

GUIARRA ELECTRICA

La guitarra es uno de los instrumentos musicales más popular, y esta tiene un alcance extremadamente grande, en muchos estilos de música, bien sea esta rock, flamenco, country, etc.; en todas estas el mismo instrumento crea una amplia gama de sonidos.

La guitarra ha sufrido grandes transformaciones a lo largo de su historia, la guitarra eléctrica, es obviamente, uno de los cambios más radicales y que ha influido profundamente en la popularidad del instrumento.

Muy seguramente para la mayoría de nosotros, muchos aspectos de este lindo instrumento musical, pasan desapercibidos, pues muy seguramente muy pocos lograríamos explicar acertadamente algunas preguntas tales como:

- ¿Cómo trabaja una guitarra?
- ¿Qué es un acorde?
- ¿Para que sirve el gran hueco que esta tiene en el centro?
- ¿Cómo funciona una guitarra eléctrica?

Pues bien, en este número de nuestra revista, trataremos de darle explicación a algunas de estas preguntas, de modo que la próxima vez que escuchemos una melodía tocada en este instrumento, quizá la apreciemos un poco más.

PARTES DE UNA GUITARRA

Una guitarra es un instrumento que tiene una forma y sonido característico.

La mejor manera para lograr comprender como es que esta produce el sonido, es entender como funciona cada una de las partes que componen el instrumento. Por razones obvias, comenzaremos hablando de una guitarra acústica, pero posteriormente hablaremos un poco acer-

ca de la eléctrica, tal vez la que más interés genera en nosotros los que estamos introducidos en este mundo de la electrónica.

Una guitarra puede ser dividida en tres partes básicas:

- La caja de resonancia (3)
- El cuello, el cual sostiene los trastes
- La cabeza, la cual sostiene los afinadores.

La pieza más importante del cuerpo es la soundboard (7). Esta es una pieza de madera montada enfrente del cuerpo de la guitarra, y su función es hacer que el sonido de la guitarra se difunda lo suficiente de modo que podamos escucharlo. En la soundboard hay un gran hueco (4) llamado el hueco sonoro. Normalmente, este hueco esta centrado y es redondo, pero en algunas ocasiones también es posible encontrar, un par de cavidades en forma de *F*, como en un violín.

Pegado a la soundboard está una pieza llamada puente (9), la cual actúa como un ancla para cada extremo de cada una de las seis cuerdas. El puente tiene una delgada y dura pieza pegada a él llamada montura(8), la cual es la parte donde reposan las cuerdas.

Cuando las cuerdas vibran, las vibraciones viajan a través de la montura hacia el puente hasta la soundboard. El cuerpo de la guitarra forma una caja de resonancia que amplifica las vibraciones de

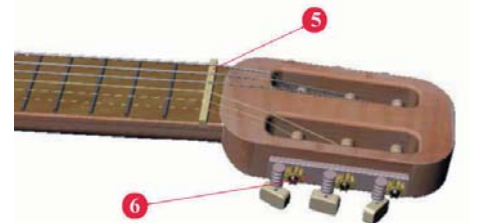
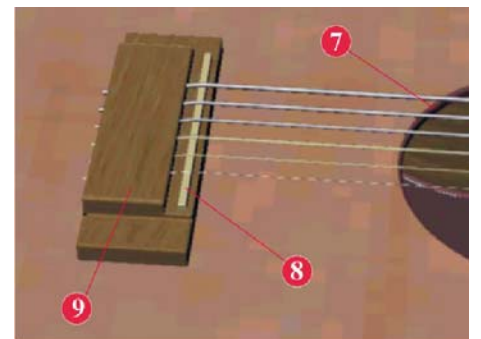
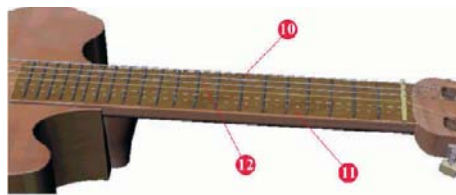
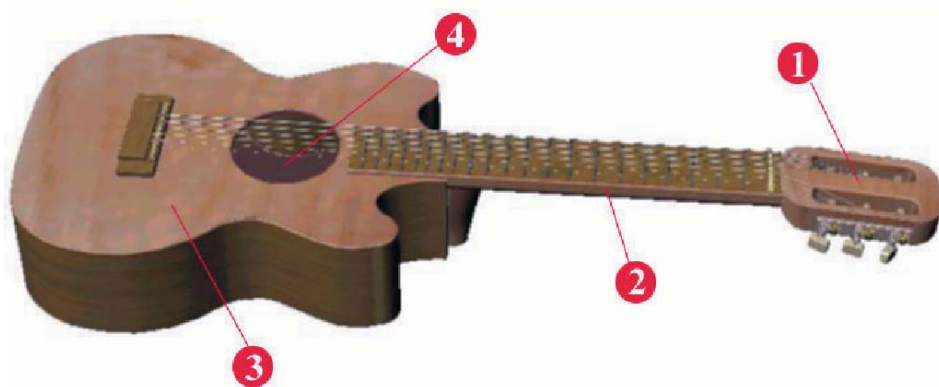
la soundboard. Si tocamos con un diapason en el puente de la guitarra, efectivamente comprobaremos que las vibraciones de la soundboard son las que producen el sonido en una guitarra acústica (el proceso es totalmente diferente en un guitarra eléctrica como veremos más adelante).

La mayoría de los cuerpos de las guitarras acústicas tienen una «cintura» o estrechamiento. El fin de esta, es proporcionar un descanso para la rodilla de quien toca el instrumento. Los dos ensanchamientos son llamados bouts; en el superior esta pegado el cuello (2) y en el inferior es donde se encuentra pegado el puente.

El tamaño, forma de del cuerpo y los bouts tienen algo que ver con los tonos que la guitarra produce. Dos guitarras que tengan diferentes formas y tamaños sonarán un poco diferente. Los dos bouts también influyen en el sonido. El bout bajo, acentúa los tonos bajos y el bout superior, acentúa los tonos altos.

El lado del cuello que contiene los trastes(10), se llamada tablilla de apoyo (12). Los trastes son unas piezas de metal incrustadas en la tablilla de apoyo en intervalos específicos.

Al presionar una cuerda contra el traste, cambiamos el largo de esta y en consecuencia el tono que produce cuando vibra.



GUITARRA ELECTRICA

Entre el cuello y la cabeza(1) existe una pieza llamada pontezuela (5), la cual tiene unas cavidades para aceptar las cuerdas. Desde un punto de vista musical, la montura y la pontezuela, actúan como los dos extremos de las cuerdas. A la distancia entre estos puntos se le conoce como longitud de escala de la guitarra.

Las cuerdas (11) pasan sobre la pontezuela y se atan a los mecanismos de ajuste (6), las cuales permiten al intérprete aumentar o disminuir la tensión sobre la cuerda para afinarla.

SONIDOS, TONOS Y NOTAS

La guitarra es un instrumento musical, cuyo objetivo en la vida es crear música. La música es un arreglo de tonos en un patrón determinado de modo que el cerebro humano los encuentre placenteros. Así, para poder entender mejor el concepto de música, veamos qué es el sonido.

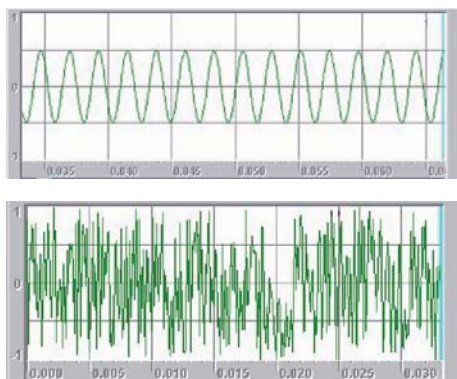
El sonido es cualquier cambio en la presión de aire que nuestros oídos son capaces de detectar y procesar. Para que nuestros oídos detecten esto, el cambio en la presión deberá ser lo suficientemente fuerte, como para mover los tímpanos de nuestros oídos.

Para que nuestros oídos puedan percibir un sonido, este debe estar entre cierta gama de frecuencias. Para la mayoría de las personas, este rango comienza en los 20HZ (oscilaciones por segundo) y termina aproximadamente en los 18KHz (teóricamente este rango va desde los 20Hz y 20KHz).

Un tono es un sonido que repite una específica frecuencia.

Un tono de 440Hz, puede ser dibujado como una onda seno como la de la figura.

Un tono se compone de una frecuencia o bien de un número pequeño de frecuencias relacionadas. Lo opuesto a un



tono, es la combinación de cientos o miles de frecuencias aleatorias, a las cuales nos referimos como ruido.

El ruido no solo es aleatorio en cuanto a sonido, como vemos en la figura, también lo es gráficamente.

Una nota musical es un tono. Sin embargo un tono se compone de una pequeña cantidad de tonos que resultan placenteros para el cerebro humano, cuando estos son usados juntos. Por ejemplo, podríamos escoger un conjunto de tonos a las siguientes frecuencias:

- 264 Hz
- 297 Hz
- 330 Hz
- 352 Hz
- 396 Hz
- 440 Hz
- 495 Hz
- 528 Hz

Esta colección particular de tonos, es conocida como la escala mayor. Cada tono en la escala es multiplicado por una fracción del que le sigue en la escala, así es como trabaja la escala mayor:

- $264 \text{ Hz} \times 9/8 = 297 \text{ Hz}$
- $297 \text{ Hz} \times 10/9 = 330 \text{ Hz}$
- $330 \text{ Hz} \times 16/15 = 352 \text{ Hz}$
- $352 \text{ Hz} \times 9/8 = 396 \text{ Hz}$
- $396 \text{ Hz} \times 10/9 = 440 \text{ Hz}$
- $440 \text{ Hz} \times 9/8 = 495 \text{ Hz}$
- $495 \text{ Hz} \times 16/15 = 528 \text{ Hz}$

A estos tonos se les han asignado letras y palabras:

- 264 Hz - C, Do
- 297 Hz - D, Re
- 330 Hz - E, Mi
- 352 Hz - F, Fa
- 396 Hz - G, Sol
- 440 Hz - A, La
- 495 Hz - B, Si
- 528 Hz - C, Do

Una cosa que debemos notar entre las dos notas Do, es que ellas se encuentran separadas exactamente por un factor de dos. Esto es básicamente una octava. Cualquier frecuencia de una nota puede ser doblada si “subimos una octava” o dividida, si “bajamos una octava”

La escala de tonos, mostrada anteriormente esta en clave C por que las fracciones fueron aplicadas, con C como la primera nota. Así entonces, si empezamos con la letra D, con la frecuencia de 297Hz, entonces estaríamos en clave D, y las frecuencias serian algo así:

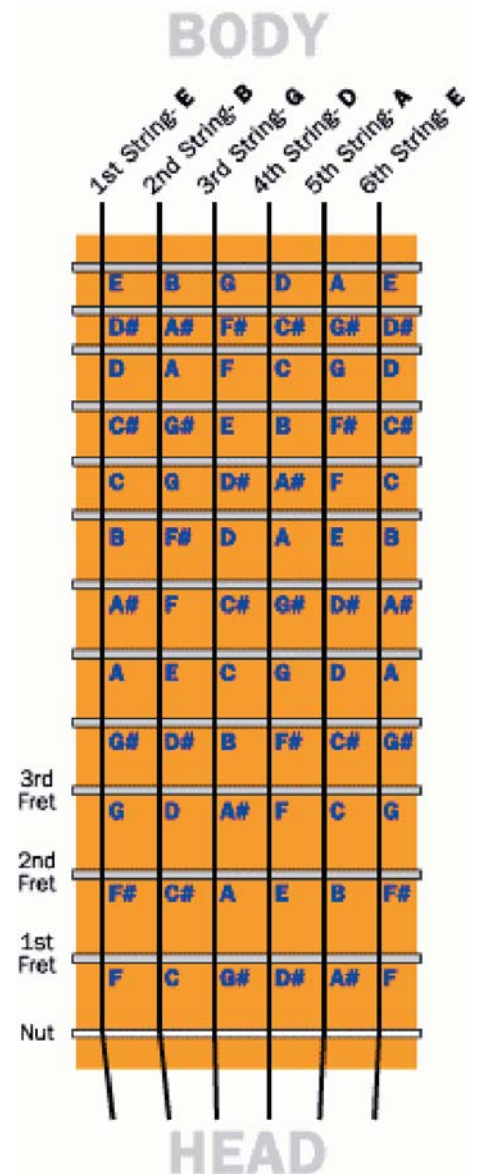
- 297 Hz, D, do ($\times 9/8 =$)
- 334.1 Hz, E, re ($\times 10/9 =$)

- 371.3 Hz, F, mi ($\times 16/15 =$)
 - 396 Hz, G, fa ($\times 9/8 =$)
 - 445.5 Hz, A, sol ($\times 10/9 =$)
 - 495 Hz, B, la ($\times 9/8 =$)
 - 556.9 Hz, C, si ($\times 16/15 =$)
 - 594 Hz, D, do ($\times 9/8 =$)
- y al secuencia se repite.

Las notas a 297 Hz (D), 396 Hz (G) y 495 Hz (B), en clave D coinciden exactamente con las notas en clave C. La nota E en clave D (a 334.1 Hz) está muy cerca de la nota E en clave C (330 Hz). De igual manera ocurre con la nota A. F y C, sin embargo son distintas en dos factores. La F y C en clave D se les conoce como F# (Fa Sostenido) y C# (Do sostenido) en clave C.

Debido a la gran cantidad de tonos, a la hora de afinar un instrumento se generaban bastantes desórdenes, así que los músicos se pusieron de acuerdo en una escala llamada escala templada.

En esta escala todas las notas están desplazadas por las raíz doce de 2 (alre-



GUITARRA ELECTRICA

dedor de 1.0595) en lugar de las fracciones que vimos anteriormente. Es decir, si tomamos la frecuencia de una nota y la multiplicamos por 1.0595, obtenemos la siguiente nota.

Aquí, les mostramos tres octavas de la escala templada.

82.4 E - open 6th string
 87.3 F
 92.5 F#
 98.0 G
 103.8 G#
 110.0 A - open 5th string
 116.5 A#
 123.5 B
 130.8 C
 138.6 C#
 146.8 D - open 4th string
 155.6 D#
 164.8 E
 174.6 F
 185.0 F#
 196.0 G - open 3rd string
 207.6 G#
 220.0 A
 233.1 A#
 246.9 B - open 2nd string
 261.6 C - «middle C»
 277.2 C#
 293.6 D
 311.1 D#
 329.6 E - open 1st string
 349.2 F
 370.0 F# 392.0 G
 415.3 G#
 440.0 A - 5th fret on 1st string 466.1 A#
 493.8 B
 523.2 C
 554.3 C#
 587.3 D
 622.2 D#
 659.2 E - 12th fret on 1st string

Bueno, dejando atrás nota y ajustes, volvemos a la guitarra en si.

Una guitarra que tiene 12 trastes tiene un rango de tres octavas, como se muestra arriba. La sexta cuerda abierta es la nota más baja y el décimo segundo traste en la primera cuerda es la más alta. En la gráfica mostramos todas las notas en una guitarra.

NOTAS Y TRASTES

Pero cómo una guitarra genera estas frecuencias?

Una guitarra usa la vibración de las cuerdas para generar los tonos.

Note	Fret	Frequency (1st string)	Fret position from saddle
E	open	329.6	26.00
F	1	349.2	24.54
F#	2	370.0	23.16
G	3	392.0	21.86
G#	4	415.3	20.64
A	5	440.0	19.48
A#	6	466.1	18.38
B	7	493.8	17.35
C	8	523.2	16.38
C#	9	554.3	15.46
D	10	587.3	14.59
D#	11	622.2	13.77
E	12	659.2	13.00

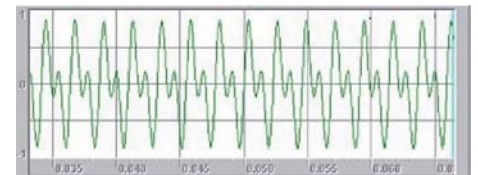
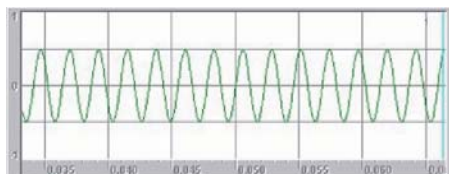
Table assumes scale length of 26 inches

Cualquier cuerda bajo tensión vibrará a una frecuencia específica, la cual es controlada por:

- El largo de la cuerda
- La tensión en la cuerda
- El peso de la cuerda
- La elasticidad del material de la cuerda

Si observamos una guitarra, nos daremos cuenta que las diferentes cuerdas tienen diferentes pesos. La primera cuerda es delgada como un hilo, mientras la sexta es más gruesa y pesada. La tensión en las cuerdas es controlada por las clavijas de ajuste. El largo de las cuerdas abiertas, también conocido como largo de la escala, y es la distancia desde la ponzuela hasta la montura. En la mayoría de las guitarras, este se encuentra entre 24 a 26 pulgadas. Cuando presionamos una cuerda contra un traste, cambiamos su longitud y por ende su frecuencia de vibración

Los trastes se encuentran espaciados de modo que produzcan distintas frecuencias cuando las cuerdas son presionadas contra ellos. El número mágico para el posicionamiento de los trastes es 17.817. Supongamos una guitarra cuyo largo de escala es 26 pulgadas. El primer traste deberá estar localizado a 1.46 pulgadas (26/17.817) debajo de la ponzuela o 23.16 pulgadas por encima de la silla. Así



de este modo, el décimo segundo traste deberá estar en toda la mitad entre la montura y la ponzuela. La siguiente lista muestra la posición de todos los trastes y las frecuencias de cada nota en la primera cuerda (asumimos un largo de escala de 26 pulgadas).

EL SONIDO DE LA GUITARRA

Si alguna vez nos hemos fijado, un piano, un arpa, un mandolín, un banjo y una guitarra, producen las mismas notas (frecuencias), usando cuerdas, pero por que todos suenan diferente?

Una guitarra acústica genera los sonidos de la siguiente manera

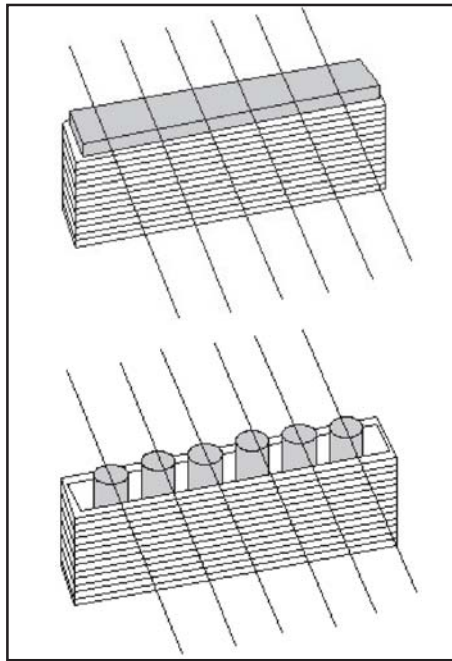
- Cuando las cuerdas en una guitarra vibran, transmiten sus vibraciones a la montura.
- La montura transmite sus vibraciones al soundboard.
- El soundboard y el cuerpo amplifican el sonido. Y este sale a través del agujero de los sonidos.

La guitarra tiene su «sonido distintivo» debido a la forma particular, el material del soundboard y el hecho de que utiliza cuerdas.

Hay diversas maneras de modificar los sonidos para conseguir la voz particular del instrumento. Por ejemplo, si una guitarra produjera un tono puro, la nota A de 440-Hz gráficamente sería algo como esto:

Una modificación que una guitarra hace a ese tono es agregarle armónicos. Por ejemplo, cuando tiramos de una cuerda ésta genera un tono puro, pero la cuerda también genera armónicos de segundo orden, tercero y cuarto de el tono puro. Las otras cuerdas también toman las vibraciones de la montura y las agregan sus propias





vibraciones también. Por lo tanto, el sonido que usted oye de una guitarra para cualquier nota dada es realmente una mezcla de muchas frecuencias relacionadas. Conseguir una idea del efecto que esta clase de mezcla tiene, es un tono 440-Hz sumado con un tono 880-Hz (en la mitad de la amplitud <Figura >).

GUITARRAS ELÉCTRICAS

Si alguna vez hemos comparado una guitarra eléctrica con una guitarra acústica, nos habremos dado cuenta que tienen varias cosas importantes en común. Las guitarras acústicas y eléctricas tienen seis cuerdas, ambas templan esas cuerdas con clavijas y ambos tienen trastes en un largo cuello. Abajo en el cuerpo es donde se encuentran las diferencias principales.

Las guitarras eléctricas tienen cuerpos sólidos, recolectores magnéticos y varias

perillas en vez de la cavidad de resonancia encontrada en una guitarra acústica. Si tiramos de una cuerda en una guitarra eléctrica que no esté conectada, el sonido es apenas audible. Sin una soundboard y el cuerpo de resonancia, es imposible amplificar las vibraciones de las cuerdas.

Para producir el sonido, una guitarra eléctrica detecta las vibraciones de las cuerdas electrónicamente y lleva la señal electrónica a un amplificador y a un altavoz. La detección ocurre en un pickup magnético montado debajo de las cuerdas en el cuerpo de la guitarra. Un pickup magnético simple se asemeja a la figura.

El pickup consiste básicamente en una barra magnética envuelta con alrededor de 7000 vueltas de fino alambre. Como es sabido por la mayoría de nosotros, las bobinas y los imanes, pueden convertir la energía eléctrica en movimiento y de igual manera, el movimiento en energía eléctrica. En el caso de las guitarras eléctricas, la vibración de las cuerdas de acero producen una vibración en el campo magnético del imán y por ende una circulación de corriente en la bobina.

Existen muchos tipos diferentes de pickups, una gran mayoría utilizan imanes separados para cada cuerda, como el que se muestra en la figura.

La ventaja de este tipo de pickup, es que le permite al guitarrista ajustar por separado la altura de cada imán independientemente.

La bobina envía la señal a través de un simple circuito en la mayoría de las guitarras como el de la figura.

LISTA DE COMPONENTES

Filtro:

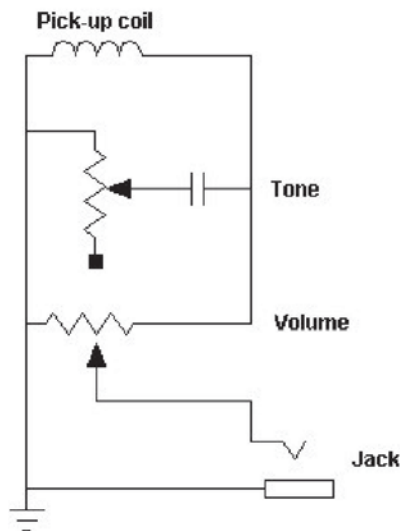
- R1: 22K
- R2, R15: 100K
- R3: 1M
- R4, R9; R16: 2.2K
- R5, R10: 1K
- R, R11: 10K
- R6, R9, R13: 4.7K
- R7, R12: 68K
- R14: 220
- R17: 100
- R18, R19: 680 / 1W
- VR1, VR2, VR5: Potenciómetro 50K
- VR3: Potenciómetro 10K
- VR4: Potenciómetro 500K
- C1: 47nF
- C2: 22nF
- C3, C8: 1uF
- C4, C9: 120pF
- C5: 1nF
- C6: 220nF
- C7, C11: 100nF
- C10, C15: 2.2uF
- C12, C13: 220uF
- C14: 10uF
- D1 a D4: 1N4148
- D5, D6: Zener 15V, 1W
- U1A, U1B: TL072

Amplificador de Potencia

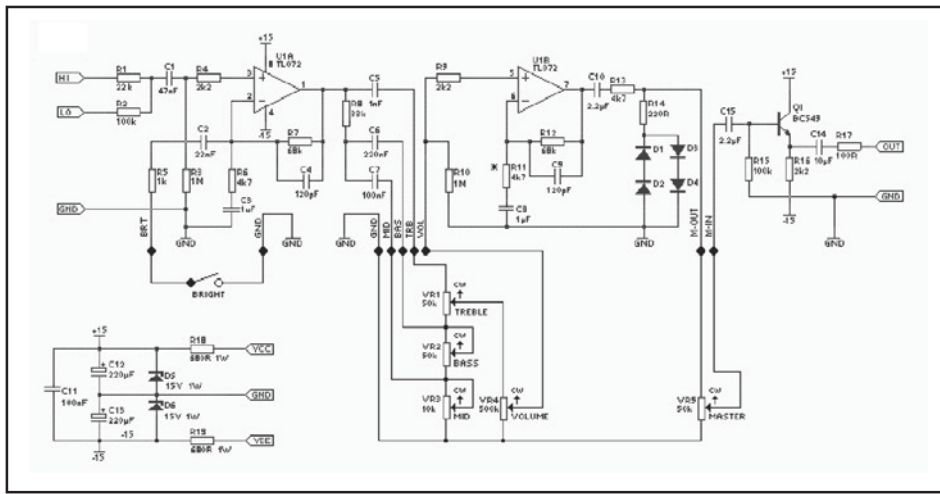
- R1: 1M
- R2: 22K
- R3: 1K
- R4: 20K
- R5: 1
- C1: 2.2uF
- C2: 22uF
- C3, C4: 0.1uF
- C5: 0.22uF
- C6, C7: 100uF
- U1: LM1875

El resistor variable superior ajusta el tono. El resistor (500 kilohmios máximo) y condensador (0.02 microfaradios) forman un filtro pasa bajo simple. El filtro corta las altas frecuencias. Ajustando el resistor podemos controlar las frecuencias que deseamos cortar. El segundo resistor (500 kilohmios máximo) controla la amplitud (volumen) de la señal que alcanza el conector. Del conector, la señal se lleva a un amplificador, que se encarga de manejar el altavoz.

Muchas guitarras eléctricas tienen dos o tres diversos pickups situadas en diversos puntos del cuerpo. Cada pickup tendrá un sonido distintivo, y se podrán aparajar para producir variaciones adicionales.



LA APLICACIÓN



En esta oportunidad, vamos a desarrollar un circuito amplificador para guitarras eléctricas. Como las características de cada guitarrista y de cada guitarra son diferentes, hemos provisto este circuito, de controles individuales para los tonos medios, bajos y graves, además de la unidad de volumen maestro.

De este modo, el circuito se adapta a las características de cada cual, permitiéndonos sacar un mayor provecho de este.

Comencemos pues, primero que todo, echando un vistazo, al diagrama esquemático del pre-amplificador, cuya función es adaptar los niveles de la guitarra, de modo que estos sean compatibles para el amplificador.

En la siguiente figura, observamos ya el amplificador de potencia, el cual como su nombre lo indica, cumple la función de elevar la señal de audio, hasta el nivel que nosotros fijemos según nuestro gusto y claro está, el circuito lo permita.

Además de estas gráficas, les mostramos las correspondientes a la ubicación de los componentes sobre la placa y el lado de soldaduras de la misma, si deseamos armarnos por nuestra propia cuenta este excelente amplificador.

