

# Trabajo nº3

## Radar Pulsado Coherente

### y

## FMCW-Radar

## Procesador de Señal

## Radar

Javier Gismero Menoyo, Alberto Asensio López  
Grupo de Microondas y Radar  
*Dpto. de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones*  
*E. T. S. I. de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid*

Tercera edición. Octubre 2017

1. Trabajo nº 3.....	3
2. Documentación y Presentación .....	6

## I. Trabajo nº 3

Para la realización del trabajo dispone de dos grupos de medidas de escenas similares capturadas con dos sistemas radar que utilizan formas de onda diferentes:

- a) Radar pulsado coherente de 15cm de resolución en distancia.

Anchura del pulso transmitido: 1ns

Escala de trabajo en el entrenador Lab-volt: 7.2m

PRF: 288Hz

Frecuencia de la portadora: 9GHz

- b) Radar de onda continua y frecuencia modulada que utiliza una señal moduladora con una forma trapezoidal. Dispone por tanto de dos barridos en frecuencia lineales con pendientes diferentes en el mismo periodo y la misma excursión en frecuencia. Las grabaciones se realizaron en todos los casos con un barrido en frecuencia de 2GHz ( $\Delta R=7.5\text{cm}$ ). Dispone, en cada escena, de un fichero con la forma de la señal moduladora, donde puede determinar con precisión la duración de cada barrido y la frecuencia de la señal moduladora. Debe procesar de forma independiente la rampa ascendente o la descendente, como si fueran dos sistemas distintos.

Banda de Frecuencias: 8-10GHz

Para simplificar la realización del trabajo, además de los datos crudos de los dos canales grabados con la tarjeta de digitalización que obtuvo de cada escena en el laboratorio, dispone de dos sencillas aplicaciones MATLAB para formar las matrices radar para cada forma de onda. Los dos ficheros de sincronización o formación de las matrices están disponibles en el Moodle, tema V:

- FormacionMatrizR\_pulsado\_v2
- FormacionMatrizR\_FMCW\_umbral\_v3

Para la forma de onda pulsada, las matrices entregadas por la aplicación tienen sobre muestreado el eje de distancia.

Para la forma de onda FMCW, las matrices entregadas por la aplicación se realizan con una simple FFT en tiempo rápido, **sin enventanado** pero con zero-padding. Debe modificar la aplicación para incluir una ventana de ponderación, la que usted considere adecuada **pero manteniendo el zero-padding**, y justificar durante la presentación los impactos positivos y negativos que tiene la ventana de ponderación seleccionada. Se recomienda calcular el alcance instrumental para cada caso: pendiente ascendente y descendente. Para la forma de onda FMCW, las matrices formadas por la aplicación también tienen sobre muestreado el eje de distancia.

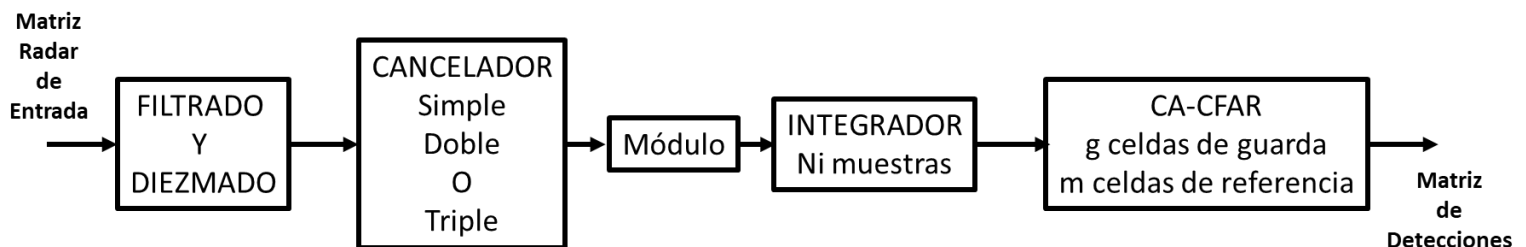
No es importante que las matrices resultantes de las aplicaciones estén perfectamente sincronizadas. Esto puede provocar efectos que debe tener en cuenta en la evaluación de resultados de cada procesador de señal radar de los que debe desarrollar y que podrá justificarlos durante la presentación

Para la realización del trabajo debe desarrollar **dos procesadores de señal independientes**, aunque muy similares. Debe escoger entre procesador nº2 y el procesador nº 3:

- 1) Procesador nº 1 para los datos del radar pulsado
- 2) Procesador nº 2 para los datos de la rampa ascendente de la señal transmitida (FMCW)
- 3) Procesador nº 3 para los datos de la rampa descendente de la señal transmitida (FMCW)

La única diferencia entre los procesadores nº 2 y nº 3 es el número de celdas de distancia que se obtuvieron durante la grabación de datos en el laboratorio, parámetro que depende de la frecuencia de muestro y duración de la rampa. También es mayor la energía de la rampa ascendente.

La estructura de los procesadores de señal que debe implementar responde a lo que se conoce como cadena de procesamiento MTI, aunque solamente va a implementar el canal del procesador de señal radar del sistema en donde se cancela clutter.



### Procesador de Señal Radar

Las matrices radar entregadas por los programas las debe tratar a la entrada de cada procesador para tener **una sola muestra por celda de resolución en distancia en todos los casos**, y comentar el procedimiento utilizado para este diezmado durante la presentación, cuyo objetivo es minimizar las pérdidas por muestreo en distancia. Esto debe realizarlo de una forma similar a lo que hizo en TB1.

Cada procesador debe permitirle seleccionar uno de los tres canceladores binomiales: simple, doble ó triple. Utilice los coeficientes de los filtro FIR adecuados para que los canceladores no tengan ganancia. Normalícelos.

El detector de amplitud debe ser lineal. Módulo de la Matriz.

Cada procesador debe permitirle utilizar un número Ni de pulsos integrados seleccionable. Utilice los coeficientes de los filtro FIR adecuados para que los integradores no tengan ganancia. Normalícelos.

Como ejercicio de diseño, cuyo desarrollo debe mostrar en la presentación, debe seleccionar el cancelador y el número de pulsos integrados **óptimo** para cada una de las tres escenas de cada forma de onda:

- Antena sin explorar
- Antena explorando 360º

- Antena explorando un sector de 120º

Debe justificar durante la presentación de forma teórica los filtros utilizados en el procesado coherente y en el no coherente para **los seis casos**. Considere como un dato conocido la velocidad del blanco.

Debe calcular las potencias de ruido, clutter y blanco en cada punto de la cadena de procesado utilizando las celdas de distancia donde estas señales estén aisladas o sean predominantes. Estas potencias le deben permitir validar el diseño.

No debe utilizar para el cálculo de las potencias las columnas de la matriz donde los filtros del procesado coherente y no coherente estén en transitorio. Las primeras en tiempo lento. **Las potencias sólo las debe estimar para las escenas de la antena sin exploración. Para el clutter utilice dos blancos de forma separada: la pared (C1) y el interno más potente (C2). Esos resultados le deben permitir estimar los factores de mejora MTI y por integración, y compararlos con los teóricos.**

Cada procesador debe incorporar como técnica de detección un CA-CFAR de 1 celda resolución en distancia de guarda y 2 celdas de resolución en distancia como referencia por cada lado de la celda bajo test ( $g=2$ ;  $m=4$ ). Calcule de forma teórica las pérdidas del CA-CFAR utilizado para una probabilidad de falsa alarma de  $10^{-3}$ .

Las celdas de distancia de la matriz radar donde el CA-CFAR esté en transitorio debe eliminarlas, o en su defecto utilizar un factor de escala de  $1e9$ , son las primeras celdas de distancia y las últimas.

Debe ajustar el factor de escala,  $T$ , para cada cadena de procesado con diferente número de pulsos integrados. Utilice ruido térmico simulado, y represente para cada caso la probabilidad de falsa alarma en función del factor de escala. Presente una tabla con los factores de escala utilizados.

Las figuras representadas por sus programas, y que debe mostrar en su presentación, son las salidas en módulo (PANTALLA TIPO B), **preferiblemente en dB**, de cada una de las siguientes matrices:

- a) Matriz de Entrada
- b) Salida del Cancelador
- c) Salida del integrador
- d) Matriz de Detecciones

**El eje X de la presentación contendrá todos los periodos capturados. No es necesario sincronizar los datos en azimut para las escenas con la antena rotando.**

## 2. Documentación y Presentación

---

La documentación que debe entregar es un pdf de la presentación PowerPoint que cada grupo realizará de su trabajo. Las últimas páginas de la presentación contendrán el **listado de los programas desarrollados**.

La duración máxima de la presentación será de unos 30 minutos.

En la primera parte de la presentación deberá mostrar los resultados obtenidos en la sincronización de los datos y el diezmado de los mismos. Matrices de entrada de los procesadores.

La segunda parte debe mostrar los criterios de diseño de los procesadores para cada una de las tres escenas y formas de onda. Seis diseños.

La tercera parte la justificación gráfica de los factores de escala utilizados en cada caso.

La cuarta parte será la evaluación experimental y justificación teórica de los resultados obtenidos a partir de las matrices de salida de cada bloque del procesador. En el caso de la escena con la antena estática deben mostrar los factores de mejora estimados de forma numérica con las estimaciones de potencia.

La quinta parte será todo lo que considere relevante.

Esta documentación la tiene que entregar tres días antes de la presentación.