

En el número anterior vimos cómo la guitarra experimentó una profunda revolución durante los últimos 200 años en Europa y explicamos cuáles son los principios físicos de su funcionamiento. Ahora veremos cómo evolucionó paralelamente en EE.UU. dando lugar a otros instrumentos, en especial, a la guitarra eléctrica.

## EVOLUCIÓN DE LA GUITARRA

### PARTE II

# La guitarra de tradición norteamericana

Carlos Sanz, *Ingeniero Técnico de Telecomunicación*  
*csochoa@yahoo.es*



*Gibson ES-150  
(Re-edición de 2002)*

*Gibson Les Paul*

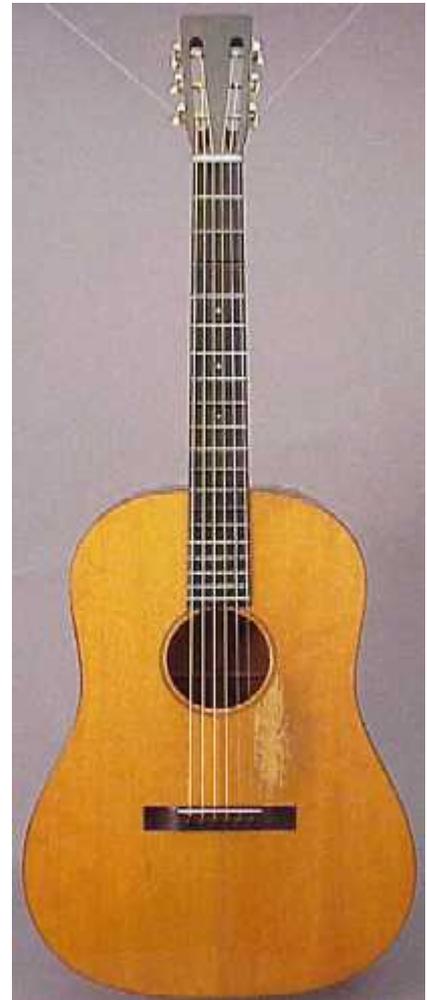
Fotos por cortesía de John Reynolds ([www.goldenageguitars.com](http://www.goldenageguitars.com))

**A**demás de la guitarra española con cuerdas de nylon hay otra guitarra basada en principios acústicos, con cuerdas de acero, que en España solemos llamar precisamente «guitarra acústica». Su desarrollo se lo debemos al alemán Christian Frederick Martin (1796-1873), que aprendió el oficio del maestro vienés Johann Stauffer. Cuando regresó a su ciudad, se vio envuelto en una guerra de gremios: los violeros querían impedir a toda

costa que Martin fabricase guitarras, ya que pertenecía al gremio de ebanistas. Esta circunstancia le llevó a emigrar a Nueva York en 1833, donde estableció una pequeña tienda-taller. Cuando hubo conseguido reunir un número suficiente de distribuidores, decidió trasladarse a Nazareth (Pennsylvania), para ampliar su empresa, ahora formada por un puñado de artesanos. Hasta la década de 1850 fabricó guitarras siguiendo el modelo euro-



*Gibson L-5 de 1928. Foto por cortesía de Frank Ford (www.frets.com)*



*Ditson Dreadnought de 1916*

*Foto cortesía de Frank Ford (www.frets.com)*

peo anterior a Torres, pero a partir de esa fecha (a la vez que Torres en Sevilla) Martin comenzó a experimentar con distintos refuerzos para la tapa. Diseñó el refuerzo en forma de equis, que llegará a ser el referente de la guitarra acústica norteamericana hasta el día de hoy. No obstante, no expandió la plantilla, que seguirá siendo estrecha durante todo el siglo XIX. A su muerte, dejó a su hijo, C.F. Martin II, una empresa de 12 operarios, que, con el transcurrir de los años, se ha convertido en un gigante en el sector musical. Como prueba de ello, durante el año 2004 la empresa facturó la guitarra nº 1.000.000; casualmente ese mismo año nació Claire Frances Martin, séptima generación del fundador.

Ya en el siglo XX se produjo el cambio de cuerdas de tripa por cuerdas de acero. La compañía Martin conocía estas cuerdas porque a finales del XIX la venta de mandolinas había salvado las cuentas de la empresa. Impulsado por la inmi-

gración italiana, este instrumento de cuatro cuerdas dobles había entrado con fuerza en EE.UU. y solía encordarse con acero. Las pruebas con estas cuerdas en la guitarra comenzaron en 1917 y se empezaron a ofertar tímidamente como una opción. Las cuerdas de acero obligaban al instrumento a soportar una tensión de unos 700 Newtons (aproximadamente un 75% más que con tripa), pero el refuerzo cruzado se mostró especialmente apropiado para soportarlo. Diez años después, la opción del catálogo era la cuerda de acero, siendo ya la tripa algo atípico que con el tiempo llegaría a desaparecer. También en este periodo se desarrolla la guitarra de cuerpo más ancho. Ya en 1916 el comerciante Oliver Ditson había encargado a la Martin la fabricación de una guitarra de mayor cuerpo, que él consideraba que sería más adecuada para acompañar la voz. A estas guitarras las denominaron Dreadnought, nombre de un conocido acorazado de la I Guerra Mun-

dial, para dar a entender lo exagerado de su tamaño. Cuando la Ditson Company desapareció en los años 30, Martin comercializó las Dreadnought por su cuenta. Hoy, las distintas variantes de este modelo representan el 80% de su producción y suponen el estándar del mercado.

## **LAS CONSECUENCIAS DEL ACERO**

Poner cuerdas de acero en una guitarra no fue en absoluto un cambio menor. Al contrario que con el nylon, hay dos características físicas del acero esencialmente diferentes de las cuerdas de tripa: la mayor densidad y la menor elasticidad. El acero, al ser más denso, requiere mayor tensión y menor grosor para dar la misma nota. A la vez, al ser menos elástico, la elongación de una cuerda al vibrar es menor (no así su energía). Estas diferencias permitieron acercar más las



*Fender Telecaster*

*Fender Stratocaster*

Fotos por cortesía de John Reynolds ([www.goldenageguitars.com](http://www.goldenageguitars.com))

cuerdas al diapasón, ya que no chocarían con él al vibrar, y también construir diapasones más estrechos puesto que, de igual modo, las cuerdas no chocarían entre sí. Ambos cambios compensaron ampliamente la incomodidad que le supuso al músico el tocar con cuerdas más tensas. Además, esa mayor tirantez hizo que algunos fabricantes reforzasen en mástil con un largo tornillo ajustable (el alma), que demostró ser una ventaja adicional puesto que ayuda a fijar la altura correcta de las cuerdas sobre el diapasón.

Otra consecuencia del uso del acero fue la compensación del puente, debida a varios factores. Los principales son la diferencia de calibres de las cuerdas y la altura dispar de las seis cuerdas sobre el diapasón. Cuando una cuerda se pisa contra el traste, recibe una tensión adicional, que le hace proclive a sonar más aguda de lo debido. Como las cuerdas graves están a más distancia del diapasón, el efecto es más audible en ellas. El problema se compensa dando mayor longitud a estas cuerdas en el puente. Esta corrección es mucho más sutil, e incluso inexistente, cuando se emplea nylon o tripa, donde el calibre de las seis cuerdas es más parejo y el material más elástico.

## LAS GUITARRAS DE JAZZ

En 1898, un camarero llamado Orville Gibson (1856-1918) registró un nuevo sistema para fabricar mandolinas. Cinco socios capitalistas decidieron comprar la patente y, entre las condiciones de venta, Orville estableció que la compañía llevara su nombre. Así, en 1902 nace la *Gib-*

*son Mandolin – Guitar Co., Ltd.* En 1919, el ingeniero Lloyd Loar se unió a esta compañía. Éste, tras ver el trabajo de guitarras con la tapa tallada de Gibson, decidió dar un paso más allá y experimentar con guitarras con forma de violonchelo. Tal vez Loar no supiese que la diferencia principal entre un violonchelo y una guitarra es el arco, o lo que es lo mismo: la forma en que el instrumento recibe energía. Un instrumento de cuerda pulsada (la guitarra) tiene que devolver la energía comunicada por la púa o los dedos en forma de un sonido prolongado, puesto que después de la pulsación no hay posibilidad de comunicar más energía al instrumento. En la familia del violín la situación es mucho más favorable, pues el instrumentista transmite energía al instrumento durante toda la duración de la nota. El resultado fue que la guitarra de Loar proporcionaba un sonido muy distinto. Aunque la duración de las notas era muy corta, como contrapartida el ataque sonoro era violento. Devolvía toda la energía en los primeros milisegundos con un considerable volumen para luego extinguirse rápidamente. El instrumento se lanzó en 1923 como Gibson L-5, y fue especialmente apreciada por los músicos de jazz. Por fin podían tocar en *big bands* junto a instrumentos de viento y percusión, aunque sólo con funciones rítmicas de acompañamiento. Por eso, a estas guitarras-chelo se les suele llamar «guitarras de jazz», o también «guitarras de tapa arqueada» (*arch-top guitars*), en comparación con las de tipo Martin, a las que se conoce como «guitarras de tapa plana» (*flat-top guitars*).

## RICKENBACKER Y LA PASTILLA

Estaba claro que los guitarristas demandaban más volumen para poder tocar junto a otros instrumentos y desarrollar algo más que meras funciones rítmicas. En la década de 1920 todos buscaban la manera de conseguirlo, pero en una época en que la electrónica estaba naciendo, era verdaderamente difícil conseguir un avance significativo en materia electroacústica.

El transductor que transforma la vibración de las cuerdas en una tensión eléctrica se denomina «pastilla» (en inglés *pick-up*) y su invención se la debemos al músico de guitarra hawaiana George Beauchamp. Éste, empeñado en que su guitarra se oyese, comenzó a experimentar con resonadores metálicos junto al *luthier* John Dopyera. Llegaron a crear la empresa National para comercializar sus guitarras, aunque al poco tiempo ambos dejaron la compañía. Dopyera fundó la empresa Dobro, nombre con el que aún hoy se conocen las guitarras con cuerpos metálicos, y Beauchamp se apuntó a clases nocturnas de electrónica. Experimentando con cuerdas de acero, con cápsulas fonográficas acopladas a placas y con imanes obtenidos de motores consiguió crear un primer transductor y, junto a otros antiguos empleados de National, fabricar la primera guitarra con pastilla. Era una guitarra hawaiana (destinada a ser tocada sobre las rodillas o sobre una mesa) y su aspecto, ausente de caja de resonancia, era tan peculiar que fue conocida como «la sartén» (*frying pan*). Para explotar el invento, Beauchamp contactó con



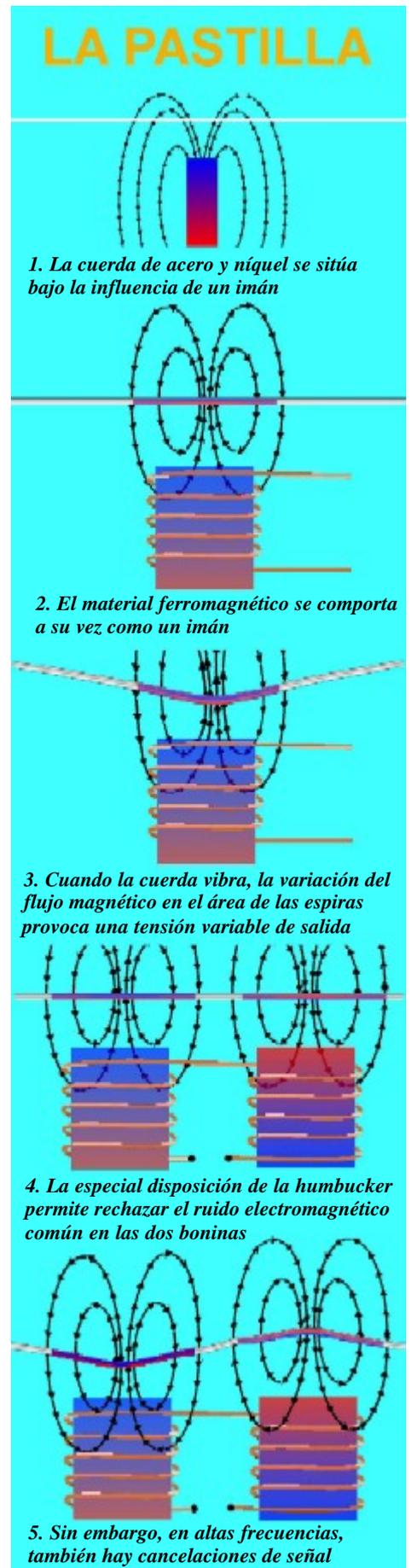
*Martin de 1887, con plantilla estrecha. Foto por cortesía de Frank Ford (www.frets.com)*

Adolph Rickenbacker, el ingeniero suizo que dirigía la fundición que trabajaba para National y Dobro. Este industrial, conocedor de la profesionalidad de Beauchamp, aportó entusiasmado el capital necesario para fundar la empresa que tras los años se llamaría Rickenbacker International Corporation. Así, en 1931 se lanzó al mercado la *Frying Pan*. Era la primera guitarra eléctrica de la historia... aunque fuese una guitarra hawaiana.

## LA PASTILLA

El principio de funcionamiento de la pastilla es simple, pero no evidente. Un

imán, o una pieza polar, se sitúa debajo de la cuerda apuntando hacia ella con el polo norte o con el polo sur para crear un campo magnético. El trozo de cuerda bajo su influencia, al ser de un material ferromagnético, se convierte en un dipolo orientado según el sentido del campo. Dicho dipolo, a su vez, supone una perturbación en el campo magnético que puede analizarse como si el dipolo fuese un imán permanente (como la pieza polar no varía su posición ni la intensidad de campo, no es necesario tenerla en cuenta para el análisis en frecuencia). Así, lo que podemos analizar es un trozo de cuerda de acero moviéndose y funcionando co-



mo un imán. Al moverse, creará una variación del flujo magnético a su alrededor. Basta con situar una espira en una zona próxima para conseguir una tensión proporcional a la variación del flujo a través de la espira. Según la ley de Faraday:

$$f.e.m. = \frac{d\Phi}{dt}$$

donde *f.e.m.* es la fuerza electromotriz inducida y  $d\Phi/dt$  es la derivada del flujo magnético respecto al tiempo en el área que ocupa la espira.

El invento, desde luego, funciona. Pero presenta serios inconvenientes. Para empezar, el proceso es intrínsecamente no lineal y esto implica que no es posible hacer una pastilla sin distorsión. Las fuentes de no-linealidad son varias:

— Al vibrar, la cuerda se acerca y aleja de la pieza polar, lo que hace que el dipolo inducido suponga un campo más intenso en unos semiciclos que en otros. Este efecto puede minimizarse alejando la pieza polar de las cuerdas, pero entonces la relación Señal/Ruido disminuye.

— Suponiendo que ignoremos el factor anterior, y como consecuencia de la forma de las líneas de un campo magnético, al hacer vibrar la cuerda también sería distinta la variación de flujo en unos semiciclos que en otros.

— Por último, las espiras no pueden situarse a la misma altura. Una pastilla tiene una altura de aproximadamente 1 cm, donde encierra un número distinto de espiras comprendido entre 5.000 y 12.000, según el modelo. Las espiras más cercanas a la cuerda captarán una variación de flujo diferente de las más alejadas, siendo la señal de salida la resultante de la suma de todas.

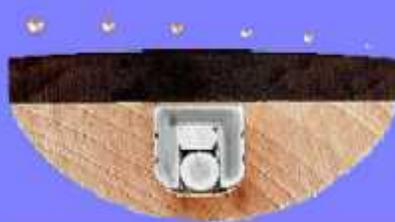
A estos problemas hay que añadir el del ruido inducido. Todo ruido electromagnético será captado por la pastilla, en especial el zumbido de red.

## LAS ELECTROACÚSTICAS

La verdad es que Rickenbacker no pudo escoger peor momento para el lanzamiento de sus productos. En plena depresión económica de los años treinta y con un sistema de patentes que no sabía si registrar sus instrumentos como aparatos

# Compensación del puente

Una sección virtual del mástil nos hace comprender la necesidad de compensación que impone el uso de cuerdas de acero: las cuerdas graves requieren más tensión incremental para ser pisadas contra el diapasón



Silleta compensada en una guitarra acústica



Silleta tallada en la 3ª cuerda de una clásica



Puente ajustable de una guitarra eléctrica



Compensación casi nula en una flamenca

electrónicos o como instrumentos musicales, la empresa sobrevivió a los malos tiempos vendiendo guitarras hawaianas y acopló el invento de la pastilla a guitarras acústicas. Gibson, Epiphone, Gretsch y el resto de compañías reaccionaron y no fueron a la zaga. Les imitaron acoplando pastillas a sus guitarras acústicas para sobrevivir a la crisis más o menos como pudieron. La más avispada fue Gibson que, de la mano de Loar, lanzó en 1936 el modelo ES-150 (ES significa *Electric Spanish*). Esta guitarra hizo las delicias del músico Charlie Christian y se convirtió en la más codiciada del momento.

Sin embargo, pese a sus ventajas, situar una pastilla en una tapa harmónica traía inconvenientes de realimentaciones acústicas. La tapa, que es un elemento vibrante, movía la pastilla con ella y esto era origen de un sinfín de problemas de acoples y de filtros peine. Una solución

consistió en fijar la pastilla al golpeador que va superpuesto en la tapa, y no sobre la tapa misma, pero aún así los efectos negativos continuaban. Rickenbacker lanzó una guitarra semi-sólida, pero no tuvo demasiado éxito... y esta vez no se dieron cuenta de que, de nuevo, iban por buen camino.

## LA GUITARRA SÓLIDA

Pasaron los años, y las expresiones musicales de los 40 parecían tener cubiertas sus necesidades con los instrumentos ofertados. Pero a finales de esa década, la situación cambió.

Les Paul formaba un dúo de éxito junto a su esposa Mary Ford y estaba empeñado en conseguir una guitarra capaz de mantener una nota durante 20 segundos. Su éxito musical le abrió las puertas de Epiphone, en Nueva York. Allí experimentó con un prototipo casero que llamó «el

tronco» (*the log*), pero Epiphone no supo ver su potencial y Les Paul recurrió entonces a la Gibson, en Michigan, donde pudo continuar con sus investigaciones.

Simultáneamente, en California, un mecánico de motos llamado Paul Bigsby hacía amistad con el músico de *country* Merle Travis. El artista pidió al mecánico que intentase arreglar el vibrato de su Gibson L-10, pero Bigsby hizo algo mejor: diseñó un nuevo sistema de puente móvil que mejoraba todos los vibratos existentes (sistema que sigue vigente en la actualidad, y que es uno de los más valorados por los músicos).

Animado por la asombrosa habilidad de Bigsby, Travis le pasó el boceto de una guitarra de cuerpo sólido y el experto mecánico construyó en 1946, de modo artesanal, la primera guitarra eléctrica tal y como hoy la entendemos. Tras ella fabricó algunas decenas más, pero sólo de encargo.

La primera guitarra eléctrica comercial llegaría de la mano de un técnico electrónico de Los Ángeles llamado Leo Fender. En 1946 había creado una empresa dedicada a la reparación y fabricación de radios y amplificadores, lo que le puso en contacto con músicos de todo tipo. Seguramente conocía las guitarras que hacía Bigsby, y diseñó una guitarra de cuerpo sólido optimizada para la producción en serie. Tenía dos pastillas, y el cuerpo de fresno era lo suficientemente rígido como para evitar los acoples de las guitarras electroacústicas. Se lanzó en 1950 como Fender Broadcaster, aunque unos problemas con el registro hicieron que fuera renombrada como Fender Telecaster. En las ferias comerciales el calificativo más suave que recibió fue el de «remo de canoa». Durante aquellos primeros meses Leo tuvo que sobrevivir gracias al sueldo de telefonista de su esposa. Sin desanimarse por el aparente fracaso, al año siguiente diseñó otro ins-



*Dobro de 1931. Cortesía de Frank Ford*

trumento revolucionario: el Fender Precision Bass. ¡Era el primer bajo eléctrico de la historia! (Hasta entonces, las bandas llevaban contrabajos). Fender se había anticipado a su tiempo. Había proporcionado los instrumentos necesarios para que comenzase la era del Rock'n'Roll.

La competencia se dio cuenta de la revolución que se avecinaba. En 1952, la directiva de Gibson decidió lanzar al mercado el diseño de Les Paul. Se cuenta que en principio no pensaban ponerle el nombre de Gibson, pero al final alguien dijo: «que se llame Gibson Les Paul, por si acaso tiene éxito». El instrumento incorporaba un cuerpo hecho de arce y caoba, mucho más grande y pesado que el de las Telecaster, lo que permitía ese *sustain* prolongado que Les Paul buscaba. Las demás marcas se apuntaron rápidamente a la guitarra de cuerpo sólido. Kay, con la K-125, y Gretsch, con la Duo Jet, fueron las siguientes. La idea del bajo eléctrico con trastes tampoco pasó desapercibida y todos lanzaron bajos: Kay en 1952, Gibson en el 53 y Danelectro en el 56. Por su parte, Fender no se durmió en los laureles. Escuchó todos los

comentarios posibles sobre la Telecaster, en especial los del músico Freddy Fender y, con todas las críticas recogidas, lanzó en 1954 la que con el tiempo se convertirá en la guitarra eléctrica más vendida e imitada: la Fender Stratocaster.

## LA HUMBUCKER

Como hemos comentado, uno de los problemas de la pastilla eléctrica era el zumbido de red inducido. En Gibson se pusieron manos a la obra y hacia 1955 su ingeniero Seth Lover sugirió montar una pastilla con dos bobinados contiguos y en contrafase; y dos piezas polares, una apuntando con el polo norte a la cuerda, y otra con el polo sur. El principio es el mismo que el de un micrófono que se transmite a través de una línea balanceada y se amplifica con un amplificador diferencial: rechazar la parte común (que es el ruido) y amplificar señal diferencia, que al provenir de fuentes opuestas en fase dará dos veces la señal original. Esta pastilla doble se llamó *humbucker* (canceladora de hum), y Gibson la acopló a sus guitarras Les Paul desde 1957.

El diseño de las *humbuckers* no sólo evitaba el ruido de red; también realizaba un filtrado inevitable en altas frecuencias. Su principio de funcionamiento presupone que la señal sobre ambas bobinas será la misma pero cuando la longitud de onda en la cuerda es comparable con la distancia entre las bobinas esta premisa no se cumple y se producen cancelaciones y filtrados. Esta respuesta tan característica de la *humbucker* ha hecho que durante muchos años los músicos hayan asociado su sonido a Gibson, mientras que las pastillas de bobinado único se identificaban con Fender. Ambos sistemas, representan gustos diametralmente opuestos en cuanto al timbre.

No obstante, hacia finales de los 70 una explosión creativa hizo que las guitarras se personalizaran cada vez más. Desde entonces muchos músicos cambian las pastillas de serie de sus guitarras. Incluso entre los que pueden permitírselo no falta quien encarga modelos personalizados de pastillas o guitarras a constructores artesanos. Evidentemente, mientras exista demanda por parte de los músicos, habrá respuesta por parte de los *luthiers*... ¿Quién sabe lo que depara el futuro? ●

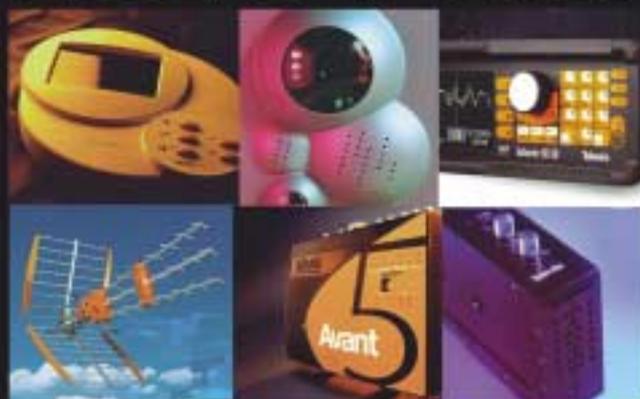


*Tres pastillas "single-coil" y una "humbucker"*

# Creamos Tecnología

en Telecomunic@ciones

# Televés



Llevamos más de 40 años  
desarrollando producto

para la captación y distribución  
de señales de televisión

adaptándonos a las nuevas tecnologías  
y participando en proyectos europeos

**para el desarrollo de las  
Telecomunicaciones del Futuro**

Televés

Televés