

RADIACIÓN Y RADIOCOMUNICACIÓN.

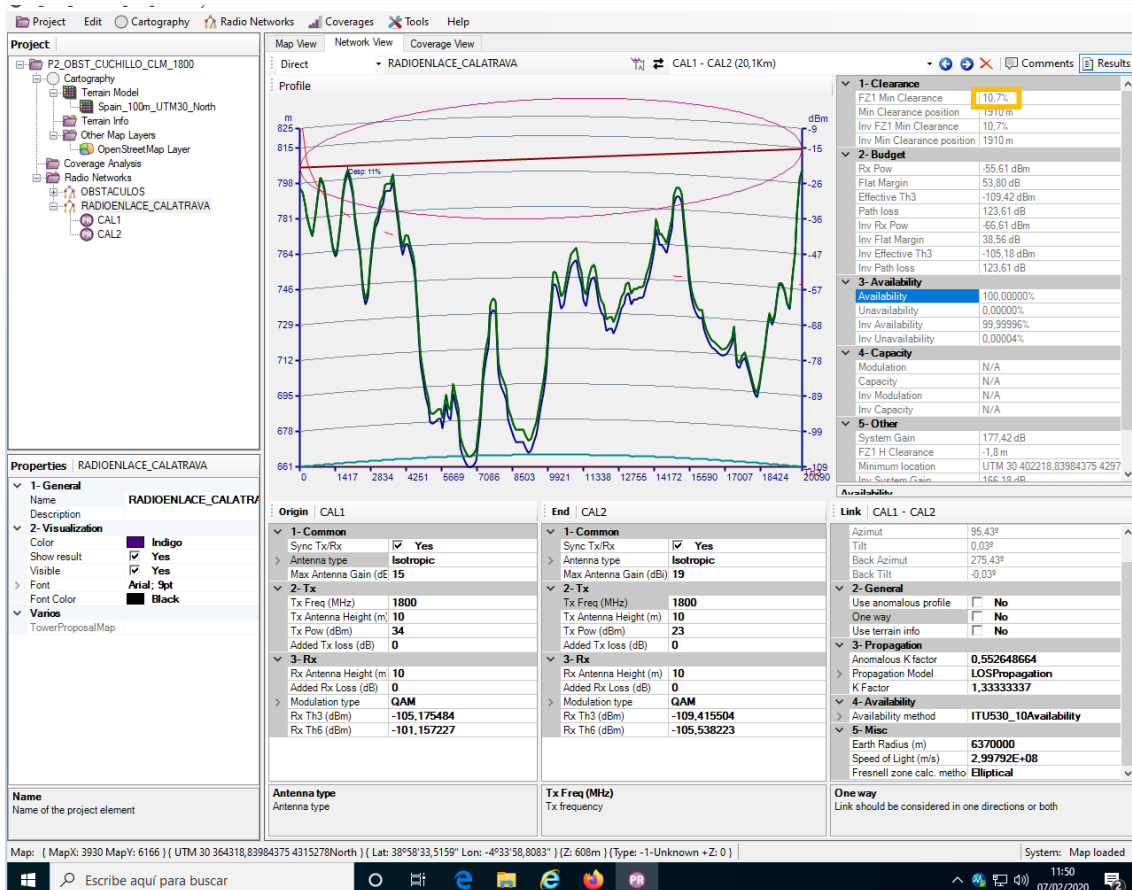
PRACTICA 1: PROPAGACIÓN EN PRESENCIA DE MÚLTIPLES
OBSTÁCULOS

EQUIPO 5.

NOMBRES: YUTING CHEN
JORGE MERINO PUERTA
JEAN FERNANDO SELLÁN ARIAS

ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LA DIFRACCIÓN EN EL RADIOENLACE

En esta imagen muestra el estudio mediante PROYECTO RADIO.



EJERCICIO 1:

1. Determinar el despejamiento en forma de porcentaje del radio de la primera zona de Fresnel y el parámetro de difracción (v) correspondiente a los obstáculos presentes, las alturas consideradas para las antenas y $k=4/3$.

```

10 dbosque=0; %distancia del bosque en m
11 Am=1.15*(f/(10^6))^0.43;
12 gammav=0; %dato de la gráfica de vegetación
13 gammag=0; %dato de la gráfica de gases
14 landa=c/f;
15 k= 4/3; %constante.
16
17 Ro=6370000; %Radio de la tierra en m.
18 dtotal=20090; %distancia total del enlace en m.
19 d1= [806 1910 3721 7831 10955 14965]; %distancias a las que están
20 d2= dtotal-d1; %distancia del obstáculo a la Estación 2 en m.
21 cot= [800 803 799 735 760 791]; % cotas de los obstáculos en m.
22 he1= 796+10; %altura estación 1 en m.
23 he2= 805+10; % altura de la estación 2 en m.
24
25 %Cálculo del parámetro de difracción (coef)
26
27 flecha=(d1.*d2)/(2*k*Ro);
28 rayo=((he2-he1)*d1/dtotal)+he1;
29 despej=cot+flecha-rayo;
30 R1=sqrt((landa*d1.*d2)/dtotal); %Primer radio de Fresnell
31 coef=despej*sqrt(2)./R1; %Parámetro de difracción
32 despejporcentaje=coef*100/sqrt(2);
33
34 %Pérdidas
35 Lt=1.5; %Pérdidas del cable transmisor en dB

```

Name	Value
Am	28.8712
BER	1.0000e-06
c	300000000
coef	[-0.6783, -0.1509, -0.3197, -3.4506, -2.2095, -0.9637]
cot	[800, 803, 799, 735, 760, 791]
d1	[806, 1910, 3721, 7831, 10955, 14965]
d2	[19284, 18180, 16369, 12259, 9135, 5125]
dbosque	0
despej	[-5.4461, -1.8115, -5.0813, -68.8567, -45.0163, -17.1890]
despejporcent...	[-47.9604, -10.6729, -22.6045, -243.9919, -156.2339, -68.1446]
dtotal	20090
f	1.8000e+09
flecha	[0.9150, 2.0442, 3.5857, 5.6515, 5.8913, 4.5150]
gammag	0
gammav	0
Gr	15
Gt	15
he1	806
he2	815
i	6
j	0
k	1.3333
landa	0.1667
Lbf	123.6068
e	[0.6843, 4.7426, 3.3541, -10.2939, -6.7720, -1.1407]
Lr	1.5000
Lt	1.5000
Lveget	0
margen	2
Ptrans	34
R1	[11.3553, 16.9726, 22.4789, 28.2209, 28.8134, 25.2243]
rayo	[806.3611, 806.8556, 807.6669, 809.5082, 810.9077, 812.7041]
Ro	6370000

- Determinar el despejamiento en forma de porcentaje del radio de la primera zona de Fresnel y el parámetro de difracción (v) correspondiente a los obstáculos presentes, las alturas consideradas para las antenas y $k=4/3$.

En la captura del Matlab podemos observar que tenemos 6 obstáculos pero solo se considera obstáculos los 3 primeros (en color verde) que son mayor que -0.78, y de los 3 primeros el obstáculo dominante es el segundo.

Y su porcentaje de despejamiento es 10,6729%.

- Comparar el despejamiento en forma de porcentaje de la primera zona de Fresnel del obstáculo dominante con el obtenido mediante PROYECTO RADIO.

El despejamiento en PROYECTO RADIO son 10,7%, un valor muy semejante al que hemos calculado en Matlab.

- Determinar las pérdidas por difracción por múltiples obstáculos considerados como aristas de cuchillo para $k=4/3$

En color azul.

EJERCICIO 2:

Representar como varían las pérdidas por difracción a medida que disminuye el factor K para una determinada frecuencia. Para ello, calcular de forma iterativa las pérdidas por difracción por múltiples obstáculos considerados como aristas de cuchillo para los valores de $k=0,55$; $0,7$, $0,85$ y $4/3$ y representarlo en una gráfica.

C	813.6000		
coef1	-0.7514		
coef2	-0.2960		
cotavano1	800		
cotavano2	799		
d1vano1	806		
d1vano2	1811		
d2vano1	1104		
d2vano2	16369		
dbosque	0		
despejpercent...	-20.9291		
despejvano1	-4.6816		
despejvano2	-3.4502		
dtotalvano1	1910		
dtotalvano2	18180		
f	1.8000e+09		
flechavano1	0.0524		
flechavano2	1.7451		
gammag	0		
gammav	0		
Gr	15		
Gt	15		
he1vano1	806		
he1vano2	803		
he2vano1	803		
he2vano2	815		
k	1.3333		
LAD	451.2960		
landa	0.1667		
Lbf1	103.1679		
Lbf2	122.7391		
Le1	0.1921		
Le2	3.5446		
		Lr	1.5000
		Lt	1.5000
		Lveget	0
		margen	2
		Ptrans	34
		R1vano1	8.8117
		R1vano2	16.4853
		rayovano1	804.7340
		rayovano2	804.1954
		Ro	6370000
		T	0.5464

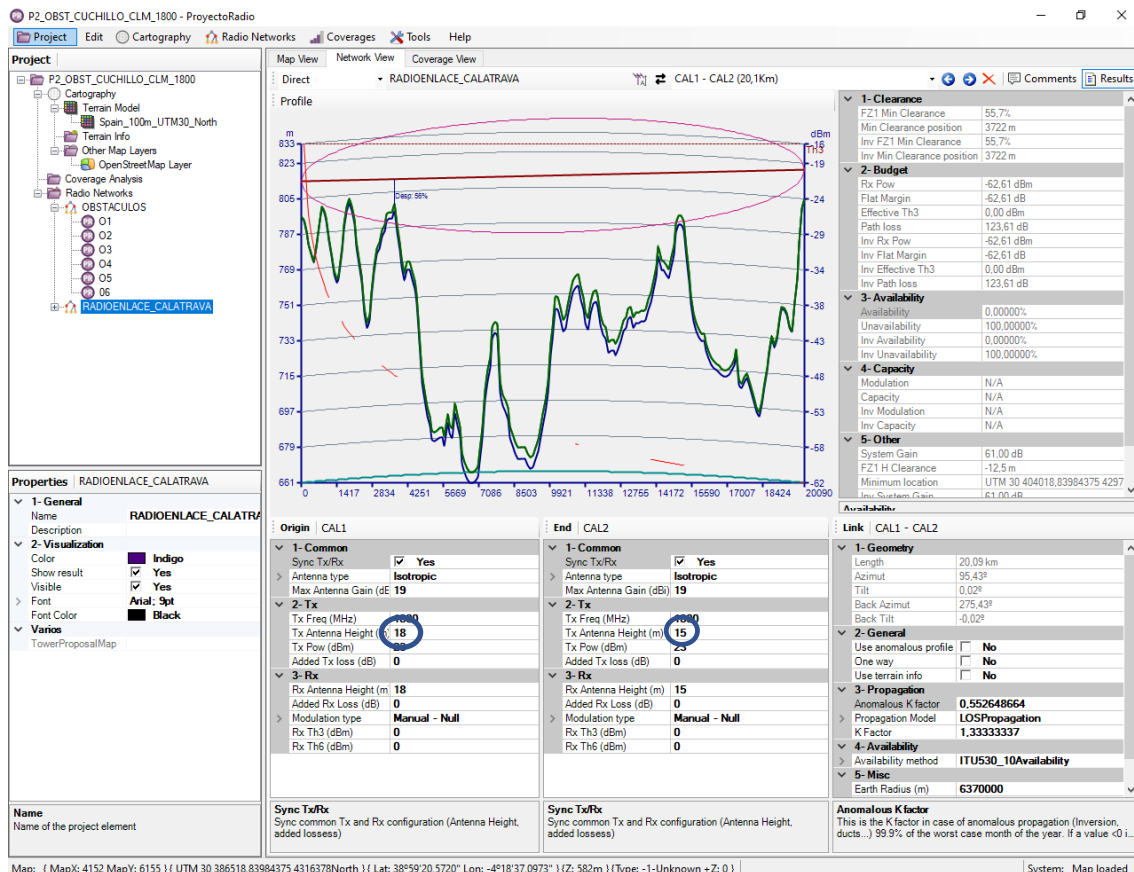
Podemos observar con los cálculos obtenidos en Matlab a menor valor de k , mayor es el parámetro de difracción, ya que la flecha es menos cuanto mayor es la k .

CALCULO DE LAS ANTENAS PARA EVITAR LAS PÉRDIDAS POR DIFRACCIÓN

EJERCICIO 4:

Calculad con PROYECTO RADIO las alturas de las antenas para que se cumpla la condición de despejamiento suficiente para la atmósfera estándar.

Para ello, debéis utilizar primero la opción Design Criteria, donde introduciréis vuestra condición de despejamiento suficiente y las máximas alturas de antenas permitidas:



Si siguiendo con las instrucciones observamos que las alturas permitidas son: 18m (transmisor) y 15m (receptor).

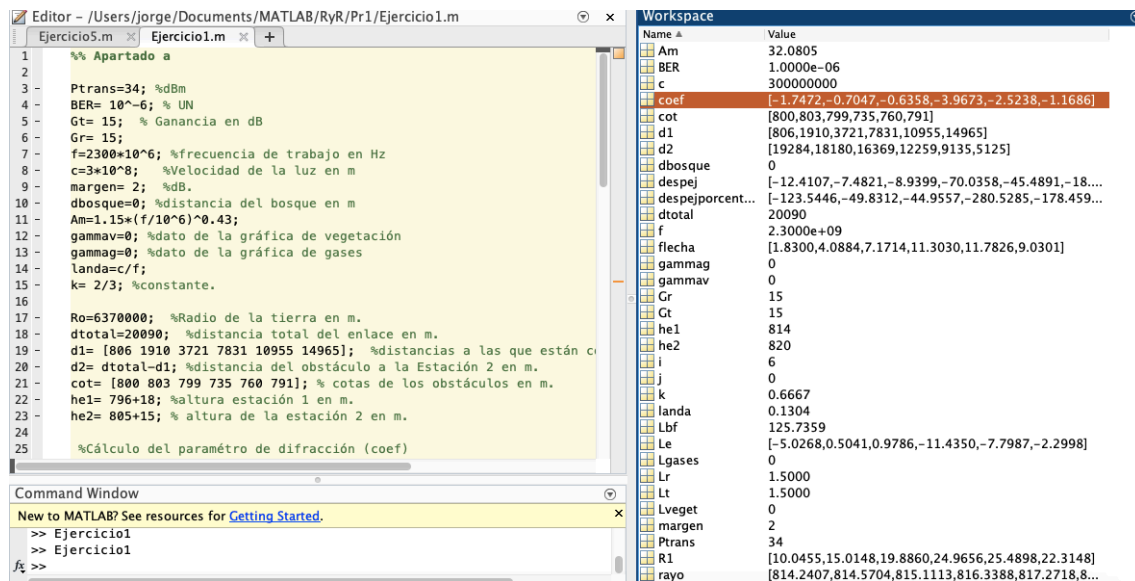
BALANCE DE ENLACE

EJERCICIO5:

Determinar la potencia recibida a la salida de los terminales del receptor teniendo en cuenta tanto las pérdidas por espacio libre como las pérdidas en exceso debidas a la difracción ($k=4/3$) para una frecuencia de 2,3GHz y las alturas de las antenas calculadas anteriormente. Justificar si el enlace diseñado supera el umbral fijado para ofrecer el servicio de radiocomunicación.

Debido a las variaciones temporales en los índices de refracción de la troposfera durante un intervalo de tiempo el valor de k se modifica a $2/3$, ¿seguiría funcionando el servicio durante ese intervalo?

k= 2/3



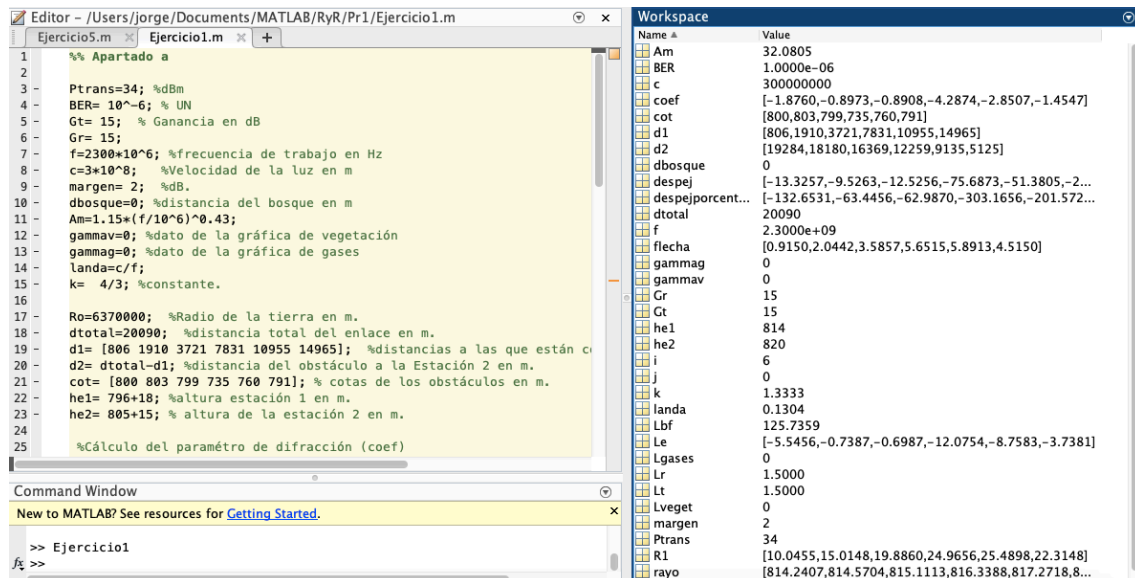
The image shows the MATLAB environment with the Editor window displaying a script for 'Apartado a'. The script defines various parameters for a diffraction calculation, including antenna power, frequencies, distances, and obstacle heights. The 'Workspace' window on the right shows the calculated values for these parameters. The 'coef' variable, representing the diffraction coefficient, is highlighted in red and has a value of approximately -1.7472.

```
1 %% Apartado a
2
3 Ptrans=34; %dBm
4 BER= 10^-6; % UN
5 Gt= 15; % Ganancia en dB
6 Gr= 15;
7 f=2300*10^6; %frecuencia de trabajo en Hz
8 c=3*10^8; %Velocidad de la luz en m
9 margen= 2; %dB.
10 dbosque=0; %distancia del bosque en m
11 Am=1.15*(f/10^6)^0.43;
12 gammav=0; %dato de la gráfica de vegetación
13 gammag=0; %dato de la gráfica de gases
14 landa=c/f;
15 k= 2/3; %constante.
16
17 Ro=6370000; %Radio de la tierra en m.
18 dtotal=20090; %distancia total del enlace en m.
19 d1= [806 1910 3721 7831 10955 14965]; %distancias a las que están c
20 d2= dtotal-d1; %distancia del obstáculo a la Estación 2 en m.
21 cot= [800 803 799 735 760 791]; % cotas de los obstáculos en m.
22 he1= 796+18; %altura estación 1 en m.
23 he2= 805+15; % altura de la estación 2 en m.
24
25 %Cálculo del parámetro de difracción (coef)
```

Name	Value
Am	32.0805
BER	1.0000e-06
c	300000000
coef	[-1.7472,-0.7047,-0.6358,-3.9673,-2.5238,-1.1686]
cot	[800,803,799,735,760,791]
d1	[806,1910,3721,7831,10955,14965]
d2	[19284,18180,16369,12259,9135,5125]
dbosque	0
despej	[-12.4107,-7.4821,-8.9399,-70.0358,-45.4891,-18....]
despejpercent...	[-123.5446,-49.8312,-44.9557,-280.5285,-178.459...
dtotal	20090
f	2.3000e+09
flecha	[1.8300,4.0884,7.1714,11.3030,11.7826,9.0301]
gammag	0
gammav	0
Gr	15
Gt	15
he1	814
he2	820
i	6
j	0
k	0.6667
landa	0.1304
Lbf	125.7359
Le	[-5.0268,0.5041,0.9786,-11.4350,-7.7987,-2.2998]
Lgases	0
Lr	1.5000
Lt	1.5000
Lveget	0
margen	2
Ptrans	34
R1	[10.0455,15.0148,19.8860,24.9656,25.4898,22.3148]
rayo	[814.2407,814.5704,815.1113,816.3388,817.2718,8...

En este caso solo nos aparecen como obstáculos dos y la potencia recibida es -69.4725 por lo que es menor que la potencia umbral. $P_r < U \Rightarrow$

k=4/3



The image shows the MATLAB environment with the Editor window displaying a script for 'Apartado a'. The script is identical to the previous one, but the value of 'k' is set to 4/3. The 'Workspace' window on the right shows the calculated values for these parameters. The 'coef' variable, representing the diffraction coefficient, is highlighted in red and has a value of approximately -1.8760.

```
1 %% Apartado a
2
3 Ptrans=34; %dBm
4 BER= 10^-6; % UN
5 Gt= 15; % Ganancia en dB
6 Gr= 15;
7 f=2300*10^6; %frecuencia de trabajo en Hz
8 c=3*10^8; %Velocidad de la luz en m
9 margen= 2; %dB.
10 dbosque=0; %distancia del bosque en m
11 Am=1.15*(f/10^6)^0.43;
12 gammav=0; %dato de la gráfica de vegetación
13 gammag=0; %dato de la gráfica de gases
14 landa=c/f;
15 k= 4/3; %constante.
16
17 Ro=6370000; %Radio de la tierra en m.
18 dtotal=20090; %distancia total del enlace en m.
19 d1= [806 1910 3721 7831 10955 14965]; %distancias a las que están c
20 d2= dtotal-d1; %distancia del obstáculo a la Estación 2 en m.
21 cot= [800 803 799 735 760 791]; % cotas de los obstáculos en m.
22 he1= 796+18; %altura estación 1 en m.
23 he2= 805+15; % altura de la estación 2 en m.
24
25 %Cálculo del parámetro de difracción (coef)
```

Name	Value
Am	32.0805
BER	1.0000e-06
c	300000000
coef	[-1.8760,-0.8973,-0.8908,-4.2874,-2.8507,-1.4547]
cot	[800,803,799,735,760,791]
d1	[806,1910,3721,7831,10955,14965]
d2	[19284,18180,16369,12259,9135,5125]
dbosque	0
despej	[-13.3257,-9.5263,-12.5256,-75.6873,-51.3805,-2...
despejpercent...	[-132.6531,-63.4456,-62.9870,-303.1656,-201.572...
dtotal	20090
f	2.3000e+09
flecha	[0.9150,2.0442,3.5857,5.6515,5.8913,4.5150]
gammag	0
gammav	0
Gr	15
Gt	15
he1	814
he2	820
i	6
j	0
k	1.3333
landa	0.1304
Lbf	125.7359
Le	[-5.5456,-0.7387,-0.6987,-12.0754,-8.7583,-3.7381]
Lgases	0
Lr	1.5000
Lt	1.5000
Lveget	0
margen	2
Ptrans	34
R1	[10.0455,15.0148,19.8860,24.9656,25.4898,22.3148]
rayo	[814.2407,814.5704,815.1113,816.3388,817.2718,8...

Para la antena receptora todos los parámetros nos salen por debajo de -0.78 por lo que las pérdidas de difracción serán 0. Por tanto, el enlace diseñado no supera el umbral fijado (-65dBm), la potencia recibida es -66.7359.

Editor - /Users/jorge/Documents/MATLAB/RyR/Pr1/Ejercicio5.m

Ejercicio1c.m

Ejercicio7.m

Ejercicio5.m

+

```

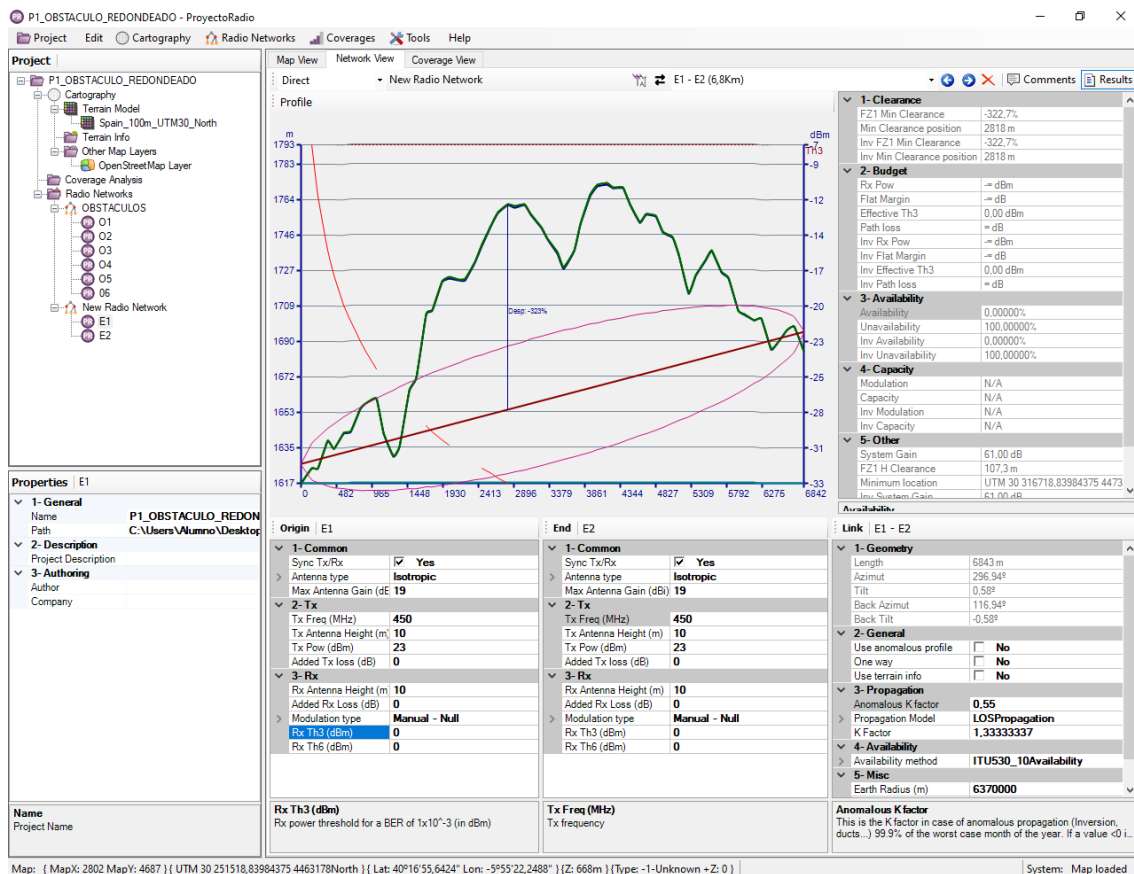
4 - Gr=15;
5 - Lrt=1.5;
6 - d=20090;
7 - c=3e8;
8 - f=2300e6;
9 - MF=2;
10 - Lbf=20*log10((4*pi*d)/(c/f));
11 - %v1=-0.3197;
12 - %v2=-0.6783;
13 - %v3=-0.1509;
14 - % Ledom=6.9+20*log10(sqrt(((v3-0.1)^2)+1)+v3-0.1);
15 - % Les1=6.9+20*log10(sqrt(((v1-0.1)^2)+1)+v1-0.1);
16 - % Les2=6.9+20*log10(sqrt(((v2-0.1)^2)+1)+v2-0.1);
17 - % T=exp(-Ledom/6);
18 - % C=10+.04*d;
19 - %Ltotal=Ledom+T*(Les1+Les2+C);
20 - Pr=Pt+Gt-Ltt+Gr-Lrt-Lbf-MF;
21
22 %Con las alturas calculadas anteriormente (18 m para la transmisor y 15
23 %para la receptora todos los parámetros nos salen por debajo de -0.78 por
24 %lo que las pérdidas por difracción serán 0.
25 %Por lo que el enlace diseñado no supera el Umbral fijado de -65 dBm
26 %(-66.7359)
27 %Si tomamos k como 2/3 nos aparecen que solo dos de ellos son obstáculos y
28 %que la Potencia recibida es -69.4725 por lo que es menor que el Umbral
29 %Ejercicio hecho con ayuda de Ejercicio1c.m

```

Workspace

Name	Value
c	300000000
d	20090
f	2.3000e+09
Gr	15
Gt	15
Lbf	125.7359
Lrt	1.5000
Ltt	1.5000
MF	2
Pr	-66.7359
Pt	34

ESTUDIO DE LAS PÉRDIDAS ORIGINADAS POR UN OBSTÁCULO REDONDEADO



EJERCICIO 6:

- Determinar el **radio de curvatura** asociado al obstáculo redondeado del radioenlace considerado para $k=4/3$.

- Determinar el **parámetro de difracción** que tendría un obstáculo agudo con las coordenadas asociadas al punto de cruce de las tangentes al obstáculo redondeado del radioenlace considerado para $k=4/3$.
- Determinar las **pérdidas por difracción** asociados al obstáculo redondeado del radioenlace considerado para $k=4/3$.

The screenshot shows the MATLAB environment with a script editor and a variable workspace window.

Script Editor (Ejercicio6.m):

```

1 - k=4/3;
2 - f=450*10^6;
3 - lamda=3e8/f;
4 - R0=6370*1000;
5 - d=6842;
6 - dt1=1433;
7 - dt2=(d-(3547));
8 - ht1=1765;
9 - ht2=1786;
10 - htx=(10+1617);
11 - hrx=(10+1686);
12
13 - phi=((ht1-htx)/dt1)+((ht2-hrx)/dt2);
14 - R=(d-dt1-dt2)/phi;
15
16 - beta=((hrx-htx)/d)+((ht2-hrx)/dt2);
17 - dp=((beta*d)/phi);
18 - hp=((ht1-htx)/dt1)*dp+htx;
19
20
21 - flecha=(dp*(d-dp))/(2*k*R0);
22 - rayoE1=htx; rayoE2=hrx;
23 - rayo=(rayoE2-rayoE1)*dp/(d)+rayoE1;
24 - desp=hp+flecha-rayo;
25 - R1=sqrt(lamda*(dp*(d-dp))/(d));
26 - J=100*desp/R1;
27

```

Variable Workspace:

Name	Value
beta	0.0374
condicion	4.5906
cp	178.4678
d	6842
d1	2.5265e+03
d2	5.0075e+03
desp	179.0493
dp	2.0700e+03
dt1	1433
dt2	3295
f	450000000
flecha	0.5815
hp	1.8263e+03
hrx	1696
ht1	1765
ht2	1786
htx	1627
J	577.1317
k	1.3333
Ladicional	14.9002
lamda	0.6667
m	0.2358
mden	43.1941
mnum	10.1840
n	19.4705
nden	1.7101e+04
nnum	3.3297e+05
phi	0.1236
R	8.1619
R	1.7101e+04
R0	6370000
R1	31.0240
rayo	1.6479e+03
rayoE1	1627
rayoE2	1696

Command Window:

```

>> ej6
fx >>

```

EJERCICIO 7:

Representar una gráfica con las pérdidas por difracción asociadas a un obstáculo con radios de curvatura $R=[0,4; 40; 4000; 25000; 40000]$ cuyas coordenadas asociadas al punto de cruce de las tangentes que caracterizan el obstáculo redondeado son siempre las consideradas en el radioenlace bajo estudio (es decir d_1 , d_2 y c_p constantes) para $k=4/3$. e deben incluir en la gráfica las pérdidas obtenidas en el ejercicio anterior.

