

Tarea Tema 3

Pilar Iniesta Núñez

Para la tarea es necesario el DNI: 49313743-H.

Ejercicio 1

Datos del ejercicio:

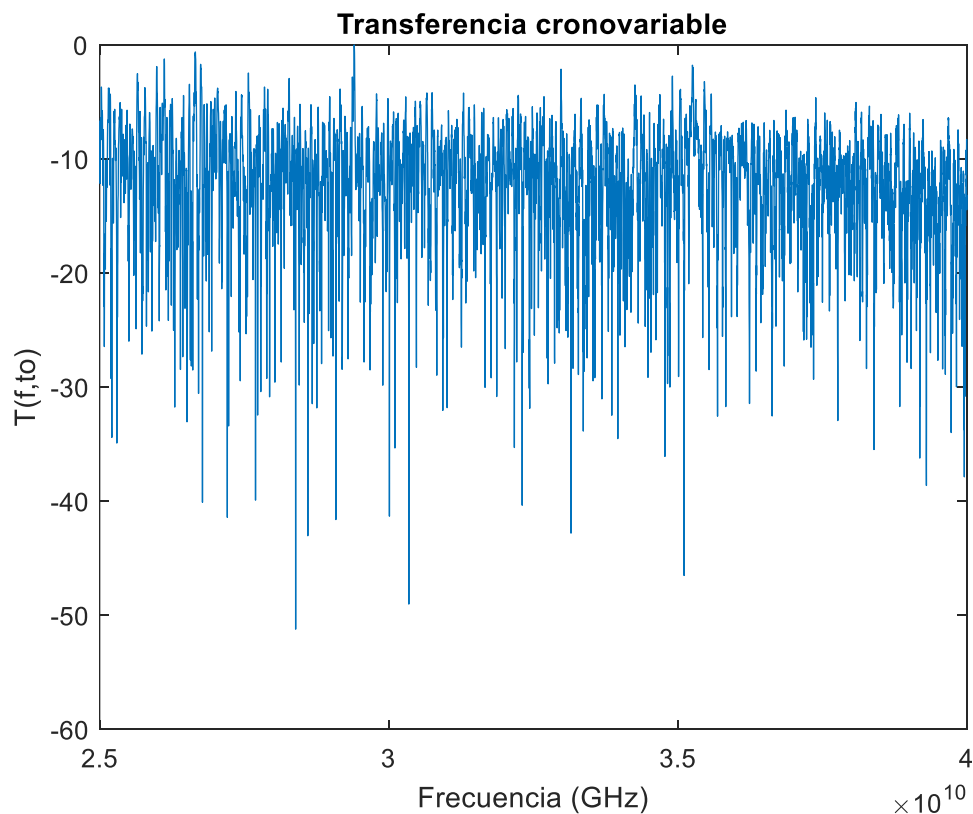
$$\mathbf{M} = \left\lceil \frac{11}{9} X_3 \right\rceil + 1 = 9; \quad \mathbf{N} = \left\lceil \frac{11}{9} X_1 \right\rceil + 1 = 4$$

1. Obtenemos el SPAN y la resolución en frecuencia:

$$\begin{aligned} \text{SPAN} &= 40 - 25 \text{ GHz} = 15 \text{ GHz} \\ \text{Resolución} &= \Delta f = \text{SPAN}/8192 = 15 \text{ GHz}/8192 = 1,831 \text{ MHz} \end{aligned}$$

2. Con el vector definido como `data_URA(9,4,:)` y la el intervalo de frecuencias que hemos definido hallamos la función de transferencia cronovariable que se muestra a continuación

$$\text{intervalo_frecuencias} = 25e9:(\text{SPAN}/8191):4e9$$

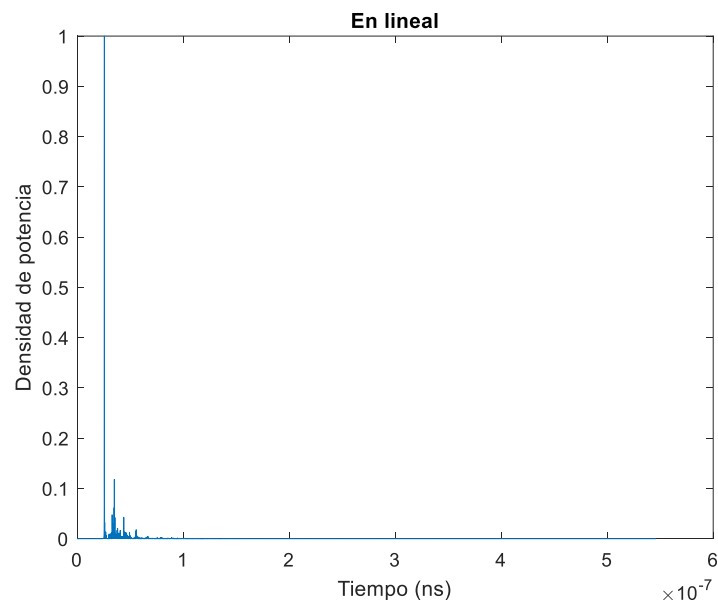


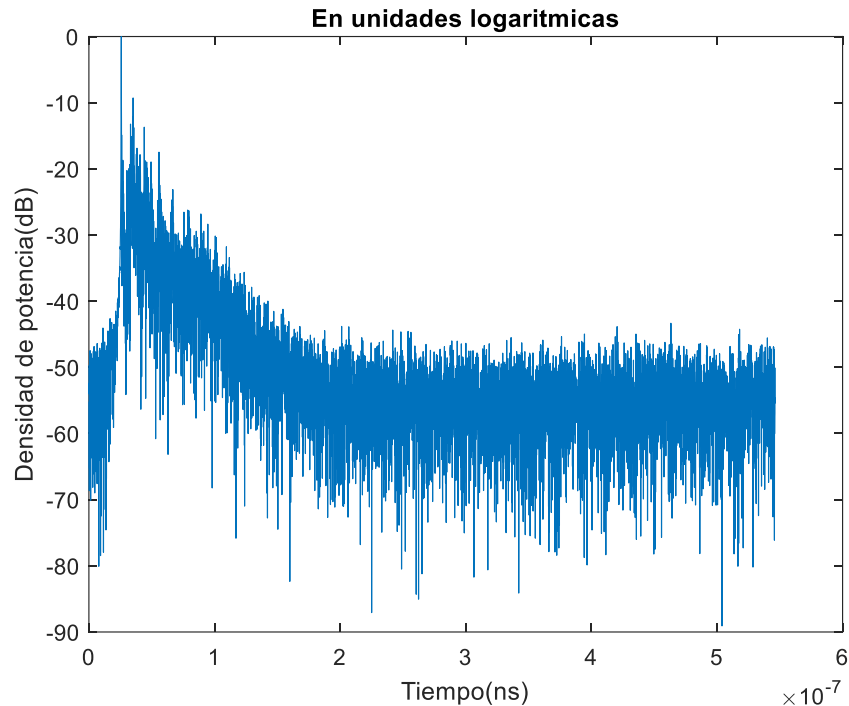
De la gráfica podemos identificar que el canal presenta selectividad frecuencial es decir el canal varía en el dominio del tiempo por causa de la dispersión del canal en el dominio del tiempo. Estas variaciones del canal experimentan un fenómeno análogo a estas características y es el efecto Doppler. Este efecto se produce al moverse tanto el Rx como Tx lo que genera que el canal tenga diferentes desvanecimientos creando zonas destructivas y constructivas y por eso en la gráfica anterior podemos ver que para diferentes frecuencias el canal va cambiando de forma rápida y abrupta.

3. Para hallar el tiempo de propagación y dibujar PDP hemos utilizado este código:

```
%% Ejercicio 1.3
h = ifft(S21);
PDP = abs(h).^2;
PDP_normalizado= PDP/max(PDP);
PDP_dB = 10*log10(PDP_normalizado);
t_ns= linspace(0,8192/SPAN,8192);
figure(2)
plot(t_ns,abs(PDP_normalizado))
xlabel('Tiempo (ns)');
ylabel('Densidad de potencia');
figure(3)
plot(t_ns,PDP_dB)
xlabel('Tiempo(ns)');
ylabel('Densidad de potencia(dB)');clear al
Tiempo_propagacion = t_ns(PDP_normalizado(:) ==
max(PDP_normalizado))
dist_Rx_Tx = Tiempo_propagacion*3e8
```

Una vez ejecutado hallamos las siguientes gráficas:





Y también hemos hallado el tiempo de propagación en nanosegundos y la distancia entre antenas en metros.

$$Tiempo_propagacion = 2.5803e - 08ns$$

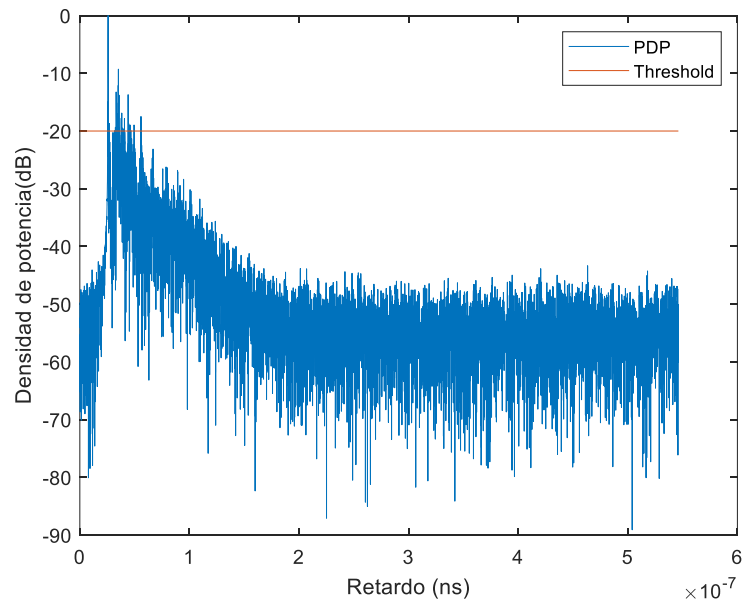
$$Distancia\ entre\ antenas = 7.7409m$$

4. Para calcular el delay Spread necesitamos aquellas contribuciones que están por encima del umbral de 20dB (Threshold) por lo tanto la gráfica obtenida muestra justamente eso, las muestras que han utilizado para hallar el TH y todas las demás es como si fueran valores a 0. En el código se puede ver:

```
% %Ejercicio 1.4

TH= find(10*log10(PDP_normalizado) >= -20,1,'last');
ret_medio =
sum(t_ns(1:TH).*PDP_normalizado(1:TH))/sum(PDP_normalizado(1:TH))
Delay_Spread = sqrt(sum(((t_ns(1:TH)-
ret_medio).^2).*abs(PDP_normalizado(1:TH)))/sum(PDP_normalizado(1:TH)))

TH2 = find(10*log10(PDP_normalizado) >= -20,1,'first');
figure(4)
plot(t_ns,PDP_dB)
hold on
media_v = ones(1,8192);
TH=-20*media_v;
hold on
plot(tiempo_ns,TH)
xlabel('Retardo (ns)');
ylabel('Densidad de potencia(dB)');
```

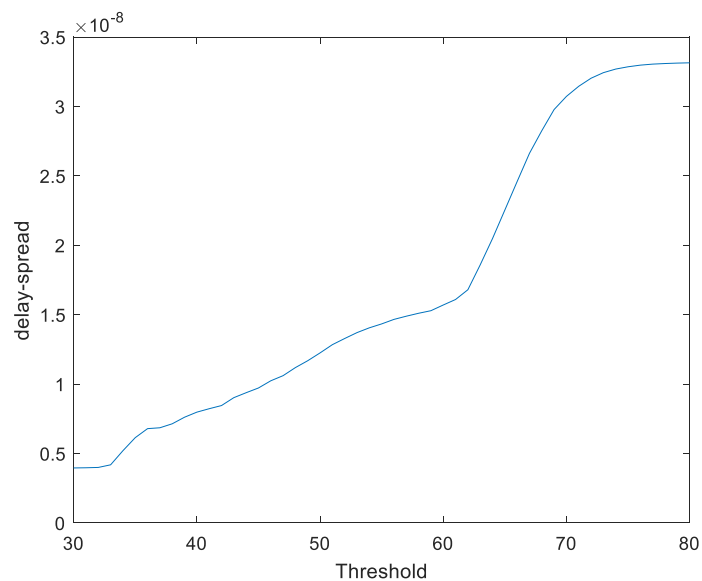


Por lo que el retardo medio y Delay Spread obtenido:

$$\text{retardo medio} = 31.1746\text{ns}$$

$$\text{Delay Spread} = 7.8952\text{ns}$$

5. En este apartado se puede como la señal se estabiliza al llegar a un nivel de Delay Spread, ya que como se ha comentado anteriormente para calcular dicho parámetro solo utilizamos las muestras obtenidas por encima del umbral marcado de 20dB. De esta forma si comparamos el Threshold con el Delay Spread, se puede ver en la gráfica siguiente como no se estabiliza hasta llegar a los 80dB cuando se puede ver esta estabilización.



Ejercicio 2

Con los datos del problema se obtienen:

$$v_{max} = (41 + X1) \frac{Km}{h} = 44 \frac{Km}{h}$$

$$v_{max} = \frac{44km}{h} * \frac{1000}{3600} = 12.2222m/s$$

$$Retardo \text{ máx de propagación} = (5 + X2)\mu s = 6\mu s$$

Según el enunciado el vehículo que actúa de receptor se está moviendo por lo tanto el canal presenta dispersión en frecuencia o lo que es lo mismo se presenta un canal con selectividad temporal. Esto quiere decir que sufre variaciones en la frecuencia lo que nos indica que es necesario hallar la frecuencia de Doppler que caracteriza a este efecto.

$$f_{doppler} = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{c} * fc = \left(1 + \frac{12.222}{c}\right) * 3.5 * 10^9 = 142.59 \text{ Hz}$$

Además, es necesario encontrar el tiempo de coherencia ya que representa el tiempo que el canal se mantiene constante en el tiempo, por lo tanto, obtenemos:

$$T_c = \frac{9}{16\pi fd} = \frac{9}{16\pi * 142.59} = 1.25ms$$

Esta información sobre el tiempo de coherencia nos hace llegar a la conclusión de que para obtener el número máximo de antenas necesitamos obtener el tiempo de símbolo (t_s) y que este es mayor al de coherencia, de esta forma vamos a considerar como tiempo de símbolo el tiempo de coherencia hallado previamente.

$$T_c = 1.25ms < t_s$$

Otra cosa que sabemos es que el número de antenas receptores = antenas transmisoras, así la expresión que se muestra a continuación es la que necesitamos para hallar el número de antenas.

$$t_s = 2 * retardo_{máx} * M^2$$

Finalmente despejando obtenemos el número máximo de antenas cuando el tiempo de coherencia es igual al del símbolo.

$$M = 10 \text{ antenas}$$