

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD TECNICA
CARRERA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES



PROYECTO DE GRADO
NIVEL: LICENCIATURA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR DE
LINEA TELEFONICA”**

Postulante: Justo Monasterios Yujra

Tutor: Ing. Franklin Rada Telleria

La Paz- Bolivia

2011

Con Dedicación a mis padres Manuel y

*Justina por su apoyo incondicional
a lo largo de mi carrera y a mi sobrino
Manuel por acompañarme.
Sin ellos no sería posible este trabajo.*

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCION.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	3
2.2. AMBITO DE ESTUDIO.....	3
2.3. JUSTIFICACION DEL TEMA.....	4
2.4. DELIMITACION DEL TEMA.....	4
2.5. OBJETIVOS.....	4

2.5.1. GENERAL.....	4
2.5.2. ESPECIFICOS.....	5
2.6. DIAGRAMA DE BLOQUES.....	5
2.7. METODOLOGIA DE INVESTIGACION.....	6
III. MARCO TEORICO.....	7
3.1. FUNDAMENTOS DE TELEFONIA.....	7
3.1.1. RECURSOS TECNICOS.....	7
3.1.2. LA TELEFONIA MODERNA.....	16
3.2. LA SEÑAL TELEFONICA.....	18
3.2.1. EL SISTEMA TELEFONICO EN EL TERMINAL DEL DEL USUARIO.....	18
3.2.2. SEÑALIZACION EN EL TERMINAL DEL USUARIO.....	24
3.3. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL UJT.....	26
3.3.1. EL TRANSISTOR UJT O DE UNI-UNION.....	26
3.4. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL.....	29
3.4.1. INTRODUCCION AL AMPOP.....	30
3.4.2. EL MODELO IDEAL.....	31
3.5. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL AMPLIFICADOR PO.....	49

3.5.1 EL MODELO IDEAL.....	49
IV. ESTUDIO DE MERCADO.....	56
4.1. INTRODUCCION Y PLANIFICACION.....	56
4.2. OBJETIVOS.....	58
4.3. CONCEPTUALIZACION DEL PRODUCTO.....	59
4.4. POTENCIALES DEMANDANTES DEL PRODUCTO.....	60
4.5. EL UNIVERSO Y LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	60
4.6. DISEÑO DEL CUESTIONARIO.....	63
4.7. RECOLECCION DE DATOS Y RESULTADOS.....	64
V. DISEÑO DEL CIRCUITO SIMULADOR.....	73
5.1. FUENTE DE ALIMENTACION.....	73
5.2. GENERADOR DE RINGER.....	77
5.3. GENERADOR DE TONO.....	83
5.4. AMPLIFICADOR DE VOZ.....	86
5.5. MODULADOR DE SEÑAL.....	88
5.6. EL CONMUTADOR.....	89
5.7. ANALISIS DE RESULTADOS.....	91

VI. INVERSION Y COSTOS.....	93
6.1. TAMAÑO Y LOCALIZACION.....	93
6.2. INVERSION INICIAL.....	95
6.3. COSTOS.....	95
6.4. INVERSION FINAL.....	101
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	102
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	105
ANEXOS.....	107

INDICE DE GRAFICOS Y TABLAS

GRAFICOS:

	Pag.
Diagrama de bloques del simulador.....	5
Sistema telefónico simplificado.....	8
Conexión interurbana entre dos abonados.....	14
Circuito de conversación simplificado.....	18
Circuito de conversación.....	20
Circuito telefónico híbrido.....	21
Diagrama en bloques del sistema telefónico.....	24
Señalización en el terminal del usuario.....	25
Aparato telefónico a teclado.....	25
Estructura, modelo, circuito, equivalente, símbolo del UJT.....	27
Curva característica del UJT.....	27
Amplificador inversor.....	33
Amplificador no inversor.....	35
Amplificador mezclador o sumador.....	37

Circuito seguidor.....	38
Amplificador con alimentación asimétrica.....	39
Amplificador diferencial.....	41
Circuito interno del amplificador de audio LM 386.....	50
Circuito integrado LM 386.....	50
Amplificador con Av de 20 y 200.....	53
Amplificador con Av de 50.....	54
Características típicas de función del LM 386.....	55
Planificación de estudio de mercado.....	56
Diseño del cuestionario de variables.....	63
Matriz de datos y resultados.....	65
Variable de tarificación, utilidad y precios.....	66
Fuente de alimentación.....	73
Circuito y simulación de la fuente de alimentación.....	76
Generador de ringer.....	77
Circuito y simulación del generador de ringer.....	82
Generador de tono.....	83
Circuito y simulación del generador de tono.....	85
Circuito del amplificador de voz.....	87
Circuito y simulación del modulador de señal.....	88
Circuito del conmutador mecánico.....	89
Circuito final del simulador.....	90
Costo total del equipo.....	99
Costos comerciales 1, 2,.....	100
Costo comercial 3.....	101

TABLAS:

Tabla comparativa de los amplificadores operacionales.....	43
Tabla de costos de inversión inicial.....	95
Tabla de costos fijos.....	96
Tabla de depreciación.....	96
Tabla de insumos y precios.....	98

RESUMEN

En este proyecto se presenta el tema “Diseño y Construcción de un Simulador de Línea Telefónica”. Este proyecto consiste en un Diseño y Construcción de un Equipo Electrónico, el cual es capaz de probar aparatos Telefónicos. Para el técnico de mantenimiento en telecomunicaciones “ASL, VSAT, etc.” y además para la reparación de aparatos telefónicos (normales, contestadoras, etc.) resulta de gran utilidad, contar con un instrumento que permita probar estos equipos sin necesidad de estar realizando llamadas y ocupando la línea telefónica del taller o laboratorio para probar su funcionamiento, y realizar las comprobaciones básicas de funcionamiento: llamadas entrantes y salientes, salida de señal, etc. De acuerdo al diagrama de bloques se explica: El aparato telefónico en prueba está conectado al circuito modulador de línea y luego a SW “Conmutador manual”.

- Con SW colocado en la posición 1, el generador de ringer envía el pulso de llamada, para la prueba de los circuitos detectores de llamadas, o “campanilla” en forma breve y alternada, para simular el pulso de llamada y hacerlo siempre con el auricular “colgado”, pues de otro modo, el pulso de llamada podría llegar a dañar algún circuito del aparato en prueba.

- Con SW colocado en la posición 2, el generador de tono envía el tono, para la prueba de recepción de señal del teléfono o contestadora.

- Con SW colocado en la posición 3, se prueba la salida de señal desde el teléfono o contestadora, para lo cual se puede colocar un pequeño altavoz u osciloscopio.

El desarrollo, Los cálculos y montajes realizados en este proyecto muestran las distintas ventajas y desventajas que tiene un simulador de línea telefónica para la prueba de aparatos telefónicos, las cuales ayudaran a optimizar los diagnósticos de averías y fallas para el técnico del ramo.

El proyecto “Diseño y Construcción de un Simulador de Línea Telefónica” no pretende competir con los simuladores de uso profesional, por las limitaciones que tiene de acuerdo a su fabricación, tan solo está dirigido al **comercio** para la adquisición de los técnicos en telecomunicaciones, también está dirigido para la implementación del **laboratorio de telefonía** de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones y además como aporte académico para los estudiantes, para desarrollar su trabajo de manera eficiente.

El proyecto nace de la iniciativa del emprendimiento personal, con el fin de formar una empresa unipersonal con proyección a corto, mediano y largo plazo para conformar sociedades SRL y SA, para contribuir el desarrollo de la industrialización de la electrónica en Bolivia, puesto que el país no tiene, que fabrique equipos electrónicos de marca nacional esto y otros tanto de la electrónica de consumo y de uso profesional.

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR DE LINEA

TELEFONICA

I.- INTRODUCCION

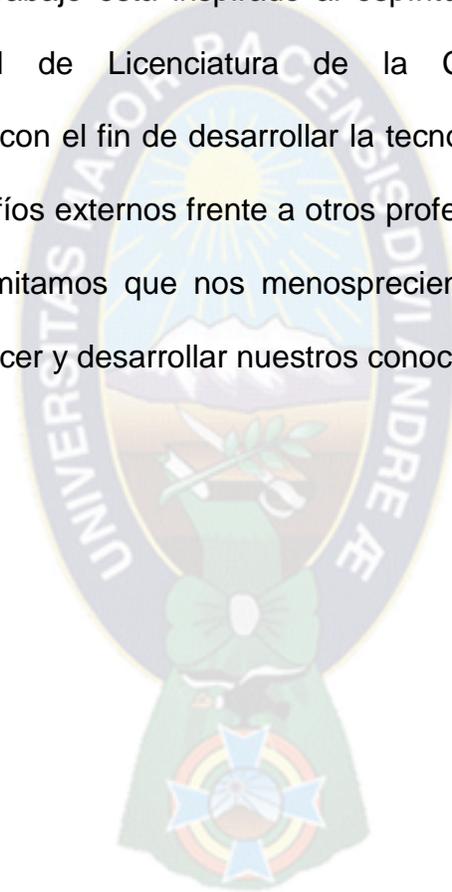
El proyecto de grado “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SIMULADOR DE LINEA TELEFONICA”, es una de las propuestas de emprendimiento de una empresa unipersonal que fabrique este equipo y otros equipos electrónicos de marca nacional, sin tener que realizar inversiones de capital muy altos. La idea consiste en poner en acción todo un conjunto de conocimientos adquiridos a lo largo del aprendizaje que demanda al estudiar una carrera tecnológica.

Luego de plantear las ideas a realizar y fijar los objetivos, el análisis parte de un estudio de mercado del producto que básicamente es un sondeo con bases metodológicas sobre una muestra, con el fin de detectar el número aproximado de potenciales demandantes, y si el diseño del proyecto planteado cubrirá los requerimientos de estos. A continuación se desarrolla el marco teórico que pretende recolectar una buena parte de la información que sirve como base al diseño del producto y que también puede ser utilizado como referente en otro tipo de trabajos.

El diseño del equipo tiene como método el análisis de sus elementos constitutivos. Cada capítulo y subtítulo va desglosando y analizando las partes del sistema. Finalmente, se plantea la síntesis de las partes, es decir, el montaje y funcionamiento de los circuitos en conjunto.

Finalmente, en base a los datos estimados, se dimensionan los indicadores económicos estimados para una primera etapa de producción del proyecto, dimensionando también el tamaño de empresa y sugiriendo posibilidades de ampliación de nuevas etapas de producción o ampliación de oferta de nuevos productos.

El presente trabajo está inspirado al espíritu emprendedor de todos los estudiantes a nivel de Licenciatura de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, con el fin de desarrollar la tecnología electrónica en nuestro país, pese a los desafíos externos frente a otros profesionales a fines a la carrera, para que nunca permitamos que nos menosprecien por que también nosotros somos capaces de hacer y desarrollar nuestros conocimientos.



II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.- IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Por la necesidad de diagnosticar las fallas y averías de un aparato telefónico fijo o contestadoras, tiene relación directa con el técnico en telecomunicaciones. Ante esta situación, debemos tomar conciencia de la importancia de facilitar al personal entendido en el ramo, que permita hacer conciencia en el conocimiento de este proyecto. El buen uso de estos factores le permiten reducir costos y a ser más eficientes.

El proyecto pretende ofertar al mercado de potenciales demandantes en la ciudad de la paz y el alto, un equipo “Simulador de Línea Telefónica” específicamente para realizar servicio técnico de equipos telefónicos fijos y contestadoras, sin necesidad de utilizar la línea telefónica del taller o laboratorio, asimismo para la implementación del laboratorio de la carrera de electrónica y telecomunicaciones.

2.2.- AMBITO DE ESTUDIO

- * Aparato telefónico a conectar al equipo simulador de línea telefónica
- * Identificación y cuantificación del mercado potencial demandante
- * Implementación para el laboratorio de telefonía de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones.

2.3.- JUSTIFICACION DEL TEMA

El proyecto se realiza con el fin de comercializar un instrumento o equipo “simulador de línea telefónica”, puesto que no existe dicho equipo en el mercado.

El proyecto también se realiza, para el aporte académico del estudiante de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, para la implementación del laboratorio de telefonía.

2.4.- DELIMITACION DEL TEMA

Se construye un equipo simulador basado en la circuitería electrónica. El circuito electrónico posteriormente está ubicado dentro de un gabinete o caja adecuada, con tomas de energía, RJ11 y conmutadores.

El estudio del mercado se aplicara en el área central de la ciudad de la Paz y el Alto, dirigido a la densidad de tiendas comerciales de componentes o equipos electrónicos, identificados como clientes del productor.

2.5.- OBJETIVOS

2.5.1.- GENERAL

Diseñar y construir un equipo simulador de línea telefónica para pruebas de aparatos telefónicos con todas las características técnicas. También consiste dotar al mercado de las telecomunicaciones una alternativa para plantear soluciones al tema, y presentar algunos conceptos básicos relacionados al diseño y construcción de un simulador de línea telefónica.

2.5.2.- ESPECIFICOS

Verificar, cuantificar y caracterizar el mercado de potenciales demandantes del equipo en el área central de las ciudades de La paz y el Alto.

Etiquetar las conexiones o especificaciones externas para el técnico usuario, además facilitar un manual de operaciones.

2.6.- DIAGRAMA DE BLOQUES

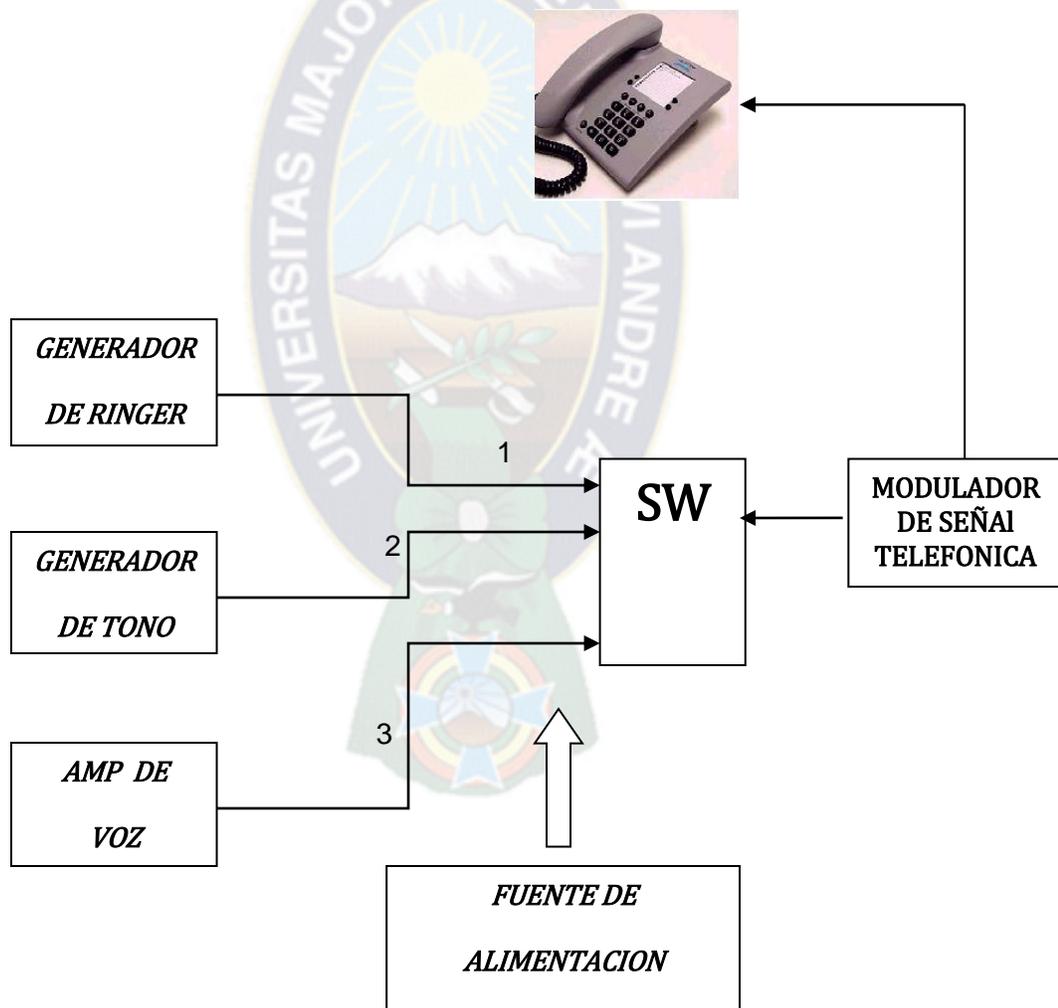


Fig.1: Diagrama de bloques del simulador

2.7.- METODOLOGIA DE INVESTIGACION

En el estudio del mercado se usara el método el método estadístico: Muestreo, valoración cuantitativa e inferencia de los resultados del instrumento a aplicarse.

En la recopilación de información para la construcción del marco teórico se usara el método de exploración de fuentes, en impresos “libros, revistas, manuales” y exploración en internet.

En el diseño se utilizara el método de análisis, es decir, descomponer en sus elementos el sistema mostrado en el diagrama de bloques.

En la construcción y pruebas se usara el método de síntesis, es decir, diseñar por partes para conseguir el funcionamiento en conjunto del sistema. Se usaran las técnicas experimentales, como mediciones y valoraciones de los componentes en el rango que permite su funcionalidad en el sistema.

III.- MARCO TEORICO

3.1.- FUNDAMENTOS DE TELEFONIA

3.1.1.- RECURSOS TECNICOS

El sistema telefónico puede considerarse como el conjunto de dispositivos para suministrar el servicio de comunicación telefónica, que permite a los hombres y a los servomecanismos entrar en comunicación cuando cierta distancia los separa. Para proporcionar adecuadamente dicho servicio, es necesario que el sistema telefónico contenga los medios y recursos adecuados para conectar a los aparatos telefónicos específicos al principio de la llamada y desconectarlos una vez que esta se termine. En el proceso de conexión y desconexión se incorporan las funciones imprescindibles de: conmutación, señalización y transmisión. La función de conmutación comprende la identificación y conexión de los abonados a una trayectoria de comunicación adecuada. La función de señalización se encarga de suministro e interpretación de señales de control y de supervisión que se necesitan para realizar la operación anterior. El aspecto de transmisión se refiere a la transmisión propiamente dicha del mensaje del abonado y de las señales de control. (Se entiende por mensaje cualquier información que un abonado desee enviar de un lugar a otro, por ejemplo: voz, TV, datos, etc.).

La siguiente figura, es un ejemplo de la gran variedad de recursos que se emplean en el establecimiento de una comunicación telefónica. Como se ve en este diagrama, la conexión puede involucrar solamente la transmisión de voz entre los aparatos telefónicos a través de una sola central terminal (CT), o puede

incorporar multiplicidad de eslabones que requieran: de varias centrales, de varias trayectorias de frecuencia de voz y de varios sistemas de onda portadora. Para explicar esto describiremos las diferentes conexiones que se pueden llevar a cabo con los tipos de recursos que incorpora el diagrama de la figura 2.

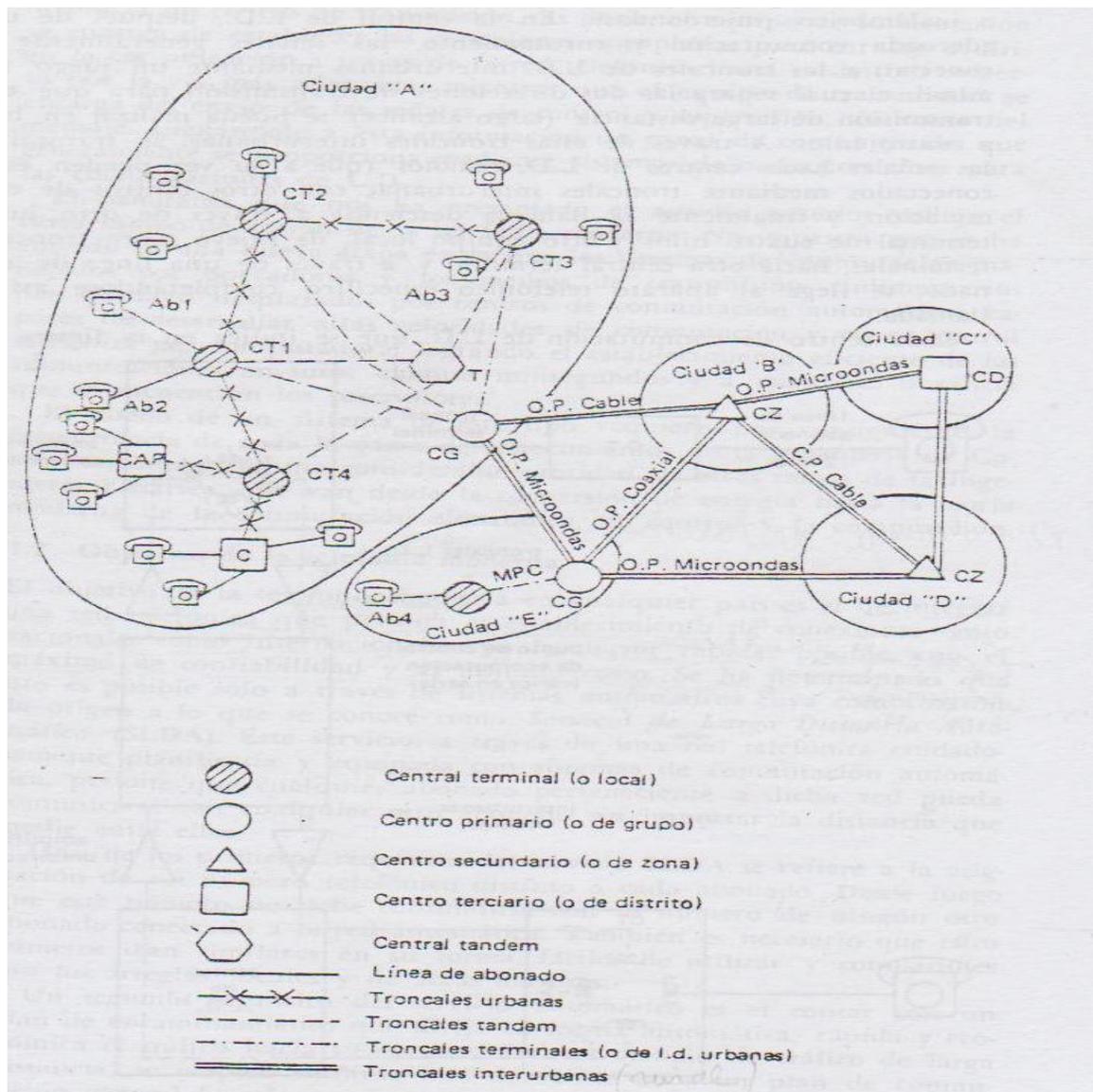


Fig.2: Sistema telefónico simplificado

La comunicación del abonado 1 con el 2, ambos conectados a la central 1 “ciudad A”, representa la conexión más sencilla en la que no se emplean troncales sino únicamente líneas de abonado.

La diferencia esencial entre una línea de abonado y una troncal es que la primera está permanentemente asignada a un abonado específico, mientras que la segunda es una conexión cuyo empleo se comparte. Es decir considerando las centrales 1 y 4 de la figura “sistema telefónico simplificado”, existe una línea de abonado para cada suscriptor conectado a ellos, pero no existe una troncal para cada comunicación posible entre ellas. El número de circuitos troncales que debe existir entre esos puntos está en función del número de comunicaciones efectivas que se establecen. Estas troncales se utilizan únicamente durante la comunicación, pero pueden ser empleadas, al desocuparse, para establecer otras comunicaciones.

Para interconectar centrales locales con centros de larga distancia se emplean diferentes tipos de troncales. Una troncal urbana directa conecta a dos centrales locales, una troncal tándem conecta a una central local con un centro tándem, mientras que una troncal urbana de L. D. conecta una central local con el primer centro de larga distancia (centro de grupo). Las troncales urbanas de L.D. también se conocen como troncales terminales pues, como se verá posteriormente, constituyen los extremos de una conexión de L. D.

La comunicación entre los abonados 1 y 3, de la misma ciudad, emplea dos troncales, efectuándose la conexión vía la central tándem. Estas troncales,

pueden estar constituidas por circuitos de frecuencia vocal, equipados con repetidores de impedancia negativa, o por circuitos de onda portadora (O. P.) de corto alcance, por ejemplo, un sistema de modulación por pulsos codificados (MPC).

Ahora, consideremos la comunicación del abonado 1 de la ciudad A con el abonado 4 de la ciudad E, En el diagrama “sistema telefónico simplificado”. La trayectoria comienza con una línea de abonado hacia la central terminal 1. De ahí la conexión emplea una troncal terminal hacia el centro de grupo. Si las dos ciudades tienen alto interés de comunicación, existirán troncales entre ellas.

En este caso, el diagrama del “sistema telefónico simplificado” ilustra que entre la ciudad A y E existe un cierto número de rutas: la ruta directa proporcionada mediante un sistema de O.P. por microondas, una ruta alterna que emplea otro sistema de O.P. por cable, vía un centro de zona (secundario). Desde este centro de zona existen troncales directas, también con sistemas de O.P., hacia la ciudad E, otra posibilidad se tiene haciendo uso de troncales finales hacia un centro de distrito (terciario), en la ciudad C, desde el cual se puede hacer conexión con la ciudad E a través de otro centro de la zona. Estas últimas troncales se pueden suministrar, como en el diagrama, mediante un sistema coaxial y un sistema de microondas.

En el esquema del “diagrama simplificado”, se pueden distinguir tres tipos de redes: la red local, la red urbana y la red interurbana. Las comunicaciones telefónicas entre abonados conectados a una misma central emplean solo la red

local. Por lo tanto, red local es el conjunto de líneas de abonados conectadas a una central terminal. Así, en una ciudad habrá redes locales como centrales terminales contengan.

Las conexiones entre centrales locales se conocen como troncales urbanas, siendo necesaria su existencia entre cada par de centrales. El conjunto de redes locales y troncales urbanas se conoce como red urbana. Para simplificar la estructura y aumentar la eficiencia de una red urbana se emplean centros tándem.

Las conexiones entre centros de conmutación que pertenecen a ciudades diferentes, troncales interurbanas, constituyen la red interurbana que se emplea para comunicaciones de larga distancia (L.D.).

La línea de abonado proporciona una trayectoria bidireccional para las señales de voz, de llamadas y de supervisión. Como el aparato telefónico y las líneas de abonado están permanentemente asociados, sus propiedades de transmisión, combinadas se pueden ajustar para satisfacer su función específica en los requisitos del canal, que se estudiarán en un capítulo posterior. Por ejemplo, deberá emplearse un aparato telefónico de mayor eficiencia debido a una pérdida más grande en la línea de abonado ocasionada por el empleo de líneas más largas o de calibre más pequeño.

El pequeño porcentaje de tiempo (del orden de 2%), durante el cual se emplea una línea de abonado ha llevado a la consideración de los concentradores de líneas entre los abonados y la central. En efecto, el concentrador es una central

parcial que está conectada a la central verdadera mediante pares (líneas de dos conductores) que, en estas condiciones, dejan de operar como líneas de abonado para constituirse en troncales.

En el diagrama del sistema telefónico simplificado, también se conoce lo que se conoce como (CAP) conmutador automático privado, que es una pequeña central, que permite el servicio interno de comunicación telefónica entre extensiones de una compañía, un comercio, un hotel, etc. y, además, por estar conectada mediante troncales a una central del servicio público permite la comunicación de cualquiera de las extensiones con abonados de la red pública.

El aparato telefónico del abonado modula a una corriente directa (generalmente alimentada desde la central telefónica) con el mensaje, originalmente en forma acústica, que se va a transmitir. El mismo aparato demodula la señal recibida y regresa a su forma acústica. Además, genera las señales de supervisión y la información para establecer las conexiones. Existe una gran variedad de aparatos telefónicos que se emplean para la conversación; cada uno presenta diferente respuesta en frecuencia y diferente eficiencia de transmisión y recepción.

El diagrama “conexión interurbana entre 2 abonados”. Hasta el punto en donde las señales se conectan a troncales de larga distancia interurbanas en la primera central de L.D., el mensaje y las señales de supervisión se pueden manejar sobre circuitos de frecuencia de voz a dos hilos (es decir, el mismo par de alambres se emplea para ambas direcciones de transmisión) o sobre circuitos a 4

hilos ya sea a frecuencia de voz o a frecuencias portadoras. El sistema de onda portadora puede estar constituido por equipo multiplex por distribución de frecuencia o multiplex por distribución de tiempo y el medio de transmisión puede ser alambicó o inalámbrico (microondas). En la central de L.D., después de una adecuada conmutación y enrutamiento, las señales generalmente se conectan a las troncales de L.D. interurbanas, las señales generalmente se conectan a las troncales de L.D. interurbanas mediante un juego terminal, el cual separa las dos direcciones de transmisión para que esta transmisión de larga distancia (largo alcance) se puede realizar en base a cuatro hilos. A través de estas troncales interurbanas, se transmiten las señales hacia centros de L.D. remotos (que a su vez pueden estar conectados mediante troncales interurbanas) con otro centros de conmutación, y finalmente la llamada descende a través de otro juego terminal de cuatro hilos y otro equipo local, de nuevo sobre troncales terminales, hacia otra central terminal y, a través de una línea de abonado, se llega al aparato telefónico específico completándose así la llamada, como podemos observar en la figura3.

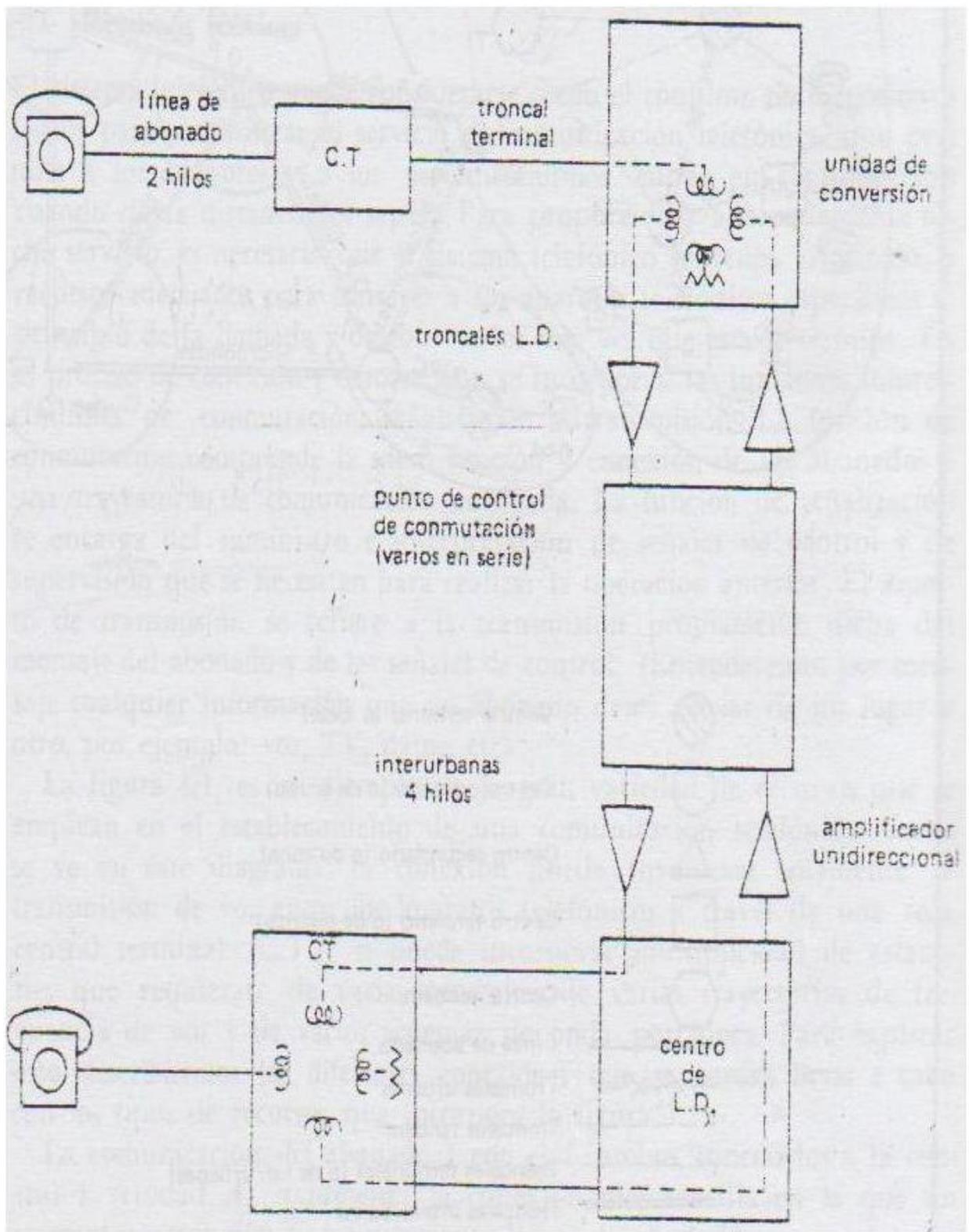


Fig.3: Conexión interurbana entre dos abonados

Cada centro de conmutación de L.D. que se indica en el diagrama “sistema telefónico simplificado” involucra un centro de transmisión. Es decir, el equipo de conmutación se encarga de establecer las conexiones apropiadas para enrutar o dirigir la comunicación a través de la red telefónica hacia su destino correcto por la vía más adecuada; mientras que el equipo de transmisión se encarga del envío de las señales de control y supervisión, así como del mensaje, asignándole a esta información un canal de comunicación que generalmente se proporciona mediante sistemas de onda portadora para las comunicaciones de L.D.

El panorama que nos ha presentado el estudio anterior refleja el vasto campo de acción de la telefonía moderna. Nos muestra que se ha entrado en una nueva etapa en la que los sistemas de conmutación manejados por operadoras y los medios de transmisión rudimentarios que han quedado desplazados por centros de conmutación automáticos capaces de desarrollar altas velocidades de conmutación y cuyo control se realiza por computadora, logrando el establecimiento eficiente de las comunicaciones en unos cuantos milisegundos y a cualquier distancia que se encuentren los suscriptores.

El diseño de un sistema de este tipo requiere, por consiguiente, la concurrencia de toda la gama de conocimientos de la ingeniería de comunicaciones y de una considerable cantidad de otras ramas de la ingeniería Eléctrica, que van desde la conversión de energía hasta la teoría moderna de la conmutación electrónica, el control y la computación.

3.1.2.- LA TELEFONIA MODERNA

El objetivo de la telefonía moderna en cualquier país es el de integrar una red telefónica que permita el establecimiento de conexiones tanto nacionales como internacionales con la mayor rapidez posible, con el máximo de confiabilidad y al mínimo costo. Se ha determinado que esto es posible solo a través de sistemas automáticos cuya combinación da origen a lo que se conoce como *Servicio de Larga Distancia Automático* (SLDA). Este servicio a través de una red telefónica cuidadosamente planificada y equipada con sistemas de conmutación automática, permite que cualquier abonado perteneciente a dicha red pueda comunicarse con cualquier otro abonado sin importar la distancia que medie entre ellos.

Uno de los requisitos primeros del servicio SLDA se refiere a la asignación de un número telefónico distinto a cada abonado. Desde luego que este número no debe confundirse con el número de ningún otro abonado conectado a la red automática. También es necesario que estos números sean similares en su forma, fáciles de utilizar y compatibles con los arreglos locales y de áreas mayores.

Un segundo requisito del servicio automático es el contar con un plan de encaminamiento que dirija en forma automática, rápida y económica el tráfico hacia su destino. Para el manejo de tráfico de larga distancia, se empleo durante más de 20 años un plan de conmutación general basado en sistemas manuales. Posteriormente se realizaron modificaciones a este plan para desarrollar el plan de conmutación para el servicio automático. Este plan incorpora la técnica del

encaminamiento alterno en la que se aprovecha la habilidad de los sistemas de conmutación automática de probar con gran rapidez un cierto número de rutas para lograr el encaminamiento automático de las llamadas sobre una o más rutas alternas (o secundarias). Esta técnica ayuda a que el equipo troncal se emplee más eficientemente que en operación manual, obteniéndose una comunicación de larga distancia, esencialmente sin retrasos.

Otro de los factores importantes a considerar en la planeación del servicio telefónico automático, se relaciona con el establecimiento de la función de señalización. En la operación manual los requisitos al respecto fueron relativamente simples; la información de señalización se cursaba entre los diferentes centros de conmutación, ya fuese verbalmente, por medio de operadoras, o mediante señales sonoras en la línea. En conmutación automática, sin embargo se necesita un sistema complejo de señales para transmitir información sobre la red de conmutación. Entre estas señales se encuentran: la información numérica o de selección, información de cobro y de supervisión, datos de control, etc. Se debe diseñar a estas señales para que actúen y sean reconocidas por los sistemas de conmutación y de transmisión empleados, además, se deben transmitir en forma precisa y rápida sobre diferentes tipos de medios de transmisión.

El plan de encaminamiento para el servicio automático, nos muestra que la mayoría de las llamadas se realizan empleando troncales pertenecientes a rutas secundarias conectadas entre sí. En algunos países se puede encontrar, que una pequeña porción del número total de llamadas se cursa a través de nueve circuitos

troncales. En comunicaciones internacionales, es posible que la conexión utilice hasta catorce circuitos conectados en serie: seis circuitos internacionales y los restantes divididos entre los países terminales. Como puede suponerse, esto requiere de un diseño de transmisión cuidadoso, así como esfuerzos considerables para mantener los valores de transmisión cerca de los objetivos de diseño.

De lo anterior, se deduce la importancia de conocer con detalle esos planes: de numeración, de conmutación, de señalización y de transmisión, ya que nos permiten establecer las bases apropiadas para la estructuración de una red telefónica, tanto nacional como internacional y para la exploración adecuada de los recursos técnicos de dicha red.

3.2.- LA SEÑAL TELEFONICA

3.2.1.- EL SISTEMA TELEFONICO EN EL TERMINAL DEL USUARIO

El terminal del usuario en un sistema telefónico es básicamente el teléfono. El teléfono es un dispositivo de telecomunicaciones diseñado para transmitir señales acústicas por medio de señales eléctricas a distancia. Muy parecido al teletrófono, como se ve en la figura 4.

Funcionamiento:

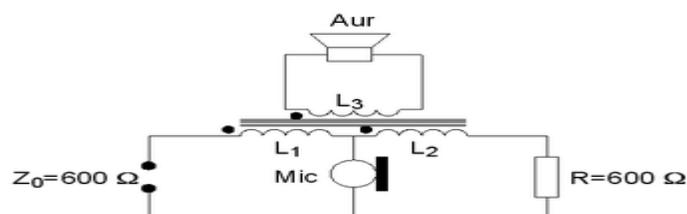


Fig.4: Circuito de conversación simplificado

Un teléfono convencional está formado por dos circuitos que funcionan juntos: el circuito de conversación, que es la parte analógica, y el circuito de marcación, que se encarga de la marcación y llamada. Tanto las señales de voz como las de marcación y llamada (señalización), así como la alimentación, comparten el mismo par de hilos; a esto a veces se le llama "señalización dentro de la banda (de voz)".

La impedancia característica de la línea es 600Ω . Lo más llamativo es que las señales procedentes del teléfono hacia la central y las que se dirigen a él desde ella viajan por esa misma línea de sólo 2 hilos. Para poder combinar en una misma línea dos señales (ondas electromagnéticas) que viajen en sentidos opuestos y para luego poder separarlas se utiliza un dispositivo llamado transformador híbrido o bobina híbrida, que no es más que un acoplador de potencia (duplexor).

Circuito de conversación: la híbrida telefónica:

El circuito de conversación consiste de cuatro componentes principales: la bobina híbrida, el auricular, el micrófono de carbón y una impedancia de 600Ω para equilibrar la híbrida. La híbrida consiste en un transformador con tres embobinados, L_1 , L_2 y L_3 , según se muestra en el *circuito de conversación simplificado*. Los componentes se conectan de acuerdo al mismo circuito.

Transferencia de señal desde el micrófono a la línea:

La señal que se origina en el micrófono se reparte a partes iguales entre L_1 y L_2 . La primera va a la línea y la segunda se pierde en la carga, pero L_1 y L_2 inducen corrientes iguales y de sentido contrario en L_3 , que se cancelan entre sí, evitando que la señal del micrófono alcance el auricular. En la práctica la impedancia de la carga no es exactamente igual a la impedancia de la línea, por lo que las corrientes inducidas en L_3 no se anulan completamente. Esto tiene un efecto útil, cual es que parte de la señal generada en el micrófono se escuche también en el auricular local (efecto "side tone"), lo que permite que quién habla se escuche asimismo percibiendo que el "circuito no está muerto" figura 5.

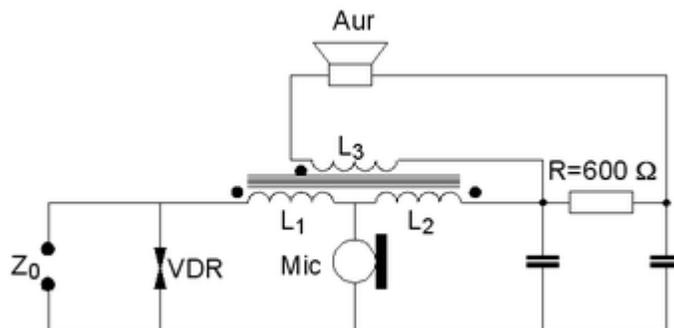


Fig.5: Circuito de conversación

Transferencia de señal desde la línea al auricular:

La señal que viene por la línea provoca la circulación de corrientes tanto por L_1 como por L_2 . Estas corrientes inducen, sumándose, en L_3 la corriente que se lleva al auricular. Si bien la señal que viene por la línea provoca la circulación de una pequeña corriente por el micrófono, este hecho no afecta la conversación telefónica.

El circuito de conversación real es algo más complejo: a) añade un varistor a la entrada, para mantener la polarización del micrófono a un nivel constante, independientemente de lo lejos que esté la central local; y b) mejora el efecto "side tone", conectando el auricular a la impedancia de carga, para que el usuario tenga una pequeña realimentación y pueda oír lo que dice. Sin ella, tendería a elevar mucho la voz.

En la actualidad los terminales telefónicos son construidos con híbridas de estado sólido y no en base al transformador multibobinado indicado anteriormente. Las híbridas de estado sólido, que se construyen con un circuito integrado ad hoc (como el MC34014P de Motorola) y unos cuantos componentes electrónicos, tienen una respuesta de frecuencia más plana ya que no usan embobinados. Los embobinados (impedancia inductiva) introducen distorsión al atenuar mucho más las señales de alta frecuencia que las de baja frecuencia.

Las híbridas de estado sólido se utilizan en conjunto con micrófonos de condensador y altoparlantes de 16 ohm, ejemplo figura 6.

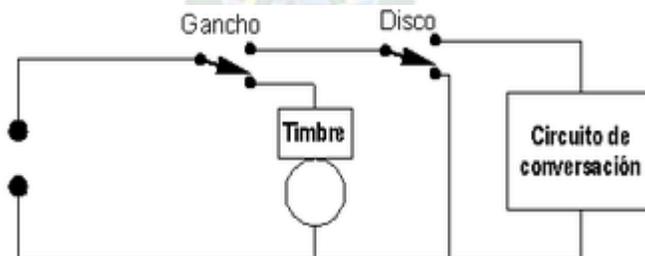


Fig.6: Circuito telefónico híbrido

Circuito de marcación:

Finalmente, el circuito de marcación mecánico, formado por el disco, que, cuando retrocede, acciona un interruptor el número de veces que corresponde al dígito. El cero tiene 10 pulsos. El timbre va conectado a la línea a través del "gancho", que es un conmutador que se acciona al descolgar. Una tensión alterna de 75 V en la línea hace sonar el timbre.

Marcación por tonos:

Como la línea alimenta el micrófono a 48 V, esta tensión se puede utilizar para alimentar, también, circuitos electrónicos. Uno de ellos es el marcador por tonos. Tiene lugar mediante un teclado que contiene los dígitos y alguna tecla más (* y #), cuya pulsación produce el envío de dos tonos simultáneos para cada pulsación. Estos circuitos podían ser tanto bipolares (I²L, normalmente) como CMOS, y añadían nuevas prestaciones, como repetición del último número (*redial*) o memorias para marcación rápida, pulsando una sola tecla.

Timbre:

El timbre electromecánico, que se basa en un electroimán que acciona un badajo que golpea la campana a la frecuencia de la corriente de llamada (20 Hz), se ha visto sustituido por generadores de llamada electrónicos, que, igual que el timbre electromecánico, funcionan con la tensión de llamada (75 V de corriente alterna). Suelen incorporar un oscilador de periodo en torno a 0,5 s, que conmuta la salida entre dos tonos producidos por otro oscilador. El circuito va conectado a

un pequeño altavoz piezoeléctrico. Resulta curioso que se busquen tonos agradables para sustituir la estridencia del timbre electromecánico, cuando éste había sido elegido precisamente por ser muy molesto y obligar así al usuario a atender la llamada gracias al timbre.

El sistema telefónico consta de siete bloques básicos:

- El receptor
- El transmisor
- La red de voz
- El interruptor de horquilla
- El timbre
- El marcador
- El rectificador puente

El receptor y el transmisor están alojados en el micro teléfono. El transmisor transforma las señales de voz en señales eléctricas, las cuales se transmiten a un centro local de conmutación, y el receptor transforma las señales eléctricas en sonidos. La transmisión con el centro local de conmutación se realiza a través de dos cables. El interruptor de horquilla puede estar en colgado “conexión al timbre” o descolgado “conexión a la red de voz”. En la conexión a la red de voz existe un puente rectificador que hace que la polaridad de la tensión DC enviada por la central permita alimentar los circuitos del teléfono. El marcador permite enviar numeración a la central ya sea por señalización de pulsos o por señales DTMF, como se aprecia en la figura 7.

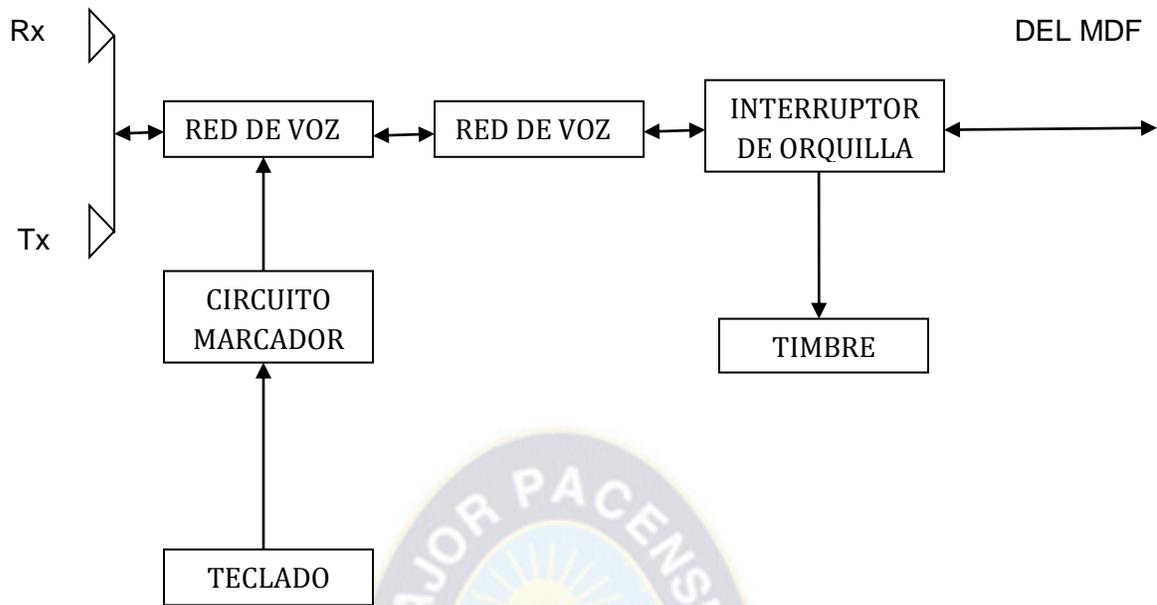


Fig.7: Diagrama en bloques del sistema telefónico

3.2.2.- SEÑALIZACION EN EL TERMINAL DEL USUARIO

La señalización en el terminal del usuario se refiere al protocolo de señales que ocurren según los eventos ligados al teléfono.

Cuando el teléfono está colgado, la tensión nominal en el par de cables es de 48 voltios DC. Al descolgar el teléfono, la tensión baja nominalmente de $8v \pm 25\%$, dependiendo de las variaciones de impedancia en la línea (por las distancias que recorre) y la impedancia en el aparato telefónico. La resistencia del teléfono a corriente continua es 600Ω nominales.

Cuando ocurre una llamada entrante y el teléfono está colgado, la central envía la señal alterna del timbrado. Esta señal tiene una frecuencia nominal de 25 Hz ± 3 Hz, con una tensión efectiva de $75 v \pm 5\%$ y una tensión pico de $80 v \pm$

5%. El periodo de la señal “uso/pausa” de timbrado es de $4.4 \pm 10\%$ segundos. La señal alterna dura 1.1 seg., y la pausa de 3.3 seg, como se estima en la figura 8,9.

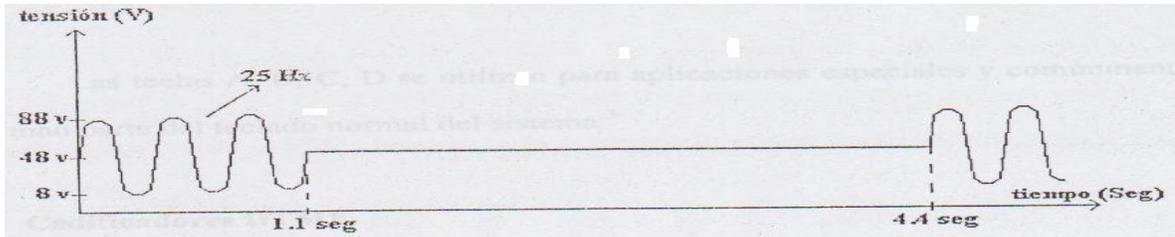


Fig.8: Señalización en el terminal del usuario

FRECUENCIAS			
Hz	1209	1336	1447
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

TECLAD

0		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
*	0	#

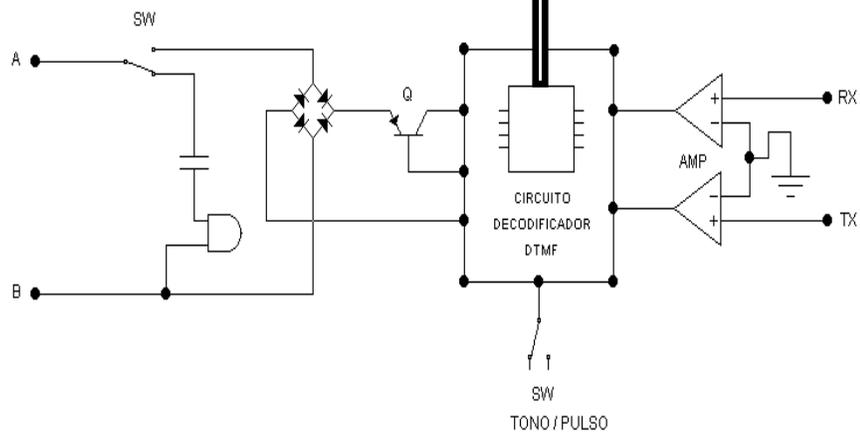


Fig.9: Aparato telefónico a teclado

3.3.- CARACTERISTICAS TECNICAS DEL UJT

3.3.1.- EL TRANSISTOR UJT o DE UNI-UNION

El transistor de uni-uni3n (*unijunction transistor*) o UJT est1a constituido por dos regiones contaminadas con tres terminales externos: dos bases y un emisor. En la figura a aparece la estructura f1sica de este dispositivo. El emisor est1a fuertemente dopado con impurezas p y la regi3n n d1bilmente dopado con n. Por ello, la resistencia entre las dos bases, RBB o *resistencia interbase*, es elevada (de 5 a 10KΩ estando el emisor abierto).

El modelo equivalente representado en la figura b est1a constituido por un diodo que excita la uni3n de dos resistencias internas, R1 y R2, que verifican RBB=R1+R2. Cuando el diodo no conduce, la ca1da de tensi3n en R1 (V1) se puede expresar como:

$$V_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{B2B1} = \frac{R_2}{R_{BB}} V_{B2B1} = \eta V_{B2B1}$$

En donde VB2B1 es la diferencia de tensi3n entre las bases del UJT y η es el factor de divisi3n de tensi3n conocido como *relaci3n intr1nseca*. El modelo de este dispositivo utilizando transistores se muestra en la figura c, cuya estructura es muy similar a un diodo de cuatro capas. Cuando entra en conducci3n los transistores la ca1da de tensi3n en R1 es muy baja. El s1mbolo del UJT se muestra en la figura d.

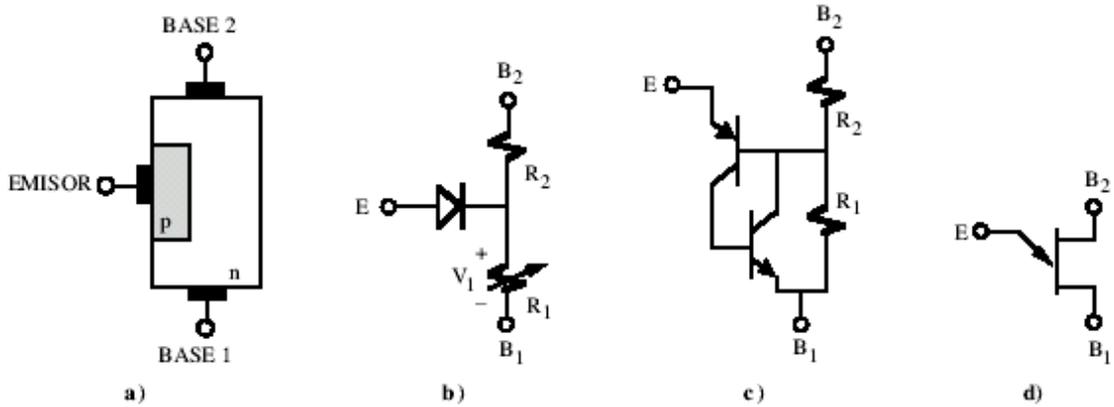


Fig.10: a) Estructura física, b) modelo equivalente, c) circuito equivalente y d) símbolo.

Funcionamiento de un UJT:

El funcionamiento de un UJT es muy similar al de un SCR. En la grafica de la figura a, b, c, d, se describe las características eléctricas de este dispositivo a través de la relación de la tensión de emisor (V_E) con la corriente de emisor (I_E). Se definen dos puntos críticos: punto de pico o *peak-point* (V_P , I_P) y punto de valle o *valley-point* (V_V , I_V), ambos verifican la condición de $dV_E/dI_E=0$. Estos puntos a su vez definen tres regiones de operación: región de corte, región de resistencia negativa y región de saturación, que se detallan a continuación:

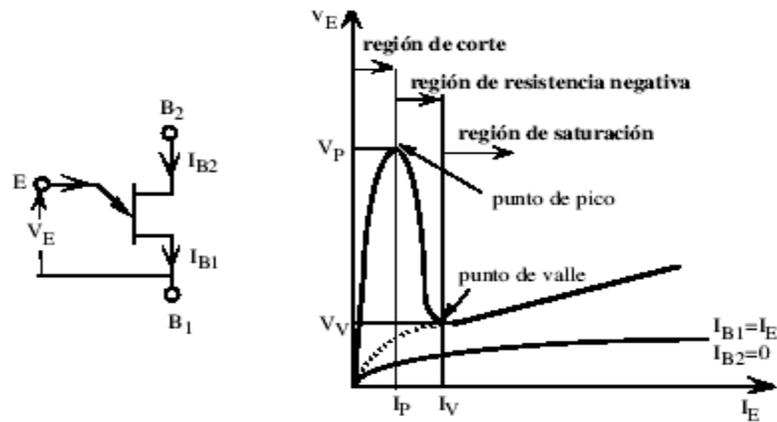


Fig.11: Curva característica del UJT.

Región de corte.- En esta región, la tensión de emisor es baja de forma que la tensión intrínseca mantiene polarizado inversamente el diodo emisor. La corriente de emisor es muy baja y se verifica que $V_E < V_P$ e $I_E < I_P$. Esta tensión de pico en el UJT viene definida por la siguiente ecuación

$$V_P = \eta V_{B2B1} + V_F$$

Donde la V_F varía entre 0.35 V a 0.7 V con un valor típico de 0.5 V. Por ejemplo, para el 2N2646 es de 0.49V a 25°C. El UJT en esta región se comporta como un elemento resistivo lineal entre las dos bases de valor RBB.

Región de resistencia negativa.- Si la tensión de emisor es suficiente para polarizar el diodo de emisor, es decir, $V_E = V_P$ entonces el diodo entra en conducción e inyecta huecos a B1 disminuyendo bruscamente la resistencia R1 debido a procesos de recombinación. Desde el emisor, se observa como el UJT disminuye su resistencia interna con un comportamiento similar a la de una resistencia negativa ($dV_E/dI_E < 0$). En esta región, la corriente de emisor está comprendida entre la corriente de pico y de valle ($I_P < I_E < I_V$).

Región de saturación.- Esta zona es similar a la zona activa de un tiristor con unas corrientes y tensiones de mantenimiento (punto de valle) y una relación lineal de muy baja resistencia entre la tensión y la corriente de emisor. En esta región, la corriente de emisor es mayor que la corriente de valle ($I_E > I_V$). Si no se verifica

las condiciones del punto de valle, el UJT entrara de forma natural a la región de corte.

En la figura de las características eléctricas del UJT, también se observa una curva de tipo exponencial que relaciona la VE y la IE cuando la base B2 se encuentra al aire ($I_{B2}=0$). Esta curva tiene una forma similar a la característica eléctrica de un diodo y representa el comportamiento del diodo de emisor.

3.4.- CARACTERISTICAS TECNICAS DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

El concepto original del AO (amplificador operacional) procede del campo de los computadores analógicos, en los que comenzaron a usarse técnicas operacionales en una época tan temprana como en los años 40. El nombre de amplificador operacional deriva del concepto de un amplificador dc (amplificador acoplado en continua) con una entrada diferencial y ganancia extremadamente alta, cuyas características de operación estaban determinadas por los elementos de realimentación utilizados. Cambiando los tipos y disposición de los elementos de realimentación, podían implementarse diferentes operaciones analógicas; en gran medida, las características globales del circuito estaban determinadas solo por estos elementos de realimentación. De esta forma, el mismo amplificador era capaz de realizar diversas operaciones, y el desarrollo gradual de los amplificadores operacionales dio lugar al surgimiento de una nueva era en los conceptos de diseño de circuitos.

Los primeros amplificadores operacionales usaban el componente básico de su tiempo: la válvula de vacío. El uso generalizado de los AOs no comenzó

realmente hasta los años 60, cuando empezaron a aplicarse las técnicas de estado sólido al diseño de circuitos amplificadores operacionales, fabricándose módulos que realizaban la circuitería interna del amplificador operacional mediante el diseño discreto de estado sólido. Entonces, a mediados de los 60, se introdujeron los primeros amplificadores operacionales de circuito integrado. En unos pocos años los amplificadores operacionales se convirtieron en una herramienta estándar de diseño, abarcando aplicaciones mucho más allá del ámbito original de los computadores analógicos.

3.4.1.- INTRODUCCIÓN A LOS AMPLIFICADORES OPERACIONALES

Si existe un elemento estrella en los sistemas electrónicos analógicos ese elemento es sin duda el amplificador operacional. Con él podremos amplificar señales, atenuarlas, filtrarlas, etc. Los sistemas de control analógico encuentran en el amplificador operacional un elemento de conmutación sumamente simple e incluso años atrás fue empleado para el diseño de computadoras analógicas (de ahí el nombre de operacionales).

El conocimiento a nivel básico del amplificador operacional proporciona al diseñador una herramienta de valor incalculable.

Partir del amplificador operacional sin siquiera conocer el funcionamiento del transistor podría parecer un error. Esta consideración pierde importancia si tenemos en cuenta que en la actualidad el transistor como componente discreto ha quedado relegado a usos muy puntuales, siendo su coste similar al de un amplificador operacional. Ante esta situación, la respuesta correcta es disponer en

primer lugar de los conocimientos necesarios para operar con amplificadores operacionales y posteriormente abordar la teoría clásica de transistor, por ser esta última más compleja.

3.4.2.- EL MODELO IDEAL

Un amplificador operacional es un dispositivo electrónico activo siendo capaz de ofrecer una tensión de salida en función de una tensión de entrada. Vamos a considerar única y exclusivamente el amplificador operacional ideal, que aun no existiendo en la vida real, es una aproximación muy precisa y perfectamente válida para el análisis de sistemas reales. Un amplificador operacional presenta cinco patillas. Dos de ellas son las entradas del dispositivo; la primera de ellas llamada entrada inversora se halla indicada en los esquemas con un signo menos, la otra denominada entrada no inversora se indica mediante un signo más. Otro de las patillas del amplificador operacional corresponde a la salida del dispositivo mientras que las dos restantes corresponden a la alimentación requerida por el dispositivo ($\pm V_{cc}$).

Una vez nos hemos familiarizado con las patillas podemos pasar a indicar las características de un amplificador operacional. Debido a que en ningún momento entraremos en el diseño interno del circuito deben ser asumidas. Recordamos una vez más que son características teóricas, si bien las reales se aproximan a las teóricas:

- Ancho de banda infinito (podemos trabajar con señales de cualquier frecuencia).
- Tiempo de conmutación nulo
- Ganancia de tensión infinita.
- Impedancia de entrada infinita.
- Impedancia de salida nula.
- Corrientes de polarización nulas.
- Tensión de desplazamiento nula (si bien no es estrictamente cierto, diremos que la diferencia de potencial entre las entradas inversora y no inversora nula).
- Margen dinámico $\pm V_{cc}$ (la tensión de salida puede a nivel teórico alcanzar el valor de la tensión de alimentación, en la práctica se aproxima pero no puede ser igual ya que se producen saturaciones en el dispositivo).

AMPLIFICADOR INVERSOR

La configuración más sencilla es la inversora figura 12. Dada una señal analógica (por ejemplo de audio) el amplificador inversor constituye el modo más simple de amplificar o atenuar la señal (en el ejemplo propuesto modificar el volumen de la señal).

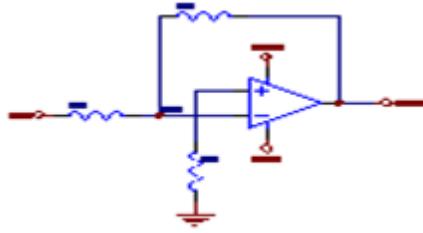


Fig.12: Amplificador inversor

Se comenzará por la configuración más adecuada para nuestros propósitos:

El modo amplificador inversor. Hemos afirmado anteriormente que la impedancia de entrada del dispositivo es infinita, por lo cual no circulará corriente en el interior del amplificador operacional y las resistencias R1 y R2 estarán dispuestas en serie. Por encontrarse estas resistencias dispuestas en serie la corriente que atravesará ambas será la misma, podemos afirmar por tanto:

$$I_1 = I_2; \frac{V_{in} - V_a}{R_1} = \frac{V_a - V_{out}}{R_2}$$

A continuación se va a demostrar cómo V_a es nula. Si tenemos en cuenta que la ganancia de tensión de un amplificador operacional debe atender a la relación salida/entrada:

$$Ganancia = \frac{V_{OUT_AMPOP}}{V_{IN_AMPOP}}$$

Al ser una de las características del ampop la ganancia en tensión infinita podemos intuir que la única solución válida es disponer a la entrada del ampop de una tensión nula.

$$\text{Ganancia} = \frac{V_{OUT_AMPOP}}{V_{IN_AMPOP}} = \infty \Rightarrow V_{IN_AMPOP} = 0$$

Al llegar a este punto se destaca que no debe confundirse la entrada del ampop constituida por las patas inversora y no inversora con la entrada de la etapa amplificadora inversora.

Se llega a la conclusión de que la diferencia de potencial en la entrada del operacional debe ser nula. Puesto que en el circuito la pata no inversora se halla conectada a tierra el valor de V_a será nulo o de lo contrario la diferencia de tensión en la entrada del ampop no sería nula.

$$\frac{V_{in}}{R_1} = \frac{-V_{out}}{R_2}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = - \frac{R_2}{R_1}$$

Al analizar a continuación el resultado obtenido se puede ver claramente que la tensión de salida es proporcional a la tensión de entrada, siendo el factor de proporcionalidad una constante que definimos con las resistencias R_1 y R_2 . Se acaba de diseñar el primer amplificador, ya que este simple amplificador operacional puede atenuar o amplificar las señales aplicadas a su entrada. El nombre de inversor viene dado por el signo negativo presente en la fórmula. Es decir, el montaje invierte la fase de la señal; este detalle no puede pasarse por alto para señales que requieran cuidar su fase.

Finalmente debemos destacar la presencia de la resistencia R_3 , cuya misión no es sino la de compensar los posibles efectos no deseados debidos a

imperfecciones en el funcionamiento de los amplificadores operacionales reales. En concreto busca disminuir el efecto nocivo de unas intensidades de polarización residuales presentes en las entradas del ampop (lo que conlleva una impedancia de entrada elevada pero no infinita).

Antes de continuar con las siguientes configuraciones es de suma importancia comprender completamente el amplificador inversor.

AMPLIFICADOR NO INVERSOR

Este circuito figura 13, presenta como característica más destacable su capacidad para mantener la fase de la señal. El análisis se realiza de forma análoga al anterior.

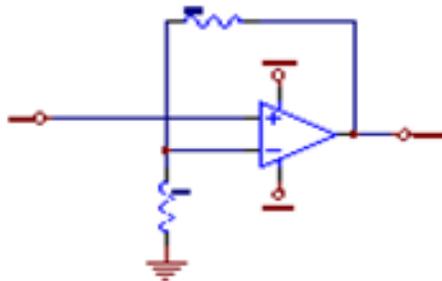


Fig.13: Amplificador no inversor

Se ha razonado que la diferencia de tensión en las patillas de entrada del amplificador operacional ha de ser nula, por lo que la tensión presente en la patilla inversora será la misma que la presente en el no-inversor. Por hallarse las resistencias R_1 y R_2 en serie, la corriente que las atravesará será la misma y

conocida, ya que sabemos el valor de R1 y las tensiones en sus extremos (Vin y 0):

$$I_1 = I_2; \frac{V_{in}}{R_1} = \frac{V_{out} - V_{in}}{R_2}$$

Resulta sencillo despejar de esta expresión la ganancia:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Se puede apreciar como no existe signo negativo en la expresión (no se invierte la señal), siendo además la ganancia siempre superior a la unidad. Este circuito no permite por consiguiente atenuar señales.

Se hará una puntualización con respecto a la conveniencia de uso del inversor / no inversor. La inversión de fase no resulta significativa en el tratamiento de señales alternas, ya que dichas señales varían entre semiciclos positivos y negativos. Un amplificador inversor aplicado a una señal alterna tiene como resultado una simple inversión de fase. Sin embargo en señales de continua el resultado es bien distinto. Si deseamos duplicar una tensión continua e introducimos a la entrada de un amplificador inversor 2V a la salida tendremos -4V (negativos), lo cual puede ser un inconveniente en determinadas aplicaciones. La elección de una etapa u otra depende por consiguiente de las condiciones concretas de diseño.

AMPLIFICADOR MEZCLADOR O SUMADOR

Esencialmente no es más que un amplificador en configuración inversora, figura 14. Difiere de este último en la red resistiva empleada en sustitución de la resistencia R1 utilizada en el ejemplo de configuración inversora.

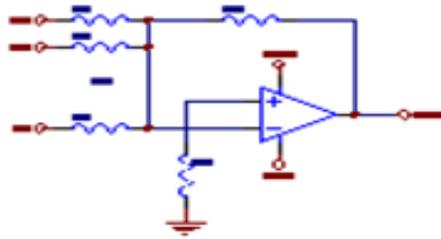


Fig.14: Amplificador mezclador o sumador

El desarrollo matemático es el mismo. Debido a la ganancia de tensión infinita del amplificador para que la tensión de salida sea un número finito la tensión de entrada debe ser nula. Puesto que una de las patillas (el no-inversor en este caso) se encuentra conectada a tierra a través de la resistencia R_e , la otra patilla (patilla inversora) debe presentar también este valor.

Debido a la impedancia de entrada infinita del amplificador, la suma de intensidades que atraviesen las resistencias R_1, R_2, \dots, R_n será igual a la intensidad que atraviese la resistencia R_s (según la primera ley de Kirchhoff). Por tanto podemos afirmar que:

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} = \frac{-V_{out}}{R_o}$$

Despejando la tensión de salida:

$$V_{out} = -R_o \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \right)$$

Al llegar a este punto se debe particularizar la presente configuración para obtener un sumador. Si se afirma la igualdad entre las resistencias $R_1=R_2=\dots=R_n$ y además se hace que este valor coincida con el de la resistencia R_o se obtiene una tensión de salida igual a la suma algebraica de tensiones de entrada (con la correspondiente inversión de fase). Nótese la importancia de esta particularización para la comprensión de los antiguos calculadores analógicos:

$$R_1 = R_2 = \dots = R_n = R_o \Rightarrow$$
$$V_{out} = -(V_1 + V_2 + \dots + V_n)$$

CIRCUITO SEGUIDOR

Esta sencilla configuración ofrece una tensión de salida igual a la tensión de entrada figura 15, no produciéndose ganancia alguna.

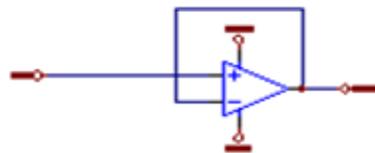


Fig.15: Circuito seguidor

El montaje se emplea fundamentalmente como adaptador de impedancias, ya que no consume corriente en su entrada (impedancia de entrada infinita) ofreciendo señal en su salida (impedancia de salida nula).

$$V_{out} = V_{in}$$

Su nombre está dado por el hecho de que la señal de salida es igual a la de entrada, es decir, sigue a la de entrada.

AMPLIFICADOR CON ALIMENTACIÓN ASIMÉTRICA

Hasta ahora las configuraciones operaban con tensión simétrica $\pm V_{cc}$. La configuración que a continuación pasamos a describir presenta la ventaja de operar con una tensión única. Para que este montaje funcione es necesario aplicar la mitad de la tensión de alimentación a la entrada no inversora del amplificador figura 16 (creando una tierra virtual para la etapa equivalente a la mitad de la tensión de alimentación). Esto se consigue mediante las resistencias R1.

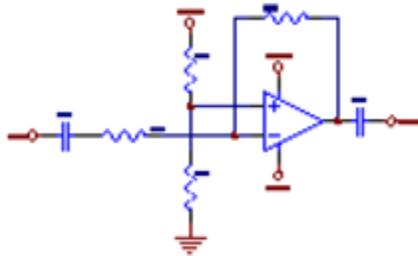


Fig.16: Amplificador con alimentación asimétrica

Puesto que la entrada del amplificador presenta una impedancia infinita, las dos resistencias R1 y R2 se hayan dispuestas en serie y por ellas circulará la

misma intensidad. Si llamamos V_a a la tensión aplicada a la entrada no inversora del amplificador:

$$\frac{V_{cc} - V_a}{R_1} = \frac{V_a}{R_2} \Rightarrow V_a = \frac{V_{cc}}{2}$$

Por tanto conocemos las tensiones en los extremos de la resistencia R_3 y por la ley de Ohm la intensidad que atravesará dicha resistencia. Por encontrarse R_3 y R_4 en serie la intensidad que circula por R_4 será la misma que la que circula por R_3 , de donde podemos obtener el valor de V_{out} .

$$\frac{V_{in} - V_{cc}/2}{R_3} = \frac{V_{cc}/2 - V_{out}}{R_4} \Rightarrow$$

$$V_{out} = -\frac{R_4}{R_3} V_{in} + \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot \frac{V_{cc}}{2}$$

No se puede concluir la explicación de esta configuración sin mencionar los condensadores (de valor elevado para que no influyan en las señales alternas) situados a la entrada y a la salida del circuito. Tanto a la entrada como a la salida aparece en la señal una componente de continua de la mitad de la tensión de alimentación. Los condensadores evitan el paso de dicha componente (ya que un condensador es un circuito abierto para una señal continua). Por tanto, puesto que de los dos sumandos el segundo de ellos es una señal continua y como ya hemos dicho es eliminada por los condensadores el valor de la tensión de salida corresponde únicamente al primero de los términos calculados:

$$V_{out} = -\frac{R_4}{R_3} V_{in}$$

Debido a los mencionados condensadores de desacoplo esta configuración puede usarse únicamente con señales alternas.

AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

Este circuito presenta como característica notable la amplificación de la diferencia entre las dos tensiones de entrada figura 17. Presenta el inconveniente de que la impedancia de entrada del amplificador disminuye sensiblemente y además las dos resistencias R1 y las dos R2 deben ser exactamente iguales.

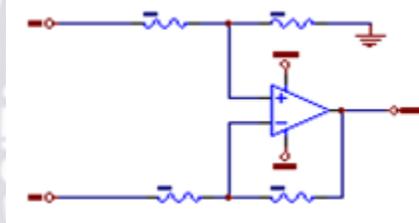


Fig.17: Amplificador diferencial

Puesto que sabemos que las tensiones de las patillas inversora y no inversora deben ser iguales, podemos afirmar que tanto las resistencias R1 superiores como las R1 y R2 inferiores se encuentran en serie. Planteando las ecuaciones:

$$\frac{V_1 - V_a}{R_1} = \frac{V_a - V_{out}}{R_2}$$

$$\frac{V_2 - V_a}{R_1} = \frac{V_a}{R_2}$$

De estas dos igualdades (donde V_a es la tensión de entrada tanto en la patilla no inversora como en la inversora) podemos obtener la tensión de salida en función de los valores R_1 , R_2 y las tensiones de entrada. Para ello despejamos los valores V_a de ambas expresiones obteniendo:

$$V_a = \frac{V_{out} + \frac{R_2}{R_1} V_1}{1 + \frac{R_2}{R_1}}; V_a = \frac{\frac{R_2}{R_1} V_2}{1 + \frac{R_2}{R_1}}$$

Igualando ambas expresiones resulta trivial obtener la expresión final de la tensión de salida:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1)$$

Como se puede ver esta configuración amplifica o atenúa la diferencia existente en las dos entradas V_2 y V_1 .

Se realiza un estudio comparativo de las características de **11 amplificadores operacionales** presentes en el mercado, los cuales han sido seleccionados de diferentes fabricantes.

También se han incluido dos **amplificadores de instrumentación** en el estudio comparativo, puesto que son circuitos bastante relacionados con los amplificadores operacionales (constan de tres de ellos colocados en una determinada estructura) que aportan ciertas ventajas frente a los primeros.

Tabla Comparativa

En la siguiente tabla se muestran los 11 amplificadores operacionales y los dos amplificadores de instrumentación que he escogido y se aportan datos de las características eléctricas más importantes de cada uno de ellos. Alguna característica como la resistencia de salida no se ha incluido porque era una información que tan sólo estaba disponible por dos de los dispositivos.

Entre estos operacionales, se encuentra el LM741, el operacional cuyo uso está más extendido mundialmente, y del cual pueden verse en esta tabla sus ventajas e inconvenientes.

También señalar que los parámetros incluidos en la tabla de la figura 18, son los valores típicos de los dispositivos (no máximos ni mínimos).

A. O. 's			I_b	R Entrada	Range V Entrada	Lím Rap Bpta SR	Lím I salida	C M R R	P S R R	Bandwidth	Rise Time
				R_{in}	V_{CM}		I_{sc}				t_r
LM 741	20 nA	2.0 mV	80 nA	2.0 M Ω	± 13 V	0,5 V/ μ s	25 mA	90 dB	96 dB	1,5 Mhz	0,3 μ s
LM 725	20 nA	0,5 mV	42 nA	1,5 M Ω	$\pm 13,5$ V	---	---	120 dB	20 μ V/V	---	---
LF411	25 pA	0,8 mV	50 pA	10 ¹¹ Ω	$\pm 13,5$ V	15 V/ μ s	---	100 dB	100 dB	4 Mhz	---
OPA 124	$\pm 0,25$ pA	± 100 μ V	$\pm 0,35$ pA	10 ¹¹ 1 μ pF	± 11 V	1,6 V/ μ s	± 10 mA	100 dB	100 dB	1,5 Mhz	5 μ s
NE5533	20 nA	0,5 mV	500 nA	100 K Ω	± 13 V	13 V/ μ s	38 mA	100 dB	10 μ V/V	10 Mhz	50 ns
NE/SE5514	6 nA	1 mV	6 nA	100 M Ω	$\pm 13,7$ V	1 V/ μ s	40 mA	100 dB	110 dB	3 Mhz	---
NE/SE5532	10 nA	0,5 mV	200 nA	300 K Ω	± 13 V	9 V/ μ s	38 mA	100 dB	10 μ V/V	10 Mhz	---
NE/SA5230	3 nA	0,4 mV	40 nA	---	± 10 V	0,25 V/ μ s	---	95 dB	95 dB	0,6 Mhz	2 μ s
NE/SE532	± 5 nA	± 2 mV	45 nA	---	± 16 V	0,3 V/ μ s	40 mA	70 dB	100 dB	1 Mhz	---
MAX430	15 Pa	2 μ V	10 pA	10 ¹¹ Ω	$\pm 11,5$ V	0,125 V/ μ s	---	140 dB	140 dB	125 KHz	2,3 μ s
MXL1001	0,4 nA	18 μ V	$\pm 0,7$ nA	80 M Ω	± 14 V	0,25 V/ μ s	---	126 dB	123 dB	0,6 Mhz	---
AI INA 114	± 5 nA	± 125 μ V	± 5 nA	10 ¹⁰ 6 μ pF	$\pm 13,7$ V	0,6 V/ μ s	20 mA	100 dB*	---	1 Mhz*	---
AI INA 131	± 5 nA	± 125 μ V	± 5 nA	10 ¹⁰ 6 μ pF	$\pm 13,7$ V	0,7 V/ μ s	20 mA	100 dB*	---	70 KHz*	---

Fig.18: Tabla comparativa de los amplificadores operacionales

ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS

He incluido información sobre amplificadores de 4 fabricantes distintos. Algunas características eléctricas de algunos dispositivos no estaban disponibles y por ello no han podido ser incluidas en la tabla. Los amplificadores que aparecen en la tabla poseen características que los diferencian entre sí por lo que cada uno de ellos es adecuado para diferentes aplicaciones. A continuación paso a explicar cada uno de ellos:

LM741

Este dispositivo es un amplificador de propósito general bastante conocido y de uso muy extendido. Sus parámetros son bastante regulares, no teniendo ninguno que sea el mejor respecto a los de los demás, pero en conjunto presenta una alta impedancia de entrada, pequeños offset (de corriente y de voltaje) en la entrada y buenos parámetros.

LM725

Este amplificador es un modelo bastante similar al LM741, pero que mejora bastantes de sus parámetros. Tiene unos valores para la corriente y el voltaje de offset de entrada menores, su corriente de polarización también es menor y su CMRR más elevado. Sin embargo, la impedancia de entrada de este dispositivo es inferior a la que presenta el LM741.

LF411

Este dispositivo posee excelentes parámetros. Tiene un offset de entrada y una corriente de polarización de valores muy bajos. Además su impedancia de entrada es la más elevada de todas (junto con el MAX430). Es uno de los amplificadores operacionales de National Semiconductors para aplicaciones de máxima precisión.

OPA124

Este chip es el que presenta los valores más bajos de corriente offset de entrada y de corriente de polarización de entrada. Posee una impedancia de entrada elevadísima, la cual se presenta como una resistencia en paralelo con un condensador. Es uno de los mejores amplificadores operacionales que he analizado.

NE5533

Este chip es el que posee (a nivel general) peores prestaciones de todos los amplificadores que se encuentran en el estudio. Su impedancia de entrada es la menos alta de todas y su corriente de polarización la más elevada. Es un amplificador para aplicaciones en las que no se requiera de alta precisión.

NE/SE5532

Este dispositivo está diseñado a partir de dos amplificadores operacionales con alta ganancia que se colocan de manera opuesta para presentar compensación en los parámetros. También está pensado para que pueda operar en un rango amplio

de voltajes de alimentación. Posee el *bandwith* (ancho de banda) más alto de todos los amplificadores que se han analizado.

NE/SE5514

Este dispositivo se presenta como un amplificador operacional para aplicaciones con altas exigencias. Presenta una corriente de polarización bastante baja y unas corrientes y voltajes de offset con valores también bajos. La impedancia de entrada de este dispositivo es una de las más altas de todos.

Los amplificadores que he analizado y por ello este dispositivo es apropiado cuando trabajemos con un elemento que disponga de una impedancia de salida muy elevada.

NE/SE5230

Este amplificador operacional presenta una característica diferenciadora respecto al resto de amplificadores y que no está mostrada en la tabla, la cual consiste en que está especialmente diseñado para trabajar con voltajes de alimentación muy bajos. De este modo este operacional se puede alimentar con $\pm 18V$ o con $\pm 1,5V$.

Otros amplificadores, con tensiones de alimentación tan bajas no pueden funcionar correctamente, por lo tanto este dispositivo es ideal cuando haya que utilizar un amplificador operacional en una placa en la cual se quiera utilizar un mismo voltaje (por ejemplo niveles TTL) para alimentar toda la circuitería. Sus parámetros son en general buenos presentando pequeños valores de offset a la entrada.

NE/SE532

Este chip posee buenos parámetros, pero dos de ellos destacan sobre los demás. Es el amplificador con mayor rango de voltaje de entrada ± 16 V y también es el que posee mayor límite en la corriente de salida. Este amplificador puede atacar cargas con un valor de corriente casi el doble a la de otros amplificadores.

MAX430

Este amplificador presenta unos parámetros que le acercan a los de los amplificadores de instrumentación. Está diseñado para presentar una alta precisión.

Posee el valor de offset de entrada más bajo de todos los amplificadores y también los valores más altos de rechazo al modo común CMRR y al voltaje de alimentación PSRR. También cabe destacar que posee la impedancia de entrada más alta de todos los amplificadores, y me hace pensar que aunque el fabricante presenta este dispositivo como un amplificador operacional, su estructura tal vez esté compuesta por tres operacionales como los amplificadores de instrumentación.

MXL1001

El fabricante presenta a este dispositivo como un amplificador operacional de precisión. Posee muy buenos parámetros y cabe destacar que es el dispositivo con uno de los mayores rangos de voltaje de entrada (± 14 V). Me ha llamado la atención que en la documentación técnica de este sensor, el fabricante aporta una

imagen ampliada del diseño PCB que posee el amplificador operacional internamente y señala sobre el dibujo los diferentes lugares desde donde surgen los pines hacia el exterior del chip.

AMPLIFICADORES DE INSTRUMENTACIÓN

Se presentan las características eléctricas de dos de estos dispositivos. Se puede observar como sus parámetros son muy buenos. Cabe destacar que la impedancia de entrada se da como una resistencia en paralelo con un condensador. Los valores para el CMRR, así como el bandwidth, se dan para una serie de ganancias, no como en los amplificadores operacionales que se da siempre el mismo valor. La ganancia de estos dispositivos se consigue modificando una resistencia R_g que se coloca en dos patitas que presenta el chip, y no afecta a la impedancia de entrada del dispositivo. El fabricante los presenta como amplificadores de precisión.

Todas las características de los circuitos que se han descrito, son importantes, puesto que, son las bases para la completa fundamentación de la tecnología de los circuitos amplificadores operacionales.

Los cinco criterios básicos que describen al amplificador ideal son fundamentales, y a partir de estos se desarrollan los tres principales axiomas de la teoría de los amplificadores operacionales, los cuales son:

- La tensión de entrada diferencial es nula.
- No existe flujo de corriente en ninguno de los terminales de entrada.

- En bucle cerrado, la entrada (-) será regulada al potencial de entrada (+) o de referencia.

Estos tres axiomas se han descrito en todos los circuitos básicos y sus variaciones. En la configuración inversora, los conceptos de corriente de entrada nula, y de tensión de entrada diferencial cero, dan origen a los conceptos de nudo de suma y tierra virtual, donde la entrada inversora se mantiene por realimentación al mismo potencial que la entrada no inversora a masa.

El funcionamiento esta solamente determinado por los componentes conectados externamente al amplificador.

3.5.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AMP PO

Los amplificadores de potencia (AMP PO), son diseñados para amplificar audio de cualquier naturaleza, también llamados amplificadores lineales por tener respuesta en frecuencia. Los AMP PO son diseñados para trabajos de amplificaciones de baja, media y alta potencia “power”, ya sean integrados o transistorizados, cuya función principal es ampliar los sonidos.

3.5.1.- EL MODELO IDEAL

El LM386 es un amplificador de potencia (AMP PO), diseñado para el empleo en usos de consumo de voltaje bajos figura 19. La ganancia interna es puesta a 20 para mantener la parte externa en cuenta baja, pero la adición de una resistencia externa y un condensador entre los pines 1 y 8 aumentarán la ganancia a cualquier valor entre 20 y 200.

Las entradas son referidas a tierra, mientras la salida influye automáticamente a la mitad de tensión del suministro. El drenador de potencia es de sólo 24 miliwatios aplicando un suministro de 6 voltios, esto hace ideal el LM386 para la operación en baterías.

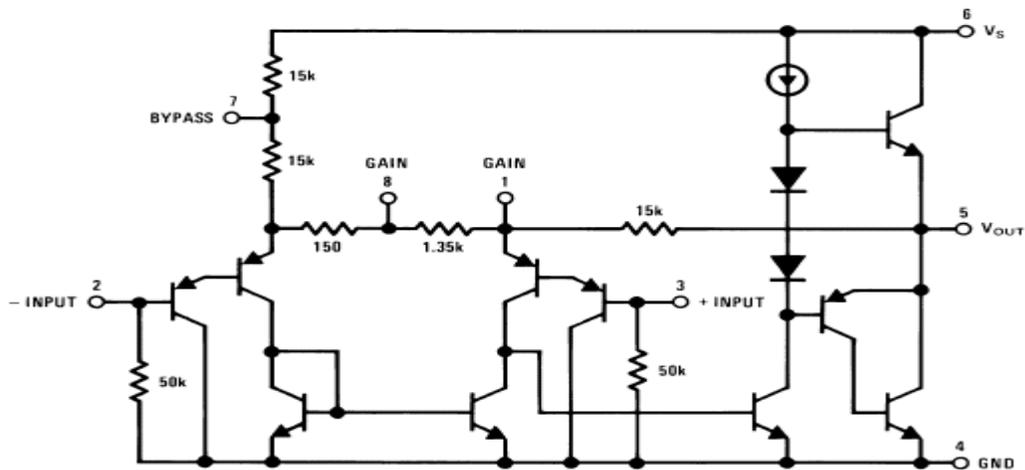


Fig.19: Circuito interno del amplificador de audio LM386

El amplificador operacional, está constituido por un circuito de entrada diferencial, en el diagrama anterior se aprecian los dos transistores que forman el amplificador diferencial y también las entradas (pines 1-8) para el control de ganancia. El encapsulado DIL es de 8 pines y se muestra en la figura 20.

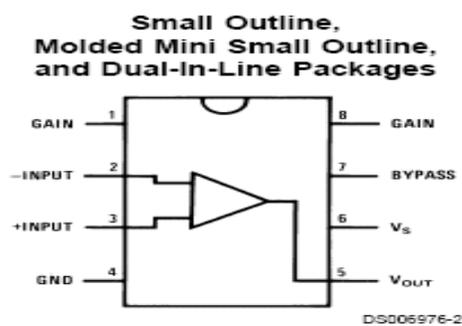


Fig.20: Circuito integrado LM386

Para hacer al LM386 que proporcione un amplificador más versátil, dispone de dos pines (1 y 8) para el control de ganancia. Con los pines 1 y 8 abiertos, una resistencia de $1.35 \text{ k}\Omega$ pone la ganancia en 20 (26 dB). Si se pone un condensador del pin 1 al 8, como bypas de la resistencia interna de $1.35 \text{ k}\Omega$, la ganancia se acercará a 200 (46 dB). Si colocamos una resistencia en serie con el condensador, la ganancia puede ser puesta a cualquier valor entre 20 y 200. El control de ganancia también se puede hacer capacitivamente acoplando una resistencia (o FET) del pin 1 a masa.

Con componentes adicionales externos, colocados en paralelo con las resistencias de regeneración internas, se puede adaptar la ganancia y la respuesta en frecuencia para usos concretos. Por ejemplo, podemos compensar la pobre respuesta de bajos del altavoz por frecuencia, mediante la realimentación. Esto se hace con una serie RC del pin 1 a 5 (resistencia en paralelo a la interna de $15 \text{ k}\Omega$).

Para un estimulador de bajos (bass boost) de 6 dB eficaces: $R_{\pm} 15 \text{ k}\Omega$, el valor más bajo para una buena operación estable es $R = 10 \text{ k}\Omega$ si el pin 8 está al aire. Si los pines 1 y 8 se evitan, entonces la R usada puede ser tan baja como $2 \text{ k}\Omega$. Esta restricción es porque el amplificador sólo es compensado para ganancias en lazo cerrado mayor de 9.

El esquema muestra que ambas entradas (2-3), están puestas a masa con una resistencia de $50 \text{ k}\Omega$. La corriente de base de los transistores de entrada es aproximadamente de 250 nA , entonces las entradas están en

aproximadamente 12.5 mV cuando están abiertas. Si la resistencia de la fuente dc que maneja el LM386 es más alta de 250 k esto contribuirá a una muy pequeña compensación adicional (aproximadamente 2.5 mV en la entrada, 50 mV en la salida). Si la resistencia de la fuente dc es menos de 10 k, podemos eliminar el exceso compensado, poniendo una resistencia en la entrada no usada a masa, mantendrá la compensación baja (aproximadamente 2.5 mV en la entrada y 50 mV en la salida).

Para resistencias de fuente dc menor de 10 k, podemos eliminar el exceso compensado, poniendo una resistencia de la entrada no usada a masa, igual al valor de la resistencia de la fuente dc. Desde luego todos los problemas de compensación son eliminados si es acoplada la entrada capacitivamente. Usando el LM386 con ganancias más altas (evitando la resistencia de 1.35 k interna entre pines 1 y 8) es necesario evitar la entrada no usada, previniendo la degradación de ganancia e inestabilidades posibles. Esto se hace con un condensador de 0,1 uF o un corto a masa según la resistencia de la fuente DC sobre la entrada manejada. Está bien, veamos algunos circuitos típicos y se muestra en la figura 21:

**Amplifier with Gain = 20
Minimum Parts**

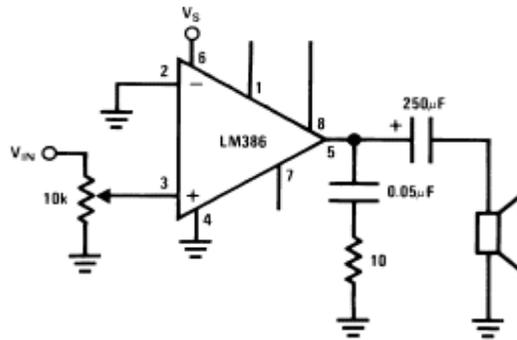


Fig.21: Amplificador con ganancia A_v de 20

En el circuito amplificador de la figura anterior, la ganancia es de 20, que es el valor mínimo que se consigue al dejar libres los terminales 1 y 8. Sin embargo si lo que queremos es una ganancia A_v de 200, debemos conectar un condensador entre los mencionados terminales, como se aprecia en la figura 22.

Amplifier with Gain = 200

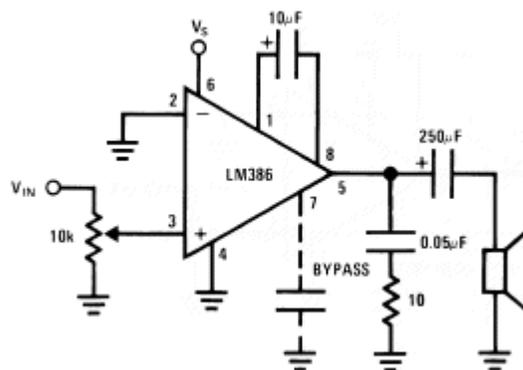


Fig.22: Amplificador con ganancia A_v de 200.

En caso de necesitar una A_v intermedia, por ejemplo 50, debemos conectar una resistencia en serie con el condensador, como se aprecia en la figura 23.

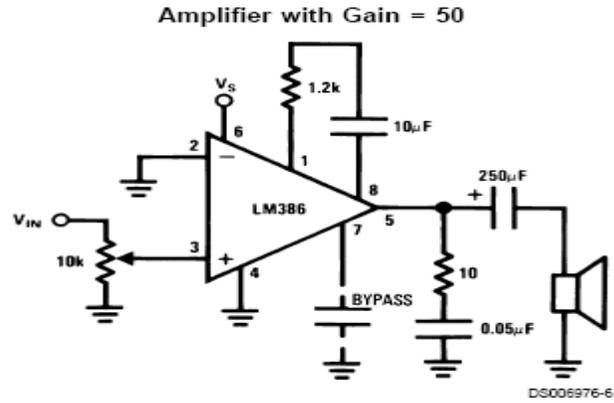
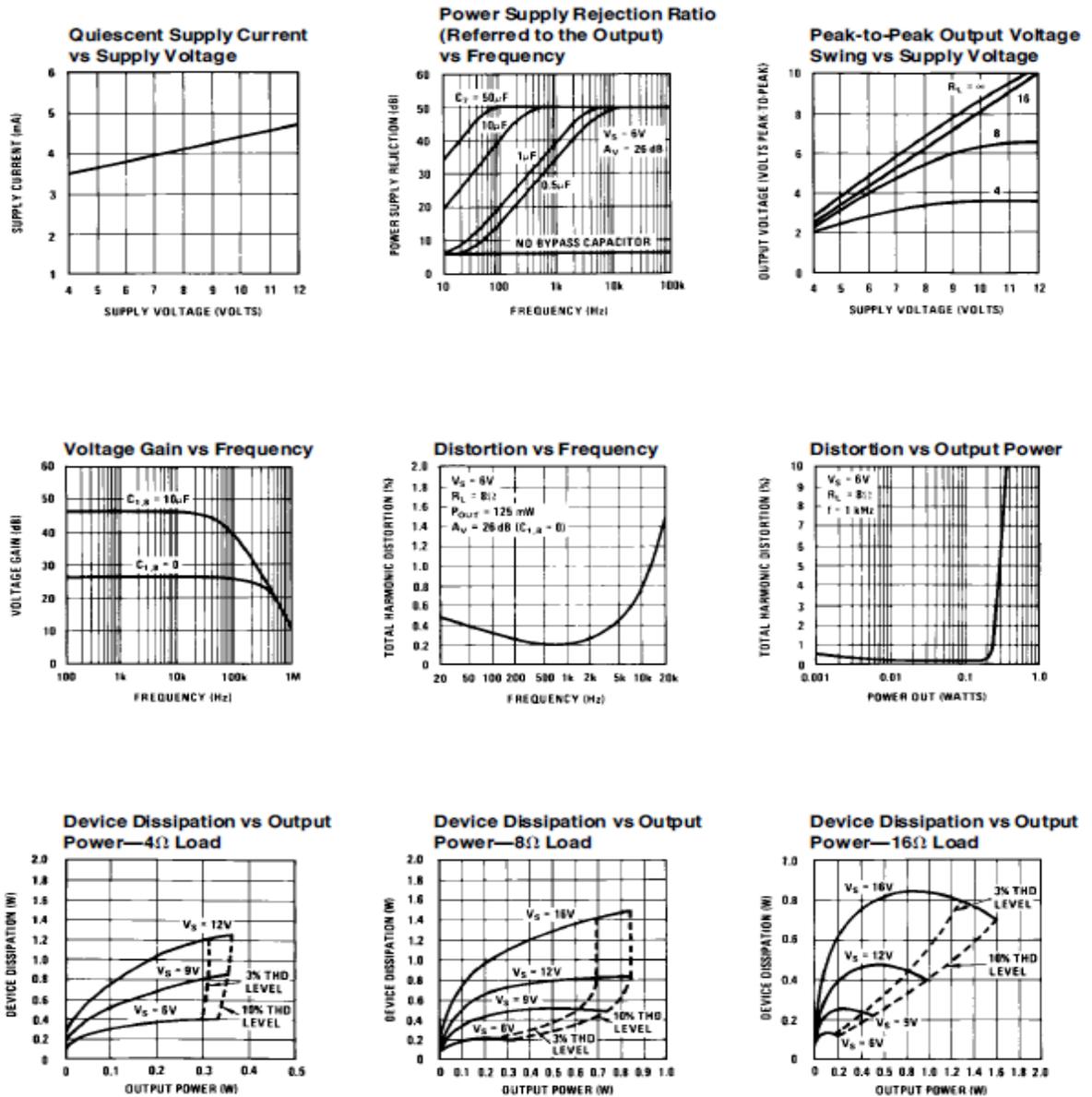


Fig.23: Amplificador con ganancia A_v de 50.

En estas páginas se ha usado este dispositivo como amplificador de salida de baja frecuencia en la aplicación etapa final del estetoscopio electrónico, en esa ocasión se probó con una ganancia de 200 y luego se bajo a 20, parece que en ese momento era suficiente. Existen muchas aplicaciones en distintos medios electrónicos para este dispositivo. De acuerdo a las características típicas de función del LM 386 de la figura 24, se muestra los puntos de trabajo.

Typical Performance Characteristics



TL4H/6976-5

Fig.24: Características típicas de función del LM 386

IV.- ESTUDIO DE MERCADO

4.1.- INTRODUCCION Y PLANIFICACION

El estudio pretende realizar un acercamiento a las características del mercado potencial de demandantes del producto “Simulador de Línea Telefónica”.

Dentro del conjunto “Mercado de Potenciales Demandantes” es un grupo de personas quienes decidirán acerca del producto en dos extremos como: “lo compraría” o no “no lo compraría”, analizando la escala en puntos intermedios que tendrán que ver con la necesidad, el gusto u otros factores que influyen en el medio, tal como se aprecia en la figura 25.



Fig.25: Planificación del estudio de mercado

Los factores deben procurarse conocer, cuando se dice “lo compraría” o “no lo compraría” se habla de una intención en el futuro. Esto significa que la planificación del estudio del mercado pretende investigar la intención del grupo de personas del mercado potencial, respecto al producto. Es una especie de pronosticar con bases metodológicas que pretende justificar al producto y modelar sus características principales.

La metodología de aplicarse es el análisis cuantitativo estadístico de las variables definidas. Las etapas que componen son las siguientes:

- * Planteamiento de objetivos
- * Conceptualización del producto y de los potenciales demandantes. Este paso implica caracterizar inicialmente al producto y comprar sus atributos y desventajas con los productos similares y existentes en el mercado. Además, se debe identificar al comprador potencial, ya sean personas o grupo de clientes.
- * Definición de un universo y elección de la muestra. De acuerdo a la caracterización del producto y su mercado, se debe inferir una población que será el universo en la investigación; y del cual se debe seleccionar una muestra.
- * La identificación de las variables a medir, significa definir qué aspectos “sean medibles” se trata de conocer de nuestro universo.

* La recolección de datos, precisa del diseño de un instrumento de medición, en este caso se escogerá el cuestionario de aplicación personal.

* Los resultados, esta etapa comprende el procesamiento de los datos obtenidos en encuesta al aplicar los cuestionarios a la muestra seleccionada.

* Luego de ser procesados los datos se pueden hacer afirmaciones sobre las variables medidas y responder a los objetivos planteados.

Finalmente, a lo largo de la investigación del mercado y el diseño del producto no se debe perder de vista el fin o último de este proyecto y otros. La rentabilidad en un paso posterior, se realizará una estimación del proyecto, analizando los costos fijos y variables, los precios, el tamaño adecuado a la demanda y el presupuesto de inversión, con el fin de obtener un punto de equilibrio que de la pauta de la ubicación de este producto en el mercado.

Definición operacional: Organización pequeña; se refiere a cualquier empresa de servicio o comercial, cuya característica sea dedicado al mantenimiento de servicios de telecomunicaciones o ventas de equipos electrónicos.

4.2.- OBJETIVOS

Determinar la tendencia cuantitativa del mercado potencial de demandantes del producto en el sector comercial de las Ciudades de la Paz y el Alto.

Determinar las características tecnológicas básicas que debe poseer el producto dentro de su funcionalidad.

4.3.- CONCEPTUALIZACION DEL PRODUCTO

El simulador de línea telefónica, es un producto que ofrece las siguientes ventajas:

- * Permite la prueba o comprobación de aparatos telefónicos fijos o contestadoras al técnico del ramo.
- * Permite diagnosticar las fallas y averías del aparato telefónico, tanto en llamadas entrantes y salientes “Ringer, Tono”.
- * Permite probar el auricular del aparato telefónico, para la buena forma de toma de decisiones y la señal de salida vía alta voz u osciloscopio.
- * Para la prueba de aparatos telefónicos no requiere línea telefónica “ASL” de un cierto proveedor de servicio.

Las desventajas del producto son:

- * Carece de llamadas entrantes y salientes vía éter.
- * Equipo o herramienta de trabajo para el técnico entendido en el área de las Telecomunicaciones.

4.4.- POTENCIALES DEMANDANTES DEL PRODUCTO

Para caracterizar el mercado potencial se han utilizado los siguientes criterios:

- * Los potenciales usuarios del producto son los encargados de las pequeñas instituciones, sean estos dueños o administradores de negocios comerciales o instituciones sin fines de lucro. En algunos casos, las decisiones administrativas o de inversiones corresponderán a un grupo de personas o a un mando superior, aunque por más pequeñas que son las organizaciones casi siempre caerán las decisiones en una persona.
- * La necesidad de poseer el producto está ligado a la eficiencia dentro de las competencias del técnico en telecomunicaciones.

La ubicación del estudio se limitó a la ciudad de La Paz y el Alto. En este ámbito geográfico los potenciales demandantes estarán concentrados en dos zonas centrales y comerciales, donde el acceso a ellos sea relativamente fácil según su actividad.

4.5.- EL UNIVERSO Y LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Para determinar el universo de potenciales demandantes se empleó el criterio geográfico, consiste en utilizar mapas de los sectores en que se los puede encontrar. Se asume que existe dos zonas principales o centrales, donde la densidad de estas pequeñas organizaciones es mayor: Zona central La paz y la Zona central de la ceja el Alto.

Los límites a cada zona geográfica se muestra en las mapas de los anexos. El criterio de la delimitación se hizo por la observación de los sectores de alta concentración comercial, eliminando las cuadras de los sectores que tienen una mayor densidad residencial. También se hizo un cómputo de los manzanos o cuadras de ubicación que tiene cada sector. Como es difícil levantar censo de población y vivienda en el que se especifique el número total de las organizaciones definidas en este trabajo, los elementos muestrales serán las cuadras, en las que deben ubicar las organizaciones para los cuestionarios. Existen un total de 35 organizaciones en función al número de clientes, entonces el universo N es:

$$N = 35$$

La muestra a escoger es probabilística, es decir que cada cuadra tiene la misma probabilidad de ser escogida. El siguiente paso es escoger el tamaño y la selección de la muestra. Para determinar el tamaño de la muestra, se usan los siguientes criterios: Se define un error estándar del universo, esto es, el error porcentual que tendrá la probabilidad de ocurrencia de la predicción. Se escoge un 10% ya que la investigación no persigue resultados rígidos, sino tendencias. Esto significa que de cada 10 casos, es probable que por lo menos 6 ocurran.

$$\text{Se "error estándar"} = 0.10$$

El error estándar a cuadrado es la varianza V del universo:

$$V = Se^2 = 0.01$$

Además, se debe definir la probabilidad de ocurrencia del error estándar en la muestra. Debido a la incertidumbre de los resultados asignados una probabilidad P de ocurrencia del 50%.

$$P = 0.5$$

Por definición de proporciones, la varianza S de la muestra es la probabilidad de ocurrencia del error estándar en la muestra por la probabilidad de no ocurrencia de dicho error estándar.

$$S = P * (1 - P) = 0.5 * (0.5) = 0.25$$

El tamaño de la muestra no ajustado n' es:

$$n' = \frac{S}{V} = \frac{0.25}{0.01} = 25$$

El tamaño de la muestra ajustada n es:

$$n = \frac{n'}{a} = \frac{25}{b} \cong 20 \quad a = 1 + \frac{n'}{N} \quad ; \quad b = 1 + \frac{25}{125}$$

Para seleccionar los 08 puntos encuestados en los mapas de los sectores indicados; se procede a numerarlos en función al número de clientes y a usar una selección sistemática de los elementos muestrales con base en su ubicación numerada. El intervalo de selección se obtiene de la siguiente ecuación:

$$K = \frac{N}{n} = \frac{35}{8} \cong 4.375$$

$$\cong 4$$

Esto significa que cada 4 puntos están las seleccionadas. Para empezar la cuenta escogemos los dos últimos dígitos de un número obtenido aleatoriamente con la función de números aleatorios de una máquina de calcular. Este es 11.

1, 2, 3, 3, 4, 4, 7, 11

4.6.- DISEÑO DEL CUESTIONARIO

Una vez determinado el tamaño de la muestra y la forma de selección, se procede a la construcción de un instrumento de medición que en este caso es el cuestionario. Para ello debemos determinar los indicadores que nos permitirán medir las variaciones que deseamos conocer, tal como se anuncia en la figura 26.

VARIABLES	DEFINICION DE OPERACIONES	INDICACIONES
1. Necesidad de poseer un equipo electrónico como el explicado en este trabajo.	Que tan necesario considera el técnico o el encargado de la organización.	Útil - Inútil
2. Precios.	El precio que se percibe adecuado para el producto.	Escalas de precios respecto a productos similares.

Fig.26: Diseño del cuestionario de variables

Las variable 1 nos permitirá estimar la demanda potencial, la variable 2 nos permitirá ajustar una política de precio final al consumidor y la variable 3 nos permitirá determinar las características del producto a implementar. Tanto la cuantificación de la demanda potencial, los precios al consumidor y el análisis de costos fijos y variables nos conducirá a encontrar el punto de equilibrio en la producción.

Nuestros autores recomiendan que el cuestionario, como instrumento de medición aplicado a personas que tengan las siguientes características:

- * Que posea un saludo y contenga las instrucciones para su llenado
- * Sea lo más conciso posible, no debe ser agotador ni muy largo
- * Las preguntas no deben ser dirigidas o de respuestas obvias, en todo caso deben ser sugerentes
- * Las órdenes de las preguntas debe mantener una armonía de lo general a lo particular
- * Si el cuestionario es cerrado, utilice escalas que permitan un mejor análisis estadístico
- * Siempre se debe agradecer al encuestado por invertir su tiempo en el llenado del cuestionario

El cuestionario elaborado y los mapas de la muestra de cuadras se encuentran en anexos.

4.7.- RECOLECCION DE DATOS Y RESULTADOS

El cuestionario fue aplicado en los puntos marcadas de las dos zonas delimitadas en los mapas. En los puntos que se realizo consultas exploratorias para identificar las pequeñas organizaciones que se definen en este trabajo. De un total de 35 organizaciones identificadas en los 08 puntos seleccionadas, se aplico el cuestionario a 31, existiendo 4 organizaciones que se negaron o no pudieron atender la solicitud. Con los datos obtenidos, la matriz de resultados se expresa en la figura 27.

	MUY COSTOSO	COSTOSO	ACEPTABLE	BARATO	MUY BARATO
TARIFACION	5	22	15	2	0
	DEMASIADO UTIL	MUY UTIL	UTIL	POCO UTIL	INUTIL
UTILIDAD DEL SIMULADOR	3	10	11	6	2
	250 Bs.	350 Bs.	450 Bs.	550 Bs.	> 550 Bs.
PRECIOS	5	11	3	1	0

Fig.27: Matriz de datos y resultados

Los gráficos de las figuras 28, 29, 30 comparativos muestran a continuación las proporciones de categoría en cada variable de medida.



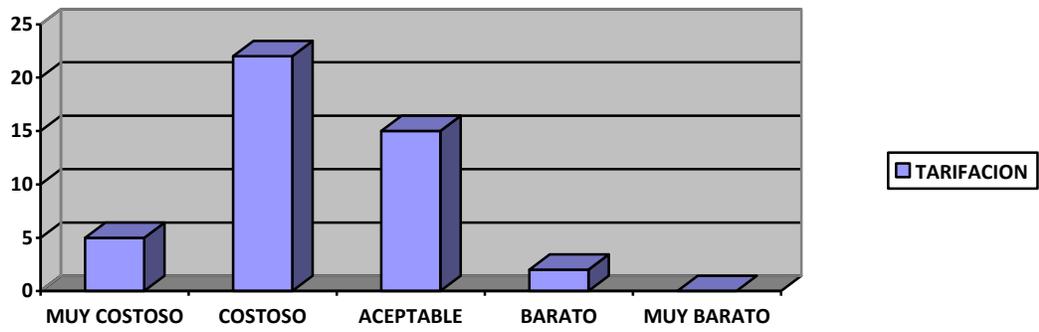


Fig.28: Variable de la tarificación

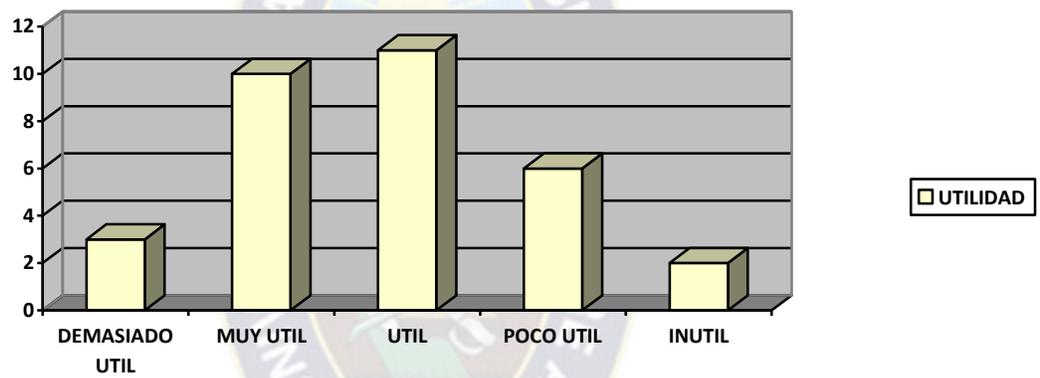


Fig.29: Variable de la utilidad

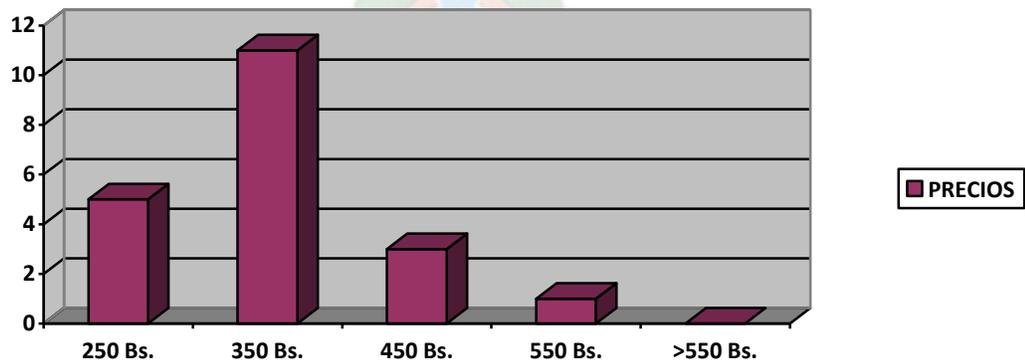
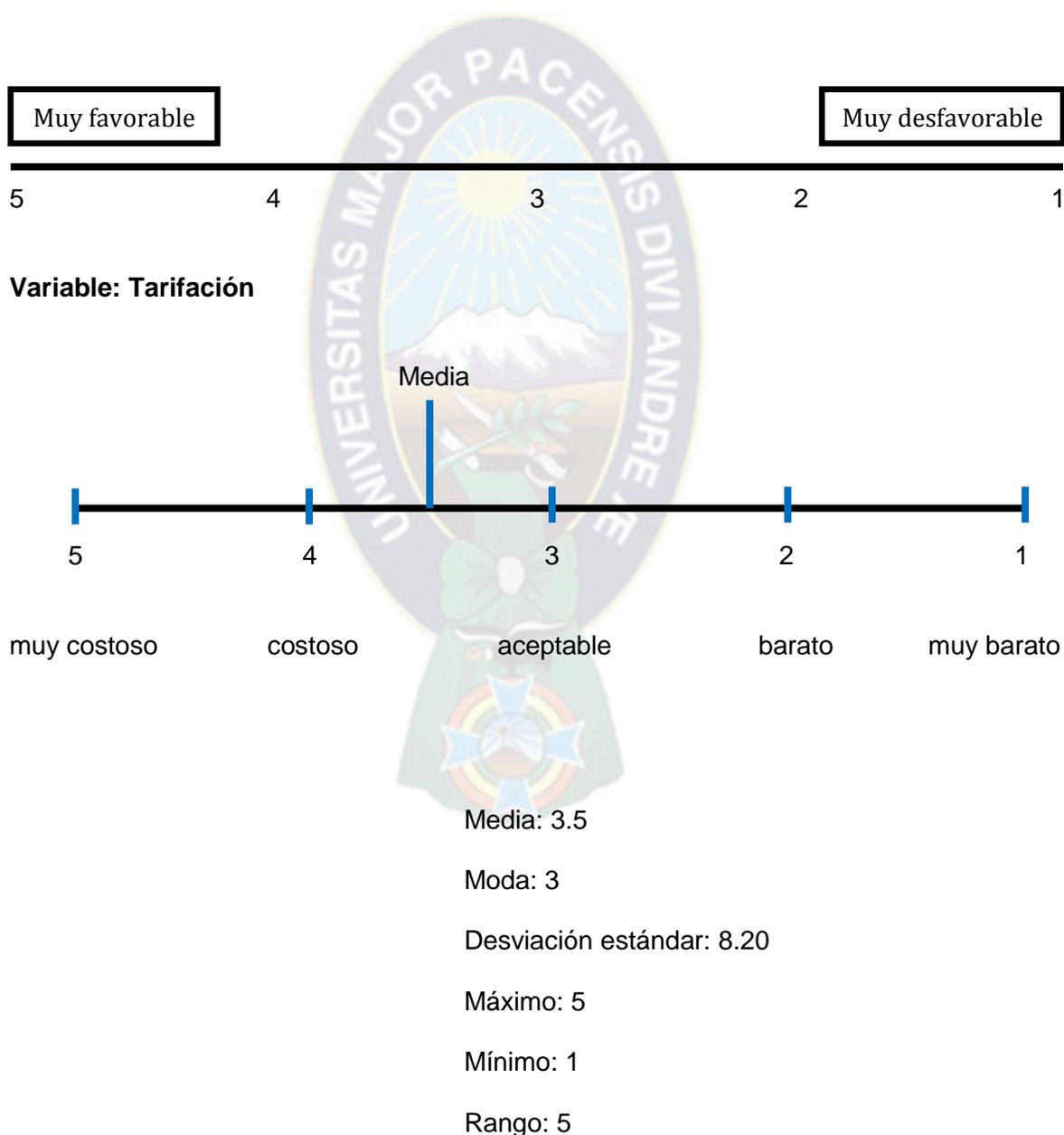


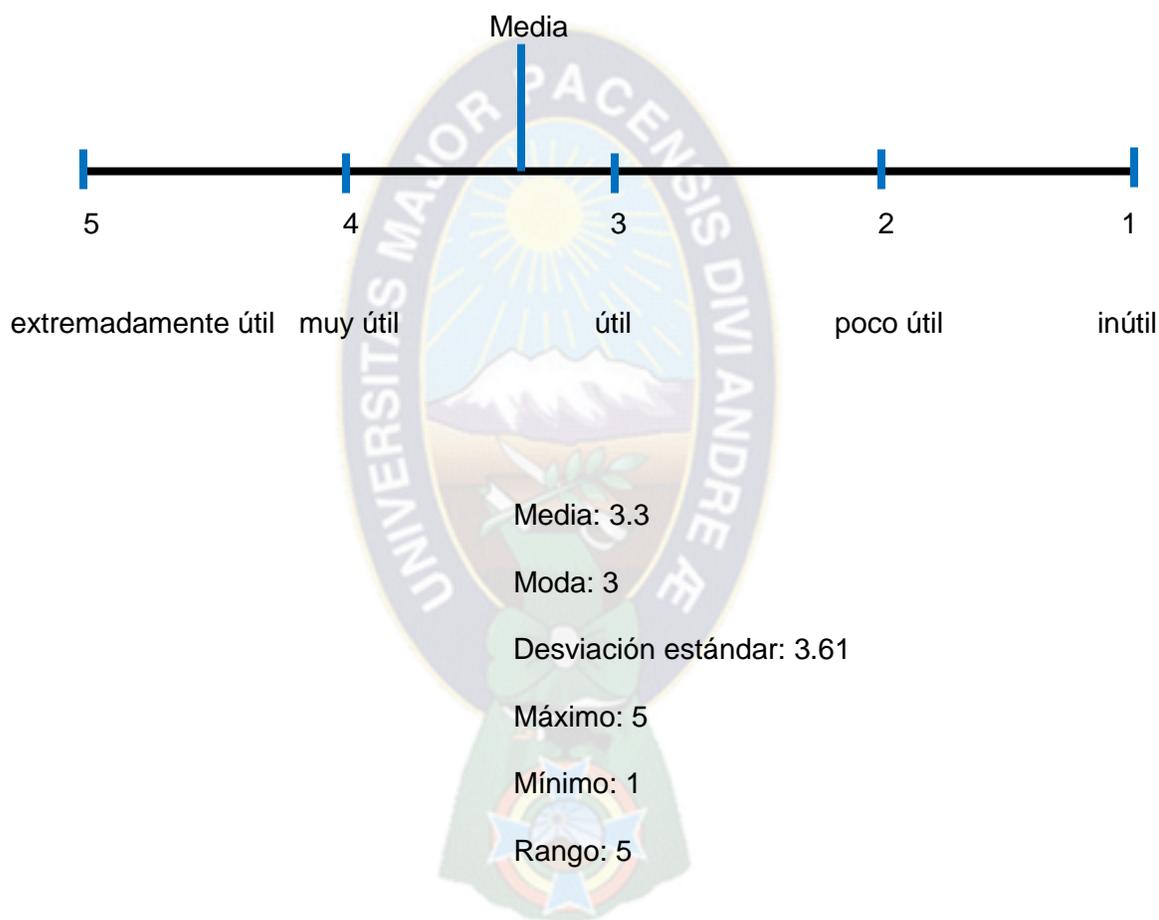
Fig.30: Variable de precios

Continuando en el siguiente paso, es asignar códigos numéricos a las categorías que corresponden a cada pregunta. Esto con el fin de obtener los estadígrafos descriptivos. El instrumento a usar es una escala de actitudes tipo Likert. Las categorías más negativas se codifican empezando en 1, hacia las más positivas, existiendo variables que tendrán 2,3 o 5 códigos numéricos.



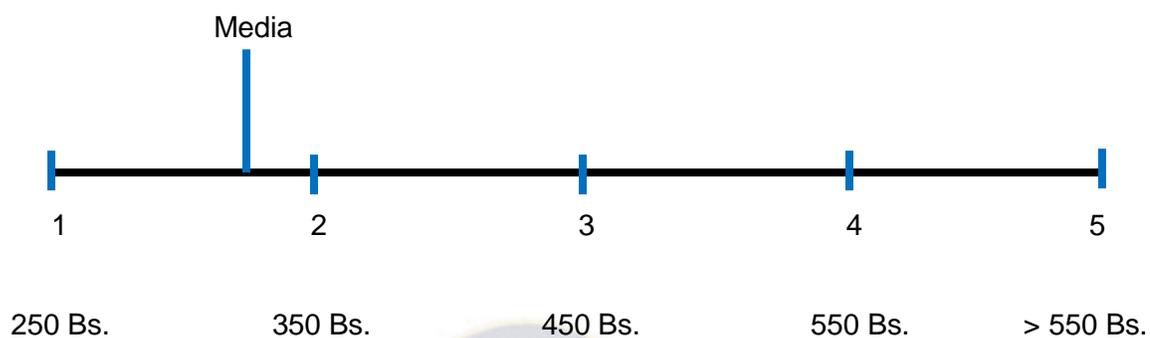
Los encuestados evalúan el costo del precio del equipo en promedio no costoso y aceptable. Ninguno de ellos indico que el costo del equipo era muy barato. La dispersión promedio a la media es 8.20.

Variable: Utilidad del simulador



Los encuestados evalúan la utilidad de un simulador telefónico con promedios de entre útil y muy útil. La mayoría de ellos considera que la utilidad de un simulador es útil y muy útil. La dispersión promedio a la media es 3.61.

Variable: precios



Media: 1.8
Moda: 2
Desviación estándar: 3.46
Máximo: 5
Mínimo: 1
Rango: 5

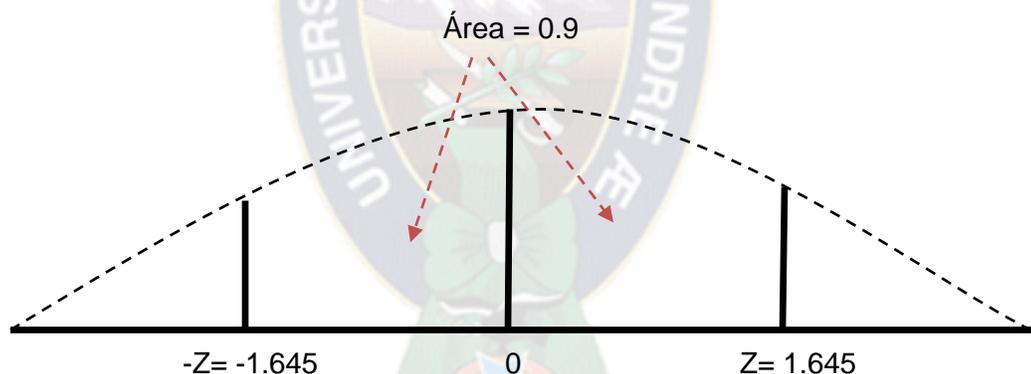
Los encuestadores evalúan el precio justo para el dispositivo en promedio de 333 Bs., $\frac{250 \text{ Bs.} + 350 \text{ Bs.}}{1.8} = 333 \text{ Bs.}$.

La mayor parte de ellos considera que un precio justo es de **350 Bs.** Ninguno de los encuestados considero un precio justo igual a mayor a 350 Bs. La dispersión promedio a la media es 3.46, cuya cifra en términos monetarios equivale a 3 Bs. con 46 centavos.

Inferencia de la muestra de población:

Los resultados obtenidos en la muestra se deben inferir a la población. El tamaño de la muestra se escogió con una esperanza de que por lo menos 4 de cada 10 individuos en la población respondan como en la muestra.

En la práctica, se asume que la distribución muestral de medias es normal cuando se analizan conductas de individuos o grupos en la sociedad, o investigación social. Por ello, se puede inferir una estima de las medias obtenidas en la muestra a la población, basados en un rango de confianza, cuya probabilidad se obtiene del área marcada en la distribución normal.



El rango de confianza para nuestros propósitos será de 0.9, es decir que existe una probabilidad de 0.9 que la inferencia de las medias obtenidas a la población sean ciertas. Esta área en la distribución normal se obtiene de las tablas de puntuaciones z que existen en los textos de estadística social. Para un área de 0.9, el valor de z es 1.645. La relación que permite establecer la inferencia por intervalos son:

$$X \text{ (inferencia a la población)} = x \pm z * \text{ desviación estándar}$$

Las medidas inferidas a la población, con una probabilidad del 90% de que estas sean ciertas, como se puede observar a continuación:

* Variable: Tarifación $X \text{ (inferida)} = 3.5 \pm 13.49$

* Variable: Utilidad del simulador $X \text{ (inferida)} = 3.3 \pm 5.94$

* Variable: precios $X \text{ (inferida)} = 1.8 \pm 5.69 = 333\text{Bs.} \pm 6\text{Bs.}$

En base a estos resultados, se puede estimar que existe una demanda potencial del producto, debido a la percepción de un costo regular, una relativa poca capacidad de controlar llamadas personales y la percepción de necesitar un simulador telefónico con las características explicadas.

En la muestra de 6 puntos se identificaron 25 organizaciones como las definidas en este trabajo. Para obtener cifras aproximadas por variable, debemos cuantificar en función de los extremos más favorables a la demanda potencial de cada variable; restamos 1 a las medias para ajustar las categorías a un inicio en cero y contamos los intervalos asociados a cada variable para estimar un cuantificador porcentual de la población. Este cuantificador debe multiplicar al número de la población estimada. La relación será:

$$\frac{X - 1}{\text{N}^{\circ} \text{ categorías} - 1} * 25 \text{ organizaciones}$$

Los estimadores potenciales para cuantificar la demanda potencial por variables serán:

- Variable, tarificación: $\frac{3.5 - 1}{5 - 1} = 0.625$ Demanda potencial = $0.625 * 25 = 15.625 \cong 15$
- Variable, utilidad: $\frac{3.30 - 1}{5 - 1} = 0,575$ Demanda potencial = $0.575 * 25 = 14.375 \cong 14$

Estas cantidades dan la pauta para dimensionar el tamaño del proyecto frente a la población definida. Se debe aclarar que la demanda es potencial. Para que realmente la demanda sea efectiva deberán intervenir ciertos factores que ligan la intención de compra del producto y que tienen que ver con los precios, la promoción y el posicionamiento en el mercado.

Dentro de las características tecnológicas se confirma la necesidad de adquirir un simulador telefónico de prueba telefónica, pues los indicadores confirman que el uso y necesidad del equipo no es homogéneo.

El precio obtenido y su dispersión promedio en la percepción de un precio justo por parte de los encuestadores en la muestra de potenciales demandantes, permite obtener una cifra inferida a la población con margen inferior y superior, que en adelante servirá como parámetro de análisis en costos presupuestos, tamaño e inversión y la estimación del punto de equilibrio en la producción del producto.

V.- DISEÑO DEL CIRCUITO SIMULADOR

5.1.- FUENTE DE ALIMENTACION

El aparato telefónico alimenta sus circuitos internos rectificando la energía proveniente de la central de conmutación EWSD-MDF respectivamente. Sus componentes y su funcionamiento están diseñados para abastecerse suficientemente con esta energía. El circuito simulador no se alimenta con la corriente proveniente de la línea telefónica, pues la carga total equivalente del circuito mas el aparato telefónico es tal que podría ocasionar una fuerte atenuación de la línea.

El circuito utiliza una fuente de alimentación simétrica tipo puente, cuya característica está basada en un transformador reductor de 110VAC/220VAC a 12 V simétrico y con una corriente de 1 A, de acuerdo a las necesidades que exige las demás etapas, como se aprecia en la figura 31, 32.

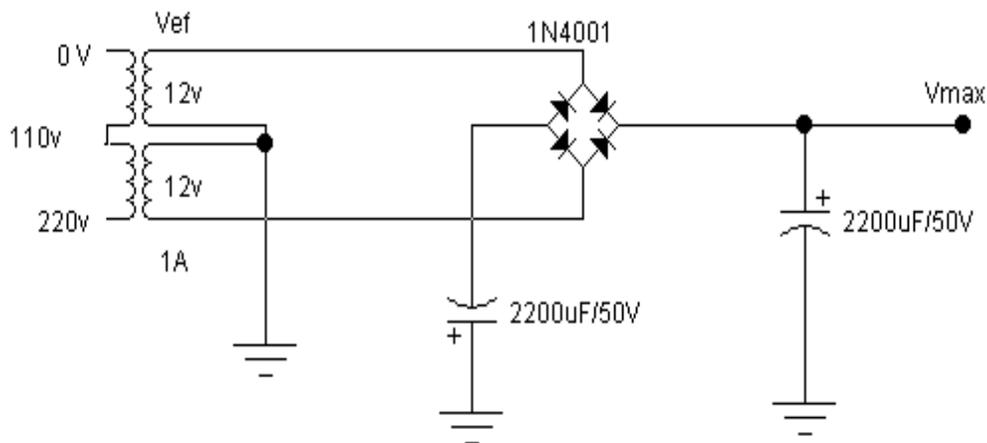


Fig.31: Fuente de alimentación

Cálculos:

$$V_{ef} = \text{Voltaje eficaz} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{max} = \text{Voltaje máximo} \dots\dots\dots (2)$$

$$V_{ef} = V_{max} + 2v_d / \sqrt{2} \dots\dots\dots (3)$$

$$V_{max} = V_{ef} \sqrt{2} - 2v_d \dots\dots\dots (4)$$

Entonces utilizando las ecuaciones 3 y 4 podemos calcular el voltaje eficaz y el voltaje máximo de la fuente de alimentación.

Datos: 12 vef.....voltaje eficaz del transformador

0.7 v_d.....voltaje de ruptura del diodo

Calculo de V_{max}: $V_{max} = 12VAC * \sqrt{2} - 2 * 0.7v$

$$V_{max} = 15.57 VDC$$

Calculo de Potencia eficaz: $P_{ef} = I * V_{ef}$

$$P_{ef} = 1A * 12 VAC$$

$$P_{ef} = 12 W$$

Calculo de Potencia máxima: $P_{max} = I * V_{max}$

$$P_{max} = 1A * 15.57 VDC$$

$$P_{max} = 15.57 W \cong 16 W$$

Calculo de V_{max} (simétrico): $V_{max} = (12VAC * \sqrt{2} - 2 * 0.7v) 2$

$$V_{max} = 31.14 VC$$

Calculo de Potencia eficaz (simétrico): $P_{ef} = (I * V_{ef})^2$

$$P_{ef} = (1A * 12 VAC)^2$$

$$P_{ef} = 24 W$$

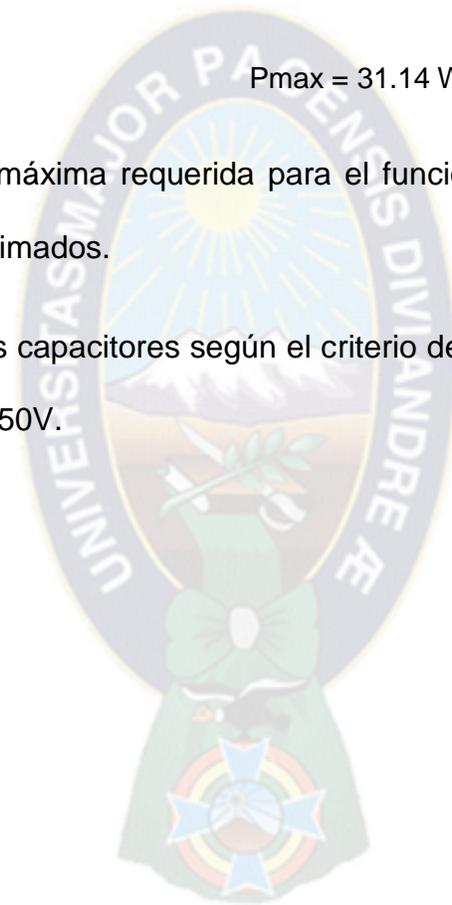
Calculo de Potencia máxima (simétrico): $P_{max} = (I * V_{max})^2$

$$P_{max} = (1A * 15.57 VDC)^2$$

$$P_{max} = 31.14 W \cong 30 W$$

La potencia máxima requerida para el funcionamiento del simulador, es de 30 W igual o aproximados.

El valor de los capacitores según el criterio de diseño, está en el rango de 470uF/50V a 2200uF/50V.



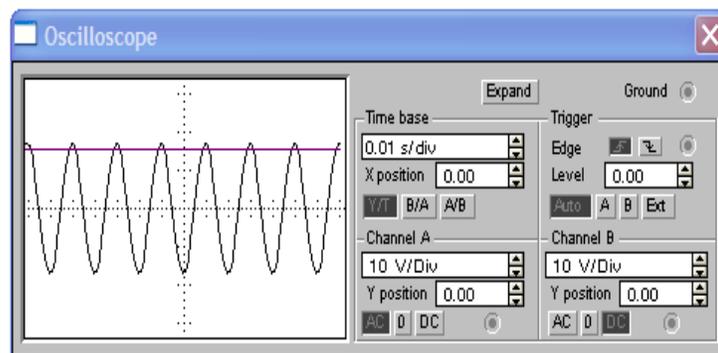
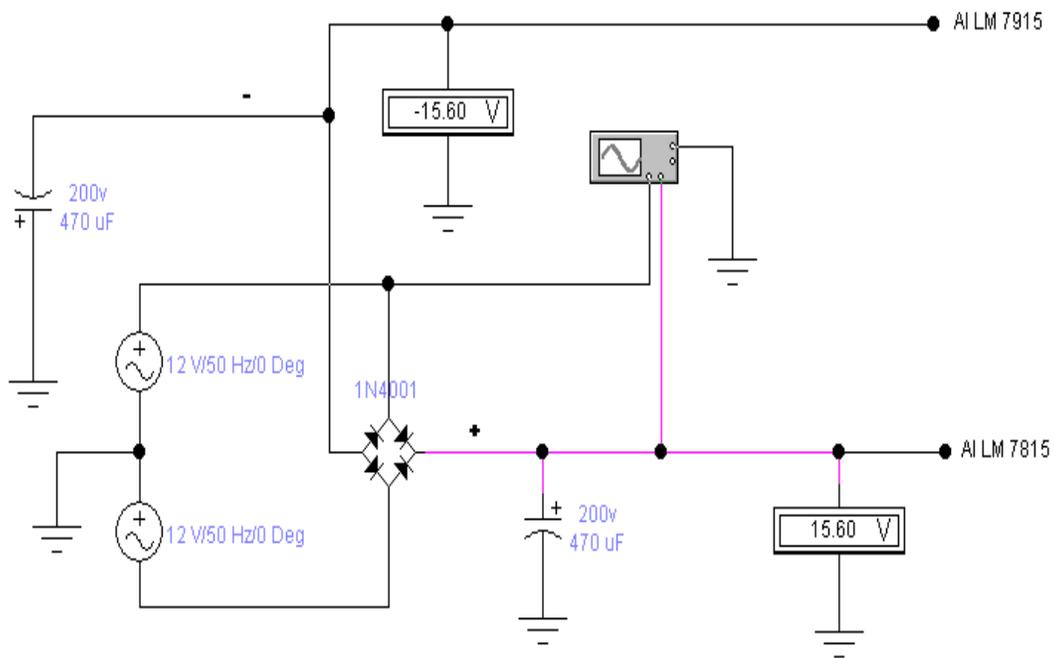


Fig.32: Circuito y Simulación de la fuente de alimentación

5.2.- GENERADOR DE RINGER

El generador de ringer es el encargado de generar el ringeo en base a una conmutación mecánica “llamada entrante”, la etapa está diseñada en base a un AOP “Amplificador Operacional”, el generador prácticamente es un oscilador puente de Wien aplicado para este tipo de funciones, como se aprecia en la figura 33, 34 .

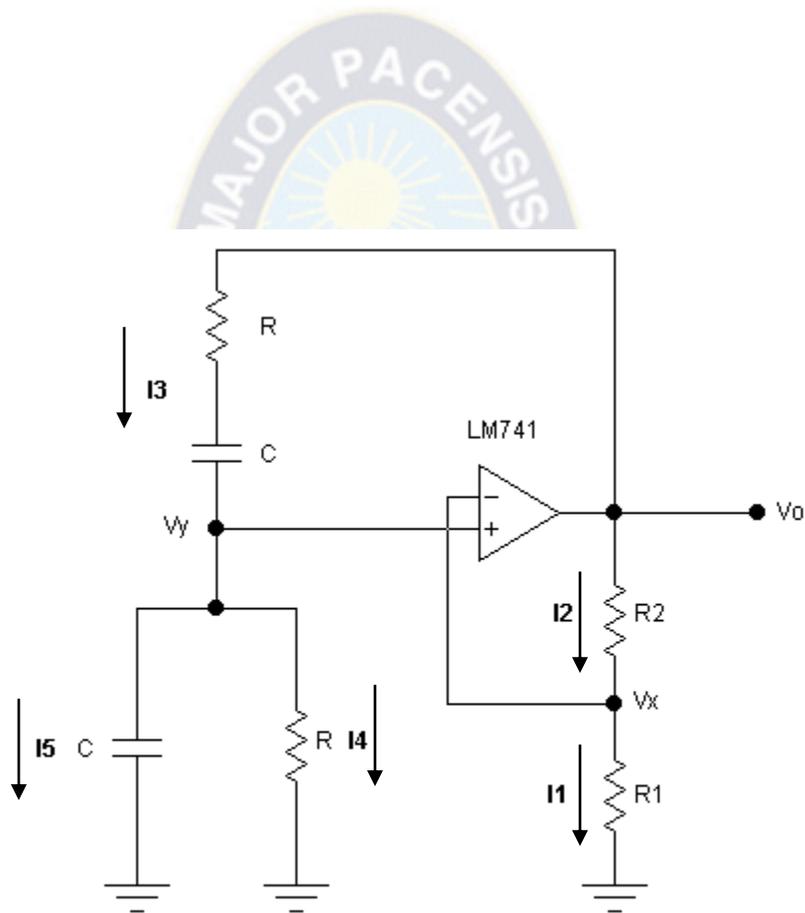


Fig.33 Generador de ringer

Cálculos:

Diseñar un oscilador senoidal, para una frecuencia de 50 Hz, el voltaje de alimentación del circuito es 15 v simétrico.

Datos:

VCC..... 15 v -/+

F.....50 Hz

AOP.....LM741

C.....10nF

R1.....1K

R2.....2.2K

R.....?

Entonces:

$$I1 = I2..... (1)$$

$$I3 = I4+I5..... (2)$$

$$Vx = Vy..... (3)$$

$$I1 = \frac{Vx}{R1}$$

$$I2 = \frac{Vo - Vx}{R2}$$

$$I_3 = \frac{V_o - V_y}{R + XC}$$

$$I_4 = \frac{V_y}{R}$$

$$I_5 = \frac{V_y}{XC}$$

De (1).....Vx...?

$$I_1 = I_2$$

$$\frac{V_x}{R_1} = \frac{V_o - V_x}{R_2}$$

$$V_o = V_x \frac{(R_1 + R_2)}{R_1}$$

$$V_x = \frac{V_o R_1}{R_1 + R_2} \div R_1$$

$$V_x = \frac{V_o}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \dots\dots\dots (4)$$

De (2).....Vy...?

$$I_3 = I_4 + I_5$$

$$\frac{V_o - V_y}{R + XC} = \frac{V_y}{R} + \frac{V_y}{XC}$$

$$V_o - V_y = V_y \frac{(R + XC)}{R} + V_y \frac{(R + XC)}{XC}$$

$$V_o = V_y \frac{(R + XC)}{R} + V_y \frac{(R + XC)}{XC} + V_y$$



$$V_o = V_y \left[\frac{(R + XC)XC + (R + XC)R + RXC}{RXC} \right]$$

$$V_y = \frac{V_o RXC}{(R + XC)XC + (R + XC)R + RXC} \div RXC$$

$$V_y = \frac{V_o}{\frac{R + XC}{R} + \frac{R + XC}{XC} + 1}$$

$$V_y = \frac{V_o}{\frac{XC}{R} + \frac{R}{XC} + 3} \dots \dots \dots (5)$$

Igualando 4 y 5 en 3:

$$V_x = V_y \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{V_o}{1 + \frac{R2}{R1}} = \frac{V_o}{\frac{XC}{R} + \frac{R}{XC} + 3}$$

Igualando en término real:

$$\left(\frac{XC}{R} + \frac{R}{XC} + 3 \right) V_o = V_o \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

$$1 + \frac{R2}{R1} = \frac{XC}{R} + \frac{R}{XC} + 3 \quad ; \quad XC = 0$$

$$1 + \frac{R2}{R1} = 3 \dots \dots \frac{R1 + R2}{R1} = 3 \dots \dots R1 + R2 = 3R1 \dots \dots R2 = 2R1 \dots \dots 1^a \text{ condicion}$$

Igualamos términos imaginarios:

$$0 = \frac{XC}{R} + \frac{R}{XC} \dots \dots \frac{XC}{R} = -\frac{R}{XC} \dots \dots XC = R$$

$$\text{Si} \dots \dots XC = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j2 * \pi * FC} \dots \dots R = \frac{1}{2 * \pi * FC} \dots \dots 2^a \text{ condicion}$$

Ecuación obtenida:

$$F = \frac{1}{2 * \pi * R * C}$$

Diseñar un oscilador puente de wien para una frecuencia de: 50 hz

$$F = \frac{1}{2 * \pi * R * C}$$

Despejando R de la ecuación obtenida:

$$R = \frac{1}{2 * \pi * F * C}$$

Sustituyendo datos:

$$R = \frac{1}{2 * 3.14 * 50 * 10nF}$$

$$R = 318309.8 \Omega$$

$$RN = 330K$$

Valores obtenidos: R = 330K ; C = 10nF



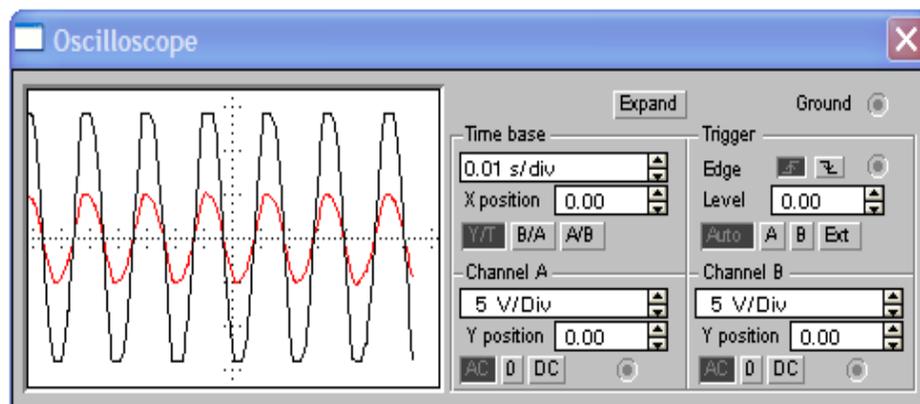
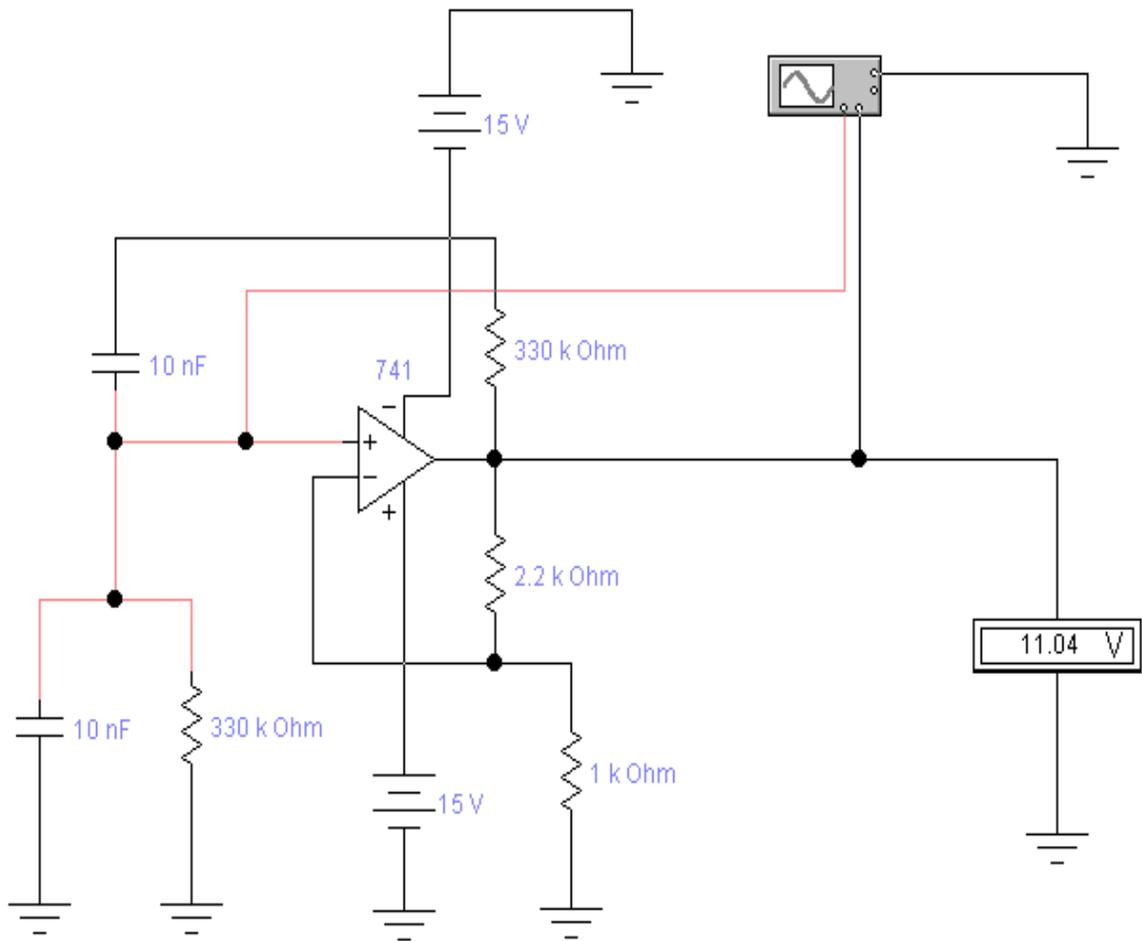


Fig.34: Circuito y simulación de generador de ringer

5.3.- GENERADOR DE TONO

El generador de tono es capaz de generar tono DTMF “llamada saliente” en base a una conmutación mecánica, la etapa está diseñada en base a un transistor UJT, considerándose un oscilador de pulso triangular constituido o aplicado para esta función, como se ve en la figura 35, 36.

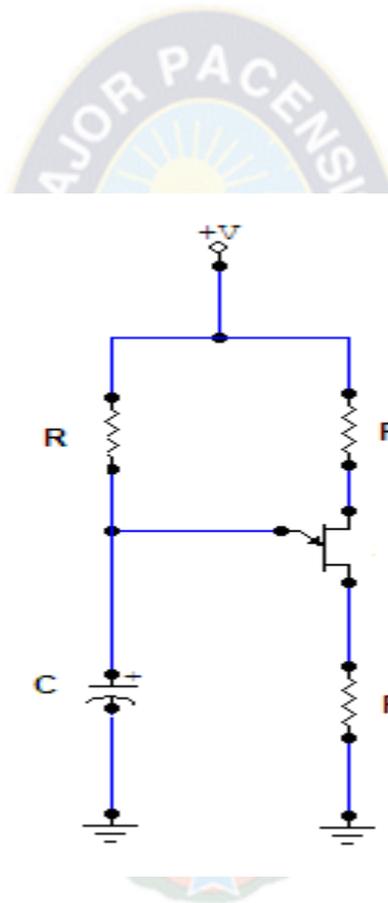


Fig.35: Generador de tono

Cálculos:

Diseñar un oscilador empleando el UJT 2N2646 para una frecuencia de 200 Hz, con los siguientes datos:

VCC.....15v

F.....200 Hz

C.....0.1 uF/50v

R1, R2.....220 Ω

R.....?

Entonces: T = 5 ms

$$T = RC$$

$$F = \frac{1}{T}$$

$$R = \frac{T}{C}$$

Sustituyendo datos:

$$R = \frac{5 * 10^{-3}}{0.1 * 10^{-6}} = 50000 \Omega \dots \dots \dots R_n \cong 50K$$

En el mercado no existe el valor de Rn, entonces acoplamos tres resistencias en serie de 39K, 10K y 1K = 50K, o dos resistencias en paralelo de 100K, como se aprecia en la figura 36.

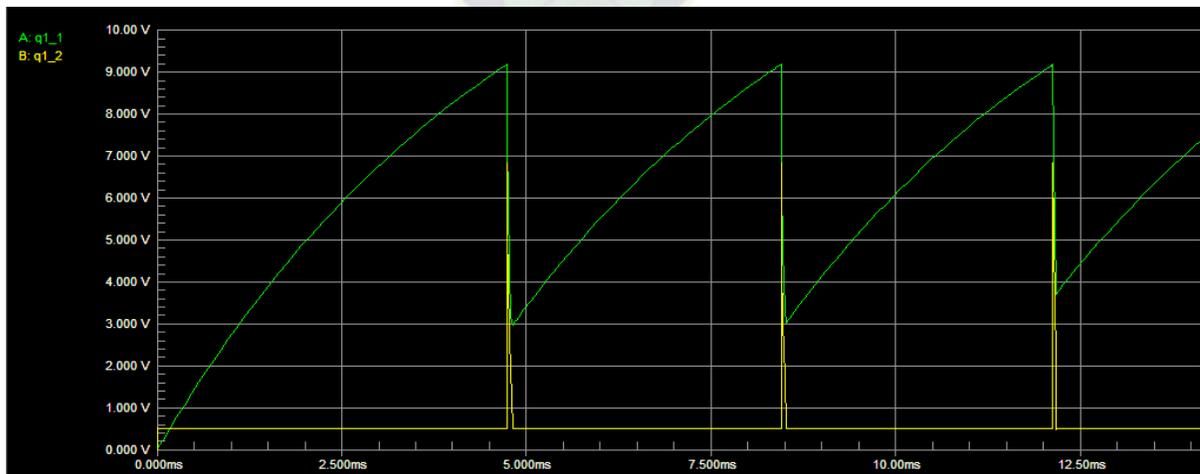
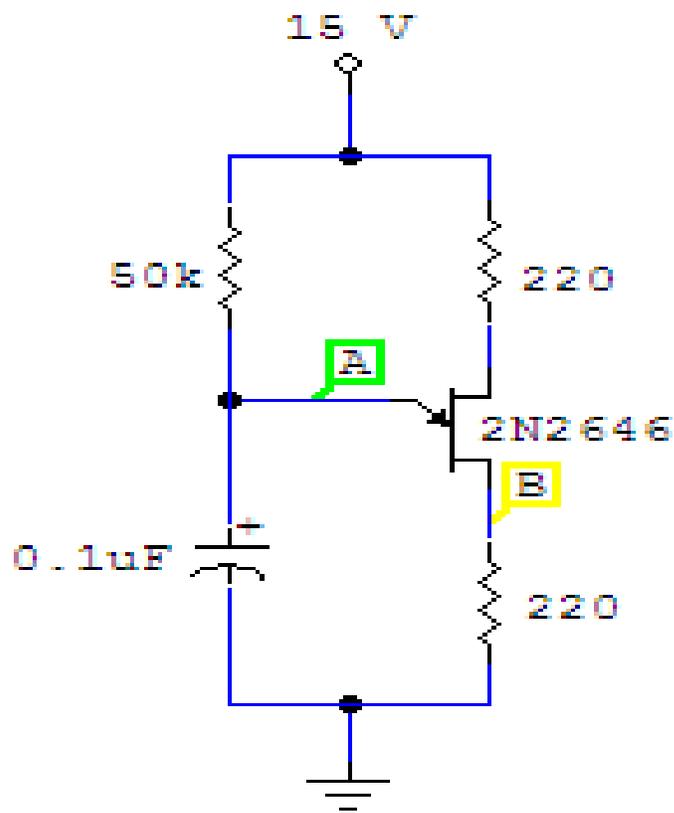


Fig.36: Circuito y simulación del generador de tono

5.4.- AMPLIFICADOR DE VOZ

El amplificador de voz es el encargado de ampliar o amplificar las voces, probablemente a un rango de frecuencia de 20 Hz y con una amplitud máxima hasta los 15 v. El amplificador de voz se utiliza para probar el auricular una vez levantado al toque del ringer y se ejecuta en base a una conmutación mecánica. La etapa está diseñada en base a un Circuito integrado LM 386 conociéndola las características técnicas para esta clase de funciones.

La Descripción General

El LM386 es un amplificador de potencia diseñado para el uso en el punto bajo figura 37, las aplicaciones del consumidor de voltaje, la ganancia está internamente colocada a 20 Veces para mantener parte exterior en parte cuentan punto bajo, pero la adición de un capacitor y resistencia externa entre los pines 1 y 8 lo harán que aumente la ganancia a cualquier valor hasta 200 veces. Los aportes son bases para el que se estableció referencias mientras la salida es automáticamente, parcial para la mitad el voltaje del suministro es inactivo. El tubo de desagüe de poder es sólo 24 milliwatts al operar con 6 v el voltaje hace que exista abastecimiento de poder, haciendo al LM386 ideal para la operación de la batería.

Características:

- Battery operation
- Minimum external parts
- Wide supply voltage range $4V \pm 12V$ or $5V \pm 18V$
- Low quiescent current drain 4 mA
- Voltage gains from 20 to 200
- Ground referenced input
- Self-centering output quiescent voltage
- Low distortion
- Eight pin dual-in-line package

Aplicaciones:

- AM-FM radio amplifiers
- Portable tape player amplifiers
- Intercoms
- TV sound systems
- Line drivers
- Ultrasonic drivers
- Small servo drivers
- Power converters

AV = 20

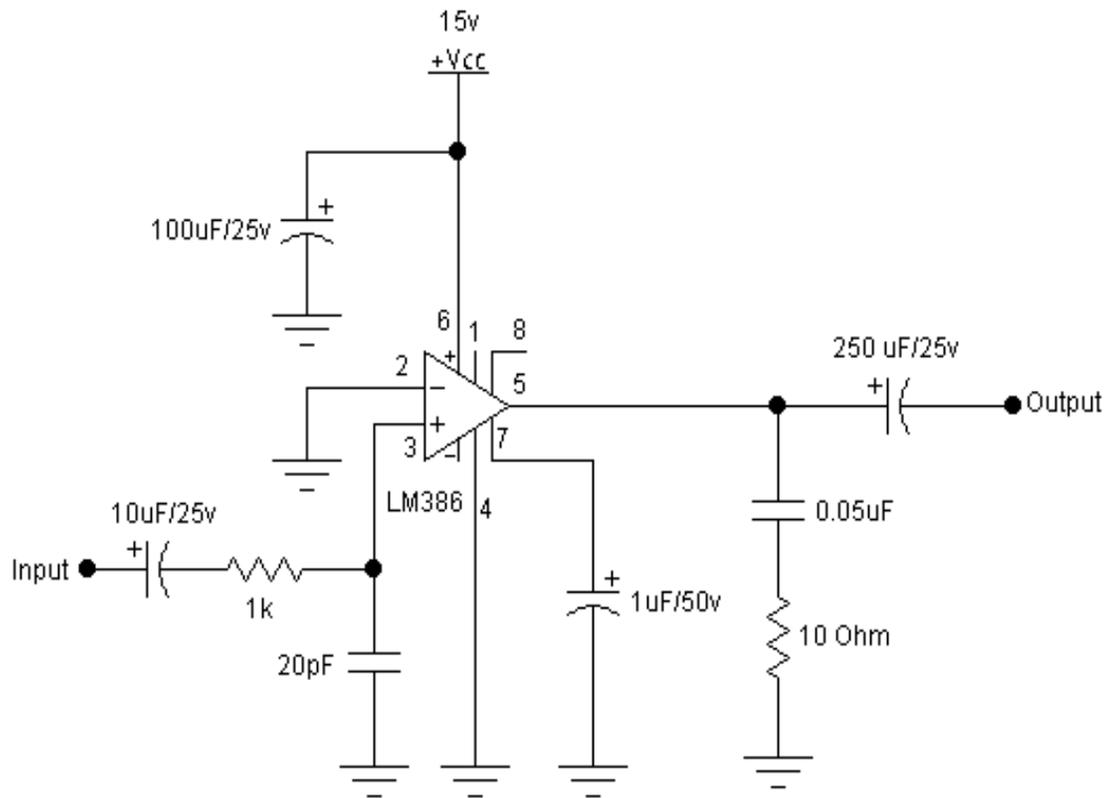


Fig.37: Circuito del amplificador de voz

5.6.- EL CONMUTADOR

El conmutador es el encargado de conectar el teléfono al modulador de señal en forma mecánica de tres tiempos como:

- 1.- Generador de ringer
- 2.- Generador de tono
- 3.- Amplificador de voz

El conmutador prácticamente es un conmutador mecánico de dos tiempos, donde en este caso utilizamos dos conmutadores para las pruebas que queremos realizar como: Ringer, Tono y Voz las cuales se caracterizan para la manipulación de una manera inteligente para el técnico entendido en el ramo, como se demuestra en la figura 39.

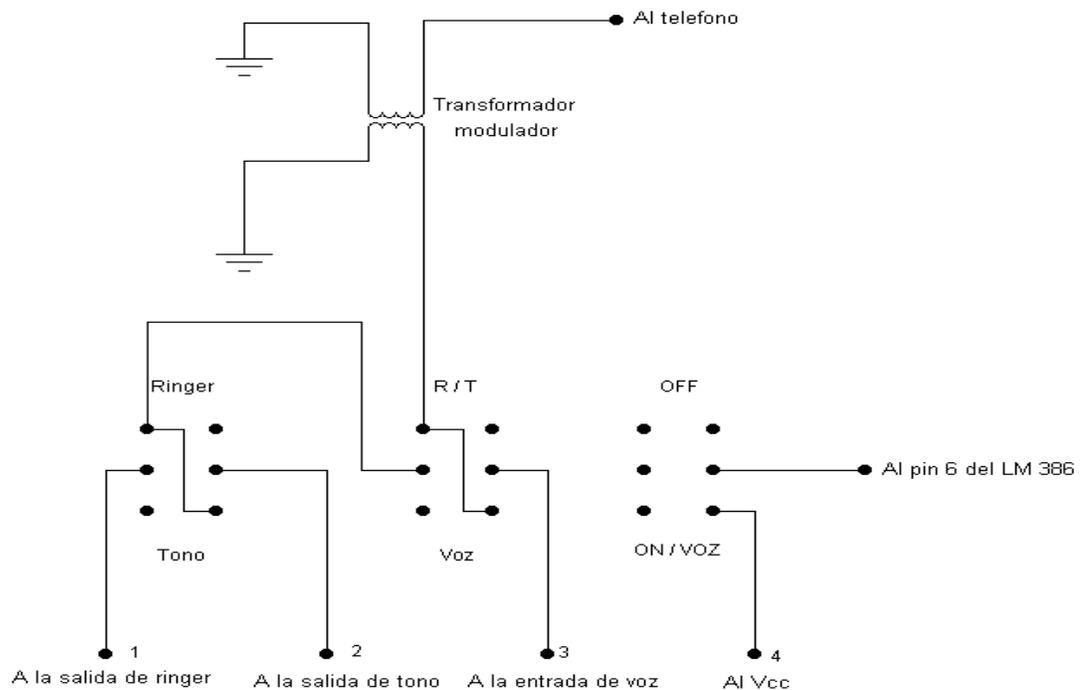
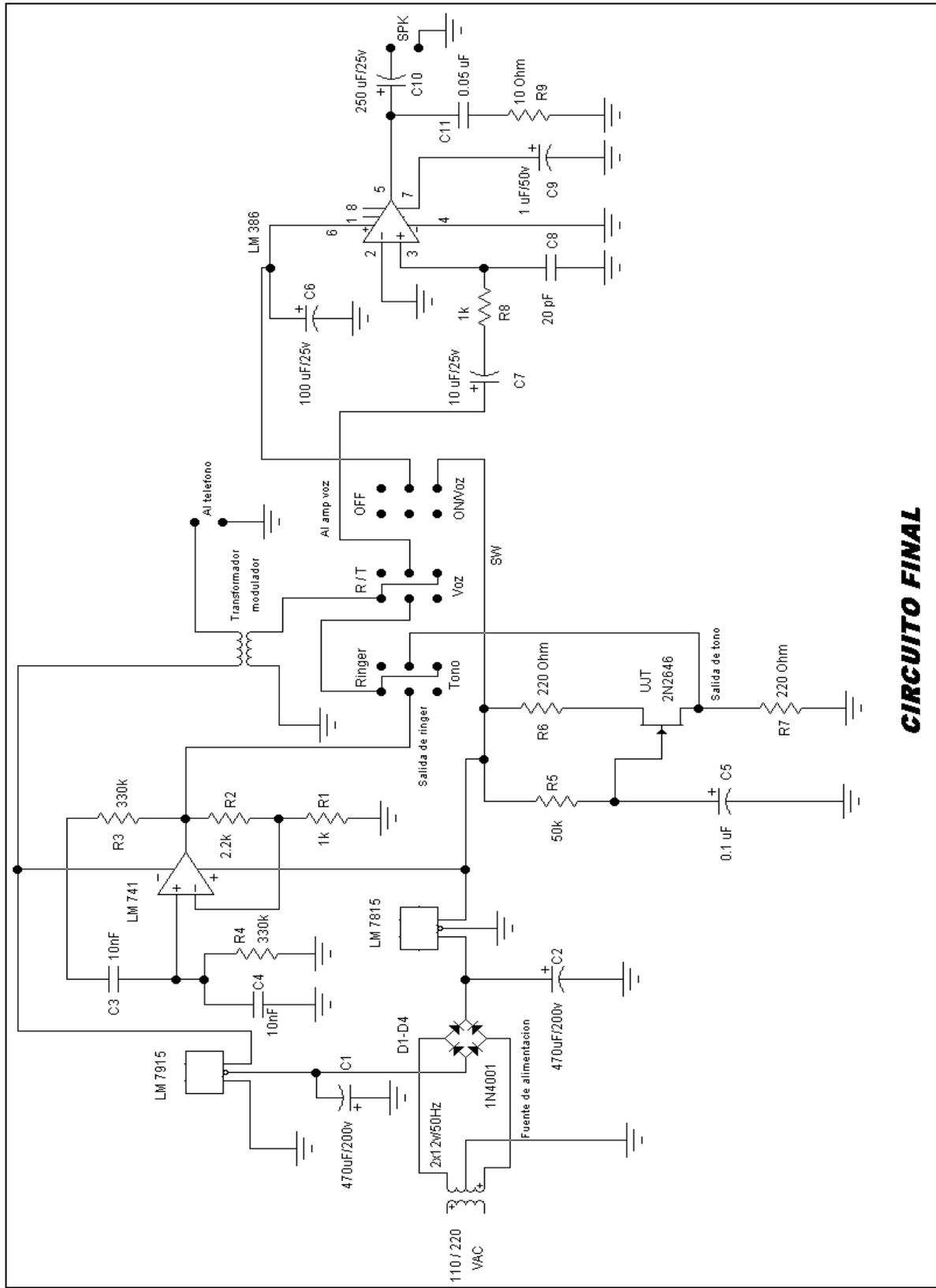


Fig.39: Circuito del conmutador mecánico



CIRCUITO FINAL

Fig.40: Circuito final del simulador

5.7.- ANALISIS DE RESULTADOS

Habiendo realizado el diseño y construcción del simulador de línea telefónica para pruebas de aparatos telefónicos fijos y contestadoras, proyecto terminado. El simulador tiene 4 conmutadores, una para POWER SUPPLY y tres para pruebas de ringer, tono y auricular, dispuestas para la operación del técnico del ramo, se hizo las siguientes pruebas una vez encendido:

5.7.1.- PRUEBA DE RINGER

- Al conmutar SW1 a ringer, se percibe la llamada entrante o ringeo del teléfono en prueba.

- Se debe realizar esta conmutación alternando con la prueba del tono o llamada saliente, afin de diferenciar los dos parámetros.

5.7.2.- PRUEBA DE TONO

- Al conmutar SW1 a tono, se levanta el auricular y se percibe la llamada saliente o tono DTMF, y por su puesto los tonos del teclado del aparato telefónico fijo o contestadora en prueba.

- Se debe realizar esta conmutación alternando con la prueba del ringer o llamada entrante, afin de diferenciar los dos parámetros.

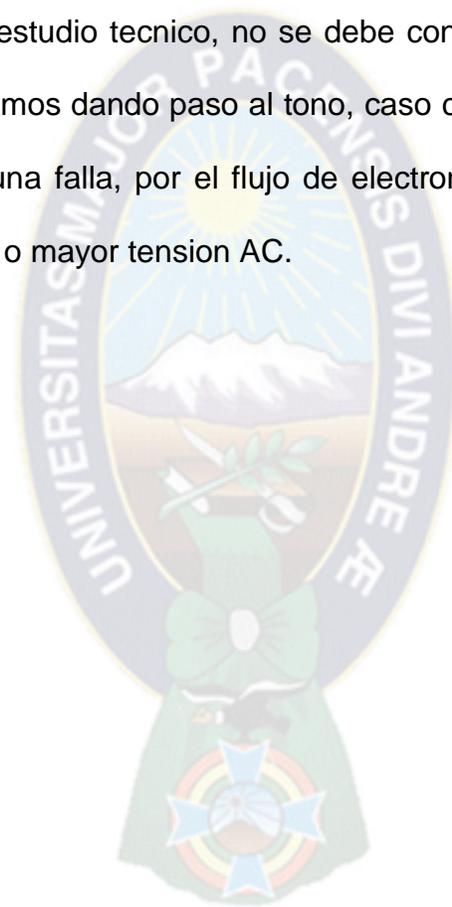
5.7.3.- PRUEBA DE VOZ

- Al conmutar SW2 a VOZ y SW3 a ON/VOZ, se levanta el auricular para el habla y este parámetro se escucha en la salida del parlante.

- Estas dos conmutaciones es netamente para la prueba de voz, así de esta manera probamos el auricular del aparato telefonico fijo o contestadoa en prueba.

- Al conmutar SW2 a R/T y OFF damos paso a los dos puntos anteriores “ringer y tono”.

Desde el analisis de estudio tecnico, no se debe conmutar a ringer al levantar el auricular por que estamos dando paso al tono, caso contrario al equipo en prueba se esta provocando una falla, por el flujo de electrones que fluye del circuito de CA, así sea de menor o mayor tension AC.



VI.- INVERSION Y COSTOS

De acuerdo al enfoque que se dio al análisis realizado en el estudio del mercado, el proyecto referido al equipo simulador de línea telefónica es proyectado en una primera etapa de producción y con un periodo de realización de corto plazo. Esta decisión permite establecer parámetros sobre los cuales es posible planificar posteriores etapas en la producción del producto. También permite proyectar la producción de otros proyectos electrónicos que presten servicios demandados en un mercado del que ya se tendrá mejores referencias y expectativas.

6.1.- TAMAÑO Y LOCALIZACION

El tamaño es un concepto que está basado a la capacidad de producción “oferta” y/o a la capacidad potencial que tiene el mercado de adquirir un bien o servicio “demanda”. La perspectiva de análisis para el proyecto se debe tomar en cuenta el segundo criterio, ya que los resultados del estudio del mercado ofrecen cifras estimadas de la capacidad de un mercado potencial demandante para una primera etapa de producción. En cuanto al tamaño de producción, bajo estos criterios, debe ser de 200 unidades para esta primera etapa de producción.

La localización del laboratorio o taller de diseño y construcción del equipo debe estar ubicado en las ciudades de La Paz y El Alto. Es recomendable que se encuentre en una zona no comercial, pero cercana al área donde se realizó el estudio de mercado. El criterio de la localización para este producto responde simplemente a minimizar los gastos de producción y distribución.

Se recomienda, que este proyecto sea encarado por una empresa unipersonal ya que dispone de activos fijos instalados o como una inversión inicial.

Estos activos fijos son los siguientes:

- Laboratorio o taller de Electrónica, lugar donde realizar el trabajo de ensamblado y construcción del equipo simulador. Básicamente se compone de un inmobiliario.
- Instrumental necesario para el ensamblado, construcción y pruebas:
 - Multitester A / D
 - Protoboard
 - Placa base simple de cobre
 - Cautín o estación de soldar
 - Alicates
 - Desarmadores
 - Instrumentos de metal mecánica y serigrafía



6.2.- INVERSION INICIAL

En la inversión inicial se estima a precios de mercado, del mes de Noviembre del 2010, en dólares americanos. El montaje del laboratorio o taller consta del equipamiento de inmobiliario como: una mesa de trabajo, un escritorio, 3 sillas, etc. El instrumental necesario es básico y requerido para la construcción de cajas o gabinete metálico, puesto que se refiere de una maquina dobladora de metal mecánica.

6.3.- COSTOS

Los costos son las asignaciones de precios del mercado a los recursos requeridos por el proyecto en dólares americanos. El análisis de costos se ubica en la producción de la primera etapa con 200 unidades y un corto plazo de 1 año incluido la distribución y comercialización del producto, tal como se aprecian en las tablas de las figuras 41, 42.

ITEM	COSTO APROXIMADO (\$us)
Montaje del laboratorio	450
Instrumental	500
TOTAL	950

Fig.41: Tabla de costos de inversión inicial

1) Costos fijos:

COSTOS FIJOS	VALOR EN (\$US)
Alquiler de local	150
Tributación de patentes municipales	10
Costo de estudio del mercado	20
Costo de promoción	20
Depreciación por uso de herramientas	80
Imprevistos (5% del total)	8
TOTAL	288

Fig.42: Tabla de costos fijos

La Instrumentación o herramientas tienen una depreciación anual del 5% y se evalúan en 500 \$us figura 43. El método de depreciación es directo, vale decir depreciar el equipo o instrumental dividiendo los porcentajes de tiempo de vida útil por el tiempo de uso de trabajo.

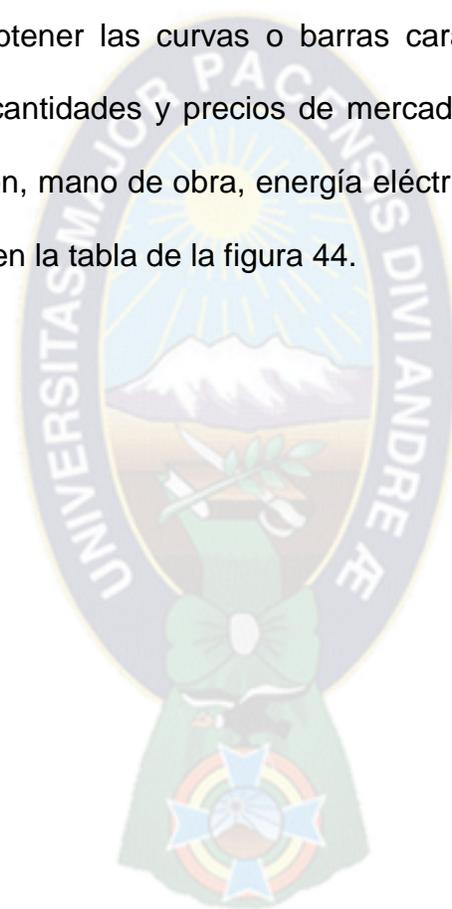
ITEM	FORMULA	VALOR
Depreciación de herramientas	$0,05 \cdot 500 \text{ \$us}$	25 \$us
	TOTAL	25 \$us

Fig.43: Tabla de depreciación

El alquiler y la tributación de patentes municipales están cotizados de Diciembre del 2010. Los costos de estudio del mercado y costos de promoción se refieren al costo de papelería y transporte para realizar estas tareas.

2) Costos variables:

El análisis de costos variables se hace por fabricación unitaria del producto, para así obtener las curvas o barras características de costos en el plano cartesiano de cantidades y precios de mercado. Los costos variables son: insumos de producción, mano de obra, energía eléctrica consumida y distribución, tal como se describe en la tabla de la figura 44.



DESCRIPCION DE INSUMOS Y PRECIOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO Bs.	PRECIO TOTAL Bs.	PRECIO TOTAL (\$us)
CI LM 741	1	2	2	0,28
Transistor UJT 2N2646	1	6	6	0,86
Diodos 1N4004	4	2	8	1,14
Diodos 1N4148	2	1,5	3	0,42
Capacitor electrolítico 470 uF/200v	2	20	40	5,71
Capacitor electrolítico 0,1 uF/16v	1	1	1	0,14
Capacitor electrolítico 10 uF/25v	2	2,5	5	0,71
Capacitor electrolítico 100 uF/25v	1	3	3	0,42
Capacitor electrolítico 250 uF/25v	1	3,5	3,5	0,5
Capacitor electrolítico 1 uF/50v	1	1,5	1,5	0,21
Capacitor cerámico 10nF	2	2	4	0,57
Capacitor cerámico 20 pF	1	2	2	0,28
Capacitor cerámico 0,05 uF	1	1	1	0,14
Resistores de carbón	9	0,5	4,5	0,64
Transformador de 12V, 1A	2	30	60	8,57
Conmutador mecánico	2	2,5	5	0,71
Una placa virgen de Cu 10Cmx8Cm	1	10	10	1,42
Caja metálica serigrafiado	1	60	60	8,57
Otros (soldadura, pernos,...)	1	20	20	2,86
TOTAL	36	171	239,5	34,15

Fig.44: Tabla de insumos y precios

Las cotizaciones son hechas al mes de Marzo del 2011, con el tipo de cambio de 7 Bs. por dólar americano. Las cotizaciones fueron hechas en el mercado local. Los costos variables por unidades son insumos, mano de obra en ensamblado, energía eléctrica y gastos de distribución, la cual se presenta en la tabla de la figura 45, considerando el precio total del equipo.

COSTOS VARIABLES POR UNIDAD	VALOR EN \$US
Insumos	34,15
Mano de obra en ensamblado	20
Energía eléctrica	0,2
Gastos de distribución	0,3
TOTAL	54.65 \cong 55

Fig.45: Costo total del equipo

El precio de oferta fue estimado en el estudio de mercado con un valor de 333Bs. \pm 6Bs. (47.6 \$us \pm 0.86 \$us). Asumiendo los precios medios y extremos: 46.74 \$us, 47.6 \$us y 48.46 \$us. El siguiente paso es identificar las barras de costos e ingresos por venta en el par de ejes cartesianos que representan las cantidades producidas y los precios en unidades monetarias figuras 46, 47, 48, la producción se constituye en forma lineal. Para cada precio de oferta del producto, existe un punto de equilibrio en costos totales igual ingresos por venta.

También hay que identificar el punto que representa las 200 unidades producidas y ver si se encuentra o no en la zona de utilidades, para cada caso.

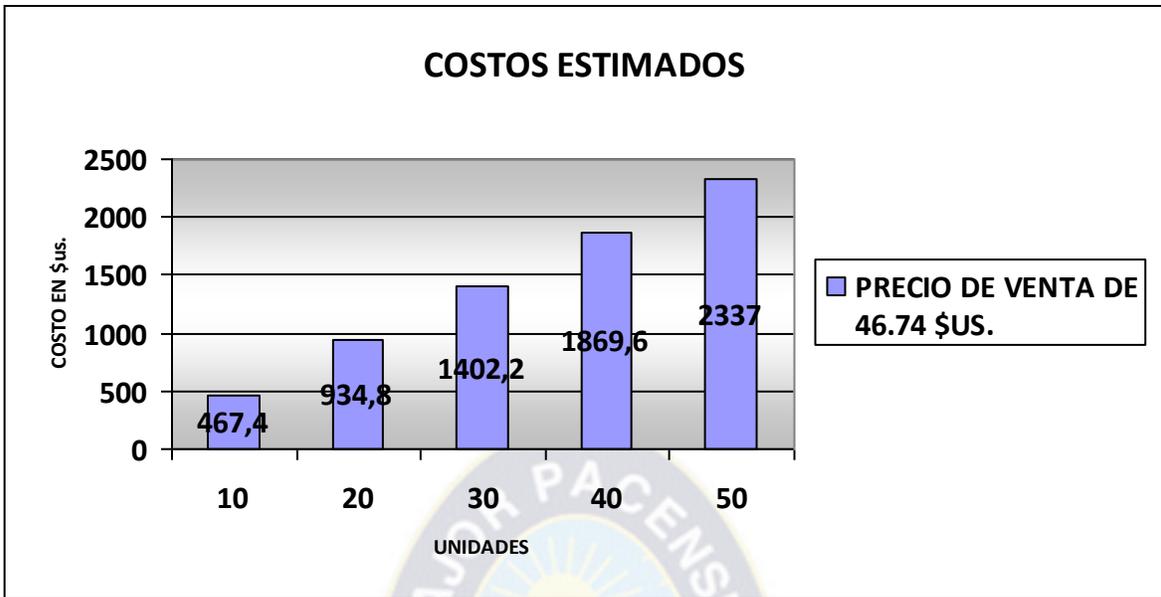


Fig.46: Costo comercial 1.

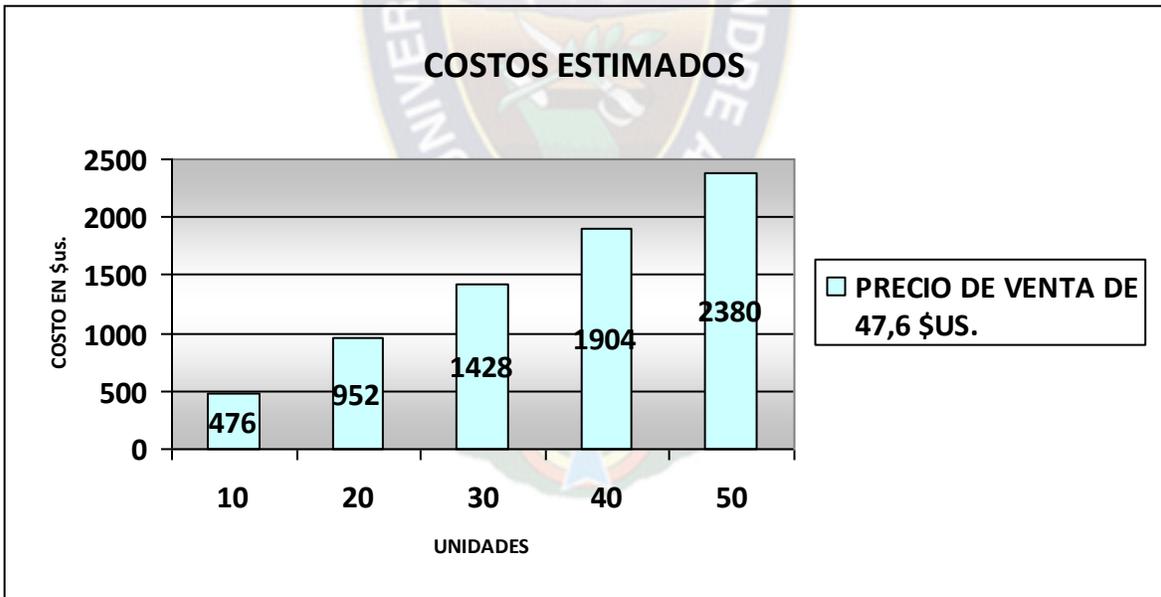


Fig.47: Costo comercial 2.

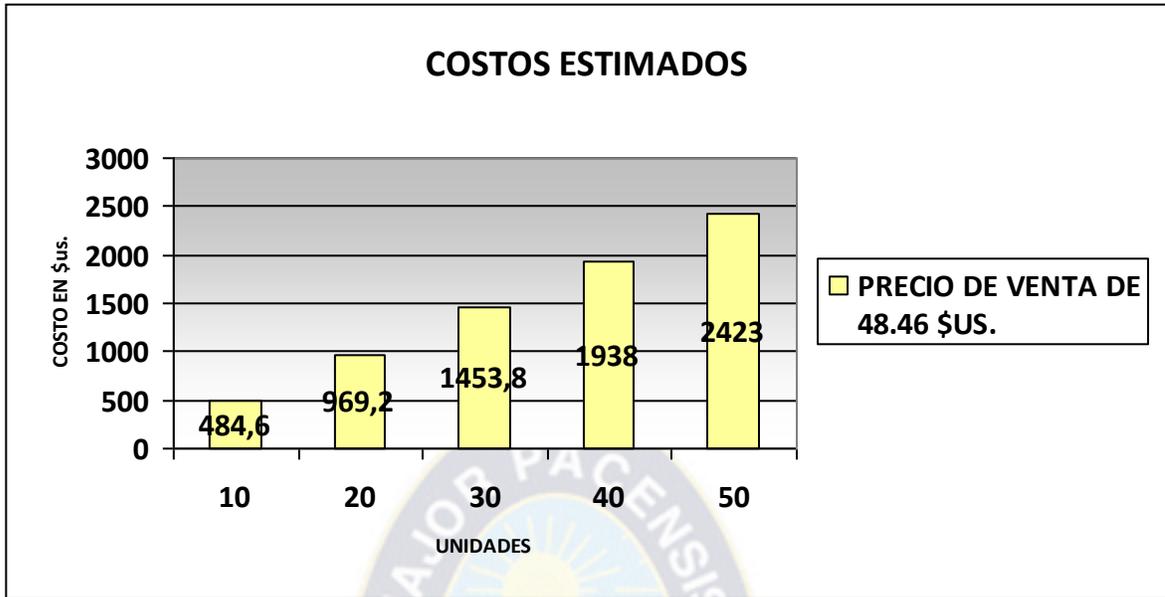


Fig.48: Costo comercial 3.

El punto de equilibrio se da en 30 unidades vendidas en los 3 gráficos de costos de estimación. La producción de 200 unidades es anual, puesto que en los gráficos la suma de unidades de producción es 150 u que es $\cong 200u$.

6.4.- INVERSION FINAL

Si decidimos fabricar los 200 equipos por año, el costo total será la siguiente:

Costo total = costo variable por unidad x N° de unidades + costo fijo + inversión inicial.

$$CT = 54.65 * 200 + 288 + 950 = 12168 \text{ $us.}$$

Entonces la inversión final o inversión completa será de: **12168 \$us.**

VII.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

CONCLUSIONES:

- * Para posteriores mejoras podemos incorporar un decodificador DTMF. Este circuito permite decodificar una cadena de tonos DTMF proveniente del equipo “teléfono”, sirve tanto para saber a qué número se ha marcado el teléfono.
- * Los generadores de Ringer y Tono son automáticos, con tan simple movimiento del conmutador mecánico o manual.
- * El amplificador de voz es simplemente un amplificador de audio de 1w rms hasta una potencia max de 10w, para pruebas del auricular del aparato telefónico, también se conmuta por un conmutador mecánico.
- * El proyecto consiste en un equipo electrónico acabado o de fábrica, con indicaciones externas, dirigido al personal técnico usuario de las telecomunicaciones.
- * El simulador de línea telefónica fundamentalmente es un probador de teléfonos fijos y contestadoras, con cuya característica de diagnosticar averías y fallas para su posterior reparación del equipo. Además no pretende competir con simuladores de línea de uso profesional.
- * El proyecto alcanzara niveles óptimos de rentabilidad siempre y cuando la inversión final sea financiada con un crédito de bajos intereses en apoyo a la empresa unipersonal o microempresa.

* La producción y comercialización del producto debe ser segmentado en un periodo no mayor a un año, también las utilidades de las ventas parciales deben autofinanciar la producción del siguiente producto. El crédito debe ser solicitado para cubrir la primera producción y posteriormente lo que haga falta en los siguientes productos. Esto con el fin de evitar que el interés del crédito sea excesivo.

* Para ajustar niveles de rentabilidad se deben variar los precios de venta en un margen recomendado en el estudio del mercado, tomando en cuenta que los incrementos en el precio del producto hará más difícil la comercialización del producto por la ley de precios y demandas.

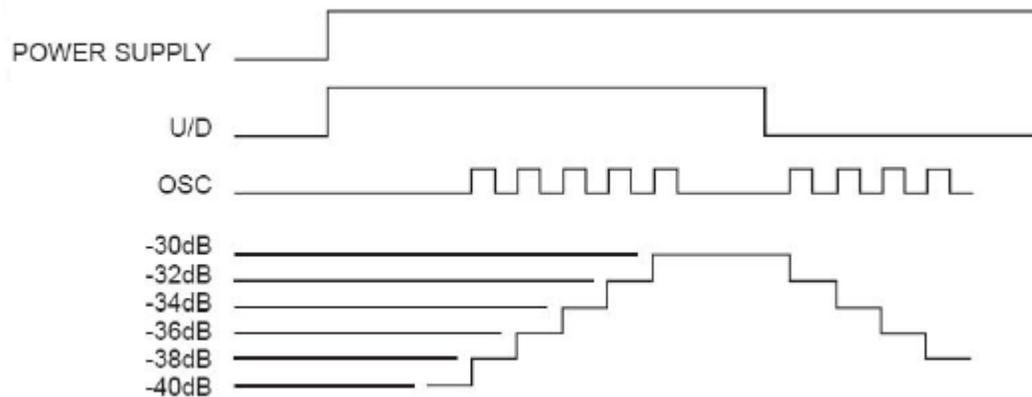
* Para la promoción del producto se utilizará equipos electrónicos de marca nacional en el área de potenciales demandantes con toda la información que se requiera acerca del producto. En esta promoción se escogen los equipos electrónicos acabado denominado “simulador de línea telefónica” debido a que el nivel de instrucción que a si lo permite y por el relativo bajo costo de realización y distribución.

* Justificando el tema del proyecto, se realizo para dos competencias, una para la implementación del laboratorio de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones y la otra para el comercio.

SUGERENCIAS:

* Al público o lector interesado en este proyecto se recomienda tomar en cuenta el estudio técnico, para su posterior aplicación.

* El equipo simulador es analógico, para posteriores mejoras se la puede diseñar para versión digital, empleando convertidores A/D, Procesamiento digital de señales. La idea es amplia para el personal del área de ciencia y tecnología, sin limitar nuestros conocimientos o estudios.



VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

TEXTOS:

- * SANTIAGO VALIENTE BARDERAS. Estadística elemental. Primera Edición. Editorial Addison Wesley Longman de México S.A. de C.V.1988.
- * BURBANO RUIZ, JORGE E. Costos y Presupuestos. Segunda edición. Editorial Mc Graw-Hill. Bogotá, Colombia, 1991.
- * ALVAREZ Y HUAYTA. Medidas y Errores. Primera edición. Editorial C/N La Paz Bolivia 1998.
- * HERNANDEZ SAMPIERI. Metodología de investigación. Editorial MG-Hill, segunda edición. México D. F. 1998.
- * MALVINO, ALBERT PAUL. Principios de Electrónica. Quinta edición. Editorial McGraw-Hill. Madrid España, 1994.
- * MUNIER, ROBERTO J. Preparación técnica, Evaluación Económica y Presentación de Proyectos. Cuarta edición. Editorial Astrea. Buenos Aires, Argentina, 1989.
- * WILLIAM M, FERREL, O.C.Marketing. Conceptos y estrategias. Novena Edición. Editorial MG-Hill. Bogotá. Colombia, 1996.
- * SHILLING, DONALD, BELOVE y CHARLES. Circuitos Electrónicos, Discretos e Integrados. Traducción por Luis Ibañez Morin. Primera Edición española. Editorial Marcombo, Barcelona, 1985.

* LUIS VASQUEZ. Formulación y Evaluación de Proyectos. Texto de La Carrera de Construcciones Civiles, FAC TEC – UMSA. La Paz- Bolivia, 2000.

* ARTHUR B.WILLIAMS. Manual de Circuitos Integrados. Selección, Diseño y Aplicaciones. Tomo II y IV. Primera edición españolizada. Editorial MC-Hill, México, D. F. 1992.

* ALBERTO A. FERRIOL. Tratado General de la Electrónica. Segunda edición Tomo I. Editorial HASA Hispano Americana S. A. Buenos Aires Argentina. 1990.

* ENRIQUE H.PEREZ. Fundamentos de Ingeniería Telefónica. Primera Edición, Editorial Aldina srl, México 1991.

* MANUAL DE CONCEPTOS DE CREATIVIDAD. Ciencia y Tecnología. Tokio. Edición ISA 1990.

* MANUAL DE SEMICONDUCTORES. ECG Semiconductors Master Replacement Guide, Edición USA 1996. Philips ECG. Copyright October 1995.

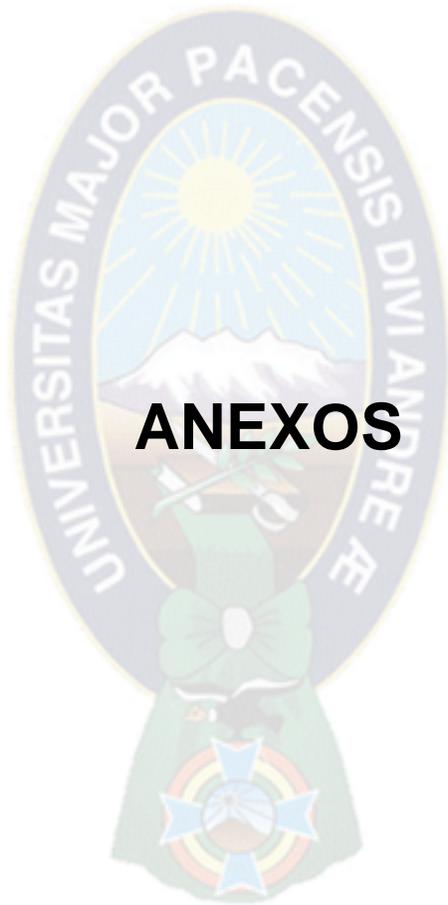
DIRECCION INTERNET:

<http://www.national.com/ds/LM/LM386.pdf>

http://www.jdelfino.com.ar/archivos/Esp_Tec.pdf

<http://www.angelfire.com/electronic2/electronicaanalogica/ujt.html>

<http://www.datasheetcatalog.com>



ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

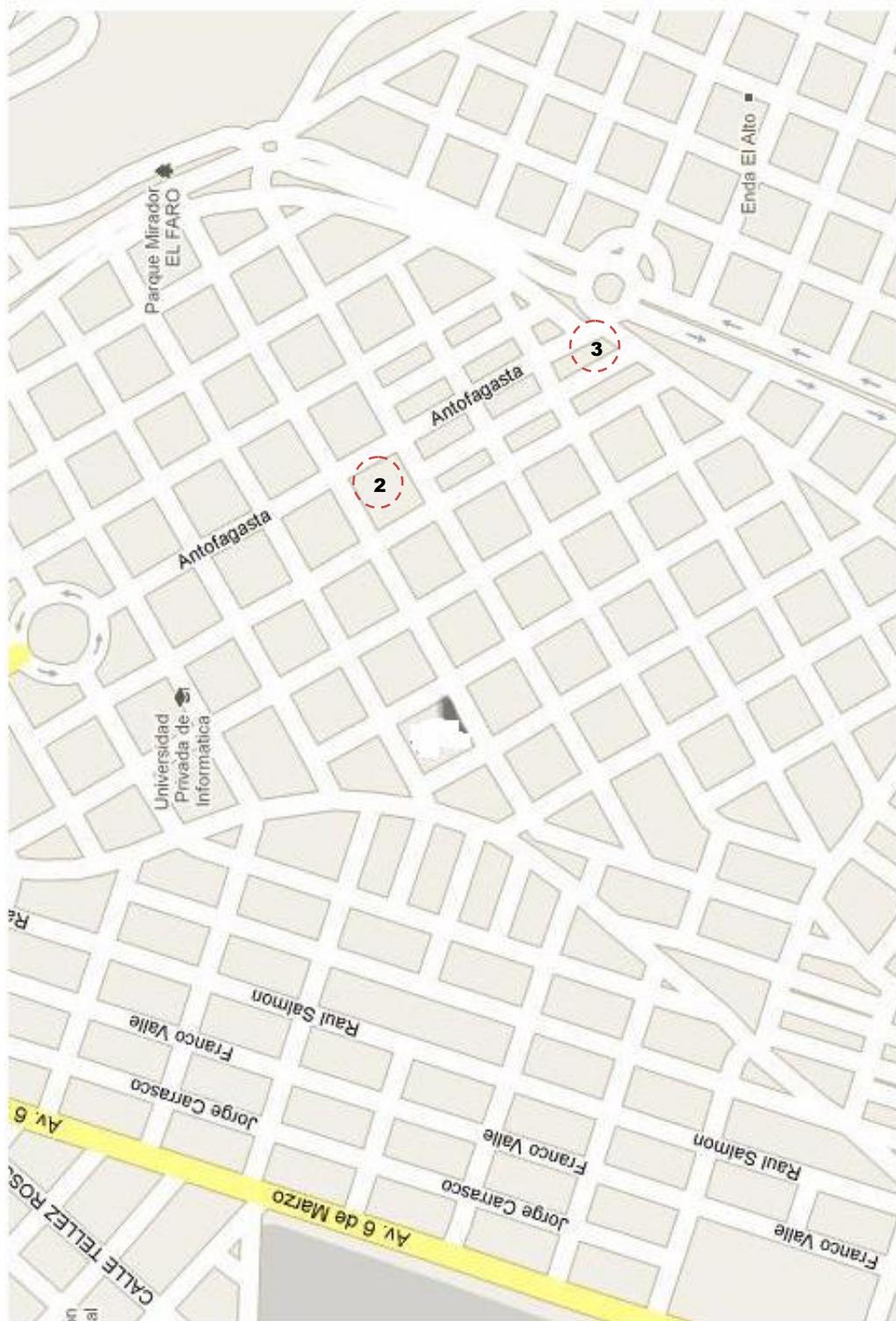
- ANEXO.1.- MAPA DE ESTUDIO DE MERCADO ZONA CENTRAL LA PAZ
- ANEXO.2.- MAPA DE ESTUDIO DE MERCADO ZONA CENTRAL EL ALTO
- ANEXO.3.- CIRCUITO IMPRESO DEL SIMULADOR
- ANEXO.4.- DISEÑO DEL GABINETE
- ANEXO.5.- RED TELEFONICA
- ANEXO.6.- VISTA FRONTAL DE EQUIPO SIMULADOR



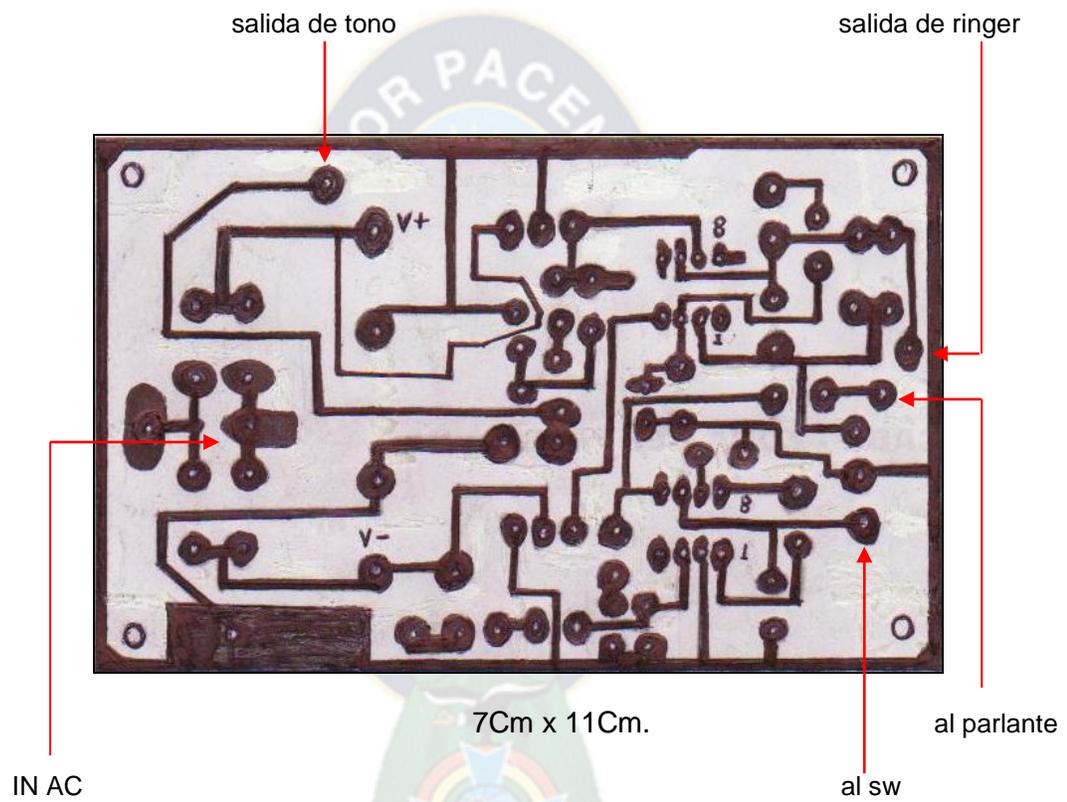
ANEXO.1.- MAPA DE ESTUDIO DE MERCADO ZONA CENTRAL LA PAZ



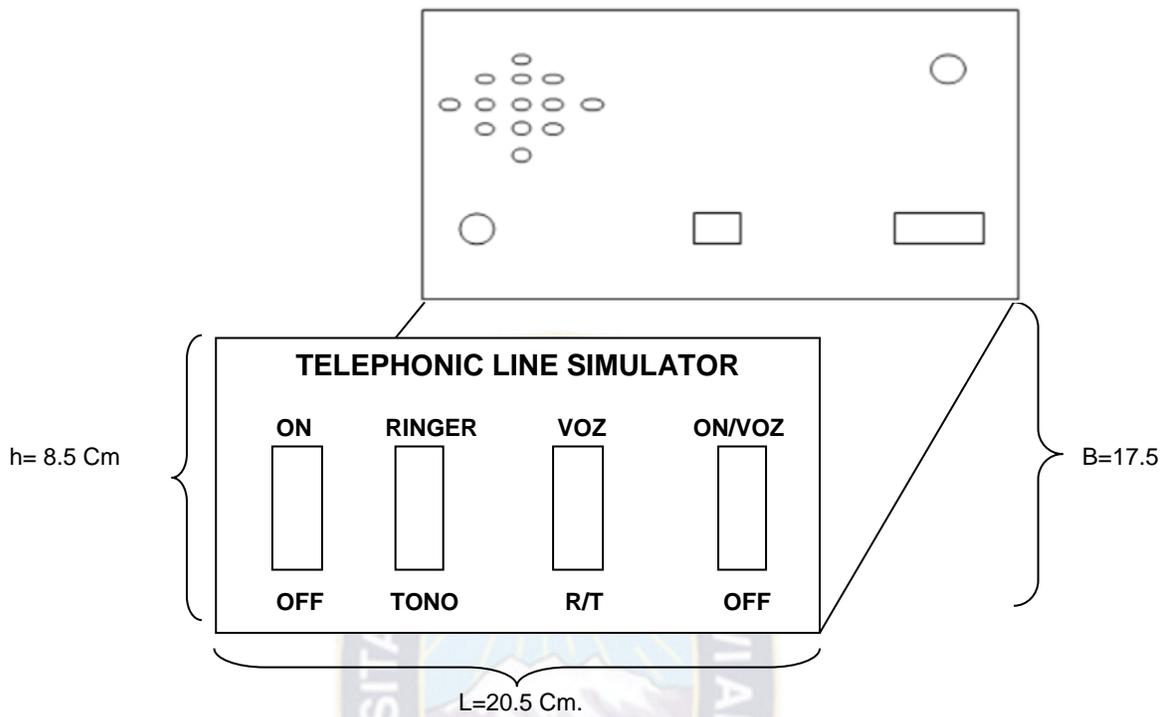
ANEXO.2.- MAPA DE ESTUDIO DE MERCADO ZONA CENTRAL EL ALTO



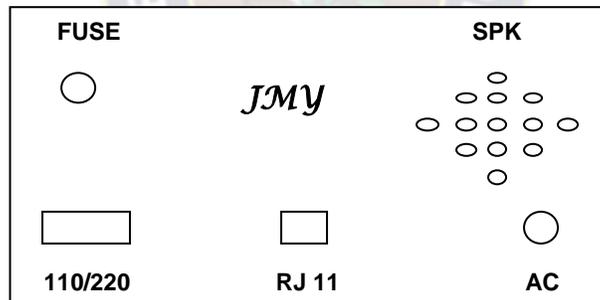
ANEXO.3.- CIRCUITO IMPRESO DEL SIMULADOR



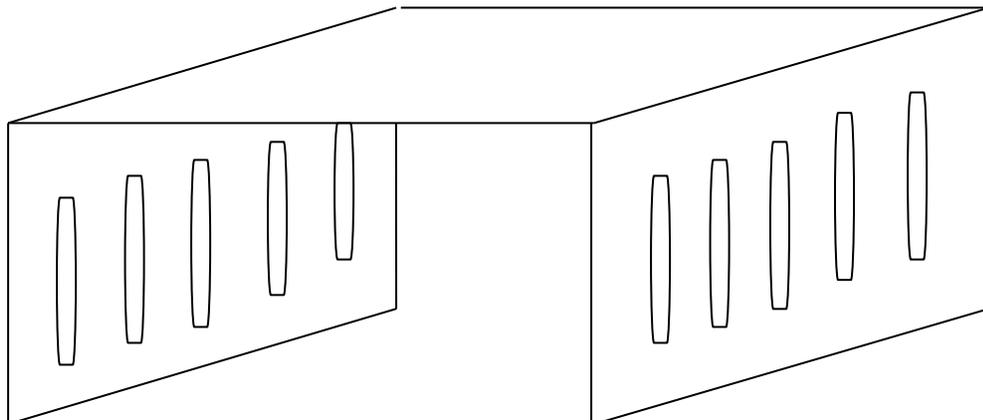
ANEXO.4.- DISEÑO DEL GABINETE



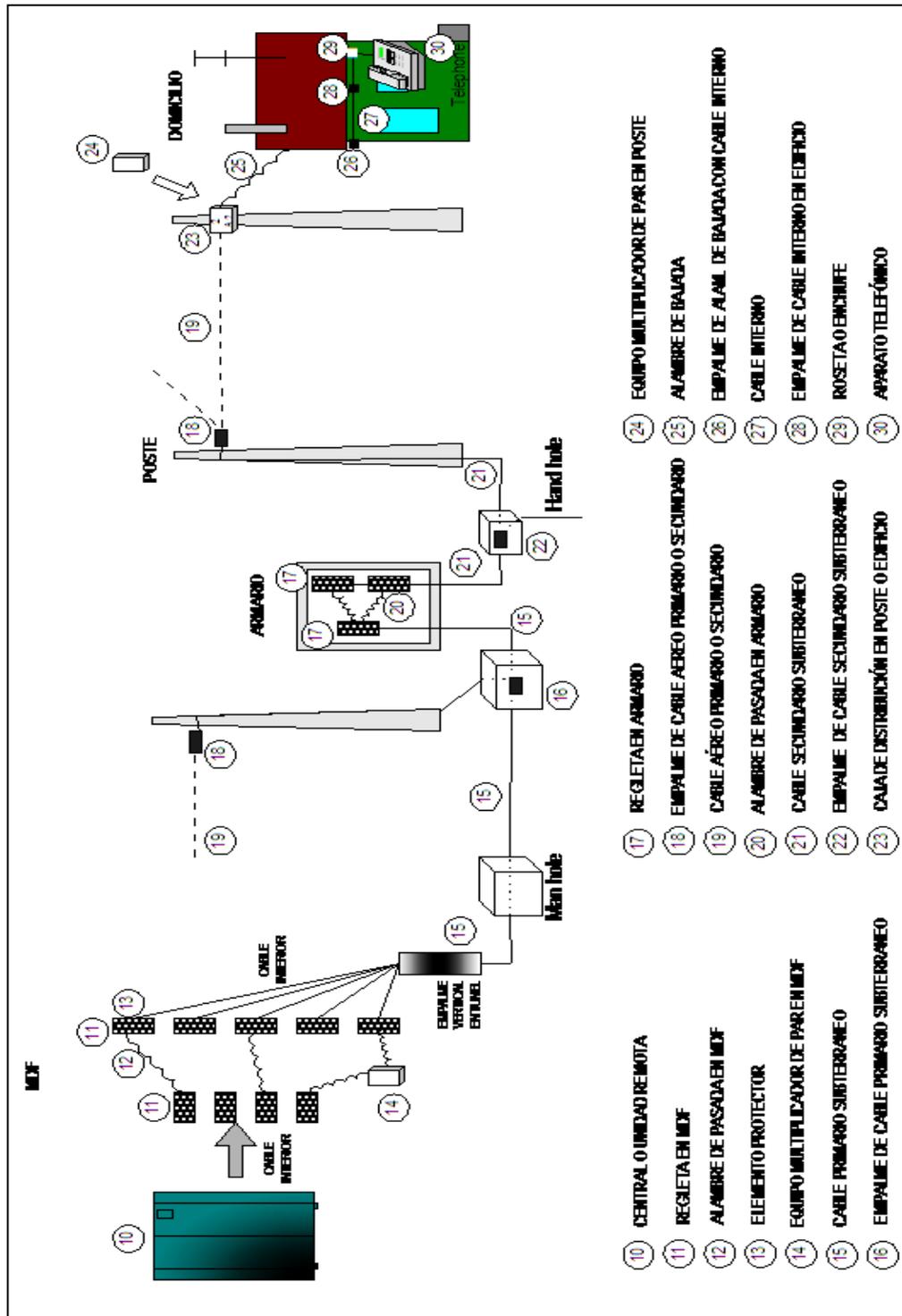
VISTA REVERSA:



TAPA:



ANEXO.5.- RED TELEFONICA



ANEXO.6.- VISTA FRONTAL DEL EQUIPO SIMULADOR

