

# APLICACION DE LOS GENERADORES DE FORMA DE ONDA ARBITRARIA EN LA SIMULACION DE SEÑALES RADAR.

J. SEMPERE, A. BROQUETAS, A. AGUASCA, A. ELIAS.  
GRUPO A.M.R., DEPARTAMENTO DE TEORIA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES.  
E.T.S. INGENIEROS DE TELECOMUNICACION DE BARCELONA - U.P.C.  
Apdo. 30002,08080 - BARCELONA

## ABSTRACT

*In the development of radar subsystems it is often desirable to have signals with the same characteristics as the ones which the systems will be working with. The option commonly used is simulation techniques. Although many radar environment simulators have already been implemented, many of these are based on specific hardware, and the costs involved in their development are considerably high. We will use a cheaper solution based on a general purpose instrument: an arbitrary waveform synthesizer. A bistatic radar scenario is simulated in order to show how suitable this instrument is to perform simulation tasks.*

## INTRODUCCION

Con frecuencia es necesario evaluar las prestaciones de un sistema radar cuando éste opera bajo diversas condiciones. Puede ser de interés, por ejemplo, conocer el comportamiento de un determinado sistema de procesado frente a blancos de diferente naturaleza, distintas estadísticas y niveles de clutter, etc. Transportar el equipo a evaluar al escenario en el que se dan las características necesarias puede implicar unos costes prohibitivos en términos de tiempo y dinero. Bajo estas premisas lo más común es recurrir a técnicas de simulación, mediante las cuales es posible sintetizar en el laboratorio señales eléctricas de características muy similares a las originadas por el escenario radar real. En la bibliografía es posible encontrar referencias a sistemas de simulación de entornos radar controlados por ordenador [1][2]. Tales simuladores precisan de un complejo proceso de diseño y están basados en un hardware específico ligado al tipo de señal radar que se desea simular. Así, por ejemplo, existen sistemas de simulación de equipos radar aerotransportados, equipos de test para evaluar las prestaciones de sistemas de vigilancia en presencia de ambientes contramedidos electrónicamente, sistemas de simulación para la formación de personal, etc.

Se pretende evaluar hasta que punto es posible realizar una simulación y con que grado de calidad mediante el uso de un instrumento más económico y de propósito más general como es el generador de forma de onda arbitraria (GFOA).

## EL GENERADOR DE FORMA DE ONDA ARBITRARIA

El modelo de generador de forma de onda arbitraria empleado es el Hewlett-Packard HP 8770A del cual se han utilizado dos unidades con objeto de posibilitar la generación de las componentes en fase y cuadratura de la señal radar paso banda que se desea simular. La obtención de las señales de radiofrecuencia y frecuencia intermedia es conseguible mediante el empleo de un modulador vectorial HP 8780A.

El HP 8770A es básicamente un generador de funciones en el cual el usuario define la forma de onda de la función a generar mediante la carga en una memoria de señal de las muestras de dicha función. La memoria de señal disponible es de 512 Kmuestras, empleando 12 bits para la representación de cada muestra. Dicha memoria puede almacenar varias formas de onda en posiciones consecutivas. El número de veces y orden en que cada forma de onda es enviada a la salida para generar la secuencia deseada es determinado mediante la información almacenada en una memoria de control de la secuencia. La frecuencia de muestreo a la que trabaja el GFOA es  $f_s = 125$  MHz, lo cual posibilita la generación de señales con componentes espectrales de hasta 50 MHz. Esta frecuencia de muestreo es divisible por sucesivas potencias de 2 en el margen 2-256 con objeto de ahorrar memoria cuando se representan señales de baja frecuencia. El control del instrumento se realiza mediante el bus IEEE-488.

El primer problema que se plantea es el diseño de un conjunto de funciones que permita generar escenarios o, en general, señales radar y efectuar el control del instrumento mediante bus IEEE-488. Las relaciones entre los distintos módulos de software involucrados en la simulación se presenta en la figura 1.

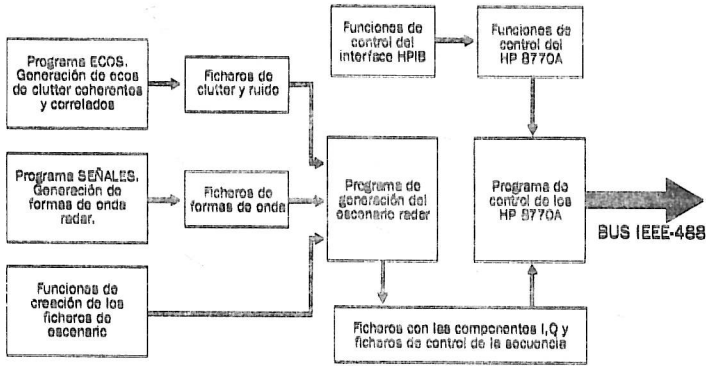


Fig. 1. Módulos de software utilizados en la simulación.

### SIMULACION DE UN ESCENARIO RADAR

El escenario radar elegido para realizar la simulación corresponde a un escenario radar biestático. Se entiende por radar biestático aquel cuyo transmisor y receptor se encuentran separados una distancia comparable a la cobertura [3]. En nuestro caso consideramos como sistema emisor el radar primario situado en el aeropuerto de Barcelona, mientras que el receptor se supone ubicado en la ETSETB (figura 2). Se simulan las componentes en fase y cuadratura de la señal recibida por el receptor biestático, formada por los ecos procedentes del clutter inhomogéneo presente y los procedentes de un blanco doppler. La señal emitida por el radar del aeropuerto de Barcelona presenta una envolvente pulsada con staggering de seis frecuencias de repetición de pulsos tal y como muestra la figura 3.

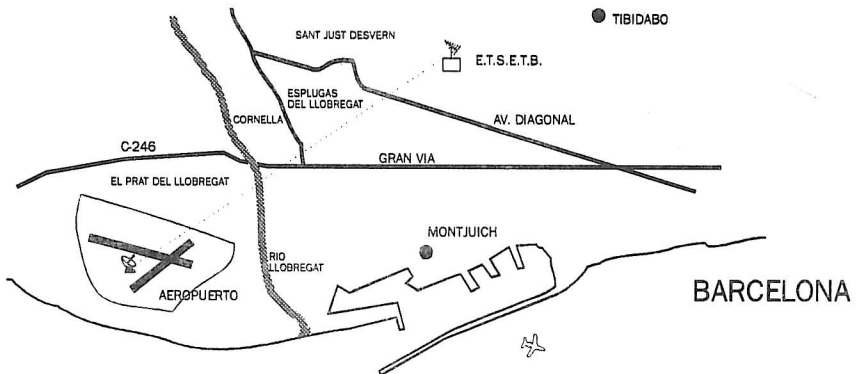


Fig. 2. Escenario radar biestático a simular.

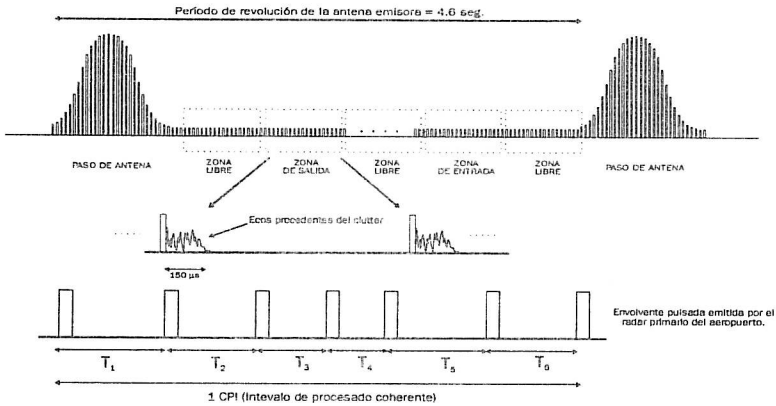


Fig. 3. Señal radar a simular.

Se considera de interés simular los siguientes aspectos de la señal radar original:

- a) **Paso de antena:** Se produce cada vez que el emisor situado en el aeropuerto enfoca al receptor biestático. El receptor ve la señal pulsada enviada por el emisor modulada por la función del diagrama de radiación de la antena emisora. Se considera además una atenuación de 30 dB respecto a la propagación en espacio libre motivada por la presencia de un obstáculo en la línea de base. La importancia de la simulación de este aspecto radica en su utilidad para testear los sistemas de recuperación de sincronismo del receptor biestático, basados en la señal recibida durante el paso de antena.
- b) **Señal emitida por lóbulo secundario:** Se simula la llegada continuada al receptor de los pulsos emitidos por los lóbulos secundarios de la antena del radar del aeropuerto. Se modelan dichos lóbulos como un único lóbulo de nivel constante a -20 dB respecto del máximo de radiación de la antena.
- c) **Zonas de salida y entrada de blancos:** Formadas por aquellas regiones del espacio donde existe una mayor probabilidad de encontrar aeronaves alejándose o acercándose al aeropuerto. Se simulan tanto los ecos procedentes del clutter inhomogéneo presente en dichas zonas como los procedentes de un blanco doppler. Se considerará clutter estático.

La figura 3 ilustra la forma de la señal que se pretende simular. Las denominadas zonas libres carecen de interés para el receptor biestático puesto que no es probable encontrar blancos en ellas. Es por ello que no se simularán ecos procedentes de estas zonas. En ellas tan sólo se mantendrá la señal emitida por lóbulo secundario.

En las zonas de entrada y salida de blancos sólo se simulan 150  $\mu$ s de señal ya que por consideraciones de cobertura del sistema biestático desarrollado no es relevante la señal que pueda llegar con posterioridad a estos ecos.

## MODELADO DEL ESCENARIO RADAR

Una vez definidos los aspectos del escenario radar que se consideran relevantes simular debe decidirse cual es el modelado que se hará de dichos aspectos con objeto de incluirlos en la simulación sin un coste excesivo en términos de memoria ocupada.

- a) Paso de antena: Se modela el diagrama de radiación en acimut de la antena del radar del aeropuerto mediante una función gaussiana.
- b) Zonas de salida y entrada de blancos: Las zonas de entrada y salida se discretizan en N segmentos formados cada uno de ellos por M elementos, tal y como muestra la figura 4.

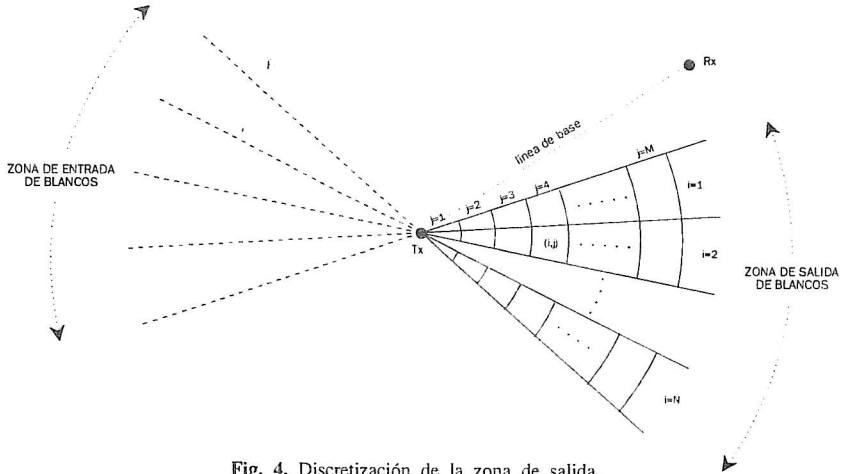


Fig. 4. Discretización de la zona de salida.

Cada elemento (i,j) vendrá caracterizado por:

- 1)  $A_i$ : Área asignada a las células de resolución situadas dentro del elemento (i,j).
- 2)  $\sigma_{b_{ij}}^0$ : Densidad de sección recta biestática de clutter en el elemento (i,j).
- 3)  $R_{1j}$ : Distancia del transmisor al centro del elemento (i,j).
- 4)  $R_{2j}$ : Distancia del centro del elemento (i,j) al receptor.
- 5) Categoría del terreno en el elemento (i,j) (urbano, mar, arbustos, vegetación baja, superficie asfaltada).
- 6) Estadística del clutter en el elemento (i,j).
- 7)  $N_{ij}$ : Número de muestras necesarias para representar el elemento (i,j) en el GFOA.

Con los datos anteriores es posible caracterizar en potencia y estadística el clutter presente en cada elemento de las zonas de entrada y salida de blancos.

- c) Blanco: Como modelo de blanco se utiliza un modelo de Marcum. No se consideran pues fluctuaciones en la sección recta del blanco durante la simulación. Se simula el efecto doppler en la señal recibida debido al movimiento del blanco.

Las figuras 5,6,7 y 8 muestran diferentes aspectos de la componente en fase de la señal radar simulada con los HP 8770A.

## CONCLUSIONES

Se ha conseguido simular una señal radar mediante el uso de instrumentación de carácter no específico. Ello supone una serie de ventajas e inconvenientes. Entre los aspectos favorables cabe destacar:

- Coste moderado de la instrumentación empleada.
- Flexibilidad en la generación de escenarios absolutamente diversos.
- Posibilidad de destinar la instrumentación a simular señales distintas a las usadas en radar.

Como puntos negativos se podrían señalar:

- Incapacidad para actualizar en tiempo real los datos de la memoria del GFOA.
- La señal generada por el GFOA es repetitiva, esto es, una vez se ha leído toda la memoria de señal se vuelve a generar la misma secuencia.
- Al ser un instrumento de propósito general no contiene hardware específico que asista en la generación de ciertos aspectos específicos de las señales radar.

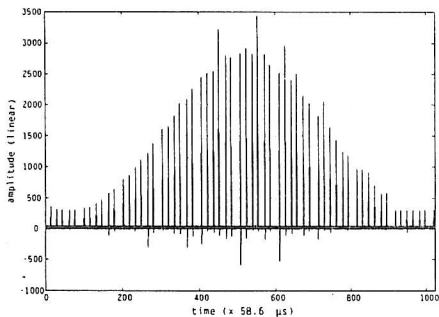


Fig. 5. Paso de antena

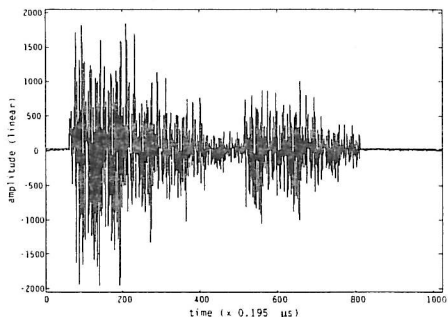


Fig. 6. Clutter de la zona de salida

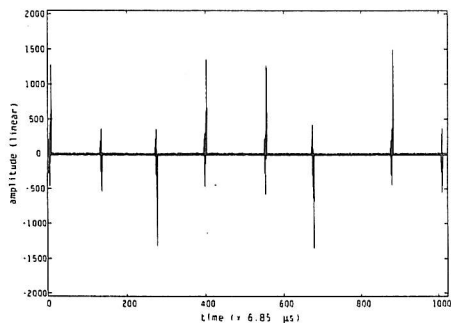


Fig. 7. Blanco doppler

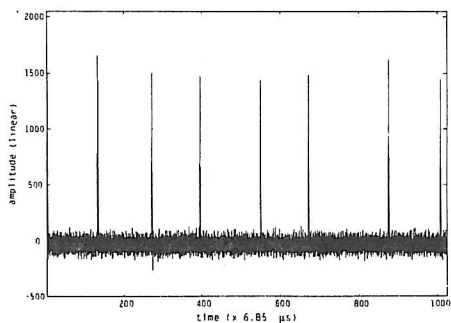


Fig. 8. Staggering de PRF

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por la CICYT, TIC-0481/89.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] E.J Uttridge: "Radar environment simulator", IEE International Radar Conference Radar-87. pp.520-524.
- [2] S.N. Cole, E.S. Sjoberg, M.A. Fanuele, O.E. Rittenbach, R.G. Olesch: "Environment and radar operation simulator", IEEE Transactions on aerospace and electronic systems. Vol AES-15 nº5. September 1979. pp. 594-598.
- [3] N.J. Willis: "Bistatic Radar", Artech House. pp. 2-3.