

Diseño e implementación de un prototipo de monitoreo y gestión de la información para el parque automotor de Aneta (ESCUELA LA PRADERA)

Casa Ortiz Armando José, Cruz Herrera Pablo Roberto,

Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica Nacional, Quito - Ecuador

armand_0729@hotmail.com

pablorcruh@hotmail.com

Abstract- El dispositivo a bordo del vehículo de instrucción está compuesto por un módulo GSM, un módulo Bluetooth y un módulo GPS los que son operados por medio de un microcontrolador para su interacción. Utilizando una aplicación en un teléfono inteligente con sistema operativo Android, el instructor ingresa nombres de usuarios y contraseñas correspondientes a los diferentes estudiantes que utilizan el vehículo de instrucción a lo largo del día. El módulo a bordo del vehículo de instrucción recibe la información enviada vía Bluetooth, desde el teléfono inteligente, y está en capacidad de reconocer a los diferentes estudiantes al discriminar el usuario y su contraseña ingresados.

Una vez que el módulo a bordo del vehículo de instrucción recibe información válida de un estudiante vía Bluetooth desde la aplicación en el teléfono inteligente, como parte inicial de una clase de conducción, se envía un mensaje de texto hacia la computadora central con información de su posición inicial por medio de otro módulo GSM instalado a la misma. Se reportará periódicamente su posición geográfica automáticamente hasta que el estudiante decida terminar su sesión de instrucción. La

aplicación instalada en la computadora central posee una interfaz amigable al usuario que permite visualizar en un mapa la ruta y posiciones geográficas.

Índices – Android, Bluetooth, GPS, GSM, java Microcontrolador, Programación, Prototipo, Serial

I. INTRODUCCIÓN

Los vehículos de instrucción de la Escuela de Conducción de ANETA (Escuela La Pradera) se encuentra en constante crecimiento, dificultando la tarea del supervisor del departamento académico al momento de llevar un registro de novedades y ubicación de los vehículos, cada vez que salen a las clases de conducción.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

A. Descripción del Hardware

En la figura N. 1 se describe de manera general los elementos que conforman el prototipo implementado. El módulo a bordo del vehículo de instrucción tiene como función recoger información sobre el usuario que se encuentra realizando la clase de conducción, su posición geográfica, su velocidad y la hora en que se hizo la adquisición de dicha información, para ser enviada hacia la computadora central cada cierto intervalo de tiempo usando para ello la infraestructura de la red celular

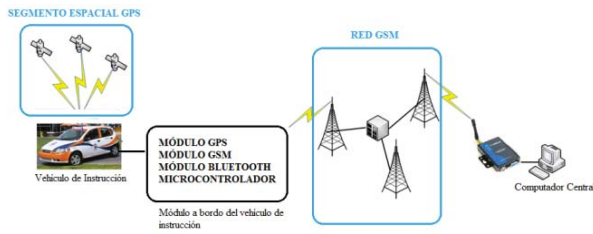


Fig.1 Esquema general del sistema

El dispositivo a bordo del vehículo de instrucción también está en capacidad de reportar su posición si en algún momento es requerida por el supervisor desde la computadora central, además da la posibilidad al instructor a cargo del vehículo de instrucción de reportar su ubicación en caso de desperfecto mecánico o posible accidente por medio de dos botones separados, uno para cada caso, estos pueden ser utilizados en cualquier momento.

El microcontrolador, por medio del módulo Bluetooth, recibe la información del nombre del usuario y contraseña desde el teléfono inteligente, dentro del perfil de administrador de la aplicación Android, para poder ingresar los distintos estudiantes que utilizarán el vehículo de instrucción en el transcurso del día, para almacenarlos en la memoria EEPROM. De esta manera los estudiantes que utilicen el vehículo de instrucción tendrán que proporcionar su usuario y contraseña, en el perfil de alumno, antes de iniciar su tiempo de instrucción, así la información sobre la posición se complementará con el usuario que se encuentra en instrucción.

En la figura N. 2 se muestra la placa con el circuito impreso que contiene los elementos de hardware que conforman el dispositivo a bordo del vehículo de instrucción, el mismo que dispone de indicadores visuales para mostrar el correcto funcionamiento de los diferentes elementos que lo conforman al momento de su inicialización.



Fig.2 Placa impresa del Prototipo implementado

El primero led rojo del extremo izquierdo permanecerá encendido hasta que el microcontrolador envíe la configuración, a través de la interface serial, hacia el módulo GSM y este responda con una confirmación afirmativa, el led se apagará y se encenderá el segundo led rojo, el que parpadea en espera que el módulo GPS empiece a enviar tramas válidas sobre la posición geográfica hacia el microcontrolador. Cuando el microcontrolador reciba tramas con información válida desde el módulo GPS, se apagará el segundo led rojo y se encenderá el led verde que indica que los distintos módulos conectados se han inicializado con éxito.

Una vez iniciada la clase de conducción, el temporizador del microcontrolador permitirá tener una información precisa del intervalo de tiempo luego del cual se enviará el dato con su posición, usuario y velocidad.

El microcontrolador Atmega32, que se escogió para la implementación del prototipo, posee un timer de 16 bits, que permite generar la base de un segundo con mayor precisión, por ello se configura el timer1 como timer, con un prescalador igual a 256, una frecuencia de oscilación del cristal igual a 4MHz y un valor constante de A=49910.

$$T = \frac{(2^{16} - A) \cdot \text{Prescalador}}{f_{\text{cristal}}} [\text{Seg}] \quad (1)$$

La Ecuación (1) permite realizar el cálculo del tiempo, se emplea una sencilla fórmula que relaciona todos estos parámetros y determina el tiempo que el temporizador ocupa para poder realizar la cuenta desde 49910 hasta 65535, bajo los parámetros de prescalador y cristal antes mencionados.

Dentro de la subrutina que está encargada de administrar la interrupción del timer1 se actualiza la variable que almacena la cantidad de tiempo transcurrido y si esta variable alcanza un tiempo determinado, actualiza el

estado de una bandera que refleja el cumplimiento de esta condición dentro del programa principal.

B. Descripción del Programa Principal del Microcontrolador

En la figura N. 3 se indican los diferentes estados por los que pasa el software dentro del microcontrolador, para poder realizar actividades específicas inherentes a cada estado.

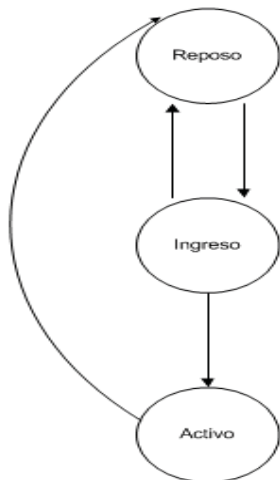


Fig.3 Máquina de estados programa principal

El primer estado en el Programa Principal es el estado de reposo, dentro del cual se espera el ingreso de datos por medio del módulo Bluetooth, o también el ingreso de información desde el módulo GSM. Dentro de este estado se espera recibir un mensaje corto que solicite el reporte de la posición geográfica.

Al pasar al estado de ingreso se hace el llamado a la subrutina que se encarga de autenticar los datos recibidos por medio de la interfaz Bluetooth, de no tener una autenticación exitosa se retorna al estado de reposo, caso contrario se avanza al estado activo.

Dentro del estado Activo se pone en marcha el timer que permitirá tener una temporización adecuada, y a su vez se llama a una subrutina que toma los datos del GPS para poder reportar la posición geográfica por medio de un mensaje corto al iniciar la instrucción de conducción. La subrutina que toma datos del GPS solo será llamada cada vez que se expire la temporización, o en su defecto al inicio o término de la instrucción de conducción.

Por medio del uso de banderas se determina cuando se ha cumplido la temporización luego de la que se enviará un mensaje corto indicando la posición actual del vehículo de instrucción a la computadora central, así mismo el cambio de estado de una bandera indicará si se desea terminar la sesión de instrucción, que permitirá enviar un

reporte con la última posición al término de la instrucción.

C. Descripción de la Aplicación Android

En esta aplicación se establece cuatro actividades las mismas que son:

- TesisActividad: pantalla inicial de la aplicación.
- Administrador: pantalla para que el administrador ingrese usuarios
- Alumno: pantalla que se visualizará si el usuario se registra.
- ListaDispositivosActividad: pantalla que enlista los dispositivos emparejados y descubiertos. El dispositivo Bluetooth que se elija será el que forma parte del dispositivo a bordo del vehículo de instrucción.

La aplicación en Android, al ser desarrollada sobre un lenguaje orientado a objetos, permite definir una estructura de clases que nos ayuda a instanciar ciertos servicios necesarios como parte de la aplicación, en este caso la clase BluetoothThreadServicio que reproduce la conexión Bluetooth en un hilo (tarea) o hilos diferentes al hilo principal de la aplicación, Cabe recalcar que la aplicación maneja los dos perfiles tanto para usuario y administrador.

La actividad ListaDispositivosServicio será instanciada cada vez que se necesite iniciar la conexión con un dispositivo con bluetooth. Tanto la actividad Administrador como la actividad Alumno instancian dicha clase.

Dentro de la actividad Administrador se habilita el dispositivo Bluetooth y se envía los datos ingresados en la actividad TesisActividad, estos datos serán enviados a un dispositivo en particular, el cual será elegido en actividad ListaDispositivosActividad,

Para la actividad Alumno el proceso inicial de envío de datos es el mismo que en la actividad Administrador, se espera una respuesta del registro; si el usuario es autorizado se deshabilita el Bluetooth para ahorrar energía en el teléfono inteligente. Una vez finalizado el tiempo de instrucción se habilita el Bluetooth y se envía los datos de hacia el dispositivo seleccionado.

En la figura N. 4 se muestran las diferentes pantallas a ser visualizadas al interactuar con la aplicación Android como parte del perfil de alumno.

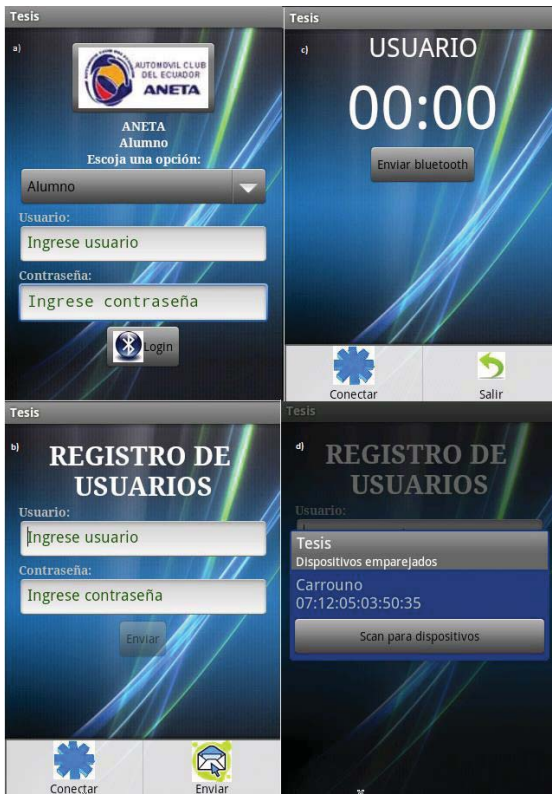


Fig.4 Pantallas de la aplicación android

D. Descripción de la Aplicación Java

Esta aplicación proporcionará todos los datos e información del prototipo, que estarán disponibles para el supervisor, para ello es necesario especificar los elementos y componentes adicionales de la aplicación, además del modelo de abstracción de desarrollo.

1) *API para JAVA*: provee de un conjunto de clases utilitarias para efectuar toda tipo de tareas necesarias dentro de un programa, como:

- Conexión a un gestor de base de datos: ofrece implícitamente una conexión directa a la base de datos.
- Comunicación serial: ofrece métodos para poder manejar las propiedades y la comunicación de los puertos seriales físicos y lógicos.

2) *Modelo Vista Controlador (MVC)*: Es un patrón o modelo de abstracción de desarrollo de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de negocio en tres componentes distintos.

- **Modelo**: Esta es la representación específica de la información con la cual el sistema opera. También es la que interactúa directamente con la base de datos.
- **Vista**: Este presenta el modelo en un formato adecuado para interactuar con el sistema, usualmente la interfaz de usuario.
- **Controlador o Negocio**: Este responde a eventos, usualmente acciones del usuario, e invoca peticiones al modelo y, probablemente, a la vista.

3) *Interfaz Gráfica*: La interfaz gráfica está compuesta por una presentación y seis formularios:

- Splash (presentación antes de ingresar al sistema)
- Formulario Login
- Formulario Principal
- Formulario Auto
- Formulario Profesor
- Formulario Alumno
- Formulario Instrucción

A continuación se hace una descripción de las funciones que realiza cada formulario dentro de la aplicación de escritorio para brindarle funcionalidad al prototipo implementado.

Formulario Login: permite solo al supervisor el ingreso al sistema con su respectivo usuario y contraseña

Formulario Principal: muestra un menú para el ingreso a los formularios auto, profesor, alumno e instrucción; además permite eliminar registros de datos de instrucciones cada vez que inicie un nuevo curso.

Formulario Auto: permite ingresar, eliminar, actualizar y consultar registros de vehículos de instrucción, una característica importante es que se puede consultar la ubicación del vehículo de instrucción dentro de un mapa.

Formulario Profesor: permite realizar varias operaciones con la base de datos . Cabe recalcar que para ingresar un profesor debe existir el registro del vehículo de instrucción al cual se va a vincular, y para eliminar un profesor se debe desvincular los alumnos que estén ligados a este profesor.

Formulario Alumno: permite realizar varias operaciones con la base de datos, este formulario tiene un campo llamado Usuario, el mismo que se utiliza para el registro de usuarios vía Bluetooth por medio del teléfono inteligente con la aplicación Android al dispositivo a bordo del vehículo de instrucción. Pero para ingresar un

registro alumno debe existir el registro del profesor a vincular.

Formulario Instrucción permite hacer consultas a la base de datos de las sesiones diarias de instrucción de conducción de cada alumno, además de visualizar los puntos tomados en la ruta, dentro de un mapa.

III. INFORMACIÓN UTILIZADA POR EL PROTOTIPO

En la figura N. 5 se indica los campo de la trama de información enviada a través de la red celular a la computadora central, la misma que es complementada con campos adicionales y se separa por medio de caracteres especiales, para poder discriminar estos campos en su posterior procesamiento.

TRAMA RMC	*	USUARIO	&	TIPO DE DATO	@
-----------	---	---------	---	--------------	---

Fig. 5 Secuencia de datos enviados desde el módulo a bordo del vehículo de instrucción

El campo de usuario es introducido como parte de los datos enviados, cada vez que un usuario inicie una sesión, en caso de no proporcionar un usuario o contraseña este campo permanecerá vacío.

En la Tabla 1 se describe los tipos de datos a discriminar, que pueden presentarse dentro y fuera de una instrucción de conducción, se determinan cuatro tipos de datos a ser enviados.

TABLA 1 TIPOS DE DATOS ENVIADOS Y SU DESCRIPCIÓN POR EL MÓDULO A BORDO DEL VEHÍCULO DE INSTRUCCIÓN

TIPO	FORMATO	DESCRIPCION
Emergencia	&EMER@	Reporta una posible emergencia o colisión
Instrucción	&INST@	Reporta que el usuario se encuentra realizando un recorrido.
Fallo	&FALLO@	Reporta un posible fallo mecánico
Posición	&POS@	Reporta la ubicación geográfica del vehículo de instrucción fuera de la clase de conducción

IV. DISEÑO DE LA ETAPA DE CONTROL Y COMUNICACIÓN

El microcontrolador tiene la capacidad de manejar la distintas interfaces de comunicación, al disponer de un puerto serial virtual, permite la conexión directa con el módulo Bluetooth, su puerto UART está conectado con el módulo GSM a través de dos transistores, en configuración de inversor, que tienen la función invertir el nivel de voltaje, y de esta manera realizar la comunicación.

La comunicación hacia el módulo GPS se realiza utilizando la interfaz I2C del microcontrolador que únicamente requiere una resistencia conectada a VCC, que en este caso es una fuente de 5V DC, para cada una de las líneas de comunicación, conforme a las recomendaciones brindadas por el fabricante.

El microcontrolador tiene dos botones conectados en los puertos de interrupciones externas, cada uno de ellos dispone de un arreglo de resistencias y capacitores que eliminar el rebote generado al presionado.

Los indicadores visuales están conectados al puerto B del microcontrolador a través de resistencias que limiten la corriente hacia cada led.

En la figura N. 6 se muestra un diagrama esquemático de del conjunto de elementos que interactúan entre sí para integrar las funcionalidades de la etapa de control y la etapa de comunicación.

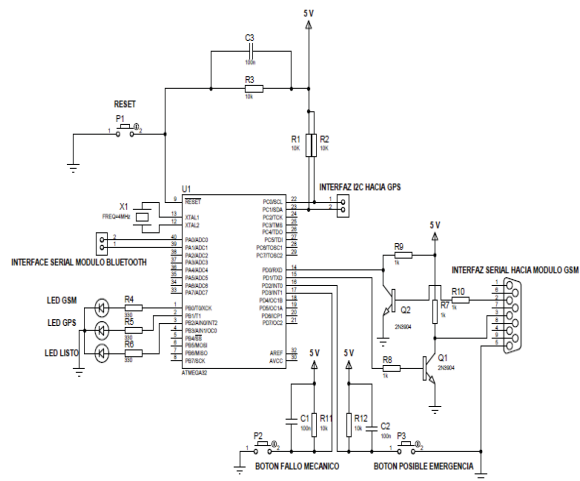


Fig.6 Etapa de control y comunicación

V. DISEÑO DE LA ETAPA DE ALIMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

Para alimentar los diferentes elementos dentro de los voltajes de operación necesarios se utilizó los reguladores

de voltaje LM7812, LM7805 y L1117; cada uno proporciona 12V, 5V y 3.3V respectivamente.

En la figura N. 7 se presenta un esquema de los diferentes componentes electrónicos que brindan la alimentación de voltaje a todo el módulo abordo del vehículo de instrucción.

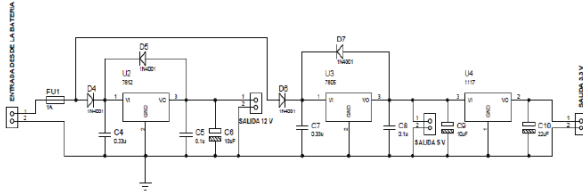


Fig.7 Etapa de alimentación

La alimentación de voltaje recibida mediante la conexión desde la caja de fusibles del vehículo de instrucción se hace a través de la caja de fusibles ubicados en el interior. Por medio de cables se alimenta el circuito a través de un fusible de protección, también se dispone de dos diodos ubicados antes de los reguladores de 12V y de 5V para prevenir voltajes negativos en caso de existir una conexión incorrecta del cable de alimentación.

Cada regulador de voltaje posee un arreglo de capacitores de filtrado y diodos de protección recomendados por el fabricante para su óptimo funcionamiento.

Cuando se utilizan condensadores electrolíticos en la salida de estos reguladores se recomienda colocar un diodo de protección conectado entre la salida y la entrada. Sin la protección de este diodo, cuando se quita la alimentación del voltaje al regulador, la tensión a la salida, debido a la carga almacenada en el condensador de salida, se descargara a través del circuito de salida interno del regulador a tierra, si la energía descargada por el condensador es lo suficientemente grande, el regulador puede ser destruido.

Dependiendo de la cantidad de voltaje a ser suministrada, el circuito integrado entregará una cantidad de energía que debe ser disipada en forma de calor. Los reguladores 7812 y 7805 disponen de disipadores para evitar un calentamiento excesivo que podría llevar a un funcionamiento indebido de dichos componentes.

VI. PRUEBAS.

Las pruebas realizadas al prototipo implementado, simulan el uso práctico que le daría un estudiante que es usuario frecuente del sistema.

El escenario de prueba comprende el ingreso de los datos del estudiante, desde el teléfono inteligente por medio de la aplicación Android, la recolección de la información enviada periódicamente una vez iniciada la sesión de instrucción, la petición de información de la localización del vehículo y la puesta a prueba de los botones de emergencia y posible fallo mecánico.

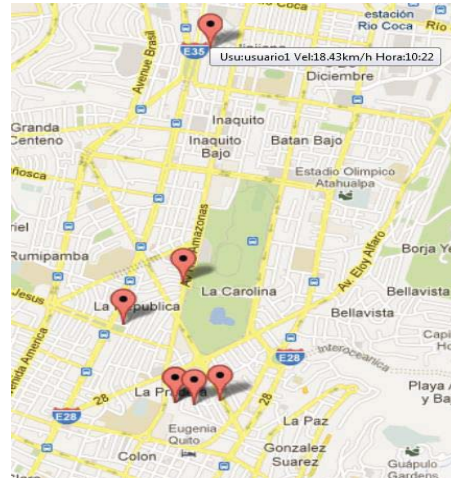


Fig. 8 Visualización de la ruta de una instrucción

En la figura N. 8 se muestra la pantalla que contiene todos los puntos geográficos que forman parte de un recorrido en una sesión de instrucción, dichos puntos se recolectan periódicamente una vez que el usuario ingreso de manera correcta dentro del sistema para su monitoreo

La información que se recibe desde el módulo abordo del vehículo, son almacenados, procesados y finalmente mostrados de manera gráfica por medio de un mapa

A. Instrucción

- 1) *Inicio:* Para iniciar una sesión de instrucción el alumno debe enviar sus datos de usuario y contraseña al dispositivo a bordo del vehículo de instrucción vía Bluetooth por medio del teléfono inteligente con la aplicación Android.
- 2) *Transcurso Instrucción:* Durante la hora de clase se envían datos de tipo instrucción a la computadora central, el intervalo de tiempo en el que se adquiere y envía la información es de 10 minutos.
- 3) *Fin Instrucción:* Para finalizar el estudiante envía una petición para terminar la instrucción y al mismo tiempo el dispositivo a bordo del vehículo de instrucción envía un mensaje corto con el último dato de tipo instrucción.

Para visualizar los registros se ingresa el usuario y la fecha de instrucción en el formulario instrucción además de visualizar el mapa que contiene los puntos geográficos pertenecientes a la ruta seguida.

B. Localización

Para esta tarea se habilita el botón Localización del formulario auto, que parte del software de monitoreo implementado en la computadora central, para ello deben existir los registros de vehículos de instrucción válidos con los campos obligatorios ingresados debidamente, es importante recordar que se puede pedir la ubicación del vehículo de instrucción cuando este no se encuentre realizando una instrucción de conducción.

C. Notificación Emergencia

En el dispositivo a bordo del vehículo de instrucción hay dos botones que servirán para reportar falla mecánica o una colisión. Al pulsar cualquiera de los dos botones se enviará un mensaje corto a la computadora central con un dato de tipo EMER o FALLA según el botón pulsado, esta denominación permite su discriminación el momento de procesar la información, es importante saber que esta función esta siempre habilitada para ser usada, ya sea dentro o fuera de una clase de conducción

VII. CONCLUSIONES.

El desarrollo de software en el paradigma de programación orientada a objetos bajo el lenguaje de java permite la fácil interacción de distinto hardware, por medio del uso de patrones de diseño que permitan una mejor abstracción de la lógica a ser implementada, así resultó más fácil el poder integrar las funcionalidades de cada módulo bajo un esquema de software que permita la administración y visualización.

El motivo de realizar la aplicación para un teléfono inteligente bajo el sistema operativo Android, es tomar ventaja de la flexibilidad que presenta el desarrollo, en vista de que existe información extensa respecto al tema y permite reducir los tiempos al momento de implementar una solución.

El prototipo desarrollado presenta un esquema básico de funcionamiento en comparación a sus versiones comerciales, debido a que nos hemos enfocado en

solventar problemas de manera puntual dentro del esquema de funcionamiento de la Escuela de Conducción de ANETA (Escuela La Pradera).

Según las pruebas realizadas del dispositivo montado sobre el vehículo de instrucción consume un mínimo de corriente de 150mA y un máximo de corriente de hasta 200mA, un consumo que no representa una carga excesiva a la batería del auto, por lo que su funcionamiento puede adaptarse a una gran variedad de automóviles.

El tamaño del módulo abordo del vehículo de instrucción puede reducirse de manera considerable si para su elaboración se considera la utilización de técnicas de montaje superficial.

El desarrollo del sistema como parte de una aplicación de escritorio limita en gran medida la portabilidad y acceso a los recursos, se hace evidente que resulta mucho mejor desplegar la aplicación dentro de un servidor de aplicaciones como parte de una solución empresarial, para la cual existe una pequeña variación dentro de su implementación debido a que forma parte del estándar empresarial de java.

REFERENCIAS

[1] I2C. [En línea]. Disponible:

http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_busI2C.htm.

[2] Fundamentos Android. [En línea]. Disponible:

<http://developer.android.com/guide/components/fundamentals.html>.

[3] Fundamentos java. [En línea]. Disponible:

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/getStarted/intro/definition.html>.

Armando José Casa Ortiz

Nació en Quito-Ecuador, el 29 de Julio de 1986. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Hermano Miguel donde obtuvo el bachillerato en Físico Matemático en el año 2005, en el mismo año ingresó a la Escuela Politécnica Nacional en la cual realizó sus estudios en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.

Pablo Roberto Cruz Herrera

Nació en Loja-Ecuador, el 28 de Agosto de 1984. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Militar Tern. Lauro Guerrero donde obtuvo el bachillerato en ciencias especialización Informática. Ingresó a la Escuela Politécnica Nacional en donde realizó sus estudios en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.