

Capítulo 3: Antenas tipo parche o de *microstrip*

Las antenas tipo “parche” también son conocidas como antenas *microstrip* ya que se basan en dicha tecnología. Su uso tiene un gran auge para aplicaciones en las que el tamaño reducido es importante por ejemplo: aeronáutica, aviación, satélites, aplicaciones en misiles, dispositivos móviles, comunicaciones inalámbricas en general, y para frecuencias elevadas principalmente en los rangos de microondas y ondas milimétricas [5].

Algunas de las ventajas que este tipo de antenas pueden ofrecer son: tendencia a la miniaturización al lograr dispositivos cada vez más pequeños y con componentes livianos [6], fáciles de integrar tanto a superficies planas como no planas, sencillas, de fácil producción en masa (por lo que los costos pueden ser muy reducidos), fáciles de adaptar con circuitos integrados de microondas, versátiles en términos de impedancia, patrón, polarización y frecuencia de resonancia [5].

Entre las principales desventajas de este tipo de antenas se pueden nombrar: baja potencia de radiación (por su estructura no se pueden soportar altas potencias en los componentes de una antena *microstrip*), baja eficiencia, ancho de banda angosto [5], considerables pérdidas y son fácilmente afectadas por el factor térmico (sobre todo si se trabaja sobre sustratos flexibles).

A continuación en este capítulo se detallan los conceptos básicos a considerar para las antenas tipo parche.

3.1 Origen

La tecnología *microstrip* en la cual están basadas las antenas tipo parche es el resultado de una evolución que desde sus inicios estuvo regida bajo el principio de realizar diseños de dimensiones reducidas tanto en antenas como en líneas de transmisión que pudieran ser fácilmente acoplados a cualquier dispositivo.

Los antecedentes de los circuitos *microstrip* se remontan a los años 50 donde los primeros circuitos impresos para microondas aparecieron con el nombre de *striplines*. Una *stripline* está constituida por una tira delgada conductora en un dieléctrico, el cual posee dos capas metalizadas en el exterior (en la parte superior e inferior del dieléctrico). Tanto la placa superior de la estructura como la inferior tienen el mismo potencial (tierra). Por su arreglo balanceado las *striplines* confinan la mayor parte de los campos (de forma TEM) dentro del dieléctrico. A partir de las *striplines* se empezó a utilizar una nueva forma de circuitería de microondas y sus principales aplicaciones son para realizar acopladores de líneas paralelos de alta directividad debido a su naturaleza de acoplamiento intrínseca [11].

Las líneas de *microstrip* aparecieron publicadas por primera vez en 1952, muy cerca de la aparición de las *striplines* (1951). La diferencia en el nuevo modelo (*microstrip*) fue que se retiró la parte superior del substrato dejando la línea conductora en el exterior. A pesar de la cercanía de las fechas, la tecnología *microstrip* tardó más en ganar auge ya que estas estructuras al ser muy abiertas tienen amplias pérdidas por radiación y en particular cuando son utilizadas en substratos de baja permitividad como los que se tenían en

aquellos días. Conforme la tecnología fue avanzando y se fueron creando substratos de menores pérdidas, el uso de las líneas de *microstrip* fue aumentando ampliamente [11].

Para llevar a cabo el diseño de líneas de *microstrip* se tienen distintos modelos de los cuales se hablará en secciones posteriores. El primero de dichos modelos fue llevado a cabo por Wheeler el cual definió una aproximación cuasi-TEM que todavía es usada en modelos actuales [11].

Posteriormente a las tecnologías descritas anteriormente surgieron otros dos tipos de líneas: *slotlines* y *coplanar lines*. Las *slotlines* tienen una estructura similar a las líneas de *microstrip* con la diferencia de que poseen una ranura en la línea conductora. Las *coplanar lines* tienen dos ranuras paralelas en la línea conductora y son principalmente usados en conjunto con semiconductores y para alimentar antenas tipo parche [11].

El futuro de las líneas de microondas son los llamados “MMICs” (Monolithic Microwave Integrated Circuits) que consisten en la deposición de circuitos planos (como los mencionados anteriormente) directamente encima de un substrato semiconductor con la intención de llevar a cabo circuitos completamente integrados [11].

Como se mencionó al inicio de este capítulo, las antenas tipo parche utilizan la tecnología de las líneas de *microstrip* y es por ello que en este trabajo se pondrá énfasis en aspectos importantes de dicha tecnología.

3.2 Tipos de ondas en las líneas de *microstrip*

Existen 4 tipos de ondas presentes en una línea de *microstrip*: ondas espaciales (space waves), ondas superficiales (surface waves), ondas de fuga (leaky waves) y ondas guía (guide waves); a continuación se presenta una breve descripción de cada una de ellas.

Las ondas espaciales son aquellas que son enviadas considerando un plano de elevación desde 0 hasta 180 grados (fuera de la estructura). En otras palabras, son las ondas que son enviadas al espacio libre, pierden magnitud y se atenúan conforme aumenta la distancia. En el diseño de antenas este tipo de ondas son las de mayor importancia puesto que son las ondas radiadas, mientras que si se habla de líneas de transmisión y circuitos estas ondas significan pérdidas en la aplicación buscada y por lo tanto tratan de eliminarse [11].

Las ondas superficiales son aquellas que se presentan en dirección descendente y

limitadas en los siguientes valores: $\pi/2 < \theta < \pi - \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}\right)$ [11].

Dichas ondas están confinadas prácticamente dentro del dieléctrico y no son uniformes. Al ir descendiendo, las ondas encuentran el plano de tierra que las refleja, después al llegar a la entrecara del dieléctrico y el espacio libre se provoca que también sean reflejadas mediante el esquema conocido como “reflexión interna total”, de tal forma que las ondas permanecen viajando y decayendo exponencialmente debajo de la interfaz. Las ondas superficiales entonces toman

parte de la señal enviada y por lo tanto aumentan las pérdidas. La amplitud de la señal es reducida, lo cual se traduce en decremento de eficiencia de la señal y atenuación. Otro efecto de las ondas superficiales es que introducen errores en el acoplamiento de las impedancias en el circuito [11].

Si se llega a dar el caso de que una onda alcance las fronteras de una estructura de *microstrip* caracterizada por ser abierta, la onda será difractada por los ejes y será transmitida al aire lo que generaría que se degradara el patrón de radiación para una antena ya que se aumentan los lóbulos laterales y hay niveles de polarización cruzada. De todo lo anterior se puede apreciar que los efectos de las ondas superficiales son dañinos tanto para circuitos y líneas de transmisión como para el funcionamiento de las antenas de tal forma que siempre se debe buscar minimizarlas [11].

Las ondas de fuga son parecidas a las ondas de superficie, con diferencia en que

en el plano de elevación el ángulo tiene el siguiente rango: $\pi - \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}\right) <$

$\theta < \pi$ [11].

Las ondas inicialmente son reflejadas en el plano de tierra (como las ondas superficiales) viajan en el dieléctrico en dirección de la tira conductora, posteriormente, cuando las ondas alcanzan la entrecara del sustrato y el espacio libre, una parte de las ondas es reflejada nuevamente mientras que otra se fuga al espacio libre (de ahí el nombre de este tipo de ondas). El proceso anterior se repite y como una parte sale al espacio libre, la magnitud de las ondas que se van

reflejando dentro del substrato va decreciendo con la distancia hasta desaparecen después de cierto recorrido [11].

Las ondas de fuga pueden ser utilizadas en algunas estructuras como parches apilados para aumentar las dimensiones aparentes de las antenas y poder tener una ganancia más amplia.

Las ondas guiadas se presentan en circuitos impresos que son utilizados para guías de onda o líneas de transmisión y son aquellas que se pueden encontrar cuando la parte superior del substrato dieléctrico está metalizado casi en su totalidad. Además las ondas guiadas solamente pueden existir para valores muy específicos del ángulo de incidencia. Las ondas guiadas entonces se encuentran viajando dentro del substrato rebotando tanto en la parte metálica superior como en la que está referenciada a tierra. Por lo mencionado anteriormente, esta estructura no es utilizada para aplicaciones de antenas [11].

3.3 Requerimientos para circuitos y antenas

Dependiendo de las aplicaciones que se requieran para una línea *microstrip* (líneas de transmisión y circuitos o antenas), las necesidades tanto del ancho del substrato como de la permitividad eléctrica de éste son diferentes. Al variar estos parámetros se logra que un tipo de ondas (mencionadas anteriormente) sea predominante y se logre el comportamiento deseado para la línea de *microstrip*. Cabe destacar que las ondas superficiales podrían ser usadas para lograr acoplamiento de circuitos, sin embargo por lo general no son deseadas [6], [11].

Para líneas de transmisión y circuitos se busca que la mayor parte de la energía se encuentre confinada entre los dos conductores de tal forma que se procura que el substrato sea muy delgado (comparado con la longitud de onda de la señal) y la permitividad eléctrica de éste sea muy alta. De esta forma se logra que las ondas predominantes sean las guiadas. En el caso de las antenas, se requiere exactamente lo contrario y para evitar que se concentre toda la energía en ondas guiadas, el substrato debe de ser grueso en comparación con la longitud de onda y la permitividad eléctrica debe de ser baja. De esta forma se puede garantizar que las ondas que sean predominantes en estas estructuras sean las radiadas y se tenga el comportamiento de una antena [6], [11].

Como se mencionó con anterioridad, las ondas superficiales podrían utilizarse para acoplar circuitos pero por lo general son dañinas y se intenta que sean eliminadas en lo posible. Es por ello que se trata de evitar la situación en la que el substrato sea grueso en comparación con la longitud de onda de la señal y además tenga una permitividad eléctrica alta, lo que generaría que las ondas superficiales sean las predominantes [6], [11].

De lo anterior se puede apreciar que las estructuras que mejor funcionan para las antenas tienen propiedades opuestas a aquellas que funcionan mejor para los circuitos, líneas de transmisión o guías de onda de la tecnología *microstrip*, es por ello que no se puede lograr un circuito óptimo que pueda utilizarse para ambas aplicaciones. Si se desea un

circuito de ese tipo se debe de hacer un compromiso entre la calidad individual que se tendrá debido a que no se puede lograr el máximo de eficiencia para ambos casos a la vez.

3.4 Características de las antenas de *microstrip*

Como se mencionó con anterioridad en este capítulo, las antenas tipo parche están basadas en la tecnología *microstrip* y sus características se describen a continuación.

Las antenas tipo parche poseen una tira conductora de largo L , ancho W y grosor t . La tira conductora se encuentra situada en la parte superior de un sustrato dieléctrico, el cual tiene un ancho h . En la parte inferior del sustrato dieléctrico se tiene un plano referenciado a tierra [5], [6], [11]. En la figura 3.1 se ilustra la estructura de una antena de *microstrip*.

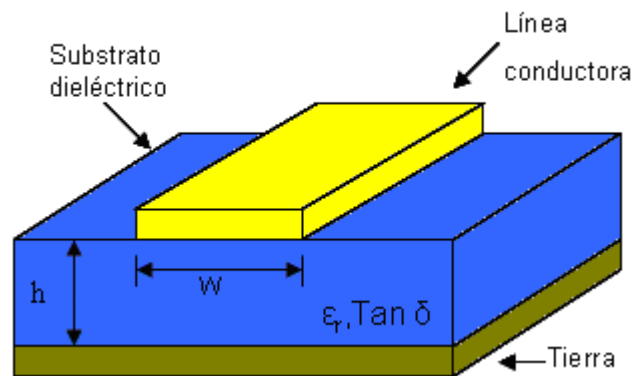


Figura 3. 1 Estructura de una antena de *microstrip* [5].

Los rangos de medidas y características de los parámetros mencionados son los siguientes:

El valor de t tiene que ser muy delgado: $t \ll \lambda_0$ (λ_0 es la longitud de onda de la señal en el espacio libre) [5].

El valor de L puede variar dependiendo de la forma utilizada. Para un parche tipo rectangular se tienen los siguientes rangos: $\lambda_0/3 < L < \lambda_0/2$ [5].

Al ancho del sustrato debe de ser grueso (como se ha explicado con anterioridad) y por lo general se puede considerar: $h \ll \lambda_0$ [5].

La permitividad eléctrica del sustrato dieléctrico por lo general se encuentra dentro de los rangos: $2.2 \leq \epsilon_r \leq 12$. Anteriormente en este capítulo se explicó que debe de buscarse la menor permitividad posible para lograr una mejor eficiencia en la antena [5].

Dependiendo de los requerimientos específicos para los cuales se construya una antena de *microstrip* de un solo elemento, se puede recurrir a varios tipos de configuraciones, los más típicos son: dipolo (tanto en su forma de media onda como de onda completa), cuadrada, rectangular, pentagonal, triangular, circular, disco con ranura, sector de disco, anillo, semi-disco, anillo elíptico, espiral [5], [6], [11].

Otro tipo particular de antena tipo parche que ha surgido en años recientes es la llamada “antena f invertida plana” (PIFA, Planar Inverted F Antenna) muy utilizada para unidades móviles, la cual es básicamente la mitad de una antena tipo parche cuadrada. Bibliografía referida a este tipo de antenas se puede encontrar en [12], [13], [14], [15].

Las configuraciones mencionadas anteriormente se refieren a antenas de un solo elemento, sin embargo, si la aplicación lo requiere y para obtener mejoras en las deficiencias intrínsecas de las antenas tipo parche se pueden utilizar arreglos de antenas con el fin de lograr las características deseadas.

El patrón de radiación de una antena de parche es omnidireccional aunque la potencia radiada es emitida solamente hacia la parte superior de la antena en su forma ideal debido a que se considera un plano de tierra infinito, el cual bloquea radiación hacia la parte inferior de la antena [5]. En la realidad puede existir una radiación hacia la parte inferior de la antena debido a que el plano de tierra es de dimensiones finitas, sin embargo los lóbulos posteriores son de pequeñas dimensiones en comparación con el lóbulo principal por lo que pueden despreciarse. En la figura 3.2 se muestran los patrones de radiación característicos para una antena de parche.

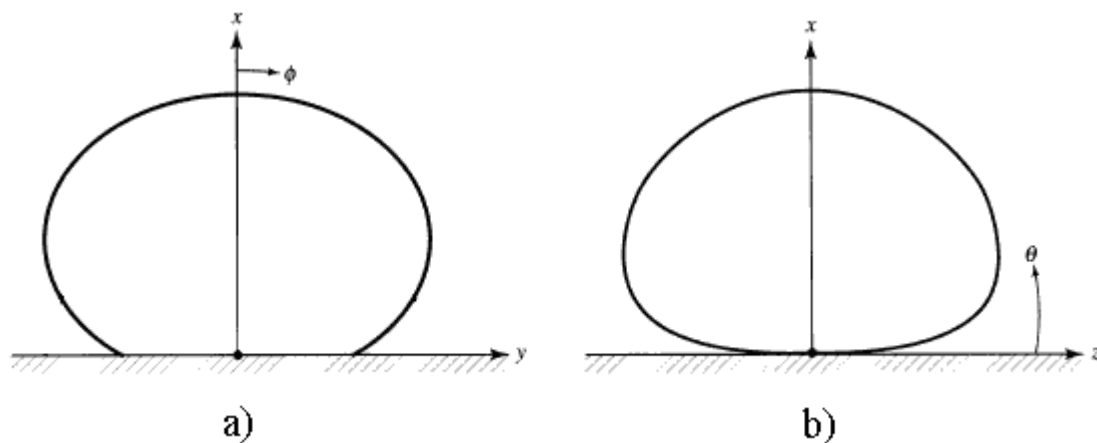


Figura 3. 2 Patrón de radiación de una antena de parche. a) Campo eléctrico (E) y b) campo magnético (H) [5].

3.5 Métodos de análisis

Al hablar del diseño de antenas tipo parche se puede encontrar una gran gama de métodos mediante los cuales se pueden llevar a cabo análisis de las antenas. Dependiendo de la precisión y el grado de sencillez que se busque se puede seleccionar el método que más se ajuste a las necesidades.

Entre los diversos métodos existentes para llevar a cabo el análisis de antenas tipo parche se pueden encontrar 3 categorías principales:

Modelos empíricos. Estos modelos son los menos precisos a la hora de diseñar, sin embargo son los más sencillos de realizar. Su método de análisis se basa en la suposición de conceptos y estructuras de forma general sin llevar a cabo consideraciones de irregularidades en parámetros. Estos modelos pueden tener un buen nivel de precisión cuando se trabaja en rangos de frecuencias menores a los de las ondas milimétricas ($f < 30$ GHz) sin embargo, conforme se salen de estos rangos los modelos presentan imprecisiones muy grandes por lo que es necesario utilizar otros modelos en estos casos.

A pesar de las limitantes mencionadas, los modelos empíricos tienen un rol muy importante para realizar diseños de los cuales partir en primera instancia, a su vez, aportan un buen sustento para llevar a cabo diseños en rangos superiores a las ondas milimétricas ya que muchos análisis pueden ser llevados a cabo en rangos de microondas y utilizar escalas para diseños a más altas frecuencia [5], [6].

Los dos principales modelos empíricos son:

- Modelo de línea de transmisión.
- Modelo de cavidad.

Modelos semi-empíricos. Estos modelos ocupan un lugar intermedio entre los empíricos y los de onda completa. Presentan una precisión mayor a la de los modelos empíricos pero inferior a la de los modelos de onda completa. A su vez, estos modelos poseen un nivel de dificultad superior a la de los modelos empíricos

pero inferior a la de los modelos de onda completa [6], [11]. Entre los principales modelos de este tipo de pueden nombrar:

- Enfoque variacional.
- Enfoque variacional generalizado.
- Enfoque de ecuación integral dual.
- Modelo de corriente superficial eléctrica.
- Técnica de la transformada de Hankel.
- Método de reciprocidad.
- Técnica de condición de frontera de borde generalizada (GEBC).

Modelos de onda completa. Estos modelos se presentan como los más precisos a la hora de diseñar sin embargo también son los más complicados y se requieren de herramientas computacionales avanzadas para llevarlos a cabo [6], [11]. Entre los principales modelos de onda completa se pueden mencionar:

- Método de momentos en el dominio del espacio.
- Método de momentos en el dominio espectral.
- Análisis en el dominio de transformada.
- Método de estados finitos (FEM).
- Enfoque de ecuación integral potencial mixto (MPIE).
- Técnica de la transformada rápida de Fourier en conjugado-gradiente (CGFFT).

En este proyecto de tesis se utilizará el modelo de línea de transmisión cuando sea posible para llevar a cabo una aproximación rápida que posteriormente será complementada con

el programa Sonnet, HFSS (ambos programas emplean modelos de onda completa) o ambos cuando sea posible para llevar a cabo la optimización de los diseños. El software Sonnet utiliza el método de momentos, mientras que HFSS utiliza un método de elementos finitos modificado. A continuación se describe el modelo de línea de transmisión.

3.5.1 Modelo de línea de transmisión

El modelo de línea de transmisión presenta una gran facilidad de diseño aunque también es el menos preciso además de que solamente puede ser utilizado para el diseño de antenas rectangulares o circulares. Este modelo considera los bordes de la antena como dos aperturas (*slots*) que radian. Cada apertura tiene un grosor W (ancho de la antena), una altura h (ancho del substrato) y separadas a una distancia L (longitud de la antena). Las aperturas a su vez son consideradas como admitancias complejas compuestas de una conductancia G y una susceptancia B . En la figura 3.3 se muestra el circuito equivalente para una antena rectangular con el modelo de línea de transmisión [5], [6], [11].

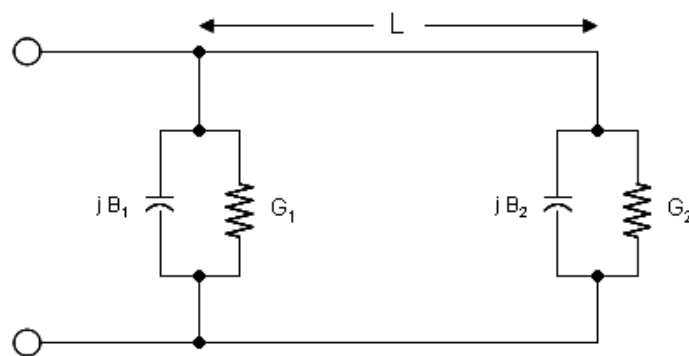


Figura 3. 3 Modelo de línea de transmisión de una antena [5].

La distribución de los campos en una antena de parche en los bordes presenta los llamados *fringing effects* que forman líneas de radiación como se muestra en la figura 3.4.

Dependiendo de la frecuencia de operación así como de los substratos utilizados para las antenas los *fringing effects* se presentan de diferente forma para cada diseño. Debido a los *fringing effects* la longitud y ancho efectivos de la antena no es de igual valor que las dimensiones físicas. A su vez los *fringing effects* se presentan en dos medios en una antena de *microstrip*: el aire y el substrato dieléctrico utilizado para la antena por lo que se tienen dos permitividades eléctricas distintas y la distribución de los campos será diferente de un medio al otro [5], [6], [11]. Los *fringing effects* a su vez ocasionan que la longitud efectiva de la antena sea diferente a la longitud física, por lo tanto debe de considerarse este efecto cuando se diseña una antena.

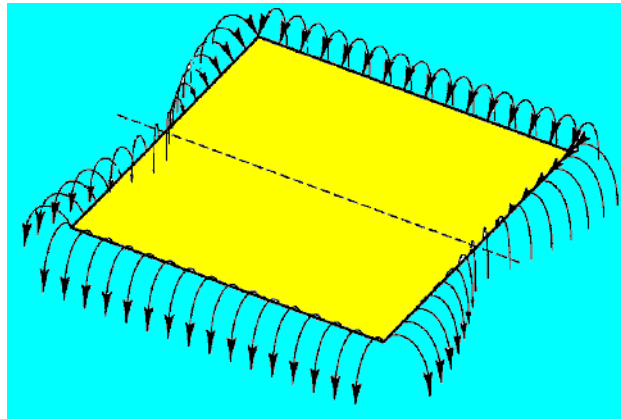


Figura 3. 4 *Fringing effects* en una antena de parche rectangular [5].

El modelo de línea de transmisión entonces supone una permitividad eléctrica efectiva, ϵ_{ref} , combinando ambas permitividades eléctricas (aire y substrato) y asume que la antena se encuentra inmersa dentro de un solo medio homogéneo con dicha permitividad constante en toda su superficie. La permitividad eléctrica es una cantidad que se calcula para que se tenga exactamente las mismas características eléctricas (principalmente constante de propagación) que se tienen para una línea de *microstrip* original [5]. A partir

de considerar un solo medio con permitividad constante se procede a calcular el valor de las longitud efectiva de la antena a diseñar.

El diseño mediante el método de línea de transmisión se resume en los siguientes pasos:

1. Se especifica la frecuencia de operación y el substrato a utilizar para la construcción de la antena con lo cual se asignan los valores de [5]:

f_r (frecuencia de operación).

ϵ_r (permitividad eléctrica del substrato).

h (altura del substrato).

2. Se obtiene el ancho efectivo de la antena de parche rectangular mediante la fórmula [5]:

$$W = \frac{1}{2f_r \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad \text{Ecuación (3.1)}$$

Donde

C es la velocidad de la luz en el espacio libre.

3. Se obtiene la permitividad eléctrica efectiva mediante la ecuación [5]:

$$\epsilon_{ref} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r + 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2} \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

4. Se obtiene la extensión ΔL mediante la siguiente ecuación que derivará en la obtención de la longitud real de la antena considerando la longitud efectiva [5].

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{ref} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{ref} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8 \right)} \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

5. Se obtiene la longitud real de la antena de parche rectangular considerando la longitud efectiva de ésta y el valor de ΔL [5] con:

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{ref}} \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} - 2\Delta L \quad \text{Ecuación (3.4)}$$

El modelo de línea de transmisión produce una aproximación muy aceptable para diseñar un antena, sin embargo presenta un defecto al generar un ancho de la antena W mayor a la longitud L de la antena con fines de lograr una mayor radiación, sin embargo la eficiencia en el tamaño disminuye al excitar la parte menos larga de la antena cuando se podrían lograr tamaños más reducidos.

3.6 Métodos típicos de alimentación de antenas tipo parche

Un aspecto muy importante cuando se diseña una antena consiste es el esquema de alimentación que tendrá ésta, puesto que sin una estructura eficiente de alimentación las antenas de *microstrip* no funcionarán correctamente sin importar la precisión llevada a cabo para diseñar el elemento radiante. Existen diferentes métodos para alimentar una antena de *microstrip* de forma que radie lo más eficientemente posible en las frecuencias deseadas mediante un correcto acoplamiento de impedancias. A pesar de existir muchos métodos para alimentar una antena, éstos se pueden condensar en 3 categorías principales: alimentación directa, alimentación por proximidad y alimentación por apertura [6], [11]. A continuación se describen estos métodos.

3.6.1 Alimentación directa

Como su nombre lo indica, estos métodos de alimentación requieren de un contacto directo entre la estructura de alimentación y la antena radiante. Los dos principales métodos de alimentación en esta categoría son dos: alimentación por *microstrip* y alimentación por conector coaxial. La desventaja de estos métodos es que no se puede optimizar por separado el esquema de alimentación y la antena puesto que se trabaja en un mismo sustrato así que debe hacerse un compromiso entre las características esperadas de radiación y las características esperadas de la alimentación [6], [11].

Alimentación por microstrip. Este método consiste en alimentar al radiador al conectarle directamente una línea de *microstrip* (diseñada para tener la impedancia característica deseada). Este método es el más sencillo de realizar, sin embargo el que peor eficiencia presenta en relación al ancho de banda y acoplamiento. Existen dos formas principales de alimentar una antena por medio de *microstrip*: conectando la línea de *microstrip* directamente en un borde de la antena y alimentando la línea de *microstrip* por medio de inserciones en la antena. En el caso de la conexión directa al borde de la antena, la variación en la posición de la línea de *microstrip* en relación con el parche generará un mayor o mejor acoplamiento de impedancia. En el caso de la alimentación con *microstrip* por medio de inserciones, la profundidad de la inserción es la que dicta el acoplamiento de la impedancia. En la figura 3.5 se muestran estos dos tipos de alimentación [6], [11].

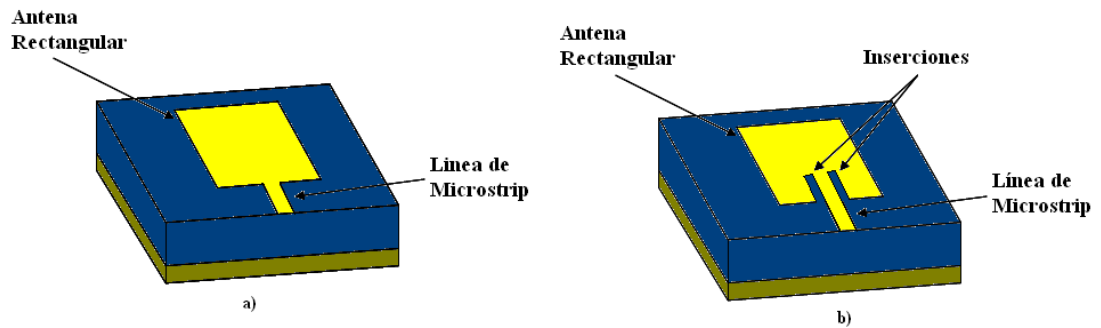


Figura 3. 5 Alimentaciones por *microstrip*: a) Conexión directa de la línea de *microstrip* a la antena y b) conexión de línea de *microstrip* con inserciones [11]

Alimentación directa con sonda coaxial. Este método consiste en hacer que el *pin* del cable coaxial alimente directamente al radiador, mientras que la parte negativa de éste se conecte a la tierra de la antena de *microstrip*. La impedancia depende de la posición de la sonda en relación con el radiador de tal forma que colocándola correctamente generará un mejor acoplamiento. Es uno de los métodos más comunes de alimentación de antenas de *microstrip* sin embargo presenta un grado de complejidad puesto que el *pin* conductor del cable coaxial debe perforar el substrato y estar soldado a la antena para su correcto funcionamiento, en la figura 3.6 se muestra éste método de alimentación [6], [11].

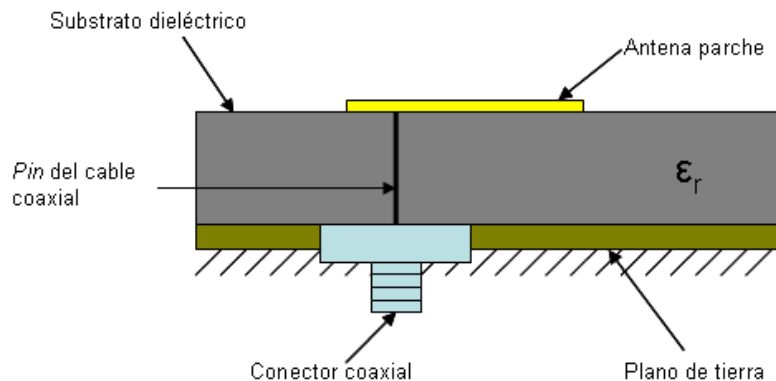


Figura 3. 6 Alimentación por sonda de cable coaxial [5]

3.6.2 Alimentación por proximidad

En éstos métodos la alimentación no tiene contacto directo con el radiador si no que el acoplamiento es electromagnético. En éste método se tiene al radiador sobre un substrato dieléctrico y en la parte inferior de ésta estructura se tiene una línea de alimentación sobre de otro substrato dieléctrico con un plano tierra. Éste método tiene la ventaja que el radiador así como la estructura de alimentación pueden optimizarse por separado cuando se utilizan dos capas de substratos dieléctricos: un substrato dieléctrico para obtener las mejores características del radiador (substratos más anchos con permitividades eléctricas bajas) y de la alimentación (substratos delgados y con permitividades eléctricas altas). [6], [11]. En la figura 3.7 se muestra la estructura general de éste método.

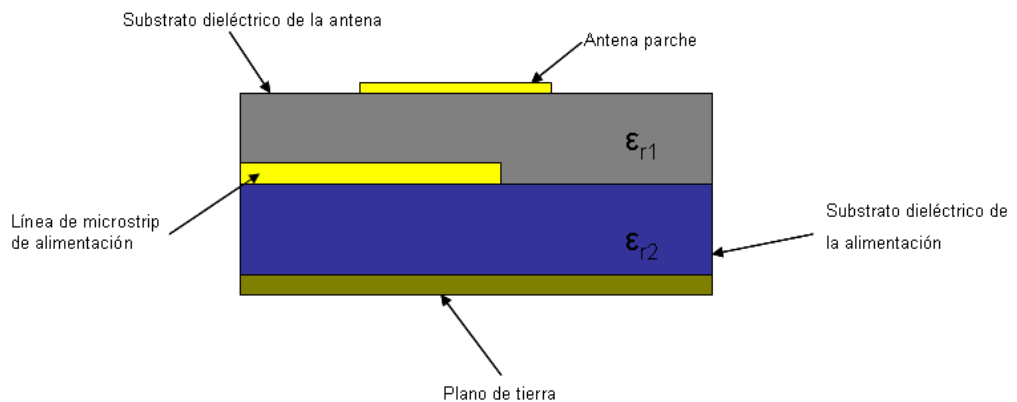


Figura 3. 7 Alimentación por el método de proximidad [10]

3.6.3 Alimentación por apertura

El método por apertura presenta similitud con el de proximidad debido a que también utiliza dos substratos dieléctricos, uno para el radiador y otro para la

alimentación de éste. La estructura de éste método es la siguiente: se tiene un radiador sobre un substrato dieléctrico y sobre un plano de tierra compartido seguido de otro substrato dieléctrico (de la alimentación) y finalmente una línea de alimentación en la parte inferior de toda la estructura. El plano de tierra tiene una apertura cuyas dimensiones y posición influyen en la impedancia y por ende en el acoplamiento de la antena. Una ventaja con respecto a la alimentación por proximidad es que en la alimentación por apertura, al estar la línea de alimentación en la parte inferior y separada de la antena por el plano de tierra, la radiación de esta es mínima en la dirección de radiación de la antena con lo que se evita que haya interferencias y polarizaciones cruzadas [6], [11]. La figura 3.8 muestra la estructura de dicho método de alimentación.

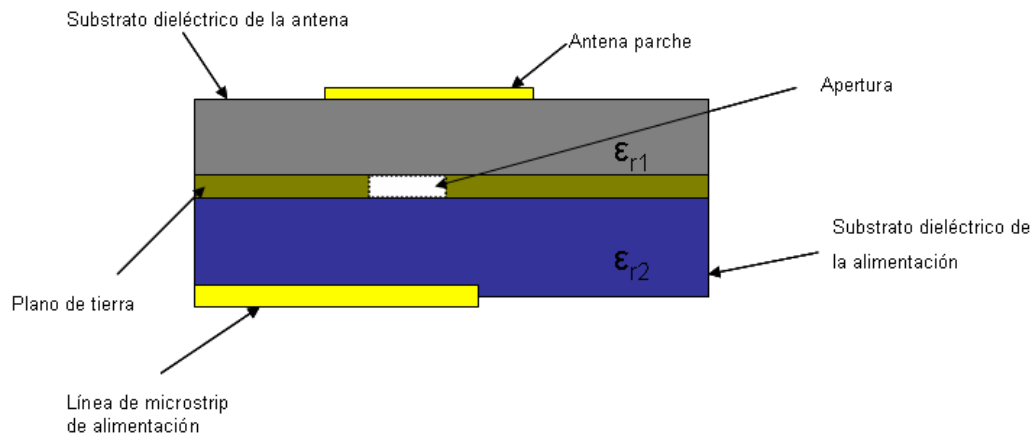


Figura 3. 8 Alimentación por apertura [10]

3.7 Alimentación con *Substrate Integrated Waveguide*

En este proyecto de tesis se propone una nueva forma de alimentación de antenas tipo parche diferente a los métodos convencionales, se trata de alimentación por medio de

Substrate Integrated Waveguide. El mecanismo de alimentación es (al igual que en el caso de alimentación por proximidad y por apertura) por medio de acoplamiento electromagnético utilizando un sustrato dieléctrico para el radiador y otro para la estructura de alimentación de la antena (SIW) por lo que se puede lograr una optimización de ambos por separado. La estructura de alimentación es la siguiente: se tiene una antena (elemento radiador) en la parte superior de un sustrato dieléctrico que recibe alimentación directamente de una guía de onda integrada en otro sustrato dieléctrico (SIW) localizada en la parte inferior de la antena. El acoplamiento electromagnético es a través de una apertura localizada en la parte superior de la guía de onda (inferior al sustrato de la antena) y cuyas dimensiones así como posicionamiento generan diferentes impedancias características y por lo tanto diferente acoplamiento. En la figura 3.9 se puede apreciar el esquema de alimentación propuesto.

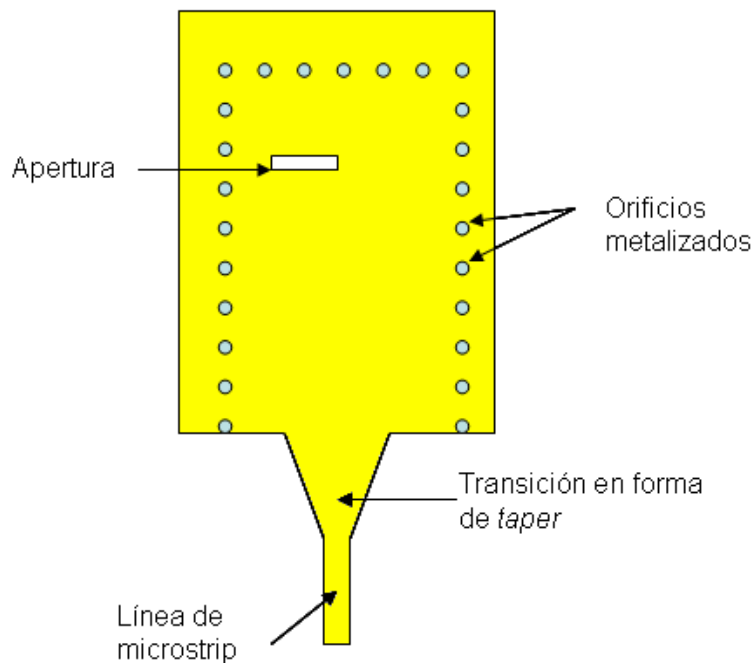


Figura 3. 9 Vista superior de la estructura SIW para alimentar a la antena

Con la nueva alimentación propuesta se pretende integrar las ventajas de la guía de onda (discutidas en el capítulo 4) para lograr un mejor acoplamiento de las antenas a diseñar y por lo tanto se tenga mayor eficiencia en general. Una alimentación similar propuesta para antenas dieléctricas se presenta en [16] y [17].