

# Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo por Radiofrecuencia para el registro de horarios de buses de Transporte Público

**Cristian Camilo Polanco Fierro.** Ing. Electrónico. USCO.

**Jhon William Araque Palma.** Ing. Electrónico. USCO.

**Sergio Andrés Pastrana Pastrana.** Ing. Electrónico. USCO.

**Germán E. Martínez Barreto.** Ing. Electrónico. Esp. Profesor Titular. USCO. Director del Proyecto.

## Resumen

Con el desarrollo de este artículo se desea referenciar en términos generales el monitoreo por radiofrecuencia del transporte público de una ciudad, registrando la hora en que los vehículos pasan por ciertos sitios de su recorrido, almacenando y visualizando los datos en un computador.

El sistema de monitoreo contiene las siguientes partes:

- Una interfase de usuario conectada a un equipo transreceptor, el cual se ubica en la cabina de cada vehículo.
- Un módulo transmisor (control) que le proporcione la ubicación temporal al vehículo; esta ubicación será transmitida del vehículo a la central cuando sea requerida.
- Un equipo tranreceptor que se encarga de hacer el monitoreo de los vehículos y su vez enviar los datos adquiridos a un computador.

Para el sistema electrónico ubicado en el vehículo, el proceso de monitoreo inicia cuando el conductor introduce por medio de un teclado el número que lo identifica y el número de ruta que le corresponde. El sistema entra en el proceso de recepción de los controles y se dispone a verificar si hay información enviada por alguno de ellos y/o si el conductor ha activado alguna señal de emergencia; al mismo tiempo el sistema está atento en caso que la central le envíe una señal indicándole que se encuentra listo para decepcionar la información que tenga almacenada en ese momento.

## Abstract

With the development of this article it is wanted to achieve the monitoring radiofrequency of the public transportation of a city, registering the time in that the vehicles they go certain places of their journey, storing and visualizing the data in a computer.

The monitoring system contains the following parts:

- An user interface connected to a module transceiver, which is located in the cabin of each vehicle.
- A module transmitter that provides the temporary location to the vehicle; this location will be transmitted from the vehicle to the power station when it is required.
- A system tranceiver that takes charge of making the monitoring of the vehicles and their time send the acquired data to a computer.

For the electronic system located in the vehicle, the monitoring process begins when the driver introduces by means of a keyboard the number that identifies it and the route number that corresponds him; the system enters in the process of reception of the controls and it's prepares to verify if there is information sent by some of them and / or if the driver has activated some emergency sigh; at the same time the system this attentive one in case the base station sends a sign indicating him that it is clever to reception the information that has stored in that moment.

## Introducción

Nuestra ciudad cuenta en la actualidad, con un gran número de vehículos de transporte público al cual se le lleva el registro de horarios de forma manual. Este sistema no es muy eficiente, debido a que no se puede determinar de manera veraz, que lo que se registra en las planillas, este de acuerdo con la realidad.

En las grandes ciudades de nuestro país se cuenta con un verdadero servicio de transporte masivo como es el caso de Medellín con el Metro y de Bogotá con Transmilenio. Ellos tienen sistemas de control de tiempo de salida y llegada a cada una de las estaciones; implementar algo parecido en una ciudad con poco desarrollo resultaría antieconómico.

Por los motivos anteriormente mencionados, se ha querido dar una solución a este problema, diseñando un sistema de monitoreo de vehículos que registre los horarios en que laboran, superando las falencias que tiene el sistema actual y que económicamente sea accesible por las empresas de transporte.

## Metodología

Instalar en las calles por las que transite el vehículo, un sistema que esté compuesto por una unidad de procesamiento (MCU) y un equipo transmisor.

El equipo transmisor trabajará a una frecuencia  $F1$ . A este sistema se le ha dado el nombre de 'control', pues su función es similar a la realizada por las personas que se encuentran en los puestos de monitoreo, en el sistema que hoy día se tiene para registrar los tiempos de los buses.

Instalar en los vehículos un sistema compuesto por una interface de usuario, una unidad de procesamiento (MCU), un equipo receptor y un equipo transreceptor. El equipo receptor trabajará a una frecuencia  $F1$  y el equipo transreceptor a una frecuencia  $F2$ .

Instalar en algún sitio de la ciudad (quizás en una oficina), un sistema que esté compuesto por una unidad de procesamiento (MCU), un equipo transreceptor y un computador personal (PC). El equipo transreceptor trabajará a una frecuencia  $F2$ . A este sistema se le ha dado el nombre de 'central'.

El sistema del control irradia un código que el sistema del vehículo recibe cuando se encuentre cerca de él. El código hace referencia a una dirección, es decir, a un lugar específico de la ciudad. Una vez el sistema del vehículo recibe el código, lo envía al sistema de la central, para que ésta registre la hora en que pasó el vehículo por esa dirección.

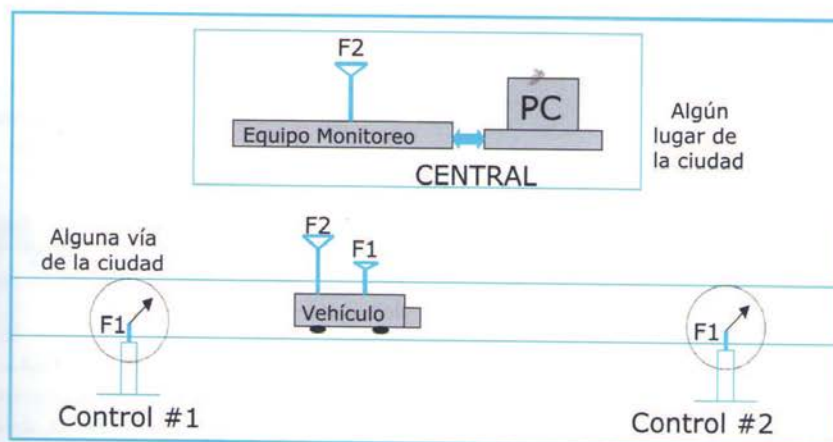


Diagrama del Sistema

Para la implementación del sistema de monitoreo, en cuanto a los equipos de radiofrecuencia, primero se hizo una investigación de los diferentes dispositivos que hoy se encuentran en el mercado. En el caso del equipo de transmisión que conforma al sistema del control, se trabajó con un módulo de UHF, con modulación ASK. En el caso del equipo que comunica al vehículo con la central, se trabajó con un módulo transceptor de la banda ISM, con modulación GFSK, codificador y decodificador de códigos cíclicos (CRC) y decodificador de direcciones. Este dispositivo permite desarrollar un modelo del sistema de monitoreo completamente funcional, con un radio de cubrimiento de 280 mts.

### Funcionamiento

Para el sistema electrónico ubicado en el vehículo (Microbús), el proceso de monitoreo inicia cuando el conductor introduce por medio de un teclado el número que lo identifica (ID conductor) y el número de ruta

(ID ruta) que le corresponde; una vez hecho esto, el sistema entra en la etapa de recepción de los controles y se dispone a verificar si hay información enviada por alguno de ellos y/o si el conductor ha activado alguna señal de emergencia; al mismo tiempo el sistema está atento a que la central (sistema electrónico que se encarga del monitoreo de todos los vehículos) le envíe una señal, indicándole que puede transmitir toda la información que tenga almacenada en ese momento.

Una vez llega la información a la central, esta es procesada y almacenada en una base de datos por medio del desarrollo de un software que la adquiere por el puerto serial del computador vía interface RS - 232 y se encarga de su visualización en pantalla. Permitiendo que un operario en la central supervise lo que sucede con los vehículos en un momento dado. El sistema se caracteriza por hacer el monitoreo de los vehículos en tiempo real.

El sistema total se ha dividido en tres partes; las cuales se detallarán a continuación:

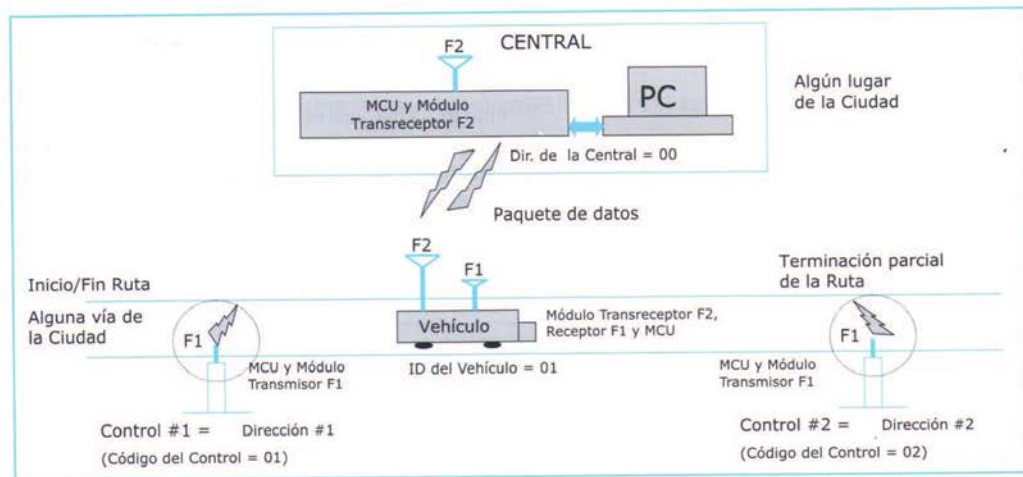


Diagrama específico del Sistema

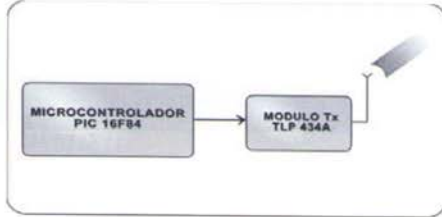
• **CONTROL:** La función de este subsistema es la de transmitir (TLP434A) un código en todo momento; dicho código es único y representa una ubicación relativa del vehículo.

Se dice que indica la ubicación del vehículo puesto que el sistema electrónico que realiza esta función está compuesto por varios controles que se

encuentran distribuidos a lo largo del camino recorrido por el vehículo, es decir, en las calles por donde éste debe de transitar.

La ubicación de estos controles se hace estratégicamente según las características de las rutas. Esta es la forma de saber la ubicación de un vehículo en la ciudad de manera aproximada, y por

consiguiente, la de monitorear los tiempos correspondientes a su ruta.



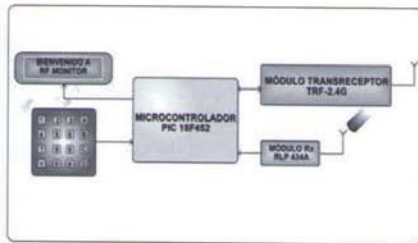
Subsistema del control

• **VEHICULO:** La función de este subsistema es la de almacenar la información suministrada por el conductor del vehículo, almacenar la información suministrada por los sensores, recibir y almacenar la información enviada por los controles y transmitir (TRF-2.4G) toda esa información a la central cuando ésta se lo indique.

El conductor del vehículo una vez encienda el sistema ingresa por teclado su ID el número de la ruta que va a realizar y si empieza el recorrido de la ruta o lo va a terminar.

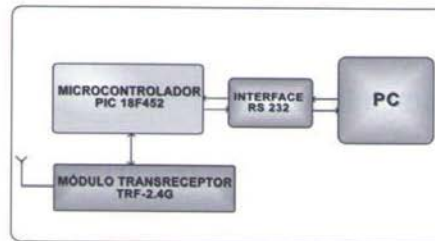
Una vez son ingresados los datos, el microcontrolador (MCU), el cual es el cerebro del sistema de vehículo, espera a que la central le envíe, un código, que identifica el vehículo, una vez comprueba, que es su código, el microcontrolador entrega la información almacenada, hacia el equipo transreceptor (TRF-2.4G) para ser enviada a la central, donde se recibirá la información de todos los vehículos.

A su vez cada vez que un vehículo pasa donde se encuentran ubicados los controles, este recibe (RPL434A) el código del control, y lo guarda en memoria, hasta que la central, vuelva a preguntar por la información almacenada en el vehículo.



Subsistema del Vehículo

• **CENTRAL :** Este subsistema se encuentra ubicado en el sitio desde donde se desea realizar el monitoreo. Las funciones que cumple, son: transmitir (TRF – 2.4G) unos paquetes de datos con la hora actual a todos los vehículos, recibir la información enviada por cada uno de ellos y enviar dicha información a un computador (PC), para que ésta sea almacenada en una base de datos y por medio de un software permitir su visualización.



Subsistema de la Central

### Software del sistema

Es de vital importancia el diseño de un software que permita la visualización y almacenamiento de los datos de cada uno de los vehículos para poder tener un seguimiento en tiempo real.



Pantalla principal del software

## Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo por Radiofrecuencia para el registro de horarios de buses de transporte Público

El software realiza los siguientes procesos, para que pueda brindar una interfase hombre maquina de forma agradable con la que se pueda tener un registro de horarios de manera confiable, eficaz y organizada:

- Adquisición de datos
- Decodificación de los datos
- Almacenamiento de los datos
- Visualización de los datos

Operaciones				
NUMERO COLECTIVO	CONDUCTOR	RUTA CONTROL UNO	EMERGENCIA_UNO	TIEMPO_UNO
317	5	4 CII 26 Éxito		11:54:00 AM

Ventana de Operaciones

## Recomendaciones

Para la implementación real del sistema de monitoreo, el sistema de comunicación principal, es decir, el equipo transreceptor que comunica a los vehículos con la central, se tiene que realizar con un equipo de mayor potencia. El equipo transreceptor que cumple con esta característica, además de otras también importantes, es el módem inalámbrico para telemetría. Este equipo permite que el sistema de monitoreo funcione tal como se ha mencionado en este documento, siendo un equivalente del TRF – 2.4G.

Al sistema de monitoreo, en cuanto al sistema que se instala en el vehículo, se le puede adaptar sensores, en vista que en la trama que se envía a la central hay espacio para transmitir información correspondiente a tres sensores cualesquiera. Se sugiere que estos sensores pueden ser: sensor del nivel de gasolina, sensor de velocidad y contador de pasajeros. Cada uno de estos sensores cuenta con ocho (8) bits para codificar su información. Adaptar estos sensores permite que el sistema de monitoreo registre una información mas completa a cada unos de los vehículos.

## Referencias Bibliográficas

1. Sistemas de Comunicación, SIMON HAYKIN. Primera edición, 2002. Editorial Limusa Wiley.
2. Sistemas de Comunicación, G STREMLER. Versión en español de la obra titulada 'Introduction to Communication Systems', segunda edición, 1989. Fondo Educativo Interamericano S.A. de C.V. Ediciones Alfaomega.
3. Sistemas de Comunicación Digitales y Análogos, LEÓN W COUCH. Quinta edición, 1998. Editorial Prentice Hall México.

### Páginas Web:

1. [www.microchip.com](http://www.microchip.com) [MCU's]
2. [www.laipac.com](http://www.laipac.com) [Dispositivos de radiofrecuencia]
3. [www.analog.com](http://www.analog.com) [RS-232]
4. [www.mincomunicaciones.gov.co](http://www.mincomunicaciones.gov.co) [Normatividad de las frecuencias]
5. [www.newwaveinstruments.com/resources/rf\\_microwave\\_resources/sections/digital\\_modulation\\_tutorial\\_theory\\_technique.htm](http://www.newwaveinstruments.com/resources/rf_microwave_resources/sections/digital_modulation_tutorial_theory_technique.htm) [Modulación digital]
6. [www.galeon.com/lasinterredes/principiantes.htm](http://www.galeon.com/lasinterredes/principiantes.htm) [Modulación Digital y códigos banda base].