

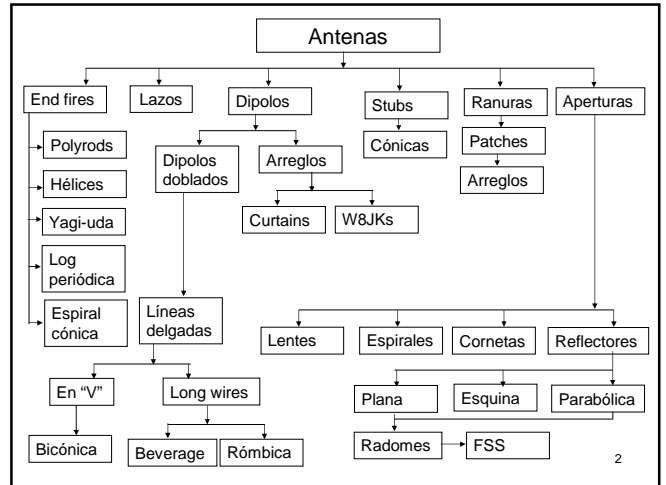


Familia de Antenas

Capítulo 3

EE525M

Ing. Marcial A. López Tafur
mlopez@uni.edu.pe
 2010-2



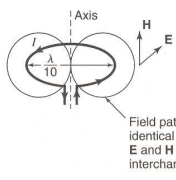
Introducción

- Tipos básicos
- Lazos, dipolos y ranuras
- Coaxiales con extremo abierto, líneas delgadas y guías de onda
- apertura y reflector
- End fire y broadband
- Panel plano, arreglos tipo ranura y grilla

3

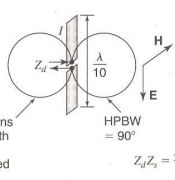
Lazos, dipolos y ranuras

SMALL LOOP
 $D = 1.5$



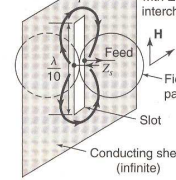
(a)

BASIC ANTENNAS
SHORT DIPOLE
 $D = 1.5$



(b)

SLOT
 $D = 1.5$



(c)

4

- La pequeña antena horizontal de aro en (a) de la Fig. 3-1 puede ser considerado como la contraparte magnética del dipolo vertical corto. Ambos, el aro y el dipolo tienen diagramas de campo idénticos pero con **E** y **H** intercambiados. Así, el aro horizontal está polarizado horizontalmente y el dipolo vertical está polarizado verticalmente. Ambos, el aro corto y el dipolo corto tienen la misma directividad $D = 1,5$. Para calificar como un aro corto o un dipolo corto, las dimensiones deberían de ser de $\lambda / 10$ o menos.

5

Tres tipos básicos de antenas:

(a) un cuadro pequeño, (b) un dipolo corto, y (c) una ranura.

El cuadro pequeño y el dipolo corto (eje del cuadro paralelo al del dipolo) tienen diagramas de campo idénticos con el **E** y **H** intercambiados.

La ranura y el dipolo tienen los mismos diagramas de campo con **E** y **H** intercambiados.

Las directividades son idénticas como se indica.

6

Ejemplo

3-2.1 Lazo y dipolo para polarización circular

Colocando el dipolo corto dentro del pequeño cuadro en su eje (Fig. 3-1), el patrón es omnidireccional en el plano horizontal con un nulo en el eje vertical como para los diagrama es del cuadro individual y el dipolo.

7

(a) Sí el diámetro del cuadro es $\lambda/15$ y el cuadro y el dipolo están alimentados en fase con igual potencia, cual es la polarización de la radiación?

(b) Sí la corriente del cuadro es en el sentido contrario al de las agujas del reloj vista desde arriba cuando la corriente del dipolo es esta activa, la polarización es izquierda o derecha?

De la Sec. 2-15, la polarizaciones circular derecha. Resp. (a) y (b).

8

Ejemplo 3-2.2 Dipolo de una longitud de onda y antena una antena ranurada.

En la Fig. 3-2 un dipolo cilíndrico de longitud λ y su ranura complementaria son comparados. La longitud actual $L = 0.925 \lambda$. El dipolo cilíndrico tiene un diámetro $D = L/28 = 0.033 \lambda$ y una impedancia terminal $Z_d = 710 + j0 \Omega$. La ranura complementaria tiene un ancho de $w = 2D$. Encontrar la impedancia terminal Z_s de la ranura

9

Solución

De (2)

$$Z_s = 377^2 / 4 * 710 = 50 \Omega$$

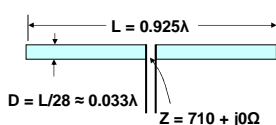
Rpta.

Para una impedancia correspondiente a una línea coaxial de 50Ω como se indica en la Fig. 3-2b.

La radiación de una antena patch (Fig. 3-11) ocurre aun desde dos ranuras, así que este ejemplo es útil para entender las antenas tipo patch.

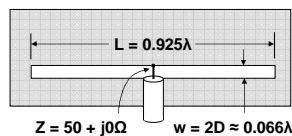
10

Dipolo de λ Completa



(a)

Dipolo de λ Completa

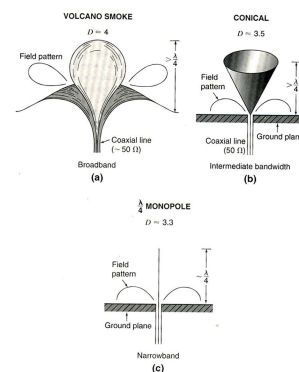


(b)

Comparación de impedancias de una antena dipolo cilíndrica con un una ranura complementaria. La ranura en (b) hace juego con un cable coaxial de 50Ω

11

Antenas de cable coaxial con un extremo abierto (opened-out)



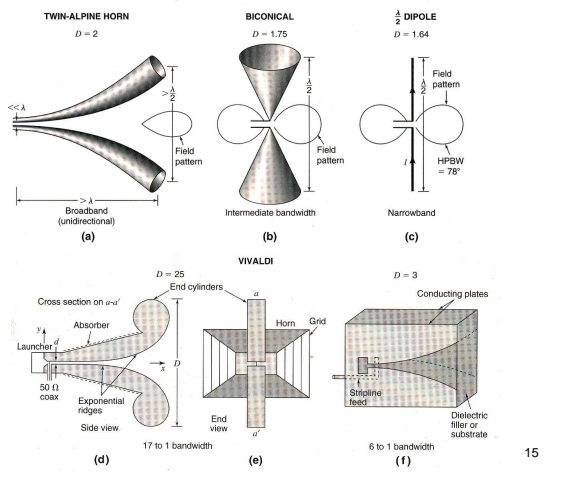
12

Líneas coaxiales con uno de sus extremos abierto (opened-out) mostrando

- La evolución desde una antena de gran ancho de banda gradualmente convergente “vulcano smoke”
- A una antena cónica de una de ancho de banda intermedio
- Hasta una un “monopolo” de banda estrecha de $\lambda/4$

13

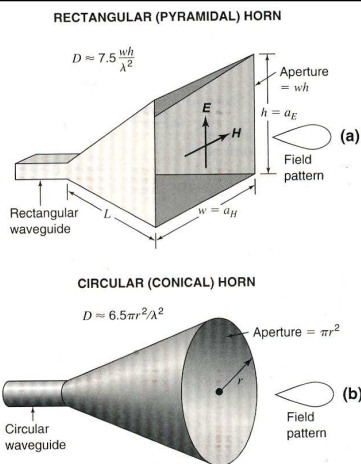
Antenas de dos conductores (delgados) con un extremo abierto



15

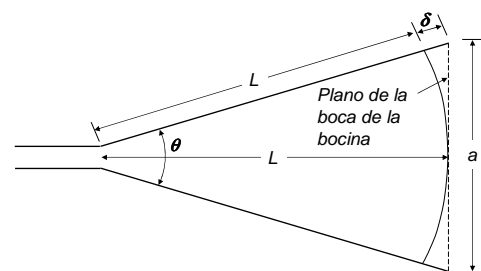
- Antenas de dos conductores con un extremo abierto mostrando la evolución desde una muy ancha de banda “antena bocina gemela Alpine” en la parte superior (a) a través de una de ancho de banda intermedio “antena bicónica” en el centro (b) hasta una de ancho de banda estrecho “dipolo de $\lambda/2$ ” (c) y las versiones compacta (d) , (e) y (f).
- Mientras que la “bocina gemela Alpine” es unidireccional, las antenas bicónicas y dipolo son omnidireccionales en el plano horizontal. La directividad D es indicada para cada antena.

16



17

Bocina Piramidal Óptima



Sección de corte de una bocina

18

- Idealmente la fase del campo a lo largo de la boca de la bocina debe ser constante.
- Esto requiere una bocina bastante larga. Sin embargo, por razones prácticas la bocina debe ser lo mas corta posible.
- Una *bocina óptima* es un compromiso en el cual la diferencia de la longitud δ de la trayectoria a lo largo del borde y el centro de la bocina es de $0,25\lambda$ o menos en el plano E .
- Sin embargo, en el plano H , δ puede ser mayor, desde que el campo vale cero en los bordes de la bocina (condición de frontera, $E_t = 0$ satisfecha).

19

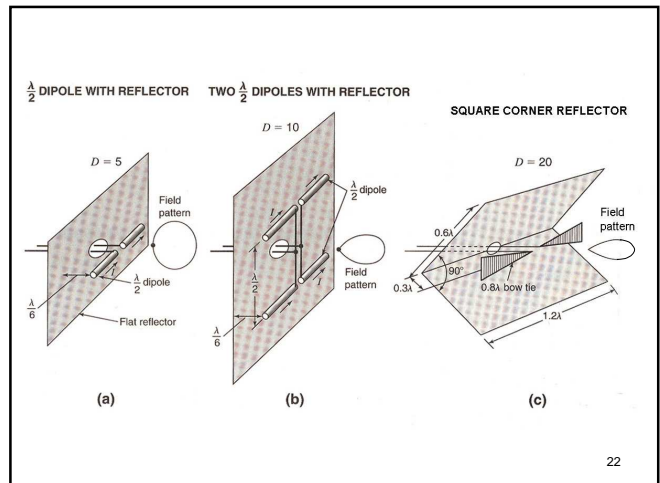
- De la Fig. 3-6 el ángulo de expansión gradual θ esta dado por:
- $\theta = 2\cos^{-1}(L / L + \delta)$ (1)
- Para una bocina con $L = 10 \lambda$, hallar el ángulo de expansión gradual (acampanamiento) para el cual $\delta = 0,25\lambda$
- **Solución**
- De (1), $\theta = 2\cos^{-1}(10/10.25) = 25.4^\circ$ Rpta.

20

Antenas reflectoras de lámina plana

- **Ejemplo: Potencia recibida por una tipo reflector de esquina cuadrada:**
- Una estación de TV canal 35 UHF (599MHz) produce una intensidad de campo de $1\mu\text{Vm}^{-1}$ en una antena receptora de esquina cuadrada, como en la Fig. 3-7c, con dimensiones óptimas para este canal.
- Hallar la potencia entregada al receptor asumiendo que está adaptada a su antena.

21



22

• Solución

- $\lambda = c / f = 3 \times 10^8 \text{ms}^{-1} / 599 \times 10^6 \text{ Hz} = 0.501 \text{m}$
- De la Fig. 3-7c, $D = 20$, por consiguiente la apertura efectiva:
- $A_e = D \lambda^2 / 4\pi = 20 \times 0.251 / 4\pi = 0.4 \text{ m}^2$
- y la potencia recibida es
- $(E^2 / Z_0) \times A_e = (10^{-6})^2 / 377 \times 0.4 = 1.06 \times 10^{-15}$
 $W = 1.06 \text{ f W}$ Rpta

23

- Antenas reflectoras planas con uno o dos dipolos de $\lambda/2$ y un reflector de 90° (a y b) o cuadrado esquinado (c).
- La directividad de un dipolo de $\lambda/2$ puede ser incrementada ubicándolo en frente de un conductor reflector como en (a).
- Un arreglo de dos dipolos de $\lambda/2$ al frente de un reflector plano como en (b) produce alta directividad.
- Se obtiene mayor directividad doblando un reflector plano en 90° [en una esquina cuadrada como en (c)].

24

- Para reducir la resistencia al viento y la cantidad de metal requerido, los reflectores suelen ser sustituidos por grillas de alambres paralelos espaciados $\lambda/10$ o menos.
- La directividad aproximadamente se duplica de (a) a (b) y se duplica de nuevo en (c)

25

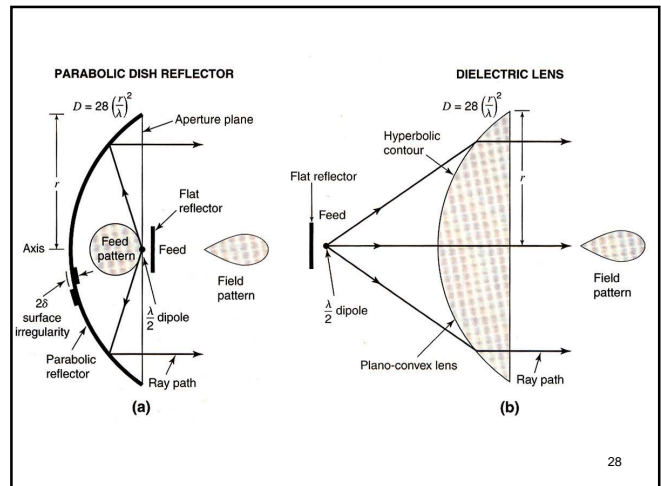
Platos parabólicos y antenas de lentes dieléctricas

- La directividad (o ganancia) de una antena de plato parabólico depende de muchos factores:
- 1. El diagrama del alimentador de la antena. Si su diagrama es muy ancho y se derrama sobre los bordes del plato, la ganancia es reducida. De otro modo, si el diagrama es muy estrecho, el plato no es totalmente “iluminado” por el alimentador y la apertura no es totalmente utilizada.

26

- 2. La precisión de la superficie del disco relativa a una parábola ideal. Por ejemplo, si la superficie se aparta un distancia $\delta = \lambda/4$ (o 90° grados eléctricos) de la curva parabólica, el campo reflejado es desplazado 180° en fase, lo cual reduce la eficiencia de la apertura. Ver la superficie del disco en la Fig. 3-8A.
- 3. Muchos otros factores están también envueltos. La eficiencia de la apertura varía ampliamente dependiendo del diseño específico.

27



28

- Asumiendo una apertura con una eficiencia de 70 por ciento, cual es la directividad de una antena de plato parabólico como una función de su radio?
- Solución

$$D = \epsilon_{ap} \frac{4\pi A_p}{\lambda^2} = \frac{4\pi\pi r^2}{\lambda^2}$$

$$= 8.8 \frac{\pi r^2}{\lambda^2} \left(\frac{r}{\lambda} \right)^2$$

29

- Un reflector en forma de plato parabólico puede proporcionar una alta directividad (proporcional a su apertura) pero para una operación eficiente requiere un alimentador apropiado como se muestra en (a).
- Por el contrario un simple dipolo es adecuado para alimentar un reflector tipo esquina (Fig. 3-7c).
- La antena de lente dieléctrica en (b) es análoga a su contraparte óptica.
- Como la antena de plato parabólico, el lente requiere un alimentador apropiado.

30

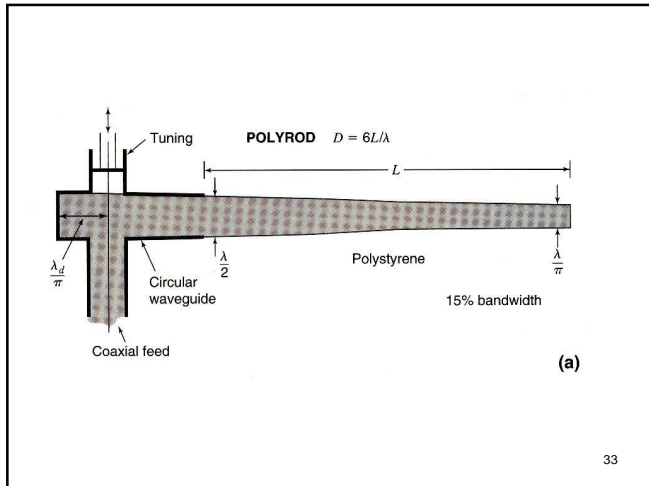
- La directividad D de ambos es proporcional a su apertura. Ambos requieren teoría de rayos y óptica en su diseño.
- Las flechas en las figuras trazan la trayectoria de los rayos.
- Los alimentadores de ambos tipos radian ondas esféricas.
- La parábola convierte las ondas esféricas en ondas planas por reflexión mientras que el lente lo hace por refracción.

31

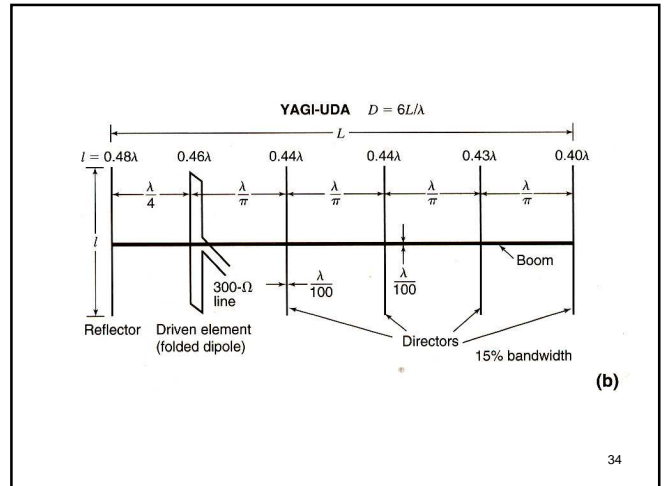
Antenas End Fire

- Tres tipos de antenas end-fire son mostrados. Debido a su alta directividad, polarización circular, gran ancho de banda y dimensiones no críticas, la antena helicoidal de modo axial (Fig.c) es empleada ampliamente en aplicaciones espaciales.
- Con polarización lineal, un cambio de orientación del satélite podría resultar en una polarización cruzada y pérdida de la señal.
- Con pol. circular este problema no ocurre, con tal de que el satélite y la estación terrena tengan la misma polarización.

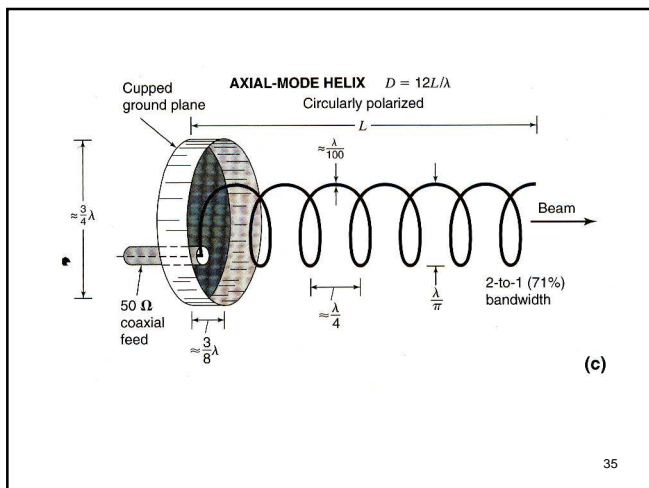
32



33



34



35

- La antena Polyrod en (a), la antena Yagi-Uda en (b), y la antena helicoidal de modo axial en (c) son todas antenas end-fire o de ondas viajeras.
- La directividad D de cada una es proporcional a su longitud L con una alta directividad para la antena helicoidal porque esta opera en el modo de directividad incrementado.
- Las dimensiones, directividades y anchos de banda están indicados.

36

- Los diagramas de las tres antenas pueden ser calculados con una buena aproximación como un arreglo de fuentes isotrópicas espaciados:
 - $\lambda/4$ con 90° de fase para el polyrod y la antena Yagi-Uda y
 - una fase directiva incrementada para la antena helicoidal.
- Las tres antenas end-fire pueden ser consideradas como antenas de lentes rudimentarias que colectan energía a través de una apertura mucho mas grande que la sección transversal física.

37

- En la antena Yagi-Uda solo un elemento es alimentado por la línea de transmisión, el resto son elementos parásitos energizados por acoplamiento mutuo, el reflector teniendo un retraso de fase y los directores guiando las fases

38

Antenas de banda ancha: La espiral cónica y la log-periódica

- La espiral cónica de la Fig. 3-10a puede ser considerada como una espiral plana que ha sido arrollado alrededor de un cono dieléctrico.
- La espiral cónica es alimentada por un cable coaxial unida a una cinta conductora con su conductor mas interno unido a la otra cinta en el ápice, como se indica en el diagrama del espiral plano.

39

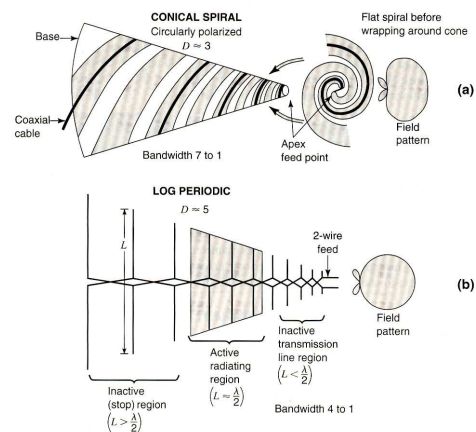


Figure 3-10
The conical spiral and log periodic are very broad bandwidth types with moderate gain.

40

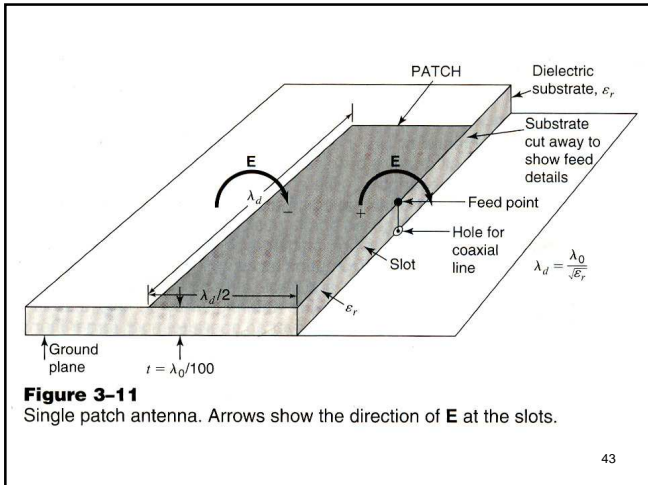
- El límite de frecuencia mas bajo de la espiral cónica es cuando el diámetro de la base es $\lambda/2$.
- El límite mas alto de frecuencia ocurre cuando el diámetro del ápice es $\lambda/4$. Así, el ancho de banda esta en la proporción de $1/2$ el diámetro de la base al diámetro del ápice, el cual, para el cono de la Fig. 3-10a es casi 7 a 1.
- El ancho de banda de una antena log-periódica depende de la razón de los dipolos que están al costado del mas largo y al costado del mas corto, lo cual para el arreglo de la Fig. 3-10b es casi 4 a 1.

41

La antena Patch

- La "Patch" es una antena de perfil bajo, baja ganancia, ancho de banda estrecho.
- Consideraciones dinámicas demandan antenas de bajo perfil en aeronaves y muchas clases de vehículos.
- Fig. 3-11 muestra una antena patch con su sustrato dieléctrico parcialmente removido para mostrar el punto de alimentación.
- Típicamente un patch consiste de una lamina conductora delgada de aproximadamente 1 por $1/2\lambda_0$ montado en el sustrato.

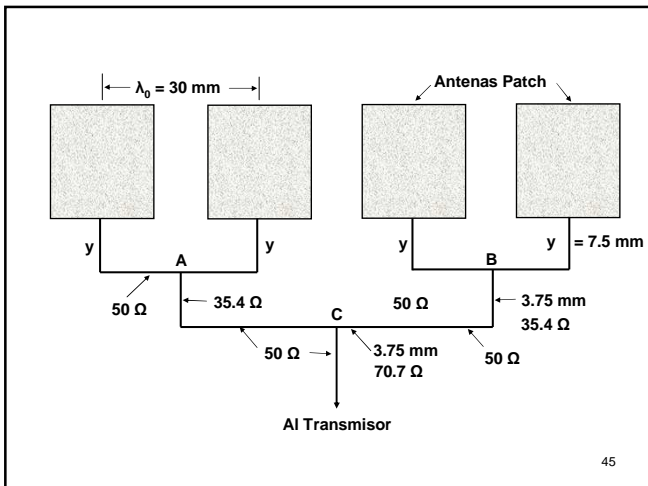
42



43

- La radiación desde el Patch es como la radiación de dos ranuras, en los bordes derechos e izquierdos del Patch.
- La “ranura” es una pequeña abertura entre el Patch y el plano de tierra.
- El espacio entre el plano de tierra y el Patch es igual al grosor t del sustrato y es típicamente $\lambda_0/100$, como se indica en la Fig. 3-11.

44



45

Ejemplo: Arreglo de 4 patch, es alimentado en fase por la red de adaptación mostrada

Encuentre: (a) La directividad D

(b) El área de haz Ω_A

Solución:

$$A_e \cong 4\lambda \times \frac{\lambda}{2} = 2\lambda^2$$

$$D = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} = 8\pi \cong 25(14\text{dBi})$$

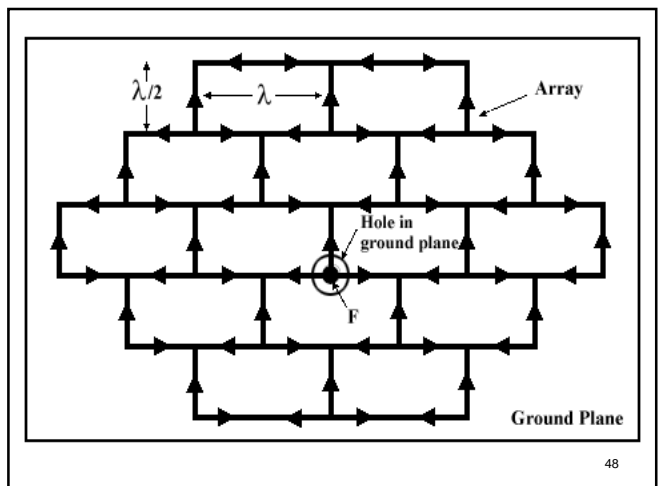
$$\Omega_A = \frac{4\pi}{D} = \frac{4\pi}{25} \cong 0.50 \text{ sr}$$

46

Arreglo de paneles tipo cuadrícula (grilla o rejilla)

- El arreglo de rejillas (Fig. 3-13), mide $4 \times 2 \frac{1}{2}\lambda$, tiene una directividad $D = 70$ (18.5 dBi) con una eficiencia de apertura de 75 por ciento.
- Tiene lóbulos laterales bajos y una $VSWR < 1.5$ sobre un 10 por ciento de ancho de banda.
- El arreglo entero es alimentado en un punto (F) por un cable coaxial de 50Ω con su conductor interno a través de una abertura en el plano de tierra con el conductor externo conectado al plano de tierra.

47



48

- El arreglo de rejillas plano mostrando la distribución de corrientes instantáneas.
- Todos los campos de los 19 conductores de media onda se adicionan en fase, mientras que los campos de los conductores horizontales se cancelan.
- El arreglo esta montado en un sustrato dieléctrico de λ encima de un plano de tierra plano

49



Muchas gracias por su atención



**UNI-FIEE
Lima Perú**

50