

AJUSTAR UN ECOGRAFO



Esta es la MAXIMA...

- De la calidad de la Imagen y/o de los registros Doppler (Color y Espectral) depende la fiabilidad del diagnóstico, lo cual depende del conocimiento que tengamos del equipo con el que trabajemos y también del conocimiento de las bases físicas en los que se fundamentan los distintos parámetros que comprende.

Factores que intervienen en la Calidad de la Imagen Ecográfica

Tipo de Exploración y Sonda Utilizada

- **Abdominal..... Convex**
- **Partes Blandas / MSK..... Lineal**
- **Vascular..... Lineal**
- **Cardiológica..... Sectorial**
- **Endocavitaria..... Micro-Convex**

Características del Paciente

- +/- Delgado
- +/- Ecogénico
- El grado de colaboración (inspiración, movilidad,...)
- La preparación en algunos casos
- Patología observada.

Operador

- **Manejabilidad de la Sonda:**
+/- presión y orientación
- **Posicionamiento del Paciente según sus características y zona a explorar**
- **Preferencias y/o características personales de visión de la Imagen.**

Ajustes del Monitor

- **Brillo**
- **Contraste**
- **Señal RGB (azul – verde – rojo)**
- **Resolución (adaptación al pixelado de la matriz del Ecógrafo)**
- **Tamaño de la Pantalla**

Ajustes en el Ecógrafo en todos los modos de trabajo

- **Modo B**
- **Modo M**
- **Doppler Color**
- **Power Doppler (Angio / Velo)**
- **Dynamic Flow**
- **Doppler Espectral (PW / CW)**

Nivel y Calidad del Ecógrafo

Gel utilizado

The background is a dark blue gradient with a complex, abstract pattern of thin, light blue lines and dots, resembling a network or data visualization. The lines and dots are scattered across the frame, creating a sense of depth and connectivity. The overall aesthetic is modern and technological.

Que Parámetros hay que Ajustar para Optimizar la Imagen

Características Físicas que determinan la Calidad de la Imagen

- **Relación Señal/Ruido**
- **Resolución Espacial (axial y lateral)**
- **Resolución de Contraste**
- **Resolución Temporal (Frame Rate)**
- **Capacidad de Penetración**

Resolución Espacial

- **Axial: viene dada por la Frecuencia y el Ancho de Banda.**
A mayor Frecuencia mayor Resolución Axial y al contrario.
- **Lateral: depende de la Zona Focal, la Profundidad y la Densidad.**
Mayor Densidad de Líneas mejora la Resolución Lateral, pero decrece el F.R.

Resolución de Contraste

- **Depende de la Frecuencia, el Rango Dinámico y las Curvas de procesamiento de la Escala de Grises.**

Resolución Temporal ("Frame Rate")

- Es el nº de Imágenes por segundo.
- Depende de la arquitectura del Ecógrafo y varía según distintos ajustes del Operador:
 - A mayor Profundidad menor F.R.
 - A mayor Campo de Visión menor F.R.
 - Más Zonas Focales reducen el F.R.
 - Mayor Densidad de Líneas reduce el F.R.
- Con el Compound la Imagen es más lenta

Imagen Modo B

- Frecuencia
- Profundidad
- Campo de Visión
- T.G.C.
- Ganancia General
- Potencia
- Focalización
- Rango Dinámico
- Compresión Dinámica
- Persistencia
- Mapa de Grises
- Densidad
- Realce de Bordos
- Modo “Compound”
- B Steering

Frecuencia / 2º Armónico

- Hay que seleccionar la Frecuencia adecuada a la Exploración (= Profundidad).
A mayor Frecuencia menor penetración y viceversa.
- Las Sondas actuales trabajan con Anchos de Banda, que permiten trabajar a distintas Frecuencias.
- Si activamos la Tecnología de 2º Armónico, podemos mejorar la Resolución Espacial y de Contraste, sobretodo con las Sondas de Baja Frecuencia.

2º Armónico – T.E.I. o T.H.I.

- La Imagen Armónica está basada en el fenómeno de la distorsión no lineal de la Señal Acústica a través del cuerpo humano, que genera ondas de Frecuencia, múltiplos de la Frecuencia Fundamental.
- Con la Imagen Armónica, la Señal de Retorno no sólo incluye la de la Fundamental, sino que también incluye la que corresponde al doble de la misma. El ecógrafo procesa separadamente ambas Señales, eliminando la Frecuencia Fundamental con el Ruido que conlleva.
- Esto es posible gracias a las nuevas Tecnologías de las Sondas.

Profundidad y Amplitud de Campo

- La Profundidad nos determina la visualización del Campo a explorar, desde la piel hasta una determinada distancia siguiendo la dirección de propagación del Haz US.
- Su ajuste permite optimizar la presentación en pantalla de una zona de interés.
- Recordemos que al aumentar la Profundidad se reduce el F.R.
- La Amplitud de Campo nos da la mayor o menor abertura del sector que describen las sondas convexas y/o sectoriales.
- Recordemos que a mayor Campo de Visión menor F.R.

T.G.C.

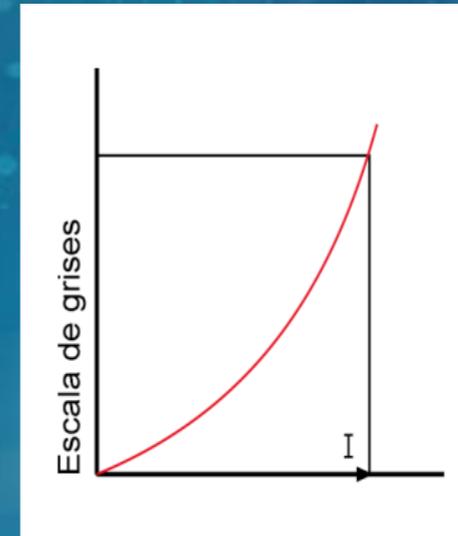
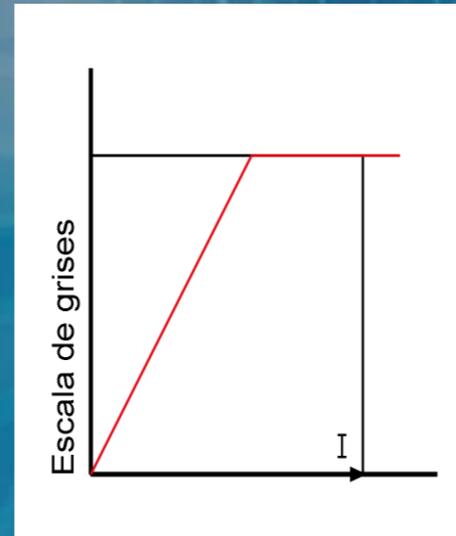
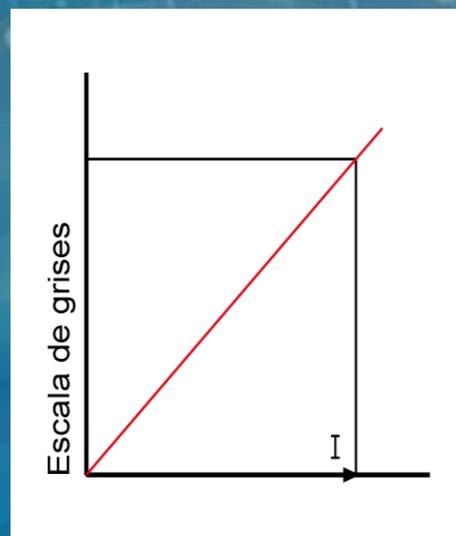
- La T.G.C. controla y ajusta la Amplificación de la Señal según la Profundidad, debido a la pérdida de intensidad por Atenuación.
- Su ajuste depende fundamentalmente del nivel de profundidad que requiera una Exploración. Por ello la curva (que describen los potenciómetros de la T.G.C.) es distinta de una exploración abdominal a una de músculo-esquelético.
- Mediante el Ajuste de la T.G.C. debemos conseguir imágenes uniformes, equilibrando la Intensidad de los Ecos según su profundidad.

Zonas Focales

- Es la máxima concentración de Líneas dentro del Haz. Por tanto hay que situar el Foco a la altura de la zona de interés.
- Podemos disponer de varios Focos, pero con ello disminuirá el F.R. (esto no es grave si la zona de exploración es poco dinámica, por ej. en mama, tiroides, testículo...)
- El Foco o Focos se ajustan automáticamente al variar la Profundidad.

Mapa de Grises

- Determina de qué manera los Niveles de Intensidad de los Ecos recibidos se presentan en la Escala de Grises. Por ej.: un determinado Mapa de Gris puede realzar los Ecos de nivel bajo sobre una gama de grises más amplia que los de nivel alto.

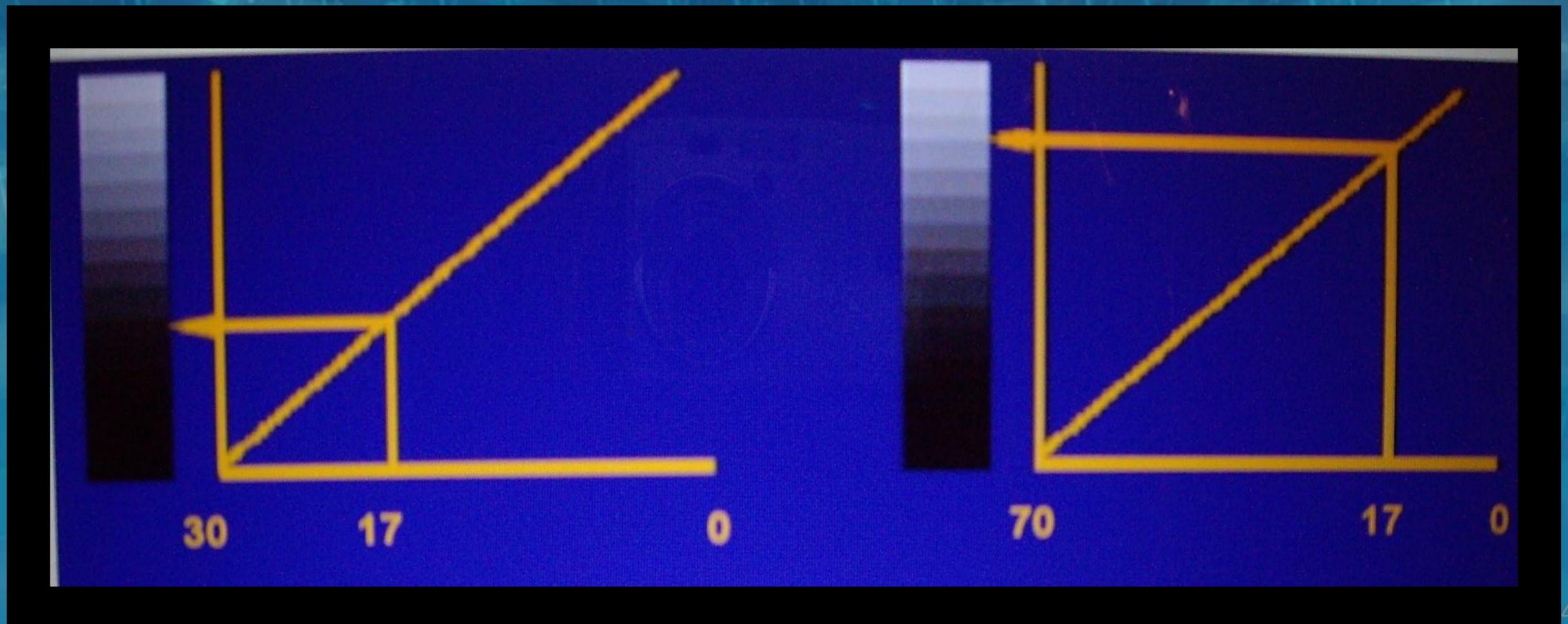


- Los Mapas de Gris son una función que actúa también con la Imagen congelada.

Rango Dinámico

- Es el proceso por el cual se reduce o amplía la diferencia entre los ecos de mayor y menor Amplitud. Ejemplo: si el eco más pequeño es de 0.5 mV y el mayor es de 100 mV, el valor de R.D. viene dado por la fórmula $RD = 20 \log_{10} (100 / 0.5) = 46 \text{ dB}$
- Lo que variamos con el Rango Dinámico es la Amplitud de la Señal representada en la Escala de Grises.
A valores bajos la Imagen es más contrastada. (Cardio)
Al aumentarlo se suaviza la Imagen. (Abdominal – Partes Blandas)
En Vascular utilizaremos valores medios

- Dado un determinado Mapa de Grises, podemos utilizar una mayor o menor niveles de gris para presentar la Imagen.



Compresión Dinámica

- Es el proceso mediante el cual se reasigna un valor de Amplitud de los ecos para tener una variación del Rango Dinámico sobre una escala de valores más o menos comprimida.
- A valores más altos le corresponde una imagen más “oscura y contrastada”.

Persistencia

- **Al variar la Persistencia lo que hacemos es promediar la información de las Señales, eliminando parte del Ruido con el que llegan.**
- **Una Persistencia baja ofrecerá una Imagen más “ruidosa”, pero con una presentación más rápida de la misma.**
- **La Persistencia aumenta la resolución espacial, pero según se incrementa disminuye la resolución temporal**

Potencia

- Es la cantidad de Energía de la onda Ultrasónica (emitida por el Transductor) producida por unidad de Tiempo.
- Con el fin de preservar el Principio “ALARA” hay que evitar trabajar con potencias muy elevadas. Los posibles efectos biológicos que se pudieran producir serían medidos por el Índice Mecánico y el Índice Térmico (calculados automáticamente por el Ecógrafo).
- Al aumentar la Potencia se incrementa la Amplitud de las señales reflejadas (ecos).

Densidad

- **Es la cantidad de Líneas que contiene la Imagen. A mayor Densidad mayor Resolución pero menor F.R.**

Realce de Bordes

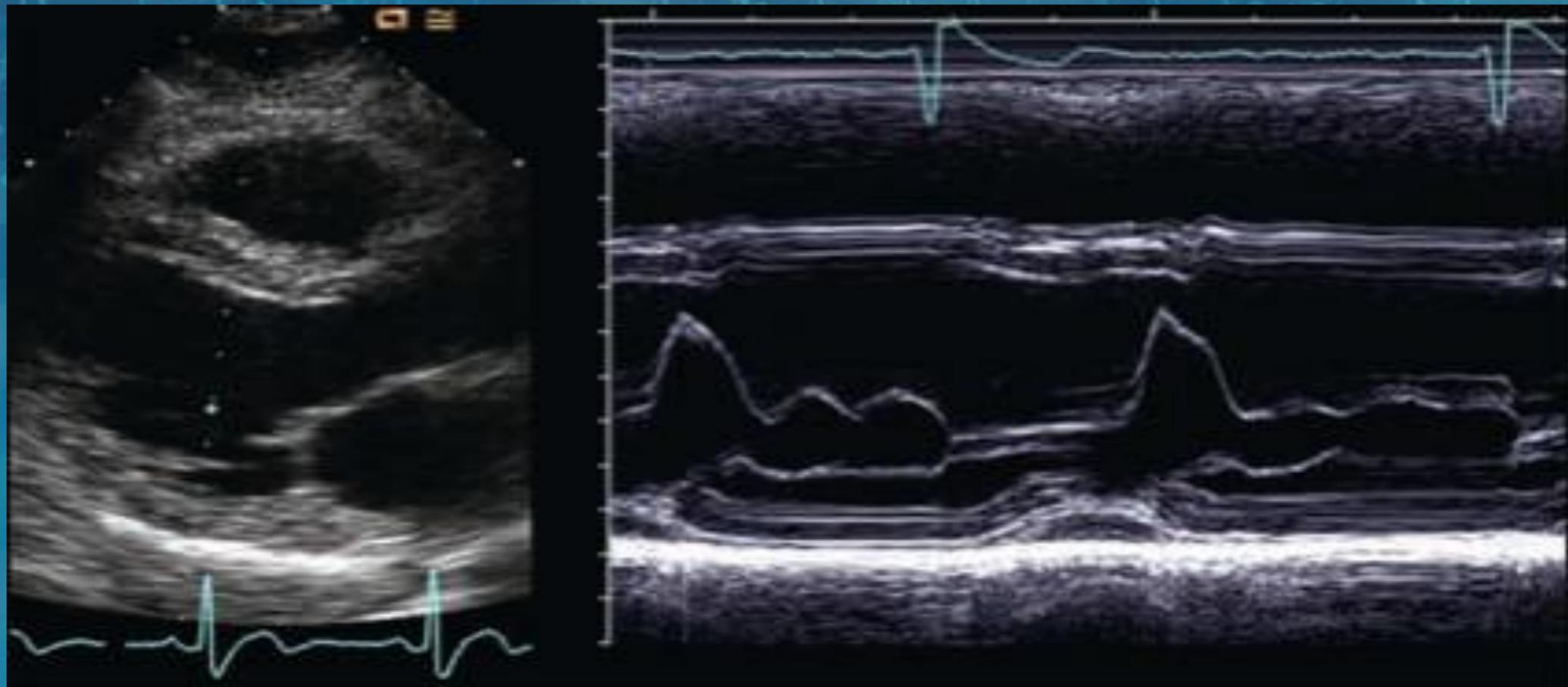
- **Es un procesamiento de la Señal a base de filtros, que permite mejorar la Resolución de Contraste de las estructuras más brillantes.**

Otros Conceptos...

- **Modo “Compound” basado en proyectar haces US con distintas angulaciones, aumentando la Resolución Lateral. (con ello, por ej. se reduce el Efecto Anisotrópico)**
- **Algoritmos de procesamiento de la Señal que mejoran notablemente la relación Señal / Ruido.**

Modo M

- El Modo M representa el movimiento de toda la información recogida a lo largo de una Línea que situamos sobre la Imagen.
- Nos permite analizar de forma gráfica las superficies que están en movimiento (corazón) y cuantificarlas.



Modo M

- **Se ajustan los siguientes parámetros:**
 - **Ganancia General**
 - **Rango Dinámico**
 - **Mapa de Grises**
 - **Velocidad de Barrido**

Doppler Color CFM / Power Doppler

- **Frecuencia**
- **Ventana Color (R.O.I.)**
- **Ganancia General**
- **Mapa color**
- **P.R.F.(Rango de Velocidades)**
- **Persistencia**
- **Filtros**
- **Steering (S. Lineal)**
- **Densidad**

Doppler Color – C.F.M.

- El Doppler Color es un método, no cuantitativo, que permite representar los Flujos Sanguíneos, codificando la Señal sobre una Escala o Mapa de Colores.
- A las Velocidades que se dirigen al Transductor se les asocia el **Rojo**.
- A las Velocidades que se alejan del Transductor se les asocia el **Azul**.
- La intensidad del Color indica la Velocidad media del Flujo.

Frecuencia

- La elección de una frecuencia Doppler Color correcta es fundamental.
- Las frecuencias altas son mucho más sensibles al flujo pero no pueden penetrar mucho, por lo que para el estudio de vasos abdominales profundos (arterias hepáticas, vena porta,...) se deben utilizar frecuencias Doppler Color de 3 MHz o inferiores.

Ganancia General

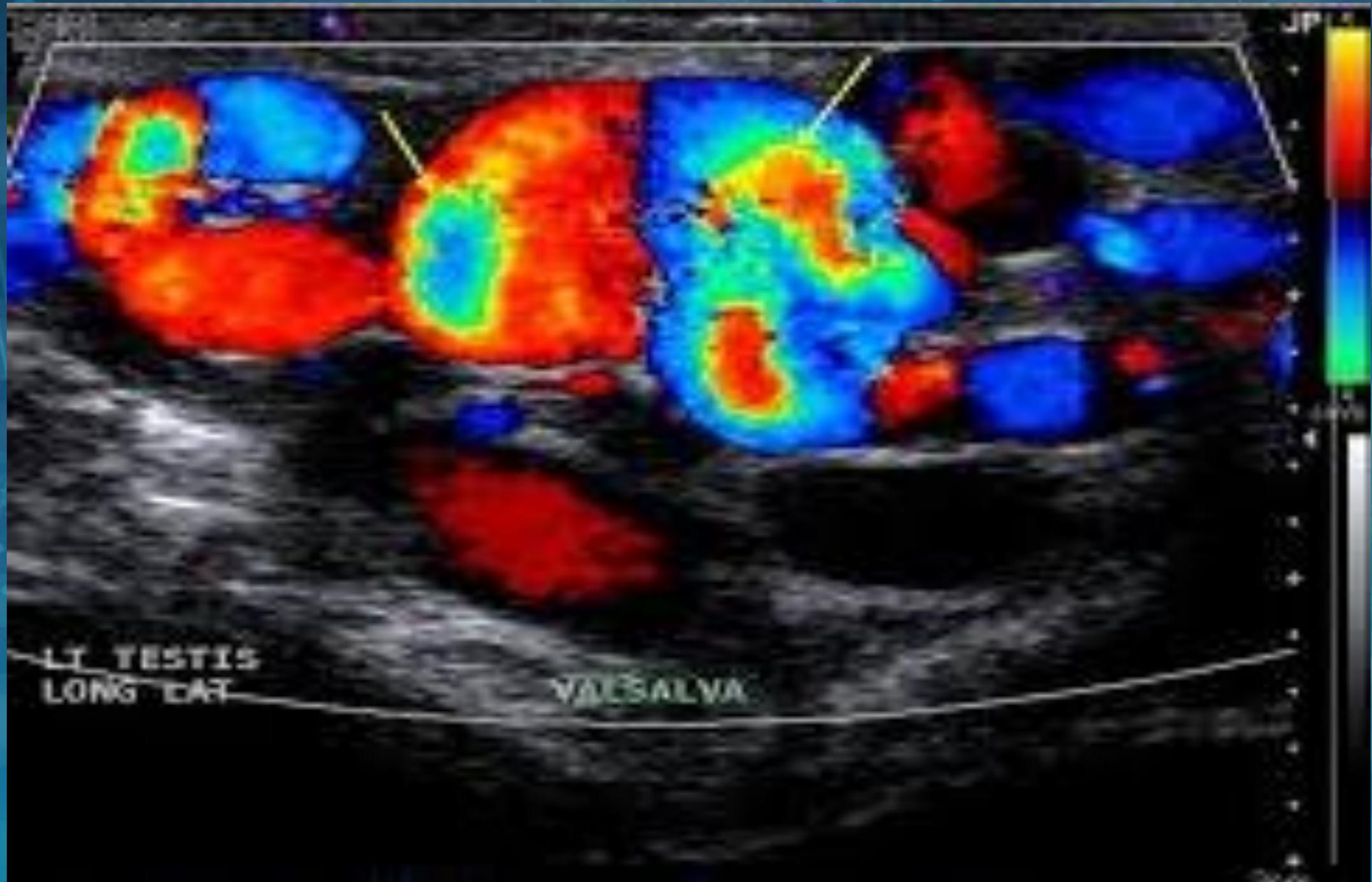
- Al igual que hemos visto con el modo B, el Ajuste de la G.G. es fundamental para obtener en este caso una correcta visión cromática de los Flujos, ya que controla la Amplitud de la señal en los mismos.
- Un excesivo aumento de la G.G. Color “inundará” de color todo el interior de la R.O.I. (vasos y demás órganos) (efecto Blooming)
- Un consejo para optimizar la G.G. es empezar sin color, es decir con la Ganancia muy baja, e ir aumentándola hasta que aparezca un punteado de colores fuera de la Imagen Vascular examinada.

Mapa de Colores

- El Mapa de Colores viene dado por 2 escalas que representan la Intensidad de la Velocidad Media. Los colores (rojo y azul) decrecen su coloración según se acercan a sus extremos, que marcan las Velocidades máximas correspondientes a los Límites de Nyquist. En el centro están separadas por la Línea de Base Color.
- El Ajuste de la Escala de Colores (Velocidad) se obtiene con el P.R.F.
- Para mejorar la calidad del Color se puede aumentar la Densidad, aunque perdamos F.R.

ALIASING en el C.F.M.

- Con el C.F.M. el Aliasing ocurre cuando tenemos un flujo con una Velocidad más elevada que la máxima Velocidad indicada en el Mapa de Color. (la cual Ajustamos mediante el P.R.F.)
En este caso se presenta una inversión del Color que no corresponde a una inversión del Flujo, con una coloración variada y pálida en medio de los 2 colores principales. Tan solo una zona negra entre ambos nos dará la certeza de una inversión real del Flujo.
- El Aliasing provoca un mosaico de colores de manera que en vasos grandes, los flujos que van hacia el transductor, de los bordes hacia el centro del vaso, se representan los colores rojo-amarillo-azul claro- azul oscuro.
En vasos pequeños la secuencia es menos perceptible y solo se ve un mosaico, mezcla de colores.



Como evitar el Aliasing

- **Aumentar la escala de Velocidades**
- **Disminuir la Frecuencia**

Ventana Color – R.O.I.

- A diferencia del Doppler Pulsado, el Doppler Color detecta la Velocidad y la Dirección del Flujo en varios Volúmenes de Muestra al mismo tiempo.
- La R.O.I. es la “caja” que recoge estos puntos de información, cuyo tamaño depende del nº de Líneas US y del nº de puntos en cada Línea.
- El Operador ajusta la R.O.I. en tamaño y posición, sobre la Imagen B. (atención!: a mayor tamaño menor F.R.)
- Con el fin de minimizar el Angulo Doppler, con las Sondas Lineales podemos angular la R.O.I. (Steering)

Recomendaciones para un buen ajuste del C.F.M.

- La Frecuencia para mostrar flujo con Doppler Color es generalmente más baja que la Frecuencia de trabajo en modo B.
- Frecuencias altas pueden eliminar señales de Doppler Color de flujos lentos.
- En general, reducir la ventana Doppler aumenta la sensibilidad y la resolución de la imagen de Doppler Color.
- Ajustar la ganancia y los filtros para obtener una señal de color óptimo y minimizar el ruido.
- Ajustar la escala de velocidades (PRF) y la línea base según las condiciones del flujo: escalas bajas para flujos y velocidades lentas; si se produce aliasing, aumentar la escala de velocidades.
- Se debe evitar siempre mover el transductor.

Power Doppler

- Esta modalidad, parecida al C.F.M., representa la Amplitud de la Señal Espectral de los Flujos, en lugar de la Velocidad.
- Se trata de una técnica que utilizamos en Flujos débiles dada su elevada sensibilidad.
- Con el Power Doppler, la Escala de Colores puede ser unidireccional o bidireccional (con Sentido del Flujo). En este caso se llama Velo Power o Power Direccional.
- La cromática del Mapa de Colores nos indica una mayor o menor presencia de Flujo, y lo presenta con un color muy homogéneo.

Power Doppler

- El Power Doppler unidireccional no produce Aliasing.
- El Power Doppler es independiente del Angulo de Incidencia, puesto que lo que varía con éste es la Velocidad, no la Intensidad. Una consecuencia inmediata de ello es que aun con Angulos cercanos a 90° habrá señal Angio.
- Con el Power Doppler podemos trabajar con Ganancias más elevadas.

Dynamic Flow

- El Dynamic Flow es una función Doppler (propia de equipos modernos y de alta gama), que presenta un avance en el procesamiento digital de las imágenes vasculares, permitiendo un mejor “dibujo” cromático del flujo, al mismo tiempo que se diferencia con mayor nitidez de las paredes de los vasos.

Doppler Espectral

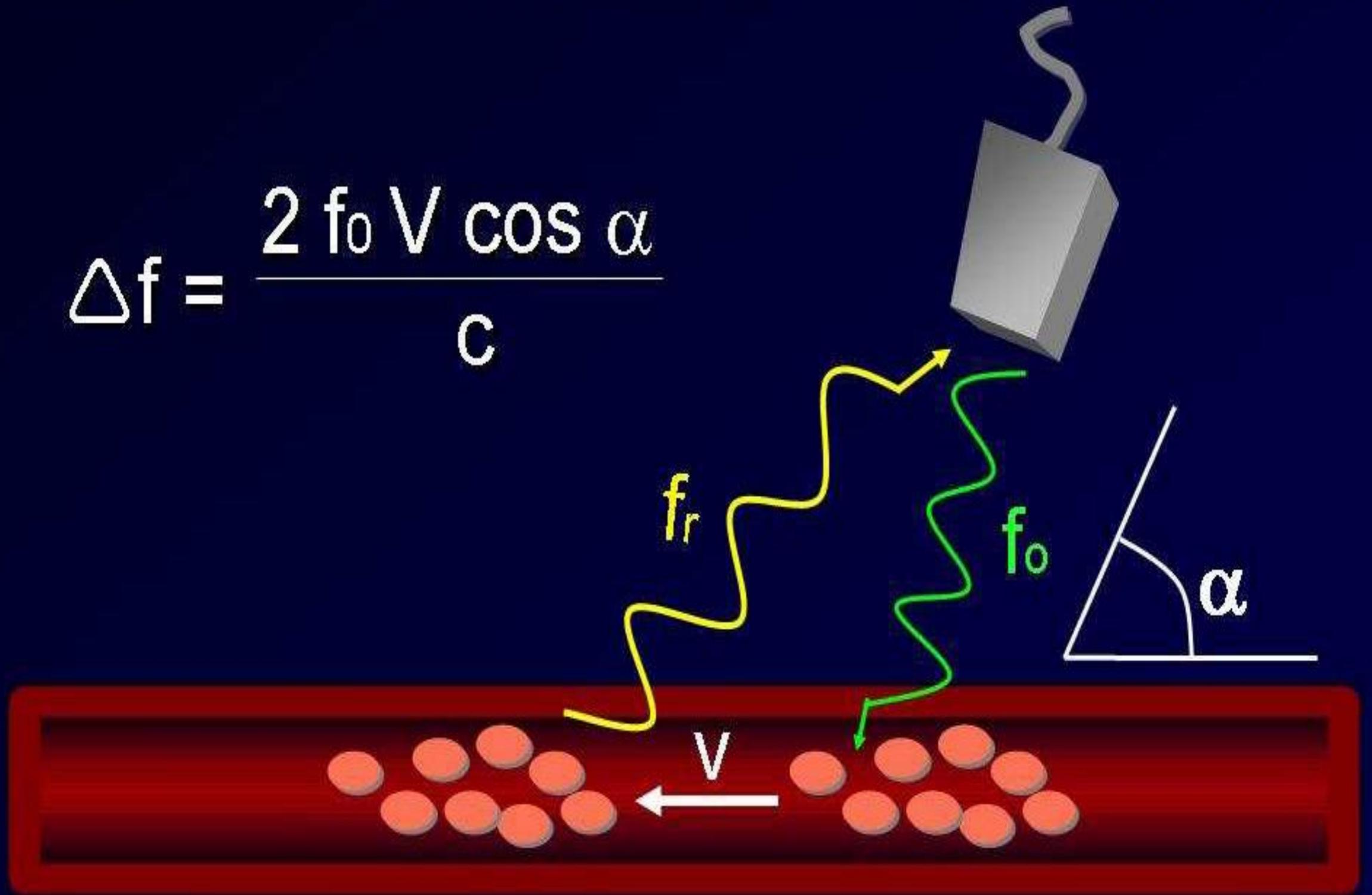
Contínuo (CW) / Pulsado (PW)

- Frecuencia
- P.R.F. – Rango de Velocidades
- Angulo Doppler
- Volumen de Muestra
- Ganancia General
- Línea de Base
- Persistencia
- Steering (Angulación del Haz)
- Filtros

Efecto Doppler

- **Determina el cambio de Frecuencia que se produce cuando un haz US incide sobre estructuras en movimiento.**
- **El Transductor actúa de observador en reposo, y las células sanguíneas de fuente en movimiento.**
- **La fórmula que rige el Doppler nos da la explicación de todo lo que ocurre con el mismo, y donde el Angulo de Insonación tiene un protagonismo especial, puesto que su variación modifica el Diferencial de Frecuencias (F. Doppler), el cálculo de la Velocidad y el Sentido del Flujo.**

$$\Delta f = \frac{2 f_0 V \cos \alpha}{c}$$



Efecto Doppler

- **Fórmula:**

$$\Delta F = F_e - F_r = \frac{2F_e \cdot V \cos \theta}{c}$$

“ ΔF ” es la diferencia entre la F. de Emisión y la F. de Recepción. (la mide el Sistema)

“ c ” es la V. de propagación de la Onda.
(constante = 1.540 m/s)

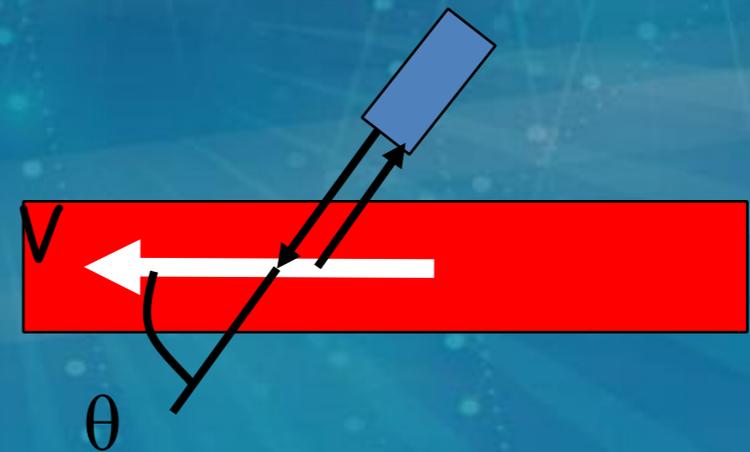
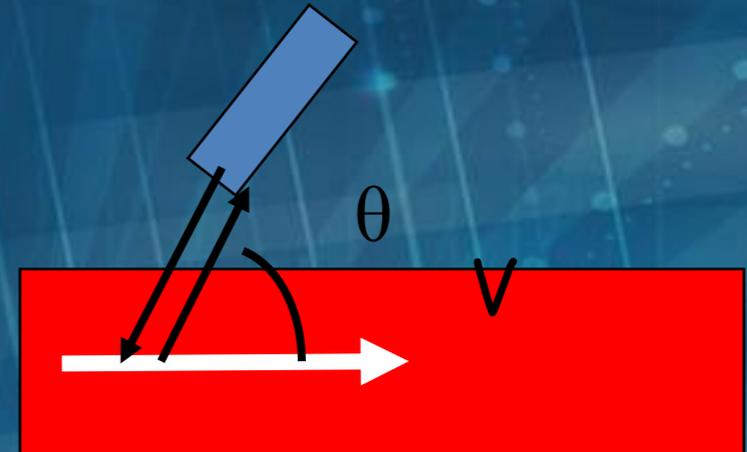
“ F_e ” es la F. del Transductor

“ θ ” es el Angulo de Incidencia del Haz sobre el vaso.

“2” representa el doble Efecto Doppler debido a la Transmisión y a la Recepción.

Efecto Doppler

- Si los glóbulos rojos se dirigen hacia el Transductor ($F > 0$), y el Espectro de la Señal Doppler se mostrará sobre la Línea de Base.
- Si los glóbulos rojos se alejan del Transductor ($F < 0$) y el Espectro se representará bajo la Línea de Base.



Análisis Espectral

- La Señal procedente del conjunto de glóbulos rojos retorna al Ecógrafo como una onda compleja y lo procesa matemáticamente , originando el Espectro de Frecuencias.

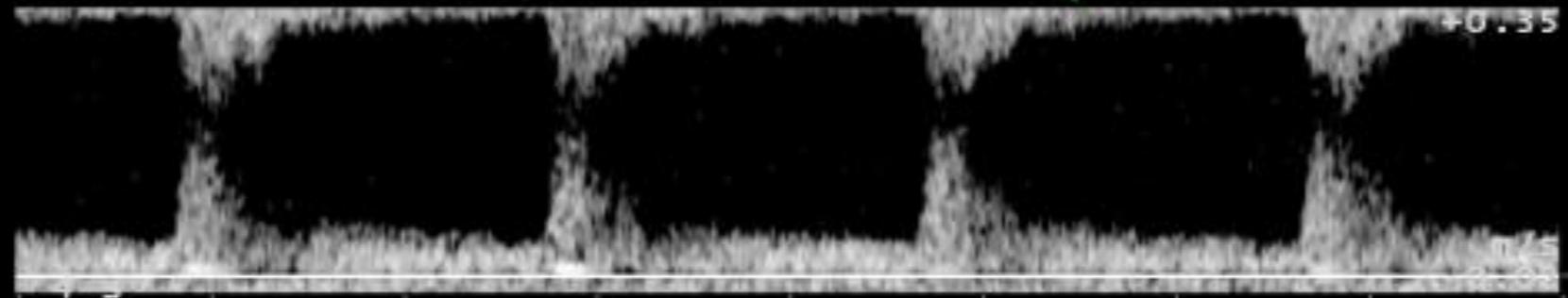
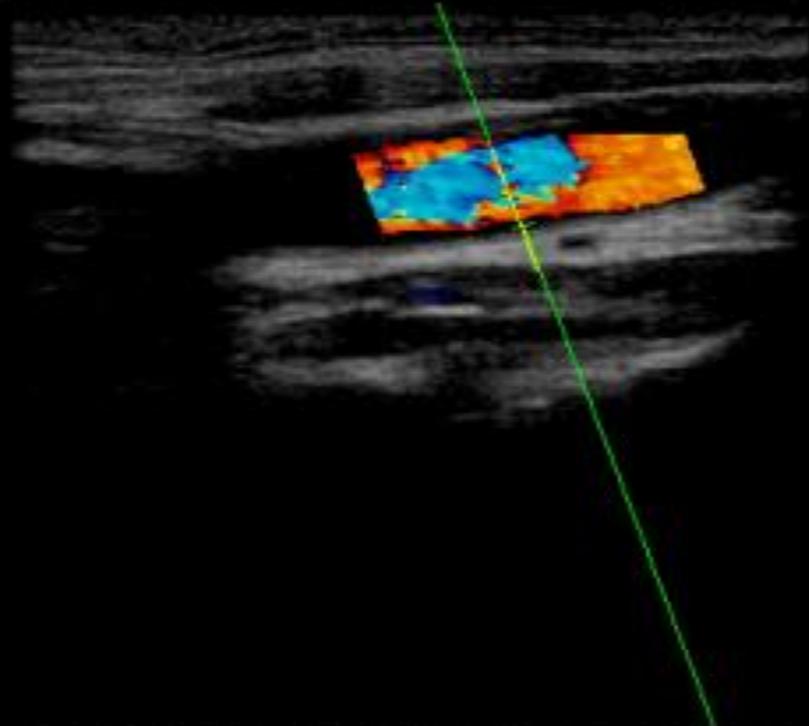
Seguidamente el Sistema lo convierte en Velocidades (utilizando la fórmula Doppler), y las presenta en pantalla como un relleno de pixels, cuya altura nos da el valor de la Velocidad y en el eje de abcisas el Tiempo. A esta línea la llamamos Línea de Base.

Doppler Pulsado (PW)

- En este caso, para obtener la información espectral Doppler se emiten Pulsos a gran velocidad y a una frecuencia llamada Frecuencia de Repetición de Pulsos (P.R.F.). Pero, a diferencia del CW, el Sistema solo recoge la información de un breve espacio de tiempo que viene determinado por la distancia a la que situamos el Volumen de Muestra.
- En el Doppler Pulsado existe un límite en la Velocidad (Límite de Nyquist), según el cual la Velocidad del Flujo debe ser menor que el P.R.F., de lo contrario se produce el fenómeno llamado Aliasing, representándose en la Imagen espectral como una Onda Invertida.

B F 12 MHz G 61% CFM F 5.0 MHz G 67% PW F 5.0 MHz G 58%
P 5 cm XV C PRF 1.2kHz PRF 2.4kHz
PRC 11-5-A PRS 5 PRC 3-B-B PRS 4 PRC 5-1
PST 3 FP M PST 2
SV 2- 14mm θ 0° FP 50 Hz

LA523



Doppler Continuo (CW)

- Esta técnica se basa en la generación de ondas US continuas junto con la recepción simultánea de la Señal que contiene las Frecuencias Doppler, con lo que no hay indicación de su profundidad.
- La gran ventaja del C.W. es que no hay límite de Velocidades, por lo que es idóneo para medir altas Velocidades. (cardio).
- Por el contrario, la desventaja está en la ausencia de selectividad en profundidad.
- En esta modalidad no podemos simultanear la Imagen Bidimensional y Espectral.

Frecuencia

- La elección de la Frecuencia Doppler pulsado correcta es fundamental.
- Las Frecuencias altas son mucho más sensibles al flujo pero no pueden penetrar mucho, por lo que para el estudio de vasos abdominales profundos (arterias hepáticas, vena porta,...) se deben utilizar Frecuencias Doppler Pulsado de 3 MHz o inferiores.

P.R.F.

(Frecuencia de Repetición de Pulsos)

- Es el número de pulsos por unidad de tiempo.
- La velocidad del flujo viene determinada por la frecuencia con la que se emiten los pulsos. Esta frecuencia la llamamos P.R.F.
- En el Doppler Pulsado, el estudio de una zona requiere que el transductor reciba el pulso reflejado antes de emitir el siguiente, por lo que: las zonas profundas requieren PRF bajos, ya que el pulso tarda más en llegar y retrasa la emisión del siguiente.

P.R.F.

- El P.R.F. juega un papel determinante para evitar el Aliasing. Cuando el P.R.F. es igual o menor que el doble de la Frecuencia Doppler, se produce Aliasing.
- A mayor P.R.F. menor Profundidad, y viceversa.
- Para medir Flujos rápidos hay que aumentar el P.R.F., pero procurando no sobrepasar el Límite de Nyquist.

Límite de Nyquist

- Es el máximo cambio de Frecuencia (o velocidad) medible con el Doppler Pulsado.
- Es igual a la mitad del P.R.F.
- Si se supera el Límite de Nyquist se produce Aliasing.
- Una consecuencia de todo ello, es que, con el Doppler Pulsado, cuanto más profundo esté el Volumen de Muestra menor es la Velocidad que podremos medir.

ALIASING

- Es un artefacto producido cuando la velocidad de captación del equipo (escala de velocidad) es menor que la velocidad de la sangre en el vaso explorado.
- La máxima velocidad de la escala está limitada por el número de pulsos por segundo que pueden ser emitidos y recibidos por el transductor (PRF).
- Si la señal Doppler es mayor que el límite Nyquist se produce el “aliasing”.
- En el Doppler Pulsado, en los flujos que se dirigen al transductor, el aliasing se manifiesta decapitando el pico de velocidad máxima en el límite alto de la escala, apareciendo este pico en la porción más inferior de la escala.
- Se produce Aliasing cuando empleamos un PRF insuficiente.

Aliasing en Modo PW



Como evitar el Aliasing

- **Aumentar el P.R.F.**
- **Modificar la posición de la Línea de Base. (generalmente bajándola)**
- **Disminuir la Profundidad, intentando visualizar el vaso más superficialmente.**
- **Reducir, si es posible, la Frecuencia del Transductor**
- **Si la escala de velocidad está al máximo, disminuir la frecuencia Doppler pulsado o conseguir un corte ecográfico que obtenga un ángulo Doppler mayor, siempre por debajo de 60° .**
- **En equipos con posibilidad de trabajar en "Duplex ó Triplex", existe una función (Up Date) que permite parar la imagen B y el Doppler color, manteniendo únicamente el Doppler pulsado, con lo que se consiguen PRF más altos pudiéndose medir velocidades más elevadas, eliminando el Aliasing.**

Volumen de muestra

- Es el espacio en el que se mide el cambio de frecuencia Doppler.
- En Doppler Pulsado el Volumen de Muestra está representado por un cursor (Ventana Doppler), cuya amplitud la podemos variar en función del ancho o diámetro del vaso.
- Conviene situarlo en el centro del vaso, ocupando unas $2/3$ partes de su diámetro.

Ganancia General

- **Controla la Amplitud de la imagen espectral en el Doppler Pulsado y/o Contínuo.**
- **El gráfico correspondiente tiene que tener un trazado continuo y fácil de ver, sin ninguna banda de ruidos de baja frecuencia por encima ni por debajo de la línea base. Una ganancia excesiva produce ruidos que pueden ser confundidos con flujo.**
- **Se trata de un ajuste importante, ya que de él depende que visualicemos un Espectro “limpio”, (que nos permitirá hacer buenas mediciones), o que perdamos información importante en el caso de disminuirla.**
- **Tiene, además, una directa relación con el Audio.**

Angulo Doppler

- Es el Angulo de Incidencia entre la Línea de Propagación y la Dirección del Flujo.
- La medición de la Velocidad será tanto más exacta cuanto mayor sea la habilidad del Operador en corregir el Angulo Doppler. Esta corrección la llevamos a cabo orientando una línea en el interior del vaso paralela a sus paredes.
- Debe acercarse a 60° .
- Debido a la fórmula que rige el principio del Doppler, pequeños cambios en ángulos mayores de 60° producen errores de velocidad, mucho mayores que pequeños cambios en ángulos por debajo de 60° (ya que por encima de 60° el coseno del ángulo aumenta mucho).
En este caso, hay que reubicar el transductor o utilizar la técnica de Steering, que consiste en oblicuar la Línea Doppler.
- Por la misma razón los vasos que están perpendiculares al haz de sonido no producen efecto Doppler, ya que el coseno de 90° es 0.

Escala de velocidad

- **Controla el rango de frecuencias representadas.**
- **Es fundamental tanto en Doppler color**
- **como en pulsado.**
- **Si la escala de velocidad es demasiado alta, las señales de velocidades lentas se pierden, simulando ausencia de flujo (por ej. Trombosis o en vasos con flujos lentos como la porta).**
- **Si la escala de velocidad es demasiado baja las señales de velocidad alta producen un artefacto denominado “aliasing”.**

Mapa de Grises

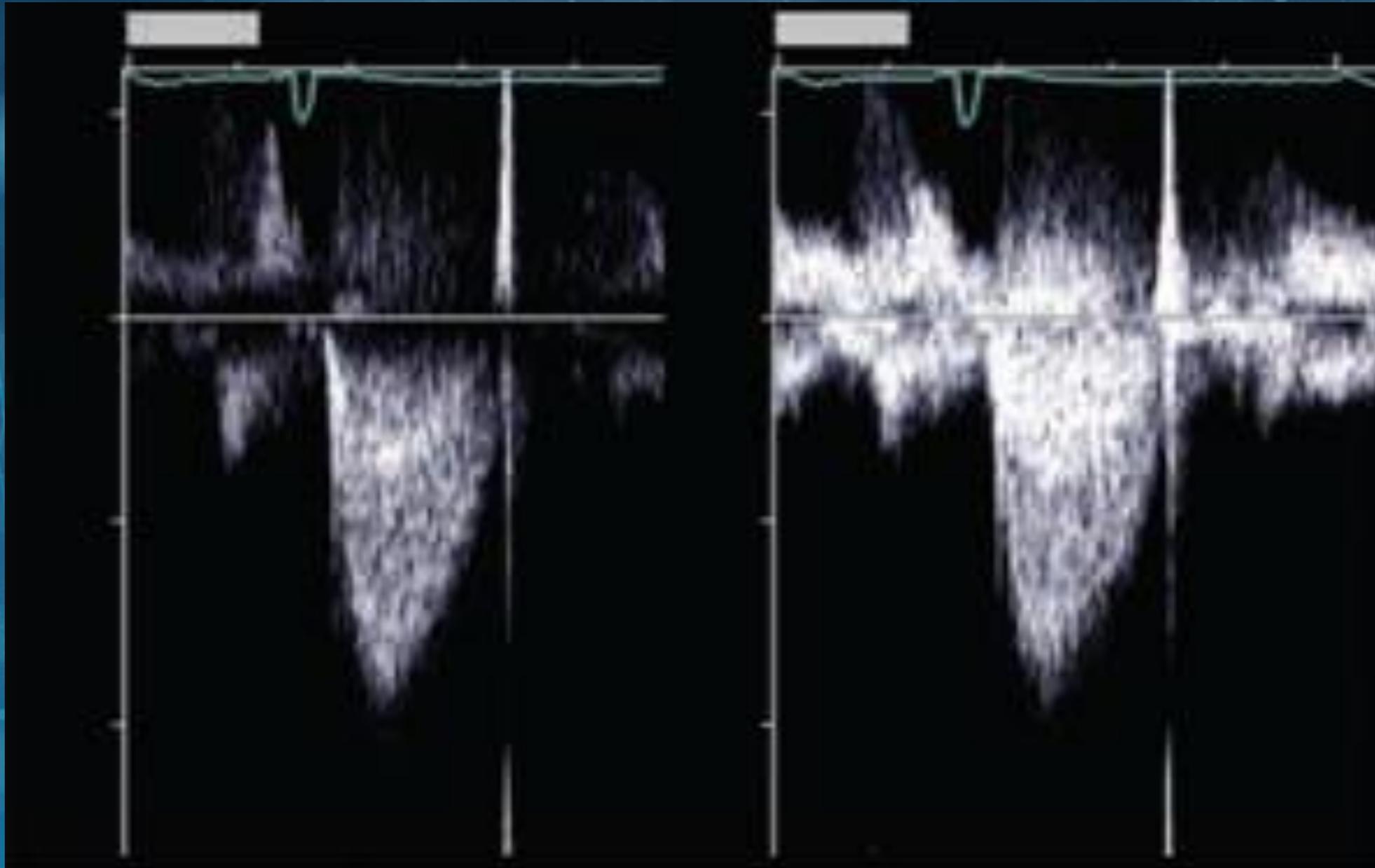
- Esta función, al igual que vimos con el Modo B, asocia un determinado Rango de Grises al Espectro mostrado en pantalla.
- Normalmente disponemos de varios Mapas, que podemos pre-establecer.
- También nos sirve para variar la presentación del Espectro una vez congelado.
- Su ajuste no tiene influencia en el Audio.

Audio

- **Las Frecuencias Doppler son audibles.
(100 Hz a 15 KHz.)**
- **La ventaja de escuchar nos facilita el reconocer rápidamente el tipo de Flujo: arterial o venoso.**

Filtros de Pared

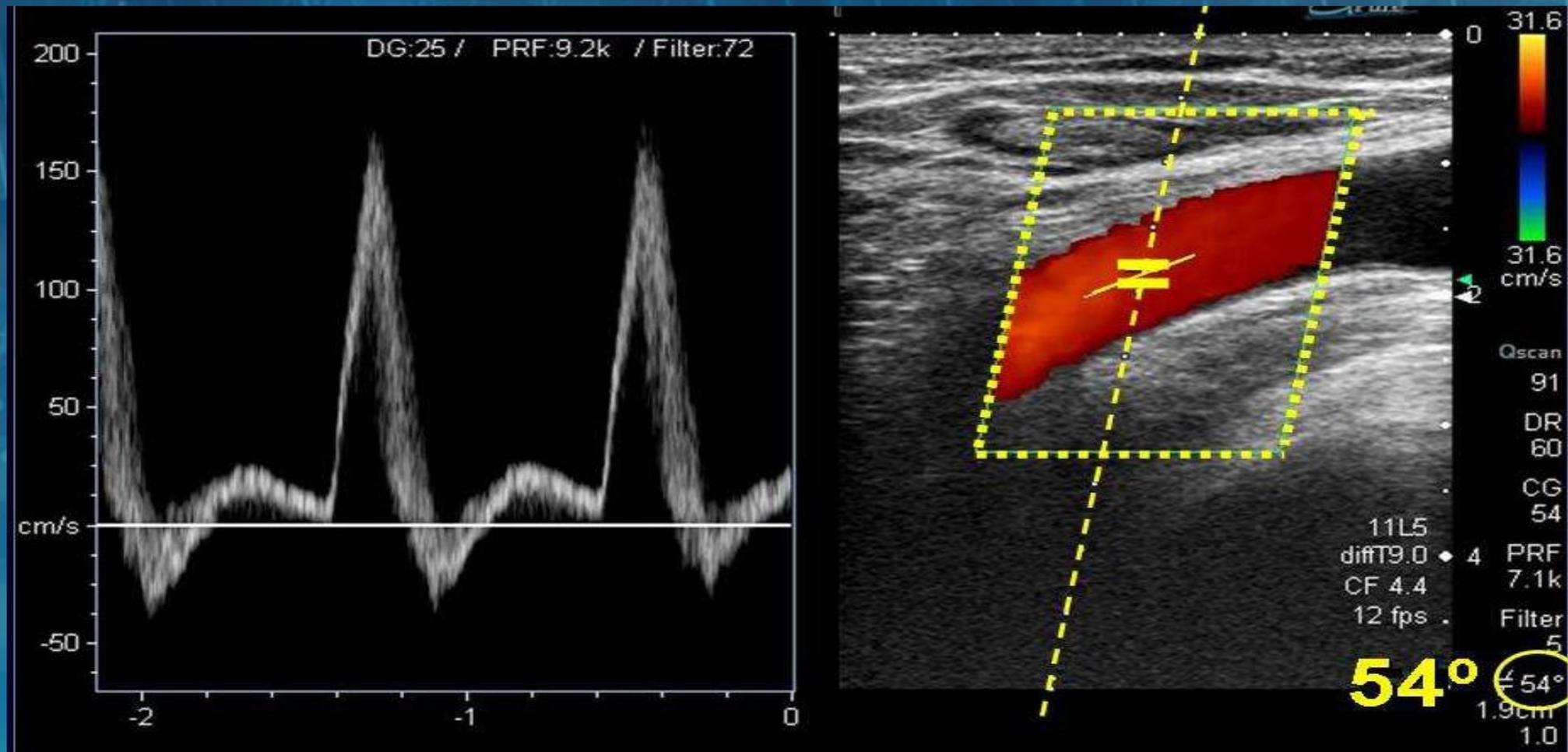
- La Señal Doppler contiene la información relativa al Flujo y la que procede de los movimientos de las paredes de los vasos y del corazón. (Señal Clutter). El Filtro de Pared elimina los ruidos producidos por las bajas frecuencias producidas por las paredes de los vasos.
- Mediante un proceso de filtraje electrónico se consigue atenuar o suprimir esta Señal a partir de una Frecuencia de Corte. Esta es la que variamos al seleccionar uno u otro Filtro.
- Se usan filtros entre 50 y 100 Hz para flujos lentos.



Recomendaciones para un buen ajuste del P.W.

- Escala de velocidad apropiada al vaso estudiado (escalas altas impiden ver flujos lentos).
- Frecuencia Doppler adecuada a la profundidad del vaso. Frecuencias Doppler bajas (de 3 MHz o menores) para vasos profundos y frecuencias altas para vasos superficiales. Angulo Doppler tan pequeño como sea posible

Recomendaciones para un buen ajuste del P.W. en "tríplices"



- **Ganancia de color correctamente ajustada.**
- **Ventana de color lo más estrecha posible y con una adecuada angulación.**
- **Volumen de muestra colocado en el centro del vaso, donde el flujo es laminar.**
- **Adecuado ángulo de incidencia (ángulo Doppler), de entre 30° y 60°, para obtener una señal Doppler óptima.**
- **Correcto ajuste de la frecuencia de repetición de pulsos (PRF), en función de la profundidad del vaso y la velocidad del flujo.**

FIN