

ANEXOS

A. Código de MATLAB auxiliar para el cálculo de enlace en banda KU FSS.

```
clear
clc

%% Constantes
R=42164.2; %km distancia del centro de la Tierra a la orbita GEO
rEarth=6378.155; %km
K=10*log10(1.3806503e-23); %dB/K
c0=299792458; %m/s

%% Datos Enlace
Vinf=58.071e6; %bps DVB-S2 Fec 2/3 SR=30.0 Mbaud
ABO=36e6; %Hz Ancho de banda requerido
EbN0=3.75; %dB para que jale el enlace @BER=10^-7
disp=99.8;
LongSat=deg2rad(116.8); %Satmex 5
for i=1:4
    %Estacion Tx
    LongET1=deg2rad(84.38);
    LatET1=deg2rad(33.75);
    Fasc=14.04e9; %GHz
    LdeltaAsc=1; %dB Perdidas miscelaneas
    PIREet=80; %dBW propuesta

    GTsat1=3.36; %dB/K

    %Estacion Rx
    LongET2=deg2rad(99.15);
    LatET2=deg2rad(19.4);
    Fdesc=Fasc-2.3e9; %GHz
    LdeltaDesc=1; %dB Perdidas miscelaneas
    Trx=152; %Temperatura de ruido del sistema de Rx
    Grx=38.7; %dB Ganancia de la antena receptora
    Tant=31; %Temperatura de Antena

%% Calculos preliminares
    %Azimuth
    Azrad1=atan(tan(abs(LongSat-LongET1))/sin(LatET1));
    Az1=180+rad2deg(Azrad1); %azimuth E/T Tx Atlanta
    Azrad2=atan(tan(abs(LongSat-LongET2))/sin(LatET2));
    Az2=180+rad2deg(Azrad2); %azimuth E/T Rx Mexico DF

    w1=cos(LatET1)*cos(LongSat-LongET1);
    w2=cos(LatET2)*cos(LongSat-LongET2);

    %Elevacion
    Elrad=atan((R-rEarth*(w1))/(rEarth*sin(acos(w1))))-acos(w1);
    E2rad=atan((R-rEarth*(w2))/(rEarth*sin(acos(w2))))-acos(w2);
    E1=rad2deg(Elrad);
    E2=rad2deg(E2rad);
```

```

    %Rango
    D1=(R^2+rEarth^2-
(2*rEarth*R*sin(E1rad+asin((rEarth/R)*cos(E1rad))))^(1/2);    %km TX
    D2=(R^2+rEarth^2-
(2*rEarth*R*sin(E2rad+asin((rEarth/R)*cos(E2rad))))^(1/2);    %km RX

    if i==1 %cielo despejado
        MuAsc=0;
        MuDesc=0;
    elseif i==2 %lluvia ascendente
        MuAsc=AtLluvia(E1,Fasc,LatET1,4.0307,0.23,D1,3.20925,disp);
        MuDesc=0;
    elseif i==3 %lluvia descendente
        MuAsc=0;
        MuDesc=AtLluvia(E2,Fdesc,LatET2,4.465,2.22,D2,2.3483,disp);
    elseif i==4 %lluvia ambos lados
        MuAsc=AtLluvia(E1,Fasc,LatET1,4.0307,0.23,D1,3.20925,disp);
        MuDesc=AtLluvia(E2,Fdesc,LatET2,4.465,2.22,D2,2.3483,disp);
    end

    LL=10^(MuDesc/10);
    TantL=(Tant/LL)+280*(1-1/LL);

    if MuDesc ~= 0
        Trx=90+290*(1-1/1.122)+TantL/1.122;    %% Tlna= 90K; Perdidas
    receptor=0.5dB
    end

    %% Uplink
    LsAsc=20*log10((4*pi*Fasc*D1*1000)/c0);
    CN0asc=PIREt+GTsat1-K-LsAsc-MuAsc-LdeltaAsc;
    CNasc=CN0asc-10*log10(ABO); %C/Nasc Total sencilla

    %Constantes del satelite (Satmex 5)
    CIasc=18; %dB
    CXPasc=30; %dB
    CXAasc=28; %dB

    CNascT=10*log10(1/(10^-(CNasc/10)+10^-(CIasc/10)+10^-(CXPasc/10)+10^-(
    CXAasc/10)));
    %% Downlink

    %Constantes del satelite (Satmex 5)
    CIdesc=35; %dB
    CXPdesc=29; %dB
    CXAdesc=39; %dB
    PIREsat=50.58-MuAsc; % dBW
    % *****

    LsDesc=20*log10((4*pi*Fdesc*D2*1000)/c0);
    GTet=Grx-10*log10(Trx);
    CN0desc=PIREsat+GTet-K-LsDesc-MuDesc-LdeltaDesc;
    CNdesc=CN0desc-10*log10(ABO); %C/Ndesc Total sencilla

```

```
CNdescT=10*log10(1/(10^-(CNdesc/10)+10^-(CIdesc/10)+10^-(CXPdesc/10)+10^-(CXAdesc/10)));
```

```
%% Evaluación
```

```
CNT=10*log10(1/(10^-(CNdescT/10)+10^-(CNascT/10))); %C/N total
```

```
calculado
```

```
CNR=EbN0+10*log10(Vinf)-10*log10(ABo);
```

```
ME=CN-CNR;
```

```
%% *-*-*-*-*-*-*-* Despliegue de Resultados *-*-*-*-*-*-*-* %%
```

```
fprintf('Azimut E/T Transmisora: %.2f\n',Az1);
fprintf('Elevacion E/T Transmisora: %.2f\n',E1);
fprintf('Disponibilidad: %.2f\n',disp);
fprintf('PIRE E/Tx: %.2f\n',PIREt);
fprintf('Pérdidas por espacio libre Asc: %.2f\n',LsAsc);
fprintf('Pérdidas miscelaneas asc: %.2f\n',LdeltaAsc);
fprintf('Margen de lluvia asc: %.2f\n',MuAsc);
fprintf('C/N0 Ascendente: %.2f\n',CN0asc);
fprintf('C/N Ascendente: %.2f\n',CNascT);
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*\n');
fprintf('Azimut E/T Receptora: %.2f\n',Az2);
fprintf('Elevacion E/T Receptora: %.2f\n',E2);
fprintf('Disponibilidad: %.2f\n',disp);
fprintf('Pérdidas por espacio libre desc: %.2f\n',LsDesc);
fprintf('PIRE saturacion satelite: %.2f\n',PIREsat);
fprintf('Pérdidas miscelaneas desc: %.2f\n',LdeltaDesc);
fprintf('Margen de lluvia desc: %.2f\n',MuDesc);
fprintf('G/T de la E/T Receptora: %.2f\n',GTet);
fprintf('C/N0 Descendente: %.2f\n',CN0desc);
fprintf('C/N Descendente: %.2f\n',CNdescT);
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*\n');
fprintf('C/N Total: %.2f\n',CNT);
fprintf('C/N Requerida: %.2f\n',CNR);
fprintf('Margen de enlace: %.2f\n',ME);
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*\n');
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*\n\n');
```

```
end
```

B. Código de MATLAB auxiliar para el cálculo de enlace en banda KU BSS.

```
clear
clc

%% Constantes
R=42164.2; %km distancia del centro de la Tierra a la orbita GEO
rEarth=6378.155; %km
K=10*log10(1.3806503e-23); %dBJ/K
c0=299792458; %m/s

%% Datos Enlace

Vinf=58.071e6; %bps DVB-S2 Fec 2/3 SR=30.0 Mbaud
ABO=36e6; %Hz Ancho de banda requerido
EbN0=3.75; %dB para que jale el enlace @BER=10^-7
disp=99.7;
LongSat=deg2rad(116.8); %Satmex 5
for i=1:4
    %Estacion Tx
    LongET1=deg2rad(84.38);
    LatET1=deg2rad(33.75);
    Fasc=17.84e9; %GHz
    LdeltaAsc=1; %dB Perdidas miscelaneas
    PIREet=80; %dBW propuesta

    Gtsat1=3.36; %dB/K

    %Estacion Rx
    LongET2=deg2rad(99.15);
    LatET2=deg2rad(19.40);
    Fdesc=Fasc-5.6e9; %GHz
    LdeltaDesc=1; %dB Perdidas miscelaneas
    Trx=152; %Temperatura de ruido del sistema de Rx
    Grx=36.85; %dB Ganancia de la antena receptora
    Tant=31;

%% Calculos preliminares
    %Azimuth
    Azrad1=atan(tan(abs(LongSat-LongET1))/sin(LatET1));
    Az1=180+rad2deg(Azrad1); %azimuth E/T Tx Atlanta
    Azrad2=atan(tan(abs(LongSat-LongET2))/sin(LatET2));
    Az2=180+rad2deg(Azrad2);

    w1=cos(LatET1)*cos(LongSat-LongET1);
    w2=cos(LatET2)*cos(LongSat-LongET2);

    %Elevation
    E1rad=atan((R-rEarth*(w1))/(rEarth*sin(acos(w1))))-acos(w1);
    E2rad=atan((R-rEarth*(w2))/(rEarth*sin(acos(w2))))-acos(w2);
    E1=rad2deg(E1rad);
    E2=rad2deg(E2rad);
```

```

%Rango
D1=(R^2+rEarth^2-
(2*rEarth*R*sin(E1rad+asin((rEarth/R)*cos(E1rad))))^(1/2); %km TX
D2=(R^2+rEarth^2-
(2*rEarth*R*sin(E2rad+asin((rEarth/R)*cos(E2rad))))^(1/2); %km RX

if i==1 %cielo despejado
    MuAsc=0;
    MuDesc=0;
elseif i==2 %lluvia ascendente
    MuAsc=AtLluvia(E1,Fasc,LatET1,4.0307,0.23,D1,5.1436,disp);
    MuDesc=0;
elseif i==3 %lluvia descendente
    MuAsc=0;
    MuDesc=AtLluvia(E2,Fdesc,LatET2,4.465,2.22,D2,2.49089,disp);
elseif i==4 %lluvia ambos lados
    MuAsc=AtLluvia(E1,Fasc,LatET1,4.0307,0.23,D1,5.1436,disp);
    MuDesc=AtLluvia(E2,Fdesc,LatET2,4.465,2.22,D2,2.49089,disp);
end

LL=10^(MuDesc/10);
TantL=(Tant/LL)+280*(1-1/LL);

if MuDesc ~= 0
    Trx=90+290*(1-1/1.122)+TantL/1.122; %% Tlna= 90K; Perdidas
receptor=0.5dB
end

%% Uplink
LsAsc=20*log10((4*pi*Fasc*D1*1000)/c0);
CN0asc=PIREt+GTsat1-K-LsAsc-MuAsc-LdeltaAsc;
CNasc=CN0asc-10*log10(ABO); %C/Nasc Total sencilla

%Constantes del satelite
CIasc=95; %dB
CXPasc=114.4; %dB
CXAasc=102.2; %dB
%*-*-*-*-*-*-*-*-*

CNascT=10*log10(1/(10^-(CNasc/10)+10^-(CIasc/10)+10^-(CXPasc/10)+10^-(CXAasc/10)));
%% Downlink
%Constantes del satelite
CIDesc=95; %dB
CXPdesc=87.5; %dB
CXAdesc=102.2; %dB
PIRESat=50.58-MuAsc; % dBW @DIAMETRO 0.9m
% *-*-*-*-*-*-*-*-*

LsDesc=20*log10((4*pi*Fdesc*D2*1000)/c0);
GTet=Grx-10*log10(Trx);

CN0desc=PIRESat+GTet-K-LsDesc-MuDesc-LdeltaDesc;
CNdesc=CN0desc-10*log10(ABO); %C/Ndesc Total sencilla

```

```
CNdescT=10*log10(1/(10^-(CNdesc/10)+10^-(CIdesc/10)+10^-(CXPdesc/10)+10^-(CXAdesc/10)));
```

```
%% Evaluación
```

```
CNT=10*log10(1/(10^-(CNdescT/10)+10^-(CNascT/10))); %C/N total
```

```
CNR=EbN0+10*log10(Vinf)-10*log10(ABo);
```

```
ME=CN-CNR;
```

```
%% *-*-*-*-*-*-*-* Despliegue de Resultados *-*-*-*-*-*-*-* %%
```

```
fprintf('Azimut E/T Transmisora: %.2f\n',Az1);
```

```
fprintf('Elevacion E/T Transmisora: %.2f\n',E1);
```

```
fprintf('Disponibilidad: %.2f\n',disp);
```

```
fprintf('PIRE E/Tx: %.2f\n',PIREt);
```

```
fprintf('Pérdidas por espacio libre Asc: %.2f\n',LsAsc);
```

```
fprintf('Pérdidas miscelaneas asc: %.2f\n',LdeltaAsc);
```

```
fprintf('Margen de lluvia asc: %.2f\n',MuAsc);
```

```
fprintf('C/N0 Ascendente: %.2f\n',CN0asc);
```

```
fprintf('C/N Ascendente: %.2f\n',CNascT);
```

```
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*\n');
```

```
fprintf('Azimut E/T Receptora: %.2f\n',Az2);
```

```
fprintf('Elevacion E/T Receptora: %.2f\n',E2);
```

```
fprintf('Disponibilidad: %.2f\n',disp);
```

```
fprintf('Pérdidas por espacio libre desc: %.2f\n',LsDesc);
```

```
fprintf('PIRE saturacion satelite: %.2f\n',PIREsat);
```

```
fprintf('Pérdidas miscelaneas desc: %.2f\n',LdeltaDesc);
```

```
fprintf('Margen de lluvia desc: %.2f\n',MuDesc);
```

```
fprintf('G/T de la E/T Receptora: %.2f\n',GTet);
```

```
fprintf('C/N0 Descendente: %.2f\n',CN0desc);
```

```
fprintf('C/N Descendente: %.2f\n',CNdescT);
```

```
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*\n');
```

```
fprintf('C/N Total: %.2f\n',CNT);
```

```
fprintf('C/N Requerida: %.2f\n',CNR);
```

```
fprintf('Margen de enlace: %.2f\n',ME);
```

```
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*\n');
```

```
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*\n\n');
```

```
end
```

C. Código de MATLAB auxiliar para el cálculo de enlace en banda Ka FSS.

```
clear
clc

%% Constantes
R=42164.2; %km distancia del centro de la Tierra a la orbita GEO
rEarth=6378.155; %km
K=10*log10(1.3806503e-23); %dBJ/K
c0=299792458; %m/s

%% Datos Enlace
Vinf=58.071e6; %bps DVB-S2 Fec 2/3 SR=30.0 Mbaud
ABO=36e6; %Hz Ancho de banda requerido
EbN0=3.75; %dB para que jale el enlace @BER=10^-7
disp=99.0;
LongSat=deg2rad(116.8); %Satmex 5
for i=1:4
    %Estacion Tx
    LongET1=deg2rad(84.38);
    LatET1=deg2rad(33.75);
    Fasc=29.7e9; %GHz
    LdeltaAsc=1.0; %dB Perdidas miscelaneas
    PIREet=80; %dBW propuesta

    GTsat1=16; %dB/K

    %Estacion Rx
    LongET2=deg2rad(99.15);
    LatET2=deg2rad(19.40);
    Fdesc=Fasc-9.8e9; %GHz
    LdeltaDesc=1.0; %dB Perdidas miscelaneas
    Trx=280; %Temperatura de ruido del sistema de Rx
    Grx=41.07; %dB Ganancia de la antena receptora
    Tant=52;

%% Calculos preliminares
    %Azimuth
    Azrad1=atan(tan(abs(LongSat-LongET1))/sin(LatET1));
    Az1=180+rad2deg(Azrad1); %azimuth E/T Tx Atlanta
    Azrad2=atan(tan(abs(LongSat-LongET2))/sin(LatET2));
    Az2=180+rad2deg(Azrad2); %azimuth E/T Rx Mexico

    w1=cos(LatET1)*cos(LongSat-LongET1);
    w2=cos(LatET2)*cos(LongSat-LongET2);

    %Elevacion
    Elrad=atan((R-rEarth*(w1))/(rEarth*sin(acos(w1))))-acos(w1);
    E2rad=atan((R-rEarth*(w2))/(rEarth*sin(acos(w2))))-acos(w2);
    E1=rad2deg(Elrad);
    E2=rad2deg(E2rad);
```

```

    %Rango
    D1=(R^2+rEarth^2-
    (2*rEarth*R*sin(E1rad+asin((rEarth/R)*cos(E1rad))))^(1/2);    %km TX
    D2=(R^2+rEarth^2-
    (2*rEarth*R*sin(E2rad+asin((rEarth/R)*cos(E2rad))))^(1/2);    %km RX

    if i==1 %cielo despejado
        MuAsc=0;
        MuDesc=0;
    elseif i==2 %lluvia ascendente
        MuAsc=AtLluvia(E1,Fasc,LatET1,4.0307,0.23,D1,10.34245,disp);
        MuDesc=0;
    elseif i==3 %lluvia descendente
        MuAsc=0;
        MuDesc=AtLluvia(E2,Fdesc,LatET2,4.465,2.22,D2,5.9528,disp);
    elseif i==4 %lluvia ambos lados
        MuAsc=AtLluvia(E1,Fasc,LatET1,4.0307,0.23,D1,10.34245,disp);
        MuDesc=AtLluvia(E2,Fdesc,LatET2,4.465,2.22,D2,5.9528,disp);
    end

    LL=10^(MuDesc/10);
    TantL=(Tant/LL)+280*(1-1/LL);

    if MuDesc ~= 0
        Trx=90+290*(1-1/1.122)+TantL/1.122;    %% Tlna= 90K; Perdidas
    receptor=0.5dB
    end

    %% Uplink
    LsAsc=20*log10((4*pi*Fasc*D1*1000)/c0);
    CN0asc=PIREet+Gtsat1-K-LsAsc-MuAsc-LdeltaAsc;
    CNascT=CN0asc-10*log10(ABo); %C/Nasc Total sencilla
    %% Downlink
    PIREsat=54-MuAsc;

    LsDesc=20*log10((4*pi*Fdesc*D2*1000)/c0);
    GTet=Grx-10*log10(Trx);

    CN0desc=PIREsat+GTet-K-LsDesc-MuDesc-LdeltaDesc;
    CNdescT=CN0desc-10*log10(ABo); %C/Ndesc Total sencilla

    %% Evaluación
    CNT=10*log10(1/(10^-(CNdescT/10)+10^-(CNascT/10)));    %C/N total
    CNR=Ebn0+10*log10(Vinf)-10*log10(ABo);
    ME=CNT-CNR;

    %% *-*-*-*-*-*-*-* Despliegue de Resultados *-*-*-*-*-*-*-* %%
    fprintf('Azimut E/T Transmisora: %.2f\n',Az1);
    fprintf('Elevacion E/T Transmisora: %.2f\n',E1);
    fprintf('Disponibilidad: %.2f\n',disp);
    fprintf('PIRE E/Tx: %.2f\n',PIREet);
    fprintf('Pérdidas por espacio libre Asc: %.2f\n',LsAsc);
    fprintf('Pérdidas miscelaneas asc: %.2f\n',LdeltaAsc);
    fprintf('Margen de lluvia asc: %.2f\n',MuAsc);
    fprintf('C/N0 Ascendente: %.2f\n',CN0asc);

```



```

fprintf('C/N Ascendente: %.2f\n',CNascT);
fprintf('*-*-*-*-*\n');
fprintf('Azimut E/T Receptora: %.2f\n',Az2);
fprintf('Elevacion E/T Receptora: %.2f\n',E2);
fprintf('Disponibilidad: %.2f\n',disp);
fprintf('Pérdidas por espacio libre desc: %.2f\n',LsDesc);
fprintf('PIRE saturacion satelite: %.2f\n',PIREsat);
fprintf('Pérdidas miscelaneas desc: %.2f\n',LdeltaDesc);
fprintf('Margen de lluvia desc: %.2f\n',MuDesc);
fprintf('G/T de la E/T Receptora: %.2f\n',GTet);
fprintf('C/N0 Descendente: %.2f\n',CN0desc);
fprintf('C/N Descendente: %.2f\n',CNdescT);
fprintf('*-*-*-*-*\n');
fprintf('C/N Total: %.2f\n',CNT);
fprintf('C/N Requerida: %.2f\n',CNR);
fprintf('Margen de enlace: %.2f\n',ME);
fprintf('*-*-*-*-*\n');
fprintf('*-*-*-*-*\n\n');

```

end

D. Código de MATLAB auxiliar para el cálculo de enlace en banda Ka con TP regenerativo.

```
clear
clc

%% Constantes
R=42164.2; %km distancia del centro de la Tierra a la orbita GEO
rEarth=6378.155; %km
K=10*log10(1.3806503e-23); %dB/K
c0=299792458; %m/s

%% Datos Enlace
Vinf=58.071e6; %bps DVB-S2 Fec 2/3 SR=30.0 Mbaud
ABO=36e6; %Hz Ancho de banda requerido
EbN0=3.75; %dB para que jale el enlace @BER=10^-7
disp=99.7;
LongSat=deg2rad(116.8);
for i=1:4
    %Estacion Tx
    LongET1=deg2rad(84.38);
    LatET1=deg2rad(33.75);
    Fasc=29.7e9; %GHz
    LdeltaAsc=1.0; %dB Perdidas miscelaneas
    PIREet=75; %dBW propuesta

    GTsat1=12; %dB/K

    %Estacion Rx
    LongET2=deg2rad(99.15);
    LatET2=deg2rad(19.40);
    Fdesc=Fasc-9.8e9; %GHz
    LdeltaDesc=1.0; %dB Perdidas miscelaneas
    Trx=280; %Temperatura de ruido del sistema de Rx
    Grx=39.73; %dB Ganancia de la antena receptora
    Tant=52;

%% Calculos preliminares
    %Azimuth
    Azrad1=atan(tan(abs(LongSat-LongET1))/sin(LatET1));
    Az1=180+rad2deg(Azrad1); %azimuth E/T Tx Atlanta
    Azrad2=atan(tan(abs(LongSat-LongET2))/sin(LatET2));
    Az2=180+rad2deg(Azrad2); %azimuth E/T Rx Mexico

    w1=cos(LatET1)*cos(LongSat-LongET1);
    w2=cos(LatET2)*cos(LongSat-LongET2);

    %Elevacion
    Elrad=atan((R-rEarth*(w1))/(rEarth*sin(acos(w1))))-acos(w1);
    E2rad=atan((R-rEarth*(w2))/(rEarth*sin(acos(w2))))-acos(w2);
    E1=rad2deg(Elrad);
    E2=rad2deg(E2rad);
```

```

%Rango
D1=(R^2+rEarth^2-
(2*rEarth*R*sin(E1rad+asin((rEarth/R)*cos(E1rad))))^(1/2);   %km TX
D2=(R^2+rEarth^2-
(2*rEarth*R*sin(E2rad+asin((rEarth/R)*cos(E2rad))))^(1/2);   %km RX

if i==1 %cielo despejado
    MuAsc=0;
    MuDesc=0;
elseif i==2 %lluvia ascendente
    MuAsc=AtLluvia(E1,Fasc,LatET1,4.0307,0.23,D1,10.34245,disp);
    MuDesc=0;
elseif i==3 %lluvia descendente
    MuAsc=0;
    MuDesc=AtLluvia(E2,Fdesc,LatET2,4.465,2.22,D2,5.9528,disp);
elseif i==4 %lluvia ambos lados
    MuAsc=AtLluvia(E1,Fasc,LatET1,4.0307,0.23,D1,10.34245,disp);
    MuDesc=AtLluvia(E2,Fdesc,LatET2,4.465,2.22,D2,5.9528,disp);
end

LL=10^(MuDesc/10);
TantL=(Tant/LL)+280*(1-1/LL);

if MuDesc ~= 0
    Trx=90+290*(1-1/1.122)+TantL/1.122;   %% Tlna= 90K; Perdidas
receptor=0.5dB
end

%% Uplink
LsAsc=20*log10((4*pi*Fasc*D1*1000)/c0);
CN0asc=PIREt+GTsat1-K-LsAsc-MuAsc-LdeltaAsc;
CNascT=CN0asc-10*log10(ABo); %C/Nasc Total sencilla
%% Downlink
PIREsat=54;

LsDesc=20*log10((4*pi*Fdesc*D2*1000)/c0);
GTet=Grx-10*log10(Trx);

CN0desc=PIREsat+GTet-K-LsDesc-MuDesc-LdeltaDesc;
CNdescT=CN0desc-10*log10(ABo); %C/Ndesc Total sencilla

%% Evaluación
CNT=CNdescT;
CNR=EbN0+10*log10(Vinf)-10*log10(ABo);
ME=CNT-CNR;

%% *-*-*-*-*-*-*-* Despliegue de Resultados *-*-*-*-*-*-*-* %%
fprintf('Azimut E/T Transmisora: %.2f\n',Az1);
fprintf('Elevacion E/T Transmisora: %.2f\n',E1);
fprintf('Disponibilidad: %.2f\n',disp);
fprintf('PIRE E/Tx: %.2f\n',PIREt);
fprintf('Pérdidas por espacio libre Asc: %.2f\n',LsAsc);
fprintf('Pérdidas miscelaneas asc: %.2f\n',LdeltaAsc);
fprintf('Margen de lluvia asc: %.2f\n',MuAsc);
fprintf('C/N0 Ascendente: %.2f\n',CN0asc);
fprintf('C/N Ascendente: %.2f\n',CNascT);

```

```

fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*-*-*\n');

fprintf('Azimut E/T Receptora: %.2f\n',Az2);
fprintf('Elevacion E/T Receptora: %.2f\n',E2);
fprintf('Disponibilidad: %.2f\n',disp);
fprintf('Pérdidas por espacio libre desc: %.2f\n',LsDesc);
fprintf('PIRE saturacion satelite: %.2f\n',PIREsat);
fprintf('Pérdidas miscelaneas desc: %.2f\n',LdeltaDesc);
fprintf('Margen de lluvia desc: %.2f\n',MuDesc);
fprintf('G/T de la E/T Receptora: %.2f\n',GTet);
fprintf('C/N0 Descendente: %.2f\n',CN0desc);
fprintf('C/N Descendente: %.2f\n',CNdescT);

fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*-*-*\n');

fprintf('C/N Total: %.2f\n',CNT);
fprintf('C/N Requerida: %.2f\n',CNR);
fprintf('Margen de enlace descendente: %.2f\n',ME);
fprintf('Margen de enlace ascendente: %.2f\n',CNascT-CNR);
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*-*-*\n');
fprintf('*-*-*-*-*-*-*-*-*-*\n\n');

```

E. Código de MATLAB auxiliar para calcular la atenuación por lluvia en 2 latitudes definidas

```
hS=hSNM;
gamma=atEspecifica;

hR=h0+0.36;
%Si theta>=5°
Ls=(hR-hS)/sin(theta);
Lg=Ls*cos(theta);

%% probabilidad de lluvia
if latitud==33.75
    R001=60.8325;
    p0=6.2855;
end
if latitud==19.4
    R001=57.7395;
    p0=3.8401;
end
if latitud==-23.75
    R001=68.06132;
    p0=6.7426;
end
%%
r001=1/(1+0.78*sqrt(Lg*gamma/f)-0.38*(1-exp(-2*Lg)));
sigma=atan((hR-hS)/(Lg*r001));
if sigma>theta
    Lr=Lg*r001/cos(theta);
else
    Lr=(hR-hS)/sin(theta);
end

psi=36-abs(rad2deg(latitud));

v001=1/(1+sqrt(sin(theta))*(31*(1-exp(-
rad2deg(theta)/(1+psi)))*sqrt(Lr*gamma)/(f^2)-0.45));
LE=Lr*v001;
A001=gamma*LE;
if elevacion>=25
    beta=-0.005*(abs(phi)-36);
else
    beta=-0.005*(abs(phi)-36)+1.8-4.25*sin(theta);
end

p=100-disponibilidad; % 0.5%
Ap=A001*(p/0.01)^-(0.655+0.033*log(p)-0.045*log(A001)-beta*(1-
p)*sin(theta));
```