

**ACQUISIZIONE DEI SEGNALI
ELETTRICI CUTANEI, MODELLO
ELETTRICO EQUIVALENTE DELLA
CUTE NELLO SVILUPPO DEL
PROTOTIPO APEC**

Prof. Massimo Scalia
Università degli Studi di Roma
“La Sapienza”

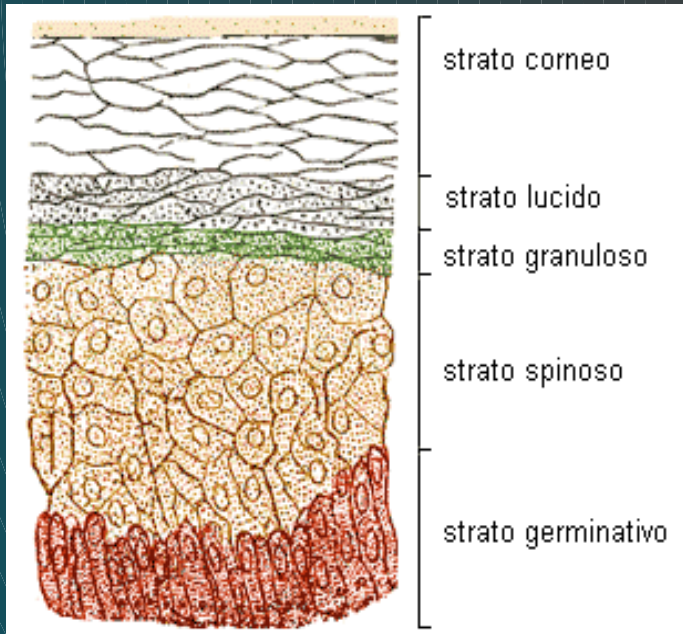
Dott. Massimo Sperini
Fisico, Docente di
Telecomunicazioni



In elettrofisiologia con il termine attività elettrica della cute (AEP) si intende l'insieme dei fenomeni elettrici, attivi e passivi, con tutte le loro variazioni temporali, associati al funzionamento della cute e registrabili sulla superficie del corpo.



La cute



L'attività elettrica della pelle può essere suddivisa schematicamente in attività elettrocutanea basilare o di fondo, detta anche componente lenta o tonica ...



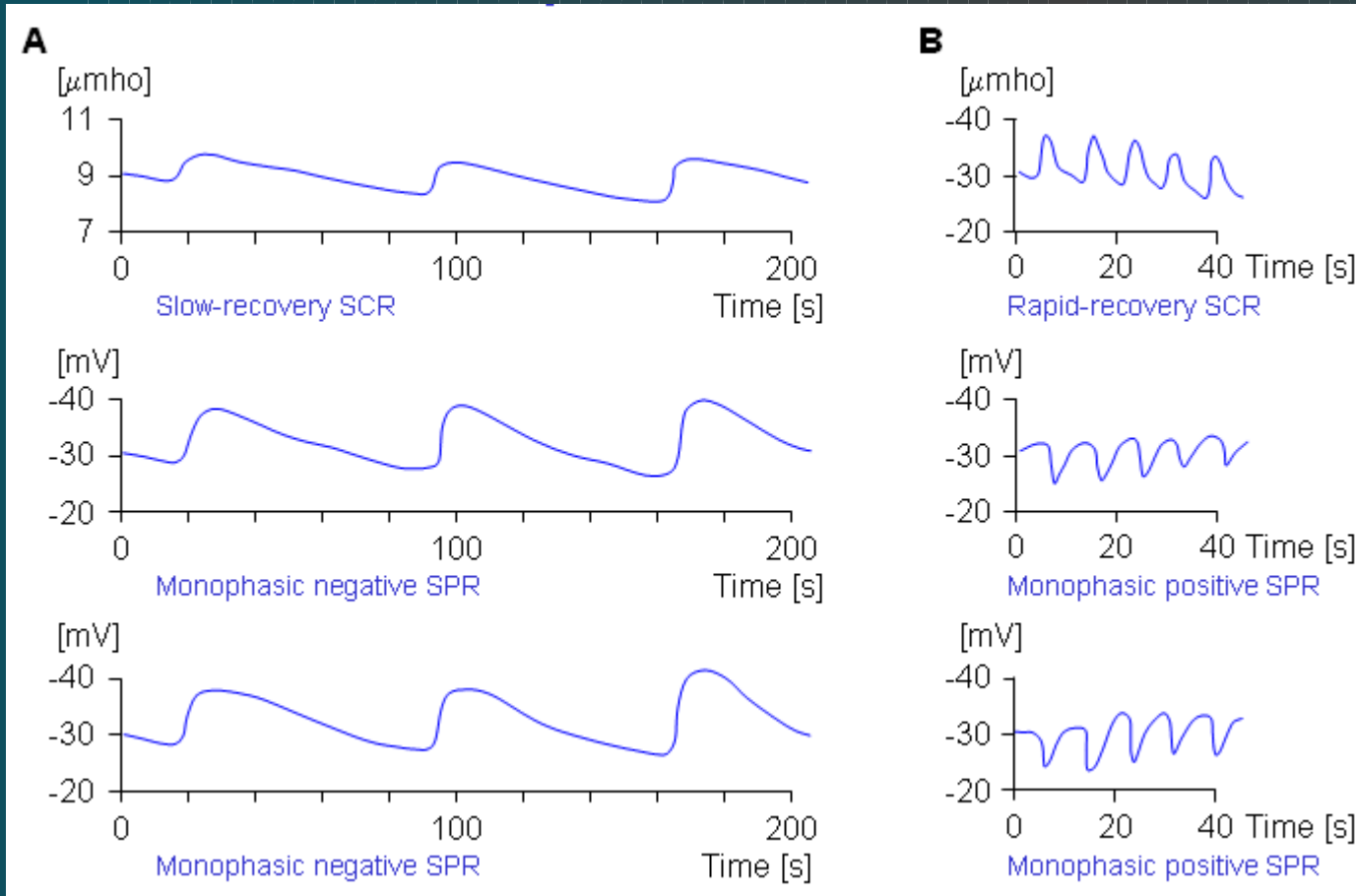
attività elettrocutanea di risposta a stimoli esterni di diversa natura, denominata componente fasica o rapida.



La componente tonica è rappresentata con due parametri:
L'impedenza di polarizzazione Z , caratterizzata dal modulo $|Z|$, e dalla fase θ dell'impedenza della cute al variare della frequenza;



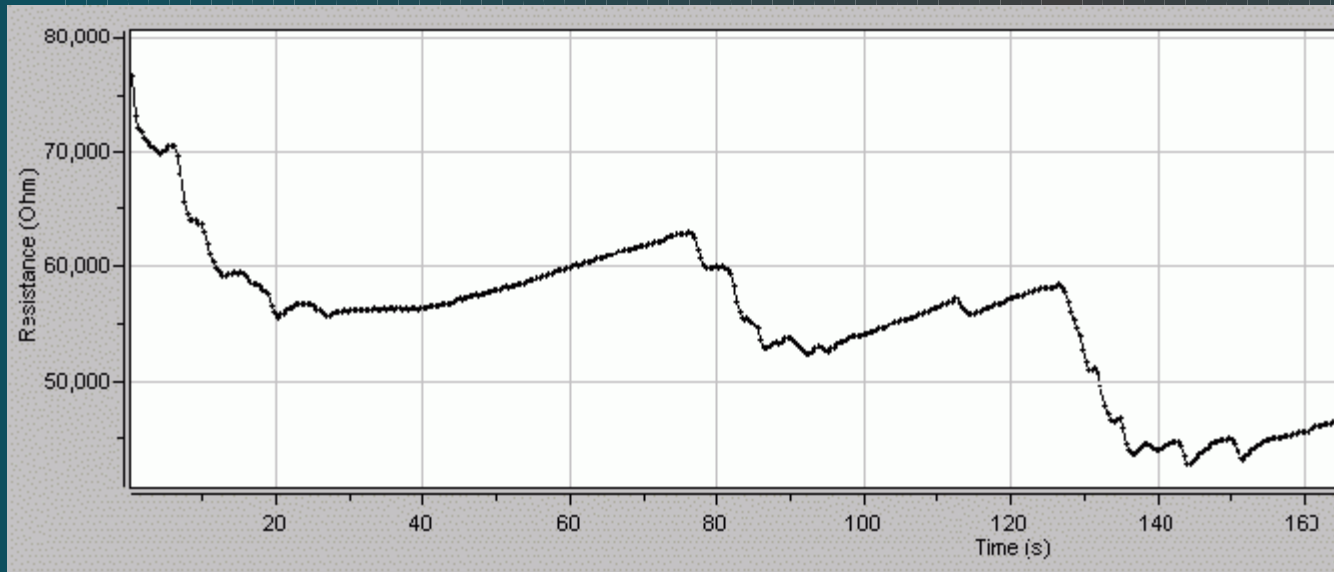
Il livello di potenziale cutaneo (LPC).



La misura dell'impedenza della cute effettuata a frequenza zero, ovvero in tensione continua è il livello di resistenza cutanea (LRC) o il livello di conduttanza cutanea (LCC).



Resistenza cutanea



L'LRC è la registrazione della resistenza cutanea R e si misura in ohm $[\Omega]$;
L'LCC è l'inverso della resistenza cutanea ($1/R$) e si misura in siemens $[S]$.



La resistenza o la conduttanza della cute sono dei parametri esogeni, in quanto la loro rivelazione avviene attraverso l'uso di una sorgente di energia esterna.



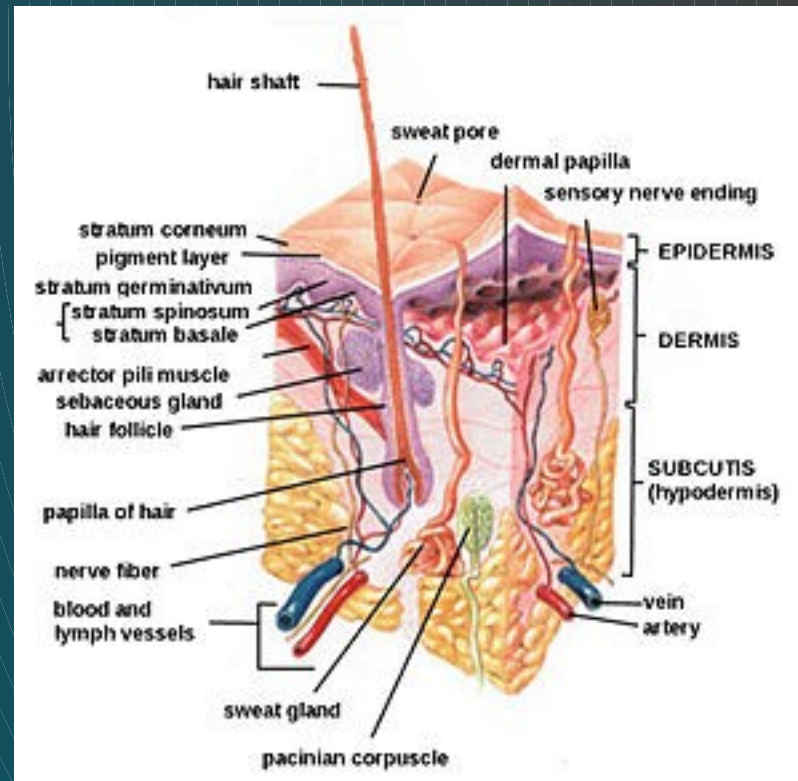
Misura potenziale



Ricerche eseguite con metodologie elettrofisiologiche hanno accertato che, in condizioni normali, la cute presenta una resistenza elettrica che, pur variando con il soggetto e le condizioni ambientali, è compresa fra 0,5 e 1 M Ω ;



la pelle è quindi un cattivo conduttore della corrente elettrica.



Fanno eccezione alcune aree della cute, del diametro di pochi millimetri, detti punti dell'agopuntura (AP), che presentano un ridotto livello di resistenza cutanea, di 50–100 K Ω .



Il livello di potenziale cutaneo è invece la misura della tensione elettrica V_0 presente su un punto della superficie cutanea riferito a massa e si misura in volt [V].



Questo parametro è considerato endogeno in quanto viene registrato senza l'uso di sorgenti di energia esterne.



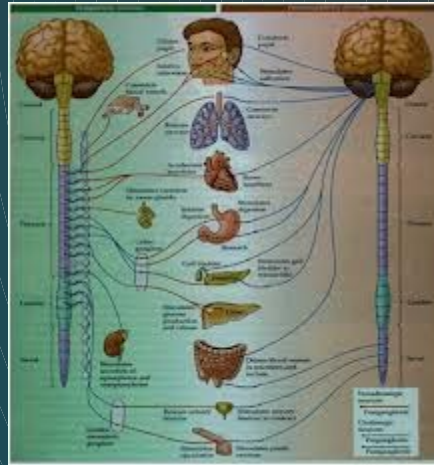
**I valori misurati
sperimentalmente
dell'LPC sono
nell'intervallo da 1-10
mV, con frequenza
inferiore a 3 Hz.**



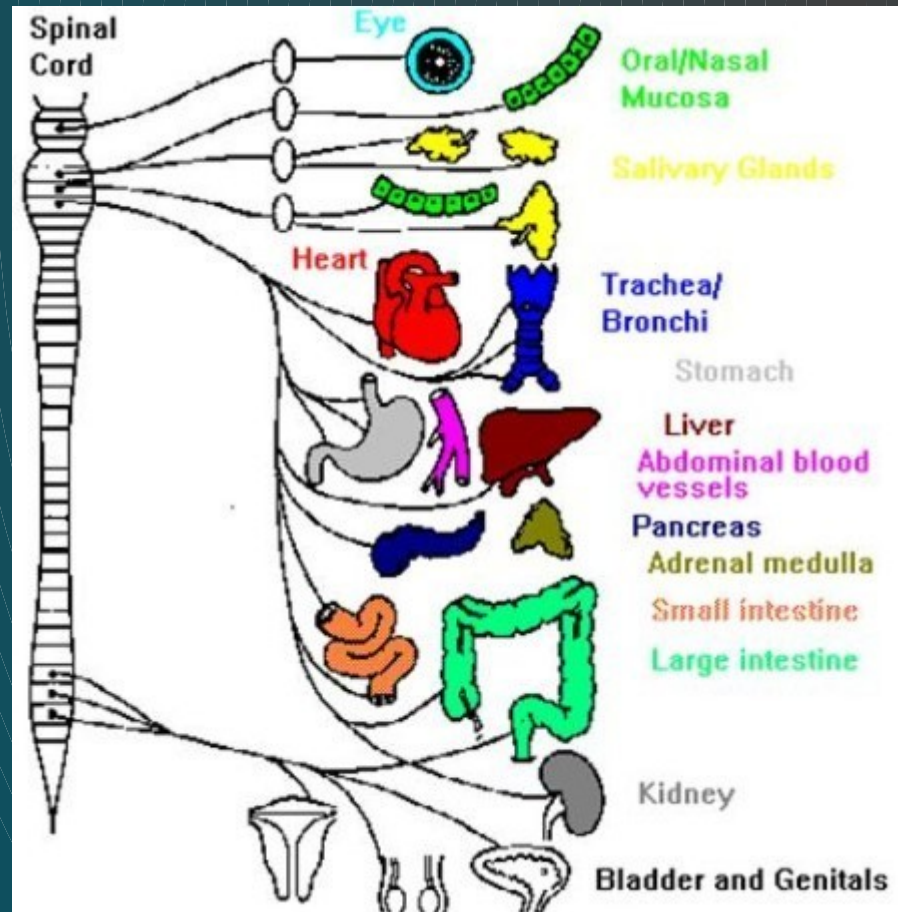
I recenti progressi della ricerca neurovegetativa, della biochimica e della biofisica stanno approfondendo numerosi aspetti connessi al rapporto esistente tra cute e organi interni.



la cute, considerata per molto tempo solo come una semplice struttura di protezione ...



... sembra invece costituire un'interfaccia biologica attiva ...



**per mezzo della quale
l'organismo è in grado di
interagire con l'ambiente in cui
vive.**



**L'insieme dei fenomeni
classificati come “attività
elettrica della cute”
rappresentano una funzione
articolata dell'organo cutaneo,
valutato come una membrana**



La cute, intesa come organo contemporaneamente ricettore ed effettore, è legata funzionalmente al sistema nervoso con un rapporto espresso fedelmente dall'attività elettrocutanea ...





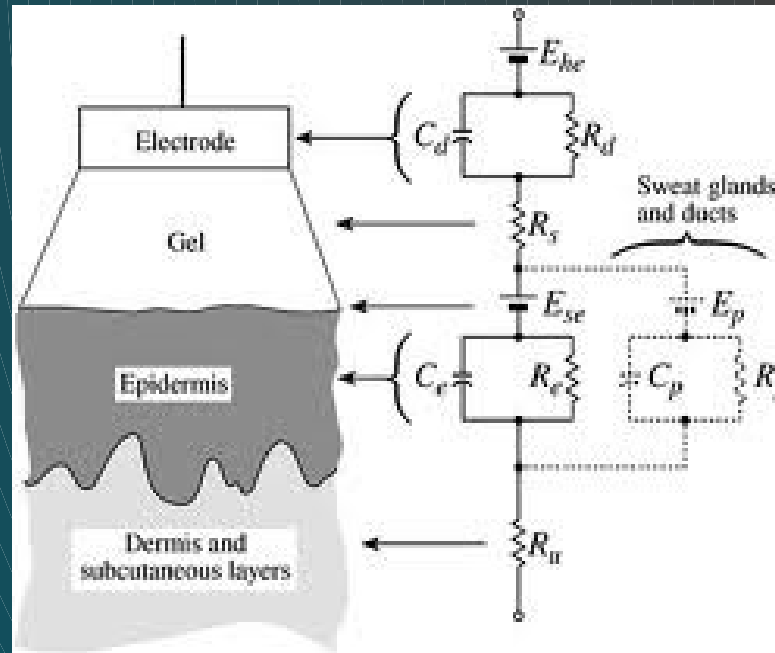
L'attività elettrocutanea è un indice affidabile del rapporto tra sistema nervoso e strutture biologiche (visceri, muscoli, articolazioni, organi interni, ecc.)



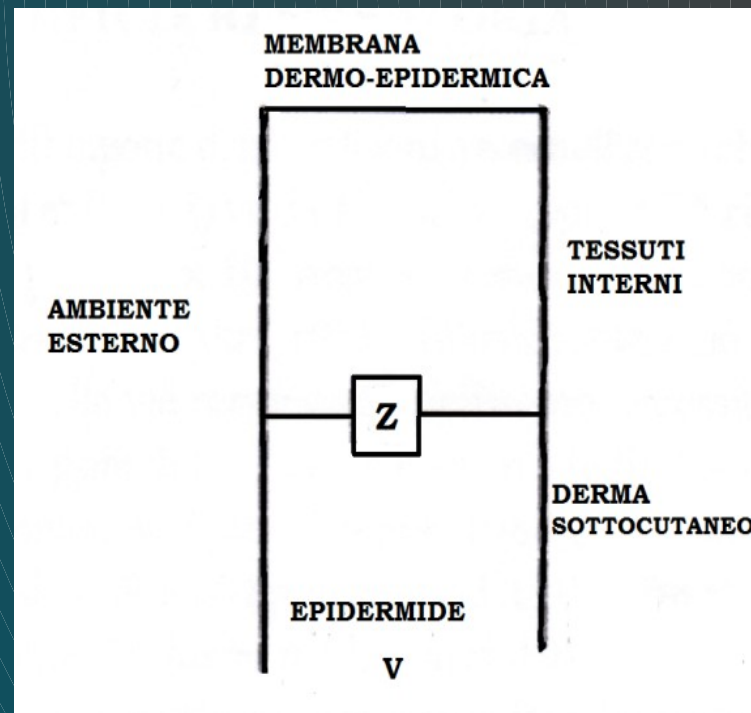
L'attività elettrica della cute, quindi, riflette in qualche modo l'attività di alcuni organi interni, il cui funzionamento è controllato dal sistema nervoso.



Circuito equivalente



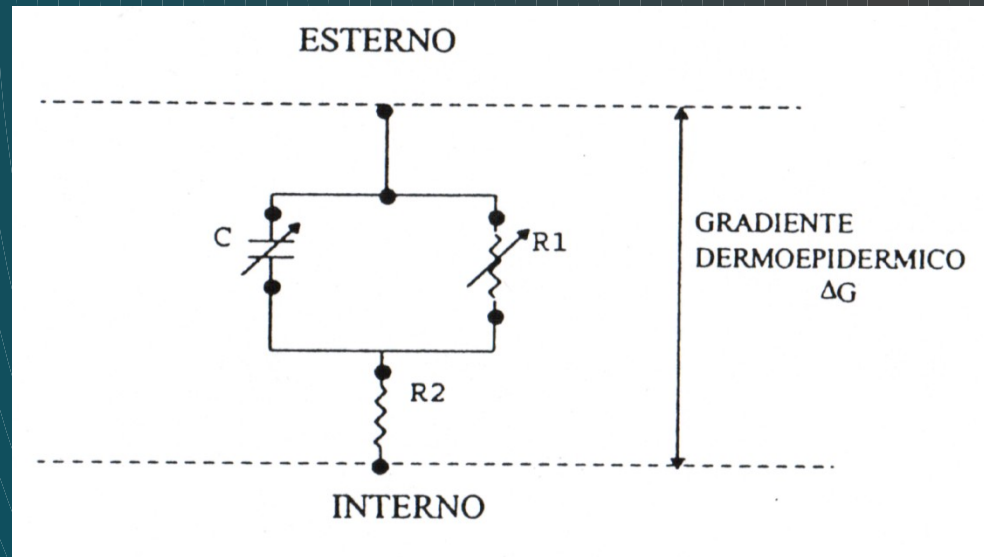
Rappresentazione schematica della cute

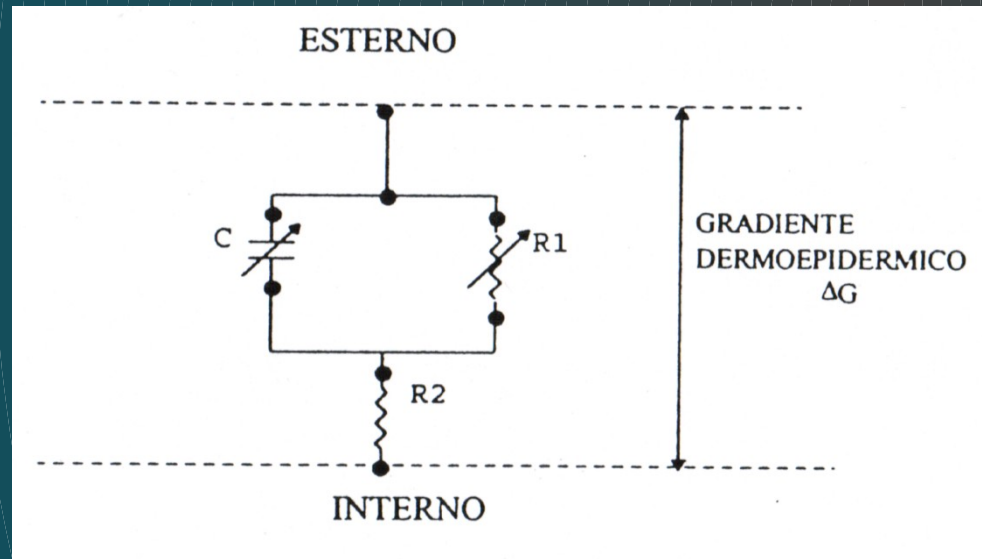


**In un modello semplificato
l'impedenza di polarizzazione Z è
assimilata ad una capacità e la cute al
parallelo fra quest'ultima ed una
resistenza R_1**



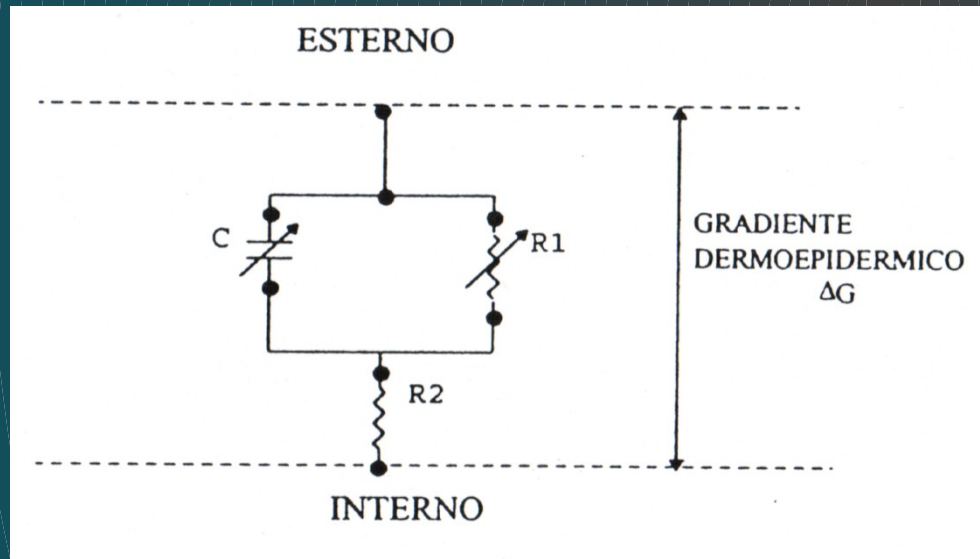
Modello semplificato





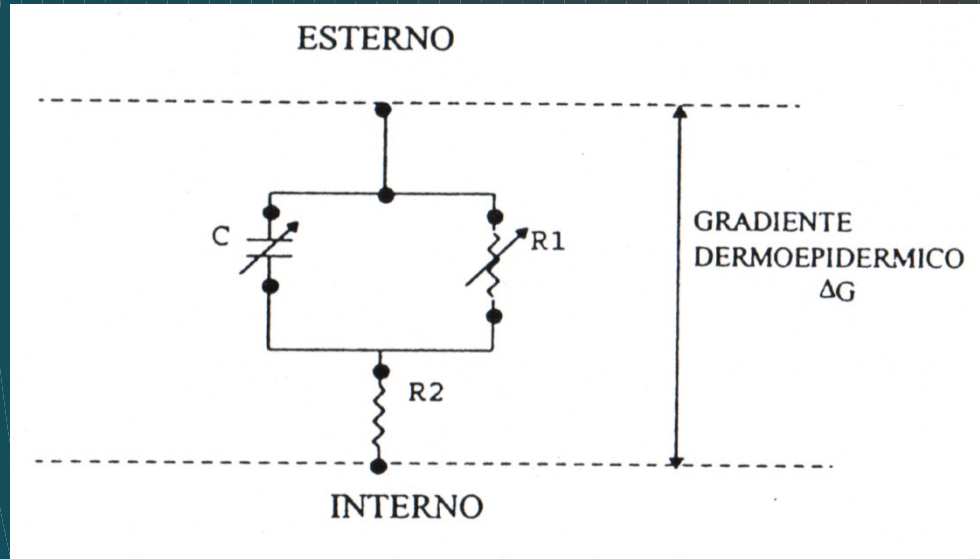
C = IMPEDENZA DI POLARIZZAZIONE, legata al SNV (sistema nervoso vegetativo), rappresenta il legame fra organi interni e cute





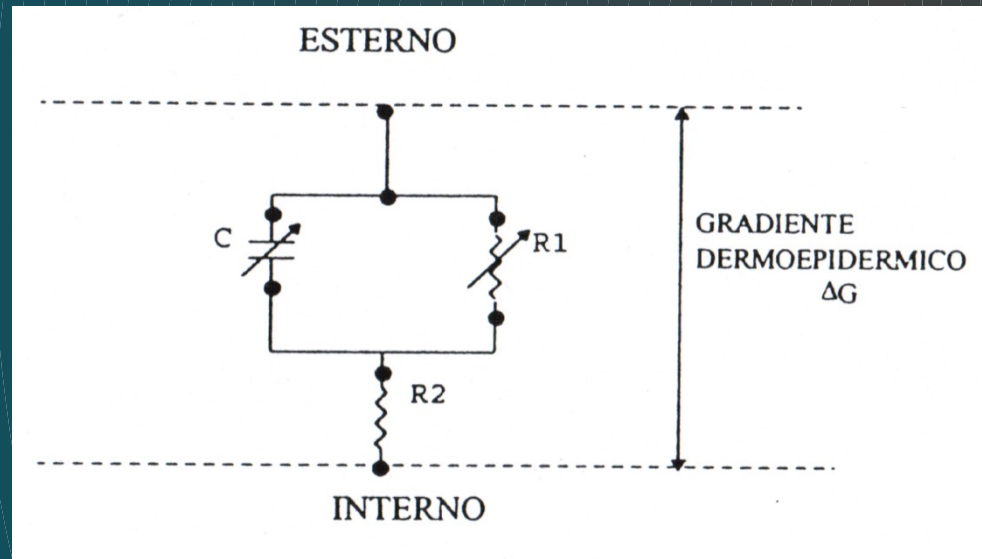
R1 è il livello di base della resistenza cutanea, nel palmo della mano è legata ai fattori psicofisiologici





**R2 è il livello di
resistenza del derma**





ΔG è il gradiente dermoepidermico, la rapidità di variazione di questo parametro rappresenta la capacità di controllare lo scambio di informazioni con l'esterno.



APEC 200

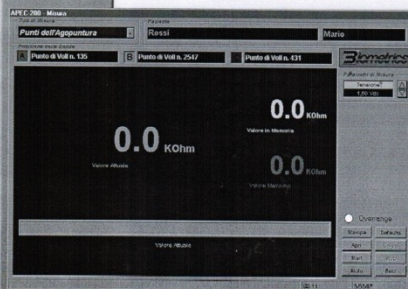
**E' stato progettato uno strumento
ANALIZZATORE DI PARAMETRI
ELETTROCUTANEI
(APEC 200)**



Apec 200

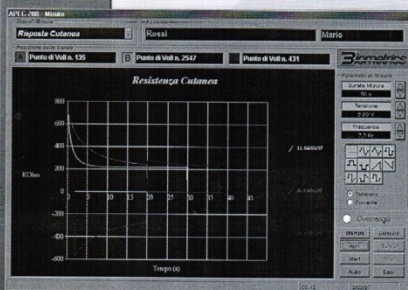
Le funzioni disponibili sono le seguenti:

AP	Individuazione del Punto dell'Agopuntura.
EAV	Misura della resistenza cutanea nei punti dell'agopuntura secondo il metodo di VOLL.
AMI	Misura della resistenza cutanea nei punti dell'agopuntura secondo il metodo di MOTOYAMA.
LRC/GSR	Misura dell'impedenza cutanea e della sua variazione temporale.
RC	Visualizzazione della Risposta Cutanea a segnali BF prestabiliti sia in tensione che in corrente.
LPC/RPC	Visualizzazione del Potenziale Cutaneo.
SA	Attivazione della terapia di stimolazione per elettroagopuntura sia in tensione che in corrente.



Funzione AP

In questa condizione si attiva la funzione per la ricerca del punto dell'agopuntura. L'elettrodo di massa, a manopola o a placca, è posizionato sulla cute oppure tenuto in mano dal paziente. L'elettrodo a puntale, viene spostato sulla cute per la individuazione del punto dell'agopuntura. L'esatta posizione viene rilevata dal tono più acuto del buzzer e dal picco massimo raggiunto dall'indicatore a barra sul monitor. La misura viene effettuata a bassa frequenza con correnti dell'ordine del microampère ed è espressa in Ohm.



Funzione EAV

In questa condizione lo strumento viene configurato per la misura della resistenza cutanea nei punti dell'agopuntura secondo il metodo di VOLL. La misura viene eseguita nei punti registrati precedentemente con la funzione AP usando elettrodi in ottono. L'andamento nel tempo del valore dell'impedenza cutanea (caduta dell'indice) viene visualizzato direttamente sul monitor in Ohm. La misura viene effettuata a bassa frequenza con correnti dell'ordine del microampère.

Funzione AMI

In questa condizione lo strumento viene configurato per la misura della resistenza cutanea nei punti dell'agopuntura secondo il metodo di MOTOYAMA. La misura viene eseguita nei punti registrati precedentemente con la funzione AP. L'andamento nel tempo del valore dell'impedenza cutanea viene visualizzato direttamente sul monitor in Ohm. La misura viene effettuata a bassa frequenza con correnti dell'ordine del microampère.



APEC 200

Questo apparecchio è in grado di
misurare sulla cute
Il livello di potenziale cutaneo V



APEC 200

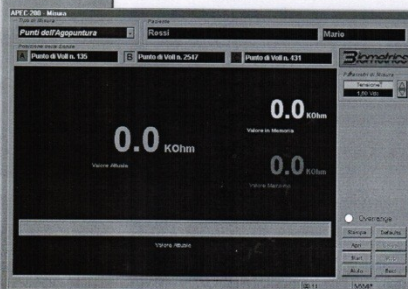
L'impedenza elettrica Z della cute a varie frequenze, compreso il livello zero, con cui si ottiene la resistenza cutanea R .



Apec 200

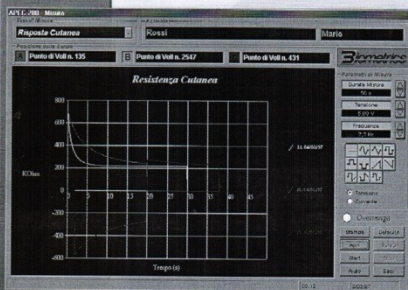
Le funzioni disponibili sono le seguenti:

- AP** Individuazione del Punto dell'Agopuntura.
- EAV** Misura della resistenza cutanea nei punti dell'agopuntura secondo il metodo di VOLL.
- AMI** Misura della resistenza cutanea nei punti dell'agopuntura secondo il metodo di MOTOYAMA.
- LRC/GSR** Misura dell'impedenza cutanea e della sua variazione temporale.
- RC** Visualizzazione della Risposta Cutanea a segnali BF prestabiliti sia in tensione che in corrente.
- LPC/RPC** Visualizzazione del Potenziale Cutaneo.
- SA** Attivazione della terapia di stimolazione per elettroagopuntura sia in tensione che in corrente.



Funzione AP

In questa condizione si attiva la funzione per la ricerca del punto dell'agopuntura. L'elettrodo di massa, a manopola o a placca, è posizionato sulla cute oppure tenuto in mano dal paziente. L'elettrodo a puntale, viene spostato sulla cute per la individuazione del punto dell'agopuntura. L'esatta posizione viene rilevata dal tono più acuto del buzzer e dal picco massimo raggiunto dall'indicatore a barra sul monitor. La misura viene effettuata a bassa frequenza con correnti dell'ordine del microampère ed è espressa in Ohm.



Funzione EAV

In questa condizione lo strumento viene configurato per la misura della resistenza cutanea nei punti dell'agopuntura secondo il metodo di VOLL. La misura viene eseguita nei punti registrati precedentemente con la funzione AP usando elettrodi in ottono. L'andamento nel tempo del valore dell'impedenza cutanea (caduta dell'indice) viene visualizzato direttamente sul monitor in Ohm. La misura viene effettuata a bassa frequenza con correnti dell'ordine del microampère.

Funzione AMI

In questa condizione lo strumento viene configurato per la misura della resistenza cutanea nei punti dell'agopuntura secondo il metodo di MOTOYAMA. La misura viene eseguita nei punti registrati precedentemente con la funzione AP. L'andamento nel tempo del valore dell'impedenza cutanea viene visualizzato direttamente sul monitor in Ohm. La misura viene effettuata a bassa frequenza con correnti dell'ordine del microampère.



APEC 200

L'ampiezza del gradiente di carica fra parte superiore dell'epidermide e parte superiore del derma.



APEC 200

**discrimina variazioni nei precedenti
parametri con sollecitazioni di
correnti indotte minime di 1 pA,
dovute a ioni aerei, correnti esogene
e campi elettromagnetici esterni**

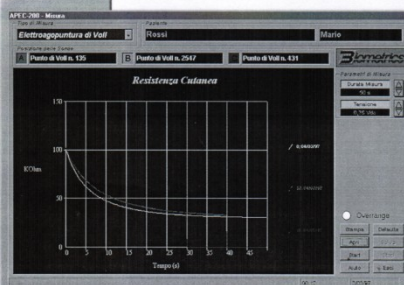


APEC 200

**Con gli opportuni elettrodi si
possono effettuare misure anche
su colture cellulari**



Apec 200



Funzione LRC/GSR

In questa condizione lo strumento viene configurato per la misura della impedenza cutanea.
La misura viene eseguita nei punti scelti dal medico.
L'andamento nel tempo della misura viene visualizzato sul monitor.
L'andamento nel tempo del valore dell'impedenza cutanea viene visualizzato direttamente sul monitor.
La misura viene effettuata a bassa frequenza con tensioni di ampiezza modificabile e con correnti dell'ordine del microampère.

Funzione RC

In questa condizione lo strumento viene configurato per la misura della risposta cutanea a segnali di prova in bassa frequenza ad onda quadra ed onda sinusoidale.
La misura viene eseguita nei punti scelti dal medico con frequenze che si possono selezionare tra 1Hz e 100Hz.
Il segnale di prova può essere iniettato sia in tensione che in corrente.
L'andamento nel tempo del valore dell'impedenza cutanea viene visualizzato direttamente sul monitor.

Funzione LPC/RPC

In questa condizione lo strumento viene configurato per la misura del livello del potenziale cutaneo.
La misura viene eseguita nei punti scelti dal medico mediante l'uso di elettrodi in Ag-AgCl.
Le variazioni nel tempo della tensione rilevata sulla porzione di cute vengono visualizzate direttamente sul monitor in Volt.

Funzione SA

In questa condizione lo strumento viene configurato per la generazione di segnali specifici da applicare sulla cute a scopo terapeutico.
L'applicazione viene eseguita nei punti registrati precedentemente con la funzione AP.
Il generatore di funzioni può generare a scelta le seguenti forme d'onda:

- Onda triangolare positiva
- Onda triangolare negativa
- Onda cinese positiva
- Onda cinese negativa

La frequenza può essere selezionata tra 1Hz e 100Hz con passi di 1Hz.
Il segnale può essere iniettato sia in tensione che in corrente.



BIOMETEOROLOGIA



Negli oggetti che intercettano il flusso di ioni aerei atmosferici si generano delle correnti; ad esempio, in condizioni di aria pulita, sull'intero corpo umano si genera una corrente di circa 0,01 nA.