

## SEÑAL OMEGA DE NAVEGACION COMO REFERENCIA DE TIEMPO PARA REGISTROS SISMICOS. DISEÑO DE UN DECODIFICADOR.



Roberto Quaas W.(1), Luis A. Bedolla P. (2)

### RESUMEN

Las señales del sistema de navegación OMEGA se emplean en la red acelerográfica del Instituto de Ingeniería como una referencia externa de tiempo de precisión. En este trabajo se describen las características del sistema OMEGA, los equipos OMEGA utilizados en las estaciones de registro sísmico y un sistema desarrollado para la decodificación de las señales y despliegue de la información.

### INTRODUCCION

En la interpretación y análisis de registros sísmicos, es indispensable conocer la fecha y hora precisa de ocurrencia de los temblores. Con base en el registro del tiempo se podrá obtener la localización del sismo y estimar los parámetros epicentrales, así como las características de propagación de las ondas sísmicas. Por tal motivo es vital que los instrumentos autónomos de registro, en especial aquellos localizados en sitios remotos, cuenten con bases de tiempo y relojes de precisión. Esta base de tiempo puede ser, desde marcas en forma de pulsos superpuestas al registro, como es el caso de la mayoría de aparatos analógicos, hasta complejos códigos digitales generados en forma local o recibidas a través de señales de radio. Entre las referencias que comunmente se emplean en instrumentación sísmica, están la WWV, WWVB, señales de satélite GOES y el sistema de navegación OMEGA.

### SISTEMA DE NAVEGACION OMEGA

El sistema mundial de radionavegación OMEGA, operado por los Estados Unidos y otras naciones, consta de 8 estaciones trasmisoras que transmiten señales en la banda de VLF (very-low-frequency)

---

1 Investigador, Instituto de Ingeniería, UNAM  
2 Becario, Instituto de Ingeniería, UNAM

Señales transmitidas en esta banda tienen la propiedad de un muy largo alcance y pueden ser recibidas en cualquier parte del globo. Su propagación se lleva a cabo a través de una guía de onda formada por las capas inferiores de la ionosfera y la tierra. Aunque el sistema fue desarrollado principalmente para apoyo a la navegación, sus señales pueden ser usadas también como señales de referencia de tiempo pudiéndose lograr una precisión de  $\pm 10$  mseg a una distancia hasta de 5,000 km de la estación transmisora.

Las 8 estaciones del sistema OMEGA transmiten señales en tiempo compartido a diferentes frecuencias en la banda de 9 a 14 kHz. Todas las señales están sincronizadas al sistema universal de tiempo y guardan entre sí una cierta relación de fase. Se distinguen dos tipos de frecuencias: comunes y características. Cuatro frecuencias comunes son usadas en tiempo compartido por los 8 transmisores; estas se usan principalmente para fines de navegación. Una frecuencia característica es asignada a cada estación transmisora y es la utilizada como señal de tiempo.

En la figura 1 se muestra la distribución de las estaciones del sistema OMEGA. Las señales que cubren a México son las radiadas desde las estaciones de Dakota del Norte y parcialmente la señal de Hawaii, E.U. La primera transmite en la frecuencia de 13.1 kHz y la segunda en 11.8 kHz.

En la figura 2 se muestra la distribución de las frecuencias y el formato de transmisión. Cada ciclo de transmisión tiene una duración de 10 segundos durante los cuales, con los intervalos mostrados, se envían 8 pulsos, cuatro de ellos en una misma frecuencia. Esta frecuencia, resaltada en el diagrama, corresponde precisamente a la frecuencia característica de la estación transmisora. Las frecuencias no marcadas corresponden a las comunes. A partir de los ocho pulsos se deriva y genera la señal referencial de tiempo. Se observa también de la figura la relación regular de fase que guardan entre sí las distintas señales.

#### **EQUIPO DE RECEPCION Y CODIFICACION DE TIEMPO OMEGA**

Los equipos de recepción y codificación de tiempo OMEGA utilizados en la red acelerográfica del Instituto de Ingeniería, se componen de dos módulos: el OMEGA-REC, que es el receptor y detector de la señal VLF y un módulo OMEGA-FACE, que es un reloj-fecha y generador de código sincronizado a la señal OMEGA. Ambos son dispositivos autónomos, de muy bajo consumo y con baterías propias (con duración de 10 años), diseñados especialmente para emplearse en estaciones remotas desatendidas por periodos prolongados. Ambos equipos tienen una base de tiempo auxiliar propia, la cual, cuando se deja de recibir la señal OMEGA radiada, continúa la generación del código aunque con menor precisión. Cuando nuevamente se recibe la señal, los relojes se ajustan automáticamente hasta lograr la sincronía con el tiempo universal. En la mayoría de las estaciones de la red, el módulo OMEGA-REC con la antena de

recepción, está instalado en la punta de la torre de 9m a un lado de la estación la cual también soporta los paneles solares. El otro módulo se instala dentro del equipo.

La salida del módulo OMEGA-FACE es una señal serie en forma de un tren de pulsos codificados con la información de la fecha y hora. Esta señal codificada es la que se utiliza como referencia de tiempo en los registros sísmicos, multiplexándola digitalmente con los datos de los registradores. El código y un ejemplo de su decodificación, se muestra en la figura 3. Está formado por bloques de 48 pulsos o bits OMEGA que representan 12 palabras codificadas a su vez en BCD. Cada bit tiene una duración de 200 mseg; el ciclo de trabajo de cada pulso indica si el bit es "1" o "0". La duración de cada bloque es de 10 seg; el inicio de bloque se identifica por el flanco de bajada de un pulso largo de sincronía.

#### DECODIFICADOR DEL CODIGO DE TIEMPO OMEGA

Con objeto de verificar el correcto registro del tiempo y la operación del equipo OMEGA en las estaciones acelerográficas, se desarrolló un decodificador de la señal que genera el módulo OMEGA-FACE. Su diagrama de bloques se muestra en la figura 4.

El circuito se basa en un microprocesador. Por programa se detecta y decodifica en tiempo real la señal y se despliega mediante un visualizador LCD de 8 dígitos la información de la fecha y hora. También se despliegan las señales de salida del OMEGA-REC y se indica cuando el sistema está fuera de sincronía. Se tiene además la opción de medir la amplitud de los pulsos de entrada mediante un conversor A/D, cuyo valor es igual al voltaje de la batería de litio del OMEGA-FACE; este valor también se despliega en forma decimal.

Por otro lado, con la finalidad de verificar la operación correcta del receptor OMEGA-REC, el circuito genera una señal OMEGA simulada que puede transmitirse localmente a baja potencia. Esta función es de utilidad cuando las condiciones atmosféricas y de ruido o interferencia son severas y no se tiene recepción de la señal OMEGA original.

Un diagrama simplificado del programa del microprocesador se muestra en la figura 5. El circuito decodificador fue diseñado con circuitos de bajo consumo y opera con una batería de 9V. Quedó integrado dentro de un porafolios especialmente acondicionado, que también contiene un receptor de la señal de radio WWV y un reloj digital auxiliar de respaldo.

## CONCLUSIONES

La señal OMEGA de navegación proporciona una referencia externa de tiempo muy útil para diferentes aplicaciones en instrumentación. En particular se ha utilizado ya por varios años y con muy buenos resultados como base externa de tiempo para sistemas autónomos de registro sísmico.

El sistema para decodificación y generación de la señal OMEGA desarrollado, constituye un equipo complementario para la operación y mantenimiento de las estaciones acelerográficas y en particular, para verificar la correcta operación de los equipos OMEGA utilizados.

Con base en la experiencia adquirida en el manejo y operación de estos equipos, se ha comenzado ya en el Instituto de Ingeniería el desarrollo de un sistema integrado receptor-decodificador de la señal OMEGA propio. El objetivo del proyecto es proveer a todas las estaciones acelerográficas que opera el Instituto (más de 150) con una base de tiempo de bajo costo y mejorar significativamente la precisión con que se registra el tiempo de ocurrencia de eventos sísmicos, fundamental para los estudios que con ellos se realizan.

## REFERENCIAS

R. C. Thomson, 1983, "OMEGA Global Radionavigation. A Guide for Users", documento COMDTINST P16566.2, November 1983, U.S. Department of Transportation, United States Coast Guard.

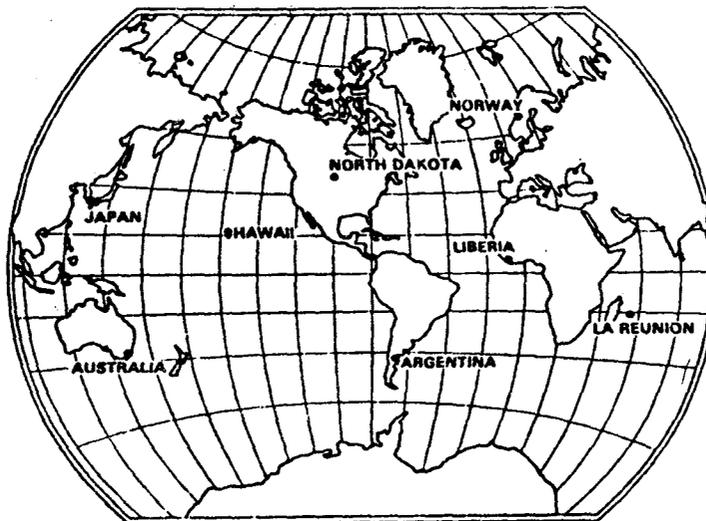


Fig 1. Localización de estaciones transmisoras del sistema de navegación OMEGA

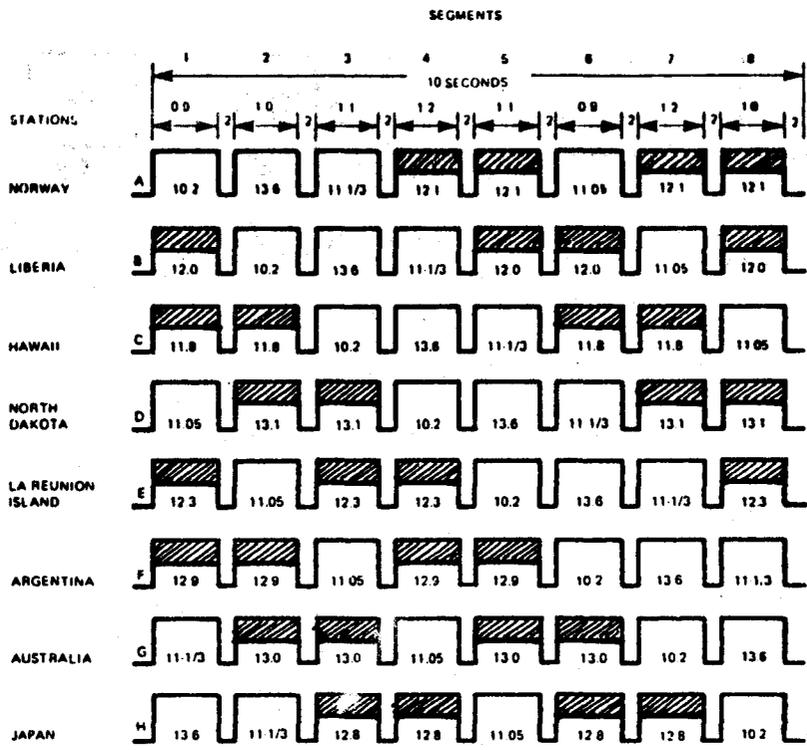


Fig 2. Formato y frecuencias de transmisión del sistema OMEGA.

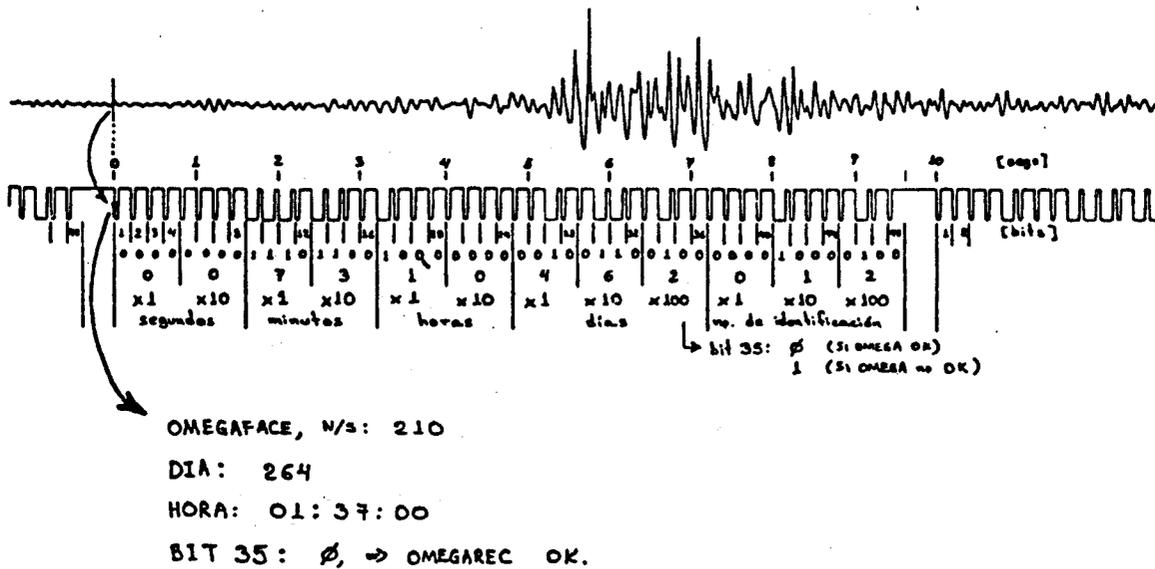


Fig 3. Código de la señal generada por el OMEGA-FACE. Ejemplo de decodificación para un registro sísmico

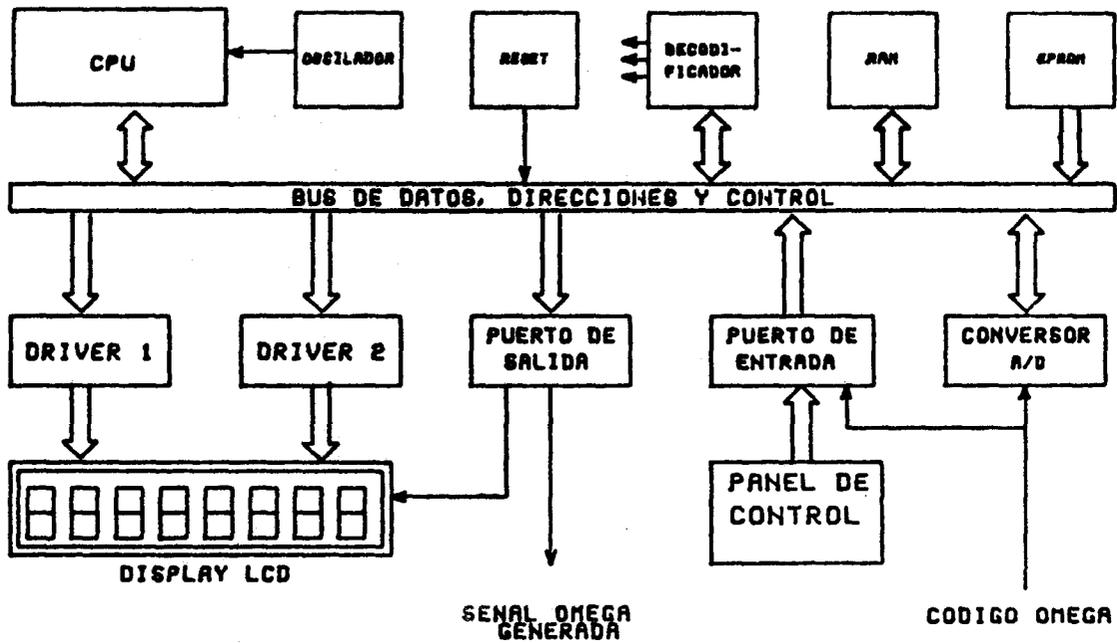


Fig 4. Diagrama del decodificador y generador de la señal OMEGA.

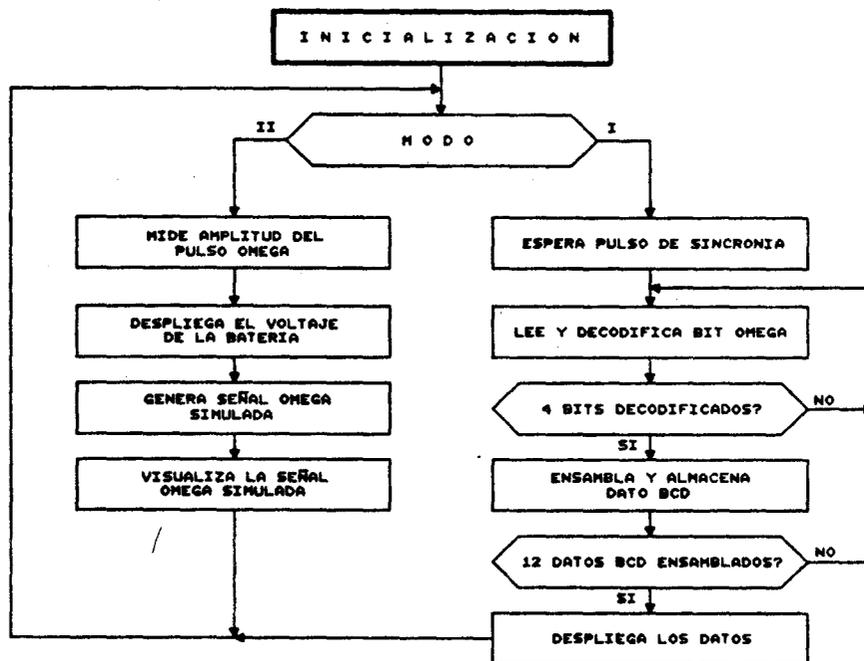


Fig 5. Programa simplificado del microprocesador.