

Caracterización de triedros reflectores de esquina para la calibración de sistemas SAR

Estudio de la respuesta de triedros reflectores en función de su posicionamiento relativo frente al radar

<http://www.iafe.uba.ar/teledeteccion/>



Instituto de Astronomía y Física del Espacio
IAFE - CONICET-UBA

Francisco Grings
verderis@iafe.uba.ar
Pablo Perna
Antonio Veltri

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Computación

Julio C. Jacobo Berles
julio.jacobo@dc.uba.ar

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Física

Mariano Franco
marianoandresfranco@gmail.com



Objetivo de la caracterización

Los reflectores de esquina triédricos son utilizados hace años como reflectores pasivos para la calibración de radares de apertura sintética (SAR) orbitales y aerotransportados. Esto es debido a que la sección eficaz al radar (RCS: radar cross section) de este tipo de reflectores es conocida y solo es función de sus características geométricas y del material de construcción [1].



Reflector construido con 1m de lado

Sin embargo, el reflector de esquina triédrico convencional refleja una onda con la misma polarización que la onda incidente. Si bien esto es deseable para la mayoría de los sistemas SAR, la nueva generación de SAR polarimétricos requieren como blanco de calibración también reflectores que roten la polarización incidente (depolarizadores). Este comportamiento puede lograrse de distintas maneras, una de ellas es introduciendo una corrugación sobre una de las caras de los triedros [2].



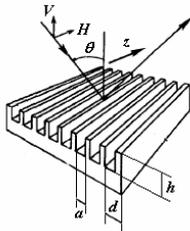
Dimensiones de la red:
h = 6cm
d = 15cm
a = 10cm

En este trabajo se muestra el diseño de la corrugación para lograr el efecto de rotar la polarización [2] y se caracteriza a través del software MICROWAVE STUDIO 5 la respuesta de ambos tipos de reflectores considerando posibles errores de construcción y de posicionamiento ante el satélite.

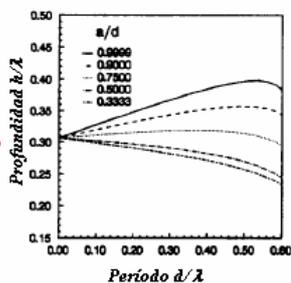
La construcción y caracterización de estos dispositivos están enmarcadas en el Plan Nacional Argentino que prevé la construcción de un sistema SAR full polarimétrico que opere en banda L ($\lambda=25\text{cm}$). La primera etapa de este proyecto ya fue terminada con la construcción del SAR aerotransportado SAR-AT, prototipo del sistema orbital. Los reflectores construidos en este trabajo podrán contribuir a la calibración radiométrica y geométrica de este sistema.

Diseño de la corrugación

Para diseñar las corrugaciones sobre una de las superficies se comienza por encontrar las condiciones que tiene que cumplir el período de la corrugación (d) para que la onda reflejada sea totalmente especular. Para ello se considera una onda plana linealmente polarizada cuyo plano de incidencia sea perpendicular a la dirección de las líneas de corrugación.



Para que el triedro funcione correctamente la corrugación sobre una de las caras debe orientarse de manera tal que todos los rayos incidentes sobre ella, sin importar la secuencia en la cual son reflejados por las tres caras internas del triedro, sufran la misma transformación en la polarización. Esto se logra alineando la corrugación a uno de los tres ejes principales del triedro. Las dimensiones de la red (d : distancia entre barras, y h : profundidad de la corrugación) que devuelve una polarización rotada para una incidencia con una onda plana linealmente polarizada se muestran en la siguiente figura.



Caracterización de los reflectores

Para caracterizar la respuesta de los reflectores se trabajó con el software CST MICROWAVE STUDIO 5. El programa permite conocer el campo electromagnético dispersado por un blanco en la aproximación $kr \gg 1$, aproximación que se conoce como campo lejano. Este tipo de respuesta en los triedros es la que se tiene que conocer para poder caracterizarlos ya que el satélite observa la reflexión de la onda por él emitida en este tipo de aproximación debido a que la distancia entre él y el reflector es de 600km, lo que es mucho mayor que la longitud de onda incidente (25cm).

Reflector convencional

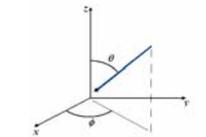
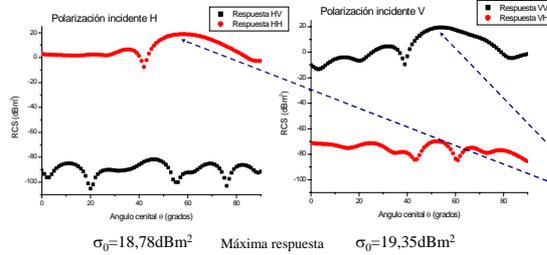
El Radar Cross Section de un reflector triédrico está dado en función de sus dimensiones y la longitud de onda incidente [3].

$$\sigma_0 = \frac{4\pi L^4}{3\lambda^2}$$

Vale en incidencia normal
 $\theta = 54^\circ, \phi = 45^\circ$

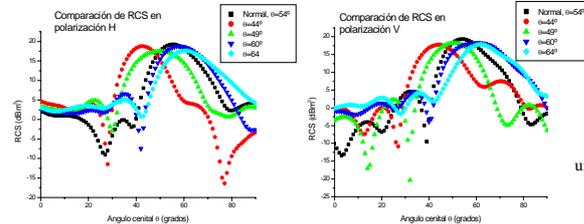
Resultado teórico: $\sigma_0 = 67,02\text{m}^2$
En escala logarítmica, $\sigma_0 = 18,26\text{dBm}^2$

Resultados en incidencia normal



Máxima respuesta en la dirección de retrodispersión
Clara separación entre los canales *co-pol* y *cross-pol*

Resultados ante distintas incidencias en theta

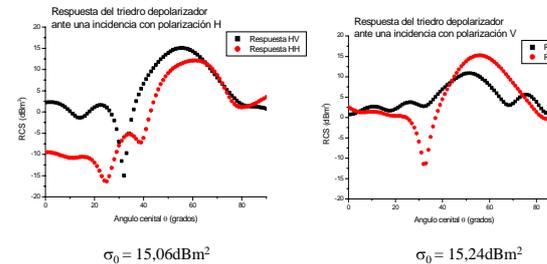


Máxima respuesta en la dirección de retrodispersión en todos los casos

Comportamiento suave del RCS: solo decae 1,6 dBm² lo que significa un 20% de potencia que regresa al satélite

Reflector depolarizador

Resultados en incidencia normal



Máxima respuesta en la dirección de retrodispersión para el canal *cross-pol*

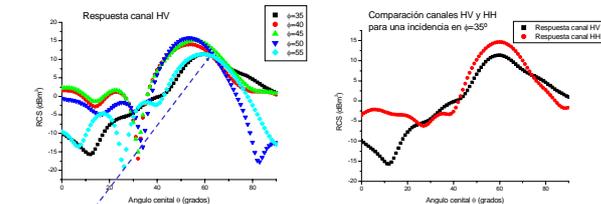
Menor respuesta que en el triedro convencional
Respuesta alta en los canales *co-pol* (comportamiento no deseable)

$$\sigma_0 = 15,06\text{dBm}^2$$

$$\sigma_0 = 15,24\text{dBm}^2$$

Resultados ante distintas incidencias en phi

Comparación canal HH y HV para phi = 35 degrees



Máxima respuesta en $\theta \neq 54^\circ$ (no hay retrodispersión)

Mayor respuesta en el canal *co-pol* que en el canal *cross-pol*

Cuando $40^\circ < \phi < 50^\circ$ la Respuesta máxima se da en $\theta = 54^\circ$ (retrodispersión)

En los casos $\phi = 35^\circ$ y $\phi = 55^\circ$ no se observa retrodispersión y tampoco se encuentra mayor respuesta en el canal *cross-pol*

El mismo comportamiento se observa cuando se diseña la corrugación con un error del 15%

Referencias

- [1] LIU and AZZAM, Op. Soc. Am., 1997, 36 (7), pág 1553.
- [2] MICHELSON and JULL, IEEE Trans. Antennas Prop., 1995, 43 (5), pág 513.
- [3] CURLANDER and McDONOUGH, SAR Systems and Signal Processing, John Wiley and Sons, Inc. 1991, pág 338.