	Detector de Respuesta a Llamada		PROYECTO	VERSION
			DRL	1.01
Autor: Estudiez, Boris		04/07/2003	Estable	1

Proyecto: Detector de Respuesta a Llamada

1.0: Autor:

El autor Boris Estudiez, pone a disposición este proyecto al dominio publico de forma gratuita y esta abierto a modificaciones, siempre que se cite el nombre del autor y la pagina de origen. Se deniega cualquier responsabilidad por su uso, contruccion, fines de aplicacion etc.

1.1: Obtención del proyecto y contactos:

El proyecto puede ser obtenido de:

<http://stk.freeshell.org>

El autor puede ser contactado en:

Mail1: stk@freeshell.org

Mail2: slicetex@hotpop.com


Mail3: 43824@electronica.frc.utn.edu.ar

1.2: Introduccion breve:

El proyecto DRL consta de un circuito electrónico capaz de detectar el inicio de una comunicacion telefonica, es decir el usuario A llama por telefono al usuario B, si la comunicacion se establece indica que B ha contestado el llamado telefonico por lo tanto el circuito envia una señal de inicio de comunicacion, de lo contrario si da ocupado el llamado o alguna otra situacion, el circuito indicara que no se establecio la comunicacion con el usuario B.

Una de las pricipales ventajas del circuito resulta en que su algoritmo de deteccion de inicio de llamada no requiere informaciones "extras" de la linea telefonica, es decir se ocupa de monitorizar solo las señales de informacion presentes en la linea de telefono en la frecuencia de los aproximadamente 440 Hz . Esto resulta util debido a que las empresas telefonicas (al menos en Telecom Argentina en los telefonos privados) no invierten su polaridad de tension de linea al establecerse una comunicacion telefonica.

Una de las posibles aplicaciones de circuito es en el control del gasto telefonico, ya que a partir de esta etapa se puede construir un tarifador telefonico y medir el costo de la llamada que se esta realizando.

	Detector de Respuesta a Llamada		PROYECTO	VERSION
			DRL	1.01
Autor: Estudiez, Boris		04/07/2003	Estable	2

2.0: Detector de Respuesta a Llamada

Entrada: Señal de audio telefónico de aproximadamente 430 Hz (+/- 20 Hz)

Salida: S=0 ; No conectado
S=1 ; Conectado

Versión: 1.01

Cambios desde versión 1.0:

- 1.01: Se remplazaron todas las compuertas logicas por compuertas NAND, ahorrando un circuito integrado.
- Línea telefónica Aislada de circuito DRL.

2.1 Análisis y Desarrollo:

La línea de teléfono presenta señales de audio que permiten identificar el proceso del estado de una comunicación telefónica. Estas señales pueden ser escuchadas a través del teléfono por el abonado.

Internamente las compañías de teléfono utilizan señales digitales para el direccionamiento y tratamiento de las llamadas telefónicas, pero esta información es solamente entre centrales telefónicas y no pueden ser vistas por el usuario normal. Antiguamente las señales eran analógicas y algunas de ellas podían ser vistas a través del cambio de tensión en la línea, pero este sistema ya no es usado (al menos por Telecom – Córdoba, Argentina., empresa a la que estoy abonado).

Con este panorama, opte por estudiar el comportamiento de las señales de información que están a nuestro alcance en una línea de telefónica normal. Las señales distintivas que se pueden escuchar con solo descolgar el teléfono, permiten al usuario determinar el estado de una llamada telefónica. Tales señales poseen un patrón común, su frecuencia. La cual es de aprox. 430 Hz, pero varían en su cadencia. También tienen un orden preestablecido, presentándose solo si determinadas condiciones ocurren y en un lapso de tiempo característico. Luego expiran y dejan de estar presentes.

Debemos notar que las frecuencias, cadencias y duraciones de las señales varían de acuerdo a cada país, en Argentina, debemos remitirnos a la Comisión Nacional de Comunicaciones (CNC) para conocer cuales son las normas vigentes en la red telefónica nacional. Por lo tanto, no es de esperar que el circuito funcione en otros países sin modificaciones.



Detector de Respuesta a Llamada

PROYECTO

VERSION

DRL

1.01

Autor: Estudiez, Boris

04/07/2003

Estable

3

2.1.1 Definiciones de señales telefónicas:

Las empresas de teléfono informan el estado de una llamada a través de señales de audio, algunas de ellas las listamos ahora. Para mas información remitirse a las normas telefónicas de su empresa, por lo general son muy similares, solo que varían sus cadencias, es decir el tiempo en que está presente el tono de 440 HZ.

El las definiciones los valores que utilice son aproximaciones, debido que las frecuencias y duraciones de expiración de señales, varían de central a central telefónica y día a día. Según las mediciones efectuadas en un periodo de 6 meses, la frecuencia varia aproximadamente en un 7 %, del valor fijado como norma.

2.1.2 Señal de invitación a marcar (Tono):

Frecuencia aprox. 430 Hz +/- 20Hz

Emisión: Continua

Duración total: 18 seg. +/- 2 seg.

S. Telefonica Tono - Frecuencia: 432 Hz

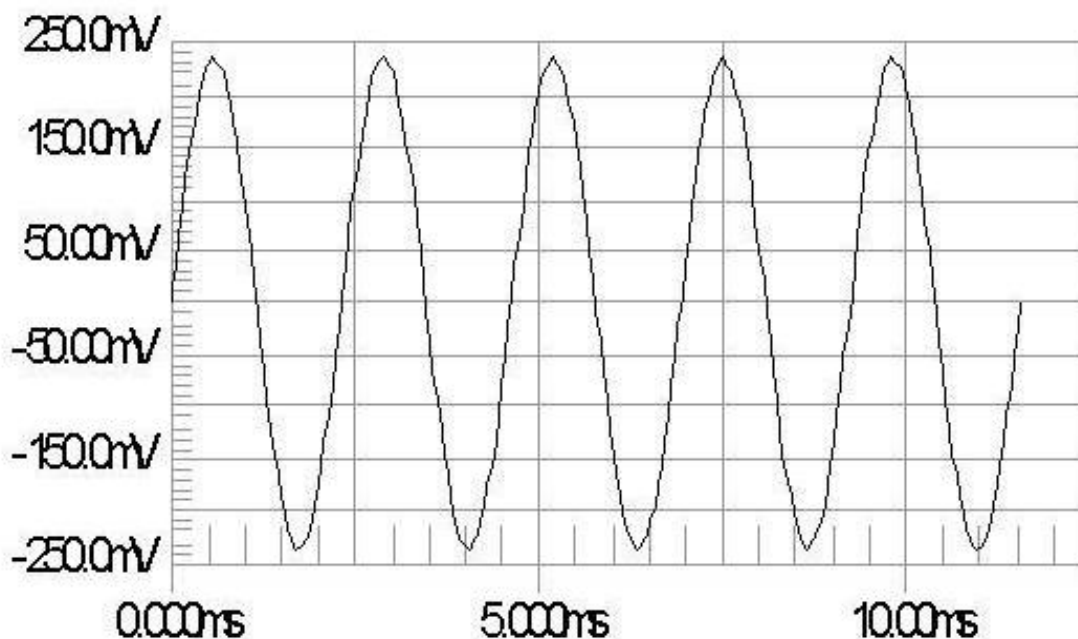


FIGURA A



Detector de Respuesta a Llamada

PROYECTO

VERSION

DRL

1.01

Autor: Estudiez, Boris

04/07/2003

Estable

4

En la **fig. A** vemos la señal de tono del teléfono, como si la estuviéramos midiendo con un osciloscopio. Observar la amplitud.

Cabe destacar que esta señal dura 18 +/- 2 seg. presente si no se efectúa ningún llamado (es decir no se digita ningún número), luego viene una señal de ocupado y posteriormente una señal de congestión (que convina varias frecuencias, a esta señal le llamaremos también señal de timeout), pasada estas señales el teléfono se queda mudo.

Cuando se digita un número en el teclado del teléfono (o discamos) la señal de tono desaparece, llevándose al teléfono a una "pausa interdigital" que no dura más de 20 segundos, es decir luego de marcar un número, este se debe completar con los números siguientes de lo contrario aparece la señal de ocupado, luego la de congestión y el teléfono se queda mudo.

Conviene experimentar con el teléfono midiendo los tiempos de cada señal y cuáles son las señales que le preceden.

2.1.3 Señal de Ocupado:

Frecuencia aprox. 430 Hz +/- 20Hz

Emisión: 410 ms

Silencio: 270 ms

Duración total: 20 seg.

Esta señal está presente en varias ocasiones del llamado telefónico, pero en especial cuando el teléfono al que llamamos está ocupado.

2.1.4 Señal de espera a respuesta:

Frecuencia aprox. 430 Hz +/- 20Hz

Emisión: 1,1 seg.

Silencio: 4 seg.

Duración total: 2 minutos

Esta señal aparece cuando al teléfono que llamamos está disponible, pero el usuario no ha contestado.

Existen otras señales de información, pero que no son utilizadas por el circuito para su funcionamiento, incluso varían en frecuencia, llegando a tener más de una frecuencia a la vez (señales compuestas).



Detector de Respuesta a Llamada

PROYECTO

VERSION

DRL

1.01

Autor: Estudiez, Boris

04/07/2003

Estable

5

2.2 Desarrollo normal de una comunicación:

Una vez identificadas las señales es posible, transformarlas en una secuencia de bits, que estarán presentes solo cuando aparece la frecuencia de 430 Hz.

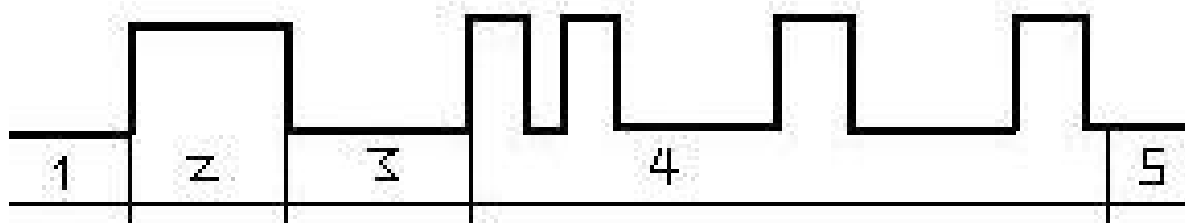


Figura 1

Cada pulso o “UNO” lógico representa la presencia de la señal telefónica de aproximadamente 430 Hz presente al descolgar el teléfono y durante otras etapas de la comunicación, como la señal de “espera a respuesta” o la señal de “ocupado”, pero con distintas cadencias.

En esta secuencia de bits se muestra el proceso desde que el usuario levanta el teléfono hasta que el destinatario de la llamada contesta el teléfono.

Detalladamente:

- 1) Teléfono permanece colgado.
- 2) Tono de “invitación a marcar”.
- 3) Marcado del número de destino.
- 4) Señal de respuesta: 3 Opciones
 - a) Ocupado
 - b) Operadora
 - c) Espera a respuesta (Como se muestra en la figura 1)
- 5) Time out o respuesta por parte del abonado (Como se muestra en la figura 1)

Luego de analizar esta secuencia de bits, notamos que el patrón de bits (que representan la presencia de la señal de 430 Hz) están presentes en la mayoría de las comunicaciones telefónicas, ya sea que de ocupado o espera



Detector de Respuesta a Llamada

PROYECTO

VERSION

DRL

1.01

Autor: Estudiez, Boris

04/07/2003

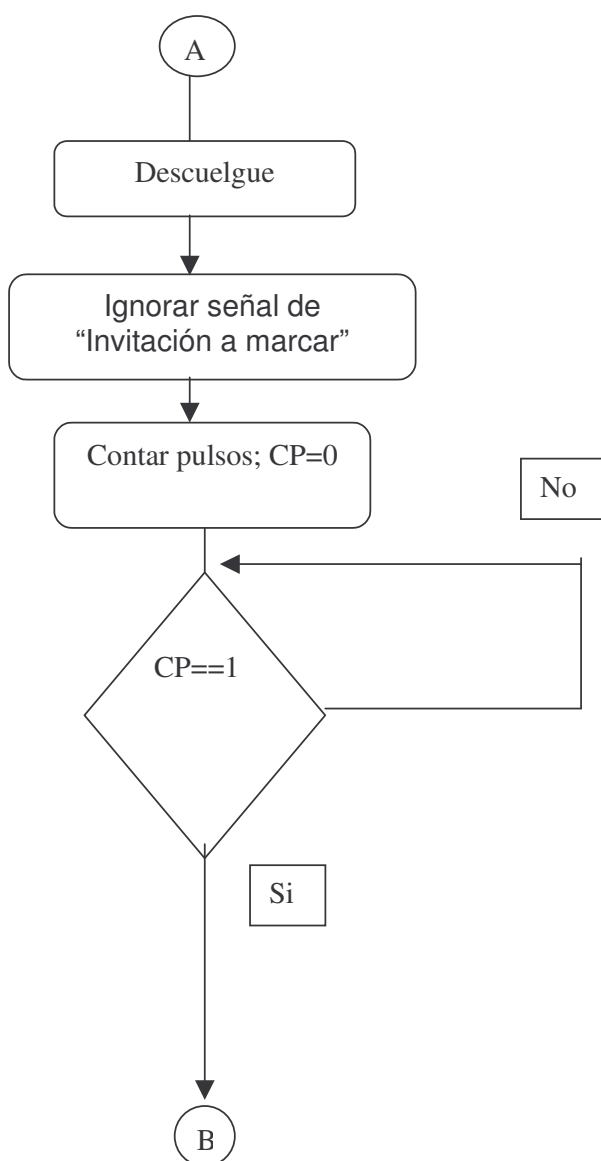
Estable

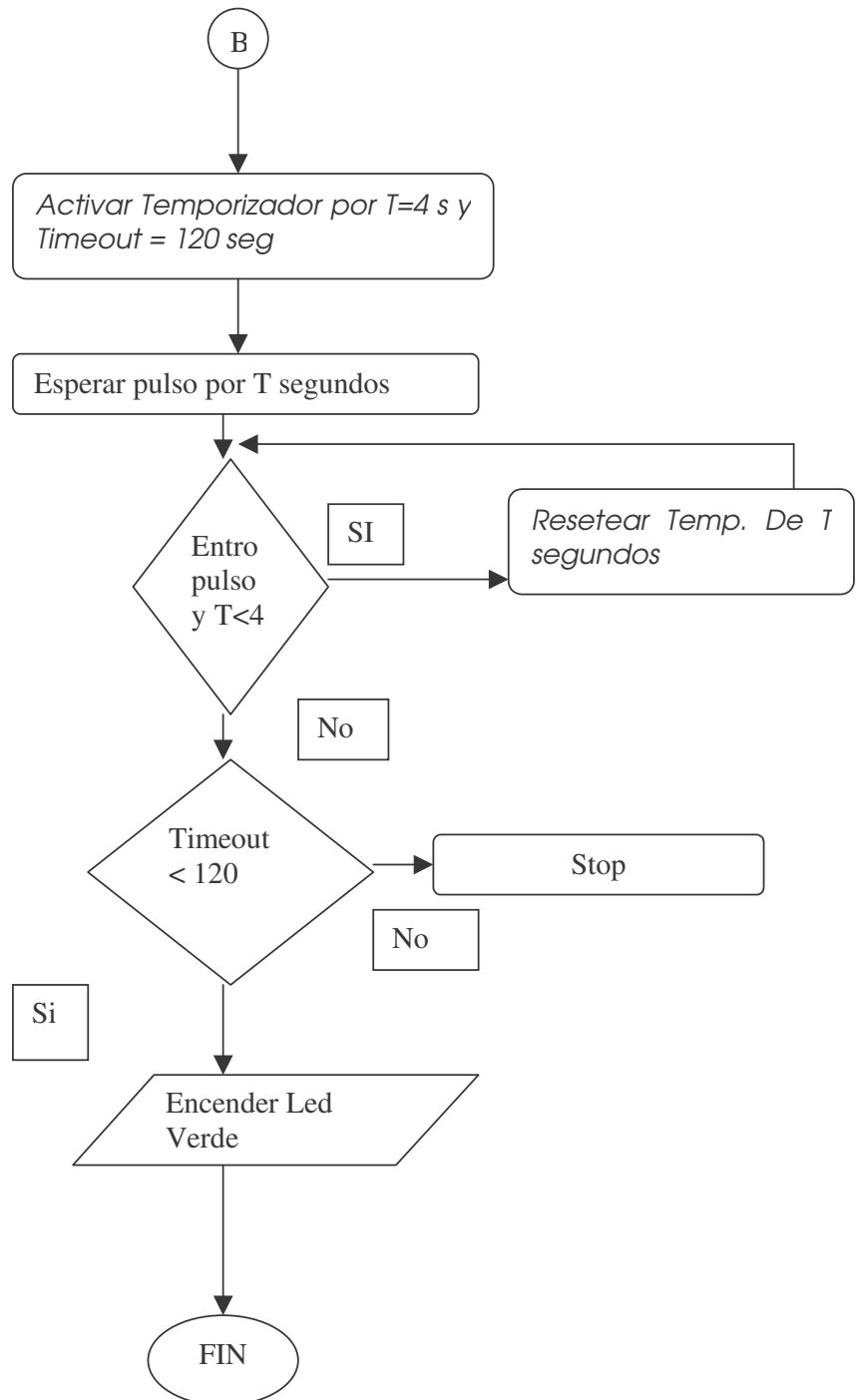
6

de respuesta. Excepto cuando atiende la operadora o la persona que llamamos.

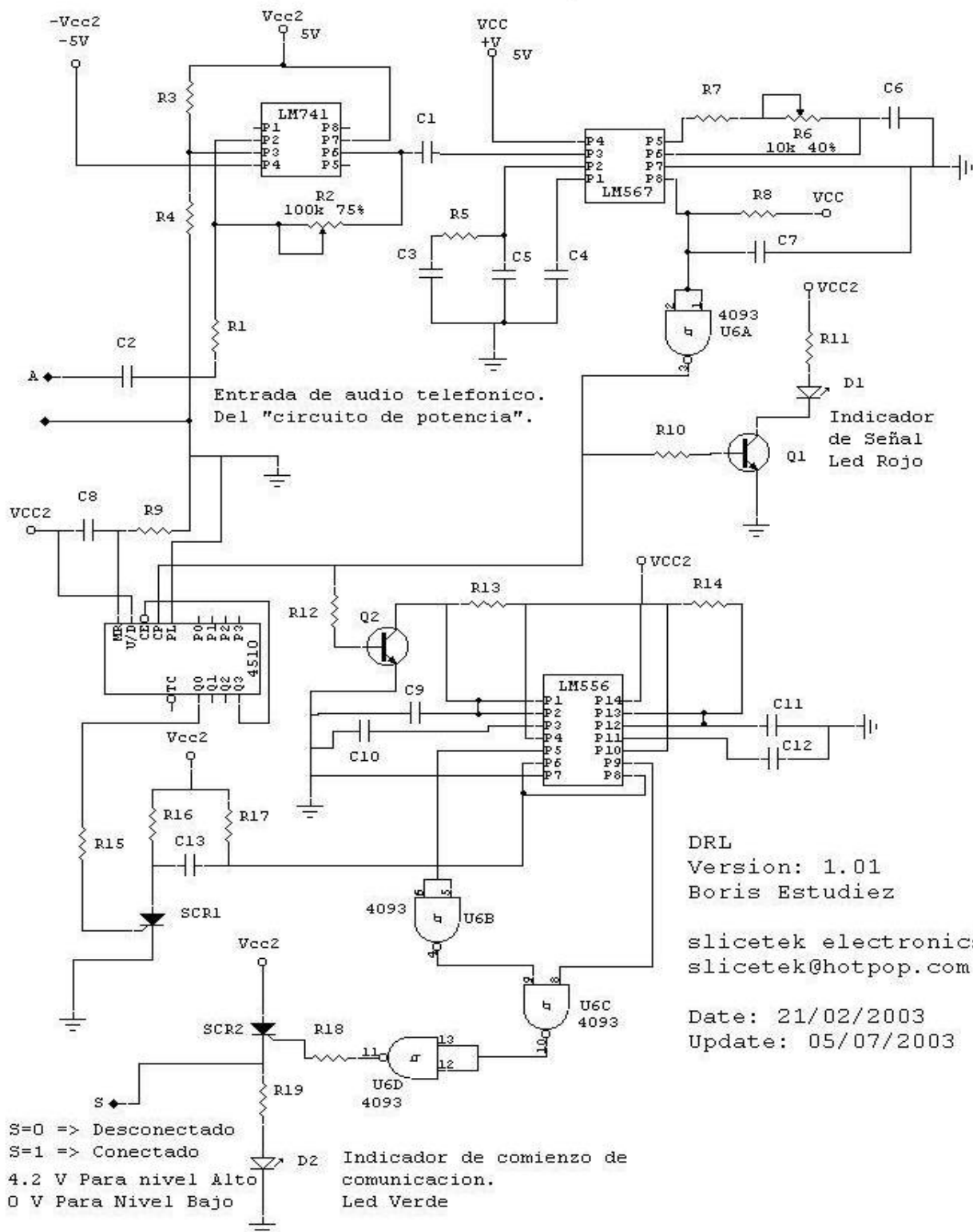
Por lo tanto es necesario realizar un circuito que detecte o “escuche” la presencia de estos bits en el paso numero 4) del proceso de llamado telefónico. Cuando los bits dejen de estar presentes, es porque la persona a la que llamamos atendió u ocurrió un time out.


2.3 Diagrama de Flujo del Circuito y Esquema Electrónico:





Vcc2 y -Vcc2, son activados
por el circuito de "potencia".



	Detector de Respuesta a Llamada	PROYECTO	VERSION
		DRL	1.01
Autor: Estudiez, Boris	04/07/2003	Estable	9

2.4 Funcionamiento del Circuito electrónico:

El circuito fue implementado en esta versión sin usar microcontroladores debido a que en el momento de realizarlo no contaba con los conocimientos necesarios para usar un microcontrolador, pero en versiones futuras el circuito lo realizare con microcontroladores, aunque el algoritmo de funcionamiento ya esta planteado y su implementación en microcontroladores no resultara difícil.

Vcc indica que la fuente siempre esta activada.

Vcc2 y -Vcc2 se activan solo cuando se levanta el tubo del teléfono, luego se explicara bien en el circuito de potencia.

LAS siguientes explicaciones, suponen que usted tiene experiencia en circuitos digitales y analógicos, y ha **leído las hojas de datos** de cada circuito integrado.

El CI LM741 es un OP-AMP configurado como inversor, para amplificar la entrada de audio telefónico (proveniente del circuito de potencia) de unos 250 mV Pico a unos 350 – 400 mV Pico para enviarlo a la entrada del LM567 que es un decodificador de tonos.

La ganancia es regulada a través del potenciómetro R2, con la relación:

$$A = - R2/R1.$$

El LM567 tiene un VCO (Oscilador Controlado por voltaje) el cual oscila a la frecuencia de la señal a detectar, calculado aproximadamente con la formula:

Calculo de F0:

$$F0 = 1/(1.1 \cdot R7 \cdot C6) = 413 \text{ Hz} \quad (\text{Frecuencia de Oscilación Central del LM567})$$

Suponiendo C6 como dato, despejamos R6.

$$R7 = 22K ; C6 = 100 \text{ nF}$$

Luego se afina la frecuencia F0 con el pot. R6 (que esta en serie con el resistor R7) a 432 Hz, este afinamiento puede ser apreciado con el osciloscopio en el pin 6 del LM567, para observar como varia la F0 modificando R6.



Detector de Respuesta a Llamada

PROYECTO

VERSION

DRL

1.01

Autor: Estudiez, Boris

04/07/2003

Estable

10

Finalmente: **F0 = 432 Hz**

El ancho de banda se calcula:

Igualamos BW = 8.27 %

BW=1070 (Vi(ef)/(FO*C5))^(1/2) = 8.27 % (a 432 Hz se tiene BW = 8 %)

Vi(pico) = 350 mV -> Vi(ef)=247 mV

C5 = 10 uF (en micro faradios) Despejado de la formula de BW.

Este porcentaje BW = 8.27 % nos dice que cualquier señal que tenga una frecuencia de F0=432 Hz +/- 8.27 %, sera considerada como valida.

El tiempo de Respuesta del 567 se determina con C4 = 4.7 uF, mientras mas grande, mas largo es el tiempo de respuesta, perdiendo sensibilidad. (Este valor es experimental y se obtiene una sensibilidad alta para los tiempos de señales que utilizamos.)

El LM567 al detectar una señal de la frecuencia de F0 (432 HZ) presenta un 0 Lógico y Alta impedancia al no detectar la señal, en el pin 8. Pero para que al detectar señal similar a F0, presente un CERO y un UNO LÓGICO al no detectarla (obviando la alta impedancia) , implementamos el un circuito con una R8 conectada a Vcc.

Añadimos un C7 debido a que cuando el LM567 detecta una señal similar a F0 produce oscilaciones (UNOS y CEROS), por lo tanto con C7 eliminamos tal oscilación, pero al costo de introducir un retardo, eso se explica en el siguiente párrafo.

Según las mediciones realizadas, la salida del 567 presenta oscilaciones al detectar la señal, lo cual se elimina con R8 y C7. Al costo de introducir un retardo de 860.1 ms cuando la señal deja de estar presente, es decir cuando se carga el capacitor. $T = C7 \times R8 = 860.1 \text{ ms}$. Este valor tambien fue calculado experimentalmente, ya que fue la forma mas facil de hallarlo.

La compuerta U6A del integrado 4093, es una compuerta NAND, pero configurada como si fuera una compuerta NOT (se unen los terminales de entrada), esto permite invertir la salida del 567, produciendo una secuencia de bits similar a como se muestra en la **FIG. 1**. Utilizamos un trigger de schmitt para obtener UNOS y CEROS bien definidos, sin posibilidad a errores



Detector de Respuesta a Llamada

PROYECTO

VERSION

DRL**1.01**

Autor: Estudiez, Boris

04/07/2003

Estable

11

producidos por falsos estados lógicos que se puedan producir en la entrada del U6A (NOT), en el rango de las tensiones de entrada de 2V a 3V. Otras compuertas lógicas, pueden oscilar en esas tensiones. Por ejemplo un 4011 que son 4 compuertas NAND, pero sin tecnología de trigger de schmitt.

El CI 4510 cuenta los pulsos (CP) y así determinar en que etapa de la llamada se encuentra, (antes de discar (digitar) o luego de discar (digitar)).

Una vez identificada la etapa ($CP=1$), se activa los dos temporizadores del LM556 (Configurados como Monoestable). Recordar que se activan por bajo (cero) y este cero debe durar un instante pequeño, por ello se usa el tiristor SCR1, con una RED RC en equilibrio, es decir $R16=R17$ y C13 se carga solo cuando se activa el SCR1.

Calculo del primer temporizador llamado T (lado izquierdo del 556):

$$T = 1.1 * R13 * C9 = 4 \text{ s}$$

Calculo de segundo temporizador llamado TimeOut (lado derecho del 556):

$$\text{TimeOut} = 1.1 * C11 * R14 = 120 \text{ s}$$

Ver hoja de datos del LM555 o LM556 para entender esto ultimo.

Cada pulso entrante resetea a T, mediante Q2, logrando que se espere el siguiente pulso de la señal de “espera a respuesta”. Cuando deja de resetearse T (no llegan mas pulsos y pasan 4 s), se comprueba si TimeOut sigue siendo menor a 120 s. De esta forma se obtiene la tabla siguiente tabla de verdad:


O1: Pin 5 del LM556

O2: Pin 9 del LM556

F: El valor que yo quiero obtener para cuando se detecte comunicación.

O1(T)	O2(TimeOut)	F
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

Minimizando por Karnaugh:

	Detector de Respuesta a Llamada		PROYECTO	VERSION
			DRL	1.01
Autor: Estudiez, Boris		04/07/2003	Estable	12

$$F = (/O1) * O2$$

/O1 : significa O1 negado.

Obviamente se requieren una AND y una NOT para negar a O1. Pero como solo disponemos de compuertas NAND, llevamos a F para ser implementadas solo con NAND.

Esto es una NAND se puede convertir en NOT, uniendo sus entradas, U6B. Una NAND se puede convertir en AND negando su salida, U6C y U6D.

Finalmente el UNO lógico que se produce en F (salida de la compuerta U6D), indica que se estableció conexión activando el SCR2 (tiristor). Luego el tiristor activa el Led Verde.

Nótese que Vcc2, resetea e inicializa el circuito cada vez que se activa mediante el relé del circuito de potencia. Esto es se resetean los tiristores, temporizadores, contadores, etc.

Adicionalmente se añadió un led rojo, que permite configurar el valor del resistor R6. Cuando hay señal de 430 Hz presente, el Led se activa.

El error de detección de conexión es de aprox. 5 segundos como máximo. Ya que 4 s hay entre pulso y pulso de la señal de espera a respuesta y ~1 de retardo a la salida del 567 con R8 y C7.

La señal de ocupado resetea continuamente a T en menos de 4 s, por lo tanto no se detectara conexión, aunque debido a que dura 20 segundos, cuando deje de estar presente, se interpretara como conexión. La solución es detectar la señal siguiente al tono de ocupado, pero a fines prácticos no implemente tal funcionalidad por no extender demasiado el tiempo del proyecto. Aunque es difícil que se escuchen 20 s de ocupado en una llamada normal...

La salida S del circuito presentara **S=0** cuando no se establezca conexión y **S=1** cuando se establezca conexión.

2.4.1 Materiales del circuito DRL 1.01:

220nF = C1,C2,C3

4.7uF = C4

10uF = C5,C8

100nF = C6,C10,C12,C13

47uF = C7



Detector de Respuesta a Llamada

PROYECTO

VERSION

DRL

1.01

Autor: Estudiez, Boris

04/07/2003

Estable

13

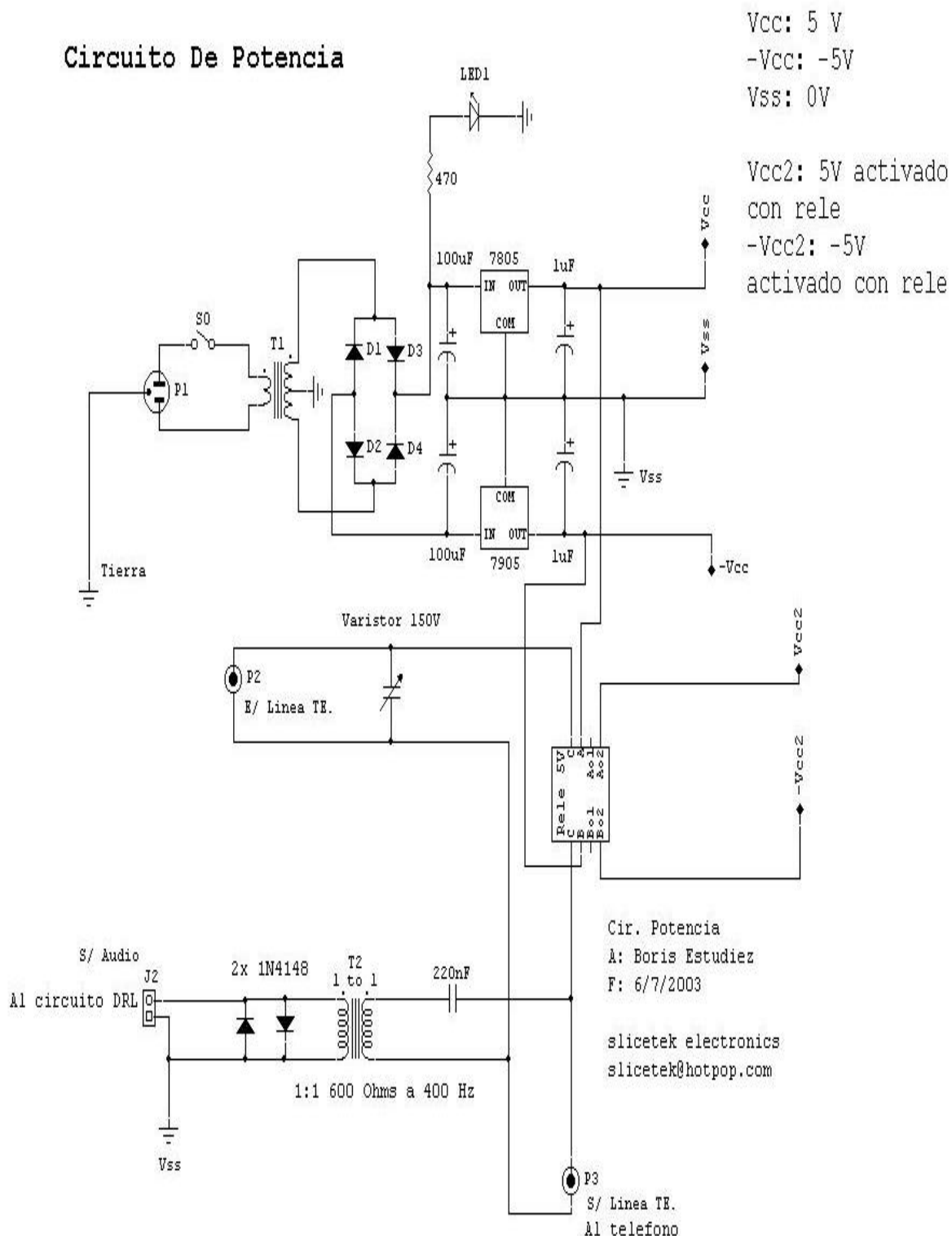
200uF = C9
100uF = C11
LED = D1,D2
BC548A = Q1,Q2
47K = R1,R5
100k var = R2
27K = R3,R4
10k var = R6
23.5k = R7
18.3k = R8
100k = R9
10k = R10,R12
220 = R11,R19
18.2k = R13
1,1M = R14
1k = R15
3.3k = R16,R17,R18
2N5060 = SCR1,SCR2

CI:

4093 (Quadruple 2-input Schmitt Trigger NAND)
4510 (BCD Counter)
LM567 (Tone Decoder)
LM556 (Timer)
LM741 (Op-Amp)

2.5 Circuito de Potencia:

Circuito De Potencia





Detector de Respuesta a Llamada

PROYECTO

VERSION

DRL

1.01

Autor: Estudiez, Boris

04/07/2003

Estable

15

El circuito provee una tensión de $V_{cc} = 5V$ y $-V_{cc} = -5V$ en todo momento. Y Una tensión de $V_{cc2} = 5V$ y $-V_{cc2} = -5V$ solo cuando se descuelga el teléfono. Esto se logra a través de un relé de 5V, cuando la línea telefónica se ocupa, circula una corriente necesaria para activar el relé y consecuentemente V_{cc2} y $-V_{cc2}$ se activan y proveen 5V. Es necesario que el rele sea de 5V ya que este tipo de rele se activan con poca corriente, permitiendo que la linea de telefono no se sobre cargue.

El varistor es usado para evitar posibles altos picos de tensiones proveniente de la línea de teléfono y así no dañar los circuitos conectados.

El transformador T2 se usa para aislar eléctricamente a la linea telefónica del circuito (esto es por norma) y debe tener una impedancia de 600 Ohms a 400 Hz y una relacion 1:1 (similar al trafo usado por los modems) . Los diodos en antiparalelo se usan para limitar picos de ruido o audio altos.


El capacitor de 220nF se utilizan para desacoplar la componente CC de la línea telefónica, dejando pasar solo las frecuencias de audio usadas por el circuito **DRL** conectado a J2.

P2 es la entrada de línea telefónica y P6 es la salida que va conectada al teléfono.

El circuito DRL necesita que el LM567 siempre este funcionando, por ello aquel integrado esta conectado a V_{cc} y no a V_{cc2} , esto es para que se mantengan sus capacitores cargados y la F0 siempre este oscilando y se compare rapidamente con la señal de entrada.

V_{cc2} y $-V_{cc2}$, son necesarios que no esten presentes en el circuito DRL cuando el telefono este colgado, ya que ellos resetan al circuito DRL cada vez que se cuelga el telefono. Ver funcionamiento del DRL.

Es posible, usar el circuito DRL sin el circuito de potencia, esto se puede hacer por ejemplo para simular una llamada telefónica. Por ejemplo, si tenemos grabado una llamada completa en la PC, inyectamos el audio por la entrada A del DRL, luego con algunos interruptores simulamos $-V_{cc2}$ y V_{cc2} , y V_{cc} siempre lo dejamos activado o conectado a una fuente externa.

	Detector de Respuesta a Llamada		PROYECTO	VERSION
			DRL	1.01
Autor: Estudiez, Boris		04/07/2003	Estable	16

2.6 Errores/Fallas/Bugs:

- El uso del led verde (D2) produce que la salida S oscile al pasar del estado CERO a UNO por unos instantes, esto no es detectado por el ojo humano, pero si por un circuito digital, una posible solución, es abrir el circuito donde se encuentra D2. Eso permitirá una transición “limpia” de CERO a UNO en S. Este error no siempre sucede, aunque como el siguiente DRL será con microcontroladores, no lo voy a solucionar.
- El circuito no tiene en cuenta la señal de timeout en al final de cada señal telefónica, en la próxima versión esto será solucionado.
- El uso de un rele de 5V en la línea de teléfono no es muy conveniente, algunas líneas de teléfonos no tienen suficiente corriente para activarlos.

2.7 Conclusiones

El circuito DRL permite muchas aplicaciones haciéndolo muy util. Puedo añadir que este proyecto contiene muchas simplificaciones y cuestiones que no se han tenido en cuenta, por ser de carácter experimental. Quizás su finalidad sea introducir a la compresión de líneas telefónicas, ya que cualquier persona con esta base podrá desarrollar circuitos similares a partir de esta base.

Por otro lado este circuito fue el primero que desarrolle de forma individual y totalmente con ideas propias, por ello sepan disculpar errores.

Cualquier comentario respecto al DRL será bienvenido en mi dirección de correo.

Un saludo a las empresas de telefonía que no proveen ningun tipo de información acerca de sus líneas, en especial a Telecom. Argentina...

2.7 Bibliografia

- Hojas de datos del 567 y 555 de Phillips, contienen mucha información.
- **CNC** (Comision Nacional de Comunicaiones de Argentina), normas de telefonia nacional.
- Textos de Lineas y Señales telefónicas recopilados sobre internet.
- Técnicas Digitales I – Rodolfo Caballero
- Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados – Shilling
- Amplificadores Operacionales – Driscoll
- HE4000B Logic Family CMOS – Data Handbook IC04 de Phillips