



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica

Relazione per la prova finale

Effetto Doppler e le sue applicazioni in campo biomedico

Relatore: Prof. Del Favero

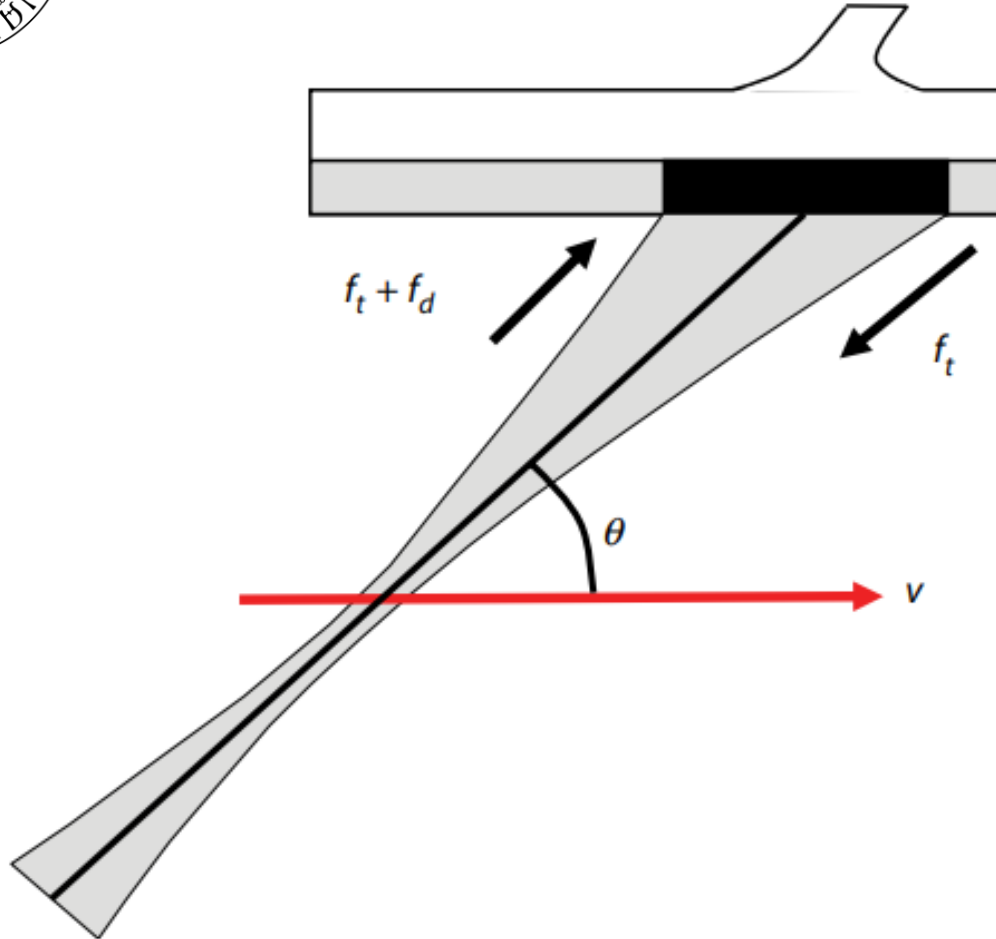
Laureando: Dorian Franco.
Matricola n.: 2074802

ANNO ACCADEMICO 2025/2026



Effetto Doppler

Applicazioni in campo biomedico

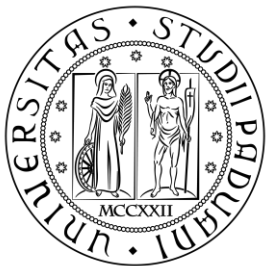


$$f_d = \frac{2f_t v \cos \theta}{c}$$

v : velocità del sangue

θ : angolo di insonazione

c : velocità di propagazione
nel mezzo(tessuto)



Onde ultrasoniche

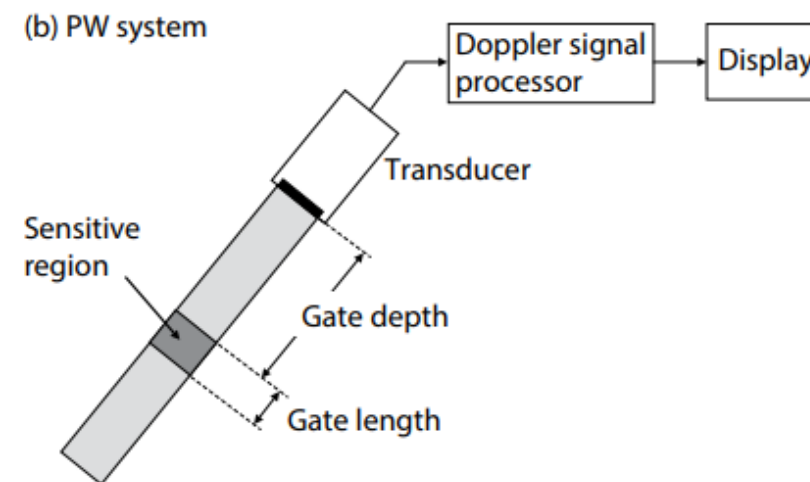
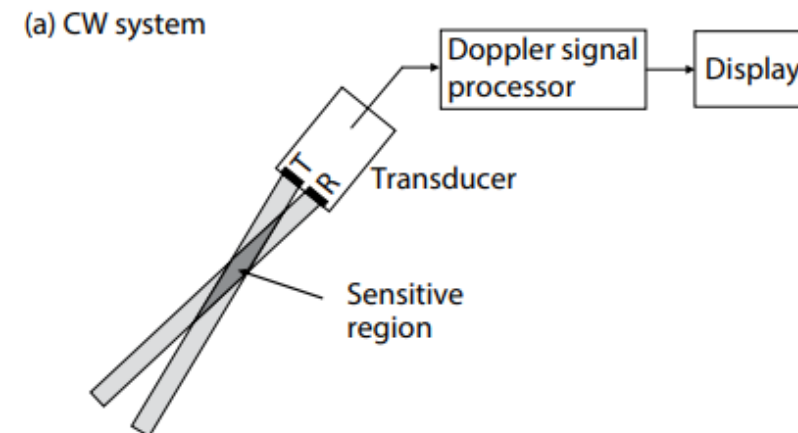
Sistemi a:

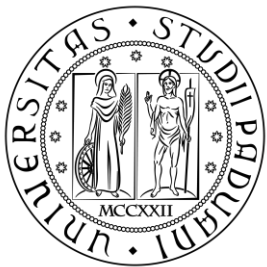
Continuous-wave (CW)

→ trasmissione e ricezione del segnale separati. Utile per alte velocità

Pulsed-wave (PW)

→ trasmissione e ricezione dallo stesso cristallo. Regolabile profondità e ampiezza di canale



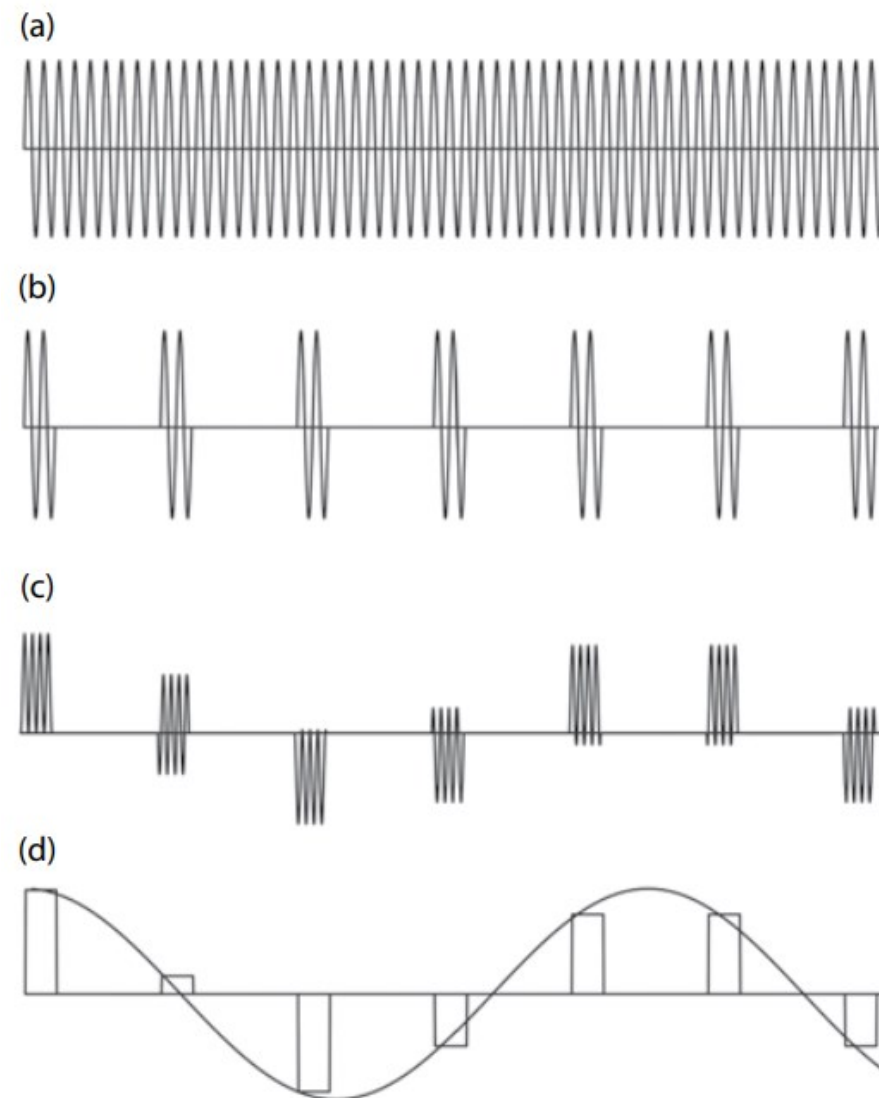


Processazione dati

Demodulazione:
Mixaggio , filtro passa basso

Filtro clutter :
Filtro passa alto

Analisi delle frequenze :
FFT oppure autocorrelazione

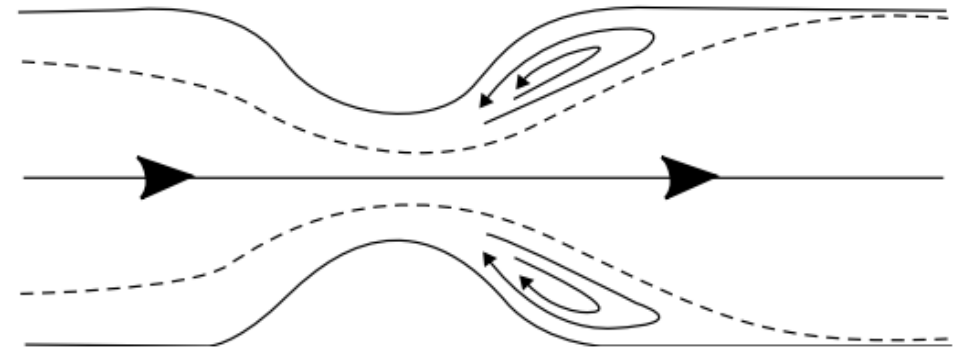
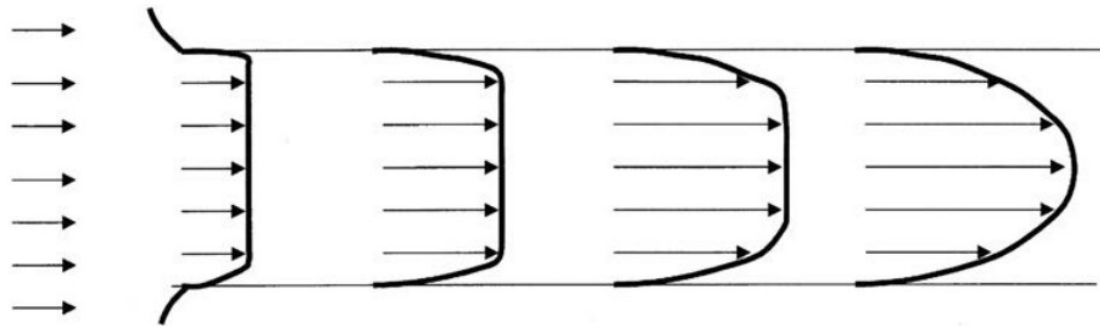




Profili di velocità sanguigni

Flusso laminare o turbolento

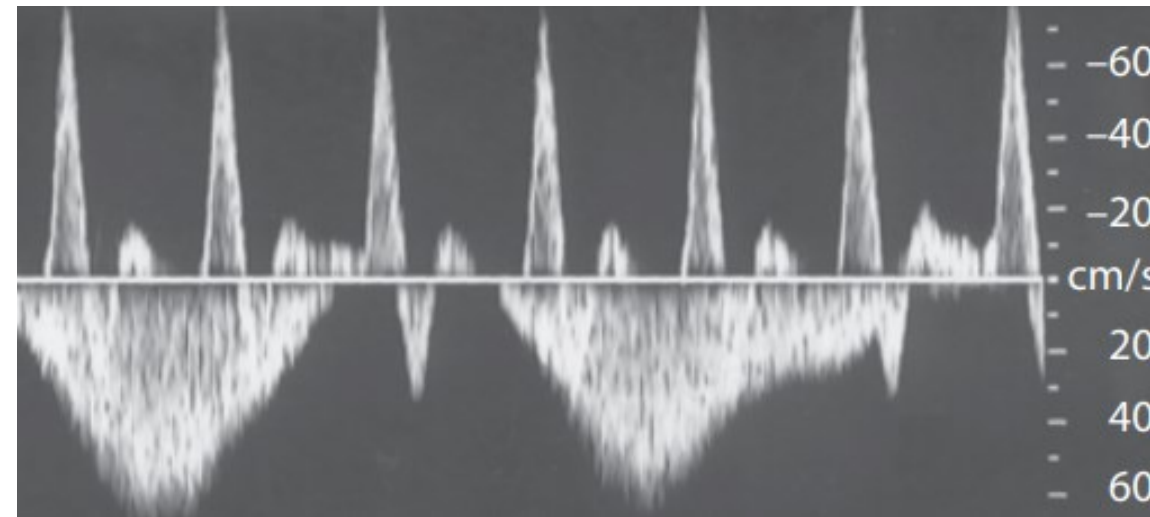
Evoluzione da profilo piatto a parabolico. Viscosità delle pareti crea gradiente di velocità. Pulsatilità condiziona il profilo

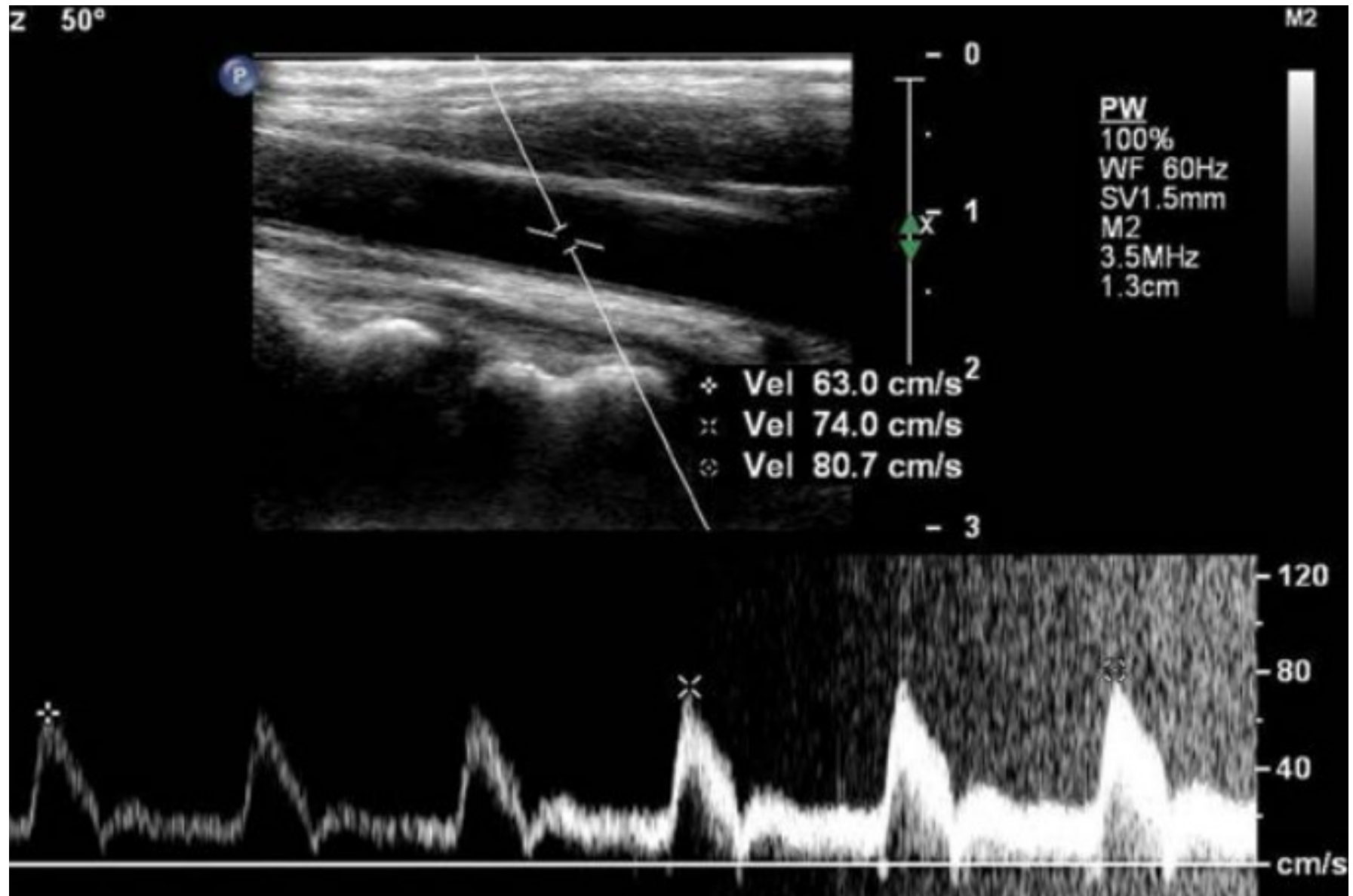




Doppler spettrale

- Visualizzazione tempo-velocità(frequenza)
- Luminosità indica ampiezza delle relative frequenze
- Valori positivi → flusso verso il trasduttore
- Valori negativi → flusso in allontanamento







Sistemi a colore

Demodulatore → Filtro → Autocorrelazione

L'ultima calcola:

- Potenza : quadrato dell'ampiezza Doppler
- Media delle frequenze
- Varianza : quadrato della dev.standard

Analisi zone di prossimità ai tessuti



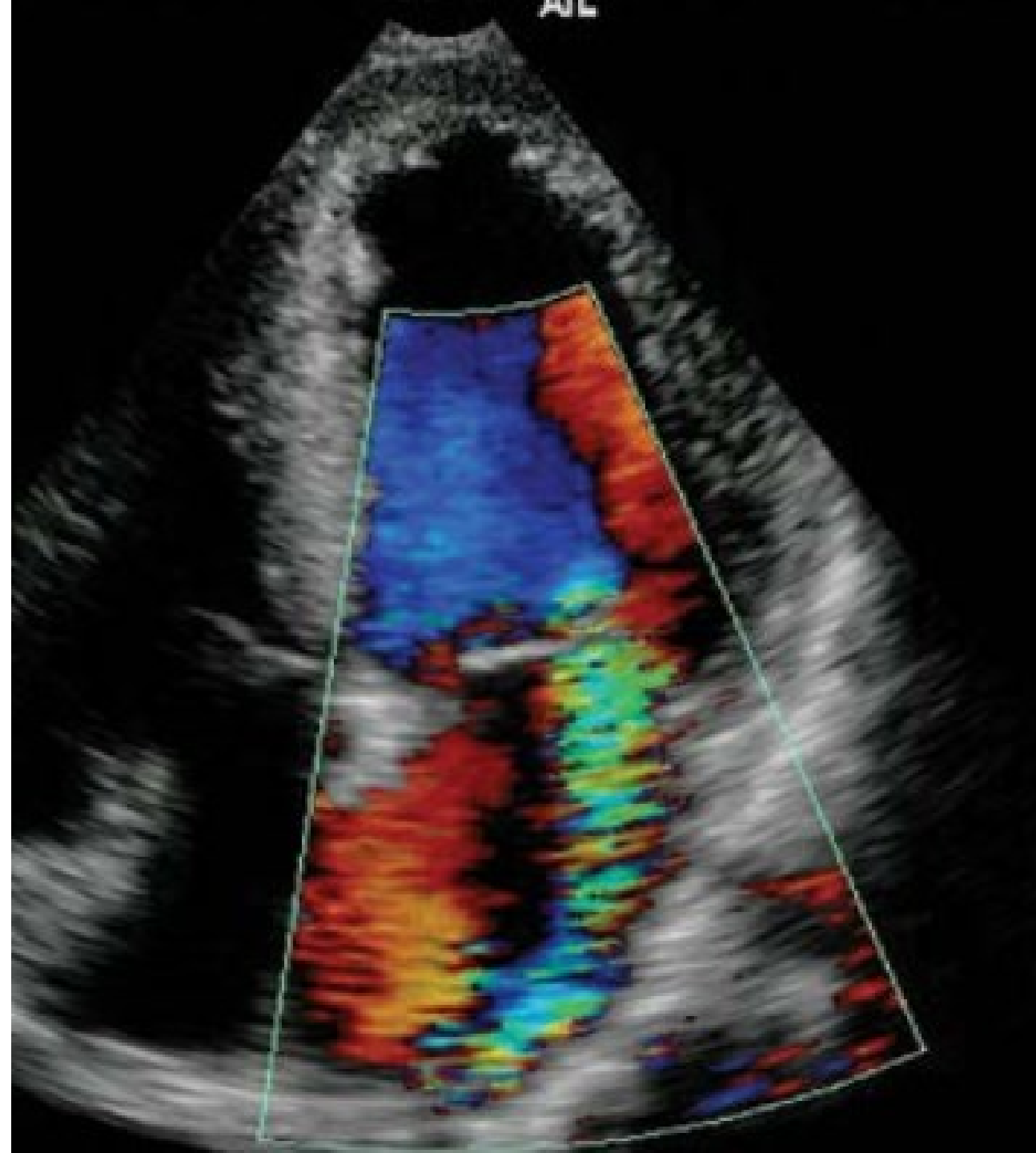
Color Doppler

Media delle frequenze calcolate
→ ogni pixel con un colore

Rosso → colore in una direzione
(avvicinamento)

Blu → colore nella direzione
opposta (allontanamento)

Verde → varianza di velocità nel
pixel considerato





Power Doppler

- Guarda la potenza del segnale
- Frequenza di taglio inferiore rispetto al color doppler
- Scala di calore : da nero a giallo con potenza crescente