

Implementación de un módulo de control y almacenamiento de datos on board para taxis.

Autores-Francisco ORMAZA Jefferson ENRIQUEZ.¹, Coautor-Fredy ROSERO²

^{1,2} Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, FICA, Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de Julio, Ibarra, Imbabura, Ecuador.

franciscoormazal@gmail.com, jeff_afrod44@yahoo.com, farosero@utn.edu.ec

Resumen. *En la actualidad se puede observar que las diferentes cooperativas de transporte de taxis no realizan ningún tipo de registro de datos de sus vehículos. El módulo se encuentra desarrollado a través de la plataforma de hardware libre Arduino, en el que mediante programación permite recolectar datos de gestión electrónica del motor, posición de marcha, estado de freno, GPS, aceleración X Y Z.*

Este módulo obtiene datos de gestión del motor a través de un cable OBDII que hace a este módulo poco invasivo y adaptable a cualquier vehículo que disponga de un conector OBDII, cuenta con un receptor GPS que le envía datos de fecha, hora y ubicación, también consta de sistema de estado marcha/freno que indicara al módulo en que marcha se encuentra y cuando se accione el pedal de freno. Todas estas señales son procesadas para almacenar estos datos en una tarjeta SD, en formato de texto (.txt).

Estos datos son importados a una interface creada en Labview la cual permite visualizar y analizar los datos recolectados mediante gráficas, simulación y tabla de datos.

Palabras Claves

Servicio de taxi, Módulo de almacenamiento de datos, Cámara, Arduino, Labview.

Abstract. *Nowadays it can be seen that the different taxi transport cooperatives don't realize any type of data recording of their vehicles. The module is developed through the free hardware platform Arduino, in which it can programmatically collect data from electronic*

engine management, gear position, brake status, GPS, X Y Z acceleration.

This module obtains data of management of the motor through an OBDII cable that makes this module little invasive and adaptable to any vehicle that has an OBDII connector, it counts with GPS receiver that sends data of date, time and location, also counts of a system of gear/brake state that will indicate to the module in which gear is it on and when the brake pedal is operated. All these signals are processed to store this data on an SD card, in text format (.txt).

These data are imported to an interface created in Labview which allows visualizing and analyzing the data collected through graphs, simulation and data table.

Keywords

Taxi Service, Data Storage Module, Camera, Arduino, Labview.

1. Introducción

Años atrás las diferentes cooperativas de transporte de taxis adquieren poca información del vehículo como velocidad y tiempo, esta información es utilizada para realizar el cálculo de la distancia recorrida, lo que no permite almacenar un rango de datos amplio, para un control de funcionamiento del vehículo.

En la actualidad no se encuentran disponibles dispositivos desarrollados para la adquisición de datos de distintos implementos, que mejoren el control y análisis de funcionamiento del vehículo. Al no contar con este tipo de dispositivo no es posible generar registros

estadísticos del vehículo durante el transcurso de su viaje

Con la implementación del módulo de almacenamiento de datos que permita recolectar datos de gestión del motor, estado de freno, posición de marchas, GPS, registro fotográfico del entorno frontal de los taxis de las diferentes cooperativas de transporte vehículo, los dueños de las unidades podrán conocer todos los parámetros de funcionamiento de su vehículo que fueron adquiridos durante la grabación del viaje y determinara sus diversos usos.

El trabajo de grado tiene como objetivo principal la implementación de un módulo de almacenamiento de datos de funcionamiento de un taxi desarrollado a través de la plataforma de software-hardware libre Arduino y una interfaz de Software Labview.

2. Materiales y Métodos

La metodología aplicada es la siguiente:

- **Diseño.** - Moldear conceptos e ideas claras de del diseño final, materiales necesarios para su elaboración.
- **Método analítico-sintético.** – Sustentar las bases teóricas y conocimientos haciendo uso de fuentes de información como: libros, manuales, internet y todo aquello que proporcione información útil para este proyecto.
- **Recolección de datos.-** Realizar viajes para simulación del almacenamiento de datos y póstumo análisis en la interfaz LabView.
- **Programación.** - Declarar variables e instrucciones de funcionamiento a través de un método de programación adecuado.

Las técnicas e instrumentos aplicados son:

- **Implementación.** – Realizar el análisis de adaptabilidad del módulo para no invadir los sistemas eléctricos del vehículo al implementarlo.
- **Prueba-error.-** Realizar pruebas de funcionamiento para conocer la

capacidad de recepción, procesamiento y almacenamiento de datos

Los materiales utilizados en el diseño del módulo son los siguientes: Arduino mega, pantalla táctil de 3,2”, conector OBDII, receptor GPS, acelerómetro, sistema de marcha-freno.

2.1 Etapas del diseño

Para el diseño del módulo se utilizan cinco etapas necesarias para alcanzar los objetivos planteados que son: Selección de elementos electrónicos, diagramas, conexión, programación en Arduino, desarrollo de interfaz en LabView y pruebas de funcionamiento; cada etapa posee las actividades específicas a desempeñarse como se indica en la figura 1.



Figura1. Etapas del diseño

2.2 Implementación de hardware y software de Arduino.

La conexión del conector OBDII a la placa Arduino se realiza a través de una shield con pantalla LCD de 3,2” como se muestra en la Figura 2. Este implemento es conectado al puerto I²C de la shield (SCL, SDA) para la obtención de datos proporcionados por el OBDII. La conexión de pines se detalla a continuación.

- SDA OBDII >> Pin 20 Arduino.
- SCL OBDII >> Pin 21 Arduino.
- GND OBDII >> GND Arduino.
- 5V OBDII >> 5V Arduino.



Figura2. Puertos de comunicación Shield

El funcionamiento del módulo OBDII conjuntamente con la placa Arduino Mega para la obtención de datos de gestión electrónica del motor del vehículo, se la realiza mediante un código de programación en la cual es necesaria la importación de ciertas librerías, que permiten realizar instrucciones de funcionamiento.

Los valores de gestión electrónica del motor se los obtiene mediante PIDS que dependiendo del vehículo que se emplee se pueden añadir más, estos datos se adquieren mediante los comandos de la librería <OBD2UART.h>. Para obtener estos valores es necesario conocer a detalle la lista de PIDS que conforman el sistema de diagnóstico a bordo del vehículo. Bajo la instrucción readPID () se indica a la placa que es lo que queremos leer, además se debe agregar dentro de los corchetes el PID correspondiente del cual deseamos obtener el valor, por ejemplo, readPID (PID_SPEED).

Los datos como fecha, hora, latitud, longitud y altitud son proporcionados por el receptor GPS externo pero que trabaja conjuntamente con módulo a través de instrucciones de la librería <TinyGPS++.h>. Para determinar la hora en nuestro país Ecuador se debe restar 5 horas en la

programación ya que el dispositivo GPS nos brinda la hora del meridiano de Greenwich o GMT mientras que para Ecuador la hora corresponde al GMT-5. Los demás datos los obtenemos bajo la instrucción gps.date(), gps.time(), gps.location().

Los datos se guardan en el archivo de texto según el siguiente orden separado únicamente por comas (,): N° datos, día, mes, año, hora, minutos, segundos, aceleración en x (m/s²), aceleración en y (m/s²), aceleración en z (m/s²), latitud, longitud, revoluciones del motor (rpm), velocidad (km/h), ECT (°C), temperatura de admisión (°C), TPS (%), voltaje de batería (voltios), MAP (kg/cm²), posición de la marcha y estado de freno (on/off), como se indica en la Tabla 1.

Datos	Dia	Mes	Año	Horas	Minutos	Segund	Accel X	Accel Y	Accel Z	Latitud	Longitud	Revoluciones RPM	Velocidad km/h	Temperatura Refrigerante °C	Temperatura Admisión °C	Apertura mariposa %	Voltaje Batería V	Presión Admisión kg/cm²	Marcha	Freno
1	23	1	2017	10	26	36	880	-1588	-14780	0.3344	-781.202	825	0	76	35	0	13.50	34	1	1
2	23	1	2017	10	26	37	820	-1364	-14060	0.3344	-781.202	853	0	76	35	0	13.50	33	1	1
3	23	1	2017	10	26	38	804	-1364	-14036	0.3344	-781.202	838	0	76	35	0	13.50	33	1	1
4	23	1	2017	10	26	39	1008	-1588	-15048	0.3344	-781.202	854	0	76	35	0	13.50	33	1	1
5	23	1	2017	10	26	40	812	-1268	-15064	0.3344	-781.202	826	0	76	35	0	13.50	34	1	1
6	23	1	2017	10	26	41	884	-1208	-15072	0.3344	-781.202	848	0	76	35	0	13.50	33	1	1
7	23	1	2017	10	26	42	836	-1330	-14972	0.3344	-781.202	836	0	76	35	0	13.50	33	1	1
8	23	1	2017	10	26	43	928	-1300	-15040	0.3344	-781.202	831	0	76	35	0	13.50	33	1	1
9	23	1	2017	10	26	44	864	-1376	-15028	0.3344	-781.202	838	0	76	35	3	13.50	37	1	0
10	23	1	2017	10	26	45	864	-1540	-15000	0.3344	-781.202	1197	0	77	35	0	13.50	38	1	0
11	23	1	2017	10	26	46	852	-1340	-15040	0.3344	-781.202	722	0	77	35	2	13.50	47	1	0
12	23	1	2017	10	26	47	804	-1340	-15048	0.3344	-781.202	1036	3	77	35	5	13.50	39	1	0
13	23	1	2017	10	26	48	796	-1372	-14896	0.3344	-781.202	1382	6	77	35	6	13.50	36	1	0
14	23	1	2017	10	26	49	808	-1296	-15104	0.3344	-781.202	1013	9	77	35	0	13.50	34	1	0
15	23	1	2017	10	26	50	886	-1312	-14932	0.3344	-781.202	1219	10	77	35	0	13.50	31	2	0

Tabla1. Archivo de texto PIDS.txt

2.3. Funcionamiento del dispositivo.

El funcionamiento del módulo de almacenamiento de datos cuenta con 2 subrutinas para cumplir con los objetivos planteados. Cuando la pantalla se ha encendido aparece un menú con datos informativos como: Universidad Técnica del Norte, Ingeniería Automotriz, FICA, Módulo de Almacenamiento de datos On-board más un aviso que indica que se está estableciendo la conexión al OBDII del vehículo e indicando cuando el dispositivo está conectado y listo para su uso.

El módulo se encuentra desarrollado con la finalidad de presentar datos en la pantalla de acuerdo al pulso de activación de cada pulsador sea este Inicio grabación, Fin grabación y Reinicio de datos. El funcionamiento general del

módulo se representa mediante el flujograma en la figura 7.

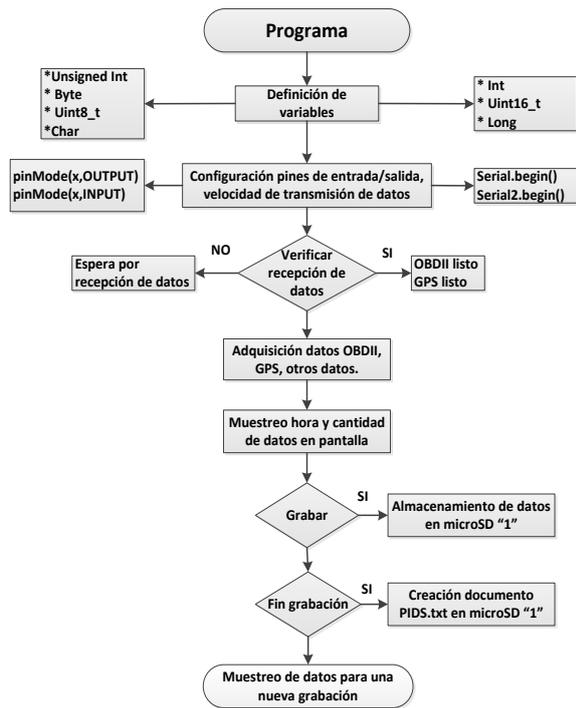


Figura3. Flujograma general

El modulo cuenta con tres botones de operación para su correcto funcionamiento. Cada uno de ellos desempeña una función específica y se los ha denominado Inicio, Fin y Reinicio. El botón inicio de color verde permite visualizar una segunda pantalla, primero con un enunciado de sincronizando en el cual se encuentra en un modo de espera hasta sincronizar el envió de datos de la cámara con el modulo para posteriormente ilustrar un mensaje de grabando e indicar en la parte inferior la hora y la cantidad de datos adquiridos como se puede observar en la figura 8.



Figura 4. Flujograma botón Inicio

El segundo botón rojo es el encargado de detener la grabación de datos. Este botón detiene el contador de los datos hasta ese instante para posteriormente volver a contar desde ese valor cuando se inicie de nuevo la grabación. Cuando es accionado muestra un mensaje el siguiente mensaje en la pantalla “FIN DE GRABACION” como se puede observar en la figura 9.



Figura 5. Flujograma botón Fin

El tercer botón de color rojo tiene como función resetear el valor del contador, usado como número de registro. Cuando se inicia una grabación nueva el contador empieza en valor 0 y se irá incrementando segundo a segundo que es el tiempo de muestreo entre toma y toma de datos. Cuando se detenga la grabación el contador se detiene, pero no se borra el valor del contador, si no que se almacena el ultimo valor, para cuando se vuelva a iniciar la grabación continúe con el valor del último registro, solo cuando se accione este botón se regresa a 0 este valor del contador. Este botón muestra al ser accionado muestra el siguiente mensaje “REINICIANDO”, como se puede observar en la figura 10.

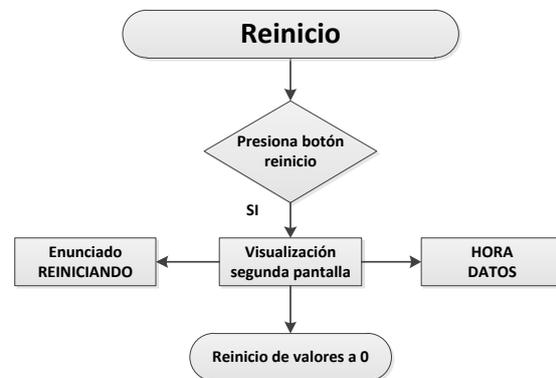


Figura 6. Flujograma botón Reinicio

2.4. Funcionamiento de la cámara

La cámara inicia la captura de imágenes cuando recibe la orden de la placa principal al iniciar la grabación, cambiando de modo video que es su modo por defecto al de fotos. Las fotos que captura las guarda en formato .jpg con calidad de 2 megapíxeles y las almacena en una sd independiente de la de los datos, con un lapso de tiempo entre captura y captura de 1.5 segundos y brindar una imagen clara del panorama que se encuentre frente al vehículo, la cual sirve de evidencia para verificación de rutas y acontecimientos que se puedan suscitar en un viaje, como se puede observar en la figura 10.



Figura 7. Flujograma proceso cámara.

2.5 Software de análisis de datos

El programa de análisis de datos es construido a través de la interfaz LabView y cuenta con 7 páginas o ventanas cada una con diferentes funciones. Las 7 páginas que componen este programa son:

- **Portada.** – Es la página principal del programa, contiene algunos datos informativos acerca del proyecto.
- **Guía/Configuración/Filtrado.** – Aquí se presenta una breve guía de uso para el uso del programa, además en el apartado de configuración permite seleccionar los archivos de datos obtenidos por el

módulo para cargarlos en el programa y la herramienta de filtrado por hora.

- **Gestión electrónica del motor.** – Con los datos precargados, esta función permite visualizar en una gráfica las curvas de comportamiento de 2 sensores que el usuario seleccione.
- **Graficas Comparativas.** – Al igual que en la página anterior aquí también se puede visualizar las curvas de comportamiento de los sensores por separado.
- **Simulador.** – Esta función permite realizar una simulación de los datos obtenidos, tal como si fueran en tiempo real.
- **Visualizador de fotos.** – Esta función permite ver todas las fotos captadas con la cámara de tráfico incorporada al módulo de almacenamiento de datos, si se desea hacer un análisis más detallado de ellas.
- **Tabla de datos.** – Esta función permite organizar y clasificar todos los datos recolectados en una tabla, que posteriormente puede ser transformados en un reporte de Excel.

Todas estas pestañas se pueden observar en la figura 12.



Figura8. Panel frontal de la interfaz

En la pestaña configuración se selecciona las rutas de los archivos necesarios para la ejecución de todas las funciones de la interfaz. En la parte derecha se encuentre el apartado de configuración el cual consta de 2 path para seleccionar la ruta del archivo txt y la ruta de la carpeta que alojan todas las fotografías captadas

por la cámara. Bajo esta se encuentra la herramienta de filtrado de datos por hora, que permite al usuario seleccionar el tramo de tiempo del que desea ver los datos, como se observa en la figura 13.

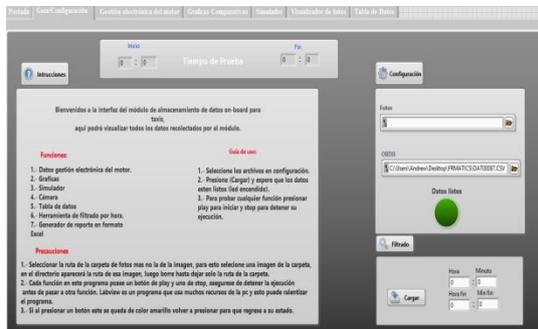


Figura 9. Configuración y filtrado por hora

En la tercera pestaña tenemos gráficas comparativas que permiten realizar gráficas individuales de cada valor que se seleccione del submenú de la parte izquierda. Una vez seleccionada presionar el botón Play y se genera las curvas de los valores del PID indicado en función de la cantidad de datos adquiridos. Para generar una nueva comparación de curvas con parámetros distintos presione en el botón Refresh y las gráficas se limpian para una nueva comparación.

En la cuarta ventana denominada “Gestión del motor” se puede visualizar y comparar 2 valores en una misma gráfica, los valores disponibles son: Velocidad, RPM, TPS, MAP, ECT, Temp. Admisión, Voltaje de batería. Estos se pueden seleccionar en un submenú dispuesto en la parte izquierda

En la quinta pestaña encontramos una aplicación didáctica que permite simular todos los datos recolectados, consta de un tacómetro digital y analógico, medidor de velocidad tanto digital como analógico, así mismo un medidor de temperatura de refrigerante del motor analógico – digital, activación de pedal de freno, marcha colocada y una tabla de valores máximos y mínimos adquiridos durante la prueba como se observa en la figura 16.



Figura 10. Ventana del simulador

En la sexta ventana se puede visualizar las fotografías una a una para detectar alguna anomalía en ellas,. Para su uso contamos con botones para el cambio de imágenes, tanto para cambiar y regresar a la imagen anterior.

En la séptima ventana se genera una tabla de los datos en un orden asignado de la siguiente manera: cantidad de datos, fecha, hora, Rpm, velocidad, Ect, Iat, Tps, voltaje de batería, Map, marcha, freno, ángulos x,y,z. Tenemos un botón play para generar los datos en la tabla una vez que lo pulsemos, además de un botón Reporte, el cual su función es la de crear un documento Excel el cual el usuario puede hacer uso o si desea imprimir el documento para analizar más detenidamente,

3. Resultados

Durante el funcionamiento del módulo se muestra la información de hora y cantidad de datos adquiridos cada segundo en la pantalla, ya que cada segundo el modulo adquiere una trama de datos de 21 elementos como se indica en la tabla 2, entre los cuales se encuentran datos GPS, OBDII, Acelerómetro, Marcha-Freno a medida que el taxi se encuentra realizando una grabación de viaje.

FORMATO TRAMA DE DATOS DEL MÓDULO DE ALMACENAMIENTO																				
1,23,1,2017,10,36,36,13088,13619,847,0.0000,0.0000,825,0,76,35,0,13.50,34,1,1,																				
2,23,1,2017,10,36,37,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,853,0,76,35,0,13.50,33,1,1,																				
3,23,1,2017,10,36,38,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,838,0,76,35,0,13.50,33,1,1,																				
4,23,1,2017,10,36,39,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,854,0,76,35,0,13.50,33,1,1,																				
5,23,1,2017,10,36,40,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,826,0,76,35,0,13.50,34,1,1,																				
6,23,1,2017,10,36,41,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,848,0,76,35,0,13.50,33,1,1,																				
7,23,1,2017,10,36,42,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,836,0,76,35,0,13.50,33,1,1,																				
8,23,1,2017,10,36,43,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,831,0,76,35,0,13.50,33,1,1,																				
9,23,1,2017,10,36,44,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,838,0,76,35,3,13.50,37,0,																				
10,23,1,2017,10,36,45,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,1197,0,77,35,0,13.50,38,1,0,																				
11,23,1,2017,10,36,46,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,722,0,77,35,2,13.50,47,1,0,																				
12,23,1,2017,10,36,47,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,1036,3,77,35,5,13.50,39,1,0,																				
13,23,1,2017,10,36,48,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,1382,6,77,35,6,13.50,36,1,0,																				
14,23,1,2017,10,36,49,13088,13619,847,0.3344,-78.1202,1613,9,77,35,0,13.50,24,1,0,																				

Tabla 2. Datos adquiridos por el módulo

La interfaz desarrollada para análisis de datos posee 7 ventanas. Para comprobar que la importación de documentos se realizó con éxito, verificamos el encendido de un led indicador de datos listos ubicado en la parte inferior de la ventana de configuración.

Realizada la verificación tenemos la seguridad que todos los datos fueron almacenados en clusters para ser utilizados en todos los controles creados en las diferentes ventanas, tanto en las gráficas como en el simulador en función de la hora de grabación del viaje.

Además simulamos todo el viaje realizado por el conductor en el transcurso de la grabación sincronizando valores del módulo y valores de la cámara para observar todos los sucesos que ocurrieron en su ruta de viaje.

4. Conclusiones

El módulo de almacenamiento de datos on board para taxis, permite almacenar datos de gestión electrónica del vehículo, posición de marcha y estado de freno, aceleración en 3 ejes y GPS, organizados en una cadena de texto compuesta por 21 datos adquiridas cada 1 segundo y almacenados en un archivo txt.

El modulo es capaz de almacenar hasta 1044480 datos consecutivos, es decir 12 días 8 horas, a través del valor datos que se encuentra ilustrado en la pantalla, el cual incrementa cada segundo que se adquiere toda la trama de datos.

El receptor GPS que se encuentra integrado al módulo proporciona datos de tiempo como hora, fecha y ubicación latitud, longitud con una precisión de (+ - 3m).

La cámara realiza capturas del entorno frontal del vehículo en intervalos de 1,5 segundos con una calidad de imagen de 2 megapíxeles en formato .jpg y un peso promedio de 100kb.

La interfaz diseñada en LabView, permite al usuario importar los datos almacenados por el módulo y la cámara, para su visualización y análisis mediante submenús de selección de parámetros en graficas comparativas, simulación

de viaje interactivo, además de brindar información estadística de los datos y valores adquiridos.

La particularidad adicional de la interfaz desarrollada es el filtrado de todos los datos por hora, así de esta manera es posible la visualización de datos dentro de los rangos de hora iniciales y finales que establezca el usuario.

Agradecimientos

Dirijo mi más sincero agradecimiento a mis abuelos por ser mis guías, y mi apoyo incondicional en toda mi trayectoria estudiantil, a mi tutor por ser parte de este proyecto de investigación y brindarme su tiempo para desarrollarlo, por impartir sus conocimientos, enseñanzas y ser un gran guía durante todo el proceso y así permitirme llegar a ser un profesional de gran moral y ética.

Francisco Ormaza L.

Agradezco a Dios por haberme dado la salud para afrontar este camino en busca de cumplir mis metas, a mi Madre y Padrastro que siempre estuvieron a mi lado para brindarme su cariño y apoyo incondicional. A la Universidad Técnica del Norte que me abrió las puertas para estudiar esta linda carrera que elegí seguir, a todo el personal docente de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz quienes con sus conocimientos me ayudaron a formarme como un buen profesional, en especial a mi tutor quien además de haberme impartido sus conocimientos como docente también confió en mi para realizar este proyecto ya que sin su paciencia y dedicación no hubiese podido culminar este proyecto.

Jefferson Enriquez F.

Referencias Bibliográficas

- [1] Rueda, J. (2011). Técnico en mecánica & electrónica automotriz. Tomo 3. Colombia: Editorial Diseli. Código Biblioteca UTN: 629.287/. R84/Tec.
- [2] Rueda, J. (2011). Manual técnico de fuel injection. Tomo 1. Colombia: Editorial

- Diseli. Código Biblioteca UTN: 629.53/. R84/Man.
- [3] Reyes, F., Cid, J. (2015). Arduino: Aplicaciones en robótica, mecatrónica e ingenierías. México: Editorial Alfaomega. Código Biblioteca UTN: 629.892/. R49/Ard.
- [4] Aranda, D. (2014). Electrónica: plataformas Arduino y Raps Berry PI. Argentina: Editorial Foxandina. Código Biblioteca UTN: 621.381/. A73/Ele.
- [5] Del Rio, J., Sharial, S., Sarría, D. (2013). Labview: Programación para sistemas de instrumentación. México: Editorial Alfaomega. Código Biblioteca UTN: 005.13/. M65/Lab.
- [6] Molina, J., Jiménez, M. (2012). Programación gráfica para Ingenieros. España: Editorial Alfaomega. Código Biblioteca UTN: 620.004/. M65/Pro.
- [7] Bolton, W. (2013). Mecatrónica: Sistemas de control eléctrico en la ingeniería mecánica eléctrica. España: Editorial Alfaomega. Código Biblioteca UTN: 621.381/. B65/Mec.
- [8] Villaseñor, J., Hernández, F. (2013). Circuitos eléctricos y aplicaciones digitales. Editorial Pearson. Código Biblioteca UTN: 621.319/. V55/Cir.
- [9] Figliola, R., Beasley, Donald. (2009). Mediciones mecánicas: teoría y diseño. España: Editorial Alfaomega. Código Biblioteca UTN: 681.2/. F54/Med.
- [10] Proakis, J., Manolakis, D. (2007). Tratamiento digital de señales. Editorial: Pearson.
- [11] Muñiz, J. (2014). Android: Manual práctico para todos los niveles. Colombia: Ediciones de la U. Código Biblioteca UTN: 005.4/.M86/Adr.
- [12] Foro de Labview. (2015). Obtenido de <http://forums.ni.com/t5/La-Comunidad-en-Espa%C3%B1ol/ct-p/ESAForum>.
- [13] Tutorial Arduino. (2015). Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples>.
- [14] Correia, P. (2002). Guía práctica del GPS. España: Editorial Marcombo.
- [15] Lawrence, L. (2001). GPS fácil: Uso del sistema de posicionamiento global. España: Editorial Paidotribo.
- [16] Lajara, J., Pelegrí, J. (2011). Labview: entorno gráfico de programación. España: Editorial Marcombo.

Sobre los Autores

Autor – Francisco Ormaza. Nació en la ciudad de Ibarra el 29 de octubre de 1992. Realizó sus estudios primarios en la escuela Madre Teresa Bacq. Sus estudios secundarios en el colegio T.W. Anderson Unidad Educativa 4 de Julio especialidad Físico Matemático. Actualmente es egresado de la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Autor– Jefferson Enríquez. Nació en la ciudad de Ibarra el 24 de marzo de 1992. Realizó sus estudios primarios en la escuela Rafael Larrea Andrade. Sus estudios secundarios en el colegio Instituto Tecnológico 17 de Julio especialidad Mecánica Automotriz. Actualmente es egresado de la Universidad Técnica del Norte en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Coautor-Fredy ROSERO. Nació en la ciudad de Ibarra el 29 de Diciembre de 1984. Cursó sus estudios secundarios en el Colegio Fisco-misional “San Francisco” en la especialidad Físico Matemático; sus estudios de pregrado los realizó en la Escuela Politécnica del Ejército,

obteniendo el título de Ingeniero Automotriz. En los estudios de postgrado obtuvo un Diplomado Superior en Autotrónica en la Escuela Politécnica del Ejército, finalmente obtuvo una Maestría en Ingeniería del Transporte en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

