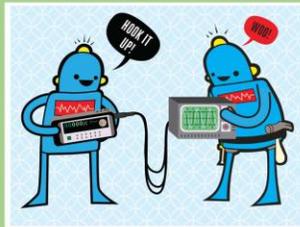


Destreggiarsi in un laboratorio
di misure elettroniche

GENERATORE DI SEGNALI



OSCILLOSCOPIO



MULTIMETRO/
TESTER DIGITALE



SCHEDE DI
ACQUISIZIONE
(DAQ)



ALIMENTATORE
DA BANCO

LABORATORIO 2:

Introduzione all'utilizzo di generatore di segnali e oscilloscopio: Tiriamo le somme!

Misure e Acquisizione di Dati Biomedici

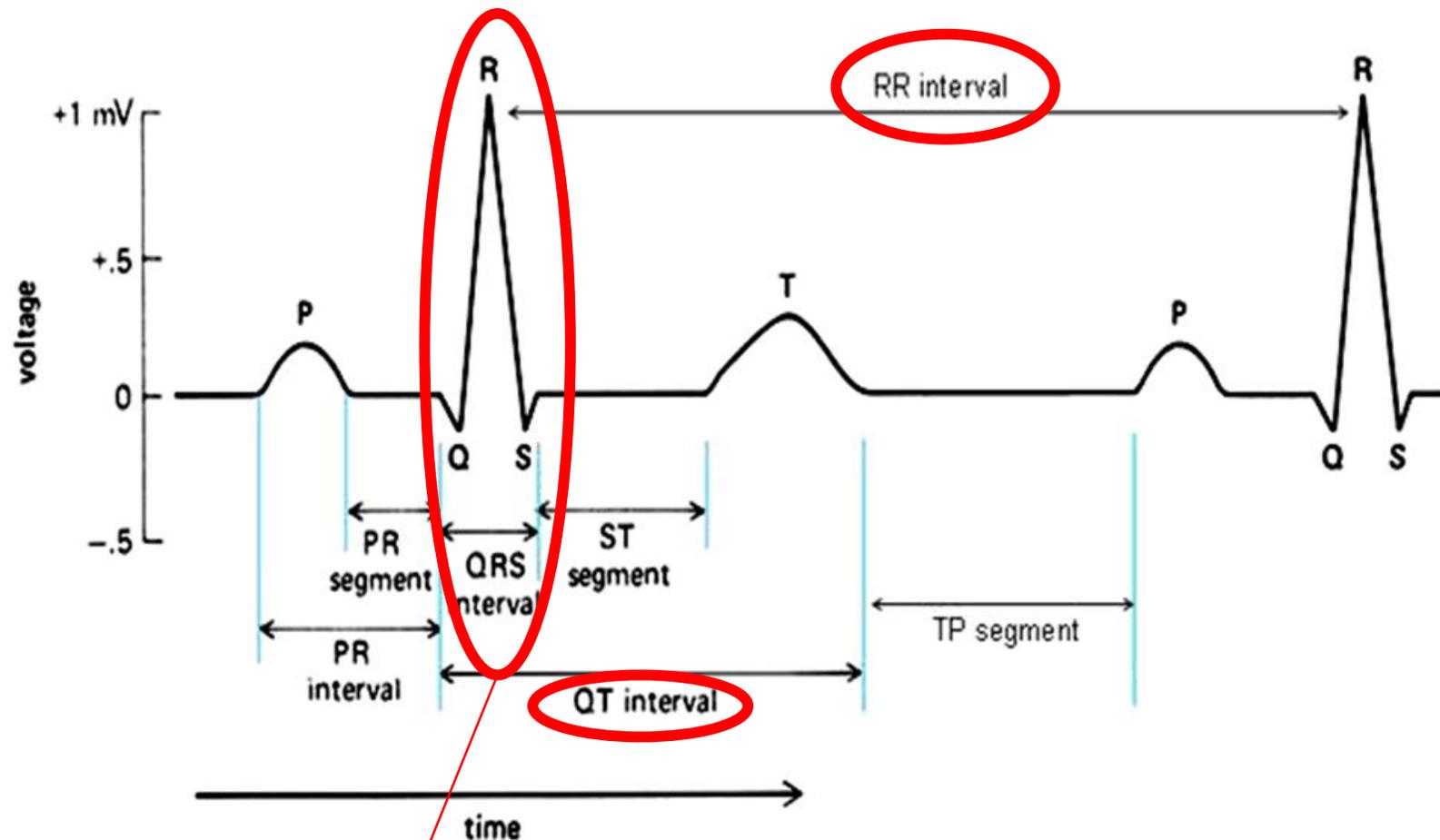
Sarah Tonello, PhD

Dip. Ingegneria dell'Informazione

Università di Padova

Misure con oscilloscopio su segnale ECG: frequenze nel segnale

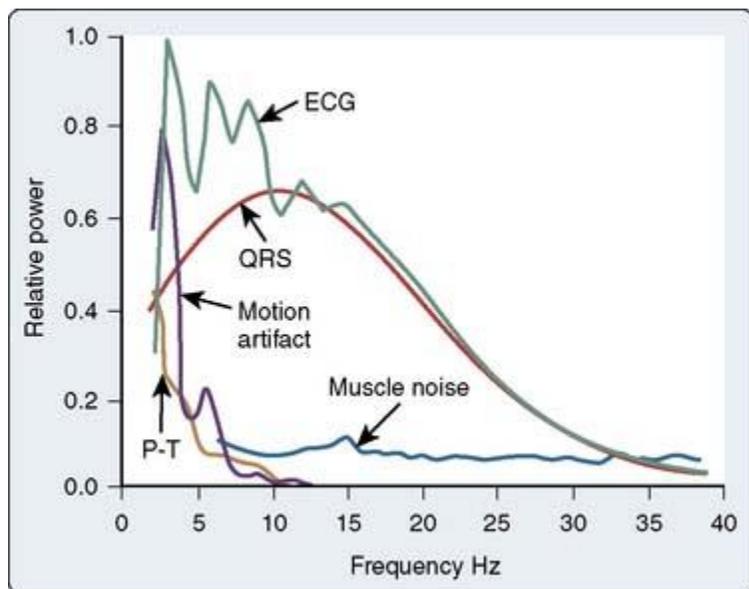
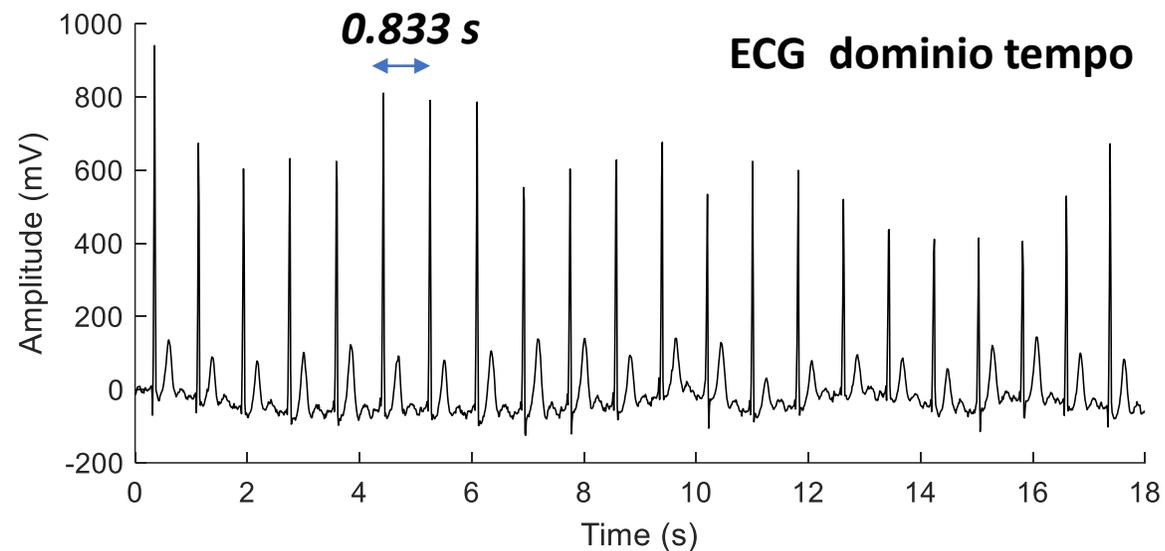
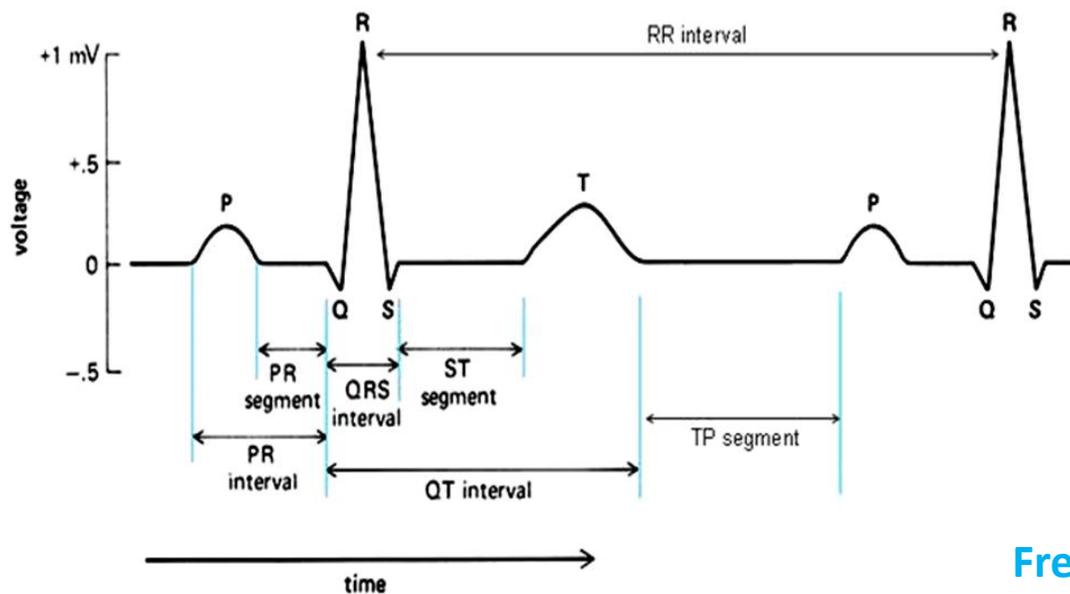
Periodo segnale (RR) (s)	$f_{ECG} = 1/RR$ (Hz)	freq QRS (Hz)
0.834	1.199	17.290
0.832	1.202	12.820
0.836	1.196	1.196
0.838	1.193	12.195
0.832	1.202	12.019
0.834	1.199	13.736
0.834	1.199	7.751
0.834	1.199	1.119
0.834	1.199	1.199
0.830	1.205	1.205
0.834	1.199	13.510
0.833	1.200	1.200
0.840	1.190	15.385
0.834	1.199	16.950
0.834	1.199	12.500
0.832	1.202	16.393
0.832	1.202	17.422
0.893	1.120	9.710
0.832	1.202	



$f_{QRS} = 1/(\text{QRS interval})$

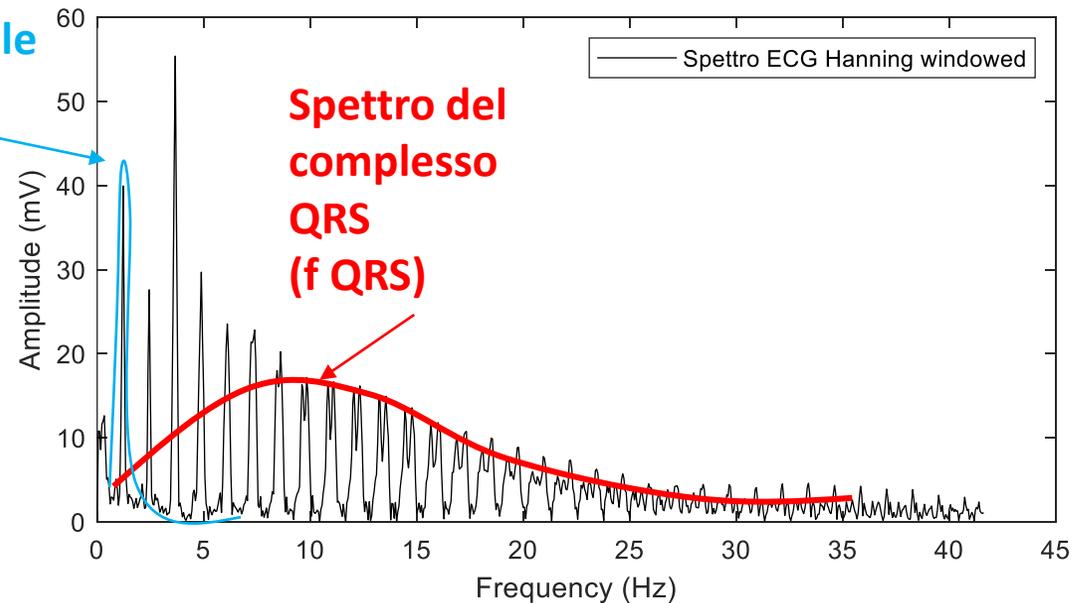
N.B. Diversa dalla frequenza di ripetizione del segnale (Heart Rate) calcolabile come $f_{ECG} = 1/RR$

Misure con oscilloscopio su segnale ECG



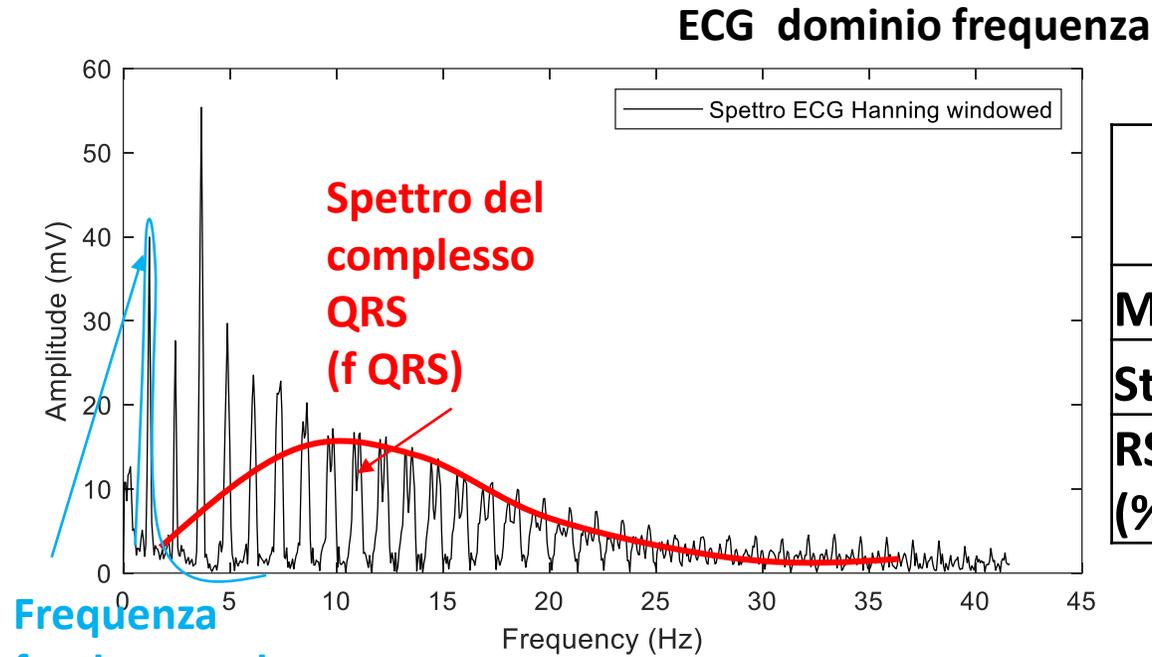
Frequenza
fondamentale
del segnale
(f_{ECG})

ECG dominio frequenza



Misure con oscilloscopio su segnale ECG: frequenze nel segnale

Periodo segnale (RR) (s)	f_{ECG} (Hz)	freq QRS (Hz)
0.834	1.199	17.290
0.832	1.202	12.820
0.836	1.196	1.196
0.838	1.193	12.195
0.832	1.202	12.019
0.834	1.199	13.736
0.834	1.199	7.751
0.834	1.199	1.119
0.834	1.199	1.199
0.830	1.205	1.205
0.834	1.199	13.510
0.833	1.200	1.200
0.840	1.190	15.385
0.834	1.199	16.950
0.834	1.199	12.500
0.832	1.202	16.393
0.832	1.202	17.422
0.893	1.120	9.710
0.832	1.202	



**Frequenza
fondamentale
del segnale
(f_{ECG})**

	RR (s)	f_{ECG} (Hz)	f_{QRS} (Hz)
Media	0.837	1.195	13.668
StDev	0.014	0.019	2.973
RSD (%)	1.644	1.549	21.749

Take home messages

1. Ricchezza di termini di contenuto in frequenza dell'ECG (e in generale dei segnali biomedici), frequenza di ripetizione è solo una componente dello spettro
2. Incertezza nella misura della frequenza del complesso fondamentale (**21.749 %**) molto maggiore della misura di RR (**1.5 %**) a causa della minore accuratezza delle indicazioni che vi son state date → importanza del protocollo di misura

Misure con oscilloscopio su segnale ECG: indice indiretto

Indice Bazett corretto (s)

0.340

0.440

0.424

0.352

0.434

0.420

0.452

0.432

0.444

0.408

0.442

0.430

0.458

0.429

0.476

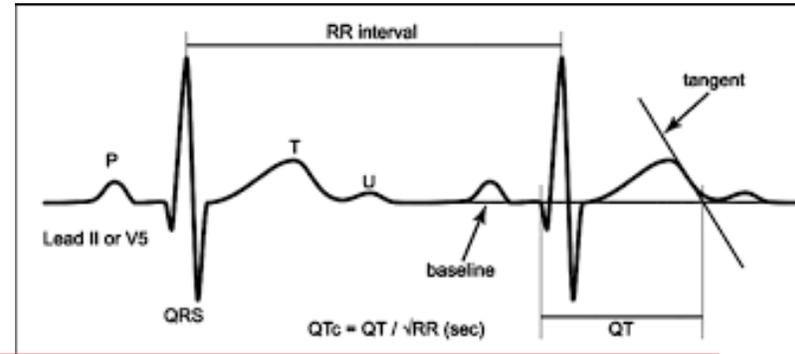
0.340

0.459

0.420

Media (ms)	422
St Dev (ms)	41
RSD (%)	10

	Adult Males	Adult Females
Normal	<430 ms	<450 ms
Borderline	431 - 450	451-470
Prolonged	>450	>470



Da cosa deriva l'incertezza ottenuta?

valgono le regole di propagazione dell'incertezza...

$$QTc = \frac{QT}{\sqrt{RR}}$$

$z = c \frac{x}{y}$	$\frac{\delta z}{z} = \left[\left(\frac{\delta x}{x} \right)^2 + \left(\frac{\delta y}{y} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$
$z = cx^a$	$\frac{\delta z}{z} = a \frac{\delta x}{x}$

RSD $\frac{QT}{\sqrt{RR}}$ → 0.09

RSD $\frac{QT}{\sqrt{RR}}$ → 0.016 * 1/2 = 0.008

RSD QTc → $\text{Sqrt}((0.09)^2 + (0.008)^2) = 0.09 \rightarrow 9\%$

Essendo l'incertezza di RR molto piccola, il quasi totale contributo è l'incertezza nella misura di QT!

Take home messages

1. Rispetto alla RSD su singola misura standardizzata vista prima con RR (1.5%), la RSD del calcolo risulta essere maggiore (10%).
2. Il valore deriva dalla somma di due contributi:
 - propagazione dell'incertezza nell'eseguire operazioni su misure dotate di una propria incertezza
 - dipendenza dall'operatore nella misura meno standardizzata tra quelle che partecipano nella formula

Altri take home messages pratici LAB 2...

- **Generazione di segnali comuni e arbitrari da generatore**
- **Visualizzazione segnali su oscilloscopio regolando fattori di scala e identificando tali fattori sullo schermo**
- **Stabilizzare la forma d'onda con trigger semplice e con hold off a seconda delle caratteristiche del segnale**
- **Eseguire misure su segnale tramite l'uso dei cursori**
- **Valutare l'adattamento di impedenza tra strumento di misura e fonte di segnale**

