



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

3
2 ej.

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO E INSTALACION DE UN SISTEMA DE
TRANSMISION DE TELEVISION ENTRE DOS
EDIFICIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

T E S I S
QUE PRESENTAN:
PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
ALARCON AVILA EDUARDO
PEREZ GARCIA ETHIEL

DIRECTOR DE TESIS: ING. RAUL SALINAS OSORNIO



MEXICO, D. F.

1999.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

273805



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

074

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA
ELECTRICA

COORDINACION DE SEMINARIOS
Y SERVICIO SOCIAL

NOTIFICACION DE JURADO PARA EXAMEN PROFESIONAL

JURADO	FIRMA	FECHA
PRESIDENTE: ING. FERNANDO SOLORZANO PALOMARES		15/04/99
VOCAL: ING. RAUL SALINAS OSORNIO		15/04/99
SECRETARIO: ING. FRANCISCO RODRIGUEZ RAMIREZ		19/04/99
1ER. SPTE.: ING. RODOLFO SOLIS UBALDO		15/04/99
2DO. SPTE.: ING. ELSA BARON MAYO		14/04/99

TESIS: 981/060. INSTALACION DE UN SISTEMA DE TRANSMISION DE TELEVISION PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA.

FECHA Y HORA DE EXAMEN: 29 DE ABRIL DE 1999 A LAS 10:00 HORAS.

RESPETABLE PROFESOR (A):

Por este conducto, me es grato notificarle que ha sido designado(a) miembro del jurado para el examen profesional del (de la) señor (señorita) EDUARDO ALARCON AVILA con número de cuenta 8240922-3 de la carrera Ingeniero Mecánico Electricista, Área Eléctrica-Electrónica; asimismo, le solicito de la manera más atenta revisar el trabajo de tesis realizado para este propósito, a fin de que usted notifique por escrito a esta Coordinación si considera necesario realizar modificaciones al mismo, de no recibir respuesta alguna de su parte en los próximos 5 (cinco) días hábiles contados a partir de la fecha en que usted recibe esta notificación, entonces se dará por entendido que no hay observaciones al trabajo de tesis presentado y se le otorgará al alumno autorización para realizar la impresión de tesis.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 13 de abril de 1999

EL COORDINADOR DE SEMINARIOS Y SERVICIO SOCIAL

ING. JOSE ARTURO ORIGEL COUTIÑO

••



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

075

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA
ELECTRICA

COORDINACION DE SEMINARIOS
Y SERVICIO SOCIAL

NOTIFICACION DE JURADO PARA EXAMEN PROFESIONAL

JURADO	FIRMA	FECHA
PRESIDENTE: ING FERNANDO SOLORZANO PALOMARES		15/04/99
VOCAL: ING. RAUL SALINAS OSORNIO		15/04/99
SECRETARIO: ING. FRANCISCO RODRIGUEZ RAMIREZ		14/04/99
1ER. SPTE.: ING. RODOLFO SOLIS UBALDO		15/04/99
2DO. SPTE.: ING. ELSA BARON MAYO		14/04/99
TESIS: 981/060. INSTALACION DE UN SISTEMA DE TRANSMISION DE TELEVISION PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA		
FECHA Y HORA DE EXAMEN: 29 DE ABRIL DE 1999 A LAS 10:00 HORAS.		

RESPETABLE PROFESOR (A):

Por este conducto, me es grato notificarte que ha sido designado(a) miembro del jurado para el examen profesional del (de la) señor (señorita) ETHIEL PEREZ GARCIA con número de cuenta 8320767-5 de la carrera Ingeniero Mecánico Electricista, área Eléctrica-Electrónica; asimismo, le solicito de la manera más atenta revisar el trabajo de tesis realzado para este propósito, a fin de que usted notifique por escrito a esta Coordinación si considera necesario realizar modificaciones al mismo, de no recibir respuesta alguna de su parte en los próximos 5 (cinco) días hábiles contados a partir de la fecha en que usted recibe esta notificación, entonces se dará por entendido que no hay observaciones al trabajo de tesis presentado y se le otorgará al alumno autorización para realizar la impresión de tesis.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 13 de abril de 1999

EL COORDINADOR DE SEMINARIOS Y SERVICIO SOCIAL

ING. JOSE ARTURO ORIGEL COUTIÑO

••

***Diseño e instalación de un sistema de
transmisión de televisión entre dos
edificios de la Facultad de Ingeniería***

**Director
Ing. Raúl Salinas Osornio**

**Realización
Alárcon Avila Eduardo
Pérez García Ethiel**

Eduardo Alarcón Avila.

A todas las personas y todas las instituciones
que han hecho posible llegar hasta este punto
de inicio de mi carrera.

Gracias.

Ethiel Pérez García.

A mis padres quienes con su amor y comprensión me han apoyado durante estos años.

A todos mis profesores e instituciones expreso mi más sincero agradecimiento por su dedicación y estímulo.

A Noemi y Viris por su apoyo y paciencia que me han brindado en esta etapa de mi vida.

A mis hermanos por su ayuda que me han brindado, así como a mis amigos y en especial a los compañeros de la Facultad de Ingeniería.

Índice

1.- Introducción

1.1.- Planteamiento general.....	1
----------------------------------	---

2.- Antecedentes

2.1.- Historia de la transmisión de televisión.....	7
2.2.- Transmisión de televisión.....	11
2.3.- Tendencias futuras de la transmisión de televisión.....	35
2.4.- La televisión dentro de la Facultad.....	38

3.- Determinación del sistema a desarrollar

3.1.- Levantamiento de equipo e instalaciones con que cuenta la Facultad para la determinación del sistema.....	40
3.2.- Medios de transmisión.....	43
3.3.- Determinación del sistema.....	81

4.- Diseño del sistema de transmisión de televisión

4.1.- Conexión del sistema.....	84
4.2.- Diseño del ACS.....	89
4.3.- Diseño de enlace.....	95

5.- Aplicación

5.1.- Instalación del ACS.....107
5.2.- Ruta de enlace.....110
5.3.- Costos de instalación.....111

6.- Conclusiones.....114

Apéndice.....118

Bibliografía.....146

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO GENERAL

Producir instantáneamente a distancia una imagen transitoria visible de una escena real o filmada por medio de un sistema electrónico de telecomunicaciones es como se ha definido a la televisión. Este medio electrónico en la actualidad es el que permite informar con mayor rapidez de los sucesos que acontecen en todo el mundo.

La presente tesis plantea el desarrollo de un sistema de transmisión de televisión, que enlazará a dos edificios de la Facultad de Ingeniería, estos edificios son el de la Dirección y el de la División de Ciencias Básicas.

Este sistema en la actualidad es controlado por el Departamento de Información y Estadística de la Facultad, que se encarga de realizar la programación diaria de la información a transmitir, el horario de servicio es de las 11:00 a 18:00 horas de lunes a viernes. La transmisión es de 7 horas diarias.

Para la Facultad este medio de información es muy importante, ya que se tienen instalados dentro de los edificios televisores cuya función primordial es la de mantener informada a la comunidad de los avances científicos, tecnológicos,

sociales, culturales y educativos que surgen diariamente, así como de informar de los eventos que acontecen dentro de la misma, además la televisión complementa la formación académica de los miembros de su comunidad.

El sistema de transmisión tal y como se encuentra en estos momentos es inadecuado. Cada edificio cuenta con un sistema de cable que es independiente uno del otro, el no contar con enlace de ambos sistemas acarrea una serie de desventajas dando como resultado que la transmisión no sea simultánea y homogénea en ambos edificios, o que al llevarse a cabo un evento en uno de ellos el otro edificio se encuentre aislado de dicho evento.

Además cada edificio cuenta con una sala de proyección, cada sala tiene un catálogo de videos, y la comunidad de la Facultad puede hacer uso de este servicio previa solicitud. Pero cuando los profesores solicitan un servicio en una de las salas que por lo general es la proyección de algún vídeo, para ellos es transparente si dicho vídeo se encuentra en la otra sala, lo único que saben es que se encuentra en el catálogo y por lo tanto lo solicitan. El problema es para el que proporciona el servicio porque esto implica que se tienen que desplazar al otro edificio y traer el vídeo lo antes posible para su proyección.

Pero decir que no existe una conexión física que una a ambos sistemas es un tanto aventurada, ya que dicha unión si existe en forma indirecta a través de Red - UNAM como se muestra en la siguiente figura 1.1.

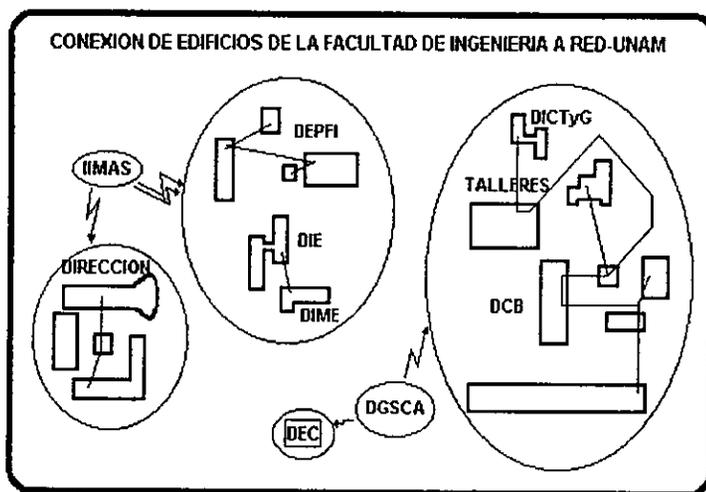


Fig. 1.1.

Si utilizáramos la red como medio de transmisión nos convertiríamos en un usuario de este sistema y estaríamos sujetos a sus normas, debido a que la transmisión es digital y no analógica como es nuestro caso. Por otro lado hay momentos que la red se satura de usuarios provocando con ello que la transmisión de información se retrase, dando lugar a que nuestra transmisión no sea en tiempo real. Además sería necesario adquirir equipo que se adecue a la red para la transmisión de televisión.

El enlace de ambos sistemas será de gran importancia para la solución de la comunicación de los dos sistemas que se tiene actualmente, pero además trae grandes ventajas y sobre todo aplicaciones, dado que la televisión sobre todo en el plano educativo sigue creciendo.

Una vez enlazados los edificios, el sistema conectará a ambos auditorios, teniendo la posibilidad de transmitir cualquier evento que se desarrolle en éstos a los televisores e instalaciones conectadas en tiempo real.

Con el enlace de esta forma la transmisión de información será más fluida para la comunidad de la Facultad, ya que este medio es abierto y no requiere de una instalación costosa.

La Universidad produce a través de TVUNAM diferentes programas informativos, culturales, científicos y tecnológicos, CONACyT y la Televisión comercial tienen programas de alto contenido educativo, homogeneizando al sistema sólo se necesitaría del enlace para hacer llegar esta información hacia el otro extremo y ser difundida en forma directa.

Los cambios tecnológicos actuales no han dejado atrás a la televisión, por lo que el enlace de los dos edificios por este medio de difusión no sería obsoleto, ya que es un sistema que no implica grandes costos de instalación y el futuro contempla sólo cambios en la forma de transmisión, teniendo que hacer uso de los medios ya instalados en la actualidad.

La televisión educativa tiende a ser interactiva, por lo que el enlace que se realice debe tener en cuenta esta condición importantísima, dado que esto implica que el sistema que se desarrolle cumpla este requisito, por lo que es necesario tener un sistema bidireccional.

Una vez implementado un sistema bidireccional entre estos dos edificios, la conexión a la red, por este medio en el futuro, abarataría los costos dado que para el exterior se requeriría de un solo equipo el cual al conectarse al sistema homogeneizado, podría interactuar en todo este.

En la presente tesis, como ya se mencionó, se desarrolla el análisis para la realización de un sistema de transmisión de televisión que se adapte a las necesidades de la Facultad, partiendo del sistema y el equipo que se encuentra actualmente instalado.

El análisis que nos permita llegar a una solución pertinente, comienza desde hacer un recorrido del origen de la televisión, continua con una breve descripción de lo que es la transmisión de televisión y las tendencias futuras de éste, terminando con lo que ha sido la televisión dentro de la Facultad.

El levantamiento del equipo con que cuenta la facultad es primordial para comenzar con la investigación sobre las diferentes formas y medios que se tienen para la transmisión, esto nos da la pauta para poder conocer las tendencias futuras de la televisión, que con esto podemos determinar el sistema más adecuado para la Facultad.

Una vez determinado el sistema, se procede al diseño que se adapte a los requerimientos de la Facultad, por lo que es necesario conocer la distancia que recorrerá la señal por el medio elegido.

Con el diseño terminado se continúa con la instalación, la cual se acopla a lo que llamamos área de control de señal (ACS) que se encarga de llevar las entradas y salidas del sistema, además tiene que hacerse la instalación adecuada del sistema que se usará para el enlace y por último se realizan los costos necesarios para terminar con él proyecto.

Con todos los análisis anteriores es adecuado terminar con las conclusiones que arroja tal investigación y además hace posible la confrontación con otros sistemas similares que enriquecen al proyecto.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

2.1. HISTORIA DE LA TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN

En 1884 fue realizada la primera transmisión de imagen a distancia por el físico alemán Pablo Nipkow con su invento del disco analizador de imágenes. Este consistía en un disco giratorio donde la imagen era "leída" permitiendo que la luz brillara a través de unos agujeros en una secuencia estructurada.

En 1923 Vladimir k. Zworykin inventa un tubo electrónico que capta imágenes, al que llamó iconoscopio, consistía en el conocido tubo de rayos catódicos .

En 1928 Philo T Farnsworth desarrolla otro tubo con características diferentes al de Zworykin que llamo tubo disector. Para este mismo año John Logie Baird perfecciona el disco de Nipkow consiguiendo la primera reproducción de una imagen mediante puntos luminosos con variaciones de intensidad dando una ilusión óptica apenas nítida de una imagen a una distancia de aproximadamente dos metros y medio.

Durante los años veinte se adoptó el sistema electrónico para la transmisión de imagen descartando los sistemas mecánicos, olvidándose del disco de Nipkow y Baird.

En 1937 se transmitió la ceremonia de coronación de Jorge VI, reuniéndose por vez primera 50 000 espectadores frente a la televisión, además se inauguró el segundo servicio electrónico de televisión y al año siguiente en la Unión Soviética.

En 1939 se comienza la producción en serie de los receptores de televisión comenzando así la televisión comercial, y para ese mismo año se inventa el televisor a color basado en los tres colores primarios.

En 1950 se realiza la primera transmisión internacional de televisión por la BBC de Londres en colaboración con la Radio Televisión Francesa.

En 1962 inician las transmisiones con el apoyo de sistemas de satélites, primeramente en blanco y negro y más adelante en color, dando por resultado la unión televisiva de Europa y América.

En 1969 surge la teoría del principio de acoplamiento de cargas (Charge Coupling) por Willard Boyle y George Smith que es el principio de las cámaras CCD (Charge Couple Device) que desarrolla Texas Instruments, teniendo entonces la sustitución del tubo de rayos catódicos por un circuito integrado de silicio detector de luz.

En 1987 aparece en Japón la televisión de alta definición siendo es aún analógica la señal y los sistemas de televisión por cable sin cable (Multivisión).

Para 1997 comienza la transmisión de televisión digital por satélite (SKY y DIRECTV).

LA TELEVISIÓN EN MÉXICO

En 1938 se colocó un primer sistema en el Hospital Central Militar como apoyo a la enseñanza para un congreso que se dio de anatomía.

En 1939 en un congreso similar se llevo a cabo la transmisión a color, dado que se usa para el apoyo a la enseñanza. Las autoridades universitarias toman en consideración el sistema pidiendo que se instale en la antigua Escuela de Medicina, los costos no hicieron posible su adquisición.

En 1946 se inaugura la estación experimental de televisión XHIGG, dando comienzo el auge de este medio en nuestro país.

En 1950 se inaugura la primera televisora comercial en México y de América Latina con el objeto de ser transmitido el cuarto informe del gobierno del Presidente Miguel Alemán.

En el mismo año la Universidad reúne el capital necesario para la adquisición de un sistema de televisión, comenzando así la instalación en la Escuela de Medicina.

En 1952 se crea Televisión con el surgimiento de la XEWTV y XHGC, y en la Universidad se inaugura el primer circuito cerrado de televisión por el entonces Presidente Miguel Alemán Valdés, convirtiéndose en el primer sistema de apoyo a la docencia diseñado para la divulgación científica y de enseñanza.

En 1959 sale al aire el canal 11 creándose la primera estación cultural de Hispanoamérica y que se le otorga al IPN, con el objeto de aplicar los conocimientos adquiridos en la aulas.

Al inicio de la década de los sesentas se desarrolla el *video tape*, que permite darle mayor eficacia y funcionalidad a la transmisión de televisión.

En 1968 se crea el canal 13, que después sería adquirido por la empresa Somex y cuya idea era transmitir una programación de orientación cultural, social y formativa. Para ese mismo año comienza la transmisión a color.

En 1997 comienza la transmisión digital comercial de televisión por medio de sistemas de satélites.

2.2.- TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN

La televisión actualmente se transmite por dos medios, aéreo y cable, esta se hace de acuerdo al esquema básico figura 2.1.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN BÁSICO

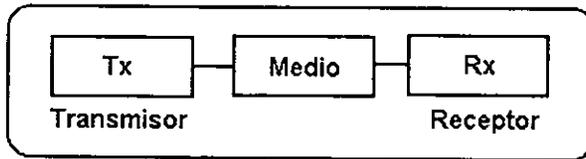


Figura 2.1.

Para el caso del sistema de televisión básico, los componentes serían de acuerdo al siguiente esquema figura 2.2.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE T.V. BÁSICO

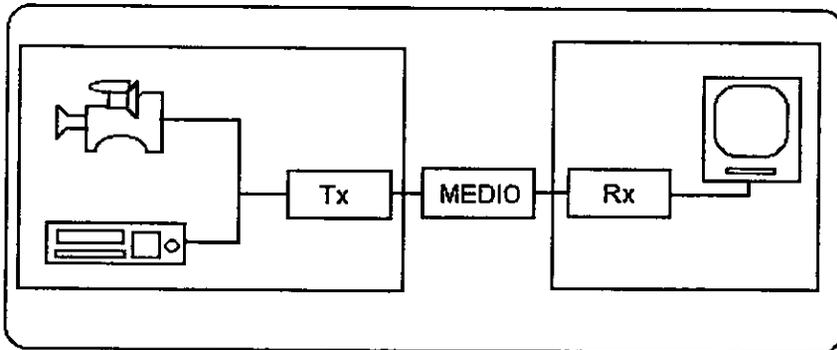


Figura 2.2.

Como se puede observar los componentes básicos para el transmisor, son una cámara de vídeo o videocasetera y el transmisor, el medio (aéreo o cable) es el objeto por donde se envía la señal y el receptor es una televisión.

FORMAS DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN

Existen dos formas de transmisión de televisión: analógica y digital. La transmisión analógica tiene dos variantes y son, por banda base y radiofrecuencia (RF).

La señal en banda base esta normalizada por la Federal Communication Commite (FCC) , siendo la señal que generan los sistemas en su primera etapa, teniendo la señal de audio y vídeo por separado, la señal de audio es generada por algún elemento sonoro y convertida a señal eléctrica que oscila en una frecuencia que va de 20 Hz a 20 kHz. La señal eléctrica de vídeo, se conoce como vídeo compuesto, ya que a diferencia de la señal de audio, esta contiene otras señales que son necesarias para que el receptor pueda regenerarla, dicha señal es como la que se muestra en la figura 2.3.

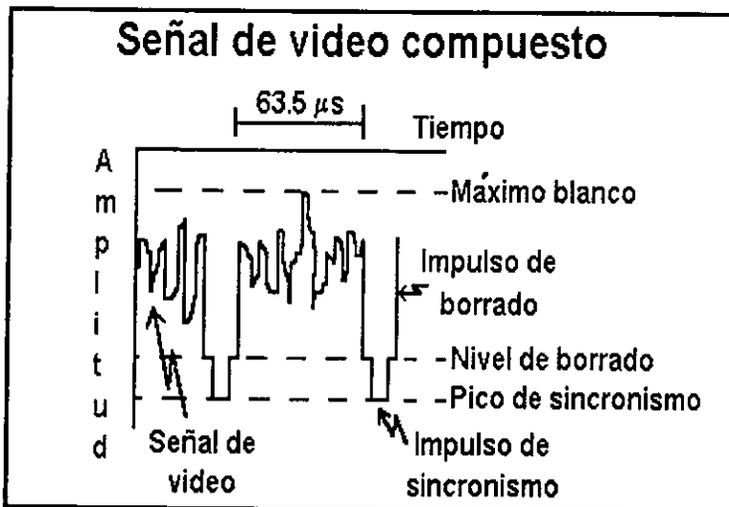


Figura 2.3.

La señal de vídeo compuesto contiene aparte de la información de vídeo los pulsos de borrado y sincronía, que indican al receptor el barrido en el tubo de imagen que debe realizar para visualizar la transmisión. La señal de vídeo compuesto puede tener dos polaridades de sincronismo, positivo y negativo, en la transmisión se usa la polaridad de sincronismo negativa, pero en la reproducción del vídeo son necesarias ambas polaridades para el tubo de imagen, además la señal de vídeo compuesto debe tener una amplitud de 1 Vpp, oscilando a una frecuencia de 30 Hz a 4 MHz.

La transmisión de televisión en su mayoría sigue siendo analógica, actualmente se esta desarrollando, en forma más amplia la transmisión digital de televisión, pero debido al receptor, es necesario convertir la señal a forma analógica.

Para televisión es necesario contar con los siguientes elementos para generar señales electromagnéticas y lograr la transmisión:

Generador de la señal de vídeo.

Generador de la señal de audio.

Transmisor

GENERADOR DE LA SEÑAL DE VÍDEO.

El generador de vídeo es básicamente una cámara de televisión, videocasetera, videodisco (DVD) y/o computadora, existen otros elementos pero consideraremos a estos como los básicos.

GENERADOR DE LA SEÑAL DE AUDIO.

Para este es un micrófono y/o reproductor de audio de cinta o disco, estos son básicamente los que se consideran para la conversión de una señal audible a señal electromagnética.

TRANSMISOR.

El transmisor determina la forma de la señal en la transmisión dependiendo del medio al que se conecte la salida de éste, para el caso de televisión existen tres modos de transmisión:

Banda base

Radio frecuencia (RF)

Microondas

La señal antes del transmisor se trabaja en banda base, esto es porque de esta forma es fácil el manejo de la señal pudiéndose seleccionar fácilmente la señal que se desea transmitir. Los elementos para la transmisión quedarían de la siguiente forma (figura 3.4).

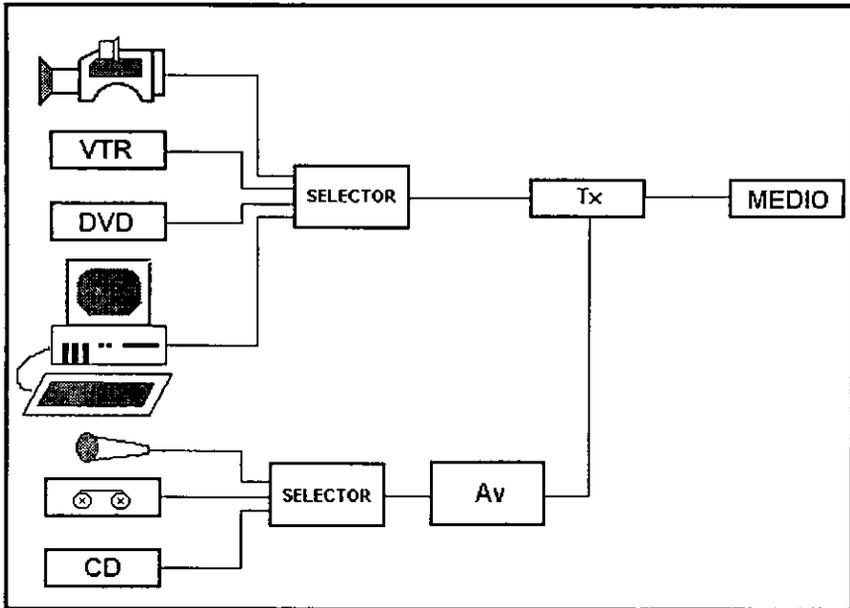


Figura 2.4.

Para la recepción de televisión se considera más sencillo dado que este solo requiere de un receptor y un monitor quedando de la siguiente forma (ver figura 2.5).

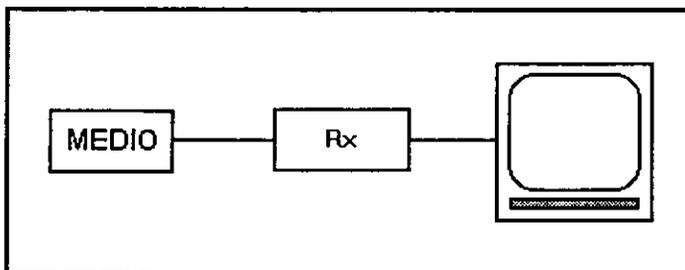


Figura 3.5.

De acuerdo a lo anterior se observa que en la recepción se tiene un contenido menor de elementos que en la transmisión.

A continuación se hace un análisis del transmisor de la señal al medio en los distintos modos de transmisión de televisión.

BANDA BASE

En transmisión en banda base, las señales de audio y vídeo van separadas, oscilando a diferentes frecuencias reglamentadas por la FCC antes mencionada, el audio oscila de 20 a 20000 Hz , y la de vídeo va de 0 a 4 MHz, la reglamentación de la oscilación de la señal de vídeo se obtiene de acuerdo a un patrón que realiza la FCC, que a continuación detallamos.

Una imagen de dos dimensiones se descompone en el elemento básico de vídeo conocido como pixel, por medio de un elemento fotoeléctrico se obtiene una señal eléctrica, la que contiene la información que permite la reconstrucción de la señal; además esta contiene pulsos adicionales de sincronía necesarios para dar la forma de onda de la señal compuesta de televisión, conocida como la señal de vídeo compuesto figura 2.6.

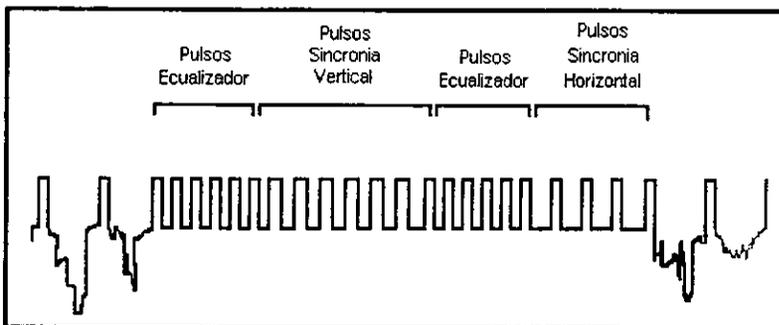


Figura 2.6.

El ancho de banda se determina de un patrón conocido como tablero de ajedrez, el patrón genera una serie de pulsos alternantes de blancos y negros en una pantalla de 6 pulgadas. de alto por 8 pulgadas. de ancho, las dimensiones de los pulsos generados son de 0.0121 pulgadas. de alto por 0.0188 pulgadas. de ancho, se tiene entonces que le numero de líneas horizontales es:

$$6 / 0.0121 = 495$$

En la norma Mexicana regida por la National Television System Commite (NTSC), el número de líneas horizontales es de 525, que de acuerdo al resultado obtenido anteriormente restan 30, estas líneas restantes permiten el haz de barrido, que va desde la última línea al nuevo trazado.

El barrido es de 30 imágenes por segundo, entonces cada línea es barrida:

$$1 / (30 \times 525) = 63.5 \mu\text{s}$$

Este es el tiempo de recorrido del haz por las 8 pulgadas. de izquierda a derecha y regresa a la siguiente, teniendo 10 μs para el retorno horizontal.

El barrido real es entonces de 53.5 μs , el número de pulsos en el recorrido horizontal es:

$$8 / 0.0188 = 425$$

y la serie de ondas cuadradas

$$53.5 / 425 = 0.125 \mu\text{s}$$

$$T = 0.125 \mu\text{s}$$

El ancho de banda es:

$$B = 1 / 2T$$

$$B = 4 \text{ MHz}$$

TRANSMISIÓN DE SEÑAL RF

Una señal eléctrica que pasa a través de un conductor genera ondas electromagnéticas, cuando esta onda es mayor o igual a 15 KHz. , se conoce como RADIO FRECUENCIA (RF), una onda electromagnética puede dividirse en distintas bandas, esto nos permite tener más de una sola señal en un mismo medio, y con un filtro adecuado recuperamos la señal de la banda deseada.

En televisión se tiene diferentes bandas para los distintos canales (ver la Tabla 2.1), las señales en banda base son las que se modulan en formas diferentes, para audio en frecuencia y vídeo en amplitud. a continuación hacemos un breve repaso de las dos diferentes formas de modulación.

MODULACIÓN DE AMPLITUD (AM)

Cuando se varía la amplitud de una onda de acuerdo con otra onda que en alguna forma representa información, el proceso se llama modulación de amplitud. La onda que se modula es la portadora y la otra es la onda o señal moduladora (figura 2.7). En este tipo de modulación, la amplitud de pico a pico o de máximo a máximo, de la portadora, varía de acuerdo con la señal de

CANAL	BANDA DE FRECUENCIA MHz	PORTADORA DE IMAGEN MHz	PORTADORA DE SONIDO MHz	CANAL	BANDA DE FRECUENCIA MHz	PORTADORA DE IMAGEN MHz	PORTADORA DE SONIDO MHz
2	54-60	55,25	59,75	43	644-650	645,25	649,75
3	60-66	61,25	65,75	44	650-656	651,25	655,75
4	66-72	67,25	71,75	45	656-662	657,25	661,75
5	76-82	77,25	81,75	46	662-668	663,25	667,75
6	82-88	83,25	87,75	47	668-674	669,25	673,75
7	174-180	175,25	179,75	48	674-680	675,25	679,75
8	180-186	181,25	185,75	49	680-686	681,25	685,75
9	186-192	187,25	191,75	50	686-692	687,25	691,75
10	192-198	193,25	197,75	51	692-698	693,25	697,75
11	198-204	199,25	203,75	52	698-704	699,25	703,75
12	204-210	205,25	209,75	53	704-710	705,25	709,75
13	210-216	211,25	215,75	54	710-716	711,25	715,75
14	470-476	471,25	475,75	55	716-722	717,25	721,75
15	476-482	477,25	481,75	56	722-728	723,25	727,75
16	482-488	483,25	487,75	57	728-734	729,25	733,75
17	488-494	489,25	493,75	58	734-740	735,25	739,75
18	494-500	495,25	499,75	59	740-746	741,25	745,75
19	500-506	501,25	505,75	60	746-752	747,25	751,75
20	506-512	507,25	511,75	61	752-758	753,25	757,75
21	512-518	513,25	517,75	62	758-764	759,25	763,75
22	518-524	519,25	523,75	63	764-770	765,25	769,75
23	524-530	525,25	529,75	64	770-776	771,25	775,75
24	536-542	531,25	535,75	65	776-782	777,25	781,75
25	542-548	537,25	541,75	66	782-788	783,25	787,75
26	548-554	513,25	547,75	67	788-794	789,25	793,75
27	554-560	519,25	553,75	68	794-800	795,25	799,75
28	560-566	525,25	559,75	69	800-806	801,25	805,75
29	566-572	531,25	565,75	70	806-812	807,25	811,75
30	572-578	537,25	571,75	71	812-818	813,25	817,75
31	578-584	543,25	577,75	72	818-824	819,25	823,75
32	584-590	549,25	583,75	73	824-830	825,25	829,75
33	590-596	555,25	589,75	74	830-836	831,25	835,75
34	596-602	561,25	595,75	75	836-842	837,25	841,75
35	602-608	567,25	601,75	76	842-848	843,25	847,75
36	608-614	573,25	607,75	77	848-854	849,25	853,75
37	614-620	579,25	613,75	78	854-860	855,25	859,75
38	620-626	585,25	619,75	79	860-866	861,25	865,75
39	626-632	591,25	625,75	80	866-872	867,25	871,75
40	632-638	597,25	631,75	81	872-878	873,25	877,75
41	632-638	633,25	637,75	82	878-884	879,25	883,75
42	638-644	639,25	643,75	83	884-890	885,25	889,75

Tabla 2.1.

información. Así, la portadora consta de ondas sinusoidales cuyas amplitudes siguen las variaciones de amplitud de la onda moduladora, de tal manera que siempre está dentro de una envolvente formada por la onda moduladora.

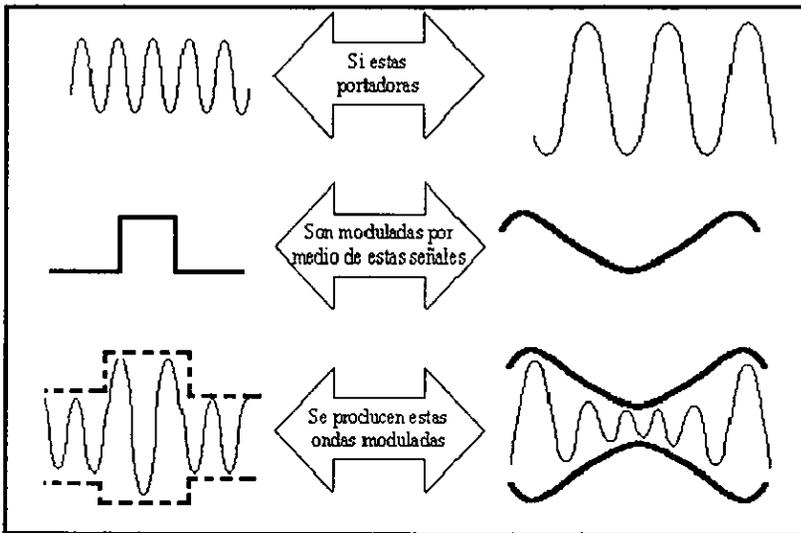


Figura 2.7.

Si la portadora y la mitad de la envolvente se eliminaran de una onda moduladora, la mitad superior de la envolvente que quedaría, sería una réplica exacta de la onda moduladora, que representa la información transmitida. Gracias a ello se puede recuperar o detectar la información de la onda modulada.

MODULACIÓN DE FRECUENCIA (FM)

En este tipo de modulación también varía la portadora por una señal moduladora. Pero en este caso lo que varía es la frecuencia de la portadora. Cuando la portadora está modulada en frecuencia su amplitud no cambia, pero

su frecuencia aumenta y/o disminuye de acuerdo con las variaciones de amplitud de la señal moduladora (figura. 2.8). La frecuencia que tenía la portadora antes de la señal moduladora es conocida como frecuencia central o de reposo; la portadora modulada fluctúa arriba y debajo de la frecuencia central.

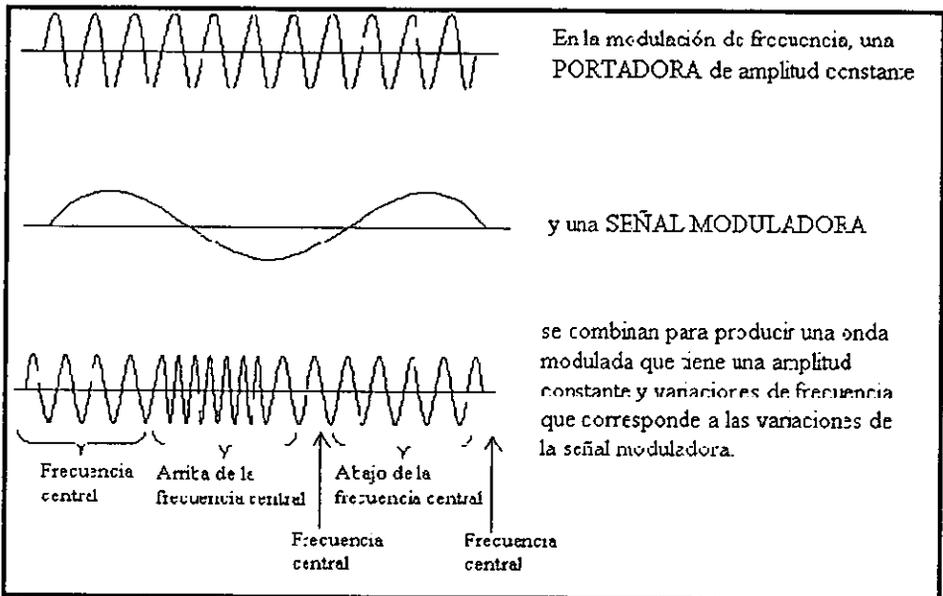


Figura 2.8.

La frecuencia de una portadora de frecuencia modulada es igual a la frecuencia central, cuando la señal moduladora que tiene amplitud cero. Al aumentar la señal de la amplitud moduladora en la dirección positiva, la frecuencia de la portadora también aumenta, llega a un máximo cuando la amplitud de la señal de modulación alcanza su valor máximo positivo y viceversa.

De la misma forma la frecuencia de la portadora siguen las variaciones de amplitud negativa de la señal moduladora, excepto que la frecuencia de la portadora disminuye al hacerse más negativa la señal de modulación; luego aumenta para alcanzar de nuevo su frecuencia central cuando la señal moduladora termina su ciclo negativo y regresa a cero.

En televisión la señal en banda base se modula en las dos formas AM y FM, con el objeto de poder transmitir más de una sola señal por un solo medio, que es lo que se conoce como RF, es necesario acoplar esta señal al medio por lo que se coloca un amplificador antes del medio, esto es para discriminar las pérdidas que se dan por dicho acoplamiento.

La televisión comercial tiene más de un solo canal en un mismo medio, por lo que para poder transmitir estas señales, es necesario que la señal en banda base generada por cada canal sea modulada, haciendo lo que se conoce como transmisión en RF, las bandas están normalizadas por la FCC, y dado que la banda base contiene dos señales, es necesario tener dos portadoras diferentes, el ancho de banda es igual para cada canal. La tabla 2.1. nos muestra las bandas asignas por la FCC para cada canal.

Todas las bandas son transmitidas por un solo medio, los medios de transmisión se analizan con más detenimiento en el capítulo 3.

DIGITAL

La televisión digital básicamente es posible gracias a los métodos de compresión de vídeo entre otros factores, como se explico anteriormente una imagen en dos dimensiones es dividida en una fracción mínima conocida como pixel, el pixel convertido por un elemento fotoeléctrico a una señal eléctrica, tiene ciertas características de acuerdo al color o colores que contenga, estos pueden ser codificados en forma binaria, logrando convertir el pixel a una cadena de bits para ser transmitidos, dado que habrá pixeles cuyas características sean idénticas a otros pixeles contenidos en la imagen, se puede comprimir la imagen mandando una sola vez la información e indicando en donde se repite.

COMUNICACIÓN DIGITAL

Los sistemas de comunicación electrónica tradicional que utilizan técnicas de modulación analógica convencional, como la modulación en amplitud (AM), la modulación en frecuencia (FM), y la modulación en fase (PM), están siendo sustituidas poco a poco, con sistemas de comunicaciones digitales. La comunicación digital ofrece varias ventajas sobre los sistemas analógicos tradicionales como: facilidad de procesamiento, facilidad de multicanalización e inmunidad al ruido.

Cuando la información no se puede transmitir en su forma original se debe convertir a una forma más apropiada para su transmisión. En los sistemas de comunicación digital, la información analógica se convierte a forma digital, antes

de la transmisión, y con los sistemas de comunicación analógica, los datos digitales se convierten a señales analógicas antes de la transmisión.

El término comunicaciones digitales abarca un área extensa de técnicas de comunicaciones, incluyendo transmisión digital y radio digital. La transmisión digital es la transmisión de pulsos digitales, entre dos o más puntos, de un sistema de comunicación. La radio digital es la transmisión de portadoras analógicas moduladas, en forma digital, entre dos o más puntos de un sistema de comunicación.

Los sistemas de transmisión digital requieren un medio físico, entre el transmisor y el receptor, como un par de cables metálicos, un cable coaxial, o un cable de fibra óptica. En los sistemas de radio digital, el medio de transmisión es la atmósfera terrestre o espacio libre ver figura 2.9.

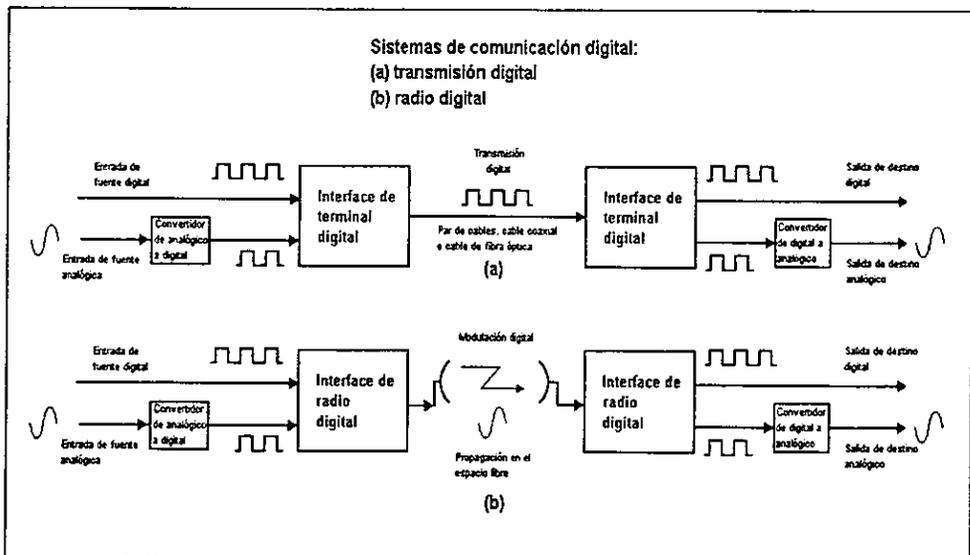


Figura 2.9

Los elementos que distinguen un sistema de radio digital de un sistema de radio AM, FM, o PM, es que en un sistema de radio digital, las señales de modulación y demodulación son pulsos digitales, en lugar de formas de ondas analógicas. El radio digital utiliza portadoras analógicas, al igual que los sistemas convencionales. En esencia hay tres técnicas básicas de modulación digital que usualmente se utilizan en sistemas de radio digital: transmisión (modulación) por desplazamiento de amplitud (ASK), transmisión (modulación) por desplazamiento de frecuencia (FSK), y transmisión (modulación) por desplazamiento de fase (PSK).

MODULACIÓN ASK:

La transmisión por desplazamiento de amplitud es el nombre que recibe el AM cuando se utiliza para transmitir datos digitales. La amplitud de la onda portadora es alterada de acuerdo con la variación de la señal de información, es decir, un uno lógico (1) es representado por la presencia de la señal de amplitud constante y un cero lógico (0) por la ausencia de portadora. La portadora pasa de la conducción a la no conducción ver la figura 2.10. Exige un medio en que la respuesta de amplitud sea estable, ya que este tipo de modulación es bastante sensible a ruidos y distorsiones, por esta razón, este tipo de modulación tiene limitaciones en la velocidad de transmisión, llegando a un máximo de 1200 bps en canales de voz y nunca es usado en comunicaciones satelitales.

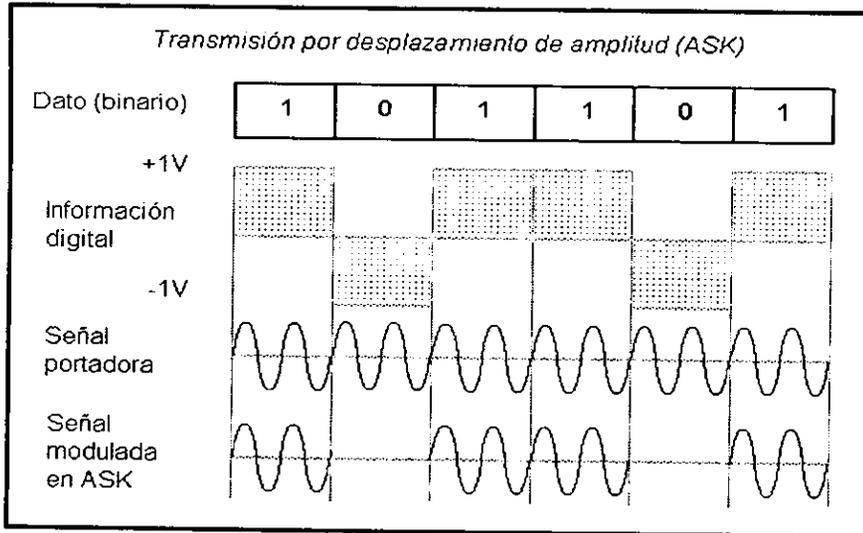


Figura 2.10.

MODULACIÓN FSK :

La transmisión por desplazamiento de frecuencia (FSK), es una forma, en alguna medida simple, de modulación digital de bajo rendimiento. El FSK binario es una forma de modulación angular de amplitud constante, similar a la modulación en frecuencia convencional, excepto que la señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía, entre dos niveles de voltaje discreto, en lugar de una forma de onda analógica que cambia de manera continua (ver figura 2.11). Por ejemplo, un uno binario podría ser +1volt y un cero binario -1volt. Conforme cambia la señal de entrada binaria de 0 lógico a 1 lógico, y viceversa, la salida del FSK se desliza entre dos frecuencias: una frecuencia de marca o de 1 lógico y una frecuencia de espacio o de 0 lógico. Con el FSK binario, hay un

cambio en la frecuencia de salida, cada vez que la condición lógica de la señal de entrada binaria cambia.

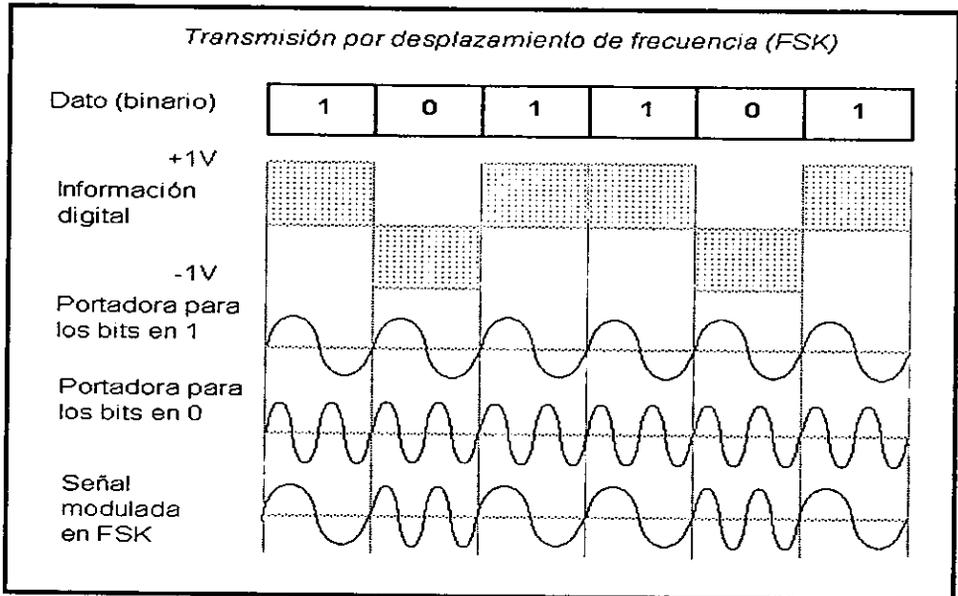


Figura 2.11

MODULACIÓN PSK:

Transmitir por desplazamiento en fase (PSK) es otra forma de modulación angular, modulación digital de amplitud constante. El PSK es similar a la modulación en fase convencional, excepto que con PSK la señal de entrada es una señal digital binaria y son posibles un número limitado de bases de salida. Conforme la señal digital de entrada cambia de estado, la fase de la portadora de salida se desplaza entre dos ángulos que están 180° fuera de fase (ver figura 2.12).

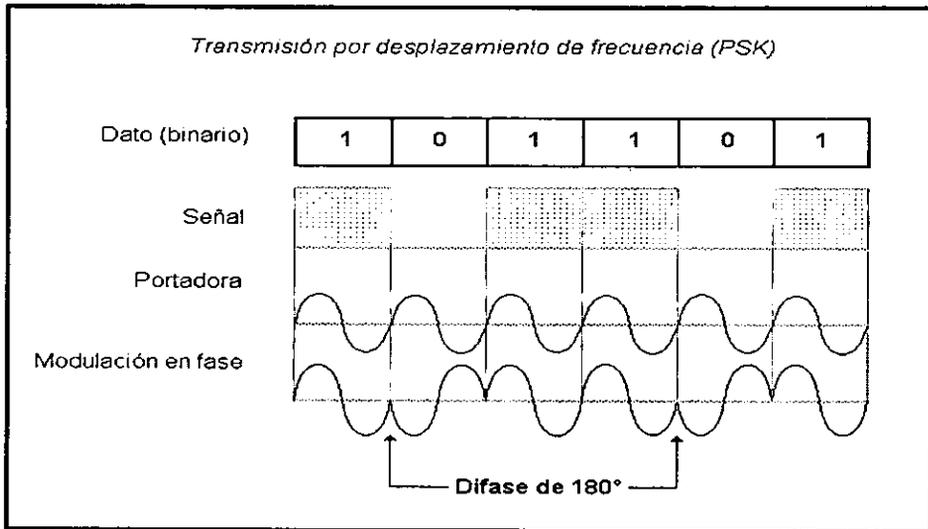


Figura 2.12

SISTEMAS DE TELEVISIÓN DIGITAL

La siguiente generación de emisión standard de señal de TV está basada en la compresión digital y emisión de datos. Esto proporciona mayor calidad de imagen y mejor utilización del ancho de banda que la clásica emisión de TV color analógica como son el PAL, NTSC y SECAM. En la televisión digital no se transmite la imagen, sino información acerca de la imagen.

En Enero de 1995, el proyecto de transmisión digital de vídeo (DVB) organizada por la unión Europea de transmisión (EBU) ha publicado unos formatos standards que definen el nuevo sistema de transmisión digital de vídeo. Estos DVB standards son las técnicas básicas para implementar la transmisión de TV digital en Europa, Asia, Australia y otras regiones del mundo, empezando en 1996. DVB parece ser el mejor candidato para un único sistema global de

emisión de TV digital standard. Solo E.E.U.U planea su propio standard terrestre HDTV que esta también basado en el MPEG II, pero el modem, el codificador de audio, y un programa electrónico guía son incompatibles con el standard DVB.

Los standards actuales DVB describen las transmisiones digitales por satélite y cable; modulación standards para emisiones terrestres están en preparación. Los standards DVB cubren el diseño del sistema y el standard de modem para un alto ancho de banda en la transmisión de datos de vídeo así como varias funciones auxiliares como el teletexto, guías electrónicas de programas, y acceso condicional. La técnica de compresión usada por el sistema DVB es el algoritmo ISO MPEG II.

EL ESTÁNDAR MPEG (GRUPO DE EXPERTOS EN IMÁGENES EN MOVIMIENTO).

La organización de estándares ISO (International Standardization Organization) ha establecido un grupo de trabajo (ISO/IEC/JTC1/SC2/WG11), conocido como MPEG (Grupo de expertos en imagen en movimiento), para desarrollar tres estándares para la codificación de las señales audiovisuales para su almacenamiento en medios digitales. Las velocidades para los tres estándares (MPEG1, MPEG2, MPEG3) son de 1.5, 10 y 40 mbps respectivamente. Pero actualmente se está adoptando una regla el ISO 14496 (MPEG4) que en un inicio se tomo como una norma para muy bajas tasas de bit (del orden de 64 Kbps o menos) su enfoque cambio para incluir una serie de aplicaciones emergentes en los campos de las telecomunicaciones inalámbricas

y las aplicaciones multimedia. Esto lo llevo al intervalo de 10 Kbps a 1Mbps. Aún en marcha, los trabajos en MPEG4 han creado hasta el momento las siguientes partes: video, audio, e integración (noviembre de 1998), cuyos esfuerzos internacionales se encuentran en la fase de colaboración, en la que se definen esquemas básicos para el diseño de las diferentes etapas, así como mecanismos de pruebas de las mismas. A continuación se dan algunos ejemplos de la aplicación del MPEG4: Vídeo en Internet, Vídeo en PCs, Bases de datos de vídeo, vídeo-correos electrónicos y Juegos en realidad virtual. MPEG1 esta esencialmente completo y esta designado como el comité draft 11172. El estándar MPEG1 tiene tres partes o capas, (Sistemas, vídeo, audio) los cuales son especificados brevemente a continuación.

I Capa de sistemas.

Una cadena de bit ISO 11172 esta construida en dos capas, la capa externa es la capa de sistema y la capa interna denominada capa de compresión. La capa de sistema provee las funciones necesarias para el uso de una o mas cadenas de bits comprimidas en un sistema. Las partes de vídeo y audio de esta especificación definen la capa de codificación de compresión para los datos de audio y vídeo. La codificación de otro tipo de datos no esta definida por la especificación, pero son soportadas por la capa de sistema, permitiendo que otros tipos de datos sean adheridos a la compresión del sistema. La capa de sistema soporta cuatro funciones básicas: la sincronización de múltiples cadenas comprimidas durante la reproducción, el entrelazado de múltiples cadenas

comprimidas en una sola cadena, la inicialización del buffer para la reproducción inicial y la identificación de la hora.

I Codificación de vídeo.

El estándar MPEG especifica la representación codificada de vídeo para medios de almacenamiento digital y especifica el proceso de decodificación. La representación soporta la velocidad normal de reproducción así como también la función especial de acceso aleatorio, reproducción rápida, reproducción hacia atrás normal, procedimientos de pausa y congelamiento de imagen. Este estándar internacional es compatible con los formatos de televisión de 525 y 625 líneas y provee la facilidad de utilización con monitores de computadoras personales y estaciones de trabajo.

Este estándar internacional es aplicable primeramente a los medios de almacenamiento digital que soporten una velocidad de transmisión de más de 1.5 Mbps tales como el Compact Disc, cintas digitales de audio y discos duros magnéticos. El almacenamiento digital puede ser conectado directamente al decodificador o a través de vías de comunicación como lo son los bus, LANs o enlaces de telecomunicaciones. Este estándar internacional esta destinado a formatos de vídeo no entrelazado de 288 líneas de 352 pixeles aproximadamente y con velocidades de imagen de alrededor de 24 a 30 Hz.

En el algoritmo de codificación básico para MPEG1, es similar a H.261; al utilizar 8X8 DCT, predicción intercuadros y compensación del movimiento.

I Codificación de audio.

Este estándar especifica la representación codificada de audio de alta calidad para medios de almacenamiento y el método para la decodificación de señales de audio de alta calidad. Es compatible con los formatos corrientes (Compact disc y cinta digital de audio) para el almacenamiento y reproducción de audio. Esta representación soporta velocidades normales de reproducción.

Este estándar esta hecho para aplicaciones a medios de almacenamiento digitales a una velocidad total de 1.5 mbps para las cadenas de audio y vídeo, como el CD, DAT y discos duros magnéticos. El medio de almacenamiento digital puede ser conectado directamente al decodificador, ó vía otro medio tal como líneas de comunicación y la capa de sistemas MPEG. Este estándar fue creado para velocidades de muestreo de 32 KHz, 44.1 KHz, 48 KHz y 16 bit PCM entrada /salida a el codificador/decodificador.

RECEPTOR

El receptor como se puede observa en la figura 2.2 anterior, consiste en un televisor convencional , la forma de recepción depende del transmisor. El televisor tiene la capacidad de captar los canales que se describen en la tabla 2.1, por lo que el receptor tendrá que trabajar en una de las frecuencias de los canales descritos. Es conveniente hacer un análisis breve del funcionamiento del televisor. a continuación se procederá al correspondiente.

El televisor se divide en una serie de componentes básicos que hacen posible la recuperación de la señal que se hace desde el transmisor estos componentes se describen en la figura 2.13.

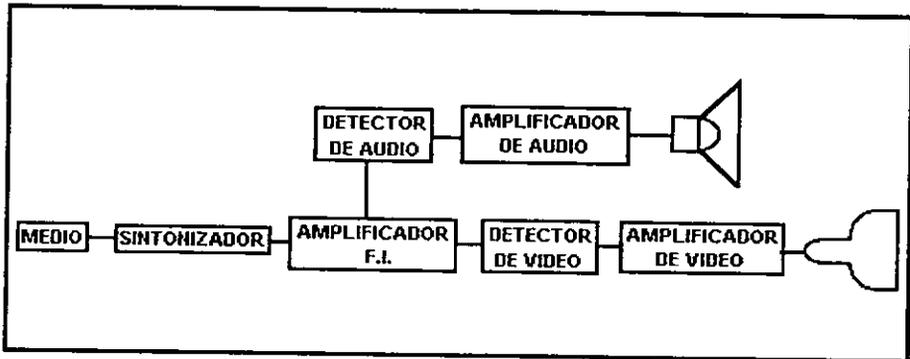


Figura 2.13.

El medio entrega la señal modulada al sintonizador, que es el encargado de seleccionar la frecuencia de la portadora que se desee demodular, éste se compone como muestra la siguiente figura 2.14.

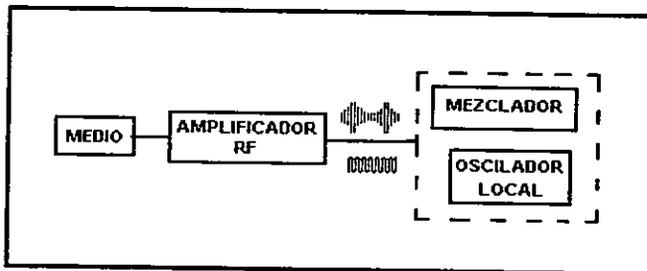


Figura 2.14.

Las señales se acoplan del Medio a la entrada de RF del receptor, estas son amplificadas con la finalidad de tener un mejor manejo, las señales entran a un mezclador junto con otra señal generada por un oscilador local controlado por el receptor, que seleccionará la frecuencia que se demodulará.

La portadora seleccionada por la frecuencia del oscilador local enseguida pasa por un amplificador de Frecuencia Intermedia (F.I.), que además se encarga de dividir la señal de imagen y sonido, en esta etapa se tienen ambas señales de audio y vídeo moduladas en frecuencia y amplitud ya separadas

La señal de sonido entra a un detector de audio, éste se encarga de suprimir la frecuencia en la que esta modulada obteniéndose la señal de audio que es amplificada y convertida a onda sonora por medio de un altavoz.

La señal de imagen también entra a un detector de vídeo, que de igual manera se demodula para obtener la señal de vídeo compuesto que fue enviada por el transmisor, esta se amplifica y entra al tubo de imagen.

La señal de entrada es analógica y modulada para que pueda ser interpretada por el receptor por lo que para no tener que realizar modificaciones o implementar otros componentes al sistema, será necesario que la señal a la entrada sea en estos estándares.

La señal modulada para los televisores normales debe estar en los rangos en los que el sintonizador pueda captar y demodular la señal, estos rangos aparecen en la tabla 2.1 anterior.

El medio de transmisión es lo que nos resta del sistema, este se analizara en forma detenida en los capítulos posteriores, lo que solo se menciona que existen dos, el aéreo y cable.

2.3.- TENDENCIAS FUTURAS DE LA TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN.

La televisión tal y como la conocemos hoy en día ya ha llegado a su final. Con la red de información que existe actualmente en el mundo uno se puede convertir en consumidor y productor de información, por lo que la televisión no se puede quedar rezagada de esta nueva tecnología (figura 2.15).

La televisión digital es básicamente la conversión de la señal de televisión en una secuencia de bits (unos y ceros). Debido a que una imagen en movimiento tiene una gran cantidad de bits se utilizan programas informáticos que se encargan de comprimir dicha información. una vez que se digitaliza la señal se codifica y se transmite. cuando la señal llega a nuestros hogares ya sea por aire o cable se descodifica, descomprime y se convierte a forma analógica siendo esta última la que llega a nuestro televisor. pero cuales serian las ventajas inmediatas de este tipo de transmisión:

- Aprovechar de una manera mejor el ancho de banda, por ejemplo en un canal analógico se pueden colocar hasta doce canales digitales.
- Múltiples ángulos de observación, esto es que podemos elegir de las diferentes tomas del evento la que más nos guste.
- Canales temáticos cuyo contenido será más especializado.
- Menús interactivos que permitan una elección fácil de entre todos los canales
- Seleccionar un evento de una base de datos que se encuentra en la red.

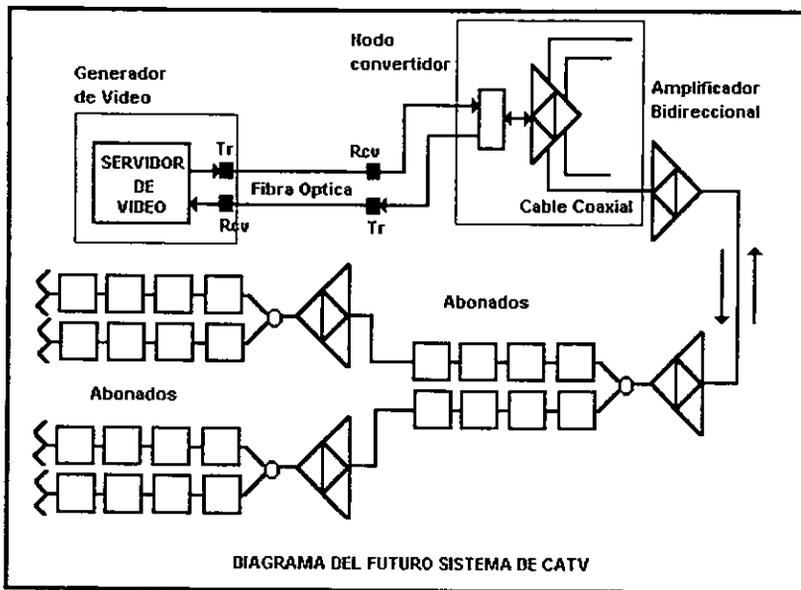


Figura 2.15.

En últimas fechas se ha dado información respecto a la televisión digital, en resumen son dos formas como se esta desarrollando esta tecnología, la primera y que ya existe en el mercado nacional, esta basada en la propuesta Europea y Asiática, esta basada en la computadora como medio de edición, reproducción y producción de video, el que se graba o reproduce en un disco compacto, esta tecnología se conoce como Digital Video Disc (DVD), este tiene como antecesor el video disco, por el tamaño del disco, el costo era elevado y además poco practico, el DVD su disco es del tamaño de un disco de audio digital, el cual tiene una capacidad de grabación de 4 horas de video, esto se ha logrado gracias a los métodos de compresión de imágenes el cual de acuerdo a un código se guarda la información redundante en un solo bit, lo que reduce el tamaño de la información. La ventaja de este es que en el mercado se tiene un

reproductor similar a una videocasetera el que se conecta a un televisor convencional, donde se observa la información contenida en un disco grabado de acuerdo al código desarrollado para el DVD.

El sistema que están desarrollando en los EEUU, es la conversión total del sistema, cual consiste en cambiar el televisor normal, por uno totalmente digital, conocido como de alta definición HDTV, dada esta característica, se dice que la computadora será completamente digital, teniendo entonces que este sistema podrá ser conectado a las redes existentes, es decir que el servicio televisivo podrá ser recibido a través de la red integrada de servicios (RDSI). Las normas que regularan el servicio de la televisión digital en EEUU a un están en proceso, ya que se comenzara a transmitir a partir de 1998, pero se utilizara el sistema aéreo de microondas, similar a los conocidos en México como SKY y DIRECTV, los que ya son digitales en su transmisión pero la salida del receptor es aun analógico.

Para México se calcula que esta tecnología llegará en aproximadamente 20 años, pero depende de la economía del país, por lo que puede variar. Tomando en cuenta esta consideración, el sistema que se desarrolle deberá tener una vida útil de mínimo, 20 años, debe considerarse que la capacidad del medio debe soportar los cambios de la televisión durante este periodo.

2.4 LA TELEVISIÓN DENTRO DE LA FACULTAD

La Facultad de Ingeniería comienza desde hace más de veinte años a utilizar este medio como apoyo para la enseñanza, se crea un área dentro de lo que era el Centro de Servicios Educativos (CESEFI) para la recopilación de material audiovisual, con el objeto de brindar el apoyo a los alumnos y profesores en la impartición de las cátedras. Después se realizan programas de televisión producidos por la misma Facultad, de cada una de las materias que aquí se imparten, instalándose televisores dentro de las aulas de la División de Ciencias Básicas, lo que no tuvo el éxito esperado, creándose entonces salas de proyección en los dos edificios de mayor afluencia de alumnos y profesores.

El departamento de Apoyo a la Comunidad de la Facultad instala una serie de televisores dentro de las instalaciones, con el objeto de mantener informada a la comunidad de los eventos que en está acontecen.

Las autoridades de la Facultad deciden darle un mayor dinamismo a estas, por lo que deciden traspasar el control de estos televisores al CESEFI, con el objeto de darle a conocer a la comunidad, no solo los eventos que en esta acontecen si no también los avances tecnológicos, científicos, culturales y sociales que suceden en México y el mundo.

Al desaparecer el CESEFI el sistema pasa a cargo del Departamento de Comunicación el cual se encargaba de producir programas de televisión, que eran difundidos por el sistema actual.

Actualmente este sistema esta a cargo de el Departamento de Información y Estadística, la forma en que esta instalado en los dos edificios es independiente sin existir conexión alguna, la necesidad actual del sistema es la de unificación para poder transmitir en forma simultánea los eventos importantes que suceden primeramente, en ambos edificios y dejar planteado un sistema que enlace los restantes edificios dentro y fuera de Ciudad Universitaria.

Capítulo 3

DETERMINACIÓN DEL SISTEMA A DESARROLLAR

3.1 LEVANTAMIENTO DE EQUIPO E INSTALACIONES CON QUE CUENTA LA FACULTAD PARA LA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA

Es necesario conocer con lo que cuenta la Facultad para la transmisión de televisión, esto es por que se tiene que usar el actual equipo en la aplicación, además conforme a el levantamiento podremos determinar un sistema adecuado para las perspectivas presentes y futuras de la institución en lo respectivo a la transmisión de televisión dentro de sus instalaciones.

La Facultad cuenta con dos sistemas de transmisión de televisión por cable independientes, uno en el edificio de la Dirección, el cual se encuentra conectado de acuerdo a la figura 3.1

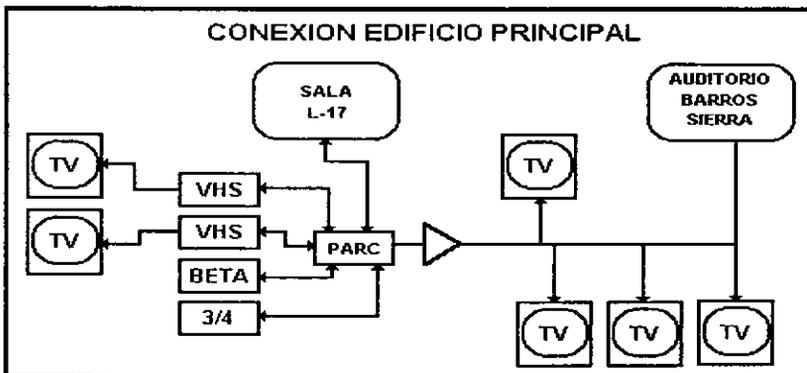


Figura 3.1.

En la figura 3.1 observamos que el sistema cuenta con seis televisores, tres de estos están sobre los pasillos del edificio y los otros sirven para monitoreo de la transmisión, se tienen una serie de videocaseteras en tres formatos, dos en VHS, una en Beta y la ultima en 3/4, las que se interconectan por medio de una "tira de parcheo", además existe un salón de videoproyecciones que pertenece a la misma área donde esta localizado el transmisor que esta conectada al sistema por medio de la "tira de parcheo", La conexión se extiende asta el auditorio.

El segundo sistema esta ubicado en el edificio de Ciencias Básicas el cual esta instalado de acuerdo a la siguiente figura 3.2

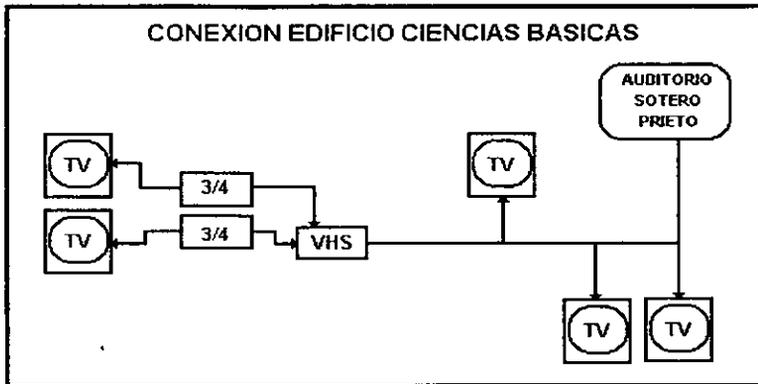


Figura 3.2.

Como podemos observar el sistema cuenta con un número menor de componentes que el del edificio Principal, se tienen dos televisores colocados en el pasillo de antigua biblioteca, un monitor con 2 entradas para observar el contenido de cada video, y un televisor para monitoreo de la transmisión, se usan

videocaseteras en formato $\frac{3}{4}$, esto es por que la mayoría de los videos que se tienen en este edificio son en este formato, es necesario conectar las salidas de estas a una videocasetera en formato VHS, esto es por que la transmisión es en RF, funcionando esta ultima videocasetera como convertidor a esta forma, por ultimo la conexión llega asta el auditorio de este edificio.

El sistema que se pretende es el de transmisión de televisión entre dos edificios de la Facultad, como se pudo observar de acuerdo al levantamiento elaborado, no existe una conexión entre ambos sistemas actualmente instalados, entonces es necesario tener una conexión que enlace ambos sistemas con la finalidad de lograr la transmisión de televisión entre estos dos edificios, para poder elegir la conexión es primordial conocer los diferentes medios que existen para este tipo de transmisión, por lo que a continuación se hace un análisis de los medios de transmisión de televisión.

3.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

El medio de transmisión o canal de transmisión es el enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor.

Todos los medios de transmisión se caracterizan por la atenuación que no es otra cosa que la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia, por lo tanto es un factor importante en la transmisión de una señal.

Actualmente la televisión utiliza dos medios de transmisión: Aéreo y Cable

El medio aéreo permite la transmisión en RF y microondas.

El cable permite la transmisión de las formas antes mencionadas pero el medio de transmisión por ser propio de la fabricación humana puede sufrir variaciones físicas debido a la temperatura y el clima. Los diferentes tipos de cable para realizar una transmisión son los siguientes:

Par trenzado

Coaxial

Fibra óptica

Cada uno de estos nos permite transmitir de diferente manera, por lo que a continuación se hace un análisis de estos medios de transmisión.

SISTEMAS AÉREOS

En la transmisión aérea los modos son:

Radio

Infrarrojo

Microondas

RADIO

El modo de Radio, la salida debe acoplarse a una antena que se encargara de radiar la señal en forma electromagnética, requiriéndose entonces una antena en la recepción.

La transmisión de esta manera es por RF, la cual como ya se menciono, la señal en banda base del sistema se modula en amplitud para el vídeo y en frecuencia para el audio y esta se monta en una portadora y por ultimo se amplifica y se acopla a una antena, la banda de la portadora son las que se vieron en la tabla 2.1 del capítulo 2, es necesario tener diferentes portadoras si existen más de una sola señal en el medio, con la finalidad de evitar interferencias.

Esta es la transmisión de televisión que más conocemos, dado que en cualquier parte donde exista una televisión, esta es la forma en que se puede recibir una señal que se encuentra en el medio.

VENTAJAS

Fácil acceso a cualquier punto

Diversidad de servicios y aplicaciones

DESVANTAJAS

Espectro saturado y limitado

Susceptible a interferencias

Baja capacidad

INFRARROJO

La transmisión por este tipo requiere de la transformación de la señal de salida a ondas de luz, de igual forma que para la fibra óptica, esta puede ser analógica o digital, en particular se recomienda la forma Digital, para el sistema se requiere de una línea de vista directa entre ambos puntos, dado que el medio aéreo es impredecible, se tienen cambios que pueden causar la pérdida de la señal.

Por las características anteriores, este tipo de transmisión se recomienda para un medio constante, como el caso de la fibra óptica, o para distancias cortas con línea de vista directa y además que sea en forma digital.

MICROONDAS.

El primero en experimentar con campos de microondas fue el físico alemán Heinrich Hertz en la segunda mitad del siglo XIX. Trabajo con frecuencias de alrededor de 60 MHz; aunque en sus últimos experimentos, antes de morir a la edad de 37 años en 1894, manejo frecuencias por encima de 500 MHz. Esta frecuencia se puede tomar como el principio de la región de microondas, aunque corrientemente se considera que comienza en 1000 MHz, o sea 1 GHz.

Heinrich Hertz dejó abierto el campo de las microondas a la experimentación científica.

En las décadas que siguieron a la muerte de Hertz se alcanzo la frontera de 75000 MHz, y veinte años después se alcanzaron los 150000 MHz.

En la actualidad se considera microonda a las ondas electromagnéticas con una longitud de onda menor que 30 cm aproximadamente, es decir, con una frecuencia por encima de 1000 MHz.

El ancho de banda de la microonda comienza donde termina el espectro de radio frecuencias (VHF) y termina donde el espectro de frecuencias ópticas comienza (infrarrojo).

VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF	Infrarrojo	Visible	Ultravioleta
Ultrasónico				Microondas				Óptica		

Espectro de frecuencias

El ancho de banda de la microonda se divide a su vez en tres rangos o anchos de banda:

- a) Banda de ultra alta frecuencia (UHF), de 300 MHz a 3 GHz.
- b) Banda de super alta frecuencia (SHF), de 3 GHz a 30 GHz.
- c) Banda extremadamente alta frecuencia (EHF), de 30 GHz a 300 GHz.

Pero a su vez se ha dividido los anchos de banda anteriores en otras regiones dándoles letras como códigos, como se indica en la tabla 3.1.

Banda	Frecuencia en GHz	Características de longitud de onda en mm.		
L	1 a 2	150	a	300
S	2 a 4	75	a	150
C	4 a 8	37.5	a	75
X	8 a 12	25	a	37.5
Ku	12 a 18	17.5	a	25
K	18 a 27	11	a	17.5
Ka	27 a 40	7.5	a	11
Milímetro	40 a 300	1	a	7.5

TABLA 3.1

Se ha realizado un nuevo sistema de código de letras para asignar los rangos de banda en las microondas, el cual se muestra en la tabla 3.2.

Banda	Frecuencia GHz	Características de longitud de onda.
A	0 a 0.25	1.2 m a infinito.
B	0.25 a 0.5	0.6 a 1.2 m
C	0.5 a 1	0.3 a 0.6 m
D	1 a 2	150 a 300 mm
E	2 a 3	100 a 150 mm
F	3 a 4	75 a 100 mm
G	4 a 6	50 a 75 mm
H	6 a 8	37 a 50 mm
I	8 a 10	30 a 37 mm
J	10 a 20	15 a 30 mm
K	20 a 40	7.5 a 15 mm
L	40 a 60	5 a 7.5 mm
M	60 a 100	3 a 5 mm

TABLA 3.2

Este es supuestamente el código en uso, pero el viejo sistema ha prevalecido y aun se continua utilizando.

Algunas aplicaciones de las microondas son las siguientes:

Radiodifusión: Originalmente la radio y la televisión utilizaban frecuencias en un rango por debajo de lo que se puede considerar microondas. Pero debido a la saturación en el espectro del ancho de banda de radio frecuencia, fue necesario para no provocar dificultad en la recepción de la señal y también que existieran frecuencias disponibles para el crecimiento de estaciones de transmisión, se comenzó a utilizar la frecuencia de 12 GHz para la transmisión de televisoras locales o por televisión por vía satélite.

TRANSMISIÓN POR SATÉLITE

Las primeras comunicaciones usando satélites artificiales fueron en la década de los sesenta, estos funcionaron a órbitas bajas, utilizándolos como un cable que unía a dos puntos sobre la tierra, generalmente muy alejados (figura 3.4). La potencialidad de los satélites se demostró con la transmisión de señales de televisión.

La transmisión de televisión se hace posible con la modulación de la señal de banda base, al igual que la transmisión por RF estas frecuencias están reglamentadas y divididas en varias bandas de frecuencia, la más común consta de una banda central de 500 MHz centrada en 6 GHz de enlace hacia arriba y en 4 GHz en la dirección hacia abajo, la banda de 500 MHz. esta dividía en 12 bandas de 36 MHz., cada una son a su vez divididas por un transponder, que es un transmisor receptor, el transponder esta dividido en un cierto numero de canales de frecuencia.

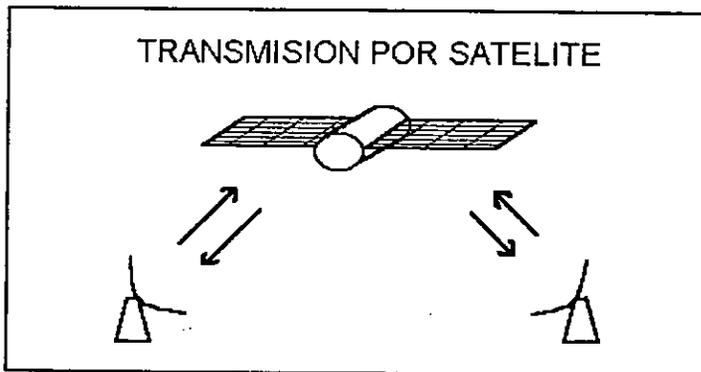


Figura. 3.4

Los satélites de TV tienen 12 transponders diferentes para diferentes señales, por las frecuencias que se usan es necesario la transmisión por microondas, que permiten el mejor direccionamiento de la señal.

La señal de televisión es de banda ancha debido a las frecuencias que se requieren para cada canal de 6 MHz., en altas frecuencias para este tipo de señales es necesario considerar que la transmisión es de $2B = 8 \text{ MHz}$, lo que es necesario hacer una compresión del ancho de banda que se conoce como la transmisión en banda lateral vestigial (VSB), ya que los receptores de televisión son de 6 MHz.

Comunicación: Al utilizar el ancho de banda de las microondas se logra obtener los canales de comunicación necesarios en la actualidad. El sistema de comunicación por medio de microondas consiste en una torre en donde se monta una antena aérea la cual recibe las señales, se amplifica la señal y se transmite a la siguiente torre, así sucesivamente formándose un relevo o cadena de torres de comunicación.

VENTAJAS.

Alta capacidad.

Alta flexibilidad (instalar y operar).

Alta cobertura.

Alta confiabilidad.

DESVENTAJAS.

Sujeto a línea de vista.

Susceptible a cambios climáticos.

Requiere de permiso de espacio aéreo.

PAR TRENZADO

Para el caso de la transmisión de televisión no es recomendable, además de que no se usa este tipo de cable por las pérdidas que se tienen a las frecuencias que se manejan, por lo que no es necesario hacer un análisis.

CABLE COAXIAL

El cable coaxial es el medio físico que permite unir dos puntos entre sí para la transmisión de una señal eléctrica. Está formado por dos conductores, un conductor central que está recubierto de un dieléctrico, a su vez recubierto por otro conductor en forma de malla para inmunizar contra el ruido y por último otro dieléctrico recubriendo todo el conjunto (ver figura 3.5). El cable coaxial está diseñado para la transmisión de señales con bajas pérdidas, muy poca atenuación y gran ancho de banda.

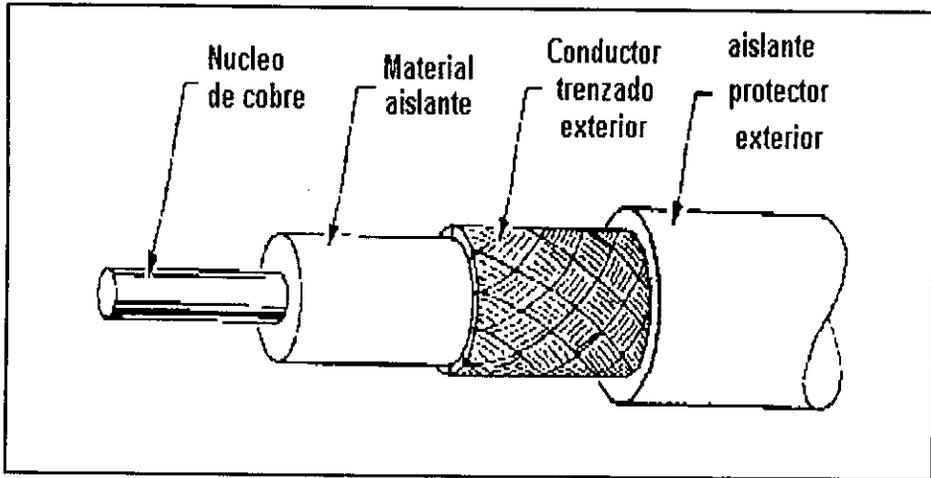


Figura 3.5

Conductor central: Es un alambre o un conjunto de ellos que varían en un calibre de entre el 18 al 24AWG esto es que van de un diámetro aproximado de 1 a 0.5 mm. Por lo general el material de este conductor es de cobre pero puede ser de una combinación de acero o aluminio cubierto de cobre. Debido a que el cobre tiene una alta conductividad eléctrica, es abundante en la naturaleza (en comparación con el oro y la plata que son mejores conductores que el cobre) es más barato y por su alta resistencia mecánica es por estas razones que se utiliza en cobre.

Aislamiento: El material aislante del conductor interno lo constituye un dieléctrico cuya composición puede ser un material plástico sólido, semisólido, celular, gaseoso o líquido (ver tabla 3.3). El material dieléctrico entre el conductor interno y externo es fundamental en las características eléctricas así como en las dimensiones (diámetro) del cable coaxial.

Los tipos de material aislante más usuales son:

Material	Abreviatura	Permitividad
Poliétileno sólido	(PE)	2.28
Poliétileno celular	(Foam PE)	1.50
Poliétileno pelicular	(Foam-Skin PE)	1.60
Poliétileno con aire	(Air-Spaced PE)	1.40
Poliétileno retardante a la flama		2.60
Polipropileno sólido	(PR)	2.25
Polipropileno celular	(Foam PR)	1.50
Aire		1.00
Teflón		2.04 - 2.1
Hule de silicón		2.9 - 3.5

Tabla 3.3

El tipo de dieléctrico que se utiliza en un cable coaxial es de suma importancia, porque influirá en las características eléctricas del cable: impedancia características, la capacitancia coaxial, la velocidad de propagación y la atenuación.

Conductor externo: El conductor externo es generalmente una malla trenzada o espiralada de hilos conductores de cobre rojo o cobre estañado (esto con el fin de prevenir la oxidación del cobre y con ello se evita la corrosión lo que podría aumentar la resistencia eléctrica del conductor externo) y cuya forma de la malla es tubular. En algunas ocasiones el diseño del conductor externo puede variar por ejemplo: el cable coaxial lleva dos mallas en lugar de una, en otro diseño se utiliza una cinta metálica muy delgada debajo de la malla trenzada estañada, o puede

ser un conjunto de cintas metálicas laminadas corrugada o lisas unas sobre otras.

De manera más concreta existen los siguientes tipos de conductor externo (ver tabla 3.4):

Conductor externo	Cable coaxial
Malla trenzada de cobre rojo	RG
Doble malla trenzada de cobre rojo	RG
Cinta de poliéster con aluminio y malla trenzada de cobre estañado	CATV
Cintas laminadas de cobre, aluminio o acero, corrugadas o lisas	Heliac

Tabla 3.4

Los puntos más importantes para el diseño de un conductor externo son: la resistencia eléctrica, el porcentaje de cubrimiento, el blindaje, la flexibilidad y la resistencia a la tensión mecánica, etc.

Por lo general una malla típica tiene una cobertura física de entre el 80% a 95%. Pero en el caso de que exista mucha interferencia en la zona donde se coloca el cable coaxial se requiere de una protección mayor al 95%, para ello se tiene que colocar una segunda malla trenzada sobre la primera. Pero cuando se tienen beneficios en una aspecto se tienen desventajas en otros, en este caso se disminuye la interferencia pero también disminuye la flexibilidad del cable así

como la facilidad de conectarlo debido a que aumentaron sus dimensiones y el costo del cable.

Por otro lado si se utiliza una cinta de mylar con aluminio en una o ambas caras de la malla trenzada de cobre estañado, se obtiene un cubrimiento combinado del 100% debido a la cinta, una alta flexibilidad, precio más bajo, facilidad de conectarse, pero se generaría una menor resistencia a tensiones mecánicas que la que se obtendría con una malla trenzada doble.

Cubierta: El conductor interno, el dieléctrico y el conductor externo se encuentran confinados en una cubierta protectora plástica que tiene ciertas características (ver tabla 3.5). Como el material con el que esta constituido la cubierta no influye en las características generales de transmisión se puede formar de materiales que vayan más de acuerdo al lugar de instalación y las condiciones ambientales a las que se someterá el cable. El material (compuestos) de que esta formado la cubierta es generalmente de PVC (policloruro de vinilo), polietileno o vinil, el color de la cubierta depende si se encuentra en exteriores (color negro) y beige o marfil para interiores.

Características	PVC	Polietileno
Flexibilidad	Muy buena	Buena
Resistencia a intemperie	Excelente	Muy buena
Resistencia química	Muy buena	Muy buena
Resistencia a la abrasión	Buena	Excelente
Costo relativo	Muy bajo	Bajo

Tabla 3.5

En México se construyen dos tipos de cables coaxiales de acuerdo a dos normas diferentes: Cables tipo RG y cables tipo CATV.

Cables coaxiales tipo RG: Las siglas RG significan "Radio frequency Guide". Este tipo de cable se diseño originalmente bajo especificaciones del ejercito y gobierno de los EE.UU., con norma militar MIL-C-17.

Cables coaxiales tipo CATV: Las siglas CATV significan "Community Antenna TeleVision". Su diseño esta orientado para sistemas de transmisión de señales de TV. A este tipo de cable se le conoce también como "Cable TV", cuya especificación de fabricación es IEC 96.

En estos dos tipos de cable su construcción o componentes tienen ciertas variaciones pero en si el principio de fabricación es el mismo: Un conductor interno, un aislante, un segundo conductor y por ultimo una cubierta.

Características de transmisión: La particularidad del cable coaxial con respecto a dos conductores colocados paralelamente entre sí (ver la figura 3.6), es que los dos conductores del cable coaxial son cilindricos con un mismo eje longitudinal. Es debido a ello que mejoran considerablemente la eficiencia de transmisión de las señales así como su inmunidad al ruido.

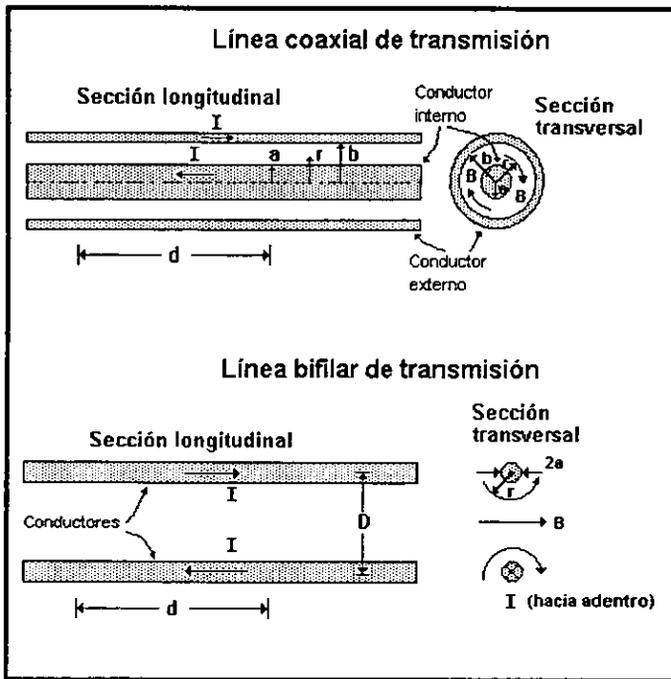


Figura 3.6

La anterior afirmación se encuentra bien fundamentada en la teoría electromagnética y que justifica la alta eficiencia del cable coaxial. Cuando se transmiten señales en una línea de transmisión (conductor) a muy altas frecuencias este se comporta como si fuera una antena transmisora o receptora, radiando señales al exterior o captando las señales que se encuentran a su alrededor. Esto es totalmente indeseable cuando se transmite una señal, por ejemplo si el conductor captara las demás señales que se encuentran a su alrededor las sumaría a la señal que estamos enviando lo que provocaría que se distorsionara la información, disminuyendo su potencia y alterándola haciéndola irreconocible. Por el contrario si el cable radiara la señal que se está transmitiendo

afectaría de la misma forma a los cables que se encuentren cerca.

La manera de reducir este efecto consiste en colocar otro conductor al lado del ya existente para que tenga efectos exactamente contrarios. Para que ocurra esto es necesario que el segundo cable funcione a la misma frecuencia y que tenga la misma longitud y que transporte una señal invertida (defasada 180° con respecto de la señal original). La corriente del primer cable va en sentido contrario de la corriente del segundo cable, el primer cable radiaría al exterior exactamente lo contrario del otro cable, dando por resultado que se cancelarían sus respectivas influencias. Pero sin embargo no se eliminan por completo las interferencias de las inducciones electromagnéticas. Para eliminar por completo las interferencias se diseñó un conductor dentro de otro conductor, el cable interno se encarga de llevar la señal que contiene la información y sería totalmente inmune al medio externo, y en el conductor exterior a la señal de retorno del sistema. Los dos conductores se complementan de radiaciones externas. Entre los dos conductores se encuentra un dieléctrico tubular, que además de separarlos, determina las características eléctricas de los dos conductores. Estos tres elementos se encuentran confinados por un material plástico que los protege del medio ambiente en el lugar de su instalación.

El objetivo del cable coaxial es y será el de transmitir señales a grandes distancias con las mínimas pérdidas posibles, para ello es de suma importancia sus características eléctricas como es su impedancia característica, la capacitancia coaxial, la velocidad de propagación y la atenuación.

Impedancia característica: La impedancia característica nos indica como se comporta un cable al conducir una corriente eléctrica en las diferentes frecuencias de transmisión. Y se define como la relación de voltaje y corriente incidente en cualquier punto del cable.

La característica importante del cable coaxial es que su impedancia no varía al aumentar o disminuir su longitud.

Con el fin de estandarizar el cable coaxial entre los diferentes fabricantes se estableció tres valores principales de impedancia 50, 75 y 93 Ohm, esto con el fin de asociar el equipo terminal con el cable para tener un acople correcto. Es de suma importancia que la impedancia característica del cable coaxial sea igual al del equipo que va a ir conectado para tener la mejor eficiencia posible. Por lo tanto antes de compra un cable coaxial se debe de conocer la impedancia característica del equipo.

La impedancia característica se obtiene de las siguientes ecuaciones:

Condición	Impedancia característica, Ohm (Ω)
Caso general.	$Z_o = \left[\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C} \right]^{1/2}$
Caso pérdidas pequeñas. Bajas frecuencias: $L = 0$, $C = 0$.	$Z_o = \frac{R}{G}$
Caso sin pérdidas. Altas frecuencias: $R = 0$, $G = 0$.	$Z_o = \frac{L}{C}$

donde:

Z_0 = impedancia característica.	Ohm.
R = Resistencia.	Ohm/m.
G = Conductancia.	Siemens/m.
L = Inductancia.	Henry/m.
C = Capacitancia.	Farad/m.
$\omega = 2\pi f$ = frecuencia angular	Radianes/s

La resistencia de un cable coaxial es la suma de las resistencias individuales de ambos conductores y es la causa principal de la pérdida de potencia del cable y su valor esta dado por la constante de resistividad del material entre el área transversal que conduce la corriente.

La conductancia representa la imperfección del dieléctrico para impedir el flujo de corriente.

La inductancia representa la oposición del cable a los cambios de la corriente y esta en función del diámetro interno y externo de los conductores.

La capacitancia representa la oposición a los cambios súbitos de voltaje en el dieléctrico y depende de las dimensiones de los conductores así como del material del aislamiento que los separa.

Estas cuatro características de los cables se obtienen a partir de las siguientes ecuaciones y se les conocen como parámetros distribuidos de la línea de transmisión y son el resultado del estudio de las leyes fundamentales del electromagnetismo, las ecuaciones son:

$$R = \rho / A = R_{int} + R_{ext} \quad (\text{Resistencia})$$

$$R = \left(\left[\rho \mu_r \mu_o f / \pi \right]^{1/2} \right) (1/d + 1/D) \quad \text{Ohm/metro}$$

$$G = 2\pi f C * (F.P.) \quad \text{Siemens/metro}$$

$$L = L_{int} + L_{ext} = (\mu_r \mu_o / 2\pi) \ln(D/d) \quad \text{(Inductancia)}$$

$$L = 0.4593 * 10^{-6} * \text{Log}_{10}(D/d) \quad \text{Henry/metro}$$

$$C = q/V = 2e_o e_r / \text{Log}_{10}(D/d) \quad \text{(Capacitancia)}$$

$$C = 24.127 * 10^{-12} e_r / \text{Log}_{10}(D/d) \quad \text{Faradios/metro}$$

donde:

f = frecuencia de la señal que se transmite.

D = diámetro del conductor externo (o del aislamiento).

d = diámetro del conductor interno.

p = constante de resistividad del material conductor

μ_o = constante de permeabilidad del aire = $4\pi * 10^{-7}$ H/m

μ_r = constante de permeabilidad del conductor.

e_o = constante de permitividad del aire = $8.85 * 10^{-12}$ F/m

e_r = constante dieléctrica del aislamiento.

FP = Factor de potencia del aislamiento.

Para la resistencia y conductancia en el caso del cable coaxial y a frecuencias normales de operación (arriba de 1 megaHertz) no son factores determinantes en la impedancia característica. Por lo tanto la ecuación de la impedancia característica de un cable coaxial transmitiendo a frecuencias normales de operación es:

$$Z_o = 138.2 * \text{Log}_{10}(D/d)/(e_r)^{1/2} \quad \text{Ohm}$$

donde:

Z_o = impedancia característica. Ohm

e_r = constante dieléctrica del aislamiento.

D = diámetro del aislamiento. mm.

d = diámetro del conductor interno. mm.

Capacitancia coaxial: La capacitancia se define como la capacidad de un sistema de conductores separados entre sí por un dieléctrico, para almacenar energía en forma de campo eléctrico cuando existe una diferencia de potencial entre dichos conductores. Para el caso de los cables coaxiales cuando hay una señal eléctrica circulando por el cable se establece una diferencia de potencial (voltaje) entre los dos conductores coaxiales y como los dos conductores están separados por un material dieléctrico parte de la energía que debería transmitirse por los conductores queda atrapada por dicho material lo que ocasiona pérdidas a lo largo del cable.

Como se menciona anteriormente una línea de transmisión coaxial consiste en dos conductores concéntricos, separados por un material dieléctrico, la corriente fluye a lo largo del conductor central, esta corriente establece un campo eléctrico. El flujo de densidad del campo eléctrico y la intensidad del campo eléctrico son determinados por la constante dieléctrica del material de aislamiento. El material dieléctrico, se polariza en uno de sus lados con cargas positivas y en el

lado opuesto con cargas negativas, de esta forma el dieléctrico actúa como un capacitor a todo lo largo de la línea, este factor establece una inductancia a lo largo de la línea y una serie de resistencias por unidad de longitud (ver figura 3.7).

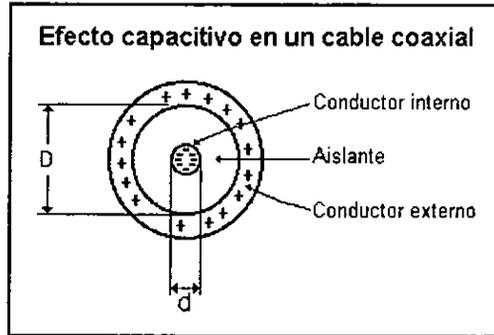


Figura 3.7.

La capacitancia de un cable se expresa en unidades llamada picofaradios por cada metro (pF/m) de cable. La capacitancia varía de 40 a 100 pF/m de un cable coaxial típico dependiendo del tipo de material del aislamiento.

La capacitancia de cualquier cable se obtiene al dividir la carga almacenada en el aislamiento entre el voltaje presente.

$$C = q/V \quad \text{Coulomb/Volt}$$

La capacitancia de un cable coaxial se determina a partir de las siguientes ecuaciones que son:

$$C = (24.127e_r) / \text{Log}_{10}(D/d) \quad \text{pF/m.}$$

$$C = (24.127e_r) / \text{Log}_{10}(D/d) \quad \text{pF/m.}$$

$$C = (7.354e_r) / \text{Log}_{10}(D/d) \quad \text{pF/ft.}$$

Donde:

C = capacitancia coaxial. pF/m

ϵ_0 = constante dieléctrica del aire = 8.84×10^{-12} F/m

ϵ_r = constante dieléctrica del aislamiento.

D = diámetro del aislamiento. mm

d = diámetro del conductor interno. mm

Atenuación: La atenuación se define como la pérdida de energía al transmitir una señal a lo largo de un cable. Esto se debe al hecho de que los electrones que componen dicha corriente chocan con los electrones propios del material conductor, debido a estos choques se produce calor que no es otra cosa que energía que se disipa hacia el exterior y que no se puede recuperar.

La atenuación de una línea de transmisión depende primordialmente de la frecuencia a la que se transmite la señal, del material del conductor, de la constante dieléctrica, de las dimensiones del cable y por supuesto de la longitud.

En general a la atenuación se denota por la letra griega alfa (α) y se mide en Nepers, pero para nuestro caso su valor se expresa en decibelios (**dB**) por unidad de longitud, ya que al aumentar la longitud se incrementará la atenuación del cable.

La atenuación se calcula a partir de la siguiente fórmula general:

$$\alpha = 10 \log_{10}(P_1/P_2) \quad \text{dB/100m}$$

P_1 = Potencia de entrada a 100m

P_2 = Potencia de salida

Para altas frecuencias la ecuación anterior se convierte en:

$$\alpha = 1/2[(R/Z_o) + (G/Z_o)] \quad \text{Neper/metro}$$

$$\alpha = 4.343[(R/Z_o) + (G/Z_o)] \quad \text{dB/metro}$$

Velocidad de propagación: La velocidad de propagación es aquella velocidad máxima con la cual se puede transmitir una señal en la línea de transmisión. Una señal que viaja en el espacio libre, tiene una velocidad de propagación igual a la velocidad de la luz.

En las líneas coaxiales de transmisión las capacitancias y las inductancias hacen que la velocidad de propagación sea más lenta a lo largo de la línea. La rapidez de la señal es representada en porcentaje de la velocidad del espacio libre. Esta cantidad es llamada velocidad relativa de propagación y está descrita por la siguiente ecuación.

$$V_p = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{m/s}$$

L = Inductancia en H/m

C = Capacitancia en F/m

$V_r = (V_p/c) \times 100$ por ciento

Donde:

V_p = Velocidad de propagación al espacio libre (3×10^8 m/s)

c = Velocidad de propagación como un porcentaje de la velocidad al espacio libre

Ventajas del cable coaxial:

Costo moderado.

Ancho de banda alto.

Interferencia baja.

Fiabilidad alta.

Fácil instalación.

Es un sistema muy económico de transmisión para distancias pequeñas.

Es de fácil diseño y configuración.

Los componentes existen al 100% en el mercado nacional.

Desventajas del cable coaxial:

Es susceptible al ruido eléctrico.

Necesita de amplificadores de señal a distancias relativamente largas.

Necesita ductos de enrutamiento y protección.

FIBRA ÓPTICA

Desde hace mucho tiempo el hombre a utilizado la luz como medio de comunicación, en un principio de una manera muy primitiva, reflejaban la luz con utensilios metálicos para mandar señales, también usaban el humo y el fuego para tal fin. Pero no fue sino hasta el año de 1880 que Alexander Graham Bell invento el fonógrafo, un aparato que comprueba que la luz puede ser utilizada para transportar la voz humana.

Con el transcurrir de los años el hombre a creado fuentes luminosas de mayor intensidad, que permitieron mandar mensajes codificados en clave Morse, pero no fue hasta la invención del rayo láser que nació la esperanza de mandar mensajes mucho mas lejos, ya que hasta ese momento existía la dificultad que presentaba el medio donde se realiza la propagación, que es en la atmósfera. Uno de los problemas que surgieron en este medio es que la atmósfera no es estable, una de esta perturbaciones en la absorción molecular, que consiste en que si la frecuencia de la onda es la misma que el de las vibraciones mecánicas de las moléculas, provoca que la luz choque contra una gas, y por lo tanto la luz es absorbida. Otra perturbación es la que provocan las partículas sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en el aire, provocando que la luz se propagara en todas direcciones, a este fenómeno se le conoce como difusión. Otro inconveniente es la turbulencia atmosférica, ya que el índice de refracción del aire varia cuando la temperatura del aire cambia, provocando que los rayos luminosos

se desvían. Debido a todas estas dificultades se busco otro medio de propagación.

Las primeras transmisiones ópticas tropezaron con los mismos problemas que las microondas, estas utilizaban guías de onda con atmósfera controlada para limitar la atenuación de las microondas, fue así como surgió la idea de controlar el medio de propagación de la luz, lo que dio origen a las guías de onda de luz, fue así como surgió la fibra óptica. La fibra óptica no es otra cosa que un cilindro de vidrio extremadamente puro y no absorbente.

Si la frecuencia de transmisión de una onda electromagnética es muy grande, mayor será la cantidad de información que se puede transmitir, por esta razón se utilizaron frecuencias superiores a las de microondas, en el área del infrarrojo y del espectro visible. La frecuencia promedio visible es del orden de 3×10^{14} Hz, como se puede apreciar existe un enorme potencial para transportar información, como el ancho de banda de un canal de televisión es de 6 MHz existe la posibilidad teórica de transmitir en una sola onda electromagnética la información de 50 millones de canales de televisión.

Con un cable de seis fibras se puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales, mientras que se requiere de 10,000 pares de cable de cobre convencional para brindar servicio a ese mismo número de usuarios, con la desventaja que este último medio ocupa un gran espacio en los ductos y requiere de grandes volúmenes de material, lo que también eleva los costos.

En 1884 el físico irlandés, John Tyndall mostró que la luz que se propaga en un medio de alto índice de refracción no puede penetrar en un medio de bajo índice de refracción, por lo tanto la luz queda confinada en el medio de más alto índice. A este principio se le conoce con el nombre de reflexión total interna y que viene siendo la base de la fibra óptica.

En 1927 el inglés J.L. Baird y el americano C.W. Hansell marcaron la posibilidad de transmitir imágenes utilizando fibras de silicio.

Una de las primeras aplicaciones de la fibra óptica fue en la medicina, se utilizaba para alumbrar lugares de difícil acceso, pero todavía la fibra presentaba algunos problemas. Pero gracias a los trabajos de A.C.S. van Hell y de N.S. Kapany que utilizaron una cubierta protectora de menor índice y haces de fibras, permitieron que esta tecnología tuviera un gran avance en la medicina.

Pero no fue sino hasta el año de 1966 que K.C. Kao y G.Z. Hockham consideraron la posibilidad de utilizar la fibra óptica como un canal de transmisión en las telecomunicaciones. Pero para lograr esto todavía se necesitaba mejora la tecnología de la fibra, así como de las fuentes de luz.

A principios de la década de 1960 se invento el láser que fue la primera fuente coherente de luz y con ello nació la esperanza de utilizar la luz para transportar información, pero debido a su gran tamaño el láser no podía ser utilizado en las telecomunicaciones con fibra óptica.

Con el nacimiento del láser y del semiconductor electroluminescente de pequeñas dimensiones permitió ver el futuro con optimismo, pero antes de 1970

todavía estas fuentes luminosas presentaban algunos inconvenientes, por ejemplo su vida era corta, además estaban hechas de arseniuro de galio, debido a esto su emisión era de $0.95 \mu\text{m}$ que es una longitud de onda en el que la fibra óptica es poco transparente. Una vez que se mejoró la tecnología de los semiconductores de arseniuro de galio y de aluminio y que emiten entre $0.8 \mu\text{m}$ y $0.9 \mu\text{m}$, con estas longitudes de onda la fibra óptica es transparente. Para 1979 la tecnología de estas fuentes se mejora a tal grado que su vida útil paso de unas cuantas horas a un millón de horas.

La fibra óptica experimento un progreso enorme durante este tiempo, un ejemplo de ello fue la reducción de la atenuación (ver tabla 3.6).

Longitud de fibra que corresponde a un 10% de atenuación	
1968	10 m
1969	100 m
1970	500 m
1980	50 000 m
1990	70 000 m

TABLA 3.6

Con la reducción de la atenuación y junto con fuentes de luz fiables fue como se dio origen a las telecomunicaciones con fibra óptica.

En su forma básica un sistema de telecomunicaciones con fibra óptica se compone de tres elementos figura 3.8:

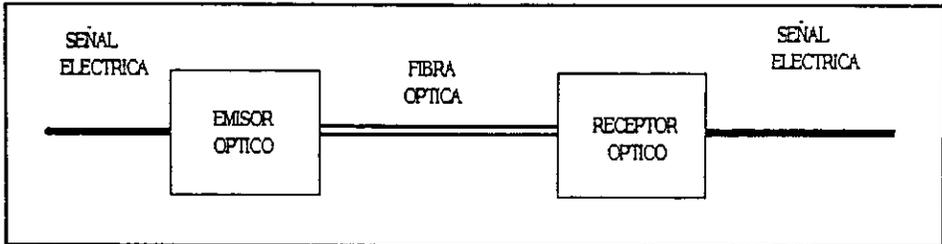


Figura 3.8.

Emisor óptico: cuya función es la de transformar la señal eléctrica en información en forma de luz.

Canal de transmisión: Es el transporte en el que va la información, que no es otra cosa que la fibra óptica.

Receptor óptico: Su función es la de transformar la información óptica en la señal eléctrica original.

Si la distancia de la transmisión es demasiado grande se deberán de utilizar repetidores, esto con el fin de amplificar la señal óptica. Un repetidor está formado por un receptor óptico y un emisor óptico.

El emisor óptico es la fuente de luz, que puede ser un diodo electroluminescente o un diodo láser.

El receptor óptico es el detector óptico, que está constituido por un fotodiodo o un fototransistor.

Tanto el emisor como el receptor óptico contienen conectores que permiten acoplar la fuente y el receptor de la luz a la fibra óptica. Además los conectores se utilizan para acoplar dos fibras entre sí.

ÓPTICA GEOMÉTRICA

La óptica es la parte de la física que estudia las propiedades de la luz. La propagación de la luz en la fibra óptica se analiza mediante las leyes de óptica geométrica. La luz se compone de ondas electromagnéticas que viajan en el vacío a una velocidad (v) del orden de 300000 km/s. Estas ondas transportan energía y se caracterizan por sus frecuencias de oscilación (f); además, puede determinarse otro parámetro: la longitud de onda (λ), que se define como la relación de la velocidad de propagación entre la frecuencia.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Cuando la longitud de onda se encuentra en el rango de 0.4 μm y 0.8 μm , las ondas electromagnéticas tienen la particularidad de excitar al ojo humano, a tal fenómeno se le conoce como luz.

Si sólo tomamos en cuenta las trayectorias seguidas de la luz (los rayos) sin tomar en cuenta la fuente física que origina la onda electromagnética, entonces dicho análisis pertenece al campo de la óptica geométrica.

REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ

La luz puede sufrir una desviación en su dirección inicial cuando se transmite, se refleja o refracta en la superficie de separación de dos medios diferentes (aire, vidrio, plástico, etc.).

Las principales propiedades de la reflexión y de la refracción son las siguientes:

LEYES DE LA REFLEXIÓN

Si la luz incide sobre una superficie (espejo) el ángulo de reflexión θ_r , es igual al ángulo de incidencia θ_i (figura 3.9). Los ángulos se midieron con respecto a la perpendicular a la superficie reflectora (AN), en el punto de incidencia A. Esta recta se llama la normal a la superficie en el punto A.

El rayo incidente R_i , el rayo reflejado R_r , y la normal AN pertenecen a un mismo plano llamado plano de incidencia.

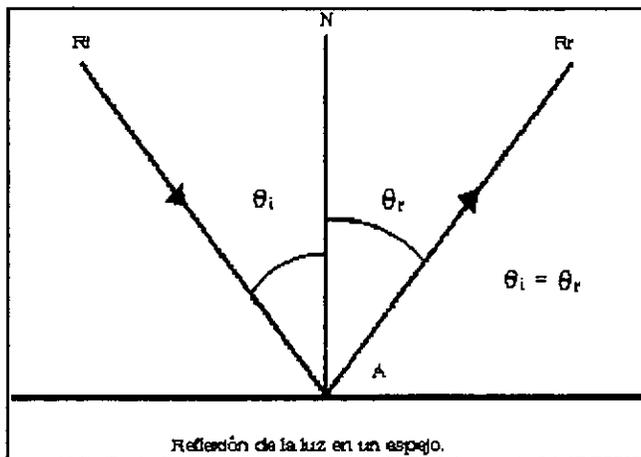


Figura 3.9

LEYES DE LA REFRACCIÓN

En un medio dieléctrico la luz alcanza una velocidad menor en comparación con la velocidad que alcanza en el vacío. La relación entre la velocidad de la luz en el vacío (c) y la velocidad en el dieléctrico (v) se le llama *índice de refracción del dieléctrico* (n). Se tiene entonces:

$$\frac{c}{v} = n \quad \text{donde } n > 1$$

La luz se refracta (se desvía) cuando atraviesa la línea de dos diferentes medios dieléctricos (fig. 3.10) y cuyos índices son n_1 y n_2 de tal forma que:

El haz incidente R_1 , el rayo refractado R_2 y la normal AN están en un mismo plano llamado plano de incidencia.

La relación entre el seno del ángulo de incidencia θ_1 y el seno del ángulo de refracción θ_2 es constante y se define por:

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$$

La cual se conoce como ley de Snell.

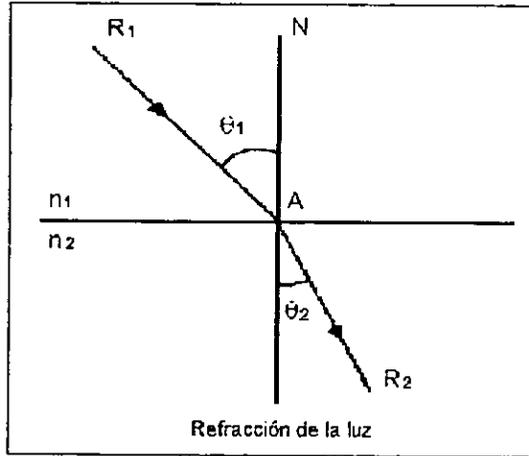


Figura 3.10.

CONSECUENCIAS DE LAS LEYES DE REFRACCIÓN

Primer caso: cuando $n_1 < n_2$ (ver figura 3.11).

La luz pasa de un medio a otro que tiene un índice mayor (por ejemplo del aire al vidrio).

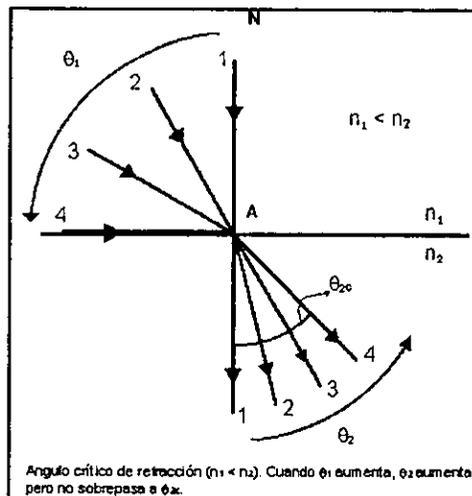


Figura 3.11.

Se tiene:

$$\text{sen}\theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \text{sen}\theta_1$$

En este caso existe un valor máximo del ángulo de refracción θ_{2c} valor que

corresponde a: $\text{sen}\theta_1 = 1$ ($\theta_1 = 90^\circ$)

$$\theta_{2c} = \arcsen\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$$

donde θ_{2c} se conoce como el *ángulo crítico de refracción*.

Segundo caso: $n_1 > n_2$ (ver figura 3.12).

La luz pasa de un medio a otro que tiene un índice menor (por ejemplo del vidrio al aire).

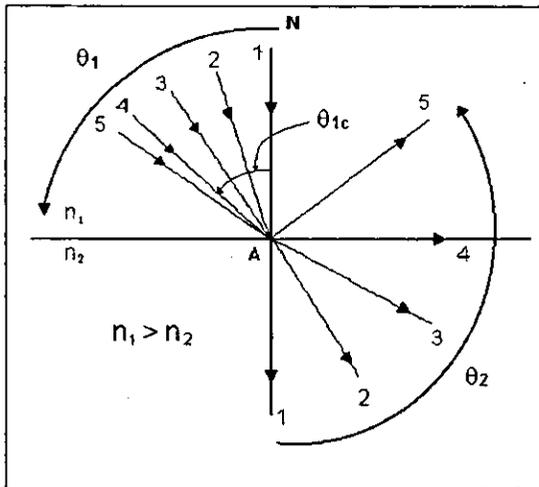


Figura 3.12.

$$\text{sen } \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \text{sen } \theta_1$$

Como la función *seno* no puede ser mayor que uno y la relación n_1/n_2 sí lo es, entonces $\text{sen } \theta_1$ tiene como límite superior a $\text{sen } \theta_{1c}$

$$1 = \frac{n_1}{n_2} \text{sen } \theta_{1c}$$

$$\theta_{1c} = \text{arcsen} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

Si $\theta_1 > \theta_{1c}$, la luz ya no se refracta, por el contrario, se refleja totalmente en el medio original cuyo índice es n_1 . θ_{1c} se conoce como ángulo crítico o ángulo mínimo de reflexión total interna. Se tendrá entonces una reflexión total interna, si la luz alcanza la interfaz ($n_1 > n_2$) con un ángulo superior al ángulo crítico.

Estas nociones básicas de la refracción y la reflexión interna total van a ser de gran ayuda para comprender la forma en que la luz puede propagarse en un fibra óptica.

Supongamos que se tiene una fibra de vidrio y cuya pared externa se encuentra cubierta con una capa metálica, entonces la luz experimenta una serie de reflexiones por dicha capa, pero existe un inconveniente, la luz se va perdiendo debido a la absorción que tiene la capa metálica y al cabo de unas decenas de reflexiones prácticamente a desaparecido la luz.

Pero existe otra forma de confinar la luz, y es utilizando el aire en lugar de la capa metálica. Cuando la luz alcanza la interfaz vidrio-aire con un ángulo mayor de 41.8° la propagación se hace sin ninguna pérdida, por lo tanto no hay ninguna atenuación a todo esto se le conoce como reflexión total interna y que es la única forma con la que se cuenta para transmisiones a larga distancia (ver figura 3.13).

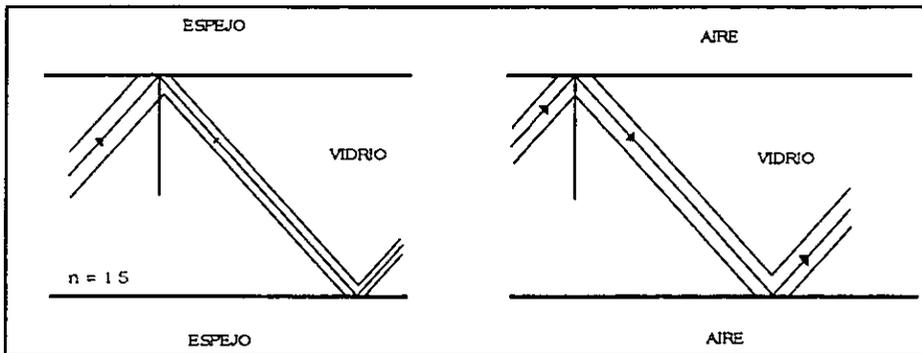


Figura 3.13.

CAMPOS DE APLICACIÓN

- Telefonía
- Televisión
- Informática
- Instrumentación
- Militar

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS EN FIBRA ÓPTICA.

- La velocidad de transmisión más rápida, ya sea en datos, voz o vídeo.
- El más bajo porcentaje de error de transmisión.
- Total inmunidad a interferencia de electromagnética o de radio frecuencia.
- Resistencia a la corrosión, fuego y químicos.
- Extremadamente pequeño en peso y tamaño.
- Las ventajas que ofrece la fibra óptica, autofinancian su costo en comparación de las otras posibilidades (cuando el servicio se cobra).

VENTAJA DE LA FIBRA ÓPTICA SON:

- Baja atenuación

Debido a la baja atenuación que alcanzado la fibra óptica se pueden instalar tramos de hasta 70 Km sin tener que recurrir a repetidoras cada dos kilómetros para regenerar la transmisión, lo que lo hace más económico y de fácil mantenimiento.

- Aislamiento eléctrico

La fibra óptica se fabrica de un materia aislante como es el vidrio o plástico, gracias a estos materiales la transmisión no sufre ninguna perturbación electromagnética, además las fibras no sufren centelleos o cortocircuitos.

- **Peso y dimensiones**

Un cable de fibra óptica es por lo menos diez veces más ligero y compacto que un cable coaxial, debido a estas características es ideal para la instalación en aviones, barcos y cualquier lugar donde exista espacio limitado.

- **Gran banda de paso**

Debido a su gran capacidad de banda pasante permite reemplazar varios canales de transmisión.

DESVENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA:

- Se necesita una fuerte inversión.
- El tiempo de instalación es más largo que el de una antena satelital.
- Su mantenimiento no es fácil.
- Optima para comunicar a un solo punto, pero no a varios, debido a lo costoso que sería conectar a todos lugares.

3.3 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA

Con el análisis que se hizo sobre las distintas maneras de transmisión de televisión por los distintos medios, podemos considerar las alternativas que existen en el mercado con lo que se puede seleccionar la forma adecuada con el anterior levantamiento, la que más se adapte a nuestras necesidades en este ámbito.

Por último, lo que nos falta considerar para el enlace entre ambos edificios por televisión, es las distancias, a las que se recomiendan los medios de transmisión, por lo que a continuación daremos esta información de acuerdo para la transmisión de televisión.

Distancias cortas (menos de 1.5 Km)

Par trenzado

Cable Coaxial

Fibra Óptica

Distancias medias (de 1.5 Km a 750 Km)

Cable coaxial

Fibra óptica

RF (Aéreo)

Microondas

Distancias largas (mayores de 750 Km)

RF

Microondas

Fibra óptica

De acuerdo a la anterior clasificación, es necesario conocer las condiciones con las que se cuentan sobre todo la distancia que es menor a 1.5 Km. considerando entonces a la primera opción, esta menciona tres medios como los adecuados a usar y todos son para el cable descartando el aéreo.

A hora es necesario tomar en cuenta los cables que se recomiendan para la transmisión de televisión y descartar los restantes.

Par trenzado: Para el caso de televisión no se recomienda para distancias mayores a 30 mts. ya que después de esta requiere de el uso de amplificadores, lo que a la distancia de 1 Km. tendría demasiadas perdidas por ruido.

Cable Coaxial: La señal que genera el equipo con que se cuenta, se conecta directamente a este medio, de acuerdo al modo de transmisión, nos permite tener más de una señal en modo de RF en un solo cable, sólo se requiere de la instalación adecuada del cable para hacer posible la interconexión, y considerando las condiciones futuras de la transmisión de televisión por cable, decimos que este medio es factible para cumplir adecuadamente nuestro objetivo.

Fibra óptica: El equipo con que se cuenta, tiene una salida analógica y electromagnética, por lo que sería necesario convertir, por lo menos, la señal analógica a luz, para poder transmitirla por la fibra, no permite más de una sola señal en un mismo tiempo, esta se recomienda sobre todo para la transmisión de datos en forma digital, para el caso de la televisión es necesario tener primeramente un transmisor infrarrojo que convierta la señal electromagnética a luz, para el caso bidireccional por infrarrojo es necesario tener dos líneas de fibra independientes, además la mayoría de las compañías que se dedican a la distribución de equipo para este medio, lo que ofrecen es la videoconferencia por lo que en nuestro caso no es útil ya que es un concepto totalmente diferente, por esto no consideramos a este medio como el adecuado para la instalación de nuestro sistema.

De acuerdo al análisis anteriormente realizado en el que se pudo observar las características, las ventajas y desventajas de los diferentes medios que se usan para la transmisión de televisión y por último las recomendaciones de acuerdo a la distancia, concluimos que el medio más adecuado para satisfacer los objetivos de nuestro enlace, es el cable coaxial.

Capítulo 4

DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN

4.1 CONEXIÓN DEL SISTEMA

De acuerdo al análisis elaborado en el capítulo anterior, el equipo con que se cuenta tiene que ser colocado y conectado adecuadamente para la transmisión de televisión entre ambos edificios, es indispensable entonces tener un área adecuada para este fin.

La transmisión entre edificios que se selecciono se conoce como televisión por cable (CATV), más específicamente el denominado como superenlace, este tipo de sistemas cuenta con un punto de partida de la señal, al que se le denomina terminal central o sección de cabecera (Head End), es necesario conocer la longitud que recorrerá la señal, esto para determinar los componentes adicionales que se requerirán así como el número de amplificadores de enlace necesarios.

Primeramente analizaremos la conexión de la sección de cabecera a la que se le ha llamado Area de Control de Señal (ACS). Conforme a las instalaciones con que cuenta la Universidad y la Facultad la conexión general quedaría de acuerdo a la siguiente figura 4.1.

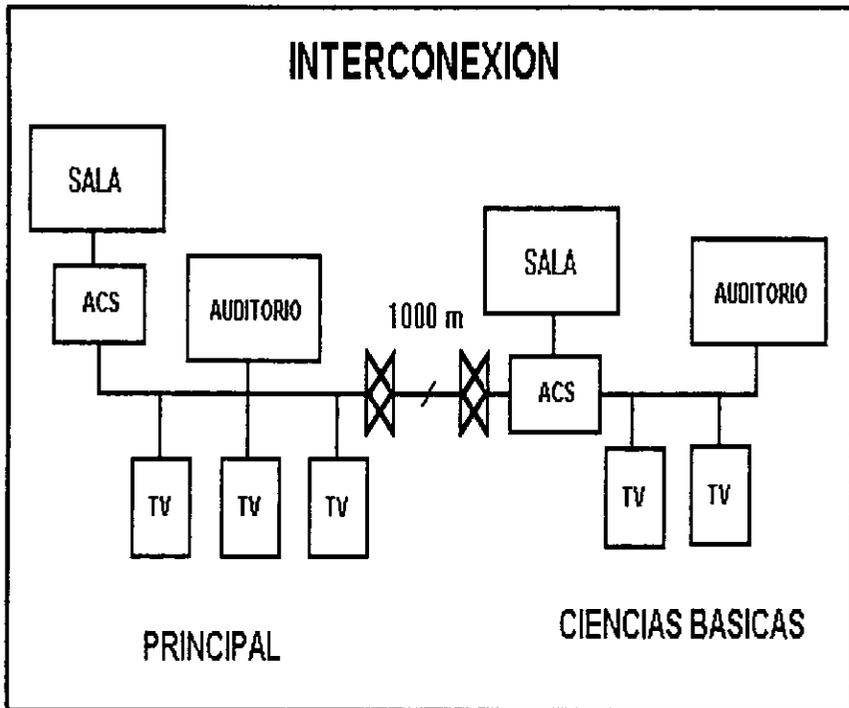


Figura 4.1.

El ACS es donde se encuentra el transmisor interno y el de enlace entre los dos edificios, el equipo con que se cuenta debe estar debidamente instalado en esta área, la conexión entonces del equipo para RF quedaría de acuerdo a la figura 4.2.

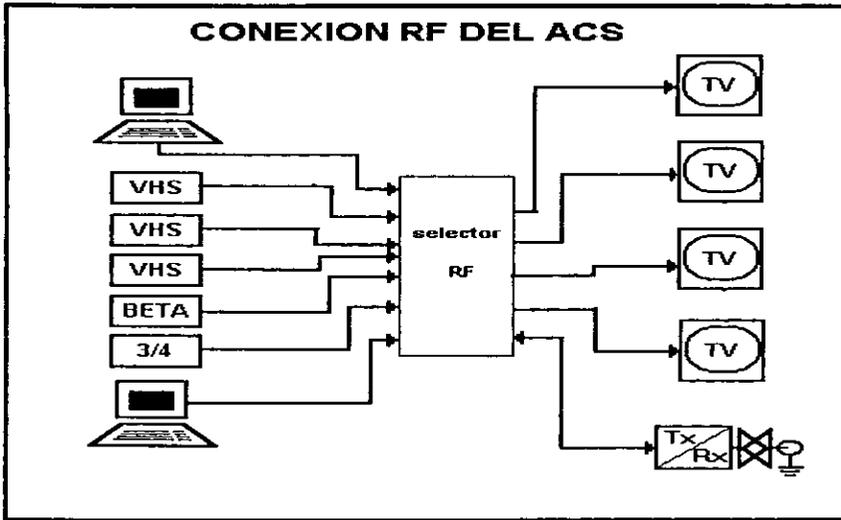


Figura 4.2.

El área requiere el manejo de señales en RF, la empresa Zenith Radio Corporation, maneja un circuito conmutador para RF con diodos, el cual sirve para nuestro objetivo, el diagrama del circuito se muestra en la figura 4.3.

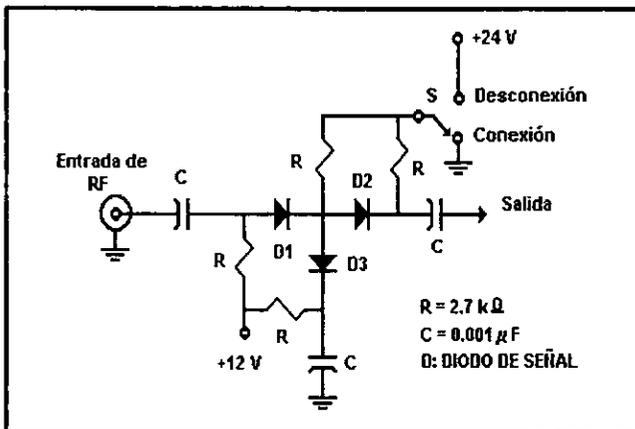


Figura 4.3.

El circuito anterior es un interruptor de señales en RF, es controlado por una diferencia de potencial entre los diodos, es necesario hacerlo de esta forma debido a que la señal en la frecuencia que esta trabajando no se interrumpe con una desconexión simple.

Es necesario hacer también una conexión en banda base en el ACS, por lo que a continuación la figura 4.4 muestra dicha conexión.

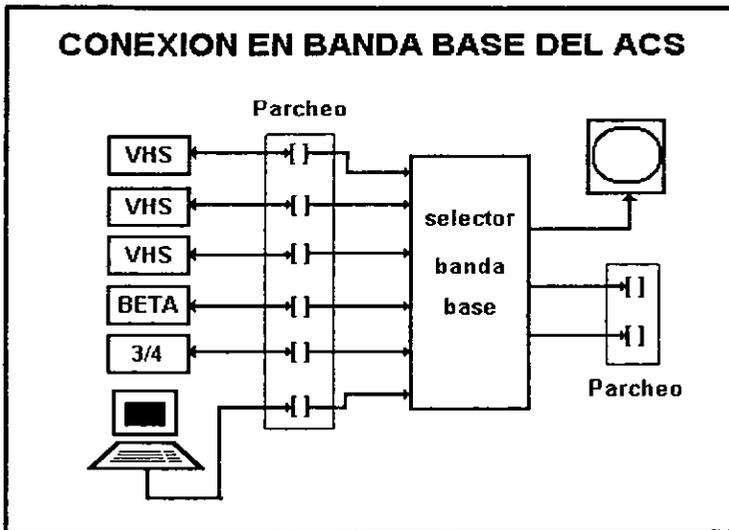


Figura 4.4.

Al igual que en el selector de RF, en este caso se diseñó, dada la frecuencia que se usa el circuito integrado fabricado con tecnología MOS que permite una conmutación de hasta 16 posibilidades, controlado por 4 bits, el

circuito es el 4067 que es un multiplexor / demultiplexor analógico controlado digitalmente (ver apéndice A).

De acuerdo a las características del circuito, por medio de un contador BCD se puede controlar la entrada deseada al 4067, con esto es posible diseñar el controlador de señales de banda base colocando en cascada varios circuitos, esto es por que la señal en banda base son dos, audio y video, además el audio puede ser estéreo lo que hace una nueva división, por lo que se necesitaría controlar tres señales, el 4067 solo maneja una salida por lo que para en el caso estéreo se necesitarían tres de estos, que se conectarían en cascada controlados por un solo contador. El circuito se diseñó para diez entradas.

El circuito de el selector quedaría de acuerdo al siguiente diagrama figura 4.5.

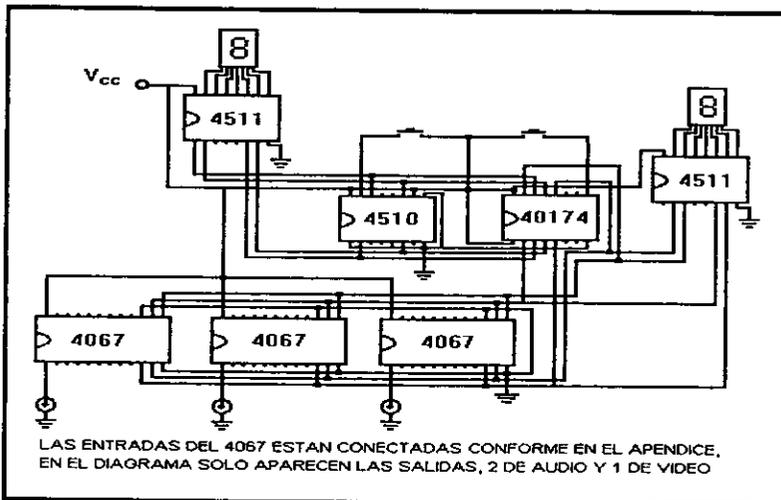


Figura 4.5

4.2 DISEÑO DEL ACS

El equipo como ya se menciona, debe colocarse de tal forma que facilite su manejo para la transmisión de televisión a los diferentes propuestos.

El mobiliario debe ser el adecuado para la colocación del equipo y además tiene que estar en función con las instalaciones ya asignadas, el diseño del mobiliario es necesario para la optima funcionalidad del sistema.

Manejar señales de Banda Base y RF es indispensable, esto es por que se requiere hacer interconexiones con el equipo, por lo que deben tener las entradas y salidas disponibles de todo momento, entonces se necesita el apoyo de una tira conocida como de "parcheo" (como se observa en la figura 4.4), estas tiras no son de uso común y los proveedores las piden al extranjero, por lo que si no se tienen de acuerdo al equipo con que se cuenta habría la necesidad de hacer otras conversiones, que para el caso es más apropiado analizar el funcionamiento y diseñar la adecuada.

DISEÑO DEL MOBILIARIO

El mobiliario debe tener la capacidad de soportar todo el equipo que se requiera y además los cambios futuros de la televisión. Existen muebles fabricados por compañías que se dedican a equipo de vídeo, estos están hechos a los estándares de su marca y los hacen de una sola pieza.

El tener un mueble de este tipo nos restringiría a la utilización de equipo con las características que se ajusten al mueble, teniendo que desechar lo restante, por lo que no es conveniente.

El mueble debe adecuarse al equipo con que se cuenta, por lo que es necesario recurrir al diseño. El diseño se basa en el equipo que existe, los monitores principales se colocan en la parte superior y todos al mismo nivel, el equipo restante se coloca por debajo de estos, la conexión se hace de tal forma que llegue toda a una consola, esta se encarga de controlar las señales que salen de cada una de las videocaseteras hacia donde se desee.

Un mueble de una sola pieza sería inadecuado para estos tiempos de cambios constantes, por lo que se recomienda que sea modular de forma en que pueda adecuar a los cambios futuros.

Para el diseño es indispensable considerar las dimensiones donde se colocara el sistema y las del equipo que se utilizará, los espacios ya se conocen son el salón L-17 del edificio principal y el salón 130 anexo del edificio de la División de Ciencias Básicas.

Los muebles serán modulares siendo similares para ambas áreas modificándose de acuerdo a las necesidades, se propone un mueble de la siguiente forma, figura 4.6.

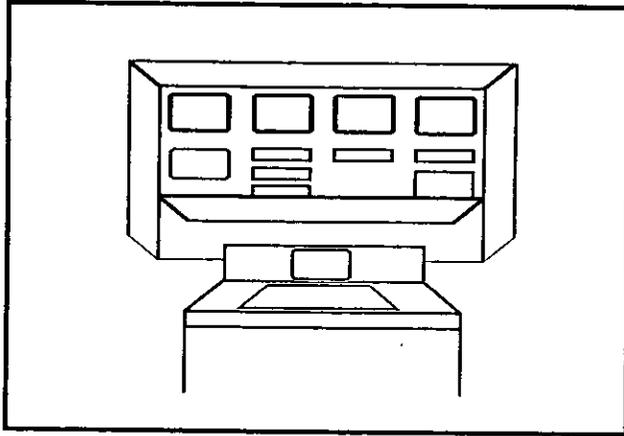


Figura 4.6.

La distribución del equipo como se puede observar, permite el manejo adecuado de este además de la interconexión entre estos, el control se colocaría un tanto separado, en el caso de tener el espacio suficiente, que hace más cómodo la visualización de los monitores. El distribuir el equipo de esta manera, es lo más adecuado para tener el sistema en optimo funcionamiento.

Cada modulo constará de un televisor que será colocado en la parte alta, teniendo que se puede elaborar un modulo con anaqueles movibles, que de acuerdo al diseño será convertible a las necesidades que se requieran. Es necesario tener las dimensiones de los diferentes equipos que se tienen.

Televisión 21"	63 x 18 x 50 cm
videocasetera beta	43 x 10 x 37 cm
videocasetera vhs	43 x 10 x 37 cm
videocasetera 3/4"	44 x 24 x 32 cm

monitor 14"	33 x 28 x 32 cm
cpu atari	48 x 7 x 29 cm

El elemento de mayores dimensiones es la televisión, por lo que el equipo restante cabe fácilmente en estas dimensiones, entonces se toma como referencia la medida del televisor y se hacen los anaqueles móviles, de tal forma que al retirar uno se acomode otro equipo de mayores dimensiones.

El que presenta las menores dimensiones es la videocasetera vhs, por lo que el anaquel menor corresponderá a este tamaño, debe dejarse un espacio para el manejo en la colocación y cableado de equipo, la barra central tiene las dimensiones adecuadas para trabajar cómodamente sentado.

El modulo consiste en una torre que contemple estas características, la figura 4.7. muestra la forma en que queda el modulo de acuerdo a todo lo anterior.

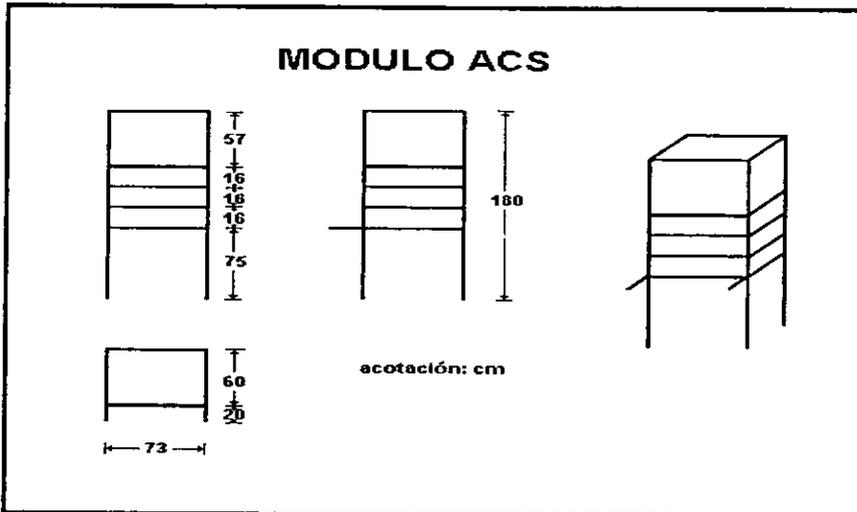


Figura 4.7.

El diseño anterior es aplicable a las instalaciones de la División de Ciencias Básicas. El total de módulos es de cuatro por cada sistema, ya que es lo mínimo indispensable que se requiere.

La consola de control es diferente para cada edificio esto por el espacio con que se cuenta, para el edificio Principal puede estar separada del panel, mientras que la del edificio de la División de Ciencias Básicas estará pegado de forma que se vislumbren adecuadamente los televisores.

La consola estará sostenida por una mesa, donde se concentre todo el cableado, y además un monitor, donde se visualicen todas las señales de las diferentes videocaseteras y computadora.

La mesa puede ser adaptada de una ya existentes, la transformación se hace de acuerdo al diseño que se propone a continuación figura 4.8.

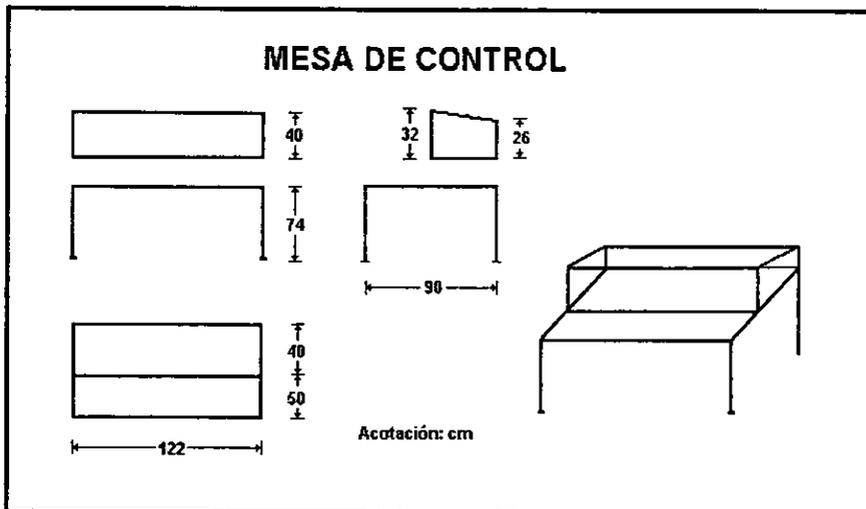


Figura 4.8.

La transformación es diferente para cada sistema como ya se dijo, el mueble de la figura 4.8 es para el edificio Principal, para el edificio de Ciencias Básicas no es necesaria la transformación de la mesa.

La conexión del equipo y consola de control es igual para ambos edificios.

DISEÑO DE LA "TIRA DE PARCHEO"

La "tira de parcheo" consiste en tener todas las entradas y salidas de los equipos, en el frente lo que hace más fácil la interconexión entre los diferentes aparatos conectados a esta.

El principio de funcionamiento es muy sencillo pudiéndolo describir como, cambio de conector de diferente forma pero con las mismas entradas. Las videocaseteras en general sus conexiones son por medio de conectores RCA, se tienen cables con estos conectores por lo que la conexión a la tira será por medio de estos, requiriéndose entonces tales conectores para la tira de parcheo, al frente de la tira se requiere de un conector con mayor resistencia, para lo cual se recomiendan los conocidos como Jack, de estos hay dos tamaños, el mayor se usa para vídeo y el menor para audio.

Una vez colocado el equipo de forma adecuada con los aditamentos aquí propuestos se procede a la conexión vista anteriormente.

Lo que nos resta es el diseño del enlace entre ambos edificios, a continuación se procede a realizarlo.

4.3 DISEÑO DE ENLACE

La forma que se selecciono, como ya se menciona, es la conocida como superenlace, de acuerdo a esto es necesario entonces realizar un tendido de cable coaxial, la ruta de paso del cable debe seleccionarse de acuerdo a las normas universitarias.

La instalación se propone de la siguiente manera, la conexión actual en el edificio Principal llega hasta la parte trasera del auditorio, de este punto partirá el cable hacia los ductos a cargo de la Dirección de Telecomunicaciones de la UNAM, para esta parte primero se hará una guía por medio de tubo PVC hasta la entrada de los ductos subterráneos esto es para la protección del cable que se encuentra a la intemperie, una vez que se localiza el cable en la entrada de los ductos subterráneos, es necesario seguir las recomendaciones de la Dirección de Telecomunicaciones, las cuales consisten en hacer uso de un ducto parcialmente ocupado y proteger al cable contra corriente, por lo que se tiene que introducir primeramente la protección, esta es de poliducto, que además sirve como guía del cable, los registros de la tubería se encuentran espaciados a una distancia de aproximadamente 15 mts., que de acuerdo a las dimensiones del cable no se requiere el uso de un malacate para introducir al cable en todo el recorrido. El cable sigue la ruta propuesta y llega por el sótano del edificio de las coordinaciones de la División de Ciencias Básicas hasta debajo del salón anexo 130, permitiendo la conexión de ambos edificios ver figura 4.9.

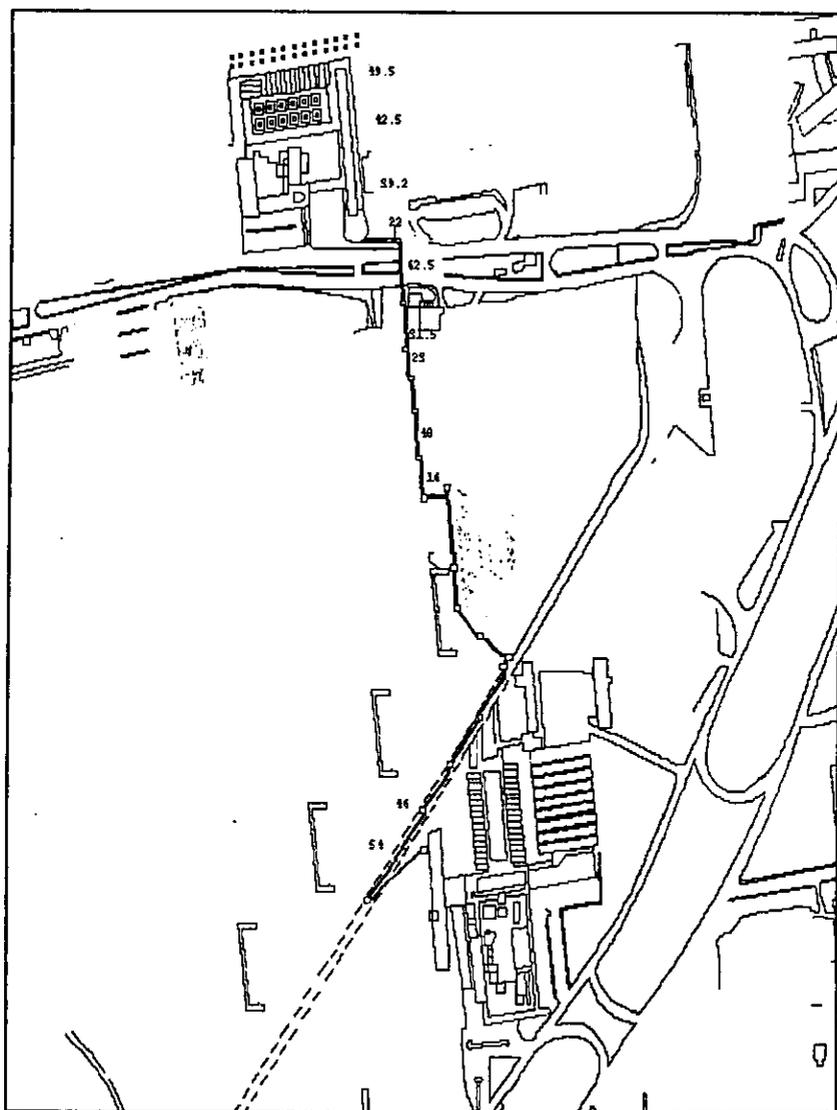


Figura 4.9.

La distancia aproximada por esta ruta es de 980 mts., se requieren de transmisores de televisión de baja frecuencia y los receptores correspondientes,

estos transmisores funcionan igual que los comunes para la televisión, pero a una frecuencia portadora menor que las que se usan normalmente, como se vio anteriormente. Este tipo de transmisor es necesario mandarlo hacer o bien puede recurrirse al diseño el cual sale del alcance de esta tesis.

La transmisión de televisión hacia el otro edificio es en baja frecuencia llegando a el ACS que demodula la señal y la transmite en el interior del edificio, funcionando como una estación repetidora.

El sistema consiste en colocar una serie de amplificadores a lo largo del cable, con el objeto de dar a la señal la ganancia necesaria, para que esta pueda ser recuperada por el receptor en forma adecuada, los amplificadores de banda ancha, manejan la potencia en dBm's, lo cual es una norma para las señales por cable establecida por la FCC.

$$\text{dBm} = 10 \log P_i / P_o$$

$P_o = 0.01 \text{ W}$: Potencia de salida estandarizada

La implementación de este sistema se hace de la siguiente manera. Primero deben considerarse los datos pertinentes, que nos permitan tener los diferentes componentes que conforman al sistema, estos datos son:

- La frecuencia de transmisión
- Las perdidas del cable
- La distancia total

- La ganancia del amplificador

Con estos datos se calculan el número de amplificadores y la distancia a la que se colocarán estos.

El cable coaxial se elige de acuerdo a las normas que da el fabricante. En México se fabrican básicamente dos tipos de cable coaxial para T.V., como ya se menciono anteriormente y que son el RG y CATV.

Básicamente ambos tipos ofrecen las mismas ventajas de transmisión, por lo que puede elegirse cualquiera de los dos. La característica que debe cumplirse con respecto a este, es que debe ser de 75 ohms. ya que el equipo con que se cuenta, maneja esta impedancia a la entrada.

El fabricante nos ofrece una tabla de atenuación en decibeles por cada 100 mts. con respecto a la frecuencia. Actualmente el sistema de cada edificio esta conectado a través de cable coaxial RG 59, la tabla 4.1 muestra las perdidas que se tienen para los distintos tipos de cable coaxial que existen en el mercado.

Atenuación en dB/ 100 m. para diferentes frecuencias

Tipode cable coaxial	10 MHz	30 MHz	100 MHz	150 MHz	200 MHz
RG-6A/U	2.55	4.49	8.44	10.49	12.26
RG-11 A/U	1.62	2.87	5.49	6.87	8.08
RG-59 B/U	3.17	5.57	10.41	12.90	15.05
CATV-6	1.94	3.38	6.27	7.74	9.00
CATV-11	1.21	2.12	3.97	4.92	5.74
CATV-59	2.50	4.37	8.07	9.95	11.55
Twinaxial	1.95	3.46	6.56	8.18	9.60
Cvideo	2.29	4.04	7.63	9.50	11.11

Tabla 4.1

Es importante recordar nuevamente lo que se vio en el capítulo 2 , lo referente al repaso de la Transmisión de Televisión, en este se ve las características que debe tener la señal en la recepción, lo que es muy importante ya que de lo contrario se perdería la señal.

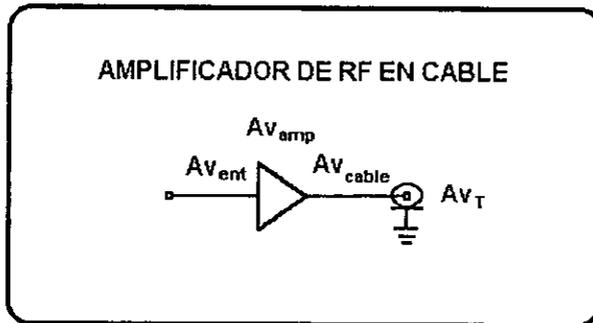


Figura 4.10

Con la distancia y los datos de la tabla 4.1, podemos obtener la ganancia que se requiere para que la señal llegue adecuadamente al otro extremo.

La ganancia que se requiere a la salida del cable para una buena recepción se calcula de la siguiente forma.

$$AV_T = AV_{ent} + AV_{amp} + AV_{cable} \dots\dots (4.1)$$

$AV_T = 14 \text{ dB}$ Es la ganancia total adecuada para tener una buena recepción

$AV_{ent} = 0$ Es la ganancia que tiene la señal a la entrada del amplificador

AV_{cable} Son las pérdidas del cable de acuerdo a la tabla 4.1

Con la ecuación 4.1 se determina la ganancia necesaria para lograr la transmisión en el cable

$$A_{VT} = A_{Vamp} - A_{Vcable}$$

$$A_{Vamp} = 14 \text{ dB} + A_{Vcable} \dots\dots(4.2)$$

Al sustituir los valores de la tabla 4.1 en la ecuación 4.2 se obtiene la tabla 4.2, que es la ganancia necesaria de amplificación de la señal, para los diferentes tipos de cable y a diferentes frecuencias para 1000 mts.

Ganancia del amplificador en dB/ 1000 m

Tipo de cable coaxial	10 MHz	30 MHz	100 MHz	150 MHz	200 MHz
RG-6 A/U	39.5	58.9	98.4	118.9	136.6
RG-11 A/U	30.2	42.7	68.9	82.7	94.8
RG-59 B/U	45.7	69.7	118.1	143.0	164.5
CATV-6	33.4	47.8	76.7	91.4	104.0
CATV-11	26.1	35.2	53.7	63.2	71.4
CATV-59	39.0	57.7	94.7	113.5	129.5
Twinaxial	33.5	48.6	79.6	95.8	110.0
CVideo	36.9	54.4	90.3	109.0	125.1

Tabla 4.2

De acuerdo con la tabla 4.2 anterior observamos que en la transmisión, las pérdidas están relacionadas con la frecuencia, por lo que se puede entonces transmitir de dos formas.

1.- Frecuencias altas

2.- Baja frecuencia

Primeramente seleccionamos las bandas de los canales 3 y 4 de televisión que son las que nos entregan las videocaseteras en forma directa, teniendo entonces una frecuencia máxima de trabajo de 72 Mhz.

Al edificio de la dirección le asignamos el canal 3 para la transmisión, y al edificio de Ciencias Básicas el canal 4, el televisor el que funciona como receptor, tiene estos dos canales contemplados.

Es necesario mencionar que hacer la transmisión de esta forma no es muy recomendable, por que los canales antes seleccionados están juntos, lo que en la practica es necesario tener un selector muy preciso para evitar la concatenación de canales.

Una vez seleccionada la frecuencia, se tiene otro dato importantes ya que también se conoce la distancia y las perdidas y la ganancia total de la señal para la línea, ahora seleccionaremos entonces la ganancia de los amplificadores denominada $AV_{amp L}$, que será de 30 dBm. Con estos datos calcularemos el número de amplificadores (N_{amp}) que requerimos para los diferentes tipo de cable.

$$N_{amp} = AV_{amp} / AV_{amp L} \dots\dots(4.3)$$

Sustituimos los valores de la tabla 4.2 para la frecuencia de 100 Mhz. en la ecuación 4.3. anterior, obteniendo los resultados de la tabla 4.3, para los diferentes tipos de cable.

Número de amplificadores para 100 Mhz/ 1000 mts.

Tipo de cable coaxial	30 dBm
RG-6 A/U	4
RG-11 A/U	3
RG-59 B/U	4
CATV-6	3
CATV-11	2
CATV-59	4
Twinaxial	3
CVideo	3

Tabla 4.3

Es necesario energizar los amplificadores, para lo cual existen dos posibilidades, una es tener una línea eléctrica en paralelo con el cable coaxial la cual se encargaría de alimentar al amplificador, o bien por el mismo cable coaxial es posible, mandar su corriente de alimentación del amplificador, cuidándose que el voltaje de alimentación sea diferente al voltaje pico de la señal con la finalidad de evitar interferencias.

ANÁLISIS DE TRANSMISIÓN A BAJA FRECUENCIA

La utilización de cable como medio de transmisión, nos permite transmitir señales a la frecuencia que deseemos dado que no se requiere de la concesión de la SCT para el uso del canal, esto da como ventaja, la utilización de bajas frecuencias.

Como se analizó anteriormente la potencia de transmisión la define la frecuencia, el tipo de cable y la distancia, la ganancia máxima de los amplificadores de señal recomendable es de 30 dBm, la frecuencia máxima

recomendada es de 30 Mhz, esto es por el ancho de banda que ocupan los canales de televisión de 6 Mhz, permitiéndonos transmitir hasta 5 canales

Esto se hace debido a que las pérdidas en el cable a frecuencias bajas, es menor, para hacer la transmisión de esta forma existen dos posibilidades:

- Por división y multiplicación de frecuencia
- Por modulación y demodulación de frecuencia

POR DIVISIÓN Y MULTIPLICACIÓN DE FRECUENCIA

Esta forma consiste en reducir la frecuencia de salida del transmisor por medio de un divisor de frecuencia, el cual baja la frecuencia, haciendo posible que la señal se propague a lo largo de la línea, con mayor facilidad, reduciendo el número de amplificadores en el trayecto.

Para recobrar la señal, es necesario colocar un multiplicador en el receptor, para aumentar la frecuencia a un nivel que sea captada por un televisor normal en los canales preestablecidos.

Si nuevamente seleccionamos los canales 3 ó 4 de televisión en la transmisión tenemos que la frecuencia máxima es de 72 Mhz. Si por medio de un divisor se baja la frecuencia a la mitad, tendríamos que la frecuencia en el cable sería de 36 Mhz, hacemos el cálculo del número de amplificadores con la ecuación 4.3, para una frecuencia de 30 Mhz, y 30 dBm de potencia, obteniendo los resultados de la tabla 4.4 para los diferentes tipos de cable.

FRECUENCIA DE 30 MHz

Tipo de cable coaxial	30 dBm
RG-6 A/U	2
RG-11 A/U	2
RG-59 B/U	3
CATV-6	2
CATV-11	2
CATV-59	2
Twinaxial	2
Cvideo	2

Tabla 4.4

A hora es necesario conocer la distancia a la cual serian colocados estos amplificadores, para lo que se hace el calculo correspondiente. Esto es con la potencia del amplificador que es de 30 dBm, se divide entre las ganancias de los diferentes cables de la tabla 4.2 y se multiplica por la distancia de 1000 mts., estos se colocan en la tabla 4.5.

FRECUENCIA DE 30 Mhz.

Tipo de cable coaxial	Distancia entre amplificadores m
RG-6 A/U	668
RG-11 A/U	1000
RG-59 B/U	538
CATV-6	887
CATV-11	1000
CATV-59	686
Twinaxial	867
Cvideo	742

Tabla 4.5

La tabla 4.5 determina la distancia a la que se colocarían los amplificadores, y además se puede determinar el tipo de cable recomendable para usar. Vemos que existen dos tipos de cables en los cuales se colocarían los amplificadores en cada extremo, este caso sería el mas recomendable ya que el recorrido en los ductos quedaría totalmente libre, y la alimentación de estos, estaría en la salida de cada transmisor sin tener que energizar el cable.

ANÁLISIS DE LA TRANSMISIÓN POR MODULACIÓN Y DEMODULACIÓN

Como ya menciono la señal en banda base puede ser modulada en frecuencia o amplitud, que de acuerdo al análisis es como se hace para la transmisión de televisión, la modulación se hace en el ancho de banda que esta reglamentado por la SCT.

Dado que el medio que utilizamos no requiere de la autorización de la SCT, podemos modular la señal a la frecuencia que deseemos, para nuestro caso como ya se mencionó es de 30 Mhz.

La modulación se hace en las normas convencionales de televisión, que son.

El audio en frecuencia de 2 Mhz. la imagen en amplitud de 4 Mhz, dándonos el ancho de banda del canal, es necesario que se haga igual en nuestro caso.

De acuerdo a lo anterior, es necesario entonces tener los moduladores y en consecuencia los demoduladores, que trabajen la frecuencia hasta 30 Mhz.

Se recomienda que los amplificadores tengan un filtro a la entrada y salida, con el objeto de hacerlos mas selectivos, para una mejor señal a la salida.

De el análisis anterior, se refuerza que los cables CATV 11 ó RG-11, son los más recomendable para el enlace. El cable RG-11 se encuentra por rollo en carretes de 500 mts, por lo que se requiere de un acople a lo largo de su recorrido, la importancia de considerar esto, es por que al utilizar cualquier tipo de conector se tiene una pérdida de 3 dBm, que de acuerdo al análisis hecho es bastante significativo para la transmisión en frecuencias de los 100 Mhz. y que por esto se concluye que es necesario trabajar en una frecuencia máxima de 30 Mhz.

La frecuencia optima, como ya se ha mencionado, para la transmisión es de 30 Mhz del sistema con cable RG-11. Esto es por que a esta frecuencia sólo se utilizarían 2 amplificadores de 30 dBm's, y estarían conectados a la entrada y salida del cable, sin requerir de intermedios.

Capítulo 5

APLICACIÓN

5.1 INSTALACIÓN DEL ACS

Primeramente se hace la instalación del ACS de acuerdo con el diseño desarrollado en el capítulo anterior, las estructuras deben ser resistentes y de bajo costo, para lo que se recomienda el conocido como ángulo de 90° de 1 pulgada, la rigidez de la estructura se da soldando todas las uniones. Los entrepaños se hacen de madera de un grosor de 1/2 pulgada, los acabados se hacen de materiales ligeros que cubran de polvo, se recomienda lamina de cartón forrada de papel tapiz.

La consola estará sostenida por una mesa, donde se coloca un monitor, donde se visualicen todas las señales de las diferentes videocaseteras y computadora.

La transformación para la mesa de control se hace con ángulo de 90° de 1/2 pulgada, y los acabados de madera de 3/16 pulgada, cubiertas con papel tapiz.

El ACS es la parte que se encargará de manejar el sistema en su totalidad.

CONSTRUCCIÓN DE LA "TIRA DE PARCHEO"

La "tira de parcheo" consiste en tener todas las entradas y salidas de los equipos, en el frente lo que hace más fácil la interconexión entre los diferentes aparatos conectados a ésta.

Estas tiras no se encuentran en el mercado nacional, pero los componentes de estas si por lo que el diseño es muy sencillo con todos los elementos que se requieren.

Placa de Aluminio

RCA para chasis

Jack 6.3 para chasis

Jack 3.5 para chasis

Cable para micrófono de 2 hilos No. 24

Dado que solo se hace el cambio de conector de RCA a Jack, el diseño no es más que la distribución de los conectores en la placa.

La placa se dobla en forma de caja con las dimensiones de la carátula de una videocasetera, y el ancho que permita la conexión y paso de los conectores fácilmente, la tira finalmente queda de acuerdo a la figura 5.1.

La conexión interna del ACS se hace con cable RCA y coaxial RG-59, la tira de parcheo se elaboran los cables con los conectores respectivos antes mencionados.

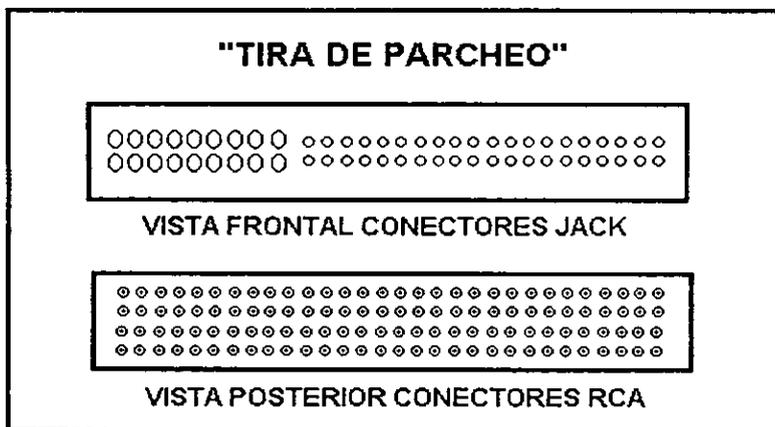


Figura 5.1.

5.2 RUTA DE ENLACE

La instalación del cable se hará de la siguiente manera, la conexión actual en el edificio Principal llega hasta la parte trasera del auditorio, de este punto partirá el cable hacia los ductos que están a cargo de la Dirección de Telecomunicaciones de la UNAM. Para esta parte primero se hará una guía por medio de tubo PVC hasta la entrada de los ductos subterráneos esto es para la protección del cable que se encuentra a la intemperie, una vez que se localiza el cable en la entrada de los ductos subterráneos, es necesario seguir las recomendaciones de la Dirección de Telecomunicaciones, las cuales consisten en hacer uso de un ducto parcialmente ocupado y proteger al cable contra corriente, por lo que se tiene que introducir primeramente la protección, ésta es de poliducto, que además sirve como guía del cable, los registros de la tubería se encuentran espaciados a una distancia de aproximadamente 15 metros, que de acuerdo a las dimensiones del cable no se requiere el uso de un malacate para introducir al cable en todo el recorrido. El cable sigue la ruta propuesta y llega por el sótano del edificio de las coordinaciones de la División de Ciencias Básicas, de ahí al salón anexo 130 permitiendo así la conexión de ambos edificios.

Se propone el diseño planteado donde sólo se requiere el uso de dos amplificadores, uno en cada extremo y a baja frecuencia que como se definió es el superenlace. Lo que nos resta es conocer el costo de instalación del sistema, tomando en cuenta el equipo que se tiene.

5.3 COSTOS DE INSTALACIÓN

El análisis del material que se requiere para el enlace ya se tiene y es, la instalación del cable, amplificadores de banda ancha de 30 dBm, transmisores y receptores.

INSTALACIÓN DEL CABLE

Para la instalación del cable ya se tiene un listado del material que se necesita faltando la respectiva cotización de cada uno.

MATERIAL

2 Rollos de cable coaxial RG-11

8 Conectores de alta calidad de RF

1 Cople de alta calidad para cable de RF

1000 m de poliducto de 3/4"

30 m de tubo PVC de 3/4 "

10 Coples de tubo PVC de 3/4 "

5 codos de 90 ° para tubo PVC de 3/4"

2 Derivadores de 1 vía 2 entradas

Acometida del cable por registro (15)

EQUIPO

2 Transmisores de 30 MHz.

2 Receptores de 30 MHz.

4 Amplificadores de banda ancha de 30 dBm.

CABLE COAXIAL

MATERIAL	COSTO/ PZA.	CANTIDAD	COSTO
Rollo RG-11	\$ 7, 328. 00	2	14, 656. 00
Conector RF de HQ	\$ 30. 00	8	240. 00
Cople RF de HQ	\$ 60. 00	1	60.00
Rollo de poliducto	\$ 90. 00	10	900. 00
Tubo de PVC de ¾ "	\$ 20. 00	10	200. 00
Cople tubo PVC de 3/4 "	\$ 5. 00	10	50. 00
Codo de 90° de PVC	\$ 5.00	5	25. 00
Derivador	\$ 60. 00	2	120. 00
Acometida	\$ 80. 00	15	1, 200. 00
	TOTAL		17, 451. 00

EQUIPO	COSTO/ PZA	CANTIDAD	COSTO
Amplificador de banda ancha	\$ 380. 00	4	\$ 1, 520. 00
Receptor de 30 MHz	\$ 980.00	2	\$ 1, 960. 00
Transmisor de 30 MHz	\$ 1, 360. 00	2	\$ 2, 720. 00
		TOTAL	\$ 6, 200. 00

El costo total del material es de \$ 23, 651. 00

Los amplificadores se consiguen en el mercado y los fabricantes de estos realizan los transmisores y receptores de acuerdo a las características que uno desee, bajo pedido.

Los costos se realizaron con precios netos hasta el mes de noviembre de 1998 para lo que en los próximos meses habría que agregar los incrementos pertinentes.

Capítulo 6

CONCLUSIONES

Es necesario hacer las conjeturas pertinentes que permitan saber la efectividad del sistema que se eligió, esto permite saber los alcances del sistema y sus fallas, el presente capítulo esta dedicado a esto.

La Facultad tiene un sistema de transmisión por cable, el cual no contaba con una instalación adecuada, fue necesario llevar a cabo entonces en una primera etapa, realizar un diseño que dejara debidamente instalado el equipo que se usa para la transmisión, y además debió considerar las tendencias futuras, en lo que respecta al equipo, para que este no quedara obsoleto.

El diseño que se llevo a cabo fue el óptimo debido a que se consideraron todos los elementos e instalaciones con que se cuenta y además los cambios futuros de la transmisión de televisión.

Es necesario hacer mención que gracias a la colaboración del personal que trabaja en la Facultad pudo realizase el mobiliario del ACS y que con su experiencia se hizo el diseño optimo requerido.

Falta la instalación para lograr el enlace entre ambos edificios, para lo cual se determino el superenlace como el más adecuado, éste sistema utiliza el cable

como medio de enlace entre dos puntos, y una frecuencia inferior a la de la transmisión aérea normal, con el fin de que la señal viaje a una mayor distancia con un menor número de repetidores (amplificadores) en el trayecto, de acuerdo a nuestro planteamiento se utilizarán dos amplificadores uno en cada extremo sin ningún intermedio, dejando libre el cable en todo su trayecto, cumpliendo con las recomendaciones de la Dirección General de Telecomunicaciones de la UNAM.

Los transmisores que se necesitan para el caso, el fabricante de amplificadores de banda ancha los diseñó de acuerdo a las características que se le piden, por lo que comercialmente no existen en el mercado, se dieron dichas características y se propuso la fabricación de uno, el análisis y diseño sale del alcance de la presente tesis.

La Dirección General de Telecomunicaciones de la UNAM dicta una serie de recomendaciones para la transmisión y uso de las instalaciones para señales electromagnéticas de comunicación dentro de Ciudad Universitaria, por lo que es necesario cumplir estas para lograr el enlace propuesto.

El sistema no se concluyó debido a que actualmente no se ha autorizado la instalación del cable, pero se logró conseguir la autorización de la utilización de los ductos para el paso de éste, en un futuro puede ser instalado el cable que el sistema que de acuerdo a las investigaciones ya realizadas, cubriendo las necesidades respectivas de por lo menos 20 años.

El sistema elegido, por sus características, es de lo más rentable para la transmisión de televisión, los sistemas por cable como se investigó y pudimos

comprobar, permitan más de una sola señal en el mismo, teniendo entonces que por este se puede transmitir y recibir al mismo tiempo, esto es de suma importancia dado que la bidireccionalidad es factible por estos sistemas.

El tener un enlace bidireccional permite la interacción entre ambos sistemas, por lo que se puede transmitir desde cualquier punto y distribuirlo al edificio que se desee.

Seria de suma importancia que en un futuro sé instalar el sistema, por la introducción de la televisión en la educación lo cual la Facultad no debe quedar al margen.

Existe un medio mejor al que se eligió pero este presenta demasiadas complicaciones, sobre todo en el equipo que se requiere para la transmisión, en el mercado solamente se localizo de un solo tipo conocido como de videoconferencia, esto es diferente a la televisión, determinando entonces que no sirve para nuestro fin, además el medio es recomendable para la transmisión de datos en forma digital, que para nuestro caso la señal es analógica.

La tendencia futura de la televisión es sobre todo en la forma de transmisión, que será digital pero todo esta dentro del ancho de banda actualmente ocupado, básicamente la transmisión se basa en convertir la señal en banda base a una codificación digital y posteriormente es transportada por otra señal portadora a mayor frecuencia, en esencia es lo mismo solo que de esta forma se tiene un ancho de banda mucho menor que la actual, lo que permite

tener un mayor espacio para la transmisión, lo importante es que el medio que se eligió tiene la capacidad para transportar la señal de esta forma.

Apéndice

Acuse.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
SECRETARÍA GENERAL
OFICIO: FING/SGZ610/98

ASUNTO: Solicitud de autorización
para el uso de ductos.

DR. ALEJANDRO PISANTY BARUCH
DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS
DE CÓMPUTO ACADÉMICO
Presente

Por este conducto, me permito informarle que en esta Facultad se pretende realizar un proyecto de transmisión de televisión por cable con la finalidad de interconectar dos edificios (Edificio Principal y Edificio de Ciencias Básicas), para llevar a cabo dicho proyecto, es necesario realizar el tendido de cable coaxial a través de ductos que conectan a dichos edificios. En una revisión preliminar se detectaron registros con ductos libres que en determinado momento podrían ser utilizados para la realización del proyecto.

Por tal motivo, solicito a usted la autorización para utilizar los ductos que cubren la ruta de conexión entre el Edificio Principal de la Facultad y el de Ciencias Básicas (se anexa croquis), para el tendido de cable coaxial que se utilizará en dicho proyecto (anexo al presente se encuentra un resumen del mismo).

Agradeciendo de antemano las atenciones a esta solicitud, aprovecho esta oportunidad para enviarte un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F., 26 de agosto de 1998.
EL SECRETARIO GENERAL

ING. RÓDOLFO SOLÍS UBALDO

Se anexa lo que se indica

c.e.p. Ing. Roberto Rodríguez Hernández - Coordinador de Conectividad - DGSCA

JMCS/mfb

RECIBIDO
SECRETARÍA GENERAL
FING/SGZ610/98
26 AGO 20 11 51
1998

Recibi:
26 Ago 98
11:51 AM



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS DE CÓMPUTO ACADÉMICO
OFICIO DGSCA/558/98

ASUNTO: Proyecto de transmisión por televisión
entre Edificios de la Facultad de Ingeniería

ING. RODOLFO SOLÍS UBALDO
SECRETARIO GENERAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
Presente

En respuesta a su oficio FING/SG/2610/98 en el cual solicita autorización para el uso de ductos que cubren la ruta comprendida entre el del Edificio Principal de la Facultad de Ingeniería y el Edificio de Ciencias Básicas, le informo que se autoriza la instalación del cable en la ductería y trayectorias indicadas, siempre y cuando se notifique a la Dirección de Telecomunicaciones de esta Dirección a mi cargo, lo siguiente:

- Especificar el diámetro ó calibre del cable.
- Utilizar una de las vías parcialmente ocupadas.
- Aislar eléctricamente el cable coaxial.
- Etiquetar a lo largo de su trayectoria el cable instalado.
- La instalación de dicho cable será aprobada por la Dirección de Telecomunicaciones quien adicionalmente supervisará los trabajos correspondientes para evitar fallas o daños a los cableados ya instalados.

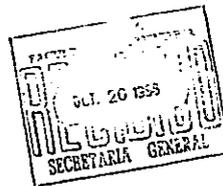
Cabe mencionar que DGSCA recomienda la instalación de cable de fibra óptica para estos fines.

Nota: La ductería instalada para la infraestructura de Telecomunicaciones de la UNAM esta bajo la responsabilidad de la Dirección de Telecomunicaciones, quien es la única instancia facultada para utilizar y realizar levantamiento de dichos ductos.

Sin más por el momento agradezco la atención prestada y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F., 16 de octubre de 1998.
EL DIRECTOR GENERAL.

DR. ALEJANDRO PISANTY BARUCH





MC14067B
MC14097B

ANALOG MULTIPLEXERS/DEMULTIPLEXERS

The MC14067 and MC14097 multiplexers/demultiplexers are digitally controlled analog switches featuring low ON resistance and very low leakage current. These devices can be used in either digital or analog applications.

The MC14067 is a 16-channel multiplexer/demultiplexer with an inhibit and four binary control inputs A, B, C, and D. These control inputs select 1-of-16 channels by turning ON the appropriate analog switch (see MC14067 truth table.)

The MC14097 is a differential 8-channel multiplexer/demultiplexer with an inhibit and three binary control inputs A, B, and C. These control inputs select 1 of 8 pairs of channels by turning ON the appropriate analog switches (see MC14097 truth table).

- Low OFF Leakage Current
- Matched Channel Resistance
- Low Quiescent Power Consumption
- Low Crosstalk Between Channels
- Wide Operating Voltage Range: 3 to 18 V
- Low Noise
- Pin for Pin Replacement for CD4067B and CD4097B



L SUFFIX
CERAMIC
CASE 623



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 709

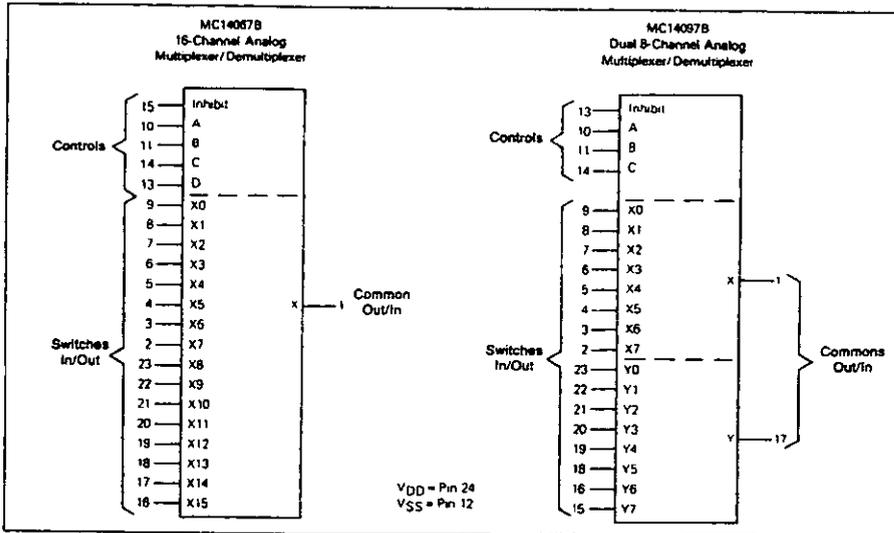


DW SUFFIX
SOIC
CASE 751E

ORDERING INFORMATION

- MC14XXXBCP Plastic
- MC14XXXBCL Ceramic
- MC14XXXBDW SOIC

T_A - -55° to 125°C for all packages.



MC14067B-MC14097B

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to V_{SS})

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage	-0.5 to +18.0	V
V _{IN} , V _{OUT}	Input or Output Voltage (DC or Transient)	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
I _{IN}	Input Current (DC or Transient), per Control Pin	± 10	mA
I _{SW}	Switch Through Current	± 25	mA
P _D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T _{STG}	Storage Temperature	-85 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{IN} and V_{OUT} should be constrained to the range V_{SS} < (V_{IN} or V_{OUT}) < V_{DD}. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
 †Temperature Derating: Plastic "P" and "D/DW" Packages: -7.0 mW/°C From 85°C To 125°C
 Ceramic "L" Packages: -12 mW/°C From 100°C To 125°C

MC14067 TRUTH TABLE

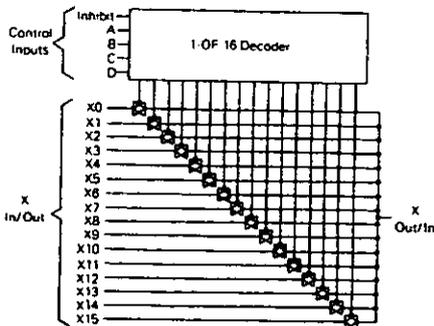
Control Inputs					Selected Channel
A	B	C	D	Inh	
X	X	X	X	1	None
0	0	0	0	0	X0
1	0	0	0	0	X1
0	1	0	0	0	X2
1	1	0	0	0	X3
0	0	1	0	0	X4
1	0	1	0	0	X5
0	1	1	0	0	X6
1	1	1	0	0	X7
0	0	0	1	0	X8
1	0	0	1	0	X9
0	1	0	1	0	X10
1	1	0	1	0	X11
0	0	1	1	0	X12
1	0	1	1	0	X13
0	1	1	1	0	X14
1	1	1	1	0	X15

MC14097 TRUTH TABLE

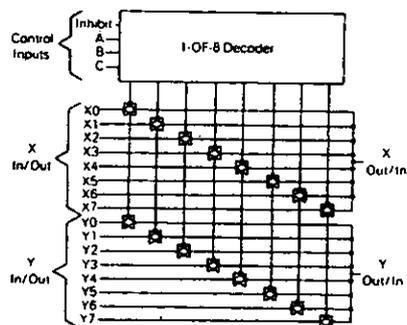
Control Inputs				Selected Channels
A	B	C	Inh	
X	X	X	1	None
0	0	0	0	X0 Y0
1	0	0	0	X1 Y1
0	1	0	0	X2 Y2
1	1	0	0	X3 Y3
0	0	1	0	X4 Y4
1	0	1	0	X5 Y5
0	1	1	0	X6 Y6
1	1	1	0	X7 Y7

X - Don't Care

MC14067 FUNCTIONAL DIAGRAM



MC14097 FUNCTIONAL DIAGRAM



MC14067B·MC14097B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	V _{DD}	Test Conditions	-55°C		25°C		125°C		Unit
				Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	

SUPPLY REQUIREMENTS (Voltages Referenced to V_{SS})

Power Supply Voltage Range	V _{DD}	—		3.0	18	3.0	—	18	3.0	18	V	
Quiescent Current Per Package	I _{DD}	5.0 10 15	Control Inputs: V _{in} = V _{SS} or V _{DD} . Switch I/O: V _{SS} ≤ V _{I/O} ≤ V _{DD} , and ΔV _{switch} ≤ 500 mV**	— — —	5.0 10 20	— — —	0.005 0.010 0.015	5.0 10 20	— — —	150 300 600	μA	
Total Supply Current (Dynamic Plus Quiescent, Per Package)	I _{D(AV)}	5.0 10 15	T _A = 25°C only (The channel component, [V _{in} - V _{out}]/R _{on} , is not included.)	Typical (0.07 μA/KHz)† + I _{DD} (0.20 μA/KHz)† + I _{DD}								μA

CONTROL INPUTS — INHIBIT, A, B, C, D (Voltages Referenced to V_{SS})

Low-Level Input Voltage	V _{IL}	5.0 10 15	R _{on} = per spec, I _{off} = per spec	— — —	1.5 3.0 4.0	— — —	2.25 4.50 6.75	1.5 3.0 4.0	— — —	1.5 3.0 4.0	V
High-Level Input Voltage	V _{IH}	5.0 10 15	R _{on} = per spec, I _{off} = per spec	3.5 7.0 11	— — —	3.5 7.0 11	2.75 5.50 8.25	— — —	3.5 7.0 11	— — —	V
Input Leakage Current	I _{in}	15	V _{in} = 0 or V _{DD}	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μA
Input Capacitance	C _{in}	—		—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF

SWITCHES IN/OUT AND COMMONS OUT/IN — X, Y (Voltages Referenced to V_{SS})

Recommended Peak-to-Peak Voltage Into or Out of the Switch	V _{I/O}	—	Channel On or Off	0	V _{DD}	0	—	V _{DD}	0	V _{DD}	V _{p-p}
Recommended Static or Dynamic Voltage Across the Switch** (Figure 1)	ΔV _{switch}	—	Channel On	0	600	0	—	600	0	300	mV
Output Offset Voltage	V _{OO}	—	V _{in} = 0 V, No Load	—	—	—	10	—	—	—	μV
ON Resistance	R _{on}	5.0 10 15	ΔV _{switch} ≤ 500 mV**, V _{in} = V _{IL} or V _{IH} (Control), and V _{in} = 0 to V _{DD} (Switch)	— — —	800 400 220	— — —	250 120 80	1050 500 280	— — —	1300 550 320	Ω
ΔON Resistance Between Any Two Channels in the Same Package	ΔR _{on}	5.0 10 15		— — —	70 50 45	— — —	25 10 10	70 50 45	— — —	135 95 65	Ω
Off-Channel Leakage Current (Figure 2)	I _{off}	15	V _{in} = V _{IL} or V _{IH} (Control) Channel to Channel or Any One Channel	—	±100	—	±0.05	±100	—	±1000	nA
Capacitance, Switch I/O	C _{I/O}	—	Inhibit = V _{DD}	—	—	—	10	—	—	—	pF
Capacitance, Common Off	C _{Off}	—	Inhibit = V _{DD} (MC14067B) (MC14097B)	—	—	—	100 60	—	—	—	pF
Capacitance, Feedthrough (Channel Off)	C _{I/O}	—	Pins Not Adjacent Pins Adjacent	—	—	—	0.47	—	—	—	pF

#Data labeled "Typ" is not to be used for design purposes, but is intended as an indication of the IC's potential performance.

**For voltage drops across the switch (ΔV_{switch}) >600 mV (>300 mV at high temperature), excessive V_{DD} current may be drawn; i.e. the current out of the switch may contain both V_{DD} and switch input components. The reliability of the device will be unaffected unless the Maximum Ratings are exceeded. (See first page of this data sheet.)

MC14067B·MC14097B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($C_L = 50$ pF, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	$V_{DD} - V_{SS}$ V _{cc}	Typ #	Max	Unit	
Propagation Delay Times Channel Input-to-Channel Output ($R_L = 200\text{k}\Omega$) MC14067B	t_{PLH} , t_{PHL} (Figure 3)	5.0	35	90	ns	
		10	16	40		
		15	12	30		
	MC14097B		5.0	25	95	ns
			10	10	25	
			15	7	18	
Control Input-to-Channel Output Channel Turn-On Time ($R_L = 10$ k Ω) MC14067B/097B	t_{PZH} , t_{PZL} (Figure 4)	5.0	240	600	ns	
		10	115	290		
Channel Turn-Off Time ($R_L = 300$ k Ω) MC14067B/097B	t_{PHZ} , t_{PLZ} (Figure 4)	5.0	250	625	ns	
		10	120	300		
		15	75	190		
Any Pair of Address Inputs to Output MC14067B	t_{PLH} , t_{PHL} (Figure 10)	5.0	280	700	ns	
		10	115	290		
		15	85	215		
	MC14097B		5.0	250	625	ns
			10	100	250	
			15	75	190	
Second Harmonic Distortion ($R_L = 10$ k Ω , $f = 1$ kHz, $V_{in} = 5$ V _{p-p})	—	10	0.3	—	%	
ON Channel Bandwidth ($R_L = 1$ k Ω , $V_{in} = 1/2 (V_{DD} - V_{SS})$ p-p (sine-wave)) $20 \text{ Log}_{10} \frac{V_{out}}{V_{in}} = -3$ dB	BW	MC14067B MC14097B	(Figure 5)	10	15	—
				10	25	—
Off Channel Feedthrough Attenuation ($R_L = 1$ k Ω , $V_{in} = 1/2 (V_{DD} - V_{SS})$ p-p (sine-wave)) $f_{in} = 20$ MHz — MC14067B $f_{in} = 12$ MHz — MC14097B	—	MC14067B MC14097B	(Figure 5)	10	-40	—
				10	-40	—
Channel Separation ($R_L = 1$ k Ω , $V_{in} = 1/2 (V_{DD} - V_{SS})$ p-p (sine-wave)) $f_{in} = 20$ MHz	—	10	-40	—	dB	
Crosstalk, Control Inputs-to-Common O/I ($R1 = 1\text{k}\Omega$, $R_L = 10$ k Ω , Control $t_r = t_f = 20$ ns, Inhibit = V_{SS})	—	10	30	—	mV	
	(Figure 7)					

*Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

MC14067B·MC14097B

FIGURE 1 — ΔV ACROSS SWITCH

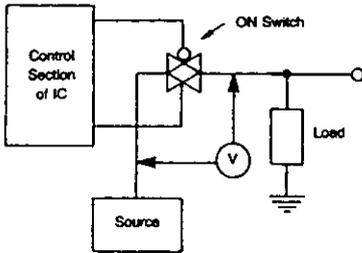
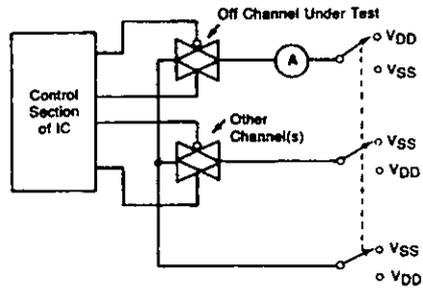
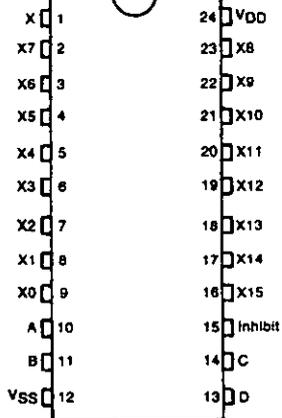


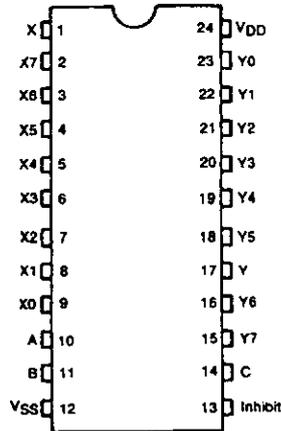
FIGURE 2 — OFF CHANNEL LEAKAGE



**MC14067B
PIN ASSIGNMENT**



**MC14097B
PIN ASSIGNMENT**



MC14067B-MC14097B

FIGURE 3 — PROPAGATION DELAY TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS V_{in} to V_{out}

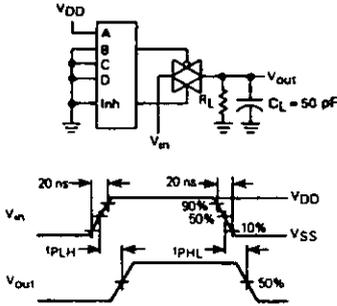


FIGURE 4 — TURN-ON AND DELAY TURN-OFF TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS

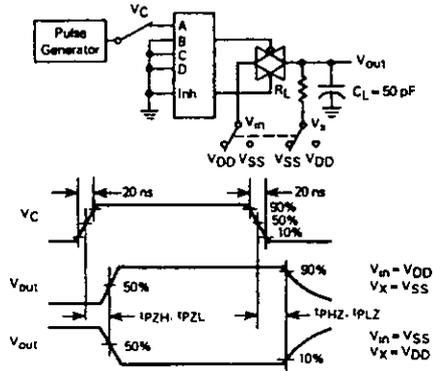


FIGURE 5 — BANDWIDTH AND OFF-CHANNEL FEEDTHROUGH ATTENUATION

A, B, and C inputs used to turn ON or OFF the switch under test

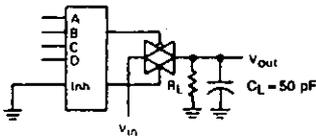


FIGURE 6 — CHANNEL SEPARATION (Adjacent Channels Used for Setup)

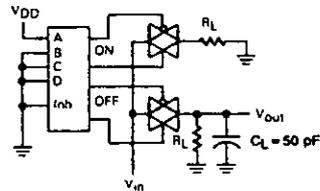
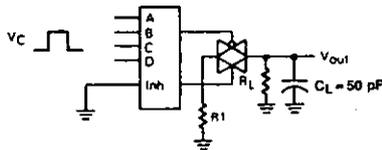


FIGURE 7 — CROSSTALK, CONTROL TO COMMON O/I



MC14067B·MC14097B

FIGURE 9 — CHANNEL RESISTANCE (R_{ON}) TEST CIRCUIT

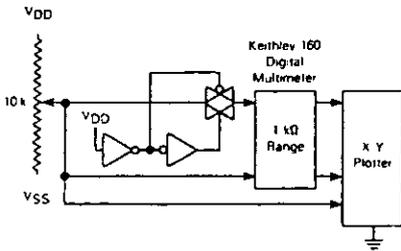
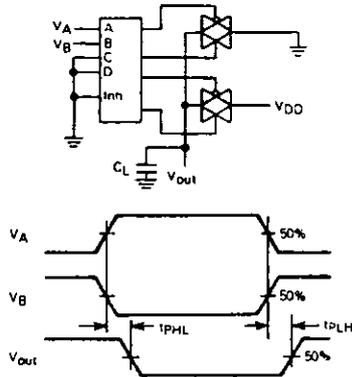


FIGURE 10 — PROPAGATION DELAY, ANY PAIR OF ADDRESS INPUTS TO OUTPUT



TYPICAL RESISTANCE CHARACTERISTICS

FIGURE 11 — $V_{DD} = 7.5 \text{ V}$, $V_{SS} = -7.5 \text{ V}$

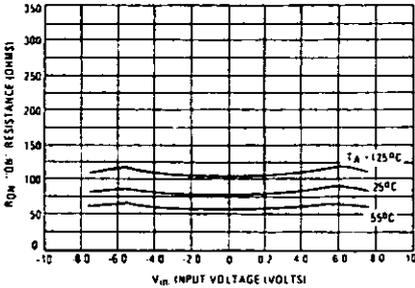


FIGURE 12 — $V_{DD} = 5.0 \text{ V}$, $V_{SS} = -5.0 \text{ V}$

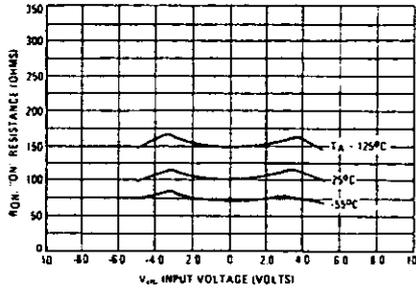


FIGURE 13 — $V_{DD} = 2.5 \text{ V}$, $V_{SS} = -2.5 \text{ V}$

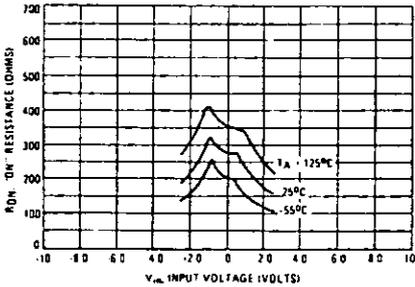
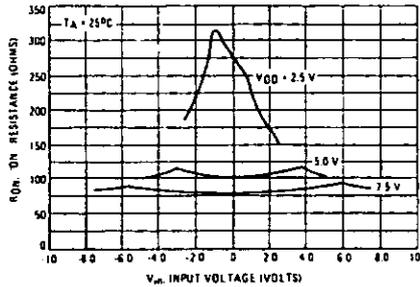


FIGURE 14 — COMPARISON AT 25°C, $V_{DD} = -V_{SS}$



MC14067B-MC14097B

APPLICATIONS INFORMATION

Figure A illustrates use of the Analog Multiplexer/Demultiplexer. The 0-to-5 volt Digital Control signal is used to directly control a 5 V_{p-p} analog signal.

The digital control logic levels are determined by V_{DD} and V_{SS}. The V_{DD} voltage is the logic high voltage; the V_{SS} voltage is logic low. For the example, V_{DD} = +5 V = logic high at the control inputs; V_{SS} = GND = 0 V = logic low.

The maximum analog signal level is determined by V_{DD} and V_{SS}. The analog voltage must swing neither higher than V_{DD} nor lower than V_{SS}. The example

shows a 5 V_{p-p} signal which allows no margin at either peak. If voltage transients above V_{DD} and/or below V_{SS} are anticipated on the analog channels, external diodes (D_x) are recommended as shown in Figure B. These diodes should be small signal types able to absorb the maximum anticipated current surges during clipping.

The *absolute* maximum potential difference between V_{DD} and V_{SS} is 18.0 volts. Most parameters are specified up to 15 V which is the *recommended* maximum difference between V_{DD} and V_{SS}.

FIGURE A -- APPLICATION EXAMPLE

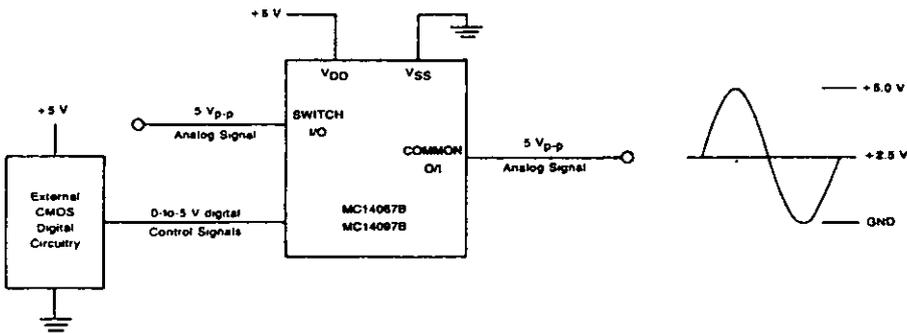
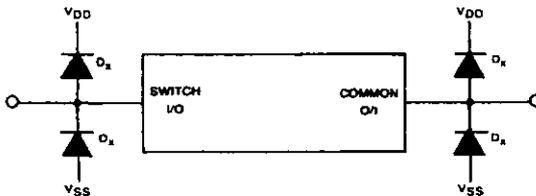


FIGURE B -- EXTERNAL GERMANIUM OR SCHOTTKY CLIPPING DIODES





MC14174B

HEX TYPE D FLIP-FLOP

The MC14174B hex type D flip-flop is constructed with MOS P-channel and N-channel enhancement mode devices in a single monolithic structure. Data on the D inputs which meets the setup time requirements is transferred to the Q outputs on the positive edge of the clock pulse. All six flip-flops share common clock and reset inputs. The reset is active low, and independent of the clock.

- Static Operation
- All Inputs and Outputs Buffered
- Diode Protection on All Inputs
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-Power Schottky TTL Load over the Rated Temperature Range
- Functional Equivalent to TTL 74174



L SUFFIX
CERAMIC
CASE 620



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 648



D SUFFIX
SOIC
CASE 751B

ORDERING INFORMATION

- MC14174BCP Plastic
- MC14174BCL Ceramic
- MC14174BD SOIC

T_A = -55° to 125°C for all packages

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to V_{SS})

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage	-0.5 to +18.0	V
V _{in} , V _{out}	Input or Output Voltage (DC or Transient)	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
I _{in} , I _{out}	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	±10	mA
P _D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

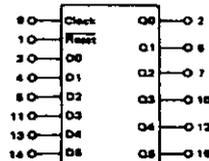
*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
†Temperature Derating: Plastic "P" and D/DW" Packages: -7.0 mW/°C From 85°C To 125°C
Ceramic "L" Packages: -12 mW/°C From 100°C To 125°C

TRUTH TABLE (Positive Logic)

INPUTS			OUTPUT	No Change
Clock	Data	Reset	Q	
	0	1	0	
	1	1	1	
	X	1	0	
X	X	0	0	

X = Don't Care

BLOCK DIAGRAM



V_{DD} - Pin 16
V_{SS} - Pin 8

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range V_{SS} < (V_{in} or V_{out}) < V_{DD}.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

MC14174B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

Characteristic	Symbol	V _{DD} Vdc	-55°C		25°C			125°C		Unit
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max	
Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0	"0" Level VOL	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
		15	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
	"1" Level VOH	5.0	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95	—	Vdc
		10	9.95	—	9.95	10	—	9.95	—	
		15	14.95	—	14.95	15	—	14.95	—	
Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 Vdc) (V _O = 9.0 or 1.0 Vdc) (V _O = 13.5 or 1.5 Vdc)	"0" Level V _{IL}	5.0	—	1.5	—	2.25	1.5	—	1.5	Vdc
		10	—	3.0	—	4.50	3.0	—	3.0	
		15	—	4.0	—	6.75	4.0	—	4.0	
	"1" Level V _{IH}	5.0	3.5	—	3.5	2.75	—	3.5	—	Vdc
		10	7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—	
		15	11	—	11	8.25	—	11	—	
Output Drive Current (V _{OH} = 2.5 Vdc) (V _{OH} = 4.6 Vdc) (V _{OH} = 9.5 Vdc) (V _{OH} = 13.5 Vdc)	Source I _{OH}	5.0	-3.0	—	-2.4	-4.2	—	-1.7	—	mA _{dc}
		5.0	-0.64	—	-0.51	-0.88	—	-0.36	—	
		10	-1.6	—	-1.3	-2.25	—	-0.9	—	
	Sink I _{OL}	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—	mA _{dc}
		10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—	
		15	4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—	
Input Current	I _{in}	15	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μA _{dc}
Input Capacitance (V _{in} = 0)	C _{in}	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
Quiescent Current (Per Package)	I _{QD}	5.0	—	5.0	—	0.005	5.0	—	150	μA _{dc}
		10	—	10	—	0.010	10	—	300	
		15	—	20	—	0.015	20	—	600	
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C _L = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I _T	5.0				I _T = (1.1 μA/kHz) f + I _{QD}			μA _{dc}	
		10				I _T = (2.3 μA/kHz) f + I _{QD}				
		15				I _T = (3.7 μA/kHz) f + I _{QD}				

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) V/k$$

where: I_T is in μA (per package), C_L in pF, V = (V_{DD} - V_{SS}) in volts, f in kHz is input frequency, and k = 0.003.

MC14174B

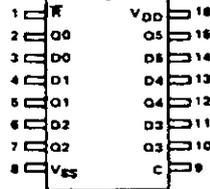
SWITCHING CHARACTERISTICS* (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

Characteristic	Symbol	V _{DD} V _{dc}	All Types			Unit
			Min	Typ #	Max	
Output Rise and Fall Time t _{TLH} -t _{FHL} = (1.35 ns/pF) C _L + 32 ns t _{TLH} -t _{FHL} = (0.6 ns/pF) C _L + 20 ns t _{TLH} -t _{FHL} = (0.4 ns/pF) C _L + 20 ns	t _{TLH} -t _{FHL}	5.0 10 15	— — —	100 50 40	200 100 80	ns
Propagation Delay Time — Clock to Q t _{PLH} -t _{PHL} = (0.9 ns/pF) C _L + 165 ns t _{PLH} -t _{PHL} = (0.36 ns/pF) C _L + 64 ns t _{PLH} -t _{PHL} = (0.26 ns/pF) C _L + 52 ns	t _{PLH} -t _{PHL}	5.0 10 15	— — —	210 85 65	400 160 120	ns
Propagation Delay Time — Reset to Q t _{PHL} = (0.9 ns/pF) C _L + 205 ns t _{PHL} = (0.36 ns/pF) C _L + 79 ns t _{PHL} = (0.26 ns/pF) C _L + 62 ns	t _{PHL}	5.0 10 15	— — —	250 100 75	500 200 150	ns
Clock Pulse Width	t _{WH}	5.0 10 15	150 90 70	75 45 35	— — —	ns
Reset Pulse Width	t _{WL}	5.0 10 15	200 100 80	100 50 40	— — —	ns
Clock Pulse Frequency	f _d	5.0 10 15	— — —	7.0 12.0 15.5	2.0 5.0 6.5	MHz
Clock Pulse Rise and Fall Time	t _{TLH} -t _{FHL}	5.0 10 15	— — —	— — —	15 5.0 4.0	μs
Data Setup Time	t _{su}	5.0 10 15	40 20 15	20 10 0	— — —	ns
Data Hold Time	t _h	5.0 10 15	80 40 30	40 20 15	— — —	ns
Reset Removal Time	t _{rem}	5.0 10 15	250 100 80	125 50 40	— — —	ns

*The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

PIN ASSIGNMENT





MC14510B

BCD UP/DOWN COUNTER

The MC14510B synchronous up/down BCD counter is constructed with MOS P-channel and N-channel enhancement mode devices in a monolithic structure. The counter consists of type D flip-flop stages with a gating structure to provide type T flip-flop capability.

This counter can be preset by applying the desired value in BCD to the Preset inputs (P1, P2, P3, P4) and then bringing the Preset Enable (PE) high. The direction of counting is controlled by applying a high (for up counting) or a low (for down counting) to the UP/DOWN input. The state of the counter changes on the positive transition of the clock input.

Cascading can be accomplished by connecting the Carry Out to the Carry In of the next stage while clocking each counter in parallel. The outputs (Q1, Q2, Q3, Q4) can be reset to a low state by applying a high to the Reset (R) pin.

This CMOS counter finds primary use in up/down and difference counting. Other applications include: (1) Frequency synthesizer applications where low power dissipation and/or high noise immunity is desired, (2) Analog-to-digital and digital-to-analog conversions, and (3) Magnitude and sign generation.

- Diode Protection on All Inputs
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Internally Synchronous for High Speed
- Logic Edge-Clocked Design - Count Occurs on Positive Going Edge of Clock
- Asynchronous Preset Enable Operation
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range.

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to V_{SS})

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage	-0.5 to +18.0	V
V _{IN} , V _{OUT}	Input or Output Voltage (DC or Transient)	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
I _{IN} , I _{OUT}	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P _D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T _{STG}	Storage Temperature	-85 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

†Temperature Derating: Plastic "P" and "DDW" Packages - 7.0 mW/°C From 85°C To 125°C

Ceramic "L" Packages - 12 mW/°C From 100°C To 125°C

TRUTH TABLE

Carry In	Up/Down	Preset Enable	Reset	Clock	Action
1	X	0	0	X	No Count
0	1	0	0		Count Up
0	0	0	0		Count Down
X	X	1	0	X	Preset
X	X	X	1	X	Reset

X = Don't Care

Note: When counting up, the Carry Out signal is normally high, and is low only when Q1 and Q4 are high and Carry In is low. When counting down, Carry Out is low only when Q1 through Q4 and Carry In are low.



L SUFFIX
CERAMIC
CASE 620



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 648



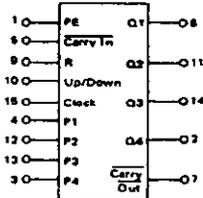
D SUFFIX
SOIC
CASE 751B

ORDERING INFORMATION

MC14XXXBCP Plastic
MC14XXXBCL Ceramic
MC14XXXBD SOIC

T_A = -55° to 125°C for all packages.

BLOCK DIAGRAM



V_{DD} = Pin 16
V_{SS} = Pin 8

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{IN} and V_{OUT} should be constrained to the range V_{SS} < (V_{IN} or V_{OUT}) < V_{DD}.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

MC14510B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

Characteristic	Symbol	V _{DD} Vdc	-55°C		25°C			125°C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max		
Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0	V _{OL}	5.0 10 15	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc	
			—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
V _{in} = 0 or V _{DD}	V _{OH}	5.0 10 15	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95	—	Vdc	
			9.95	—	9.95	10	—	9.95	—		
Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 Vdc) (V _O = 9.0 or 1.0 Vdc) (V _O = 13.5 or 1.5 Vdc)	V _{IL}	5.0 10 15	—	1.5	—	2.25	1.5	—	1.5	Vdc	
			—	3.0	—	4.50	3.0	—	3.0		
			—	4.0	—	6.75	4.0	—	4.0		
(V _O = 0.5 or 4.5 Vdc) (V _O = 1.0 or 9.0 Vdc) (V _O = 1.5 or 13.5 Vdc)	V _{IH}	5.0 10 15	3.5	—	3.5	2.75	—	3.5	—	Vdc	
			7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—		
			11	—	11	8.25	—	11	—		
Output Drive Current (V _{OH} = 2.5 Vdc) (V _{OH} = 4.6 Vdc) (V _{OH} = 9.5 Vdc) (V _{OH} = 13.5 Vdc)	Source I _{OH}	5.0 5.0 10 15	-3.0	—	-2.4	-4.2	—	-1.7	—	mA _{dc}	
			-0.64	—	-0.51	-0.88	—	-0.36	—		
(V _{OL} = 0.4 Vdc) (V _{OL} = 0.5 Vdc) (V _{OL} = 1.5 Vdc)	Sink I _{OL}	5.0 10 15	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—	mA _{dc}	
			1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—		
			4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—		
Input Current	I _{in}	15	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μA _{dc}	
Input Capacitance (V _{in} = 0)	C _{in}	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF	
Quiescent Current (Per Package)	I _{DD}	5.0	—	5.0	—	0.005	5.0	—	150	μA _{dc}	
		10	—	10	—	0.010	10	—	300		
		15	—	20	—	0.015	20	—	600		
Total Supply Current ^{††} (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C _L = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I _T	5.0 10 15	$I_T = (0.58 \mu A/kHz) f + I_{DD}$ $I_T = (1.20 \mu A/kHz) f + I_{DD}$ $I_T = (1.70 \mu A/kHz) f + I_{DD}$								μA _{dc}

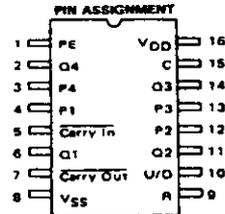
#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) V_{ik}$$

where: I_T is in μA (per package), C_L in pF, V = (V_{DD} - V_{SS}) in volts, f in kHz is input frequency, and k = 0.001.



MC14510B

SWITCHING CHARACTERISTICS* (C_L = 50 pF, T_A = 25°C, See Figure 2)

Characteristic	Symbol	V _{DD}	All Types			Unit		
			Min	Typ #	Max			
Output Rise and Fall Time $t_{TLH}, t_{THL} = (1.5 \text{ ns/pF}) C_L + 25 \text{ ns}$ $t_{TLH}, t_{THL} = (0.75 \text{ ns/pF}) C_L + 12.5 \text{ ns}$ $t_{TLH}, t_{THL} = (0.55 \text{ ns/pF}) C_L + 9.5 \text{ ns}$	t_{TLH} , t_{THL}	5.0 10 15	— — —	100 50 40	200 100 80	ns		
	Propagation Delay Time Clock to Q $t_{PLH}, t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 230 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.85 \text{ ns/pF}) C_L + 97 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 75 \text{ ns}$	t_{PLH} , t_{PHL}	5.0 10 15	— — —	315 130 100	630 260 200	ns	
		Clock to Carry Out $t_{PLH}, t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 230 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.85 \text{ ns/pF}) C_L + 97 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 75 \text{ ns}$	t_{PLH} , t_{PHL}	5.0 10 15	— — —	315 130 100	630 260 200	ns
			Carry In to Carry Out $t_{PLH}, t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 230 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.85 \text{ ns/pF}) C_L + 97 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 75 \text{ ns}$	t_{PLH} , t_{PHL}	5.0 10 15	— — —	180 80 60	360 180 120
Preset or Reset to Q $t_{PLH}, t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 230 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.85 \text{ ns/pF}) C_L + 97 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 75 \text{ ns}$	t_{PLH} , t_{PHL}			5.0 10 15	— — —	315 130 100	630 260 200	ns
	Preset or Reset to Carry Out $t_{PLH}, t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 465 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.85 \text{ ns/pF}) C_L + 192 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 125 \text{ ns}$	t_{PLH} , t_{PHL}		5.0 10 15	— — —	550 225 150	1100 450 300	ns
		Reset Pulse Width	$t_{w(H)}$	5.0 10 15	360 210 180	180 105 80	— — —	ns
Clock Pulse Width			$t_{w(H)}$	5.0 10 15	350 170 140	200 100 75	— — —	ns
	Clock Pulse Frequency		f_{cl}	5.0 10 15	— — —	3.0 6.0 8.0	1.5 3.0 4.0	MHz
		Preset or Reset Removal Time The Preset or Reset Signal must be low prior to a positive-going transition of the clock.	t_{rem}	5.0 10 15	850 230 180	325 115 90	— — —	ns
Clock Rise and Fall Time			t_{TLH} , t_{THL}	5.0 10 15	— — —	— — —	15 5 4	μs
	Setup Time Carry In to Clock		t_{su}	5.0 10 15	260 120 100	130 60 50	— — —	ns
		Hold Time Clock to Carry In	t_h	5.0 10 15	0 0 10	-50 15 -5	— — —	ns
Setup Time Up/Down to Clock			t_{su}	5.0 10 15	500 200 175	250 100 75	— — —	ns
	Hold Time Clock to Up/Down		t_h	5.0 10 15	-70 -30 -20	140 80 -50	— — —	ns
		Setup Time Pn to PE	t_{su}	5.0 10 15	-50 -30 -25	-100 -65 55	— — —	ns
Hold Time PE to Pn			t_h	5.0 10 15	480 410 410	240 205 205	— — —	ns
	Preset Enable Pulse Width		t_{WH}	5.0 10 15	200 100 80	100 50 40	— — —	ns

*The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C

#Data labeled Typ. is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance

MC14510B

FIGURE 1 - POWER DISSIPATION TEST CIRCUIT AND WAVEFORM

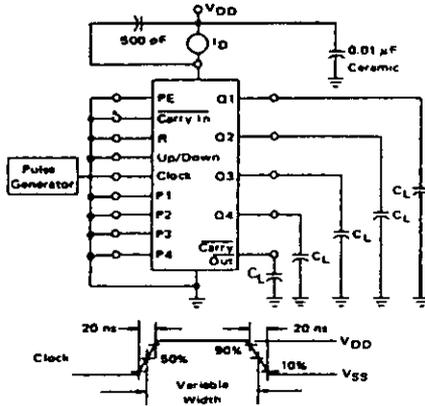
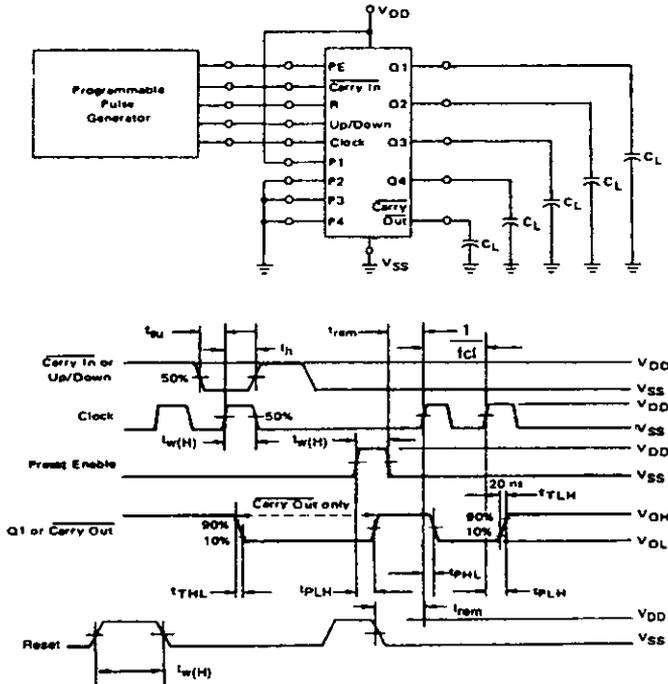
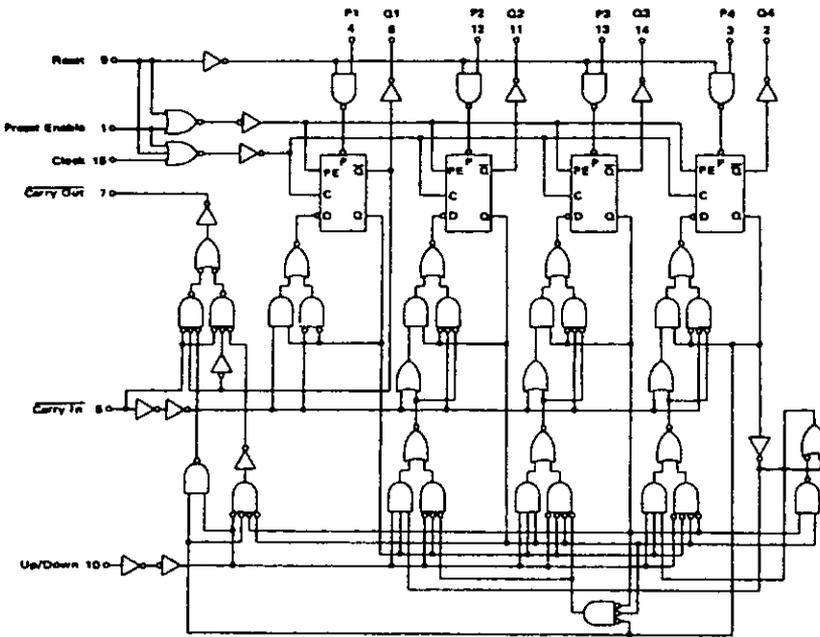


FIGURE 2 - SWITCHING TIME TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS

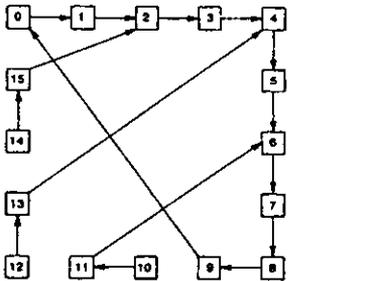


MC14510B

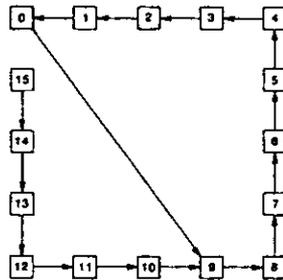
LOGIC DIAGRAM



STATE DIAGRAM FOR UP COUNTING



STATE DIAGRAM FOR DOWN COUNTING



MC14510B

PIN DESCRIPTIONS

INPUTS

P1, P2, P3, P4, Preset Inputs (Pins 4, 12, 13, 3) — Data on these inputs is loaded into the counter when PE is taken high.

Carry In, (Pin 5) — Active-low input used when cascading stages. Usually connected to Carry Out of the previous stage. While high, clock is inhibited.

Clock, (Pin 15) — BCD data is incremented or decremented, depending on the direction of count, on the positive transition of this signal.

OUTPUTS

Q1, Q2, Q3, Q4, BCD outputs (Pins 6, 11, 14, 2) — BCD data is present on these outputs with Q1 corresponding to the least significant bit.

Carry Out, (Pin 7) — Used when cascading stages, this pin is usually connected to Carry In of the next stage. This synchronous output is active low and may also be used to indicate terminal count.

CONTROLS

PE, Preset Enable (Pin 1) — Asynchronously loads data on the Preset Inputs. This pin is active high and will inhibit the clock when high.

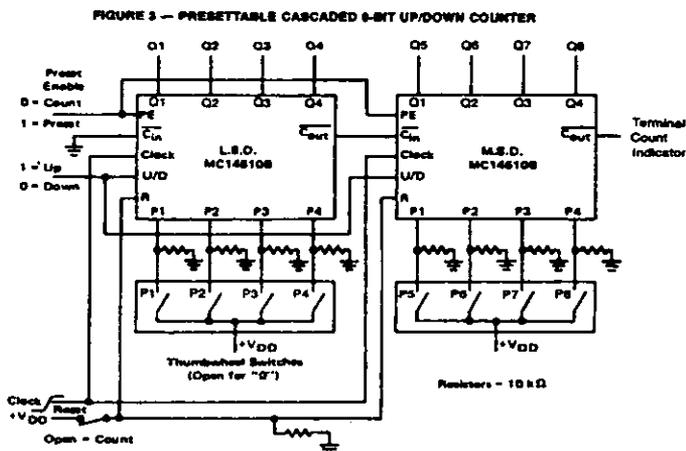
R, Reset, (Pin 9) — Asynchronously resets the Q outputs to a low state. This pin is active high and will inhibit the clock when high.

Up/Down, (Pin 10) — Controls the direction of count: high for up count, low for down count.

SUPPLY PINS

VSS, Negative Supply Voltage, (Pin 8) — This pin is usually connected to ground.

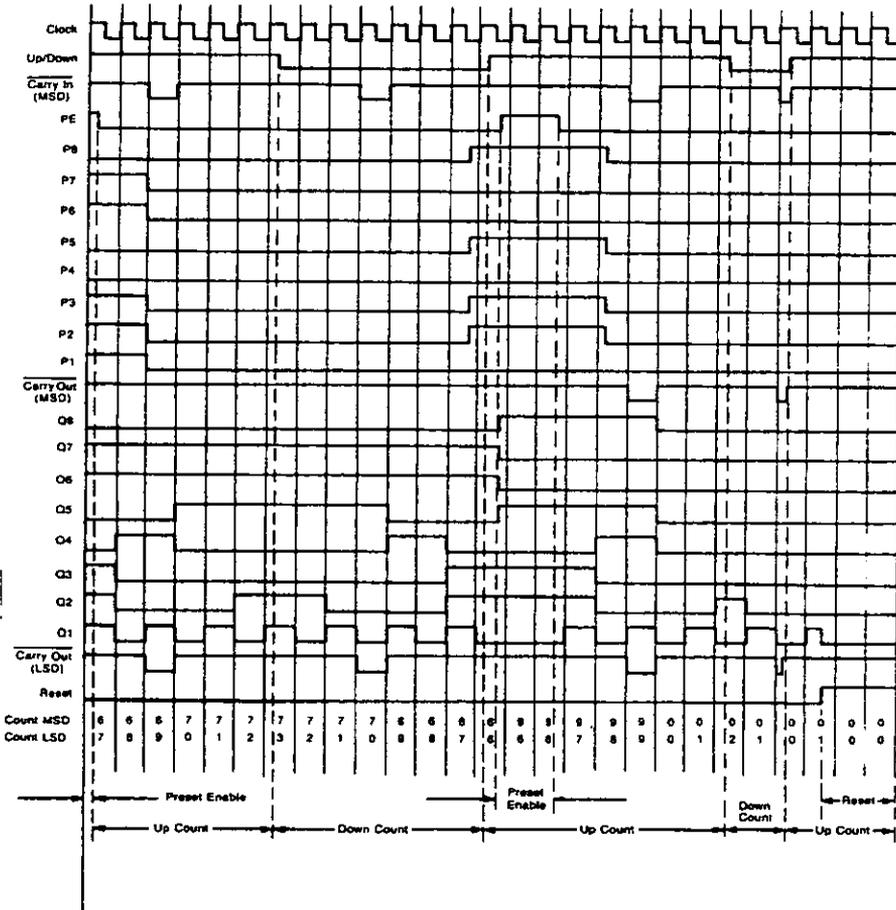
VDD, Positive Supply Voltage, (Pin 16) — This pin is connected to a positive supply voltage ranging from 3.0 Vdc to 18.0 Vdc.



Note: The Least Significant Digit (L.S.D.) counts from a preset value once Preset Enable (PE) goes low. The Most Significant Digit (M.S.D.) does not change while Cin is high. When the count of the L.S.D. reaches 0 (count down mode) or reaches 9 (count up mode), Cout goes low for one complete clock cycle, thus allowing the next counter to decrement/increment one count. The L.S.D. now counts through another cycle (10 clock pulses) and the above cycle is repeated.

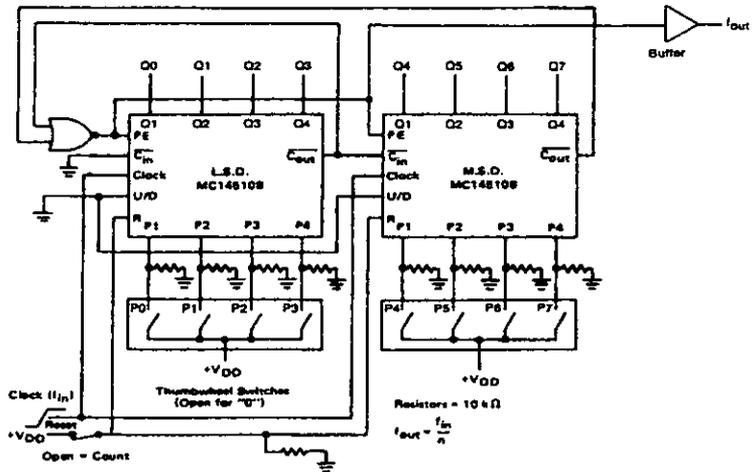
MC14510B

TIMING DIAGRAM FOR THE PRESETTABLE
CASCADED 8-BIT UP/DOWN COUNTER



MC14510B

FIGURE 4 — PROGRAMMABLE CASCADED FREQUENCY DIVIDER



Note: The programmable frequency divider can be set by applying the desired divide ratio, in BCD, to the preset inputs. For example, the maximum divide ratio of 99 may be obtained by applying a 10011001 to the preset inputs P0 to P7. For this divide operation, both counters should be configured in the count down mode. The divide ratio of zero is an undefined state and should be avoided.



MC14511B

BCD-TO-SEVEN SEGMENT LATCH/DECODER/DRIVER

The MC14511B BCD-to-seven segment latch/decoder/driver is constructed with complementary MOS (CMOS) enhancement mode devices and NPN bipolar output drivers in a single monolithic structure. The circuit provides the functions of a 4 bit storage latch, an 8421 BCD-to-seven segment decoder, and an output drive capability. Lamp test (LT), blanking (BI), and latch enable (LE) inputs are used to test the display, to turn-off or pulse modulate the brightness of the display, and to store a BCD code, respectively. It can be used with seven-segment light emitting diodes (LED), incandescent, fluorescent, gas discharge, or liquid crystal readouts either directly or indirectly.

Applications include instrument (e.g., counter, DVM, etc.) display driver, computer/calculator display driver, cockpit display driver, and various clock, watch, and timer uses.

- Low Logic Circuit Power Dissipation
- High-Current Sourcing Outputs (Up to 25 mA)
- Latch Storage of Code
- Blanking Input
- Lamp Test Provision
- Readout Blanking on all Illegal Input Combinations
- Lamp Intensity Modulation Capability
- Time Share (Multiplexing) Facility
- Supply Voltage Range = 3.0 V to 18 V
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads, One Low-power Schottky TTL Load or Two HTL Loads Over the Rated Temperature Range
- Chip Complexity: 218 FETs or 54 Equivalent Gates
- Triple Diode Protection on all Inputs

MAXIMUM RATINGS* (Voltages referenced to VSS)

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V _{DD}	-0.5 to +18	V
Input Voltage, All Inputs	V _{in}	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
DC Current Drain per Input Pin	I _i	10	mA
Operating Temperature Range	T _A	-55 to +125	°C
Power Dissipation per Package†	P _D	500	mW
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +150	°C
Maximum Output Drive Current (Source) per Output	I _{OHmax}	25	mA
Maximum Continuous Output Power (Source) per Output ‡	P _{OHmax}	50	mW

‡ P_{OHmax} = I_{OH}(V_{DD} - V_{OH})

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

†Temperature Derating: Plastic "P" and "DIP" Packages: -7.0 mW/°C From 85°C To 125°C
Ceramic "L" Packages: -12 mW/°C From 100°C To 125°C

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. A destructive high current mode may occur if V_{in} and V_{out} are not constrained to the range VSS - |V_{in} or V_{out}| ≤ VDD.

Due to the sourcing capability of this circuit, damage can occur to the device if V_{DD} is applied, and the outputs are shorted to VSS and are at a logical 1. (See Maximum Ratings)

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either VSS or VDD)



L SUFFIX
CERAMIC
CASE 620



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 648



D SUFFIX
SOIC
CASE 751B



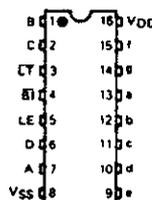
DW SUFFIX
SOIC
CASE 751G

ORDERING INFORMATION

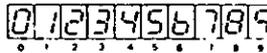
- MC14511BCP Plastic
- MC14511BCL Ceramic
- MC14511BDW SOIC
- MC14511BDD SOIC

T_A = -55° to 125°C for all packages.

PIN ASSIGNMENT



DISPLAY



TRUTH TABLE

INPUTS				OUTPUTS				DISPLAY
LE	BI	LT	D C B A	f	e	d	c	
X	X	X	X	X	X	X	X	g
0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	1	X	X	X	X	X	X

X = Don't Care

• Depends upon the BCD code previously applied when LE = 0

MC14511B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

Characteristic	Symbol	V _{DD} Vdc	-55°C		25°C			125°C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max		
Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0	V _{OL}	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc	
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
		15	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
	V _{in} = 0 or V _{DD}	V _{OH}	5.0	4.1	—	4.1	4.57	—	4.1	—	Vdc
			10	9.1	—	9.1	9.58	—	9.1	—	
			15	14.1	—	14.1	14.59	—	14.1	—	
Input Voltage # (V _O = 3.8 or 0.5 Vdc) (V _O = 8.8 or 1.0 Vdc) (V _O = 13.8 or 1.5 Vdc)	V _{IL}	5.0	—	1.5	—	2.25	1.5	—	1.5	Vdc	
		10	—	3.0	—	4.50	3.0	—	3.0		
		15	—	4.0	—	6.75	4.0	—	4.0		
	V _{IH}	5.0	3.5	—	3.5	2.75	—	3.5	—	Vdc	
		10	7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—		
		15	11	—	11	8.25	—	11	—		
Output Drive Voltage Source	V _{OH}	5.0	4.1	—	4.1	4.57	—	4.1	—	Vdc	
			(I _{OH} = 0 mA)	—	—	—	4.24	—	—		—
			(I _{OH} = 5.0 mA)	—	—	—	4.12	—	3.5		—
			(I _{OH} = 10 mA)	3.9	—	3.9	4.12	—	—		—
			(I _{OH} = 15 mA)	—	—	—	3.94	—	—		—
			(I _{OH} = 20 mA)	3.4	—	3.4	3.70	—	3.0		—
		(I _{OH} = 25 mA)	—	—	—	3.54	—	—	—		
		10	9.1	—	9.1	9.58	—	9.1	—	Vdc	
			(I _{OH} = 0 mA)	—	—	—	9.26	—	—		—
			(I _{OH} = 5.0 mA)	—	—	—	9.17	—	8.8		—
			(I _{OH} = 10 mA)	9.0	—	9.0	9.17	—	—		—
			(I _{OH} = 15 mA)	—	—	—	9.04	—	—		—
			(I _{OH} = 20 mA)	8.6	—	8.6	8.90	—	8.2		—
		(I _{OH} = 25 mA)	—	—	—	8.70	—	—	—		
		15	14.1	—	14.1	14.59	—	14.1	—	Vdc	
			(I _{OH} = 0 mA)	—	—	—	14.27	—	—		—
			(I _{OH} = 5.0 mA)	—	—	—	14.18	—	13.6		—
			(I _{OH} = 10 mA)	14	—	14	14.18	—	—		—
(I _{OH} = 15 mA)	—		—	—	14.07	—	—	—			
(I _{OH} = 20 mA)	13.6		—	13.6	13.95	—	13.2	—			
(I _{OH} = 25 mA)	—	—	—	13.70	—	—	—				
Output Drive Current (V _{OL} = 0.4 V) (V _{OL} = 0.5 V) (V _{OL} = 1.5 V)	Sink	I _{OL}	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.38	mA _{dc}	
			10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9		
			15	4.2	—	3.4	6.8	—	2.4		
Input Current	I _{in}	15	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μA _{dc}	
Input Capacitance	C _{in}	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF	
Quiescent Current (Per Package) V _{in} = 0 or V _{DD} . I _{out} = 0 μA	I _{DD}	5.0	—	5.0	—	0.005	5.0	—	150	μA _{dc}	
		10	—	10	—	0.010	10	—	300		
		15	—	20	—	0.015	20	—	600		
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C _L = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I _T	5.0	I _T = (1.9 μA/kHz) f + I _{DD}							μA _{dc}	
		10	I _T = (3.8 μA/kHz) f + I _{DD}								
		15	I _T = (5.7 μA/kHz) f + I _{DD}								

#Noise immunity specified for worst-case input combination.

Noise Margin for both "1" and "0" level. —

1.0 Vdc min @ V_{DD} = 5.0 Vdc

2.0 Vdc min @ V_{DD} = 10 Vdc

2.5 Vdc min @ V_{DD} = 15 Vdc

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + 3.5 \times 10^{-3} (C_L - 50) V_{DD} f$$

where: I_T is in μA (per package), C_L in pF, V_{DD} in Vdc, and f in kHz is input frequency.

MC14511B

SWITCHING CHARACTERISTICS* (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

Characteristic	Symbol	V _{DD} Vdc	Min	Typ	Max	Unit
Output Rise Time t _{TLH} = 10.40 ns/pF) C _L + 20 ns t _{TLH} = 10.25 ns/pF) C _L + 17.5 ns t _{TLH} = 10.20 ns/pF) C _L + 15 ns	t _{TLH}	5.0 10 15	— — —	40 30 25	80 60 50	ns
Output Fall Time t _{THL} = (1.5 ns/pF) C _L + 50 ns t _{THL} = (0.75 ns/pF) C _L + 37.5 ns t _{THL} = (0.55 ns/pF) C _L + 37.5 ns	t _{THL}	5.0 10 15	— — —	125 75 65	250 150 130	ns
Data Propagation Delay Time t _{PLH} = 10.40 ns/pF) C _L + 620 ns t _{PLH} = 10.25 ns/pF) C _L + 237.5 ns t _{PLH} = 10.20 ns/pF) C _L + 165 ns t _{PHL} = 11.3 ns/pF) C _L + 655 ns t _{PHL} = 10.60 ns/pF) C _L + 260 ns t _{PHL} = 10.35 ns/pF) C _L + 182.5 ns	t _{PLH} t _{PHL}	5.0 10 15 5.0 10 15	— — — — — —	640 250 175 720 290 200	1280 500 350 1440 580 400	ns
Blank Propagation Delay Time t _{PLH} = 10.30 ns/pF) C _L + 585 ns t _{PLH} = 10.25 ns/pF) C _L + 187.5 ns t _{PLH} = 10.15 ns/pF) C _L + 142.5 ns t _{PHL} = 10.85 ns/pF) C _L + 442.5 ns t _{PHL} = 10.45 ns/pF) C _L + 177.5 ns t _{PHL} = 10.35 ns/pF) C _L + 142.5 ns	t _{PLH} t _{PHL}	5.0 10 15 5.0 10 15	— — — — — —	600 200 150 485 200 160	750 300 220 970 400 320	ns
Lamp Test Propagation Delay Time t _{PLH} = 10.45 ns/pF) C _L + 290.5 ns t _{PLH} = 10.25 ns/pF) C _L + 112.5 ns t _{PLH} = 10.20 ns/pF) C _L + 80 ns t _{PHL} = 11.3 ns/pF) C _L + 248 ns t _{PHL} = 10.45 ns/pF) C _L + 102.5 ns t _{PHL} = 10.35 ns/pF) C _L + 72.5 ns	t _{PLH} t _{PHL}	5.0 10 15 5.0 10 15	— — — — — —	313 125 90 313 125 90	625 250 180 625 250 180	ns
Setup Time	t _{su}	5.0 10 15	100 40 30	—	—	ns
Hold Time	t _h	5.0 10 15	60 40 30	—	—	ns
Latch Enable Pulse Width	t _{WL}	5.0 10 15	520 220 130	260 110 65	—	ns

*The conditions given are for the typical characteristics only.

MC14511B

FIGURE 1 - DYNAMIC POWER DISSIPATION SIGNAL WAVEFORMS

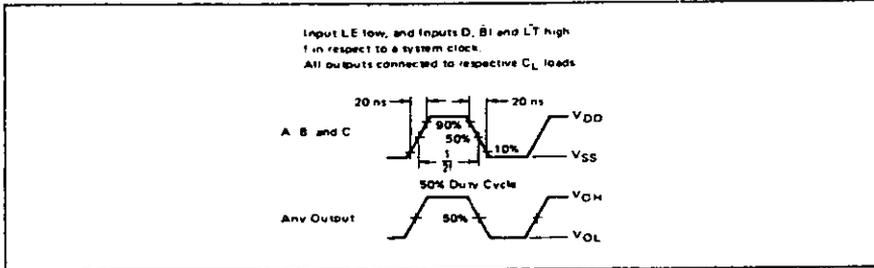
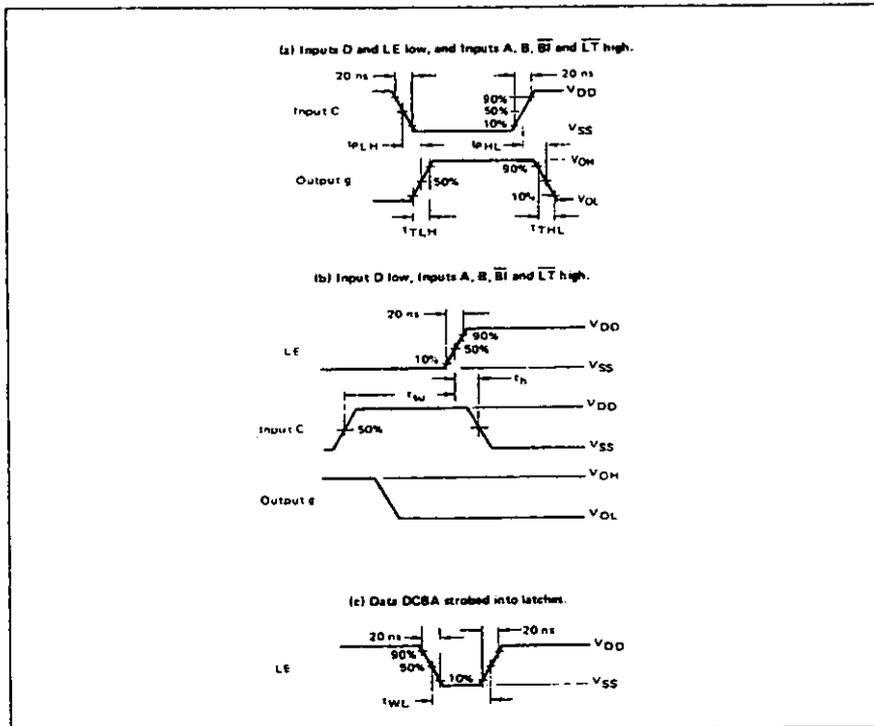
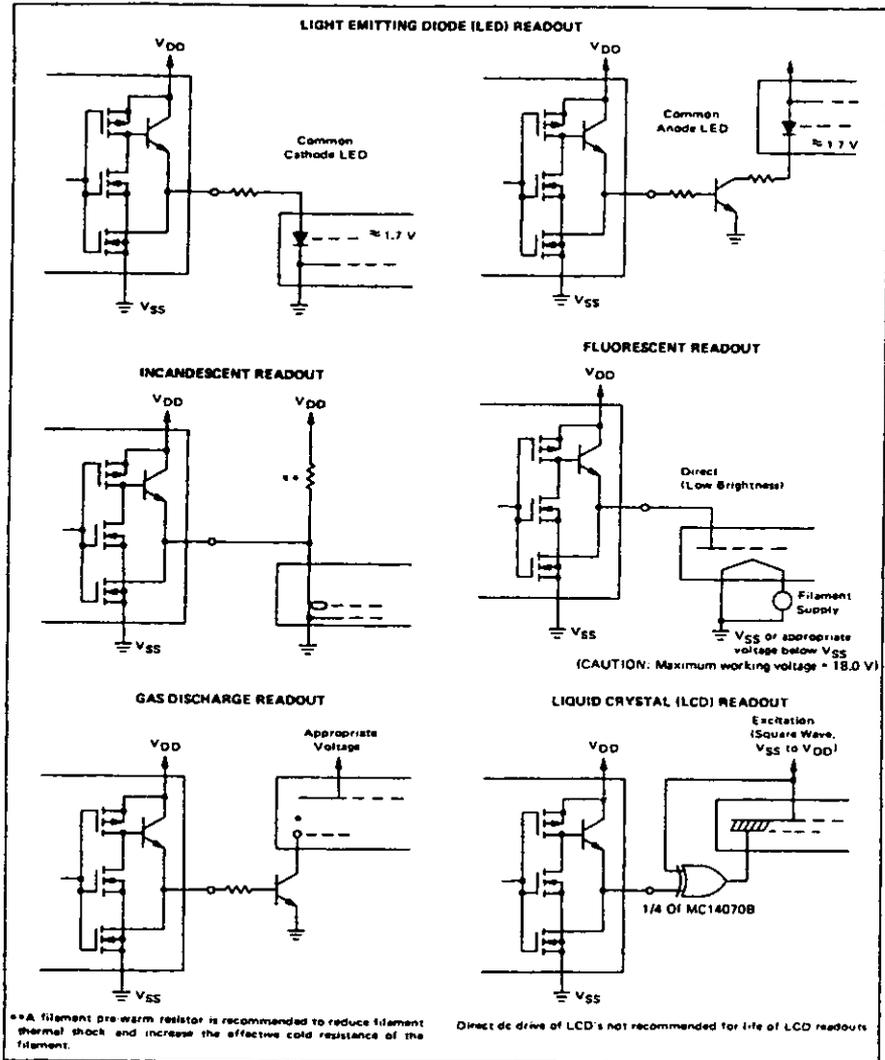


FIGURE 2 - DYNAMIC SIGNAL WAVEFORMS



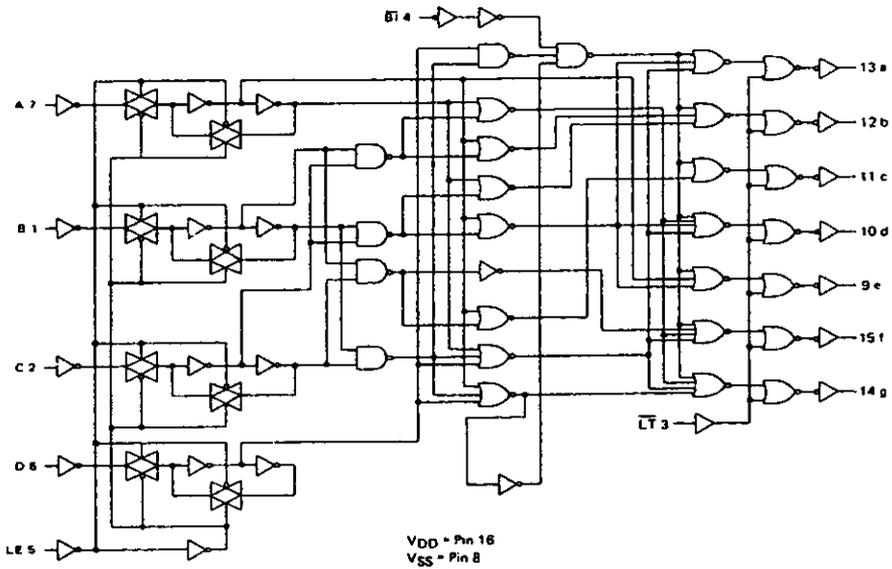
MC14511B

CONNECTIONS TO VARIOUS DISPLAY READOUTS



MC14511B

LOGIC DIAGRAM



BIBLIOGRAFÍA

- Televisión, Practica y Sistemas de Vídeo; Bernard Grob; Ed. Alfaomega 1992
- Televisión, Teoria y Práctica; Jorge E. González Treviño; Ed. Alhambra 1992
- Cable Television Technology and Operations, HDTV and NTSC Systems; Eugene R. Bartlett; Ed. Mc Graw Hill, Inc. 1990
- Fundamentos de Televisión; Otto Limann; Ed. Marcombo 1989
- Basic Television, Principles and Servicing; Bernard Grob; Ed. Mc Graw Hill 1964
- HDTV, Advanced Television for the 1990's; K. Blair Benson, Donald G. Fink; Ed. Mc Graw Hill 1991
- Video Engeneering; Andrew F. Inglis, Arch C. Luther; Ed. Mc Graw Hill 1996
- Secrets of RF Circuit Design; Joseph J. Carr; Ed. TAB Books 1991
- Sistemas de Comunicación; B.P. Lathi; Ed. Mc Graw Hill 1986
- Transmisión de Información Modulación y Ruido; Mischa Schwartz; Ed. Mc Graw Hill 1992
- What Every Engineer Should Know About, Electronic Communications System; L.R. Mckay; Ed. Marcel Dekker Inc. 1989
- Introducción a las Telecomunicaciones por Fibras Ópticas; Jean Pierre Nérou; Ed. Trillas 1991

Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; Waine Tomasi; Ed. Prentice Hall 1994

MANUALES

Manual Técnico de Cables Coaxiales, CONDUMEX, División Comercial 1990

Lenk Manual de Video; John D. Lenk; Ed. Mc Graw Hill 1995

Lenk Manual de Audio; John D. Lenk; Ed. Mc Graw Hill 1995

LenK Manual de RF; John D. Lenk; Ed. Mc. Graw Hill 1995

Manual de Ingeniería Electrónica; Donald G. Fink, Donald Christiansen; Ed. Mc Graw Hill 1992

Linear Databook 1; National Semiconducto Corporation 1988

Linear Databook 2; National Semiconducto Corporation 1988

Linear Databook 3; National Semiconducto Corporation 1988

TESIS

Enlace para Señales de Televisión y Datos entre dos Edificios; Ramos Ramos Ezequiel, Rojas Mercado Hector H.; Tesis de Ingeniería 1996.

REVISTAS

Facultad de Ingeniería. Órgano Informativo; F.I. UNAM 1995 No. 69 y 70

APUNTES

VI Curso Internacional en Telecomunicaciones; Facultad de Ingeniería; División de Educación Continua; UNAM 1997

Actualización Tecnológica en Conectividad; CHS México 1997

Fundamentos de Televisión Digital; CITEDI; IPN 1997