



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores
Cuautilán

Departamento de Ingeniería
Sección Electrónica

***MANUAL DEL LABORATORIO
DISEÑO DE SISTEMAS DE
COMUNICACIONES***

SEMESTRE 2025-2

Clave de la Carrera: 130

Clave de la Asignatura: 0054



Autor:

Ing. Gilberto Chavarría Ortiz

Fecha de Elaboración:

Febrero de 2020

Fecha de Revisión:

Enero de 2025



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

Contenido

Índice	I
Objetivo General de la Asignatura	II
Objetivos del Curso Experimental	II
Introducción	II
Reglamento de los Laboratorios del Departamento de Ingeniería	III
Reglamento Interno de los Laboratorios de Electrónica	V
Instrucciones para Elaborar el Reporte	VII
Criterios de evaluación	VII
Práctica 1 Cálculo del Enlace Punto a Punto	8
Práctica 2 Diseño y simulación de un sistema Telefónico Digital	22
Práctica 3 Diseño y simulación de red local de datos	25
Práctica 4 Diseño y simulación de una red convergente de Datos y Telefonía	29
Práctica 5 Transmisor de FM	31
Práctica 6 Circuito Receptor de FM	38
Práctica 7 Circuito Modulador de TV	45
Apéndice	51



Objetivo General de la Asignatura

Al finalizar el curso, el alumno conocerá las variables que intervienen en el diseño, monitoreo e implementación de los sistemas de comunicaciones.

Objetivos de Curso Experimental

- El alumno comprobará el funcionamiento de los diferentes sistemas de telecomunicaciones que, hoy en día, existen en el mercado.
- El alumno diseñará y comprobará el funcionamiento de un sistema de telecomunicaciones.

Introducción

Las telecomunicaciones son, en la actualidad, de suma importancia en el desarrollo del ser humano.

Desde el desarrollo del telégrafo hasta los equipos que son capaces de controlar en tiempo real lo más elemental (verificar despensa en la cocina, por ejemplo), las comunicaciones son vitales en nuestra vida diaria.

En este manual de prácticas se dará un vistazo general a prácticas realizadas con anterioridad en otros laboratorios para que el alumno de ingeniería en telecomunicaciones sistemas y electrónica ponga énfasis en los parámetros que son importantes dentro del área de las telecomunicaciones.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SECCIÓN ELECTRÓNICA
	REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS

El presente reglamento de la sección electrónica tiene por objetivo establecer los lineamientos para el uso y seguridad de laboratorios, condiciones de operación y evaluación, que deberán de conocer y aplicar, estudiantes y profesores en sus cuatro áreas: comunicaciones, control, sistemas analógicos y sistemas digitales.

1. Queda estrictamente prohibido, al interior de los laboratorios
 - a) Correr, jugar, gritar o hacer cualquier otra clase de desorden.
 - b) Dejar basura en las mesas de trabajo y/o pisos.
 - c) Fumar, consumir alimentos y/o bebidas.
 - d) Realizar o responder llamadas telefónicas y/o el envío de cualquier tipo de mensajería.
 - e) La presencia de personas ajenas en los horarios de laboratorio.
 - f) Dejar los bancos en desorden y/o sobre las mesas.
 - g) Mover equipos o quitar accesorios de una mesa de trabajo.
 - h) Usar o manipular el equipo sin la autorización del profesor.
 - i) Rayar y/o sentarse en las mesas del laboratorio.
 - j) Energizar algún circuito sin antes verificar que las conexiones sean las correctas (polaridad de las fuentes de voltaje, multímetros, etc.).
 - k) Hacer cambios en las conexiones o desconectar el equipo estando energizado.
 - l) Hacer trabajos pesados (taladrar, martillar, etc.) en las mesas de trabajo.
 - m) Instalar software y/o guardar información en los equipos de cómputo de los laboratorios.
 - n) El uso de cualquier aparato o dispositivo electrónico ajeno al propósito para la realización de la práctica.
 - o) Impartir clases teóricas, su uso es exclusivo para las sesiones de laboratorio.
2. Es responsabilidad del profesor y de los estudiantes revisar las condiciones del equipo e instalaciones del laboratorio al inicio de cada práctica (encendido, dañado, sin funcionar, maltratado, etc.). El profesor deberá generar el reporte de fallas de equipo o de cualquier anomalía y entregarlo al responsable de laboratorio o al jefe de sección.
3. Los profesores deberán de cumplir con las actividades y tiempos indicados en el "cronograma de actividades de laboratorio".
4. Es requisito indispensable para la realización de las prácticas que el estudiante:
 - a) Descargue el manual completo y actualizado al semestre en curso, el cual podrá obtener en (http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/)
 - b) Presente su circuito armado en la tableta de conexiones para poder realizar la práctica (cuando aplique), de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.
 - c) Realizar las actividades previas y entregarlas antes del inicio de la sesión de práctica, de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.
5. Estudiante que no asista a la sesión de práctica de laboratorio será evaluado con cero.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

6. La evaluación de cada sesión debe realizarse con base en los criterios de evaluación incluidos en los manuales de prácticas de laboratorio y no podrán ser modificados. En caso contrario, el estudiante deberá reportarlo al jefe de sección.
7. La evaluación final del estudiante en los laboratorios será con base en lo siguiente:
 - a) **(Aprobado)** Cuando el promedio total de todas las prácticas de laboratorio sea mayor o igual a 6 siempre y cuando tengan el 90% de asistencia y el 80% de prácticas acreditadas con base en los criterios de evaluación.
 - b) **(No Aprobado)** No cumplió con los requisitos mínimos establecidos en el punto anterior.
 - c) **(No Presentó)** Cuando no asistió a ninguna sesión de laboratorio o que no haya entregado actividades previas o reporte alguno.
8. Profesores que requieran hacer uso de las instalaciones de laboratorio para realizar trabajos o proyectos, es requisito indispensable que las soliciten por escrito al jefe de sección. Siempre y cuando no interfiera con los horarios de los laboratorios.
9. Estudiantes que requieran realizar trabajos o proyectos en las instalaciones de los laboratorios, es requisito indispensable que esté presente el profesor responsable del trabajo o proyecto. En caso contrario no podrán hacer uso de las instalaciones.
10. Correo electrónico del buzón para quejas y sugerencias para cualquier asunto relacionado con los laboratorios (seccion_electronica@cuautitlan.unam.mx).
11. El incumplimiento a estas disposiciones faculta al profesor para que instruya la salida del infractor y en caso de resistencia, la suspensión de la práctica.
12. A los usuarios que, por su negligencia o descuido inexcusable, cause daños al laboratorio, materiales o equipo deberá cubrir los gastos que se generen con motivo de la reparación o reposición, indicándose en el reporte de fallas correspondiente.
13. Los usuarios de laboratorio que sean sorprendidos haciendo uso indebido de equipos, materiales, instalaciones y demás implementos, serán sancionados conforme a la legislación universitaria que le corresponda, según la gravedad de la falta cometida.
14. Los casos no previstos en el presente reglamento serán resueltos por el Jefe de Sección, de acuerdo con los lineamientos generales para el uso de los laboratorios en la Universidad Nacional Autónoma de México.

SECCIÓN ELECTRÓNICA
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Estado de Méx. a 18 de junio de 2024



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SECCIÓN ELECTRÓNICA
	REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS

El presente reglamento de la sección electrónica tiene por objetivo establecer los lineamientos para el uso y seguridad de laboratorios, condiciones de operación y evaluación, que deberán de conocer y aplicar, estudiantes y profesores en sus cuatro áreas: comunicaciones, control, sistemas analógicos y sistemas digitales.

1. Queda estrictamente prohibido, al interior de los laboratorios
 - a) Correr, jugar, gritar o hacer cualquier otra clase de desorden.
 - b) Dejar basura en las mesas de trabajo y/o pisos.
 - c) Fumar, consumir alimentos y/o bebidas.
 - d) Realizar o responder llamadas telefónicas y/o el envío de cualquier tipo de mensajería.
 - e) La presencia de personas ajenas en los horarios de laboratorio.
 - f) Dejar los bancos en desorden y/o sobre las mesas.
 - g) Mover equipos o quitar accesorios de una mesa de trabajo.
 - h) Usar o manipular el equipo sin la autorización del profesor.
 - i) Rayar y/o sentarse en las mesas del laboratorio.
 - j) Energizar algún circuito sin antes verificar que las conexiones sean las correctas (polaridad de las fuentes de voltaje, multímetros, etc.).
 - k) Hacer cambios en las conexiones o desconectar el equipo estando energizado.
 - l) Hacer trabajos pesados (taladrar, martillar, etc.) en las mesas de trabajo.
 - m) Instalar software y/o guardar información en los equipos de cómputo de los laboratorios.
 - n) El uso de cualquier aparato o dispositivo electrónico ajeno al propósito para la realización de la práctica.
 - o) Impartir clases teóricas, su uso es exclusivo para las sesiones de laboratorio.
2. Es responsabilidad del profesor y de los estudiantes revisar las condiciones del equipo e instalaciones del laboratorio al inicio de cada práctica (encendido, dañado, sin funcionar, maltratado, etc.). El profesor deberá generar el reporte de fallas de equipo o de cualquier anomalía y entregarlo al responsable de laboratorio o al jefe de sección.
3. Los profesores deberán de cumplir con las actividades y tiempos indicados en el "cronograma de actividades de laboratorio".
4. Es requisito indispensable para la realización de las prácticas que el estudiante:
 - a) Descargue el manual completo y actualizado al semestre en curso, el cual podrá obtener en (http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/)
 - b) Presente su circuito armado en la tableta de conexiones para poder realizar la práctica (cuando aplique), de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.
 - c) Realizar las actividades previas y entregarlas antes del inicio de la sesión de práctica, de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.
5. Estudiante que no asista a la sesión de práctica de laboratorio será evaluado con cero.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

6. La evaluación de cada sesión debe realizarse con base en los criterios de evaluación incluidos en los manuales de prácticas de laboratorio y no podrán ser modificados. En caso contrario, el estudiante deberá reportarlo al jefe de sección,
7. La evaluación final del estudiante en los laboratorios será con base en lo siguiente:
 - a) **(Aprobado) Cuando el promedio total de todas las prácticas de laboratorio sea mayor o igual a 6 siempre y cuando tengan el 90% de asistencia y el 80% de prácticas acreditadas con base en los criterios de evaluación.**
 - b) **(No Aprobado) No cumplió con los requisitos mínimos establecidos en el punto anterior.**
 - c) **(No Presentó) Cuando no asistió a ninguna sesión de laboratorio o que no haya entregado actividades previas o reporte alguno.**
8. Profesores que requieran hacer uso de las instalaciones de laboratorio para realizar trabajos o proyectos, es requisito indispensable que las soliciten por escrito al jefe de sección, Siempre y cuando no interfiera con los horarios de los laboratorios,
9. Estudiantes que requieran realizar trabajos o proyectos en las instalaciones de los laboratorios, es requisito indispensable que esté presente el profesor responsable del trabajo o proyecto. En caso contrario no podrán hacer uso de las instalaciones.
10. Correo electrónico del buzón para quejas y sugerencias para cualquier asunto relacionado con los laboratorios (seccion_electronica@cuautitlan.unam.mx).
11. El incumplimiento a estas disposiciones faculta al profesor para que instruya la salida del infractor y en caso de resistencia, la suspensión de la práctica.
12. A los usuarios que, por su negligencia o descuido inexcusable, cause daños al laboratorio, materiales o equipo deberá cubrir los gastos que se generen con motivo de la reparación o reposición, indicándose en el reporte de fallas correspondiente.
13. Los usuarios de laboratorio que sean sorprendidos haciendo uso indebido de equipos, materiales, instalaciones y demás implementos, serán sancionados conforme a la legislación universitaria que le corresponda, según la gravedad de la falta cometida.
14. Los casos no previstos en el presente reglamento serán resueltos por el Jefe de Sección, de acuerdo con los lineamientos generales para el uso de los laboratorios en la Universidad Nacional Autónoma de México.

SECCIÓN ELECTRÓNICA
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Estado de Méx. a 18 de junio de 2024



Instructivo para la Elaboración del Reporte

- a) Los reportes deberán basarse en la metodología utilizada en los manuales de las prácticas de laboratorio.
- b) Las prácticas deberán contener el siguiente formato de portada (obligatorio).

U. N. A. M.
F. E. S. C.

Laboratorio de : _____ Grupo: _____

Profesor: _____

Alumno: _____

Nombre de Práctica: _____ No. de Práctica: _____

Fecha de realización: _____ Fecha de entrega: _____

Semestre: _____

Criterios de Evaluación

C1:	Actividades Previas Indicadas en el Manual de Prácticas	20 %
C2:	Habilidad en el Armado y Funcionalidad de los Sistemas	20 %
C3:	Habilidad para el Manejo del Equipo e Interpretación Correcta de las Lecturas	10 %
C4:	Reporte Entregado con Todos los Puntos Indicados en el Manual de Prácticas	50 %



Práctica 1

CALCULO DEL ENLACE PUNTO A PUNTO

Objetivos

- El alumno diseñará un enlace punto a punto calculando la Zona de Fresnel de dicho enlace.
- Graficar los resultados obtenidos en el diseño.

Introducción

El haz de microondas está influenciado por el terreno que se encuentra entre las estaciones y los obstáculos. Tiende a seguir una línea recta en el azimut a menos que sea interceptado por estructuras en o cerca del camino.

Cuando viaja a través de la atmósfera, usualmente sigue un camino ligeramente encorvado con respecto al plano vertical, éste es refractado verticalmente debido a la variación con respecto a la altura en la constante dieléctrica de la atmósfera; generalmente ligeramente descendente para que el horizonte de la radio esté eficazmente extendido. La cantidad de esta refracción varía el tiempo debido a los cambios en la temperatura, presión atmosférica y humedad relativa, el cual controla la constante dieléctrica.

Debido a que las ondas de radio de alta frecuencia son atenuadas por obstáculos se requiere una clara línea de vista entre las antenas para un óptimo desempeño y un alcance máximo.

El horizonte de radio o línea de vista es el punto en la distancia donde el camino entre las dos antenas es bloqueado por la curvatura de la Tierra. El horizonte de radio puede ser extendido por medio de la elevación de la antena transmisora, la receptora o de ambas para extender el alcance de comunicación.

Los obstáculos que pueden interferir en un enlace de radios son:

- Las características geográficas de la región (montañas, serranías, etc.)
- La curvatura de la Tierra
- Edificios y construcciones elevadas
- Árboles

Cuando el haz roza por encima de un obstáculo éste es difractado. Cuando la línea central del haz roza un obstáculo, existirá una pérdida de energía que afecta a la antena receptora.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

La pérdida puede variar de entre 6 y 20 dB, y esto dependerá del tipo de superficie en que la difracción ocurre. Se ha demostrado experimentalmente que una difracción con un filo de cuchillo producirá una pérdida de 6 dB.

Una superficie lisa, como un terreno plano o de agua, la cual sigue la curvatura de la Tierra, producirá la pérdida máxima al rozar. Los árboles tienden a producir una pérdida cercana a los 6 dB. Para minimizar las pérdidas a causa de la difracción, la línea de vista de un enlace de microondas está planeado para funcionar aún bajo las más adversas condiciones atmosféricas.

Un concepto importante que se debe tener en cuenta en el análisis de enlaces por microondas son los efectos de propagación, particularmente aquellos de difracción, refracción, reflexión y los efectos de terreno y obstáculos; a este análisis se le conoce como la **Zona de Fresnel**.

La visibilidad necesaria para la Zona de Fresnel puede ser calculada y se debe tomar en cuenta cuando se está diseñando un enlace inalámbrico.

Las Zonas de Fresnel son una serie de elipsoides concéntricos que rodean la trayectoria directa entre el transmisor y el receptor. La primera Zona de Fresnel (la región que encierra al primer elipsoide), contiene la mayor cantidad de potencia destinada al receptor. De existir un obstáculo en los límites de la primera zona de Fresnel, la onda reflejada tiende a cancelar la onda directa, dependiendo de las amplitudes relativas de cada onda; por eso la importancia de calcular la primera zona de Fresnel.

Cálculo de la zona de Fresnel

a) Perfil Topográfico

Para realizar un enlace de microondas es necesario saber la altura de la superficie terrestre, desde el punto inicial en el que va a estar el transmisor (km 0) hasta el punto final donde se va a encontrar el receptor (km N), por lo cual será necesario contar con un mapa topográfico.

El perfil se hace marcando sobre el mapa una línea recta, siendo esta nuestra línea de vista, desde el punto inicial hasta el punto final del enlace. A continuación, se marcan los discretos sobre la línea de vista, dichos puntos deben ser tomados ≤ 250 metros (ver figura 1.1).

Un mapa topográfico cuenta con curvas de nivel acotadas en metros (o pies), en la figura 1.2 las líneas A y B representan las curvas de nivel acotadas en 100 metros, las líneas X representan las curvas de nivel ordinarias y están acotadas cada 20 metros. Estas curvas representan la altura del relieve sobre el nivel del mar, a esta altura le llamamos *Ci*.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

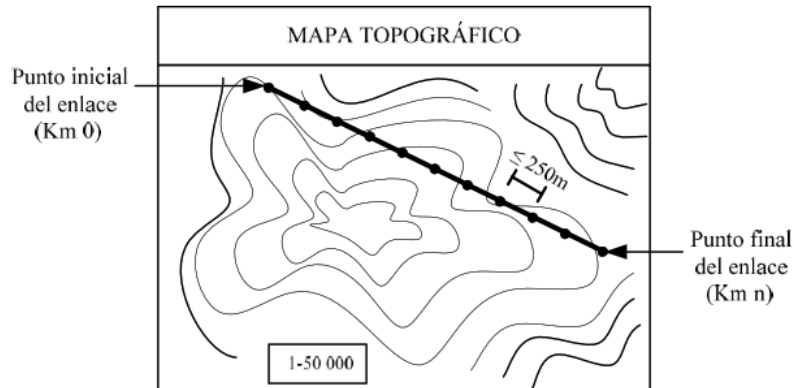


Figura 1.1. Línea de vista sobre mapa topográfico.

Como se aprecia en la figura 1.2, si un punto 1 cae sobre la curva de nivel A tendrá una altura C_i de 5000 m, si cae en la línea X1 tendrá una altura C_i de 5020 m.

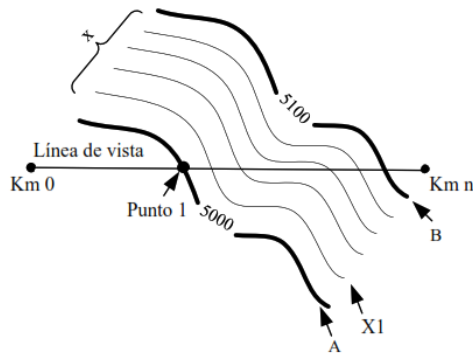


Figura 1.2. Curvas de nivel del mapa topográfico.

Con los puntos obtenidos se graficará C_i con respecto a la distancia X_i , donde X_i serán los puntos de referencia, o bien la distancia que existe desde el km 0 (punto inicial) y el punto de referencia que se desee graficar (ver figura 1.3).



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

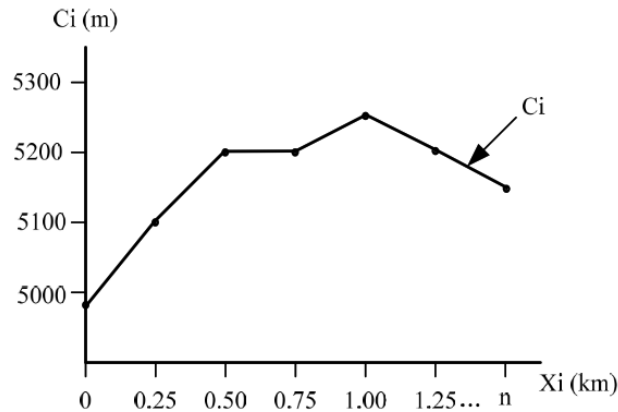


Figura 1.3. Gráfica de Ci.

b) Curvatura de la Tierra

La curvatura de la Tierra está dada por la siguiente formula:

$$f_i = \frac{X_i(X_n - X_i)}{2KR_o} \times 1000$$

Donde:

F_i es la curvatura de la tierra (metros).

X_i es la distancia del punto inicial al punto donde se quiere conocer la curvatura (km).

X_n es la distancia total del enlace de radio.

K es el factor de corrección de la tierra el cual puede variar (para nuestro caso, tomaremos el valor de **1.33** que representa una atmósfera estándar).

R_o es el radio de la Tierra (**6370 km**).

Al graficar f_i con respecto a X_i se obtendrá la gráfica que se aprecia en la figura 1.4.

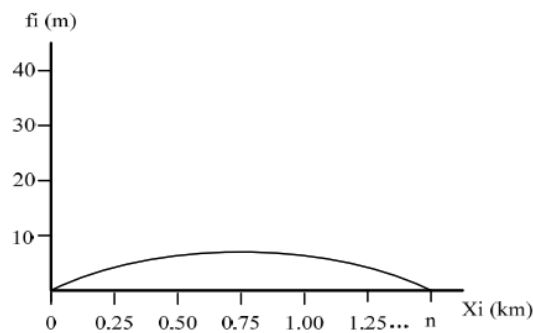


Figura 1.4. Gráfica de f_i .



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

Con los resultados obtenidos de f_i obtendremos la altura real de la superficie terrestre la cual llamaremos Z_i .

$$Z_i = C_i + f_i$$

Al graficar Z_i con respecto a X_i obtendremos la gráfica de altura real entre los dos puntos de nuestro enlace de radio (figura 1.5).

Una vez graficado la altura real del enlace de radio (Z_i), se trazará la línea de vista desde el punto origen (km 0) hasta el punto destino (km X_n) del enlace. Dicha línea será el eje de simetría de nuestra Zona de Fresnel (ver figura 1.5).

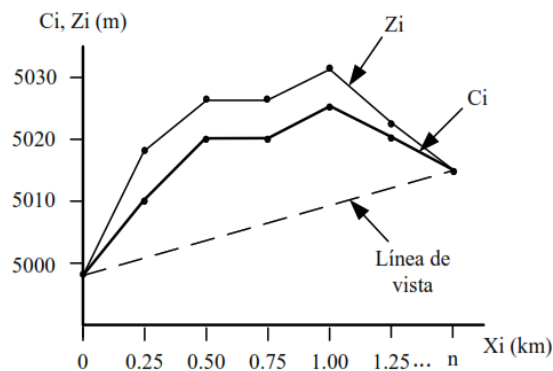


Figura 1.5. Gráfica con la altura real del radio enlace.

c) Zona de Fresnel

Uno de los objetivos de un buen enlace de microondas es dejar libre la primera zona de Fresnel, es decir, dejar completamente libre el lóbulo de radiación de cualquier obstáculo de la superficie terrestre y suficientemente bajo para eliminar la segunda zona de Fresnel. En la figura 2.6 se muestra el lóbulo de radiación de la primera zona de Fresnel y el lóbulo de la segunda obstruido, siendo este un enlace ideal (ver figura 1.6).

El cálculo para obtener las zonas de Fresnel está dado por la siguiente ecuación:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_t}}$$

Donde:

n es el número entero de la zona de Fresnel que se desea calcular.

λ es la longitud de onda (metros)

d_1 es la distancia del punto 0 al km donde se desee conocer la zona de Fresnel (metros).



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

d_2 es la distancia del punto evaluado al final del enlace (metros).

d_t es la distancia total del enlace.

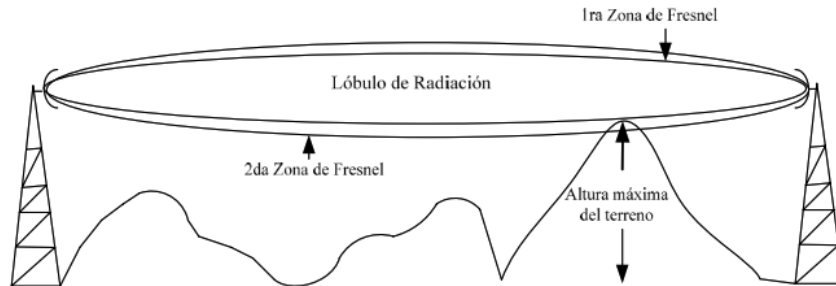


Figura 1.6. Enlace de microondas ideal.

Los valores obtenidos de “ r ” y de “ n ” en cada punto evaluado son los radios de los círculos concéntricos que forman la zona de Fresnel; para nuestro caso, los radios serán tomados perpendicularmente sobre la línea de vista en el extremo superior e inferior del punto evaluado, tal y como se muestra en la figura 1.7.

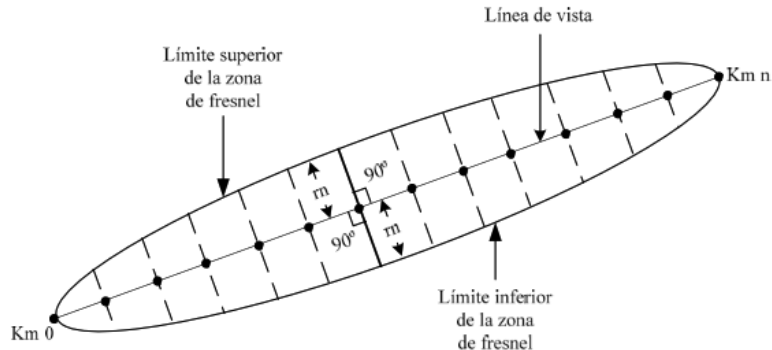


Figura 1.7. Zonas de Fresnel.

d) Ubicación del punto de mayor obstrucción

Después de obtener la gráfica Z_i y el lóbulo de radiación, nuestro punto de mayor obstrucción estará dado por la distancia mayor que hay desde la zona inferior del lóbulo de radiación hasta Z_i , como es mostrado en la figura 1.8.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

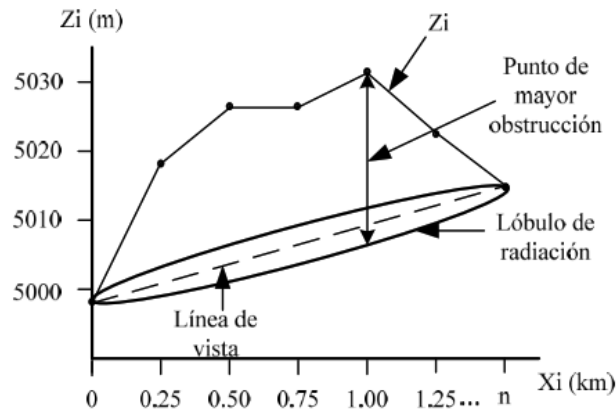


Figura 1.8. Punto de mayor obstrucción.

e) Tamaño de las torres

El tamaño de las torres del transmisor y el receptor del enlace dependerá de la altura máxima de obstrucción, siempre y cuando la altura de obstrucción no supere los 120 metros. Esto quiere decir, que la altura de las torres propuesta para el enlace deberá ser directamente proporcional a la altura máxima de obstrucción, por ejemplo, si la obstrucción tiene una altura de 20 metros las torres deberán tener una altura de 20 metros, pero si la obstrucción es menor a 15 metros las torres tendrán la altura mínima de construcción, la cual es de 15 metros.

En la figura 1.9 se muestra un ejemplo del tamaño de las torres para una obstrucción de 23 metros.

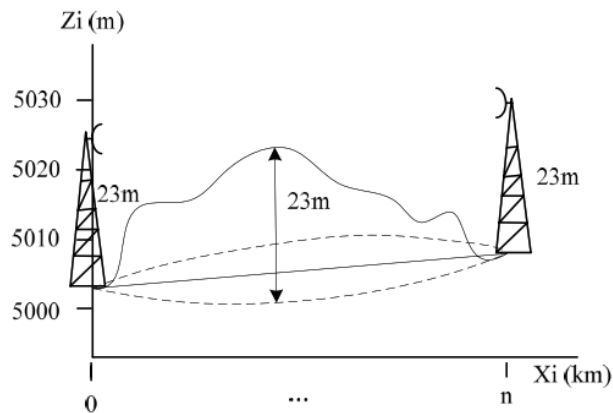


Figura 1.9. Tamaño de las torres para superar el punto máximo de obstrucción.

f) Repetidor

Si la altura de obstrucción es mayor a 120 metros, será necesario proponer un repetidor en el lugar donde se localice el punto de mayor altura de la obstrucción que se desee librar.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

Para saber el tamaño de las torres se deberá de realizar nuevamente el análisis de la zona de Fresnel desde el punto origen hasta el punto de obstrucción, y del punto de obstrucción hasta el punto destino de nuestro enlace; en pocas palabras, tendremos dos líneas de vista y se calcularán sus respectivos lóbulos de radiación (ver figuras 1.10 y 1.11).

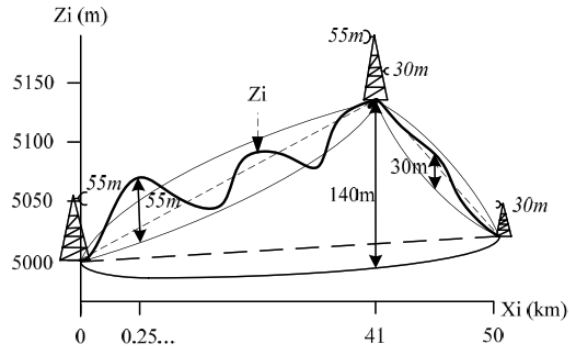


Figura 1.10. Análisis con el repetidor propuesto.

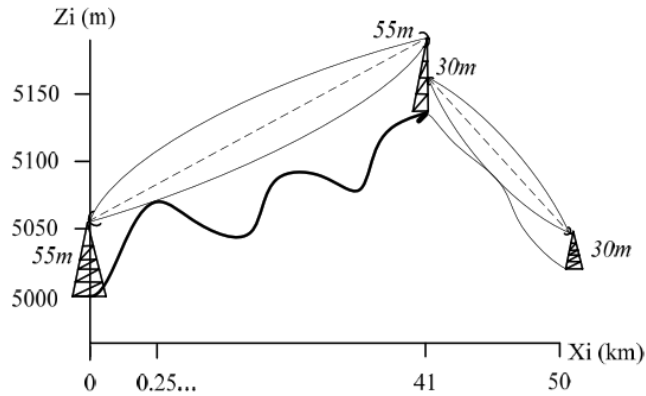


Figura 1.11. Enlace terminado con las alturas de las torres (transmisor, repetidor y receptor).



Actividades Previas a la Práctica

1. El alumno deberá realizar la lectura de la práctica de laboratorio.
2. Elegir dos puntos geográficos donde se pretenderá realizar un enlace de radio (la distancia mínima de enlace debe ser 5 km), la frecuencia de transmisión será a 5 GHz.
3. Realizar un programa donde se realizarán los cálculos necesarios para obtener los puntos para realizar la gráfica de la zona de Fresnel del enlace de radio en cuestión.

Equipo

- Computadora con acceso al internet
- Programa Google Earth Pro
- Computadora personal con el Software Excel.

Procedimiento Experimental

1. Abrir el programa que realizará los cálculos automáticos de f_i , Z_i , r_n , la línea de vista y los lóbulos (superior e inferior).

ENLACE PUNTO A PUNTO - ESTACIÓN A - ESTACIÓN B								
n° punto	distancia (km)	altura (Ci) (m)	Curvatura (fi)	Altura real (Zi) (m)	zonas de fresnel	línea de vista	fresnel sup	fresnel inf
1	0.00							
2	0.25							
3	0.50							
4	0.75							
5	1.00							
6	1.25							
7	1.50							
8	1.75							

Figura 1.12. Ejemplo de archivo que calcula f_i , Z_i , r_n

2. Abrir Google Earth Pro para localizar los puntos A (emisor) y B (receptor) del enlace de radio que se estudiará para medir la distancia total de dicho enlace. El dato obtenido deberá ser proporcionado al programa que calculará la zona de Fresnel.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

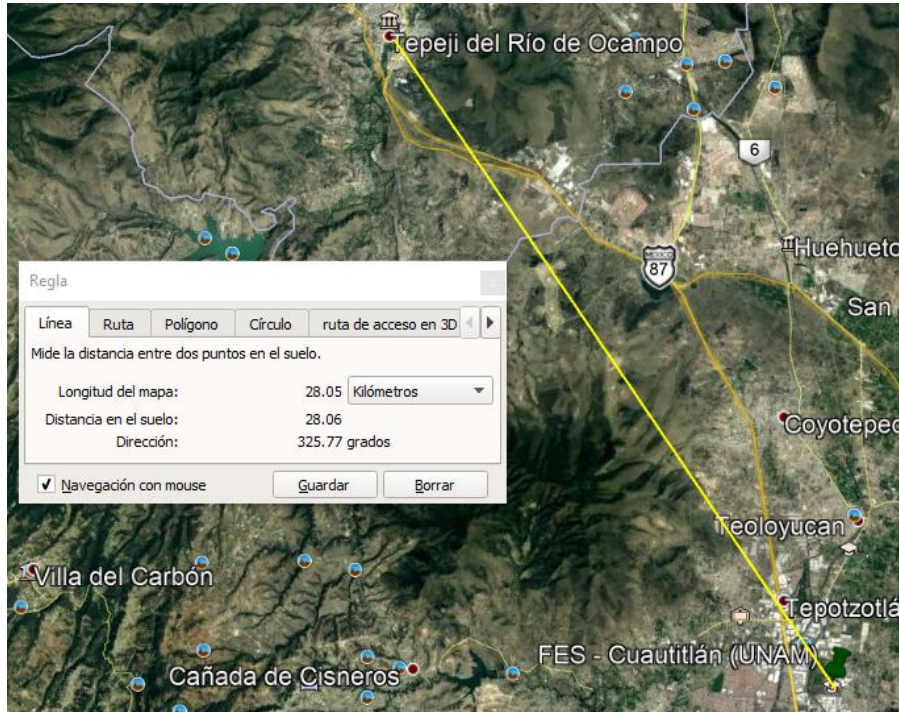


Figura 1.13. Ejemplo de la distancia entre los puntos A y B.

3. De la línea de vista entre los puntos A y B, ir midiendo la altitud cada 250 metros. Los datos (C_i) serán capturados en la base de datos del programa abierto en el paso 1.

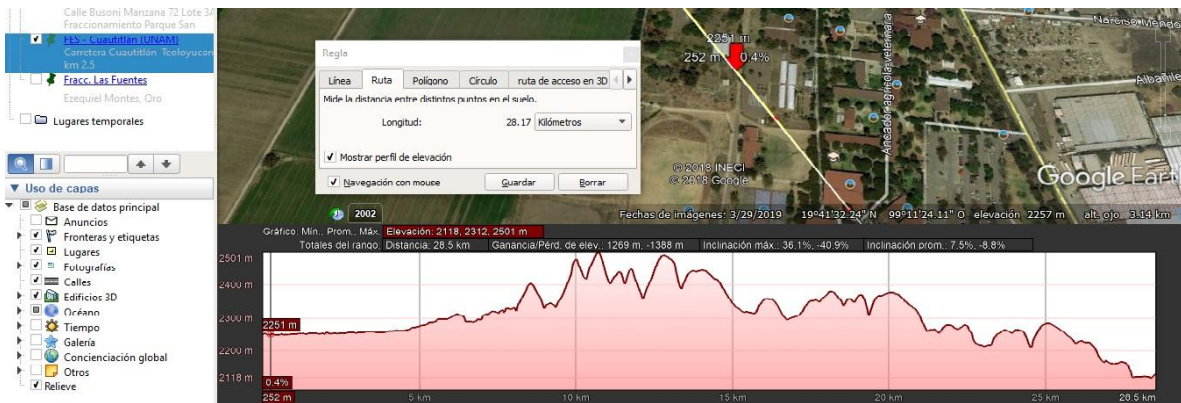


Figura 1.14. Ejemplo de la medición de altitud en el punto $d_i = 250$ m.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

ENLACE PUNTO A PUNTO - ESTACIÓN A - ESTACIÓN B								
n° punto	distancia (km)	altura (Ci) (m)	Curvatura (fi)	Altura real (Zi) (m)	zonas de fresnel	línea de vista	fresnel sup	fresnel inf
1	0.00	2309	0.00	2309	0.00	2309	2309	2309
2	0.25	2278	0.47	2278	3.86	2308	2312	2304
3	0.50	2275	0.93	2276	5.43	2307	2312	2301
4	0.75	2282	1.38	2283	6.63	2306	2312	2299
5	1.00	2297	1.83	2299	7.62	2304	2312	2297
6	1.25	2300	2.27	2302	8.49	2303	2312	2295
7	1.50	2294	2.70	2297	9.26	2302	2311	2293
8	1.75	2282	3.12	2285	9.96	2301	2311	2291
9	2.00	2277	3.54	2281	10.61	2300	2310	2289
10	2.25	2275	3.95	2279	11.20	2299	2310	2288
11	2.50	2279	4.35	2283	11.76	2298	2309	2286
12	2.75	2277	4.75	2282	12.28	2296	2309	2284
13	3.00	2272	5.13	2277	12.77	2295	2308	2283
14	3.25	2273	5.51	2279	13.24	2294	2307	2281
15	3.50	2273	5.89	2279	13.68	2293	2307	2279
16	3.75	2272	6.25	2278	14.09	2292	2306	2278

Figura 1.15. Ejemplo de datos capturados cada 250 metros.

- Al terminar de obtener todas las altitudes de todos los puntos involucrados dentro de la línea de vista, graficar los datos que el programa arrojó.

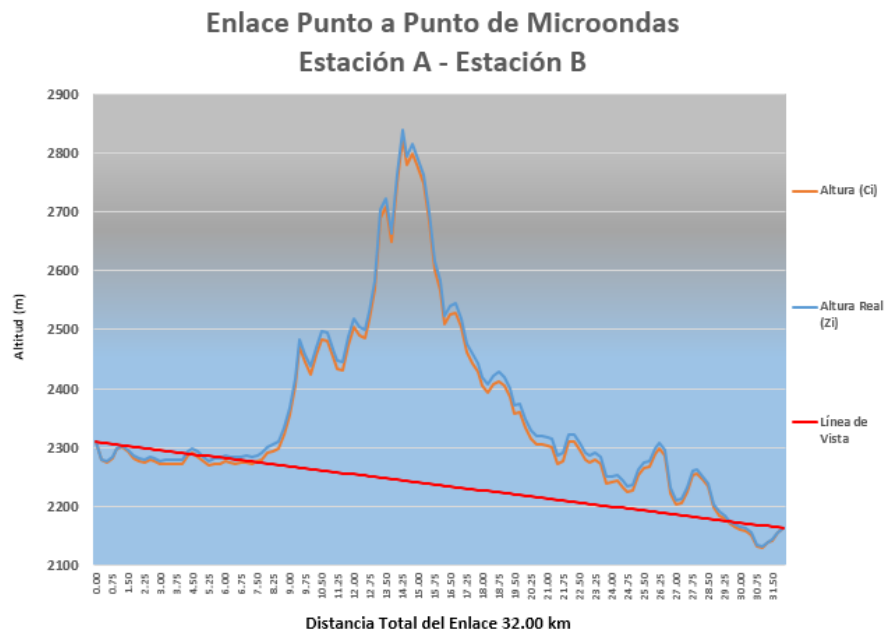


Figura 1.16. Ejemplo del gráfico obtenido con los datos arrojados por el programa.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

- En caso de que exista un obstáculo mayor a 120 metros dentro de la línea de vista, instalar un repetidor en el punto donde se localice el punto más alto de obstrucción y volver a realizar el análisis.

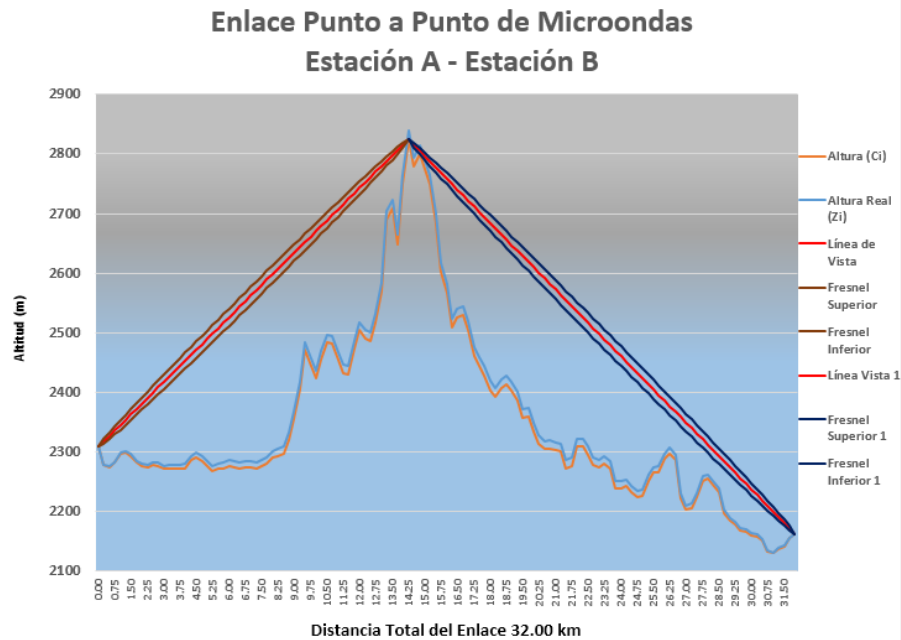


Figura 1.17. Ejemplo del gráfico obtenido con los datos arrojados por el programa.

- Añadir al programa la altura de las torres de comunicación (recordar que la altura mínima de la torre es de 15 metros) para volver a calcular automáticamente la línea de vista, la zona de Fresnel y sus lóbulos.

n° punto	distancia (km)	altura (Ci) (m)	Curvatura (fi)	Altura real (Zi) (m)	zonas de fresnel	línea de vista	fresnel sup	fresnel inf	línea de vista 30 m	fresnel sup 30 m	fresnel inf 30 m
1	0.00	2309	0.00	2309	0.00	2309	2309	2309	2339	2339	2339
2	0.25	2278	0.21	2278	3.84	2318	2322	2314	2348	2352	2344
3	0.50	2275	0.41	2275	5.38	2327	2332	2322	2357	2362	2352
4	0.75	2282	0.60	2283	6.53	2336	2343	2330	2366	2373	2360
5	1.00	2297	0.78	2298	7.47	2345	2353	2338	2375	2383	2368
6	1.25	2300	0.96	2301	8.27	2354	2362	2346	2384	2392	2376
7	1.50	2294	1.13	2295	8.97	2363	2372	2354	2393	2402	2384
8	1.75	2282	1.29	2283	9.60	2372	2382	2363	2402	2412	2393
9	2.00	2277	1.45	2278	10.16	2381	2391	2371	2411	2421	2401

Figura 1.18. Ejemplo de datos obtenidos con la altura de las torres.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

7. Graficar los datos obtenidos (con la altura de las torres) por el programa.

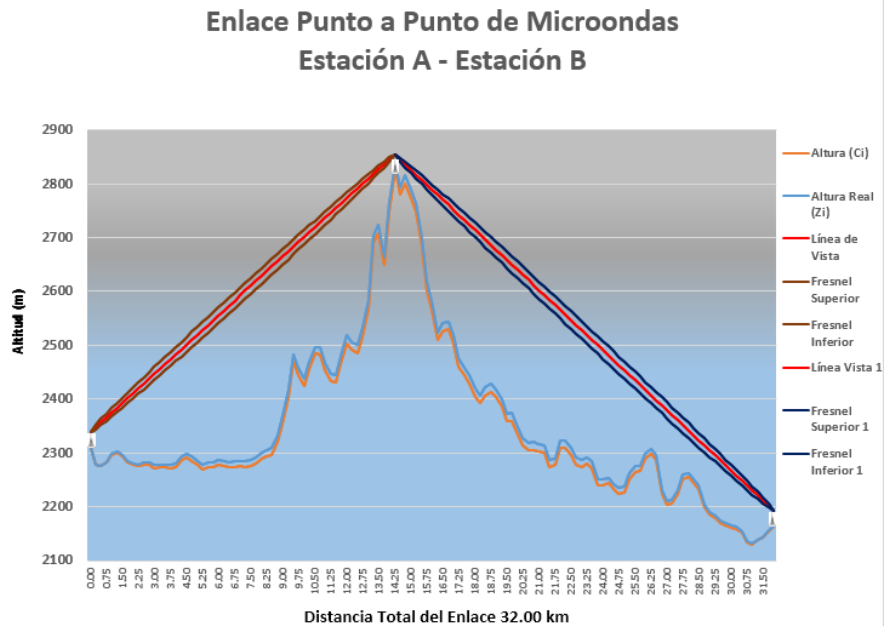


Figura 1.19. Ejemplo del gráfico obtenido con los datos arrojados por el programa.

8. Abrir la siguiente página web para realizar la simulación del enlace de radio con los puntos A y B.

<https://link.ui.com/#>

9. Seleccionar los enlaces A y B vistos en el procedimiento 2 de la presente práctica, con una frecuencia de transmisión de 5 GHz.

10. Comparar los resultados obtenidos con ambos métodos y redactar sus comentarios.



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

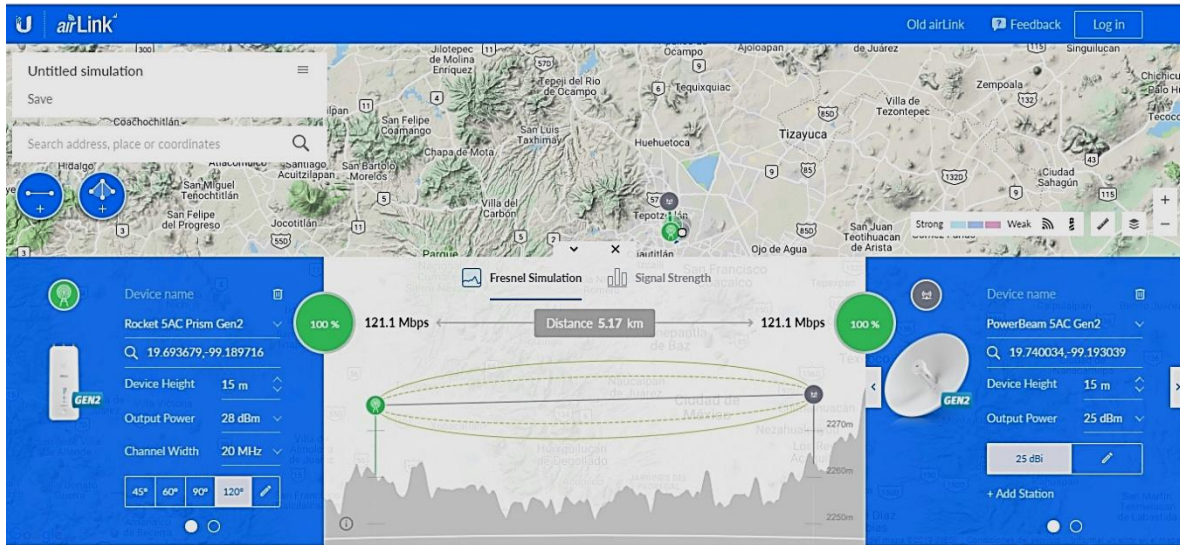


Figura 1.20. Ejemplo del gráfico obtenido con los datos de la página web.

Cuestionario

1. Explique la importancia del cálculo de las zonas Fresnel en los enlaces de radios dentro de las telecomunicaciones.

Conclusiones

Bibliografía

Elaborar un listado de las referencias bibliográficas consultadas para la realización de la práctica.



Práctica 2

Diseño y simulación de un sistema Telefónico Digital

Objetivos

- Verificar los componentes necesarios que conforman un Sistema Telefónico Digital.
- Verificar los protocolos necesarios para realizar una comunicación exitosa entre los usuarios.
- Diseñar y simular un sistema telefónico digital entre tres centrales telefónicas.

Introducción

Redes Convergentes

Hace 25 años en las comunicaciones se utilizaba como plataforma de Red las llamadas “Redes Tradicionales Separadas”.

Este tipo de plataforma utiliza diferentes tecnologías para transportar la señal de comunicaciones; por lo que no pueden comunicarse entre sí, ya que cada red tenía su propio conjunto de reglas y estándares para asegurar una comunicación satisfactoria (ver figura 2.1).

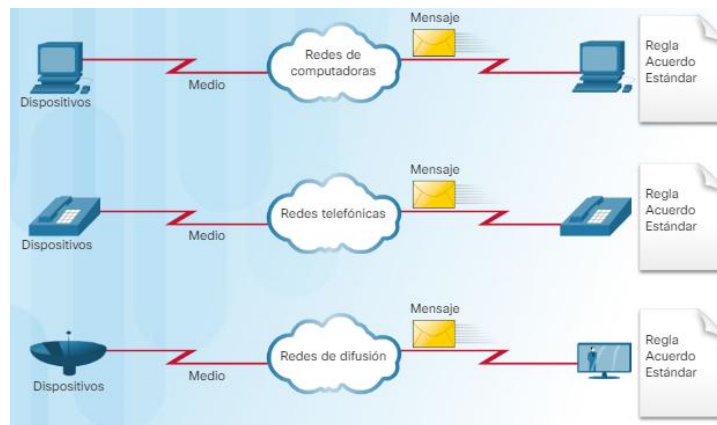


Figura 2.1. Redes Múltiples de Comunicación.

En la actualidad, las redes separadas de datos, telefonía y vídeo están convergiendo. A diferencia de las líneas dedicadas, las redes convergentes pueden transmitir datos, voz y vídeo entre muchos tipos diferentes de dispositivos en la misma infraestructura de red. Dicha infraestructura utiliza el mismo conjunto de reglas, acuerdos y estándares de implementación (figura 2.2).



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

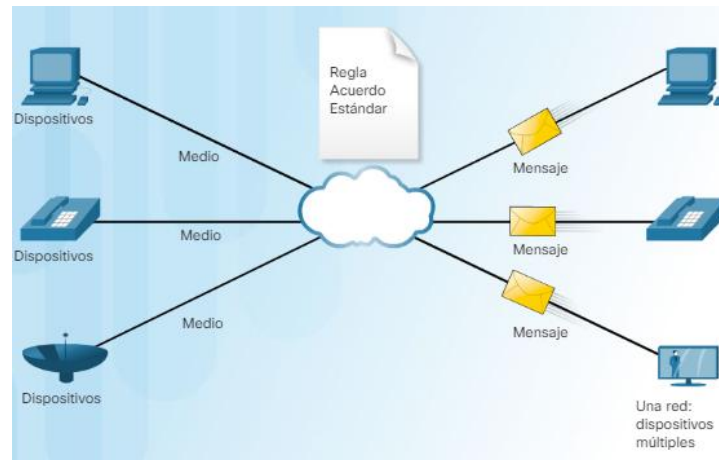


Figura 2.2. Redes Convergentes

En el aspecto de la telefonía digital, nuestros sentidos continúan siendo analógicos, por lo que es necesario algunos artificios para digitalizar la voz. Se establecen CODEC's en la voz sobre IP para paquetizar la voz y poder dirigirla sobre los procesos de la IP.

En la presente práctica, el alumno deberá diseñar, implementar y simular la red telefónica por medio del simulador de CISCO, Packet Tracer.

Actividades Previas la Práctica

1. Investigar las ISP que ofrecen servicios convergentes.
2. Investigar las ISP locales (Valle de Cuautitlán) que ofrecen servicios convergentes.
3. Realizar una comparación entre las ISP locales de los servicios ofertados al público residencial (realizar un cuadro comparativo entre las ISP, indicando nombre de la compañía, nombre del producto, costo del producto, velocidad de descarga, número de llamadas y número de canales de vídeo).
4. Seleccionar el mejor servicio convergente de un ISP local, dando los argumentos necesarios para su elección.
5. Diseñar una red telefónica digital, con al menos tres ruteadores.

Equipo

- Computadora personal con el Software Cisco Packer Tracer instalado.
- Software y/o hardware necesario para tomar vídeo de evidencia.



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

Procedimiento Experimental

1. Abrir el Software Cisco Packer Tracer.
2. Abrir el diseño de la red telefónica solicitado en la actividad previa.
3. Explicar paso a paso la red telefónica diseñada en la actividad previa al profesor de laboratorio, indicando las configuraciones de los equipos utilizados, así mismo deberá incluir las evidencias del funcionamiento del sistema explicando paso a paso lo ocurrido en el sistema.
4. El reporte de prácticas debe contener los pasos realizados para la interconexión de los equipos utilizados en el diseño.

Cuestionario

1. Explique la importancia de una red confiable en un sistema de comunicación convergente.
2. Defina Calidad de Servicio.
3. Defina Tolerancia a Fallos.
4. Defina Escalabilidad del sistema.
5. Defina Seguridad del sistema.

Conclusiones

Bibliografía

Elaborar un listado de las referencias bibliográficas consultadas para la realización de la práctica.



Práctica 3

Diseño y Simulación de una Red Local de Datos

Objetivo

- Diseñar y simular una red LAN con diez usuarios como mínimo.

Introducción

Descripción General de los Componente de una Red.

La infraestructura de red contiene tres categorías de componentes de red:

- Dispositivos.
- Medios.
- Servicios.

Los dispositivos y los medios son los elementos físicos o hardware de la red (PC, laptop, Switch, Router, un punto de acceso inalámbrico o el cableado que se utiliza para conectar dichos dispositivos).

Los servicios incluyen una gran cantidad de aplicaciones de red comunes que utilizan las personas a diario, tales como los servicios de alojamiento de correo electrónico y los servicios de alojamiento web.

Los procesos son menos obvios para nosotros, pero son críticos para el funcionamiento de las redes (ver la figura 4.1).

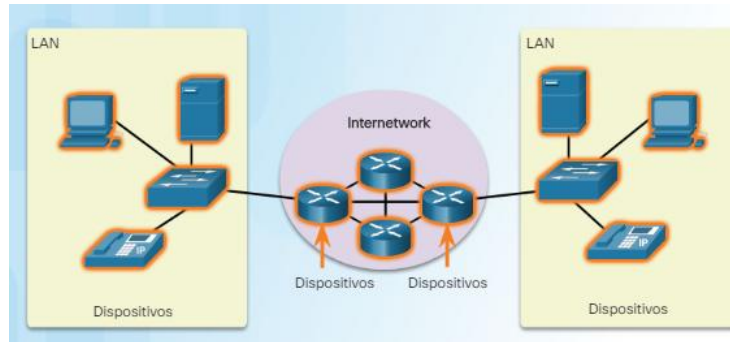
Dentro de los Dispositivos de una red tenemos los siguientes tipos:

- **Terminales.** – Son dispositivos de red con los que la gente está más familiarizada. Una terminal es el origen o el destino de un mensaje transmitido a través de la red. Para distinguir una terminal de otra, cada terminal en la red se identifica por una dirección. Cuando una terminal inicia una comunicación, utiliza la dirección de la terminal destino para especificar a dónde se debe enviar el mensaje.
- **Dispositivos de red intermedios.** - Los dispositivos intermedios conectan las terminales individuales a la red y pueden conectar varias redes individuales para formar una internetwork. Los dispositivos intermedios proporcionan conectividad y garantizan el flujo de datos en toda la red.

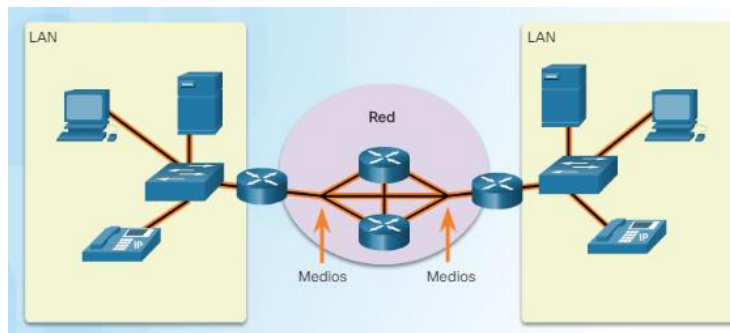
Estos dispositivos utilizan la dirección de la terminal destino, conjuntamente con información sobre las interconexiones de la red, para determinar la ruta que deben tomar los mensajes a través de la red.



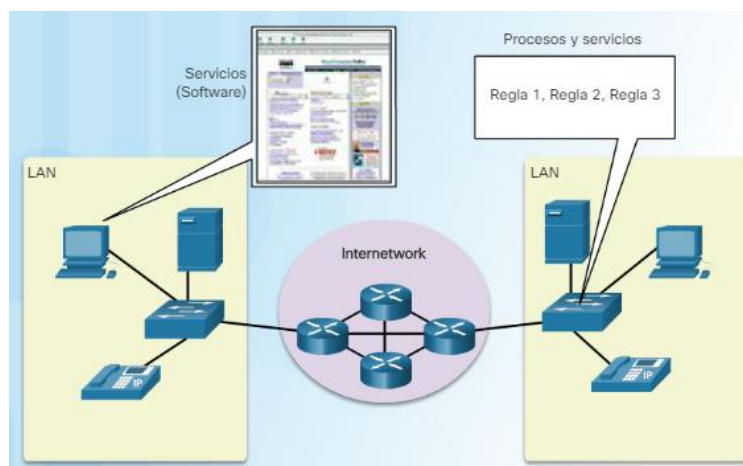
*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*



a) Dispositivos



b) Medios



c) Servicios y Procesos

Figura 3.1. Componentes de una Red



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

Un dispositivo de red intermedio puede admitir algunas de estas funciones:

- Volver a generar y transmitir las señales de datos.
- Conservar información acerca de las rutas que existen a través de la red y de internetwork.
- Notificar a otros dispositivos los errores y las fallas de comunicación.
- Dirigir los datos a lo largo de rutas alternativas cuando hay una falla en el enlace.
- Clasificar y dirigir mensajes de acuerdo a las prioridades.
- Permitir o denegar el Flujo de datos de acuerdo a los parámetros de seguridad.

Los criterios que se deben considerar al momento de elegir los medios de red son:

- ¿Cuál es la distancia máxima en la que el medio puede transportar una señal exitosamente?
- ¿En qué tipo de entorno se instalará el medio?
- ¿Cuál es la cantidad de datos y la velocidad a la que se deben transmitir?
- ¿Cuál es el costo del medio y de la instalación?

En la presente práctica el estudiante de la carrera de ITSE diseñará y simulará un café internet con capacidad para brindar el servicio a 10 usuarios como mínimo; con una velocidad de conexión razonablemente “óptima”.

Actividades Previas a la Práctica

1. Investigar lo que es un “Diagrama de Topología”
2. Describir brevemente los diferentes tipos de redes utilizadas en las infraestructuras de red.
3. ¿Significa lo mismo escribir Internet e internet? ¿Por qué?
4. Investigar la función de cada uno de los dispositivos utilizados en la red.
5. El alumno diseñará una infraestructura LAN, la cual funcionará como un servicio de café internet.

Equipo

- Computadora personal con el Software Cisco Packet Tracer instalado.
- Software y/o hardware necesario para tomar vídeo de evidencia.

Procedimiento Experimental

1. Abrir el Software Cisco Packet Tracer.



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

2. Abrir el diseño solicitado en la actividad previa, indicando los pasos utilizados en la configuración del diseño.
3. Simular la red LAN, explicando al profesor de laboratorio el diseño realizado en la actividad previa, tomar evidencias del funcionamiento del sistema explicando paso a paso lo ocurrido en el sistema.
4. El reporte de prácticas debe contener los pasos realizados para la interconexión de los equipos utilizados en el diseño.

Cuestionario

Tomando en consideración que este proyecto se llevara a cabo de manera real

1. ¿Qué otros aspectos deberán tomar en cuenta en el diseño?
2. ¿Cuál sería el costo para implementar su diseño?
3. ¿Cómo administraría esta red diseñada?
4. ¿Cómo limitaría el acceso a sitios no deseados?

Conclusiones

Bibliografía

Elaborar un listado de las referencias bibliográficas consultadas para la realización de la práctica.



Práctica 4

Diseño y simulación de una red convergente de datos y telefonía

Objetivo

- Diseñar y simular una red de comunicaciones que contenga datos y telefonía.
- Incentivar al alumno de ITSE a redactar un informe de trabajo de lo realizado en la presente práctica.

Introducción

El alumno deberá redactar una introducción e incluirla dentro del reporte de la práctica.

Actividades Previas a la Práctica

1. ¿Qué es una red convergente?
2. El alumno deberá diseñar una red convergente de comunicaciones, en donde se transmitirán datos y voz.

Equipo

- Computadora personal con el Software Cisco Packet Tracer.
- Software y/o hardware necesario para tomar vídeo de evidencia.

Procedimiento Experimental

1. Abrir el Software Cisco Packet Tracer.
2. Abrir el diseño solicitado en la actividad previa.
3. Simular la red convergente, explicando al profesor de laboratorio el diseño realizado en la actividad previa, tomar evidencias del funcionamiento del sistema explicando paso a paso lo ocurrido en el sistema.
4. El reporte de prácticas debe contener los pasos realizados para la interconexión de los equipos utilizados en el diseño.



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

Cuestionario

1. ¿Qué ventajas representa en la red de telecomunicaciones que la red sea convergente?
2. Explique cómo una red de telecomunicaciones convergente puede verificar el tipo de servicio que solicita el usuario.

Conclusiones

Bibliografía

Elaborar un listado de las referencias bibliográficas consultadas para la realización de la práctica.



Práctica 5

TRANSMISOR DE FM

Objetivo

- Diseñar un transmisor de FM para una frecuencia que el alumno propondrá.
- Comprobar la funcionalidad del diseño.

Introducción

Señal de FM

Generación de la señal FM. - Los sistemas de modulación de frecuencia se agrupan en dos clases:

- 1) FM directa, en que la portadora esta modulada en el punto donde se genera, en el oscilador maestro;
- 2) FM indirecta, en la que el oscilador maestro no modula, pero la modulación se aplica en alguna etapa siguiente.

Modulación de Frecuencia. - En los sistemas de comunicaciones analógicos, existen dos tipos de modulación: en amplitud y angular.

La modulación angular a su vez se divide en: Modulación en Fase y Modulación en Frecuencia.

En la presente práctica se aplicará la Modulación en Frecuencia.

En la modulación en amplitud, la frecuencia de la portadora se mantiene constante mientras su amplitud cambia de acuerdo con la amplitud de la señal modulante. En cambio, en la modulación de frecuencia, la amplitud de la portadora se conserva constante, y su frecuencia cambia de acuerdo con la amplitud de la señal modulante.

La modulación de frecuencia tiene como resultado la generación de bandas laterales similares a las de un sistema modulado en amplitud; en donde a medida que aumenta la desviación, las bandas laterales aparecen cada vez a mayores distancias de la portadora principal.

La amplitud de la portadora principal también depende de la cantidad de desviación.

La cantidad de variación de la frecuencia de la señal por encima y por debajo del centro de la portadora principal se denomina desviación. La cantidad de desviación esta únicamente determinada por la frecuencia de la señal moduladora; es decir, todas las señales moduladoras que tengan las mismas amplitudes desviarán la frecuencia de la portadora en la misma cantidad.



Las amplitudes de las bandas laterales, que aparecen a múltiplos enteros de la frecuencia de la señal moduladora por encima y por debajo de la portadora, así como la amplitud de la portadora propiamente dicha, son una función de la relación de desviación con respecto a la frecuencia de modulación.

Cuanto mayor es la desviación, mayor es el ancho de banda de la señal. La relación de la desviación de frecuencia máxima con respecto a la frecuencia de modulación más alta se denomina índice de modulación.

Señales que intervienen en la Modulación de FM

En el proceso de modulación de frecuencia intervienen tres señales:

1. señal portadora,
2. señal de modulación y
3. señal modulada.

La portadora RF es una señal de frecuencia relativamente alta sobre la cual se actúa; la señal de modulación, también conocida como señal modulante, corresponde a la información de la fuente y posee frecuencia relativamente baja; la señal resultante de la modulación se llama señal modulada. En la figura 5.1 se ilustran las señales antes mencionadas.

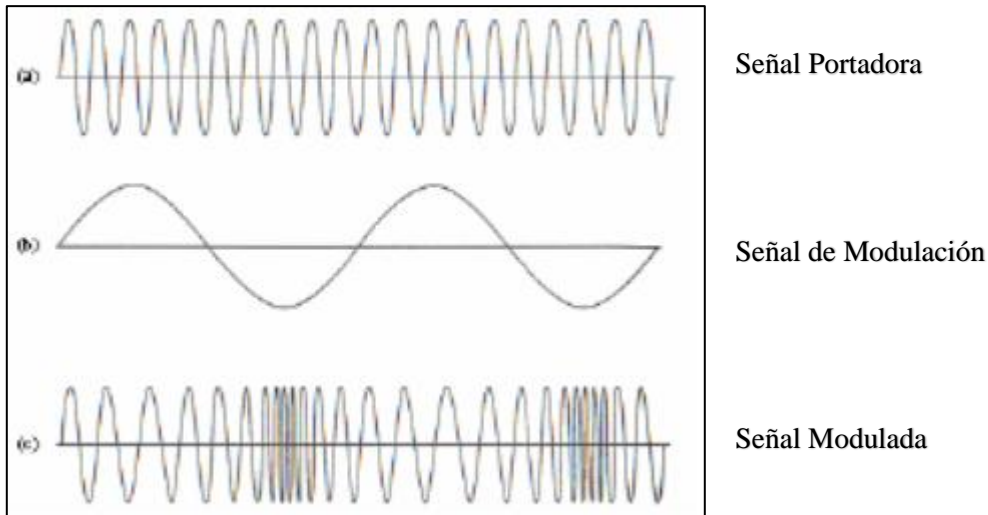


Figura 5.1. Modulación de Frecuencia de una portadora de onda seno.

Ventajas y Desventajas de la Modulación en Frecuencia (FM)

Entre las ventajas para utilizar modulación en frecuencia en vez de la modulación en amplitud se encuentran:



- Reducción de Ruido
- Fidelidad mejorada del sistema transmisor
- Uso más eficiente de la potencia

Entre las desventajas de la técnica de modulación en frecuencia se destacan:

- Requieren un ancho de banda extendido.
- Requieren circuitos transmisores complejos.
- Requieren circuitos receptores complejos.

Diagrama de bloques del transmisor

En la figura 5.2 se muestra el diagrama de bloques de un transmisor de FM.

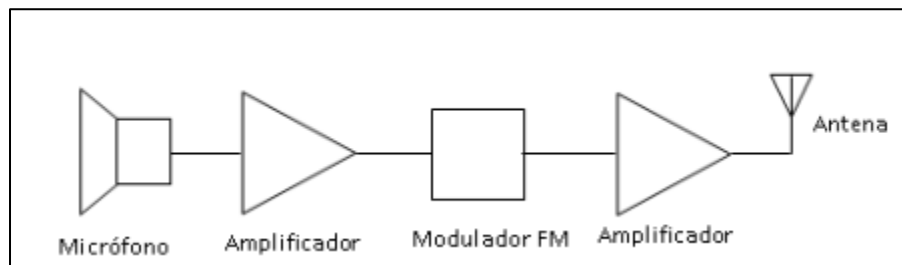


Figura 5.2 Transmisor de FM

Actividades Previas a la Práctica

1. Investigar el acoplo de la señal que proporcionará el micrófono o una entrada de audio, para polarizar de manera correcta dicha señal.
2. Investigar qué es y cómo funciona un diodo varactor.
3. ¿Qué diferencia existe entre un transistor 2N2222 con encapsulado TO-92 y uno con encapsulado TO-18?
4. Obtener la ganancia del circuito en la etapa de amplificación del circuito de la figura 5.3.
5. Diseñar el inductor L_1 con las siguientes características: bobina de alambre de cobre calibre 20 AWG con cuatro vueltas sobre un diámetro de 0.8 cm y con una longitud del embobinado de 1 cm, el cual tendrá un valor aproximado de 100 μH ; dicho inductor se utilizará en la construcción del circuito de la figura 5.3.
6. Calcular el valor que debe tener el varactor (VC_1), tomando en consideración el valor de la inductancia L_1 y la frecuencia a la que se transmitirá.
7. Calcular la longitud de la antena transmisora de FM, considerando el valor de la frecuencia de transmisión.
8. Traer armado el circuito de la figura 5.3. En caso de no encontrar el diodo varicap BB221, sustituirlo por un diodo Zener y un capacitor utilizando los valores señalados en la hoja de datos del varicap BB221.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

Material

- 1 Resistencia de 2.2 k Ω . (R₁)
- 1 Resistencia de 1 k Ω . (R₂)
- 3 Resistencias de 10 k Ω . (R₃, R₄, R₆)
- 1 Resistencia de 220 k Ω . (R₅)
- 1 Resistencia de 33 k Ω . (R₇)
- 1 Resistencia de 330 Ω . (R₈)
- 2 Capacitores de 100 nf (C₁, C₃)
- 2 Capacitores de 10 pf (C₂, C₅)
- 1 Capacitor de 1 nf (C₄)
- 1 Capacitor de 15 pf (C₆)
- 1 Capacitor de 100 μ f a 25 volts (C₇)
- 1 Capacitor variable (Trimmer) de 4 a 20 pF (VC₁)
- 1 Diodo Varicap BB221 (CV₁)
- 1 Transistor metálico 2N2222A (Q₁)
- 1 LM741 (CI₁)
- 1 Antena para radio FM. (Ant)
- 1 Micrófono Capacitivo. (MIC₁)
- 1 Conector Plug macho de 3.5 mm con cables
- 1 Reproductor de audio, con entrada de audífonos (MP3, celular, etc.)

NOTA: Todas las resistencias son a 1/2 watt

Equipo

- 1 Generador de Funciones
- 1 Osciloscopio
- 1 Fuente variable de 0 a 15 Vcd
- 1 Radio receptor FM.

Procedimiento Experimental

1. Verificar el armado del circuito de la figura 5.3. Tome en cuenta los sistemas de tierra e impedancias de salidas.
2. Sin introducir señal alguna en la etapa de preamplificación encienda la fuente de alimentación; verifique con el osciloscopio que el circuito tanque genere una señal periódica dentro del rango de la frecuencia de FM.
3. Grafique la señal portadora del circuito tanque, señalando los valores de frecuencia y amplitud visualizadas en dicha señal. Anote sus observaciones.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

4. Apague la fuente de alimentación.
5. Ajuste el generador de funciones con una onda senoidal de 50 mVpp a 1 KHz.
6. Conecte el generador de funciones en la entrada del circuito de la figura 5.3.
7. Encienda la fuente de alimentación, conecte el canal 1 a la entrada del circuito de la figura 5.3 para verificar la señal que será modulada dentro de la señal portadora de FM. Anote sus observaciones.
8. Ir verificando con el osciloscopio la señal que se va obteniendo a la salida de cada etapa que conforman el transmisor de FM, anotando sus observaciones.
9. Grafique las señales obtenidas a la salida de cada etapa que conforman el transmisor de FM, señalando los valores de frecuencia y amplitud visualizadas en dicha señal.
10. Encienda el radio receptor y sintonice a la frecuencia de la portadora FM obtenida en el paso 7. Anote sus observaciones.
11. Apague la fuente de alimentación.
12. Sustituya el generador de funciones por el micrófono o por el conector plug.
13. Con el reproductor de audio, reproduzca una melodía para escuchar dicho audio en el aparato receptor de FM.
14. Anote todas las observaciones presentadas durante el desarrollo de esta práctica.
15. Apague el transmisor.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

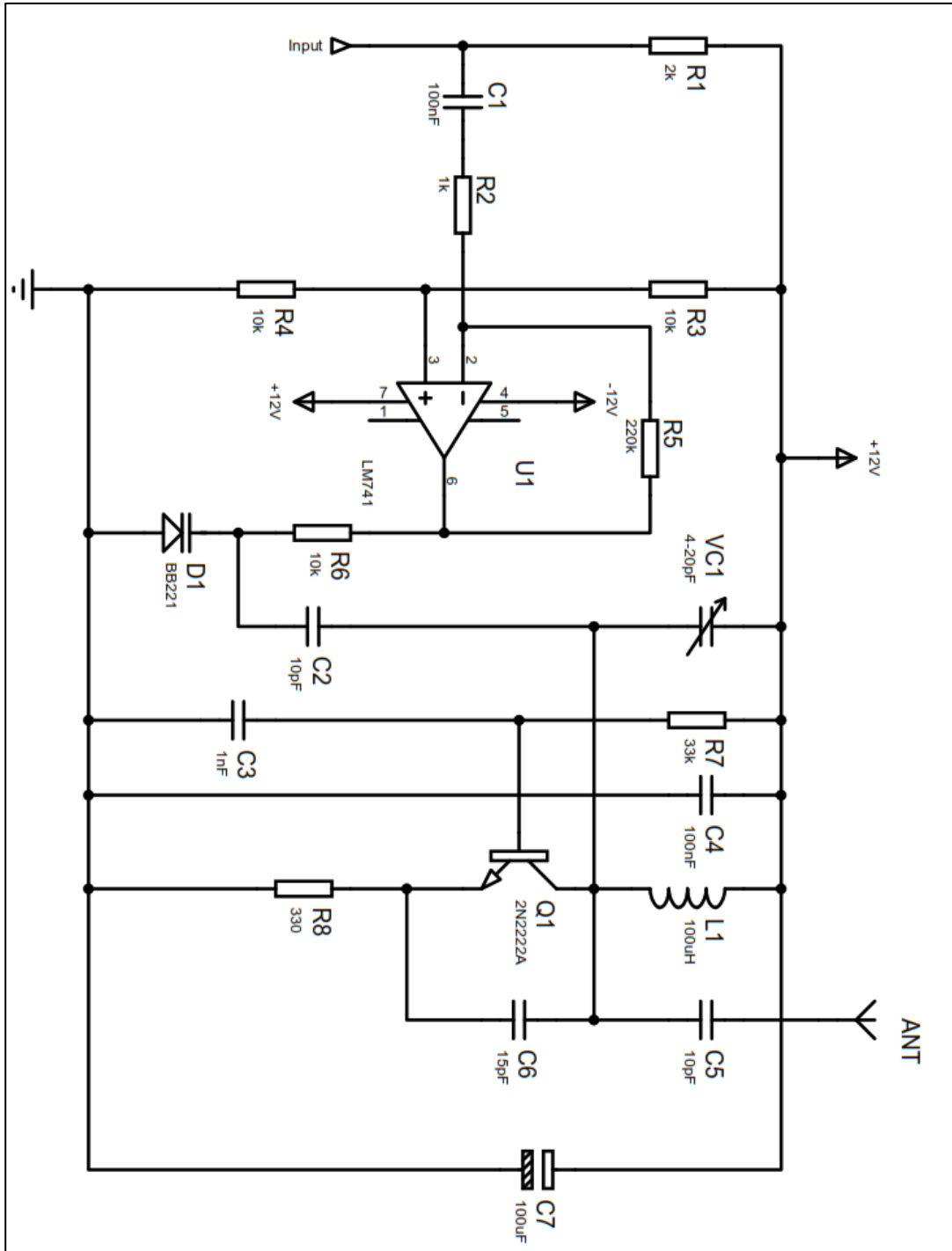


Figura 5.3 Circuito transmisor de FM



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

Cuestionario

1. ¿Qué problemas se presentaron durante el desarrollo de la práctica y por qué?
2. ¿Cómo solucionó dichos los problemas?
3. ¿Cuál es la importancia de tener las mismas impedancias y sistemas de tierras dentro de las comunicaciones?

Conclusiones

Bibliografía

Elaborar un listado de las referencias bibliográficas consultadas para la realización de la práctica.



Práctica 6

CIRCUITO RECEPTOR DE FM

Objetivo

- Diseñar un receptor de FM utilizando el BF494 como oscilador local.

Introducción

Un receptor superheterodino de FM toma como base al receptor superheterodino de AM, ya que muchos de los bloques o elementos que lo integran son teóricamente similares y cumplen las mismas funciones. La figura 6.1 se muestra el diagrama a bloques de un receptor superheterodino de AM.

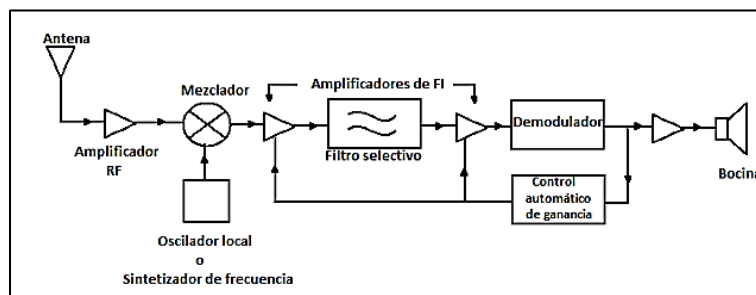


Figura 6.1. Diagrama a bloques de un receptor superheterodino de AM.

Las diferencias estriban en que el receptor de FM incluye los bloques de:

- Limitador. - Se encarga de recortar los picos de la señal de FM amplificada con el fin de presentar al discriminador una señal de amplitud constante.
- Demodulador. – También conocido como detector de FM o discriminador, y se encarga de convertir la señal de FM en una señal de audio.
- Circuito de énfasis. – Su función es compensar el preénfasis introducido en el transmisor de FM.

La figura 6.2 se muestra el diagrama a bloques del receptor FM con estas diferencias.

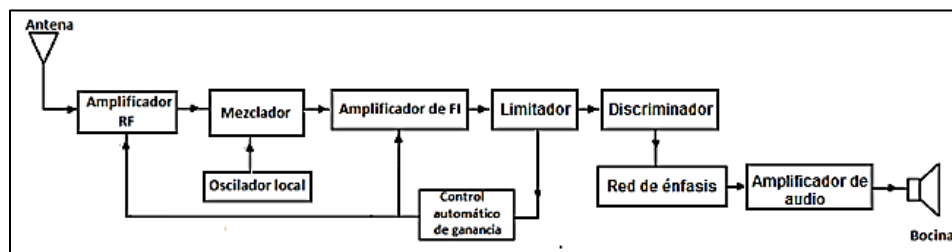


Figura 6.2. Diagrama a bloques de un receptor FM.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

En la presente práctica utilizaremos los transistores BF494 como un oscilador local y el BC548 para amplificar la señal de audio a la salida del BF494.

El transistor BF494 es un transistor NPN de pequeña señal diseñado para su uso para aplicaciones de frecuencia media. Es conocido por su uso en receptores de radio y televisión, sintonizadores de FM, mezcladores-osciladores AM de bajo ruido y amplificadores de FI.

En la figura 6.3 se muestra la aplicación del transistor BF494 como un oscilador RF, el cual se utiliza para diseñar un receptor simple de FM.

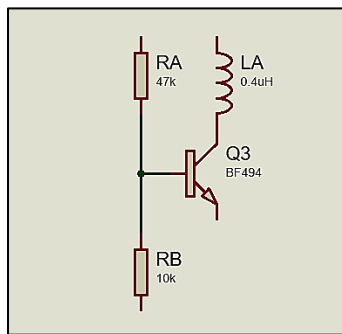


Figura 6.3. Circuito oscilador RF utilizando el BF494.

El transistor BC548 es un transistor NPN usado principalmente para circuitos amplificadores de audio y circuitos conmutación de baja velocidad.

En la figura 6.4 se muestra la aplicación del BC548 como amplificador del audio procedente del oscilador RF.

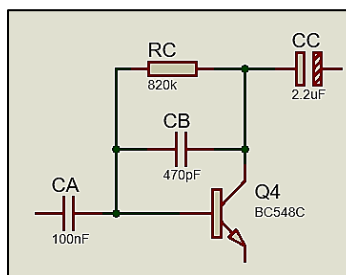


Figura 6.4. Bloque de amplificación de salida del audio.

El circuito tanque mostrado en la figura 6.5 será la encargada de sintonizar las frecuencias de radio comercial FM. El capacitor C_E se utiliza para poder sintonizar con mayor precisión la frecuencia comercial de radio FM.



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

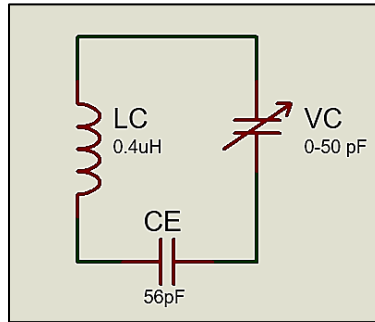


Figura 6.5. Circuito tanque para sintonía de FM.

Utilizaremos el LM386 para amplificar la señal de audio procedente del receptor FM mostrado en la figura 6.6.

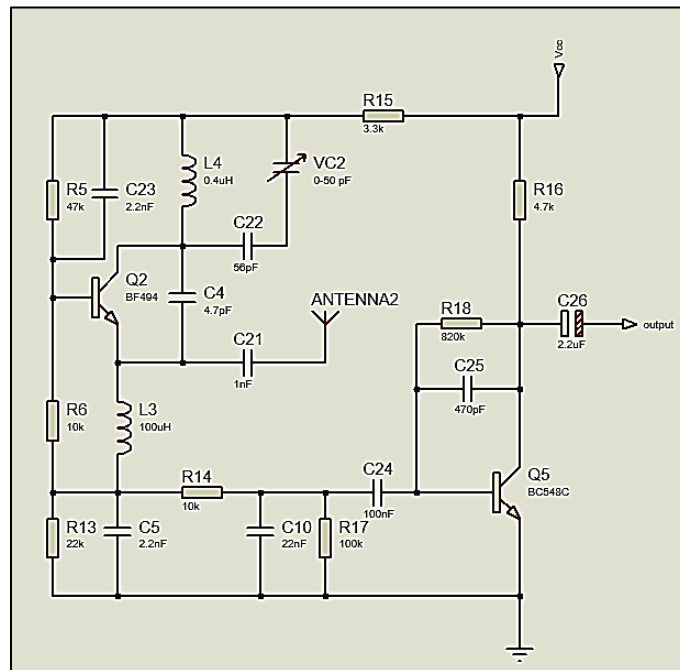


Figura 6.6. Circuito receptor de FM.

El circuito amplificador usando el LM386 se muestra en la figura 6.7.



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

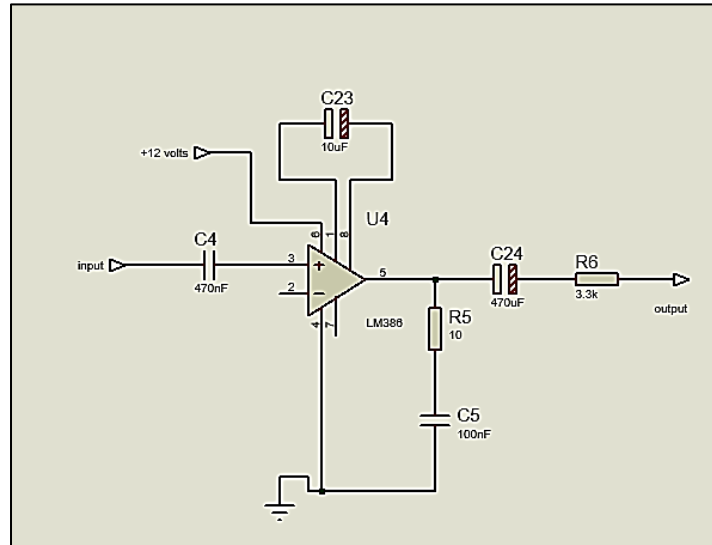


Figura 6.7. Circuito amplificador de audio.

Actividades Previas a la Práctica

1. Realizar una introducción diferente a la expuesta en la introducción de la práctica (mínimo 2 cuartillas).
2. Calcular tres frecuencias de resonancia del circuito tanque de la figura 6.5. Suponer tres valores de V_C comprendidas entre 0 y 50 pF.
3. Calcular la ganancia del circuito 6.7, suponiendo un voltaje a la entrada del sistema de $100\text{mV}\text{Sen}\omega t$.
4. Realizar el diseño del inductor 1. Para el inductor L_1 , realice 4 vueltas de alambre conductor, en un núcleo de 8 mm.
5. Armar el circuito de la figura 6.8.

Material

- 1 Resistencia de $5.6\text{ k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt (R₁)
- 2 Resistencias de $4.7\text{ k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt (R₂)
- 1 Resistencias de $1\text{ k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt (R₃)
- 1 Resistencias de $470\ \Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt (R₄)
- 1 Potenciómetro de $50\text{ k}\Omega$ (RV₁)
- 1 Potenciómetro de precisión de $50\text{ k}\Omega$ (RV₂)
- 2 Capacitores de 100 nF (C₁, C₈)
- 1 Capacitor de 4.7 pF (C₂)
- 2 Capacitores electrolíticos de $1\ \mu\text{F}$ a 25 volts (C₃, C₇)
- 1 Capacitor de 100 pF (C₄)



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

- 1 Capacitor de 10 nF (C₅)
- 1 Capacitor de 47 nF (C₆)
- 1 Capacitor de 1 nF (C₉)
- 1 Capacitor electrolítico de 470 μ F a 25 volts (C₁₀)
- 2 Capacitores electrolíticos de 10 μ F a 25 volts (C₁₁, C₁₂)
- 1 Capacitor variable de 0 a 50 pF (VC₁)
- 1 Inductor diseñado en la actividad previa (L₁)
- 1 Inductor de 1mH (L₂)
- 1 Transistor 2N2222A (encapsulado) (Q₁)
- 1 Transistor BC548C (Q₂)
- 1 LM386 (U₁)
- 1 Antena de FM
- 1 Bocina de 8 ohms

Equipo

- 1 Osciloscopio Tectroniks TDS 2022B
- 1 Fuente variable de 0 a 15 Vcd

Procedimiento Experimental

1. Antes de encender el circuito de la figura 6.8 verifique la conexión del circuito a probar.
2. Alimentar y encender el circuito de la figura 6.8, sin conectar aún la bocina.
3. Conecte el canal 1 del osciloscopio en el colector del transistor 2N2222A, grafique la señal y anote sus observaciones.
4. Conecte el canal 2 del osciloscopio a la salida del LM386, grafique la señal y anote sus observaciones.
5. Varíe el potenciómetro RV₁. Grafique y anote sus observaciones.
6. Conecte la bocina, varíe nuevamente el potenciómetro RV₁. Escuche y anote sus observaciones.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

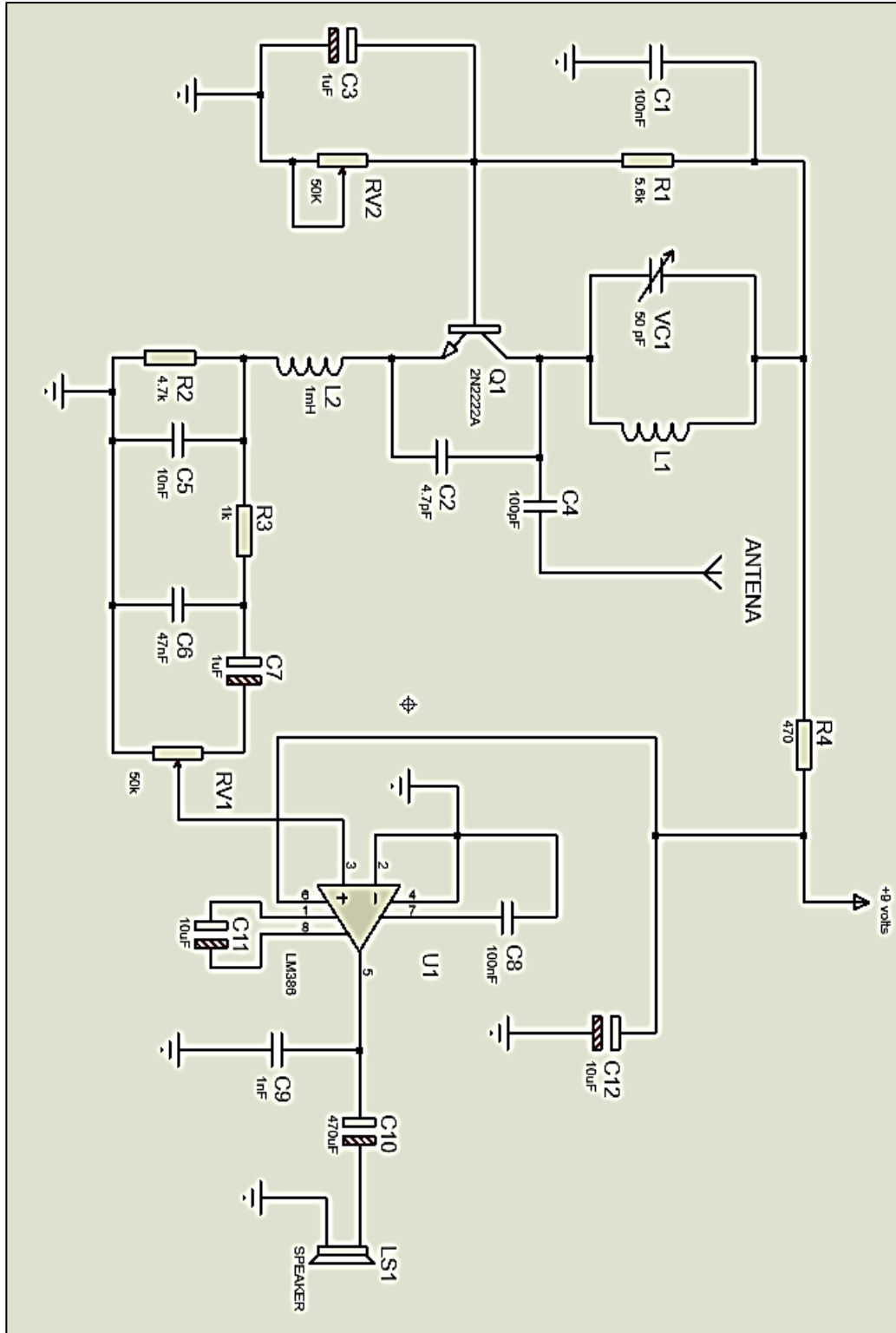


Figura 6.8. Receptor FM



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

Cuestionario

1. ¿Qué problemas se presentaron durante el desarrollo de la práctica y por qué?
2. ¿Cómo solucionó dichos los problemas?
3. ¿Cuál es la importancia de tener las mismas impedancias y sistemas de tierras dentro de las comunicaciones?
4. Proponga otro circuito receptor de FM y mencione las ventajas que tendría dicho circuito con respecto al circuito que se armó en esta práctica.

Conclusiones

Bibliografía

Elaborar un listado de las referencias bibliográficas consultadas para la realización de la práctica.



Práctica 7

CIRCUITO MODULADOR DE TV

Objetivo

- Diseñar un transmisor de televisión utilizando el MC1374.

Introducción

Una emisora de T.V. de baja potencia se compone esencialmente de un diagrama interno como se muestra en la figura 7.1.

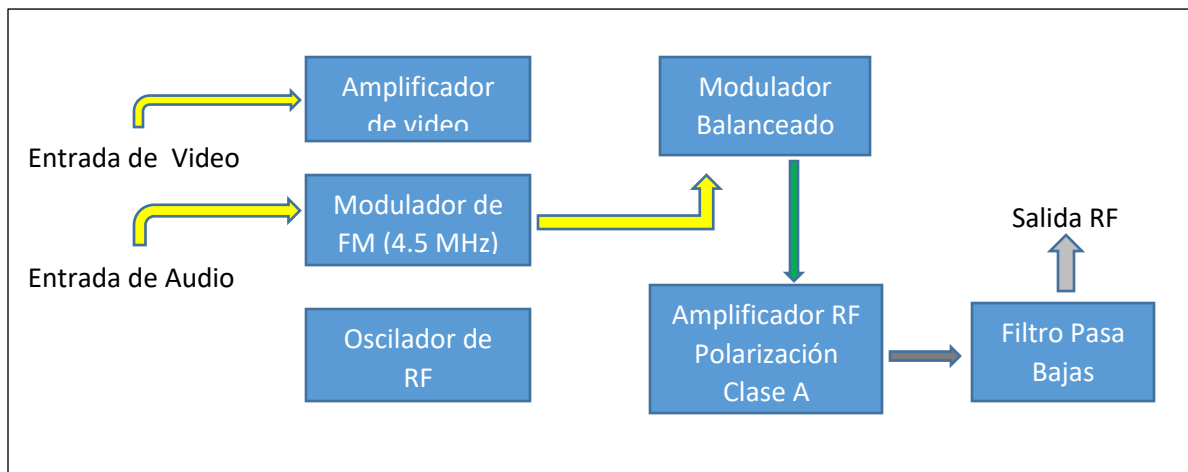


Figura 7.1. Diagrama simplificado de una emisora de TV de baja potencia.

El MC1374 es un circuito modulador de TV integrado que se puede usar en varias aplicaciones de transmisores de TV.

El MC1374 incluye todos los circuitos necesarios para un modulador de TV, como un oscilador portador de sonido, un modulador de audio FM, un modulador de RF de doble entrada, etc.

Otras características que tiene este circuito modulador son: amplio rango dinámico, operación de suministro único, baja distorsión, ganancia variable sección del modulador de radiofrecuencia, distorsión de intermodulación mínima, entre otras características.

El IC requiere pocos componentes externos y se puede operar desde un rango de voltaje de alimentación de 5 a 12 V_{CC}.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

OUTLINE DIMENSIONS

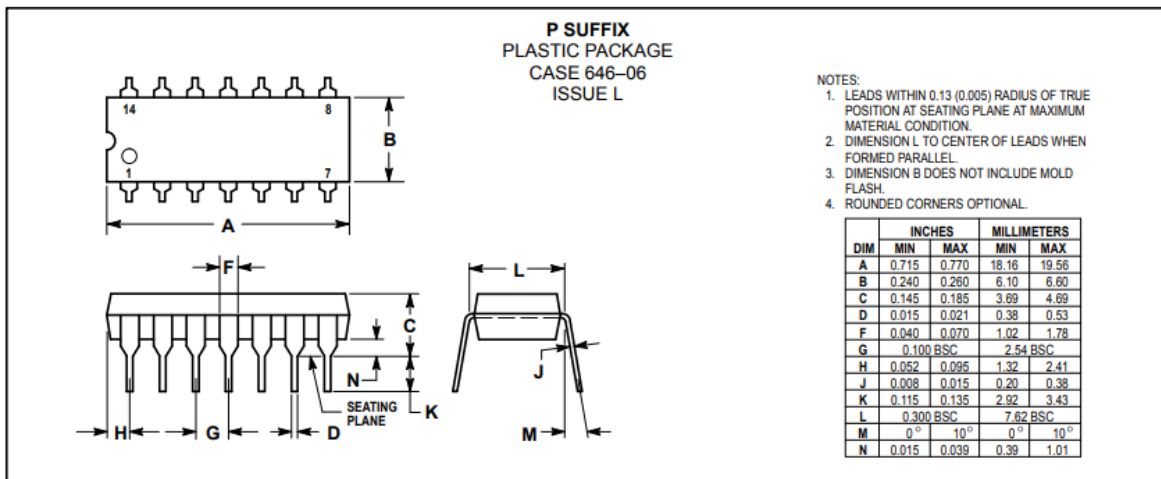


Figura 7.2 Circuito Modulador MC1374

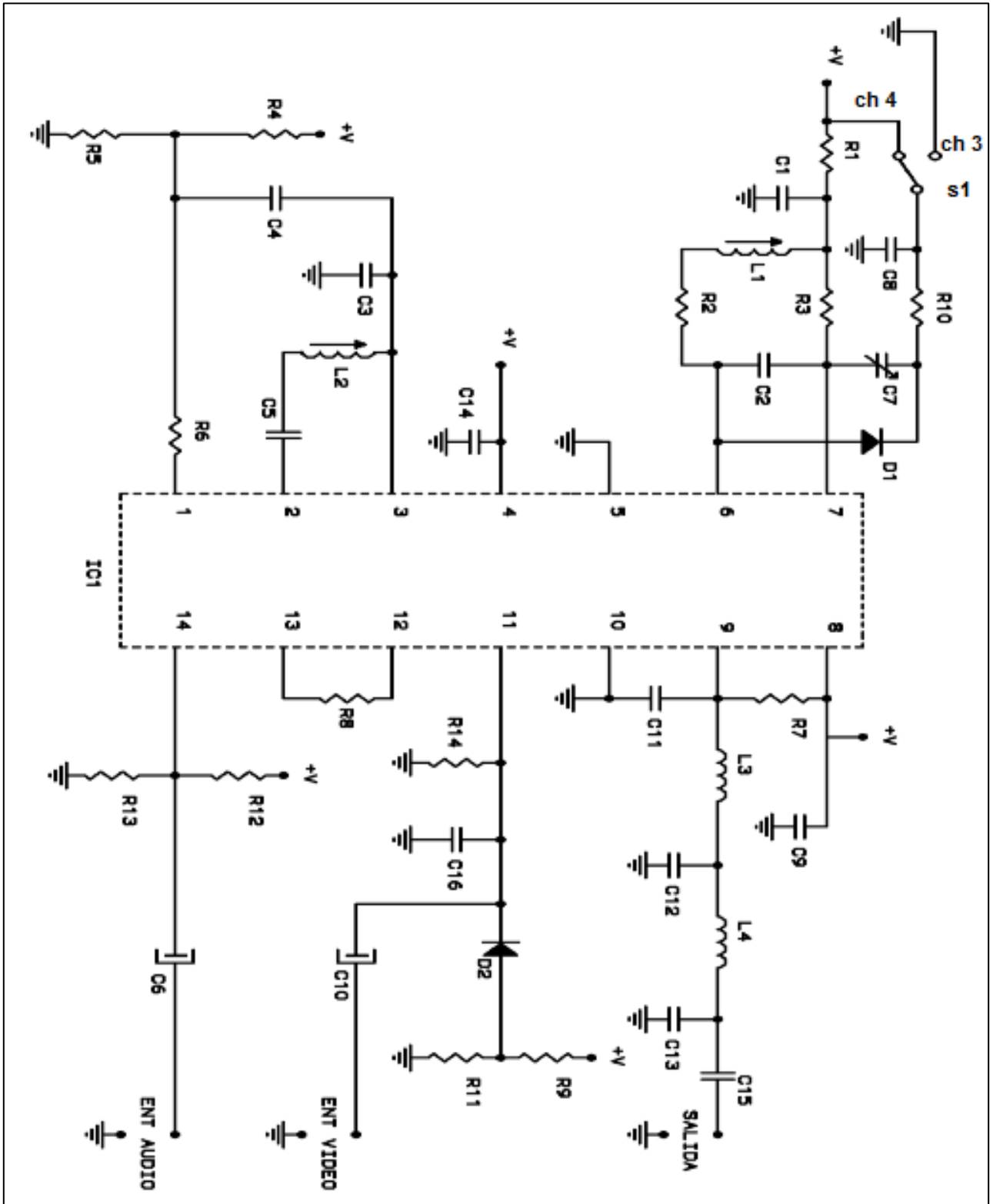


Figura 7.3. Circuito Transmisor aplicando el MC1374



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

Actividades Previas a la Práctica

1. El alumno deberá realizar la lectura de la hoja técnica del circuito modulador MC1374.
2. Diseñar el circuito transmisor utilizando el circuito modulador MC1374.
3. Construir los inductores variables L_1 y L_2 .
 - a. Para el inductor L_1 , realice 4 vueltas de alambre de cobre esmaltado del n° 22, en un núcleo ajustable de 6 mm.
 - b. Para el inductor L_2 , realice 50 vueltas de alambre de cobre esmaltado del n° 36 (o del 38), en un núcleo ajustable de 6 mm.
 - c. Para los inductores L_3 y L_4 , realice $\frac{1}{2}$ vuelta de alambre de cobre esmaltado del n° 20, con diámetro de 6 mm.
4. Realizar el armado en el protoboard del circuito transmisor de la figura 7.3. En caso de no encontrar el diodo varicap BB405, sustituirlo por un diodo Zener y un capacitor utilizando los valores señalados en la hoja de datos de dicha componente.

Material

- 1 Interruptor de pasos. (S₁)
- 4 Resistencias de 560 Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₁, R₂, R₃, R₉)
- 1 Resistencia de 6.8 k Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₄)
- 1 Resistencia de 3.3 k Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₅)
- 2 Resistencias de 2.2 k Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₆, R₈)
- 1 Resistencia de 82 k Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₇)
- 1 Resistencia de 10 k Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₁₀)
- 1 Resistencia de 220 Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₁₁)
- 1 Resistencia de 180 k Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₁₂)
- 1 Resistencia de 33 k Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₁₃)
- 1 Resistencia de 56 k Ω a $\frac{1}{4}$ watt. (R₁₄)
- 2 Potenciómetros de 50 k Ω (P₁, P₂)
- 5 Capacitores de 1 nF (C₁, C₅, C₈, C₉, C₁₅)
- 1 Capacitor de 56 pF (C₂)
- 1 Capacitor de 120 pF (C₃)
- 1 Capacitor de 56 pF (C₄)
- 1 Capacitor electrolítico de 1 μ F a 25 V (C₆)
- 1 Trimer cerámico de 5.2 a 30 pF (C₇)
- 1 Capacitor de 10 μ F a 25 V (C₁₀)
- 2 Capacitores de 22 pF (C₁₁, C₁₃)



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

- 2 Capacitores de 47 pF (C₁₂, C₁₆)
- 1 Capacitor de 10 nF (C₁₄)
- 1 MC1374
- 1 Diodo Varactor BB405 (D₁)
- 1 Diodo 1N4148 (D₂)
- 1 Soporte para montar el MC1374.
- 1 Antena para radio FM.
- 2 Plug RCA macho con conexión de caimanes.

Equipo

- 1 Generador de Funciones
- 1 Osciloscopio Tectroniks TDS 2022B
- 1 Fuente variable de 0 a 12 Vcd
- 1 TV con sintonizador analógico
- 1 Dispositivo con salida de video RCA (cámara de video, reproductor de DVD, etc.)
- 1 PC con software Aver MediaCenter 3D instalado (opcional)
- 1 Tarjeta USB AverTV Volar Hybrid Q (opcional)

Procedimiento Experimental

1. Arme el circuito de la figura 7.3, teniendo cuidado en los siguientes puntos:
 - a. No olvidar unir todas las entradas de alimentación (+12 Vcd).
 - b. No dejar puntas al momento de soldar.
 - c. Tomar en cuenta el sistema de tierras.
 - d. En dado caso de que no se logre sintonizar en el canal deseado, probar eliminando el capacitor C₂ y variar el número de vueltas del inductor L₁ (± 2 vueltas).
 - e. Si se llegase a saturar la señal de video, colocar el potenciómetro P₁ en serie entre la señal de entrada de video y el capacitor C₁₀.
 - f. En caso de tener saturación en la señal de audio colocar en la entrada el potenciómetro P₂.
2. Conecte el canal 1 del osciloscopio a la salida del transmisor, ajustando el inductor L₁ y el trimer C₇, sintonice la frecuencia de la portadora de video para el canal 4 (en caso de que S₁ esté seleccionado en el canal 3, entonces se deberá sintonizar el canal 3).



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

3. Calibre el generador de funciones con una señal senoidal de 100 KHz a una amplitud de 4 Vpp y conéctelo a la entrada de video.
4. Coloque el canal 1 del osciloscopio en la entrada de video y el canal 2 en la salida del transmisor.
5. Verifique que a la salida del transmisor se obtenga la señal modulada en AM. Obtenga las evidencias, con las acotaciones necesarias, donde se confirme el cumplimiento de dicho procedimiento.
6. Cambie el generador de funciones por la señal de salida RCA del dispositivo; verifique con el osciloscopio que el transmisor module la señal de video. Obtenga las evidencias, con las acotaciones necesarias, donde se confirme el cumplimiento de dicho procedimiento.
7. Encienda la TV o utilice la aplicación Aver MediaCenter 3D y sintonícelo en el canal 4. Observe la señal de video en el televisor y obtenga las evidencias necesarias de la señal de transmisión.
8. Ahora se procederá al ajuste de la señal de audio calibrando el inductor L_2 . En dado caso de que la señal de audio no sea nítida ajustar el potenciómetro P_2 para eliminar la saturación de dicha señal.
9. Observe la señal de TV, capture evidencias de la señal y anote sus comentarios.

Cuestionario

1. ¿Qué problemas se presentaron durante el desarrollo de la práctica y por qué?
2. ¿Cómo solucionó dichos los problemas?
3. ¿Cuál es la importancia de tener las mismas impedancias y sistemas de tierras dentro de las comunicaciones?

Conclusiones

Bibliografía

Elaborar un listado de las referencias bibliográficas consultadas para la realización de la práctica.



*Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones*

Apéndice

Hoja Técnica



2N2222A

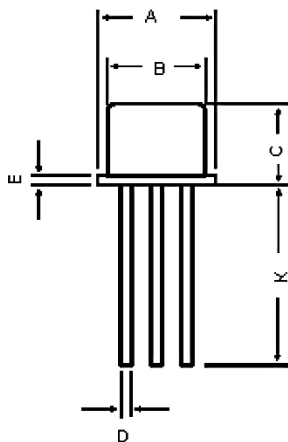
High Speed Switching Transistor



Features:

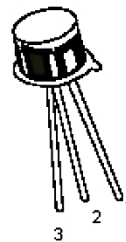
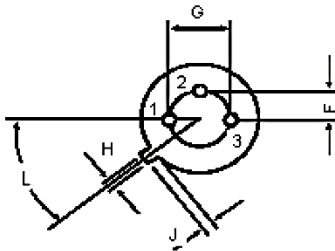
- NPN Silicon Planar Switching Transistor.
- Fast switching devices exhibiting short turn-off and low saturation voltage characteristics.
- Switching and Linear application DC and VHF Amplifier applications.

TO-18 Metal Can Package



Dimensions	Minimum	Maximum
A	5.24	5.84
B	4.52	4.97
C	4.31	5.33
D	0.4	0.53
E	—	0.76
F	—	1.27
G	—	2.97
H	0.91	1.17
J	0.71	1.21
K	12.7	—
L	45°	

Dimensions : Millimetres



Pin Configuration:

1. Emitter
2. Base
3. Collector





2N2222A

High Speed Switching Transistors



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	40	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	75	
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	6.0	
Collector Current Continuous	I_C	800	mA
Power Dissipation at $T_a = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	500 2.28	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Power Dissipation at $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.2 6.85	W mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +200	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Condition	Value		Unit
			Minimum	Maximum	
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 0$	40	-	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	$I_C = 10\mu\text{A}, I_E = 0$	75	-	
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	$I_E = 10\mu\text{A}, I_C = 0$	6.0	-	
Collector-Cut off Current	I_{CBO}	$V_{CB} = 60\text{V}, I_E = 0$	-	10	nA
	I_{CEX}	$T_a = 150^\circ\text{C}$ $V_{CB} = 60\text{V}, I_E = 0$ $V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 3\text{V}$	-	10 10	μA nA
Emitter-Cut off Current	I_{EBO}	$V_{EB} = 3\text{V}, I_C = 0$	-	10	nA
Base-Cut off Current	I_{BL}	$V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 3\text{V}$	-	20	
Collector Emitter Saturation Voltage	$^*V_{CE(Sat)}$	$I_C = 150\text{mA}, I_B = 15\text{mA}$	-	0.3	V
		$I_C = 500\text{mA}, I_B = 50\text{mA}$	-	1.0	
Base Emitter Saturation Voltage	$^*V_{BE(Sat)}$	$I_C = 150\text{mA}, I_B = 15\text{mA}$	-	0.6-1.2	
		$I_C = 500\text{mA}, I_B = 50\text{mA}$	-	2.0	





2N2222A

High Speed Switching Transistors



Electrical Characteristics ($T_a = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test Condition	Rating	Unit
DC Current Gain	h_{FE}	$I_C = 0.1\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	>35	-
		$I_C = 1\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	>50	
		$I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	>75	
		$T_a = 55^\circ\text{C}$		
		$I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	>35	
		$I_C = 150\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	100-300	
		$I_C = 150\text{mA}, V_{CE} = 1\text{V}$	>50	
		$I_C = 500\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	>40	
Dynamic Characteristics				
		ALL F = 1kHz		
Small Signal Current Gain	h_{re}	$I_C = 1\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$ $I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	50 - 300 75 - 375	-
Input Impedance	h_{ie}	$I_C = 1\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$ $I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	2.0-8.0 0.25-1.25	k Ω
Voltage Feedback Ratio	h_{re}	$I_C = 1\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$ $I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	<8.0 <4.0	x10 ⁻⁴
Output Admittance	h_{oe}	$I_C = 1\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$ $I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 10\text{V}$	5.0-35 25-200	umhos
Collector Base Time Constant	$r_b' C_c$	$I_E = 20\text{mA}, V_{CB} = 20\text{V}$ $f = 31.8\text{MHz}$	<150	ps
Real Part Common-Emitter High Frequency	$R_{e(hie)}$	$I_C = 20\text{mA}, V_{CE} = 20\text{V}$	<60	Ω
Input Impedance	-	$f = 300\text{MHz}$	-	-
Noise Figure	N_F	$I_C = 100\mu\text{A}, V_{CE} = 10\text{V}$ $R_s = 1\text{kohms}, f = 1\text{kHz}$	<4.0	dB
Dynamic Characteristics				
Transistors Frequency	f_t	$I_C = 20\text{mA}, V_{CE} = 20\text{V}$ $f = 100\text{MHz}$	>300	MHz
Output Capacitance	C_{ob}	$V_{CB} = 10\text{V}, I_E = 0$ $f = 100\text{kHz}$	<8.0	pF
Input Capacitance	C_{ib}	$V_{EB} = 0.5\text{V}, I_C = 0$ $f = 100\text{kHz}$	<25	
Switching Time				
Delay Time	t_d	$I_C = 150\text{mA}, I_{B1} = 15\text{mA}$	<10	ns
Rise Time	t_r	$V_{CC} = 30\text{V}, V_{BE} = 0.5\text{V}$	<25	
Storage Time	t_s	$I_C = 150\text{mA}, I_{B1} =$	<225	
Fall Time	t_f	$I_{B2} = 15\text{mA}, V_{CC} = 30\text{V}$	<60	

*Pulse Condition: Pulse Width = 300 μs , Duty Cycle = 2%





Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

Philips Semiconductors

Product specification

NPN medium frequency transistors

BF494; BF495

FEATURES

- Low current (max. 30 mA)
- Low voltage (max. 20 V).

APPLICATIONS

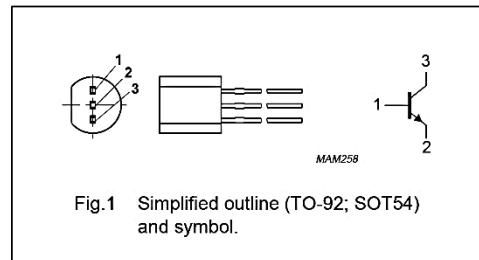
- HF applications in radio and television receivers
- FM tuners
- Low noise AM mixer-oscillators
- IF amplifiers in AM/FM receivers.

DESCRIPTION

NPN medium frequency transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	base
2	emitter
3	collector



QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	30	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	20	V
I_{CM}	peak collector current		–	30	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	–	300	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 1\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$			
	BF494		67	220	
	BF495		35	125	
f_T	transition frequency	$I_C = 1\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	120	–	MHz



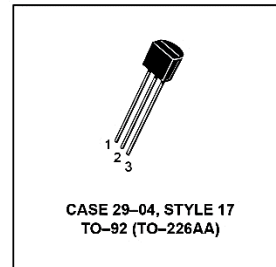
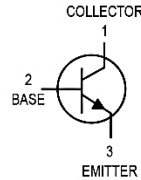
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
 by BC546/D

Amplifier Transistors
NPN Silicon

BC546, B
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	65	45	30	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	80	50	30	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	6.0			Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	100			mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625	5.0		mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5	12		Watt mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-55 to +150			$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C/W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
OFF CHARACTERISTICS						
Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$)	BC546	$V_{(BR)CEO}$	65	—	—	V
	BC547		45	—	—	
	BC548		30	—	—	
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\ \mu\text{Adc}$)	BC546	$V_{(BR)CBO}$	80	—	—	V
	BC547		50	—	—	
	BC548		30	—	—	
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\ \mu\text{A}, I_C = 0$)	BC546	$V_{(BR)EBO}$	6.0	—	—	V
	BC547		6.0	—	—	
	BC548		6.0	—	—	
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 70\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 50\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 35\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 30\text{ V}, T_A = 125^\circ\text{C}$)	BC546	I_{CES}	—	0.2	15	nA
	BC547		—	0.2	15	
	BC548		—	0.2	15	
	BC546/547/548		—	—	4.0	μA

REV 1

© Motorola, Inc. 1996





Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

BC546, B BC547, A, B, C BC548, A, B, C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
ON CHARACTERISTICS						
DC Current Gain ($I_C = 10 \mu\text{A}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC547A/548A	—	90	—	—	
	BC546B/547B/548B	—	150	—	—	
	BC548C	—	270	—	—	
($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC546	110	—	450	—	
	BC547	110	—	800	—	
	BC548	110	—	800	—	
	BC547A/548A	110	180	220	—	
	BC546B/547B/548B	200	290	450	—	
	BC547C/BC548C	420	520	800	—	
($I_C = 100 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC547A/548A	—	120	—	—	
	BC546B/547B/548B	—	180	—	—	
	BC548C	—	300	—	—	
Collector–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = 0.5 \text{ mA}$) ($I_C = 100 \text{ mA}$, $I_B = 5.0 \text{ mA}$) ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = \text{See Note 1}$)	$V_{CE(\text{sat})}$	—	0.09	0.25	V	
Base–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = 0.5 \text{ mA}$)	$V_{BE(\text{sat})}$	—	0.7	—	V	
Base–Emitter On Voltage ($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$) ($I_C = 10 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	$V_{BE(\text{on})}$	0.55	—	0.7	V	
—	—	—	—	0.77	—	
SMALL–SIGNAL CHARACTERISTICS						
Current–Gain — Bandwidth Product ($I_C = 10 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $f = 100 \text{ MHz}$)	BC546 BC547 BC548	f_T	150 150 150	300 300 300	— — —	MHz
Output Capacitance ($V_{CB} = 10 \text{ V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)		C_{obo}	—	1.7	4.5	pF
Input Capacitance ($V_{EB} = 0.5 \text{ V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)		C_{ibo}	—	10	—	pF
Small–Signal Current Gain ($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $f = 1.0 \text{ kHz}$)	BC546 BC547/548 BC547A/548A BC546B/547B/548B BC547C/548C	h_{fe}	125 125 125 240 450	— — 220 330 600	500 900 260 500 900	—
Noise Figure ($I_C = 0.2 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $R_S = 2 \text{ k}\Omega$, $f = 1.0 \text{ kHz}$, $\Delta f = 200 \text{ Hz}$)	BC546 BC547 BC548	NF	— — —	2.0 2.0 2.0	10 10 10	dB

Note 1: I_B is value for which $I_C = 11 \text{ mA}$ at $V_{CE} = 1.0 \text{ V}$.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

INCHANGE Semiconductor

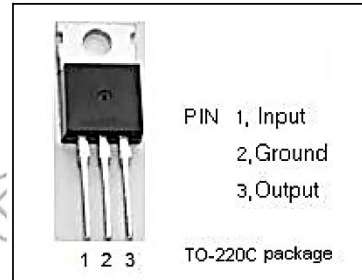
isc Product Specification

isc Three Terminal Positive Voltage Regulator

7809

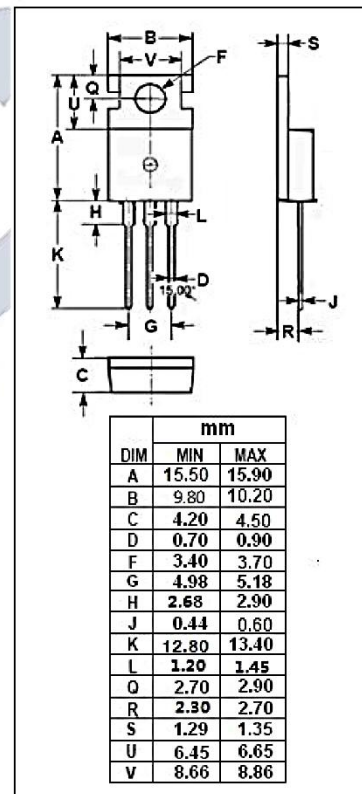
FEATURES

- Output current in excess of 1.5A
- Output voltage of 9V
- Internal thermal overload protection
- Output transition Safe-Area compensation



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS(T_a=25°C)

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V _i	DC input voltage	35	V
I _o	Output current	internally limited	
P _{tot}	Power dissipation	internally limited	
T _{OP}	Operating junction temperature	0~150	°C
T _{sig}	Storage temperature	-55~150	°C



THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	MAX	UNIT
R _{th-j-c}	Thermal Resistance, Junction to Case	3	°C/W
R _{th-j-a}	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	°C/W

isc website: www.iscsemi.com

¹ isc & iscsemi is registered trademark

Downloaded from Alldatasheet.com



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

INCHANGE Semiconductor

isc Product Specification

isc Three Terminal Positive Voltage Regulator

7809

• ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_J=25^\circ\text{C}$ ($V_I=15\text{V}$, $I_O=0.5\text{A}$, $C_I=0.33\ \mu\text{F}$, $C_O=0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	MAX	UNIT
V_O	Output Voltage	$V_{in}=15\text{V}$; $I_O=500\text{mA}$	8.65	9.35	V
ΔV_V	Line Regulation	$11.5\text{V} \leq V_{in} \leq 26\text{V}$; $I_O=500\text{mA}$		180	mV
ΔV_L	Load Regulation	$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.5\text{A}$; $V_{in}=15\text{V}$		180	mV
I_b	Quiescent Current	$V_{in}=15\text{V}$; $I_O=0.5\text{A}$		8.0	mA
ΔI_{b1}	Quiescent Current Change	$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$; $V_{in}=15\text{V}$		0.5	mA
ΔI_{b2}	Quiescent Current Change	$12\text{V} \leq V_{in} \leq 26\text{V}$; $I_O=500\text{mA}$		0.8	mA

isc website: www.iscsemi.com

² isc & iscsemi is registered trademark

Downloaded from Alldatasheet.com



LM741 Operational Amplifier

1 Features

- Overload Protection on the Input and Output
- No Latch-Up When the Common-Mode Range is Exceeded

2 Applications

- Comparators
- Multivibrators
- DC Amplifiers
- Summing Amplifiers
- Integrator or Differentiators
- Active Filters

3 Description

The LM741 series are general-purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439, and 748 in most applications.

The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and output, no latch-up when the common-mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

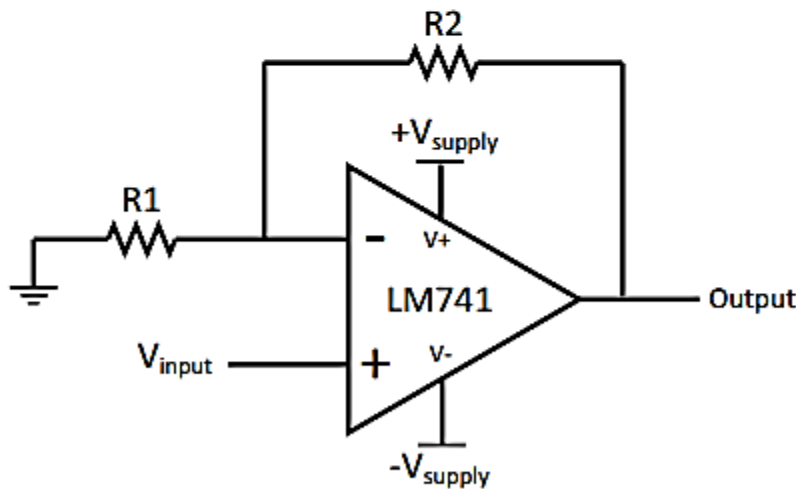
The LM741C is identical to the LM741 and LM741A except that the LM741C has their performance ensured over a 0°C to +70°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM741	TO-99 (8)	9.08 mm × 9.08 mm
	CDIP (8)	10.16 mm × 6.502 mm
	PDIP (8)	9.81 mm × 6.35 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Typical Application





Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

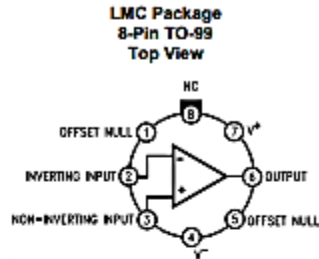


LM741

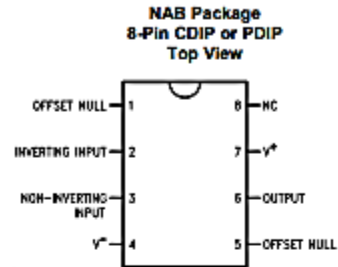
www.ti.com

SNOSC25D – MAY 1998 – REVISED OCTOBER 2015

5 Pin Configuration and Functions



LM741H is available per JM38510/10101



Pin Functions

PIN		I/O	DESCRIPTION
NAME	NO.		
INVERTING INPUT	2	I	Inverting signal input
NC	8	N/A	No Connect, should be left floating
NONINVERTING INPUT	3	I	Noninverting signal input
OFFSET NULL	1, 5	I	Offset null pin used to eliminate the offset voltage and balance the input voltages.
OFFSET NULL			
OUTPUT	6	O	Amplified signal output
V+	7	I	Positive supply voltage
V-	4	I	Negative supply voltage



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones



LM741

SNOSC25D – MAY 1998 – REVISED OCTOBER 2015

www.ti.com

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

		MIN	MAX	UNIT
Supply voltage	LM741, LM741A		±22	V
	LM741C		±18	
Power dissipation ⁽⁴⁾			500	mW
Differential input voltage			±30	V
Input voltage ⁽⁵⁾			±15	V
Output short circuit duration			Continuous	
Operating temperature	LM741, LM741A	-50	125	°C
	LM741C	0	70	
Junction temperature	LM741, LM741A		150	°C
	LM741C		100	
Soldering information	PDIP package (10 seconds)		260	°C
	CDIP or TO-99 package (10 seconds)		300	°C
Storage temperature, T _{stg}		-65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions*. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) For military specifications see RETS741X for LM741 and RETS741AX for LM741A.
- (3) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the TI Sales Office/Distributors for availability and specifications.
- (4) For operation at elevated temperatures, these devices must be derated based on thermal resistance, and T_j max. (listed under "Absolute Maximum Ratings"). T_j = T_A + (θ_{JA} P_D).
- (5) For supply voltages less than ±15 V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

6.2 ESD Ratings

			VALUE	UNIT
V _(ESD)	Electrostatic discharge	Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±400	V

- (1) Level listed above is the passing level per ANSI, ESDA, and JEDEC JS-001. JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage (VDD-GND)	LM741, LM741A	±10	±15	±22	V
	LM741C	±10	±15	±18	
Temperature	LM741, LM741A	-55		125	°C
	LM741C	0		70	

6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾	LM741			UNIT
	LMC (TO-99)	NAB (CDIP)	P (PDIP)	
	8 PINS	8 PINS	8 PINS	
R _{θJA} Junction-to-ambient thermal resistance	170	100	100	°C/W
R _{θJ(top)} Junction-to-case (top) thermal resistance	25	—	—	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *Semiconductor and IC Package Thermal Metrics* application report, SPRA953.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones



LM741

www.ti.com

SNOSC25D – MAY 1998 – REVISED OCTOBER 2015

6.5 Electrical Characteristics, LM741⁽¹⁾

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT	
Input offset voltage	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$		1	5	mV	
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		6	mV	
Input offset voltage adjustment range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{ V}$		± 15		mV	
Input offset current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		20	200	nA	
			85	500	nA	
Input bias current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		80	500	nA	
				1.5	μA	
Input resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{ V}$	0.3	2		M Ω	
Input voltage range	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	± 12	± 13		V	
Large signal voltage gain	$V_S = \pm 15\text{ V}, V_O = \pm 10\text{ V}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$		50	200	V/mV	
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		25		
Output voltage swing	$V_S = \pm 15\text{ V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$		± 12	± 14	V	
		$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$		± 10		± 13
Output short circuit current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		25		mA	
Common-mode rejection ratio	$R_S \leq 10\ \Omega, V_{CM} = \pm 12\text{ V}, T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		80	95	dB	
Supply voltage rejection ratio	$V_S = \pm 20\text{ V}$ to $V_S = \pm 5\text{ V}, R_S \leq 10\ \Omega, T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		86	96	dB	
Transient response	$T_A = 25^\circ\text{C},$ unity gain	Rise time		0.3	μs	
		Overshoot		5%		
Slew rate	$T_A = 25^\circ\text{C},$ unity gain		0.5		V/ μs	
Supply current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		1.7	2.8	mA	
Power consumption	$V_S = \pm 15\text{ V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		50	85	mW
		$T_A = T_{AMIN}$		60	100	
		$T_A = T_{AMAX}$		45	75	

(1) Unless otherwise specified, these specifications apply for $V_S = \pm 15\text{ V}, -55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$.

6.6 Electrical Characteristics, LM741A⁽¹⁾

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Input offset voltage	$R_S \leq 50\ \Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$		0.8	3	mV
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		4	mV
Average input offset voltage drift				15	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input offset voltage adjustment range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{ V}$		± 10		mV
Input offset current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		3	30	nA
				70	
Average input offset current drift				0.5	nA/ $^\circ\text{C}$
Input bias current	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		30	80	nA
				0.21	
Input resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{ V}$ $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}, V_S = \pm 20\text{ V}$		1	6	M Ω
			0.5		
Large signal voltage gain	$V_S = \pm 20\text{ V}, V_O = \pm 15\text{ V}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $T_A = 25^\circ\text{C}$		50		V/mV
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		32	
		$V_S = \pm 5\text{ V}, V_O = \pm 2\text{ V}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega, T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		10	

(1) Unless otherwise specified, these specifications apply for $V_S = \pm 15\text{ V}, -55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones



LM741

SNOSC25D – MAY 1998 – REVISED OCTOBER 2015

www.ti.com

Electrical Characteristics, LM741A⁽¹⁾ (continued)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output voltage swing		$V_S = \pm 20\text{ V}$	$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$	± 16		V
			$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	± 15		
Output short circuit current		$T_A = 25^\circ\text{C}$	10	25	35	mA
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	10		40	
Common-mode rejection ratio		$R_S \leq 50\ \Omega$, $V_{CM} = \pm 12\text{ V}$, $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	80	95		dB
Supply voltage rejection ratio		$V_S = \pm 20\text{ V}$ to $V_S = \pm 5\text{ V}$, $R_S \leq 50\ \Omega$, $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	86	96		dB
Transient response	Rise time	$T_A = 25^\circ\text{C}$, unity gain		0.25	0.8	μs
	Overshoot			6%	20%	
Bandwidth ⁽²⁾		$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.437	1.5		MHz
Slew rate		$T_A = 25^\circ\text{C}$, unity gain	0.3	0.7		V/ μs
Power consumption		$V_S = \pm 20\text{ V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	80	150	mW
			$T_A = T_{AMIN}$		165	
			$T_A = T_{AMAX}$		135	

(2) Calculated value from: BW (MHz) = 0.35/Rise Time (μs).

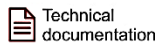
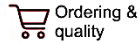
6.7 Electrical Characteristics, LM741C⁽¹⁾

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Input offset voltage		$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	2	6	mV
			$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		7.5	
Input offset voltage adjustment range		$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 20\text{ V}$		± 15		mV
Input offset current		$T_A = 25^\circ\text{C}$		20	200	nA
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			300	
Input bias current		$T_A = 25^\circ\text{C}$		80	500	nA
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			0.8	
Input resistance		$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 20\text{ V}$	0.3	2		M Ω
Input voltage range		$T_A = 25^\circ\text{C}$	± 12	± 13		V
Large signal voltage gain		$V_S = \pm 15\text{ V}$, $V_O = \pm 10\text{ V}$, $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	20	200	V/mV
			$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	15		
Output voltage swing		$V_S = \pm 15\text{ V}$	$R_L \geq 10\text{ k}\Omega$	± 12	± 14	V
			$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	± 10	± 13	
Output short circuit current		$T_A = 25^\circ\text{C}$		25		mA
Common-mode rejection ratio		$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$, $V_{CM} = \pm 12\text{ V}$, $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	70	90		dB
Supply voltage rejection ratio		$V_S = \pm 20\text{ V}$ to $V_S = \pm 5\text{ V}$, $R_S \leq 10\ \Omega$, $T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$	77	96		dB
Transient response	Rise time	$T_A = 25^\circ\text{C}$, Unity Gain		0.3		μs
	Overshoot			5%		
Slew rate		$T_A = 25^\circ\text{C}$, Unity Gain		0.5		V/ μs
Supply current		$T_A = 25^\circ\text{C}$		1.7	2.8	mA
Power consumption		$V_S = \pm 15\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$		50	85	mW

(1) Unless otherwise specified, these specifications apply for $V_S = \pm 15\text{ V}$, $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones



LM386
 SNAS545D – MAY 2004 – REVISED AUGUST 2023

LM386 Low Voltage Audio Power Amplifier

1 Features

- Battery Operation
- Minimum External Parts
- Wide Supply Voltage Range: 4 V–12 V or 5 V–18 V
- Low Quiescent Current Drain: 4 mA
- Voltage Gains from 20 to 200
- Ground-Referenced Input
- Self-Centering Output Quiescent Voltage
- Low Distortion: 0.2% ($A_V = 20$, $V_S = 6$ V, $R_L = 8 \Omega$, $P_O = 125$ mW, $f = 1$ kHz)
- Available in 8-Pin MSOP Package

2 Applications

- AM-FM Radio Amplifiers
- Portable Tape Player Amplifiers
- Intercoms
- TV Sound Systems
- Line Drivers
- Ultrasonic Drivers
- Small Servo Drivers
- Power Converters

3 Description

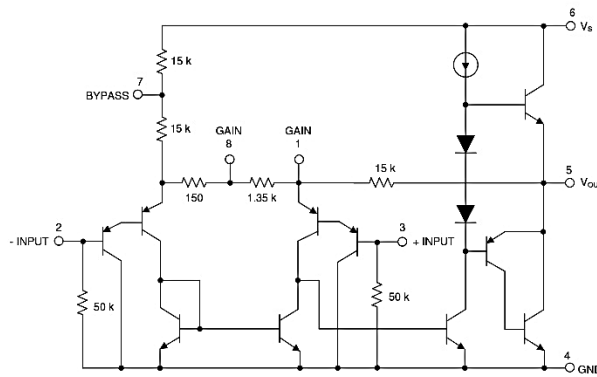
The LM386M-1 and LM386MX-1 are power amplifiers designed for use in low voltage consumer applications. The gain is internally set to 20 to keep external part count low, but the addition of an external resistor and capacitor between pins 1 and 8 increases the gain to any value from 20 to 200.

The inputs are ground referenced while the output automatically biases to one-half the supply voltage. The quiescent power drain is only 24 mW when operating from a 6-V supply, making the LM386M-1 and LM386MX-1 preferred for battery operation.

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM386N-1	PDIP (8)	9.60 mm × 6.35 mm
LM386N-3	PDIP (8)	9.60 mm × 6.35 mm
LM386N-4	PDIP (8)	9.60 mm × 6.35 mm
LM386M-1	SOIC (8)	4.90 mm × 3.90 mm
LM386MX-1	SOIC (8)	4.90 mm × 3.90 mm
LM386MMX-1	VSSOP (8)	3.00 mm × 3.00 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.



Schematic

An IMPORTANT NOTICE at the end of this data sheet addresses availability, warranty, changes, use in safety-critical applications, intellectual property matters and other important disclaimers. PRODUCTION DATA.



5 Pin Configuration and Functions

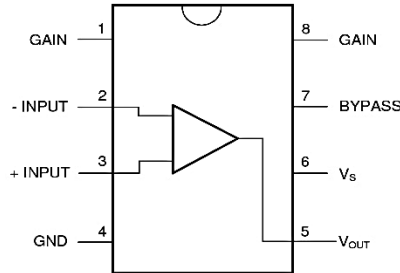


Figure 5-1. D Package 8-Pin MSOP Top View

Table 5-1. Pin Functions

PIN		TYPE ⁽¹⁾	DESCRIPTION
NAME	NO.		
GAIN	1	–	Gain setting pin
–INPUT	2	I	Inverting input
+INPUT	3	I	Noninverting input
GND	4	P	Ground reference
V _{OUT}	5	O	Output
V _S	6	P	Power supply voltage
BYPASS	7	O	Bypass decoupling path
GAIN	8	–	Gain setting pin

(1) I = Input, O = Output, P = Power



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones



LM386
 SNAS545D – MAY 2004 – REVISED AUGUST 2023

6 Specifications

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾

		MIN	MAX	UNIT
Supply Voltage, V_{CC}	LM386N-1/-3, LM386M-1		15	V
	LM386N-4		22	
Package Dissipation	LM386N		1.25	W
	LM386M		0.73	
	LM386MM-1		0.595	
Input Voltage, V_I		-0.4	0.4	V
Storage temperature, T_{stg}		-65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions*. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

6.2 ESD Ratings

		VALUE	UNIT
$V_{(ESD)}$ Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±1000	V
	Charged-device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101 ⁽²⁾	±1000	

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.
 (2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

6.3 Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply Voltage	4		12	V
	LM386N-4	5		18	V
	Speaker Impedance	4			Ω
V_I	Analog input voltage	-0.4		0.4	V
TA	Operating free-air temperature	0		70	°C

6.4 Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾		LM386	LM386	LM386	UNIT
		D (SOIC)	DGK (VSSOP)	P (PDIP)	
		8	8	8	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	115.7	169.3	53.4	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	Junction-to-case (top) thermal resistance	59.7	73.1	42.1	°C/W
$R_{\theta JB}$	Junction-to-board thermal resistance	56.2	100.2	30.6	°C/W
Ψ_{JT}	Junction-to-top characterization parameter	12.4	9.2	19.0	°C/W
Ψ_{JB}	Junction-to-board characterization parameter	55.6	99.1	50.5	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the *Semiconductor and IC Package Thermal Metrics* application report.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones



6.5 Electrical Characteristics

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V _S	Operating Supply Voltage	LM386N-1, -3, LM386M-1, LM386MM-1	4		12	V
		LM386N-4	5		18	
I _Q	Quiescent Current	V _S = 6 V, V _{IN} = 0		4	8	mA
P _{OUT}	Output Power	V _S = 6 V, R _L = 8 Ω, THD = 10% (LM386N-1, LM386M-1, LM386MM-1)	250	325		mW
		V _S = 9 V, R _L = 8 Ω, THD = 10% (LM386N-3)	500	700		
		V _S = 16 V, R _L = 32 Ω, THD = 10% (LM386N-4)	700	1000		
A _V	Voltage Gain	V _S = 6 V, f = 1 kHz		26		dB
		10 μF from Pin 1 to 8		46		
BW	Bandwidth	V _S = 6 V, Pins 1 and 8 Open		300		kHz
THD	Total Harmonic Distortion	V _S = 6 V, R _L = 8 Ω, P _{OUT} = 125 mW f = 1 kHz, Pins 1 and 8 Open		0.2%		
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	V _S = 6 V, f = 1 kHz, CBYPASS = 10 μF Pins 1 and 8 Open, Referred to Output		50		dB
R _{IN}	Input Resistance			50		kΩ
I _{BIAS}	Input Bias Current	V _S = 6 V, Pins 2 and 3 Open		250		nA



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

Order this document by MC1374/D



MC1374

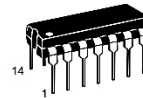
TV Modulator Circuit

The MC1374 includes an FM audio modulator, sound carrier oscillator, RF oscillator, and RF dual input modulator. It is designed to generate a TV signal from audio and video inputs. The MC1374's wide dynamic range and low distortion audio make it particularly well suited for applications such as video tape recorders, video disc players, TV games and subscription decoders.

- Single Supply, 5.0 V to 12 V
- Channel 3 or 4 Operation
- Variable Gain RF Modulator
- Wide Dynamic Range
- Low Intermodulation Distortion
- Positive or Negative Sync
- Low Audio Distortion
- Few External Components

TV MODULATOR CIRCUIT

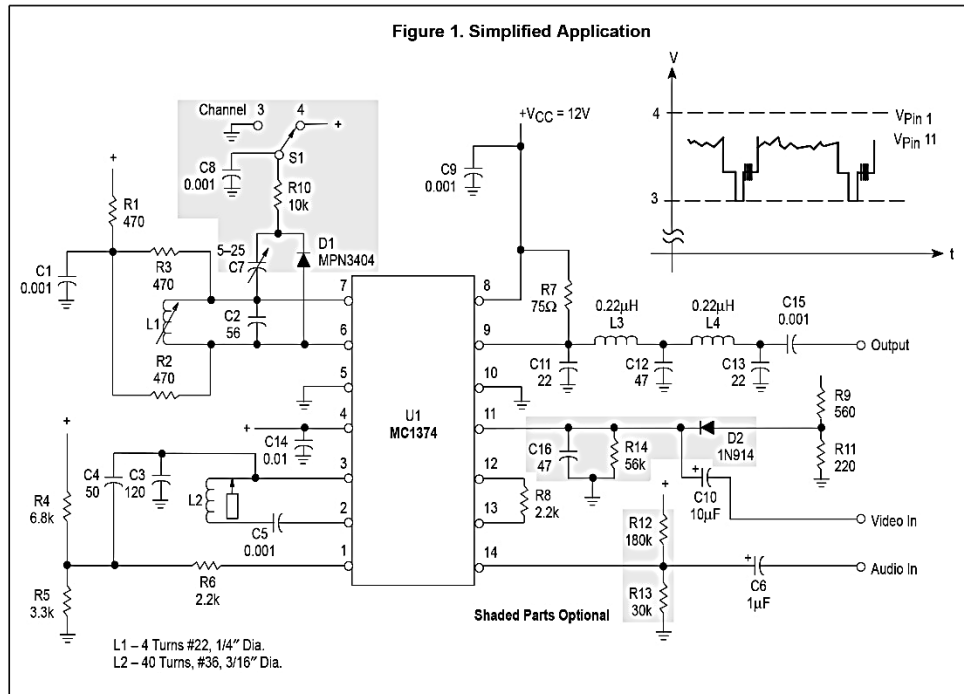
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646

ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
MC1374P	T _A = 0° to +70°C	Plastic DIP



© Motorola, Inc. 1996

Rev 0



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

MC1374

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Rating	Value	Unit
Supply Voltage	14	Vdc
Operating Ambient Temperature Range	0 to +70	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
Power Dissipation Package Derate above 25°C	1.25 10 mW/ $^\circ\text{C}$	W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 12\text{ Vdc}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $f_c = 67.25\text{ MHz}$, Figure 4 circuit, unless otherwise noted.)

Characteristics	Min	Typ	Max	Unit
AM OSCILLATOR/MODULATOR				
Operating Supply Voltage	5.0	12	12	V
Supply Current (Figure 1)	-	13	-	mA
Video Input Dynamic Range (Sync Amplitude)	0.25	1.0	1.0	V Pk
RF Output (Pin 9, $R_7 = 75\ \Omega$, No External Load)	-	170	-	mV pp
Carrier Suppression	36	40	-	dB
Linearity (75% to 12.5% Carrier, 15 kHz to 3.58 MHz)	-	-	2.0	%
Differential Gain Distortion (IRE Test Signal)	5.0	7.0	10	%
Differential Phase Distortion (3.58 MHz IRE Test Signal)	-	1.5	2.0	Degrees
920 kHz Beat (3.58 MHz @ 30%, 4.5 MHz @ 25%)	-	-57	-	dB
Video Bandwidth (75 Ω Input Source)	30	-	-	MHz
Oscillator Frequency Range	-	105	-	MHz
Internal Resistance across Tank (Pin 6 to Pin 7)	-	1.8	-	k Ω
Internal Capacitance across Tank (Pin 6 to Pin 7)	-	4.0	-	pF

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 12\text{ Vdc}$, 4.5 MHz, Test circuit of Figure 11, unless otherwise noted.)

Characteristics	Min	Typ	Max	Unit
FM OSCILLATOR/MODULATOR				
Frequency Range of Modulator	14	4.5	14	MHz
Frequency Shift versus Temperature (Pin 14 open)	-	0.2	0.3	kHz/ $^\circ\text{C}$
Frequency Shift versus V_{CC} (Pin 14 open)	-	-	4.0	kHz/V
Output Amplitude (Pin 3 not loaded)	-	900	-	mVpp
Output Harmonics, Unmodulated	-	-	-40	dB
Modulation Sensitivity	1.7 MHz	0.20	-	MHz/V
	4.5 MHz	0.24	-	
	10.7 MHz	0.80	-	
Audio Distortion ($\pm 25\text{ kHz}$ Deviation, Optimized Bias Pin 14)	-	0.6	1.0	%
Audio Distortion ($\pm 25\text{ kHz}$ Deviation, Pin 14 self biased)	-	1.4	-	
Incidental AM ($\pm 25\text{ kHz}$ FM)	-	2.0	-	
Audio Input Resistance (Pin 14 to ground)	-	6.0	-	k Ω
Audio Input Capacitance (Pin 14 to ground)	-	5.0	-	pF
Stray Tuning Capacitance (Pin 3 to ground)	-	5.0	-	pF
Effective Oscillator Source Impedance (Pin 3 to load)	-	2.0	-	k Ω



BB221, BB222

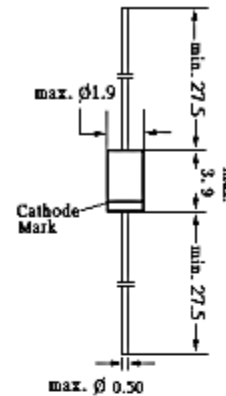
TUNER DIODES

Silicon Epitaxial Planar Capacitance Diodes with very wide effective capacitance variation for tuning the whole range of VHF or UHF television bands.

These diodes are available as singles or as matched sets of two or more units according to the tracking condition described below.

The diodes are delivered taped.

Details see "Taping".



Glass case JEDEC DQ-35

Dimensions in mm

Absolute Maximum Ratings ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage	V_R	32	V
Junction Temperature	T_j	125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_S	-55 to +150	$^\circ\text{C}$



®

РАДИОТЕХ

Тел.: (495) 795-0805
Факс: (495) 234-1603
Эл. почта: info@rct.ru
Веб: www.rct.ru



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

BB221, BB222

Characteristics at $T_j = 25^\circ\text{C}$

	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Leakage Current at $V_R = 30\text{V}$	I_R	-	-	30	nA
Capacitance at $V_R = 1\text{V}$	C_{tot}	-	17	-	pF
at $V_R = 3\text{V}$	C_{tot}	-	11	-	pF
at $V_R = 28\text{V}$	BA221 C_{tot}	1.8	-	2.2	pF
	BA222 C_{tot}	1.8	-	2.5	pF
Effective Capacitance Ratio at $V_R = 1$ to 28V	BA221 $\frac{C_{tot}(1\text{V})}{C_{tot}(28\text{V})}$	8	-	9.5	-
	BA222 $\frac{C_{tot}(1\text{V})}{C_{tot}(28\text{V})}$	7.3	-	9.5	-
Series Resistance at $f = 470\text{MHz}$, $C_{tot} = 9\text{pF}$	BA221 r_s	-	0.55	0.7	Ω
	BA222 r_s	-	0.8	1	Ω
Cutoff Frequency for $Q = 1$ at $V_R = 3\text{V}$	BA221 f_{D1}	-	24	-	GHz
	BA222 f_{D1}	-	16	-	GHz
Series Resonance Frequency at $V_R = 25\text{V}$	BA221 f_D	-	2	-	GHz
	BA222 f_D	-	1.8	-	GHz
Series Inductance measured in 1.5 mm Distance from case	L_S	-	2.5	-	nH
Reverse Breakdown Voltage at $I_R = 10\mu\text{A}$	$V_{(BR)R}$	32	-	-	V
For any two diodes of a matched group the following tracking condition applies: In the reverse bias voltage range of $V_R = 0.5\text{V}$ to $V_R = 28\text{V}$ the maximum capacitance deviation is 2.5%.					



SEMTECH ELECTRONICS LTD.
 (Subsidiary of Semtech International Holdings Limited, a company listed on the Hong Kong Stock Exchange, Stock Code: 724)

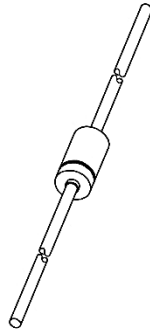


Dated : 31/12/2002



DISCRETE SEMICONDUCTORS

DATA SHEET



BB405B UHF variable capacitance diode

Product specification
Supersedes data of April 1992
File under Discrete Semiconductors, SC01

1996 May 03

Philips
Semiconductors



PHILIPS



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

Philips Semiconductors

Product specification

UHF variable capacitance diode

BB405B

FEATURES

- Excellent linearity
- Matched to 3%
- Hermetically sealed leaded glass SOD68 (DO-34) package
- C2B: 2 pF; ratio: 8.3
- Low series resistance.

APPLICATIONS

- Electronic tuning in UHF television tuners
- VCO.

DESCRIPTION

The BB405B is a variable capacitance diode, fabricated in planar technology, and encapsulated in the hermetically sealed leaded glass SOD68 (DO-34) package.

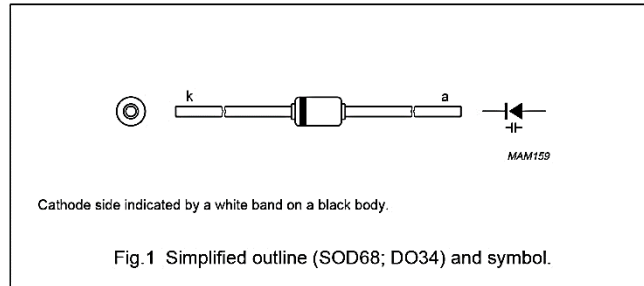
ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$; unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_R	reverse current	$V_R = 28\text{ V}$; see Fig.3	–	–	10	nA
		$V_R = 28\text{ V}$; $T_j = 85\text{ }^\circ\text{C}$; see Fig.3	–	–	200	nA
r_s	diode series resistance	$f = 470\text{ MHz}$; note 1	–	–	0.75	Ω
C_d	diode capacitance	$V_R = 1\text{ V}$; $f = 1\text{ MHz}$; see Figs 2 and 4	–	–	18	pF
		$V_R = 3\text{ V}$; $f = 1\text{ MHz}$; see Figs 2 and 4	–	11	–	pF
		$V_R = 28\text{ V}$; $f = 1\text{ MHz}$; see Figs 2 and 4	1.8	–	2.2	pF
$\frac{C_{d(1V)}}{C_{d(28V)}}$	capacitance ratio	$f = 1\text{ MHz}$	7.6	–	–	
$\frac{\Delta C_d}{C_d}$	capacitance matching	$V_R = 0.5\text{ to }28\text{ V}$	–	–	3	%

Note

1. V_R is the value at which $C_d = 9\text{ pF}$.



LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	MIN.	MAX.	UNIT
V_R	continuous reverse voltage	–	30	V
I_F	continuous forward current	–	20	mA
T_{stg}	storage temperature	–55	+150	$^\circ\text{C}$
T_j	operating junction temperature	–55	+100	$^\circ\text{C}$



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

A continuación se listan los varicaps comerciales.

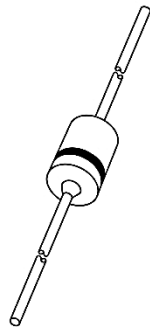
Varicap Diodes					
Model	[pF] MIN	[pF] MAX	[V] MAX	[mA]	Application
MV104	2	42	32	0.2	FM
KV1310	2	42	30	0.2	FM
MV2105	2	16	30	0.2	FM / TV
MV2109	2	36	30	0.2	FM / TV
MV209	5	32	30	0.2	VHF
MMVL2101	2.5	6.8	30	0.2	FM / TV
MMVL3102	4.5	25	30	0.2	VHF
MMBV609	1.8	32	20	0.2	FM
BB103	11.3	30	30	0.2	VHF
BB104	2	42	30	0.2	FM
BB105B	2	18	35	0.2	UHF
BB105G	1.8	18	30	0.2	UHF
BB106	4	20	30	0.2	VHF
BB109G	4.3	32	30	0.2	VHF
BB112	17	560	12	0.05	AM
BB204	2	42	30	0.2	FM
BB205	2	16	30	0.2	FM / TV
BB209	2	36	30	0.2	FM / TV
BB304	2	42	30	0.2	FM
BB405B	1.8	18	30	0.2	UHF
BB409	5	32	28	0.2	VHF
BBY40	6	30	30	0.02	VHF

Para sustituir el BB105 se debe considerar que el varicap de reemplazo tenga valores similares al varicap fuente.



DISCRETE SEMICONDUCTORS

DATA SHEET



1N4148; 1N4448 High-speed diodes

Product specification
Supersedes data of 1996 Sep 03

1999 May 25

Philips
Semiconductors



PHILIPS



High-speed diodes

1N4148; 1N4448

FEATURES

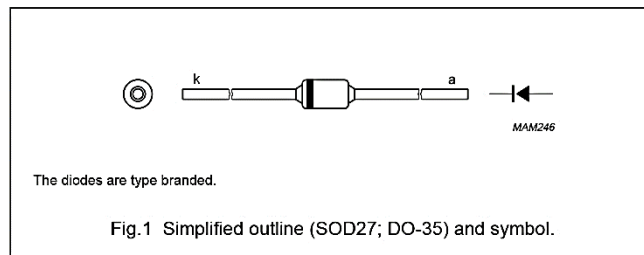
- Hermetically sealed leaded glass SOD27 (DO-35) package
- High switching speed: max. 4 ns
- General application
- Continuous reverse voltage: max. 75 V
- Repetitive peak reverse voltage: max. 75 V
- Repetitive peak forward current: max. 450 mA.

APPLICATIONS

- High-speed switching.

DESCRIPTION

The 1N4148 and 1N4448 are high-speed switching diodes fabricated in planar technology, and encapsulated in hermetically sealed leaded glass SOD27 (DO-35) packages.



LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{RRM}	repetitive peak reverse voltage		–	75	V
V_R	continuous reverse voltage		–	75	V
I_F	continuous forward current	see Fig.2; note 1	–	200	mA
I_{FRM}	repetitive peak forward current		–	450	mA
I_{FSM}	non-repetitive peak forward current	square wave; $T_j = 25^\circ\text{C}$ prior to surge; see Fig.4			
		$t = 1\ \mu\text{s}$	–	4	A
		$t = 1\ \text{ms}$	–	1	A
		$t = 1\ \text{s}$	–	0.5	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} = 25^\circ\text{C}$; note 1	–	500	mW
T_{stg}	storage temperature		–65	+200	$^\circ\text{C}$
T_j	junction temperature		–	200	$^\circ\text{C}$

Note

1. Device mounted on an FR4 printed circuit-board; lead length 10 mm.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

Philips Semiconductors

Product specification

High-speed diodes

1N4148; 1N4448

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_F	forward voltage	see Fig.3			
	1N4148	$I_F = 10\text{ mA}$	–	1	V
	1N4448	$I_F = 5\text{ mA}$ $I_F = 100\text{ mA}$	0.62 –	0.72 1	V V
I_R	reverse current	$V_R = 20\text{ V}$; see Fig.5		25	nA
		$V_R = 20\text{ V}$; $T_j = 150\text{ }^\circ\text{C}$; see Fig.5	–	50	μA
I_R	reverse current; 1N4448	$V_R = 20\text{ V}$; $T_j = 100\text{ }^\circ\text{C}$; see Fig.5	–	3	μA
C_d	diode capacitance	$f = 1\text{ MHz}$; $V_R = 0$; see Fig.6		4	pF
t_{rr}	reverse recovery time	when switched from $I_F = 10\text{ mA}$ to $I_R = 60\text{ mA}$; $R_L = 100\ \Omega$; measured at $I_R = 1\text{ mA}$; see Fig.7		4	ns
V_{fr}	forward recovery voltage	when switched from $I_F = 50\text{ mA}$; $t_r = 20\text{ ns}$; see Fig.8	–	2.5	V

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j-tp}$	thermal resistance from junction to tie-point	lead length 10 mm	240	K/W
$R_{th\ j-a}$	thermal resistance from junction to ambient	lead length 10 mm; note 1	350	K/W

Note

1. Device mounted on a printed circuit-board without metallization pad.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Laboratorio de Diseño de
Sistemas de Comunicaciones

CALIBRE AMERICANO AWG | Equivalencias AWG / Milimétrica

AWG	Diámetro mm	Sección mm ²	Resistencia DC 20°C w/km	Peso gr/mt
38	0.102	0.0081	2130	0.0720
37	0.114	0.0103	1680	0.0912
36	0.127	0.0127	1360	0.1126
35	0.142	0.0159	1080	0.1412
34	0.160	0.0201	857	0.1785
33	0.180	0.0255	675	0.2276
32	0.203	0.0324	532	0.2886
31	0.226	0.0401	430	0.3571
30	0.254	0.0507	340	0.450
29	0.287	0.0649	266	0.575
28	0.320	0.0806	214	0.715
27	0.361	0.102	169	0.907
26	0.404	0.128	135	1.138
25	0.455	0.162	106	1.443
24	0.511	0.205	84.2	1.815
23	0.574	0.259	66.6	2.306
22	0.643	0.324	53.2	2.886
21	0.724	0.411	41.9	3.660
20	0.813	0.519	33.2	4.612
19	0.912	0.653	26.4	5.803
18	1.020	0.823	21.0	7.320