

Origen de la Escala Natural

La escala actual (escala occidental) es el resultado de un largo proceso de aprendizaje de las notas. Los pitagóricos construyeron un aparato, llamado Monocordi que se componía de una tabla alargada, una cuerda tensa sujeta por los extremos a la tabla y una tabla más pequeña que se iba moviendo a lo largo de la grande y por debajo de la cuerda. Observaron que haciendo más o menos larga la cuerda (lo que se conseguía moviendo la tabla móvil) se producían sonidos diferentes. Entre estos sonidos escogieron algunos que eran armoniosos con el sonido original (cuerda entera).

Llamamos **Frecuencia** a una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico. El **Sistema Internacional** señala que las frecuencias se miden en **Hertz (Hz)**, una unidad que lleva el nombre del físico alemán **Heinrich Rudolf Hertz**. Un Hz es un suceso que se repite una vez por segundo; por eso, la unidad también se conoce como **ciclo por segundo (cps)**. Llamamos **Intervalo** a una clasificación numérica para identificar la relación entre dos notas musicales ó también a la relación que existe entre las frecuencias de los distintos sonidos, aunque en música reciben nombres propios cuya correspondencia física depende del tipo de escala utilizada.

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª

Entre Do y el Re hay un intervalo de 2ª, porque Re es la segunda nota de la escala a partir de Do. Entre Do y el Mi hay un intervalo de 3ª, porque Mi es la tercera nota de la escala a partir de Do. Siguiendo con este razonamiento tenemos intervalo de 4ª (entre Do y el Fa), intervalo de 5ª (entre un Do y el Sol), intervalo de 6ª (entre Do y el La) e intervalo de 7ª (entre Do y el Si).

Cuando la cuerda mide la mitad de la original el sonido se repite pero es más agudo. A la distancia entre la nota original y la correspondiente a este nuevo sonido se le denomina **Octava**, que corresponde a la repetición de un sonido con una cuerda cuya longitud es la mitad de la original. Su frecuencia es doble.

Cuando la longitud de la cuerda es las dos terceras partes de la cuerda original, la frecuencia es $3/2$ del sonido inicial. A este intervalo se le llama **Intervalo de Quinta**. Cuando la longitud de la cuerda es $3/4$ de la cuerda original, la frecuencia es $4/3$ del sonido inicial. A este intervalo se le llama **Intervalo de Cuarta**. De esta manera, para un sonido original cualquiera podemos hacer el siguiente esquema:

Nota	Longitud de la cuerda (L)	Frecuencia (f)
Original	L	f
Octava	$1/2 \cdot L$	2f
Quinta Justa	$2/3 \cdot L$	$3/2 \cdot f$
Cuarta Justa	$3/4 \cdot L$	$4/3 \cdot f$
Tercera mayor	$4/5 \cdot L$	$5/4 \cdot f$
Tercera menor	$5/6 \cdot L$	$6/5 \cdot f$

El italiano Guido de Arezzo, en el año 1026, en plena Edad Media, introdujo el pentagrama e inventó la escritura de las notas, (do, re, mi, fa, sol, la). Arezzo, para crear su escala musical, utilizó la primera sílaba de cada verso de un himno dedicado a San Juan, que se atribuye a Paulo Diácono y que decía:

*Ut queant laxis
Resonare libris
Mira gestorum
Famuli tuorum
Solve polluti
Labbii reatum
Sancte Joannes*

Más tarde, por las dificultades para cantar, la Ut se cambió por **Do**. Pero debieron transcurrir cinco siglos, hasta el XVI, para que se completara la escala musical, tal como hoy la conocemos. Se recurrió al mismo himno que Arezzo había utilizado en el siglo XI, y con las iniciales de San Juan que, por entonces, se escribía Sante Ioanes, y se formó la séptima nota, **Si** y la octava fue la repetición del Do. Actualmente también se utilizan las letras A, B, C, D, E, F, G para designar las notas musicales.

En 1939, en una reunión de la Conferencia Internacional en Londres, se aprobó por unanimidad la frecuencia de **440 Hz** como la estándar para el tono **A4**, y es en la actualidad la norma casi universal.

Escala Temperada

La escala temperada (escala de igual temperamento) es la escala musical común utilizada en la actualidad. Se utiliza para la afinación de pianos y otros instrumentos de escala relativamente fija. Una de las ventajas de la escala temperada es que es la misma en cualquier "clave" musical, de modo que las composiciones, pueden ser libremente transportadas arriba o abajo, sin cambiar los intervalos musicales. Esta es una de las principales ventajas que ha hecho del igual temperamento, el estándar en la música occidental en los últimos 200 años. Divide la octava en 12 semitonos iguales.

En una octava se utilizan 12 notas, las de la escala cromática. Las 5 notas que faltan se simbolizan añadiendo a la derecha el carácter # (sostenido) o b (bemol).

Relación entre las frecuencias de las notas

Es fácil deducir la razón matemática del sistema temperado. Un intervalo es una relación de frecuencias, por lo que la frecuencia de cada nota de la escala cromática, se obtendrá de multiplicar la nota anterior por la razón correspondiente a un semitono, que llamaremos "r". Si queremos saber, por ejemplo, cuál es la frecuencia de Do#, multiplicaremos la frecuencia de Do por "r". Para obtener Re, volveremos a multiplicar el resultado obtenido por "r", (o la frecuencia de Do por r^2), etcétera. Por tanto, si queremos completar una Octava con 12 intervalos iguales, necesitamos un semitono tal que al multiplicarlo 12 veces consecutivas por la frecuencia base dé como resultado una frecuencia doble es decir el mismo sonido pero más agudo.

La octava está dividida en 12 semitonos iguales. Si A4 es 440 Hz, la siguiente nota, que es un semitono más alta será La# ó Sib. Su frecuencia será:

$$A\#4 = A4 \cdot r = 440 \cdot r$$

La siguiente nota a A#4 es B4 y su frecuencia es $B4 = A\#4 \cdot r = 440 \cdot r \cdot r = 440 \cdot r^2$ y así sucesivamente.

$$C4 = B4 \cdot r = 440 \cdot r^2 \cdot r = 440 \cdot r^3$$

En una Octava la frecuencia de A5 es el doble que la de A4.

$$A5 = A4 \cdot 2 = 440 \cdot 2 = 880$$

Como entre A4 y A5 hay 12 notas y en la Octava hay 12 semitonos iguales se verifica que:

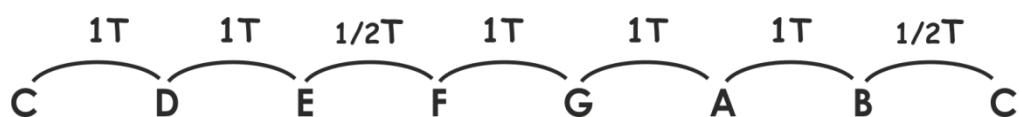
$$A5 = 440 \cdot r^{12} = 880 \Rightarrow r^{12} = 2 \Rightarrow r = \sqrt[12]{2} = 1'056493$$

Según esta razón podemos establecer la frecuencia de las 12 notas de la Escala Temperada.

A4	440 Hz
A# ó Bb	$440 \cdot \sqrt[12]{2} = 466,163761 \text{ Hz}$
B	$440 \cdot \sqrt[12]{2^2} = 493,883301 \text{ Hz}$
C	$440 \cdot \sqrt[12]{2^3} = 523,251130 \text{ Hz}$
C# ó Db	$440 \cdot \sqrt[12]{2^4} = 554,365261 \text{ Hz}$
D	$440 \cdot \sqrt[12]{2^5} = 587,329535 \text{ Hz}$
D# ó Eb	$440 \cdot \sqrt[12]{2^6} = 622,253967 \text{ Hz}$
E	$440 \cdot \sqrt[12]{2^7} = 659,255113 \text{ Hz}$
F	$440 \cdot \sqrt[12]{2^8} = 698,456462 \text{ Hz}$
F# ó Gb	$440 \cdot \sqrt[12]{2^9} = 739,988845 \text{ Hz}$
G	$440 \cdot \sqrt[12]{2^{10}} = 783,990871 \text{ Hz}$
G#	$440 \cdot \sqrt[12]{2^{11}} = 830,609395 \text{ Hz}$
A5	$440 \cdot \sqrt[12]{2^{12}} = 880 \text{ Hz}$

ADN de una Escala Mayor

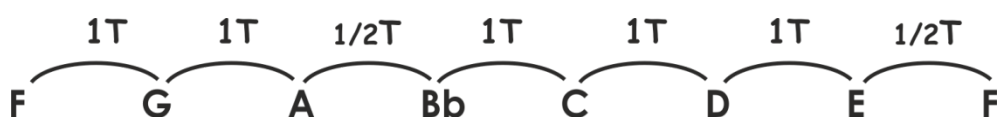
Las notas que componen la escala mayor de C así como los intervalos entre ellas quedan reflejados en el siguiente esquema:



Lo que aparece en la parte superior del esquema sería el ADN de la escala mayor, es decir:

T T ½ T T T T ½ T

A partir de este ADN podemos crear cualquier escala. Por ejemplo, la escala de F mayor sería:



Intervalos Mayores. Intervalos Perfectos o Justos

Un intervalo entre dos notas se compone de dos partes: Distancia y Cualidad. Así, un intervalo de Cuarta Justa quiere decir que la distancia entre las notas (ambas incluidas) es de 4 notas y la cualidad es Justa. Contando los semitonos que hace falta subir desde la nota origen (en este caso C) hasta la nota destino obtenemos los siguientes intervalos:

C-C	Primera Justa o Perfecta	0 tonos
C-D	Segunda Mayor	1 tono
C-E	Tercera Mayor	2 tonos
C-F	Cuarta Justa	2 tonos y medio
C-G	Quinta Justa	3 tonos y medio
C-A	Sexta Mayor	4 tonos y medio
C-B	Séptima Mayor	5 tonos y medio
C-C	Octava Justa	6 tonos

Todos los intervalos de una escala mayor, en relación a la tónica, son Mayores o Justos.

Los intervalos Justos tienen la característica de que si los invertimos el intervalo resultante sigue siendo justo. Por ejemplo: El intervalo C-G es una quinta justa y si lo invertimos nos da el intervalo G-C cuyas notas son G, A, B y C que constituyen es una cuarta justa ya que entre G y C hay 5 semitonos o 2 tonos y medio.

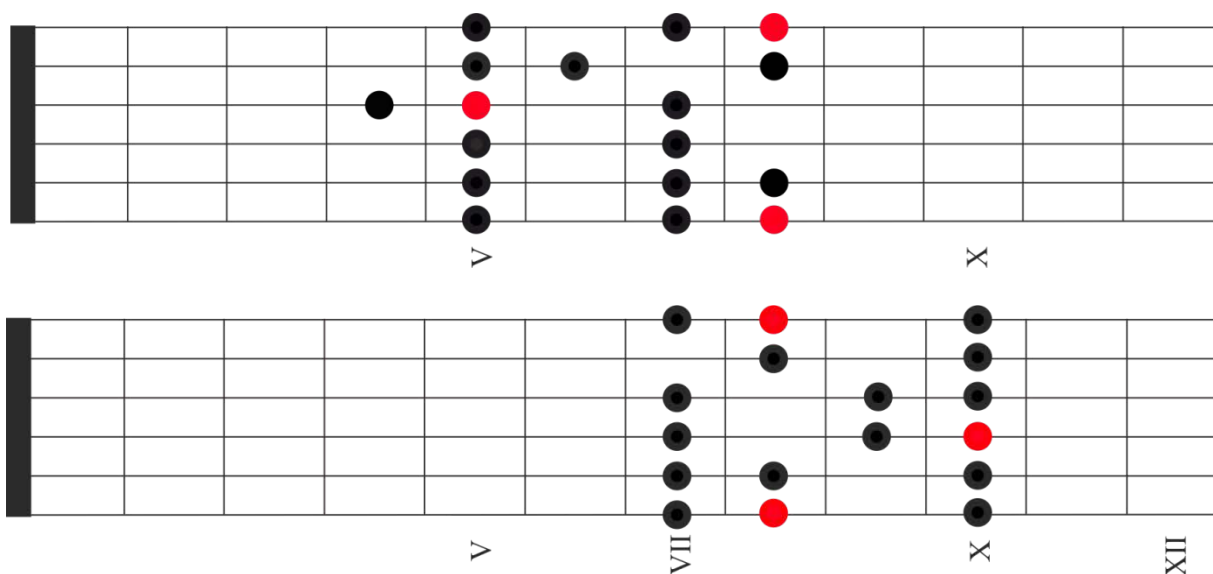
Esto no sucede con los intervalos mayores ya que por ejemplo el intervalo C-A es una sexta mayor (hay 4 tonos y medio) mientras que la inversión A-C no es una tercera mayor porque entre A y C hay un tono y medio y no dos tonos como correspondería a la tercera mayor .

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
C	D	E	F	G	A	B	C
Tónica	2ª Mayor	3ª Mayor	4ª Justa	5ª Justa	6ª Mayor	7ª Mayor	Tónica

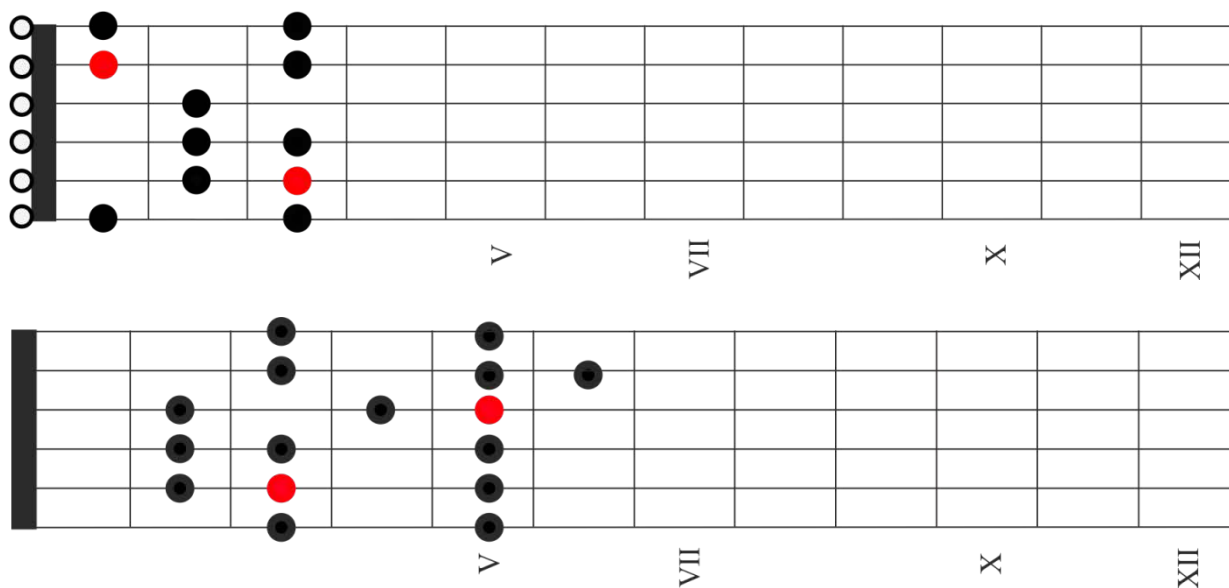
Escala completa de C Mayor

Identificamos en rojo la tónica más grave de la escala y tenemos que memorizar en cada una de las siguientes posiciones dónde está la tónica para que de esta manera, cuando tengamos otra tonalidad mayor simplemente desplazaremos la tónica de la cuerda 6ª, 5ª o 4ª, según sea, hacia la nueva tonalidad, manteniendo el esquema del dibujo.

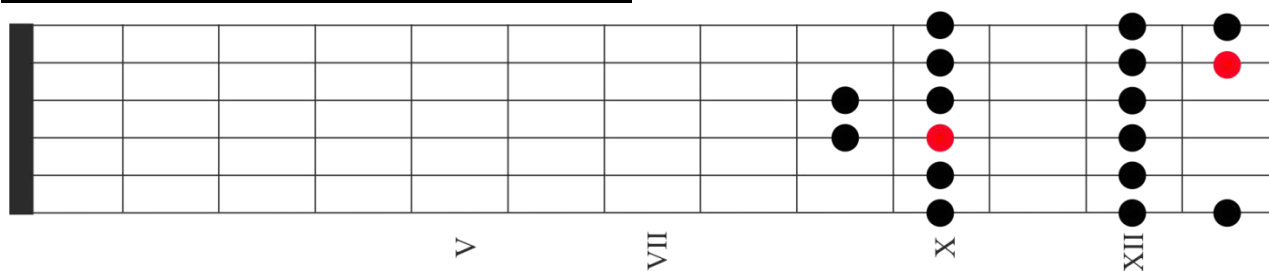
Escala de Do mayor con la tónica en la 6ª cuerda



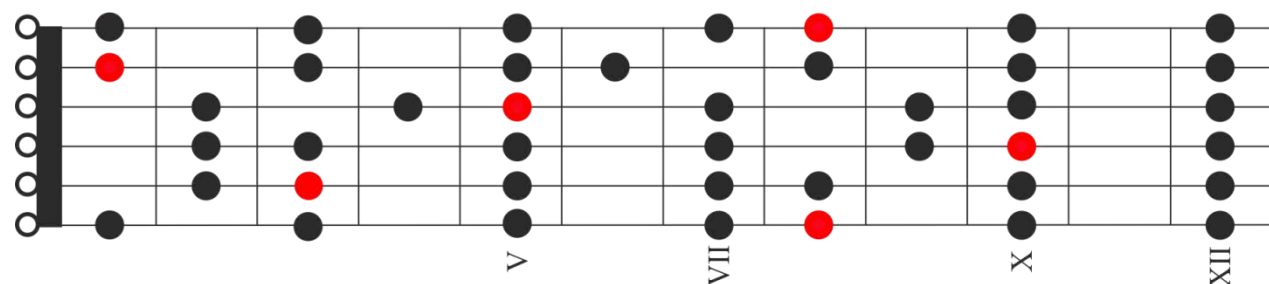
Escala de Do mayor con la tónica en la 5ª cuerda



Escala de Do mayor con la tónica en la 4ª cuerda

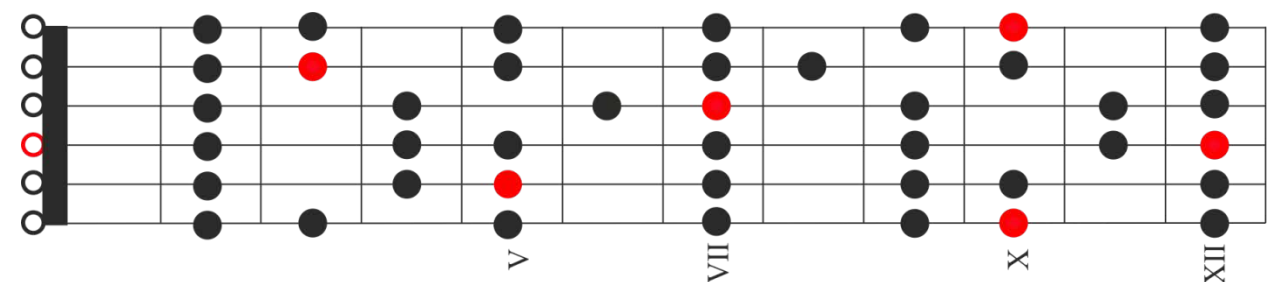


Escala de Do mayor completa



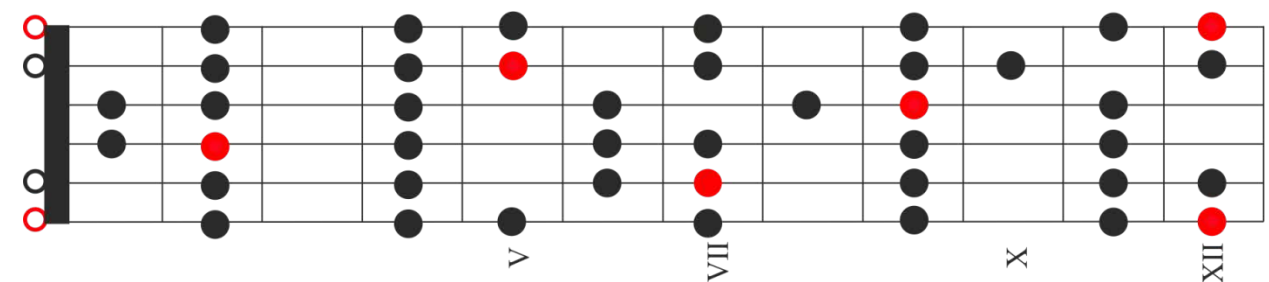
Escala completa de D Mayor

La **escala de Re Mayor** se obtiene desplazando todas las notas de la escala de C mayor dos trastes hacia abajo. Si nos fijamos en las notas de la figura corresponden a la escala de D mayor comprobamos que son D, E, F#, G, A, B, C# y D.



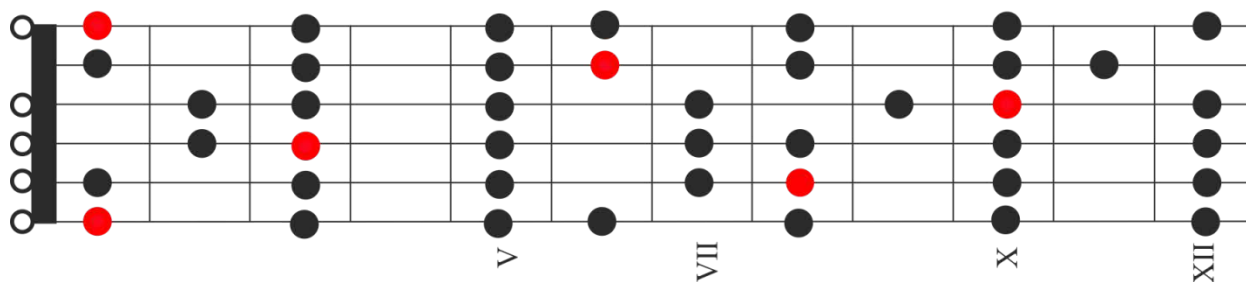
Escala completa de E Mayor

La **escala de Mi Mayor** se obtiene desplazando todas las notas de la escala de D mayor dos trastes hacia abajo. Sus notas son E, F#, G#, A, B, C# y D#.



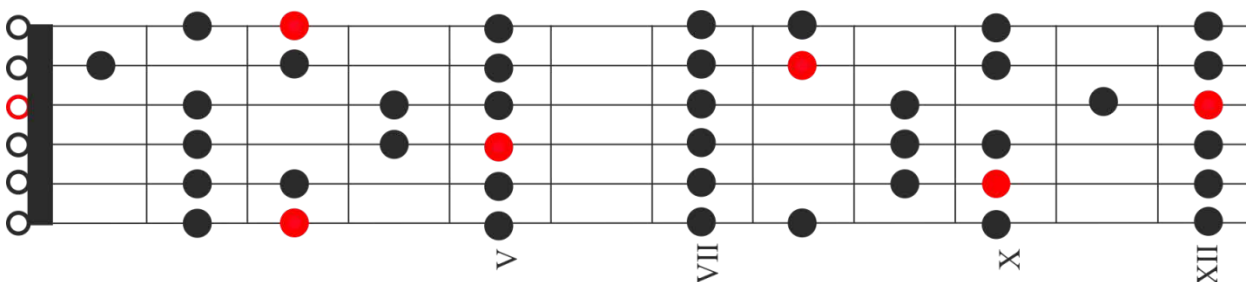
Escala completa de F Mayor

La **escala de Fa Mayor** se obtiene desplazando todas las notas de la escala de Mi mayor un traste hacia abajo. Sus notas son F, G, A, Bb, C, D y E.



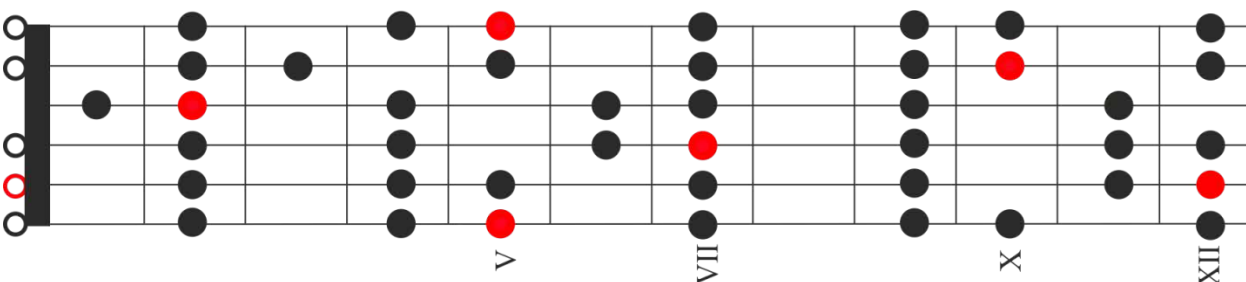
Escala completa de G mayor

La **escala de Sol Mayor** se obtiene desplazando todas las notas de la escala de Fa mayor dos trastes hacia abajo. Sus notas son G, A, B, C, D, E y F#.



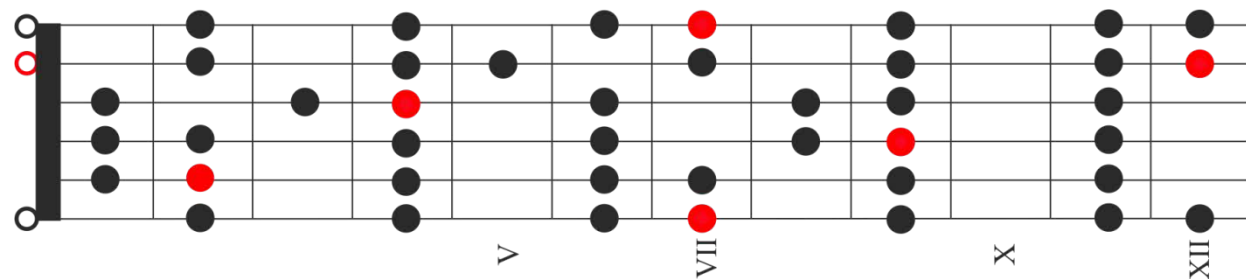
Escala completa de A mayor

La **escala de La Mayor** se obtiene desplazando todas las notas de la escala de Sol mayor dos trastes hacia abajo. Sus notas son A, B, C#, D, E, F# y G#.



Escala completa de B mayor

La **escala de Si Mayor** se obtiene desplazando todas las notas de la escala de La mayor dos trastes hacia abajo. Sus notas son B, C#, D#, E, F#, G# y A#.



ADN de una Escala Menor

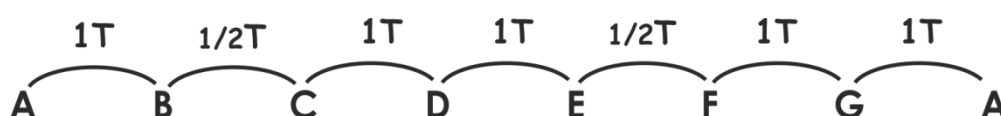
Si a un intervalo mayor le bajamos un semitono obtenemos un intervalo menor que tiene 3 semitonos. Es decir, una tercera menor no es más que una tercera mayor a la que le hemos quitado un semitono.

Si invertimos un intervalo mayor obtenemos un intervalo menor y viceversa: Por ejemplo el intervalo G-E es un intervalo de 6ª mayor. Si lo invertimos E-G obtenemos un intervalo de tercera menor E-F#-G. ***Siempre la suma de un intervalo mayor y el intervalo menor debe de dar 9.***

Contando los semitonos que hace falta subir desde la nota origen (en este caso A) hasta la nota destino obtenemos los siguientes intervalos:

A-A	Primera Justa o Perfecta	0 tonos
A-B	Segunda Mayor	1 tono
A-C	Tercera menor	1 tono y medio
A-D	Cuarta Justa	2 tonos y medio
A-E	Quinta Justa	3 tonos y medio
A-F	Sexta menor	4 tonos
A-G	Séptima Mayor	5 tonos
A-A	Octava Justa	6 tonos

Cada escala mayor tiene su relativa menor en el sexto grado. Así, la escala relativa menor de C es Am ya que nace de la escala mayor pero a partir del 6º grado. Si construimos la escala a partir de la nota A (6º grado) obtenemos el siguiente esquema:



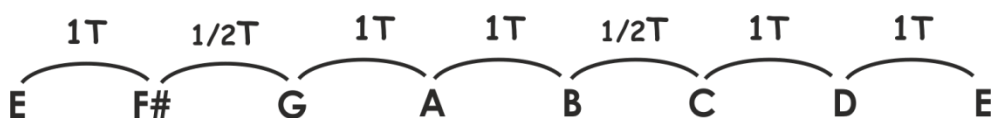
Lo que aparece en la parte superior del esquema sería el ADN de la escala mayor, es decir:

T ½ T T T ½ T T T

Así, la escala relativa menor de F es Dm, ya que nace de la escala mayor pero a partir del 6º grado. Si construimos la escala a partir de la nota D (6º grado) obtenemos el siguiente esquema:



Imaginemos que queremos construir la escala de Em sin conocer su relativa mayor. Teniendo en cuenta el ADN de la escala menor sería:

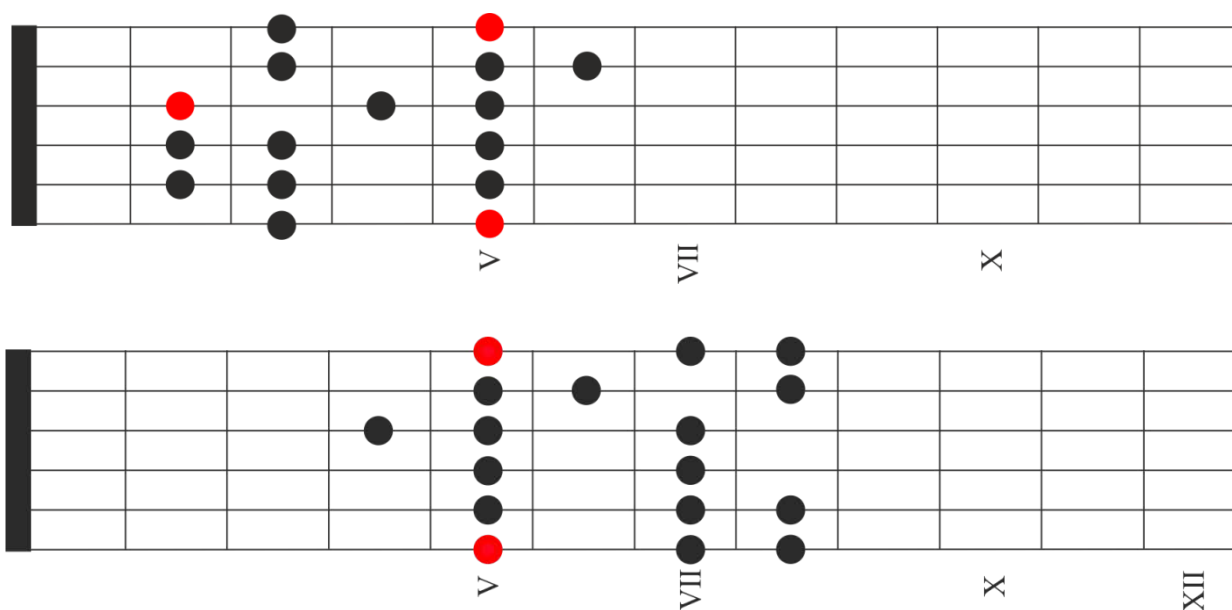


Si vemos la escala de G mayor comprobamos que tiene las mismas notas que la escala de Em, ya que ésta es la relativa menor de aquella.

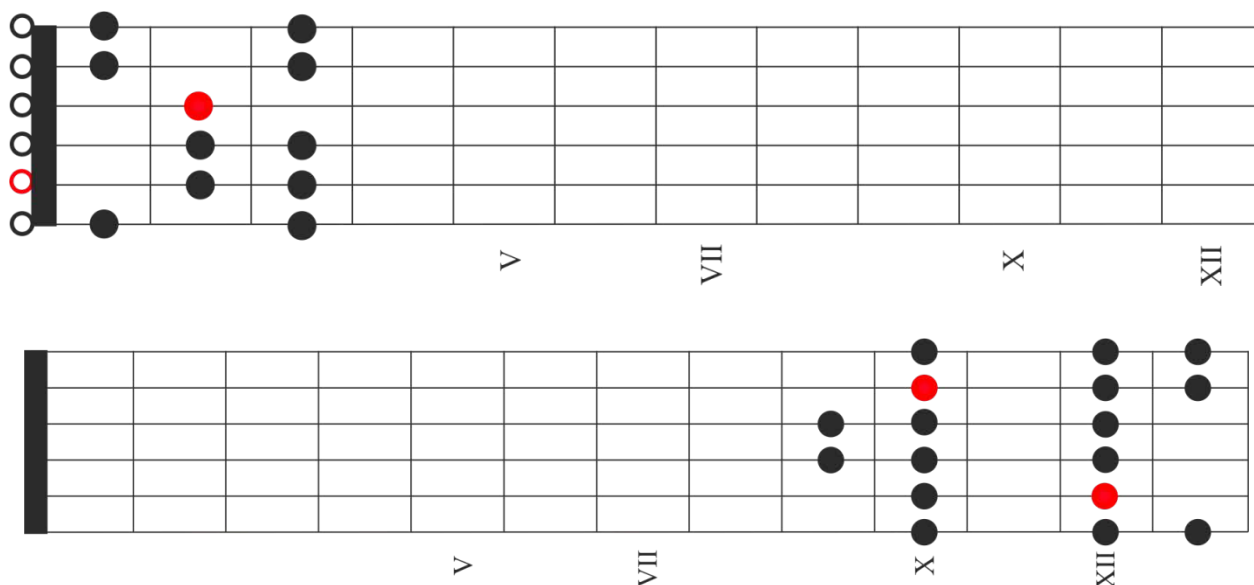
Escala completa de A menor

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A	B	C	D	E	F	G	A
Tónica	2ª Mayor	3ª Menor	4ª Justa	5ª Justa	6ª Menor	7ª Mayor	Tónica

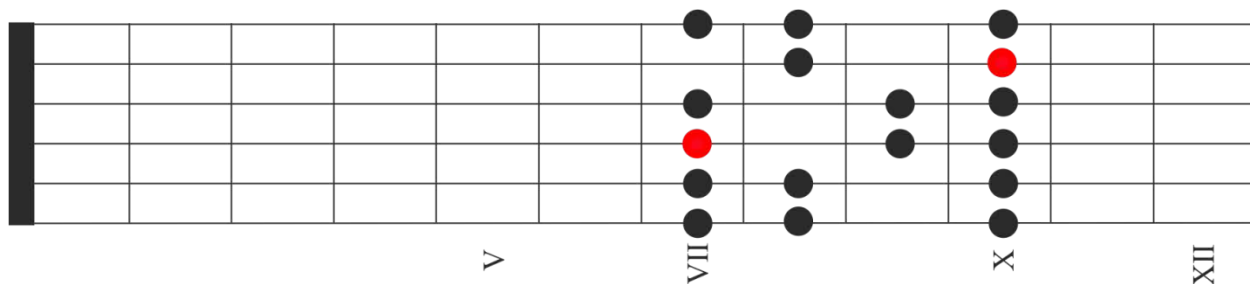
Escala de A menor con la tónica en la 6ª cuerda



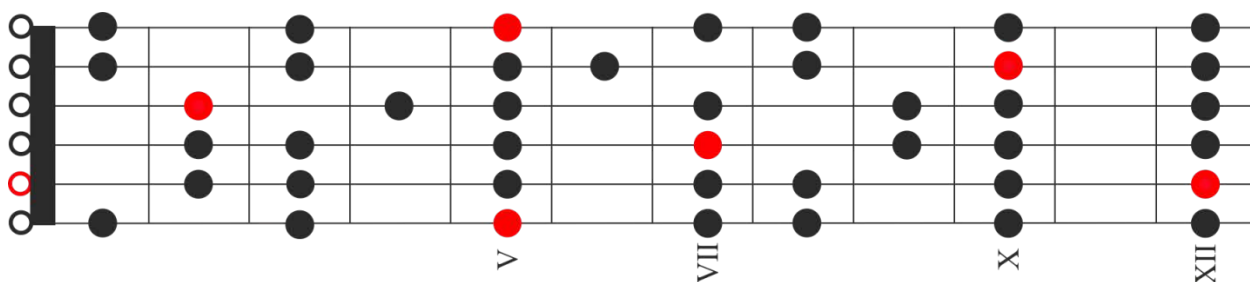
Escala de A menor con la tónica en la 5ª cuerda



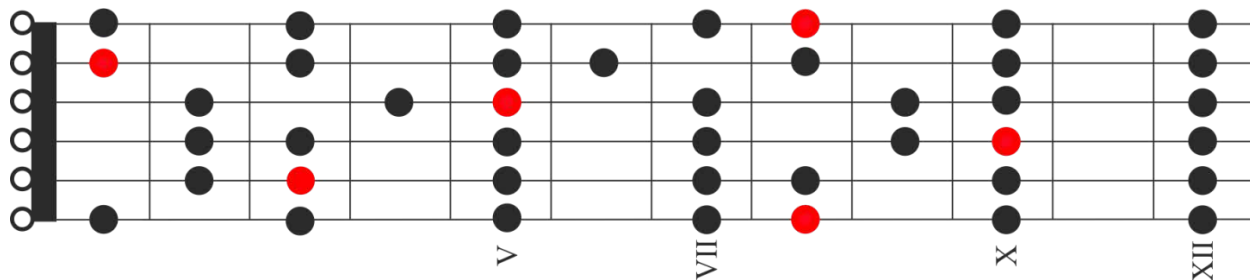
Escala de A menor con la tónica en la 4ª cuerda



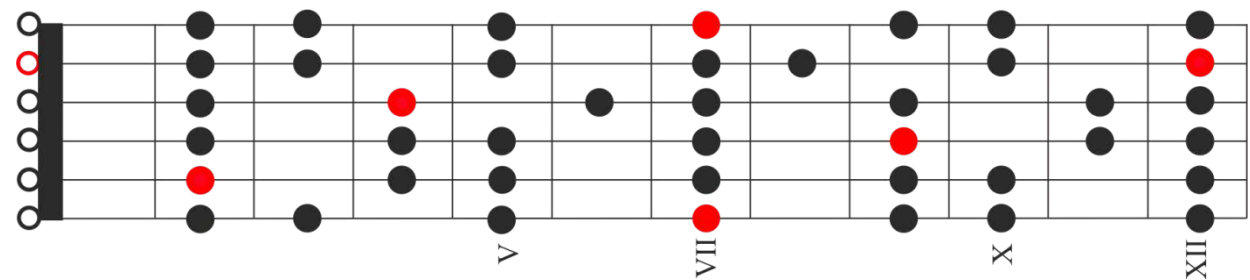
Escala completa de A menor



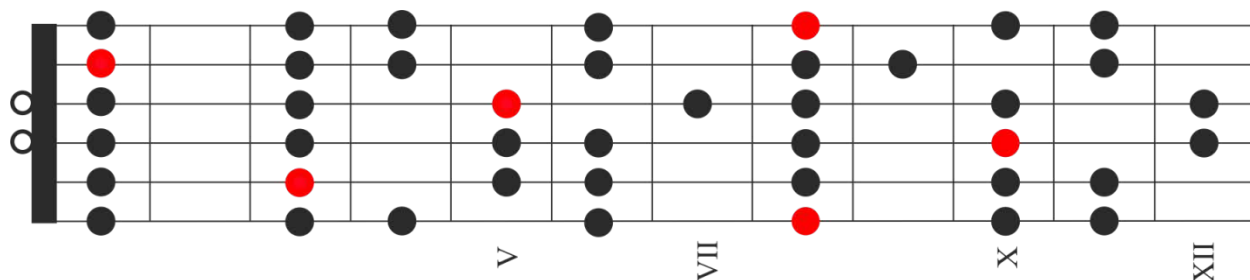
Las escalas de **C mayor** y su **relativa menor, A menor**, tienen las mismas notas, como se observa en el siguiente esquema, pero hay que aprender a tocar la escala de A menor sin pensar en la de C mayor.



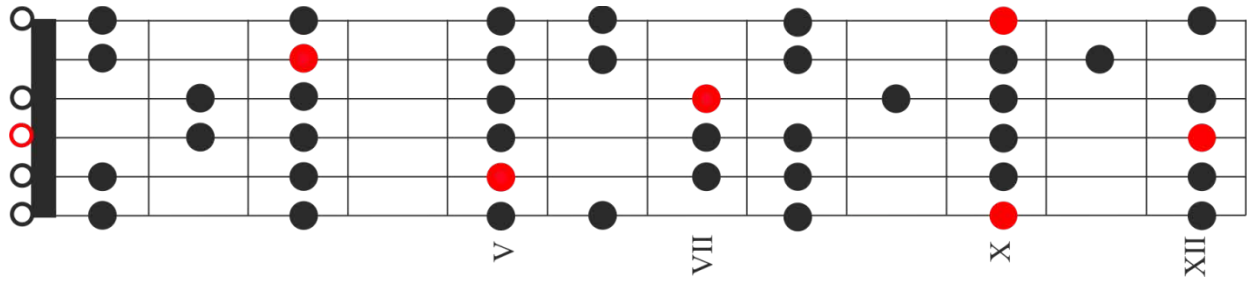
Escala completa de B menor



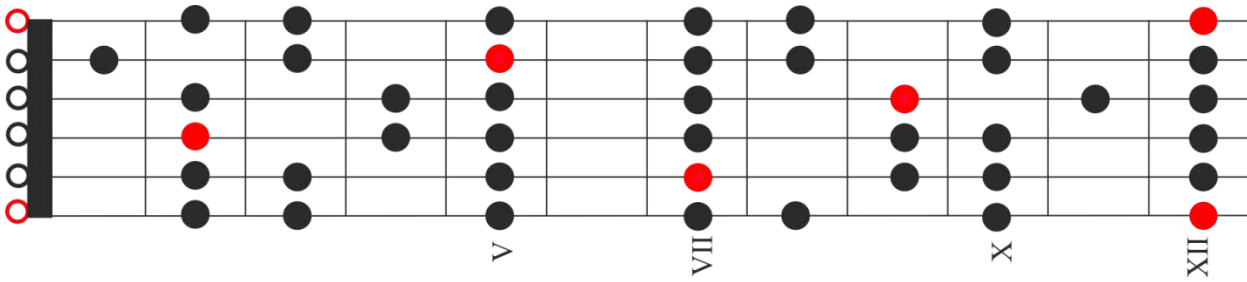
Escala completa de C menor



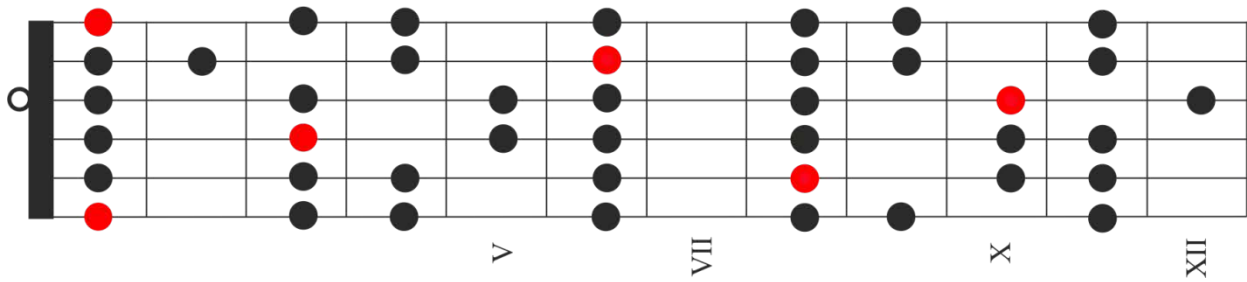
Escala completa de D menor



Escala completa de E menor



Escala completa de F menor



Escala completa de G menor

