



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN
SISTEMA DE VIDEOPORTERO CON
TECNOLOGÍA DE DISPOSITIVO
ACOPLADO POR CARGA C.C.D.
A 4 HILOS**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA : ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**P R E S E N T A N:
ALEJANDRO MOISÉS CERÓN MEZA
JUAN MANUEL GIL PÉREZ**



DIRECTOR DE TESIS M.I. JORGE RODRIGUEZ CUEVAS

MÉXICO, D.F.

FEBRERO 1997.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

He querido decirte esto desde que empecé a conocerte y no había podido, hoy ese río silencioso que nos ha separado parece tener un puente fabricado por esas oportunidades que nos da la vida. Padre muchas gracias por tu amor e inigualable ejemplo de superación, trabajo y responsabilidad. Gracias por esperarme hasta este momento el triunfo también es tuyo. Y a ti madre gracias por tu sacrificio y por enseñarme que en esta vida no importa que tan alto estemos, los ojos siempre verán hacia el cielo, hacia Dios.

A Dios por la vida

A mi Universidad por la oportunidad

A mis padres por su amor

A mi esposa e hijos que algún día podrán leerla

A mis hermanos por todos esos momentos

A mi director de tesis por su paciencia

A INTEC de México

A mi amigo Félix y esposa

A todas y cada una de las personas que me ayudaron a que esto fuera posible

ALEJANDRO MOISÉS CERÓN MEZA

A Dios por dejarme ser.

A mis padres por su apoyo incondicional

A mi director de tesis por su paciencia

A mi Universidad por la oportunidad.

JUAN MANUEL GIL PÉREZ

A

MILDRED

*A ti que me acompañaste
a lo largo de este arduo camino
y por todo lo que significas para mí.*

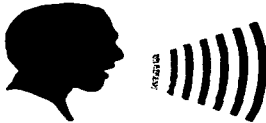
GRACIAS

INDICE

Introducción 1

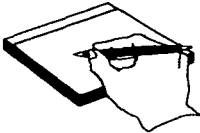
Capítulo 1 3

Conceptos básicos de interfonía



Capítulo 2 15

Planteamiento del problema



Capítulo 3 27

Desarrollo del circuito transmisor y receptor del sistema de audio



Capítulo 4

47

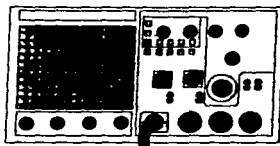
Desarrollo del circuito transmisor y receptor de video



Capítulo 5

75

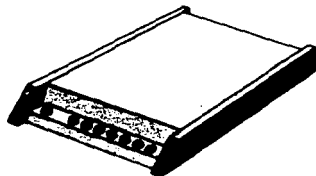
Diseño de los circuitos de activación y control



Capítulo 6

104

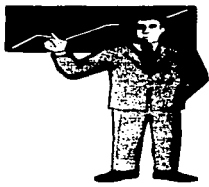
Desarrollo de la fuente de alimentación



Capítulo 7

132

Evaluación y conclusiones del proyecto



Apéndice

144

Bibliografía

160

INTRODUCCION

Sin lugar a dudas hoy en día dos de las principales necesidades humanas son la seguridad y la comunicación. Estos dos aspectos de la vida cotidiana de los seres humanos han impulsado el desarrollo de sistemas de comunicación y seguridad, capaces de satisfacer estas necesidades en los principales lugares donde se llevan a cabo las actividades citadinas, como son las casas, oficinas, escuelas, fábricas, etc. El gran desarrollo tecnológico en el campo de la electrónica desde la aparición del transistor, ha permitido el diseño y fabricación de estos nuevos y modernos sistemas, que van desde los completos sistemas telefónicos multilínea hasta los sofisticados circuitos cerrados de televisión. El presente trabajo tiene como finalidad el diseño e implementación de un sistema de intercomunicación audiovisual, comercialmente conocido como videoportero; este sistema se convertirá en el vigilante electrónico capaz de anunciar la llegada de los visitantes a nuestros espacios vitales, a través de una señal de video y un canal de audio, adicionando al sistema las funciones de seguridad con un circuito de alarma y activación de apertura de puerta.

Un videoportero básicamente es la integración de un sistema de interfón y un circuito cerrado de televisión (Circuit Closed Television: CCTV), capaz de proporcionar información visual y auditiva del visitante.

La necesidad de comunicar con seguridad un espacio vital no es nueva, y basta solo realizar una observación en el mercado de interfonos y alarmas, para darnos cuenta de la proliferación de nuevos y modernos sistemas de comunicación con características de seguridad como serían:

- Circuito Cerrado de Televisión
- Sistemas de alarmas para residencias y oficinas
- Sistema de interfonos
- Videoporteros
- Sistemas de abertura de puertas automáticas a control remoto
- Sistemas de acceso por código digital

De lo anterior se observa la necesidad de desarrollar un sistema de videoportero capaz de incorporar en su estructura clásica una función adicional de seguridad, así como también cuestiones más simples de instalación y colocación, para hacer la tecnología más accesible a los usuarios.

El sistema de comunicación audiovisual consiste de un transmisor que será ubicado en el exterior de la residencia y un receptor en el interior de la misma, los cuales estarán conectados por medio de cuatro hilos, a través de los cuales se transmitirán los diferentes tipos de señales analógicas y digitales que contengan la información de audio, video, disparo y salidas para activación de dispositivos externos.

El sistema tendrá tres formas de activación, por pulsado exterior, por pulsado interior y descolgado del auricular, así como también contará con un sistema de alarma, la cual será activada por medio de contactos magnéticos; además el sistema proporcionará la imagen del visitante, desplegándola en el monitor del receptor, así como un canal de comunicación auditivo reduciendo considerablemente el espacio y facilitando su instalación.

Finalmente mencionaremos que el objetivo principal de este trabajo, es desarrollar un sistema de videoportero, capaz de satisfacer las necesidades de comunicación y seguridad para cualquier tipo de inmueble, incorporando nuevas tecnologías en el área de video para proporcionar una gran calidad de imagen y mejorando los circuitos de audio.

Es importante mencionar que el sistema pretende modificar aspectos de instalación, operación, tamaño, costo y aspecto físico del sistema existente en el mercado de origen nacional, adicionando nuevas características de operación para tener un sistema de intercomunicación audiovisual más completo, cuya fabricación y armado permitan considerarlo como un producto nacional y que este a la altura en tecnología respecto a los sistemas de importación existentes en el mercado. Como punto de partida para la realización de este proyecto se tomó el sistema de videoportero de la línea TEC marca INTEC, por ser el único de origen nacional, así como por haber tenido contacto directo en el manejo, instalación y servicio de este equipo durante el periodo de experiencia laboral, donde fue detectada la necesidad de plantear una nueva perspectiva de diseño para el sistema, que permitirá desarrollar al máximo la funcionalidad del sistema de videoportero como un equipo de comunicación y seguridad.

CAPITULO 1

CONCEPTOS BASICOS DE INTERFONIA

En este capítulo se analizarán los principales elementos de comunicación (micrófono TX y bocina RX) que integran los sistemas de interfonía, continuando con la descripción de los subsistemas básicos que forman estos sistemas (frente de calle, teléfonos y fuente de alimentación), y finalizamos este capítulo presentando una descripción de funcionamiento y elementos que componen los sistemas básicos de interfón apoyándonos para su explicación en los diagramas de instalación de cada sistema. La descripción cualitativa que se realizará en este capítulo sobre los conceptos básicos de interfonía es necesaria debido a que el sistema de audio empleado en el videoportero utiliza este sistema.

1.1 Generalidades.

Existen diversos tipos de comunicación según el medio empleado. En el caso del interfón se utiliza un cable de varios hilos por donde es transmitida la información, previamente transformada en impulsos eléctricos para enlazar a un transmisor con un receptor.

Es importante mencionar que hoy en día el interfón cumple con la función social de comunicar con seguridad cualquier tipo de inmueble con el visitante, aunque el sistema se presente como una opción al problema de seguridad sin pretender ser la solución. El desarrollo de nuevas tecnologías de integración de circuitos electrónicos, han permitido el diseño y fabricación de sistemas más completos, compactos, seguros y en algunos casos necesariamente estéticos, como son los llamados videoporteros, que además de proporcionar un canal de audio incorpora en su diseño y funcionamiento un canal de video que refuerza las cuestiones de seguridad y funcionalidad.

1.2 Elementos básicos de interfonía

Los componentes básicos de un sistema de intercomunicación son tres : un dispositivo transmisor, un dispositivo receptor y una fuente de voltaje para alimentar el sistema. Cada uno de estos dispositivos esta formado por un conjunto de elementos cuyo objetivo es realizar la función que tiene encomendada de una manera eficiente, por lo cual, los dispositivos de transmisión y recepción de audio, estarán diseñados para cumplir con las características y condiciones de operación de este tipo de sistema de comunicación en particular. A continuación describiremos de manera general el funcionamiento de cada uno de los elementos básicos de interfonía que son:

- **Micrófono (Transmisor TX)**
- **Bocina (Receptor RX)**
- **Fuente de alimentación**

Micrófono: Es un transductor que se encarga de convertir las ondas sonoras en impulsos de corriente eléctrica, existen varios tipos de micrófonos que se adecuan a los requerimientos de cada sistema. La figura 1.1 muestra la estructura de un micrófono de carbón. Su funcionamiento se deriva de la propiedad que tiene el micrófono de poder variar su resistencia eléctrica en función de los espacios intermoleculares que existen entre las partículas de carbón derivados de la compresión y descompresión generada por el choque de las ondas sonoras en la membrana del micrófono.

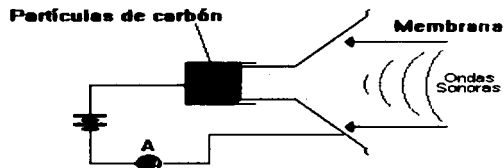


Figura 1.1 Estructura básica de construcción de un micrófono de carbón

Micrófono de condensador (Electret): Está compuesto por un condensador en el cual una de las placas es móvil y vibra de acuerdo a las variaciones de las ondas sonoras, al variar la distancia entre las placas se varía la capacitancia y la corriente que atraviesa el condensador fig. 1.2. Todos los micrófonos realizan la misma función, convertir el sonido en variaciones de corriente eléctrica utilizando diferentes propiedades de los elementos transductores.

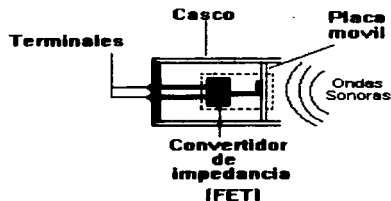


Fig. 1.2 Estructura básica de la construcción del micrófono ELECTRET

Bocina: Es un transductor electromecánico encargado de convertir las variaciones de corriente en variaciones de presión en una membrana la cual producirá el sonido. La figura 1.3 muestra la estructura básica de construcción de la bocina. Es importante que la respuesta en frecuencia que presente la bobina determinará en mayor grado la calidad del sonido.

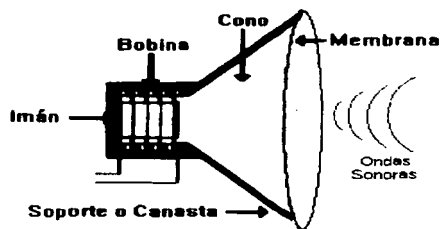
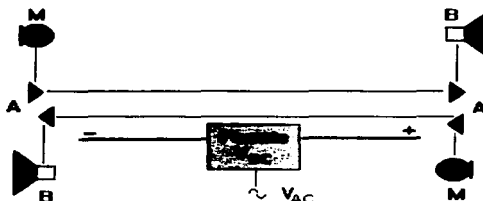


Figura 1.3 Estructura básica de construcción de una bocina

Fuente de alimentación : Este elemento es el encargado de proporcionar los valores y tipos de voltaje necesarios para el funcionamiento del interfón. En los sistemas de intercomunicación es práctica común utilizar una fuente de voltaje diferente para cada tipo de arquitectura. La fuente de alimentación que se utiliza en los sistemas de interfón INTEC suministran dos señales de voltaje diferentes que son: 11.5 V_{CD} y 16 V_{CA}. La salida de voltaje V_{DC} es la utilizada para la polarización del circuito de audio, y la salida de voltaje V_{CA} es la necesaria para manejar la señal de llamada y activación de contrachapa eléctrica. Los polos negativos de las salidas V_{DC} y V_{AC} son comunes..

Los tres elementos mencionados anteriormente se interconectan entre si para formar la configuración básica del sistema de interfón, como se observa en la figura 1.4. De está estructura básica se derivan los distintos tipos de interfón existentes en el mercado.



A : amplificador B : bocina M : microfono

Figura 1.4 Interconexión de los elementos básicos de un sistema de interfón

1.2.1 Estructura y funcionamiento del interfón

La estructura básica de los elementos de interfón es la topología paralelo dúplex de la fig. 1.5

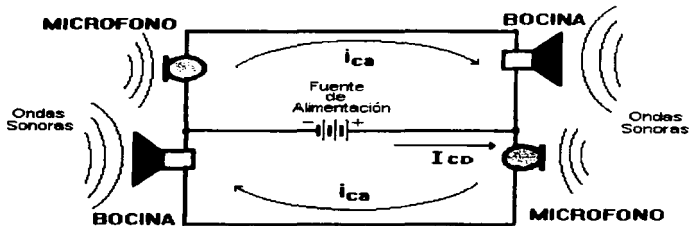


Figura 1.5 Sistema de comunicación paralelo dúplex.

El sistema anterior se define como un sistema de comunicación paralelo dúplex, por contar con dos ramas en paralelo idénticas que permiten una comunicación en ambos sentidos, debido a la ubicación de cada uno de los elementos transmisores y receptores de la red. Como se puede notar en el circuito de la figura 1.5 existe un elemento transmisor y receptor con un nodo común en cada polo de la fuente de alimentación.

Su funcionamiento es el siguiente: En el estado de reposo la red tiene una circulación de corriente directa I_{cd} , esta corriente por si sola no contiene ningún tipo de información sino que solo es consumidora de potencia, cuando las ondas sonoras son captadas por el micrófono son convertidas en variaciones de corriente eléctrica I_{ca} en la línea debido a que las ondas sonoras provocan que el micrófono varíe su valor de resistencia eléctrica, esta corriente al circular por la bocina producirá vibraciones sonoras en el extremo receptor y de esta manera se realiza la transmisión de información hacia ambos lados del sistema.

Denominaremos a los elementos transmisor y receptor comunes al polo positivo de la fuente como frente de calle, y a los elementos transmisor y receptor comunes al polo negativo de la fuente como teléfono. La figura 1.6 muestra el sistema completo de interfón.

El sistema para su operación cuenta con un interruptor de tipo deslizable en el transmisor y receptor del teléfono, el cual se accionará en el momento de descolgar al mismo. El sistema de apertura de puerta por contrachapa eléctrica se acciona mandando el polo negativo de la fuente desde el teléfono al frente colocado en la calle, a través de un interruptor con un polo en el negativo, ya que el otro extremo de la contrachapa eléctrica ya se encuentra conectado a la corriente, la llegada del visitante se anuncia a través de un

zumbador que opera con corriente alterna, en el momento que es oprimido el botón de llamada colocado en el exterior del frente. Todo lo antes mencionado se observa esquemáticamente en la figura 1.6

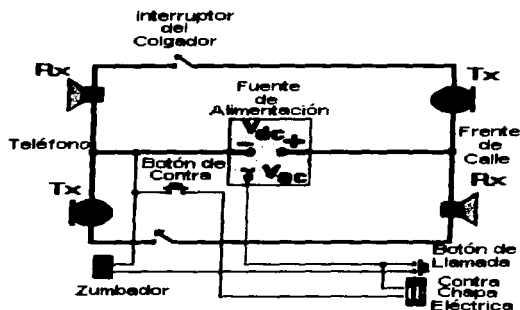


Figura 1.6 Sistema de interfono sencillo con interruptores en el Tx y Rx del teléfono.

1.2.2 Subistemas básicos del interfón

La arquitectura general de un sistema de interfono consta de tres elementos:

1. Frente de calle (Exterior)
2. Teléfono (Interior)
3. Fuente de alimentación (Interior/Exterior)

Frente de calle

El frente de calle es el elemento que se encarga de transmitir y recibir información (audio), en el exterior del inmueble, generalmente su colocación es en la entrada principal queda hacia la calle. Los elementos que conforman la estructura del frente de calle son:

- Altavoz 3" 40 Ω (receptor)
- Micrófono
- Preamplificador receptor
- Botones de llamada

El frente de calle cuenta con los siguientes bornes de conexión;

Borne B Nodo común del transmisor (micrófono) y del receptor (bocina) donde se conecta el polo positivo de la fuente de alimentación.

- Borne 4** Nodo donde se encuentra conectada la entrada de audio al preamplificador del receptor (bocina), que se conecta al transmisor del teléfono.
- Borne 1** Nodo donde se encuentra conectado el transmisor (micrófono) y es la salida de audio, que se conecta al receptor del teléfono.

El teléfono

El teléfono es el elemento interior del sistema que contiene al elemento transmisor (micrófono) y al elemento receptor (bocina), en un auricular. Este elemento generalmente tiene su localización dentro del inmueble y esta formado por los siguientes elementos:

- Altavoz 2" 25 Ω (receptor)
- Micrófono
- Interruptor colgador deslizable
- Zumbador 12-16 VCA

El teléfono tiene los siguientes bornes de conexión:

- Borne RT** Nodo común donde se encuentran conectados el transmisor (micrófono) y el receptor (bocina), que se conecta al borne negativo de la fuente de voltaje.
- Borne A** Nodo donde se encuentra conectado el elemento receptor (bocina), y es la entrada de audio que se conecta al transmisor del frente borne 1.
- Borne B** Nodo donde se encuentra conectado el elemento transmisor (micrófono), que corresponde a la salida de audio y se conecta al borne 4 del frente.
- Borne E** Borne donde se encuentra conectado un polo del zumbador y el cual se encuentra puenteado con RT.
- Borne P** Nodo donde se encuentra conectado un polo de activación de contrachapa eléctrica, el otro polo se conecta a RT.

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación es el elemento encargado de proporcionar las salidas de voltaje necesarias para polarizar los circuitos, el tipo de fuente de alimentación a utilizar dependerá del sistema que se va a instalar. La estructura básica corresponde a la utilizada en fuentes típicamente lineales. La figura 1.7 muestra el diagrama de la fuente lineal y cada una de las etapas que la forman.

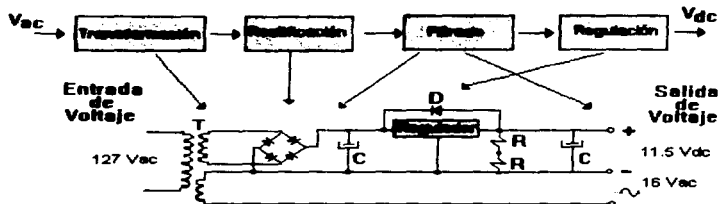


Figura 1.7 Diagrama electrónico de la fuente

Por último la figura 1.8 muestra la estructura completa del sistema de interfón con sus tres elementos fundamentales y sus correspondientes bornes de conexión de cada uno de ellos.

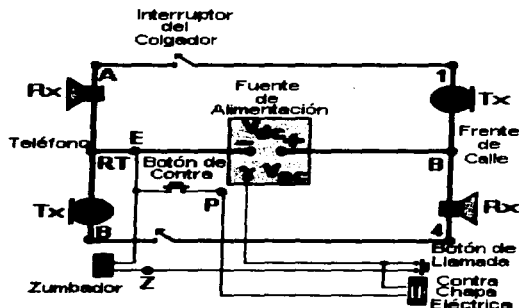


Figura 1.8 Estructura general de interfón con bornes de conexión

1.3 Tipos de sistemas de interfón

Como resultado de la creciente demanda de sistemas de intercomunicación existen en el mercado nuevos y diferentes sistemas desarrollados a partir de la estructura y principios básicos del interfón. A continuación se mencionan las principales características de funcionamiento, equipo necesario e instalación de los sistemas de interfón INTEC.

1.3.1 Sistema de interfón sencillo.

Este sistema es la versión más simple de intercomunicación entre la calle y el interior del inmueble, está compuesto por el siguiente equipo :

- 1 Frente de calle
- 2 Fuente de voltaje
- 3 Teléfono de pared o mesa
- 4 Contrachapa eléctrica

Modo de operación

La operación se inicia cuando el visitante oprime el botón de llamada de la calle, accionándose el zumbador integrado en el teléfono generando la llamada. Para contestar bastará con descolgar el microteléfono y se enlazara con el frente de calle. el descolgado del auricular dejara libre el vástago del interruptor deslizable permitiendo cerrar el circuito de audio. Una vez identificado el visitante y si existe la contrachapa se oprime el botón de activación para permitir el acceso del visitante.

La figura 1.9 muestra el diagrama de instalación del interfón sencillo en su forma unifilar para expresar el número de hilos de conexión y los elementos que lo componen. Los diagramas completos de éste y los demás sistemas se observan en el apéndice A.

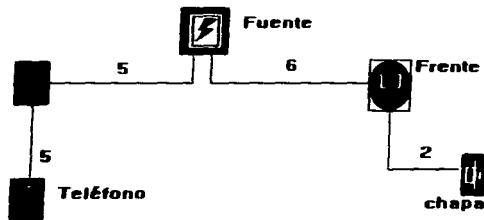


Figura 1.9 Diagrama unifilar del sistema interfón sencillo.

1.3.2 Sistema de Interfón para edificio.

El sistema de interfón sencillo para edificio es básicamente un sistema de interfón sencillo con la llamada independiente para cada departamento y donde n corresponde al número de departamentos. El equipo y operación es idéntica al sistema sencillo como se puede observar en la figura 1.10, con la única diferencia que el frente de calle es de n botones de llamada

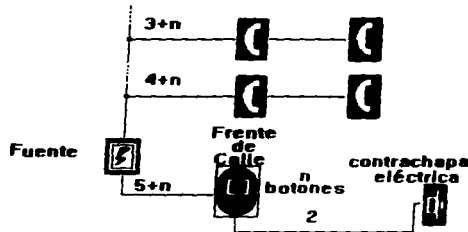


Figura 1.10 Diagrama unifilar del sistema interfón sencillo para edificio

1.3.3 Sistema de Interfón para intercomunicación.

Este interfón es la versión más sencilla de un sistema de intercomunicación para una red interior (comunicación entre teléfonos solamente), y utiliza una topología de comunicación paralela dúplex como la mencionada con anterioridad, la instalación se realiza conectando en paralela cada uno de los teléfonos de la red de intercomunicación, el equipo necesario para la instalación es el siguiente:

1. Fuente de voltaje
2. Teléfonos de botones

El diagrama de instalación del sistema se muestra en la figura 1.11



Figura 1.11 Diagrama de instalación para sistema de intercomunicación

1.3.4 Sistema de interfón combinado.

Este sistema como su nombre lo indica corresponde a una combinación del sistema interfón sencillo y el sistema de interfón para intercomunicación, es decir, este sistema nos presenta la posibilidad de utilizar el sistema para un servicio de intercomunicación interna y para un servicio a la calle, no existiendo privacidad en una comunicación entre teléfonos, pero si para el frente de calle, por lo que cuando se realiza una intercomunicación esta no se escuchará en el frente de calle. El equipo necesario para la instalación de este sistema es el siguiente:

1. Frente de calle
2. Teléfonos de botones
3. Fuente con bloqueador automático

Modo de operación.

La operación se inicia cuando el visitante genera la llamada al pulsar el botón del frente de calle. En este momento bastará con descolgar el auricular de cualquier teléfono para establecer la comunicación exterior, bajo estas condiciones se inicia la operación de un sistema sencillo. Para realizar una comunicación interna, se descuelga el auricular del teléfono y se marca el número del teléfono con el cual se quiere entablar la comunicación. Con esta operación a través del zumbador de llamada interna (que es diferente al de llamada externa) conectado entre los bornes E y Z de los teléfonos se manda un pulso positivo al borne 4 del bloqueador automático, (fuente de voltaje para sistema combinado, ver apéndice A) con lo que se satura momentáneamente el transistor TR₁, y activa el relevador conmutando sus tiros manteniéndose energizada la bobina por medio de la red de intercomunicación, realizándose la comunicación como en un sistema de solo intercomunicación, solo que ahora la bobina del relevador realizará la función de bobina de voz como en la fuente IT-1. Cuando se cuelguen los teléfonos el sistema se restablece quedando listo para la comunicación externa. En la figura 1.12 se muestra el diagrama de instalación de este sistema.

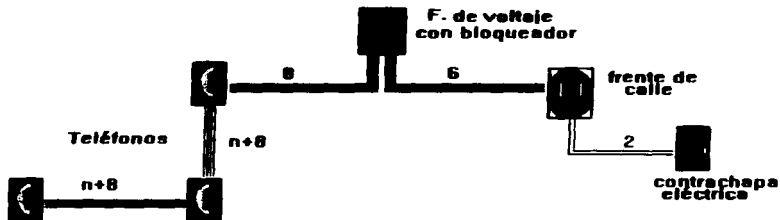


Fig. 1.12 Diagrama unifilar del sistema interión combinado

El sistema explicado anteriormente reúne las características suficientes para considerarlo adecuado para cualquier tipo de inmueble, reúne la privacidad de comunicación interna, la facilidad de la intercomunicación externa y la apertura automática de la puerta, además de ser escalable en el número de teléfonos conectados a la red. Sin embargo partiendo del análisis del funcionamiento real del sistema al igual que los anteriores, se observa que pueden mejorarse sus características aplicando nuevos conceptos a las etapas básicas que componen dicha arquitectura. Los conceptos explicados en este capítulo nos permiten introducirnos al tipo de sistema de intercomunicación a desarrollar en esta tesis

CAPITULO 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo del presente capítulo tiene la finalidad de proporcionar los aspectos técnicos de operación, instalación y servicio del sistema de videoportero sencillo de la línea TEC marca INTEC; en el cual se fundamentará el desarrollo del nuevo sistema, enfocado en mejorar todas las deficiencias del videoportero INTEC, así como también incorporar nuevas tecnologías que permitan adicionar al videoportero novedosas funciones de operación, instalación, mantenimiento y seguridad que proporcionen a este diseño un aspecto más práctico y accesible al usuario, que le permitan abatir gastos de operación, instalación y servicio.

Así mismo se presentará la arquitectura general del sistema, con aspectos de instalación, funcionamiento y el diagrama a bloques del circuito de los dos principales elementos por lo cuales esta constituido el sistema de videoportero: telecámara y monitor de video.

2.1 Introducción al sistema de videoportero

Se define al videoportero como un sistema de intercomunicación audiovisual, constituido por la combinación de dos sistemas. Un sistema de intercomunicación entre el exterior y el interior del inmueble comúnmente llamado interfón (audio), y un sistema de circuito cerrado de televisión denominado CCTV (video), de tal manera que la integración de ambos proporcione a la vivienda dos canales de comunicación, uno de audio y otro de video. Básicamente la función del videoportero como su nombre lo indica es anunciar la llegada de un visitante proporcionando su voz e imagen sin la necesidad de contar con un portero, es decir, sin personal humano.

La utilización y alcance del sistema videoportero es inagotable, sobre todo en lugares cerrados donde sea necesario un previo aviso del visitante por cuestiones de privacidad y seguridad tal es el caso de residencias, oficinas, escuelas, fábricas, etc.

Es importante mencionar algunas características de operación de los videoporteros a fin de diferenciarlos de los sistemas de circuitos cerrados de televisión (CCTV).

- La operación del CCTV es continua y la del videoportero es temporizada.
- A diferencia del CCTV el videoportero cuenta con audio.

2.2 Estructura básica de un sistema de videoportero

La estructura del videoportero corresponde a la forma elemental en la cual se encuentran interconectados los principales elementos de interfonía para formar el canal de audio y los elementos encargados de la transmisión y recepción de la señal de video. En la figura 2.1 se muestra la arquitectura general del sistema de videoportero sencillo de la línea TEC marca INTEC, donde se puede observar el número necesarios de hilos de conexión y los tres elementos básicos que son :

Frente de calle o Telecámara . Se encuentra localizado en el exterior del inmueble, a través del cual se establece la comunicación hacia el interior y esta formado por: una cámara de video (TX de la señal de video), y un sistema TR - RX de audio.

Fuente de voltaje: Principal elemento de alimentación del sistema, proporciona los voltajes y corrientes necesarias para el funcionamiento del sistema.

Monitor. Es el otro extremo del sistema de intercomunicación el cual se encuentra localizado dentro del inmueble y esta formado por un monitor de vídeo (RX de la señal de video) y un sistema TR-RX de audio. A continuación se analizarán por separado cada uno de estos elementos.

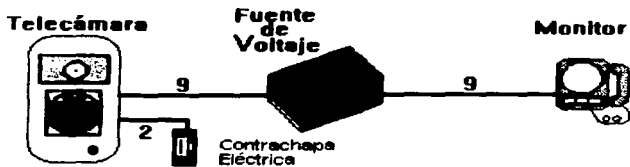


Figura 2.1 Elementos básicos de un sistema de intercomunicación audiovisual (Videoportero línea TEC marca INTEC)

2.2.1 Telecámara

Sin lugar a dudas el principal elemento de la telecámara es el elemento transductor de imagen (vidicón), utilizado en la cámara de video, cuyo funcionamiento esta basado en el efecto fotoeléctrico de fotoconductividad. Los datos técnicos de la telecámara se muestran en la tabla 2.2

ESPECIFICACIONES	DATOS TÉCNICOS
Sistema de TV.	Americano NTSC 525 Líneas/60Hz.
Voltaje de alimentación	18.5 - 20 VCD
Consumo de corriente	800 mA
Elemento de imagen	Tubo de vidicón 2/3"
Iluminación	Lámparas incandescentes 24V 10W
Objetivo de lente	$f = 8.5 \text{ mm. } 1:16$
Salida de video	1.2 Vpp mínimo a 75 Ω
Dimensiones	4.5 x 8 x 12.5 cm
Peso	0.35 Kg.

Tabla 2.2 Datos técnicos de la cámara de video

En resumen, el funcionamiento de este tipo de cámaras de video era aceptable hasta la década de los 80s, cuando aparece en el mercado la tecnología CCD (charge couple device), que revoluciona los procedimientos de transducción de imágenes, mejorando con mucho todas las características de la cámara de vidicón. En el capítulo 4 se exponen estas características a detalle, por ahora basta mencionar que la calidad de imagen en una cámara con elemento CCD es 100 veces mejor, que el consumo de corriente es de 140mA y que sus dimensiones son tan pequeñas 3 x 2 x 5 cm que las hacen ideales para este tipo de cámaras. Para mayor información sobre la cámara mod TI-1, ver apéndice B.

2.2.2 Monitor de video

El monitor es un receptor de video con pantalla de 9" blanco y negro, con un teléfono integrado para la transmisión-recepción de la señal de audio y un control de brillo para la imagen. El funcionamiento del receptor de video es similar al receptor de televisión, las características de este elemento se observan en la tabla 2.3

ESPECIFICACIONES	DATOS TÉCNICOS
Voltaje de alimentación	20 ± 2 VCD
Consumo de corriente	1.2 Amp.
Sistema de TV	Americano NTSC 225 líneas
Señal de video	1.2 Vpp a 75 Ω
Frecuencia Horizontal	15.625 KHz.
Frecuencia Vertical	60 Hz.
Respuesta en Frecuencia	4.5 MHz.
Dimensiones	22 x 15 x 15 cm.

Tabla 2.3 Datos técnicos del monitor de video

De la tabla anterior se observa que el receptor de video (monitor) es un elemento pasivo dentro del sistema que se encarga de reproducir la información enviada por la cámara de video. Las deficiencias que presenta este elemento son inherentes a los elementos utilizados en su construcción como son: el tamaño del cinescopio, el tamaño de los circuitos electrónicos, el número de bornes de conexión necesarios, etc. En la actualidad existen elementos receptores de video que realizan la misma función con una mejor calidad y dimensiones más pequeñas.

2.2.3 Fuente de voltaje

Este elemento es el encargado de suministrar la energía necesaria al sistema, corresponde al tipo de fuente lineal con salidas múltiples temporizadas y ajustables. Las fuentes de voltaje para este tipo de sistemas de comunicación presentan una serie de bornes de conexión a través de los cuales se conectan a los elementos de la red. La fuente de alimentación utilizada actualmente en este tipo de sistemas es el modelo FI-20 la cual presenta los datos técnicos y salidas de voltaje mostrados en la tabla 2.4 El diagrama electrónico de la fuente se observa en el apéndice B.

ESPECIFICACIÓN	DATOS TÉCNICOS
Voltaje de alimentación	127 VCA \pm 10% Fusible 3A 250V
Voltaje para monitores	20 VCD 4A Fusible 7.5 A 250V
Voltaje para lámparas	24 VCD 1A Fusible 7.5 A 250V
Voltaje para cámara	18 VCD 1A Fusible 1A 250V
Voltaje para zumbador y contrachapa	12 VCD 3A Fusible 5A 250V
Voltaje de interfón	12 VCD 500mA Fusible 1A 250V
Temporizador	30 a 90 seg
Dimensiones	12 x24 x 21.5 Cm
Peso	2.5Kg

Tabla 2.4 Datos técnicos de la fuente de alimentación

2.3 Sistema de videoportero sencillo

Este es el sistema básico de un sistema de intercomunicación audiovisual. El equipo necesario para su instalación es el siguiente:

- a) Telecámara de un botón
- b) Fuente de alimentación
- c) Monitor de 1 botón
- d) Contrachapa eléctrica

El sistema de videoportero inicia su operación cuando el visitante oprime el botón en el frente de la telecámara colocado en la calle y activa las salidas de voltaje de la fuente de alimentación para alimentar el monitor, telecámara y circuito de iluminación. Después de esto el monitor abre su pantalla y muestra la imagen del visitante durante el tiempo de programación de encendido del sistema, a continuación bastará descolgar el auricular para cerrar el canal de audio y si el sistema cuenta con contrachapa eléctrica se activará esta pulsando el botón de contrachapa. Una vez transcurrido el tiempo programado de encendido, el canal visual se inhabilita, más sin embargo queda abierto el canal de comunicación auditivo por si es necesario continuar la comunicación.

El funcionamiento del canal de comunicación auditivo y apertura de puerta, es similar al del sistema de interfón, cuenta con un auricular el cual contiene el elemento transmisor y receptor que comunica hacia el exterior, donde se encuentra colocado un frente interior de interfón. La imagen del visitante no desaparece durante el instante en que se activa la contrachapa para poder observar su acceso. La figura 2.5 indica el diagrama unifilar de

instalación del sistema, donde se indica el número de hilos necesarios para su instalación. El diagrama descriptivo completo para la instalación del sistema de videoportero sencillo, así como el de los sistemas restantes de videoportero de la línea TEC marca INTEC se muestran en el apéndice B.

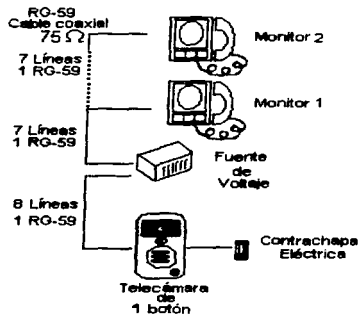


Figura 2.5 Diagrama unifilar de un sistema de videoportero sencillo con dos monitores y una telecámara.

2.4 Contexto general del problema.

Una vez revisados los conceptos actuales del sistema de intercomunicación audiovisual, (videoportero sencillo línea TEC marca INTEC). Procederemos a ubicar cada una de las desventajas que presentan este tipo de sistema en su operación, instalación, servicio, costo y aspecto estético. Para de esta manera plantear los parámetros de diseño necesarios para optimizar el funcionamiento, simplificar la instalación y abatir costos de producción.

REFERENTE AL MODO DE OPERACIÓN

- El sistema requiere de una fuente externa que proporcione 6 distintas salidas de voltaje, voluminosa y de baja eficiencia, y además se requiere de una fuente adicional FA-10 y un distribuidor de video CC-2 después de 2 monitores instalados.
- El canal de audio queda alimentado en cualquier instante de tiempo, pudiendo provocar un sobrecalentamiento de la salida de alimentación del interfón si accidentalmente se deja descolgado el auricular del monitor.

- Si se deja descolgado accidentalmente el auricular del monitor no se acciona la llamada.
- Al terminar el tiempo programado de encendido el visitante tendrá que accionar nuevamente el botón de llamada, y el inquilino colgar su auricular.
- La imagen aparece 8 segundos después de encender el monitor, debido al tipo de cámara utilizada la cual tiene un tiempo de respuesta grande.
- Para desactivarse el sistema necesariamente tiene que pasar el tiempo de programación de encendido.
- La vida útil de la cámara es relativamente corto (3-5 años dependiendo de las condiciones de luz), por el desgaste del elemento de imagen del tubo vidicón.
- Consume demasiada potencia durante su funcionamiento, los elementos del sistema, monitor 30 Watts, telecámara 50 Watts e Interfón 15 Watts.

REFERENTE A LA INSTALACIÓN

- Se requiere de una instalación demasiado compleja, por manejar 9 líneas independientes.
- Hay que realizar el empotramiento de los registros de la telecámara y monitor.
- La tubería utilizada para las canalizaciones de la red tiene que ser de 3/4" por manejar cable coaxial y cable EKC de 6 pares.
- La conexión entre telecámara y monitor de vídeo no es directa, teniéndose que realizar empalmes en la fuente de alimentación.
- Los equipos son demasiados voluminosos y antiestéticos

REFERENTE A LOS COSTOS.

- El costo de construcción del sistema es elevado.
- El mantenimiento y servicio en la instalación tiene un costo considerable.

REFERENTE AL ASPECTO ESTETICO

- Dimensiones excesivas de los elementos que desagradan a la vista
- Aspectos estructurales y de forma deficientes que complican la colocación de los elementos.

Teniendo en cuenta todos los aspectos mencionados anteriormente se trabaja con una propuesta de diseño que cumpla con nuevas condiciones de operación, instalación, costo y aspecto estético.

2.5 Consideraciones y parámetros de diseño.

Las consideraciones de diseño que se tomarán en cuenta están dirigidas a mejorar aspectos de operación, agregando al sistema nuevas funciones que permitan al usuario contar con un sistema más completo, así pues también se modificarán condiciones de instalación que permitan tener un manejo fácil y sencillo, cuya finalidad es tal que el usuario mismo pueda realizar su instalación para ahorrar estos costos, por último el sistema deberá contar con una presentación estética que permita a éste armonizar con la decoración del inmueble. A continuación se mencionan los aspectos sobresalientes que se realizarán al sistema:

REFERENTE AL MODO DE OPERACIÓN

- **Se incorporará al sistema un fuente de tipo conmutable, que proporcione solamente una salida de voltaje V_{CD} para alimentar todo el sistema y además por cuestiones de tamaño y eficiencia se permitan colocarla en el interior del monitor de video, permitiendo con esto reducir a dos el número de elementos del sistema.**
- **La activación del sistema podrá ser realizada de tres formas diferentes, activación exterior por pulsación, activación interior por descolgado del auricular y activación interior por pulsación.**
- **La habilitación de la llamada no se inhibirá por el descolgado accidental del auricular, así como también no quedará el canal de audio abierto por está misma condición de descolgado accidental, ya que su funcionamiento dependerá de la activación de salida de voltaje de la fuente conmutada.**
- **El sistema contará con un circuito inhibidor de salida de voltaje cuando se cuelgue el auricular, para de esta forma no se tenga que dejar pasar todo el tiempo de programación de encendido.**
- **La cámara de video empleada utilizará tecnología de dispositivo acoplado por carga C.C.D. (Charge Couple Device), para mejorar la calidad de la imagen, y el tiempo de respuesta para presentar la señal en 250 mseg.**
- **El consumo total de energía debe ser menor a 15 Watts.**
- **Incorporación al sistema de un circuito de protección para el inmueble, que proporciona una señal auditiva de alarma cuando alguno de los puntos protegidos por contactos magnéticos haya sido violado.**
- **Reducción de elementos básicos a dos: Telecámara y monitor**

- La programación de la alarma del sistema cuenta con un tiempo de retardo ajustable que permite al usuario tener un tiempo suficiente para abandonar el inmueble sin violar la alarma.
- Control ajustable de temporización para la activación del sistema
- El sistema de audio incorpora en su funcionamiento amplificadores y filtros independientes para cada etapa de transmisión y recepción de la señal de audio, dando como resultado una señal auditiva libre de interferencias y con ganancia adecuada a las características de operación.
- Los elementos que conforman el circuito de audio, garantizan la eficiente y optima operación por tratarse de elementos de tecnología actualizada.
- La activación de la contrachapa eléctrica se debe realizar a través de un circuito temporizado el cual permite al usuario accionar el sistema con una sola pulsación del botón, sin tener que mantener oprimido el mismo.
- Introducir al sistema un circuito de iluminación infrarroja, permitido esto por la sensibilidad de la cámara de video.

REFERENTE A LA INSTALACIÓN

- La instalación del sistema se realizará por cuatro líneas de conexión, eliminando con esto el uso del cable coaxial y el cable EKC de 6 pares.
- La fijación de los elementos se llevará a cabo por placas de sujeción de tipo de sobreponer, evitando con esto la modesta actividad de empotramiento.
- La conexión entre telecámara y monitor de video será en forma directa.
- Las canalizaciones y la instalación permiten el uso de monitores extras en paralelo, limitándose en este aspecto a la distancia máxima permitida entre monitores que es de 150 metros.

REFERENTE A LOS COSTOS.

- El nuevo sistema permitirá abatir costos de operación y mantenimiento, por ser un sistema fácil, de instalar, sencillo de operar y un mínimo de mantenimiento.
- La factibilidad económica para la realización del sistema es viable, aunque elevado por aspectos de baja cantidad de sistemas y por insumos de importación.

REFERENTE AL ASPECTO ESTETICO

- Las dimensiones de los elementos lo hacen agradable a la vista.
- La disposición estructural y de forma de los elementos lo hacen más funcional.

2.6 Arquitectura propuesta para la solución del problema.

La propuesta inicial para la solución del problema, plantea la utilización de cuatro líneas de conexión entre los elementos transmisor y receptor (telecámara y monitor de video), estas son:

- 1L.- Línea a través de la cual se envían las señales de audio, activación del sistema y contrachapa eléctrica.
- 2L.- Línea de alimentación negativa (—)
- 3L.- Línea de alimentación positiva (+)
- 4L.- Línea a través de la cual se envían la señal de video

Esto servirá para eliminar problemas referentes a instalación y mantenimiento del sistema. La figura 2.6 muestra un esquema general de conexión de los elementos del sistema con sus bornes y cada tipo de señal que manejan.

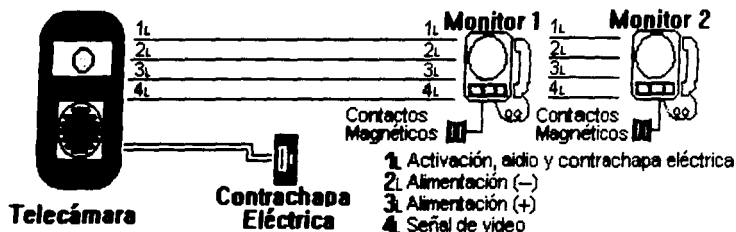


Figura 2.6 Diagrama a bloques del sistema propuesto

En el diagrama de la figura 2.7, se muestra la estructura general propuesta para el frente de calle. Esta estructura cuenta básicamente con los siguientes elementos:

1. Cámara de video C.C.D. con circuito de iluminación infrarrojo.
2. Circuito amplificador transmisor de audio.
3. Circuito amplificador receptor de audio.
4. Circuito de activación de contrachapa eléctrica.
5. Elementos para generación de llamada y etapa de recepción de voltaje de alimentación.

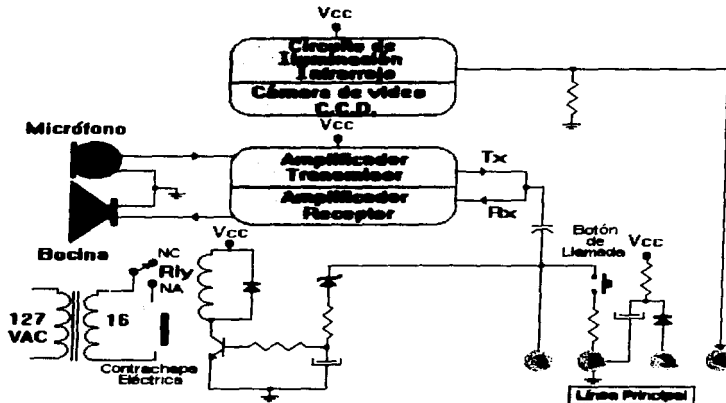


Figura 2.7 Estructura general del frente de calle (Telecámara) del videoportero.

La instalación del sistema se realizará conectando las terminales de la línea principal de la telecámara, con los bornes de conexión de la línea principal del monitor de video que se observa en la figura 2.8. Los principales circuitos que constituyen el diagrama a bloques de la arquitectura propuesta del monitor de video son:

1. Circuito de activación y temporización de voltaje de alimentación
2. Circuito de activación por pulsado exterior.
3. Circuito de activación por pulsado interior.
4. Circuito de activación por descolgado de auricular.
5. Circuito de desactivación por colgado de auricular.
6. Circuito receptor de señal de video.
7. Fuente de alimentación conmutada.
8. Circuito amplificador transmisor de audio.
9. Circuito amplificador receptor de audio.
10. Circuito generador de señal auditiva de llamada y alarma.
11. Circuito amplificador para señal de llamada/alarma
12. Circuito de activación de alarma temporizado.
13. Circuito oscilador para generación de señal luminosa de encendido/alarma.

14. Circuito enclavador de activación de alarma.

15. Circuito de activación de contrachapa eléctrica.

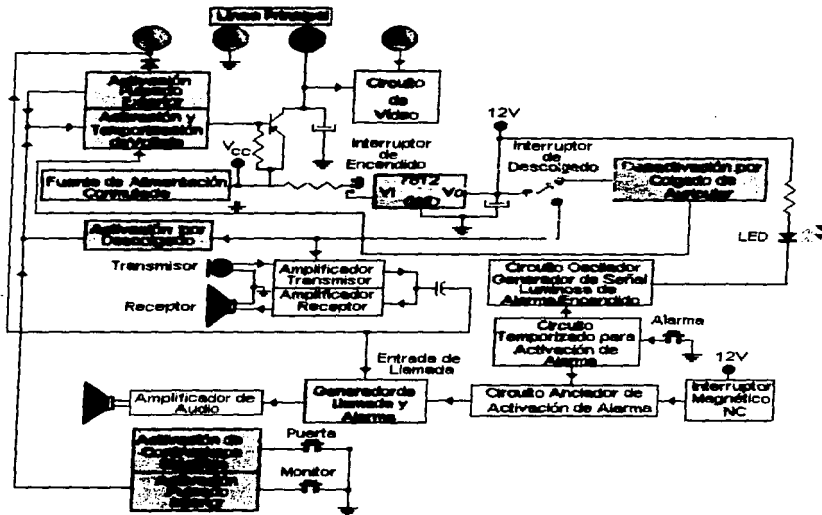


Figura 2.8 Diagrama a bloques del monitor de video.

El funcionamiento del sistema comienza cuando es activado por cualquiera de las tres formas distintas, en ese momento la salida de voltaje proporcionada por la fuente conmutada alimenta al videoportero, mostrando la imagen del visitante, ahora solo bastará con descolgar el auricular para contestar la llamada. Una vez realizado esto se oprime el botón de puerta para permitir la entrada al visitante, si así se desea. El sistema se apaga una vez terminado su tiempo programado de encendido, quedando listo para otra llamada. Para la activación del sistema de alarma bastará con oprimir el botón de alarma para que esta se active, una vez realizado lo anterior el sistema proporciona un tiempo de 2 minutos para que se puedan violar los interruptores magnéticos, sin que se dispare la alarma. Cuando se activa la alarma esta se cancela solamente oprimiendo el botón de alarma.

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL CIRCUITO TRANSMISOR Y RECEPTOR DEL SISTEMA DE AUDIO

En el presente capítulo se realizará el diseño de un sistema full-dúplex para transmisión y recepción de la señal de audio que es una parte fundamental de nuestro sistema. Las consideraciones fundamentales que darán forma a este diseño, se basan en los conceptos de mínimo consumo de potencia, máxima calidad de transmisión y recepción, específicamente para un intervalo de frecuencias de 100Hz a 2.5Khz y ganancia determinada de los amplificadores de audio. Así como también lograr entrelazar los extremos del sistema a través de una línea de transmisión. Es importante destacar que existen diferentes soluciones para satisfacer las condiciones requeridas por el sistema, la solución que expondremos aquí es una de ellas.

3.1 Señal de audio

Existen diferentes formas y métodos para transmitir una señal de audio, un ejemplo es la transmisión de señales de radiofrecuencia, la transmisión de señales vía microondas, etc. Todas y cada una de estas formas de transmisión cumplen con características específicas que hacen diferentes a cada uno de los sistemas que los utilizan. Esto implica una relación directa entre el tipo de sistema y la forma de transmisión de la información. La mayoría de las veces los sistemas de radiocomunicación (radio y TV) necesitan transmitir muchas señales audibles dentro del intervalo de frecuencias que van de 100Hz a 20Khz, sin que necesariamente sean una señal de voz, pero en algunas ocasiones es necesario transmitir solo una señal de voz, lo que nos permite utilizar un corto intervalo de frecuencias asignado a un canal de voz el cual va de 100Hz a 2.5Khz. aproximadamente.

Las principales componentes de una señal de voz se encuentran por debajo de los 2500Hz y cuentan aproximadamente con 40 dB de ganancia como se aprecia en la figura 3.1 que corresponde al espectro de una señal de voz.

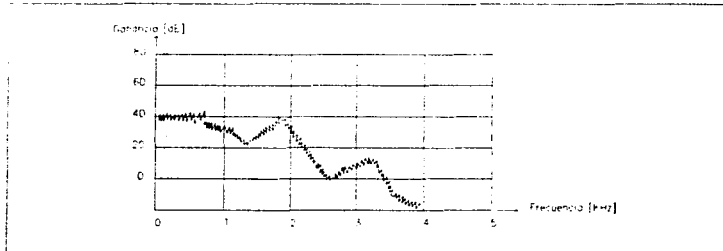


Figura 3.1. Espectro de una Señal de Voz.

Debido a que el oído humano presenta una respuesta logarítmica a los sonidos, los niveles de intensidad del sonido son expresados ordinariamente en decibeles, de acuerdo a la Asociación de Estándares Americanos (American Standard Association ASA) en donde:

$$1\text{dB} = 10^{-16} \frac{\text{Watts}}{\text{cm}^2} \quad \text{o bien} \quad 1\text{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{salida}}}{P_{\text{entrada}}} \right) \quad (3-1)$$

3.1.1 Sistema de audio

De manera general se puede describir un sistema de audio como una red compuesta por tres elementos principales:

El circuito transmisor. Es el encargado de recibir, convertir, acondicionar y transmitir la señal de audio utilizando alguno de los métodos existentes para la transmisión de este tipo de señales.

El medio de transmisión. Es el vehículo a través del cual se envía la información captada y transmitida hacia el receptor. Dicho medio puede quedar determinado por el sistema de transmisión utilizado o bien el medio de transmisión puede determinar el tipo de transmisión a utilizar.

El circuito receptor. Es el encargado de realizar las funciones opuestas al elemento transmisor; recibe, acondiciona y reproduce la información recibida para al final del proceso tratar de reproducir de la manera más fiel la información original, esto se puede aplicar tanto a un sistema de audio como a un sistema de video.

En la figura 3.2 se presenta el diagrama a bloques de un sistema transmisión y recepción de audio de manera general.



Fig. 3.2 Diagrama a bloques de un sistema transmisor de señal de audio

3.1.2 Principio de funcionamiento del sistema de intercomunicación

En el **capítulo 1** se describieron el sistema de transmisión y las diferentes configuraciones para un sistema de intercomunicación de uso actual en interfonía.

Para explicar el funcionamiento de nuestro sistema nos referiremos a uno de nuestros extremos como: **circuito del frente de calle**, por estar localizado en el exterior del inmueble donde se encuentra instalado el sistema. Al otro extremo lo llamaremos: **circuito del monitor**, por estar integrado en el auricular del monitor de video.

3.2 Diseño del circuito transmisor y receptor de audio para el frente de calle

El elemento frente de calle está compuesto por dos circuitos como se observa en la figura 3.3. Un circuito transmisor, integrado por un micrófono de capacitancia variable, un filtro pasa banda (100Hz a 2.5kHz) y un amplificador. Estos tres elementos se encargarán de recibir, convertir y transmitir la señal de voz que llega al micrófono cuando se establece la comunicación. El circuito receptor esta formado por un filtro pasa banda con ganancia ajustable, un amplificador de audio y un altavoz de 8Ω. Los cuales se encargan de convertir la señal enviada por el elemento transmisor en una información idéntica a la original. Ambos circuitos transmisor y receptor del frente de calle tienen una estructura similar, la mayor diferencia entre ambos es el amplificador de audio, que como veremos más adelante será diseñado para un uso específico.

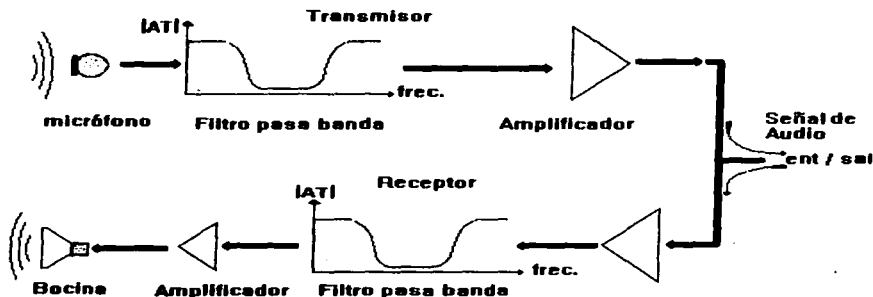


Figura 3.3 Diagrama a bloques del sistema transmisor y receptor del frente de calle.

3.2.1 Diseño del circuito transmisor del frente de calle

El elemento transmisor está formado por un elemento transductor (micrófono), un filtro pasa banda 100Hz a 2.5Khz y un circuito amplificador. Se determinó utilizar como elemento transductor un micrófono de capacitancia variable debido a su excelente respuesta a bajas frecuencias y bajo voltaje de polarización (figura 3.4). Las especificaciones técnicas de este elemento se observan en el apéndice C.

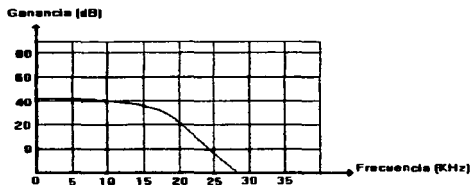


Figura 3.4 Respuesta en frecuencia del elemento transductor de capacitancia variable ELECTRET

Por lo que se refiere al diseño del filtro pasa banda, este debe seleccionar y amplificar las frecuencias comprendidas dentro del intervalo de 100Hz a 2.5KHZ. La figura 3.5 muestra la plantilla de diseño del filtro deseado.

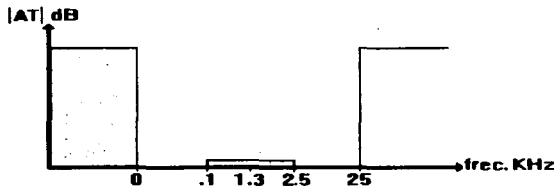


Figura 3.5 Plantilla de diseño Filtro pasa banda.

Partiendo de una topología de red pasa banda, retroalimentación positiva y ganancia ajustable, que se muestra en la figura 3.6 y con base en los requerimientos de nuestro sistema el diseño del filtro se realizó a partir del siguiente análisis.

La función de transferencia de la red propuesta es:

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{k \left(\frac{1}{R_1 C_1} \right) S}{S^2 + \left(\frac{1}{R_1 C_1} + \frac{1}{R_3 C_2} + \frac{1}{R_3 C_1} + \frac{1-k}{R_2 C_1} \right) S + \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 R_3 C_1 C_2}} \quad (3-2)$$

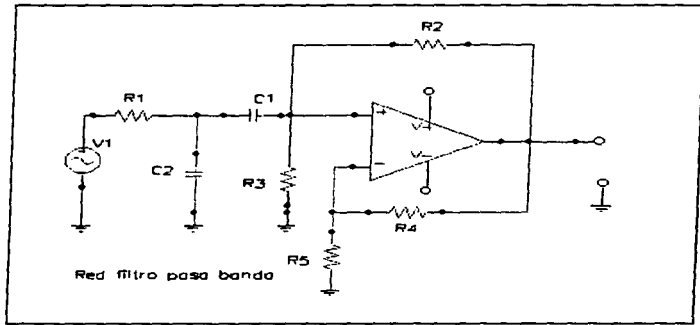


Figura 3.6 Topología de red filtro pasa banda.

Considerando que la forma general de la función de transferencia para un filtro pasa banda es:

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{KS}{S^2 + \frac{\omega_0}{Q}S + \omega_0^2} \quad (3-3)$$

Entonces comparando las ecuaciones 3-2 y 3-3 se observa que existen seis elementos ($R_1, R_2, R_3, C_1, C_2, k$) a satisfacer, considerando los datos de nuestra plantilla de diseño ω_0 y Q , dejando libre el factor K , podemos utilizar un método directo para el desarrollo de nuestro filtro a partir de las consideraciones siguientes:

Haciendo $C_1 = C_2 = 1$ Y $R_1 = R_2 = R_3 = R$ (3-4)

A partir de las ecuaciones 3-2 y 3-3 y reduciendo los términos de acuerdo a las consideraciones anteriores, obtenemos :

$$\frac{\omega_0}{Q} = \frac{4}{R} - \frac{k}{R} \quad (3-5a)$$

Como ω_0^2 de ec. 3-2 esta determinado por: $\omega_0 = \sqrt{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 R_3 C_1 C_2}}$ (3-5b)

aplicando las consideraciones de 3-4 obtenemos:

$$\omega_0^2 = \frac{2}{R^2} \quad \text{Despejando R} \quad R = \frac{\sqrt{2}}{\omega_0} \quad (3-6)$$

De la ecuación 3-5a podemos encontrar que el factor k del filtro se determinada por :

$$k = 4 - \frac{\omega_0 R}{Q} \quad (3-7)$$

Sustituyendo el valor de R de la ecuación 3-6 en 3-7

$$k = 4 - \frac{\omega_0 \left(\frac{\sqrt{2}}{\omega_0} \right)}{Q} \quad \text{entonces :} \quad k = 4 - \frac{\sqrt{2}}{Q} \quad (3-8)$$

Por otro lado evaluando la ecuación 3-2 para condiciones de $\omega = \omega_0$ obtenemos la relación que nos permite conocer la máxima ganancia en la banda de paso de nuestro filtro. Ecuación 3-9.

$$H_0 = |H(\omega)|_{\omega=\omega_0} = \frac{K}{4-k} \quad (3-9)$$

Calculando los valores de nuestros componentes con los datos de nuestra plantilla de diseño tenemos :

$$\omega_0 = 8168.14 \text{ rad/seg}$$

$$Q = \frac{\omega_0}{B\omega} = 0.54$$

Haciendo $C_1 = C_2 = 1F$ y calculando R con ecuación 3-6 tenemos:

$$R_1 = R_2 = R_3 = \frac{\sqrt{2}}{8168.14} = 0.1731(10^{-3}) \Omega$$

Para obtener valores prácticos efectuamos escalamiento en impedancias entonces:

$$C_1 = C_2 = 0.1 \mu\text{F}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 1.73 \text{ K}\Omega$$

De nuestra topología sabemos que el factor k esta determinado por la relación entre las resistencias r_2 y r_1 de la siguiente manera:

$$k = \frac{r_2 + r_1}{r_1} = 1 + \frac{r_2}{r_1} \quad (3-10)$$

Igualando las ecuaciones 3-10 y 3-8 tenemos

$$\frac{r_2}{r_1} = 3 - \frac{\sqrt{2}}{0.54} = 0.381$$

por lo tanto $r_2 = 381 \Omega$ y $r_1 = 1 \text{ K}\Omega$

Calculando la ganancia del filtro con la ecuación 3-11 tenemos que:

$$K = \frac{k}{R_1 C_1} = \omega_0 \left(2\sqrt{2} - \frac{1}{Q} \right) = 7976.8 \quad (3-11)$$

Por lo tanto utilizando la ecuación 3-9, la ganancia H_{no} en dB es:

$$G_{H_{\text{no}}} = 20 \log \left(\frac{K}{4 - k} \right) = 66.86 \text{ dB}$$

Como esta ganancia es mayor que la deseada (40 dB) aplicando el concepto de entrada de atenuación ajustaremos nuestra ganancia a los valores requeridos por nuestro sistema (20). El cálculo del factor de atenuación esta dado por el cambio de la impedancia (R_1) por un divisor de voltaje formado por r_4 y r_5 . Donde la entrada de voltaje es atenuada un factor α y la impedancia equivalente esta dada por Z_1 .

$$\alpha = \frac{r_5}{r_4 + r_5} = \frac{1}{22.02} \quad (3-12)$$

$$Z_1 = \frac{r_4 r_5}{r_4 + r_5} = 1.73 \text{ K}\Omega \quad (3-13)$$

Resolviendo 3-13 y 3-14 obtenemos los valores de las resistencias que nos permitirán obtener la ganancia que requiere nuestro circuito. Los valores obtenidos son:

$$r_4 = 38.09 \text{ K}\Omega \quad \text{y} \quad r_5 = 1.82 \text{ K}\Omega$$

El circuito completo del elemento transmisor del frente de calle con los valores calculados se muestra en la figura 3.7

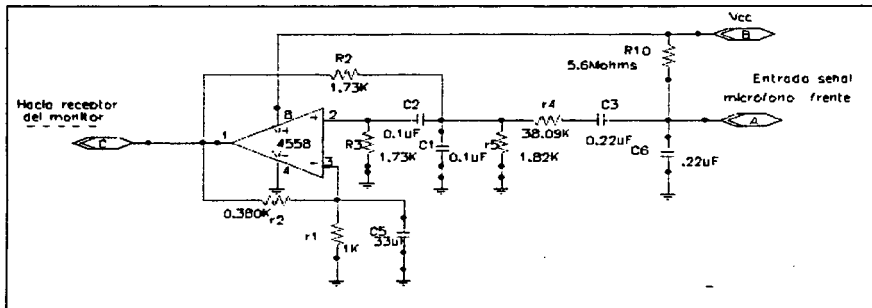


Figura 3.7 Circuito transmisor de audio del frente de calle.

Análisis de sensibilidad

Al realizar un filtro analógico ya sea en forma pasiva o activa, los elementos empleados en su construcción tendrán siempre una cierta tolerancia hacia arriba o hacia abajo de su valor nominal, dicha tolerancia se expresa frecuentemente en forma de porcentaje. En la práctica las variaciones mencionadas originan desviaciones de los parámetros característicos y curvas de respuesta en frecuencia de un filtro diseñado teóricamente, por lo cual es importante conocer, en que porcentaje cambiara un cierto parámetro característico "y" al cambiar el valor de un elemento "x" en un porcentaje conocido, definiéndose la sensibilidad de "y" con respecto a "x" mediante la expresión:

$$S_{x_i}^y = \lim_{\Delta x_i \rightarrow 0} \frac{\frac{\Delta Y}{Y}}{\frac{\Delta x_i}{x_i}} \quad (3-14)$$

Siendo "y" un parámetro característico (frecuencia de corte, frecuencia central, factor de calidad, etc.) que en general dependerá de todos los elementos "x_i" empleados en la construcción del filtro, (resistencias, capacitores, inductores, etc.).

Aplicando estos conceptos a nuestro diseño es recomendable conocer como variará nuestra frecuencia central, dadas las tolerancias del 5% para nuestras resistencias y del 2% (1000ppm) en nuestros capacitores. La desviación de nuestra frecuencia central se evaluó de la siguiente manera:

Como la frecuencia central (ω_0) está determinada por una relación entre los valores de las resistencias y capacitores ecuación 3-5b, tenemos que aplicando el concepto de sensibilidad* de una función[1] a la ecuación para ω_0 se tiene lo siguiente:

$$S_{R_1 R_2 R_3 C_1 C_2}^{\omega_0} = -\frac{1}{2}$$

Por otro lado el incremento de ω_0 se determina por la suma de los productos de la sensibilidad de la función respecto a la variable x_i por la variabilidad correspondiente de la variable x_i, tal como lo indica la ecuación 3-15.

$$\Delta \omega_0 = [S_{R_1}^{\omega_0} * V_{R_1} + S_{R_2}^{\omega_0} * V_{R_2} + S_{R_3}^{\omega_0} * V_{R_3} + S_{C_1}^{\omega_0} * V_{C_1} + S_{C_2}^{\omega_0} * V_{C_2}] * (\omega) \quad (3-15)$$

Evaluando la ecuación anterior tenemos:

$$\Delta \omega_{máx} = [(-1/2)(.05) + (-1/2)(.05) + (-1/2)(.05) + (-1/2)(.02) + (-1/2)(.02)](591\text{Hz}) = \mathbf{28.5\text{ Hz}}$$

Este valor corresponde a un $\pm 0.5\%$ del valor de nuestra frecuencia central. El resultado nos indica que el valor de nuestra frecuencia central se localizará dentro del intervalo 1300 ± 28.5 Hz, punto importante en el diseño de nuestro filtro.

3.2.2 Diseño del circuito receptor del frente de calle.

El circuito receptor de audio del frente de calle esta compuesto por un filtro pasa banda de retroalimentación múltiple con ganancia unitaria, un amplificador de audio y un altavoz de 8Ω 1W. El diagrama a bloques del circuito se presenta en la figura 3.8.

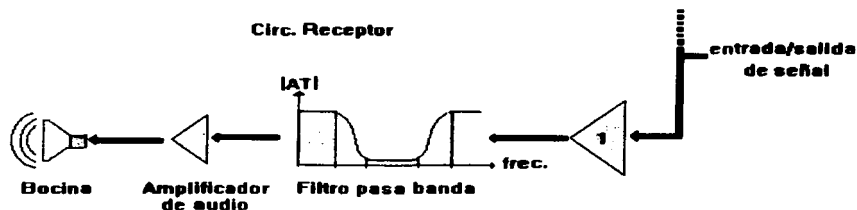


Figura 3.8 Diagrama a bloques del circuito receptor de audio

La señal de entrada al circuito receptor proviene de alguna de las estaciones transmisoras que forman el sistema, la cual llega por el mismo canal de salida del elemento transmisor. Esta señal de entrada tiene una amplitud de 100 mV_{pp} dentro de un intervalo de frecuencias de audio (0.1kHz - 2.5kHz), la cual es filtrada nuevamente para eliminar posibles señales indeseables, a la salida de este filtro la señal pasa por un amplificador de audio acoplado capacitivamente de tal manera que no actúe como una carga a la salida del filtro.

Este amplificador tiene la finalidad de proporcionar la corriente necesaria para que el altavoz localizado en el frente de calle trabaje a la potencia adecuada permitiendo una reproducción con la menor distorsión de la señal transmitida.

El procedimiento para el diseño de este filtro sigue la misma línea de conceptos utilizados en el diseño del filtro anterior (3.2.1). Primero seleccionamos una topología de red pasabanda que por nuestra experiencia sabemos que nos puede dar la respuesta en frecuencia deseada, en este caso utilizamos una topología con retroalimentación múltiple negativa. Cabe mencionar que existen varios métodos de aproximación para el diseño de filtros, Butterworth, Chebyshev, Bode, Bessel, etc. Todos y cada uno de ellos proporcionan características específicas que los hacen más apropiados para una aplicación en particular. Para este diseño utilizamos un método que facilita el desarrollo, partiendo de que conocemos la frecuencia central ω_0 , el ancho de banda $B\omega$ y que la ganancia requerida del filtro puede dejarse libre para ser ajustada al final del desarrollo.

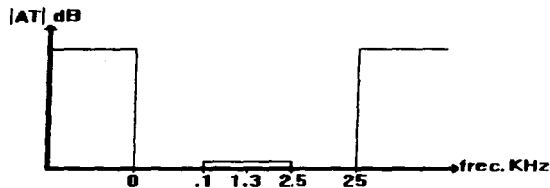


Figura 3.9 Plantilla de diseño filtro pasa-banda

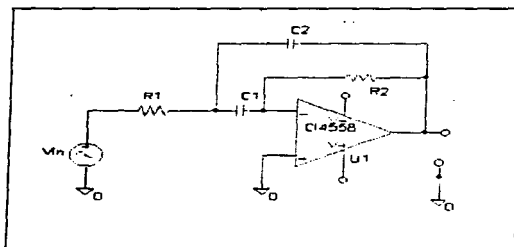


Figura 3.10 Topología filtro pasa-banda con retroalimentación múltiple

De la topología de red pasa-banda, figura 3.10 obtenemos la siguiente información. Su función de transferencia es:

$$\frac{V_0(s)}{V_i(s)} = - \frac{\left(\frac{1}{R_1 C_2} \right) S}{S^2 + \left(\frac{1}{R_2 C_1} + \frac{1}{R_2 C_2} \right) S + \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (3-16)$$

La cual tiene la forma:

$$\frac{V_0(s)}{V_i(s)} = \frac{KS}{S^2 + \frac{\omega_0}{Q} S + \omega_0^2} \quad (3-17)$$

Donde igualando las ecuaciones 3-16 y 3-17 de la misma manera que en el diseño del filtro anterior obtenemos las siguientes relaciones:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (3-18)$$

$$Q = \frac{\sqrt{\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}}{\frac{1}{R_2 C_1} + \frac{1}{R_2 C_2}} = \frac{\sqrt{\frac{R_2}{R_1}}}{\sqrt{\frac{C_2}{C_1}} + \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}} \quad (3-19)$$

Asumiendo que la ganancia K es libre hacemos:

$$C_1 = C_2 = 1F$$

Los elementos restantes (R1, R2) se obtienen a partir de las ecuaciones 3-18 y 3-19 quedando:

$$R_2 = 2 \frac{Q}{\omega_0} \quad (3-20)$$

y

$$R_1 = \frac{1}{2\omega_0 Q} \quad (3-21)$$

La ganancia constante obtenida con este diseño de las ecuaciones 3-16 y 3-17 es :

$$K = -\frac{1}{R_1 C_2} = -2\omega_0 Q \quad \text{la cual puede ser ajustada por medio de la técnicas de}$$

entrada de atenuación o crecimiento de ganancia. Calculando los parámetros y los elementos de la red utilizando las ecuaciones 3-20 y 3-21 los valores obtenidos son:

$$\omega_0 = 8168.14 \text{ rad/seg}$$

$$Q = \frac{\omega_0}{B\omega} = 0.54$$

$$R_1 = 0.1133 \cdot 10^{-3} \Omega ; R_2 = 0.1322 \cdot 10^{-3} \Omega$$

Aplicando nuevamente escalamiento de impedancias a los elementos capacitivos y resistivos, obtenemos:

$$C_1 = C_2 = 0.1\mu F$$

$$R_1 = 1.13 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 1.32 \text{ K}\Omega$$

El circuito final del filtro paso banda del receptor de audio se muestra en la figura 3.11

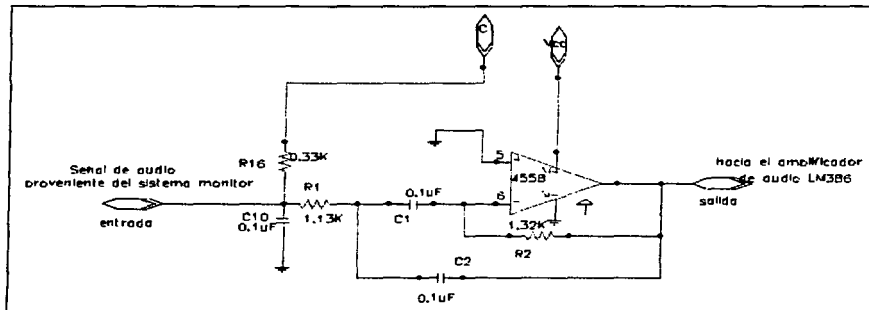


Figura 3.11 Circuito receptor (RX) de audio del frente de calle

Después del desarrollo del circuito receptor del frente de calle, es necesaria la implementación de un circuito amplificador de audio de uso común, con el objetivo de amplificar la señal y suministrar la corriente necesaria al altavoz de 8Ω 1W. Este circuito se diseñó utilizando un amplificador LM386 con una ganancia de 80 (ver apéndice C para características del amplificador), lo que nos permitirá tener a la salida una señal de audio fuerte y clara. La figura 3.12 nos muestra el circuito amplificador.

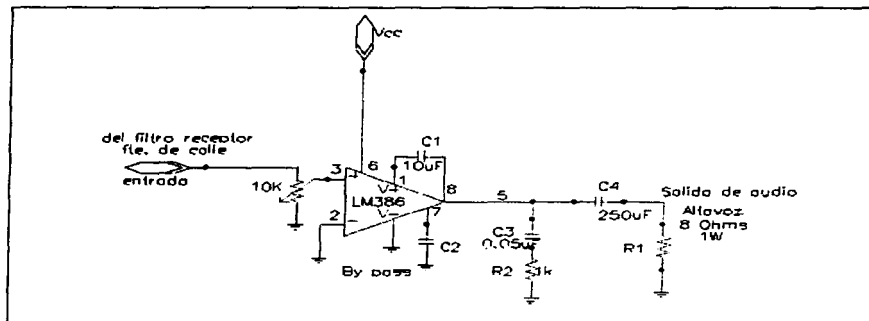


Figura 3.12 Circuito amplificador utilizado a la salida del circuito receptor de audio del frente de calle

3.2.3 Arquitectura final del elemento TR-TX del frente de calle.

Después de haber realizado por separado los circuitos de transmisión y recepción de la señal de audio para el frente de calle se lleva a cabo la implementación del circuito final acoplando las etapas antes diseñadas, el circuito final del elemento transmisor y receptor del frente de calle se muestra en la figura 3.13.

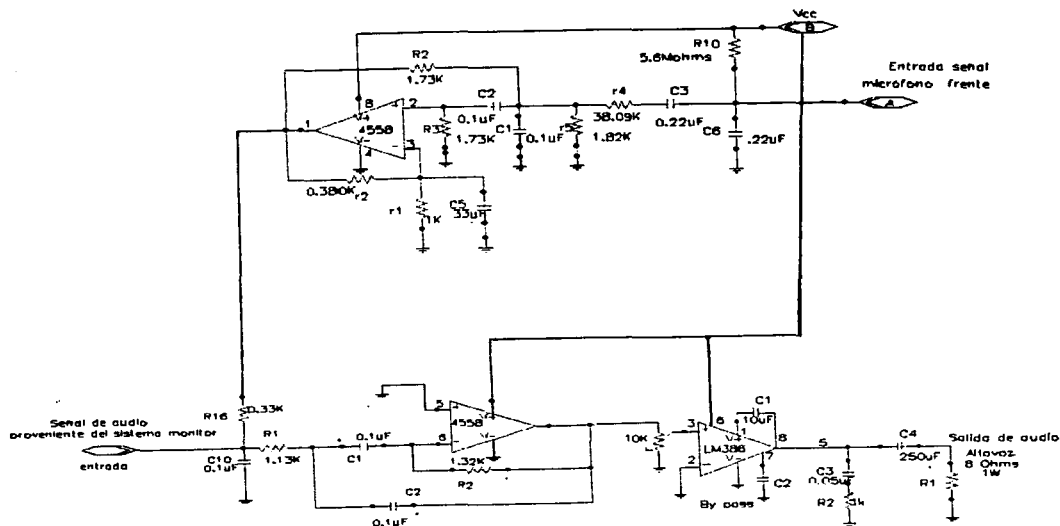


Fig. 3.13 Circuito final del elemento transmisor y receptor del frente de calle

3.3 Diseño del circuito transmisor y receptor para el monitor de video.

Como se menciono anteriormente un extremo fijo de nuestro sistema es el frente de calle los otros extremos son los monitores con teléfonos integrados localizados dentro del inmueble e instalados en una red paralelo, cada uno de estos elementos esta formado básicamente por los mismos circuitos transmisor(TR) y receptor de audio(TX) utilizados en el frente de calle.

Esta es una de las grandes ventajas de los sistemas de comunicación en dos direcciones (full-dúplex), el trabajo para el desarrollo de las estaciones TR-TX es poco, dado que se utilizan los mismos elementos y consideraciones para todas estaciones.

Para nuestro caso la única diferencia entre los circuito del frente de calle y los circuitos de audio en los monitores, es el amplificador de audio al final de la etapa de recepción porque el circuito receptor de los monitores esta localizado en un auricular telefónico, lo que obliga a que la ganancia y potencia de la señal sean menores que en la salida del frente de calle. En la figura 3.14 se presenta la arquitectura del circuito transmisor-receptor del monitor de video.

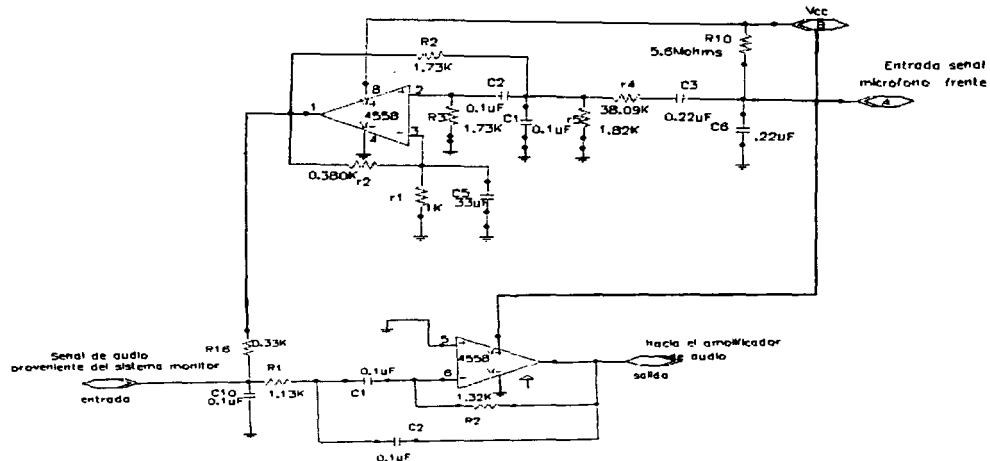


Figura 3.14 Circuito de audio del monitor de video, sin la etapa de amplificación a la salida de la etapa de filtrado.

3.3.1. Diseño de la etapa de amplificación para el circuito receptor del monitor.

Como se observa en el circuito de la figura 3.14 y debido a que la etapa anterior a esta solo contempla aspectos relacionados con la respuesta en frecuencia es necesario implementar una etapa de potencia de salida para la bocina del auricular, las siguientes consideraciones determinaran en cierta manera las características de nuestro amplificador de audio:

- La bocina (**RX**) estará localizada en el auricular por lo que la salida de audio no estará expuesta al ruido ambiental.
- Evitar problemas de realimentación del **RX** al **TX** del auricular para evitar un posible visiamiento del sistema, (retroalimentación positiva que genera una oscilación)

Por lo anterior se fijo la potencia de salida para el **RX** en 0.25W, que está dentro de los estándares de sistemas de interfonía. La topología propuesta es un amplificador discreto de dos etapas clase A con realimentación negativa de corriente en paralelo como se muestra en la figura 3.15.

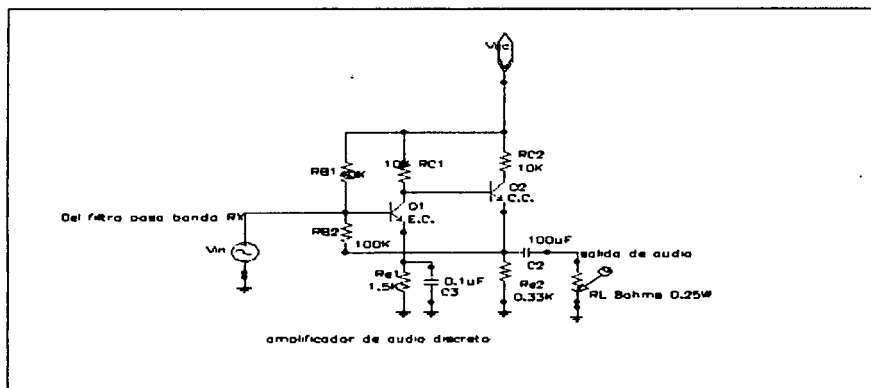


Figura 3.15 Circuito amplificador de audio para el monitor de video

La primera etapa es una configuración de emisor común que presenta una impedancia de entrada Z_i baja acoplándose con la impedancia baja de salida Z_o del filtro pasa banda. Esta etapa proporciona una ganancia de voltaje y corriente, la etapa siguiente es un

amplificador en configuración de colector común que presenta una impedancia de entrada alta acoplándose con la etapa anterior, el objetivo de esta etapa es proporcionar una ganancia de corriente para la salida de audio del sistema receptor.

La impedancia de salida de esta configuración es baja para tener una condición de máxima transferencia de potencia (ver tabla 3.1).

Configuración	Z _i	Z _o	A _v	A _i	Φ
Emisor Común	Baja	Grande	Grande	Grande	180°
Base Común	Baja	Grande	Grande	≅ 1	0°
Colector Común	Alta	Baja	≅ 1	Grande	0°

Tabla 3.1

Los requerimientos de corriente para la carga están dados por la ecuación 3-22

$$P_L = \frac{I_{LP}^2}{2} R_L \quad (3-22)$$

Despejando la corriente de la ecuación 3-22

$$I_{LP} = \sqrt{\frac{2P_L}{R_L}} = 250 \text{ mA} \quad I_{RMS} = \frac{250}{\sqrt{2}} = 176.77 \text{ mA} \quad (3-23)$$

Para conocer la potencia utilizamos:

$$\text{Potencia.} = V_{rms} \times I_{rms}$$

Donde:

$$V_{rms} = \text{Pot.} / I_{rms} = 1.4142 \text{ V} \quad (3-24)$$

Debido a que el filtro pasa banda proporciona una señal de 100mV_{pp}. La ganancia de voltaje que deberá proporcionar la primera etapa es:

$$\text{Ganancia de Voltaje} = \frac{V_p}{V_i} = \frac{V_o}{V_i}$$

$$\text{Ganancia de voltaje} = \frac{1.4142}{0.035} = 40$$

Esta ganancia de voltaje deberá ser proporcionada en su totalidad por la configuración de Emisor Común, debido a que la siguiente etapa es una configuración de Colector Común en la cual la ganancia de voltaje es unitaria.

La ganancia de nuestro circuito se ve afectada por la retroalimentación negativa de R_{E2} , la cual es necesaria para mantener la estabilidad de nuestro circuito, por lo que se fijará una ganancia de voltaje mayor (40) para compensar la disminución antes explicada. La ganancia de voltaje esta dada por:

$$\Delta v = \frac{g_m R_c (R_B r_\pi)}{R_B r_\pi + R_i (R_B + r_\pi)} \quad (3-25)$$

Resolviendo el circuito se obtuvieron los valores de los elementos que forman este amplificador de audio. En la figura 3.16 se observa el circuito de recepción de audio para el auricular del monitor de video, el cual utiliza a la salida el amplificador diseñado en el punto anterior.

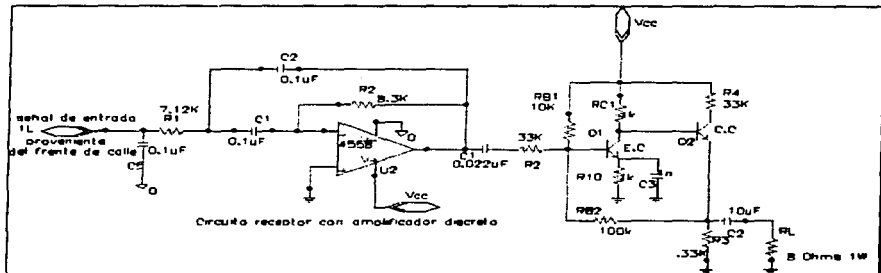


Figura 3.16 Circuito receptor del monitor de video

En la figura 3.17 se muestra el circuito final del sistema transmisor-receptor de audio para el monitor de video, al igual que en el circuito del frente de calle la señal de audio entra y sale a través de la línea de conexión marcada como 1L, esto nos permite observar que la reducción de líneas de conexión entre los extremos del sistema se realizó de una manera sencilla y práctica.

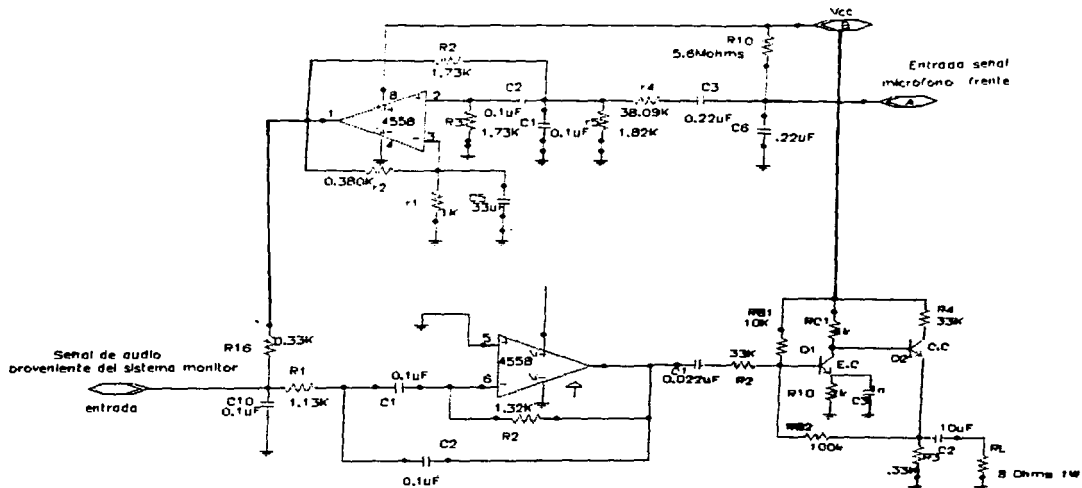


Figura 3.17. Circuito final de los elementos transmisor y receptor del monitor de video.

Las figuras 3.18 (a) y (b) muestran la señal de audio a la salida del circuito transmisor del frente de calle y esa misma señal a la salida del circuito receptor del monitor de video.

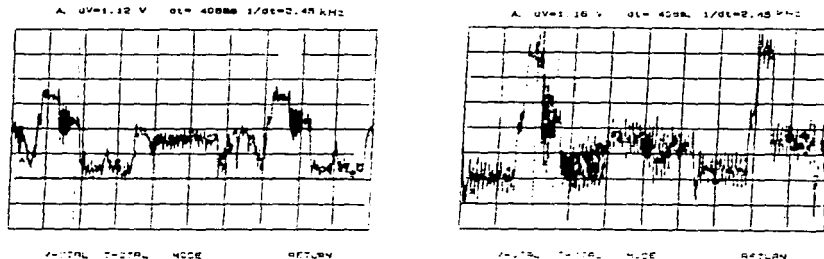


Figura 3.18 (a) y (b) Señales de audio en los extremos del sistema

CAPITULO 4

DESARROLLO DEL CIRCUITO TRANSMISOR Y RECEPTOR DE VIDEO.

La señal de video es la representación de una señal visual que ha sido convertida a señal eléctrica a través de una cámara de TV. La cámara de TV es entonces un transductor entre la energía luminosa y la energía eléctrica, mientras que un receptor de TV es propiamente un transductor entre la energía eléctrica y la energía luminosa.

La señal de video esta compuesta por varias señales que más adelante se detallarán. En la primera parte de este capítulo se presenta una descripción del funcionamiento actual de los elementos transmisores y receptores de la señal de video. En la segunda parte de este capítulo, se describe el funcionamiento, ventajas y características técnicas del nuevo elemento transductor de imagenes y parte fundamental de este sistema: El elemento Dispositivo Acoplado por Carga C.C.D. (Charge Couple Device), el cual es un elemento transductor de estado sólido que utiliza la tecnología más avanzada para la conversión de imagenes en señal de video. En la última parte de este capítulo, se evaluará el tipo de monitor de video más adecuado para nuestro sistema, dado que las señales de video(TV) están normalizadas se partirá de la arquitectura general de un receptor de TV para llegar a obtener un receptor de video adecuado para nuestro sistema. Es importante mencionar que se dependerá de la tecnología utilizada en la cámara CCD, pero no así de la tecnología utilizada en el receptor de video donde uno de los objetivos es lograr obtener un producto nacional.

4.1 Generalidades

El objetivo de este capítulo es el desarrollo del sistema transmisor y receptor de video. Este sistema consta de un elemento transmisor (cámara de video), integrado por una serie de circuitos electrónicos agrupados en etapas específicas (transducción, amplificación, acondicionador, etc.) Un medio a través del cual se envía la información y por último tenemos al elemento receptor de video el cual transformará la señal de video transmitida por la cámara en una imagen visual al final del proceso de recepción de la información. Ver figura 4.1

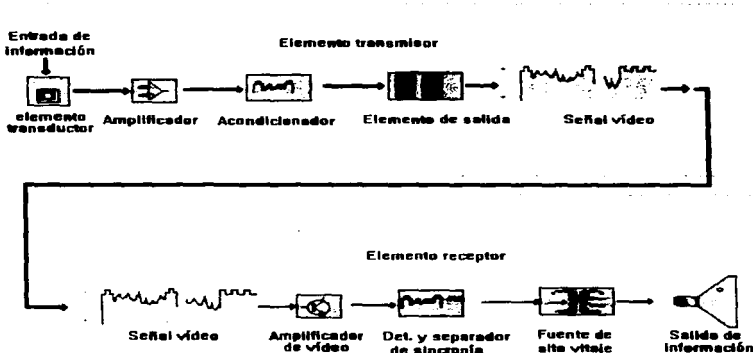


Figura 4.1 Diagrama a bloques de los elementos que forman el sistema de transmisión y recepción de la señal de video.

4.2 Principio de funcionamiento de los sistemas actuales.

El funcionamiento de la mayoría de los sistemas de video utilizados en sistemas cerrados de TV y particularmente en sistemas de video intercomunicación es el siguiente ; La señal de video de la imagen tiene su origen en la cámara, esencialmente la imagen por transmitir se explora o barre por medio de circuitos electrónicos que producen una salida de voltaje proporcional a la brillantes o falta de ella del área particular recorrida.

La conversión total de imagen en señal de video se efectúa por el proceso de exploración. El haz electrónico explora en el tubo de la cámara cada elemento de imagen de izquierda a derecha en cada línea horizontal, línea por línea de arriba abajo.

Cuando la exploración continúa en este orden secuencial, son convertidos los valores de iluminación de cada punto de la imagen en la salida de señal.

El diagrama de la figura 4.2 muestra más detalles de la forma de onda de la señal de video. El nivel normal de la salida de la señal de video compuesta de la cámara es 1Vpp, con los impulsos de sincronismo en la posición baja para polaridad negativa como lo mandan las normas para la transmisión de señales de video.

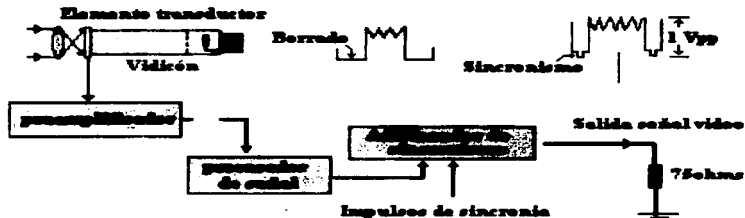


Fig. 4.2 Diagrama a bloques que muestra cómo la cámara de TV suministra la salida de señal de video compuesta. Aquí no se muestra la deflexión ni el enfoque del tubo de la cámara.

Imagen óptica

En la figura 4.2 se utiliza un tubo de cámara vidicón. La imagen óptica es enfocada a la parte frontal del vidrio, por lo que la luz incide en la superficie interior de la placa de imagen fotoeléctrica. La lente óptica produce una imagen invertida de la escena en el área rectangular explorada por el haz electrónico. Toda lente convergente produce una señal invertida, de esta manera la lente funciona como en una cámara fotográfica.

Conversión fotoeléctrica

Dentro del tubo de cámara la imagen es convertida en una figura de carga eléctrica. La cantidad de carga de cada elemento varía de modo directamente proporcional a la cantidad de luz. Esta figura de carga es explorada sucesivamente en el tiempo por el haz electrónico que barre toda la placa de imagen.

La función del haz electrónico de exploración es descargar cada punto de la figura de carga de la imagen, esta descarga produce la corriente de señal desde el electrodo de salida del tubo de cámara. Cuando es explorada toda la figura de carga, se produce la corriente de señal para la imagen.

Procesado de señal.

La corriente de señal del tubo de cámara es extremadamente pequeña, de algunas centésimas de microamperio. Por tanto la primera etapa en la figura 4.2 representa un preamplificador para la señal de cámara del nivel bajo. Esta etapa representa un amplificador de alta ganancia y bajo ruido.

Señal final de video

La señal de video producida por un tubo de cámara, es una corriente eléctrica variable en el tiempo estas variaciones corresponden a la información visual, la figura 4.3 es un ejemplo de la señal de video. El resultado final es la señal de video compuesta, que incluye las variaciones de la señal de cámara, los impulsos de borrado y los impulsos de sincronismo. El nivel normalizado de salida de video es de $1V_{pp}$ a 75Ω , de polaridad negativa, con 525 líneas de exploración por cuadro, frecuencia de cuadro 29.97 Hz.

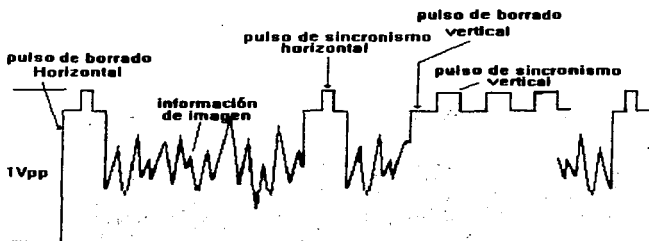


Fig. 4.3 Características de la señal de video compuesto, incluyendo pulsos de sincronía y de borrado.

Funcionamiento del elemento receptor

La señal de video es enviada a través de un cable coaxial de 75Ω hacia el elemento receptor, donde por medio de un procedimiento opuesto al de la cámara; un tubo de imagen es capaz de reconstruir la imagen en su pantalla fluorescente.

La señal de video varía la intensidad del haz electrónico en correspondencia a la información de la imagen. La máxima corriente del haz produce el blanco. El negro corresponde a la corriente nula del haz. Además el yugo de deflexión que rodea el cuello del tubo proporciona la exploración para llenar la pantalla con la imagen completa.

4.3 Normas de transmisión

El sistema empleado en México para transmitir programas tanto en VHF(very high frequency) como en UHF(ultra high frequency) es de 525 líneas. Este sistema es el recomendado por la comisión consultiva internacional de radiocomunicaciones(CCIR), el cual fue adoptado por los Norteamericanos a través de la Comisión Federal de Comunicaciones(FCC).

Principalmente a causa de que la exploración debe estar sincronizada, el receptor depende del transmisor para que el funcionamiento sea correcto. Por tanto, es necesario establecer normas para el transmisor, con el fin de que un receptor funcione igualmente bien con todas las estaciones o frecuencias de video.

Aquí mencionamos algunos puntos de las normas, para la transmisión de imágenes de video en cámaras de TV.

- ⇒ Se establece una norma de velocidad uniforme en las líneas horizontales de izquierda a derecha, progresando de la parte superior a la inferior de la imagen, cuando es vista desde la posición de la cámara.
- ⇒ El número de líneas de exploración por periodo de cuadro es 525 (NTSC) que por emplear el sistema de entrelazado se reparten en 262.5 líneas por cada campo.
- ⇒ El ritmo de repetición de cuadros es aprox. 30Hz, o exactamente 29.97Hz.
- ⇒ El ancho de banda del canal radioeléctrico para la señal de video compuesto es de 6Mhz
- ⇒ La señal portadora de imagen está modulada en amplitud por la señal de imagen y la señal de sincronismo.
- ⇒ El sonido se transmite con frecuencia superior en 4.5 Mhz, con relación a la portadora de video y con modulación en frecuencia (FM). La máxima desviación de frecuencia es $\pm 25\text{KHz}$.
- ⇒ La relación entre las dimensiones de la pantalla es de 4 a 3.

En la tabla (4a) y (4b) se presentan las características de los estándares de televisión en VHF y UHF respectivamente. En dichas tablas se podrá verificar el estándar

correspondiente a México, adoptado por las autoridades competentes como el mismo que el de los Estados Unidos de Norteamérica.

Denominación CCIR	A	B	C	D	E	F	M
País	Gran Bretaña	E. Occid.	Bélgica	E. Oriental	Francia	Bélgica	E.U. México
Número de líneas	405	625	625	625	819	819	525
Frecuencia de Campo (Hz)	50	50	50	50	50	50	60
Frecuencia de cuadro (Hz)	25	25	25	25	25	25	30
Frecuencia de línea	10125	15625	15625	15625	20475	20475	15750
BW del video (MHz)	3	5	5	6	10	5	4.2
BW del canal radioeléctrico(MHz)	5	7	7	8	13.15	7	6
Pol. de la modulación de video	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa	Positiva	Positiva	Negativa
Modulación de audio	AM	FM	AM	FM	AM	AM	FM
Desviación de frecuencia del audio	"	± 50	"	± 50	"	"	± 25

TABLA 4 (a) Características principales de los Estándares de Televisión en VHF.

Denominación CCIR	I	G	L	K	M
País	Gran Bretaña	E. Occid.	Francia	E. Oriental	E.U. México
Número de líneas	625	625	625	625	525
Frecuencia de Campo (Hz)	50	50	50	50	60
Frecuencia de cuadro (Hz)	25	25	25	25	30
Frecuencia de línea	15625	15625	15625	15625	15750
BW del canal de video (MHz)	5.5	5	6	6	4.2
BW del canal radioeléctrico(MHz)	8	8	8	8	6
Pol. de la modulación de video	Negativa	Negativa	Positiva	Negativa	Negativa
Modulación de audio	FM	FM	AM	FM	FM
Desviación de frec. de audio	± 50	± 50	"	± 50	± 25

TABLA 4 (b) Características principales de los estándares de Televisión en UHF.

4.4 Caracterización del elemento transmisor de video

El desarrollo de esta etapa consiste en el estudio, evaluación, caracterización y utilización de un nuevo elemento transmisor de información, basado en los principios básicos de las cámaras de tubo vidicón, pero utilizando una de las últimas tecnologías en la transmisión de imágenes, el dispositivo acoplado por carga C.C.D (CHARGE COUPLE DEVICE), el cual es un elemento transductor de estado sólido. Para entender el funcionamiento y características de este elemento en los puntos siguientes se explicará su funcionamiento de manera general.

4.4.1 El elemento C.C.D. como transductor de imagen

El uso de los sensores de estado sólido en video, comienza a experimentarse básicamente en la década de los 60' y fue acelerado por la invención de imágenes de dispositivo acoplado por carga (CCD) en 1969.

Un dispositivo de imagen CCD consiste en un arreglo de filas y columnas de elementos fotosensitivos de estado sólido montados sobre un substrato rectangular de silicio. El tamaño de estos elementos de imagen es tan pequeño, que en una pastilla de apenas 7mm de diagonal pueden existir 347,904 sensores que captan cada punto de un cuadro de imagen, estos elementos discretos de imagen son análogos a los pixeles de resolución de un monitor. Ellos almacenan y acumulan cargas eléctricas que son proporcionales a la iluminación de una imagen enfocada sobre el arreglo (más luz, más actividad molecular del material fotosensible), entonces ya sea directamente o a través del cambio de registros intermedios, las cargas son transferidas de elemento a elemento a través del substrato hacia el dispositivo de salida con la misma frecuencia de tiempo se genera la señal de salida de video. La función de transferencia es similar a aquella de un haz de barrido rastreador en un tubo fotoconductor.

Estrictamente hablando los CCD's se refieren a aquellos componentes que llevan a cabo o ejecutan la función de transferencia. Pero comúnmente se utiliza esta definición para referirse al aparato completo, tal es el caso de la llamada cámara CCD.

Los CCD's trasladados del laboratorio a cámaras comerciales en los 70's inicialmente se utilizaron en cámaras portátiles y campos de aplicación donde fuera particularmente importante bajo poder de disipación, fácil operación y tamaño reducido.

Una comparación directa de las ventajas y desventajas de los tubos de almacenamiento y CCD's como generadores de imagen es necesariamente imprecisa por la variedad de

modelos y condiciones de operación, pero no cabe la menor duda de que el elemento CCD por todo lo anteriormente descrito es el mejor transductor de imágenes.

La tabla 4.2 proporciona una comparación cualitativa del funcionamiento de los dos tipos de generadores de imagen de diseño actual.

Parámetros	Comparación cualitativa del vidicon respecto a CCD's en almacenamiento de imágenes
Resolución y definición	La resolución y respuesta a las variaciones de luz, es mucho mejor en las CCD's por depender del número de líneas de la matriz.
Resolución dinámica	Ventaja para CCD's porque no existe el defecto de coma o halo por objetos brillantes en movimiento.
Sensibilidad	Superior en CCD's
Sensibilidad a la vibración	Ventaja para CCD's
Facilidad de operación	Ventaja para CCD's
Tiempo de Vida	Ventaja para CCD's
Consumo de potencia	
Dimensiones	sin comparación, la cámara con elemento CCD 15 veces más pequeña.

Tabla 4.2. Comparación cualitativa de las cámaras C.C.D.'s respecto a las cámaras que utilizan alguno de los tipos de tubo almacenadores de imagen

Las ventajas de los CCD's sobre los tubos de vidicon o cualquier dispositivo captador de imágenes son muchas y muy importantes, por ejemplo; no utilizan haz de electrones, bobinas de deflexión, no necesitan circuitos para controlar las bobinas, etc. Estos elementos tienen un gran peso y ocupan mucho espacio en sistemas con tubos de vidicon.

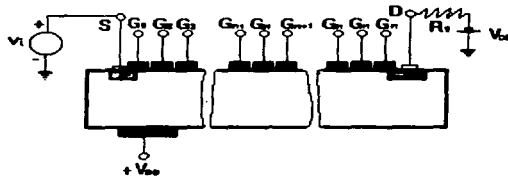
La razón fundamental de utilizar al elemento C.C.D. como transductor de imagen radica en que los CCD's (elementos fotosensores) son dispositivos semiconductores, como los transistores, que se logran integrar fácilmente en un chip, en una cantidad tan grande como lo permitan los circuitos VLSI. Obviamente como en todos los sistemas existen limitantes, para el caso del elemento CCD el número de elementos de imagen (píxeles) está ligado a la función sensibilidad de imágenes del CCD dado que cada fotodiodo(píxel) desarrolla una carga que es proporcional a la iluminación de una imagen sobre su área.

La exploración se realiza almacenando ordenadamente las cargas eléctricas de estas filas y columnas sobre memorias, que se leen en los espacios negros de la imagen. Al no necesitar haz electrónico de exploración, existe un considerable ahorro de energía

correspondiente a los filamentos y a la creación de campos magnéticos de barrido en comparación con la exploración del tubo, lo que permite utilizar baterías y a su vez esto, significa un considerable ahorro de peso.

4.4.2 Funcionamiento del elemento C.C.D.

El dispositivo de acoplamiento de carga (CCD) se utiliza como línea de retardo para señales analógicas y como registro de desplazamiento para señales digitales. Básicamente el CCD es un Mosfet construido con varias puertas, a menudo millares de ellas. Figura 4.4



4.4 El dispositivo de acoplamiento de carga(CCD); (a) Vista esquemática

La figura 4.4 muestra el croquis de un Mosfet de canal P con un voltaje de entrada aplicada al surtidor ($V_i = 5V$) y una tensión negativa de alimentación ($-V_{dd} = -5V$) aplicada al drenador a través de un resistor de carga. La acción de la línea de retardo se obtiene ajustando adecuadamente las tensiones de las puertas. Esto hace que la carga salga del surtidor y llegue al drenador después de un retardo dado que depende del número de puertas y de la variación de la tensión de la puerta. La figura 4.5 muestra gráficamente como se moverían los electrones, en este caso de la fuente(source) a la compuerta (gate).

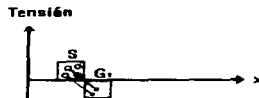


Figura 4.5 Tensiones en el instante $t = 0$ mostrando como se mueven los huecos desde el surtidor hasta la puerta 1.

Para detener el flujo de carga, la tensión de entrada se reduce de manera que V_{G1} sea menor que V_1 . Para hacer que la carga se desplace hacia el drenador disminuimos bruscamente la tensión de la puerta 2 y aumentamos lentamente la tensión en la puerta 1. El resultado se observa en la figura 4.6. En el tiempo $t = \Delta t$. Finalmente en $t = T$, todos los huecos han entrado en el pozo (es una práctica común llamar pozo de potencial o simplemente pozo al minicanal, ya que representa la región de mínimo potencial) debajo de la puerta 2. La tensión de la puerta 1 es $V_{G1} = 0V$. Para hacer que la carga se desplace más hacia el drenador repetimos el proceso disminuyendo bruscamente la tensión en la puerta 3 mientras se aumenta lentamente en la puerta 2. Esto se representa en la fig. 3.6.

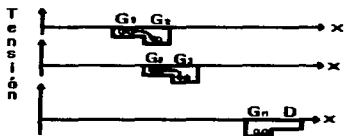


Fig. 4.6 Tensiones en $t = \Delta t$; (d) tensiones en $t = T + \Delta t$; (e) tensiones en la puerta G_n y en el drenador.

Quando aumenta la tensión en la puerta G_n , los huecos fluyen y entran en el drenador haciendo que aparezca un impulso de tensión entre los extremos de la carga R_L . Este procedimiento es más complejo, debido a que están involucradas millares de compuertas al mismo tiempo y la mayoría de ellas con diferentes valores de carga eléctrica en función de la cantidad de luz de ese punto de la imagen. El objetivo de este análisis es la interpretación de la forma en que se realiza el almacenamiento, transferencia y conversión eléctrica de una imagen por el elemento CCD. En los puntos siguientes se explicarán los circuitos dónde la corriente eléctrica obtenida por el elemento transductor CCD, es convertida a una señal de video.

4.4.3 Circuitos básicos que componen la arquitectura de la cámara de video

En la figura 4.7 se presenta la arquitectura del sensor de transferencia de cuadro(elemento C.C.D) el diagrama a bloques nos permite observar los circuitos de control para la excitación de los sensores de transferencia de cuadro.

Como se puede observar la cámara está constituida por un generador de impulsos SAA4304, que proporciona los impulsos para las dos normas de TV(CCIR, NTSC) y que incluye borrado vertical, horizontal y la fijación de nivel de negro.

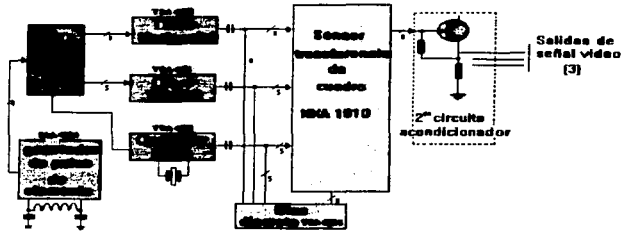


Figura 4.7 Circuito de control del sensor de transferencia de cuadro.

El generador de impulsos de sincronismo excita un generador patrón de impulsos, y proporciona todas las señales de reloj, excepto los impulsos para los registros de almacenamiento de lectura horizontal. Los impulsos rápidos de reloj para los tres registros de lectura horizontal son generados por un oscilador de elementos de imagen o sea un oscilador de onda cuadrada(TDA4302) que entrega tres trenes de impulsos en la frecuencia de 3.9MHz, con una diferencia de fase de 120 grados cada una.

Los niveles de salida del generador de impulsos patrón y del oscilador de elementos de imagen son muy débiles para excitar directamente los registros de almacenamiento. Es necesario amplificar ambas señales. Para el oscilador usamos un TDA4305 y para el generador de impulsos patrón los integrados TDA4301(control horizontal y vertical respectivamente).

Durante el borrado horizontal el oscilador de elementos de imagen esta inhibido y los impulsos más débiles obtenidos del generador patrón son aplicados a la salida del oscilador de elementos de imagen y por lo tanto a través del TDA4305, a las compuertas de transferencia y a los electrodos de puerta para distribuir los paquetes de cargas entre los tres registradores de salida horizontal. La polarización del elemento sensor de transferencia de cuadro viene de un TDA4304 o bien de componentes discretos.

La explicación anterior nos sirve para entender el funcionamiento de cada una de las etapas siguientes:

La etapa de amplificación se inicia después de que el sensor de transferencia de cuadro (C.C.D.) convirtió la imagen recibida en una corriente eléctrica del orden de 300 μ A a 150mV

esta corriente sale a través de sus terminales 10,11 y 12, para ser amplificada por un arreglo de tres transistores PNP BC557 (figura 4.8) con los emisores conectados a tierra. Cuando dos canales están activos simultáneamente, los contenidos de dos elementos de imagen son analizados y se obtiene una media, de modo que de esta manera se obtiene una resolución de alta calidad.

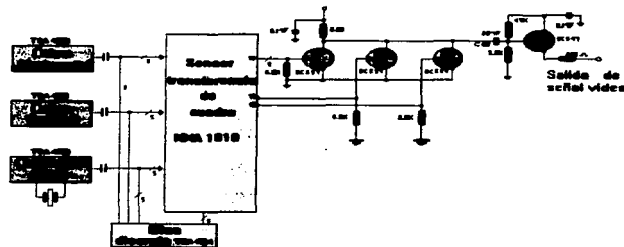


Figura 4.8 Conexión de los elementos amplificadores a la salida de la señal procesada por el sensor de transferencia de cuadro

Esta señal se acopla capacitivamente a un amplificador emisor común, que utiliza un transistor NPN BC547 que invierte la fase de la señal para la segunda etapa de acondicionamiento y posteriormente enviarla a la salida del elemento transmisor.

4.4.4 El elemento acondicionador de señal

Como se observa en la figura 4.9 existen dos etapas de acondicionamiento de la señal, la primera se aplica al mismo tiempo en que es integrada la imagen y se le adicionan los pulsos de sincronismo, borrado y nivel de negro. Obteniéndose como resultado una señal de vídeo compuesta de 800mV aproximadamente. La segunda etapa de acondicionamiento se aplica a la señal después de ser amplificada, haciéndola pasar por un filtro pasa-bajas para reducir las fallas que pueden existir en el sensor. El filtro tiene una frecuencia de corte de 3.75Mhz. Después de filtrada la señal es llevada a un amplificador maestro de varias etapas que también provee el nivel de corte para el negro (TDA4306), a la salida de este amplificador (terminal14) la señal de video pasa por un amplificador discreto en configuración Darlington para adicionarle la señal compuesta de sincronismo y la

impedancia de salida normalizada de 75Ω . Obteniéndose finalmente la señal de video que será transmitida. Fig 4.10.

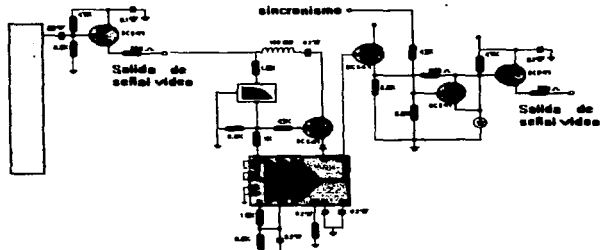
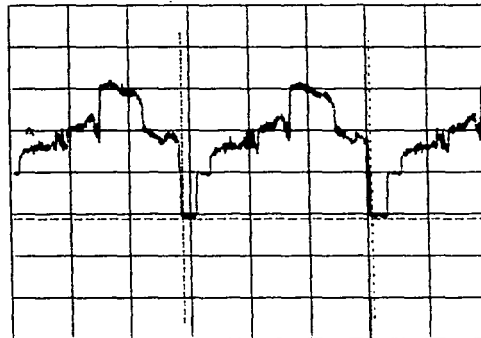


Figura 4.9 Circuito acondicionador de señal

A: $dV=1.56\text{ V}$ $dt=63.8\mu\text{s}$ $1/dt=15$



V-CURS V/ T-CURS T/PH/
ON/OFF RATIO ON/OFF RATIO P:

Figura 4.10 señal de video a la salida de la cámara CCD

4.4.5 Arquitectura final y características técnicas de elemento transmisor de video

La arquitectura final de la cámara C.C.D. se muestra en el apéndice C. Las características técnicas del elemento transmisor de video al cual nos referiremos de aquí en adelante como cámara C.C.D NXA1010

Características técnicas de la cámara C.C.D.

Especificaciones Técnicas

Cámara C.C.D modelo **NXA1010**

- ⇒ Tamaño ultra compacto / mínimo peso
- ⇒ Resolución : 525 líneas por cuadro de TV (Horizontal)
- ⇒ Control automático de ajuste focal (AES)
- ⇒ Con lente compacto (tipo L) para 3.8mm

CÁMARA NAX1010 (BS 7269)	BS7259	BS 7269
SISTEMA DE TV	NTSC	CCIR
SENSOR DE IMAGEN	1/3 CCD TRANSFERENCIA INTERLINEA	
NUMERO DE LÍNEAS POR CUADRO	612 (H), 402 (V)	612(H), 525(V)
SISTEMA DE SINCRONÍA	SINCRONÍA INTERNA	
FRECUENCIA DE SINCRONÍA VERTICAL	(V): 59.9 Hz	(V): 59.9 Hz
FRECUENCIA DE SINCRONÍA HORIZONTAL	(H): 15.750 KHz	(H): 15.750 KHz
RESOLUCIÓN VERTICAL	(V): 350 LÍNEAS	420 LÍNEAS DE TV
RESOLUCIÓN HORIZONTAL	(H): 380 LÍNEAS	380 LÍNEAS DE TV
RELACIÓN S/N	47 dB TÍPICO	
STANDARD DE ILUMINACIÓN	50 LUX	
SALIDA DE VIDEO	SEÑAL VIDEO COMPUESTO; 1Vpp, 75Ω	
VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	11 - 16 VDC	(11.0 VDC STANDARD)
CONSUMO DE CORRIENTE	118 mA	
TEMPERATURA AMBIENTE (operación)	-10 °C - 50 °C	
DIMENSIONES EXTERNAS	50mm * 50mm * 25mm	

Tabla 4.3 Especificaciones técnicas de elemento transmisor de video.

4.5 Desarrollo del elemento receptor de video

Las principales características de nuestra señal de video que deben ser manejadas por nuestro receptor son:

Entrelazado. La frecuencia de cuadro (frame frequency) es el número de veces por segundo en el que es trazado un conjunto (set) completo de 525 líneas (que componen una señal visual). En un sistema de TV el número es de 30 veces por segundo; es decir, una señal visual es trazada cada 1/30 de segundo, esta velocidad de exposición no permite al ojo humano retener o percibir toda la señal visual y entonces la señal es presentada como si estuviera parpadeando. Si el marco de frecuencia fuera incrementado a 60 veces por segundo este efecto ya no aparecería, pero el ancho de banda se duplicaría. Es por eso que el proceso de entrelazado permite, por así decirlo, engañar al ojo humano haciéndole ver 60 cuadros por segundo cuando en realidad solo están ocurriendo 30.

Entonces un cuadro o ráfaga de video será un conjunto de 525 líneas (485 líneas visibles para el estándar norteamericano) a razón de 30 conjuntos o 30 ráfagas por segundo, por lo que la frecuencia de cada ráfaga es:

$$(525 \text{ líneas})(30 \text{ cada segundo}) = 15.75 \text{ khz.} \quad (4-1)$$

Así tanto el transmisor como el receptor deben contener un oscilador a 15.75 khz para controlar el barrido de la señal eléctrica horizontal.

La figura 4.10a ilustra el proceso de entrelazado. El primer conjunto de líneas (primer campo) es trazado en 1/60 de segundo, y entonces el segundo conjunto de líneas (el segundo campo) que es para completar la escena (525 líneas en total) es entrelazado entre las primeras líneas en el próximo 1/60 de segundo; de esta forma, las líneas 2,4,6, etc. ocurren durante el primer campo con las líneas 1,3,5, etc. entrelazadas entre cada número de líneas pares. La frecuencia de cada campo será entonces de 60 Hz con una frecuencia por cuadro o ráfaga de 30 Hz.

Esta ilusión será suficiente para convencer al ojo humano de que están ocurriendo 60 imágenes por segundo cuando en realidad solo están ocurriendo 30.

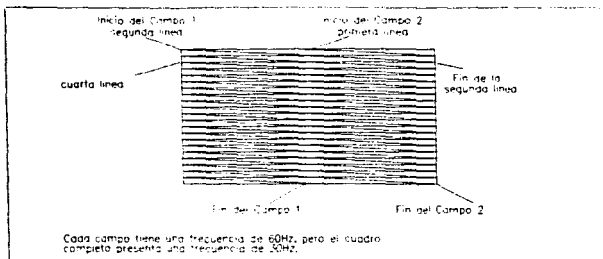


Figura 4.10a Proceso de Entrelazado.

Sincronización horizontal. Para acomodar las 525 líneas cada 1/30 de segundo el transmisor debe enviar un pulso de sincronización entre cada línea de la señal de video así la perfecta sincronización entre el emisor y el receptor, es mantenida para garantizar una fiel reproducción de la señal de video. Este es el pulso de sincronía horizontal aparece en cada una de las 525 líneas, es decir, por cada cuadro aparecen 525 pulsos de sincronía por lo que su frecuencia es de 15.75Khz (ecuación 4-1). A la vez que cada 15.75 khz la señal de video es borrada debido al pulso de blanqueo y reemplazada por otra.

Sincronización vertical. Los pulsos de sincronía vertical deben ocurrir cada 1/60 de segundo, ya que los dos campos entrelazados (que completan un cuadro) ocurren 60 veces por segundo, por lo que la frecuencia de los pulsos de sincronía vertical es de 60 Hz. Los pulsos de ecualización o de igualación sirven para garantizar el perfecto entrelazado de los dos campos de exploración que forman cada uno de los cuadros de la imagen. Podría suponerse que los pulsos de sincronía vertical aparecen al finalizar la última línea del cuadro. Si así fuese, podría ser que los circuitos de sincronismo vertical no se activaran en la forma adecuada debido a la diferencia de media línea producida en el proceso de entrelazado.

Resolución. Para proveer una adecuada resolución, la señal de video debe incluir componentes modulados en frecuencia por arriba de 4 MHz de acuerdo a la Comisión Federal de Comunicaciones (Federal Communication Comisión F.C.C). Resolución, es la habilidad para reproducir los detalles de los elementos de la imagen. Así para una TV

convencional se tienen 428 líneas de resolución horizontal y aproximadamente 525 líneas de resolución vertical, como a continuación se demuestra:

Tiempo de duración de cada línea:

1/30 de segundo → 525 líneas o un cuadro

1 segundo → 30 cuadros o ráfagas

$(30)(525 \text{ líneas}) = 15750 \text{ líneas por segundo}$

ó bien 15.75 KHz de frecuencia de cada línea

por lo que el tiempo de duración de cada línea será:

$$1/15750 = 63.49206 \mu\text{s} \quad (4-2)$$

Restando los 10 μs de duración del pulso de blanqueo tenemos 53.5 μs .

Ahora convirtiendo los 2 elementos de la imagen (blancos y negros) a un ciclo de la señal de video monocromático. El número de líneas reproducibles para 4 MHz será:

$$(4 \text{ MHz})(53.5 \mu\text{s por línea})(2) = 428 \text{ líneas} \quad (4-3)$$

Así la resolución horizontal es de 428 líneas, pero recordando que la pantalla de TV tiene una relación ancho-alto de 4/3 lo que es igual a 428/339, entonces la resolución vertical es 0.75 veces la resolución horizontal. Entonces todo incremento en la frecuencia de modulación de la señal nos podrá permitir un incremento en las resoluciones vertical u horizontal, o en ambas, y la posibilidad de transmitir más información.

Finalmente la TV normal cuenta con $(428)(339) = 145,092$ puntos (píxeles) de resolución aproximadamente, o elementos de la imagen. Cabe mencionar que esta resolución se va incrementando cada vez más, teniéndose hoy en día aparatos con resoluciones por arriba de los 250,000 elementos.

Partiendo de las consideraciones anteriores se presenta en la figura 4.11 el diagrama a bloques del elemento receptor de video, el cual está formado por un circuito amplificador de video, un circuito separador de sincronía, circuitos de deflexión, circuito de alto voltaje y un cinescopio.

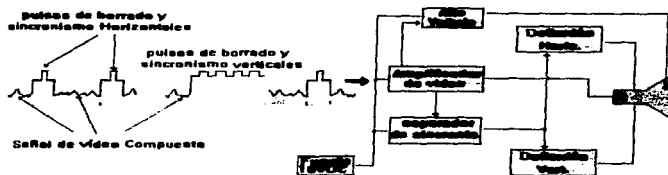


Figura 4.11 Diagrama a bloques del elemento receptor de video

4.5.1 Principio de funcionamiento

El receptor de video realiza la función inversa de una cámara, transforma las variaciones de una corriente eléctrica en puntos luminosos sobre una pantalla fosforescente. Para mostrar las características de las señales de video para TV y para nuestro sistema se elaboro la tabla 4.4. Donde es fácil observar que nuestra señal de video es menos compleja que la señal de TV, por consiguiendo los circuitos necesarios para la reproducción de la información serán menos y de una arquitectura más sencilla.

Señal de video de TV	Señal de video Cámara C.C.D.
Para su transmisión requiere una transición frecuencia en el transmisor(modulación)	Transmisión directa de señal sin modulación.
Señal modulada en frecuencia para audio y modulada en amplitud para video	Señal de video compuesto sin modulación
El receptor recibe ambas señales simultáneamente.	El receptor recibe la señal de video la amplifica y reproduce.
Cumple con las normas de CCIR Nº de líneas de exploración, ancho de banda, frecuencia, etc.	Cumple con las normas de CCIR ; Nº de líneas de exploración, ancho de banda, frecuencia, etc.
Transmisión a largas distancias a través del espacio	Transmisión de señal a cortas distancias por medio de cable

Tabla 4.4 Características de las señales de video de TV comercial y de la cámara CCD.

4.5.2 Desarrollo del amplificador de video

La señal compuesta de video que comúnmente entrega en su circuito de salida la cámara, es de muy baja amplitud $1V_{pp}$, en consecuencia es necesario elevarla de nivel para lograr la correcta excitación de los circuitos detectores y separadores de sincronía y del circuito de entrada al cinescopio. Precisamente, esa es la función del amplificador de video usado en nuestro receptor. El circuito de la figura 4.12(a) es la primera etapa de nuestro amplificador, es un transistor en configuración emisor común con ganancia ≤ 1 , el cual permite un acoplamiento de impedancias entre la señal de entrada y la etapa de amplificación.

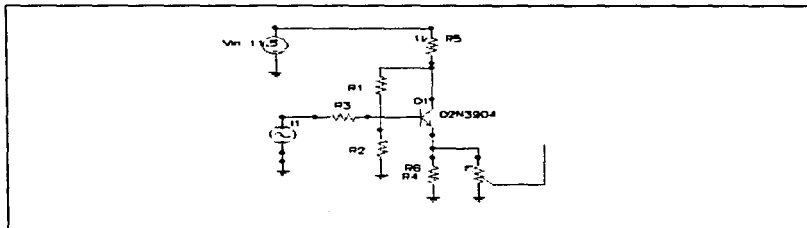


Figura 4.12(a) Circuito para acoplamiento de impedancias

El circuito de la figura 4.12(b) fue diseñado para elevar el nivel de la señal a una magnitud que fluctúa entre 70 a 160V de pico a pico para lograr una imagen bien contrastada. El circuito de la figura 4.12(b) nos muestra el amplificador de video utilizado en la arquitectura del receptor de video. La señal de video entra por la base del transistor Q401 en configuración emisor común. Esta configuración nos permite balancear las impedancias y elevar la potencia de la señal a un valor de 80V.

La señal de video que entra al transistor es preamplificada para poder ser procesada más adelante, al mismo tiempo en el emisor de este transistor se realiza el acoplamiento de impedancias de la señal de video y del amplificador de video, por medio del divisor de voltaje formado en el emisor del transistor T401, se ajusta el nivel de señal deseada en el amplificador de video. Este ajuste recibe el nombre de contraste. La señal del emisor se acopla al amplificador diferencial el cual también recibe los pulsos de borrado vertical y horizontal, para salir mezclados por el colector del transistor T402 que esta acoplado capacitivamente al cátodo del cinescopio.

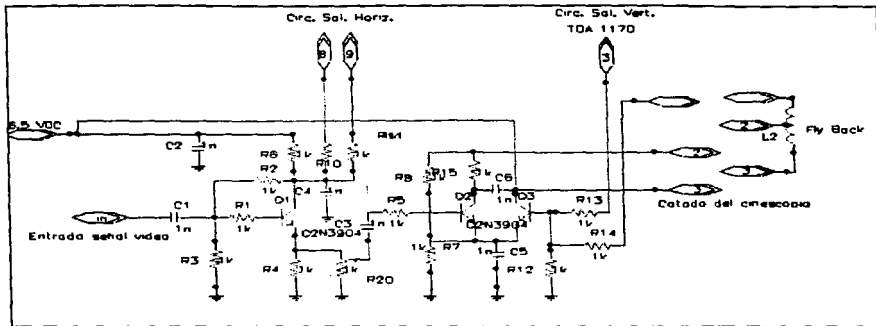


Figura 4.12(b) Circuito amplificador de video.

La sección de video usada en receptores transistorizados, por regla general se forma de dos etapas y su diseño se enfoca particularmente para resolver los siguientes problemas:

- Aportar la suficiente magnitud de señal compuesta de televisión.
- Respuesta de frecuencia lo suficientemente plana para cubrir con eficacia la gama de la señal de video.
- Eliminar los riesgos de distorsión a frecuencias bajas como a frecuencias altas.
- Aplicar la fase correcta de la señal al cinescopio. Esto es: si la señal compuesta es aplicada al cátodo, la fase de la señal debe ser positiva. En cambio, si se aplica en la rejilla de control, la fase de la señal de excitación, debe ser de polaridad negativa.

4.5.3 Circuito de salida horizontal

Para que el cinescopio registre en su pantalla una imagen correctamente sincronizada, es necesario que los osciladores de barrido tanto vertical como horizontal del receptor, operen sincronizadamente con los circuitos de barrido asociados al tubo de cámara del transmisor. Para lograrlo, se transmiten las señales de sincronía, cuyos componentes en combinación con las señales de borrado y cámara forman la señal compuesta de televisión.

Al igual que hay pulsos de borrado, tanto vertical como horizontal, existen también pulsos de sincronismo vertical y horizontal. Se les llama generalmente pulsos de

sincronización. Según se puede ver en la figura 4.13 los pulsos de sincronización se transmiten encima de los pulsos de borrado durante el retorno, o sea en los instantes en que no se transmite información de la imagen. Los pulsos de sincronización son necesarios ya que gracias a ellos el barrido de cada línea se realiza en el instante apropiado. Tanto los pulsos de sincronismo vertical como horizontal tienen la misma amplitud pero los primeros forman un tren más ancho.

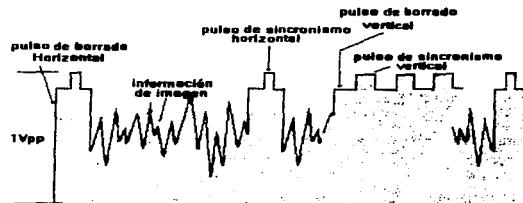


Figura 4.13 Señal de video compuesta con los pulsos de sincronismo y borrado

El funcionamiento de esta etapa es similar a la etapa en un receptor de TV, debido a la normalización de las señales, el funcionamiento se describe a continuación. Después de amplificada la señal de video, sale a través del colector del transistor T401 y se conecta capacitivamente a las terminales 8 y 9 del circuito de salida horizontal.

El circuito mostrado en la figura 4.14 muestra un circuito integrado (TDA 1180), que contiene al oscilador y al circuito de control horizontal (drive horizontal), el oscilador genera la señal de 15.750Khz. Mientras que el drive, le da la magnitud y forma de diente de sierra a la señal de video amplificada que entra a través de las terminales 8 y 9 proveniente del amplificador de video. La señal de diente de sierra sale por la terminal 2 del TDA1180 y excita el amplificador de salida horizontal BU807. El oscilador controla la frecuencia de 15.750Khz por los pulsos que provienen del TDA1170.

Los pulsos amplificados que salen del BU807 son enviados al circuito de alta tensión (fly-back) donde el voltaje es elevado hasta 9KV necesario para aplicarlos al segundo nodo acelerador del cinescopio, para atraer los electrones del cátodo hacia la pantalla y producir los puntos luminosos y oscuros que forman la imagen. A la vez del colector del BU807 salen los pulsos que son aplicados a las bobinas deflectoras horizontales, para mover el haz de electrones de izquierda a derecha de la pantalla.

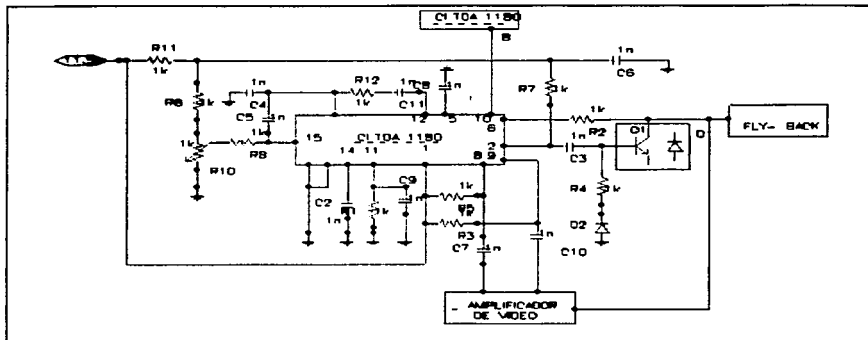
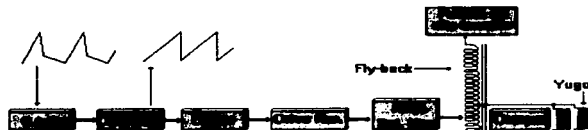


Figura 4.14 Circuito de salida horizontal

Las partes principales que destacan en esta sección son las siguientes :

- 1.- Oscilador horizontal.
- 2.- Control automático de frecuencia.
- 3.- Control horizontal.
- 4.- Amplificador de salida horizontal.
- 5.- Damper.
- 6.- Yugo horizontal.
- 7.- Fuente de alta tensión.



Los tres primeros elementos se encuentran integrados en un chip de 16 terminales

El oscilador horizontal. Usualmente del tipo de bloqueo, se encarga de desarrollar una serie de pulsos a una frecuencia normalizada CCIR de 15750 ciclos por segundo y por medio del control automático de frecuencia (C.A.F.) su frecuencia de trabajo es estabilizada.

El control horizontal. se encarga de amplificar la débil señal de pulsos que genera el oscilador horizontal; cuyo componente es aprovechado para excitar la etapa de salida.

El amplificador de salida horizontal, aprovechando la señal de pulsos provenientes del drive, desarrolla una acción de interruptor automático, e impulsa en combinación con el damper, una corriente de diente de sierra a través de las bobinas deflectoras horizontales. Estas desarrollan campos electromagnéticos que servirán para desviar horizontalmente el haz electrónico en la pantalla del cinescopio. El damper amortigua las oscilaciones transitorias y coopera con el paso de salida horizontal, en la función de impulsar la corriente diente de sierra a través de las bobinas deflectoras horizontales.

4.5.4 Circuito de salida vertical

Esta sección desarrolla una señal de diente de sierra de 60 ciclos por segundo, cuyo componente, previamente amplificado es aplicado a las bobinas deflectoras verticales, para que éstas desarrollen los campos electromagnéticos necesarios para reflexionar verticalmente el haz electrónico en la pantalla del cinescopio.

Además, proporciona una señal de pulsos de amplitud y polaridad adecuada, cuyo componente, es aplicado a la rejilla de control o cátodo del cinescopio, con el fin de asegurar el corte de corriente de pantalla y evitar así, la interferencia que pudiere causar el retroceso vertical del haz electrónico.

Fundamentalmente, la sección de barrido vertical a transistores se forma de dos etapas que vienen integradas en un circuito TDA1170 y son:

- 1.- Oscilador vertical
- 2.- Amplificador de salida vertical

El oscilador vertical usando un transistor NPN, desarrolla la señal de diente de sierra. Mientras que el amplificador de salida vertical se encarga de amplificar la señal de barrido y finalmente aplicarla en forma de potencia a las bobinas de deflexión vertical.

Por otro lado el circuito de salida vertical figura 3.25. Formado por el C.I. TDA1170 el cual contiene al oscilador vertical, al oscilador horizontal, al control vertical y al amplificador de salida vertical.

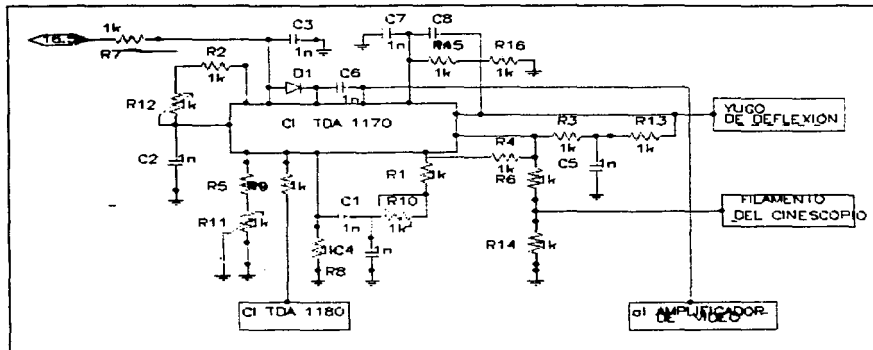


Fig. 4.18 Circuito de salida vertical

El circuito integrado de salida vertical (TDA1170) recibe por su terminal 2 la señal proveniente del amplificador de video, para de ahí extraer los pulsos de sincronía vertical y horizontal, necesarios para controlar el oscilador vertical y el oscilador horizontal. El oscilador vertical genera los pulsos de 60 Hz, mientras que el control vertical amplifica y da forma a la señal de diente de sierra, enviándola después al amplificador de salida vertical para poder ser aplicada al yugo de deflexión vertical y mover el haz de electrones de arriba abajo de la pantalla.

4.5.5 El circuito de alto voltaje

Básicamente nuestro receptor de video, al funcionar de manera análoga a un receptor de TV a transistores, requiere de dos fuentes de alimentación que son:

- La fuente de alta tensión.
- La fuente de baja tensión.

La fuente de alta tensión tiene a su cargo el trabajo de desarrollar el alto potencial positivo para polarizar el 2º ánodo de aceleración del tubo de imagen, cuyo potencial promedio es de 8KV. Como se sabe con este potencial polarizante, el segundo ánodo da la aceleración necesaria al haz electrónico proveniente del cañón. Por lo que se refiere a la polarización de circuitos que demandan un voltaje superior que el suministrado por la fuente

de baja tensión, tales como el colector del amplificador de video de salida(170VDC), electrodo de enfoque y voltaje del cinescopio, este problema se resuelve por medio de líneas especiales de polarización que se derivan de la carga inductiva del circuito de salida horizontal(Fly-Back), cuyas líneas constituyen fuentes de alimentación de media onda.

Las cuales desarrollan potenciales de corriente directa de 50, 100, 200 ó 300 Volts. De la fuente de baja tensión, basta mencionar que nos suministra el voltaje de 16.5VDC para el encendido del monitor y de todo el sistema. El estudio diseño y análisis de esta fuente es el tema del capítulo 5. En la figura 4.16 se ilustra a bloques la estructura del circuito de alto voltaje.

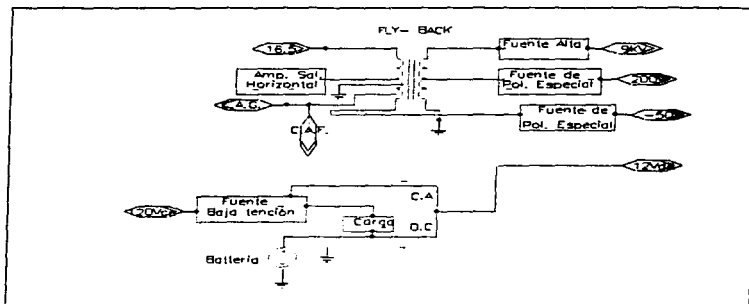


figura 4.16 diagrama a bloques del circuito de alto voltaje.

4.5.6 Arquitectura final del elemento receptor

El diagrama electrónico de la figura 4.17 muestra la interconexión de las etapas estudiadas en los puntos anteriores donde se pueden observar los circuitos a través de los cuales se logra convertir una corriente eléctrica variable en el tiempo, en una imagen de video de excelente calidad al final del proceso, es importante hacer notar que el circuito no fue diseñado en su totalidad solo se realizaron modificaciones a un circuito ya existente, por lo cual los elementos que lo componen son los mínimos necesarios, obteniéndose un muy buen funcionamiento en la reproducción de la información transmitida por la cámara CCD. ahorro de espacio y menor consumo de energía.

Sobre el circuito del monitor se han establecido puntos de prueba (check point) con sus valores nominales para en caso de requerir algún mantenimiento, este sea sencillo y rápido.

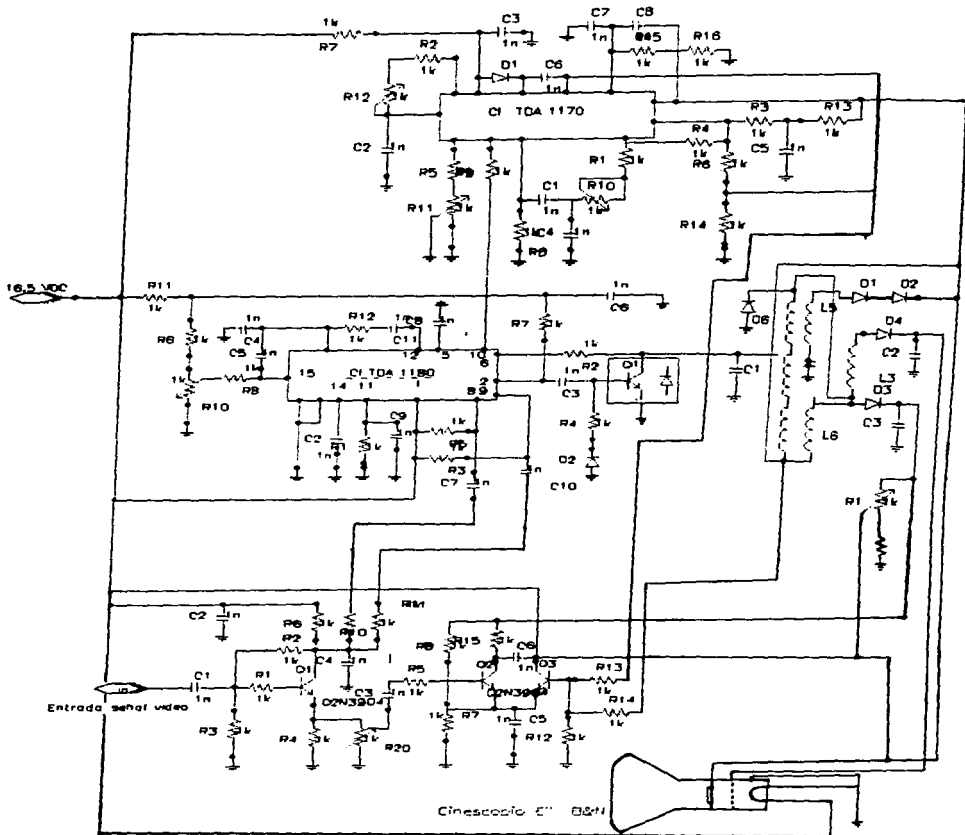


Figura 3.17 Circuito electrónico del receptor de video completo, pueden observarse cada una de las cuatro etapas que lo forman.

Especificaciones finales del receptor de video.

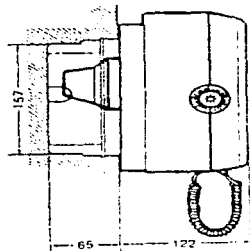
- Recepción de Señal de video 1Vpp/75 Ω
- Resolución del Sistema CCIR 525-60 Hz
- Frecuencia de Oscilación Horizontal 15.625 \pm 1 khz.
- Impedancia de entrada del amplificador de video 75 Ω .
- Respuesta en frecuencia 4.5MHz.
- Consumo de intensidad de corriente, menor de 0.8 A.
- Voltaje de alimentación 11.5 VDC.
- Pantalla de 4".
- Fácíl instalación.
- Dimensiones reducidas(ergonómico)
- Resistente al uso continuo.

La optimización de elementos y por lo tanto de espacio, nos permitirá colocar e interconectar dentro del monitor la fuente de voltaje del sistema (cap.6) y el circuito de transmisión- recepción del audio (cap.3), esto nos permitirá:

- Disminuir el número de elementos del sistema.
- Eliminar los problemas debidos a la longitud de las líneas de conexión entre los elementos.
- Facilidad de instalación

Características físicas del monitor de video.

El monitor de video es un receptor de televisión con pantalla de 6" en blanco y negro, con la fuente de voltaje de todo el sistema y un auricular telefónico integrado. En la parte posterior se encuentran tres controles; uno para ajuste vertical, otro para ajuste horizontal y el ultimo para control de brillantes de imagen. Dichos controles sólo podrán ser movidos con un desarmador perillero. También están el conector de alimentación, audio y video. En la figura 3.17 pueden observarse las dimensiones y características físicas del receptor de video, así como la forma apropiada para su colocación y uso.



Dimensiones en centímetros

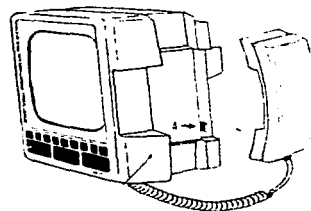


Figura 3.17 Características físicas del monitor de video



CAPITULO 5

DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE ACTIVACION Y CONTROL

En el desarrollo de equipos electrónicos, los circuitos para activación y control de funciones del sistema tienen una gran importancia, ya que del adecuado diseño de los mismos el sistema contará con un eficiente rendimiento de sus recursos y un completo conjunto de funciones relacionadas con aspectos de modos de activación, operación y tiempos de programación. En el presente capítulo realizaremos el estudio de los diferentes circuitos que integran el sistema de activación y control, con un enfoque cualitativo y cuantitativo, atendiendo principalmente aspectos de funcionamiento y análisis. Los circuitos se presentarán con sus correspondientes bornes de conexión, con la finalidad de presentar las señales analógicas y digitales de entrada y salida que necesitan para su operación, y hacer explícita la interrelación que existe entre ellos. Terminado el aspecto descriptivo del circuito se realizará un análisis del mismo, para tener una adecuada selección de los valores de los componentes que permitan al circuito realizar en forma óptima su operación.

5.1 Introducción.

Una de las características más importantes del sistema de videoportero es sin lugar a dudas su operación temporizada, esto quiere decir que la realización de sus funciones a diferencia de un circuito cerrado de televisión CCTV, no es continua, sino que el monitoreo de la cámara de video para presentar la imagen del visitante en el monitor de video, así como el funcionamiento de los circuitos amplificadores TX-RX de audio, se inicializa en el momento en que el visitante oprime el botón exterior colocado en la telecámara, generando con ésta situación dos aspectos importantes que son:

- Generación de la señal auditiva de llamada.
- Polarización de circuitos de video y audio.

Estos dos aspectos forman parte de lo que se denominará "Activación del Sistema"

En la figura 5.1 se muestra el diagrama de la tarjeta de alimentación con sus respectivos bornes encargados de recibir y mandar señales de control.

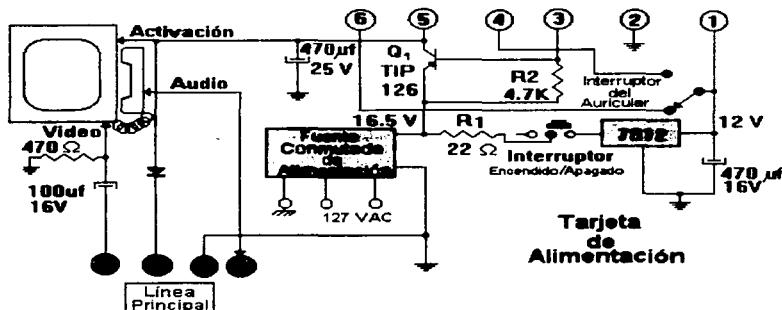


Figura 5.1 Diagrama de la tarjeta de alimentación.

Para esta tarjeta de alimentación tenemos primeramente un interruptor de Encendido/Apagado el cual, se encuentra conectado a través de una resistencia R₁ de 22 Ω operando como limitadora de corriente (fusible), este interruptor sirve para inicializar el

encendido del sistema. Los bornes de conexión, su función y las señales que manejan se describen a continuación:

1 En este borne cuando el interruptor de Encendido/Apagado se cierra tendremos presente $12 V_{CD}$, proporcionados por el regulador 7812, los cuales servirán para la polarización de los circuitos integrados del sistema.

2 Por este borne se manda el polo negativo (tierra) de la alimentación de voltaje.

3 A través este borne entrará la señal de control para activar el interruptor transistorizado formado por el transistor Q_1 , el cual al recibir una señal de voltaje de estado bajo se pondrá en estado de saturación permitiendo el paso de $16.5 V$ conectados en su emisor al colector. Este transistor es un TIP 126 el cual es un transistor Darlington para permitir el paso de la corriente necesaria para el funcionamiento del sistema (2 Amp).

4 Por medio de este borne se alimenta a través del interruptor de descolgado de auricular la polarización de $12 V$ para los amplificadores de audio, así como también es la salida de señal de control para la activación del sistema por el descolgado de auricular.

5 Es la salida de voltaje de $16.5 V$ para la alimentación de los circuitos de video y la telecámara, que se conecta directamente a 3_L .

6 Por medio de este borne se proporciona la señal de control a través del interruptor de descolgado de auricular, al circuito que se encarga de interrumpir la activación de la salida de alimentación presentada en el borne **5**, con el colgado del auricular, sin tener que dejar transcurrir el tiempo total de temporización para que el sistema se desactive.

5.2 Circuito de activación y temporización de la salida de la fuente conmutada de alimentación.

Como se puede observar en el diagrama de la tarjeta de alimentación, la salida de voltaje de la fuente conmutada de alimentación ($16.5 V$), se presenta inmediatamente que la fuente es conectada al voltaje de línea ($127 V_{AC}$). Este voltaje de alimentación tendrá salida en el borne **5**, cuando el transistor Q_1 se encuentre en estado de saturación por medio de una señal de control en el borne **3**. En el siguiente diagrama de la figura 5.2 se muestra el circuito de temporización y activación de voltaje. A continuación se indican los bornes de conexión del circuito con su función y señales de control que manejan:

1 A través de este borne se proporciona la alimentación de $12 V$ para el circuito 4011.

3 En este borne de salida se presentará la señal de control para la saturación de Q_1 , producto del divisor de tensión formado por R_2 y R_4 cuando el transistor Q_2 se encuentre saturado por el voltaje de estado alto de la salida Q del fli-flop.

8 Por este borne entrará una señal de control que permitirá una rápida descarga del capacitor C_1 , con el colgado del auricular.

7 En este borne se presenta la señal de control de estado bajo que activa un estado alto en Q para la saturación del transistor Q_2 .

El circuito básicamente es un flip-flop RS asíncrono con su terminal R temporizada por medio de un circuito RC, el circuito tiene como función principal proporcionar una señal de control de estado alto durante un tiempo programado, a través de su salida Q , para saturar el transistor Q_2 y con esto tener un divisor de voltaje con las resistencias R_2 y R_4 , alimentándose este voltaje en la base de transistor Q_1 , con lo cual se logra la saturación del mismo permitiendo así la salida de los 16.5 V de su emisor a su colector conectado en el borne 5. Los niveles de voltaje alto y bajo serán 12 y 0 V respectivamente.

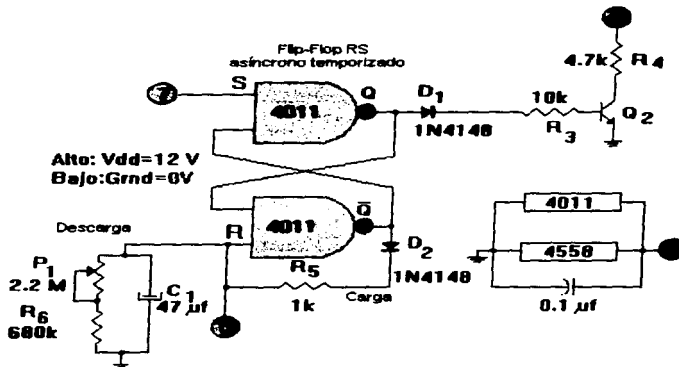


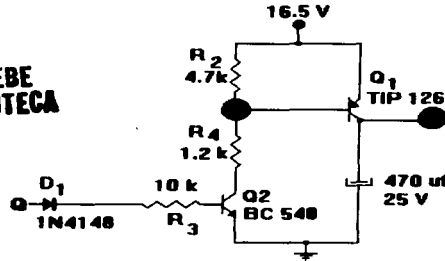
Figura 5.2 Circuito de activación y temporización de voltaje.

En el diagrama de la figura 5.3 se tiene el circuito que permite la salida de 16.5 V al borne 5 que polariza al sistema. Como se puede observar los objetivos básicos de este circuito son:

1. Saturación del transistor Q_2 BC 548, para lo cual se tiene que drenar una corriente de base mínima de saturación $I_{BSAT(min)} = 1$ mA. Con el voltaje de estado alto de la salida Q del fli-flop.

2. Saturación del transistor Q_1 , TIP 126, con el voltaje de estado bajo del divisor R_2 y R_4 con Q_1 saturado, aplicado en la base del transistor

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Figura 5.3 Circuito de conmutación que permite el paso del voltaje de alimentación.

Los valores de los elementos que permiten la operación del circuito se obtienen a través del siguiente análisis.

$$R_3 = \beta_2 \frac{(V_{BB} - V_{BEON})}{I_{CSAT(min)}} \quad (5-1)$$

$$V_{R4} = \frac{R_4}{R_2 + R_4} V_{EE} \quad (5-2)$$

El voltaje $V_{BB} = 12 - V_{BE} (D_1)$; $V_{BB} = 11.3 \text{ V}$ $\beta_2 = 100$ $I_{CSATmin} = 100 \text{ mA}$

$R_3 = 10.6 \text{ K}$

$V_{R4} = 2.25 \text{ V}$

Cuando se tenga presente un voltaje de estado alto en la salida Q del flip-flop, se saturará el transistor Q_2 , con lo cual se produce un divisor de voltaje formado por R_2 y R_4 , polarizando la base del transistor Q_1 con 2.25 V suficientes para saturarlo y permitir el paso de 16.5 V a su colector. Esta situación tendrá una duración de tiempo determinada por la salida Q en estado alto, lo anterior se logra temporizando la terminal R del flip-flop con una red RC, con la cual utilizando la carga y descarga de su capacitor se controlan los tiempos de programación. A continuación se realiza el análisis de esta situación.

La figura 5.4 muestra el diagrama del circuito RC con un interruptor sw que determina el proceso de carga y descarga, cuando se aplica a la entrada una señal de voltaje DC.

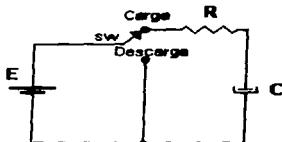


Figura 5.4 Circuito RC utilizado como temporizador.

Cuando se cierra el interruptor sw la fuente de alimentación E establece un flujo de corriente que permite que el capacitor C se cargue, cambiando con esto su voltaje V_c desde un valor nulo hasta un valor final igual a E después de un tiempo determinado. Este comportamiento se expresa analíticamente a través de la función de transferencia de la ecuación 5-3.

$$\frac{V_c(s)}{E(s)} = \frac{1}{RC} \frac{1}{s + \frac{1}{RC}} \quad (5-3)$$

La solución en tiempo real de la función de transferencia esta dada por la ecuación 5-4, y en la figura 5.5 se muestra la respuesta del comportamiento de voltaje V_c en función del tiempo.

$$V_c(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \quad (5-4)$$

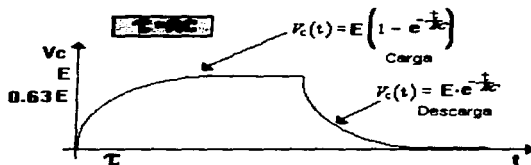


Figura 5.5 Gráfica de la respuesta de carga y descarga del voltaje V_c .

Como se puede observar en la gráfica el voltaje en el capacitor V_c durante la carga, cambia su valor en forma exponencial creciente desde un valor nulo hasta un valor final igual al de la fuente de alimentación E . Otro aspecto importante es el tiempo τ que se expresa en la ecuación 5-5, que se necesita para que V_c alcance un 63.7% de su valor final, el proceso de descarga es similar como se puede observar y esta ocurre cuando se cancela la entrada de alimentación y el capacitor y la resistencia quedan en paralelo. El comportamiento de este circuito permitirá establecer los cambios de voltaje a la entrada R del flip-flop temporizado que controla la saturación de Q_1 y Q_2 . A continuación se explica y analiza esta situación.

$$\tau = RC \quad (5-5)$$

La siguiente tabla muestra el comportamiento del flip-flop RS con compuertas NAND de la figura 5.2.

S	R	Q_{n+1}
0	0	Estado Prohibido
0	1	1 Almacena dato
1	0	0 Almacena dato
1	1	Q_n mantiene dato

Como se puede observar de la tabla de verdad del flip-flop RS asíncrono con compuertas NAND, la salida Q sigue a R y con la combinación $R=1$ $S=1$ se mantiene el dato anterior. Cuando se inicializa el sistema el estado de las entradas es: $S=1$ y $R=0$. Para esta combinación las salidas se encuentran en $Q=0$ y $\bar{Q}=1$, en esta situación el capacitor C_1 se carga a través de la resistencia R_5 en 47 ms aplicando la ecuación 5-6, por lo que después de ese tiempo la condiciones cambian teniendo ahora $S=1$ y $R=1$ por lo tanto se mantiene el dato, solo cuando tengamos presente un estado bajo en S dado que $R=1$ se presentará una salida de estado alto en Q produciendo la saturación del transistor Q_2 con lo que se activará la salida de voltaje de la fuente de alimentación conmutada. Antes de continuar será necesario aclarar la situación por la cual se utilizaron circuitos digitales CMOS, esto fue debido a que la utilización de tecnología TTL hubiera provocado la utilización de una fuente de 5V, por lo cual se decidió por utilizar el circuito 4011, para el cual sus niveles de voltaje para estado bajo y alto están determinados por el voltaje de polarización V_{DD} de los circuitos, como se observa en la figura 5.2. La polarización es con 12 V, esta situación

implica que el estado bajo (0) será tomado con un voltaje menor de 6V y el estado alto (1) con un voltaje mayor de 6V.

Para el circuito de activación y temporización de salida de voltaje de la fuente de alimentación, la condición en la cual se presenta un nivel bajo en forma momentánea en **3**, borne **7** es fundamental ya que por este medio la salida **Q=1** producirá la saturación del transistor Q_2 , en esta situación la salida \bar{Q} tendrá un estado bajo por lo que el capacitor C_1 se descargará a través solo de la resistencia presentada por el potenciómetro P_1 y la resistencia R_6 , debido a que por la resistencia R_5 no se puede producir la descarga por la polarización inversa del diodo D_2 . El tiempo de programación de encendido puede ser modificado haciendo variar la resistencia del potenciómetro, pero el tiempo mínimo esta determinado por R_6 , siendo este de 31 seg. y el tiempo máximo será de 135 seg. determinado por el valor máximo del potenciómetro P_1 , esto aplicando la ecuación 5-5.

Resumiendo la condición de un estado bajo momentáneo en **3** producirá una salida de estado alto en **Q** con lo cual se logrará poner en estado de saturación a Q_2 , permitiendo con esto una saturación del transistor Q_1 , activándose así la salida de voltaje de la fuente de alimentación conmutada en el borne **5**, de la tarjeta de alimentación, que a su vez conecta con el borne **3_L** de la línea principal. Enseguida analizaremos la operación de los circuitos que permiten la situación anterior.

5.2.1 Circuito de activación por pulsado exterior.

El circuito de activación por pulsado exterior, esta constituido por dos transistores conectados en cascada acoplados directamente operando en las regiones de corte y saturación, el primero tiene una configuración de emisor común cuya salida se encarga de saturar al segundo de igual configuración. El circuito tiene como finalidad proporcionar una señal de estado bajo momentáneo en el borne **7** del flip-flop RS asincrono temporizado, para producir un estado alto en su salida **Q**, y de esta forma activar y temporizar el voltaje de alimentación del sistema entregado por la fuente conmutada, esto se logra cuando se oprime el botón de llamada situado en el frente de la telecámara, esta operación es generada cuando el interruptor cierra el circuito con la tierra de alimentación a través de **1_L** como se muestra en la figura 5.6.

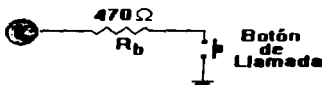


Figura 5.6 Generación de llamada.

Los bornes que maneja el circuito se pueden observar en la figura 5.7 y las señales que maneja se describen a continuación:

1 Por medio de este borne se polariza el circuito con 12 V.

1L En este borne de entrada se presentará el voltaje negativo de alimentación a través del botón de llamada provocando con esto la saturación del transistor Q_3 y Q_4 .

7 Este borne conecta directamente con la entrada S del circuito flip-flop de activación y temporización del voltaje de alimentación del sistema, mientras el transistor Q_4 no se encuentre saturado tendremos presente 12 V en el borne 7 a través de la resistencia R_{12} .

9 A través de este borne se presenta la señal de estado bajo, que alimentará la entrada al circuito generador de la señal de llamada, cuando el transistor Q_4 se encuentra saturado. La operación del circuito es la siguiente.

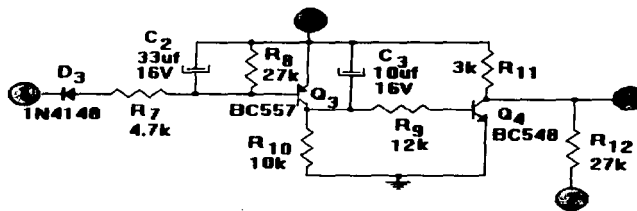


Figura 5.7 Circuito de activación por pulsado exterior.

Cuando el interruptor del botón de llamada se oprime se forma un divisor de voltaje entre las resistencias R_7 , R_8 , D_3 y la resistencia R_b del circuito de llamada de la figura 5.6. El voltaje que se presenta en la base de Q_3 es el de V_{R7} y esta definido por la ecuación 5-6.

$$V_{R7} = \frac{R_8}{R_8 + R_7 + R_b} (V_{EE} - V_{D_{on}}) \quad (5-6)$$

$$V_{EE} = 12 \text{ V}$$

$$V_{D_{on}} = 0.7 \text{ V}$$

$$V_{R7} = 1.65 \text{ V}$$

Con este voltaje de 1.65 V se satura el transistor Q_3 , y sus parámetros quedan definidos por la siguiente ecuación 5-7

$$R_{10} = \frac{V_{EE} - V_{CE_{sat}}}{I_{CSAT_{min}}} \quad (5-7)$$

$$V_{EE} = 12V \quad V_{CE\text{SAT}} = 0.2V \quad I_{CSAT\text{min}} = 100\text{mA}$$

$$R_{10} = 11.2K$$

Esta situación a su vez provocará que el voltaje de estado alto (11.8 V) en el colector del transistor Q_3 sature al transistor Q_4 . El valor necesario de la resistencia R_9 para saturar al transistor Q_4 con $V_{BB} = 11.8V$, esta dado por la ecuación 5-8

$$R_9 = \beta_4 \frac{(V_{BB} - V_{BEON})}{I_{CSAT(min)}} \quad (5-8)$$

$$R_9 = 12K$$

Con todo lo anterior se presenta un nivel bajo en la terminal 7 y 9. Los demás componentes son utilizados con la finalidad de polarizar el circuito y minimizar el ruido que podría provocar un disparo accidental. Con el nivel bajo en el borne 7 se activa la terminal 8 del circuito flip-flop temporizado, con lo cual se presentará un estado alto en su salida que permitirá la salida de voltaje en el borne 5, el cual a su vez polariza los circuitos de audio de la telecámara y de video del monitor.

5.2.2 Circuitos de activación por pulsado interior y descolgado de auricular.

Con este circuito se permitirá adiconar al funcionamiento tradicional de videoportero la posibilidad de poder permitir al usuario activar la operación del sistema sin tener que recibir el pulsado exterior por parte de un visitante con su señal auditiva correspondiente, esto se logra de dos formas:

1. Oprimiendo internamente un botón colocado en el monitor, que activa el sistema para permitirle darle un uso al sistema puramente de monitoreo para cuestiones de seguridad, pero además esta modalidad de funcionamiento permite al usuario volver a activar el sistema cuando por determinadas circunstancias se termina el tiempo de programación de encendido, sin tener que pedirle al visitante que oprima nuevamente el botón como sucedía en el sistema anterior.
2. Esta segunda posibilidad de activación se produce con el descolgado de auricular del monitor, y su uso esta enfocado básicamente a utilizar el canal auditivo para transmitir un mensaje con monitoreo de la imagen, a personas que sean ajenas a la residencia.

El diagrama del circuito se muestra en la figura 5.8, el circuito básicamente está constituido por un inversor y una red RC conectada a su salida. A continuación se describen los bornes con las distintas señales que maneja para su operación:

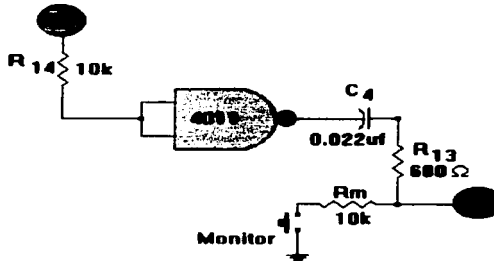


Figura 5.8 Circuito de activación por pulsado interior y descolgado.

4 Este borne maneja la señal de entrada al circuito, en el se presenta un voltaje de 12 V, a través del interruptor de descolgado de auricular, ya que su polo se encuentra directamente conectado con la salida del regulador 7812.

7 Por medio de este borne de salida se da la señal de activación de estado bajo a la terminal **S** del circuito flip-flop de activación y temporización de voltaje de alimentación al sistema. El funcionamiento del circuito es el siguiente:

Teniendo en cuenta que la situación que permitirá cambiar la salida **Q** de un estado bajo a un estado alto en el circuito de activación y temporización, teniendo $R=1$ es colocando momentáneamente un estado bajo en **S**, esto se realizó colocando un circuito inversor al interruptor de descolgado de auricular, cuando se descuelga el auricular se tienen presente a través de R_{14} un voltaje de 12V, lo cual es reconocido como una señal de estado alto por el inversor implementado con una compuerta NAND puenteada en sus entradas, esta situación genera una salida de estado bajo a la salida del inversor teniendo un potencial bajo en dicha salida, con esto se cierra un circuito RC formado por R_{11} , R_{12} , R_{13} y el capacitor C_4 . El circuito equivalente generado en esta situación se muestra en la figura 5.9, como se puede observar en el circuito el capacitor se carga a través de la resistencia equivalente determinada por la ecuación 5-9.

$$R_{EQ} = R_{11} + R_{12} + R_{13} \quad (5-9)$$

$$R_{EQ} = 30.68K$$

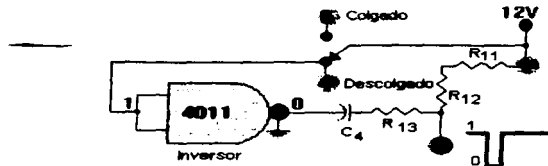


Figura 5.9 Circuito de activación por descolgado alimentado.

Con el valor de la resistencia equivalente y aplicando la ecuación 5-5 el capacitor se carga en 0,65 mseg, el voltaje de estado bajo en S se presenta solo por un instante, y después de este tiempo $S=1$ como se muestra en el diagrama de tiempos de la figura 5.10. La situación anterior es posible debido a que el voltaje sentido para alimentar el borne 7, es tomado de la resistencia R_{13} , al cargarse el capacitor de esta manera también se permite que aunque se deje descolgado por un tiempo indeterminado el auricular solo se tiene presente instantáneamente un estado bajo en S , a pesar de que la salida del inversor permanezca en estado bajo, es necesario hacer la observación de que cuando se presenta el estado bajo en S después se tendrá un estado alto con lo cual $S=1$ y $R=1$, pero esta situación permite mantener la salida Q en alto y \bar{Q} en bajo con lo cual se iniciará la descarga del capacitor C , hasta un voltaje de 5.9V.

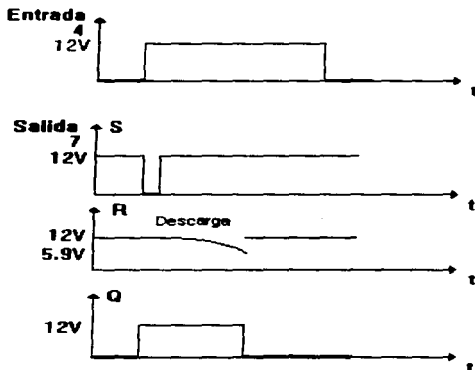


Figura 5.10 Diagrama de tiempos para la activación por descolgado de auricular.

La operación del circuito por pulsado interior es bastante sencilla como se puede observar en el circuito de la figura 5.8, cuando es pulsado el botón de monitor se presenta un divisor de voltaje entre las resistencias R_m , R_{11} y R_{12} , el voltaje alimentado al borne 7 es tomado de la resistencia R_m , y esta determinado por la ecuación 5-10.

$$V_{R_m} = \frac{R_m}{R_m + R_{11} + R_{12}} \cdot V_{CC} \quad (5-10)$$

$$V_{CC} = 12V$$

$$V_{R_m} = 3V$$

El voltaje de 3V en el borne S (nótese que es indistinto S y el borne 7), es tomado como un voltaje de estado bajo que determina el cambio de estado en el circuito flip-flop de activación y temporización del voltaje de alimentación del sistema.

5.2.3 Circuito de desactivación por colgado de auricular.

Este circuito se muestra en la figura 5.11, y su función principal es provocar una descarga más rápida del capacitor C_1 del circuito de activación y temporización del voltaje de alimentación del sistema en dos situaciones distintas de operación.

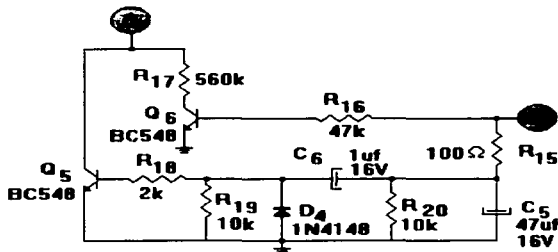


Figura 5.11 Circuito de desactivación por descolgado de auricular.

Las dos situaciones en las que se presenta una descarga más rápida son las siguientes:

- Cuando el sistema es activado y no es contestada la llamada.
- Cuando se cuelga el auricular una vez que fue contestada la llamada.

Esta descarga más rápida provoca que los tiempos de activación sean distintos y acordes a cada situación de operación. Los bornes y señales que maneja el circuito se describen a continuación:

● Este borne se conecta directamente con el interruptor de descolgado de auricular, cuando el auricular se encuentra colgado tendremos presente 12V, y si el auricular se encuentra descolgado no se presentará voltaje.

● Este borne se conecta directamente a la terminal R del circuito flip-flop de activación y temporización de salida de voltaje de alimentación, a través del cual se presentará una descarga más rápida del capacitor C₁.

El funcionamiento y análisis del circuito es el siguiente:

Cuando el auricular esta colgado el transistor Q₆ se encuentra polarizado con 12V a través de los bornes ● en su colector y ● en su base, esto provoca que se encuentre en estado de saturación, y el valor de la resistencia de base R₁₆ que permite esta situación esta dado por la ecuación 5-11.

$$R_{16} = \beta_6 \frac{(V_{BB} - V_{BEON})}{I_{CSAT(min)}} \quad (5-11)$$

$$R_{16} = 10K$$

Lo anterior provoca que cuando es activado el sistema y no es contestada la llamada el capacitor C₁ se descargue a través de la resistencia equivalente generada por el paralelo de R₁₆ y la resistencia en serie del potenciómetro P₁ y R₆, esto varia el tiempo de encendido del sistema, ya que el tiempo será mínimo si no se encuentra nadie para contestar, este tiempo mínimo se obtiene cuando el potenciómetro P₁ se encuentra en su valor nulo y el paralelo solo es generado por R₁₆ y R₆ y se define por la ecuación 5-12.

$$R_{P,1R} = \frac{R_{16} \cdot R_6}{R_{16} + R_6} \quad (5-12)$$

$$R_{PAR} = 307K$$

Con este valor de resistencia y aplicando la ecuación 5-5 el tiempo que permanece el sistema encendido sin contestación de llamada por posible ausencia del residente es de 15 seg.

La segunda situación de descarga rápida C₁ se presenta cuando el sistema es activado y se contesta la llamada, bastará con colgar el auricular para que el sistema se apague y no tenga que transcurrir todo el tiempo de programación de encendido del sistema. Lo anterior

se presenta cuando se satura el transistor Q_5 , con el colgado del auricular una vez que se contesta la llamada y la descarga del capacitor C_1 se realiza directamente a tierra.

5.2 Circuito generador de llamada / alarma.

La operación de este circuito tiene tres aspectos importantes que cumplir en la operación del sistema que son:

1. Generar una señal de audio tipo ding-dong para anunciar la llamada del visitante.
2. Generar una señal de audio oscilante para indicar la activación del sistema de alarma. Proporcionar una salida de voltaje de 2.2V, utilizada como señal de control para habilitar la operación del circuito amplificador de audio, durante el tiempo que se mantenga activada la señal de llamada o de alarma. El diagrama del circuito se presenta en la figura 5.12, en donde se observa la utilización de un circuito integrado HT-2820D. Los bornes y señales de control que utiliza en su operación son los siguientes:

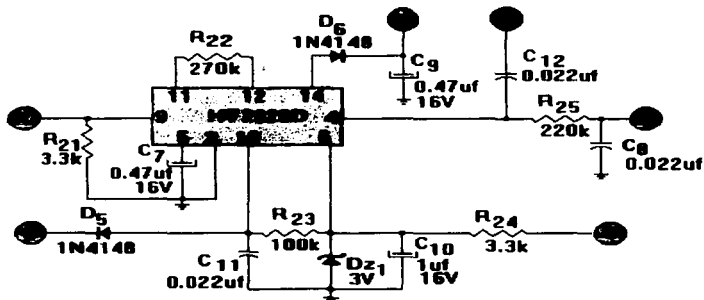


Figura 5.12 Diagrama del circuito generador de la señal de llamada/alarma.

- 1 A través de este borne se proporciona la alimentación al circuito.
- 9 Este borne es de entrada y por el se deberá presentar una señal de control de estado bajo que indicará al circuito la inicialización de funcionamiento para generar la señal de llamada.
- 10 En este borne de entrada se presentará la señal de control de 2.5V para indicar la activación de la señal de alarma.

11 En este borne de salida se presentará una señal de 2.5V, únicamente durante el intervalo de tiempo que se active la señal de llamada o de alarma, que servirá para habilitar la entrada de audio al circuito amplificador de la etapa posterior.

12 Salida de la señal de llamada/alarma que se alimenta al circuito de audio Tx del monitor para mandar la señal a la telecámara para que sea escuchada por el visitante y de esta forma sepa que su llamada fue anunciada.

13 Salida de la señal de llamada/alarma que será alimentada al circuito amplificador para ser escuchada en el monitor a través de su bocina. La forma de onda de estas señales con sus características se observa en la figura 5.13.

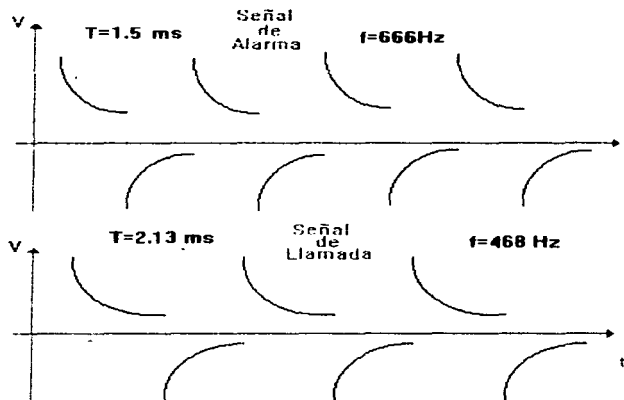


Figura 5.13 Señal de llamada y alarma a la salida de circuito HT2820D.

La frecuencia de la señal de llamada y alarma esta determinada por un red RC externa, y se calcula con la ecuación 5-13.

$$f = \frac{1}{1.03 \cdot RC} \quad (5-13)$$

Señal de Llamada

$$\begin{aligned} R &= R_{23} = 100K \\ C &= C_{11} = 0.022\mu f \\ f_{\text{Llamada}} &= 468 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

Señal de Alarma

$$\begin{aligned} R &= R_{21} = 3.3K \\ C &= C_7 = 0.47\mu f \\ f_{\text{Alarma}} &= 666 \text{ Hz} \end{aligned}$$

8.3 Circuito amplificador de señal de llamada / alarma.

El circuito amplificador de señal de llamada/alarma es utilizado para proporcionar la ganancia adecuada para tener una señal con un nivel de audio necesaria para ser escuchada cuando a sido activada. El diagrama del circuito se presenta en la figura 5.14, como se puede observar el amplificador utilizado es el circuito integrado LM386, que es básicamente un circuito analógico amplificador con 1 watt de máxima de ganancia.

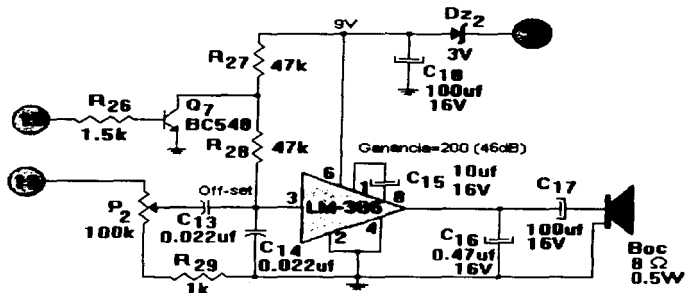


Figura 6.14 Diagrama del circuito amplificador de la señal de llamada/alarma.

El LM386 es un amplificador de potencia diseñado para usarse en aplicaciones con bajo voltaje. La ganancia es internamente puesta a 20 (26dB), pero la utilización de un capacitor externo entre sus terminales 1 y 8 la incrementan hasta un valor de 200 (46dB). Las características más importantes del LM386 son:

- Operación con batería.
- Partes externas mínimas.
- Amplio intervalo de suministro de potencia.
- Baja corriente de drenaje.
- Ganancia de voltaje de 20 a 200.
- Baja distorsión.

Las aplicaciones más comunes del amplificador son:

- Amplificadores de radio AM-FM.
- Interfones e intercomunicadores.
- Sistemas de sonido de T.V.
- Amplificadores para servomecanismos pequeños.

El circuito maneja los siguientes bornes para su funcionamiento:

1 Este borne de entrada permite proporcionar la polarización de 12 V, este voltaje de alimentación es pasado por el diodo zener Dz_2 de 3V y el capacitor C_{18} , con lo cual tendremos 9V regulados y filtrados para alimentar el circuito integrado LM386 en su pin 6.

11 A través de este borne se proporciona una señal de 2.2V a la resistencia R_{26} por parte del circuito generador de la señal de llamada/alarma, para saturar el transistor Q_7 únicamente durante el tiempo que permanece activada la señal de llamada o de alarma, esta situación permite operar al amplificador solo cuando se tiene la presencia de cualquiera de las dos señales, mientras el amplificador permanece en estado de inhibición.

13 Por medio de este borne se alimenta la señal de audio al amplificador, antes de esto la señal de audio pasa por un filtro paso altas formado por el potenciómetro P_2 y el capacitor C_{13} , el potenciómetro es utilizado para regular la cantidad de señal que se alimenta al amplificador.

El análisis del circuito es el siguiente. Con un capacitor de 10 μ f entre las terminales 1-8 la ganancia es de 200 (46dB). Cuando en el borne **11** no se tiene presente el voltaje de control de 2.2V, la entrada del amplificador se encuentra con un nivel de offset de 9V, con lo cual la salida es nula. Por el contrario cuando se tiene presente el voltaje de control (solo cuando existe señal de llamada o alarma), el transistor Q_7 se encuentra en saturación y el nivel de offset a la entrada del amplificador es nulo, el valor necesario de la resistencia R_{26} que permite el flujo de corriente de base para la saturación se obtiene a través de la ecuación 5-14.

$$R_{26} = \beta_7 \frac{(V_{BB} - V_{BEON})}{I_{CSAT(min)}} \quad (5-14)$$

$$V_{BB} = 2.2V$$

$$\beta_7 = 100$$

$$I_{CSAT(min)} = 100 \text{ mA.}$$

$$R_{26} = 1.5K$$

5.4 Circuito de activación de alarma temporizado.

El sistema de activación de alarma, es una función adicional que se ha añadido al videoportero y rompe con el esquema clásico de funcionamiento de estos sistemas. Esta función es posible gracias a la versatilidad de operación del circuito integrado HT2820D, utilizado en la generación de la señal de llamada/alarma, el cual es capaz de proporcionar

dos tonos con características distintas como ya se vio con anterioridad. Como se indicó el circuito disparará una señal de alarma en el momento que se encuentre presente una señal de control de 2.2V en el borne 10 del circuito generador de la señal de llamada/alarma, posteriormente indicaremos la forma en la cual ocurrirá esta situación, en este momento enfocaremos nuestro análisis a la operación del circuito que proporcionará la señal de indicación de que el sistema está "armado" (término utilizado en alarmas para indicar que el sistema está listo para detectar una violación). El circuito se observa en la figura 5.15 y su diagrama corresponde a un circuito flip-flop RS asíncrono que responde a flancos de subida debidos a la carga de los capacitores C_{19} en R y C_{20} en S, para evitar disparos del circuito por ruido, este circuito en general tiene la función de trabajar como celda de memoria para retener información binaria procedente del interruptor de operación, el cual condiciona el funcionamiento del circuito, es decir determinará los valores lógicos en sus bornes de salida, el adjetivo de temporizado responde a la característica que tiene el circuito de permitir al usuario poder violar la alarma en un intervalo de tiempo determinado sin que esta se dispare.

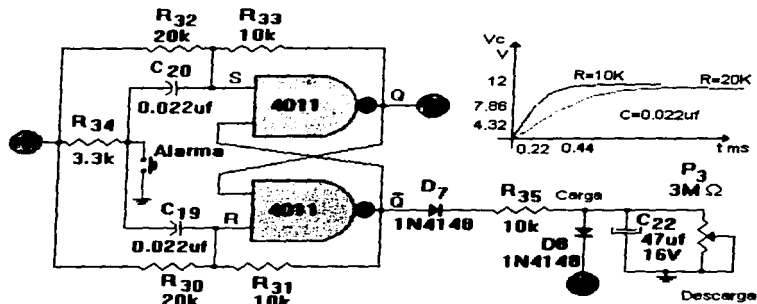


Figura 5.15 Diagrama del circuito de activación de alarma.

El circuito para su operación cuenta con los siguientes bornes:

1 En este borne se proporciona el voltaje de polarización de 12V para alimentar los circuitos RC que determinan el valor de las entradas RS del circuito flip-flop.

14 Este borne de salida corresponde a la señal de control que determina la condición de operación del circuito, y que será utilizada en el circuito oscilador generador de la señal de encendido/alarma, teniéndose dos situaciones posibles que son las siguientes:

1. Si la señal de salida es de un 0 lógico, la operación del oscilador quedará inhibida, con lo cual su salida se encontrará en un estado bajo estable, lo cual genera que el LED indicador permanezca encendido, indicando así que el sistema de alarma no se encuentra armado, y el sistema se encuentra en operación normal.
2. Si la señal de salida es de un 1 lógico, la operación del oscilador quedará habilitada, con lo cual su salida se encontrará en estado inestable, conmutando de estado bajo a alto, lo cual genera que el LED indicador permanezca un forma intermitente, indicando de esta forma que el sistema de alarma se encuentra armado.

15 A través de este borne de salida se proporciona el tiempo requerido por el usuario para poder violar los interruptores magnéticos sin que la señal de alarma sea activada, una vez que el sistema fue armado, esto es posible al voltaje almacenado en el capacitor C_{22} del circuito que se carga a través de la resistencia R_{36} cuando la salida \bar{Q} se encuentre en estado alto, el voltaje de la descarga del capacitor ocurre a través del potenciómetro P_3 cuando la salida \bar{Q} se encuentra en estado bajo (sistema de alarma armado) pasa a través del diodo D_8 y permite alimentar un valor de 1 lógico a la entrada del inversor del circuito anclador de activación de alarma, para seguir manteniendo un estado bajo a la salida aunque el interruptor magnético se encuentre abierto, es importante aclarar que el tiempo podrá programarse por medio del valor de resistencia seleccionada en el potenciómetro P_3 .

Por todo lo anterior la operación básica del circuito es proporcionar y almacenar un estado lógico a su salida, que determinará la condición de operación del circuito. En la inicialización del sistema se tiene la salida Q en estado alto, con lo cual el oscilador comenzará a operar. Cuando se oprime el botón de alarma el estado de S y R cambia a alto y bajo respectivamente como se observa en la gráfica de la figura 5.15, conmutando su salida $Q = 0$ y $\bar{Q} = 1$, con esto la alarma se desactiva y el oscilador deja de operar. Para activar la alarma se realiza la misma operación solo que ahora la conmutación de estados es invertida.

5.5 Circuito anclador de activación de alarma.

Este circuito permite al sistema que el funcionamiento de la alarma una vez que fue activada no pueda interrumpirse cerrado nuevamente el interruptor magnético que ha sido abierto. Básicamente el circuito como puede verse en la figura 5.16 es un circuito inversor anclado por un divisor de voltaje derivado de la operación en saturación del transistor Q_8 como veremos más adelante. Los bornes de conexión se indican en seguida.

1 Por medio de este borne se encuentran presentes 12 V en el interruptor magnético, teniendo con esto una entrada de estado alto en el inversor con lo cual su salida de estado bajo no activará la alarma, mientras el interruptor magnético se mantenga cerrado.

10 Este borne de salida presentará un voltaje de 2.2V, cuando la salida del inversor se encuentre en estado alto (12V), debido a que la resistencia R_{40} y R_{21} forma un divisor de voltaje, en tal situación este voltaje es el necesario para seguir manteniendo activada la alarma.

15 A través de este borne se permitirá que el voltaje de entrada del inversor se mantenga en un estado alto, aunque el interruptor magnético se encuentre abierto, esto es posible solo durante el tiempo que la descarga del capacitor C_{22} del circuito de activación de alarma se mantiene en un valor de voltaje mayor de 6V.

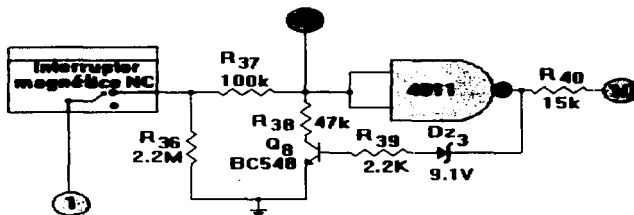


Figura 5.16 Circuito anclador de activación de alarma.

Como se indico al principio la finalidad del circuito es seguir proporcionando la señal de control que activa la señal de alarma, una vez que algún interruptor fue abierto y después es cerrado. Esto se logra debido a que cuando se abre el interruptor magnético, se presentará una señal de estado bajo en la compuerta NAND puenteadas que opera como inversor, esta situación genera una salida de 12V en la resistencia R_{40} con lo cual se proporciona el voltaje de 2.2V que activa la alarma, por la operación del divisor de voltaje formado con R_{21} , a su vez el diodo zener Dz_3 quedará polarizado en inversa saturando de esta manera al transistor Q_8 , en el momento que se cierre nuevamente el interruptor magnético, ya que la polarización al colector del transistor se presentara con el voltaje de 12V a través de la resistencia R_{37} , debido a que en el borne 15 no tenemos voltaje por la descarga total del capacitor C_{22} , con la saturación del transistor se presentara un divisor de voltaje en las resistencias R_{37} y R_{38} teniendo a la entrada del inversor un voltaje de 3.8V suficientes para mantener esta entrada en estado bajo, aunque se mantenga cerrado el

interruptor magnético. El valor de la resistencia R_{39} necesario para saturar al transistor Q_3 cuando la salida del inversor es de 12V esta dado por la ecuación 5-15.

$$R_{39} = \beta_R \frac{(V_{BB} - V_{BEON})}{I_{CSAT(min)}} \quad (5-15)$$

$$V_{BB} = 3V$$

$$R_{39} = 2.2K$$

El divisor de voltaje formado por la saturación del transistor Q_3 se define por la ecuación 5-16, el voltaje de la resistencia R_{38} ancla la entrada a un estado bajo aunque el interruptor magnético se cierre.

$$V_{R38} = \frac{R_{38}}{R_{38} + R_{37}} V_{CC} \quad (5-16)$$

$$VR_{38} = 3.86V$$

5.6 Circuito oscilador generador de la señal de encendido / alarma.

La operación de este circuito oscilador con compuertas NAND de tecnología CMOS permite generar la señal de encendido/alarma, y observar con ello el estado de operación del sistema, para el cual tendremos tres situaciones diferentes, las cuales serán posibles visualizar a través de la señal luminosa del LED indicador, estas situaciones son las siguientes:

1. LED indicador apagado, el sistema no se encuentra en funcionamiento, ya sea por falta de alimentación de la red o el interruptor Encendido/Apagado esta abierto.
2. LED indicador encendido, el sistema se encuentra en estado de operación normal, es decir esta listo para anunciar la llamada externa y proporcionar la imagen del visitante, con el canal auditivo cerrado.
3. LED indicador encendido con señal intermitente, el sistema se encuentra listo para su operación normal, pero además el sistema de alarma esta activado, por lo cual si alguno de los interruptores magnéticos es violado la señal de alarma se activará.

La operación del LED depende de la señal de control que reciba del circuito oscilador generador de la señal de encendido/alarma. Este oscilador CMOS tiene las principales ventajas:

- Arranque garantizado.
- Estabilidad con respecto a variaciones de la fuente de alimentación.
- Funcionamiento en un amplio rango de tensiones de alimentación (3V a 15V).
- Generación de frecuencias bajas desde 1Hz a 15 Mhz.
- Bajo consumo de potencia.

Este circuito lo observamos en la figura 5.17, los bornes que maneja son los siguientes:

1 Por medio de este borne se proporciona una polarización de 12V, a la resistencia R_{41} y al LED.

14 Este borne de entrada maneja la señal digital de control que determina la condición de operación del circuito. Esta señal es proporcionada por la salida **Q** del flip-flop del circuito de activación de alarma temporizado, las dos posibles situaciones son las siguientes:

- Si la señal de entrada se encuentra en estado bajo (0), el circuito se encuentra en una operación con salida Q_3 estable en estado bajo (no hay oscilación), y el LED se permanece encendido
- Si la señal de entrada se encuentra en estado alto (1), el circuito se encuentra en una operación con salida Q_3 inestable entre estado bajo y alto (hay oscilación), y el LED permanece operando en forma intermitente.

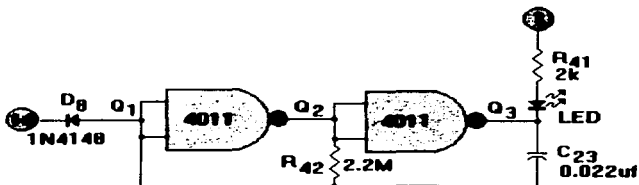


Figura 5.17 Circuito oscilador generador de la señal de encendido/alarma.

La operación del circuito es la siguiente. Cuando se tiene presente una señal de estado bajo (0 lógico) en el borne 14, proporcionada por el circuito de activación de alarma, está pasara a través del diodo D_8 con lo cual se fija un 0 lógico en la entrada Q_1 , provocando con esto que Q_2 y Q_3 se encuentren en 1 y 0 lógico respectivamente, permaneciendo estos valores sin ningún cambio, al mantenerse la salida Q_3 en estado bajo el LED permanecerá

encendido indicando una operación normal del sistema, es decir el sistema de alarma no se encuentra armado.

Por el contrario cuando la señal de entrada en el borne 14 tenga un valor de estado alto, esta señal será bloqueada por el diodo D_8 con lo cual el circuito tendrá una oscilación natural, debida a la conmutación de estados provocada por la carga y descarga del capacitor C_{23} de la red RC de realimentación. Suponiendo que inicialmente se encuentre la entrada del circuito Q_1 en 0 lógico las salidas Q_2 y Q_3 permanecerán en 1 y 0 lógicos respectivamente, en esta situación el capacitor C_{23} comenzará a cargarse a través de la resistencia R_{42} , cuando la carga del capacitor sobrepase 6V las condiciones de entrada conmutaran su situación presentándose con esto que ahora Q_1 se encuentre en estado bajo y las salidas Q_2 y Q_3 en 0 y 1 lógicos respectivamente con lo cual la operación de carga del capacitor se invierte a descarga conmutando nuevamente las condiciones de entrada como al principio esta situación provocara que la salida en Q_3 sea prácticamente una señal de onda cuadrada como se observa en la figura 5.18, para la cual sus tiempos T_{on} , T_{off} y frecuencia están determinados por las ecuaciones 5-17, 5-18 y 5-19.

$$T_{on} = 1.38RC \quad (5-17)$$

$$T_{off} = 1.03RC \quad (5-18)$$

$$f = \frac{1}{2.41RC} \quad (5-19)$$

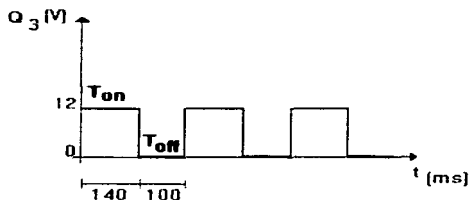


Figura 5.18 Forma de onda de la señal de salida del circuito oscilador habilitado.

5.7 Sistema de activación de contrachapa eléctrica.

El sistema de apertura de puerta automática, consiste en la conexión de una contrachapa eléctrica en el marco de la puerta la cual al ser activada por un voltaje de $16V_{AC}$ libera el vástago de la chapa permitiéndole a este su libre movimiento, este sistema

es sin lugar a dudas el más empleado en la operación clásica de los videopereros y sistemas de interfón, pero que como veremos en el capítulo siguiente este sistema es susceptible de modificación. Por el momento nos ocuparemos del estudio del sistema de contrachapa eléctrica. El sistema consiste básicamente en dos circuitos, los cuales los denominaremos como:

1. Sistema transmisor de activación de contrachapa eléctrica, colocado en el monitor.
2. Sistema receptor de activación de contrachapa eléctrica, colocado en la telecámara.

El circuito transmisor de activación de contrachapa eléctrica se muestra a continuación en la figura 5.19.

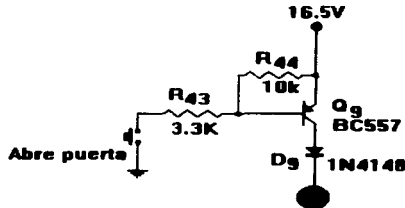


Figura 5.19 Circuito transmisor de activación de contrachapa eléctrica.

El circuito básicamente consiste de un transistor operando en corte y saturación para realizar la función de un interruptor, el cual deberá permitir el paso del voltaje de 16.5V conectado en su emisor a su colector, con la pulsación del botón de abertura de puerta colocado en el monitor. Cuando el interruptor es pulsado se establece un circuito divisor de voltaje entre las resistencias R_{43} y R_{44} , el voltaje de la resistencia R_{43} es alimentado a la base del transistor Q_9 y esta determinado por la ecuación 5-20.

$$V_{R_{43}} = \left(\frac{R_{43}}{R_{43} + R_{44}} \right) \cdot V_{EE} \quad (5-20)$$

$$V_{R_{43}} = 4V$$

Este voltaje en la base del transistor Q_9 es suficiente para saturar el transistor y colocar el voltaje de 16.5V en el colector del transistor, después este voltaje pasará a través del diodo D_9 y será transmitido al circuito receptor de activación de contrachapa eléctrica por la línea 1L.

El circuito receptor de activación de contrachapa eléctrica se muestra en la figura 5.20, este circuito tiene dos aspectos principales de operación que son los siguientes:

1. Al recibir la señal de control de estado alto (15.8V) deberá de poner en estado de saturación el transistor Q10, para de esta forma energizar la bobina del relevador con lo cual se cierra el contacto NA y así alimentar la contrachapa eléctrica con 16V_{AC}.
2. El segundo aspecto importante del funcionamiento del circuito es el referente a mantener activada la contrachapa eléctrica durante un tiempo aproximado de 3 seg, sin que se tenga que estar manteniendo oprimido el botón de apertura de puerta, esto es posible a que en el momento en que se pulsa dicho botón momentáneamente el capacitor C₂₄ se carga a través de la resistencia R₄₅ hasta un voltaje de 12V, después esta carga almacenada es utilizada para saturar el transistor Q₁₀ hasta que el capacitor se descargue a través de R₄₆.

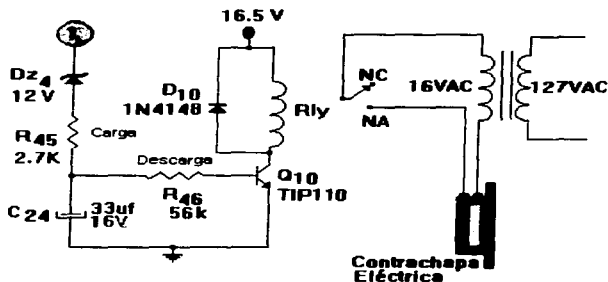


Figura 5.20 Circuito receptor de activación de contrachapa eléctrica.

El análisis del circuito es el siguiente: La carga del capacitor C₂₄ durante la pulsación momentánea se tiene que realizar casi en forma instantánea, esto queda determinado por la resistencia R₄₅, aplicando la ecuación 5-5 la carga del capacitor se realiza en 89 mseg

El valor de la resistencia de base R₄₆ necesaria para drenar la corriente mínima para saturar al transistor Q₁₀, esta definida por la ecuación 5-21.

$$R_{46} = \beta_{10} \frac{(V_C - V_{BEON})}{I_{CSAT(min)}} \quad (5-21)$$

Como se puede ver en la ecuación 5-5 R_{46} depende del voltaje de descarga del capacitor V_c , el cual desciende de 12V a 0V por lo cual tomaremos un valor crítico para garantizar la saturación del transistor con la descarga.

$$V_c = 3V$$

$$\beta_{10} = 10000 \text{ (Transistor Darlington)}$$

$$I_{CSATmin} = 0.4A$$

$$R_{46} = R = 56K$$

Para determinar el tiempo que durará activado el circuito es necesario recordar que la corriente de base es igual a la corriente de descarga del capacitor I_c y está tiene un comportamiento exponencial decreciente expresado por la ecuación 5-22

$$I_c(t) = \frac{V_{DZA}}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad (5-22)$$

Aplicando en la ecuación 5-22 el valor de la corriente de base mínima de saturación determinada por 5-23.

$$I_{BSATmin} = \frac{I_{CSATmin}}{\beta_{10}} \quad (5-23)$$

Por lo tanto tenemos que el tiempo de activación de la contrachapa eléctrica esta determinado por la ecuación 5-24.

$$t = -RC \cdot \ln\left(\frac{I_{BSATmin} \cdot R}{V_{DZA}}\right) \quad (5-24)$$

$$I_{BSATmin} = 0.04mA$$

$$t = 3.1 \text{ seg.}$$

5.8 Circuito de iluminación infrarrojo.

Uno de los aspectos negativos del anterior sistema de videoportero, es el relacionado con el funcionamiento del circuito de vídeo en condiciones nocturnas, ya que para presentar una imagen buena se tenía que hacer uso de dos lámparas auxiliares de 24V de 15 watts, las cuales representaban una excesiva carga para la fuente de alimentación, por consumir demasiada potencia, pero en algunas ocasiones críticas de iluminación las lámparas auxiliares no satisfacían las condiciones mínimas de luz para la operación adecuada de la

cámara, por lo cual se tenía que hacer uso de una iluminación de mayor intensidad, derivando lo anterior en mayores costos de instalación, operación y mantenimiento.

Esta situación se resuelve haciendo uso de un circuito de iluminación que utilice diodos emisores de infrarrojo (IRED) de Arseniuro de Galio (GaAs), como el que se muestra en la figura 5.21. La longitud de onda de la señal luminosa emitida por IRED de $0.9 \mu\text{m}$, es detectada por la sensibilidad luminosa de la cámara de video CCD. Los IRED's son colocados lateralmente con respecto a la cámara, para permitir un ángulo de incidencia luminosa máximo, los parámetros de operación del IRED NTE 3028 utilizado se muestran en la siguiente tabla.

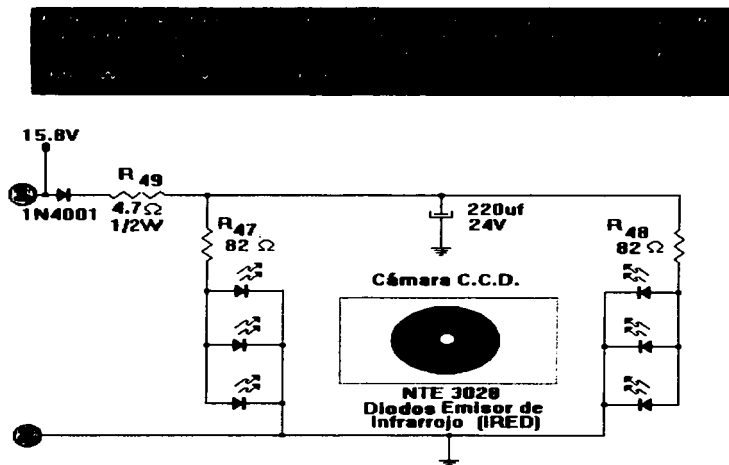


Figura 5.21 Circuito de iluminación del sistema.

La corriente total I_T que consumirá el sistema de iluminación es 0.3A y el voltaje al cual estarán sometidos los IRED'S es de 1.0V, la caída de tensión en la resistencia R_{49} esta definida por la ecuación 5-25.

$$V_{R_{49}} = R_{49} I_T \quad (5-25)$$

$$V_{R49} = 1.41V$$

Por lo tanto la tensión de las resistencias R_{47} y R_{48} es el voltaje de alimentación en el borne 3_L menos las caídas de tensión en cada uno de los elementos como se expresa en la ecuación 5-26.

$$V_{R47} = V_{R48} = V_{3L} - V_D - V_{R49} - V_{IRED} \quad (5-26)$$

$$V_{R47} = V_{R48} = 12.69V$$

El valor de la resistencia R_{47} queda definido por la ecuación 5-27.

$$R_{47} = 2 \frac{V_{R47}}{I_T} \quad (5-27)$$

$$R_{47} = 84.2 \Omega$$

CAPITULO 6**DESARROLLO DE LA FUENTE
DE
ALIMENTACION**

En este capítulo se presentará el estudio, análisis y diseño de la fuente de alimentación y las principales causas por las cuales se decidió por el uso de una fuente de alimentación del tipo conmutada, no sin antes presentar un estudio de los principales tipos de convertidores DC-DC, así como de las principales estructuras y topologías de las fuentes conmutadas conectadas a la red de $127V_{AC}$, que se tuvieron presentes para el diseño de la fuente. Por último se realizará el diseño de los circuitos de cada una de las etapas de las cuales esta conformada una fuente conmutada, presentando un aspecto cualitativo y cuantitativo del funcionamiento de los circuitos. Al final se presenta el circuito completo de la fuente conmutada con cada una de sus etapas y respectivos valores de los elementos.

6.1 Introducción.

La reciente crisis energética ha estimulado la demanda de rendimientos más elevados en todos los aspectos de nuestra economía, y los sistemas electrónicos no podrían ser la excepción. Esta situación a obligado a replantear las técnicas de diseño utilizadas en la construcción de fuentes de alimentación. Durante mucho tiempo los métodos analógicos han competido con los digitales en la resolución de problemas complejos de procesamiento de señales. Controles de velocidad para motores, tacómetros, temporizadores, y muchas otras funciones antes consideradas analógicas han sido invadidas por soluciones digitales. Del mismo modo también las fuentes de alimentación típicamente lineales tienen su contrapartida digital las S.M.P.S. (Switched Mode Power Supply), Fuentes de Poder de Modo Conmutable, o simplemente Fuentes Conmutadas. Sin lugar a dudas la utilización de técnicas digitales en el área de diseño de fuentes de alimentación ha venido a mejorar enormemente el funcionamiento y eficiencia de las fuentes de alimentación en los sistemas electrónicos. En las fuentes conmutadas el voltaje de salida V_o es función del voltaje de entrada V_d y de la relación existente entre el tiempo de encendido T_{on} y el periodo T ($T_{on}+T_{off}$), denominado ciclo de trabajo d de la onda cuadrada utilizada como señal de control en el circuito conmutador que proporciona los pulsos de conmutación para cortar y saturar el transistor utilizado como elemento conmutador. La tabla 6a muestra una comparación de las principales características que existen entre las fuentes lineales y las fuentes conmutadas.



ESPECIFICACIONES	LINEALES	CONMUTADAS
REGULACIÓN DE LÍNEA	100%	100%
REGULACIÓN DE CARGA	100%	100%
RIZO DE SALIDA	100%	100%
INTERVALO DE VOLTAJE DE ENTRADA	100%	100%
EFICIENCIA	100%	100%
DENSIDAD DE POTENCIA	100%	100%
TIEMPO DE RECUPERACION	100%	100%
TIEMPO DE ESTABILIZACION	100%	100%

Como se puede observar, las fuentes lineales superan en varios aspectos a las fuentes conmutadas pero en lo referente a eficiencia y tamaño las fuentes conmutadas superan

ampliamente a sus contrincantes. La elevada eficiencia presentada por las fuentes conmutadas es producto de la operación intermitente de su regulador no disipativo, ya que éste funciona con un dispositivo de control ON-OFF, que permite a la fuente hacer transferencia de energía en una forma más óptima. En lo que respecta al intervalo de voltaje de entrada que permiten ambas fuentes, también las fuentes conmutadas son el doble de tolerantes. Sin embargo es importante hacer notar que en otros aspectos las fuentes conmutadas son superadas por las lineales, un ejemplo claro es el rizo de voltaje de salida, así como la regulación de carga. Pero en la medida que se desarrollen nuevos dispositivos semiconductores capaces de operar a intervalos de frecuencia más elevados y su capacidad de potencia se vea incrementada, las fuentes conmutadas estarán mejor preparadas para competir con las fuentes lineales en todos los campos de aplicación.

6.2 Aspectos generales del convertidor DC-DC de las S.M.P.S.

Los inconvenientes que presentan los tipos convencionales de regulador en serie y en paralelo de las fuentes lineales, (Reguladores Disipativos) son:

- La necesidad de incorporar un transformador reductor de tensión grande y caro que funcione a la frecuencia de la red.
- Que la potencia se disipa continuamente en el dispositivo regulador, (generalmente un transistor) y cuando la disipación de potencia del transistor sea considerable, se obtienen en muchos casos un rendimiento de tan solo 50%.

En el diseño de fuentes conmutadas estos inconvenientes son eliminados haciendo uso de los convertidores DC-DC, por medio de los cuales un voltaje elevado de DC producto de la rectificación y filtrado directo del voltaje de AC de línea es reducido a un voltaje DC de bajo nivel, en esta situación no será necesario la utilización de un transformador reductor. Por lo que toca a la disipación continua de potencia por el elemento regulador, esto será anulado por la operación del mismo convertidor DC-DC el cuál disipará y transferirá energía no en forma continua, sino en forma intermitente debido a su control ON-OFF de conmutación. Cabe mencionar que en muchas otras literaturas técnicas también son denominados los convertidores DC-DC como reguladores conmutados, reguladores troceadores (CHOPPER), reguladores no disipativos, etc. Tales elementos no son más que un subsistema electrónico de lo que se denomina fuente conmutada.

Existen varias configuraciones básicas de convertidores DC-DC y su topología está determinada por la forma en que el elemento almacenador de energía (INDUCTOR), se encuentra conectado con la carga en el momento de transferencia de potencia. Así como también si se cuenta con aislamiento de la salida respecto de la entrada, para lo cual se hará uso de un transformador de ferrita de alta frecuencia y baja pérdida. En los reguladores conmutados su funcionamiento se caracteriza porque sus transistores trabajan como conmutadores todo o nada. Todos ellos pueden proporcionar aislamiento entre la entrada y la salida. Por lo anterior hay cinco configuraciones básicas que son:

- a) **Convertidor Serie / STEP-DOWN (BUCK)**
- b) **Convertidor Paralelo / STEP-UP (BOOST)**
- c) **Convertidor Inversor / STEP DOWN-UP (BUCK-BOOST)**
- d) **Convertidor Inversor con aislamiento / FLYBACK**
- e) **Convertidor Serie con aislamiento / FORWARD**

A continuación se mencionarán las principales características de operación, así como las funciones de transferencia de cada uno de los convertidores.

6.2.1 Convertidor Serie.

El circuito de la figura 6.1 muestra la configuración de un convertidor serie. En el convertidor serie el INDUCTOR se conecta en serie con la carga. La energía circula a la vez por la bobina y la carga, mientras el interruptor del convertidor se encuentra cerrado, generalmente el voltaje de salida es menor que el voltaje de entrada por lo que otra manera de denominar a este convertidor es, convertidor reductor (STEP-DOWN). En este tipo de convertidor no existe aislamiento entre la entrada y la salida. La relación existente entre el voltaje de salida V_o , el voltaje de entrada V_d y el ciclo de trabajo d del oscilador de onda cuadrada está dado por la ecuación 6-1

$$\frac{V_o}{V_d} = d \quad (6-1)$$

Donde:

$$d = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \quad \text{Ciclo de trabajo}$$

El ciclo de trabajo d de la onda cuadrada, determinará la cantidad de potencia que será transferida a la carga. En el convertidor serie el transistor conmutador proporciona corriente hacia la carga únicamente durante el periodo de conducción, y el valor pico V_{ce} que debe soportar el transistor es simplemente igual al voltaje V_d de entrada. En este tipo de convertidores el aislamiento entre la entrada/salida no es fácil de conseguir.

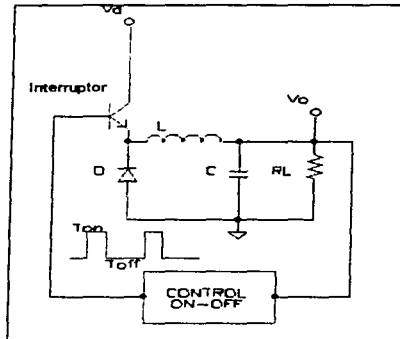


Figura 6.1 Convertidor Serie STEP-DOWN (BUCK)

6.2.2 Convertidor Paralelo.

En el circuito de la figura 6.2 se muestra la configuración de un convertidor paralelo. En el convertidor paralelo, el INDUCTOR se conecta en paralelo con la carga. La energía se almacena en la bobina durante el periodo de conducción y se transfiere a la carga durante el periodo de desconexión del interruptor, generalmente en este tipo de convertidor el voltaje de salida V_o es mayor que el voltaje de entrada V_d , por lo que otra forma de llamar a este tipo de convertidor es convertidor elevador (STEP-UP). En este tipo de convertidor no existe aislamiento entre la entrada y salida. La relación existente entre el voltaje de salida V_o , el voltaje de entrada V_d y el ciclo de trabajo d de la onda cuadrada utilizada como señal de control de conmutación está dada por la ecuación 6-2.

$$\frac{V_o}{V_d} = \frac{1}{1-d} \quad (6-2)$$

En el convertidor paralelo el transistor conmutador proporciona corriente hacia la carga únicamente durante el periodo de apagado, y el voltaje V_{ce} que deberá soportar el transistor es la suma del voltaje de entrada V_d y el voltaje de salida V_o . En este tipo de convertidores es fácil lograr el aislamiento de entrada/salida mediante un secundario adicional en el INDUCTOR.

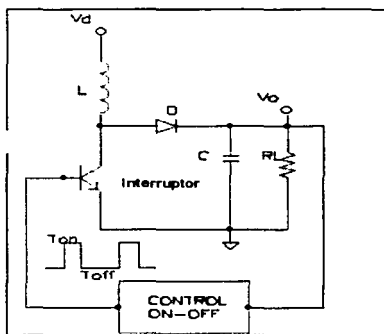


Figura 6.2 Convertidor Paralelo
STEP-UP (BOOST)

6.2.3 Convertidor Inversor.

Como se puede observar en el circuito de la figura 6.3 el convertidor inversor es básicamente la conexión en cascada del convertidor serie y el convertidor paralelo, por lo que la relación existente entre el voltaje de entrada y el voltaje de salida es el producto de ambas funciones de transferencia como se indica en la ecuación 6-3, como se puede observar en esta ecuación la relación es el producto de los dos convertidores anteriores. El convertidor inversor es adecuado para obtener tensiones de salida inferiores o superiores a la de la entrada y su funcionamiento se caracteriza porque la corriente que conduce el transistor no llega directamente a la carga, sino que es almacenada en el INDUCTOR, el cual se encarga de entregarla a la carga cuando el transistor se encuentre bloqueado, sino se le provee aislamiento por medio de un transformador, el convertidor entregará una tensión invertida respecto con la entrada.

$$\frac{V_o}{V_d} = -\frac{d}{1-d}$$

(6-3)

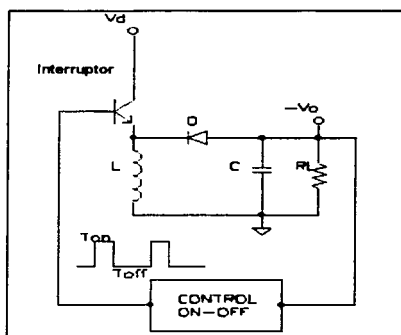


Figura 6.3 Convertidor Inversor
STEP DOWN/UP (BUCK-BOOST)

6.2.4 Convertidor Inversor con aislamiento (Flyback).

En el circuito de la figura 6.4 se muestra la configuración de un convertidor Flyback, básicamente la topología de este convertidor es la de un convertidor inversor pero provisto de aislamiento eléctrico por medio de un transformador. La relación existente entre el voltaje de salida V_o , el voltaje de entrada V_d y el ciclo de trabajo d , es fundamentalmente la función de transferencia del convertidor inversor solo que esta se vera afectada por la relación de transformación como se indica en la ecuación 6-4. Este tipo de convertidor es de gran utilidad sobre todo cuando se requieren fuentes conmutadas conectadas a la red que tengan buen aislamiento eléctrico entre la entrada y la salida, además este convertidor se utiliza en fuentes conmutadas donde sea necesario proporcionar salidas múltiples. Es importante mencionar que el elemento almacenador de energía de este convertidor es el INDUCTOR del primario del transformador, y su funcionamiento es análogo al del convertidor inversor durante el periodo de conexión la bobina del primario almacena energía que durante el periodo de desconexión es transferida a la carga por inducción a través del secundario del transformador. En este tipo de convertidor será necesario incluir un circuito

de protección SNUBER para amortiguar la corriente de la bobina del primario del transformador debida al voltaje de autoinducción por la desconexión del transistor y así evitar que se dañe el transistor de conmutación.

$$\frac{V_o}{V_d} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{d}{1-d} \quad (6-4)$$

Como ya se menciona anteriormente este tipo de convertidor es el que mejor se adapta a las fuentes en las cuales sea necesario suministrar varias tensiones de salida, utilizando también en dicho caso un transformador con secundarios múltiples por ser más sencillo su circuito de salida. Tiene por el contrario, la desventaja de exigir mayor condensador de salida ya que aquí se interrumpe el suministro de energía cuando el transistor conduce y el condensador debe suministrar durante dicho periodo la energía.

Este tipo de convertidor es el indicado a utilizarse cuando la demanda de potencia este comprendida en el intervalo de 1a100 watts, con voltajes de salida de 1a1000 volts, estos intervalos tienden a incrementarse con la aparición de nuevos semiconductores.

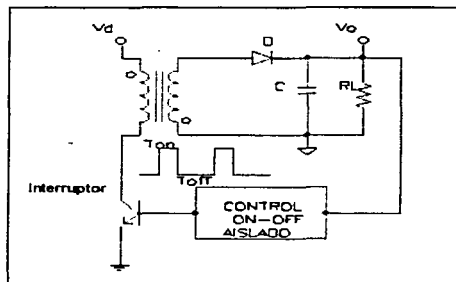


Figura 6.4 Convertidor Flyback STEP DOWN-UP con aislamiento.

6.2.5 Convertidor serie con aislamiento (Forward).

En el circuito de la figura 6.5 se muestra la configuración básica del convertidor Forward como se puede observar este tipo de convertidor está provisto de aislamiento eléctrico entre la entrada y la salida. El convertidor Forward se deriva de la configuración del convertidor serie solo que ahora este se encuentra con un transformador que se encarga de aislar

entrada y salida, su funcionamiento es básicamente similar al de un convertidor serie, cuando el interruptor se encuentra cerrado se realiza la transferencia de energía hacia la carga a través del secundario del transformador por la polaridad del mismo. En la ecuación 6-5 se expresa la relación entre el voltaje de entrada, el voltaje de salida y el ciclo de trabajo d , como se observa está relación es la misma que la del convertidor serie solo que se ve afectada proporcionalmente por la relación de transformación.

$$\frac{V_o}{V_d} = \frac{n_1}{n_2} \cdot d \quad (6-5)$$

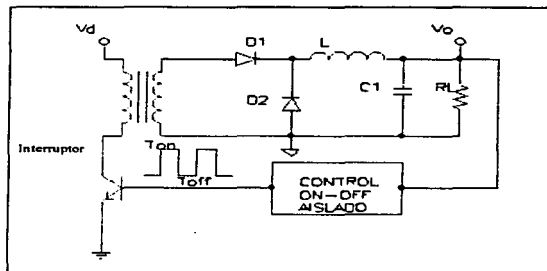


Figura 6.5 Convertidor Forward STEP-DOWN con aislamiento.

6.3 Estructuras básicas de las S.M.P.S. conectadas a la red.

Debido a su alta eficiencia, a su reducido tamaño, y a su bajo costo de fabricación, hoy en día se utilizan cada vez más para alimentar los equipos electrónicos las fuentes conmutadas conectadas a la red. Esto ha sido posible gracias al reciente desarrollo de transistores y diodos más rápidos para operar en frecuencias altas de conmutación manejando altos niveles de tensión. La principal característica de estas fuentes conmutadas conectadas a la red, es la de no requerir un transformador reductor, el cual repercutiría en el tamaño y costo de la fuente, sino que simplemente el voltaje de 127 VAC entregado por la línea es rectificado y filtrado directamente para proporcionar un voltaje DC de alto nivel, el cual será cambiado a un voltaje DC de bajo nivel. Sin embargo en este tipo de fuentes es necesario hacer uso de un convertidor DC-DC con aislamiento, el cual hará uso de un transformador, para aislar las referencias de voltaje, (tierra del voltaje VDC de alto nivel de

entrada al convertidor y el potencial cero del voltaje VDC de bajo nivel de salida del convertidor), esto es con el fin de cumplir con las normas de seguridad. Debido a la muy alta frecuencia de conmutación del convertidor (20Khz-100Khz) se puede utilizar un transformador de ferrita de muy baja pérdida de potencia y tamaño reducido. De lo anterior se deriva un serio problema debido a que el sistema de regulación de voltaje debe tomar la tensión de salida en el secundario del transformador de aislamiento, y realimentarlo al transistor de conmutación que se encuentra en el primario del transformador, sino se adoptan precauciones necesarias se puede destruir el aislamiento conseguido. Este problema se resuelve principalmente de dos formas:

- Utilizando una estructura con aislamiento de transformador en la retroalimentación y regulación de voltaje por PWM.
- Utilizando una estructura con regulador programable y circuito auto-oscilador con ciclo de trabajo d fijo para el control de la conmutación.

Estas dos principales estructuras básicas serán expuestas a continuación.

6.3.1 Estructura básica de las S.M.P.S. conectadas a la red con regulador de voltaje controlado por PWM.

El circuito de la figura 6.6 muestra la estructura básica de una fuente conmutada conectada a la red con aislamiento en la retroalimentación. Cuaitativamente el funcionamiento del circuito es el siguiente.

El voltaje de línea es pasado por un filtro de línea EMI para eliminar posibles interferencias electromagnéticas provocadas por la alta frecuencia de conmutación, este voltaje es rectificado y filtrado para obtener un voltaje VDC de alto nivel. Este voltaje es transformado en un voltaje VAC de alta frecuencia por medio de un circuito convertidor DC-DC con aislamiento eléctrico, y la tensión eficaz aplicada al embobinado del primario del transformador depende del ciclo de trabajo d , que es la relación existente entre el tiempo de encendido T_{on} y el periodo T ($T_{on}+T_{off}$) de la onda cuadrada utilizada como señal de control en el convertidor. El control del voltaje de salida se obtiene por medio del amplificador de error que compara el voltaje de salida con una referencia, la diferencia determinará el tiempo que durará conectado el transistor de conmutación o bien el ancho del pulso, esta función es desempeñada por el circuito de control de modulación por ancho de pulso PWM, el voltaje de error es aplicado a este circuito, así bien si el voltaje de salida cae abajo de su

valor de referencia por incremento de la carga, el modulador de ancho de pulso incrementa el tiempo de estado alto T_{on} de los pulsos de excitación que van al transistor de conmutación a través del circuito manejador de Base/Compuerta, según sea el tipo de transistor que se este utilizando como interruptor, TBJ o FET en el convertidor DC-DC. Lo anterior incrementa el tiempo que dura conectado el transistor de conmutación para compensar la caída de voltaje. De modo semejante, si el voltaje de salida aumenta respecto de su valor de referencia por disminución de la carga, disminuye el ancho de los pulsos, y se incrementa el tiempo de estado bajo de la onda cuadrada utilizada como señal de control para conmutar el transistor. Esto reduce el tiempo en que dura conectado el transistor para compensar el incremento en el voltaje de salida.

El secreto de la mayor eficiencia de las fuentes de alimentación reguladas por conmutación, está en la operación intermitente de su circuito regulador. Se toma potencia únicamente cuando el transistor utilizado como elemento conmutador se encuentra conmutado a su estado de saturación, esta operación se realiza a frecuencias muy altas comprendidas en el intervalo de 20 KHz a 100 KHz, lo, que permite utilizar transformadores de aislamiento de núcleo de ferrita de baja pérdida y poco tamaño.

Finalmente el voltaje inducido en el secundario es rectificado y filtrado para obtener voltaje VCD de bajo nivel. El valor de este voltaje de salida dependerá exclusivamente del ciclo de trabajo d y del voltaje de entrada V_a aplicado al convertidor DC-DC.

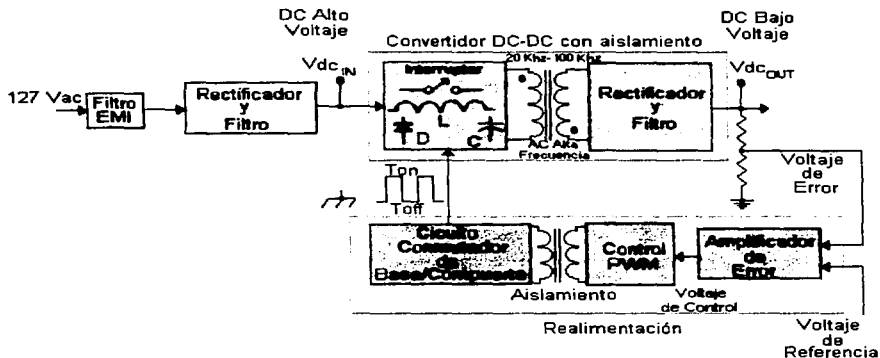


Figura 6.6 Estructura básica de las S.M.P.S. conectadas a la red con regulación de voltaje por PWM.

6.3.2 Estructura básica de las S.M.P.S. conectadas a la red con regulador programable.

El circuito de la figura 6.7 muestra la estructura básica de una fuente conmutada conectada a la red con regulador programable y circuito auto-oscilador generador de la onda cuadrada utilizada como señal de control para la conmutación, con ciclo de trabajo d fijo para una determinada carga. El funcionamiento del circuito cualitativamente es el siguiente.

El voltaje de línea de 127 VAC, es pasado por un filtro EMI para evitar interferencias electromagnéticas de entrada y de salida hacia la red de alimentación, provocadas por la alta frecuencia de conmutación utilizada en el convertidor DC-DC, una vez realizado esto el voltaje es rectificado y filtrado para obtener un voltaje VCD de alto nivel, este voltaje es alimentado a un circuito auto-oscilador, llamado así porque es alimentado por el propio voltaje de conversión V_G , en el auto-oscilador es generada una señal de voltaje VAC de alta frecuencia, la forma de onda de la señal de control obtenida en este proceso es una onda cuadrada con un ciclo de trabajo d fijo (relación existente entre el tiempo de estado alto T_{on} y el periodo $T = T_{on} + T_{off}$ de la onda cuadrada), el cual estará en función de la carga máxima. La señal de control es alimentada directamente al transistor de conmutación del convertidor DC-DC, el cuál deberá ser un convertidor provisto de aislamiento eléctrico, también es alimentado el voltaje de conversión al convertidor, la señal de control proporcionara los pulsos necesarios que se encargaran de conmutar al transistor de un estado de saturación (T_{on}) a un estado de corte (T_{off}), haciendo trabajar con esto al transistor como un interruptor, el cual transferirá energía cuando se encuentre cerrado y bloqueara esta transferencia cuando se encuentre abierto, lo anterior sucede generalmente aunque la operación de transferencia podría variar en función del tipo del convertidor que se utiliza en la fuente, aunque en esencia la función sea la misma transferir energía en forma intermitente. El voltaje de salida es regulado por un regulador programable, el valor del voltaje que proporciona el regulador está en función del valor de las resistencias del divisor de voltaje que establece la referencia de operación del regulador. Por medio del voltaje de salida es alimentado el transmisor de un optoaislador el cual generará una señal luminosa de control para la desactivación del auto-oscilador cuando se presenta una sobrecarga. Esto sucede debido a que cuando se tiene una demanda de corriente mucho mayor el voltaje tenderá a bajar de nivel, lo cual provocará que el valor del divisor se vea afectado bloqueando así la operación del regulador y a su vez esto afectara la emisión de la señal luminosa de control, abriendo el optoaislador e interrumpiendo la operación del auto-oscilador, cortándose la generación de los pulsos de control y manteniendo en estado de corte el transistor de

conmutación. Este tipo de fuentes es muy popular para alimentar circuitos electrónicos donde las variaciones de carga sean estables, y de esta manera la demanda de corriente no sufra variaciones muy drásticas. Lo anterior permitirá utilizar un convertidor con ciclo de trabajo d fijo, y no variar los tiempos de encendido T_{on} y apagado T_{off} del transistor de conmutación.

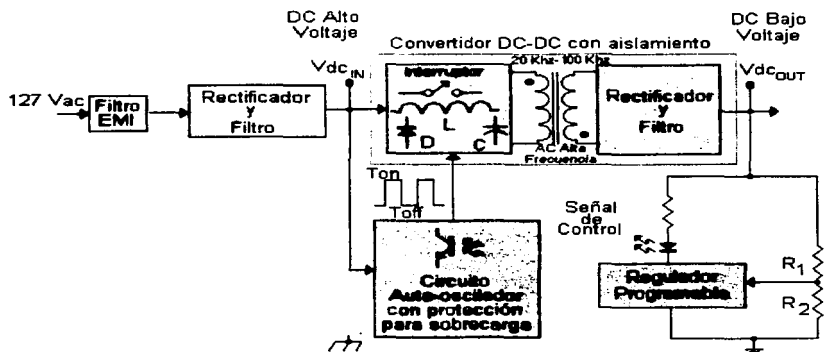


Figura 6.7 Estructura básica de las S.M.P.S. conectadas a la red con regulación por regulador programable.

6.4 Consideraciones de diseño.

El desarrollo de la fuente de alimentación tendrá que estar fundamentado en los siguientes aspectos de operación:

- Manejar una potencia máxima de salida de 20 watts.
- Proporcionar un voltaje de salida de 16.5 volts a 1.2 amp.
- Una regulación de voltaje de salida de 1.0 - 2.0 %
- Rizo de salida de 15-30 mV_{RMS}.
- Tiempo de recuperación y estabilización de 200 μ seg, 30 mseg respectivamente.

- Eficiencia de 80%
- Dimensiones máximas de 12x12 cm.
- Tener como fuente primaria de energía el voltaje de línea (127 VAC).
- Intervalo de voltaje de entrada de $\pm 15\%$
- Utilizar una estructura de S.M.P.S. conectada a la red con regulador programable.
- Utilización de un convertidor DC-DC con aislamiento.
- En su diseño deberá de contar con un filtro de red para la eliminación de interferencias electromagnéticas (EMI), generadas por el régimen transitorio y de conmutación al que trabajan las fuentes conmutadas.
- Cumplir con normas de seguridad en el aspecto de aislamiento eléctrico, emisión de interferencias electromagnéticas y selección de los capacitores utilizados en el filtro EMI de entrada, determinadas por IEC 60 International Electrotechnical Commission.

6.5 Desarrollo del filtro EMI de entrada.

Por su naturaleza las fuentes de alimentación conmutadas trabajan en un permanente régimen transitorio, conmutando corriente entre diversas ramas del circuito y dando lugar a la generación de interferencias electromagnéticas (EMI), estos aspectos generadores de EMI son los siguientes:

- Sobretensiones locales
- Picos de corriente
- Generación de armónicos
- Altos dv/dt y di/dt

La generación de EMI afectan a la propia red de alimentación, a los receptores conectados a la misma, a los circuitos conectados a la fuente conmutada, a los circuitos susceptibles de recibir perturbaciones por radiación y a la propia operación de la fuente conmutada. Así las fuentes conmutadas pueden generar considerables EMI conducidas en sus terminales de entrada y salida, aunque con filtros adecuados y un buen diseño interno se pueden atenuar para cumplir con los requerimientos de normatividad electromagnética. Las fuentes también pueden generar EMI radiadas, debido a que su circuito de potencia funciona en un régimen de conmutación, generando formas de onda prácticamente

rectangulares. La frecuencia de trabajo de las fuentes conmutadas varía generalmente de 20 KHz a 100 KHz, en ocasiones esta situación genera interferencias importantes en la banda de los 150 KHz a 30 Mhz.

El ruido conducido provocado por EMI consta de dos categorías, comúnmente conocidas como el modo diferencial y el modo común tal y como se muestra en la figura 6.8.

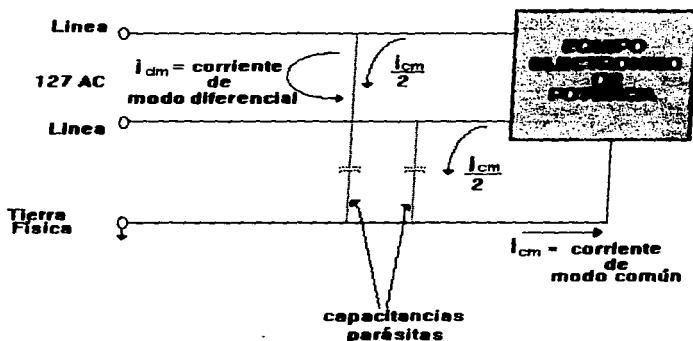


Figura 6.8 Ruido modo diferencial y común en un sistema electrónico de potencia conmutable.

Ambos modos de interferencia, ruido diferencial (asimétrico presentado entre líneas) y ruido común (simétrico presentado entre línea y tierra) están presentes en general tanto en las líneas de entrada y las líneas de salida. Cualquier diseño de filtro de red deberá de contemplar los dos tipos de ruidos.

Los filtros afectan el funcionamiento de la fuente conmutada, ya que deben suministrarle sus requerimientos de corriente, los filtros deben de tener un Q controlado, de forma que no produzcan picos de resonancia muy agudos. Deben de proteger a la fuente conmutada y su carga de los transitorios de la red mientras que, al mismo tiempo, no deben producir transitorios en la conexión y desconexión de la fuente conmutada. Además de los criterios mencionados, los filtros deben de tener la suficiente atenuación para reducir los armónicos de la fuente conmutada a un nivel que este muy por de bajo de las necesidades de EMI conducidas. Para cumplir con esto se necesita como mínimo un filtro de dos secciones.

Tomando en cuenta lo anterior se utilizó un filtro pasivo LC con configuración T, la figura 6.9 muestra el circuito del filtro de red. El condensador C_x de entrada es para eliminar las

interferencias simétricas y una inductancia L compensada y dos condensadores C_y para eliminar las interferencias asimétricas. El funcionamiento del filtro está determinado por el comportamiento en frecuencia que presentan los elementos capacitivos e inductivos utilizados en el filtro, de tal forma que el capacitor presentará una impedancia inversamente proporcional a la frecuencia y la inductancia una impedancia directamente proporcional a la frecuencia. Lo anterior queda expresado en la función de transferencia del filtro determinada por la ecuación 6-6.

$$\frac{V(o)}{V(i)} = \frac{1}{S^2 + \frac{1}{LC}} \quad (6-6)$$

Donde la frecuencia de corte está determinada por la ecuación 6-7.

$$f_{corte} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (6-7)$$

La frecuencia de corte para nuestro filtro la fijaremos en un valor de 10khz, puesto que las interferencias se encuentran en intervalos superiores, por lo que no se necesita una frecuencia inferior. Teniendo como base lo anterior y recordando que:

$$C = \frac{C_y}{2} \quad (6-8)a$$

$$L = L_1 + L_2 \quad (6-8)b$$

Si el valor del capacitor C_y lo fijamos a 0.1 μ f, el valor de la inductancia L es de 5mH por lo que si L_1 y L_2 son del mismo valor, este será de 2.5mH, el valor del capacitor C_x queda determinado por la norma IEC60, con un valor de 0.022 μ f por cuestiones de seguridad; completándose con esto el diseño del filtro como se puede observar en el circuito de la figura 6.9.

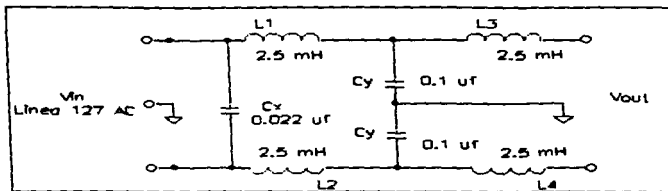


Figura 6.9 Filtro de línea LC configuración T con inductancia compensada.

6.6 Desarrollo de la etapa de rectificación y filtrado de entrada.

Un circuito rectificador se encarga de convertir una señal que tiene un valor promedio de cero a una que tiene un promedio no cero. Sin embargo, la señal CD pulsante no es una señal CD pura o aún una buena representación, por lo tanto será necesario hacer uso de una etapa de filtrado, donde las frecuencias armónicas de la señal CD pulsante sean eliminadas, quedando solo el valor promedio de la señal. En el diseño de la etapa de rectificación será necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tendrá que ser capaz de proporcionar los requerimientos de voltaje y corriente de entrada.
- Entregar un nivel de voltaje de CD (V_{cc}).
- Cumplir con el requerimiento de voltaje de rizo $V_{r_{rms}}$.

Aunque el voltaje rectificado no es un voltaje filtrado, de todas maneras contiene una componente de CD y una componente de rizado, el primero aumentará y el segundo disminuirá de valor con el uso del filtro paso bajas que solo permitirá tener la presencia del valor promedio de la señal. Un aspecto muy importante que deberá tenerse muy en cuenta en la selección del filtro de entrada es el hecho de que los transitorios de corriente de conexión y desconexión de las fuentes conmutadas son generados por la repentina carga de los condensadores de entrada. Cuando la tensión se aplica por primera vez a los condensadores de entrada al estar totalmente descargados, pueden absorber 10 veces o más corriente que en el estado estable de la corriente de entrada. Si en la conexión no existe una inductancia pueden llegar a absorber unas 500 veces más. Estos transitorios se pueden reducir empleando filtros de red LC como el utilizado o bien utilizar condensadores de filtrado más pequeños, a costa de bajar el rendimiento del filtro

El circuito de la figura 6.10 muestra el diagrama de la etapa de rectificación y filtrado de entrada utilizado en la fuente conmutada, para su diseño se empleó un puente rectificador de onda completa encapsulado del tipo NTE5803, para el que se tiene un voltaje de ruptura de 300 volts y una corriente de salida de 3 amperes, el valor del capacitor C del filtro se obtiene a través de la ecuación 6-9.

$$C = \frac{4.17 I_{cc}}{V_m - V_{cc}} \quad (6-9)$$

Donde:

I_{cc} = Corriente de carga en mA.

V_m = Voltaje pico de línea.

V_{cc} = Voltaje promedio de salida.

$I_{cc} = 100 \text{ mA}$

$V_m = 179.6 \text{ Volts}$

$V_{cc} = 175 \text{ Volts}$

$C = 100 \mu\text{f}/400 \text{ V}$

$P_{cc} = V_{cc} I_{cc}$

$P_{cc} = 21 \text{ watts}$

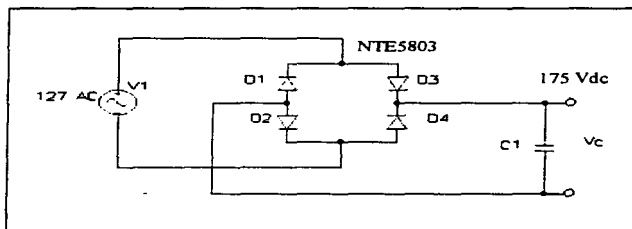


Figura 6.10 Diagrama de la etapa de rectificación y filtrado de entrada.

Finalmente la figura 6.11 muestra la forma de onda de la señal a la salida de la etapa de rectificación y filtrado de entrada.

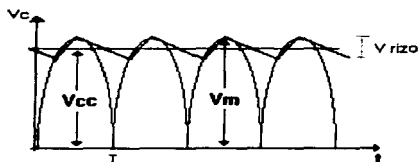


Figura 6.11 Forma de la señal en la etapa de rectificación y filtrado.

6.7 Desarrollo del convertidor DC-DC.

Sin lugar a dudas el desarrollo de la siguiente etapa es fundamental para el diseño de la fuente conmutada, debido a que esta etapa realizará la conversión de un voltaje VCD de alto nivel a otro voltaje VCD de bajo nivel, es importante hacer la adecuada elección del convertidor, para lo cual debemos tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El voltaje de entrada para la conversión esta referenciado al neutro de la red de alimentación de 127 VAC.
- El voltaje de salida será de un nivel menor que el voltaje de entrada.
- La polaridad del voltaje de salida tendrá que ser positiva.
- Los pulsos de conmutación de control serán proporcionados por un circuito auto-oscilador, denominado así por utilizar el voltaje de conversión V_d para su polarización.

Lo anterior indica que el convertidor deberá estar provisto de aislamiento eléctrico por un transformador de ferrita de bajas pérdidas. El tipo de convertidor usado para esta etapa, será un convertidor Flyback, el cual como se estudio en la sección 6.2.4, es un convertidor derivado del convertidor inversor (Buck-Boost) provisto de aislamiento eléctrico y con la adecuada polaridad del transformador se obtiene una polaridad positiva. A continuación se observa en la figura 6.12 el diagrama del circuito del convertidor.

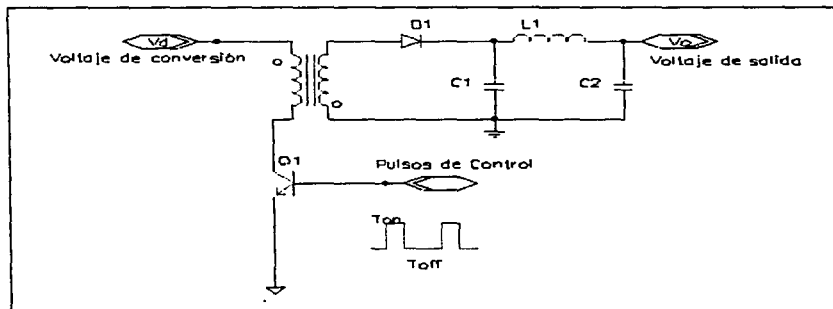


Figura 6.12 Diagrama electrónico del convertidor Flyback.

Como se puede observar en el circuito, los principales elementos por los cuales se encuentra constituido el convertidor DC-DC son: el transistor de potencia utilizado como elemento conmutador, el transformador de ferrita de bajas pérdidas para realizar el aislamiento eléctrico, un diodo rectificador de alta velocidad de conmutación para rectificar la señal inducida en el secundario del transformador y por último un filtro paso bajas LC pasivo en configuración π , el cual se encargará de proporcionar el nivel de voltaje VCD de salida. El análisis del circuito es el siguiente.

Cuando el transistor se encuentra saturado, debido a que la señal de control está en estado alto (t_{on}), el interruptor se encuentra cerrado (transistor de potencia), en esta situación debido a la polaridad del devanado secundario del transformador, el diodo D, se encuentra polarizado en inversa y es cuando la corriente I_o de la carga es proporcionada por el capacitor C_1 con su carga almacenada, la figura 6.13a muestra el diagrama de esta condición. El modo de conducción de corriente continua en el convertidor Flyback corresponde a la incompleta desmagnetización del núcleo del transformador, por lo cual se provoca un almacenamiento de energía magnética que después es transferida hacia la carga en forma de voltaje por inducción electromagnética al secundario del transformador. Por lo anterior se muestran en la figura 6.14 las formas de onda del convertidor, el flujo en el núcleo del transformador se incrementa linealmente desde un valor inicial hasta un valor final positivo, la ecuación 6-10 indica la variación del flujo magnético en función del tiempo.

$$\phi(t) = \phi(0) + \frac{V_d}{N_1} t \dots\dots\dots 0 \leq t \leq t_{on} \quad (6-10)$$

y el valor del pico del flujo lo tenemos cuando evaluamos la función en t_{on} , como lo indica la ecuación 6-11.

$$\hat{\phi} = \phi(t_{on}) = \phi(0) + \frac{V_d}{N_1} t_{on} \quad (6-11)$$

Después del tiempo t_{on} , el interruptor (switch) se encuentra abierto debido a que la señal de control se encuentra en estado bajo, y en esta situación el transistor permanece en condición de corte, la energía almacenada en el núcleo del transformador causa la corriente que fluye en el embobinado secundario a través del diodo D, lo anterior se observa en la figura 6.13b. El voltaje en el embobinado secundario $V_2 = -V_o$ y por lo tanto el flujo decrece linealmente durante el tiempo de estado bajo t_{off} . Durante este periodo el flujo magnético esta dado por la ecuación 6-12.

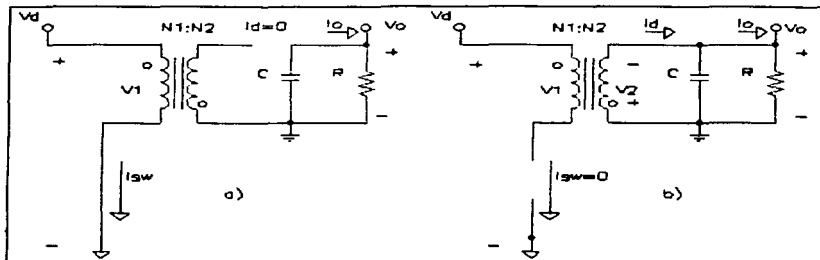


Figura 6.13 Convertidor Flyback en condiciones: a) interruptor cerrado b) interruptor abierto

$$\phi(t) = \hat{\phi} - \frac{V_o}{N_2}(t - t_{on}) \dots \dots \dots t_{on} \leq t \leq T_s \quad (6-12)$$

Y por otro lado.

$$\phi(T_s) = \hat{\phi} - \frac{V_o}{N_2}(T_s - t_{on}) \quad (6-13)$$

Usando la ecuación 6-11 en la ecuación 6-13 tenemos que:

$$\phi(T_s) = \phi(0) + \frac{V_d}{N_1}t_{on} - \frac{V_o}{N_2}(T_s - t_{on}) \quad (6-14)$$

Sabiendo que:

$$\phi(T_s) = \phi(0) \quad (6-15)$$

Utilizando las ecuaciones 6-14 y 6-15 obtenemos la función de transferencia del convertidor Flyback.

$$\frac{V_o}{V_d} = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{d}{1-d} \quad (6-16)$$

Como se puede observar en la ecuación 6-16 el voltaje de salida V_o depende de la relación de transformación del transformador, del ciclo de trabajo de la señal de control y del voltaje de conversión V_d . Finalmente para la realización de nuestro convertidor, debemos tomar en cuenta que el voltaje de salida V_o deberá de proporcionar los requerimientos de

corriente eléctrica para carga máxima $I_o = 1.2$ amp. De donde se deriva el tiempo de estado alto T_{on} de la señal de control.

$$V_d = 175 \text{ V}$$

$$N_1 : N_2 = 1 : 3$$

$$V_o = 32 \text{ V}$$

$$d = 0.35$$

$$T_{on} = 7 \text{ } \mu\text{seg.}$$

Si la frecuencia de conmutación $f_c = 50 \text{ KHz}$

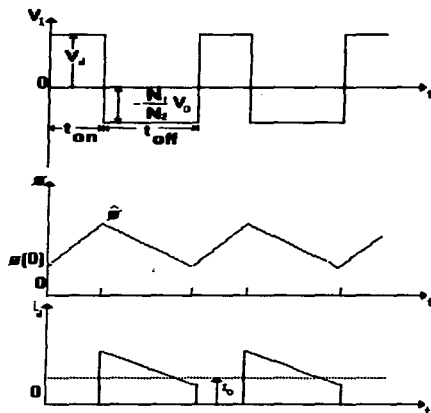


Figura 6.14 Formas de onda del convertidor Flyback.

El transistor utilizado en el convertidor tendrá que soportar un voltaje de ruptura colector-emisor BV_{ceo} mayor que el valor obtenido por la siguiente ecuación, y además debe operar a la frecuencia de conmutación f_c .

$$V_{sw} = \frac{V_d}{1-d} \dots \dots \dots V_{sw} = 264 \text{ V}$$

Se decidió por la utilización del transistor MJE13007 el cual tiene un voltaje BV_{ceo} de 400V, una frecuencia de operación de 4Mhz y un tiempo de respuesta de estado alto a estado bajo T_r de 0.7 μseg , parámetros por demás suficiente para una operación

satisfactoria del elemento conmutador. Por último y aplicando la ecuación 6-7 se determinan los valores de la bobina y el capacitor del filtro paso bajas pasivo de salida, fijando una frecuencia de corte f_c de 60 Hz y un capacitor de 220 μ f se obtiene que:

$$L = 30 \text{ mH}$$

6.3 Desarrollo del circuito auto-oscilador.

Esta etapa se encargará de proporcionar los pulsos de control para saturar y cortar el transistor de potencia utilizado como interruptor en el convertidor DC-DC. Es llamado auto-oscilador por que el voltaje de conversión V_a utilizado a la entrada del convertidor DC-DC, es el mismo que alimenta al oscilador, por lo que la frecuencia de conmutación y ciclo de trabajo d de la señal de control, estarán determinados por la operación intrínseca del oscilador, dicha oscilación será generada por un circuito tanque resonante en un oscilador Hartley, el cual contará con un lazo de unión del circuito tanque formado por una resistencia R y un diodo zener en serie, para proporcionar los tiempos de duración del estado alto y estado bajo de la señal de control y fijar una referencia utilizada en la conformación de la onda cuadrada respectivamente, ya que el generador por si solo entrega a su salida una onda senoidal. El circuito en su operación tiene un elemento fotosensible que es un optoaislador, el cual se encarga de mandar una señal luminosa de control al optotransistor, el cual se abrirá bloqueando la retroalimentación del oscilador e interrumpiendo de esta manera la generación de la señal de control, esta situación se presentará cuando la demanda de corriente se vea incrementada por un aumento de la carga, y provoque una descompensación en la salida de voltaje, por lo cual el elemento transmisor del optoaislador dejará de emitir su señal al transistor receptor. El circuito del auto-oscilador se presenta en la figura 6.15. La frecuencia de oscilación del circuito esta determinada por la ecuación 6-17.

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (6-17)$$

La frecuencia utilizada en el convertidor es de $f_c=50$ Khz, para un capacitor $C=0.01\mu$ f
Por lo que:

$$L=1 \text{ mH.}$$

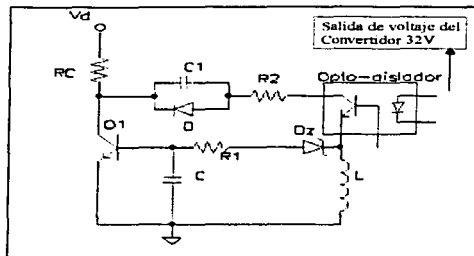


Figura 6.18 Circuito auto-oscilador

6.9 Desarrollo del circuito de protección a la conmutación "Snubbers".

Una de las principales cuestiones que debe tenerse en cuenta en el diseño de una fuente conmutada es la protección de los transistores de potencia y control de todas las perturbaciones que pueden ocurrir en la fuente. Hay muchas técnicas de protección, tanto en función de la seguridad física de los componentes como de la protección contra las interferencias electromagnéticas (EMI) externas e internas. Los métodos que absorben o transforman energía de la de la perturbaciones se definen como protecciones pasivas. Estos métodos, en el caso de los transistores de potencia en régimen de conmutación, conducen a veces a traspasar los límites técnicos y económicos razonables que uno se debe imponer en la concepción de una fuente conmutada. Otro punto de vista consiste en detectar las condiciones de utilización peligrosas y actuar sobre los dispositivos de control y regulación. El sistema de detección debe ser lo suficientemente rápido para evitar que el transistor sea forzado a soportar la situación anormal de tensión, intensidad de corriente y temperatura.

Las redes de ayuda "snubbers" sirven para mejorar la conmutación. Estas redes tienen el objetivo de reducir la velocidad de crecimiento de la tensión (dv/dt) durante el bloqueo del transistor y reducir la velocidad de crecimiento de la corriente (di/dt) en su conmutación a conducción. El uso de estas redes también permite reducir las EMI generadas, gracias a la reducción de los dv/dt y di/dt , además de permitir utilizar transistores con áreas de seguridad más amplias y disminuir las pérdidas, aumentando el rendimiento de las fuentes conmutadas. En resumen las redes de conmutación contribuyen a mejorar:

- La seguridad de la fuente, al evitar que la tensión de colector supere el valor BV_{CE0} propio del transistor, mientras la corriente de transistor no sea nula.
- Las pérdidas de conmutación en el transistor.
- La reducción de dv/dt sobre el transistor.
- La reducción de di/dt sobre el transistor para evitar EMI.

Existen innumerables configuraciones de redes de ayuda a la conmutación, pero sin lugar a dudas una de las configuraciones más populares utilizadas en los transistores de potencia trabajando como interruptor (elemento conmutador), es la red RCD. Esta topología utiliza un diodo volante y un circuito RC para disipar la energía, tal y como lo muestra la figura 6.16. Esta red de ayuda a la conmutación reduce el alto dv/dt sobre el transistor durante el bloqueo, cuando la corriente de base del transistor es interrumpida, por lo que se presenta un voltaje inducido en la bobina del primario del transformador, por lo que el condensador C se carga a través del camino de baja impedancia presentado por el diodo D, y por la constante de tiempo determinada por el producto RC del circuito. Básicamente esta red tiene por objetivo el absorber la energía presentada en la bobina del primario del transformador, debida a la variación de la corriente di/dt durante el bloqueo del transistor, que induce un voltaje V_L determinado por la ecuación 6-18.

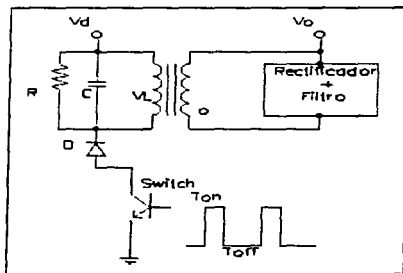


Figura 6.16 Red de ayuda RCD a la conmutación.

$$V_L = -L \frac{di}{dt} \quad (6-18)$$

El valor del capacitor C esta determinado por la ecuación 6-19.

$$C \geq \frac{I_{cc} t_{on}}{BV_{CEO}} \quad (6-19)$$

Por otra parte, y con el objeto de asegurar que C se encuentre descargado en el siguiente proceso de bloqueo, debe de cumplirse que el valor de la resistencia R este definido por la ecuación 6-20.

$$R \geq \frac{1}{3} \cdot \frac{t_{on}}{C} \quad (6-20)$$

Con los valores de los parámetros:

$$I_{cc} = 100 \text{ mA}$$

$$t_{on} = 7 \text{ useg}$$

$$BV_{CEO} = 400 \text{ V}$$

Se obtiene que los valores de R y C para la red son:

$$R = 2.7 \text{ K}$$

$$C = 0.001 \mu\text{f} / 400\text{V}$$

El diodo D empleado para la red de ayuda a la conmutación es el 1N4148 que corresponde a un diodo de conmutación rápida con $t_r = 40 \text{ ns}$.

6.10 Desarrollo de la etapa de regulación de voltaje de salida.

Esta sección es la encargada de proporcionar el adecuado valor de voltaje de salida, ya que como se recordará el voltaje de salida del convertidor es de 32V, y el voltaje requerido de salida de la fuente V_o es de 16.5V. Además es importante recordar que a través de esta sección se alimentará al elemento transmisor del opto-aislador, que se encarga de inhibir el funcionamiento del circuito auto-oscilador, al abrir su lazo de realimentación de la salida hacia el circuito tanque, bloqueando así la generación de la señal de control de conmutación. Utilizaremos un regulador de referencia programable TL431, el cual trabaja con un voltaje de referencia de 2.5 V, proporcionado por un divisor de tensión conectado a la salida, por lo que al ser afectada la referencia de voltaje por una caída de tensión en el voltaje de salida ocasionado por el aumento de corriente en la carga, la salida del voltaje del regulador se bloqueará, provocando con esto que la polarización del diodo transmisor del

opto-aislador se interrumpa, y de igual forma se corte la operación del auto-oscilador. La figura 6.17 muestra el símbolo y diagrama esquemático del regulador.



Figura 6.17 Símbolo y esquema del regulador programable ajustable TL431.

A continuación en la figura 6.18 se muestra la red de polarización para el regulador

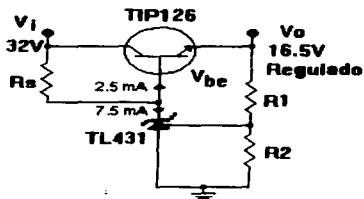


Figura 6.18 Red de polarización para el regulador programable.

El voltaje de salida V_o está determinado por la siguiente ecuación 6-21.

$$V_o = V_{ref} \left[1 + \frac{R_1}{R_2} \right] \quad (6-21)$$

Si deseamos tener una salida V_o de 16.5 V, con su voltaje de referencia $V_{ref} = 2.5V$ determinado por la ecuación 6-22.

$$V_{ref} = V_o \left[\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right] \quad (6-22)$$

Resolviendo las ecuaciones 6-21 y 6-22 obtenemos que:

$$R_1 = 6.82K$$

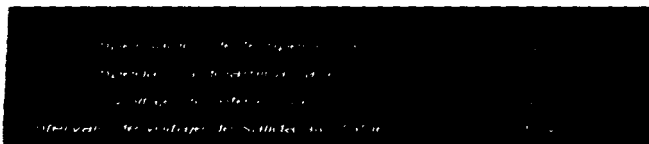
$$R_2 = 1.19K$$

El cálculo de la resistencia R_s se realiza a través de la ecuación 6-23.

$$R_s = \frac{V_i - V_{BE2n} - V_o}{I_{Rs}} \quad (6-23)$$

$$R_s = 1.5k$$

Por último en la tabla siguiente se muestran las características de operación del regulador:



6.11 Circuito final de la fuente.

En la presente figura 6.19 se muestra la interconexión de las etapas antes mencionadas que constituyen la fuente de alimentación conmutada.

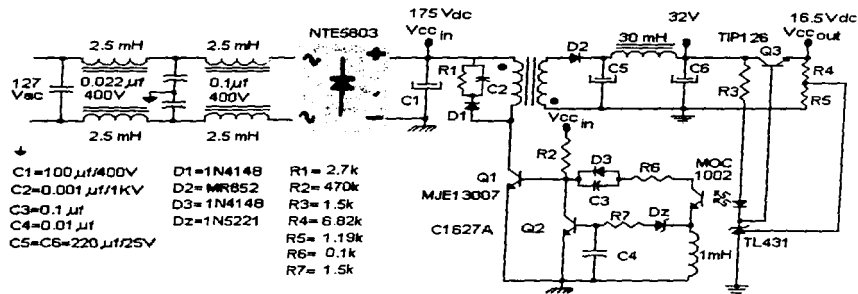


Figura 6.19 Circuito final de la fuente de alimentación conmutada.

La evaluación técnica de las características de la fuente conmutada se presentarán en el siguiente capítulo correspondiente a las conclusiones y evaluaciones del proyecto en general.

CAPITULO 7**EVALUACION Y CONCLUSIONES
DEL
PROYECTO**

En este capítulo se presenta una evaluación general del funcionamiento del sistema, tomando como punto de referencia los objetivos planteados en el capítulo dos. Esta evaluación comprende dos partes, una evaluación cuantitativa y una cualitativa, cada una por separado analiza los objetivos logrados en el diseño del sistema. Las conclusiones finales del proyecto se complementan con las ventajas y desventajas del sistema, posibilidades de escalamiento y diversificación, etc. Por último se presentan algunas posibilidades de la aplicación de este sistema en arquitecturas específicas donde la variedad de posibles arreglos pone a prueba la funcionalidad del sistema.

7.1 Evaluación de características de operación

La evaluación de las características de operación se realizó sobre un sistema prototipo en una instalación sencilla para casa habitación, utilizando los elementos diseñados en esta tesis figura 7.1. El sistema se sometió a pruebas de funcionamiento iguales a las que se realizan a los sistemas existentes ya instalados, donde se variaron las condiciones de carga y las formas de activación del sistema. Los parámetros de evaluación cualitativa son los mismos considerados para los sistemas de este tipo en el mercado tales como: facilidad de instalación, protección, calidad de imagen, calidad de sonido, operación, dimensiones y mantenimiento. La evaluación cuantitativa se realizó analizando en conjunto a todos los elementos del sistema observando las características de las señales de entrada y salida del mismo, tales como: la respuesta en frecuencia de los circuitos de audio, consumo de potencia, tiempos de programación para activación del sistema, contrachapa eléctrica, señal de alarma y niveles de voltaje y corriente de la fuente conmutada de alimentación.

Algunos de los resultados de estas pruebas se pueden observar en las figuras 7.2 y 7.3

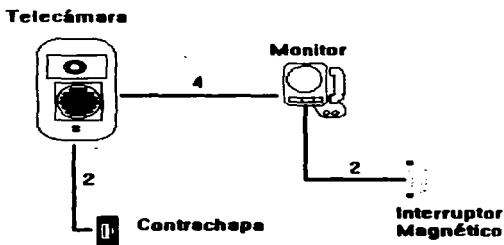


Figura 7.1 Instalación sencilla de videoportero prototipo

Las características de la instalación sencilla de prueba son :

- Cámara de video con elemento CCD
- Monitor B y N 6"
- Fuente de alimentación conmutada (integrada al monitor)
- Chapa eléctrica
- Interruptores magnéticos 12-16 V_{CC}

- Cable tipo EKC 6 hilos (3 pares)
- Distancia máxima entre elementos 150m
- Forma de activación por pulsado exterior

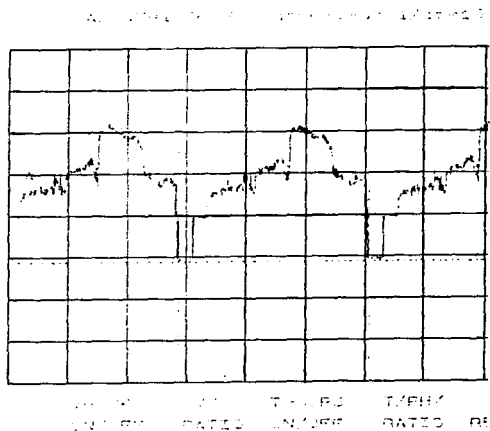


Figura. 7.2 Señal de video a la salida de la cámara CCD y señal de video a la entrada del monitor.

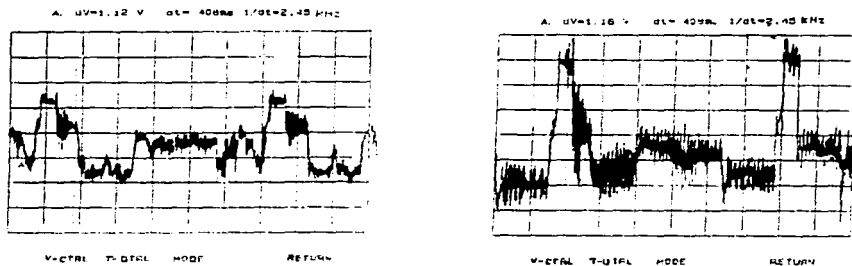


Figura 7.3 Señal de audio a la entrada y a la salida del sistema.

7.1.1 Evaluación cualitativa del sistema .

La evaluación cualitativa del sistema tiene por objetivo evaluar las modificaciones e innovaciones del sistema, esto implica una comparación física y de características generales de funcionamiento con respecto a los modelos existentes en el mercado para poder observar desde ese punto, el impacto que tendrá el sistema y la factibilidad de que pueda producirse de manera comercial. Así como sus ventajas y desventajas sobre los sistemas importados. La tabla 7.a, muestran algunas características del nuevo sistema y de los ya existentes en el mercado.

La tabla 7.a a su vez muestra también resume algunos aspectos de la evaluación cuantitativa del sistema, la cual nos muestra que efectivamente el sistema diseñado a partir del sistema de videoportero INTEC mejoró con mucho a este sistema y a otros poniéndose a la altura de los mejores sistemas de videocomunicación importados. Pudiéndose reflejar esto en los siguientes aspectos de operación e instalación:

1. Menor número de elementos (2)
2. Instalación directa de telecámara a monitor, es decir, sin empalmes
3. Fácil colocación de los elementos a través de placas de sujeción de sobreponer
4. Instalación fácil bajo el concepto de "Hágalo usted mismo"
5. Menor número de líneas de conexión para la comunicación entre telecámara y monitor: 4 líneas solamente.
6. No tener que hacer uso de elementos adicionales, como fuente auxiliar y distribuidor de señal de video para instalaciones con más de dos monitores
7. Incorporación del novedoso sistema de activación de alarma por contactos magnéticos
8. Sistema de apertura de contrachapa eléctrica temporizado de un solo toque
9. Menor consumo de potencia, aproximadamente 15 watts
10. Distancia máxima entre cámara y monitor de 150 mts
11. Si es necesario instalar otro monitor extra se permite nuevamente una distancia máxima de 150 mts.
12. Utilización de un solo tipo de cable para su instalación, en este caso solo cable EKC de 3 pares, lo que permite dejar de utilizar cable coaxial
13. Dimensiones más pequeñas que facilitan su manejo en el servicio
14. Mantenimiento mínimo y sencillo
15. Costo por instalación, mantenimiento y compra menor

Nombre Comercial	Elementos del sistema	Líneas de conexión	Formas de activación	Sistema de Iluminación	Dimensiones (alto, ancho, profundo)	Alimentación (especificaciones)	Otros
Videoportero INTEC	(4) Telecámara c/sist. vidición, Fuente regulada, Monitor 12" Cerradura Elect.	(9) Líneas de conexión entre telecámara y monitor (8) líneas entre monitor y fuente	Una sola forma de activación: por botón de llamada exterior	Lámparas incandescentes 20-24 VCD	Telecámara 6x10x12 cm Fuente 12x22x15 cm. Monitor 6" B y N 25x30x15 cm	Telecámara 20±1VDC 1.2 A, Monitor 20±1VDC 0.8A, Corriente tot. 2 A.	Ang. de campo visual. 40° Vert. 55°Horiz. señal video 1.2 Vpp75Ω.
Sistema TERRANEO 1000CX	(4) Telecámara c/sist. vidición, Fuente regulada, Monitor 6" Cerradura Elect.	Comunicación entre cámara y fuente (7) líneas y (8) líneas de Fuente a Monitor	Dos formas de activación: botón de llamada y desde el monitor	Lámparas incandescentes 12-16 VCA	Telecámara 30x1210 cm. Fuente 25x20x15 cm. Monitor variable	Telecámara 20±1VDC 0.5 A, Monitor 20±1VDC 0.8A, Corriente tot. 1.5A	Ang. de campo visual. 45° Vert. 60°horiz. señal video 1.2 Vpp75Ω.
Sistema IUSA 6000	(4) Telecámara c/sist. vidición, Fuente regulada, Monitor 8" Cerradura Elect.	Comunicación entre cámara y monitor (7) líneas	Dos formas de activación, botón de llamada y desde el monitor	Lámparas incandescentes 12-16 VCA	Telecámara Fuente Monitor variables según el modelo	Telecámara 20±1VDC 0.5 A, Monitor 20±1VDC 0.8A, Corriente tot. 1.5 A	Ang. de campo visual. 45° Vert. 50°horiz. señal video 1.2 Vpp75Ω.
Sistema PANASONIC	(4) Telecámara/sist. C.C.D. Fuente regulada, monitor y cerradura elect.	Comunicación entre telecámara, fuente y monitor por 6 líneas comunes	Dos formas de activación: botón de llamada y desde el monitor	Lámparas infrarrojas 12VDC 600mW	Telecámara Fuente Monitor variables según el modelo	Telecámara 20±1VDC 0.5 A, Monitor 20±1VDC 0.8A, Corriente Total. 1.5A	Ang. de campo visual. 50° Vert. 60°horiz. señal video 1.2 Vpp75Ω.
Circuito cerrado de T.V.	Variable dependiendo del sistema. Básicos (3) telecámara, fuente y monitor	Variable dependiendo del número de telecámaras y monitores del sistema	Funcionamiento permanente durante intervalos de tiempo programados.	Usualmente no utilizan iluminación de fuente externa	Las dimensiones varían de acuerdo al servicio que prestan	Telecámara 12-24VDC Monitor 20-30 VDC 2-3.5A consumo total variable dependiendo del No de Monitores	Ang. de campo visual variable. Señal video 1.2 Vpp 75Ω.
Sistema C.C.D. UNAM	(2) Telecámara sistema C.C.D y Monitor con fuente conmutada integrada Cerradura elect.	(4) Líneas de conexión entre telecámara y monitor	Tres formas de activación: botón de llamada exterior, botón interior desde el monitor y descuido de auricular	Iluminación infrarrojo 15VDC 300mW	Telecámara 10x10x10 cm Fuente integrada al monitor. Monitor 6" B y N 12x12cm	Telecámara 11.5-16 VDC, 150mA, monitor 16.5VDC 0.6A consumo de corriente total 1.2 Amp.	Ang. de campo visual. 50° Vert. 60°horiz. señal video 1.2 Vpp75Ω.

Tabla 7.a Resumen de las principales características de los sistemas de intercomunicación audiovisual

7.1.2 Evaluación cuantitativa del sistema

La evaluación cuantitativa tiene la finalidad de analizar los objetivos propuestos en el planteamiento del problema y de esta manera concluir si el proyecto cumplió con los requerimientos de diseño o en caso contrario saber las limitaciones del mismo.

Sistema de audio

El principal objetivo del sistema de audio (TX-RX) es la transmisión y reproducción de un intervalo de frecuencias 0.1kHz-2.5kHz con una ganancia determinada de 40 dB de la señal de audio, por lo que una forma de evaluación cuantitativa para esta parte del sistema es el análisis en frecuencia de la señal de entrada y la señal de salida en ambos extremos de la línea de comunicación, aunque es posible en primera instancia darse cuenta de la calidad del sistema al escuchar la salida de información en el extremo receptor, tanto del exterior hacia el interior o viceversa. Las gráficas de la señal de entrada y salida de audio mostradas en las figuras 7.4 y 7.5 nos permiten observar la respuesta en frecuencia de los circuitos de audio. Esta respuesta es buena y cumple con uno de los objetivos principales de este trabajo; lograr una mejor transmisión de la señal de audio.

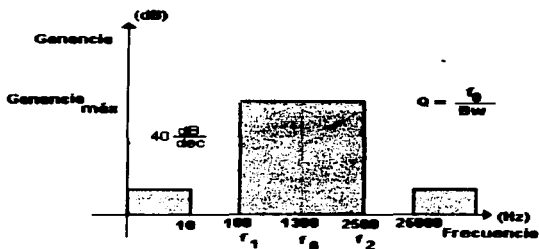


Figura 7.4 Respuesta en frecuencia ideal del sistema de audio.

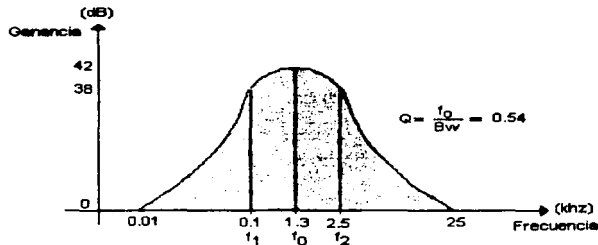


Figura 7.5 Respuesta en frecuencia real del sistema de audio

Sistema de video

Dadas las características del proyecto es fácil comprobar y evaluar los resultado y objetivos cumplidos por el sistema. Para el caso de la evaluación del sistema de video se puede observar en la pantalla del receptor la calidad de la señal recibida que obviamente esta directamente ligada a la calidad de la señal transmitida por la cámara. No hace falta un análisis más profundo del sistema de video ya que está fue explicado en los capítulos anteriores, basta con mencionar que por ser un sistema de transmisión de señal de video existe un organismo internacional (CCIR) que regula los parámetros de este tipo de señales por lo que la señal de salida de la cámara de video debe ser homóloga a la de cualquier otra cámara no importando el tipo de elemento transductor utilizado, teniendo un nivel de señal de 1.2 V_{PP} a 75Ω y una resolución de 625 líneas a 60Hz. También sabemos que la calidad de imagen de una señal transmitida está directamente ligada a la calidad de conversión de imagen del elemento transductor. lo que nos deja en el punto de afirmar que una imagen utilizando elemento CCD es mucho mejor a una imagen que utilice cualquier otro tipo de transductor, sin olvidar todas las ventajas que se obtienen al utilizar la tecnología más moderna en la transmisión de señales de video.

Fuente de alimentación

La fuente de alimentación conmutada es uno de los elementos de innovación en el sistema, el solo diseño de una fuente de este tipo es tema para el desarrollo de un trabajo de tesis, la forma de evaluación de este elemento se realizó sometiéndolo a una carga máxima, cuando el sistema es activado continuamente y a través de diferentes formas, suministrando diferentes valores de corrientes y voltajes. La tabla 7.b muestra los datos obtenidos en las pruebas del funcionamiento continuo del sistema.

Forma de Activación	Tiempo de activación	I_{max} Requerida para audio	I_{max} Requerida para video	I_{max} Requerida audio, video y chapa eléctrica	I_{max} Activación completa del sistema
Botón de llamada Activación alarma	120 Seg.,	0.15 A	0.80 A	0.7 A	1.65 A
Botón de llamada Botón monitor	60 Seg.	0.20 A	0.80 A	0.7 A	1.70 A
Botón de llamada Botón monitor Activación alarma	90 Seg.	0.40 A	0.80 A	0.7 A	1.9 A

Tabla 7.5 Tabla de mediciones del consumo de corriente para diferentes cargas del sistema

Los resultados obtenidos nos permiten observar que la corriente máxima requerida por el sistema trabajando a plena carga es 1.9 Amp. De los cuales 0.7 Amp los proporciona el propio transformador de la chapa eléctrica, el cual es activado por un relevador que consume 50mA. La corriente restante 1.2A, es suministrada por la fuente del sistema y se emplea para alimentar el circuito de audio, alarma y video. Este valor de corriente consumida a plena carga es igual a la corriente máxima suministrada por la fuente lo que permite que el sistema funcione correctamente.

7.2 Posibilidades de escalamiento del sistema

La arquitectura de instalación de los elementos de nuestro sistema siguen los lineamientos de todos los equipos de intercomunicación que existen en el mercado. Se diseño pensando en tener la capacidad de flexibilidad para poder adaptarse a la mayoría de las necesidades actuales de intercomunicación y ser compatible con gran parte de los sistemas existentes. A continuación mencionaremos las arquitecturas de los sistemas que se pueden construir a partir del escalamiento de nuestro sistema básico

- Sistema de videoportero para edificio.
- Sistema con varias cámaras.
- Sistema con varios frentes.

En la actualidad la instalación de los sistemas mencionados es un poco complicada dado el elevado número de líneas de conexión entre los elementos. Con el nuevo sistema este tipo de instalaciones y otros pueden ser menos complicados en su instalación y mantenimiento, solo debemos tener en cuenta que la principal limitante a considerar es la corriente máxima que suministra la fuente, así como la distancia entre cada una de las estaciones recordando que este es un sistema para distancias cortas.

A continuación se presentan algunos tipos de instalación diferentes a los comunes, en los cuales las características de nuestro sistema los hacen más sencillos y prácticos.

7.2.1 Sistema de videoportero con dos frentes

Este tipo de sistema funciona de la misma manera que el sistema sencillo para casa habitación pero utilizando dos frentes. Es un sistema muy práctico para edificios con dos o más entradas. Su funcionamiento es el siguiente: Una vez instalados los elementos del sistema, dos frentes, uno o más monitores y un conmutador de vídeo. La operación inicia cuando algún visitante oprime el botón de llamada colocado en ambos frentes, este pulso de llamada activa al conmutador de vídeo el cual realiza la conexión entre el monitor de vídeo y la cámara del frente que fue activado manteniendo fuera de servicio el otro frente del sistema.

7.2.2 Sistema multicámaras.

El sistema multicámaras es una variante del sistema videoportero sencillo tanto para casa habitación como para edificios. El principio básico de funcionamiento es el mismo y los elementos del sistema son: el frente, la fuente integrada al monitor, el monitor y la chapa eléctrica. El nombre de multicámara se debe al número de cámaras que pueden instalarse en los lugares protegidos por la alarma, para que en caso de ser activada se observe a través del monitor la zona protegida por dicha cámara. En caso de activarse al mismo tiempo varias cámaras, se contara con un elemento distribuidor de vídeo que nos permitira observar secuencialmente las zonas de los sensores activados.

7.2.3 Sistema para edificios

El funcionamiento del sistema para edificios sigue los lineamientos que marcan los sistemas de videoporteros comerciales. Utilizando un solo frente de calle y activando el monitor del departamento solicitado, manteniendo activado el sistema durante el tiempo que dura la intercomunicación. Este sistema al igual que todos los anteriores es susceptible a muchas modificaciones que lo seguirán manteniendo vigente y adaptable a las necesidades del usuario lo que es una ventaja y un objetivo cumplido de este trabajo.

7.3 Conclusiones

El desarrollo del sistema de intercomunicación audiovisual utilizando tecnología de dispositivo acoplado por carga (Charge Couple Device C.C.D.) a 4 hilos nos permitió poner en práctica los conocimientos y el razonamiento analítico obtenido durante los años de estudio en la Facultad de Ingeniería. El obtener la solución a un problema planteado puede realizarse de muchas formas, el trabajo actual es el resultado de nuestra forma de resolverlo.

El objetivo de diseñar y construir un sistema de intercomunicación audiovisual se cumplió como principal meta a realizar, los objetivos logrados con el diseño del nuevo sistema se pueden resumir en tres puntos principales:

1. Mejor calidad de imagen recibida en el monitor de video, que tiene una relación directa con el nuevo elemento transductor de imágenes: Elemento CCD (Charge Couple Device).
2. Excelente presentación de la señal de audio transmitida y recibida durante el funcionamiento del sistema, gracias a la incorporación en el diseño de etapas transmisoras y receptoras separadas, cuidando su respuesta en frecuencia y ganancia de salida de cada una de ellas.
3. La facilidad de instalación, que significa un menor número de elementos a instalar con el mínimo de líneas de conexión, lo que permitió el desarrollo de un sistema de fácil operación, mantenimiento e instalación.

Sin embargo existen varios puntos dentro del sistema que pueden ser mejorados por ejemplo : el tipo y tamaño del monitor, éste es un poco voluminoso a comparación a los utilizados en E.U. y Europa que son extraplano y de menores dimensiones.

La corriente máxima que puede suministrar la fuente, la cual puede ser igual a la requerida por el sistema a plena carga. Esto nos limita en la capacidad de incrementar el

número de dispositivos activos que funcionen al mismo tiempo, como pueden ser: sensores, cerradura eléctrica monitores, etc. El diseño inicial así lo tenía contemplado dadas las dimensiones máximas que podía tener nuestra fuente.

Así pues los principales puntos a cuidar para mejorar este diseño son :

- a) La fuente por lo mencionado anteriormente.
- b) El número de líneas de conexión, el cual se puede reducir a 2 solamente, si se logra transmitir el audio y el video a través de la línea positiva (+) de alimentación con el diseño de los filtros adecuados para separar las señales.
- c) Así como los puntos anteriores pueden existir varias posibilidades de modificar y mejorar el sistema , tomando como punto de partida los requerimientos o necesidades del usuario.
- d) La forma de conexión de los elementos del sistema: Una forma de interconectar los elementos del sistema sería utilizando un cable con conectores en sus terminales para eliminar varios problemas de instalación y comunicación.

Finalmente para concluir se mencionan los principales aspectos de operación, instalación y colocación que se lograron con el nuevo diseño:

- Se incorporará al sistema un fuente de tipo conmutable, que proporciona solamente una salida de voltaje V_{CD} para alimentar todo el sistema y además por cuestiones de tamaño y eficiencia se permite colocarla en el interior del monitor de video, permitiendo con esto reducir a dos el número de elementos del sistema.
- La activación del sistema se realiza de tres formas diferentes: activación exterior por pulsación, activación interior por descolgado del auricular y activación interior por pulsación.
- La habilitación de la llamada no se inhibe por el descolgado accidental del auricular, así como también no queda el canal de audio abierto por está misma condición de descolgado accidental, ya que su funcionamiento dependerá de la activación de salida de voltaje de la fuente conmutada.
- El sistema cuenta con un circuito inhibidor de salida de voltaje cuando se cuelgue el auricular, para de esta forma no se tenga que dejar pasar todo el tiempo de programación de encendido.

- La cámara de video empleada utiliza tecnología de dispositivo acoplado por carga C.C.D. (Charge Couple Device), para mejorar la calidad de la imagen, y el tiempo de respuesta para presentar la señal en 250 msag.
- El consumo total de energía es en promedio de 15 Watts.
- Incorporación al sistema de un circuito de protección para el inmueble, que proporciona una señal auditiva de alarma cuando alguno de los puntos protegidos por contactos magnéticos haya sido violado.
- La programación de la alarma del sistema cuenta con un tiempo de retardo ajustable que permite al usuario tener un tiempo suficiente para abandonar el inmueble sin violar la alarma.
- Control ajustable de temporización para la activación del sistema
- El sistema de audio tiene para su funcionamiento amplificadores y filtros independientes para cada etapa de transmisión y recepción de la señal de audio, dando como resultado una señal auditiva libre de interferencias y con ganancia adecuada a las características de operación.
- Los elementos que conforman el circuito de audio, garantizan la eficiente y óptima operación por tratarse de elementos de tecnología actualizada.
- La activación de la contrachapa eléctrica se realiza a través de un circuito temporizado el cual permite al usuario accionar el sistema con una sola pulsación del botón, sin tener que mantener oprimido el mismo.
- Introducir al sistema un circuito de iluminación infrarroja, permitido esto por la sensibilidad de la cámara de video.
- La instalación del sistema se realiza por cuatro lazos de conexión, eliminando con esto el uso del cable coaxial y el cable EKC de 6 pares.
- La fijación de los elementos se lleva acabo por placas de sujeción de tipo de sobreponer, evitando con esto la modesta actividad de empotramiento.
- La conexión entre telecámara y monitor de video es en forma directa. Las canalizaciones y la instalación permiten el uso de monitores extras en paralelo, limitándose este aspecto a la distancia máxima permitida entre monitores que es de 150 metros.
- El nuevo sistema permitirá abatir costos de operación y mantenimiento, por ser un sistema fácil, de instalar, sencillo de operar y un mínimo de mantenimiento.

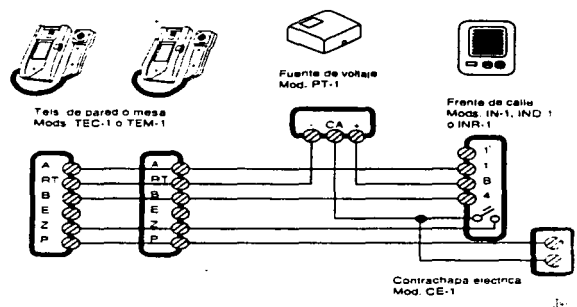
APÉNDICE

El objetivo principal de este apéndice es mostrar todos y cada uno de los distintos diagramas existentes de los sistemas de interfón y videoportero, para poder visualizar la complejidad de instalación, debido a la gran cantidad de hilos necesarios para realizar su función. También muestra las especificaciones técnicas de los distintos elementos utilizados en el desarrollo del proyecto con el fin de que el lector pueda tener un panorama más amplio sobre los criterios de selección y operación que fueron tomados en cuenta, así como también se muestran los diagramas electrónicos completos de algunos elementos del videoportero INTEC, con algunas recomendaciones de instalación, para remarcar la problemática que implica su colocación e instalación. Por último se indican las dimensiones de los elementos utilizados en el vidiopuerto INTEC.

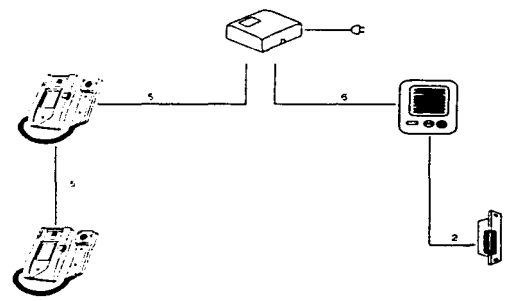


Diagramas de instalación: Sistema de interfono sencillo

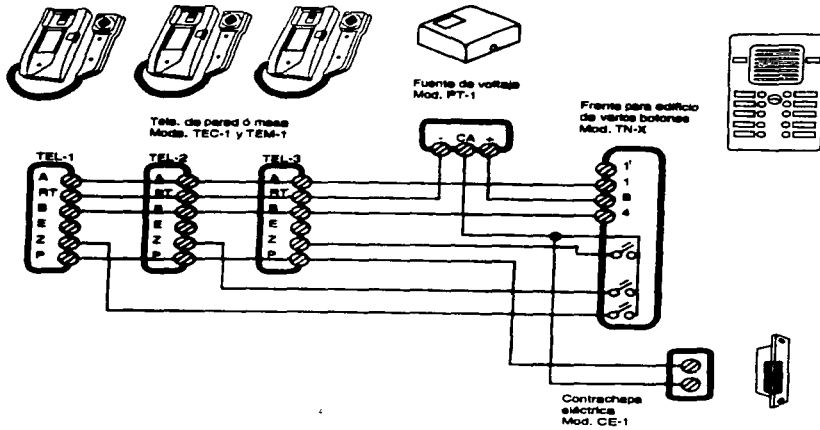
SISTEMA INTERFON SENCILLO



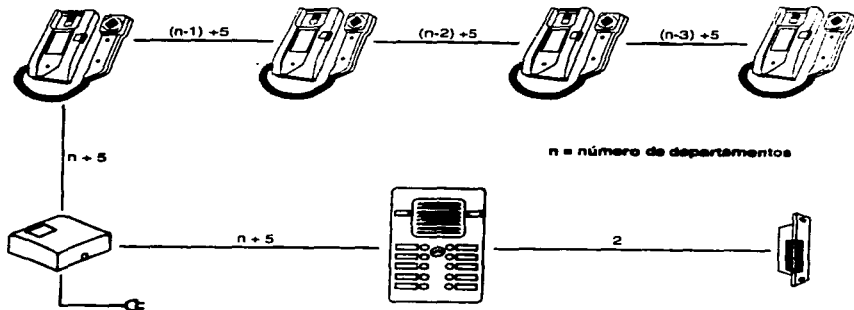
NUMERO DE HILOS NECESARIOS



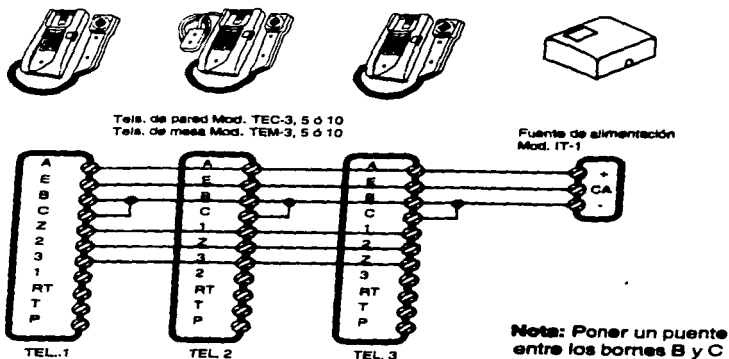
Sistema de interfón para edificio



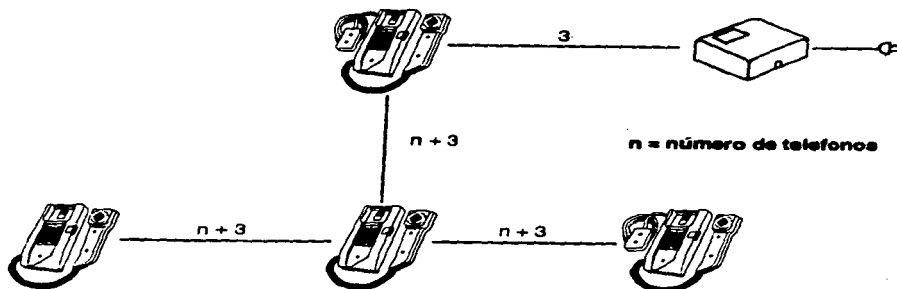
NUMERO DE HILOS NECESARIOS



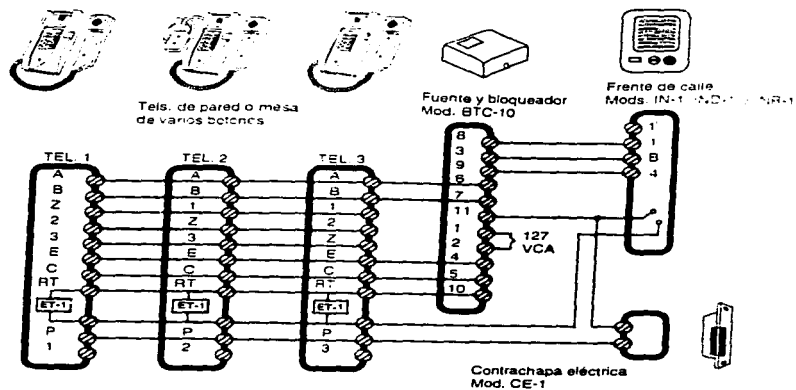
Sistema de interfón para intercomunicación.



NUMERO DE HILOS NECESARIOS



Sistema de interfón combinado (Intercomunicación interna y Servicio a la calle).



NUMERO DE HILOS NECESARIOS

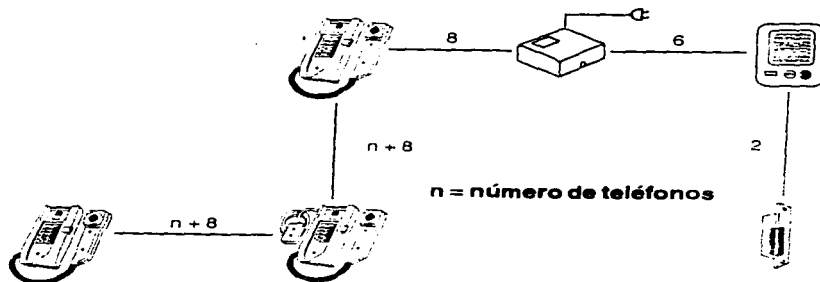


Diagrama electrónico del bloqueador automático.

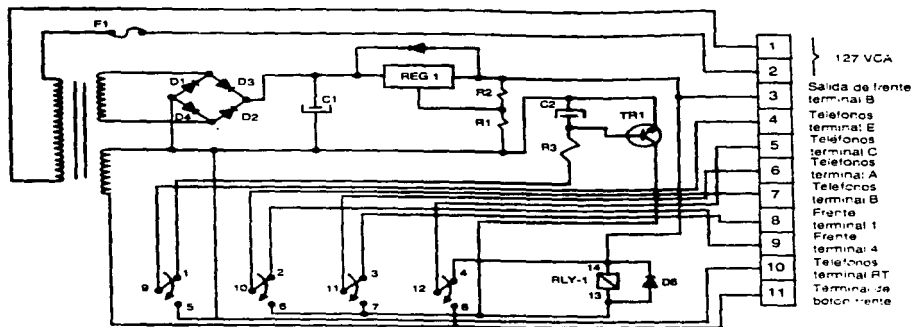


Diagrama electrónico del preamplificador de audio del micrófono electret utilizado en los interfonos INTEC.

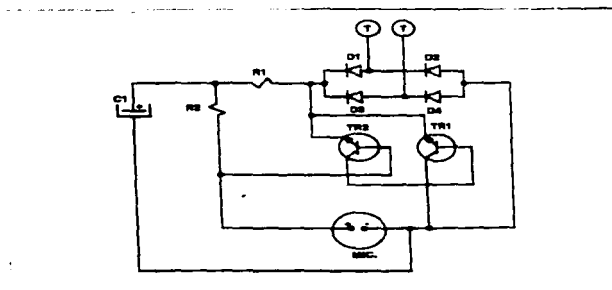
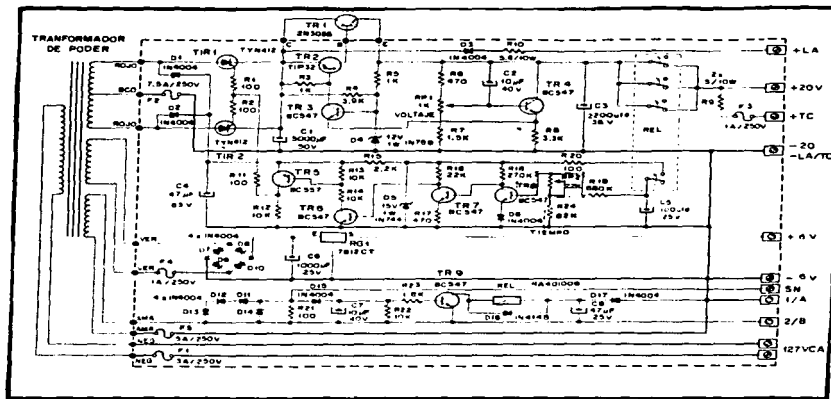
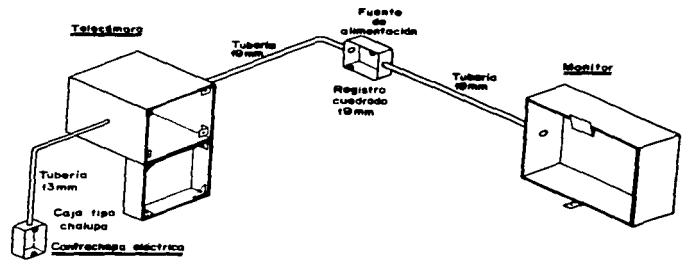




Diagrama electrónico de la fuente FI-20



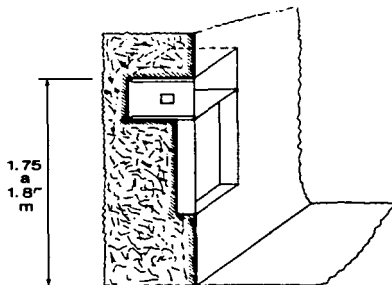
Canalizaciones y registro del videoportero sencillo



Empotramiento y dimensiones de la telecámara TI-1

4.1.3 Altura recomendable para su colocación

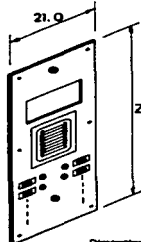
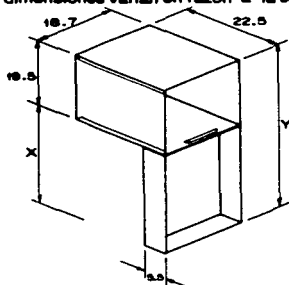
Se recomienda colocarla a una altura de 1.75 a 1.85 m. del nivel del piso terminado, a la parte superior de la caja.



(Fig. 4)

4.1.4 Dimensiones para la placa y caja de empotrar

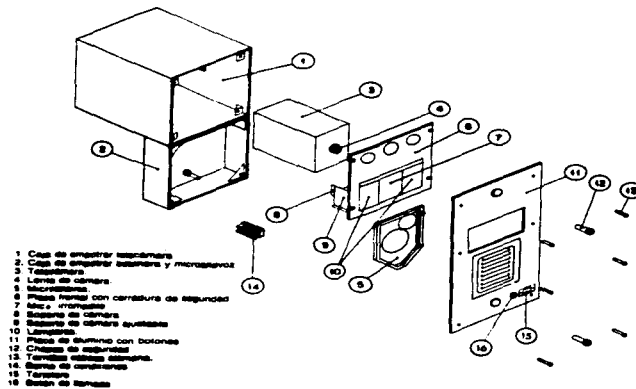
La telecámara incluye; entre otros la caja para empotrar, el frente o panel de botones, cuyas dimensiones varían en razón a la capacidad de botones de llamada que comprendan.



Dimensiones en centímetros

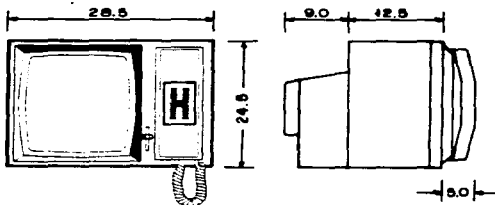
Nº de Botones	X	Y	Z
1, 2	17.0	36.5	36.5
4, 6	22.0	41.5	43.5
8, 10	24.5	44.5	46.5
12, 14	32.5	52.0	54.0
16	34.5	54.0	58.5
18, 20	39.5	59.0	61.5
22	42.5	62.0	64.0

Estructura de la telecámara TI-1



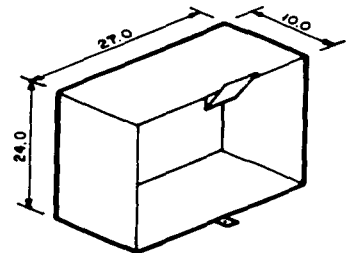
Dimensiones del monitor MI-9/1

MONITOR



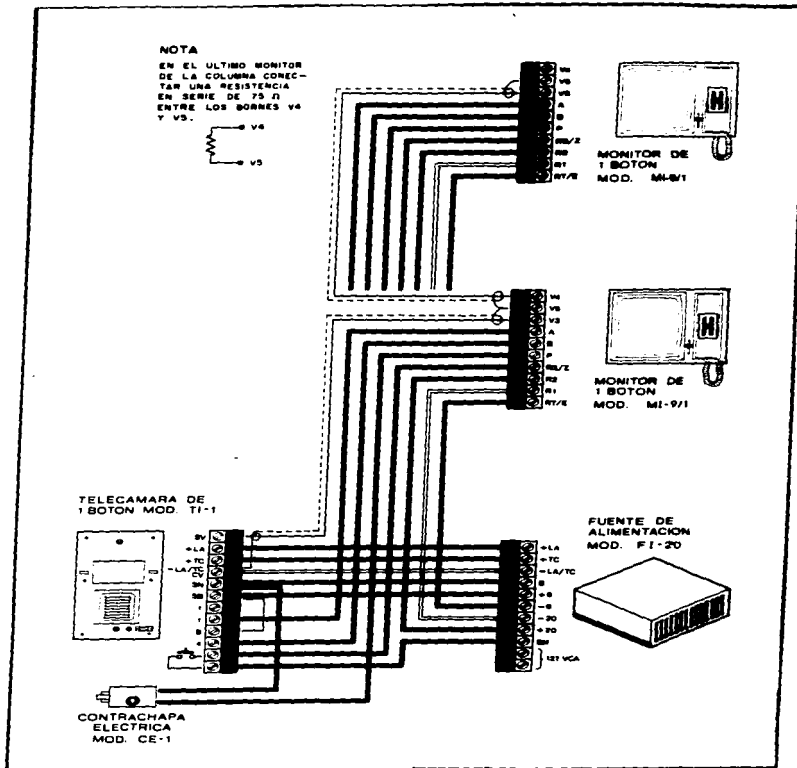
Dimensiones en centímetros

CAJA DE EMPOTRAR



Diagramas de instalación para sistemas de videoportero.

Sistema de videoportero sencillo.



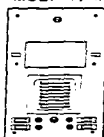
Sistema de videoportero para edificio.

NOTA:

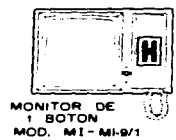
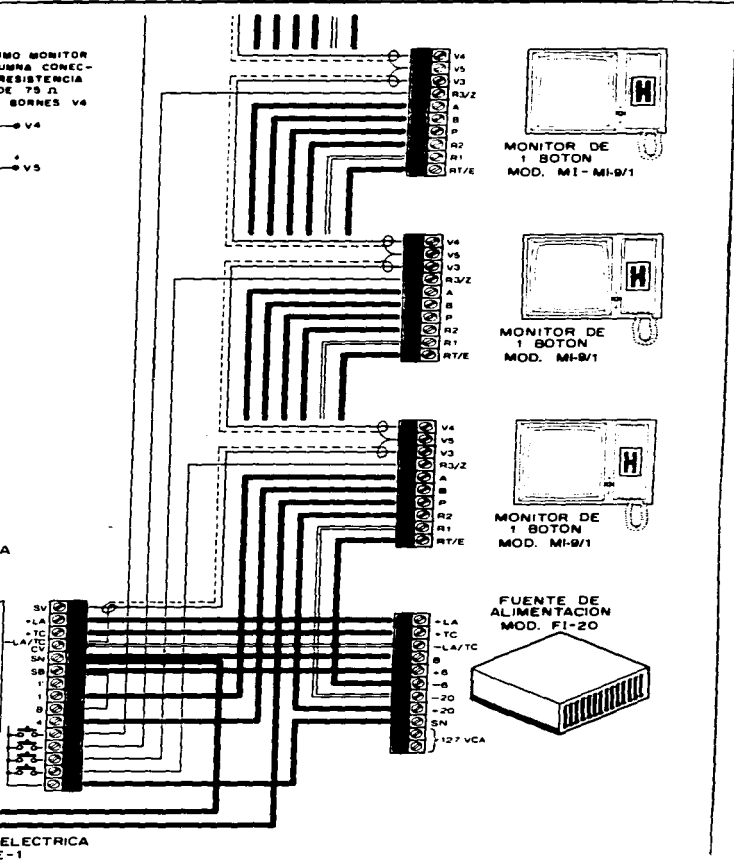
EN EL ULTIMO MONITOR DE LA COLUMNA CONECTAR UNA RESISTENCIA EN SERIE DE 75 Ω ENTRE LOS BORNES V4 Y V5.



TELECAMARA DE VARIOS BOTONES MOD. TI-n

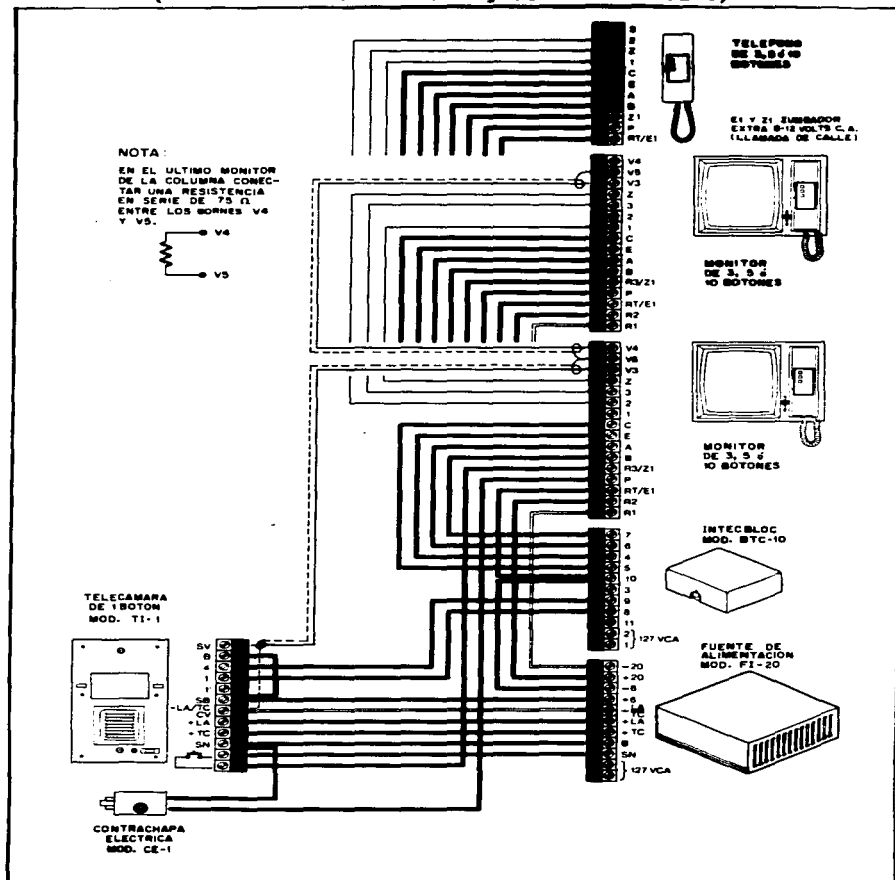


CONTRACHAPA ELECTRICA MOD. CE-1

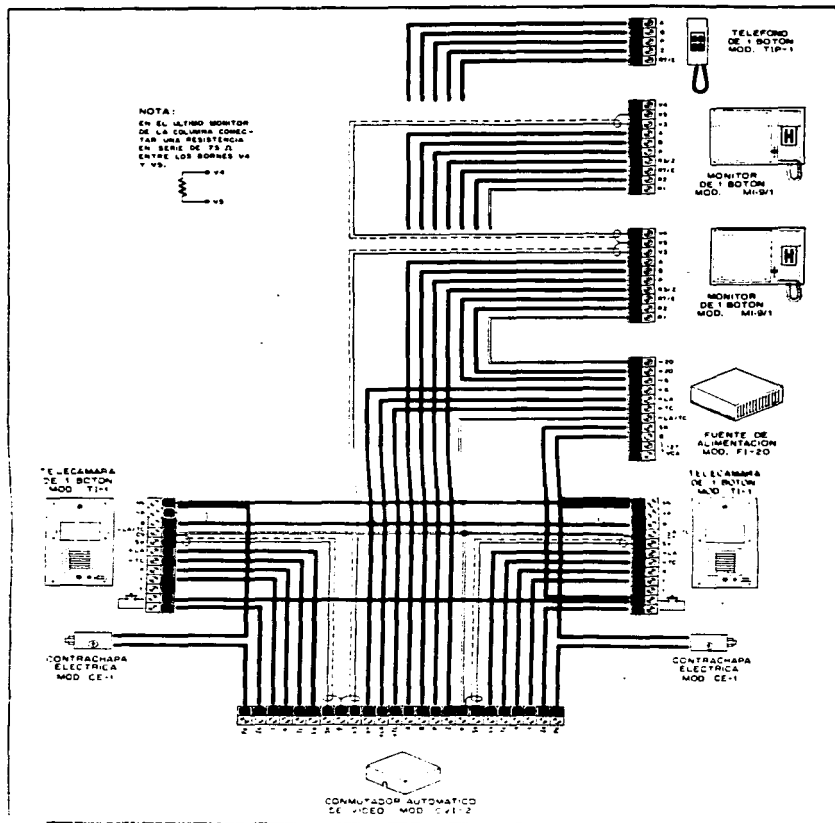


Sistema de videoportero combinado

(Intercomunicación interna y Servicio a la calle).

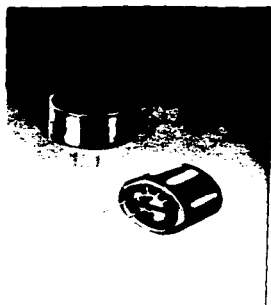


Sistema de videoportero con dos telecámaras.





Especificaciones técnicas del micrófono electret.

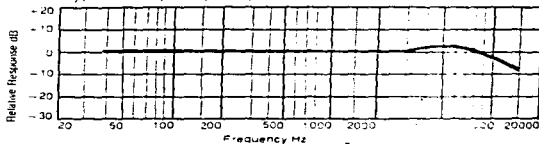


Model	Sensitivity
CMP-7H64	-64 ± 2dB
CMP-7H62	-62 ± 2dB
CMP-7H60	-60 ± 2dB
CMP-7H58	-58 ± 2dB
CMP-7H56	-56 ± 2dB

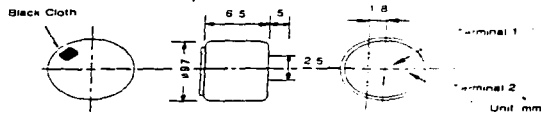
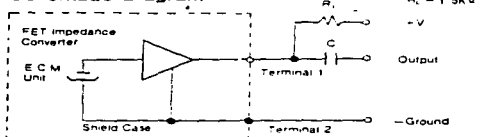
Specifications

Sensitivity: See the left ($R_L = 1.5K\Omega$)
 (0dB = 1V/μbar, 1 kHz)
Impedance: Low impedance
Directivity: Omnidirectional
Frequency range: 30 - 16,000Hz
Max. operation voltage: 10V
Standard operation voltage: 1.5V
Current consumption: Max. 0.3mA
Sensitivity reduction: Within -3dB at 1V
S/N ratio: More than 40 dB

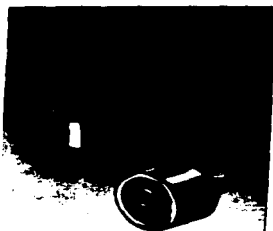
Typical Frequency Response Curve



Schematic Diagram

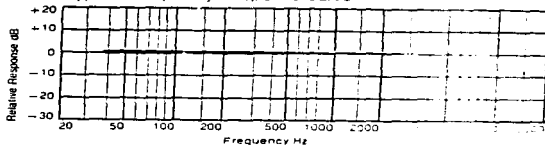


Especificaciones técnicas del micrófono electret.



Model	Sensitivity	Specifications
CMT-70 H	-70 ± 2 dB	Sensitivity: See the left, R 1 K (0dB=1V / bar 1 Hz) Impedance: Low impedance Directivity: Omnidirectional Frequency range: 30 - 16.000Hz Max. operation voltage: 10V Standard operation voltage: 1.5V Current consumption: Max 0.3mA Sensitivity reduction: Within +3dB at 1% S/N ratio: More than 40 dB
CMT-68 H	-68 ± 2 dB	
CMT-66 H	-66 ± 2 dB	
CMT-64 H	-64 ± 2 dB	
CMT-62 H	-62 ± 2 dB	
CMT-60 H	-60 ± 2 dB	
CMT-58 H	-58 ± 2 dB	

Typical Frequency Response Curve



Schematic Diagram

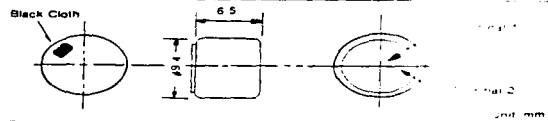
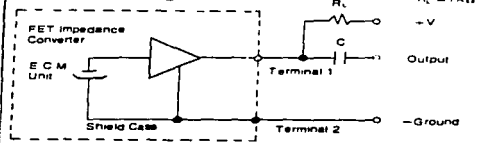
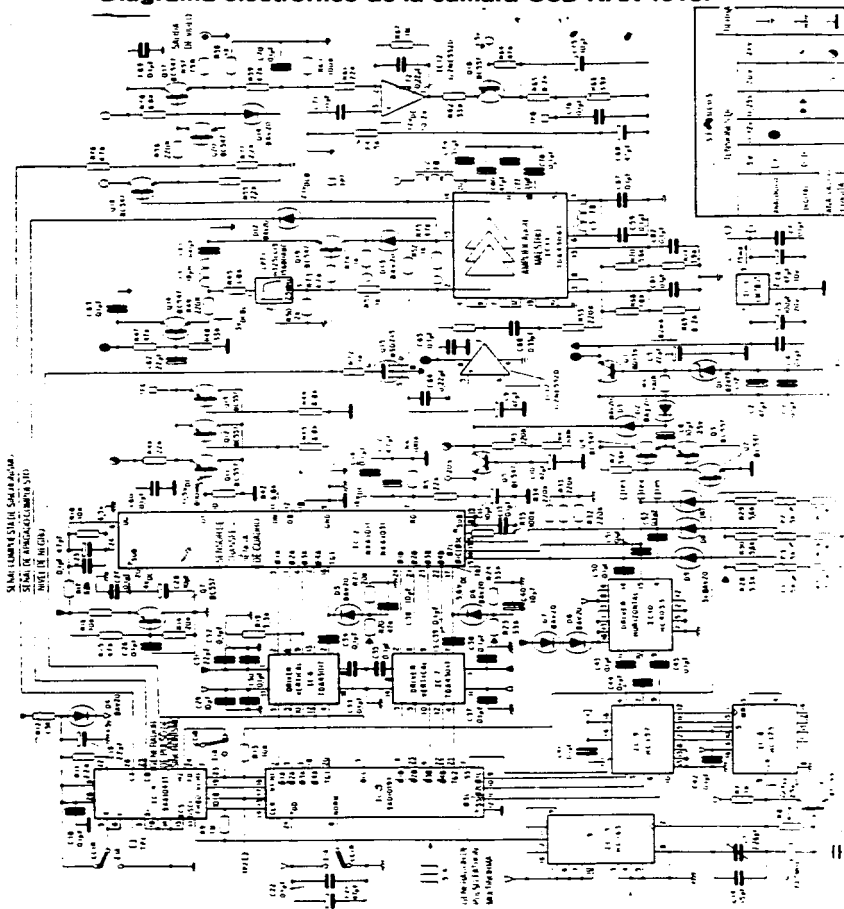


Diagrama electrónico de la cámara CCD NAX 1010.



BIBLIOGRAFIA

- **Principles of Active Network Synthesis and Design**
GOBIN DARYANANI
John Willey & Son. New York
- **Transistores en Radio y Televisión**
PROF. ANGEL ZETINA
C.E.C.S.A.
- **Transmisión de Información Modulación y Ruido**
MISCHA SCHWARTZ
Mc. Graw-Hill
- **Dispositivos PLL de Fuentes Reguladas, temporizadores y de telecomunicaciones.**
ARTHUR B. WILLIAMS
Mc. Graw-Hill
- **Basic T.V Technology**
ROBERT L. HARTWIG
Media manuals
- **H.D.T.V. Advanced televisión for the 1980s**
K. BLAIR BENSON and DONAL G. FINK
Mc. Graw-Hill
- **Linear Integrated Circuits**
J. MICHEL MC. MENAMIN
Practice -Hall , Inc.

-
- **Power Electronics Converter Applications and Design.**
NED MOHAN
John Wiley. and Sons.

 - **Fundamentos y Sistemas Electrónicos para Señales Analógicas.**
RAFAEL SANCHEZ LOPEZ
Macomb.

 - **Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados**
DONALD L. SCHILLING.
Macomb.

 - **Linear Circuits Data Book Vol.3**
Texas Instruments

 - **Interferencias Electromagnéticas en Sistemas Electrónicos.**
JOSEP BALCELLS.
Alfaomega.

 - **Manual Radio Aficionado Moderno.**
JOSE MOMPIN POBLET.
Alfaomega.

 - **Electrónica Industrial Técnicas de Potencia.**
J.M. GUALDA
Alfaomega.

 - **Manual de Equipo de Interfonia**
Intec de Mexico, S.A.

 - **Manual de Equipo COMAX**
Huang - Seculkorea