

# **GPRS PARA MEJORAR LA GEOLOCALIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE**

## *GPRS TO IMPROVE THE GEOLOCATION OF TRANSPORT UNITS*

***Violeta Martínez Ramírez***

Tecnológico Nacional de México / IT de Puebla, México  
*violeta.martinez@itpuebla.edu.mx*

***Gabriela Ramírez Romero***

Tecnológico Nacional de México / IT de Puebla, México  
*gabbiirmr@gmail.com*

***Lorena Elizabeth Balandra Aguilar***

Tecnológico Nacional de México / IT de Puebla, México  
*lebalandra@hotmail.com*

***Alejandro Gil Vázquez***

Tecnológico Nacional de México / IT de Tláhuac, México  
*alejandro.gv@tlahuac.tecnm.mx*

**Recepción:** 2/mayo/2020

**Aceptación:** 29/octubre/2020

### **Resumen**

El presente trabajo de investigación desarrolla una plataforma digital de geolocalización para unidades de transporte público que favorezca precisar la ubicación, velocidad, hora y fecha dentro de la ruta por medio de la tecnología .NET y GPRS; con ello, mejorar el control de ellas durante su recorrido y ofrecer un servicio seguro a los pasajeros.

**Palabras Clave:** *geolocalización, GPS, GPRS, plataforma digital.*

### **Abstract**

This research work develops a digital geolocation platform for public transport units that favors specifying the location, speed, time and date within the route using .NET and GPRS technology; With this, improve control of them during their journey and offer a safe service to passengers.

**Keywords:** *geolocation, GPS, GPRS, digital platform.*

## **1. Introducción**

El transporte público en diversas partes del mundo enfrenta desafíos constantes de respeto al cumplimiento de las normas de tránsito, como la prohibición del uso del celular por el conductor, comer y beber alimentos dentro de su jornada de operación, no prestar atención a las señales, no señalar previamente las maniobras a realizar, fatiga y sueño, no mantener la velocidad y distancia preestablecida, salirse del trayecto establecido para acortar tiempos en horas pico, es un agravante que puede desembocar en asaltos perpetrados al interior de las unidades al circular por avenidas inseguras [Castro, 2017].

Para incrementar la seguridad disuadiendo al sujeto a abortar el acto delincinencial a bordo del transporte público, se ha incluido recientemente como estrategia de seguridad ciudadana la tecnología de las cámaras de videovigilancia que pretenden obtener evidencia gráfica digital y controlar los espacios físicos en respuesta a la incidencia delictiva creciente que desde hace 20 años se vive en México. Este modelo adaptado desde 1995 en Reino Unido, lo coloca como el país de mayor uso, de ahí le siguen países como EEUU impulsándolo con el lema “A mayor seguridad, más tecnología”, Japón, Brasil, China, India, Francia, etc. [Martínez, 2017].

Puebla registra dentro del transporte público asaltos desde 2005, mismos que se han vuelto cada vez más frecuentes en toda su zona metropolitana, por lo tanto, se convierte de mayor interés vincularlo con herramientas de información geográfica e imagen satelital en tiempo real, con ello se logra ampliar la información entorno a ubicación exacta de los objetos móviles de interés.

El presente proyecto de investigación desea, en el servicio permisionario de transporte público en la ciudad de Puebla, ofrecer certidumbre a pasajeros y contar con la supervisión de la apropiada conducción de unidades móviles por operadores por medio de una plataforma de monitoreo en tiempo real del recorrido de cada una de las unidades y brindar apoyo inmediato, esto es gracias a rastreadores.

Actualmente, los rastreadores envían en forma de texto como mensaje de localización cada tres minutos que proporcionan ubicación no real, registrando un retraso significativo que las convierte en unidades colectivas vulnerables a eventos de inseguridad o violación de reglas de tránsito.

Las configuraciones básicas de los rastreadores son insuficientes provocando sacar el menor provecho de ellos. Cada rastreador trae consigo un manual que incluye configuración elemental (mensajes de texto) e incipiente información para la configuración del modo GPRS, sin explicar ampliamente sus beneficios ni ofrecer soporte del proveedor.

Además, la empresa ha detectado la necesidad de ahorrar costos en módems SIM encargados de la comunicación con los rastreadores, ya que para su recepción deben ser recargados para recoger la ubicación y enviar comandos de configuración que administran cada puerto serial y con ella solo seis unidades, esto ocasiona tener por lo menos cinco archivos abiertos identificados por el mismo puerto COM al que se conectan y poder consultar o resolver algo acerca de alguna unidad móvil obliga abrir todos esos documentos.

Por consiguiente, se vuelve imperioso implementar mediante GPRS la captura de datos de la ubicación de unidades móviles que portan GPS o rastreador como latitud, longitud, velocidad, hora, fecha y algunos datos de menor interés. Usando la tecnología GPRS se omitirá el uso de módems SMS simultáneos, ahorrando costos de los chips de telefonía con los que trabajan los módems, los cuales deben ser recargados para enviar mensajes de configuración a los rastreadores.

Mejorando la frecuencia de la recepción de los datos en el servidor las unidades estarán debidamente controladas y a tiempo en sus destinos, según lo indique la plataforma de gestión; al lograr sincronizar a las unidades se reduce el riesgo que operadores hagan mal uso de las unidades como el exceso de velocidad, la violación de reglas de tránsito, etc.

### **Enunciado de investigación**

Seguro es que una plataforma digital basada en tecnología .NET que recibe los valores rastreados por el GPRS obtiene una mayor continuidad en la señal del recorrido completo de unidades móviles de transporte público garantizando su control y seguridad hacia los pasajeros.

Por consecuencia, el objetivo del presente trabajo es: Implementar una plataforma digital mediante las tecnologías GPRS y Microsoft .NET para el rastreo preciso de

unidades móviles de transporte público que ofrezca un monitoreo en tiempo real sobre eventos de vulnerabilidad y control de operadores.

Para ello, se realizan las siguientes actividades:

- Instalación de los GPRS.
- Codificación de las subrutinas de recepción de señales de rastreo por los GPRS.
- Presentación del Mapa de Recorrido en tiempo real para cada unidad móvil de transporte.

## **2. Métodos**

El GPS se entiende por Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System), un receptor de radio especial mide la distancia desde una localización al satélite que orbita la tierra difundiendo señales de radio. El GPS puede apuntar con precisión una ubicación en cualquier parte del mundo, es un sistema libre para cualquiera.

El servicio de mensajes cortos o SMS (Short Message Service) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos entre teléfonos móviles, fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originalmente como parte del estándar de la telefonía móvil digital GSM que actualmente está disponible en las redes [Romero, Segura, 2010].

El formato del envío de datos por SMS del rastreador cumple remitiendo información de latitud, longitud, fecha y hora, estados de la puerta, gasolina y del encendido, además un enlace vinculado a Google Maps para la localización del rastreador.

El GPRS se define como el Servicio General de Paquetes Vía Radio que ofrece un mejor servicio de datos en movilidad, esta tecnología además de transmitir mensajes SMS, cuenta con el protocolo de acceso inalámbrico (WAP) con velocidades teóricas superiores de 171.2 kbits/s [Ojeda y Samanate, 2015].

Los mensajes se envían vía GPRS tienen el siguiente formato de mensaje:

*imei: 353451044508750, tracker, 0809231929,13554900601, F,05540 3.000, A,2233.1870, N,11354.3067, E,0.00,30.1,65.43,1,0,10.5%,0.0%,28; [ ELECTRONICS, 2014]*

La plataforma digital es desarrollada por medio del IDE de VBasic.NET por tener cierto parecido con el algebra elemental útil en la resolución de problemas de ingeniería, cuenta con un conjunto de funciones específicas para tareas de comunicación y facilita el diseño de software con interfaces amigables y vistosas. Las tareas principales comprenden los procedimientos siguientes:

- Procedimiento “Escuchar”, que recibe a los clientes (unidades de transporte) desde el servidor y asigna un hilo de trabajo. Cada petición de nueva conexión recibida de cliente será autorizada por este procedimiento, figura 1 [CLIC, 2014].

```
Public Sub Escuchar()  
    Dim cliente As New NuevoCliente  
    While True  
        Try  
            cliente.socketCliente = servidor.AcceptSocket  
            clienteIP = cliente.socketCliente.RemoteEndPoint  
            cliente.threadCliente = New Thread(AddressOf Leer)  
            clientes.Add(clienteIP, cliente)  
            NuevaConexion(clienteIP)  
            cliente.threadCliente.Start()  
        Catch ex As Exception  
        End Try  
    End While  
End Sub
```

Figura 1 Código del procedimiento Escuchar.

- Si la longitud del mensaje recibido es mayor a cero invoca al procedimiento “DatosRecibidos” enviando la IP [Marindi, 2012] y el puerto del rastreador que emitió el mensaje, donde se da formato al mensaje para lanzarse a la base de datos, además que es donde se contesta al rastreador para configurarlo e indicarle inicio de sesión exitosa, figura 2.
  - Se recibe cada mensaje en una variable declarada con el mismo nombre “mensaje” en un string del procedimiento “ObtenerDatos”. Cada mensaje se aplica un Split, es decir se devuelve en una matriz el mensaje dividido por comas y dos puntos almacenando en cada posición cuando encuentra esos caracteres. Se evalúan tres condiciones para poder realizar diferentes tareas dependiendo del caso. La primera si cumple que posición 0 es igual a “##”, significa que un rastreador está conectado enviando mensaje login y debe emitir un *LOAD* para que comience a enviar sus datos correctamente.

```
Private Sub DatosRecibidos(ByVal IDTerminal As IPEndPoint)

    Dim mensaje As String = ObtenerDatos(IDTerminal)

    Dim mensSeccion() As String = mensaje.Split(New [Char]() {"", "c", ":"})

    If mensSeccion(0).Equals("##") Then 'cuando el mensaje llega con el
formato ##,imei:"imei",A;

        Dim load As String = "LOAD"

        usuario = mensSeccion(2)

        EnviarUno(IDTerminal, load)

        TxbMensajes.AppendText(vbCrLf & mensaje)

    ElseIf mensaje.StartsWith("imei") Then 'cuando el mensaje llega los
datos completos

        TxbMensajes.AppendText(vbCrLf & mensaje)

        Dim usuario As String = mensSeccion(1)

        Dim fechaCom As DateTime = Now

        If mensSeccion(0).Equals("imei") Then

            Select Case (usuario)

                Case ("868683023483880") 'u1

                    usuario = "2223839598"

                    ListBox1.SelectedIndex = 0 'selecciona el indice

                    Dim total As Integer = ListBox1.SelectedItem

                    If fechaCom.ToString("HH:mm:ss") > "05:00:00" And
fechaCom.ToString("HH:mm:ss") < "05:01:00" Then

                        ListBox1.Items.RemoveAt(0)

                        total = 0

                    End If

                End Select

            End If

        End If

    End If

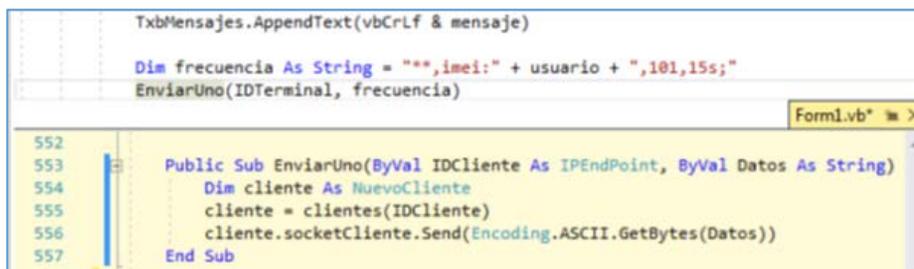
End Sub
```

Figura 2 Código del procedimiento Datos Recibidos.

La segunda si cumple que el mensaje inicia con la palabra "imei". Al invocarse declara una variable con el comando a enviar ejemplo: "\*\*\*:imei,101,15s" y asigna a la variable llamada frecuencia. Se invoca al procedimiento con el argumento IP, la variable frecuencia que contiene el comando y realice el envío. Si el mensaje inicia con la subcadena "imei" significa que el rastreador recibió exitosamente a *LOAD* y lanzará los datos según el protocolo COBAN [Martinez, 2010] y agrega el nuevo mensaje al TextBox seccionado el Split de

la posición 2. La tercera si cumple que la posición 4 es igual a "L", significa No Señal en el rastreador. Agrega al TextBox de mensajes una leyenda de "GPS sin señal de la unidad" y se concatena el usuario anteriormente asignado al imei, suponiendo que el rastreador de la unidad 1 se quedó sin señal, el mensaje será "GPS sin señal de la unidad 2223839598".

- El siguiente procedimiento es "EnviarUno" y su trabajo es emitir comandos a los rastreadores, gracias a la IP del cliente y el mensaje a enviar (IDCliente, datos). Los mensajes se envían desde los rastreadores como bytes, así que los mensajes como respuesta deben de ser de mismo tipo, por eso el mensaje que recibe es codificado de String a Bytes (figura 3).



```
TxbMensajes.AppendText(vbCrLf & mensaje)
Dim frecuencia As String = "***,imei:" + usuario + ",101,15s;"
EnviarUno(IDTerminal, frecuencia)

552
553 Public Sub EnviarUno(ByVal IDCliente As IPEndPoint, ByVal Datos As String)
554     Dim cliente As NuevoCliente
555     cliente = clientes(IDCliente)
556     cliente.socketCliente.Send(Encoding.ASCII.GetBytes(Datos))
557 End Sub
```

Figura 3 Código del procedimiento EnviarUno.

### 3. Resultados

- Se logra mejorar la geolocalización de las unidades de transporte, gracias al aumento considerable de la recepción de los datos de cada rastreador.
- Disminuye 20% el consumo de energía eléctrica en la oficina gracias a la desconexión de los módems conectados a los puertos serial del servidor.
- Se maximiza el servicio de internet y beneficios de velocidad en el acceso y envío de datos.
- Se potencializan las características propias de los rastreadores al activarlos en modo GPRS, ya que los mensajes son con frecuencia más corta a diferencia del modo SMS configurados anteriormente, figura 4.
- Una vez que alguna unidad esté detenida en algún punto del recorrido, la recepción de los mensajes se capta cada 15 segundos.

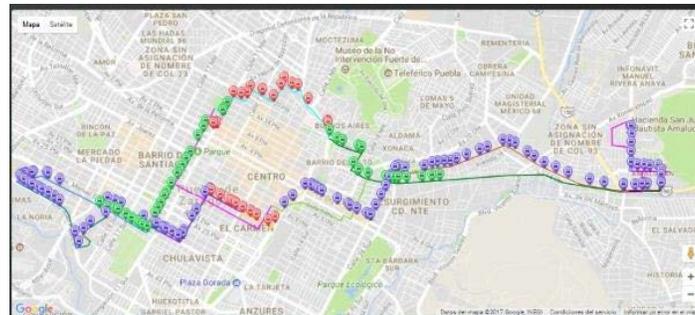


Figura 4 Recorrido de una unidad en modo SMS.

- Pasa de tres minutos (figura 5) a solo segundos cada valor registrado del monitoreo en las unidades móviles de transporte en movimiento, es decir inferior al minuto.

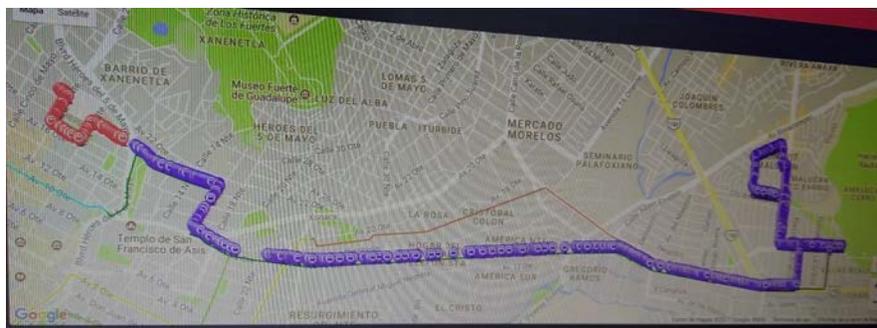


Figura 5 Recorrido de una unidad en modo GPRS.

A pesar del aumento considerable de envío de datos a la IP y puerto, el consumo de crédito es bajo, lo cual lo hace altamente rentable. Los chips que tienen los rastreadores son de la compañía telefónica más grande en comunicaciones del país; contar con saldo vigente y, por ende, servicio durante treinta días, es necesario recargar la módica cantidad de \$50.00 para conservar permanente con una comunicación apropiada.

#### 4. Discusión

Ampliando las funcionalidades de esta plataforma digital con reportes en formato PDF de fecha y hora exacta registrada en terminales autorizadas de ascenso y descenso de pasajeros, se podrá eliminar al personal que funge como checadores

distribuidos a lo largo de todo el recorrido de la ruta del transporte prescindiendo totalmente de obsoletas técnicas mecánicas actuales. Todo esto, favorecerá la regulación de los horarios planeados y frecuencia de las unidades móviles en los recorridos por día tanto en horarios ordinarios, como especiales. [Pardo, Lugo, 2010]

Para una respuesta inmediata en caso de siniestros o actos de criminales, podrán ser considerados aplicaciones con alertamiento de pánico vía SMS, que coadyuven a la oportuna respuesta de los elementos policiacos.

La inclusión de cámaras complementará la prevención del delito y registro de la conducción correcta del operador del transporte dentro de las unidades y en las terminales. [Meza, 2017]

La plataforma puede ser adecuada fácilmente a los diversos tipos de medios de transporte público en la ciudad: Trolebús, Metrobús denominado RUTA (Red Urbana de Transporte Articulado) y el resto de las rutas ordinarias dentro de la zona metropolitana de Puebla e incluso, transporte escolar circulante de todos los niveles educativos.

## **5. Conclusiones**

A continuación, se presentan aspectos nuevos e importantes recibidos gracias al desarrollo presentado y las conclusiones que se extraen de ellos. Después de haber culminado exitosamente el código y la interfaz de la plataforma digital, se obtuvieron los siguientes aportes:

- Se eliminaron los chips de los módems de la empresa.
- Los mensajes que incluyen los datos de cada GPRS se reciben con mayor frecuencia e incluso, es posible visualizar el trayecto preciso registrado por cada una de las unidades, aun si ellas salen del recorrido preestablecido durante el servicio prestado a los pasajeros.
- Se logró un mejor y mayor control de las unidades móviles de transporte durante todo su recorrido ya que conoce con exactitud el trayecto completo, además, la atención inmediata en casos de siniestros brindando apoyo oportuno a los pasajeros para su seguridad.

Se puede afirmar que en la ciudad de Puebla se ha alcanzado a implementar eficazmente y, por primera vez, en el transporte público un monitoreo continuo del recorrido de cada una de las unidades durante la prestación del servicio conectadas a esta plataforma central brindando auxilio inmediato en eventos de inseguridad y mejora continua en el desempeño de los conductores, muy parecido a como lo han logrado en otros países del mundo, y en específico, Latinoamérica. [Pardo, 2010], [Ojeda, 2015], [Castro, 2017].

## **6. Bibliografía y Referencias**

- [1] Castro Alvares, A. A. (2017-07-20). Desarrollo de sistema GPS para geolocalización y control de ruta de la flota perteneciente a una línea de transporte público vía internet. Tesis: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19874>.
- [2] Martínez Meza K. N. (2017-12). Video Vigilancia como política de seguridad pública en la ciudad de Puebla (2012-219). Tesis: <http://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/1058>
- [3] Flores Bello A. (2015-2) Determinantes de la Percepción de Inseguridad en el Municipio de Puebla, 2014. Tesis: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/5629>
- [4] Romero Jaramillo V. G, Segura González V. M. (2010-10). Diseño y construcción de un equipo electrónico (computador abordo) para el transporte escolar, usando la Red GSM/GRPS para su monitoreo en un servidor OPEN SOURCE (sockets) para el control y seguridad de los usuarios. Tesis: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19874>.
- [5] Ojeda Capa E. V, Semanate Trávez D. M. (2015-11). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo para la compañía de transportes Planeta Transplantea S. A utilizando tecnologías inalámbricas GPS y GPRS. Tesis: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/11617>.
- [6] Clic, A. (septiembre de 2014). Curso de internet: [http://www.aulaclic.es/internet/t\\_2\\_6.htm](http://www.aulaclic.es/internet/t_2_6.htm).
- [7] Electronics, SC (2014-12-12). Sourceforge: [https://sourceforge.net/.../coban%20GPRS%20PROTOCOL\\_COC](https://sourceforge.net/.../coban%20GPRS%20PROTOCOL_COC).

- [8] Martínez Gomáriz, E. (2010). Diseño de sistemas distribuidos: [http://www.essi.upc.edu/~gomariz/index\\_archivos/IntroduccionSD-EnricMartinez.pdf](http://www.essi.upc.edu/~gomariz/index_archivos/IntroduccionSD-EnricMartinez.pdf)
- [9] Marini, I. E. (oct 2012). Radios y cultura libre: <https://radiosyculturalibre.com.ar/biblioteca/REDES/linuxito%20-%20EI%20Modelo%20Cliente-Servidor.pdf>.
- [10] Pardo Cárdenas E. G, Lugo Quimbayo R. A. (2010). Desarrollo de un prototipo telemático para la regulación de horarios planeados y frecuencia de buses, en sistemas de transporte urbano terrestre de pasajeros, usando GPS y comunicación celular GPRS: [https://www.researchgate.net/profile/Edwin\\_Pardo/publication/328565023\\_Desarrollo\\_de\\_un\\_prototipo\\_telematico\\_para\\_la\\_regulacion\\_de\\_horarios\\_planeados\\_y\\_frecuencia\\_de\\_buses\\_en\\_sistemas\\_de\\_transporte\\_urbano\\_terrestre\\_de\\_pasajeros\\_usando\\_GPS\\_y\\_comunicacion\\_celular\\_GPRS/links/5bd504244585150b2b8b2fc9/Desarrollo-de-un-prototipo-telematico-para-la-regulacion-de-horarios-planeados-y-frecuencia-de-buses-en-sistemas-de-transporte-urbano-terrestre-de-pasajeros-usando-GPS-y-comunicacion-celular-GPRS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edwin_Pardo/publication/328565023_Desarrollo_de_un_prototipo_telematico_para_la_regulacion_de_horarios_planeados_y_frecuencia_de_buses_en_sistemas_de_transporte_urbano_terrestre_de_pasajeros_usando_GPS_y_comunicacion_celular_GPRS/links/5bd504244585150b2b8b2fc9/Desarrollo-de-un-prototipo-telematico-para-la-regulacion-de-horarios-planeados-y-frecuencia-de-buses-en-sistemas-de-transporte-urbano-terrestre-de-pasajeros-usando-GPS-y-comunicacion-celular-GPRS.pdf).