Dimensiones de la matriz radar

Puede responderse de forma manuscrita y enviar un documento pdf.

1. **Determine las resoluciones en distancia y acimut del sistema.**

   Para obtener la resolución en distancia debemos realizar el siguiente cálculo:

   Resolución_distancia = c/(2*BW_senal) = 150

   Este 150 representa que entre los valores de las columnas hay 150 metros de separación, por lo que a partir de esta información podemos obtener la distancia a la que se encuentra un blanco.

2. **Calcule el número de celdas de distancia, *n_celdas_rango*, y acimut, *n_celdas_acimut*, para lacobertura angular especificada y una distancia máxima de 30km, asumiendo que la frecuenciade muestreo es la mínima necesaria.**

   Para calcular n_celdas_rango y n_celdas_acimut, debemos aplicar las siguientes dos cuentas:

   - num_columnas= ceil(Rango_max_matriz/separacion_columnas)-1 = 199
     Donde separacion_columnas= Resolución_distancia
   - num_filas= ceil(Cobertura_acimut/separacion_filas) = 1500
     Donde separacion_filas= giro_antena*360/PRF/60

3. Determine el tamaño de la celda de resolución del sistema en m^2 a 5 y 15 km.

Para determinar el tamaño de la celda de resolución, podemos realizar una simple regla de 3 empleando el ancho de haz y la resolución en distancia.

- Area_arco_5_km = 5000 *(ancho_haz*pi/180) *Resolucion_en_distancia = 1.570796326794896e+04 Km
- Area_arco_15_km = 15000 *(ancho_haz*pi/180) *Resolucion_en_distancia = 4.712388980384689e+04 Km

4. Calcule la zona iluminada por el radar correspondiente a la muestra de la matriz situada en lacolumna 300 y en la fila 300.

Si queremos saber la zona iluminada de una muestra que se sitúa en una determinada fila y columna, debemos obtener primero la distancia física a la que está el blanco correspondiente a la muestra obtenida, y a continuación obtener el área de nuestro arco.

columna = 300;
Distancia_a_columna = Resolucion_en_distancia * columna = 45000.
Area_arco_columna = Distancia_a_columna *(ancho_haz*pi/180) *Resolucion_en_distancia = 1.4137e+05.

Anexo

Como conclusión a lo anterior, no necesitamos hacer ningún cálculo relacionado con la fila en que se encuentre nuestra muestra. No obstante, podemos realizar un cálculo adicional empleando la fila para determinar la distancia al radar, o lo que es lo mismo, el azimut respecto al radar.
Fila = 300;
Azimut_respecto_radar = Fila*Separacion_filas = 24º

5. Calcule el número de pulsos que se reciben de un blanco en una exploración. Este parámetrose denominará *P*.

Para el cálculo del número de pulsos, debemos recurrir al tiempo de iluminación, el cual se obtiene con una regla de 3 en la cual relacionamos le ancho de haz y el giro de la antena.

Tiempo_iluminacion = ancho_haz*60/(giro_antena*360) = 0.007692307692308 segundos

A partir de aquí, podemos calcular el Número de pulsos multiplicando el tiempo de iluminación por el PRF, ya que si multiplico cada cuantos segundos obtengo una muestra por el tiempo total en el que estoy lanzando pulsos, tenemos como resultado el número de valores almacenados. Es decir, el número de pulsos.

Numero_pulsos = PRF * Tiempo_iluminacion = 15 pulsos

6. **Determine la varianza de las muestras de ruido de la matriz radar. ¿Es la varianza de las muestras de ruido constante en todas las celdas de la matriz? Justifique su respuesta de forma razonada.**

La varianza va a tener cierta oscilación cada vez que la estudiamos, ya que cada ejecución del código genera valores aleatorios nuevos. Este mismo hecho implica que la varianza sea diferente en cada celda.

No obstante, si tomásemos una matriz mucho mayor de ruido (simplemente usamos más muestras), obtendríamos una varianza que en términos generales tenderá a un valor concreto, o una pequeña variación en torno a un valor concreto.

7. **Explique cómo realiza la estimación de la función de densidad de probabilidad la función *pdf_estimada.m***

La función "pdf_estimada.m" contiene las siguientes líneas.

```
1. function [pdf_est, ejex] = pdf_estimada(datos, muestras)
2.     long = length(datos);
3.     [h, ejex] = hist(datos, muestras);
4.     ancho_barra = ejex(2)-ejex(1);
5.     area = ancho_barra*sum(h); % area=long*ancho_barra;
6.     pdf_est = h./area;
```

En la primera, se definen las variables de salida y las de entrada, siendo estas últimas "datos" y "muestras". En "datos" se almacena en nuestro caso el ruido con el cual queremos trabajar y hacer la función de densidad de probabilidad. "Muestras" almacena el número de puntos sobre el cual vamos a hacer el histograma.

En la línea 2, se obtiene la longitud de la variable "datos". Antes no lo he comentado, pero trabajamos con el valor absoluto del ruido.

En la línea 3 se emplea la función "hist". Esta función nos devuelve en la variable "h" el número de elementos con el mismo valor, lo que nos proporciona información referente a como de probable es su aparición. En la variable "ejex" nos almacena la barra en la cual está representado dicho valor.

La línea 4 se usa para la representación de la gráfica, aunque esta cuenta también es necesaria para calcular el área que ocupa nuestra distribución de ruido.

La línea 5 calcula el área de la distribución de ruido. Para calcularlo, saca el área de los rectángulos proporcionados por "hist".

La línea 6 finalmente calcula la función de densidad de probabilidad, dividiendo el número de elementos de cada rectángulo entre el área de dichos rectángulos. Esto nos devuelve la estimación de probabilidad, que al tratarse de ruido blanco gaussiano toma de hecho una forma cercana a una campana de gauss.

Matrices de ruido y de ruido y blancos

Ejecutar en Matlab, generar publish en doc, formatear el documento para representar las figuras indicando la figura de la que se trata y los comentarios (tipo de función densidad de probabilidad, estimación de medias y varianzas, dependencia del error de las estimaciones con el número de valores utilizados).

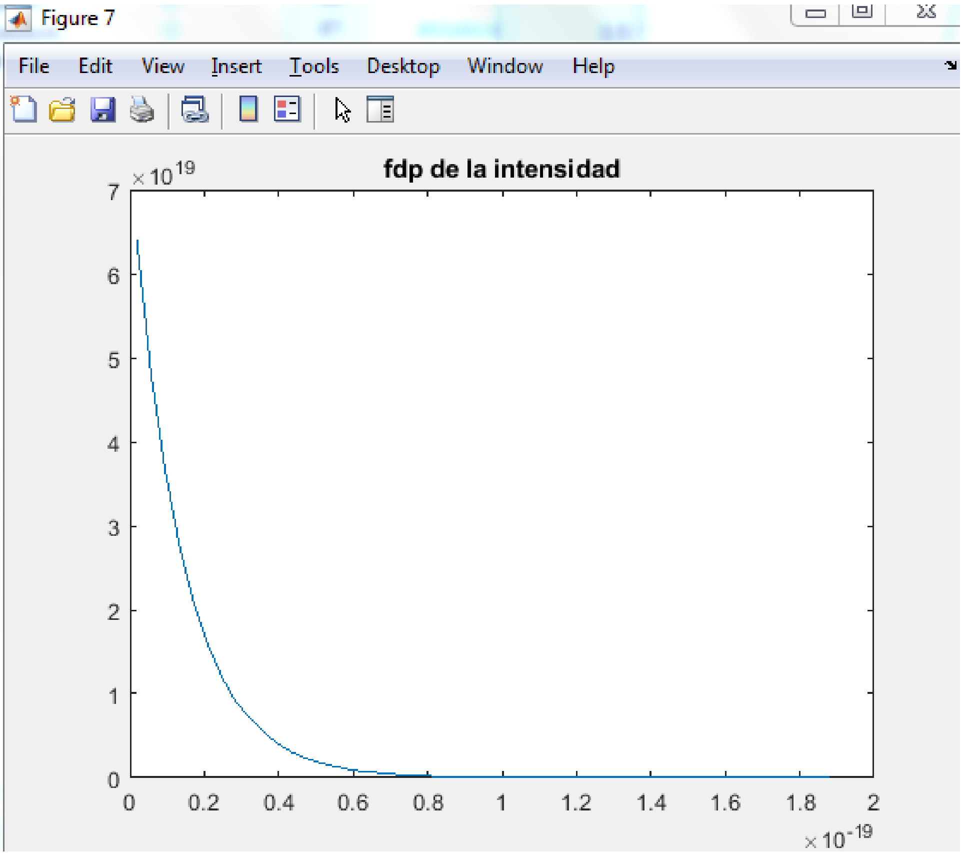
1. Se supone un escenario dominado por ruido sin ningún blanco presente. En estas condiciones, las muestras de la matriz son las debidas al ruido térmico de la cadena receptora. Genere la matriz de datos radar del modo siguiente (no es necesario que la represente):

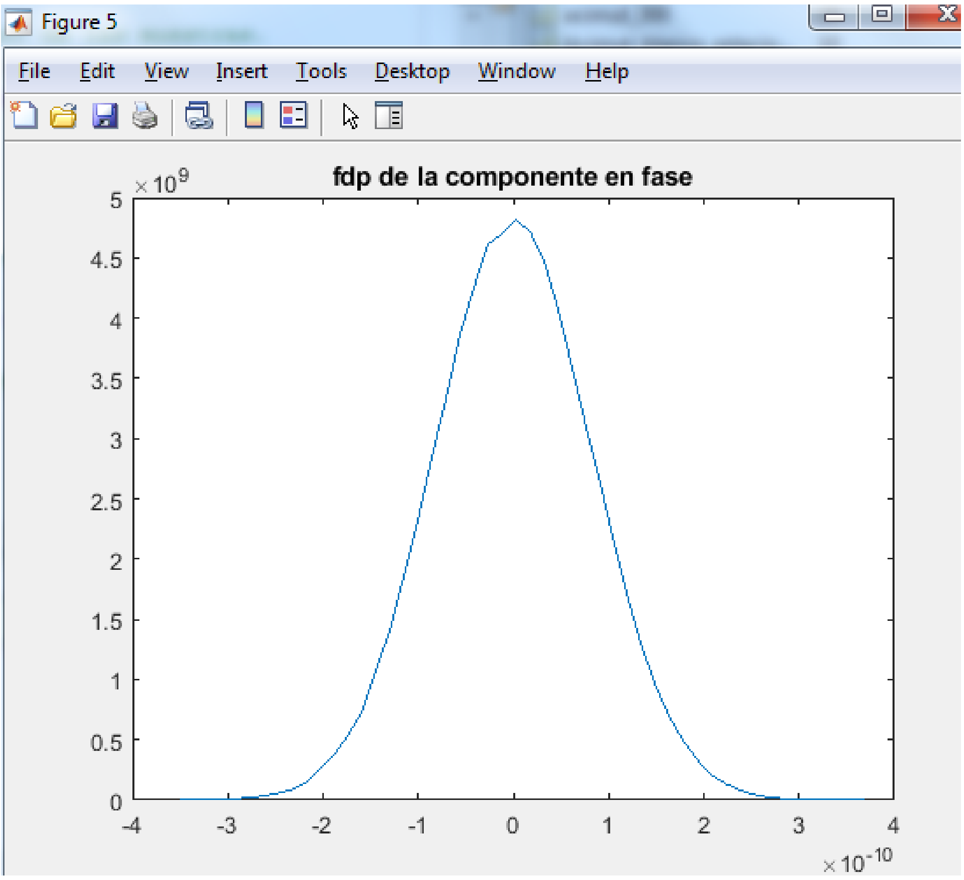
   ```
   ruido=sqrt(No)*randn(num_filas,num_columnas)+1i*sqrt(No)*...
   randn(num_filas,num_columnas);
   ```

2. Estime la función de densidad de probabilidad del *ruido* utilizando función *pdf_estimada.m*: parte real e imaginaria, amplitud (abs) e intensidad (abs.^2).

   Estime las medias y las varianzas en cada caso y concluya sobre el tipo de distribución resultante.

   Capturas relevantes:





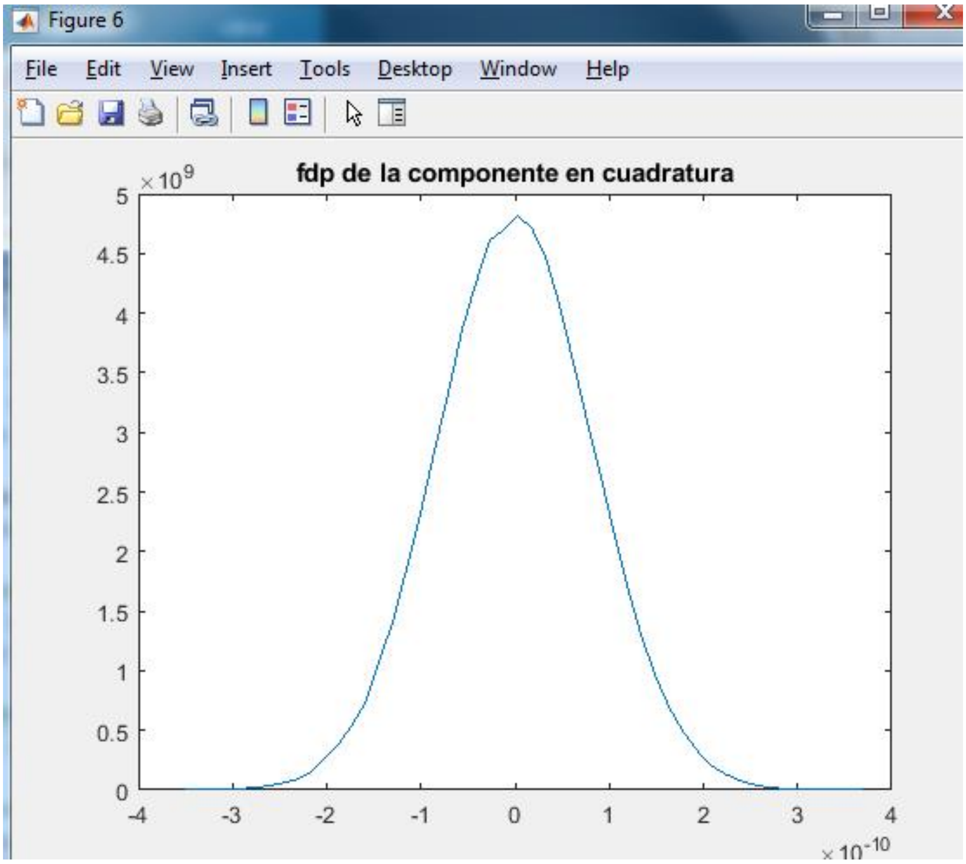


Figure 6
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
fdp de la componente en cuadratura
× 10^9
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4
× 10^-10

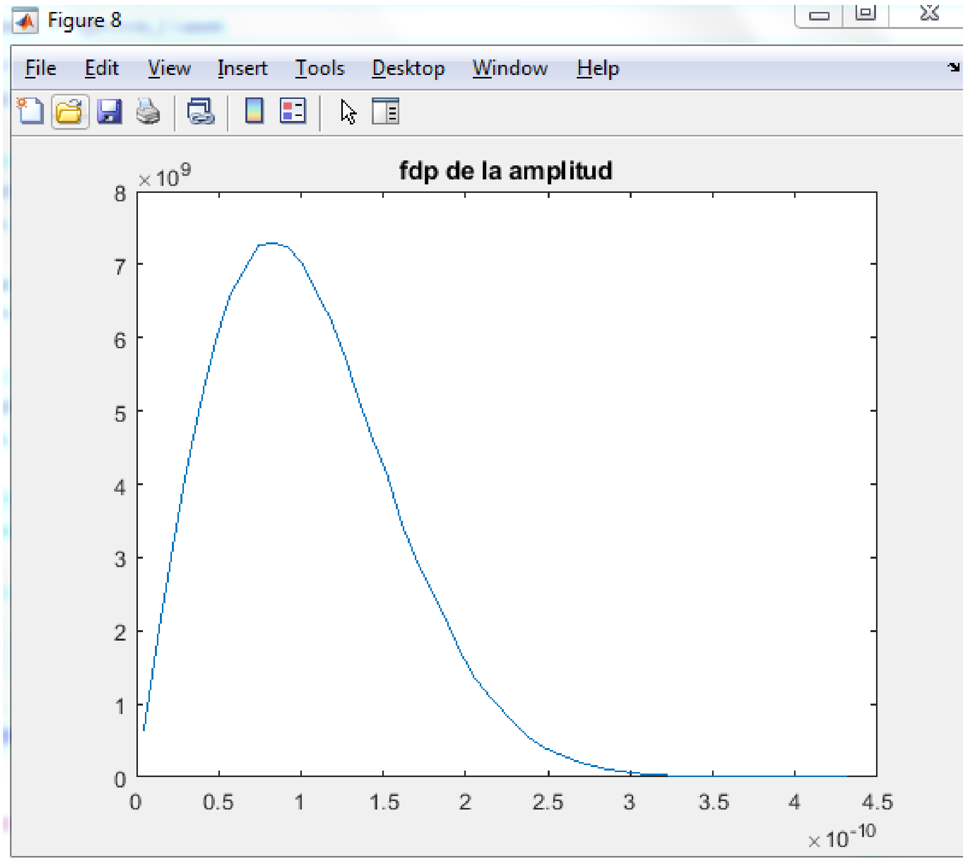


Figure 8
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
fdp de la amplitud
× 10^9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5
× 10^-10

A partir de estas imágenes, podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Las distribuciones en fase y cuadratura tienen forma de campana gaussiana. Esto era predecible ya que es la distribución aleatoria que hemos establecido para el ruido.
- Al definir la función intensidad como el módulo al cuadrado de las muestras, es coherente que su forma sea una exponencial. La justificación de esto es que, al elevar al cuadrado la parte real y la imaginaria, cada una presenta una campana gaussiana. Como las dos variables tienen media nula y varianza 1, la gráfica resultante no va a ser otra gaussiana. En su defecto será la mitad positiva de una campana deformada que decrece de forma exponencial. Es decir, toma la parte positiva de la siguiente expresión, escrita de forma genérica:

  y = 1/(1+x^2)

- La gráfica de amplitud se define como la raíz cuadrada de la intensidad. Gracias a la imagen devuelta por Matlab, podemos comprobar que, de hecho, tiene la forma de la función de densidad de probabilidad de una distribución de Rayleigh.

  Este hecho era predecible, ya que la distribución de Rayleigh se puede dar en los siguientes dos casos:

  - Si tenemos el valor absoluto de un vector bidimensional que tiene sus dos componentes ortogonales e independientes entre sí, y que siguen una distribución normal. Su valor absoluto seguirá entonces una distribución de Rayleigh.
  - En caso de tener números complejos, con componentes real e imaginarias independientes y siguiendo una distribución normal. Al hacer su valor absoluto tenemos una distribución de Rayleigh.

  En nuestro caso, cumplimos a la perfección el segundo punto, ya que las componentes real y compleja son independientes, siguen una distribución normal, y les hemos hecho el valor absoluto al elevarlas al cuadrado para calcular la intensidad, y hacerles ahora la raíz cuadrada para obtener la amplitud.

3. Genere las matrices correspondientes a tres vueltas de antena para los tres blancos indicados en el enunciado. Represente las matrices con imagesc y comente los resultados: posiciones en las que aparece cada blanco en cada exploración y variación de la SNR.

   En las imágenes de a continuación tenemos 3 blancos en el siguiente orden:

   Blanco 1: Un blanco estacionario. Por lo que sus valores son constantes y conforme hagamos más vueltas no veremos diferencia.

   Blanco 2: Este blanco se sitúa a unos 8 Km de distancia desde el radar y no varía. Sin embargo, en este caso, conforme hagamos más vueltas sí que se irá desplazando de filas.

   Blanco 3: Este, en contra partida al anterior, presenta un movimiento radial. Es decir, No varía la fila, pero si su columna y su Er.

   Conforme aumenta el número de vueltas, la SNR del blanco 3 va a empeorar fruto de la variación de su Er. Los otros no presentan variación por este mismo motivo, su Er es constante. La Er del blanco 3 varía de la siguiente forma.

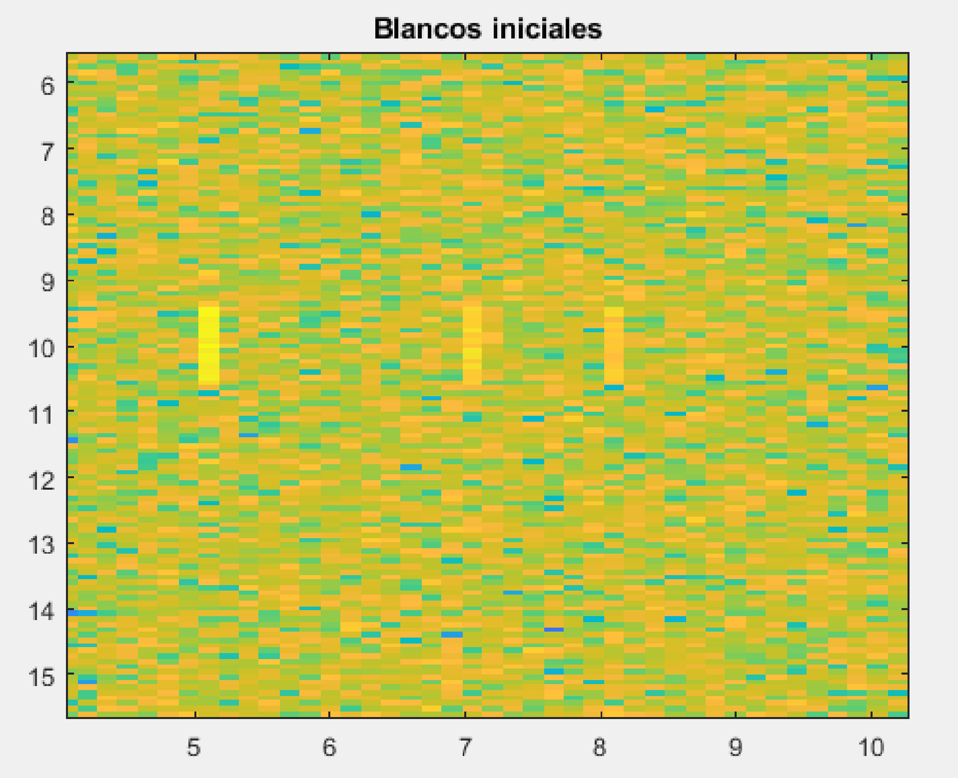
   En la primera vuelta: 9.1544 dB.

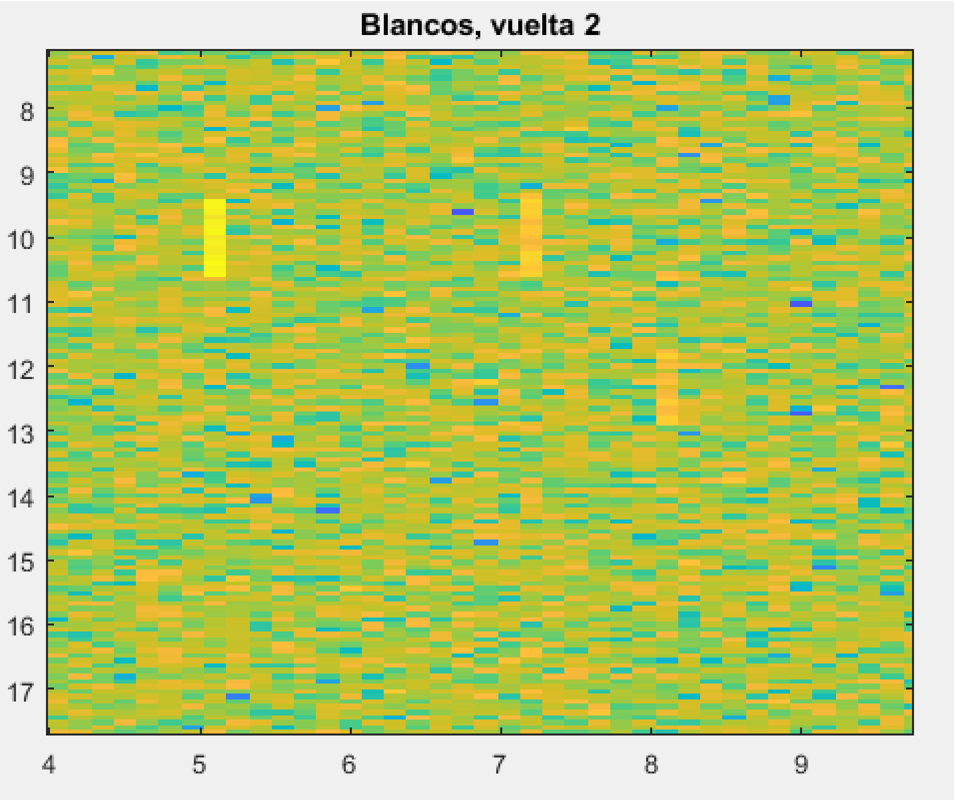
   En la segunda vuelta: 8.9179 dB.

   En la tercera vuelta: 8.6841 dB.

   Este efecto se podía prever fácilmente, ya que estos dos parámetros están directamente relacionados mediante la siguiente expresión.

$$SNR(dB) = 10\log_{10}\left(\frac{E_R}{N_0}\right)$$


Blancos iniciales
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
5
6
7
8
9
10


Blancos, vuelta 2
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
4
5
6
7
8
9

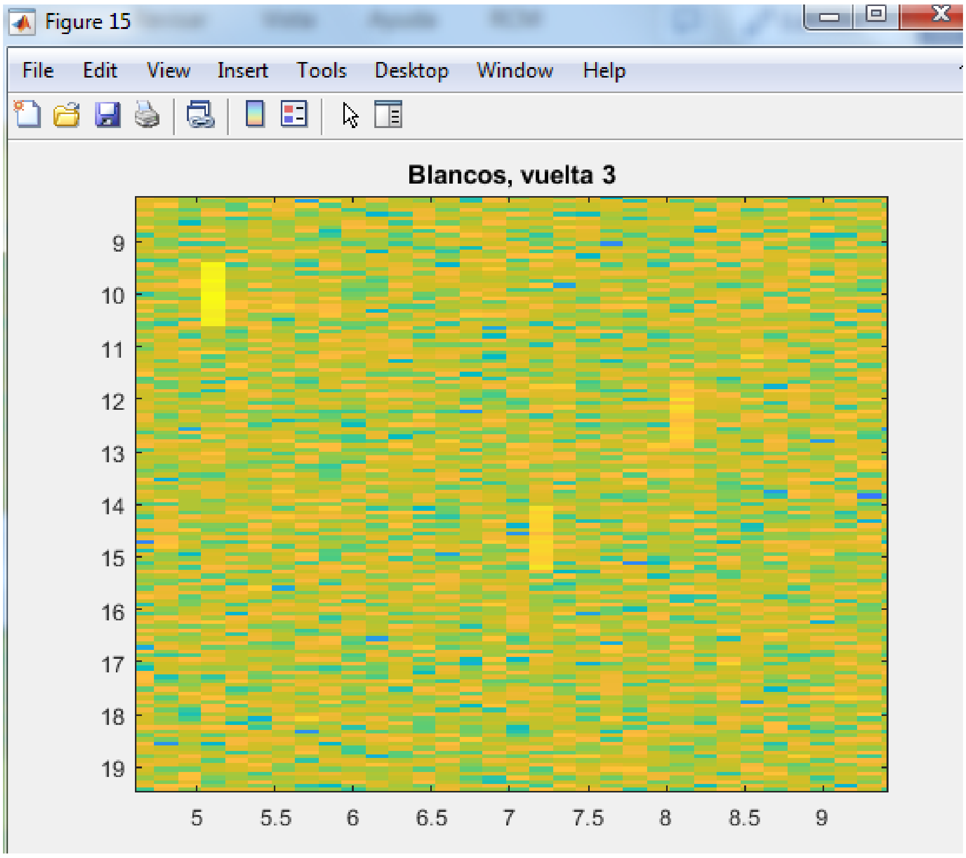


Figure 15
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
Blancos, vuelta 3
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
5
5.5
6
6.5
7
7.5
8
8.5
9