



## ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R."

### FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

# DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE BAJO COSTO QUE PERMITA MOSTRAR INFORMACIÓN DE LA RUTA A LOS USUARIOS DE UNA UNIDAD DE TRANSPORTE

Zhingre Ayala Ricardo  
Vásquez Yépez Fernando

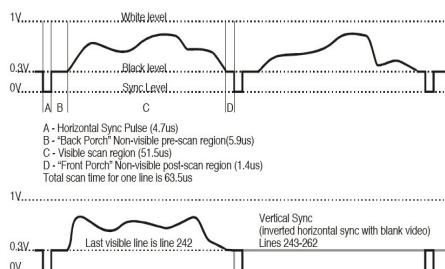
## INTRODUCCION

La necesidad de presentar información a las personas dentro de la unidad de transporte, hizo que se piense en la utilización de la pantalla de televisión, común en las unidades de transporte, para presentar información relevante de la ruta por la que se desplazan.

Por este motivo se diseñó un prototipo que utilizando un microcontrolador, un receptor GPS, un reproductor de DVD y una televisión para presentar la información de puntos escogidos dentro de una ruta seleccionada de antemano.

## LA SEÑAL DE VIDEO

En la siguiente figura se muestra el patrón de la señal de video que permite tener la imagen que observamos cuando se observa una televisión.



El sistema que ocupamos para la presentación de imágenes es el NTSC, el

cual utiliza 30 cuadros por segundo, con un total de 60 campos y cada campo con 262 líneas.

Cada línea contiene la información a ser mostrada. La duración de una línea es de 63 µs y está compuesta de algunas partes que le permiten a la televisión saber qué acción realizar.

- Primero un pulso de sincronismo de 4.7 µs que es enviado al inicio de la línea para indicar que se inicia una nueva línea, fijando la señal a 0V.
- Posteriormente se tienen 5.9 µs después del pulso de sincronismo para conseguir que el haz llegue a la posición deseada para iniciar la escritura de la imagen en esa línea. Durante este tiempo la señal tiene un valor de 0.3V que es el nivel negro.
- A continuación se tiene un período para la imagen de 51.5 µs, que inicia en la izquierda de la pantalla y que va hasta la derecha con las intensidades de voltaje obtenidas de la señal de video.
- Por último se tiene 1.4 µs en los cuales se coloca la señal en 0.3V para que luego de esto se produzca el pulso de sincronismo horizontal.

Una vez que se han mostrado 242 líneas se hace una inversión en lo que debería ser

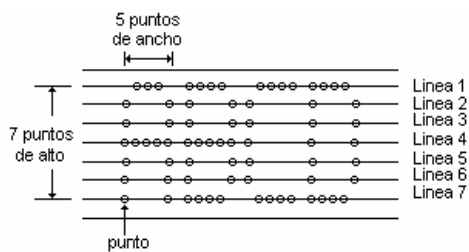
el pulso de sincronismo horizontal y en donde debería haber la información de video hasta completar 262 líneas y después de esto el proceso se repite.

## LA GENERACIÓN DE CARACTERES

Cuando observamos la señal utilizada para generar la imagen dentro de la televisión notamos que se dispone de 51.5  $\mu$ s dentro de una línea para insertar la información que permita mostrar caracteres sobrepuestos en la imagen sin que esta se distorsione.

Independientemente de la cantidad de puntos de la matriz para formar un carácter, el principio de la generación es el mismo. A medida que se realiza la exploración de una línea en la pantalla se va controlando la luminosidad de acuerdo a la matriz de puntos, todos los caracteres a ser mostrados deben ser colocados en la línea, teniendo así un barrido por filas. Cuando se haga la exploración de la segunda línea se repite el proceso y así se tiene una segunda línea que se ha dibujado los caracteres de acuerdo a la matriz. Cuando se completa la exploración de las 7 líneas en un caso o 9 líneas en otros, se han dibujado caracteres sobre un campo.

La siguiente figura muestra lo antes mencionado,



Hay que repetir este proceso durante los 60 campos que en un segundo forman una imagen y para mantener la imagen durante el tiempo necesario para la observación del mensaje.

Para describir este proyecto lo dividiremos en dos partes, el hardware y el software, pues en este proyecto la correcta relación entre los mismos genera los resultados esperados.

## EL HARDWARE

## EL RECEPTOR GPS

El receptor GPS utilizado para este prototipo utiliza el estándar NMEA, el cual entrega tramas de datos llamadas sentencias. De todas las sentencias que hay en el estándar el equipo que se utiliza en este proyecto entrega las siguientes: GGA, GSV, GSA y RMC. De las cuales esta última es la que entrega la información básica de posición, velocidad y tiempo; por este motivo se la utiliza para obtener información de cada punto donde se encuentra el equipo.

Este receptor entrega información cada segundo por lo que si una trama no es leída correctamente se espera hasta que el nuevo conjunto de tramas llegué. De esta forma se está revisando la posición del móvil en todo momento y se puede localizar un sitio específico dentro de una área preestablecida.

Por último este equipo receptor GPS entrega la sentencia vía comunicación serial.

## EL MICROCONTROLADOR

De los AVR's el Atmega16 fue el escogido para la realización de este prototipo, debido a que facilita el trabajo de las conexiones necesarias con el resto de elementos ya que se utilizó una placa desarrollada por el proyecto SIMON - VE (Sistema de Monitoreo Vehicular).

Entre las facilidades que presenta esta placa está la comunicación serial con el receptor GPS, la comunicación serial, puerto para la programación por sistema, propio de los AVR, el uso del cristal externo, comunicación serial con un computador y la facilidad de conectar lo necesario en los pines restantes.

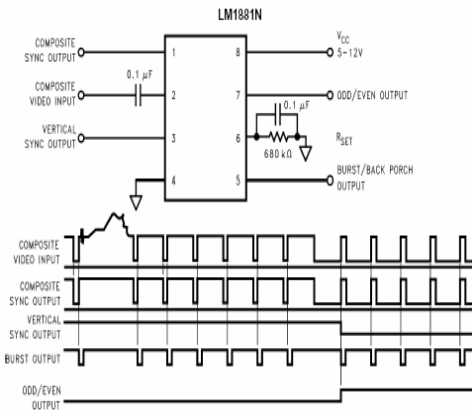
La utilización de un cristal externo para el Atmega16 se debió a que se necesita el máximo de velocidad en las instrucciones procesadas para lograr el efecto esperado.

## SEPARADOR DE SINCRONISMOS

El circuito integrado LM1881, más conocido como "separador de sincronismos" permite descomponer la señal de video en sus componentes. Este conjunto de señales permiten tener la referencia necesaria para poder generar la señal de video que

contiene los caracteres que se sobrepondrán a la imagen que se este observando en la pantalla de televisión.

En la siguiente figura se muestran las señales entregadas por el separador de sincronismos.



Para tener una mejor idea de cuál es el trabajo que desempeña el separador de sincronismos, se lo explicará brevemente:

- El pin 2 recibe la señal de video compuesto de cualquier equipo que produzca este tipo de señal entre valores de 0.5V y 2V p-p. Esta señal es la que será objeto de su proceso en este circuito integrado. Se debe conectar el capacitor de 0.1μF para realizar el desacoplamiento de las señales.
- El pin 1 entrega una señal de video compuesto parecida a la anterior pero con la diferencia que ahora su voltaje máximo es de 5V y no tiene ninguna de las componentes de imagen que tenía la señal original, como se aprecia en la Figura anterior.
- El pin 3 entrega normalmente un valor de 5V, pero cuando empiezan los pulsos de sincronismo vertical de la señal entrante cambia a un valor de 0V hasta que se terminen todos los pulsos necesarios para el sincronismo vertical.
- El pin 4 es la conexión a GND.
- El pin 5 entrega pulsos de valor 0V cuando es necesario colocar las señales de color dentro de la señal de imagen, útiles para generar señales con colores distintos al blanco y negro.

- El pin 6 es un reset que necesita también un capacitor de desacoplamiento y la resistencia de 680 k para inicializar los valores internos y además ajustar las señales que entrega este dispositivo a la frecuencia de trabajo de las señales de video de 15.734 kHz.
- El pin 7 es una señal que varía entre 0V para el campo par y 5V para el campo impar.
- El pin 8 recibe el voltaje de alimentación entre 5 y 12V.

Con este conjunto de señales se logra tener una idea de cuando y donde se debe insertar la señal generada de modo que se obtenga como resultado una imagen sin distorsión pero con la información que se ha programado presentar.

### EL CONVERTOR D/A

Para que la señal generada en el AVR sea interpretada como información de video en el receptor de televisión, se hizo necesario la utilización de una red R – 2R.

Pin1	Pin2	TV - IN
0	0	0 V, Usado para sincronismo vertical y horizontal
0	1	0.33 V, Usado para el nivel de color negro
1	0	0.67 V, Usado para el nivel de color gris
1	1	1 V, Usado para el nivel de color blanco

El voltaje máximo dado por esta red es de 1V y la equivalencia de los valores entregados por la red, con todas sus combinaciones, a su correspondiente en la señal de video se muestra en la tabla.

Los caracteres ha se mostrados serán de color blanco ya que de esta forma serán visibles por encima de imagen mostrada en la televisión, de esta manera el microcontrolador cuando necesita dibujar un carácter utiliza la combinación para el color blanco.

## EL SOFTWARE

El software en el prototipo es el encargado de controlar la generación de los caracteres como parte de la señal de video generada para ser sumada con la señal que proviene del reproductor de DVD, además del tratamiento de las sentencias NMEA para obtener la información de la posición, el tiempo y la fecha.

Junto con estas tareas se debe estar revisando la información almacenada para compararla con la proveniente del GPS y así poder encontrar los puntos seleccionados para iniciar la muestra del mensaje ha ser visto en la televisión.

Como se ve el tiempo es un factor determinante dentro las tareas ha ser realizadas y así cumplir con los propósitos de este proyecto, por esta razón se ha utilizado la programación en lenguaje C.

## WINAVR

Es un compilador código abierto que permite generar instrucciones en lenguaje C para el Atemega16.

Lo primero es tratar de idear una forma en la cual se puedan escribir los caracteres en la pantalla utilizando al máximo las facilidades del compilador, una de estas facilidades es la de poder calcular el tiempo que se necesita para realizar cierto proceso de acuerdo al número de instrucciones que se necesitan. El ciclo de máquina utilizando un cristal de 16 MHz es de 62.5 ns, con esto en mente se ha observado que en promedio cada instrucción en lenguaje C ocupa 4 ciclos de máquina.

## LA SEÑAL DE VIDEO GENERADA

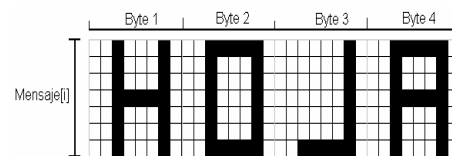
El problema con la generación de la señal de video es que únicamente se puede controlar el tiempo ya que el haz de electrones tiene un patrón definido en su desplazamiento dentro de la pantalla del televisor. Con la utilización de la señal entregada por el pin 1 del separador de sincronismos para controlar el espacio en donde se debe colocar la información de los caracteres.

## LOS CARACTERES

Los caracteres dibujados primeramente fueron diseñados de tal forma que puedan cumplir con los requisitos necesarios para

ser visibles en la pantalla de televisión, esto es caracteres de 7 x 5 puntos. Adicionalmente deben ser colocados como una imagen de espejo para que el momento en el que sean procesados puedan mostrar una imagen entendible, como se mira en la siguiente figura.

Para mostrar la palabra "HOLA" se crea una matriz que será leída línea a línea pues el proceso de generación de los caracteres así lo requiere. En la figura se muestra lo dicho.



El microcontrolador cuando necesita dibujar un carácter en la pantalla de televisión utiliza la combinación para el color blanco ya que con este valor se está saturando la señal de video y se obtienen caracteres en blanco, que resaltan sobre la imagen. El esquema que permite la inserción de los caracteres en la imagen de televisión.

Como resultado de todo este proceso se tiene la superposición de las imágenes como se muestra en las imágenes.



Como se muestra en las imágenes se tiene solo 13 caracteres para mostrar cualquier mensaje, por esta razón la información ha ser mostrada debe desplazarse de derecha a izquierda, creando un mensaje de una longitud de 30 caracteres máxima para ser mostrado.

### LAS SENTENCIAS NMEA

De las 4 sentencias utilizamos la RMC que entrega la información básica sobre la posición, velocidad y tiempo. Para explicar el procesamiento de esta trama se ilustra con un ejemplo. La trama que interesa procesar es similar a:

`$GPRMC,160644,A,0011.7021,S,07826.1680,W,022.4,084.4,130205,,A*7B.`

Se inicia el análisis de la trama de la siguiente forma:

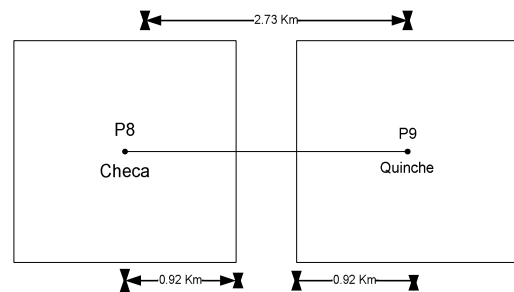
- `$GPRMC`, Se comprueban estos caracteres para empezar el análisis de la información.
- `160644`, La información de este campo es la siguiente:
  - `16`: representa la hora en el tiempo universal coordinado y para obtener la hora local se debe restar 5 que es la diferencia entre la hora local y la hora del tiempo universal coordinado,
  - `06`: representa los minutos
  - `44`: representa los segundos
- `,A`, Si el carácter es A indica que existen los datos de la posición y velocidad en la trama, caso contrario si se encontrara una `,V`, indica que los datos de longitud y latitud no son fiables.
- `0011.7021,S`, Aquí se encuentran los datos de la latitud donde:
  - `00` representa los grados y `11.7021` representa los minutos.
  - `S`, indica el hemisferio sea norte, N, o sur, S.
- `07826.1680,W`, Aquí se encuentran los datos de la longitud donde:
  - `078` representa los grados y `26.1680` representa los minutos.
  - `W`, indica el hemisferio sea occidental, W, u oriental, O.

- `,022.4`, Velocidad en nudos que para obtener la velocidad en Km/h se debe multiplicar por 1.8.
- `084.4`, Angulo de elevación en grados.
- `130205` Aquí se encuentra la información de la fecha donde:
  - `13` representa el día
  - `02` representa el mes
  - `05` representa el año
- `,003.1` Valor de la variación magnética
- `,A*7B` Valor usado para la comprobación de errores.

De lo anteriormente visto se utilizarán los campos que tienen la hora, la posición en latitud y longitud y el valor de la velocidad.

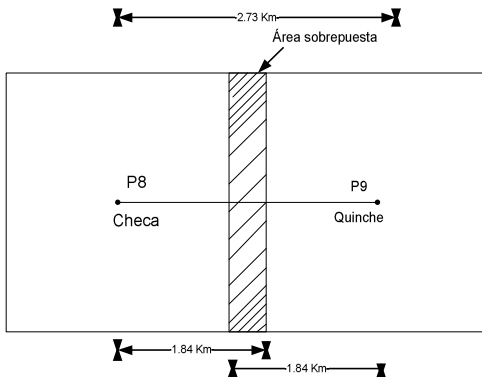
En el AVR se harán las operaciones necesarias para lograr obtener la información que será mostrada en la pantalla de televisión.

Para mostrar el mensaje ha ser vista en la pantalla es necesario considerar un área alrededor de un punto determinado para poder tener un rango de comparación y así mostrar el mensaje. En la figura se detalla esto.



En la consideración de la ruta ha ser almacenada en la memoria del microprocesador es que las áreas correspondientes a los puntos seleccionados no se superpongan ya que esto generara confusión en la información presentada.

En la figura siguiente se muestra el efecto antes descrito.



## GOOGLE EARTH

Esta herramienta nos permite obtener la información de latitud y longitud de los puntos dentro de la ruta seleccionada ya que posee mapas georeferenciados que nos dan una idea clara de la información seleccionada.

La ventaja de esta herramienta está en que se puede estar en la ruta con total precisión sin tener que desplazarse físicamente por la misma.

## RESULTADOS FINALES

Como resultado, el prototipo diseñado muestra los caracteres de una forma legible y adicionalmente no interrumpen el uso normal de la televisión. El inconveniente que se presentó fue que al momento de realizar el desplazamiento del mensaje total en cada punto se produce una vibración de los caracteres de izquierda a derecha.

Hechas las mediciones se comprobó que hay un error al momento de empezar a dibujar los caracteres por parte del AVR de  $0.2 \mu s$ , que es producido por que se hace una espera cuando se termina la información de cada línea, como no todas las ocasiones coincide el número de instrucciones ejecutadas dentro del lazo de espera se produce esta variación.

Fuera de esto las imágenes mostradas indican la calidad de los caracteres dibujados sobre la imagen.

Otro detalle a considerar es que las áreas alrededor de los puntos de interés no se

sobrepongan para evitar confusiones y de esta manera los puntos secos determinarían el área alrededor de cada punto dentro de la ruta. En las figuras se muestra lo explicado.

## CONCLUSIONES

- La razón del uso del compilador Winavr se debe a que en promedio una instrucción realizada en este compilador se toma cuatro ciclos de máquina, con lo cual se puede realmente controlar el tiempo de ejecución del programa implementado. Además evita el engorroso proceso de trabajar con lenguaje Assembler, pero con el mismo control que se tendría en este lenguaje.

- El buscar la forma más eficiente de generar los caracteres demostró, la importancia del tiempo en esta aplicación, por lo que se optó por suspender todo proceso en el instante de generar los caracteres, ya que cualquier otra tarea realizada simultáneamente afecta la imagen generada.

- Cuando se analiza el costo de este proyecto se observan cantidades que distan mucho de ser de "bajo costo", pero estamos hablando de un prototipo que sujeto a depuración y producción en serie se pueden ser abaratado.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 [http://en.wikibooks.org/wiki/Atmel\\_AVR](http://en.wikibooks.org/wiki/Atmel_AVR)
- 2 <http://winavr.scienceprog.com/general-avr/avr-microcontroller-memory-map.html>
- 3 Data sheet AVR ATmega8. Atmel Corporation. Disponible en: [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- 4 <http://www.ifent.org/Electronica/TVBN/CONCEPTOSTELE.html>
- 5 Data sheet LM1881. National Semiconductor Corporation. Disponible en <http://www.national.com>
- 6 Logacho, David. Generador digital de caracteres electrónicos para video, Quito. 1977.

## **BIOGRAFIAS**

### **Ricardo Mauricio Zhingre Ayala**



Nacido el 4 de Diciembre de 1979 en Quito. Curso sus estudios secundarios en el Instituto Técnico Superior Sucre. Sus estudios universitarios

los realizo en la Escuela Politécnica Nacional obteniendo el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

Se desempeño como Auxiliar de la Academia CISCO de la EPN. Actualmente se desempeña como Jefe del departamento técnico de la empresa CEMCO que esta dedicada a la venta y reparación de equipos de computación.

### **Oscar Fernando Vásquez Yépez**



Nacido en Ibarra, el 31 de Julio de 1971. Sus estudios secundarios los realizó en el Colegio Fisco Misional San Francisco. En la Escuela Politécnica Nacional cursó sus estudios

universitarios obteniendo el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

Se desempeñó como Auxiliar de Laboratorio del Área de Telecomunicaciones y como Profesor Asistente a tiempo parcial de las materias de Dispositivos Electrónicos, Circuitos Electrónicos y laboratorios de Sistemas Digitales y Sistemas Analógico/ Digitales de la EPN. Actualmente es Gerente de Desarrollo de la empresa WATCHING que esta dedicada al desarrollo de soluciones de Telemetría y Control. Sus áreas de interés están enfocadas al diseño e implementación de sistemas embebidos y de procesamiento digital de señales.