

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1 PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS**

Es el conjunto de fenómenos por el cual las ondas de radio viajan. En su trayecto encuentran obstáculos y como resultado de ello sufren cambios de dirección e intensidad importantes en el proceso. La propagación de las ondas dependerá de donde surjan y el lugar por el que viajaran hasta alcanzar su destino, como también de la gama de frecuencia empleadas.

Las ondas electromagnéticas son ondas que se propagan en el vacío por medio de campos eléctricos y magnéticos, lo que permite que las ondas de radio sean utilizadas para la comunicación en el espacio, por ello es que se llama propagación al conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas de radio del transmisor al receptor.

Es necesario considerar que en ciertas ocasiones es imposible interconectar dos puntos con un medio físico, como un cable, entonces se utiliza el espacio libre de atmósfera de la tierra como medio de transmisión. La propagación en el espacio libre de las ondas electromagnéticas (OEM) se llama propagación de la radiofrecuencia (RF) o propagación de radio.

---

## 2 ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIAS

Espectro de radiofrecuencia o RF se denomina a la porción del espectro electromagnético en el que se pueden generar ondas electromagnéticas empleando corriente alterna a una antena. El espectro de RF se divide en distintas bandas, como se presenta en la tab. 2.1.

**Tabla. 2.1.** División de espectro según las grandes bandas.

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda ITU	Frecuencias	Longitud de onda
			Inferior a 3 Hz	> 100.000 km
<a href="#">Extra baja frecuencia</a> Extremely low frequency	ELF	1	3-30 Hz	100.000 km – 10.000 km
<a href="#">Super baja frecuencia</a> Super low frequency	SLF	2	30-300 Hz	10.000 km – 1000 km
<a href="#">Ultra baja frecuencia</a> Ultra low frequency	ULF	3	300–3000 Hz	1000 km – 100 km
<a href="#">Muy baja frecuencia</a> Very low frequency	VLF	4	3–30 kHz	100 km – 10 km
<a href="#">Baja frecuencia</a> Low frequency	LF	5	30–300 kHz	10 km – 1 km
<a href="#">Media frecuencia</a> Medium frequency	MF	6	300–3000 kHz	1 km – 100 m
<a href="#">Alta frecuencia</a> High frequency	HF	7	3–30 MHz	100 m – 10 m
<a href="#">Muy alta frecuencia</a> Very high frequency	VHF	8	30–300 MHz	10 m – 1 m
<a href="#">Ultra alta frecuencia</a> Ultra high frequency	UHF	9	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
<a href="#">Super alta frecuencia</a> Super high frequency	SHF	10	3-30 GHz	100 mm – 10 mm
<a href="#">Extra alta frecuencia</a> Extremely high frequency	EHF	11	30-300 GHz	10 mm – 1 mm
			Por encima de los 300 GHz	< 1 mm

La división del espectro de frecuencias presentada en la tab. 2.1 fue establecida por el Consejo Consultivo Internacional de las Comunicaciones de Radio (CCIR) en el año 1953. Debido a que la radiodifusión nació en los Estados Unidos de América las denominaciones de las divisiones se encuentran en idioma inglés y de allí las abreviaturas tal cual las conocemos adoptadas en la convención de radio celebrada en *Atlantic City* en 1947 [7].

La radiación electromagnética recibe diferentes nombres y varía desde los energéticos rayos gamma, con una longitud de onda del orden de picómetros, hasta las ondas de radio con longitudes de onda del orden de kilómetros, cuya longitud de onda está en el rango de las décimas de micrómetro. El rango completo de longitudes de onda se denomina espectro electromagnético.

La propagación de las ondas radio eléctricas están influidas por la naturaleza en que se efectúa y depende de la onda utilizada. En telecomunicaciones se clasifican las ondas mediante un convenio internacional de frecuencias en función del empleo al que están destinadas; esta clasificación se muestra en la tab. 2.2.

**Tabla. 2.2.** Clasificación de las ondas en telecomunicaciones.

<b>Sigla</b>	<b>Rango</b>	<b>Denominación</b>	<b>Empleo</b>
<a href="#">VLF</a>	10 kHz a 30 kHz	Muy baja frecuencia	Radio gran alcance
<a href="#">LF</a>	30 kHz a 300 kHz	Baja frecuencia	<a href="#">Radio</a> , navegación
<a href="#">MF</a>	300 kHz a 3 MHz	Frecuencia media	Radio de onda media
<a href="#">HF</a>	3 MHz a 30 MHz	Alta frecuencia	Radio de onda corta
<a href="#">VHF</a>	30 MHz a 300 MHz	Muy alta frecuencia	<a href="#">TV</a> , <a href="#">radio</a>
<a href="#">UHF</a>	300 MHz a 3 GHz	Ultra alta frecuencia	TV, <a href="#">radar</a>
<a href="#">SHF</a>	3 GHz a 30 GHz	Super alta frecuencia	Radar
<a href="#">EHF</a>	30 GHz a 300 GHz	Extra alta frecuencia	Radar

### 3 NATURALEZA DE LAS ONDAS DE RADIO

Cuando se aplica una potencia de radiofrecuencia a una antena, los electrones contenidos en el metal del cual son parte constituyente comienzan instantáneamente a oscilar. Estos electrones en movimiento, constituyen una corriente eléctrica que produce la aparición de un campo magnético concéntrico al conductor o antena y un campo eléctrico cuyas líneas de fuerza son perpendiculares a la línea de fuerza del campo magnético.

Cuando una onda viaja paralelamente al suelo, el campo magnético puede tomar una de dos orientaciones, puede ser vertical respecto al suelo o puede ser horizontal. A esta polarización del campo eléctrico respecto al suelo se le conoce como polarización de la onda, y puede ser Horizontal o Vertical respectivamente. También existe lo que se conoce como polarización elíptica o circular, donde los dos campos van dando vueltas, y la onda cambia su polarización constantemente [8].

La velocidad de las ondas de radio que viajan en el espacio libre es conocida como velocidad de propagación, y es aproximada a la velocidad de la luz y que esta representada por una constante  $C=300.000$  Km/seg. La frecuencia y la longitud de una onda son las relaciones matemáticas que conforman la ecuación de la onda:

$$(2.1)$$

Esta relación permite obtener el valor de la frecuencia conociendo la longitud de onda, de igual forma se puede determinar el valor de la longitud de onda de una onda cualquiera en el espacio libre cuando se conoce la frecuencia. Esta ecuación toma gran importancia a la hora de diseñar antenas, donde se utiliza para determinar la longitud resonante de un conductor.

---

## **4 PROPAGACIÓN DE LAS ONDAS DE RADIO**

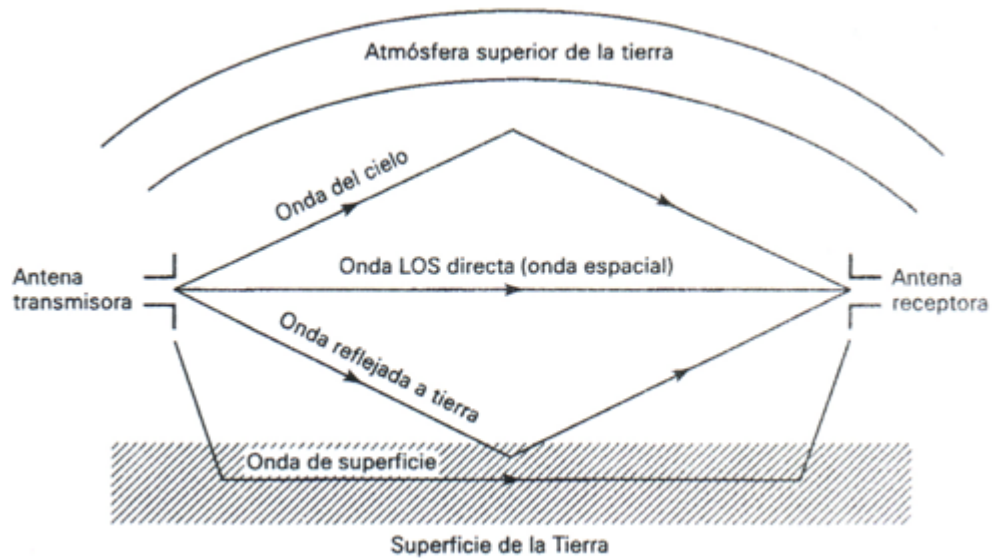
La razón principal por lo que empleamos ondas de radio es la facilidad que brindan en los enlaces, puesto que éstas ondas de radio no precisan cableado o dispositivos especiales para llegar a su destino. Otros métodos pueden ser económica o técnicamente imposibles, sería difícil imaginar una comunicación con una estación orbital mediante cables.

Las ondas de RF se pueden propagar de varias formas dependiendo del tipo de sistema y del ambiente.

- Propagación por onda terrestre
- Propagación en línea recta (alcance visual)
- Propagación por onda espacial.

### **1 Propagación por onda terrestre.**

En este tipo de propagación se observa que las ondas terrestres se mantienen contacto permanente con la superficie de la tierra, desde la antena transmisora hasta la receptora como se indica en la figura 2.1. Como resultado de ello, su movimiento sobre el terreno induce la aparición de corrientes eléctricas que debilitan la onda original a medida que la misma se aleja de la antena transmisora.



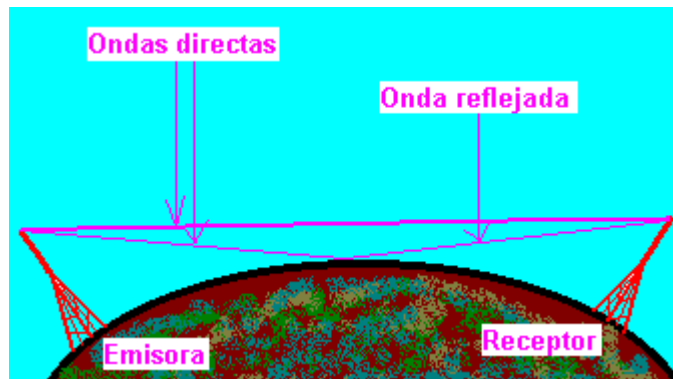
**Figura. 2.1.** Forma de propagación por onda terrestre.

A medida que la longitud de onda disminuye, las corrientes inducidas en el terreno se debilitan, tanto la onda terrestre como en la pérdida total de energía, provocando la desaparición de la onda.

## 2. Propagación en línea recta (alcance visual).

La propagación en línea recta se caracteriza porque la onda emitida desde la antena transmisora, viaja en forma directa a la antena receptora sin tocar el terreno ni la ionosfera como se indica en la figura 2.2. Este tipo de radiación, se utiliza principalmente en bandas de frecuencias muy altas (VHF) y ultra altas (UHF).

La zona útil de la propagación por onda directa y el alcance de la transmisión viene dada y limitada por el horizonte geográfico de la antena transmisora. Por el contrario, en la transmisión por ondas terrestres el alcance es considerablemente mayor que el visual o directo, puede llegar a ser de varios miles de kilómetros, dependiendo de la potencia de la señal emisora.



**Figura. 2.2.** Forma de propagación en línea recta.

Existen en la actualidad grandes aplicaciones que utiliza esta forma de transmisión, pudiendo citar entre otros, los servicios de televisión (TV) y radiodifusión de frecuencia modulada (FM). En este tipo de propagación, las alturas de las antenas transmisora y receptora, y la distancia entre las mismas tienen una importancia fundamental para poder establecer la comunicación.

### **3. Propagación por onda espacial.**



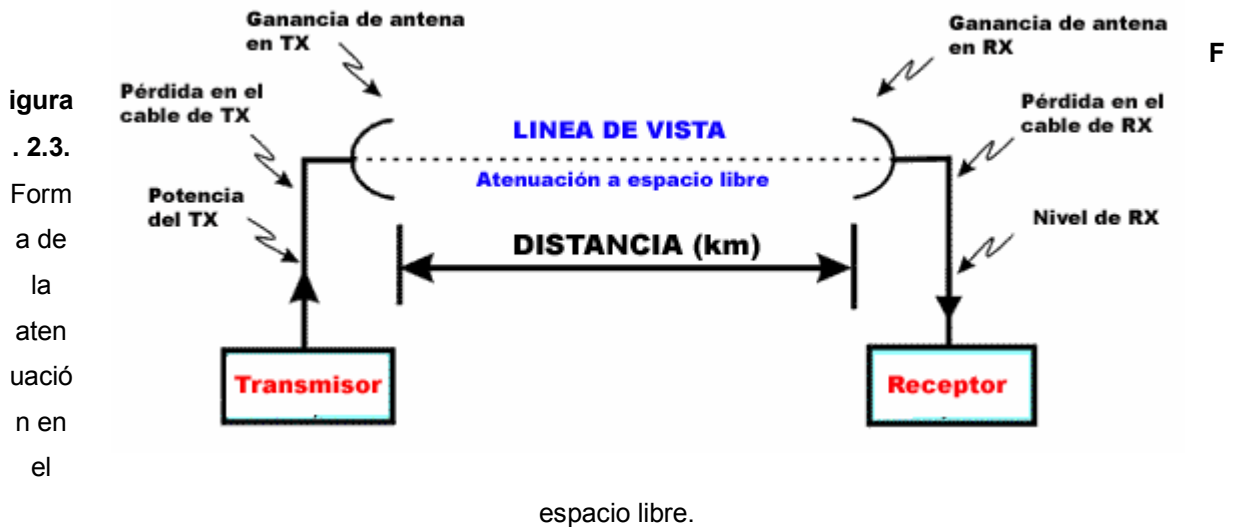
Las ondas espaciales parten de un transmisor hacia el cielo donde son reflejadas o refractadas nuevamente a la Tierra por la Ionósfera, esta se localiza aproximadamente de 50 a 400 km por encima de la Tierra. La Ionósfera absorbe grandes cantidades de energía del sol que provoca una reducción de la constante dieléctrica y un aumento de la velocidad de propagación de la onda.

Excepto para algunas comunicaciones locales, que pueden realizarse por onda terrestre, la mayoría de las comunicaciones comprendidas en la banda de frecuencias de la gama de 3 a 30 MHz *High Frequency* (HF), se efectúan por onda espacial.

#### **4. ATENUACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE.**

El espacio libre se define como un medio dieléctrico homogéneo, isótropo y alejado de cualquier obstáculo. Como podemos comprobar en nuestro entorno, esta circunstancia se da pocas veces. La superficie de la tierra no es uniforme y además la tierra presenta una curvatura. De cualquier forma si las antenas están dispuestas de forma conveniente, sin ningún obstáculo intermedio, podemos considerar que la única atenuación producida es la del espacio libre.

La atenuación del espacio libre es únicamente debida a la expansión de las ondas electromagnéticas en el espacio y al tamaño físico limitado de las antenas y no a ningún otro fenómeno.



En la figura 2.3. se considera las características de un radio enlace punto a punto, empezando por tener lógicamente las torres con sus respectivas antenas, tanto de transmisión (Tx) como de recepción (Rx). También se toma en cuenta la potencia de (Tx), las pérdidas en los cables en la transmisión y en la recepción, las ganancias de las antenas en (Tx) y (Rx), para finalmente considerar el nivel de (Rx) y analizar con el umbral de sensibilidad del equipo receptor, solo ahí se podrá concluir indicando si se tendrá un buen enlace o se tendrá que tomar correctivos.

Si asumimos una transmisión en el espacio libre, esto es transmisión en línea recta a través de la atmósfera de vacío o una atmósfera ideal, si ninguna adsorción o reflexión de energía por objetos próximos y considerando que la antena emisora es isotrópica la atenuación en el espacio libre es:

$$L_e = 32,5 \text{ dB} + 20 \log f + 20 \log d \quad (2.2)$$

Donde:

$f$  = frecuencia en MHz

$d$  = distancia en Km

$L_e$  = atenuación en espacio libre en dB.

La pérdida en el espacio libre se incrementa 6 dB cuando se duplica la frecuencia o la distancia del salto. Por ejemplo, si tenemos una frecuencia de 1.9 GHz a una distancia de salto de 60 km, el valor de  $L_e = 133$  dB, mientras que a 3.8 GHz y la distancia del enlace de 60 km, el valor de  $L_e = 139$  dB.

## 2.6. DESVANECIMIENTO.

Mientras más larga es la trayectoria de radio hay más probabilidad de que exista desvanecimiento. El desvanecimiento es la variación del nivel de la señal de radio con el tiempo. En los sistemas de línea de vista, las causas del desvanecimiento son las variaciones atmosféricas, las reflexiones en la tierra, la presencia de agua en la trayectoria, etc

Generalmente, las ondas de radio viajan a través de la atmósfera sufriendo variaciones debido a los cambios meteorológicos y a las condiciones de la superficie de la tierra. La señal recibida, normalmente no es constante y sufre desvanecimientos.

Cuando la línea de vista está bastante arriba de la superficie de la tierra, evitando pérdidas por difracción, el desvanecimiento puede ocurrir debido a la interferencia entre la componente del campo directa con línea de vista y las componentes reflejadas en la tierra.

Los efectos multitrayecto pueden tomar relevancia y expresarse en desvanecimientos de corta duración; es más, a frecuencias sobre los 10 GHz la atenuación debida a la absorción por los gases atmosféricos y por la lluvia puede ser

incluso más importante. El desvanecimiento por lluvia puede producir atenuaciones de larga duración.

La relativa importancia del desvanecimiento debido a la lluvia y a los efectos multitrayecto depende de la frecuencia, clima y la longitud del trayecto. Sin embargo, en general se puede decir que el desvanecimiento multitrayecto es el principal factor causante de la atenuación bajo los 10 GHz, mientras que una lluvia fuerte lo es sobre los 10 GHz [8].

### 2.6.1. Margen de Desvanecimiento MF.

Se define el margen de desvanecimiento MF (*Fading Margen*) como la diferencia en dB entre el nivel de la potencia recibida  $P_r$  y el nivel mínimo de potencia que asegura una determinada tasa de error BER denominada potencia umbral del receptor  $P_U$  dada por:

$$MF = P_r - P_U \quad (2.3)$$

La potencia de recepción nominal se obtiene restando a la potencia de transmisión  $P_t$  en dBm las atenuaciones por lluvia  $L_{lluv}$  y la atenuación por gases  $L_{gas}$  y sumando las ganancias de antenas tanto de transmisión  $G_{a.tx}$  como de recepción  $G_{a.tr}$ . En términos matemáticos la potencia de recepción esta dada por:

$$P_r = P_t + G_{a.tx} + A_{a.rx} + G - L_e - L_{lluv} - L_{gas} \quad (2.4)$$

La atenuación por lluvia y por gases se manifiesta de acuerdo a las condiciones meteorológicas, mientras que la ganancia de la antena se expresa en la dirección de máxima directividad y es función directa de la frecuencia.

## **7. EFECTO DE LA DIFRACCIÓN SOBRE LA PROPAGACIÓN**

Considerando como el principio de Huygen (físico holandés del siglo XVII) cada elemento del frente de la onda produce un frente de onda secundario [8], es decir, que a la antena receptora llega señal desde cada punto del frente de onda (señal difractada). Existiendo infinitos caminos que unen las antenas, como los rayos así difractados recorren un camino más extenso, llegan con un cierto retardo que puede producir una interferencia que se suma o se resta de acuerdo con la fase relativa. El efecto, queda determinado por una familia de elipsoides de Fresnel (matemático francés del siglo XIX) con focos en las antenas [9].

### **1. Zonas de Fresnel.**

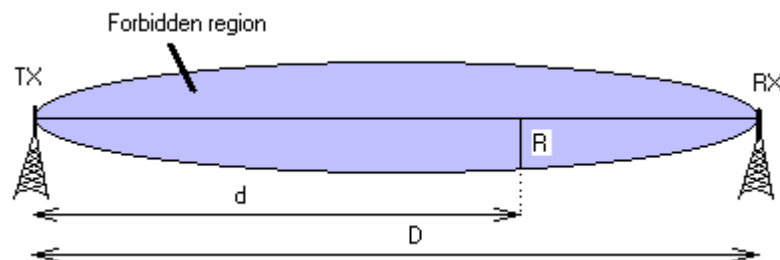
Se denominan zonas de Fresnel a las coronas circulares concéntricas determinadas por los rayos difractados que se suman en fase y en contrafase en forma alternada. Dentro del elipsoide de revolución la primera zona de Fresnel se caracteriza por el radio  $R$  a una determinada distancia de la antena como indica la figura 2.4.

Las zonas pares ( $N=2,4,6$ , etc) tienen una contribución sustractiva de potencia pues el rayo directo y el difractado se suman en contrafase y las zonas impares

tienen una contribución aditiva. La potencia de recepción es la suma de todas las contribuciones; las amplitudes de estas contribuciones disminuyen en la medida que se incrementa el orden  $N$ . Las zonas de Fresnel aportan una intensidad de campo proporcional a la superficie de la zona y a un factor de oblicuidad. A causa de este factor el aporte de cada zona disminuye con el orden de la zona. En conjunto el aporte combinado desde la zona 2 en adelante es solo la mitad del aporte de la primera zona.

La sección transversal de la primera zona de Fresnel es circular. Las zonas subsiguientes de Fresnel son anulares en la sección transversal, y concéntricas con las primeras. El concepto de las zonas de Fresnel se puede también utilizar para analizar interferencia por obstáculos cerca de la trayectoria de una antena de radio. Esta zona se debe determinar primero, para mantenerla libre de obstrucciones.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de  $K$  (curvatura de la tierra) considerando que para un  $K=4/3$  la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con  $K=2/3$  se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel [10].



---

**Figura. 2.4.** Forma de la primera zona de Fresnel.

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF ("RF LoS", en inglés), que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora. El radio de la sección transversal de la primera zona de Fresnel tiene su máximo en el centro del enlace. En este punto, el radio  $r$  se puede calcular como sigue:

(2.5)

Donde:

$r$  = radio en metros (m).

$d$  = distancia en kilómetros (km).

$f$  = frecuencia transmitida en megahercios (MHz).

## 2.8. REFLEXIONES EN EL TERRENO

En un enlace que posee zonas planas la antena receptora puede recibir un rayo reflejado en el terreno. El mismo puede sumarse con distinta fase sobre el rayo directo y producir atenuación o ganancia. Las variables de este modelo son entre otras, la altura de antenas y el factor  $K$ . Otro posible rayo reflejado en la atmósfera genera la teoría de caminos múltiples denominado desvanecimiento selectivo.

Se define el coeficiente de reflexión de un terreno que se encuentra entre 0 (sin reflexión; obstáculo en arista) y -1 (el menos simboliza el desfase de  $180^\circ$  por reflexión). Si la superficie del terreno presenta suficientes irregularidades la reflexión es dispersada. Cuanto mayor es la frecuencia del enlace las irregularidades más pequeñas producen dispersión y reducción del coeficiente.

### **2.8.1. Efecto del Factor $K$**

El efecto que sobre la posición del rayo reflejado tienen la modificación del factor  $K$  y que sobre la potencia de recepción tiene la altura de antenas. En tanto el valor de  $K$  disminuye, el horizonte se levanta (protuberancia de la Tierra) y el lugar de reflexión cambia. También cambia la longitud del camino reflejado y por ello la diferencia de fase entre el rayo directo y reflejado. Esto produce que la potencia de recepción es variable con el factor  $K$ .

Cuando se cambia la altura de una antena se produce un efecto similar al anterior. El nivel de potencia de recepción pasa por sucesivos picos y valles en la medida que se eleva la antena. El diagrama de nivel está más apretado sobre la antena más cercana al punto de reflexión y se expande sobre la otra.

## **2.9. ANTENAS.**

Una antena es un sistema conductor metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas, por lo general entre una antena y un transmisor, un receptor, o ambos. Una antena se utiliza como la interfase entre un transmisor y el espacio libre o el espacio libre y el receptor.



Una antena es un dispositivo recíproco pasivo; pasivo en cuanto a que en realidad no puede amplificar una señal, por lo menos no en el sentido real de la palabra (sin embargo, una antena puede tener ganancia), y recíproco en cuanto a que las características de transmisión y recepción son idénticas, excepto donde las corrientes de alimentación al elemento de la antena se limitan a la modificación de patrón de transmisión.

Las antenas deben de dotar a la onda radiada con un aspecto de dirección. Es decir, deben acentuar un solo aspecto de dirección y anular o mermar los demás. Esto es necesario ya que solo nos interesa radiar hacia una dirección determinada.

El tamaño de las antenas está relacionado con la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida, debiendo ser, en general, un múltiplo o submúltiplo exacto de esta longitud de onda. Por eso, a medida que se van utilizando frecuencias mayores, las antenas disminuyen su tamaño. Asimismo, dependiendo de su forma y orientación, pueden captar diferentes frecuencias, así como niveles de intensidad.

### **1. Ganancia de una antena.**

La característica más importante de una antena es la ganancia. Esto viene a ser la potencia de amplificación de la señal. La ganancia representa la relación entre la intensidad de campo que produce una antena en un punto determinado, y la intensidad de campo que produce una antena omnidireccional (llamada isotrópica), en el mismo punto y en las mismas condiciones. Cuanto mayor es la ganancia, mejor es la antena.

La unidad que sirve para medir esta ganancia es el decibelio (dB). Esta unidad se calcula como el logaritmo de una relación de valores. Como para calcular la ganancia de una antena, se toma como referencia la antena isotrópica, el valor de dicha ganancia se representa en dBi.

La Directividad de la antena depende de la relación entre su diámetro y la longitud de onda. La ganancia de la antena aumenta 6 dB si se duplica su diámetro o su frecuencia [GHz], como se indica en la figura 2.4.

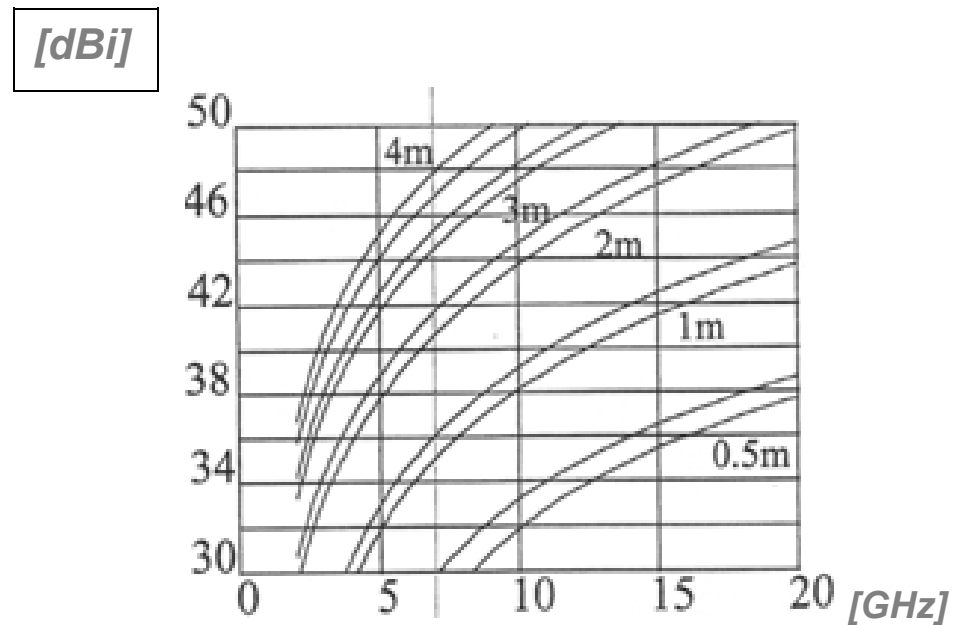


Figura. 2.5. Características de la ganancia de una Antena.

## 2.10. LA RED IP.

Las redes basadas en IP tienen una gran importancia en la sociedad de la información actual, considerando que estas son sustitutos flexibles y económicos para soluciones que utilizan tecnologías de red antiguas. Las diversas propiedades entre estas tecnologías consisten en como se representa, gestiona y transmite la información. La información se estructura simplemente en colecciones de datos y entonces tiene sentido para la interpretación que le damos.

Los principales beneficios de una estrategia de redes basadas en IP son los ahorros de costos y las mejoras operacionales derivadas del uso de una red convergente frente a las de muchas redes pequeñas dedicadas a propósitos específicos como voz, datos o imágenes en movimiento. Las redes IP tienen la capacidad para crear nuevas aplicaciones.

### **2.10.1. Comunicación de redes.**

Internet se ha convertido en el factor más potente que guía el proceso de convergencia. Esto es debido principalmente al hecho de que la suite del protocolo Internet se ha erigido como un estándar utilizado en casi cualquier servicio. La suite del protocolo Internet está compuesto principalmente por el protocolo Internet (IP), y el protocolo de control del transporte (TCP); consecuentemente el término TCP/IP refiere a la familia del protocolo al completo.

Una red se compone de dos partes principales, los nodos y los enlaces. Un nodo es cualquier tipo de dispositivo de red como un ordenador personal. Los nodos pueden comunicar entre ellos a través de enlaces, como son los cables. Hay básicamente dos técnicas de redes diferentes para establecer comunicación entre dos nodos de una red: las técnicas de redes de conmutación de circuitos y las de

redes de conmutación de paquetes. La primera es la más antigua y es la que se usa en la red telefónica y la segunda es la que se usa en las redes basadas en IP.

Por otra parte las redes basadas en IP utilizan la tecnología de conmutación de paquetes, que usa la capacidad disponible de una forma mucho más eficiente y que minimiza el riesgo de posibles problemas como la desconexión. Los mensajes enviados a través de una red de conmutación de paquetes se dividen primero en paquetes que contienen la dirección de destino. Entonces, cada paquete se envía a través de la red y cada nodo intermedio o router de la red determina a donde va el paquete. Un paquete no necesita ser enrutado sobre los mismos nodos que los otros paquetes relacionados. De esta forma, los paquetes enviados entre dos dispositivos de red pueden ser transmitidos por diferentes rutas en el caso de que se caiga un nodo o no funcione adecuadamente.

### **2.10.2. Fundamentos de transmisión**

Las soluciones de redes basadas en IP son sustitutos flexibles y económicos para soluciones que utilizan tecnologías de red antiguas. Las diversas propiedades entre estas tecnologías consisten en como se representa, gestiona y transmite la información. La información se estructura simplemente en colecciones de datos y entonces tiene sentido para la interpretación que le damos. Hay dos tipos principales de datos, analógicos y digitales y ambos poseen diferentes características y comportamientos.

Los datos analógicos se expresan como ondas continuas variables y por tanto representan valores continuos. Los ejemplos incluyen la voz y el vídeo, mientras que los datos digitales se representan como secuencias de bits, o de unos y ceros. Esta digitalización permite que cualquier tipo de información sea representada y medida

como datos digitales. De esta forma, el texto, sonidos e imágenes pueden representarse como una secuencia de bits. Los datos digitales pueden también comprimirse para permitir mayores ratios de transmisión y puede ser encriptada para su transmisión segura. Además una señal digital es exacta y ningún tipo de ruido relacionado puede filtrarse. Los datos digitales pueden ser transmitidos a través de tres tipos generales de medios: metal, como es el cobre, fibra óptica u ondas de radio.

### **3. Interconectar LANs en una arquitectura basada en IP**

Hasta ahora hemos descrito como los dispositivos de red comunican sobre diferentes tipos de LANs. En cualquier caso, las diferentes LANs están diseñadas para cubrir objetivos y necesidades diferentes. A veces es preciso interconectar varias LANs para extender la comunicación fuera de los límites de la red. Las colecciones de redes interconectadas, y geográficamente dispersas, se denominan *Redes de Área Extensa (Wide Area Network, WAN)* [11].

Probablemente la WAN más conocida sea Internet, que cubre la mayoría del planeta. Es necesaria una arquitectura de comunicación compartida para todos los usuarios, ya sean personas privadas, empresas, oficinas de la administración pública u otras organizaciones, para ser capaces de intercambiar información digital con cualquier otro a través de una WAN.

Esta arquitectura debería ser un estándar abierto y soportar diferentes protocolos de nivel de transmisión, particularmente aquellos que pueden ser utilizados sobre una amplia variedad de medios de transmisión. Afortunadamente la suite del protocolo Internet ofrece una solución bien diseñada para ajustarse a estos requerimientos.

#### **4. El protocolo Internet**

El protocolo Internet (IP) es la base de la suite del protocolo Internet y es el protocolo de red más popular del mundo. IP permite que se transmitan los datos a través y entre redes de área local, de ahí su nombre, *Internet protocol* (protocolo entre redes). Los datos viajan sobre una red basada en IP en forma de *paquetes IP* (unidad de datos). Cada paquete IP incorpora una cabecera y los datos del propio mensaje, y en la cabecera se especifican el origen, el destino y otra información acerca de los datos. IP Es un protocolo sin conexión de manera que cada paquete se tratan como una entidad separada, como un servicio postal. Todos los mecanismos para asegurar que los datos enviados llegan de forma correcta e intacta los proporcionan los protocolos de más alto nivel dentro de la suite.

Cada dispositivo de red tiene al menos una dirección IP que lo identifica de forma única del resto de dispositivos de la red. De esta manera, los nodos intermedios pueden guiar correctamente un paquete enviado desde el origen a su destino.

#### **5. El protocolo de Transporte**

El Protocolo de Control del Transporte (*Transport Control Protocol, TCP*) es el protocolo más común para asegurar que un paquete IP llega de forma correcta e intacto. TCP ofrece la transmisión fiable de datos para los niveles superiores de aplicaciones y servicios en un entorno IP. TCP proporciona fiabilidad en la forma de

---

un envío de paquetes de extremo a extremo orientado a conexión a través de una red interconectada.

## **6. Beneficiarse de una arquitectura basada en IP**

La suite del protocolo Internet junta todos los protocolos de nivel de transmisión en una única arquitectura de protocolos estandarizada, que puede ser utilizada por las aplicaciones para diferentes propósitos de comunicación. Como resultado cualquier aplicación que soporte TCP/IP también podrá comunicar sobre cualquier red basada en IP.

Debería ser fácil ver que esta arquitectura estandarizada ha revolucionado las comunicaciones de redes. Un número creciente de aplicaciones que transfieren texto, sonido, imágenes en directo y más, utilizan la arquitectura basada en IP. Todas estas aplicaciones y protocolos de aplicaciones constituyen el nivel de aplicación y ofrecen el cuarto y último bloque de construcción para las comunicaciones digitales con éxito.

### **2.10.7. Convergencia**

Las modernas tecnologías digitales permiten la convergencia entre diferentes servicios, y combinaciones de estos servicios, que pueden proporcionarse a través de infraestructuras acomodadas sólo a un tipo de servicio.

Hay tres factores principales que crean las condiciones para la convergencia: la tecnología digital, la tecnología de transmisión y los protocolos de comunicación estandarizados. La tecnología digital permite que toda información ya sea texto, sonido o imágenes, por ejemplo, se representen como bits y se transmitan como secuencias de ceros y unos. La tecnología de transmisión permite una mejor utilización de la capacidad disponible en diferentes infraestructuras. Consecuentemente los servicios que requieren una alta capacidad pueden ser ofrecidos a partir de infraestructuras que previamente estaban disponibles para proporcionar unos servicios más simples.

Ya hemos visto como la tecnología basada en IP proporciona una arquitectura excelente para el imparable proceso actual de convergencia. En el corazón de la suite del Protocolo Internet está el Protocolo Internet que representa el bloque que conecta uniformemente diferentes redes físicas con una amplia variedad de aplicaciones. Además las soluciones disponibles actualmente y basadas en IP pueden integrarse totalmente con otros sistemas disponibles.

### **2.11. VOZ SOBRE IP.**

Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, VoIP o Telefonía IP, es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP. Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital en paquetes. Los Protocolos que son usados para llevar las señales de voz sobre la red IP son comúnmente referidos como protocolos de Voz sobre IP o protocolos IP.

La ventaja de este servicio es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) que son usuales de las compañías de la Red



Pública Telefónica Conmutada (PSTN). Algunos ahorros en el costo son debidos a utilizar una misma red para llevar voz y datos, especialmente cuando los usuarios tienen sin utilizar toda la capacidad de una red ya existente en la cual pueden usar para VoIP sin un costo adicional. Las llamadas de VoIP a VoIP entre cualquier proveedor son generalmente gratis, en contraste con las llamadas de VoIP a PSTN que generalmente cuestan al usuario de VoIP.

La funcionalidad que este servicio de VozIP puede facilitar son tareas que serían más difíciles de realizar usando las redes telefónicas comunes. Por ejemplo las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a tu teléfono VoIP, sin importar en donde estés conectado a la red. Lleva contigo tu teléfono VoIP en un viaje, y donde quiera que estés conectado a Internet, podrás recibir llamadas.

#### **2.11.1. El estándar VoIP (H323)**

Definido en 1996 por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) proporciona a los diversos fabricantes una serie de normas con el fin de que puedan evolucionar en conjunto [12].

El H323 ha evolucionado a partir de los estándares para video conferencia H.320. Los terminales y el equipamiento H323 pueden transportar voz, video y datos o cualquier combinación de los anteriores servicios. El H323 se ocupa del control de la llamada, de la gestión multimedia, de la gestión del ancho de banda y de las interfaces con otras redes. En particular proporciona una alternativa para conectar conferencias basadas en telefonía IP.

Por su estructura el estándar permite el control del tráfico de la red, por lo que se disminuyen las posibilidades de que se produzcan caídas importantes en el rendimiento. Las redes soportadas en IP presentan las siguientes ventajas:

- Es independiente del tipo de red física que lo soporta. Permite la integración con las grandes redes de IP actuales.
- Es independiente del hardware utilizado.
- Permite ser implementado tanto en software como en hardware, con la particularidad de que el hardware supondría eliminar el impacto inicial para el usuario común.

### **2.11.2. IP no es un servicio, es una tecnología.**

En muchos países del mundo, IP ha generado múltiples discordias, entre lo territorial y lo legal sobre esta tecnología, está claro y debe quedar claro que la tecnología de VoIP no es un servicio como tal, sino una tecnología que usa el Protocolo de Internet (IP) a través de la cual se comprimen y descomprimen de manera altamente eficiente paquetes de datos o datagramas, para permitir la comunicación de dos o más clientes a través de una red como la red de Internet. Con esta tecnología pueden prestarse servicios de Telefonía o Videoconferencia, entre otros.

### **2.11.3. Arquitectura de red.**

El propio Estándar define tres elementos fundamentales en su estructura:

- *Terminales*: Son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se pueden implementar tanto en software como en hardware.

- *Gatekeepers*: Son el centro de toda la organización VoIP, y serían el sustituto para las actuales centrales. Normalmente implementadas en software, en caso de existir, todas las comunicaciones pasarían por él.
- *Gateways*: Se trata del enlace con la red telefónica tradicional, actuando de forma transparente para el usuario.
- *Protocolos*: Es el lenguaje que utilizarán los distintos dispositivos VoIP para su conexión. Esta parte es importante ya que de ella dependerá la eficacia y la complejidad de la comunicación.

Con estos tres primeros elementos, la estructura de la red VoIP podría ser la conexión de dos delegaciones de una misma empresa. La ventaja es inmediata: todas las comunicaciones entre las delegaciones son completamente gratuitas. Este mismo esquema se podría aplicar para proveedores, con el consiguiente ahorro que esto conlleva.

#### **2.11.4. Codificación**

La voz ha de codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de Códecs que garanticen la codificación y compresión del audio o del video para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido o imagen utilizable.

Según el Códec utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos.