

*Laboratori de Software (I):  
diagrames de radiació*

**TECNOLOGIES DE  
RADIOCOMUNICACIÓ**

**F. ROCADEMBOSCH**

**Ref: ETT-ST/TR/P03/MP2.2**

$DY_e = [31]$

REF. ~~000027~~

AHLENS, S.L.  
UPC CASTELLDEFELS  
AVDA. CANAL OLIMPIC  
08860 CASTELLDEF



# LAB. SOFTWARE (I): DIAGRAMAS DE RADIACION

TECNOLOGIAS DE RADIOCOMUNICACION (TR)

De: F. Rocadenbosch

A: Grupos Mañana y Tarde

## COLECCIÓN DE ANTENAS A CARACTERIZAR

| GS           | CODIGO | Título  |
|--------------|--------|---|
|              |        | $t(\theta, \phi)$ : Diagrama Radiación en potencia<br>$E(\theta, \phi)$ : Campo Eléctrico [V/m] |
| Comentarios: |        |   |

| SOL                               | C1QP99 |  |
|-----------------------------------|--------|--|
|                                   |        | $t(\theta) = \frac{1}{16} \frac{\sin^2(2\pi \cos \theta)}{\sin^2\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}$ |
| Comentarios: Diagrama en potencia |        |  |

| S1  | C3QP99E | Antena panel para estación base de telefonía móvil GSM  |
|---|---------|---|
|   |         | $\vec{E} = 120I_0 \frac{e^{-jkr}}{r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin \theta} \left\{ \sin\left[\frac{\pi}{2} \sin \theta (\cos \Phi + 2 \sin \Phi)\right] + \sin\left[\frac{\pi}{2} \sin \theta \cos \Phi\right] + \sin\left[\frac{\pi}{2} \sin \theta (\cos \Phi - 2 \sin \Phi)\right] \right\} \hat{\theta}$ |
| Comentarios: 3 dipolos resonantes separados $d=\lambda/2$ entre sí, y $l=d/2$ de un plano de masa paralelo a ellos, idealmente infinito (Fig. 1). |         |   |

| S2   | C3QP99F | Antena panel TV (banda IV)   |
|--|---------|--|
|  |         | $\vec{E} = 120I_0 \frac{e^{-jkr}}{r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin \theta} \left\{ \sin[0.6\pi \sin \theta (\cos \Phi + \sin \Phi)] + \sin[0.6\pi \sin \theta (\cos \Phi - \sin \Phi)] \right\} \hat{\theta}$ |
| Comentarios: 2 dipolos resonantes separados $d=0.3\lambda$ entre sí, y $l=d/2$ de un plano de masa paralelo a ellos, idealmente infinito (Fig. 2). |         |  |

| S3  | C4QP99F | Array   |
|---|---------|---|
|   |         | $FA_N(\Psi) = \frac{\sin \frac{5\Psi}{2}}{5 \sin \frac{\Psi}{2}} ; \quad \Psi = \frac{\pi}{2} (\sqrt{2} \sin \theta \cos \phi - 1)$ |
| Comentarios: Array uniforme de 5 elementos isotrópicos equiespaciados $d = \sqrt{2}\lambda/4$ , $\alpha = -\pi/2$ . |         |   |

|  |                |  |
|--|----------------|--|
| <b>P1</b>  | <b>C1QT99E</b> |  |
| $t(\theta) = \frac{1}{36} \frac{\sin^2(3\pi \cos\theta)}{\sin^2\left(\frac{\pi}{2} \cos\theta\right)}$ |                |  |
| Comentarios: Diagrama en potencia  |                |  |

|   |                |  |
|---|----------------|--|
| <b>S4</b>   | <b>C1QP00E</b> |  |
| $E(\theta, \phi) = \frac{A}{r} \left  \frac{\sin\left[\frac{7\pi}{4} \sin\theta \cos\phi\right]}{\frac{\pi}{4} \sin\theta \cos\phi} \right  \left[ \frac{V}{m} \right]$ |                |  |
| Comentarios:  |                |  |

|  |                |  |
|--|----------------|--|
| <b>SOL</b>   | <b>C1QP00F</b> |  |
| $E(\theta, \phi) = \frac{A}{r} \frac{\sin\left[\frac{7\pi}{4} (\sin\theta \cos\phi - 1)\right]}{\frac{\pi}{4} (\sin\theta \cos\phi - 1)} e^{-jkr} \hat{\theta} \left[ \frac{V}{m} \right]$ |                |  |
| Comentarios:   |                |  |

|  |                |  |
|--|----------------|--|
| <b>P2</b>  | <b>C3QP00E</b> | <b>Antena basada en array de dos dipolos</b> |
| $\vec{E} = -120I_0 \frac{e^{-jkr} \cos\left(\frac{\pi}{2} \cos\theta\right)}{r \sin\theta} \cos(0.7\pi \cos\theta) \hat{\theta}$ |                |  |
| Comentarios: 2 dipolos colineales de media onda según Z, con sus extremos separados $d=0.2\lambda$ (Fig. 3).                     |                |  |

|  |                |                                     |
|--|----------------|-------------------------------------|
| <b>SOL</b>   | <b>C3QP00F</b> | <b>Antena radioaficionados W8JK</b> |
| $E = 120I_0 \frac{e^{-jkr} \cos\left(\frac{\pi}{2} \cos\theta\right)}{r \sin\theta} \sin\left[\frac{\pi}{8} \sin\theta \cos\phi\right] \hat{\theta}$ |                |                                     |
| Comentarios: 2 dipolos resonantes separados $d=\lambda/8$ entre sí y alimentados en contrafase (Fig. 4).   |                |                                     |

|  |                |                      |
|--|----------------|----------------------|
| <b>T1</b>  | <b>C4QP00F</b> | <b>Array Endfire</b> |
| $FA_N(\Psi) = \left  \frac{\sin 5\Psi}{10 \sin \frac{\Psi}{2}} \right ; \quad \Psi = \pi(\sin\theta \cos\phi - 1)$ |                |                      |
| Comentarios: Array uniforme de 10 elementos isotrópicos equiespaciados $d=\lambda/2$ , $\alpha=-\pi$               |                |                      |

|  |                |   |
|--|----------------|---|
| <b>S5</b>  | <b>C1QT00E</b> | <b>Antena microstrip para recepción GPS</b> |
| $t(\theta, \phi) = \frac{\sin(0.25\pi \cos \theta)}{\cos \theta} \sin \theta \cos(0.31 \sin \theta \cos \phi)$ |                |   |
| Comentarios: Antena parche microstrip.   |                |   |

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| <b>SOL</b>  | <b>C1QP01E</b> | <b>Hélice para comunicación espacial en VHF</b> |
| $E(\theta, \phi) \propto \sin \theta \cos \phi \frac{\sin \left[ \frac{\pi}{6} (5 \sin \theta \cos \phi - 8) \right]}{\sin \left[ \frac{\pi}{30} (5 \sin \theta \cos \phi - 8) \right]} \frac{e^{-jkr}}{r} \hat{\theta} \quad \left[ \frac{V}{m} \right]$ |                |   |
| Comentarios: Hélice digirida según X.   |                |   |

|   |                 |   |
|---|-----------------|---|
| <b>SOL</b>  | <b>C1QP01F1</b> | <b>Antena telefonía móvil de haz conformado</b> |
| $\bar{E}(\theta, \phi) = A \frac{\sin \left[ \frac{9\pi}{4} \left( \sin \theta \cos \phi - \frac{1}{2} \right) \right]}{\sin \left[ \frac{\pi}{4} \left( \sin \theta \cos \phi - \frac{1}{2} \right) \right]} \sin \theta \frac{e^{-jkr}}{r} \hat{\theta} \quad \left[ \frac{V}{m} \right]$ |                 |   |
| Comentarios:  |                 |   |

|  |                 |                                      |
|--|-----------------|--------------------------------------|
| <b>S6</b>  | <b>C3QP01E1</b> | <b>Radiogoniómetro de navegación</b> |
| $t(\theta, \phi) = \frac{1}{2} [1 + \cos^2 \theta - \sin 2\phi (1 - \cos^2 \theta)]$   |                 |                                      |
| Comentarios: Diagrama en potencia. Agrupación de dos espiras rectangulares y ortogonales conectadas en paralelo. Opera a 300 kHz (Fig. 5). |                 |                                      |

|   |                 |                            |
|---|-----------------|----------------------------|
| <b>S7</b>   | <b>C3QP01E2</b> | <b>Antena recepción TV</b> |
| $\vec{E} = E_0 \frac{e^{-jkr}}{r} \frac{\cos \left( \frac{\pi}{2} \cos \theta \right)}{\sin \theta} [\cos(\pi \sin \theta \cos \phi) - \cos(\pi \sin \theta \sin \phi)] \hat{\theta}$ |                 |                            |
| Comentarios: Reflector diédrico 90° alimentado por dipolo de media onda a $d = \lambda/2$ de su vértice (Fig. 6).   |                 |                            |

|  |                |                                     |
|--|----------------|-------------------------------------|
| <b>SOL</b>   | <b>C3QP01F</b> | <b>Antena Yagi de dos elementos</b> |
| $ E  = \frac{60I_1}{r} \frac{\cos \left( \frac{\pi}{2} \cos \theta \right)}{\sin \theta} [1 + 0.77e^{j(0.75 \sin \theta \sin \phi - 2.74)}]$ |                |                                     |
| Comentarios: Antena Yagi formada por dipolo alimentador y director operando a 100 MHz (Fig. 7).  |                |                                     |

|   |         |               |
|---|---------|---------------|
| S8  | C4QP01F | Array Endfire |
| $FA_N(\Psi) = \frac{\sin \frac{5\Psi}{2}}{5 \sin \frac{\Psi}{2}}; \quad \Psi = \frac{\pi}{2} (\sin \theta \cos \phi - 1)$ |         |               |
| Comentarios: Array uniforme de 5 elementos isotrópicos equiespaciados $d=\lambda/4$ , $\alpha=-\pi/2$ .                   |         |               |

|   |        |  |
|---|--------|--|
| T2  | ANT170 | Doblete para distintos espaciados y desfases |
| $FA(\Psi) = 2 \left  \cos \frac{\Psi}{2} \right ; \quad \Psi = Kd \cos \theta + \alpha$   |        |  |
| Comentarios: 9 diagramas 2D: ( $d=\lambda/4$ , $d=\lambda/2$ , $d=\lambda$ ) $\times$ ( $\alpha=0^\circ$ , $\alpha=90^\circ$ , $\alpha=180^\circ$ ) |        |  |

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin \theta \cos \Phi & \cos \theta \cos \Phi & -\sin \Phi \\ \sin \theta \sin \Phi & \cos \theta \sin \Phi & \cos \Phi \\ \cos \theta & -\sin \theta & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r \\ \theta \\ \Phi \end{bmatrix}$$

**SE PIDE:**

- 1) Dirección de máxima radiación y coordenadas de los planos **E** y **H**, ambos en coordenadas esféricas.

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Dir. Máxima radiación $\rightarrow \theta =$ | $\phi =$                     |
| Coordenadas <b>plano E</b> $\rightarrow$     | <b>plano H</b> $\rightarrow$ |

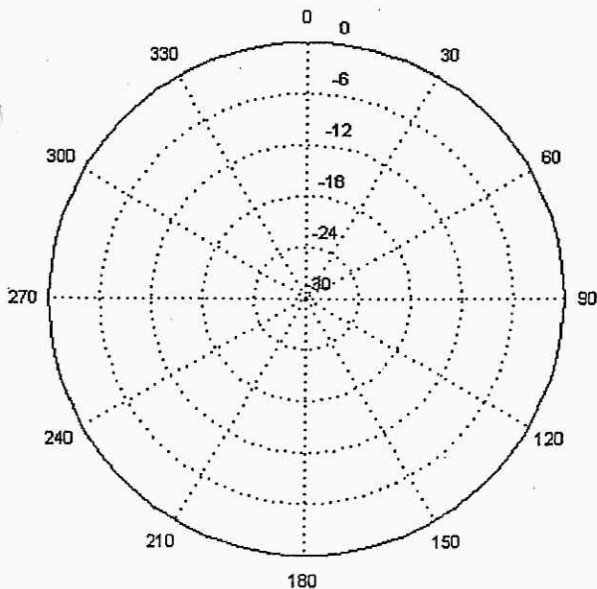
- 2) Expresión analítica de los diagramas de radiación en los planos E y H.

$t_E =$

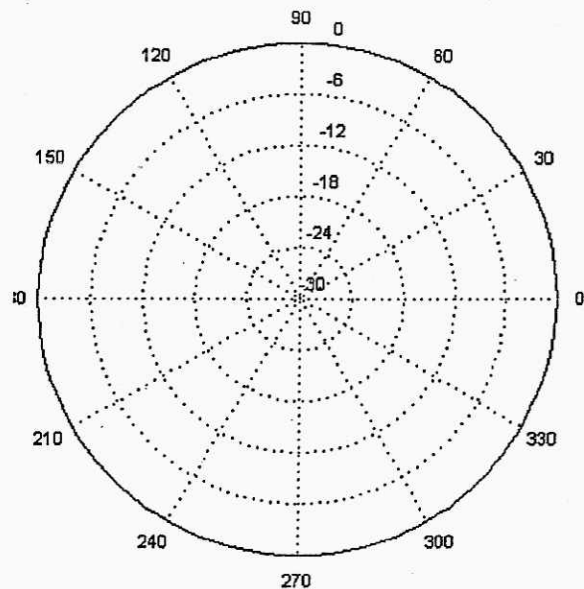
$t_H =$

- 3) Diagramas de radiación en coordenadas *polares* en dichos planos.

(a) Diagrama Plano E



(b) Diagrama Plano H



4) Parámetros del diagrama de radiación de la antena:

|         | HPBW [°] | FNBW [°] | NLPS [dB] | F/B [dB] |
|---------|----------|----------|-----------|----------|
| PLANO E |          |          |           |          |
| PLANO H |          |          |           |          |

5) Procedimiento utilizado para el cálculo del HPBW (indique el valor obtenido en la casilla que corresponda):

| PROCEDIMIENTO        | PLANO E | PLANO H |
|----------------------|---------|---------|
| Aproximado           |         |         |
| Optimization Toolbox |         |         |
| Análítico            |         |         |

6) Cálculo de los nulos de radiación del diagrama (indique número de ceros y valores obtenidos):

| POSICIÓN ANGULAR DE LOS NULOS DE RADIACION   |  |
|--|--|
| PLANO E  |  |
| Procedimiento cálculo  |  |
| PLANO H  |  |
| Procedimiento cálculo  |  |
| (*) Indique código del procedimiento de cálculo utilizado: (1) Aproximado vía diagrama, (2) Optimization Toolbox, (3) Analítico. |  |

Desarrollos analíticos complementarios (si ha lugar):

7) Cálculo aproximado de la directividad a partir de los diagramas de radiación.

$$D = \quad \text{dB}$$

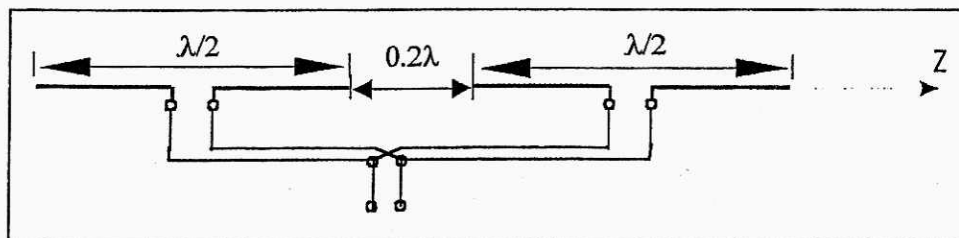
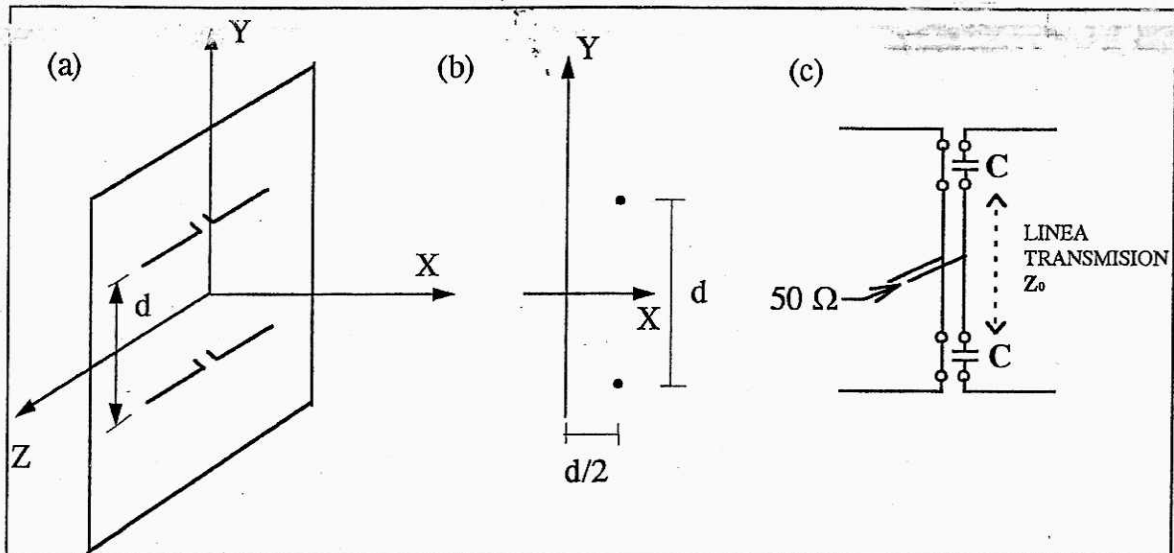
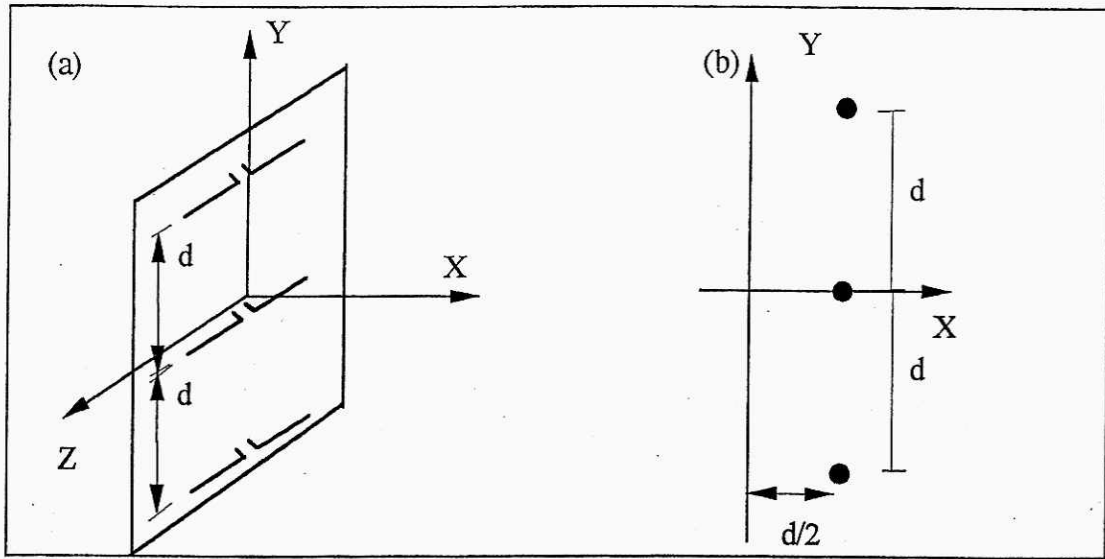
8) Cálculo exacto de la directividad de la antena.

Ayuda: Utilice la función *patcalc.m*.

$$D = \quad \text{dB}$$



CATALOGO DE FIGURAS:



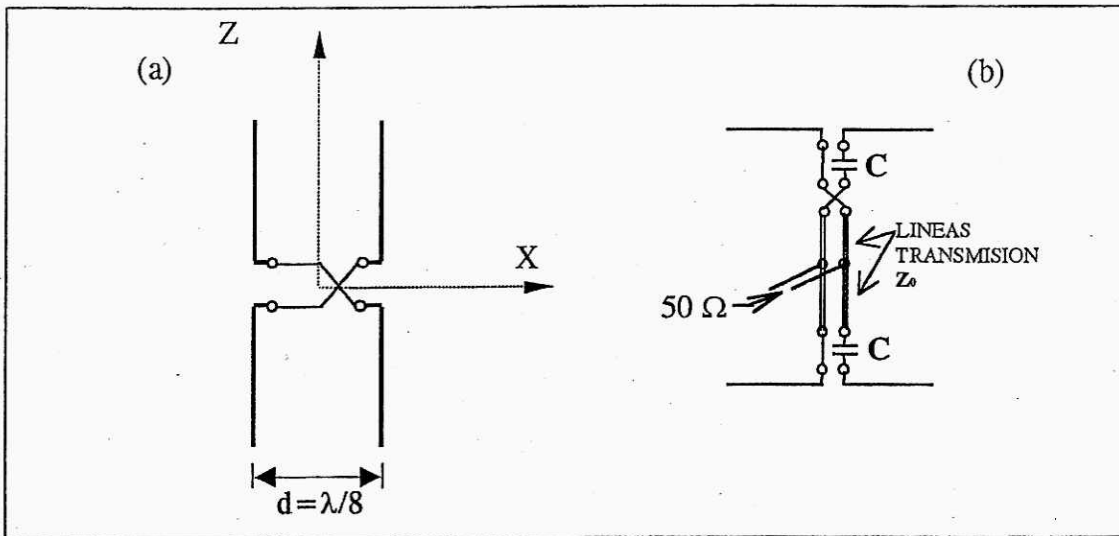


Fig. 4 (a) Esquema de la antena, (b) adaptación de la antena.

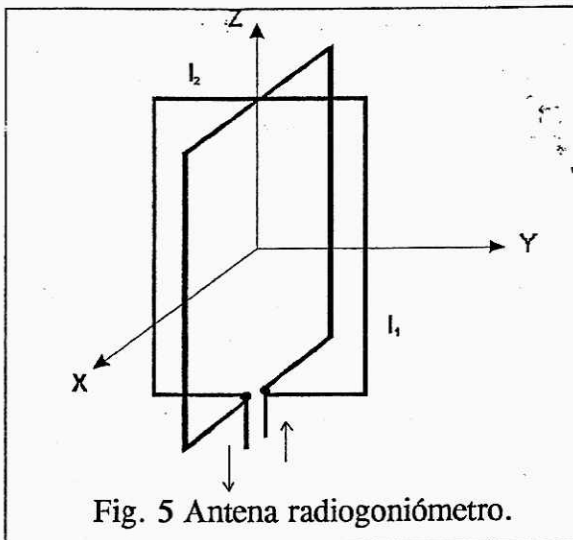


Fig. 5 Antena radiogoniómetro.

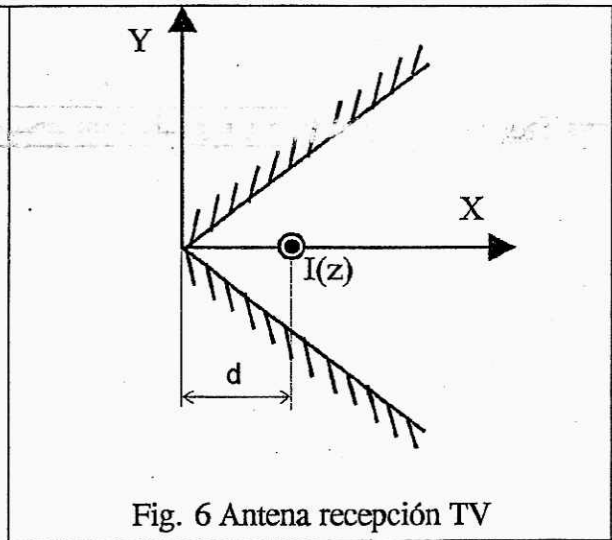


Fig. 6 Antena recepción TV

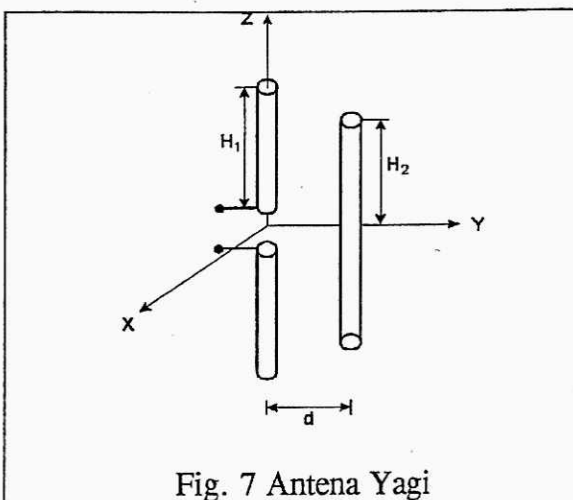


Fig. 7 Antena Yagi

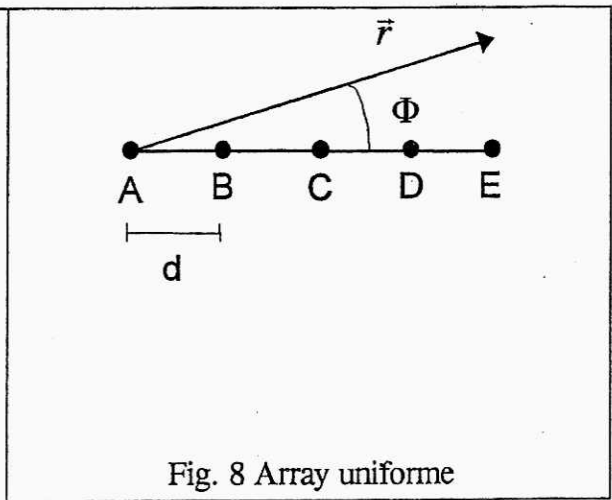


Fig. 8 Array uniforme