



**UNIVERSIDAD AMERICANA DE ACAPULCO**

“EXCELENCIA PARA EL DESARROLLO”

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
CLAVE DE INCORPORACIÓN 8852-58

**“DISEÑO DE UN CONMUTADOR AUTOMÁTICO DE  
SEÑALES DE AUDIO Y VIDEO PARA EL  
DEPARTAMENTO DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN  
EN LA REPETIDORA DE CHILPANCINGO, GRO.”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

PRESENTA  
**ROGELIO VARGAS AYALA**

DIRECTOR DE TESIS  
**ING. FRANCISCO NARCÉS DÁVILA ZURITA**



ACAPULCO, GUERRERO; MARZO DE 2013.



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.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

---

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Americana de Acapulco, que forma parte fundamental de este gran logro.

Quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización de la presente Tesis, en especial al Ing. Francisco Narcés Dávila Zurita, director de este trabajo, por su orientación, seguimiento y continua supervisión del mismo.

A todos mis profesores, no sólo a los que estuvieron en el proceso de lo que fue mi carrera, sino a todos los que he tenido en el transcurso de mi vida, porque cada uno de ellos contribuyó a formar parte de lo que soy, son parte fundamental de este crecimiento como persona y como estudiante, ¡gracias por compartirme sus conocimientos!

## DEDICATORIA

---

---

A mi Padre, por su enseñanza y amor. Por la mejor herencia que pudo otorgarme: mi educación; aunque no estés conmigo físicamente, siempre te recordaré.

A mi Madre, por su apoyo todos estos años; por su infinito amor, comprensión y por ayudarme a que este momento llegara. Gracias Mamá.

A mi hermana, por su gran apoyo e insistencia para lograr la culminación de este trabajo.

A mis tíos: Leandro y Marina, por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo y confianza.

A mi esposa, por creer en mi mundo, vivirlo y apoyarme siempre.

# ÍNDICE

---

---

	PÁGINA
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN</b> .....	2
1.1. Antecedentes .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	4
1.3. Justificación .....	6
1.4. Objetivos .....	7
1.5. Hipótesis .....	7
<b>CAPÍTULO II: ENTORNO DE LA EMPRESA</b> .....	8
2.1. Historia .....	9
2.2. Valores .....	11
2.3. Visión y Misión .....	13
2.4. Imagen .....	14
2.5. Televisa Regional .....	15
2.6. Rutinas de operación y mantenimiento .....	17
2.6.1. Tipos de mantenimiento .....	18
2.6.1.1. Mantenimiento preventivo .....	20

<b>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO</b> .....	31
3.1. Tipos de materiales en los circuitos eléctricos .....	32
3.2. Variables fundamentales en los circuitos .....	33
3.3. Ley de Ohm .....	34
3.4. Señales analógicas y digitales .....	36
3.5. Componentes electrónicos analógicos .....	37
3.5.1. Resistencias .....	38
3.5.2. Condensadores .....	38
3.5.3. Transformadores .....	39
3.5.4. Relevadores .....	40
3.5.5. Diodos .....	41
3.5.5.1. Puente rectificador de diodos .....	41
3.5.6. Reguladores de voltaje lineales 78XX .....	42
3.5.7. Transistores BJT .....	44
3.6. Componentes electrónicos digitales .....	46
3.6.1. Familia lógica TTL .....	47
3.6.2. Familia lógica CMOS .....	49
3.6.3. Compuertas lógicas .....	51
3.6.3.1. Compuerta lógica NOR CD4001B .....	51
3.7. Sistemas de comunicaciones electrónicas .....	53
3.7.1. El espectro electromagnético .....	55
3.7.2. Modulación y demodulación .....	55
3.7.3. Líneas de transmisión .....	57
3.7.4. Antenas y guías de onda .....	58

3.8.	Principios básicos de televisión .....	59
3.8.1.	La señal de video compuesta .....	61
3.9.	Transmisores de televisión .....	66
3.9.1.	Tipos básicos de transmisores de televisión .....	67
3.10.	Metodología del diseño .....	69
3.10.1.	Diseño electrónico .....	70
<b>CAPÍTULO IV: DESARROLLO .....</b>		<b>73</b>
4.1.	Análisis del flujo de la señal .....	74
4.2.	Ubicación del conmutador automático de señales de audio y video .....	77
4.3.	Conmutador automático de señales de audio y video .....	79
4.3.1.	Diseño de la tarjeta de distribución .....	81
4.3.2.	Diseño de la fuente de alimentación .....	82
4.3.3.	Diseño de la sección de control lógico .....	83
4.3.4.	Diseño de la sección de conmutación .....	86
4.4.	Montaje de los elementos .....	91
4.4.1.	Diseño de la fuente de alimentación .....	92
4.4.2.	Montaje de la sección de control lógico y de conmutación .....	93
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS Y PROYECCIONES A FUTURO .....</b>		<b>95</b>
5.1.	Resultados .....	96
5.2.	Proyecciones a futuro .....	98

<b>CONCLUSIÓN</b> .....	100
<b>LITERATURA CONSULTADA</b> .....	101
<b>ANEXOS</b> .....	107
<b>ANEXO A:</b> Diagrama esquemático del conmutador automático de señales de audio y video .....	108
<b>ANEXO B:</b> Lista de partes del conmutador automático de señales de audio y video .....	109
<b>ANEXO C:</b> Datos técnicos del regulador de voltaje lineal LM7812 .....	110
<b>ANEXO D:</b> Datos técnicos de la compuerta NOR CD4001B .....	113
<b>ANEXO E:</b> Datos técnicos del transistor NPN 2N3904 .....	115
<b>ANEXO F:</b> Manual IRD Tandberg RX1290 .....	117
<b>ANEXO G:</b> Reconocimiento por la realización del proyecto .....	120

# ÍNDICE DE FIGURAS

---

---

## **CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN.**

Sin figuras.

## **CAPÍTULO II: ENTORNO DE LA EMPRESA.**

FIGURA 2-1: Logotipo imagen corporativa ..... 14

## **CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.**

FIGURA 3-1: Señal analógica (A) y señal digital (B) ..... 36

FIGURA 3-2: Símbolo eléctrico de la resistencia ..... 38

FIGURA 3-3: Símbolo eléctrico del condensador o capacitor ..... 39

FIGURA 3-4: Símbolo eléctrico del transformador ..... 39

FIGURA 3-5: Símbolo eléctrico del relevador: (A) un polo un tiro,  
(B) un polo dos tiros, (C) dos polos un tiro y (D) dos polos dos tiros ..... 40

FIGURA 3-6: Símbolo eléctrico diodo semiconductor ..... 41

FIGURA 3-7: Símbolo eléctrico del puente rectificador de diodos ..... 42

FIGURA 3-8: Diagrama esquemático de la conexión de los reguladores  
tipo 78XX ..... 43

FIGURA 3-9: Símbolo eléctrico del transistor BJT, (A) NPN y (B) PNP ..... 44

FIGURA 3-10: Símbolo esquemático de la compuerta NOR ..... 51

FIGURA 3-11: Tabla de verdad de la compuerta NOR ..... 52

FIGURA 3-12: Espectro de frecuencias electromagnéticas ..... 55

FIGURA 3-13: Canal de radiodifusión de televisión estándar ..... 61

FIGURA 3-14: Exploración entrelazada, (A) campo impar y (B) campo par .. 62

FIGURA 3-15: Señal de video compuesta ..... 65

FIGURA 3-16: Tipos básicos de transmisores de televisión:  
(A) amplificación combinada y (B) amplificación separada ..... 67

FIGURA 3-17: Enfoque de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba para  
el diseño electrónico ..... 69

FIGURA 3-18: Diagrama de flujo de proceso de diseño .....	71
---	----

#### **CAPÍTULO IV: DESARROLLO.**

FIGURA 4-1: Diagrama general del flujo de la señal antes de la instalación del conmutador automático de señales de audio y video .....	76
FIGURA 4-2: Ubicación del circuito conmutador automático de señales de audio y video .....	78
FIGURA 4-3: Diagrama a bloques de las secciones y conexiones del conmutador automático de señales de audio y video .....	80
FIGURA 4-4: Diseño de la tarjeta de distribución en PCB .....	81
FIGURA 4-5: Circuito esquemático de fuente de alimentación .....	82
FIGURA 4-6: Circuito esquemático de la sección de control lógico .....	83
FIGURA 4-7: Tabla de verdad de la operación de la sección de control lógico .....	85
FIGURA 4-8: Imágenes del simulador “LIVEWIRE” de la sección de control lógico .....	85
FIGURA 4-9: Circuito esquemático de la sección de conmutación .....	86
FIGURA 4-10: Relevador DPDT modelo TDS-1202L .....	87
FIGURA 4-11: Imágenes del simulador LIVEWIRE de la operación de la sección de conmutación: (A) Operación normal, (B) Falla IRD principal y (C) Falla IRD emergente .....	90
FIGURA 4-12: Placa del diseño de la fuente de alimentación en diferentes vistas: (A) Vista “Normal”, (B) Vista “Artwork” y (C) Vista “Real world” .....	92
FIGURA 4-13: Placa del diseño de la sección de control lógico y de conmutación en diferentes vistas: (A) Vista normal, (B) Vista “Artwork” y (C) Vista “Real world” .....	94

#### **CAPÍTULO V: RESULTADOS Y PROYECCIONES A FUTURO.**

FIGURA 4-13: Tiempos de respuesta ante una incidencia, 1) Con el circuito conmutador automático de señales de audio y video, y 2) Conmutación manual .....	96
--	----

# ÍNDICE DE ECUACIONES

---

---

## **CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN.**

Sin ecuaciones.

## **CAPÍTULO II: ENTORNO DE LA EMPRESA.**

Sin ecuaciones.

## **CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.**

ECUACIÓN 3-1: Fórmula Ley de Ohm..... 35

ECUACIÓN 3-2: Ecuación característica compuerta NOR ..... 52

## **CAPÍTULO IV: DESARROLLO.**

ECUACIÓN 4-1: Fórmula para determinar el voltaje total en una fuente  
después de la rectificación y filtrado ..... 82

ECUACIÓN 4-2: Aplicación de la ley de Ohm para cálculo de corriente ..... 88

ECUACIÓN 4-3: Fórmula para calcular la corriente de saturación en un  
transistor ..... 88

ECUACIÓN 4-4: Aplicación de la ley de Ohm para calcular resistencia de  
base en un transistor y lograr la saturación ..... 89

## **CAPÍTULO V: RESULTADOS Y PROYECCIONES A FUTURO.**

Sin ecuaciones.

# INTRODUCCIÓN

---

---

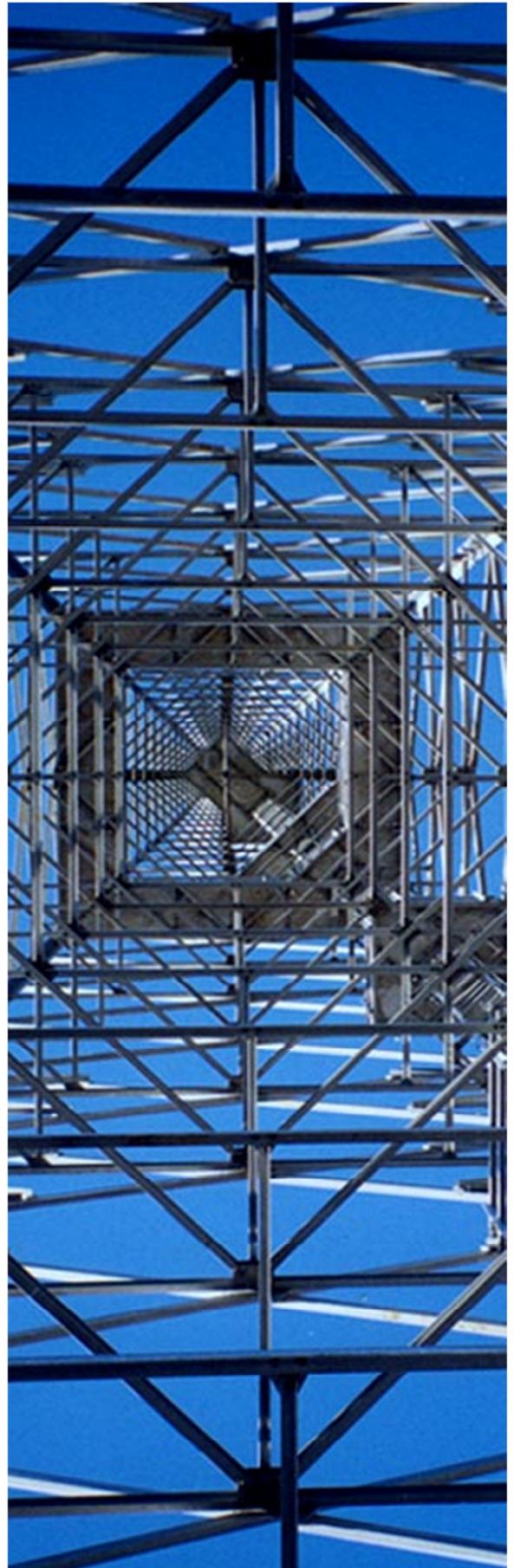
Un sistema de control automático es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir, sin intervención de agentes externos, incluido el factor humano.

En las estaciones repetidoras de televisión modernas, la mayoría de los sistemas cuentan con mecanismos de soporte automatizados para garantizar la continuidad en la transmisión. Sin embargo, existen algunos procesos que no han sido automatizados, en los cuales aún es necesaria la intervención humana, ocasionando ineficiencias en la operación, debidas a los tiempos de respuesta ante alguna eventualidad.

El presente proyecto pretende desarrollar e implementar un sistema de soporte automático, aprovechando las características de algunos equipos presentes en las estaciones repetidoras de televisión, pertenecientes a Televisa, permitiendo así la reducción en los tiempos de respuesta ante alguna incidencia relacionada con la continuidad de la señal. Esto mediante la conmutación automática de las señales de audio y video, provenientes de los diferentes sistemas de soporte, cuando se presente alguna falla en el sistema principal.

# CAPÍTULO I

## PRESENTACIÓN



## **1.1. ANTECEDENTES**

Televisa es el consorcio de medios de comunicación de habla hispana más importante del mundo. Su objetivo principal es el esparcimiento de programación destinada a satisfacer los hábitos y gustos de los televidentes, para esto recurre al uso de sistemas de servicios de televisión como: DTH (directo al hogar), sistema de televisión por cable y televisión abierta, donde cuenta con 258 estaciones que le permiten abarcar la mayor parte del territorio nacional. Al ser una empresa cuya rentabilidad proviene fundamentalmente de la venta de pauta publicitaria, es necesario que el servicio proporcionado por estas estaciones repetidoras cumpla con altos esquemas de calidad y estándares señalados tanto por la empresa como por la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), para garantizar el funcionamiento correcto en los equipos transmisores y el uso apropiado del espectro de frecuencias.

La estación repetidora de Chilpancingo, Gro., es una de las trece estaciones principales que conforman la gerencia regional de Acapulco, perteneciente a la vicepresidencia de televisión digital y transmisiones, la cual se encuentra localizada al oriente del cerro Palo Redondo, también conocido como cerro del “Huiteco”. Su función principal es la retransmisión de las cadenas nacionales 2 y 5, en los canales locales 12 y 2 respectivamente; así mismo, realiza el bloqueo e inserción de comerciales locales para los canales antes mencionados.

Por la lejanía y dificultad de acceso desde la ciudad a las instalaciones, la jornada de trabajo del personal operativo son de siete días de trabajo por siete días de descanso, en un horario de 6 a.m. a 12 a.m. En este tiempo, el operador de transmisión debe llevar acabo el monitoreo continuo de la calidad de la señal y del funcionamiento correcto de los equipos involucrados con el proceso de retransmisión de la señal de televisión.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Para asegurar un alto estándar tanto en la calidad como en la cobertura del servicio, la estación repetidora de Chilpancingo, Gro., se vale de una amplia gama de dispositivos electrónicos, que le permiten llevar a cabo el procesamiento y corrección de las señales de audio y video, en cada una de las etapas involucradas con la retransmisión.

En lo que se refiere a la continuidad, se emplean mecanismos emergentes, los cuales brindan el soporte necesario en caso de presentarse alguna falla en el enlace satelital, línea de transmisión o suministro de energía eléctrica; sin embargo, muchos de estos sistemas requieren la intervención por parte del personal a cargo, lo que origina insuficiencias en los tiempos de respuesta, sobre todo en aquellas estaciones en las que debido al turno de trabajo que manejan el horario nocturno queda prácticamente sin supervisión.

Para realizar la conmutación de la señal del receptor principal a los sistemas emergentes, se utilizan dispositivos de operación manual, provocando que una falla de simple solución se alargue innecesariamente debido a la tardía respuesta del personal humano. El presente proyecto pretende brindar un soporte adicional y cubrir una de las carencias principales en el flujo de la señal, esto mediante la automatización del procedimiento de protección utilizado para garantizar la continuidad.

El sistema está enfocado en brindar un soporte contra las incidencias que ocurren en la entrada del flujo de la señal, aquellas que afectan a los receptores y reducen la continuidad de la señal al aire, entre los más comunes se encuentran:

- Interferencias en la recepción de la señal: Estas interferencias se dan principalmente durante periodos de alta actividad solar, estas interferencias solares tienden a afectar a los IRD tanto al principal como al emergente, pero suelen no perturbar el funcionamiento del sistema SKY.
- Fallas en el departamento de enlaces ascendentes: Este departamento es el encargado de “subir” la señal al satélite, del cual nosotros la obtenemos, si en el departamento de enlaces llegase a fallar un equipo este dejara sin señal a nuestro receptor IRD.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Cuando se habla de transmisión de televisión, la continuidad es uno de los parámetros fundamentales a considerar. Los sistemas electrónicos actuales nos brindan la posibilidad de desarrollar circuitos sencillos y de bajo costo, que puedan corregir algunas de las carencias presentes en los mecanismos de soporte para la continuidad de la señal, sobre todo aquellas directamente relacionadas con el tiempo de respuesta por parte del personal humano.

Debido a que el negocio principal de Grupo Televisa es la venta de pauta publicitaria, y los clientes pagan por cada segundo al aire, debemos contar con los mecanismos de soporte que aseguren la completa transmisión de los comerciales y de esta manera conseguir la satisfacción del cliente.

El presente proyecto cobra gran importancia, sobre todo en las estaciones con turno de trabajo siete por siete; ya que por la naturaleza de éste, la transmisión se queda sin supervisión durante las horas de descanso del personal operativo a cargo.

#### **1.4. OBJETIVOS**

*Objetivo general:* Desarrollar e implementar un sistema automatizado, que brinde un soporte adicional en la operación de mecanismos emergentes presentes en las estaciones repetidoras de grupo Televisa.

*Objetivo específico:* Crear un sistema conmutador automático de señales de audio y video, el cual seleccionará el soporte más viable ante una incidencia en el sistema principal.

#### **1.5. HIPÓTESIS**

Es posible desarrollar e implementar un conmutador automático de señales de audio y video, para seleccionar el sistema de recepción emergente adecuado al presentarse una falla en el receptor principal, aprovechando el sistema de alarma de los receptores IRD (Receptor Decodificador Integrado) marca “*Tandberg*” modelo *RX1290*; equipo presente en todas las estaciones de grupo Televisa, el cual cuenta con un sistema de alarma ante alguna falla en la recepción de la señal proveniente de satélite.

# **CAPÍTULO II**

## **ENTORNO DE LA EMPRESA**



## **2.1. HISTORIA**

La historia de Televisa inicia en 1930, cuando don Emilio Azcárraga Vidaurreta realiza las primeras transmisiones de la estación de radio XEW, desde las calles de Ayuntamiento, en el viejo centro histórico de la ciudad de México.

Después de varios años de experimentación, en 1950 se le otorga al sr. Rómulo O'Farrill la primera concesión para un canal de TV, convirtiendo a XHTV Canal 4 en el primer canal de televisión en México y en América Latina.

En 1951, inicia oficialmente sus transmisiones el segundo canal de la televisión mexicana, XEW-TV Canal 2, fundado por el pionero de la radio, don Emilio Azcárraga Vidaurreta, transmitiendo desde las instalaciones de la XEW, “La Voz de la América Latina desde México”.

Ese mismo año se inauguran las instalaciones de Televisión en Avenida Chapultepec #18, lugar donde operaría el nuevo medio de comunicación.

En 1952, el Ingeniero Guillermo González Camarena, inventor de la televisión a color, recibe la concesión del tercer canal de televisión en México: XHGC Canal 5.

En 1955 se crea Telesistema Mexicano, empresa surgida de la unión de los canales de televisión 2, 4 y 5.

En 1968, surge XHTM-TV Canal 8, Televisión Independiente de México, propiedad de un grupo empresarial regiomontano, que inicia operaciones en sus instalaciones de San Ángel Inn, al sur de la ciudad de México.

En 1973, con la fusión de Telesistema Mexicano y Televisión Independiente de México, se forma TELEVISA (Televisión Vía Satélite), cuyo principal objetivo es coordinar, operar y transmitir las señales de los canales 2, 4, 5 y 8.

En 1985, la señal de Canal 8 cambia, para convertirse en XEQ Canal 9, un canal cultural dedicado por completo a la difusión de la ciencia, la cultura y las artes en México. Varios años después, Canal 9 asume nuevamente su formato comercial.

En septiembre de 1988, Televisa concreta la creación del primer sistema de noticias en español vía satélite: ECO (Empresa de Comunicaciones Orbitales), transmitiendo en vivo las 24 horas del día a toda la República Mexicana, los Estados Unidos, Centro y Sudamérica, Europa Occidental y el norte de África. A pesar de su innovadora propuesta, en 2001 ECO tuvo que ser retirado del aire debido a que dicho formato no era apto para la televisión abierta.

En 1997 el sr. Emilio Azcárraga Jean asume la presidencia de Grupo Televisa.

El 3 de junio de 2001, Canal 9 se convierte en Galavisión; antes, el 30 de abril del mismo año, Canal 4 se había transformado en 4TV. Para cubrir la demanda de

noticias, este canal vuelve a evolucionar y desde el 30 de agosto de 2010 se convierte en FOROtv.

Desde sus inicios, la estrategia de Televisa ha sido crear un consorcio multimedia, preocupado por satisfacer los gustos de todas sus audiencias, lo cual la ha colocado en el liderazgo de la oferta de entretenimiento a nivel mundial.

[Televisa es sinónimo de comunicación, creatividad y trabajo conjunto, para alcanzar las metas fijadas, esforzándose por brindar sus servicios con excelencia y calidad total]<sup>1</sup>.

## 2.2. VALORES

Los valores que definen a grupo Televisa<sup>2</sup> son:

**Credibilidad:** Es la confianza que la organización inspira en los empleados, a través de la conducta de sus jefes y directivos. Ésta se fundamenta en la consistencia entre lo que se dice y se hace.

**Ética:** Es una práctica habitual de valores de forma individual y colectiva. Es el caso de la honestidad, lealtad y justicia dentro de la compañía.

---

<sup>1</sup> *Quienes somos*, Agosto 2010, <[www.televisa.com/quienes-somos/](http://www.televisa.com/quienes-somos/)>

<sup>2</sup> Loc. Cit.

**Integración:** Fuerza que vincula a los empleados para la realización de proyectos en común.

**Liderazgo:** Es la responsabilidad que tenemos de ser siempre los primeros en nuestro ramo.

**Innovación:** Es la herramienta para competir con éxito en los mercados más complejos y saturados. La creatividad es la materia vital para la adaptación y nuestro crecimiento.

**Profesionalismo:** Es el dominio de nuestra profesión, ser eficientes en el desempeño de nuestro trabajo, lo que debe reflejarse en un alto nivel de calidad.

**Comunicación:** Es el flujo de información en todos los procesos del Grupo y en todas sus direcciones.

**Relación humana:** Se valora a través del trato respetuoso, cordial y equitativo entre todos los integrantes del personal. Grupo Televisa se basa en el respeto a las personas.

**Reconocimiento:** Es tomar en cuenta todos los méritos y éxitos de las personas que ayudan a la grandeza de Televisa, independientemente de su puesto, sexo y edad.

**Rentabilidad:** La obtención de beneficios económicos del Grupo para lograr su expansión a través de un mejor equipo técnico y mejores profesionales.

## 2.3. VISION Y MISION<sup>3</sup>

### **Visión**

Ser la empresa líder de medios de habla hispana en el mundo.

### **Misión**

Satisfacer las necesidades de entretenimiento e información de nuestras audiencias, cumpliendo a la vez con nuestras exigencias de rentabilidad, a través de los más altos estándares de calidad, creatividad y responsabilidad social.

Sabemos que la existencia como empresa depende de ellos, por eso Grupo Televisa está comprometido con:

- El público.
- Los clientes.
- Los accionistas.
- Los proveedores.
- La comunidad laboral.
- La sociedad.

---

<sup>3</sup> Loc. Cit.

## 2.4. IMAGEN

El logotipo original de Televisa fue diseñado en 1973 por el arquitecto Pedro Ramírez Vázquez. Simboliza el ojo del hombre que observa al mundo a través de la pantalla de la televisión<sup>4</sup>.

En el 2001, este logo se rediseñó, para hacerlo más moderno pero sin perder el espíritu original de la empresa:



FIGURA 2-1: Logotipo de imagen corporativa.

Su centro es una esfera sólida que representa la tendencia globalizada, donde la televisión contribuye a acortar distancias y borrar las fronteras que separan a los hombres.

Tiene ocho líneas y sus colores corporativos son amarillo y naranja que contrastan con un fondo color azul oscuro.

---

<sup>4</sup> Loc. Cit.

## 2.5. TELEVISA REGIONAL

El grupo Televisa se ha redimensionado durante el último decenio y ha intentado controlar su crecimiento en aras de la rentabilidad. Por lo tanto, a pesar de que hoy en día aparece como de menor tamaño que en décadas anteriores, y de que por ejemplo, desde que comenzó a cotizar en Wall Street, ha caído su valor en bolsa más del 50% en los últimos diez años, de acuerdo con analistas bursátiles, ésta ha ganado en rentabilidad<sup>5</sup>.

Dentro de la empresa existen diferentes departamentos, los cuales deben trabajar en forma conjunta y articulada para prestar un servicio de calidad a los televidentes.

Principalmente estos departamentos dependen de una presidencia o gerencia, que es la que se encarga de dictar la línea directa de cómo se debe trabajar y funcionar, establecer órdenes y reglas internas y aprueba o desaprueba la programación que se transmite.

Seguidamente cada departamento o gerencia tiene un jefe o gerente encargado del buen funcionamiento de su área y del trabajo de los empleados que tenga bajo su mando. En el estado de Guerrero se encuentran los siguientes:

---

<sup>5</sup> Ing. Alcibíades Fajardo Zúñiga, *Boletín informativo*, 1998, Televisa Regional, p. 1.

- Gerencia de Ventas: La cual es la responsable de organizar las tarifas comerciales de la empresa, cómo se debe vender la programación, ponerle precio a los diferentes paquetes publicitarios así como la producción de noticieros y programación local. Esta se encuentra ubicada en calle de La Quebrada #830, Centro, C. P. 39672 en Acapulco, Gro.
- Gerencia Técnica: Es la que se encarga de todo lo relacionado con las señales y los equipos de transmisión, es la encargada de mantener operando los equipos en óptimas condiciones, brindándoles mantenimiento continuo. Esta se encuentra ubicada en calle Andrés de Urdaneta #10 despacho 206, C. P. 39600 en Acapulco, Gro., y coordina a las siguientes estaciones repetidoras:

1. Repetidora de Acapulco, Gro.
2. Repetidora de Chilpancingo, Gro
3. Repetidora de Iguala, Gro.
4. Repetidora de Ixtapa, Gro.
5. Repetidora de Tecpan de Galeana, Gro.
6. Repetidora de Ometepepec, Gro.
7. Repetidora de Lázaro Cárdenas, Mich.
8. Repetidora de Oaxaca, Oax.
9. Repetidora de Puerto Escondido, Oax.
10. Repetidora de Puerto Ángel, Oax.
11. Repetidora de Pinotepa Nacional, Oax.
12. Repetidora de Huajuapán de León, Oax.
13. Repetidora de Miahuatlán, Oax.

## **2.6. RUTINAS DE OPERACIÓN Y DE MANTENIMIENTO DEL PERSONAL**

Los operadores de transmisión, se encargan de cuidar la calidad y continuidad de la transmisión de los canales al aire, buscando siempre que el servicio que se presta al televidente sea el mejor.

Cuando, por los diferentes horarios especificados de operación, el operador toma el trabajo, verifica que los equipos transmisores y periféricos se encuentren funcionando de manera correcta; para lo cual hace un recorrido de inspección al área de transmisión antes de ocupar el puesto.

El personal que se retira del turno, tiene la obligación de poner al tanto a quien lo suple de los cambios presentados, de los trabajos pendientes de realizar y eso lo confirma quien toma el turno, verificando reportes, avisos, cambios, etc.

Una vez ubicados, los operadores deben estar pendientes de las señales de video de los canales y escuchando el audio en el monitor/televisor.

La comunicación es uno de los aspectos más importantes del funcionamiento de las instalaciones y se tiene el cuidado de mantener la atención de los diferentes medios para tener la seguridad de que funcionan.

Si se dispone de la facilidad de recibir audios de coordinación desde los “masters” de la Cd. De México y/o de los “masters” locales, también hay que estar atentos a ellos.

Se hace un reporte de la operación y transmisión de cada canal, donde se anotan las anomalías que se presentan durante el día, tanto en la recepción como en la transmisión.

El operador de transmisión deberá verificar también el buen funcionamiento de los equipos de transmisión, equipos periféricos en los “racks” de control, máquinas de aire acondicionado, sistema de monitoreo de los canales, planta de emergencia e incluso tendrá que brindar parte de su atención a la revisión del inmueble y zonas circundantes de la estación<sup>6</sup>.

### **2.6.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Entre las actividades más importantes delegadas al operador de transmisión se encuentra el mantenimiento de los transmisores y sus distintos equipos periféricos<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> Ing. Miguel Ángel González García, *Rutinas de operación y mantenimiento*, Televisa Regional, 1995, p. 1.

<sup>7</sup> *Ibíd*em: p. 2.

El mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las maquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas.

El trabajo de mantenimiento se divide en dos:

1. Mantenimiento preventivo.
2. Mantenimiento correctivo.

El más importante de los objetivos que tenemos planteado, es que el mantenimiento sea preventivo, para ello tenemos una agenda de actividades por día y en ella se planea la labor del personal de mantenimiento.

Al cumplirla o por alguna razón posponer alguna actividad, se elabora una bitácora escrita para anotar al final de cada turno los problemas o cambios que se presentan para una consulta posterior.

Dentro de la bitácora también se anotan las soluciones tomadas para resolver los problemas, los pendientes surgidos tanto con los equipos eléctricos, electrónicos, de transporte, asistencia de proveedores, necesidades, etc.

### **2.6.1.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Este tipo de mantenimiento requiere que el operador revise la bitácora de actividades de mantenimiento, reportes de operación diaria, reportar a quien corresponda los problemas técnicos, planta de emergencia, problemas de personal, eléctricos, continuidad de la transmisión<sup>8</sup>.

La responsabilidad del operador en turno es anotar en la bitácora lo realizado, los problemas sucedidos durante el turno, pendientes por realizar, presencia de usuarios de otras empresas, proveedores, llamadas que se recibieran de necesidades en las instalaciones, para así, tener informado al operador que se quedará en su turno.

Entre otras exigencias se requiere:

- Revisar o en su caso calibrar y ajustar los monitores y televisores en la sala de operación y transmisión.
- Revisión visual de niveles de las distintas señales de receptores y transmisores a la entrada y a la salida. Lectura de los parámetros e indicadores de energía, voltajes, neones de panel de CA.

---

<sup>8</sup> Ibídem: p. 5.

- Revisar con el sensor laser de temperatura los distintos elementos que manejan radiofrecuencia; como son amplificadores, líneas de transmisión, combinadores, filtros, diplexers y los que manejan C. A., como fuentes de poder, cables e interruptores de energía.
- Revisión de temperaturas de las distintas áreas de equipos, subestación temporizadores de las plantas, aire de salida, transformadores de energía eléctrica, equipo de soporte de energía UPS, etc.
- Revisión de presión de operación de los deshidratadores de las líneas de transmisión.
- Revisar el funcionamiento, calentamiento y vibraciones de las turbinas de enfriamiento de los transmisores.
- Verificar el funcionamiento de los ventiladores de enfriamiento de los equipos periféricos como excitadores, cavidades de los diplexers, transformadores y UPS.
- Revisar el filtro de retención de agua del combustible de las plantas y en caso de notar sedimentos, purgarlo.

- Poner en funcionamiento las plantas de emergencia para verificar su arranque, presión, temperatura, voltaje de baterías; levantar un resumen de su estado y de los datos obtenidos para una referencia, checar que los cargadores de las baterías estén funcionando.
- Revisar niveles de agua y aceite de las plantas de emergencia.
- Toma de lecturas de los parámetros que presentan los diferentes medidores de los paneles y gabinetes.

Todas estas responsabilidades tienen el objetivo de mantener y así mismo ofrecer un servicio de calidad a los usuarios; los operadores en turno deben cumplir con las exigencias requeridas para cumplir con el mantenimiento preventivo de los transmisores.

- Mantenimiento de cada 3 días: Dentro del mantenimiento preventivo debemos realizar un mantenimiento cada tres días, el cual requiere cumplir con los siguientes aspectos:
  - Limpieza exterior de los equipos transmisores, reguladores, cargas de absorción, transformadores, cableado eléctrico.

- Limpieza exterior de las turbinas de enfriamiento y gabinetes de los filtros a base de una franela húmeda.
- Medición de corrientes de transistores y potencias de amplificadores de los transmisores con señal de video normal.
- Revisión de la iluminación interior y exterior de las Instalaciones y de la torre.
- Mantenimiento de cada semana: En éste tipo de mantenimientos semanales, se deben realizar los siguientes requerimientos para un funcionamiento óptimo de los transmisores:
  - Limpieza de filtros de las turbinas de enfriamiento de los transmisores “Toshiba”.
  - Limpieza interior y de filtros del transmisor usando una franela húmeda que se pasa por los cables, gabinetes, turbinas, elementos de fuentes de alto voltaje y todo el interior.
  - Lavado de los filtros de arena y carbón para el agua de uso general en las instalaciones. Verificar y rellenar el contenedor de dióxido de cloro, sanitizante del agua.

- Limpieza de las baterías de soporte para el UPS de la estación terrena, “rack” de control y monitoreo.
  - Cambio de operación de turbinas de enfriamiento de los transmisores “Toshiba”.
  - Medición de las corrientes de los motores de extracción de aire caliente de los transmisores “Toshiba”.
  - Limpieza de las líneas de transmisión, combinadores, diplexers y filtros.
  - Servicio de lavado de carrocería de las unidades de transporte, éste trabajo se realizar en un auto-lavado.
  - Limpieza de plantas de emergencia, a base de una franela limpia y húmeda y aire a presión.
  - Toma de lectura de frecuencias de canal de los equipos de transmisión.
- 
- Mantenimiento de cada 15 días: El mantenimiento que se realiza cada 15 días debe cumplir con los siguientes aspectos para que la funcionalidad de los transmisores sea correcta:

- Limpieza exterior de las turbinas de enfriamiento, interior de las cavidades de los filtros y exterior de los ductos de aire.
- Limpieza de tableros de distribución de C. A., de la subestación y área de transmisores.
- Verificar y ajustar en su caso la recepción de las antenas de televisión de las áreas de monitoreo y oficina.
- Mantenimiento de cada mes: Dentro de éste tipo de mantenimiento, podemos encontrar las siguientes responsabilidades que el operador debe cumplir:
  - Toma de lectura del medidor de energía de C. F. E., ésta lectura se realiza cuando se presenta el personal de la C. F. E., para levantar sus mediciones.
  - Purgar el cárcano de la cisterna de diesel, que puede contener agua o impurezas.
  - Verificar y purgar los filtros de los deshidratadores de las líneas de transmisión.
  - Limpieza de los filtros ubicados en los muros de las cámaras de aire frío para los transmisores.

- Revisión y limpieza del interior de los reguladores, transformadores, revisión de falsos contactos, calentamientos, cambios de coloración, conexiones, carbones, bandas de motores de control.
  - Lubricación de las chumaceras y puntos de fricción en motores de ventiladores.
  - Verificación del nivel de agua o aceite de las cargas de absorción y limpieza exterior.
  - Fumigación de las instalaciones, el trabajo lo realiza una empresa especializada en ésta actividad.
  - Limpieza de equipo de monitoreo de video y audio de la sala de operación.
  - Lavado de motores de las unidades de transporte, este se realiza en un auto-lavado.
  - Limpieza del exterior del gabinete de la subestación.
- 
- **Mantenimiento de cada 3 meses:** En el mantenimiento realizado cada tres meses deben realizarse las siguientes tareas:

- Lavado de los filtros de los muros de las cámaras de aire frío de las turbinas de inyección de los transmisores. Ésta actividad se hace a base de agua jabonosa, colocando los filtros en un recipiente y posteriormente se enjuagan y secan.
- Verificación de conexiones de los contactos e interruptores de energía eléctrica de los tableros de distribución.
- Servicio de mantenimiento preventivo a las máquinas de aire acondicionado, servicio proporcionado por una empresa especializada en éste trabajo se revisan las presiones del gas, fugas, corrientes de motores y compresores, limpieza de controles y lavado de los filtros.
- Llevar a servicio las unidades de transporte para ser engrasadas, lavado de chasis, tapicería y detalles de carrocería.
- Verificar el estado mecánico y de frenos de las unidades de transporte en un taller especializado.
- Mantenimiento de cada 6 meses: Este implica:
  - Limpiar los amplificadores, combinadores de radiofrecuencia y tarjetas del gabinete excitador.

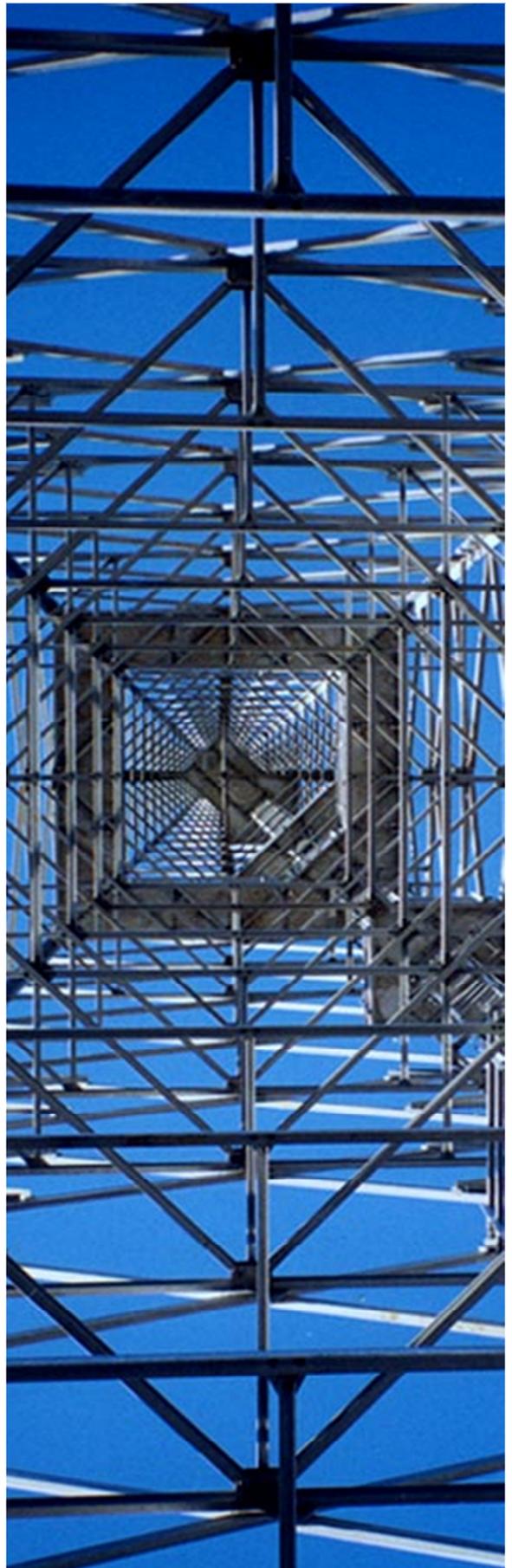
- Revisar las protecciones y alarmas de las cavidades, excitador y circuitos lógicos de control.
- Servicio de afinación, cambios de aceite y filtros de las unidades de transporte, actividad realizada por un taller especializado.
- Apretar y verificar la tornillería de los transmisores, abrazaderas, conexiones de las líneas de radiofrecuencia.
- Hacer la limpieza de la cisterna y tinaco de agua para uso en las instalaciones.
- Limpieza de las escalerillas que conducen el cableado eléctrico de la subestación y diversas áreas a las que llegan esos cables.
- Verificar y limpiar las aspas de las turbinas de enfriamiento, en este mantenimiento se verifica que no haya desgaste en los baleros del motor.
- Limpieza de los disipadores de amplificadores y de fuentes de poder de los transmisores, en ese proceso se destapan los equipos para limpiar el polvo que se pudiera acumular, observando el estado de las soldaduras de los elementos, sobre todo los de radiofrecuencia. Externamente se verifican los contactos y conexiones de los amplificadores y los combinadores de radiofrecuencia y de control.

- Limpieza de los inyectores y cavidades de enfriamiento de los amplificadores y fuentes de los transmisores. Esta labor se realiza con una franela húmeda para retirar el polvo acumulado en las paredes de las pirámides de inyección y con la ayuda de un espejo se observa que todos los orificios inyectores de aire estén destapados.
- Lavado de las plantas de emergencia y los radiadores, esta actividad se hace con franela y una mezcla de agua y desengrasante comercial.
- Mantenimiento al impermeabilizante de las azoteas, limpieza y aplicación de producto en las ranuras de muros y ductos de aire acondicionado.
- Cambio de aceite del motor, anticongelante, filtros de combustible, aire, aceite, limpieza general.
- Servicio de limpieza a la subestación eléctrica, pruebas al aceite del transformador, ajuste y limpieza de inyectores de combustible de las plantas de emergencia. Este trabajo se realiza con personal especializado en el ramo.
- Mantenimiento de cada año: En cuanto al mantenimiento de cada año podemos rescatar algunas responsabilidades, como por ejemplo:

- Verificación de nivel de arena y carbón de los filtros de agua para el uso de las instalaciones, en su caso rellenar y limpiar.
  
- Pulido de los pisos de loseta vinílica del área de los transmisores y de las cámaras de aire frío y bodegas. Actividad realizada por personal especializado en el ramo.
  
- Detallar, reparar y dar mantenimiento a los muros, herrería, puertas y cocina.

# **CAPÍTULO III**

## **MARCO TEÓRICO**



### 3.1. TIPOS DE MATERIALES EN LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

En un circuito eléctrico se utilizan muy diversos tipos de materiales. Según cómo se comportan frente al movimiento de los portadores de carga por su interior, los materiales pueden ser:

- *Conductores.* Estos materiales permiten el movimiento de los portadores de carga a través de su estructura interna sin ningún tipo de oposición. En ellos los electrones se mueven libremente al ser sometidos a un campo eléctrico.
- *Semiconductores.* En estos materiales el número de portadores en disposición de moverse es muy bajo y su movimiento es más dificultoso. Para que se produzca es necesario un gran aporte energético externo. Los semiconductores más característicos son el silicio y el germanio. Adecuadamente manipulados, sirven para fabricar dispositivos a través de los cuales se puede tener un cierto control del movimiento de los portadores.
- *Aislantes.* Los materiales aislantes o dieléctricos, son aquellos que no permiten en absoluto el movimiento de portadores de carga por su estructura interna.

### 3.2. VARIABLES FUNDAMENTALES EN LOS CIRCUITOS

Las variables en un circuito eléctrico son, la *intensidad de corriente*, el *potencial eléctrico* y la *potencia*.

El movimiento de los electrones dentro de un hilo conductor se denomina *corriente eléctrica*. La magnitud que mide la corriente eléctrica se denomina *intensidad de corriente*, que se define como la cantidad de carga eléctrica que atraviesa cada sección recta del hilo conductor en un segundo. La unidad de la intensidad de corriente en el S. I. (Sistema Internacional) es el *Amperio (A)*. Un Amperio es la cantidad de corriente que existe cuando un número de electrones con una carga total de un *Culombio* se mueve a través de un área de sección transversal determinado de un cable conductor en un segundo.

El movimiento de los electrones dentro de un hilo conductor se produce por la presencia de un campo de fuerza eléctrico. La intensidad de ese campo se mide con una magnitud denominada *potencial eléctrico*. En cada punto de un circuito se puede definir un valor de potencial. Normalmente, se toma un punto del circuito como referencia y el potencial en cualquier otro punto se da respecto al de referencia, lo que se conoce como *diferencia de potencial* entre ambos. Precisamente lo que provoca el movimiento de los electrones son las diferencias de potencial. Entre dos puntos a igual potencial no aparece corriente.

La unidad de potencial eléctrico en el S. I. es el *Voltio* (V), que se define como *la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de un hilo conductor recorrido por una corriente constante de un amperio cuando la potencia eléctrica disipada entre dichos puntos es de un vatio.*

Por último, en los circuitos se maneja frecuentemente el concepto de potencia como magnitud relacionada directamente a la energía. Así se habla de la potencia aportada o consumida en una parte o en todo el circuito. En el S. I. la potencia se mide en *Vatios* (W).

### **3.3. LEY DE OHM**

Postulada por el físico y matemático alemán *Georg Simon Ohm*, es una de las leyes fundamentales de la electrodinámica, estrechamente vinculada a los valores de las unidades básicas presentes en cualquier circuito eléctrico, como son:

- Tensión o voltaje (V).
- Intensidad de la corriente en Amperes (A).
- Resistencia en *ohm* ( $\Omega$ ).

Debido a la existencia de materiales que dificultan más que otros el paso de la corriente eléctrica a través de los mismos, cuando el valor de su resistencia varía, el valor de la intensidad de corriente también varía de forma inversamente

proporcional. Es decir, a medida que la resistencia aumenta, la corriente disminuye y viceversa, cuando la resistencia al paso de la corriente disminuye la corriente aumenta, siempre que para ambos casos el valor de la tensión o voltaje se mantenga constante.

Por otro lado y de acuerdo con la propia ley, el valor de la tensión o voltaje es directamente proporcional a la intensidad de la corriente, por tanto, si el voltaje aumenta o disminuye, el amperaje de la corriente que circula por el circuito aumentará o disminuirá en la misma proporción, siempre y cuando el valor de la resistencia conectada al circuito se mantenga constante<sup>9</sup>.

Desde el punto de vista matemático el postulado anterior se puede representar por medio de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ECUACIÓN 3-1}$$

Donde, empleando unidades del Sistema internacional, tenemos que:

$I$  = Intensidad en Amperios (A).

$V$  = Diferencia de potencial en Voltios (V).

$R$  = Resistencia en Ohmios ( $\Omega$ ).

---

<sup>9</sup> Vid: Ignasi Sos Bravo, *Electrónica analógica*, Marcombo, 2006, p. 11.

### 3.4. SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES

En electricidad, una señal analógica sería la de una onda senoidal como la de la corriente alterna del servicio eléctrico. En ella, vemos cómo los valores que toma la onda son un continuo dentro de un rango determinado, es decir, que pasa por todos los valores existentes dentro de ese rango<sup>10</sup>.

En cambio, las señales digitales sólo toman unos valores permitidos. Las computadoras y muchos otros dispositivos electrónicos funcionan con señales digitales. El código binario es el caso de una señal digital que únicamente toma valor de 0 ó 1.

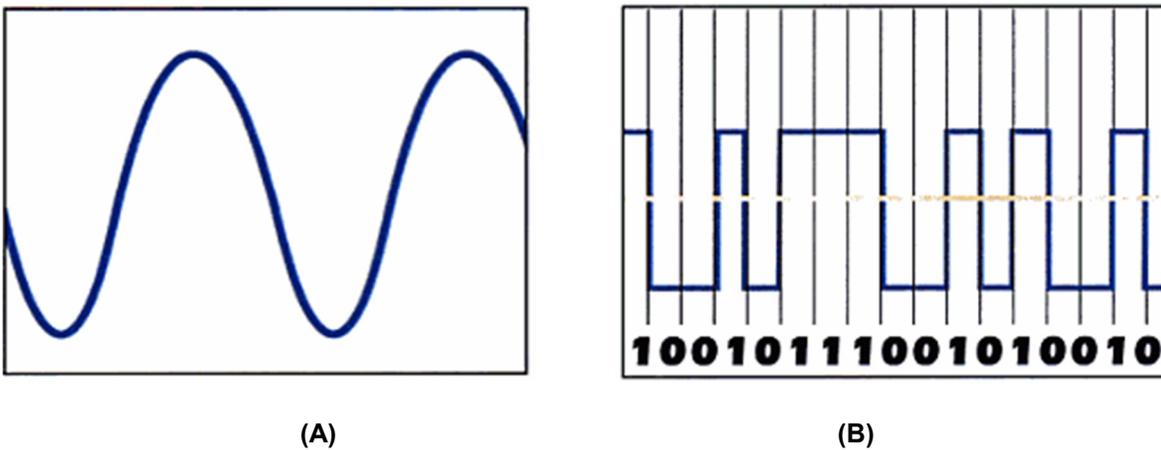


FIGURA 3-1: Señal analógica (A) y señal digital (B).

<sup>10</sup> Ibídem: p. 13.

### **3.5. COMPONENTES ELECTRÓNICOS ANALÓGICOS**

A menudo, al diseñar circuitos electrónicos necesitamos utilizar componentes que cuando en su entrada reciben una señal eléctrica, a la salida ésta señal se ha transformado, ya sea para conseguir una variación en su magnitud o en su forma.

Por ejemplo, si el componente que utilizamos es una resistencia, el potencial de la señal de salida habrá disminuido respecto a la de entrada de acuerdo con la ley de Ohm. Esta transformación, depende de la naturaleza de la resistencia. A saber, cuanto más resistencia, más caída de potencial.

Las resistencias pertenecen al grupo de los llamados componentes pasivos, los cuales no pueden amplificar o generar señales eléctricas, simplemente consumen o almacenan energía. Los componentes pasivos más conocidos son las resistencias, las bobinas y los condensadores.

Un componente activo es generador de energía, de ahí que necesite una alimentación propia. Los componentes activos también son capaces de modificar y amplificar la señal eléctrica. Un ejemplo sería un amplificador operacional (A. O.), el cual para poder funcionar necesita una señal de alimentación. En estas condiciones se podrá aplicar una señal de entrada y obtener una señal de salida de acuerdo con un comportamiento previsto.

### 3.5.1. RESISTENCIAS

La resistencia es la magnitud que indica la oposición que ofrecen los materiales al paso de corriente eléctrica. Esta magnitud se expresa en *ohmios* ( $\Omega$ ). Estos componentes se fabrican en diferentes formatos y materiales según las características de la resistencia del componente<sup>11</sup>.

Las resistencias son los componentes que son útiles para controlar la cantidad de corriente que circula por un conductor. Esta relación la podemos entender observando la ley de Ohm ( $V = I * R$ ), y su símbolo se muestra en la figura 3-2.



FIGURA 3-2: Símbolo eléctrico de la resistencia o resistor.

### 3.5.2. CONDENSADORES

Un condensador o capacitor, en su expresión más simple, está formado por dos placas metálicas enfrentadas y separadas entre sí por una mínima distancia y un dieléctrico que se encuentra entre dichas placas<sup>12</sup>. La magnitud del valor de la capacitancia es directamente proporcional al área de sus placas e inversamente proporcional a la distancia que las separa. Es decir, cuanto mayor sea el área de

---

<sup>11</sup> Ibídem: p. 16.

<sup>12</sup> Ibídem: p. 21.

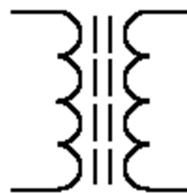
las placas, mayor será el valor de capacidad, y cuanto mayor sea la distancia entre las placas, mayor será la aislación y el valor de capacidad disminuirá proporcionalmente cuanto más las placas se separen, su símbolo se muestra en la figura 3-3.



**FIGURA 3-3: Símbolo eléctrico del condensador o capacitor.**

### **3.5.3. TRANSFORMADORES**

El transformador, mostrado en la figura 3-4, es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética. Está constituido por dos o más bobinas de material conductor, aisladas entre si eléctricamente y por lo general enrolladas alrededor de un mismo núcleo de material *ferromagnético*<sup>13</sup>. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.



**FIGURA 3-4: Símbolo eléctrico del transformador**

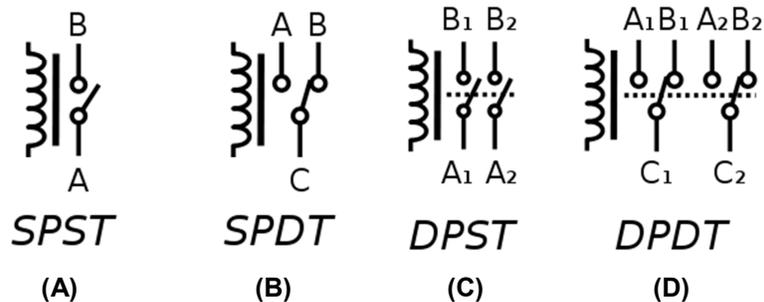
---

<sup>13</sup> Ibídem: p. 24.

### 3.5.4. RELEVADORES

El relevador es un dispositivo electromecánico<sup>14</sup>. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por *Joseph Henry* en 1835.

Existen multitud de tipos distintos de relés, dependiendo del número de contactos, de la intensidad admisible por los mismos, tipo de corriente de accionamiento, tiempo de activación y desactivación, etc. Cuando controlan grandes potencias se les llama *contactores* en lugar de relés



**FIGURA 3-5: Símbolo eléctrico del relevador: (A) Un polo un tiro, (B) un polo dos tiros, (C) dos polos un tiro y (D) dos polos dos tiros.**

<sup>14</sup> Wikipedia, Agosto 2010, <[www.es.wikipedia.org/wiki/Relé](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Relé)>

### 3.5.5. DIODOS

El diodo ideal es un dispositivo de dos terminales que se representa por el símbolo en la figura 3-6. De forma ideal, un diodo conducirá corriente en la dirección definida por la flecha que se muestra en el símbolo y actuara como un circuito abierto ante cualquier intento por establecer corriente en la dirección opuesta. En esencia, las características de un diodo ideal son las mismas que las de un interruptor que solo permite la conducción de corriente en una sola dirección<sup>15</sup>:

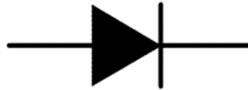


FIGURA 3-6: Símbolo eléctrico del diodo semiconductor.

#### 3.5.5.1. PUENTE RECTIFICADOR DE DIODOS

El puente rectificador es un circuito electrónico usado en la conversión de corriente alterna en corriente continua. También es conocido como circuito o puente de *Graetz*, en referencia a su creador, el físico alemán Leo Graetz (1856-1941 ).

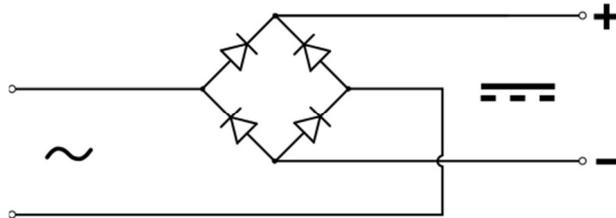
Consiste en cuatro diodos comunes, mostrado en la figura 3-7, los cuales una señal con partes positivas y negativas en una señal únicamente positiva<sup>16</sup>. Un simple diodo permitiría quedarse con la parte positiva, pero el puente permite

---

<sup>15</sup> Vid: Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky, *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*, 8° Edición, 2003, Prentice Hall, p. 1.

<sup>16</sup> Vid: Ignasi Sos Bravo, *Electrónica analógica*, Marcombo, 2006, p. 33.

aprovechar también la parte negativa. El puente, junto con un condensador y un regulador, permite convertir la corriente alterna en continua. El papel de los cuatro diodos comunes es hacer que la electricidad vaya en un solo sentido, mientras que el resto de componentes tienen como función estabilizar la señal.



**FIGURA 3-7: Símbolo eléctrico del puente rectificador de diodos.**

### **3.5.6. REGULADORES DE VOLTAJE LINEALES 78XX**

Los reguladores de voltaje son un grupo popular de circuitos integrados lineales. Un regulador de voltaje recibe una entrada de voltaje en corriente directa relativamente constante y suministra como salida un valor relativamente más bajo de voltaje en D.C. que el regulador mantiene fijo o regulado<sup>17</sup>.

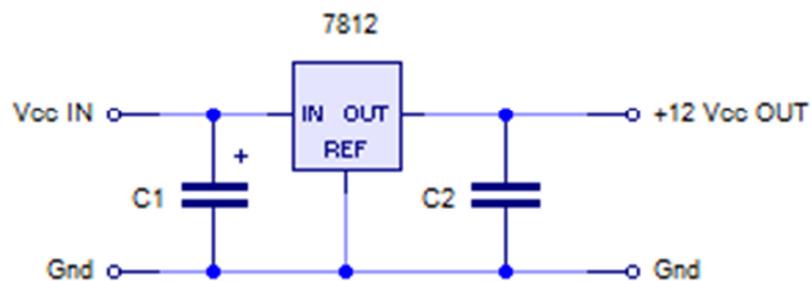
**78xx** es la denominación de una popular familia de reguladores de tensión positiva. Es un componente común en muchas fuentes de alimentación. Tienen

---

<sup>17</sup> Ibídem: p. 38.

tres terminales (voltaje de entrada, tierra y voltaje de salida) y especificaciones similares que sólo difieren en la tensión de salida suministrada o en la intensidad.

La tensión de alimentación debe ser un poco más de 2 voltios superior a la tensión que entrega el regulador y menor a 35 volts<sup>18</sup>. El dispositivo posee como protección un limitador de corriente por cortocircuito, y además, otro limitador por temperatura que puede reducir el nivel de corriente.



**FIGURA 3-8: Diagrama esquemático de la conexión de los reguladores de la serie 78XX.**

El “78”, nos indica que es un regulador positivo, XX nos indica a que voltaje regulara. Estos pueden ser; 7805, 7806, 7808, 7810, 7812, 7815, 7818, 7822 y 7824.

<sup>18</sup> National Semiconductor Corporation, *LM7812*,  
<[http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/150/44435\\_DS.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/150/44435_DS.pdf)>

### 3.5.7. TRANSISTORES *BJT*

El transistor<sup>19</sup> es un dispositivo semiconductor de tres capas las cuales han sido dopadas, es decir, que se les han agregado pequeñas impurezas de otros elementos para modificar las propiedades eléctricas de estos, constan de ya sea dos capas de material *n* y una capa tipo *p*, o bien de dos capas de material tipo *p* y una tipo *n*. Al primero se le denomina transistor *npn* mientras que al segundo transistor *pnp*. La abreviatura *BJT*, de *Transistor Bipolar de Unión* (del inglés *Bipolar Junction Transistor*), suele aplicarse a este dispositivo de tres terminales, cuyo símbolo se muestra en la figura 3-9.

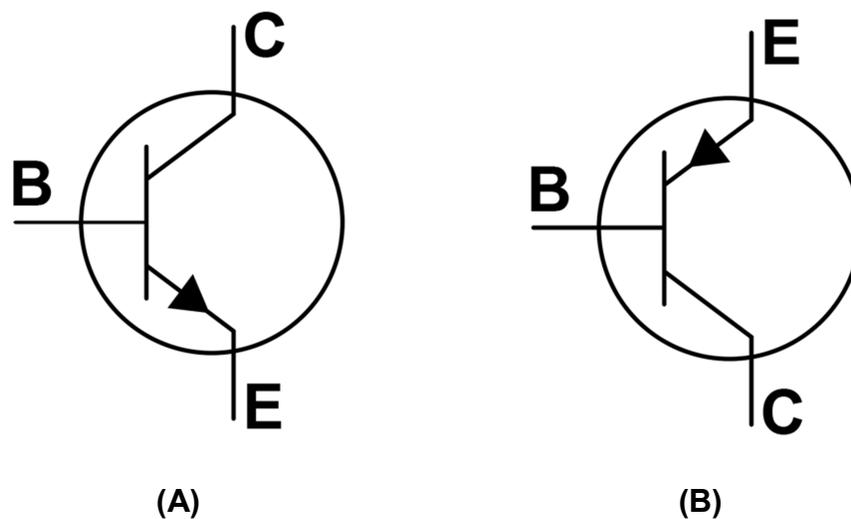


FIGURA 3-9: Símbolo eléctrico del transistor BJT, (A) *NPN* y (B) *PNP*.

Los transistores de unión bipolar tienen diferentes regiones operativas, definidas principalmente por la forma en que son polarizados:

<sup>19</sup> Vid: Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky, *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*, 8<sup>o</sup> Edición, 2003, Prentice Hall, p. 131.

- **Región activa:** *corriente del emisor =  $(\beta + 1) \cdot I_b$ ; corriente del colector =  $\beta \cdot I_b$ .*

Cuando un transistor no está ni en su región de saturación ni en la región de corte entonces está en una región intermedia, la región activa. En esta región la corriente de colector ( $I_c$ ) depende principalmente de la corriente de base ( $I_b$ ), de  $\beta$  (ganancia de corriente, es un dato del fabricante) y de las resistencias que se encuentren conectadas en el colector y emisor. Esta región es la más importante si lo que se desea es utilizar el transistor como un amplificador de señal.

- **Región de corte:** Un transistor está en corte cuando: *Corriente de colector = corriente de emisor = 0, ( $I_c = I_e = 0$ ).* En este caso el voltaje entre el colector y el emisor del transistor es el voltaje de alimentación del circuito. Este caso normalmente se presenta cuando la corriente de base = 0 ( $I_b = 0$ ). De forma simplificada, se puede decir que en la unión CE se comporta como un circuito abierto, ya que la corriente que lo atraviesa es cero.

- **Región de saturación:** Un transistor está saturado cuando: *Corriente de colector  $\approx$  corriente de emisor = corriente máxima, ( $I_c \approx I_e = I_{max}$ ).* En este caso la magnitud de la corriente depende del voltaje de alimentación del circuito y de las resistencias conectadas en el colector o el emisor o en ambos. Se presenta cuando la diferencia de potencial entre el colector y el emisor desciende por debajo del valor umbral  $V_{CE, sat}$ . Cuando el transistor está en saturación, la relación lineal de amplificación  $I_c = \beta \cdot I_b$  (y por ende, la relación  $I_e = (\beta + 1) \cdot I_b$ ) no se cumple. De forma simplificada, se puede decir que en la unión CE se comporta como un cable, ya que la diferencia de potencial entre C y E es muy próxima a cero.

### 3.6. COMPONENTES ELECTRÓNICOS DIGITALES

La electrónica digital es una parte de la electrónica que se encarga de los sistemas en los cuales la información esta codificada en dos únicos estados. A dichos estados se les puede llamar *alto* (H) o *bajo* (L), o más comúnmente *1* y *0*, refiriéndose a que en un circuito electrónico hay tensión de voltaje (H ó 1) o hay ausencia de tensión de voltaje (L ó 0).

Los circuitos que trabajan con electrónica digital son aquellos que son capaces de obtener decisiones lógicas como salida a partir de unas ciertas condiciones de entrada. En consecuencia, se puede decir que en algunos casos parecen que son inteligentes, aunque esto no es cierto, ya que no tienen capacidad para pensar por sí mismos, sino que están programados por la persona que los diseñó.

La electrónica analógica y la digital son opuestas, ya que la primera trabaja con señales que varían de forma continua, mientras que la segunda trabaja con señales de naturaleza incremental. En electrónica analógica los parámetros de medida usuales son los voltajes e intensidades, mientras que en electrónica digital se miden los estados lógicos de un circuito.

### 3.6.1. FAMILIA LÓGICA TTL

TTL es la sigla en inglés de “transistor-transistor logic”, es decir, *lógica transistor a transistor*. Es una familia lógica o lo que es lo mismo, una tecnología de construcción de circuitos electrónicos digitales. En los componentes fabricados con tecnología TTL los elementos de entrada y salida del dispositivo son transistores bipolares.

Aunque la tecnología TTL tiene su origen en los estudios de *Sylvania*, fue *Signetics* la compañía que la popularizó por su mayor velocidad e inmunidad al ruido que su predecesora DTL, ofrecida por *Fairchild Semiconductor* y *Texas Instruments*, principalmente. Texas Instruments inmediatamente pasó a fabricar TTL, con su familia 74XX, que se convertiría en un estándar en la industria<sup>20</sup>.

Los circuitos de tecnología TTL se prefijan normalmente con el número 74 (54 en las series militares e industriales). A continuación un código de una o varias cifras que representa la familia y posteriormente uno de 2 a 4 con el modelo del circuito.

Su tensión de alimentación característica se halla comprendida entre los 4.75 y los 5.25 Volts, un rango muy estrecho. Los niveles lógicos vienen definidos por el rango de tensión comprendida entre 0.2 y 0.8 Volts para el estado bajo (0) y los 2.4 y  $V_{cc}$  para el estado alto (1). La velocidad de transmisión entre los estados

---

<sup>20</sup> Vid: A. E. Delgado, J. Mira & S. Dormido Canto, *Teoría de electrónica digital*, 2ª Edición, Ed. Sanz y Torres, p. 184.

lógicos es su mejor base, si bien esta característica le hace aumentar su consumo siendo su mayor defecto.

Con respecto a las familias, cabe distinguir:

- TTL: Serie estándar.
- TTL-L: Serie de bajo consumo.
- TTL-S: Serie rápida (Usa diodos Schottky).
- TTL-AS: Versión mejorada de la serie anterior.
- TTL-LS: Combinación de las tecnologías L y S.
- TTL-ALS: Versión mejorada de la serie AS.
- TTL-F: Versión rápida (diodo Fairchild Schottky avanzado).
- TTL-AF: Versión mejorada de la serie F.

### 3.6.2. FAMILIA LÓGICA CMOS

Del inglés “*complementary metal oxide semiconductor*” (semiconductor de metal oxido complementario) es una de las familias lógicas empleadas en la fabricación de circuitos integrados. Su principal característica consiste en la utilización conjunta de transistores tipo *pMOS* y *nMOS* configurados de tal forma que, en estado de reposo, el consumo de energía es únicamente debido a las corrientes parasitas<sup>21</sup>.

Para los circuitos CMOS una entrada baja (0) puede estar comprendida entre 0 y 3 volts y una alta (1) de 7 a 10 Volts. Para las salidas los C.I. toman valores muy cercanos a los de  $V_{cc}$  y GND. Este amplio margen entre los niveles de entrada y salida ofrece una inmunidad mucho mayor al ruido que la de los circuitos TTL. La familia TTL se caracteriza por su alta velocidad mientras que la familia CMOS es de baja velocidad, sin embargo la subfamilia CMOS HC de alta velocidad reduce considerablemente los retardos de propagación.

La tecnología CMOS fue desarrollada por *Wanlass* y *Sah*, de Fairchild Semiconductor, a principios de los años 60. Sin embargo, su introducción comercial se debe a *RCA*, con su famosa familia lógica *CD40XX*. Posteriormente, la introducción de un búfer y mejoras en el proceso de oxidación local condujeron a la introducción de la serie *40XXB*, de gran éxito debido a su bajo consumo

---

<sup>21</sup> *Ibíd*em: p. 230.

(prácticamente cero, en condiciones estáticas) y gran margen de alimentación (de 3 a 18 Volts), siendo su principal defecto la reducida velocidad<sup>22</sup>.

Hay tres problemas principales relacionados con la tecnología CMOS, aunque no son exclusivos de ella:

- Sensibilidad a cargas estáticas: Este problema se ha resuelto mediante protecciones en las entradas del circuito.
- Latch-UP: Esto se produce con relativa facilidad cuando existen transitorios por usar líneas largas mal adaptadas, excesiva impedancia en la alimentación o alimentación mal desacoplada, este puede provocar la destrucción del circuito. Las últimas tecnologías se anuncian como inmunes al Latch-UP.
- Resistencia a la radiación: El comportamiento de la estructura MOS es sumamente sensible a la existencia de cargas atrapadas en el óxido. Una partícula que atraviese un chip CMOS puede dejar cargas a su paso, cambiando la tensión umbral de los transistores y deteriorando o inutilizando el dispositivo. Por ello existen circuitos “endurecidos”, fabricados habitualmente en silicio sobre aislante (SOI).

---

<sup>22</sup> Ibídem: p. 11.

### 3.6.3. COMPUERTAS LÓGICAS

Estos elementos digitales son los que van a permitir realizar las funciones lógicas que se deseen, en función de las salidas que requieran para unos determinados estados lógicos de entrada (variables).

Las compuertas lógicas trabajaran con estados lógicos de tensión, es decir, el “1” lógico se representará con tensiones altas y el “0” lógico con tensiones bajas. Todas las funciones que deba realizar un circuito lógico estarán controladas por el álgebra de *Boole*. Cada puerta lógica representara un tipo de operación del algebra de Boole, con lo que con combinaciones de varias compuertas se pueden formar funciones complejas formadas por múltiples variables.

#### 3.6.3.1. COMPUERTA *NOR* CD4001B

La compuerta *NOR* realiza la operación de suma lógica negada. En la figura 3-10 puede observarse su símbolo esquemático y en la figura 3-11 su tabla de verdad.

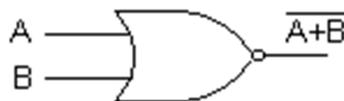


FIGURA 3-10: Símbolo esquemático de la compuerta *NOR*.

La ecuación característica que describe el comportamiento de la compuerta NOR es:

$$\text{ECUACIÓN 3-2: } F = \overline{A + B} = \overline{A} \times \overline{B}$$

<i>Entrada A</i>	<i>Entrada B</i>	<i>Salida</i>
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

FIGURA 3-11: Tabla de verdad de la compuerta NOR.

La compuerta CD4001B<sup>23</sup> es una compuerta NOR perteneciente a la familia CMOS. Sus principales características son:

- Tiempo de propagación = 60 ns.
- Búfer en entradas y salidas.
- Corriente máxima de entrada 1  $\mu$ A a 18 Volts.
- Amplio margen contra el ruido.

---

<sup>23</sup> Vid: National Semiconductor Corporation, CD4001,  
<[http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/166/108518\\_DS.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/166/108518_DS.pdf)>

### 3.7. SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS

La teoría sobre las comunicaciones electrónicas comenzó a mediados del siglo XIX con el físico inglés, James Clerk Maxwell. Las investigaciones matemáticas de Maxwell indicaron que la electricidad y la luz viajan en forma de *ondas electromagnéticas*, y por lo tanto, están relacionadas una con la otra. Maxwell predijo que era posible propagar ondas electromagnéticas por el espacio libre utilizando descargas eléctricas. Sin embargo, la propagación de ondas fue lograda hasta 1888 cuando Heinrich Hertz, un científico alemán, pudo radiar energía electromagnética desde una máquina que él llamaba *oscilador*. Hertz desarrolló el primer transmisor de radio y, usando estos aparatos, pudo generar radiofrecuencias entre 31 MHz y 1.25 GHz. Hertz también desarrolló la primera *antena* rudimentaria, la cual aún se usa de manera modificada hoy en día. En 1892, E. Bradley, de Francia, desarrolló el primer *detector de radio* y, exactamente un año después un experimentador ruso, A. S. Popoff, grabó ondas de radio emanadas de relámpagos.

El primer sistema de comunicaciones electrónicas fue desarrollado en 1837 por Samuel Morse. Morse, usando la *inducción electromagnética*, pudo transmitir información en forma de puntos, guiones y espacios por medio de un cable metálico. Le llamó a su invento el *telégrafo*. En 1876, un canadiense educador y terapeuta del lenguaje llamado Alexander Graham Bell y su asistente, Thomas A. Watson, transmitieron exitosamente una conversación humana a través de un *sistema telefónico* funcional usando cables metálicos como medio de transmisión.

En 1894, Guillermo Marconi, un joven científico italiano, logró las primeras comunicaciones electrónicas inalámbricas cuando transmitió señales de radio a tres cuartos de milla por la atmosfera de la Tierra atravesando la propiedad de su padre. Por 1896, Marconi estaba transmitiendo señales de radio hasta dos millas desde los barcos a tierra, y en 1899 envió el primer mensaje inalámbrico por el Canal de la Mancha de Francia a Dover, Inglaterra. En 1902, las primeras señales trasatlánticas fueron enviadas de Poldu, Inglaterra, a Newfoundland. Lee DeForest inventó el *tubo de vacío de tríodo* en 1908, el cual permitió la primera amplificación práctica de las señales electrónicas. En 1933, el mayor Edwin Howard Armstrong inventó la frecuencia modulada (FM), y la emisión comercial de las señales FM comenzó en 1936. En 1948, el transistor fue inventado en los Laboratorios de Teléfonos Bell por William Shockley, Walter Brattain y John Barden. El transistor llevó al desarrollo y refinamiento del circuito integrado en la década de 1960.

Aunque los conceptos generales de las comunicaciones electrónicas no han cambiado mucho desde su comienzo, los métodos por los cuales estos conceptos se han implantado han sufrido cambios dramáticos y sorprendentes recientemente. No hay realmente límites sobre las expectativas para los sistemas de comunicaciones electrónicas del futuro<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> Vid: Wayne Tomasi, *Sistemas de comunicaciones electrónicas*, 4° Edición, 2003, Prentice Hall, p. 1.

### 3.7.1. EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

La energía electromagnética está distribuida a través de un rango de frecuencias casi infinito. El *espectro de frecuencias electromagnéticas*<sup>25</sup> total que muestra la localización aproximada de varios servicios dentro de la banda se muestra en la figura 3-12.

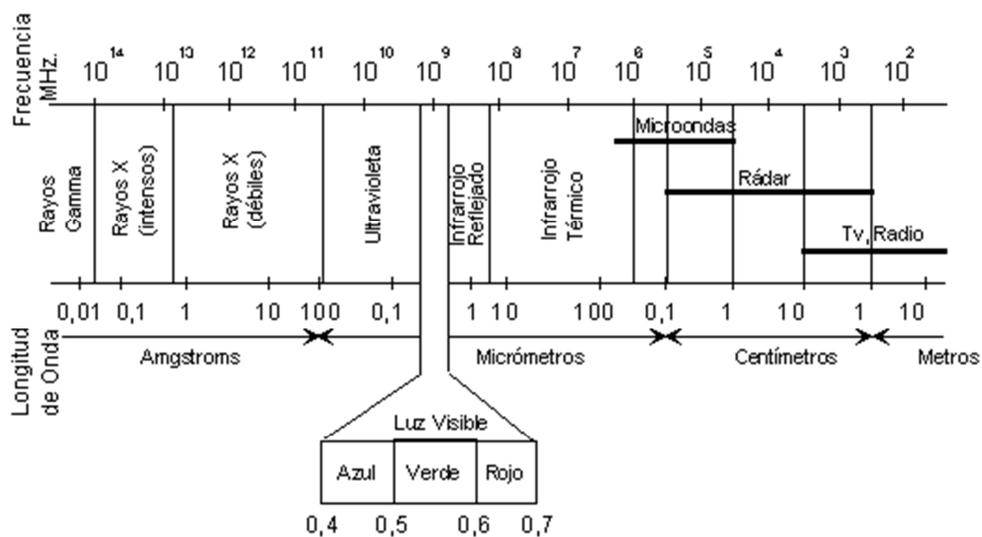


FIGURA 3-12: Espectro de frecuencias electromagnéticas

### 3.7.2. MODULACIÓN Y DEMODULACIÓN

Debido a que no es práctico propagar energía electromagnética de baja frecuencia por la atmósfera de la Tierra, es necesario superponer una señal de información de frecuencia relativamente baja a una señal de frecuencia relativamente alta para la transmisión. En los sistemas de comunicaciones electrónicas, la información de

<sup>25</sup> *Ibidem*: p. 4.

la fuente (señal de información) actúa sobre o *modula* una señal senoidal de frecuencia sencilla. *Modular* simplemente significa variar, cambiar o regular. Por lo tanto, la información de la fuente de frecuencia relativamente baja se llama *señal de modulación*, la señal de frecuencia relativamente alta, sobre la cual se actúa (Modulada) se llama *portadora*, y la señal resultante se llama *onda modulada* o señal. En esencia, la información de la fuente se transporta a través del sistema sobre la portadora.

Con los sistemas de comunicación, la *modulación* es el proceso de variar o cambiar alguna propiedad de una portadora analógica de acuerdo con la información original de la fuente. Recíprocamente. La *demodulación* es el proceso de convertir los cambios en la portadora analógica a la información original de la fuente. La modulación se realiza en el transmisor, en un circuito llamado *modulador*, y la demodulación se realiza en el receptor, en un circuito llamado *demodulador*. La señal de información que modula la portadora principal se llama *señal de banda base* o simplemente *banda base*. Las señales de banda base se *convierten en frecuencia alta* en el transmisor y se *convierten en frecuencia baja* en el receptor.

El término *canal* es comúnmente utilizado, cuando se refiere a una banda específica de frecuencias distribuidas, para un servicio en particular o transmisión<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> *Ibíd*em: p. 2.

### 3.7.3. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Una *línea de transmisión* es un *sistema conductor metálico* que se utiliza para transferir energía eléctrica de un lugar a otro. Más específicamente, una línea de transmisión son dos o más conductores separados por un aislante, como un par de cables o un sistema de par de hilos. Una línea de transmisión puede ser tan corta como unos cuantos centímetros o puede extenderse por varios kilómetros.

En los sistemas de comunicaciones, las líneas de transmisión encuentran numerosas aplicaciones no sólo en el transporte de señales entre una fuente y una carga, sino también como circuitos resonantes, filtros y acopladores de impedancia. Algunas de las aplicaciones más comunes incluyen el transporte de señales telefónicas, datos y televisión, así como la conexión entre transmisores y antenas y entre éstas y receptores<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> *Ibíd*em: p. 310.

### 3.7.4. ANTENAS Y GUÍAS DE ONDA

En esencia, una *antena* es un sistema conductor metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas, y una *guía de onda* es un tubo metálico conductor por medio del cual se propaga energía electromagnética de alta frecuencia, por lo general entre una antena y un transmisor, un receptor, o ambos.

Una antena se utiliza como la interface entre un transmisor y el espacio libre o el espacio libre y un receptor, ésta acopla energía de la salida de un transmisor a la atmósfera de la Tierra o de la atmósfera de la Tierra a un receptor.

Una antena es un *dispositivo recíproco pasivo*; pasivo en cuanto a que en realidad no puede amplificar una señal y recíproco en cuanto a que las características de transmisión y recepción de una antena son idénticas, excepto donde las *corrientes de alimentación* al elemento de la antena se limitan a la modificación del patrón de transmisión<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> *Ibíd*em: p. 371.

### 3.8. PRINCIPIOS BÁSICOS DE TELEVISIÓN

La palabra *televisión* proviene del griego *tele* (que significa distante) y la palabra en latín *visión* (que significa vista). En consecuencia, la televisión solo significa ver desde cierta distancia. En su forma más sencilla, la televisión es el proceso de convertir imágenes (ya sea estáticas o en movimiento) a señales eléctricas y después transformar estas señales en un receptor lejano, donde se convierten de nuevo a imágenes que se pueden percibir a simple vista. Por consiguiente, la televisión es un sistema en el cual las imágenes se transmiten desde una ubicación central y después se reciben en receptores lejanos, donde se reproducen en su forma original.

En 1941, comenzó en Estados Unidos la emisión comercial de señales de televisión *monocromática* (blanco y negro). En 1945, la FCC (*Comisión Federal de Comunicaciones*) asignó 13 canales de televisión VHF: 6 canales de banda baja, 1 al 6 (44 a 88 MHz) y 7 canales de banda alta, 7 al 13 (174 a 216 MHz). Sin embargo, en 1948 se descubrió que el canal 1 (44 a 50 MHz) causaba problemas de interferencia, en consecuencia, este canal fue reasignado a los servicios de radio móvil. En 1952, los canales de UHF de 14 a 83 (470 a 890 MHz) fueron asignados por la FCC con el fin de proporcionar más estaciones de televisión. En 1949, se iniciaron los experimentos de transmisión a color y en 1953 la FCC adoptó el sistema del *Comité de sistemas de Televisión Nacional* (NTSC) para la emisión de televisión a color, la cual todavía se utiliza.

La emisión de televisión monocromática involucra la transmisión de dos señales separadas: una *aural* (sonido) y una señal de *video* (imagen). Cada transmisor de televisión emite dos señales totalmente separadas para la información de imagen y sonido. La transmisión aural utiliza la modulación en frecuencia y la transmisión de video la modulación en amplitud. Un *diplexor* es una red que se utiliza para combinar las salidas, audio e imagen, que operan a diferentes frecuencias y utilizan el mismo sistema de antenas.

La figura 3-13 muestra el espectro de la frecuencia para un canal de radiodifusión de televisión estándar. Su ancho de banda total es de 6MHz. La portadora de imagen esta espaciado a 1.25 MHz arriba del límite inferior para el canal y la portadora de sonido a 0.25 MHz abajo del límite superior. Por tanto, las portadoras de imagen y de sonido tiene una separación de 4.5 MHz. La *subportadora* de color está ubicada a 3.58 MHz arriba de la portadora de imagen. La radiodifusión de televisión comercial utiliza una transmisión de banda lateral vestigial para la información de imagen. La banda lateral inferior es de 0.75 MHz de ancho de banda y la banda lateral superior de 4 MHz. En consecuencia, las frecuencias bajas de video (un perfil general de la imagen) se enfatiza en relación a las frecuencias altas de video (detalles más exactos de la imagen). La portadora de sonido de FM tiene un ancho de banda de 75 kHz aproximadamente ( $\pm 25$  kHz desviación para la modulación al 100%). La modulación de amplitud y fase se usa para codificar la información de color en la subportadora de color de 3.58 MHz<sup>29</sup>.

---

<sup>29</sup> Gerencia de Capacitación y desarrollo, *Proyecto AUTOCAP*, Televisa S.A. de C.V., 1995, p. 8.

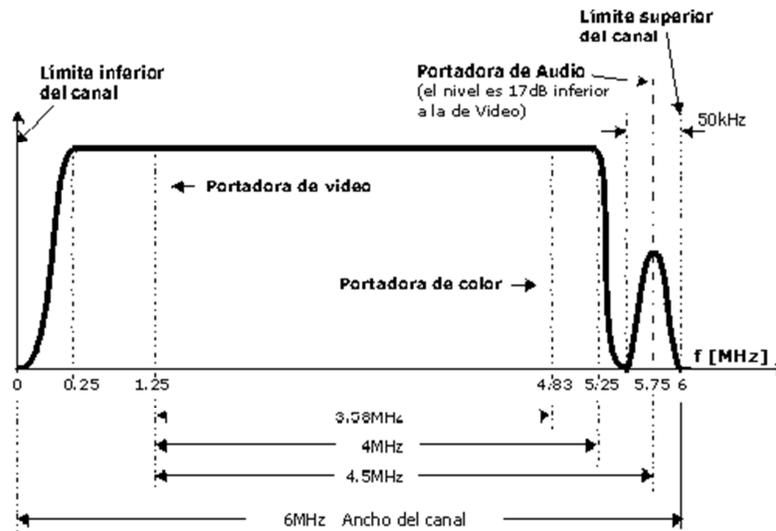


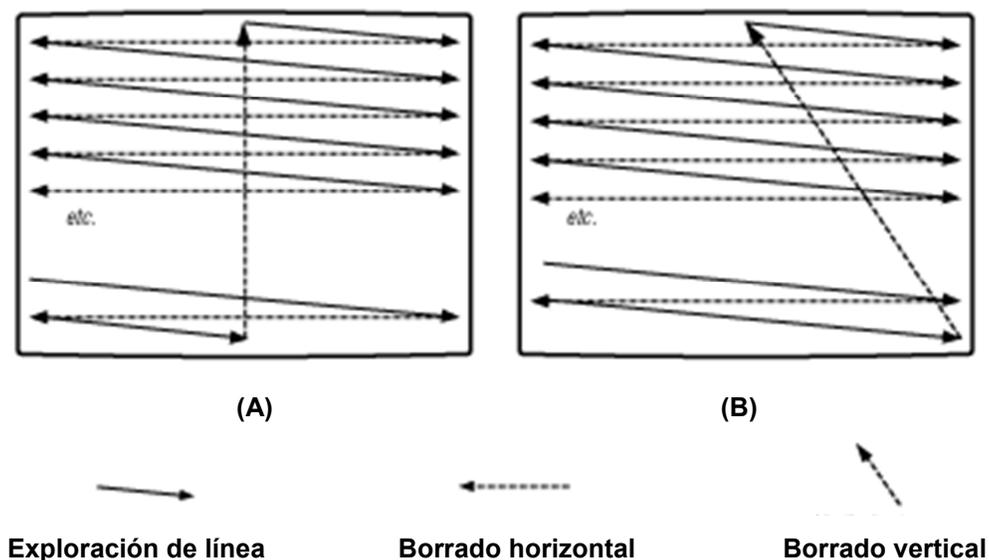
FIGURA 3-15: Canal de radiodifusión de televisión estándar.

### 3.8.1. LA SEÑAL DE VIDEO COMPUESTA

*Compuesta* significa que se origina por partes diferentes o desiguales. La señal de video compuesta incluye tres partes separadas: la señal de luminancia, los pulsos de sincronización y los pulsos de blanqueo. Estas tres señales se combinan de tal manera que forman la señal de video compuesta o total.

La *señal de luminancia* es la información de imagen o señal de video. La señal se origina en la cámara y varía en amplitud proporcional a la intensidad (brillantez) de la imagen. Con la transmisión *negativa*, las amplitudes inferiores corresponden a las partes más blancas de la imagen y las amplitudes más altas corresponden a las partes más oscuras. La *crominancia* es el componente que contiene la información sobre el color de una señal de vídeo.

Para generar la imagen completa, debe *explorarse*<sup>30</sup> toda la superficie del tubo de la cámara. En esencia, la exploración se realiza de la misma manera que se lee una página de un libro. Esto se llama exploración horizontal *secuencial*. Toda la imagen se explora en una serie de líneas horizontales siguiendo una secuencia, una debajo de otra. Cuando el haz de electrones incide contra la parte posterior de un elemento de imagen, se genera una señal cuya amplitud es proporcional a la intensidad de luz que incide contra el frente de un elemento. La figura 3-14 muestra el haz de exploración que origina la porción activa de la exploración a partir de la esquina superior izquierda y se mueve diagonalmente hacia el extremo derecho. Esto se denomina porción *activa* de la línea de exploración porque este es el momento en el cual la imagen se convierte en señales eléctricas. El tiempo de retorno se llama *tiempo de retraso vertical*.



**FIGURA 3-14: Exploración entrelazada, (A) campo impar y (B) campo par.**

<sup>30</sup> *Ibídem*: p. 10.

En el sistema NTSC, un total de 25 líneas de exploración horizontal constituyen un *cuadro de imagen*, el cual se divide en dos *campos* de 262.5 líneas horizontales cada uno. La técnica de exploración se llama *exploración entrelazada* y se ilustra en la figura 3-14. La exploración horizontal produce un movimiento de izquierda a derecha del haz de electrones y la exploración vertical produce un movimiento hacia abajo.

La razón de exploración vertical es de 60 Hz. Por tanto, se generan 30 cuadros por segundo. Debido a que el ojo humano apenas es capaz de percibir un parpadeo de 30 Hz, el cuadro se divide en dos campos de 262.5 líneas de exploración horizontal, que comienzan en la parte izquierda superior y terminan en el centro inferior constituyendo un campo de imagen (el campo impar). El segundo campo (el campo par) inicia en el centro superior y termina en la derecha inferior. Entre los campos, el haz de electrones se retrasa de la parte inferior de la imagen de nuevo hacia arriba describiendo una trayectoria de *zigzag*. Esto se conoce como tiempo de *retraso vertical*.

Las líneas horizontales se llaman *líneas de rastreo* y 525 líneas horizontales constituyen un *rastreo*. El rastreo es la luminancia que se ve cuando no hay una imagen (es decir, cuando esta sintonizado un canal no asignado). Un rastreo sólo significa que hay exploración horizontal y vertical así como brillantez, pero no necesariamente una imagen en la pantalla.

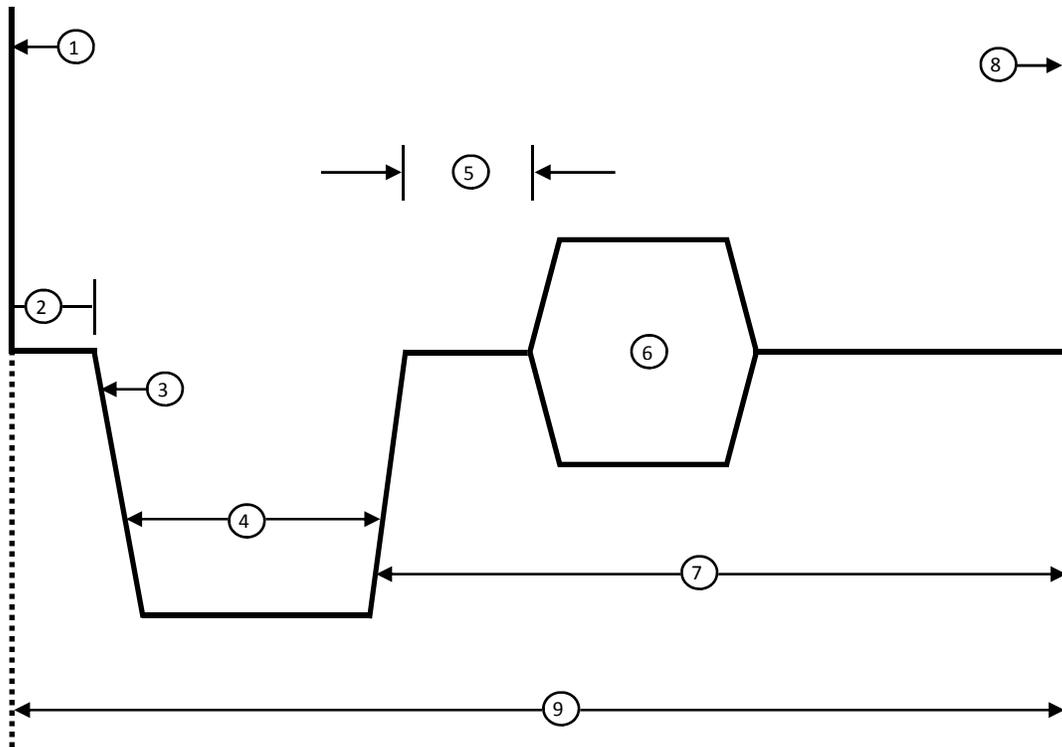
Para reproducir la imagen original, las razones de exploración horizontal y vertical en el receptor deben ser iguales a las de la cámara. Además, las líneas de exploración en la cámara y receptor deben iniciar y terminar en una sincronización de tiempo exacta. En consecuencia, un pulso de sincronización horizontal de 15,750 Hz y un pulso de sincronización vertical de 60 Hz se agregan a la señal de luminancia en el transmisor. Los pulsos de sincronización se originan en el receptor y se usan para sincronizar sus circuitos de exploración.

Los *pulsos de blanqueo*, son señales de video que se agregan a la luminancia y a los pulsos de sincronización con la amplitud correcta para asegurar que el receptor sea blanqueado durante los tiempos de retraso vertical y horizontal. La imagen no se explorara por la cámara durante el retraso y por consiguiente ninguna información de luminancia será transmitida para esos tiempos.

La fase de la subportadora de color de 3.58 MHz es la fase de referencia para la demodulación de color. Por consiguiente, las subportadora de color debe transmitirse junto con el video compuesto para que un receptor pueda reconstruir la subportadora con la frecuencia y fase de referencia adecuada y por tanto determine la fase (color) de la señal que recibe. De ocho a diez ciclos de la subportadora de 3.58 MHz se insertan en la entrada trasera de cada pulso de sincronía horizontal. A esto se le da el nombre de *ráfaga de color*<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> Gerencia de Capacitación y desarrollo, *Proyecto AUTOCAP*, Televisa S.A. de C.V., 1995, p. 11.



**FIGURA 3-15: Señal de video compuesta.**

1. Lado derecho de la información de video.
2. Pórtico anterior.
3. Borde guía.
4. Sincronía Horizontal.
5. Ventila.
6. Ráfaga de color.
7. Pórtico posterior.
8. Lado izquierdo de la información de video.
9. Borrado Horizontal.

### 3.9. TRANSMISORES DE TELEVISIÓN

Los transmisores de televisión son alimentados con señales de video y audio en banda base, proporcionando potencia de video y audio en radiofrecuencia a la antena<sup>32</sup>.

Los aspectos que determinan el diseño de un transmisor son:

- Banda de frecuencia portadora.
- Ancho de banda de video.
- Número de canales de audio y modulación mono/estéreo.
- Espaciamiento entre portadoras de video y audio.
- Relación de potencia entre video y audio.
- Pre-énfasis de audio y desviación de modulación.

Los transmisores de televisión operan en tres bandas de frecuencias:

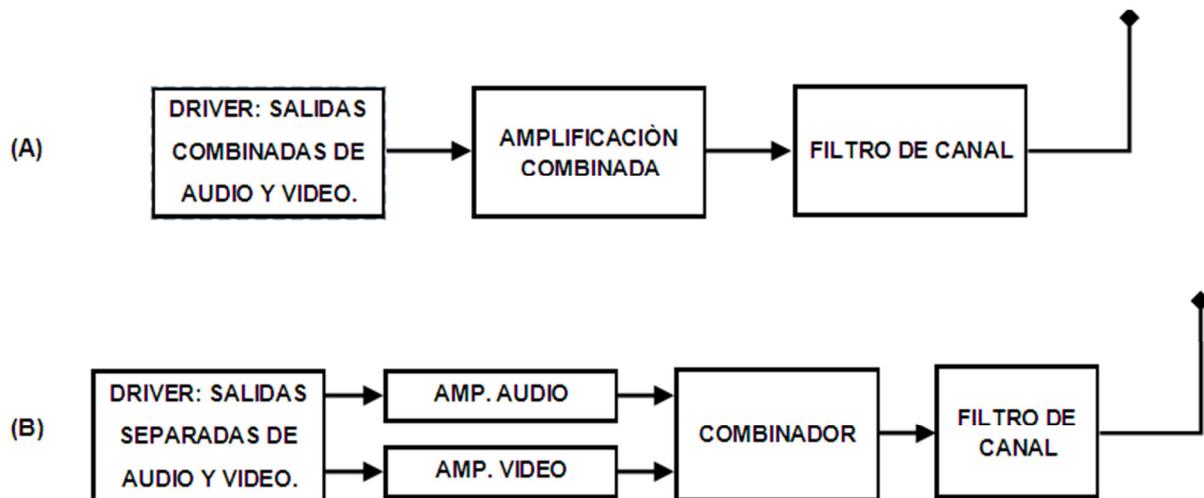
- Banda I (54 – 88 MHz).
- Banda III (174 – 216 MHz).
- Banda UHF (470 – 806 MHz).

---

<sup>32</sup> Ibídem: p. 27.

### 3.9.1. TIPOS BÁSICOS DE TRANSMISORES DE TELEVISIÓN

Se pueden considerar dos tipos básicos de transmisores, uno con amplificación combinada y otro con amplificación separada, sus diagramas se muestran en la siguiente figura<sup>33</sup>.



**FIGURA 3-16:** Tipos básicos de transmisores de televisión,  
**(A) amplificación combinada y (B) amplificación separada.**

En el primer caso las señales de video y audio moduladas son combinadas en bajo nivel y amplificadas conjuntamente por una sola cadena de amplificación. En el segundo caso, el video y audio son amplificados independientemente y combinados en alto nivel.

---

<sup>33</sup> Ibídem: p. 28.

La amplificación combinada tiene la ventaja de utilizar un solo amplificador, por lo que el transmisor es simple y de menor costo. En la práctica, se emplea normalmente un estado de amplificación final operado normalmente en clase A, con baja eficiencia y alto consumo de energía eléctrica.

Respecto a los transmisores con amplificación separada son grandes y más costosos. Dependiendo de los dispositivos de amplificación empleados, los amplificadores de video pueden ser operados en clase A, AB o B y los amplificadores de audio manejan una portadora en clase AB o C teniendo significativamente mayor eficiencia.

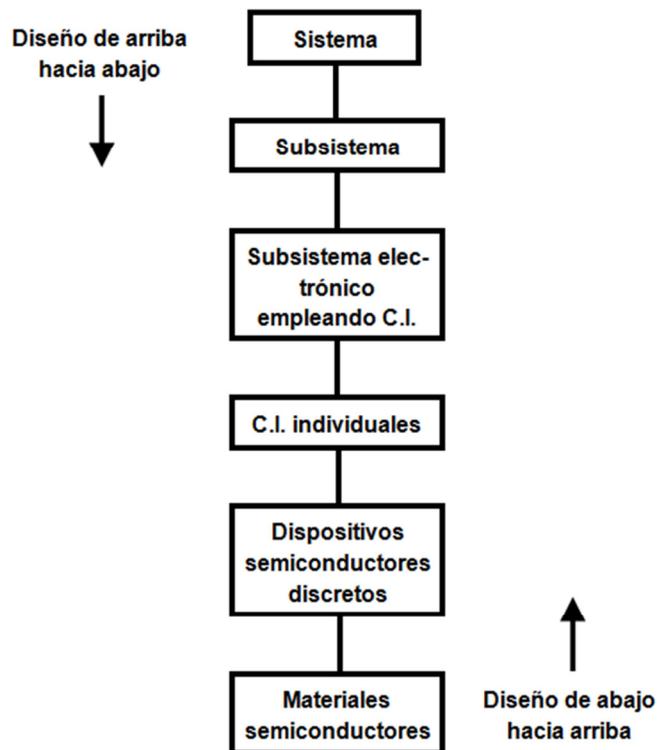
Debido a la aislación proporcionada por la combinación en alta potencia virtualmente no existe interacción entre la amplificación del video y el audio, por lo que los productos de intermodulación entre las señales normalmente no ocurren.

Su ajuste comparativamente con los de amplificación combinada es simple y su estabilidad es buena.

### 3.10. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

El proceso de diseño puede verse en dos direcciones, como se indica en la figura 3-17. El proceso de diseño de arriba hacia abajo empieza con un diseño del sistema completo propuesto, el sistema se divide luego en subsistemas.

El enfoque de arriba hacia abajo suele basarse en tecnologías y dispositivos existentes, lo cual quiere decir que estos subsistemas electrónicos suelen diseñarse con *C.I.* existentes. El proceso de diseño de abajo hacia arriba suele empezar en un laboratorio de investigación, con el desarrollo de nuevos y únicos materiales semiconductores.



**FIGURA 3-17: Enfoques de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba para el diseño electrónico.**

Las especificaciones para el subsistema electrónico suelen ser dictadas por las del sistema completo, las cuales incluyen aspectos como tamaño, peso y consumo de potencia. El diseño es un proceso interactivo, y una parte integral del proceso en todo momento son las modificaciones desde el sistema total hasta cada circuito individual. Conforme avanza el trabajo, las especificaciones del sistema completo o de los subsistemas individuales pueden refinarse o modificarse. Durante el diseño, es posible que surjan aspectos no considerados, o bien que se requiera la modificación de este. Una vez que se cubren los requerimientos del sistema o de los subsistemas, los ingenieros de diseño evalúan diferentes enfoques para cubrir las especificaciones de diseño. Rara vez hay soluciones únicas para un diseño, y la creatividad del ingeniero es una parte integral en esta fase.

Una vez que se eligen los enfoques adecuados para un subsistema completo, éste puede descomponerse en subsistemas más pequeños<sup>34</sup>.

---

<sup>34</sup> Vid: Donald A. Neamen, *Análisis y diseño de circuitos electrónicos*, Tomo II, Mc Graw Hill, 1997, p. 539.

### 3.10.1. DISEÑO ELECTRÓNICO

Un diagrama de flujo del proceso de diseño electrónico general se muestra en la figura 3-13; este diagrama puede aplicarse a un subsistema completo o a un circuito individual. Se desarrolla un conjunto de especificaciones para cada sistema electrónico, y luego cada sistema se divide en muchos más simples.

Se consideran los enfoques de diseño iniciales y se propone una configuración de circuito, con base en la experiencia y creatividad del ingeniero que lo va a diseñar. Este es el punto en que se vuelve importante la experiencia en el análisis de diferentes tipos de circuitos electrónicos.

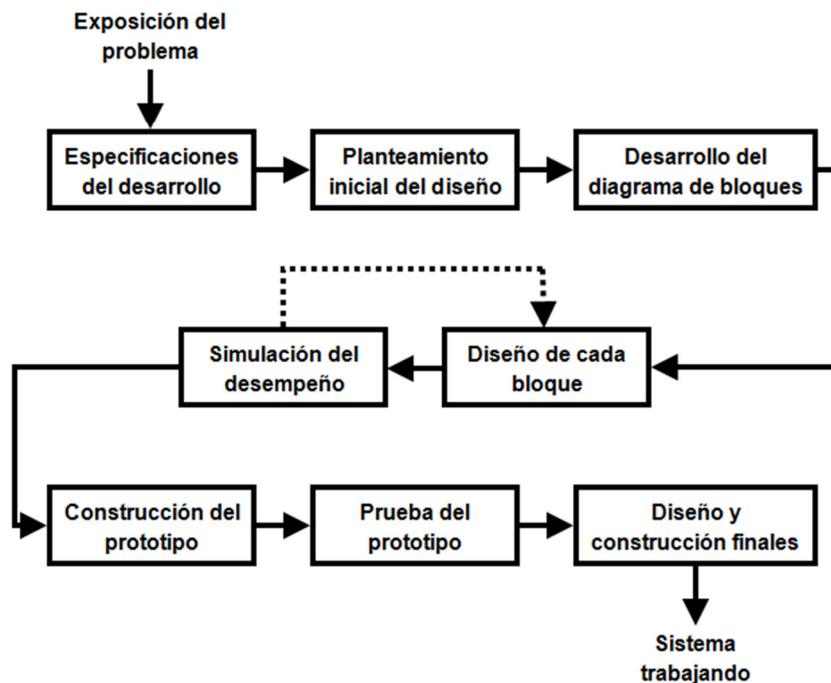


FIGURA 3-13: Diagrama de flujo del proceso de diseño.

Al proponer la configuración inicial y los valores de los componentes, el ingeniero de diseño tal vez emplee un enfoque intuitivo basado en gran medida en la experiencia. Sin embargo, una vez que se completa el diseño inicial, debe verificarse mediante análisis matemático o simulación por computadora.

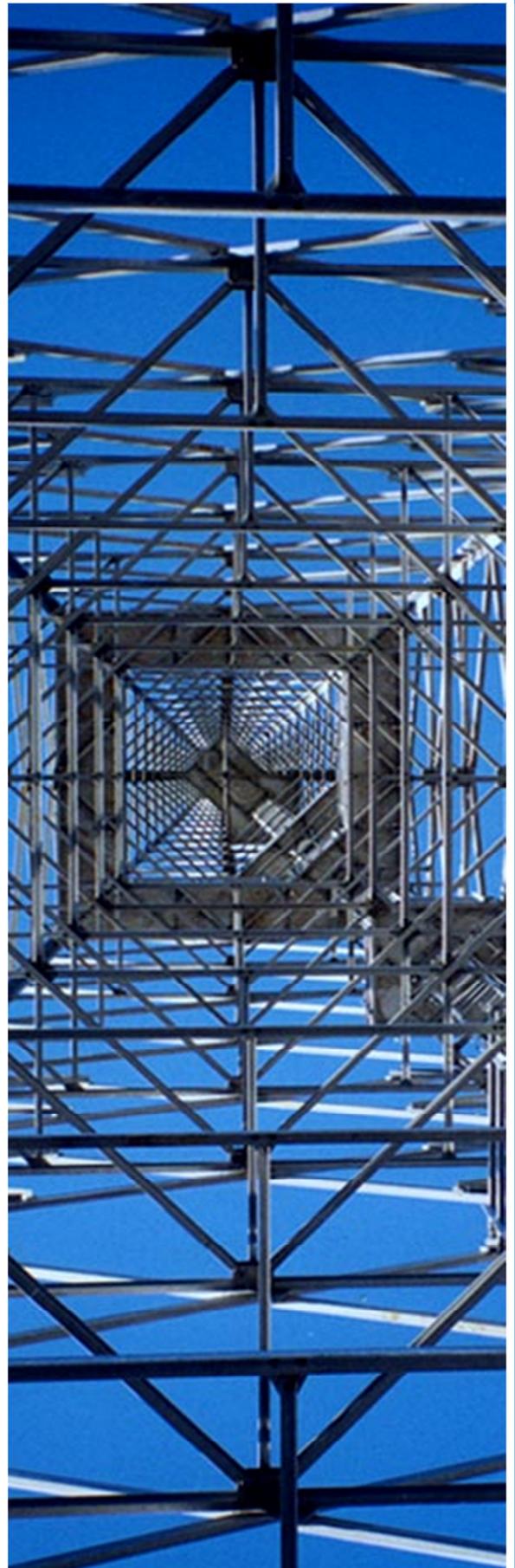
La estimación o simulación del desempeño del circuito suele ser una fase muy importante del proceso de diseño. Para validar el diseño final, es necesario simular de manera tan precisa como sea posible, el desempeño de los dispositivos discretos y C.I. empleados en el diseño. El circuito prototipo se prueba y evalúa con posterioridad. En este punto, un rediseño menor quizá implique únicamente elegir valores de componentes un poco distintos. Un rediseño más amplio puede requerir seleccionar una configuración de circuito por completo diferente con el fin de alcanzar los requerimientos del sistema. Por último, el sistema completo se construye a partir de los subsistemas en operación<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> *Ibíd*em: p. 541.

# **CAPÍTULO IV**

# **DESARROLLO**



#### 4.1. ANÁLISIS DEL FLUJO DE LA SEÑAL

Para poder entender y tener un panorama más amplio de la ubicación y funcionalidad del circuito conmutador automático de señales de audio y video, procederé primero con una breve explicación del flujo de señal estándar aplicado en las estaciones repetidoras de televisión pertenecientes a grupo Televisa.

La señal del satélite en banda **Ku** (de 12 a 18 GHz) es recibida en la estación mediante una antena parabólica, dado que las frecuencias de transmisión del enlace descendente son imposibles de distribuir por los cables coaxiales, es fundamental el uso de un **LNB** (bloque de bajo ruido), situado en el punto focal de la antena, este convierte la señal de microondas en una señal de menor frecuencia (10750 MHz) para poder ser distribuida a través del cable coaxial, esta frecuencia es denominada como **FI** (Frecuencia Intermedia). El LNB consta de los siguientes bloques:

1. Resonador discriminador de polaridad junto a un amplificador de bajo factor de ruido.
2. Filtrado de banda, que limita el ruido de entrada al mezclador.
3. Mezclador, que convierte la señal de microondas a la frecuencia intermedia.
4. Amplificador de frecuencia intermedia.

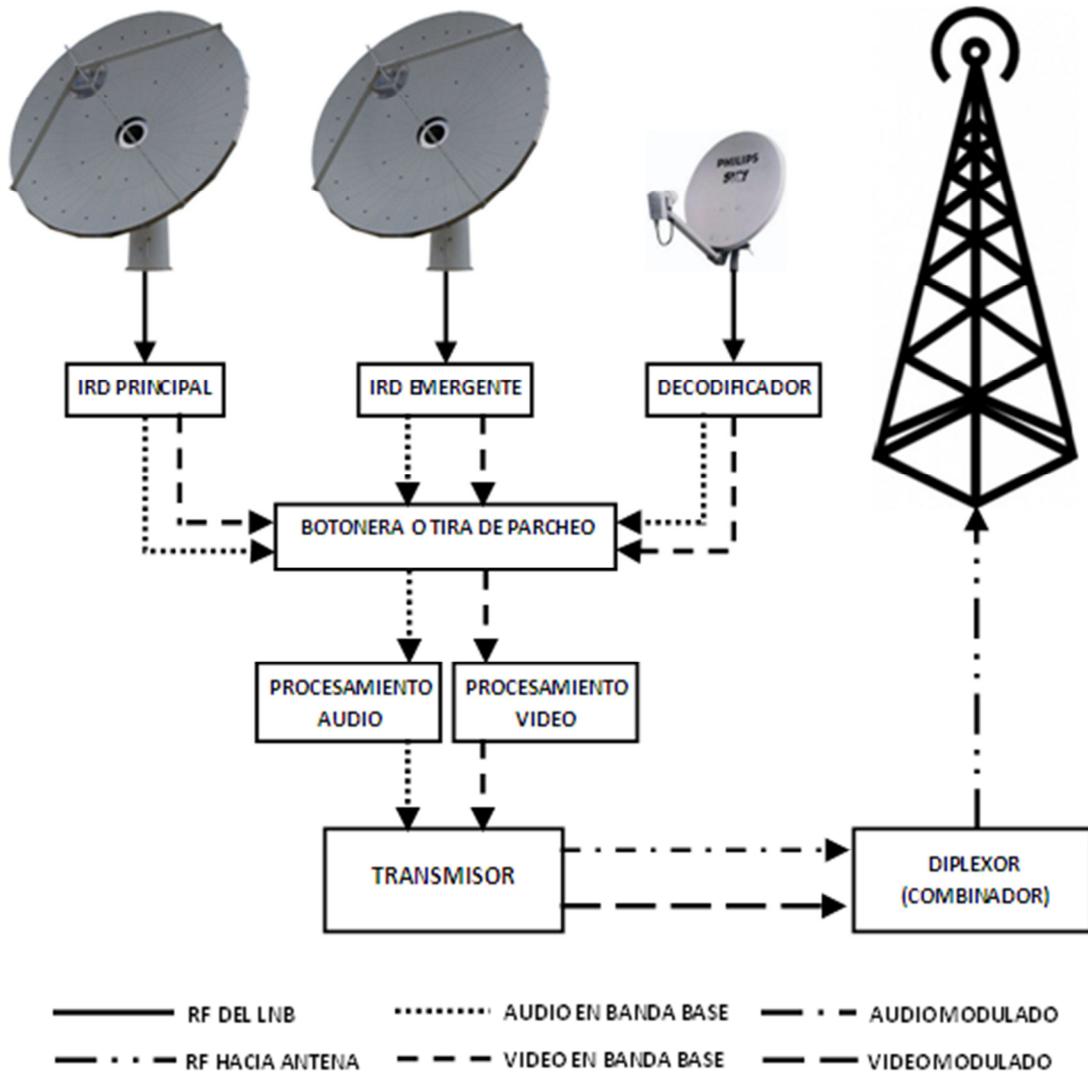
Luego, la señal es recibida por el **IRD** (Receptor Decodificador Integrado) cuya función principal es descomprimir las señales de audio y video, las cuales, una vez que han sido demoduladas y corregidas de posibles errores introducidos por el canal de transmisión las transforma en dos señales de salida analógica, una de audio y una de video.

En seguida, las señales de audio y video son introducidas a un equipo selector de señales, comúnmente llamado “botonera”, el cual mediante interruptores electrónicos operados por el personal técnico a cargo, selecciona la fuente de señal que continuará hacia la siguiente etapa.

A continuación, las señales de audio y video son enviadas a los equipos de procesamiento, los cuales separan los elementos que componen la señal, los regeneran y corrigen para por último volverlos a unir y ser enviados al transmisor, el cual modula y amplifica para finalmente pasar al “Diplexor” (también conocido como *Combinador*), el cual combina las señales moduladas de audio y video para ser radiadas en la localidad y por último ser recibidas por los televidentes<sup>36</sup>.

---

<sup>36</sup> Ing. Jaime Pérez de la Luz, *Información técnica*, Televisa Regional, p. 1.



**FIGURA 4-1: Diagrama general del flujo de la señal antes de la instalación del conmutador automático de señales de audio y video.**

## **4.2. UBICACIÓN DEL CONMUTADOR AUTOMÁTICO DE SEÑALES DE AUDIO Y VIDEO**

El conmutador automático de señales de audio y video se ubica al principio de la línea del flujo de la señal, justo después de los receptores (principal, emergente y sistema SKY) y selecciona cuál de estas señales continúa por la línea de procesamiento; si se presenta alguna falla en el receptor principal, éste conmutará automáticamente hacia el siguiente receptor que esté operando correctamente, pudiendo ser el receptor emergente o al sistema SKY.

Observemos la figura 4-2 y comparándola con la figura 4-1 veremos que en el lugar en el que anteriormente se encontraba el selector de señales, es ahora ocupado por el circuito conmutador automático de señales de audio y video.

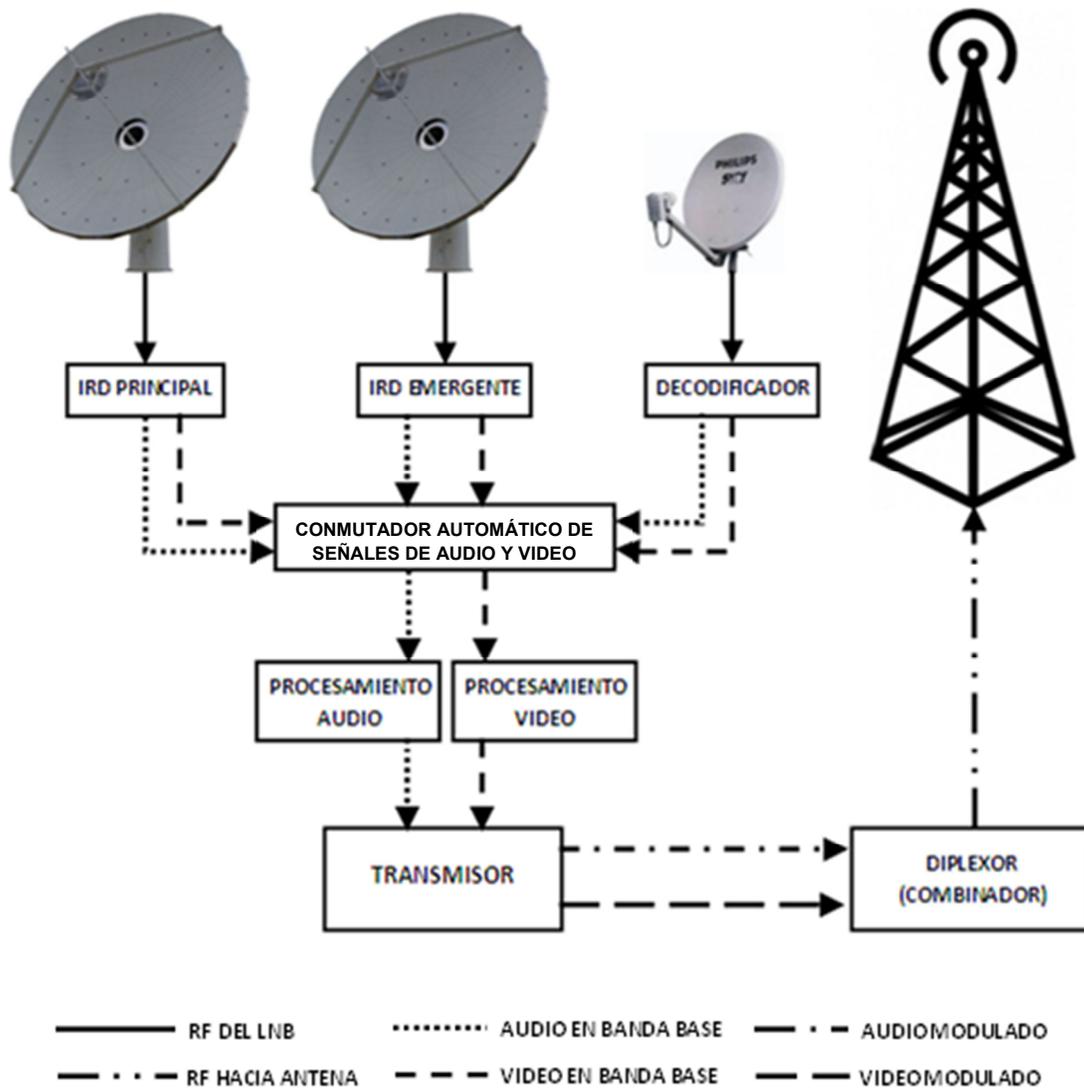


FIGURA 4-2: Ubicación del conmutador automático de señales de audio y video.

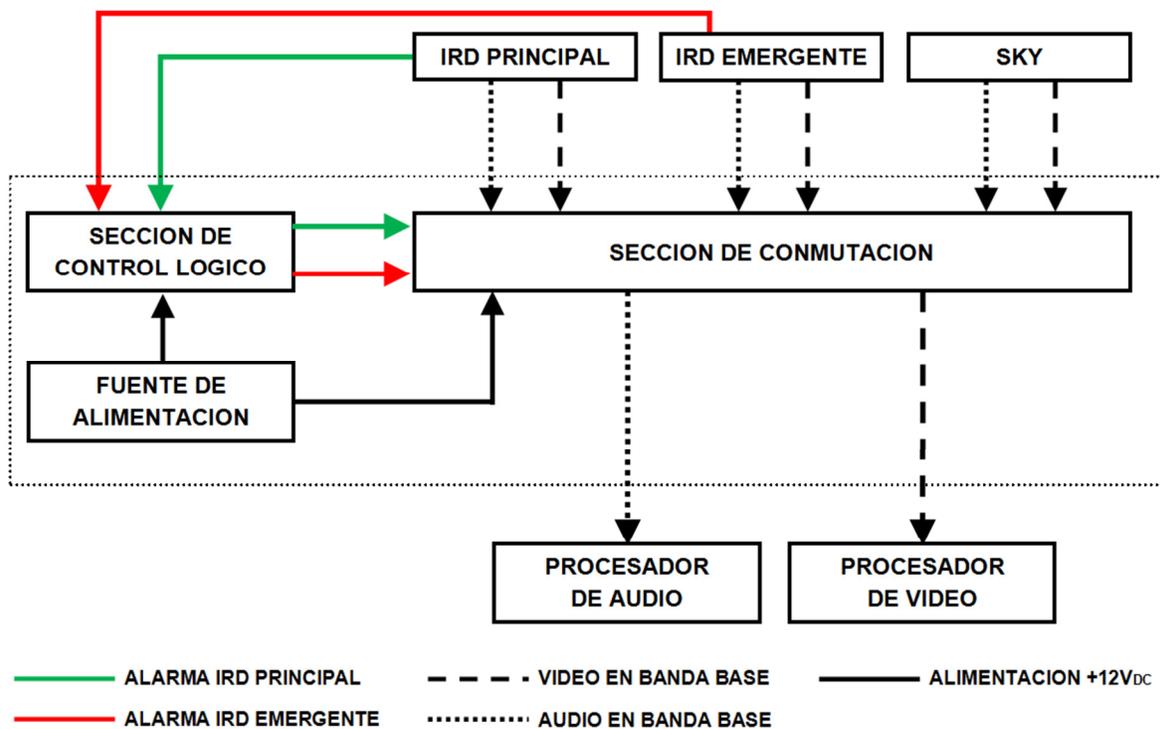
### **4.3. CONMUTADOR AUTOMÁTICO DE SEÑALES DE AUDIO Y VIDEO**

Previo a este proyecto, las conmutaciones se tenían que hacer de manera manual, cuando el técnico a cargo veía que la imagen se congelaba y notaba que el IRD tenía la alarma encendida, éste debía dirigirse a la sala de transmisión, y en la “botonera” seleccionar el IRD emergente o, de ser necesario, conmutarse al sistema SKY; para esto se pierden valiosos segundos.

El presente proyecto surge de la necesidad de reducir los tiempos de reacción hacia este tipo de eventualidades, esto mediante la conmutación automática de señales de audio y video, al presentarse una alarma en los diversos sistemas de recepción emergentes con que contamos.

Con este sencillo circuito, se incrementa la eficiencia en la operación, al reducir los tiempos de respuesta ante una falla en el sistema de recepción principal, ya que las conmutaciones se realizan de manera inmediata, de igual manera, al restablecerse el IRD, el conmutador también lo hace de manera automática.

En la figura 4-3 se muestra un diagrama a bloques, el cual muestra las distintas secciones que integran el conmutador automático de señales de audio y video, con lo que podemos observar la manera en que estas secciones están interrelacionadas e interactúan entre sí.



**FIGURA 4-3: Diagrama a bloques de las secciones y conexiones del conmutador automático de señales de audio y video.**

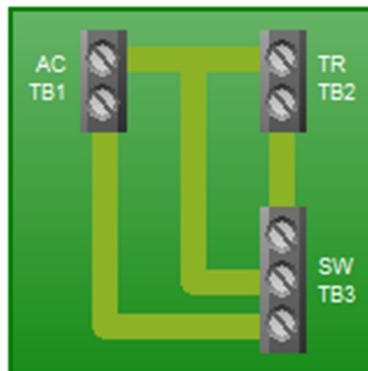
Del diagrama mostrado en la figura 4-3 podemos observar las líneas de alarma provenientes de los IRD principal y emergente, estas se toman del conector *DB-9* llamado “*Relevador de alarma*” (situado en la parte posterior del IRD), el cual al presentarse alguna falla en la recepción de la señal contactará los pines 4 y 9<sup>37</sup>, basandose en el estado del receptor un circuito lógico controlará una sección de conmutación, en la cual estarán conectadas las señales de audio y video provenientes de los distintos sistemas de soporte, y en la cual seleccionara las señales adecuadas para continuar hacia los sistemas de procesamiento. Tanto la sección lógica como la de conmutación son alimentadas por una fuente de +12 VDC.

<sup>37</sup> Vid: ANEXO F: Manual IRD Tandberg RX1290.

### 4.3.1. DISEÑO DE LA TARJETA DE DISTRIBUCION

El propósito de esta tarjeta es el de evitar los amarres de cables y el uso de cinta aislante; en otras palabras mejorar la presentación y distribución del cableado, ya que en ésta se concentran las conexiones de:

- Entrada de **AC**.
- Interruptor de encendido **SW**.
- Transformador para la fuente **TR**.



**FIGURA 4-4:** Diseño de la tarjeta de distribución en *PCB*.

En la figura 4-4 observamos que la terminal *TB3* correspondiente al interruptor cuenta con tres terminales, dos de ellas son para abrir o cerrar el circuito y la tercera es usada por el piloto de neón que indica el encendido del mismo.

### 4.3.2. DISEÑO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación fue diseñada para alimentar el circuito del conmutador automático de señales de audio y video, proporciona una tensión de +12Vdc:

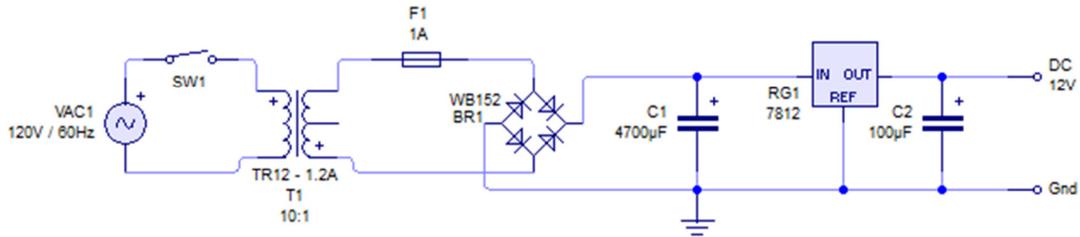


FIGURA 4-5: Circuito esquemático de la fuente de alimentación.

El voltaje entregado por el transformador T1, 12 VAC, después de ser rectificado y filtrado, sufre un incremento a razón de:

$$\text{ECUACIÓN 4-1: } Vf = (Vt * \sqrt{2}) - 1.4 = (12 * \sqrt{2}) - 1.4 = 15.5 \text{ Vdc}$$

Donde

$Vf$  = Voltaje final, después de ser rectificado y filtrado.

$Vt$  = Voltaje del transformador

Dado que los reguladores del tipo  $LM78XX$ <sup>38</sup> requieren a su entrada cuando menos dos volts más que el voltaje a regular, en este caso +12 VDC, concluimos que los +15.5 VDC que ingresaran al  $LM7812$  son suficientes para garantizar su correcto funcionamiento.

<sup>38</sup> Vid: National Semiconductor Corporation,  $LM7812$ ,  
<[http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/150/44435\\_DS.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/150/44435_DS.pdf)>

### 4.3.3. DISEÑO DE LA SECCIÓN DE CONTROL LÓGICO

Esta sección está compuesta por un C.I. **NOR** de la familia *CMOS*, CD4001B, del cual usaremos dos compuertas para establecer el orden de las conmutaciones en dependencia del estado de cada uno de los receptores.

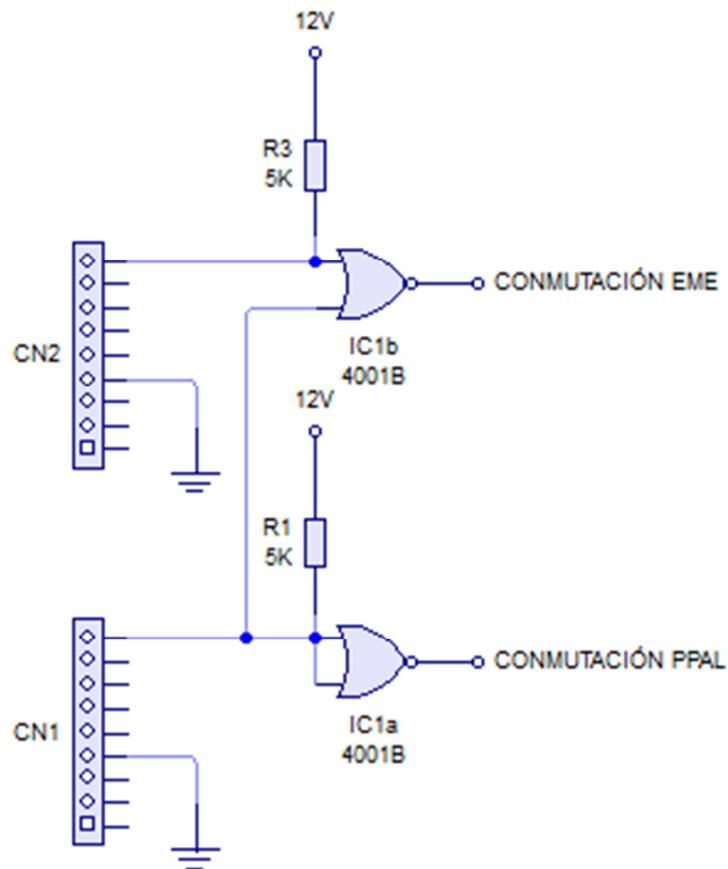


FIGURA 4-6: Circuito esquemático de la sección de control lógico.

En la figura 4-6 observamos el circuito esquemático de la sección de control lógico, para entenderlo comencare por explicar cómo se realiza la conmutación a partir de CN1 (conectado al IRD principal), R1 se utiliza para establecer un “1”

lógico en la entrada de la compuerta *negadora*<sup>39</sup>, la cual mantendrá deshabilitada la sección siguiente; cuando el IRD principal falle este contactará los pines 4 y 9 del conector “Relevador de alarma” ocasionando un cambio de estado a la entrada de la compuerta *negadora*, por lo mismo habrá un cambio de estado a la salida y se habilitará la siguiente sección.

En la sección correspondiente a CN2 (conectada al IRD emergente) trabaja de manera idéntica, la única diferencia radica en la conexión de las entradas de la compuerta NOR, ya que uno de los pines va al conector “Relevador de alarma” del IRD emergente pero el otro se toma del conector que viene de CN1, esto para restringir la conmutación hacia el sistema SKY tan solo cuando se presente falla en ambos receptores (principal y emergente), de lo contrario una falla que afecte al IRD emergente provocaría una conmutación en falso hacia el sistema SKY aunque el IRD principal se encontrara operando correctamente.

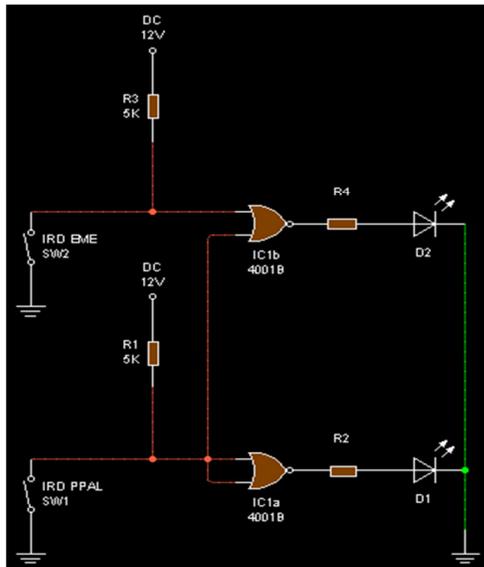
En la figura 4-7 vemos la tabla de verdad que explica el funcionamiento de esta sección, y en la figura 4-8 podemos ver las imágenes del simulador en el cual se observa la operación de esta sección.

---

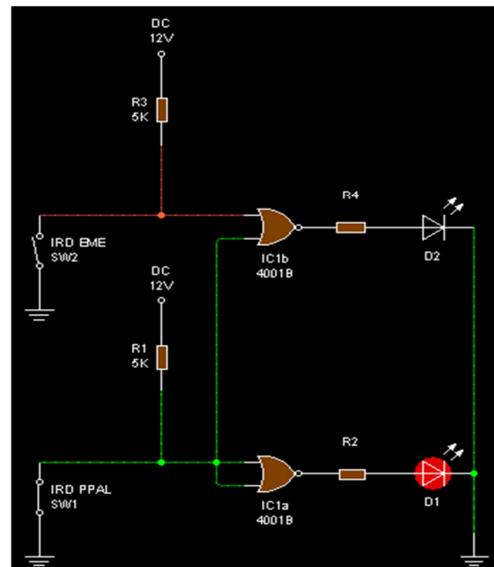
<sup>39</sup> Implementada con la compuerta NOR CD4001B.

IDENT.	ESTADO	IRD principal	IRD emergente	Conmutacion principal	Conmutacion emergente
A	Estado normal	1	1	0	0
B	Falla IRD principal	0	1	1	0
C	Falla IRD emergente	1	0	0	0
D	Falla IRDs	0	0	1	1

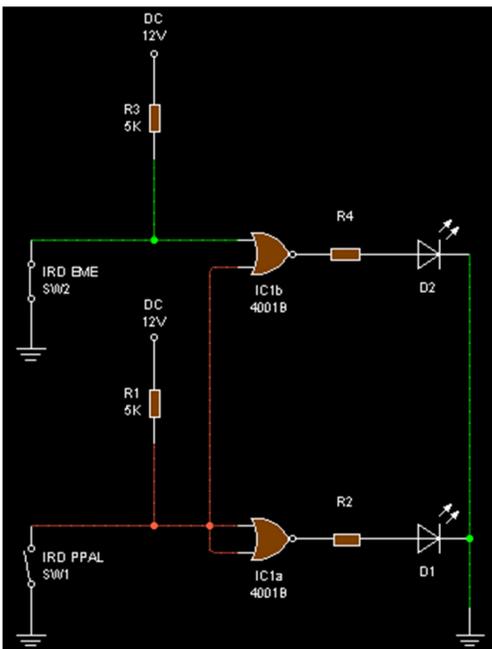
FIGURA 4-7: Tabla de verdad de la operación de la sección de control lógico.



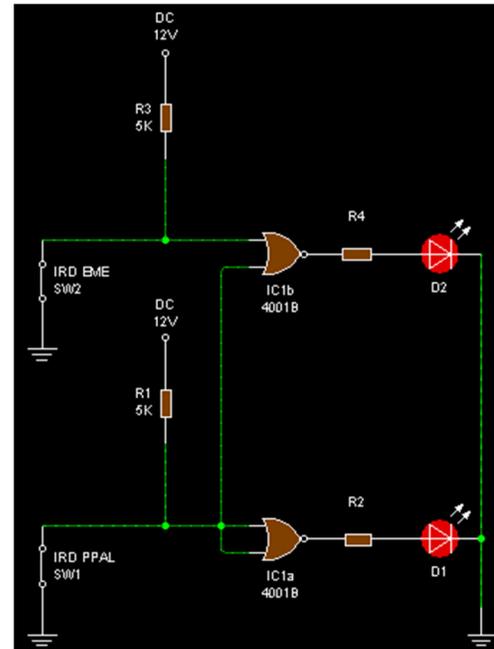
(A)



(B)



(C)



(D)

FIGURA 4-8: Imágenes del simulador *LIVEWIRE* de la sección de control lógico.

#### 4.3.4. DISEÑO DE LA SECCIÓN DE CONMUTACIÓN

Esta sección esta compuesta por dos transistores, *2N3904*, que operaran en sus regiones de corte (circuito abierto) y saturación (circuito cerrado) para controlar dos relevadores en configuración de cascada, los cuales realizaran las distintas conmutaciones entre las fuentes de audio y video.

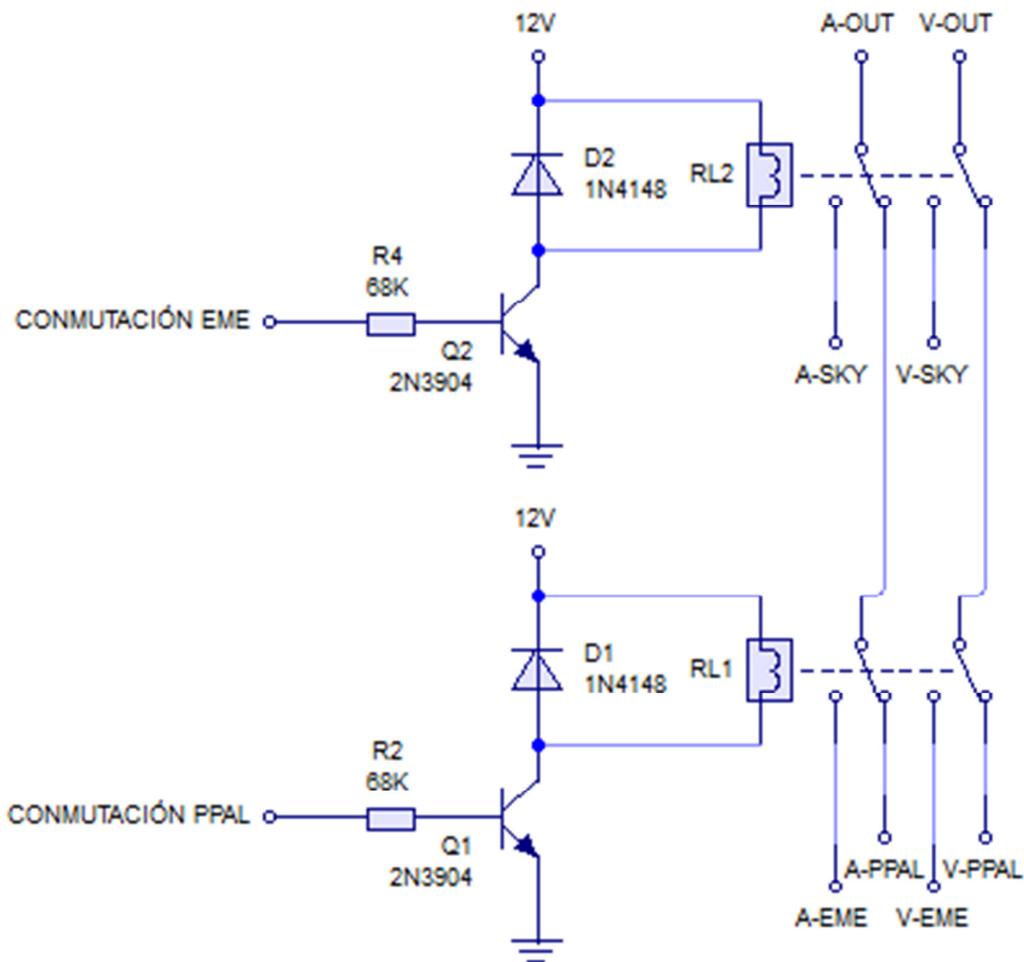


FIGURA 4-9: Circuito esquemático de la sección de conmutación.

Como se observa en diagrama anterior los relevadores empleados son del tipo *DPDT*, dos polos dos tiros, internamente están constituidos por dos secciones, las cuales tienen 2 entradas y 1 salida:



**FIGURA 4-10: Relevador DPDT modelo TDS-1202L.**

El arreglo de dos de estos relevadores, permite alternar entre las entradas de audio y video, ya sea del IRD principal, emergente o del sistema SKY. En el diagrama esquemático, figura 4-9, se observan las entradas y salidas de los relevadores, las cuales se describen a continuación:

**V-PPAL**= Entrada de señal de video del IRD principal.

**A-PPAL**= Entrada de señal de audio del IRD principal.

**V-EME**= Entrada de señal de video del IRD emergente.

**A-EME**= Entrada de señal de audio del IRD emergente.

**V-SKY**= Entrada de señal de video proveniente del sistema SKY.

**A-SKY**= Entrada de señal de audio proveniente sistema SKY.

**V-OUT**= Salida general de la señal de video.

**A-OUT**= Salida general de la señal de audio.

A continuación procederemos a realizar el cálculo de las resistencias de polarización R2 y R4, las cuales se calculan en relación de la carga que habrá en el colector del transistor.

Sabiendo que el relevador opera con 12Vdc y la resistencia de la bobina es de 715Ω, calculamos el consumo de corriente empleando la Ley de Ohm:

$$\text{ECUACIÓN 4-2: } I = \frac{V}{R} = \frac{12}{715} = 0.016 \text{ A}$$

Donde

V= Voltaje requerido por el relevador

R= Resistencia de la bobina del relevador

En la saturación<sup>40</sup>:

$$\text{ECUACIÓN 4-3: } I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{16 \text{ mA}}{100} = 0.00016 \text{ A} = 160 \mu\text{A}$$

Donde

I<sub>b</sub>= Corriente requerida en la base del transistor

I<sub>c</sub>= Corriente requerida por la carga (relevador) en el colector del transistor

β= Ganancia característica del transistor

---

<sup>40</sup> Vid: Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky, *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*, 8ª Edición, 2003, Prentice Hall, p.203.

Si la compuerta *CD4001B* soporta a su salida un flujo de corriente máxima de 2.2 mA = 2200  $\mu$ A, y tendrá una demanda de 160  $\mu$ A, nos damos cuenta que podrá operar sin problemas.

Ahora:

$$\text{ECUACIÓN 4-4: } Rb = \frac{Vi - Vd}{Ib} = \frac{12V - 0.7V}{160 \mu A} = 70,625 \text{ Ohms}$$

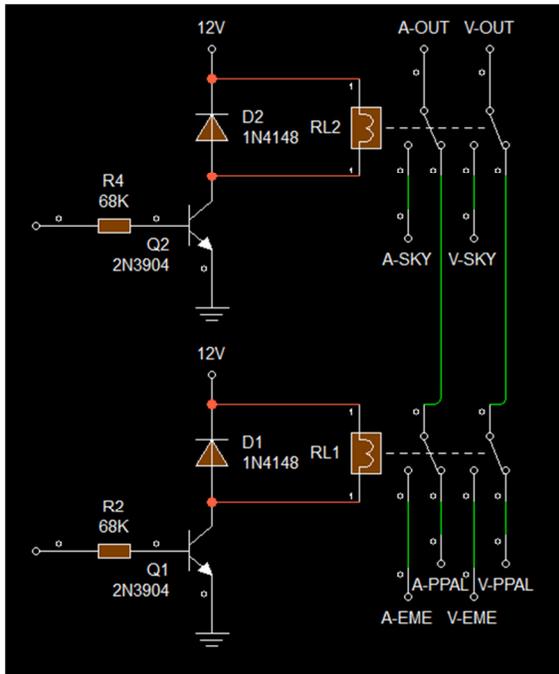
Donde

*Vi*= Voltaje de la fuente de alimentación.

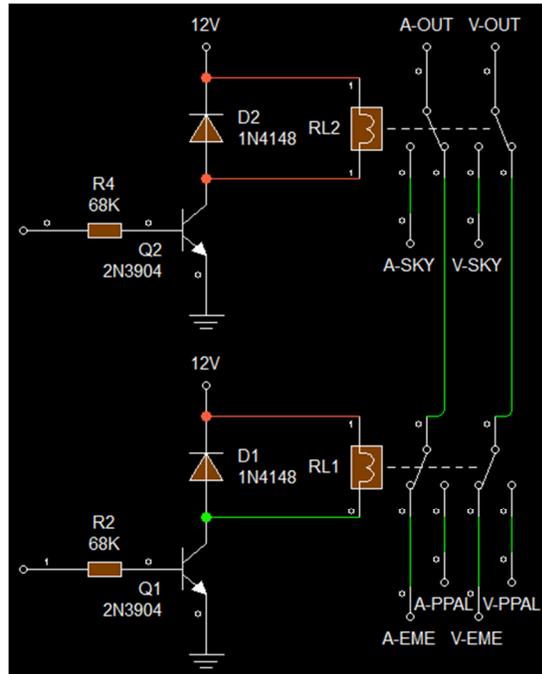
*Vd*= Caída de tensión en el transistor

Para asegurar la saturación elegimos la resistencia inferior próxima, quedando *R2*= 68 K $\Omega$ .

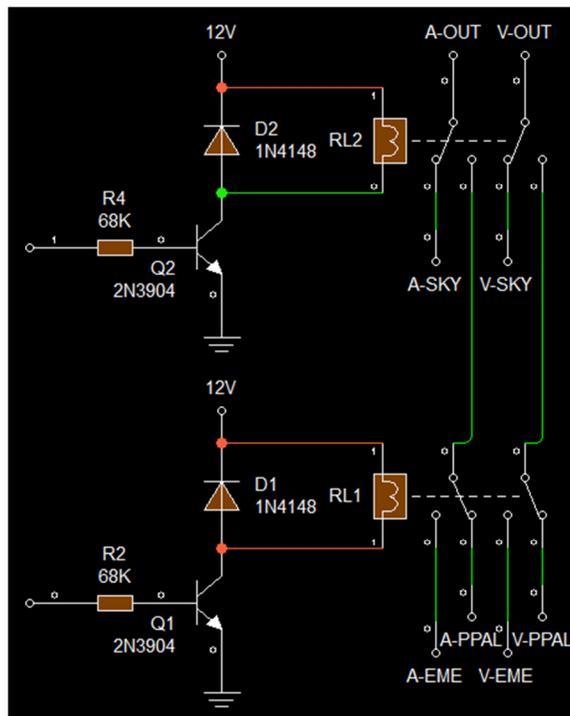
En la figura 4-11 podemos observar las imágenes de simulación ejemplificando los diferentes estados de conmutación posibles, las cuales serán controladas por la sección de control lógico. Se puede observar el cambio en las conexiones de los relevadores y como estas alternan las diferentes entradas y seleccionan cual será la salida.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 4-11: Imágenes del simulador *LIVEWIRE* de la operación de la sección de conmutación: (A) Operación normal, (B) Falla IRD principal y (C) Falla IRD emergente.

#### 4.4. MONTAJE DE LOS ELEMENTOS

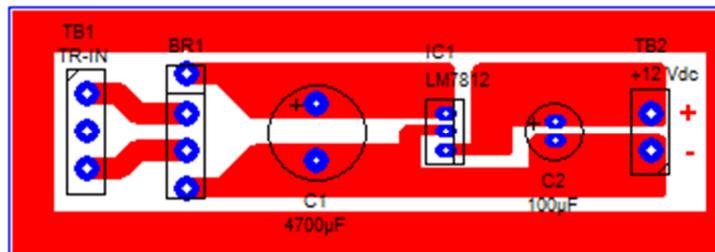
Para el diseño del *PCB (Project Circuit Board)* la creación de las tarjetas se empleó el programa de diseño electrónico *PCB-WIZARD*, el cual, mediante una sencilla interfaz nos brinda las opciones necesarias para el diseño de las placas.

El programa nos brinda varias herramientas y visualizaciones de los diseños, entre las de mayor utilidad se encuentran:

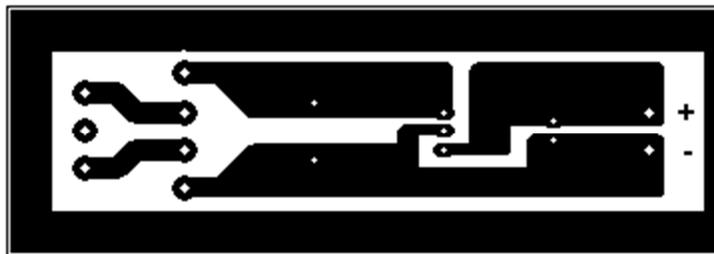
- Vista normal: Es la vista por default, en esta se ven los elementos de manera pictórica, es en esta en la que se diseña la topografía del circuito y se unen interconectan los elementos.
- Vista “*Artwork*”: En esta vista se aprecian las puras pistas y es en esta en la que imprimiremos para crear la tarjeta del circuito.
- Vista “*Real world*”: En esta podemos apreciar el diseño como un prototipo, es una simulación de cómo se vería la tarjeta terminada y con los componentes.

#### 4.4.1. MONTAJE DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

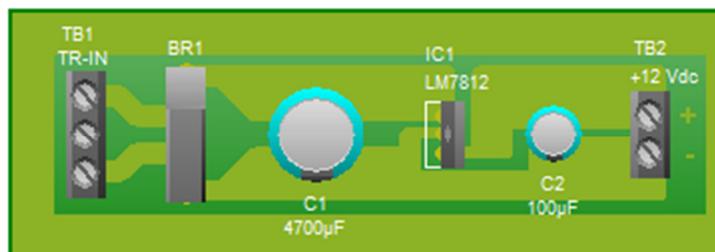
En la figura 4-12 podemos observar las distintas vistas del diseño de la fuente de alimentación.



(A)



(B)



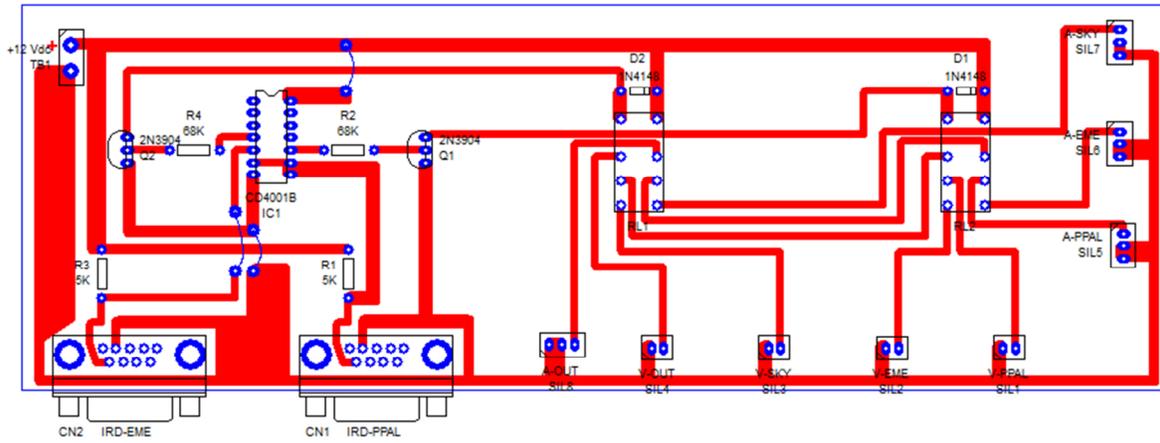
(C)

FIGURA 4-12: Placa del diseño de la fuente en diferentes vistas: (A) Vista normal, (B) Vista “Artwork” y (C) Vista “Real world”.

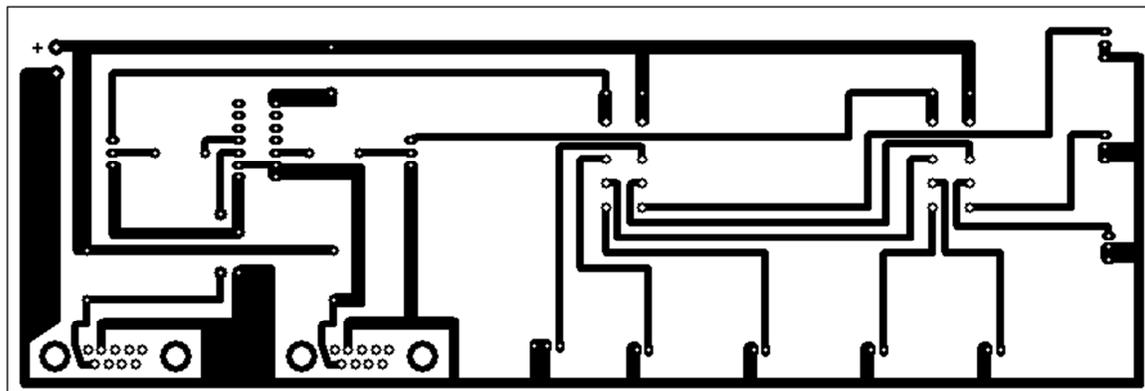
#### **4.4.2. MONTAJE DE LA SECCIÓN DE CONTROL LÓGICO Y CONMUTACIÓN**

Aunque anteriormente estas secciones se trataron por separado con la finalidad de facilitar el entendimiento de la lógica y método de operación, estas se encuentran agrupadas en una misma tarjeta, de la cual, se pueden apreciar las diferentes vistas en la figura 4-13.

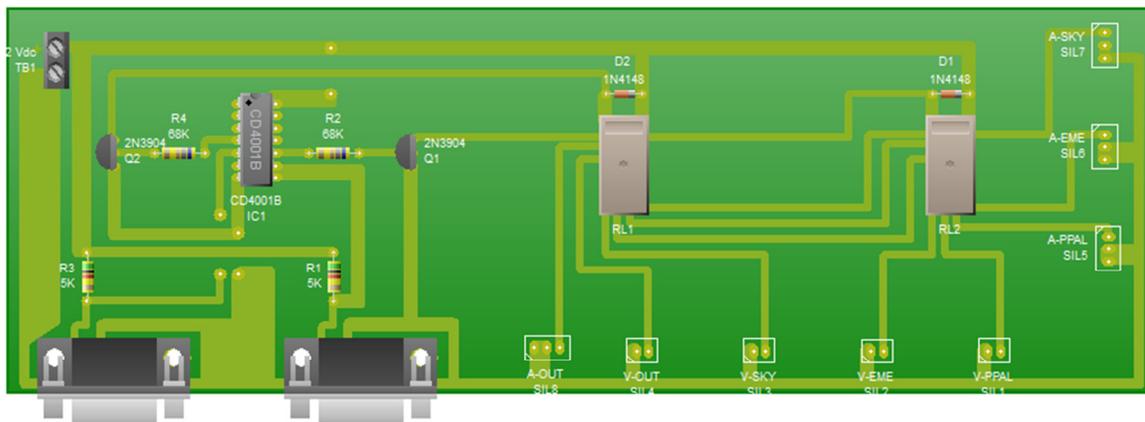
Esta placa contiene los conectores DB-9 que van al IRD (“Alarm Relay”), también integra las entradas de audio y video provenientes de los distintos sistemas de soporte y la salida general que seguirá hacia los procesadores (de audio y video) hasta el transmisor.



(A)



(B)



(C)

FIGURA 4-13: Placa del diseño de la sección de control lógico y conmutación en diferentes vistas: (A) Vista normal, (B) Vista "Artwork" y (C) Vista "Real world".

# **CAPÍTULO V**

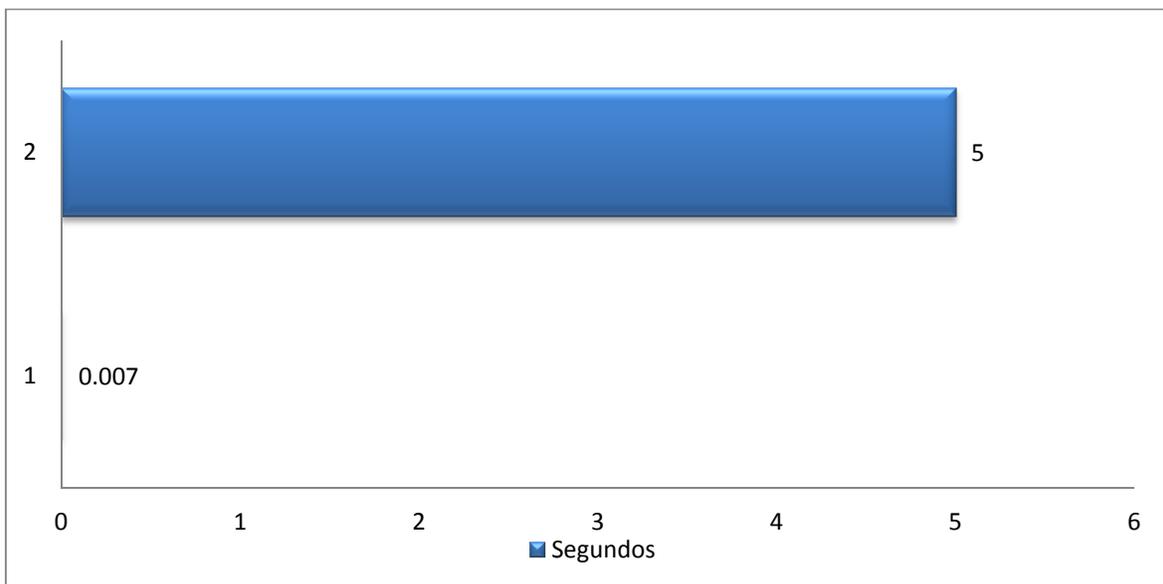
## **RESULTADOS Y PROYECCIONES A FUTURO**



## 5.1. RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la implementación de este sistema, han sido por demás satisfactorios, logrando con este un incremento en la eficiencia de la operación en las estaciones repetidoras.

Con la implementación del conmutador automático de señales de audio y video se ha logrado reducir drásticamente los tiempos fuera del aire y con esto se ha incrementado la continuidad de la señal de televisión al aire. En la siguiente grafica se muestra un comparativo de los tiempos de reacción ante una incidencia, antes y ahora con el conmutador:



**FIGURA 5-1: Tiempos de respuesta ante una incidencia, 1) Con el circuito conmutador automático de señales de audio y video, y 2) Conmutación manual.**

Al conmutador automático de señales de audio y video le toma solo 7ms realizar el soporte de la continuidad, tiempo tan pequeño que es prácticamente imperceptible para el ojo humano, con esto se logra satisfacer las demandas de los clientes ya que estos están pagando por cada segundo de su comercialización, y un comercial truncado puede ser motivo de demanda.

Este proyecto fue presentado al Ing. Alcibíades Fajardo Zúñiga, Gerente Regional de Televisa en Acapulco, Gro., el cual mostro un gran interés y ordeno la realización e implementación de este en todas las estaciones pertenecientes a la Gerencia Regional Acapulco.

Posteriormente, ordeno la realización de trece "Conmutadores automáticos de señales de audio y video", uno para ser enviado a la Dirección Técnica Regional en Guadalajara, Jalisco, y el resto para ser enviados a cada una de las doce Gerencias Regionales de Televisa existentes en la República Mexicana.

## 5.2. PROYECCIONES A FUTURO

Todo sistema está sujeto siempre a la evolución o perfeccionamiento, este circuito no es la excepción, se ha analizado la manera de perfeccionar y buscar nuevas aplicaciones que nos ayuden al mejor aprovechamiento de este, a continuación se enlistan las propuestas para futuras implementaciones:

- Aplicación de conmutadores de estado sólido específicos para el manejo de audio y video, los cuales sustituirán a los relevadores.
  
- Implementación con un microcontrolador, el cual será el encargado de controlar las conmutaciones, así como también un display alfanumérico LCD, el cual mostrara el estado del equipo, manejar una base de datos con el historial de conmutaciones y su duración, manejaría también un menú para programar conmutaciones; con esto se simplificaría la manipulación, programación y lectura del estado del equipo.
  
- Desarrollo de un generador de barras de color, el cual estará instalado dentro del mismo equipo y servirá como último soporte en caso de fallar IRD principal, emergente y sistema SKY.

# CONCLUSIÓN



## CONCLUSIÓN

---

---

Fue posible desarrollar e implementar un circuito “Conmutador automático de señales de audio y video”, el cual, aprovechando el sistema de alarma de los receptores marca “Tandberg” modelo *RX1290* (equipo presente en todas las estaciones de grupo Televisa) logra realizar las conmutaciones hacia los sistemas emergentes al presentarse una falla en el sistema principal.

Se cumplió el objetivo de realizar un sistema automatizado, que brinde un soporte adicional en la operación de los mecanismos emergentes presentes en las estaciones de grupo Televisa.

Actualmente el circuito conmutador se encuentra operando de manera exitosa en las trece estaciones pertenecientes a la Gerencia Regional Acapulco, además de haber sido distribuido a la Dirección Técnica Regional y a cada una de las doce Gerencias Regionales a lo largo de la República Mexicana.

La realización de este proyecto fue extremadamente gratificante, ya que el interés, apoyo y reconocimiento otorgados por la empresa me ha permitido realizarme en el ámbito personal y profesional, así también me llena de confianza para seguir buscando la innovación en el trabajo diario.

# **LITERATURA CONSULTADA**



## BIBLIOGRAFÍA

---

---

Análisis y diseño de circuitos electrónicos, Tomo II

Donald A. Neamen

McGraw Hill, 1997

Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales, 4ª Edición

Robert F. Coughlin & Frederick F. Driscoll

Prentice Hall, 1993

Electrónica analógica, 1ª Edición

Ignasi Sos Bravo

Marcombo, 2006

Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos, 8ª Edición

Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky

Prentice Hall, 2003

Electrónica Uno, 1ª Edición

Harry Mileaf

Limusa, 1978

Sistema de comunicaciones electrónicas, 2ª Edición

Wayne Tomasi

Prentice Hall, 1996

Teoría de electrónica digital, 2ª Edición

A. E. Delgado, J. Mira & S. Dormido

Ed. Sanz y Torres, 2000

## PÁGINAS DE INTERNET

---

---

“Quienes somos”

Sitio oficial de Televisa

Disponible en: <http://www.televisa.com/quienes-somos/>

Consulta: Agosto 2010

“Metodología de diseño electrónico”, 2010

Ing. Carlos Jiménez Fernández

Ing. Antonio López Ojeda

Ing. Carlos León de Mora

Universidad de Sevilla. Escuela Universitaria Politécnica

Disponible en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n37/2.pdf>

Consulta: Septiembre 2010

*Relevadores*

Wikipedia

Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

Consulta: Septiembre 2010

WB152

1.5 Amp. Silicon Bridge Rectifier

© Diotec Electronics Corporation

Disponible en: <http://doc.chipfind.ru/diotec/wb152.htm>

LM7812

Voltage Regulator

© 2000 National Semiconductor Corporation

Disponible en: [http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/150/44435\\_DS.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/150/44435_DS.pdf)

CD4001

Quad 2-Input NOR Buffered B Series Gate

© 1988 National Semiconductor Corporation

Disponible en: [http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/166/108518\\_DS.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/166/108518_DS.pdf)

2N3904

NPN General Purpose Amplifier

© National Semiconductor Corporation

Disponible en:

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/nationalsemiconductor/DS013058.PDF>

1N4148

High-Speed Diodes

© 1999 Philips semiconductor

Disponible en:

[http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/1N4148\\_1N4448\\_4.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/1N4148_1N4448_4.pdf)

## OTROS

---

---

Ing. Juan Carlos Cañizares, enero a mayo de 2003

“Análisis de circuitos eléctricos”, apuntes

Universidad Americana de Acapulco

Sexto semestre

M. C. Martin Santiago Domínguez González, agosto a noviembre de 2004

“Diseño digital”, apuntes

Universidad Americana de Acapulco

Séptimo semestre

Ing. Ricardo Martínez Zapata, agosto a noviembre de 2004

“Dispositivos y circuitos electrónicos”, apuntes

Universidad Americana de Acapulco

Séptimo semestre

Ing. Ricardo Martínez Zapata, agosto a noviembre de 2004

“Circuitos integrados analógicos”, apuntes

Universidad Americana de Acapulco

Noveno semestre

Ing. Luis Rubén Neri, enero a mayo de 2005

“Electrónica para telecomunicaciones”, apuntes

Universidad Americana de Acapulco

Decimo semestre

Gerencia de capacitación y desarrollo  
TELEVISA S.A. DE C.V., 1995  
“Proyecto *AUTOCAP*”  
Grupo Telesistema Mexicano

Ing. Miguel Ángel González García, 1995  
Jefe de Área  
“Rutinas de operación y mantenimiento”  
Televisa Regional

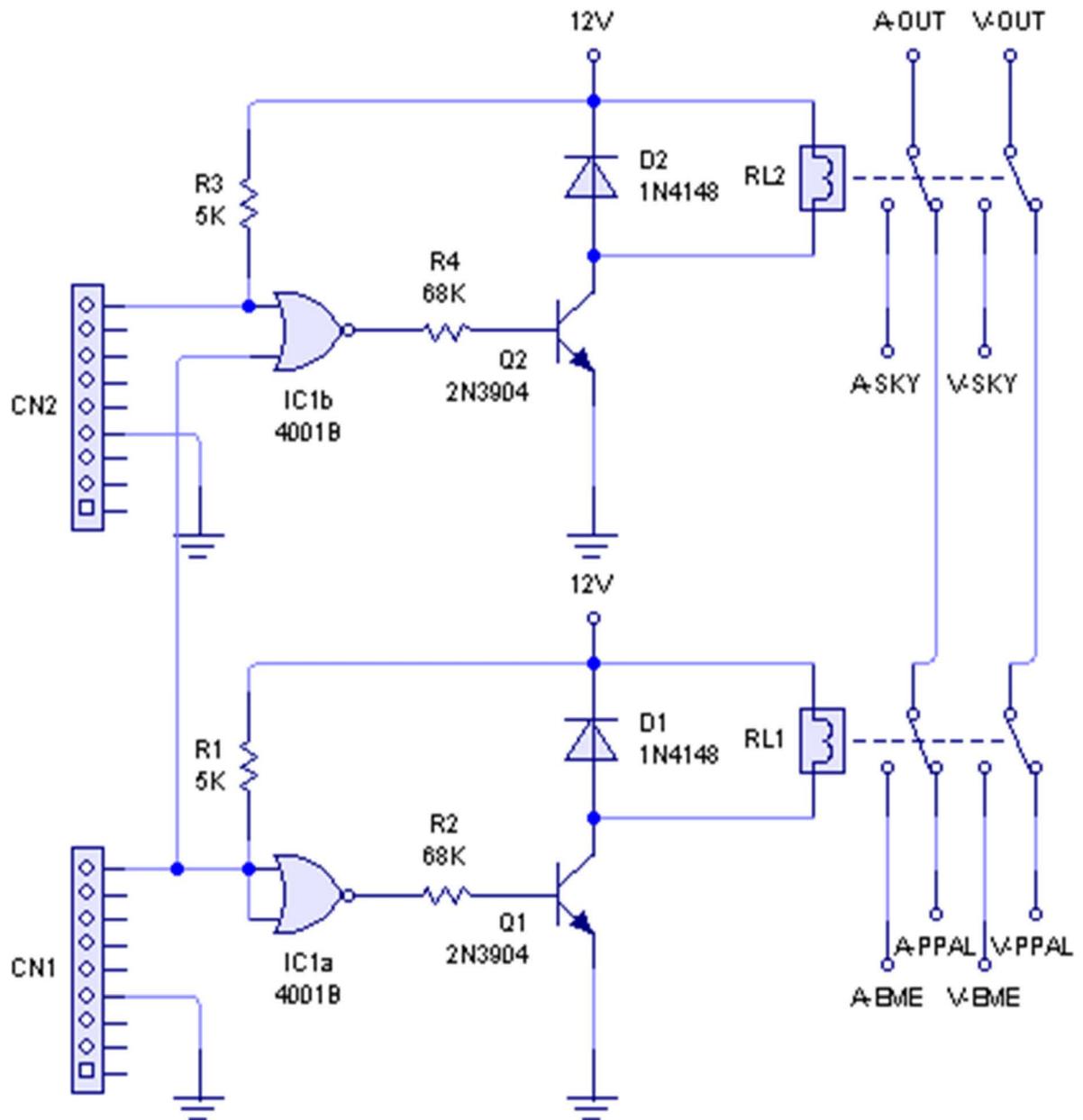
Ing. Alcibíades Fajardo Zúñiga, 1998  
Gerente Regional  
“Boletín informativo”  
Televisa Regional

Ing. Jaime Pérez de la Luz, 2000  
Jefe de Área  
“Información técnica”  
Televisa Regional

**ANEXOS**



**ANEXO A: Diagrama esquemático del conmutador automático de señales de audio y video.**



**ANEXO B: Lista de partes del conmutador automático de señales de audio y video.**

<b>CANT.</b>	<b>IDENTIFICADOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MODELO</b>
1	T1	Transformador 12V @ 1.2A	TR12-1.2A
1	BR1	Puente rectificador de diodos 1.2A	WB152
1	C1	Capacitor electrolítico 4700 $\mu$ F @ 25V	E4700-25R
1	C2	Capacitor cerámico 100nF	C.1-50
1	RG1	Regulador de voltaje +12Vdc	LM7812
1	IC1	Compuerta lógica NOR CMOS	CD4001B
2	Q1 y Q2	Transistor de propósitos generales NPN	2N3904
2	D1 y D2	Diodos de alta velocidad	1N4148
2	CN1 y CN2	Conectores hembra DB-9 para chasis	500-020
2	R1 y R3	Resistencia 5k $\Omega$ a ¼ watt	R5K-1/4
2	R1 y R3	Resistencia 68k $\Omega$ a ¼ watt	R68K-1/4
2	RL1 y RL2	Relevadores 2 polos 2 tiros, a +12V	TDS-1202L
4	CN3 a CN6	Conectores video BNC hembra para chasis.	200-148
3	CN7 a CN9	Conectores audio CANON hembra para chasis.	250-705
1	CN10	Conector audio CANON macho para chasis.	250-700

# ANEXO C: HOJA DE DATOS DEL REGULADOR DE VOLTAJE LINEAL LM7812.



May 2000

LM78XX Series Voltage Regulators

## LM78XX Series Voltage Regulators

### General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the out-

put, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

### Features

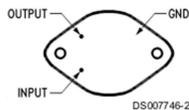
- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

### Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

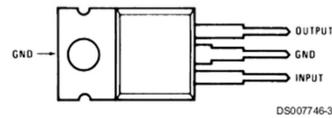
### Connection Diagrams

**Metal Can Package  
TO-3 (K)  
Aluminum**



**Bottom View**  
Order Number LM7805CK,  
LM7812CK or LM7815CK  
See NS Package Number KC02A

**Plastic Package  
TO-220 (T)**



**Top View**  
Order Number LM7805CT,  
LM7812CT or LM7815CT  
See NS Package Number T03B

**Absolute Maximum Ratings** (Note 3)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage ( $V_O = 5V, 12V$ and $15V$ )	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range ( $T_A$ )	$0^\circ\text{C}$ to $+70^\circ\text{C}$

Maximum Junction Temperature

(K Package)	$150^\circ\text{C}$
(T Package)	$150^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$-65^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	
TO-3 Package K	$300^\circ\text{C}$
TO-220 Package T	$230^\circ\text{C}$

**Electrical Characteristics LM78XXC** (Note 2)

$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$  unless otherwise noted.

		Output Voltage		5V			12V			15V			Units	
		Input Voltage (unless otherwise noted)		10V			19V			23V				
Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
$V_O$	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V	
		$P_D \leq 15\text{ W}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$		4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V	
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$		$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
$\Delta V_O$	Line Regulation	$I_O = 500\text{ mA}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	3		50	4		120	4		150	mV	
			$\Delta V_{\text{IN}}$	$(7 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
			$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	50			120			150			mV	
		$\Delta V_{\text{IN}}$	$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(15 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(18.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V		
		$I_O \leq 1\text{ A}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	50		120		150		150		150		mV
			$\Delta V_{\text{IN}}$	$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.6 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.7 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
$\Delta V_O$	Load Regulation	$T_J = 25^\circ\text{C}$	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1.5\text{ A}$	10		50	12		120	12		150	mV	
			$250\text{ mA} \leq I_O \leq 750\text{ mA}$	25			60			75			mV	
		$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}, 0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	50			120			150			mV		
$I_Q$	Quiescent Current	$I_O \leq 1\text{ A}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8		8		8		8		mA		
			$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	8.5			8.5			8.5			mA	
$\Delta I_Q$	Quiescent Current Change	$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$		0.5			0.5			0.5			mA	
		$T_J = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$		1.0			1.0			1.0			mA	
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$		$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.8 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.9 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
$\frac{\Delta V_{\text{IN}}}{\Delta V_{\text{OUT}}}$	Ripple Rejection	$f = 120\text{ Hz}$	$I_O \leq 1\text{ A}, T_J = 25^\circ\text{C}$ or $I_O \leq 500\text{ mA}$ $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	62		80	55		72	54		70	dB	
			$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$	62			55			54			dB	
			$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$	$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 18)$			$(15 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$(18.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 28.5)$			V	
$R_O$	Dropout Voltage Output Resistance	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_{\text{OUT}} = 1\text{ A}$		2.0		2.0		2.0		2.0		V		
		$f = 1\text{ kHz}$		8			18			19			m $\Omega$	

### Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) (Continued)

0°C ≤ T<sub>J</sub> ≤ 125°C unless otherwise noted.

			5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)			10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
	Short-Circuit Current	T <sub>J</sub> = 25°C		2.1			1.5			1.2		A
	Peak Output Current	T <sub>J</sub> = 25°C		2.4			2.4			2.4		A
	Average TC of V <sub>OUT</sub>	0°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ +125°C, I <sub>O</sub> = 5 mA		0.6			1.5			1.8		mV/°C
V <sub>IN</sub>	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>O</sub> ≤ 1A		7.5		14.6			17.7			V

**Note 1:** Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically 4°C/W junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically 4°C/W junction to case and 50°C/W case to ambient.

**Note 2:** All characteristics are measured with capacitor across the input of 0.22 μF, and a capacitor across the output of 0.1 μF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques (t<sub>w</sub> ≤ 10 ms, duty cycle ≤ 5%). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

**Note 3:** Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. For guaranteed specifications and the test conditions, see Electrical Characteristics.

# ANEXO D: HOJA DE DATOS DE LA COMPUERTA NOR CD4001B.



March 1988

## CD4001BM/CD4001BC Quad 2-Input NOR Buffered B Series Gate CD4011BM/CD4011BC Quad 2-Input NAND Buffered B Series Gate

### General Description

These quad gates are monolithic complementary MOS (CMOS) integrated circuits constructed with N- and P-channel enhancement mode transistors. They have equal source and sink current capabilities and conform to standard B series output drive. The devices also have buffered outputs which improve transfer characteristics by providing very high gain.

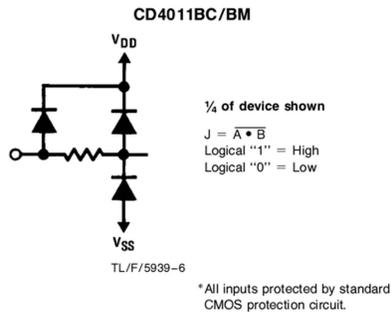
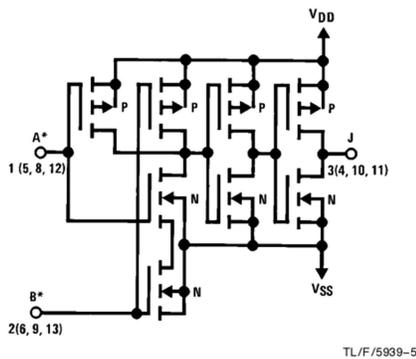
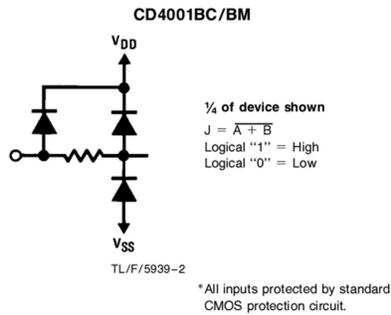
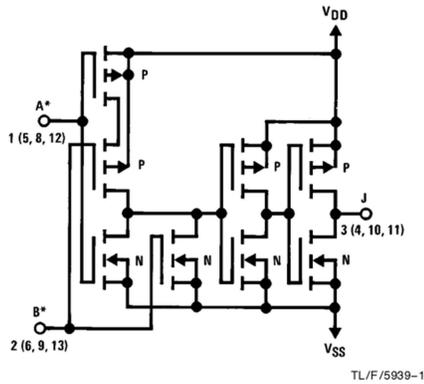
All inputs are protected against static discharge with diodes to  $V_{DD}$  and  $V_{SS}$ .

### Features

- Low power TTL compatibility
- 5V–10V–15V parametric ratings
- Symmetrical output characteristics
- Maximum input leakage  $1 \mu\text{A}$  at 15V over full temperature range

Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS

### Schematic Diagrams



CD4001BM/CD4001BC Quad 2-Input NOR Buffered B Series Gate  
 CD4011BM/CD4011BC Quad 2-Input NAND Buffered B Series Gate

### Absolute Maximum Ratings (Notes 1 and 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Voltage at any Pin	-0.5V to $V_{DD} + 0.5V$
Power Dissipation ( $P_D$ )	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
$V_{DD}$ Range	-0.5 $V_{DC}$ to +18 $V_{DC}$
Storage Temperature ( $T_S$ )	-65°C to +150°C
Lead Temperature ( $T_L$ )	
(Soldering, 10 seconds)	260°C

### Operating Conditions

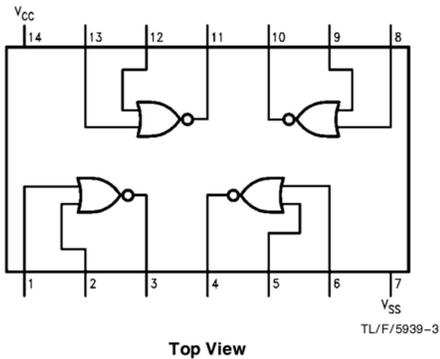
Operating Range ( $V_{DD}$ )	3 $V_{DC}$ to 15 $V_{DC}$
Operating Temperature Range	
CD4001BM, CD4011BM	-55°C to +125°C
CD4001BC, CD4011BC	-40°C to +85°C

### DC Electrical Characteristics CD4001BM, CD4011BM (Note 2)

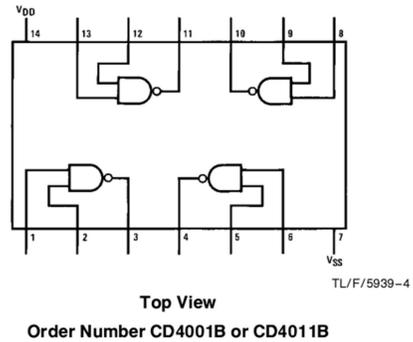
Symbol	Parameter	Conditions	-55°C		+25°C			+125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
$I_{DD}$	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V, V_{IN} = V_{DD}$ or $V_{SS}$		0.25		0.004	0.25		7.5	$\mu A$
		$V_{DD} = 10V, V_{IN} = V_{DD}$ or $V_{SS}$		0.50		0.005	0.50		15	$\mu A$
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = V_{DD}$ or $V_{SS}$		1.0		0.006	1.0		30	$\mu A$
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$ $V_{DD} = 10V$ $V_{DD} = 15V$ } $ I_O  < 1 \mu A$		0.05		0	0.05		0.05	V
				0.05		0	0.05		0.05	V
				0.05		0	0.05		0.05	V
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$ $V_{DD} = 10V$ $V_{DD} = 15V$ } $ I_O  < 1 \mu A$	4.95		4.95	5		4.95		V
			9.95		9.95	10		9.95		V
			14.95		14.95	15		14.95		V
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V$		1.5		2	1.5		1.5	V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.0V$		3.0		4	3.0		3.0	V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$		4.0		6	4.0		4.0	V
$V_{IH}$	High Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$	3.5		3.5	3		3.5		V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$	7.0		7.0	6		7.0		V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	11.0		11.0	9		11.0		V
$I_{OL}$	Low Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	4.2		3.4	8.8		2.4		mA
$I_{OH}$	High Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$	-0.64		-0.51	-0.88		-0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$	-1.6		-1.3	-2.25		-0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	-4.2		-3.4	-8.8		-2.4		mA
$I_{IN}$	Input Current	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$		-0.10		$-10^{-5}$	-0.10		-1.0	$\mu A$
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.10		$10^{-5}$	0.10		1.0	$\mu A$

### Connection Diagrams

CD4001BC/CD4001BM  
Dual-In-Line Package



CD4011BC/CD4011BM  
Dual-In-Line Package



## ANEXO E: HOJA DE DATOS DEL TRANSISTOR NPN 2N3904.

2N3904 / MMBT3904 / MMPQ3904 / PZT3904

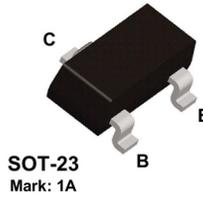


*Discrete Power & Signal Technologies*

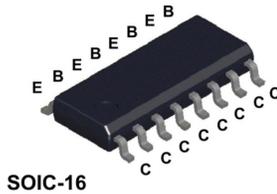
### 2N3904



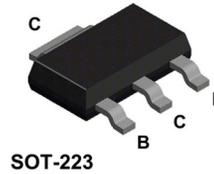
### MMBT3904



### MMPQ3904



### PZT3904



### NPN General Purpose Amplifier

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier. Sourced from Process 23.

#### Absolute Maximum Ratings\*

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V <sub>CEO</sub>	Collector-Emitter Voltage	40	V
V <sub>CBO</sub>	Collector-Base Voltage	60	V
V <sub>EB0</sub>	Emitter-Base Voltage	6.0	V
I <sub>C</sub>	Collector Current - Continuous	200	mA
T <sub>J</sub> , T <sub>stg</sub>	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

\* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

#### NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

**NPN General Purpose Amplifier**  
(continued)

2N3904 / MMBT3904 / MMPQ3904 / PZT3904

**Electrical Characteristics**

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
--------	-----------	-----------------	-----	-----	-------

**OFF CHARACTERISTICS**

$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 0$	40		V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10 \text{ }\mu\text{A}, I_E = 0$	60		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10 \text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$	6.0		V
$I_{BL}$	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30 \text{ V}, V_{EB} = 0$		50	nA
$I_{CEX}$	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30 \text{ V}, V_{EB} = 0$		50	nA

**ON CHARACTERISTICS\***

$h_{FE}$	DC Current Gain	$I_C = 0.1 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 1.0 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 50 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 100 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$	40 70 100 60 30	300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$		0.2 0.3	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$	0.65	0.85 0.95	V

**SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS**

$f_T$	Current Gain - Bandwidth Product	$I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 20 \text{ V},$ $f = 100 \text{ MHz}$	300		MHz
$C_{obo}$	Output Capacitance	$V_{CB} = 5.0 \text{ V}, I_E = 0,$ $f = 1.0 \text{ MHz}$		4.0	pF
$C_{ibo}$	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5 \text{ V}, I_C = 0,$ $f = 1.0 \text{ MHz}$		8.0	pF
NF	Noise Figure (except MMPQ3904)	$I_C = 100 \text{ }\mu\text{A}, V_{CE} = 5.0 \text{ V},$ $R_S = 1.0 \text{ k}\Omega, f = 10 \text{ Hz to } 15.7 \text{ kHz}$		5.0	dB

**SWITCHING CHARACTERISTICS (except MMPQ3904)**

$t_d$	Delay Time	$V_{CC} = 3.0 \text{ V}, V_{BE} = 0.5 \text{ V},$		35	ns
$t_r$	Rise Time	$I_C = 10 \text{ mA}, I_{B1} = 1.0 \text{ mA}$		35	ns
$t_s$	Storage Time	$V_{CC} = 3.0 \text{ V}, I_C = 10 \text{ mA}$		200	ns
$t_f$	Fall Time	$I_{B1} = I_{B2} = 1.0 \text{ mA}$		50	ns

\*Pulse Test: Pulse Width  $\leq 300 \text{ }\mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$

**Spice Model**

NPN (Is=6.734f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=416.4 Ne=1.259 Ise=6.734 Ikf=66.78m Xtb=1.5 Br=.7371 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3.638p Mjc=.3085 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=4.493p Mje=.2593 Vje=.75 Tr=239.5n Tf=301.2p Itf=.4 Vtf=4 Xtf=2 Rb=10)

## ANEXO F: MANUAL IRD TANDBERG MODELO RX1290.



## RX1290

### Multi-format SD/HD Integrated Receiver Decoder

Video professionals, broadcasters and newsgathering organizations face increasing demands to shoot and deliver video in multiple formats and standards whilst optimizing their operational costs. As television moves from MPEG-2 to MPEG-4 AVC, from standard definition (SD) to high definition (HD), TANDBERG Television's RX1290 is uniquely positioned to address these multi-format, multi-standard needs by combining MPEG-2, MPEG-4 AVC, SD and HD with the capability to decode both 4:2:0 and 4:2:2 video. The RX1290 has been hailed by the broadcasting industry as a truly ground-breaking product, at its launch winning the Cable & Satellite International Product of the Year Award for Best Contribution and Distribution solution at the 2006 International Broadcasting Convention (IBC).

The RX1290's capability to decode all video formats, coupled with a wide choice of input options for all transmission mediums makes the receiver the smart choice for professionals seeking a future-proof solution. This unique flexibility makes the RX1290 the only full MPEG-4 AVC HD solution for mobile applications. The RX1290 provides significant benefits for organizations who wish to migrate their operations from MPEG-2 SD to MPEG-4 AVC HD. The multi-format capability of the RX1290 allows a significant cost reduction to the traditional migration path of operating separate devices for SD and HD. With the RX1290, customers can upgrade the unit with licenses rather than migrating via a hardware upgrade path thereby giving maximum flexibility.

### PRODUCT OVERVIEW

#### Increased Distribution Capacity and Efficiency

The RX1290 multi-format professional receiver, in combination with the TANDBERG Television's MPEG-4 AVC encoders, enables increased distribution capacity due to their bandwidth reduction capabilities and increased encoding/decoding efficiencies. For satellite applications, the RX1290 can include a DVB-S2 demodulator, allowing an additional 30% increase in channel capacity.

#### The Industry's most Versatile Decoder - a "Safe Choice" for the Future

The RX1290 decodes all major video formats in use today in both SD and HD resolutions, providing complete flexibility for daily operations. The professional decoder is a "safe choice" for companies that are beginning to transmit MPEG-4 AVC and HD but continue to work in MPEG-2 and SD. With the RX1290 they can migrate at their own pace.

#### Simplified Control and Lower Cost of Operations

Organizations with large populations of RX1290 receivers or other TANDBERG Television receivers can simplify control by integrating with TANDBERG Television's DirectorV5 control system. DirectorV5 provides remote, over-air, single-view control from a central location, reducing the need for on-site local operators.

#### Wide Range of Inputs and Outputs for Enhanced Connectivity

The RX1290 can be integrated into a variety of system architectures, including ASI, IP and RF delivery systems through a choice of input cards. The receiver offers a multitude of audio and video outputs for high quality delivery to all major onward networks.

### BASE UNIT FEATURES

#### RX1290 – Multi-format Receiver (RX1290/BAS)

The following features are available as standard:

- MPEG-2, SD 4:2:0 decoding
- MPEG-2, SD, 4:2:2 decoding
- MPEG-2, HD, 4:2:0 decoding
- 3 x HD SDI, SD SDI or ASI outputs
- 1 x RGB or YPrPb analog video output
- 1 x ASI input
- 2 x balanced analog audio outputs
- 2 x balanced digital audio outputs
- 4 x unbalanced digital audio outputs
- Frame synchronization input
- RS-232 data output
- RS232/485 Control port
- Alarm relay
- BISS Mode 1 & E support
- Extensive VBI support

## HARDWARE OPTIONS

### Input Options

The RX1290 has a single ASI input as standard and can in addition be configured with a high performance DVB S2 demodulator.

#### DVB-S2 Input (RX1290/HWO/DVBS2)

- 4 x L-band inputs
- DVB-S QPSK demodulation
- DVB-S2 QPSK, 8PSK demodulation with license keys

#### DVB-S2 Input (RX1290/HWO/DVBS2/IF/CONST)

- Perfect for up-link monitoring
- 3 x L-band inputs
- 1 x IF input
- I/Q Constellation output
- DVB-S QPSK demodulation
- DVB-S2 QPSK, 8PSK demodulation with license keys

#### 10/100BaseT Input (RX1290/HWO/IP/PROFEC)

- MPEG transport stream over IP
- 1 x 10/100BaseT input
- ProMPEG FEC with license key

#### 100/1000BaseT Input (RX1290/HWO/IP/GIGE)

- MPEG transport stream over IP
- 2 x 100/1000BaseT input
- Very low latency
- ProMPEG FEC with license key
- (Check availability)

#### G.703 ATM Input (RX1290/HWO/G703)

- E3 or DS-3 inputs
- 34 or 45 Mbps rates

## SOFTWARE OPTIONS

### Input Options

#### DVB-S2 QPSK License (RX1290/SWO/DVBS2/QPSK)

- Adds DVB-S2 QPSK capability to DVB-S2 input option card

#### DVB-S2 8PSK License (RX1290/SWO/DVBS2/8PSK)

- Adds DVB-S2 QPSK, 8PSK capability to DVB-S2 input option card

#### DVB-S2 Low Symbol Rate License (RX1290/SWO/DVBS2/LSYM)

- Enables DVB-S2 symbol rate of 1 to 5 Msyms

#### ProMPEG FEC License (RX1290/SWO/IP/PROMPEG)

- Adds ProMPEG FEC capability to IP transport stream input options

### Decoding Options

The RX1290 is designed to support a range of video decoding standards.

#### MPEG-4 AVC SD Decoding (RX1290/SWO/MPEG4/SD)

- Enables MPEG-4 AVC SD decoding

#### MPEG-4 AVC HD Decoding (RX1290/SWO/MPEG4/HD)

- Enables MPEG-4 AVC HD decoding
- Enables MPEG-4 AVC SD decoding
- Enables MPEG-2 4:2:2 HD decoding

#### MPEG-2 4:2:2 HD Decoding (RX1290/SWO/MPEG2/HD/422)

- Enables MPEG-2 4:2:2 HD decoding

#### Down-conversion (RX1290/SWO/DCONV)

- Down-conversion of HD to SD
- Simultaneous presentation of HD and SD on output interfaces

#### Low latency decode (RX1290/SWO/LDELAY)

- Low latency video decode
- 4:2:0 video decode modes only
- MPEG-1 Layer-II audio only

#### Conditional Access Options

The RX1290 supports many types of widely used conditional access systems to allow for secure transmission of content.

#### TANDBERG DirectorV5 (RX1290/SWO/DIR5)

- TANDBERG DirectorV5 CA
- TANDBERG DirectorV5 over-air control
- TANDBERG DirectorV5 over-air software downloads

#### DVB Common Interface (RX1290/SWO/CI)

- Enables support for Conditional Access modules
- Service pre-filtering

#### RAS 1 & 2 (RX1290/SWO/RAS)

- TANDBERG Television RAS transport stream CA protection

#### Provider Lock (RX1290/SWO/PROV/LOCK)

- Allows services listed by broadcaster ID to be displayed

### Audio Options

#### Dolby Digital® Decode (RX1290/SWO/AC3)

- Enables decoding and pass-through of Dolby Digital® Audio
- 2 x 5.1 down-mix to 2.0 (stereo)
- 2 x 5.1 pass-through

#### AAC Audio Decode (RX1290/SWO/AAC)

- AAC-LC audio when decoding MPEG-2
- HE-AAC audio when decoding MPEG-4
- 1 x 5.1 down-mix to 2.0 (stereo)
- 1 x 5.1 decode
- 2 x 2.0 decode
- 4 x 2.0 decode (with 4 x audio license)

#### 4 x Audio Capability (RX1290/SWO/4AUD)

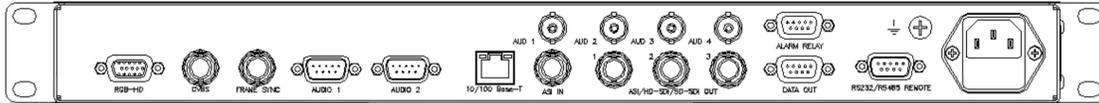
- Enables decode and pass-through of audio services 3 & 4

### Other Software Options

#### Password Protection of Web Browser (RX1290/SWO/PW)

- Protects Web browser from malicious or accidental changes

SAMPLE CONFIGURATION



SPECIFICATIONS

Video and Audio Formats

MPEG-4 AVC (HD)<sup>v</sup>

Profiles: MP@L4, HP@L4  
 Max. video rate: 20 Mbps  
 Video format: 1080i at 29.97, 30 & 25 fps 720p at 59.94, 60 & 50 fps

MPEG-4 AVC (SD)<sup>v</sup>

Profiles: MP@L3  
 Max. video rate: 10 Mbps  
 Video format: 480i and 576i 29.97, 25 fps

MPEG-2 (HD)<sup>v</sup>

Profiles: MP@HL, 422@HL<sup>v</sup>  
 Max. video rate: 50 Mbps (MP@HL) 90 Mbps (422@HL)  
 Video format: 1080i at 29.97, 30 & 25 fps 720p at 59.94, 60 & 50 fps

MPEG-2 (SD)

Profiles: MP@ML, 422@ML  
 Max. video rate: 15 Mbps (MP@ML) 50 Mbps (422@ML)  
 Video format: 480i and 576i 29.97, 25 fps

Video Processing

Down-conversion<sup>v</sup> (HD to SD): full frame, center cut out, letter box, anamorphic  
 Aspect ratio conversion: 16:9 to 4:3, 4:3 to 16:9  
 DVB subtitles burn-in (SD 4:2:0 modes only)

Audio Decoding

MPEG-1 Layer-II audio  
 Linear PCM  
 Dolby<sup>®</sup> Digital down-mix<sup>v\*</sup>  
 Dolby<sup>®</sup> Digital pass-through<sup>v\*</sup>  
 Dolby<sup>®</sup> E pass-through  
 DTS pass-through  
 AAC-LC, HE-AAC decode & down-mix<sup>v\*</sup>  
 Sampling rate: 48 kHz  
 No. stereo pairs: 2 or 4<sup>v</sup>

<sup>v</sup> License key dependent  
<sup>\*</sup>Limited number of decodes

Input Interfaces

Frame Synchronization

Connector: 1 x BNC (F) 75 Ohm  
 Input signal: Analog SD Hsync (black and burst)

DVB ASI-C

Connector: 1 x BNC (F) 75 Ohm  
 Max. input rate: 160 Mbps  
 Packet length: 188/204 byte packets

Standard: EN50083-9

MPEG over IP (option)

Connector: 1 x RJ 45  
 Format: 10/100BaseT  
 FEC: ProMPEG<sup>v</sup>

Gigabit MPEG over IP (option)

Connector: 2 x RJ 45  
 Format: 100/1000BaseT  
 FEC: ProMPEG<sup>v</sup>

DVB-S2 (Option)

Connector: 4 x F-Type (F), 75 Ohm  
 Modulation: DVB-S QPSK, DVB-S2 QPSK<sup>v</sup> and 8PSK<sup>v</sup>  
 Frequency range: 950 to 2150 MHz  
 Input Level: -25 dBm to -65 dBm  
 Symbol Rate: 1 - 45 Msyms (DVB-S) 1<sup>v</sup> - 31 Msyms (DVB-S2)

Bit-rate: 81 Mbps Max. (DVB-S2)  
 FEC, DVB-S: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8  
 FEC, DVB-S2 QPSK: 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10  
 FEC, DVB-S2 8PSK: 3/5, 2/3, 3/4, 5/6, 8/9, 9/10  
 DVB-S2 FEC Frame: Normal Frames  
 LNB Power: 13V, 18V or off, 22 kHz on/off  
 Standard: EN300 421, EN302 307

DVBS2/IF/CONST (Option)

L-band Inputs: 3 x F-Type (F), 75 Ohm  
 IF Monitor Input: 1 x IF BNC (F) 75 Ohm  
 IF Input Freq Range: 50 - 180 MHz (monitor input)  
 IF Input Level: -15 dBm to -40 dBm  
 Constellation Output: 2 x BNC I/Q (F) down-sampled

TTV G.703

Connector: BNC (F)  
 Network: G.703 compliant PDH  
 Input: E3 or DS-3 (selectable)  
 Bit-rates: 34 or 45 Mbps versions

Outputs

SDI/HD-SDI/DVB ASI-C (Switchable)

Connector: 3 x BNC 75 ohms  
 HD-SDI standard: SMPTE 292M  
 SD-SDI standard: SMPTE 259M  
 Embedded Audio: SMPTE 299M (HD) SMPTE 272M (SD)  
 Embedded Audio Channels: 2 or 4<sup>v</sup> stereo pairs  
 ASI standard: EN50083-9  
**Video RGB-HD (SVGA)**  
 Connector: 1 x 15 pin D-type

Format: RGB H&V/YPrPb (switchable)

CVBS

Connector: 1 x BNC 75 ohms  
 Format: PAL / NTSC

Audio

Connector: 2 x 9 pin D-type  
 Analog audio: 2 stereo pairs  
 Digital audio: 2 x balanced stereo pairs  
 4 x unbalanced stereo pairs - BNC (F) 75 Ohm

Data

RS-232 low speed data (Max. 38.4 kbps)

Features

Program selection for ATSC, DVB and MPEG-only streams  
 Input transport rate up to 160 Mbps (Nominal)  
 1 alarm relay

Conditional Access Options

TANDBERG DirectorV5 (option)  
 DVB Common Interface (option)  
 RAS 1 & 2 (option)  
 BISS 1, E

Control Options

Front panel keypad and LCD  
 SNMP  
 Web browser  
 TANDBERG DirectorV5 remote control

Physical and Power

**Dimensions (W x D x H)**  
 440 x 400 x 44mm (17.2 x 15.75 x 1.75" approx.)

Input Voltage

110/240 VAC

Power Consumption

45W Max. (depending on options fitted)

Cooling

Integrated fan

Environmental Conditions

Operating Temperature

0°C to +50°C (32° to 122°F)

Storage Temperature

-20°C to +60°C (4° to 140°F)

Relative Humidity

5 to 95%

**Global Headquarters**  
 TANDBERG Television, Inc  
 Tel: +1 (678) 812 6300  
 Email: americasales@tandbergtv.com

**Asia Pacific Headquarters**  
 TANDBERG Television  
 Tel: +852 2899 7000  
 Email: apacsales@tandbergtv.com

**Australasia**  
 TANDBERG Television  
 Tel: +61 2 8923 0400  
 Email: sales.anz@tandbergtv.com

**EMEA Headquarters**  
 TANDBERG Television Ltd  
 Tel: +44 (0)23 8048 4000  
 Email: salesdesk@tandbergtv.com  
 Website: www.tandbergtv.com

© TANDBERG Television Ltd. 2008. All rights reserved.  
 TANDBERG Television maintains a policy of product improvement and reserves the right to modify the specifications without prior notice.



# Televisa Regional

otorga el presente reconocimiento a:

## Rogelio Vargas Ayala

por desarrollar el proyecto:

### "Conmutador automático de señales de audio y video"

C.P. Roberto Vargas V.

Ing. Carlos Martínez M.

Ing. Alcibiades Fajardo N.