



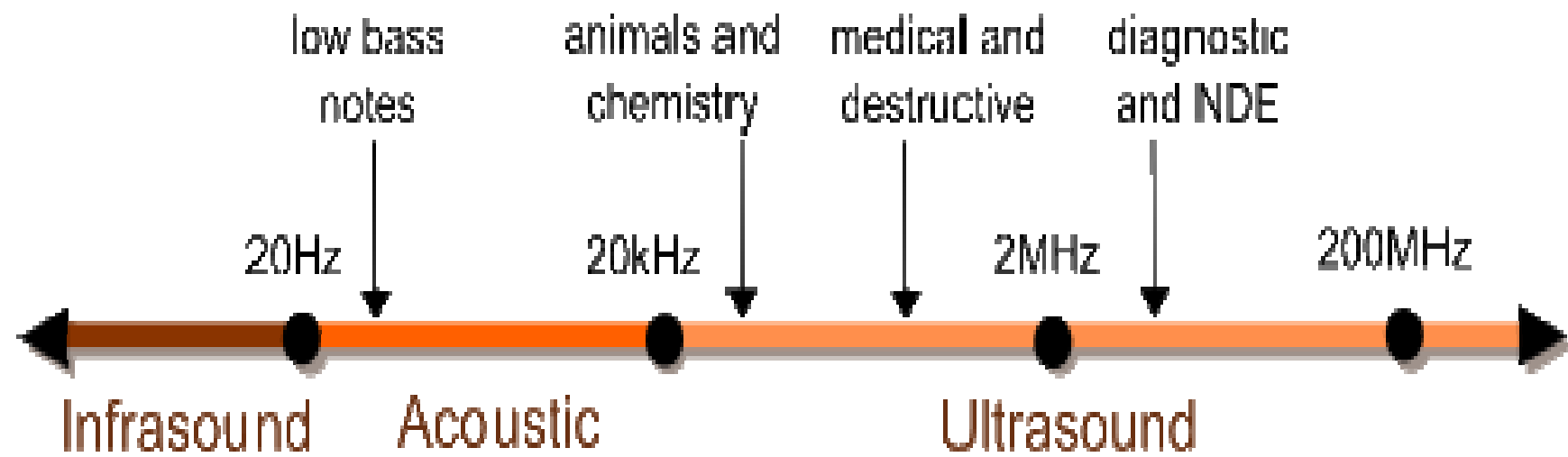
Principi di ultrasonologia vascolare

Guglielmo Ghisoni
S.C. Diabetologia Nervi
ASL 3

Ultrasuoni

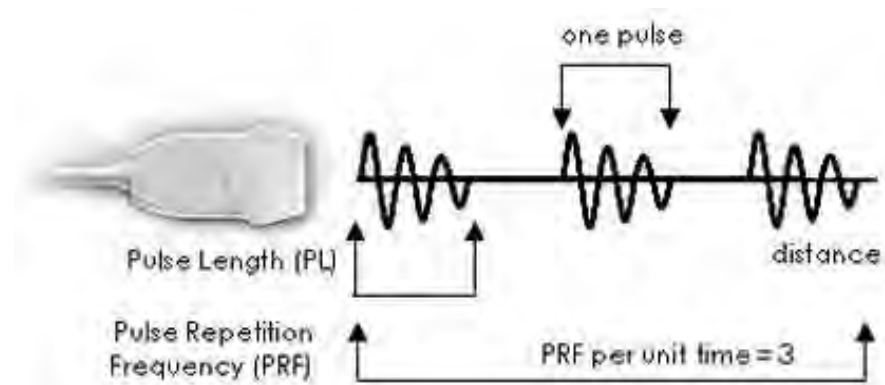
- ☀ *Suoni con frequenza superiore alla banda di percezione dell'uomo (20 Hz-20 kHz)*
- ☀ *Gli ultrasuoni US sono onde elastiche di frequenza superiore ai 20.000 Hz e costituiscono una forma di energia meccanica capace di attraversare mezzi solidi o liquidi come **onde di pressione**. Tale propagazione avviene con una velocità **c**, che nei tessuti molli risulta dell'ordine di 1540 m/s*

E' l'onda che trasporta energia ma senza dar luogo ad alcun trasporto di materia.



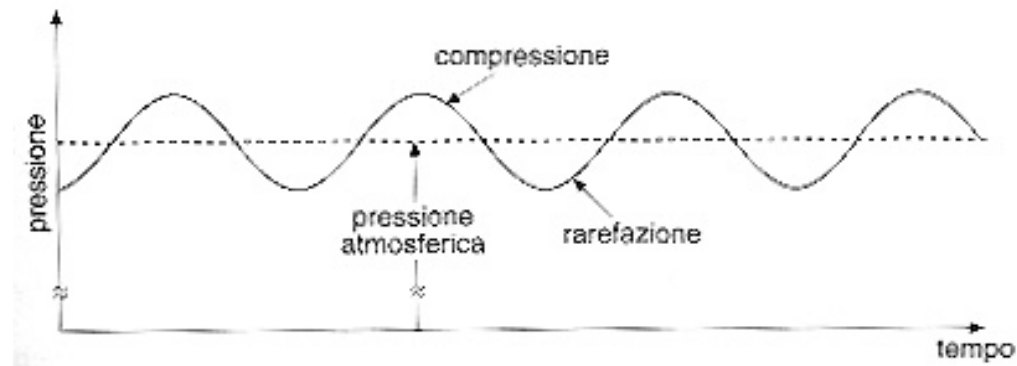
Onda

- ☀ L'onda di pressione, spesso definita come onda acustica, è ottenuta attraverso l'applicazione di energia elettrica ad un trasduttore che trasforma tale energia in ultrasuoni.
- ☀ L'insieme di trasduttore, supporti meccanici, contatti elettrici e guscio è solitamente indicato come **sonda**.



Lunghezza d'onda

- ☀ I mezzi attraversati dagli US sono sottoposti ad azione di compressione e rarefazione: se l'onda incidente ha una frequenza f (tipicamente nel range 2-10 MHz) la distanza spaziale tra due punti consecutivi in fase, detta ***lunghezza d'onda***, risulta pari a ***c/f***

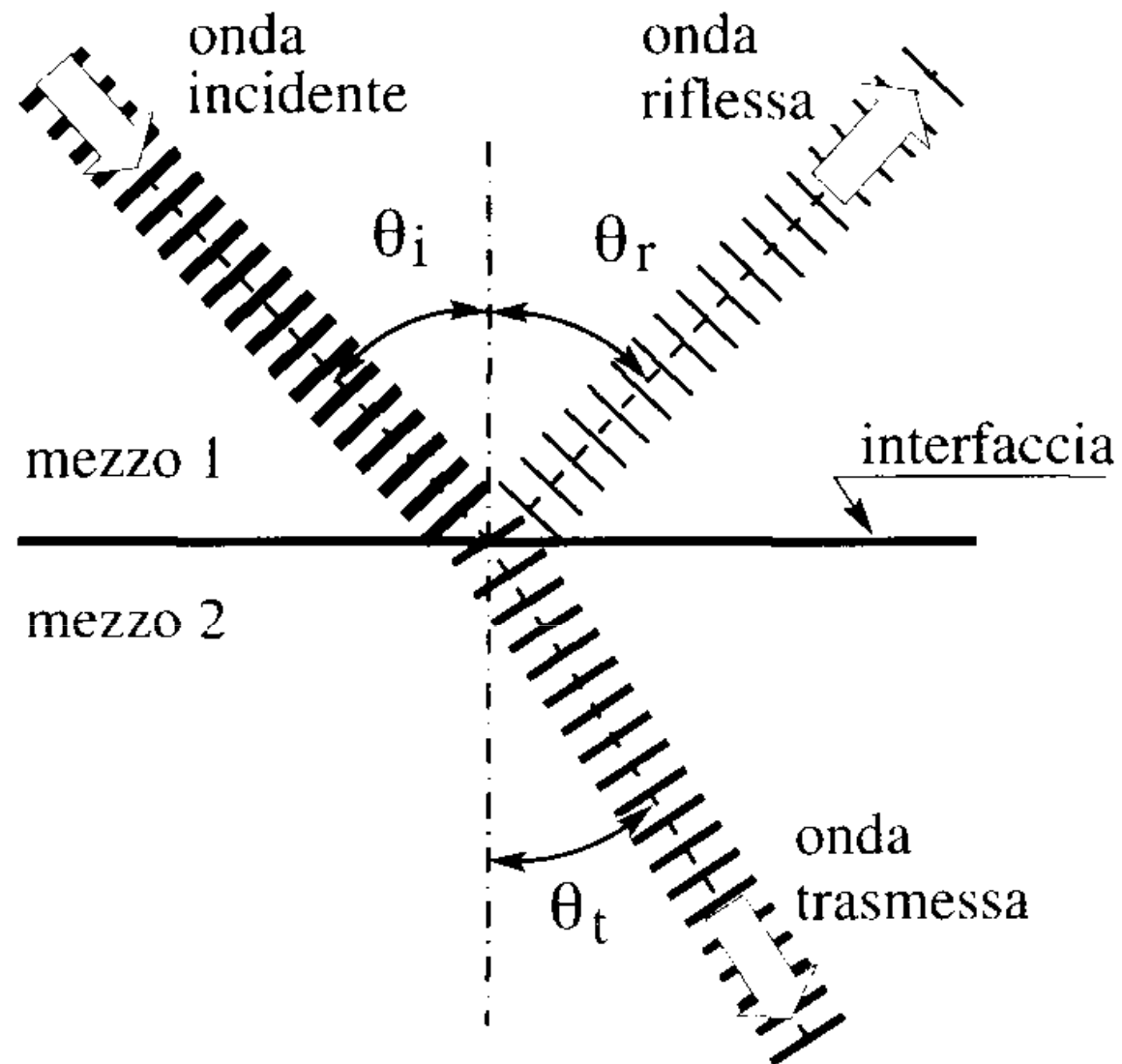


Propagazione

- L'onda di pressione, definita anche onda acustica, propagandosi nei tessuti viene ***attenuata*** di una quantita' che dipende dalle caratteristiche dei tessuti stessi ed il valore medio di tale attenuazione e' dell'ordine di
1 dB/cm/MHz
- Con l'aumentare della frequenza si riduce la propagazione nei tessuti e quindi si riduce la profondita' di esplorazione.

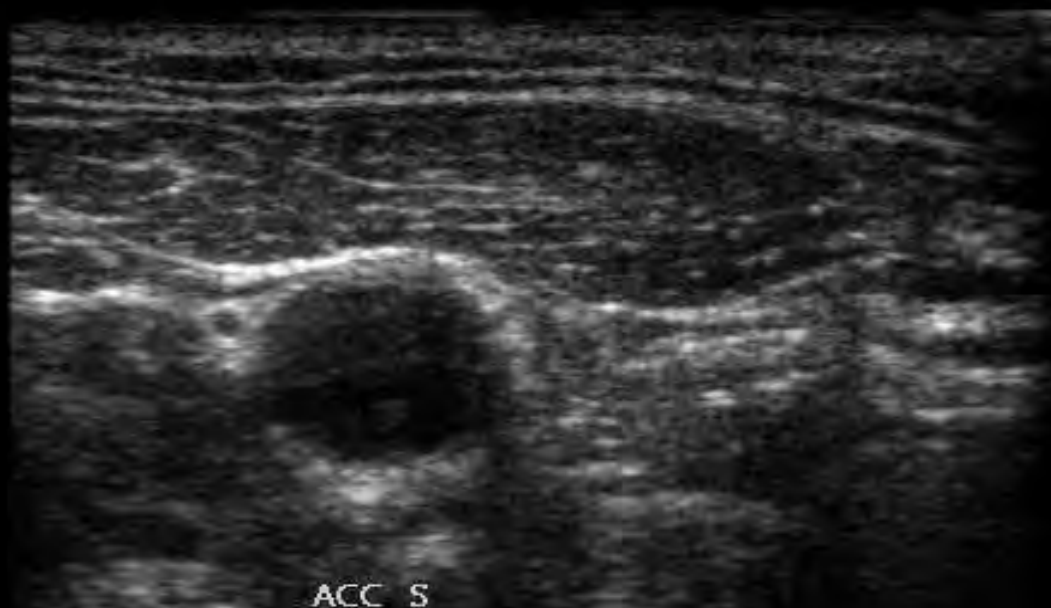
Echi ultrasonici

- Quando l'onda incontra una discontinuità relativamente grande è soggetta ***riflessione***.
Nel caso di discontinuità relativamente piccole l'onda è soggetta a *scattering* (diffusione uniforme in tutte le direzioni).
- Le onde riflesse o retrodiffuse che raggiungono la sonda sono definite ***echi ultrasonici*** e trasformate in energia elettrica.



La legge di Snell per gli US

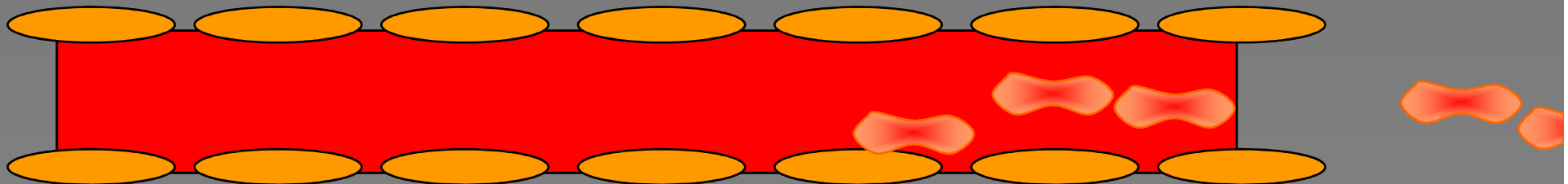
B F 10 MHz G 52%
 P 5 cm
 PRC 8-3-B PRS 4
 PST 2



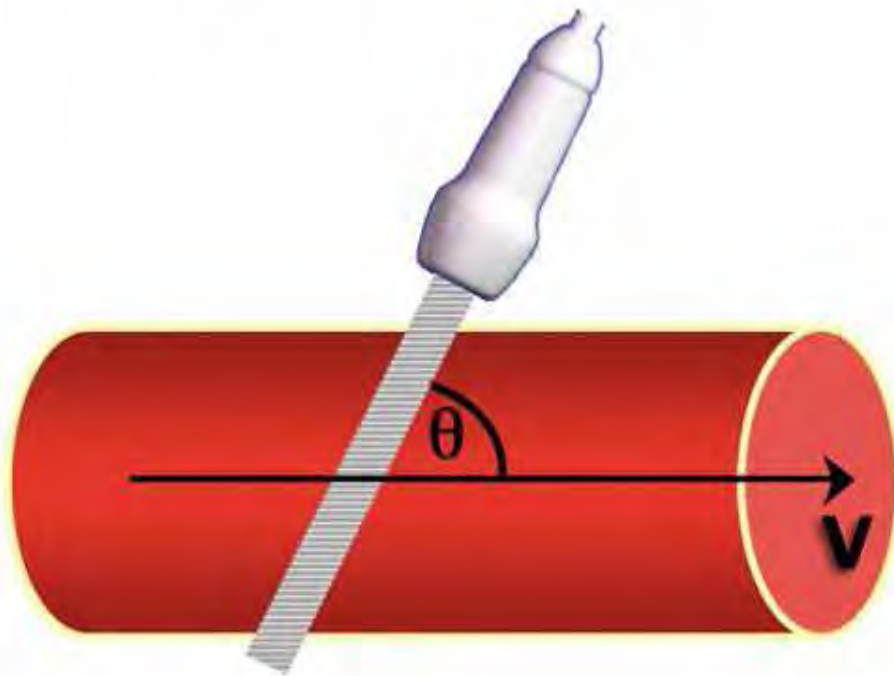
ACC S

Principi fisici dell'effetto Doppler

- Il principale oggetto in movimento presente nel nostro corpo è costituito dal sangue circolante ed in particolar modo dai globuli rossi che rappresentano l'oggetto in movimento per eccellenza dell'indagine Doppler nel corpo umano



$$f_D = 2 \cdot \frac{f_0 \cdot V \cdot \cos\theta}{c}$$



- ▶ f_D = variazione di frequenza
- ▶ f_0 = frequenza di emissione
- ▶ v = velocità ematica
- ▶ c = velocità di propagazione degli US
- ▶ $\cos \theta$ = angolo sonda/vaso

Ecocolordoppler

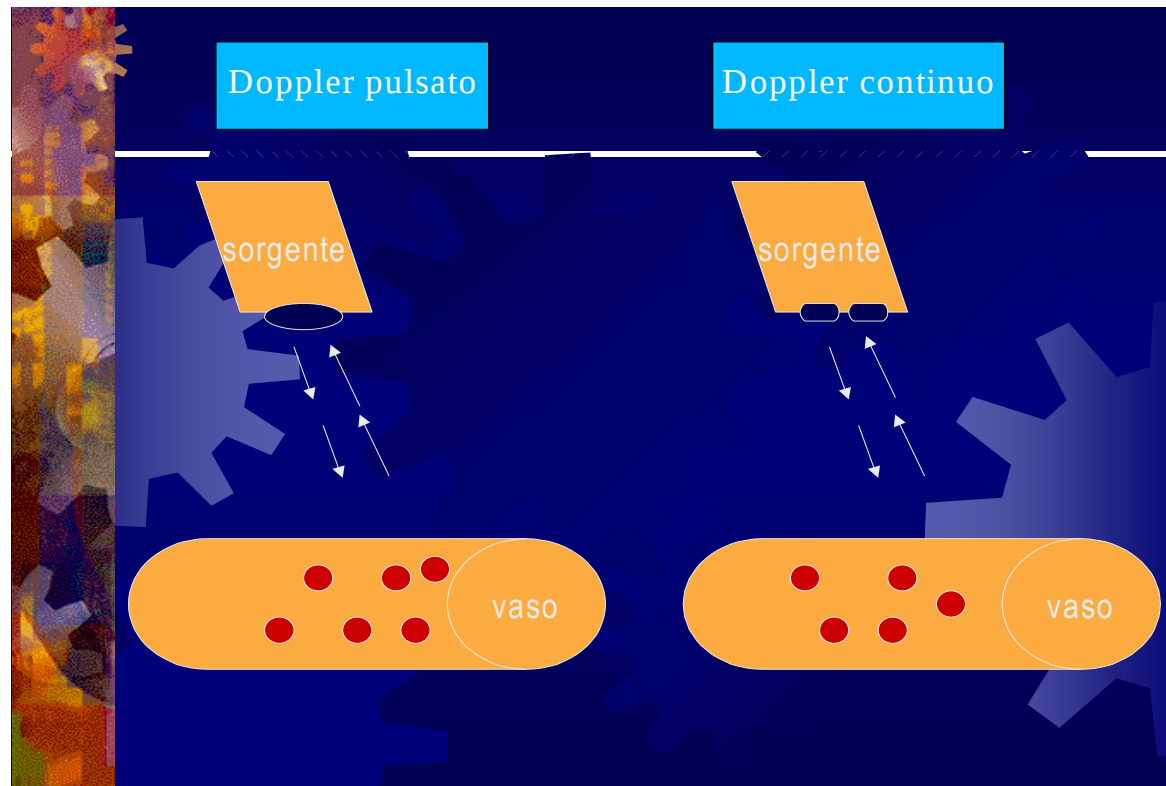
- ✱ Doppler (pulsato e continuo)
- ✱ Ecografia B Mode
- ✱ Mappa a colori del flusso

Le tre tappe fondamentali del doppler

- **Sistema di emissione**
- Interazione del fascio US con la colonna
ematica
- Sistema di elaborazione del segnale
ricevuto

Sistema di emissione - Trasduttore

- Doppler Continuo (CW)
- Doppler Pulsato (PW)



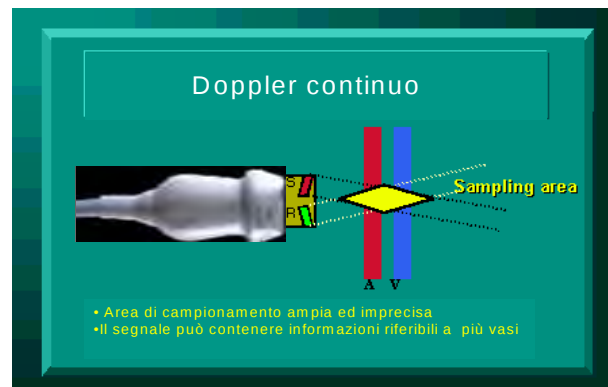


Frequenza di emissione degli impulsi

- Frequenze da 2 a 10 MHz (4-8)
- Regione profonda 2-3 cm in prossimità della sonda
- Raccolta delle onde retrodiffuse e trasformazione in segnali elettrici

Svantaggi del doppler continuo

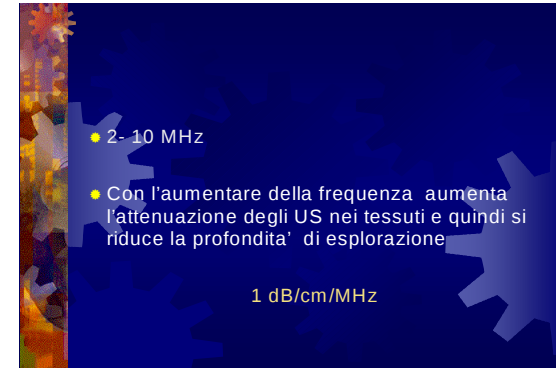
- Incapacità di localizzare i segnali rilevati
- Mancanza di informazioni sul diametro del vaso
- Non esatta conoscenza dell'angolo di incidenza indispensabile per una corretta velocità di flusso



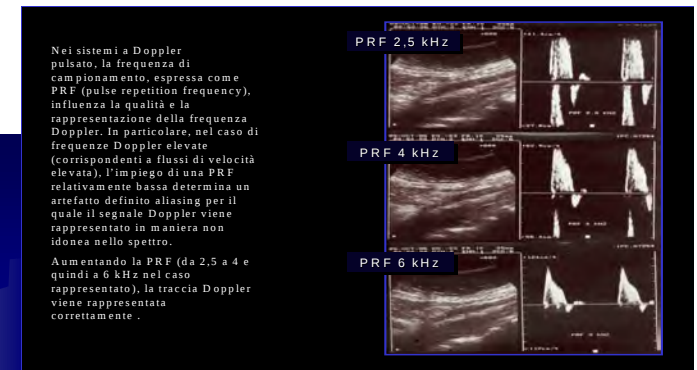
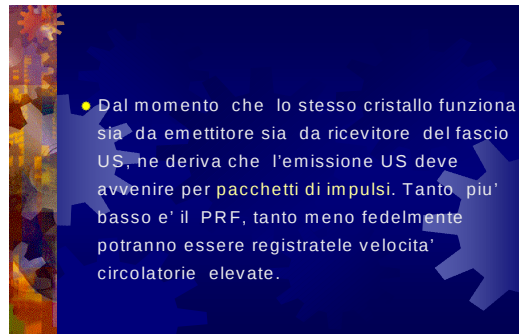
DOPPLER PULSATO

Variabili del sistema di emissione

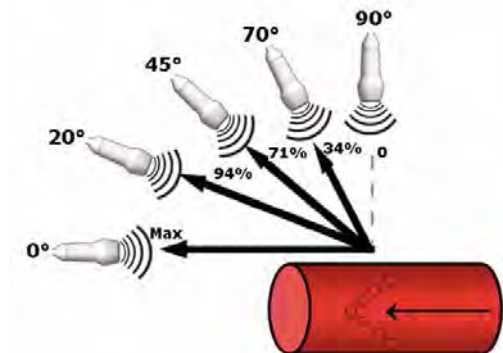
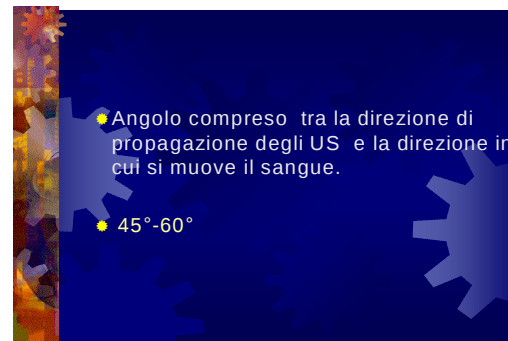
- Frequenza propria del trasduttore



- Frequenza di ripetizione degli impulsi (PRF)



- Angolo di insonazione

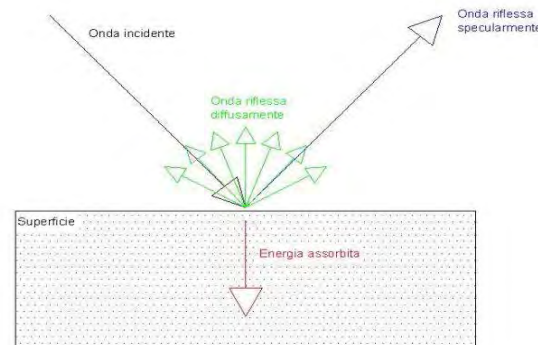
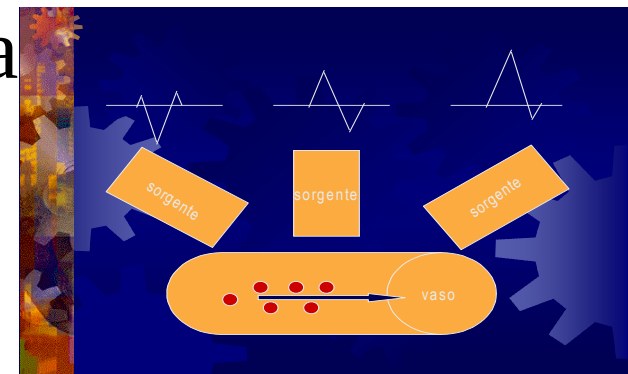
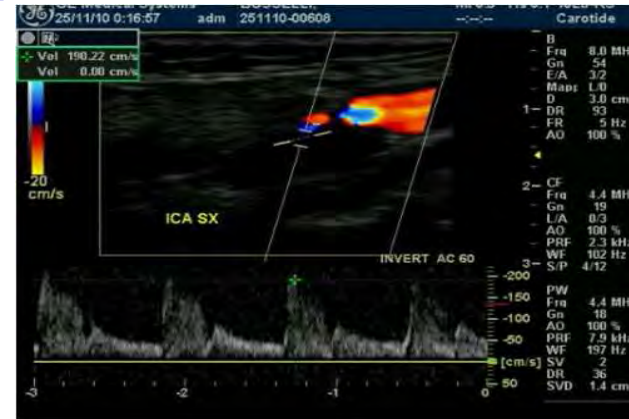


Le tre tappe fondamentali del doppler

- Sistema di emissione
- **Interazione del fascio US con la colonna
ematica**
- Sistema di elaborazione del segnale
ricevuto

Interazione del fascio US

- Volume campione
- Direzione della colonna ematica
- Riflessione (scattering)

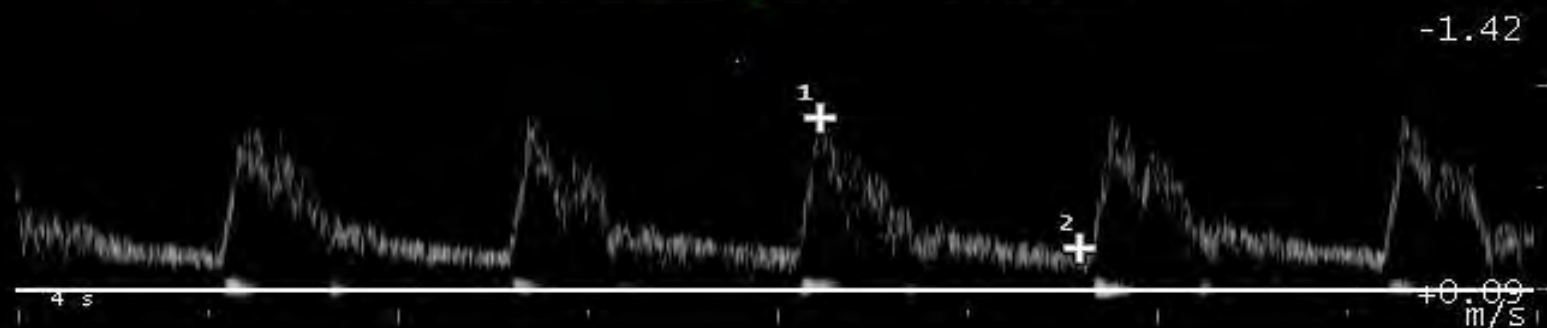
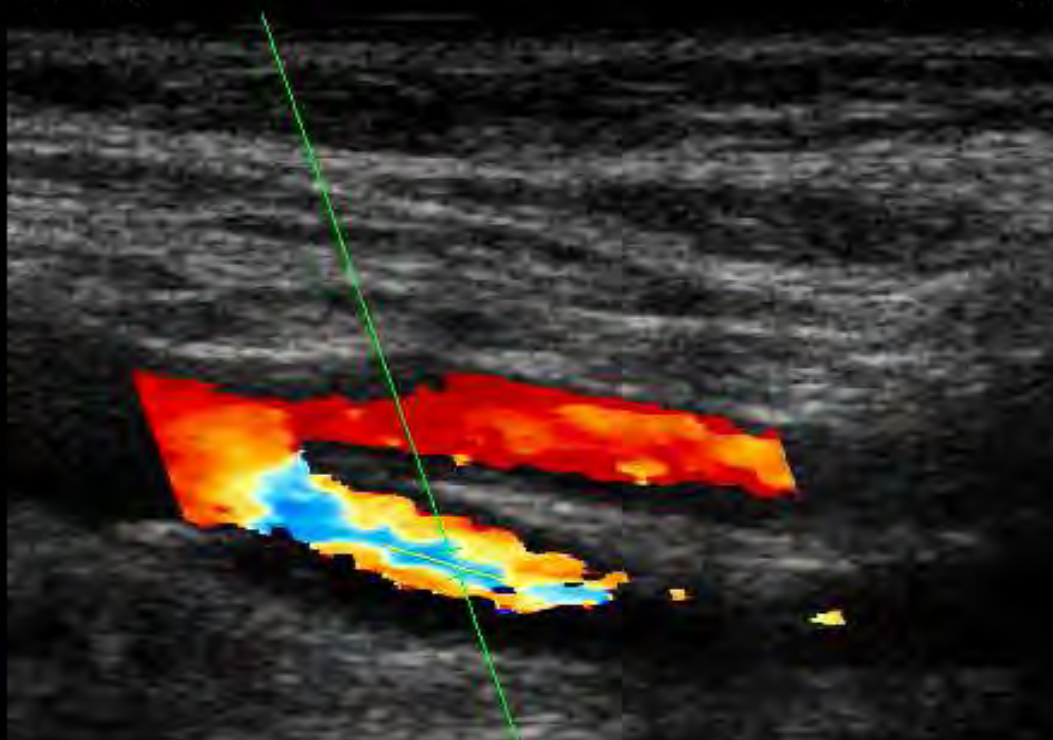
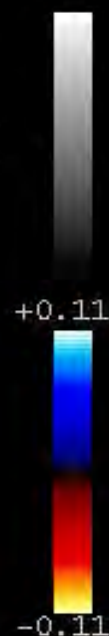


14 MAG 2007 14:29

B	F	10 MHz	G	52%	CFM	F	5.0 MHz	G	76%	PW	F	5.0 MHz	G	58%
	P	3 cm				PRF	1.4kHz				PRF	5.6kHz		
	PRC	8-3-A	PRS	4		PRC	1-B	PRS	4		PRC	4-1		
	PST	2				FP	M				PST	2		
	SV	1- 23mm	Θ	-55°							FP	50 Hz		

FACTORY1 LA523

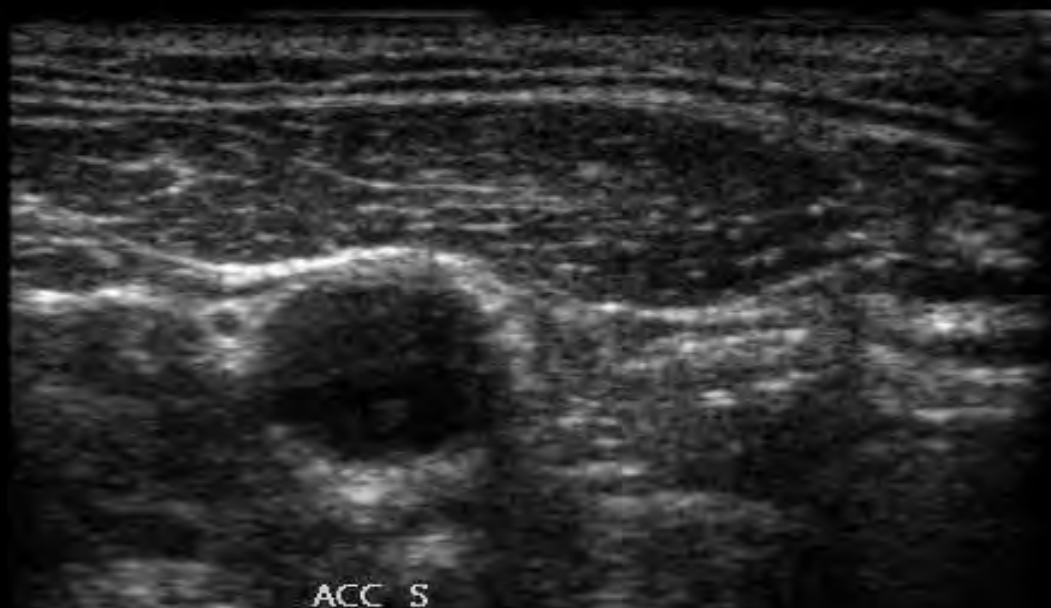
Vi 1 -84.9 cm/s
Vi 2 -20.7 cm/s



Le tre tappe fondamentali del doppler

- Sistema di emissione
- Interazione del fascio US con la colonna
ematica
- **Sistema di elaborazione del segnale
ricevuto**

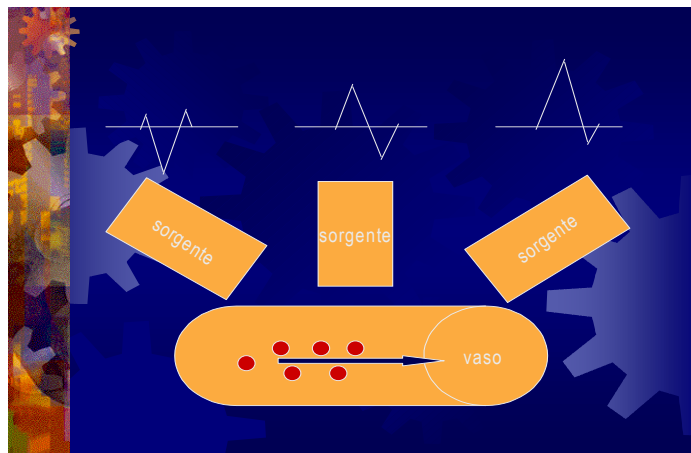
B F 10 MHz G 52%
 P 5 cm
 PRC 8-3-B PRS 4
 PST 2



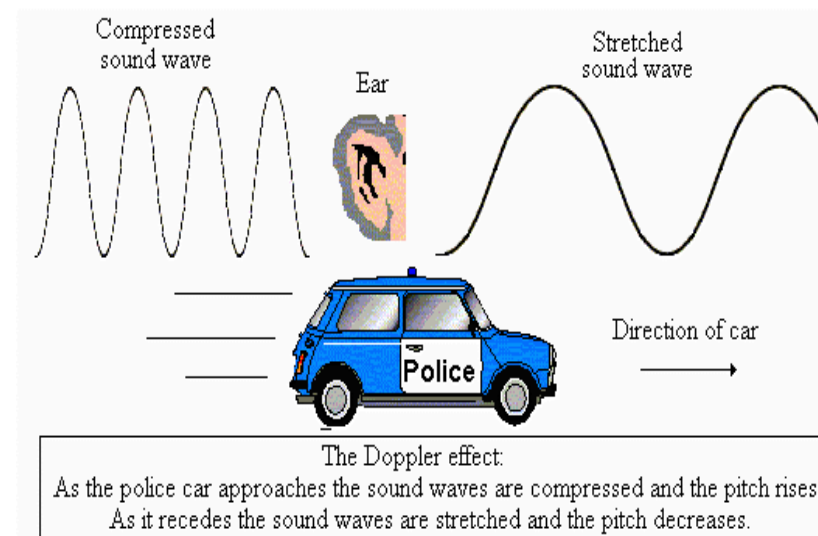
ACC S

Segnale visivo *Segnale acustico*

- Onda (curva velocita'/tempo)
- Positiva in avvicinamento



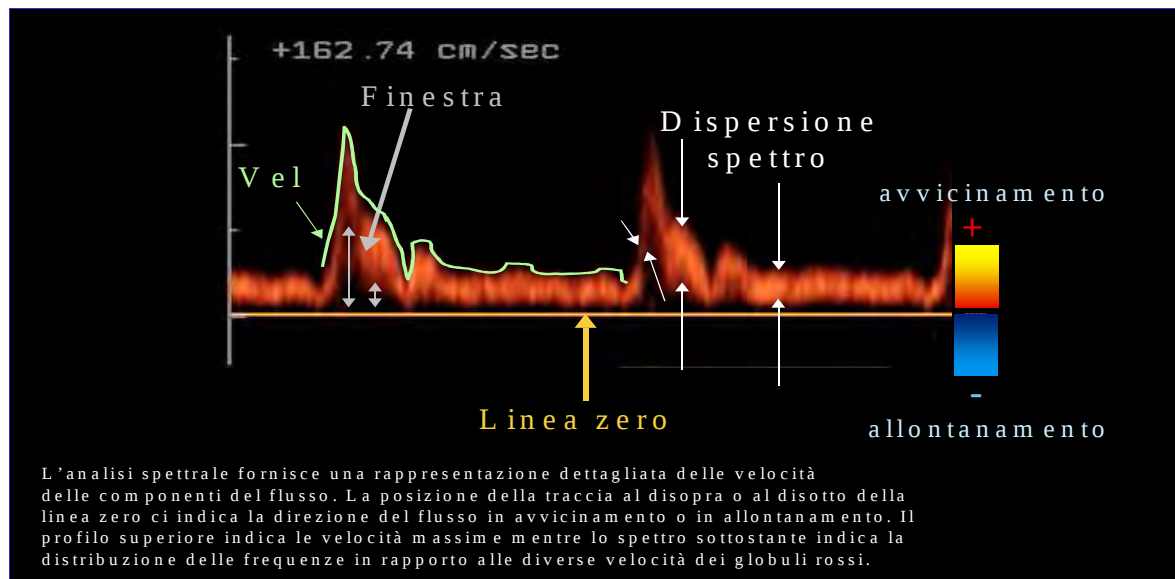
- Acuto in avvicinamento
- Grave in allontanamento



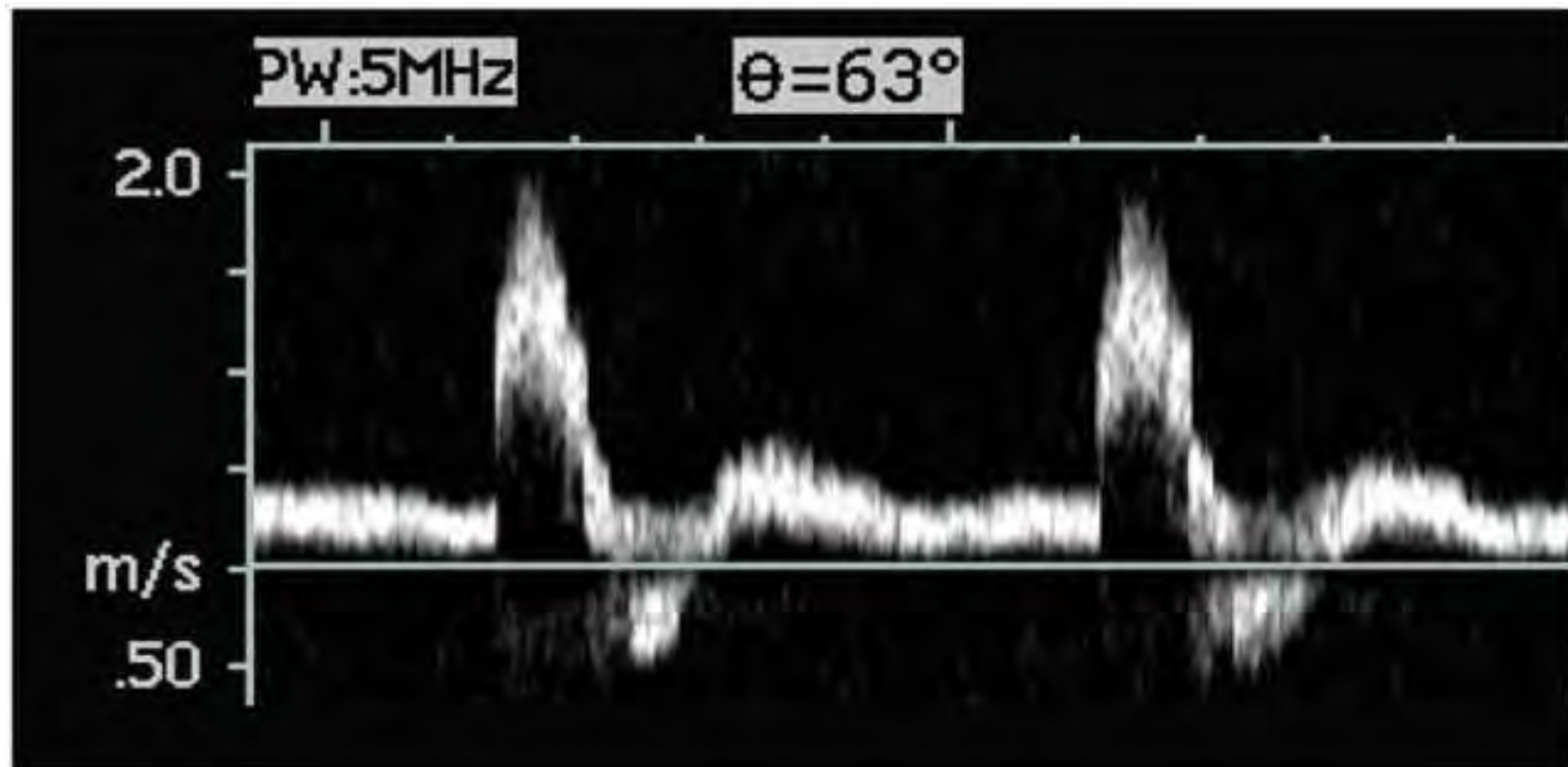
Analisi spettrale

- L'analisi spettrale, in tempo reale, ha lo scopo di mettere in evidenza tutte le frequenze che compongono il segnale nello stesso istante.

Il Doppler Pulsato (PW) e quello continuo (CW) vengono visualizzati su un piano cartesiano, come dei grafici (Spettro Doppler).



Analisi spettrale



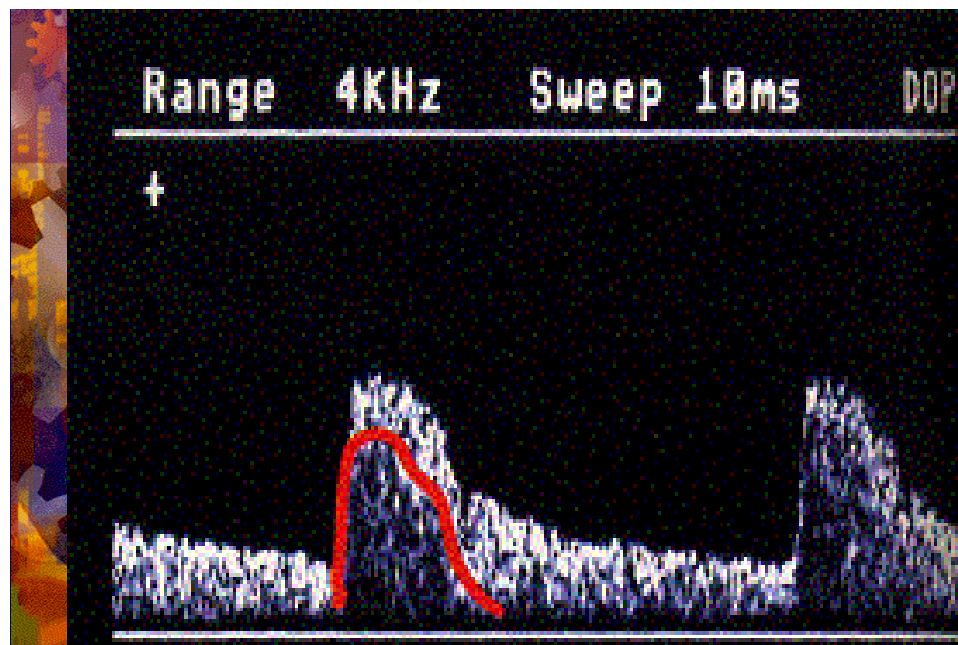
Interpretazione del segnale doppler

Misure qualitative

- presenza di flusso
- direzione del flusso
- caratteristiche del flusso

Misure semiquantitative

- velocita' di flusso (picco in sistole, fine diastole)



Ecografia

- La complessita' dei fenomeni di riflessione, scattering e variazione di frequenza consente di rappresentare l'eco riflesso come curva di velocita', come analisi spettrale delle frequenze, come immagine mono-bidimensionale o come distribuzione spaziale dei flussi.

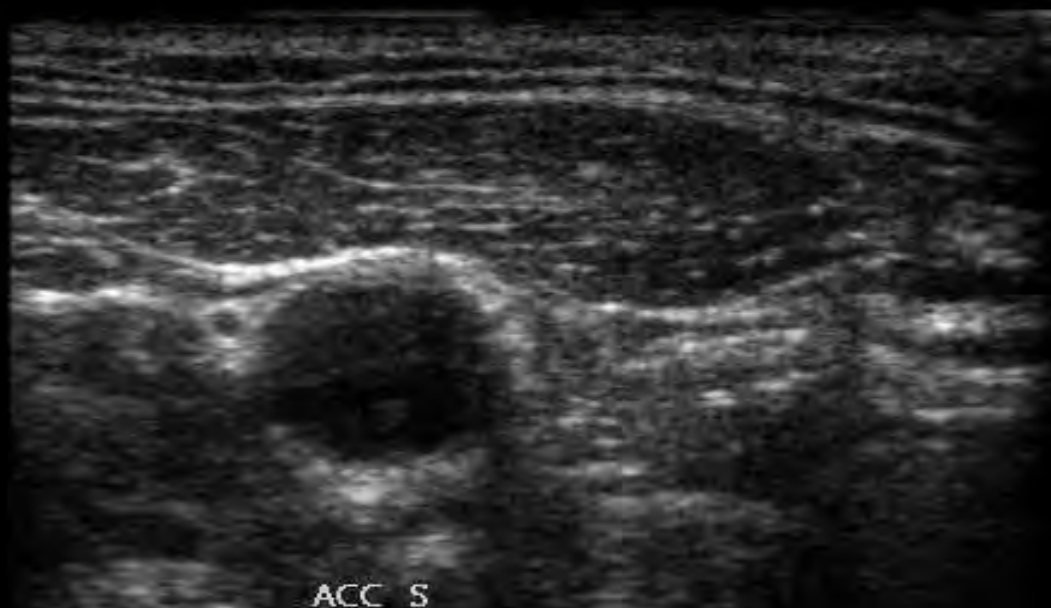
Ecografia B-Mode

- Si tratta di una rappresentazione ecotomografica in sezione degli echi provenienti dalle strutture in esame.
- L'immagine viene costruita convertendo le onde riflesse in segnali la cui luminosita' (tonalita' di grigio) e' proporzionale all'intensita' dell'eco

Ecografia B-Mode

- La scala dei grigi consente di rappresentare le strutture corporee con toni che vanno dal nero al bianco.
- I punti bianchi indicano la presenza di un'immagine **iperecogena**
- I punti neri un'immagine **ipoecogena**
- I punti grigi un'immagine **isoecogena**

B F 10 MHz G 52%
 P 5 cm
 PRC 8-3-B PRS 4
 PST 2



ACC S

B F 10 MHz G 52%
P 5 cm
PRC 8-3-B PRS 4
PST 2



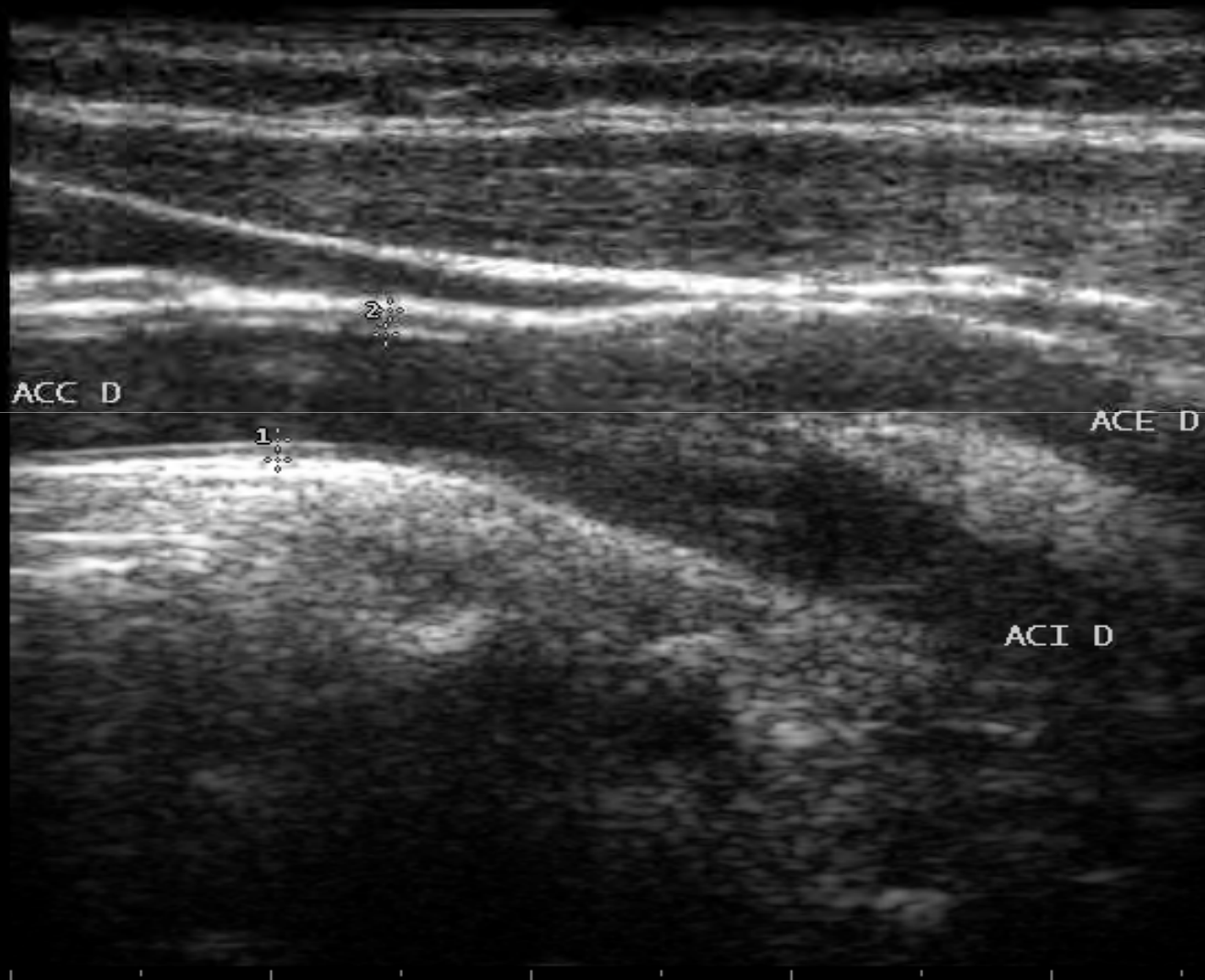
BULBO SIN

B F 10 MHz G 52%
 P 5 cm
 PRC 8-3-B PRS 4
 PST 2



B F 10 MHz G 52%
P 4 cm
PRC 8-3-B PRS 4
PST 2

D 1 0.8 mm
D 2 1.0 mm



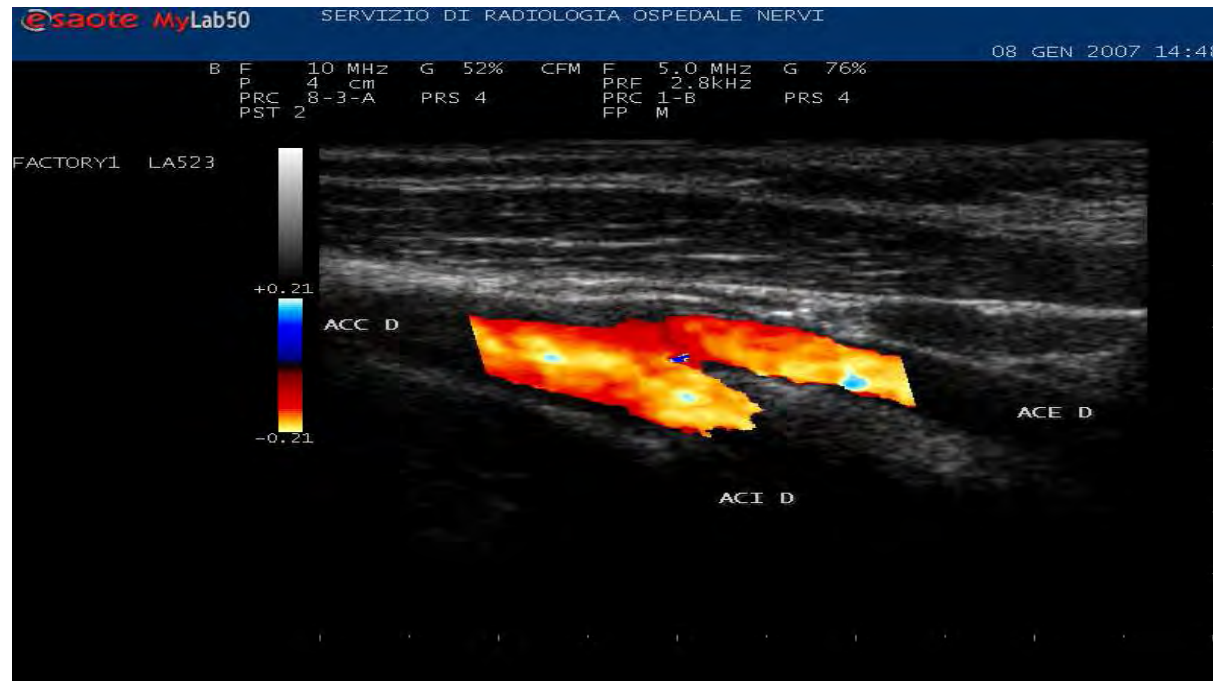
ACC D

ACE D

ACI D

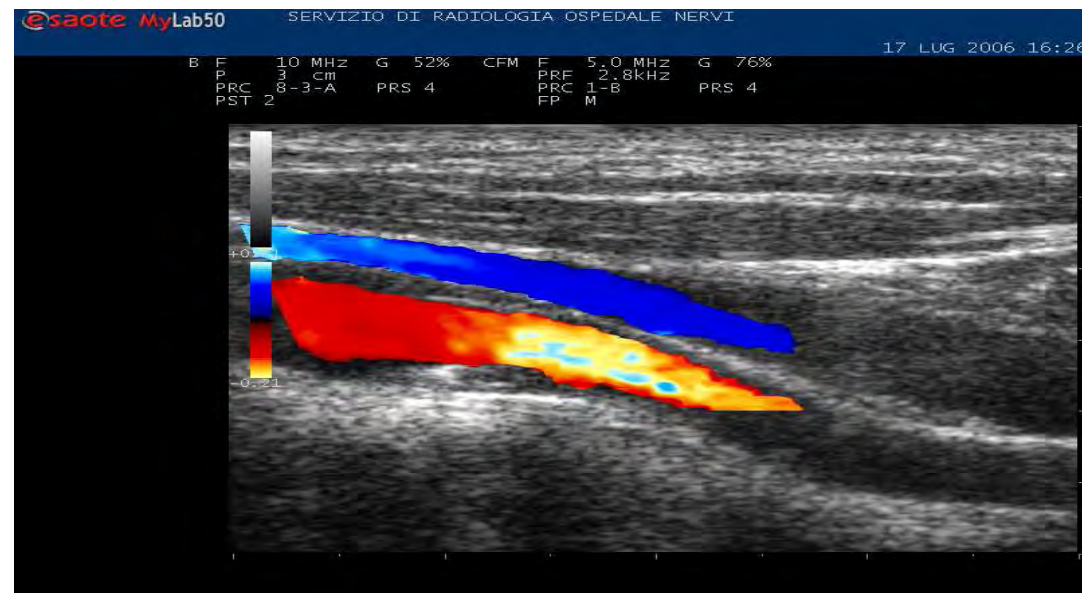
Colore

- Lo scopo e' quello di riempire la parte di immagine ecografica corrispondente ad una vena o ad una arteria, in modo tale da render un'idea immediata di dove e come si muova il sangue.



Colore

- Il colore e' codificato in funzione della direzione del flusso (rosso in direzione della sonda, blu in allontanamento).
- La saturazione del colore e' associata al modulo della velocita' (colore chiaro velocita' elevata; colore intenso-lento flusso)



Colore

- Quando l'angolo di insonazione e' a 90° , come nel doppler pulsato, non c'e' segnale doppler quindi non compare colore

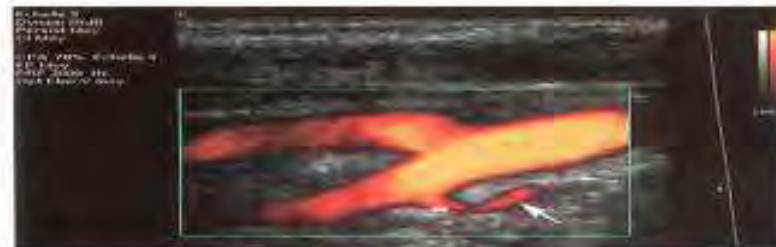


Fig. 1-5. *Power-Doppler.* L'arteria tiroidea superiore (freccia) e il primo ramo della carotide esterna e viene quasi costantemente visualizzata in eco-Doppler.



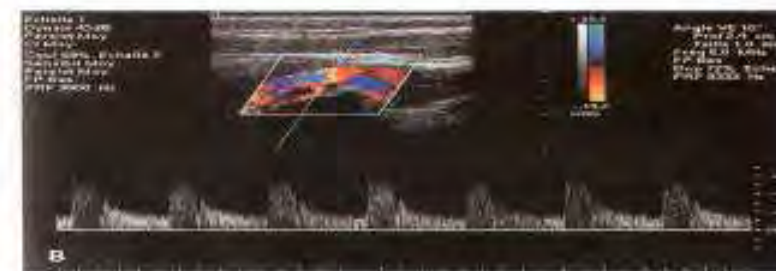
Fig. 1-7. *Color-Doppler e Doppler pulsato.* L'immagine di sommazione (freccia) può rappresentare un'ulcerazione (A) in effetti corrisponde all'osio dell'arteria occipitale che nasce dalla carotide interna (B).



Fig. 1-4. *Color-Doppler (A) e power-Doppler (B e C) della biforcazione carotidea.* Freccia: flusso retrogrado fisiologico.



Fig. 1-6. *Power-Doppler.* Il piccolo ramo che origina dal tronco della carotide esterna, in direzione ascendente potrebbe corrispondere all'arteria faringea ascendente o alla arteria occipitale.



Grazie per l'ascolto

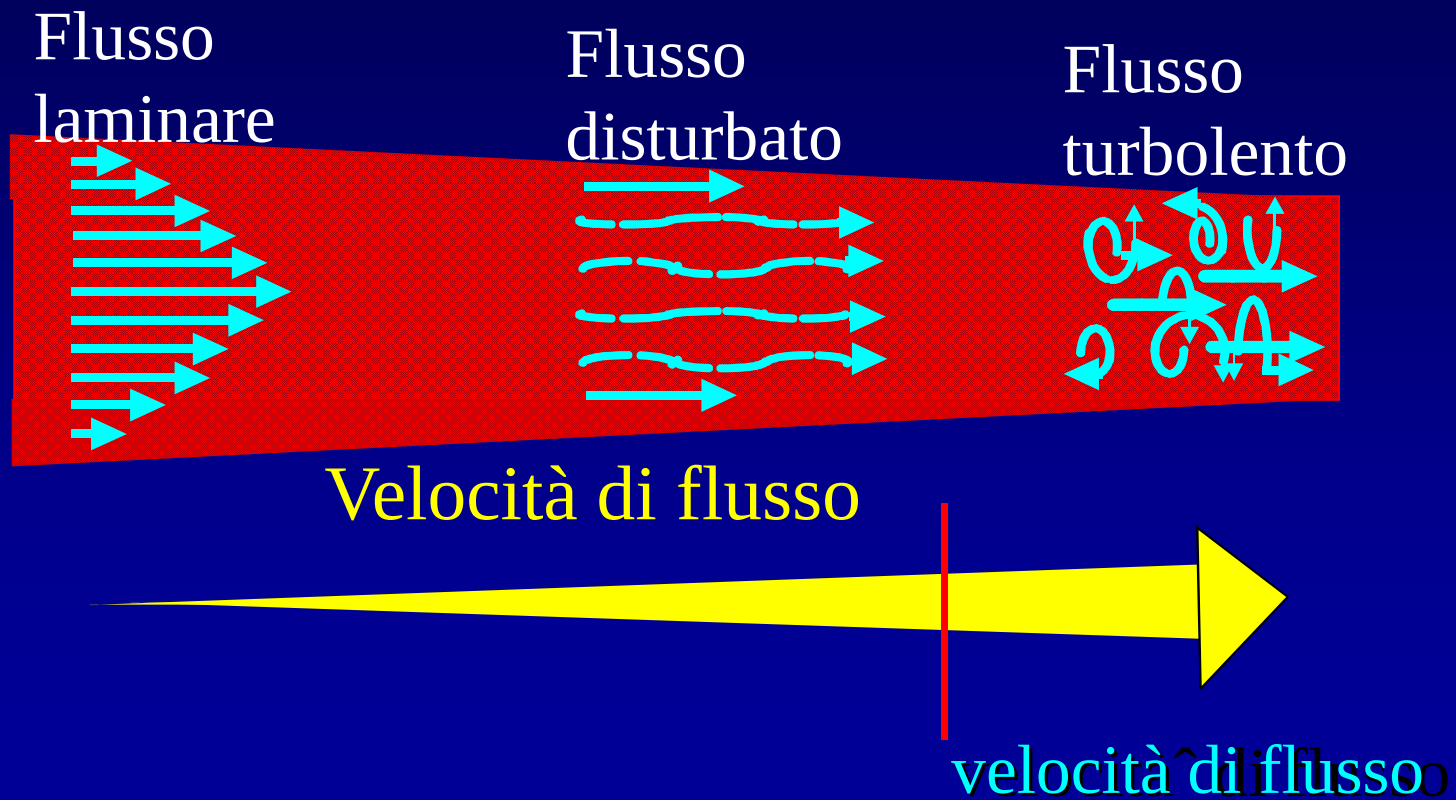
Colore

- Sistema Multigate

molteplici “gate” capaci di selezionare altrettanti volumi campione collocati a profondità diverse lungo una stessa linea doppler.

Ciascun gate rileva gli echi che, opportunamente codificati e associati a scale di colore, permettono di rappresentare sul monitor il flusso come un insieme di punti colorati

FLUIDODINAMICA



Elaborazione del segnale ricevuto

C) flusso con componente diastolica elevata (arteria epatica).

C

