

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PRÁCTICA UNIVERSITARIA SUPERVISADA PARA OPTAR POR EL
GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA
ELECTRÓNICA

DESARROLLO, OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROTOTIPO DE TELÉFONO PÚBLICO EN EL ICE, PARA SER
UTILIZADO EN CARTAGO

ELABORACIÓN DE:

VÍCTOR CHAVES MORALES

TUTOR:

EDUARDO HERRERA BARQUERO

Julio 2016

DECLARACIÓN JURADA

Yo Victor Chaves Morales, mayor de edad, portador de la cedula de identidad número 303820724, en condición de egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el código penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachiller en Electrónica, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "DESARROLLO, OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TELÉFONO PÚBLICO EN EL ICE, PARA SER UTILIZADO EN CARTAGO", es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil dieciséis.

Victor Chaves Morales

Firma del estudiante

303820724

Cédula

CARTA DEL TUTOR

CARTA DEL TUTOR

San José, 19 de Diciembre de 2016

**Sr(s). Universidad Hispanoamericana.
Ingeniería Electrónica
Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante **VICTOR CHAVES MORALES**, cédula de identidad número **3-382-724**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **DESARROLLO, OPTIMIZACION E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TELEFONO PÚBLICO EN EL ICE, PARA SER UTILIZADO EN CARTAGO**. El cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachiller en Ingeniería Electrónica.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		100%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



Ing Eduardo Herrera B.
Cédula identidad N1-713-285.
Carné No : IEL-26218

CARTA DEL LECTOR



CARTA DEL LECTOR

San José, 22 de Febrero del 2017

Señores
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Víctor Chaves Morales, cédula de identidad número 3-0382-0724, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "**DESARROLLO, OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TELÉFONO PÚBLICO EN EL ICE, PARA SER UTILIZADO EN CARTAGO.**", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

Nombre del profesor: Daniel Valverde Ramírez
Cédula de identidad: 3-03490012
Carné colegio profesional: IEL-10109

CARTA DEL FILÓLOGO



EDUCATESIS, hace constar que se realizó la revisión del presente trabajo, se analizó la construcción de párrafos, vicios del lenguaje, ortografía, puntuación y otros relacionados a la Corrección de Estilo, sin alterar la intencionalidad del autor y el enfoque del tema. Por lo tanto, **CERTIFICA**, la revisión y corrección de la tesis para optar por el Grado Académico de:

Bachillerato en Ingeniería Electrónica
Universidad Hispanoamericana.


Tema:

DESARROLLO, OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE TELÉFONO
PÚBLICO EN EL ICE, PARA SER UTILIZADO EN CARTAGO

Elaborado por: **VÍCTOR CHAVES MORALES**

Se extiende la presente en San José, 3 de marzo del 2017.

Atentamente:



LIDIA JACQUELINE RÍOS A.
COORDINADORA GENERAL DE FILÓLOGOS
EDUCATESIS
C/616



educatesis@hotmail.com
8762-2302

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por su ayuda para salir adelante con este proyecto, por darme fuerzas, perseverancia, paciencia y sabiduría para afrontar los diferentes obstáculos que se presentaron a lo largo de este proceso.

Además, agradecer a mis padres y esposa, por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento en los momentos difíciles y por su comprensión durante todo este tiempo. También, al Instituto Costarricense de Electricidad, que me ha visto crecer en mi carrera profesional, y me ha permitido salir adelante con la misma, a los compañeros de telefonía pública por sus recomendaciones y aportes que fueron de gran utilidad en la realización del proyecto.

DEDICATORIA

Dedico la conclusión de esta importante etapa a mis padres que me han guiado a lo largo de mi vida, por sus buenos consejos y apoyo en los momentos más difíciles. Además, a mi esposa, que ha sido un gran soporte en mi carrera universitaria y me fue de gran ayuda en el desarrollo del proyecto.

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURADA	ii
CARTA DEL TUTOR.....	iii
CARTA DEL LECTOR.....	iv
CARTA DEL FILÓLOGO	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
TABLA DE CONTENIDOS	viii
TABLA DE IMÁGENES	xiii
TABLA DE FIGURAS	xiv
TABLA DE CUADROS	xvi
INDICE DE TABLAS	xvii
INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO 1.....	19
INFORMACION GENERAL	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1.1 Descripción de la Situación Actual	20
1.1.2 Definición del Problema	21
1.2 JUSTIFICACIÓN	21
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO	22
1.3.1 Objetivo General.....	22
1.3.2 Objetivos Específicos.....	22
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	23
1.4.1 Alcances	23
1.4.2 Limitaciones.....	23

CAPÍTULO 2.....	25
MARCO TEORICO	25
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL	26
2.1.1 Historia del sector telecomunicaciones del ICE.....	26
2.1.2 Importancia de las telecomunicaciones.....	33
2-1-3 Definición de telefonía	33
2.1.3.1 Terminal telefónico	36
2.1.3.2 Redes de acceso.....	37
2.1.3.3 Conmutación	37
2.1.3.4 Transmisión y transporte	38
2.1.3.5 Sincronismo.....	38
2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DEL PROYECTO	39
2.2.1 Estructura interna de un teléfono	39
2.2.1.1 Subsistema de marcación o discado	39
2.2.1.2 Subsistema de campanilla.....	42
2.2.1.3 Subsistema de Transmisión-Recepción.....	43
2.2.2 .Descripción de principales componentes electrónicos a utilizar	47
2.2.2.1El Capacitor.....	47
2.2.2.2 El transistor	49
2.2.2.3 La resistencia	50
2.2.2.4 El diodo	51
2.2.2.4 Rectificador de onda completa	52
2.2.2.5 Osciladores de cristal	53
2.2.2.6 Codificadores	55
2.2.2.7 El Varistor.....	56
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	57
2.3.1 Antecedentes de teorías o proyectos semejantes.....	61

CAPÍTULO 3.....	64
MARCO METOLOGICO	64
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	65
3.1.1 Finalidad de la investigación	65
3.1.2 Dimensión transversal	66
3.1.3 Marco de la investigación.....	66
3.1.4 Naturaleza de la investigación	67
3.1.5 Carácter de la investigación	68
3.2 DISEÑO METODOLÓGICO	69
3.2.1 Metodología para la propuesta de mejora	69
3.2.2 Metodología para la implementación del proyecto	70
3.2.3 Metodología de control.....	71
CAPÍTULO 4.....	73
DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	73
4.1 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS TELÉFONOS ACTUALES	74
4.1.1 Teléfono Virtual 2000	74
4.1.1.1 Valores nominales del V2000	74
4.1.1.2 Descripción del TPV-2000	75
4.1.1.3 Características físicas del TPV-2000	76
4.1.1.4 Dimensiones de un TPV 2000	77
4.1.1.5 Auricular del TPV-2000	77
4.1.1.6 Gancho de corte.....	78
4.1.1.7 Teclado del TPV-2000.....	78
4.1.1.8 Timbre del TPV-2000	79
4.1.2 Teléfono Connect o Multipago	80
4.1.2.1 Descripción del teléfono Connect o Multipago.	81
4.1.2.2 Teclado alfanumérico	82

4.1.2.3	Microteléfono.....	83
4.1.2.4	Sensor magnético	84
4.1.2.5	Conector de alimentación	85
4.1.2.6	Puente rectificador.....	85
4.1.2.7	Circuito de voz.....	85
4.1.2.8	Alertador.....	85
4.2	DISEÑO DEL PROTOTIPO.....	86
4.2.1	Submódulo de timbrado	87
4.2.2	Submódulo de marcación	92
4.2.3.1	Conexión de patilla número 1 y 6	94
4.2.3.2	Conexión de patillas número 2, 3, 4, y 5.....	94
4.2.3.3	Conexión de patilla número 7	94
4.2.3.4	Conexión de patillas número 8 y 9.....	94
4.2.3.5	Conexión de patilla número 10	95
4.2.3.6	Conexión de patillas número 11 y 17.....	96
4.2.3.7	Conexión de patilla número 12	96
4.2.3.8	Conexión de patillas número 13, 14, 15 y 16.....	96
4.2.3.9	Conexión de patilla número 18	97
4.2.2	Submódulo de transmisión y recepción.....	101
4.2.2.1	Circuito de acople de señales.....	103
4.2.2.2	Circuito Push-Pull.....	106
4.3	PRUEBAS EFECTUADAS	111
4.4	ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	114
4.4.1	Costo de los distintos componentes del V2000.....	114
4.4.2	Costo de realización del prototipo	115
4.4.3	Comparación entre valor del prototipo y la tarjeta existente	118
	CAPÍTULO 5.....	119

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
5.1 CONCLUSIONES.....	120
5.2 RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA.....	123
GLOSARIO	125
ANEXOS.....	130

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1: Aparato telefónico.....	36
Imagen 2: Auricular de TPV-2000	77
Imagen 3: Imagen switch de corte.....	78
Imagen 4: Teclado de 4x3.....	79
Imagen 5: Timbre del TPV-20000	79
Imagen 6: Teléfono Connect	80
Imagen 7: Vista interna del teléfono connect	81
Imagen 8: Teclado 4x4 Teléfono Connect.....	83
Imagen 9: Microteléfono del Connect.....	83
Imagen 10: Sensor corta de llamada del Connect.....	84
Imagen 11: Buzzer del Connect	86
Imagen 12: Teclado teléfono connect desarmado.....	98
Imagen 13: Vista del prototipo montado en protoboard.....	109
Imagen 14: Imagen del prototipo montado en el impreso	110
Imagen 15: Imagen del prototipo dentro del teléfono V2000	110
Imagen 16: Imagen del teléfono público usado con el prototipo.....	111
Imagen 17: Instalación de prototipo en Centro Penitenciario	113

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de una red de telecomunicaciones.....	34
Figura 2: Diagrama de conmutación de dos clientes.....	37
Figura 3: Esquema del circuito de discado.....	40
Figura 4: Forma de onda de la señal de discado decádico	41
Figura 5: Esquema del circuito de campanilla.....	42
Figura 6: Esquema del circuito de transmisión de voz	44
Figura 7: Estructura interna del micrófono de carbón.....	45
Figura 8: Esquema del circuito de recepción de voz	46
Figura 9: Circuito de carga de un capacitor.....	47
Figura 10: Representación del capacitor	48
Figura 11: Composición de los transistores pnp y npn.....	49
Figura 12: Código de colores y valores respectivos para las resistencias	51
Figura 13: Material tipo n y p en orden de aparición	52
Figura 14: Representación del diodo.....	52
Figura 15: Diagrama de rectificar de onda completa.....	53
Figura 16: Circuito equivalente eléctrico de un cristal	54
Figura 17: Diagrama de un codificador de octal a binario	55
Figura 18: Algunos ejemplos de varistores	56
Figura 19: Conexión del Varistor a un equipo	57
Figura 20: Esquema del marco	67
Figura 21: Teléfono virtual 2000.....	74
Figura 22: Diagrama esquemático del prototipo.....	87
Figura 23: Diagrama de pines del MC34017	88
Figura 24: Circuitería interna del MC34017.....	89
Figura 25: Conexión del MC34017.....	89
Figura 26: Diseño final Submódulo de timbrado.....	90
Figura 27: Diagrama de pines del MC145412.....	93
Figura 28: Representación del conector de teclado	99
Figura 29: Diseño final Submódulo de marcación	100

Figura 30: Etapa de transmisión del prototipo	104
Figura 31: Etapa de recepción del prototipo.....	106
Figura 32: Diseño final submódulo de transmisión y recepción	108
Figura 33: Imagen del prototipo desde PCB Wizard	109

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1: Frecuencias del sistema multifrecuente.....	41
Cuadro 2: Requisitos de voltaje para funcionamiento del TPV-2000	75
Cuadro 3: Materiales de fabricación.....	76
Cuadro 4: Dimensiones del aparato	77
Cuadro 5: Funcionalidades de la patilla MS del MC145412.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Conexión de filas y columnas de los teclados del V2000 y Connect	98
Tabla 2: Costo de cada elemento que compone el teléfono V2000	115
Tabla 3: Desglose de costo de cada elemento del prototipo	116
Tabla 4: Desglose de otros gastos del prototipo	117

INTRODUCCIÓN

A continuación se detalla la información referente al proyecto para desarrollar un prototipo de teléfono público en el Instituto Costarricense de Electricidad.

La necesidad del proyecto surge ante la obligación de la institución por mantener estos teléfonos en funcionamiento en lugares de interés público como hospitales, parques, centros educativos y centros penitenciarios.

Actualmente esta tarea está resultando difícil, ante la escasez de tarjetas controladoras de estos aparatos telefónicos, lo cual dio origen a este proyecto, que busca suplir esa necesidad con un diseño sencillo, pequeño y económico, que permita asegurar la continuidad de estos servicios sin que implique gastos elevados para la institución, ya que la mantención de cada uno de estos teléfonos es elevada y en muchos casos la recaudación es muy baja, lo que obliga a buscar una solución eficiente y económica ante esta problemática.

CAPÍTULO 1

INFORMACIÓN GENERAL

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción de la Situación Actual

Debido al cambio que ha representado para el mercado de las telecomunicaciones, la introducción de la telefonía celular, tecnologías ya antiguas, como los teléfonos públicos, cada vez se vuelven menos importantes y se hacen menos necesarios para nuestra población. Esto ha obligado al ICE a efectuar el retiro de miles de teléfonos de este tipo a nivel nacional, pues representan grandes pérdidas debido a la mano de obra técnica e inversión en repuestos que se requieren para su mantenimiento, el cual se ve afectado principalmente por vandalismo, accidentes y condiciones climatológicas.

Sin embargo, pese a que se realizan tantos retiros, el ICE no está autorizado a eliminar la totalidad de estos teléfonos, dado a que se ve obligado a mantenerlos en lugares públicos como hospitales, centros penitenciarios, parques, entre otros; sin importar si los distribuidores de este tipo de teléfonos y sus respectivos repuestos han desaparecido o dejaron de producirlos; lo que obliga a la institución a buscar soluciones alternativas y económicas ante esta problemática.

1.1.2 Definición del Problema

Según lo comentado en el punto anterior, se podría definir el problema como:

¿Será posible desarrollar un nuevo prototipo de teléfono público, que permita sustituir los actuales, que están pasando por una gran carencia de repuestos a nivel de tarjetas controladoras?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Como se mencionó anteriormente, el ICE está en busca de soluciones alternativas, que permitan seguir con el funcionamiento de los teléfonos públicos, simplificando su complejidad, pues los teléfonos multipago cuentan con al menos cinco distintas tarjetas integradas, que manejan algunas opciones de pago, con las que el cliente podía realizar llamadas, sin embargo, en la actualidad la mayoría de estas opciones no son utilizadas.

Por ello, se desea desarrollar e implementar una única tarjeta controladora, lo más reducida y sencilla posible, que sea capaz de manejar los distintos elementos del teléfono público, como teclados, auriculares, timbres y el sistema de gancho, con el que se cortan o inician las llamadas.

Otro beneficio que se espera obtener, es disminuir la complejidad en la reparación de los teléfonos, pues el prototipo va a constar de una única tarjeta, con menos puntos de falla, lo que ocasiona que el protocolo de detección de averías que se usa actualmente se reduzca considerablemente y consecuentemente su tiempo de reparación, esto disminuye los gastos en la mano de obra requerida.

Por otro lado, no se debe perder de vista el objetivo principal, que busca eliminar la problemática de escasez de tarjetas de repuesto, que cada día se vuelve mayor, ya que esta tecnología va de salida en el mercado de las telecomunicaciones, y para los proveedores ya no es rentable mantener este tipo de opciones.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1 Objetivo General

1. Desarrollar un prototipo de teléfono público por medio de una tarjeta controladora readaptada con accesorios existentes, que permita la sustitución de las actuales.

1.3.2 Objetivos Específicos

2. Determinar el funcionamiento y características de los teléfonos actuales y los dispositivos que los integran.
3. Diseñar el prototipo de teléfono público y el procedimiento de montaje del mismo, a nivel de laboratorio.
4. Aplicar pruebas en escenarios controlados y reales.
5. Evaluar el costo-beneficio que conlleva la realización de la tarjeta en comparación con la que actualmente opera.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances

La realización de este proyecto se efectuará en un laboratorio de telefonía pública del ICE, en escenarios de prueba reales, con los cuales se espera no solo desarrollar el prototipo propuesto, sino, ponerlo en operación y corroborar con distintas pruebas el correcto funcionamiento.

Una vez realizadas las pruebas a nivel de laboratorio, no será complicado incorporar este prototipo en algún lugar de uso común y constante, pues para los clientes el cambio es indiferente, debido a que se están utilizando todos los elementos externos que manejan los teléfonos actuales.

1.4.2 Limitaciones

Posiblemente el desarrollo de este teléfono parezca algo sencillo, sin embargo no es así, pues no se puede dejar de lado la complejidad que una llamada telefónica puede tener, ya que debe cumplir con diversos requerimientos necesarios para tener una buena calidad en la llamada.

Algunos de los aspectos a tomar en cuenta son la no existencia de eco en la llamada, nivel de timbre adecuado y variable en la llamada entrante; nitidez de la llamada, tono agradable al levantar la bocina para realizar una llamada, calidad en el volumen tanto para el emisor como el receptor, y algunas características más, las cuales exigen los usuarios de estos servicios, y con las cuales se deberá trabajar,

para lograr obtener un teléfono de calidad, con el que se puedan sustituir los que actualmente están en funcionamiento.

Por otro lado, una vez demostrado el buen funcionamiento del teléfono, se debe tomar en cuenta los distintos entramientos que se pueden gestar en el ICE, al querer realizar un cambio en alguna de sus plataformas. Lo anterior podría dificultar que el sistema propuesto, ingrese en funcionamiento inmediatamente concluido el diseño.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL

2.1.1 Historia del sector telecomunicaciones del ICE

A partir de la Segunda República en 1949, el país evolucionó hacia un estado social de derecho cuya principal aspiración era garantizar el adecuado funcionamiento de sus Instituciones y una convivencia libre y solidaria. El país buscaba alcanzar el progreso y el desarrollo en todos los campos. Dentro de ese nuevo escenario, el ICE desempeñó un papel fundamental en relación con su responsabilidad primigenia de solucionar el problema eléctrico, como ejemplo de buena organización; alta capacidad técnica, administrativa y financiera; ejemplo de una gestión eficiente acorde con las necesidades de la nación y a los signos de los tiempos.

Fueron estas condiciones las que hace cuarenta y cinco años permitieron que el Estado costarricense le concediera a la Institución la gran responsabilidad histórica de convertir las telecomunicaciones del país en una verdadera herramienta de crecimiento económico, social y tecnológico, que lo colocará en un lugar reconocido y privilegiado entre las naciones latinoamericanas.

En los años previos a 1963, el sistema de telefonía nacional estaba saturado y ocupábamos el último lugar en materia de desarrollo telefónico en América Central. Las pocas centrales manuales existentes resultaban obsoletas, la demanda era creciente y el descontento en la población era generalizado. Modernizar las telecomunicaciones y expandirlas por todo el territorio nacional era, a partir de ese momento, no solo el principal objetivo sino una obligación urgente. Proceso ascendente de crecimiento

A partir de ese momento, las telecomunicaciones en Costa Rica iniciaron un proceso de crecimiento mediante la planificación de una estrategia que comenzó utilizando enlaces de microondas para las centrales, y los teléfonos públicos, con el propósito de instalar aparatos telefónicos en sitios lejanos.

Es indudable que uno de los principales logros tecnológicos fue la automatización de las centrales telefónicas, pues con ella se superaba definitivamente el ajetreo de una operadora comunicando a dos abonados y se pasaba a una central que por sí sola tenía la capacidad de recibir una llamada, dirigirla al lugar de destino, medir el tiempo de duración de la comunicación e indicar su costo, se agiliza así el proceso de comunicación y se abre un nuevo mundo de posibilidades para la prestación de otros servicios.

Fue el 17 de enero de 1966 cuando entró en operación la primera central automática ubicada en Escazú, con una capacidad inicial de mil líneas. A ella le siguieron las centrales automáticas de Santa Ana, San Pedro y San José.

De manera progresiva, el ICE fue conformando un sistema de telecomunicaciones integrado que agrupó a todas las centrales existentes en el país. Puntarenas fue la primera localidad que contó con un equipo de transmisión vía microondas que permitió la comunicación con otras provincias. En esa etapa, se construyó un total de 24 centrales y se instalaron 34.200 líneas telefónicas.

En los setenta, Costa Rica avanzó vertiginosamente en materia de telecomunicaciones y, no solo logró enlazarse internamente, sino que inició y afianzó su proceso de comunicación con el exterior por medio de la Red Centroamericana de Microondas y, más adelante, el Sistema de Marcación Internacional Directa de Abonado (MIDA), mediante el cual el cliente puede comunicarse directamente desde su propio teléfono y en forma automática con otro país.

Con el crecimiento demográfico, la alta concentración poblacional en zonas urbanas y semi rurales, y la apertura de grandes centros residenciales, comerciales y turísticos, la demanda de líneas telefónicas tuvo un crecimiento sin precedentes en la historia del país. Mientras que en los años sesenta, se contaba con apenas una línea de telefonía fija por cada cien habitantes. A finales del año 2008, este indicador se incrementó a 34 líneas por cada cien; uno de los índices más altos en Latinoamérica.

Por otra parte, la atención a las comunidades alejadas fue desde el inicio, una prioridad para la Institución. Con el cumplimiento de esta responsabilidad social se construyó una red de telefonía rural de siete mil kilómetros, lo que beneficia así a

diversos centros productivos como ingenios, fincas agrícolas, ganaderas y centros de servicio como hospitales y colegios agropecuarios.

El sistema de teléfonos públicos ha sido esencial en la estrategia desarrollada por el ICE, y hoy se cuenta con aproximadamente veintidós mil de estos distribuidos en todo el país, que permiten la comunicación desde cualquier parte del territorio nacional. Estos aparatos incluyen desde el tradicional teléfono monedero, otros que requieren de tarjetas prepagadas, hasta teléfonos inteligentes, con opciones más modernas y eficientes.

Como parte de este proceso continuo de crecimiento, a partir del año 1981, el ICE incursionó también en el desarrollo de la comunicación vía satélite con la entrada en operación de la Estación Terrena de Tarbaca y posteriormente en el año 1990 con la Estación Terrena de Guatuso. Ambas, funcionaron como centros transmisores y receptores para señales satelitales.

Actualmente todas las comunicaciones internacionales se realizan mediante la conexión de los cables submarinos tanto del Pacífico como del Atlántico, que enlazan a Costa Rica con las redes globales de telecomunicaciones.

Un mundo digitalizado

El crecimiento industrial y tecnológico que experimentó el país a partir del año 1985, puso en evidencia la necesidad de modificar el sistema de telecomunicaciones por uno que permitiera mayor dinamismo y la integración de nuevos servicios. Fue así como en ese año la Institución sustituyó el sistema analógico de la central ubicada en San Pedro por un sistema digital.

Esta modernización de los sistemas, permitió brindar mayor rapidez en las comunicaciones, así como la incorporación de nuevos servicios como correo de voz, llamada en espera, desviación de llamadas y teléfono despertador. De esta manera la población dispuso de una mayor efectividad en las telecomunicaciones.

El servicio de telefonía celular, comenzó con tecnología analógica en el año 1994. Sin embargo, debido a sus limitaciones, ICE modernizó el sistema con uno de la tecnología digital conocida como TDMA y, posteriormente incorporó la tecnología GSM.

Con la llegada de estas dos tecnologías, se logró ofrecer servicios de valor agregado como mensajes de voz, transferencia de llamadas, llamada en espera, identificación de llamada y mensajes de texto. Adicionalmente, el sistema GSM facilitó el “roaming” internacional y el acceso a Internet, entre otros.

Los beneficios obtenidos por la población fueron notorios, situación que generó una creciente demanda de nuevas líneas y puso en evidencia la necesidad de

reestructurar el Plan de Numeración Telefónica que garantizara el éxito y la continuidad en las telecomunicaciones.

Fue así como en el año 1994 se amplió la numeración telefónica de 6 a 7 dígitos. Trece años después, pasó a 8 dígitos, asegurando de esta forma una capacidad para la red de telefonía fija de 10 millones de números e igual cantidad para la red celular. Esta nueva estructura permitirá contar con capacidad para administrar y proveer de manera eficaz la numeración nacional de telecomunicaciones.

Hoy, anillos de fibra óptica desde Peñas Blancas, en la frontera norte, hasta Paso Canoas, en la zona sur del país, y de costa a costa (Limón- Quepos) permiten brindar servicios de banda ancha tanto en las comunicaciones básicas como en las comunicaciones móviles, comunicaciones globales y comunicaciones IP; interconectando al ICE con las grandes empresas mundiales de telecomunicaciones.

Por otra parte, una robusta red IP de última tecnología e interconexión internacional, tanto por el océano Pacífico como por el Atlántico con tres cables submarinos, garantizan una redundancia en las comunicaciones internacionales.

Además, redes adicionales de acceso le permiten al ICE ofrecer conectividad para

servicios con velocidades desde los 6 Mbps (megabits por segundo) hasta 1 Gbps (gigabits por segundo), lo que garantiza que cualquier servicio desarrollado en la red IP pueda tener el ancho de banda y la calidad requerida para su funcionamiento, y a la vez permite a los clientes disfrutar de diferentes servicios en una misma infraestructura de acceso.

Junto con estas redes, las inalámbricas como el WiMAX permiten dar soluciones de conectividad de forma confiable a empresas que no cuentan con cobertura por medio de la red tradicional. Estas modernas redes, se acompañan de diversos servicios complementarios que dan facilidades de comunicación tanto para llamadas locales como para comunicaciones internacionales.

A partir del año 2009, el ICE dispuso ampliar su cartera de servicios; con la introducción en el país de la tecnología móvil 3G (UMTS), de plataformas para IPTV y para VoIP (televisión y voz sobre el protocolo de Internet), que le permiten incursionar como un operador Triple Play, es decir, envío instantáneo de voz, datos y video.

Hoy por hoy, el ICE es el operador dominante del mercado pues cuenta no sólo con la fidelidad de la ciudadanía, sino con una estructura organizativa de primer nivel con presencia a lo largo y ancho de Costa Rica. Con estas condiciones favorables, la Institución continúa avanzando en su lucha por reducir la brecha digital, dota al país de una conectividad de alta calidad y ancho de banda en cada rincón y en cada

pueblo, de tal forma que el mundo de las oportunidades sea accesible para cada uno de los habitantes.

2.1.2 Importancia de las telecomunicaciones

El principal objetivo que buscan las telecomunicaciones, es comunicar dos usuarios con el fin de intercambiar información entre ellos, sin importar la distancia a la que se encuentren estos usuarios. Además, la idea de este intercambio de información es que sea lo más claro y conciso posible, con el fin de que la información llegue a su destino tal y como fue emitida desde el origen.

Uno de los primeros y más usados medios de comunicación fue el aparato telefónico, que poco a poco se abrió paso en el campo de las telecomunicaciones, y hoy día aún lo podemos encontrar, aunque con una participación disminuida en el mercado de las telecomunicaciones, a raíz de dispositivos o medios de nueva generación como la tecnología celular y el correo electrónico.

2-1-3 Definición de telefonía

La palabra telefonía viene de TELE (lejos) y FONÍA (sonidos), o sea podemos definir la telefonía como la ciencia que tiene por objeto la transmisión de sonidos a distancia, se emplean distintos medios de transmisión, transporte y recepción de sonidos. Por lo tanto, las compañías proveedoras de este servicio están en la

obligación de transmitir los sonidos entregados por sus clientes en la dirección que estos necesiten y con el mínimo deterioro posible. (Cabeza, 2000, P.4).

Existen diversos tipos de redes de telecomunicaciones, tanto públicas como privadas. La telefonía pública consiste en una de las mayores redes de telecomunicaciones a nivel mundial, y se tomará como ejemplo introductorio, a los efectos de presentar los conceptos básicos de telefonía. Su arquitectura consiste en varios componentes, especializados en diversas funciones. Estos son: (Joskowicz, 2015, P.3).

El terminal telefónico

Las redes de acceso

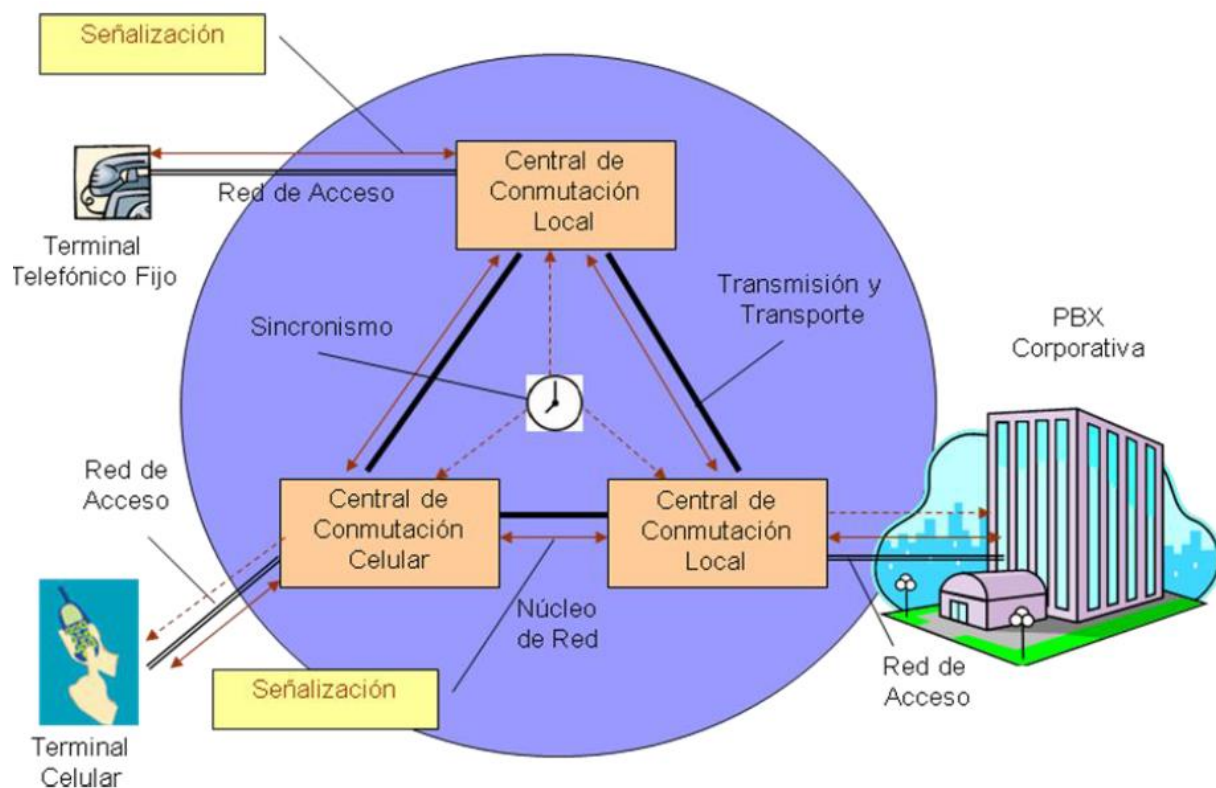
La conmutación

La transmisión y transporte

El sincronismo

En la siguiente figura se muestra cada uno de estos elementos dentro de una red de telefonía.

Figura 1: Esquema de una red de telecomunicaciones



Fuente: Conceptos básicos de telefonía

La figura 1, muestra el proceso de comunicación entre distintos terminales telefónicos, ya sean fijos, celulares o corporativos a través de la central conmutada, que es la encargada de controlar el flujo de información mediante un sistema de señalización entre los diversos componentes utilizando para ello la sincronización de tiempos y frecuencias entre estos componentes. Cabe mencionar, que esta comunicación entre distintos dispositivos puede llevarse a cabo sin importar el medio por el cual llega a la central de conmutación, ya sea fibra óptica, cobre o por medios inalámbricos.

2.1.3.1 Terminal telefónico

Es el principal elemento en la comunicación, pues es el medio de interacción entre el usuario y la central, o sea, es el terminal telefónico donde todo inicia. Cabe mencionar que en la actualidad los aparatos telefónicos siguen funcionando con los mismos protocolos de comunicación y enlace que los primeros teléfonos, o sea, el principio de operación sigue siendo el mismo.

Imagen 1: Aparato telefónico



Fuente: Conceptos básicos de telefonía

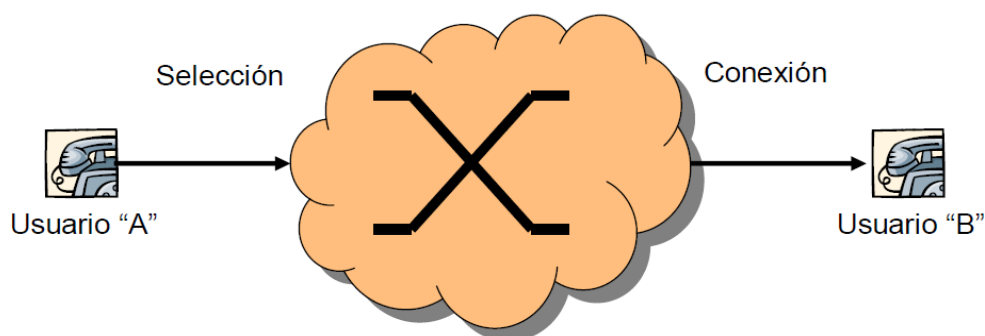
2.1.3.2 Redes de acceso

Por redes de acceso se debe entender que se trata del medio por el cual se va a realizar la comunicación. En el caso de la telefonía fija, el medio utilizado será el cobre, que se extiende desde la central de conmutación, hasta el inmueble de cada abonado. “Esta red de acceso, que ha significado una inversión importante, ha sido la base para la conexión de los terminales telefónicos analógicos y digitales” (Joskowicz, 2015, P.28).

2.1.3.3 Conmutación

Los procesos de conmutación son los encargados de establecer las conexiones entre los diferentes nodos o terminales de la red. Se puede definir como el proceso para establecer una conexión individual desde un punto de entrada (Usuario “A”), hacia un punto de salida (Usuario “B”), como se esquematiza en la siguiente figura. (Joskowicz, 2015, P.30).

Figura 2: Diagrama de conmutación de dos clientes



Fuente: Conceptos básicos de telefonía

2.1.3.4 Transmisión y transporte

Esta etapa se encarga de la transferencia de información de una central a otra para llevar a cabo la comunicación entre ambos usuarios. Esta transmisión se da por medio de canales de conversación, pero estos canales no son exclusivos para cada cliente. Se deben usar técnicas de multiplicación en la central, para transmitir sobre un mismo enlace una importante cantidad de canales independientes.

La transmisión independientemente de la etapa de multiplexación puede llevarse a cabo por medio de pares de cobre, cable coaxial, fibra óptica, comunicación satelital o radio enlaces.

2.1.3.5 Sincronismo

Las redes de telecomunicaciones actuales distribuyen y transmiten grandes volúmenes de información a altas velocidades entre puntos distantes. Para que esta transmisión sea efectiva es necesario tener un sistema que permita sincronizar apropiadamente los distintos elementos y equipos de la red. (Joskowicz, 2015, P.40).

Esta sincronización juega un papel importante pues la secuencia de bits enviados debe ser interpretada al otro lado, tal y como se envió, de lo contrario la información sería incorrecta y se perdería, generando problemas como llamadas perdidas o ruidos indeseables en la llamada telefónica.

2.2 MARCO DE LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1 Estructura interna de un teléfono

Los aparatos telefónicos, sin importar si son residenciales, comerciales o públicos, se componen básicamente de tres subsistemas, los cuales se complementan para llevar a cabo la comunicación entre los usuarios por medio de la central de conmutación.

Los Subsistemas son:

1. Marcación o discado.
2. Transmisión-Recepción
3. Campanilla

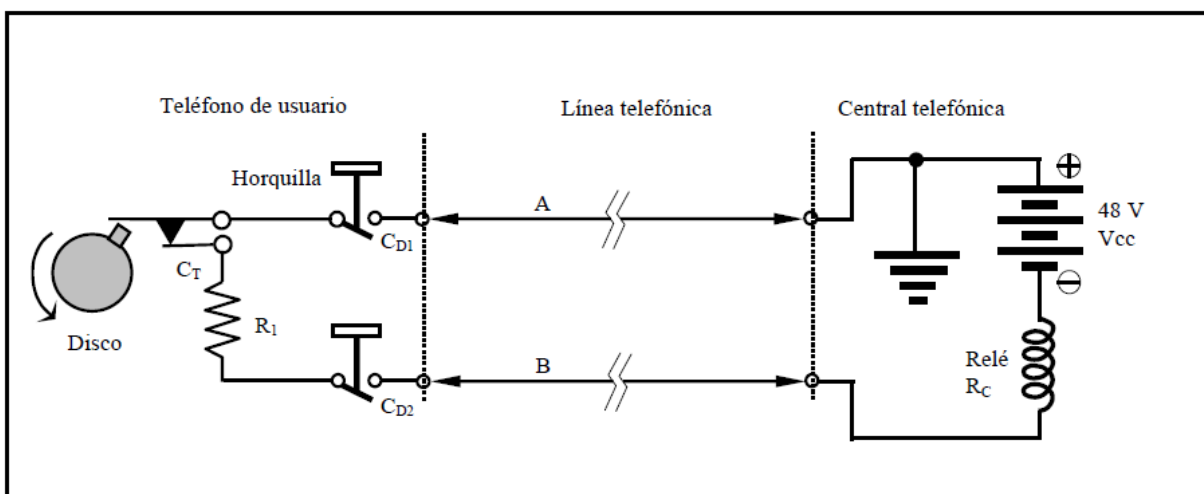
2.2.1.1 Subsistema de marcación o discado

Su función consiste en generar un lenguaje codificado, que será entendido e interpretado por la central telefónica a la cual está conectado el cliente que efectúa la llamada.

Para comprender como se genera este lenguaje, se adjunta la figura 4, que consiste en el esquema de funcionamiento del sistema de marcación. Como se puede observar, se tiene un bucle completo, que dependiendo de lo que realice el cliente, se abre o cierra, lo que da paso a la generación del código. El funcionamiento comienza con los 48V de corriente continua y un relé ubicados en la central telefónica, los cuales entran en operación cuando se levanta el auricular o horquilla

para iniciar la marcación por medio de disco o teclado, el cual genera un tren de pulsos con unos y ceros lógicos que son codificados y enviados a la central, para que esta a su vez, interprete el destino al que el usuario desea comunicarse y canalice su llamada al otro cliente, ya sea de la misma central o de otra diferente.

Figura 3: Esquema del circuito de discado

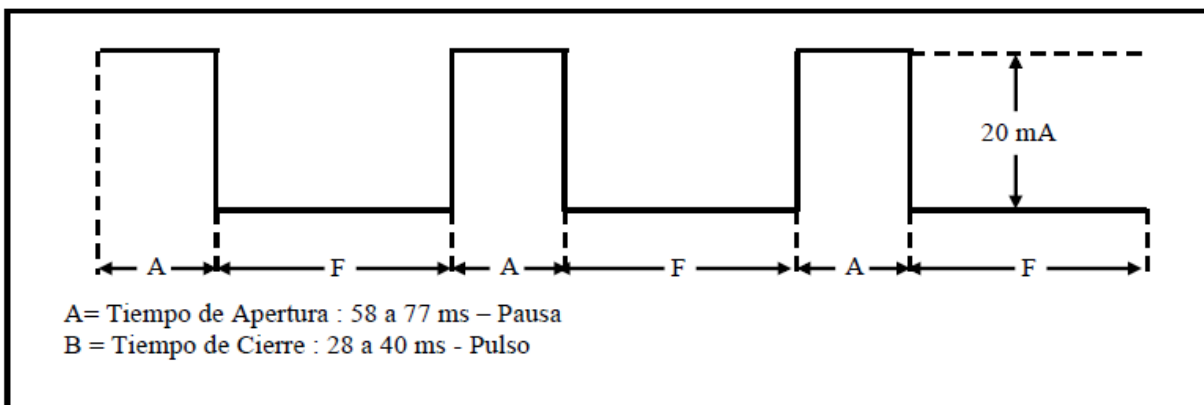


Fuente: Sistemas de Telefonía

Existen dos tipos de marcación, la decádica y la multifrecuente.

Marcación decádica: Este tipo de marcación funciona a partir de la interrupción durante determinado intervalo de tiempo de la corriente que circula por el circuito telefónico, dando como resultado un tren o serie de pulsos de estado bajo y alto, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 4: Forma de onda de la señal de discado decádico



Fuente: sistemas de telefonía

Marcación multifrecuente Funciona generando dos tonos de distinta frecuencia hacia la línea telefónica, los cuales generan dos señales senoidales distintas también que se combinan, dando lugar a un código ya establecido en un cuadro de valores que se muestra a continuación.

Cuadro 1: Frecuencias del sistema multifrecuente

1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	
1	2	3	697 Hz
4	5	6	770 Hz
7	8	9	852 Hz
*	0	#	941 Hz

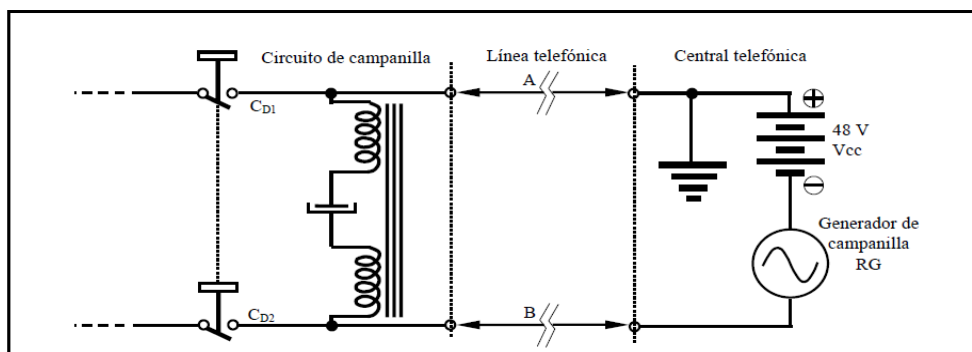
Fuente: Sistemas de Telefonía

Este tipo de marcación tiene una ventaja con respecto a la decádica, que consiste en que es menos susceptible a la distancia y defectos que podría tener la línea de transmisión que comunica la central con el cliente, ya que se trabaja con valores de frecuencia muy distintos unos de otros, por lo que difícilmente se malinterprete un valor, cosa que si puede pasar con el otro sistema que funciona con “1” y “0” lógicos.

2.2.1.2 Subsistema de campanilla

Este subsistema es el encargado de alertar al usuario sobre una llamada entrante. Para comprender su funcionamiento se adjunta la figura 6.

Figura 5: Esquema del circuito de campanilla



Fuente: Sistemas de Telefonía

Como se puede observar, en la parte derecha de la imagen se representa la central y el generador de campanilla que ahí se encuentra y que entran en funcionamiento una vez que una señal de llamada llega al aparato telefónico. Esta señal trae consigo una onda senoidal montada sobre la corriente continua que normalmente circula por

el capacitor que se encuentra entre los dos bobinados, induciendo un campo magnético en las bobinas, que acciona el timbrado.

Esta señal que llega con la llamada es originada por el generador RG “que conforma una señal alterna sinusoidal de 96v (RMS) de amplitud y frecuencia 25Hz, con una cadencia de 3 segundos por 2 de silencio”(Inzirillo, s.f, p.3).

Al mismo tiempo que el generador envía la señal para hacer funcionar la campanilla del abonado llamado, se envía por la línea en dirección al usuario llamante una muestra de esta señal de 800 mV de amplitud a fin de que el abonado originante perciba que el destino está siendo llamado. (Inzirillo, s.f, p.3).

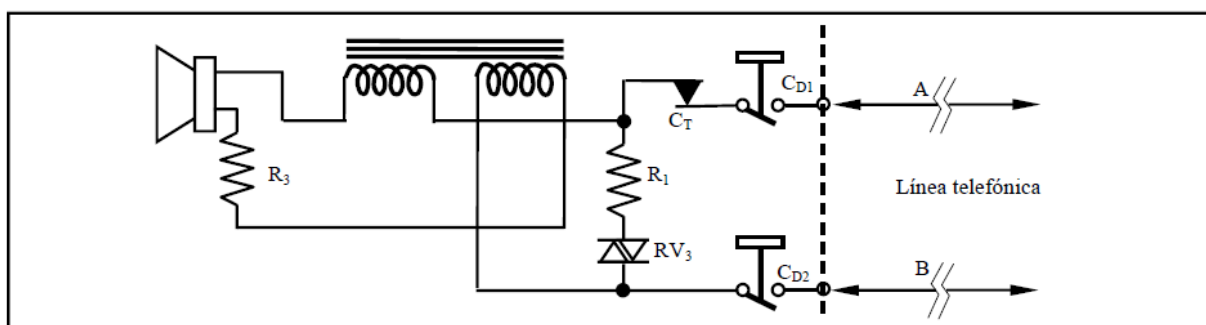
Una vez que el usuario que recibe la llamada descuelga la bocina, se cierran los interruptores C_{D1} y C_{D2} esto ocasiona una disminución en el voltaje de la central de 48V a 10V, indicándole que la llamada ya fue contestada y que se puede proceder con la comunicación entre ambos usuarios.

2.2.1.3 Subsistema de Transmisión-Recepción

Una vez iniciada la conversación entre ambos usuarios, se requiere captar la voz y convertirla en una señal eléctrica, que facilite el transporte de esta información de un lado a otro, a través de una señal portadora. Una vez recibida la información, al otro lado, debe ser convertida nuevamente a ondas sonoras y entendibles por el oído humano.

La conversión de la voz a señales eléctricas es realizada por un micrófono de carbón, mientras que el proceso inverso es realizado por un parlante, ambos elementos están incluidos en bocina telefónica. El principio de funcionamiento del micrófono de carbón se muestra en la figura 7.

Figura 6: Esquema del circuito de transmisión de voz



Fuente: Sistemas de Telefonía

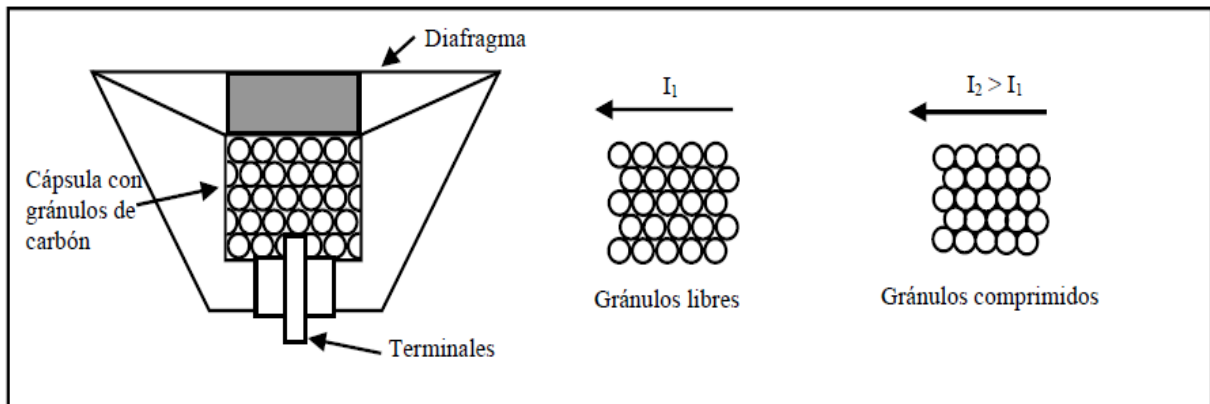
Una vez que se descuelga la bocina, la señal de línea y los 10V de polarización entregados por la central, llegan a las bobinas ubicadas a los extremos del micrófono de carbón.

En el interior de este dispositivo se encuentra una cápsula que contiene gránulos de carbón, a la cual va conectado un diafragma que es una membrana que capta las ondas sonoras emitidas por el locutor. Dado que el carbón posee una resistencia intrínseca tal que circula a través de él una corriente apreciable, sin embargo, por tratarse de pequeños gránulos colocados en forma ordenada, el punto de contacto entre ellos es relativamente pequeño, por lo que la resistencia total aumenta. Al llegar una onda sonora al diafragma, la presión del aire empuja los gránulos, los

compacta e incrementa el área de contacto, lo que se traduce en una disminución de la resistencia y por lo tanto el aumento de la corriente. (Inzirillo, s.f, p.5)

Esto se puede corroborar en la siguiente figura:

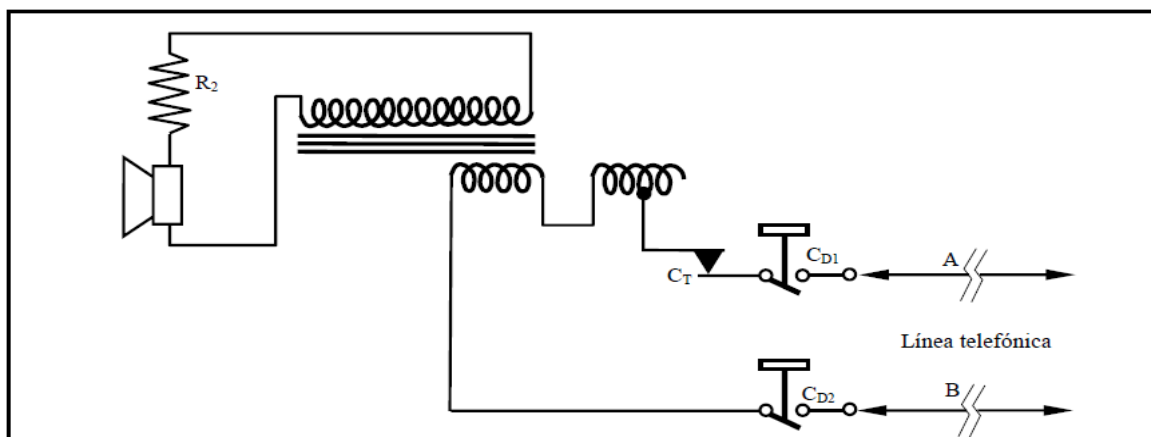
Figura 7: Estructura interna del micrófono de carbón



Fuente: Sistemas de Telefonía

Por otro lado, en cuanto al circuito de recepción se aprecia que desde la central, hacia el abonado, se envía el audio en forma de variaciones de corriente, las cuales deben ser convertidas a voz. A continuación se muestra en la figura 9 un esquema de cómo se realiza el proceso respectivo.

Figura 8: Esquema del circuito de recepción de voz



Fuente: Sistemas de Telefonía

Las variaciones de corriente enviadas desde la central, pasan a través de las bobinas que funcionan como la parte primaria de un transformador produciendo “un campo magnético que induce una tensión en el secundario el que se conecta al parlante a través de la resistencia”. (Inzirillo, s.f, p.5).

Las bobinas que sirven como primario del transformador, son las mismas que utiliza el micrófono de carbón. Si se analiza el acoplamiento de las bobinas se observa que forma un denominado transformador híbrido el cual tiene como función que las señales de habla no sean inducidas en el auricular, por estar en contrafase. Por un problema de percepción, a fin de evitar un silencio total en la recepción cuando se habla, es que se agrega un tercer bobinado de desadaptación, que produce un leve acoplamiento y permite escuchar una muestra de la propia voz por el auricular.(Inzirillo, s.f, p.5).

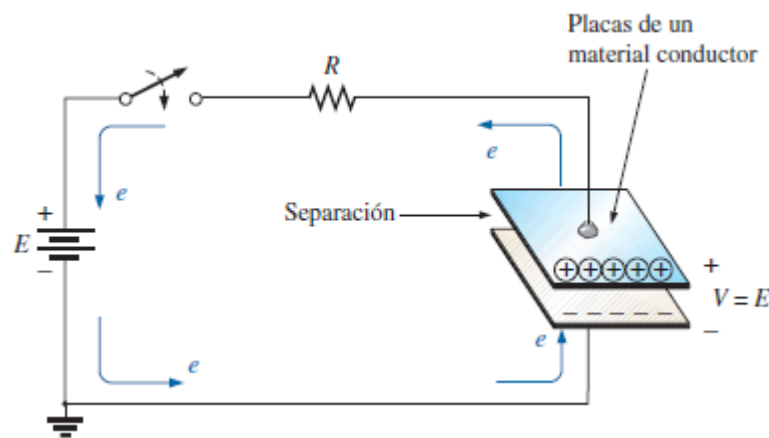
Estas consideraciones de limitar que el habla no llegue al auricular, y que el usuario pueda escuchar lo que habla, son de suma importancia, para garantizar una llamada de calidad y que resulte cómoda al cliente, de lo contrario, la conversación se volvería gritos involuntarios.

2.2.2 .Descripción de principales componentes electrónicos a utilizar

2.2.2.1 El Capacitor

El capacitor es un dispositivo construido internamente por dos superficies conductoras y con una separación entre ellas.

Figura 9: Circuito de carga de un capacitor



Fuente: Introducción al Análisis de Circuitos

En la figura anterior, se conectaron dos placas de un material como el aluminio (el metal de mayor uso en la construcción de capacitores), a una batería por medio de un interruptor y un resistor.

Si inicialmente las placas paralelas están descargadas y el interruptor se deja abierto, no existe ninguna carga positiva o negativa neta en una o en otra placa. Sin embargo, en el momento en que se cierra el interruptor, se extraen electrones de la placa superior a través del resistor hacia la terminal positiva de la batería. Al principio habrá una oleada de corriente de magnitud limitada por la resistencia presente. Luego el nivel del flujo declinará. Esta acción crea una carga positiva neta en la placa superior. La terminal negativa repele los electrones a través del conductor inferior hacia la placa inferior a la misma velocidad que son atraídos hacia la terminal positiva. Esta transferencia de electrones continuará hasta que la diferencia de potencial a través de las placas paralelas sea exactamente igual al voltaje de la batería. El resultado final es una carga positiva neta en la placa superior y una carga negativa en la inferior. (Boylestad, 2011, p.187).

La unidad de medición aplicada a los capacitores es el farad (F), y el símbolo con el que se denota es el siguiente:

Figura 10: Representación del capacitor



Fuente: Introducción al Análisis de Circuitos

La fórmula que relaciona el voltaje aplicado a las placas y el nivel de capacitancia es:

$$C = \frac{Q}{V}$$

Donde

Q: Coulombs (C)

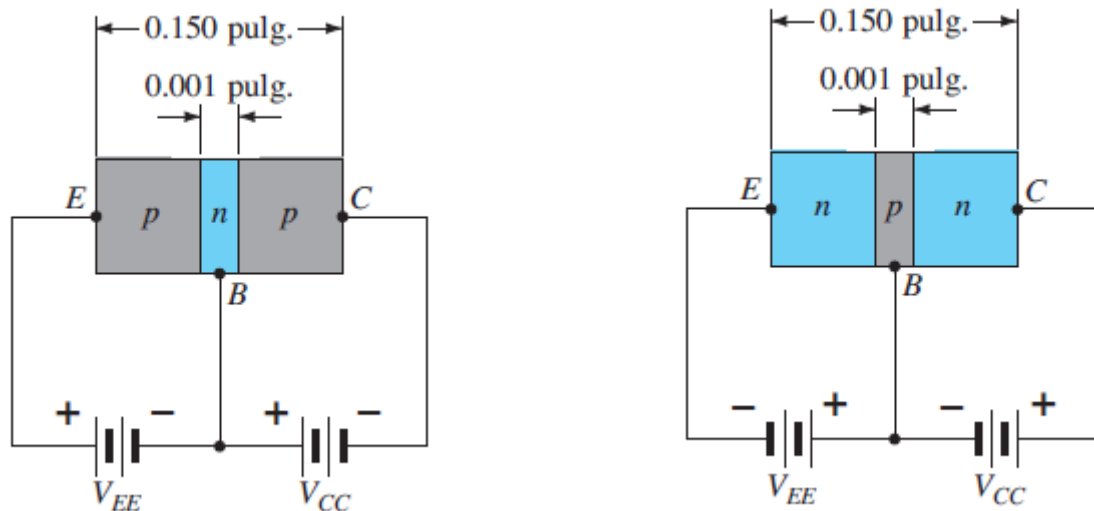
C: Farads (F)

V: volts (V)

2.2.2.2 El transistor

El transistor es un dispositivo semiconductor de tres capas que consta de dos capas de material tipo *n* y una de material tipo *p* o de dos capas de material tipo *p* y una de material tipo *n*. El primero se llama *transistor npn* y el segundo *transistor pnp*. (Boylestad, 2009, p.132) Ambos se muestran en la siguiente figura:

Figura 11: Composición de los transistores pnp y npn



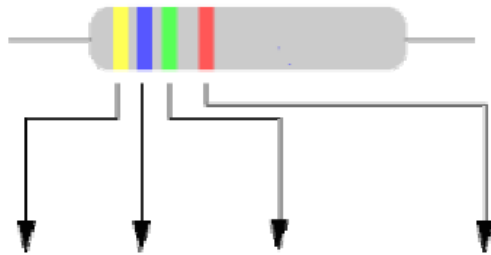
Fuente: Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos

Una de las principales aplicaciones del transistor es como amplificador, donde dependiendo de la configuración realizada se podrá obtener mayor o menor amplificación. También es muy utilizado como interruptor, ya que por medio de una corriente en una de sus patillas podemos permitir o detener el paso de voltaje en su salida según sea la necesidad de la aplicación para la que están siendo usados.

2.2.2.3 La resistencia

Consiste en un elemento que se opone al paso de la corriente eléctrica, o sea con la resistencia podemos limitar o regular el paso de corriente y voltaje en un circuito. Existen resistencias variables y fijas. En el caso de las fijas, su valor y tolerancia es representado según una serie de colores que se impregnan en estas. A continuación se muestra un ejemplo y los valores asignados a cada color:

Figura 12: Código de colores y valores respectivos para las resistencias



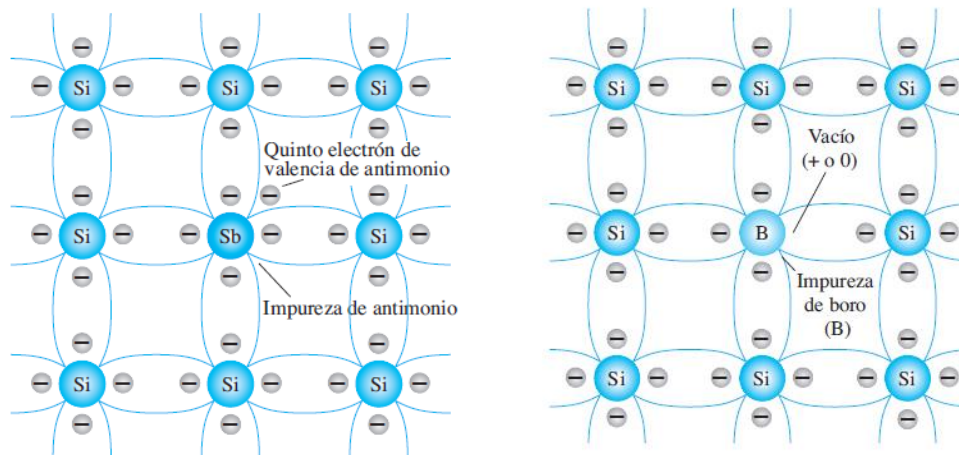
COLOR	1ª CIFRA	2ª CIFRA	Nº DE CEROS	TOLERANCIA (+/-%)
PLATA	-	-	0,01	10%
ORO	-	-	0,1	5%
NEGRO	-	0	-	-
MARRÓN	1	1	0	1%
ROJO	2	2	00	2%
NARANJA	3	3	000	-
AMARILLO	4	4	0000	-
VERDE	5	5	00000	-
AZUL	6	6	000000	-
VIOLETA	7	7	-	-
GRIS	8	8	-	-
BLANCO	9	9	-	-

Fuente: Electrónica Aplicada 1

2.2.2.4 El diodo

El diodo se forma a partir de la unión de dos materiales, uno de tipo “n” y el otro tipo “p”. La diferencia entre ambos materiales consiste en que el material n se crea a partir de la introducción de impurezas que contiene 5 electrones de valencia (pentavalentes) como el antimonio, arsénico y fósforo. Por otro lado, los materiales p se forman dopando un cristal de germanio o silicio con átomos de impureza de tres electrones de valencia. (Boylestad, 2009, p.10)

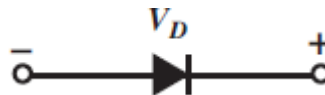
Figura 13: Material tipo n y p en orden de aparición



Fuente: Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos

El símbolo con que se representa el diodo es el siguiente:

Figura 14: Representación del diodo

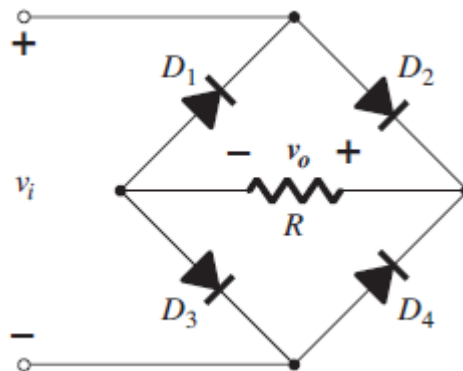


Fuente: Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos

2.2.2.4 Rectificador de onda completa

Este rectificador es muy útil cuando se desea obtener un voltaje de corriente continua a partir de un voltaje de corriente alterna. Está compuesto por un puente de cuatro diodos, como se puede apreciar en la figura 16.

Figura 15: Diagrama de rectificar de onda completa



Fuente: Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos

El funcionamiento de este rectificador consiste en que en el semiciclo positivo de la onda senoidal, se da la conducción desde la entrada positiva del puente, pasando a través de los diodos D_2 y D_3 . Por otro lado, en el semiciclo negativo, la conducción se da por la entrada negativa, y pasa a través de los diodos D_4 y D_1 . En los dos casos, el voltaje obtenido es de corriente continua y positiva.

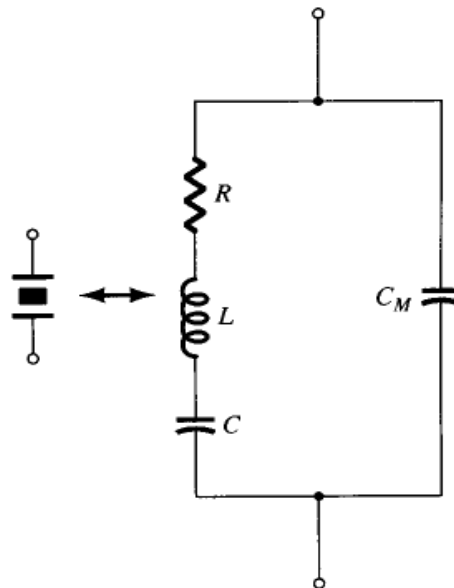
2.2.2.5 Osciladores de cristal

Un oscilador de cristal es básicamente un oscilador con un circuito sintonizado que utiliza un cristal piezoeléctrico como circuito tanque resonante. El cristal (normalmente cuarzo) tiene una estabilidad al mantenerse constante a cualquier frecuencia a la que originalmente se cortó el cristal para que operara. Se utilizan osciladores de cristal siempre que se requiere una gran estabilidad, como en transmisores y receptores de comunicación.

El cristal de uso más común es el cristal de cuarzo, su funcionamiento radica en aplicarle un voltaje alterno, con el que el cristal establece una vibración mecánica, esta vibración tiene un valor de frecuencia resonante que depende del tamaño del cristal.

Una forma de representación del funcionamiento del cristal es por medio de un circuito resonante eléctrico como el que se muestra a continuación:

Figura 16: Circuito equivalente eléctrico de un cristal



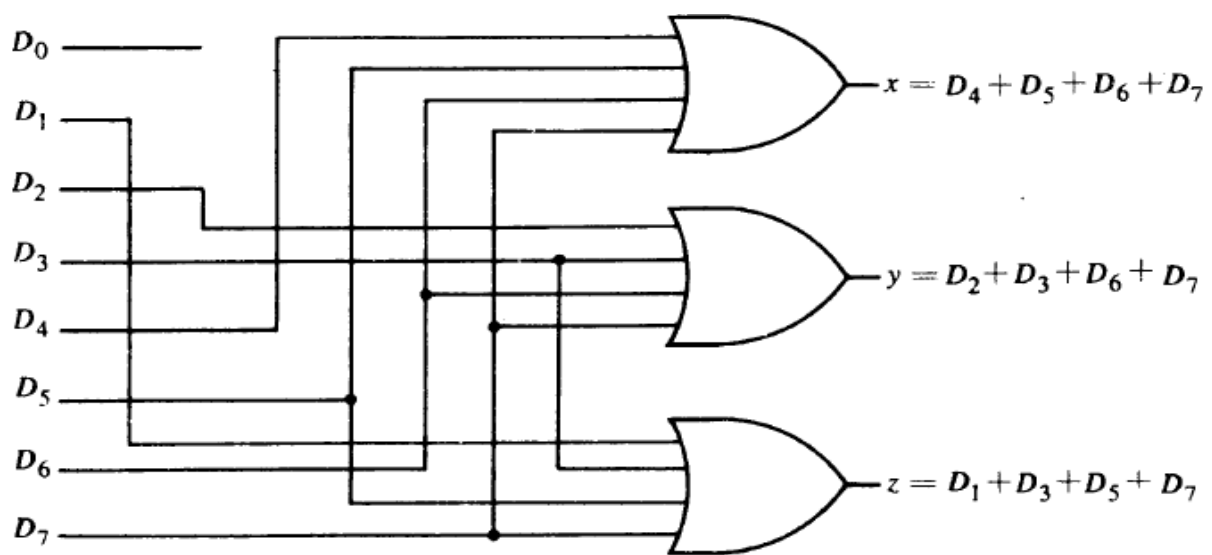
Fuente: Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos.

El inductor L y el capacitor C representan equivalentes eléctricos de masa y deformación del cristal, respectivamente, mientras que la resistencia R es un equivalente eléctrico de la fricción interna de la estructura del cristal. La capacitancia en derivación C_M representa la capacitancia debida al montaje mecánico del cristal. (Boylestad, 2009, p.763).

2.2.2.6 Codificadores

Los codificadores son circuitos combinacionales capaces de tomar una entrada de varios datos 2^N y convertirlas en una única salida datos N. Esto lo convierte en una herramienta útil para utilizarlo por ejemplo con los teclados, en los cuales se tiene una selección de varios números y opciones a escoger, pero la salida será de un valor a la vez. Un ejemplo de estos se muestra en la siguiente figura, que consiste en un codificador de octal a binario, donde se tienen 8 entradas pero al final, se obtendrá un solo valor binario de tres bits.

Figura 17: Diagrama de un codificador de octal a binario



Fuente: Diseño Digital

2.2.2.7 El Varistor

El VDR (Voltage Dependent Resistors) o Varistor, es una resistencia dependiente de la tensión, ya que varía su resistencia de acuerdo con la tensión (voltaje) aplicada entre sus extremos. La propiedad que caracteriza a esta resistencia consiste en que cuando aumenta la tensión aplicada entre sus extremos ésta rápidamente disminuye su valor óhmico. Frente a picos altos de tensión se comporta casi como un cortocircuito.

Los varistores son construidos para diferentes valores de tensión de ruptura. Tienen una amplia gama de voltajes, que van desde 14v a 550v (RMS).

A continuación se muestra una imagen con algunos tipos de encapsulados del Varistor.

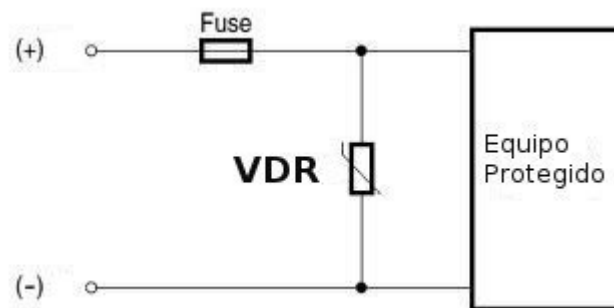
Figura 18: Algunos ejemplos de varistores



Fuente: Tomada de Internet

La principal aplicación de estos elementos electrónicos es la de protección de circuitos, ya que funcionan como estabilizadores de tensión, y como supresores de picos de tensión en telefonía y redes de comunicación, brindando protección a los demás elementos más sensibles a dañarse ante estos efectos. Su conexión se efectúa en la entrada de la línea o del circuito, en paralelo a esta, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 19: Conexión del Varistor a un equipo



Fuente: Tomada de Internet

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Como se mencionó anteriormente, en la justificación de este proyecto, la baja tasación que existe actualmente en la telefonía pública ha obligado al ICE a llevar a cabo proyectos de optimización del parque de telefonía pública, para dejar en funcionamiento únicamente una determinada cantidad de teléfonos en sitios públicos como parques, hospitales, escuelas, zonas indígenas, cárceles, entre otros.

Este tema incluso, ha llevado a la institución a enfrentar recursos de amparo, como el archivado con el expediente **15-004883-0007-CO** del 10 de Abril del 2015, donde se citan párrafos de importancia como el siguiente:

“Explica que dicho proyecto de eliminación de este tipo de teléfonos públicos, se encuentra justificado en el hecho de que el tipo de terminal está obsoleto, no hay repuestos, no existe un centro de gestión para el control del funcionamiento y los teléfonos facturan, en su mayoría, cero colones, lo cual no alcanza el punto de equilibrio económico. Cuenta que aunado a esos aspectos técnicos, su utilización ha disminuido en forma considerable debido a que los usuarios utilizan otras tecnologías como líneas celulares prepago y post-pago.

Expresa que el ICE a fin de garantizar el servicio al cliente y a pesar de eliminar los teléfonos públicos tipo V2000, siempre ofrece a sus clientes la opción de terminal pública que es la llamada MULTIPAGO, por lo que los clientes seguirán teniendo acceso a ese servicio.”

En cuanto a los teléfonos multipago que se citan anteriormente, estos teléfonos funcionaron durante algunos años según lo esperado, sin embargo, debido al poco uso que tenían estos teléfonos y con la tecnología cambiante, los repuestos se fueron escaseando, llegando al mismo punto que con los teléfonos virtuales, con la diferencia de que el multipago era más eficiente en muchos aspectos.

Se cita también en el recurso de amparo la siguiente información.

“Cuenta que el acceso a los servicios de telefonía fija en los hogares se completó con el despliegue de servicios de telefonía pública, que además de acercar la disponibilidad de los servicios para los costarricenses fuera de sus hogares, brindaba la oportunidad a las comunidades rurales de difícil acceso de disponer de servicios telefónicos.”

Lo anterior refuerza la no posibilidad del ICE de desaparecer la totalidad de los teléfonos públicos, pues son un importante medio de llevar la comunicación a todo el país y al alcance de toda la población. Aunque con esto no se puede generalizar que no se puedan llevar reformas o proyectos de optimización, que puedan equilibrar los ingresos o al menos ayuden al ICE a alcanzar un punto de equilibrio en la mantención de estos teléfonos. Este tema también se abordó en el recurso de amparo, y cita lo siguiente:

“Sostiene que cuando existe un déficit de acceso significativo y el incumbente u operador establecido, en nuestro caso el ICE, no cuenta con un rebalanceo de precios como resultado de la regulación para cubrir el déficit de acceso, existe un peligro real de que los nuevos entrantes se queden únicamente con los segmentos de mercado que son rentables”

Cita además:

“Desde el punto de vista del operador establecido, como es el caso del ICE, se hace imposible mantener y operar un servicio tradicional fijo financieramente deficitario, lo que genera la necesidad de establecer medidas que le permitan

optimizar los recursos disponibles en aras de garantizar la sostenibilidad del acceso universal asociado.”

Este párrafo, le da mucho peso a la justificación del proyecto, pues explica claramente como el ICE está facultado para buscar medios alternos que le permitan optimizar al máximo la parte de la telefonía pública, con el fin de garantizar la existencia de este servicio en lugares donde realmente sea necesario y reciba un trato adecuado por parte de los usuarios.

Otro extracto del recurso de amparo, donde el ICE demuestra con valores reales el déficit financiero que un teléfono público sin uso representa para la empresa y el año desde que no se cuanta con repuestos para mantenimiento, se muestra a continuación:

“Aduce que como parte de las acciones de optimización llevadas a cabo por el ICE en el parque de telefonía pública, se analizó el comportamiento de los ingresos de este grupo de terminales telefónicas, y se obtuvo como resultado que para el 2014, las mismas generaban una facturación entre cero y cinco mil colones al año, es decir, un promedio de ingresos de 500 colones por mes por teléfono, monto que se encuentra por debajo del punto de equilibrio financiero de este tipo de servicio, por cuanto el costo promedio mensual por terminal es de 35.000 colones. Menciona que los equipos terminales telefónicos tipo Virtual 2000 fueron adquiridos por el ICE en el año 1999 a la empresa Condichel, misma empresa que brindó respaldo y soporte en repuestos hasta el año 2005. Dice que, a partir de esa fecha, el ICE asumió con sus propios recursos el

mantenimiento preventivo y correctivo de estos equipos terminales. Manifiesta que como parte de las acciones de optimización del parque de pública, se utilizaron como repuestos piezas de terminales que salían de operación, dado que los repuestos nuevos para este tipo de equipo representaban un elevado costo, que la propia operación del servicio no era capaz de cubrir.”

Como se puede leer en el párrafo anterior, está más que demostrada la situación actual que atraviesa la telefonía pública en nuestro país. Se demuestra además la necesidad del ICE de buscar alternativas que le permitan no solo optar por un punto de equilibrio económico que facilite la operación de los teléfonos que lo ameriten, sino realizar el mantenimiento periódico respectivo para dejarlos en operación y a disposición del usuario que así lo requiera.

2.3.1 Antecedentes de teorías o proyectos semejantes

Consultando la base de datos de la biblioteca de la Universidad Hispanoamericana, se logró recopilar dos trabajos relacionados con la telefonía y desarrollados también en el ICE.

El título del primer trabajo es:

“Diseño Electrónico de un Teléfono Público Prototipo Prepago 197/199 para el Instituto Costarricense de Electricidad, realizado por Manuel Antonio Masis Vargas y Manrique Jiménez Sequeira en el 2008”

El trabajo desarrollado fue enfocado también en los teléfonos virtuales 2000, aunque el tema principal de los autores fue desarrollar un lector de tarjetas 197 y 199, pues el uso de estas demandaba digitar entre 12 y 13 dígitos para poder empezar con la llamada, cosa que en su momento, por el gran uso que tenían los teléfonos públicos era muy tedioso para los clientes, en especial cuando se hacían largas filas esperando el turno para usar el teléfono. Se describe que estos teléfonos si contaban con estos lectores de tarjetas pero que en resumen, por diversos factores nunca funcionaron.

En el trabajo también se menciona la carencia de repuestos que ya se vislumbraba, y la dependencia que el ICE mantenía con empresa proveedora CELSA S.A.

Por otro lado, el segundo trabajo se llama:

“Análisis y ejecución de las especificaciones técnicas, para el proyecto de sustitución del parque telefónico prepago virtual 2000, por parte del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), realizado por Josué Vargas Ulloa, en el 2009”

En este segundo trabajo, la temática principal era la de modernizar el parque de teléfonos públicos que se manejaba hasta el momento, en vista de la carencia de

repuestos y la deficiencia en los lectores de códigos de barra, esto en los teléfonos virtual 2000.

La idea del proyecto fue la de elaborar una normativa con los requerimientos para la adquisición de otro modelo de teléfono más moderno, el cual contará con más medios de pago y que pudiese conectar a un centro de gestión de telefonía pública, con el fin de alertar al área técnica cuando un dispositivo presentase problemas, y consecuentemente enviar al técnico para realizar la reparación del teléfono, o sea, se buscaba un tipo de gestión más automatizada y eficiente en pro de los clientes del ICE.

CAPÍTULO 3

MARCO METOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se requiere describir el tipo de investigación asociándola con el procedimiento a seguir en la elaboración del proyecto, así como las técnicas empleadas, los métodos y la implementación del proyecto para establecer el enfoque del mismo.

3.1.1 Finalidad de la investigación

La investigación científica es el más importante instrumento con que cuenta el hombre para conocer, explicar, interpretar y transformar la realidad. Su desarrollo desde las diferentes disciplinas científicas es indispensable para la búsqueda de soluciones a los principales problemas que afronta en su actividad social y para la generación de nuevos conocimientos que la expliquen y orienten su transformación.(Monge, 2011).

En el caso específico de este proyecto se busca solventar la problemática de escasez de repuestos y tarjetas que actualmente se presenta en la telefonía pública, a través de un prototipo que tendrá la capacidad de tomar los distintos elementos de los actuales teléfonos públicos y funcionar como tal.

3.1.2 Dimensión transversal

El diseño transversal es apropiado cuando la investigación se centra en el análisis de una o varias variables en un momento dado, también busca analizar la relación entre un conjunto de variables en un punto del tiempo, puede abarcar varios grupos como personas, objetos o indicadores. (Hernández, 2012, p.9).

En el proyecto la variable u objeto de investigación es una solución alternativa que supla las actuales tarjetas electrónicas que manejan los teléfonos públicos. El diseño e implementación del proyecto se desarrolló en el período de mayo a noviembre del 2016, y se espera beneficiar a las personas que requieren el uso de teléfonos públicos. Para esa fecha se espera haber concluido con las pruebas de campo que deben realizarse en los ambientes donde existe la necesidad del servicio, y se dé un uso constante y real, para garantizar el buen funcionamiento del prototipo desarrollado.

3.1.3 Marco de la investigación

Inicialmente el diseño del prototipo, así como el montaje en una tarjeta de prueba se realizará a nivel de un laboratorio de prueba. Una vez certificados todos los aspectos que garanticen el éxito de la llamada telefónica, se estaría montando en una tarjeta

impresa, la cual a su vez se instará en los teléfonos de prueba que se estarán colocando posiblemente en el centro penal de Cocorí en Cartago.

Si se quiere delimitar este proyecto a nivel mega, macro y micro dentro de la institución donde se está realizando se tiene lo siguiente:

Figura 20: Esquema del marco



Fuente: Elaborada por el Autor

El nivel mega abarca globalmente al ICE, entre tanto el nivel macro se perfila dentro del marco de las telecomunicaciones, y finalmente el nivel micro tendrá que ver directamente con el área donde se desarrollara el prototipo, que sería la telefonía pública.

3.1.4 Naturaleza de la investigación

Para comprender si el proyecto tendrá predominio de variables cuantitativas o cualitativas, o ambas, a continuación se describe lo siguiente:

En el caso de variable cualitativa se puede definir como no numérica, se inclina por adjetivos calificativos del objeto en estudio y su objetivo es dar una idea visual sencilla de la muestra. Por otro lado, la cuantitativa toma valores numéricos con los que se realizan estimaciones o se interpreta el comportamiento de la muestra.

Este proyecto trata de una mezcla de ambas, debido a que presenta un segmento donde se trabaja con especificaciones técnicas numéricas en cuanto a parámetros como potencia, voltaje y corriente. Por otro lado, es importante también la observación directa, pues la tarjeta que se va a desarrollar debe cumplir con un ordenamiento que se adapte perfectamente a las condiciones de la carcasa telefónica, así como a los distintos elementos que la componen. Lo anterior requiere de una observación y análisis detallado, a fin de que la forma en que se acomoden las salidas a los distintos elementos del teléfono, sean de fácil instalación para los técnicos que se encargan de dar mantenimiento.

3.1.5 Carácter de la investigación

La investigación está contemplada en un marco descriptivo, puesto que se busca analizar aspectos, características y los principales rasgos de los teléfonos públicos que actualmente operan en el ICE.

Esto con el fin de lograr un desarrollo de prototipo que se apege lo más posible a lo que actualmente se tiene, que mantenga aspectos importantes en la calidad de la llamada, como nitidez, escucha fuerte y claro, tanto del usuario que ha recibido la llamada como del que la realiza, y algunos otros aspectos.

3.2 DISEÑO METODOLÓGICO

3.2.1 Metodología para la propuesta de mejora

El fundamento sobre el que se basa la propuesta, será de investigación-acción, debido a que este tipo de diseño de propuesta, busca la comprensión por medio de la investigación teórica acerca de la problemática y seguidamente formular y desarrollar una solución, que vendrá a ser la acción a la que se desea llegar.

La finalidad de la investigación-acción es comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a una organización. Así mismo, se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para el desarrollo de los proyectos. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Teniendo una buena base teórica, acerca del tema, o sea, telefonía, se garantizará contar con los requerimientos necesarios para lograr una solución al problema planteado.

Existen otros diseños para el desarrollo de la propuesta, sin embargo al analizar su metodología no se ajusta a lo que se requiere, pues se tiene por ejemplo el diseño Etnográfico que aboca a elementos que integran el sistema social, como lenguaje, reglas, normas y patrones de conducta. También está el diseño Narrativo, que busca la comprensión de eventos, a través de historias o narrativas de quienes la vivieron. Por otro lado, se presenta el diseño de la Teoría fundamentada, que investiga sobre procesos y relaciones entre conceptos que conforman un fenómeno y sus vínculos.

Como se puede observar, en vista de que se cuenta con bastante información teórica y de credibilidad sobre la telefonía, es que se optó por el uso de la metodología o diseño de la Investigación-acción.

3.2.2 Metodología para la implementación del proyecto

En cuanto a la implementación de proyecto, se llevara a cabo un proceso donde primeramente se tomaran los datos teóricos con que debe funcionar un aparato telefónico a ser utilizado en la red de telefonía fija del país.

Posteriormente, se valorará cuáles dispositivos electrónicos se ajustan mejor a los requerimientos y necesidades de la tarjeta a implementarse, que sea de un costo no muy elevado, pues uno de los objetivos busca desarrollar el proyecto de una forma sencilla, efectiva y cómoda, para volverlo atractivo a la institución donde se está desarrollando.

Una vez analizados esos aspectos, se procederá al montaje en una tarjeta de pruebas con el fin de verificar su funcionamiento, haciendo y recibiendo llamadas, analizando si el volumen que se escucha es adecuado y si el sonido del timbre es óptimo de acuerdo con lo requerido.

Finalmente, una vez comprobado el funcionamiento del dispositivo propuesto; se realizará el montaje en la tarjeta impresa final en una carcasa telefónica, junto a los demás elementos que conforman el teléfono.

La finalidad del proyecto es montarlo en escenarios de prueba real, donde los usuarios del servicio serán los principales jueces de si el servicio satisface sus necesidades, y el personal técnico del ICE, será el encargado de instalar el prototipo en los teléfonos destinados para dichas pruebas, así como de catalogar si el diseño es cómodo de montar en una carcasa telefónica.

3.2.3 Metodología de control

En virtud que el prototipo propuesto será montado en escenarios de uso real, y que sean de uso común, se tiene la ventaja de que cada prototipo empleado estará asociado a un número telefónico real también. Esto es de gran ayuda para la determinación de la calidad del desarrollo propuesto, pues brinda la oportunidad al usuario de reportar dicho número telefónico, en caso de que exista algún tipo de avería o aspecto que no esté permitiendo la realización de la llamada.

Además, cada uno de estos números tendrá un expediente detallado con las fechas y horas de reporte, así como del código de reparación realizada, lo que permitirá evaluar si realmente el prototipo cumple con lo requerido, y así proceder a presentarlo a las jefaturas pertinentes. Lo anterior con el fin de dar inicio al proceso que conlleva la introducción del prototipo, aprobación de la Gerencia, licitación para compra masiva de dispositivos, elaboración de tarjetas, montaje de tarjetas y la posterior instalación donde sea requerido.

No se puede dejar de lado la posibilidad de que el proyecto demore tiempo en implementarse, pues como se mencionó anteriormente debe ser sometido a una autorización por parte de la Gerencia de Telecomunicaciones, y esto puede

presentar atrasos significativos que afecten el proyecto., También existen jefaturas que quizá no estén de acuerdo con la implementación, en especial si depende de ellos la aplicación del prototipo.

Por ello, se desean realizar pruebas exhaustivas que demuestren el buen funcionamiento del prototipo de diseño propuesto, y estaría aportándose los informes correspondiente al histórico de averías de los distintos números de prueba, con los que se espera argumentar fuertemente el proyecto y volver atractiva la propuesta de la nueva implementación.

CAPÍTULO 4

DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 PARTES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS TELÉFONOS ACTUALES

A continuación se desarrollará una breve descripción de los elementos que componen los teléfonos públicos actuales (Virtual 2000 y Multipago), con los cuáles interactúa el usuario, además, se mencionarán los valores nominales a los que por normativa funciona la transmisión de información vía telefónica.

4.1.1 Teléfono Virtual 2000

Imagen del teléfono virtual 2000

.

Figura 21: Teléfono virtual 2000



Fuente: CELSA S.A

4.1.1.1 Valores nominales del V2000

1. Funciona bajo las siguientes condiciones de voltaje en la línea:

Cuadro 2: Requisitos de voltaje para funcionamiento del TPV-2000

Medida	DC	AC
Rango	De 24 a 60V, 8.5mA.	
Optimo	48V, 8.5mA. (mínimo)	5V en reposo
Timbre	85V Optimo	85V Optimo
Descolgado	$\geq 12.8V_{dc}$	

Fuente: CELSA S.A

2. En llamada saliente al descolgar necesita tono de marcar $450Hz \pm$ para habilitar recepción al descolgar.
3. Sistema de marcación a través de teclado, se podrá seleccionar el modo de marcación por tono o pulso.

4.1.1.2 Descripción del TPV-2000

Aparato diseñado y construido por la empresa CELSA S.A., diseñado para prestar el servicio público sin el sistema de cobro en el teléfono.

Desde el punto de vista mecánico está conformado por la caja y el microteléfono, unidos entre sí por el cordón telefónico.

Internamente se encuentra el circuito electrónico al cuál llegan conexiones de los diferentes elementos del teléfono. Contiene los circuitos de control, manejos de señales vocales, circuito de protección, etc.

4.1.1.3 Características físicas del TPV-2000

1. Fabricado con materiales resistentes a condiciones del medio ambiente, deformación y oxidación.
2. Construido de aluminio de alto silicio con acabado de pintura electroestática en polvo.
3. Fácil de instalar en cualquier posición sin sufrir problemas mecánico o eléctrico.
4. Cerraduras de protección efectiva que garantizan falsificación o duplicación de llave.
5. Diseño mecánico y electrónico que permite instalación, mantenimiento y reparaciones sencillas.
6. En el siguiente cuadro se detallan los materiales con que están construidos varios elementos del TPV-2000:

Cuadro 3: Materiales de fabricación

Pieza	Material	Proceso Fabricación
Tapa	Aluminio	Inyectado
Gancho de Corte	Acero Inoxidable	Troquelado
Pictograma	Acero Inoxidable	Gravado
Lengüeta de Corte	Aluminio	Inyectado
Sistema de Cuelgue	Acero Inoxidable	Troquelado
Soporte del Sistema de cuelgue	Acero Inoxidable	Troquelado
Fondo	Aluminio	Inyectado
Leva de la Cerradura	Hierro galvanizado	Inyectado
Soporte de tarjetas	Plástico	Inyectado

Fuente: CELSA S.A

4.1.1.4 Dimensiones de un TPV 2000

A continuación se detallan las dimensiones del TPV-2000

Cuadro 4: Dimensiones del aparato

Dimensión	Magnitud (cm)
Ancho de Teléfono	18.30
Largo de Teléfono	27.80
Profundidad	14.50

Fuente: CELSA S.A

4.1.1.5 Auricular del TPV-2000

Construido de material termoplástico de color negro, en él se alojan las cápsulas de transmisión y recepción que permiten realizar la comunicación. Tiene un cordón flexible con alma de acero con una longitud promedio de 90 centímetros, con un sistema de reemplazo sumamente fácil.

Imagen 2: Auricular de TPV-2000

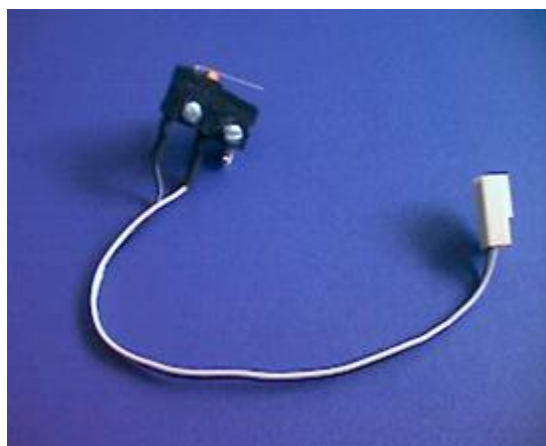


Fuente: Tomada por el Autor

4.1.1.6 Gancho de corte

Diseñado para la apertura o cierre de la llamada, el sistema de conmutación se realiza mediante un switch (Tipo normalmente cerrado) de alta confiabilidad, está diseñado de tal manera que permita un regreso mecánico rápido y con un efecto eléctrico de retardo.

Imagen 3: Imagen switch de corte

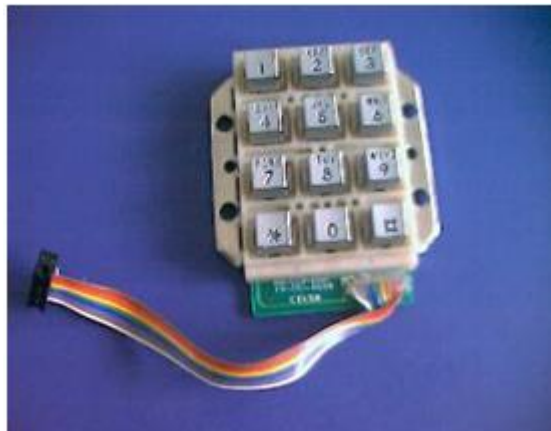


Fuente: Tomada por el Autor

4.1.1.7 Teclado del TPV-2000

Es la unidad modular que se conecta a la tarjeta principal mediante un único conector. Consta de 12 teclas en disposición normalizada de 4 X 3, están fabricados de material metálico inoxidable, resistente a maltratos y acciones vandálicas de los usuarios. La unidad completa se coloca en la parte frontal del aparato, asegurado mediante tornillos desde el interior.

Imagen 4: Teclado de 4x3



Fuente: Tomada por el Autor

4.1.1.8 Timbre del TPV-2000

Consiste en un pequeño parlante, que se conecta al teclado por medio de dos hilos, se encuentra en la parte interna del teléfono, junto a la tarjeta controladora, está diseñado para sonar fuerte, pues esto se requiere en ambientes muy bulliciosos.

Imagen 5: Timbre del TPV-20000



Fuente: Tomada por el Autor

4.1.2 Teléfono Connect o Multipago

Las siguientes corresponden a imágenes de un teléfono multipago, que no incluye la alcancía de recaudación de monedas.

Imagen 6: Teléfono Connect



Fuente: Tomada por el Autor

Imagen 7: Vista interna del teléfono connect



Fuente: Tomada por el Autor

4.1.2.1 Descripción del teléfono Connect o Multipago.

Este teléfono ha sido diseñado para la prestación del servicio público, ofrece cualidades operativas, amplias facilidades de configuración funcional y alta resistencia al vandalismo para la utilización en lugares sin vigilancia.

Consta de un compartimento técnico y un compartimento de alcancía, ambos están sólidamente fijados entre sí.

El aparato está alimentado por la línea telefónica, además posee batería recargable como respaldo que funciona con una corriente de línea mínima de 18mA.

Los teléfonos CONNECT son fabricados con materiales de la mejor calidad, altamente resistentes a las condiciones naturales del medio ambiente. Sus partes metálicas están protegidas contra corrosión y oxidación, soportan esfuerzos de tracción y deformación, ofrecen excelentes condiciones de seguridad y hermeticidad para evitar la entrada de partículas u objetos que puedan causar daño. Para el acceso al interior del compartimento técnico cuenta con llave maestra y cerradura de seguridad ubicada en la parte lateral.

4.1.2.2 Teclado alfanumérico

Es el conjunto de 16 teclas (4x4) metálicas, fabricado en material inoxidable, resistente a maltratos y acciones vandálicas, con sistema de impresión indeleble en bajo relieve, posee 4 teclas de funciones adicionales como: Nueva llamada / Llamada siguiente /

Flash, Volumen, Idioma / Menú y Envío de Email-SMS / Cambio tarjeta / Push-to-talk.

Estas funciones aparecen especificadas en el pictograma. Es una unidad modular que se conecta a la tarjeta principal mediante un único conector de fácil remoción para limpieza o reemplazo.

Imagen 8: Teclado 4x4 Teléfono Connect



Fuente: Tomada por el Autor

4.1.2.3 Microteléfono

Es el dispositivo a través del cual se emiten los sonidos cuando se encuentre establecida la comunicación, contiene dos cápsulas (emisora y receptora) cubiertas con tapas pinadas para evitar que sean dañadas o saqueadas, posee un cordón flexible y duradero, formado por conductores de hilo retorcidos forrados con material aislante, protegidos con una cubierta helicoidal de acero flexible e inoxidable con centro de acero fijada internamente en sus extremos al microteléfono y a la caja del aparato.

Imagen 9: Microteléfono del Connect



Fuente: Tomada por el Autor

4.1.2.4 Sensor magnético

Es el dispositivo que se encarga de detectar el descuelgue del microteléfono, así como la finalización de una llamada.

Imagen 10: Sensor corta de llamada del Connect



Fuente: Tomada por el Autor

4.1.2.5 Conector de alimentación

En este lugar se conecta el módulo de protecciones y este a la línea telefónica. El módulo de protecciones se encarga de proteger la electrónica del teléfono.

4.1.2.6 Puente rectificador

Garantiza una polaridad adecuada de corriente directa para el funcionamiento del teléfono, sin importar la polaridad que tenga la línea telefónica en el conector de alimentación. Se compone de cuatro diodos los cuáles forman un puente rectificador de onda completa.

4.1.2.7 Circuito de voz

El circuito de voz es la interfaz entre la línea telefónica y el microteléfono. Realiza la conversión de 2 a 4 hilos y se encarga de acoplar los niveles adecuados de señal que satisfaga las acústicas en transmisión, recepción y efecto local sobre la línea. Posee una entrada para inyectar los tonos DTMF y acoplarlos a la línea telefónica.

4.1.2.8 Alertador

Se emplea como elemento de señalización sonora para indicación de llamada entrante (timbre).

Imagen 11: Buzzer del Connect

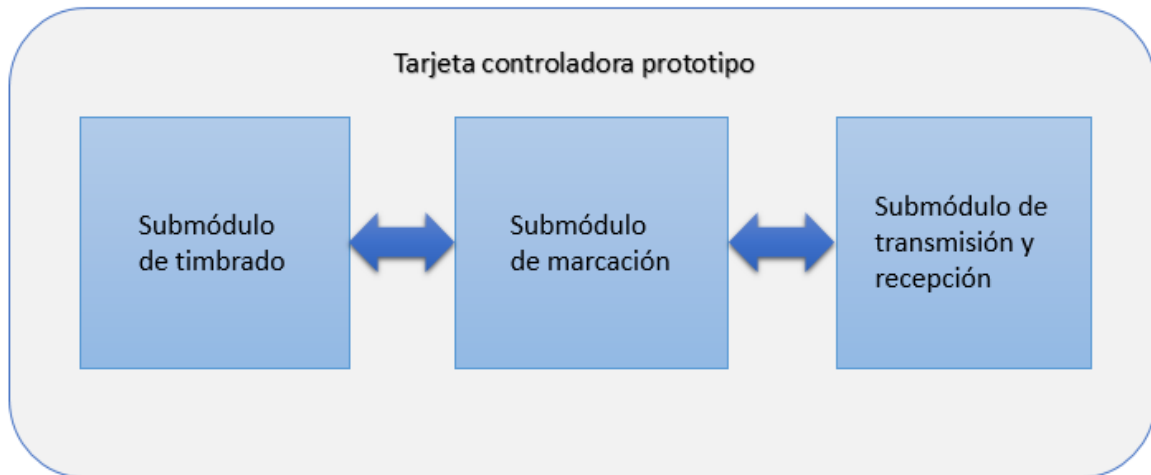


Fuente: Tomada por el Autor

4.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO

Según las principales características de funcionamiento de un aparato telefónico y principales partes que lo componen, vistas a lo largo del marco teórico, se va a dividir principalmente el desarrollo de la tarjeta en tres submódulos, que se muestran en el siguiente diagrama de bloques:

Figura 22: Diagrama esquemático del prototipo



Fuente: Elaborada por el Autor

La realización de cada submódulo se describe a continuación.

4.2.1 Submódulo de timbrado

Para el desarrollo de este submódulo se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

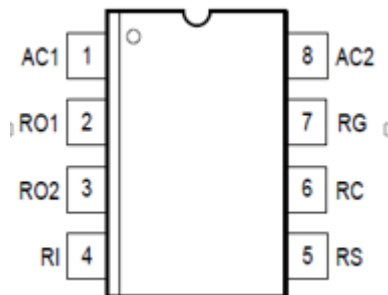
1. Mientras el teléfono este en reposo, el circuito de timbrado debe estar conectado directamente a la línea telefónica, esto con el fin de recibir la señalización proveniente de la central, una vez que el usuario recibe una llamada.
2. Debe tener la capacidad de manejar los 48v que la central aplica al circuito telefónico mientras el teléfono no está en uso.
3. Se requiere que el circuito tenga la capacidad de manejar un voltaje de salida adecuado, que le provea al timbre un buen volumen de alerta de llamada.

4. En conjunto con el gancho de corte (switch mecánico o un sensor de proximidad) debe encargarse de que al contestar una llamada, habilite el funcionamiento de las dos siguientes etapas.

Aunque a simple vista, todos estos requerimientos parecen un poco complicados, pueden ser perfectamente controlados por algún circuito integrado manejador de tonos.

Para el desarrollo de este módulo, se optó por implementar el uso del chip Motorola MC34017, a continuación se muestra la imagen de su encapsulado:

Figura 23: Diagrama de pines del MC34017

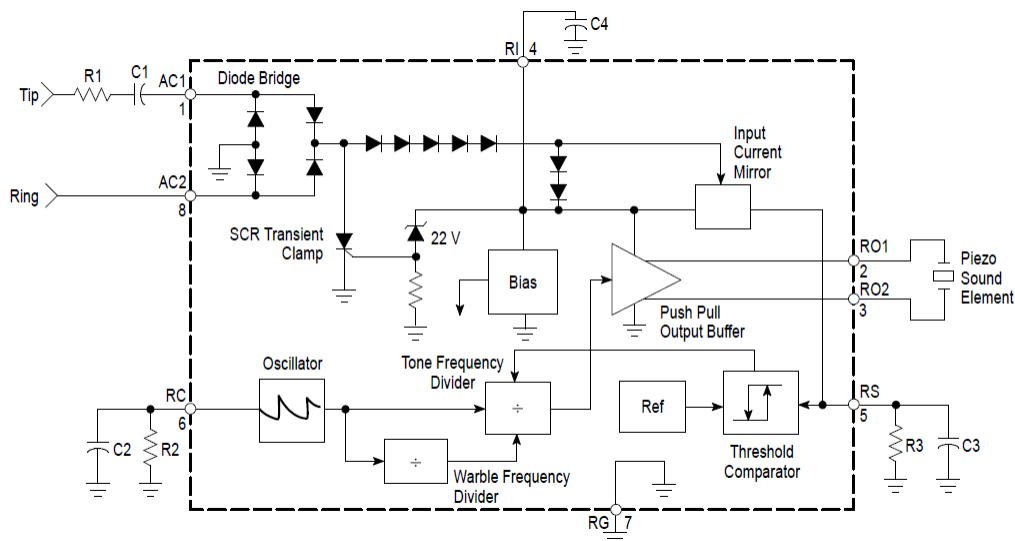


Fuente: Hoja de datos Motorola

Como se puede observar, es un chip sencillo, de 8 pines, el cual contiene internamente un puente de diodos, un oscilador, una etapa de amplificación por medio de un amplificador operacional, un circuito de protección de trasientes entre

otros, con los cuáles podrá solventar cada uno de los requerimientos expuestos anteriormente, esto se puede apreciar en la siguiente imagen.

Figura 24: Circuitería interna del MC34017

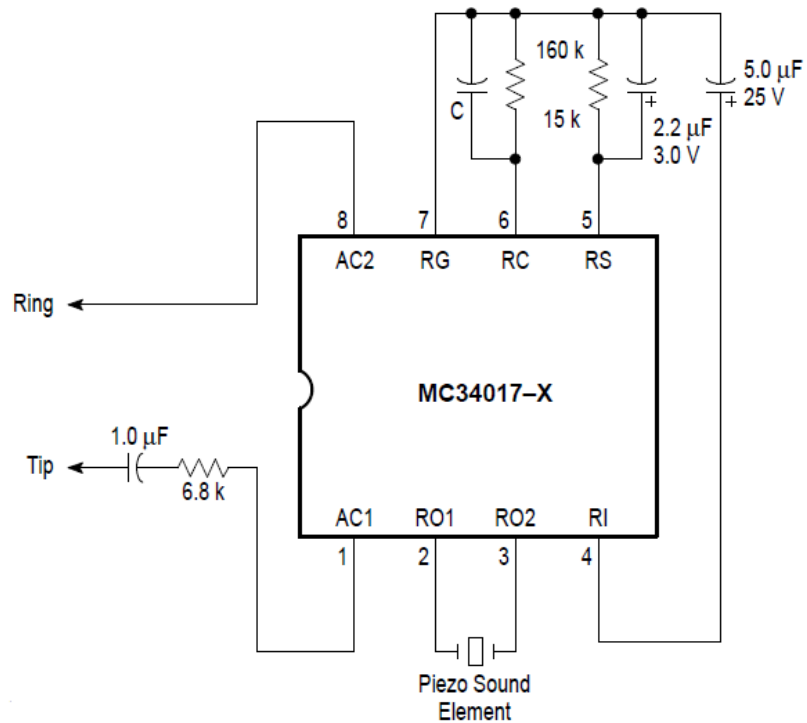


Fuente: Hoja de datos Motorola

El circuito que se montará para conformar la primer etapa es básicamente el circuito de conexión recomendado por el fabricante, adicionando únicamente el gancho de corta de llamadas, que en el caso del teléfono Connect consiste en un sensor de proximidad, y en el caso del teléfono virtual será simplemente un switch convencional, que se opera mecánicamente con una palanca que se abre o cierra al colocar el auricular.

El diagrama de conexión del circuito, entonces será:

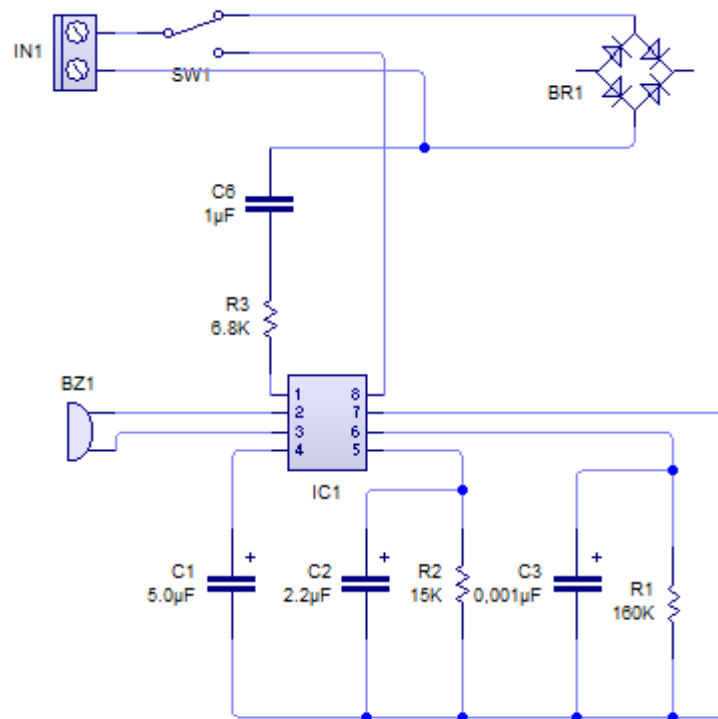
Figura 25: Conexión del MC34017



Fuente: Hoja de datos Motorola

El circuito anterior, recomendado por el fabricante del circuito integrado, conectado a los elementos requeridos para esta etapa, se muestra en la siguiente figura. El programa utilizado para estos montajes es el **LiveWire**.

Figura 26: Diseño final Submódulo de timbrado



Fuente: Elaborado por el Autor

En esta imagen se puede observar de forma clara lo expuesto anteriormente. Inicialmente se tiene un voltaje de alimentación proveniente de la central, aplicado a las patillas 1 y 8. Se coloca un puente de diodos adicional, con el cuál se puede garantizar que la polaridad de los ± 48 voltios no afectará los componentes en caso de que se inviertan a la entrada del circuito, dándole mayor protección al mismo. Por otro lado, las patillas 2 y 3 serán las encargadas de manejar el buzzer tomado de los teléfonos existentes.

En cuanto a las patillas 4, 5 6 y 7 son las encargadas de detectar y comparar cuando está entrando una llamada, la cual es detectada por un aumento en el voltaje, brindándose además, el nivel de volumen al timbre; por ello el valor del capacitor colocado en paralelo con la resistencia de 160Ω se deja según la necesidad del usuario, ya que aumenta o disminuye la potencia entregada al timbre.

En términos generales, esto sería todo con respecto al submódulo de Timbrado. Como se describe, dicho submódulo es un circuito simple, no obstante juega un importante papel para el circuito total, dado que éste se encargará de la detección, inicio y fin de la llamada telefónica. Cabe mencionar que el capacitor de $5\mu\text{F}$ no se consigue comercialmente, por lo que se usará uno de valor $4.7\mu\text{F}$, que no afectará el buen funcionamiento de esta etapa.

4.2.2 Submódulo de marcación

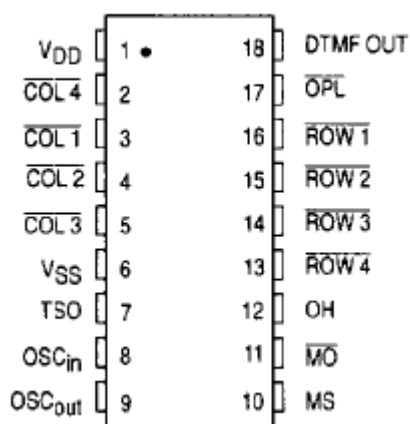
Para el desarrollo de este submódulo, tenemos los siguientes requerimientos:

1. Debe tener la capacidad de funcionar con la alimentación de los $\pm 48\text{v}$ que la central telefónica le provee al teléfono, dado que no se cuenta con una fuente de alimentación externa.
2. Tener la capacidad de funcionar con cualquiera de los teclados que actualmente se tienen.

3. Tomar y almacenar los valores numéricos digitados con los dos tipos de teclado y almacenar dichos valores, que serán enviados posteriormente a la central para la canalización de llamada al destino requerido por el usuario.
4. Tener la opción de convertir los valores recibidos desde el teclado a modulación DTMF, pues sobre esa modulación es que se trabaja actualmente.

A grandes rasgos, eso es lo que se requiere de este módulo. Para hacer esto lo más sencillo y simplificado posible, se buscó un chip de marcación telefónica, que cumpliera con lo expuesto anteriormente. Este chip es el MC145412 de Motorola. A continuación se muestra el diagrama esquemático del dispositivo:

Figura 27: Diagrama de pines del MC145412



Fuente: Hoja de datos Motorola

Como se puede observar en el esquemático de la figura anterior, el circuito es muy sencillo de adaptar a la tarjeta. A continuación se menciona la conexión según el requerimiento de cada patilla:

4.2.3.1 Conexión de patilla número 1 y 6

La patilla VDD es la que recibe la alimentación para el circuito. Esta alimentación se tomará de la salida positiva del puente de diodos del submódulo de timbrado, para garantizar que en caso de invertir la entrada del circuito no afecte al chip. El voltaje de entrada de esta patilla es regulado por medio de una resistencia y un diodo zener, los cuáles se conectan a la salida negativa del puente de diodos, esta salida negativa también se conectará a la patilla VSS.

4.2.3.2 Conexión de patillas número 2, 3, 4, y 5

Estas patillas corresponden a las columnas del teclado, en nuestro caso por utilizar únicamente tres columnas, tanto para el teclado del Connect como del V2000, la patilla número 2, correspondiente a Col 4, quedará al aire y las restantes se conectarán directamente a los teclados.

4.2.3.3 Conexión de patilla número 7

Esta patilla corresponde a una salida de tono de 500 HZ, que se puede tomar siempre y cuando no se esté trabajando en la modalidad de DTMF, por eso para este caso se dejará al aire.

4.2.3.4 Conexión de patillas número 8 y 9

Corresponden a la entrada y salida de la señal que debe proveer un oscilador externo que se requiere, para el correcto funcionamiento del teclado, además, este

oscilador o cristal requiere la conexión de un capacitor de valor 27J a uno de sus extremos y el otro al lado negativo del puente de diodos. El oscilador se encarga de ir moviendo secuencialmente cada uno de los valores ingresados desde el teclado, hasta completar el dato o número que se enviará a la central telefónica. En este caso por recomendación del proveedor en la hoja de datos, se debe usar un cristal de 3.579545 MHz, aunque se utilizó uno de 3.64MHz esto porque no se consiguió el recomendado, sin embargo, no afectó la marcación de ninguno de los dos tipos de teclado.

4.2.3.5 Conexión de patilla número 10

Esta patilla es de suma importancia, corresponde a una entrada de tres estados, los cuáles se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro 5: Funcionalidades de la patilla MS del MC145412

MS	Dialing Mode
VDD	20 pps Pulse Dialing
Open	10 pps Pulse Dialing
VSS	DTMF Dialing

Fuente: Hoja de datos Motorola

Para efectos de este prototipo, se conectará a la parte negativa del puente de diodos, para seleccionar el modo de marcación DTMF.

4.2.3.6 Conexión de patillas número 11 y 17

Estas patillas están encargadas de manejar un módulo llamado “Pulse and Mute Output Logic”. Esto brinda dos opciones: la primera, recibir la entrada de teclado en modo pulsos y la segunda eliminar el sonido que emite cada tecla al ser oprimida. Ambas funcionalidades no son importantes para este prototipo; razón por lo cual no se utilizarán y se dejarán al aire.

4.2.3.7 Conexión de patilla número 12

Corresponde a “ON-HOOK” o “OFF-HOOK”, en caso de seleccionar la primera opción conectándola a VSS y si se aplica una alimentación externa fija, se puede tener en memoria un registro de los últimos números marcados. Para el caso del prototipo propuesto, no es necesario, por lo que se conectará a la alimentación negativa del puente de diodos del submódulo de timbrado.

4.2.3.8 Conexión de patillas número 13, 14, 15 y 16

Corresponden a la entrada de las filas de los teclados. Para este caso, se conectarán directamente a los teclados.

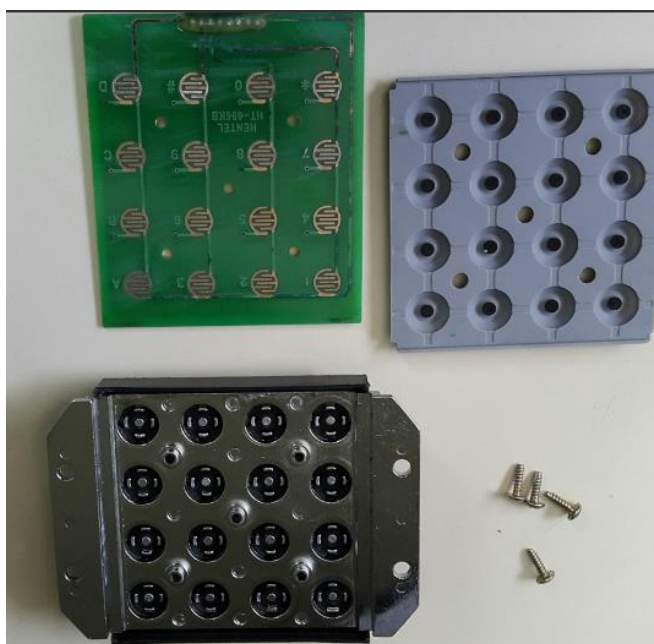
4.2.3.9 Conexión de patilla número 18

Es de gran importancia, pues se trata de la salida TDMF que contiene toda la información ingresada desde el teclado y que será enviada a la central; además, alimentará también al circuito de transmisión y recepción. A la salida de esta patilla, se colocará un potenciómetro, con el que se ajustará el nivel de voltaje de salida que se le entregará al circuito cada vez que se oprime una tecla, esto ayudará a evitar que el sonido emitido al presionar cada tecla sea muy fuerte e incómodo para el usuario.

Una vez concluida la distribución de las distintas entradas y salidas del chip, se requiere determinar la ubicación tanto de filas como de columnas de los teclados a utilizarse.

Se intentó buscar la hoja de datos de fabricante de estos teclados, sin embargo, no fue posible encontrar dicha información. Por tanto, se procedió a realizar un análisis de cada teclado, desarmándolo como se observa a continuación:

Imagen 12: Teclado teléfono connect desarmado



Fuente: Tomada por el Autor

Posteriormente, se logró extraer los valores que se resumen en la siguiente tabla:

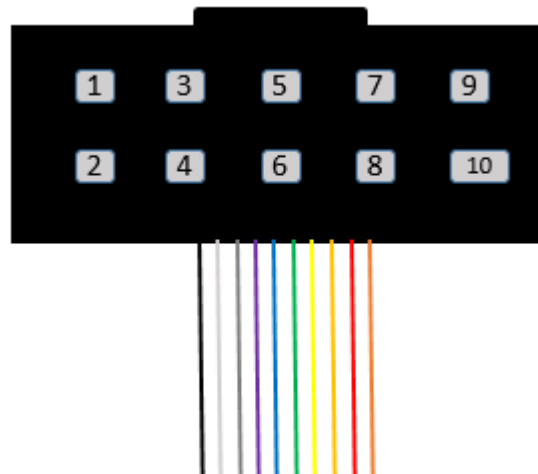
Tabla 1: Conexión de filas y columnas de los teclados del V2000 y Connect

Teclado	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Fila 1	Fila 2	Fila 3	Fila 4
V2000	8	1	2	6	10	7	5
Connect	5	6	3	9	10	7	8

Fuente: Elaborado por el Autor

Los valores asignados a cada fila y columna se enumeran en la siguiente imagen que representan el conector de los teclados.

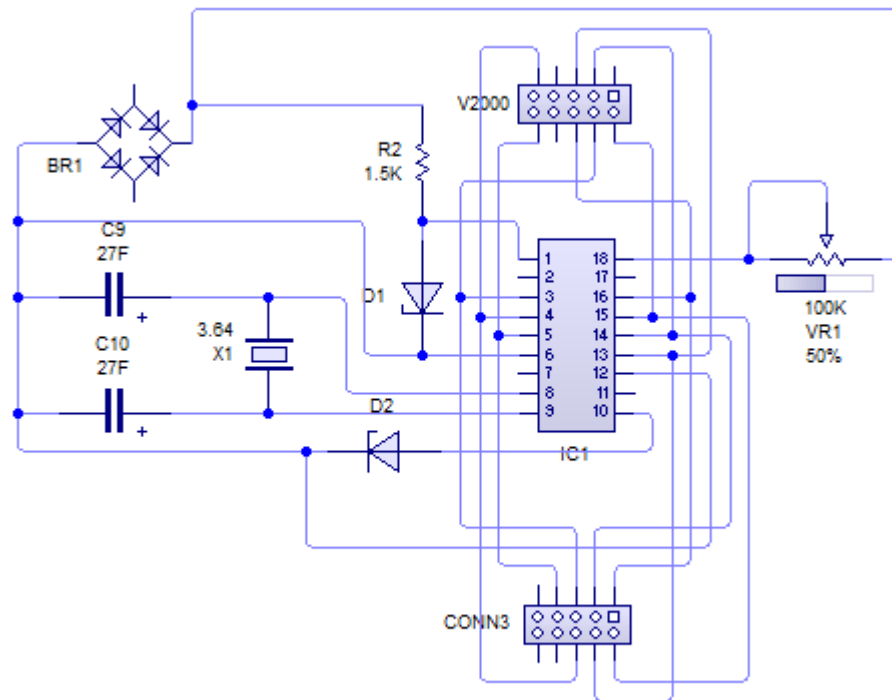
Figura 28: Representación del conector de teclado



Fuente: Elaborado por el Autor

Una vez mencionado el funcionamiento del chip que manejará la parte de marcación, conexión de cada patilla, así como la distribución de filas y columnas de cada teclado a utilizar, se muestra el diseño final del submódulo de marcación:

Figura 29: Diseño final Submódulo de marcación



Fuente: Elaborado por el Autor

En el diagrama anterior se pueden observar todos los aspectos mencionados anteriormente, como el puente de diodos para la protección en caso de inversión de la entrada de voltaje proveniente de la central; el potenciómetro ubicado a la salida DTMF con el fin de controlar el nivel de potencia entregado a la etapa de transmisión y recepción del microteléfono, los conectores de entrada para los teclados de ambos teléfonos, así como el oscilador y sus dos capacitores. Estos elementos son los que en conjunto, van a conformar el submódulo de marcación. Cabe mencionar que la calibración del potenciómetro es diferente para cada teclado.

4.2.2 Submódulo de transmisión y recepción

Para la realización de este submódulo, se tienen los siguientes requerimientos:

1. Debe tener la capacidad de tomar la información (señales eléctricas) que recibe el teléfono desde un usuario emisor y convertirla a voz, que finalmente será lo que escuche el usuario receptor.
2. De igual manera, deberá codificarse la voz a señales eléctricas, para la respuesta hacia el otro usuario.
3. Acondicionar el nivel de potencia de la señal de transmisión y recepción, con el fin de que el sonido sea agradable al oído del usuario.
4. Tomar la salida DTMF de la etapa de marcación y reproducir el sonido que emite cada tecla digitada, con el fin de que el usuario pueda verificar que se efectuó la introducción de cada número.
5. Reproducir una muestra de la voz hacia el oído del usuario emisor, con el fin de que este escuche levemente lo que está diciendo, y no detecte un vacío incómodo en el oído cuando se encuentra en una conversación.

Una vez enumerados los principales requerimientos de este submódulo, se procedió a investigar cuál sería la mejor opción para cumplirlos. En el caso de la conversión de señales de voz a señales eléctricas, que serán las que se envíen al otro usuario a través de la central, la función es efectuada por el microteléfono, dado a que este contiene una pastilla en el auricular y en el micrófono, con las que se ejecuta dicha

acción. Lo anterior permitirá optimizar el trabajo y el espacio de distribución de los componentes en la tarjeta final de diseño.

Por otro lado, como se está trabajando con señales senoidales que se muestrean según la información de voz que recibe el microteléfono, se requiere una etapa de audio, que tenga la capacidad de tomar estas señales y acoplarlas adecuadamente antes de enviarlas a la central telefónica. Para ello se desarrollará una etapa a base de transistores y capacitores, ya que estos dispositivos no consumen grandes cantidades de corriente, esto ayudará a acondicionar dichas señales.

Esta etapa, constará de un preamplificador de audio, del cual se requiere lo siguiente:

1. Ganancia unitaria, ya que no se está trabajando en una aplicación que demande elevados valores de potencia. Los valores suministrados por la central y por la salida DTMF, así como por el microteléfono, serán suficientes para un adecuado funcionamiento.
2. Que la señal de entrada sea la misma que se obtiene a la salida, o sea, que no haya desfase de la señal.
3. Tener una baja impedancia de salida, que se ajuste a la impedancia de las capsulas del microteléfono.
4. Se requiere que la impedancia de entrada sea alta, con el fin de no exigirle al circuito que alimenta al preamplificador un nivel muy alto de corriente.

5. Que sea capaz de reducir la distorsión que pueda afectar la señal de salida, puesto que la línea de transmisión telefónica, puede verse inducida por varios factores externos que afectan la nitidez de lo escuchado.

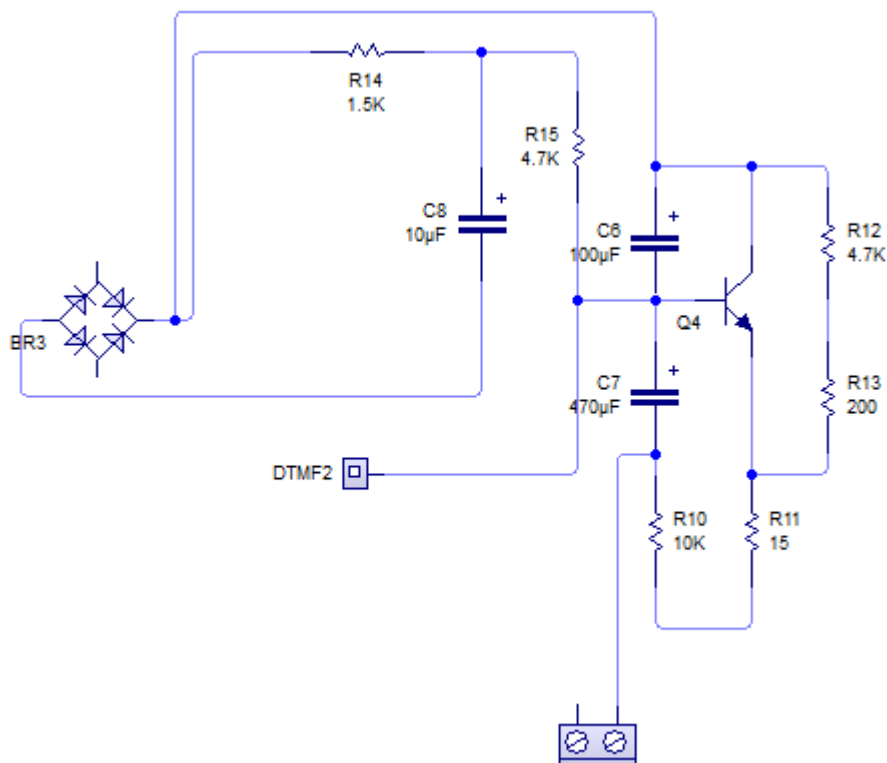
Tomando en cuenta dichas características, se trabajará con un amplificador de colector común. Esto debido a que además del amplificador se tienen otros elementos adicionales requeridos para la inserción y extracción de las señales eléctricas.

Se aclara que los valores de resistencias y capacitores son de uso típico en aplicaciones de audio, por lo que no se trabajó en obtener el valor de cada elemento requerido a través de ecuaciones teóricas, sino que una vez montado en la protoboard, se procedió a cambiar el valor de cada elemento en función de la calidad del sonido. Se debe tomar en cuenta la limitación que se ha presentado con la utilización de accesorios telefónicos usados, de los cuales no se cuenta en su mayoría con las hojas de datos de fabricante de dichos dispositivos. Lo anterior obliga a la ejecución de esta etapa en elementos de prueba y error más que algo teórico.

4.2.2.1 Circuito de acople de señales

Esta etapa será la encargada de acondicionar el valor de las señales recibidas desde la central, la salida DTMF, así como las señales provenientes del parlante del microteléfono hacia la central, con el fin de eliminar la estática, inducciones indeseadas y otro tipo de ruido que se pueda inducir a la línea telefónica.

Figura 30: Etapa de transmisión del prototipo



Fuente: Elaborado por el Autor

Como se puede observar, el amplificador central del circuito es un colector comun, ya que la salida se toma del emisor del transistor. Las resistencias de 1,5 K Ω , 4.7 K Ω y el capacitor de 10 μ F, corresponden a la fuente de alimentacion o polarizacion del amplificador. El capacitor de 10 μ F conectado a tierra tiene la función de cortocircuitar a tierra las señales alternas, para entregar corriente directa pura a la etapa del amplificador.

La salida DTMF tomada de la patilla número 18 del chip MC145412P, es aplicada a la base del amplificador, el cuál se encargará de pasarla a la siguiente etapa, que será la que maneje directamente el microtelefono. Por otro lado, entre la resistencia de $10\text{ K}\Omega$ y el capacitor de $470\mu\text{F}$ se aplica la señal eléctrica proveniente del micrófono del microtelefono, la cuál es acoplada por los capacitores de $470\mu\text{F}$ y $100\mu\text{F}$ para pasarla al puente de diodos y posteriormente a la central telefonica. Esta retransmitirá la señal al otro terminal telefónico donde se esta llevando a cabo la comunicación.

La resistencia de $4,7\text{ K}\Omega$ ubicada a la salida del transistor, tomará la señal proveniente desde la central, y la acoplará por medio de un capacitor a la siguiente etapa, entre tanto que la resistencia de 100Ω dará paso a la señal DTMF previamente acondicionada por la etapa de amplificación, para enviarla a la siguiente etapa por medio del mismo capacitor que se comentó anteriormente.

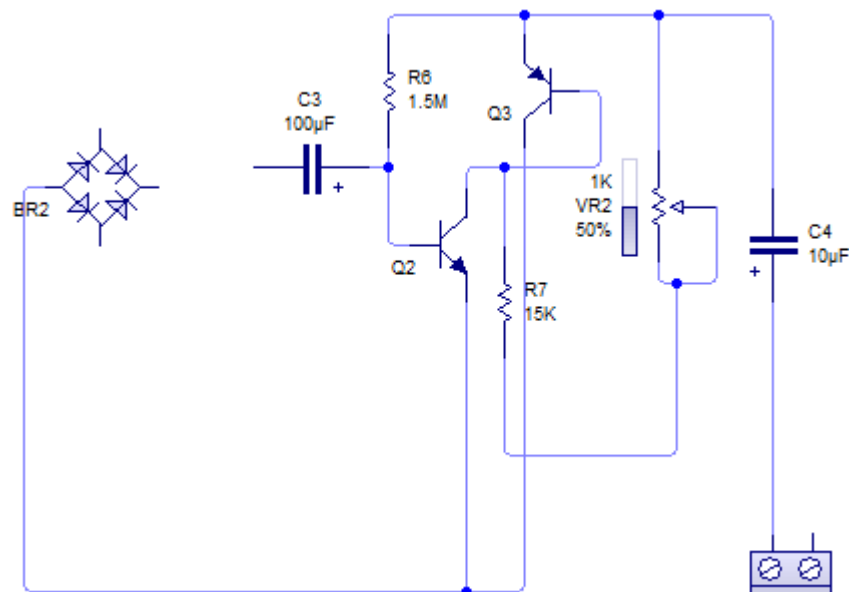
Esta etapa podría llamarse también preamplificador, puesto que su ganancia es unitaria y no amplifica la señal, solamente se encarga de acoplarla y entregarla a la siguiente etapa. Posee la importante característica de tener una gran impedancia de entrada, lo que reduce considerablemente el nivel de corriente que la salida DTMF debe proveerle, y esto garantiza no “cargar” esta salida, factor que podría causar calentamientos y dañar el chip, o requerirse el uso de otra etapa amplificadora a la salida del chip.

Por otro lado, la característica de baja impedancia de salida permite entregar un nivel de salida óptimo que se acopla perfectamente a las pastillas del parlante y micrófono del microteléfono, que tienen niveles de impedancia muy bajos.

4.2.2.2 Circuito Push-Pull

Esta etapa es acoplada mediante un capacitor a la etapa del preamplificador colector común que se explicó anteriormente. El circuito correspondiente es el siguiente:

Figura 31: Etapa de recepción del prototipo



Fuente: Elaborado por el Autor

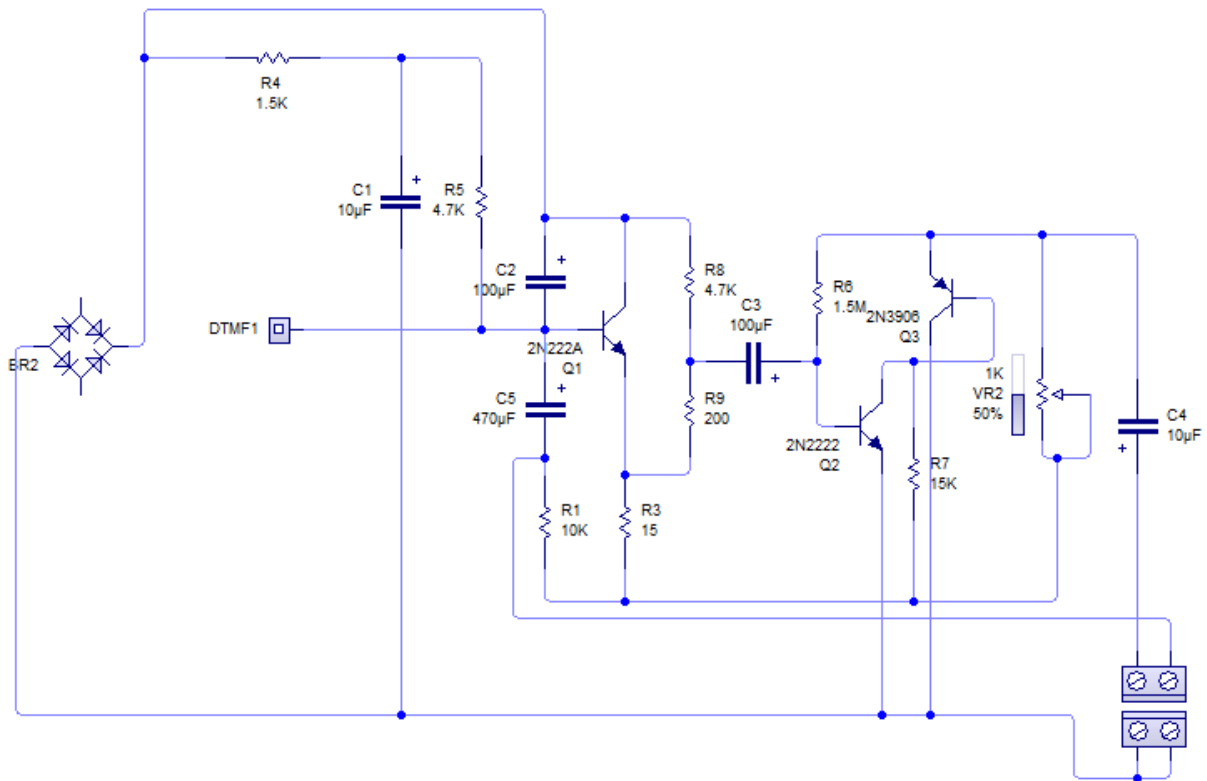
El capacitor de acople que se comentó anteriormente es de $100\mu\text{F}$ y está ubicado a la entrada de la configuración de ambos transistores. Esta configuración o arreglo de transistores PNP y NPN son utilizados para el control de volumen que se tiene en el parlante del microteléfono.

Su funcionamiento consiste en que se aplique la tensión de salida que se obtiene de convertir la voz transmitida a través del micrófono a la base del transistor 2N2222, el cuál amplifica esta pequeña señal y envía hacia la base del transistor 2N3906, el cuál funciona como una resistencia variable controlada por tensión, que aumentará o disminuirá los niveles de la señal transmitida, según los niveles de voz introducidos por el micrófono y posteriormente convertidos a señales eléctricas.

El capacitor de $10\mu\text{F}$ conectado al micrófono del microteléfono tiene como finalidad evitar el paso de las señales de voltaje continuo en caso de que lleguen hasta ese punto, y pasar la señal senoidal lo más pura posible, para no escuchar ruidos indeseados. Las resistencias de $1.5\text{M}\Omega$ y $15\text{K}\Omega$ se utilizan para la polarización de los transistores.

Finalmente, el circuito de transmisión y recepción unido, se muestra a continuación.

Figura 32: Diseño final submódulo de transmisión y recepción



Fuente: Elaborado por el autor

En la figura se puede observar el acople de ambas etapas por medio del capacitor de $100\mu\text{F}$ que se comentó anteriormente, además, se tiene el potenciómetro de $1\text{K}\Omega$, con el que se puede aumentar o disminuir el nivel de volumen escuchado en el microteléfono, con respecto al resto de componentes que se mencionaron anteriormente.

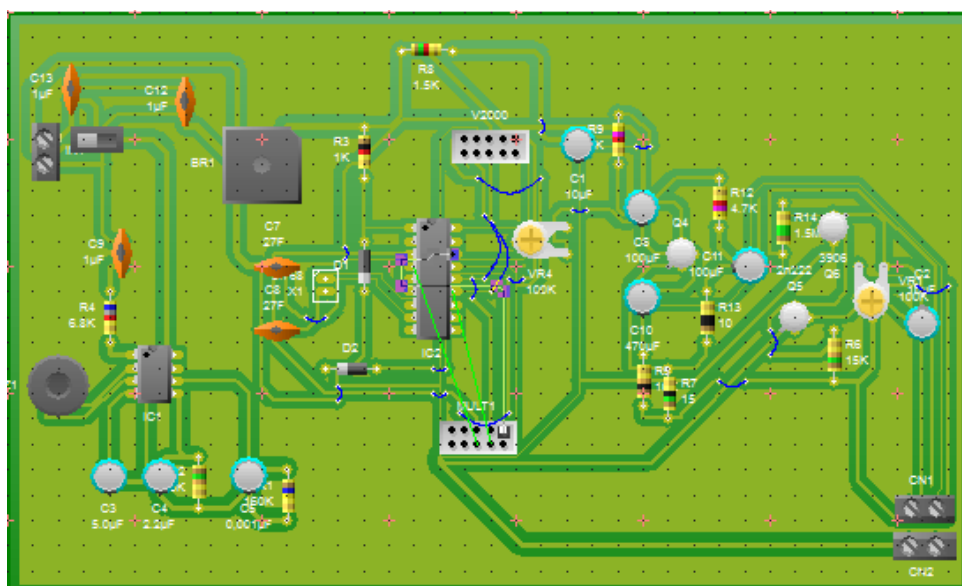
A continuación se muestran las imágenes del montaje del prototipo, tanto en la protoboard como en el PCB Wizard, previo al montaje en la tarjeta impresa.

Imagen 13: Vista del prototipo montado en protoboard



Fuente: Elaborada por el Autor

Figura 33: Imagen del prototipo desde PCB Wizard



Fuente: Elaborado por el Autor

De igual modo se muestran las imágenes del impreso desde afuera como a dentro del terminal teléfono público V2000.

Imagen 14: Imagen del prototipo montado en el impreso



Fuente: Elaborado por el Autor

Imagen 15: Imagen del prototipo dentro del teléfono V2000



Fuente: Elaborada por el Autor

Imagen 16: Imagen del teléfono público usado con el prototipo



Fuente: Elaborado por el Autor

Para efectos de la prueba del prototipo se utilizó el terminal público V2000, debido a que actualmente es el que se tiene instalado en el centro penal de Cocorí. No obstante en los próximos días se podrían estar instalando teléfonos multipago sin ningún problema, ya que el prototipo propuesto también opera con este tipo de dispositivos telefónicos.

4.3 PRUEBAS EFECTUADAS

Una vez que el montaje del prototipo se efectuó a nivel de protoboard, se procedió con la realización de pruebas de llamadas salientes, entrantes, corta de llamadas,

marcación a otros números, y se verificó la calidad y nitidez de la conversación sostenida con otro usuario.

Estas pruebas fueron satisfactorias, sin embargo, fue necesario calibrar los dos potenciómetros instalados, donde uno de los potenciómetros controlaba el nivel de potencia de salida DTMF del chip MC14542P, con el fin de que una vez oprimida la primera tecla para hacer una llamada, la señal pudiese detectarlo y comenzar el proceso de realización de llamada. Adicionalmente este potenciómetro permitirá calibrar el nivel de sonido que se escuchará cada vez que se marque una tecla.

El segundo potenciómetro, se utiliza para calibrar el nivel de volumen del tono de invitación a marcar que se escucha cuando se levanta el microteléfono o auricular, con el fin de que el nivel de volumen no sea muy brusco al oído; además esto permite variar el volumen de voz de la persona que se encuentra en la llamada.

Una vez comprobado el escenario de pruebas a nivel de protoboard, se realizó el montaje en una tarjeta de circuito impreso, y éste a su vez en un teléfono virtual, el cuál fue instalado en varios lugares para su uso y verificación de funcionamiento. A modo de ejemplo se adjunta una imagen de la etapa de prueba controlada del prototipo, durante algunos días en el centro Penal de Cocorí de Cartago:

Imagen 17: Instalación de prototipo en Centro Penitenciario



Fuente: Tomada por un compañero ICE

La imagen ilustra la ubicación de varios teléfonos en un ámbito controlado. La imagen no enfoca muy bien el prototipo, sin embargo este es el que se encuentra ubicado en la segunda cabina telefónica, de izquierda a derecha. En ese momento los técnicos del ICE, están dando mantenimiento respectivo a los teléfonos.

Durante el período de pruebas, el teléfono no presentó problemas a nivel de tarjeta, únicamente se le dio mantenimiento al microteléfono y gancho de corte, debido a la

gran cantidad de personas que hacen uso de estos teléfonos, ambos elementos son los que más trabajo físico realizan, y en ocasiones dan problemas de ruido o dificultad para cortar la llamada.

4.4 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

Este apartado tiene como finalidad tomar en cuenta todos los gastos que requirió el diseño del prototipo propuesto, a fin de analizar si es factible o no la implementación en el centro Penal propuesto. En caso de que el proyecto sea aprobado, será sometido al análisis por parte de las áreas respectivas encargadas de la telefonía pública para su posterior implementación.

4.4.1 Costo de los distintos componentes del V2000

Para tener un parámetro de comparación se tomarán en cuenta los datos que el ICE tenía asignado a cada elemento de los teléfonos virtuales. Esta información fue brindada por el compañero Isaías Moya Delgado, quién actualmente labora como inspector y encargado del área de telefonía pública en Cartago. Cabe mencionar que estos valores son los registros que se manejaban a la hora de comprar repuestos, no obstante es importante resaltar que ya no se consiguen repuestos para este tipo de teléfonos, tal cual se explicó más ampliamente en el apartado de la problemática.

Tabla 2: Costo de cada elemento que compone el teléfono V2000

Repuestos	Costo
Detalle	Materiales
Capsula Rx receptora	¢1.121,00
Capsula Tx transmisora	¢989,00
Carcaza	¢51.890,00
Gancho corte	¢18.406,00
Microteléfono	¢14.248,00
Tarjeta principal	¢79.923,00
Tarjeta protección	¢17.623,00
Teclado	¢33.124,00
TOTAL	¢217.324,00

Fuente: ICE

La tabla 2 muestra los costos de cada elemento, y refleja el valor total elevado de un teléfono público. Esto debido a que su construcción es especializada para resistir todo tipo de ambientes, por ello uno de los objetivos es reutilizar la mayor cantidad de elementos que sea posible.

En Cuanto a la tarjeta principal y de protección, se tiene un monto total de ¢115.169,00 colones. Posteriormente será comparado este monto con el valor del prototipo, de modo que se analice el costo beneficio de implementar el prototipo propuesto.

4.4.2 Costo de realización del prototipo

Como se mencionó anteriormente, se logró reutilizar todos los elementos que componen los teléfonos actuales. A continuación se desglosa el costo de inversión

de la tarjeta controladora por componente y cantidades, según se requirió en el diseño del prototipo.

Tabla 3: Desglose de costo de cada elemento del prototipo

Cantidad	Componente	Costo Unitario	SubTotal
2	Capacitor de 10 μ F	¢130,00	¢260,00
1	Capacitor de 2.2 μ F	¢130,00	¢130,00
1	Capacitor de 4.7 μ F	¢130,00	¢130,00
1	Capacitor de 470 μ F	¢330,00	¢330,00
3	Capacitor de 102J	¢100,00	¢300,00
1	Capacitor de 105J	¢235,00	¢235,00
2	Capacitor de 27J	¢135,00	¢270,00
1	Puente de diodos	¢425,00	¢425,00
1	Potenciómetro 100K Ω	¢600,00	¢600,00
1	Potenciómetro 1K Ω	¢600,00	¢600,00
1	Transistor 2n2222	¢200,00	¢200,00
1	Transistor 2n3906	¢200,00	¢200,00
1	Transistor 123 ^a	¢685,00	¢685,00
2	Resistencia 4.7K Ω	¢35,00	¢70,00
1	Resistencia 6.8K Ω	¢35,00	¢35,00
2	Resistencia 15K Ω	¢35,00	¢70,00
1	Resistencia 160K Ω	¢35,00	¢35,00
2	Resistencia 1.5K Ω	¢35,00	¢70,00
1	Resistencia 10K Ω	¢35,00	¢35,00
1	Resistencia 200 Ω	¢35,00	¢35,00
1	Resistencia 15 Ω	¢35,00	¢35,00
1	Resistencia 1.5M Ω	¢35,00	¢35,00
1	Cristal 3.64MHZ	¢350,00	¢350,00
1	Chip Motorola MC145412P	¢7.060,00	¢7.060,00
1	Chip Motorola 34017-1P	¢2.535,00	¢2.535,00
2	Diodo Zenner	¢250,00	¢500,00
1	Base 18 pines para chip	¢170,00	¢170,00
1	Base 8 pines para chip	¢130,00	¢130,00
		Total	¢15.530,00

Fuente: Elaborado por el Autor

Además se adjunta en la tabla 4, los valores de otros materiales que se utilizaron en el proyecto, así como gastos de electricidad a la hora del montaje y gastos de envío de los chips a Costa Rica.

Tabla 4: Desglose de otros gastos del prototipo

Materiales requeridos	Costo
Ácido Percloruro	¢3.100,00
Placa de cobre	¢1.900,00
Broca 1/32	¢850,00
Soldadura de estaño	¢300,00
Pilot permanente	¢400,00
Otros	¢7.000,00
Total	¢13.550,00

Fuente: Elaborada por el Autor

En cuanto a los gastos a tomar en cuenta por la mano de obra necesaria para la realización de la tarjeta, y el posterior montaje de los diversos componentes que la componen, se tomara como base el salario que actualmente recibe un técnico del ICE que se encarga del mantenimiento e instalación de teléfonos públicos.

El montaje completo de la tarjeta se tardó aproximadamente un día de trabajo completo, por ello el monto a tomar en cuenta por mano de obra va a ser de ¢15.300,00 colones.

De acuerdo con la información anterior, se proceder a calcular el monto total de la inversión en el proyecto:

Inversión Total: Costo de componentes + Costo materiales +Costo de mano de obra

Inversión Total: ¢15.530,00 + ¢13.550,00 + ¢15.300,00

Inversión Total: ¢44.380,00

4.4.3 Comparación entre valor del prototipo y la tarjeta existente

Con la información de costos detallada anteriormente, se puede observar claramente que el prototipo propuesto tiene un costo menor en comparación con las tarjetas actuales, dándole un mayor atractivo a la propuesta. Adicionalmente, como se mencionó en las pruebas realizadas, el funcionamiento del teléfono prototipo fue normal, lográndose reutilizar todos los elementos de los teléfonos existentes.

Con relación a los costos de los teléfonos multipago, no es posible realizar una comparación, debido a que no se logró obtener información del valor de sus componentes, no obstante se puede asegurar que el teléfono multipago es un dispositivo de mayor complejidad y mayor costo, en comparación con el modelo V2000. De igual forma, el prototipo diseñado, continúa siendo una solución altamente viable para la sustitución de estas costosas y escasas tarjetas telefónicas. Se le garantizara al cliente la continuidad del servicio en lugares donde así se requiera.

De momento no se tomó en cuenta la mano de obra de ensamblaje del prototipo, pues eso dependerá de si el ICE decide masificar la creación del mismo, lo que abarataría los costos, o si desea realizarlo únicamente para los teléfonos ubicados en el centro penal. Aun así, el precio del prototipo aunado a la escasez de estas tarjetas controladoras sigue dándole un gran atractivo a la propuesta y se espera que a un corto plazo el prototipo sea empleado como solución a la problemática actual.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Los teléfonos actuales operan con los mismos valores y parámetros que los primeros teléfonos, lo único que se ha modernizado es el método de conmutación de las llamadas a nivel de la central telefónica.
2. Para el desarrollo del prototipo se logró reutilizar elementos tales como el teclado, microteléfono, buzzer, carcasa y gancho de corte de los teléfonos ya existentes, a un menor costo.
3. El prototipo puede ser empleado en cualquiera de los teléfonos públicos que operan actualmente en el ICE, sin necesidad de realizar modificaciones sobre estos.
4. El diseño del prototipo fue satisfactorio, lográndose comprobar su funcionamiento tanto a nivel de laboratorio como en ambientes controlados, puesto que lo único que se requiere para funcionar es el par telefónico de voz.
5. El prototipo se instaló a modo de prueba en el Centro Penitenciario de Cocorí, sin que se presentasen reportes de avería por mal funcionamiento.
6. El tiempo aproximado de prueba del teléfono prototipo fue de una semana, debido al tiempo que se tenía para la entrega final de este trabajo.
7. El costo del diseño del prototipo es mucho más barato que el valor de las tarjetas con que actualmente operan los teléfonos públicos del ICE, volviéndose más atractiva la propuesta de implementación de este diseño.

8. El prototipo diseñado tiene la capacidad de funcionar bajo la administración del servidor de gestión telefónica que actualmente se tiene en los centros penitenciarios de Costa Rica.
9. El tamaño de la tarjeta del prototipo desarrollado se logró adaptar perfectamente a la carcasa de los dos tipos de teléfonos públicos que actualmente se utilizan en el ICE.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Instalar al menos tres teléfonos en el Centro Penitenciario durante un período de prueba mayor, con el fin de detectar alguna oportunidad de mejora.
2. Capacitar al personal técnico encargado del mantenimiento de los teléfonos públicos en el nuevo teléfono prototipo a instalarse en el Centro Penitenciario de Cocorí, así como la instalación de los distintos elementos del teléfono.
3. Calibrar previamente el prototipo en el laboratorio, para evitar averías a raíz de una mala calibración de la salida DMF y del volumen que escucha el receptor.
4. Calibrar el nivel de salida DTMF con el teclado a utilizar, pues varía en las tarjetas del prototipo dependiendo del teclado que se utilice.

- 5 Efectuar el montaje de los distintos componentes electrónicos en la tarjeta, respetando los valores recomendados por el fabricante, estos se especifican tanto en el informe como en las hojas de datos, de lo contrario, cabe la posibilidad de que el funcionamiento no sea el esperado.
- 6 Usar bases para chip en la tarjeta del prototipo, con el fin de realizar una rápida sustitución de estos, en caso de que se dañen.

BIBLIOGRAFÍA

BOYLESTAD, R. L. (2011). *Introducción al análisis de circuitos*. Mexico: Prentice Hall.

BOYLESTAD, R. L., & NASHELSKY, L. (2009). *Electronica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. Mexico: Prentice Hall.

Cabeza, A. (2000). *FUNDAMENTOS BASICOS DE LAS TELECOMUNICACIONES*. Madrid: Servicios de formación de Telefonía de España.

CELSA S.A. (2006). *Manual de funcionamiento y mantenimiento*. Colombia: CELSA.

Inzirillo, R. L. (s). *Sistemas de Telefonía*. Argentina: Universidad de Mendoza.

ICE (instituto Costarricense de Electricidad) (2016) Historia del ICE. Recuperado de https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/AcercaDelGrupoICE/Qui%C3%A9nes%20somos/Historia%20del%20ICE!/ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8zizQMtHA093A183M09nA0cfUPMHA3NXY0MDc30w_Ep8PUy1Y8iRr8BDuBoQJx-PAqi8Bsfrh-FaoWFb7CxgaOhpY97iIWJobubIQEFjkboCrCEASFxFOSGhkYYZHqmOyoqAgCMOEVY/dz/d5/L2dBIS9nQSEh/#.V2Sys9H6v4g

Joskowicz, J. (2015). *CONCEPTOS BASICOS DE TELEFONIA*. Uruguay: Universidad de la república Montevideo.

Mano, M. M. (2003). *Diseño Digital*. Prentice Hall.

Schilling, D. L., Charles, B., Apelewicz, T., & Saccardi, R. J. (1993). *CIRCUITOS ELECTRONICOS Discretos e integrados*. Mexico: McGraw-Hill.

Tocci, R. J. (s.f.). *SISTEMAS DIGITALES Principios y aplicaciones*. Mexico: Pearson Education.

GLOSARIO

1. **Telefonía:** Transmisión de sonidos mediante electricidad y señales eléctricas de un lugar a otro, sin importar la distancia.
2. **Prototipo:** Primer ejemplar que se fabrica de una figura, un invento u otra cosa, y que sirve de modelo para fabricar otras iguales.
3. **Protoboard:** Es una especie de tablero con orificios, en la cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para armar circuitos. Como su nombre lo indica, esta tableta sirve para experimentar con circuitos electrónicos, con lo que se asegura el buen funcionamiento del mismo.
4. **Central telefónica:** Lugar donde se realizan las operaciones de conmutación entre los diferentes circuitos de línea correspondientes a cada aparato telefónico.
5. **Conmutación:** Proceso encargado de establecer la conexión entre dos terminales de red, o sea, de un usuario “a” con un usuario “b”.
6. **Señalización:** Protocolo usado para establecer la comunicación telefónica entre dos dispositivos.
7. **TDMA:** (Time Division Multiple Access), significa Acceso Múltiple por División de Tiempo. Como tal, es una tecnología inalámbrica de segunda generación empleada en telecomunicación celular.
8. **GSM:** (Global System for Mobile communications), significa Sistema Global para las comunicaciones Móviles, es el sistema de teléfono móvil digital más utilizado y el estándar para teléfonos móviles.
9. **Roaming:** se refiere a la capacidad de cambiar de un área de cobertura a otra sin interrupción en el servicio o pérdida en conectividad. Permite a los usuarios seguir utilizando sus servicios de red inalámbrica cuando viajan fuera de la zona geográfica en la que contrataron el servicio.

10. **Correo de voz:** Facilidad que permite recibir mensajes de otro usuario si la línea telefónica se encuentra en uso o en caso de que nadie conteste la llamada.
11. **Desviación de llamada:** Programación que se puede realizar a la línea telefónica para contestar las llamadas que entren en otro número telefónico, sea fijo o móvil.
12. **Llamada en espera:** Consiste en recibir una segunda llamada, sin necesidad de cortar la otra, ya que se deja en espera
13. **Cable de cobre:** Cables externos o internos que se usan para conducir electricidad o señales telefónicas, se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material.
14. **Voltaje:** Es una magnitud física, con la cual podemos cuantificar o “medir” la diferencia de potencial eléctrico o la tensión eléctrica entre dos puntos, y es medible mediante un aparato llamado voltímetro.
15. **Relé:** Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.
16. **Frecuencia:** Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.
17. **Corriente continua:** Corresponde al flujo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y que no cambia de sentido con el tiempo.
18. **Corriente alterna:** Es una corriente eléctrica que se caracteriza por una variación de la magnitud y el sentido en forma cíclica.

19. **Bucle:** Es el cableado que se extiende desde la central telefónica a las dependencias del usuario, por lo general se utiliza un par trenzado de cobre.
20. **Polarización:** Corresponde a la fijación de las tensiones y corrientes aplicadas a un transistor para definir el modo en que se desea operarlo.
21. **Acoplamiento:** Es el utilizado para conectar etapas de amplificación, puede realizarse con capacitores o transformadores.
22. **Modulación:** Modificación de la frecuencia o amplitud de las ondas eléctricas para mejorar la transmisión y recepción de las señales.
23. **DTMF:** (Dual-Tone Multi-Frequency) es usado para la señalización de telecomunicaciones sobre líneas telefónicas analógicas en la banda de frecuencia vocal entre teléfonos y la central telefónica.
24. **Señales Eléctricas:** Es una señal generada por un fenómeno electromagnético, pueden ser analógicas si varían en forma continua o digitales si varían en forma discreta, o sea "1's" y "0's".
25. **Codificación:** Proceso mediante el cual se representa una muestra cuantificada, mediante una sucesión de "1's" y "0's", o sea una secuencia binaria.
26. **Decodificación:** Proceso mediante el cual se reconstruyen las muestras a partir de la señal binaria procedente de la línea.
27. **Tarifa:** Hace referencia al valor de una llamada por unidad de tiempo.
28. **Recurso de amparo:** Reclamación mediante escrito contra las resoluciones determinadas ya sea ante la autoridad que las dictó, o bien, ante alguna otra.

29. **TPV-2000:** Corresponde a las siglas de teléfono público virtual 2000.
30. **Operador telefónico:** Es cualquier empresa legalmente constituida que cuenta con las licencias, permisos y garantías exigidas por Ley, para ejercer actividades de telefonía con consumidores finales personas físicas u otras personas jurídicas.
31. **Licitación:** Sistema por el que se adjudica la realización de una obra o un servicio, generalmente de carácter público, a la persona o la empresa que ofrece las mejores condiciones.
32. **VDD:** Corresponde a la alimentación positiva del circuito.
33. **VSS:** Corresponde a la alimentación negativa del circuito.
34. **Amplificación:** Aumento en la amplitud e intensidad de una señal eléctrica.
35. **Pictograma:** Es una lámina de acero inoxidable en la que el usuario sigue las instrucciones de uso para realizar la llamada telefónica en el aparato.
36. **Implementación:** Instalación de una aplicación informática, realización o la ejecución de un plan, idea, modelo científico, diseño, especificación, estándar, algoritmo o política.
37. **Aprovisionamiento:** Proceso de asignación de pares de cobre, equipos y puertos de central telefónica a un abonado, con el fin de habilitarle una conexión telefónica o de datos.

ANEXOS

ANEXO 1 TRANSISTOR 2N2222

2N2222; 2N2222A
NPN switching transistors

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

FEATURES

- High current (max. 800 mA)
- Low voltage (max. 40 V).

APPLICATIONS

- Linear amplification and switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-18 metal package.
PNP complement: 2N2907A.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to case

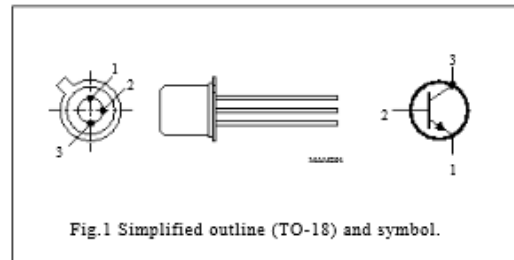


Fig. 1 Simplified outline (TO-18) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage	open emitter	—	60	V
	2N2222		—	75	V
V_{CE0}	collector-emitter voltage	open base	—	30	V
	2N2222A		—	40	V
I_C	collector current (DC)		—	800	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$	—	500	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}$	75	—	
f_T	transition frequency	$I_C = 20\text{ mA}; V_{CE} = 20\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	—	—	
	2N2222		250	—	MHz
2N2222A			300	—	MHz
t_{off}	turn-off time	$I_{C(on)} = 150\text{ mA}; I_{B(on)} = 15\text{ mA}; I_{B(off)} = -15\text{ mA}$	—	250	ns

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

LIMITING VALUES

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CB0}	collector-base voltage	open emitter	-	60	V
	2N2222			75	V
V _{CE0}	collector-emitter voltage	open base	-	30	V
	2N2222A			40	V
V _{EB0}	emitter-base voltage	open collector	-	5V	
	2N2222A			6V	
I _C	collector current (DC)		-	800	mA
I _{CM}	peak collector current		-	800	mA
I _{BM}	peak base current		-	200	mA
P _{tot}	total power dissipation	T _{amb} ≤ 25 °C	-	500	mW
		T _{case} ≤ 25 °C	-	1.2	W
T _{stg}	storage temperature		-65	+150	°C
T _J	junction temperature		-	200	°C
T _{amb}	operating ambient temperature		-65	+150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
R _{th(j-a)}	thermal resistance from junction to ambient	in free air	350	K/W
R _{th(j-c)}	thermal resistance from junction to case		146	K/W

CHARACTERISTICS

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current 2N2222	$I_B = 0; V_{CE} = 50V$	-	10	nA
		$I_B = 0; V_{CE} = 50\text{ V}; T_{amb} = 150\text{ }^\circ\text{C}$	-	10	μA
I_{CBO}	collector cut-off current 2N2222A	$I_B = 0; V_{CE} = 60V$	-	10	nA
		$I_B = 0; V_{CE} = 60\text{ V}; T_{amb} = 150\text{ }^\circ\text{C}$	-	10	μA
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{BE} = 3V$	-	10	nA
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 0.1\text{ mA}; V_{CE} = 10V$	35	-	
		$I_C = 1\text{ mA}; V_{CE} = 10V$	50	-	
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10V$	75	-	
		$I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 1\text{ V};$ note 1	50	-	
		$I_C = 150\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V};$ note 1	100	300	
h_{FE}	DC current gain 2N2222A	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V}; T_{amb} = -55\text{ }^\circ\text{C}$	35	-	
h_{FE}	DC current gain 2N2222 2N2222A	$I_C = 500\text{ mA}; V_{CE} = 10\text{ V};$ note 1	30	-	
			40	-	
$V_{CE(sat)}$	collector-emitter saturation voltage 2N2222	$I_C = 150\text{ mA}; I_B = 15\text{ mA};$ note 1	-	400	mV
		$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA};$ note 1	-	1.6	V
$V_{CE(sat)}$	collector-emitter saturation voltage 2N2222A	$I_C = 150\text{ mA}; I_B = 15\text{ mA};$ note 1	-	300	mV
		$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA};$ note 1	-	1V	
$V_{BE(sat)}$	base-emitter saturation voltage 2N2222	$I_C = 150\text{ mA}; I_B = 15\text{ mA};$ note 1	-	1.3	V
		$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA};$ note 1	-	2.6	V
$V_{BE(sat)}$	base-emitter saturation voltage 2N2222A	$I_C = 150\text{ mA}; I_B = 15\text{ mA};$ note 1	0.6	1.2	V
		$I_C = 500\text{ mA}; I_B = 50\text{ mA};$ note 1	-	2V	
C_c	collector capacitance	$I_B = I_C = 0; V_{CE} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	-	8	pF
C_e	emitter capacitance 2N2222A	$I_C = I_E = 0; V_{BE} = 500\text{ mV}; f = 1\text{ MHz}$	-	25	pF
f_T	transition frequency 2N2222 2N2222A	$I_C = 20\text{ mA}; V_{CE} = 20\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	250	-	MHz
			300	-	MHz
F	noise figure 2N2222A	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5V; R_s = 2k\Omega;$ $f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	-	4	dB

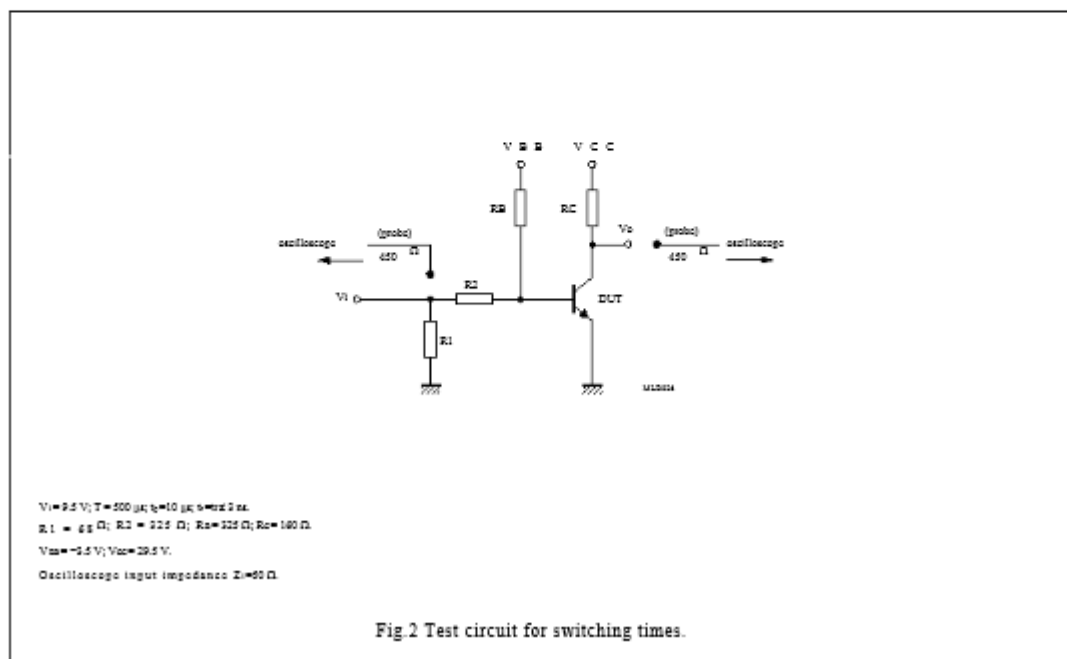
NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
Switching times (between 10% and 90% levels); see Fig.2					
t_{on}	turn-on time	$I_{Ces} = 150 \text{ mA}; I_{Em} = 15 \text{ mA}; I_{eoff} = -15 \text{ mA}$		35	ns
t_d	delay time		–	10	ns
t_r	rise time		–	25	ns
t_{off}	turn-off time		–	250	ns
t_s	storage time		–	200	ns
t_f	fall time		–	60	ns

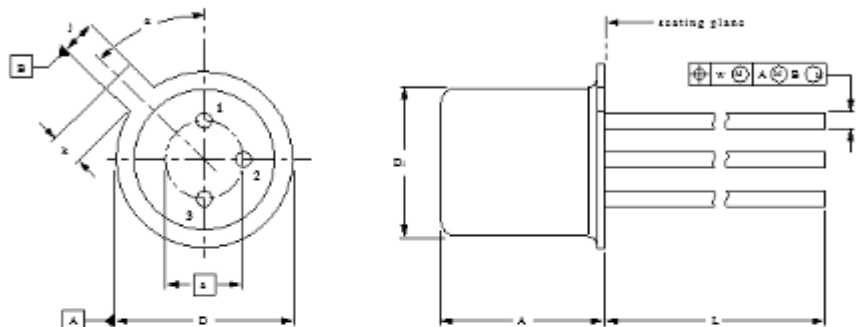
Note

1. Pulse test: $t_p \leq 300 \mu\text{s}; \delta \leq 0.02$.



Metal-can cylindrical single-ended package; 3 leads

SOT18/13



DIMENSIONS (millimetre dimensions are derived from the original inch dimensions)

UNIT	Δa		b	D	D1	jk		L	w	α
mm	5.91 0.74	2.54	0.47 0.41	5.65 5.30	4.70 4.55	1.09 0.94	1.1 0.9	15.0 12.7	0.40	45°

OUTLINE VERSION	REFERENCES			EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	ELAJ		
SOT18/13	B11/C7 type 2	TO-18			07-04-18

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 24 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2112,
Tel. +61 2 9805 6455, Fax. +61 2 9805 6466

Austria: Computercor, 4, A-1101 WIEN, P.O. Box 212,
Tel. +43 1 60 101, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 2, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 200 722, Fax. +375 172 200 722

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Europroject, 15th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 699 211, Fax. +359 2 699 103

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 224 7261

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2519 7888, Fax. +852 2519 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Prags Boulevard 80, PB 1919, DK-2100 COPENHAGEN S,
Tel. +45 33 55 2626, Fax. +45 33 57 0044

Finland: Sinikallioentie 2, FIN-02620 ESPOO,
Tel. +358 9 612500, Fax. +358 9 61250910

France: 4 Rue du Port-aux-Vins, BP217, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 40 99 6161, Fax. +33 1 40 99 6437

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 23 25 80, Fax. +49 40 23 256 200

Greece: No. 15, 25th March Street, GR-17778 TAVROS/ATHENS,
Tel. +30 1 4894 219/229, Fax. +30 1 4814 240

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Shivrajgar Estate, A Block, Dr. Annie Besant Rd.
West, MUMBAI 400 015, Tel. +91 22 4928 561, Fax. +91 22 4928 732

Indonesia: see Singapore

Ireland: Newtown, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 800, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kabilat Saloni St, PO Box 18025,
TEL AVIV 61180, Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 2,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2221, Fax. +39 2 6752 2227

Japan: Philips Bldg 15-27, Kohnan 2-chome, Minato-ku, TOKYO 108,
Tel. +81 3 2740 5150, Fax. +81 3 2740 5077

Korea: Philips House, 260-299 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1435

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 68200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 2214, Fax. +60 3 757 6580

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 224 7261

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 22785, Fax. +31 40 27 22299

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7511

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 5000, Fax. +47 22 74 5241

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +65 2 816 6250, Fax. +65 2 817 2474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-122 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2821, Fax. +48 22 612 2827

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatchova 25A, 119045 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 4918, Fax. +7 095 755 4919

Singapore: Lorong 1, Teo Payoh, SINGAPORE 1251,
Tel. +65 250 2528, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Marriendale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7420 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Rua do Rio 220, 5th floor, Suite 21,
04552-902 São Paulo, SÃO PAULO - SP, Brazil,
Tel. +55 11 521 2522, Fax. +55 11 529 1849

Spain: Balma 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 3 201 4212, Fax. +34 3 201 4307

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 622 2000, Fax. +46 8 622 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2656, Fax. +41 1 481 7720

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2124 2862, Fax. +886 2 2124 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sangavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 295 0792

Turkey: Talatgasa Cad. No. 5, 80640 GÖLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 252 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patricia Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2774, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB8 3BX, Tel. +44 181 750 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 511 East Argonne Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-2409,
Tel. +1 800 224 7261

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Parica 5/4, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 425 264, Fax. +381 11 425 777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors, Marketing & Sales Communications,
Building 9E-g, P.O. Box 218, 5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24225

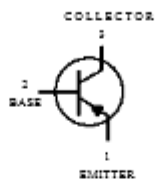
Internet: <http://www.semiconductors.philips.com>

ANEXO 2 TRANSISTOR 2N3906

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by 2N3905/D

General Purpose Transistors
PNP Silicon



2N3905
2N3906 *

*Motorola Preferred Device



CASE 29-04, STYLE 1
TO-91 (TO-226AA)

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector - Emitter Voltage	V_{CE0}	40	Vdc
Collector - Base Voltage	V_{CB0}	40	Vdc
Emitter - Base Voltage	V_{EB0}	5.0	Vdc
Collector Current - Continuous	IC	100	mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Durate above 25°C	PD	425	mW
		5.0	mW/ $^\circ\text{C}$
Total Power Dissipation @ $T_A = 60^\circ\text{C}$	PD	100	mW
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Durate above 25°C	PD	1.5	Watts
		12	mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS(1)

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	100	$^\circ\text{C}/\text{W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	52.2	$^\circ\text{C}/\text{W}$

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

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector - Emitter Breakdown Voltage (2) ($I_C = 1.0 \text{ mAdc}, I_E = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	40	—	Vdc
Collector - Base Breakdown Voltage ($I_C = 10 \text{ mAdc}, I_E = 0$)	$V_{(BR)CBO}$	40	—	Vdc
Emitter - Base Breakdown Voltage ($I_E = 10 \text{ mAdc}, I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	5.0	—	Vdc
Base Cutoff Current ($V_{CE} = 10 \text{ Vdc}, V_{EB} = 2.0 \text{ Vdc}$)	I_{BL}	—	50	μA
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 10 \text{ Vdc}, V_{EB} = 2.0 \text{ Vdc}$)	I_{CBO}	—	50	μA

1. Indicates Data in addition to JEDEC Requirements.
2. Pulse Test: Pulse Width $\leq 100 \mu\text{s}$; Duty Cycle $\leq 1.0\%$.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (TA = 25°C unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS(1)				
DC Current Gain (IC = 0.1 mA _{dc} , VCE = 1.0 V _{dc}) (IC = 1.0 mA _{dc} , VCE = 1.0 V _{dc}) (IC = 10 mA _{dc} , VCE = 1.0 V _{dc}) (IC = 50 mA _{dc} , VCE = 1.0 V _{dc}) (IC = 100 mA _{dc} , VCE = 1.0 V _{dc})	2N1905	30	—	—
	2N1904	40	—	—
	2N1905	40	—	—
	2N1904	50	—	—
	2N1905	50	150	—
	2N1904	100	200	—
	2N1905	30	—	—
	2N1904	40	—	—
	2N1905	15	—	—
	2N1904	20	—	—
Collector - Emitter Saturation Voltage (IC = 10 mA _{dc} , IB = 1.0 mA _{dc}) (IC = 50 mA _{dc} , IB = 5.0 mA _{dc})	VCE(sat)	—	0.25 0.4	V _{dc}
Base - Emitter Saturation Voltage (IC = 10 mA _{dc} , IB = 1.0 mA _{dc}) (IC = 50 mA _{dc} , IB = 5.0 mA _{dc})	VEB(sat)	0.65 —	0.95 0.95	V _{dc}

SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

Current - Gain - Bandwidth Product (IC = 10 mA _{dc} , VCE = 10 V _{dc} , f = 100 MHz)	2N1905 2N1904	fT	300 350	—	MHz
Output Capacitance (VCE = 5.0 V _{dc} , IB = 0, f = 1.0 MHz)		Cob	—	4.5	pF
Input Capacitance (VEB = 0.5 V _{dc} , IC = 0, f = 1.0 MHz)		Cib	—	10.0	pF
Input Impedance (IC = 1.0 mA _{dc} , VCE = 10 V _{dc} , f = 1.0 kHz)	2N1905 2N1904	h _{ie}	0.5 1.0	5.0 12	k Ω
Voltage Feedback Ratio (IC = 1.0 mA _{dc} , VCE = 10 V _{dc} , f = 1.0 kHz)	2N1905 2N1904	h _{re}	0.1 0.1	5.0 10	$\times 10^{-4}$
Small-Signal Current Gain (IC = 1.0 mA _{dc} , VCE = 10 V _{dc} , f = 1.0 kHz)	2N1905 2N1904	h _{fe}	50 100	200 400	—
Output Admittance (IC = 1.0 mA _{dc} , VCE = 10 V _{dc} , f = 1.0 kHz)	2N1905 2N1904	h _{oe}	1.0 1.0	40 60	mhos
Noise Figure (IC = 100 mA _{dc} , VCE = 5.0 V _{dc} , RS = 1.0 k Ω , f = 1.0 kHz)	2N1905 2N1904	NF	—	5.0 4.0	dB

SWITCHING CHARACTERISTICS

Delay Time	(VCC = 5.0 V _{dc} , V _{BE} = 0.5 V _{dc} , IC = 10 mA _{dc} , IB1 = 1.0 mA _{dc})	td	—	35	ns	
Rise Time		tr	—	35	ns	
Storage Time	2N1905 2N1904	ts	—	200 225	ns	
Fall Time	(VCC = 5.0 V _{dc} , IC = 10 mA _{dc} , IB1 = IB2 = 1.0 mA _{dc})	2N1905 2N1904	tf	—	60 75	ns

1. Pulse Test: Pulse Width \leq 500 ns; Duty Cycle \leq 2.0%.

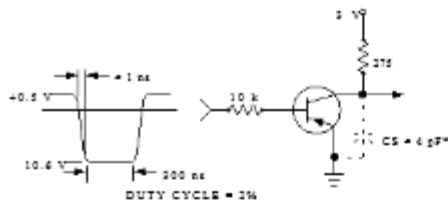


Figure 1. Delay and Rise Time Equivalent Test Circuit

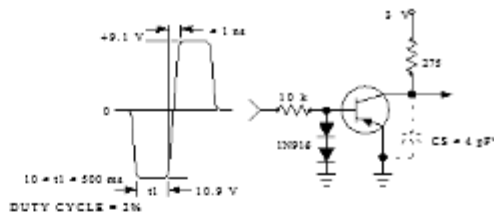


Figure 2. Storage and Fall Time Equivalent Test Circuit

* Total shunt capacitance of test jig and connectors

TYPICAL TRANSIENT CHARACTERISTICS

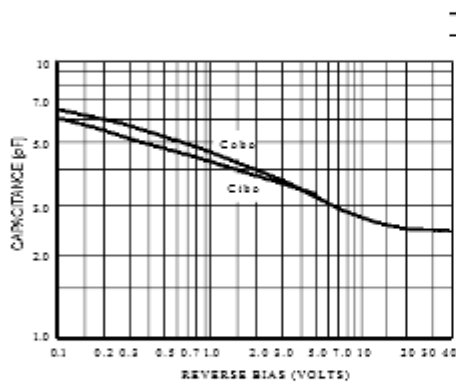


Figure 3. Capacitance

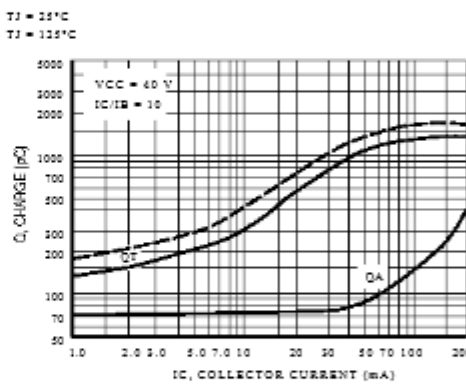


Figure 4. Charge Data

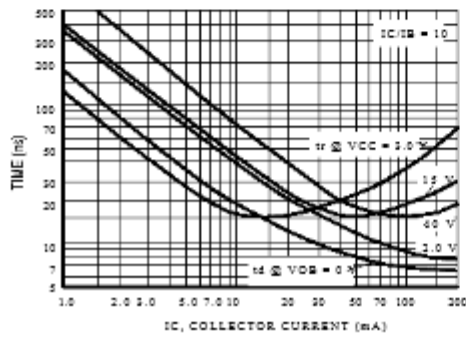


Figure 5. Turn-On Time

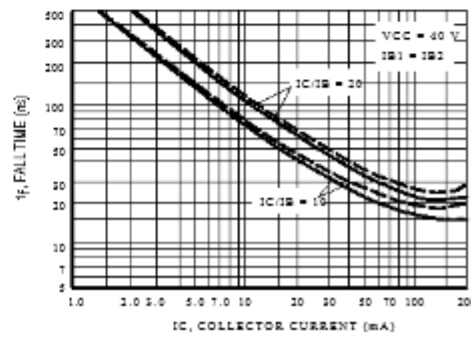


Figure 6. Fall Time

TYPICAL AUDIO SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS
NOISE FIGURE VARIATIONS

(VCE = -5.0 Vdc, TA = 25°C, Bandwidth = 1.0 Hz)

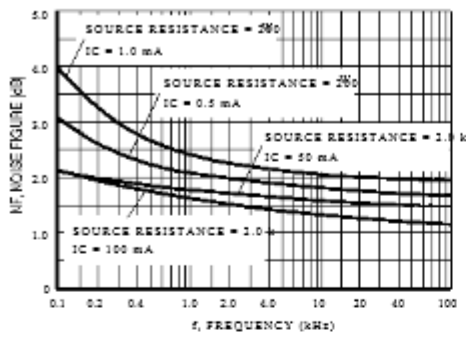


Figure 7.

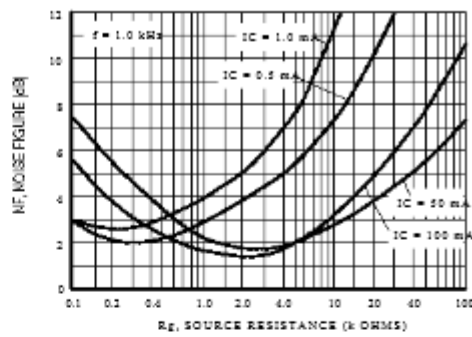


Figure 8.

h PARAMETERS

(VCE = -10 Vdc, f = 1.0 kHz, TA = 25°C)

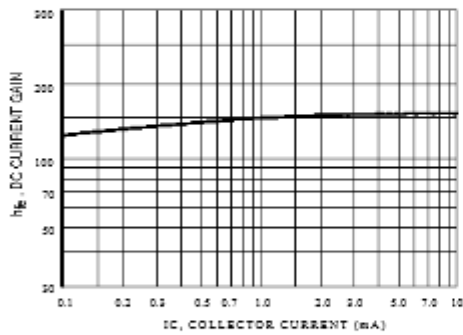


Figure 9. Current Gain

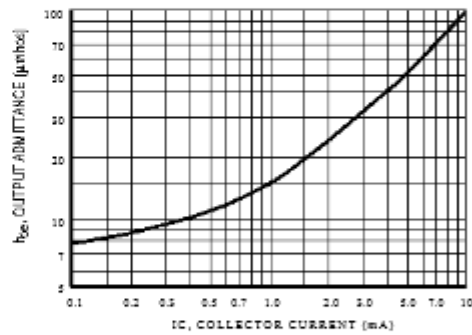


Figure 10. Output Admittance

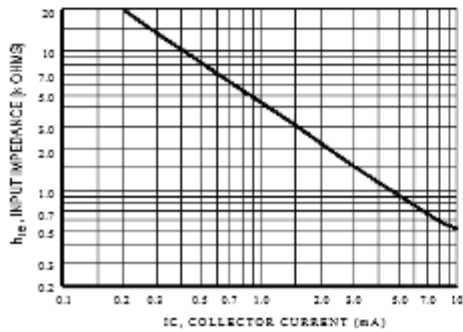


Figure 11. Input Impedance

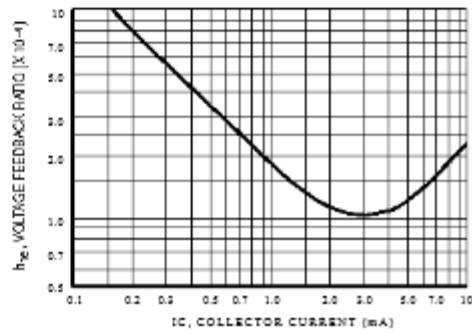


Figure 12. Voltage Feedback Ratio

TYPICAL STATIC CHARACTERISTICS

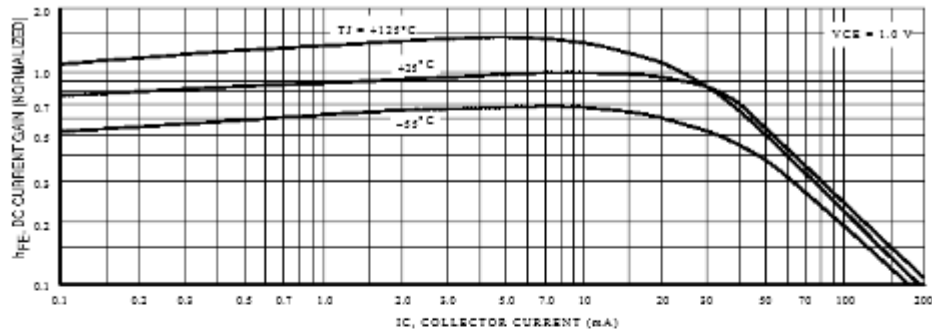


Figure 13. DC Current Gain

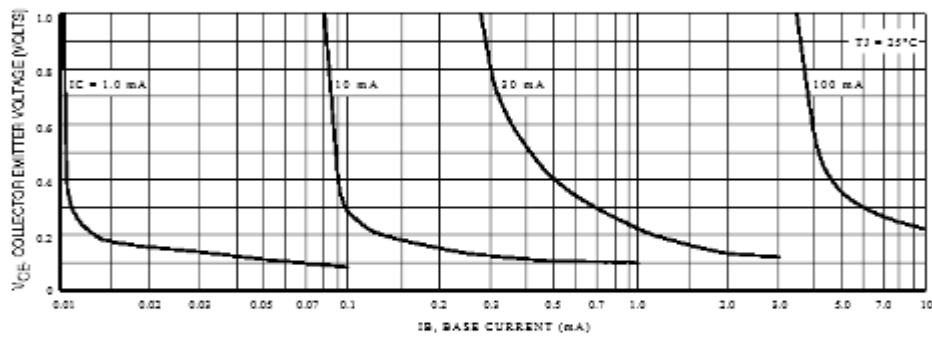


Figure 14. Collector Saturation Region

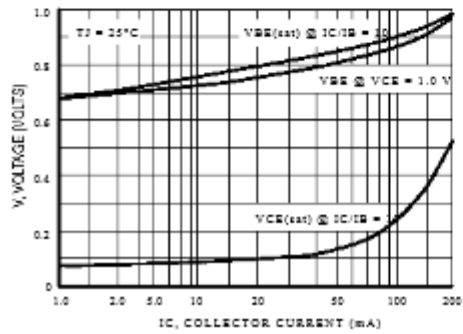


Figure 15. "ON" Voltages

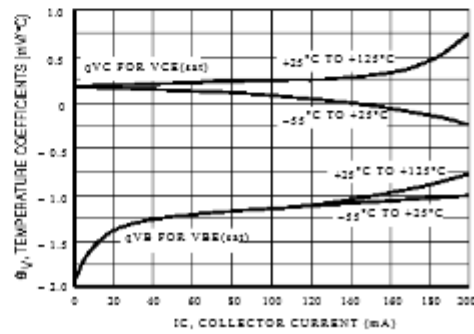
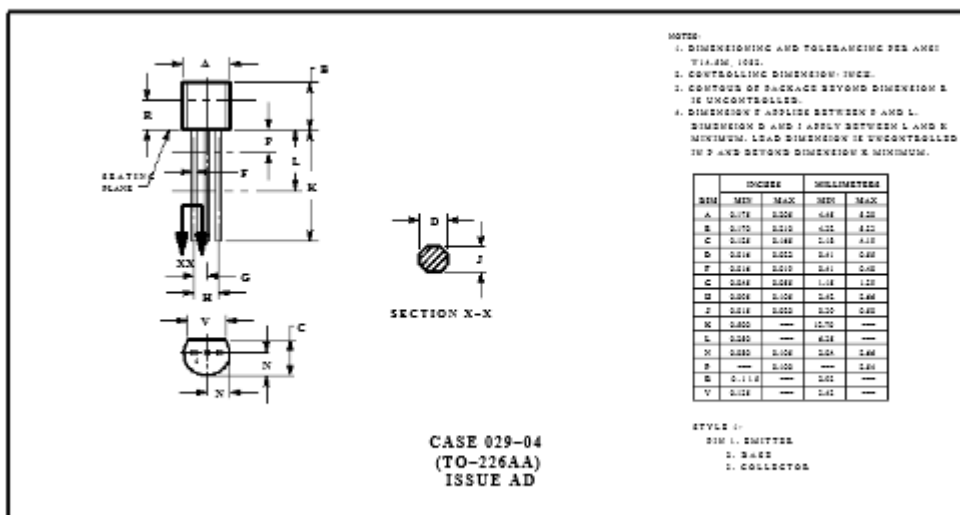


Figure 16. Temperature Coefficients

PACKAGE DIMENSIONS



ANEXO 3 CIRCUITO INTEGRADO MC145412P


MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

Advance Information **Pulse/Tone Repertory Dialer** **Low Power Silicon-Gate CMOS**

The MC145412/13 and MC145512 are silicon gate, monolithic CMOS integrated circuits which convert keyboard inputs into either pulse or DTMF outputs. They are packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP.

- 3 x 4 or 4 x 4 Keyboard Compatibility Which Allows the Use of 2-of-7, 2-of-8, or Form A Type Keyboards
- MC145413 Adds Keyboard Selectable Pause Switch Function
- Single Pin Switchable Between DTMF, 10 pps and 20 pps
- 500-Hz Tone Signal Output in the Pulse Dialing Mode
- Memory Storage for Ten 18-Digit Numbers, including Last Number Redial
- Uses 3.579545-MHz Colorburst Crystal
- Telephone Line Powered
- Silicon Gate CMOS Technology for 1.7 to 5.5 V Low Power Operation
- Stand Alone DTMF Dialer/Stand Alone Pulse Dialer
- Mute Output Used to Isolate Receiver from Dialing Output
- Memory Programming Options by Keyboard Configuration

MC145412
MC145413
MC145512



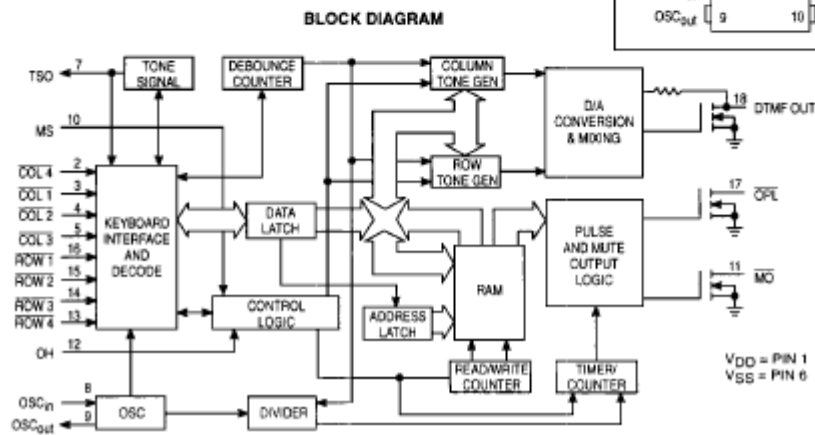
P SUFFIX
PLASTIC
CASE 707

ORDERING INFORMATION

MC1454XX	Suffix	Denotes
	P	Plastic DIP
	4	40/50 M/B Ratio
	5	32/68 M/B Ratio

PIN ASSIGNMENT

V _{DD}	1	18	DTMF OUT
COL 4	2	17	OPL
COL 1	3	16	ROW 1
COL 2	4	15	ROW 2
COL 3	5	14	ROW 3
V _{SS}	6	13	ROW 4
T _{SO}	7	12	OH
OSC _{in}	8	11	MS
OSC _{out}	9	10	MS



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($V_{SS} = 0\text{ V}$)

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	- 0.5 to + 8.0	V
Operating Temperature	T_A	- 30 to + 60	°C
Storage Temperature	T_{stg}	- 65 to + 150	°C
DC Current Drain Per Pin	I	10	mA
Maximum Voltage On Any Pin Relative to V_{SS} On Any Pin Relative to V_{DD}	V_{in1} V_{in2}	- 0.5 + 0.5	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = -30$ to +60°C, $V_{DD} = 2.5\text{ V}$, $V_{SS} = 0\text{ V}$, Unless Otherwise Noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	2.0	—	5.5	V
	Pulse Mode	2.5	—	5.5	
	DTMF Mode	—	—	—	
Operating Current	I_{DD}	—	0.25	0.7	mA
	Pulse Mode ($MS = V_{DD}$)	—	1.0	2.0	
	DTMF Mode ($MS = V_{SS}$)	—	—	—	
Memory Retention Voltage	V_{stby}	1.7	—	—	V
Memory Retention Current	I_{stby}	—	1.0	2.0	μA
	($V_{DD} = 1.7\text{ V}$)	—	1.2	2.5	
	($V_{DD} = 2.5\text{ V}$)	—	—	—	
Input Voltage, Row/Column/OH	V_{iL} V_{iH}	— 0.8 V_{DD}	—	0.2 V_{DD} —	V
Row Column Input Impedance	Z_{in}	—	100	—	kΩ
	To V_{DD} To V_{SS}	—	2	—	
OH Pull-Up Resistance	R	—	50	—	kΩ
Input Capacitance (All Inputs)	C_{in}	—	10	—	pF
MS Pin Input Impedance	Z_{in}	50	200	—	kΩ
Output Sink Current	I_{OL}	0.5	0.7	—	mA
	($V_{DD} = 2.5\text{ V}$) TSO Pin	1.0	2.0	—	
	MO Pin	1.0	2.0	—	
	OPL Pin	3.0	—	—	
	($V_{DD} = 4.0$) MO Pin	4.5	—	—	
	OPL Pin	—	—	—	
TSO Output Source Current ($V_{out} = 2.0\text{ V}$)	I_{OH}	0.5	0.7	—	mA
Output Leakage Current	I_{lkg}	—	—	1.0	μA
	MO, OPL Pins	—	—	—	
DTMF Output Level Referenced to $V_{DD}/2$ ($V_{DD} = 2.5$ to 4.0 V , $R_L = 600\ \Omega$ to V_{DD})	V_{out}	260	310	370	mVrms
	Row Tone	330	390	460	
	Column Tone	—	—	—	
DTMF Output Tone Leakage ($V_{DD} = 3.5$, $R_L = 600\ \Omega$, 300 to 4000 Hz)		—	—	-80	dBm
DTMF Output Tone Distortion ($V_{DD} = 3.5$, $R_L = 600\ \Omega$, 300 to 4000 Hz)		—	—	5	%
Pre-Emphasis		1	2	2.5	dB
DTMF Output Leakage Current While Not Dialing Tones ($V_{DD} = 2.5\text{ V}$)		—	—	1.0	μA
DTMF Output Sink Current While Dialing Tones		20	—	—	μA

SWITCHING CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 2.5\text{ V}$, Osc. Freq. = 3.579545 MHz, Unless Otherwise Noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
Row/Column Scan Frequency	f	—	250	—	Hz	
Key Debounce Time	t _{DB}	15	—	20	ms	
DTMF Tone Duration for Keypad Dialing	t _{w1}	60	75	—	ms	
DTMF Tone Duration for Memory Dialing	t _{w2}	90	102	110	ms	
Inter-Digit Pause Time DTMF (Memory Dialing)	t _{ID}	90	98	110	ms	
		Pulse 10 pps 20 pps	0.8 0.4	1.0 0.5	1.2 0.6	s
MS Pin Scan Rate	t _{rms}	—	1	—	kHz	
Make/Break Ratio (MC = Open or V _{DD})	MBR	—	40/60	—	%	
		—	32/68	—	%	
Outpulsing Rate MS = Open MS = V _{DD}	f _{OP}	—	10	—	pps	
		—	20	—	pps	
MUTE Output (M _O) Overlap Time	t _{MO}	—	2	—	ms	
TSO Output Frequency	f _{TSO}	—	500	—	Hz	
TSO Output Duration	t _{TSO}	35	—	40	ms	
DTMF Cycle Time (Memory Dialing Keypad Dialing)		—	5	—	tones/s	
		—	10	—	tones/s	
DTMF Frequency Deviation		—	—	+1.0	%	
Predigit Mute MC145412/13 MC145512	t _d	Pulse 10 pps	—	40	—	ms
		20 pps	—	20	—	ms
		Pulse 10 pps	—	32	—	ms
		20 pps DTMF	—	16 1	—	ms

PIN DESCRIPTIONS**V_{DD}, V_{SS}****Power Supply (Pins 1, 6)**

DC power is supplied to the part on these two pins, with V_{DD} being the most positive. Permissible ranges are from 1.7 to 5.5 V.

MS**Mode Select (Pin 10)**

The MS pin is a three-state input for switching between DTMF, 10 pps, and 20 pps dialing modes. Mode selection is done during the first key entry debounce period after the dialer has completed a dialing sequence or has just come off hook. When this pin is not scanned it is high impedance.

This pin is a combination input and weak output. The input circuitry has the capability to determine each of these three states. When the pin is open, the weak driver will be able to clock the pin at 1 kHz. The relationship between pin input voltage and operating mode is shown in Table 1.

Table 1. Mode Select Options

MS	Dialing Mode
V _{DD}	20 pps Pulse Dialing
Open	10 pps Pulse Dialing
V _{SS}	DTMF Dialing

OH**On-Hook (Pin 12)**

Connecting the OH pin to V_{DD} or allowing it to float sets the device in the On-hook mode. Connecting this pin to V_{SS} selects the Off-hook mode. When in the On-hook mode, repertory memory can be programmed without a dialing output.

TSO**Tone Signal Output (Pin 7)**

TSO emits 500-Hz tone signals after valid key inputs are accepted providing audio feedback for key depressions (except when DTMF tones are generated). This pin also outputs a tone during on-hook programming.

DTMF OUT**Dual Tone Multifrequency Output (Pin 18)**

When the MS pin is set to V_{SS} the DTMF OUT pin outputs tones corresponding to the row and column of the key depressed. Simultaneously depressing two or more keys in a single row (or column) will generate the corresponding row (or column) tone on 4 x 4 keypad mode only.

In pulse dialing mode (MS = V_{DD} or float) and during on-hook programming this pin is high impedance. While outputting tones, this pin has a dc bias at (V_{DD} - V_{SS})/2. DTMF OUT is an open-drain output requiring an external pull-up to V_{DD}. This pull-up resistor must satisfy the instantaneous current requirements of the internal feedback network in addition to the load applied to the pin.

OPL**Outpulsing (Pin 17)**

This pin outputs pulses at 10 pps (MS is open) or 20 pps (MS = V_{DD}). The MC145412/13 have a make/break ratio of 40/60, while the MC145512 has a make/break ratio of 32/68. In the DTMF dialing mode (MS = V_{SS}), this output is high impedance. During on-hook programming this pin will not output. This pin is an open drain N-channel output which pulls low to break the loop current.

MO**Mute Output (Pin 11)**

The Mute Output is an open drain N-channel output that pulls to V_{SS} during OPL outpulsing and during off-hook key depressions and memory dialing in DTMF mode.

COL 1–COL 4 and ROW 1–ROW 4**KEYBOARD INPUTS (Pins 2, 3, 4, 5, 13, 14, 15, 16)**

The keyboard inputs allow either a single contact (Class A) keyboard, or a standard 2-of-8 or 2-of-7 keyboard with V_{SS} tied to common. A valid key entry occurs when either a single row is tied to a single column, or a single row and column are simultaneously connected to V_{SS}. Connecting pin 2, COL 4, to V_{DD} sets the part to 3 × 4 keyboard mode. Keyboard mode selection is performed during application of power.

Typical keyboard configurations are shown in Figure 1.

OSC_{in}, OSC_{out}**Oscillator Input and Oscillator Output (Pins 8, 9)**

A 3.579545-MHz crystal is required as the frequency reference for the on-chip oscillator. Crystal biasing is accomplished by an internal resistor and capacitors.

GENERAL DEVICE DESCRIPTION

The MC145412/MC145512 and the MC145413 provide users with switchable pulse and DTMF dialing functions. The MC145412/MC145512 change dialing modes via the MS pin. The MC145413 allows users to switch dialing modes via the keyboard in addition to the MS pin. All devices have 10 memories, LNR (last number redial) inclusive, each 18 digits long.

On application of power, there is a 64-ms initialization period during which the oscillator is enabled and the keyboard inputs are disabled. During initialization COL 4 is scanned to set the keyboard mode. If the COL 4 input is high (V_{DD}), the dialer is set to the 3 × 4 keypad mode; otherwise, the 4 × 4 keypad mode is selected. Changing modes is not possible after this initialization period.

During normal dialing, the oscillator starts when a key is depressed. The key input is debounced for 32 ms. During this debounce period the RAM and dialing circuits are disabled and the mode select pin is scanned to determine the dialing mode (either 10 pps, 20 pps, or DTMF). After debounce, the keypad entry is checked and the input is latched into LNR memory followed by a stop code. This process continues until 18 digits have been entered. If a 19th digit is entered, it will over-write the first digit and will be followed by a stop code. When dialing, the device fetches data from memory until a stop code is encountered or 18 digits have been dialed.

During manual DTMF dialing, a minimum tone duration of

60-ms DTMF is output and will continuously output in 32-ms increments as long as the key is depressed. The DTMF OUT pin is designed to drive an external PNP transistor which can be used to modulate tip and ring voltage at the DTMF frequencies.

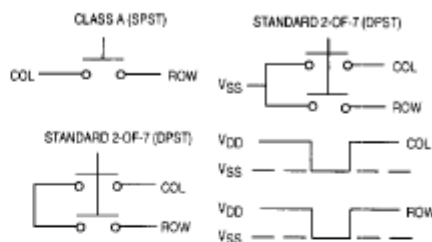


Figure 1. Keyboard Configurations

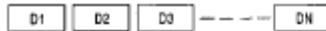
If the first key is for redial or recall, the device will respond accordingly, either redialing the last number entered, or recalling and dialing the number selected by a subsequent key depression. Responses to dialing sequences for 4 × 4 key-boards are shown in Figure 2, and 3 × 4 keyboard responses are shown in Figure 3.

The MC145412 series can be configured with an external battery to provide memory retention power and allow on-hook programming of the repertory memory. If the part is in the on-hook mode and a key is depressed, the oscillator will start and the key entry will be stored in the last number redial memory. Dialing outputs will not be activated while the device is in the on-hook condition. Dialing inputs will be stored in last number redial memory, as during off-hook operation. After the number has been entered in the on-hook mode, it can be stored in repertory memory. For the 4 × 4 keyboard, pressing the STORE key (* for 3 × 4 keyboard), followed by a digit (1 through 9) will store the number in the repertory memory location specified by the digit.

The RECALL key for the 4 × 4 keypad is used to recall and dial numbers stored in the repertory memory. The digit immediately following the RECALL key designates the memory location of the number to be auto-dialed. For the 4 × 4 keyboard, a last number redial can be accomplished if the RED/P key (COL 4, ROW 1) is the first key depressed after an on-hook to off-hook transition. Otherwise the RED/P key will effect a 4 second pause. If the pulse mode is selected, redial can be accomplished if the first key depressed on a transition to off-hook is #. For the 3 × 4 keyboard, redial occurs if the first key depressed is *, 0.

The PAUSE key (COL 4, ROW 2) for the MC145412/MC145512 will cause a 4 second pause. The PAUSE/S key (COL 4, ROW 2) is a feature offered on the MC145413. Depressing this key will cause a 4 second delay, and will switch dialing modes, PAUSE (and PAUSE/S) is stored in memory for pauses (and mode switching) during auto-dialing.

1. MANUAL DIALING — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



ALL DIGITS ENTERED WILL BE STORED IN THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER. PRESSING * OR # WILL DIAL OUT THE DTMF SIGNAL IN TONE MODE ONLY.

2. MANUAL DIALING WITH AUTO ACCESS PAUSE — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



THE AUTO ACCESS PAUSE WILL NOT OCCUR DURING MANUAL DIALING IN DTMF MODE. IT IS RETRIEVED DURING RECALL OR REDIAL.

3. STORING NUMBERS INTO MEMORY — ON-HOOK/OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



THIS OPERATION TRANSFERS THE DIGITS D1 TO DN FROM THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER TO AN ADDRESS SPACE SPECIFIED BY 'A'. DIALING OUTPUTS ARE NOT ACTIVATED DURING ON-HOOK PROGRAMING.

4. MEMORY REDIAL — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



5. LAST NUMBER REDIAL — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

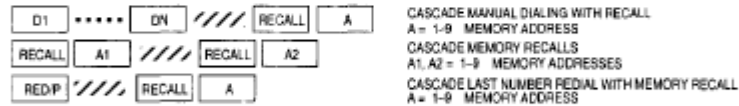


REDIALS THE NUMBER THAT WAS PREVIOUSLY ENTERED INTO THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER.

6. PULSE-TO-TONE MODE SWITCH — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



7. CASCADED DIALING — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



//////, WAIT UNTIL PREVIOUS REDIAL OR RECALL SIGNALS HAVE BEEN SENT BEFORE SUBSEQUENT ENTRIES ARE MADE.

8. SIGNALING * AND # TONES — OFF-HOOK (DTMF MODE ONLY)

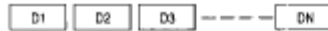


4 X 4 KEY MATRIX					
	COL 1	COL 2	COL 3	COL 4	
697 Hz	1	2	3	REDIP	ROW 1
770 Hz	4	5	6	PAUSE	ROW 2
852 Hz	7	8	9	STORE	ROW 3
941 Hz	*	0	#	RECALL	ROW 4
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz		

MC145413 PAUSE/S KEY FOR PAUSE & SWITCHING DIALING MODES

Figure 2. 4 x 4 Keyboard Dialing Sequences

1. MANUAL DIALING — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



ALL KEY ENTRIES EXCEPT * AND # WILL BE STORED IN THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER. PRESSING * OR # WILL NOT DIAL OUT THE DTMF SIGNAL IN TONE MODE. FOR SIGNALING, * OR # SHOULD BE PRESSED TWICE.

2. MANUAL DIALING WITH AUTO ACCESS PAUSE — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



THE AUTO ACCESS PAUSE WILL NOT OCCUR ON MANUAL DIALING IN DTMF MODE. IT IS RETRIEVED DURING RECALL OR REDIAL.

3. STORING NUMBERS INTO MEMORY — ON-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



THIS OPERATION TRANSFERS THE DIGITS D1 TO DN FROM THE LAST NUMBER REDIAL REGISTER TO AN ADDRESS SPACE SPECIFIED BY 'A'.

4. MEMORY REDIAL — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)

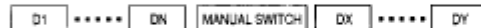


5. LAST NUMBER REDIAL — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



THIS OPERATION REDIALS THE LAST NUMBER ENTERED OFF-HOOK AND RETRIEVES DATA FROM MEMORY ADDRESS 0.

6. PULSE-TO-TONE MODE SWITCH — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



MODE SELECT (MS) PIN HAS TO BE MANUALLY SWITCHED TO DETERMINE THE DIALING MODE. DIALING MODE SELECTION WITH MANUAL SWITCH IS NOT PROGRAMMED INTO THE LAST NUMBER REDIAL MEMORY.

7. CASCADED DIALING — OFF-HOOK (PULSE OR DTMF MODE)



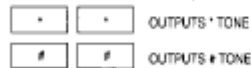
CASCADE MANUAL DIALING WITH RECALL
A = 1-9 MEMORY ADDRESS

CASCADE MEMORY RECALLS
A1, A2 = 1-9 MEMORY ADDRESS

CASCADE LAST NUMBER REDIAL WITH MEMORY RECALL
A = 1-9 MEMORY ADDRESS

////// WAIT UNTIL PREVIOUS REDIAL OR RECALL SIGNALS HAVE BEEN SENT BEFORE SUBSEQUENT ENTRIES ARE MADE.

8. SIGNALING * AND # TONES — OFF-HOOK (DTMF MODE ONLY)



3 x 4 KEY MATRIX

	COL 1	COL 2	COL 3	
697 Hz	1	2	3	ROW 1
770 Hz	4	5	6	ROW 2
852 Hz	7	8	9	ROW 3
941 Hz	*	0	#	ROW 4
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	

Figure 3. 3 x 4 Keyboard Dialing Sequences

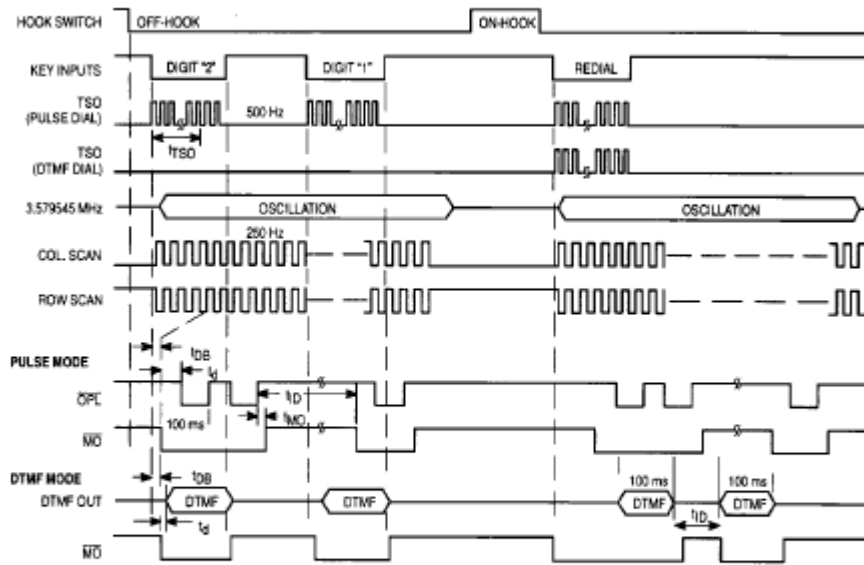


Figure 4. Timing Diagram

ANEXO 4 CIRCUITO INTEGRADO 34017



Order this document by MC34017/D

MC34017

Telephone Tone Ringer Bipolar Linear/I²L

- Complete Telephone Bell Replacement Circuit with Minimum External Components
- On-Chip Diode Bridge and Transient Protection
- Direct Drive for Piezoelectric Transducers
- Push Pull Output Stage for Greater Output Power Capability
- Base Frequency Options – MC34017-1: 1.0 kHz
– MC34017-2: 2.0 kHz
– MC34017-3: 500 Hz
- Input Impedance Signature Meets Bell and EIA Standards
- Rejects Rotary Dial Transients

TELEPHONE TONE RINGER BIPOLAR LINEAR/I²L

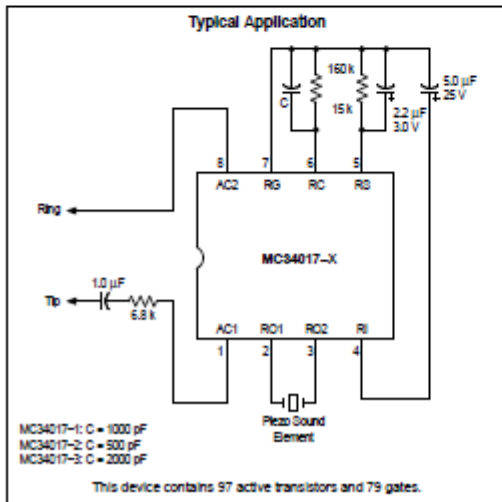
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA



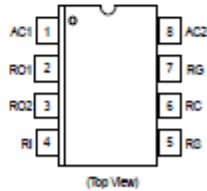
D SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 751



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 626



PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
MC34017D	T _A = -20° to +60°C	SOIC
MC34017P		Plastic DIP

MC34017

MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to RG, Pin 7)

Rating	Symbol	Value	Unit
Operating AC Input Current (Pins 1, 8)	–	20	mA, RMS
Transient Input Current (Pins 1, 8) (T<2.0 ms)	V_{IN}	±300	mA, peak
Voltage Applied at RC (Pin 6)	V_{RC}	5.0	V
Voltage Applied at RS (Pin 5)	V_{RS}	5.0	V
Voltage Applied to Outputs (Pins 2, 3)	V_O	–2.0 to V_{RI}	V
Power Dissipation (@ 25°C)	P_D	1.0	W
Operating Ambient Temperature	T_A	–20 to +60	°C
Storage Temperature	T_{stg}	–65 to +150	°C

NOTE: ESD data available upon request.

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

Characteristic	Test	Symbol	Min	Typ	Max	Unit		
Ringing Start Voltage $V_{Start} = V_I$ at Ring Start $V_I > 0$ $V_I < 0$	1a	$V_{Start (+)}$	34	37.5	41	Vdc		
	1b	$V_{Start (-)}$	–34	–37.5	–41	Vdc		
Ringing Stop Voltage $V_{Stop} = V_I$ at Ring Stop MC34017–1 MC34017–2 MC34017–3	1c	V_{Stop}	14	16	22	Vdc		
			12	14	20	Vdc		
			14	16	22	Vdc		
Output Frequencies ($V_I = 50\text{ V}$) MC34017–1 High Tone Low Tone Warble Tone MC34017–2 High Tone Low Tone Warble Tone MC34017–3 High Tone Low Tone Warble Tone	1d	f_H	937	1010	1083	Hz		
		f_L	752	808	868	Hz		
		f_W	11.5	12.5	14	Hz		
		f_H	1874	2020	2166	Hz		
		f_L	1504	1616	1736	Hz		
		f_W	11.5	12.5	14	Hz		
		f_H	937	1010	1083	Hz		
		f_L	752	808	868	Hz		
		f_W	23	25	28	Hz		
		Output Voltage ($V_I = 50\text{ V}$)	6	V_O	34	37	43	Vpp
		Output Short-Circuit Current	2	I_{RO1}, I_{RO2}	35	60	80	mApp
		Input Diode Voltage ($I_I = 5.0\text{ mA}$)	3	V_D	5.4	6.2	6.8	Vdc
Input Voltage – SCR "Off" ($I_I = 30\text{ mA}$)	4a	V_{off}	30	38	43	Vdc		
Input Voltage – SCR "On" ($I_I = 100\text{ mA}$)	4b	V_{on}	3.2	4.1	6.0	Vdc		
RS Clamp Voltage ($V_I = 50\text{ V}$)	5	V_{clamp}	1.3	1.5	1.8	Vdc		

PIN FUNCTION DESCRIPTION

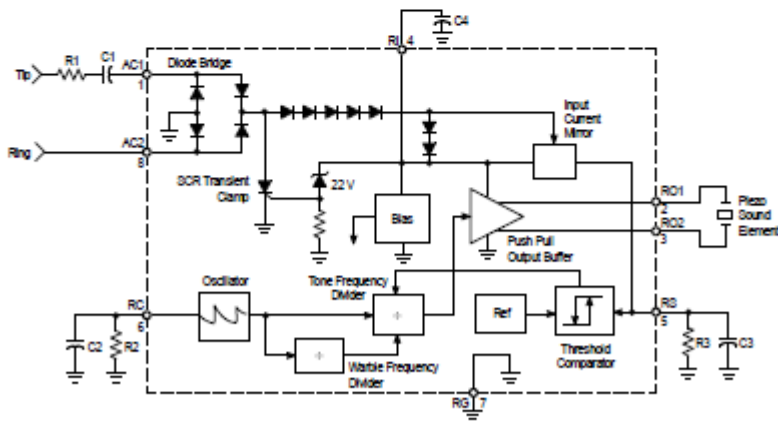
Pin	Symbol	Description
1, 8	AC1, AC2	The input terminals to the full-wave diode bridge. The ac ringing signal from the telephone line energizes the ringer through this bridge.
5	RS	The input of the threshold comparator to which diode bridge current is mirrored and sensed through an external resistor (R3). Nominal threshold is 1.2 V. This pin internally clamps at 1.5 V.
4	RI	The positive supply terminal for the oscillator, frequency divider and output buffer circuits.
2, 3	RO1, RO2	The tone ringer output terminals through which the sound element is driven.
7	RG	The negative terminal of the diode bridge and the negative supply terminal of the tone generating circuitry.
6	RC	The oscillator terminal for the external resistor and capacitor which control the tone ringer frequencies (R2, C2).

MC34017

APPLICATION CIRCUIT PERFORMANCE (Refer to Typical Application)

Characteristic	Typical Value	Units
Output Tone Frequencies MC34017-1 MC34017-2 MC34017-3	808/1010 1616/2020 404/505	Hz
Warble Frequencies	12.5	
Output Voltage ($V_i > 60$ Vrms, 20 Hz)	37	Vpp
Output Duty Cycle	50	%
Ringing Start Input Voltage (20 Hz)	36	Vrms
Ringing Stop Input Voltage (20 Hz)	21	Vrms
Maximum AC Input Voltage (< 68 Hz)	150	Vrms
Impedance When Ringing $V_i = 40$ Vrms, 15 Hz $V_i = 130$ Vrms, 23 Hz	> 16 12	k Ω
Impedance When Not Ringing $V_i = 10$ Vrms, 24 Hz $V_i = 2.5$ Vrms, 24 Hz $V_i = 10$ Vrms, 5.0 Hz $V_i = 3.0$ Vrms, 200 - 3200 Hz	28 > 1.0 55 > 200	k Ω M Ω k Ω k Ω
Maximum Transient Input Voltage ($T < 2.0$ ms)	1500	V
Ringer Equivalence: Class A	0.5	-
Class B	0.9	-

Block Diagram



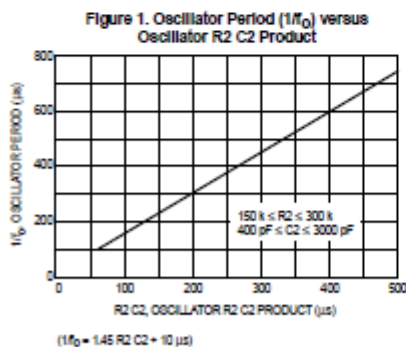
MC34017

CIRCUIT DESCRIPTION

The MC34017 Tone Ringer derives its power supply by rectifying the ac ringing signal. It uses this power to activate a tone generator and drive a piezo-ceramic transducer. The tone generation circuitry includes a relaxation oscillator and frequency dividers which produce high and low frequency tones as well as the tone warble frequency. The relaxation oscillator frequency f_0 is set by resistor R2 and capacitor C2 connected to Pin RC. The oscillator will operate with f_0 from 1.0 kHz to 10 kHz with the proper choice of external components (see Figure 1).

The frequency of the tone ringer output signal at RO1 and RO2 alternates between $f_0/4$ to $f_0/5$. The warble rate at which the frequency changes is $f_0/320$ for the MC34017-1, $f_0/640$ for the MC34017-2 and $f_0/160$ for the MC34017-3. With a 4.0 kHz oscillator frequency, the MC34017-1 produces 800 Hz and 1000 Hz tones with a 12.5 Hz warble rate. The MC34017-2 generates 1600 Hz and 2000 Hz tones with a similar 12.5 Hz warble frequency from an 8.0 kHz oscillator frequency. The MC34017-3 will produce 400 Hz and 500 Hz tones with a 12.5 Hz warble rate from a 2.0 kHz oscillator frequency. The tone ringer output circuit can source or sink 20 mA with an output voltage swing of 37 V peak-to-peak. Volume control is readily implemented by adding a variable resistance in series with the piezo transducer.

Input signal detection circuitry activates the tone ringer output when the ac line voltage exceeds programmed threshold level. Resistor R3 determines the ringing signal amplitude at which an output signal at RO1 and RO2 will be generated. The ac ringing signal is rectified by the internal diode bridge. The rectified input signal produces a voltage across R3 which is referenced to RG. The voltage across resistor R3 is filtered by capacitor C3 at the input to the threshold circuit.



When the voltage on capacitor C3 exceeds 1.2 V, the threshold comparator enables the tone ringer output. Line transients produced by pulse dialing telephones do not charge capacitor C3 sufficiently to activate the tone ringer output.

Capacitors C1 and C4 and resistor R1 determine the 10 V, 24 Hz signature test impedance. C4 also provides filtering for the output stage power supply to prevent droop in the square wave output signal. Six diodes in series with the rectifying bridge provide the necessary non-linearity for the 2.5 V, 24 Hz signature tests.

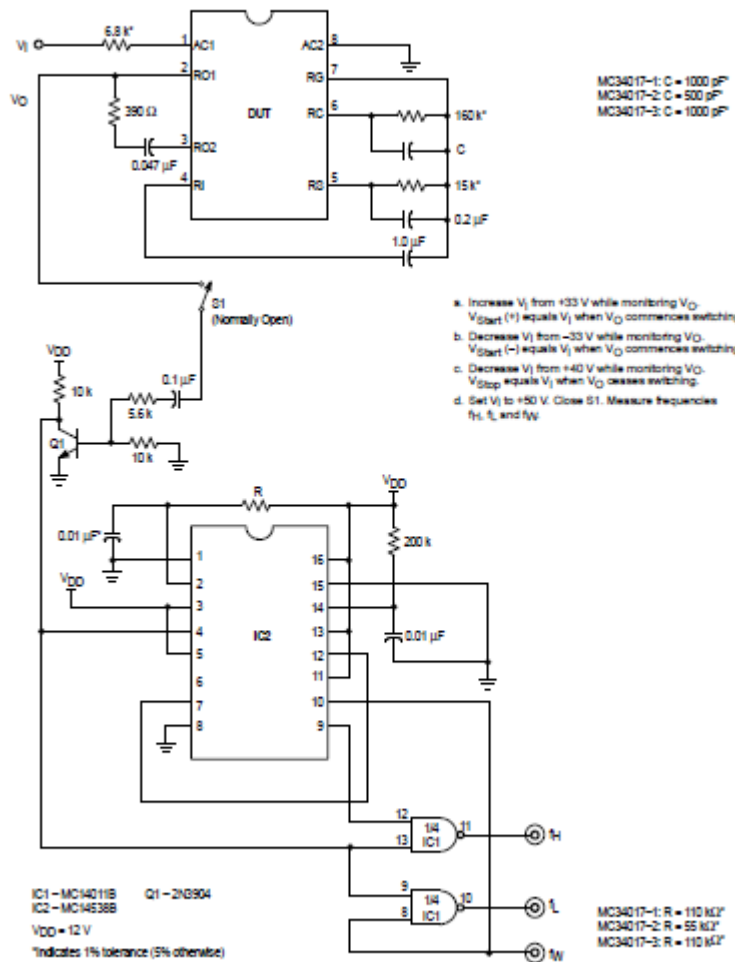
An internal shunt voltage regulator between the RI and RG terminals provides dc voltage to power the output stage, oscillator and frequency dividers. The dc voltage at RI is limited to approximately 22 V in regulation. To protect the IC from telephone line transients, an SCR is triggered when the regulator current exceeds 50 mA. The SCR diverts current from the shunt regulator and reduces the power dissipation within the IC.

EXTERNAL COMPONENTS

R1	Line Input Resistor R1 affects the tone ringer input impedance. It also influences ringing threshold voltage and limits current from line transients. (Range: 2.0 to 10 k Ω).
C1	Line Input Capacitor C1 ac couples the tone ringer to the telephone line and controls ringer input impedance at low frequencies. (Range: 0.4 to 2.0 μ F).
R2	Oscillator Resistor (Range: 150 to 300 k Ω).
C2	Oscillator Capacitor (Range: 400 to 3000 pF).
R3	Input Current Sense Resistor R3 controls the ringing threshold voltage. Increasing R3 decreases the ring-start voltage. (Range: 5.0 to 18 k Ω).
C3	Ringing Threshold Filter Capacitor C3 filters the ac voltage across R3 at the input of the ringing threshold comparator. It also provides dialer transient rejection. (Range: 0.5 to 5.0 μ F).
C4	Ringer Supply Capacitor C4 filters supply voltage for the tone generating circuits. It also provides an ac current path for the 10 Vrms ringer signature impedance. (Range: 1.0 to 10 μ F).

MC34017

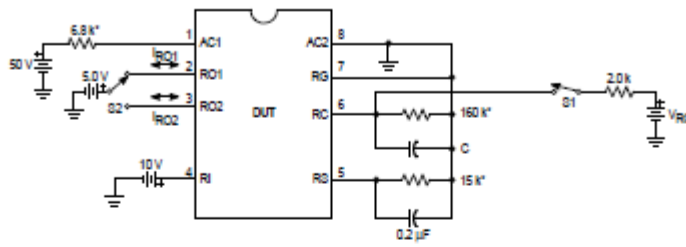
Figure 2. Test One



- a. Increase V_I from +33 V while monitoring V_O . $V_{Start} (+)$ equals V_I when V_O commences switching.
- b. Decrease V_I from -33 V while monitoring V_O . $V_{Start} (-)$ equals V_I when V_O commences switching.
- c. Decrease V_I from +40 V while monitoring V_O . V_{Stop} equals V_I when V_O ceases switching.
- d. Set V_I to +50 V. Close S1. Measure frequencies f_H , f_L and f_W .

MC34017

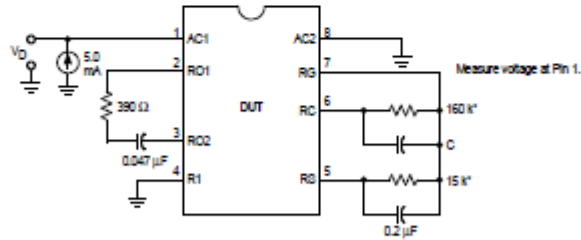
Figure 3. Test Two



MC34017-1: C = 1000 pF
 MC34017-2: C = 500 pF
 MC34017-3: C = 1000 pF
 *Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

With $V_{DD} = 4.0V$, close S1. Switch S2 to Pin 2 and measure current at Pin 2 (I_{O1}). Repeatedly switch V_{DD} between 4.0 V and 0 V until Pin 2 current changes polarity. Measure the opposite polarity current (I_{O2}).
 Calculate: $I_{RO1} = |I_{O1}| * |I_{O2}|$
 Switch S2 to Pin 3 and repeat.
 Calculate: $I_{RO2} = |I_{O1}| * |I_{O2}|$

Figure 4. Test Three

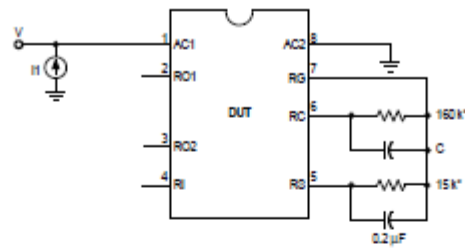


*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

MC34017-1: C = 1000 pF
 MC34017-2: C = 500 pF
 MC34017-3: C = 1000 pF

MC34017

Figure 5. Test Four

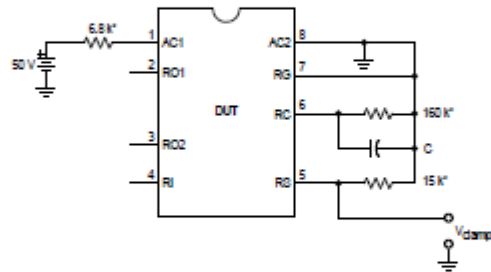


MC34017-1: C = 1000 pF
 MC34017-2: C = 500 pF
 MC34017-3: C = 1000 pF

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

- Set I1 to 30 mA. Measure voltage at Pin 1 (V_{O1}).
 - Set I1 to 100 mA. Measure voltage at Pin 1 (V_{O2}).
- (Each test < 30 ms)

Figure 6. Test Five

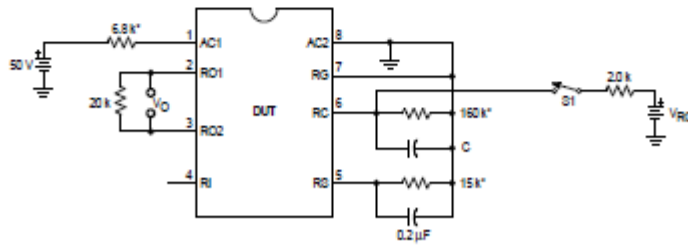


MC34017-1: C = 1000 pF
 MC34017-2: C = 500 pF
 MC34017-3: C = 1000 pF

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

Measure voltage at Pin 5 (V_{Clamp}).

Figure 7. Test Six



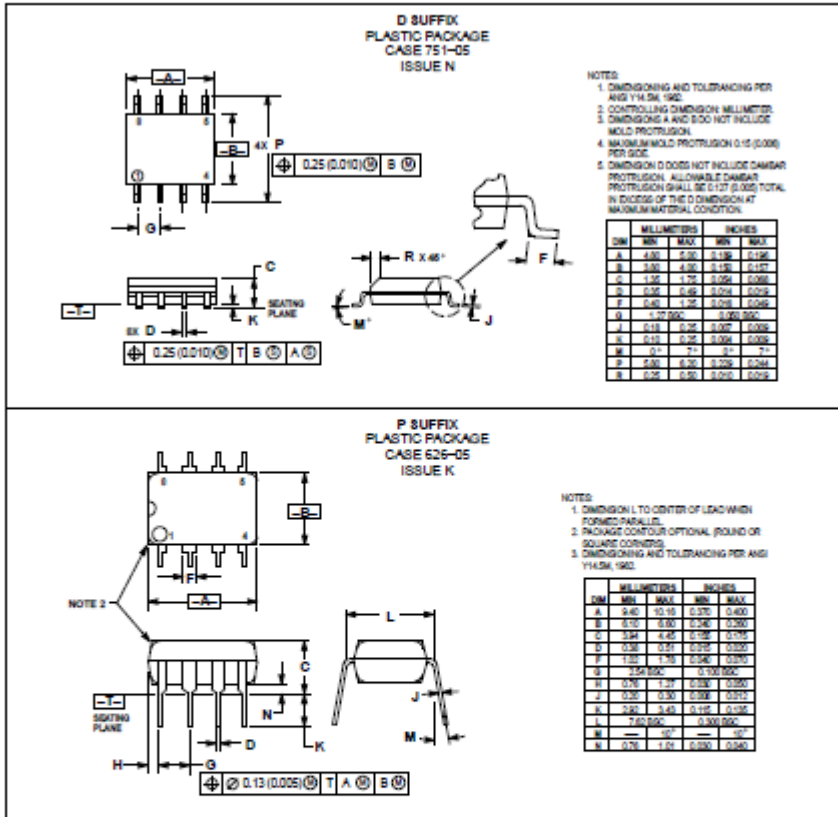
MC34017-1: C = 1000 pF
 MC34017-2: C = 500 pF
 MC34017-3: C = 1000 pF

*Indicates 1% tolerance (5% otherwise)

With $V_{RC} = 4.0$ V, close S1. Measure dc voltage between Pins 2 and 3 (V_{O1}). Repeatedly switch V_{RC} between 4.0 V and 0 V until Pins 2 and 3 change state. Measure the new voltage between Pins 2 and 3 (V_{O2}). Calculate: $V_O = |V_{O1}| + |V_{O2}|$

MC34017

OUTLINE DIMENSIONS



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:
USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution, P.O. Box 20912, Phoenix, Arizona 85008. 1-800-441-2447 or 602-303-5454
JAPAN: Nippon Motorola Ltd., Tsukumi-SPD-ULDC, 6F Seibu-Subsaryu-Center, 3-14-2 Tsukumi-Koto-Ku, Tokyo 136, Japan. 03-81-3521-8315
ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd., 85 Tai Ping Industrial Park, 51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26623098



ANEXO 5 SENSOR PROXIMIDAD

HAMLIN

www.hamlin.com

File E61760(N)

59145 and 59150 Flange Mount Features and Benefits

57145, 57150 Actuator



59145, 59150 Sensor

Features

- 2 part magnetically operated proximity sensor
- Flying leads can exit either left or right hand side of the housing
- Case design allows screw down or adhesive mounting
- Customer defined sensitivity
- Choice of cable length and connector

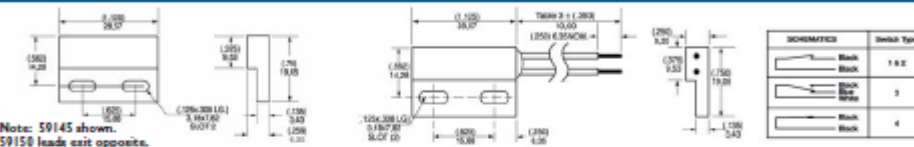
Benefits

- No standby power requirement
- Operates through non-ferrous materials such as wood, plastic or aluminium
- Hermetically sealed, magnetically operated contacts continue to operate long after optical and other technologies fail due to contamination

Applications

- Position and limit sensing
- Security system switch
- Linear actuators
- Door switch

DIMENSIONS (in) mm



CUSTOMER OPTIONS - Switching Specifications

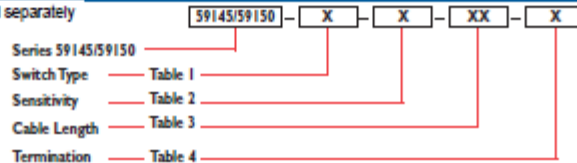
TABLE 1			Normally Open	Normally Open High Voltage	Change Over	Normally Closed
Contact Type			1	2	3	4
Switch Type	Power	Watt - max.	10	10	5	5
	Switching	Vdc - max.	200	300	175	175
Voltage	Breakdown	Vdc - min.	250	450	200	200
	Switching	A - max.	0.5	0.5	0.25	0.25
Current	Carry	A - max.	1.2	1.5	1.5	1.5
	Contact, Initial	Ω - max.	0.2	0.2	0.2	0.2
Resistance	Insulation	Ω - min.	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹
	Contact	pF - typ.	0.3	0.2	0.3	0.3
Temperature	Operating	°C	-40 to +105	-20 to +105	-40 to +105	-40 to +105
	Storage	°C	-55 to +105	-55 to +105	-55 to +105	-55 to +105
Time	Operate	ms - max.	1.0	1.0	3.0	3.0
	Release	ms - max.	1.0	1.0	3.0	3.0
Shock	11ms 10' sine	G - max.	100	100	50	50
	Vibration	50-2000 Hz	G - max.	30	30	30

CUSTOMER OPTIONS - Sensitivity, Cable Length and Termination Specification

TABLE 2						TABLE 3		TABLE 4	
Sensitivity Options:-						Cable Type:-		Termination Options:-	
Active Distance approx. using Hamlin 57145/57150 actuator as standard Switch AT before modification						24AWG 112 PVC 18°C UL1430/UL1148		SELECT OPTION (2 wire version illustrated)	
Select Option						Standard Lengths		A or F Tinned or untinned leads	
Switch Type	Ptg In Range	Active Distance d (in) mm	Ptg In Range	Active Distance d (in) mm	Ptg In Range	Active Distance d (in) mm	SELECT OPTION	CABLE LENGTH (in) FT*	DESCRIPTION
1 Normally Open	12-18	(321)	17-23	(433)	22-28	(564)	02	(1,81)300	C 0.35mm factors
2 High Voltage	13.5	(343)	11.5	(293)	10.0	(254)	06	(30,37)1,000	
3 Change Over	15-20	(403)	20-25	(508)	25-30	(635)	03	(19,69)500	D AMP MTE 2.54mm pitch
4 Normally Closed							04	(29,53)750	
							05	(38,37)1000	E IST XHP 2.5mm pitch

ORDERING INFORMATION

N.B. 57145/57150 actuator sold separately



Specifications of Hamlin Electronics 59145-030					
Circuit:	SPDT	Magnet:	Specified, Not Included	Mounting Type:	Chassis Mount
Must Operate:	5.71mm	Must Release:	20.32mm	Series:	59145
Switching Current (dc) (max):	250mA	Switching Power (max):	5W	Switching Voltage (dc) (max):	175V
Termination Style:	Wire Leads	Type:	Molded Body	Carry Current:	1.50 A
Lead-Free Status:	Lead Free	RoHS:	Compliant	Size-Length:	28.6 mm
Supply Current:	250 mA	Alternative:	HAMLIN ELECTRONICS 59145-030,ELEC 59145-030,HAM 59145-030,HAMLIN INC 59145-030,Hamlin Electronics Limited Partnership 59145-030,HAMLIN ELECTRONICS LIMITED PARTNERSHIP (VA) 59145-030,HAMLIN ELEC LTD PARTNERSHIP 59145-030,HAMLIN ELEC-TROL 59145-030,HAMLIN BREED EL 59145-030		

ANEXO 6 PUENTE DE DIODOS



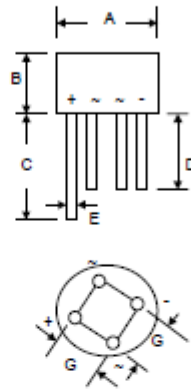
W005M – W10M 1.5A BRIDGE RECTIFIER

Features

- Diffused Junction
- Low Forward Voltage Drop
- High Current Capability
- High Reliability
- High Surge Current Capability
- Ideal for Printed Circuit Boards
- UL Recognized File # E157705

Mechanical Data

- Case: Molded Plastic
- Terminals: Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: As Marked on Body
- Weight: 1.1 grams (approx.)
- Mounting Position: Any
- Marking: Type Number



WOB		
Dim	Min	Max
A	8.60	9.10
B	5.0	5.50
C	27.9	—
D	25.4	—
E	0.71	0.81
G	4.60	5.60
All Dimensions in mm		

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @T_a=25°C unless otherwise specified

Single Phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	W005M	W01M	W02M	W04M	W06M	W08M	W10M	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	V _{RRM}								
Working Peak Reverse Voltage	V _{RWM}	50	100	200	400	600	800	1000	V
DC Blocking Voltage	V _R								
RMS Reverse Voltage	V _{RRMS}	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1)	I _O	1.5							A
@T _a = 50°C									
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I _{FSM}	40							A
Forward Voltage (per element)	V _{FM}	1.0							V
@I _F = 1.5A									
Peak Reverse Current	I _{RM}	10							μA
At Rated DC Blocking Voltage		500							
@T _a = 25°C									
Operating Temperature Range	T _J	-55 to +125							°C
@T _a = 100°C									
Storage Temperature Range	T _{STG}	-55 to +150							°C

Note: 1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.

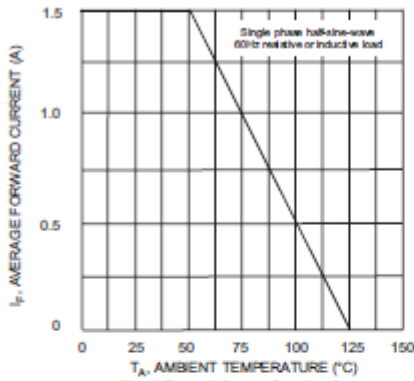


Fig. 1 Forward Current Derating Curve

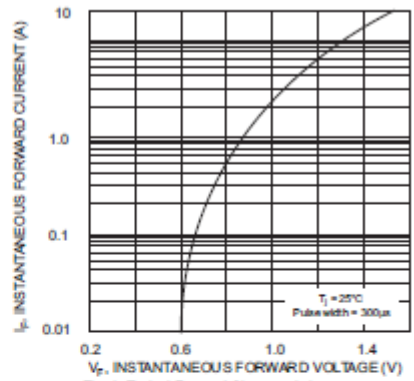


Fig. 2 Typical Forward Characteristics, per element

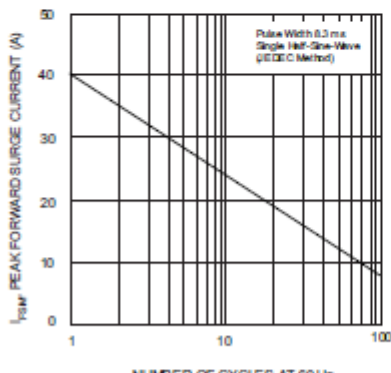


Fig. 3 Max. Non-Repetitive Surge Current

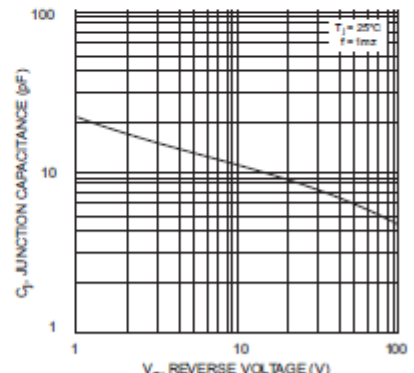


Fig. 4 Typical Junction Capacitance

ANEXO 7 OSCILADOR



Ceramic Resonator

1. SCOPE

This specification shall cover the characteristics of the ceramic resonator with the type ZTT3.64MG

2. PART NO.:

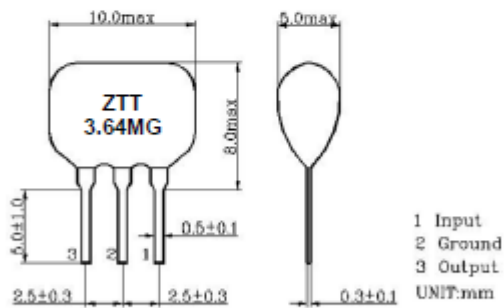
PART NUMBER	CUSTOMER PART NO	SPECIFICATION NO
ZTT3.64MG		

3. OUTLINE DRAWING AND DIMENSIONS:

Appearance: No visible damage and dirt.

Construction: Leads are soldered on electrode and body is molded by resin.

Dimensions:



<http://www.luguang.cn>

mail:lge@luguang.cn

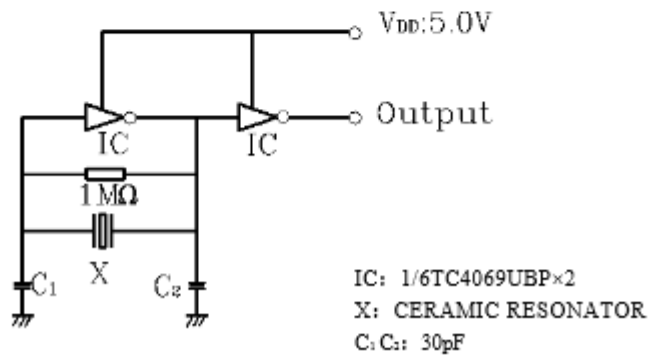
4. ELECTRICAL SPECIFICATIONS:

Oscillation Frequency F_{osc} (MHz)	4.000
Frequency Accuracy (%)	± 0.5
Resonant Impedance R_o (Ω) max	40
Temperature Coefficient of Oscillation Frequency (%) max	± 0.3 (Oscillation Frequency drift, $-25^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$)
Aging Rate (%) max	± 0.3 (For Ten Years)
Rating Voltage U_a (V) max	6VDC 15Vp-p
Insulation Resistance R_i (M Ω) min	100 (100V, 1min)
Withstanding Voltage	50VDC, 1min

5. MEASUREMENT:

Measurement Conditions: Parts shall be measured under a condition (Temp. : $20 \pm 15^{\circ}\text{C}$, Humidity : $65 \pm 20\%$ R.H.) unless the standard condition (Temp. : $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, Humidity : $65 \pm 5\%$ R.H.) is regulated to measure.

Test Circuit:



6. PHYSICAL AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

No	Item	Condition of Test	Performance Requirements
6.1	Humidity	Subject the resonator at $+40 \pm 2^\circ\text{C}$ and 90%-95% R.H. for 500 hours, resonator shall be measured after being placed in natural conditions for 1 hour.	It shall fulfill the specifications in Table 1.
6.2	High Temperature Exposure	Subject the resonator to $+85 \pm 5^\circ\text{C}$ for 500 hours, resonator shall be measured after being placed in natural conditions for 1 hour.	It shall fulfill the specifications in Table 1.
6.3	Low Temperature Exposure	Subject the resonator to $-25 \pm 5^\circ\text{C}$ for 500 hours, resonator shall be measured after being placed in natural conditions for 1 hour.	It shall fulfill the specifications in Table 1.
6.4	Temperature Cycling	Subject the resonator to -25°C for 30 min. followed by a high temperature of $+85^\circ\text{C}$ for 30 min. Cycling shall be repeated 5 times. Resonator shall be measured after being placed in natural conditions for 1 hour.	It shall fulfill the specifications in Table 1.
6.5	Vibration	Subject the resonator to vibration for 2 hours each in x y and z axis with the amplitude of 1.5mm, the frequency shall be varied uniformly between the limits of 10Hz-55Hz and then resonator shall be measured.	It shall fulfill the specifications in Table 1.
6.6	Mechanical Shock	Resonator shall be measured after 3 times' random dropping from the height of 100cm on concrete floor.	No visible damage and it shall fulfill the specifications in Table 1.
6.7	Resistance to Soldering Heat	Lead terminals are immersed up to 2 mm from resonator's body in soldering bath of $260 \pm 5^\circ\text{C}$ for 5 ± 1 seconds and then resonator shall be measured after being placed in natural conditions for 1 hour	It shall fulfill the specifications in Table 1.
6.8	Solderability	Lead terminals are immersed up to 2mm from resonator's body in soldering bath of $250 \pm 5^\circ\text{C}$ for 2 ± 0.5 sec.	More than 95% of the terminal surface of the resonator shall be covered with fresh solder.

6. PHYSICAL AND ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS

(Continued from the preceding page)

No	Item	Condition of Test	Performance Requirements
6.9	Terminal Strength	Force of 5N is applied to each lead in axial direction for 10±1 sec. When force of 5N is applied to each lead in axial direction, the lead shall be folded up 90° from the axial direction and folded back to the axial direction. The speed of folding shall be each 3 seconds.	No visible damage and it shall fulfill the specifications in Table 1.
6.9.1	Terminal Pulling		
6.9.2	Terminal Bending		

Table 1

Item	Specification after test
Oscillation Frequency Change $\Delta f_{osc}/f_{osc}$ (%) max	±0.3 (Refer to the initial value)
Resonant Impedance R_o (Ω) max	40

Note : The limits in the above table are referenced to the initial measurements.

7. REVIEW OF SPECIFICATIONS

When something gets doubtful with these specifications, we shall jointly work to get an agreement.