

DATOS TÉCNICOS

Conjunto de extensión: ecografía Doppler médica

Nº de artículo 13926-02



Funciones y uso

Se utiliza un modelo de brazo realista para simular la aplicación del efecto Doppler en medicina. Con una ecografía Doppler se puede investigar la inuencia de una estenosis en el perfill del lujo. Una bomba genera diferentes tipos de flujo (continuo y pulsante) y puede simular la circulación sanguínea humana. Las señales Doppler medidas pueden presentarse tanto de forma acústica como en un espectro Doppler codificado por colores. Los resultados y las imágenes son similares a las mediciones de los pacientes.

Ventajas

Debido al ujo inducido por la bomba, se pueden simular diferentes condiciones de flujo, así como algunas patologías, que no se pueden simular con pacientes reales.

Equipo y especificaciones técnicas

- 1x Maniquí de brazo
- Accesorios para conectar el maniquí de brazo al conjunto básico Técnica Doppler Ultrasónica 1
- 1x líquido para ecografía (1 l)
- 1x Sonda Doppler 2 MHz

Este set de ampliación requiere el set básico Técnica Doppler Ultrasónica (13923-99) y un ordenador con Windows.

Accesorios necesarios

Set Básico: Tecnología Doppler II de Ultrasonido	13926-99
--	----------

PHYWE Systems GmbH & Co. KG  
Ancho 10 de Robert-Bosch  
D-37079 Göttinga

Teléfono +49 (0) 551 604-0  
Teléfono +49 (0) 551 604-107  
Correo electrónico: info@phywe.de

Instrucciones  
de funcionamiento

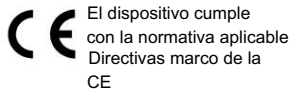


Fig. 1: 13926-99 Conjunto básico de técnicas de ecografía Doppler II

TABLA DE CONTENIDO

1 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

2 OBJETO Y CARACTERÍSTICAS

3 INTRODUCCIÓN

4 DISPOSITIVO DOPPLER

- 4.1 Controles del panel frontal
  - 4.1.1 Unidad de temporización para mediciones en modo PW
    - 4.1.1.1 Enviar ráfaga
    - 4.1.1.2 Puerta de recepción
    - 4.1.1.3 Frecuencia de actualización de ráfagas
  - 4.1.2 Unidad transceptora
    - 4.1.2.1 Modo transceptor
    - 4.1.2.2 Conexiones de la sonda
    - 4.1.2.3 Ganancia de recepción (GAIN)
  - 4.1.3 Unidad mezcladora
    - 4.1.3.1 Frecuencia
    - 4.1.3.2 Filtro de paso bajo
    - 4.1.3.3 Volumen
- 4.2 Conexiones en la parte posterior de la máquina
  - 4.2.1 Reemplazo de fusibles
- 4.3 Sondas ultrasónicas
  - 4.3.1 General
  - 4.3.2 Sondas estándar ultrasónicas
  - 4.3.3 Sonda ultrasónica Doppler para el modelo de brazo

5 SOFTWARE

- 5.1 Estructura general del programa
  - 5.1.1 Interfaz del programa
  - 5.1.2 Interruptores
  - 5.1.3 Diagramas
    - 5.1.3.1 Barras de herramientas de diagrama
    - 5.1.3.2 Acercar y mover el contenido del diagrama con el ratón
  - 5.1.4 Comando de impresión
- 5.2 Iniciando el programa
  - 5.2.1 Inicialización
  - 5.2.2 Modo de simulación
  - 5.2.3 Mensajes de advertencia y error
- 5.3 Modo de medición
  - 5.3.1 Iniciar, interrumpir y finalizar una medición
  - 5.3.2 Parámetros de medición y programación
    - 5.3.2.1 Pestaña de configuración
    - 5.3.2.2 Parámetros de registro
    - 5.3.2.3 Pestaña de dibujo
  - 5.3.3 Visualización de la configuración de la unidad y de la información del programa.
    - 5.3.3.1 Configuración del dispositivo
    - 5.3.3.2 Información del programa
  - 5.3.4 Evaluación gráfica de una medición
    - 5.3.4.1 Diagrama 1 - Señales de amplitud
    - 5.3.4.2 Diagrama 3 - Espectro de amplitud
    - 5.3.4.3 Diagrama 2 - Señal de frecuencia
    - 5.3.4.4 Diagrama 4 - Espectro de frecuencia
  - 5.3.5 Resultados de la medición
    - 5.3.5.1 Desplazamiento Doppler
    - 5.3.5.2 Flujo continuo
    - 5.3.5.3 Flujo pulsátil

## 6 DATOS TÉCNICOS

- 6.1 Dispositivo Doppler
- 6.2 Sondas ultrasónicas
  - 6.2.1 Unidades de búsqueda normales
  - 6.2.2 Sonda Doppler

## 7 ALCANCE DE LA ENTREGA

## 8 RECOMENDACIONES BIBLIOGRÁFICAS

## 9 ELIMINACIÓN

## 1 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD



¡Atención!

- Las instrucciones de uso deben leerse atentamente y en su totalidad antes de poner en funcionamiento la unidad. De esta manera, se protegerá y evitará daños en su máquina.
- Las ranuras de apertura de la unidad son para ventilación y deben mantenerse libres para evitar que la unidad se sobrecaliente. Se recomienda utilizar los pies provistos en la unidad.
- Asegúrese de que se cumplan los valores de voltaje y fusibles especificados para la unidad para la fuente de alimentación.
- Nunca intente insertar objetos a través de las aberturas de la unidad ya que esto puede provocar cortocircuitos o descargas eléctricas.
- Conecte únicamente los transductores ultrasónicos suministrados por PHYWE a los conectores marcados "T/R [PW-MODE]" y "R [CW-MODE]".
- ¡Atención! El aparato de ultrasonidos Doppler es un aparato de laboratorio y no un dispositivo médico. Las sondas ultrasónicas no deben utilizarse en personas o seres vivos.

## 2 OBJETO Y CARACTERÍSTICAS

La máquina de influencia sirve como fuente de alto voltaje CC, por ejemplo, para experimentos electrostáticos con el conjunto de equipo electrostático (07644-00).

## 3 INTRODUCCIÓN

El aparato de ultrasonidos Doppler genera señales de transmisión con frecuencias ajustables de 1, 2, 4 u 8 MHz, que se transmiten como ondas ultrasónicas con un transductor ultrasónico conectado. Si estas ondas son reflejadas o dispersadas por partículas o burbujas en movimiento, sufren un cambio de frecuencia (efecto Doppler). Las ondas ultrasónicas reflejadas o dispersadas son registradas y evaluadas por el aparato.

Además, la señal de medición se puede emitir como señal de audio a través del altavoz integrado. El volumen de la señal de sonido es una medida de la amplitud de la señal registrada y su frecuencia es una medida de la velocidad de las partículas dispersas.

Con el software del dispositivo, los datos medidos se pueden visualizar y evaluar en un ordenador. El dispositivo se conecta a través de una interfaz USB. Durante la medición, el software muestra la señal Doppler actual. La evaluación se realiza mediante una transformación en el espacio de frecuencias con ayuda de la transformada de Fourier. A partir del espectro se determinan el desplazamiento de frecuencia promedio y máximo.

Las frecuencias correspondientes o los valores de velocidad y flujo calculados a partir de ellas se muestran en la pantalla como valores o como curva temporal. Además, se indica el contenido energético de la señal.

Otras funciones de evaluación son la visualización del espectro de frecuencia con intensidades codificadas por colores en el dominio del tiempo o la investigación de la pulsatilidad del flujo.

## 4 DISPOSITIVO DOPPLER

### 4.1 Controles del panel frontal

En la parte frontal del Doppler de flujo ultrasónico se encuentran los controles y conexiones más importantes para el proceso de medición. Para una mejor comprensión del principio del dispositivo, los componentes individuales del Doppler de flujo están agrupados y separados ópticamente.

Una unidad de temporización para mediciones Doppler de pulso

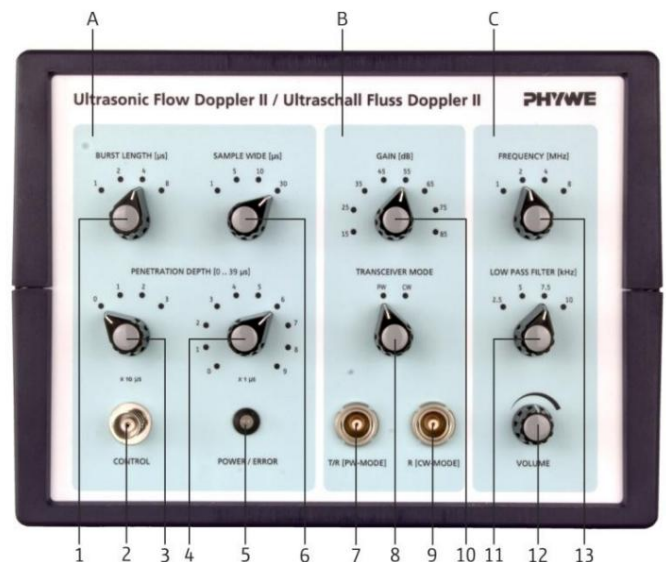


Figura 1: Vista frontal del Doppler de flujo ultrasónico

- (1) Longitud de ráfaga de la señal de transmisión PW (número de pulsos = longitud de ráfaga \* frecuencia)
- (2) Conector BNC para salida de señal de temporización PW
- (3) Profundidad de la puerta de recepción (dígito de las decenas)
- (4) Profundidad de la puerta de recepción (unidades)
- (5) LED de error para indicar configuraciones de tiempo no válidas
- (6) Tamaño de la puerta de recepción

B Unidad receptora/transmisora

- (7) Conexión de sonda para mediciones de PW
- (8) Interruptor selector para modo PW o CW
- (9) Conexión para sonda receptora en modo CW
- (10) Interruptor rotatorio Amplificación de recepción

Unidad mezcladora C

- (11) Filtro de frecuencia Doppler
- (12) Control de volumen
- (13) Frecuencia de transmisión

4.1.1 Unidad de temporización para mediciones en modo PW

Para las mediciones Doppler en modo PW (onda pulsada), la sonda ultrasónica funciona como transmisor/receptor (transceptor). Los elementos de control de este grupo controlan el comportamiento temporal de transmisión y recepción.

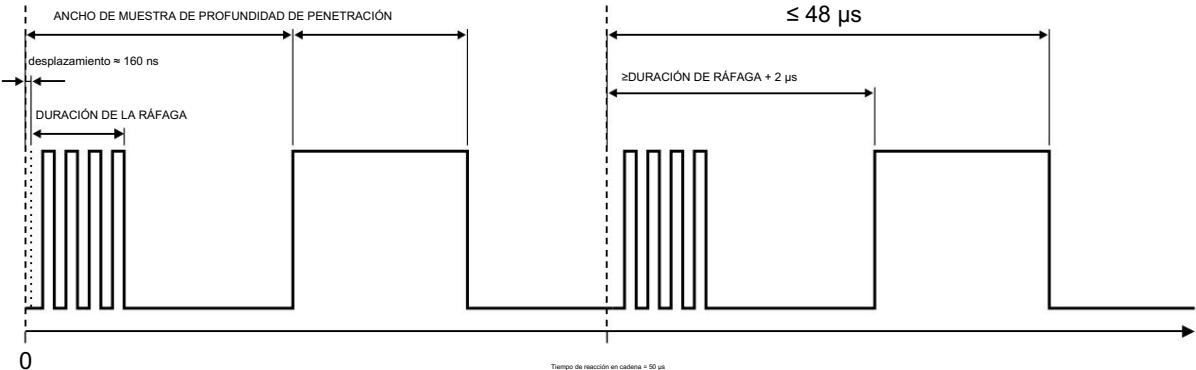


Fig. 3: Diagrama de la sincronización de transmisión y recepción en modo PW

4.1.1.1 Ráfaga de transmisión

La unidad de transmisión del dispositivo genera una señal de ráfaga eléctrica que estimula la sonda ultrasónica para que emita un pulso ultrasónico. La ráfaga de transmisión se establece mediante el interruptor giratorio BURST LENGTH y puede tener una duración de 1, 2, 4 u 8 μs. El número de pulsos individuales en una ráfaga es el producto de la duración de la ráfaga y la frecuencia nominal establecida de la sonda ultrasónica.

4.1.1.2 Puerta de recepción

Utilice los interruptores giratorios PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN y ANCHO DE MUESTRA para configurar la puerta de recepción. El puerto de recepción determina el rango de profundidad (rango de tiempo de tránsito) para evaluar el ultrasonido reflejado o retrodisperso. PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN establece el comienzo del puerto de recepción y ANCHO DE MUESTRA establece su longitud. Para garantizar que la ráfaga de transmisión y el puerto de recepción no se superpongan, la profundidad del puerto de recepción debe ser mayor que la longitud de la ráfaga más 2 μs. Si es menor que esta suma, el LED de error en la máquina se ilumina en rojo.

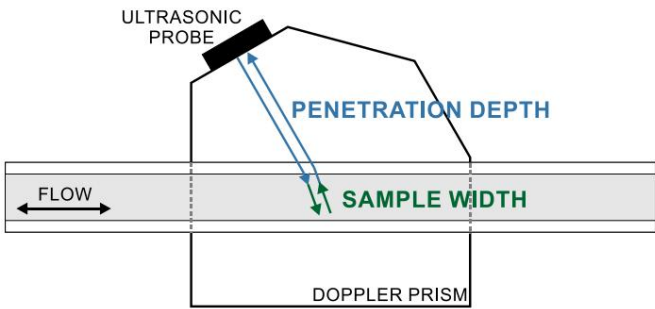


Fig. 4: Medición de caudal en el tubo de caudal con prisma Doppler

Las especificaciones de tiempo para la PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN y el ANCHO DE MUESTRA corresponden a la ruta de ida y vuelta de una señal ultrasónica. En otras palabras, con una PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN establecida de, por ejemplo, 20 μs, el puerto de recepción comienza a una profundidad real de 10 μs.

4.1.1.3 Tasa de repetición de ráfagas

La tasa de repetición de las ráfagas de transmisión (PRT, Pulse Repetition Time) es fija y no se puede modificar. Es de 50 μs. Para evitar que se superpongan dos ciclos consecutivos de transmisión/recepción, la suma de la profundidad (PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN) y la longitud (ANCHO DE MUESTRA) de la compuerta de recepción debe ser inferior a 48 μs. Si se supera este valor, el LED de error de la unidad se ilumina en rojo.

4.1.2 Unidad transceptora

La unidad transmisora/receptora incluye los interruptores rotativos para seleccionar el modo de funcionamiento (MODO TRANSECTOR) y la amplificación de la señal (GANANCIA), así como las tomas de conexión para las sondas ultrasónicas.

4.1.2.1 Modo de funcionamiento (modo transceptor)

El Doppler de flujo ultrasónico puede funcionar en dos modos: Doppler pulsado o Doppler continuo. La selección se realiza mediante el interruptor giratorio 8 (consulte la Figura 2).

PW significa onda pulsada. En este modo de funcionamiento se utiliza una señal ultrasónica pulsada.  
CW significa Onda Continua. En este modo de funcionamiento se utiliza una señal ultrasónica continua.

Para el funcionamiento del dispositivo ultrasónico Doppler en modo CW, todavía no hay disponibles sondas CW ni pruebas de aplicación correspondientes.

4.1.2.2 Conexiones de la sonda

La selección del modo de funcionamiento determina la conexión de las conexiones de la sonda 7) y 9 (ver figura 2).  
En el modo PW, la sonda ultrasónica conectada al conector T/R [PW MODE] funciona en modo de transmisión/recepción.  
En el modo CW, el conector T/R [PW-MODE] se conmuta como salida de transmisión y el conector R [CW-MODE] se conmuta como entrada de recepción.

#### 4.1.2.3 Ganancia de recepción (GAIN)

La ganancia de recepción se ajusta con el interruptor giratorio 10 (ver figura 2). La señal de voltaje recibida por la sonda ultrasónica se puede amplificar en un rango de 15 a 85 dB en pasos de 10 dB cada uno.

#### 4.1.3 Unidad mezcladora

En la unidad mezcladora, la señal de eco recibida se mezcla con una señal de referencia que tiene la misma frecuencia que el pulso de transmisión. El filtrado de paso bajo y la conversión de analógico a digital posteriores proporcionan el conjunto de datos de medición digitales, que se recuperan a través de la interfaz USB de la unidad Doppler.

#### 4.1.3.1 FRECUENCIA

El interruptor giratorio FRECUENCIA se utiliza para ajustar la frecuencia de referencia, que debe corresponder a la frecuencia de la señal transmitida (= frecuencia nominal de la sonda ultrasónica utilizada).



Las sondas ultrasónicas están generalmente codificadas y se reconocen automáticamente. La frecuencia nominal de la sonda ultrasónica conectada se puede determinar mediante el software de control y medición (ver apartado 5.3.3.1).

#### 4.1.3.2 FILTRO PASO BAJO

El interruptor giratorio FILTRO PASO BAJO se utiliza para establecer la frecuencia de corte para el filtrado paso bajo.



Normalmente, el selector giratorio debe estar ajustado a 10 kHz. Si la frecuencia de corte se ajusta demasiado baja, el resultado de la medición se distorsiona (los valores determinados para el desplazamiento de frecuencia media y máxima son demasiado pequeños). Si el ajuste tiene una influencia negativa en el resultado de la medición, se puede comprobar mediante el espectro de amplitud en el programa de medición (diagrama 2 Espectro de amplitud).

#### 4.1.3.3 VOLUMEN

Las frecuencias de las señales Doppler medidas se encuentran dentro del rango de audición humana. La señal Doppler se puede hacer audible mediante la salida al altavoz incorporado. El botón giratorio VOLUME controla el volumen del altavoz.



La señal de audio es adecuada para la evaluación cualitativa de cambios en la señal Doppler como resultado de cambios en las condiciones de flujo (cambio en la velocidad del flujo, transición de flujo laminar/turbulento, flujo continuo o pulsado, etc.).

#### 4.2 Conexiones en la parte trasera de la unidad



Fig. 5: Parte posterior del Doppler de flujo ultrasónico

(1) Conexión USB

(2) Toma para conexión a la red eléctrica

(3) Interruptor de encendido/apagado del dispositivo

#### 4.2.1 Reemplazo de fusibles

En la parte inferior del zócalo ((2)) se encuentra integrado un compartimento para fusibles que contiene el fusible del dispositivo y un fusible de reserva.

Para cambiar el fusible, retire el portafusibles del zócalo.

Tipo de fusible requerido: T 1A (ver capítulo 6)



Figura 6: Toma de corriente con cajón de fusibles parcialmente extraído



El aparato funciona con tensión de red. El contacto con piezas bajo tensión puede ser mortal. Apague el aparato y desconecte el cable de red del enchufe antes de retirar la ranura del fusible.

Reemplace el fusible únicamente con el tipo especificado en el manual. Existe riesgo de incendio si se inserta un tipo de fusible incorrecto.



4.3 Sondas ultrasónicas  
4.3.1 Información general

Todas las sondas ultrasónicas tienen una carcasa metálica resistente y están encapsuladas a prueba de agua en la salida de sonido. Las sondas están equipadas con un enchufe especial resistente para la conexión al Doppler de flujo.



Figura 7: Conexión/desconexión de un transmisor ultrasónico Reductor hacia/desde la unidad ultrasónica



Al conectar un transductor ultrasónico a la unidad o desconectarlo de la misma, sujete el enchufe del conector del transductor como se muestra en la Fig. 7. Evite tirar del cable de conexión para evitar que el cable se salga del enchufe.

4.3.2 Unidades de búsqueda estándar por ultrasonidos

Para el aparato Doppler se encuentran disponibles sondas ultrasónicas con frecuencias nominales de 1, 2 y 4 MHz. Las sondas ultrasónicas y el aparato están adaptados entre sí y se pueden utilizar con nuestros prismas Doppler u otros modelos de ultrasonidos. Se caracterizan por una alta intensidad de sonido y pulsos de sonido cortos. Con las diferentes sondas se puede mostrar la dependencia del desplazamiento de frecuencia de la señal recibida (desplazamiento Doppler) con respecto a la frecuencia de transmisión.

Dependiendo del modo de funcionamiento de las conexiones de la sonda, los transductores ultrasónicos funcionan como transmisor/receptor (modo PW) o transmisor o receptor (modo CW).



Fig. 8: Unidades de búsqueda estándar

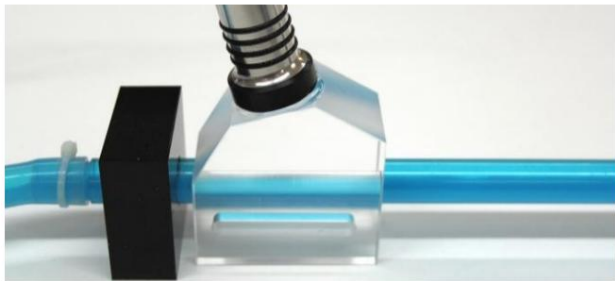


Fig. 9: Uso de una sonda normal con un prisma Doppler



Para obtener una señal Doppler, la frecuencia de referencia (unidad MIXER) configurada en la unidad debe corresponder a la frecuencia nominal de la sonda conectada.

Las sondas ultrasónicas están codificadas por colores según su frecuencia nominal.

Color	Frecuencia nominal	Nº de pedido
azul	1 MHz	13924-01
rojo	2 MHz	13924-02
verde	4 MHz	13924-04

4.3.3 Sonda ultrasónica Doppler para el modelo de brazo

La sonda Doppler ultrasónica con una frecuencia nominal de 2 MHz fue desarrollada especialmente para mediciones en modelos de brazo. La forma de bolígrafo y la pequeña superficie de sonido permiten un manejo sencillo y conducen a una resolución local suficiente. La trayectoria de avance con un ángulo de 30° es responsable de un ángulo Doppler constante y un desplazamiento de frecuencia suficiente. Esto permite realizar mediciones cuantitativas para determinar la velocidad del flujo.



Fig. 10: Sonda ultrasónica Doppler (2 MHz) y su aplicación. ción sobre el modelo del brazo

5 SOFTWARE

El medidor de flujo ultrasónico Doppler se entrega junto con un software de control y medición para PC (sistema operativo: Windows 7 o superior). El software más reciente también está disponible para su descarga en Internet en [www.phywe.de](http://www.phywe.de).

El software sirve por un lado para controlar el dispositivo ultrasónico y por otro lado para registrar, evaluar y mostrar los datos de medición obtenidos por el dispositivo.

5.1 Estructura general del programa

5.1.1 Interfaz del programa

La interfaz del programa se divide en cinco áreas principales.



Fig. 11: Estructura esquemática del programa

- 1 - Barra de interruptores. Aquí se encuentran los interruptores para iniciar, interrumpir y finalizar una medición. Además, en la barra de botones se muestran advertencias (por ejemplo, si la intensidad de la señal es demasiado baja).
- 2 - Campo de parámetros. Todos los parámetros de medición y programa ajustables relevantes se encuentran en el campo abierto y cerrable. También se pueden abrir y cerrar grupos de parámetros individuales para mayor claridad.
- 3 - Área de diagramas. En el área central de la interfaz del programa se pueden mostrar de uno a cuatro diagramas para evaluar y visualizar los datos de medición suministrados por el dispositivo de medición. Cada diagrama se puede configurar y manejar por separado mediante barras de herramientas.
- 4 - Campo de información. Este campo proporciona información sobre los parámetros de configuración del frontal de la máquina (modo de funcionamiento, ganancia, sondas conectadas, etc.).
- 5 - Resultados de las mediciones. En el área debajo de los diagramas se muestran los valores medidos y los resultados calculados.

5.1.2 Conmutador

Los interruptores incluidos en el programa (por ejemplo, para iniciar, detener y finalizar una medición) pueden mostrar un comportamiento y una disposición diferentes según su función. A continuación se describen los posibles estados de los interruptores.

Estado	Descripción del diseño	
1		El interruptor está desactivado, no se puede ejecutar la función/acción
2		El interruptor está activado, se puede llamar a la función/acción
3		Se activa el interruptor, se ejecuta la función/acción

5.1.3 Diagramas

5.1.3.1 Barras de herramientas de diagrama

La configuración y funcionamiento de los diagramas se realiza mediante barras de herramientas. Al pasar el puntero del ratón sobre un diagrama, en la parte superior derecha de éste se muestra la barra de herramientas principal, compuesta por dos grupos de símbolos. El grupo superior contiene funciones para copiar, imprimir y guardar o para configurar la representación gráfica de los datos de medición (tipo de línea, color, puntos, etc.). El grupo inferior ofrece funciones de zoom.

Si se mueve el puntero del ratón sobre el eje X o el eje Y, se abren las barras de herramientas correspondientes. Las barras de herramientas de los ejes contienen únicamente funciones de zoom relativas al eje correspondiente.

Descripción general de las herramientas del diagrama

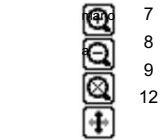
Barra de herramientas principal:



Barra de herramientas del eje x:



Barra de herramientas del eje y:



La cantidad de herramientas contenidas en las barras de herramientas puede variar de un diagrama a otro.

5.1.3.2 Ampliar y mover el contenido del diagrama con el ratón

Se puede utilizar el ratón para ampliar el contenido de un diagrama. (Zoom con ratón) y mover el contenido ampliado dentro de la ventana del diagrama (Mayúsculas con ratón). La selección de la asignación del ratón se realiza mediante la herramienta 2 en la barra de herramientas principal (ver descripción general anterior). En el modo Zoom con ratón, el símbolo de la herramienta muestra una mano y en el modo Mayúsculas con ratón muestra una lupa.

- 1 Mantener/Reanudar - Pausar o Guardar La actualización del diagrama.
- 2 Cambie entre lo siguiente modos de ratón : Shift del mouse: mover el mouse contenido de la ventana de una Diagrama ampliado en la ventana de diagrama Zoom del mouse: Cómo abrir una ventana de zoom En el diagrama
- 3 Copiar - Copiar diagrama al portapapeles de Windows
- 4 Imprimir - Imprimir diagrama
- 5 Guardar - Guardar diagrama como BMP o JPEG
- 6 Configuración - Recuperación de la configuración del gráfico
- 7 Zoom In : acercar el diagrama
- 8 Alejar : alejar el diagrama
- 9 Zoom Automático - zoom automático automático o restablecer la escala del diagrama a los valores predeterminados (dependiendo del contenido del diagrama)
- 10 Historial de zoom hacia atrás : un paso de zoom hacia atrás
- 11 Historial de zoom hacia adelante - uno zoom paso adelante
- 12 Configuración del tipo de ventana de zoom que se puede ampliar con el ratón: Abrir cualquier ventana de zoom Dibujar una ventana de zoom sobre el eje x (La escala del eje y no cambia) Dibujar una ventana de zoom sobre el eje x (La escala del eje x no cambia)

## Zoom del ratón



Para hacer zoom, haga clic con el botón izquierdo del ratón en la ventana del diagrama y, manteniendo pulsado el botón del ratón, se abrirá una ventana de zoom. El tipo de ventana de zoom (cualquiera, paralela al eje x o paralela al eje y) se define mediante la herramienta 12 en la barra de herramientas correspondiente (véase la página de descripción general 6).

En la barra de herramientas principal.

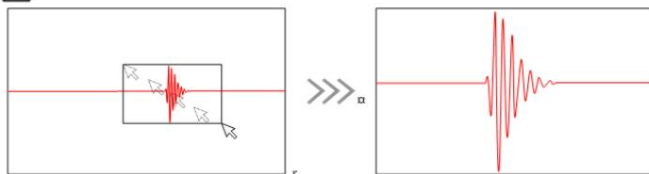


Fig. 12: Apertura de cualquier ventana de zoom con el ratón

En la barra de herramientas del eje x.

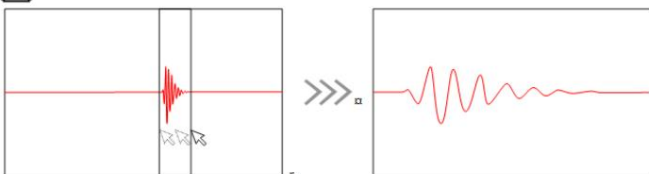


Fig. 13: Montaje de una ventana de zoom sobre el eje x

En la barra de herramientas del eje y.

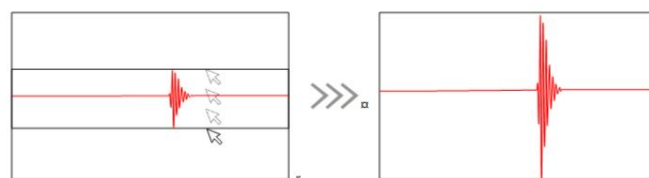


Fig. 14: Apertura de una ventana de zoom sobre el eje y

## Cambio de ratón



El contenido ampliado del diagrama se puede mover libremente en la ventana del diagrama. Para ello, haga clic con el botón izquierdo del ratón en el diagrama y mueva el puntero del ratón en la dirección deseada mientras mantiene pulsado el botón del ratón.

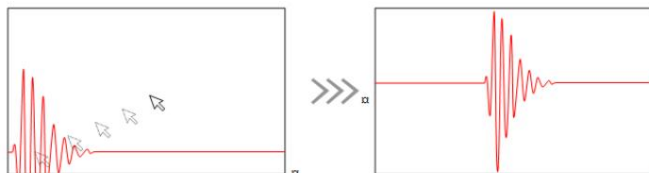


Fig. 15: Movimiento libre del contenido de un diagrama ampliado

## Movimiento paralelo a los ejes



El contenido ampliado del diagrama también se puede mover en paralelo a los ejes de la ventana del diagrama, independientemente del modo del ratón seleccionado. Para ello, haga clic con el botón izquierdo del ratón en el eje x o y, manteniendo pulsado el botón del ratón, arrastre el puntero del ratón en la dirección deseada.

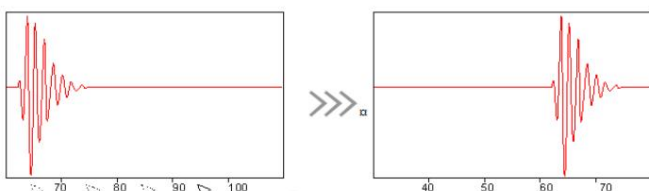


Fig. 16: Desplazamiento paralelo al eje x

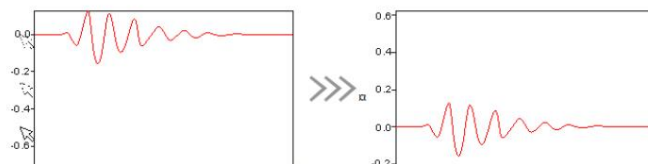


Fig. 17: Desplazamiento paralelo al eje y

## 5.1.4 Comando de impresión

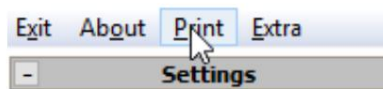


Fig. 18: Comando de impresión

El comando de impresión del menú del programa permite registrar rápidamente el estado del programa (curvas de medición, ajustes de parámetros, información de la unidad). El comando crea una captura de pantalla de la interfaz del programa y la muestra en una ventana de vista previa. Desde aquí, la captura de pantalla se puede imprimir directamente o guardar como gráfico de píxeles (jpg, bmp).



Fig. 19: Ventana de vista previa de la función de impresión

De manera similar, la función de impresión en la barra de herramientas principal de los diagramas se puede utilizar para crear una captura de pantalla de un solo diagrama.

## 5.2 Inicio del programa

## 5.2.1 Inicialización

Al iniciar el programa, éste pasa por una breve fase de inicialización, durante la cual se cargan los parámetros de medición y los ajustes del programa que se guardaron al cerrar el programa.

Una vez finalizada la inicialización, el programa queda en modo de espera.

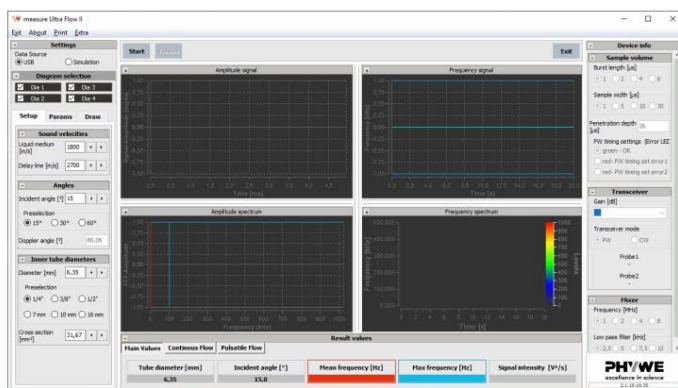


Fig. 20: Interfaz del programa en modo de espera después del inicio del programa

Cuando el programa está en modo de espera, el campo de información no se actualiza (por ejemplo, cuando se cambia una sonda o se modifica una configuración en el dispositivo). Además, el programa solo verifica si el Doppler de flujo está conectado y se establece una conexión con el dispositivo al cambiar al modo de medición.



5.2.2 Modo de simulación

El software dispone de un modo de simulación que se puede activar cuando no hay ningún dispositivo conectado o el dispositivo conectado está desconectado (error de conexión USB, dispositivo apagado, etc.).

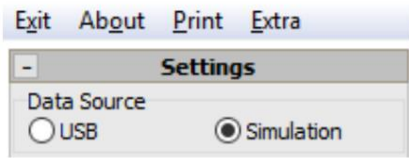


Fig. 21: Selección del modo de simulación.

El software incluye datos de simulación con los que se simulan mediciones de flujo.

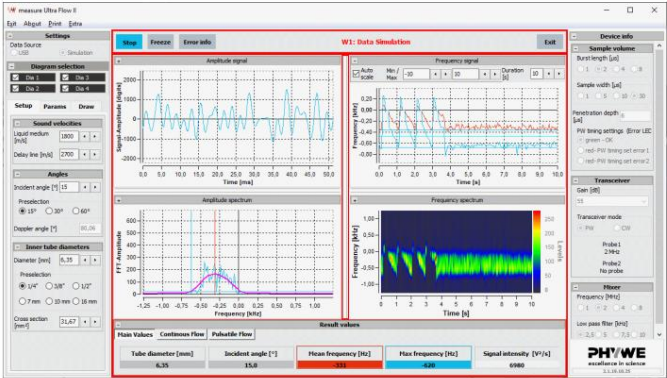


Fig. 22: Programa en modo simulación

Si se configura USB como fuente de datos pero no hay conexión con el dispositivo, aparece un mensaje de error al iniciar una medición.

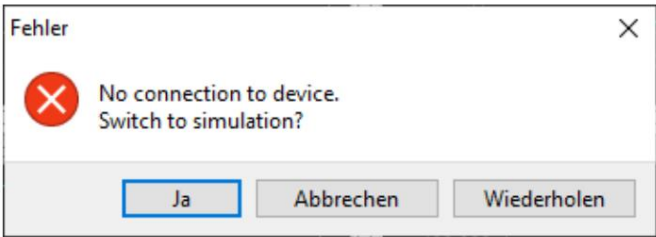


Fig. 23: Mensaje de error si no se puede establecer conexión con el dispositivo

**i** Después de un error de conexión y el restablecimiento de la conexión, se recomienda cerrar y reiniciar el programa.

5.2.3 Mensajes de advertencia y error



Fig. 24: Visualización de una advertencia en la barra de botones

Si el software detecta un problema (por ejemplo, una intensidad de señal demasiado baja) o un error (configuración conflictiva para la longitud de ráfaga y la puerta de recepción), muestra notas breves en la barra de botones. Al hacer clic en el botón Información de error, se interrumpe la medición y se muestra una ventana con explicaciones más detalladas de los mensajes de advertencia y error.

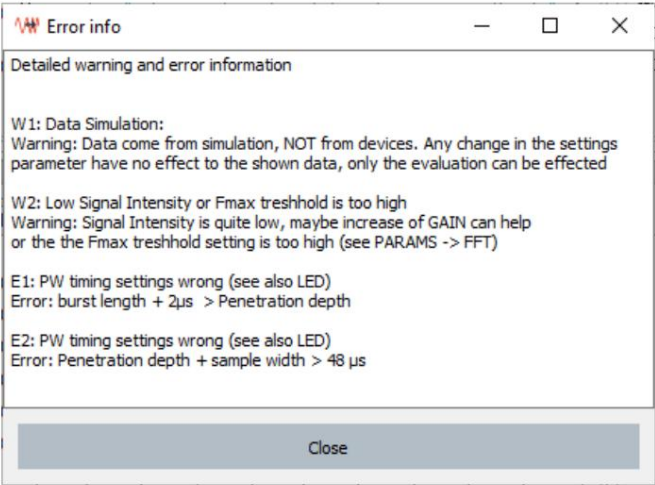


Fig. 25: Ventana con información sobre advertencias y errores

5.3 Modo de medición

5.3.1 Iniciar, interrumpir y finalizar una medición.

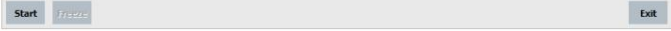


Fig. 26: Panel de interruptores en modo de espera

Después de iniciar un programa, éste queda en modo de espera. No se produce ninguna transferencia de datos hacia o desde la máquina. El programa pasa al modo de medición solo cuando se hace clic en el botón de inicio .

En el modo de medición, el aparato realiza continuamente exploraciones ultrasónicas. Los valores de medición digitalizados se proporcionan en la interfaz USB para la transferencia de datos al ordenador. El programa recupera continuamente los datos de medición, los procesa y los muestra en forma de curvas en los diagramas o como valores numéricos debajo de los diagramas.

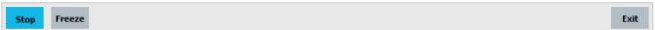


Fig. 27: Barra de conmutación durante la operación de medición

Haga clic en el botón Detener para finalizar el modo de medición. Mientras que la herramienta de retención/reanudación de los diagramas (página 6) sólo interrumpe la actualización de los diagramas, el interruptor de congelación interrumpe la operación de medición y la transferencia de datos desde y hacia el dispositivo. La operación de medición queda prácticamente congelada.

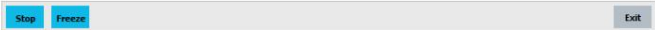


Fig. 28: Barra de conmutación durante la interrupción de una medición

Al hacer clic nuevamente en el botón congelar se reanuda la operación de medición.

5.3.2 Parámetros de medición y programación

Los ajustes de medición y del programa están organizados temáticamente en las siguientes pestañas del campo de parámetros (Configuración):

Descripción del registro	
Configuración	Parámetros materiales y geométricos para el cálculo de la velocidad de flujo y el caudal en función del desplazamiento de frecuencia Doppler medido.
Parámetros	Parámetros especiales para la adquisición y evaluación de datos de medición.
Dibujar	Configuración para gráficos y salida de audio.

## 5.3.2.1 Pestaña de configuración

Para obtener la velocidad y el caudal del flujo a partir del desplazamiento Doppler medido, se requieren otros parámetros, como el ángulo Doppler y la sección transversal del flujo. Los parámetros necesarios para determinar el ángulo Doppler y la sección transversal se pueden configurar en la pestaña Configuración.

Fig. 29: Grupos de parámetros de la pestaña Configuración



En el programa se supone una sección transversal circular para el cálculo del caudal.



Si se modifica el ángulo de incidencia, se utiliza otro tubo/manguera o líquido, los parámetros en el programa deben ajustarse en consecuencia, de lo contrario, la velocidad de flujo y el caudal se calcularán incorrectamente.

## 5.3.2 Registrar parámetros

Fig. 30: Contenido de la pestaña Configuración

La intensidad de la señal es una medida de la energía del eco ultrasónico retrodisperso. Una intensidad de señal pequeña indica que hay pocos dispersores o que estos son pequeños en el rango de medición. Para evitar mediciones incorrectas, se debe establecer un límite inferior (Mín).

Para la intensidad de la señal se especifica el valor umbral de intensidad de señal. Si la intensidad de señal medida es inferior a este valor umbral, el programa supone que no hay partículas dispersas en movimiento. En este caso, se suspenden los cálculos posteriores.

Para mediciones con una longitud de ráfaga pequeña o un puerto de recepción pequeño (ANCHO DE MUESTRA), puede ser útil reducir el valor límite para la intensidad de señal más baja.



Los valores medidos que se muestran en la pestaña Valores principales del campo de valores medidos debajo de los diagramas son valores promedio. El parámetro Promedio se puede utilizar para definir la cantidad de valores individuales sobre los que se realiza el promedio.

El parámetro FFT Smooth determina el grado de suavizado del espectro de amplitud (curva Smoothed mag en el diagrama 3)

El parámetro Fmax umbral determina el valor umbral, es decir, el valor de amplitud en el que se determina el desplazamiento Doppler máximo.



El uso de un valor umbral es la forma más sencilla de determinar el desplazamiento Doppler máximo. Si se modifica la configuración de la prueba o si se modifica uno de los parámetros de medición (duración de la ráfaga, puerta de medición, ganancia, etc.), el valor umbral debe reajustarse cada vez.

Con la ayuda de la función de preajuste, las mediciones actuales y la configuración de los parámetros se pueden guardar y volver a cargar en cualquier momento posteriormente.

## 5.3.2.3 Pestaña de dibujo

Fig. 31: Opciones de configuración en la pestaña Dibujar

La pestaña Dibujar se puede utilizar para influir en algunas funciones del programa o dispositivo.

Con Ancho de línea de curva se modifica simultáneamente el ancho de línea de las curvas de medición en los diagramas 1 a 3.

El cuadro de selección Mostrar valores de sistole/diástole se puede utilizar para activar y desactivar la visualización del valor máximo, el valor medio y el valor mínimo del desplazamiento Doppler máximo en el Diagrama 3 (señal de frecuencia).

El cuadro de selección de Audio enciende o apaga el altavoz del dispositivo.

También es posible cambiar entre dos esquemas de color:

- Oscuro: Fondo oscuro, primer plano (ejes y letras) claro. Esta configuración es especialmente adecuada para trabajar en la pantalla.
- Brillante: fondo claro, primer plano (ejes y letras) oscuro. Este esquema de colores es útil para imprimir diagramas o copias de pantalla.



Fig. 32: Esquema de color básico oscuro; ancho de línea 1 píxel

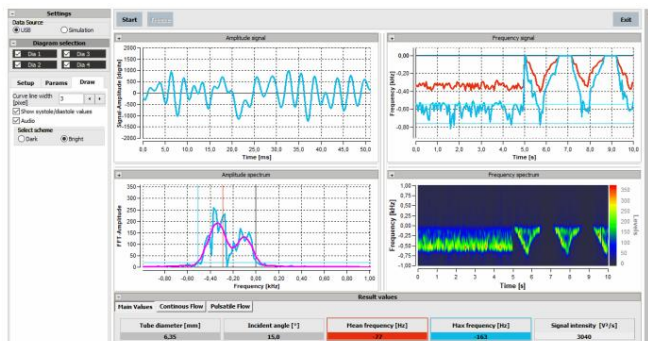


Fig. 33: Esquema de color básico Brillante; ancho de línea 3 píxeles

### 5.3.3 Visualización de la configuración de la unidad y la información del programa

#### 5.3.3.1 Configuración de la unidad

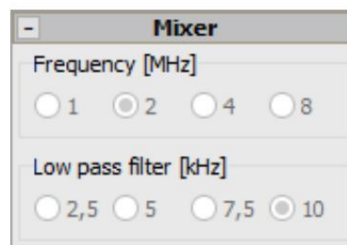
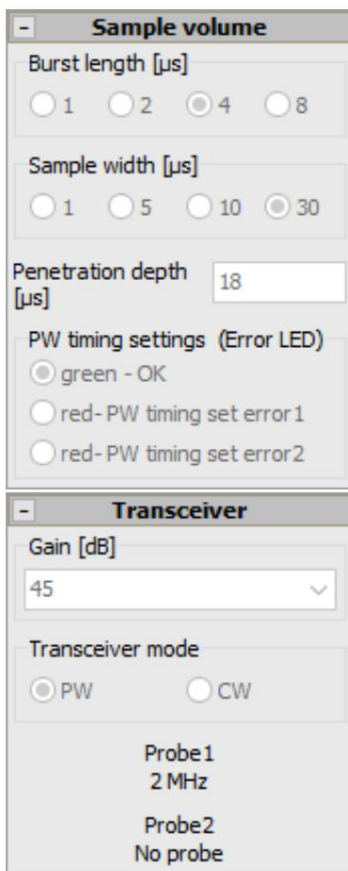


Fig. 34: Visualización en el campo de información del dispositivo

El campo de información refleja la configuración en la parte frontal de la unidad Doppler y muestra las sondas ultrasónicas conectadas.

Si se modifican los ajustes del dispositivo durante la medición, la información que aparece en el campo de información se actualiza automáticamente. Si el sistema de medición está en modo de espera, la información que aparece en el campo de información no se actualiza.

#### 5.3.3.2 Información del programa

En la parte inferior del campo de información se encuentra un logotipo. Si se hace clic en el logotipo con el botón derecho del ratón, la visualización cambia. Ahora se muestran la fecha y la hora. Si se hace clic nuevamente en esta área con el botón izquierdo del ratón, se mostrará nuevamente el logotipo.

Si se hace clic en el logotipo con el botón izquierdo del ratón, aparece una ventana Acerca de. Esta ventana muestra información como: Versión del programa y fecha de creación, así como información de contacto.

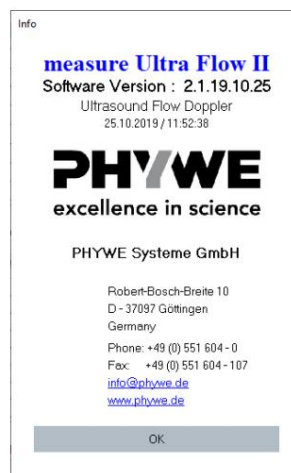


Fig. 35: Ventana Acerca de

Si tiene preguntas sobre problemas con el software, indique siempre la versión del programa que se muestra aquí, además de la configuración del dispositivo y los parámetros de medición.

#### 5.3.4 Evaluación gráfica de una medición

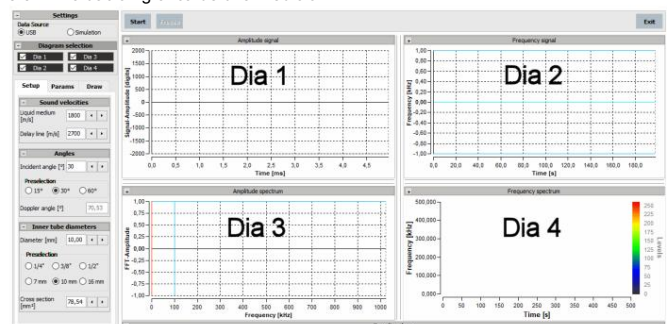


Fig. 36: Asignación de los diagramas



Para la evaluación gráfica de una medición se encuentran disponibles diversos diagramas. Los diagramas se pueden seleccionar individualmente mediante los campos de selección Diapositiva 1 a Diapositiva 4 del grupo de selección Diagrama en el campo de parámetros.

#### 5.3.4.1 Diagrama 1 - Señales de amplitud

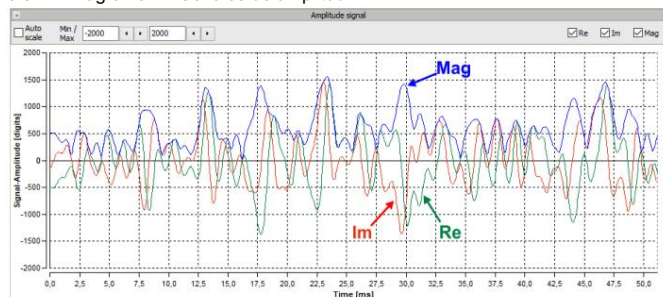


Fig. 37: Visualización de las señales de amplitud (diagrama 1)

El diagrama 1 muestra los datos de medición (Re e Im) suministrados por el dispositivo de medición.

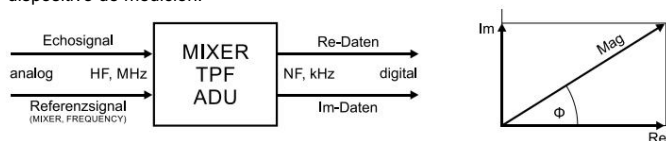


Fig. 38: Esquema del procesamiento de la señal en el dispositivo Doppler

La re-senal describe la parte real de la señal de eco compleja recibida, mientras que la im-senal representa la parte imaginaria correspondiente. El recálculo del ángulo de fase  $\Phi$  se puede realizar según la siguiente fórmula.

$$\Phi = \arctan\left(\frac{\text{Im}}{\text{Re}}\right) \quad (1)$$

La curva magnética describe la magnitud absoluta de la señal de eco recibida y se calcula a partir de los datos medidos de la siguiente manera

$$\text{Mag} = \sqrt{\text{Re}^2 + \text{Im}^2} \quad (2)$$

Escala de ejes en el diagrama 1

El rango de tiempo para el eje x es fijo y no se puede cambiar. Sin embargo, la pantalla se puede ajustar utilizando las funciones de zoom.

El eje y se puede escalar tanto manual como automáticamente. Para una mejor evaluación cualitativa de los ajustes de transmisión y recepción de la unidad, se recomienda realizar un escalado manual con un rango de -2000 a +2000 dígitos.

Corte de las señales de amplitud

La señal de medición analógica está limitada a un rango de tensión determinado por la electrónica del dispositivo. Todos los valores de tensión superiores o inferiores se eliminan. Una sobreexcitación de la señal de medición, por ejemplo, debido a una ganancia demasiado alta, se puede detectar mediante las curvas de las señales de amplitud en el diagrama. El rango máximo de las señales de amplitud es de -2048 a +2048 dígitos (consulte las figuras 40 y 41).

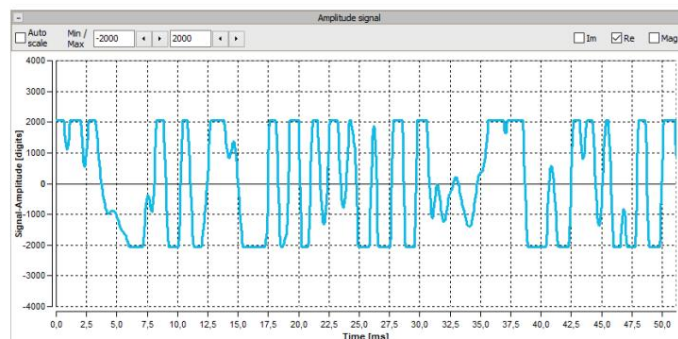


Fig. 39: Recorte de las señales de amplitud cuando la señal de medición está sobreexcitada



Una sobreexcitación de la señal de medición provoca un recorte de las señales de amplitud y, por lo tanto, mediciones incorrectas. Para evitarlo, se deben seleccionar o ajustar los ajustes del dispositivo en consecuencia.

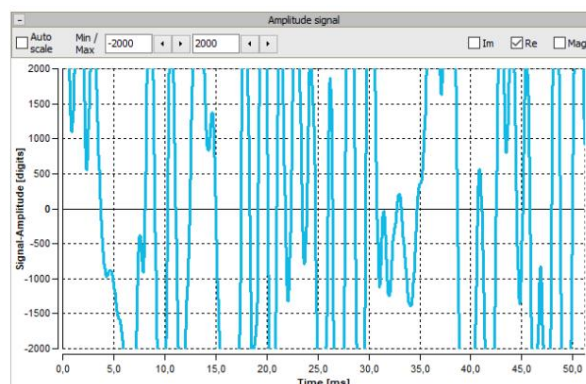
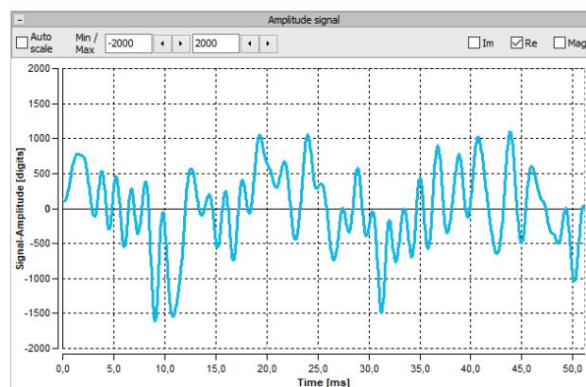


Fig. 40: Señal de amplitud con ajuste óptimo de la señal de medición (izquierda) y con overdrive (derecha)

#### 5.3.4.2 Diagrama 3 - Espectro de amplitud

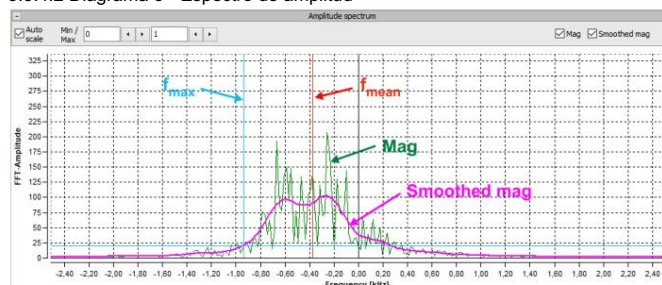


Fig. 41: Espectro de amplitud



Mediante la Transformada Rápida de Fourier (FFT), el espectro de amplitud se calcula a partir de las señales de amplitud transmitidas por el dispositivo. El diagrama 3 muestra el espectro de amplitud en forma no suavizada (Mag) y suavizada (Mag suavizada).

Para el espectro de amplitud suavizado, el desplazamiento Doppler promedio y máximo se determinan y se muestran en el diagrama como líneas paralelas al eje y. El desplazamiento Doppler medio  $f_{mean}$  corresponde al valor medio de las frecuencias que se producen. El desplazamiento Doppler máximo  $f_{max}$  se calcula como la frecuencia máxima del espectro de amplitud.

#### Escala de ejes en el diagrama 3

El eje y se puede escalar tanto manual como automáticamente.

Para una visualización óptima, aquí se recomienda el uso de escala automática.

Para el eje x se especifica un rango de frecuencia fijo de -10 kHz a +10 kHz. Sin embargo, la visualización se puede ajustar mediante las funciones de zoom.

Al ampliar el eje de frecuencia se ajusta automáticamente la escala del eje de frecuencia en el espectro de frecuencia (diagrama 4).

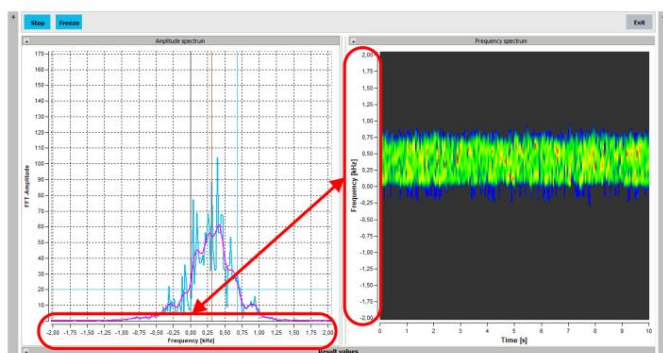


Fig. 42: Ejes correspondientes y acoplados en los diagramas 3 y 4

#### 5.3.4.3 Diagrama 2 - Señal de frecuencia

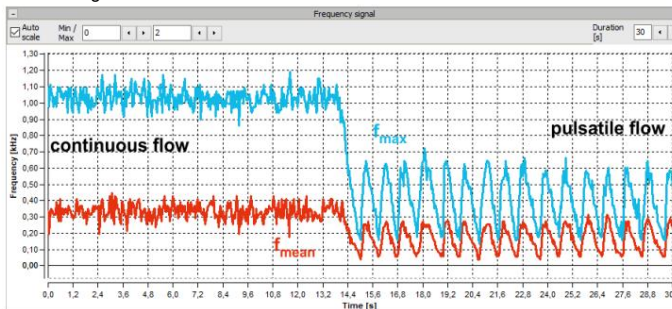


Fig. 43: Señal de frecuencia; evolución temporal del desplazamiento Doppler medio ( $f_{mean}$ ) y máximo ( $f_{max}$ )

El diagrama 2 muestra el curso actual del desplazamiento Doppler medio y máximo durante un período de tiempo determinado que se puede ajustar libremente.

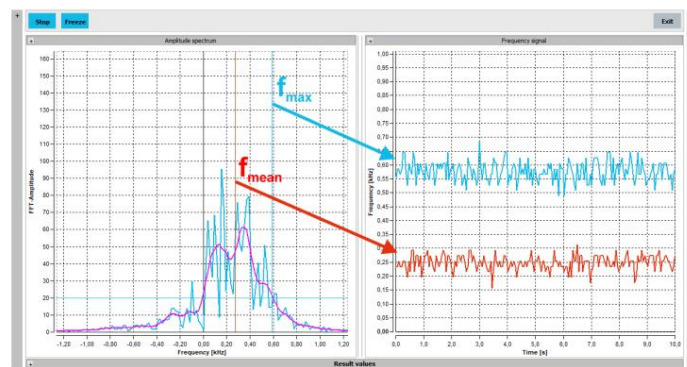


Fig. 44: Determinación del desplazamiento Doppler momentáneo en el espectro de amplitud

La señal de frecuencia representa la evolución temporal del efecto Doppler, que se determina sucesivamente en el espectro Doppler.

Para investigar un flujo pulsátil se puede utilizar el registro Draw en el campo de parámetros para marcar el valor máximo, mínimo y medio del desplazamiento Doppler máximo.

#### Escala de ejes en el diagrama 2

El diagrama permite el escalado manual y automático del eje y.

El rango de tiempo del eje x se puede cambiar usando el cuadro de entrada Duración [s] en el encabezado del diagrama.

Si se modifica la escala del eje de tiempo en el diagrama 2, la visualización en el diagrama 4 se ajusta automáticamente.

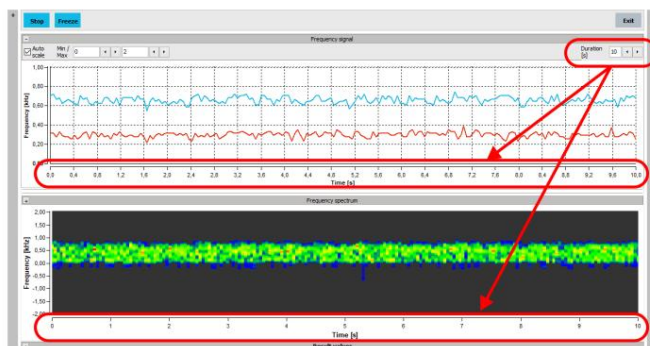


Fig. 45: Cambio de la escala de los ejes de tiempo en los diagramas 2 y 4

#### 5.3.4.3 Diagrama 4 - Espectro de frecuencia

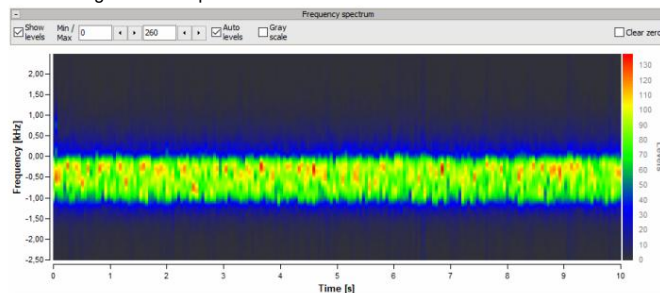


Fig. 46: Espectro de frecuencia (flujo continuo)

El diagrama 4 muestra la evolución temporal del espectro de amplitud durante un período de tiempo determinado. El espectro de frecuencia se genera uniendo continuamente las curvas individuales (suavizadas) del espectro de amplitud. Las frecuencias se muestran en la dirección y los valores de amplitud se convierten en valores de color o de gris. La escala de los valores de color o de gris se puede mostrar como una barra a la derecha del espectro y se puede configurar de forma manual o automática.

Para que los límites del desplazamiento Doppler máximo sean más visibles, todos los valores de amplitud por encima del desplazamiento Doppler máximo se pueden establecer en cero (negro).

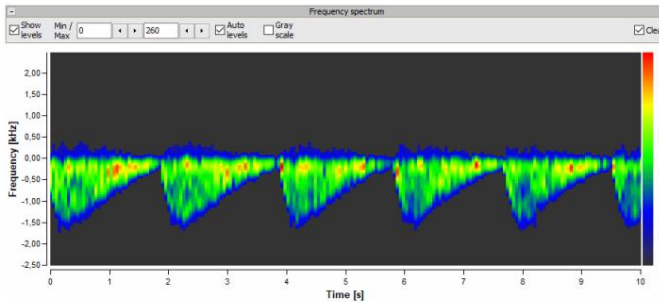


Fig. 47: Énfasis en el límite del desplazamiento Doppler máximo (flujo pulsátil)

Escala de ejes en el diagrama 4  
El eje y del diagrama se puede escalar utilizando sus funciones de zoom.

Dado que los ejes x e y están acoplados a los ejes correspondientes en los diagramas 2 y 3 (señal de frecuencia y espectro de amplitud), su escala cambia automáticamente cuando se cambia la escala de uno de estos ejes vinculados en los otros diagramas.

Al ampliar el eje de frecuencia se ajusta automáticamente la escala del eje de frecuencia en el espectro de amplitud (diagrama 3)

El cambio de escala del rango de tiempo del eje x se realiza mediante la configuración correspondiente en el diagrama 2.

5.3.5 Resultados de la medición

Los resultados de las mediciones cuantitativas se muestran debajo de los diagramas y se resumen en tres registros.

Los valores que se muestran aquí son valores promediados cuya visualización se actualiza cada segundo.

5.3.5.1 Desplazamiento Doppler

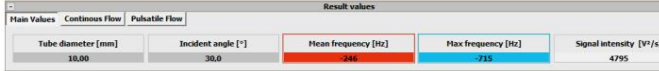


Fig. 48: Registrar valores principales

La pestaña Valores principales muestra valores básicos.  
Por un lado, se trata de los valores del ángulo de incidencia y del diámetro interior del tubo o manguera sobre el que se realiza la medición, que se dan en el campo de parámetros.

También se muestran los valores del desplazamiento Doppler medio y máximo, que se determinan mediante el espectro de amplitud.

Por último, esta pestaña muestra la intensidad de la señal como medida de la energía de la señal retrodispersada.

Si el valor de la intensidad de la señal cae por debajo del valor límite inferior especificado, no se realizan más cálculos y el programa muestra una advertencia.

Tenga en cuenta que la intensidad de la señal se calcula utilizando los valores de amplitud de las señales de amplitud que se muestran en el diagrama 1 y, por lo tanto, depende de la configuración de ganancia.

5.3.5.2 Flujo continuo

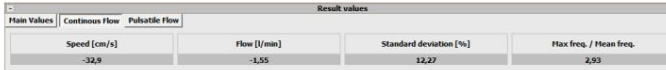


Fig. 49: Registrar flujo continuo

El registro Caudal Continuo muestra valores relevantes para un caudal continuo, estos son la velocidad de caudal y el caudal.

La desviación estándar mostrada indica el error estadístico del promedio y se aplica al desplazamiento Doppler medio y a todos los demás valores derivados.

La relación entre el desplazamiento Doppler máximo y medio es útil para describir el flujo, ya que los flujos laminares tienen una relación diferente a los flujos turbulentos.

Ángulo Doppler (modo PW)

Para calcular la velocidad del flujo según la ecuación 6, se requiere el ángulo Doppler además del desplazamiento Doppler medido.

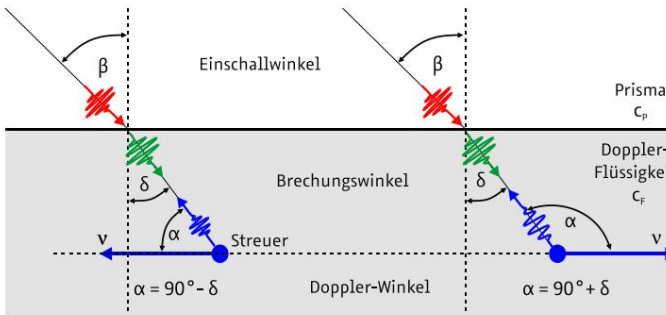


Fig. 50: Definición del ángulo Doppler (c: velocidad del sonido, v: velocidad del flujo)

El ángulo Doppler se define como el ángulo  $\alpha$  entre el eje del haz de sonido y la dirección del flujo. Depende principalmente del ángulo de incidencia  $\beta$  del haz de sonido. El ángulo de incidencia se determina mediante el grupo de parámetros Ángulos (véase el capítulo 5.3.2.1). Los prismas Doppler permiten tres ángulos de incidencia diferentes ( $15^\circ$ ,  $30^\circ$  y  $60^\circ$ ), que se pueden seleccionar rápidamente mediante la preselección.

Según la ley de refracción, un haz de sonido se refracta en la interfaz de dos materiales con diferente velocidad de sonido.

$$\frac{\sin \beta}{c_p} = \frac{\sin \delta}{c_f} \quad (34)$$

Con referencia a la Figura 50 y la Ecuación 3, el ángulo Doppler  $\alpha$  se puede calcular de la siguiente manera:

$$\alpha = 90^\circ - \delta \quad (5)$$

Además del ángulo de incidencia, también se requieren la velocidad del sonido en el trayecto de avance (por ejemplo,  $c_p = 2700$  m/s para los prismas Doppler acrílicos) y del líquido (por ejemplo,  $c_f = 1800$  m/s para nuestro líquido Doppler). Estas se pueden especificar en el grupo de parámetros Velocidades del sonido.

Velocidad de flujo (modo PW)

Para velocidades de flujo  $v$ , que son pequeñas comparadas con la velocidad del sonido  $c$  en el líquido, la dependencia del desplazamiento Doppler medio determinado  $f$  media de la velocidad de flujo media  $v$  y del ángulo Doppler  $\alpha$  se puede describir de la siguiente manera

( 67 )

( $f_0$ : frecuencia del ultrasonido)

Según esta ecuación se calcula la velocidad del flujo en el programa.

Caudal

Si se conoce la velocidad de flujo, se puede calcular el caudal en una manguera o tubería. Para ello se necesita el diámetro interior de la manguera o tubería, que se puede obtener mediante el grupo de parámetros Diámetro interior del tubo.

En el programa se supone una sección transversal circular para el cálculo del caudal.



Si se modifica el ángulo de incidencia, se utiliza otra tubería/ manguera o líquido, los parámetros en el programa deben ajustarse en consecuencia, de lo contrario, la velocidad del flujo y el caudal se calcularán incorrectamente.

5.3.5.3 Flujo pulsátil

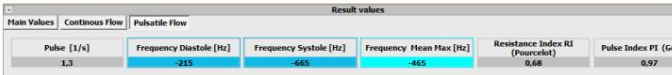


Fig. 51: Registrar flujo pulsátil

El registro Flujo Pulsatil contiene valores medidos que describen un flujo pulsado.

Índices Doppler en el área arterial

Los valores denominados aquí Frecuencia Sístole, Frecuencia Media Máxima y Frecuencia Diástole corresponden al máximo, promedio y mínimo del desplazamiento Doppler máximo. De estos tres valores se pueden derivar índices que permiten realizar afirmaciones cuantitativas sobre el comportamiento del flujo de sangre en la región arterial y son independientes del ángulo de incidencia.

De estos índices, el Índice Resistivo (RI, Resistance Index) y el Índice de Pulsatilidad (PI, Pulsatile Index) han atraído más atención.

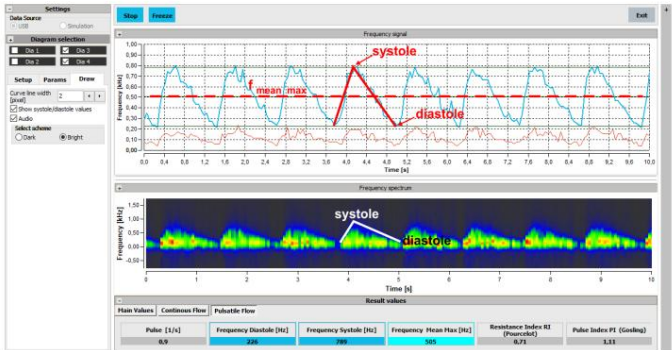


Fig. 52: Variables medidas para el cálculo de los índices Doppler

Índice resistivo RI (Índice de resistencia)

El IR fue desarrollado por Leandre Pourcelot. Es una medida del flujo sanguíneo pulsátil que refleja la resistencia vascular hemodinámica. Se calcula de la siguiente manera:

La vsístole es la velocidad sistólica máxima y la vdiástole es la velocidad diastólica final mínima.

- L. Pozrcelot, Indicaciones de la ecografía Doppler en el estudio de los vasos periféricos, El año del médico 25, 1975, 4671-4680

Índice de pulsatilidad PI (Índice de pulsatilidad)

La velocidad del flujo sanguíneo es mayor durante la sístole que durante la diástole. El índice de pulsatilidad descrito por Gosling es un parámetro para cuantificar esta diferencia. Se describe de la siguiente manera:

vmean max es la velocidad máxima promedio.

RG Gosling, D. King, DH Evaluación arterial mediante ecografía Doppler-shift. Proc R Soc Med. 67, 1974, 447-9

6 DATOS TÉCNICOS

6.1 Dispositivo Doppler

Modos de funcionamiento: Onda pulsada (OP) y Onda continua (CW)

Frecuencias de transmisión: 1, 2, 4 y 8 MHz

Filtro paso bajo: 2,5, 5, 7,5 y 10 kHz

PW-Timing:Período de repetición de pulso: 50  $\mu$ s

Duración de ráfaga: 1, 2, 4 y 8  $\mu$ s

Rango de medición (ancho de puerta): 1, 5, 10 y 30  $\mu$ s

Profundidad de medición (inicio del objetivo): 0-39  $\mu$ s (tamaño de paso 1  $\mu$ s)

Ganar: 15-85 dB (variable en pasos de 10 dB)

Conectores en la parte frontal:

2 tomas de conexión para sondas ultraacústicas (la asignación depende del modo de funcionamiento: PW o

Conector BNC para conectar la señal de temporización PW

Conexiones en la parte trasera:Fuente de alimentación

Conexión USB

Tensión de red: 100-240 V, 50/60 Hz

consumo de energía: máx. 100VA

Protección por fusible: T 1A (EN 60127-2-3)

Fusible tipo G, de acción lenta, 1 A, 5 mm  $\times$  20 mm

Dimensiones: aprox. 255 mm  $\times$  170 mm  $\times$  265 mm

(Ancho  $\times$  Alto  $\times$  Profundidad)

## 6.2 Sondas ultrasónicas

### 6.2.1 Unidades de búsqueda normales

Frecuencias nominales: 1, 2 o 4 MHz

Dimensiones: aprox. 65 mm × 27 mm (L × P sin cable)

Cable: Longitud aproximada de 1,5 m; conector LEMO para conexión a una de las conexiones de sonda del dispositivo Doppler

### 6.2 Sonda Doppler

Frecuencia nominal: 2 MHz

Dimensiones: aprox. 120 mm × 16 mm (L × P sin cable)

Distancia de avance angular: ángulo de 30° con respecto a la normal de la superficie del plano de sondeo

Cable: Longitud aproximada de 1,4 m, conector LEMO para conexión al conector de sonda PW-MODE del dispositivo Doppler

## 7 ALCANCE DE LA ENTREGA

1x dispositivo de ultrasonido Doppler (incluye cable de alimentación, cable de datos)

1x sonda de ultrasonidos 2 MHz

1x bomba centrífuga

1x prisma Doppler 3/8

1x líquido para ecografía, 1 l

1x gel de ultrasonido

1x juego de tubos con embudo

## 8 RECOMENDACIONES PARA LA LITERATURA

- DH Evans, WN McDicken, Ecografía Doppler - Física, Instrumentación y Procesamiento de Señales, Segundo Grado Edición, John Wiley & Sons Ltd, 2000
- CR Hill, JC Bamber, GR ter Haar, Principios físicos Ejemplos de ultrasonidos médicos, segunda edición, John Wiley & Hijos Ltd, 2004
- RR Diehl, P. Berlitz, Sonografía Doppler funcional en neurología, Springer-Verlag, 1996
- Fundada por K. Huck, Amann-Vesti, B. (Hrg.), Thalhammer, C. (Hrg.), Manual de ecografía Doppler y dúplex, 4.<sup>a</sup> edición, Georg Thieme Verlag, 2015

## 9 ELIMINACIÓN

El embalaje se compone principalmente de materiales respetuosos con el medio ambiente: materiales que deberán enviarse a centros de reciclaje locales.



Este producto no debe desecharse en los residuos normales (residuos domésticos). Si desea desechar este producto, envíelo a la siguiente dirección para su eliminación adecuada.

Departamento de PHYWE Systeme GmbH & Co. KG  
Servicio al cliente  
Robert Bosch ancho 10  
D-37079 Göttinga

Teléfono+49 (0) 551 604-274  
Fax+49 (0) 551 604-246



DATOS TÉCNICOS

# Sonografía Doppler

Artículo n.º: P5950100



## Principio

Esta configuración muestra cómo se realizan los estudios de flujo sanguíneo mediante ecografía Doppler (ecografía Doppler). En un maniquí de brazo realista, se muestran las diferencias entre el flujo continuo (venoso) y el pulsante (arterial), así como la diferencia de flujo a través de un vaso sanguíneo normal y una estenosis.

## Beneficios

- Experimento ideal para que los estudiantes de medicina aprendan los principios de la ecografía Doppler.
- Fiel a la realidad con un modelo de brazo con vasos sanguíneos y estenosis.
- Los componentes del experimento también se pueden utilizar para otros experimentos relevantes para los estudiantes de medicina.
- Visualización de valores de medición como en un sistema de diagnóstico

## Tareas

- Analizar el flujo sanguíneo y buscar componentes positivos y negativos. Explicar las diferencias.
- Localice la estenosis incorporada y compare la distribución espectral aguas arriba y aguas abajo de la estenosis.
- Examine y compare los tres modos de pulso de la bomba.

## Objetivos de aprendizaje

- Flujo venoso
- Flujo arterial
- Estenosis
- Trazados de velocidad del flujo sanguíneo
- Cambio de frecuencia
- Efecto Doppler
- Ángulo Doppler
- Sonografía Doppler
- Doppler color
- Ecuación de continuidad



Volumen de suministro

Equipo de extensión: ecografía Doppler médica	13926-02	1
Conjunto básico Técnica ultrasónica Doppler II	13926-99	1

