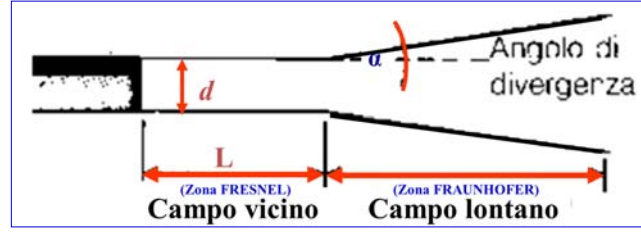
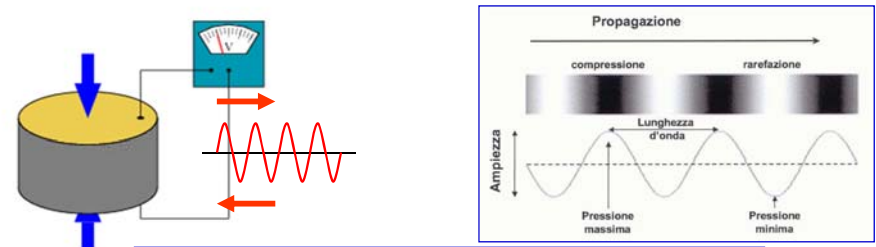
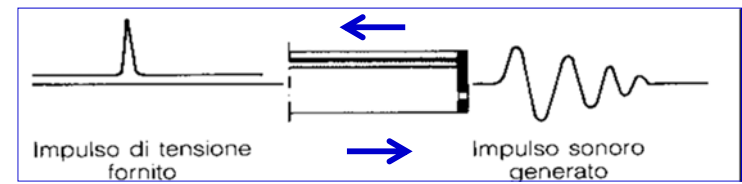


Tecnologia applicata all'immagine ultrasonografica

Francesco Paolo SELLITTI

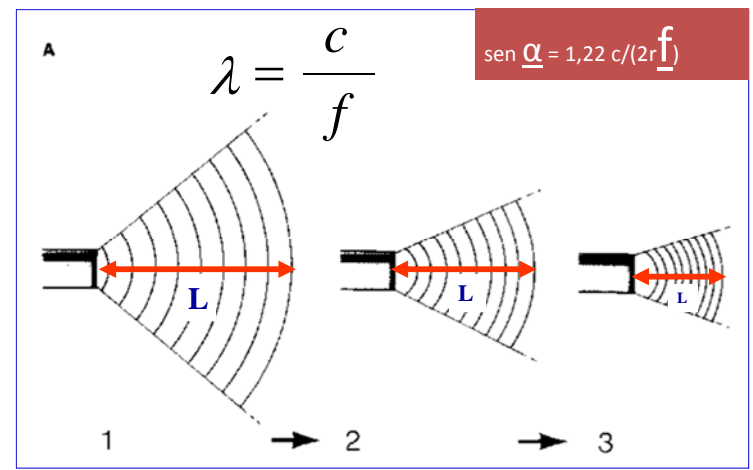
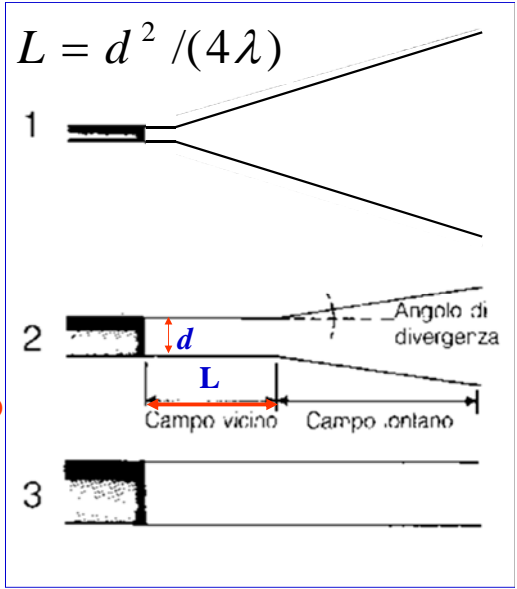
Dipartimento di Neuroscienze – Università degli Studi di Torino



Effetto del diametro del trasduttore sulla larghezza del fascio a parità di frequenza:

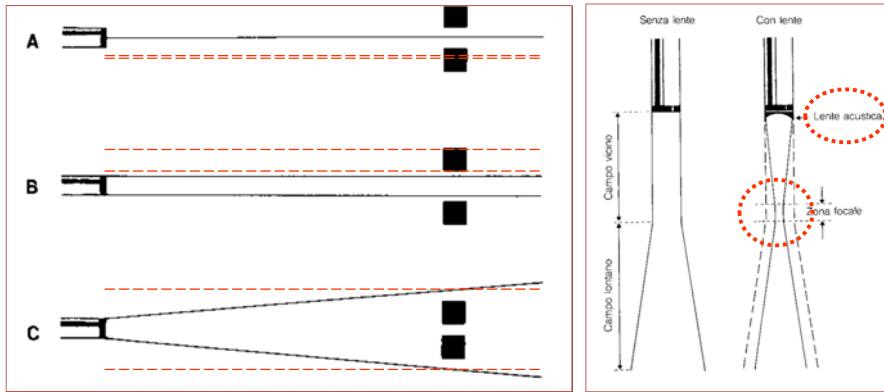
1 → 2 → 3

umentando il diametro “d” il fascio si restringe per una profondità “L” maggiore.



Effetto della frequenza sulla larghezza del fascio a parità di diametro del trasduttore: 1 → 2 → 3

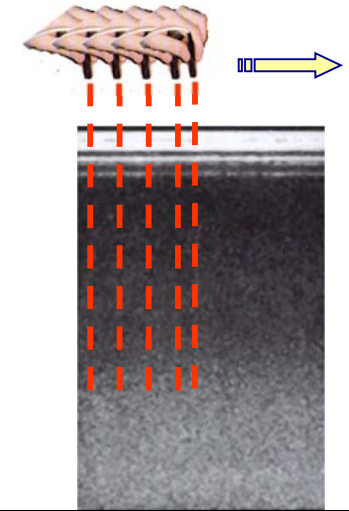
umentando la frequenza il fascio si restringe



- A. Un fascio sottile passa tra due elementi vicini consentendone la separazione;
- B. Un fascio stretto passa ancora tra due elementi vicini consentendone la separazione;
- C. Un fascio largo illumina contemporaneamente i due elementi vicini senza possibilità di discriminazione.

SONDE ECOGRAFICHE Tecniche di Scansione

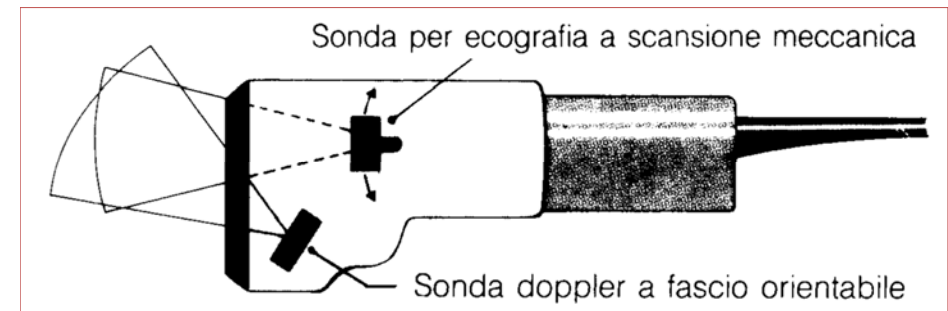
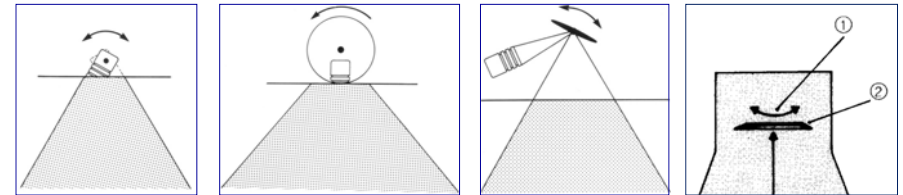
I primi dispositivi ecografici erano a scansione di tipo manuale nel senso che l'immagine veniva ricostruita sullo schermo per tentativi spostando la sonda sulla cute del paziente (Scansione di tipo Compound) La sonda era del tipo a cristallo singolo.

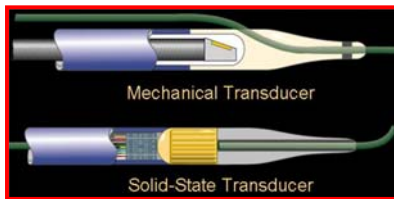


SONDE ECOGRAFICHE Tecniche di Scansione

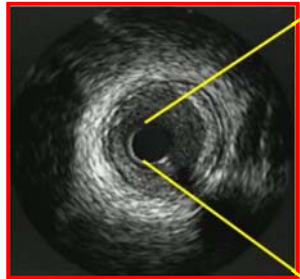
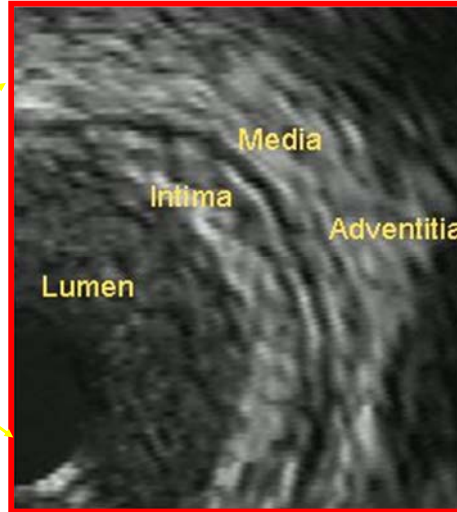
Oggi il trasduttore (la sonda) viene tenuto fermo dopo aver individuato il distretto da esplorare e **la scansione** (spostamento del fascio di ultrasuoni) è **ottenuta mediante dispositivi meccanici o elettronici** (Scansione Automatica in tempo reale)

SONDE ECOGRAFICHE Tecniche di Scansione automatica (MECCANICA)





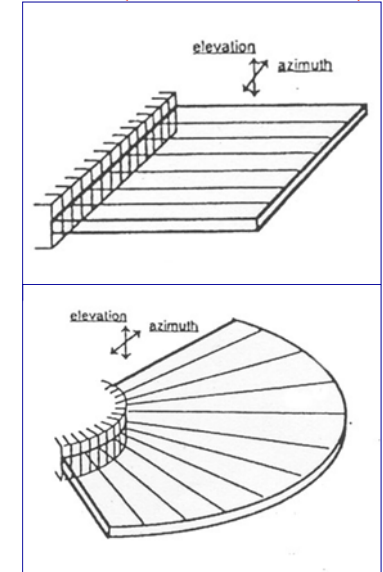
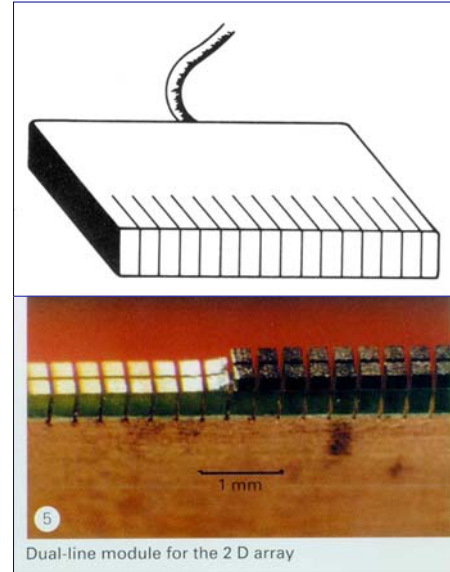
IVUS



IL TRASDUTTORE RUOTA A 1800 GIRI AL MINUTO CONSENTENDO UNA VISIONE A 360°
 LA SONDA EMETTE UN FASCIO DI 30 MHz, E' POSIZIONATA ALL'INTERNO DI UN CATETERE DI 3.2 Fr;

SONDE ECOGRAFICHE

Tecniche di Scansione automatica (ELETTRONICA)

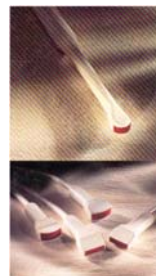


SONDE ECOGRAFICHE:

- Le sonde presentano diverse configurazioni (“forme”) dipendenti dalla geometria di riferimento e sviluppate per lo studio dei diversi distretti da indagare

Le principali geometrie di riferimento sono:

- Sonde a geometria LINEARE
- Sonde a geometria SETTORIALE

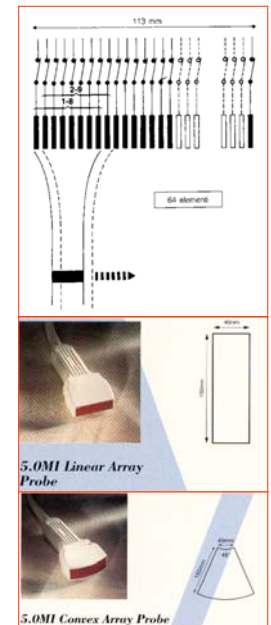


SONDE ECOGRAFICHE

Sonde a geometria LINEARE

- Sono costituiti da numerosi trasduttori (128 – 192 elementi) affiancati lungo un segmento;
- sono impiegati anche per scansioni Doppler e Color-doppler (con frequenze doppler di 4 - 5 MHz)

Le sonde lineari possono essere di due tipi:

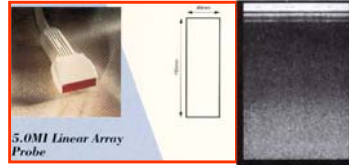
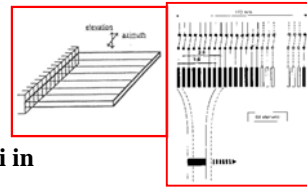


SONDE ECOGRAFICHE LINEARI

1) LINEAR ARRAY

➤ gli elementi piezoelettrici sono affiancati e disposti in linea retta (schiera lineare dei trasduttori)

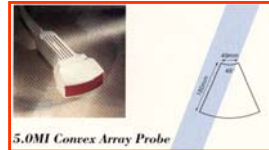
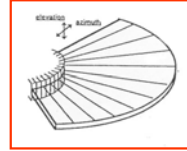
➤ le immagini hanno un campo di vista RETTANGOLARE



2) CONVEX ARRAY

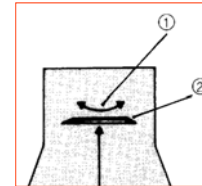
➤ i trasduttori sono affiancati lungo una superficie curvilinea (arco di circonferenza) con campo di vista "A VENTAGLIO" (Sonde Convex)

➤ l'immagine è più panoramica nei piani profondi (organi interni)

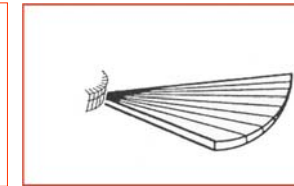


SONDE ECOGRAFICHE SETTORIALI

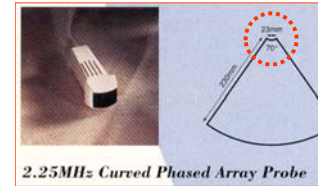
➤ Sono Costituite da uno o più cristalli che emettono il fascio u.s. lungo un arco di cerchio ...



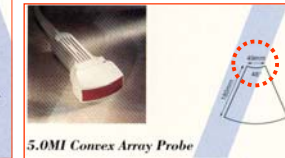
Per oscillazione



Per attivazione elettronica in successione



2.25MHz Curved Phased Array Probe



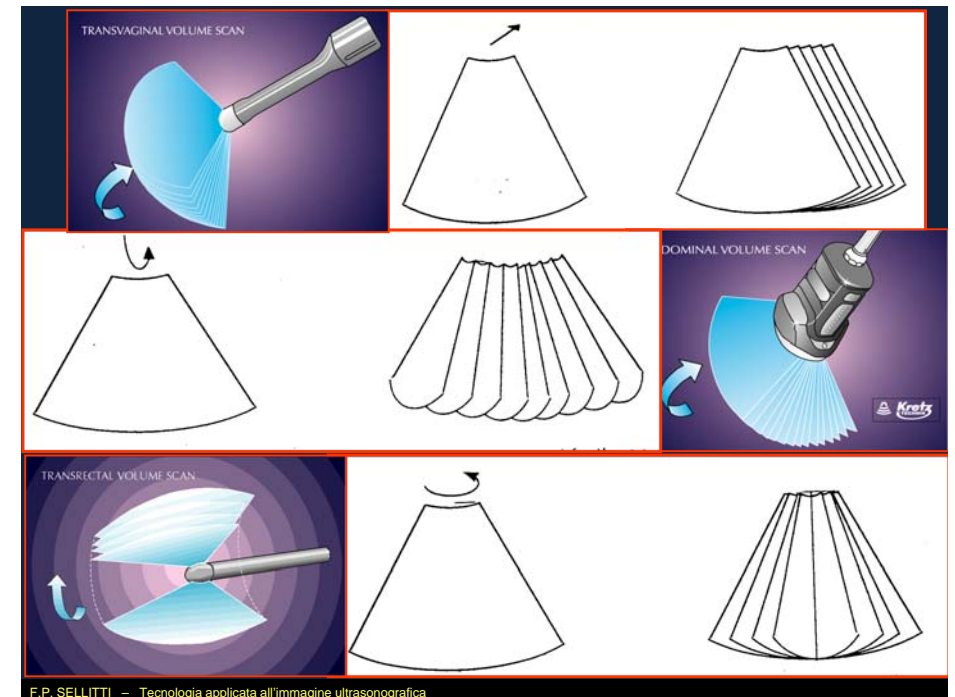
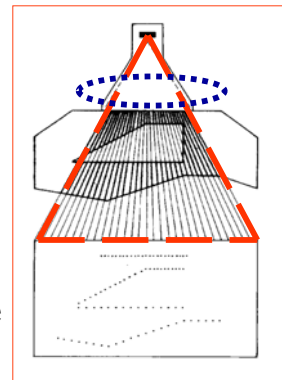
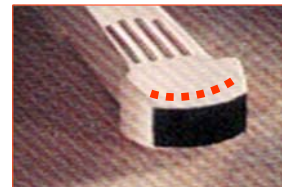
5.0MHz Convex Array Probe

SONDE ECOGRAFICHE SETTORIALI

➤ l'immagine che si ottiene rappresenta un CAMPO TRIANGOLARE

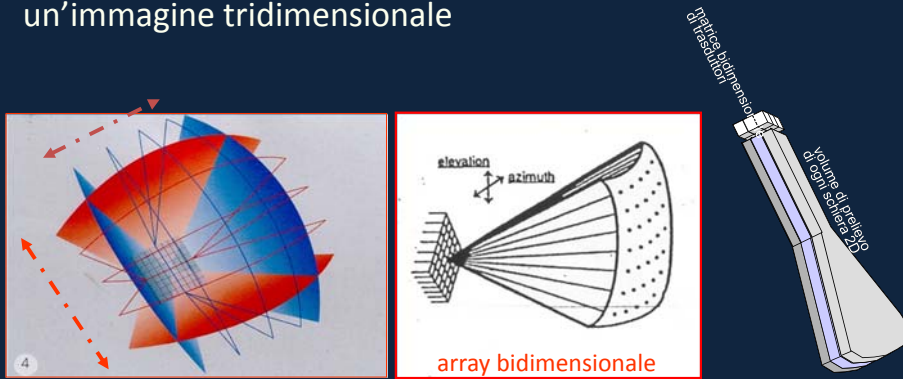
➤ viene sacrificata la visione superficiale (ampiezza ridotta e poco nitida)

➤ offre un'ampia panoramica delle strutture profonde anche se spazialmente in parte deformate



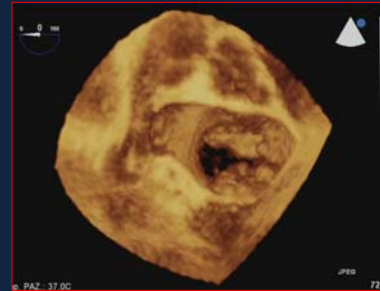
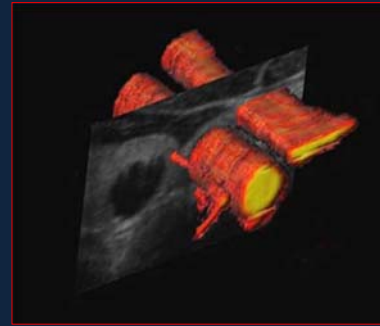
2D ARRAY (Matrix): array bidimensionale di trasduttori

- si utilizza una **matrice bidimensionale di elementi piezoelettrici**
- si acquisisce perciò un volume (come in TC-RM) che consente con particolari algoritmi (es. VR), di ottenere un'immagine tridimensionale



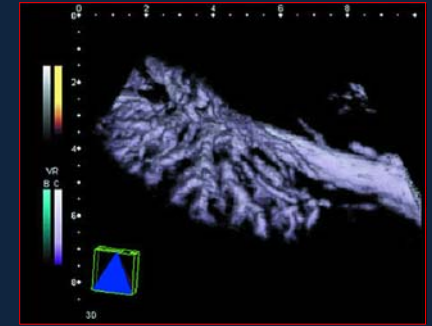
F.P. SELLITTI – Tecnologia applicata all'immagine ultrasonografica

Studio dei vasi (fusione immagini)

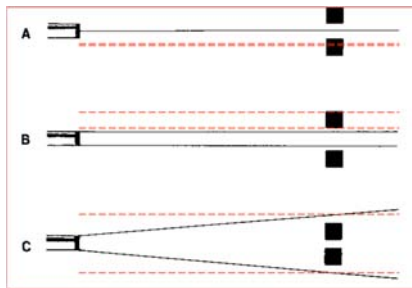
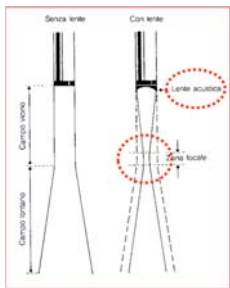


F.P. SELLITTI – Tecnologia applicata all'immagine ultrasonografica

Studio di organi addominali



F.P. SELLITTI – Tecnologia applicata all'immagine ultrasonografica



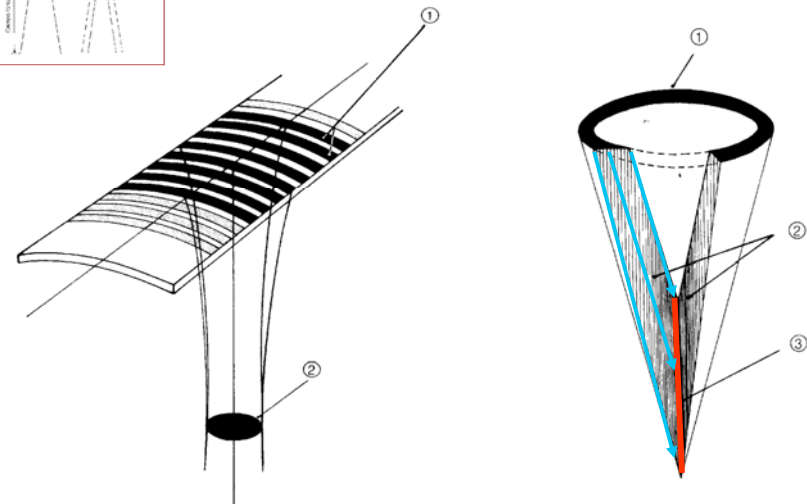
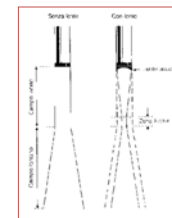
➤ sonde a focalizzazione fissa

➤ sonde a focalizzazione dinamica

F.P. SELLITTI – Tecnologia applicata all'immagine ultrasonografica

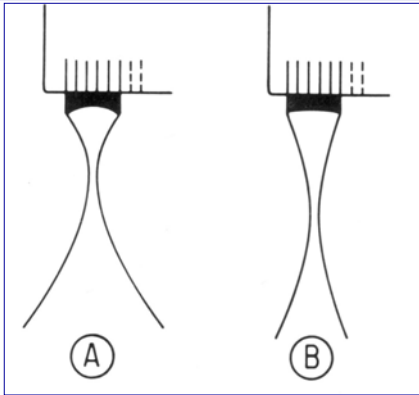
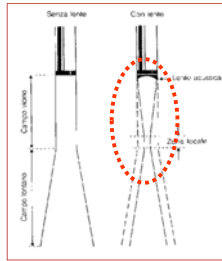
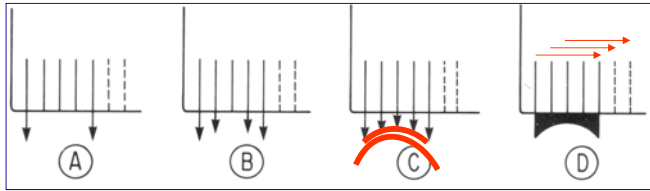
SONDE ECOGRAFICHE

sonde a focalizzazione fissa



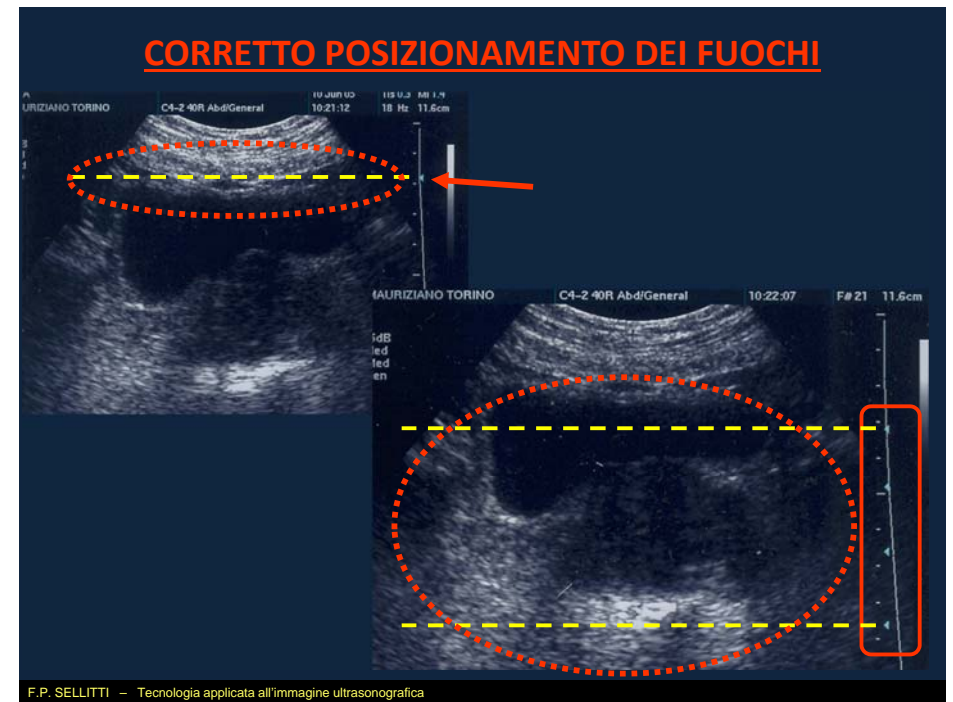
F.P. SELLITTI – Tecnologia applicata all'immagine ultrasonografica

SONDE ECOGRAFICHE

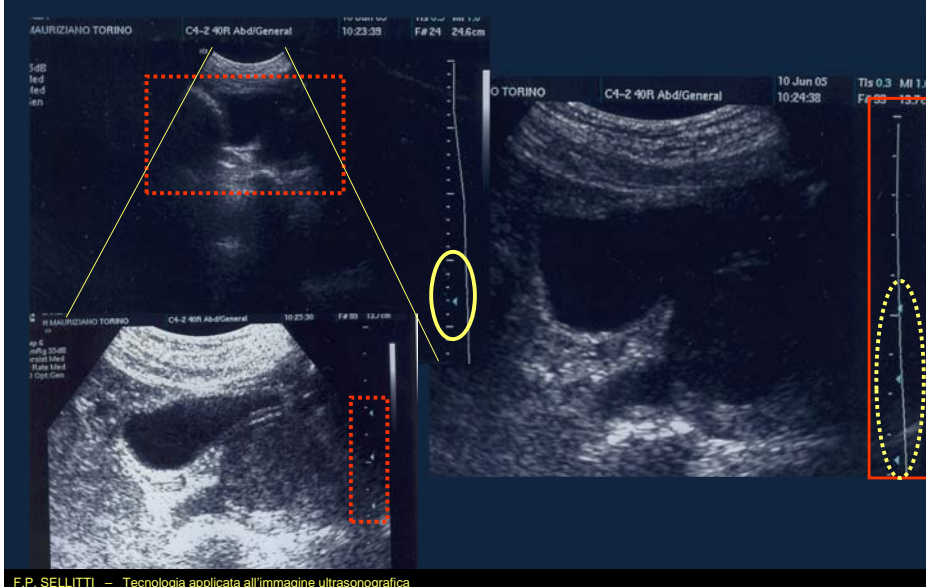


Focalizzazione di tipo dinamico

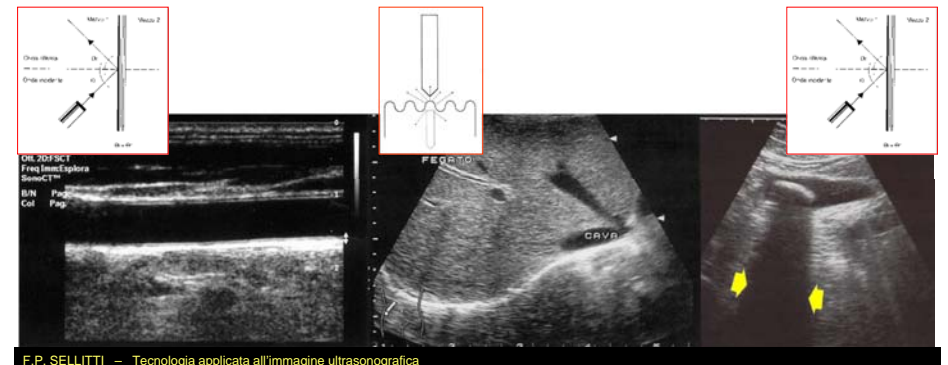
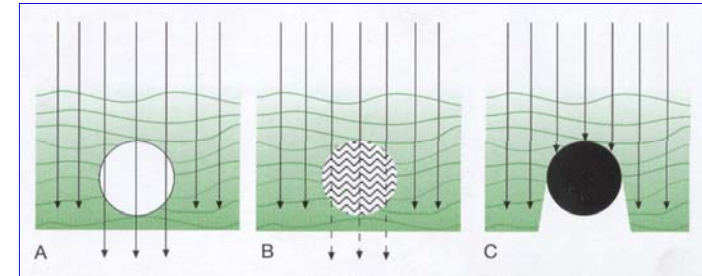
si ottiene alimentando con opportuni ritardi gli elementi della schiera.



CORRETTO POSIZIONAMENTO DEI FUOCHI E REGOLAZIONE DEL GUADAGNO



Formazione dell'immagine ecografica



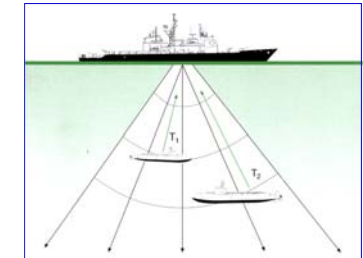
LA CODIFICA SPAZIALE:

➤ Verticale

➤ Orizzontale

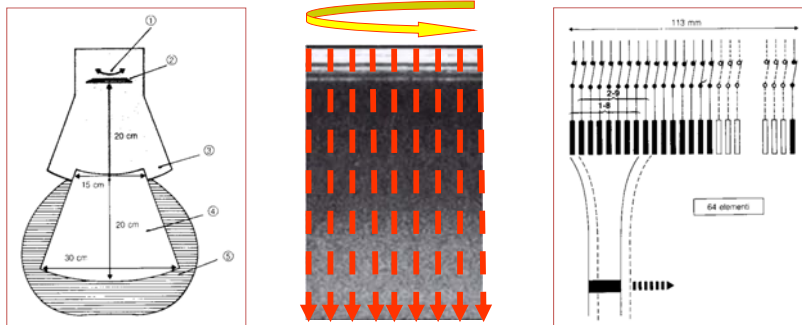
➤ LA CODIFICA SPAZIALE Verticale

$$x = \frac{1}{2} c \Delta t$$



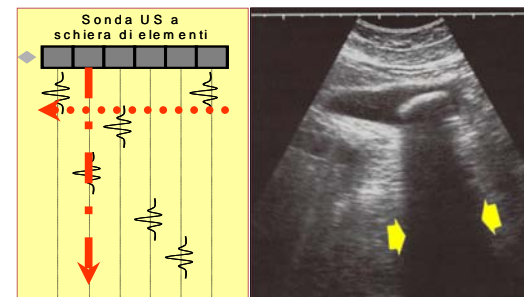
- ✓ Δt rappresenta il tempo di volo;
- ✓ c rappresenta la velocità di propagazione delle onde US nei tessuti (convenzionalmente presa pari a 1540 m/s);
- ✓ $\frac{1}{2}$ la divisione per due è necessaria in quanto l'onda ha percorso, prima di tornare alla sonda, uno spazio doppio rispetto alla distanza sonda – discontinuità.

➤ LA CODIFICA SPAZIALE Orizzontale



La codifica spaziale ORIZZONTALE o laterale dipende dal tipo di scansione del/dei trasduttori (oscillazione o attivazione in successione della schiera di elementi)

➤ LA CODIFICA SPAZIALE

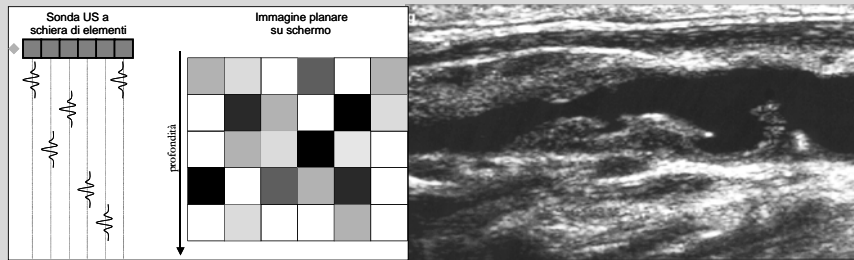


❑ Un eco non può essere atteso indefinitamente perché i dispositivi ad eco pulsato devono tornare ad emettere pacchetti di u.s. dopo un tempo prestabilito

❑ Esiste un tempo di volo massimo oltre il quale l'eco "viene dato per perso": **QUESTO TEMPO DI VOLO MASSIMO DETERMINA LA MASSIMA PROFONDITÀ DI SCANSIONE.**

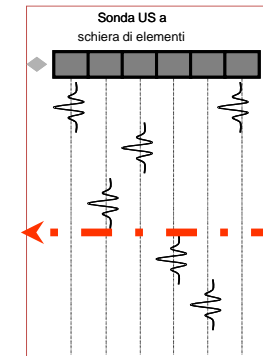
Formazione dell'immagine ecografica

LA CODIFICA di ECOGENICITÀ



- ❑ La **codifica di ecogenicità** è contenuta nell'**ampiezza** dell'eco, cioè nella quantità di energia retroirradiata (**INTENSITÀ**).
- ❑ L'ampiezza è funzione della **differenza di impedenza acustica** dei due mezzi che hanno generato la discontinuità.
- ❑ Nell'immagine **B – Mode**, a punti ad **ecogenicità maggiore** corrispondono **punti più luminosi** sullo schermo (e viceversa).

Formazione dell'immagine ecografica



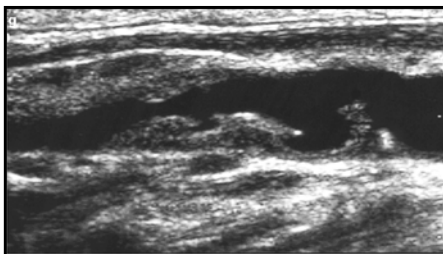
- Il **numero d'immagini complete** ottenute **nell'unità di tempo** che lo strumento è in grado di rappresentare è detto:

FRAME – RATE

“Codifica temporale”

- Il **frame – rate** è funzione della PRF e del numero di trasduttori: una sonda con **192 elementi** e una PRF di **5KHz** ha un **frame-rate di 26/sec**

Formazione dell'immagine ecografica

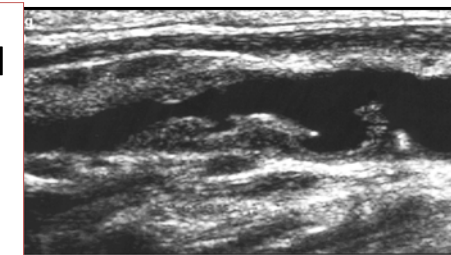
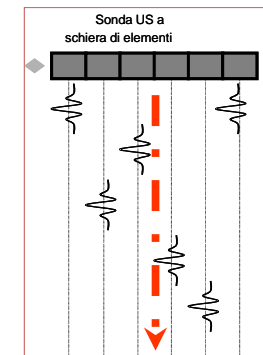


I parametri che caratterizzano la qualità dell'immagine ecotomografica sono:

LA RISOLUZIONE SPAZIALE

- ❑ ASSIALE
- ❑ LATERALE

Formazione dell'immagine ecografica



- LA RISOLUZIONE SPAZIALE
 - ❑ ASSIALE
 - ❑ LATERALE

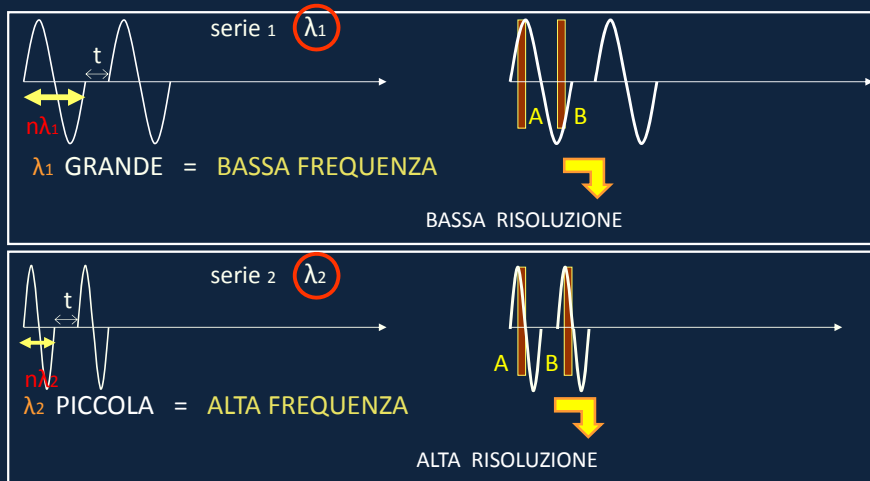
LA RISOLUZIONE ASSIALE

È LA CAPACITÀ DELL'APPARECCHIO DI **DIFFERENZIARE DUE STRUTTURE LUNGO L'ASSE DI PROPAGAZIONE** DEL FASCIO u.s.

(Dimensioni λ e Tempo di emissione dell'impulso U.S.)

Risoluzione assiale: definita lungo la linea di propagazione del fascio (scansione), è la capacità di distinguere due oggetti a profondità diverse.

consideriamo due serie di impulsi a pari tempo di ripetizione t ma a diverse lunghezze d'onda λ , ovvero a diverse frequenza f



Formazione dell'immagine ecografica

	MHz	Risoluzione assiale (mm)
	3,5	0,440
	5,0	0,308
	7,5	0,205
	10	0,154
	13	0,076

Formazione dell'immagine ecografica

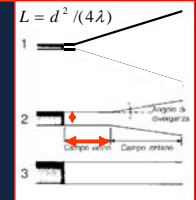
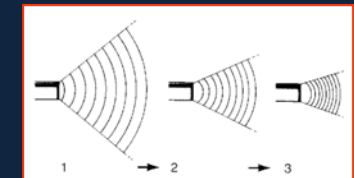


È LA CAPACITÀ DEL FASCIO U.S. DI DISCRIMINARE TRA LORO **DUE OGGETTI VICINI POSTI AFFIANCATI E ALLA STESSA PROFONDITÀ** (LARGHEZZA DEL FASCIO)

Risoluzione laterale: definita perpendicolarmente alla linea di propagazione del fascio (scansione), è la capacità di distinguere due oggetti alla stessa profondità.

Dipende da:

- ✓ **LARGHEZZA DEL FASCIO**
 - FREQUENZA UTILIZZATA
 - DIMENSIONI DEL CRISTALLO
- ✓ **FOCALIZZAZIONE**



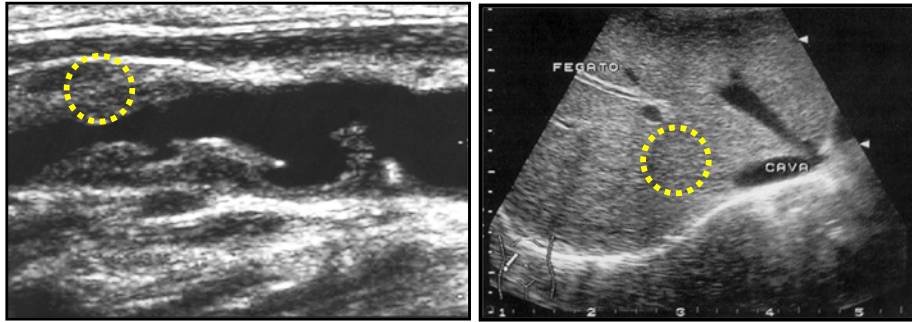
Si rende il fascio più stretto in modo da avere intensità massima in una zona più limitata e quindi migliore risoluzione laterale



Formazione dell'immagine ecografica

➤ LA RISOLUZIONE DI CONTRASTO

È LA CAPACITÀ DEL SISTEMA DI **DIFFERENZIARE**
TRA LORO TESSUTI CON **PICCOLE DIFFERENZE DI**
IMPEDENZA ACUSTICA (minime diff. di eco)



F.P. SELLITTI – Tecnologia applicata all'immagine ultrasonografica

