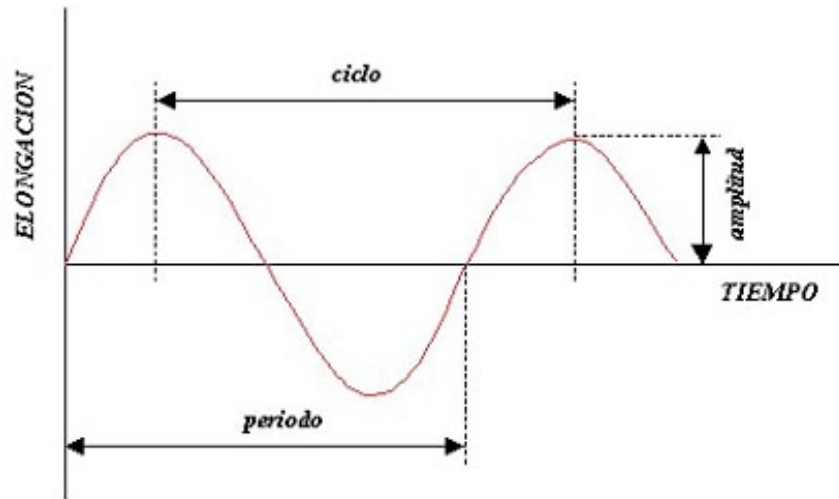
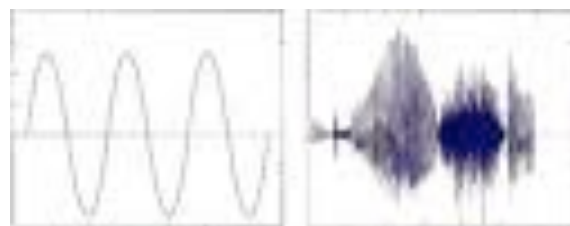
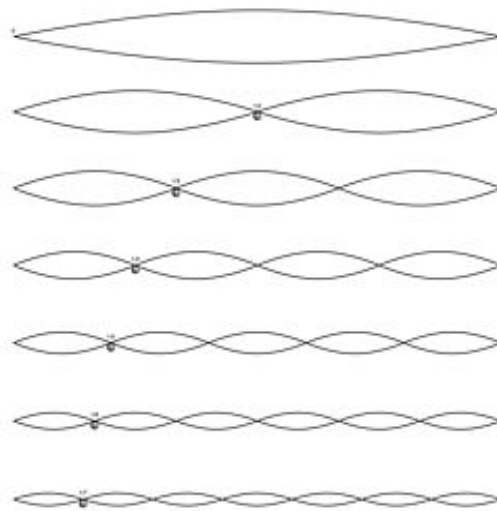


Serie armónica



La serie armónica es la sucesión de armónicos que se producen al vibrar una cuerda o una columna de aire.



Cuando reproducimos el sonido DO, en realidad, están sonando todos estos armónicos:

do re mi fa# sol LA Ab SIb si

do mi sol SIb

do do sol do REb re MIb mi

F F 5 F 3 5 b7 F 2 3 (#)4 5 b6 b7 7 F b2 2 b3 3

La Serie Armónica

▼ Cualidades

Debemos tener en cuenta varios factores que nos harán más verosímil este fenómeno físico:

- ▼ Cada sonido tiene la **mitad de volumen** que el anterior.
- ▼ Aunque la serie se prolonga indefinidamente, **sólo podemos oír** los armónicos que quedan **dentro del registro audible** para el oído humano, entre 20 (16) y 20.000 (38.000) hz. aproximadamente, puesto que algunos científicos consideran la última cifra demasiado alta.

Por lo tanto, la mayoría de los armónicos **son inaudibles**, lo cual no quita que influyan en las cualidades y naturaleza del sonido. Debido a que podemos oír mayor cantidad de los armónicos que producen, las notas graves nos suenan más "llenas", aunque esto también se debe a la mayor amplitud de sus ondas.

▼ También consideremos que:

- ▼ Las notas marcadas en negrita, son notas que no coinciden con nuestros sistemas de afinación. Los armónicos 7, 11 y 14 resultan algo más bajos que su notación. El armónico 13 resulta algo más alto, quedando a poca distancia del 14.
- ▼ Cada sonido se denomina con un número, que equivale al puesto que ocupa en la serie.
- ▼ Asimismo el número determina la cantidad de veces que cada sonido es mayor, en vibraciones, que la fundamental. El sonido 2 tiene el doble de frecuencia que el primero, el 3 el triple, etc.

Se desconoce si Pitágoras (582 a. de C) estaba al tanto de este fenómeno, pero sin duda estuvo muy cerca, cuando diseñó y construyó su *sonómetro*, un singular

instrumento en el que basó investigaciones que le llevaron a las bases de lo que hoy se conoce como Sistema Pitagórico.

▶ Sistema Pitagórico

8ª: 2/1

5ª: 3/2

4ª: 4/3

2ª: 9/8 (dos quintas seguidas menos una octava)

$$\left(\frac{3}{2}\right)^2 : 2^1 = \frac{9}{8}$$

3ª: 81/64 (cuatro quintas menos dos octavas)

6ª: 27/16 (tres quintas menos una octava)

$$\left(\frac{3}{2}\right)^3 : 2^1 = \frac{27}{16}$$

7ª: 243/128 (cinco quintas menos 2 octavas)

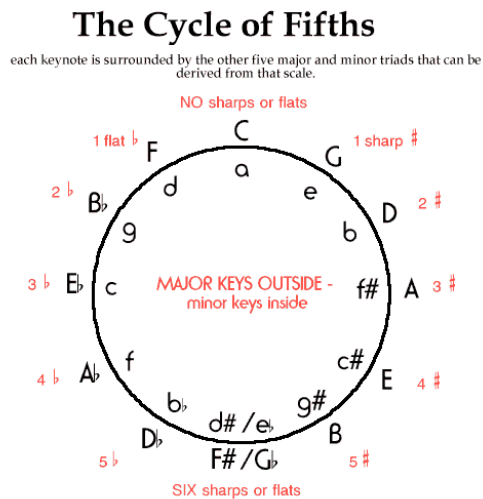
$$\left(\frac{3}{2}\right)^5 : 2^2 = \frac{243}{128}$$

Tono: 9/8

Semitono: 256/243 (octava –séptima)

$$2 : \frac{243}{128} = \frac{256}{243}$$

Círculo de quintas



12 quintas cierran el círculo: $531441/4096$ menos 6 octavas $531441/262144 = 2.02$

2.02 > octava → quinta del lobo (más pequeña)

	Sistema de afinación			
	Pitagórico	de Zerlino	Temperado (12)	Hölder
Do	260,7407	264	261,6256	260,7716
Re ^b	274,6898	285,12		274,7764
Do [#]	278,4375	275	277,1826	278,3936
Re	293,3333	297	293,6648	293,3449
Mi ^b	309,0261	316,8		309,0991
Re [#]	313,2422	309,375	311,1270	313,1681
Mi	330	330	329,6275	329,9870
Fa	347,6543	352	349,2282	347,7091
Sol ^b	366,2531	380,16		366,3830
Fa [#]	371,25	366,6667	369,9944	371,2061
Sol	391,1111	396	391,9954	391,1419
La ^b	412,0347	422,4		412,1484
Sol [#]	417,6562	412,5	415,3047	417,5739
La	440	440	440	440
Si ^b	463,5391	475,2		463,6304
La [#]	469,8633	458,3	466,1638	469,7337
Si	495	495	493,8833	494,9610

Pitágoras investigó exhaustivamente las cualidades vibratorias de la cuerda, y logró determinar los sitios en los que se produce cada armónico.

De ese modo, es posible localizar, por ejemplo, el armónico 7, que es uno de los que suenan "desafinados", y eliminarlo, haciendo que el martillo golpee justo en ese punto. Esta anulación del armónico, se produce por otro fenómeno físico, que sin duda, también era conocido por Pitágoras.

▼ Implicaciones en la Armonía.

De la observación de esta serie armónica, se deducen algunos conceptos importantes relativos a las tonalidades y su funcionamiento.

▼ Observa los **armónicos 3, 6 y 12** de la serie, se trata en los tres casos de la nota **SOL**.

▼ Observa que, hasta alcanzar la cuarta octava, en el armónico nº 16, **ninguna otra nota aparece 3 veces** (a excepción de la fundamental)

Por lo tanto podríamos decir que **la nota DO, tiene "alto porcentaje" de la nota SOL**, aunque está claro que sigue predominando el DO, que aparece 5 veces.

Si transportamos este concepto a la Armonía, comprendemos porqué modular de la tonalidad de DO a la de SOL es más suave que modular de DO a DO#, (a pesar de que en cualquier instrumento una y otra nota queden al lado) Observa cuantas veces aparece DO# en las 4 primeras octavas...

Estas relaciones se reproducen de forma inversa si evolucionamos por cuartas en lugar de por quintas, en otras palabras, DO tiene tanto en común con SOL, como

SOL con DO, luego, al ser la relación SOL-DO análoga a la relación DO-FA, al evolucionar por cuartas, la tonalidad más próxima es FA:

G	SOL-SOL-RE-SOL-SI-RE-FA
C	DO-DO-SOL-DO-MI-SOL-SI \flat
F	FA-FA-DO-FA-LA-DO-MI \flat

Si observamos los primeros armónicos de SOL, que son los más importantes, puesto que son audibles:

SOL-SOL-RE-SOL-SI-RE-FA

vemos que luego de SOL, la nota con más presencia es RE, por lo tanto ese será el siguiente tono, en proximidad, con respecto a DO.

E	MI-MI-SI-MI-SOL \sharp SI-RE
A	LA-LA-MI-LA-DO \sharp -MI-SOL
D	RE-RE-LA-RE-FA \sharp -LA-DO
G	SOL-SOL-RE-SOL-SI-RE-FA
C	DO-DO-SOL-DO-MI-SOL-SI \flat
F	FA-FA-DO-FA-LA-DO-MI \flat
B \flat	SI \flat -SI \flat -FA-SI \flat -RE-FA-LA \flat
E \flat	MI \flat -MI \flat -SI \flat -MI \flat -SOL-SI \flat -RE \flat
A \flat	LA \flat -LA \flat -MI \flat -LA \flat -DO-MI \flat -SOL \flat

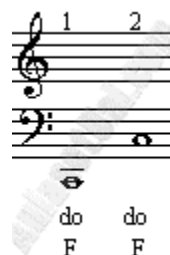
Se deduce que la proximidad de las tonalidades, no está definida directamente por la cantidad de veces que aparece una nota en los armónicos de otra, sino por la forma en que se van enlazando unas con otras, es decir que DO no está más cerca de RE por tener más armónicos en común, sino por estar RE más cerca de SOL, que es su tonalidad más próxima.

▼ Implicaciones en la Historia de la Música.

Con mayor o menor crédito, algunos autores han arriesgado la teoría de que la evolución de la música responde a la serie armónica, algo así como si estuviera "siguiendo" la serie.

La observación en que se basa no deja de ser llamativa.

Los primeros cantos de que se tiene noticias, fueron al unísono, es decir que sólo habíamos llegado al primer armónico de la serie:



Más tarde se introdujo la quinta:

do do sol
F F 5

El siguiente intervalo que se adoptó fue el de cuarta:

do do sol do
F F 5 F

El siguiente gran paso vino con la utilización del acorde perfecto mayor, es la época del florecimiento de la música clásica:

do mi sol
F 3 5

Más tarde llega la asimilación de la 7ª menor, con el Jazz, y la predominancia de acordes dominantes en la armonía popular, el rock...

do mi sol Si b
F 3 5 b7

La evolución del Jazz, el Pop y el Rock, llevó a la utilización de la tensión 9 como tensión habitual

do re mi

Hoy día, en la música "fusion", considerada una mezcla de Rock y Jazz, con diferentes influencias, la utilización de la tensión #11, (por otro lado tensión diatónica del grado IV) es de utilización frecuente.

mi fa# sol

Finalmente, si esta relación es real, la música que nos espera, dejará los centros tonales tal como son utilizados hoy en día.

do re mi

Todo el sistema armónico, está organizado en base a la jerarquía de la tónica, el grado I es el centro tonal y punto de reposo por encima de todos los demás grados tonales, que, en mayor o menor medida, tienden a moverse hacia él.

Si la evolución de la música sigue siendo fiel a la serie armónica, en el futuro, las

notas DO-REb-RE, podrían ocupar el lugar que hoy ocupan DO-RE-MI (acorde mayor con novena).

Este, tal vez, haya sido el paraíso soñado por Schönberg, cuando diseñó su sistema Dodecafónico, un sistema en el que las doce notas tienen la misma jerarquía, y que aún hoy, resulta completamente imposible de asimilar para el oyente medio. Lo que resulta evidente es que estas notas (DO-REb-RE), incluso debido a los armónicos que tienen en común, no tienen la misma organización jerárquica que el arpeggio mayor, o las notas DO-RE-MI, y generan de por sí, un sonido más ambiguo.

Personalmente, opino que antes de llegar a la asimilación del dodecafonismo, se pasará por una etapa de asimilación de nuevos grados dentro de los modos conocidos.

En otras palabras, si en la escala mayor, tal como la conocemos, incluimos el REb, y le damos la misma jerarquía que a cualquier otra nota de paso, no sólo obtenemos un grado nuevo, sino que todos aquellos que incluyan en su 3ª, 5ª, ó 7ª, el segundo grado, tendrán diferentes posibilidades.

Por ej. el grado V, SOL7, podría formarse como SOL-SI-RE-FA, ó SOL-SI-REb-FA, es decir, G7, ó G7b5

▼ Experimento con un Piano Acústico

Esta es una sencilla prueba que te permitirá oír algunos de los armónicos que produce la serie.

▼ Pulsa suavemente dos notas SOL, en octavas, en la parte central del teclado.

▼ Hazlo de forma que no se produzca sonido, pero se active el martillo y se levanten las sordinas.
(Si esto te resulta complicado, simplemente toca las notas con suavidad y espera que se apague el sonido)

▼ Ahora toca un DO grave, de forma fuerte y seca, casi golpeando la tecla. El sonido del DO grave se apagará rápidamente y podrás oír un armónico, que es la nota SOL.
Lo que está sucediendo es que las cuerdas SOL están vibrando por el fenómeno conocido como "simpatía", que no es otra cosa que la "respuesta" de la cuerda SOL, a los armónicos de su misma frecuencia que han sonado junto con el DO.

Puedes repetir la prueba, apretando esta vez la octava MI-MI con la mano derecha, este armónico suele oírse en todos los instrumentos.
Un piano con cuerdas largas (cola o 1/2 cola) favorecerá la audición del Sib, el siguiente armónico.

Si no puedes hacer esta prueba en casa, recuérdala y llévala a cabo cuando tengas cerca un piano acústico.