

## SECRETOS DE PICKUPS MAGNÉTICOS PARA GUITARRAS Y BAJOS.

Por Helmuth E. W. Lemme

Actualización: De julio el 22 de 2003

Un sonido de bajo o de guitarra eléctrica depende grandemente de su/s **pickups o micrófonos**.

Hay muy largas discusiones entre los músicos sobre las ventajas y las desventajas de diversos modelos y para alguien que no tiene ningún conocimiento de electrónica, el tema puede parecerse ser muy complicado, no obstante los pickups son bastante fáciles de entender (así que este artículo pretende compatibilizar entre las características eléctricas y el sonido)

Estoy preocupado al decir que la mayoría de los fabricantes de pickups manipulan la información en forma engañosa sobre sus productos, para hacer acrecentar sus ganancias y agitar a sus competidores. Por tanto será necesario hacer algunas correcciones.

En lo personal no estoy asociado a ningún fabricante.

Hay dos tipos básicos de pickups.

- ✓ Pickups piezoeléctricos. Este tipo de mics. trabaja con toda clase de cuerdas (acero, nylon, etc).
- ✓ Pickups magnéticos. Estos trabajan solamente con las cuerdas de acero y consisten en los imanes y bobina/s.

Los Pickups de simple bobina (Single coil) son sensibles a los campos magnéticos generados por transformadores, lámparas fluorescentes y otras fuentes de interferencia. Son propensos a captar y producir zumbidos.

Los Pickups de bobina dual, o doble bobina configuradas en "humbucking" fueron creados para reducir al mínimo las interferencias.

Sus bobinas están eléctricamente *fuera de fase*. Las señales del modo común (es decir señal de zumbido que se induce en ambas bobinas con igual amplitud) se cancelan, mientras que las producidas por la vibración de la cuerda dentro del campo magnético, se suman.

El arreglo de los imanes es diferente para los diversos pickups. Algunos tipos tienen una barra o imanes de barra insertados directamente en las bobinas, mientras que otros tienen imanes debajo de las bobinas y núcleos (pernos) de hierro dulce (o AlNiCo) en las bobinas. En muchos casos estos núcleos son tornillos, así que las diferencias entre las cuerdas pueden ser igualadas atornillando hacia fuera o hacia adentro.

Algunos pickups tienen una cubierta de metal para blindar y proteger las bobinas, otros tienen una cubierta plástica que no blindan contra a interferencia electromagnética y todavía existen otros que tienen solamente la cinta de aislación para proteger el alambre de las bobinas.

Las líneas del campo magnético atraviesan la/s bobina/s y una sección limitada de las cuerdas.

Con las cuerdas en el reposo, el flujo magnético a través de la bobina es constante. Moviendo una cuerda, el flujo magnético cambia y se inducirán una tensión eléctrica en la bobina.

*Una cuerda que vibra induce una tensión alterna en la frecuencia de la vibración, donde esta proporcionalidad de tensión **está relacionado a la velocidad del movimiento (frecuencia) de las cuerdas (no a su amplitud)**.*

Además, el voltaje depende del calibre y la permeabilidad magnética de la cuerda, del campo magnético del pickup y de la distancia entre el polo magnético y la cuerda asociada.

Hay muchos pickups en el mercado en los que es difícil conseguir una descripción comprensiva.

Además de los pickups que vienen con el instrumento, existen pickups de reemplazo (muchos de ellos fueron construidos por compañías que no construyeron las guitarras) y están también disponibles en plaza. Cada pickup produce su propio sonido; uno puede tener una calidad metálica perforante y otra un sonido cálido y suave.

Para ser exacto: Un pickup *"no tiene un sonido"*, tiene solamente una *"característica de transferencia"*.

Transfiere el sonido que captó desde el material del cuerpo y de las cuerdas y lo transfiere, cada tipo y modelo a su propia manera.

Por ejemplo: Monte el mismo humbucker de Gibson en una Les Paul y en otro excelente modelo de instrumento: Ud. oírá sonidos totalmente diferentes.

*El mejor pickup es inútil cuando usted tiene un pobre instrumento con pobres cuerdas. La regla básica siempre es: ¡basura dentro, basura hacia fuera!*

Los pickup de reemplazo permiten que el músico cambie sonidos sin comprar otro instrumento *dentro de las limitaciones del cuerpo y de las cuerdas, por supuesto*. Diversos pickups también tienen diversas tensiones de salida. Los modelos de alto nivel de salida pueden hacer más fácil saturar los amplificadores para producir un sonido distorsionado, mientras que los modelos de bajos niveles de la salida tienden a producir un sonido más limpio.

La tensión de salida de la mayoría de pickups varía entre 100 mV y 1 V RMS.

A diferencia de otros transductores con piezas móviles (micrófonos dinámicos, altavoces, cabezas grabadoras/reproductoras), los pickups magnéticos de guitarra no tienen ninguna pieza móvil; las líneas del campo magnético cambian, pero ellos no tienen ninguna variación ni movimiento.

De esta manera la evaluación de pickups es mucho más fácil que con otros transductores.

Aunque las respuestas de frecuencia de casi todos los pickups magnéticos disponibles NO son lineales (y esto es lo que crea las diferencias en el sonido) no tienen en lo absoluto tantos picos y valles adyacentes en su respuesta de frecuencia como por ejemplo un parlante. De hecho, la respuesta de frecuencia puede ser suave y bastante simple como para ser descrita fácilmente con una fórmula matemática.

### Los pickups como circuito

Desde un punto de vista eléctrico, un pickup magnético de guitarra es equivalente al circuito en fig. 1.

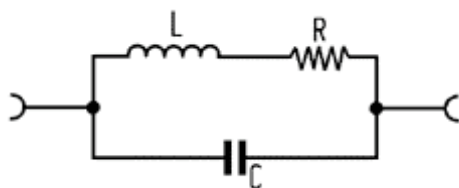


Fig. 1. Circuito equivalente eléctrico de un pickup magnético

Una bobina real se puede describir eléctricamente como una inductancia ideal  $L$  en serie con una resistencia óhmica  $R$ , y en paralelo una capacidad  $C$ .

Este circuito equivalente se puede utilizar como primera aproximación. Es un poco simplificado comparado a la realidad pero absolutamente útil para el comienzo.

Los detalles más finos se explican más adelante.

Para un humbucker, dos de estos circuitos tienen que ser conectados en serie. Puesto que ambas bobinas (con la fabricación exacta) tienen características prácticamente idénticas, Ud. puede utilizar el mismo circuito equivalente simple para la prueba eléctrica. Ud. entonces tendrá que utilizar dos veces los valores para la inductancia ( $2.L$ ) y la resistencia ( $2.R$ ) y la mitad del valor para la capacitancia ( $1/2.C$ ) si se compara con una bobina.

Mucha gente considera solamente la Resistencia eléctrica del pick-up y piensan que saben algo sobre el mismo. *Pero esto es un error fundamental.* En gran medida la magnitud más importante es la inductancia  $L$ , medida en Henrios. (Hy)

Esta  $L$  depende del número de vueltas, del material magnético en la bobina, de la densidad de espiras de la bobina y de la geometría total del transductor.

La Resistencia  $R$  y la capacitancia  $C$  no tiene mucha influencia y se puede descuidar en una *primera* aproximación.

Cuando las cuerdas se están moviendo, una tensión de corriente alterna se induce en la bobina. El micrófono actúa como una fuente de la CA con algunos componentes eléctricos asociados. (fig. 2).

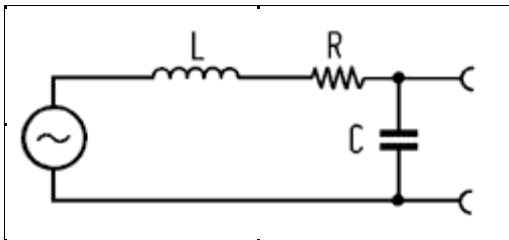


Fig. 2. Un pick up como fuente de voltaje de audio más un filtro pasabajos de segundo orden.

La carga externa consiste en una resistencia  $R$  asociada al potenciómetro de volumen, de tono en la guitarra y cualquier resistencia a tierra/chasis/masa en la entrada del amplificador. La capacitancia  $C$  es debida a la capacitancia entre las partes del cable de la guitarra. La capacitancia del cable es *significativa y no debe ser descuidada.*

Este arreglo de componentes pasivos forma un filtro pasa bajos de segundo orden supuesto en (fig. 3).

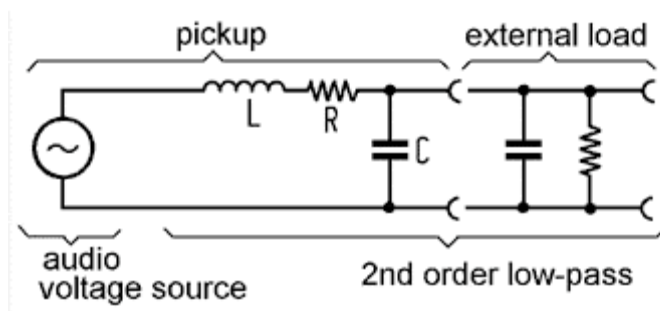


Fig. 3. Pickup más la carga externa verdadera (potes, cable e impedancia de entrada del amplificador)

Así, *como cualquier otro filtro*, el pickup tiene una *frecuencia de corte  $f_g$* ; aquí es donde la respuesta cae debajo de los 3 dB (que significa la mitad de energía).

Por encima de  $f_g$ , la respuesta cae en 12 dB por octava. Lejos y antes de la  $f_g$  la atenuación es cero.

No hay atenuación en frecuencias bajas; sin embargo, un poco antes de  $f_g$  hay un *pico de resonancia* entre la inductancia de la bobina del pickup y la capacitancia del cable de la guitarra. Esta frecuencia, llamada  $f_o$ , exhibe un pico de mayor amplitud. El filtro pasa bajos pasivo funciona como amplificador de tensión (pero no amplifica energía porque la corriente de salida llega a ser correspondientemente baja, como con un transformador).

La fig. 4 muestra la curva típica de respuesta en frecuencia de un pickup.

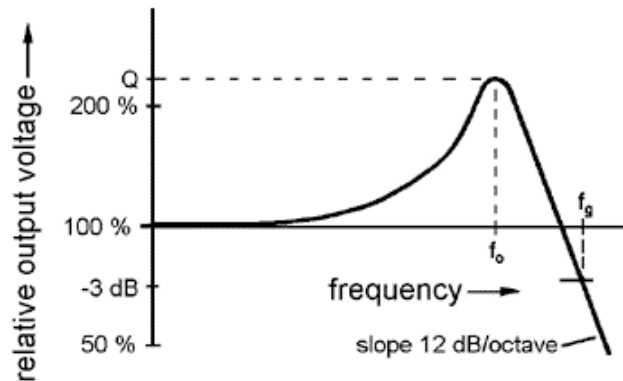


Fig. 4. Respuesta de frecuencia fundamental de una pickup magnético. La posición y la altura del pico varían de un tipo a otro.

Si usted conoce la frecuencia resonancia y la altura del pico resonante, usted sabe cerca de 90 % de las características de transferencia de un pickup; estos dos parámetros son la clave al "secreto" del sonido de un pickup (algunos otros efectos no se pueden describir usando este modelo, pero su influencia es menos importante). Todo esto significa que armónicos en rango cercano a la  $f_g$  son amplificados, las frecuencias cercanas encima de esa frecuencia  $f_g$  se reducen progresivamente, la vibración fundamental y armónicos lejanos y debajo de la frecuencia resonante  $f_o$  se reproducen sin alteración.

### ¿Cómo afecta la Resonancia al Sonido?

La frecuencia resonante de la mayoría de los pickups disponibles conjuntamente con los cables normales de guitarra están entre 2KHz y 5 KHz está es la gama donde el oído humano tiene su sensibilidad mayor.

Una correlación *subjetiva y rápida* de la frecuencia vs. su "percepción" es; en 2 KHz el sonido es cálido y suave, en 3 KHz brillantes o de presencia, en 4 KHz de perforación, en 5 KHz o más es frágil y agudo.

El sonido también depende de la altura del pico de resonancia. Un pico elevado produce un sonido de gran alcance, característico;

Un pico bajo produce un sonido más débil, especialmente con las guitarras del cuerpo sólido que no tienen ninguna resonancia acústica del cuerpo.

La altura del pico de la mayoría de los pickups disponibles se extiende entre 0dB a 12 dB, este pico es dependiente del material magnético en la bobina, de la carga resistiva externa y de la cobertura de metal. Sin la cubierta es más alta; muchos guitarristas prefieren esto último.

La frecuencia resonante depende de la inductancia L (En la mayoría de pickups disponibles, entre 1 y 10 Hy) y la capacitancia C.

Esta capacidad es la suma de la capacitancia de la bobina (generalmente cerca de 80 - 200 pF) y la *capacitancia del cable* (cerca de 300 - 1.000 pF). Puesto que los diferentes cables de guitarra tienen diversas cantidades de capacitancia, *esto hace evidente que usar diversos cables de guitarra sin búfer con un mismo pickup cambiará la frecuencia resonante y por lo tanto el sonido total.*

Hay algunos libros que tratan todo sobre pastillas de guitarra eléctrica. Se presta mucha atención a la resistencia eléctrica y a los materiales del imán. Pero la resistencia es la magnitud menos importante de todas y declaraciones como "Alnico 5 suena como esto..." o "Alnico 2 suena como aquello..." son totalmente engañosas. Muchos "expertos en pickups" nunca han oído el término "inducción". ¿Qué puede Uds. encontrar en esos libros sino un obsoleto y "geocéntrico" punto de vista sobre pickups que nunca funcionarán?

El punto de vista real sobre los micrófonos es : *Pickups en la guitarra, capacitancia del cable, impedancia de entrada del amplificador es un sistema interactivo que no se debe subdividir en sus partes.*

Si se analizan las propiedades de las diferentes partes por separado nunca se entenderá cómo funciona el sistema en su conjunto. El sonido que recibe desde las cuerdas no está solamente afectado por el pickup sino también por el sistema completo. *Esto incluye el cable de la guitarra.*

Otro cable, otro sonido! Esto es una vergüenza pero es verdad. Puede comprobarlo fácilmente.

Unos pocos fabricantes de pickups conocen este hecho y lo ocultan. La mayoría parece ignorar totalmente al respecto.

### **La influencia de las corrientes de Foucault (parásitas)**

Como se mencionó anteriormente, este panorama se ha simplificado para que sea más fácil de entender.

Hasta este momento, no se ha tenido en cuenta la influencia de las corrientes de Foucault (o parásitas) en las piezas de metal. Estas corrientes aparecen siempre que varían un flujo de campo magnético a través de partes eléctricamente conductoras. Estas piezas son en su mayoría los núcleos de las bobinas magnéticas es decir imanes permanentes (en el que las corrientes son relativamente débiles) o piezas de hierro dulce, tales como tornillos o pernos fijos (donde las corrientes son más intensas).

Las fuertes corrientes de Foucault también puede ocurrir en cubiertas de metal las cuales desaparecen cuando se quitan las tapas de cobertura.

Hasta cierto punto, la magnitud de estas corrientes depende de las dimensiones de las piezas de metal, así como de sus elementos constitutivos. El factor decisivo, sin embargo, *es la resistividad específica de las piezas*, que es muy variable.

Hay miles de tipos básicos de hierro y acero, cuyas propiedades pueden ser muy diversas, dando lugar a características de transmisión de frecuencia muy variable.

Las cubiertas de metal están hechas de latón (cobre / zinc) o plata alemana (cobre, zinc y níquel), este último material tiene una resistividad más específicas, por lo que es menos conductora a las corrientes de Foucault. Las cubiertas de plástico no son conductoras.

En menor medida, las corrientes de Foucault también puede ocurrir en las placas de base, así como en los imanes de metal situados debajo de las bobinas.

Las corrientes de Foucault tienen un efecto triple:

- ✓ Reduce el pico de resonancia a veces hasta el punto de eliminarla por completo.
- ✓ Torna más pronunciada la pendiente de la curva de transferencia, es posible medir pendientes de 18 dB / octava. Este efecto hace que la frecuencia de corte  $f_g$  (frecuencia en la cual la respuesta cae por debajo de 3dB) esté muy cercana a la de resonancia.
- ✓ La curva de transferencia cae ligeramente para frecuencias menores a la de resonancia como se muestra en la figura. 5:

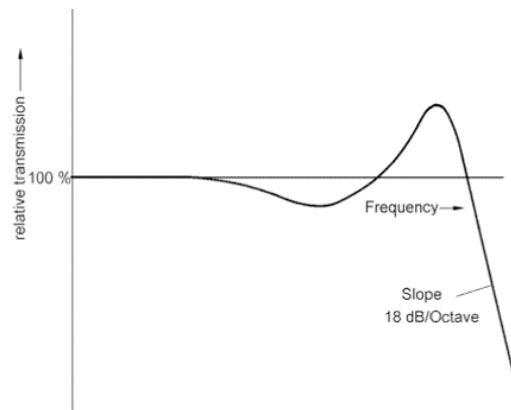


Fig. 5. Características de transferencia como resultado de fuertes corrientes de Foucault

Ha habido intentos de medir las corrientes de Foucault adjuntando resistencias al circuito equivalente, en paralelo a la bobina o a los terminales. Este método no ha tenido éxito, sin embargo a pesar que se reduce el pico de resonancia, no se ha logrado alcanzar a los otros dos efectos mencionados. (2 y 3)

Un enfoque mucho más eficaz consiste en dividir la bobina en dos, conectar sólo una de las dos partes a través de la resistencia ( $R_2$ ). El punto de división es "virtual" es decir, que en realidad no existe o mejor dicho, no puede medirse directamente. Este punto no corresponde directamente con el punto en que se conectan las dos bobinas en un humbucker, lo que también ocurre con pastillas single-coil que han sido fuertemente compensadas en oposición a las corrientes de Foucault (por ejemplo, Gibson P90 o DiMarzio "Fat Strat").

Las dos partes de la bobina no tiene que ser del mismo tamaño. A efectos prácticos, el tamaño idénticos pueden ser utilizados como punto de partida, pero no hay ninguna necesidad de mantenerlos idénticos.

El circuito equivalente extendido se muestra en la figura 6:

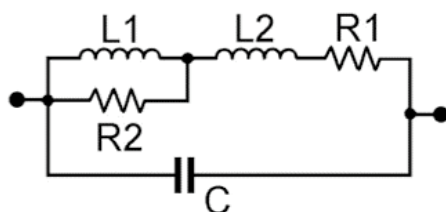


Fig. 6. Circuito equivalente para las corrientes de Foucault en un pickup.

Al reorganizar esta configuración en una fuente de señal de CA adjuntando un filtro pasivo, se obtiene la configuración que se muestra en la figura. 7:

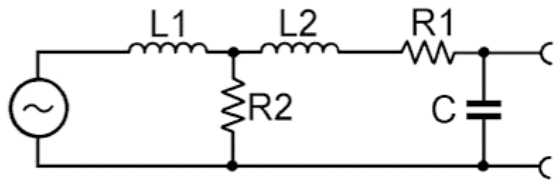


Fig. 7. Pickup con corrientes de Foucault como fuente de señal con un filtro.

### Alterando las características del Pickup

Básicamente, hay cuatro diferentes maneras de cambiar el sonido de una guitarra que se relacionan con los pickups:

1. Instale pickups nuevos. Este método es común y también el más costoso.
2. Cambie la configuración de la bobina en el pickup. Esto es posible con casi todos los pickups humbucking.  
Normalmente, ambas bobinas están en serie. Cambiarlas en paralelo cortan la inductancia a un cuarto del valor inicial ( $1/4.L$ ), así la frecuencia resonante (el resto de los factores son iguales) será dos veces más alta ( $2f_0$ ).  
Usando solamente uno de las bobinas divide en dos la inductancia, así que la frecuencia resonante aumentará en el factor de la raíz cuadrada de 2 ( $1.4142$ ). En ambos casos, el sonido será más agudo que antes.  
Muchos pickups humbucking tienen cuatro conductores (dos para cada bobina) así diversas combinaciones de bobinas pueden realizarse sin tener que abrir el transductor.  
Algunas pickups de simple bobina tienen un bobina extra para proporcionar una flexibilidad similar.
3. Cambiar la carga externa. Este método es barato y puede ser muy eficaz. Con solo poco costo de componentes electrónicos, el sonido se puede formar dentro de límites amplios.  
El tono estándar controla las frecuencias más bajas de la frecuencia resonante conectando un condensador en paralelo con el pickup generalmente a través de un resistor variable (pote)  
A fin de cambiar el sonido es posible substituir el potenciómetro estándar del control del tono por un interruptor rotativo que conecte diversos condensadores (una gama recomendada es 470 pF a 0.01uF). Esto le dará al pickup una variación de frecuencia más saludable que un control del tono estándar (fig. 8).

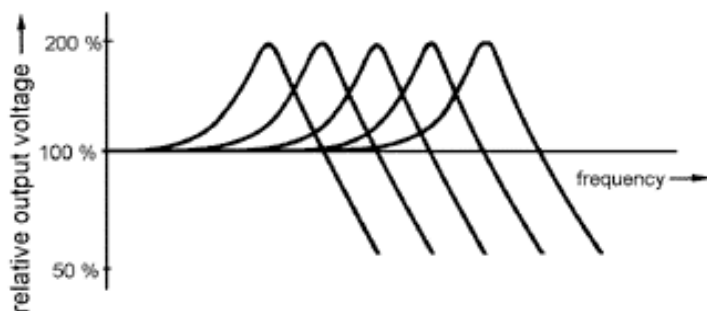


Fig. 8. Cambios en la respuesta de frecuencia con diversos condensadores externos en paralelo a un pickup.



Estos interruptores rotativos están comercialmente disponibles en la actualidad. En figura 9 vemos un prototipo (handmade) del autor, colocado en caja con resina epoxy

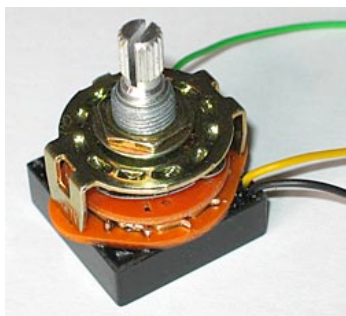


Fig. 9.

También, el agregado de un preamplificador interno debajo ruido como interfaz puede aislar el pickup de alguno de los efectos de la carga capacitiva del cable, dando así un sonido más brillante con una frecuencia de resonancia más alta y un pico más elevado.

La tabla compara algunos pickups conocidos y sus características eléctricas. Se puede observar que los pickups no son dispositivos de precisión y que los viejos modelos (ej. pickups de Fender y de Gibson de los años '50) varían tanto que casi son muy diferentes del siguiente modelo. Así, los valores de la frecuencia resonante en la tabla se redondean a los 100 hertzios más cercanos. También observe que los picos llegan a ser muy planos y grandes debajo de 1.000 hertzios. Mientras que la altura del pico de la resonancia depende de la resistencia externa de carga (pote de volumen, pote de tono y impedancia de entrada del amplificador), bajar esta carga (ej. cambiando los resistores en paralelo al pickup) baja la altura de la curva. Para levantar la altura del pico, la resistencia de carga debe ser aumentada. En muchos casos esto es solamente posible instalando un FET (Transistor por Efecto de Campo) u otro preamplificador de alta impedancia.

**Vea tabla:** Frecuencias resonantes de alguno pick ups conocidos con varios condensadores en paralelos.

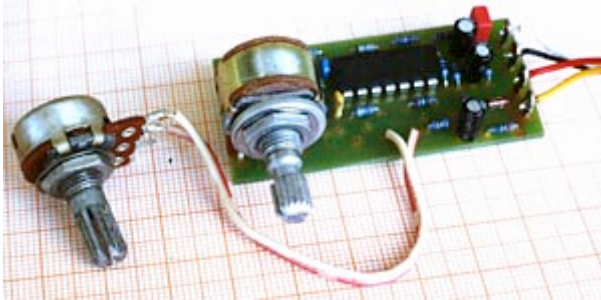
<http://buildyourguitar.com/resources/lemme/table.htm>

4. Instalar un circuito electrónico activo que actúe como filtro pasa bajo de segundo orden. Esto le dará la posibilidad de ajustar la frecuencia de resonancia y la altura de la resonancia de forma continua mediante uso de potenciómetros, en lugar de solamente pasos discretos.

Usted puede recrear las características de muchos y diversos pickups tanto de guitarra como de bajo. Estos circuitos se llaman filtro de Estado Variable.

El primer fabricante de instrumentos en aplicar esto fue Alembic desde los años 70, El fue copiado más adelante por otros. La placa de circuito totalmente ensamblada fue montada en la mayoría de sus instrumentos más comunes. Necesitan una batería de 9 Vcc como fuente y además algunos dispositivos deben ser montados en un cierto espacio dentro del cuerpo.





**Fig.10.** Circuito electrónico activo que actúa como filtro low-pass- second-order recrea las características de diversos pickups de guitarras y bajos.

### **Medición de respuesta en Frecuencia**

Para medir de manera precisa la respuesta de frecuencia de un pickup, sería necesario medir la vibración de la cuerda y compararla con el voltaje de la salida en cada frecuencia.

En la práctica, esto es muy difícil de hacer. Una alternativa a mover la cuerda es someter el pickup a un campo magnético exterior generado por una bobina que transmite. Esto induce un voltaje cambiando el flujo magnético a través de las bobinas de este modo el voltaje inducido en el pickup es proporcional a la variación en el tiempo del campo magnético, la corriente que circula a través de la bobina debe ser inversamente proporcional a la frecuencia.

Una onda senoidal alimenta un circuito integrador para producir un voltaje de salida que sea inversamente proporcional a la frecuencia. Esta señal va en un amplificador de potencia para luego ir a la bobina de transmisión que inducirá la señal en el pickup bajo pruebas.

La bobina puede consistir en un núcleo de bobina de un pickup con unas 50 vueltas de alambre de cobre esmaltado (aproximadamente 0.5 mm. o No. 24). El valor exacto no es crítico.

La bobina debe ser alimentada con una corriente constante independiente de su impedancia.

La misma se monta sobre el pickup bajo prueba de modo que irradie su campo magnético sobre la(s) bobinas tan plenamente como sea posible.

Con micrófonos simple bobina, los ejes deben estar en línea unos con otros. Con pickups humbucking, el eje de la bobina de transmisión debe estar perpendicular a los ejes de las bobinas del pickup bajo prueba (fig. 11).



**Fig11.** Una bobina que transmite irradia su campo magnético de CA en forma perpendicular sobre las bobinas del pickup.

Para trazar la curva de respuesta, varíe con un barrido la frecuencia de la onda senoidal desde los 100 Hz a 10 kHz y mida el voltaje de salida del micrófono con un multímetro u osciloscopio de banda ancha. El valor absoluto no es importante; lo que

importa es la posición del pico de resonancia y de su diferencia de altura sobre la amplitud de las frecuencias más bajas. El efecto de diversos condensadores de la carga (cables) y de los resistores (potes) es fácil de examinar con esta configuración. Una de las ventajas principales de este método es que no hay modificaciones en la guitarra y el micrófono no necesita ser retirado de la guitarra.

Este arreglo que mide por completo está disponible ahora como instrumento comercial. Con esto, usted puede ver fácilmente lo que hace un micrófono con los sonidos que capta de las cuerdas y del cuerpo. Éste es el fin del vagar en la niebla. El analizador de pickups<sup>®</sup> (fig 12) determina la respuesta en frecuencia, y muestra cuales son enfatizadas y cuales atenuadas de forma objetiva independiente de las cuerdas y cuerpo, con pickups correctamente adheridos al cuerpo o sueltos.

Cómo trabaja esto: Una bobina de transmisión irradia un campo magnético variable sobre la bobina del pickup. Mientras que la frecuencia varía sobre el rango completo de audio, el instrumento mide el voltaje de salida del pickup. Las condiciones de carga externas pueden variar sobre una amplia gama: 11 condensadores a partir del 40 pF a 10 nF y cuatro resistores a partir de 125kOhm a 1 MOhm.

También, la combinación de pickup con un cable de la guitarra se puede medir, la influencia de diversos cables es posible observaren la respuesta plana.

Además, es posible analizar cualquier modificación en un pickup, tal como quitar la cubierta de metal o cambio de los imanes por otros o de los defectos técnicos como espiras en cortocircuito dentro de la bobina.

Las variaciones de la muestra de una serie de pickups se pueden reconocer rápidamente, aquellos muy diferentes pueden ser identificados y apartados para ser devueltos. El analizador de pickups<sup>®</sup> ahorra tiempo en el desarrollo y reparaciones. Los principales usuarios son fabricantes de pickups, luthiers de alta calidad y comercios renombrados de música.



Fig.12. El "analizador de la pick up"<sup>®</sup> - el primer instrumento disponible comercialmente que mide la respuesta en frecuencia de pickups magnéticos.

En su primera versión del Analizador de pickups trabajaba como dispositivo independiente. El valor de la frecuencia y la respuesta se lee en un display LED. La segunda versión más moderna (Fig. 13) se utiliza en combinación con una PC. Se conecta a través de dos cables de audio a la tarjeta de sonido que trabaja como un conversor digital /analógico y analógico/digital.



Fig. 13. La nueva versión PC-Pickup Analyzer ©

Si se ejecuta la aplicación de medición obtendrá las curvas de respuesta de los pickups en la pantalla de una PC. Se puede fácilmente almacenar e imprimir o enviar a otra persona por e-mail. Fig. 14 y 15 muestran algunos resultados.

La Fig. 14 muestra la respuesta de frecuencia de un Pickup Fender Stratocaster 1972 con carga capacitiva constante (470 pF) y ocho diferentes cargas óhmicas de 10 kOhms a 10 MOhms. Se puede observar cómo los distintos valores de los pots de la guitarra ejerce influencia sobre la altura del pico de resonancia. Con 47 kOhms o menos el pico se desvanece.

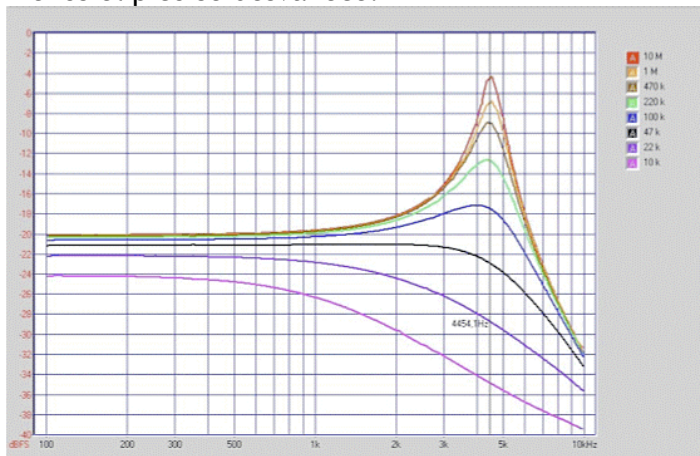
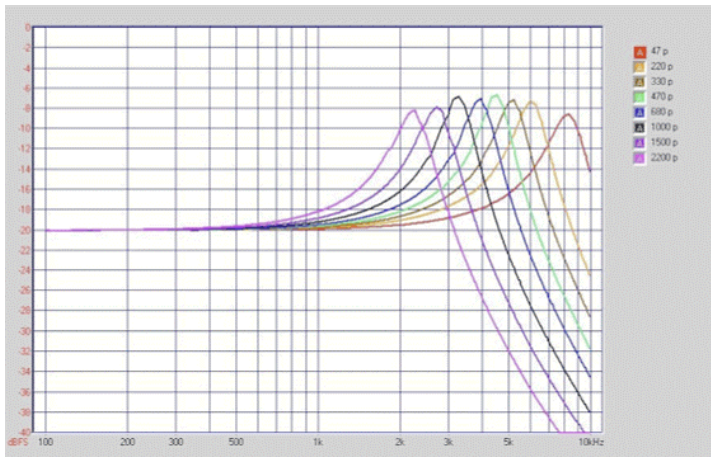


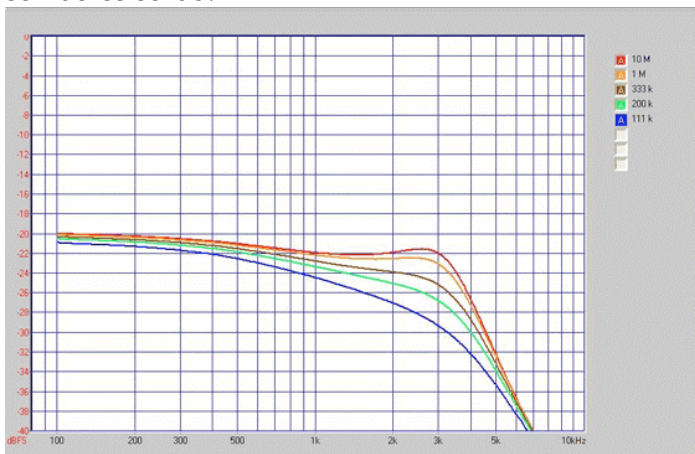
Fig. 14. Respuesta de un pick up de Fender Stratocaster con capacidad de carga de 470 pF y diferentes cargas óhmicas

La Fig. 15 muestra la respuesta de frecuencia del mismo micrófono pero ahora con carga resistiva constante y ocho capacitores de carga diferentes a partir de 47 pF a 2200 pF. La frecuencia de resonancia y así las características tonales se pueden modificar fácilmente mediante la variación de la capacidad de carga.



**Fig. 15. Respuesta de un pick up Fender Stratocaster (1972) con 10 MOhms carga resistiva y ocho diferentes cargas capacitivas**

La figura de comparación 16 muestra la respuesta de un pickup de inferior calidad. Uno construido alrededor de 1970, como un humbucker, pero con una sola bobina en su interior. La carga capacitiva es de 470 pF, cinco diferentes cargas resistivas. Con pots de 250 kOhms utilizadas en esta guitarra no hay más resonancia debido a las corrientes de Foucault muy fuerte. En las partes metálicas (4 KHz) el sonido es sordo.



**Fig. 16. Respuesta de un pick up de baja gama.**

### Algunos comentarios

El resultado obtenido es realmente preciso sólo para pastillas de bobinado simple. Los mics. Humbucking tienen ciertas muescas (o valles) en altas frecuencias, debido a las vibraciones de las cuerdas produjeron picos en dos puntos simultáneamente. Armónicos altos, donde el pico de la onda se produce en uno de los polos y el valle de la onda se produce en el otro, pueden producir cancelaciones. Estos valles que están en diferentes frecuencias para cada cuerda no puede describirse con una sola curva.

Por ejemplo, con un tamaño estándar de pickup humbucking, para la cuerda de E grave el valle está alrededor de 3.000 Hz, para la cuerda de A en el orden de los 4.000 Hz. Para las cuerdas altas este valle está muy por encima de la frecuencia de corte fg y puede ser oído apenas.

El efecto de la diferencia de sonido entre una bobina y dos bobinas con una humbucker está sobrestimado por lejos. La razón principal para obtener más agudos

con un mic simple bobina es que la frecuencia de resonancia se ha elevado a causa de la reducción a la mitad de la inductancia.

La percepción de las cuerdas en un solo punto en lugar de dos también tiene un efecto, pero esto es mucho menor. Sólo se puede comparar cuando la frecuencia de resonancia se mantiene constante, mientras que esta cambia.

Además, este método de medición no tiene en cuenta el efecto de las tensiones de salida diferentes de pastillas diferentes. En el rango de sonido "crunch" de un amplificador valvular, un pickup en alto volumen produce tonos diferentes a un pickup en bajo volumen, aún cuando sus características de transferencia son iguales. Sin embargo, pruebas de un pickup de esta manera nos ofrece información útil sobre sus características. Con este conocimiento, Ud. puede encontrar el tipo de sonidos que más le gusten y posiblemente, doblar y dar forma a la respuesta de frecuencia con condensadores y resistencias externas para "sintonizar" el pickup a su gusto (y para el mejor aprovechamiento del cuerpo y de las cuerdas).

Por último, la distorsión no-lineal de un pickup no se puede medir de esta manera. Esta existe, *porque la relación entre el flujo magnético a través de la bobina (s) y la distancia desde el polo magnético de la cuerda sigue una curva hiperbólica*. Así, si la cuerda vibra en una onda senoidal (con sus armónicos de por sí), más armónicos que se generan aún, los cuales no existen en el espectro natural de vibración y como consecuencia alteran el sonido original.

*La distorsión resultante depende de la amplitud de la vibración de la cuerda y no puede ser cuantificado. Cuanto más cercana sea la distancia entre el polo magnético y la cuerda, es más evidente este efecto.*

Esto se puede oír fácilmente: Con una distancia más corta, el sonido es más agresivo que con una mayor distancia.

Sin embargo, *con una distancia muy corta*, los imanes tiran las cuerdas (tienden a pegarlas) y *los armónicos se desplazan de modo que los múltiplos ya no son exactos de la frecuencia fundamental*, y son substituidos por valores un poco más alto o más bajos. Si esta variación es muy pequeña, puede sonar bien y el tono se hace más vivo, como con un efecto de coro leve. *Pero si es demasiado grande, el sonido será terrible*. Usted encontrará este problema en muchas Stratocasters y se llama "Stratitis". La única manera de reducirlo es ajustar los pickups para estar más lejos de las cuerdas.