

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Tucumán

Comunicaciones | 5 de enero 2023

SigMA v1.2

Manual de Usuario



Nombre

Depetris, Lucas Dante

Legajo

52432

Índice

1. Introducción a SigMA	2
1.1. Especificación Técnica	2
1.2. Repositorio del Proyecto	2
1.3. Instalación	2
2. Modulación	4
2.1. Implementación en SigMA	5
2.1.1. ASK	6
2.1.2. FSK	7
2.1.3. PSK	8
3. Uso de la Interfaz	9
3.1. Navegación	9
3.2. Modulación	10
3.2.1. Animación	11
3.2.2. Ayuda de Modulación	11
3.2.3. Herramientas de la gráfica	11
3.3. Animación	12
3.4. Configuración	13
3.5. Menú Ayuda	14

1. Introducción a SigMA

SigMA o analizador de modulación de señales es un software desarrollado para la simulación de modulaciones digitales de tipo ASK, FSK y PSK. Este sistema permite aprender sobre estas modulaciones y su funcionamiento. También permite generar imágenes que sirvan de manera ilustrativa para trabajos o informes.

1.1. Especificación Técnica

El software fue desarrollado en *Python* utilizando la librería *PySide* que contiene a *Qt*, un framework de diseño de GUIs de *C++*, y su binding en *Python*, *PyQt5*. Además, se utiliza *Numpy* una librería para la manipulación rápida de grandes volúmenes de datos, *Matplotlib* para la visualización estática y desde la versión 1.2 se utiliza *PyQtGraph* para la animación de las señales.

1.2. Repositorio del Proyecto

El código del sistema es Open Source y puede ser revisado, descargado y modificado. Sus archivos, junto con las instrucciones de instalación, se encuentran a través del siguiente enlace:

<https://github.com/lucasdepetrisd/Signal-Modulation-Analyzer>

1.3. Instalación

SigMA fue compilado como un archivo ejecutable tipo *.exe*, por lo que no es necesaria su instalación para uso directo, solo se deberá seguir los siguientes pasos:

1. Descargar el archivo comprimido (*.rar*) que contiene al ejecutable (*.exe*) de la última versión de SigMA desde el siguiente link:

<https://github.com/lucasdepetrisd/Signal-Modulation-Analyzer/releases>

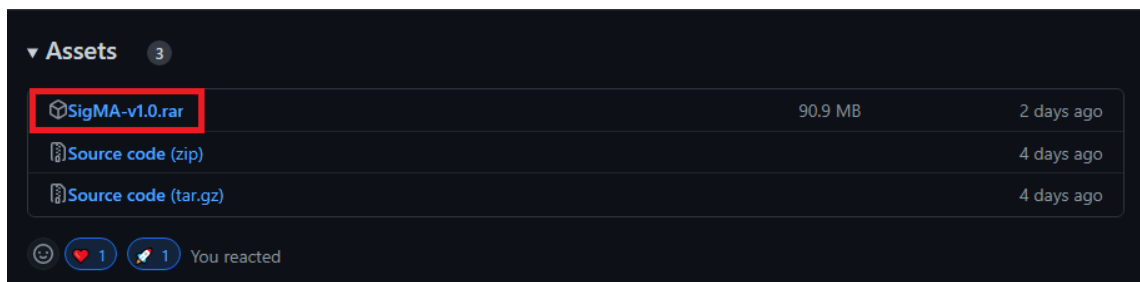


Figura 1: Descarga del ejecutable o comprimido

- En caso de que el navegador detectase la descarga como malware, se deberá ingresar al menú de descarga del navegador y seleccionar “Descargar Igualmente” como se ve en la Figura 2. SigMA no es un archivo peligroso, no hay de que preocuparse.

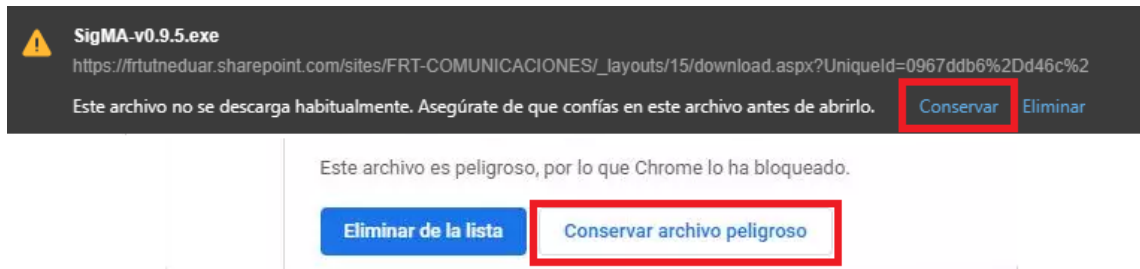
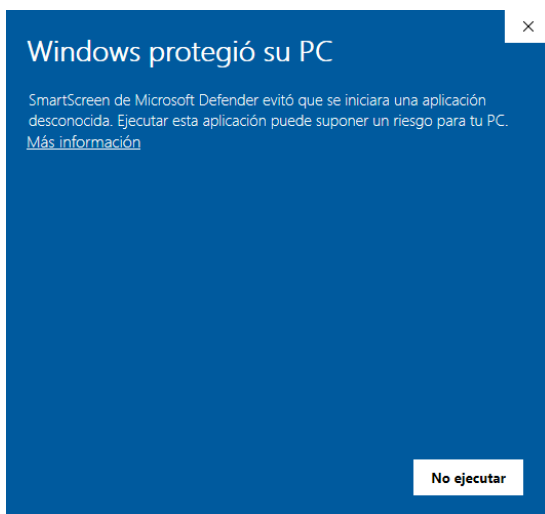
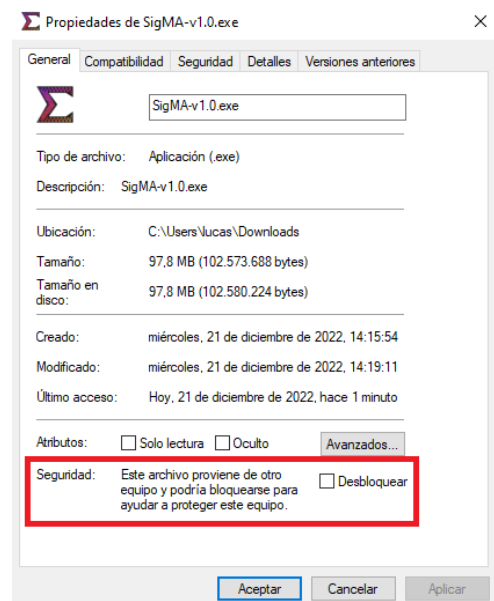


Figura 2: Protección del navegador

2. Luego de esto se descargará el archivo y se deberá descomprimir con un programa de descompresión de archivos a elección (p. ej. WinRar, WinZip o 7-Zip).
 3. Finalmente, se deberá ingresar al directorio donde se encuentra el ejecutable de SigMA y ejecutarlo haciendo doble clic o con Clic Derecho >Abrir.
- Si al momento de abrir el ejecutable se muestra una alerta de Windows SmartScreen como la vista en la Figura 3 se deberá hacer Clic Derecho en el Ejecutable y dirigirse a “Propiedades”. Allí se deberá tildar la opción “Desbloquear”. Esto permite ejecutar archivos sin certificados provenientes de Microsoft.



(a) Windows SmartScreen.



(b) Desbloquear ejecutable.

Figura 3: Desbloqueo de SmartScreen.

2. Modulación

La modulación se refiere al proceso de tomar una señal simple, como por ejemplo una senoidal, y alterarla para que transporte información. Existen diferentes tipos de modulaciones, como la analógica, la digital o la de pulsos.

Por ejemplo, la radio utiliza modulación analógica mediante una señal portadora. Esta señal es de alta frecuencia y en algunos medios como aire puede recorrer grandes distancias, mientras que la señal de audio que se pretende transmitir no tiene esa capacidad debido a su baja frecuencia. Por lo tanto, se mezcla la señal de audio (señal moduladora) con la señal portadora. La señal resultante se envía y es recibida por un receptor. El receptor, mediante la demodulación, elimina la señal portadora y consigue la señal de audio con el mensaje original. Entonces, las ventajas de modular son:

- Un mensaje puede ser transmitido a grandes distancias
- Una señal puede aprovechar las características de otra para mejorar su transmisión.
- Se puede enviar más información por el mismo medio aprovechando mejor el canal de comunicación.
- Proteger la información de interferencias y ruidos.

La modulación digital funciona de la misma manera que la explicada anteriormente y debido a que utiliza señales digitales se facilita la modulación y demodulación. En este tipo de modulación se recibe una señal digital que contiene un mensaje previamente codificado y se procede a mezclarla con una señal analógica para finalmente enviarla.

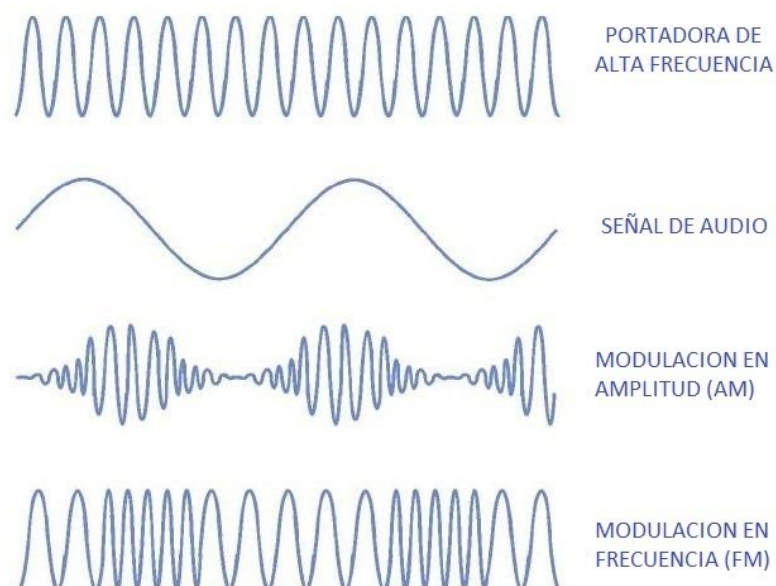


Figura 4: Modulación Analógica.

2.1. Implementación en SigMA

El programa permite utilizar tres tipos de modulaciones digitales, ASK, FSK y PSK. Estas son los principales tipos de modulación y son esenciales para comprender otros tipos de modulaciones más complejas como QAM y n-QAM.

Cada modulación tiene una entrada para el ingreso del mensaje de la señal moduladora y un selector de frecuencias para las demás señales. En las entradas se permite un mensaje con dos símbolos 0 y 1. Este mensaje debe ser de una longitud n de tipo $16 \geq 2^n > 0$ (p. ej. 1100, 10001000, etc.) Este mensaje es convertido a una señal digital que luego se utilizará para modificar las demás señales y elaborar la señal modulada. Por defecto, para cada señal se puede elegir una frecuencia entre 1 y 200 Hz, excepto para la moduladora que posee su propia frecuencia de 1 Hz.

A partir de los valores de entrada que son el mensaje binario a enviar y los valores de frecuencias ingresados, SigMA hace uso de la biblioteca *Numpy* para generar las modulaciones de señales. Con los datos ingresados SigMA produce tres arrays o vectores de datos:

- **Tiempo:** contiene todas las fracciones de tiempo dentro de un segundo. El tamaño de estas divisiones de segundo dependerá de la frecuencia de la señal y la longitud del mensaje.
- **Señal de datos:** contiene la información de la señal digital con el mensaje.
- **Señal/es analógica/s:** contiene la información de la señal analógica que se modulara.

Todas las señales son creadas con respecto al array “Tiempo”, por lo que tienen igual tamaño, pero siempre abarcaran en total un segundo de simulación. Esto se debe a que intentar aumentar el tamaño de la muestra provoca problemas en el rendimiento del sistema.

Una vez generados estos valores se procede a mezclar las señales produciendo el array de datos de la señal moduladora. Finalmente, utilizamos la biblioteca *Matplotlib* para “plotear” las gráficas y visualizarlas. Finalmente, para generar las animaciones enviamos los arrays a la pantalla de *PyQtGraph*, esta girará a los arrays sobre sí mismos para simular su movimiento.

El ancho de banda de estas señales moduladas se encuentran explicados en detalle dentro del manual interno para cada modulación.

Las interfaces de las modulaciones disponibles son similares, y podemos aprender más sobre ellas en el capítulo Uso de la Interfaz.

2.1.1. ASK

La modulación ASK o modulación por cambio de amplitud es un tipo de modulación digital que, mediante alteraciones de amplitud, permite el envío de un mensaje utilizando una señal portadora analógica y una señal moduladora digital. Esta modulación recibe un mensaje en forma de una señal digital, realiza cambios de amplitud en la señal portadora dependiendo del símbolo que contenga la señal moduladora. De esta manera se consigue que la señal analógica transporte el mensaje y este sea distinguible por el receptor.

SigMA actualmente permite la simulación de tipo 2ASK o también llamado OOK (On-Off Keying) la cual utiliza solo dos amplitudes, 0v y 1v. Los bits del mensaje de entrada corresponden a cada nivel de amplitud.

Símbolo	Amplitud
0	0v
1	1v

El ancho de banda resultante para esta señal se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$n = \text{longitud del mensaje y } R = \frac{1}{T_s}$$

$$B = \frac{1}{T_s} = n$$

$$AB = 2B = 2n$$

Para visualizar esta modulación en SigMA debemos ingresar al apartado ASK, ingresar los bits a transformar en la señal digital y luego seleccionar la frecuencia deseada para la señal portadora. Si se introducen los datos correctamente, el programa generará la señal modulada automáticamente.

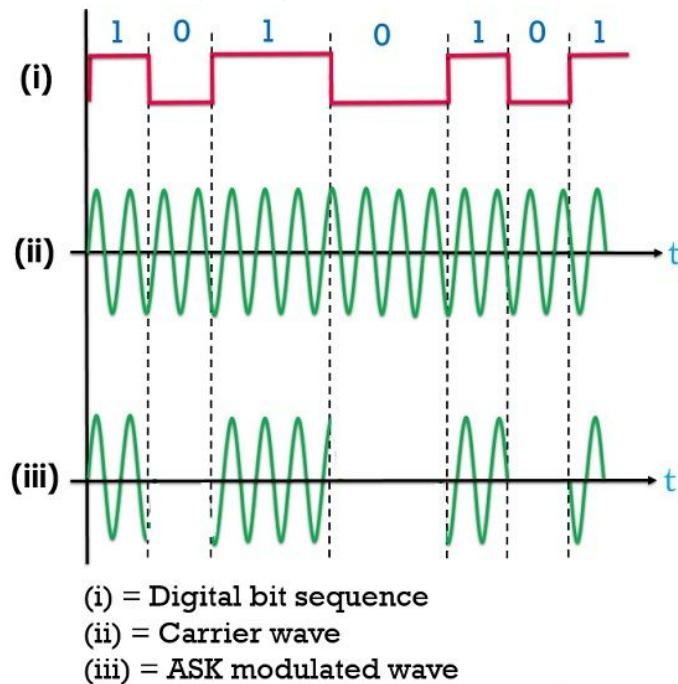


Figura 5: Modulación ASK.

2.1.2. FSK

La modulación FSK o modulación por cambio de frecuencia es una técnica de modulación digital que permite la transmisión de un mensaje mediante alteraciones en la frecuencia de la señal modulada en función de una señal moduladora.

La forma más simple de FSK es de tipo binario o BFSK, en el cual la frecuencia de la señal modulada puede variar entre dos valores discretos de frecuencia.

SigMA permite la simulación de BFSK. Los bits del mensaje de entrada están asociados, respectivamente, con la frecuencia de la señal 1 (f_1) y la de la señal 2 (f_2). (En teoría, los bits 0 y 1 deberían corresponder a la menor y mayor frecuencia, pero por simplificación del uso se asigna cada bit a una señal)

Símbolo	Frecuencia
0	f_1
1	f_2

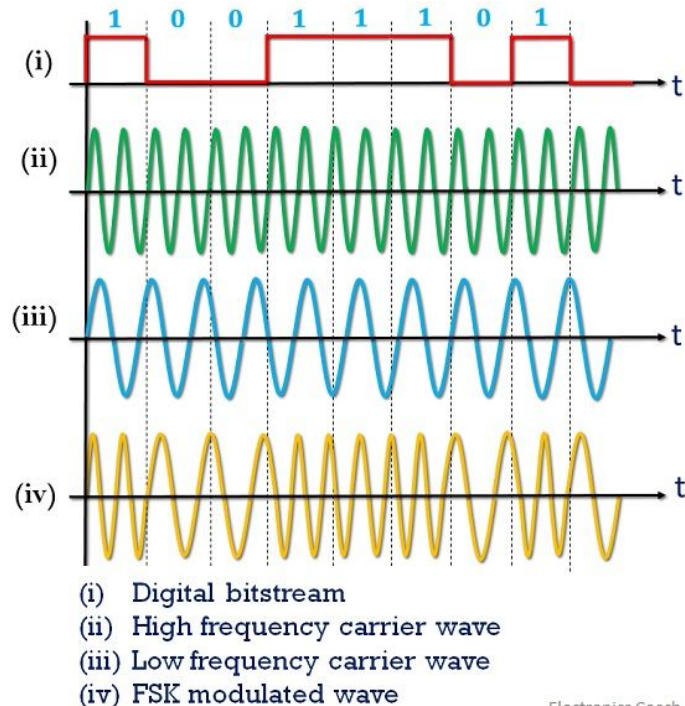
Para calcular el ancho de banda de esta señal compuesta lo hacemos de la siguiente manera:

$$n = \text{longitud del mensaje y } T_s = \frac{1}{n}$$

$$B = \frac{1}{T_s} = n \text{ y } \Delta f = \frac{|f_1 - f_2|}{2}$$

$$AB = 2B + 2\Delta f = 2(n + |f_1 - f_2|)$$

Para visualizar esta modulación en SigMA debemos ingresar al apartado FSK, ingresar los bits del mensaje a enviar y seleccionar las frecuencias deseadas para las señales. Si se introducen los datos correctamente, el programa generará automáticamente la señal modulada.



Electronics Coach

Figura 6: Modulación FSK.

2.1.3. PSK

La modulación PSK o modulación por cambio de fase es una técnica de modulación digital que altera la fase de la señal portadora mediante variaciones de seno y coseno en espacios determinados de tiempo con respecto a una señal moduladora digital. Este tipo de modulación es ampliamente utilizada en redes LAN, operaciones contactless, RFID y Bluetooth.

BPSK o 2PSK es la manera más simple de PSK en la cual se utilizan dos valores de fase para comunicar el mensaje. Aunque también existen QPSK (o 4PSK) y n-PSK.

SigMA permite la simulación de BPSK. Los bits del mensaje de entrada están asociados, respectivamente, con un cambio de fase de la señal de 180° y 0° .

Símbolo	Cambio de Fase
0	180°
1	0°

Se calcula el ancho de banda de la señal resultante con la siguiente expresión:

$$n = \text{longitud del mensaje y } R = \frac{1}{T_s}$$

$$B = \frac{1}{T_s} = n$$

$$AB = 2B = 2n$$

Para visualizar esta modulación en SigMA debemos ingresar al apartado PSK, ingresar los bits del mensaje a enviar y seleccionar la frecuencia deseada para la señal portadora. Si se introducen los datos correctamente, el programa generará la señal modulada automáticamente.

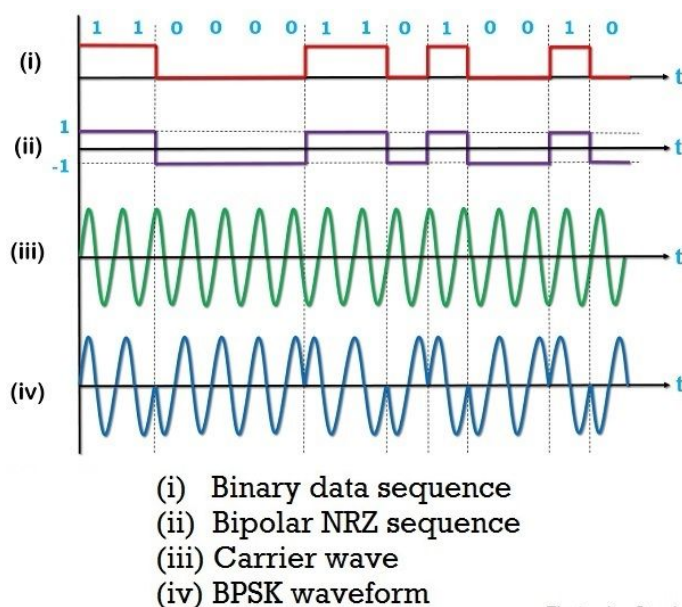


Figura 7: Modulación PSK.

3. Uso de la Interfaz

3.1. Navegación

SigMA está diseñado para permitir una fácil navegación entre las páginas del sistema mediante una barra lateral o "menú hamburguesa", además de un menú principal desde el cual se puede acceder a todas las funciones.

Al iniciar la aplicación nos encontraremos con la siguiente interfaz que representa al menú principal:



Figura 8: Menú Principal.

- (A) Desplegar menú hamburguesa.
- (B) Acceder a las secciones de la aplicación.
- (C) Acceder a Ajustes.
- (D) Minimizar, maximizar y cerrar la ventana de la aplicación.
- (E) Redimensionar la ventana.
- (F) Acceder al Manual de Usuario.
- (G) Acceder a Modulación ASK.
- (H) Acceder a Modulación FSK.
- (I) Acceder a Modulación PSK.

Al acceder a la opción (A) el menú lateral cambiará de tamaño para mostrarnos las opciones disponibles. Este menú estará disponible para su uso en todas las interfaces de la ventana.



Figura 9: Menú Lateral o tipo hamburguesa.

3.2. Modulación

En la aplicación encontrará tres tipos de modulaciones ASK, FSK y PSK. Los aspectos técnicos y los límites de simulación de cada una de ellas se encuentran explicados en la sección Modulaciones.

Al ingresar en una modulación se encontrará la siguiente interfaz:

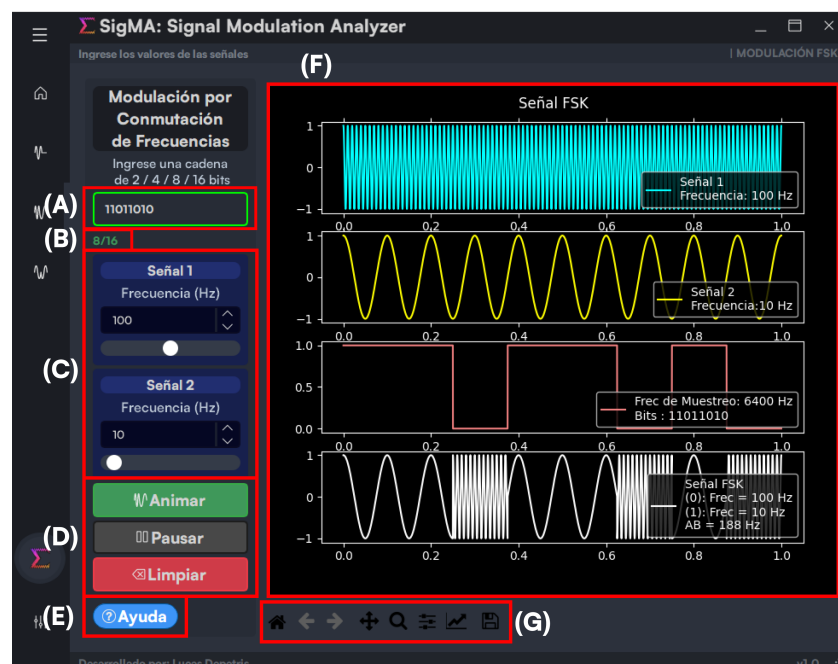


Figura 10: Menú Principal.

- (A) **Panel de entrada de bits:** desde aquí se ingresarán los bits de información digital que se desean enviar. El sistema los utilizará para generar la señal moduladora.
- (B) **Estado del ingreso de bits:** en esta etiqueta se mostrará si los bits ingresados son correctos y si se logró generar una nueva señal moduladora.
- (C) **Panel de control de la frecuencia de la señal:** en este panel se le mostrará la señal a la cual deseamos alterar su frecuencia junto con sus controles. Podrá cambiar la frecuencia a través de la casilla de entrada numérica en hercios o mediante un deslizador horizontal.

Todos los cambios generados en esta sección son cargados y generan automáticamente las señales resultantes que se mostrarán en la gráfica (H).

3.2.1. Animación

- (D) **Controles de Animación:** se utilizan en el modo de animación. Al presionar Animar se cambiará al modo de animación. Más información sobre estos botones en la sección Animación.

3.2.2. Ayuda de Modulación

- (E) **Botón de ayuda:** abre una nueva ventana de ayuda en función de la ventana actual.

3.2.3. Herramientas de la gráfica

- (F) **Gráfica de señales de entrada y modulación generada.**
- (G) **Herramientas de la gráfica:**
 - 1. Reiniciar la vista.
 - 2. Retroceder a la vista anterior.
 - 3. Avanzar a la vista posterior.
 - 4. Cambiar la vista: Mantener clic izquierdo para mover las señales y clic derecho para cambiar los ejes.
 - 5. Cambiar zoom: Encuadrar con clic izquierdo para aumentar el zoom y con clic derecho para disminuirlo.
 - 6. Configurar vista de las sub gráficas. (No soportado).
 - 7. Editar ejes. (No soportado).
 - 8. Guardar vista como imagen (.png).

3.3. Animación

Al presionar el botón Animar en una modulación se mostrará la siguiente interfaz:

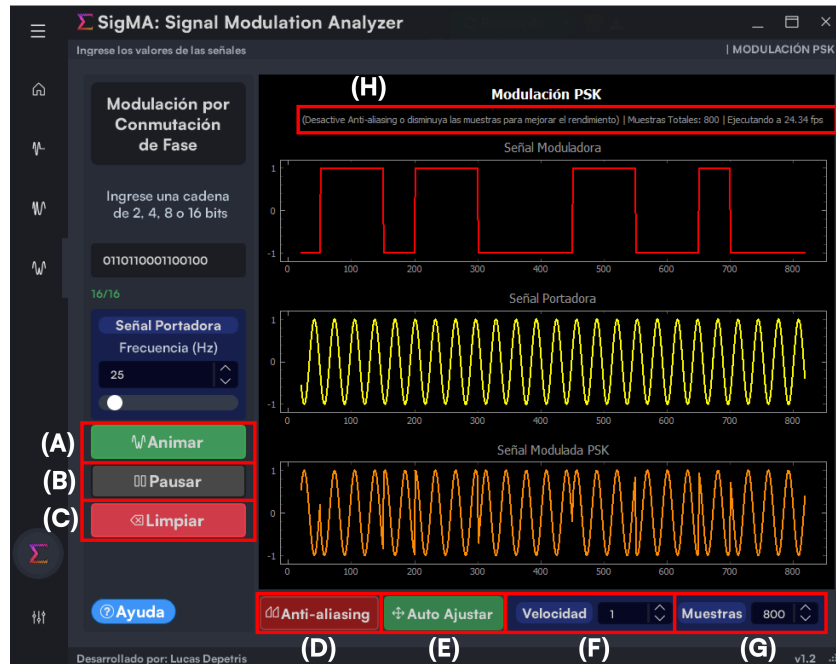


Figura 11: Menú Principal.

- (A) **Iniciar Animación:** al presionarlo se cambiará al modo de animación y se mostrará (H), (D), (E), (F) y (G). Si ya se encuentra en el modo de animación, reiniciará la secuencia.
- (B) **Pausar/Continuar Animación:** pausa o continua el movimiento de la animación.
- (C) **Limpiar Animación:** limpia la gráfica. Permite solucionar errores relacionados con la visualización de la gráfica.
- (D) **Activar/Desactivar Anti-aliasing:** anti-aliasing es un método de suavizado de los píxeles en la gráfica. Permite mejorar la calidad de la visualización a coste de un menor rendimiento.
- (E) **Auto Ajustar:** devuelve la gráfica a su estado original.
- (F) **Velocidad:** indica la velocidad de la animación medido en muestra/centesima de segundo. Al aumentar esta velocidad, las muestras se mostrarán más rápido.
- (G) **Muestras:** indica la cantidad de muestras a mostrar. Una muestra se define como un elemento o una unidad de eje x en la gráfica. Al aumentar la cantidad de muestras podemos ver nuestra señal de manera más completa a coste de un menor rendimiento.

- (H) **Panel de Información:** aquí se muestran los frames por segundo de la animación, la cantidad de muestras totales y en caso de un bajo rendimiento se aconsejan soluciones.

3.4. Configuración

El menú de configuración le permitirá alterar los valores máximos y mínimos de las frecuencias de las distintas señales de las modulaciones.

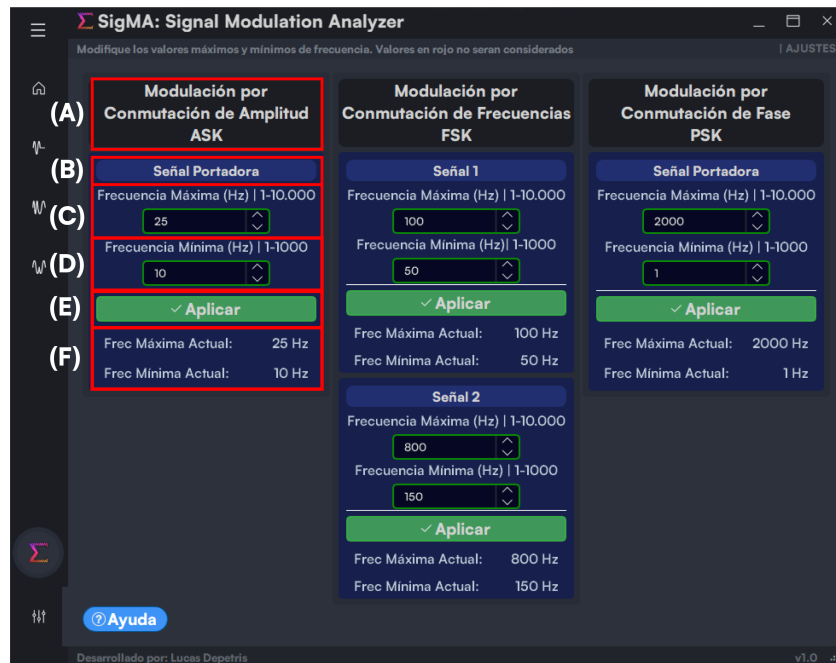


Figura 12: Menú Configuración.

- (A) **Tipo de modulación a modificar.**
- (B) **Nombre de la señal a modificar.**
- (C) **Casilla numérica de frecuencia máxima.**
- (D) **Casilla numérica de frecuencia mínima.**
- (E) **Botón de Aplicar cambios:** al presionar este botón se guardarán los cambios en el archivo settingSIGMA.json en el directorio del ejecutable .exe.
- (F) **Frecuencia mínima y máxima aplicada.**

Por defecto se establecieron con una mínima de 1 y una máxima de 200 Hz. Los valores se pueden cambiar entre 1 y 1000 Hz.

Una vez establecidos los nuevos límites de frecuencias se deberá presionar en el botón de aplicar. Si las entradas numéricas se muestran en rojo, estos cambios no serán aplicados. Esto se debe a que la

frecuencia máxima que se quiere aplicar es menor a la mínima o viceversa. Caso contrario, si se muestran verdes y se cambian los números mostrados en (F) quiere decir que se aplicaron los cambios.

3.5. Menú Ayuda

El menú de ayuda o manual de usuario interno es una ventana secundaria que permite recibir ayuda dentro de la aplicación. Esta se abrirá al presionar el botón de ayuda y su contenido cambiará con respecto a la ventana en donde se presionó el botón.

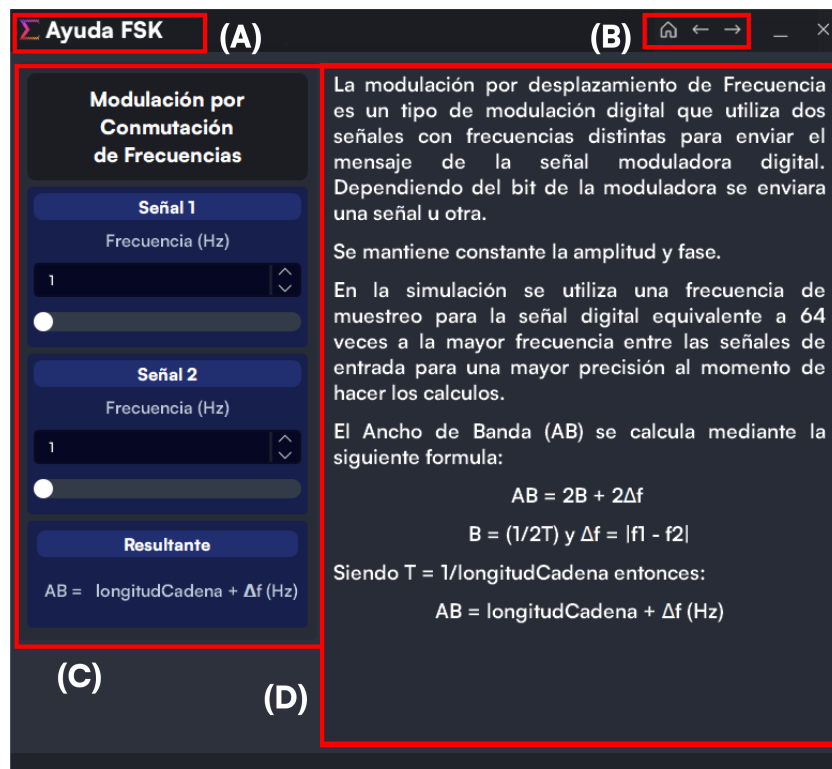


Figura 13: Menú Ayuda.

(A) Título de la página.

(B) Controles de navegación del manual: permiten desplazarse entre las páginas del manual.

(C) Controladores de ejemplo: sirven como ejemplos no funcionales de lo que se encontrará en la ventana principal.

(D) Contenido de la ayuda.