

ESTUDIO DE DISTRIBUCIONES EN LAS ANTENAS DE RADAR
CON BARRIDO ELECTRONICO

AUTORES:

- Alberto Alvarez-Palencia Mejía - CESELSA
- Elias de los Reyes Davó, Miguel Ferrando, Antonio Elias, Luis Jofre, E.T.S.I. Telecomunicación - Barcelona.

INTRODUCCION

La exploración tridimensional del espacio en los sistemas de radar se puede lograr mediante rotación mecánica en acimut y elevación, o rotación mecánica en acimut y exploración electrónica en elevación, o bien una exploración totalmente electrónica.

La presente comunicación se refiere a la segunda posibilidad. Una posible arquitectura se indica en la fig. 1, que coincide en lo esencial con el radar TPS-59.

La señal a emitir, convenientemente amplificada se reparte verticalmente mediante una red distribuidora (1), con un número de salidas igual al número de filas de la agrupación. Cada una de las salidas se lleva a un desfasador controlado digitalmente. La señal se reparte horizontalmente mediante la red (1), para conseguir un ancho de haz en acimut adecuado para las especificaciones del sistema. Las señales recibidas se cambian mediante la red (1) y se llevan al sistema receptor y procesador.

REDES DE FORMACION DE HACES

La agrupación plana, con la arquitectura indicada anteriormente posee un diagrama de radiación en el plano acimutal fijo. En cada uno de los elementos de una fila las amplitudes y fases son las dadas por la red de distribución. El diagrama en elevación se puede controlar mediante los desfasadores, aunque la forma y distribución de los lóbulos depende de la red de ponderación de amplitudes.

En la figura 2 se indica de forma esquemática algunas formas de distribución de potencia, y los diagramas de radiación correspondientes. Son especialmente interesantes las distribuciones de Taylor, que permiten sintetizar la relación de lóbulo principal a secundario deseada.

Las redes de distribución, para que la fase relativa en los elementos sea constante, deben tener una estructura tal que todos los caminos

eléctricos sean iguales. En la figura 3 se dan dos posibles soluciones, con redes de árbol y redes escalonadas.

Los circuitos de microondas repartidores pueden ser divisores wilkinson o anillos híbridos de banda ancha. En la fig. 4 se muestran las posibles implementaciones prácticas.

DESFASADORES

El barrido electrónico en elevación se puede lograr mediante desfasadores controlados digitalmente. Estos circuitos de microondas se construyen físicamente utilizando líneas de diferentes longitudes que se conmutan mediante diodos PIN. Esto hace que las fases de las filas no sean las calculadas teóricamente, sino que toman valores discretizados, tal y como se indica en la fig. 5. El error de discretización introducido por los desfasadores se traduce en la aparición de lóbulos secundarios, tal y como se muestra en la fig. 6, estos lóbulos pueden ser atenuados aumentando el número de bits de control, o bien decorrelando las fases de cada una de las filas.

ANALISIS DE ERRORES

Debido a las tolerancias mecánicas, de construcción, errores de los desfasadores, deformaciones de la estructura etc, el diagrama de radiación no es el calculado teóricamente, y aparece un nivel de lóbulos difusos que depende del error cuadrático medio. En la figura 7 se muestran un diagrama incluyendo estos efectos. Se incluye el efecto de desfasadores de 16 niveles (4 bits) decorrelados, y un error en la red de distribución de $\pm 3^\circ$, para un array de 10 elementos y para un array de 50 elementos.

CONCLUSIONES

Se ha analizado una arquitectura para un radar tridimensional con barrido, mecánico en acimut y electrónico en elevación intentando relacionar la teoría con la realización real, y con los errores que se presentarán en la práctica.

Se dispone de programas interactivos que se han utilizado para obtener los resultados numéricos de la presente comunicación.

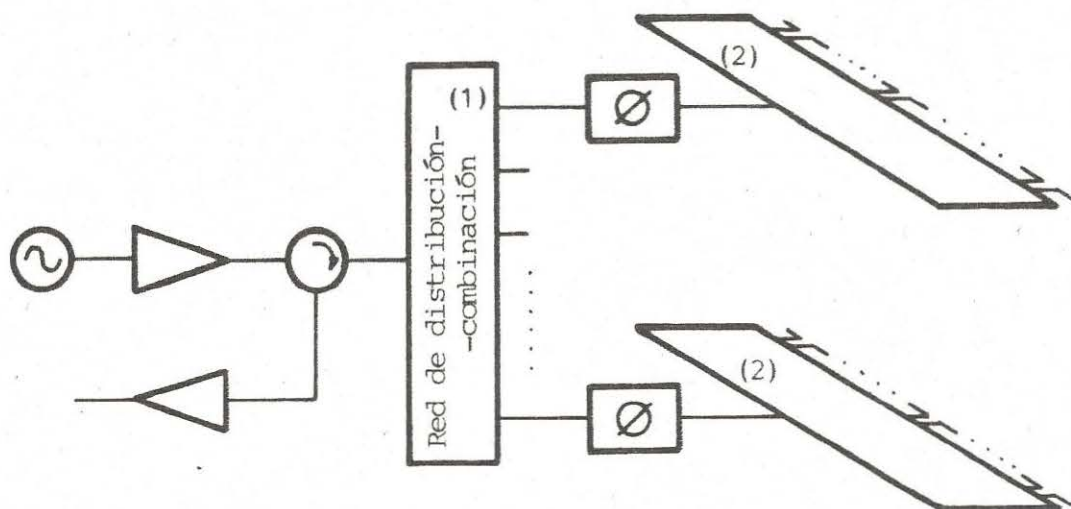


Fig. 1.- Antena de radar con barrido electrónico en elevación.

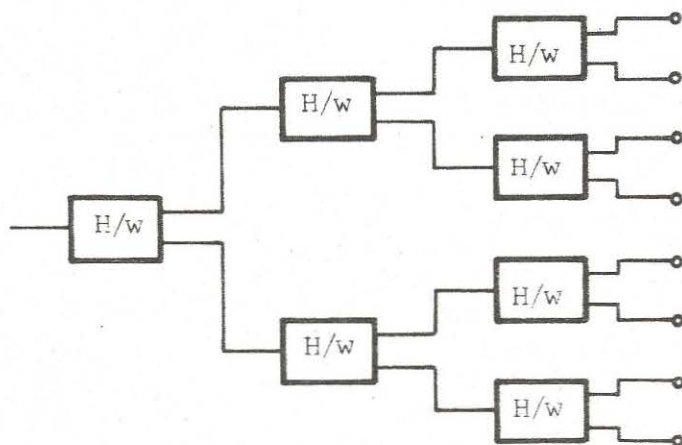


Fig. 3-a.- Red de distribución en arbol equifase

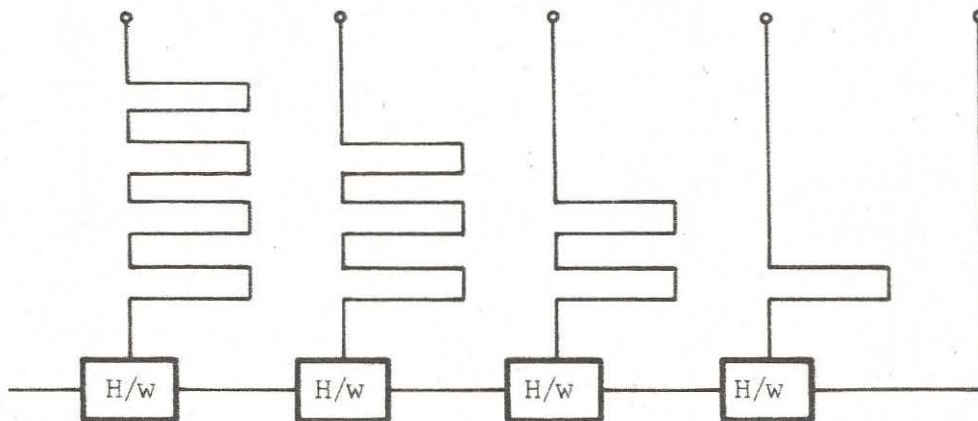


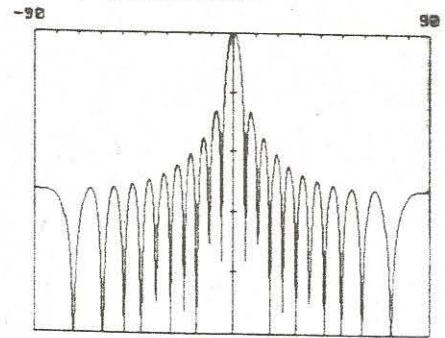
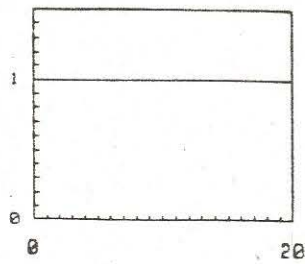
Fig. 3-b.- Red de distribución en escalera equifase.

DISTRIBUCION

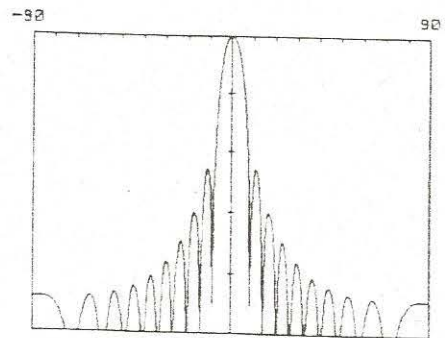
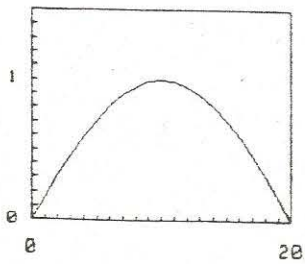
PESOS

DIAGRAMA

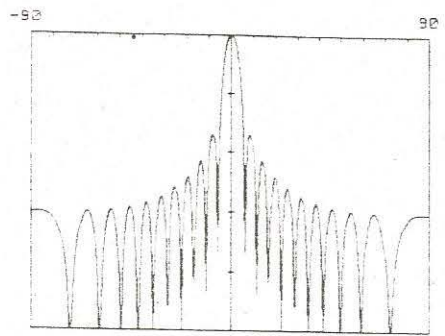
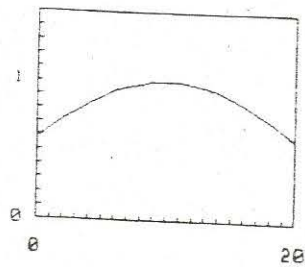
UNIFORME



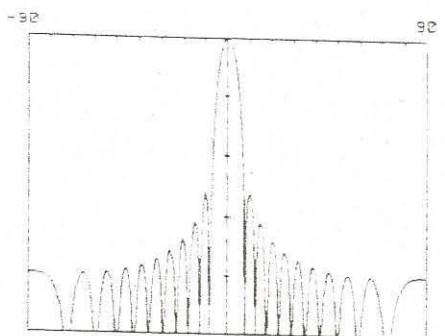
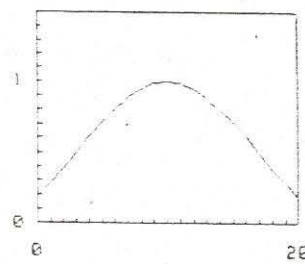
COSENO



TAYLOR (0.5)



TAYLOR (1.0)



TAYLOR (1.5)

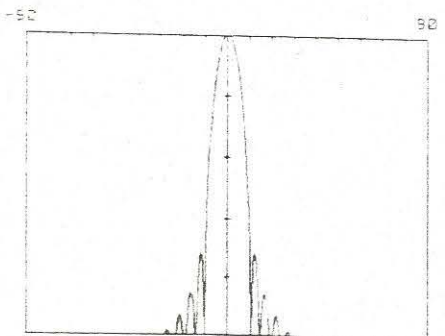
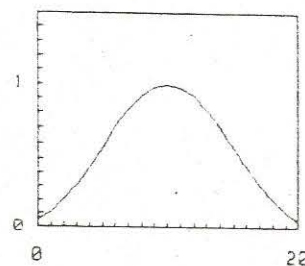


Fig.2 Diagramas de radiación obtenidos para diversas redes de distribución de potencia. Agrupación de 21 filas espaciadas 0.5λ .

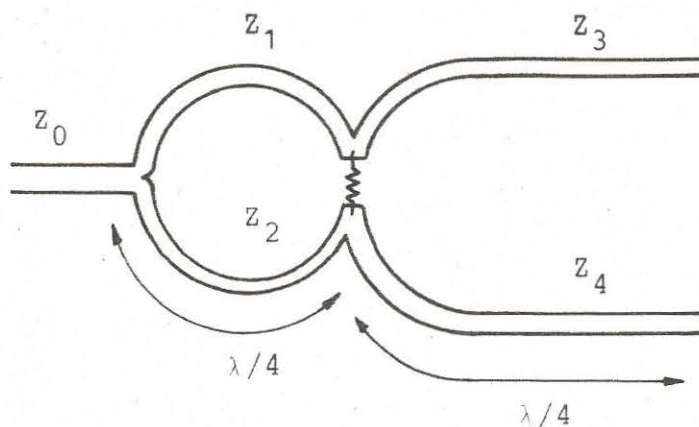


Fig. 4.a.- Divisor de potencia Wilkinson asimétrica.

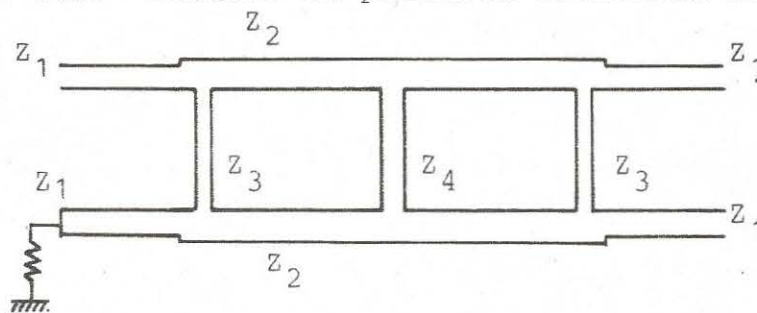
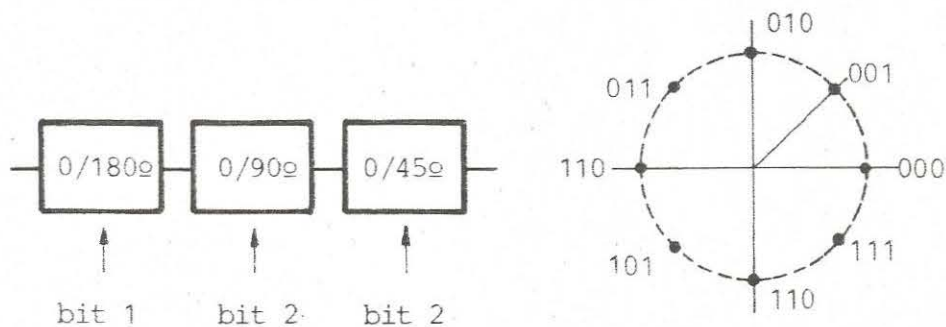
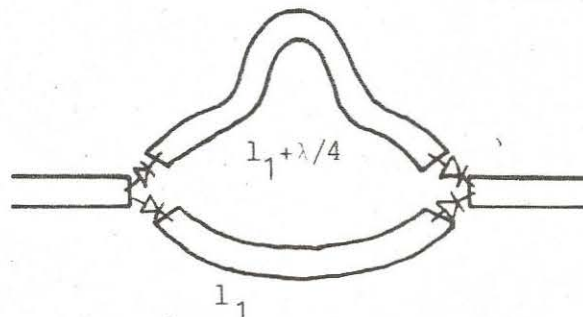


Fig. 4-b.- Anillo híbrido asimétrico de banda ancha.



Realización de un destasador. Fases posibles (3 bits).



Desfasador 0-90° mediante líneas conmutadas.

Fig. 5.- Desfasadores controlados digitalmente.

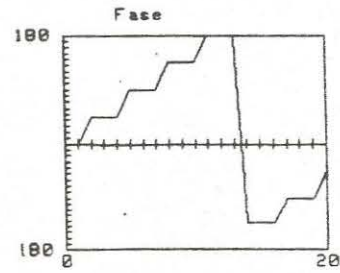
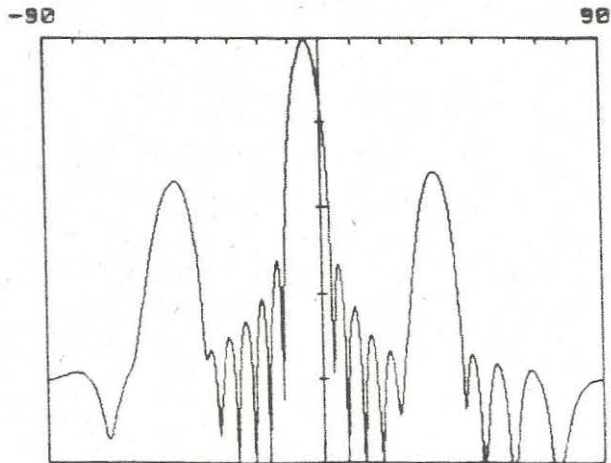


Fig. 6.- Diagrama de radiación de una antena de 21 elementos, espaciados 0.5λ , con desfasadores de tres bits (8 niveles de fase).

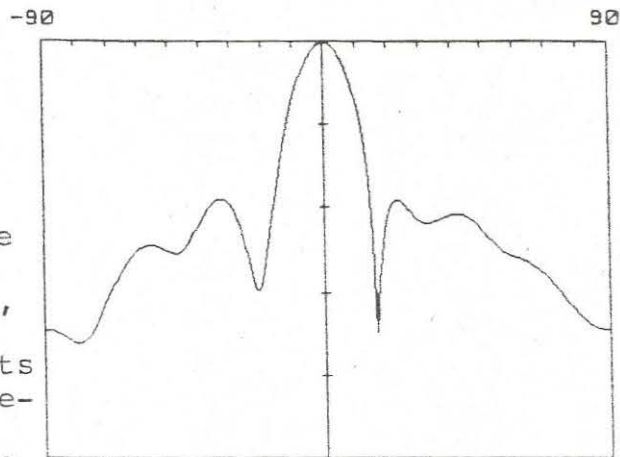


Fig. 7.- Diagramas de radiación de antenas de 10 y 50 elementos, espaciados 0.5λ , con desfasadores de 4 bits incorrelados (16 niveles de fase), y con errores aleatorios de ± 30 .

