

Diseño y verificación de una antena de polarización circular de banda ancha de tamaño compacto

Tempone Nicolás

Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires

10 de agosto de 2010

Tutor: Valentino Trainotti



Tareas

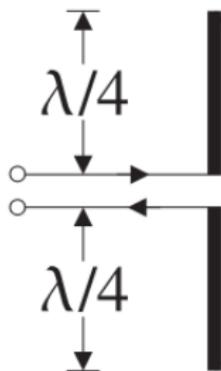
- ▶ Estudio
- ▶ Diseño
- ▶ Optimización
- ▶ Mediciones y corroboración

Introducción

Descripción de la geometría en términos de la longitud de onda

Se considera un dipolo de media onda ($L = \lambda/2$). Cambiar L equivale a cambiar la frecuencia de trabajo.

Esta antena produce ondas de polarización lineal y opera en banda angosta (prácticamente a una sola frecuencia).



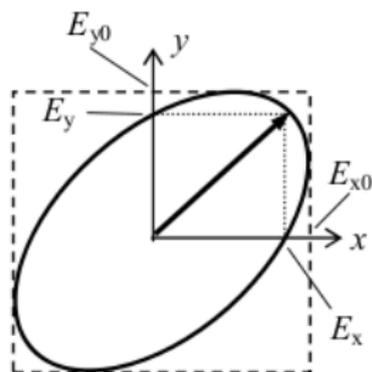
Polarización

Definición

La polarización de la onda radiada depende de la ubicación del vector campo eléctrico en el espacio en función del tiempo. Si define una elipse es polarización elíptica, cuyos casos particulares son: polarización lineal y polarización circular.

Polarización

Relación axial



$$RA = \frac{E_{MAX}}{E_{min}}$$

Diseño de una antena de banda ancha y polarización circular

Antenas independientes de la frecuencia

Principio de Rumsey

La impedancia y las propiedades del diagrama de radiación de una antena son independientes de la frecuencia si la forma de la antena puede ser especificada sólo en términos de sus ángulos. Sólo puede aplicarse a estructuras infinitas.

Ejemplo

Espiral equiangular

$$r(\theta) = b a^\theta$$

$$r(\theta + C) = b a^{\theta+C} = b a^\theta a^C = K r(\theta)$$

Antenas independientes de la frecuencia

Principio de Rumsey

La impedancia y las propiedades del diagrama de radiación de una antena son independientes de la frecuencia si la forma de la antena puede ser especificada sólo en términos de sus ángulos. Sólo puede aplicarse a estructuras infinitas.

Ejemplo

Espiral equiangular

$$r(\theta) = b a^\theta$$

$$r(\theta + C) = b a^{\theta+C} = b a^\theta a^C = K r(\theta)$$

Antenas independientes de la frecuencia

Principio de Rumsey

La impedancia y las propiedades del diagrama de radiación de una antena son independientes de la frecuencia si la forma de la antena puede ser especificada sólo en términos de sus ángulos. Sólo puede aplicarse a estructuras infinitas.

Ejemplo

Espiral equiangular

$$r(\theta) = b a^{\theta}$$

$$r(\theta + C) = b a^{\theta+C} = b a^{\theta} a^C = K r(\theta)$$

Antenas independientes de la frecuencia

Principio de Rumsey

La impedancia y las propiedades del diagrama de radiación de una antena son independientes de la frecuencia si la forma de la antena puede ser especificada sólo en términos de sus ángulos. Sólo puede aplicarse a estructuras infinitas.

Ejemplo

Espiral equiangular

$$r(\theta) = b a^\theta$$

$$r(\theta + C) = b a^{\theta+C} = b a^\theta a^C = K r(\theta)$$

Antenas independientes de la frecuencia

Principio de Rumsey

La impedancia y las propiedades del diagrama de radiación de una antena son independientes de la frecuencia si la forma de la antena puede ser especificada sólo en términos de sus ángulos. Sólo puede aplicarse a estructuras infinitas.

Ejemplo

Espiral equiangular

$$r(\theta) = b a^\theta$$

$$r(\theta + C) = b a^{\theta+C} = b a^\theta a^C = K r(\theta)$$

Antenas independientes de la frecuencia

Principio de Rumsey

La impedancia y las propiedades del diagrama de radiación de una antena son independientes de la frecuencia si la forma de la antena puede ser especificada sólo en términos de sus ángulos. Sólo puede aplicarse a estructuras infinitas.

Ejemplo

Espiral equiangular

$$r(\theta) = b a^\theta$$

$$r(\theta + C) = b a^{\theta+C} = b a^\theta a^C = K r(\theta)$$



Antenas independientes de la frecuencia

Principio de Rumsey

La impedancia y las propiedades del diagrama de radiación de una antena son independientes de la frecuencia si la forma de la antena puede ser especificada sólo en términos de sus ángulos. Sólo puede aplicarse a estructuras infinitas.

Ejemplo

Espiral equiangular

$$r(\theta) = b a^\theta$$

$$r(\theta + C) = b a^{\theta+C} = b a^\theta a^C = K r(\theta)$$

Antenas independientes de la frecuencia

Principio de Rumsey

La impedancia y las propiedades del diagrama de radiación de una antena son independientes de la frecuencia si la forma de la antena puede ser especificada sólo en términos de sus ángulos. Sólo puede aplicarse a estructuras infinitas.

Ejemplo

Espiral equiangular

$$r(\theta) = b a^\theta$$

$$r(\theta + C) = b a^{\theta+C} = b a^\theta a^C = K r(\theta)$$

Principio de Babinet (extensión de Booker)

Estructuras complementarias

$$Z_1 Z_2 = \frac{\eta^2}{4}$$

Estructuras auto-complementarias

$$Z = \frac{\eta}{2} \approx 188,35 \Omega$$



Principio de Babinet (extensión de Booker)

Estructuras complementarias

$$Z_1 Z_2 = \frac{\eta^2}{4}$$

Estructuras auto-complementarias

$$Z = \frac{\eta}{2} \approx 188,35 \Omega$$



Principio de Babinet (extensión de Booker)

Estructuras complementarias

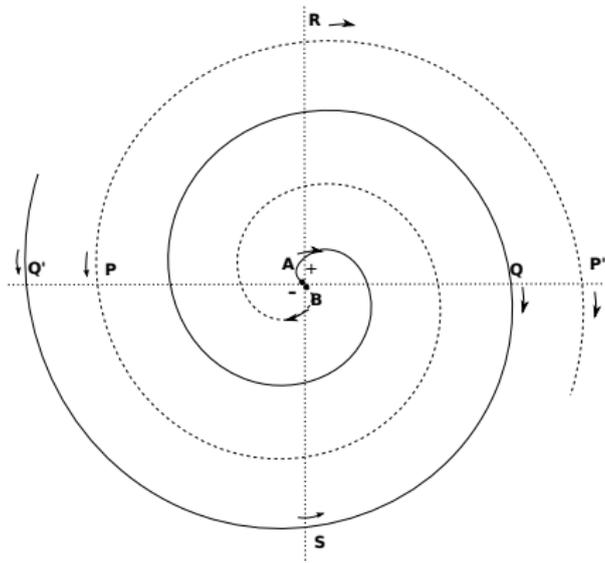
$$Z_1 Z_2 = \frac{\eta^2}{4}$$

Estructuras auto-complementarias

$$Z = \frac{\eta}{2} \approx 188,35 \Omega$$

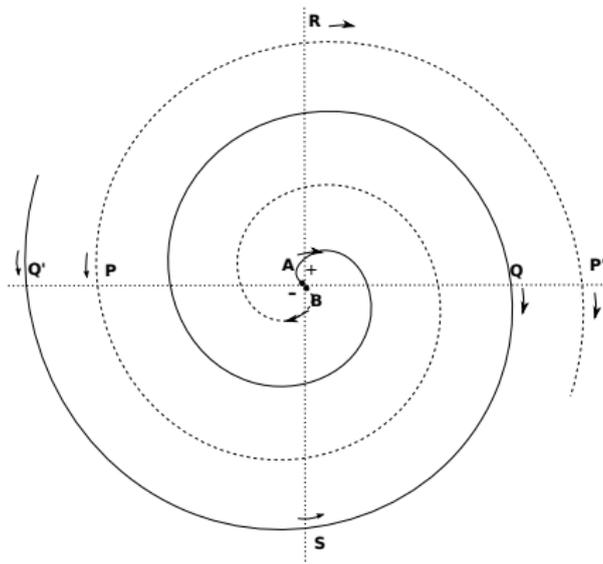


Teoría de operación



$$D = \frac{\lambda}{\pi}$$

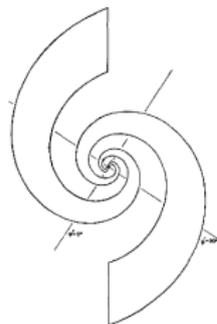
Teoría de operación



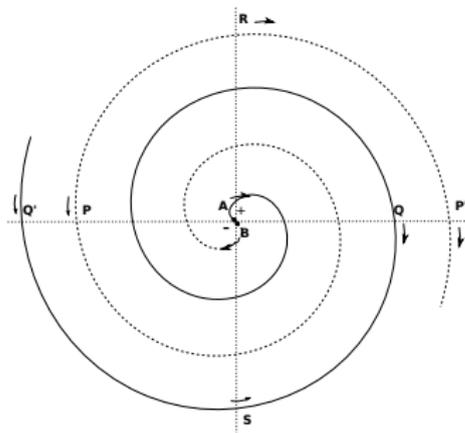
$$D = \frac{\lambda}{\pi}$$

Tipos de espirales

- ▶ Equiangular (Dyson): $r(\theta) = ba^\theta$



- ▶ Arquímedes (Kaiser): $r(\theta) = a\theta + b$



Relajación de los criterios de independencia en frecuencia

- ▶ No es necesario que la antena quede definida sólo por sus ángulos.
- ▶ No es necesario que la antena sea autocomplementaria.

La espiral de Arquímedes presenta un excelente desempeño en grandes anchos de banda.

Relajación de los criterios de independencia en frecuencia

- ▶ No es necesario que la antena quede definida sólo por sus ángulos.
- ▶ No es necesario que la antena sea autocomplementaria.

La espiral de Arquímedes presenta un excelente desempeño en grandes anchos de banda.

Relajación de los criterios de independencia en frecuencia

- ▶ No es necesario que la antena quede definida sólo por sus ángulos.
- ▶ No es necesario que la antena sea autocomplementaria.

La espiral de Arquímedes presenta un excelente desempeño en grandes anchos de banda.

Objetivos de optimización - especificaciones

- ▶ **Unidireccionalidad**
- ▶ Ganancia
- ▶ Polarización: Relación axial
- ▶ Impedancia de entrada
- ▶ Tamaño y perfil

Objetivos de optimización - especificaciones

- ▶ Unidireccionalidad
- ▶ Ganancia
- ▶ Polarización: Relación axial
- ▶ Impedancia de entrada
- ▶ Tamaño y perfil

Objetivos de optimización - especificaciones

- ▶ Unidireccionalidad
- ▶ Ganancia
- ▶ Polarización: Relación axial
- ▶ Impedancia de entrada
- ▶ Tamaño y perfil

Objetivos de optimización - especificaciones

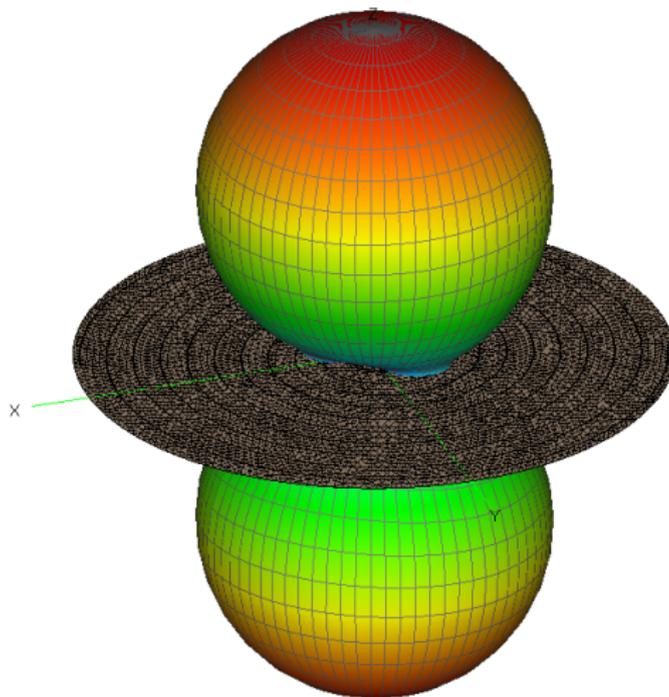
- ▶ Unidireccionalidad
- ▶ Ganancia
- ▶ Polarización: Relación axial
- ▶ Impedancia de entrada
- ▶ Tamaño y perfil

Objetivos de optimización - especificaciones

- ▶ Unidireccionalidad
- ▶ Ganancia
- ▶ Polarización: Relación axial
- ▶ Impedancia de entrada
- ▶ Tamaño y perfil

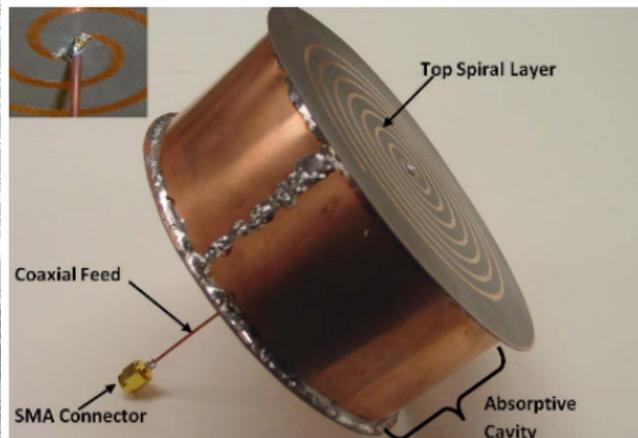
Objetivos de optimización - especificaciones

Unidireccionalidad



Objetivos de optimización - especificaciones

Unidireccionalidad



Objetivos de optimización - especificaciones

Unidireccionalidad

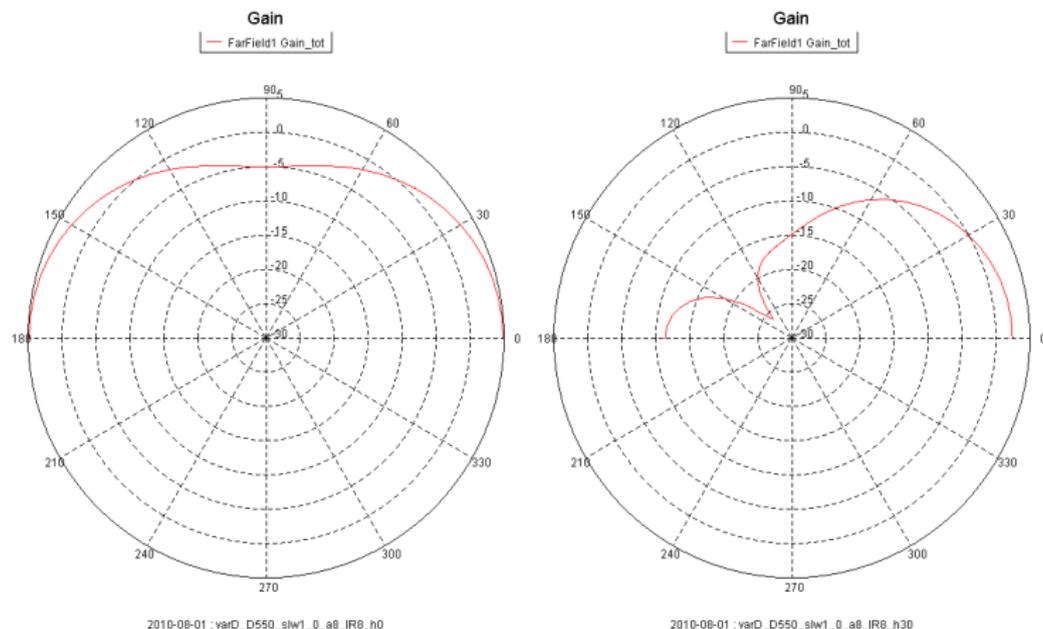


Figura 3: Diagrama de radiación para una espiral en el espacio libre y otra con

Objetivos de optimización - especificaciones

Ganancia

Factores que deterioran la ganancia G

- ▶ **Diámetro demasiado pequeño (D debe ser $\geq \lambda/\pi$)**
- ▶ Cavidad absorbente (3 dB)
- ▶ Reflector a poca distancia h (oscilaciones en altas frecuencias)
- ▶ Reflector a poca distancia h en bajas frecuencias por acoplamiento mutuo
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande (oscilaciones)
- ▶ Sobremodos (oscilaciones, si $D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado pequeño (si se utiliza microstrip para la alimentación: balun infinito)

Objetivos de optimización - especificaciones

Ganancia

Factores que deterioran la ganancia G

- ▶ Diámetro demasiado pequeño (D debe ser $\geq \lambda/\pi$)
- ▶ Cavidad absorbente (3 dB)
- ▶ Reflector a poca distancia h (oscilaciones en altas frecuencias)
- ▶ Reflector a poca distancia h en bajas frecuencias por acoplamiento mutuo
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande (oscilaciones)
- ▶ Sobremodos (oscilaciones, si $D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado pequeño (si se utiliza microstrip para la alimentación: balun infinito)

Objetivos de optimización - especificaciones

Ganancia

Factores que deterioran la ganancia G

- ▶ Diámetro demasiado pequeño (D debe ser $\geq \lambda/\pi$)
- ▶ Cavidad absorbente (3 dB)
- ▶ Reflector a poca distancia h (oscilaciones en altas frecuencias)
- ▶ Reflector a poca distancia h en bajas frecuencias por acoplamiento mutuo
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande (oscilaciones)
- ▶ Sobremodos (oscilaciones, si $D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado pequeño (si se utiliza microstrip para la alimentación: balun infinito)

Objetivos de optimización - especificaciones

Ganancia

Factores que deterioran la ganancia G

- ▶ Diámetro demasiado pequeño (D debe ser $\geq \lambda/\pi$)
- ▶ Cavidad absorbente (3 dB)
- ▶ Reflector a poca distancia h (oscilaciones en altas frecuencias)
- ▶ Reflector a poca distancia h en bajas frecuencias por acoplamiento mutuo
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande (oscilaciones)
- ▶ Sobremodos (oscilaciones, si $D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado pequeño (si se utiliza microstrip para la alimentación: balun infinito)

Objetivos de optimización - especificaciones

Ganancia

Factores que deterioran la ganancia G

- ▶ Diámetro demasiado pequeño (D debe ser $\geq \lambda/\pi$)
- ▶ Cavidad absorbente (3 dB)
- ▶ Reflector a poca distancia h (oscilaciones en altas frecuencias)
- ▶ Reflector a poca distancia h en bajas frecuencias por acoplamiento mutuo
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande (oscilaciones)
- ▶ Sobremodos (oscilaciones, si $D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado pequeño (si se utiliza microstrip para la alimentación: balun infinito)

Objetivos de optimización - especificaciones

Ganancia

Factores que deterioran la ganancia G

- ▶ Diámetro demasiado pequeño (D debe ser $\geq \lambda/\pi$)
- ▶ Cavidad absorbente (3 dB)
- ▶ Reflector a poca distancia h (oscilaciones en altas frecuencias)
- ▶ Reflector a poca distancia h en bajas frecuencias por acoplamiento mutuo
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande (oscilaciones)
- ▶ Sobremodos (oscilaciones, si $D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado pequeño (si se utiliza microstrip para la alimentación: balun infinito)

Objetivos de optimización - especificaciones

Ganancia

Factores que deterioran la ganancia G

- ▶ Diámetro demasiado pequeño (D debe ser $\geq \lambda/\pi$)
- ▶ Cavidad absorbente (3 dB)
- ▶ Reflector a poca distancia h (oscilaciones en altas frecuencias)
- ▶ Reflector a poca distancia h en bajas frecuencias por acoplamiento mutuo
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande (oscilaciones)
- ▶ Sobremodos (oscilaciones, si $D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado pequeño (si se utiliza microstrip para la alimentación: balun infinito)

Objetivos de optimización - especificaciones

Polarización: Relación axial

Factores que deterioran la relación axial RA

- ▶ **Cavidad conductora**
- ▶ Truncamiento de la espiral (reflexión en los bordes)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande
- ▶ Sobremodos ($D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)

Objetivos de optimización - especificaciones

Polarización: Relación axial

Factores que deterioran la relación axial RA

- ▶ Cavidad conductora
- ▶ Truncamiento de la espiral (reflexión en los bordes)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande
- ▶ Sobremodos ($D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)

Objetivos de optimización - especificaciones

Polarización: Relación axial

Factores que deterioran la relación axial RA

- ▶ Cavidad conductora
- ▶ Truncamiento de la espiral (reflexión en los bordes)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande
- ▶ Sobremodos ($D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)

Objetivos de optimización - especificaciones

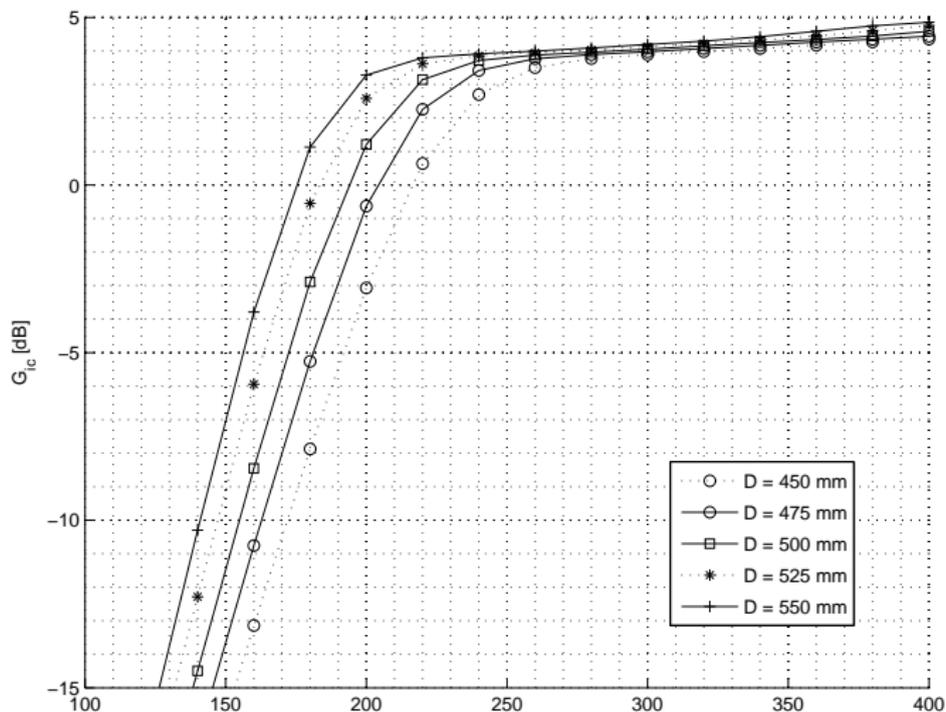
Polarización: Relación axial

Factores que deterioran la relación axial RA

- ▶ Cavidad conductora
- ▶ Truncamiento de la espiral (reflexión en los bordes)
- ▶ Factor de crecimiento (a) demasiado grande
- ▶ Sobremodos ($D = 3\lambda/\pi, 5\lambda/\pi, \dots$)

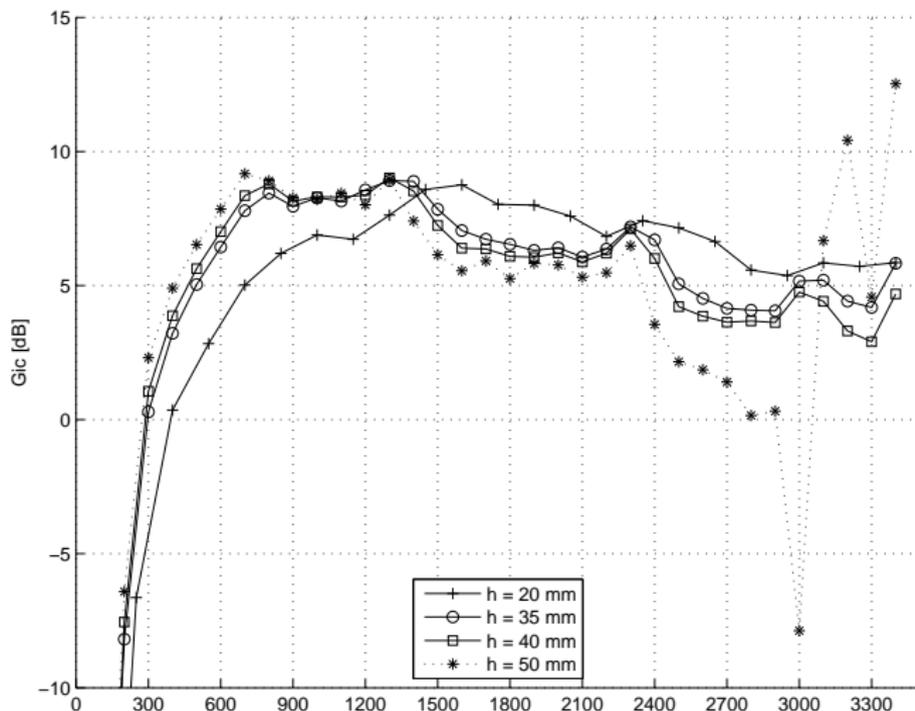
Algunos estudios realizados

Variación de D



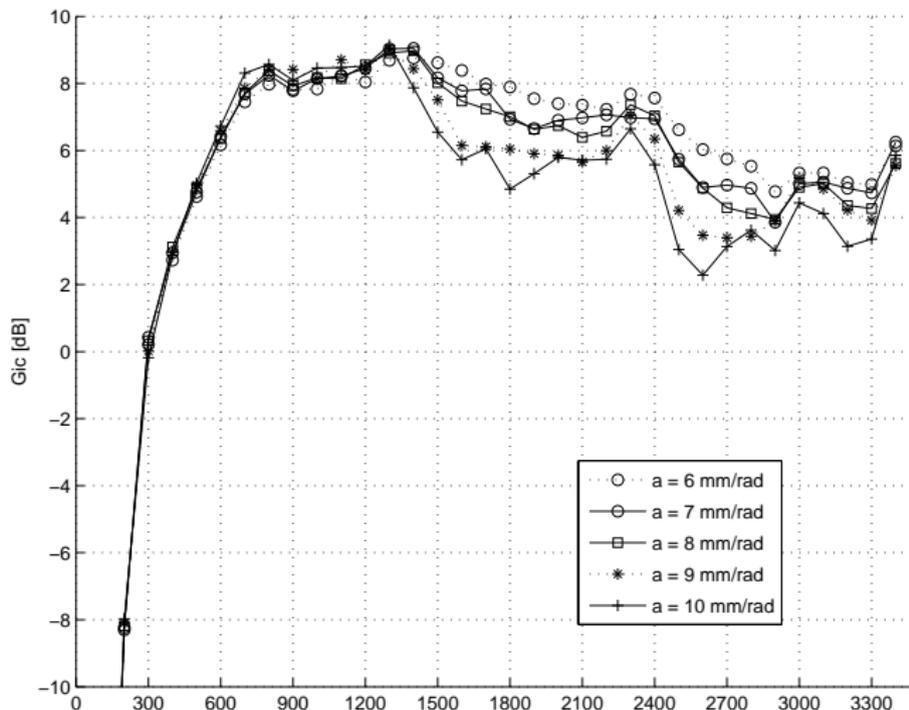
Algunos estudios realizados

Variación de h



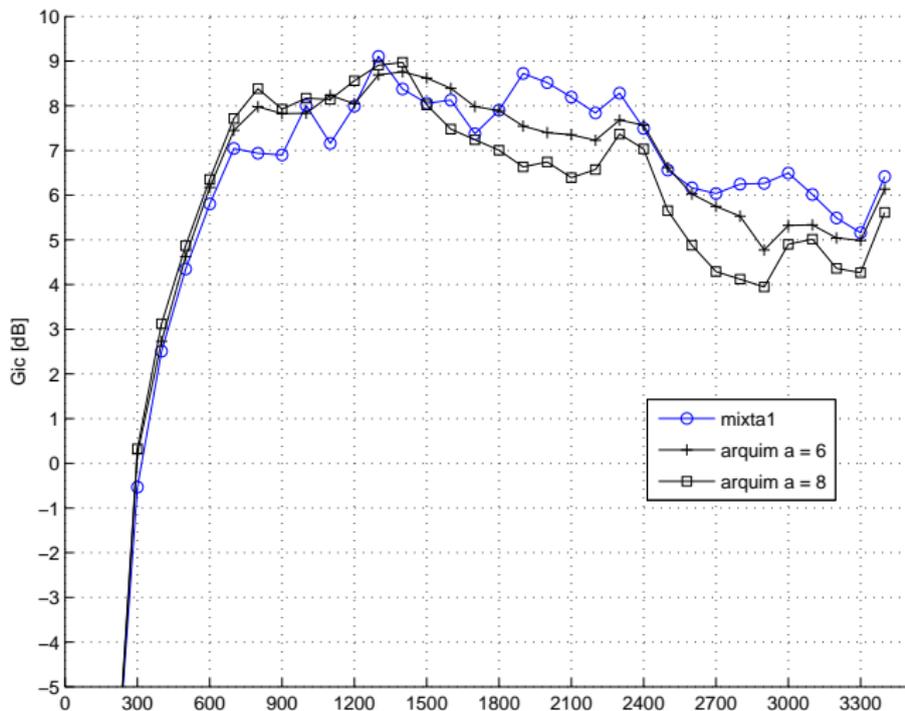
Algunos estudios realizados

Variación de a



Algunos estudios realizados

Espirales mixtas

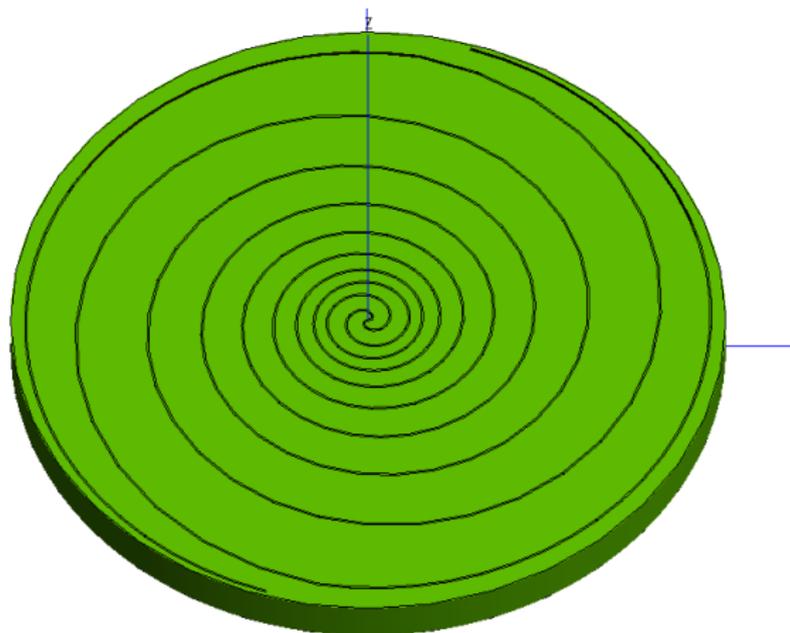


Modelo óptimo obtenido

Especificaciones técnicas

- ▶ Frecuencia: 300 - 3000 MHz
- ▶ Polarización: circular
- ▶ Relación axial < 1.5 dB
- ▶ Impedancia: 50 Ω
- ▶ Ganancia: 7 dBic

Modelo óptimo obtenido



Conclusiones

Se ha obtenido un modelo óptimo mediante simulaciones de computadoras.

Resta la construcción mecánica, mediciones y optimización del modelo final.

¡MUCHAS GRACIAS!

Tempone Nicolás

Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires

¿Preguntas?

