				
Parameters				
Pin number:				
8				
Sample time:				
0.1				
OK Cancel Help Apply				

Figura Nº 74: Configuración de la aplicación Digital Input. 24/08/2013.

Por otro lado se debe configurar los parámetros de funcionamiento del osciloscopio, se puede modificar el número de entradas, los valores máximos y mínimos del tiempo y del voltaje, el tipo de leyenda y otros factores.

1	Scope' parameters
	General History Style
	Axes
	Number of axes: 1 Floating Scope
	Time range: 5 ELegends
	Tick labels: bottom axis only
	Sampling
	Decimation 💌 1
	OK Cancel Help Apply

Figura N° 75: Configuración del osciloscopio. $24/08/2013. \label{eq:24}$

Configurado las aplicaciones se procede a correr la programación, para ello seleccionamos la pestaña de *Tools, Run on Target Hadware, Run*. Cuando seleccionamos esta opción el programa realizado en la aplicación SIMULINK se carga en la tarjeta de adquisición de datos mediante el cable de conexión USB, el tiempo de carga dependerá del tamaño de la programación.

Proyecto		Canton W.L. Marcard Mark
File Edit View Display Dia	igram Simulation Analysis Code Tools Help	
	A Section 1 and a section of the section o	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Model Browser *	proyecto	
http://www.com/actionality.com	Pa proyecto Keport Generator	
	SystemTest	•
	MPlay Video Viewer	
	E3	
	Run on Target Hardware	e 🕨 Run
		Options
		Install/Update Support Package
		Update Firmware
	Figura Nº 76: Carga del programa a la	tarjeta Arduino.



Cuando se ha terminado la carga del programa seleccionamos la opción *Connect To Target* para establecer la comunicación entre la aplicación SIMULINK y la tarjeta de adquisición de datos ARDUINO.

Proyecto	Laborat Commission	
File Edit View Display Di	ram Simulation Analysis Code Tools Help	
🔁 - 🚍 🖨 - ঌ		
Model Browser *	proyecto Connect To Target	
http://www.com/proyecto		
	⇒	
	ARDUINO Pin 8 Digital Input	

Figura Nº 77: Conexión de la tarjeta de adquisición de datos. 24/08/2013.

Al establecerse la conexión se tendra acceso a la información que esta ingresando a la tarjeta electronica, que mediante la herramienta de osciloscopio se podra visualizar en la pantalla de la aplicación⁷. En la siguiente figura se muestra los pulsos que se ingresaron a la tarjeta de adquisicion de datos, en este caso se ingreso las señales producidas por un circuito integrado 555 en modo astable.



Figura N° 78: Señales recibidas por la tarjeta de adquisición de datos. 24/08/2013.



Figura Nº 79: Circuito oscilador. 24/08/2013.

⁷ (Mathworks, Documentation center, 2013)

3.2.2. Programación del software LabVIEW

El software LabVIEW al igual que la aplicación SIMULINK permite visualizar gráficamente la información proveniente de la tarjeta de adquisición de datos, para ello se debe instalar la interface de ARDUINO y realizar una programación de la tarjeta electrónica, un procedimiento similar al que se realizó en la aplicación del SIMULINK en el punto 3.2.1, a continuación se detalla dicho proceso.

Dentro de las herramientas que se dispone cuando se instala el LabVIEW se tiene el Package Manager, esta aplicación nos servirá para agregar al LabVIEW la interface de ARDUINO, para esto abrimos el software y en la parte superior derecha seleccionamos la versión del LabVIEW, en nuestro caso se dispone de una versión del año 2013.

Edit View Package Tools Wir	ndow <u>H</u> elp	No LabVIEW Version Selected	
		✓ LabVIEW 2013 (64-bit)	
s 🐚 ኞ 🕅 💾	🚥 🧊 🐼	LabVIEW 2011	
Name /\	Version	Configure LabVIEW Versions	Company
3D-MVL	1.1.0.17	NI LabVIEW Tools Network	ImagingLab
Advanced Encryption Standard (AE	1.0.0.5	NI LabVIEW Tools Network	National Instruments
AR Drone Toolkit	0.1.0.34	NI LabVIEW Tools Network	LVH
BeeDDS Toolkit	1.0.0.12	NI LabVIEW Tools Network	RobotroniX-Sistemi Software Inte
Biometric Login Toolkit	1.0.1.25	NI LabVIEW Tools Network	Blue Ridge Test
Biometric Login Toolkit API	1.1.0.18	NI LabVIEW Tools Network	Blue Ridge Test
Biometric Login Toolkit Base Compor	1.1.0.22	NI LabVIEW Tools Network	Blue Ridge Test
Biometric Login Toolkit Documentati	1.1.0.28	NI LabVIEW Tools Network	Blue Ridge Test
Biometric Login Toolkit Server	1.1.0.23	NI LabVIEW Tools Network	Blue Ridge Test
BitMan - Bitmap Manipulation Librar	1.0.1.0	NI LabVIEW Tools Network	Wojciech Golebiowski (vugie)
CalcExpress	2.7.2.36	NI LabVIEW Tools Network	Konstantin Shifershteyn
Cluster Toolkit	1.0.0.10	NI LabVIEW Tools Network	Autotestware
Cluster Tools	1.0.0.2	NI LabVIEW Tools Network	IMS
Code Capture Tool	3.2.1-46	NI LabVIEW Tools Network	LAVA
ColorTools	1.1.1.40	NI LabVIEW Tools Network	Interface Innovations
CompactRIO Information Library	1.1.1.0	NI LabVIEW Tools Network	NI
CURE Pattern ID Toolkit	4.0.0.47	NI LabVIEW Tools Network	Neural ID
Custom PDF Generator	2.0.0.58	NI LabVIEW Tools Network	Simplicity AI
daqloud LabVIEW API	1.6.1.42	NI LabVIEW Tools Network	DATA AHEAD GmbH
Denso Robotics Library	3.2.1.14	NI LabVIEW Tools Network	ImagingLab
Dual Port SPI Example for LabVIEW	1.0.0.1	NI LabVIEW Tools Network	National Instruments
Epson Robotics Library	1.1.0.47	NI LabVIEW Tools Network	ImagingLab
Extended Tiny Encryption Algorithm	1.0.0.2	NI LabVIEW Tools Network	National Instruments
FPGA IP (IPNet): Digital Buses and	1.0.0.4	NI LabVIEW Tools Network	National Instruments
FPGA IP (IPNet): LabVIEW FPGA Er	1.0.0	NI LabVIEW Tools Network	

Figura Nº 80: Package Manager.

14/09/2013.

Luego de esperar que se cargue la lista de aplicaciones y complementos que se disponen para la versión de LabVIEW 2013, se busca en la lista *LabVIEW Interface for Arduino*, luego en la parte superior izquierda seleccionamos *Install Package*⁸.

u 🚺 JKI VI Package Mar	ager				
File Edit View Pad	age <u>T</u> ools <u>W</u> i	ndow <u>H</u> elp			
1 1 2	🗟 🦷	🚥 🇊 🐼	₩ 2012 · AI		
tall & Upgrade Package(s)		Version	Repository	Company	
jki_lib_state_machi	ne	2.0.0-1	VI Package Network	JKI	
jki_rsc_toolkits_pa	ette	1.1-1	VI Package Network	JKI Software	
jki_tool_right_click	framework	1.0.2.208-1	VI Package Network	JKI Labs	
jki_tool_tortoisesvi	ı	2.2.0.186-1	NI LabVIEW Tools Network	JKI	
Kawasaki Robotics	Library	0.2.0.59	NI LabVIEW Tools Network	ImagingLab	
Kinesthesia Toolkit	for Microsoft Kin	1.0.0.5	NI LabVIEW Tools Network	University of Leeds	
Kuka Robotics Libra	ry	2.1.0.9	NI LabVIEW Tools Network	ImagingLab	
LabbitMQ		1.1.0.10	NI LabVIEW Tools Network	Zen Informatics	-
LabJack Utilities		2.1.1.7	NI LabVIEW Tools Network	Interface Innovations	-
LabVIEW Interface	for Amazon S3	1.0.0.19	NI LabVIEW Tools Network	National Instruments	
LabVIEW Interface	for Arduino	2.2.0.79	NI LabVIEW Tools Network	National Instruments	
LabVIEW Taskbar	rogress bar API	2.1.0.9	NI LabVIEW Tools Network	NI	

Figura Nº 81: Selección de la interface de ARDUINO.

14/09/2013.

En la ventana que aparece seleccionamos *Continue* y esperamos que se realice la descarga e instalación de la aplicación.

roduct	Action	Status \/	
LabVIEW Interface for Arduino v2.2.0.79	to be un-installed	user selected	

Figura Nº 82: Proceso de la carga de la interface.

14/09/2013.

⁸ (National Instruments, 2013)

Finalizado la instalación de la interface de ARDUINO de debe preparar a la tarjeta de adquisición de datos para establecer la comunicación con el LabVIEW, para ello se debe cargar la programación de interface; dicho código se encuentra en la siguiente ruta: *C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW 2013\vi.lib\LabVIEW Interface for Arduino\Firmware\LIFA_Base* (La ruta del archivo dependerá del lugar de la PC donde se instaló el LabVIEW).

🔊 🗢 📕 🕨 Equipo 🕨 Disco local (C	:) Archivos de programa National In 	struments > LabVIEW 2013 >	vi.lib LabVIEW Int	erface for Arduing	Firmware	 LIFA_Base
Organizar 👻 💿 Abrir 👻 Grabar	Nueva carpeta					
_probes _script _scrist _xctls ActorFramework addons AdvancedString	Nombre AccelStepper.cpp AccelStepper.h AFMotor.cpp AFMotor.h Premote con	Fecha de modifica 05/12/2011 12:09 05/12/2011 12:14 05/12/2011 12:18 29/11/2011 16:10 22/07/2012 13:26	Tipo Archivo CPP Archivo H Archivo CPP Archivo H Archivo CPP	Tamaño 12 KB 18 KB 15 KB 2 KB 16 KB		
Analysis AppBuilder BlockNodeSupport CommandQueue dex	Reremote.h Rremotelnt.h RremoteLICENSE keywords	22/07/2012 13:26 22/07/2012 13:29 30/05/2009 12:13 27/07/2009 22:16	Archivo H Archivo H Documento de tex Documento de tex	3 KB 4 KB 24 KB 1 KB		
DotNET ErrorRing ExportToExcel	LabVIEWInterface.h LabVIEWInterface LIFA_Base	04/04/2012 10:37 23/07/2012 16:08 22/07/2012 13:29	Archivo H Arduino file Arduino file	8 KB 24 KB 2 KB		

Figura Nº 83: Ubicación del código base de ARDUINO. 14/09/2013.

Después cargamos el archivo a la tarjeta de adquisición de datos mediante el software de ARDUINO, se tomara en cuenta que la tarjeta y el puerto de comunicación sean los correctos (Arduino Mega, COM 3)



14/09/2013.



Figura Nº 85: Compilación y carga de código base. 14/09/2013.

Cabe mencionar que sin esta programación no se podrá establecer una comunicación entre la tarjeta de adquisición de datos y el LabVIEW, luego ejecutamos el software.

LabVIEW 2013	(Search Q	
	Open Existing	
	Show All 👻	
	Arduino Continuous Sampling vi Continuous Aquiation On vi Continuous Acquisition Sample vi	
Create Project		
	Arduino Finite Analog Sampling.vi	
	Arduino Analog Read Pin.vi	
	Close.vi	
	Init vi	
Find Drivers and Add-ons Connect to devices and expand the functionality of LabVIEW. Community Participate in th request technic	and Support e discussion forums or al support. Welcome to LabVIEW Learn to use LabVIEW and upgrade from previous versions.	

Figura Nº 86: Software LabVIEW.

14/09/2013.

Seleccionamos File, New VI para crear un nuevo archivo.

ile Operate	Tools Help		
New VI	Ctrl+N		
New Open	Ctrl+0	№ 2013	Search Q
Create Project Open Project Recent Projects Recent Files			
			Open Existing
Exit	Ctrl+Q		Show All
		Arduino Analog Read Pin.vi	
	Cre	ate Project	Arduino Continuous Sampling.vi
			Continuous Aquisition On.vi
			Continuous Acquisition Sample.vi
			Arduino Finite Analog Sampling.vi
			Close.vi
			v tol

Figura N° 87: Creación del nuevo archivo. $14/09/2013. \label{eq:rescaled}$

Inmediatamente nos aparece dos ventanas, la primera corresponde al *Block Diagram* donde ser realiza toda la programación, y la segunda es la de *Front Panel* donde se colocan los herramientas que se visualizaran durante la simulación.



Figura Nº 88: Ventana de Block Diagram, y Front Panel.

14/09/2013.

En la ventana de Block Diagram se puede acceder a todas la herramientas disponibles al dar click derecho en una área en blanco, como se puede observar en la siguiente figura se tiene una sección denominada ARDUINO en la cual se dispone todas las opciones de esta tarjeta de adquisición de datos.



Figura Nº 89: Herramientas del LabVIEW. 14/09/2013.

Se dispone de herramientas similares a las que se encontraba en el MATLAB, a continuación se muestra una imagen con dichas herramientas.



Figura Nº 90: Herramientas exclusivas de ARDUINO.

14/09/2013.

Como se puede apreciar el software LabVIEW maneja una interfaz gráfica, es decir la programación y diseño del circuito se realiza únicamente con el movimiento de los iconos de las herramientas que se requieran, facilitando el proceso; de lo investigado de la programación de LabVIEW y ARDUINO para realizar cualquier programa en primer lugar se requiere definir la entrada y salida de información, el puerto de comunicación y el tipo de tarjeta, luego lógicamente se define la tarea que se desea realizar como la lectura de datos, grafica de datos, control de un servo motor, etc.

Para la compresión de esto se procede a ejecutar un ejemplo prediseñado de LabVIEW para ARDUINO, dichos ejemplos se encuentran en la herramientas de ARDUINO.



Figura N° 91: Ejemplos de ARDUINO. 14/09/2013.

O en su defecto se puede abrir la siguiente ruta: C:\Program Files\National Instrumpo de hents\LabVIEW 2013\examples\LabVIEW Interface for Arduino (La ruta del archivo dependerá del lugar de la PC donde se instaló el LabVIEW). Seleccionamos el ejemplo *Arduino Analog Read Pin* (Lectura de un valor analógico)



Figura Nº 92: Ubicación del archivo Arduino Analog Read Pin. 28/09/2013.

En la ventana de Front Panel nos aparece un voltímetro analógico y una pestaña en la cual se puede seccionar el puerto de entrada, estos elementos corresponderían a la presentación cuando se corre la programación.



Figura N° 92: Voltímetro analógico. 28/09/2013.

Para visualizar el bloque de la programación seleccionamos Window, Show Block Diagram.



Figura Nº 93: Visualización del diagrama. 28/09/2013.



Figura Nº 94: Diagrama general. 28/09/2013.

El diagrama es el siguiente:



Figura Nº 95: Diagrama del circuito principal. 28/09/2013.

Como se mencionó existe el bloque de entrada (1), el bloque de la aplicación propiamente dicha (2) y el bloque de salida (3), todos los programas que se realizaran tendrá una estructura similar. La configuración de cada bloque en este ejemplo es la siguiente:

Antes de iniciar la programación se debe elaborar el circuito electrónico como se observa en la figura 96, el mismo consiste en colocar un potenciómetro a la entrada de una lectura analógica.



Figura Nº 96: Circuito externo. 28/09/2013.

Continuando con el procedimiento se debe verificar la conexión del ARDUINO con el LabVIEW, para ello seleccionamos *Tools, Measurement & Automation Explorer*.



Figura N° 97: Acceso a Measurement & Automation Explorer. 28/09/2013.

De ahí seleccionamos *Devices and Interfaces, Serial & Parallel*, inmediatamente se debe visualizar la lista de puertos que se disponen para realizar la conexión, en este caso aparece el puerto COM3 que es el que pertenece a la tarjeta ARDUINO, si no se puede visualizar el puerto correspondiente a la tarjeta de adquisición de dato no se podrá establecer la comunicación de datos.



Figura Nº 98: Comprobación del puerto de comunicación.

28/09/2013.

Regresando al Block Diagram seleccionamos dos veces *Arduino Int*; nos aparece una ventana nueva en la cual se realiza la configuración de los parámetros de entrada.



Figura Nº 99: Configuración Arduino Int.

28/09/2013.

En la opción VISA resource seleccionamos Arduino, luego en Board type elegimos Mega 2560.

🔝 Init [Lab\	/IEW Int	terface f	or Arduino] Front P	anel
File Edit	View	Project	t Operate	Tools	Wind
⇒	֎		15pt Applic	ation Fo	nt∣◄
VISA resou Karduino	rce •		MaxNumT	imeouts	(20)
Baud Rate (+ 115200	115200				
Board + Mega	Type (l	Mega 25	60)		
Bytes Per F + 15	acket (15)			
Connection USB / So	on Type erial	(USB/Se	erial)		

Figura Nº 100: Configuración parámetro del puerto de comunicación. $28/09/2013. \label{eq:source}$

De la misma manera en *Arduino Close*, seleccionamos los mismos parámetros que en el caso anterior.



Figura Nº 101: Configuración Arduino Close. 28/09/2013.

En la sección de programación se tiene *Arduino Read*, este bloque permite recibir la información de la placa ARDUINO por medio de un pin de entrada analógica, además tenemos la salida de la información para la visualización en un voltímetro analógico, como se trata de una programación prediseñada del LabVIEW no se debe realizar otra configuración⁹



Figura Nº 102: Herramienta para lectura de una entrada análoga. 28/09/2013.

⁹ (Ruiz J., 2012)

Finalmente se debe correr el programa, para ello seleccionamos *Run* en la ventana de Block Diagram.



Figura Nº 103: Lectura de voltaje. 28/09/2013.

Se puede observar que al variar el potenciómetro del circuito externo se cambia el valor del voltaje en el voltímetro analógico, por tal razón se puede decir que la comunicación es correcta; ahora se realizara la programación del circuito para graficar una señal analógica, dentro de los ejemplos para ARDUINO se tiene *Arduino Continuous Sampling*, el diagrama de este circuito es el siguiente.



Figura Nº 104: Circuito principal para graficar una señal analógica. 28/09/2013.

Como se puede apreciar se tiene un bloque para recibir las señales y otro para adecuar la señal y graficarla, la configuración de los puertos de entrada y salida es similar al ejemplo anterior. Al igual que en el caso del SIMULUNK se ingresara la señal generada por el circuito de la figura 79. La señal visualizada es la siguiente.



Figura Nº 105: Señal recibida por la tarjeta de adquisición de datos. $28/09/2013. \label{eq:sense}$

CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Como parte final del presente trabajo de graduación se realizara la comprobación de tres Unidades Electrónicas de Control de los sistemas de inyección electrónica a gasolina, en nuestro caso se empleara las ECUS de los vehículos: Toyota Yaris, Chevrolet Luv y Lada Niva. Para realizar las comprobaciones se utilizara las señales que se grabaron en el capítulo N°2 y la tarjeta de adquisición de datos como herramienta de verificación, además se mencionara cual es el procedimiento y las recomendaciones para realizar dichas comprobaciones de las ECUS.

4.1. Parámetros de comprobación de las ECUS

Los parámetros que se deben tomar en cuenta para comprobar una ECU son los siguientes:

- En primer lugar se debe identificar claramente cuál es la nomenclatura de cada uno de los pines de la ECU, puesto que en las pruebas de funcionamiento se debe ingresar voltajes, señales, y otra información con el objetivo de analizar el comportamiento de los diferentes actuadores, por lo que se debe conocer detalladamente la ubicación de cada pin.
- Se alimenta a la ECU con el voltaje de funcionamiento (12V) mediante los pines que corresponden a la alimentación de la batería y al interruptor de encendido, como ya se mencionó anteriormente se debe emplear una fuente de alimentación que permita variar el voltaje y la corriente, además la misma dispondrá de un

sistema protector de sobrecargas, para evitar que se produzca un daño en la ECU cuando se realice una conexión incorrecta, la corriente de la fuente debe estar limitada a 500mA.

Se verificará si al momento de alimentar la ECU y conectar el interruptor de encendido se genere y se temporicé por un determinado tiempo la señal para activar el relé de la bomba de combustible, esta prueba se puede realizar mediante un diodo led conectado al pin que corresponde a la bomba de gasolina, se tomara en cuenta que en su gran mayoría los circuitos internos de la ECU cierran a masa.

De igual manera se comprueba la señal para la activación del relé principal del sistema de inyección electrónica.

- Mediante el simulador de señales u otro dispositivo se ingresa las señal del CKP y/o CMP a la ECU, tomando en cuenta cuales son pines que corresponden a dichos sensores y cuál es la polaridad de cada una de las señales; se debe observar si existe la señal para el comando de los inyectores y las bobinas o bobina según sea el caso del sistema de inyección, además en algunos casos, mediante la red CAN y con la ayuda de un scanner se puede observar la información interna de la ECU, de esta manera se podrá visualizar todos los datos que se encuentra en el microprocesador.
- Los resultados de la comprobación de la ECU dependerán de los resultados en las señales de los actuadores, si todos los parámetros se encuentran dentro de los rangos especificados por el fabricante, la ECU se encuentra en buen estado, caso contrario se deberá verificar a la Unidad Electrónica de Control y sus diferentes etapas de funcionamiento¹⁰.

¹⁰ (Fernández E., 2012)

A continuación se detallara cual es la nomenclatura de los diferentes pines de las ECUS de los tres vehículos que se utilizaran para realizar las comprobaciones:

4.1.1. Nomenclatura de los pines de la ECU del Toyota Yaris El conector de la ECU del Toyota Yaris es el siguiente:



Figura Nº 106: Diagrama de pines de la ECU del Toyota Yaris Fuente: 2007 Toyota Yaris, Engine Control, Terminals of ECM, Page 31, 05/10/2013.

Según el manual de reparación de este vehículo cada pin de conexión de la ECU representa:

Terminal N°.		Terminal Description
Block	N°	
(+) A21	20	Battery.
(-) C20	104	
A21	3	Power source of throttle actuador
C20	43	
(+) A21	28	Ignition Switch
(-) C20	104	
A21	2	Power Source of ECM
C20	104	
A21	1	Power Source of ECM
C20	104	

C20	100	Camshaft timing oil control valve (OCV)
C20	123	
A21	44	EFI Relay
C20	104	
C20	118	Mas air flow meter
C20	116	
C20	65	Intake air temperature sensor
C20	88	
C20	97	Engine coolant temperature sensor
C20	96	
C20	67	Power source of throttle position sensor
C20	91	
C20	115	Throttle position sensor
C20	91	
A21	114	Throttle position sensor (for sensor
C20	91	malfunction detection)
A21	55	Acelerator pedal position sensor
A21	29	
A21	56	Acelerator pedal position sensor (for
A21	60	sensor malfunction detection)
A21	57	Power source of Acelerator pedal position
A21	59	sensor (For VPA)
A21	58	Power source of Acelerator pedal position
A21	60	sensor (For VPA2)
C20	109	A/F sensor heater
C20	46	
C20	112	A/F sensor
C20	104	
C20	113	A/F sensor
C20	104	
C20	108	Inyector 1

C20	45		
C20	107	Inyector 2	
C20	45		
C20	106	Inyector 3	
C20	45		
C20	105	Inyector 4	
C20	45		
C20	110	Knock sensor	
C20	11		
C20	99	Camshaft position sensor	
C20	121		
C20	122	Crankshaft position sensor	
C20	121		
C20	85	Ignition Coil 1 (Signal)	
C20	104		
C20	84	Ignition Coil 2 (Signal)	
C20	104		
C20	83	Ignition Coil 3 (Signal)	
C20	104		
C20	82	Ignition Coil 4 (Signal)	
C20	104		
C20	81	Ignition Coil (Ignition Confirmation	
C20	104	Signal)	
C20	49	Purge VSV	
C20	45		
A21	8	Speed Signal	
C20	104		
A21	48	Starter Signal	
C20	104		
C20	52	Starter Relay Control	
C20	104		

A21	13	ACC Relay Control
C20	45	
A21	14	Ignition Switch Signal
C20	104	
A21	36	Stop Light Switch
C20	104	
C20	42	Throttle Actuador (+M)
C20	43	
C20	41	Throttle Actuador (-M)
C20	43	
A21	7	Fuel Pump Control
C20	45	
A21	44	MIL
C20	104	
A21	27	Terminal TC of DLC 3
C20	104	
A21	15	Engine Speed
C20	104	
A21	21	Fan N°1 Relay
C20	104	
A21	22	Fan N°2 Relay
C20	104	
C20	50	Generator
C20	104	
C21	41	CAN Communication Line (H)
C20	104	
A21	49	CAN Communication Line (L)
C20	104	

Tabla 9: Diagrama de pines ECU Toyota Yais Fuente: 2007 Toyota Yaris, Engine Control, Terminals of ECM, Page 31

4.1.2. Nomenclatura de los pines de la ECU de la Chevrolet LUV

El diagrama de pines de la Chevrolet Luv es el siguiente:



Figura N° 107: Diagrama de pines del conector 1 de la Chevrolet Luv. Fuente: Workshop Manual Isuzu Luv, Motor C22NE, Driveability and Emissions, 6E1-35, 05/10/2013.

Dónde:

PIN	PIN Function	Wire Color	IGN	ENG RUN
			ON	
E1	Electronic Spark	G	12V	14V
	Timing			
	Coil Driver A			
E2	Coil Ground A	В	0V	0V
E3	Coil Ground B	В	0V	0V
E4	Electronic Spark	L	12V	14V
	Timing			
	Coil Driver A			
E5	Crank Position Sensor	G	1V	1V
	High			
E6	Not Used			
E7	VSS Input	W	9V	11V
E8	Serial Data	R	5V	5V

E9-E15	Not Used			
E16	Ignition Feed	B/Y	12V	14V
F1	Crank Position Sensor	R	1V	1V
	Low			
F2-F5	Not Used			
F6	Knock Sensor Input	Y	0V	0V
F7-F9	Not Used			
F10	Intake Air	Y/G	2V	2V
	Temperature Sensor			
F11	Not Used			
F12	Heated O ₂ Sensor Low			
	(If applicable)			
F13	Not used			
F14	Engine Coolant Sensor			
F15	Heated O ₂ Sensor	L	1 V	0V
	(If applicable)			
F16	Power Steering	G/Y	12V	14V
	Pressure			
	Switch Input			

Tabla 10: Diagrama de pines Chevrolet Luv.

Fuente: Workshop Manual Isuzu Luv, Motor C22NE, Driveability and Emissions, Page 6E1-35, 05/10/2013.



Figura Nº 108: Diagrama de pines del conector 2 de la Chevrolet Luv.

Fuente: Workshop Manual Isuzu Luv, Motor C22NE, Driveability and Emissions, Page 6E1-37, 05/10/2013.

Dónde:

PIN	PIN Function	Wire Color	IGN	ENG RUN
			ON	
A1	Power Ground A	B/R	0.0V	0V
A2	Sensor Ground B	B/L	0.0V	0V
A3	5V Reference Signal	R	5.0V	5V
A4	Battery Feed	R/W	12V	14V
A5	Battery	R/W	12V	14V
A6	Inyector Nº 4	G	0V	14V
A7	Inyector Nº 3	G/W	0V	14V
A8	Inyector Nº 2	G/B	0V	14V
A9	Inyector Nº 1	G/R	0V	14V
A10-	Not Used			
A12				
A13	Fuel Pump Relay	R	12V	0V
A14	Charcoal Canister	R/L	12V	14V
	Puerge			
A15	Not Used			
A16	A/C Clutch	W/R	0V	0V
B1	TPS Reference Signal	G	0V	0V
	А			
B2	TPS Reference Signal	G	0V	0V
	В			
B3	Not Used			
B4	Map Input	W	5V	1V
B5	Tacho Meter Signal	B/R	12V	8-10V
B6	Not Used			

B7	Map Input	W	5V	1 V
B8	Throttle Position	В	1 V	1 V
	Sensor			
B9	Not Used			
B10	A/C Request Signal	G/B	0V	0V
B11	DLC (Digital Input)	B/W	12V	14V
B12	Not Used			
B13	IAC "B " High	L/R	1 V	1V
B14	IAC "B" Low	L/B	11V	13V
B15	IAC "A" Low	L/W	1V	1 V
B16	IAC "A" High	L	11V	13V

Tabla 11: Diagrama de pines Chevrolet Luv.

Fuente: Workshop Manual Isuzu Luv, Motor C22NE, Driveability and Emissions, 6E1-38, 05/10/2013.

4.1.3. Nomenclatura de los pines del Lada Niva.

En la siguiente figura se muestra cual es el diagrama de los pines de la ECU del Lada Niva.



Figura Nº 109: Diagrama de pines del Lada Niva.

Fuente: Manual de mantenimiento y reparación lada VAZ 21214-36, Diagnosis, Descripcion de los contactos del calculador, Pág. 43, 05/10/2013.

Dónde:

Pin N°	Descripción.
1	Salida de mando de encendido de los cilindros 1 y 4
2	De reserva
3	Salida de mando de la bomba eléctrica de combustible
4	Salida de mando del regulador de ralentí (Borne A)
5	Salida de mando con purga del canister
6	De reserva
7	Entrada de señal del medidor de caudal de masa de aire
8	Entrada de señal del captador de fases
9	Entrada de señal del captador de velocidad del automóvil
10	Salida de masa de sonda de oxigeno
11	Entrada de señal de captador de picado
12	Salida de tensión de alimentación de captadores
13	Entrada de la señal de codificación de las variantes
14	Entrada "Tierra de circuitos principales"
15	Salida de mando de la lámpara "check engine"
16	Salida de mando del inyector del cilindro 4
17	Salida de mando del inyector del cilindro 1
18	Entrada de tensión no desconectado
19	Entrada "Tierra de circuitos lógicos"
20	De reserva
21	Salida de mando de encendido de los cilindros 2 y 3
22	Salida de mando del regulador de ralentí (Borne B)
23	Salida de mando de relé del acoplamiento del compresor de aire
	acondicionado
24	Entrada "Tierra de circuitos principales"
25	De reserva
26	Salida "Tierra de captadores"
27	Entrada de señal de tensión desde el interruptor de encendido
28	Entrada de señal de sonda de oxigeno

29	Entrada de la señal de sonda de oxigeno de diagnosis
30	Entrada del captador de picado
31	Entrada de señal del captador de carretera de mal estado
32	Salida de la señal de consumo de combustible
33	De reserva
34	Salida de mando del inyector del cilindro 2
35	Salida de mando del inyector del cilindro 3
36	Salida de mando del relé principal
37	Entrada de tensión conectado
38	De reserva
39	Salida de mando del regulador de ralentí (Borne C)
40	De reserva
41	Salida de señal del elemento calefactor de la sonda de oxigeno
42	De reserva
43	Salida de la señal de rotación del cigüeñal
44	Entrada de la señal del sensor de temperatura de aire
45	Entrada de la señal del sensor de temperatura del líquido refrigerante
46	Salida de mando del relé del ventilador del sistema de refrigeración
47	De reserva
48	Entrada de señal del transmisor inductivo del cigüeñal
49	Entrada de señal del transmisor inductivo del cigüeñal
50	De reserva
51	Salida de mando del elemento calentador de sonda lambda
52	De reserva
53	Entrada de señal del potenciómetro de mariposa
54	Salida de mando del regulador de ralentí (Borne D)
55	Línea "K" de diagnostico

Tabla 12: Diagrama de pines del Lada Niva.

Fuente: Manual de mantenimiento y reparación lada VAZ 21214-36, Diagnosis, Descripción de los contactos del calculador, Pág. 43, 05/10/2013.

4.1. Comprobación de las Unidades Electrónicas de Control.

Una vez identificado cada uno de los pines de conexión se procede a realizar la comprobación de las diferentes ECUS.

4.2.1. Comprobación de la ECU del Toyota Yaris

La ECU de este vehículo es la siguiente:



Figura Nº 110: ECU del Toyota Yaris. 09/10/2013.

Siguiendo el procedimiento indicado en el punto 4.1, la comprobación de la ECU será:

- En el conector de la ECU se identifica cual es el pin de conexión de la alimentación de la batería e interruptor de encendido, en el caso de esta ECU corresponden a los contactos:
 - Pin 104 del bloque C20 para el negativo de la batería.
 - Pin 20 del bloque A21 para el positivo de la batería.

• Pin 28 del bloque A21 para el interruptor de encendido.

En la siguiente figura se puede observar los dos grupos de contactos de la ECU del Toyota Yaris.



Figura Nº 111: Pines de la ECU Toyota Yaris. 09/10/2013.

Se alimenta a la ECU con 12V mediante la fuente de poder; se comprueba que al momento de realizar la alimentación no se dé ningún consumo de corriente puesto que no está conectado ningún sensor, actuador o accesorio.



Figura Nº 112: Fuente de alimentación. 09/10/2013.

Se conecta el interruptor de encendido y se observa que se dé la señal para el accionamiento del relay principal del sistema de inyección, el pin correspondiente es el 44 del bloque A21.



Figura N° 113: Comprobación del relay principal de la ECU del Toyota Yaris. 09/10/2013.

Luego, mediante el grabador de señales del presente trabajo y la pc enviamos la señal del sensor CKP, los pines correspondientes de la entrada del sensor son: 122 (+) y 121 (-) del bloque A21.



Figura Nº 114: Ingreso de la señal del sensor CKP. 09/10/2013.

- Se comprueba cual es la señal que se genera en los contactos correspondientes a los inyectores, los pines que corresponden son:
 - o 108 y 45.
 - o 107 y 45.
 - o 106 y 45.
 - o 105 y 45

Mediante la tarjeta de adquisición, de datos se observa cual es la señal que se obtiene en el inyector.



Figura Nº 115: Señal de accionamiento de los inyectores del Toyota Yaris. 09/10/2013.

- Como parte final se procede a verificar la información que se está generando en la red CAN de la Unidad Electrónica de Control, puesto que el Toyota Yaris dispone de esta red; los pines son:
 - o El contacto 41 del bloque A21 para CAN H.
 - o El contacto 49 del bloque A21 para CAN L.

La señal que se genera en la red es la siguiente:



Figura Nº Figura Nº 116: Comprobación de la red CAN. 09/10/2013.

Con la señal de la red CAN se puede ingresar mediante un scanner y observar cual es la información que se encuentra en el microprocesador. Al terminar las pruebas correspondientes se puede decir que la ECU del Toyota Yaris está en buenas condiciones, debido a que se produce las señales para comandar los inyectores, cuando se ingresa la señal del sensor CKP, además se puede observar que existe una transmisión de datos en la red CAN de la ECU

4.2.2. Comprobación de la ECU de la Chevrolet Luv. La ECU de este vehículo es la siguiente:



Figura Nº 117: ECU de la Chevrolet LUV. 16/10/2013.

El procedimiento de verificación será:

- > Identificamos los pines de alimentación, en el caso de esta ECU son:
 - o Al Para el negativo de la batería.
 - o A4 Para el positivo de la batería.
 - A5 Para el interruptor de encendido.

Los pines de conexión se pueden observar en la siguiente figura.



Figura Nº 118: Grupo de pines de la Chevrolet Luv. 16/10/2013.

Alimentamos a la ECU y observamos el comportamiento del conector que corresponde al relay de la bomba de gasolina (A3), en este caso se pudo notar que se da una temporización de 3s del relay.


Figura N° 119: Comprobacion del relay principal de la Chevrolet Luv. $16/10/2013. \label{eq:comproduct}$

Ingresamos la señal del sensor CKP a la Unidad Electrónica de Control, mediante el circuito grabador de señales; los pines de esta señal corresponden a la entrada del sensor son el E5 y F1.



Figura N° 120: Ingreso de la señal del CKP Chevrolet Luv. $16/10/2013. \label{eq:result}$

Comprobamos la señal que se genera en los inyectores, los pines son: A6, A7, A8 y A9



Figura Nº 121: Señal de los inyectores de la Chevrolet Luv (LabVIEW). 16/10/2013.



Figura N° 122: Señal de los inyectores de la Chevrolet Luv (Simulink). $16/10/2013. \label{eq:result}$

No se puede realizar la comprobación de la red CAN puesto que esta ECU no dispone de esta red. Al igual que en el caso de la ECU del Toyota Yaris, la ECU de la Chevrolet LUV se encuentra en buen estado.

4.2.3. Comprobación de la ECU del Lada Niva

Como parte final se comprueba la Unidad Electrónica de Control del Lada Niva, a continuación se muestra la ECU de este vehículo:



Figura Nº 123: ECU del Lada Niva. 23/10/2013.

Al igual que los casos anteriores la comprobación se realiza con el siguiente procedimiento:

- Se identifica los pines para realizar la alimentación de la ECU, en este caso los contactos son:
 - Pin 14 para el negativo de la batería.
 - Pin 18 para el positivo de la batería.
 - El pin 27 corresponde al interruptor de encendido.



En la siguiente figura se muestra la configuración de los pines de la ECU del Lada Niva.

Figura Nº 124: Pines de conexión del Lada Niva. 23/10/2013.

Alimentamos a la ECU por medio de la fuente de alimentación y comprobamos si se da la señal para el control de la bomba de gasolina al accionar el interruptor de encendido; en este caso se pudo apreciar que la señal de accionamiento tiene una temporización de 5s para presurizar al sistema de inyección, el pin correspondiente es el A13.



Figura Nº 125: Comprobación del accionamiento de la bomba de combustible. $23/10/2013. \label{eq:23}$

Introducimos la señal del sensor CKP a la ECU, los pines de conexión son el 48 y 49.



Figura Nº 126: Ingreso de la señal del CKP. 23/10/2013.

Observamos cual es la respuesta de los inyectores; en este caso los pines de conexión son: 16, 17, 34, 35 de los inyectores 1, 2, 3 y 4 respectivamente.



Figura N° 127: Señal de los Inyectores del Lada Niva (LabVIEW). $23/10/2013. \label{eq:loss}$



Figura Nº 128: Señal de los Inyectores del Lada Niva (Simulink). 23/10/2013.

Finalmente se observa el comportamiento de la bobina de encendido; los pines de conexión son el conector 1 y 21 de los dos bloques de las bobinas.



Figura Nº 129: Señal de comando a las bobinas. 23/10/2013.

Al igual que la ECU de la Chevrolet LUV, no se puede realizar la comprobación de las red CAN puesto que no se dispones de esta red en la ECU del Lada Niva; finalmente se puede afirmar que La ECU del lada Niva se encentra en buenas condiciones.

CONCLUSIONES

Luego de concluido el presente trabajo de graduación y haber realizado la programación de la tarjeta de adquisición de datos y las respectivas comprobaciones de las tres Unidades Electrónicas de Control con el procedimiento recomendado se puede establecer las siguientes conclusiones:

- Se expuso en forma general cuales son las diferentes etapas de funcionamiento, la estructura interna y las diferentes fallas físicas y lógicas que se pueden generar en la Unidad Electrónica de Control que se utiliza en los sistemas de inyección electrónica a gasolina, de esta manera se puede realizar un diagnóstico en el caso de presentarse una falla.
- Se conoció la misión y la configuración de un banco comprobador de ECUS, además se detalló algunas características y normas de seguridad de los equipos empleados en el banco comprobador como la fuente de alimentación, el simulador de señales y otras herramientas auxiliares.
- Se conoció acerca de las tarjetas de adquisición de datos "Arduino", sus características y su aplicación en diferentes áreas para el procesamiento de información, debido al uso de un código abierto de programación y al bajo costo comparado con otras tarjetas electrónicas de similares características.
- Se desarrolló nuevas herramientas que sirven para realizar la comprobación de la Unidad Electrónica de Control, se detalló el circuito para adquirir las señales de los sensores de los sistemas de inyección y la tarjeta de adquisición de datos con la programación para poder visualizar las señales que se están generando en la ECU por medio de la PC.
- Mediante el circuito para adquirir las señales se realizó la grabación de la señal del sensor CKP de tres vehículos diferentes (Toyota Yaris, Chevrolet Luv, Lada

Niva), tomando en cuenta el procedimiento adecuado y las normas de seguridad correspondientes.

- Se realizó una programación básica en dos software con el objetivo de establecer una interfaz entre la tarjeta de adquisición de datos del tipo Arduino y la PC, como se puede observar se utilizó el LabVIEW y la aplicación SIMULINK del software MATLAB para realizar dicha programación; sin embargo de la experiencia del presente trabajo y a criterio del autor se recomienda el uso del software LabVIEW para realizar la adquisición de datos, debido a que el procedimiento de programación es más sencillo, puesto que se utiliza una interfaz gráfica, además en el LabVIEW se dispone una serie de ejemplos relacionados al uso de la tarjeta Arduino. Por otro lado la señal obtenida en el software LabVIEW se visualiza de una mejor manera que en el Simulink, este fenómeno según consultas realizadas a expertos se puede deber a la versión del Matlab con la que se está trabajando.
- Se detalló el correcto procedimiento para realizar la comprobación de las Unidades Electrónicas de Control, tomando en cuenta las normas de seguridad y recomendaciones para realizar las diferentes pruebas sin afectar alguna zona de la ECU
- Se realizó la comprobación de la ECU de tres vehículos, se aplicó la teoría y las herramientas expuestas en el presente trabajo.
- Como conclusión final se afirma que en este trabajo de graduación se aplicó algunos temas expuestos en el curso de graduación permitiendo que se desarrollen nuevas herramientas que servirán para realizar trabajos de verificación y comprobación en las Unidades Electrónicas de Control.

RECOMENDACIONES

Como recomendaciones se puede mencionar:

- En primer se recomienda utilizar los equipos de protección personal cuando se realice las tareas de comprobación de la ECU, sobre todo se debe utilizar una pulsera que elimine la energía estática del cuerpo debido a que las ECUS de última generación poseen circuitos integrados que son extremadamente sensibles a las descargas de energía estática.
- Durante el proceso de comprobación de las ECU se trabaja con un voltaje de alimentación de 12V; se recomienda emplear una fuente que disponga de un sistema de protección de cortocircuitos, puesto que al cometer un error en el proceso de verificación no se dañe alguna zona de la Unidad Electrónica de Control, además la fuente debe tener un medidor de corriente permitiendo saber si la ECU está funcionando correctamente.
- Para el circuito grabador se señales se recomienda emplear un transformador de 110V AC/ 12V AC con una corriente máxima de 500mA; de esta manera se brindara una protección a la placa de audio de la pc convencional durante el proceso para la adquisición de datos, por ningún concepto de debe grabar una señal de forma directa entre el sensor y la pc.
- Cuando se realice la comprobación de la ECU se deberá identificar claramente la nomenclatura de cada uno de los pines, puesto que al cometer un error se puede afectar una zona de la Unidad Electrónica de Control; la nomenclatura de los pines, por lo general es proporcionada por el fabricante en el manual de taller del vehículo.
- Los conectores que se utilizan para realizar las comprobaciones deber ser los adecuados para el tamaño del pin de la ECU; al utilizar un conector de otro tipo puede producir intermitencias en las conexiones y errores durante el proceso de

comprobación; en lo posible se debe utilizar el conector del original del vehículo o en su defecto conectores individuales, en este caso se tendrá muy en cuenta que los puntos de soldadura deben ser los correctos para soportar el continuo movimiento del conector.

- Para realizar la comprobación de la ECU se deberá tener conocimientos previos de electrónica, de la estructura interna de la Unidad Electrónica de Control y de los procedimientos correspondientes de verificación, de esta manera se podrá identificar las fallas de una manera eficaz.
- Antes de realizar la comprobación de la ECU se deberá verificar que la misma no tenga un sistema de inmovilizador, puesto que este dispositivo bloquea algunas funciones de la ECU; en este caso se deberá quitar el inmovilizador y realizar el proceso de comprobación.
- Además se deberá conocer acerca del manejo del osciloscopio y la interpretación de las señales para poder establecer una conclusión del estado de la ECU durante el proceso de comprobación.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALONSO M., (2002), *Técnicas del Automóvil*, (1^{ra} ed.), España, Thomson-Paraninfo.
- BOSCH, (2005), Manual de la técnica del automóvil, (4^{ta} ed.), Alemania, Robert Bosch.
- CENTRO DE ESTUDIOS ELECTRÓNICOS, (2008), Curso completo de electrónica, (1^{ra} ed.), Ecuador.
- HERMOGENES G., (2002), La Electrónica en el Automóvil, (1^{ra} ed.), España, CEAC.
- ISUZU, (1998), Manual de trabajo Isuzu Luv, (1^{ra} ed.), Japón, Isuzu Motors Limited.
- LADA, (2001), Manual de mantenimiento y reparación Lada VAZ 2124 36, (1^{ra} ed.), Rusia, Lada.
- MOORE H., (2007), MATLAB para ingenieros, (1^{ra} ed.), México, Pearson Educación.
- MURILLO J., (2007), *Control usando Simulink y Arduino*, (1^{ra} ed.), Colombia.
- NISSAN, (2003), Manual de trabajo Nissan Sentra, (1^{ra} ed.), México, Nissan Mexicana.
- ▶ RUEDA J, (2008), *Fuel Injection*, Tomo 1, (1^{ra} ed.), Colombia, Diseli.
- RUEDA J, (2010), Técnico en Mecánica y Electrónica, (1^{ra} ed.), Colombia, Diseli.
- ▶ RUIZ J., (2012), *Arduino* + *LabVIEW*, (1^{ra} ed.).
- > TOCCI R., (2012), *Electrónica Digital*, (1^{ra} ed.), México, Pearson Educacion.
- TOYOTA, (2007), *Toyota Yaris Repair Manual*, (1^{ra} ed.), Japón, Toyota Motor Corporation.
- TOYOTA, (2009), *Toyota Prius Repair Manual*, (1^{ra} ed.), Japón, Toyota Motor Corporation.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

- ARCE A, (2006), *Documentos: Manual de Simulink*, Revisado el 09 de enero del 2013 de la página: http://personal.us.es/aarce/ManualSimulink.pdf.
- ARDUINO, (2012), Arduino: Arduino Mega2560, Revisado el 28 de enero del 2013 de la página: http://arduino.cc/es/Main/ArduinoBoardMega.
- ARDUINO, (2012), Arduino: Home page, Revisado el 09 de enero del 2013 de la página: http://www.arduino.cc/es.
- ATMEL, (2013), *Products: Automotive*. Revisado el 09 de enero del 2013 de la página:

http://www.atmel.com/products/automotive/automotive_compilation.aspx.

- CATALOGOBOSCH, (2008), Biblioteca PDF: Sistemas de inyección. Revisado el 26 de enero del 2013 de la página: http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_d e_Inyecci%C3%B3n.pdf
- LAICA W, (2004), Dspace ESPOCH: Repositorio de datos, Revisado el 15 de Abril de 2013, de la página: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1862/1/65T00033.pdf
- MATHWORKS. (2013). Documentation center: Arduino Hadware. Revisado el 20 de mayo del 2013 de la página: http://www.mathworks.com/help/simulink/arduino.html
- MATHWORKS. (2013). Documentation center: Tune and Monitor Model Running on Arduino Mega 2560 Hardware. Revisado el 05 de junio del 2013 de la página: http://www.mathworks.com/help/simulink/ug/remotelymonitoring-and-controlling-an application-on-arduino-hardware.html
- NATIONAL INSTRUMENTS, (2013), Soporte: LabVIEW Interfaz para Arduino. Revisado el 9 de Enero de 2013, de la página: www.digital.ni.com/public.nsf/allkb/4A4E44DA1DD933978625799D007D2DD 7
- NATIONAL INSTRUMENTS, (2012), Soporte: ¿Cómo instalo la Interfaz de LabVIEW para el Toolkit de Arduino Utilizando VIPM?, Recuperado el 08 de

Agosto del 2013 de la página: http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/4A4E44DA1DD933978625799D007D2DD 7.

- NATIONAL INSTRUMENTS, (2013), Productos y servicios: Diseño y Prueba de ECU usando Productos de National Instruments, Revisado el 09 de enero del 2013 de la página: http://www.ni.com/white-paper/3312/es
- NOSSOVITCH. P, (2006), Biblioteca técnica NOSSO: Las computadoras (E.C.U.) en los Vehículos. Revisado el 09 de enero del 2013 de la página: http://www.nosso.com.ar/spanish/tech_topics/ecu_01.php
- TOYOTA MOTOR SALES, (2013), Technical Information System: Home Page, Revisado el 10 de Agosto del 2013 de la página: https://techinfo.toyota.com

OTRAS REFERENCIAS.

FERNÁNDEZ E, (2012), *Reparación de ECUS*, Curso de graduación, Universidad del Cuenca, Ecuador.