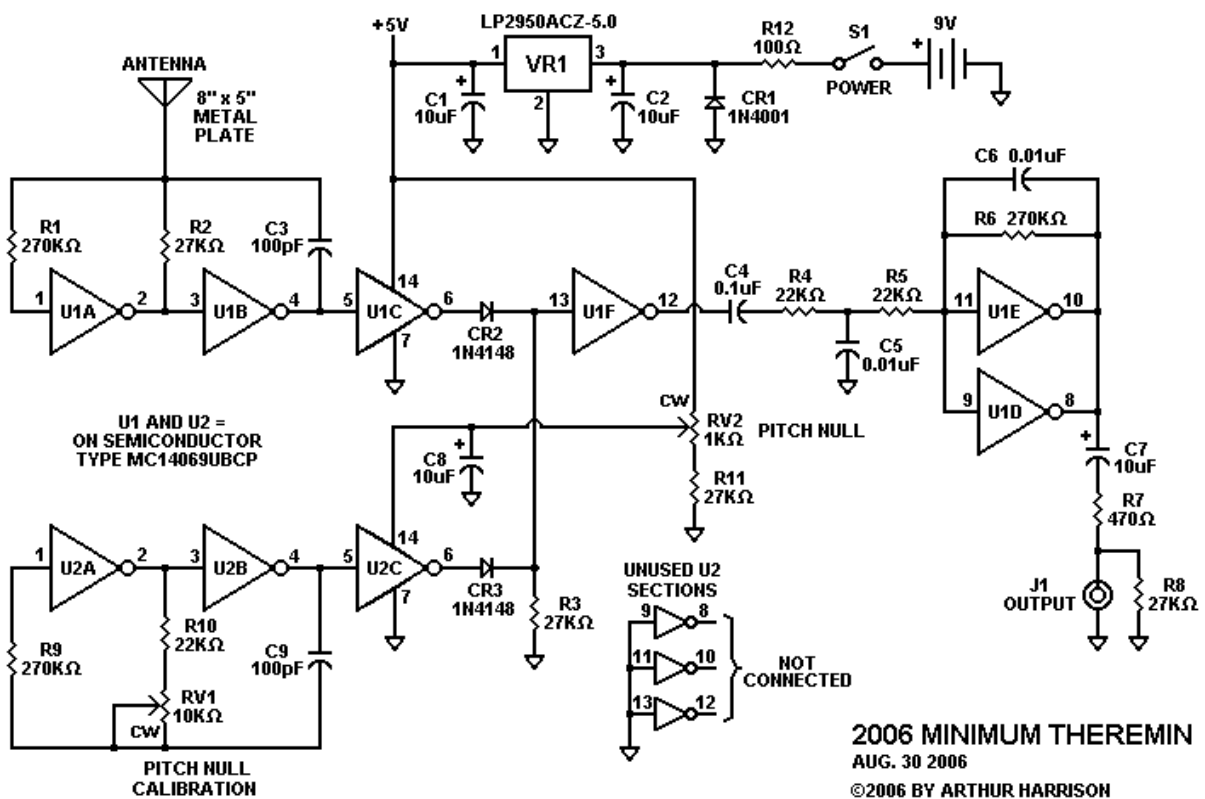


Principio heterodino

El theremin utiliza el principio heterodino para generar una señal de audio. El circuito de tono/frecuencia del instrumento incluye dos osciladores de radiofrecuencia establecidos por debajo de 500 kHz para minimizar la interferencia de radio. Un oscilador opera a una frecuencia fija. La frecuencia del otro oscilador está controlada por la distancia del intérprete a la antena de control de tono. La mano del ejecutante actúa como la placa puesta a tierra (el cuerpo del ejecutante es la conexión a tierra) de un capacitor variable en un circuito L-C (inductancia-capacitancia), que es parte del oscilador y determina su frecuencia. Algunas versiones funcionaron con un cambio en la capacitancia entre el intérprete y el instrumento del orden de 0,01 picofaradios para producir el rango completo de cambio de frecuencia. La diferencia entre las frecuencias de los dos osciladores en cada momento permite crear un tono de diferencia en el rango de frecuencias de audio, dando como resultado señales de audio que son amplificadas y enviadas a un parlante.

El Heterófono está construido siguiendo el esquema Minimun Theremin de Arthur Harrison 2006.



HACELO VOS MISMX

Dos circuitos integrados idénticos, comúnmente disponibles, conocidos como "inversores hexagonales" se utilizan para las funciones principales del theremin. Estos son dispositivos CMOS (Semiconductor de óxido de metal de simetría complementaria), que generalmente se usan en circuitos digitales para realizar una función lógica llamada "inversión". Cada IC contiene seis secciones idénticas; de ahí el término "inversor hexadecimal".

Las secciones A y B de U1 forman el oscilador variable del theremin que opera en un rango de frecuencia alrededor de 73kHz. La antena forma la mitad de un condensador variable que forma parte de la red de determinación de frecuencia de este oscilador, y la mano del jugador forma la otra mitad. A medida que varía la distancia entre la mano y la antena, también varía la capacitancia y, por lo tanto, la frecuencia del oscilador. La sección C de U1 amortigua la salida del oscilador variable para proporcionar aislamiento de impedancia del resto del circuito.

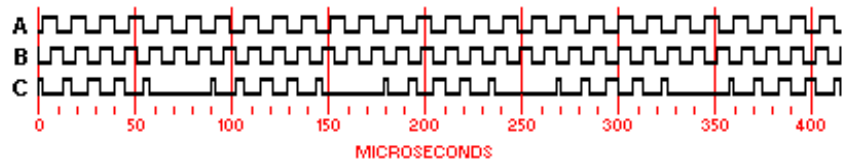
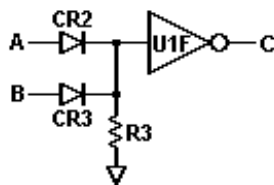
Las secciones A y B de U2 comprenden el oscilador local del theremin que se ajusta con el potenciómetro PITCH NULL RV2 y el potenciómetro PITCH NULL CALIBRATION RV1. RV1 es un tipo de "recortador" en miniatura, montado en la placa de circuito, que se utiliza para calibrar el rango de frecuencia del oscilador local. Con RV1 correctamente ajustado, la frecuencia del oscilador local será igual a la frecuencia del oscilador variable con la mano más alejada de la antena. En estas condiciones, la relación de fase de los dos osciladores será constante debido a su acoplamiento capacitivo pequeño pero finito, por lo que no se producirá ningún tono audible.

Los retardos de propagación y las impedancias de salida de los inversores dependen de la alimentación. En consecuencia, el potenciómetro PITCH NULL RV2 afecta la frecuencia del oscilador local al variar su voltaje de suministro. Este método de ajuste permite ubicar RV2 a cualquier distancia conveniente del circuito y la antena, ya que las variaciones de frecuencia resultantes de la capacitancia entre la perilla del potenciómetro y tierra son desacopladas por el capacitor C8. En uso, el performer ajusta RV2 de modo que el theremin se silencie con la mano más alejada de la antena y produzca el tono de menor frecuencia cuando la mano está a la distancia máxima de reproducción. La sección C de U2 amortigua la salida del oscilador variable para proporcionar aislamiento de impedancia del resto del circuito. Las tres secciones U2 restantes no se utilizan, por lo que sus entradas están conectadas a tierra.

Los diodos CR2 y CR3, y la resistencia R3 comprenden una puerta lógica "O" que es el mezclador del theremin. El mezclador "heterodino" combina las dos señales del oscilador, produciendo términos de suma y diferencia de sus frecuencias fundamentales y armónicas. La sección F de U1 amortigua la salida del mezclador. C4 es un condensador de bloqueo de CC que acopla la señal mixta a un filtro de paso bajo que consta de R4 y C5. Este filtro reduce los productos de suma heterodina inaudibles, dejando la diferencia audible, o

producto de "frecuencia de batido". La señal de frecuencia de pulsación se aplica a un amplificador compuesto por las secciones D y E de U1 y las resistencias determinantes de ganancia R5 y R6. El condensador C6 proporciona una segunda sección de filtrado de paso bajo para atenuar aún más los productos heterodinos inaudibles.

Las siguientes figuras de la puerta lógica "O" y las formas de onda relacionadas ilustran el funcionamiento del mezclador. Se aplica una onda cuadrada de 64 kHz del oscilador variable a la entrada "A", y una onda cuadrada de 76 kHz del oscilador local se aplica a la entrada "B". La forma de onda "C" es la salida del mezclador. En este ejemplo, la frecuencia de cada forma de onda de entrada está por encima del rango de audición, pero la forma de onda de salida es un tren de pulsos que contiene una frecuencia audible relacionada con su diferencia. Esto es evidente en la periodicidad de los grupos de pulsos de forma de onda "C", que para este ejemplo de entradas de frecuencia, aparecen en una frecuencia de pulso audible de 12 kHz.



©2006 Arthur Harrison

Dado que los osciladores del theremin tienen cierta sensibilidad a las variaciones de la fuente de alimentación, se utiliza VR1, un IC regulador de voltaje de caída baja, para proporcionar 5 V constantes al circuito. El circuito utiliza menos de 2 mA de corriente, por lo que una batería alcalina de nueve voltios proporcionará muchos días de funcionamiento. El rectificador CR1 protege el circuito de la inversión accidental de la batería, y el R12 evita que la corriente excesiva provoque que CR1 y la batería se calienten en tal condición. Dado que el circuito consume menos de 2 mA, la caída de tensión en R12 es inferior a 200 mV, lo que provoca una pérdida relativamente insignificante de la vida útil de la batería. El instrumento funcionará con una batería de tan solo 5,5 V.

En el prototipo, la salida en J1 es de 2,75 V de pico a pico a 100 Hz, disminuyendo a unos 450 mV de pico a pico a 1000 Hz. El rango de tono útil del theremin es de aproximadamente 200 Hz a 1600 Hz, o tres octavas, para una distancia de mano correspondiente de aproximadamente dieciocho pulgadas a una pulgada desde la antena de placa. La característica "Q" inherentemente baja de los osciladores establece un límite para la frecuencia audible más baja, por debajo del cual, la interferencia electromagnética de las líneas eléctricas y los aparatos de 60 Hz, combinada con el acoplamiento capacitivo parásito entre los osciladores, compromete la fidelidad de la salida. Estas condiciones mejoran si el instrumento está lejos de fuentes de interferencia. Los valores de los componentes determinantes de la frecuencia de los osciladores pueden ajustarse empíricamente para obtener el mejor compromiso de rango de detección y fidelidad. Por

ejemplo, a medida que aumenta C3, los efectos de interferencia disminuirán a expensas de la disminución del rango de detección.

Con respecto a la diferencia entre esta versión del Theremin mínimo y la versión anterior: el mezclador de esta versión, compuesto por una puerta "O" de diodo seguida de un búfer, produce una señal heterodina que es un tren de pulsos de amplitud completa (cero a +5V) con transiciones rápidas, lo que resulta en una calidad de tono que tiene una mayor proporción de armónicos y una amplitud de salida bien definida. La versión anterior utiliza un parámetro de inversor CMOS no caracterizado que varía de un IC a otro, generalmente produciendo un tono más fundamental, pero no tan consistente en amplitud ni contenido armónico.

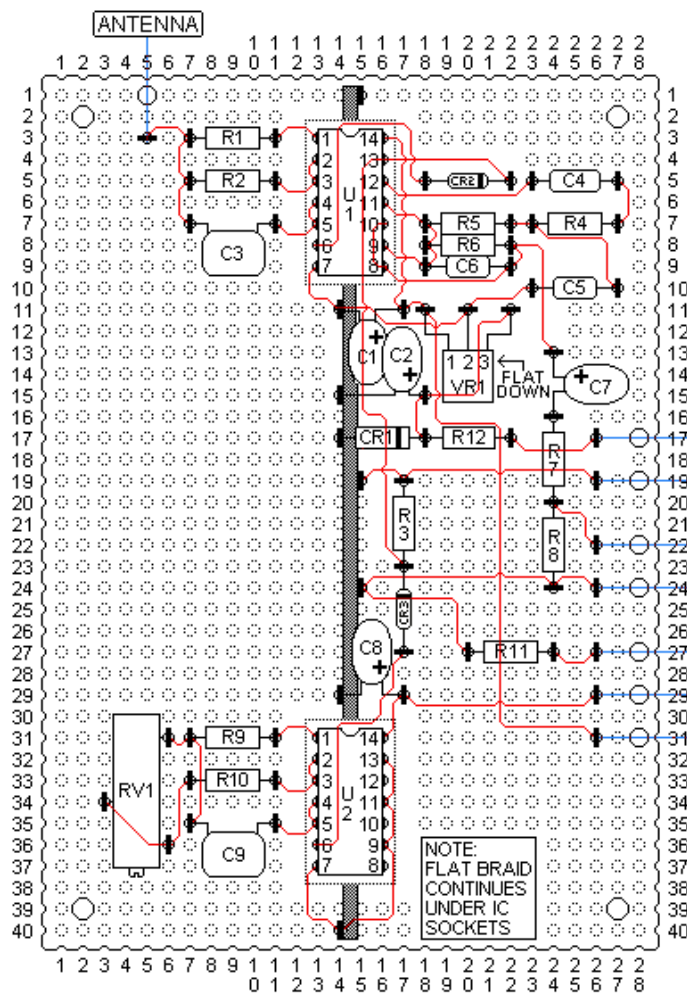
El Theremin mínimo se puede conectar a un amplificador a través del conector de SALIDA mono J1. También tiene suficiente potencia de salida para conducir auriculares eficientes y de alta fidelidad. Para usar con auriculares estéreo, el usuario puede desear reemplazar J1 con un tipo estéreo que tenga sus contactos de "punta" y "anillo" conectados entre sí.

AVISO: No toques este instrumento a un volumen alto, especialmente cuando uses auriculares. Usá auriculares que tengan un control de volumen incorporado y ajuste el control de volumen a un nivel cómodo. Los expertos en audición desaconsejan el uso continuo y prolongado de auriculares.

Para que un theremin funcione correctamente, debe existir un acoplamiento capacitivo suficiente entre el cuerpo del ejecutante y el instrumento. Aunque no es obvio, un jugador está suficientemente "acoplado" a tierra a través de su área de superficie, lo que presenta una gran capacitancia a tierra a través del "espacio libre". Cuando el theremin está conectado a un amplificador, también está conectado a tierra a través de una conexión eléctrica y/o capacitancia entre el circuito del amplificador y la tierra. Este acoplamiento de "espacio libre", junto con la conexión a tierra del amplificador, proporcionan la conexión común deseada entre el cuerpo del ejecutante y el instrumento.

Cuando se usa con auriculares y no está conectado a un equipo externo, es posible que no haya suficiente acoplamiento capacitivo entre el instrumento y el reproductor. Esto se puede remediar conectando la tierra del circuito (terminal negativa de la batería) a tierra o a un objeto metálico cercano. Un soporte de micrófono de metal, cuando se usa para montar el theremin, es adecuado para este propósito. Si esto no es práctico, agarrar algunas bobinas del cable de los auriculares proporcionará un acoplamiento suficiente entre el reproductor y la tierra del circuito.

El rendimiento de la temperatura es excelente para este theremin; la deriva de calentamiento es insignificante debido a los niveles de potencia conservadores en los circuitos integrados del oscilador, así como a la cancelación de la deriva de primer orden entre los circuitos del oscilador configurados de manera idéntica.



TOP VIEW

SYMBOL KEY

	0.042" DIA. PERFORATION
	0.086" DIA. WIRE HOLE
	0.113" DIA. MOUNTING HOLE
	T-68 TERMINAL (VERTICAL)
	T-68 TERMINAL (HORIZONTAL)
	WIREWRAP WIRE (UNDER BOARD)
	STRANDED HOOK-UP WIRE
	FLAT BRAID

COMPONENT VALUES

C1 = 10uF
C2 = 10uF
C3 = 100pF
C4 = 0.1uF
C5 = 0.01uF
C6 = 0.01uF
C7 = 10uF
C8 = 10uF
C9 = 100pF
CR1 = 1N4001
CR2 = 1N4148
CR3 = 1N4148
R1 = 270KΩ
R2 = 27KΩ
R3 = 27KΩ
R4 = 22KΩ
R5 = 22KΩ
R6 = 270KΩ
R7 = 470Ω
R8 = 27KΩ
R9 = 270KΩ
R10 = 22KΩ
R11 = 27KΩ
R12 = 100Ω
RV1 = 10KΩ, 15-TURN
RV2 = 1KΩ, 1-TURN
U1 = MC14069UBPC
U2 = MC14069UBPC
VR1 = LP2950ACZ-5.0

- 9V BATTERY POSITIVE (VIA S1)
- 9V BATTERY NEGATIVE
- J1 TIP
- J1 RING
- RV2 CCW
- RV2 SLIDER
- RV2 CW

OBSERVE THE ORIENTATION OF POLARIZED COMPONENTS C1, C2, C7, C8, CR1, CR2, CR3, U1, U2, AND VR1

2006 MINIMUM THEREMIN LAY-OUT

AUG. 30 2006

©2006 BY ARTHUR HARRISON