

## Control de la Directividad en Broadside en Antena Leaky-Wave 1D

M. García-Vigueras, A. Martínez-Ros, R. Guzmán-Quirós y J. L. Gómez-Tornero  
 Antiguo Cuartel de Antigones, Plaza del Hospital, nº 1, 30202 Cartagena (Murcia)  
 Teléfono: 968338868  
 E-mail: maria.garcia@upct.es

**Resumen.** En este artículo se propone un método de diseño para controlar el ancho de haz en una antena leaky-wave 1D cargada con una superficie selectiva en frecuencia. En concreto, esta antena posee la ventaja de apuntar en broadside porque está alimentada por el centro.

## 1 Introducción

Recientemente ha sido probado que la radiación en *broadside* (ángulo de apuntamiento  $0^\circ$ ) ya no es una limitación para las antenas *leaky-wave* (LWAs) [1-6]. Estas antenas se basan en la propagación y radiación de una onda de fuga [7]. En particular, en los últimos años han sido publicados interesantes resultados para conseguir esta característica en LWAs unidimensionales (1D). Considerando configuraciones periódicas, la radiación puede ser producida por el armónico *leaky* espacial  $n = -1$  [1,2], o por el armónico  $n = 0$  en líneas de transmisión zurdas [3]. Por otra parte, la radiación en *broadside* de antenas *leaky-wave* uniformes se puede conseguir satisfaciendo la llamada condición de *splitting* ( $\beta = \alpha$ ) en una configuración alimentada por el centro [4-6]. Estos artículos muestran resultados de análisis modal *leaky* en frecuencia, considerando la optimización de la condición de *splitting*, la potencia radiada en *broadside*, el ancho de haz a  $-3\text{dB}$  ( $\Delta\theta$ )...

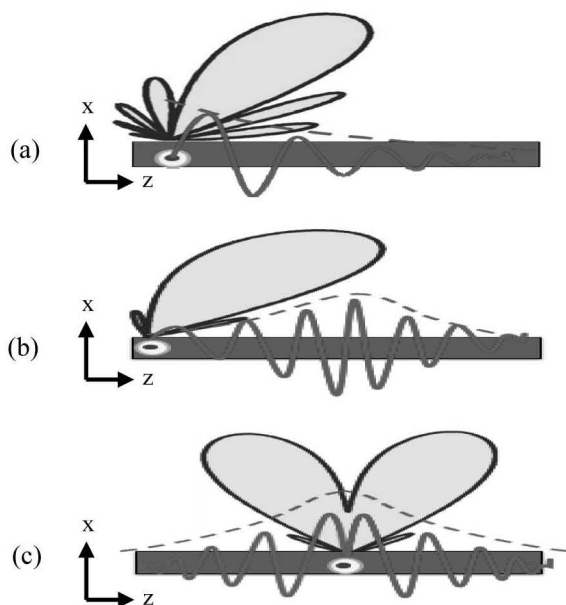


Fig. 1 Esquema de la propagación de ondas *leaky* a lo largo de la antena (en el eje  $z$ ) en tres configuraciones diferentes de LWAs 1D: (a) Unidireccional sin *taper* (b) Unidireccional con *taper* (c) Alimentada por el centro (bidireccional), sin *taper*.

Este artículo presenta una antena *leaky-wave* 1D alimentada por el centro cargada con una superficie parcialmente reflectante (*partially reflective surface*, PRS) [8,9], que apunta en *broadside*. Esta antena ofrece la principal ventaja de permitir el control de ancho de haz del lóbulo principal a una frecuencia de operación fija. El nivel de lóbulo principal a secundario (*sidelobes level*, SLL) que presenta esta antena es bajo, debido a que la iluminación de los campos cercanos en la antena es cuasi-coseno. Todos estos aspectos se estudian teóricamente en esta contribución para un caso general, y una LWA concreta se diseña con el objetivo de validar lo anterior.

## 2 Alimentación central de la LWA

Las LWAs 1D se alimentan comúnmente por el inicio, y por lo tanto, se basan en la propagación de ondas *leaky* en una única dirección [9-11]. La principal ventaja de esta configuración es que se produce un único lóbulo principal en el haz radiado que se puede escanear [7], como se puede apreciar en el esquema de la Fig. 1(a). Sin embargo, también es ampliamente conocido que la iluminación exponencial de los campos cercanos asociada a estas LWAs debe ser modificada para reducir el SLL [1,5]. Iluminaciones convenientes como la coseno se pueden conseguir modulando la tasa de radiación (mediante técnicas de *taper*) asociada al modo *leaky* ( $\alpha$ ) a lo largo de la antena [9-12] [ver Fig. 1(b)]. Este *taper* de amplitud se puede evitar si la alimentación se sitúa en el centro de la antena. En esta situación, la estructura soporta propagación en una doble dirección, consiguiendo así una iluminación de campo cercano cuasi-coseno [ver Fig. 1(c)]. Sin embargo, esta configuración sólo es atractiva para radiación en *broadside*, debido a que aparecen dos lóbulos de radiación principales para otro ángulo de apuntamiento [ver Fig. 1(c)] [4-6]. Para clarificar estos aspectos, se muestran en la Fig.2 tres escenarios de LWAs 1D que satisfacen la condición de *splitting*. En particular, esta figura muestra los diagramas de radiación y el campo eléctrico cercano asociados a cada una de las antenas. Sólo dos aspectos diferencian físicamente estas antenas: a la segunda se le han aplicado técnicas de *taper* y sólo la última está alimentada por el centro. Como se ha explicado antes,

el SLL es reducido en la segunda y tercera antena, por su iluminación cuasi-coseno de campo cercano. Por otra parte, sólo la tercera antena apunta en *broadside*, gracias a la localización central de su alimentación.

### 3 Control del ancho de haz en broadside de una PRS- LWA 1D

El control del  $\Delta\theta$  en *broadside* se puede conseguir con una LWA 1D alimentada por el centro. Con este objetivo es necesario controlar la tasa de radiación de la LWA a una frecuencia sin dejar de satisfacer la condición de *splitting*. Este enfoque se puede aplicar

en el caso de la LWA 1D cargada con PRS (PRS-LWA) de la Fig. 3(a) (presentada en [9]). Se han diseñado dos LWAs en esta tecnología (LWA1 and LWA2), cuyas curvas de dispersión se muestran en la Fig. 3(b). La longitud de los dipolos en la PRS [ $L_{PRS}$  en la Fig. 3(a)] y la altura de la cavidad de la antena ( $H$ ) se modifican para conseguir que se cumpla la condición de *splitting* en otro valor de  $\alpha$  (y así conseguir variar  $\Delta\theta$  [10]). La Fig. 3(c) muestra los diagramas de radiación correspondientes a cada una de las dos antenas, donde se puede ver la variación del ancho de haz  $\Delta\theta$  desde  $20^\circ$  en la LWA1 a  $5^\circ$  en la LWA2. El procedimiento de análisis utilizado para el análisis y el diseño está basado en la red equivalente transversa presentada en [9].

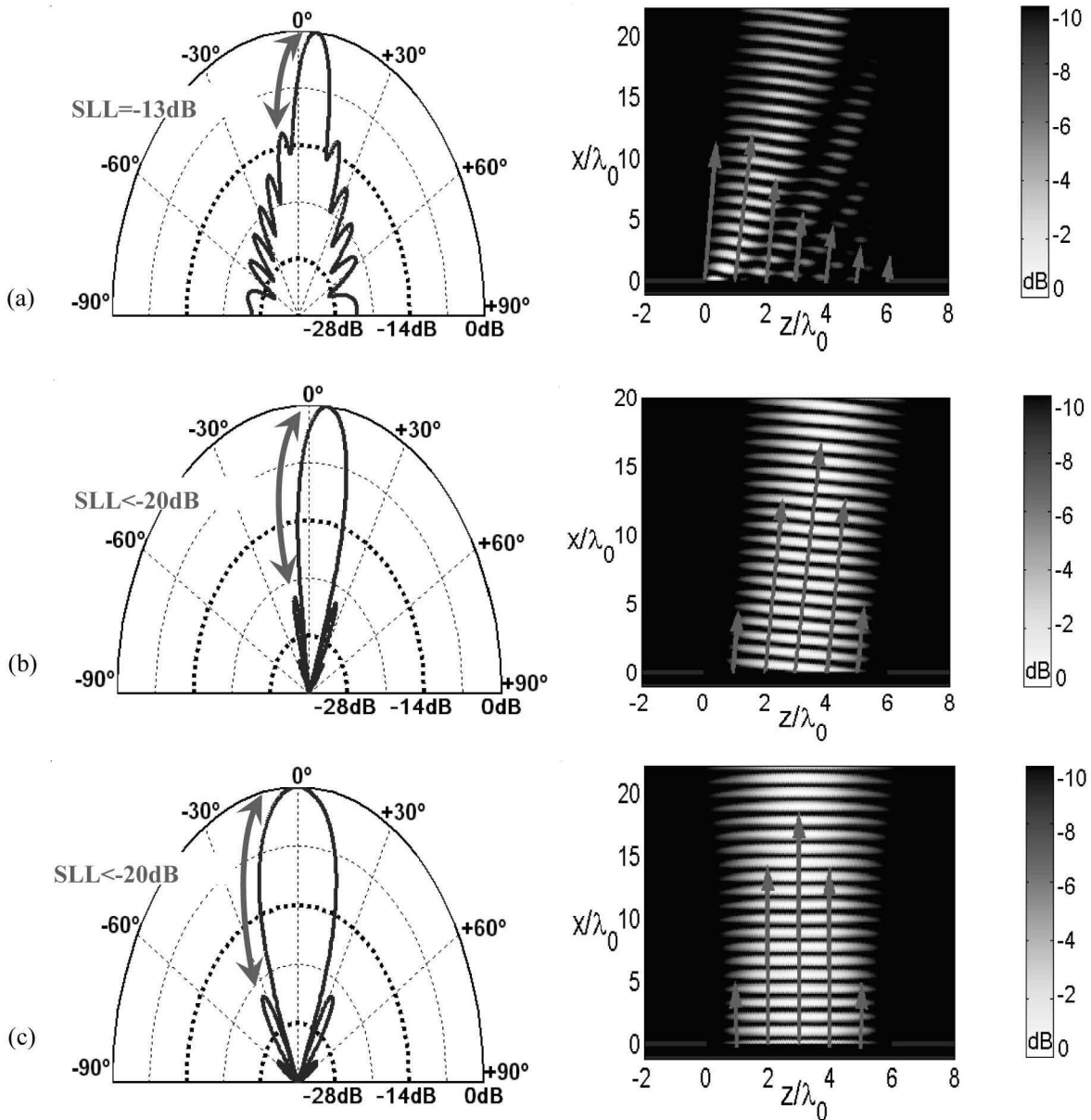


Fig. 2 Diagrama de radiación y campo eléctrico cercano longitudinal de LWAs 1D: (a) Unidireccional sin taper (b) Unidireccional con taper (c) Alimentada por el centro (bidireccional), sin taper

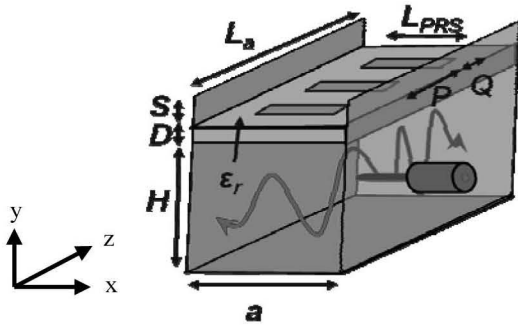


Fig. 4 Esquema de la PRS-LWA 1D alimentada por el centro, con dimensiones  $a=11\text{mm}$ ,  $S=5\text{mm}$ ,  $D=1.13\text{mm}$ ,  $\epsilon_r=2.2$ ,  $P=1.5\text{mm}$ ,  $Q=0.5\text{mm}$ .

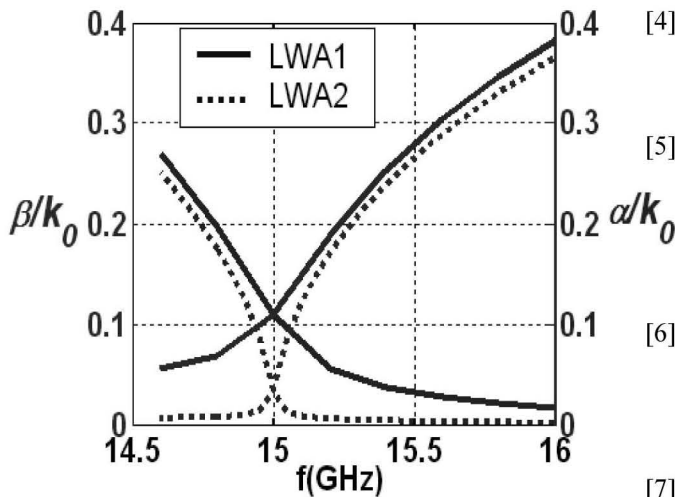


Fig. 5 Dispersión en frecuencia de las antenas LWA1 ( $L_a= 30\text{ mm} = 1.85\lambda_0$ ,  $H = 9.15\text{mm}$ ,  $L_{PRS} = 9\text{ mm}$ ) y LWA2 ( $L_a = 102\text{ mm} = 5.1\lambda_0$ ,  $H = 9.02\text{mm}$ ,  $L_{PRS} = 10.8\text{ mm}$ ).

#### 4 Conclusiones

En este artículo se han discutido configuraciones diferentes de LWAs 1D, considerando el nivel de lóbulo principal a secundario y la localización de la alimentación. Al colocar la fuente de alimentación en el centro, esta antena permite que el armónico espacial  $n = 0$  produzca la deseada radiación en *broadside* cuando se cumple la condición de *splitting*. La PRS-LWA 1D presentada en [9] se ha diseñado en este caso para conseguir radiación en *broadside* y control independiente del ancho de haz, y se han propuesto dos prototipos de antenas en esta tecnología para probar dicho control.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos nacionales TEC2007-67630-C03-02, TEC2010-21520-C04-04 y el proyecto regional de la Fundación Séneca 08833/PI/08.

#### Referencias

[1] M. Guglielmi and D. R. Jackson, "Broadside radiation from periodic leaky-wave antennas,"

*IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 41, pp.31–37, Jan. 1993.

[2] P. Burghignoli, G. Lovat, and D. R. Jackson, "Analysis and optimization of leaky-wave radiation at broadside from a class of 1-D periodic structures," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 54, no. 9, pp. 2593–2603, Sep. 2006.

[3] C. Caloz and T. Itoh, *Electromagnetic Metamaterials: Transmission Line Theory and Microwave Applications*. Wiley and IEEE Press, 2005.

[4] A. Ip and D. R. Jackson, "Radiation from cylindrical leaky waves," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 38, pp. 482–488, Apr. 1990.

[5] G. Lovat, P. Burghignoli, and D. R. Jackson, "Fundamental properties and optimization of broadside radiation from uniform leaky-wave antennas," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 54, pp. 1442–1452, May 2006.

[6] W. Chien-Jen, C. F. Jou, and W. Jin-Jei, "A novel two-beam scanning active leaky-wave antenna," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 47, no. 8, pp. 1314–1317, 1999

[7] A. A. Oliner, "Leaky-Wave Antennas," in *Antenna Engineering Handbook*, 3rd ed, R. C. Johnson, Ed. New York: McGraw-Hill, 1993, ch.10.

[8] G. V. Trentini, "Partially Reflective Sheet Arrays," *IRE Trans. Antennas Propag.*, vol. AP-4, pp. 666–671, 1956.

[9] M. Garcia-Vigueras, J. L. Gomez-Tornero, R. Guzman-Quiros, F. Quesada-Pereira, and A. Alvarez-Melcon, "Control of the radiation properties of a FSS loaded leaky-wave antenna," *European Conference on Antennas & Propagation 2010*.

[10] C. A. Balanis, *Antenna Theory*. New York: Wiley, 1982.

[11] P. Lampariello and A. A. Oliner, "A new leaky-wave antenna for millimeter waves using an asymmetric strip in groove guide—Part I: Theory," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 33, pp. 1285–1294, 1985.

[12] J. L.Gómez, A. de la Torre, D. Cañete, M. Guglielmi, and A. A. Melcón, "Design of tapered leaky-wave antennas in hybrid waveguide-planar technology for millimeter waveband applications," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 53, no. 8, pt. I, pp. 2563–2577, Aug. 2005