

## Caratteristiche dinamiche

Le *caratteristiche dinamiche* descrivono la risposta di un strumento di misura rispetto ad un **ingresso variabile nel tempo**, per esempio in strumenti destinati a misurare segnali (Elettroencefalografi, Elettromiografi, Elettrocardiografi, Monitor in Unità di Cura Intensiva, accelerometri, goniometri, ecc).



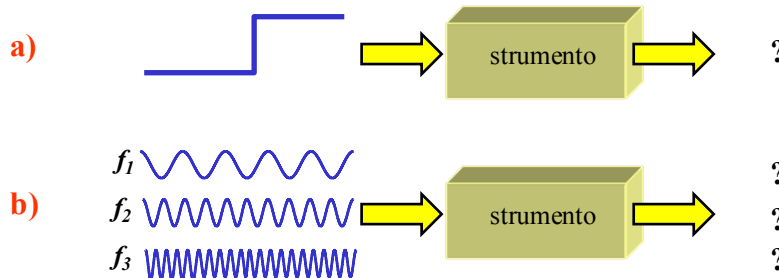
UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Caratteristiche dinamiche

Lo studio delle caratteristiche dinamiche di uno strumento è più complesso e richiede la conoscenza delle relazioni tra ingresso e uscita in condizioni dinamiche.

In particolare vorremmo sapere come si comporta lo strumento quando:

- invio all'ingresso un segnale a gradino, cioè quando cambio improvvisamente il livello del segnale di ingresso;
- Invio all'ingresso una serie di segnali sinusoidali a diverse frequenze.



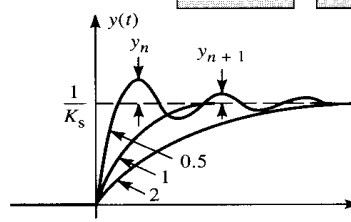
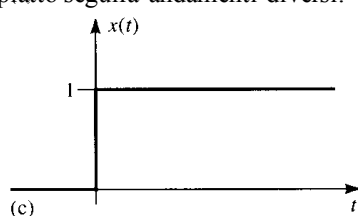
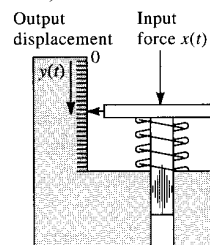
UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Caratteristiche dinamiche

La risposta a questi segnali di ingresso (gradino o varie frequenze) è dipendente dal tipo di strumento, cioè è funzione della sua complessità e della presenza di elementi che sono in grado di immagazzinare energia (molle, masse in movimento, condensatori, induttanze, ecc.).

Per esempio, consideriamo una bilancia costituita da una massa, una molla ed uno smorzamento viscoso, trascurando la presenza di attriti.

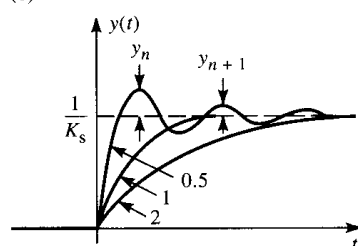
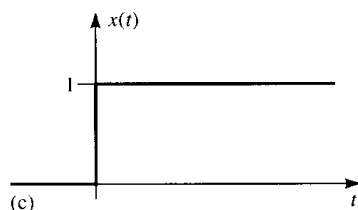
E' intuitivo pensare che, a seconda delle caratteristiche della molla e dello smorzamento, quando metto il corpo da pesare il movimento del piatto seguirà andamenti diversi.



UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Risposta ad un segnale a gradino

Possiamo anche dire che la risposta ad un ingresso a gradino unitario è condizionata dal *fattore di smorzamento*  $\delta$  che dipende per l'appunto dalle caratteristiche del sistema.



Per diversi valori di  $\delta$  la risposta in uscita viene raggiunta in tempi e modalità diverse

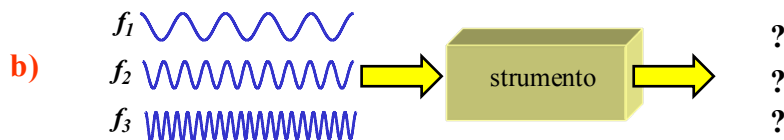
- $\delta < 1$  sottosmorzamento
- $\delta = 1$  smorzamento critico
- $\delta > 1$  sovrasmorzamento

Nel caso  $\delta < 1$  la frequenza delle oscillazioni è la *frequenza naturale* del sistema.

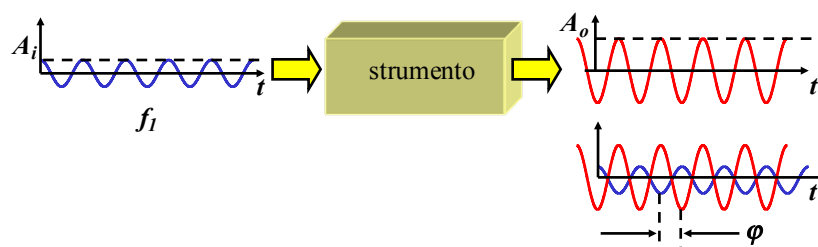
UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Risposta in frequenza

Nel secondo caso b) si esegue invece lo studio della *risposta in frequenza* dello strumento.

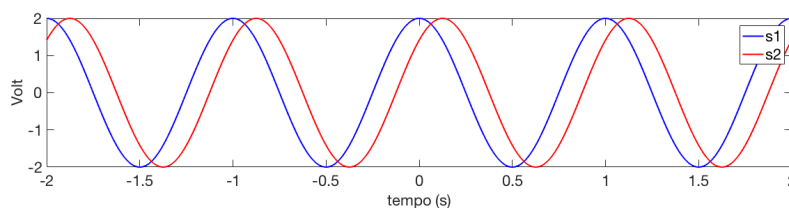


Si inviano all'ingresso dei segnali sinusoidali puri e si misurano in uscita l'*ampiezza* e la *fase* del segnale ottenuto.



UNIFI-SM-*Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## Note sulla fase



$$s_1(t) = 2\cos(2\pi f_1 t) \quad \text{con } f_1 = 1 \text{ Hz (1 oscillazione al secondo)}$$

$$s_2(t) = 2\cos\left(2\pi f_1 t - \frac{\pi}{4}\right)$$

Il segnale  $s_2$  è ritardato rispetto a  $s_1$

In termini di fase il ritardo è pari a  $\frac{\pi}{4}$  radianti

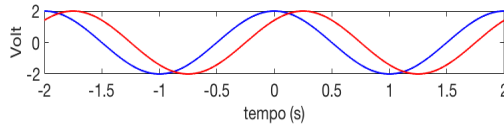
Per trovare il ritardo in termini di tempo è possibile agire in questo modo

$$\begin{aligned} s_2(t) &= 2\cos\left(2\pi f_1 t - \frac{\pi}{4}\right) = 2\cos\left(2\pi f_1 \left(t - \frac{\pi}{2\pi f_1 4}\right)\right) = 2\cos\left(2\pi f_1 \left(t - \frac{1}{f_1 8}\right)\right) = \\ &= 2\cos(2\pi f_1 (t - 0.125)) \end{aligned}$$

UNIFI-SM-*Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

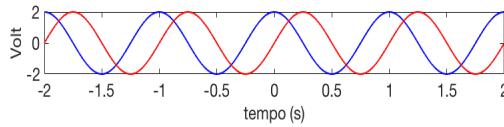
## Note sulla fase

Se consideriamo componenti frequenziali a frequenze diverse, per avere lo stesso ritardo temporale, dovremmo applicare un ritardo di fase proporzionale alla frequenza



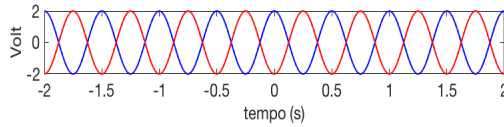
$$s_1(t) = 2\cos(2\pi f_1 t) \text{ con } f_1 = 0.5 \text{ Hz}$$

$$s_2(t) = 2\cos\left(2\pi f_1 t - \frac{\pi}{4}\right)$$



$$s_1(t) = 2\cos(2\pi f_2 t) \text{ con } f_2 = 1 \text{ Hz}$$

$$s_2(t) = 2\cos\left(2\pi f_2 t - \frac{\pi}{2}\right)$$



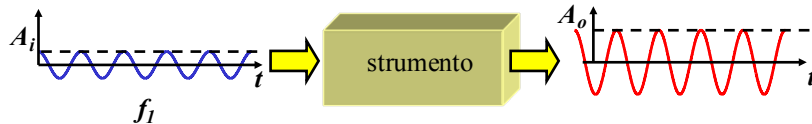
$$s_1(t) = 2\cos(2\pi f_3 t) \text{ con } f_3 = 2 \text{ Hz}$$

$$s_2(t) = 2\cos(2\pi f_3 t - \pi)$$

In tutti e tre i casi il ritardo temporale è pari a  $t_0=0.25$  s

*UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## Risposta in frequenza



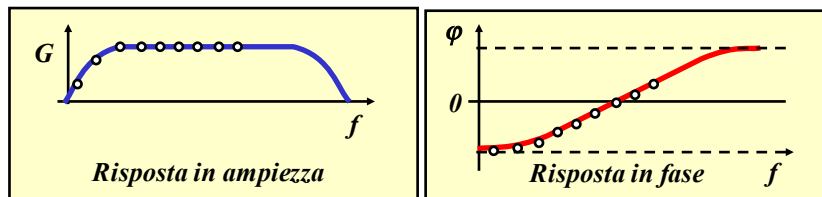
Per ogni generica frequenza  $f_k$  possiamo identificare una coppia di parametri:

$$G_k = A_{o,k} / A_{i,k} \quad (\text{Guadagno})$$

$\varphi_k$  = differenza di *fase* tra la sinusoidi di ingresso e quella di uscita.

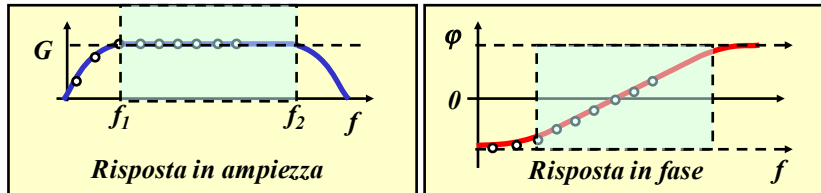
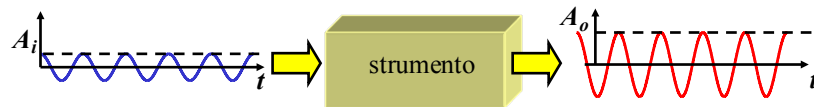
Questi valori possono essere utilizzati per tracciare dei grafici dove in ascissa mettiamo le frequenze delle sinusoidi ed in ordinata i guadagni o le fasi.

Otteniamo così le *curve di risposta in ampiezza e in fase dello strumento*.



*UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## Range di frequenza

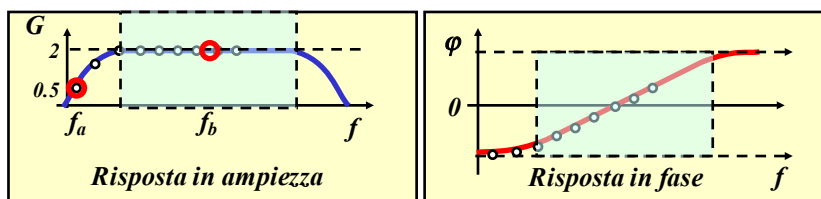
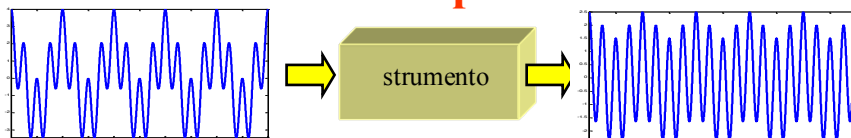


In base alle curve di risposta in ampiezza e fase posso individuare un intervallo di frequenza in cui il rapporto tra segnale di ingresso e uscita rimane costante ( $G=\text{costante}$ ) ed in cui la fase varia in modo lineare.

Questo intervallo mi identifica la zona di “buon” funzionamento del mio strumento (*range di frequenza*); in questo intervallo, segnali di frequenza diversa sono tutti trattati allo stesso modo.

UNIFI-SM-*Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## Esempio



Supponiamo di avere in ingresso un segnale complesso costituito dalla somma di 2 sinusoidi a frequenze  $f_a$  e  $f_b$ , con la prima frequenza  $f_a$  fuori dal range di frequenza dello strumento.

Poiché i 2 segnali sono amplificati in modo diverso il segnale risultante in uscita sarà diverso dal segnale di ingresso, cioè sarà distorto.

UNIFI-SM-*Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## Caratteristiche della strumentazione

### • Caratteristiche statiche

- retta di regressione
- accuratezza
- precisione
- risoluzione
- riproducibilità
- sensibilità statica
- deriva dello zero
- deriva della sensibilità
- range di ingresso
- impedenza di ingresso
- linearità
- non linearità
- affidabilità

### • Caratteristiche dinamiche

- risposta ad un segnale a gradino
- risposta in frequenza

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

**L'errore rispetto al valore vero è del 3% della misura oppure 100ml; da considerare il peggiore dei 2.**

**Per misure ripetute nel tempo mi aspetto una variabilità della misura di +/-5%, oppure di 0.150 litri.**

**Il segnale di volume in ingresso deve stare nell'intervallo +/- 16 litri.**

**Accuracy:**  
 $\pm 3\%$  or 100 ml, whichever is greater; research grade accuracy of  $\pm 1\%$  can be set via calibration

**Reproducibility:**  
 $\pm 0.5\%$  or 0.150 l, whichever is greater

**Volume Range:**  
 +16 l

**Flow Range:**  
 +16 l/s

**Technical Specifications**

Tests Performed:  
 FVC, SVC, Pre- and Post- BD, MVV, Challenge

Parameters Measured (in FVC test):

Expiratory:  
 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1.5</sub>/FVC%, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC%, FEV<sub>3</sub>, FEV<sub>3</sub>/FVC%, FEV<sub>6</sub>, FEV<sub>6</sub>/FVC%, FEV<sub>1</sub>/FEV<sub>6</sub>%, PEFR, FEF<sub>25</sub>%, FEF<sub>50</sub>%, FEF<sub>75</sub>%, FEF<sub>25-75</sub>%, FEF<sub>2-1.2</sub>, FEF<sub>75-85</sub>%, Tpeak(ms), Vext(l), MET(s), Texp(s), Veot(l)

Inspiratory:  
 FIVC, FIV<sub>1.5</sub>, FIV<sub>1.5</sub>/FIVC, FIV<sub>1</sub>/FIVC, FIV<sub>3</sub>, FIV<sub>3</sub>/FIVC, PIFR, FIF<sub>50</sub>%, FIF<sub>25-75</sub>%, FIF<sub>2-1.2</sub>, FIF<sub>50</sub>/FEF<sub>50</sub>, MIT(s), Tinsp(s)

Pneumotach:  
 Brass Core Fleisch-type Pneumotachometer

Calibration:

Memory Storage:  
 Unlimited - dependent on hard disc drive or network server capacity

Predicted Sets:  
 Crapo 1981, Polgar (Pediatrics), ITS 1984, Knudson 1976/1983, ECCS 1963/1993, Hankinson (NHANES III) 2000, Toronto 1991, Morris F 1988/1971, Gore (Australia) 1995, Pereira (Brazil) 1996, Dejsomritratal (Tha) 1996, Miller 1996, Eigen (pre-school pediatrics), Viljanen/KLNW (Finland), Hendenstrom/Solymar (Sweden), Gulsvik (Norway), SEPAR (Spain), Forche (Austria), Hibbert (Pediatrics), Shands (mixed), Wang (Pediatrics), Berto (Brazil) 2000, Knudson 1976

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

# SpiroStar USB



World's smallest Windows® compatible spirometer with USB connection

## Technical specifications

### SpiroStar USB spirometer unit

- Physical dimensions: 84 mm x 36 mm x 17 mm
- Weight: 20 g
- Frequency response: 0...250 Hz (-3 dB)
- Supply voltage: via USB port
- Temperature correction: software-based
- Temperature range (operating): +10...+40°C
- Temperature range (storage): -10...+50°C
- Relative humidity range: 5...85%
- Pressure range: 600...1060 hPa
- Safety standards: EN60601-1-1, EN60601-1-2, Class IIIa medical device (MDD, 93/42/EEC), CE<sub>0327</sub>

### SpiroSafe disposable flow transducer - the best solution to patient safety

- Screen-type interchangeable disposable pneumotach
- Material polyethylene, can be disposed with incineration without toxic emissions
- Flow range -14...+14 l/s
- Back pressure: less than 0.6 kPa/(l/s), meets ATS, ACCP & ECCS standards
- Accuracy: 3% without calibration, 2% with volume calibration
- Sterilisation not required, the entire Flow Transducer is disposable

### Calibration

- Calibration with standard 3000 ml pulmonary calibration syringe, user defined volumes allowed
- Calibration results are recorded and stored in the calibration log file

### Measurement

- Collection of whole signal data, collection rate: 500 Hz
- Max duration of one measurement: 60 s
- Measurement protocols: TV, VC, FVC, FEVC, FIVC, MVV
- Maximum number of measurements: 8 pre and 8 post measurements
- Meets ATS/ERS standards
- Determination of 0-time in FVC by back extrapolation
- Metric and U.S. units
- Calculated variables:
  - TV, FR, MV
  - VC
  - FVC, FEV0.5, FEV1, FEV6, FEV0.5%, FEV%, PEF, MEF75, MEF50, MEF25, MMEF(FEF25-75), METT, AEFV, FET and VEXT
  - FIVC, FIV0.5, FIV1, FIV6, FIV0.5%, FIV%, PIF, MIF75, MIF50, MIF25, MMIF(FIF25-75), MITT, AIFV, FIT and VIEXT
  - MVV, MVVFR and MVVT
- Encouraging spirometry incentive for the children

### Results and Databases

- Criteria of best results: according to ATS and ERS recommendation

...line 3000 ...

UNIFI-SM-Characteristiche della strumentazione biomedicale

# SmartRead™ Plus Wrist-styled

## Product Specifications



<b>Name and model number</b>	SmartRead™ Plus Wrist-styled Digital Blood Pressure Monitor with Memory, 04-187-001
<b>Display system</b>	Digital display system/LCD
<b>Measuring method</b>	Oscillometric method
<b>Power source</b>	Two *AAA* alkaline batteries
<b>Measuring range</b>	Pressure: 20-280mmHg Pulse: 40-180 beats/minute
<b>Accuracy</b>	Pressure: ±3mmHg Pulse: within ±5% of reading
<b>Pressurization</b>	Automatic pressurization by pump. Optimum cuff inflation level determined by Fuzzy Logic.
<b>Deflation</b>	Automatic pressure release valve.
<b>Memory</b>	Built-in memory enabling display of up to 29 measurements.
<b>Automatic Power Off</b>	Approximately 3 minutes after last key operation.
<b>Battery life</b>	Approximately 200 measurements.
<b>Operation</b>	
<b>Temperature</b>	50°F~104°F
<b>Humidity</b>	40-85% RH max.
<b>Storage</b>	
<b>Temperature</b>	14°F~140°F
<b>Humidity</b>	10-95% RH max.
<b>Weight</b>	5.2 oz. (with batteries)
<b>Dimensions</b>	3-3/8" x 3-1/8" x 3-1/8"
<b>Wrist Circumference Range</b>	Suitable for 5-1/4" ~ 7-5/8"



### Digital Ear Thermometer

Instruction Manual	page	2-14
Gebrauchsanweisung	Seite	15-27
Gebbruksaanwijzing	pagina	28-40
Mode d'emploi	page	41-53
Manual de Instruccion	pagina	54-66
Manual de instruccion	pagina	67-79

**OMRON**

#### Is the temperatures measured in the right ear different from that measured in the left ear?

Among healthy people, there should be no significant difference in the measurement results. Differences may be caused by the following reasons:

- 1) The infrared sensor is not inserted in the same way.
- 2) Measurement is not conducted by inserting the unit in a stable manner in the same angle. Try to measure in either ear that can show the highest measurement value constantly. In accordance with the "10 seconds mode," the unit detects the highest temperature. (Refer to paragraph 3.2).

#### The temperature shown is rather low.

- 1 The probe cover is dirty.
- 2 The infrared sensor is dirty.
- 3 You removed the unit from the ear before the measurement is finished.
- 4 The ear is cold. The temperature tends to indicate low when you use an ice bag or an ice pack, or immediately after coming in from the cold in winter.
- 5 The thermometer is not inserted deep enough in the ear.
- 6 The infrared sensor is not directed towards the eardrum.  
Use the 10 seconds measurement mode (Refer to paragraph 3.2).

### 6 SPECIFICATIONS

Name:	GentleTemp 510*
Model:	MC-510-E2
Voltage:	3V DC (lithium battery CR2032)
Power consumption:	0.05 W

#### Battery life:

Sensor:

Temperature indication:

Precision:

(Celsius)

Precision:

(Fahrenheit)

Measurement range:

Weight:

External dimensions:

Operating environment:

Relative humidity:

Storage environment:

Relative humidity:

Accessories:

Options:

With a new battery approx. 5000 measurements

Thermopile

In 3 digits of +°C, every 0.1°F or °C

According to NEN-EN 12470- 5 Clinical thermometers – Part 5 Performance of infra-red ear thermometers (with maximum device)

34°C – 42.2°C: ±0.2°C

Based on the measurement of the standard black body at the room temperature of 25°C (RH 50 %)

According to NEN-EN 12470- 5 Clinical thermometers – Part 5 Performance of infra-red ear thermometers (with maximum device)

93.2°F – 108°F: ±0.3°C

Based on the measurement of the standard black body at the room temperature of 77°F (RH 50 %)

34°C - 42.2°C (93.2 - 108°F)

Approx. 50 g (1.8 oz) (including the battery)

Approx. 4.6 cm (B) X 9.3 cm (H) X 5.7 cm (D)

Ambient temperature; 10°C to 40°C (50°F to 104°F)

30 - 85%

Ambient temperature; -20°C-60°C (-4°F- 140°F)

10 - 95%

Storage case, Instruction Manual, probe covers

(10 pieces)

A probe cover is already attached to the main unit.

Probe cover exclusively for GentleTemp 510\*

series, MC-PROBE TYPE J

*UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

### PULSOSSIMETRO OXY 5

**Codice prodotto: 34282**



#### Caratteristiche Tecniche:

- LCD Display
- Indicazione di batteria scarica
- Utilizzo con 2 batterie alcaline (tipo AAA)
- Dimensioni: 66 x 36 x h 33 mm
- Peso: 50 gr.

Range di misurazione:

- SpO2: da 50% a 99%
- Pulsazioni: da 30 bpm a 240 bpm

Risoluzione:

- SpO2: ± 1%
- Pulsazioni: ± 1 bpm

Accuratezza:

- SpO2: ± 2% (per saturazione compresa tra 80 e 99)
- SpO2: ± 3% (per saturazione compresa tra 70 e 79)
- Pulsazioni: ± 2 bpm

Componenti fotosensibili:

- Luce rossa: lunghezza d'onda 660 nm
- Infrarosso: lunghezza d'onda 940 nm

Resistenza alla luce circostante

La differenza tra il valore misurato in una stanza illuminata dalla sola luce naturale e in camera oscura è meno del ± 1%.

Resistenza alle interferenze della luce artificiale

Non si registrano interferenze nella valutazione della SpO2 e delle pulsazioni

Spegnimento automatico

L'apparecchio si spegne automaticamente dopo 8 secondi di mancato utilizzo

*UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale*



## Navman Sport.Tool R300

... misurate la vostra performance con stile... e con la precisione del GPS ...

Tel +44(0)1293 780500  
Fax +44(0)1293 782065

www.navman-europe.com  
support@navman-europe.com

Navman Europe, Londra, U.K., 24 Febbraio 2005. Finalmente un prodotto appositamente creato per tutti gli appassionati della corsa che desiderano misurare la loro performance. Navman ha trasferito la propria pluri-premiata tecnologia GPS\* e ha creato **Sport.Tool R300**, il personal trainer elettronico all'avanguardia. Attraverso il segnale satellitare potrete avere velocità e distanza esatte percorse. In più, un allarme sonoro avverte se il passo di corsa è in linea -preciso o più lento- con il passo prefissato come obiettivo.



### Sport.Tool R300 specifiche tecniche:

- Distanza percorsa
- Velocità istantanea, media e massima (andatura)
- Passo di corsa prefissato come obiettivo e allarme sonoro
- Timer di corsa automatico
- Lunghezza del percorso e il numero dei giri (fino a 50)
- Calorie bruciate
- Altitudine corrente (utilizzando il GPS)
- Ora (Ora precisa dato dall'orologio satellitare)
- Data
- Indicatore batteria (durata fino a 16 ore di operatività continua)
- Resistente all'acqua
- Dimensioni: 79x78x27mm
- Peso: circa 120g (batteria e laccio inclusi)
- Accuratezza: velocità +/- 0.3km/h; distanza +/- 2%

UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## CARDIOLINE® ar600

### Caratteristiche Tecniche

Alimentazione di rete	A rete, con alimentatore esterno 230V±10% 50/60 Hz.; disponibile anche: 115V±10% 50/60 Hz
Assorbimento massimo	100 mA a 117 V ~ ±10% 50 mA a 230 V ~ ±10%
Protezione di rete	Fusibile: T 0,5 A
Sorgente elettrica interna	Pacco accumulatori ricaricabili al NiMH 8x1,2 Vdc; 1500 mAh
Protezione batteria	PolySwitch 1.5 A - in ambiente a 40°C
Protezione alimentazione interna	Fusibile Pico SHF SLO-BLO T 2 A Littlefuse
Parte applicata	Tipo CF
Protezione defibrillazione	Interna all'apparecchio
Dinamica di ingresso	± 300 mV @ 0 Hz ± 5 mV nella banda passante
Impedenza di ingresso	> 100 MΩ su ogni elettrodo
Reiezione di modo comune	> 100 dB
Risposta in frequenza	0,05 + 150 Hz (-3dB)
Costante di tempo	3,3 s
Acquisizione	11 bit 1000 campioni/sec/canale in stampa e filtri 500 campioni/sec/canale in fase di calcolo e filtri Risoluzione 5 µV/bit
Derivazioni	12 derivazioni Standard o Cabrera
Memoria del segnale	10 s per ogni derivazione in auto isocrono



1/1

UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## **Progetto di strumentazione medica**

*Elementi che influenzano il progetto:*

- **Sensibilità**
- **Range di ingresso**
- **Ingresso assoluto o differenziale**
- **Impedenza di ingresso**
- **Risposta ai transienti e risposta in frequenza**
- **Accuratezza**
- **Precisione**
- **Linearità**
- **Affidabilità**

*UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedica*

## **Progetto: fattori ambientali**

- **Specificità**
- **Rapporto segnale/rumore**
- **Stabilità rispetto alla temperatura, umidità, pressione, accelerazione, shock, vibrazione, radiazioni, ecc.**
- **Potenza assorbita**
- **Dimensioni e forma**

*UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedica*

## **Progetto: *fattori medici***

- **Invasivo o non invasivo**
- **Interfaccia soggetto-trasduttore**
- **Tossicità dei materiali**
- **Sicurezza elettrica**
- **Radiazioni e dissipazione di calore**
- **Confort del paziente**

*UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## **Progetto: *fattori economici***

- **Costo**
- **Disponibilità**
- **Garanzia**
- **Materiale di consumo**
- **Compatibilità con altra strumentazione**

*UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## Specifiche della strumentazione

Di seguito viene dato un elenco di caratteristiche generali che dovrebbero accompagnare gli strumenti di uso medico.

Lo scopo è quello di fornire una guida alla lettura dei manuali tecnici e costituire una sorta di lista di verifica per la scelta dello strumento o per il confronto fra strumenti analoghi di diversi costruttori.

Mentre la terminologia inglese è abbastanza standardizzata, non così è quella italiana, con l'uso di espressioni simili ma non sempre coincidenti.

Da notare che la presenza stessa di un manuale con le indicazioni dettagliate delle caratteristiche dello strumento è indice di serietà del costruttore.

*UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## Specifiche della strumentazione

Le specifiche possono essere raggruppare nelle seguenti categorie:

- **Trasduttore ed Ingresso**
- **Trattamento del segnale**
- **Specifiche di uscita**
- **Errori e affidabilità**
- **Specifiche fisiche e varie**

*UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale*

## Trasduttore ed Ingresso

1. **Misura (Measurand).** Quantità fisica, proprietà o condizione oggetto della misura.
2. **Ingresso differenziale o assoluto (Differential or absolute input).** L'ingresso può essere riferito ad un'unica linea riferita a massa (per strumenti bioelettrici) o alla differenza fra due segnali prelevati in punti diversi.
3. **Rapporto di reiezione di modo comune (Common Mode Rejection Ratio).** Per gli strumenti con ingresso differenziale, è definito come il guadagno differenziale diviso per il guadagno di modo comune, ed è normalmente espresso in dB. Dovrebbe essere specificato ad una data frequenza oppure essere graficato in funzione della frequenza del segnale.
4. **Intervallo di lavoro (Operating range).** Intervallo possibile di valori di ingresso per il quale lo strumento fornisce valori significativi in uscita. Nello stesso strumento possono esservi più range di ingresso, selezionabili manualmente o automaticamente (*autoranging*).

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Trasduttore ed Ingresso

5. **Tolleranza di sovraccarico all'ingresso (Overload range).** Intervallo possibile di valori di ingresso che non danneggia lo strumento.
6. **Tempo di ripristino dopo sovraccarico (Overload recovery time).** Tempo necessario perché lo strumento ritorni operativo dopo un sovraccarico in ingresso.
7. **Sensibilità (Sensitivity).** Uscita dello strumento per ingresso unitario. Può essere funzione della frequenza.
8. **Impedenza d'ingresso (Input impedance).** Per gli strumenti in cui l'ingresso è costituito da un segnale elettrico, l'impedenza d'ingresso è definita come il rapporto fra il voltaggio in ingresso e la corrente entrante/uscente dallo strumento. Può essere generalizzata, nel caso di trasduttori di forza o pressione, come rapporto fra forze e velocità o tra pressione e flusso.

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Trasduttore ed Ingresso

9. **Principio di trasduzione** (*Transducer principle*). Principio fisico alla base del funzionamento del trasduttore (per esempio resistivo, capacitivo, ultrasonico, piezoelettrico, ecc.).
10. **Costante di tempo** (*Transient response time*). Costante di tempo per ingresso *impulsivo*.
11. **Risposta in frequenza** (*Frequency response*). Ampiezza e fase della risposta ad una sinusoide pura stazionaria. Può essere data come funzione della frequenza della sinusoide o come valore di attenuazione (ed eventualmente sfasamento) per valori tipici o significativi.
12. **Modulazione del trasduttore** (*Modulating transducer excitation*). Potenza necessaria per l'attivazione di un trasduttore a modulazione.

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Trasduttore ed Ingresso

11. **Isolamento elettrico** (*Isolation*). Isolamento elettrico (o altro metodo di protezione elettrica) per dispositivi o trasduttori in contatto diretto col paziente.
12. **Dimensioni fisiche** (*Physical dimensions*). Dimensioni e forma del trasduttore o comunque dell'elemento in contatto con il paziente. Dovrebbe comprendere anche l'indicazione di parametri accessori, quali la lunghezza dei cavi forniti, la lunghezza massima di connessione, ecc. **Costante di tempo** (*Transient response time*), costante di tempo per ingresso *impulsivo*.
13. **Cautele speciali di conservazione ed uso** (*Special handling*). Cautele necessarie per l'utilizzo del trasduttore (sensibilità a forze o a fattori ambientali o durata di vita in contatto con tessuto o fluidi corporei ecc.).

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Trattamento del segnale

1. **Metodo di elaborazione** (*Processing method*). Il metodo di elaborazione del segnale deve essere descritto, insieme alla teoria di operazione. Per gli strumenti digitali deve essere specificato l'algoritmo utilizzato.
2. **Compensazione** (*Compensation*). Se il trasduttore richiede compensazione di caratteristiche non desiderate o linearizzazione della risposta, tale compensazione deve essere dichiarata.
3. **Soppressione della linea base** (*Zero suppression*). Aggiustamento dell'offset dc per compensare eventuali scostamenti dalla linea base.
4. **Filtraggio** (*Filtering*). Limiti in frequenza del segnale dovuti ai circuiti elettronici dello strumento o al trattamento software dei dati.

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Specifiche di uscita

1. **Quantità in uscita** (*Output quantity*). Un voltaggio o una corrente o un'uscita numerica utilizzata per pilotare un dispositivo di rappresentazione e/o registrazione, normalmente parte integrante dello strumento stesso. Dovrebbero inoltre essere fornite le specifiche elettriche e meccaniche di eventuali uscite ausiliarie.
2. **Intervallo di uscita** (*Output range*). Intervallo lineare dell'uscita e livelli di saturazione.
3. **Potenza in uscita** (*Output power*). Massima potenza, media e di picco, che può essere inviata ad un carico di impedenza specificata.
4. **Impedenza di uscita** (*Output impedance*). Rapporto tra la variabile-sforzo in uscita e la variabile-flusso in uscita.
5. **Velocità di scrittura** (*Writing speed*). Misura della risposta in frequenza del dispositivo di rappresentazione della misura (*display*).

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Specifiche di uscita

6. **Ritardi temporali in uscita** (*Output timing*). Per uscite non istantanee: ritardo temporale, medie su intervalli, campionamento sia per lo strumento in sé che per il display.
7. **Interfacciamento** (*Interfacing*). Possibilità di connessione con altri strumenti, in particolare digitali. Dovrebbe essere specificato se tale possibilità è limitata alla trasmissione dei risultati o se è possibile anche il controllo dello strumento dall'esterno. Oltre allo standard di comunicazione utilizzato (per esempio RS232, IEEE488 o altri), dovrebbe essere specificato il tipo di protocollo usato; inoltre dovrebbe essere indicata l'eventuale disponibilità di software per la gestione dell'apparecchiatura e dei risultati.

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Errori e affidabilità

1. **Accuratezza** (*Accuracy*). Differenza tra la quantità misurata ed il valore vero, indipendentemente dalla causa di errore.
2. **Precisione** (*Precision*). Differenza tra la quantità misurata ed il valore ottenuto come media su un certo numero di misure della stessa quantità.
3. **Risoluzione** (*Resolution*). La più piccola quantità incrementale che può essere misurata con certezza.
4. **Riproducibilità** (*Reproducibility*). Variazione complessiva dell'uscita ad ingresso costante, come funzione del tempo.
5. **Linearità di risposta** (*Nonlinearity*). Deviazione dalla linearità di risposta nell'intervallo di lavoro. Dovrebbe essere anche specificato il tipo di non linearità.
6. **Sensibilità alle interferenze** (*Interfering signal susceptibility*). Sensibilità dello strumento a interferenze in particolari condizioni controllate.

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale



## Errori e affidabilità

7. **Rapporto segnale/rumore** (*Signal-to-noise ratio - SNR*). Rapporto fra l'ampiezza del segnale e quella del rumore (picco o rms), dato come frazione espressa in dB; è funzione della frequenza del segnale e dell'ampiezza di banda del rumore.
8. **Stabilità** (*Stability*). Dipendenza dell'uscita dello strumento in funzione di: tempo, temperatura, umidità, accelerazione, shock, vibrazioni ed eventualmente tempo di riscaldamento.
9. **Attesa di vita** (*Life*). Durata attesa di vita dello strumento prima che le specifiche vengano alterate significativamente. Dovrebbe essere espresso in numero completo di cicli di uscita (*cycling life*), in tempo di accensione o funzionamento operativo (*operating life*) ed, eventualmente, in tempo di esposizione a particolari condizioni (*storage life*).
10. **Affidabilità** (*Reliability*). Intervallo medio atteso fra due rotture successive dello strumento intero o di sue parti (tipicamente trasduttori). Espresso in tempo ad un determinato regime di operazione (per esempio 6 mesi a 100 esami/mese) e designato con la sigla MTBF (*Mean time between failures* - tempo medio fra due guasti).

UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Specifiche fisiche e varie

1. **Alimentazione** (*Power requirements*). Voltaggio di alimentazione e tolleranza, frequenza dell'alternata di alimentazione, potenza assorbita anche in funzioni dell'operazione effettuata se significativa, voltaggio e capacità delle batterie se presenti, comportamento dello strumento in presenza di alimentazioni al di fuori delle specifiche, comportamento in presenza di interruzione improvvisa dell'alimentazione.
2. **Protezioni sull'alimentazione** (*Circuit protection*). Voltaggio, amperaggio e tipo di fusibili presenti, isolamento alle sopratensioni, eventuale presenza di interruttori termici di protezione.
3. **Aderenza a normative** (*Codes and regulations*). Specifica a quale direttiva di normativa (opzionale o facoltativa) lo strumento è conforme, sia in termini di operatività che di sicurezza; specifica degli enti normatori cui si fa riferimento; specifica degli enti che garantiscono tale conformità; norme di legge o decreto o regolamento cui lo strumento è soggetto.

UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Specifiche fisiche e varie

4. **Requisiti ambientali** (*Environmental requirements*). Dovrebbero essere specificati i requisiti di temperatura, umidità, pressione atmosferica, accelerazione, radiazione, campi magnetici, tolleranza ad ambienti ostili, sia in condizioni operative (*operating*) che a strumento spento (*storage*). Gli ambienti in cui lo strumento non deve essere utilizzato o deve essere utilizzato rispettando particolari cautele dovrebbero essere indicati espressamente (per esempio sale operatorie in presenza di gas anestetici, reparti con manipolazione di isotopi radioattivi, ecc.). Se rilevante, dovrebbe inoltre essere specificata la necessità di ventilazione o di raffreddamento dell'ambiente di lavoro e l'eventuale dissipazione termica necessaria.
5. **Collegamenti meccanici ed elettrici** (*Mechanical and electrical connections*). Dovrebbe essere espressamente indicato a quali strumenti è possibile o non è possibile il collegamento meccanico o elettrico.
6. **Montaggio** (*Mounting*). Tipo di montaggio utilizzato: stand alone su carrello o su piedini, montaggio ad armadio standard 19" (*rack*) fornito o meno dal costruttore, se richiede supporto esterno e con quali caratteristiche, se sono adottate o da adottare precauzioni particolari.

UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Specifiche fisiche e varie

7. **Dimensioni e peso** (*Physical dimension and weight*). Dimensioni fisiche dello strumento in condizioni operative e non operative; peso dello strumento. Per gli strumenti costituiti da più elementi tale specifiche dovrebbero essere fornite per ogni singolo elemento. Dovrebbero inoltre essere fornite anche le dimensioni di ingombro effettivo, comprese quindi anche le distanze minime da osservare per garantire la dissipazione del calore, ecc.
8. **Materiali impiegati** (*Construction material*). Materiali impiegati nella costruzione, finitura delle superfici esterne.
9. **Accessori** (*Accessories and options*). Dovrebbe essere indicata la possibilità di montare accessori o parti opzionali, ma soprattutto le restrizioni all'impiego di più accessori simultaneamente. Inoltre, per le parti opzionali dovrebbero essere chiaramente indicate le limitazioni o i maggiori costi nel caso in cui ne venga richiesta l'installazione in una fase successiva.

UNIFI-SM- Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Specifiche fisiche e varie

10. **Materiale di consumo** (*Consumables*). Necessità di materiale di consumo per l'uso normale (carta, pasta, inchiostri, elettrodi ecc.) o per il mantenimento (polish per testine, solventi per inchiostri, lubrificanti per parti meccaniche ecc.) dello strumento. Quantità medie richieste per esame o per unità di tempo; eventuali prodotti alternativi; fornitore nazionale dei materiali di consumo se diverso dal fornitore dello strumento. Dovrebbe essere evitato il riferimento a materiali di consumo ristretto al numero di catalogo del venditore o al numero della parte (*part number*) abbreviato in *PN*, senza la descrizione precisa delle caratteristiche del materiale stesso.
11. **Consegna** (*Delivery*). Tempo, modalità, condizioni, eventuali penalità, condizioni di sdoganamento dovrebbero essere specificate, sia per la prima consegna, ma soprattutto nel caso sia necessario l'invio dello strumento al costruttore o ad un suo centro di assistenza, nel periodo di garanzia, sotto contratto di manutenzione o su semplice richiesta di intervento.

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale

## Specifiche fisiche e varie

12. **Garanzia** (*Warranty*). Condizioni e durata della garanzia, costi coperti e costi a carico dell'acquirente, esclusioni di particolari parti, garanzia sulle riparazioni, estensibilità della garanzia per i periodi di inoperatività, trasporto, tempi di intervento, eventuali limitazioni della garanzia nel confronto di terzi, limitazioni od estensioni locali della garanzia a termini di legge, eventuali rinunce implicite alle garanzie di legge. Decorrenza della garanzia e termini di collaudo.
13. **Costi** (*Costs*). Costi, ordinativi minimi, sconti per quantità per lo strumento e per i materiali di consumo.
14. **Manutenzione e ricambi** (*Service and parts*). Disponibilità e attivazione di contratti di manutenzione ordinaria e straordinaria, tempi di risposta, tempi di riparazione, disponibilità e sede del magazzino ricambi; condizioni e costi per gli interventi fuori contratto, obblighi del venditore, durata minima di supporto.
15. **Manuali e documentazione** (*Manuals and documentation*). Manuali d'uso, manuali di manutenzione corrente, manuali del software e del sistema operativo dove del caso; disponibilità in loco degli schemi elettrici e dei manuali di intervento tecnico.

UNIFI-SM-Caratteristiche della strumentazione biomedicale