

Elaine

Manual de usuario

Daniel Lázaro

Universidad Politécnica de Madrid

Copyright (C) 2019 Daniel Lázaro Cayuso.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Índice de contenidos

1 RESUMEN.....	5
2 GUÍAS DE USO RÁPIDO	7
2.1 Filtrado	7
2.2 Uso del LFO	7
2.3 Uso del modulador	8
2.4 Uso del generador de envolvente	8
3 FLUJO Y CONTROL DE LA SEÑAL	9
3.1 El flujo de la señal	9
3.2 Señales de control.....	10
4 DESCRIPCIÓN DE MÓDULOS.....	11
4.1 Oscilador	11
4.2 Módulo de filtrado.....	13
4.3 Generador de envolvente	15
4.4 LFO (<i>Low Frequency Oscillator</i>)	16
4.5 Modulador (<i>AR Modulator</i>)	18
4.6 Arpegiador.....	21
4.7 Módulo de síntesis aditiva	23
4.8 Módulo principal y reverberación	24
5 GNU FREE DOCUMENTATION LICENSE	27

1 Resumen

Elaine es un sintetizador digital, semi-modular y polifónico, con capacidad para tocar hasta veinte notas simultáneamente. Su motor principal de síntesis es sustractivo, pero incorpora técnicas de síntesis aditiva, FM y *wavetable*. Cada instancia creada por la ejecución de una nota puede generar hasta tres voces sonando al unísono.

La señal es generada mediante osciladores del tipo *table lookup*, que leen secuencialmente valores de una tabla con resultados de la interpolación entre dos formas de onda seleccionables. Los osciladores pueden recibir técnicas de modulación a baja (*low-rate*) y alta frecuencia (*audio-rate*), mientras el generador de envolventes y la sección de filtrado se encargan de limitar la señal generada en amplitud y en frecuencia.

El módulo principal permite monitorizar a tiempo real el nivel *rms* de la señal estéreo de salida y la cantidad de instancias en ejecución, incluyendo ajustes de balance y ganancia para la obtención de una señal de salida del tipo deseado.

Elaine dispone de un módulo que realiza síntesis aditiva de forma independiente a la señal generada por los osciladores principales, también incluye características adicionales como un arpegiador, capaz de reproducir notas pulsadas en secuencias configurables de diferentes maneras, y un efecto de reverberación.

La finalidad de Elaine es poder observar, utilizar y analizar el comportamiento del sonido generado, empleando las técnicas de síntesis implementadas. Su objetivo es ser una herramienta de uso en el ámbito académico, y por ello puede diferir en cierta medida con la lógica de las implementaciones comerciales.

En la figura 1.1 se muestra una vista completa de Elaine. El flujo de la señal, junto a las conexiones de entrada y salida de cada módulo, vienen mostrados en la figura 1.2.



Figura 1.1: Vista completa de Elaine en su configuración por defecto.

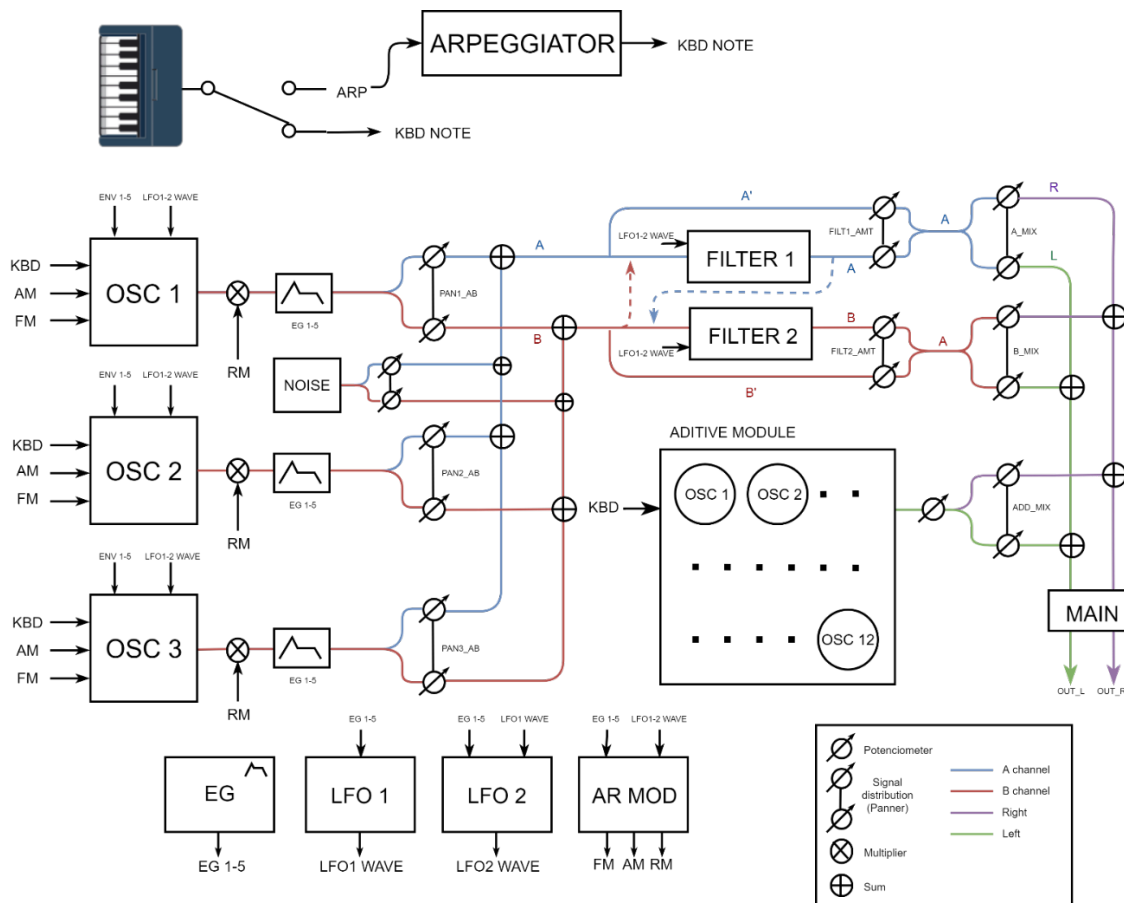


Figura 1.2: Diagrama de bloques completo del sintetizador implementado.

2 Guías de uso rápido

2.1 Uso del filtro

1. Activar cualquier número de osciladores presionando el botón “On”, al lado del nombre del módulo.
2. Desplazar el *fader* hacia el canal A en su totalidad en los osciladores seleccionados.
3. Dentro del filtro 1, activar el filtrado de la señal que proviene del canal A, presionando el botón de encaminado del filtro (figura 2.1 izquierda).
4. Girar el *knob* de *Amount* a la posición máxima para un filtrado del total de la señal (figura 9.1 centro).
5. Elegir un filtro paso bajo con pendiente de atenuación de 24 dB/Oct (figura 9.1 derecha).
6. Modificar en el módulo oscilador la forma de onda a una onda cuadrada.
7. Girar el *knob* de frecuencia de corte del filtro o *cutoff* y observar resultados.
8. Subir el parámetro de resonancia al máximo y repetir el paso 6, (puede que sea necesario ajustar la ganancia de salida, ya que el nivel de la señal puede aumentar en gran medida).



Figura 2.3: Ajustes de filtro. Izquierda, encaminado de entrada del filtro. Centro, cantidad de filtrado. Derecha, tipo de filtro.

2.2 Uso del LFO

1. Activar el primer oscilador presionando el botón “On”, al lado del nombre.
2. Modificar la casilla de modulación (color rojo) del parámetro *pitch* al valor 1 (Figura 2.2, izquierda).
3. Aumentar el parámetro *Rate* del módulo LFO 1 y observar resultados.
4. Modificar el parámetro *Amount* y observar resultados.

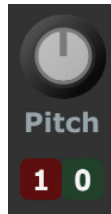


Figura 2.4: Casilla de modulación en el parámetro *pitch*.

2.3 Uso del modulador

1. Activar el primer oscilador presionando el botón “On”, al lado del nombre.
2. Modificar la casilla de modulación (color rojo) del parámetro *pitch* al valor 3 (Figura 9.3, izquierda).
3. Activar la modulación en fase (Figura 2.3, derecha), asegurar que muestra la etiqueta “PM” y no “FM”, subir progresivamente el índice del operador 1 y observar resultados.
4. Modificar el ratio y repetir paso 3.



Figura 9.5: Uso del modulador. Izquierda, casilla de modulación del parámetro *pitch*. Derecha, activación de la modulación en fase.

2.4 Uso del generador de envolvente

1. Activar el primer oscilador presionando el botón “On”, al lado del nombre.
2. Modificar la casilla de envolvente (color verde) del parámetro *pitch* al valor 2 (Figura 2.4, izquierda).
3. Seleccionar la segunda envolvente en el módulo de envolvente (Figura 2.4, derecha).
4. Modificar los parámetros ADSR y observar los efectos en la frecuencia de la señal (al pulsar una nota).

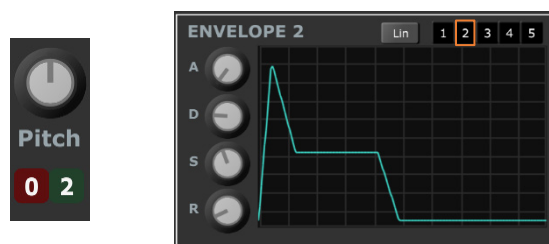


Figura 2.6: Uso del generador de envolvente. Izquierda, casilla de envolvente en el parámetro *pitch*. Derecha, segunda envolvente.

3 Flujo y control de la señal

Las funcionalidades que clasifican al sintetizador dentro de la categoría de semi-modular son la capacidad de controlar de forma limitada los parámetros de cualquier módulo habilitado para ello. Conviene en este punto hacer una diferenciación entre las señales de audio, que son señales producto de algún tipo de síntesis destinadas a formar parte de los canales estero de salida, y las señales de tipo control, destinadas a controlar y modificar los diferentes parámetros del sintetizador.

Los módulos que generan a su salida alguna señal de audio son cinco, los tres osciladores independientes, el generador de ruido y el módulo de síntesis aditiva. Debido a que el módulo de síntesis aditiva no se incorpora al flujo de la señal hasta el balance estéreo final, no se le hará mención en esta sección.

3.1 El flujo de la señal

Para explicar de forma clara y simple el encaminamiento y flujo de la señal a lo largo del diagrama mostrado en la figura 8.2, se obviará cualquier ajuste de control de la señal por modulación o envolvente que exista a lo largo del mismo, con el fin de ser explicado con detenimiento posteriormente.

El comienzo del flujo de la señal se produce en la salida de los tres osciladores principales y el generador de ruido. Esta señal es distribuida entre los canales A y B (sin ninguna relación ni analogía con los canales estéreo), destinados directamente a la entrada del módulo de filtrado. De estos canales, a su vez, van a crearse otros dos, A' y B', que tienen la finalidad de transportar la señal sin filtrar para una distribución de señal original y filtrada a la salida.

Por defecto, cada canal de filtrado (A y B) está conectado a uno de los dos filtros (estructura en paralelo), pero se ofrece al usuario la posibilidad de crear estructuras

en serie mediante la interconexión de canales A y B, siendo esta una herramienta versátil de cara a la síntesis de sonidos que requieran un procesamiento más exigente.

Después del módulo de filtrado, la salida de los canales A y B, ya mezclados con A' y B', entrarán en el módulo principal (*Main*), donde se distribuirán, junto a la señal generada por el módulo de síntesis aditiva, entre los canales estéreo (R y L). Los canales estero recibirán un envío al módulo de reverberación, ajustable en el porcentaje deseado, para una suma con la señal original a la salida de audio del sintetizador.

3.2 Señales de control

Existen cuatro tipos de señales de control en el sintetizador:

1. Señales de modulación baja frecuencia, generadas por los módulos LFO (*Low Frequency Oscillator*).
2. Señales de envolvente generadas por los EG (*Envelope Generator*).
3. Señales de modulación a frecuencias pertenecientes a la banda de audio, generadas por el modulador AR (*Audio-Rate Modulator*), a las que pertenecen la modulación AM (*Amplitude Modulation*), FM (*Frequency Modulation*) y RM (*Ring Modulation*).
4. Señales de seguimiento de teclado (*KBD Tracking*).

Los módulos con parámetros controlables por señales externas disponen de recuadros de color rojo y verde como los mostrados en la figura 3.1, pudiendo disponer de solo uno de los dos. Los generadores de señales de control también pueden ser modificados por señales de control provenientes de otros módulos.



Figura 3.1: Indicadores de control.

Los recuadros de color rojo hacen referencia a las señales de control por modulación, mientras que los de color verde hacen referencia al control por envolvente. El valor de cada recuadro puede ser modificado mediante una pulsación y deslizamiento del ratón, o numéricamente con el teclado. En la tabla 3.1 se muestra el tipo de señal de control asociada a cada número.

Tabla 3.1: Señales de control.

Tipo modulación		Tipo envolvente	
0	-	0	-
1	LFO 1	1	EG 1
2	LFO 2	2	EG 2
3	AR MOD (solo <i>pitch</i> y <i>level</i>)	3	EG 3
		4	EG 4
		5	EG 5

Nota: Las señales de control por seguimiento de teclado (*KBD Tracking*) disponen de su propio knob de control en los módulos en los que estén disponibles, por lo que no son accesibles a través de los indicadores de control.

Como se puede observar en la tabla 3.1, la conexión con el modulador AR se realiza marcando la posición tercera en el recuadro rojo de modulaciones, pero solo se permitirá alcanzar este valor en los parámetros de nivel (*level*) y afinación (*pitch*) de los osciladores. De todas maneras, el modulador AR dispone de tres señales moduladoras, para saber cuál se está aplicando en cada caso se hace referencia al destino natural de cada una de las modulaciones.

- *AM (Amplitude Modulation)*: Se aplica a los osciladores modificando el parámetro *level* a la posición tres.
- *FM (Frequency Modulation)*: Se aplica a los osciladores modificando el parámetro *pitch* a la posición tres.
- *RM (Ring Modulation)*: Se aplica a los tres osciladores de forma automática una vez activada

El motivo de este sistema, que puede parecer un poco enrevesado a primera vista, es poder asignar las modulaciones FM y AM a los osciladores de forma independiente, al contrario que con el caso de la modulación en anillo.

4 Descripción de módulos

4.1 Oscilador

Son el punto de partida de la señal de audio, contando el sintetizador con un total de tres, totalmente independientes (dejando de lado el módulo de síntesis aditiva). Cada nota tocada envía datos de frecuencia y amplitud (en función de la velocidad

de presión de la tecla) a los tres osciladores que, en caso de estar activados, generan la señal de salida.

A continuación, se hace una descripción de todos los controles del módulo oscilador, mostrados en la figura 4.1.

1. **On/Off:** Activa/Desactiva el Oscilador.
2. **W1 (Wave 1):** Selección de forma de onda 1, la forma de onda seleccionada se muestra en la esquina superior derecha del gráfico de onda.
3. **W2 (Wave 2):** Selección de forma de onda 2, la forma de onda seleccionada se muestra contigua a la forma de onda 1.

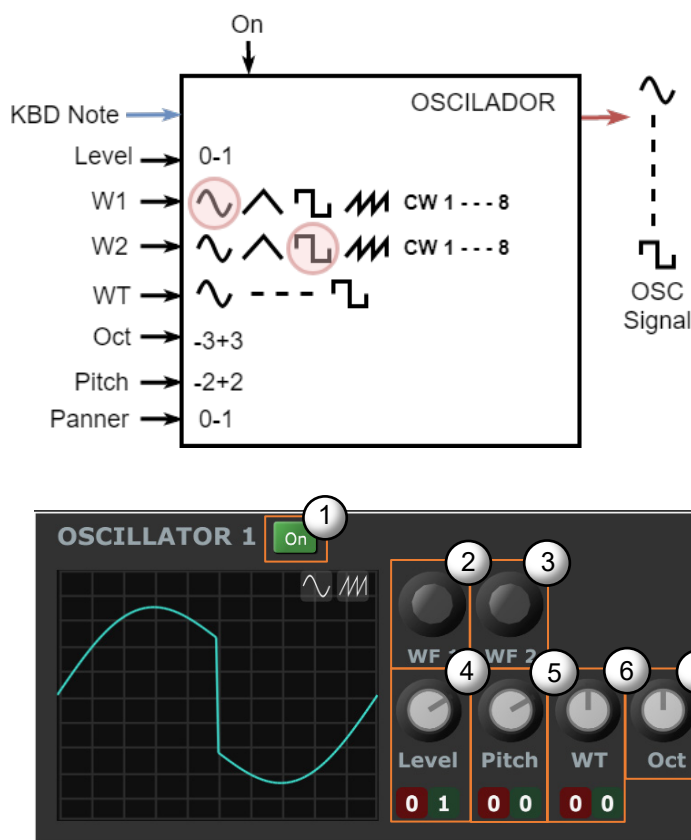


Figura 4.1: Oscilador. Arriba: Diagrama de señales, parámetros y valores de entrada y salida. Abajo: Vista de programa.

4. **Level:** Sección de control de nivel. La amplitud del oscilador va a depender de este potenciómetro, junto con la velocidad de pulsación de la tecla y la nota tocada (notas agudas atenuadas con respecto a graves).
5. **Pitch:** Ajuste fino de frecuencia. En total, dos semitonos en ambas direcciones. Los controles por modulación se muestran en la tabla.
6. **WT (Wavetable Control):** Realiza una interpolación en tiempo entre las dos ondas seleccionadas, la onda resultante se muestra a tiempo real en la gráfica con color azul. Los controles por modulación se muestran en la tabla.

7. **Oct:** Ajuste de octava con respecto a la nota tocada, el rango de modificación superior e inferior es de tres octavas.
8. **Panner A-B:** El *panner* envía un porcentaje de la señal del oscilador, según la posición del *fader*, a los canales A y B.

Para información acerca de las posibilidades de control mediante señales externas, visitar la sección de flujo y control de la señal.

4.2 Módulo de filtrado

Este es, junto al oscilador, la parte más importante del sintetizador si se trata de realizar síntesis sustractiva. Se dispone de dos módulos de filtrado, estando cada uno de ellos conectado por defecto a uno de los canales A y B, respectivamente. Dentro de cada módulo, se pueden seleccionar hasta tres tipos de filtros distintos, paso bajo, paso banda y paso alto.

El filtro paso bajo está basado en una implementación digital del famoso filtro *Moog Ladder*. Es un filtro de cuarto orden, con posibilidad de seleccionar entre cuatro tipos de pendiente de atenuación, 8, 12, 18 y 24 dB/Oct, disponiendo de un control de resonancia. El filtro paso banda consiste en un filtro Butterworth de segundo orden con control de ancho de banda variable. Por último, el filtro paso alto es otra implementación digital del filtro Ladder de Moog, también de cuarto orden, pero sin posibilidad de modificar la pendiente de atenuación ni la resonancia.

A continuación, se hace una descripción de todos los controles que presenta el módulo de filtrado (ver figura 4.2).

1. **Envolvente:** Controles ADSR para la envolvente del filtro. Lineal o exponencial.
2. **Exp:** Seleccionar para establecer patrón lineal o exponencial a la hora de generar la envolvente.
3. **Selección de señal de entrada:** Varía en función del filtro.
 - Filtro 1: Botón superior para seleccionar como entrada la señal A. Botón inferior para seleccionar como entrada la suma de las señales A y B.
 - Filtro 2: Botón superior para seleccionar como entrada la señal B. Botón inferior para seleccionar como entrada la salida del filtro 1, permitiendo una configuración de filtros en serie o paralelo.
4. **Resonancia:** Ajusta el nivel de resonancia del filtro entre los valores 0 y 1, provocando un pico de ganancia en la frecuencia de corte del filtro, que en

valores cercanos a uno se percibe como una componente sinusoidal individual. Este último caso es conocido como auto oscilación del filtro.

5. **Cutoff:** Ajuste de la frecuencia de corte del filtro (-3 dB de atenuación), el rango seleccionable es de 20 a 20000 Hz.
6. **Amount:** Ajuste de la cantidad de señal filtrada presente en la señal de salida, en el valor 1 el total de la señal es filtrado.

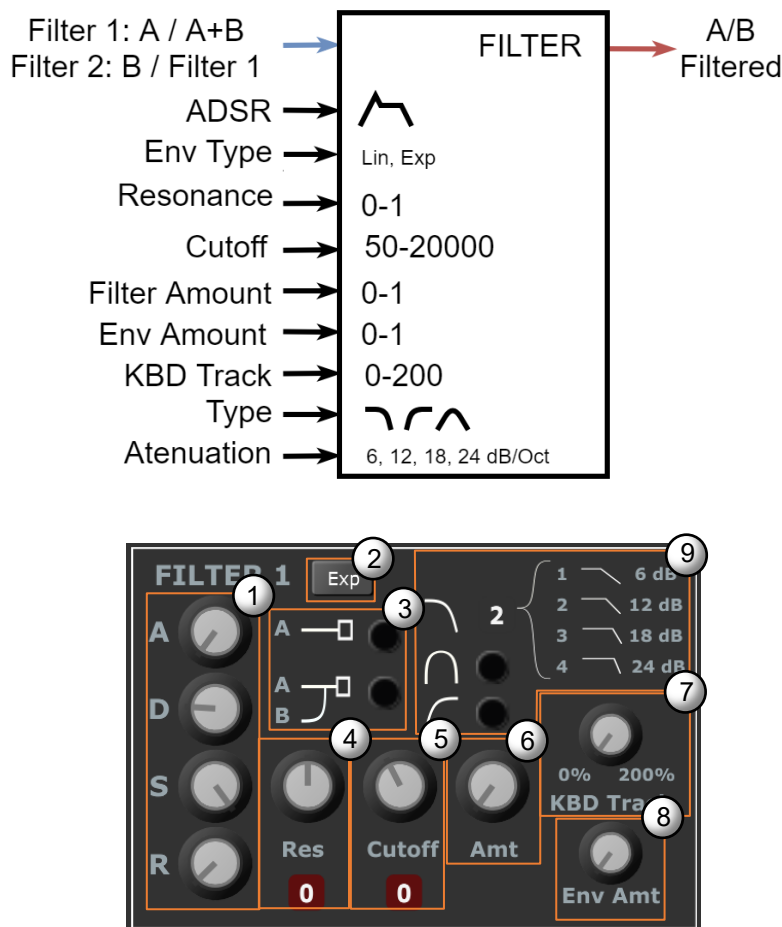


Figura 4.2: Filtro. Arriba: Diagrama de señales, parámetros y valores de entrada y salida.
Abajo: Vista de programa.

7. **KBD Tracking:** Porcentaje de seguimiento de teclado, la frecuencia de corte del filtro se modifica en función de la nota tocada, con respecto a la nota central del teclado (C3). Con un porcentaje en torno a 100%, la frecuencia de corte se mueve con el teclado proporcionalmente. Con un porcentaje en torno a 200%, lo hace exponencialmente.

8. **Amount:** Ajuste de la cantidad de envolvente aplicada a la frecuencia de corte del filtro. Cuando este parámetro está ajustado al máximo, el valor de la envolvente se aplica de forma íntegra.
9. **Tipo de filtro:** Se puede modificar el filtro para que presente funciones de transferencia paso-bajo, paso-banda y paso-alto. El ajuste de la pendiente de atenuación del filtro solo se encuentra disponible para el paso-bajo, y permite ajustarla en cuatro valores (6 dB, 12 dB, 18 dB, 24 dB)

Para información acerca de las posibilidades de control mediante señales externas, visitar la sección de flujo y control de la señal.

4.3 Generador de envolvente

La envolvente es una señal de control que puede modificar desde la amplitud de una nota (caso más frecuente) hasta cualquier parámetro imaginable que así lo permita. El módulo implementado permite modificar y aplicar hasta cinco envolventes diferentes.

Una señal de envolvente está directamente ligada al evento de pulsación de una nota, y evoluciona en función de los valores de ataque, *decay*, *sustain* y *reléase*, comentados a continuación:

- **Ataque:** Define el tiempo que tarda la señal en alcanzar el nivel máximo desde el momento en que la nota es pulsada.
- **Decay:** Tiempo que tarda la señal en pasar del nivel máximo al nivel de *sustain* (nota sostenida).
- **Sustain:** Nivel al que se va a mantener la señal de envolvente una vez pasados el tiempo de ataque y *decay*, si esta sigue pulsada.
- **Release:** Tiempo de relajación de la nota, o cuanto tiempo tarda la señal de envolvente en alcanzar el nivel mínimo una vez se deja de pulsar.

A continuación, se hace una descripción de todos los controles que presenta el módulo de generación de envolventes (ver figura 4.3).

1. **Controles ADSR:** Modifica los valores de los parámetros de ataque, *decay*, *sustain* y *release* de la envolvente, respectivamente.
2. **Tipo de envolvente:** Modifica el patrón que siguen las rectas de la envolvente a una forma exponencial o lineal. En la figura 8.6 se puede observar que aspecto tienen estos patrones.

3. **Selección de envolvente:** Selecciona una entre las cinco envolventes disponibles, los ajustes de cada envolvente se conservan al cambiar de número.

Nota: El generador de envolvente no puede ser modificado por ninguna señal de control externa.

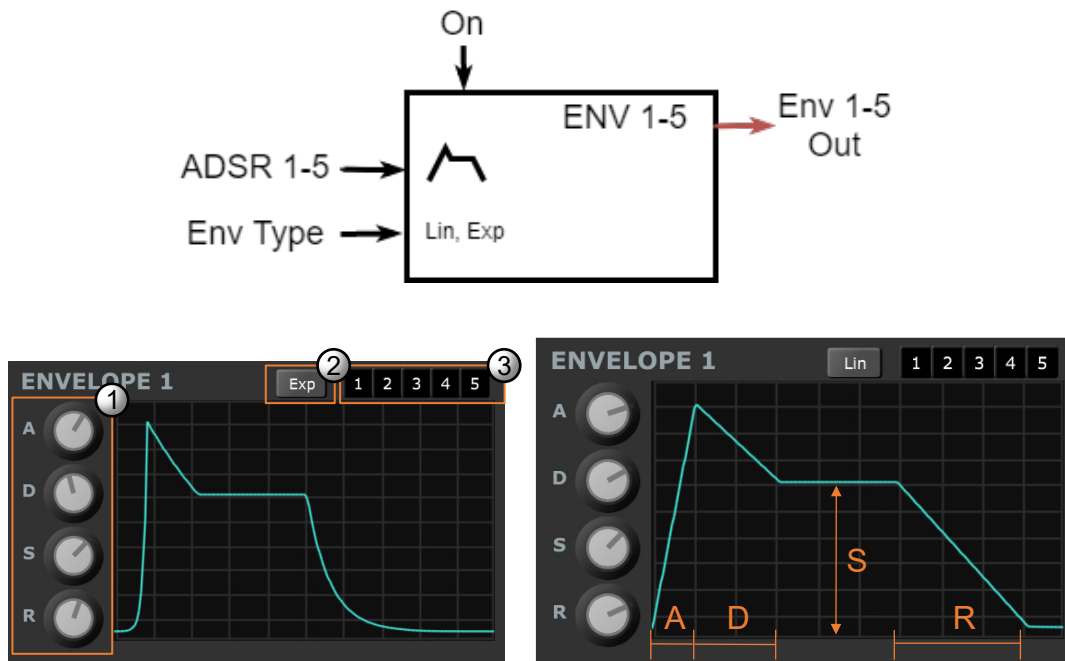


Figura 4.3: : Generador de envolvente. Arriba: Diagrama de señales, parámetros y valores de entrada y salida. Abajo, izquierda: Vista de programa, envolvente generada con patrones exponenciales. Abajo, derecha: Vista de programa, envolvente generada con patrones lineales.

4.4 LFO (*Low Frequency Oscillator*)

El oscilador de baja frecuencia o *low frequency oscillator* genera señales por debajo de la banda de audio (1-20 Hz) destinadas a la modulación de diferentes parámetros del sintetizador. Un uso típico de esta herramienta es el de modulación de amplitud o frecuencia de un oscilador, teniendo la posibilidad de crear efectos de *tremolo* o *vibrato* con valores de ajuste específicos.

El módulo implementado dispone de dos LFO's independientes, habilitando en el segundo la capacidad de ser modulado por el primero. Ambos a su vez pueden ser controlados por el generador de envolventes, siendo esta herramienta útil para realizar modulaciones variables sobre otros parámetros del sintetizador, ligadas directamente a la pulsación de la nota.

En la figura 4.4 se muestran todos los controles que presenta el módulo del LFO en vista de programa.

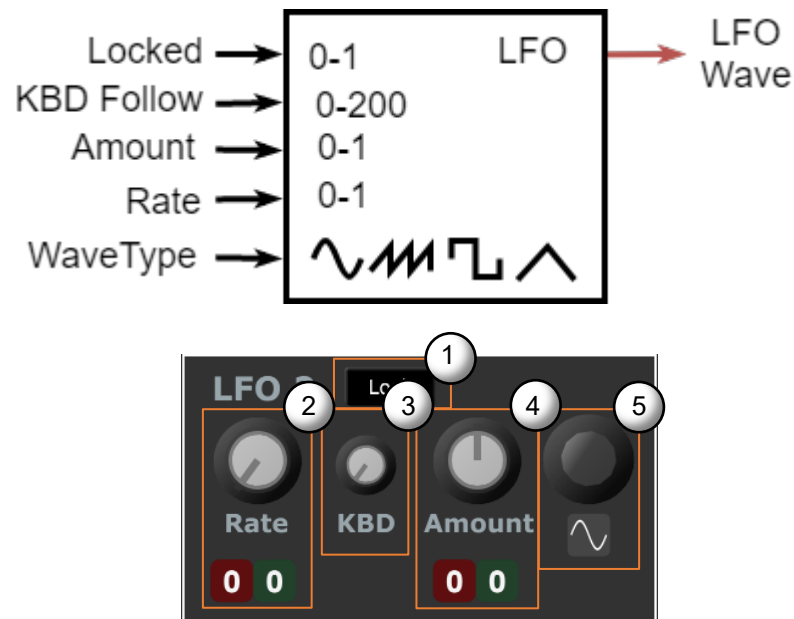


Figura 4.4: Modulo LFO. Izquierda: Diagrama de señales, parámetros y valores de entrada y salida. Derecha: Vista de programa.

1. **Locked:** Se activa pulsando el botón. Es una función exclusiva del LFO2 que permite sincronizar su frecuencia con la del primero. De esta manera solo podrá tomar valores que guarden una relación entera con este.
2. **Rate:** Determina la frecuencia de oscilación del LFO, con un rango de 0 a 20 Hz
3. **KBD:** Porcentaje de seguimiento de teclado, la frecuencia de oscilación varía de su valor original en función de la nota tocada, con respecto a la nota central del teclado (C3). Se pueden conseguir de esta forma efectos curiosos.
4. **Amount:** El efecto del LFO sobre otras señales varía con respecto a este parámetro, es decir, controla directamente la amplitud de la onda de salida.
5. **Wavetype:** Selección del tipo de onda del LFO entre las siguientes opciones: Sinusoidal, diente de sierra, cuadrada o triangular.

Para información acerca de las posibilidades de control mediante señales externas, visitar la sección de flujo y control de la señal.

4.5 Modulador (AR Modulator)

La denominación dada a este módulo hace referencia a *Audio-Rate Modulator*, o modulador a frecuencias de la banda de audio, siendo importante recalcar esta diferencia de cara al LFO, que también genera señales que modulan, pero estas son inferiores a la banda de audio.

A continuación, se realiza un breve repaso de las técnicas de modulación implementadas en este módulo, AM (*Amplitude Modulation*), FM/PM (*Frequency/Phase Modulation*) y RM (*Ring Modulation*).

La modulación por amplitud o AM consiste en modular la amplitud de una señal portadora de frecuencia f_c con una señal moduladora de frecuencia f_m . Por cada componente de la señal portadora, se crearán bandas laterales centradas en esa componente de frecuencia $f_c + f_m$ y $f_c - f_m$. Cuanto mayor sea la riqueza espectral de la señal portadora y moduladora, mayor será la complejidad generada en las bandas laterales.

La modulación en anillo o RM ofrece un resultado similar al de la modulación en amplitud, pero con la peculiaridad de que la amplitud de las componentes de la señal portadora se hace nula. Es útil para generar sonidos de carácter inarmónico, como una campana.

La modulación en frecuencia o FM es considerada un método de síntesis individual, debido a la gran variedad de timbres que puede producir, y a la gran complejidad que pueden tener. Para realizarla, se debe modular la frecuencia de una señal portadora de frecuencia f_c con una señal moduladora de frecuencia f_m . Como resultado, se generan bandas laterales infinitas, de frecuencia $f_c + nf_m$ y $f_c - nf_m$ (siendo $n = 1, 2, 3 \dots$), en las que la amplitud de la componente n varía siguiendo la curva de las funciones de Bessel de primera especie y orden n , en función de un índice I , que agrupa el valor de desviación de frecuencia entre portadora y moduladora dividido entre la frecuencia moduladora. Esto se traduce en la modificación de dos parámetros para la obtención de distintos timbres, son el índice de modulación I , y la ratio de frecuencia moduladora-portadora.

La modulación en fase o PM presenta características tímbricas similares a las de la modulación en frecuencia, pero ofrece ciertas ventajas con respecto a esta, como un mayor control del espectro en función del índice de modulación y la posibilidad de establecer caminos de *feedback*.

Para disponer de una mayor capacidad para crear sonidos con este tipo de síntesis, se han añadido osciladores adicionales, llamados operadores. Estos operadores pueden actuar como señal moduladora o señal modulada, e incluso auto modularse

mediante rutas de *feedback*, creando diversas estructuras de modulación (ver figura 4.5), al estilo del conocido sintetizador DX7, del fabricante Yamaha.

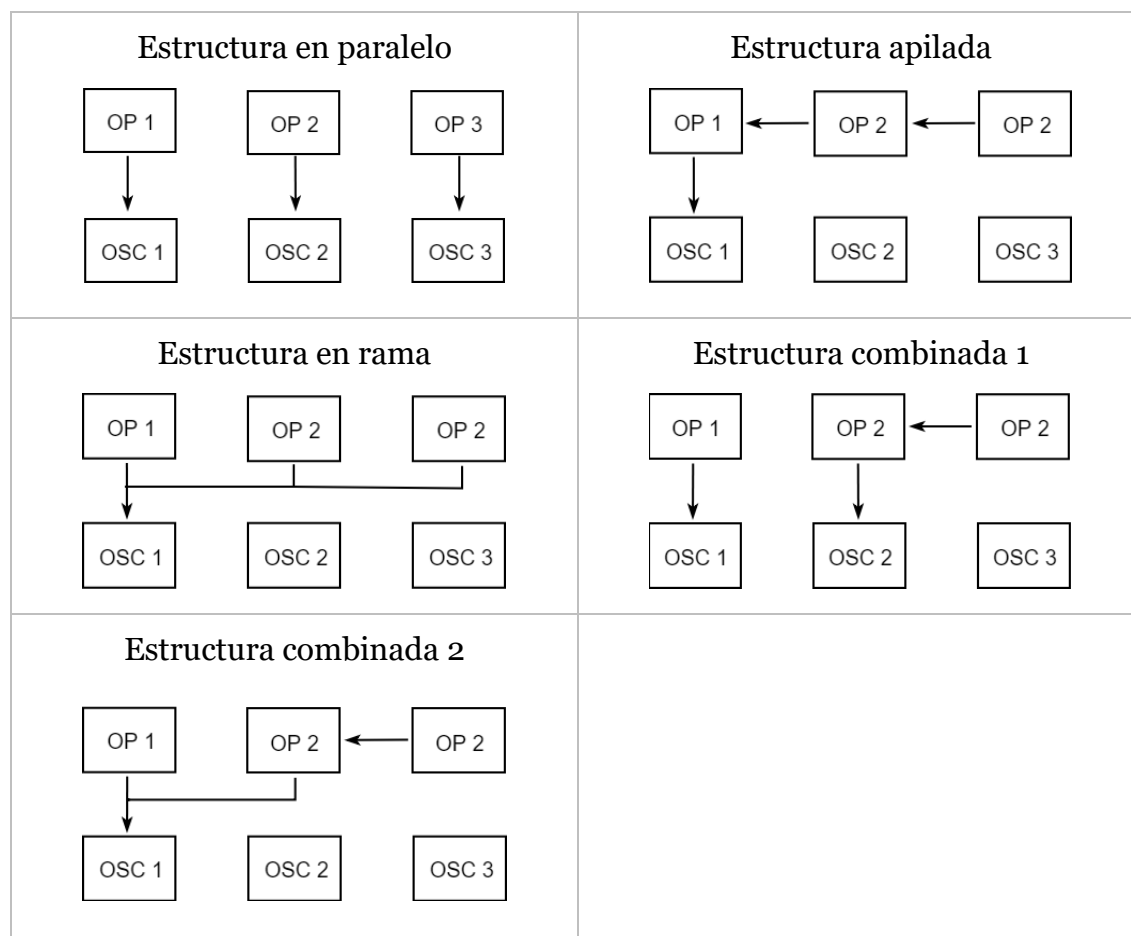


Figura 4.5: Diferentes tipos de algoritmos en el módulo FM.

En la figura 4.6 se puede observar el diagrama y la vista de programa del modulador. A continuación, se hace una descripción de todos los controles que presenta el modulador.

1. **Phase/Frequency Modulation:** Alterna entre modulación en fase y modulación en frecuencia.
2. **On/Off:** Activa o desactiva el tipo de modulación.
3. **Depth:** Cantidad de modulación a aplicar a la señal, determina directamente la amplitud de la señal moduladora.
4. **Rate:** Frecuencia de la señal moduladora, el valor *rate* es relativo a la frecuencia de la señal portadora, donde el valor mínimo implica la misma frecuencia que la portadora y valor máximo un alejamiento con respecto a esta de la mitad de su valor.
5. **WF:** Selección de forma de onda entre dos tipos disponibles, senoide y senoide con dos parciales.

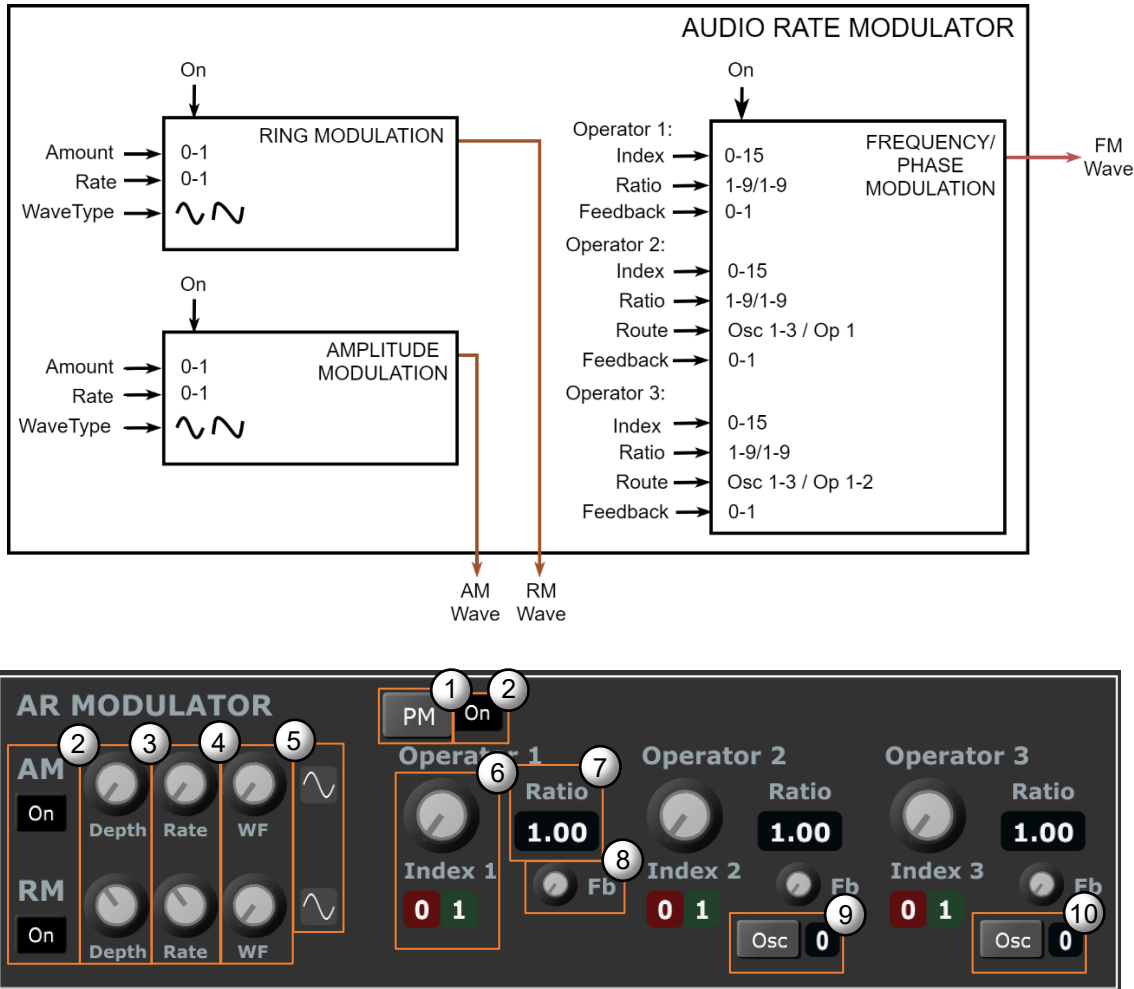


Figura 4.6: AR Modulation. Arriba: Diagrama de señales, parámetros y valores de entrada y salida. Abajo: Vista de programa.

6. **Index:** Índice de modulación para el operador seleccionado.
7. **Ratio:** Relación de frecuencia de la señal moduladora f_m con respecto a la señal portadora f_c .
8. **Feedback:** Cantidad de porcentaje de la señal que se envía para una auto modulación. Solo está disponible en el modo de modulación en fase.
9. **Patch Operador 2:** Determina el objetivo de modulación del operador 2, pudiéndose conectar a los osciladores (Osc 1, 2 o 3) o a otro operador (Op 1), modificando el tipo de objetivo entre oscilador u operador pulsando sobre el botón "Osc", "Op". El número del oscilador/operador objetivo se selecciona a la derecha de este botón.
10. **Patch Operador 3:** Misma funcionalidad, pero con posibilidad de conectarse al operador 2 en la selección "Op".

Nota: El operador 1 está por defecto conectado al oscilador 1.

Para información acerca de las posibilidades de control mediante señales externas, visitar la sección de flujo y control de la señal.

4.6 Arpegiador

El arpegiador es un módulo destinado a enviar las notas que el usuario pulsa al sintetizador con un orden, frecuencia, y duración concretos. De esta manera, si se tocan las notas de un determinado acorde en el teclado que controla el sintetizador, estas se reproducirán secuencialmente. Esta secuencia variará en función de determinados parámetros explicados a continuación.

Las funcionalidades incluidas para modificar la secuencia son las siguientes:

- **Dirección:** Ajusta la dirección que siguen las notas, de menor a mayor, de mayor a menor o una combinación de ambas (ver figura 4.7).
- **Octava:** Determina el rango de octavas por los que se van a mover las notas pulsadas, el máximo son tres octavas ascendentes (ver figura 4.8).
- **Stepper:** Establece una cantidad de pasos (hasta 8) en los que se puede configurar parámetros de velocidad y pitch independientes (ver figura 4.9).

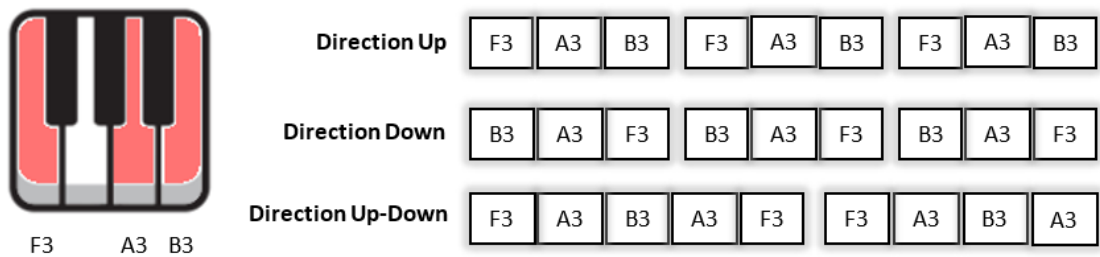


Figura 4.7: Arpegiador. Diferentes órdenes de reproducción de las notas pulsadas.

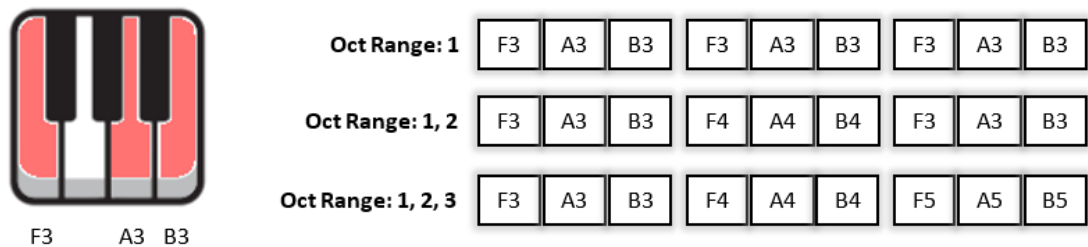


Figura 4.8: Arpegiador. Diferentes ajustes en el rango de octavas.

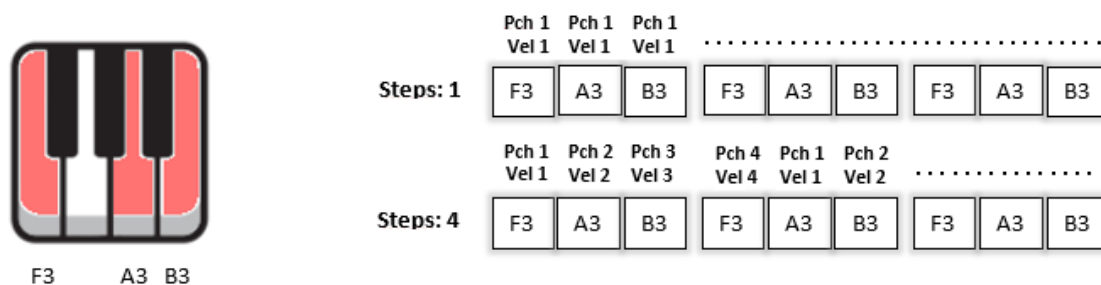


Figura 4.9: Arpegiador. Modificación del número de pasos.

A continuación, se muestra el panel completo del arpegiador, enumerando el resto de las funcionalidades, además de las previamente descritas (figura 4.8).

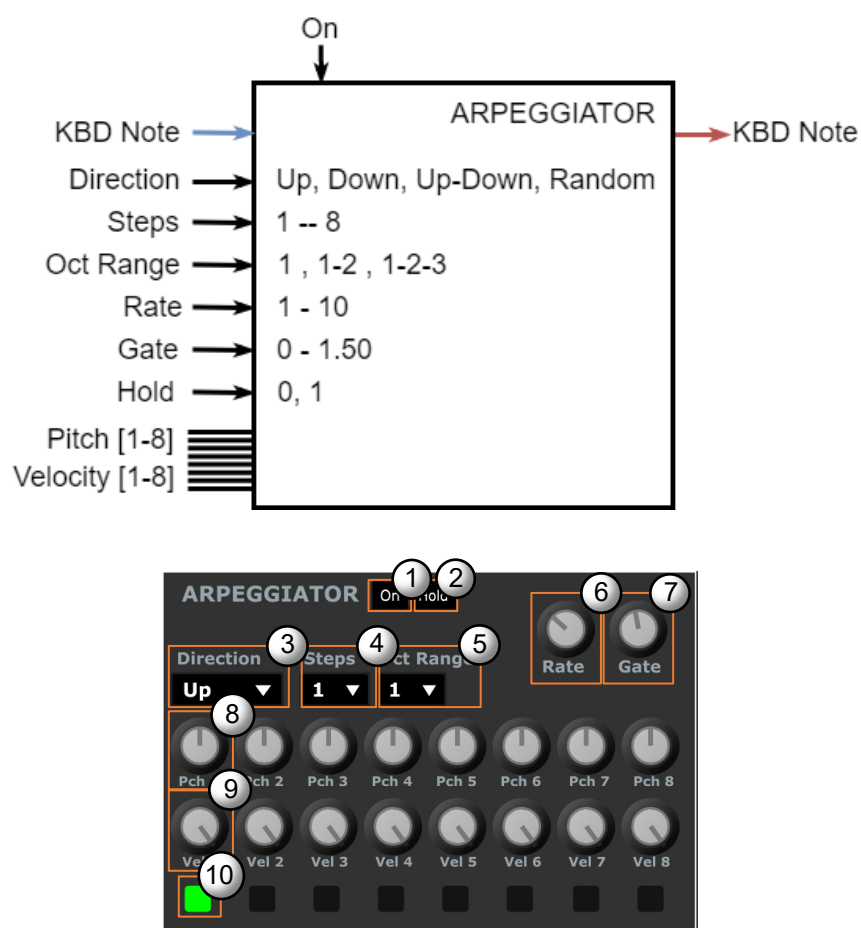


Figura 4.10: Arpegiador. Izquierda: Diagrama de señales, parámetros y valores de entrada y salida. Derecha: Vista de programa.

1. **On/Off:** Activa o desactiva el arpegiador.
2. **Hold:** Mantiene la nota pulsada, de esta forma podemos seguir añadiendo notas sin necesidad de mantener pulsadas las anteriores, esto se mantiene

hasta que se vuelve a pulsar el botón “*Hold*” o también el botón de activación. Las notas repetidas se ignoran por defecto.

3. **Direction:** Ver página 21.
4. **Steps:** Ver página 21.
5. **Oct Range:** Ver página 21.
6. **Rate:** Frecuencia con la que se reproducen cada nota de la secuencia (Hz).
7. **Gate:** Tiempo que tarda cada nota en apagarse.
8. **Pitch:** Variación de frecuencia de la nota que se encuentra actualmente en la posición del *stepper*.
9. **Velocity:** Velocidad con la que se pulsa (automáticamente) la nota que se encuentra actualmente en la posición del *stepper*, estando directamente ligado a su amplitud.
10. **Cursor del stepper:** La luz se va moviendo en función de la nota de cada secuencia, indicando la posición actual del cursor. Cuando se alcanza el límite establecido por el parámetro 4, la luz vuelve a la posición inicial.

4.7 Módulo de síntesis aditiva

El funcionamiento de este módulo es sencillo; para sintetizar el sonido deseado, solamente es necesaria la modificación manual de parámetros de todas las componentes sinusoidales que lo vayan a componer, con un máximo de doce. Estos parámetros son la amplitud, el ratio de frecuencia y los controles ADSR (visitar sección de generación de envolvente). A continuación, se hace una descripción de todos los controles del módulo de síntesis aditiva, mostrados en la figura 4.11.

1. **On/Off:** Activa o desactiva el módulo de síntesis aditiva.
2. **Selección de banco de osciladores:** Selecciona uno de los tres bancos de osciladores, cada banco tiene cuatro osciladores, lo que conforma un total de 12 para el módulo.
3. **Nivel:** Ajusta la amplitud de entrada de cada uno de los osciladores.
4. **Control de octava:** Permite modificar la octava de la frecuencia fundamental, tres octavas superiores e inferiores a la central.
5. **Control ADSR:** Cada oscilador cuenta con cuatro *knobs* que se corresponden a los controles de la envolvente ADSR, individuales para cada uno.
6. **Gain:** Ajuste de ganancia final para la suma de todas las señales.

7. **Frequency Ratio:** Ajusta la ratio de frecuencia (con respecto a la fundamental, para la cual esta desactivada), puede tomar valores entre 0 y 36, con una precisión de dos decimales.

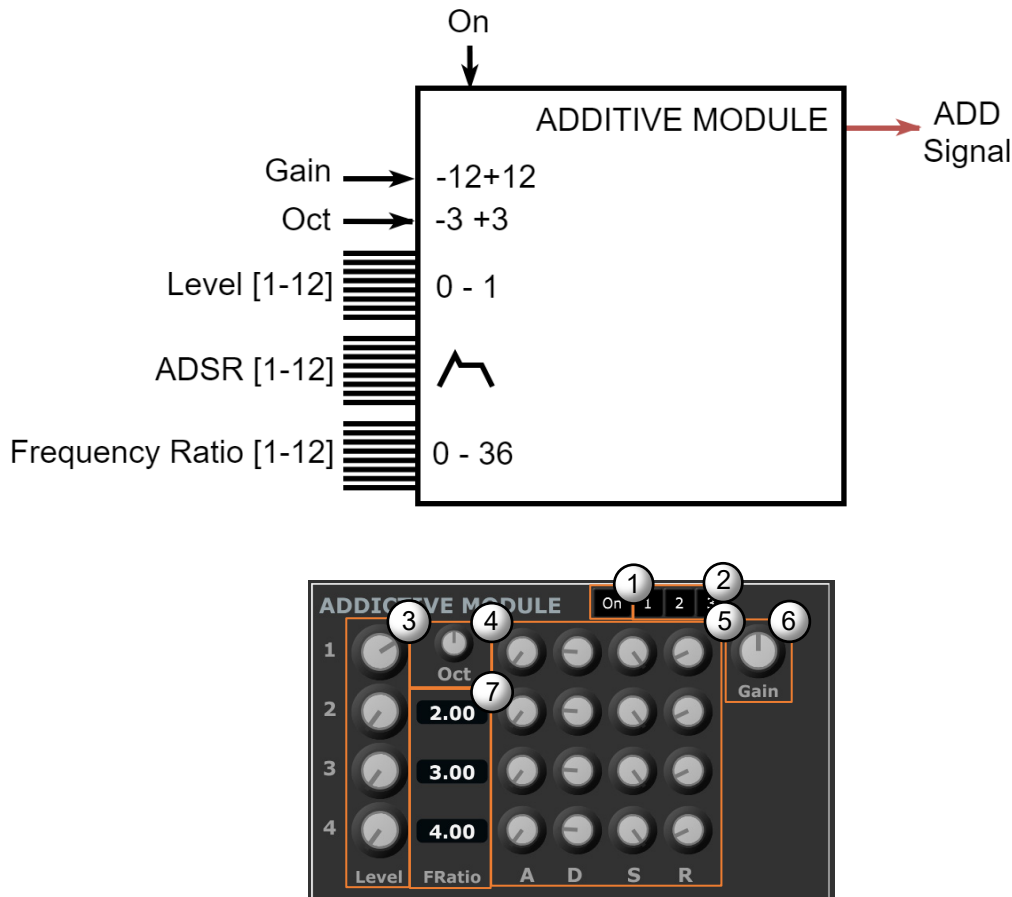


Figura 4.11: Módulo de síntesis aditiva. Abajo: Diagrama de señales, parámetros y valores de entrada y salida. Arriba: Vista de programa.

4.8 Módulo principal y reverberación

Este módulo es el último por el que transita la señal antes de finalizar su recorrido de síntesis. En él, se ha incorporado un ajuste general de ganancia, debido a que el nivel de la señal puede variar mucho en función del camino y el procesado elegido. También se realiza la mezcla estéreo de los canales A, B y ADD.

Por último, un porcentaje de la mezcla estéreo es enviada al módulo de reverberación, para después volver a mezclarse con la señal original. Esta reverberación es una versión para Csound de la conocida *freeverb*, basada en el reverberador de Schroeder. El módulo implementado permite la configuración de

algunos parámetros de la reverberación, como la cantidad de *feedback* de sus *delays* o la frecuencia de los filtros de corte paso bajo.

A continuación, se hace una descripción de todos los controles del módulo principal, mostrados en la figura 4.12.

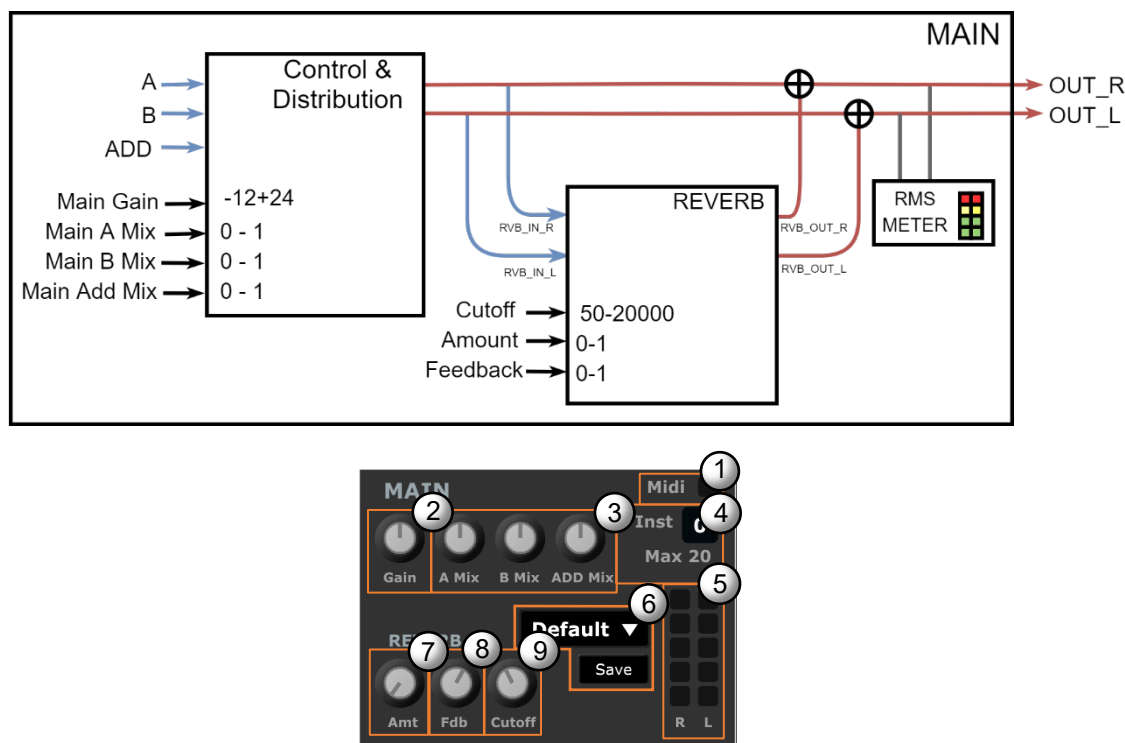


Figura 4.12: Módulo principal. Arriba: Diagrama de flujo de señales, parámetros y valores de entrada y salida. Abajo: Vista de programa.

1. **Indicador eventos MIDI:** La luz se activa en el momento en el que el instrumento recibe un mensaje MIDI.
2. **Ganancia Principal:** Controla la ganancia de toda la señal, el rango de variación es de -12 a +24dB.
3. **Sección Mezclador:** Estos tres *knobs* controlan la cantidad de señal dirigida a los canales de salida izquierdo y derecho de las señales entrantes A, B y ADD, respectivamente.
4. **Contador de instancias activas:** Este contador se incrementa cuando se crea una nueva instancia de generación de sonido (mediante un evento MIDI o el arpegiador). El máximo número de instancias permitido es 20. Si se llegará a alcanzar este valor, las nuevas instancias serían ignoradas.
5. **Medidor RMS:** Indica el valor eficaz o RMS (*Root Mean Square*) de los canales R y L de salida. El indicador se vuelve amarillo cuando se sobrepasan los -6 dBFS, y rojo cuando se alcanza el fondo de escala digital (0 dBFS).

6. **Presets:** Se puede almacenar la configuración de un sonido creado con Elaine mediante el botón “save”, este se nombrará por defecto como “Elaine xx” variando xx en función del número de presets almacenados con anterioridad. Estos se pueden renombrar modificando el archivo de presets “<ruta instalación>\Elaine\Elaine.snaps” con cualquier editor de texto.

IMPORTANTE: Los parámetros de los presets precedidos por la etiqueta [WARNING] deben ser modificados con cautela, ya que por lo general tienen altos niveles de ganancia. Estos niveles suelen compensar fuertes atenuaciones sufridas por la sección de filtrado. Si esta sección de filtrado se desactiva, pueden producirse sonidos de alto nivel.

7. **Amount:** Con este knob se regula la cantidad de señal (con respecto a la original) que se dirige al módulo de reverberación, siendo 1 el máximo y 0 nada.
8. **Feedback:** En función de este parámetro, con un rango de 0 a 1, la cola de reverberación será más o menos extensa. Con valores cercanos a 0.6 se consigue una reverberación parecida a la de espacios pequeños adaptados al directo, con 0.8 y 0.9 se emulan salas pequeñas y grandes. No se recomienda usar valores de 1 o muy cercanos a no ser que se quiera alcanzar algún efecto especial.
9. **Cutoff:** Frecuencia de corte del filtro paso bajo del reverberador. Ajustable entre 20 Hz y 20 kHz.

5 GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright (C) 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <https://fsf.org/>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License.

A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required

Cover Texts given in the Document's license notice.

- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you

preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly

provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <https://www.gnu.org/licenses/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

11. RELICENSING

"Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

"Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is "eligible for relicensing" if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-

SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (C) YEAR YOUR NAME.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with ... Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.