

Líneas de transmisión

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones

Quinto Semestre

Unidad I: Introducción

PhD. Daniel Antonio Santillán Haro



Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
Libres por la Ciencia y el Saber

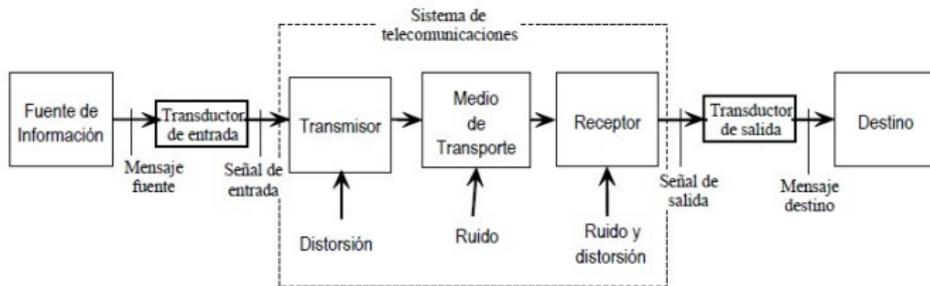
- 1 DEFINICIONES Y BANDAS DE FRECUENCIAS
- 2 APLICACIONES DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN
- 3 Trabajos propuestos

1 DEFINICIONES Y BANDAS DE FRECUENCIAS

2 APLICACIONES DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

3 Trabajos propuestos

Fundamentos de sistema de comunicaciones



- Líneas de Transmisión: Sistema destinado a guiar energía electromagnética.
- Transmisor: Modulación, codificación, multiplexación.
- Destino: teléfono (audio), cámara de video, PC, smartphones (música), sensor datos.
- Receptor: Demodulación, decodificación, demultiplexación.

Medio de transporte (Canal de transmisión): Medio, que según sus características, es capaz de transportar uno o varios canales de distinto tipo de información.

Una línea de transmisión ideal es un sistema de dos conductores ideales inmersos en un dieléctrico perfecto con sección transversal constante.

Ejemplos de estos tipos de líneas son la línea coaxial o la línea bifilar (Fig.), siempre que los materiales que las compongan (metales y dieléctricos) se puedan considerar ideales, es decir, conductores con conductividad infinita y dieléctricos sin pérdidas.

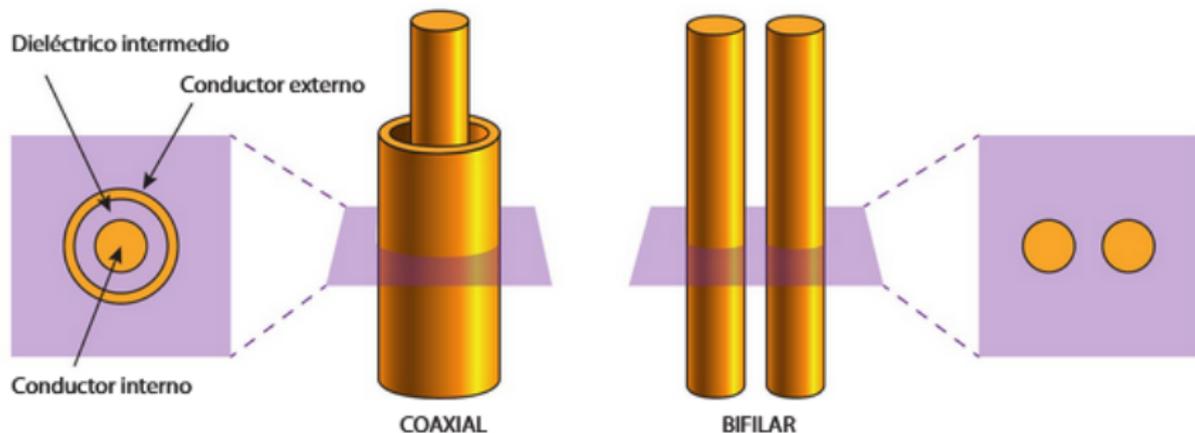


Figura Líneas de transmisión ideales

ESPECTRO DE FRECUENCIAS

Banda	Designación	Línea de Transmisión	Aplicaciones
3-30 kHz 100-10 km	Very Low Frequency (VLF)	Par de hilos	Navegación Sonar
30-300 kHz 10-1 km	Low Frequency (LF)	Par de hilos	Radionavegación Radioayudas
300-3 000 kHz 1 000-100 m	Medium Frequency (MF)	Cable coaxial	Radiodifusión AM Radio Marítima
3-30 MHz 100-10 m	High Frequency (HF)	Cable coaxial	Teléfono, telégrafo, fax Onda corta internacional Radioaficionados Banda civil Comunicaciones entre barco-costa y barco-avión
30-300 MHz	Very High Frequency	Cable coaxial	Radiodifusión de TV y FM

ESPECTRO DE FRECUENCIAS

300-3 000 MHz 100-10 cm	Ultra High Frequency (UHF)	Cable coaxial Guía de ondas	Radiodifusión de TV Telefonía móvil Radionavegación Comunicaciones por satélite (Tierra-Sát.) Radares de vigilancia
3-30 GHz 10-1 cm	Super High Frequency (SHF)	Guía de ondas	Comunicaciones por satélite (Tierra-Sát. y Sát.-Sát.) Radioenlaces de microondas Radares aerotransportados Teledetección
30-300 GHz 10-1 mm	Extreme High Frequency (EHF)	Guía de ondas (GO)	Radar, experimental
300-800 GHz	Submilimétrica	GO y FO	Experimental
800-400 000 GHz 400-750 THz $7,5 \cdot 10^{14}$ - 10^{16} Hz	Infrarrojo Visible Ultravioleta	Fibra óptica (FO)	Redes de comunicación

Hablar del inicio de la Telecomunicación nos lleva a recordar la primera demostración de comunicación eléctrica a distancia efectuada por F.B. Morse en el año 1844, que tuvo lugar entre las ciudades de Baltimore y Washington haciendo uso de una línea sencilla y de la Tierra como camino de retorno. Empleando pues el código de Morse, compuesto por puntos y rayas, se inició la Telegrafía como un medio de comunicación viable.

No obstante, resultaría injusto olvidar una serie de descubrimientos previos que permitieron la comunicación descrita en el párrafo anterior; tales como los efectuados por Franklin en el año 1750 sobre la conservación de la carga, por Coulomb en 1780 demostrando la atracción entre cuerpos cargados eléctricamente, la invención de la batería eléctrica por Volta en 1800, o los experimentos realizados por Ampère y Faraday en 1820 y 1831 respectivamente demostrando que electricidad y magnetismo son dos fenómenos relacionados.

Más tarde, en el periodo 1887-1891, las teorías de Maxwell se demostraron experimentalmente mediante los trabajos del científico alemán Heinrich Hertz, a quien se le puede considerar un pionero de la Radio. En su famoso experimento utilizó un dipolo de media onda (a 60 MHz) cargado, el cual presentaba una abertura en el centro. Las dos mitades del dipolo se cargaron con una diferencia de potencial elevada hasta que se produjo una chispa en la citada abertura, lo que llevó al dipolo a oscilación y a radiar la energía almacenada a la frecuencia de resonancia del citado dipolo. Situando un detector dentro de una espira de longitud variable, Hertz pudo demostrar el efecto resonante sintonizando tanto el oscilador como el detector. Resulta paradójico comprobar que Hertz no apreció realmente la importancia de su descubrimiento, debido al desánimo que le causó la poca eficiencia del proceso de radiación, y pensar que la baja velocidad de transmisión telegráfica implicaba longitudes de onda del orden de 300 Km (con la imposibilidad física de realizar antenas de tales dimensiones).

Una vez finalizada la guerra, comienza inmediatamente la gran expansión de la televisión. Tras liberar París, en 1944, los establecimientos públicos de dicha ciudad vuelven a llenarse de televisores, incluso antes de que terminara la contienda. Una vez finaliza la guerra, es precisamente la Unión Soviética la primera nación que comienza sus emisiones durante el mes de diciembre de 1945. Por su parte Gran Bretaña retoma sus emisiones el 7 de junio de 1946, en concreto con el mismo programa de dibujos animados que estaba emitiendo al declararse la guerra y suspender las emisiones. Seguidamente, en el año 1947, comenzó a extenderse la televisión en los Estados Unidos, lo que terminó por incrementar de manera espectacular la producción de receptores. Unos años más tarde, en 1959 Francia adopta el sistema de las 819 líneas. En paralelo, la BBC realiza por primera vez una transmisión a través del Canal de la Mancha, con lo que se inician las actividades de Eurovisión.

Por lo que respecta a los radioenlaces de microondas, en Abril de 1945 surgieron los primeros en Estados Unidos con aplicación en servicios civiles. Habría que esperar hasta 1947 para comprobar el afianzamiento de este tipo de radioenlaces; pues en dicho año se puso en servicio, por parte de los laboratorios Bell y Western Electric, un radioenlace entre Nueva York y Boston para canales telefónicos y de televisión basado en un sistema multiplex por división en el tiempo (TDX). Posteriormente, en el año 1952, se confirmó la técnica de modulación en frecuencia con la puesta en servicio de un radioenlace

A partir del 6 de abril de 1965, con el lanzamiento del primer satélite comercial en órbita geoestacionaria llamado INTELSAT I (también conocido como “Early Bird”), las comunicaciones espaciales dejan de tener un carácter meramente experimental, y comienza pues la comercialización de servicios empleando esta forma de comunicación. Este primer satélite comercial, que estuvo operativo hasta 1969, proporcionaba servicios de comunicación entre Europa y América mediante 240 canales telefónicos y un canal de televisión. Con dicho primer satélite se inició una serie, la cual, debido a la sofisticación progresiva de los satélites, originó la aparición del INTELSAT III que ofrecía 600 canales telefónicos utilizando técnicas de acceso múltiple, el posterior lanzamiento en 1971 del INTELSAT IV ofreciendo 4000 canales telefónicos y 3 canales de televisión, y la puesta en órbita durante 1997 del INTELSAT VIII con una capacidad para comunicaciones telefónicas de 27 500 canales.

1 DEFINICIONES Y BANDAS DE FRECUENCIAS

2 APLICACIONES DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

3 Trabajos propuestos

Comenzando por la línea bifilar, también llamada par de hilos conductores, esta se viene utilizando tradicionalmente en sistemas de comunicaciones que operan a frecuencias bajas y con señales de pequeño ancho de banda, por ejemplo en los sistemas telegráficos y telefónicos (bucle de abonado).

Una línea de transmisión típica que permite operar a frecuencias más altas (por ejemplo en las bandas de HF, VHF, UHF y SHF) es el cable coaxial. Estos cables suelen formar parte por ejemplo de los actuales sistemas de distribución de señales de TV y radio presentes en instalaciones individuales y colectivas, que suelen operar en las bandas de UHF y VHF. También se suelen utilizar en sistemas experimentales presentes por ejemplo en laboratorios de Radiocomunicación y Microondas. En aplicaciones que operan a frecuencias por encima de los 30-40 GHz no suele utilizarse este tipo de línea, debido a que la atenuación del cable coaxial a dichas frecuencias suele ser muy elevada.

En aplicaciones prácticas ubicadas en la banda de microondas y milimétricas (desde 1 GHz hasta prácticamente 300 GHz) que precisan manejar potencias elevadas con muy bajas pérdidas, se suele emplear como línea de transmisión la guía de ondas. Algunas de estas aplicaciones son por ejemplo los sistemas RADAR, los sistemas de comunicación espacial basados en satélites, o en sistemas industriales de calentamiento de materiales por microondas. Otro tipo de aplicaciones donde suele estar presente este tipo de línea de transmisión son los sistemas experimentales de gran precisión.

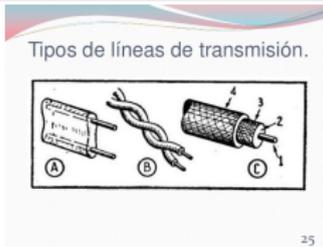
Con el objeto de minimizar algunos de los inconvenientes mencionados en el párrafo anterior, surgieron una nueva familia de líneas de transmisión que pueden denominarse genéricamente como planares (entre ellas se encuentran la línea microstrip, la línea stripline, la línea coplanar y la línea slotline). Estas líneas son compactas, suelen tener un bajo coste de fabricación, y se pueden integrar fácilmente con dispositivos activos como diodos y transistores para generar circuitos integrados de microondas (MIC) y circuitos integrados de microondas monolíticos (MMIC). Cada vez un mayor número de dispositivos y equipos a operar en las bandas de microondas y milimétrica emplean estas líneas de transmisión, si bien su capacidad de manejo de potencia no alcanza todavía la que presentan las guías de onda.

Finalmente, con el desarrollo del láser (un generador de ondas de luz coherente monocromáticas), ha surgido un nuevo tipo de línea de transmisión denominada fibra óptica (constituida por materiales dieléctricos) que permite transportar la energía electromagnética en forma de ondas de luz. Estos medios de transmisión tienen la gran ventaja de operar a frecuencias muy altas (en la denominada banda de ultra microondas), con una atenuación muy baja (pocas pérdidas), y sin apenas introducir distorsión de amplitud en la señal a transmitir. Estas propiedades convierten a estas líneas de transmisión en el soporte de transporte ideal para aquellas aplicaciones que requieran transportar un gran flujo de información (grandes anchos de banda), por ejemplo las presentes y futuras aplicaciones multimedia (transmisión de voz, datos, imagen y sonido a grandes velocidades).

- Modos:
 - ① Modo de propagación transversal electromagnético (TEM): Campo eléctrico y campo magnético de la señal son transversales o perpendiculares a la dirección de propagación. Ejemplos: Líneas que consisten de dos conductores.
 - ② En las guías de onda o conductores huecos no pueden transmitir energía electromagnética a frecuencias bajas. La transmisión se inicia a partir de cierta frecuencia cuyo valor depende de la geometría de la estructura.

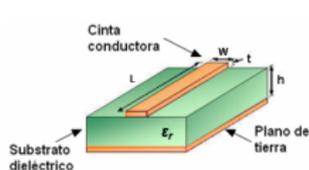
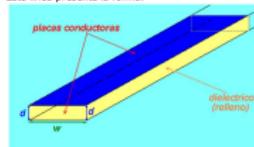
Tipos de líneas de transmisión

- Cualquier sistema de conductores, semiconductores, o la combinación de ambos, que pueden emplearse para transmitir información en la forma de energía eléctrica o electromagnética.



Línea de Transmisión de Placas Paralelas

- Esta línea presenta la forma:



1 DEFINICIONES Y BANDAS DE FRECUENCIAS

2 APLICACIONES DE LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

3 Trabajos propuestos

- 1 La consistencia del crecimiento de la demanda a lo largo de los años ha llevado a numerosos intentos de ajustar curvas matemáticas a esta tendencia. Matemáticamente se puede expresar como $P = P_0 e^{a(t-t_0)}$. Donde a es la tasa de crecimiento promedio por unidad, P la demanda en el año t , y P_0 es la demanda dada en el año t_0 . Suponga que la demanda máxima de energía en Ecuador en 2007 es de 480 GW con una tasa de crecimiento promedio del 3.4 por ciento. Usando MATLAB, grafique el pico de demanda en GW de 2007 a 2022. Estimar la demanda máxima de energía para el año 2022.
- 2 Considere el vector de campo eléctrico $\vec{E} = E_\rho \vec{\rho} + E_\phi \vec{\phi} + E_z \vec{z}$ Calcular:
 - $\nabla \times \vec{E}$.
 - $\nabla \times \nabla \times \vec{E}$
 - $\nabla(\nabla \cdot \vec{E})$
 - $\nabla^2 \vec{E}$
 - Obtener la ecuación de onda a partir de las ecuaciones de Maxwell.

Líneas de transmisión

FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones

Quinto Semestre

Unidad I: Introducción

PhD. Daniel Antonio Santillán Haro



Unach
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
Libres por la Ciencia y el Saber