

theremino
•the•real•modular•in-out•

Sistema theremino

Costruzione della camera a ioni

Versione 7

La camera a ioni finita



Costruzione della struttura esterna

E' importante che la struttura meccanica sia la stessa dei nostri prototipi, questo permetterà di calibrare tutte le camere entro il +/-20% con un unico coefficiente di taratura. (Anche se, come già spiegato, ci accontenteremo di una precisione del +/-30% o anche del +/-50%)



La camera a ioni consiste in un cilindro di 8 cm di diametro a 20 cm di altezza per un volume totale di un litro e da tre coperchi che proteggono i componenti elettronici dai disturbi elettrici e dalla polvere. Il cilindro e i coperchi (**righe di colore nero**) sono **in lamiera stagnata** e verniciata di nero.

Il coperchio a sinistra ha un solo foro:

- Un foro da 25mm (3) con una griglia di ottone saldata e filtro per la polvere (2)

La base del cilindro principale ha due fori:

- Un foro da 25 millimetri (1) per il passaggio dell'aria.
- Un foro da 4 millimetri (4) per ancorare l'elettrodo centrale.

Il coperchio che chiude il cilindro ha tre fori:

- Un foro da 25mm (5) per il passaggio dell'aria.
- Un foro da 4 millimetri (8) per far passare il supporto del fet e dell'elettrodo centrale.
- Un foro da 4 millimetri (9) per far passare il filo dell'alta tensione.

Il secondo coperchio a destra ha due fori:

- Un foro da 25mm (7) con una griglia di ottone saldata e filtro per la polvere (6)
- Un foro da 6 millimetri (10) per il jack femmina del cavo di collegamento.

Come iniziare

La sfida più difficile di questo progetto non è stata l'elettronica ma individuare un metodo per costruire una camera a ioni con le seguenti caratteristiche:

- Materiali facilmente reperibili da chiunque in comuni negozi di ferramenta
- Struttura con dimensioni ripetibili per garantire un funzionamento preciso (+/-20%) senza taratura individuale.
- Un contenitore della camera facile da lavorare con strumenti comuni e saldabile a stagno
- Un diametro della camera maggiore di 6 centimetri in modo da permettere ai raggi alfa di sviluppare tutta la loro energia e da avere un buon volume totale.
- Un diametro della camera non superiore agli 8 centimetri in modo da non dover usare tensioni troppo alte.
- Un volume totale sufficiente a permettere misurazioni precise in tempi brevi (1 litro)
- Facilità di costruzione e materiali poco costosi

Come materiale di base non c'è di meglio che il lamierino sottile di ferro stagnato, la comune "latta". Questa è stata una sorpresa anche per noi, si taglia con le forbici e si lavora che è un piacere. Non importa se è verniciata si gratta leggermente col cacciavite e si salda facilmente. Se il colore e le scritte non piacciono si vernicia con bomboletta a spruzzo (nero opaco sintetico) Quante cose sarebbero state più facili a conoscerla prima!



Fonte naturale di latta sono le lattine, che esistono in molte forme, con le pareti lisce o rigate e in molte dimensioni. La prossima pagina spiega come usare questo meraviglioso materiale e le sue caratteristiche.

La "latta" un ottimo materiale per l'elettronica

La latta ("latta" in italiano e "tinning" in inglese) è composta da un lamierino sottile di ferro (circa 0.2mm) rivestito con stagno elettrolitico per proteggere il ferro dalla ossidazione (ruggine). Vedere: <http://it.wikipedia.org/wiki/Latta> e <http://en.wikipedia.org/wiki/Tinplate>

Alcuni tipi di ferro (a seconda della composizione e del tenore di carbonio) non sono saldabili a stagno oppure si saldano con fatica e solo usando disossidanti, ma il ferro delle lattine è tra i più saldabili. E il rivestimento in stagno elettrolitico facilita ulteriormente la saldatura.

Le lattine in ferro stagnato hanno riflessi "metallici" e sono facilmente reperibili. La lattina di questa immagine ha le pareti ondulate, ma alcune hanno pareti lisce da cui ricavare un grande foglio piano.

Con un foglio di latta a disposizione si possono costruire piccoli particolari meccanici in pochi secondi. Si può tagliarlo con le forbici, piegarlo con le pinze e saldarlo facilmente. Le sue proprietà magnetiche permettono di schermare sia i campi elettrici che quelli magnetici. Si possono anche fare squadrette e fascette da saldare o da forate e fissare con viti.

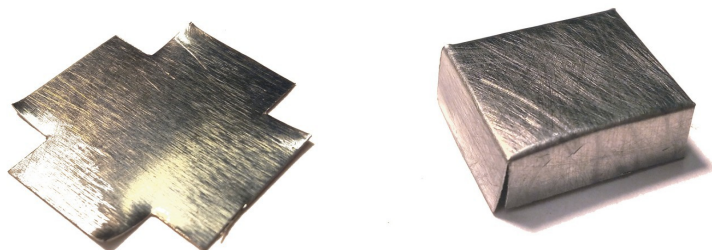


Alcune lattine, ad esempio quelle della birra, non sono di latta ma di alluminio e si riconoscono per il colore più biancastro (che non ha mai riflessi azzurri). Per distinguere la latta dall'alluminio si può usare una calamita. La latta è magnetica, invece l'alluminio non lo è.

L'alluminio non va bene perché non è saldabile a stagno e non può essere usato come schermo per i campi magnetici.



Ecco un esempio di schermo in latta usato in questa camera a ioni per schermare il circuito stampato del FET e poter quindi fare prove anche senza il coperchio terminale e quindi poter fare misure sui componenti elettronici.



La latta non si arrugginisce perché è coperta con uno strato di stagno ma è comunque meglio verniciarla. Si può verniciarla a spruzzo con una bomboletta di nero opaco. Nei punti da saldare si rimuove la vernice con la punta di un cacciavite.

Latte da un litro per la struttura della camera

In tutto il mondo, qualunque negozio che assomigli vagamente a un ferramenta ha sicuramente barattoli di Trielina, Dielina, Acetone o Acquaragia. Probabilmente l'Acquaragia è quella che costa meno ma i barattoli da un litro sono tutti uguali. Esistono con questa forma e dimensioni sicuramente da prima del 1950 e hanno tutti le stesse dimensioni di 8 cm (diametro) per 20 cm (altezza)



Questi barattoli hanno tutti lo stesso simbolo del triangolo in rilievo, probabilmente c'è una sola ditta che li produce, o forse tutti i produttori si sono accordati su uno standard.

Tagliando la parete esterna con le forbici si ottiene un foglio piano di latta da circa 20 x 25 centimetri, quasi un foglio A4, che potrà servire per ricavare particolari meccanici e lamierini saldabili per i montaggi elettronici.

Usandoli invece interi si ottiene una buona camera a ioni da un litro esatto.

Queste latte costano pochi euro e anche il loro contenuto può essere utile. Per conservare l'Acquaragia si possono usare bottiglie in PET. Per gli altri solventi (Trielina, Dielina e Acetone) sarebbe meglio il vetro. Oppure si possono usare grosse latte rettangolari da olio che possono contenere anche molti litri l'una.

Verniciatura



L'aspetto dei barattoli appena acquistati è un po' "confuso"



Ma basta una spruzzata di vernice nera per renderli neutri e professionali. Scartavetrare leggermente con carta vetro fine e poi pulire con un panno asciutto e alcool. Ma si può anche dare la vernice a spruzzo senza troppa preparazione. Una bomboletta di vernice nera opaca sintetica copre anche in una mano sola, meglio però se si danno due mani leggere.

Cosa acquistare dal ferramenta

Tutta il materiale per fare la struttura portante della camera a ioni può essere acquistato per meno di quattro Euro. Per ogni camera a ioni servono una latta di solvente da un litro e tre tappi per barattoli da conserva del diametro di 86 mm.

I tappi sono anche essi di latta e saldabili a stagno. Sono reperibili in ogni ferramenta o negozio di casalinghi e sembrano fatti apposta per chiudere il cilindro e per contenere l'elettronica.

I tappi non si avvitano ma le loro dimensioni sono così precise che a volte per toglierli è necessario svitarli.



Saldature

Sia i tappi che i barattoli sono fatti di un materiale che si salda a stagno molto facilmente. Anche il saldatore da 30Watt, con punta piccola che si usa per i componenti SMD, riesce a scaldare bene il punto di saldatura e a fare delle saldature perfette in pochi secondi. Questa incredibile saldabilità è dovuta al ferro molto sottile, che non riesce a portare via il calore, e al fatto che il ferro è stato rivestito in fabbrica con un sottile stato di stagno per proteggerlo dalla ruggine.

Per scrupolo prima di saldare si grattano le parti verniciate con la punta del cacciavite ma, anche senza fare questo, si saldano ugualmente bene.



Alcune latte e tappi nelle prime fasi di lavorazione



Qui si vede che con la verniciatura anche i coperchi assumono un aspetto decente.

Tutti e tre i coperchi devono avere il foro grande da 25mm.

Un solo coperchio per ogni camera deve avere sia il foro grande che il foro centrale da 4mm

Anche il cilindro, alla base, deve avere sia il foro grande che il foro centrale da 4mm

Quando si deve saldare in un punto già verniciato di nero è importante rimuovere prima la vernice nera con il cacciavite e non usare saldatori molto potenti per non bruciare la vernice circostante o che si trova sulla superficie opposta del lamierino. Sempre per evitare di bruciare la vernice è bene non scaldare per più di qualche secondo.

Rimuovere la parte superiore del barattolo



Il lato superiore deve essere aperto perché si deve poter lavorare all'interno. I primi furono aperti con trapano pinze e tronchesine, non fatelo!



Stando attenti è anche possibile riuscire a non tagliarsi ma è comunque un lavoraccio e per tagliare bene tutto il bordo e renderlo innocuo si fa una faticaccia.



Molto meglio usare un buon apriscatole!



E poi lima e carta vetro per lisciare le sbavature del bordo interno e renderlo sicuro.



Ma anche Dremel e moletta vanno bene. Si deve ottenere un bordo liscio per non rischiare di tagliarsi durante le lavorazioni successive.

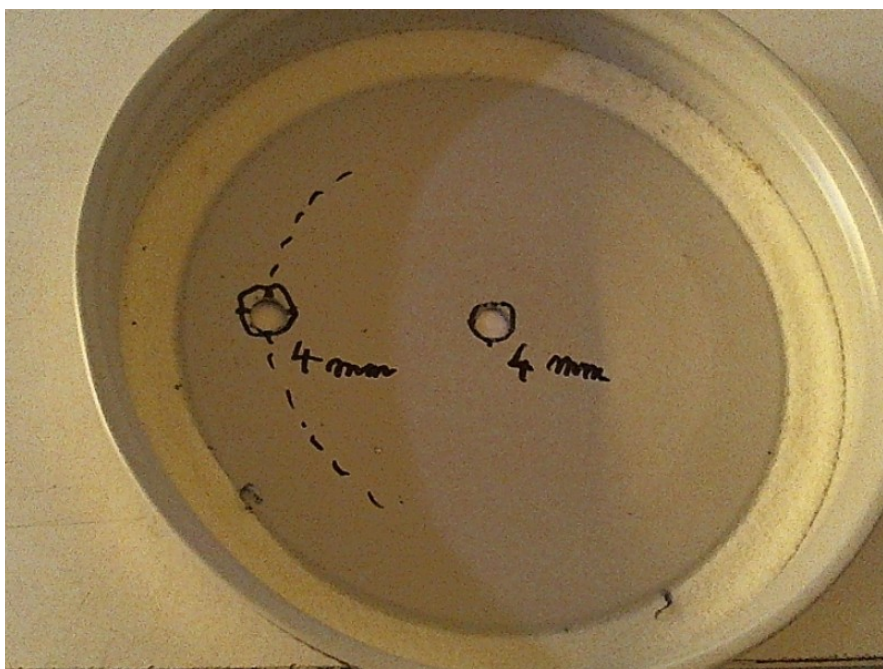
La parte superiore del barattolo non è molto rigida, ma lo diventerà per mezzo del coperchio che entra in modo preciso e si avvita quasi.

Anche le pareti laterali sono sottili e possono piegarsi facilmente fino a che non verranno irrobustite dal rivestimento interno.

Quindi, **per evitare ammaccature, si deve fare attenzione a non premere troppo** con le dita durante le prime fasi di lavorazione.



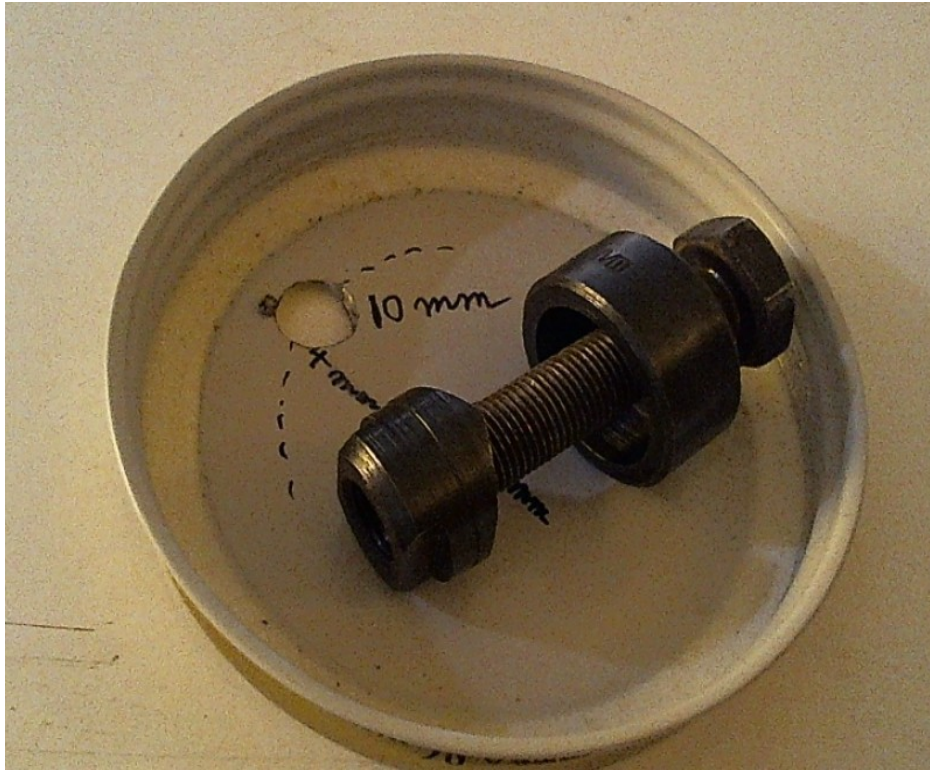
Forare i tappi e il barattolo



Marcare due punti uno perfettamente nel centro e l'altro alla metà delle due pieghe circolari evidenziate in giallo nella immagine seguente.



Quindi si allarga quello esterno con punta da 10mm.



Un punzone a vite fa ottimi fori.



Si avvita il punzone e lo si sposta leggermente nel foro che è più largo del gambo in modo che sia ben centrato tra la piegatura interna e quella esterna. Poi si stringe a mano e infine si danno molti giri con la chiave inglese fino a tranciare la lamiera.



Qui si vede il lato opposto del punzone, che in questo caso è da 25 mm.



Fori da 25 mm richiedono maggiore precisione ma **permettono al radon di diffondere più velocemente all'interno della camera**. Cinque millimetri in più possono sembrare pochi ma l'area del foro aumenta di più del 50%.

Posizione del foro



In questa immagine si vede che il foro di sinistra è troppo all'esterno mentre il foro di destra è perfettamente centrato.

Qualunque sia il metodo per fare il foro da 25mm si deve cercare di farlo stare esattamente nello spazio tra la piega circolare interna e quella esterna.

Se si va troppo all'esterno diventa poi difficile applicare il filtro perché il foro non è in piano, invece un foro troppo all'interno si avvicina troppo al foro centrale e peggiora l'elasticità del tappo.

L'elasticità di questi tappi (che in origine serviva per mantenere il sotto-vuoto) può essere provata spingendo il foro centrale e verificando che il tappo si comporti bene come una molla.

L'elasticità è importante per tenere il filo centrale ben teso anche quando esso si allunga e si accorcia a causa delle differenze di temperatura.

Attrezzi per lavorare la latta

Se si vuole cercarlo su eBay o da un ferramenta si può cercare "Punzonatrice a vite" una delle ditte che li producono è "WURTH" (eshop.wuerth.it)

Fare attenzione a sceglierlo da 25 mm che è il diametro giusto per la camera e ioni e anche utile in molte altre occasioni. Diametri più piccoli si fanno anche con il trapano e più grandi servono raramente.



Se non si trova il "Punzonatore a vite" anche una "Fresa a gradini" può andare bene.

Su eBay se ne trovano di bellissime da 4 a 32 mm o da 4 a 39 mm per circa 14 Euro

Con la fresa a gradini il foro viene meno pulito e poi si deve curarlo un po' con lima e carta vetro.



Un altro attrezzo che potrebbe essere utile è la "Cesoia roditrice BETA modello 1120" che permette di fare **tagli dritti e curvi nella lamiera con grande precisione**. Può fare fori di ogni forma, anche molto grandi.

Questo attrezzo costa moltissimo (40 euro e più) e fortunatamente non serve per la camera a ioni, la riportiamo solo per completezza.

Esiste anche un un altro attrezzo simile alla "Cesoia roditrice" ma meno costoso, anche questo attrezzo non serve per la camera a ioni ma è utile conoscerlo.

Questo attrezzo è collegabile al trapano e può tagliare grosse lamiere in breve tempo.

Lo si può trovare per circa 20 Euro dai cinesi su eBay cercando "nibble roditrice cutter"



Metal Sheet Nibbler Cutter
Positioning Bracket

Verniciare completamente barattolo e tappi



Qui si vedono alcune barattoli con la parte terminale non verniciata. Non è bene lasciarli così perché dopo alcuni anni potrebbero ossidarsi. La stagnatura protegge il ferro ma lo stagno è morbido e basta qualche graffio per far strada alla ruggine.



Verniciare completamente, anche all'interno, sia i barattoli che i tappi. Questo si deve fare ora **prima di cominciare a posizionare le parti elettroniche**, perché dopo si rischierebbe di sporcarle e di sporcare il rivestimento interno di alluminio.

Le griglie di ottone sui coperchi



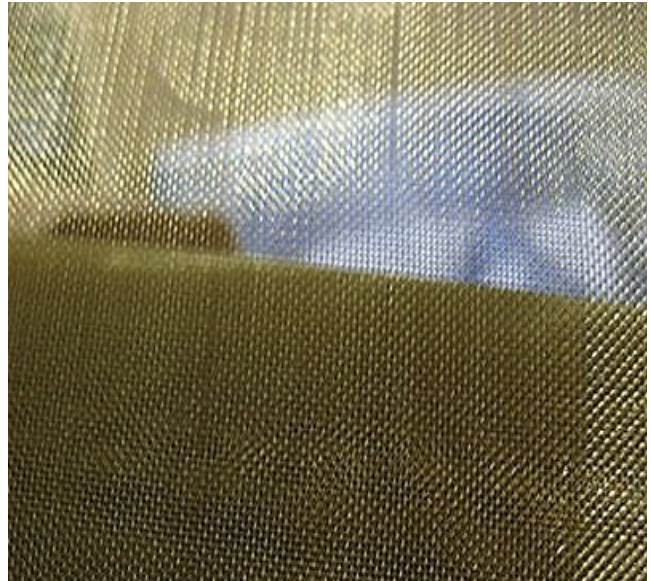
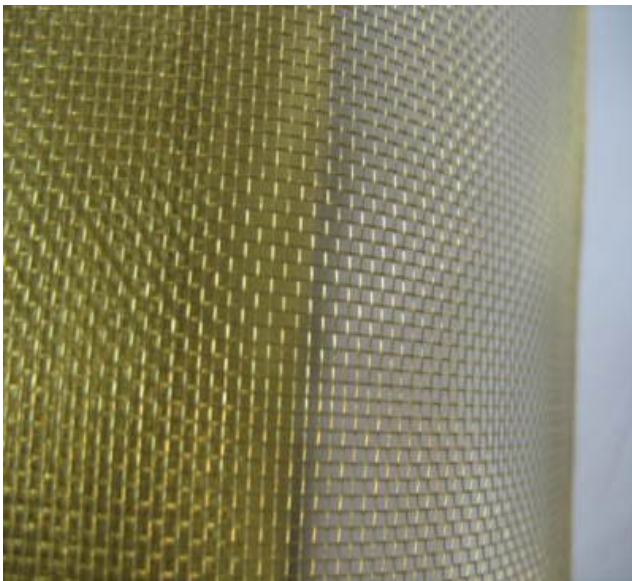
Solo due coperchi (quelli esterni senza foro centrale) devono avere i fori chiusi con griglie metalliche per schermare i delicati circuiti interni dai campi elettrici (principalmente il rumore a frequenza di rete indotto dai cavi dell'impianto elettrico)

Le uniche griglie di un metallo saldabile a stagno sono di ottone, per la reperibilità vedere la prossima pagina.



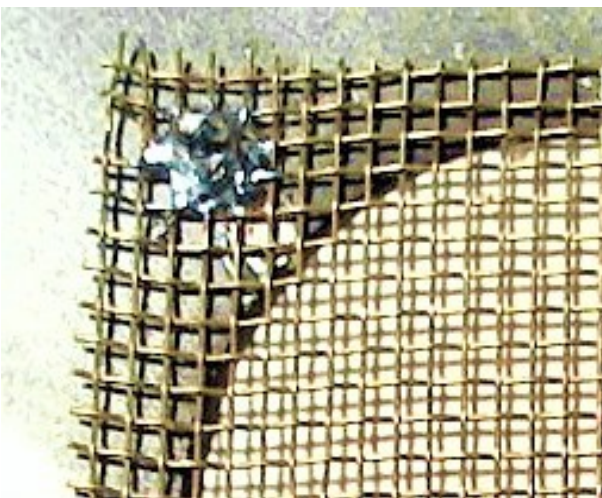
Si grattano quattro punti intorno al foro con un cacciavite e li si prepara con il saldatore e un gocciolone di stagno. poi si posa la reticella e si salda sui goccioloni. Attenzione a non scaldare troppo a lungo altrimenti la vernice dietro si brucia. Eventualmente si possono verniciare i coperchi dopo aver messo le reticelle, diventeranno nere anche le reticelle ma ai fini elettrici non importa.

La reticella di ottone



Esistono due tipi di reticella di ottone, quella larga e quella fine.

I due tipi vengono chiamati da 1.0 mm e da 0.5 mm, che è la distanza tra filo e filo. **Tutti e due i tipi vanno bene per la camera a ioni ma se possibile scegliere la più fine.**



Per la camera a ioni basterebbero due quadratini da 35 x 35 mm, ma La reticella di ottone può essere utile in molti dispositivi elettronici per cui si potrebbe anche spendere un po' di più e acquistarne qualche decina di centimetri.

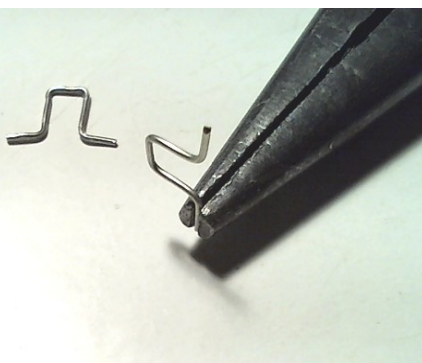
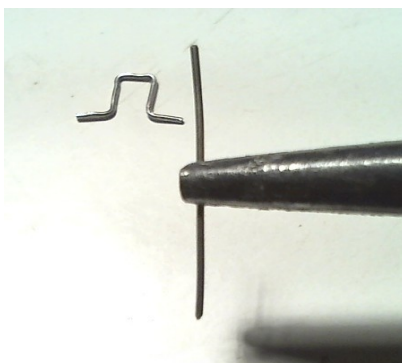
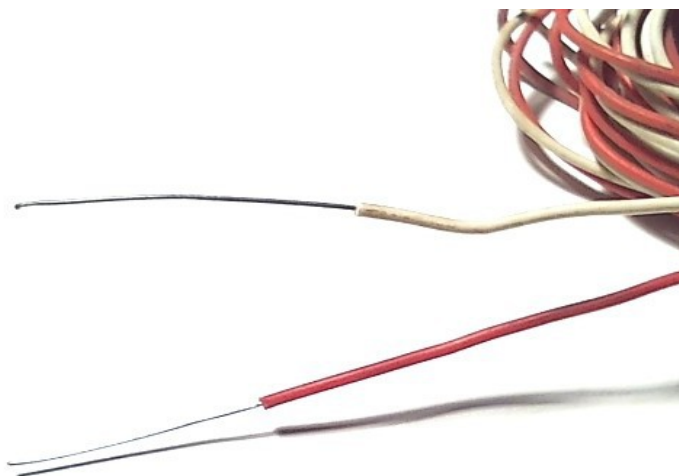
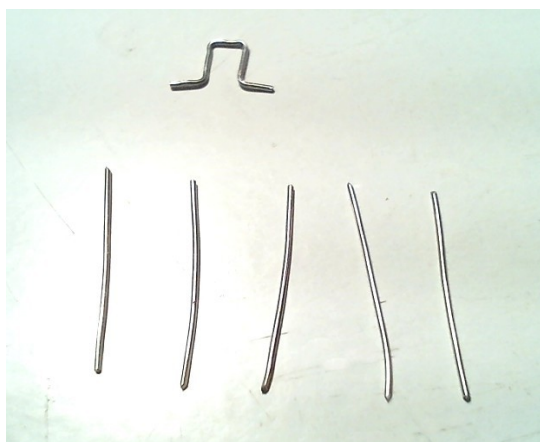
Per spendere poco si consiglia di cercarla nei negozi di ferramenta e di componenti idraulici, in passato veniva usata nei rubinetti, nei filtri per gli impianti di irrigazione e in altri dispositivi per l'agricoltura, quindi i negozi migliori si trovano nei paesi e nelle zone rurali.

Se proprio non si riesce a trovarla allora la si deve cercare su eBay, si deve comprarne almeno mezzo metro e anche così le spese di spedizione raddoppiano il prezzo finale.

Per cercarla su eBay **non si deve scrivere "reticella" ma "rete ottone"** e si dovrebbero trovare offerte per 0.5 x 0.5 metri a circa 7..10 Euro più 8 Euro di spese postali.

Preparare le ancorette di fissaggio dei tappi

Prima di tutto si preparano sei fili lunghi 25 mm ricavandoli dal normale filo telefonico (0.6 mm di diametro) o da qualunque altro filo rigido con un diametro simile.



Le ancorette vanno poi saldate nei coperchi.

Si prepara il coperchio grattando con il cacciavite due punti a distanza di 8 mm uno dall'altro e stagnandoli con un gocciolone di stagno, poi si avvicina l'ancoretta tenendola con le pinzette e la si salda come si vede in questa immagine.

Per ogni coperchio ci vogliono due ancorette da saldare una di fronte all'altra. **Fare attenzione a trovare due posizioni che non abbiano il dente della filettatura troppo in alto**, altrimenti poi le ancorette fanno troppo spessore.



Saldare le ancorette di fissaggio

Questa operazione si farà solo alla fine ma la mostriamo adesso per far capire a cosa servono le ancorette e facilitare la loro costruzione.

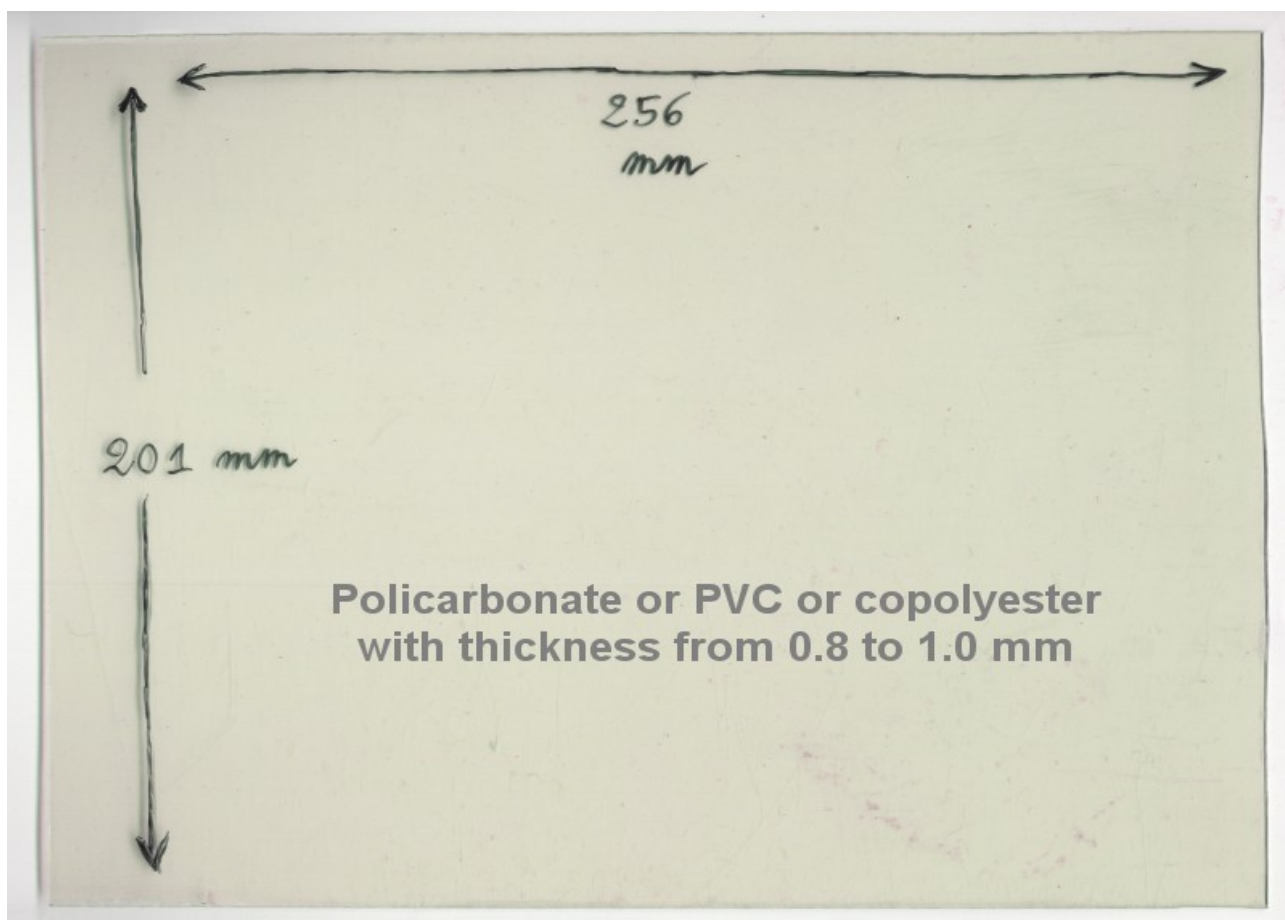


Si gratta la vernice con il cacciavite sotto alla squadretta. Ma prima **si deve fare attenzione a girare il coperchio in modo adeguato**, con i fori da 25 mm che si affacciano. Fare anche attenzione che i fori da 25 mm della base della camera siano sfalsati rispetto ai fori della base di modo che con camera orizzontale si trovino i primi in alto e gli altri in basso (questo per facilitare il passaggio dell'aria per convezione)



E infine si salda. Attenzione a non scaldare troppo per non dissaldare il filo dall'interno del coperchio e non rovinare la vernice circostante. Eventualmente alla fine si potrebbe dare una spruzzata di vernice nera per coprire la saldatura e il filo.

Rivestimento interno



Prima di tutto si deve preparare un foglio di plastica isolante che serve per isolare il rivestimento di alluminio dal metallo del barattolo. La sola verniciatura interna del barattolo non sarebbe in grado di sopportare 400 Volt. Inoltre sarebbe difficilissimo incollare il nastro di alluminio all'interno del barattolo per cui si prepara questa specie di vassoio in plastica e lo si riveste prima di inserirlo arrotolato dentro al barattolo.

E' bene che questo foglio sia molto spesso (da 0.8 mm a 1 mm) non per l'isolamento elettrico ma per irrobustire e smorzare le pareti del barattolo. Senza questo rivestimento le sottili pareti del barattolo vibrano facilmente e possono entrare in risonanza con forti rumori ambientali, causando disturbi e falsi conteggi.

Per lo stesso motivo questo foglio di plastica oltre a essere spesso deve essere della lunghezza esatta che lo fa incastrare con forza nel barattolo.

Se si fa un buon lavoro **alla fine, battendo leggermente sul barattolo, si dovrebbe sentire un suono molto sordo, ben smorzato** e molto diverso dal suono di un barattolo vuoto.

Controllare la lunghezza del foglio isolante



Dopo aver tagliato il foglio di plastica controllare che entri bene nel barattolo. Se è di lunghezza esatta quando lo si inserisce la giuntura fa "crack" e diventa una superficie continua senza sovrapporsi e senza lasciare una fessura.



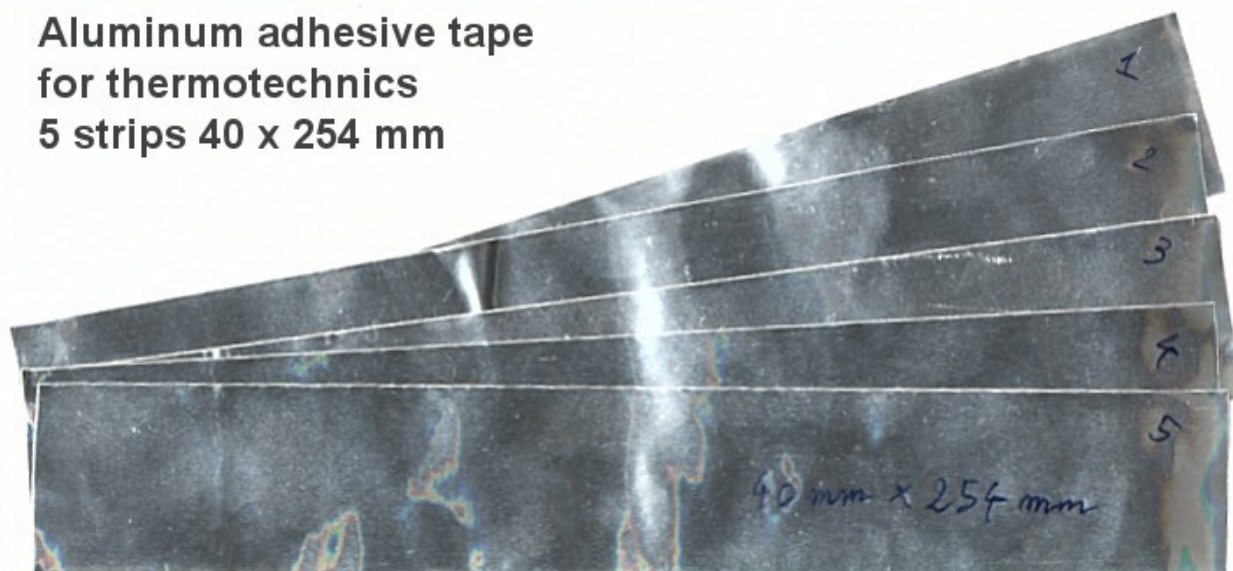
Prima di inserirlo la prima volta **piegare un angolo con le pinze** come si vede in questa immagine altrimenti poi diventerebbe molto difficile estrarlo per le lavorazioni successive. Per estrarlo si dovrebbe infilargli sotto un cacciavite e si potrebbe rigare la verniciatura interna.

Rivestimento in alluminio



Prima di tutto ci si deve procurare un rotolo di nastro adesivo in alluminio. I rotoli sono normalmente da 4 centimetri per 4 metri. Dato che ne serve meno di un metro e mezzo con un rotolo si possono fare quasi tre camere a ioni. Quindi per ogni camera si spendono circa 2 Euro.

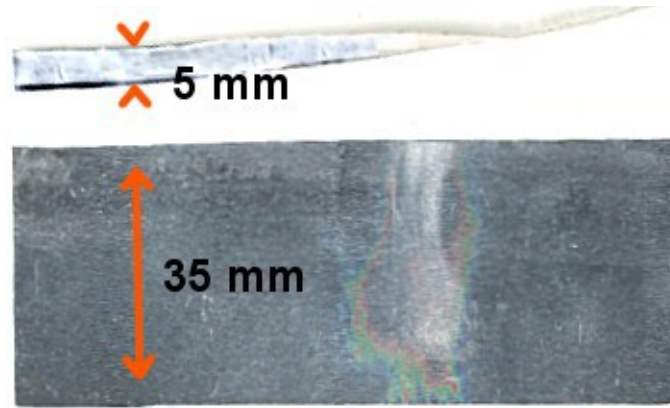
**Aluminum adhesive tape
for thermotechnics
5 strips 40 x 254 mm**



Dal rotolo si tagliano cinque strisce lunghe 254 millimetri.

Una delle cinque strisce deve essere larga non 40 mm come la altre ma solo 35 mm

Si segna con una matita e poi si taglia con le forbici.

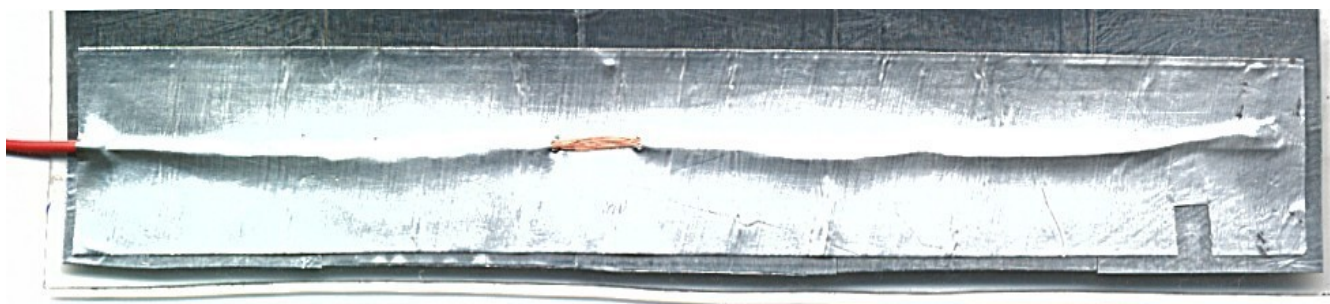


E infine si incollano le strisce alla plastica con molta cura, senza sovrapporle, senza lasciare fessure e lasciando tutto intorno un **bordino isolante di circa due o tre millimetri**.

Collegare il filo al rivestimento



Prima di arrotolare il rivestimento nel cilindro della camera si deve collegare il filo che porterà l'alta tensione. Il filo deve mettere in contatto tutte le strisce ma non lo si può saldare sull'alluminio per cui lo si spella per circa 180 mm e si prepara una striscia da 30 mm per 190 mm che servirà per coprirlo.



*La striscia che copre il filo deve anche lei **essere in contatto con il filo!** Se rimanesse isolata potrebbe caricarsi lentamente fino tensioni molto alte e scaricare periodicamente tramite invisibili scintille verso le strisce sottostanti, producendo conteggi spuri.*

Dato che la striscia superiore non fa contatto con quelle inferiori attraverso lo strato di adesivo si deve usare la tecnica della "cucitura", cioè uscire e rientrare con il filo come si vede nel centro della foto. Oppure la tecnica del "quadrato ripiegato sotto" come si vede nell'ingrandimento qui a destra.

Il quadratino ripiegato fa in modo che una parte di striscia superiore senza adesivo sia ripiegata contro una delle strisce inferiori e che vi faccia buon contatto essendovi schiacciata contro dalla parte superiore.



In tutti i casi **controllare bene e misurare anche con il tester** che vi sia un sicuro contatto tra il filo e tutte le strisce. Ricordarsi di controllare **anche la striscia che copre il filo.**

Rivestimento in rame

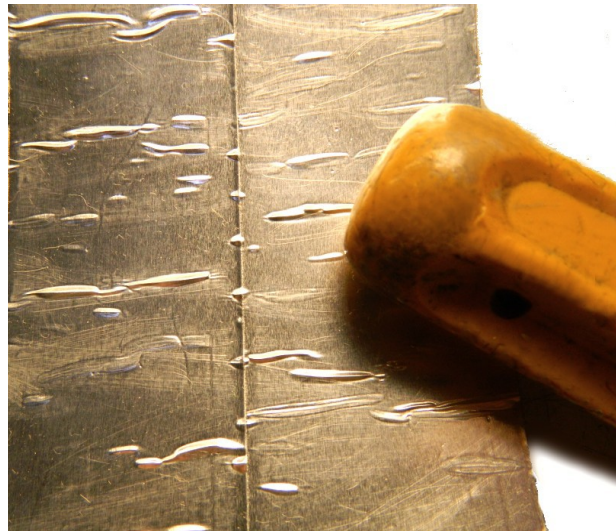


Il nastro di rame adesivo (che si trova facilmente anche su eBay) potrebbe rendere ancora più facile la costruzione del rivestimento. Con un rotolo largo 10 centimetri basterebbero due strisce affiancate, con nastro da 2.5 centimetri (come quello a destra) le strisce diventano otto.

Ma, dato che il rame può essere saldato a stagno, è facile saldare il filo e assicurarsi che tutte le strisce siano in contatto.

*Anche se usa il con nastro di rame si deve controllare **che tutte le strisce siano ben collegate** (meglio farlo anche con il tester), **se una rimanesse isolata** causerebbe una diminuita sensibilità e, peggio ancora, il periodico caricarsi e scintillare della striscia verso quelle adiacenti. Questo causerebbe disturbi e conteggi spuri e **impedirebbe il buon funzionamento della camera.***

Spianare le grinze del rivestimento



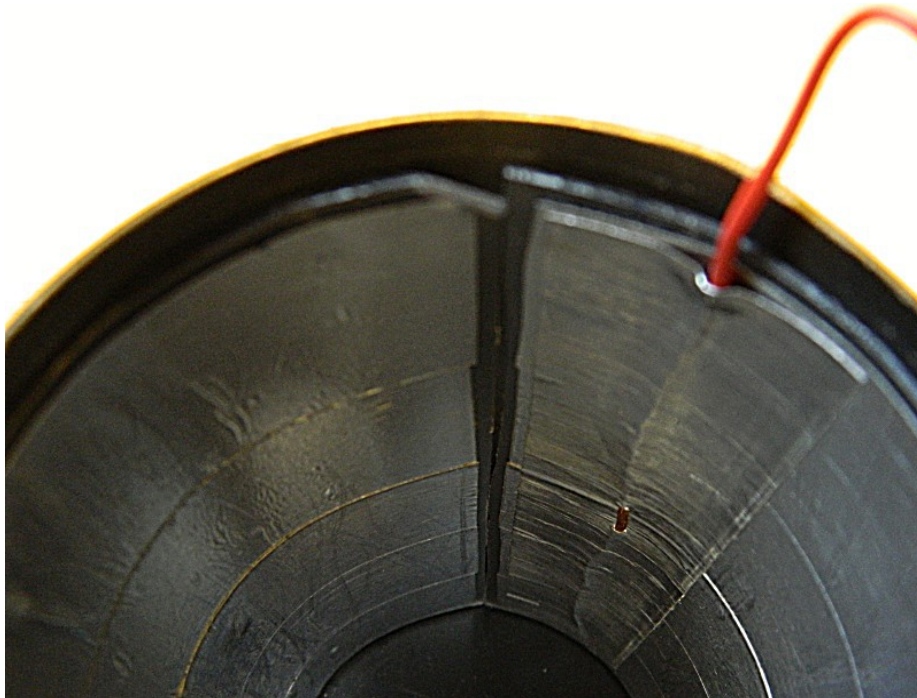
Quando si arrotola il rivestimento nel cilindro della camera il nastro (sia alluminio che rame) tende a fare delle pieghe. Probabilmente le pieghe non creerebbero problemi di funzionamento ma sono sicuramente brutte da vedere. Per spianare le pieghe si può usare un manico di cacciavite lungo, con la testa arrotondata. Questa operazione va poi ripetuta anche quando il rivestimento è posizionato dentro al cilindro in modo definitivo.

Inserire il rivestimento



Il rivestimento va inserito ruotandolo al punto giusto. Prima di tutto si presenta il cilindro col foro grande in basso e il coperchio col foro grande in alto, come si vede nella immagine.

Poi si inserisce il rivestimento ruotato in modo che il filo dell'alta tensione si trovi circa nella posizione del piccolo foro del coperchio, da cui dovrà passare.



Infine, prima di mettere il coperchio, si spiana nuovamente il rivestimento con il manico del cacciavite, come spiegato in precedenza.

L'elettrodo centrale

Siamo quasi alla fine della costruzione meccanica. L'elettrodo centrale comincia a far parte della elettronica che sarà spiegata nei particolari nel documento "Radon_IonChamberV7_Electronics"



Questa immagine mostra l'elettrodo centrale che nella versione 7 non è più un filo teso ma un tubetto di ottone da 3 millimetri.

Utilizzando un tubo al posto di un filo pieno si ottiene una maggiore rigidità a parità di peso e questo riduce la sensibilità alle vibrazioni meccaniche.