**--Caso 3**

En este tercer caso de estudio, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

* Sensores con posiciones aleatorias fijas.
* Dos dimensiones, plano XY.
* Carga de batería aleatoria para todos los sensores.
* Antenas isotrópicas. Antenas dipolo.
* *φ* = 0º, *φ* = 45º. *θ* = 45º.
* Cantidad de sensores: 2, 5, 10, 20, 50.

Este caso difiere con el caso 1 en la distinta carga de batería de los sensores. En este caso, la carga de la batería de cada nodo se decidirá aleatoriamente (variable aleatoria uniforme) en el intervalo [0.2, 1], con media igual a 0.6. Este escenario es mucho más realista que el del caso 1, pues es muy difícil garantizar en un caso real que la batería de todos los sensores esté cargada al máximo y que ese máximo sea el mismo para todas las baterías. De este modo, en este caso se quiere hacer un estudio de la eficiencia cuando las baterías tienen cargas distintas.

Veamos algunos de los diagramas de radiación que se obtienen para 2, 5 y 20 sensores y comprobemos si se aprecian diferencias notables con respecto a los anteriores casos

 

Fig. . Caso 3, 2 sensores, antenas isotrópicas. *ϕ* = 0º, *θ* = (º) Fig. XXX1. Caso 3, 2 sensores, antenas dipolo. *ϕ* = 0º, *θ* = (º)

 

Fig. . Caso 3, 5 sensores, antenas isotrópicas. *ϕ* = 0º, *θ* = (º) Fig. XXX1. Caso 3, 5 sensores, antenas dipolo. *ϕ* = 0º, *θ* = (º)

 

Fig. . Caso 3, 20 sensores, antenas isotrópicas. *ϕ* = 0º, *θ* = (º) Fig. XXX1. Caso 3, 20 sensores, antenas dipolo. *ϕ* = 0º, *θ* = (º)

Comparando estos diagramas de radiación obtenidos en el caso de estudio 1 (sensores con carga al máximo en 2D), es decir, las figuras XXX0 yXXX1 para el caso de 2 sensores, las figuras XXX6 y XXX7 para el caso de 5 sensores y las figuras XXX20 y XXX21 para el caso de 20 sensores, podemos ver que son bastante parecidos. Para el caso en que se tienen dos sensores y antenas isotrópicas, los diagramas son iguales; del mismo modo ocurre con antenas dipolo. Para el caso en que se tienen 5 sensores y antenas isotrópicas, ha aparecido en este caso un lóbulo para theta = 90º, pero los demás lóbulos principales son muy parecidos; con antenas dipolo, los diagramas son prácticamente iguales. Para 20 sensores, ambos diagramas son muy similares.

Sin embargo, si comparamos los diagramas con los del caso de estudio 2 (sensores con carga al máximo en 3D), es decir, figuras XXX100-XXX105 para 2, 5 y 20 sensores, los diagramas de radiación son muy distintos. En aquel caso, vimos que también eran muy distintos a los diagramas del caso 1 y se concluyó que la causa principal era que los sensores no estaban tan idealmente distribuidos en el espacio, pues pasaban de estar situados en un plano a estar situados en un volumen. Este argumento parece ganar peso a la vista de los resultados de este caso de estudio. Dado que vuelven a estar en 2D y los diagramas son parecidos a los del caso 1 y muy distinto a los del caso 2, que están en 3D, podemos concluir que la posición relativa entre sensores puede llegar a influir mucho en su diagrama de radiación, pues pasar de dos a tres dimensiones hace que aparezcan numerosos lóbulos.

A pesar de todo, vemos que el diagrama de radiación presenta lóbulos principales en la dirección deseada, de modo que el beamforming está actuando adecuadamente.

**--Clusters 1**

Del mismo modo que en apartados anteriores, se representarán las gráficas que muestran los resultados de eficiencia para distintas cantidades de sensores, antenas y ángulo en los que se desea radiar. La primera de estas gráficas mostrará los resultados para el caso en que los sensores se agrupen en 1 cluster.



Analizando las distintas gráficas, vemos que resulta indistinto el ángulo en que se desee radiar o el tipo de antena usada, pues se obtienen los mismos valores medios en todos los casos.