Antenas

Agrupaciones

Jesús Sanz Marcos

e-mail: jesus.sanz@upcnet.es

Barcelona. 15/12/2000

Agrupación lineal

$$I_n = a_n e^{jna} \qquad y = k_z d + a = kd\cos q + a$$

$$FA(y) = \sum_{n=0}^{N-1} a_n e^{jna} \text{ :factor de agrupación}$$

$$\vec{N}_T = \vec{N}_0 FA(y) \quad \vec{E}_T = \vec{E}_0 FA(y)$$

Características

- $FA \xleftrightarrow{\text{Serie de Fourier}} \{a_n\}$

-FA es periódica en $y\ (2p)$

-Si $a_n \in \Re^+ \Rightarrow FA_{max} = FA(0) = \sum a_n$

-Cuando las antenas básicas sean isótropas el FA nos da directamente el diagrama de radiación.

-El FA tiene simetría de revolución respeto al eje de la agrupación.

-$q \leftrightarrow y \;\Leftrightarrow q \in [0, p] \leftrightarrow y \in [a - kd, a + kd]$

-El margen visible es: $2kd$

$$FA(y) = P(z)|_{z=e^{jy}} = \sum_{n=0}^{N-1} a_n z^n = Z\{a_n\}$$

Para conocer el polinomio sólo tenemos que conocer los ceros:

$$FA(y) = P_{N-1}(z = e^{jy})$$
$$P_{N-1}(z) = \Pi(z - z_i)$$

Distribuciones típicas de corriente

Uniforme

$$\{a_n\} = 1 \Rightarrow P(z) = \frac{z^N - 1}{z - 1}$$

$$|FA(y)| = \left|\frac{\operatorname{sen}(Ny/2)}{\operatorname{sen}(y/2)}\right| \quad z_c = \sqrt[n]{1}, \text{excepto } z = 1$$

$$FA(0) = FA_{max} = N$$

$$NLPS = \left|\frac{FA_{max}}{FA_{sec}}\right| = N \operatorname{sen}\frac{3p}{2N} \overset{N\uparrow\uparrow}{\cong} \frac{3p}{2} = 13{,}2dB$$

- Transversal (*Broadside*)

$$q_{max} = \frac{p}{2} \Rightarrow a = 0 \Leftarrow q_{max} = \arccos\left(-\frac{a}{kd}\right)$$

$$y_{c_1} = \pm\frac{2p}{N} \Rightarrow \Delta q_c \overset{Nd>>l}{\cong} 2\frac{l}{Nd} \text{ :ancho de haz}$$

$$L \cong Nd \text{ :tamaño antena}$$

$$\Delta q_{-3dB} \cong 0.88\frac{l}{L} \propto \frac{l}{L} \Leftarrow y_{-3dB} = \pm 0.88\frac{p}{N}$$

- Longitudinal (*Endfire*)

$$a = \pm kd \Rightarrow q_{max} = 0°, 180°$$

$$\Delta q_c \cong 2\sqrt{\frac{2l}{Nd}} \qquad \Delta q_{-3dB} \cong 2\sqrt{0.88\frac{l}{Nd}}$$

Triangular

$$a_n = \text{triangular máx en } \frac{N+1}{2}$$

$$|FA(y)|_{triangular} = |FA(y)_{uniforme}|^2 \text{ (ceros dobles)}$$

$$\Delta y_c = \frac{4p}{N+1} \qquad NLPS \cong \left(\frac{3p}{2}\right)^2 = 26{,}4dB$$

$$\text{respecto a la uniforme} \begin{cases} \uparrow \Delta q_{-3dB} \\ \downarrow \text{directividad} \\ \uparrow NLPS \end{cases}$$

Binómica

$$P(z) = (1+z)^{N-1} \quad |FA(y)| = \left|2\cos\frac{y}{2}\right|^{N-1}$$

$$a_n = \frac{(N-1)!}{n!(n-m-1)!} = \binom{N-1}{n}$$

Tiene un cero de orden n.

Descomposición

$$a_n = a_{n1} + a_{n2} \Rightarrow FA(y) = FA_1(y) + FA_2(y)$$
$$a_n = a_{n1} * a_{n2} \Rightarrow FA(y) = FA_1(y) FA_2(y)$$

Directividad de agrupaciones

$$\vec{E}(q,f) = \vec{E}_0(q,f) FA(y)$$

$$D = \frac{4p}{\int_0^{2p}\int_0^{p}\left|\frac{\vec{E}_0(q,f)FA(y)}{E_{0\,\text{máx}}FA_{max}}\right|^2} \neq D_0 D_{FA}!!$$

$$t_0(q,f) = \left|\frac{\vec{E}_0(q,f)}{E_{0_{max}}}\right|^2$$

$$D = \frac{|FA_{max}|^2}{\frac{1}{2kd}\int_{a-kd}^{a+kd}|FA(y)|^2\,dy}$$

$$\text{Si } a_n \in \Re \Rightarrow FA_{max} = FA(0) = \sum_{n=0}^{N-1} a_n$$

$$\text{Si } d = m\frac{l}{2} \text{ o } d \to \infty \Rightarrow D = \frac{\left(\sum a_n\right)^2}{\sum a_n^2}$$

$$\text{Si } d \to 0 \Rightarrow D \to 1$$

Aproximación lineal de la directividad

Caso transversal

$$D \cong 2\frac{d}{l}\frac{\left(\sum a_n\right)^2}{\sum a_n^2}$$

Caso longitudinal

$$D \cong 4\frac{d}{l}\frac{\left(\sum a_n\right)^2}{\sum a_n^2}$$

Agrupación Plana

$$I_{mn} = a_{mn} e^{jm\alpha_x} e^{kn\alpha_y}$$

$$FA = \sum_m \sum_n a_{mn} e^{jm(k_x d_x + \alpha_x)} e^{jn(k_y d_y + \alpha_y)}$$

$$\psi_x = k_x d_x + \alpha_x = kd_x \operatorname{sen}\theta \cos\phi + \alpha_x$$

$$\psi_y = k_y d_y + \alpha_y = kd_y \operatorname{sen}\theta \operatorname{sen}\phi + \alpha_y$$

$$FA(\psi_x, \psi_y) = \sum_m \sum_n a_{mn} e^{jm\psi_x} e^{jn\psi_y}$$

$$\text{Si } a_{mn} = a_m a'_n \Rightarrow$$

$$FA(\psi_x, \psi_y) = FA_x(\psi_x) \cdot FA_y(\psi_y)$$

$$\text{Si } a_{mn} \in \Re \Rightarrow max\{FA\} \text{ en } \psi_x = \psi_y = 0$$

$$\operatorname{sen}\theta_{max} = \left(\left(\frac{\alpha_x}{kd_x} \right)^2 + \left(\frac{\alpha_y}{kd_y} \right)^2 \right)^{1/2}$$

$$\operatorname{tg}\phi_{max} = \frac{\alpha_y / d_y}{\alpha_x / d_x}$$

Síntesis Agrupaciones

Método de Schelkunoff

Parte de la especificación de la dirección de los ceros en el plano Z o los nulos en es espacio real.

$$P(z) = a_{N-1} \prod_{n=1}^{N-1} (z - z_n) = \sum_{n=0}^{N-1} a_n z^n$$

$$N_{impar} : P(z) = \prod_{n=1}^{\frac{N-1}{2}} \left(z^2 - 2z \cos\psi_{c_n} + 1 \right)$$

$$N_{par} : P(z) = (z \pm 1) \prod_{n=1}^{\frac{N}{2}-1} \left(z^2 - 2 \cos \right)$$

Síntesis de Fourier

Permite obtener el diagrama de error cuadrático medio mínimo respecto a las especificaciones. Se aplica cuando se conoce una expresión matemático del factor de la agrupación deseado.

Síntesis de Chebyshev

Obtiene el diagrama con mínimo ancho de haz principal para el nivel de lóbulo principal a secundario especificado.

Síntesis de Taylor

Basada en los mismos principios que la de Chebyshev pero con menor radiación en direcciones alejadas del haz principal a costa de empeorar ligeramente el ancho de haz y la directividad. Por sus ventajosas características es muy utilizada en la práctica.