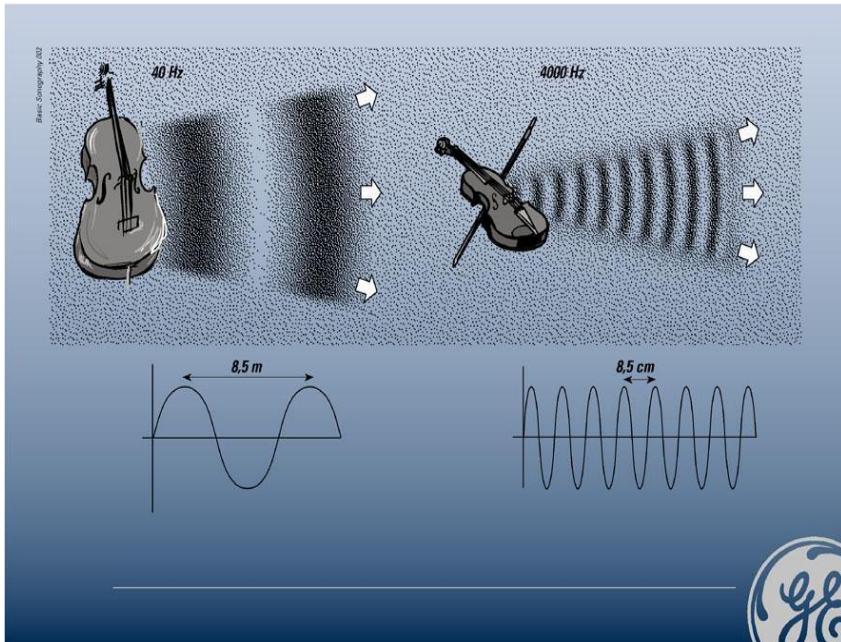


Fisica degli ultrasuoni

Il suono è un'onda meccanica prodotta da un corpo in vibrazione.



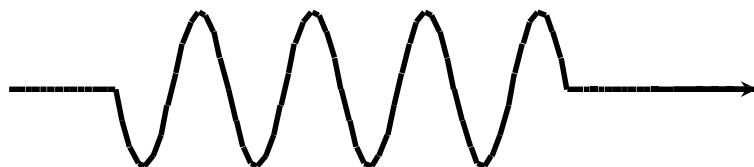
La propagazione dell'onda all'interno del mezzo per una certa distanza dalla sorgente provoca una sollecitazione delle particelle contigue che, a loro volta, oscillano alternando fasi di **compressione e rarefazione**.

Caratteristiche dell'onda sonora

Lunghezza d'onda: **distanza** tra due punti corrispondenti di due onde pressorio consecutive

Frequenza: numero cicli dell'onda che si ripetono nell'intervallo di un secondo (**hertz**)

Aampiezza: energia pressoria dell'onda >> la **forza** del suono nello spostare le particelle del mezzo contiguo dalla loro posizione di equilibrio



Il nostro orecchio è in grado di percepire suoni compresi fra
20 Hz-20000 Hz (20 KHz)

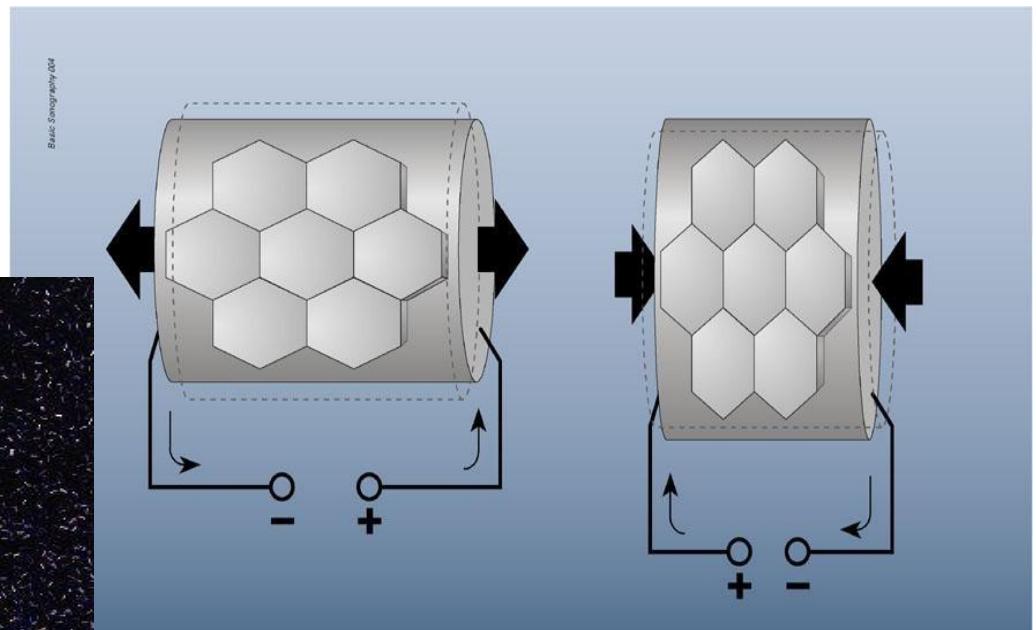


ULTRASUONI

Onde sonore con frequenza superiore a 20KHz
NON sono udibili dall'orecchio umano.

Generazione dell'onda ultrasonora

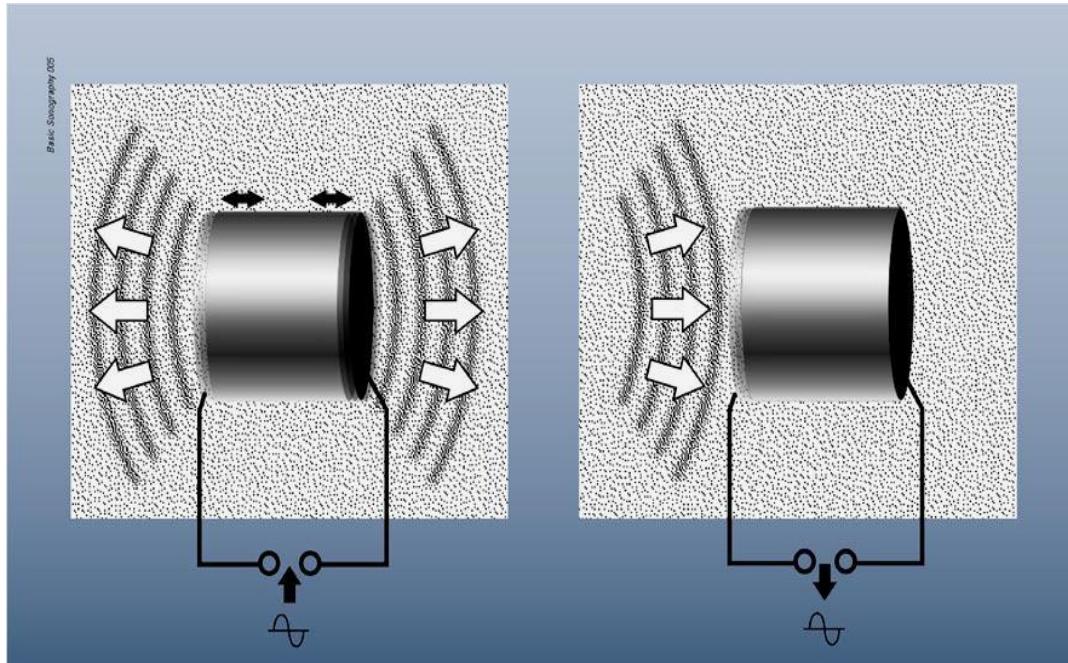
La sonda ed i suoi componenti



Cristalli piezoelettrici

Generazione dell'onda ultrasonora

La generazione dell'onda ultrasonora avviene grazie alla esistenza del fenomeno piezoelettrico: nel cristallo sottoposto a trazione/compressione si osserva la polarizzazione elettrica delle sue facce (dipolo elettrico)

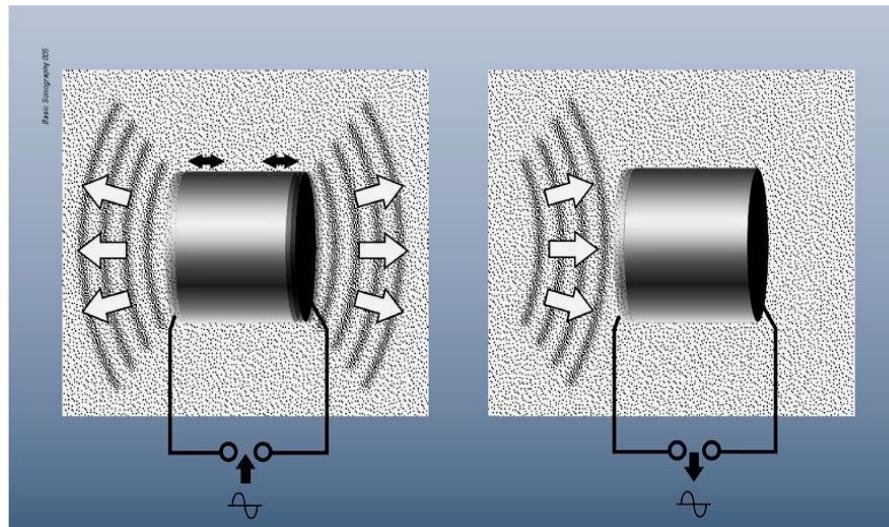


Trasmissione e ricezione di un'onda sonora a seguito sollecitazione di un cristallo piezoelettrico.

Generazione dell'onda ultrasonora

L'apparecchio ecografico presenta uno strumento detto **sonda o trasduttore che è deputato alla produzione e alla ricezione degli ultrasuoni**....

Nella sonda sono presenti i cristalli **piezoelettrici** che hanno la proprietà di vibrare se sottoposti a una tensione elettrica. Il fenomeno può avvenire in ambedue le direzioni: l'impulso elettrico viene trasformato in deformazione/vibrazione (energia meccanica)...se il cristallo viene investito da ultrasuoni entra in risonanza.. la deformazione/vibrazione che ne consegue causa una perturbazione nel suo campo elettro-magnetico generando una piccola corrente elettrica.



La trasmissione del suono

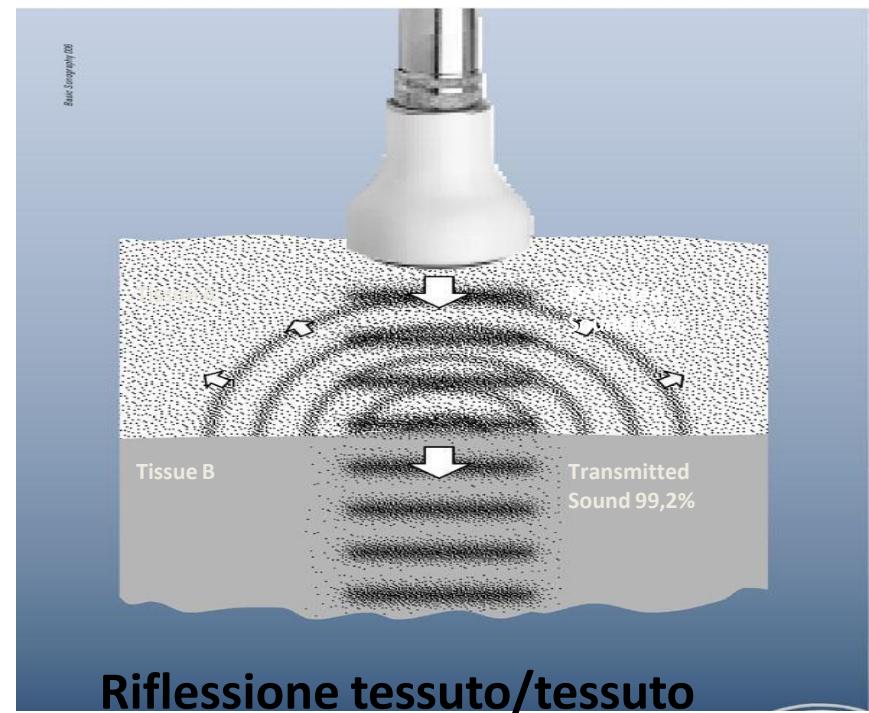
Il passaggio dell'onda tra due superfici aventi impedenza acustica differente comporta una **riflessione parziale** della stessa

$$\% \text{ riflessa} = f(\Delta \text{Impedenza})$$

La parte dell'onda meccanica riflessa provoca una sollecitazione del cristallo che vibrando comporta la creazione di un segnale elettrico ed un voltaggio proporzionale alla ampiezza delle onde sonore



IMMAGINE



L'immagine in scala di grigi

Le variabili che incidono nella creazione dell'immagine B-Mode sono:

- l'**intensità** del segnale riflesso
- la **profondità** da cui proviene il segnale (tempo di ricezione / echi di ritorno al trasduttore)
- l'**impedenza** del tessuto attraversato dall'onda..

Tessuto/Materiale	Velocità (m/s)	Impedenza (Rayl x 10 ⁹)
Aria	330	0,0004
Grasso	1450	1,38
Acqua	1480	1,48
Tessuto molle medio	1540	1,63
Fegato	1550	1,65
Rene	1560	1,62
Sangue	1570	1,61
Muscolo	1580	1,70
Tessuto osseo medio	4080	7,80

Gli echi, trasformati in segnali elettrici di ampiezza differente, vengono classificati per linee di scansione in una matrice di memoria (scan converter), in **posizioni differenti a seconda della loro intensità e provenienza.**

L'immagine in scala di grigi

- Gli echi ritornano alla sonda che li ha emessi e da qui sono trasmessi all'apparecchio e **trasformati in punti più o meno luminosi che si dispongono sullo schermo in modo perfettamente corrispondente alla struttura** da cui prendono origine
 - L'immagine sullo schermo ecografico rappresenta la **mappa a diverse tonalità di grigio della densità tessutale esplorata dalla sonda ecografica**
 - **La luminosità dei punti è direttamente proporzionale alla densità** dei tessuti da cui provengono
-

L'immagine ecografica

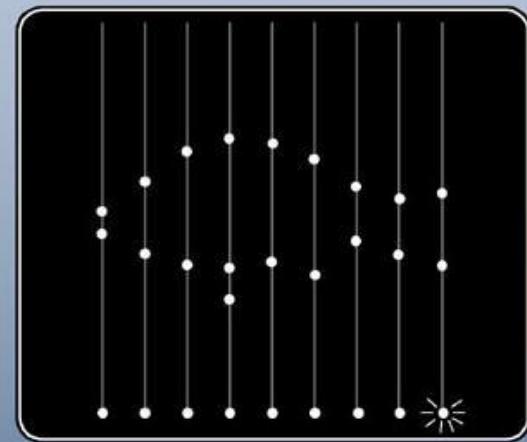
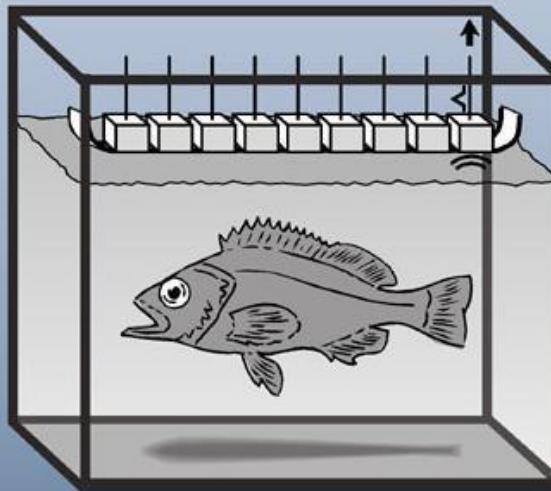
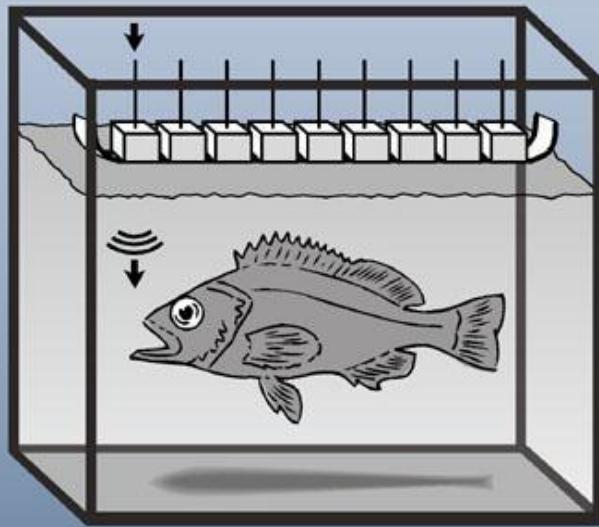


Immagine bidimensionale

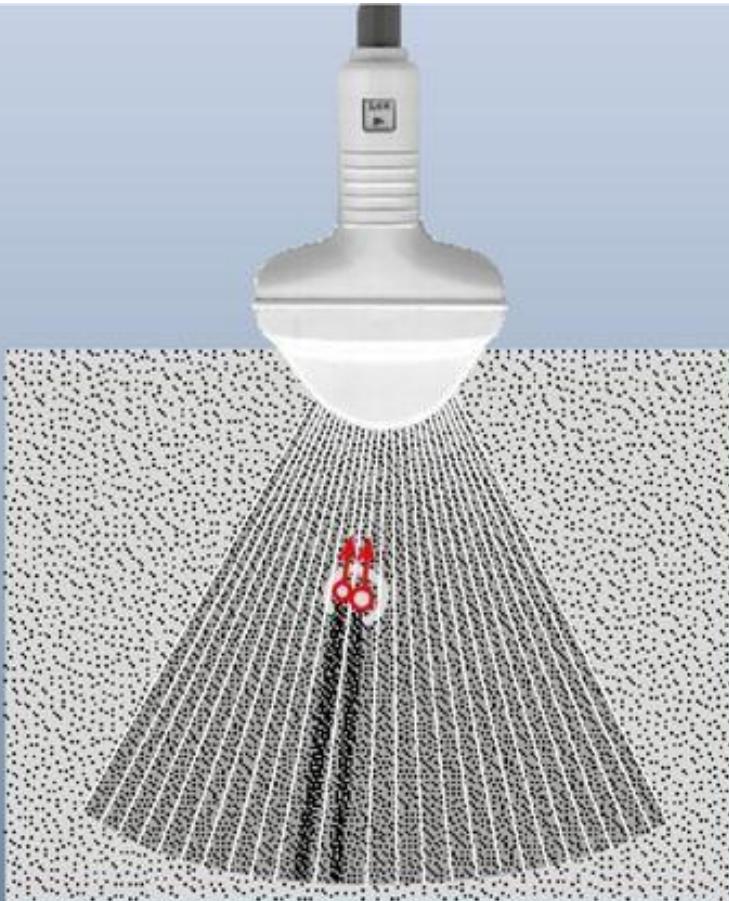


Immagine bidimensionale

Il linguaggio degli Ultrasuoni

- **ANECOGENO** (transonico, translucente): non riflette gli ultrasuoni e appare **nero** sul monitor. In generale sono anecogeni i liquidi o le raccolte liquide (es. urina, bile, sangue)
 - **IPERECOGENO** (iperriflettente, iperdenso): organo, parte di esso o reperto patologico che riflette maggiormente gli ultrasuoni e quindi appare **bianco** sullo schermo (es. ossa, calcoli, depositi di calcio, aria).
 - **IPOECOGENO** (ipodenso): appare con tonalità di grigio intermedio fra i primi due.
 - **ISOECOGENO**: della **stessa densità** nel paragone tra due tessuti.
-

Apparecchio ecografico

Un apparecchio ecografico è formato da:

- **una o più sonde** che trasmettono e ricevono il segnale;
- **un sistema elettronico** che:
 - pilota il trasduttore;
 - genera l'impulso di trasmissione;
 - riceve l'eco di ritorno alla sonda;
 - tratta il segnale ricevuto convertendolo in segnale digitale;
- **un sistema di visualizzazione**



Apparecchio ecografico

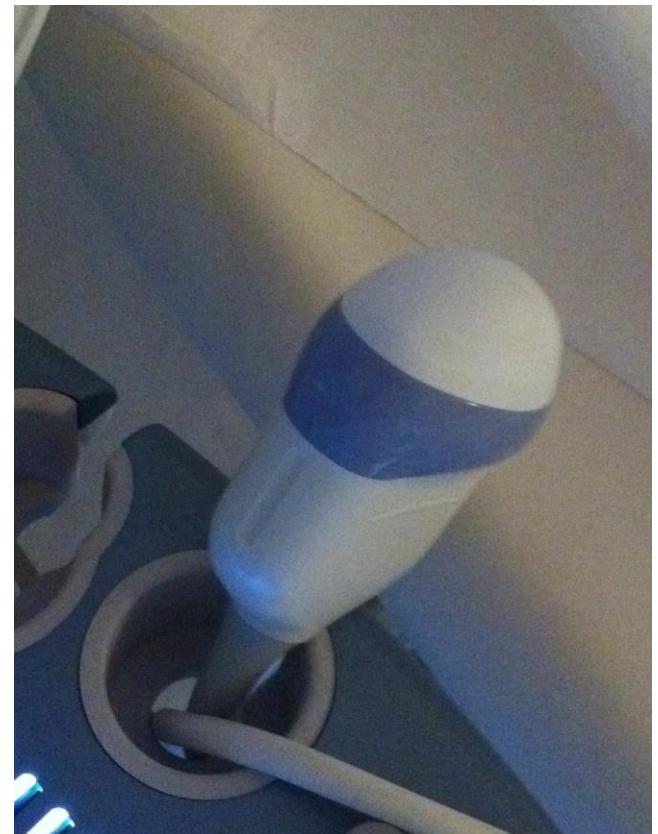
Le sonde

Convex forniscono delle immagini triangolari, cioè, il campo di vista è stretto vicino alla sonda per poi allargarsi mentre ci si allontana da essa

TALI SONDE HANNO LA CARATTERISTICA DI POSSEDERE UNA ECCELLENTE **RAPPRESENTAZIONE IN PROFONDITA'** ED UNA MINORE SUPERFICIE DI CONTATTO CON LA CUTE.

Convex da 3.5 MHz (transaddominale)

Microconvex da 5-7 MHz (transvaginale)



Apparecchio ecografico

Funzioni dell'apparecchio

- Profondità (dept)
- Guadagno totale (gain) (echi /sec)
- Zoom o magnification (con/senza freeze)
- Focus, focus position
- Selezione immagine, frequenza
- Scan area (restringe il fascio)
- Tasti di misurazione e calipers
- Freeze/stampa immagini



Apparecchio ecografico

Funzioni dell'apparecchio: orientamento immagini



Per convenzione
sul monitor:
-nella parte superiore
sono rappresentati gli
strati superficiali (quelli
più vicini alla sonda) e
- nella parte inferiore
quelli profondi (i più
lontani dalla sonda)

Apparecchio ecografico

Funzioni dell'apparecchio: GAIN (guadagni)



Differenza tra il segnale d'ingresso e quello in uscita:
È un **sistema di amplificazione** che renda percepibile gli echi

Apparecchio ecografico

Funzioni dell'apparecchio: DEPT (profondità)



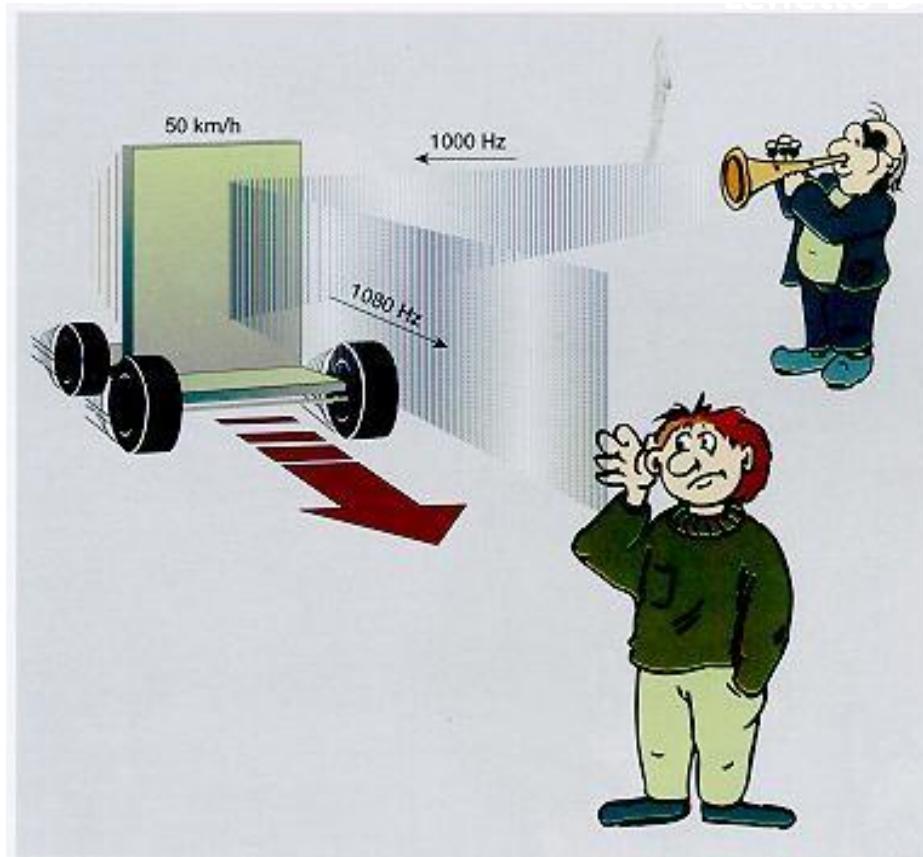
Questa funzione
eliminando le
strutture distali
(come parete
uterina posteriore)
concentra
l'energia
sull'oggetto di
interesse

Apparecchio ecografico

Funzioni dell'apparecchio: magnification



Aumento delle dimensioni dell'immagine in toto mantenendo le stesse caratteristiche di definizione (sia immagine dinamico che frezzata)



Effetto Doppler e “Doppler shift”

$$Fd = \frac{Fo \times V \times 2}{C}$$

Fd = Frequency shift in Hz

Fo = Transmitted Frequency in Hz

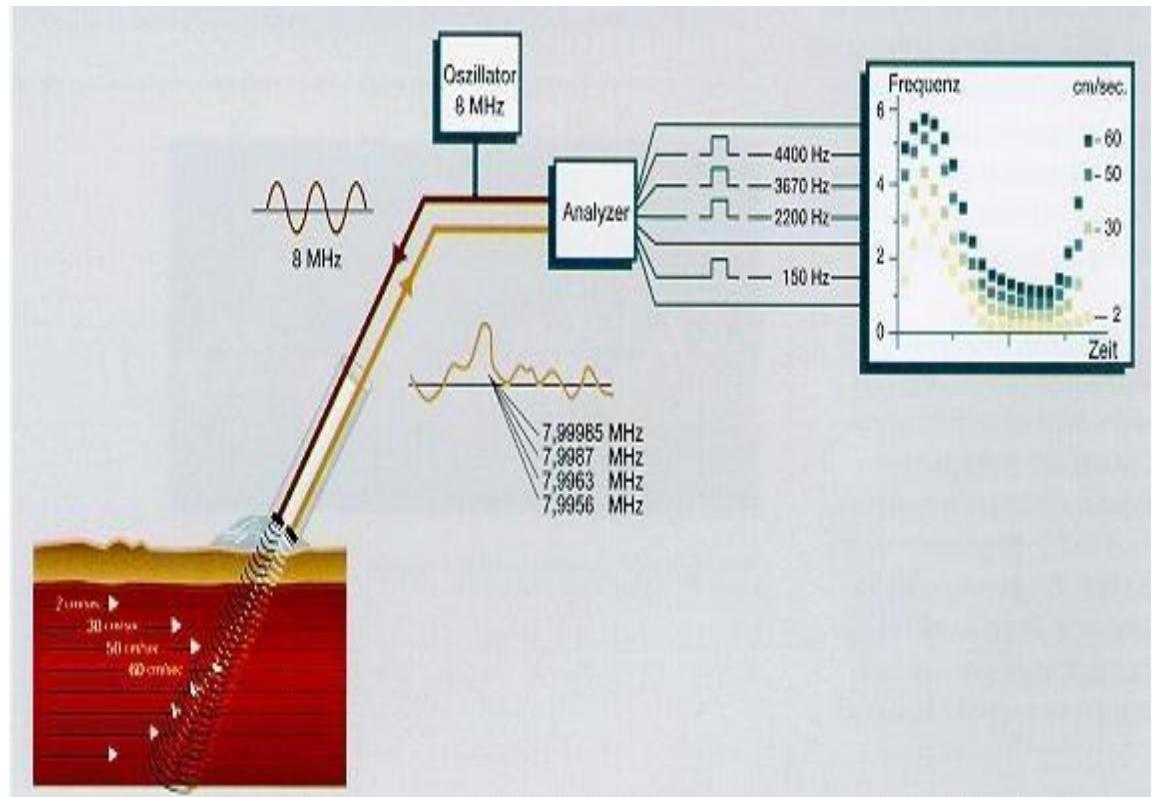
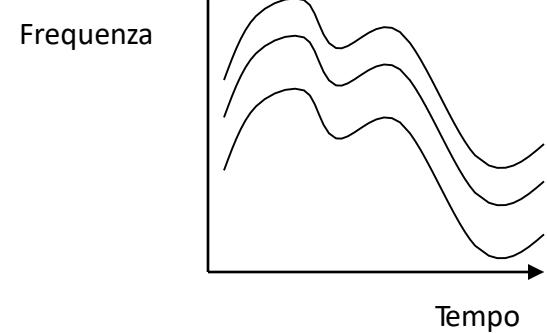
V = Velocity in m/sec

C = sound speed in m/sec

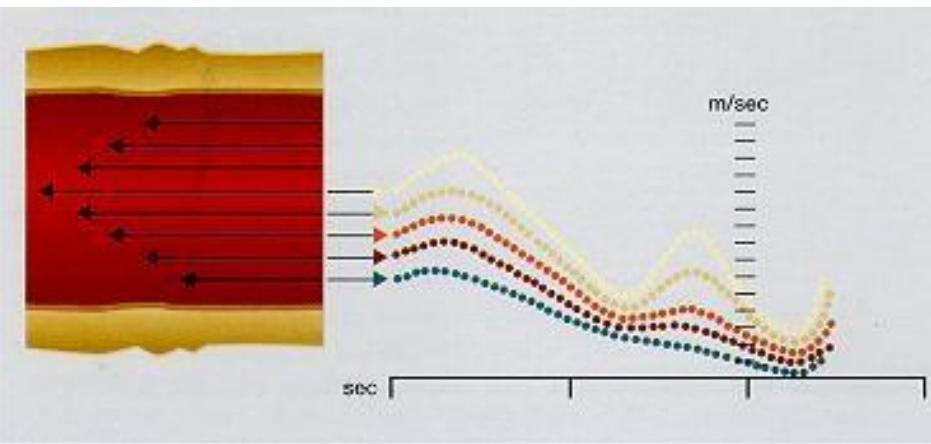
L'effetto Doppler viene provocato da RIFLETTORE IN MOVIMENTO con SORGENTE SONORA E RICEVITORE FISSI.

Analisi spettrale

La metodica permette di rilevare differenti velocità di flusso nei vasi.

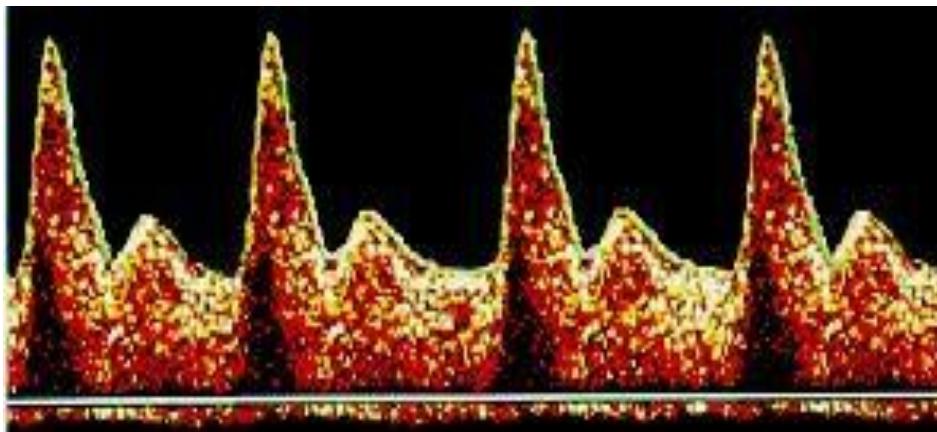


Analisi spettrale velocimetrica: Doppler pulsato

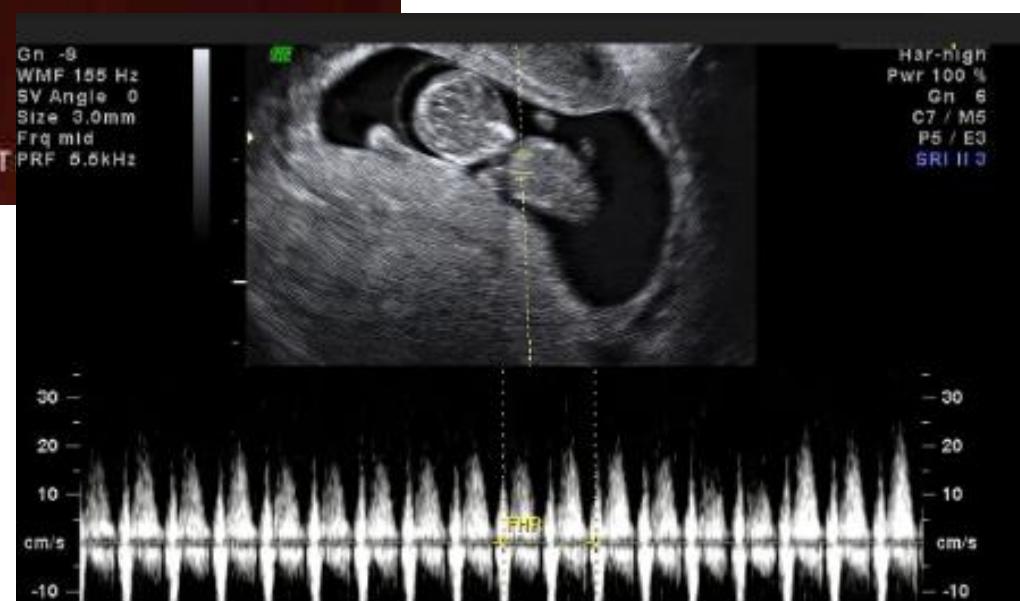
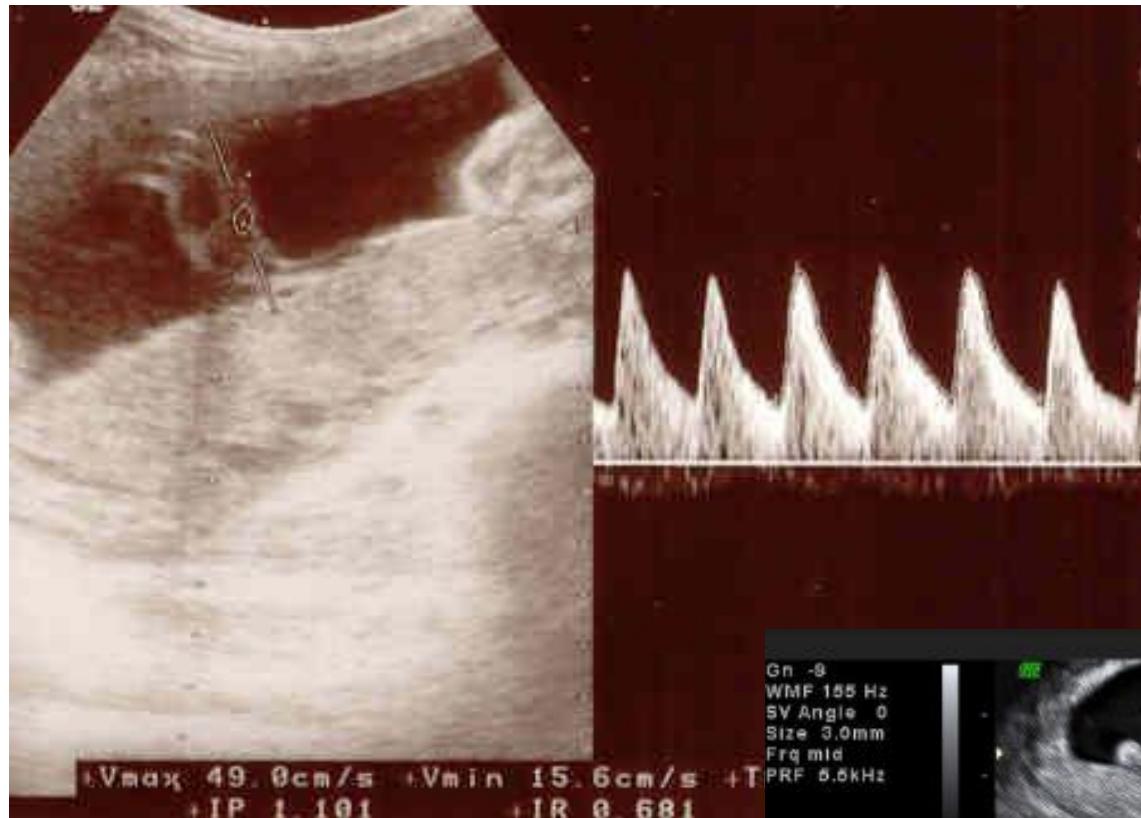


Per ogni segnale ricevuto, si calcola il Doppler Shift.

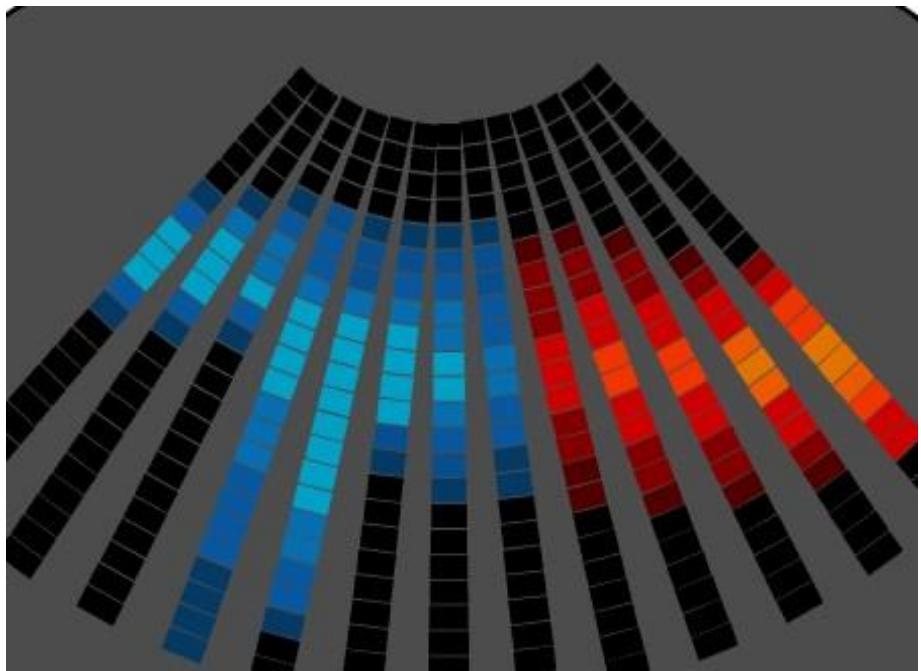
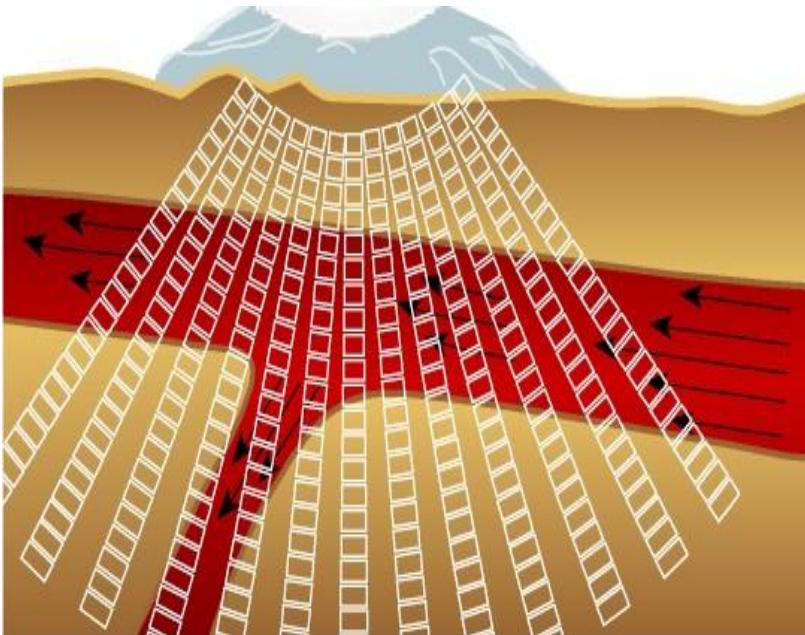
La differente intensità luminosa dei punti delle curve identifica velocità diverse delle varie cellule ematiche in transito.



Ogni cellula ematica in movimento avrà la sua curva Doppler associata; tutte le curve Doppler formano lo SPETTRO DOPPLER, dove le differenti velocità saranno rappresentate con differenti luminosità dei punti.



Color Flow Imaging

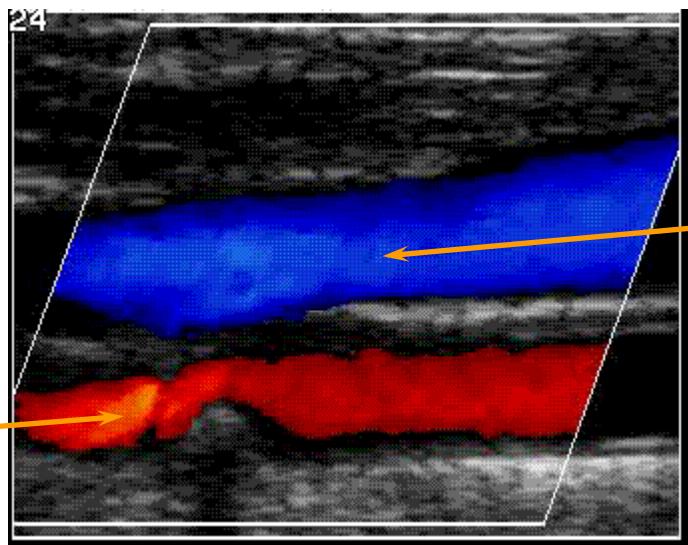
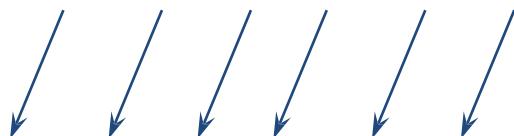


Non si rappresenta più uno spettro
bensì **COLORI** in un'immagine 2D
(NON flusso arterioso/venoso ..!)

Color Doppler Imaging (Duplex)

Il colore rappresenta velocità medie

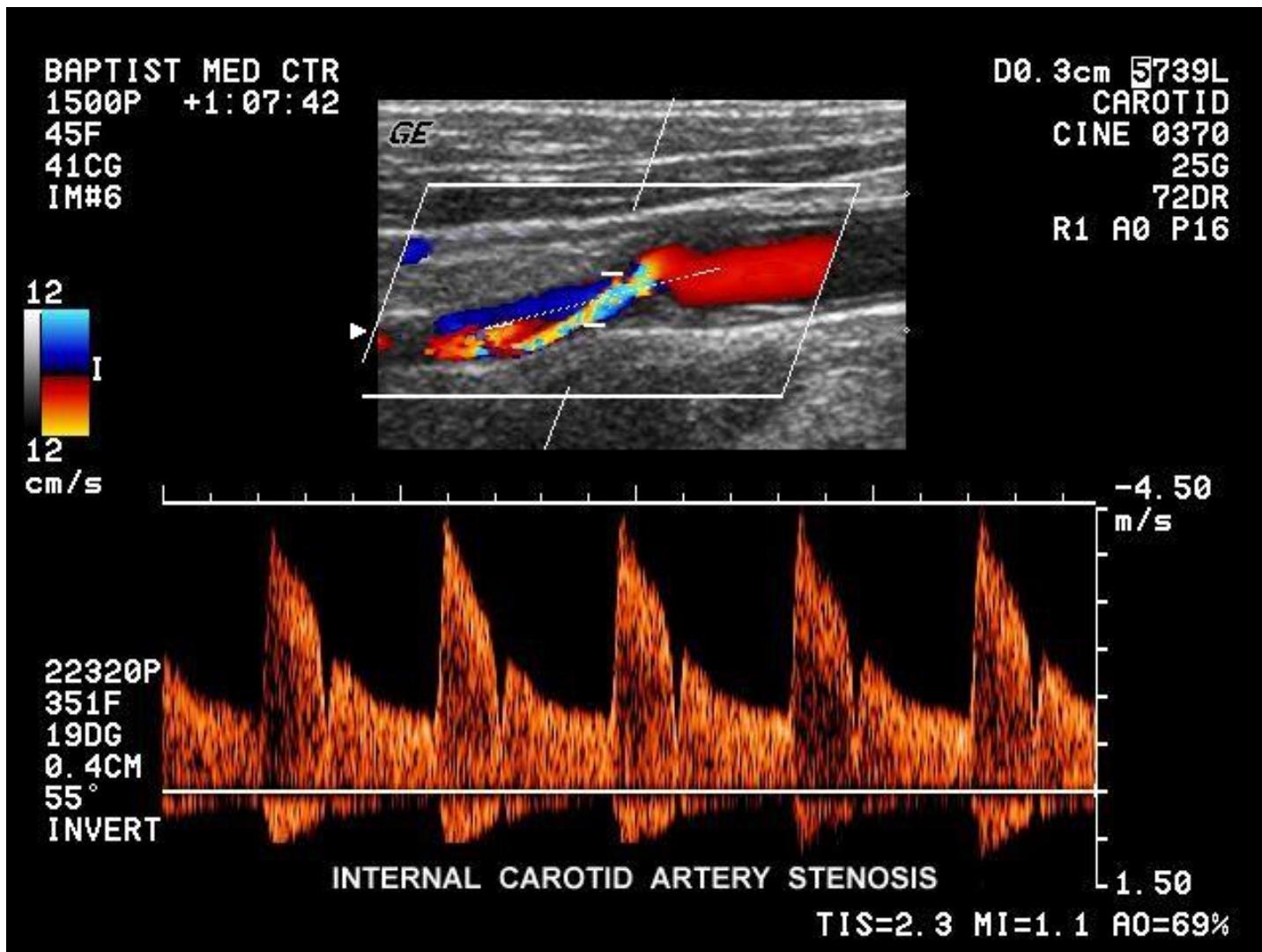
Angolo d'incidenza del fascio U/S



Il colore ROSSO
rappresenta un flusso
ematico in
avvicinamento alla
sonda (sinistra-
destra)

Il colore BLU rappresenta
un flusso ematico in
allontanamento dalla
sonda (destra-sinistra)

Triplex Mode: B-mode + Color Doppler + Doppler Pulsato

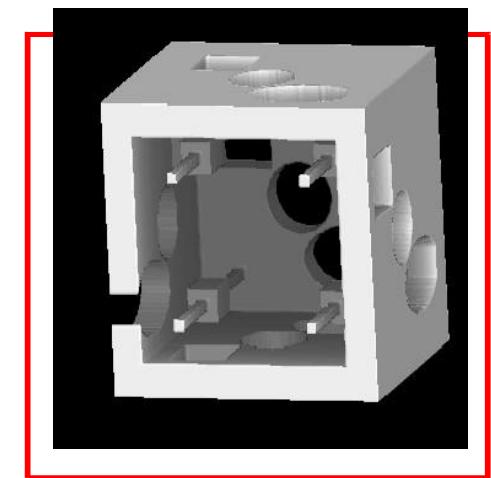
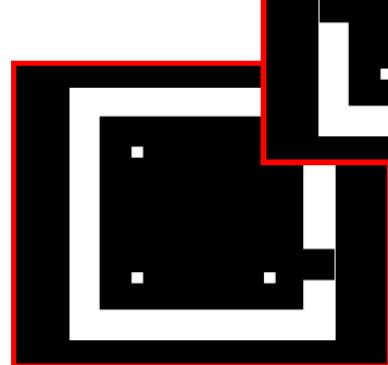
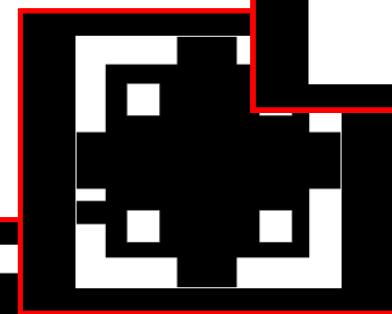
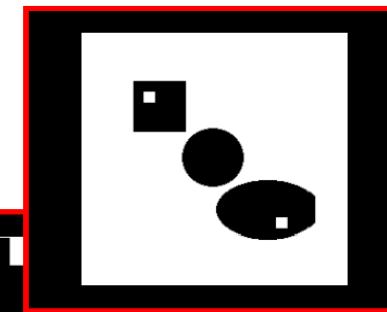
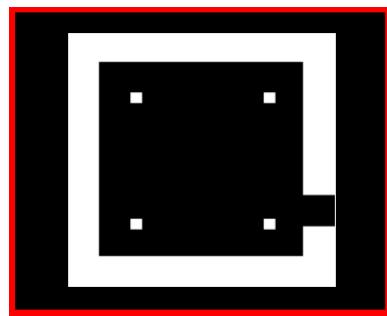


3D Imagig

2 D Image



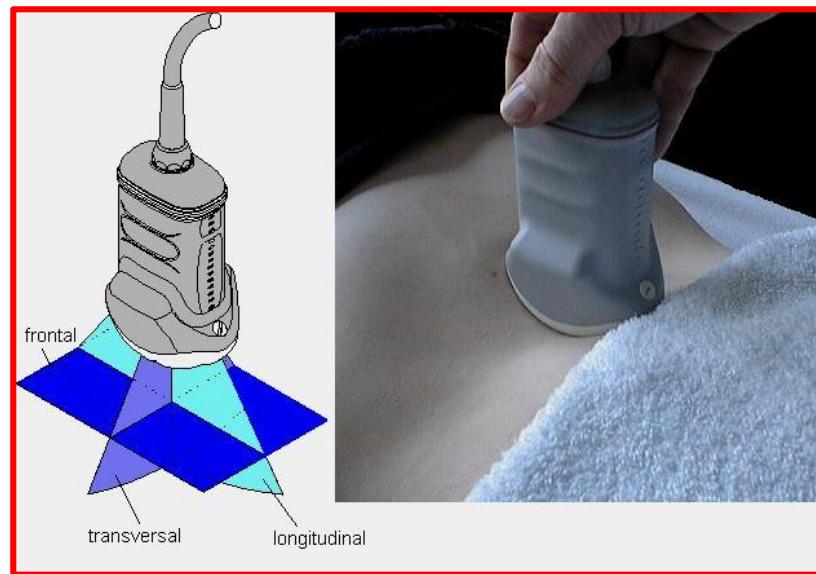
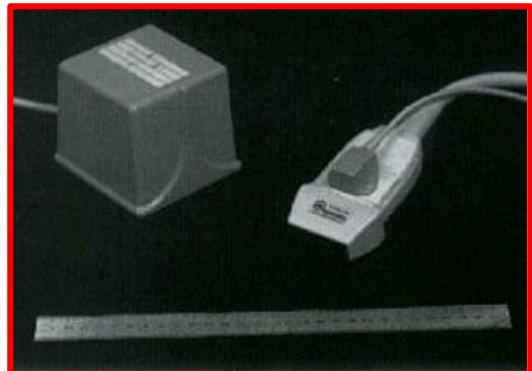
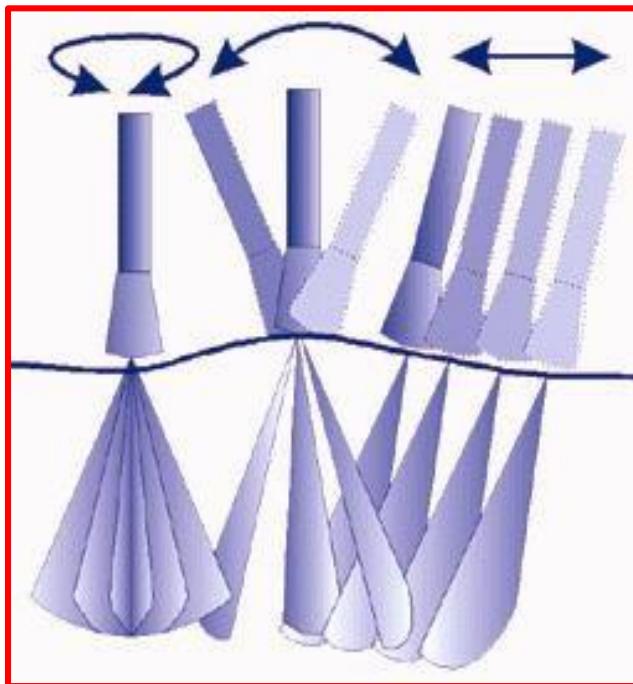
2 D Series



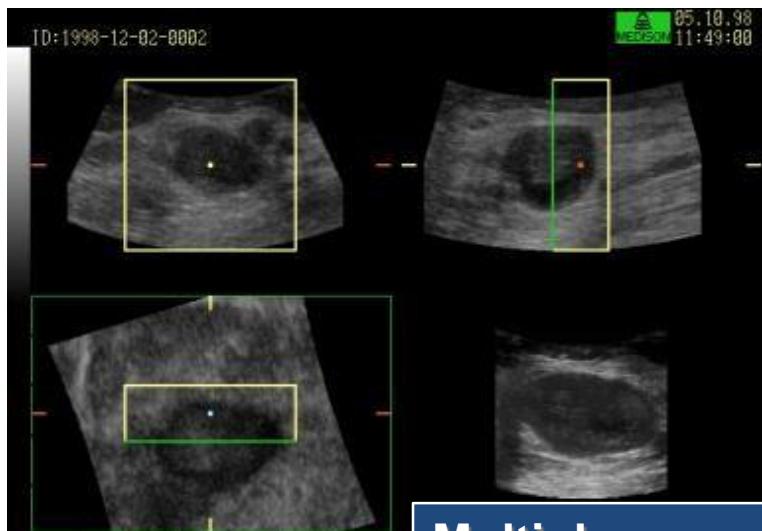
Transformation

3 D Image

3 D Imaging



3 D Imaging



Multiplanare

Maximum Mode



Surface





Applicazioni cliniche - Ecografia office

□ Gravidanza 1° trimestre

- Presenza SG in utero;
- Rilevazione BCF ;
- Misurazione CRL embrione.

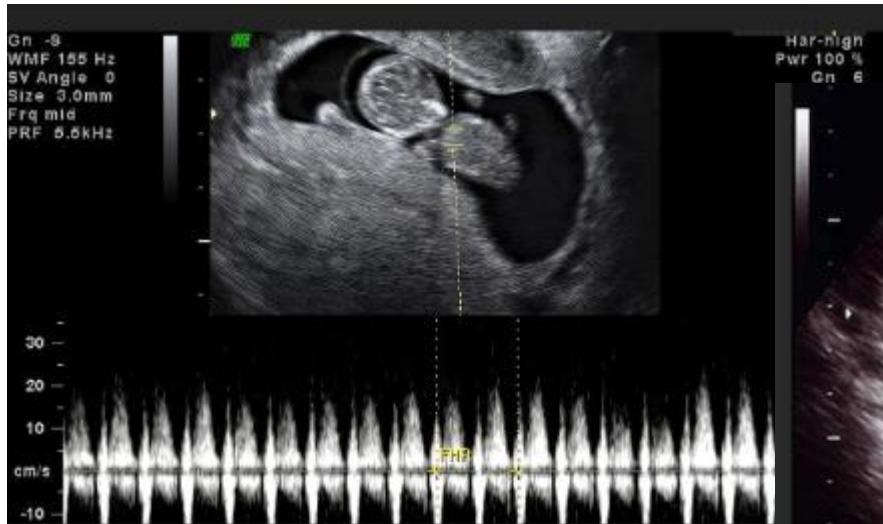
□ Gravidanza 2-3° trimestre

- Presentazione fetale;
- Valutazione qualitativa e/o quantitativa LA.
- Localizzazione placenta.

Applicazioni cliniche - Ostetriche

□ Gravidanza 1° trimestre

- Presenza SG in utero;
- Rilevazione BCF $\geq 10^{\circ}$ settimana;
- Misurazione CRL embrione.



Applicazioni cliniche - Ostetriche

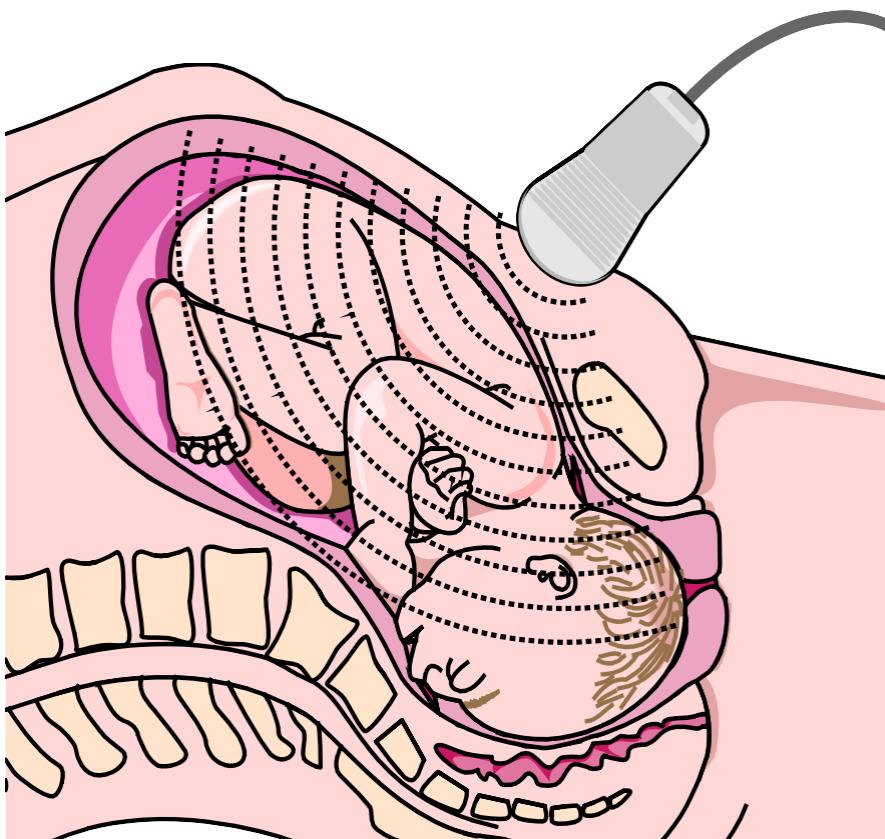
□ 2-3° trimestre

- Presentazione fetale;
- Valutazione qualitativa e/o quantitativa LA.
- Localizzazione placenta.

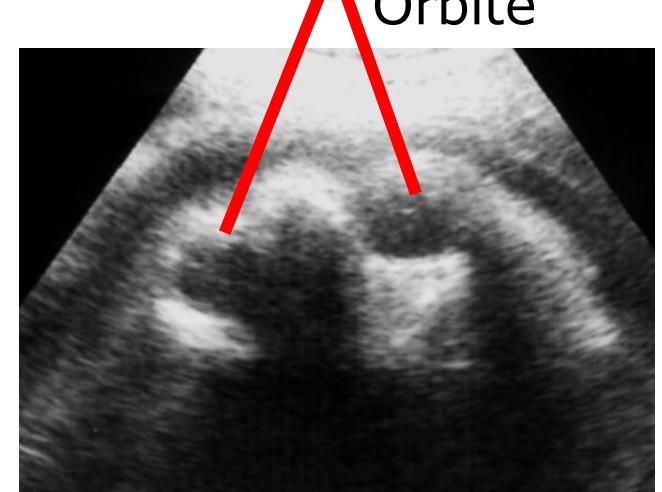
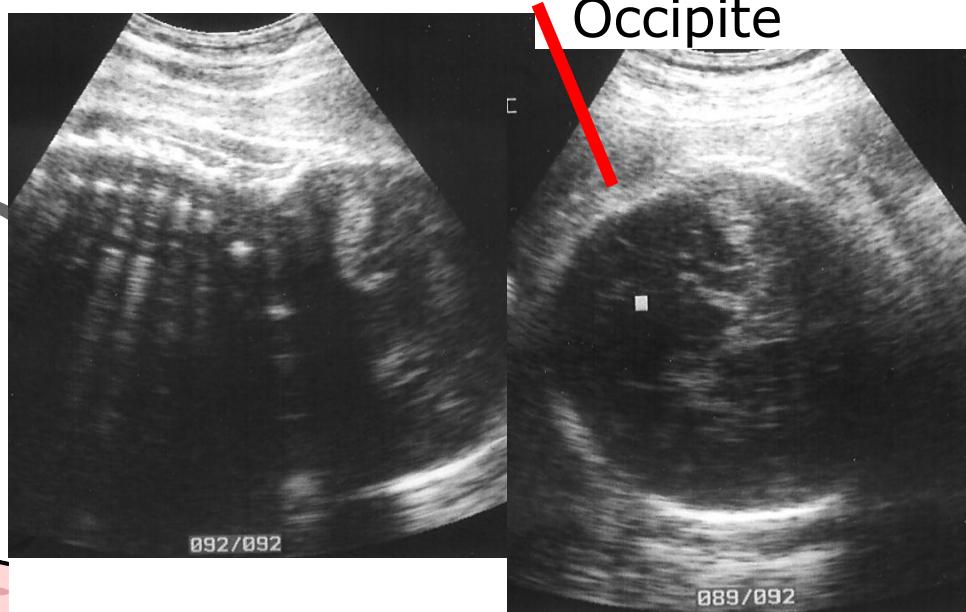


Aspetti clinici: L'ecografia nel 2° stadio del travaglio

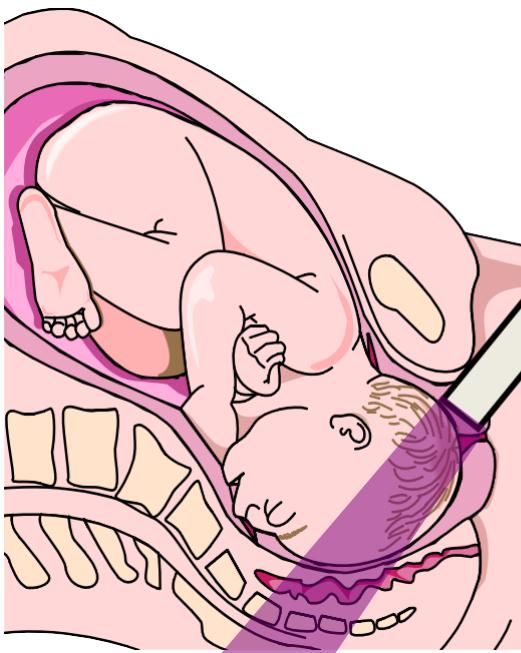
Approccio sovrapubico:
la posizione fetale



(Wong, 2007)



L'ecografia nel 2° stadio del travaglio



Ecografia translabiale,
piano assiale:
Rotazione interna

(Henrich, 2006)

