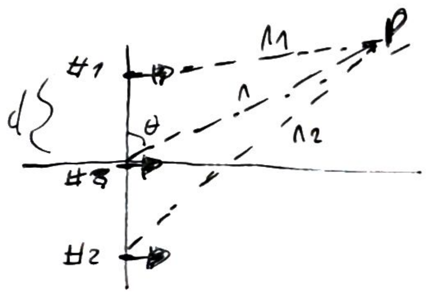
3 pontos isotrópicos c/ espaçamento d, ao longo do eixo OZ. O coeficiente de excitação de cada elemento externo é unitário enquanto do central é 2. Para $d = \lambda/4$

a) Fator de agregado

b) Zeros do diagrama de radiação

c) mínimos do diagrama de radiação
máximos



a) $E^t = E_1 + E_2 + E_3$, $E_i = E_0 . e^{-jkr}$

$= E_0 . e^{-jkr_1} + E_0 . e^{-jkr_2} + 2 . E_0 . e^{-jkr_3}$ $\Big/ \begin{array}{l} r_1 = r - d . \cos\theta \\ r_2 = r + d \cos\theta \end{array}$

$= E_0 . e^{-jkr} . \left(2 + e^{jkd . \cos\theta} + e^{-jk . d \cos\theta} \right)$

$= E_0 . e^{-jkr} \left(2 + 2 . \cos(kd . \cos\theta) \right)$

b) Os zeros: $1 + \cos(kd . \cos\theta) = 0$

$\cos(kd \cos\theta) = -1$

$kd \cos\theta = \pm (2m+1)\pi$

$\theta = \arccos\left(\pm \left(\dfrac{2m+1}{\frac{2\pi}{\lambda} . d} \right) \pi \right) = \arccos\left(\dfrac{\pm (2m+1)\lambda}{2d} \right) = \arccos\left(\pm (2m+1) . \dfrac{\lambda}{2 . \frac{\lambda}{4}} \right) =$ ~~arccos~~

$\theta = \arccos\left(\pm 2 (2m+1) \right)$ não há zeros (só na memória com d maior)

c) maximo

$$1 + \cos(Kd \cdot \cos\theta) = 2$$

$$\cos(Kd \cdot \cos\theta) = 1$$

$$Kd \cdot \cos\theta = \pm 2m\pi$$

$$\theta = \arccos\left(\pm \frac{2m\pi}{\frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{4}}\right) = \arccos(\pm 4m) = \frac{\pi}{2} \;//$$

Projete uma agrupada de 4 elementos longitudinal ordinária cujos elementos são colocados ao longo do eixo OZ c/ $d = \lambda/2$ e c/ direção máxima radiação para $\theta = \varnothing$.

a) O desvio de fase progressiva entre os elementos

b) Os zeros do AF

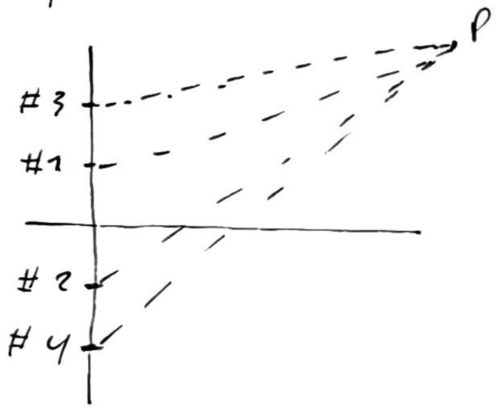
c) As direções máximas de radiação

d) A largura do feixe (entre os primeiros zeros) do AF

e) A diretividade (em dB) do AF

---

a)



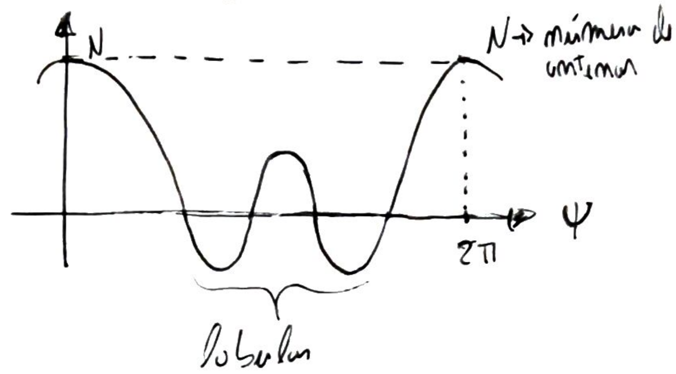
$$AF = 1 + e^{-j\left(\frac{kd}{2}\cdot\cos\theta + \beta\right)} + \quad \}\#1$$

$$e^{j\left(\frac{kd}{2}\cdot\cos\theta + \beta\right)} + \quad \}\#2$$

$$e^{-j\left(\frac{3}{2}\cdot kd\cdot\cos\theta + \beta\right)} + \quad \}\#3$$

$$e^{j\left(\frac{3}{2}\cdot kd\cdot\cos\theta + \beta\right)} \quad \}\#4$$

$$AF = \frac{\sin\left(N\cdot\frac{\Psi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\Psi}{2}\right)} \quad \text{e} \quad \Psi = kd\cdot\cos\theta + \beta$$



$$\Psi = kd\cdot\cos\theta + \beta \Big|_{\theta=\varnothing} = 0$$

$$\Leftrightarrow kd + \beta = 0$$

$$\Leftrightarrow \beta = -kd$$

$$\Leftrightarrow \beta = \frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{\lambda}{2} = \pi$$

b) Zeros para $\Psi = ?$: $\sin\left(N \cdot \frac{\Psi}{2}\right) = 0$

$N \cdot \frac{\Psi}{2} = \pm m\pi$ $\quad m = \cancel{0}, 1, \dots, \cancel{2N}$ (porque são maximos)

$m \neq 1N, 2N, \dots$ (porque são zeros)

$$\frac{N}{2} \cdot kd \cdot \cos\theta + \overset{\overset{(-kd)}{\alpha}}{\beta} = \pm m\pi$$

$$\Leftrightarrow \frac{N}{2} \cdot kd \cdot \cos\theta - kd = \pm m\pi$$

$$\cos\theta = 1 - \frac{m\pi \cdot 2}{Nk \cdot d} = 1 - \frac{m \cdot \pi \cdot 2}{N \cdot \frac{2\pi}{\lambda} d} = 1 - \frac{m \cdot \lambda}{N \cdot d}$$ } Valor Tabelado

$$\theta_1 = \arccos\left(1 - \frac{m \cdot \lambda}{N \cdot d}\right) = \arccos\left(1 - \frac{\lambda}{4 \cdot \frac{\lambda}{2}}\right) = \arccos\left(1 - \frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{3}$$

$$\theta_2 = \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot \lambda}{Nd}\right) = \frac{\pi}{2}$$

$$\theta_3 = \arccos\left(1 - \frac{3 \cdot \lambda}{N \cdot d}\right) = \frac{2\pi}{3}$$

$\theta_4 = X$ porque $m = 4 = N$ e $m \neq N$

$m \neq \pm mN$

c) direção i máxima

$$\Psi = k.d.\cos\theta + \beta = \pm 2m\pi \qquad m = 0, 1, \dots$$

$$kd.(\cos\theta - 1) = \pm 2m\pi$$

$$\cos\theta = 1 - \frac{2m\pi}{\frac{2\pi}{\lambda}.d} = 1 - \frac{\lambda m}{d}$$

---

d) $$\theta_m = 2.\arccos\left(1 - \frac{\lambda}{N.d}\right) = 2.\arccos\left(1 - \frac{\lambda}{N.\frac{\lambda}{2}}\right) = 2.\arccos\left(1 - \frac{1}{2}\right) = 2.\frac{\pi}{3}$$

e) $$D = 4.N.\frac{d}{\lambda} = 4.4.\frac{\lambda/2}{\lambda} = 8$$

$$D_{dB} = 10.\log_{10}(8) = 9,03\ dB$$

10 elementos isotrópicos são colocados ao longo do eixo OZ.
Projete o agregado de HW, com radiação máxima de $\Theta = 180°$

Determine:

a) Espaçamento entre os elementos

b) Desvio de fase progressiva

c) zeros do AF

d) largura de feixe de 1.º zero

e) diretividade

---

a) $\Psi = k.d.\cos\Theta + \beta \Big|_{\Theta=0} = \pi$

$kd + \underbrace{kd + \frac{\pi}{N}}_{\beta} = \pi \Leftrightarrow 2kd = \pi - \frac{\pi}{N}$

$\Leftrightarrow 2kd = \pi\left(\frac{N-1}{N}\right) \Leftrightarrow d = \frac{\pi}{2k}.\left(\frac{N-1}{N}\right) \Leftrightarrow d = \frac{N-1}{N}.\frac{\lambda}{4} \simeq \frac{\lambda}{4}\left(\frac{10-1}{10}.\frac{\lambda}{4}\right) = 0,225\lambda$

---

b) $\beta = kd + \frac{\pi}{N} = \frac{2\pi}{\lambda}.\frac{\lambda}{4} + \frac{\pi}{10} = \frac{12\pi}{20}$

---

c) zeros: $\Theta_m = \arccos\left(1 + (1+2m).\frac{\lambda}{2dN}\right) = \arccos\left(1 + \frac{\lambda}{\frac{2.0,225.\lambda\,10}{4,5}}\right) = 38,9°$

$d = 0,225$

$N = 10$

$\Theta_2 = \arccos\left(1 - 3.\frac{1}{4,5}\right) = 70.53°$ $\quad\Theta_5 = \arccos\left(1 - \frac{9}{4,5}\right) = 180°$ X pq é um máximo.

$\Theta_3 = \arccos\left(1 - \frac{5}{4,5}\right) = 46,38°$

$\Theta_4 = \arccos\left(1 - \frac{7}{4,5}\right) = 123,7°$

d) $\theta_m = 2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{\lambda}{2 \cdot d N}\right) = 2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{\lambda}{2 \cdot 0{,}225 \cdot \lambda \cdot 10}\right)$

$= 2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{1}{4{,}5}\right)$

$= 77{,}8^\circ$

1
0,225
0,225
0,45
x 10
4,5

$L = (N-1) \cdot d$

e) $D = 1{,}789 \cdot \frac{4 \cdot L}{\lambda} = 1{,}784 \cdot \frac{4 \cdot ((N-1) \cdot d)}{\lambda} = 16{,}102$

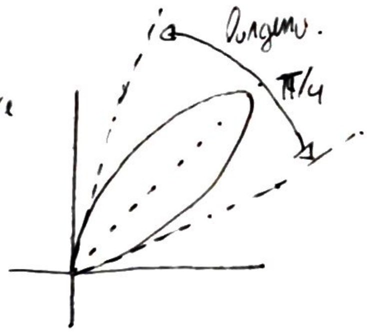
$D_{dB} = 10 \cdot \log(D) = 12{,}0685 \, dB$

Determine a largura do feixe e a diretividade de um scanning-array c/ 10 pontos isotrópicos colocados ao longo do eixo dos z's. Considere $d = \frac{\lambda}{4}$ e máxima para 45° a partir do eixo do agrupado.

$\Psi = K \cdot d \cdot \cos\theta + \beta \Big|_{\theta = 45^\circ} = 0 \Rightarrow Kd \cdot \cos(45) + \beta = 0 \Rightarrow \beta = -Kd \cdot \cos(45)$

$\Leftrightarrow \beta = -\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{4} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = -\frac{\sqrt{2}}{4}\pi$

Largura do feixe



Calcular zeros

$A.F = \frac{\sin(N \cdot \Psi/2)}{\sin(\Psi/2)} \simeq \frac{\sin(N \cdot \Psi/2)}{\Psi/2} \Big| \Rightarrow$ normalizado $\frac{\sin(N \cdot \Psi/2)}{N \cdot \Psi/2}$

zeros: $\sin(N \cdot \Psi/2) = 0 \;\wedge\; \Psi/2 \neq 0$ Respeita

$\Psi = Kd \cdot \cos\theta - \frac{\sqrt{2}}{4} \cdot \pi = \pm m\pi$ c/ $m \neq 0, \pm N, \pm 2N, \ldots$

$$\theta_m = \arccos\left(\frac{\pm m\pi + \frac{\sqrt{2}}{4}\cdot\pi}{kd}\right) = \arccos\left(\frac{\pi\cdot\left(\frac{\sqrt{2}}{4} \pm m\right)}{\frac{2\pi}{\lambda}\cdot\frac{\lambda}{4}}\right) = \arccos\left(2\left(\frac{\sqrt{2}}{4} \pm m\right)\right)$$

$$\theta_1 = \arccos\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \pm 2\right) = 58^\circ$$

$$\theta_2 = \arccos\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 4\right)$$

$65 - 35 = 30$

$65 - 35 = 30$

d	35	0		
c	30	1	0	
b	20	1	1	0
a	15	1	1	1