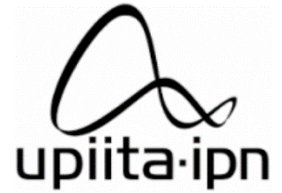




**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**Unidad Profesional Interdisciplinaria en  
Ingeniería y Tecnologías Avanzadas**



“Asociación de equipos de usuarios a  
estaciones base”

## **Quinta Práctica**

### **Alumnos:**

- Hernández Cordova Saúl Eduardo
- Jiménez Gómez Andrei Ricardo
- Núñez Cano Carlos Enrique

**Materia:** Sistemas Celulares

**Profesor:** Noé Torres Cruz

**Fecha de entrega:** 9/Diciembre/2022

## Objetivo:

Simular la asociación de equipos de usuarios a estaciones base, mediante el cálculo de potencia recibida, con la finalidad de identificar los efectos del ensombrecimiento en dicho proceso de asociación.

## Introducción:

Si se tiene un sistema multicelular, los equipos de usuario (EU) miden la potencia recibida en el canal piloto de las diversas estaciones base (EB) y con base en dichas mediciones inician su registro con la EB de la que perciben la potencia más alta. Si se denota con  $P_j$  a la potencia recibida desde la  $j$ -ésima EB, entonces el EU se registra con la EB  $k$  que satisface:

$$k = \underset{j}{\operatorname{argmax}} \{P_0, P_1, \dots, P_j, \dots, P_{J-1}\} \quad (1)$$

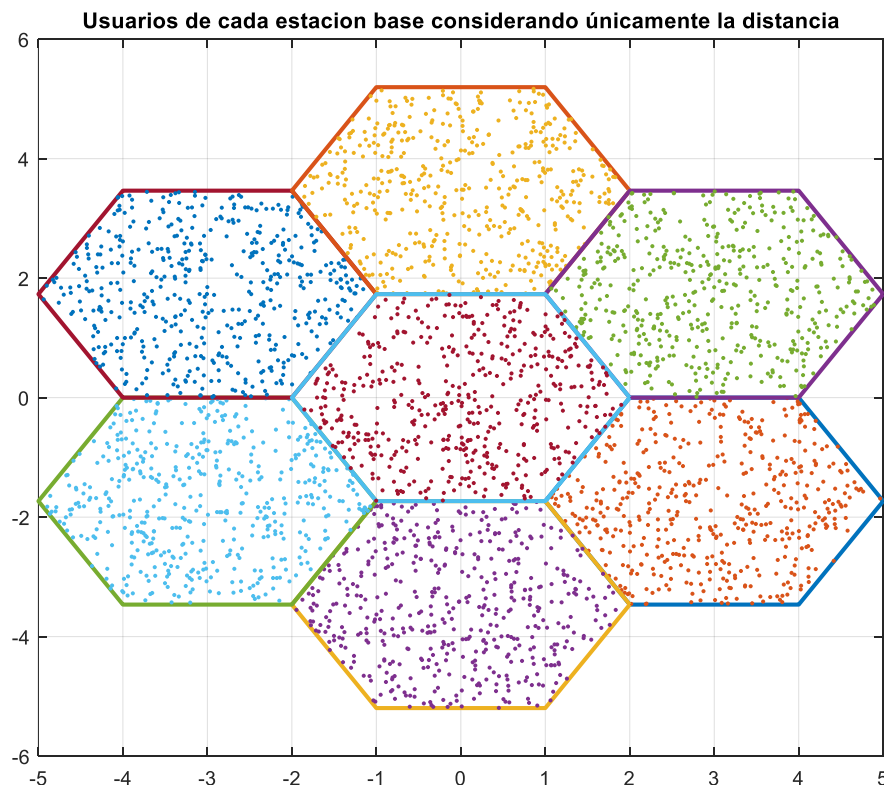
donde  $J$  es número de EB consideradas para la conexión.

Si en el cálculo de potencia sólo se consideraran pérdidas por distancia, entonces los EU siempre se registrarían en la EB más cercana; sin embargo, debido a multitrayectorias y ensombrecimientos (por edificios o variaciones en el nivel del terreno) la potencia recibida no sólo dependerá de la distancia.

En particular, si se consideran las pérdidas por ensombrecimiento, el sistema puede ser simulado con la generación de desvanecimientos lognormales.

## Actividades:

- 1- Realice un programa que distribuya uniformemente puntos en un cluster de 7 celdas: una celda central (a la que se le denominará celda 0) rodeada por 6 celdas. Se sugiere distribuir unas pocas centenas de usuarios por celda.



- 2- Simule la potencia que cada usuario recibe de cada una de las 7 EB y de acuerdo a (1). Tome en cuenta las pérdidas por distancia y por ensombrecimiento y utilice los parámetros siguientes:

PARÁMETRO	VALOR
Potencia de Transmisión ( $P_{tx}$ )	10 W
Ganancia de la antena transmisora ( $G_{tx}$ )	12 dB
Ganancia de la antena receptora ( $G_{rx}$ )	2 dB
Radio de la celda ( $R$ )	2 km
Desviación estándar de las pérdidas por ensombrecimiento ( $\sigma$ )	7 dB
Exponente de decaimiento por distancia ( $\alpha$ )	4

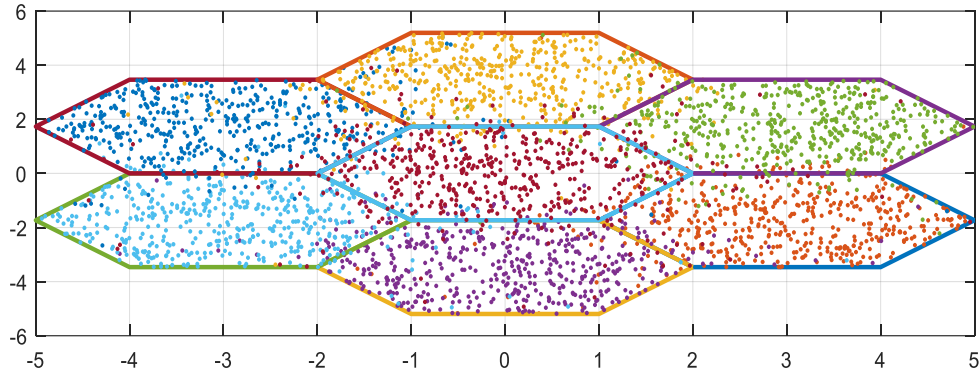
- 3- Como resultado de la actividad anterior, para cada usuario tendrá 7 valores de potencia recibida. Clasifique al usuario de acuerdo a la EB que le provea la mayor potencia.
- 4- Debido a los efectos de borde del sistema, sólo se considerarán como válidos los resultados de la celda 0. Guarde en una matriz los siguientes datos de cada usuario asociado a la EB 0: coordenadas, potencia recibida de cada EB. Seleccione a algunos de estos usuarios (aproximadamente 10) y en una tabla muestre los datos antes mencionados. ¿Qué concluye de estos resultados?

N	Coordenada x	Coordenada y	Potencia recibida de EB 0	Potencia recibida de EB 1	Potencia recibida de EB 2	Potencia recibida de EB 3	Potencia recibida de EB 4	Potencia recibida de EB 5	Potencia recibida de EB 6
1	-0.57506	-0.05787	-60.9154	-96.5992	-84.8871	-88.7175	-67.7768	-90.8557	-81.382
2	-0.75473	-1.56085	-67.0471	-89.1579	-96.7713	-79.1168	-82.5885	-84.4014	-100.792
3	1.521207	0.514958	-74.7922	-83.5491	-96.1035	-98.5279	-101.278	-100.853	-83.7606
4	0.372148	-1.18188	-71.4766	-74.343	-83.5984	-86.3174	-75.5166	-85.2674	-75.6759
5	0.15107	-0.92307	-67.9935	-83.603	-99.786	-90.2864	-81.8521	-98.3745	-79.2884
6	0.01118	-0.66859	-57.7288	-89.6426	-84.8742	-103.283	-89.3176	-72.981	-69.8789
7	-0.90159	0.814	-71.6503	-103.985	-72.6268	-72.6096	-86.5141	-94.0199	-90.3651
8	0.698575	1.510389	-59.4872	-91.6241	-81.4463	-82.424	-95.1161	-90.2341	-94.3429
9	1.725717	0.064159	-68.87	-75.3337	-92.126	-95.648	-92.0201	-90.8045	-89.6184
10	1.143648	0.510521	-77.7216	-93.0022	-82.6149	-90.1485	-90.8493	-96.603	-77.9116

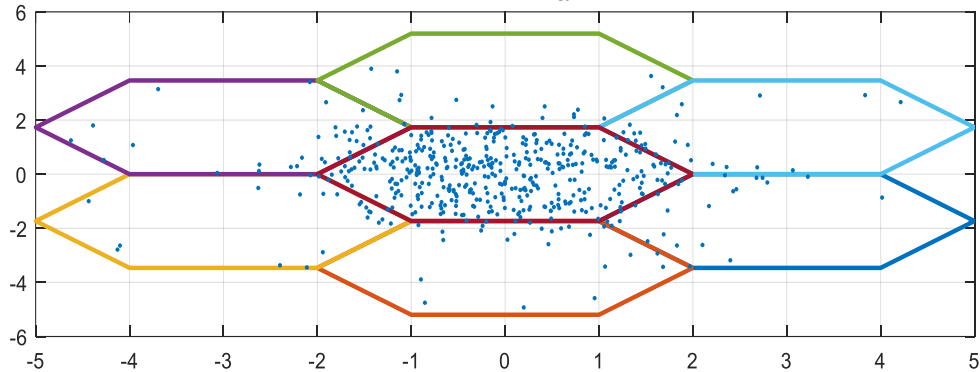
Se puede concluir que la mayoría de los usuarios si se encuentran dentro geoméricamente de la celda 0, pero aun así existen valores de potencia recibidas de otras estaciones base que son muy cercanas a la estación base 0, como lo es el caso del usuario 10.

- 5- Genera una figura en la que se ilustre, al menos, la celda 0 y las posiciones de los usuarios asociados a ella. Anote las observaciones al respecto.

Usuarios de cada estacion base considerando la potencia recibida por el modelo lognormal  
Considerando  $\alpha = 4$



Usuarios de la estacion base central considerando la potencia recibida por el modelo lognormal  
Considerando  $\alpha = 4$



- 6- ¿Qué parámetro del sistema puede variar para lograr que los usuarios asociados a la EB 0 tiendan a ser sólo los que geográficamente se encuentra en esa celda? Varíe dicho parámetros y reporte resultados (actividades 4 y 5) por diferentes valores numéricos del mismo.

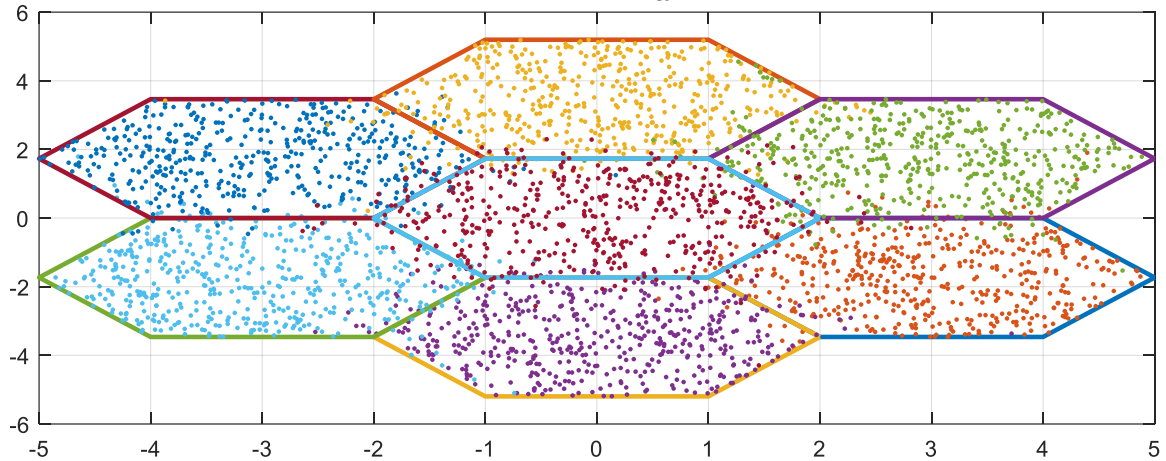
El parámetro que acerca los resultados de la potencia a los resultados considerando únicamente pérdidas por distancia es el parámetro *alpha*.

**Alpha =6**

N	Coordenada x	Coordenada y	Potencia recibida de EB 0	Potencia recibida de EB 1	Potencia recibida de EB 2	Potencia recibida de EB 3	Potencia recibida de EB 4	Potencia recibida de EB 5	Potencia recibida de EB 6
1	-0.131	0.784	-117.046	-170.494	-150.769	-142.393	-175.743	-164.612	-156.039
2	-0.208	-0.963	-129.279	-166.604	-166.140	-157.271	-146.870	-144.587	-152.201
3	-0.019	-1.243	-116.598	-167.428	-167.636	-164.406	-154.394	-149.575	-158.963
4	-0.571	0.238	-121.356	-156.962	-147.267	-148.432	-161.281	-159.010	-158.716
5	-0.426	-1.085	-127.336	-164.348	-156.796	-169.571	-140.467	-146.567	-163.452
6	1.740	0.359	-126.155	-146.544	-167.165	-166.128	-159.308	-173.283	-157.865
7	0.136	-0.641	-122.108	-166.347	-165.730	-171.752	-153.728	-139.035	-153.592
8	-1.165	-0.399	-126.644	-159.704	-159.198	-162.889	-143.842	-159.291	-157.260
9	0.534	0.229	-102.082	-166.954	-159.192	-158.094	-173.736	-162.466	-149.694
10	1.068	-0.545	-129.066	-155.048	-161.334	-179.077	-168.803	-153.097	-145.687

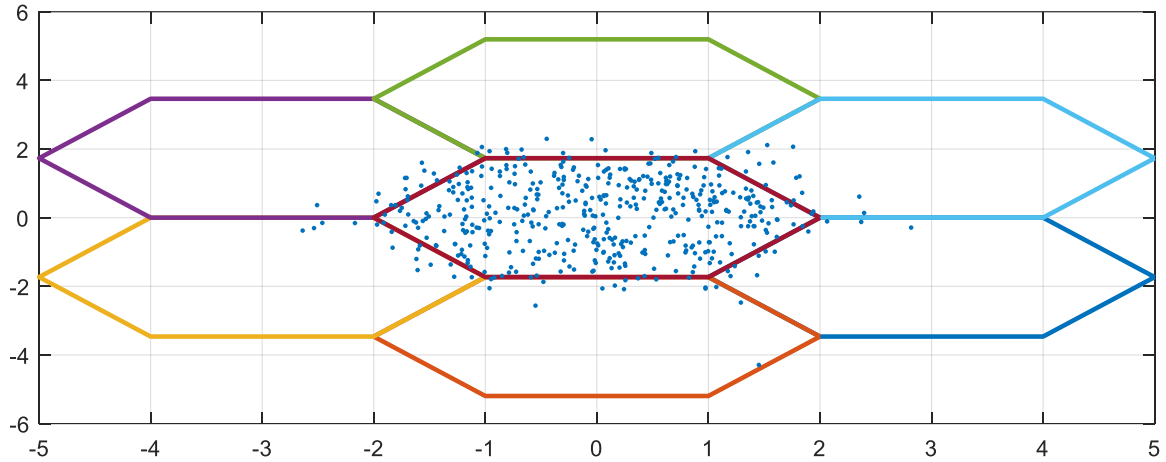
### Usuarios de cada estacion base considerando la potencia recibida por el modelo lognormal

Considerando  $\alpha = 6$



### Usuarios de la estacion base central considerando la potencia recibida por el modelo lognormal

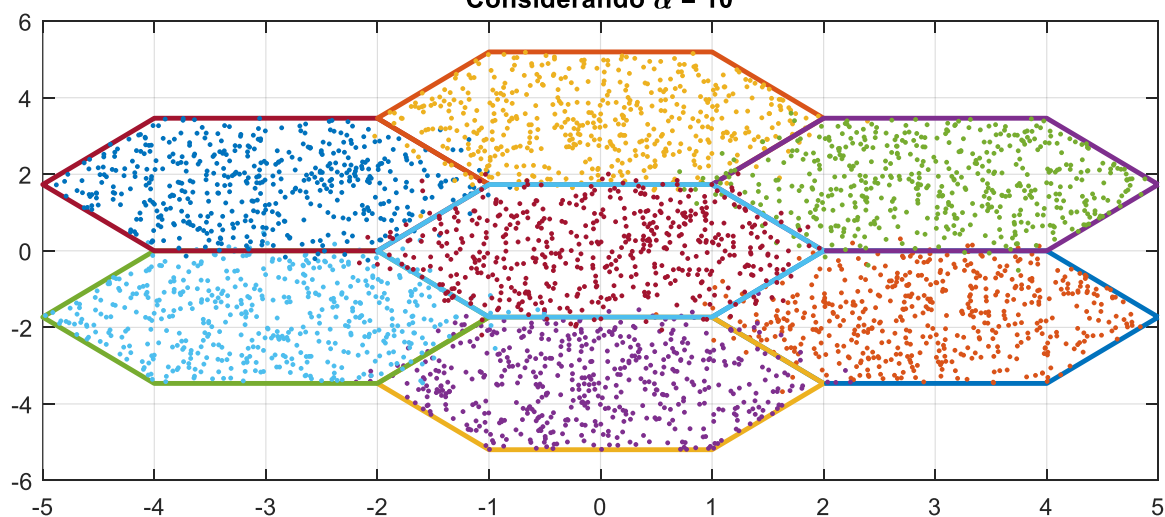
Considerando  $\alpha = 6$



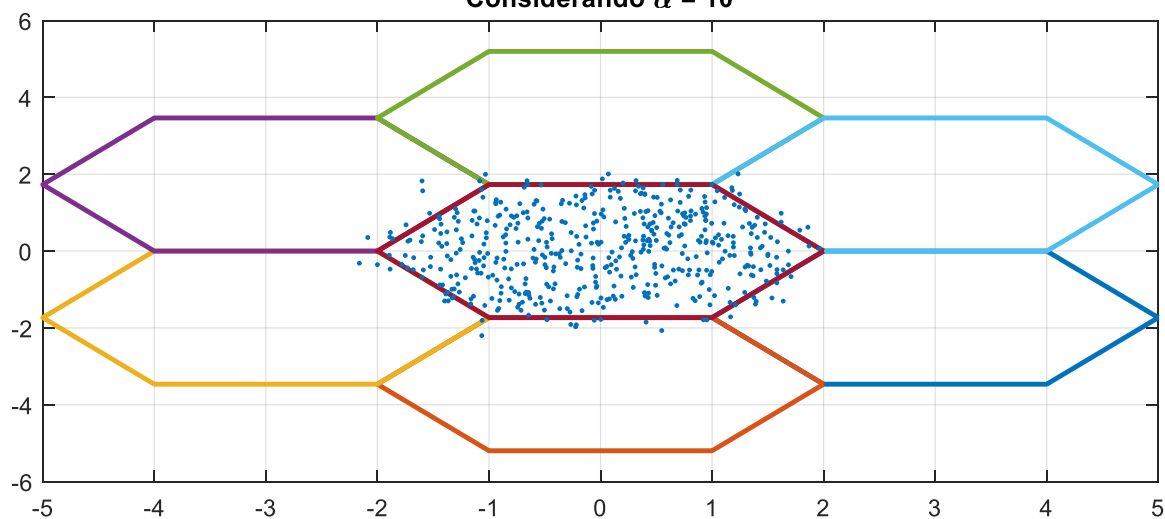
**Alpha =10**

N	Coordenad a x	Coordenada y	Potencia recibida de EB 0	Potencia recibida de EB 1	Potencia recibida de EB 2	Potencia recibida de EB 3	Potencia recibida de EB 4	Potencia recibida de EB 5	Potencia recibida de EB 6
1	0.600	-0.670	-252.725	-303.234	-312.772	-311.233	-299.412	-303.259	-273.108
2	-1.157	-0.453	-256.228	-315.665	-314.621	-288.834	-274.354	-284.423	-306.704
3	-0.498	-0.162	-207.729	-307.585	-309.675	-288.123	-293.308	-291.044	-313.160
4	1.370	-0.407	-260.435	-291.248	-308.623	-316.741	-313.814	-301.034	-271.232
5	1.437	-0.485	-262.670	-282.542	-311.281	-306.805	-319.284	-300.098	-279.436
6	0.911	-0.808	-244.316	-299.858	-300.633	-306.579	-311.308	-295.084	-288.671
7	1.406	0.355	-274.858	-281.008	-289.394	-316.363	-312.118	-323.188	-286.035
8	-1.054	1.400	-266.041	-316.906	-275.782	-286.036	-303.280	-313.452	-321.617
9	0.341	1.688	-262.953	-296.913	-273.261	-299.224	-307.656	-310.592	-310.671

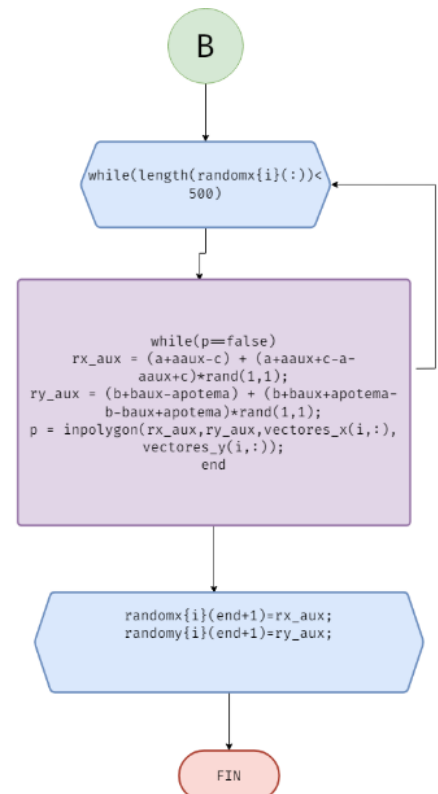
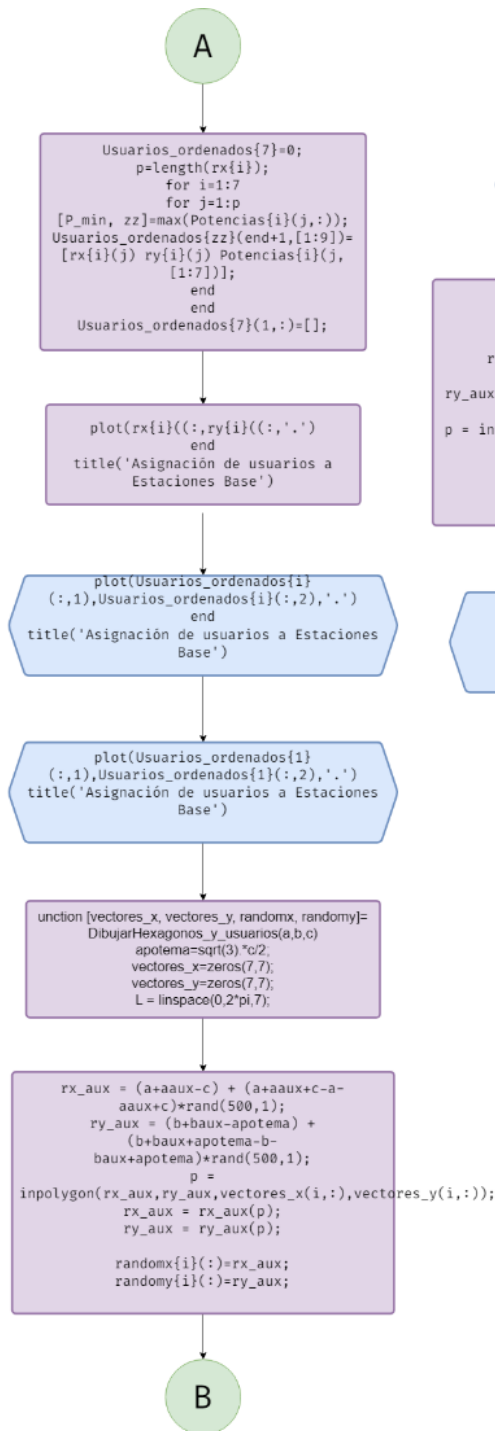
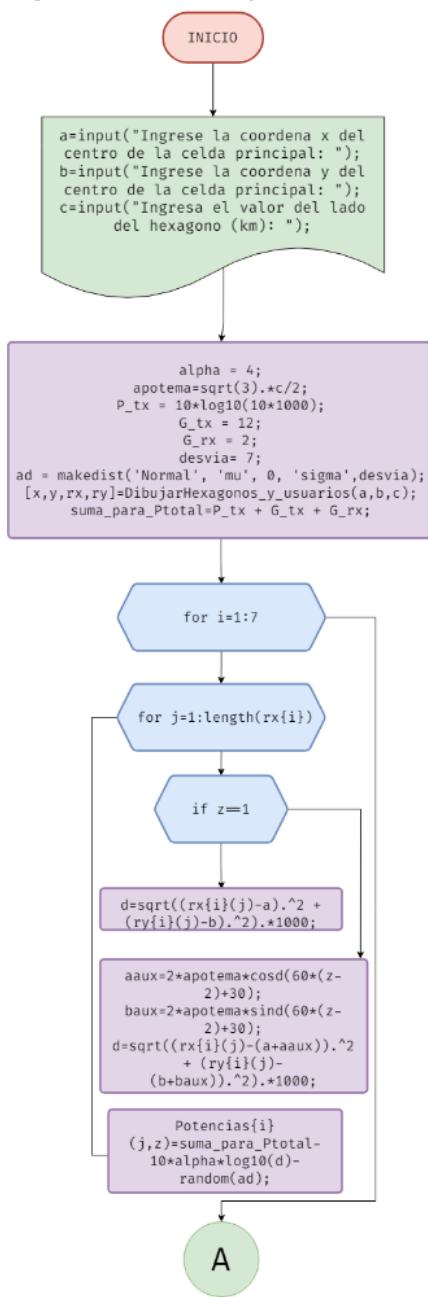
**Usuarios de cada estacion base considerando la potencia recibida por el modelo lognormal**  
**Considerando  $\alpha = 10$**



**Usuarios de la estacion base central considerando la potencia recibida por el modelo lognormal**  
**Considerando  $\alpha = 10$**



## Diagrama de Flujo:



## Código

```
clc
clear all
close all

a=input("Ingrese la coordena x del centro de la celda principal: ");
b=input("Ingrese la coordena y del centro de la celda principal: ");
c=input("Ingresa el valor del lado del hexagono (km): ");

alpha = 4;
apotema=sqrt(3).*c/2;
P_tx = 10*log10(10*1000);
G_tx = 12;
G_rx = 2;
desvia= 7;
ad = makedist('Normal', 'mu', 0, 'sigma',desvia);
[x,y,rx,ry]=DibujarHexagonos_y_usuarios(a,b,c);
suma_para_Ptotal=P_tx + G_tx + G_rx;

for i=1:7
    for j=1:length(rx{i})
        for z=1:7
            if z==1
d=sqrt((rx{i}(j)-a).^2 + (ry{i}(j)-b).^2).*1000;
                else
aaux=2*apotema*cosd(60*(z-2)+30);
baux=2*apotema*sind(60*(z-2)+30);
d=sqrt((rx{i}(j)-(a+aaux)).^2 + (ry{i}(j)-(b+baux)).^2).*1000;
                end
Potencias{i}(j,z)=suma_para_Ptotal-10*alpha*log10(d)-random(ad);
            end
        end
    end
    Usuarios_ordenados{7}=0;
    p=length(rx{i});
    for i=1:7
        for j=1:p
            [P_min, zz]=max(Potencias{i}(j,:));
            Usuarios_ordenados{zz}(end+1,[1:9])=[rx{i}(j) ry{i}(j) Potencias{i}(j, [1:7])];
        end
    end
    Usuarios_ordenados{7}(1,:)=[];
    for i=7:-1:1
        plot(x(i,:),y(i,:), 'LineWidth',2)
        grid on
        hold on
        plot(rx{i}(:),ry{i}(:),'.')
    end
    title('Asignación de usuarios a Estaciones Base')

subplot(2,1,1)
for i=7:-1:1
    plot(x(i,:),y(i,:), 'LineWidth',2)
    grid on
    hold on
```



```

plot(Usuarios_ordenados{i}(:,1),Usuarios_ordenados{i}(:,2),'.')
end
title('Asignación de usuarios a Estaciones Base')

subplot(2,1,2)
for i=7:-1:1
plot(x(i,:),y(i,:), 'LineWidth',2)
grid on
hold on
end
plot(Usuarios_ordenados{1}(:,1),Usuarios_ordenados{1}(:,2),'.')
title('Asignación de usuarios a Estaciones Base')

function [vectores_x, vectores_y, randomx, randomy]= DibujarHexagonos_y_usuarios(a,b,c)
apotema=sqrt(3).*c/2;
vectores_x=zeros(7,7);
vectores_y=zeros(7,7);
L = linspace(0,2*pi,7);

for i=1:7
    if i==1
    aaux=0;
    baux=0;
    else
    aaux=2*apotema*cosd(60*(i-2)+30);
    baux=2*apotema*sind(60*(i-2)+30);
    end
    vectores_x(i,:) = a+aaux+c*cos(L);
    vectores_y(i,:) = b+baux+c*sin(L);

    rx_aux = (a+aaux-c) + (a+aaux+c-a-aaux+c)*rand(500,1);
    ry_aux = (b+baux-apotema) + (b+baux+apotema-b-baux+apotema)*rand(500,1);
    p = inpolygon(rx_aux,ry_aux,vectores_x(i,:),vectores_y(i,:));
    rx_aux = rx_aux(p);
    ry_aux = ry_aux(p);
    randomx{i}(:)=rx_aux;
    randomy{i}(:)=ry_aux;
    while(length(randomx{i}(:))< 500)
    p=false;
    while(p==false)
    rx_aux = (a+aaux-c) + (a+aaux+c-a-aaux+c)*rand(1,1);
    ry_aux = (b+baux-apotema) + (b+baux+apotema-b-baux+apotema)*rand(1,1);
    p = inpolygon(rx_aux,ry_aux,vectores_x(i,:),vectores_y(i,:));
    end

    randomx{i}(end+1)=rx_aux;
    randomy{i}(end+1)=ry_aux;
end
end
end
end

```