

Pastillas Magnéticas

Artículo publicado por la revista especializada **Guitarra Total** en los números 3, 4 y 6

Escrito por **Jorge Bueno**

Una breve historia

La primera pastilla magnética para guitarra eléctrica fue fabricada por la famosa factoría americana Rickenbacker en 1931 y se instaló en una guitarra Rickenbacker de cuerpo sólido construída en aluminio. Tanto la guitarra como la pastilla fueron creación de George Beauchamp y Paul Barth. El imán de la pastilla se hizo a base de una aleación de acero y de tungsteno. En la actualidad el coste del tungsteno es elevadísimo. Esta es la razón por la que Rickenbacker ya no fabrica estas pastillas.

En 1932 los hermanos Dopyera, fundadores de la compañía Dobro, incorporaron pastillas magnéticas en algunas de sus famosas guitarras resonadoras en un proyecto conjunto con el guitarrista Art Simpson. La pastillas de estas guitarras consistían en un imán envuelto en hilo de cobre y, como el modelo de Rickenbacker, tenían una impedancia alta de salida que hacía que su adaptación a un amplificador a válvulas fuese muy buena. Estas guitarras Dobro están consideradas como las primeras guitarras españolas eléctricas comercializadas.

Posteriormente, en ese mismo año, Dobro empezó a fabricar guitarras hawaianas eléctricas de una sola pieza en aluminio inyectado (las mamás de los actuales lap steel).

Más adelante Dobro emprendió una nueva aventura a la que llamó Valco (de Val Corporation). Esta nueva compañía se atribuyó el haber construído la primera guitarra eléctrica moderna. Su sede estaba en Chicago y sus fundadores fueron Victor Smith, Al Frost y Louie Dopyera. Fue la sucesora de las compañías National y Dobro.

Hacia 1934 la compañía Gibson empezó a construir guitarras hawaianas eléctricas y banjos eléctricos. En 1935 las guitarras hawaianas eléctricas de Gibson se empezaron a popularizar. Pero hasta 1937, fecha en la que Gibson introdujo las guitarras españolas eléctricas, no empezó a extenderse el uso de este tipo de guitarras. La Gibson ES 150 con una pastilla Charlie Christian fue la guitarra eléctrica que se ganó el respeto de los músicos y la admiración de las audiencias en quella época.

Paul Bigsby, fue un músico/inventor independiente e hizo la primera guitarra eléctrica de cuerpo solido moderna en 1947. Y con 'moderna' queremos decir que fue la primera guitarra española eléctrica de cuerpo sólido, a diferencia de las hawaianas que hasta entonces se utilizaban. Paul hizo sus propias pastillas y la mayoría de estas pastillas utilizaban una barra de imán envuelta por hilo de cobre. Fue este instrumento el que marcó el comienzo de la era de la guitarra eléctrica moderna y consecuentemente contribuyó en gran medida al nacimiento del rock'n'roll. En 1948, Fender hizo la primera fabricación en serie de guitarras españolas eléctricas de cuerpo sólido. Esta guitarra, la Broadcaster, incorporaba unas pastillas hechas con seis imanes de alnico cilíndricos envueltos con hilo de cobre. A causa de problemas legales con el nombre, Fender pronto cambió el nombre de Broadcaster por el de Telecaster, quizás el más famoso nombre de guitarra de todos los tiempos.

En 1952, Gibson introdujo la guitarra eléctrica Les Paul. Les Paul, un famoso guitarrista, fue el diseñador de este instrumento. Las primeras guitarras Les Paul tenían pastillas de una bobina ('single-coil') y fueron apodadas con el sobrenombre de 'soap-bars' por su apariencia física con una pastilla de jabón. Hacia 1956, las Les Paul empezaron a fabricarse con las archiconocidas pastillas 'humbucker' P.A.F. (Patent-Applied-For).

¿Cómo funcionan?

En principio, las pastillas magnéticas están relacionadas con los micrófonos dinámicos. Es decir que ambos utilizan fuerzas electromagnéticas; pero en una pastilla no hay acoplamiento físico entre una vibración y la cápsula.

Un micrófono dinámico está acoplado a una fuente de sonido a través de vibraciones de aire que son las que provocan el movimiento de la membrana. Una pastilla magnética recoge movimientos magnéticos y no de aire. Es un cambio de la situación magnética que resulta en una variación eléctrica en la salida. Así es como funciona: si una cuerda de hierro vibra sobre una bobina de hilo de cobre que está bobinada sobre un imán, la bobina es atravesada por un flujo eléctrico. Cuando la cuerda se mueve hacia la bobina/imán, la corriente fluye en un sentido; y cuando la cuerda se mueve en la otra dirección, la corriente cambia de sentido. Esta corriente alternada puede ser enviada directamente a un amplificador que se encargará de reproducir en forma de sonido las vibraciones físicas de la cuerda. En otras palabras, la cuerda en vibración interacciona con la fuerza magnética del imán. Esto hace que las líneas de fuerza magnética se muevan. Una forma de observar estas líneas magnéticas es colocar un imán bajo un trozo de papel y esparcir virutas/polvo de hierro sobre el papel. Al agitar suavemente el papel podremos ver como las virutas de hierro adoptan una forma concreta. Si ahora movemos un clavo metálico bajo el papel y cerca del imán, veremos como cambia la forma inicial. Una cuerda afecta a una pastilla magnética de la misma forma, moviendo la fuerza magnética.

El imán, pieza básica

Las pastillas magnéticas son muy simples en teoría y también pueden ser muy simples en la utilización práctica. Por esta razón, mucha gente ha hecho y están haciendo pastillas magnéticas. Uno de los primeros descubrimientos sobre los imanes fue que podían ser contruídos con un montón de materiales. Existen minerales con propiedades magnéticas, pero los imanes utilizados en la construcción de pastillas están todos elaborados de forma artificial. Un imán se hace sometiendo un material apropiado a una fuerte corriente eléctrica que orienta todas las fuerzas magnéticas del material en la misma dirección. El hierro es un material que en condiciones normales es magnéticamente neutro, pero al aplicarle una elevada corriente eléctrica, orienta su fuerzas magnéticas creando un 'norte' en un extremo y un 'sur' en el extremo contrario. Esta magnetización artificial va disminuyendo hasta volver a las condiciones iniciales con el paso del tiempo. Existen otros metales que son capaces de mantener esta magnetización por periodos de tiempo mas elevados. El imán clásico utilizado tanto para la fabricación de pastillas como de altavoces desde los años 50 fue el Alnico. Estos imanes eran una mezcla de aluminio, níquel y cobalto. Dependiendo de las proporciones de cada metal se conseguían características de sonido diferentes. La fórmula del alnico 5 es la más famosa por su sonido cálido y musical. Sustituyendo en una pastilla la barra de imán de alnico 5 por otra igual de alnico 8 veremos como se incrementa sustancialmente la respuesta en agudos. Por esta razón todavía son más evidentes los cambios de sonido al utilizar imanes cerámicos. Este tipo de imanes son mucho más sensibles que los de alnico y de menor coste en la fabricación. Hoy en día prácticamente todos las pastillas y altavoces están fabricados con este tipo de imanes, más eficientes que los de alnico y con más señal de salida y una mayor respuesta en agudos. Afortunadamente todavía hay quien cree que el audio no es cuestión de cantidad sino de calidad y existen fabricantes que mantienen en sus catálogos tanto pastillas como altavoces que siguen utilizando imanes de alnico.

Piezas Polares

Una pieza polar toma su nombre del 'polo' de un imán. Una pieza polar es un dispositivo que actúa como el polo de un imán y se utiliza para canalizar la emanación del flujo emitido por un imán; concentra y dirige el campo magnético para que su forma y dirección sean sensibles a la vibración de las cuerdas. Cuando hablamos de pastillas magnéticas, una pieza polar es cualquier estructura situada en la parte superior de la pastilla capaz de dirigir la fuerza del imán hacia las cuerdas. Estas piezas polares pueden ser de muchas formas y tamaños.

Una pastilla puede tener una única barra de metal como pieza polar (como la pastilla de la Gibson ES 150 Charlie Christian), o seis individuales con altura ajustable mediante un destornillador (pastilla de la Gibson LP Standard), o doce piezas ajustables con una llave allen (pastilla DiMarzio Super Distortion), o incluso más de doce (como las pastillas Carvin y John Birch). Incluso si una pastilla no tiene piezas polares visibles (como la Schecter Superrock), seguro que están ocultas en su interior.

Bobinas

Las vueltas de cable alrededor de un imán son a menudo interpretadas en términos semi-místicos. Existe una cifra mágica utilizada por algunos fabricantes de pastillas: 6.500 vueltas. Aunque mucha gente habla de fabricaciones misteriosas, lo cierto es que se conocen muchos hechos que además han sido probados. Por ejemplo, cuantas más vueltas de cable se dan alrededor de un imán, más sensible será la pastilla a las pulsaciones magnéticas generadas por las cuerdas y por lo tanto, más potente será la señal de salida. También hay que tener en cuenta a la hora de fabricar una pastilla que cuanto más cerca esté el cable del imán, más sensible será la pastilla. Esto es debido a que el efecto del campo magnético no se aleja demasiado del propio imán. Para conseguir el máximo de concentración de cable cerca del imán se utilizan cables con un diámetro muy pequeño.

El diámetro más comúnmente utilizado es el de galga 42 (hay fabricantes que utilizan el número de galga 43 para conseguir más señal de salida). Sin embargo se pueden fabricar pastillas con cables con galgas comprendidas entre la 36 (diámetro mayor) y la 54 (diámetro menor). Cuanto más fina es la galga del cable, más sensible será la pastilla. Pero hay un problema: el precio. Cuanto más fino es el cable, más costoso es su proceso de fabricación y por lo tanto, más cara es la pastilla. Rickenbacker utilizó en una serie de guitarras cable de galga 54 (finísimo) para la fabricación de las pastillas; el elevado coste hizo que las guitarras no fueran competitivas en el mercado. Muchos guitarristas no supieron apreciar todo el trabajo que Rickenbacker puso en ese proyecto.

El cable utilizado para la fabricación de pastillas es más fino que un pelo de tu cabeza y se puede romper con mucha facilidad. Se fabrica con cobre (un material bastante débil) y está recubierto con una sustancia aislante para prevenir el cortocircuito entre las diferentes espiras o vueltas de cable. Durante muchos años se utilizó la laca como material aislante, pero este tipo de material tiende a agrietarse con el paso del tiempo. Hoy en día se utilizan otro tipo de materiales sintéticos que evitan este tipo de problemas.

Resistencia

¿Cuál es la cantidad de cable apropiada a utilizar en la fabricación de una pastilla? La cantidad exacta tiene que ver con el tipo de sonido que buscas y con el tipo de amplificador que vas a utilizar. Cuanto más fino es un cable, más le cuesta a la electricidad fluir a través de él porque la superficie es menor. El esfuerzo eléctrico también aumenta a medida que aumenta la longitud del cable. Estas restricciones que se oponen a que la corriente fluya a través de un cable se llaman resistencia. Volviendo a hacer referencia al número de galga de un cable, a medida que éste aumenta, el cable cada vez es más fino y la resistencia total más grande. Como curiosidad diremos que la temperatura también afecta al nivel de salida de la pastilla: una temperatura elevada hace que la pastilla entregue menos señal de salida; a medida que baja la temperatura, aumenta la señal de salida (recomendamos poner la guitarra en el congelador antes de la actuación!). Esto es debido a que la resistencia del cable aumenta con la temperatura. Aunque mucha gente mide la cantidad de cable en una bobina contando las vueltas de cable, en general los fabricantes de pastillas prefieren utilizar la resistencia en continua (la que podemos medir directamente con un tester) como medida a la hora de decidir cuanto cable poner en la bobina. Generalmente, cuanto más vueltas de cable se utilizan, más señal de salida tendrá la pastilla. Hay un límite de resistencia por encima del cuál (aproximadamente unos 16.000 ohms), la señal de salida se satura debido a la elevada impedancia total de la pastilla.

Utilizar un cable del 42 o uno del 43 puede ser una importante decisión a la hora de diseñar una pastilla. Por ejemplo, si construimos dos pastillas con la misma resistencia total en continua, una con cable del 43 y la otra con cable del 42, esta última tenderá a sonar más fina y aguda y con menos potencia. Como el cable del 43 tiene más resistencia, se utilizarán menos vueltas para igualar la resistencia total de la pastilla hecha con el cable del 42 y por lo tanto la primera tendrá un tamaño más reducido. Las pastillas de puente de las primeras Fender Telecaster utilizaban un cable del 43. Posteriormente se pasó a utilizar uno del 42. Esta es la razón de la mayor potencia de salida de las antiguas.

Las altas frecuencias necesitan más tiempo para fluir a través de la bobina debido a un mayor consumo de energía con sus fluctuaciones más rápidas. Esto significa que si diseñamos una pastilla con una gran bobina hecha con cable de cobre muy fino, la señal de salida será muy alta pero la pastilla tenderá a recortar la respuesta en agudos. Recordar esto: las pastillas con un nivel de salida alto tienen muchas espiras y un sonido potente, grueso y espeso, pero pueden perder agudos. Si el número de espiras es menor, el nivel de salida será menor pero el sonido será más claro y brillante. Algunos fabricantes utilizan imanes con un mayor poder de inducción para compensar algo la pérdida de agudos en pastillas con muchas espiras.

Impedancia

La impedancia es la resistencia a las corrientes alternas. La señal de salida de una pastilla es una corriente alterna. La medida de la impedancia de una pastilla es importante porque define su calidad tonal.

La impedancia está determinada por la influencia de un campo magnético en una bobina. Si el imán se coloca de forma vertical en lugar de horizontal, el campo magnético alrededor de la bobina tendrá una forma diferente y esto afectará directamente a la impedancia. Un problema con la impedancia es que a medida que aumenta la frecuencia, se degradan los agudos de salida. Este problema de impedancia/resistencia es más evidente en las pastillas humbucker ya que utilizan dos bobinas. Tienen más espiras que una pastilla de bobina simple y por lo tanto aumentan tanto la impedancia como la resistencia.

Generalmente, el mínimo número de vueltas a utilizar en una pastilla es el que produce la impedancia suficiente como para poder trabajar con un amplificador de instrumento estándar. Puesto que en la mayoría de pastillas la resistencia en continua de una pastilla está directamente relacionada con su impedancia (resistencia en alterna), podemos utilizar esta resistencia en continua para prever el comportamiento general de la pastilla. La resistencia en continua es mucho más fácil de medir que la impedancia. Con un simple tester podéis medir esta resistencia y estimar si la pastilla tendrá mucha o poca potencia de salida. Las pastillas con resistencias comprendidas entre 6.000 y 12.000 ohms se pueden considerar de alta salida y las que tienen resistencias entre 1.500 y 4.000 ohms de salida media/baja.

Resonancia

Prácticamente todos los componentes electrónicos tienen una frecuencia que los puede hacer oscilar con más facilidad que otras frecuencias. Esta es la frecuencia natural de resonancia del componente. El centro de una banda de resonancia se llama pico de resonancia.

Las bobinas utilizadas en las pastillas magnéticas también tienen picos de resonancia. Si una pastilla tiene un pico de resonancia en los 6.000 Hz (Herzios), el sonido será más agudo que si lo tuviera a los 1.000 Hz.

Algunos fabricantes consideran que los picos de resonancia son los mejores indicadores para establecer el sonido de una pastilla. Según palabras textuales del señor DiMarzio "creemos que el pico de resonancia puede tener más relevancia que la impedancia o la resistencia en continua porque da una indicación de la respuesta en frecuencia. Proporciona una visión rápida del tipo de timbre que tendrá la pastilla".

En general, un aumento de espiras en la bobina o la utilización de un imán con menor intensidad magnética, hacen que la frecuencia del pico de resonancia sea menor.

Pastillas Dobles (Humbucking)

Como ya vimos en las entregas anteriores, una única bobina de hilo de cobre alrededor de un imán es la base de una pastilla magnética. Este dispositivo recogerá el movimiento de una cuerda metálica vibrando sobre él y lo convertirá en una señal eléctrica pulsante. Pero existe un problema: también puede comportarse como una pequeña antena capaz de captar pequeñas ondas eléctricas presentes en el entorno industrial y doméstico como el ruido generado por un fluorescente, estaciones de radio, motores, ordenadores (no se te ocurra nunca ponerte a tocar la guitarra junto a un ordenador en marcha. Es un escándalo). Las guitarras Fender en general son un ejemplo claro que evidencian este problema.

Hasta 1956, este ruido o zumbido era algo que se tuvo que aceptar en las guitarras eléctricas. Por aquellos tiempos, Seth Lover, que trabajaba para Gibson, inventó una pastilla "anti-zumbido" llamada pastilla 'humbucking' y que cancelaba cualquier interferencia externa. Comparemos su funcionamiento con un ejemplo marino: las olas del mar siguen movimientos ondulatorios con puntos más elevados (cresta de la ola) y otros inferiores (valle de la ola). Si pudiéramos combinar estos puntos altos y bajos de una forma equitativa, el resultado sería una mar en calma total al haber combinado las olas "fuera de fase". Una pastilla humbucking combina las señales de interferencia (ruidos externos) en fuera de fase y de esta forma las anula.

Las pastillas humbucker tienen dos bobinas en vez de una. Están conectadas en serie, de manera que la corriente pasa primero por una y luego por la otra, pero fuera de fase una con otra. Esto significa que cualquier interferencia es transmitida por una bobina como una señal positiva y por la otra como una señal negativa. Las dos corrientes opuestas y de igual valor que fluyen en direcciones diferentes, se cancelan mutuamente, y el zumbido no pasa al amplificador.

Para garantizar que las dos bobinas no cancelan también las señales generadas por la vibración de las cuerdas, las piezas polares de cada una de las bobinas tienen polaridades magnéticas opuestas. El resultado es que cuando la bobina secundaria invierte la señal del campo magnético perturbado, duplica la señal eléctrica total en lugar de cancelarla. Cuando las dos señales son iguales, se dice que están en fase. Cuando son contrarias, se dice que están fuera de fase.

A partir de 1956, Gibson ha instalado este tipo de pastillas de doble bobinado en casi todas sus guitarras eléctricas. Además de cancelar las interferencias, la pastilla humbucker tiene un sonido claramente diferente del de la pastilla de bobina única. El diseño de doble bobinado proporciona menos definición general del sonido y disminuye la respuesta a altas frecuencias. El que Gibson haga guitarras con pastillas de doble bobinado, mientras que las Fender siguen teniendo pastillas de bobina única, es una razón de la diferencia de sonido entre ambas marcas.

Combinación de Bobinas en una Pastilla Humbucking

Tradicionalmente, las dos bobinas de una pastilla humbucking se combinan en un circuito serie y fuera de fase. Sin embargo, las bobinas se pueden unir también en paralelo y fuera de fase. Las combinaciones de bobinas en fase no son nada interesantes y el sonido es mas bien malo. Por esta razón nos centraremos en las combinaciones serie/paralelo fuera de fase.

En Serie

Si observamos la figura con el despiece de una pastilla Gibson Humbucker vemos que los dos cables blancos que salen de un extremo de las bobinas están unidos entre sí. Estos cables blancos están soldados al final de cada una de las bobinas. Los cables negros que salen de los extremos contrarios, coinciden con el inicio de cada una de las dos bobinas. El cable negro que sale de la bobina con las piezas polares fijas (izquierda), es el que se utiliza como activo ('hot') y el que sale de la bobina con las piezas polares ajustables se conecta directamente a la base metálica de la pastilla (tierra). La malla del cable coaxial de salida de la pastilla está soldada

también a la base metálica de la pastilla. Por lo tanto esta base y el resto de estructura metálica de la pastilla conectadas a la tierra general de la guitarra sirven para apantallar la pastilla.

En Paralelo

Con mucho cuidado se puede abrir una pastilla humbucker de Gibson y cambiar el conexionado serie por uno paralelo. Primero dejamos los cuatro cables al aire. Unimos el cable negro de la primera bobina (izquierda en el dibujo) con el blanco de la segunda y conectamos aquí el activo del cable coaxial de salida. A continuación unimos el cable blanco de la primera bobina con el negro de la segunda y los soldamos a la base metálica de la pastilla. Y ya está. Así de fácil. Tenemos una pastilla con las bobinas en paralelo y fuera de fase.

Serie vs Paralelo

Cuando dos bobinas se conectan en serie y ambas son iguales, la resistencia total de la pastilla es el doble de la de una bobina individual. Al ponerlas en paralelo, la resistencia total es la mitad. Como ya vimos en entregas anteriores, al aumentar la resistencia de una pastilla (bobinas en serie), aumenta la señal de salida pero se recorta la respuesta en agudos y el sonido pierde en claridad y en definición. El sonido tiene un buen nivel de bajos y una buena relación señal-ruido. Al conectar las bobinas en paralelo (menos resistencia), el nivel de salida baja de forma considerable y el sonido es muy brillante y con agudos claros y cristalinos. La relación señal-ruido es menos.

Una modificación interesante para una guitarra con este tipo de pastillas consiste en colocar un selector miniatura (on/on) de dos posiciones por pastilla para conmutar entre los dos tipos de sonidos (serie o paralelo). Otra opción podría ser complicar un pelín el conexionado utilizando un selector miniatura de tres posiciones (on/on/on) para poder combinar los sonidos serie, paralelo y single-coil (en la posición central cruzamos una de las dos bobinas, convirtiéndose en una pastilla de bobina única). A la derecha tenéis dos esquemas con el conexionado necesario para implementar ambas modificaciones.

Situación de las pastillas

La situación de una pastilla afecta tanto al tono como al volumen final. Cuando una pastilla está muy cerca del puente, las tonalidades bajas se reducen considerablemente. Las pastillas que están más cerca del mástil que del puente entregan un sonido más lleno y con menos agudos. Por ejemplo, las pastillas del puente tanto en Telecasters como en Stratocaster están inclinadas de forma que el extremo agudo de la pastilla está más cerca del puente que la parte más grave. Si esta parte más grave estuviera tan cerca del puente como la parte aguda, los bajos serían muy finos y débiles (sin cuerpo).

A las pastillas colocadas cerca del mástil se les llama de ritmo. El carácter tonal de estas pastillas es ideal para tocar acordes completos y patrones de ritmo. A una pastilla cercana al puente se le denomina 'lead pickup' o solista. Es ideal para tocar notas individuales que destaquen por su claridad y nitidez. Conforme nos acercamos al puente, la vibración de la cuerda es menor y el nivel de salida de la pastilla en dicha posición disminuye. Si utilizamos dos pastillas idénticas en una guitarra, la pastilla más cercana al puente (solista) entregará menos señal de salida que la instalada en la posición de ritmo (mástil). Para equilibrar esta diferencia de volumen entre las dos posiciones, las guitarras con dos humbuckers a menudo utilizan pastillas de ritmo y solistas con diferentes características de tonalidad y salida. A la posible pastilla situada entre las de ritmo y solista se le llama pastilla central.

En Fase vs Fuera de Fase

Como ya hemos comentado anteriormente, no tiene ningún sentido conectar las dos bobinas de una pastilla en fase porque el sonido es muy pobre y además perdemos la cancelación del

posible zumbido debido a las interferencias externas.

En cambio si que resulta interesante combinar las diferentes pastillas de una guitarra en fase o fuera de fase. En una guitarra tipo Gibson con dos humbuckers, las pastillas están conectadas en fase entre ellas. Cuando combinamos las dos pastillas con el selector en la posición central, quedan conectadas en paralelo y en fase. Una sencilla modificación podría ser girar el conexionado de una de las dos pastillas para dejarlas fuera de fase entre ellas. El sonido de dos pastillas conectadas fuera de fase es más nasal, con más medios. La Fender Stratocaster tiene la pastilla central fuera de fase con respecto a las otras dos de forma que cuando combinamos puente y central o mástil y central, el sonido es el clásico Strato fuera de fase. Otra modificación interesante entre pastillas es conectarlas en serie en lugar de en paralelo. Normalmente las guitarras salen de fábrica de forma que al combinar pastillas se conectan entre ellas en paralelo. La conexión en serie aumenta el nivel de salida y amplía las posibilidades tonales de la guitarra.