

Optimización de la eficiencia de una antena de transmisión de datos

Autor: *Valentin Mari*⁽¹⁾

Docentes Asesores: *Diego M. Ferreyra*⁽²⁾, *Gastón Peretti*⁽³⁾

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco.

^{(1), (2)} Grupo GISEner, ⁽³⁾ Grupo GIDE.

Avenida de la Universidad 501 (2400) San Francisco. Provincia de Córdoba. Argentina.

Tel. ++54 (03564) 421147/435402. <http://www.sanfrancisco.utn.edu.ar/>

⁽¹⁾valemari22@gmail.com

⁽²⁾dferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar, ⁽³⁾gastonperetti@gmail.com

Resumen

En el afán de mejorar la eficiencia de transmisión de datos, la tendencia cada mayor a reducir las pérdidas de potencia y la necesidad de optimizar el uso de los recursos eléctricos, surgió este proyecto.

La finalidad de esta investigación es diseñar una antena que pueda transmitir señales minimizando las pérdidas de dispersión de la radiación. En general, en este estudio lo que se busca es mejorar el rendimiento de un sistema de antenas "punto a punto". No solo para antenas de plato sino también para antenas de tipo semicilíndricas.

Además del principal objetivo de aumentar la eficiencia de una antena de transmisión de datos, se destaca una segunda aplicación interesante, la lumínica. Dado que de esta aplicación depende mucho la direccionalidad de la radiación, el formato de la antena podría utilizarse para focalizar la luz de manera más eficiente. Una aplicación interesante podría ser colocar en el foco de la disposición aquí propuesta, un paquete de fibras ópticas que guíen la luz solar hacia espacios o recintos sin acceso a la luz natural.

Para realizar esta investigación, se recopiló información de diferentes fuentes de modelos disponibles. De acuerdo con estos datos se propusieron 3 diseños de esos modelos, los cuales se analizaron en torno a su eficiencia. Hecho esto, se eligió la más eficiente y luego de esto se intentó mejorar el sistema basándose en cálculos geométricos.

Introducción

En la actualidad debido a diversos factores, el ahorro energético se ha vuelto un tema central de interés general y esto ha dado lugar a la revisión de todos los sistemas para intentar optimizar el uso de la energía. Hoy en día las antenas punto a punto son uno de los métodos más utilizados para la transmisión de datos y por ello aumentar su eficiencia traería un beneficio importante no solo para el propietario de estas antenas sino también para la población general ya que mejorar estos sistemas implica reducir la dispersión de radiación electromagnética y esto reduciría la cantidad de este agente contaminante en el ambiente.

Para este trabajo se tomaron algunos de los tipos de antenas transmisoras de datos punto a punto más utilizadas. Ellas son los sistemas Cassegrain, Gregorian y axial o de alimentación delantera⁽¹⁾.

Luego de esto se notó que la antena de tipo Cassegrain es la de mayor eficiencia (en torno al 60%)⁽²⁾. Las principales pérdidas de energía de esta antena están dadas por el efecto *spillover*

causado por el desbordamiento de la radiación sobre la parábola y el efecto bloqueo que es causado por la “sombra” del alimentador o bocina sobre la parábola ^{[3], [4]}.

Se tomará entonces esta antena y se intentará evitar este fenómeno.

Los siguientes estudios realizados fueron analizados de forma enteramente geométrica ^[5], por lo que en la transmisión de datos los resultados pueden variar ligeramente ya que hay factores que no se tienen en cuenta. Por otra parte, en lo que respecta a las aplicaciones lumínicas, los estudios geométricos arrojan un resultado bastante preciso de lo que ocurre en la realidad.

Desarrollo

Una vez definido el sistema a utilizar y luego de reconocer los problemas presentes en este, se prosiguió a determinar la causa del problema.

Lo que se encontró fue que la llamada bocina (Imagen 1), dado a sus aspectos constructivos de la antena, tenía una apertura muy amplia por lo que a tamaños pequeños de antenas desbordaba la radiación por sobre el límite de la parábola secundaria. También se da en algunos casos que la parábola secundaria irradia por sobre la parábola principal y esto da aún más pérdidas.

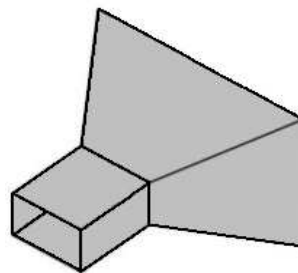


Figura 1. Esquema de una Bocina Piramidal

Sabiendo esto se analizaron diferentes maneras de evitar este problema.

Lo primero fue intentar sustituir a la bocina por un sistema de dipolo y un conjunto de parábolas colocadas en “L” (Imagen 1). Esto en principio evitaría por completo el efecto *spillover* aunque luego de hacer los cálculos pertinentes y analizarlo de forma geométrica se pudo observar que esta disposición solo tiene la direccionalidad correcta cuando pasa por el centro de las dos parábolas (Verde) pero pierde direccionalidad en los ángulos distintos a este (Rojo), lo que es contraproducente con el objetivo de mejorar la eficiencia.

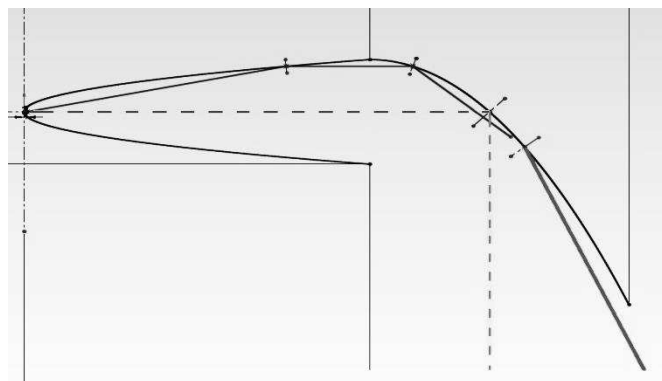


Figura 2. Propuesta N° 1

La segunda propuesta fue un sistema de parábolas en donde la principal engloba a la secundaria y a su vez un dipolo ubicado en el foco de ambas parábolas es el encargado de generar la onda electromagnética (Imagen 2). Este sistema también es capaz de evitar el fenómeno *spillover* pero tiene un gran problema. Los rayos que salen del dipolo y se reflejan en la parábola secundaria son enviados hacia la antena primaria y estos se reflejan y vuelven directamente al dipolo. Esto no solo es contraproducente porque los rayos no son enviados, sino también, al reflejarse sobre el mismo dipolo pierde mucha energía en forma de calor.

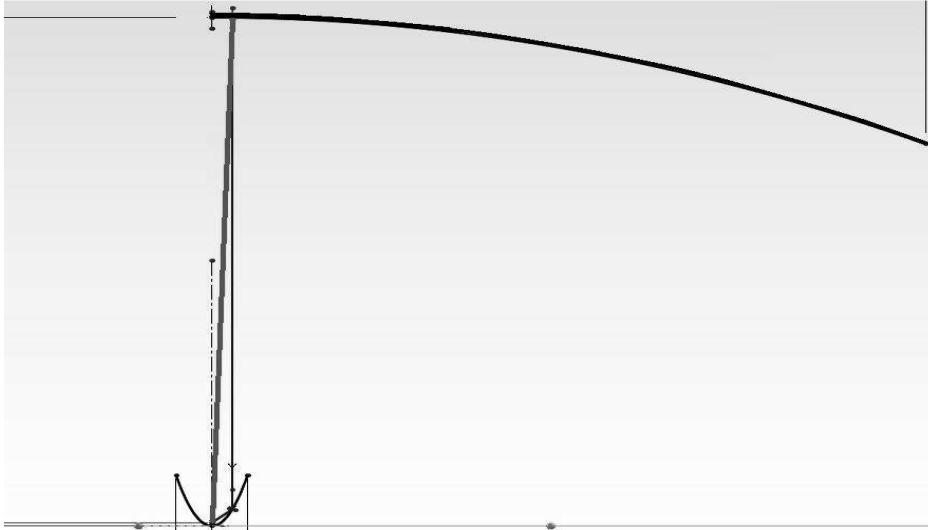


Figura 3. Propuesta N° 2

La siguiente disposición estudiada fue una modificación de la anterior en donde la parábola secundaria está en el mismo foco que la primaria pero con la diferencia de que esta tiene una parábola en su centro diseñada para evitar que se refleje la onda electromagnética nuevamente sobre el dipolo y haciendo que los rayos salgan hacia el frente de la parábola dirigidos en ese sentido por la parábola primaria (Imagen 3). Esta si bien presenta una mejora considerable a la anterior, todavía su direccionalidad no es la óptima y esto afecta directamente la eficiencia de la misma.

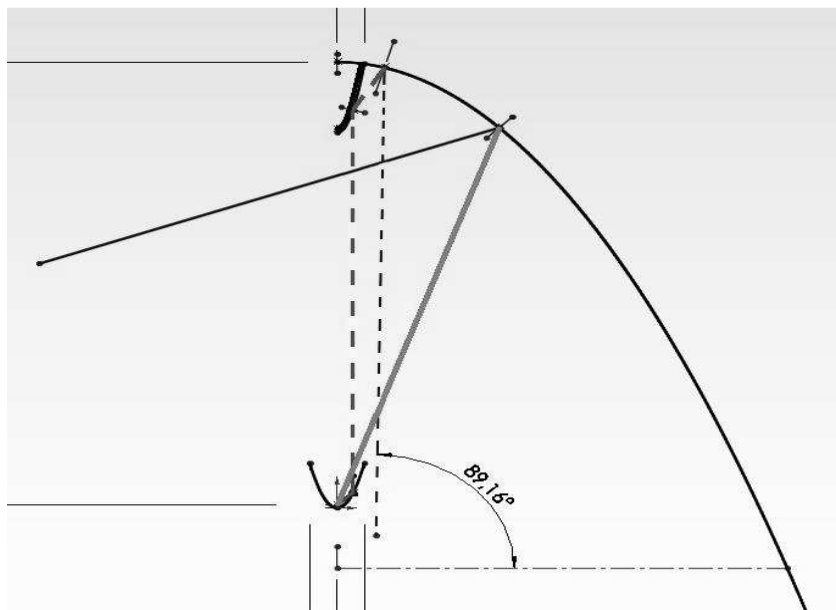


Figura 4. Propuesta N° 3

Por último se propuso el siguiente sistema (Imagen 4). En este, la fuente de generación de onda electromagnética es nuevamente un dipolo el cual irradia (Violeta) hacia la parábola principal (1) y esta envía los rayos hacia adelante (Azul). Por consiguiente, los rayos (Verde y Rojo) reflejados por la parábola secundaria (2), son enviados hacia una parábola auxiliar (AUX) la cual envía los rayos hacia otra parábola (3) que se encarga de re direccionarlos directamente hacia adelante (Azul). Esto supone un mejoramiento de la direccionalidad y evita por completo el efecto *spillover* y aunque su direccionalidad no sea del 100% es bastante superior a las de los sistemas tradicionales.

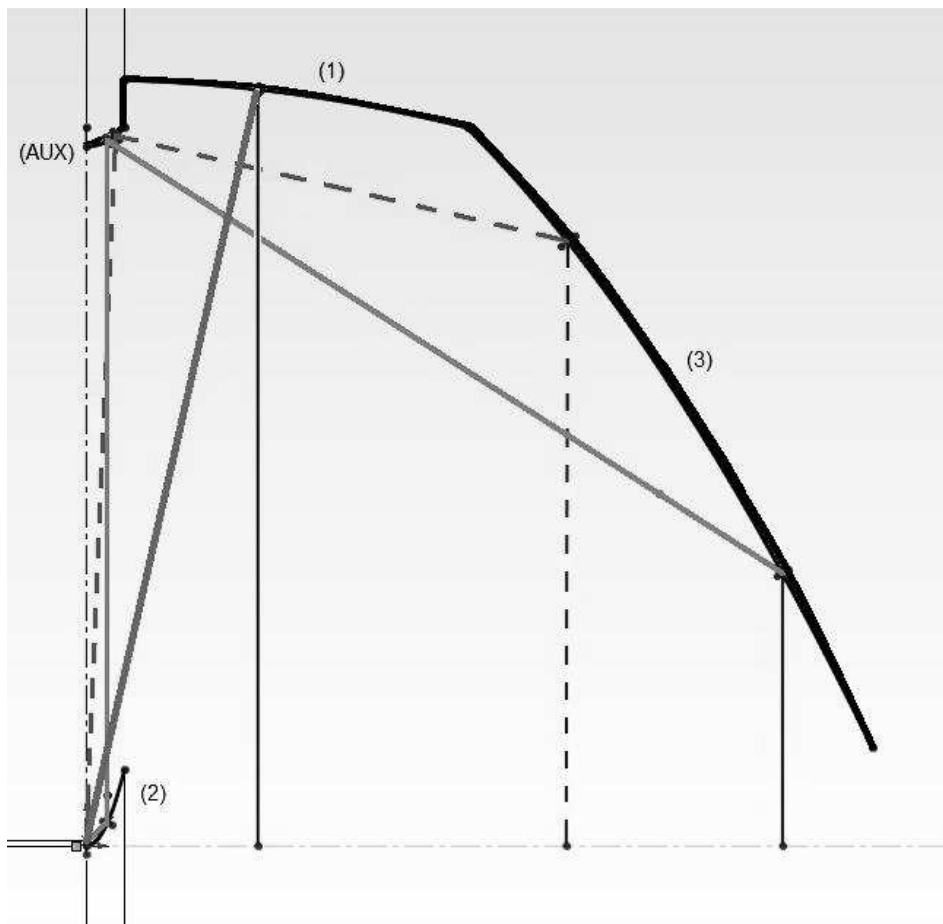


Figura 5. Propuesta N° 4

Resultados:

Analizando los diferentes sistemas propuestos anteriormente, es evidente que el mejor sistema es el último (figura 4), de cuatro parábolas. Este, no tiene una direccionalidad del 100% aunque es muy próxima. Esta desviación puede ser disminuida progresivamente al alejar la parábola 2 de la auxiliar ya que, la desviación aparente de este sistema lo proporciona solamente la incidencia directa de los rayos sobre la parábola auxiliar. Por consiguiente, mientras menor sea el ángulo de incidencia sobre esta parábola, mayor será su rendimiento.

Conclusión:

Este método tiene un gran potencial debido a que, si bien pierde eficiencia de acuerdo a su construcción, tiene un rendimiento ampliamente superior a otros sistemas y además posee una amplia gama de aplicaciones tales como las ya mencionadas anteriormente, transmisión de datos y luminancia.

Debido a que el sistema está calculado solamente en términos geométricos, es un tanto difícil poder vislumbrar si este sistema funcionará en la realidad ya que existen otros factores que en esta investigación no se tuvieron en cuenta como por ejemplo, la interferencia. Sin embargo, sería aplicable a sistemas de luminancia debido a que en estos casos los cálculos geométricos son suficientes para predecir con bastante exactitud el comportamiento de estos.

Referencias:

- [1] Welch, W.J. (1976). "Types of Astronomical Antennas". *Methods of experimental physics: Astrophysics. Radio telescopes, Volume 12*. US: Academic Press. pp. 7–15.
- [2] Math H. J. Bollen, Fainan Hassan. *Integration of Distributed Generation in the Power System*. Pag. 95, Pag. 102.
- [3] Yu, M, Yang, H, Jiang, P, Zhang, Y, Chen, L, & Mao, S 2016, 'On-axial defocused characteristic analysis for Cassegrain antenna in optical communication', *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*, 127, pp. 1734-1737, Science Direct, EBSCOhost, viewed 16 May 2018.
- [4] Padman, R, Murphy, J, & Hills, R 1987, 'Gaussian mode analysis of Cassegrain antenna efficiency', *IEEE Transactions on Antennas & Propagation*, 35, 10, p. 1093, Complementary Index, EBSCOhost, viewed 16 May 2018.
- [5] Roland E. Larson, Robert P. Hostetler, Bruce H. Edwards. *Cálculo y Geometría Analítica. Volumen 2. Quinta edición*. Cap. 11, Pág. 755-781.