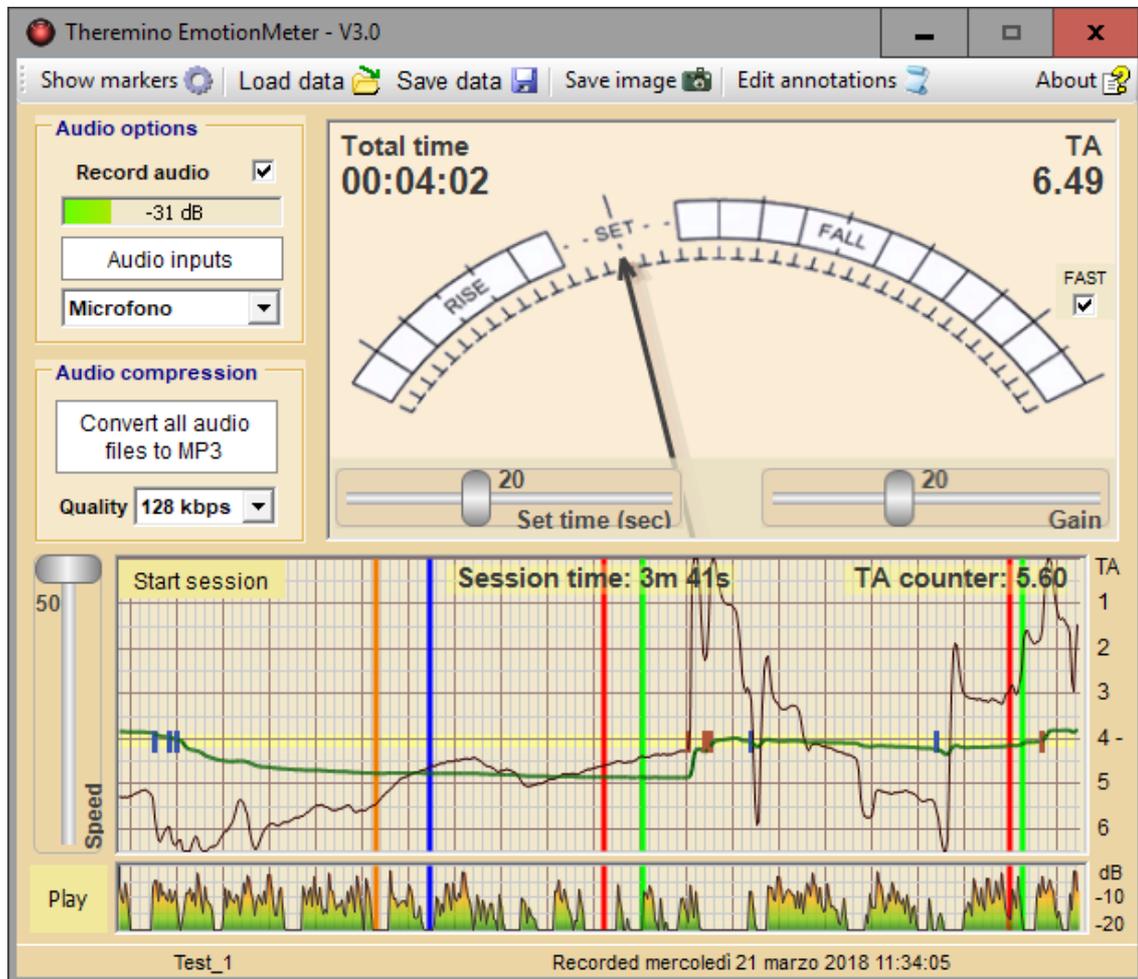


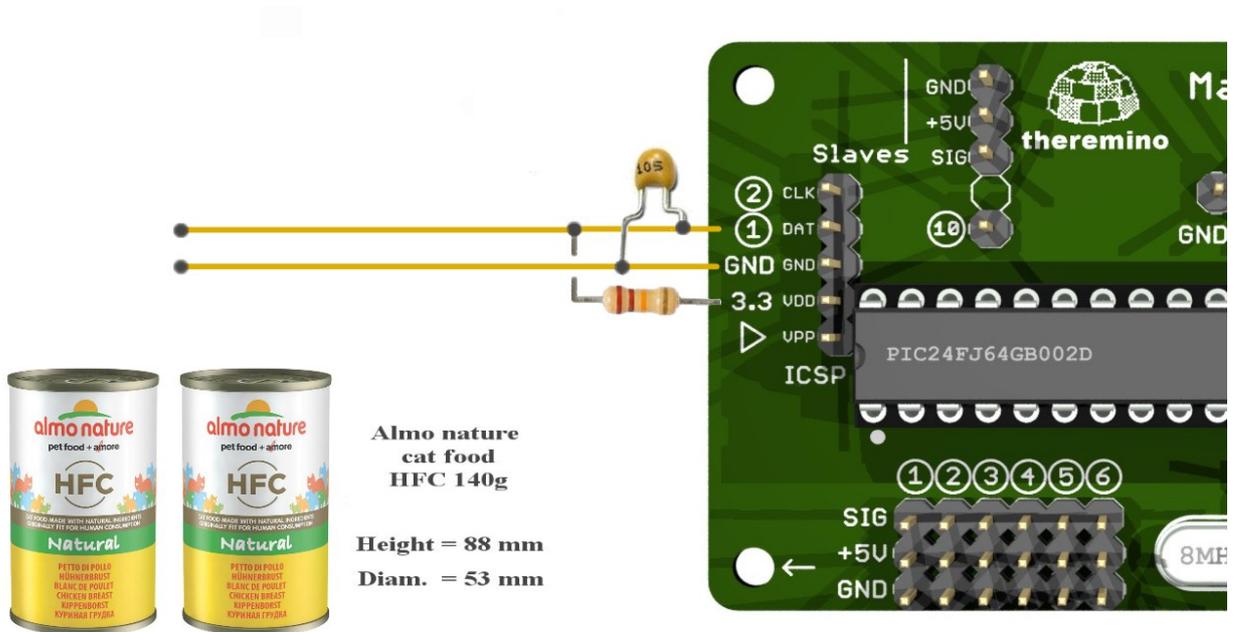
# Sistema theremino



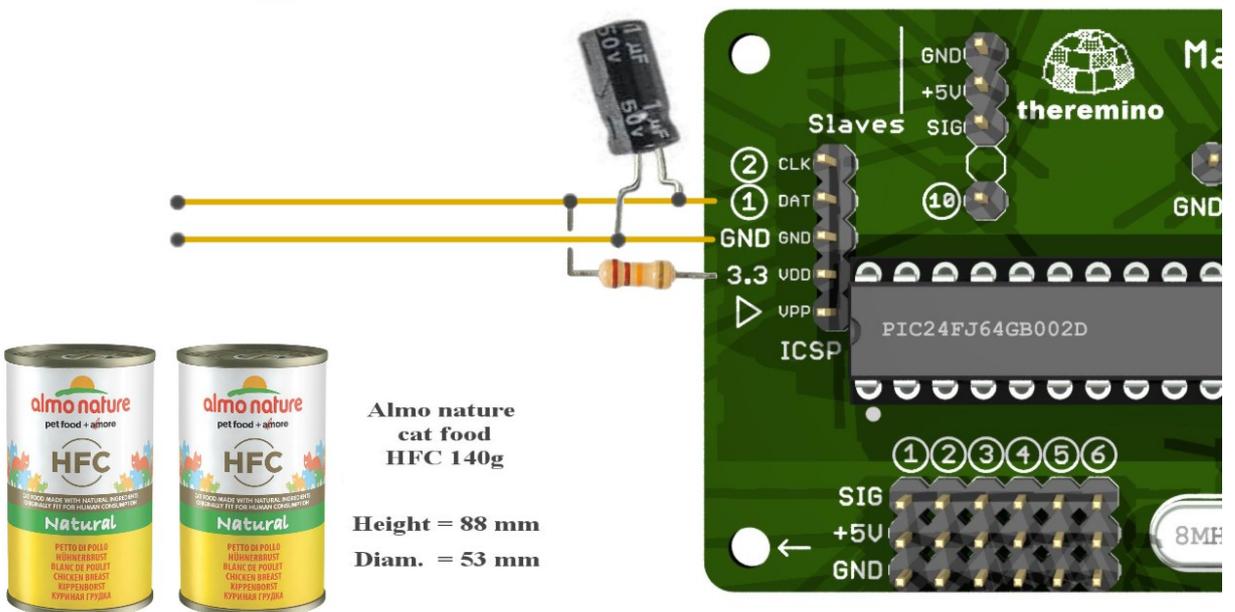
# Emotion Meter Hardware

# Piano di montaggio

Con il sistema theremino possiamo costruire un ottimo eMeter con appena tre componenti, un modulo Master, un condensatore da 1 uF e un resistore da 22k (e due lattine di cibo per gatti). **Costo totale poco più di dieci Euro.**



Se non si riesce a trovare un condensatore ceramico da 1 uF lo si può sostituire con un elettrolitico. Fare solo attenzione che il negativo sia collegato dal lato GND.



## Costruzione meccanica

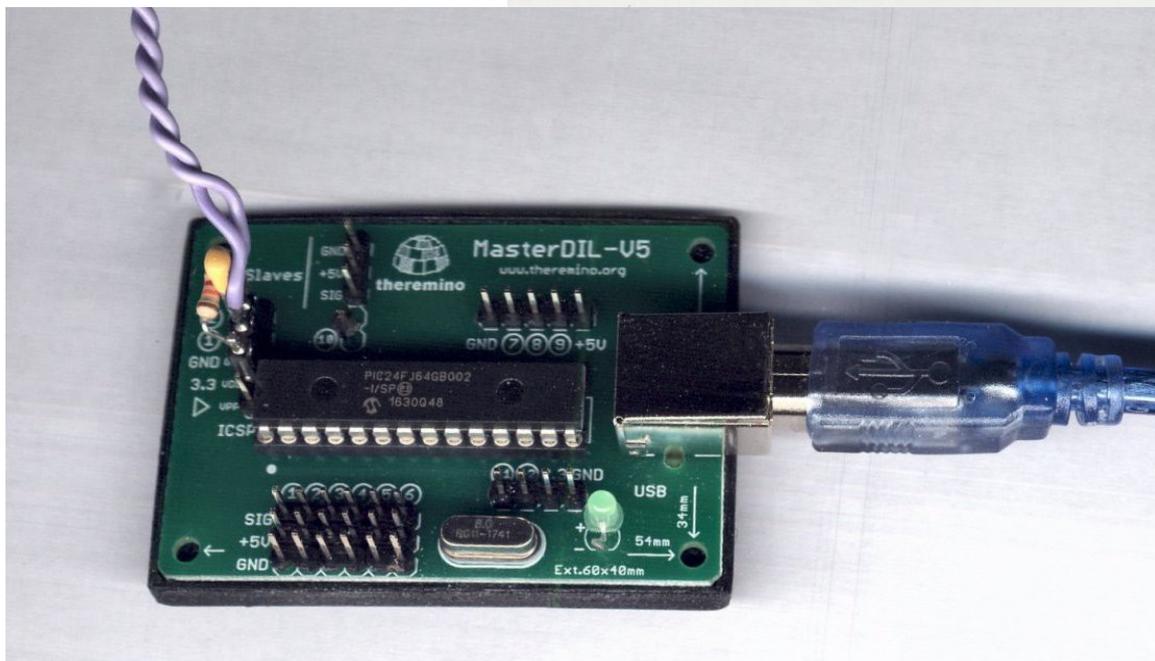
Si prende una femmina a tre poli e si salda il resistore tra i due estremi.

Poi si salda il condensatore tra il centro e un estremo.

E infine si saldano due fili in parallelo al condensatore.

I fili devono essere piccoli e morbidi ed è bene attorcigliarli tra loro perché così formeranno un cordoncino comodo e flessibile verso le lattine.

Nella immagine seguente si vede il connettore collegato al Master.



Si può mettere il tutto in una scatola di plastica, oppure si può lasciarlo aperto, così come lo si vede qui sopra, e funzionerà altrettanto bene.

Se lo si lascia senza scatola fare attenzione a non posarlo su superfici metalliche mentre è acceso.

## Gli elettrodi

Il tipo di elettrodi utilizzati influisce sulle prestazioni del sistema.

L'elettrodo deve avere un diametro tale per cui quando lo si impugna la mano deve avvolgerlo, senza sovrapporre il pollice alle altre dita, ma senza essere troppo distante da esse. Per cui in caso di impiego con persone dotate di mani più grandi o più piccole della media, può essere necessario utilizzare un diametro diverso.



Gli elettrodi utilizzati negli strumenti originali erano costituiti da due lattine di ferro stagnato del diametro di circa 4.5 cm, che vanno bene per la maggior parte delle persone.

Negli anni 80 queste lattine erano utilizzate per contenere vernice spray, olio sbloccante e disossidante. L'etichetta era in carta, ed era fissata alla lattina con una sottile striscia di colla, per cui era molto facile rimuoverla e utilizzarle come elettrodi.

Il contatto elettrico era fatto con due coccodrilli, uno per lattina, collegati ad altrettanti fili che terminavano nello strumento di misura. Le lattine venivano forate nel punto di inserimento del coccodrillo per ottenere un collegamento più stabile.

Alcune versioni disponevano di connettore a jack, come si vede nella immagine qui di fianco.



## Che lattine usare

Un'ottima scelta sono le lattine di cibo per gatti da 140 grammi.

- ◆ Costano meno di 2 euro e si fa anche contento qualche gatto.
- ◆ Hanno un diametro di 53 mm che va bene per tutte le mani.
- ◆ Aprendole rimane un bordo spesso che non taglia.
- ◆ Il bordo spesso le tiene in forma anche se si preme molto.
- ◆ L'etichetta e la colla si eliminano facilmente.
- ◆ Sono in ferro e rivestite con stagno puro.
- ◆ Si possono saldare con il saldatore a stagno, per collegarle stabilmente ai fili di collegamento.



Almo nature  
cat food  
HFC 140g

Height = 88 mm

Diam. = 53 mm

Le si possono trovare qui:

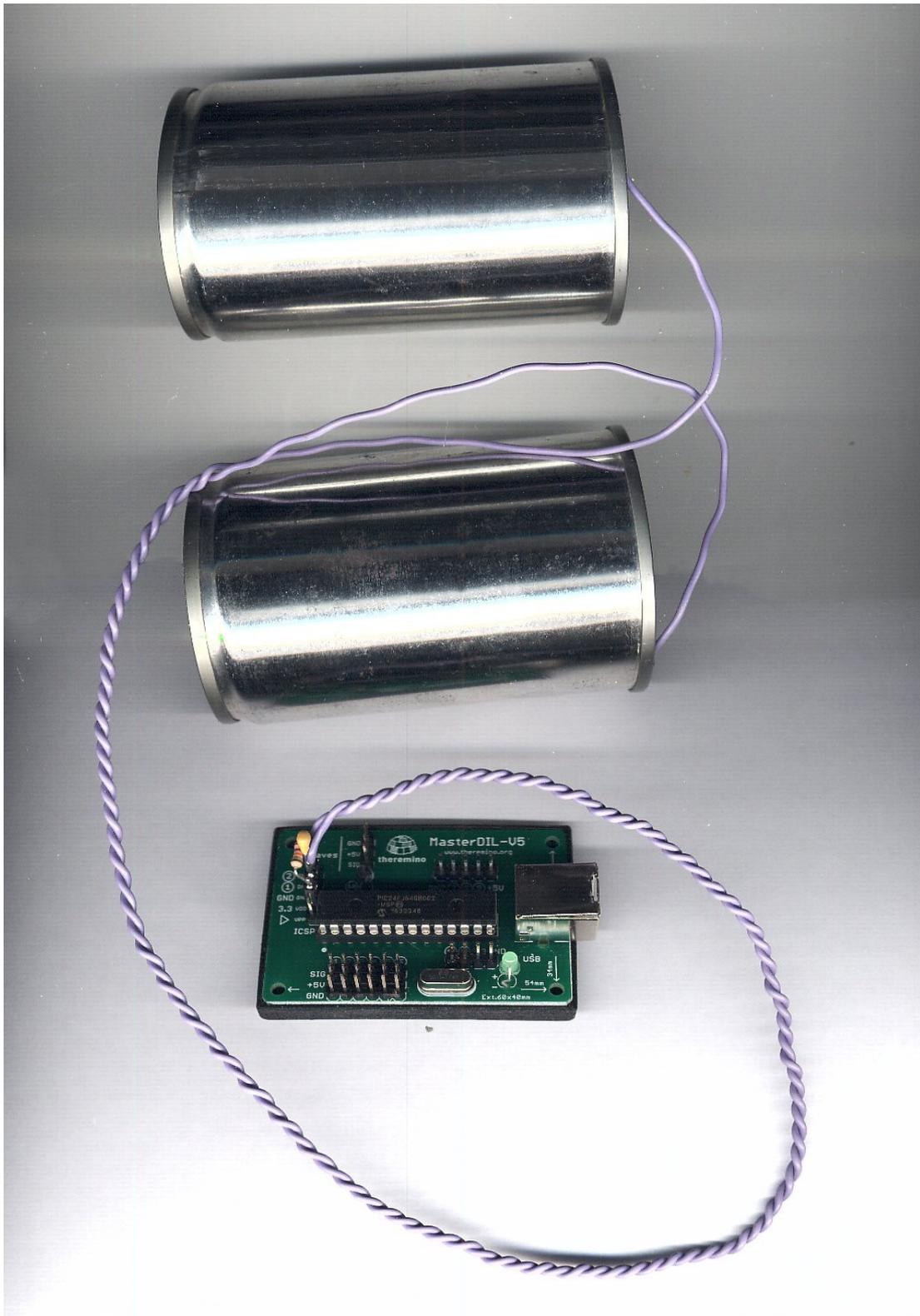
[www.arcaplanet.it/almo-nature-classic-140-g](http://www.arcaplanet.it/almo-nature-classic-140-g)

E anche su eBay:

[www.ebay.it/itm/Cibo-umido-naturale-gatto-gatti-adulti-Almo-Nature-Cat-Classic-vari-gusti-140g](http://www.ebay.it/itm/Cibo-umido-naturale-gatto-gatti-adulti-Almo-Nature-Cat-Classic-vari-gusti-140g)

Probabilmente entro pochi anni questi link non saranno più validi, in tal caso basterà copiarli nella casella di ricerca di Google o di eBay per trovarne di simili.

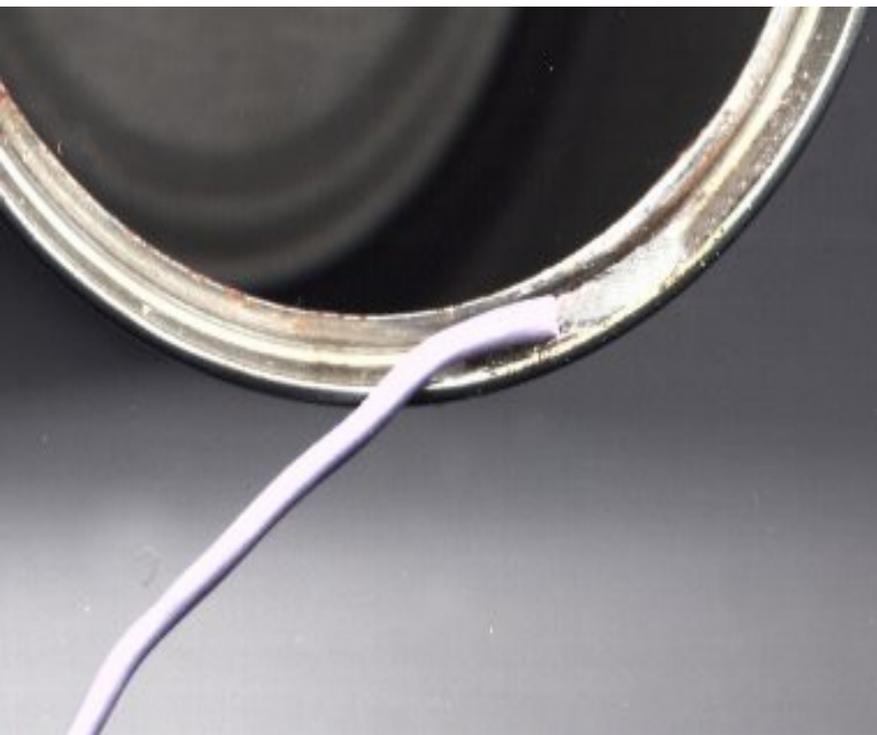
## Collegamento alle lattine



Utilizzare fili morbidi e piccoli, lunghi circa cinquanta centimetri.

## Saldare i fili alle lattine

Le lattine sono stagnate ed è quindi facile saldarle a stagno. Se non sono nuove è bene pulire il punto da saldare con carta vetro.

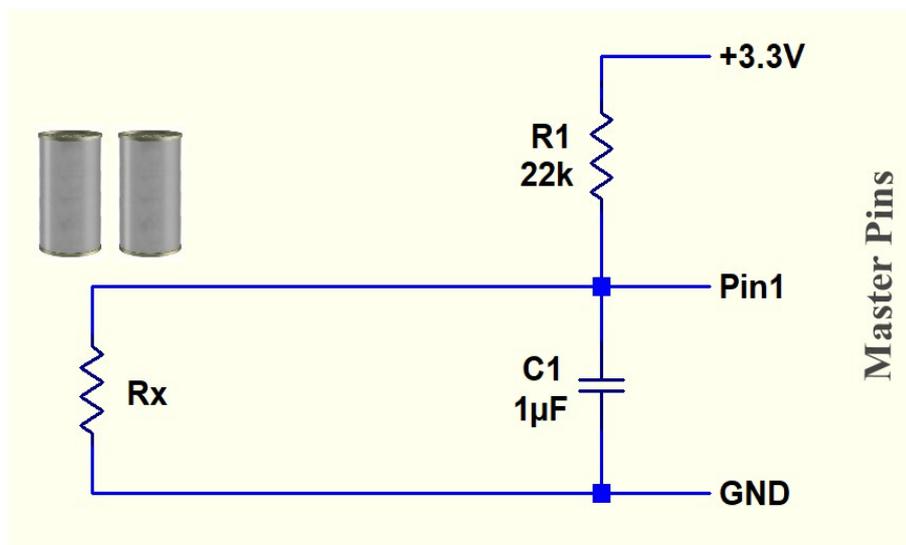


Qui si vede come saldare il filo.

Volendo, si potrebbe anche chiudere la lattina, con un disco di plastica incollato sul bordo superiore.

Poi si potrebbe irrobustire il filo, fissando la guaina isolante al metallo con una goccia di colla a caldo.

## Principio di funzionamento



Il resistore R1 e la resistenza cutanea Rx formano un partitore di tensione.

Questo partitore divide la tensione di 3.3 volt e produce una tensione nel punto centrale che dipende dal valore di Rx.

La tensione viene inviata al Pin 1 del modulo Master e un Adc la misura con precisione migliore dello 0.1%.

Il condensatore elimina i disturbi a frequenza di rete indotti dall'impianto elettrico ed eventuali disturbi prodotti da cellulari, WiFi, Bluetooth e altri dispositivi a radiofrequenza.

Il software conosce il valore della tensione (3.3 volt stabilizzati dal regolatore che si trova nel Master) e il valore di R1 (22000 ohm) e quindi può calcolare con precisione il valore di Rx.

- - - - -

Il valore Rx è esattamente il valore di resistenza cutanea.

La precisione di misura è maggiore di quello che si può ottenere con circuiti analogici e non c'è nemmeno bisogno di regolare dei trimmer.

- - - - -

In un secondo passo il software calcola il valore di TA (Tone Arm) a partire dalla resistenza cutanea. Il calcolo è esattamente lo stesso dei theta-meter originali. Solo che i theta-meter per fare il calcolo hanno bisogno di qualcuno che ruoti il potenziometro tone-arm fino a bilanciare il ponte, mentre il software calcola il TA istantaneamente, senza un umano che lo aiuti.

# Il calcolo della resistenza e del TA

Presentiamo le formule di questa pagina solo a scopo didattico.

Non è necessario utilizzarle e nemmeno capirle.

Tutti questi calcoli vengono fatti automaticamente nel software.

Queste formule eseguono esattamente gli stessi calcoli, che venivano eseguiti dagli apparecchi originali per mezzo di resistenze, potenziometri e transistor.

Disponendo di un computer questi calcoli vengono fatti con più facilità e con molta più precisione.

## Il calcolo della resistenza cutanea

La formula per calcolare la resistenza a partire dal valore “Vin”, misurato dal modulo Master e normalizzato da 0 a 1000, è:

$$\text{Res} = 22000 * \text{Vin} / (1000 - \text{Vin})$$

## Il calcolo del TA

La formula per calcolare il TA a partire dalla resistenza è:

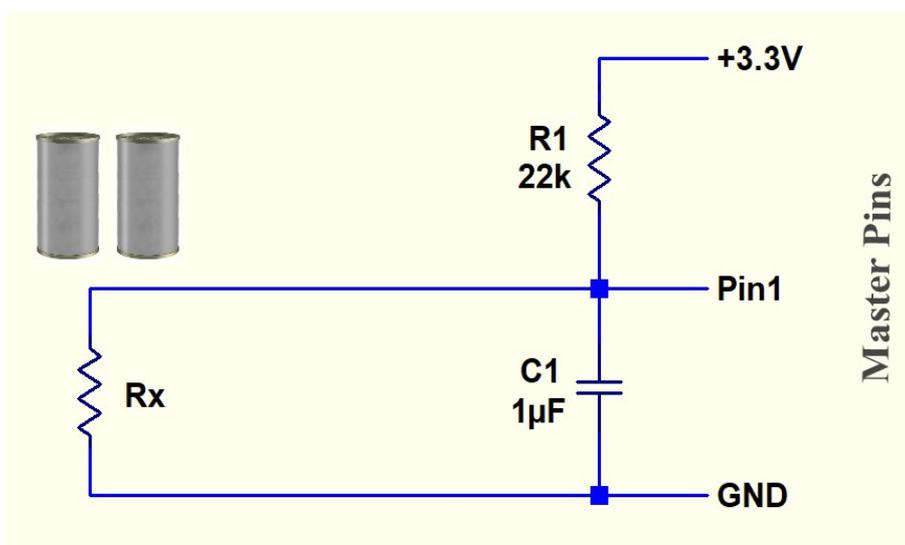
$$\text{TA} = \text{Res} / (\text{Res} + 21250) * 5.559 + 0.941$$

## Tabella dei valori di TA e di resistenza

La tabella seguente mostra i principali valori di TA e i valori di resistenza corrispondenti.

TA	Resistenza (ohm)
0.941	0
1	227
2	5 k
3	12.5 k
4	26 k
5	57.5 k
6	215 k
6.49	12 mega
6.5	Infinita

## Precisione senza taratura



Uno dei pregi di questo schema è che l'apparecchio appena è montato è già tarato. Non ci sono trimmer da regolare.

Inoltre si ottiene una assoluta stabilità nel tempo, perché non ci sono transistor che possono variare di caratteristiche con la temperatura, né componenti che possono cambiare di valore nel tempo e nemmeno trimmer che possono muoversi o sporcarsi.

L'unico componente che determina la precisione di misura è il resistore da 22k. Un resistore da 22k al 5% (rosso rosso arancio oro) è di precisione più che sufficiente per le misure che si devono fare con questo apparecchio. Si ottiene già la precisione di un eMeter classico ben tarato.

### AVVERTENZA IMPORTANTE

Accanirsi troppo sulla taratura è del tutto inutile il 5% è già più che sufficiente per questi apparecchi.

Ma, se proprio lo si desidera...

### Ottenere maggiore precisione

Utilizzando un tester digitale, si misurano una ventina di resistori e si utilizza quello che più si avvicina a 22000 ohm.

Se si trova un resistore con valore tra 21800 e 22200 si arriva verso l'1% di precisione.

E volendo esiste anche la possibilità di effettuare una taratura digitale, che può spingere la precisione verso lo 0.1%, come spiegato nella prossima pagina.

# Taratura di precisione

Input signal	
Input	841
Rx (ohm)	116 K
Tone Arm	5.64

Il software misura direttamente la resistenza e la converte in TA con una formula matematica, quindi con precisione assoluta.

Per cui non avremo bisogno dei costosi e introvabili resistori da 5000 e 12500 ohm, prescritti per ottenere esattamente i valori 2.0 e 3.0 di TA. Ma potremo utilizzare comuni resistori, con valori standard, e nemmeno di precisione.

Questo metodo compensa anche le correnti di perdita dell'ingresso Adc e può arrivare allo 0.1% di precisione (nella zona delle possibili resistenze cutanee, cioè approssimativamente tra i 10 kohm e i 200 kohm).

La taratura è completamente digitale, non ci sono trimmer o altri componenti che possono invecchiare, per cui la precisione rimarrà invariata nel tempo.

## Istruzioni per la taratura.

- ◆ Procurarsi un resistore approssimativamente da 1000 ohm (andrebbe bene anche da 680 ohm fino a 1500 ohm).
- ◆ Procurarsi un secondo resistore approssimativamente da 470 kohm (andrebbe bene anche da 330 kohm fino a 680 kohm).
- ◆ Misurare i due resistori con un tester digitale e poi collegarli, uno per volta, ai due elettrodi dell'Emotion Meter.
- ◆ Selezionare il Pin 1 sulla applicazione HAL e regolare le caselle "Valore Min" e "Valore Max" per ottenere le stesse misure che si ottengono con il tester.
- ◆ Regolare "Valore Min" quando si misura il resistore di basso valore e regolare "Valore Max" quando si misura il resistore di valore più alto.
- ◆ Ripetere più volte le due regolazioni perché si influenzano un po' a vicenda.
- ◆ Normalmente si regolano le due caselle (scrivendo a mano i decimali) con valori leggermente maggiori di mille e di zero come si vede nella immagine qui a destra.
- ◆ Durante le misure è bene stabilizzare il valore di resistenza misurato, abilitando il pulsante "Velocità risposta" (deve diventare arancione).

Ricordarsi poi di disabilitare questo pulsante (che deve tornare di colore chiaro), altrimenti la lancetta dello Emotion Meter risulterà rallentata.

Proprietà del Pin	
Tipo Pin	Adc_16
Slot	1
Valore Max	1001.9
Valore Min	2.2
Velocità risposta	30

# Cosa si misura

## Input signal

Input	841
Rx (ohm)	116 K
Tone Arm	5.64

Quello che si misura non è la resistenza interna del corpo. Per verificare questo basta bagnarsi le mani con acqua e sale, oppure con pasta conduttiva per ECG, stringere bene le lattine e misurare la resistenza.

In questo modo si riduce quasi a zero la resistenza di contatto tra le mani e le lattine e quello che resta è una misura della resistenza interna del corpo.

Con questo esperimento si verifica che la resistenza interna del corpo è inferiore a 500 ohm, centinaia di volte inferiore rispetto alla normale resistenza dovuta al contatto tra le mani e le lattine.

Eventuali variazioni della resistenza del corpo potrebbero presumibilmente essere nel campo di qualche decina di ohm, quindi totalmente trascurabili.

Per cui la resistenza rilevata dall'E-Meter è praticamente solo la resistenza di contatto tra la pelle e la superficie metallica degli elettrodi.

Questa resistenza è influenzata dal sudore, dalla salinità e dalla pressione che si esercita, la quale aumenta la superficie di pelle che entra in contatto con il metallo.

- - - - -

La sudorazione, naturalmente, è legata allo stato emotivo. Ma esiste anche un secondo meccanismo che provoca reazioni più veloci.

Quando la pelle è inumidita dal sudore e si tengono gli elettrodi come prescritto, cioè senza premere, possono bastare minime contrazioni muscolari, inconsce e del tutto involontarie, per causare variazioni di resistenza rapide e molto grandi.

Riassumendo:

- ◆ La lenta e continua diminuzione della resistenza, quella che nella letteratura viene chiamata “riscaldamento degli elettrodi”, è causata dall'accumulo di umidità nello spazio tra la pelle e il metallo.
- ◆ Le variazioni lente sono causate dalle variazioni della sudorazione.
- ◆ Le variazioni rapide sono causate dalle involontarie variazioni della pressione.