

Como entrestar guitarras

División

En esta nota trataremos un tema que es quizás uno de los más importantes dentro de las guitarras o bajos: El largo de escala y su división en trastes.

Muchos músicos se preguntan como se calcula esto y porque se dan las distintas dimensiones en la división de los trastes para que un instrumento suene afinado.

La afinación de la guitarra esta basada en la escala bien temperada, en la cual el radio de cada sucesivo semitono al próximo esta basado en la raíz doceava de dos; A su vez la octava se divide en 12 semitonos iguales (en diferencia de altura tonal) para lo cual los trastes deben ser colocados con suma precisión.

Uno de los métodos que usan algunos Luthiers para dibujar escalas de entrestados es el de la “Regla de 18” .

Simplemente el radio 17:18 indica que si un largo de cuerda es dividido en 18 partes, la distancia del puente al primer traste debe igualar a 17 partes (llamaremos puente al que se encuentra en el cuerpo de la guitarra, y cejuela a la que esta en la cabeza del instrumento, la que también puede ser un traste cero).

Si volvemos a dividir la distancia restante en 18 partes, 1/18 parte de esta seria la distancia del primero al segundo traste, y así sucesivamente hasta completar la cantidad de trastes que necesitamos.

Con respecto a la distancia de puente a cejuela que se usa para sacar la distancia entre los trastes, no es la misma que ustedes pueden encontrar en el puente de su guitarra, dado que el mismo esta colocado mas atrás por un problema de compensación, dado esto por el grosor de la cuerda, largo de la escala, altura de las cuerdas, etc.

Entonces situaremos para cualquier calculo una distancia teórica de cejuela a puente, que será exactamente el doble de la que hay desde el traste cero (o cejuela) al traste doce.

Por ejemplo una escala Fender de guitarra tiene de la cejuela al traste doce: 324 mm (fig. 1), entonces nuestro largo de escala de cejuela a puente teórico va a ser de 648 mm. La regla de 18 sirve generalmente para hacer un dibujo de escala pero hay algunas cosas que debemos tener en cuenta: cuando dibujamos una escala la octava o traste doce debe encontrarse exactamente en el punto medio de puente y cejuela.



En esta nota trataremos un tema que es quizás uno de los más importantes dentro de las guitarras o bajos: El largo de escala y su división en trastes.

Muchos músicos se preguntan como se calcula esto y porque se dan las distintas dimensiones en la división de los trastes para que un instrumento suene afinado.

La afinación de la guitarra esta basada en la escala bien temperada, en la cual el radio de cada sucesivo semitono al próximo esta basado en la raíz doceava de dos; A su vez la octava se divide en 12 semitonos iguales (en diferencia de altura tonal) para lo cual los trastes deben ser colocados con suma precisión.

Uno de los métodos que usan algunos Luthiers para dibujar escalas de entrestados es el de la “Regla de 18” .

Simplemente el radio 17:18 indica que si un largo de cuerda es dividido en 18 partes, la distancia del puente al primer traste debe igualar a 17 partes (llamaremos puente al que se encuentra en el

cuerpo de la guitarra, y cejuela a la que esta en la cabeza del instrumento, la que también puede ser un traste cero).

Si volvemos a dividir la distancia restante en 18 partes, 1/18 parte de esta seria la distancia del primero al segundo traste, y así sucesivamente hasta completar la cantidad de trastes que necesitamos.

Con respecto a la distancia de puente a cejuela que se usa para sacar la distancia entre los trastes, no es la misma que ustedes pueden encontrar en el puente de su guitarra, dado que el mismo esta colocado mas atrás por un problema de compensación, dado esto por el grosor de la cuerda, largo de la escala, altura de las cuerdas, etc.

Entonces situaremos para cualquier calculo una distancia teórica de cejuela a puente, que será exactamente el doble de la que hay desde el traste cero (o cejuela) al traste doce.

Por ejemplo una escala Fender de guitarra tiene de la cejuela al traste doce: 324 mm (fig. 1), entonces nuestro largo de escala de cejuela a puente teórico va a ser de 648 mm. La regla de 18 sirve generalmente para hacer un dibujo de escala pero hay algunas cosas que debemos tener en cuenta: cuando dibujamos una escala la octava o traste doce debe encontrarse exactamente en el punto medio de puente y cejuela.

Figura 1

La regla de 18 divide cada semitono un poco más pequeño (1/100 de semitono por semitono); este resto va a determinar que la octava queda baja de entonación dado que la suma de las diferencias harían en él trate doce una diferencia de 12/100 de un semitono, que es audible. Para lograr mas exactitud habría que realizar las divisiones por 17.817 (en vez de 18).

Obviamente el primer paso para un constructor es dibujar correctamente la escala. En mi caso, según mi punto de vista y experiencia, prefiero el método de la raíz doceava de dos. Esta cuenta arroja una razón cuyo numero exacto es: 1.059463094. Es la división logarítmica de una octava (dos veces la frecuencia fundamental), en doce espacios, y es la base teórica de la escala usada actualmente en música occidental en instrumentos de teclados y trastes.

Digo “nuestra música occidental actual” porque anteriormente al barroco había una diferenciación de afinaciones usadas en instrumentos de teclado. Los claves (no había pianos aun) estaban afinados para tocar con sostenidos o con bemoles dado que la división del tono en dos partes exactamente iguales no es posible. Debido a estas discusiones hubo un señor que puso coto al asunto elaborando un “Temperamento Ecuilibre” (Acomodamiento Ecuilitario), una solución de compromiso para resolver este nudo que sitúa a los doce semitonos a iguales distancia tonales. Este señor se llamaba Juan Sebastián Bach y para “demostrar” que tenia la posta escribió una de sus más grandes obras para clave: “El clave bien atemperado”. Estas afinaciones antiguas, hoy, pueden encontrarse en los presets de los Kurzweil K-2000 y K-2500, por ejemplo, cosa de locos no?.

Pero siempre tenemos que tener en cuenta que aunque los trastes estén colocados en el lugar correcto, en la guitarra existen otras variables que hacen que no sea un instrumento de afinación perfecta. Estas son: las cuerdas; las diferentes presiones de la mano izquierda; la altura y forma de los trastes, la emoción y/o precisión del ejecutante; etc.. Naturalmente, los constructores debemos medir y cortar las ranuras de los trastes lo más perfecto que sea posible.

El procedimiento consiste en: Dividir el largo de la escala(LE) por 1.059463094 para obtener la distancia del puente al traste 1 (X1), luego del puente al traste 2 (X2) y así sucesivamente hasta tener la cantidad de trastes que necesitamos.

LE = 648 (Fender Stratocaster)

$648 \div 1.059463094 = 611.6306 = X1$

$X1 \div 1.059463094 = 577.3026 = X2$

Si la calculadora que estas usando tiene memoria, inserta el factor 1.059463094 en la misma para

hacer más rápido.

Con este método podemos entrestar si es necesario una cancha de fútbol. Si preferimos tener estas distancias desde la cejuela en vez que desde el puente, debemos restarle al largo total de la escala el resultado $X1$, y así tendremos la distancia de la cejuela al traste 1 ($T1$), después se tiene que repetir lo mismo con los valores de $X2$, $X3$, etc.

Compensación

Ninguna guitarra puede tener una correcta afinación, a menos que las cuerdas tengan en el puente una correcta compensación de distancia.

El largo de escala y los correctos intervalos de los trastes son determinados por una fórmula.

En la práctica el largo de cuerda es un poco más largo que el largo matemático de la escala.

Este pequeño largo que se agrega al de la escala teórica, es lo que generalmente se llama compensación de cuerda (fig. 1)

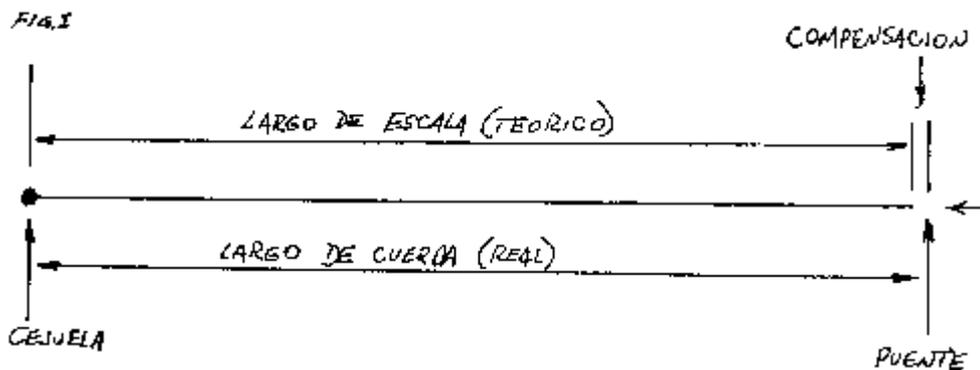


Figura 1

La mecánica con que se toca la guitarra, o cualquier otro instrumento con trastes, requiere que la cuerda tenga una cierta altura, para que cuando esta vibre no pegue contra los trastes y produzca trasteo o se corte su sonido.

La cuerda tiene su punto máximo de oscilación cuando se toca al aire, y la parte más ancha de este arco se encuentra en el traste doce, la altura de la cuerda sobre los trastes va subiendo gradualmente, teniendo su punto más bajo en los primeros trastes y él más alto en los últimos.

Cuando la cuerda es presionada contra el traste, esto la estira con una determinada cantidad de presión.

El efecto de este pequeño estiramiento de la cuerda, es que al tocar una nota pisada la frecuencia de esta es más alta de lo esperado en el cálculo matemático teórico de la escala.

Tomando en cuenta que al estar la cuerda más alta a medida que avanzamos hacia los últimos trastes, la diferencia entre la nota teórica deseada y la real también aumenta; muchos de ustedes habrán comprobado que con instrumentos con el puente descalibrado, sonaba más desafinado a medida que avanzaban en el diapasón, sobre todo después del traste doce.

También existe otra variable con respecto a la compensación que es: la altura de la cejilla o traste cero, si esta es muy alta se producirá, sobre todo en las cuerdas graves, un efecto mucho más grande de estiramiento haciendo que la distancia de la cuerda al aire con respecto a la pisada sea mayor.

Otra razón para la compensación es que cada cuerda, dependiendo de su método de construcción requiere una diferente cantidad de compensación.

Con las cuerdas de nylon, por ejemplo, la tercera requiere más compensación que la primera y la sexta más que la cuarta, para estas cuerdas la tercera entorchada necesita menos compensación que la lisa.

Con cuerdas de acero, la segunda necesita más que la primera y la sexta requiere más que la tercera.

Con cuerdas de acero, en adición la tercera entorchada generalmente necesita menos que la segunda lisa.

El rango de compensación requerido con cuerdas de nylon (desde primera a sexta) es muy pequeño y para los propósitos prácticos un puente derecho colocado en un punto de balance entre la compensación de cuerdas agudas y graves, es satisfactorio.

Con cuerdas de acero, las graves necesitan mucho más compensación que las agudas en este caso es mucho más conveniente usar un puente compensado, siendo ideal uno que tenga regulación independiente, cuerda por cuerda.

La manera de chequear la compensación necesaria para cada cuerda es comparar la nota al aire (armónico del traste doce) con la nota pisada en el mismo traste.

Hay que tener en cuenta que esto también puede variar de un músico a otro con distintos grados de pulsación (presión sobre las cuerdas).

Si la nota pisada es mas alta que el armónico, esta cuerda necesita mas compensación.

Si la nota pisada es mas baja que el armónico, esta cuerda requiere menos compensación.

En síntesis, las reglas que siguen pueden es usadas como guías generales para ayudar a determinar la justa cantidad de compensación.

1) Guitarras Clásicas: (cuerdas de nylon) Con escala media, deben tener una compensación de aprox. 1.58 a 3.17 mm.

Igualmente muchas guitarras clásicas se benefician inclinando el puente, de manera que la sexta cuerda tenga entre 0.40 y 0.80 mm de compensación extra con respecto a las otras.

2) Las guitarras con cuerdas de acero requieren de 3.17 a 4.80 mm en las cuerdas graves y de 1 a 1.50 mm en las agudas.

La cantidad de compensación requerida para cuerdas de acero varia considerablemente, set depende del largo de escala, grosor de cuerdas, altura de las mismas, músicos con distintas pulsaciones, variaciones climáticas, etc. O sea que estas medidas son solo reglas muy generales.

3) En general las guitarras de escala corta necesitan mas compensación que las de escala larga.

4) Cuerdas gruesas con mucha tensión, Necesitan menos compensación que las de baja tensión. La diferencia entre alta y baja tensión es muy pequeña y en muchos casos puede ser ignorada. Por otro lado las cuerdas de acero varían radicalmente sus requerimientos de un calibre a otro, y para mejor resultado es muy recomendable calibrar el instrumento con el grosor y marca de cuerdas que el músico va a usar para ese instrumento, preferentemente nuevas.

5) Una acción alta de cuerdas necesita mas compensación que una baja, las cuerdas de acero son más sensibles a los cambios de altura que las de nylon. Entonces es conveniente regular la compensación cuando ya tenemos regulado el mástil y la altura de cuerdas que vamos a usar.

Cuerdas y trastes

Primero tratare de explicar que es lo que pasa cuando una cuerda se pone en Movimiento.

Antes que nada la cuerda que esta en tensión necesita ser atacada (forzada a entrar en movimiento)por algún objeto (una púa, la punta de un dedo o la fricción continua de la cerda de un arco).

Una vez que la cuerda esta en movimiento (vibrando), se disparan una serie de eventos que producen un vasto rango de efectos en ella.

La cuerda comienza a vibrar en una serie de modos o “patrones”. Estos modos son simples fracciones del largo de la cuerda. En otras palabras, la cuerda puede vibrar en medios, tercios,

cuartos, quintos, sextos, o más fracciones iguales. Estas fracciones son llamadas "PARCIALES".

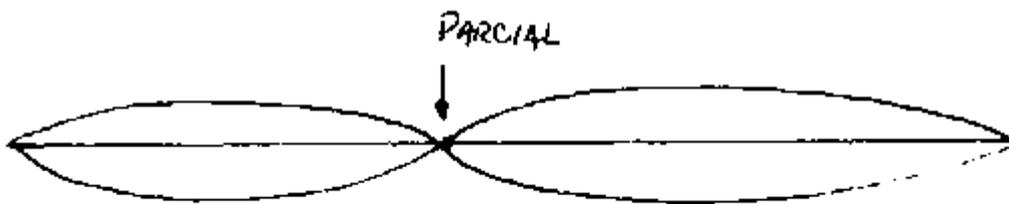
Y ellas contribuyen al sonido general de la cuerda. Si ustedes tuvieran algo así como una cámara especial que pudiera "ver" la cuerda vibrante selectivamente, (un parcial a la vez), podrían descubrir que todas esas fracciones se mueven cuando la cuerda vibra, algunas en secuencia, otras simultáneamente.

Esto quiere decir que la cuerda no solo hace "boingggggg" de punta a punta, sino que en medio pasan un montón de cosas.

Por ejemplo, si nosotros pulsamos la cuerda MI grave en una guitarra, la cuerda puede vibrar en su largo total (primer parcial), o también a la mitad (segundo parcial), o también en tercios (tercer parcial), o más, hasta diez o doce parciales sucesivos (este número está relacionado a la contribución de muchos otros factores).

Si quieren una prueba simple, usaremos algo con lo que ustedes seguramente están familiarizados. Toquen la cuerda MI grave de una guitarra; ahora, mientras esta vibrando toquen suavemente la cuerda, justo sobre el traste doce. (Fig. 1).

PARCIAL



$$440 \text{ Hz.} \times 2 = 880 \text{ Hz.}$$

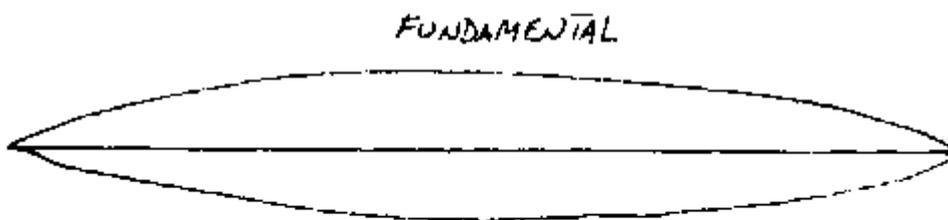
.Fig 1

El primer armónico o parcial de la cuerda vibra el doble de veces que la fundamental, produciendo una nota una octava más arriba.

Figura 1

La razón por la que esta nota suena una octava arriba, es porque al tocar la cuerda sobre el traste doce, que es aproximadamente el centro entre la cejuela y el puente, nosotros estamos cancelando el primer parcial o fundamental. El cual es la nota producida por la vibración de la cuerda de punta a punta (Fig. 2).

FUNDAMENTAL



440 Hz.

Fig. 2

La frecuencia fundamental se produce cuando todo el largo de la cuerda vibra en un arco completo. La frecuencia de la cuerda "la" de un violín es de 440 Hz.

Figura 2

Ahora toquen la cuerda vibrante suavemente sobre el quinto traste (el punto medio entre la cejuela y el traste doce). Escucharemos la misma nota MI, pero una octava mas arriba que cuando la tocamos en el doce.

La duración del ataque se aplica cuando consideramos la diferencia entre el efecto momentáneo de un golpe de plectro y la continua acción producida por un arco de violín. Finalmente la localización del ataque alude a las diferencias que escuchamos cuando alternativamente tocamos con la púa, cerca del puente o del diapasón.

En cada caso diferentes parciales son excitados con diferentes intensidades, a la vez que otros son al mismo tiempo, cancelados.

Solo recuerden, que es el sonido de los parciales, tomados como un conjunto, lo que produce el tono que nosotros percibimos.

El instrumento en sí mismo tiene una interesante interacción con la cuerda(sobre todo los instrumentos acústicos). Cuando la cuerda es tensionada, el instrumento también es tensionado.

Básicamente el instrumento resiste el tiraje de las cuerdas con una fuerza igual, de oposición.

Digamos que una cuerda produce una tensión sobre el puente o cordal de una guitarra, la cual podremos medir como una carga de por ejemplo 24 libras (y la tapa, en el caso de las guitarras acústicas), tienen que resistir esta carga con una fuerza igual de oposición, de 24 libras.

La energía enviada a la cuerda por medio de la púa, incrementa la tensión de la cuerda por la fracción de un segundo. Esto sucesivamente incrementa la tensión en el puente, luego la cuerda afloja y por ende la carga del puente también. De esa manera es como la tapa del instrumento y las cuerdas intercambian golpes, algo así como un tira y afloje.

Esta asistencia de vibraciones desde el instrumento es llamada fuerza de restablecimiento; la energía vuelve desde el instrumento para ayudar a mantener la cuerda en movimiento.

Es importante saber que la cuerda genera su energía en dos direcciones, a lo largo y a lo ancho.

Ustedes pueden darse cuenta de esto tomando el ejemplo de un chico saltando en una sogá sostenida por dos personas; a la vista esta la energía que impulsa a la sogá hacia los lados para que el chico pueda saltar; pero si nosotros tomamos una punta de la sogá sentiremos una energía que va de nuestra mano a la mano de la persona que sostiene la otra punta.

Estas dos energías ocurren en la cuerda de un instrumento musical. El movimiento hacia los lados se llama: VIBRACION LATERAL, y el movimiento a lo largo se llama: VIBRACION LONGITUDINAL.

Las vibraciones longitudinales son críticamente importantes, por ejemplo, para los instrumentos con puente pegado (como los de la mayoría de las guitarras acústicas y clásicas). Las vibraciones laterales son más importantes para los instrumentos con puentes movibles (como por ejemplo las guitarras de jazz).

Con un nombre simple, y aparentemente un funcionamiento simple, las vibraciones de las cuerdas encierran un maravilloso e intrincado universo de actividad, y son estas las que hacen que el gran universo de la música sea posible.

A continuación les voy a dar las libras de tensión de distintos grosores de cuerdas(estas son las tensiones promedio entre varias marcas de cuerdas); los ejemplos están dados sobre la base de una escala de 25 ½ pulgadas (Fender), porque es la mas standard para guitarras eléctricas, acústicas y clásicas.

Cuerda	Nota	Calibre	Libras
1*	Mi	.009	14.5
1*	Mi	.010	16.3
1*	Mi	.011	18.9
2*	Si	.011	12.6
2*	Si	.013	15.8
2*	Si	.014	17.5
3*	Sol	.016	13.7
3*	Sol	.017	15.5
3*	Sol	.020	21.5
4*	Re	.026	20.8
4*	Re	.028	23.2
4*	Re	.030	26.0
5*	La	.036	19.3
5*	La	.038	21.5
5*	La	.040	25.9
6*	Mi	.042	15.2
6*	Mi	.046	18.7
6*	Mi	.048	19.5