

TEMA 3

TONOS Y VCOs

En los capítulos anteriores hemos visto más o menos como funciona un sintetizador analógico, hemos descubierto los misterios de la síntesis de onda, y visto así por encima como funciona un sintetizador.

Ahora es momento de comenzar a entrar en materia más profunda e ir viendo poco a poco los elementos que posee un sintetizador analógico para llegar a conseguir esta síntesis de onda, por lo que comenzaremos por uno de los módulos más importantes, el Oscilador Controlado por Voltaje o VCO.

Como ya hemos visto, el tono en un sonido es aquello por lo cual unos sonidos nos parecen más agudos o más graves que otros, entonces el generador patrón, el que se va a encargar de proporcionarnos la onda con la cual vamos a empezar nuestra síntesis es este oscilador.

Sabemos que en música las relaciones tonales (la relación entre la frecuencia de una nota y otra) siguen unas pautas precisas, ya que si nos salimos de ellas la relación de sonidos que escuchamos resulta desagradable, es “disonante”. Por ello la frecuencia entre notas sigue una pauta muy marcada. La octava es la relación doble entre la nota inicial y la siguiente ¿Qué quiere decir esto? Que si por ejemplo tomamos un DO de una octava, el siguiente DO tendrá una relación doble, y así según vamos subiendo en octavas, es decir la relación de frecuencias es exponencial. Este dato es muy importante a la hora de fabricar nuestro VCO que veremos más adelante.

La escala musical utilizada normalmente lo que hace es dividir la octava en doce partes exponenciales, de tal manera que entre una nota y la misma nota de la octava superior la relación siempre deberá ser del doble. Por ejemplo una escala que comience en un DO a una frecuencia de 264Hz, el Do inmediatamente superior tendrá una frecuencia doble, es decir 528Hz.

Frequency	Keyboard	Note name	MIDI number
4186.0		C8	108
3951.1		B7	107
3729.3		A7	106
3520.0		G7	105
3322.4		F7	104
3136.0		E7	103
2960.0		D7	102
2793.8		C7	101
2637.0		B6	100
2489.0		A6	99
2349.3		G6	98
2217.5		F6	97
2093.0		E6	96
1975.5		D6	95
1864.7		C6	94
1760.0		B5	93
1661.2		A5	92
1568.0		G5	91
1480.0		F5	90
1396.9		E5	89
1318.5		D5	88
1244.5		C5	87
1174.7		B4	86
1108.7		A4	85
1046.5		G4	84
987.77		F4	83
932.33		E4	82
880.00		D4	81
830.61		C4	80
783.99		B3	79
739.99		A3	78
698.46		G3	77
659.26		F3	76
622.25		E3	75
587.33		D3	74
554.37		C3	73
523.25		B2	72
493.88		A2	71
466.16		G2	70
440.0		F2	69
415.30		E2	68
392.00		D2	67
369.99		C2	66
349.23		B1	65
329.63		A1	64
293.67		G1	63
277.18		F1	62
261.6		E1	61
246.94		D1	60
233.08		C1	59
220.00		B0	58
196.00		A0	57
185.00		G0	56
174.61		F0	55
164.81		E0	54
155.56		D0	53
146.83		C0	52
138.59		B-1	51
130.81		A-1	50
123.47		G-1	49
116.54		F-1	48
110.00		E-1	47
103.83		D-1	46
97.999		C-1	45
92.499		B-2	44
87.307		A-2	43
82.407		G-2	42
77.782		F-2	41
73.416		E-2	40
69.296		D-2	39
65.406		C-2	38
61.735		B-3	37
58.270		A-3	36
55.000		G-3	35
51.913		F-3	34
48.999		E-3	33
46.249		D-3	32
43.654		C-3	31
41.203		B-4	30
38.891		A-4	29
36.708		G-4	28
34.648		F-4	27
32.703		E-4	26
30.868		D-4	25
29.135		C-4	24
27.500		B-5	23
		A-5	22

Esta claro y es de sentido común que el oscilador que va a generar la onda patrón ha de tener una frecuencia muy estable y precisa ya que sino esto se traducirá en que el instrumento se desafinará con facilidad.

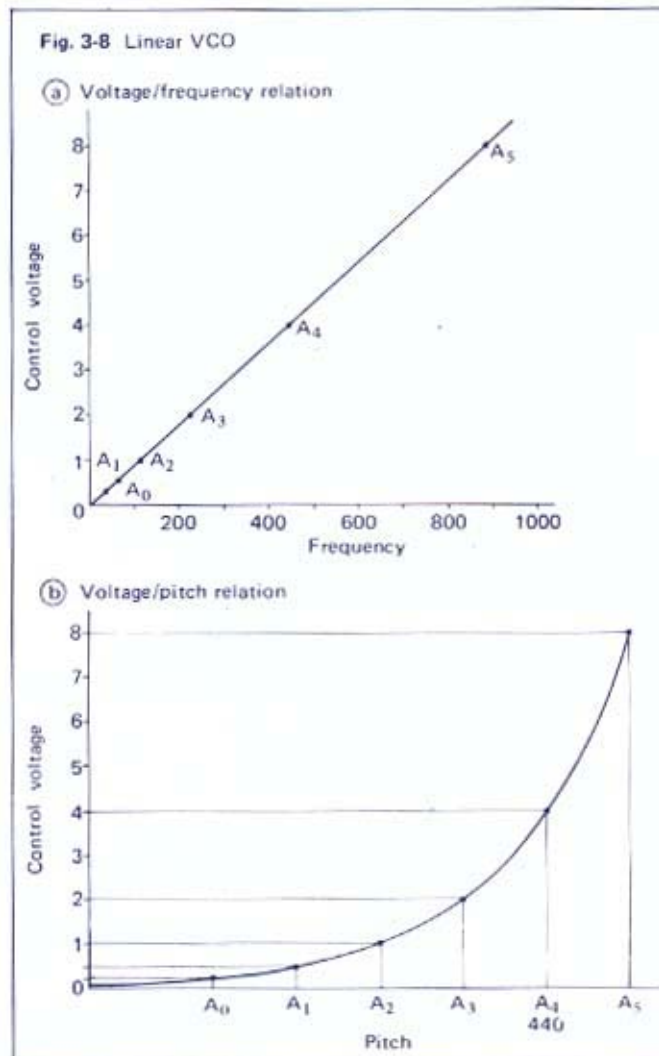


Fig. 3-8 VCO lineal
a) relación tensión/frecuencia
tensión de control
frecuencia
b) relación tensión/tono
tono

Una vez que hemos visto por encima la relación entre el tono y la frecuencia que necesitamos vamos a introducirnos un poco en lo que es un VCO. Como ya hemos dicho anteriormente un VCO es un oscilador, es decir, un elemento electrónico que genera una onda oscilatoria que puede ser senoidal, cuadrada, triangular, diente de sierra, etc. Este oscilador es controlado por tensión, es decir, la frecuencia de salida depende de una tensión (un voltaje) que es introducido por la entrada de control.

Por ejemplo, un VCO que por su pin de control CV (Voltaje Control) se le introdujera 1 voltio generaría en su salida una frecuencia pongamos de 1000Hz, cuando esta tensión aumenta la frecuencia del VCO aumenta, cuando esta tensión disminuye, la frecuencia de salida

del VCO disminuye también. Estableciendo una relación entre la tensión de control y la frecuencia que queremos obtener, es en grosso modo la definición de cómo funciona un VCO en un sintetizador.

Como ya hemos dicho, la relación entre las frecuencias de las diferentes notas musicales sigue una pauta exponencial, por ello el control de nuestro VCO deberá ser exponencial, es decir que mientras el incremento de tensión de control es lineal (exactamente 1 voltio

por octava), la frecuencia de salida ha de ser exponencial (doblar la frecuencia de salida por cada octava, es decir, por cada voltio de más). Por ello el VCO de nuestro sintetizador analógico ha de ser exponencial, es decir, que mientras el teclado (o la interface MIDI) proporciona una tensión de control lineal, donde las teclas simplemente se comportan como un divisor lineal de tensión, donde cada una de las teclas es una división exacta (en 12 veces) de la tensión entre octava y octava, el VCO ha de convertirlo en una tensión de relación exponencial antes de hacer que el oscilador controlado por tensión genere la frecuencia correcta.

Por ejemplo, la entrada en el VCO seguirá la siguiente pauta:

1 voltio = 110Hz
2 voltios = 220Hz
3 voltios = 440Hz
4 voltios = 880Hz
..... etc.

Por ello lo habitual en la fabricación de sintetizadores analógicos es que el propio VCO lleve incorporado el sistema exponenciador, de esta manera nos despreocupamos de la tensión de control que ha de pilotarlo ya que sabemos que, con una tensión que varíe linealmente vamos a tener un incremento exponencial de la frecuencia, que es justo lo que andamos buscando.

La relación por antonomasia entre la tensión de entrada y la frecuencia de salida es de 1voltio por octava, de esta manera y siguiendo esta regla es posible que todos los sintetizadores de todos los fabricantes del mundo puedan entenderse entre ellos, y utilizar sus controles CV para controlar los VCOs de otros sintetizadores. La fabricación de la serie DREAM que A-brana Studios está llevando acabo siguen esta pauta, de tal manera que nuestros sintetizadores son perfectamente compatibles con interfaces MIDI/CV y sintetizadores analógicos de otros fabricantes.

Por ello es de lógica deducir que si en nuestro VCO exponencial queremos obtener la variación de frecuencia correspondiente a un semitono, tendremos que variar la tensión de control 1/12 de voltio con respecto al anterior semitono.

Para obtener el espectro completo de todas las frecuencias audibles habrá que utilizar (a voltio por octava) una tensión máxima de 10 voltios, con una precisión de 0.01% para todos los tonos. La precisión y estabilidad en frecuencia de un buen VCO es imprescindible para obtener un buen sintetizador analógico.

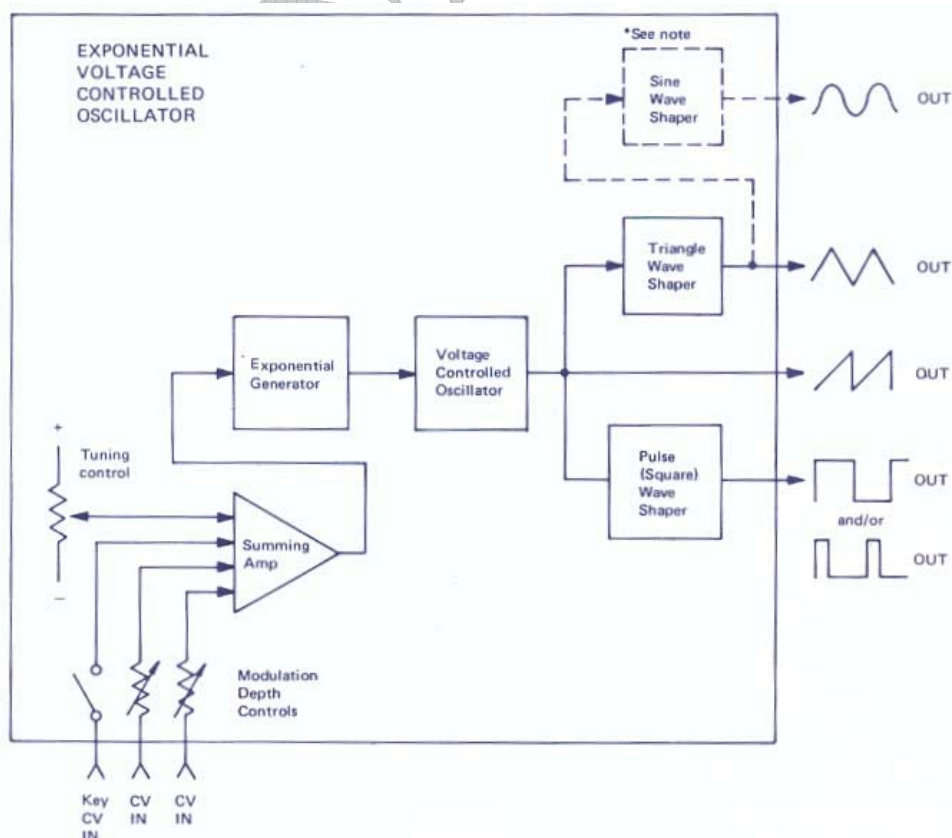
Normalmente un sintetizador no está compuesto de un solo VCO sino de varios, de tal manera que podemos independizar su control, podemos hacer que uno sea controlado por el teclado, otro por una tensión exterior, etc. La imaginación se impone en este campo y la experiencia después de horas probando es la que nos proporciona los límites y las posibilidades de un equipo como este, que sinceramente no tiene límites, solo depende del número de módulos y de la imaginación, y por supuesto de saber lo que se hace.

El efecto más común que se suele hacer con varios VCO es el denominado “phasing”, que consiste en “desafinar” un poco un VCO con respecto al otro, de tal manera que

obtenemos un batido de frecuencia que lo que genera es una naturalidad en el sonido obtenido y una especie de “fading” que hace que el sonido varíe levemente en el transcurso del tiempo. Esto crea un gran problema a la hora de la fabricación y el diseño, y es lo que ya hemos comentado, la grandísima estabilidad de frecuencia de los VCO. Para generar este pequeño “desafinado” a lo mejor estamos hablando de fracciones de hercio, y la estabilidad deberá permanecer constante con el paso del tiempo, inmutable, ya que sino el efecto será contrario al deseado, y un phasing demasiado rápido resulta desagradable, por ello los elementos de un VCO han de tener una gran estabilidad en temperatura.

A grandes rasgos un VCO consta de varias partes, una entrada en donde se recibe la señal de control CV, sea externa o del teclado, en donde también se integra en este módulo las posibles entradas para control de frecuencia con un LFO (oscilador de muy baja frecuencia) para generar vibratos y otros efectos (que ya veremos más adelante), otra parte muy importante que ya hemos visto es el exponenciador, donde la tensión de entrada lineal se transforma en una tensión exponencial, este circuito puede tener una entrada con un ajuste de tal manera que podemos variar la tensión de entrada al exponenciador (de una manera lineal) y obtendremos así un aumento o disminución de la frecuencia del mismo, pero manteniendo la armonía de las frecuencias de salida, podemos “trasladar” la frecuencia de todo el teclado de esta manera, o simplemente afinar el VCO a lo que queramos, para terminar con el propio oscilador controlado por voltaje, que nos dará la forma de onda a la frecuencia deseada. Ya de salida es posible intercalar un convertidor de forma de onda para de esta manera obtener los distintos tipos de onda, senoidal, cuadrada, diente de sierra, etc.

En resumidas cuentas y de forma muy sencilla esto es un VCO, quizás el modulo más importante dentro de un sintetizador musical. A continuación ponemos un esquema simplificado de cómo funciona un VCO.



Vemos que la entrada Kew CV corresponde a la tensión de pilotaje del teclado, de la cual podemos desconectar y disponemos de 2 entradas exteriores CV (Control Voltaje) con un ajuste para “afinar” el VCO a la entrada que vamos a utilizar. Así mismo vemos un ajuste (tuning control) con el cual podemos ajustar la frecuencia final del VCO, muy importante para afinarlo con respecto a los otros VCOs u otro instrumento musical que vayamos a trabajar con él.

Esta tensión, una vez tratada es introducida en el generador exponencial, lo que ya hemos hablado de convertir la relación lineal de tensión en una relación exponencial para obtener un aumento de 1 octava de frecuencia por cada voltio que introduzcamos por la entrada CV, esta irá al oscilador propio, el corazón del VCO que es un oscilador que varía su frecuencia con la tensión, obteniendo así una onda por ejemplo en este caso de diente de sierra. Con diversos circuitos auxiliares podemos transformar esta onda diente de sierra en otras muchas, cuadrada, senoidal, tren de impulsos, etc de la misma frecuencia que el corazón del VCO. Estas son las ondas patrón de las cuales esculpiremos nuestra onda final en el sintetizador analógico.

En el siguiente capítulo trataremos de otro tipo de oscilador, los LFO.