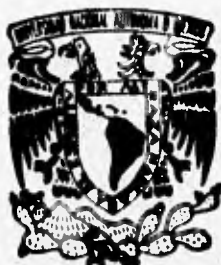


167  
2-4



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ORIENTACION AUTOMATICA DE LA ANTENA PARA  
MEJORAR LA RECEPCION DE TELEVISION.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**EN EL AREA DE  
INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

**P R E S E N T A N :  
CLAUDIA TOXQUI VICTORIA  
MARIA MARCELINA RAMIREZ BRAVO  
EMMA PATIÑO SANCHEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: ING. MIGUEL ANGEL CRUZ LEON**



**MEXICO, D. F.**

**1996**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**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.

La idea fundamental de diseñar un dispositivo de control automático para orientar la antena receptora, surge de una necesidad común a diversas áreas. En este trabajo aportamos una solución para un área específica.

La realización de este proyecto dá culminación a una etapa de nuestra formación profesional. Para lograrlo, durante el trayecto han intervenido diversas personas que por su apoyo, ayuda y motivación son merecedoras de nuestro agradecimiento, pues de una u otra manera fueron parte importante para alcanzar hoy éste objetivo. Es así que damos las gracias a:

**NUESTRA FAMILIA**

**PROFESORES**

**AMISTADES**

**Y COMPAÑEROS**

De forma muy especial nuestra gratitud al **ING. MIGUEL ANGEL CRUZ LEON** por la participación y apoyo brindado para la conformación de este proyecto.

**CLAUDIA TOKQUI VICTORIA**  
**M<sup>a</sup> MARCELINA RAMIREZ BRAVO**  
**EMMA PATIÑO SANCHEZ**

La motivación que mis padres me han dado día con día, así como su ejemplo, consejos y sobre todo su gran amor, han sido y serán esenciales para lograr las metas que me proponga.

Por éstas y más razones dedico esta Tesis a MIS PADRES y a MI HERMANO. Además, deseo compartir con ellos la satisfacción de esta vivencia única.

Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México  
y a mis maestros quienes me dieron el saber.

Y ante todo, doy gracias a DIOS por estar siempre a mi lado.

CLAUDIA TOXQUI VICTORIA

Uno de los tesoros más preciados en mi vida es la familia RAMIREZ BRAVO a quien dedico esta Tesis.

**A MI FAMILIA :**

Las frases no existen para expresarles mis agradecimientos. Lo que sí es real son los años en donde hemos compartido momentos inolvidables que no se repetirán, pero dejan en cada uno de nosotros recuerdos gratos. A través del tiempo me doy cuenta que la estabilidad espiritual y mental se logra en base a la familia. Pues es ahí donde se dá el apoyo, la confianza y el impulso para salir adelante y continuar una vida mejor sin preocupaciones.

Aunque el camino de la iniquidad es largo no significa que sea duradero ya que siempre hemos salido adelante con sabiduría y filosofía de ver la vida.

**A MIS PADRES :**

Guillermo Ramírez y Ma. de la Luz Bravo

Con mucho cariño les dedico éstas líneas, les agradezco profundamente la ayuda que me han brindado a través de los años y espero que el haber logrado uno de mis primeros objetivos, les llene de felicidad.

En especial a mi madre su apoyo y comprensión me ha facilitado el camino a seguir.

**A MIS HERMANOS :**

**MEMO:**

Te agradezco la ayuda que me has proporcionado durante la carrera y el gran esfuerzo de mantener unida a la familia, así como también dedicar gran parte de tu vida enseñándonos el camino de la razón y la verdad, lo cual te hace ser especial.

Agradezco la confianza de facilitarme tu equipo y material de trabajo.

**ABUNDIO:**

Gracias por haber estado presente en los momentos más difíciles de la familia.

**FERNANDO:**

Tu presencia y tu tiempo formaron parte importante a lo largo del proyecto. Gracias por tu participación y apoyo.

**RENE Y GRACIANO:**

Un consejo es un ejemplo a seguir, es por ello que les agradezco su apoyo moral.

**ALFREDO E IRENE:**

Aunque es poco el tiempo que hemos compartido, se que cuento con ustedes, gracias.

**MA. DE JESUS:**

Tu ejemplo y carácter han demostrado ser una persona ecuánime. Gracias por permitirme parte de tu tiempo y compartir juntas los momentos felices.

**A UN AMIGO, ERNESTO MENDOZA:**

El interés de colaborar para un objetivo es digno de agradecimiento.

Gracias a la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO por darme la formación académica y con ello la satisfacción de cumplir uno de los primeros objetivos en la vida.

Aunque el camino por recorrer se ve largo. Siempre podemos llegar con constancia y dedicación.

**MARIA MARCELINA RAMIREZ BRAVO**

Jamás terminaré de agradecer A MIS PADRES el apoyo y esfuerzo que me han entregado durante toda mi trayectoria de estudios, y como muestra de mi amor y cariño, les dedico este trabajo que significa la conclusión de un proyecto muy especial.

De igual forma a mi hermana que siempre me acompañó y me brindó su comprensión y entusiasmo, así como familiares y compañeros que de manera directa o indirecta participaron en ello.

**EMMA PATIÑO SANCHEZ**

# INDICE

<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>I. PROPAGACION DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS</b>	
II.1 Modos de propagación	3
II.2 Problemas de propagación	9
II.3 Propagación de las ondas en las bandas VHF y UHF	12
<b>II. SELECCION DE LA ANTENA RECEPTORA</b>	
II.1 Introducción	17
II.2 Tipos de antena	18
II.3 Parámetros de las antena	20
II.4 Selección de la antena para recepción de señales de T.V.	29
<b>III. SINTONISADORES DE TELEVISION</b>	
III.1 Introducción	34
III.2 Sistemas de recepción de T.V.	36
III.3 El selector de canales o sintonizador	44
III.4 Clasificación de los sintonizadores	48



#### **IV. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA**

IV.1	Introducción	56
IV.2	Diseño del soporte para de la antena.	60
IV.3	Fuentes de alimentación.	68
IV.4	Acoplamiento de la señal del CAF al MCU.	69
IV.5	Detección del cambio de sintonía.	71
IV.6	Control de movimiento de la antena.	77
IV.7	Características del panel de control.	80

#### **V. ANALISIS DEL MICROCONTROLADOR (MCU)**

V.1	Selección del microcontrolador	82
V.2	Programación	83

#### **APENDICES**

<b>A</b>	Voltajes en el sintonizador	102
<b>B</b>	Dimensiones de elementos del soporte	113

<b>CONCLUSIONES</b>	114
---------------------	-----

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	116
---------------------	-----

# INTRODUCCION

Una de las situaciones que se presentan en la actualidad, es la deficiente recepción de las señales electromagnéticas en equipos electrónicos, por ejemplo, señales de audio y video. Los factores que la originan son: El crecimiento de la ciudad, las condiciones atmosféricas variables, el aumento de servicios como la telefonía celular, banda civil, transmisoras de radio y televisión, provocando así alteraciones en la señal que se desea recibir.

De las señales electromagnéticas que viajan en el espacio, son detectadas por la antena aquéllas que se encuentran en el rango de frecuencias para el cual fué diseñada. Para lograr una adecuada recepción de éstas señales, debemos considerar el tipo de antena, la ubicación, la orientación, así como sus parámetros (como directividad, ganancia y ancho de banda). Una vez que se selecciona para el sitio de recepción el tipo de antena apropiado, el principal problema que se presenta es la orientación, para lo cual diseñamos un sistema de control automático, que puede con ciertas modificaciones ser enfocado a diversas aplicaciones donde se desee una mayor calidad de recepción, dado que la señal puede contener datos de vital importancia, por ejemplo para centros de investigación, radiodifusoras, transmisoras de televisión y para receptores móviles.

Sin embargo nuestro proyecto se concreta en mejorar la recepción de la señal de televisión (TV) en la banda VHF (muy alta frecuencia), obteniendo así mayor calidad de imagen y sonido.

Para poder satisfacer los requerimientos del proyecto se lleva a cabo el estudio del sistema de recepción de TV. Donde se observó que existe una señal que varía de acuerdo a la orientación de la antena. Esto es necesario para que el dispositivo de control oriente la antena evaluando dicha señal, hasta seleccionar aquélla que proporcione mejor imagen y sonido.

Si el control automático no fuera satisfactorio para el usuario, se cuenta con un control manual que le permitirá determinar la posición de la antena deseada por él, girándola a izquierda o derecha.

De acuerdo a lo anterior, el dispositivo de control automático dá solución al problema de orientación. Sin embargo de acuerdo a las condiciones climáticas y al tipo del sistema sintonizador que se tiene en los diferentes modelos de TV la calidad de recepción será variable.

# CAPITULO I

## PROPAGACION DE ONDAS ELECTROMAGNETICAS

### I.1 MODOS DE PROPAGACION

Las transmisiones de televisión y radiodifusión se llevan a cabo en la banda de muy alta frecuencia (VHF, very high frequency) y ultra alta frecuencia (UHF, ultra high frequency) para televisión, y HF (high frequency) para radio, que comprenden las frecuencias que se indican en la tabla 1.1. Estas emisiones se logran debido a la propagación de ondas electromagnéticas en un medio (la atmósfera) que cuenta con ciertas propiedades electromagnéticas de las cuales dependerá la transferencia de energía electromagnética, generada en la antena transmisora. Estas propiedades son:

**1) La constante dieléctrica:** Conocida como permitividad del medio, indica la capacidad del medio de almacenar energía electrostática.

**2) La permeabilidad.** Indica la capacidad del medio de permitir el paso de líneas magnéticas de fuerza, en comparación con el vacío.

**3) La conductividad.** Medida de la habilidad del medio para permitir el paso de electricidad.

**4) La velocidad de propagación.** Es la velocidad con que se propaga una onda electromagnética, está en función de las características del medio, que son la permitividad y la permeabilidad.

Designación de la banda	Intervalo de frecuencia	Intervalo de longitud de onda en el espacio libre
Extremadamente baja frecuencia (ELF)	<3 KHz	>100 km
Muy baja frecuencia (VLF)	3 - 30 KHz	10 - 100 km
Baja frecuencia (LF)	30 - 300 KHz	1 - 10 Km
Frecuencia media (MF)	300 KHz - 3MHz	100 m - 1 Km
Alta frecuencia (HF)	3 - 30 MHz	10 - 100 m
Muy alta frecuencia (VHF)	30 - 300 MHz	1 - 10 m
Ultraalta frecuencia (UHF)	300 MHz - 3 GHz	10 cm - 1 m
Superalta frecuencia (SHF)	3 - 30 GHz	1 - 10 cm
Extremadamente alta frecuencia (EHF)	30 - 300 GHz	1 - 10 mm
Infrarrojo	$8 \times 10^{11}$ - $4 \times 10^{14}$ Hz	80 - 400 $\mu\text{m}$
Luz visible	$4 \times 10^{14}$ - $7.5 \times 10^{14}$ Hz	40 - 80 $\mu\text{m}$
Luz ultravioleta	$7.5 \times 10^{14}$ - $10^{16}$ Hz	1.2 - 40 $\mu\text{m}$
Rayos X, rayos gamma	$10^{16}$ - $10^{24}$ Hz	0.6 $\mu\text{m}$ - 1.2 $\mu\text{m}$
Rayos cósmicos	$>10^{24}$ Hz	$<0.6 \mu\text{m}$

Tabla 1.1 Espectro electromagnético

La onda electromagnética está constituida por dos componentes: una electrostática (campo eléctrico) y otra electromagnética (campo electromagnético), siempre orientadas perpendicularmente entre sí, refiriéndose la polarización de la onda a la orientación de la componente electrostática con respecto a un plano de referencia al que se le denomina "plano de tierra". Este sistema de planos perpendiculares a la dirección de propagación de la onda es llamado "frente de onda".

La polarización de la onda electromagnética puede ser horizontal o vertical. Cuando el campo eléctrico gira produce una onda polarizada circularmente. Si no hay giro la onda está polarizada linealmente.

Un frente de onda se expande conforme viaja a través del espacio, esta expansión resulta en reflexiones y cambios de fase conforme la onda pasa sobre obstáculos, teniendo como resultado un decremento de la señal recibida. Es entonces que para lograr una buena transmisión y recepción de la señal se debe obtener una altura efectiva de los obstáculos, ésto se logra sumando la

altura correspondiente a la primera zona de Fresnel con la altura del obstáculo más alto; obteniendo así la altura en que deben ubicarse las antenas para lograr el enlace. Las zonas de Fresnel son una serie de elipsoides concéntricos que rodean la ruta. La primera zona de Fresnel es la superficie que contiene todos los puntos para los cuales la suma de las distancias a partir del punto de interés a los dos extremos de la ruta, es exactamente media longitud de onda más larga que la ruta directa entre los dos extremos (fig.1.1).

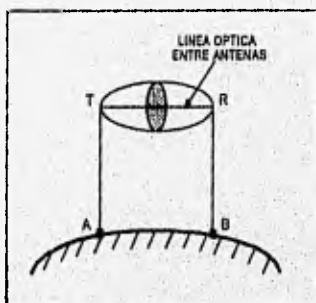


Fig.1.1. Primera zona de Fresnel

Cuando la onda electromagnética viaja en un medio que registra variaciones de densidad, el frente de onda sufre cambios, estos cambios se conocen como; reflexión, refracción y absorción.

**REFLEXION** .- Es el cambio de la dirección de ondas electromagnéticas después de incidir en una superficie.

**REFRACCION** .- Es el cambio de la dirección que experimentan las ondas electromagnéticas al pasar de un medio a otro.

**ABSORCION** .- Es la disipación de la energía de una onda electromagnética, mediante su transformación en otro tipo de energía, como resultado de la interacción con la materia.

El medio que sirve de enlace entre el transmisor y el receptor de televisión es la atmósfera, la cual afecta a la propagación de las ondas electromagnéticas, de acuerdo con las características de la región atmosféricas en que se propaguen tales ondas.

Las regiones atmosféricas son: la ionósfera y la tropósfera. Cada una de ellas con diferentes propiedades que varían con la altura, otro factor que afecta la propagación electromagnética es el clima, es decir la combinación de las características de densidad, temperatura, presión atmosférica y contenido de vapor.

De acuerdo con la frecuencia de la onda, las condiciones atmosféricas afectan a la propagación. Por ejemplo, en el rango de las frecuencias en las bandas VHF y UHF, ciertos gases de la atmósfera (oxígeno y vapor de agua) absorben en cierta medida la energía del campo; ligeramente en VHF y más notoriamente en UHF. En la ionósfera, la absorción es más fuerte para la parte alta de la banda de HF y baja de la banda de VHF, en cambio para UHF la ionósfera no afecta la propagación.

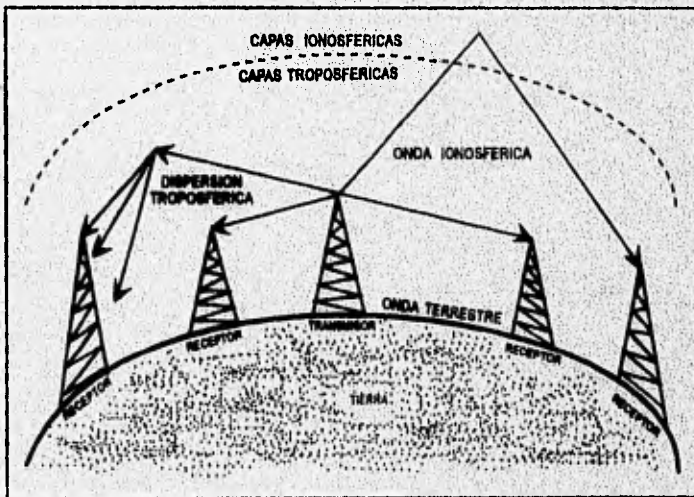


Fig.1.2 Tipos de trayectoria de una onda.

Considerando estos factores de la atmósfera que afectan a la propagación, se establecen tres tipos de trayectoria de una onda de acuerdo con la región en que se propague, estos son:

**a) ONDA IONOSFERICA U ONDA DE CIELO.**

Es la parte de la energía que se refleja de la ionósfera en HF, la ionósfera está formada de capas ionizadas que resultan del bombardeo de radiaciones solares, estas capas pueden reflejar o refractar la onda. Una onda de radio que se propaga después de haber sufrido una o más reflexiones en la ionósfera, se denomina onda ionosférica u onda de cielo.

Para un enlace en línea recta, esos efectos dificultan la comunicación originando desvanecimiento temporal o sencillamente atenuando el nivel de la portadora para enlaces de muy baja frecuencia (VLF, very low frequency), baja frecuencia (LF, low frequency), mediana frecuencia (MF, medium frequency) y alta frecuencia (HF, high frequency).

**b) ONDA TROPOSFERICA.**

Este tipo de onda, resulta de reflexiones debidas a cambios abruptos en la constante dieléctrica efectiva de la tropósfera, esta región atmosférica tiene una altura aproximada de 10 km. respecto a superficie terrestre.

La tropósfera se caracteriza por una temperatura que en general disminuye con la altitud, y por capas alternadas de flujo de aire turbulento y laminar a temperaturas significativamente diferentes. Los índices de refracción de éstas capas son tan diferentes que se experimenta algo de dispersión de regreso a la tierra en las bandas VHF y UHF, hasta las frecuencias en las que la absorción de gases y vapor atmosférico comienzan a provocar seria atenuación. A este fenómeno se le conoce como Dispersión Troposférica o Tropodispersión, tiene un intervalo utilizable de



Considerando estos factores de la atmósfera que afectan a la propagación, se establecen tres tipos de trayectoria de una onda de acuerdo con la región en que se propague, estos son:

**a) ONDA IONOSFERICA U ONDA DE CIELO.**

Es la parte de la energía que se refleja de la ionósfera en HF, la ionósfera está formada de capas ionizadas que resultan del bombardeo de radiaciones solares, estas capas pueden reflejar o refractar la onda. Una onda de radio que se propaga después de haber sufrido una o más reflexiones en la ionósfera, se denomina onda ionosférica u onda de cielo.

Para un enlace en línea recta, esos efectos dificultan la comunicación originando desvanecimiento temporal o sencillamente atenuando el nivel de la portadora para enlaces de muy baja frecuencia (VLF, very low frequency), baja frecuencia (LF, low frequency), mediana frecuencia (MF, medium frequency) y alta frecuencia (HF, high frequency).

**b) ONDA TROPOSFERICA.**

Este tipo de onda, resulta de reflexiones debidas a cambios abruptos en la constante dieléctrica efectiva de la tropósfera, esta región atmosférica tiene una altura aproximada de 10 km. respecto a superficie terrestre.

La tropósfera se caracteriza por una temperatura que en general disminuye con la altitud, y por capas alternadas de flujo de aire turbulento y laminar a temperaturas significativamente diferentes. Los índices de refracción de éstas capas son tan diferentes que se experimenta algo de dispersión de regreso a la tierra en las bandas VHF y UHF, hasta las frecuencias en las que la absorción de gases y vapor atmosférico comienzan a provocar seria atenuación. A este fenómeno se le conoce como Dispersión Troposférica o Tropodispersión, tiene un intervalo utilizable de

alrededor de 30 MHz a 10 GHz, y casualmente comienza donde termina la propagación ionosférica.

Las bandas de VHF y UHF se utilizan para telefonía y telegrafía a larga distancia, especialmente en forma multicanalizada; para transmisión de televisión y de FM; para sistemas de radiolocalización y sistemas de aterrizaje por instrumentos; y para sistemas de comunicación por satélite.

### c) ONDA DE TIERRA.

Es la parte de la energía que se propaga por la superficie de la Tierra y se ve afectada por la conductividad y el relieve del terreno, se subdivide en:

**Onda del espacio.**- Formada por una onda directa que viaja en la trayectoria más corta. Un canal con línea de vista o de trayectoria óptica directa (LOS, line of sight) puede establecerse siempre que el espacio entre el transmisor y el receptor se encuentre libre de obstrucciones importantes, es decir, obstrucciones cuyas dimensiones sean grandes comparadas con la longitud de onda.

**Onda reflejada.**- Es la parte de la energía que sufre reflexiones por la presencia de la superficie terrestre. Estas reflexiones pueden afectar seriamente el nivel de la señal recibida, ya que la onda reflejada que se recibe varía en amplitud y fase con respecto a la onda directa transmitida.

**Onda superficial.**- Es la parte de la energía que se guía a lo largo de la superficie de la Tierra, en forma semejante a una onda electromagnética guiada por una línea de transmisión. Debido a que la tierra es un conductor imperfecto, las ondas de radio penetran algo en su superficie; su intensidad de campo disminuye rápidamente con la profundidad, y se propagan más lentamente que

en el aire, originando un efecto de onda superficial, esto es que justo por encima de la superficie, la onda siga la curvatura de la Tierra. Este proceso es inherentemente disipativo, y es de utilidad sólo para frecuencias relativamente bajas y para comunicación transhorizonte a distancias relativamente cortas.

## **I.2 PROBLEMAS DE PROPAGACION**

Para suministrar una señal de televisión adecuada a los receptores de televisión, establecidos en las áreas que se van a servir, es necesario superar una serie de problemas, a través de todo el recorrido de la señal, desde el equipo transmisor, hasta el receptor, se puede establecer que las principales causas de la debilitación de la señal son:

1. Pérdidas en la línea de transmisión.
2. Pérdidas de radiación de la antena transmisora.
3. Pérdidas de trayectoria, debidas a la distancia y a las absorciones y reflexiones provocadas por obstáculos y la atmósfera.
4. Pérdidas en la antena de recepción y línea de bajada.

Las causas numeradas como 1,2 y 4 se pueden reducir a un mínimo fácilmente, seleccionando el equipo adecuado que ofrezca las mejores ventajas e instalándolo de acuerdo con las normas y recomendaciones establecidas y manteniendo la operación del equipo dentro de los valores correctos.

Las pérdidas de trayectoria de la señal (3), varían de acuerdo con la configuración y situación geográfica de la estación transmisora y las áreas que pretendan cubrir. La onda electromagnética interceptada por una antena receptora, puede ser de tres tipos diferentes, ó bien de una combinación de éstos; onda de tierra, onda ionosférica y onda troposférica. Los problemas que tiene que superar una onda electromagnética de cualquiera

de estos tres tipos para llegar al receptor, son:

**\* REFLEXION DE LA TIERRA.**

Dado que las señales se propagan en línea recta y debido a la curvatura de la Tierra, el alcance teórico máximo de una señal transmitida está dado por la línea del horizonte ó línea de vista. Este alcance puede ampliarse con la instalación de las antenas (tanto transmisora como receptora), en lugares elevados, pero incluso así existe un límite más allá del cual, las señales difícilmente llegan.

La intensidad de campo medida en cualquier lugar que cuente con servicio de televisión, es igual a la suma vectorial del campo recibido directamente de la antena transmisora y el campo reflejado por la superficie terrestre. Este campo reflejado causa un patrón de interferencia, que varía en amplitud y fase. Es entonces que la onda reflejada puede perjudicar la recepción, así como permitirla en puntos donde no puede llegar la onda del espacio.

**\* ACCIDENTES TOPOGRAFICOS.**

Las condiciones reales del terreno, mostradas por los mapas topográficos de la zona en que se pretende dar servicio de televisión, se utilizan para trazar perfiles, que nos indicarán los diferentes niveles de terreno. Mientras se mantenga despejada por lo menos la primera zona de Fresnel, no habrá problemas de propagación.

Sin embargo cuando el perfil nos indica una colina ó un risco agudo, no habrá claridad en la primera zona de Fresnel de ese perfil y la propagación se limitará al área entre la zona transmisora y el obstáculo, la parte oculta donde está la antena se constituirá en una zona sin señal, llamada zona oscura o sombreada en analogía con la óptica geométrica.

#### \* OBSTACULOS ARTIFICIALES.

Las áreas pobladas con una cantidad considerable de construcciones elevadas, tales como edificios y puentes, no causan problemas a la propagación de radiofrecuencias en la banda de HF y sí originan atenuación para las bandas de VHF, UHF y mayores.

#### \* VEGETACION Y ARBOLES.

Los efectos de la vegetación y árboles que están en la trayectoria de propagación de una onda electromagnética varían con la frecuencia y el tipo de polarización, provocando así, reflexión o atenuación de la señal.

#### \* TROPOSFERA O ATMOSFERA INFERIOR.

Cuando un frente de onda que viaja horizontalmente, enfrenta un gradiente de la constante dieléctrica del aire, se refracta desviando su trayectoria original. Estos cambios de la constante dieléctrica, dependen de muchos factores, tales como presión, temperatura, cantidad de vapor de agua presente, altura sobre la Tierra, etc. algunos de estos factores que son difíciles de predecir hacen que la solución del problema de propagación en la tropósfera, sea casi imposible de resolver, a no ser que se trate en forma de evaluación estadística, efectuando suposiciones que simplifiquen el problema con el fin de obtener una solución de ingeniería.

#### \* IONOSFERA.

La ionósfera, es la atmósfera superior y está formada por cuatro capas principales ó regiones que son: La capa "E", la capa "F1" y la capa "F2", centradas a alturas de 100, 200 y 300 km respectivamente y la capa "D" localizada debajo de la capa "E". Estas capas son producto de la radiación solar, de aquí que su

efecto sobre las ondas de radio, sea mayor de día que de noche. Las características de las capas dependen de la localización geográfica, de la estación del año y de la actividad solar, así como de algunos otros efectos casuales que no han podido identificarse. Los efectos de la ionósfera sobre la propagación dependen también de la frecuencia, a mayor frecuencia la reflexión disminuye, de manera que para radiofrecuencias de televisión el efecto es muy pequeño.

### **I.3 PROPAGACION DE LAS ONDAS EN LAS BANDAS VHF (30 MHz-300 MHz) Y UHF (300 MHz- 3 GHz)**

Las bandas de VHF y UHF se usan en particular en las radiodifusiones de frecuencia modulada, en las transmisiones televisivas, en los radares, en las comunicaciones por satélite, en las comunicaciones entre puntos fijos y puntos móviles.

La propagación de estas ondas se realiza por onda troposférica, ya que la ionósfera, dadas las frecuencias altas, no está en posibilidad de variar la curvatura de los rayos de modo de permitir la reflexión. Las comunicaciones son posibles según los modos siguientes de propagación: por ondas directa y reflejada, por difracción, por difusión o dispersión y por estrato de conducción troposférica; la onda superficial no contribuye a la propagación ya que, dadas las altas frecuencias, se atenúa rápidamente.

#### **ONDAS DIRECTA Y REFLEJADA.**

La propagación por onda directa y reflejada tiene especial importancia en las frecuencias altas, en las que la antena transmisora y la antena receptora o ambas son altas con respecto al suelo, en relación a la longitud de onda.

ONDA DIRECTA. La presencia de la atmósfera causa una curvatura de la dirección de propagación, debida a la variación del índice de refracción con la altura. El índice de refracción  $n$  en un punto de la atmósfera depende de la presión, la humedad y la temperatura; disminuye al crecer la temperatura y al disminuir la presión y la humedad. Generalmente  $n$  es ligeramente mayor que la unidad en la superficie del suelo y tiende a la unidad al aumentar la altura. La variación del índice de refracción con la altura causa la curvatura del radio, que se ha dibujado con línea punteada en la figura 1.3 (trayectoria **a**); el camino de la onda tiene generalmente la concavidad hacia abajo.

La trayectoria puede tener la concavidad hacia arriba, como en la trayectoria **b** de la figura 1.3. En este caso la onda pasa más cerca del suelo que la altura de las antenas T y R; en consecuencia, un obstáculo puede impedir la comunicación directa.

En la práctica es común suponer que el índice de refracción  $n$  es constante y que el radio de la Tierra es diferente del real, de modo que la propagación pueda aún ser considerada rectilínea (trayectoria **d**, figura 1.3).

ONDA REFLEJADA. Sus características dependen de la conformación física de la superficie reflectante y de sus características eléctricas. Un ejemplo de la onda reflejada está representado en la figura 1.3, trayectoria **r**.

Al receptor pueden llegar una onda directa y una onda reflejada, de amplitudes diferentes y desfasadas entre sí, a causa de la diferente longitud de las trayectorias; según las relaciones de fase, se tiene atenuación o exaltación con respecto a la propagación en el espacio libre.

En algunos casos la antena transmisora, direccional, no irradia hacia el suelo y por lo tanto solo se tiene propagación por onda directa.

La onda reflejada puede, por una parte, perjudicar la recepción, y entonces es necesario emplear una antena direccional que permita sólo la captación de la onda directa; por otra parte, la reflexión sobre obstáculos, por ejemplo, pendientes de montañas, permite la recepción en puntos donde no puede llegar la onda directa.

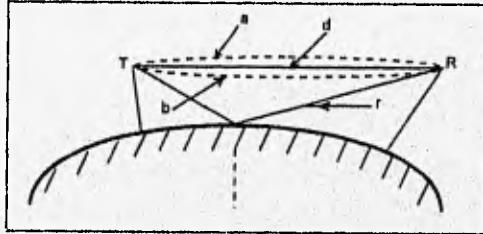


Fig.1.3 Propagación por onda directa y reflejada

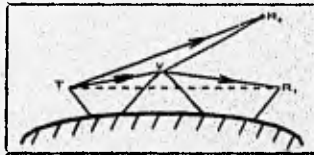


Fig. 1.4 Difracción

### DIFRACCION

Los casos más comunes de difracción son los siguientes:

La propagación por difracción se produce por ondas reirradiadas por los bordes de un obstáculo, emitidas desde los puntos de incidencia de la onda directa; es determinante a las altas frecuencias, cuando el receptor está fuera del campo visual del transmisor y separado por un obstáculo único visto por ambos. En el ejemplo de la figura 1.4 la onda difractada por el vértice **V** de la montaña posibilita la comunicación entre **T** y **R<sub>1</sub>**.

En el caso del receptor **R<sub>2</sub>**, en el campo visual del transmisor la propagación se produce como en el espacio libre, pero está influenciada por la onda de difracción del borde del obstáculo: los dos rayos directo y difractado, interfieren con aumento o



atenuación de la señal; por otra parte en el caso ideal del borde uniforme y de influencia despreciable del terreno, la atenuación o el aumento son, de alrededor de un decibel.

La propagación por difracción permite, además, las comunicaciones más allá del horizonte.

### **DIFUSION O DISPERSION**

La propagación por difusión o dispersión, se produce por ondas difundidas por moléculas, partículas o irregularidades de la atmósfera; en particular, es importante la propagación por difusión o dispersión troposférica anterior debida a irregularidades en la parte alta de la tropósfera. Ella permite útilmente comunicaciones a distancias hasta de 800 km., a frecuencias en las bandas de VHF y UHF.

### **ESTRATOS DE CONDUCCION TROPOSFERICO**

Se tiene propagación por estrato (o capa) de conducción troposférica cuando las ondas electromagnéticas resultan contenidas en un estrato de la tropósfera como en una guía de ondas.

Se puede tener este tipo de propagación cuando, subiendo del suelo hacia los estratos altos de la tropósfera, se encuentra una región en la que el índice de refracción  $n$ , primero decreciente, se hace creciente, para después volver a decrecer a alturas mayores. El rayo de la onda resulta curvado sucesivamente hacia abajo y hacia arriba, quedando así vinculado a una capa, llamada capa o estrato de conducción (figura 1.5). Las características de la propagación dependen de numerosos factores: la frecuencia, que ha de ser superior a un valor crítico; el gradiente del índice de refracción, función a la vez de la evolución de la temperatura, presión y humedad; el espesor del estrato; el modo que tiene la energía de llegar desde el transmisor hasta el estrato y la posición del receptor.

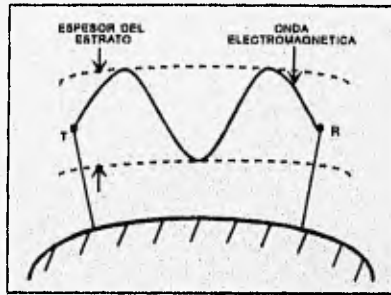


Fig.1.5 Propagación por estrato de conducción troposférico.

La propagación por estrato troposférico permite comunicaciones a grandes distancias. Pero dado el gran número de factores que influyen y su variabilidad en el tiempo, el análisis es complejo y se realiza por vía estadística; utilizando las cartas de previsión que permiten establecer las mejores condiciones de propagación.

## CAPITULO II

### SELECCION DE LA ANTENA RECEPTORA

#### II.1 INTRODUCCION

El proceso que se lleva a cabo para lograr la transmisión de señales como audio, video o telemetría, de un sitio a otro distante, es el siguiente: En el transmisor se modifica la amplitud, frecuencia o fase (o una combinación de ellas) de una señal portadora de frecuencia superior en función de las variaciones de amplitud del mensaje (proceso conocido como modulación), la señal resultante se transforma por medio de la antena transmisora, en una onda electromagnética, que se desplaza por un medio de propagación (la atmósfera), para que la información llegue a su destino. En el destino la onda se intercepta y se transforma nuevamente en una señal portadora modulada, por medio de la antena receptora, y por último en el receptor se amplifica y se demodula con la finalidad de recuperar la información original.

El objetivo del dispositivo de orientación automática que nos ocupa, es mejorar la recepción de la señal de televisión por medio de la orientación de la antena receptora. Primero es necesario seleccionar el tipo de antena apropiado para captar la señal de televisión en la banda de VHF, logrando con ello una adecuada recepción de las señales comprendidas en esta banda de frecuencias.

De acuerdo a lo anterior el presente capítulo está enfocado a la selección de la antena receptora para la señal de T.V., para ello se hará mención de los fundamentos sobre las antenas, como son los tipos y parámetros de las mismas.

## II.2 TIPOS DE ANTENAS

Las antenas pueden clasificarse, en términos generales, ya sea por el espectro de frecuencia en que suelen aplicarse o por su modo básico de radiación.

En el primer tipo de clasificación, los tipos de antenas obedecen a las designaciones usuales de las bandas:

- De acuerdo a su frecuencia de operación y se describen como antenas de:
  - VLF (muy baja frecuencia)
  - LF (baja frecuencia)
  - MF (media frecuencia)
  - HF (alta frecuencia)
  - VHF (muy alta frecuencia)
  - UHF (ultra alta frecuencia)
  - Y Microondas.

En el segundo tipo de clasificación, las antenas pueden dividirse en cuatro grupos:

- De elemento de corriente
- De onda progresiva
- Redes
- De abertura

Los cuatro grupos pueden distinguirse por el tamaño de la antena medida en longitudes de onda, que a su vez pueden relacionarse con las distintas regiones del espectro en las cuales pueden aplicarse las antenas, como se muestra en la figura 2.1.

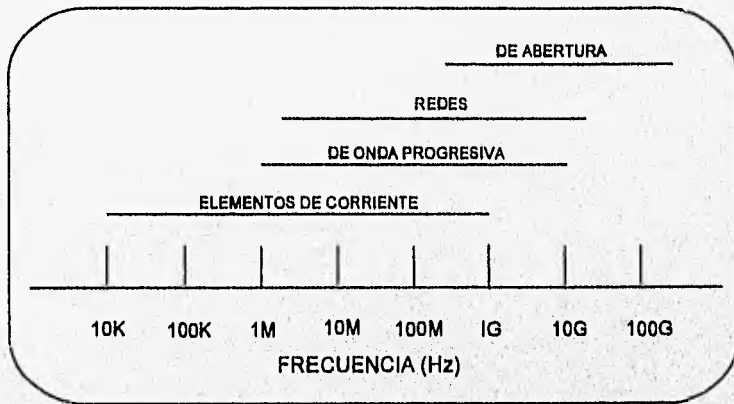


Fig. 2.1 Clasificación de las antenas

La clasificación de las antenas en cualquiera de estos cuatro grupos es la siguiente:

De elemento de corriente	De onda progresiva	Redes	De abertura
Monopolar Dipolar De cuadro De rendija radiante Bloónica	De fuente lineal De alambre largo Rómbica De guía de ondas ranurada Espiral	De radiación transversal De radiación longitudinal Lineal Planar Circular	De reflector De bocina De lente De radiación de retroceso Varilla dieléctrica corta Bocina parabólica
De ranura Esferoidal De reflector parabólico De microcinta	Helicoidal Periódica logarítmica De ondas lentas De ondas rápidas De ondas dispersas De ondas superficiales De varilla dieléctrica larga	Conforme Periódica logarítmica De procesamiento de señales	

Tabla 2.1 Tipos de antenas

### II.3 PARAMETROS DE LAS ANTENAS

Los parámetros de una antena, son las características medibles de su comportamiento que nos indican su calidad con respecto a la antena isotrópica, la cual es una antena ideal (hipotética), que radia energía con la misma magnitud en toda la región del espacio.

Los parámetros de mayor interés de las antenas, son la polarización, el patrón de radiación, la ganancia, la impedancia, el ancho de banda y la relación frente-atrás. De acuerdo al Teorema de Reciprocidad, los parámetros de radiación de una antena no varían si ésta se comporta como transmisora o receptora.

#### POLARIZACION

La polarización en una onda electromagnética a una sola frecuencia describe la forma del lugar geométrico del extremo del vector de campo eléctrico instantáneo como función del tiempo en una ubicación fija en el espacio, y el sentido en que se traza el lugar geométrico según se observa a lo largo de la dirección de propagación, es decir, se refiere a la orientación de la componente electrostática con respecto a un plano de referencia (plano de tierra).

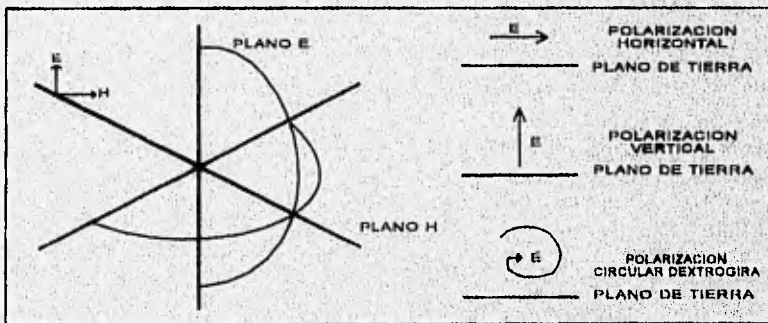


Fig. 2.2 Polarización

La polarización de la onda electromagnética puede ser horizontal o vertical. Cuando el campo eléctrico gira, describiendo una circunferencia, produce una onda polarizada circularmente. Si no hay giro la onda está polarizada linealmente. Y por último cuando el vector del campo eléctrico es variante en el tiempo, pero su magnitud varía con respecto a la ecuación de una elipse, se tiene una onda con polarización elíptica. Además, cuando la rotación alrededor de la elipse o circunferencia es en sentido horario, la polarización se denomina a la derecha (dextrógira); en caso contrario, se denomina a la izquierda (levógira), ver figura 2.2.

Si la polarización de la onda incidente no coincide con la polarización de la antena receptora, tiene lugar una pérdida de polarización por desacoplamiento, que siempre debe ser tomada en cuenta en los cálculos de enlace, especialmente en aplicaciones con limitantes de potencia.

#### **PATRON DE RADIACION**

El patrón de radiación de una antena es una gráfica que permite conocer cual es la distribución y dirección en la que una antena radia su energía, también es conocido como característica o diagrama de radiación.

La característica de radiación de una antena de transmisión es equivalente a la característica de radiación de recepción de la misma antena cuando se utiliza en el modo de recepción. Por definición, la característica de radiación representa el cambio de la intensidad de campo eléctrico sobre la superficie de una gran esfera de radio  $r$  centrada con respecto a la antena radiante.

La polarización de la onda electromagnética puede ser horizontal o vertical. Cuando el campo eléctrico gira, describiendo una circunferencia, produce una onda polarizada circularmente. Si no hay giro la onda está polarizada linealmente. Y por último cuando el vector del campo eléctrico es variante en el tiempo, pero su magnitud varía con respecto a la ecuación de una elipse, se tiene una onda con polarización elíptica. Además, cuando la rotación alrededor de la elipse o circunferencia es en sentido horario, la polarización se denomina a la derecha (dextrógira); en caso contrario, se denomina a la izquierda (levógira), ver figura 2.2.

Si la polarización de la onda incidente no coincide con la polarización de la antena receptora, tiene lugar una pérdida de polarización por desacoplamiento, que siempre debe ser tomada en cuenta en los cálculos de enlace, especialmente en aplicaciones con limitantes de potencia.

#### **PATRON DE RADIACION**

El patrón de radiación de una antena es una gráfica que permite conocer cual es la distribución y dirección en la que una antena radia su energía, también es conocido como característica o diagrama de radiación.

La característica de radiación de una antena de transmisión es equivalente a la característica de radiación de recepción de la misma antena cuando se utiliza en el modo de recepción. Por definición, la característica de radiación representa el cambio de la intensidad de campo eléctrico sobre la superficie de una gran esfera de radio  $r$  centrada con respecto a la antena radiante.



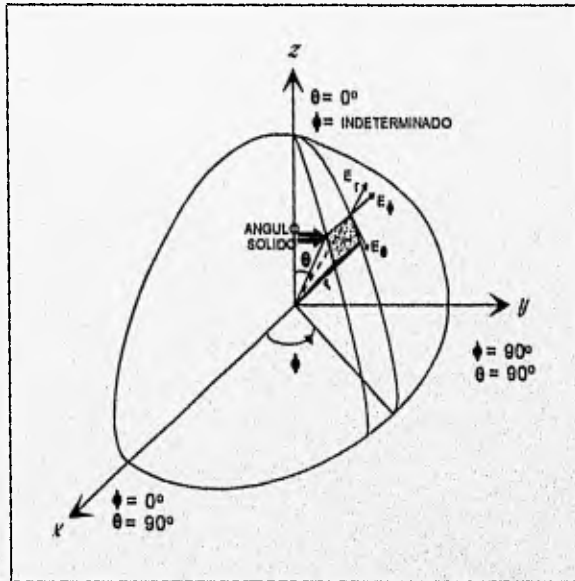


Fig.2.3 Sistema de coordenadas esférica, utilizado en el análisis de antenas

En coordenadas esféricas, se grafica la intensidad del campo eléctrico  $E(\theta, \phi)$  como función de las variables direccionales  $\theta$  y  $\phi$ . En la práctica esta característica tridimensional se mide y registra en una serie de patrones bidimensionales. Sin embargo, en el caso de las antenas direccionales de un solo haz, puede obtenerse suficiente información acerca de la característica tridimensional a partir de solo dos patrones planos bidimensionales que incluyen la dirección máxima del haz principal. Estos patrones planos se denominan características de los planos principales de la antena, tales como el plano xy ( $\theta=90^\circ$ ) y el plano xz ( $\phi=0^\circ$ ) que se muestran en la figura 2.3.

Para una antena polarizada linealmente las características de planos principales también pueden denominarse características de plano E y de plano H, siempre que un plano contenga el vector de campo E (eléctrico) y el otro contenga el vector de campo H (magnético).

La característica de radiación comúnmente se expresa con las gráficas bidimensionales en coordenadas polares o cartesianas. La amplitud relativa de la energía radiada puede registrarse como una característica de potencia relativa ( $P/P_{m\acute{a}x}$ ), una característica de campo relativa ( $E/E_{m\acute{a}x}$ ), una característica de potencia logarítmica [ $10 \log(P/P_{m\acute{a}x})$ ] o una característica de campo logarítmica [ $20 \log(E/E_{m\acute{a}x})$ ]. En la figura 2.4 se ilustra una característica de campo relativa típica graficada en forma polar y en forma rectangular.

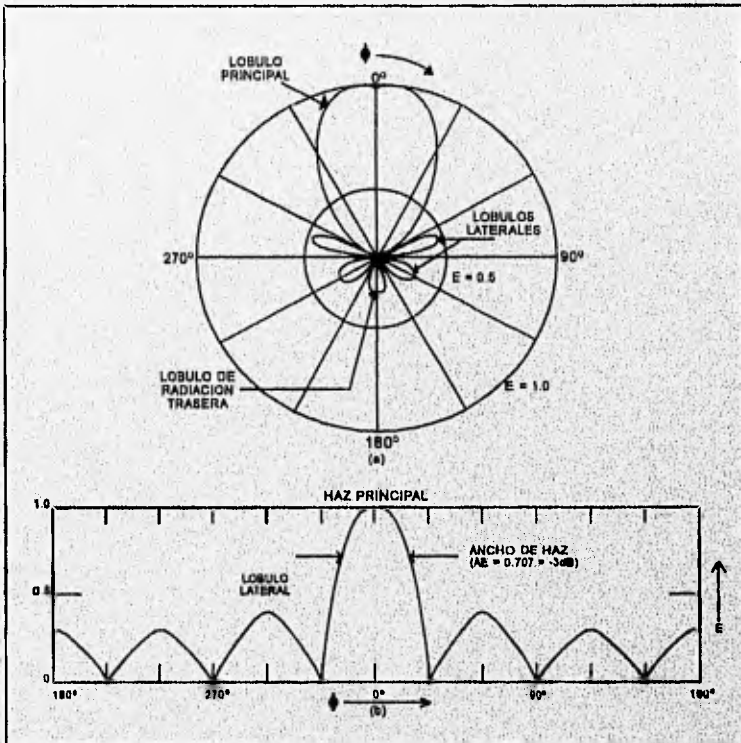


Fig.2.4 Diagramas de características de campo ■.

Una vez establecida la frecuencia de operación de una antena, se especifica en primer término el patrón de radiación que describe la intensidad relativa del campo radiado en varias direcciones, desde la antena hasta una distancia constante y fijada de antemano. Los patrones de radiación más comunes son:

**Patrón omnidireccional.** Se utiliza cuando se desea un cubrimiento en todas las direcciones, normalmente es de forma circular en el plano horizontal, mientras que en el plano vertical puede tener alguna directividad para aumentar su ganancia.

**Patrón de haz afilado (end-fire).** Es un patrón de alta direccionalidad que se utiliza cuando se desea obtener la máxima ganancia concentrada en un sector angular tan angosto como sea posible. El ancho de haz en los dos planos principales (vertical y horizontal) es igual.

**Patrón en forma de abanico.** Es semejante al anterior, con excepción de que la sección transversal tiene forma elíptica en vez de circular y que el ancho de haz en cada uno de los planos es diferente.

**Patrón de forma especial para cubrir un área de forma determinada.** Se utiliza cuando se desea que el patrón de uno de los planos principales tenga una forma determinada para cubrir un área de forma especial.

La frontera interior de una antena se define como la distancia radial:

$$R = 2 L^2 / \lambda$$

donde R es la distancia radial mínima al punto de observación, L es la dimensión lineal máxima de la antena bajo prueba y  $\lambda$  es la longitud de onda de la frecuencia de operación. La frontera exterior se localiza a partir de la frontera interior hasta el infinito y es en esta región donde se mide y/o calcula el patrón de radiación de la antena, pues se mantiene constante.

El patrón de radiación puede utilizarse para obtener el ancho (o abertura angular) del haz principal y el nivel del lóbulo lateral.

**Ancho de haz.** El ancho de haz principal se especifica como la diferencia angular entre los dos puntos en el patrón de radiación donde la potencia ha caído a la mitad del valor de cresta, o -3dB en la escala de decibeles.

**Nivel del lóbulo lateral.** Los lóbulos laterales son lóbulos de radiación indeseables que están separados del haz principal; puesto que no contribuyen a la radiación en la dirección principal, se procura mantenerlos siempre en el valor más reducido posible, (la cantidad de ruido o interferencia que puede detectar una antena está en relación directa con la magnitud de sus lóbulos laterales). El nivel del lóbulo lateral representa el nivel del mayor lóbulo lateral como fracción del nivel del haz principal, y a menudo se expresa en decibeles (dB).

#### **GANANCIA**

La ganancia de potencia  $G(\theta, \phi)$  en una dirección dada se define como la razón de la intensidad de la radiación de la antena en tal dirección, entre la intensidad de radiación producida por una fuente isotrópica sin pérdidas que tenga la misma potencia total de entrada que la antena:

$$G(\theta, \phi) = U(\theta, \phi) / (P_{\text{ent}} / 4\pi)$$

donde  $P_{\text{ent}}$  es la entrada de potencia total aceptada por la antena procedente de un transmisor.

#### **DIRECTIVIDAD**

La directividad de una antena es una medida de sus propiedades direccionales o de su capacidad de concentrar la potencia radiada en distintas direcciones.

La directividad  $D(\theta, \phi)$  en una dirección específica está dada por la razón de la intensidad de la radiación de la antena en la dirección  $(\theta, \phi)$  entre la intensidad de radiación producida por un radiador isotrópico:

$$D(\theta, \phi) = U(\theta, \phi) / U_0 = U(\theta, \phi) / (P_{rad} / 4\pi)$$

donde:

$U(\theta, \phi)$  = intensidad de la radiación de la antena en la dirección  $(\theta, \phi)$ , W/ángulo sólido unitario.

$U_0$  = intensidad de la radiación de la fuente isotrópica, W/ángulo sólido unitario.

$P_{rad}$  = potencia total radiada por la antena, W.

Aún cuando la directividad puede especificarse en cualquier dirección, se acostumbra hacer referencia al valor de cresta asociado con la dirección del haz principal radiado por la antena.

La ganancia de potencia es menor que la directividad por un factor igual a la **eficiencia de radiación**  $\eta$  de la antena:

$$G(\theta, \phi) = \eta * D(\theta, \phi)$$

Tanto la ganancia como la directividad pueden estar referidas a cualquier antena normal.

Aún cuando el teorema de reciprocidad asegura que los valores calculados de ganancia se aplican igualmente bien a una antena de transmisión o a una antena de recepción, el rendimiento de la segunda, también puede describirse en términos de una sección transversal receptora o un área efectiva. Esta idea es útil para antenas que tienen una abertura de captación bien definida, como es el caso de las antenas de abertura (fig. 2.5).

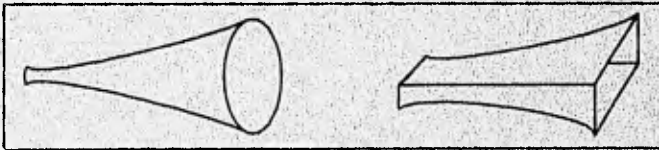


Fig. 2.5 Antenas de abertura

## IMPEDANCIA DE ENTRADA

La impedancia de entrada de una antena es de suma importancia puesto que afecta directamente la eficiencia de transferencia de energía hacia o desde la antena.

Una antena debe de estar conectada a un transmisor por medio de una línea de transmisión o guía de ondas, a fin de ser excitada y producir radiación. La impedancia de entrada de la antena presentada a la línea de alimentación constituye un parámetro importante, para el diseño de redes (circuitos) de acoplamiento eficientes que aseguren la máxima transferencia de potencia. La impedancia de entrada de la antena tiene en general una componente resistiva y una componente reactiva:

$$Z_A = R_A + jX_A$$

La componente reactiva se debe a los campos de inducción de la región próxima (frontera interior), debido a que tales campos producen un almacenamiento de energía reactiva en la región que rodea a la antena. La componente resistiva de la impedancia de entrada tiene contribuciones de todos los diversos elementos que provocan una pérdida de energía de la antena. En el caso de una antena en el espacio libre, donde no existe acoplamiento mutuo de otras fuentes, la resistencia de la antena puede concebirse como la suma de la resistencia de radiación  $R_r$  y la resistencia óhmica  $R_L$ :

$$R_A = R_r + R_L$$

La **resistencia de radiación** se define como la resistencia equivalente que disiparía una potencia igual a la potencia radiada cuando la corriente a través de la resistencia es igual a la corriente en las terminales de entrada de la antena.

La **resistencia óhmica** explica las pérdidas debidas a una conductividad finita en la estructura de la antena. Para una antena eficaz, la resistencia de radiación debe ser mucho mayor que la resistencia óhmica.

**Razón de voltajes de ondas estacionarias (VSWR, voltage standing wave ratio).** Cuando una línea de transmisión (línea que conecta un generador a una carga, esto puede ser una antena de televisión y un receptor) termina en una impedancia de carga distinta a la impedancia característica (impedancia de la línea de transmisión) existe dos ondas que se propagan en sentidos opuestos y se llaman incidente y reflejada, ésta última es la que se propaga hacia el generador. Siempre que existe una reflexión total o parcial habrá onda incidente y reflejada.

La superposición de una onda incidente y reflejada origina una onda llamada estacionaria. La onda estacionaria atenúa a la señal que debe llegar a la carga final. La relación de la magnitud del voltaje máximo con la magnitud del voltaje mínimo registrados a lo largo de la línea de transmisión por una sonda de voltaje, se denomina Relación de Onda Estacionaria de Voltaje (VSWR, es una relación de magnitudes).

$$VSWR = V_{\text{máx}} / V_{\text{mín}}$$

#### **ANCHO DE BANDA.**

Este término se utiliza para describir el intervalo de frecuencias sobre el cual una antena funcionará satisfactoriamente. No existe una definición única para el rendimiento satisfactorio, ya que tal rendimiento depende de la aplicación de la antena. Por lo general, es posible distinguir entre un ancho de banda determinado por consideraciones de características de radiación (asociados a éste están las características como la ganancia, nivel del lóbulo lateral ancho de haz, polarización y dirección de haz), y un ancho de banda determinado por consideraciones de impedancia, (a éste se asocian la impedancia de entrada y eficiencia de radiación).

En la práctica, por lo general uno o varios parámetros de la antena son más sensibles al cambio de frecuencia que otros,

y por tanto pueden constituirse en el factor limitante del ancho de banda. Esto es cierto sólo si la variación de tales parámetros está restringida por los límites de funcionamiento impuestos por la aplicación. Por ejemplo, en los elementos monopolares, dipolares, de ranura y de microcinta (microbanda), las estructuras son resonantes a frecuencias particulares, y el ancho de banda se determina por las características de impedancia en las terminales de entrada.

#### **RELACION FRENTE-ATRÁS**

Si una antena está orientada para recibir señales de una cierta dirección, no debe recibir señales que vengan de la dirección contraria, o sea, de atrás. Sin embargo, no es posible rechazar totalmente las señales que vienen por detrás. La relación frente-atrás es la relación entre la ganancia de la señal en la dirección en que una antena es orientada y la ganancia en la dirección opuesta, por lo que esta relación debe ser lo mayor posible.

#### **II.4. SELECCION DE LA ANTENA PARA RECEPCION DE SEÑALES DE TELEVISION (VHF).**

Para la recepción de las señales de VHF es necesario contar con una antena cuyo ancho de banda comprenda las frecuencias de 54 MHz-88MHz y 174 MHz-216 MHz correspondientes a los canales de T.V. 2 al 6 y 7 al 13 respectivamente.

De acuerdo a las regiones que deben cubrir del espectro electromagnético y basándonos en la figura 2.1. donde se muestra la clasificación de antenas con base en el modo de radiación, se puede elegir entre las antenas de elemento de corriente, las de onda progresiva y las de redes.



La antena elegida deberá ser una antena con alta directividad, facilitando así el rechazo de señales reflejadas, pues el objetivo es captar las señales de televisión con la mayor ganancia posible y lo cual se logra cumpliendo dicha condición (esto dependerá de la ubicación de la antena con respecto a la estación transmisora de T.V., ya que si la antena es ubicada cerca de una estación transmisora no será óptimo una antena con alta directividad y ganancia pues esto provocaría una señal demasiado intensa a la entrada de los circuitos, lo cual puede causar saturación y a la vez distorsión.

Por otro lado, dado que las emisiones de la banda de VHF son polarizadas horizontalmente, la antena receptora deberá tener la misma polarización. Y por último, considerando la impedancia de entrada de los receptores de señales de T.V. (75  $\Omega$  o 300  $\Omega$ ) se desea que la impedancia característica de la antena sea del mismo valor y en caso contrario se utilizarán acopladores de impedancia. Esta es condición necesaria para obtener la mínima reflexión de la energía y la máxima transferencia de potencia entre los dispositivos, antena y receptor, logrando la mínima distorsión de la señal.

Por lo anterior, se eligió una antena logo-periódica, pues es una de las antenas que satisface dichas condiciones. Este tipo de antena ofrece excelentes características de direccionalidad, ganancia y acoplamiento.

La antena logo-periódica debe su nombre a que sus elementos tienen longitudes que aumentan en progresión geométrica y por ello esta antena puede funcionar en una extensa gama de frecuencias. Los elementos resuenan en frecuencias cada vez más bajas cuando se va desde el elemento más corto hacia el más largo. Si uno de los elementos resuena a una cierta frecuencia, los que le preceden hacen la función de directores y los que le siguen hacen la función de reflectores.

Se caracteriza por su gran ancho de banda y su ganancia elevada (de 8 a 12 dB). Esta antena está constituida por dipolos paralelos dispuestos en el mismo plano, donde la longitud y el espaciamiento de los mismos varían regularmente en función de un factor  $\tau$  determinado a partir de la ganancia y el ancho de banda. Los dipolos se excitan por medio de una línea uniforme de dos conductores cruzándose entre dipolos adyacentes, este tipo de antena se alimenta con una línea balanceada que se conecta al dipolo de menor longitud.

En la figura 2.6 donde se muestra este tipo de antena y se describen las condiciones tanto entre las longitudes de cada elemento como en las distancias de separación que mantienen, observándose que varían de acuerdo con un patrón de escalamiento logarítmico.

El ancho de banda de la antena se determina por la longitud de los dipolos en los extremos opuestos de la estructura. La longitud del elemento más largo es de aproximadamente  $0.5 \lambda_{máx}$  y el elemento más corto de  $0.476 \lambda_{mín}$ .

De acuerdo al ancho de banda que debe cubrir la antena (frecuencia mínima - frecuencia máxima), se tienen las longitudes de onda (máxima y mínima):

$$\lambda_{máx} = 1 / f_{mín}$$

$$\lambda_{mín} = 1 / f_{máx}$$

Las longitudes de los elementos que conforman la antena son:

$$l_1 = 0.476 (\lambda_{máx})$$

$$l_2 = \tau (l_1)$$

$$l_3 = \tau (l_2) = \tau^2 (l_1)$$

$$l_4 = \tau (l_3) = \tau^3 (l_1)$$

$$l_n = \tau_{n-1} (l_1) = 0.476 (\lambda_{mín})$$

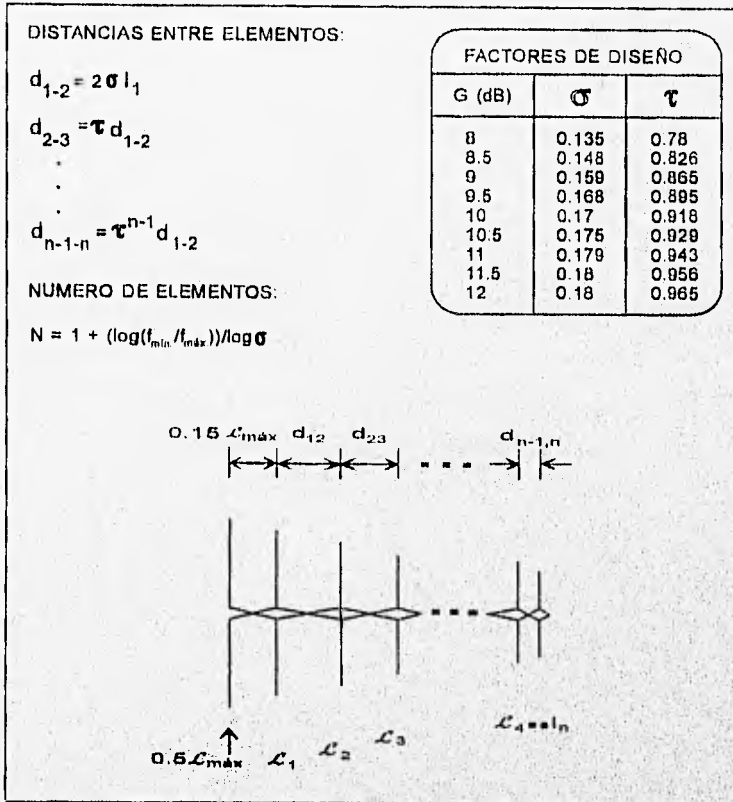


Fig. 2.6 Antena logo-periódica.

Este arreglo tiene gran ventaja en cuanto a la relación frente-atrás debido al cruzamiento de la línea de alimentación entre dipolos que produce un defasamiento de  $180^\circ$  cancelando las señales que lleguen por detrás de la antena, en la misma forma cancela las señales que lleguen por los lados. En cambio las señales que lleguen por la parte delantera de la antena están en fase debido a las razones siguientes:

- El cruzamiento de la línea de alimentación
- La separación entre los dipolos
- La longitud de la línea de alimentación cruzada

Debido a estas razones se produce un cambio de fase de  $360^\circ$ , sumándose las señales.

La antena logoperiódica que se utilizará en este proyecto tiene las siguientes características:

- Constituida por 6 elementos.
- Ganancia de 8 dB.
- Ancho de Banda de 54 MHz a 216 MHz.
- Impedancia de  $75 \Omega$ .
- Cuenta con un acoplador de impedancias de  $75 \Omega$  a  $300 \Omega$ .

# CAPITULO III

## SINTONIZADORES DE TELEVISION

### III.1 INTRODUCCION

Existen gran variedad de sintonizadores cuyo principio de operación es semejante. La existencia de distintos canales de televisión (TV) obliga a contar con algún método de selección que mantenga características similares sin que afecte la circuiteria básica.

En la transmisión de TV se eligieron dos tipos de modulación distintos: el primero es modulación en amplitud (AM) y el segundo modulación en frecuencia (FM).

Para transmitir la señal de video se modula en amplitud y para la señal de sonido en frecuencia.

**Modulación en amplitud (AM):** Se varía la amplitud de una onda portadora en función de una tensión moduladora (información), existen dos propiedades importantes del espectro de AM.

1.- Hay simetría en relación con la frecuencia portadora. La porción del espectro encima de la frecuencia central ( $f_c$ ) se conoce como banda lateral superior y la que está por debajo de  $f_c$  es la banda lateral inferior.

2.- El ancho de banda de transmisión requerido para una señal de AM es exactamente dos veces el ancho de banda del mensaje. Ambas bandas laterales contienen la misma información.

Si la información de video para TV se transmitiera utilizando modulación en amplitud (AM), la doble banda lateral necesitaría 8 MHz por canal para el video, y de acuerdo a las normas establecidas en 1936 por la FCC (Comisión de Comunicaciones Federal en E.U.A.) se asignó un ancho de banda para el canal de TV de 6 MHz, por lo que se vió en la necesidad de utilizar la modulación banda residual.

Aunque es conveniente suprimir totalmente la banda lateral superior, no puede realizarse económicamente, es imposible eliminar la banda lateral por lo que se decidió suprimir parcialmente la banda lateral inferior de la señal de video excepto la portadora de video. Por lo tanto sumando la portadora de video y sus bandas laterales (sonido y video) se tienen 6 MHz destinados a cada canal.

**Modulación en frecuencia (FM):** Se mantiene constante la amplitud de la portadora, pero varía linealmente la frecuencia instantánea en función de la onda moduladora. De acuerdo a las normas establecidas por la FCC la máxima desviación de frecuencia permitida para emisiones de FM es de +75 KHz. El ancho de banda es grande por lo que este tipo de modulación es adecuado para la transmisión de la señal de sonido.

### III.2 SISTEMAS DE RECEPCION DE TELEVISION

El receptor de TV convencional cuenta con: antena receptora, que se encarga de captar las ondas de radio emitidas por las antenas transmisoras de televisión y la convierte en corrientes eléctricas. El receptor, valiéndose de los circuitos de entrada selecciona uno de estos canales y la señal eléctrica equivalente del canal sintonizado la recibe por una línea de transmisión, la cual actúa como un dispositivo acoplador entre la antena y el propio circuito de entrada (véase la figura 3.1).

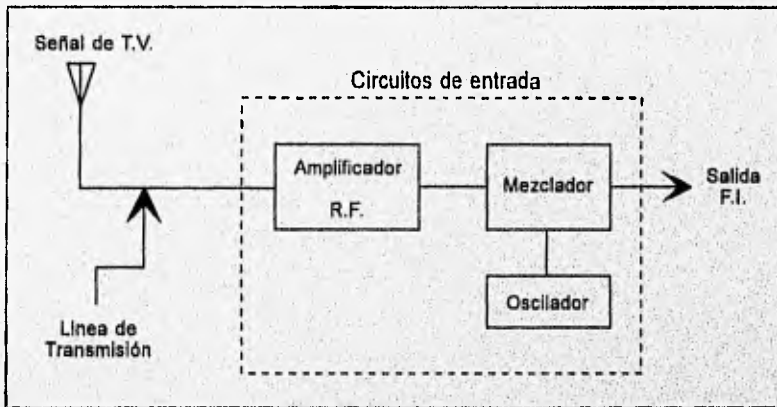


Fig.3.1 Sistema de recepción

Los circuitos de entrada básicamente consisten de un selector o circuito sintonizado de banda ancha, los cuales dejan pasar libremente las dos portadoras con sus bandas laterales del canal seleccionado que son justamente la portadora de sonido y la de video. Estas señales posteriormente se llevan a una etapa amplificadora de radiofrecuencia (RF) de banda ancha. El ancho de banda que poseen los amplificadores de radiofrecuencia es comunmente de 6MHz, que es precisamente la banda de transmisión de cada uno de los canales de televisión. La etapa mezcladora

consiste en obtener una señal modulada dada la mezcla de dos señales como es la del oscilador local y la de radiofrecuencia obteniéndose así mismo una frecuencia intermedia (FI) que nos permita el manejo adecuado de la señal dentro de los dispositivos de la televisión.

Actualmente todos los receptores de televisión están diseñados para captar señales de transmisión de 12 canales estándar en el rango de VHF (Muy alta frecuencia) definida entre 54 y 216 MHz., esta frecuencia se divide en banda baja (VHL) que comprende canales 2, 3, 4, 5 y 6 en un rango de 54 a 88 MHz y banda alta (VHF) correspondiendo a los canales 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 en el rango de 174 a 216 MHz.

Todos los receptores son capaces de recibir un número adicional de canales, correspondientes al rango UHF (ultra altas frecuencias) que corresponde del canal 14 hasta el 83 cubriendo el rango de frecuencia 470 MHz hasta 890 MHz.

En la tabla 3.1. se muestran las frecuencias asignadas para cada canal de televisión en la banda VHF y UHF.

La recepción de la señal de TV debe cumplir dos funciones principales:

#### **1a. Recepción y proceso de la señal de televisión**

La recepción de señal parte de un sistema superheterodino (bloques del sintonizador y frecuencia intermedia de video, ver fig 3.2) con una banda amplia, destinado a sintonizar y amplificar simultáneamente las 2 portadoras que llevan la información de video y sonido.



RANGO V.H.F.

Canal	Rango Frec.	Portadora Video	Portadora Sonido
2	54-60 MHz	55.25 MHz	59.75 MHz
3	60-66 MHz	61.25 MHz	65.75 MHz
4	66-72 MHz	67.25 MHz	71.75 MHz
5	76-82 MHz	77.25 MHz	81.75 MHz
6	82-88 MHz	83.25 MHz	87.75 MHz
7	174-180 MHz	175.25 MHz	179.75 MHz
8	180-186 MHz	181.25 MHz	185.75 MHz
9	186-192 MHz	187.25 MHz	191.75 MHz
10	192-198 MHz	193.25 MHz	197.75 MHz
11	198-204 MHz	199.25 MHz	203.75 MHz
12	204-210 MHz	205.25 MHz	209.75 MHz
13	210-216 MHz	211.25 MHz	215.75 MHz

RANGO U.H.F.

Canal	Rango frec.	Portadora Video	Portadora Sonido
14	470-476 MHz	471.25 MHz	475.5 MHz
15	476-482 MHz	477.25 MHz	481.5 MHz
16	482-488 MHz	483.25 MHz	487.5 MHz
17	488-494 MHz	489.25 MHz	493.75 MHz
n	n - n MHz	n MHz	n MHz
"	" - " MHz	" MHz	" MHz
83	884-890 MHz	885.25 MHz	889.75 MHz

Tabla 3.1. Asignación de frecuencias

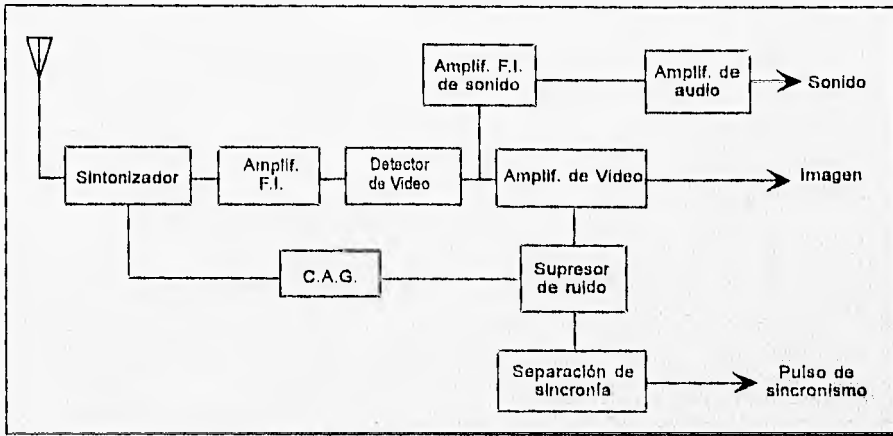


Fig.3.2 Proceso de la señal

La portadora de video, modulada en amplitud, se detecta para obtener la información de video. Esta señal obtenida se amplifica (amplificador de video) y se aplica al tubo de rayos catódicos o tubo de imagen.

Debido a que la intensidad de la señal que llega a la antena no tiene valor fijo, si no que depende de la potencia de la emisora y de la ubicación geográfica del receptor, es imprescindible contar con algún sistema que adecúe la ganancia del sintonizador y la Frecuencia Intermedia de Video (FIV) para evitar que los amplificadores se saturen (exceso de señal) o que la información detectada sea insuficiente. Esta función la cumple el circuito denominado Control Automático de Ganancia (CAG). El circuito CAG permite controlar la ganancia modificando la polarización de los amplificadores de radiofrecuencia y frecuencia intermedia. El circuito de CAG puede producir suficiente tensión negativa de polarización para mandar a corte al amplificador de frecuencia intermedia, que se reflejaría como ausencia de imagen y sonido. Por el contrario, la polarización nula del CAG produce una ganancia tan alta que se obtiene una imagen invertida, es

decir, con distorsión de imagen y sonido, originado por la distorsión de sobrecarga.

Este sistema de CAG usado en los receptores de TV tiene la característica de que sólo opera cuando la señal del canal sintonizado es intensa; en cambio, no actúa cuando la señal seleccionada es débil.

Con esto la sensibilidad del receptor crece, pues las señales débiles son amplificadas al máximo debido a que los amplificadores de RF y FI de video para este tipo de señal no reciben voltaje del CAG.

El amplificador de FI de video incluye tres etapas sintonizadas, con suficiente ancho de banda para la señal de frecuencia intermedia de video y sus frecuencias laterales. A causa del amplio ancho de banda la ganancia es relativamente baja, siendo 20 o 30 valores típicos para cada etapa. Aunque también es amplificada la señal de FI de sonido.

Algunos televisores incorporan un circuito auxiliar como son los filtros de señales destinado a disminuir el efecto de perturbaciones ajenas de la señal sobre el control automático de ganancia.

En el detector de video (última etapa de FIV) se superponen la portadora de video y la portadora de sonido. A causa de la alinealidad del proceso de detección existe una mezcla entre ambas frecuencias y se originan nuevas señales, cuyas frecuencias corresponden a la suma y diferencia de ambas.

La frecuencia más alta que en este caso es la portadora es eliminada por medio de filtros, mientras que la frecuencia que lleva la información entra a un amplificador de video que posteriormente será enviada al tubo de rayos catódicos.

La señal de video es acompañada por los pulsos de sincronismo horizontal y vertical. Por medio del separador de sincronismo se elimina la información de video, dejando solamente los pulsos.

Existen televisores que incorporan un circuito auxiliar para evitar perturbaciones de la señal por lo que se le adiciona un supresor de ruido.

## 2a. Circuitos de deflexión.

En la figura 3.3 se muestra el diagrama a bloques de los circuitos destinados a producir la deflexión del haz electrónico en el tubo de rayos catódicos, por medio de campos magnéticos.

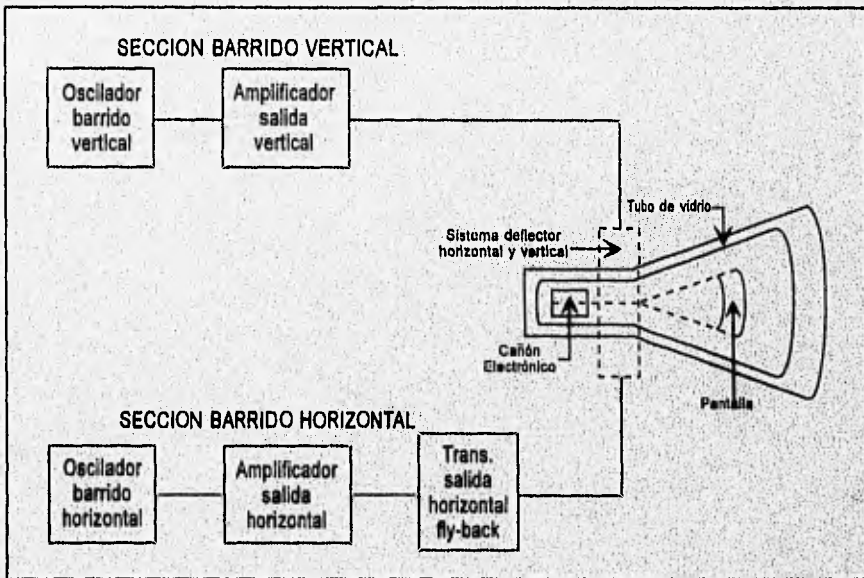


Fig. 3.3 Proceso de deflexión magnética

Para que se produzca la deflexión vertical y horizontal es necesario contar con un yugo deflector que es una especie de anillo relativamente grande que está dispuesto en el cuello del cinescopio, precisamente casi donde empieza la parte cónica del tubo. El yugo deflector, que es una combinación de bobinas, produce campos electromagnéticos de gran intensidad para deflexionar el haz electrónico que se dirige del cañón hacia la superficie fluorescente del tubo. El yugo de deflexión fundamentalmente está formado por dos juegos de bobinas, un juego actúa como deflectoras verticales y el otro lo hace como deflectoras horizontales. Por un lado, las bobinas de deflexión vertical reciben una señal de diente de sierra, señal que reciben a una frecuencia de 60 Hz, por lo tanto, mediante este dispositivo el haz electrónico hace un barrido de arriba hacia abajo 60 veces en un segundo, en cambio, las bobinas horizontales reciben para deflexionar el haz horizontalmente una señal de diente de sierra cuya frecuencia es de 15750 Hz, por lo tanto, el haz electrónico es obligado a desplazarse de izquierda a derecha 15750 veces.

El tubo de rayos catódicos ó cinescopio (fig.3.4) es un tubo que comprende un cañón electrónico y una pantalla de fósforo dentro de una envolvente de vidrio cuyo interior se encuentra al vacío, el estrecho cuello de vidrio contiene el cañón electrónico, que produce un haz de electrones acelerados hasta la pantalla por la muy alta tensión del ánodo. Para formar la imagen en la pantalla, la superficie interior de la cara ancha de vidrio situada en la parte anterior del tubo está revestida de material luminescente que produce luz cuando es excitado por los electrones del haz.

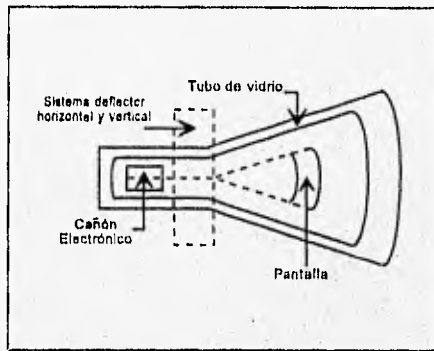


Fig.3.4 Cinescopio

Para producir la deflexión de la señal se requiere de:

- Deflexión vertical
- Deflexión horizontal

El yugo recibe dos señales de diente de sierra a través de un dispositivo de acoplamiento, el primero que es mediante el amplificador de salida vertical, que se encarga fundamentalmente de elevar a la magnitud necesaria la señal de diente de sierra vertical, que debe recibir este juego de bobinas para deflexionar el haz electrónico. Por otro lado, las bobinas de deflexión horizontal reciben la señal de diente de sierra de una etapa de potencia, llamada amplificador de salida horizontal; esta señal se recibe a través de un transformador de acoplamiento, el cual comúnmente recibe el nombre de flyback, además este transformador se utiliza para generar el alto voltaje.

### III.3 EL SELECTOR DE CANALES O SINTONIZADOR

Existe gran variedad de sintonizadores cuyo principio de operación es semejante. La existencia de distintos canales de televisión obliga a contar con algún método de selección que mantenga características similares sin que afecte la circuitería básica.

El sistema de recepción superheterodino fué uno de los primeros sistemas que permitió la selección de canales, entregando una señal de frecuencia intermedia, el proceso se muestra en la figura 3.5.

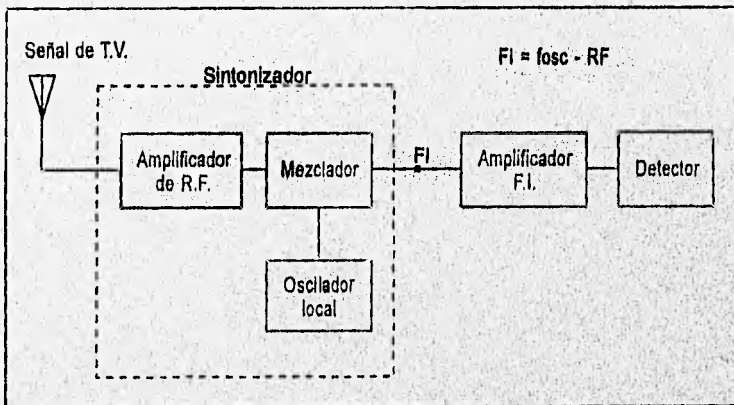


Fig.3.5 Sistema Superheterodino de Recepción

#### a) Amplificador de radiofrecuencia

Amplificación poco selectiva de la señal captada por la antena.

#### b) Mezclador

Esta etapa esta prevista para obtener la mezcla de dos señales diferentes (la del oscilador local y la señal de radiofrecuencia), dando como resultado una señal modulada a frecuencia intermedia.

La función de la sección de FI del receptor de televisión, básicamente consiste en separar y amplificar las nuevas frecuencias a que fueron convertidas las portadoras del canal sintonizado, esto es la frecuencia intermedia de sonido y la frecuencia intermedia de video.

Para realizar la selección de los distintos canales de TV se modifica la frecuencia del oscilador de manera que la frecuencia de conversión sea siempre la misma. Esta frecuencia se denomina frecuencia intermedia (FI).

Como ejemplo de lo mencionado, tomaremos como señal de recepción la portadora de audio y video correspondientes al canal 5.

#### Características para el canal 5

Rango de Frecuencia	76-82	MHz
Ancho del Canal	6	MHz
Frecuencia Portadora de Video	77.25	MHz
Frecuencia Portadora de Audio	81.75	MHz
Separación entre portadoras	4.5	MHz

Para saber la frecuencia del oscilador local se tiene:

a) Para portadora de video

$$\text{Osc (local)} - \text{R.F (video)} = \text{F.I (video)}$$

$$\text{Osc (Local)} = \text{F.I (video)} + \text{R.F (video)}$$

b) Para portadora de audio

$$\text{Osc (Local)} - \text{R.F (audio)} = \text{F.I (audio)}$$

$$\text{Osc (Local)} = \text{F.I (audio)} + \text{R.F (audio)}$$

Considerando:

$$\text{F.I (video)} = 45.75 \text{ MHz}$$

$$\text{F.I (audio)} = 41.25 \text{ MHz}$$

$$\text{Separación} = 4.5 \text{ MHz}$$



Para el canal 5 tenemos:

$$\begin{aligned}\text{Osc (local)} &= 45.75 + 77.25 \\ &= 123 \text{ MHz}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Osc (local)} &= 41.25 + 81.75 \\ &= 123 \text{ MHz}\end{aligned}$$

De esta manera podemos determinar la frecuencia del oscilador local para cualquier canal de transmisión de señal de televisión.

Teniendo en cuenta todo esto, la curva de respuesta de los circuitos de frecuencia intermedia de video (FIV) debe cumplir varias funciones.

a) Conformación de la curva de ecualización para recepción de video.

b) Atenuación parcial de la portadora de audio, con el fin de evitar excesiva interacción entre ambas portadoras de los canales próximos.

En la figura 3.6 se muestra la gráfica de respuesta típica de un amplificador de frecuencia intermedia donde se cumplen éstos requisitos.

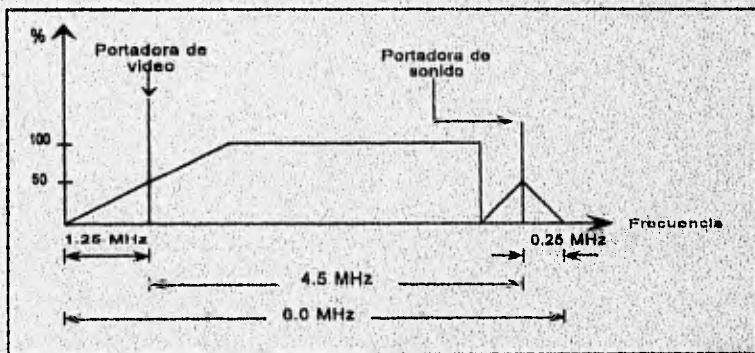


Fig. 3.6 Gráfica de respuesta

El ancho total asignado a cada canal es de 6 MHz. La portadora de la señal de video se transmite a una frecuencia de 1.25 MHz. arriba del límite inferior del rango de frecuencia asignado a dicho canal.

La portadora de señal de audio tiene una frecuencia central ubicada 0.25 MHz. abajo del límite superior del rango de frecuencia para dicho canal.

La portadora de video está modulada en amplitud con la banda lateral inferior parcialmente suprimida.

A continuación se muestran las normas que deben presentar las transmisiones de señales de televisión.

#### **NORMAS DE TRANSMISIONES PARA SEÑALES DE TELEVISION**

- 1.- Número de líneas de exploración 525
- 2.- Modulación en frecuencia para transmisión de audio
- 3.- Modulación en amplitud para la transmisión de video
- 4.- Separación entre portadora = 4.5 MHz
- 5.- Ancho de banda para cada canal asignado = 6 MHz
- 6.- Método de exploración = entrelazada 2 a 1
- 7.- Frecuencia de barrido horizontal = 15750 c/s
- 8.- Frecuencia de barrido vertical = 60 c/s
- 9.- Relación de imagen o aspecto = 4 a 3
- 10.- La señal de sonido en F.M. tendrá un ancho de banda máximo de  $\pm 25$  KHz (50 KHz)
- 11.- La portadora de sonido debe quedar a 0.25 MHz por abajo del límite superior del canal.

### III.4 CLASIFICACION DE LOS SINTONIZADORES

Son varios los procedimientos que se han empleado para hacer posible la sintonización de los canales y tomando en cuenta la forma como éstos se comportan podemos hacer la siguiente clasificación:

- a) Sintonía continua (variación de la inductancia).
- b) Sintonía por pasos (llave selectora).
- c) Sintonía por frecuencia PLL.
- d) Sintonía electrónica.

De estos dos últimas se hace una breve descripción ya que corresponden a los sintonizadores actuales.

#### c) Por el método de frecuencia para sintonía PLL

Los circuitos selectores de canales que se obtienen actúan sobre frecuencia, en función de las cuales se controla el voltaje de sintonía que selecciona el canal deseado. De ello se considera la configuración básica como se muestra en la figura 3.7.

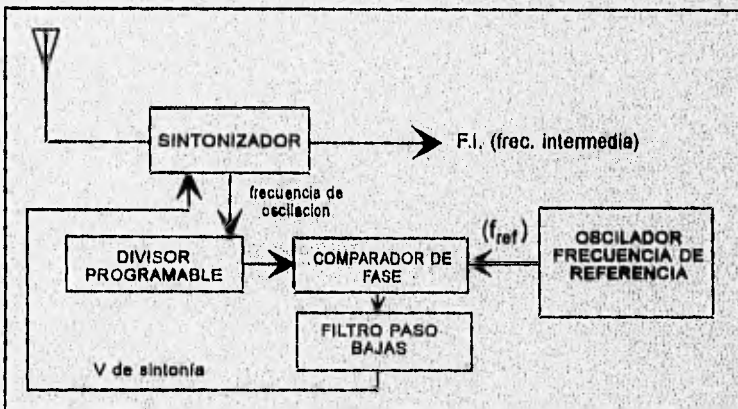


Fig.3.7 Diagrama a bloques del selector básico

De la figura 3.7 se tiene la siguiente operación: El oscilador de referencia a cristal genera la frecuencia de referencia ( $f_{ref}$ ) que entra a un comparador de fase y la compara con una señal cuya frecuencia es igual a  $f_{osc}/N$ . Donde  $f_{osc}$  es la señal que es dividida por el divisor programable, se puede decir que el comparador de fase y el filtro pasabajas controlan el VCO (oscilador controlado por voltaje), este VCO es el propio oscilador local del sintonizador de tal manera que siempre se cumpla la condición de  $f_{osc}=N \cdot f_{ref}$ , donde  $N$  es un número entero y por lo tanto  $f_{osc}$  es siempre mayor que  $f_{ref}$ ; así la salida que se obtiene de dicho divisor es la relación:

$$f_{osc} / N$$

Misma que se envía al comparador de fase, donde también llega la frecuencia que genera el oscilador controlado de cristal, la cual es llamada "frecuencia de referencia" ( $f_{ref}$ ). Mediante estas dos entradas, lo que hace el comparador es verificar ambas señales conforme a la siguiente condición:

$$f_{osc} = N f_{ref} \dots\dots (1)$$

De no satisfacer esta condición, el comparador de fase genera un voltaje  $\theta_{error}$ , que es proporcional a la diferencia de fase de sus dos entradas, esto es:

$$f_{osc} - f_{ref} = \theta_{error}$$

El voltaje  $\theta_{error}$  se envía al VCO, donde modifica la tensión  $V_c$  aplicada al circuito sintonizado del oscilador local y al resto del circuito tanque, en la cantidad especificada por  $\theta_{error}$ . Con ello  $f_{osc}$  se corrige de tal modo que satisface críticamente la relación planteada en la ecuación (1), razón por la cual también se dice que el método de frecuencia explicado es del tipo de lazo cerrado de fase (PLL, Phase Locked Loop).

#### d) Sintonía electrónica de canales

La sintonía de los canales de televisión se logra en los aparatos modernos por medio de la combinación de una unidad sintonizadora (equivalente en su funcionamiento básico al antiguo sintonizador mecánico), y una unidad de control.

La primera, contenida en una cajita metálica como muestra la figura 3.8 se encarga de las funciones típicas de un sintonizador:

- Sintoniza el canal deseado de VHF.
- Amplifica la señal hasta un nivel conveniente.
- Convierte las frecuencias portadoras en las portadoras de F.I. de video, croma y sonido.

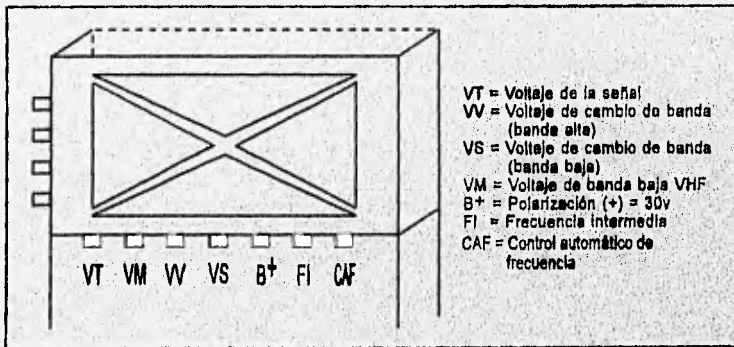


Fig. 3.8 Sintonizador electrónico

La unidad sintonizadora moderna no utiliza dispositivos mecánicos, la selección o sintonía de canales se logra en ellos por medio del uso de circuitos sintonizados LC, en los cuales se utiliza un capacitor variable para poder cubrir las diferentes frecuencias de los canales, ésto a través de un diodo de construcción especial, llamado varactor o varicap.

El término "sintonizador de varactores" se refiere a un sintonizador que utiliza este tipo de dispositivo semiconductor para reemplazar el sistema de conmutación de la mayoría de los sintonizadores mecánicos.

Los diodos varactores se encuentran en una gran variedad de rangos capacitivos, diseñados para operar a través de las bandas de AM, FM, VHF y UHF.

Básicamente el diodo varactor presenta una capacitancia variable. Así la capacitancia del diodo es proporcional a la polarización o voltaje inverso aplicado es decir, cuando el voltaje inverso aplicado aumenta, la capacitancia del varactor disminuye y viceversa. Esto se logra al utilizar la región de agotamiento como un dieléctrico de ancho variable, el ancho de esta región está determinado por la magnitud de la polarización inversa.

En la figura 3.9 se muestra un diagrama de una unidad sintonizadora de un chasis de Telefunken. El voltaje de sintonía de canales se aplica a la terminal +VS de la unidad, y de ahí se alimenta a los diodos varactores D3 (en el circuito colector del amplificador de R.F. T1), D6 (en el circuito de base del transistor mezclador T2), y D8 (en el circuito de colector del transistor oscilador T3), a través de las resistencias aisladoras R6, R9 y R14.

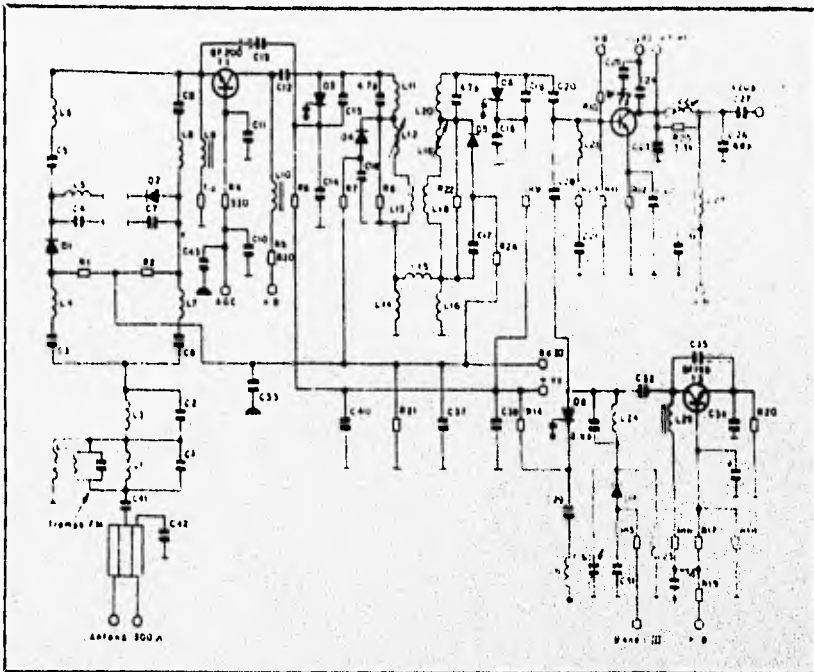


Fig. 3.9 Diagrama del sintonizador de canales

Como los diodos varactores no tienen el suficiente rango de capacidad para cubrir toda la banda de VHF, lo que se hace es dividir dicha banda en dos partes, banda baja (canales 2 al 6) y banda alta (canales 7 al 13), y lograr la sintonía de canales en esas bandas variando la inductancia de los circuitos sintonizados por medios electrónicos, es decir, haciendo conducir o poniendo a corte diodos especiales (de alta velocidad de recuperación), llamados diodos conmutadores o de conmutación de banda.

Cuando se sintonizan canales de la banda baja, a la terminal Bd III (banda alta) no se aplica ningún voltaje, los diodos conmutadores no conducen, y las inductancias de los circuitos sintonizados no sufren cambios, con lo que se pueden sintonizar los canales de la banda baja.

Por otra parte cuando se sintonizan canales de la banda alta, un voltaje de aproximadamente 12V es aplicado a la terminal Bd 111 y de ahí alimentado a los diodos conmutadores D1 y D2 (en el circuito de colector de T1).

Como el voltaje indicador (voltaje de conmutación de banda) es aplicado a los ánodos de los diodos conmutadores que están conduciendo en un circuito puente, los lugares donde están conectados y de esta forma las inductancias de los circuitos sintonizados resultan disminuidas de valor, con lo cual puede ahora resonar a las altas frecuencias de los canales de la banda alta.

La unidad de control se encarga de proporcionar los diversos voltajes que requiere la unidad sintonizadora.

La unidad sintonizadora empleada en el modelo MTV-137, contiene los siguientes voltajes de control.

Terminal VT = Voltaje de sintonía de canales, variable entre 1.57 V y 13.55 V aproximadamente.

Terminal VM = Voltaje de cambio de banda. De 10 V aprox. cuando se sintonizan canales de la banda de VHF. Y 0 V para canales de UHF.

Terminal VV = Voltaje de 7.5 V cuando se sintonizan canales de la banda alta y 0 V para la banda baja.

Terminal VS = Voltaje al sintonizar canales de la banda baja aprox. de 6.5 V y 0 V para banda alta.

Terminal +B = Voltaje de 30 V aprox.

Dentro del selector electrónico no existen partes mecánicas para realizar el cambio de sintonía, en lugar de ello se utilizan varactores especialmente fabricados para que cambie su capacitancia interna. En el selector mecánico no se necesita un sistema de conmutación de bandas, puesto que las bobinas que hay en cada una de las tabletas están diseñadas para sintonizar los canales en forma individual cualquiera que sea su frecuencia.



En la figura 3.10 se muestra la banda de frecuencia asignadas a los canales de TV.

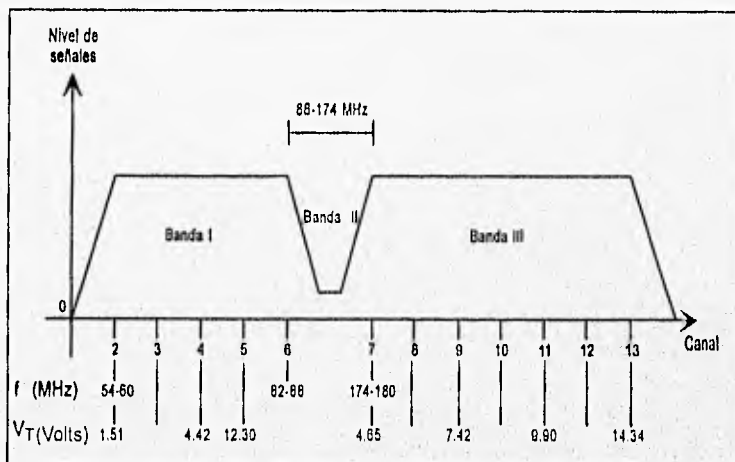


Fig. 3.10 Distribución de bandas de frecuencia

La unidad de control, establece los voltajes necesarios para el cambio de canales, estos voltajes son entregados a la unidad sintonizadora, para demodular el canal seleccionado.

En la figura 3.11 se muestra un diagrama de la unidad de control SONY.

Como puede observarse en el circuito CX520-108N se muestra la unidad de control y por la terminal 11 y 12 se tiene el control de banda para la unidad sintonizadora.

En el bloque A se encuentra el sintonizador el cual recibe los voltajes necesarios de la unidad de control.



# CAPITULO IV

## DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

### IV.1 INTRODUCCION

Debido a las diversas señales que se encuentran en la atmósfera terrestre, muchas veces es imposible que los selectores de canales logren obtener una señal de radiofrecuencia exclusivamente, principalmente por que no cuentan con un sistema que permita la detección de señales en diferentes ángulos. Esto resulta molesto para el usuario ya que la calidad de imagen y sonido son muy bajas.

Dada la problemática existente en la ciudad, y considerando causas y efectos de las condiciones atmosféricas, se ha diseñado un sistema de control automático que pueda ser capaz de rastrear la mejor orientación de la antena en la banda de transmisión VHF. Este sistema se puede adaptar a cualquier tipo de televisión digital que se tenga, por ejemplo: HITACHI, SONY, PHILLIPS, BROK-SONIC, CROW, MTV, TOSHIBA, etc., éstos aparatos tienen principios de funcionamiento semejantes y sus señales de control son similares.

Se observó que el Control Automático de Frecuencia (CAF) tenía un comportamiento muy adecuado para el objetivo del presente proyecto, ya que al sintonizar un canal, se observó que mientras más alto sea el voltaje del CAF mayor calidad de imagen es obtenida, al girar la antena es posible aumentar el voltaje del CAF hasta un máximo para cada canal. Así el sistema diseñado cuenta con un microcontrolador que nos permite cuantificar la

señal recibida, por medio del nivel de voltaje de corriente directa (CD) del CAF que nos envía la TV. Este nivel de CD entra a un convertidor analógico-digital (A/D) del microcontrolador (MCU) obteniendo un equivalente binario cuyo valor será almacenado en una localidad de memoria; por medio de la programación establecida la antena gira automáticamente, buscando otra ubicación hasta que encuentre aquella que proporcione la amplitud óptima para el sistema, nuevamente se registrará un nivel de CD que entrará al convertidor y el resultado en binario será comparado con el dato que se tiene en memoria, se repite el procedimiento hasta localizar la máxima señal, de manera que se logre una imagen y sonido adecuada para el usuario (ver figura 4.1).

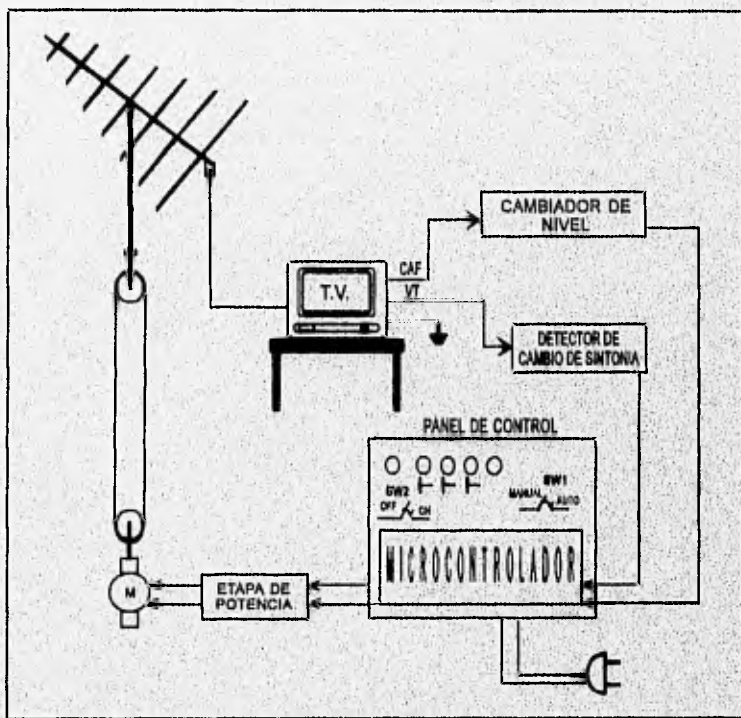


Fig. 4.1 Diagrama general del sistema

Para el movimiento de la antena se implementó un servomecanismo capaz de producir el efecto de giro de la misma.

Fué necesario utilizar baleros que pudieran soportar la carga de la antena ayudando a disminuir el efecto de rozamiento, por lo que el par necesario para hacer girar la antena se ve disminuído. Así la fuerza necesaria para el movimiento de la antena es mínima.

Como se observa en la figura 4.1, la TV recibe señales de radiofrecuencia mediante un acoplador que en este caso es el cable coaxial que existe entre el sintonizador y la antena.

El principio básico del circuito de control automático de frecuencia, se muestra en la figura 4.2.

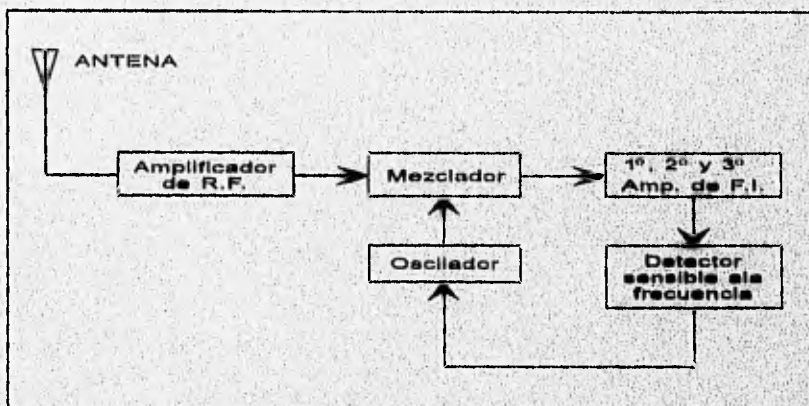


Fig. 4.2 Principio básico del CAF

La salida del tercer amplificador de frecuencia intermedia (FI) se aplica a un detector sensible a la frecuencia (discriminador) sintonizado a la frecuencia intermedia de video, 45.75MHz. Esta FI depende de la diferencia entre la frecuencia de la portadora y la del oscilador local. Si la frecuencia del oscilador difiere en pequeña proporción, tanto si es superior como inferior produce un nivel de CD a su salida que depende de que la variación del oscilador esté por encima o por debajo de la frecuencia exacta. Esta tensión se aplica a un circuito sintonizado del oscilador y la tensión aplicada lo hace variar de tal manera que corrige la frecuencia del oscilador.

El voltaje de CD que entrega el CAF en algunos televisores varía, por ejemplo: MULTISCAM (MTV) trabaja de 5V a 8V, PHILLIPS va desde 7V a 9V, GOLDSTAR de 4V a 7V. Dadas las características que tenemos y sabiendo que el microcontrolador no acepta voltajes mayores de 5V, es necesario contar con un cambiador de nivel cuya función es adecuar el voltaje del CAF a los niveles del MCU esto se logra por medio de un sumador, el voltaje que nos entrega el sumador no supera 5V, si no que varía de 0V a 5V este voltaje obtenido entrará al puerto E del microcontrolador donde se tiene un convertidor A/D obteniendo su equivalente binario que se almacenará en la memoria. Dada la programación existente, por el puerto A del MCU, se enviará un código de movimiento ya sea (1,0), (0,1) esta combinación entra a una etapa de potencia diseñada para mover la antena ya sea hacia la izquierda o a la derecha modificando la señal que recibe la antena. Dicha señal modifica el valor del CAF, ese valor es evaluado por el microcontrolador.

El voltaje de Sintonía (VT), entrega voltajes de CD desde 1.5 V hasta 31 V según el canal que se está sintonizando desde el 2 hasta el 13, por lo cual es necesario limitar el voltaje, a 5 V las características de diseño del detector de cambio de canal se mencionan en el inciso IV.5 este voltaje es fundamental para que el microcontrolador detecte que el usuario ha solicitado

un cambio de canal y automáticamente exista un ajuste en la orientación de la antena. En caso contrario se puede hacer un ajuste manual que consiste en controlar desde el panel de control el giro de la misma.

#### **IV.2 DISEÑO DEL SOPORTE PARA LA ANTENA**

El objetivo de diseñar un soporte estructural para antena convencional es facilitar el uso y la estabilidad.

Debido a que generalmente se cuenta con antenas convencionales estáticas, surge la necesidad de diseñar un prototipo que cumpla ciertas características que el proyecto requiere. Estas características son:

- 1.- Soportar la carga de la antena.
- 2.- La antena debe girar 360°.
- 3.- Es necesario mover la antena con un mínimo de fuerza aplicada.
- 4.- Debe moverse por el tipo de motor seleccionado.
- 5.- Debe contar con un acceso de acoplamiento para cable coaxial.
- 6.- Las refacciones utilizadas deben existir en el mercado.
- 7.- Requiere que sea desmontable con relativa facilidad.

Dadas las características mencionadas de este prototipo se diseña el soporte estructural de la antena, como se muestra en la figura 4.3.

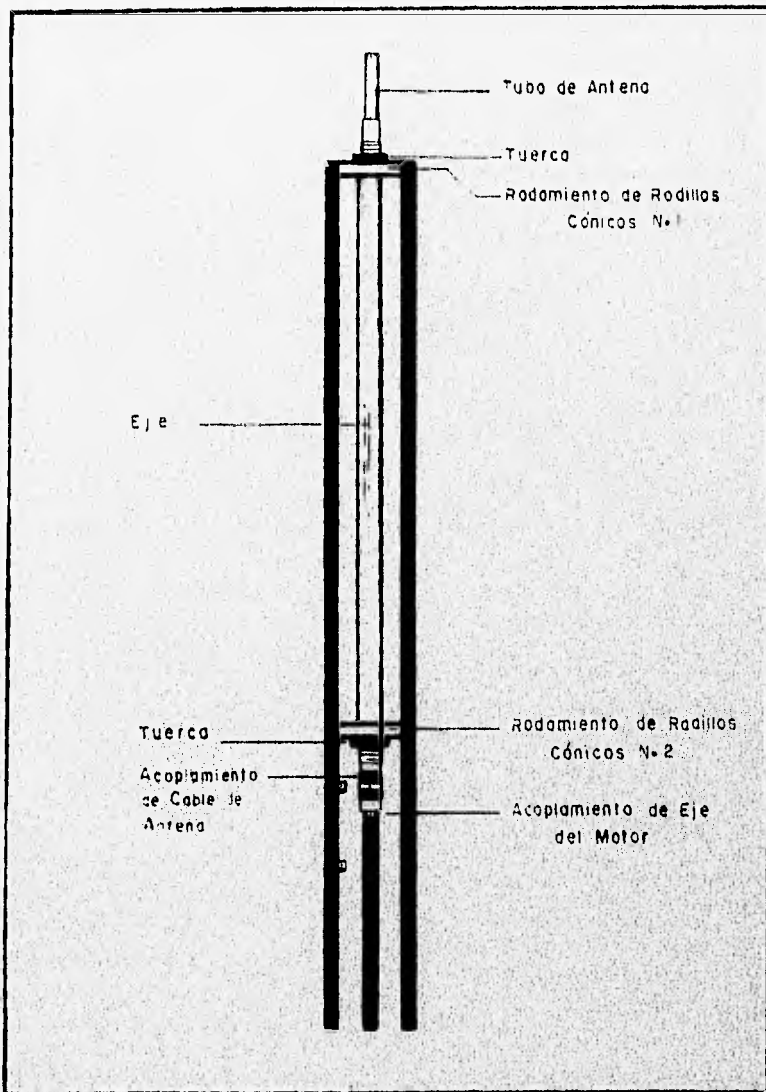


Fig. 4.3 Soporte estructural de la antena



Los principales elementos del soporte estructural de la antena son:

### **SOPORTE**

Es un elemento estructural que recibe las cargas axiales de los elementos utilizados, a través del soporte de rodamiento y sirve como guía de los mismos.

Los soportes de rodamiento son alojamientos donde los baleros entran con un ajuste especial quedando en una posición definida, perfectamente concéntrica con el eje de la flecha.

### **EJE**

El eje es un elemento giratorio o estacionario, normalmente de sección circular que tiene montado sobre él dos rodantes de rodillos cónicos (baleros), ver figura 4.3.

Para nuestro diseño este eje está sometido a compresión y torsión debido al peso del tubo de la antena, la antena y accesorios.

**NOTA:** En el apéndice B se proporcionan las dimensiones del eje, rodamiento y acoplamiento del motor.

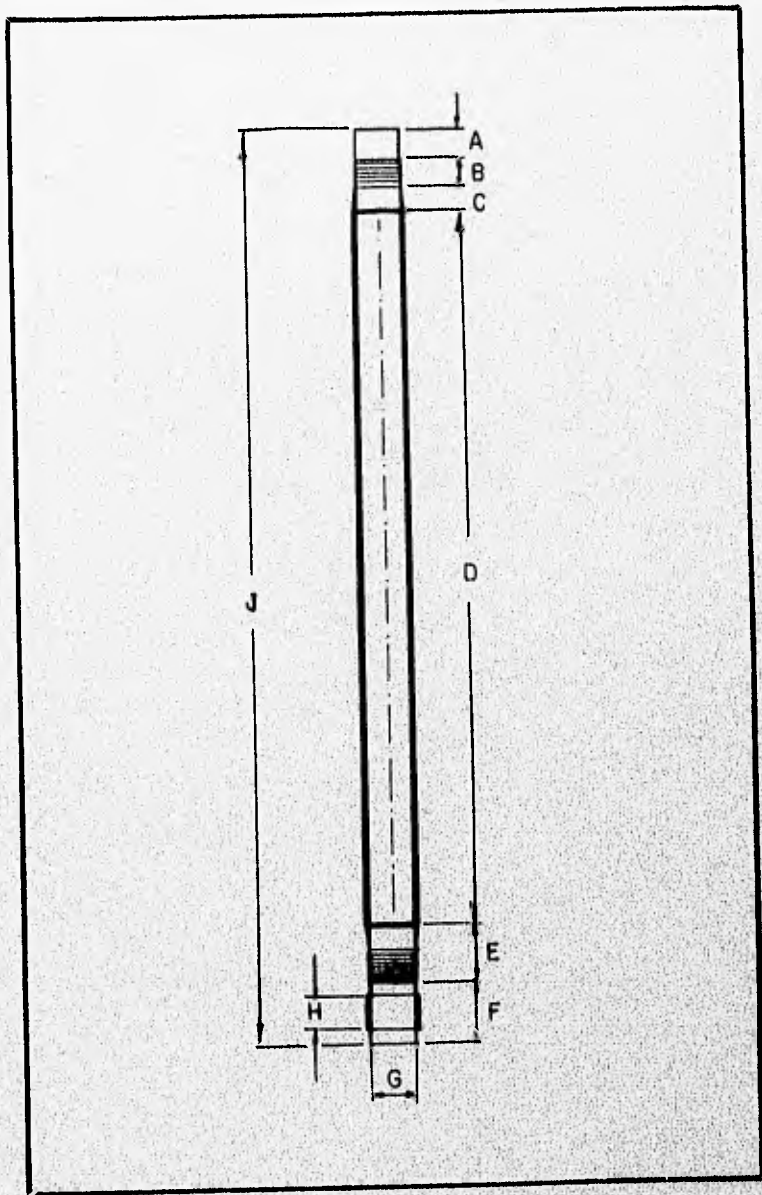


Fig. 4.4. Eje

## RODAMIENTO DE RODILLO CONICO

Se selecciona este tipo de rodamiento de rodillo cónico especialmente por sus características de diseño. Debido a la posición oblicua de los rodillos y camino de rodadura es especialmente diseñado para resistir cargas radiales y axiales simultáneas, ver figura 4.5.

Para casos en el que la carga axial es muy importante hay una serie de rodamientos cuyo ángulo **es muy** abierto. Este rodamiento debe montarse en oposición con otro rodamiento capaz de soportar los esfuerzos axiales en sentido contrario. El rodamiento es desmontable, el aro interior con sus rodillos y el aro exterior se montan cada uno separadamente.

El tamaño del rodamiento queda determinado por las cargas que deberá soportar, por las especificaciones del eje, así como por la duración y la seguridad de su funcionamiento.

El funcionamiento de los dos rodamientos utilizados (figura 4.3), consiste en:

Rodamiento 1.- Tiene la finalidad de giro, alineamiento correcto con el rodamiento 2 y acoplamiento del eje.

Rodamiento 2.- Es aquel que desempeña la mayor parte de trabajo, ya que recibe las cargas axiales, es adecuado para resistir cargas radiales y además funciona como acoplamiento del eje.

**NOTA:** Viendo la finalidad del rodamiento 1 se hizo necesario para un caso extremo el uso de una tuerca que tiene como función ajustar al mismo rodamiento para que éste desempeñe el mismo funcionamiento del rodamiento 2.

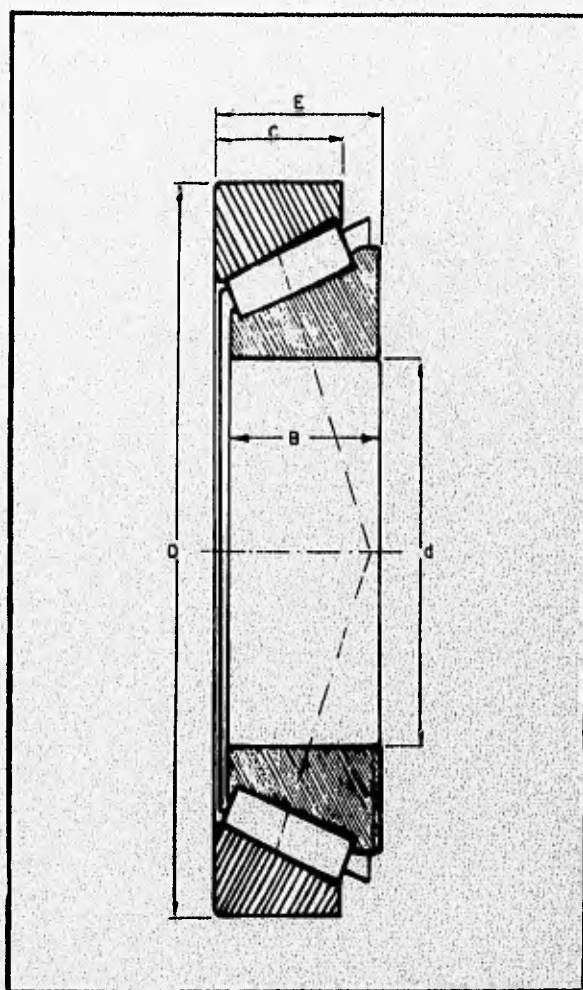


Fig. 4.5. Rodamiento de rodillo cónico

### ACOPLAMIENTO DEL MOTOR

El eje motor debe estar perfectamente alineado y unido por un acoplamiento rígido, ver fig. 4.6.

El motor debe estar montado sobre una base metálica en la cual descansa y se fija por medio de dos pernos o tornillos.

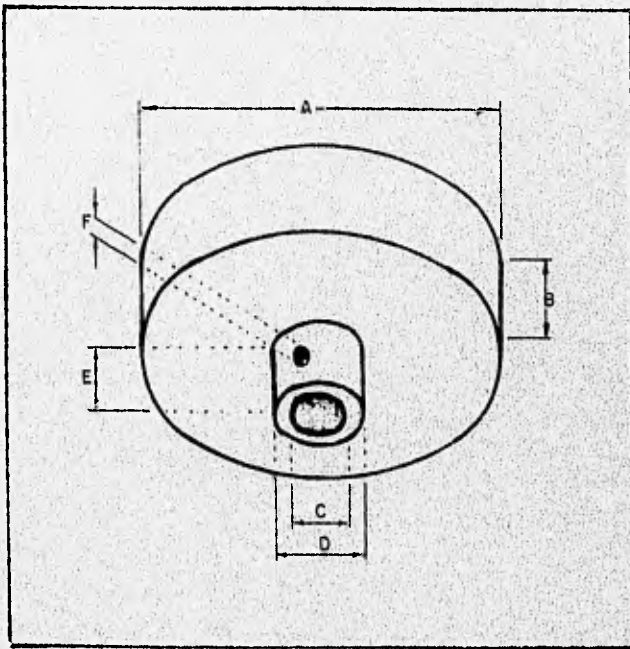


Fig 4.6. Acoplamiento del motor

#### ACOPLAMIENTO DEL EJE CON EL TUBO DE ANTENA

Este se dá por sí sólo debido a la diferencia de diámetros, para tener una mayor unión es necesario sujetarlo por medio de dos tornillos con tuercas, ver figura 4.7.

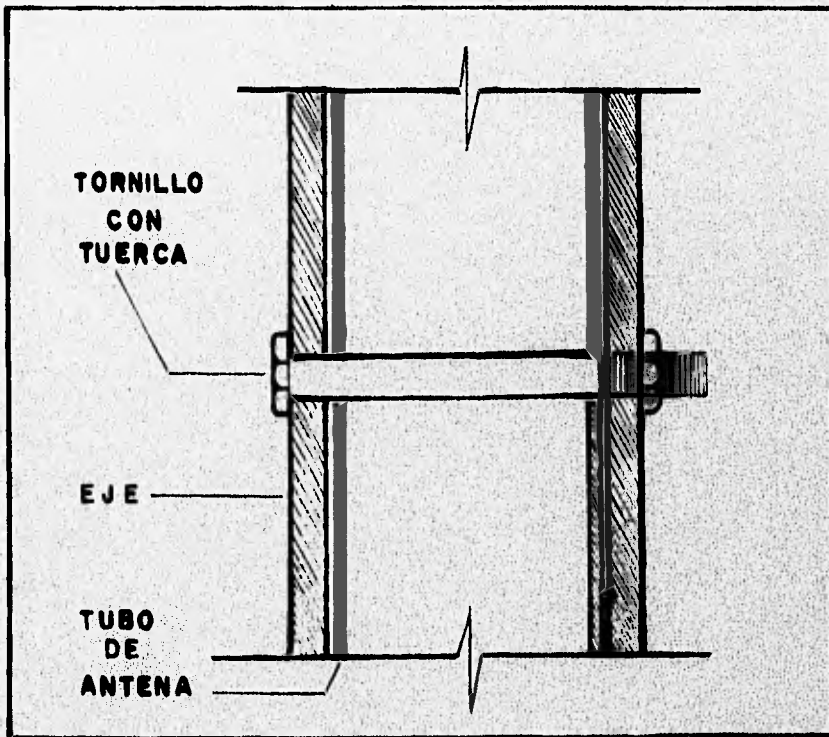


Fig. 4.7. Acoplamiento del eje.

### IV.3 FUENTES DE ALIMENTACION

Para alimentación del microcontrolador se requiere de una fuente de alimentación regulada de 5V, de la misma manera la etapa de potencia para el movimiento del motor requiere de otra fuente de 5V, para no interferir en cuanto a transitorios o ruido provocados por el motor en el microcontrolador; y para la polarización de los circuitos integrados LM311 y LM324 se requirieron fuentes de +12V y -12V.

Debido a que las fuentes deben mantener un voltaje constante, para no afectar a los dispositivos alimentados se utilizaron reguladores de voltaje de +5V, +12V y -12V en los cuales el fabricante especifica que deben tener un capacitor de 0.22 microfaradios ( $\mu\text{f}$ ) en la entrada, y un capacitor de 10  $\mu\text{f}$  a la salida para que se garantice la regulación.

Como se requerían fuentes positivas y negativas es necesario utilizar un transformador con derivación central. Para obtener la regulación deseada se debe tener un voltaje mayor al cual se requiere regular.

Para la fuente de +5V es necesario un  $V_{\text{min}}$  de 7.3V y para la fuente de +12V un  $V_{\text{min}}$  de 14.5V, con estas características se elige el valor del voltaje del transformador para poder operar, tomando en cuenta que el fabricante nos proporciona el  $V_{\text{rms}}$ . Por lo anterior se toman las siguientes consideraciones:

#### TRANSFORMADOR DE 30V - 1A

$$V_{\text{dc}} = V_{\text{rms}} = 15\text{V}$$

$$V_{\text{p}} = V_{\text{rms}} \sqrt{2} = (15) (\sqrt{2}) = 21.21\text{V}$$

Fórmula establecida:

$$V_{\text{dc}} = V_{\text{p}} - (4.17 I_{\text{dc}}) / C$$

$I_{\text{dc}}$  = Corriente promedio entrada al filtro con la carga de 1A

C = Valor de capacitor del filtro

$$C = (4.17 I_{DC}) / (V_P - V_{DC})$$

$$C = (4.17 * 1 \times 10^3) / (21.21 - 15)$$

$$C = 671.49 \mu\text{f}$$

$$C = 1000 \mu\text{f}$$

El capacitor obtenido se aproximó a 1000  $\mu\text{f}$  por ser un valor comercial.

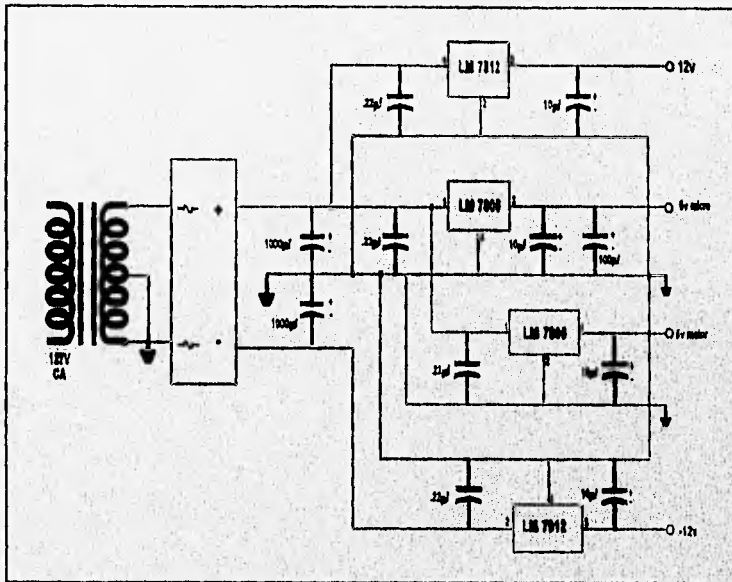


Fig. 4.8 Fuentes de alimentación

#### IV.4 ACOPLAMIENTO DE LA SEÑAL DEL CAF AL MCU

Dado que los niveles de voltaje del CAF son mayores de 5V y a la entrada del convertidor A/D en el microcontrolador no puede excederse de este límite, se plantea un sumador inversor que obtenga un voltaje total que varíe de 0V a 5V lográndose por medio de dos niveles de voltaje, como es el voltaje de referencia de -10V y el voltaje del CAF, ver figura 4.9.



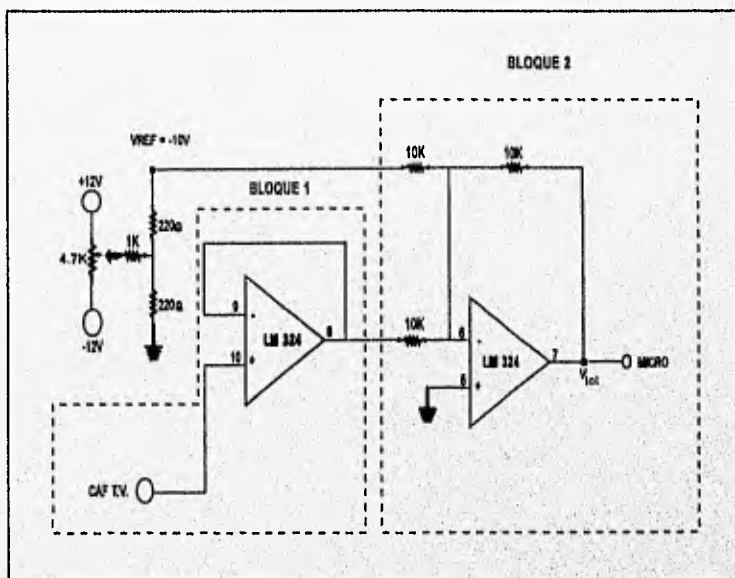
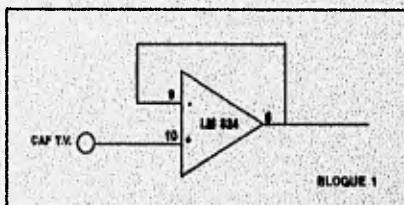


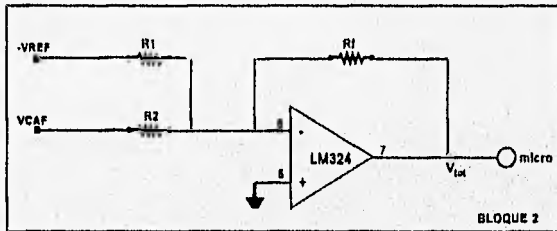
Fig. 4.9 Circuito cambiador de nivel.

Analizando el BLOQUE 1 de la fig. 4.9:



Se plantea un seguidor de voltaje como acoplamiento de impedancia para "no demandar corriente" de la señal del CAF y provocar un funcionamiento deficiente de la televisión.

Para el BLOQUE 2 de la fig.4.9:



Se plantea un sumador inversor que permita obtener el voltaje de entrada adecuado al convertidor A/D del microcontrolador.

$$V_{tot} = ((-V_{REF} R_f/R_1) + (V_{CAF} R_f/R_2))$$

$$V_{tot} = V_{REF} R_f/R_1 - V_{CAF} R_f/R_1$$

Considerando  $R_f$  y  $R_1=1k$  para tener una ganancia unitaria:

$$V_{tot} = V_{REF} - V_{CAF}$$

Por lo tanto cuando  $V_{tot} = 5V$  se tendrá la máxima señal recibida y dará como resultado una buena imagen y sonido en la televisión.

#### IV.5 DETECCION DEL CAMBIO DE SINTONIA

De acuerdo a las mediciones que se hicieron del voltaje de sintonía de la TV a cada canal le corresponde un voltaje de sintonía que va desde 1.5 V hasta 31 V, lo importante es obtener dos niveles de voltaje (0 V y 5 V) esto con la finalidad de que el microcontrolador detecte un cambio de nivel, dicho cambio es registrado y por medio de la programación se controla el giro de la antena.

Este cambio de sintonía es importante, debido a que si el usuario desea ver otro canal, es necesario que el MCU registre otra señal en el canal solicitado y por medio de la programación establecida, se busca la mejor orientación de la antena para dicho canal.

En la figura 4.10 se muestra el circuito que permite el cambio de sintonía.

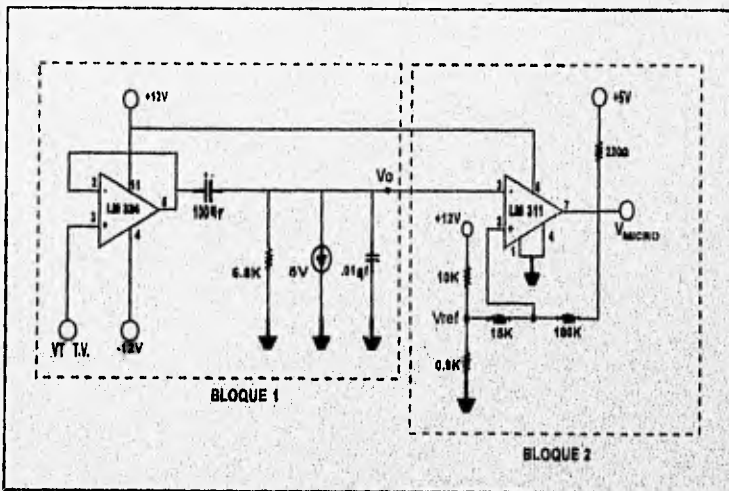


Fig. 4.10 Circuito para la detección del cambio de sintonía

Analizando el BLOQUE 1 de la figura 4.10, se plantea un seguidor de voltaje al cual se le conecta un circuito RC y un diodo zener, este con la intención de limitar el voltaje a 5V.

Basándose en un circuito RC, dadas las condiciones de carga y descarga del capacitor se establece un cambio de nivel en  $V_o$  como se muestra en la gráfica de la figura 4.10.a.

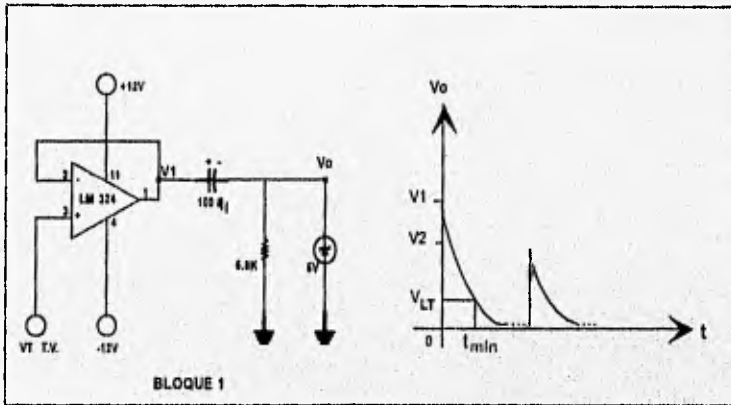


Fig. 4.10.a

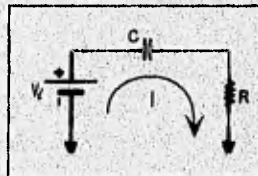
El voltaje correspondiente al canal 2 es de 1.51 V y el voltaje máximo es el del canal 8 siendo 31 V, el tiempo en que tardará el capacitor en cargarse dependerá de la constante de tiempo.

Se requiere un tiempo mínimo para que el microcontrolador reconozca el cambio de canal, por lo cual es necesario considerar el caso extremo en que se tienen las siguientes condiciones de voltaje.

Para  $t=0$  :  $V_o = 1.51 \text{ V}$  y  $V_c = 0 \text{ V}$

Para  $t_{min}$  :  $V_o = 0.5 \text{ V}$  y  $V_c = 1.01 \text{ V}$

En base al circuito RC se hace el siguiente análisis, para obtener por medio de éste el tiempo mínimo.



Planteando la ecuación de malla del circuito RC se tiene:

$$V_i = V_c + RI$$

$$I = C \, dV_c/dt$$

$$V_i = V_c + RC \, dV_c/dt$$

Normalizando la ecuación diferencial:

$$dV_c/dt + (1/RC)V_c = (1/RC) V_i \dots\dots\dots (1)$$

Para obtener la ecuación general del sistema se obtiene:

**A) Solución homogénea.**

Dado que la ecuación característica es:

$$m + 1/RC = 0$$

entonces:

$$m = -1/RC$$

Y la solución homogénea está dada por:

$$V_{c_h} = k_1 (e^{-t/RC})$$

**B) Solución particular.**

La solución que se propone es de la forma:

$$V_{c_p} = k_2 \dots\dots\dots (2)$$

Derivando,

$$dV_c/dt = 0 \dots\dots\dots (3)$$

Sustituyendo las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1) se obtiene:

$$k_2 = V_i$$

Por la tanto, la solución particular está dada por:

$$V_{c_p} = V_i$$

Finalmente, la **solución general** es:

$$V_c(t) = V_{c_h} + V_{c_p}$$

$$V_c(t) = k_1 (e^{-t/RC}) + V_i \dots\dots (4)$$

Donde  $k_1$  es el valor final que alcanza la respuesta escalón.  
Evaluando para condiciones iniciales,  $t=0$ :

$$V_c(0) = 0 = k_1 + V_i$$

$$k_1 = -V_i$$

Y sustituyendo  $k_1$  en la ecuación (4) se obtiene:

$$V_c(t) = V_i (1 - e^{-t/RC})$$

Donde la constante de tiempo es:

$$\tau = RC$$

Para  $t_{min} = 0.8$  seg.:  $V_i = 1.51$  V y  $V_c = 1.01$  V

$$\begin{aligned} \tau = RC &= -t / [\ln (1 - V_c(t)/V_i)] \\ &= -0.8 / [\ln (1 - 1.01/1.51)] \end{aligned}$$

$$\tau = RC = 0.7238 \text{ seg.}$$

Proponiendo un  $C=100$   $\mu\text{f}$  se tiene:

$$R = 7.23 \text{ K}\Omega$$

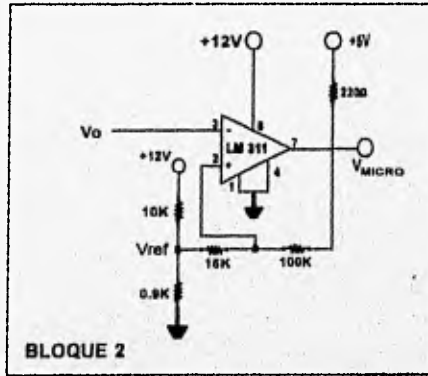
Y aproximando a un valor comercial:

$$R = 6.8 \text{ K}\Omega$$

Siendo 0.8 seg. un tiempo suficiente en que el MCU podrá determinar un cambio de nivel con la ayuda de un detector con histéresis que adecúe esta señal a los niveles del MCU.

Los circuitos integrados LM311 tienen como característica responder a las señales de entrada estableciendo un nivel alto ó bajo en su salida.

En el BLOQUE 2 de la figura 4.10, que se muestra a continuación, se plantea un detector inversor de nivel de voltaje con histéresis para que se produzca un cambio de nivel que será aplicado al microcontrolador.



Fué necesario considerar dos niveles de voltajes como son Voltaje Umbral Superior ( $V_{UT}$ ), y Voltaje Umbral Inferior ( $V_{LT}$ ) esto con la finalidad de producir una conmutación que servirá como punto de partida para que el MCU registre que se ha solicitado un cambio de canal ver figura 4.11.

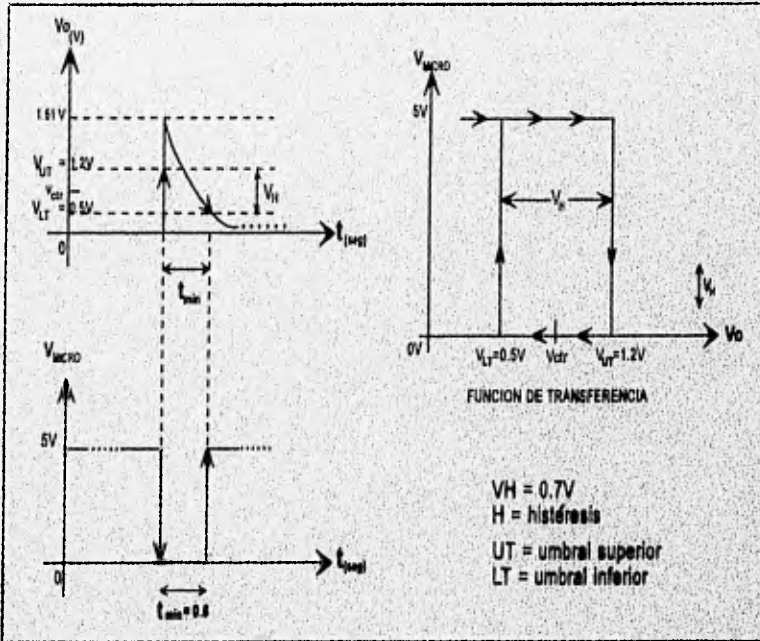


Fig. 4.11. Gráficas del circuito detector inversor de nivel con histéresis

La diferencia de las señales de entrada ( $V_{UT} - V_{LT} = V_H$ ) se denomina voltaje de histéresis. Esto es, el circuito exhibe histéresis cuando cambia de un estado (5 V) a un segundo estado (0 V) ante cierta señal de entrada cuya magnitud es  $V_{UT}$ , entonces revierte del segundo al primer estado a una señal de entrada diferente de magnitud  $V_{LT}$ , como se observa en la gráfica de la función de transferencia de la figura 4.11.

$$\text{Si: } V_{UT} = 1.2V \quad \text{y} \quad V_{LT} = 0.5V \quad \Rightarrow \quad V_H = 0.7V$$

El voltaje de histéresis debe centrarse en el promedio de  $V_{UT}$  y  $V_{LT}$ , es decir en:

$$V_{ctt} = (V_{UT} + V_{LT})/2 = 0.85 V$$

Para obtener el  $V_{ref}$  que se aplicará a la entrada no inversora del amplificador operacional, se plantea lo siguiente:

$$V_{ref} = V_{ctt} * (n + 1)/n$$

Dado que,

$$n = ((+V_{sat}) - (-V_{sat}))/V_H$$

y estableciendo la variación de la salida del comparador de 0-5V:

$$n = (5 + 0) / 0.7 = 7.14$$

Por lo tanto,

$$V_{ref} = 0.97 V$$

#### IV.6 CONTROL DEL MOVIMIENTO DE LA ANTENA

Para poder controlar el giro del motor de izquierda a derecha se diseña un circuito de potencia capaz de producir el efecto de giro de la antena (fig. 4.12), para los movimientos se establece una tabla de control (ver tabla 1, fig.4.12).

Considerando los niveles de voltaje enviados por el microcontrolador a consecuencia de varios valores del CAF que fueron detectados, esta etapa permite generar un movimiento de



la antena de izquierda a derecha siguiendo el código A/B que se estableció en el diagrama del circuito de la etapa de potencia para el movimiento de la antena.

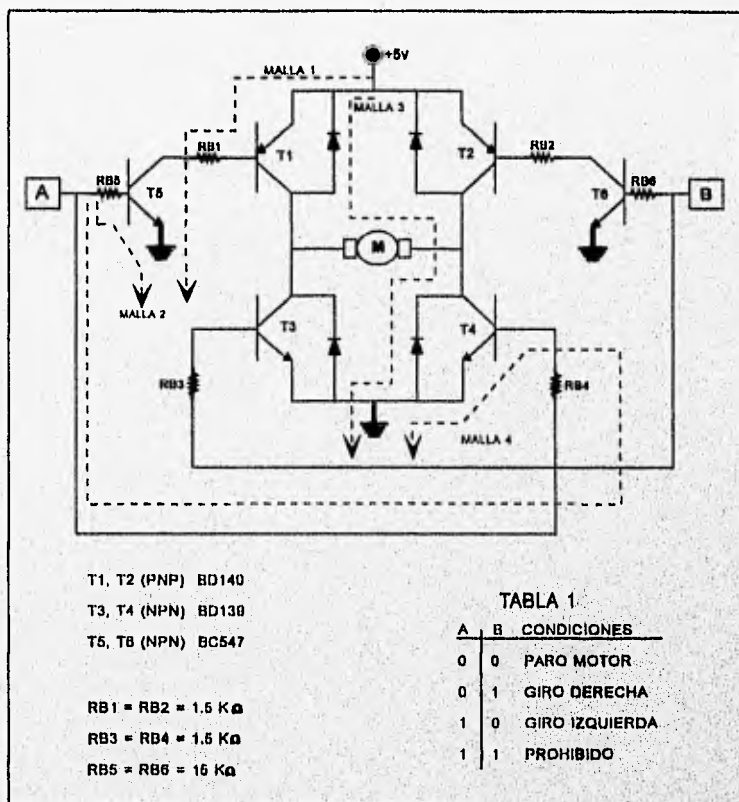


Fig. 4.12. Circuito para controlar el movimiento de la antena.

Dado que la corriente  $I_{c\max}$  a rotor bloqueado es de 260mA si se tiene el código (1,0) obtenemos los siguientes cálculos:

$$I_{c1\max} = 260 \text{ mA}$$

$$I_{c1} = \beta I_{B1}$$

$$I_{B1} = I_{c1} / \beta = 260 \text{ mA} / 100 = 2.6 \text{ mA}$$

Dado que el transistor T<sub>1</sub> debe estar en saturación

$$V_{CE5} = 0.2V$$

Analizando la malla 1 se tiene:

$$\begin{aligned} V_{CC} - V_{EB} - V_{B1\text{máx}} - 0.2 &= 0V \\ V_{B1\text{máx}} &= (5 - 0.7 - 0.2) = 4.1V \end{aligned}$$

Para obtener R<sub>B1</sub>:

$$\begin{aligned} V_{B1\text{máx}} &= R_{B1} I_{B1} \\ R_{B1} &= V_{B1} / I_{B1} = 4.1V / 2.6mA = 1.5K\Omega \end{aligned}$$

Dado que:

$$I_{C5} = I_{B1} = \beta I_{B5}$$

$$I_{B5} = I_{B1} / \beta = 2.6mA / 100 = 0.26mA$$

Para R<sub>B5</sub> de la malla 2:

$$V_1 - R_{B5} I_{B5} - V_{BE} = 0V$$

$$R_{B5} = (V_1 - V_{BE5}) / I_{B5} = (5 - 0.7)V / 0.26mA = 16.5K\Omega$$

Para R<sub>B4</sub> de la malla 4:

$$V_1 - R_{B4} I_{B4} - V_{BE\text{sat}} = 0$$

$$R_{B4} = (V_1 - V_{BE\text{sat}}) / I_{B4}$$

$$I_{C4} = I_{C\text{max}} = 260mA$$

$$I_{B4} = I_{C4} / \beta = 260mA / 100 = 2.6mA$$

$$R_{B4} = (5 - 0.7)V / 2.6mA = 1.65K\Omega$$

Obteniendo como resultado:

$$R_{B1} = R_{B2} = 1.5K\Omega$$

$$R_{B3} = R_{B4} = 1.65K\Omega$$

$$R_{B5} = R_{B6} = 16.5K\Omega$$

#### IV.7 CARACTERISTICAS DEL PANEL DE CONTROL (AUTOMATICO-MANUAL)

Como se muestra en la figura 4.13. Este panel consiste de 3 teclas de control, 2 interruptores (SW) y un indicador.

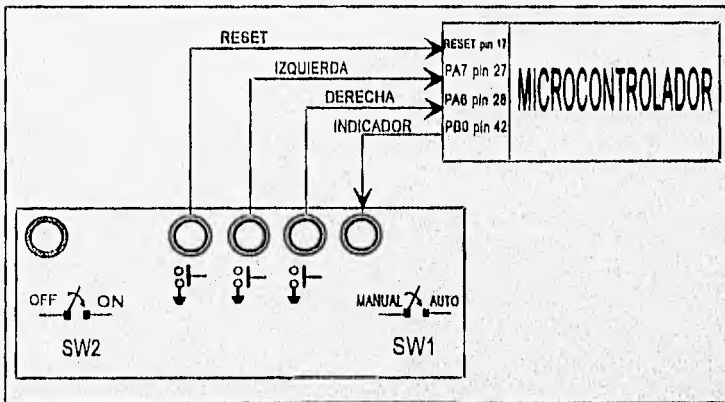


Fig. 4.13 Panel de Control

Las funciones básicas del panel de control son:

**TECLA 1:** Nos indica el RESET del microcontrolador, ayudando al reestablecimiento del sistema en caso de falla.

**TECLA 2:** Una vez que se selecciona el SWITCH 1, colocándolo en la posición de control "MANUAL", esta tecla permite controlar el giro de la antena hacia la izquierda.

**TECLA 3:** Esta tecla tiene como función el giro de la antena hacia la derecha, con las mismas condiciones ya mencionadas para la tecla 2.

**INDICADOR:** Este informa cuando la antena ha realizado 7 movimientos de giro, y así mismo nos muestra que el sistema está trabajando en modo manual.

**SWITCH 1:** Tiene dos funciones principales:

**a) Control automático**

Si el usuario coloca el SWITCH 1 en automático, el microcontrolador busca la mejor recepción sin intervención del usuario, el sistema selecciona la señal, la procesa y envía los códigos necesarios para que la antena gire.

**b) Control manual**

Muchas veces el usuario no queda satisfecho con la imagen que está observando, antes era necesario subir a la azotea y mover la antena que se tiene en casa hasta que ésta capte la mejor señal. Si se mueve el SWITCH 1 en la posición manual uno mismo desde el panel de control podrá mover la antena girando hacia izquierda o derecha.

**SWITCH 2:** Su función es el encendido de la fuente de alimentación del sistema.

Para el funcionamiento del panel de control se tiene el diagrama 4.14.

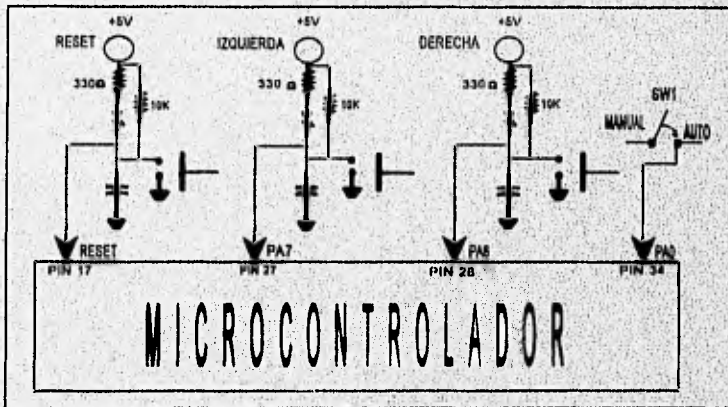


Figura 4.14 Circuito del panel de control.

# CAPITULO V

## ANALISIS DEL MICROCONTROLADOR

### V.1 SELECCION DEL MICROCONTROLADOR

Cuando se estableció un prototipo general para el proceso de la señal del Control Automático de Frecuencia (CAF), se observó que era necesario contar con un dispositivo que almacenara datos considerando la señal de Corriente Directa (CD) que nos entrega el CAF. Lo siguiente es cuantificar los niveles de CD que se estén dando al girar la antena y así mismo se pudieran comparar entre ellos para seleccionar el máximo valor obtenido, el cual corresponde a una mejor recepción.

Una de las ideas iniciales del proyecto era contar con memorias que hicieran posible ése almacenamiento, por lo que era necesario tener un convertidor analógico-digital. Posteriormente se requería de un comparador de magnitud, el cual iba a seleccionar por medio de una lógica combinacional el máximo valor.

Haciendo una evaluación económica de los dispositivos requeridos, se pensó en trabajar con un microcontrolador, debido a que contenía las funciones necesarias y su costo era un poco menor del valor real de todo el material propuesto al inicio del proyecto.

El microcontrolador es un dispositivo electrónico a muy alta escala de integración con la característica de que realiza una tarea específica, generalmente de control; siendo capaz de realizar operaciones aritméticas y lógicas con la información.

Existe una gran variedad de microcontroladores en el mercado, seleccionándose así el MC68HC11-A1 de Motorola que combina tamaño reducido, altas velocidades y bajo consumo de potencia, además de presentar alta inmunidad al ruido.

## V.2 PROGRAMACION

Una vez realizado el planteamiento general de la ejecución del control automático, se lleva a cabo un diagrama de flujo, donde se desarrolla (de manera detallada y considerando las variaciones de la señal del CAF) el proceso requerido para obtener la mejor recepción de la señal de televisión en la banda de VHF. Este diagrama se muestra en la figura 5.1.

De acuerdo al diagrama de flujo se requiere que el microcontrolador MC68HC11-A1, realice dos rutinas de interrupción; la primera se llevará a cabo en caso de un cambio en la sintonía de canales y la segunda cuando se desee tener el movimiento de la antena en modo manual. Las rutinas de interrupción serán requeridas al registrar el microcontrolador un flanco de subida, que proporciona el cambio de estado en el control automático/manual y con un flanco de subida o bajada dado por el circuito de detección del cambio de sintonía.

Para esta función el microcontrolador cuenta con entradas de captura que se configuran independientemente para detectar flancos sucesivos de subida o bajada solamente, así como flancos alternados. Una de las funciones de las entradas de captura, es la generación de interrupciones lógicas, en donde intervienen los estados de banderas, que indican que tipo de flanco ha sido detectado, y habilitar el bit de la interrupción local, el cual determina si le corresponde o no una interrupción requerida por hardware. Si la interrupción requerida está inhabilitada, la entrada de captura opera en modo poleo, donde el software lee los datos de banderas reconociendo los flancos detectados.

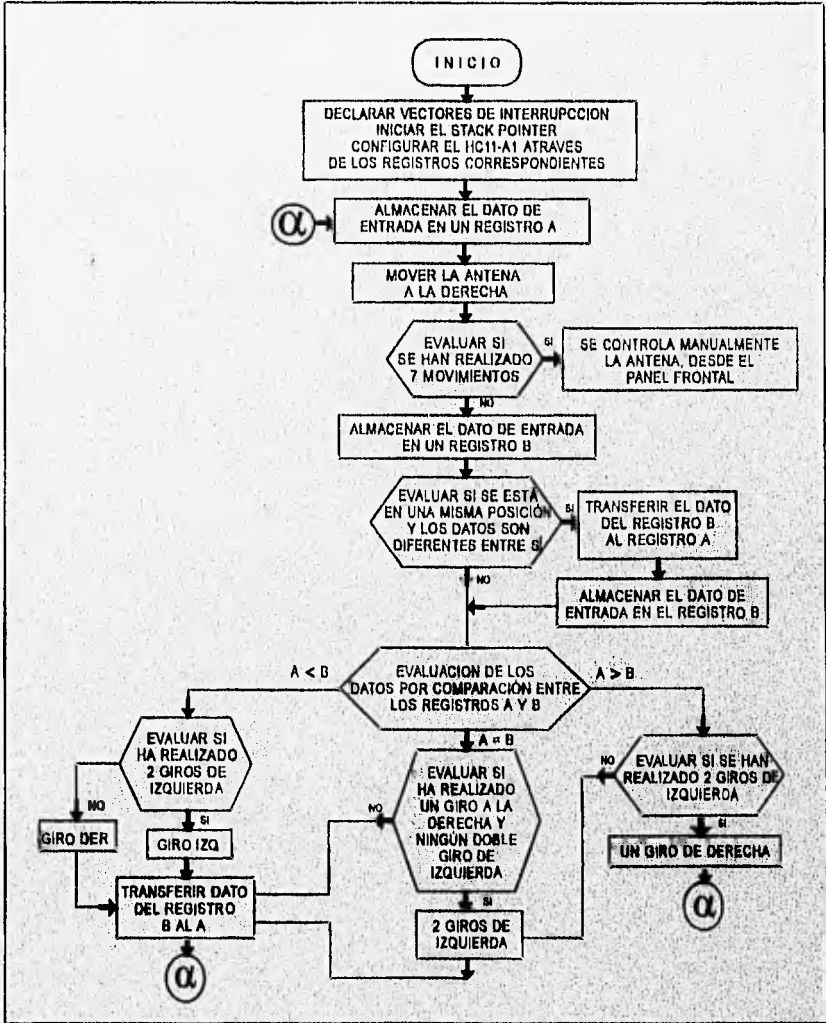


Fig. 5.1 Diagrama de Flujo

Las rutinas de interrupción se encuentran ubicadas en cierta dirección dentro del programa, cuando se ejecuta una interrupción el contador de programa toma el valor de la dirección donde se encuentra la rutina (el contador de programa es un registro de 16 bits que contiene la dirección de la siguiente instrucción a ser ejecutada), ésta dirección debe ser indicada en los vectores de interrupción, los cuales se encuentran en diferentes ubicaciones para el modo en que este operando el microcontrolador (modo bootstrap o single-chip).

Para el HC11 existen cuatro modos de operación. Dependiendo de que se requiera un microcontrolador o un microprocesador se asigna el modo con el cual se desea trabajar, ya sea:

Para microcontrolador: Modo boot-strap y single-chip.  
O para microprocesador: Modo test y modo expandido.

Los modos de operación que se utilizan en este proyecto son los dos primeros. Siendo su función la siguiente:

Modo Boot-strap. Este modo de operación permite grabar en su memoria, utilizando como medio el puerto serie. El sistema PCBUG11 actúa como ensamblador, permitiendo la comunicación entre la PC y el microcontrolador.

Modo Single-chip. En este modo el microcontrolador funciona por sí sólo, las direcciones y datos se activan internamente en el microcontrolador ejecutando el programa que se haya grabado en la memoria E<sup>2</sup>PROM.

Para llamadas de subrutinas, interrupciones y almacenamiento temporal de datos se usa el stack pointer. Normalmente el stack pointer es inicializado por una de las primeras instrucciones en un programa de aplicación.



En modo bootstrap el stack pointer inicia en la dirección \$01FF y para el modo single-chip se debe indicar al inicio del programa ésta dirección.

En el inicio del programa principal se habilitan las interrupciones por medio de la instrucción CLI y se habilitan las interrupciones en los registros asociados a las entradas de captura a utilizar en donde:

- Se habilita al bit PA-3 como entrada de captura (IC4).
- Se configura el flanco de activación para la interrupción a través de las entradas de captura. Se seleccionó la activación por flanco de acuerdo a la interrupción.
- Se habilitan a las entradas de captura IC3 e IC4, para solicitar interrupciones a través de ellas.

La bandera correspondiente será activada cuando la interrupción sea requerida, es decir, que por ejemplo en la entrada de captura se registre un flanco de subida. Siendo por ello necesario borrar las banderas (con la instrucción SEI), al inicio del programa y cuando se inicie la rutina de interrupción una vez que se han deshabilitado las interrupciones.

De acuerdo a las necesidades del dispositivo se requieren dos salidas, para a través de ellas controlar el movimiento del motor, así como cuatro entradas (dos para las interrupciones por cambio de sintonía y por cambio de estado del control de automático/manual; y dos para los controles manuales de movimiento, derecha e izquierda).

Por lo anterior se utiliza el puerto A, como puerto de propósito general, programando pines de entrada y salida. Además cuenta con un registro asociado denominado LATCH en el cual se almacena un valor y se mantiene hasta que se almacene un nuevo valor al puerto (únicamente funciona si es configurado como salida).

La señal que será censada por el microcontrolador es analógica y dado que ésta será objeto de comparaciones con señales analógicas obtenidas en diferentes posiciones de la antena, es necesario que todas las señales de entrada sean digitalizadas a través del convertidor A/D.

El puerto E es el puerto de entrada para el convertidor A/D, a través del cual el microcontrolador leerá la señal analógica a convertir.

En los registros asociados al convertidor A/D se lleva a cabo la habilitación del sistema de alimentación del convertidor A/D. Para realizar las conversiones el convertidor A/D debe ser energizado, lo cual se logra por medio de una fuente interna del microcontrolador. El convertidor realizará cuatro conversiones y se detiene.

Se requiere almacenar el dato de entrada en un registro A, para ello es necesario convertir la señal de entrada (señal del CAF) que es analógica a digital, y una vez obtenido el dato se tomarán en cuenta todos los bits excepto el menos significativo, obteniendo así la resolución que se desea de acuerdo a los cambios de recepción que se tienen con la señal del CAF (ver apéndice A).

Se necesita realizar un primer giro de derecha a la antena para así obtener el segundo dato de entrada con el cual comparar, puesto que es correspondiente a una nueva posición. Este movimiento será realizado a través del código que se mandará por el puerto A en los bits de salida hacia la etapa de potencia que dá el voltaje necesario para el movimiento del motor. Dicho movimiento será ejecutado durante 3 seg, para obtener un giro de 30° aprox. (ángulo requerido de acuerdo a los cambios de recepción, ver apéndice A).

Posteriormente se obtiene el segundo dato de entrada que se almacenará en un registro B.

A continuación se describen las evaluaciones necesarias para obtener la mejor recepción de la señal de televisión.

*EVALUAR SI ESTA EN UNA MISMA POSICION Y LOS DATOS SON DIFERENTES ENTRE SI*

Si la antena regresa a una misma posición, indica que en tal posición se obtuvo la mayor magnitud de la señal de entrada, es decir, una mejor recepción. De acuerdo a ésto será necesario que la magnitud de la señal sea la misma, para que al comparar el dato mayor obtenido con el actual se fije la posición de mejor recepción; en caso de que el valor de la señal no sea el mismo será necesario transferir el nuevo dato al registro A, pues este será la referencia para continuar censando las señales.

*EVALUACION DE LOS DATOS POR COMPARACION DE REGISTROS:*

\* CUANDO EL REGISTRO A ES MENOR QUE EL REGISTRO B.

Se realizará un giro de izquierda, sólo si ya ha realizado un doble giro de izquierda, sino el movimiento será un giro de derecha. Posteriormente se transferirá el dato del registro B al registro A, pues este dato es el mayor. Se lleva a cabo la lectura del nuevo valor de comparación de la señal de entrada (salta a la etiqueta CAFB), y se continúa el procedimiento de comparación.

\* CUANDO EL REGISTRO A ES IGUAL AL REGISTRO B.

La antena hará un giro doble a la izquierda si ya ha realizado un giro a la derecha y ningún giro doble de izquierda, posteriormente el dato del registro B se almacenará en el registro A. En caso de no cumplir estas condiciones, sólo se transferirá el dato del registro B al A y por último se lee el nuevo dato de entrada para continuar con el procedimiento de comparación.

\* CUANDO EL REGISTRO A ES MAYOR QUE EL REGISTRO B.

La antena hará un giro de derecha si ya realizó un doble giro de izquierda y se mantendrán los datos de los registros. En caso contrario, realizará un giro doble a la izquierda y transferirá el dato del registro B al registro A. Una vez hecho lo anterior, se evaluará el nuevo dato de entrada para así continuar con el procedimiento de comparación de señales.

#### *EVALUAR SI SE HAN REALIZADO 7 MOVIMIENTOS*

El dispositivo hará siete evaluaciones, es decir, siete datos obtenidos cada uno en distinta posición de la antena de modo automático para el canal sintonizado. Una vez realizados los siete movimientos, el dispositivo será controlado de modo manual, para que el televidente tenga la opción de decidir por criterio propio la mejor imagen, siendo que al finalizar los movimientos el control automático no obtuvo la mejor recepción de la señal.

Cabe señalar que no es condición que al realizar siete movimientos se haya propiamente obtenido la mejor recepción, ésta puede lograrse en un número menor, en tal caso el dispositivo se mantendrá en modo automático, y con una posición fija hasta que haya un cambio en la amplitud de la señal de entrada, dando lugar a movimientos de giro para mejorar la recepción, hasta llegar al máximo número de movimientos y dar entonces la opción de control manual.

Esta función será realizada para cada canal de televisión sintonizado, y sólo será suspendida por la solicitud de una interrupción, ya sea por cambio de sintonía o cambio del estado automático al manual.

Si se han realizado siete movimientos se efectúa la subrutina "manual" que evaluará las entradas que indican el requerimiento de movimiento a la derecha o a la izquierda.

Si se han realizado menos de siete movimientos, continuará evaluando la entrada actual.

**DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE INTERRUPCIONES POR CAMBIO DE SINTONIA "SINT" Y POR CAMBIO DE ESTADO DEL CONTROL AUTOMATICO/MANUAL "INTER".**

El diagrama de flujo correspondiente a estas rutinas se muestra en la figura 5.2.

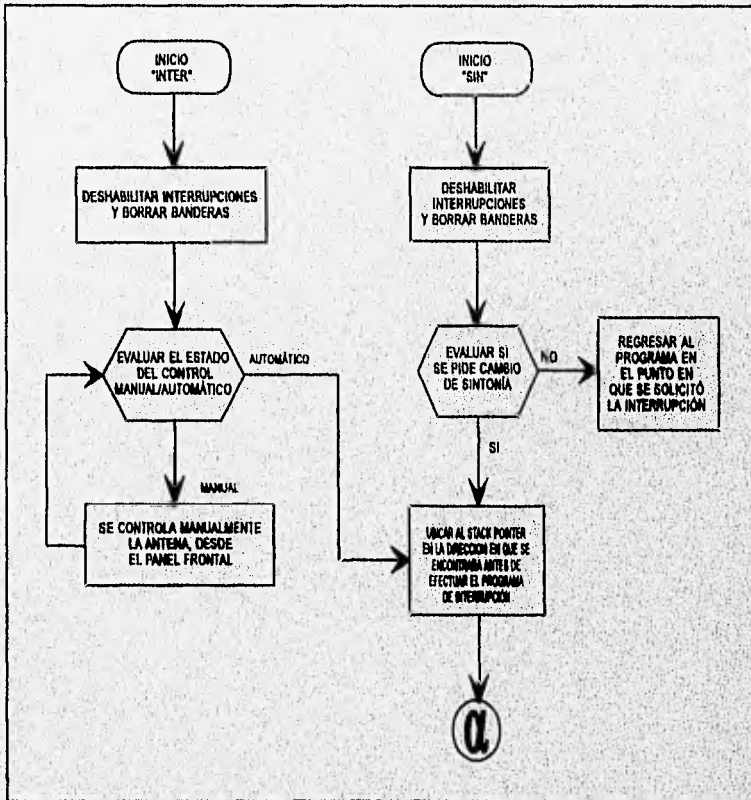


Fig. 5.2 Diagrama de Flujo

## RUTINA DE INTERRUPCION "INTER"

Para realizar esta rutina se requiere:

- DESHABILITAR INTERRUPCIONES Y BORRAR BANDERAS CORRESPONDIENTES A INTERRUPCIONES POR ENTRADA DE CAPTURA

Al iniciar esta rutina de interrupción, es necesario primero deshabilitar las interrupciones con la instrucción SEI. Después las banderas que fueron habilitadas en el momento de solicitar la interrupción serán borradas para poder realizar esa rutina, en el registro asociado a las banderas (TFLG1) en la dirección \$1023.

- EVALUAR EL ESTADO DE CONTROL AUTOMATICO/MANUAL

El nivel correspondiente de estado manual es "0" y para el estado automático es "1". Por lo anterior, se evaluará dicho nivel en el bit PA0 (bit de entrada del puerto A). Si este bit tiene nivel "0", entonces se lleva a cabo la subrutina "Manual" y después de haber realizado algún movimiento, o bien ninguno se volverá a evaluar el nivel de este bit.

Cuando el nivel del bit de entrada es "1", entonces se ubicará el Stack Pointer en la dirección en que se encontraba antes de realizar la rutina de interrupción y se habilitan las interrupciones para después iniciar el programa principal, puesto que se ha requerido el control automático.

## RUTINA DE INTERRUPCION "SINT"

Para realizar esta rutina se requiere:

- DESHABILITAR LAS INTERRUPCIONES Y BORRAR BANDERAS CORRESPONDIENTES A INTERRUPCIONES POR ENTRADA DE CAPTURA.

Del mismo modo que se lleva a cabo para la rutina de interrupción "INTER".

- EVALUAR EL NIVEL DEL BIT DEL CAMBIO DE SINTONIA

Esta evaluación se lleva a cabo para confirmar que se ha solicitado la rutina "SINT" por un cambio de sintonía, si esto sucede se ubicará el Stack Pointer en la dirección en que se encontraba antes de efectuar la rutina de interrupción y se habilitan las interrupciones para después iniciar el programa principal, dado que el cambio de sintonía solicita evaluar la señal del CAF para el canal sintonizado.

Debido a señales de ruido podría generarse un flanco de subida o bajada solicitando ésta rutina, entonces se regresará de la rutina de interrupción al punto del programa en donde fué solicitada, continuando así con el programa principal.

A continuación se muestra el listado de la programación del microcontrolador, así como la arquitectura del sistema controlador, requerido para obtener la mejor recepción de la señal de TV.

## LISTADO DE LA PROGRAMACION

DEFSEG MOTOR, START=\$FE00 ; DEFINIR SEGMENTO, LA DIRECCION A PARTIR DE LA CUAL SE GRABARA EL PROGRAMA EN EPROM

SEG MOTOR

```
LDAA #57E
STAA $E2
LDD #INTER ; ENTRADA DE CAPTURA 3. PA0
STD $E3
LDAA #57E
STAA $D3
LDD #5INT ; ENTRADA DE CAPTURA 4. PA3
STD $D4
CLI ; HABILITAR INTERRUPCIONES
INICIO LDX #01FF
TXS
LDX $1000
BCLR $04,X,$01 ; OFF INDICADOR DE MANUAL
LDAA $1000
BITA #001
BNE SEGUIR
JMP INTER
SEGUIR ldea #07
staa #1026 ; PACTL "REGISTRO DEL CONTROL DEL ACUMULADOR DE PULSOS"
DONDE SE DIRECCIONA EL BIT-PA7 COMO ENTRADA Y SE HABILITA AL BIT-PA3 COMO IC4
LDAA #342
STAA #1021 ; TCTL2 "REGISTRO 2 DEL CONTROL TEMPORIZADOR"
CONFIGURACION DEL FLANCO DE ACTIVACION DE ENTRADAS DE CAPTURA IC3 E IC4
LDAB #534
STAB $1001 ; DIRECCIONAMIENTO DEL PTO.A, BITS DE SALIDA (4 Y 5)
Y BITS DE ENTRADA (0,1,2,3,6 Y 7)
BSET $22,X,$09 ; TMSK1 "REGISTRO 1 DEL ACTIVADOR PRINCIPAL DE INTERRUPCIONES"
HABILITAR INTERRUPCIONES POR ENTRADA DE CAPTURA IC3 Y IC4
```



```

CON1  BSET $23,X,$00 ; TFLG1 "REGISTRO 1 DEL ACTIVADOR PRINCIPAL DE BANDERAS"

      BSET $23,X,$01  BORRAR BANDERAS CORRESPONDIENTES A LAS ENTRADAS DE CAPTURA IC3 E IC4

      LDAA $1023

      b1ta #509

      Bne CON1

      LDAA $300 ;LIMPIANDO CONTADORES Y REGISTROS TEMPORALES

      STAA $0200 ;PRIMER DATO (CAF)

      STAA $0201 ;SEGUNDO DATO (CAF)

      STAA $0203 ;CONTADOR DE MOVIMIENTOS DE IZQUIERDA

      STAA $0204 ;CONTADOR DE MOVIMIENTOS DE DERECHA

      STAA $0205 ;CONTADOR DE MOVIMIENTOS TOTALES REALIZADOS

      STAA $0206 ;ULTIMO CODIGO DE MOVIMIENTO DEL MOTOR

      STAA $0207 ;

      STAA $1000 ;PTO. A

      STAA $1004 ;PTO. B

      LDX $1000

      BSET $39,X,$80 ; EN OPTION "SISTEMA DE OPCIONES DE CONFIGURACION"
                    ; HABILITAR ADPU "SISTEMA DE ALIMENTACION DEL CONVERTIDOR A/D"

      BCLR $30,X,$CF ; ADCTL "CONTROL DEL CONVERTIDOR A/D, REGISTRO DE ESTADOS", BORRAR EL REGISTRO
                    ; BANDERA DE CCF, BANDERA DE CONVERSION COMPLETA

      BSET $30,X,$15 ; ESTABLECER LOS ESTADOS EN EL REGISTRO ADCTL

      LDY $517 ; RETARDO DE 108µs PARA QUE EL VOLTAJE DE ADPU SE ESTABILICE

RET   DEY

      BNE RET

      BSR TIME1 ; REALIZA SUBROUTINA DE RETARDO DE 3 SEGUNDOS

      BSR CONVER ; REALIZA SUBROUTINA DE CONVERSION

      STAB $0200

      BSET $00,X,$10 ; ESCRIBE COGIDO DE GIRO DERECHA EN LOS BITS DE SALIDA DEL PUERTA A

      INC $0205 ; INCREMENTA CONTADOR DE MOVIMIENTOS

      LDAA $101 ; GUARDA CODIGO DE DERECHA EN EL REGISTRO 206

      STAA $0206

```

```

INC $0204      ; INCREMENTA CONTADOR DE DERECHA

BSR TIME1     ; REALIZA SUBROUTINA DE RETARDO DE 3 SEGUNDOS, TIEMPO EN QUE DURA EL MOVIMIENTO

CAFB LDA $07   ; PREGUNTA POR NUMERO DE MOVIMIENTOS, SI SON 7

CMPA $0205    ; COMPARA CON EL CONTADOR DE MOVIMIENTOS TOTALES REALIZADOS

BNE SIGUE     ; BRINCA A LA ETIQUETA SIGUE SI NO HAN SIDO 7 MOVIMIENTOS

JMP ct&7      ; SI SON 7 SALTA A LA RUTINA DE MANUAL

CONVER BSET $30,X,$80 ; "RUTINA DE CONVERSION", BORRA BANDERA CCF

ET11 LDA $1030 ; REvisa el estado de la bandera CCF

BITA $980

BEQ ET11      ; SI NO TERMINO LA CONVERSION BRINCA A ET11

LDAB $1032    ; UNA VEZ COMPLETADA LA CONVERSION, CARGA EL REGISTRO DE RESULTADOS

ANDB $9FE    ; SELECCIONA TODOS LOS BITS EXCEPTO EL MENOS SIGNIFICATIVD

RTS

TIME1 JMP TIME ; SALTA A SUBROUTINA DE RETARDO DE 3 SEG.

SIGUE BSR TIME1 ; BRINCA A SUBROUTINA DE RETARDO DE 3 SEG.

BSR CONVER    ; BRINCA A SUBROUTINA DE CONVERSION

STAB $0201    ; ALMACENA EN ACC. B EL PRIMER VALOR

LDAA $0206    ; CODIGO QUE HANDA PRIMERO ALMACENADO EN ESTE CONTADOR

ORAA $0207    ; HACE UNA FUNCION BOOLEANA OR DEL PRIMER CODIGO CON EL SEGUNDO.

CMPA $9D3     ; PARA SABER SI ESTA EN LA MISMA POSICION

LDAA $207

STAA $206

BNE SALIR    ; SI ESTA EN DIFERENTE POSICION SALE SIN MODIFICAR VALORES

LDAA $0201    ; UNA VEZ QUE SE CONOCE QUE ESTA EN LA MISMA POSICION, CARGA EL SEGUNDO VALOR

CMPA $0200    ; COMPARAR EL PRIMER VALOR CON EL SEGUNDO

BEQ SALIR    ; SI SON IGUALES SE SALE SIN MODIFICAR VALORES

STAA $0200    ; SI NO SON IGUALES, EL SEGUNDO VALOR LO TRANSFIERE AL REGISTRO DEL PRIMER VALOR

BSR CONVER    ; BRINCA A RUTINA DE CONVERSION

STAB $0201    ; ALMACENA EL SEGUNDO VALOR EN SU REGISTRO CORRESPONDIENTE

```

```

SALIR  LDAA $0200

      CMPA $0201 ; COMPAPAR LOS LOS VALORES OBTENIDOS

      BEQ MOVER ; SI SON IGUALES BRINCA A RUTINA DE MOVER

      BHI MAYOR ; SI EL PRIMERO ES MAYOR QUE EL SEGUNDO VALOR BRINCA A MAYOR

      LDAA #000

      CMPA $0203 ; PREGUNTA SI SE HA REALIZADO MOVIMIENTO DE IZQUIERDA

      BEQ GIROD ; SI NO SE HA HOVIDO A LA IZQ. BRINCA A RUTINA DE GIPO DERECHA

      BSET $00,X,$20 ; REALIZA UN GIRO DE IZQUIERDA

      INC $0205 ; INCREMENTA NUMERO DE MOVIMIENTOS

      LDAA #002 ; EL CODIGO DE IZQ ES 02 EN HEXADECIMAL

      STAA $0207 ; ALMACENA EN EL REGISTRO 207 EL CODIGO 02 (DE IZQ)

      BSR TIME ; BRINCA A RUTINA DE RETARDO DE 3 SEG.

      JMP TRANS ; SALTA A TRANSFERIR DATO

TIME  LDAA #3C ; SUBROUTINA DE RETARDO DE 3 SEG

RETD  LDY #0FFFF

RETC  DEY

      BNE RETC

      DECA

      BNE RETD

      BCLR $00,X,$FF ; CODIGO DE DETENCION

      RTS

GIROD BSET $00,X,$10 ; RUTINA PARA GIRO DERECHA

      INC $0205 ; INCREMENTA NUMERO DE MOVIMIENTOS EN UNO

      LDAA #001 ; CODIGO DE DERECHA 01 EN HEXA.

      STAA $0207 ; ALMACENA EN 207 EL CODIGO DE DERECHA 01

      BSR TIME ; BRINCA A SUBROUTINA DE RETARDO

      INC $0204 ; INCREMENTA CONTADOR DE DERECHA

      JMP TRANS ; SALTA A TRANSFERIR EL DATO

TIME2 JMP TIME ; SALTA A RUTINA DE RETARDO DE 3 SEG.

```

```

MAYOR LDAA #300

      CMPA #0203      ; PREGUNTA SI YA REALIZO GIRO DE IZQUIERDA
      BEQ IZQ        ; BRINCA A SUBROUTINA DE IZQUIERDA SI NO HA HECHO EL MOVIMIENTO DE IZQUIERDA
      BSET $00,X,$10 ; SI YA HIZO GIRO DE IZQUIERDA, MANDA MOVIMIENTO DE IZQUIERDA
      INC $0205      ; INCREMENTA EL CONTADOR DE MOVIMIENTOS
      LDAA #301
      STAA $0207     ; CARGA EL CODIGO DE IZQ. 01 (EN HEXA) AL REGISTRO 207
      BSR TIME2      ; BRINCA A SUBROUTINA DE RETARDO
      INC $0204      ; INCREMENTA EN UNO EL CONTADOR DE DERECHA
      JMP FIN        ; SALTA A FIN

MOVER LDAA #300

      CMPA #0203      ; PREGUNTA SI HA REALIZADO GIRO DE IZQUIERDA
      BNE TRANS      ; SI NO HA HECHO GIRO DE IZQUIERDA BRINCA A TRANSFERIR EL DATO
      LDAA #301
      CMPA #0204      ; PREGUNTA SI YA REALIZO UN GIRO DE DERECHA
      BNE TRANS      ; BRINCA A TRANSFERIR EL DATO

IZQ   INC $0203      ; INCREMENTA EN UNO EL CONTADOR DE IZQUIERDA
      BSET $00,X,$20 ; MANDA GIRO DE IZQUIERDA
      INC $0205      ; INCREMENTA CONTADOR DE MOVIMIENTO
      LDAA #318      ; RETARDO DE 7 SEG.
      BSR RETD
      JMP CAFE      ; SALTA A CAFE

TRANS STAB $0200     ; TRANSFIERE EL SEGUNDO DATO OBTENIDO AL REGISTRO DEL PRIMER DATO
FIN   BSR TIME2      ; BRINCA A RUTINA DE RETARDO DE 3 SEG.
      JMP CAFE      ; SALTA A CAFE

```

```

INTER SEI          ; " RUTINA DE INTERRUPCION (OPCIONES MANUAL-AUTOMATICO)
                LDY #10
RETT  DEY
                BNE RETT
                LDX #1000
BSR BANDER      ; BRINCA A RUTINA DE LIMPIAR BANDERAS DE INTERRUPCION POR ENTRADA DE CAPTURA
AUTO  BCLR $00,X,$FF ; CODIGO DE DETECCION
                BRSET $00,X,$01,SINT ; BRINCA A SINT SI EL BIT PA0 ESTA EN UNO, ES DECIR EN CONTROL AUTOMATICO
                BSR MANUAL      ; BRINCA A SUBROUTINA DE MANUAL
                JMP AUTO        ; SALTA A AUTO (VERIFICAR SI ESTA EN CONTROL AUTOMATICO (1) O MANUAL (0))

BANDER BSET $23,X,$08 ; RUTINA DE LIMPIAR BANDERAS DE INTERRUPCIONES POR ENTRADA DE CAPTURA (IC3 E IC4)
                BSET $23,X,$01
                LDAA $1023
                BITA #109
                BNE BANDER
                RTD            ; RETORNA A DONDE FUE LLAMADA LA SUBROUTINA

SINT  SEI          ; "RUTINA DE INTERRUPCION POR CAMBIO DE SINTONIA (POR FLANCO EN EL PIN PA3)
                LDY #10
RETT  DEY
                BNE RETT
BSR BANDER      ; BRINCA A RUTINA DE LIMPIAR BANDERAS
BRCLR $0D,X,$08,REGR ; SI ESTA EN CERD EL PIN PA3 BRINCA A REGRESAR, ES DECIR QUE EL CAMBIO DE
                    ; SINTONIA FUE ERRDNEO
                LDAA $1000
                BITA #101
                BNE STACK
                JMP INTER

```

```

STACK LDD #89 ; AL STACK POINTER SE ADICIONAN 9 LOCALIDADES

STS #208

ADDD #288

STD #288

LDX #288

TXS

CLI

JMP INICIO ; SALTA A INICIO DEL PROGRAMA PRINCIPAL

REGR RTI ; RETORNO DE SUBROUTINA

CTA7 BSR MANUAL ; " BRINCA A SUBROUTINA POR PROGRAMA AL HABER REALIZADO 7 MOVIMIENTOS"

JMP CTA7 ; SALTA A CTA7

; SUBROUTINA DE CONTROL MANUAL
MANUAL CLI

BSET #04,X,#81 ; ENCIENDE EL INDICADOR DE MANUAL

BRCLR #80,X,#40,D1 ; BRINCA A SUBROUTINA DE GIRO DE DERECHA SI HAY UN CERO EN EL BOTON DE DERECHA

BRCLR #00,X,#80,I1 ; BRINCA A SUBROUTINA DE GIRO DE IZQUIERDA SI HAY UN CERO EN EL BOTON DE IZQUIERDA

PROG BCLR #88,X,#FF ; ESCRIBE CODIGO DE DETENCION EN LOS BITS DE SALIDA DEL PUERTO A

RTS ; RETORNO DE SUBROUTINA

D1 BRCLR #00,X,#80,PROG ; BRINCA SI HAY UN CERO EN EL BOTON DE IZQUIERDA A PROG, DETENIENDO EL MOTOR

BSET #00,X,#10 ; ESCRIBE CODIGO DE DERECHA EN LOS BITS DE SALIDA DEL PUERTO A

BRCLR #00,X,#40,D1 ; BRINCA SI AUN HAY UN CERO EN EL BOTON DE DERECHA A SUBROUTINA D1

JMP PROG ; SALTA A PROG, CUANDO YA NO SE PIDE MOVIMIENTO DE DERECHA

I1 BRCLR #00,X,#40,PROG ; BRINCA SI HAY UN CERO EN EL BOTON DE DERECHA A PROG, DETENIENDO EL MOTOR

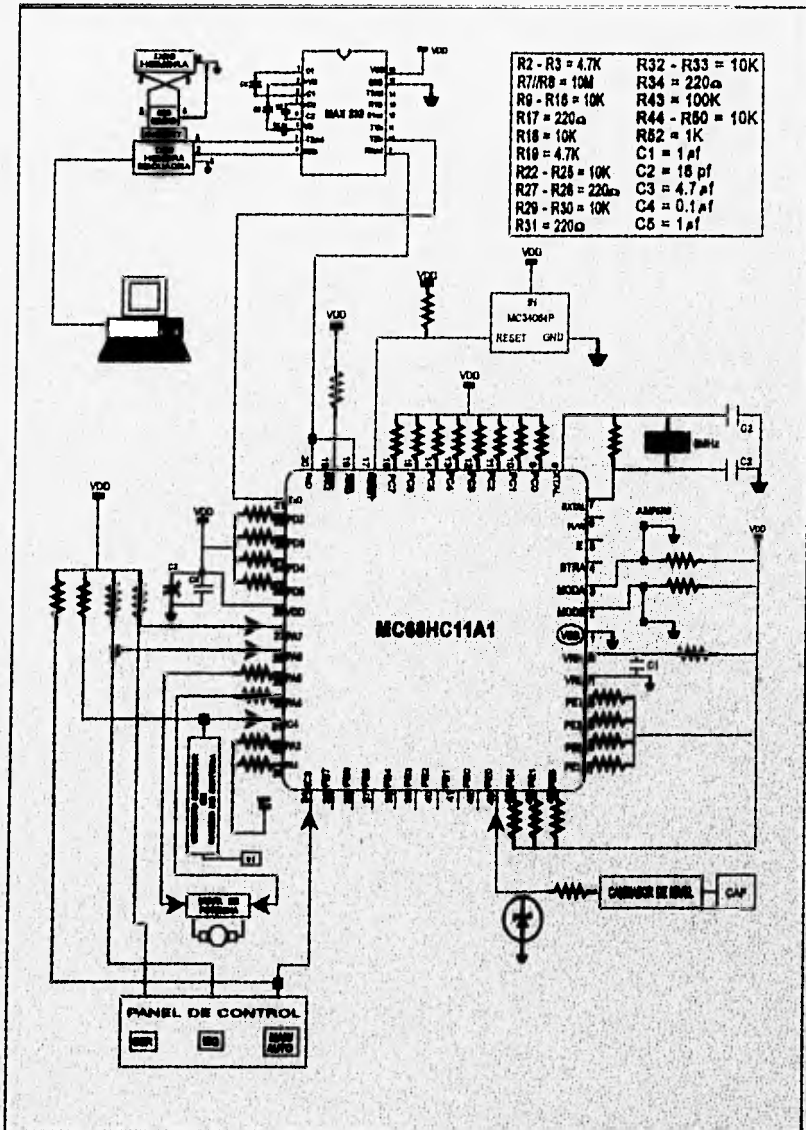
BSET #08,X,#20 ; ESCRIBE CODIGO DE IZQUIERDA EN LOS BITS DE SALIDA DEL PUERTO A

BRCLR #08,X,#80,I1 ; BRINCA SI AUN HAY UN CERO EN EL BOTON DE IZQUIERDA A SUBROUTINA I1

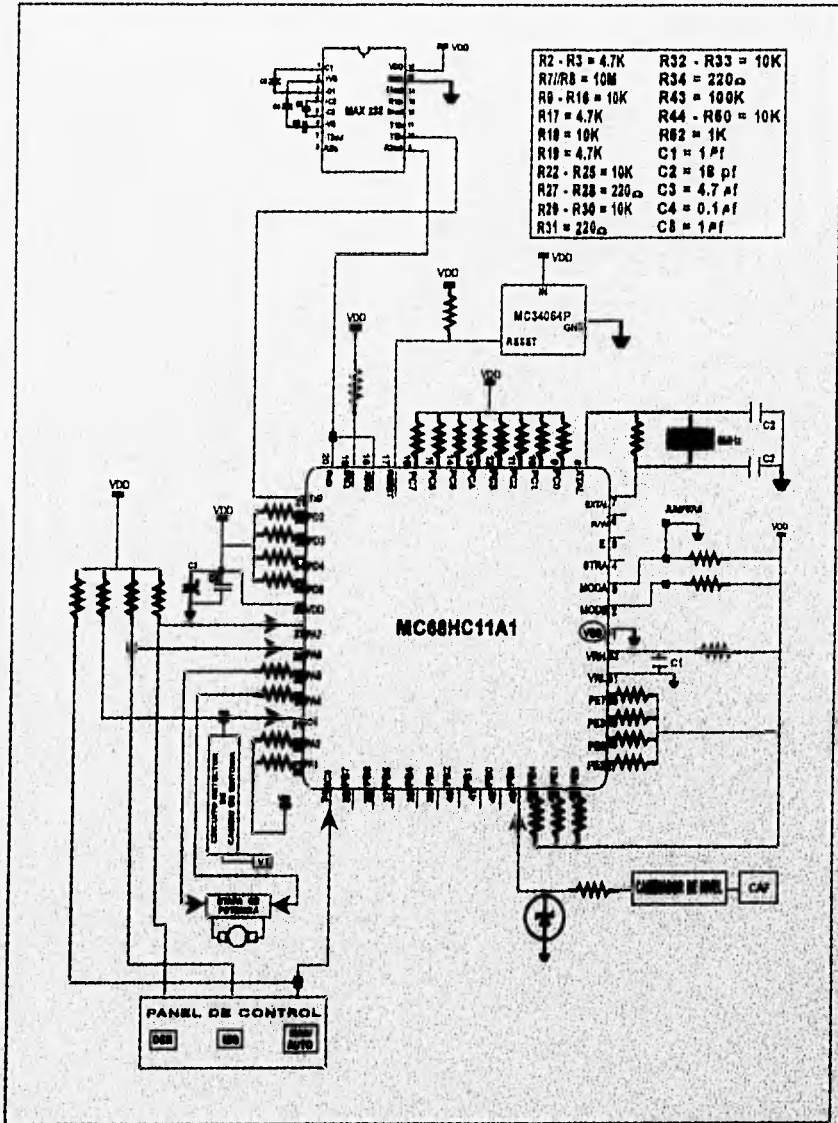
JMP PROG ; SALTA A PROG, CUANDO YA NO SE PIDE MOVIMIENTO DE IZQUIERDA

END ; FIN DEL PROGRAMA .

```



ARQUITECTURA DEL SISTEMA CONTROLADOR EN MODO BOOT-STRAP



ARQUITECTURA DEL SISTEMA CONTROLADOR EN MODO SINGLE-CHIP



## **APENDICE A**

### **VOLTAJES EN EL SINTONIZADOR**

A continuación se muestran los voltajes de control de un televisor (modelo MTV-137). Estos valores fueron obtenidos al girar manualmente la antena los 360°.

Para el objetivo del proyecto se selecciona el voltaje del Control Automático de Frecuencia (CAF) ya que en este se observan variaciones significativas de acuerdo a la orientación de la antena.

Como puede verse en la tabla 9, la variación del voltaje del CAF para un desplazamiento promedio de 30°, es mínima para cada canal, pero muy significativa en la calidad de video y sonido. Por ello se considera éste desplazamiento suficiente para el censo de la señal del CAF.

Por otra parte para detectar un cambio de canal es necesario conocer los voltajes característicos de cada canal, por lo que éstos se ven reflejados en el voltaje de sintonía (VT).

## APENDICE

TABLA 1 MEDICIONES EN EL SINTONIZADOR PARA EL CANAL 2

GRADOS	VU (v)	VT (V)	VV (v)	CAG (v)	VS (v)	CAF (v)	VM (v)	IF (v)
0	0.0	1.51	0.0	7.41	5.89	7.60	9.67	0.0
18	0.0	1.51	0.0	3.49	6.15	7.63	9.68	0.0
36	0.0	1.51	0.0	3.62	6.22	7.70	9.67	0.0
54	0.0	1.51	0.0	3.38	6.21	7.63	9.67	0.0
72	0.0	1.51	0.0	3.39	6.23	7.55	9.68	0.0
90	0.0	1.51	0.0	3.34	6.95	7.65	9.68	0.0
108	0.0	1.51	0.0	7.40	5.95	7.69	9.68	0.0
128	0.0	1.51	0.0	3.48	6.22	7.66	9.68	0.0
144	0.0	1.51	0.0	3.33	6.28	7.65	9.68	0.0
162	0.0	1.51	0.0	3.40	6.23	7.63	9.68	0.0
180	0.0	1.51	0.0	3.37	6.27	7.65	9.68	0.0
198	0.0	1.51	0.0	3.33	6.31	7.64	9.68	0.0
216	0.0	1.51	0.0	3.88	6.30	7.72	9.68	0.0
234	0.0	1.51	0.0	3.56	6.14	7.63	9.67	0.0
252	0.0	1.51	0.0	3.42	6.17	7.46	9.68	0.0
270	0.0	1.51	0.0	3.36	6.22	7.65	9.67	0.0
288	0.0	1.51	0.0	3.37	6.28	7.52	9.67	0.0
306	0.0	1.51	0.0	3.15	6.50	7.66	9.67	0.0
324	0.0	1.51	0.0	3.36	6.48	7.54	9.67	0.0
342	0.0	1.51	0.0	3.24	6.27	7.55	9.67	0.0
360	0.0	1.51	0.0	3.60	6.36	7.60	9.67	0.0

## APENDICE

**TABLA 2 MEDICIONES EN EL SINTONIZADOR PARA EL CANAL 4**

<b>GRADOS</b>	<b>VU (v)</b>	<b>VT (V)</b>	<b>VV (v)</b>	<b>CAG (v)</b>	<b>VS (v)</b>	<b>CAF (v)</b>	<b>VM (v)</b>	<b>IF (v)</b>
0	0.0	4.42	0.0	3.34	6.29	5.59	9.68	0.0
18	0.0	4.42	0.0	3.37	6.30	5.81	9.68	0.0
36	0.0	4.42	0.0	3.34	6.25	5.57	9.69	0.0
54	0.0	4.42	0.0	3.39	6.37	5.61	9.68	0.0
72	0.0	4.42	0.0	3.41	6.31	5.80	9.60	0.0
90	0.0	4.42	0.0	3.45	6.32	5.56	9.69	0.0
108	0.0	4.42	0.0	3.46	6.32	5.81	9.89	0.0
126	0.0	4.42	0.0	3.13	6.26	5.80	9.67	0.0
144	0.0	4.42	0.0	3.80	6.12	5.57	9.67	0.0
162	0.0	4.42	0.0	3.80	6.17	5.59	9.67	0.0
180	0.0	4.42	0.0	3.57	6.25	5.56	9.67	0.0
198	0.0	4.42	0.0	7.41	5.97	5.57	9.66	0.0
216	0.0	4.42	0.0	7.47	6.03	5.59	9.66	0.0
234	0.0	4.42	0.0	7.43	6.05	5.60	9.69	0.0
252	0.0	4.42	0.0	7.36	6.07	5.60	9.66	0.0
270	0.0	4.42	0.0	3.53	6.32	5.60	9.60	0.0
288	0.0	4.42	0.0	3.40	6.35	5.60	9.69	0.0
306	0.0	4.42	0.0	3.35	6.04	5.58	9.69	0.0
324	0.0	4.42	0.0	3.45	6.31	5.60	9.67	0.0
342	0.0	4.42	0.0	3.49	6.33	5.60	9.67	0.0
360	0.0	4.42	0.0	3.47	6.30	5.60	9.67	0.0

## APENDICE

**TABLA 3 MEDICIONES EN EL SINTONIZADOR PARA EL CANAL 5**

<b>GRADOS</b>	<b>VU (v)</b>	<b>VT (V)</b>	<b>VV (v)</b>	<b>CAG (v)</b>	<b>VS (v)</b>	<b>CAF (v)</b>	<b>VM (v)</b>	<b>IF (v)</b>
0	0.0	12.30	0.0	3.24	6.50	4.83	9.88	0.0
18	0.0	12.36	0.0	3.24	6.51	4.82	9.88	0.0
36	0.0	12.30	0.0	3.24	6.52	4.82	9.88	0.0
54	0.0	12.14	0.0	3.22	6.49	4.83	9.86	0.0
72	0.0	12.14	0.0	3.24	6.48	4.80	9.85	0.0
90	0.0	12.13	0.0	3.35	6.39	4.89	9.86	0.0
108	0.0	12.12	0.0	7.42	6.29	5.08	9.87	0.0
126	0.0	12.12	0.0	7.42	6.05	5.11	9.86	0.0
144	0.0	12.09	0.0	7.43	6.09	5.10	9.88	0.0
162	0.0	12.10	0.0	7.42	6.08	5.10	9.88	0.0
180	0.0	12.11	0.0	7.42	6.03	5.10	9.87	0.0
198	0.0	12.30	0.0	7.42	6.03	5.10	9.88	0.0
216	0.0	12.36	0.0	7.42	6.08	5.03	9.88	0.0
234	0.0	12.30	0.0	7.41	6.06	5.05	9.88	0.0
252	0.0	12.14	0.0	7.42	6.11	5.01	9.88	0.0
270	0.0	12.14	0.0	3.43	6.45	4.86	9.85	0.0
288	0.0	12.13	0.0	3.60	6.25	5.0	9.86	0.0
306	0.0	12.12	0.0	3.40	6.42	4.36	9.87	0.0
324	0.0	12.12	0.0	3.29	6.49	4.86	9.86	0.0
342	0.0	12.09	0.0	3.27	6.50	4.86	9.88	0.0
360	0.0	12.10	0.0	3.24	6.54	4.83	9.88	0.0

## APENDICE

**TABLA 4 MEDICIONES EN EL SINTONIZADOR PARA EL CANAL 7**

<b>GRADOS</b>	<b>VU (v)</b>	<b>VT (V)</b>	<b>VV (v)</b>	<b>CAG (v)</b>	<b>VS (v)</b>	<b>CAF (v)</b>	<b>VM (v)</b>	<b>IF (v)</b>
0	0.0	4.85	0.0	3.28	8.39	5.82	9.87	0.0
18	0.0	4.85	0.0	3.28	6.38	5.82	9.68	0.0
36	0.0	4.65	0.0	3.32	8.39	5.85	9.68	0.0
54	0.0	4.85	0.0	3.35	6.38	5.62	9.88	0.0
72	0.0	4.85	0.0	3.38	8.30	5.83	9.68	0.0
90	0.0	4.85	0.0	3.38	6.33	5.65	9.68	0.0
108	0.0	4.85	0.0	7.38	8.06	5.83	9.67	0.0
128	0.0	4.65	0.0	3.34	8.41	5.65	9.68	0.0
144	0.0	4.85	0.0	3.14	8.52	5.63	9.67	0.0
182	0.0	4.65	0.0	3.04	8.68	5.61	9.66	0.0
180	0.0	4.65	0.0	3.12	8.58	5.61	9.67	0.0
198	0.0	4.65	0.0	3.07	6.56	5.64	9.67	0.0
216	0.0	4.65	0.0	3.10	6.59	5.62	9.66	0.0
234	0.0	4.65	0.0	3.12	6.52	5.62	9.68	0.0
252	0.0	4.65	0.0	3.41	6.27	5.69	9.66	0.0
270	0.0	4.65	0.0	3.09	6.59	5.80	9.68	0.0
288	0.0	4.65	0.0	3.27	6.45	5.62	9.68	0.0
306	0.0	4.65	0.0	3.07	6.67	5.83	9.67	0.0
324	0.0	4.65	0.0	3.00	6.75	5.69	9.66	0.0
342	0.0	4.65	0.0	3.00	6.74	5.63	9.67	0.0
380	0.0	4.65	0.0	3.04	6.66	5.63	9.66	0.0

## APENDICE

**TABLA 5 MEDICIONES EN EL SINTONIZADOR PARA EL CANAL 8**

<b>GRADOS</b>	<b>VU (v)</b>	<b>VT (V)</b>	<b>VV (v)</b>	<b>CAG (v)</b>	<b>VS (v)</b>	<b>CAF (v)</b>	<b>VM (v)</b>	<b>IF (v)</b>
0	0.0	1.00	7.43	7.00	0.0	30.16	9.52	0.0
18	0.0	1.00	7.15	7.34	0.0	30.27	9.52	0.0
36	0.0	1.00	7.20	7.30	0.0	30.28	9.54	0.0
54	0.0	1.00	7.34	7.30	0.0	30.29	9.52	0.0
72	0.0	1.00	7.40	7.31	0.0	30.21	9.52	0.0
90	0.0	1.00	7.49	7.31	0.0	30.27	9.52	0.0
108	0.0	1.00	7.48	7.31	0.0	30.28	9.52	0.0
126	0.0	1.00	7.48	7.20	0.0	30.30	9.51	0.0
144	0.0	1.00	7.49	7.30	0.0	30.28	9.51	0.0
162	0.0	1.00	7.48	7.30	0.0	30.26	9.51	0.0
180	0.0	1.00	7.49	7.30	0.0	30.28	9.52	0.0
198	0.0	1.00	7.48	7.00	0.0	30.25	9.52	0.0
216	0.0	1.00	7.49	7.34	0.0	30.27	9.52	0.0
234	0.0	1.00	7.50	7.30	0.0	30.28	9.54	0.0
252	0.0	1.00	7.50	7.30	0.0	30.23	9.52	0.0
270	0.0	1.00	7.48	7.31	0.0	30.26	9.52	0.0
288	0.0	1.00	7.49	7.31	0.0	30.28	9.52	0.0
306	0.0	1.00	7.49	7.31	0.0	30.27	9.52	0.0
324	0.0	1.00	7.43	7.20	0.0	30.28	9.51	0.0
342	0.0	1.00	7.49	7.30	0.0	30.27	9.51	0.0
360	0.0	1.00	7.49	7.30	0.0	30.15	9.51	0.0

## APENDICE

**TABLA 6 MEDICIONES EN EL SINTONIZADOR PARA EL CANAL 9**

GRADOS	VU (v)	VT (V)	VV (v)	CAG (v)	VS (v)	CAF	VM (v)	IF (v)
0	0.0	7.42	7.54	7.33	0.0	6.49	9.55	0.0
18	0.0	7.42	7.48	7.32	0.0	6.39	9.55	0.0
36	0.0	7.42	7.55	7.34	0.0	6.51	9.55	0.0
54	0.0	7.42	7.55	7.34	0.0	6.50	9.55	0.0
72	0.0	7.42	7.51	7.33	0.0	6.53	9.55	0.0
90	0.0	7.42	7.57	7.33	0.0	6.48	9.55	0.0
108	0.0	7.42	7.52	7.32	0.0	6.48	9.55	0.0
126	0.0	7.42	7.44	7.31	0.0	6.52	9.55	0.0
144	0.0	7.42	7.53	7.32	0.0	6.49	9.55	0.0
162	0.0	7.42	7.54	7.33	0.0	6.52	9.55	0.0
180	0.0	7.42	7.50	7.33	0.0	6.48	9.55	0.0
198	0.0	7.42	7.54	7.32	0.0	6.42	9.55	0.0
216	0.0	7.42	7.57	7.33	0.0	6.57	9.55	0.0
234	0.0	7.42	7.52	7.32	0.0	6.48	9.55	0.0
252	0.0	7.42	7.55	7.33	0.0	6.52	9.55	0.0
270	0.0	7.42	7.50	7.31	0.0	6.51	9.55	0.0
288	0.0	7.42	7.46	7.30	0.0	6.51	9.55	0.0
306	0.0	7.42	7.57	7.34	0.0	6.50	9.55	0.0
324	0.0	7.42	7.58	7.33	0.0	6.51	9.55	0.0
342	0.0	7.42	7.59	7.33	0.0	6.48	9.55	0.0
360	0.0	7.42	7.59	7.33	0.0	6.48	9.55	0.0

## APENDICE

TABLA 7 MEDICIONES EN EL SINTONIZADOR PARA EL CANAL 11

GRADOS	VU (v)	VT (V)	VV (v)	CAG (v)	VS (v)	CAF (v)	VM (v)	IF (v)
0	0.0	9.90	7.06	7.27	0.0	8.43	9.47	0.0
18	0.0	9.90	7.07	7.29	0.0	8.46	9.47	0.0
36	0.0	9.90	7.11	7.28	0.0	8.45	9.47	0.0
54	0.0	9.90	7.11	7.29	0.0	8.37	9.47	0.0
72	0.0	9.90	7.11	7.29	0.0	8.39	9.47	0.0
90	0.0	9.90	7.12	7.29	0.0	8.39	9.47	0.0
108	0.0	9.90	7.12	7.29	0.0	8.34	9.47	0.0
128	0.0	9.90	7.12	7.29	0.0	8.45	9.47	0.0
144	0.0	9.90	7.12	7.29	0.0	8.42	9.47	0.0
162	0.0	9.90	7.12	7.29	0.0	8.43	9.47	0.0
180	0.0	9.90	7.12	7.29	0.0	8.41	9.47	0.0
198	0.0	9.90	7.11	7.27	0.0	8.39	9.47	0.0
216	0.0	9.90	7.11	7.29	0.0	8.42	9.47	0.0
234	0.0	9.90	7.12	7.28	0.0	8.44	9.47	0.0
252	0.0	9.89	7.11	7.29	0.0	8.45	9.47	0.0
270	0.0	9.88	7.11	7.29	0.0	8.45	9.47	0.0
288	0.0	9.90	7.11	7.29	0.0	8.49	9.47	0.0
306	0.0	9.90	7.11	7.29	0.0	8.41	9.47	0.0
324	0.0	9.88	7.11	7.29	0.0	8.32	9.47	0.0
342	0.0	9.90	7.11	7.29	0.0	8.35	9.47	0.0
360	0.0	9.90	7.11	7.29	0.0	8.43	9.47	0.0



## APENDICE

**TABLA 8 MEDICIONES EN EL SINTONIZADOR PARA EL CANAL 13**

GRADOS	VU (v)	VT (V)	VV (v)	CAG (v)	VS (v)	CAF (v)	VM (v)	IF (v)
0	0.0	14.74	7.29	3.29	0.0	5.70	9.50	0.0
18	0.0	14.74	7.64	3.70	0.0	4.93	9.50	0.0
36	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	4.96	9.50	0.0
54	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.00	9.50	0.0
72	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.22	9.50	0.0
90	0.0	14.74	7.61	3.88	0.0	5.23	9.50	0.0
108	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.20	9.50	0.0
126	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.21	9.50	0.0
144	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.20	9.50	0.0
162	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.18	9.50	0.0
180	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.23	9.50	0.0
198	0.0	14.74	7.29	3.29	0.0	5.19	9.50	0.0
216	0.0	14.74	7.64	3.70	0.0	5.20	9.50	0.0
234	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.20	9.50	0.0
252	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.20	9.50	0.0
270	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.21	9.50	0.0
288	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.19	9.50	0.0
306	0.0	14.74	7.61	3.88	0.0	5.21	9.50	0.0
324	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	5.18	9.50	0.0
342	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	4.88	9.50	0.0
360	0.0	14.74	7.61	3.86	0.0	4.93	9.50	0.0

## APENDICE

**TABLA 9 COMPARACION DEL VT Y CAF ENTRE LOS CANALES DE T.V. A DIFERENTES GRADOS**

GRADOS	CANAL 2		CANAL 4		CANAL 6		CANAL 7	
	VT (V)	CAF (v)	VT (V)	CAF (v)	VT (V)	CAF (v)	VT (V)	CAF (v)
0	1.51	7.60	4.42	5.59	12.30	4.83	4.65	5.62
18	1.51	7.63	4.42	5.61	12.30	4.82	4.65	5.62
36	1.51	7.70	4.42	5.57	12.30	4.82	4.65	5.65
54	1.51	7.63	4.42	5.61	12.30	4.83	4.65	5.62
72	1.51	7.55	4.42	5.60	12.30	4.80	4.65	5.63
90	1.51	7.65	4.42	5.56	12.30	4.89	4.65	5.65
108	1.51	7.69	4.42	5.61	12.30	5.08	4.65	5.63
128	1.51	7.66	4.42	5.60	12.30	5.11	4.65	5.65
144	1.51	7.65	4.42	5.57	12.30	5.10	4.65	5.63
162	1.51	7.63	4.42	5.59	12.30	5.10	4.65	5.61
180	1.51	7.65	4.42	5.58	12.30	5.10	4.65	5.61
198	1.51	7.64	4.42	5.57	12.30	5.10	4.65	5.64
216	1.51	7.72	4.42	5.59	12.30	5.03	4.65	5.62
234	1.51	7.63	4.42	5.60	12.30	5.05	4.65	5.62
252	1.51	7.46	4.42	5.60	12.30	5.01	4.65	5.61
270	1.51	7.65	4.42	5.60	12.30	4.86	4.65	5.60
288	1.51	7.52	4.42	5.58	12.30	5.00	4.65	5.62
306	1.51	7.66	4.42	5.60	12.30	4.36	4.65	5.13
324	1.51	6.48	4.42	5.60	12.30	4.86	4.65	5.64
342	1.51	6.27	4.42	5.60	12.30	4.86	4.65	5.63
360	1.51	6.36	4.42	5.60	12.30	4.83	4.65	5.63

## APENDICE

**TABLA 9 COMPARACION DEL VT Y CAF ENTRE LOS CANALES DE T.V. A DIFERENTES GRADOS**

GRADOS	CANAL 8		CANAL 9		CANAL 11		CANAL 13	
	VT (V)	CAF (V)	VT (V)	CAF (V)	VT (V)	CAF (V)	VT (V)	CAF (V)
0	1.00	30.16	7.42	6.49	9.90	8.43	14.74	5.70
18	1.00	30.27	7.42	6.39	9.90	8.46	14.74	4.93
36	1.00	30.28	7.42	6.51	9.90	8.45	14.74	4.96
54	1.00	30.29	7.42	6.50	9.90	8.37	14.74	5.00
72	1.00	30.21	7.42	6.53	9.90	8.39	14.74	5.22
90	1.00	30.27	7.42	6.48	9.90	8.39	14.74	5.23
108	1.00	30.28	7.42	6.48	9.90	8.34	14.74	5.20
126	1.00	30.30	7.42	6.52	9.90	8.45	14.74	5.21
144	1.00	30.28	7.42	6.49	9.90	8.42	14.74	5.20
162	1.00	30.28	7.42	6.52	9.90	8.43	14.74	5.18
180	1.00	30.28	7.42	6.48	9.90	8.41	14.74	5.23
198	1.00	30.26	7.42	6.42	9.90	8.39	14.74	5.19
216	1.00	30.25	7.42	6.57	9.90	8.42	14.74	5.20
234	1.00	30.27	7.42	6.48	9.90	8.44	14.74	5.20
252	1.00	30.28	7.42	6.52	9.90	8.45	14.74	5.20
270	1.00	30.23	7.42	6.51	9.90	8.45	14.74	5.21
288	1.00	30.28	7.42	6.51	9.90	8.49	14.74	5.19
306	1.00	30.28	7.42	6.50	9.90	8.41	14.74	5.21
324	1.00	30.27	7.42	6.51	9.90	8.32	14.74	5.18
342	1.00	30.28	7.42	6.48	9.90	8.35	14.74	4.88
360	1.00	30.27	7.42	6.48	9.90	8.43	14.74	4.93

## APENDICE B

### DIMENSIONES DE ELEMENTOS DEL SOPORTE

EJE ( FIG. 4.4 ) :

A =	2.5 cm
B =	2.5 cm
C =	2.0 cm
D =	62.0 cm
E =	4.5 cm
F =	5.5 cm
G =	4.5 cm
H =	4.5 cm
J =	80.0 cm

RODAMIENTO DE RODILLOS CONICOS ( FIG. 4.5 ) :

A =	1.8 cm
B =	1.9 cm
C =	1.6 cm
D =	8.5 cm
d =	4.5 cm
E =	20.75 cm

ACOPLADOR DEL MOTOR ( FIG. 4.6 ) :

A =	3.8 cm
B =	1.0 cm
C =	0.63 cm
D =	1.5 cm
E =	1.0 cm
F =	0.63 cm

## C O N C L U S I O N E S

La realización del proyecto ha cumplido el objetivo planteado, como es el diseño de un sistema de control capaz de dar al usuario mejor calidad de imagen y sonido en su receptor de televisión (TV), por medio de la orientación de la antena receptora.

El sistema de control planteado podrá ser utilizado en donde se desee obtener una buena recepción. Para ello deben considerarse los niveles de control de voltaje del sistema de recepción, para adaptar el dispositivo a las condiciones requeridas.

*Los problemas que se presentaron durante el diseño del sistema son:*

En un inicio se planteó implementar un dispositivo de control con elementos discretos como memorias y convertidores, ésto representaría un costo elevado, por lo que se consideró que la solución más adecuada es utilizando un microcontrolador (MCU).

En cuanto a eficiencia, el dispositivo ofrece una mayor precisión en comparación al diseño planteado en un principio, así como tamaño reducido debido a que se utilizaron menos elementos.

Respecto al diseño del soporte de la antena que facilita el movimiento de giro, fué necesario tener en cuenta lo siguiente:

- a) La estructura que soportaría la antena y dimensiones.
- b) El tipo de motor adecuado para las condiciones de trabajo.
- c) La adaptación del cable coaxial al soporte con la finalidad de no enrollarse.

*El dispositivo de Control Automático que se diseñó y construyó presenta las siguientes características:*

- \* El sistema contiene su propia fuente de alimentación.
- \* Cuenta con un tiempo mínimo de 30 seg. para obtener la mejor recepción, y en caso de no ser ésta satisfactoria para el usuario le indica por medio de una señal luminosa el acceso al control manual.
- \* Son mínimas las modificaciones para lograr la adaptación del dispositivo al receptor de TV. Sin embargo esto podría ser una desventaja, al igual que el requerimiento de una cubierta para el soporte de la antena en caso de lluvia; éstas desventajas pueden ser solucionadas con inversión extra.
- \* Los elementos del soporte estructural son desmontables y de fácil manejo; posibilitando así su transporte y mantenimiento.

El dispositivo de control automático puede tener aplicación en diversas áreas, sin embargo se diseñó exclusivamente para el sistema de recepción de TV. Este control no se encuentra de manera comercial en México, sólo existen dispositivos mecánicos y electromecánicos que permiten la orientación de la antena.

## B I B L I O G R A F I A

### BASIC TELEVISION

Bernard Grob

Edit. Mc. Graw Hill S.A

### CIRCUITOS INTEGRADOS LINEALES

Frederick F. Driscoll

Ed. Prentice Hall

### DISEÑO DE MAQUINAS, HERRAMIENTAS

Olaf A. Johnson

Edit. Roble

### ELECTRONICA MODERNA PARA INGENIEROS Y TECNICOS

Milton Kaufman / Arthur H. Seidman

2ª Edición

Edit. Mc. Graw-Hill S.A.

### ELECTRONICA TEORIA DE CIRCUITOS

Boylestad

Ed. Prentice Hall

### EL RECEPTOR DE TELEVISION

Zetina M. Angel

Ed. Continental S.A

### EL SINTONIZADOR ELECTRONICO Y CIRCUITOS AUXILIARES

Flaquer Miguel

Ed. Mexicanos Unidos S.A

**LAS ANTENAS**

R. Brault / R. Piat  
Edit. Paraninfo S.A.

**MANUAL**

Linear Databook

**MANUAL DE REFERENCIA HC11. M68HC11**

Motorola

**MANUAL DE SERVICIO**

Sony

**PALABRAS Y ONDAS**

"INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACION ELECTRICA"

A.H.W. Beck

Edit. Mc. Graw-Hill S.A.

**REPARACION DE TV COLOR**

Amalfa Salvador

Edit. Hispanoamericana S.A

**SERVICIO EN TELEVISION**

Mandl Matthew

Ed. Diana S.A.

**SISTEMAS DIGITALES EN RADIO Y TV**

Perales Benito Tomás

Ed. Paraninfo S.A.



TELEVISION SIMPLIFICADA  
Kaufman Milton, Kiver Milton S.  
Ed. Bell S.A

TRANSISTORES EN RECEPTORES DE TELEVISION  
Cejas Ulises J.P.  
Edit. Arbó S.A. 1ª ed.

TEMAS DE TELECOMUNICACION. MODULACION  
F.R. Connor  
Nuevos manuales técnicos  
Edit. Labor

TESIS  
Arroyo Angel Daniel  
Sistema de encendido y selección de canales de televisión por  
toque.  
E.S.I.M.E

TESIS  
Tsuchiya Suzuky Jerónimo  
Proyecto de optimización de una línea de ajuste y alineación de  
aparatos receptores de TV. de blanco y negro.  
E.S.I.M.E

ENCICLOPEDIA DE LA ELECTRONICA INGENIERIA Y TECNICA  
Charles Belove  
Edit. Océano/Centrom