xx

aAL

Antonio arnaiz lago, 2017

# introducción

En la edición de mayo de 1977 de la revista de diseños y montajes electrónicos **Elektor** apareció la primera de una serie de artículos dedicados al *formant*, un sofisticado sintetizador musical cuyas prestaciones estaban a la altura de las ofrecidas por muchos modelos comerciales de la época pero cuyo diseño se realizó con la finalidad de ser abordable por usuarios y entusiastas del montaje de circuitos electrónicos, con unos ciertos conocimientos técnicos y por una fracción de su costo comercial.

La arquitectura propuesta por *C. Chapman*, diseñador del formant se basa en el diseño modular, proponiendo un cierto conjunto de módulos que se interconectan entre sí, dándo lugar al formant.

La información sobre todos los módulos, así como consideraciones para su implementación, consejos de montaje etc se recogieron finalmente en un libro denominado *formant music synthesiser*.





Anexo a este documento se aporta una copia de este libro en formato pdf, en inglés y francés que han podido ser recuperados de internet, si bien se recomienda la consulta de la versión en inglés por estar en mejores condiciones y ser en general, más legible.

El objetivo de este proyecto es la realización de una nueva versión de este sintetizador teniendo en cuenta las siguientes consideraciones,

* **Reproducción estricta** del diseño del formant original en todos los módulos que intervienen en la generación del sonido, por encima de cualquier otra consideración se trata de reproducir fielmente el sonido original del formant y esto pasa por la reproducción exacta y sin alteración conceptual de los módulos que generan el sonido (VCOs, VCFs etc).
* **Incorporación de nuevas tecnologías** para dotar al nuevo formant de una mayor capacidad de control y versatilidad haciendo posible su integración en sistemas de composición musical digital, para ello se incluirá una interfaz MIDI.

Como se ha comentado, el diseño original del formant no se verá alterado en modo alguno en todos aquellos módulos que hacen del formant un instrumento único, no obstante y dado que se trata de un diseño con más de 30 años de antiguedad (este aspecto es algo que no se debe perder de vista en esta versión) la posibilidad de conseguir determinados componentes electrónicos del diseño original es prácticamente nula por lo que se han buscado alternativas viables a esos componentes, reemplazándolos por otros actuales que soporten características similares a los reemplazados cuando no las mejoren sustancialmente.

El tratamiento de estos componentes y la solución final tomada se realiza en el capítulo 2 de este documento.

Toda la información sobre esta versión del formant se ha puesto a disposición pública y se encuentra disponible en un repositorio git, en la siguiente dirección de internet:

<https://github.com/Baphomet2015/Formant_V2.git>

# componentes FORMANT V2

Los distintos circuitos que dan vida al sintetizador Formant son el resultado de un diseño de los años 70 motivo por el cual en la actualidad algunos de los componentes electrónicos que incorporan no están ya disponibles o bien pueden ser encontrados con mucha dificultad en el mercado de segunda mano (¡cuando no en el del coleccionista!).

Esta problemática afecta en particular a determinados componentes utilizados en circuitos críticos del Formant siendo quizás el más famoso de todos ellos el circuito integrado µA726 (par de transistores compensados térmicamente) que forma parte de un módulo tan importante como el VCO.

En este capítulo se aportará información sobre el reemplazo de los componentes obsoletos y la solución tomada para su sustitución en esta versión del Formant.

**Importante:**

**(1)**

*Los datos relativos a los componentes que realizan la sustitución de estos componentes obsoletos (características técnicas, suministradores, precios, etc) son válidos en el momento de redactar este documento y pueden dejar de serlo más adelante.*

Anexo a este documento se ha creado una estructura de carpetas que organizan las distintas hojas de datos (*datasheet*) de todos los componentes del Formant V2.



* **Formant\_V2\_Reemplazados.**

Contiene información sobre los componentes reemplazados, así como la de los nuevos componentes que los reemplazan.

* **Formant\_V2\_Utilizados.**

Resto de componentes, tanto los originales que forman partes de los circuitos del Formant original como los de los nuevos circuitos creados para esta versión.

* **Notas.**

Contiene diversas informaciones que se han manejado durante el diseño y construcción de esta nueva versión del Formant V2.

## consideraciones de diseño

En la mayoría de los casos, los componentes obsoletos no pueden reemplazarse “pin a pin” dado que el nuevo componente o circuito equivalente que lo sustituye no es compatible en forma o encapsulado o bien porque simplemente se trata de un circuito equivalente formando por varios componentes que realizan la tarea del componente sustituido.

## Reemplazo de componentes

En este apartado se describen los componentes que han sido reemplazados en la nueva versión del Formant V2.

### componente: ca3080

El CA3080 es un Amplificador Operacional de Transconductancia variable (OTA).

Las primeras unidades fueron producidas por *RCA* en 1969, antes de ser adquirida por General Electric, hoy día su producción está descontinuada.

Una de las principales aplicaciones de este tipo de amplificadores es la implementación de aplicaciones de control electrónico, tales como osciladores de frecuencia variable, filtros y etapas de amplificador de ganancia variable, que son más difíciles de implementar con amplificadores operacionales estándar.

La sustitución de este circuito se realizará utilizando el circuito **LM13700** (*Texas Instruments*), este circuito integrado además es doble, contiene dos amplificadores OTA independientes, pudiendo sustituir dos CA3080 por un LM13700.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Amplificador Operacional de Transconductancia variable (OTA)** | | | | |
| **COMPONENTE OBSOLETO** | **REEMPLAZO** | **FABRICANTE(s)** | **DESCRIPCIÓN** | **SUMINISTRADOR** |
| CA3080 | LM13700 | Texas Instruments,  National Semiconductor | Dual Operational Transconductance Amplifiers  With Linearizing Diodes and Buffers | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 533-9656 |



Figura . Circuito integrado LM13700.



Figura . Circuito integrado CA3080.

### componente: ca3084

El CA3084 es un circuito integrado manufacturado por *American Microsemiconductor, Inc., Intersil etc* y que contiene una serie de transistores de pequeña señal de propósito general en varias configuraciones, hoy día su producción está descontinuada.

Dos de estos transistores son dos *PNP Matched Transistors* y son utilizados en el Formant en diversos módulos.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Array de transistores de propósito general** | | | | |
| **COMPONENTE OBSOLETO** | **REEMPLAZO** | **FABRICANTE(s)** | **DESCRIPCIÓN** | **SUMINISTRADOR** |
| CA3084 | BCM856DS | Nexperia | matched double transistors | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 792-0847 |



Figura . Circuito integrado CA3084.



Figura . Circuito integrado BCM856.

### componente: µA726

El circuito integrado µA726 es sin duda el componente más singular del Formant, se trata de un par de transistores NPN pareados con compensación térmica en el encapsulado (*Temperature-controller differential par*), fabricado por *Fairchild Semiconductor,* hoy día su producción está descontinuada.

En efecto, este circuito integrado incluye una compensación de temperatura que mantiene constante la temperatura del componente lo que asegura la linealidad y estabilidad de la respuesta de los transistores lo que se traduce en una baja deriva de tensión debido a temperatura.

En el Formant, se utiliza en los VCOs como fuente de corriente constante.

Para su sustitución se ha optado por un par de transistores pareados de *Analog Devices*, el MAT01GHZ/MAT01AHZ. Este componente es un excelente reemplazo dado que entre otras cosas tienen aún mejores prestaciones en cuanto a deriva térmica que el original µA726 (la versión MAT01AHZ), se trata de un componente realizado con tecnología actual, si bien es necesario recalcar que su precio es alto (a fecha de redacción de este documento y disponible en RS Amidata su precio ronda los 15€ para el MAT01GHZ y los 20€ para el MAT01AHZ).

Dependiendo del presupuesto manejado podremos optar por una u otra versión.

Seguidamente se muestra una comparativa del parámetro de deriva térmica de estos componentes con respecto al µA276.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Average Offset Voltage Drift | | | | |
|  | | Min | Typ | Max | Units |
| **MAT01GHZ** | |  | 0.35 | 1.8 | μV/°C |
| **MAT01AHZ** | |  | 0.15 | 0.5 | μV/°C |
| **µA726** | |  | 0.2 | 1 | μV/°C |

La deriva de tensión a largo plazo es, en ambos modelos mejor que la del µA726

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Long-Term Voltage Drift | | | | |
|  | | Min | Typ | Max | Units |
| **MAT01GHZ** | |  | 2.0 |  | μV/Mes |
| **MAT01AHZ** | |  | 2.0 |  | μV/Mes |
| **µA726** | |  | 5.0 |  | μV/Semana |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Par de transistores emparejados con compensación de temperatura** | | | | |
| **COMPONENTE OBSOLETO** | **REEMPLAZO** | **FABRICANTE(s)** | **DESCRIPCIÓN** | **SUMINISTRADOR** |
| µA726 | MAT01GHZ | Analog Devices |  | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 709-8512 |
|  | MAT01AHZ | Analog Devices |  | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 709-8518 |



Figura . Circuito integrado MAT01GHZ/ MAT01AHZ



Figura . Circuito integrado µA726.

### componente: BF245

Se trata de un transistor JFET ampliamente utilizado en la época de diseño del Formant.

En la actualidad se puede reemplazar fácilmente.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **JFET N Transistor** | | | | |
| **COMPONENTE OBSOLETO** | **REEMPLAZO** | **FABRICANTE(s)** | **DESCRIPCIÓN** | **SUMINISTRADOR** |
| BF245A,B,C | BF545A,B,C  BF256B  2N4393 | NXP/Philips  Fairchild  VISHAY | JFET, canal N  MONTAJE SUPERFICIAL  JFET, canal N  JFET, canal N | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 626-2327  RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 806-1719  RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 708-2832 |

### componente: µA723

Se trata de un regulador de tensión de precisión y se utiliza en la fuente de alimentación del Formant para obtener las diferentes tensiones que se suministran a los circuitos (+15V/-15V/+5V).

En la actualidad se sigue suministrando por diversos fabricantes y se puede conseguir bajo otra denominación (µA723 🡪 LM723).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **JFET N Transistor** | | | | |
| **COMPONENTE OBSOLETO** | **REEMPLAZO** | **FABRICANTE(s)** | **DESCRIPCIÓN** | **SUMINISTRADOR** |
| µA723 | LM723 | STMicroelectronics  Ref. LM723CN | Regulador de tensión | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 714-0837 |

### componente: 7413

Se trata de un circuito de lógica discreta TTL formado por dos puertas NAND schmitt trigger de cuatro entradas, que forma parte del oscilador primario en los VCOs.

Se sustituye por otro más moderno de la misma familia que incorpora cuatro puertas NAND schmitt trigger de dos entradas, dado que como se puede ver en el diagrama del VCO solamente se utiliza una sola puerta y además montada como puerta de 2 entradas.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Puerta Lógica NAND 4 entradas Schmitt Trigger** | | | | |
| **COMPONENTE OBSOLETO** | **REEMPLAZO** | **FABRICANTE(s)** | **DESCRIPCIÓN** | **SUMINISTRADOR** |
| 7413 | 74HCT132 | NXP/Philips | Puerta NAND de cuatro entradas schmitt trigger.  Se sustituye por uno C.I. de cuatro puertas NAND de dos entradas Schmitt trigger | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 663-0483 |



Figura . Circuito integrado 7413.



Figura . Circuito integrado 74HCT132.

## otros componentes

En este apartado se relacionan el resto de componentes que se han utilizado en la construcción del Formant V2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Componentes y Elementos diversos** | | | |
| **COMPONENTE** | **FABRICANTE(s)** | **DESCRIPCIÓN** | **SUMINISTRADOR** |
| Back Plane 21 slots | Vero  Ref. 222-63630  http://www.verotl.com/en/product/222-63630-96-96-way-version-21-slots-pcb-only | Panel trasero de 21 slots para conectar tarjetas de PCB. | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 110-2523 |
| Back Plane 10 slots | Vero  Ref. 222-63631  http://www.verotl.com/en/product/222-63631-96-96-way-version-10---pcb-only | Panel trasero de 10 slots para conectar tarjetas de PCB. | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 110-2539 |
| RACK 3U | Rittal  Ref. 3684.036  http://www.rittal.com/es-es/content/es/start/ | Chasis de montaje en rack Rittal 3684.036, 3U x 84hp x 245mm, Aluminio Ripac VARIO | RS Amidata  www.rsonline.es  Código RS: 186-804 |
| RACK 6U | Rittal  Ref. 3684.045  http://www.rittal.com/es-es/content/es/start/ | Chasis de montaje en rack Rittal 3684.045, 6U x 84hp x 245mm, Aluminio Ripac VARIO | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 187-059 |
| Guías tarjetas C.I. | Schroff  Ref. 24560-361 | Guías para las tarjetas de C.I en los Racks | RS Amidata  www.rsonline.es  Código RS: 487-729 |
| Tarjeta de montaje wrapping EUROCARD | Roth Elektronik  Ref. RE320-LF | Placa de matriz RE320-LF, cara única, DIN 41612 C, FR4, orificios: 37 x 53, diámetro 1mm, paso 2.54 x 2.54mm | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 527-9324 |
| Conector DIN 41612 64 contactos macho acodado, soldar | RS Amidata | Conector DIN 41612 RS Pro, 2.54mm, 64 contactos, 2 filas, Ángulo de 90°, Macho, Clase C1, tipo C, Soldador | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 508-3088 |
| Conector DIN 41612 64 contactos hembra recto, soldar | RS Amidata | Conector DIN 41612 RS Pro, 2.54mm, 64 contactos, 2 filas, Recto, Hembra, Clase C1, tipo C, Soldador | RS Amidata  [www.rsonline.es](http://www.rsonline.es)  Código RS: 508-3101 |

# XX

En este capítulo se describirán las modificaciones realizadas sobre el diseño original del Formant y que han dado lugar a la nueva versión descrita en el presente documento.

Las mejoras introducidas han dotado al Formant de una mayor capacidad y versatilidad de utilización pero **siempre manteniendo intacta la esencia del diseño original**, esto es, la generación de un sonido puramente analógico que es la característica más importante de este sintetizador de música tan especial.

## nueva interfaz de teclado

Con el fin de dotar al Formant V2 de una mayor capacidad de control y versatilidad, se ha optado por sustituir el teclado clásico original por una interfaz MIDI.

Las ventajas de esta modificación son evidentes,

* Posibilidad de utilización de un moderno teclado MIDI.
* Integración del Formant V2 en un sistema de generación de música por ordenador.

Este hecho sin embargo plantea diversos problemas técnicos.

En el diseño original del Formant se utilizó un teclado SKA de 37 teclas (3octavas) en el cual cada tecla accionaba dos “pulsadores” independientes uno era utilizado para la generación de una cierta tensión correspondiente a la tecla pulsada (señal KOV que posteriormente controlaba los VCOs y VCFs) y otro era utilizado en la generación del pulso que se utiliza para disparar diversos módulos que intervienen en el modelado del sonido (VCAs, ADSRs).

El primer paso para poder utilizar una señal MIDI en el diseño general del Formant será la implementación de una interfaz “MIDI 🡪 1V/Octava” que por un lado realice la interfaz MIDI con el exterior y por otro permita obtener las dos señales que generaba el teclado clásico del Formant, esto es, la señal KOV y la señal GATE.

Otra consideración en el diseño es que como se ha comentado, el teclado original del formant disponía de 3 octavas, pero en la actualidad es difícil encontrar teclados MIDI con tres octavas por lo que se ha optado por ampliar la capacidad total del teclado a 4 octavas.

### señal kbv

El Formant es un sintetizador de tecnología “*1V / Octava*”, esto significa que para cada aumento de 1V en la entrada, la frecuencia de salida aumentará en una octava (es decir, en un factor de 2).



Cada octava tiene 12 semitonos por lo que obtenemos 1V/12 = 83,3mV por semitono, en el diseño original del Formant esta tensión se consigue mediante un divisor de tensión por el que circula una corriente constante (ver figura 3, en el capítulo 2 de la documentación original), de esta forma además se consigue que en caso de pulsar dos o más teclas simultáneamente bien accidentalmente o intencionadamente, solo se obtenga la nota de la tecla más grave, obteniendo así la característica de teclado monofónico del Formant.

El circuito original del Formant que genera la señal KBV (ver figura 3, en el capítulo 2 de la documentación original) debe ser modificado de acuerdo al nuevo requerimiento de funcionamiento y el circuito resultante es el mostrado en la siguiente figura y que se puede ver con mayor detalle y claridad en el esquema correspondiente,

Como se puede apreciar, solamente se han sustituido los contactos de las teclas del teclado por unos “interruptores” analógicos que forman un multiplexor analógico de 49 entradas, una por cada tecla, y una única salida, la señal KBV.

Como se ha comentado anteriormente, el nuevo teclado se ha expandido a 4 octavas, por lo cual el multiplexor analógico tiene 49 entradas.

Este multiplexor está controlado por el circuito que realiza la interfaz MIDI con el teclado, en efecto el circuito de control MIDI recibirá los comandos MIDI determinará qué tecla se ha pulsado y generará el código correspondiente a esta tecla utilizando los bits D0…D5 que finalmente seleccionarán la tensión correspondiente en la salida de este multiplexor. Esta tensión será tomada como señal KBV que se envía al circuito de interfaz del teclado clásico del Formant.

De esta forma el funcionamiento original del Formant no se habrá visto afectado y sin embargo se obtendrá la mejora obvia de utilización de un teclado MIDI.

### señal gate

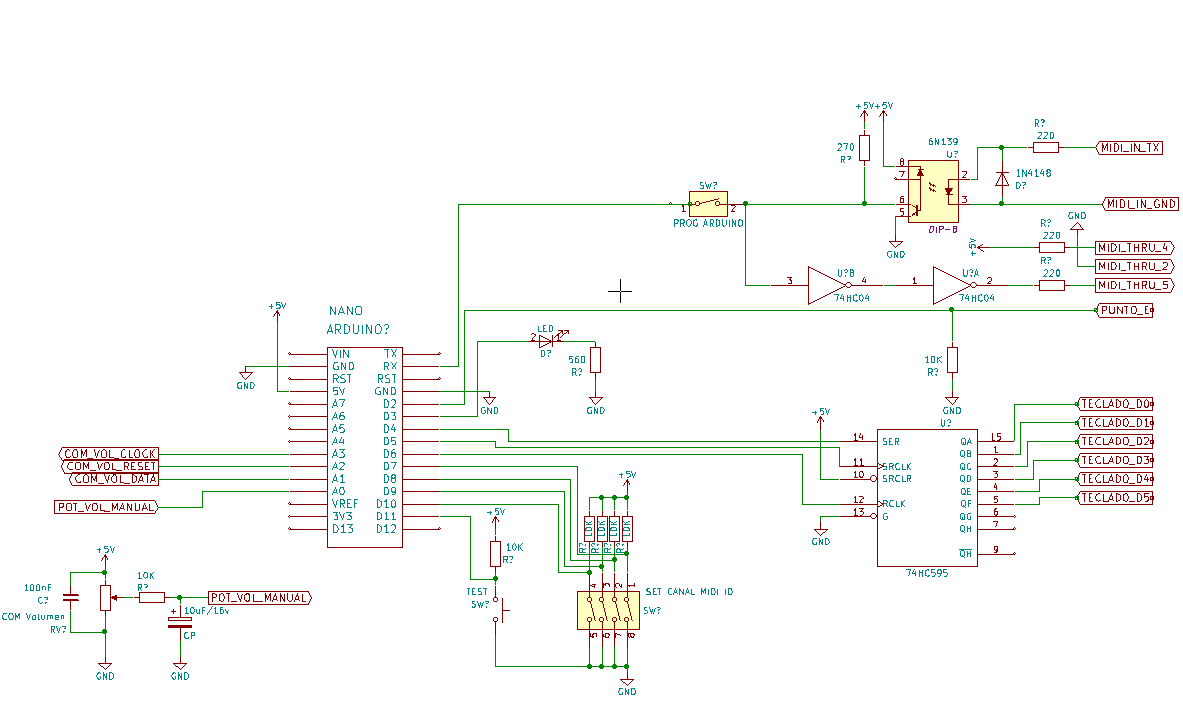
La segunda señal que se debe obtener del teclado es la denominada GATE, esto es un pulso de tensión que se genera cuando se pulsa una tecla en el teclado y que es utilizado como señal de disparo de diversos módulos del Formant (ADSR, VCAs, VCFs etc).

Esta señal que en el Formant original la genera el segundo pulsador asociado a cada tecla y que se obtienía en los puntos A y E del teclado será generada directamente desde el circuito de interfaz MIDI e inyectada en el punto E del circuito de interfaz de teclado original.

### interfaz midi

La interfaz MIDI esta implementada utilizando un microcontrolador de tecnología *openSource* de Arduino, concretamente el modelo Arduino Nano.

Este microcontrolador recibe la señal MIDI-IN, decodifica los mensajes que se pueden utilizar para el control del formant V2 y genera las señales correspondientes.



El canal MIDI que se asigna al formant deberá ser fijado con los microinterruptores de configuración dispuestos a tal efecto.

Finalmente existe un pulsador de TEST para tareas de depuración y comprobación, de funcionamiento del interfaz MIDI, para activar el modo test se deberá seguir la siguiente operativa:

* Conectar el microcontrolador (utilizando el conector USB el mismo) con un ordenador (PC, portátil etc).

**Atención:**

Dependiendo de la versión de sistema operativo, es posible que sea necesario instalar determinados drivers, en este caso visitar el sitio web oficial de Arduino,

*https://www.arduino.cc/en/Guide/Windows#*

* Mantener pulsado el pulsador de TEST mientras se conecta el Formant V2 (power ON), al hacerlo y tras el arranque del microcontrolador, el Led de “señal MIDI” parpadeará indicando que se ha entrado en el modo test.
* Utilizar un programa de tipo *Monitor Serie* convencional para poder recibir la información enviada por el microcontrolador, seleccionando el puerto serie que ha montado el cable utilizado, normalmente estos puertos serie se reconocen porque si identifican con un valor COM distinto de COM1 o COM2 (puede ser COM3, COM4 o mayor).

**Importante:**

Se debe seleccionar una velocidad de transmisión en el programa monitor de **31250 bps** debido a que es la velocidad de operación del interfaz MIDI.

**No** todos los terminales serie permiten seleccionar esta velocidad por lo que dicho programa deberá tener la posibilidad de elegir esta velocidad.

Una vez establecida la comunicación entre el interfaz MIDI y el ordenador, se deberá recibir en el programa terminal un texto similar a este,



Ahora, si se reciben mensajes MIDI, estos NO se ejecutarán sino que la información relativa a los mismos será decodificada y enviada al programa terminal, como por ejemplo,



La interfaz MIDI del Formant V2 no solo permite controlar el teclado, respondiendo a los mensajes *Note ON* y *Note OFF* sino que también soporta las siguientes funciones:

* Control de volumen general del canal.

Mensaje MIDI **Control Change (cambio de control)**, **Control Change 7: Volumen**

Este mensaje MIDI permite ajustar el volumen general de salida del Formant V2, que está situado en el Módulo COM, consultar el apartado 2.2 para más información.

## nuevo módulo com

El módulo denominado COM (**C**ontrol and **O**utput **M**odule) representa la “etapa” final de salida del formant, implementando una salida directa y otra através de un control de tono con ajuste *bass, middle, trebble* y volumen, con una salida final amplificada para cascos.

Este módulo también permite monitorizar el estado de las tensiones de alimentación, así como las señales de gate y xx.

El módulo COM tiene un ajuste de volumen, que se realiza medianate dos potenciomentros que permiten ajustar el volumen de la salida general.

Con el fin de poer ajustar este volumen tanto de forma manual (caso del módulo COM original) como vía MIDI se ha realizado la siguiente modificación en el circuito,



Figura . Módulo COM original del Formant.

Figura . Módulo COM en Formant V2.

# descripción de conectores

Este capítulo recoge los diferentes conectores que interconexionan los distintos circuitos del Formant V2.

* **PIN**

Es número de pin dentro del conector

* **DESCRIPCIÓN**

Descripción de la señal

* **SEÑAL**

Nombre de la señal dentro del esquema eléctrico correspondiente, si procede (por ejemplo, las alimentaciones no tienen un “nombre de señal” asignado).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CN01**  **Conexión interfaz teclado / salida controlador MIDI**  Tipo: Conector para PCB, RS-670-1355 (MACHO) | | |
| **PIN** | **DESCRIPCIÓN** | **SEÑAL** |
| 1 | D5 | TECLADO\_D5 |
| 2 | D4 | TEFLADO\_D4 |
| 3 | D3 | TECLADO\_D3 |
| 4 | D2 | TECLADO\_D2 |
| 5 | D1 | TECLADO\_D1 |
| 6 | D0 | TECLADO\_D0 |
| 7 | GND |  |
| 8 | +5V |  |
| 9 | PUNTO E (GATE) | PUNTO\_E |
| 10 | NC |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CN02**  **Conector interfaz de teclado / salida señales MIDI**  Tipo: Conector para PCB, RS-670-1355 (MACHO) | | |
| **PIN** | **DESCRIPCIÓN** | **SEÑAL** |
| 1 | GND |  |
| 2 | NC |  |
| 3 | NC |  |
| 4 | NC |  |
| 5 | PUNTO E (GATE) | PUNTO\_E |
| 6 | KBV | KBV |
| 7 | +5V |  |
| 8 | +15V |  |
| 9 | -15V |  |
| 10 | GND |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CN03**  **Conexión interfaz teclado / Modulo COM**  Tipo: Conector para PCB, RS-453-252 (MACHO) | | |
| **PIN** | **DESCRIPCIÓN** | **SEÑAL** |
| 1 | NC |  |
| 2 | NC |  |
| 3 | NC |  |
| 4 | NC |  |
| 5 | NC |  |
| 6 | LED SEÑAL GATE | LED\_SEÑAL\_GATE |
| 7 | LED SEÑAL MIDI | LED\_SEÑAL\_MIDI |
| 8 | RESET GENERAL | RESET\_GENERAL |
| 9 | Potenciometro de volumen manual general de salida del Formant V2, en modulo COM | POT\_VOL\_MANUAL |
| 10 | Potenciometro 1b de volumen MIDI general de salida del Formant V2, en modulo COM  ENTRADA | POT\_1b\_ENT |
| 11 | Potenciometro 1b de volumen MIDI general de salida del Formant V2, en modulo COM  CURSOR | POT\_1b\_CUR |
| 12 | GND |  |
| 13 | Potenciometro 1a de volumen MIDI general de salida del Formant V2, en modulo COM  ENTRADA | POT\_1a\_ENT |
| 14 | Potenciometro 1a de volumen MIDI general de salida del Formant V2, en modulo COM  CURSOR | POT\_1a\_CUR |
| 15 | GND |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CN04**  **Conector interfaz de teclado / Salida** | | |
| **PIN** | **DESCRIPCIÓN** | **SEÑAL** |
| 1 |  |  |
| 2 | LED\_SEÑAL\_GATE |  |
| 3 | KOV |  |
| 4 | GATE |  |
| 5 | +5V |  |
| 6 | +15V |  |
| 7 | -15V |  |
| 8 | GND |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **CN05**  **Conector interfaz de teclado / Potenciometros** | | |
| **PIN** | **DESCRIPCIÓN** | **SEÑAL** |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 | S1 |  |
| 4 | +15V |  |
| 5 | -15V |  |
| 6 | GND |  |
| 7 | P1(G) |  |
| 8 | P1(R5) |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **CN--**  **Conector Back-Plane** | | | | | |
| Conector DIN 41612 64 contactos RS-508-3088 (MACHO) | | | | | |
| Conector DIN 41612 64 contactos RS-508-3101 (HEMBRA) | | | | | |
| **PIN** | **DESCRIPCIÓN** | **SEÑAL** | **PIN** | **DESCRIPCIÓN** | **SEÑAL** |
| 1a |  | GND | 1c |  | GND |
| 2a |  | +5V | 2c |  | +5V |
| 3a |  | +15V | 3c |  | +15V |
| 4a |  | -15V | 4c |  | -15V |
| 5a |  | GATE | 5c |  | LED\_SEÑAL\_GATE |
| 6a |  | KOV | 6c |  | LED\_SEÑAL\_MIDI |
| 7a |  | RESET | 7c |  |  |
| 8a |  | IOS VCO1 | 8c |  |  |
| 9a |  | IOS VCO2 | 9c |  |  |
| 10a |  | IOS VCO3 | 10c |  |  |
| 11a |  | IOS VCF12dB | 11c |  |  |
| 12a |  | IOS VCF24dB | 12c |  |  |
| 13a |  | IOS ENV ADSR1 | 13c |  |  |
| 14a |  | IOS ENV ADSR2 | 14c |  |  |
| 15a |  | IOS VCA | 15c |  |  |
| 16a |  | COM PA | 16c |  |  |
| 17a |  |  | 17c |  |  |
| 18a |  |  | 18c |  |  |
| 19a |  |  | 19c |  |  |
| 20a |  |  | 20c |  |  |
| 21a |  |  | 21c |  |  |
| 22a |  |  | 22c |  |  |
| 23a |  |  | 23c |  |  |
| 24a |  |  | 24c |  |  |
| 25a |  |  | 25c |  |  |
| 26a |  |  | 26c |  |  |
| 27a |  |  | 27c |  |  |
| 28a |  |  | 28c |  |  |
| 29a |  |  | 29c |  |  |
| 30a |  |  | 30c |  |  |
| 31a |  |  | 31c |  |  |
| 32a |  | GND | 32c |  | GND |

### The Exponential Converter

La tensión que se obtiene

Así que necesitamos un circuito para tomar en un voltaje lineal del teclado / controladores y producir un voltaje exponencial que duplica en valor para cada octava.

Puesto que nuestro VCO está funcionando en un solo carril de la fuente 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 (V)** | **Expo Output (V)** | **Frecuencia** |  |
| C0 | 1 | 0.0833 | 0.1655 | 65.4078 |  |
| C#0 | 2 | 0.1667 | 0.1754 | 69.2971 |  |
| D0 | 3 | 0.2500 | 0.1858 | 73.4177 |  |
| D#0 | 4 | 0.3333 | 0.1969 | 77.7834 |  |
| E0 | 5 | 0.4167 | 0.2086 | 82.4086 |  |
| F0 | 6 | 0.5000 | 0.2210 | 87.3089 |  |
| F#0 | 7 | 0.5833 | 0.2341 | 92.5005 |  |
| G0 | 8 | 0.6667 | 0.2480 | 98.0009 |  |
| G#0 | 9 | 0.7500 | 0.2628 | 103.8284 |  |
| A0 | 10 | 0.8333 | 0.2784 | 110.0023 |  |
| A#0 | 11 | 0.9167 | 0.2950 | 116.5434 |  |
| B0 | 12 | 1.0000 | 0.3125 | 123.4734 |  |
| C1 | 13 | 1.0833 | 0.3311 | 130.8155 |  |
| C#1 | 14 | 1.1667 | 0.3508 | 138.5942 |  |
| D1 | 15 | 1.2500 | 0.3716 | 146.8355 |  |
| D#1 | 16 | 1.3333 | 0.3937 | 155.5668 |  |
| E1 | 17 | 1.4167 | 0.4171 | 164.8172 |  |
| F1 | 18 | 1.5000 | 0.4419 | 174.6178 |  |
| F#1 | 19 | 1.5833 | 0.4682 | 185.0011 |  |
| G1 | 20 | 1.6667 | 0.4961 | 196.0018 |  |
| G#1 | 21 | 1.7500 | 0.5256 | 207.6567 |  |
| A1 | 22 | 1.8333 | 0.5568 | 220.0046 |  |
| A#1 | 23 | 1.9167 | 0.5899 | 233.0868 |  |
| B1 | 24 | 2.0000 | 0.6250 | 246.9468 |  |
| C2 | 25 | 2.0833 | 0.6622 | 261.6311 |  |
| C#2 | 26 | 2.1667 | 0.7015 | 277.1885 |  |
| D2 | 27 | 2.2500 | 0.7433 | 293.6709 |  |
| D#2 | 28 | 2.3333 | 0.7875 | 311.1335 |  |
| E2 | 29 | 2.4167 | 0.8343 | 329.6345 |  |
| F2 | 30 | 2.5000 | 0.8839 | 349.2356 |  |
| F#2 | 31 | 2.5833 | 0.9364 | 370.0022 |  |
| G2 | 32 | 2.6667 | 0.9921 | 392.0037 |  |
| G#2 | 33 | 2.7500 | 1.0511 | 415.3134 |  |
| A2 | 34 | 2.8333 | 1.1136 | 440.0092 |  |
| A#2 | 35 | 2.9167 | 1.1798 | 466.1736 |  |
| B2 | 36 | 3.0000 | 1.2500 | 493.8937 |  |
| C3 | 37 | 3.0833 | 1.3243 | 523.2621 |  |
| C#3 | 38 | 3.1667 | 1.4031 | 554.3769 |  |
| D3 | 39 | 3.2500 | 1.4865 | 587.3419 |  |
| D#3 | 40 | 3.3333 | 1.5749 | 622.2670 |  |
| E3 | 41 | 3.4167 | 1.6685 | 659.2690 |  |
| F3 | 42 | 3.5000 | 1.7678 | 698.4711 |  |
| F#3 | 43 | 3.5833 | 1.8729 | 740.0044 |  |
| G3 | 44 | 3.6667 | 1.9843 | 784.0073 |  |
| G#3 | 45 | 3.7500 | 2.1022 | 830.6268 |  |
| A3 | 46 | 3.8333 | 2.2272 | 880.0185 |  |
| A#3 | 47 | 3.9167 | 2.3597 | 932.3471 |  |
| B3 | 48 | 4.0000 | 2.5000 | 987.7874 |  |
| C4 | 49 | 4.0833 | 2.6487 | 1046.5242 |  |
| 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 |  |

The component that will be used for its exponential properties is the BJT. Most will be familiar with the equation that relates the base current to the collector current but this relationship is linear.

The equation that relates the base-emitter voltage to the collector current is exponential:

[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))

Where

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

Luckily for us, there are clever people who have already done the hard mathematics ([see here for the math](http://schmitzbits.de/expo_tutorial/index.html)) and the circuit design.

Below is the complete exponential converter that will be used in our VCO engine to convert the input linear voltage into an exponential voltage (where the voltage output doubles for every 1V increase in the input).

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

1 voltio/Octava

Conversor MIDI/VOctava

https://www.midi-hardware.com/index.php?section=prod\_info&product=MINICV

## Synthesizer Type and Music Theory

The synthesizer that we will be designing was extremely common back in the day. It's known as a 1V/Octave synthesizer. This means that for every 1V increase on the input, the output frequency will go up by one octave (i.e., by a factor of 2).

Now for this module to work correctly, it needs an exponential converter on the input. This converter will take a linear voltage in and produce an exponential voltage which is fed into the VCO. Why do we need an exponential converter? The answer is in the nature of human hearing and music theory!

If you take a piano and play the middle A note (A4), it makes a specific tone which has a frequency of 440Hz. If you now play the A note to the right of this one (12 notes up, A5) the note sounds the same except higher pitch and has a frequency of 880Hz. (The lower note is a harmonic of the upper note which is why they sound OK when played together). Now, if you play the next A note to the right (A6), the note sounds higher pitched than the previous A note; it has a frequency of 1760Hz.

Any two same notes that are separated by 12 keys is called an octave. For any two keys that are an octave apart, the upper key will have a frequency twice that of the first. The reason for this is because by nature human hearing is logarithmic. This means that for something to sound twice as loud, its amplitude (or frequency in the pitch realm) needs to go up by a factor of two.

If, for example, we increase the frequency of a waveform from 1Hz to 2Hz, that would be considered an octave apart according to the human ear. But increasing a waveform frequency from 440Hz to 441Hz does not result in an octave change. In fact, the human ear would not be able to distinguish between these two frequencies because the human ear is good at relative changes as opposed to absolute changes.

So with all that complicated theory out of the way, we need to find a method to take in a linear voltage source (1V Octave Keyboard) and convert it into a voltage source that produces exponential voltages. To do this we will use a component that has inherent exponential qualities, the bipolar junction transistor or BJT.

El sintetizador que estaremos diseñando fue muy común en el día. Es conocido como un sintetizador 1V / Octava. Esto significa que para cada aumento de 1V en la entrada, la frecuencia de salida aumentará en una octava (es decir, en un factor de 2).

Ahora para que este módulo funcione correctamente, necesita un convertidor exponencial en la entrada. Este convertidor tomará un voltaje lineal y producirá una tensión exponencial que se alimenta al VCO. ¿Por qué necesitamos un convertidor exponencial? La respuesta está en la naturaleza del oído humano y la teoría de la música!

Si toma un piano y toca la nota A (A4), hace un tono específico que tiene una frecuencia de 440Hz. Si ahora toca la nota A a la derecha de ésta (12 notas arriba, A5) la nota suena igual, excepto un 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 nota A anterior; Tiene una frecuencia de 1760Hz.

Las dos mismas notas que están separadas por 12 teclas se llaman una octava. Para cualquier dos teclas que estén separadas una octava, la tecla superior tendrá una frecuencia dos veces mayor que la primera. La razón de esto es porque por naturaleza el oído humano es logarítmico. Esto significa que para que algo suene dos veces más fuerte, su amplitud (o frecuencia en el dominio de tono) necesita subir un factor de dos.

Si, por ejemplo, aumentamos la frecuencia de una forma de onda de 1 Hz a 2 Hz, sería considerada una octava separada de acuerdo con el oído humano. Sin embargo, el aumento de una frecuencia de onda de 440Hz a 441Hz no da lugar a un cambio de octava. De hecho, el oído humano no sería capaz de distinguir entre estas dos frecuencias porque el oído humano es bueno en cambios relativos en oposición a cambios absolutos.

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

Amazon

sourcingmap® 10 PCS hojas A4 Papel de transferencia de tóner por PCB Electronic Prototipo DIY

# índice

# anexo

## XX

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | |
|  |  |  |  | | |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |