# teoría de la música.

## convertidor exponencial

El formant es un tipo de sintetizador extremadamente común en su época. Es conocido como un sintetizador de 1V/Octava. Esto significa que por cada voltio de aumento en la entrada, la frecuencia de salida subirá una octava (es decir, por un factor de 2).

Ahora, para que este módulo funcione correctamente, necesita un convertidor exponencial en la entrada. Este convertidor tomará una tensión lineal (valor lineal obtenido de la característica 1V/Octava) y producirá una tensión exponencial que se alimenta en el VCO. ¿Por qué necesitamos un convertidor exponencial? La respuesta está en la naturaleza de la audición humana y la teoría musical !.

Si se toma un piano y se toca la nota A del medio (A4), se genera un tono específico que tiene una frecuencia de 440Hz. Si ahora toca la nota a la derecha de esta (12 notas arriba, A5) la nota suena igual excepto el tono más alto y tiene una frecuencia de 880Hz. (La nota inferior es un armónico de la nota superior por lo que suenan bien cuando se tocan juntos). Ahora, si toca la siguiente nota A a la derecha (A6), la nota suena más alta que la anterior; tiene una frecuencia de 1760Hz.

Para cualquiera de dos notas iguales que estén separadas por 12 teclas se llama octava. Para cualquier dos teclas que estén separadas por una octava, la tecla superior tendrá una frecuencia dos veces mayor que la primera. La razón de esto es porque por naturaleza la audición humana es logarítmica. Esto significa que para que algo suene el doble de alto, su amplitud (o frecuencia en el reino del pitch) necesita subir por un factor de dos.

Si, por ejemplo, aumentamos la frecuencia de una forma de onda de 1Hz a 2Hz, eso sería considerado una octava aparte según el oído humano. Pero aumentar una frecuencia de forma de onda de 440Hz a 441Hz no resulta en un cambio de octava. De hecho, el oído humano no sería capaz de distinguir entre estas dos frecuencias por que el oído humano es bueno en los cambios relativos en comparación con los cambios absolutos.

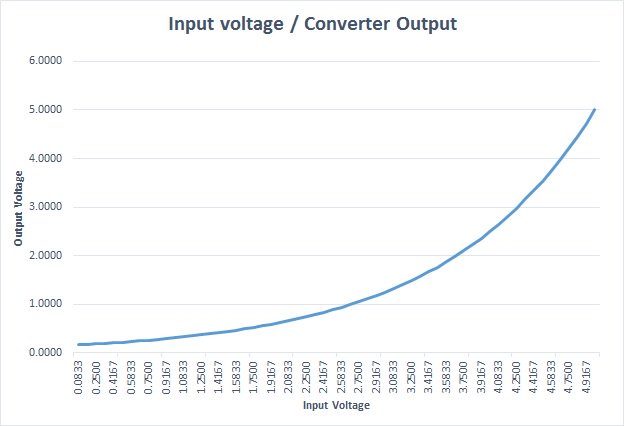
Así que con toda esa teoría complicada fuera del camino, necesitamos encontrar un método para tomar una fuente de voltaje lineal (teclado de 1V de octava) y convertirla en una fuente de voltaje que produzca voltajes exponenciales. Para ello utilizaremos un componente que tiene cualidades exponenciales inherentes, el transistor de unión bipolar o BJT.

La tensión que se obtiene de cada tecla es de 1/12 = 0.083mV, así que necesitamos un circuito para tomar esta tensión y producir un voltaje exponencial que duplica en valor para cada octava.

Puesto que nuestro CCO está funcionando con una tensión de 5V, la salida del convertidor necesita estar entre 0V y 5V. Con un rango de entrada de 5V, que da la posibilidad de un teclado de 5 octavas con un total de 60 teclas.

La siguiente tabla muestra el voltaje de entrada del teclado y la tensión de salida requerida desde el convertidor.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nota** | **Tecla** | **1V/Octava (V)** | **Expo Output (V)** | **Frecuencia** | **1V/Octava KBV** |
| C0 | 14 | 0.0833 | 0.1655 | 65.4078 | 0.623 |
| C#0 | 28 | 0.1667 | 0.1754 | 69.2971 | 0.706 |
| D0 | 312 | 0.2500 | 0.1858 | 73.4177 | 0.789 |
| D#0 | 416 | 0.3333 | 0.1969 | 77.7834 | 0.872 |
| E0 | 520 | 0.4167 | 0.2086 | 82.4086 | 0.955 |
| F0 | 6 | 0.5000 | 0.2210 | 87.3089 | 1.038 |
| F#0 | 7 | 0.5833 | 0.2341 | 92.5005 | 1.121 |
| G0 | 8 | 0.6667 | 0.2480 | 98.0009 | 1.204 |
| G#0 | 9 | 0.7500 | 0.2628 | 103.8284 | 1.287 |
| A0 | 10 | 0.8333 | 0.2784 | 110.0023 | 1.370 |
| A#0 | 11 | 0.9167 | 0.2950 | 116.5434 | 1.453 |
| B0 | 12 | 1.0000 | 0.3125 | 123.4734 | 1.536 |
| C1 | 13 | 1.0833 | 0.3311 | 130.8155 | 1.619 |
| C#1 | 14 | 1.1667 | 0.3508 | 138.5942 | 1.702 |
| D1 | 15 | 1.2500 | 0.3716 | 146.8355 | 1,785 |
| D#1 | 16 | 1.3333 | 0.3937 | 155.5668 | 1.868 |
| E1 | 17 | 1.4167 | 0.4171 | 164.8172 | 1.950 |
| F1 | 18 | 1.5000 | 0.4419 | 174.6178 | 2.034 |
| F#1 | 19 | 1.5833 | 0.4682 | 185.0011 | 2.117 |
| G1 | 20 | 1.6667 | 0.4961 | 196.0018 | 2.199 |
| G#1 | 21 | 1.7500 | 0.5256 | 207.6567 | 2.282 |
| A1 | 22 | 1.8333 | 0.5568 | 220.0046 | 2.365 |
| A#1 | 23 | 1.9167 | 0.5899 | 233.0868 | 2.448 |
| B1 | 24 | 2.0000 | 0.6250 | 246.9468 | 2.531 |
| C2 | 25 | 2.0833 | 0.6622 | 261.6311 | 2.614 |
| C#2 | 26 | 2.1667 | 0.7015 | 277.1885 | 2.697 |
| D2 | 27 | 2.2500 | 0.7433 | 293.6709 | 2.779 |
| D#2 | 28 | 2.3333 | 0.7875 | 311.1335 | 2.862 |
| E2 | 29 | 2.4167 | 0.8343 | 329.6345 | 2.945 |
| F2 | 30 | 2.5000 | 0.8839 | 349.2356 | 3.028 |
| F#2 | 31 | 2.5833 | 0.9364 | 370.0022 | 3.110 |
| G2 | 32 | 2.6667 | 0.9921 | 392.0037 | 3.194 |
| G#2 | 33 | 2.7500 | 1.0511 | 415.3134 | 3.276 |
| A2 | 34 | 2.8333 | 1.1136 | 440.0092 | 3.359 |
| A#2 | 35 | 2.9167 | 1.1798 | 466.1736 | 3.442 |
| B2 | 36 | 3.0000 | 1.2500 | 493.8937 | 3.525 |
| C3 | 37 | 3.0833 | 1.3243 | 523.2621 | 3.608 |
| C#3 | 38 | 3.1667 | 1.4031 | 554.3769 | 3.691 |
| D3 | 39 | 3.2500 | 1.4865 | 587.3419 | 3.774 |
| D#3 | 40 | 3.3333 | 1.5749 | 622.2670 | 3.857 |
| E3 | 41 | 3.4167 | 1.6685 | 659.2690 | 3.940 |
| F3 | 42 | 3.5000 | 1.7678 | 698.4711 | 4.022 |
| F#3 | 43 | 3.5833 | 1.8729 | 740.0044 | 4.105 |
| G3 | 44 | 3.6667 | 1.9843 | 784.0073 | 4.188 |
| G#3 | 45 | 3.7500 | 2.1022 | 830.6268 | 4.271 |
| A3 | 46 | 3.8333 | 2.2272 | 880.0185 | 4.354 |
| A#3 | 47 | 3.9167 | 2.3597 | 932.3471 | 4.437 |
| B3 | 48 | 4.0000 | 2.5000 | 987.7874 | 4.520 |
| C4 | 49 | 4.0833 | 2.6487 | 1046.5242 | 4.603 |
| C#4 | 50 | 4.1667 | 2.8062 | 1108.7538 |  |
| D4 | 51 | 4.2500 | 2.9730 | 1174.6838 |  |
| D#4 | 52 | 4.3333 | 3.1498 | 1244.5341 |  |
| E4 | 53 | 4.4167 | 3.3371 | 1318.5379 |  |
| F4 | 54 | 4.5000 | 3.5355 | 1396.9423 |  |
| F#4 | 55 | 4.5833 | 3.7458 | 1480.0088 |  |
| G4 | 56 | 4.6667 | 3.9685 | 1568.0147 |  |
| G#4 | 57 | 4.7500 | 4.2045 | 1661.2537 |  |
| A4 | 58 | 4.8333 | 4.4545 | 1760.0370 |  |
| A#4 | 59 | 4.9167 | 4.7194 | 1864.6942 |  |
| B4 | 60 | 5.0000 | 5.0000 | 1975.5747 |  |



El componente que se utilizará por sus propiedades exponenciales es el BJT. La mayoría de los lectores estarán familiarizados con la ecuación que relaciona la corriente base con la corriente del colector, pero esta relación es lineal.

La ecuación que relaciona la tensión del emisor de base con la corriente del colector es exponencial:

[https://latex.codecogs.com/gif.latex?I_C&space;=&space;I_S&space;%28e%5E%7B%28%5Cfrac%7BqV_%7Bbe%7D%7D%7BkT%7D%29%7D-1%29](https://www.codecogs.com/eqnedit.php?latex=I_C&space;=&space;I_S&space;(e%5e%7b(\frac%7bqV_%7bbe%7d%7d%7bkT%7d)%7d-1))

Dónde:

* **Ic** - Collector current
* **Is** - Saturation current
* **q** - Electron charge
* **Vbe** - Base-emitter voltage
* **k** - Boltzmann Constant
* **T** - Temperature (in kelvin)

Más información sobre teoría matemática aplicada a esta cuestión:

*http://schmitzbits.de/expo\_tutorial/index.html*

Fuente:

*https://www.allaboutcircuits.com/projects/diy-synth-series-vco/*