

Control de Asistencia y Monitoreo GPS para Trabajadores y Vehículos de la Empresa

Sistemas de Automatización y Control Radicada en la Ciudad de Ibarra

Evelyn C. Torres

Universidad Técnica del Norte

edtorres@utn.edu.ec

Resumen—Este proyecto tiene la finalidad de diseñar el sistema *Control de Asistencia y Monitoreo GPS para trabajadores y vehículos de la empresa Sistemas de Automatización y Control radicada en la ciudad de Ibarra*.

El sistema consta de una aplicación móvil para dispositivos Android diseñada en App Inventor con el objetivo de obtener y enviar la ubicación del trabajador por mensaje de texto a través de la red GSM hacia el servidor de la empresa para ser registrada y almacenada. Por otro lado, el módulo GPS/GSM instalado en el vehículo obtiene la posición del mismo, y con la ayuda de un microcontrolador la envía por medio de mensaje de texto al servidor para ser visualizada en el mapa de google.

El sistema de *Asistencia y Monitoreo GPS* está desarrollado en LabVIEW complementado con MySQL, permitiendo almacenar, editar y eliminar los datos de los trabajadores y vehículos, mientras que la ubicación de los mismos únicamente se almacena y visualiza.

Índice de Términos—GPS, GSM, Módulo GPS/GSM.

I. INTRODUCCIÓN

El control y monitoreo de personas es un procedimiento administrativo que tiene como finalidad registrar, controlar y asegurar al personal que labora en una empresa o institución. Las empresas han utilizado el monitoreo a los empleados desde hace varias décadas ya sea para rastrear la producción, inventario o generalmente mejorar la eficiencia de los mismos. Inicialmente se utilizaban contadores mecánicos de pulsaciones de teclas y en los últimos años se han cambiado los antiguos métodos de supervisión por métodos tecnológicos modernos.

El monitoreo no solo se utiliza para controlar la seguridad y productividad de los empleados sino que también ayuda a las empresas financieramente, ya que permite al empleador conocer la hora de ingreso y salida de su personal y así determinar qué tan comprometido y responsable es cada empleado con su trabajo, ayuda a la toma de decisiones en cuanto a promociones o ascensos, becas académicas, otorgar derechos, compensación por tiempo de servicios, movimientos de rotación, o reubicación.

De la misma manera las empresas cuidan los activos con los que cuentan, es decir, maquinaria, dispositivos

tecnológicos, o vehículos. Utilizan sistemas de monitoreo para mejorar los servicios que ofrecen, como por ejemplo rastrear un vehículo en caso de robo, monitorear la ruta de un avión o barco en caso de emergencia o encontrar una dirección y así incrementar productividad, eficiencia y reducir costos .

El monitoreo de bienes y personal de las empresas puede a su vez complementarse con otros sistemas específicos como control de velocidad, monitoreo de gasolina, audio, cámaras, entre otros para mejorar y asegurar los intereses económicos de la empresa.

Las nuevas tecnologías están ayudando en el proceso de monitoreo, permiten controlar la entrada, salida y ubicación del personal dentro o fuera de la empresa y están diseñados para ser configurados de acuerdo a los requerimientos del empleador. Existen muchos mecanismos tales como detector de huellas digitales, sistemas de control mediante tarjetas, sistemas biométricos, geolocalización mediante GPS, rastreo satelital y aplicaciones móviles. Algunos de estos sistemas utilizan tecnología inalámbrica de corto alcance como RFID o NFC y redes de transmisión inalámbrica tales como GSM y WCDMA, a su vez los dispositivos se conectan utilizando redes corporativas LAN e incluso pueden conectarse con otros dispositivos ubicados en diferentes partes del mundo y de este modo registrar en una base de datos la información de control de cada empleado, existen además software de control basados en WEB.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

A. Sistema de Posicionamiento Global

GPS desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos es un sistema mundial de navegación que consta de 24 satélites artificiales de los cuales 21 son regulares y 3 de respaldo como se observa en la Fig. 1, además de sus respectivas estaciones terrenas, este sistema proporciona información para el posicionamiento las 24 horas del día sin importar condiciones de tiempo.

El sistema GPS está basado en la medición de distancias a partir de señales de radio transmitidas por un grupo de satélites artificiales cuya órbita se conoce con precisión, dichas señales son captadas y decodificadas por receptores ubicados en los puntos de la posición que se desea

determinar. GPS utiliza satélites artificiales como punto de referencia para el cálculo de posiciones sobre la superficie de la tierra, la precisión ha ido mejorando con el pasar de los años.



Fig. 1. Constelación Sistema de Posicionamiento Global.

Obtener la ubicación exacta de un objeto o persona se logra mediante la medición de la distancia del receptor GPS hacia tres satélites, lo que permite triangular la posición en cualquier parte de la tierra.

Los satélites cuentan con un reloj atómico muy preciso, el mismo que ayuda a obtener la distancia que existe hacia el receptor GPS midiendo el tiempo que tarda en llegar la señal emitida por el satélite hacia el receptor GPS, la señal emitida por el GPS y por el satélite es llamado Código Pseudo Aleatorio.

Cada uno de los tres satélites calcula la distancia que existe entre el receptor GPS y su posición para posteriormente utilizando esferas virtuales ubicar el punto de intersección que da lugar a la ubicación. Finalmente los satélites corrigen posibles errores en la medición dando lugar a una ubicación más exacta.

La localización de un punto sobre la superficie terrestre se realiza mediante las coordenadas de latitud y longitud. Estas coordenadas son dos ángulos medidos en grados, minutos de arco y segundos de arco, permitiendo especificar una posición en el mapa.

B. Sistema Global para Comunicaciones Móviles

GSM es un estándar para comunicaciones móviles digitales que se puede utilizar en distintas bandas de frecuencia (catorce bandas), está presente en una gran cantidad de países soportando tanto voz como texto y datos al incluir GPRS. Su principal ventaja es permitir la itinerancia o roaming en países que hayan adoptado el estándar y por ende tengan acuerdos entre sí, registrando el dispositivo móvil en la siguiente red GSM y quedando inmediatamente disponible para su uso.

Este sistema puede ser utilizado en cualquiera de las catorce bandas de frecuencia definidas, las más comunes son

las de 900 MHz, 1 800 MHz y 1 900 MHz. En GSM 900 el ancho de banda disponible es de 25 MHz para cada sentido de la transmisión, dado que la separación entre portadoras es de 0,2 MHz se ofrece un total de 124 portadoras; mientras que para GSM 1 800 al contar con un ancho de banda de 75 MHz se cuenta con 374 portadoras.

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LOS SISTEMAS GSM MÁS COMUNES

	GSM 900	GSM 1 800	GSM 1900
Ascendente (Uplink)	890 – 915 MHz	1 710- 1 785 MHz	1 850- 1 910 MHz
Descendente (Downlink)	935- 960 MHz	1 805- 1 880 MHz	1 930- 1 990 MHz
Ancho de banda	25 MHz	75 MHz	60 MHz
Separación portadoras	200 KHz	200 KHz	200 KHz
Distancia dúplex	45 MHz	95 MHz	80 MHz
Número de portadoras	124	374	299
Radio típico de células	300 m-35 Km	100 m- 15 Km	100 m- 15 Km
Potencia del terminal	0,8-2 W	0,25-1 W	0,25-1 W

GSM cuenta con el Servicio de Mensajes Cortos SMS el cual es un mecanismo de estilo “almacenamiento y reenvío” para transmitir mensajes cortos hasta y desde teléfonos móviles utilizando la red de telefonía móvil, los mensajes pueden ser enviados entre dispositivos móviles o por Internet a teléfonos móviles y a la inversa.

El mensaje enviado desde el móvil origen es almacenado en una Central de Mensajes Cortos SMC para posteriormente enviarlo al móvil destino, en caso de que el receptor no esté disponible el mensaje es almacenado para ser enviado más tarde.

El sistema que entrega los mensajes desde el BSS al móvil destino usa un canal de señales en lugar de un canal dedicado para garantizar la entrega del SMS aunque el móvil destino este en uso.

C. App Inventor

App Inventor es una aplicación de Google Labs utilizado para crear aplicaciones de Android, estas aplicaciones pueden crearse desde cualquier smartphone con sistema Android o desde una computadora que soporte Android para PC.

Esta aplicación se encuentra disponible desde noviembre de 2012 y ha sido una de las grandes innovaciones en desarrollo de aplicaciones, permite a los novatos en programación realizar sus propias aplicaciones para satisfacción y comodidad personal o incluso para comercializarlas en Android Market.

Como se observa en la Fig. 2, para crear una aplicación con app inventor se debe realizar:

- El diseño de la aplicación, en la que se seleccionan los componentes para la aplicación.
- El editor de bloques, donde se escogen los bloques necesarios según la aplicación a realizar.

La aplicación aparecerá paso a paso en la pantalla del teléfono a medida que el usuario vaya añadiendo piezas, al terminar se debe empaquetar la aplicación y producir una aplicación independiente para instalar. Se puede construir las aplicaciones desde una computadora utilizando el emulador de Android, el software se comporta como el teléfono.

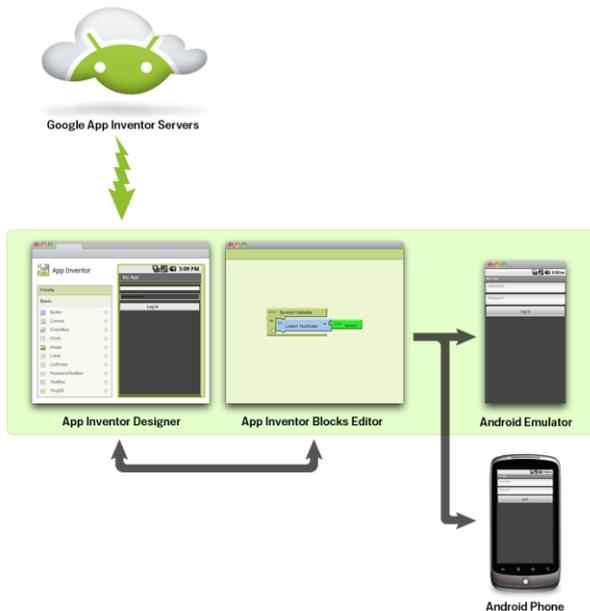


Fig.2. Diagrama de funcionamiento de App Inventor.

D. LabVIEW

LabVIEW es una herramienta que ayuda a resolver más rápido y eficientemente los problemas actuales al ofrecer integración del hardware, software existente e IP aprovechando las últimas tecnologías de computo.

Esta herramienta cuenta con un entorno de desarrollo diseñado con una sintaxis de programación gráfica que facilita visualizar, crear y codificar sistemas de ingeniería. Además ayuda a reducir tiempos de prueba y ofrecer análisis de negocios basados en datos recolectados.

Permite diseñar aplicaciones usando íconos gráficos en lugar de escribir líneas de código, desarrollar un programa es más rápido que en lenguajes tradicionales debido a que la representación del diagrama de flujo es sencilla de desarrollar, mantener y comprender.

Integra hardware comercial para máxima flexibilidad al conectar con una variedad de plataformas de hardware embebido, además contiene más de 100 módulos de E/S intercambiables en vivo. Permite añadir y reconfigurar

rápidamente mientras genera los prototipos para trasladar el código final a un objeto robusto o rentable.

E. MySQL

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto y basado en el lenguaje SQL. Es un sistema de administración de base de datos relacionales, es decir, almacena los datos en tablas separadas, esto proporciona velocidad y flexibilidad a la hora de trabajar con los datos.

El software de base de datos de MySQL consiste en un sistema cliente/servidor el cual se compone de un servidor SQL multihilo, programas clientes y bibliotecas, herramientas administrativas, y una variedad de interfaces de programación. Es rápido, seguro y fácil de usar ya que fue desarrollado originalmente para manejar grandes bases de datos.

III. DESARROLLO Y PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

A. Situación Actual

La empresa Sistemas de Automatización y Control o S.A.C radicada en la ciudad de Ibarra, es una entidad que se dedica al diseño, mantenimiento e instalación de sistemas eléctricos y electrónicos para usuarios, instituciones o empresas en la zona norte del país. Tiene a disposición a varios trabajadores ocasionales para cumplir con los diferentes contratos, el número de trabajadores varían entre 10 a 15 dependiendo de las obras a realizar.

Los trabajadores cumplen con las obligaciones empresariales en diferentes partes de la provincia o zona norte del país según la empresa les asigne diariamente, semanalmente o mensualmente hasta culminar con el trabajo asignado; por lo que los trabajadores son remunerados dependiendo de las horas trabajadas al culminar con la obra.

Para el control y registro de asistencia de los trabajadores, la empresa instala un dispositivo de clave personal en la obra con mayor tiempo de ejecución para que los trabajadores que allí asistan registren su hora de ingreso y salida, pero para los trabajadores que asisten a una obra distinta el registro de asistencia se lo realiza manualmente, es decir, el encargado del personal llama a cada trabajador para consultar la hora de ingreso y salida y de esta manera registrarlos.

Por otro lado la empresa cuenta con un vehículo para el traslado del material que de igual manera circula por la zona norte del país, el vehículo no cuenta con ningún sistema de monitoreo por lo que se desconoce la ubicación en el transcurso del día.

B. Elección del Software de Diseño

Posterior a la investigación de tecnologías de transmisión de datos, sistemas operativos móviles, software de desarrollo y bases de datos, el control de *Asistencia y Monitoreo GPS Para Trabajadores y Vehículos* se lo realizará utilizando el sistema GSM para la transmisión de la ubicación,

el sistema operativo Android, la herramienta LabVIEW y MySQL como base de datos.

La tecnología GSM al ser un sistema multioperador cuenta con una cobertura extendida en Ecuador, según Arcotel cubre el 76,7% del territorio ecuatoriano incluyendo la zona norte, territorio por el cual los trabajadores de la empresa S.A.C realizan las actividades encomendadas. Ofrece el servicio de mensajes cortos lo que facilita la transmisión y recepción del posicionamiento de los trabajadores y vehículos mediante este servicio, sin un costo excesivo por cada mensaje enviado desde y hacia un terminal móvil en este caso desde el teléfono móvil y el módulo GPS/GSM del vehículo hacia el módulo GPS/GSM del servidor; el servicio de mensajes cortos utiliza sistemas propios de la red por lo que garantiza un envío y recepción eficaz.

La empresa facilita a cada trabajador un teléfono celular con el sistema operativo móvil android ya que es el sistema más utilizado por los usuarios debido a que ocupa el 78,4% del mercado mundial y al ser gratuito cuenta con IDE's libres como App Inventor para que cualquier persona pueda desarrollar aplicaciones propias. App Inventor permite desarrollar aplicaciones móviles intuitivas con mínimos conocimientos en programación debido a que ofrece una programación grafica en bloques, las aplicaciones pueden ser adaptadas a las necesidades y requerimientos del usuario según la utilidad que se le vaya a dar.

Por otra parte LabVIEW es un software de programación gráfico el cual es fácil de desarrollar y comprender, integra la programación G que es más sencilla de entender y desarrollar al proveer una experiencia más intuitiva al programar ya que es más fácil graficar una idea que escribir una línea de código. Además combina la potencia de la programación gráfica con hardware que incluye extensas bibliotecas de análisis y procesamiento de señales, ofrece interfaces de usuario gráficas personalizadas y permite implementar estos sistemas a una plataforma que utiliza una tecnología nueva y avanzada; de igual forma permite complementar los sistemas con la integración de bases de datos.

Finalmente MySQL es una base de datos open source fácil de instalar y configurar con gran disponibilidad en plataformas, soporta gran variedad de sistemas operativos. Facilita la administración de bases de datos relacionales debido a que archiva datos en tablas separadas en vez de colocar todos los datos en un gran archivo, esto permite velocidad y flexibilidad. Las tablas están conectadas por relaciones definidas que hacen posible combinar datos de diferentes tablas sobre pedido.

Se escogió estos sistemas y herramientas debido a que sus características y funcionamiento se acoplan a las necesidades y requerimientos para cumplir con el objetivo propuesto, a continuación se define el diagrama de bloques a seguir para la realización del *Sistema de Control y Monitoreo GPS*.

C. Diagrama de Bloques

El sistema *Control de Asistencia y Monitoreo GPS Para Trabajadores y Vehículos de la Empresa Sistemas de Automatización y Control Radicada en la Ciudad de Ibarra* será desarrollado en base al diagrama de bloques que se muestran en la Fig. 3.

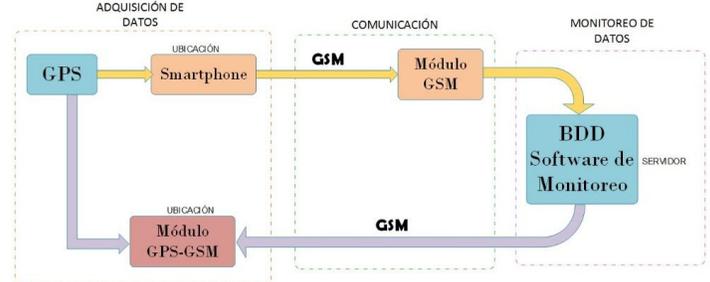


Fig.3. Diagrama de bloques del desarrollo del sistema.

D. Adquisición de Datos

1) Aplicación Móvil en App Inventor

La aplicación móvil permite a los trabajadores de la empresa S.A.C conocer su ubicación y enviarla como mensaje de texto al servidor ubicado en la empresa, la ubicación se visualiza en coordenadas de longitud y latitud, además permite visualizar la posición en Google Maps.

El desarrollo de la aplicación se realizó en la plataforma de desarrollo de aplicaciones conocida como App Inventor bajo el sistema operativo android, para acceder a este IDE es necesario contar con una cuenta GMAIL debido a que Google es propietario de android.

Es necesario tomar en cuenta que el sistema operativo del ordenador sea compatible con el entorno de desarrollo y que el dispositivo móvil en el cual será instalada la aplicación cuente con al menos 250 MB de memoria RAM.

a) Diseño de la Aplicación Móvil

El acceso al IDE App Inventor se lo realiza con una cuenta GMAIL ingresando a la dirección <http://ai2.appinventor.mit.edu>, se procede a loguearse y crear un nuevo proyecto.

Una vez creado el proyecto se prosigue a crear el diseño de la interfaz. Para la aplicación se creó tres pantallas, la primera permitirá ingresar con un nombre de usuario y contraseña registrados con anterioridad, a la pantalla que visualiza y envía la ubicación como se observa en la Fig. 4, además cuenta con los botones *Registrarse* y *Salir*.



Fig.4. Diseño de la pantalla 1 de la aplicación móvil.

La segunda es la pantalla de *Registro* en la cual se ingresa los datos del trabajador como el nombre, apellido, cédula y contraseña para que el usuario pueda ingresar a la pantalla que permite enviar la ubicación como se observa en la Fig. 5.

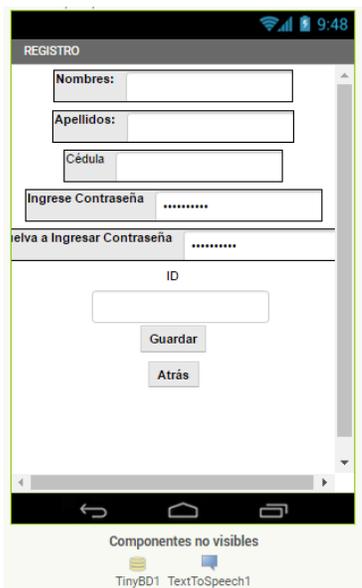


Fig.5. Diseño de la pantalla 2 de la aplicación móvil.

La tercera pantalla indica la ubicación en coordenadas de latitud y longitud por medio del componente *Sensor de Ubicación* y las respectivas coordenadas expresadas en dirección, además de la hora y fecha. La ubicación es enviada como mensaje de texto o permite visualizarla en Google Maps como se observa en la Fig. 6.



Fig.6. Diseño de la pantalla 3 de la aplicación móvil.

b) Programación en Bloques de la Aplicación

App Inventor cuenta con un editor de bloques el cual facilita la programación de los componentes que fueron vinculados al visor de la pantalla en el diseño de la aplicación.

Los diferentes componentes serán programados en bloque permitiendo que la aplicación cumpla con la función para la que fue creada, es decir, enviar la ubicación del trabajador por mensaje de texto. A continuación por medio del flujoograma de la Fig. 7 se explica de forma general el funcionamiento lógico de la aplicación.

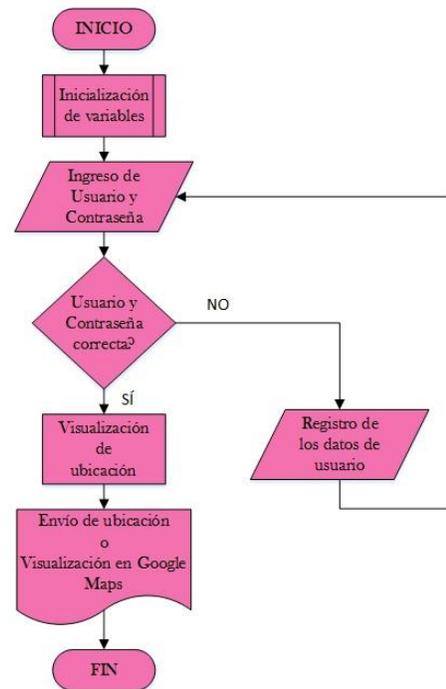


Fig.7. Diagrama de bloques general de la aplicación móvil.

El botón *Enviar Posición* está programado para que la ubicación sea enviada al número del módulo del servidor en un formato compatible con la base de datos creada. Los datos se

envían en una cadena de caracteres que arman un comando de insertar un dato en la tabla asistencias de MySQL, el cual es el siguiente:

```
INSERT into asistencias (ID, fecha, hora, latitud, longitud, direccion)
VALUES ( '
A continuación en la Fig. 8 se muestra la programación del botón Enviar Posición.
```

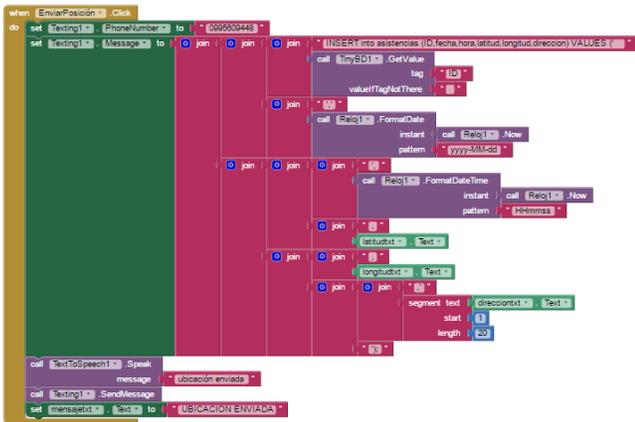


Fig.8. Programación en bloques del botón *Enviar Posición*.

2) *Instalación del Módulo GPS/GSM en el Vehículo*

El módulo que se utiliza para este proyecto debe poseer varias características que cumplan con los requerimientos de comunicación del sistema.

TABLA 2
COMPARACIÓN ENTRE DIFERENTES MÓDULOS.

	NEO - 6	SIM 808	SIM 900
BANDAS DE FRECUENCIA	No Soporta	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz
GPS	Integrado	Integrado	No Integrado
GSM	No Integrado	Integrado	Integrado
SMS	No Soporta	Soporta	Soporta
VOLTAJE	3.0 V – 5.0 V	5.0 V – 26.0 V	3.2 V – 4.8 V
COMANDOS AT	No Compatible	Compatible	Compatible

Posterior a la comparación entre los distintos módulos se determinó utilizar el módulo SIM808 como se observa en la Fig. 9. Este módulo ha sido seleccionado debido a que tiene integrado y es compatible con las características y funciones necesarias para cumplir con el objetivo planteado.



Fig.9. Módulo SIM808.

El módulo SIM808 tiene integrado los sistemas GPS, GSM en las bandas de frecuencia de 850/900/1800/1900 MHz y además posee envío y recepción de SMS. El módulo es multivoltaje con una alimentación de entrada de DC5V a DC26V, por lo tanto la conexión en el vehículo se realizará a una conexión de DC12V ya que los vehículos manejan este tipo de voltaje. A continuación en la Fig. 10 se muestra el diagrama de bloques de la conexión del módulo en el vehículo.

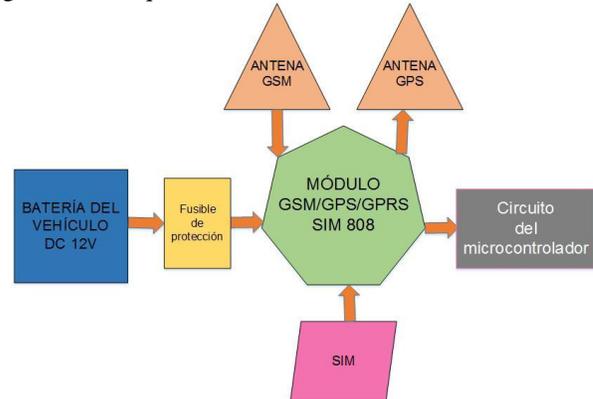


Fig.10. Diagrama de bloques de la conexión del circuito de monitoreo en el vehículo.

3) *Adquisición de Datos de Ubicación*

Para que sea posible el envío de la ubicación del vehículo hacia el servidor de la empresa, el módulo se complementa con un microcontrolador el mismo que hará posible el envío de dicha información.

En este caso se escogió el microcontrolador PIC 16F887, se utiliza este dispositivo por su fácil acceso, altas prestaciones y características como memoria y número de pines, así también lleva incorporado un módulo de comunicación serial indispensable para lograr la comunicación del micro-controlador y el dispositivo GPS. En la Fig.11 se puede apreciar los diferentes pines del micro-controlador y el uso de cada uno de ellos.

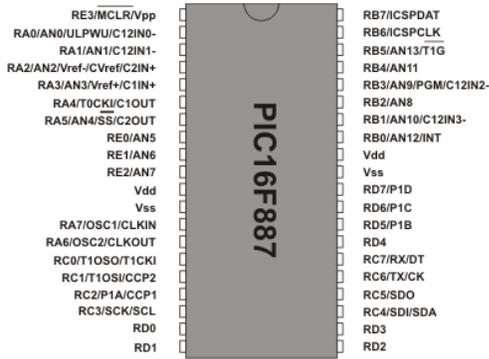


Fig.11. Pines de conexión PIC 16F887.

El micro-controlador está conectado al circuito MAX232 que ayuda a la comunicación del sistema al adaptar las señales procedentes del PIC a la PC como las señales en sentido contrario, este circuito está conformado por el integrado MAX232 y por capacitores de 10uF, en la Fig.12 se observa la conexión del circuito.

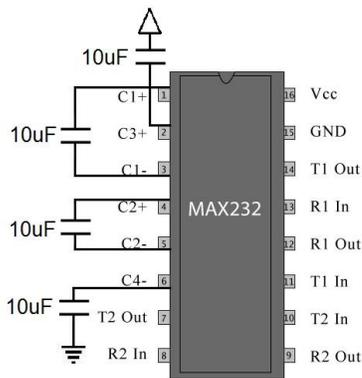


Fig.12. Circuito MAX232.

Debido a que el voltaje de alimentación lo provee la batería del vehículo (12V), es necesario un circuito regulador de voltaje ya que tiene la capacidad de regular el voltaje proveniente de la batería del vehículo a 5V que trabajan los elementos electrónicos y el microcontrolador. El circuito regulador está conformado por 2 capacitores electrolíticos de 10uF necesarios para un buen filtrado de la tensión, 2 diodos 1N4148 como protección en caso de existir tensión inversa o corto circuito. En la Fig. 13 se muestra el circuito regulador de voltaje.

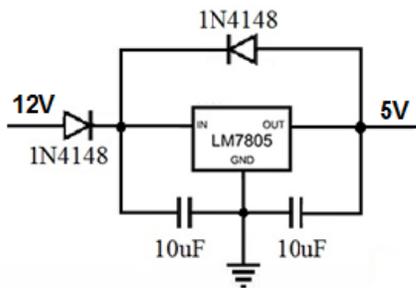


Fig.13. Circuito regulador de voltaje.

El sistema de monitoreo consta del módulo SIM808 que está conectado con el micro-controlador a través de los pines de transmisión y recepción, así también mediante el

circuito MAX232 para la comunicación en el sistema y el circuito regulador de voltaje que regula el voltaje hacia los elementos electrónicos. Cabe mencionar que como protección del sistema se utilizó un fusible ya que el mismo se fundirá cuando por el circule una corriente mayor para el que está diseñado evitando así que se dañen los elementos del sistema. A continuación en la Fig. 14 se muestra el circuito del sistema de monitoreo.

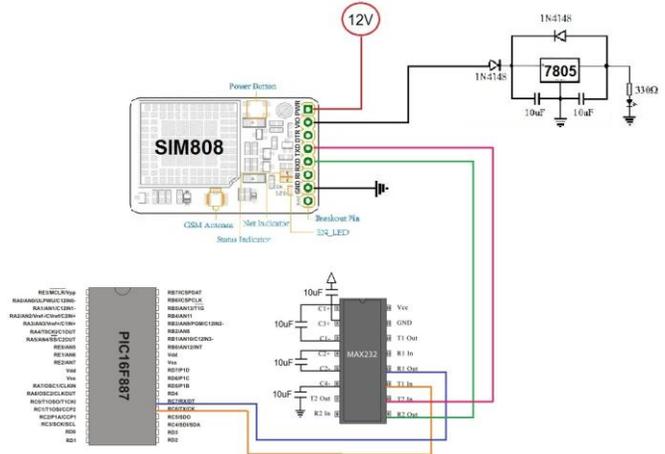


Fig.14. Diagrama de conexión del micro-controlador, los elementos electrónicos y el módulo SIM808.

Después de establecer conexión con el módulo del servidor, el módulo del vehículo por medio de su sistema GPS obtiene la ubicación del mismo expresada en coordenadas de latitud y longitud. El microcontrolador almacena la ubicación obtenida por el módulo del vehículo en un vector para posteriormente enviarla como mensaje de texto, como se observa en las siguientes líneas de código.

```

1) if (UART1_Data_Ready()) {
2)   uart_rd = UART1_Read();
3)   if(uart_rd == 'R'){
4)     j=0;
5)     UART1_Write_Text("ATA\r\n");
6)     delay_ms(500);
7)     UART1_Write_Text("ATH\r\n");
8)     delay_ms(500);
9)     UART1_Write_Text("AT+CGNSINF\r\n");
10)    delay_ms(500);
    }
11)   if(j<=68){
12)     text[j] = uart_rd;
13)     j++;
14)   }
15)   UART1_Write_Text("AT+CMGS=\"\0995609XXX\"(r");
16)   delay_ms(500);
17)   for(i=33;i<=68;i++){
18)     UART1_Write(text[i] );

```

El código está diseñado para que se establezca la comunicación entre el módulo del vehículo y el módulo del servidor y así enviar la posición del vehículo. Se describe a continuación la función de las líneas de código.

- 1) Detecta si se recibe un dato.

- 2) Si existe un dato, se procede a leer el dato.
- 3) Si en el dato recibido existe una “R” realiza los pasos siguientes (se realiza la comparación con la letra “R” debido a que cuando existe conexión entre los módulos mediante llamada, el dato recibido es la palabra “RING”).
- 5) Contesta la llamada.
- 7) Cuelga la llamada.
- 9) Obtiene la información de posicionamiento en coordenadas de latitud y longitud.
- 12) Lee la información de posicionamiento.
- 15) Reconocimiento del número al que se va a enviar el mensaje de texto con la ubicación, en este caso será el número del sim del módulo del servidor.
- 18) Escribe el mensaje de texto con la ubicación.

E. Comunicación del Sistema

Para procesar la ubicación del trabajador y del vehículo adquiridas por la aplicación móvil y el módulo del vehículo respectivamente, se necesita un módulo de recepción GSM, en este caso debido a las completas características que posee el módulo SIM808 se utilizará el mismo conectado al ordenador de la empresa para que los datos de ubicación sean receptados y monitoreados.

A continuación en la Fig.15 se muestra un diagrama de bloques de la conexión del módulo con el ordenador.

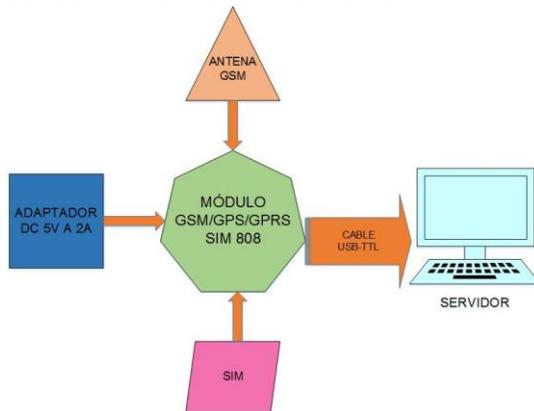


Fig.15. Diagrama de bloques de conexión del módulo en el ordenador.

1) Creación de la Base de Datos

El sistema Control de Asistencia y Monitoreo GPS está diseñado para almacenar los datos de los trabajadores y vehículos por lo que la base de datos de nombre *sac* fue creada en MySQL.

Se crearon cuatro tablas las cuales son:

- **usuarios:** almacena los datos de los trabajadores.
- **asistencias:** almacena las asistencias de los trabajadores.
- **autos:** almacena los datos de los autos de la empresa.
- **posauto:** almacena la ubicación de los vehículos.

A continuación en la Fig. 16 se describe el modelo relacional de la base de datos *sac*.

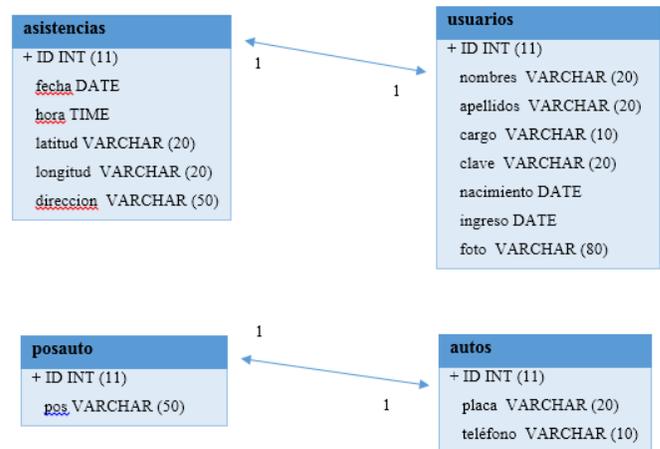


Fig.16. Modelo relacional base de datos *sac*.

2) Sistema de Asistencia

Como se había mencionado anteriormente la aplicación móvil obtiene la ubicación del usuario y la envía por medio de mensaje de texto al número del módulo del servidor, el mensaje está compuesto por un comando encargado de insertar los datos del usuario y de la ubicación en la tabla *Asistencias* creada en MySQL. El mensaje llega de la siguiente manera:

```
INSERT into asistencias (ID, fecha, hora, latitud, longitud, direccion)
```

```
VALUES ('1 ', ' 2016-04-26', 092310, 0.35949, -78.1108, ' General Jose Maria Ibarra Ecu')
```

La base de datos reconoce el comando de almacenamiento y procesa los datos almacenando cada uno de ellos en la tabla de Asistencias.

3) Sistema de Monitoreo

La comunicación entre en módulo del vehículo y el módulo del servidor se establece cuando el usuario manualmente inicia la comunicación al presionar el botón *Ver en Mapa* en la ventana de monitoreo diseñada en LabVIEW.

El módulo del servidor realiza una llamada al módulo del vehículo, este responde a la llamada y después de aproximadamente 1 segundo cuelga, de esta manera se establece una comunicación entre los módulos. Una vez establecida la comunicación, el circuito de monitoreo envía los datos de posicionamiento al servidor por medio de mensaje de texto para ser procesado y visualizar la ubicación en el mapa de google.

F. Monitoreo de Datos

El software de asistencia y monitoreo GPS realizado en Labview y complementado con la base de datos en MySQL registra la asistencia de los trabajadores y realizar el monitoreo de los vehículos.

El sistema de asistencia está vinculado a la base de datos para tener un registro permanente de las asistencias registradas. Por medio de la base de datos el software diseñado en LabVIEW permite almacenar, buscar, editar y borrar los datos de usuario además de almacenar la asistencia diaria de

los trabajadores y obtener reportes diarios, semanales o mensuales de los mismos. La asistencia de entrada o salida por cada trabajador puede ser visualizada en el mapa de google independientemente del día de registro ya que las asistencias están almacenadas en la base de datos.

De igual manera el software de monitoreo creado en LabVIEW está vinculado a la base de datos para almacenar, buscar, editar y borrar los datos del vehículo, además de almacenar la posición enviada por el módulo del vehículo. Al contrario del sistema de asistencia, el sistema de monitoreo permite visualizar la última ubicación del vehículo almacenada en la base de datos aproximadamente 30 segundos después de solicitar la posición en el mapa de google debido al tiempo de establecimiento y procesamiento de la comunicación.

1) Interfaz Gráfica

Para la interfaz gráfica se utilizó Labview ya que es un software muy completo que tiene todos los componentes necesarios para la realización del proyecto, entre las funcionalidades que destacan está la conectividad con bases de datos, específicamente soporta MySQL y la comunicación serial que permite comunicarse con el módulo.

La interfaz diseñada en Labview se divide en ventanas según las funcionalidades que se requieran, utilizando una herramienta del software llamada Tab Control que se encuentra en Controls/Containers, posteriormente se crean las siguientes ventanas:

- Crear usuario.- Muestra un registro para ingresar usuarios.
- Búsqueda de usuarios.- Proporciona opciones para buscar datos de los usuarios.
- Ver/Modificar/Borrar usuario.- Permite ver los datos, modificarlos y borrarlos.
- Asistencias.- Visualiza las asistencias de los usuarios.
- Ver asistencia en Mapa.- Muestra la ubicación de una asistencia específica en Google Maps.
- Reportes.- Genera reportes de asistencias.
- Crear Auto.- Muestra un registro para ingresar los vehículos.
- Ver/Modificar/Borrar auto.- Permite ver los datos, modificarlos y borrarlos.
- Ver auto en Mapa.- Muestra la ubicación de un vehículo específico en Google Maps.
- Buscar auto.- Muestra los autos ingresados en la Base de Datos.
- Com Serial.- Contiene los parámetros de la comunicación serial.

A continuación en la Fig. 17 se muestra las diferentes ventanas del programa creadas en LabVIEW.

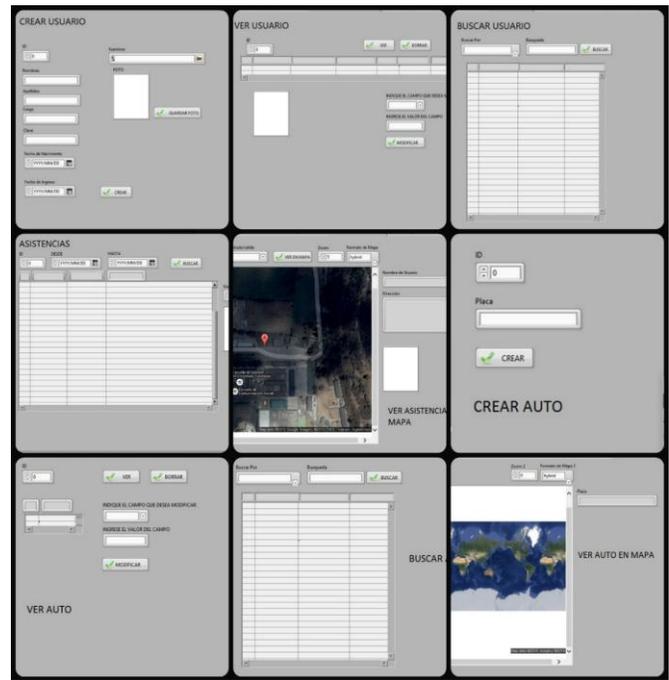


Fig.17. Ventanas diseñadas en LabVIEW.

2) Flujoograma del Funcionamiento General

Cada ventana se compone de diferentes campos para posteriormente ser armados en un String que completa un comando de MySQL, de esta manera se podrá ir almacenando los datos en las diferentes tablas creadas en la base de datos.

A continuación se muestra en la Fig. 18 y 19 los flujogramas generales del sistema de *Asistencia de Trabajadores* y el sistema de *Monitoreo de Vehículos*.

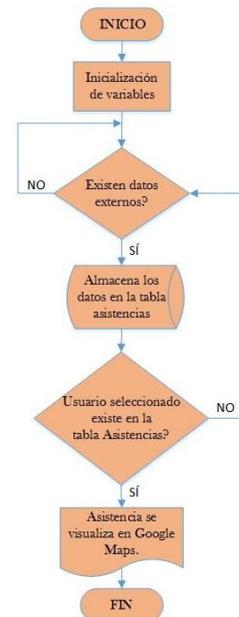


Fig.18. Flujoograma General del sistema de Asistencia.

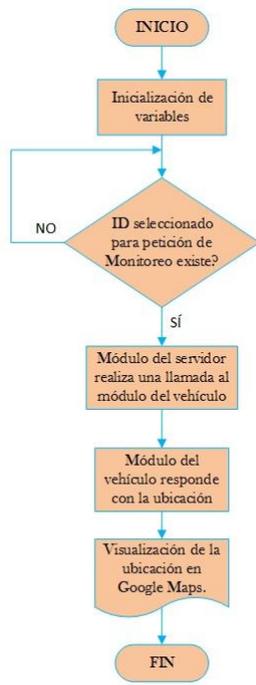


Fig.19. Flujoograma General del sistema de Monitoreo.

G. Pruebas de Verificación

El Sistema Control de Asistencia y Monitoreo GPS fue probado con dos usuarios y un vehículo para confirmar que el sistema funciona correctamente y cumple con los requerimientos establecidos.

1) Sistema de Asistencia



Fig.20. Visualización de la ubicación del usuario en la app móvil.

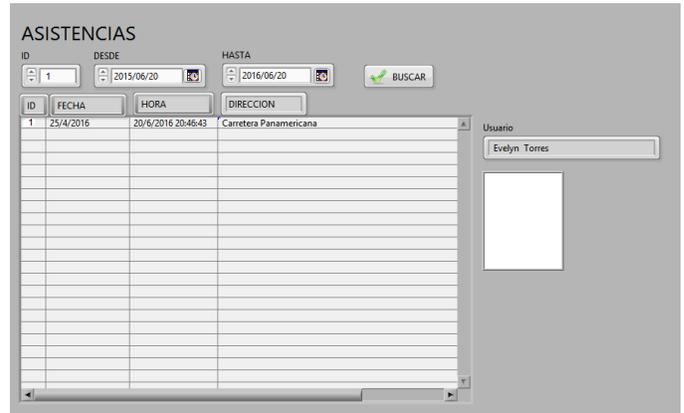


Fig.21. Registro de la ubicación del usuario.

2) Monitoreo de Vehículos

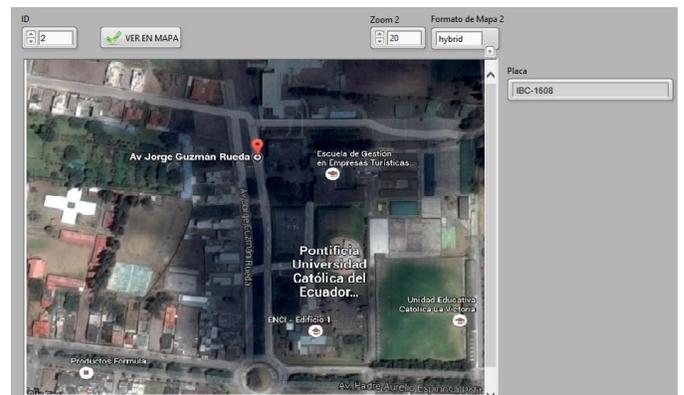


Fig.22. Visualización de la ubicación del vehículo.

IV. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

El costo real del sistema es de 2 809, 60 dólares, pero dado que la empresa cuenta con el ordenador que servirá como servidor y que anteriormente proporcionó a cada trabajador un teléfono móvil estos costos no serán tomados en cuenta, además el costo de software es cero debido a que se utilizaron licencias de la Universidad Técnica del Norte y propias de la empresa por lo que el costo actual del proyecto es de 811,60 dólares.

TABLA 3
COSTO TOTAL DEL SISTEMA.

DESCRIPCIÓN	COSTO REAL	COSTO ACTUAL
Sistema Control de Asistencia y Monitoreo	249,10	249,10
Mano de obra	562,50	562,50
Dispositivos Tecnológicos	650,00	0,00
Licencias de Software	1 348,00	0,00
TOTAL	2 809,60	811,60

Este análisis conlleva a describir todos los costos empleados en el diseño final del Sistema de Asistencia y

Monitoreo GPS para Trabajadores y Vehículos de la empresa S.A.C y determinar si el proyecto realizado es rentable, tomando en cuenta que los costos deben ser tangibles, es decir que se puedan medir en alguna unidad económica, en este caso son dólares americanos; mientras que los beneficios son determinados por las ventajas y mejoras que proporcionará a la empresa S.A.C al implementar el sistema.

La empresa *Sistemas de Automatización y Control* para registrar y controlar la asistencia de sus empleados instala un dispositivo de clave personal en la obra con mayor tiempo de ejecución, para que los trabajadores que allí asistan registren su hora de ingreso y salida; pero para los trabajadores que están ubicados en una obra distinta, el jefe de personal registra la asistencia manualmente, es decir, llamando a cada trabajador y consultando la hora de ingreso y salida. Por otro lado el vehículo circula por la zona norte del país y no cuenta con un sistema de monitoreo por lo que se desconoce su ubicación en el transcurso del día.

Por lo que el sistema ofrece grandes ventajas a la empresa:

- Automatización del proceso registro de asistencia del personal.
- Información de registro de asistencia real y precisa.
- Equidad Laboral.
- Mejora la productividad de la empresa.
- Control del uso de los recursos de la empresa.
- Ayuda a la economía.

El sistema *Control de Asistencia y Monitoreo GPS*, permite gestionar la asistencia de los empleados, permite controlar automáticamente la asistencia por el encargado de personal sin necesidad de encontrarse presente en los diferentes lugares de trabajo asignados o como se lo hacía anteriormente mediante varias llamadas telefónicas, además que permite evaluar de forma real quien es puntual y quien llega tarde ya que la asistencia registrada a través de mensaje de texto con la ubicación del trabajador se registra con la hora exacta y de manera inmediata.

Beneficia a la empresa S.A.C al automatizar uno de sus procesos internos, ya que no es razonable que siendo una entidad que automatiza a otras instituciones no cuente con sistemas tecnológicos para sí misma.

De hecho una investigación realizada en España, determinó que el 60% de los empleados en las empresas realizan horas extras de manera ilegal, es decir, no son remunerados por las horas laboradas fuera del horario habitual. Por lo que el sistema beneficiará a los trabajadores ya que al tener un registro de asistencia diario pueden estar tranquilos de que las horas trabajadas les serán pagadas, el software permite generar reportes diarios, semanales o mensuales y así se podrá contabilizar las horas trabajadas y verificar si existen o no horas extras. Los empleados cobrarán por el tiempo real trabajado.

Mejora la productividad de la empresa debido a que por un lado la empresa tiene un registro real de asistencia y por el otro los empleados sentirán que su trabajo realizado será bien valorado y remunerado y así se sentirán cómodos en el trabajo y su rendimiento será bueno, esto es un enorme beneficio para la empresa ya que el activo esencial de toda organización

empresarial es su gente. Con el control de asistencia laboral la empresa puede monitorear su productividad empresarial para saber si cumplirá sus objetivos, y en caso contrario analizar y mejorar para conseguirlo. El control de horario es una herramienta transparente encaminada a solucionar problemas de productividad.

Por otra parte el monitoreo de vehículos ayudará a la empresa a controlar y conocer la ubicación de sus vehículos y así determinar si el vehículo está siendo usado con fines exclusivamente de trabajo ya que por el contrario sería una pérdida para la empresa debido a que a la larga los costos de gasolina y mantenimiento serán mayores al incluir rutas personales en horario de trabajo haciendo uso de bienes de la empresa.

De hecho, un estudio de la empresa GPS Tracker, encontró que las empresas que utilizan GPS como monitoreo de sus empleados y activos incrementan su productividad hasta un 23% y según Carlink las compañías que utilizan software de monitoreo como seguridad para sus vehículos tiene una efectividad de 97% de encontrar los mismos.

Como se puede apreciar luego del análisis realizado del costo total del sistema tomando en cuenta los costos de licencias de software y dispositivos tecnológicos en el presupuesto total al igual que excluyendo estos costos, se determina que el proyecto es viable para la empresa siendo una inversión justificada frente a los beneficios que se obtiene.

V. CONCLUSIONES

La recopilación de información necesaria acerca de requerimientos y sobre todo compatibilidad entre tecnologías de transmisión, sistemas operativos móviles, software de desarrollo y bases de datos garantizó el funcionamiento y correcta transmisión-recepción de datos al lograr la interconexión de todo el sistema.

El IDE, App Inventor al ser un software intuitivo que cuenta con programación gráfica en bloques permitiendo diseñar rápida y eficazmente la aplicación móvil para dispositivos android, lo cual redujo el tiempo de diseño y programación.

La red GSM tiene una cobertura del 76,7% en el país lo que garantiza la recepción y transmisión de datos del ordenador y vehículo de la empresa por medio del módulo GPS/GSM respectivamente, utilizando las bandas 850MHz y 1900 MHz. El módulo instalado en el vehículo y la aplicación móvil tienen una rápida respuesta de datos de posicionamiento lo que garantiza precisión en la obtención de la ubicación.

Se creó la interfaz gráfica utilizando el software LabVIEW ya que ofrece integración de hardware y software existente, esto dio lugar a la interacción con la base de datos desarrollada en MySQL permitiendo gestionar y almacenar los datos personales y de ubicación de los trabajadores y vehículos en tablas separadas garantizando flexibilidad y velocidad a la hora de trabajar con los datos.

Los sistemas de asistencia encaminan a las empresas a solucionar problemas de productividad ya que al conocer la hora de llegada y salida de sus empleados pueden analizar cuanto tiempo de producción pierden para tratar de minimizarlo, al igual que el monitoreo de vehículos garantiza que se cumpla con el objetivo de trabajo establecido.

El uso e implementación de las TICs en las empresas, contribuye a mejorar y agilizar los procesos internos de las mismas y por ende mejorar la productividad y servicios que prestan a la sociedad.

VI. RECOMENDACIONES

Las tecnologías de transmisión, sistemas operativos móviles, software de desarrollo y bases de datos deben ser compatibles entre sí para garantizar el correcto funcionamiento del proyecto y para que los datos en el proceso de transmisión – recepción lleguen correctamente para su posterior almacenamiento.

Se debe tomar en cuenta que la aplicación móvil está diseñada exclusivamente para dispositivos móviles Android, además verificar que la versión del dispositivo sea compatible y que tenga 512 Mb de memoria interna y 250 Mb de memoria RAM. El dispositivo móvil debe contar con el sensor GPS, caso contrario la aplicación no funcionará.

Se recomienda utilizar una base de datos relacional para facilitar la interconexión entre las tablas almacenadas, de igual manera es necesario tener conocimientos básicos del software de almacenamiento, es este caso MySQL, para facilitar el proceso de creación y almacenamiento de tablas y datos.

Aunque LabVIEW al ser un software gráfico facilita el aprendizaje del mismo, es recomendable tener conocimientos básicos de la utilización y funciones del software para facilitar la creación del programa y así desarrollar el mismo en menor tiempo.

Es necesario verificar que el ordenador cumpla con los requerimientos de hardware antes de instalar la base de datos y el sistema creado en LabVIEW, además de instalar los componentes y módulos que requiere LabVIEW para que no genere errores.

REFERENCIAS

- [1] Huidrobo Moya, J. M. (2012). *Comunicaciones Móviles. Sistemas GSM, UMTS, LTE*.
- [2] Benavides, S. (25 de Agosto de 2010). *GPS*. Obtenido de <http://samubebe88.blogspot.com/2010/08/gps.html>
- [3] Gutovnik, P. (1999). *Como funciona el Sistema GPS*. Obtenido de http://gutovnik.com/como_func_sist_gps.htm

- [4] Hernández, A. (2003). *Operación de una radio base celular cuando coexisten GSM & IS-54, IS-136*. Puebla: Universidad de las Américas Puebla.
- [5] Lozano, C. (2015). *Academia*. Obtenido de http://www.academia.edu/8199329/SGBD_CHARACTERISTICAS_VENTAJAS_DESVENTAJAS_REQUERIMIENTOS
- [6] Martínez, I. (3 de 2007). *Inform@tica*. Obtenido de <http://indirainformatica.blogspot.com/2007/09/qu-es-mysql.html>
- [7] Mint, D. (2013). *Servicio de Mensajes Cortos (sms) el Mercado Telefónico de España*. Portland, Oregon: Wilcox Trading Company.
- [8] NASA. (2015). *GPS*. Obtenido de <http://www.gps.gov>
- [9] National Instruments. (23 de 10 de 2012). *NI Ecuador*. Obtenido de <http://www.ni.com/labview/applications/embedded/esa/>
- [10] Navarro, J. (2008). *EVOLUCIÓN DE 3G Y SU CONVERGENCIA A 4G EN COMUNICACIONES MÓVILES*. Valdivia.
- [11] Ordoñez, J. (2014). *Curso LabVIEW*.
- [12] Perez, J. (28 de 2 de 2013). *Como me organizo*. Obtenido de <http://www.comomeorganizo.com/2013/02/ventajas-y-desventajas-del-sms.html>
- [13] Rández, L. (2007). *Introducción a Matlab*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- [14] Rocha, J. (2012). *Sistema de Información para el Monitoreo y Registro de las Posiciones Ocupadas por el Personal de la UCAB*.
- [15] Segovia, S. (s.f.). *Tu App Inventor*. Obtenido de <http://www.tuappinventorandroid.com/aprender/>
- [16] Sendín Escalona, A. (2004). *Fundamentos de los Sistemas de Comunicaciones Móviles*.



Evelyn Del Carmen Torres España

Nació en Ibarra-Ecuador el 4 de Abril de 1991.

Sus estudios primarios los cursó en la escuela “Sagrado Corazón de Jesús” y sus estudios secundarios los realizó en el colegio “Nacional Ibarra” donde en el año 2008 obtuvo su título de Bachiller en Informática. Actualmente obtuvo el título de Ingeniera en Electrónica y Redes de Comunicación en la Universidad Técnica del Norte.