

Dispositivos de microondas

La ingeniería de microondas/milimétricas tiene que ver con todos aquéllos dispositivos, componentes y sistemas que trabajen en el rango frecuencial de 300 MHz a 300 GHz. Debido a tan amplio margen de frecuencias, tales componentes encuentran aplicación en diversos sistemas de comunicación. Ejemplo típico es un enlace de Radiocomunicaciones terrestre a 6 GHz en el cual detrás de las antenas emisora y receptora, hay toda una circuitería capaz de generar, distribuir, modular, amplificar, mezclar, filtrar y detectar la señal. Otros ejemplos lo constituyen los sistemas de comunicación por satélite, los sistemas radar y los sistemas de comunicación móviles, muy en boga en nuestros días.

La tecnología de semiconductores, que proporciona dispositivos activos que operan en el rango de las microondas, junto con la invención de líneas de transmisión planares; ha permitido la realización de tales funciones por circuitos híbridos de microondas.

En estos circuitos, sobre un determinado sustrato se definen las líneas de transmisión necesarias. Elementos pasivos (condensadores, resistencias) y activos (transistores, diodos) son posteriormente incorporados al circuito mediante el uso de pastas adhesivas y técnicas de soldadura. De ahí el nombre de tecnología híbrida de circuitos integrados (HMIC: "Hibrid Microwave Integrated Circuit"). Recientemente, la tecnología monolítica de circuitos de microondas (MMIC), permite el diseño de circuitos/subsistemas capaces de realizar, muchas de las funciones mencionadas anteriormente, en un sólo "chip". Por las ventajas que ofrece ésta tecnología, su aplicación en el diseño de amplificadores para receptores ópticos, constituye un campo activo de investigación y desarrollo. Prueba de ello es el trabajo realizado con la Universidad Politécnica de Madrid.

El diseño de circuitos de microondas en ambas tecnologías, ha exigido un modelado preciso de los diferentes elementos que forman el circuito. De especial importancia son los dispositivos activos (MESFET, HEMT, HBT); pues conocer su comportamiento tanto en pequeña señal como en gran señal (régimen no lineal), es imprescindible para poder predecir la respuesta de un determinado circuito que haga uso de él. El análisis, modelado y simulación de éstos dispositivos, constituye otra de las áreas de trabajo

Materiales en comunicaciones

La utilización de nuevos materiales con altas prestaciones es uno de los pilares del avance espectacular de las tecnologías de la información y comunicaciones. El desarrollo de aplicaciones basadas en sus propiedades requiere un profundo conocimiento previo de éstas. En particular, el descubrimiento de superconductividad en óxidos cerámicos multimetálicos a temperaturas superiores a 77 K (superconductores de alta temperatura, SAT) puede permitir el desarrollo práctico de algunas aplicaciones de la superconductividad económicamente inviables con los superconductores clásicos. Sin embargo, la gran complejidad de los SAT y su naturaleza granular dificultan la puesta en marcha de aplicaciones de los mismos de forma inmediata, a pesar del gran esfuerzo investigador que en este campo se está realizando en los países avanzados. En concreto, en nuestro grupo se ha trabajado en la caracterización experimental y modelado fenomenológico de las propiedades electromagnéticas de superconductores de alta temperatura crítica, incidiendo especialmente en las implicaciones de la granularidad, y en el desarrollo de aplicaciones de los mismos en magnetometría y en cintas para el transporte de corriente sin pérdidas. Por otra parte, en relación con las aplicaciones de la superconductividad clásica, se ha trabajado en la implementación en España de los patrones primarios de tensión (efecto Josephson) y resistencia (efecto Hall cuántico), en colaboración con grupos nacionales y extranjeros especializados en metrología eléctrica básica. Por último, también se ha colaborado con otros grupos de investigación en la caracterización electromagnética de materiales de interés tecnológico, como imanes permanentes o aceros estructurales

TRANSMISIÓN SIN CABLES

INTRODUCCION

Cuando se piensa en comunicación de datos generalmente se piensa en comunicación a través de cable, debido a que la mayoría de nosotros tratamos con este tipo de tecnología en nuestro día a día. Haciendo a un lado las complicadas redes cableadas también tenemos la llamada COMUNICACIÓN INALÁMBRICA muy comúnmente a nuestro alrededor.

La Comunicación de data inalámbrica en la forma de microondas y enlaces de satélites son usados para transferir voz y data a larga distancia. Los canales inalámbricos son utilizados para la comunicación digital cuando no es económicamente conveniente la conexión de dos puntos vía cable; además son ampliamente utilizados para interconectar redes locales (LANS) con sus homologas redes de área amplia (WANS) sobre distancias moderadas y obstáculos como autopistas, lagos, edificios y ríos. Los enlaces vía satélite permiten no solo rebasar obstáculos físicos sino que son capaces de comunicar continentes enteros, barcos, rebasando distancia sumamente grandes.

Los sistemas de satélites y de microondas utilizan frecuencias que están en el rango de los MHz y GHz, usualmente utilizan diferentes frecuencias para evitar interferencias pero comparten algunas bandas de frecuencias.

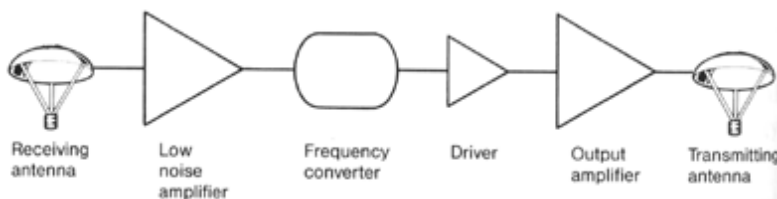
COMUNICACIÓN VÍA MICROONDAS

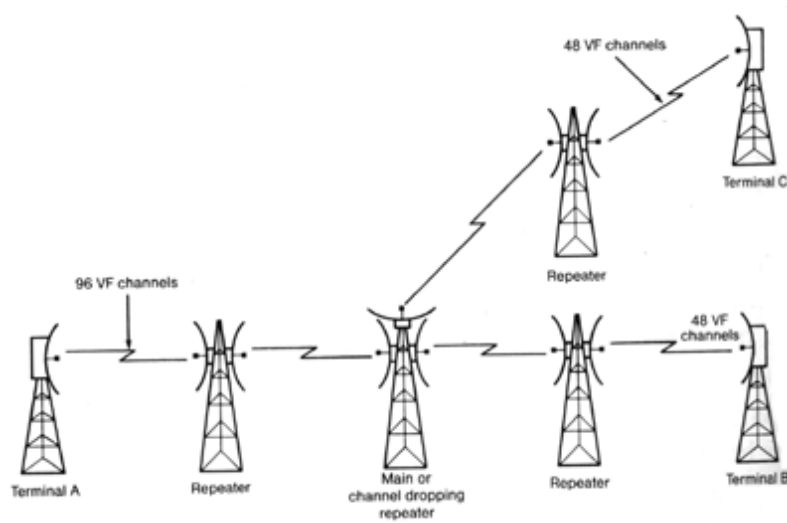
Básicamente un enlace vía microondas consiste en tres componentes fundamentales: El Transmisor, El receptor y El Canal Aéreo. El Transmisor es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir, El Canal Aéreo representa un camino abierto entre el transmisor y el receptor, y como es de esperarse el receptor es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a señal digital.

El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces microondas es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor, además esta distancia debe ser libre de obstáculos. Otro aspecto que se debe señalar es que en estos enlaces, el camino entre el receptor y el transmisor debe tener una altura mínima sobre los obstáculos en la vía, para compensar este efecto se utilizan torres para ajustar dichas alturas.

ANTENAS Y TORRES DE MICROONDAS

La distancia cubierta por enlaces microondas puede ser incrementada por el uso de repetidoras, las cuales amplifican y redireccionan la señal, es importante destacar que los obstáculos de la señal pueden ser salvados a través de reflectores pasivos. Las siguientes figuras muestran como trabaja un repetidor y como se ven los reflectores pasivos.





La señal de microondas transmitidas es distorsionada y atenuada mientras viaja desde el transmisor hasta el receptor, estas atenuaciones y distorsiones son causadas por una pérdida de poder dependiente a la distancia, reflexión y refracción debido a obstáculos y superficies reflectoras, y a pérdidas atmosféricas.

La siguiente es una lista de frecuencias utilizadas por los sistemas de microondas:

Common Carrier Operational Fixed

2.110 2.130 GHz

1.850 1.990 GHz

2.160 2.180 GHz

2.130 2.150 GHz

3.700 4.200 GHz

2.180 2.200 GHz

5.925 6.425 GHz

2.500 2.690 GHz

10.7 11.700 GHz

6.575 6.875 GHz

12.2 12.700 GHz

Debido al uso de las frecuencias antes mencionadas algunas de las ventajas son:

- Antenas relativamente pequeñas son efectivas.
- A estas frecuencias las ondas de radio se comportan como ondas de luz, por ello la señal puede ser enfocada utilizando antenas parabólicas y antenas de embudo, además pueden ser reflejadas con reflectores pasivos.
- Otra ventaja es el ancho de banda, que va de 2 a 24 GHz.

Como todo en la vida, el uso de estas frecuencias también posee desventajas:

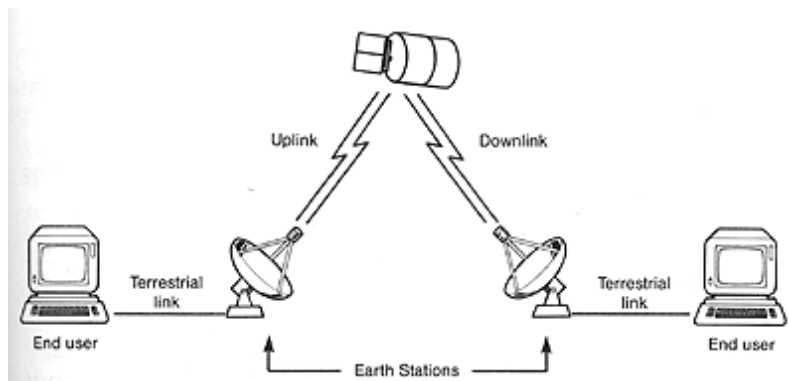
Las frecuencias son susceptibles a un fenómeno llamado Disminución de Multicamino (Multipath Fading), lo que causa profundas disminuciones en el poder de las señales recibidas.

A estas frecuencias las pérdidas ambientales se transforman en un factor importante, la absorción de poder causada por la lluvia puede afectar dramáticamente el Performance del canal.

COMUNICACIÓN POR SATÉLITE

Básicamente, los enlaces satelitales son iguales a los de microondas excepto que uno de los extremos de la conexión se encuentra en el espacio, como se había mencionado un factor limitante para la comunicación microondas es que tiene que existir una línea recta entre los dos puntos pero como la tierra es esférica esta línea se ve limitada en tamaño entonces, colocando sea el receptor o el transmisor en el espacio se cubre un área más grande de superficie.

El siguiente gráfico muestra un diagrama sencillo de un enlace vía satélite, nótese que los términos UPLINK y DOWNLINK aparecen en la figura, el primero se refiere al enlace de la tierra al satélite y la segunda del satélite a la tierra.



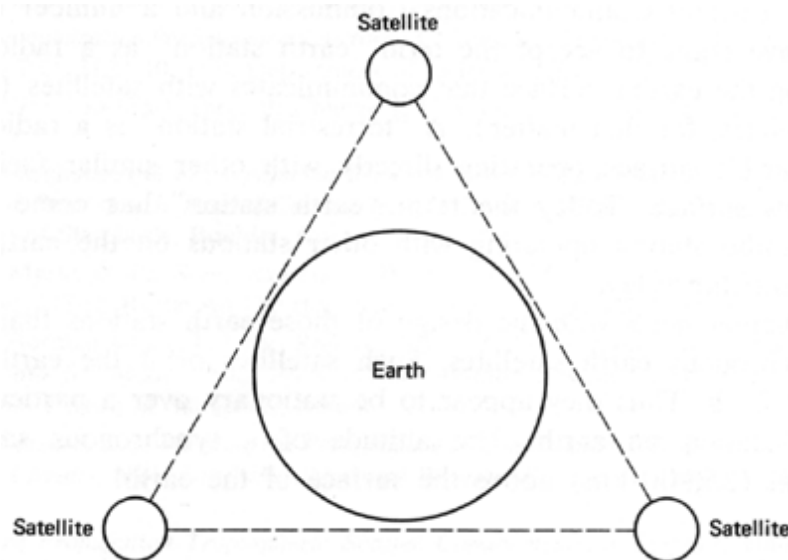
Las comunicaciones vía satélite poseen numerosas ventajas sobre las comunicaciones terrestres, la siguiente es una lista de algunas de estas ventajas:

- El costo de un satélite es independiente a la distancia que valla a cubrir.
- La comunicación entre dos estaciones terrestres no necesita de un gran número de repetidoras puesto que solo se utiliza un satélite.
- Las poblaciones pueden ser cubiertas con una sola señal de satélite, sin tener que preocuparse en gran medida del problema de los obstáculos.
- Grandes cantidades de ancho de bandas están disponibles en los circuitos satelitales generando mayores velocidades en la transmisión de voz, data y vídeo sin hacer uso de un costoso enlace telefónico.

Estas ventajas poseen sus contrapartes, alguna de ellas son:

- El retardo entre el UPLINK y el DOWNLINK esta alrededor de un cuarto de segundo, o de medio segundo para una señal de eco.
- La absorción por la lluvia es proporcional a la frecuencia de la onda.
- Conexiones satelitales multiplexadas imponen un retardo que afectan las comunicaciones de voz, por lo cual son generalmente evitadas.

Los satélites de comunicación están frecuentemente ubicados en lo que llamamos Orbits Geosincronizadas, lo que significa que el satélite circulará la tierra a la misma velocidad en que esta rota lo que lo hace parecer inmóvil desde la tierra. Una ventaja de esto es que el satélite siempre está a la disposición para su uso. Un satélite para estar en este tipo de órbitas debe ser posicionado a 13.937,5 Kms. de altura, con lo que es posible cubrir a toda la tierra utilizando solo tres satélites como lo muestra la figura.



Un satélite no puede retransmitir una señal a la misma frecuencia a la que es recibida, si esto ocurriese el satélite interferiría con la señal de la estación terrestre, por esto el satélite tiene que convertir la señal recibida de una frecuencia a otra antes de retransmitirla, para hacer esto lo hacemos con algo llamado "Transponders". La siguiente imagen muestra como es el proceso.

Al igual que los enlaces de microondas las señales transmitidas vía satélites son también degradadas por la distancia y las condiciones atmosféricas.

Otro punto que cabe destacar es que existen satélites que se encargan de regenerar la señal recibida antes de retransmitirla, pero estos solo pueden ser utilizados para señales digitales, mientras que los satélites que no lo hacen pueden trabajar con ambos tipos de señales (Análogas y Digitales).

1. MICROONDAS

Se denomina así la porción del espectro electromagnético que cubre las frecuencias entre aproximadamente 3 Ghz y 300 Ghz ($1 \text{ Ghz} = 10^9 \text{ Hz}$), que corresponde a la longitud de onda en vacío entre 10 cm. y 1mm.

La propiedad fundamental que caracteriza a este rango de frecuencia es que el rango de ondas correspondientes es comparable con la dimensión físicas de los sistemas de laboratorio; debido a esta peculiaridad, las m. Exigen un tratamiento particular que no es extrapolable de ninguno de los métodos de trabajo utilizados en los márgenes de frecuencias con que limita. Estos dos límites lo constituyen la radiofrecuencia y el infrarrojo lejano. En radiofrecuencia son útiles los conceptos de circuitos con parámetros localizados, debido a que, en general, las longitudes de onda son mucho mayores que las longitudes de los dispositivos, pudiendo así, hablarse de autoinducciones, capacidades, resistencias, etc., debido que no es preciso tener en cuenta la propagación efectiva de la onda en dicho elemento; por el contrario, en las frecuencias superiores a las de m. son aplicables los métodos de tipo OPTICO, debido a que las longitudes de onda comienzan a ser despreciables frente a las dimensiones de los dispositivos.

El método de análisis más general y ampliamente utilizado en m. consiste en la utilización del campo

electromagnético caracterizado por los vectores (E, B, D y H en presencia de medios materiales), teniendo en cuenta las ecuaciones de MAXWELL (v), que rigen su comportamiento y las condiciones de contorno metálicos son muy frecuentes a estas frecuencias, cabe destacar que, p.ej, el campo E es normal y el campo H es tangencial en las proximidades externas de un conductor. No obstante, en las márgenes externas de las m. se utilizan frecuentemente los métodos de análisis correspondientes al rango contiguo del espectro; así, a frecuencias elevadas m. son útiles los conceptos de RAYO, LENTE, etc., ampliamente utilizados en óptica, sobre todo cuando la propagación es transversal electromagnética, (TEM, E y B perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación) en el espacio libre. Por otro lado, a frecuencias bajas de m, colindantes con las radiofrecuencias, es útil la teoría de circuitos con parámetros distribuidos, en la que toma en cuenta la propagación efectiva que va a tener la onda en un elemento cualquiera. Así, un trozo de cable metálico, que en baja frecuencia representa simplemente un corto circuito que sirve para efectuar una conexión entre elementos, dejando equipotenciales los puntos que une, a alta frecuencia un sistema cuya frecuencia, por efecto peculiar, puede no ser despreciable y cuya autoinducción puede causar una impedancia que sea preciso tomar en cuenta. Entonces es preciso representar este cable a través de su impedancia (resistencia y autoinducción) por unidad de longitud.

También en la parte de instrumentación experimental, generación y transmisión de m, estas tienen peculiaridades propias que obligan a utilizar con características diferentes a los de los rangos de frecuencias vecinos. Respecto a limitaciones que impiden su funcionamiento a frecuencias de m., como a continuación esquematizamos.

Las líneas de baja frecuencia son usualmente ABIERTAS, con lo cual, si se intenta utilizar a frecuencias elevadas, automáticamente surgen problemas de radiación de la energía electromagnética; para superar este inconveniente es necesario confirmar los campos electromagnéticos, lo que normalmente se efectúa por medio de contornos metálicos; así, los sistemas de transmisión usuales a m. son, o bien líneas coaxiales, o bien, en general, guías de onda continuadas por conductores abiertos o tuberías. En este sentido es ilustrativo ver la evolución de un circuito resonante LC paralelo de baja frecuencia hacia una cavidad resonante, que es circuito equivalente en m. Como a alta frecuencia las inductancias y capacidades (ELECTROSTÁTICA; INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA), cobran gran importancia, por pequeñas que sean, un circuito resonante para frecuencias RELATIVAS ALTAS puede ser sencillamente dos placas paralelas y una espira uniendo ambas placas; es para reducir aún más la inductancia se ponen varias espiras en paralelo, se llega a obtener una región completamente cerrada por paredes conductoras.

La energía electromagnética solo puede almacenarse en una cavidad a frecuencias próximas a las denominadas de resonancia de la misma, las cuales dependen fundamentalmente de su geometría; los campos anteriores penetran solo en una capa delgada de las paredes metálicas siendo el espesor δ , de esta capa, denominada profundidad de penetración, dependiente de la frecuencia y de la conductividad del material que constituya a la cavidad a través de la expresión $\delta = \sqrt{2/W\mu\sigma}$, donde W, μ y σ son respectivamente la frecuencia de la onda, la permeabilidad magnética y conductividad del material (ELECTRICA, CONDUCCION, ELECTROMAGNETISMO) así, para los siguientes metales: aluminio, oro, cobre y plata, los valores de δ a 3Ghz son respectivamente de 1,6, 1,4, 1,2 y 1,4 u. De esta forma es fácil comprender que la energía disipada en las cavidades, si éstas están hechas por buenos conductores, es pequeña, con lo cual las Q, o factores de mérito de las cavidades resonantes $Q = 2 \pi \frac{\text{(energía almacenada)}}{\text{(energía disipada por ciclo)}}$, suelen estar en orden de 10^4 , pudiendo alcanzar valores mas elevados. Por otra parte el pequeño valor de δ permite fabricar guías de excelente calidad con un simple recubrimiento interior de buen material conductor, (plateado o dorado).

La utilización en m, de las válvulas de vacío convencionales, como amplificadores osciladores, esta limitada, por una parte, por el tiempo de tránsito de los electrones en el interior de la válvula y, por otra, por las inductancias y por las capacidades asociadas al cableado y los electrodos de la misma.

El tiempo de tránsito al hacerse comparable con el período de las oscilaciones, da lugar a que haya un defase

entre el campo y las oscilaciones de los electrones; esto implica un consumo de energía que disminuye la impedancia de entrada de la válvula, aunque su rejilla, polarizada negativamente, no capte electrones. Las inductancias y capacidades parásitas causan efectos de resonancia y acople interelectrónico que también conducen a una limitación obvia.

Son muchas las modificaciones sugeridas y utilizadas para superar estos inconvenientes, basándose en los mismos principios de funcionamiento, pero, a frecuencias ya de lleno en el rango de las m., tanto los circuitos de válvulas como los semiconductores trabajan según una concepción completamente diferente a los correspondientes de la baja frecuencia.

MODULACION EN MICROONDAS

Los generadores de microondas son generadores críticos en cuanto a la tensión y la corriente de funcionamiento.

Uno de los medios es no actuar sobre el generador o amplificador pero si utilizar un dispositivo diodo pin en la guía de salida, modulada directamente la amplitud de la onda.

Otro medio es utilizar un desfasador de ferrita y modular la onda en fase. En este caso es fácil obtener modulación en frecuencia a través del siguiente proceso:

En una primera etapa, se modula en FM una portadora de baja frecuencia, por ejemplo 70 Mhz.

En una segunda etapa, esta portadora modulada es mezclada con la portadora

principal en frecuencia de Ghz, por ejemplo 10 Ghz.

Un filtro de frecuencias deja pasar la frecuencia suma, 10070 Mhz con sus bandas laterales de 3 Mhz y por lo tanto la banda pasante será de 10067 a 10073 Mhz que es la señal final de microondas.

En el receptor se hace la mezcla de esta señal con el oscilador local de 10 Ghz seguido de un filtro que aprovecha la frecuencia de diferencia 70 Mhz la cual es amplificada y después detectada por las técnicas usuales en FM.

VENTAJAS DE LOS RADIOENLACES DE MICROONDAS COMPARADOS CON LOS SISTEMAS DE LINEA METALICA

- Volumen de inversión generalmente mas reducido.
- Instalación más rápida y sencilla.
- Conservación generalmente más económica y de actuación rápida.
- Puede superarse las irregularidades del terreno.
- La regulación solo debe aplicarse al equipo, puesto que las características del medio de transmisión son esencialmente constantes en el ancho de banda de trabajo.
- Puede aumentarse la separación entre repetidores, incrementando la altura de las torres.

DESVENTAJAS DE LOS RADIOENLACES DE MICROONDAS COMPARADOS CON LOS SISTEMAS DE LINEA METALICA

- Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces.
- Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer de energía y acondicionamiento para los equipos y servicios de conservación. Se han hecho ensayos para utilizar generadores autónomos y baterías de células solares.

- La segregación, aunque es posible y se realiza, no es tan flexible como en los sistemas por cable
- Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y equipo auxiliar requerida, supone un importante problema en diseño.

ESTRUCTURA GENERAL DE UN RADIOENLACE POR MICROONDAS

EQUIPOS

Un radioenlace está constituido por equipos terminales y repetidores intermedios. La función de los repetidores es salvar la falta de visibilidad impuesta por la curvatura terrestre y conseguir así enlaces superiores al horizonte óptico. La distancia entre repetidores se llama vano.

Los repetidores pueden ser:

- Activos
- Pasivos

En los repetidores pasivos o reflectores.

- No hay ganancia
- Se limitan a cambiar la dirección del haz radioelectrónico.

PLANES DE FRECUENCIA – ANCHO DE BANDA EN UN RADIOENLACE POR MICROONDAS

En una estación terminal se requieren dos frecuencias por radiocanal.

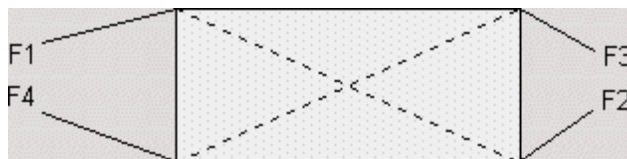
- Frecuencia de emisión
- Frecuencia de recepción

En una estación repetidora que tiene como mínimo una antena por cada dirección, es absolutamente necesario que las frecuencias de emisión y recepción estén suficientemente separadas, debido a:

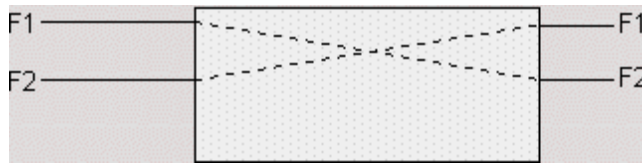
- La gran diferencia entre los niveles de las señales emitida y recibida, que puede ser de 60 a 90 dB.
- La necesidad de evitar los acoples entre ambos sentidos de transmisión.
- La directividad insuficiente de las antenas sobre todas las ondas métricas.

Por consiguiente en ondas métricas (30–300 Mhz) y decimétricas (300 Mhz – 3 Ghz), conviene utilizar cuatro frecuencias (plan de 4 frecuencias).

En ondas centimétricas, la directividad es mayor y puede emplearse un plan de 2 frecuencias.



Plan de 4 Frecuencias



Plan de 2 Frecuencias

2. GENERACION DE MICROONDAS

Quizás fue el MAGNETRON, como generador de m. De alta potencia, el dispositivo que dio pie al desarrollo a gran escala de las m., al abrir paso a la utilización de sistemas de radar durante la II Guerra Mundial; sin embargo, fueron KLYSTRONS, los que dieron una mayor versatilidad de utilización de las m., sobre todo en el campo de las comunicaciones, permitiendo además una mayor comprensión de los fenómenos que tiene en lugar los tubos de m. El principio básico de funcionamiento de estos generadores es la modulación de velocidad de un haz electrónico que al atravesar una cavidad resonante, excita en ella oscilaciones electromagnéticas de la frecuencia de m, deseada. El estudio de los KLYSTRONS obligó a un amplio desarrollo desde los fenómenos de carga espacial, la interpretación de la operación de los tubos

Sin embargo, fue el desarrollo de otro tipo de válvulas, las de ONDA PROGRESIVA (TWT, Travelling-Wave Tube); siglas de ésta clase de tubos, las que dieron lugar a una mejor comprensión de los fenómenos que tienen lugar en los haces electrónicos, sobre todo en lo que respecta a las ondas electromecánicas, daban lugar a amplificación o generación de m. Para que este acoplamiento sea efectivo es preciso reducir la velocidad de fase de la onda electromagnética lo cual se hace mediante estructuras periódicas de entre las cuales la más utilizada es la hélice; de esta forma es posible mantener una interacción continuada entre la onda electromagnética y el haz electrónico, modulado en velocidad, y consecuentemente en densidad, que va cediendo su energía, digamos cinética, a la onda electromagnética. Posteriormente también se desarrolló el tubo de onda regresiva (BWO< Backward-wave oscillator), en el cual la velocidad de fase de la onda va en dirección opuesta al flujo de energía en el circuito, que ofreció a, además, una mayor amplitud de sintonía en frecuencia mediante control electrónico.

Los dispositivos anteriores se basan en la conversión de energía de continuidad en la energía de m, mientras que los amplificadores paramétricos (AMPLIFICADOR, 8) utilizan como fuente de energía una de alterna que convierten, por un procedimiento de mezcla, en la de alta frecuencia deseada. En lugar de utilizar como elemento resistivo, utilizan un elemento reactivo, como puede ser un diodo de capacidad variable, y de aquí el bajo nivel de ruido que se puede lograr. Un fundamento análogo tienen los amplificadores cuánticos MASER. Son estos amplificadores de bajo nivel de ruido los que han abierto un gran campo de operación en radioastronomía, así como las intercontinentales vía satélite etc.

Un problema consiguiente al desarrollo de las m, lo ha constituido hasta ahora el precio elevado de los generadores; ha sido el descubrimiento de los osciladores a semiconductores el que a abaratado, va camino de hacerlo aun más, dichos generadores, con el cual el campo de aplicaciones de las m.

Está creciendo a un nivel tal que impide predecir las repercusiones futuras, que incluso pueden ser negativas. Estos dispositivos también tienen una concepción diferente a los usuarios de baja frecuencia esencial en que en los de baja frecuencia los electrones del semiconductor son TIBIOS en el sentido que sus energías no difieren grandemente de la red del material, mientras que en los de m. Los electrones son CALIENTES, con energías eléctricas adquiridas de campos eléctricos elevados, que pueden ser muy superiormente a energía de m.

El primero de estos dispositivos se basó en el denominado efecto GUNN que se presenta en semiconductores compuestos, como el arseniuro de galio, material en el fue inicialmente detectado, y desde entonces se han descrito muchos dispositivos, algunos basados en fenómenos bulímicos en el semiconductor, como los gunn,

y otros fenómenos que tienen lugar en uniones de semiconductores.

TRANSMISION DE MICROONDAS

Un sistema en el que se utilizan localmente las m. Constará fundamentalmente de un generador y de un medio de transmisión de la onda hasta la carga; en caso contrario, tendremos necesidad de un sistema emisor y otro receptor, estando el emisor compuesto por los elementos anteriormente citados, donde la carga será una antena emisora, mientras que el receptor será otra antena, medio de transmisión y detector adecuado.

Además de estos elementos existirán otras componentes como pueden ser atenuadores, desfasadores, frecuencímetros, medidores de onda estacionaria, etc.; nosotros nos vamos a circunscribir fundamentalmente a la guía de onda, como elemento fundamental de transmisión a estas frecuencias.

Como ya se ha citado, la guía de onda es esencialmente una tubería metálica, a través de la cual se propaga el campo electromagnético sin prácticamente atenuación, dependiendo esta del material de que la misma esté fabricada; así, a una frecuencia determinada, y para una geometría concreta, la atenuación será tanto menor cuanto mejor conductor sea el material. A diferencia de lo que ocurre en el medio libre, en el que el haz de ondas electromagnéticas es más o menos divergente y sus campos transversales electromagnéticos (ondas TEM, ya citadas), en una guía el campo está confinado en su interior, evitándose la radiación hacia el exterior, y sus campos ya no pueden ser TEM sino que han de hacer necesariamente del tipo TE (campo eléctrico transversal a la dirección de propagación), o bien TM (campo magnético transversal) o bien híbridos, es decir, mezcla de TE y TM.

La configuración de la geometría, tipo de excitación de la guía y frecuencia, ocurriendo además que ciertas configuraciones de campo, denominadas modos, solo son posibles a frecuencias superiores a una determinada, denominada frecuencia de corte, existiendo un modo de propagación de dichos campos, el modo fundamental, que posee la frecuencia de corte mínima. Por debajo de esta frecuencia la guía no propaga la energía electromagnética.

APLICACIONES DE LAS MICROONDAS

Sin duda podemos decir que el campo más valioso de aplicación de las m. es el ya mencionado de las comunicaciones, desde las que pudiéramos denominar privadas, pasando por las continentales e intercontinentales, hasta llegar a las extraterrestres.

En este terreno, las m. actúan generalmente como portadoras de información, mediante una modulación o codificación apropiada. En los sistemas de radar, cabe citar desde los empleados en armamento y navegación, hasta los utilizados en sistemas de alarma; estos últimos sistemas suelen también basarse en efecto DOPPLER o en cambios que sufre la razón de onda estacionaria (SWR) de una antena, pudiendo incluso reconocerse la naturaleza del elemento de alarma. Sistema automático de puertas, medida de velocidad de vehículos, etc.

Otro gran campo de aplicación es el que se pudiera denominar científico. En radioastronomía ocurre que las radiaciones extraterrestres con frecuencia comprendidas entre 10 Mhz y 10Ghz pueden atravesar el filtro impuesto por la atmósfera y llegar hasta nosotros.

Entre estas radiaciones están algunas de tipo espectral, como la línea de 1420 OH, y otras de tipo continuo debidas a radiación térmica, emisión giromagnética, sincrotrónica, etc. La detección de estas radiaciones permite obtener información de la dinámica y constitución del universo. En el estudio de los materiales (eléctricos, magnéticos, etc.) las m. se pueden utilizar bien para la determinación de parámetros macroscópicos, como son la permitividad eléctrica y la permeabilidad magnética, bien para el estudio directo de la estructura molecular de la materia mediante técnicas espectroscópicas y de resonancia.

En el campo médico y biológico se utilizan las m. Para la observación de cambios fisiológicos significativos de parámetros del sistema circulatorio y respiratorio.

Es imposible hacer una enumeración exhaustiva de aplicaciones que, aparte de las ya citadas, pueden ir desde la mera confección de juguetes hasta el control de procesos o funcionamiento de computadores ultra rápidos. Quizá el progreso futuro de las microondas. Esta en el desarrollo cada día mayor, de los dispositivos a estado sólido, en los cuáles se consigue una disminución de precio y tamaño que puede llegar a niveles insospechados; estos sistemas son la combinación de los generadores a semiconductores con las técnicas de circuitería integrada, fácilmente adaptables a la producción en masa.

Sin embargo no todo son beneficios; un crecimiento incontrolado de la utilización de las m, puede dar lugar a problemas no solo de congestión del espectro, interferencias, etc., sino también de salud humana; este último aspecto no está lo suficientemente estudiado, como se deduce del hecho de que los índices de peligrosidad sean marcadamente diferentes de unos países a otros.

3. PROPAGACION DE MICROONDAS

Las microondas ocupan una porción del espectro de frecuencias entre 1 y 300 Ghz que corresponde a 10 cm y mm respectivamente, en longitudes de onda. En la práctica son ondas del orden de 1 Ghz a 12 Ghz.

La banda espectral de las microondas se divide en sub-bandas tal como se muestra en la tabla.

	FRECUENCIA (GHz)	LONGITUD DE ONDA APROXIMADA (Cm)
S	1.5 A 8	10
X	8 A 12.5	3
K	12.5 A 40	1.1
Q	40 A 50	0.8

Sub-bandas en las que se divide la banda espectral de las microondas.

Los sistemas de microondas son usados en enlaces de televisión, en multienlaces telefónicos y general en redes con alta capacidad de canales de información.

Las microondas atraviesan fácilmente la ionosfera y son usadas también en comunicaciones por satélites.

La longitud de onda muy pequeña permite antenas de alta ganancias.

Como el radio de fresnel es relativamente pequeño, la propagación se efectúa como en el espacio libre.

Si hay obstáculos que obstruyan el radio de fresnel, la atenuación es proporcional al obstáculo.

De la ecuación se obtiene la atenuación P_r/P_t en enlaces espaciales

$$P_r/P_t \text{ (dB)} = G_t \text{ (dB)} + G_r \text{ (dB)} + 20 \log h \text{ (m)} - 22 - 20 \log r \text{ (Km)}$$

donde r es la distancia del enlace, h es la longitud de onda G_t Y G_r son las ganancias del transmisor y del receptor respectivamente.

A la atenuación en espacio libre se le agregan algunos valores de atenuación debido a obstáculos:

- 6 dB: Incidencia restante.
- 40 dB: Bloqueo total del haz.

La atenuación puede variar de 6 a 20 dB dependiendo del tipo de superficie que provoca la difracción. Así:

- 6 dB: Para una difracción en filo de cuchilla, con incidencia resante.
- 20 dB: Difracción con incidencia resante en obstáculo mas redondeado como terreno ligeramente ondulado o agua que sigue la curvatura de la tierra.

En condiciones desfavorables las perdidas por reflexión pueden ser de hasta 50 db (propagación sobre mar).

Si la superficie es rugosa se consideran despreciables las perdidas por reflexión.

La temperatura efectiva de ruido T_e del circuito receptor, referida a los terminales de entrada y la cifra de ruido o (factor de ruido) F de un circuito están relacionados de la siguiente forma:

$$F = 1 + T_e/T_o$$

F es la razón de la potencia de ruido real de salida (al conectar en un generador de temperatura normalizado de $T_o=290^{\circ}\text{K}$) y la potencia de ruido de salida que existiría para la misma entrada, si el circuito no tuviera ruidos propios.

Por tanto, se nota que

$$F = 1 \text{ o } 0 \text{ dB corresponde a } T_e = 0^{\circ}\text{K}$$

$$F = 2 \text{ o } 3 \text{ dB corresponde a } T_e = 290^{\circ}\text{K, etc.}$$

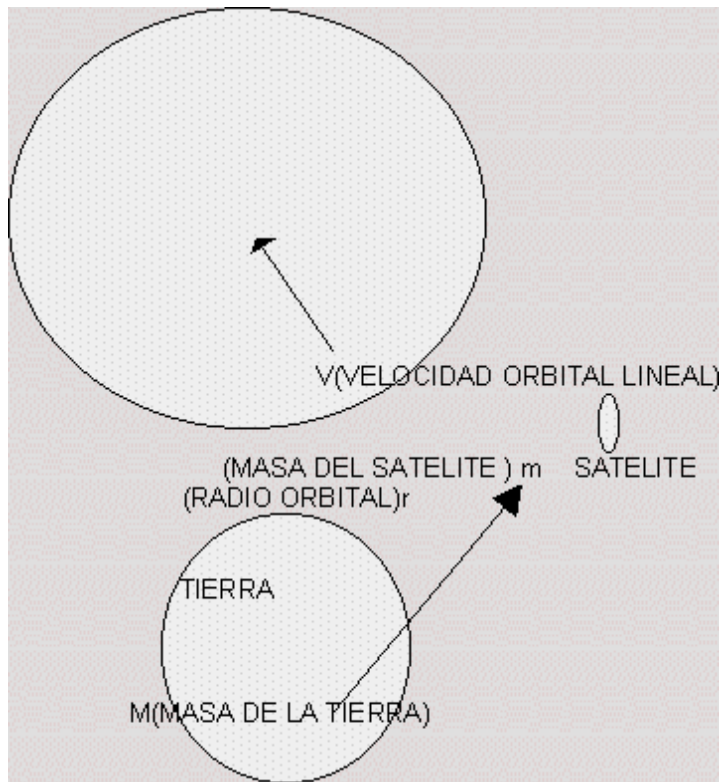
UTILIZACION DE MICROONDAS EN COMUNICACIONES ESPACIALES

Los satélites artificiales han extendido el alcance de la línea de propagación y han hecho posible la transmisión transoceánica de microondas por su capacidad de admitir anchas bandas de frecuencias. La línea de transmisión puede extenderse por uno de los distintos medios existentes.

El satélite en forma de globo de plástico metalizado exteriormente puede ser empleado como reflector pasivo, en cuyo caso no se necesita equipo alguno en el satélite. Se ha estimado que veinticuatro de tales reflectores pasivos en órbitas polares establecidas al azar alrededor de unos 5000 kilómetros permitirían una transmisión transatlántica que solo se interrumpiría menos de 1% del tiempo.

Como segunda posibilidad, el satélite puede emplearse como un receptor activo en microondas, retransmitiendo la señal que recibe, bien instantáneamente o tras un almacenaje hasta que el este próximo a la estación receptora. En este último caso la capacidad del canal queda limitada.

Con el satélite en una órbita próxima es decir, inferior a 8000 kilómetros, la pérdida de transmisión es moderada, pero las estaciones terrestres deben tener antenas capaces de explotar casi de horizonte a horizonte. Si el satélite se sitúa en una órbita ecuatorial de veinticuatro horas parecerá como si tuviera fijo sobre algún punto del ecuador, darían una cobertura mundial. Con el satélite fijo en su posición respecto a la tierra y estabilizado en su orientación pueden emplearse antenas grandes y relativamente económicas para las estaciones terrestres, pudiéndose emplear en el satélite una antena con una directividad modesta.



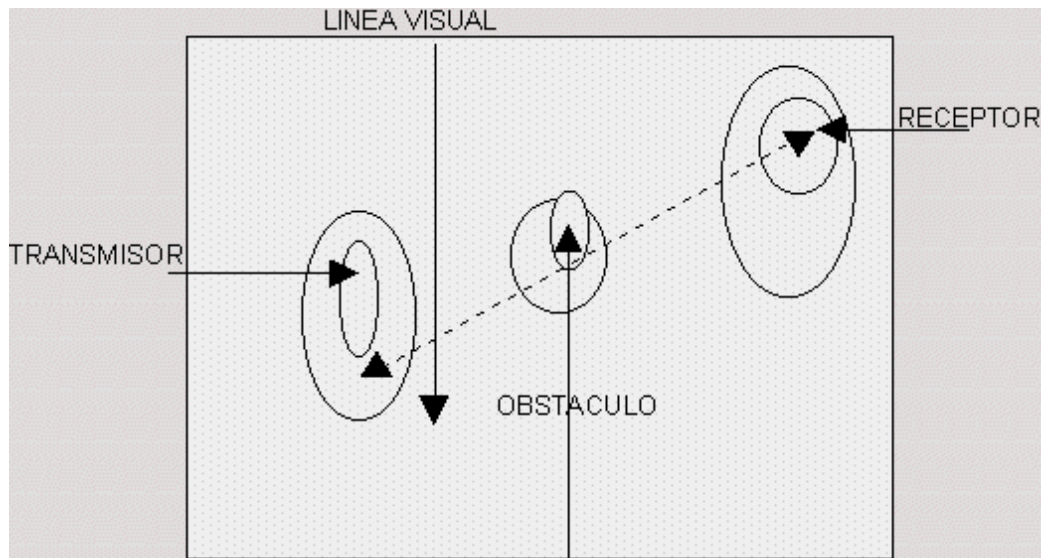
Satélite artificial en órbita circular. $r = 42000 \text{ Km}$

desconectado el radio terrestre $R_t = 6370 \text{ Km}$ se ve que la altura sobre el suelo del satélite será aproximadamente igual a 36000 Km que es la órbita de clark.

Los países de la zona tropical y templada usan los satélites estacionarios.

Los países en zonas mas alejadas del ecuador son forzados a incluir la órbita en relación con el ecuador y prescindir así del sincronismo perfecto, por que el desplazamiento del satélite es lento con relación a la tierra.

Como el satélite no debe cargar grandes masas, la potencia de su transmisor es reducida y su antena es relativamente pequeña. Sus ondas deben atravesar la ionosfera terrestre, de ahí el uso de microondas para conseguir altísimas ganancias en las antenas terrestres son parabólicas de grandes dimensiones, aproximadamente igual a 30 m de diámetro con ganancia de 60 dB en 2 Ghz .



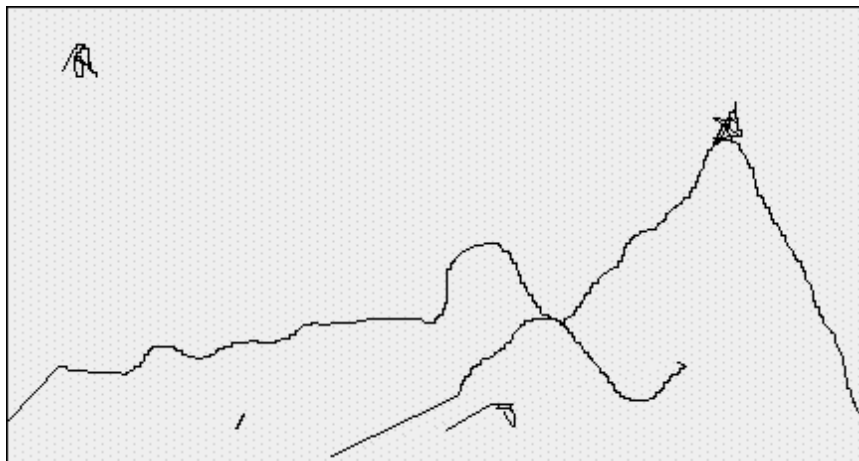
Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles es decir, puntos altos de la topografía.

Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para funcionamiento correcto es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región.

Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

Antes de hacer mediciones en el terreno puede ser necesario estudiar los planos topográficos de la zona. Por lo general el estudio minucioso de los mapas y de los planos facilita las labores, sobre todo en sistema extensos con gran numero de repetidoras y donde existe una gran variedad de rutas posibles. Por proceso de eliminación y de selección ha de llegarse a la escogencia de la ruta más favorable.

Sobre un mapa de la región en escalas del orden de 1:10000, 1: 100000 o 1: 200000, se escogen estaciones separadas de 10 a 50 Km



Una vez escogidos los sitios de ubicación propuestos para las torres de las antenas, y habiéndose determinado la elevación del terreno comprendido entre dichos sitios, se prepara un diagrama de perfiles.

En la mayoría de los casos solo es necesario los perfiles de los obstáculos y de sus alrededores, donde pueda obstruirse la línea visual.

Las señales de radiotransmisión en las frecuencias de microondas generalmente se propagan en línea recta en la forma de un haz dirigido de un punto a otro. Sin embargo, el haz puede desviarse o curvarse hacia la tierra por efecto de la refracción de las ondas en la atmósfera. La magnitud de la curvatura se ha tenido en cuenta al calcular el factor K.

Puede emplearse un perfil de trayecto dibujado sin mostrar la curvatura de la tierra, y con el haz de microondas en línea recta entre las dos antenas. Dicho perfil representa el caso en el cual la curvatura del haz es igual a la del terreno y el radio de la tierra es infinito. Esta es una de las condiciones extremas que deben investigarse al estudiar el efecto de las condiciones atmosféricas anormales sobre la propagación de las microondas. Sobre el mismo gráfico se dibujan los recorridos del haz para otros posibles valores de K entre ellos el normal que es 4/3. El trazado de las curvas con diversos valores de K se hace con plantillas normalizadas. Traza el elipsoide de fresnel para verificar si ocurre obturación.

Determinando el perfil del terreno sobre el que se propaga el haz, se estudiará el margen de este con relación al obstáculo mas prominente. Dicho margen hay que compararlo con el radio de la n-esima zona abscisa o, esta dado por la ecuación

$$R_{fn} = \frac{h^2}{2} \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}, m$$

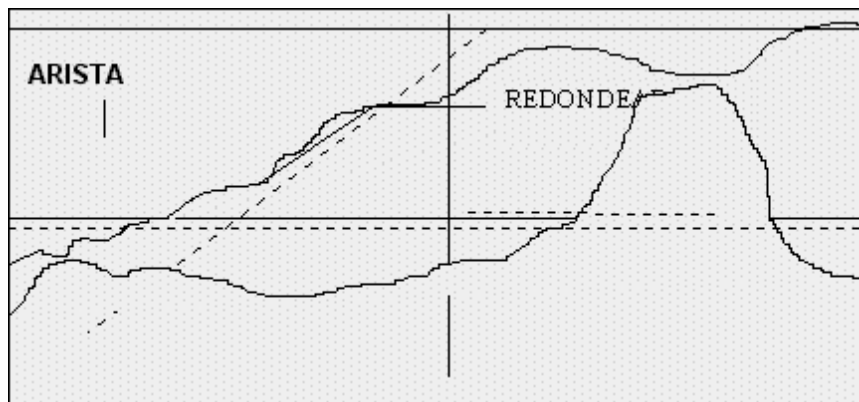
donde :

R_{fn} = Radio de la n-esima zona de fresnel en metros.

h = Longitud de onda en metros.

d_1 = Distancia del transmisor al punto considerado en metros.

d_2 = Distancia del punto considerado al receptor en metros.



A partir del mapa de la región se traza en un papel 4/3 el perfil del terreno a lo largo de la trayectoria de estación a estación.

Ordinariamente, el margen sobre obstáculos se refiere al radio de la primera zona de fresnel; si el cociente correspondiente se lleva en abscisas en el gráfico, en coordenadas se obtendrá la influencia sobre la intensidad de campo. Se tiene las condiciones correspondientes a propagación en el espacio libre cuando el margen sobre obstáculos es 0.6 veces el radio de la primera zona de fresnel. Este es el criterio que se sigue en presencia de obstáculos para determinar la viabilidad de un enlace.

$$\text{intervalo } -3 < p/R_f < 1$$

Gráfico de pérdidas por obstáculo.

Abscisa: margen sobre obstáculos/radio primera zona de fresnel. B. interpretaciones del margen sobre obstáculos

$p > 0$ y $p < 0$

La Figura muestra dos interpretaciones existentes para el margen sobre obstáculos p .

La siguiente es una formula empírica para pérdidas por obstáculo.

$$Po(dB) = 12 P / Rf - 10$$

la ecuación anterior es válida en el intervalo $-3 < P/Rf < 1$

Hay momentos en que la distribución de la densidad de la atmósfera cambia y la trayectoria se hace mas restante y pasa a sufrir obstrucción, se debe incluir en los cálculos una pérdida adicional de 3 dB.

Poniendo en funcionamiento tal enlace, la transmisión con atmósfera normal no tendrá la perdida de 3 dB, solo surge en momentos desfavorables y ya está incluida en el diseño.

Luego se calcula la atenuación con la ecuación ()

$$Pr / Pt = Gt Ar / 4 TT r^2$$

de la ecuación () se tiene

$$Ar = Gr h^2 / 4 TT$$

Sustituyendo la ecuación () en la () se obtiene la ecuación ()

$$Pr / Pt = Gt Gr h^2 / (4 TT r)^2$$

donde los parámetros son los mismos que se dieron anteriormente.

Expresado en dB la ecuación () se tiene la ecuación ()

$$Pr / Pt (dB) = 10 \log Pr / Pt = Gt (dB) + Gr (dB) + 20 \log h - 20 \log r - 22$$

Sobre un terreno liso el alcance D de la radiación depende de la altura de la antena h. Entonces:

$$D (km) = 4 \sqrt{h (m)}$$

El problema de las reflexiones interferentes es prácticamente inexistente ya que, para las ondas centimétricas todo terreno es áspero y no da buena reflexión según el criterio de Rayleigh.

El único caso peligroso es cuando existe un espejo de aguas mansas como un lago, bahía orio.

4. ANOMALÍAS DE PROPAGACION EN MICROONDAS

El gradiente del índice de refracción o factor K que corresponde al radio eficaz de la tierra se define como el grado y la dirección de la curvatura que describe el haz de microondas durante su propagación

$$K = R' / R_t$$

Donde R_t es el radio real terrestre y R' es el radio de la curvatura ficticia de la tierra.

Cualquier variación del índice de refracción provocada por la alteración de las condiciones atmosféricas, se expresa como un cambio del factor K .

En condiciones atmosféricas normales, el valor de K varía desde 1.2 para regiones elevadas y secas (o 4/3 en zonas mediterráneas), hasta 2 o 3 para zonas costeras húmedas.

Cuando K se hace infinito, la tierra aparece ante el haz como perfectamente plana, ya que su curvatura tiene exactamente el mismo valor que la terrestre.

Si el valor de K disminuye a menos de 1, el haz se curva en forma opuesta a la curvatura terrestre. Este efecto puede obstruir parcialmente al trayecto de transmisión, produciéndose así una difracción.

El valor de la curvatura terrestre para los distintos valores de K se calcula mediante la siguiente fórmula

$$h = d_1 d_2 / 1.5 K \text{ donde}$$

h = Cambio de la distancia vertical desde una línea horizontal de referencia, en pies,

d_1 = Distancia desde un punto hasta uno de los extremos del trayecto, en millas.

d_2 = Distancia desde el mismo punto anterior hasta el otro extremo del trayecto, en millas.

K = Factor del radio eficaz de la tierra.

$$1 \text{ ml} = 1.61 \text{ Km.}$$

$$1 \text{ pie} = 0.3 \text{ m.}$$

Con excepción del desvanecimiento por efecto de trayectos múltiples, los desvanecimientos son fácilmente superables mediante:

- Diversidad de espacio.
- Diversidad de frecuencia.
- Diversidad de polarización.

Las alteraciones del valor de K desde 1 hasta infinito (Rango normal de K), tiene escasa influencia en el nivel de intensidad con que se reciben las señales, cuando el trayecto se ha proyectado en forma adecuada.

Las anomalías de propagación ocurren cuando K es inferior a 1, el trayecto podría quedar obstruido y por lo tanto sería vulnerable a los fuertes desvanecimientos provocados por el efecto de trayectos múltiples.

Cuando K forma un valor negativo, el trayecto podría resultar atrapado entre capas atmosféricas y en consecuencia sería susceptible a sufrir desvanecimiento total.

DESVANECIMIENTO

El desvanecimiento se debe normalmente a los cambios atmosféricos y a las reflexiones del trayecto de propagación al encontrar superficies terrestres o acuáticas.

La intensidad del desvanecimiento aumenta en general con la frecuencia y la longitud de trayecto.

En caso de transmisión sobre terreno accidentado, el desvanecimiento debido a propagación multirayecto es relativamente independiente del citado margen sobre obstáculo y en casos extremos tiende a aproximarse a la distribución de Rayleigh, es decir, la probabilidad de que el valor instantáneo del campo supere el valor R es :

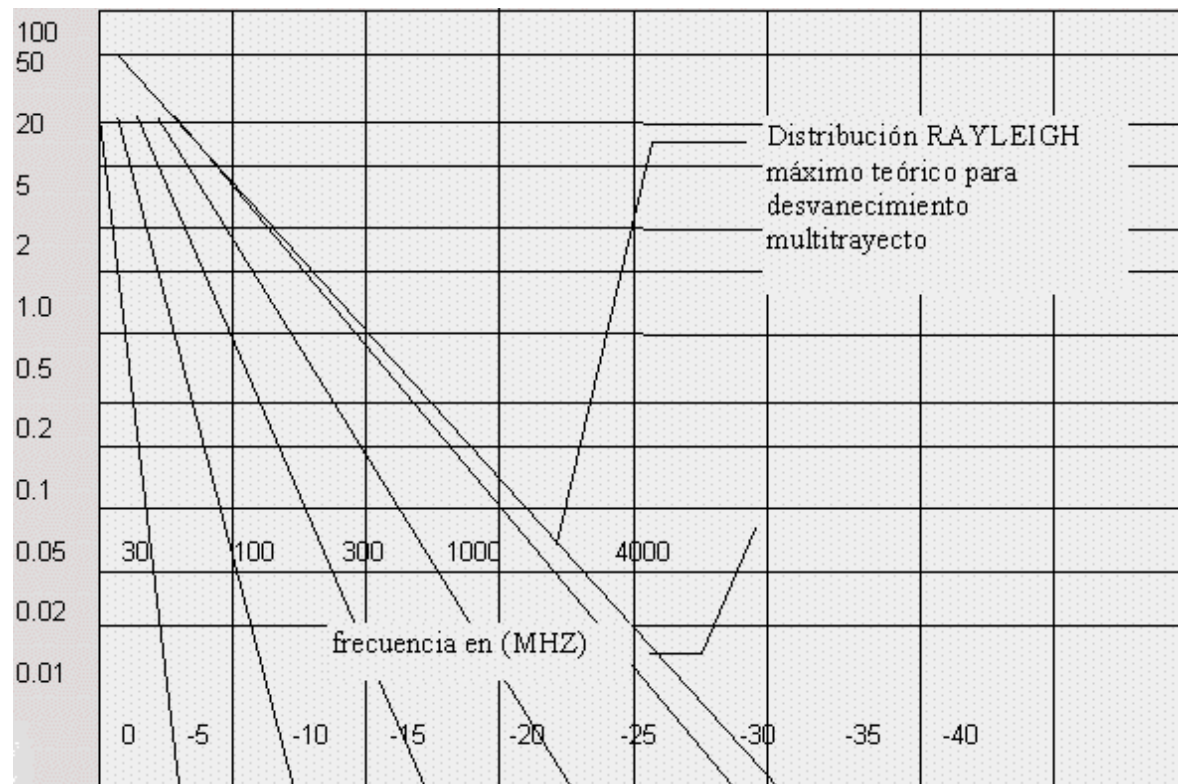
$$-R/R_0$$

$$P(R) = e$$

En donde: R_0 es el valor eficaz.

En la figura se presentan valores típicos de desvanecimiento para trayectos con suficiente margen sobre obstáculos.

Los tipos de desvanecimiento que influye sobre la contabilidad de la propagación en los sistemas de microondas son selectivos y no selectivos.



Desvanecimiento en el peor mes para trayectos de 40 a 60 Kms con visibilidad

y margen sobre obstáculos de 15 a 30 m.

5. METODOS DE DIVERSIDAD EN MICROONDAS.

Cundo se produce desvanecimiento o se varían los equipos de radiocanal normal, su señal correspondiente puede ser transferida a otro de los canales de reversa por medio de un rápido sistema de conmutación, Este sistema la fiabilidad del sistema y se conoce como técnicas de diversidad.

El principio de recepción por diversidad consiste en recibir y analizar varias señales no correlacionales y escoger en cada instante la mejor (sistema de diversidad por conmutación), o en recibir en todo momento una combinación de las distintas señales (sistemas de diversidad en espacio y de diversidad en frecuencia).

Existe un tercer método para reducir al mínimo el tiempo fuera de servicio del sistema por desvanecimiento profundo denominado Diversidad de polarización.

DIVERSIDAD DE POLARIZACION

En este método dos señales procedentes del radiotransmisor se envían simultáneamente por dos antenas separadas, una con polarización vertical y la otra horizontal. La diversidad de polarización resulta útil para la transmisión por onda indirecta en la parte baja del espectro de frecuencias.

En cambio, este método no da resultados en la transmisión de microondas por onda espacial debido a que generalmente ambas señales polarizadas se desvanecen al mismo tiempo.

6. DESVANECIMIENTO TOTAL

Comparativamente el desvanecimiento total es raro, pero cuando se presenta, sus efectos suelen ser catastróficos, pues anulan por completo las señales. En este caso, los métodos tradicionales usados para mejorar la contabilidad de los radioenlaces, tales como: Aumento del margen contra el desvanecimiento o la aplicación de diversidad resultan prácticamente ineficaces.

Se considera como desvanecimiento total a cualquier atenuación excesivamente larga de las señales de microondas.

Para describir el desvanecimiento total se utilizan diversos términos, tales como;

- Formación de ductos
- Atrapamiento del haz.
- Bloqueo o desaparición de las señales.
- Desacople de antena.

El desvanecimiento total se caracteriza por una aguda disminución de densidad atmosférica a medida que aumenta la altura, que es la causante del verdadero esvanecimiento.

Las interrupciones de señal calificadas como catastróficas se producen simultáneamente en ambas direcciones de transmisión y en los dos trayectos de diversidad. Salvo algunos casos aislados, la recepción en diversidad de espacio ha demostrado que este tipo de desvanecimiento tiene una alta selectividad.

El desvanecimiento total se confunde a menudo con el desvanecimiento por dirección u obstrucción del haz cuando se produce una curvatura inversa, pero las características de estos dos fenómenos son opuestas. El desvanecimiento total se produce por presencia de una atmósfera superrefractiva, que a veces es invisible salvo en zonas brumosas, sin embargo, en algunas ocasiones dicha atmósfera resulta visible en forma de niebla, de vapor de agua caliente o niebla que refracta el frente de la onda del haz abajo hasta una superficie

acuática o terrena, antes de llegar a la antena receptora. En estos casos, generalmente ninguna parte de la señal llega a la antena receptora.

Cuando una masa de aire frío sobre zonas cálidas y húmedas o sobre regiones acuáticas templadas, la atmósfera circundante tiene a comportarse en forma superrefractiva. Como consecuencia, los trayectos de microondas poca despejados, ubicados en dichas zonas o regiones, se tornan susceptibles a sufrir undesvanecimiento total.

La masa de aire puede producirse:

- a. Con el paso de un frente frío sobre un terreno cálido y húmedo a cualquier hora del día o de la noche.
- b. Por decantación. Es el lento asentamiento de una masa de aire fresco en un sistema atmosférico de alta presión. La masa de aire se calienta por compresión adiabática (sin pérdida ni aumento de calor) y al asentarse va cubriendo y encerrando otra masa de aire mas frío y húmedo sostenida por la superficie mojada.

Las masas o capas superrefractivas se producen con mas frecuencias en las noches claras, serenas y frías en las primeras horas de la mañana, pero raramente en las redes. Su presencia va acompañada por:

- Calor
- Baja humedad
- Atmósfera heterogénea
- Turbulencia del aire

MODELO DE PROPAGACION DENTRO DE UNA CAPA SUPERREFRACTIVA EN MICROONDAS

Para simplificar el análisis de la propagación de un frente de onda dentro de una capa superrefractiva, se supone que existen las siguientes condiciones:

- a. El frente de onda esta representado por un solo haz.
- b. El trayecto de propagación es bilateral, es decir, que los haces de transmisión y recepción pasan recíprocamente por una misma ruta.
- c. El haz puede penetrar en la capa superrefractiva antes de ser reflejado en la superficie límite.

Cuando la antena transmisora esta ubicada sobre la capa refracta, uno de los haces pasa por encima del conductor, mientras que el otro haz se propaga dentro del conductor. El haz superior se desplaza normalmente cuando el factor K varia entre 1 y 3, según el gradiente de refracción existente sobre el conductor. Cuando la antena receptora intercepta este haz, puede recibir señales a un nivel normal o tal vez a un nivel correspondiente a una señal obstruida parcialmente. Dentro del conductor, la antena B continua recibiendo una señal de alto nivel si el lóbulo de irradiación tiene suficiente amplitud para dar paso al haz superefractado, que se representa con una línea quebrada. Cada trayecto superrefractado tiene un factor distinto.

La antena A, ubicada en la primera zona de sombra, queda bloqueada totalmente. La antena C estuvo bloqueada mientras la capa superrefractiva se eleva del agua, pero a medida que alcanzaba su altura actual iba recibiendo una señal de alto nivel, aunque posiblemente con cierta fluctuación.

La antena D ubicada debajo de la línea de visión directa y que esta obstruida en condiciones normales de

propagación, ahora recibe una señal con el mismo alto nivel fluctuante que la antena C.

La antena E, muy debajo de la línea de visión directa durante las condiciones normales de propagación, ahora esta en la segunda zona de sombra y permanecerá inactiva sin recibir señales, aunque la radiofrecuencia fluctúe cuando la capa se eleva sobre el agua.

La antena F recibe una señal de nivel normal mientras existe la capa superrefractiva.

Cuando mas alta es la antena transmisora, mas grande es la longitud del horizonte radioeléctrico y mayor el rango de la transmisión. Cuando dicha antena queda dentro de la capa, se corta al alcance del horizonte. Las antenas G, I, J, y K están totalmente bloqueadas. H recibe una señal normal; O y P normalmente ubicadas mas allá del horizonte radioeléctrico ahora llegan señales ampliamente fluctuantes.

La trayectoria del haz de microondas dentro de una capa atmosférica superrefractiva asentada en el suelo a. Antena transmisora ubicada sobre la capa, y b. antena transmisora dentro de la capa. Los haces superrefractados directos desde la antena transmisora a las receptoras L, M y N solo se forman cuando la capa es muy espesa.

DESVANECIMIENTO TOTAL POR DESACOPLE DE ANTENA

Aun cuando la antena receptora este dentro del horizonte radioeléctrico, la aparición de una capa superrefractiva hace que le haz propagado llegue a su destino con un ángulo de elevación mayor que el normal. Si en condiciones atmosféricas normales las antenas transmisoras y receptoras fueran orientadas para obtener la máxima respuesta con el mayor nivel de señal, al variar las condiciones formado una capa superrefractiva el ángulo de incidencia del haz se desplazara hacia arriba. Teniendo en cuenta que las antenas de grandes dimensiones o los reflectores pasivos tienen un lóbulo de irradiación estrecho y considerado también la longitud de los trayectos de microondas, un cambio de 0.5° o mas en el ángulo de llegada del haz puede desplazar el trayecto, a lejano del lóbulo principal de la antena. En este evento se producirá un desvanecimiento total.

El comportamiento característico del desvanecimiento total por desacople de antena es idéntico al que se produce cuando la antena receptora se encuentra mas allá del horizonte radioeléctrico.

Cuando se anticipa o se experimenta un desacople, las antenas receptoras pueden inclinarse levemente hacia arriba con lo cual también se introduce una pérdida de 1 o 2 dB durante la propagación normal.

En la instalación de antenas alta y baja la inferior puede reducirse de tamaño. Así mismo, la iniciación de las antenas trae la ventaja de aumentar la discriminación a las reflexiones superficiales durante los períodos de programación normal.

Si después de haber efectuado una instalación de microondas se descubre que el trayecto es susceptible a sufrir desvanecimiento total :

a. Estudiar la posibilidad de introducir desacople de antenas. Esta medida se toma especialmente cuando:

- Las parábolas o los reflectores son de grandes dimensiones
- El trayecto es de gran longitud
- Se utiliza la gama superior de 6 a 13 Ghz.

Si inicialmente la posición de una o de ambas antenas transmisoras se desvía levemente hacia abajo con

respecto al ángulo normal de incidencia del haz, la capa superrefractiva puede desplazar el haz en forma que no llegue el lóbulo principal de la antena receptora. En estas condiciones se producirá un desvanecimiento total. En este caso la mayor o la menor de las dos antenas puede reorientarse verticalmente hasta encontrar un trayecto adecuado. Sin embargo, en vez de reorientar las antenas grandes para evitar un posible desacople, conviene utilizar una pequeña antena receptora de prueba, de 60 cm a 1.20 m para efectuar el rastreo del trayecto. A veces suele colocarse una pequeña antena fija para evitar el efecto de desacople entre las antenas grandes.

b. Si la antena receptora queda más allá del horizonte visual, en vez de quedar solo desorientada o desacoplada, se debe investigar si a lo largo del mástil o torre de soporte de la antena se encuentra presente alguna señal estable de nivel inferior al normal. El trayecto de la señal posiblemente queda a una altura de 3 a 9 m sobre el nivel del terreno o bien debajo de la línea normal de visión directa. Si se comprueba la existencia de este trayecto durante el desvanecimiento total,

Los receptores deben disponerse para funcionar en diversidad de espacio. Si ya se cuenta con este tipo de recepción debe utilizarse además diversidad de antenas sobre la torre.

Dado que el desvanecimiento total obstruye el trayecto simultáneamente en ambos sentidos, el sistema de transmisión debe estar provisto de equipo de reserva activo con conmutación automática o manual, o con combinadores de antena.

c. Aumentar la altura libre del trayecto a un mínimo de $K=1$, sobre una capa de 50 m de altura. Mediante pruebas apropiadas se localiza la capa atmosférica y se determina la altura de las antenas ajustadas para tal fin. Si se sospecha la existencia de una capa reactiva en la mitad del trayecto a veces es inevitable la presencia de desvanecimiento total en algunas zonas geográficas durante ciertas épocas del año cuando existe una combinación desafortunada de factores determinantes, tales como la densidad atmosférica y la naturaleza del terreno.

7. CONFIABILIDAD DE SISTEMAS DE RADIOTRANSMISION POR MICROONDAS

Las normas de seguridad de funcionamiento de los sistemas de microondas han alcanzado gran rigidez. Por ejemplo, se utiliza un 99.98% de confiabilidad general en un sistema patrón de 6000 Km. de longitud, lo que equivale a permitir solo un máximo de 25 segundos de interrupción del año por cada enlace.

Por enlace o radioenlace se entiende el tramo de transmisión directa entre dos estaciones adyacentes, ya sean terminales o repetidoras, de un sistema de microondas. El enlace comprende los equipos correspondientes de las dos estaciones, como así mismo las antenas y el trayecto de propagación entre ambas. De acuerdo con las recomendaciones del CCIR, los enlaces, deben tener una longitud media de 50 Km.

Las empresas industriales que emplean sistemas de telecomunicaciones también hablan de una confiabilidad media del orden de 99.9999%, o sea un máximo de 30 segundos de interrupciones por año, en los sistemas de microondas de largo alcance.

Los cálculos estimados y cómputos de interrupciones del servicio por fallas de propagación, emplean procedimientos parcial o totalmente empíricos. Los resultados de dichos cálculos generalmente se dan como tiempo fuera de servicio (TFS) anual por enlace o porcentaje de confiabilidad por enlace.

La confiabilidad de los enlaces de microondas puede darse según fallas de equipo, aplicándose cálculos de probabilidad.

Los resultados de los cálculos de confiabilidad de los equipos de microondas se expresan como disponibilidad (del equipo) por enlace (D).

$$D = TES / TTD$$

Donde TES es el tiempo en servicio dentro de un período determinado y TDD es el tiempo total disponible.

Una aplicación lógica de este método de calculo es sumar las interrupciones por enlace durante el año, causadas por:

- averías del equipo
- malas condiciones de propagación

Con el resultado se obtiene el TFS total que se puede aplicar como cifra de mérito de confiabilidad del enlace.

Ninguno de los parámetros mencionados

- Tiempo fuera de servicio anualmente,
- Confiabilidad en porcentaje o
- disponibilidad del equipo

Proporciona una dirección adecuada de la seguridad de funcionamiento del equipo, en el caso de sistemas superconfiables.

Los cálculos de TES (o tiempo disponible, D) y de TFS de los equipos de microondas siempre descansan en dos factores básicos:

- El tiempo medio (de Funcionamiento) entre falla (TMEF)
- El tiempo medio (de interrupción) hasta el servicio (TMHR).

El TMHR incluye las siguientes demoras:

- Notificación de falla ,
- Viaje hasta el lugar de instalación del equipo averiado,
- Determinación del carácter de la falla y tiempo que realmente se ocupa para efectuar la reparación o el reemplazo necesario.

Por lo tanto el TMHR representa el promedio de tiempo real fuera de servicio debido a fallas.

La conexión entre el TMEF y el TMHR determina la relación de TFS de servicio debido a fallas.

La conexión entre el TMEF y el TMHR determina la relación de TFS(tiempo no disponible o ND)

$$TFS (ND) = TMHR / TMEF$$

$$TES (D) = 1 - ND$$

$$TFS \text{ anual} = 8760 * (ND) \text{ horas}$$

El concepto de confiabilidad esta dado por confiabilidad = TES * 100%

En un sistema redundante:

$$ND = 5 / 5000 = 0.001 = 0.1\%$$

Para el TMHR se ha tomado como ejemplo un valor de 5 horas que, como se ha mencionado, incluye todo el tiempo que transcurre desde el instante en que se produce una avería hasta que el equipo ha sido reparado y puesto nuevamente en servicio. También se supone un TMEF de 5000 horas para cada juego de equipo. Comprende aproximadamente a un procedimiento de dos fallas por año, fallas reales

por que no hay duplicación de equipo.

$$D = 1 - 0.001 = 0.999 = 99.9\%$$

$$TFS \text{ anual} = 0.001 * 8760 = 8.76 \text{ horas}$$

En un sistema redundante, se supone que se utilizan dos juegos de equipos, interconectados por conmutadores y detectores automáticos para el traspaso instantánea del equipo en servicio al de reserva en caso de avería. también se supone

TMEF = 5000 horas cada juego de equipo y

TMHR = 5 horas para cualquier falla.

Cualquier falla en un solo juego de equipo no interrumpe el servicio. La interrupción solo puede ocurrir si se produce falla en ambos juegos simultáneamente.

Suponiendo que las falla de los dos juegos de equipos del enlace se producen en forma errática e independiente.

$$(TMEF)_{red} = (TMEF)^2 / TMHR$$

Luego,

$$(TMEF)_{red} = (5000)^2 / 5 = 5000000 \text{ horas} = 570 \text{ anos}$$

con los valores supuestos, el tiempo medio de funcionamiento entre fallas del enlace(averías reales del sistema) seria de 570 anos.

La relación TFS del enlace (D red) esta dada por

$$ND_{red} = TMHR / (TMEF)_{red} = (TMHR / TMEF)^2 = (5 / 5000)^2 = 0.001\%$$

$$D_{red} = 1 - 0.00001 = 0.9999 = 99.9999\%$$

$$TFS \text{ anual} = 0.000001 * 8760 = 0.00876 \text{ hr} = 32 \text{ seg.}$$

En base a los valores empleados, las características de confiabilidad del equipo de un enlace puede especificarse como 32 segundos de TFS anual, esta cifra es solo una abstracción matemática. Como la duración de cualquier averiada en indivisible, puede suceder que en un ano determinado no ocurra ninguna interrupción.

De producirse una falla, esta tendría que ser mucho mas prolongada (las 5 horas tomadas como ejemplo).

El tiempo de restablecimiento estipulado en horas tendrá que ser acompañando de un valor equivalente de TMEF calculando en millones de horas (o sea cientos de años) para obtener una confiabilidad de 99.9999% por enlace.

$$\text{TMEF} = 10^6 \text{ TMHR}$$

Por ejemplo el tiempo de reparación es de 5 horas, el TMEF debe ser de 5000000 de horas = 570 años. Si el tiempo de reparación es de 1 hora, el TMEF debe ser 1000000 de horas = 14 años.

El valor de 32 segundos de TFS en la practica carece de significado efectivo ya que no puede existir en realidad, excepto como una improbable serie de coincidencias. El enlace tendría que funcionar por lo menos durante 570 años para poder verificar el valor de confiabilidad; en dicho período habrían 569 años sin ninguna falla y un año cualquiera con 5 horas de interrupción.

los parámetros de disponibilidad o confiabilidad solo tendrían significado como rendimiento medio en un período de unos 10000 años, o sea en 10000 enlaces.

En la práctica, para el cálculo de confiabilidad se presentan limitaciones impuestas por el hecho de que los sistemas de microondas generalmente deben funcionar con estaciones repetidoras distribuidas en una amplia región geográfica, incluso algunos puntos de difícil acceso. Este problema se agudiza en el caso de sistemas de muy largo alcance en que se necesita con mayor razón una confiabilidad elevada. Por lo tanto, la suposición de que el TMHR será menor de 1 o 2 horas, no esta de acuerdo con la realidad, incluso, la suposición de un TMHR de 5 horas, puede ser demasiado optimista.

8. FALLAS DE PROPAGACIÓN

El numero de fallas de propagación y al tiempo fuera de servicio del sistema de transmisión se basan en las siguientes características:

- Protección del sistema de transmisión mediante diversidad de espacio o frecuencia.
- Margen de 40 dB para contrarrestar el desvanecimiento, presencia de desvanecimiento de Rayleigh en ambas ramas del sistema de diversidad.
- Introducción de un factor de 100 a 1 por mejora de diversidad. El TFS se reducirá a unas 20 interrupciones anuales simultáneas (o sea en ambas ramas del sistema de diversidad al mismo tiempo), con una duración media de 1.5 segundos cada una.

La tabla (2.0) indica el número de fallas de propagación y el tiempo fuera de servicio que se basan en la suposición de que el sistema de transmisión tiene las características anteriores

FALLAS DE

PROPAGACION

FALLAS DE

EQUIPO

Número de fallas en una rama

por año

1000

2 1/570

Número de interrupciones por

año

20

180000seg

Duración media de cada

interrupción

1.5 seg.

-30seg

Total de TFS anual

30 seg.

99.9999%

porcentaje de contabilidad

99.99999%

Fallas de propagación y fallas de equipo de sistemas de microondas

Para el cálculo de confiabilidad ultraelevada de sistemas de microondas, el análisis y la descripción de la confiabilidad de propagación debe ser independiente de la confiabilidad del equipo.

Hay dos alternativas para la especificación de confiabilidad del equipo :

a. Expresar en forma de parámetro el valor equivalente del TMEF del sistema. Para la especificación de superconfiabilidad se usa al valor TMEF del sistema provisto de redundancia. Se divide por 8760 el valor de TMEF en horas, indicando el resultado en número de años, ya que este factor esta mas de acuerdo con la realidad.

b. Usar el equivalente del TMEF del sistema redundante para calcular la probabilidad de que el enlace funcione sin averías durante un período de un año, empleando la formula normal:

$-t / \text{TMEF}$

$C(t) = e$

C(t) significa que existe la probabilidad de que el equipo bajo análisis funciona sin fallar durante un tiempo determinado (t).

Los valores de confiabilidad ultraelevada significan que existe un alto porcentaje de probabilidad de que el número de interrupciones por fallas del equipo , dentro de cualquier año, será cero.

Si llega a ocurrir una avería, esta será, de larga duración (comparativamente) y es probable que absorba el TFS anual calculado para cientos de años.

El pronóstico mencionado de ultraconfiabilidad del equipo, basado en un promedio de interrupciones de varios segundos o pocos minutos por año por cada enlace de un sistema, presenta un serio problema si se aplica en la práctica.

Si dicho pronóstico se usara en las especificaciones del sistema de comunicaciones (en lugar de emplear solo cálculos de valores estimados), para que los fabricantes o proveedores de equipos pudieran satisfacer tal requisito no tendrían que producir ninguna falla por el período especificado o durante la vida útil del equipo, lo que desde luego es imposible anticipar.

Otro problema es que no existe una forma de evaluar realmente el mérito relativo de invertir los valores de probabilidad de que ocurra o no interrupciones de funcionamiento en un período determinado.

La limitación descrita es de carácter clásico y no depende de la validez de los cálculos.

Es el resultado de tres factores:

- La distribución de los sistemas de microondas dentro de una amplia zona geográfica.
- El número de estaciones repetidoras (y a menudo también las estaciones terminales) que funcionan inatendidas y
- Las interrupciones de servicio debido a fallas del equipo que, a diferencia de las fallas de propagación, necesitan la intervención de personal para efectuar la reparación.

Otro aspecto que debe tomarse en cuenta en las especificaciones de confiabilidad de

sistemas de microondas es el hecho de que en los cálculos de TMEF solo se

consideran aquellas interrupciones o averías que ocurren por circunstancias

imprevistas y fallas de los componentes por causas imposibles de predecir. Por lo

tanto se excluye la mayoría de las averías que ocurren en la práctica, tal como:

- Averías ó errores humanos en el proyecto,
- Planeación.
- Instalación.
- Manejo o mantenimiento de los equipos,
- Fallas prematuras o por desgaste y
- Fenómenos raros de propagación de señales que afectan ambas ramas de los sistemas redundantes.

De todas las razones expuestas se desprenden que es necesario tratar con suma

precaución los cálculos A priori para determinar la confiabilidad de los equipos de los

sistemas de radiotransmisión por microondas.

9. UMBRAL DE RECEPCION Y MARGEN DE DESVANECIMIENTO

En el diseño del radioenlace se debe especificar la fiabilidad en cuanto a desvanecimiento junto con el margen de desvanecimiento. Si el umbral de recepción es U (dB) y, el margen de desvanecimiento es M (dB), cada vez que haya un desvanecimiento que exceda M dB se perderá la señal y se registrará una interrupción del circuito. Si la probabilidad de este hecho es p , el circuito estará cortado durante un 100% del tiempo por término medio y su fiabilidad será de $100(1-p)\%$.

Fijada una cierta confiabilidad, se determina M para un vano dado y conocido U , que depende del equipo, se determina la potencia de transmisión necesitara. La relación entre la profundidad de desvanecimiento y probabilidad de rebasarlo, se da en curvas empleándose como parámetro longitud de vano.

Existen juegos de curvas para diferentes valores de la frecuencia y rugosidad del terreno.

La siguiente tabla contiene valores de porcentaje de tiempo en que se excede un desvanecimiento de 40 dB, fiabilidad del circuito y tiempo medio de interrupción por día si $M = 40$ dB para $f = 6-7$ Ghz y un vano de 50 Km, en función de la rugosidad. Se observa que a medida que el terreno es más liso, el efecto del desvanecimiento resulta más perjudicial.

RUGOSIDAD

(M)

PORCENTAJE

DE TIEMPO %

FIABILIDAD

%

TIEMPO DE

INTERRUPCION

%

100

0.00036

99.99964

0.31

50

0.00085

99.99915

0.73

15

0.006

99.994

5.2

Fiabilidad

Nueva fuente del gigahertz Gunn de M/A-Com 24 con el modulador del varactor

Estas unidades minúsculas de U.S.A.-made pesan solamente 2 onzas, pero producen cerca de 5 milivatios un 24

potencias del gigahertz RF hacia fuera! Incluido es un diodo de detector de Schottkey para la recepción sensible, el

diafragma fijo interno, y un borde estándar de la antena que quepa el cuerno ligero que vendemos, así como

cualquier otro. Las unidades miden solamente el 95"H del 8"L x 1.03"W x, (20m m x 26m m x 24 milímetros) y son

accionadas por 5 VDC. Estas unidades también incluyen un diodo del modulador del varactor que utilice +1 a +20

VDC a adjust/modulate la frecuencia tanto como 175 megaciclos! Un tornillo de ajuste mecánico ajusta fácilmente la unidad al

centro de la venda del jamón. Esta unidad debe trabajar bien para una conexión de la microonda del jamón de Ethernet, o utilice

power-supply/modulator de nuestro principiante abajo con una radio usada de la difusión de FM para una conexión de alta

fidelidad de la voz! Son nuevos, y el coste es \$58,00 por cada uno. Allí nos están diciendo no seremos ningún aumento del precio

en estas 24 unidades del gigahertz. Pida M/A-Com 24 modelos del gigahertz.

M/A-Com nuevo fuentes del gunn de 10 gigahertz con el modulador del varactor

Estas unidades de USA-made ofrecen 10-15 milivatios de salida de potencia del RF, (también vendemos un diodo

de 100 mw que quepa. Vea la paginación del diodo y del transistor) un diodo de mezclador de Schottky para la

recepción excelente, y un diodo del modulador del varactor para la modulación de wide/fast del oscilación de

frecuencia total de hasta 100 megaciclos! (+1 a +20 VDC) el tornillo mecánico de A permite fácilmente fijar la

frecuencia de centro dondequiera dentro de la venda del jamón de 10 gigahertz. Estas unidades miden 1,7 " L

x 1,65

" W x 1,63 " H (43m m x 42m m x 42 milímetros) y pesan 5 onzas por cada uno. Debido a un aumento grande del precio al por

mayor, estas unidades ahora son \$90 por cada uno, o 2 para \$175. Cualquier cuerno estándar UG-39 cabrá. Pida M/A-Com el

modelo de 10 gigahertz.

Economía fuente de 10 gigahertz para los constructores

Si usted está buscando una manera económica de generar energía de 10 gigahertz, y usted tiene gusto de construir, considere este 10 exceso básico del gigahertz cavity/horn, que temple agradable a partir 10,000 a 11,500 gigahertz con su tornillo de ajuste. La unidad viene a usted con la cinta que sostiene el diodo del gunn de

7 mw y el diodo de mezclador de Schottky en sus lugares, y usted debe construir una cierta clase de tarjeta de la

PC para llevarlos a cabo correctamente en sus lugares. Si usted mira este cuadro, usted verá los diodos apenas el

fijar en sus lugares, junto con el resorte del detenedor, también incluido. Eventual, ofreceremos estas unidades con una tarjeta de la

PC, cuando encontramos la época de diseñar algo y de hacerlo hacer.... Si usted quisiera una de estas unidades, costaron \$18 por

cada uno. Son 2,7 " (68 milímetros) en longitud, 1,4 " (35 milímetros) en anchura, y 6 " (15 milímetros) en altura, y no pesan casi

nada. Funcionan a partir de +9 VDC.

O que são microondas?

Microondas são ondas eletromagnéticas muito curtas que viajam à velocidade da luz (aproximadamente 300.000 km/s) muito

similares à luz solar e as ondas de rádio. Possuem, em si, energia (são uma forma de radiação eletromagnética).

Microondas são parte do espectro eletromagnético, a exemplo de ondas de rádio. A diferença entre as microondas e as ondas de

rádio está no comprimento de onda: rádio (um metro), microonda (1mm a 30 cm).

É um erro comum confundir microondas com radiação nuclear. Entretanto, ambas são completamente diferentes. A radiação

nuclear é do tipo ionizante, ou seja, mesmo quando em uma frequência muito baixa, é capaz de provocar graves danos aos

tecidos vivos, inclusive, gerando mutações genéticas; ao passo que as microondas são não-ionizantes, pois, quando em pequena

intensidade, não chegam a ter os mesmos efeitos danosos sobre os tecidos celulares, apenas fazem com que se aqueçam por

meio de vibrações. Obviamente, a exposição prolongada e duradoura a microondas produz, sim, danos, como veremos.

O que são ondas eletromagnéticas?

A teoria da energia eletromagnética pode ser ilustrada pelo que acontece quando um pequeno objeto é atirado a uma piscina de

água em repouso. O objeto, atingindo a superfície imóvel da piscina, faz com que a água se mova para cima e para baixo sob a

forma de ondas que se espalham em círculos concêntricos. Estas ondas, por se moverem para cima e para baixo com ângulos

retos em relação à direção de sua propagação, são denominadas ondas transversais.

A perturbação resultante da queda do objeto na piscina de água é transmitida por toda a sua superfície sob a forma de ondas.

Portanto, água serve meramente como um meio pelo qual a perturbação se propaga. Dessa maneira, tais ondas são semelhantes

às ondas sonoras, que também precisam de um meio material para sua propagação (no caso, o ar ou a água). Daí o porquê de

um foguete ser inaudível no vácuo, quando é ensurdecedor na Terra.

Entretanto, as formas de energia eletromagnética, tais como as microondas, as ondas de radar, as ondas de rádio e de TV, viajam

pelo espaço sem a necessidade de qualquer espécie de meio material. Isto porque, são simplesmente energia em movimento.

A radiação eletromagnética começa com um fenômeno que ocorre quando corrente elétrica corre por um condutor qualquer,

como um fio de cobre. O movimento dos elétrons pelo fio produz um campo de energia que circunda o próprio fio, fluindo por

ele. Este campo de energia é composto por um campo elétrico e um magnético. As ondas elétricas e magnéticas se combinam

para formar ondas eletromagnéticas que viajam perpendicularmente entre si, exatamente da mesma forma

como ocorre no caso

do objeto lançado à água, com a diferença de que não há meio material para propagação. A onda flui livremente pois é energia

pura em movimento. Alguns teóricos dizem que as ondas eletromagnéticas são compostas por pequenos pacotes de energia

chamados fótons.

Como as microondas são capazes de cozer alimentos?

As microondas possuem três características básicas.

1– Da mesma forma que a luz solar que passa através da janela, as microondas passam através de outros materiais.

Materiais tais como vidro, papel e plástico não são afetados pelas microondas, por isso, ao aquecermos um determinado

material, podemos observar que a travessa ou a tigela que o contém permanece relativamente fria. As exceções ocorrem quando,

durante longos períodos de aquecimento, o alimento difunde seu calor pela travessa, fazendo com que fique quente.

2– As microondas são refletidas por superfícies metálicas, como uma bola lançada contra a parede.

3– As microondas penetram e são absorvidas por algumas substâncias, como alimentos.

A fricção produz o calor que aquece ou cozinha os alimentos

Observemos a figura abaixo:

Tomando por base a linha auxiliar azul do desenho, vemos que as microondas circulam, na mesma proporção, tanto para cima

quanto para baixo desta linha. A metade do ciclo de microondas que fica acima da linha possui propriedades positivas; a metade

do ciclo que fica abaixo da linha, negativas.

Todos os líquidos e produtos alimentícios são formados por moléculas. Tais moléculas possuem partículas positivas e negativas

que se comportam como magnetos microscópios.

Quando o ciclo positivo da microonda penetra em um determinado produto alimentício, as partículas negativas deste são

atraídas. Quando o ciclo negativo da microonda penetra, o inverso ocorre, as partículas negativas sofrem repulsão. É como se

tivéssemos uma sala cheia de pessoas correndo simultaneamente de um lado para outro ininterruptamente.

Obviamente, com isso, há agitação, colisões e fricção.

Agora, considere o fato de ocorrer a penetração de 2450 milhões de ciclos por segundo em um determinado alimento. Considere

que em cada ciclo as moléculas trocam de direção duas vezes – uma com a penetração do ciclo positivo da microonda e outra

com a penetração do ciclo negativo. Há a geração de fricção em uma escala enorme, que produz, por sua vez, calor.

Há um aquecimento, em especial, das moléculas de água presentes no alimento. Das moléculas de água, o calor se difunde por

toda a extensão do alimento.

Um forno a microondas tem um tubo eletrônico de vácuo chamado magnétron, que produz microondas. Na maioria desses

fornos, as microondas passam através de um tubo de metal para as pás metálicas de um agitador, dispositivo semelhante a um

ventilador. Enquanto giram, as pás espalham as microondas no forno, que tem paredes de metal. As ondas ricocheteiam de

parede em parede até penetrarem no alimento que está no forno.

O aquecimento inicia-se em camadas distantes poucos centímetros da superfície do alimento. De lá, ocorre, por condução, há

propagação do calor a todas as moléculas. O tempo que demanda tal processo depende da densidade do alimento, de sua massa

e de sua capacidade de conduzir calor.

Pelo fato da energia das microondas ser transformada imediatamente em calor ao ser absorvida pela comida, esta não pode se

tornar radioativa ou ser contaminada, como argumentam muitas pessoas. Quando o forno de microondas é desligado e a comida

retirada, não há nela qualquer forma de radiação residual.

Obs: É importante conhecer a potência de seu microondas que pode variar de 500 a 900 watts, isso porque esta afeta o modo

como os alimentos devem ser preparados: tempo, ponto, modo e distribuição do cozimento.

Quem inventou as microondas?

Perguntar "Quem inventou as microondas?" é como perguntar quem inventou a eletricidade. A energia das microondas é um

fenômeno natural que ocorre quando energia elétrica flui por um condutor.

Uma breve história do forno de microondas.

Como muitas outras invenções, o forno de microondas foi um produto decorrente do desenvolvimento de outras tecnologias.

Foi durante um projeto de pesquisas sobre radares, por volta de 1946, que o Dr. Percy Spencer, um engenheiro auto-didata da

Raytheon Corporation, notou que acontecia algo incomum. Ao realizar testes em um aparelho gerador de microondas, percebeu

que um chocolate presente em seu bolso estava completamente derretido. Esta intrigante constatação fez com que o Dr. Spencer

tentasse novos experimentos, colocando, inclusive, milho de pipoca próximos ao gerador de microondas para que estourassem,

o que, de fato, aconteceu.

Narra a história, que, na manhã seguinte após a realização da experiência com pipocas, o Dr. Spencer, junto de um colega,

aproximou do gerador de microondas, um ovo, que explodiu em seguida. O cientista logo constatou que o aquecimento sofrido

pelo ovo, havia gerado uma enorme pressão interna que culminou com a explosão.

Dessa maneira, se as microondas podiam derreter chocolates, estourar pipocas e aquecer ovos, por que não usá-las para o

preparo e aquecimento de alimentos? As experiências começaram.

O Dr. Spencer confeccionou uma caixa de metal com uma abertura, por onde eram introduzidas as microondas. Quando uma

certa comida era colocada no interior da caixa e o gerador de microondas era ligado, havia um rápido aquecimento. Nascia,

assim, o primeiro forno de microondas.

Em 1947, fornos de microondas começaram a ser comercializados. Tinham quase 1.80m de altura e pesavam cerca de 90 kg. O

gerador de microondas, denominado magnétron, tinha de ser resfriado a água, requerendo a implantação de encanamentos.

As vendas iniciais do novo produto foram decepcionantes. Todavia, a invenção de melhoramentos, como um

magnétron

refrigerado a ar, e a produção de fornos de microondas mais leves, fez com que as vendas logo ultrapassassem as de seus

similares a gás.

As aplicações dadas, até hoje, ao forno de microondas são inúmeras: secagem de materiais, como fumo, couro, papel, cerâmica,

grãos de café e tecidos em indústrias; descongelamento, preparo e aquecimento de alimentos; etc.

Microondas: Quão perigosas são?

Se as microondas podem cozinhar um pedaço de carne, podem ter, certamente, algum efeito danoso sobre o tecido humano,

caso este seja exposto durante um longo período de tempo a uma grande intensidade desta energia. Os efeitos podem ser ainda

piores quando os órgão afetados forem órgãos sensíveis a variação de calor.

O cristalino dos olhos, por exemplo, se exposto a uma dose excessiva de microondas pode vir simplesmente a ser cozido como

a clara de um ovo. Também, o estômago, os intestinos e a bexiga, órgãos altamente sensíveis a variações de temperaturas,

podem vir a sofrer sérios danos quanto expostos a microondas em excesso.

Existem estudos que dizem que a exposição a doses elevadas de microondas podem alterar ou matar espermatozoides, gerando

esterilidade temporária.

Alguns laboratórios americanos cogitam que a exposição às microondas têm efeito cumulativo, estando ligada a doenças como

cataratas e câncer.

Quais são os níveis de exposição aceitáveis?

Ninguém sabe ao certo, pois uma série de variáveis deve ser considerada, englobando desde a constituição biológica da pessoa

até a intensidade de microondas que esta possa estar recebendo. Todavia, estudos têm sido realizados, e, certamente, não é

recomendável a exposição excessiva a quaisquer espécies de radiações desnecessárias.

Quão afastados devemos ficar de um forno de microondas quando este está em operação?

De acordo com o Departamento de Saúde dos Estados Unidos, o nível máximo de vazamento de microondas que pode ocorrer

em um forno é de 5 milliwatts por centímetro quadrado. Entretanto, quanto mais afastado de um microondas se estiver, menor

será o nível de energia que se irá receber. É como aproximar ou afastar a mão de uma vela acesa. Recomenda-se que se esteja a

uma distância de, no mínimo, 50 cm de um microondas, caso esteja operando devidamente, pois, a esta distância, os níveis de

radiação que podem estar atingindo o corpo caem a proporções insignificantes. Obviamente que não é desaconselhável um

afastamento maior.

Algumas outras precauções quanto ao uso do microondas merecem destaque:

- Não operá-lo quando vazio;
- Não operá-lo quando sua porta estiver danificada.

Microondas e os Metais

Uma das características marcantes das microondas é que são refletidas por metais (alumínio e aço inox, principalmente).

Muitos fornos de microondas têm suas paredes internas revestidas por uma fina camada metálica. Isso se dá, pois, dessa forma,

as microondas podem ser constantemente refletidas no interior do próprio forno até que sejam plenamente absorvidas por um

dado alimento. Entretanto, a reflexão das ondas ocorre de uma maneira específica e apropriada, diferentemente do que ocorre

quando colocamos, no interior do forno, um objeto metálico qualquer, o qual perturba o funcionamento ideal da reflexão de

ondas, produzindo faíscas.

Quando objetos metálicos são introduzidos no interior de um forno de microondas, o padrão de ondas nele existente é alterado,

pois o metal do objeto realiza reflexões de ondas de uma maneira diferente. Geram-se, então, faíscas.

Algumas falsas verdades sobre o microondas?

Se um objeto de metal muito pequeno provoca danos a um microondas?

Não necessariamente. Todavia, um pequeno objeto de metal, no interior do forno irá se aquecer muito

rapidamente, podendo

provocar um incêndio se em contato com outros materiais como papel, plástico etc.

Algumas aplicações para microondas

Todo espaço é percorrido por imperceptíveis microondas. Parte desse fluxo provém de fontes naturais (estrelas, corpos

extragaláctico, matéria interestelar, raios cósmicos); o restante origina-se de fontes artificiais: telecomunicações, pesquisas físicas

e astronômicas, sistemas de radar, fornos para alimentos e para fundição de metais, e até certos tipos de terapia.

Na astronomia, as microondas e as ondas de rádio provenientes do espaço permitem o estudo de corpos que não podem ser

observados nos telescópios ópticos. Possibilitam também a identificação de moléculas existentes no espaço interestelar.

Na física das partículas elementares, as microondas são utilizadas nos aceleradores lineares, onde produzem um forte campo

eletromagnético que impulsiona elétrons a velocidades altíssimas, muito próximas da velocidade da luz.

No radar, emite-se um feixe de ondas numa direção determinada e mede-se o tempo transcorrido entre a emissão e a chegada de

um eco; torna-se fácil, assim, determinar a posição aproximada do objeto onde a radiação se refletir. O alcance do radar depende

da concentração e da intensidade do feixe emitido. Em certos casos, ele é tão intenso que, se atingir, uma pessoa a curta

distância, pode matá-la. Já foram obtidos ecos de radar provenientes da Lua, e seria possível, pelo mesmo processo, medir a

distância que separa a Terra dos planetas mais próximos.

O campo eletromagnético das microondas é capaz de criar correntes elétricas induzidas em metais e corpos condutores, e assim,

aquecê-los. Esta propriedade é empregada em fornos especiais para fusão de metais e, em versão doméstica, para assar

alimentos. Uma radiação pouco intensa é empregada em alguns hospitais para aquecer o corpo de pacientes, provocando uma

febre artificial capaz de levar à destruição certos microorganismos.

Comunicação direcional

As microondas constituem o veículo usual das transmissões telefônicas intermunicipais, televisão a longa distância e sistemas de

telex, formas de telecomunicação, onde elas apresentam grandes vantagens sobre outros processos.

As antenas transmissoras de rádio ou de televisão usualmente irradiam ondas em todas as direções, para atingir o maior número

possível de usuários. Em consequência, o sinal vai se enfraquecendo rapidamente com a distância, por encontrar-se cada vez

mais espalhado. No caso de uma conversa telefônica a longa distância, sem fios, um procedimento análogo à radiotransmissão

revela-se pouco prático, pois só interessa que a mensagem atinja um ponto determinado. É preciso, portanto, tentar enviar toda a

radiação na única direção desejada.

Pode-se fazer uma analogia com luz irradiada por uma lâmpada comum e por um farol de automóvel: a primeira irradia para todos

os lados, e o farol concentra toda a radiação num feixe relativamente estreito. É possível concentrar um feixe de ondas de rádio

por meio de uma superfície metálica curva – um espelho parabólico, como o que existe no interior dos faróis. Mas, quanto menor

a frequência da onda, maior deve ser o diâmetro do refletor. A faixa de 1 megahertz, por exemplo, exigiria uma calota metálica de

vários quilômetros quadrados. Microondas de frequência mil vezes superior podem empregar antenas parabólicas de poucos

metros quadrados. Portanto, sempre que se deseja enviar ondas numa direção determinada, sem fios, é preferível utilizar

microondas, a fim de dirigi-las facilmente.

Sistemas de transmissão

Na intercomunicação a longa, os sistemas mais empregados usam uma série de torres, distanciadas cerca de 50 quilômetros entre

si. Em cada uma delas há uma antena receptora, um amplificador e uma antena emissora (que envia o sinal recebido à torre

seguinte). Tal arranjo é utilizado porque, mesmo com refletores parabólicos, as ondas se espalham e sua intensidade vai

diminuindo com a distância: é necessário reforçar o sinal de vez em quando. Há, no entanto, sistemas em que a distância

apresenta-se muito maior. É o caso das transmissões por satélites. Nelas, o sinal é enviado da Terra a um satélite em órbita

estacionária, de onde é retransmitido a outra parte da Terra. A distância percorrida pela radiação chega a vários milhares de

quilômetros.

Um outro sistema de transmissão é o que emprega cabos coaxiais: microondas são emitidas através de um cabo que consiste de

um fio condutor sólido central, coaxial a um tubo condutor, e isolado deste por anéis isolantes. Há poucas perdas, no entanto, é

necessário reforçar o sinal a intervalos regulares, como ocorre, por exemplo, no sistema de torres, por causa da resistência elétrica

dos condutores e da absorção da energia pelos anéis isolantes.

Na década de 1960 foi desenvolvido um novo tipo de fonte de microondas que já é utilizado em telecomunicações: o maser.

Analogamente ao laser, o maser produz um feixe de radiação pura, muito estreita, que não se espalha tanto como no caso das

antenas parabólicas. Superadas algumas dificuldades atuais – absorção atmosférica – tais aparelhos poderão substituir os sistemas

atuais.

Obs.: Na verdade, as microondas empregadas em telecomunicações e em radares diferem das empregadas para aquecer

alimentos. O que muda são os comprimentos de onda.

Geração de microondas

As microondas são usualmente geradas por tubos de elétrons especiais. Os principais são: o magnétron e o klystron.

O magnétron pode ser tido como o mais importante pois é utilizado em fornos de microondas.

No magnétron uma série de elétrons é submetida a oscilações, produzidas por um forte campo elétrico, emitindo radiação

eletromagnética (microondas).

ALTA FRECUENCIA

CIRCUITO SIMULADOR, SIMULADOR ELECTROMAGNETICO.

SISTEMA DE DISEÑO MICROONDAS HP:

- Adquirible en HP, Apollo, Sun DEC, IBM Y 368/486.
- Interactúa con esquemático, simulación, artwork y documentación simultanea.
- Prototipos minimizados con sistemas avanzados, lineales, no lineales y tiempos de simulación dominante.
- Tareas de documentación fáciles con enlaces automáticos para esquemático, trazos y resultados de simulaciones.
- Trabajos de arte generados para el esquemático automáticamente.

SOLUCIÓN INTEGRADA PARA DISEÑOS DE ALTA FRECUENCIA:

Los sistemas de diseños microondas HP es un paquete CAE integrado por RF e ingenieros microondas. Esto provee un modelado extenso,

análisis y capacidades de trazos para tener un diseño de esta concepción para representación física. Esto es particularmente bien para circuitos

integrados microondas monolítico (MMICs), microondas híbrido y circuitos RF, y subsistemas microondas y RF.

Los sistemas integrados de diseños microonda HP el sistema de diseño de captura, el simulador microondas lineal, el simulador de

microondas no lineal, el simulador transitorio de alta frecuencia, y el generador microondas de trabajos de arte, con una excepcionalmente facilidad

de documentación conveniente. Pasando de una aplicación a otra tan fácil como presionar un botón del ratón.

Con el diseño del sistema de captura, tu puedes entrar a circuitos esquemáticos tan fácil e intuitivamente como tu desees girar en el papel.

Estos esquemáticos son usados por simuladores microondas lineales o no lineales, o el simulador transitorio de alta frecuencia para análisis,

optimización, o manual de sintonización. Cuando estas satisfecho con la actuación del circuito, tu invocas el generador de trabajos de arte para

generar la mascara de trazos automáticamente.

La información que tu creas con el diseño de microondas son fácilmente consolidada para documentación inmediata. Generando cuadernos

de ingenieros, reportes, propuestas, y formas de producción con encabezados mínimos, conservando y levantando los conocimientos del ambiente

R&D, tu puedes diseñar circuitos de complejidad incremental.

SIMULADOR DE ESTRUCTURA DE ALTA FRECUENCIA HP:

- Adquirible en HP, Apollo, y estaciones de trabaja DEC.

- Cálculos parámetros-s para estructuras multipuertos.
- Geometría sin restricciones con infinitos valores de dieléctricos y conductores.
- Perdidas de capacidades y dieléctricos.
- Los análisis se basan solo en ecuaciones de Maxwell y dispersión incluidas.
- Soluciones completas para campos magnéticos y eléctricos, densidades de energía y más.

SOLUCIONES DE B (campos magnéticos):

El HP HFSS computa parámetros-s para pasivos, estructuras de 3D. Así las características del simulador completa las soluciones

electromagnéticas, los usuarios solo necesitan saber un poco de la teoría de B para operarlo. Solo requiere los parámetros de los materiales y la

geometría.

El HP HFSS tiene muchas aplicaciones incluyendo: diseño de componentes maquinador de microondas, Microondas, RF y modelado de

Circuitos Digitales de baja velocidad y refinamiento de producción. Los diseñadores de los componentes maquinados pueden hacer diseños

complejos antes de investigar en un prototipo de construcción de maquinado. Los diseñadores de circuitos de alta frecuencia pueden crear modelos

de librerías de líneas de transmisión, estructuras y otros elementos de circuitos para usar en la simulación de sus circuitos. Los mg de producción

pueden usar el HFSS para estudiar los efectos de las variaciones de la tolerancia sobre la calidad y rendimiento en la manufactura.

La descripción mecánica de los componentes puede ser transferida del Software de diseño mecánico HPME series 30. Los parámetros-s

computados por HFSS pueden ser usados en el Sistema de Diseño Microondas HP en otros simuladores de circuitos.

ANALIZADOR LÓGICO DEL HP FAMILIA:

HPLA soporta diversas aplicaciones tales como Hardware disparador, Hardware/Software de integración, Software de análisis de

comportamiento, Hardware de caracterización, verificación de prototipo, prueba de manufactura silenciosa y análisis de fallas.

Usted pudo escoger con exactitud la característica que necesite en el factor e forma que usted quiera de los modelos de la línea completa

del analizador lógico.

SERIES MODULARES HP 16500:

Analizadores lógicos:

Las series 16500 HP te proveen con todo lo que tu necesitas para resolver problemas fuertes de medidas, incluyendo problemas de

disparo y caracterizan tus diseños digitales. Las series 16500 HP consisten en un marco principal con cinco ranuras las cuales son extendibles a

nueve ranuras.

Puedes escoger el estado de alta caracterización y módulos temporizadores, módulos de amplia memoria, módulos de osciloscopios

digitalizados y patrón de módulos generadores para resolver tus crecientes necesidades de hoy. Hp's demostró compromiso para asegurar que la

plataforma de series HP 16500 continuara resolviendo tus problemas fuertes de medida en el futuro.

ANALIZADORES LÓGICOS PORTÁTILES:

SERIES HP1660:

Las nuevas series portátiles HP1660 de analizadores lógicos están diseñadas para darte medidas de seguras. Un cuidadoso rediseño de

interfase humano y verdaderas especificaciones de alta caracterización dejándote focos para resolverte diseños digitales y problemas de exámenes

rápidamente.

Desarrollo de tecnología usando generación lógica secundaria HP's de analizador de un solo chip, las series HP 1660 de analizadores

lógicos entregan medidas de alta caracterización capaz de entregar una evaluación.

SERIES HP 1650:

Los analizadores lógicos portátiles de las series HP 1650 proveen una solución económica para sistemas microprocesadores de 8-bit hasta

16-bit. Incomparablemente fácil de usar.

Todos los analizadores lógicos HP tienen menú de manejo de interfaces, y pueden ser configurados automáticamente para filas en una

construcción de la unidad de manejo. Tu puedes fácilmente con el conjunto de HP 16500A medir usando la pantalla a color. Para cambiar un

parámetro, simplemente te colocas en el punto del campo que tu necesitas cambiar y entonces entras el valor usando encima de la pantalla una tecla

de disparo o botón. El extenso uso probado en las series HP 1660 las han refinado, esto es el tablero de interfase es más e usar que los analizadores

lógicos portátiles HP. Para añadir convenientemente un ratón, rastreo de bola y un teclado son adquiribles como opciones para las series HP 16500

y las series de analizadores HP 1660.

RESUELVA PROBLEMAS FUERTES COMBINANDO MÓDULOS DE MEDIDA:

Cuando tu capturas una señal pero aun no tienes definido el realce del problema, el bus intermódulo (IBM) te concede un disparador, otro

módulo de medida en conexión con el módulo en donde la señal aparece. Por ejemplo, tu puedes encontrar un ruido usando el analizador de tiempo,

pero no conoces que lo esta causando. Disparando un módulo del osciloscopio integrado para el analizador de tiempo, tu puedes identificar

rápidamente la causa cuando timbró, atravesó el habla, o algún otro problema análogo.

OBSERVA LOS FENÓMENOS ANALÓGICOS ELABORADOS CON UN OSCILOSCOPIO DIGITALIZADO:

Los analizadores lógicos HP ofrecen osciloscopios digitalizados con las características que tu necesitas para resolver los problemas de

medidas de gran dificultad.

Ahora tu puedes obtener 250 MHZ de ancho de banda analógica con 1 Gsa/s, 8-bit digitalizados en el marco principal del osciloscopio

HP16500A o tener 100 MHZ de ancho de banda analógica, 400 Msa/s, 6-bit digitalizados en el osciloscopio de las series HP 1650 o series HP

16500.

Todos los módulos del osciloscopio HP tienen las ventajas de la digitalización de almacenaje y recuperación de forma de onda, medidores

automáticos y marcadores, y todo el poder de disparo. Además, el osciloscopio puede tener disparo transversal para analizadores lógicos y sus

medidas pueden ser despegadas en tiempo correlativo en la misma pantalla para capturar y ver los eventos más representativos.

CALIDAD Y RENTABILIDAD HP:

Además para evaluar sus medidas, los analizadores lógicos HP operan alrededor del mundo apoyado en la red

para proveer la asistencia

que tu necesitas para sacar el máximo provecho de tu analizador lógico.

Además la opción W30, garantiza el producto proporcionando tres años de recompensa al cliente mediante el servicio de reparación. Si tu

compras a plazo la opción W30, HP proporciona todas las labores, partes y materiales necesarios para mantener en buena condición el estado del

analizador lógico HP.

ACCESORIOS QUE EXTIENDEN LA CAPACIDAD DEL ANALIZADOR LÓGICO:

HP ofrece muchos accesorios para usar con ambas la pantalla principal y analizadores lógicos portátiles. Para los desarrollos basados en

microprocesadores un amplio rango de soluciones es ofrecido. Los preprocesadores permiten conectar una analizador lógico a su sistema de tarjeta

con un Hardware de interfase. Incluido también con el preprocesador va el Software que configura al analizador para tu computador personal y

despliega datos en microprocesadores.

Si usted esta usando un microprocesador de montaje superficiales, HP te ofrece diferentes tipos de adaptadores para probar estos

dispositivos. Adicionalmente la tercera parte de los vendedores independientes diseñan y manufacturan preprocesadores que trabajan con el

analizador lógico HP. Entre HP y la tercera parte superan 150 soluciones que son una ventaja para ti. Además para las soluciones de

microprocesador HP ofrece accesorios al alcance del probador del osciloscopio para pruebas móviles. Todos están diseñados para incrementar la

funcionabilidad de tu analizador lógico HP.

INIGUALABLE COMPATIBILIDAD QUE PROTEGE TU INVERSIÓN:

La compatibilidad protege tu inversión por que los accesorios que tu compras para un analizador lógico HP trabajara con otros. Muchos

preprocesadores son compatibles con el analizador lógico HP como son el set-up y el archivo de datos. Con las nuevas series HP 16550 A y HP 1660,

el Software de operación convierte automáticamente el archivo set-up a modelos contemporáneos.

Todos los analizadores lógicos HP usan el mismo concepto de interfase de usuario, si estas familiarizado con un instrumento será fácil

para operar otro rápidamente. También todos los analizadores temporalizados y de estado usan el mismo esquema de prueba. La compatibilidad

entre las plataformas y los módulos le permiten al usuario estar familiarizado con el analizador lógico HP y comenzar haciendo medidas sobre algún

nuevo analizador HP correctamente sin tener que reprobar o repasar un nuevo analizador lógico.

PESO LIGERO, PRUEBAS FLEXIBLES, FÁCIL ENTENDIMIENTO Y CONEXIONES SEGURAS:

Las pruebas pasivas de HP hacen de la conexión a tu sistema de tarjeta más fácil que nada. La bobina no es problema porque las pruebas

pasivas no generan calor y además te proveen de excelente impedancia sobre un rango amplio de frecuencia y la búsqueda de baja capacitancia

origina que el límite crítico no se vea afectado por las pruebas. HP completa una prueba general probando soluciones estandarizadas ampliamente

para cada temporizador.

RAPIDO ALMACENAMIENTO O RECUPERACIÓN DE SET-UP Y LA INCLUSIÓN DE DATA EN EL DISCO DE

MANEJO:

Almacenar medidas y set-up para la construcción de unidades en diskettes 3 ½. La auto-búsqueda te permite caracterizar la recuperación

de más configuración específica cuando enciendes el instrumento. Puedes usar el diskette para almacenar la información recopilada de una

localización remota, y entonces examinas los datos con más detalle, en otro analizador lógico HP de su laboratorio.

EL HP-IB Y RS 232 ESTÁNDAR EN TODOS LOS ANALIZADORES LÓGICOS HP:

(ambos HP-IB y RS 232) Son estándar en cada instrumento, se puede programar cualquier analizador de cualquier interfase mientras se

esta usando, mientras otra interfase controla otra impresión.

DOCUMENTACIÓN INSTANTÁNEA TE PERMITE CREAR REPORTES DE CALIDAD PROFESIONAL:

Con presionar un botón, puedes crear un documento con apariencia profesional con las características del disco duro estándar o usando el

Software de Ambito-Unión puedes importar las imágenes en pantalla directamente al procesador de palabras del PC suyo. Las impresiones a color

son posibles usando la impresión PaintJET en su 16500A HP.

VINCULOS PARA PRUEBAS DE MANUFACTURA Y SIMULACIONES:

Transferir y poner en práctica la simulación de vectores en la 16500A HP genera un modelo y un analizador de estado para realizar un

análisis del prototipo. Captura datos de tableros buenos conocidos y transfiere esta información al tablero de prueba o transfiere la información de

regreso al simulador.

ANALIZADORES DE MODULACION / RECEPTORES DE MEDICION

Un analizador de modulación es un receptor de precisión designado para detectar una cubierta de modulación completa de una señal bajo

prueba esta puede medir y desplegar el portador de características de frecuencia RF y poder; así como AM y FM y características de fase de

modulación, semejantes como: AM profundo, desviación de cumbres, modulación restante y varios medios asociados. El analizador de modulación

fielmente recupera la señal actual de modulación por análisis de apoyo semejantes, así como distorsión de pruebas.

En adición teniendo todas las capacidades del analizador de modulación los receptores de medición pueden medir poder bajo los 127 dBm

con exactitud muy alta, este puede ver señales arriba de frecuencias de ondas milimetradas, estas son ideales para la calibración de generador de

señal y atenuación de la misma.

ANALIZADORES DE MODULACIÓN DE MICROONDAS

La más moderna comunicación de microondas y radar/Ew son sistemas designados para transformar el uso de modulaciones complejas, lo

cual implica el uso de cuadratura o vector, formatos de modulación semejantes como QPSK o 16QAM en el caso de sistemas complejos y

comunicación, formatos codificados y en el caso de radar de sistemas Ew.

En todos estos receptores el proceso de señal no es manejado en el tradicional canal uno; siempre en modo de amplitud, pero en cambio es

modulado dentro de la fase y señales de fase de cuadratura que provee fase dinámica e información amplia acerca del portador de modulación.

Las bandas altas requieren tener un primer lugar para la iniciación de un analizador de modulación HP 8981B, el cual contiene un selector

de canal doble, mostrado en el osciloscopio con capacidad dc de 350 MHz.

El HP8981B contiene un modulador I/Q interno que toma una señal IF de 50 a 200MHz. Y demoduladores dentro de señales I y Q para su

extensión y análisis. Otras frecuencias demodulación que recurre son disponibles arriba de los 1400 MHz. Una información disponible en notas de

aplicación 343-2, 343-3 y 343-4, así en lamina de datos relatadas y notas de resultados.

ANÁLISIS EN EL PODER DE CUMBRES

Para la comprensión determinación y análisis de RF y poder de microonda pulsada de un analizador de poder de cumbres HP 8990 A mide

8 parámetros de tiempo y 5 parámetros de amplitud. Esta poderosa forma de onda de rutinas de campo segado puede medir radios y diferencias y

poder determinar estáticas de parámetros medidos con dos canales RF o dos canales de video (100 MHz).

PORQUE RED DE ANÁLISIS

Caracterizando el poder de redes lineales que serán estimuladas por señales absolutas e interfases con variedad de otras redes es un

problema fundamental en ambas síntesis y proceso de prueba. Por ejemplo el ingeniero designando una red multicomponente debe predecir con

alguna certeza el rendimiento final de una red desde conocimientos de los componentes individuales. Similarmente un gerente de producción debe

saber sobre la capacidad de tolerancia de los productos manufacturados y si al final los productos hacen frente a las tolerancias especificadas. La

red de análisis ofrece una solución a estos problemas a través de descripción completa de red lineal comportándose en el dominio de frecuencia.

Adicionalmente algunos analizadores de redes ofrecen la capacidad de transformar medición de datos, tomados en el dominio de frecuencia, al

dominio de tiempo proveyendo conocimientos internos mas allá del comportamiento de las redes lineales.

En los análisis de red van en complicitad la descripción de ambas redes activas y pasivas que son creadas por un modelo de datos de

parámetros de componentes semejantes como impedancia y funciones de transferencia. De cualquier modo estos parámetros no siempre varían

como una función de frecuencia pero son también variables complejas en que ambas tienen magnitud y fase. El barrido de análisis de señales ahora

mide magnitud y fase (intensidad compleja total). Como una función de frecuencia con poca dificultad en las que convienen medidas CW. La

impedancia y funciones de transferencia pueden ser convertidas para ser barridas en el CRT, como se registra en la figura 1, X-Y o en superficies

semejantes.

De este modo los análisis de red satisfacen la necesidad de la ingeniería a características del comportamiento de redes lineales, rapidez,

precisión y completación sobre la amplitud del recorrido de frecuencia. La fabrica Hewlett-Packard, una línea completa de analizadores de redes

numéricos (solo magnitud) y analizadores de vectores de red (ambos magnitud y fase).

¿QUÉ ES ANÁLISIS DE RED?

Análisis de red es un proceso de creación; un modelo de datos transferidos o características de impedancia de una red lineal, así como

respuesta de estímulos probados sobre el recorrido de la frecuencia de interés.

Todos los analizadores de red en el resultado lineal HP operan de acuerdo con esta definición.

En frecuencias mayores a 1 MHz. Reúnen elementos que de hecho llegan a ser circuitos componiéndose de elementos básicos capaces de

eliminar impurezas, inductancias principales, desconociendo las perdidas entonces las perdidas dependen del invento individual y de su construcción

ya que ellos son imposibles de predecir.

Mayores a 1GHz los componentes geométricos son comparados a una señal de onda larga, intensificando la narración en el modo de

funcionamiento del circuito debido a la construcción del aparato.

El análisis de red es generalmente limitado para la definición de redes lineales. Ya que el limite lineal de las redes estimuladas por una

onda seno produce una señal de salida, la prueba de onda seno es un método ideal para la caracterización de respuesta de magnitud y de fase como

una función de frecuencia. Para medidas deliniales se refieren a las secciones en analizadores de espectro, analizadores de onda (analizadores de

señal y productos de modulación vectorial en este catalogo.

ANALIZADORES DE RED.

Los analizadores de red Hewlett-Packard son instrumentos que miden impedancias o funciones de transferencia, de redes lineales a través

de pruebas de ondas seno.

Un sistema analizador de red realiza estas medidas por configuración de sus distintos componentes alrededor del mecanismo bajo prueba.

El primer registro del sistema de medida es una señal de onda seno originada por estímulo del mecanismo bajo prueba. Desde entonces

transferencias y funciones impedantes son radios de varios voltajes y corrientes; un destino de separación de estas señales apropiadas desde

medidas portadas por el mecanismo bajo prueba es requerido. Finalmente el analizador de red por el mismo debe detectar la señal de radio deseada

y el despliegue de los resultados.

ORIGENES DE SEÑAL Y SEPARACIÓN DE SEÑAL

En el caso general, algún origen de onda seno encontrando las especificaciones del analizador de red puede ser usado para estimular el

mecanismo bajo prueba. Si el analizador es capaz de barrer medidas, gran economía en tiempo puede ser archivada por estimulación del mecanismo

bajo prueba con un barrido oscilador o sintetizador de barrido. Este permite rapidez y fácil caracterización de mecanismos sobre rangos de

frecuencia ancha.

En altas frecuencias el problema de separación de señal usualmente implica viaje de ondas de transmisión en línea y llega a ser

correspondido con mas dificultad. La fabrica Hewlett–Packard prueba conjuntos aplicables para la separación apropiada en el viaje de ondas en una

variedad de medidas de frecuencias altas.

DETECCIÓN DE BANDA ANCHA Y BANDA ANGOSTA.

Después que las señales han sido obtenidas desde el conjunto de prueba deben ser detectadas por un analizador de red. Los analizadores

de red HP. Pueden usar uno o dos métodos de detección. La detección de bandas anchas acepta el espectro de frecuencia completa de la entrada de

la señal y pasa a la detección de bandas angostas esto implica una sintonización de receptores que convierten CW o barrido de señales rf en una

señal IF constante.

Hay ciertos adelantos para cada detección de sistemas, los analizadores escalares usualmente emplean técnicas de detección de bandas

anchas. La detección de bandas anchas reducen el costo de incrementos para la eliminación de sección IF

requeridas por los analizadores de bandas

angostas pero sacrificando el ruido y rechazo armónico.

Sin embargo el ruido no es un factor en muchas aplicaciones finalmente los sistemas de bandas anchas pueden realizar medidas donde la

entrada y la salida de las señales no son de la misma frecuencia, así en la medida de intersección disminuye las mezclas y frecuencias dobles los

sistemas de banda angosta, no pueden realizar estas medidas.

Los analizadores de red vectoriales normalmente emplean técnicas de detección de bandas. La detección de banda angosta, realizan una

más sensible profundidad en la detección del ruido de la constante IF posible.

Esto permite incrementar la precisión y recorrido dinámico por medidas selectivas de frecuencia.

DESPLIEGA Y PROCESO DE ONDA SEÑAL .

Una vez que la RF han sido detectada, el analizador de red debe procesar la señal detectada, y exponer las cantidades medidas. Todos los

analizadores de red HP son receptores multicanal, utilizando un canal de referencia y por lo menos un canal de prueba.

Señales absolutamente relativas (proporciones) entre los canales o diferencia de fase relativa entre los canales, puede ser medida

dependiendo del analizador. La proporción relativa de medidas son usualmente producidas en dB la cual es una señal desconocida (canal de

prueba), con una señal de referencia elegida (canal de referencia), esto permite el recorrido dinámico completo de la instrumentación a ser usada en

variaciones de medidas altas y respuestas a circuitos absolutamente bajos, por ejemplo: cero dB implica que las dos señales niveladas tienen una

proporción de unidad entre mas o menos 20 dB esto implica un 10:1 proporción de voltaje entre dos señales.

Todas las medidas de fase en un analizador de red son medidas relativas con la señal de un canal de referencia, se considera que tiene una

fase cero. El analizador luego mide la diferencia de fase del canal de prueba con respecto al canal de referencia.

La fase de información completa datos amplios en la medida de parámetros de frecuencia bajas. La fase es mas sensible en el proceso sé

la red y esta requiere componentes de impedancia y funciones de transferencia.

La fase de datos es también requerida para medir distorsión diferida o demora de grupo de redes. La distorsión diferida ocurre cuando los

diferentes componentes de frecuencia de una forma de onda compleja experimenta cambios de fase deslineal de este modo son transmitidos a

través de una red. La demora de grupo de una medida de esta distorsión se define así:

$$T_g = - dq/dw$$

Un método alternativo para medir fase de distorsión es el desvío desde la fase lineal o fase diferencial. Los desvíos desde la fase lineal

pueden ser medidos de bastante longitud eléctrica en el canal de referencia del analizador de red; para linealizar los cambios de fase en el desvío.

Parámetros espaciados o parámetros S eran desarrollados para caracterizar redes lineales en altas frecuencias. Los parámetros S definen

las proporciones de reflejo y transmisión de medida de onda viajando en el canal de red. Un desvío de doble canal en modelado con parámetros S;

en la figura 5, S11 es el coeficiente de reflexión compleja en el canal uno y es la proporción de b_1/a_1 , si $a_2=0$ (canal 2 terminado en sus

características de impedancia). S21 es un coeficiente de transmisión compleja desde el canal uno al canal dos, b_2/a_1 , si $a_2=0$. Las señales a y b

representan la amplitud y fase de los incidentes, salidas o de reflejo de ondas viajando. Por inversión de canales y finalización del canal 1 en estas

características de impedancia; S22 y S12 pueden ser definidas similarmente.

CAPACIDADES ADICIONALES.

La precisión designada por el trabajo demanda alta precisión de medidas; pero la mayor parte de errores en las medidas de red, son

cantidades complejas que varían según la función de frecuencia por caracterización y visualización desviando estos errores sistemáticos y medidas

exactas son desarrolladas por diversas disposiciones de magnitud. Hewlett–Packard ahora ofrece analizadores de red con montajes, alta velocidad

hardware computacional que puede ejecutar la matemática compleja, requerida para las mas sofisticadas correlación de errores.

Los analizadores de red controlados por un computador pueden ser programados para establecer y realizar muchas medidas

automáticamente. La medida en proceso es aceleradamente adelantada por el poder almacenado en el computador; transforma, resume y produce

datos a una variedad de formatos. Esta capacidad la desarrolla el computador que controla el analizador de red ideal para la ayuda de ambos

computadores designados y producción automáticamente de prueba.

ANALIZADOR DE SEÑALES

Hewlett-Packard ofrece una línea completa de el analizador de onda, los analizadores de espectro señalados se utilizan para visualizar la

frecuencia, tiempo y tienen la ventaja de medir amplitud, frecuencia y otras propiedades. Este instrumento se basa esencialmente en la frecuencia

de receptor heterodino. El analizador de onda tiene la capacidad de mostrar la frecuencia absoluta y relativa para una medida en particular, estos

analizadores de onda HP tienen una gran aplicación.

ANALIZADOR DE ESPECTRO:

El analizador de señales presenta las siguientes características:

- Absoluta y relativa frecuencia.
- Absoluta y relativa amplitud.
- Productos de distorsión.
- Excelente frecuencia de estabilidad.
- Alta frecuencia de estabilidad y amplitud.
- Un ancho de banda de 148dBm a +30dBm.

DISTORSION Y ANALIZADORES DE AUDIO:

Hewlett-Packard distorsión y audio analizadores consiste en una estrecha banda de filtros de reflexión y detectores de banda ancha.

Siendo el objetivo primordial medir los signos dinámicos a todos los componentes armónicos y el ruido de las señales, siempre señalando las

dimensiones de distorsión armónica total.