

Radio a galena FM

per la "banda commerciale" 88 - 108 MHz



Figura 1: Radio a galena a montaggio ultimato.

Sono passati già otto anni da quando decisi di sperimentare con il primo ricevitore a galena. Lessi come costruirne uno proprio da questo sito (Realizza il tuo [Primo Ricevitore a cristallo](#)) e decisi di montarlo pensando di continuo che non avrebbe mai potuto funzionare veramente. La sorpresa nel "sentire qualcosa" da un vecchio auricolare telefonico è stata grande, e da allora la Vecchia Signora ha rapito la mia passione per l'elettronica, dirottandola verso la radiotecnica. Nonostante questa galena fosse pensata per ricevere segnali ad onde medie (come tutte le prime galene che si rispettino) è interessante notare che, già allora, quell'unica stazione che riuscivo a ricevere ho scoperto poi appartenere alla gamma delle onde corte... perché non è da pochi anni che le onde medie sono in crisi!

Stazioni abbastanza potenti per permettere un ascolto soddisfacente in cuffia da qualsiasi punto del Pese sono ormai quasi esclusivamente disponibili in onde corte, gamma che di sera offre segnali fortissimi provenienti da posti anche al di là del globo. Ma la radio a cristallo era pensata per permettere l'ascolto "dell'emittente locale", e non di segnali provenienti da chissà dove, ed in chissà quale lingua! Sono cambiati i tempi, dunque... cambiamo anche la radio a glena, no? Eppure oggi le moderne tecnologie ed il più basso costo dei materiali permettono di realizzare ricevitori a cristallo di grandi prestazioni, proprio quando, paradossale, il tempo della radio a galena è da considerarsi ormai concluso.

L'unico territorio abbastanza inesplorato è quello della gamma broadcasting F.M., e ciò ha spinto gli appassionati amministratori e lettori di questo sito a sperimentare con le VHF, come è stato possibile notare dai progetti di radio a cristallo per FM che hanno fatto capolino da qualche anno ad oggi. Se si vuole sperimentare, d'altro canto, bisogna farlo subito giacché si sente parlare sempre di più di D.A.B. e di digitalizzazione...

È possibile ascoltare una radio a galena in FM solo se si abita nelle immediate vicinanze di un ripetitore; circa 10km di aperta campagna e di costa marina (ho provato) sono troppi per un ricevitore a cristallo.

Il caso ha voluto che andassi ad abitare in una città dove ci sono dei ripetitori, e questo mi è bastato per decidermi a sperimentare, rispondendo all'appello lanciato su questo sito qualche anno fa. Questo articolo, già comparso nei numeri di giugno e di luglio-agosto della rivista Radiokit Elettronica, nasce come proposta di realizzazione del circuito presentato dal lettore Carlo Bramanti su questo sito ([Galena per FM](#)). Ad ogni modo il progetto da me proposto differisce alquanto dall'originale per la cruciale scelta del diodo rivelatore, del quale presento un piccolo "lavoro di ricerca", e per la presenza di un nuovo componente.

1. Schema elettrico

Il circuito elettrico della galena FM, riportato in Figura 2, risponde all'esigenza di essenzialità tipica di ogni ricevitore a cristallo. Lo schema elettrico deve essere semplice, soprattutto se si vogliono ricevere deboli segnali, per di più nella banda delle onde ultracorte.

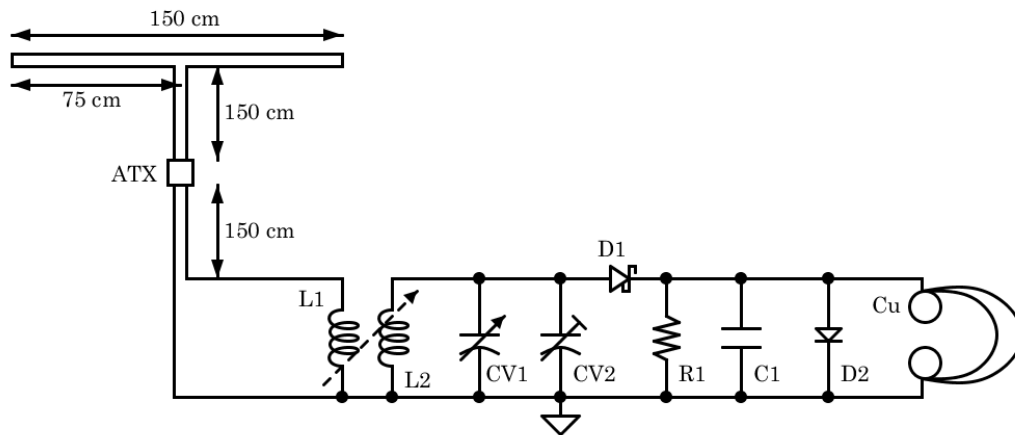


Figura 2: Schema elettrico della radio a galena FM.

I componenti adoperati sono:

- L1 = vedi testo (sezione Bobine L1 e L2);
- L2 = $0.137\mu H$, vedi Figura 7;
- CV1 = Johnson 160-211-1 ($2.7 - 10.8$)pF per sezione;
- CV2 = trimmer tubolare da ($5 \div 15$)pF;
- D1 = diodo Schottky Skyworks modello SMS7630-001;
- D2 = diodo di segnale 1N4148;
- R1 = $47k\Omega$, 1/4W;
- C1 = 100pF ceramico a disco;
- Cu = cuffie ad alta impedenza ($2k\Omega$ o superiore);
- ATX = connettore ATX femmina e header pin;
- Due connettori banana femmina.

Il segnale ricevuto dall'antenna è inviato alla bobina L1 che, insieme all'induttanza L2, forma un trasformatore RF in aria. L'induttore L1 è quindi il classico "primario aperiodico" il cui accoppiamento alla bobina di sintonia L2 è variabile a piacere. Il circuito accordato per la sintonizzazione delle stazioni è completato dall'ancor più classico condensatore variabile CV1 e dal correttore CV2, indispensabile

per la taratura del ricevitore. Seguono poi il diodo rivelatore D1 ed il filtro di deenfasi, costituito dal resistore R1 e dal condensatore C1.

Un componente piuttosto insolito, presente nella mia radio, è il diodo D2, in parallelo all'uscita; del tutto assente nelle classiche galene, questo diodo serve per proteggere il rivelatore, ed il motivo della sua presenza verrà spiegato più avanti.

Un paio di cuffie ad alta impedenza Cu completano il tutto, e possono essere sostituite da un qualsiasi amplificatore (va bene anche l'ingresso del microfono di un PC).

2. Realizzazione

Come in tutti i ricevitori a cristallo la realizzazione è sempre un passo importante; ottime saldature e collegamenti cortissimi sono la chiave per ottenere una radio a galena funzionante. Di seguito vi riporto nel dettaglio le varie fasi del montaggio arricchite di consigli empirici e note pratiche in parte sperimentate per la prima volta con questo ricevitore.

2.1. Antenna

Per questa radio le antenne possibili sono tante, ma ho condiviso la scelta del dipolo ripiegato già proposta da Carlo Bramanti per diversi motivi: Perché ha una resistenza di irradiazione di circa 300Ω , maggiore rispetto a quella del classico dipolo (75Ω), quindi tensioni di segnale più alte ai capi dell'antenna; perché è piuttosto compatta (basta con le antenne chilometriche ed ingombranti!) ma, soprattutto, perché ho trovato un modo facile e veloce per realizzarla. Sono riuscito a reperire una piattina per i vecchi impianti elettrici (una rimanenza di una ferramenta) che comprendeva pure il conduttore di messa a terra. Dopo averlo eliminato ho ritagliato la piattina in tre parti, di lunghezza indicata in Figura 2, per realizzare così un dipolo ripiegato ed un cavo di discesa. L'antenna a montaggio ultimato si presenta come in Figura 3. In pratica ho spelato i due conduttori alle estremità di uno dei pezzi da $150cm$ per poi saldarli tra loro.

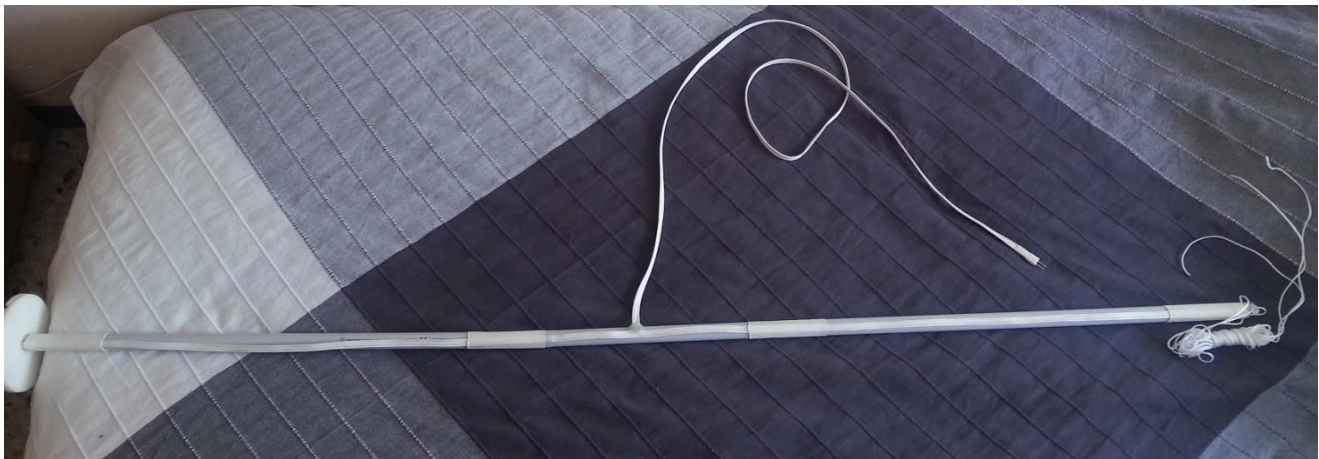


Figura 3: Dipolo ripiegato a montaggio ultimato.

Ho poi tagliato al centro uno dei due fili per realizzare la presa centrale per "il cavo di discesa", quello che termina con il connettore header pin (Figura 3). Il particolare della presa è visibile in Figura 4.

Chi non riuscisse a reperire una piattina (ormai non più in commercio) può sempre acquistare un dipolo



Figura 6: Esempio di impiego del dipolo ripiegato.



Figura 4: Particolare della presa per il cavo di discesa.



Figura 5: Particolare dei cordini fissati alla canalina.

ripiegato già pronto all'uso, di quelli venduti per i sintonizzatori degli impianti stereo domestici. Di solito anche queste antenne sono realizzate con una piattina di colore rossiccio/rosa trasparente.

Per poter mantenere l'antenna sempre "in piedi" ho pensato di fissarla su una canalina da 2cm di diametro, e lunga 152cm (poco più del dipolo, insomma). Per il fissaggio (peccato che non si possano usare viti metalliche...) ho adoperato degli spezzoni di tubo di gomma termorestringibile bianchi, lunghi circa 10cm, e disposti a distanza quasi regolare, come visibile in Figura 3.

La presa centrale (Figura 4) è stata invece fissata con della colla termica trasparente. Sempre dalla Figura 3 si può notare anche una matassina di cordino bianco; è una corda da 1.5mm di diametro, di polipropilene (abbastanza anti ingarbugliamento) ritagliata in tre pezzi lunghi ciascuno due volte la lunghezza del dipolo. Economica, questa corda mi ha permesso di fissare l'antenna in qualsiasi punto di una stanza, realizzando dei rapidissimi tiranti. Basta fare un paio di nodi ed il dipolo ripiegato si mantiene in piedi, come si può vedere dalla foto di Figura 6. Questa soluzione, tanto semplice quanto funzionale, permette anche di appendere l'antenna, per fissarla in punti più in alto, lontani dalle pareti e dal pavimento. Ai non addetti

ai lavori preciso che è indispensabile che l'antenna sia posizionata verticalmente, come di Figura 6, perché verticale è la polarizzazione dei segnali irradiati dai ripetitori FM che si vogliono ricevere; posizionando l'antenna orizzontalmente (ho anche provato!) non si riceve nessuna stazione. Per assicurare i cordini alla canalina ho praticato tre fori, come in Figura 5, ed ho unito le tre corde in un unico grosso nodo, riscaldato poi alla fiamma. Ho stampato in 3D anche una piccola base (il disco bianco di Figura 6), che contribuisce alla stabilità del dipolo, anche se non è strettamente necessaria. Chi non ha una stampante 3D può sostituire la base magari con un piatto di plastica (di quelli rigidi) ed un tappo di sughero...

Il dipolo così realizzato è accordato circa al "centro banda". Ricordando infatti che in un dipolo ripiegato i nostri 150cm rappresentano metà della lunghezza d'onda del segnale che si vuole sintonizzare, la frequenza corrispondente è data dalla relazione:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{m/s}}{2 \cdot 1.5\text{m}} = 100\text{MHz}$$

75cm rappresentano quindi un quarto della lunghezza d'onda relativa al segnale a 100MHz .

Per trasportare facilmente l'antenna e la radiolina ho pensato di interrompere il cavo di discesa con un connettore header pin maschio, che andrà poi innestato ad un connettore ATX, di quelli usati negli alimentatori dei PC per portare i 12V alla scheda madre. Ho adoperato questo tipo di connettore perché, oltre che essere robusto, presenta una distanza tra i due conduttori che è simile a quella della piattina, e magari il disadattamento introdotto lungo la linea del cavo di discesa è ridotto al minimo (trascurando la discontinuità dell'isolante).

2.2. Bobine L1 e L2

La piattina del cavo di discesa termina direttamente con la bobina L1. Questa è stata realizzata con un filo di rame argentato da 1.6mm , avvolta a formare una sola spirale circolare di circa 9.5cm di diametro. A fine realizzazione la ho subito protetta con dello spray di vernice trasparente, che ha la funzione di preservare il prezioso metallo dall'ossidazione pur non coprendone il colore originale.

Questa bobina così fatta è molto bella a vedersi; l'attenzione per l'estetica è una delle linee guida che ho cercato di seguire per realizzare questa radio, ed è una diretta conseguenza del tipo di montaggio scelto: scatola in plexiglass per avere tutto il circuito in vista. In ogni caso la sua induttanza non è molto importante; le prove che ho fatto hanno confermato che l'importante è che il diametro della spirale sia pari o superiore al diametro medio della bobina L2. Non è neanche necessario che la bobina L1 sia accordata con un condensatore in serie, perché ci ho provato e non ho ottenuto migliorie.

Ho realizzato poi la bobina L2 piegando in una sola spirale circolare un tubo di rame da 7mm di diametro; tutte le sue dimensioni sono indicate nell'immagine di Figura 7.

Questa è una delle soluzioni possibili per avere un'induttanza con un alto fattore di merito (purtroppo ad oggi non ho un Qmetro funzionante, e quindi non ho potuto misurarlo). L'induttore ottenuto ha quindi delle ridotte capacità parassite (una sola spirale) ed un ridotto effetto pelle, avendo a disposizione un'ampia superficie di conduttore. Il tubo che ho adoperato infatti è cavo, di quelli impiegati per gli impianti dei climatizzatori, e reperito ad un brico. Vi auguro di trovarne uno con un diametro inferiore al mio, perché già 7mm è il massimo possibile per realizzare un'induttanza da $0.137\mu\text{H}$.

Per diametri maggiori, infatti, il tubo diventa veramente difficile da lavorare. Lo è stato già il mio, che sono riuscito a sagomare aiutandomi con una piccola morsa, dopo averlo piegato gradualmente su supporti di diametro decrescente. Al fine di ridurre l'effetto pelle è indispensabile che il rame non sia minimamente ossidato. Teoricamente, se non si tocca il tubo con le mani (il sebo della nostra pelle poi a

contatto con l'ossigeno ossida il metallo) quindi adoperando i guanti, e se si riesce a lavorarlo in poco tempo, per poi subito proteggerlo con della vernice, sarebbe possibile evitare che si ossidi. In realtà ciò è difficile a farsi; il tubo è già molto difficile da piegare afferrandolo con le mani nude, figuriamoci con i guanti! ... ma con un po' di pasta abrasiva si può eliminare tutto l'ossido ripristinando la lucentezza tipica del rame. Ed è questa la soluzione che ho usato per rendere bella la mia realizzazione, spruzzando quattro mani di vernice trasparente acrilica sulla bobina, dopo averla lucidata.

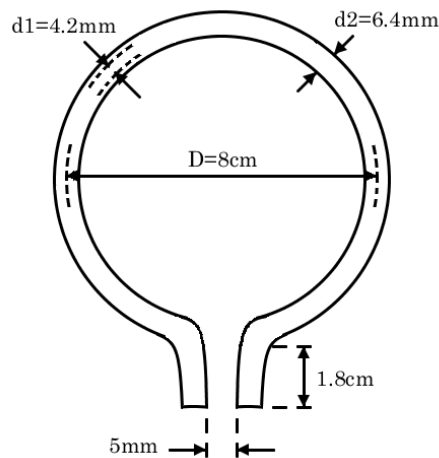


Figura 7: Dimensioni della bobina realizzata.

Per calcolare il valore dell'induttanza L2 ho faticato davvero tanto (con mia grande sorpresa!) a trovare la formula. Sono riuscito a trovarne una approssimata sul Radio Engineering Handbook (F. E. Terman) e, anche se non è di facile impiego, ve la riporto qualora doveste ottenere un'induttanza da $0.137\mu H$ con un tubo di diametro minore del mio (cosa che continuo ad augurarvi). Con riferimento alla Figura 7, l'induttanza di un tubo ripiegato a forma di Ω è:

$$L = 0.01595 \cdot D \cdot \left[2.303 \cdot \log_{10} \left(\frac{8 \cdot D}{d_2} \right) - 1.75 - \frac{d_1^2}{2 \cdot (d_2^2 - d_1^2)} + 2.303 \cdot \frac{d_1^4}{(d_2^2 - d_1^2)^2} \cdot \log_{10} \left(\frac{d_2}{d_1} \right) \right]$$

dove:

- L = induttanza in micro Henry;
- D = diametro medio della spirale in pollici (come al solito!);
- d_1 = diametro interno in pollici;
- d_2 = diametro esterno, sempre in pollici.

Scusate per i pollici, ma se avessi incluso anche il fattore di conversione, la formula sarebbe diventata illeggibile. In ogni caso vi ricordo che, per passare dai pollici ai centimetri, basta dividere i centimetri per 2,54. Con un foglio Excel od una calcolatrice scientifica si può provare a variare il diametro D, fino ad ottenere il valore di induttanza voluto; il Terman consiglia comunque la possibilità di semplificare la formula per frequenze molto alte, come segue:

$$L = 0.01595 \cdot D \cdot \left[2.303 \cdot \log_{10} \left(\frac{8 \cdot D}{d_2} \right) - 2 \right]$$

2.3. Condensatore variabile, rivelatore e filtro di deenfasi

Il condensatore variabile CV1 collegato in parallelo alla bobina L2 è del tipo ad aria con rotore a farfalla, ad alto fattore di merito, pensato per alte frequenze. È composto da due sezioni identiche, ma io ne ho usata una soltanto (avevo solo questo nel cassetto!). Considerando che il montaggio introduce una capacità parassita di almeno $10pF$ (è un valore molto ottimistico, lo so, ma con collegamenti cortissimi ci si può riuscire), e che il trimmer CV2 ha una capacità minima di $5pF$, è possibile sintonizzarsi sull'intera gamma FM con il variabile scelto. Il segnale radio così sintonizzato viene poi demodolato dal diodo D1 con la tecnica del classico "rivelatore a pendenza".

Il circuito RC-parallelo formato da C1 e R1 costituiscono, come già accennato, il filtro di deenfasi. Tale filtro deve essere del primo ordine, e con frequenza di taglio di $3.2kHz$ circa. Ho calcolato quindi i valori di R1 e C1 ipotizzando di collegare all'uscita del circuito un amplificatore ad alta impedenza (maggiore di $47k\Omega$, nel mio caso). A rigore avrei dovuto calcolare il condensatore C1 sulla base dell'impedenza di $4k\Omega$ offerta dalle mie cuffie, ma la qualità del segnale ascoltato non permette di apprezzare queste differenze. Ho provato infatti a collegare in parallelo alle cuffie un condensatore di valore idoneo, più alto, ma sono rimasto deluso nel non sentire alcuna differenza! Ho preferito allora lasciare valori bassi di C1, anche perché questo shunta a massa il segnale RF residuo, quindi è bene che sia ceramico, di piccola capacità. Il resistore R1, d'altronde, essendo collegato in parallelo all'uscita, tenderebbe a cortocircuitare il già debole segnale che si vuole ascoltare, quindi è bene che il suo valore sia più alto possibile.

2.4. Diodo di protezione

l'1N4148 serve da protezione per il delicato diodo rivelatore. Data la bassa tensione di soglia dell'SMS 7630 - 001, dal datasheet si legge che la massima tensione inversa applicabile V_r è di circa $1V$. Peccato che le tensioni a vuoto indotte dalle cuffie, quando le si urtano un po' tra loro (o semplicemente le si appoggiano sul tavolo) sono di circa $6V_{pp}$, durata $1ms$ circa, e possono arrivare anche a $20V_{pp}$! Le cuffie infatti, come ogni trasduttore, possono funzionare "al contrario", fungendo da microfono, e generando segnali di valore elevato, data la loro alta impedenza. Per questo motivo, in parallelo all'uscita (quindi alle cuffie) ho inserito un "veloce" 1N4148, che tosa tutti i picchi maggiori di circa $0.6V$, impedendo quindi la rottura del rivelatore. Il lettore attento avrà certamente notato che il diodo "di protezione" potrebbe tosare anche il segnale radio che si vuole ascoltare; in realtà ciò non può mai accadere poiché, con le cuffie inserite, il segnale di uscita ha un valore massimo di picco di circa $250mV_{pk}$. Questa condizione sarebbe comunque da verificare, giacché la tensione del segnale di uscita dipende molto dalle cuffie adoperate. Il massimo valore di $250mV_{pk}$ è assicurato dato che, per ottenere questa misura, ho collegato alla radio direttamente l'uscita dell'oscillatore modulato, che quindi mi ha fornito i segnali più ampi possibili sintonizzabili con la galena. La presenza del diodo D2, in ogni caso, introduce una capacità trascurabile in parallelo al filtro (circa $5pF$), dunque la sua frequenza di taglio non viene alterata. Un paio di connettori a banana completano il tutto, permettendomi di calzare le mie Siemens da $4k\Omega$ e godermi l'ascolto di qualche stazione (cuffie ad alta impedenza sono strettamente necessarie dati i debolissimi segnali in gioco). Ai meno esperti raccomando di collegare in parallelo all'uscita un'induttanza da $100mH$ o superiore, qualora decideste di optare per un paio di auricolari piezoelettrici (es. buzzer) al posto delle classiche cuffie ad alta impedenza, che magari non avete a disposizione. Tale induttanza servirebbe per cortocircuitare la tensione continua che altrimenti si accumulerebbe ai capi del condensatore C1, polarizzando il diodo e bloccandone l'azione rivelatrice, impedendovi quindi di sentire alcunché. Il resistore R1, comunque, dovrebbe già assolvere a questo compito, ma, a mio avviso, sarebbe opportuno verificare caso per caso.

2.5. Cablaggio

Per il cablaggio del circuito ho usato del filo di rame smaltato da 2mm di diametro per collegare la bobina L2 e lo statore del CV1, mentre per il diodo rivelatore è bastato un filo da $1,8\text{mm}$. Come è possibile notare dalla foto del montaggio (Figura 8) i collegamenti sono ordinati e corti, con fili che non sono mai piegati ad angolo retto, cosa da evitare assolutamente in alta frequenza.

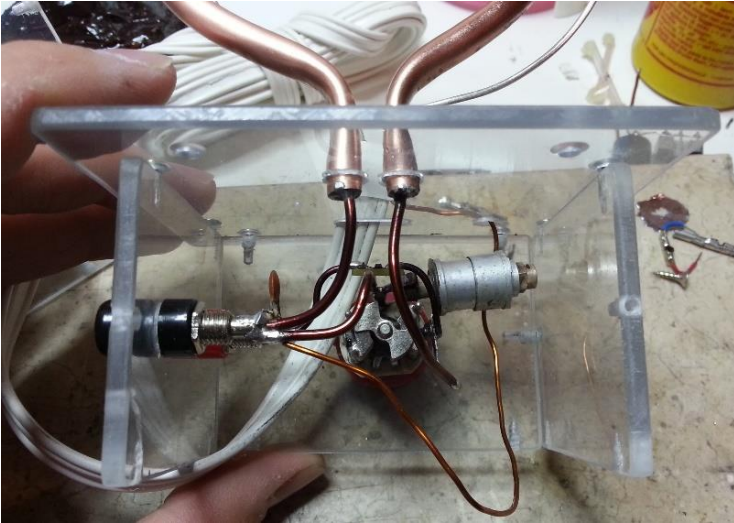


Figura 8: Vista posteriore del cablaggio

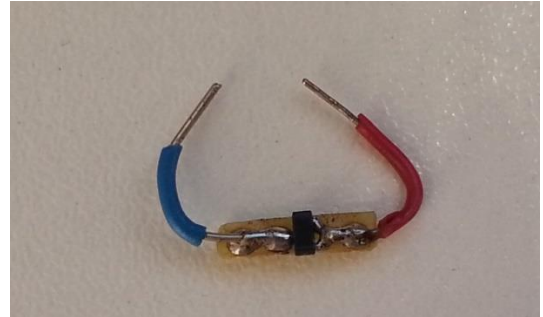


Figura 9: Particolare del diodo sulla basetta millefori.

Il filo di rame smaltato più chiaro e più sottile che si allunga verso il basso, visibile in Figura 8, serve per collegare un capo della bobina d'antenna con quello che è stato scelto come il riferimento del circuito. In questa maniera si può fare a meno della presa di terra per assicurare un percorso di ritorno per il segnale, ottenendo gli stessi risultati. Questo filo serve anche per mantenere la bobina d'antenna nella posizione scelta per realizzare l'accoppiamento voluto con la bobina di sintonia.

Il diodo rivelatore che ho impiegato nel mio circuito ha un contenitore tipo SOT-23, quindi pensato per il montaggio in SMD. In realtà il diodo non è troppo piccolo per essere saldato con una punta standard di un saldatore qualsiasi, quindi mi è bastato ritagliare una striscetta di una fila di basetta millefori, con quattro piazzole. Dalla Figura 9 si può vedere che il diodo occupa lo spazio tra una piazzola e la successiva; gli altri due reofori esterni sono stati usati per saldare i due fili che mi sono serviti per provarlo. I collegamenti del diodo al resto del circuito sono visibili in Figura 10.

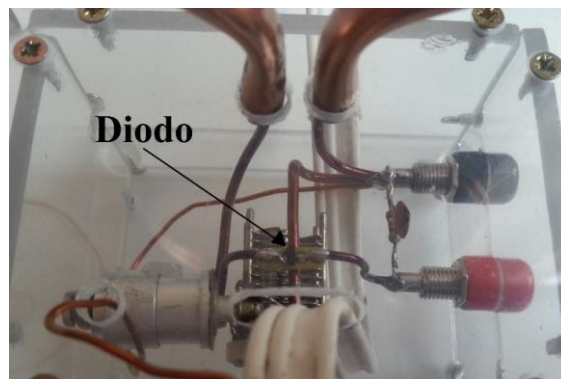


Figura 10: Cablaggio del diodo rivelatore.

A montaggio ultimato, nella sua scatola di plexiglass da 3.5mm di spessore, la radiolina appare come nelle immagini di Figura 11, Figura 12, Figura 13 e Figura 14.

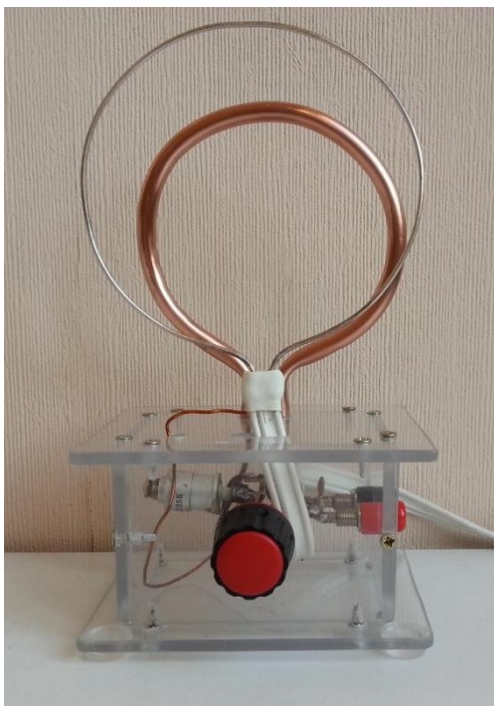


Figura 11: Vista frontale.



Figura 12: Vista laterale sinistra.



Figura 13: Vista posteriore.

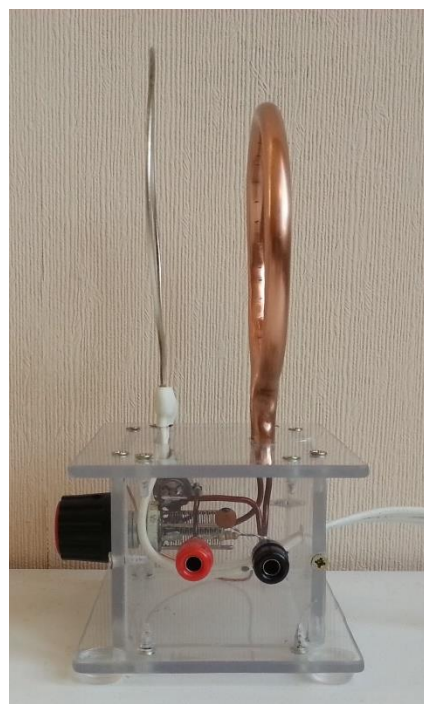


Figura 14: Vista laterale destra.

La realizzazione di un mobile con questo materiale è da sconsigliare per chi, come me, non ha un laboratorio attrezzato con apparecchi di precisione per il taglio e la foratura. Il plexiglass mette molto in risalto i minimi graffi, ed è piuttosto difficile da lavorare e “tagliare dritto”. Tuttavia non ho rifatto la scatola avendo impiegato molto tempo per realizzarla. Per fissare i vari pannelli tra loro ho adoperato un metodo che mi ha permesso di ottenere un montaggio solido: ho forato il plexiglass con una punta da 2mm, per poi inserirvi delle viti autofilettanti dal diametro poco superiore. Il risultato estetico ottenuto non è un granché (a parer mio), perché nei pannelli si vedono delle protuberanze biancastre al posto delle “viti affogare nel vetro”, effetto che speravo di ottenere. In ogni caso il contenitore completamente trasparente ha il suo fascino, anche se costringe a posizionare i vari fili di collegamento in un certo modo, che possa essere insieme bello da vedere e fatto per ridurre al minimo le capacità parassite e la lunghezza dei collegamenti.

Con questo credo di avervi raccontato tutto... della complicata teoria dice che i segnali FM ricevuti sono molto deboli quindi, per realizzare una soddisfacente radio a galena su questa gamma bisogna avere l’antenna migliore (spero di averla!) le bobine con il più alto fattore di merito (le abbiamo) un buon condensatore variabile e delle cuffie ad alta impedenza (non credo ce ne siano da più di 4k Ω). Ma se il segnale è debole, ci vuole un ottimo diodo rivelatore, con bassissima tensione di soglia, e magari a basso rumore (e piccole capacità parassite). Ad una fiera dell’elettronica trovai degli strani diodi, venduti come “diodi tunnel”. Avevano i terminali cortissimi, per essere innestati in degli appositi connettori, con un contenitore cilindrico plastico, marrone. Erano gli 1N82A; ne presi un po’, convinto che un giorno li avrei usati per chissà quale strana applicazione. Dopo aver visionato il datasheet scoprii che erano in realtà dei diodi mixer adatti per le bande VHF/UHF. Avevo a disposizione anche i classici OA90, OA95, AA117, e 1N542. Dopo aver montato un primo prototipo di galena ho provato tutti questi diodi, scoprendo che la situazione era talmente tanto critica che solamente due degli esemplari di 1N82A permettevano un ascolto soddisfacente in cuffia. Nel tentativo di fare tutte le prove possibili per migliorare al massimo la mia radio, ho deciso di acquistare un po’ di diodi RF, del tipo “mixer” o “zero-bias”, a bassa tensione di soglia, e di cercare il migliore tra questi.

3. Alla ricerca del “diodo migliore”

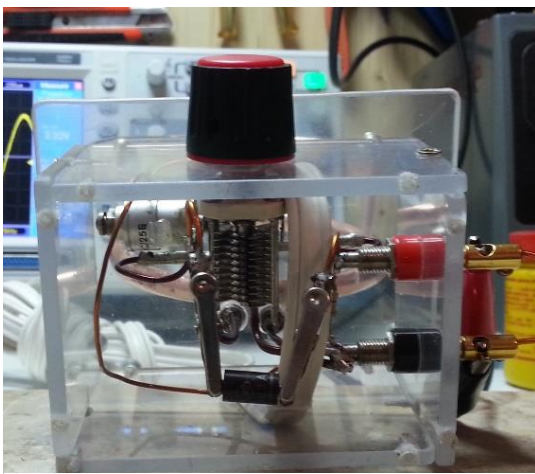


Figura 15: Particolare dei cocodrilli montati per provare i candidati diodi

Per riuscire in questa impresa ho pensato di non fare troppe cerimonie, testando magari il diodo in “circuiti equivalenti” a quelli della mia radio, ma di fare alcune misure collegando il diodo nello stesso circuito nel quale poi l’avrei usato: la mia radio, appunto. Per provare agevolmente tutti i rivelatori candidati ho saldato dei cocodrilli come in Figura 15. Dopo qualche prova preliminare con l’oscillatore modulato mi sono subito reso conto che la misura del segnale rivelato dopo il filtro di deenfasi era tutt’altro che banale, perché il segnale BF ai capi delle cuffie era molto distorto e rumoroso, oltre che “piccolo”. Dopo tante prove sono pervenuto all’allestimento del banco di misura illustrato in Figura 16 e Figura 17, e schematicamente rappresentato in Figura 18.



Figura 16: Banco di misura.

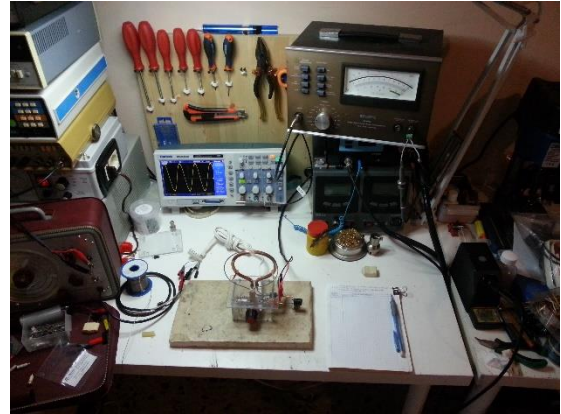


Figura 17: Vista superiore del banco di misura.

Le impostazioni degli strumenti, in parte già presenti in Figura 18, sono:

- **Generatore di funzioni:** segnale di uscita sinusoidale, ampiezza $400mV_{pp}$ (con uso dell'attenuatore di 30 dB), frequenza $1kHz$, senza offset;
- **Oscillatore modulato:** ingresso per modulazione esterna selezionato, frequenza (misurata con l'oscilloscopio) di $88MHz$, attenuatore regolato per la massima ampiezza del segnale d'uscita;
- **Noisemeter:** amplificazione $1mV$ fondo scala, filtro CCIR inserito.

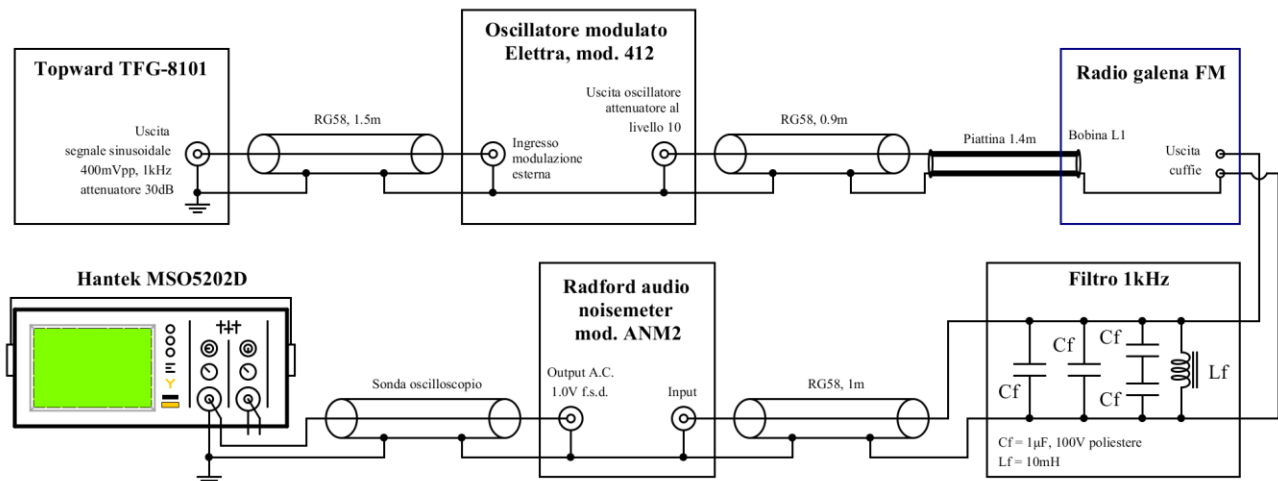


Figura 18: Schema del banco di misura messo a punto.

Gli accorgimenti che mi hanno permesso di ottenere un segnale rivelato pulito sullo schermo dell'oscilloscopio sono stati:

- La sistemazione dei cavi di collegamento lontano dalla galena.
- La scelta di un segnale di modulazione esterno perché quello generato internamente è distorto. L'ampiezza del segnale modulante è stata scelta la massima possibile per non avere sovramodulazione;

- La scelta di un segnale di 88MHz per l'oscillatore modulato perché il segnale dello strumento a quella frequenza è più ampio. In ogni caso non sarei mai riuscito a sintonizzarmi sull'estremo alto della gamma con le capacità parassite aggiunte dai coccodrilli di Figura 15;
- Il doppio filtraggio del segnale audio ottenuto sia con un circuito accordato alla frequenza di 1kHz , collegato all'uscita della radio, sia con il filtro CCIR del noisemeter. La frequenza di 1kHz è stata scelta perché la curva CCIR non amplifica né attenua a questa frequenza. Ho prediletto poi questo filtro del noisemeter perché è quello che presenta il maggior filtraggio della banda audio.

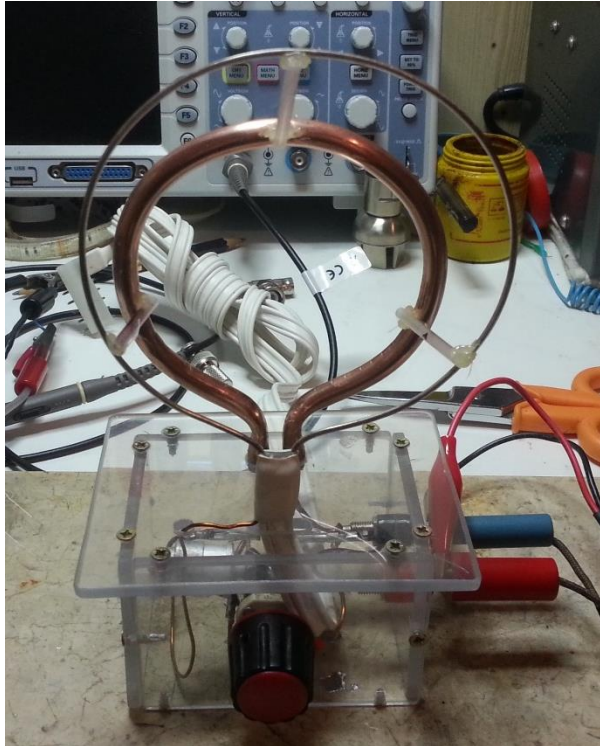


Figura 19: Vista frontale dell'accoppiamento fisso delle bobine.

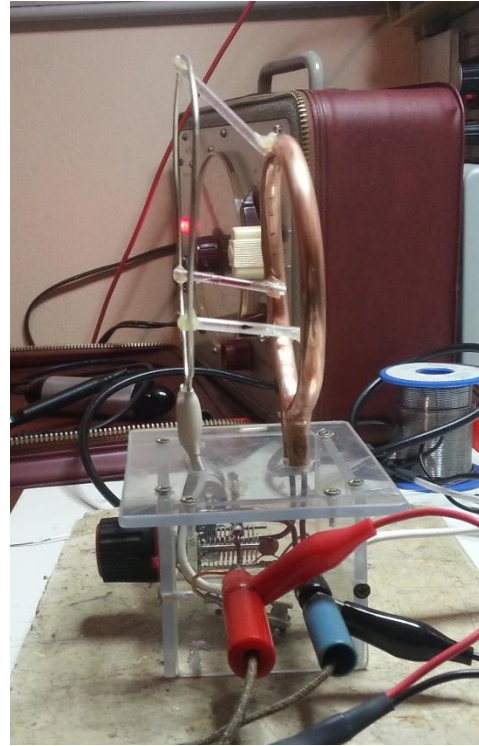


Figura 20: Vista laterale dell'accoppiamento fisso delle bobine.

Prima di eseguire le misurazioni ho atteso più di 20 minuti per permettere a tutti gli strumenti di "riscaldarsi".

Per ottenere delle misure coerenti tra un diodo e l'altro ho agito in questo modo:

- Per prima cosa ho fissato la bobina d'antenna alla bobina di sintonia per mezzo di tre spezzoni di tubetto di plastica (ex contenitore di inchiostro di penna Biro) incollati con colla termica, come indicato nelle foto di Figura 19 e Figura 20. In questa maniera l'accoppiamento tra L_1 e L_2 è stato sempre lo stesso per tutti i diodi;
- Ho inserito nel circuito dapprima il diodo 1N82A, che ho scelto come riferimento; mi sono accertato che il massimo segnale udito in cuffia durante l'operazione di sintonizzazione corrispondesse alla massima ampiezza del segnale sinusoidale misurato con l'oscilloscopio e con il noisemeter;
- Ho eliminato le cuffie perché tendevano a sporcare il segnale; dopo di che ho misurato tutti gli altri diodi;

- Ogni volta dopo aver inserito un nuovo diodo ho risintonizzato il ricevitore fino ad ottenere la massima deviazione dell'indice del noisemeter;
- Prima di misurare un nuovo diodo ho rimisurato l'1N82A per accertarmi di riottenere lo stesso valore letto dopo la prima misurazione;
- Ho eseguito le misure una di seguito all'altra, senza toccare i cavi di collegamento e restando seduto sempre nello stesso punto, onde evitare di variare gli accoppiamenti capacitivi tra il mio corpo e la radio ed i cavi;

Vi faccio presente che l'ingresso del noisemeter è ad alta impedenza ($1M\Omega$), quindi tutte le misure della Tabella 1 rappresentano i valori del segnale ad $1kHz$ misurato all'uscita della radio come se fosse "a vuoto". L'inserzione di un resistore da $4.7k\Omega$ per simulare il carico introdotto dalle cuffie ha avuto come effetto quello di ridurre troppo l'ampiezza del segnale in uscita, rendendolo ancora più rumoroso; quindi non l'ho usato. In ogni caso il filtro passivo ad $1kHz$, che idealmente non avrebbe dovuto "caricare" il circuito, ha ridotto di molto l'ampiezza del segnale rivelato, segno che, in realtà, un piccolo carico era comunque introdotto. Per questa ragione, onde visualizzare un bel segnale sullo schermo dell'oscilloscopio, ho adoperato l'uscita del noisemeter, che può essere usato come amplificatore calibrato. Un esempio del segnale demodulato si può intravedere sullo schermo dell'oscilloscopio nelle foto di Figura 16 e Figura 17. Ho adoperato anche l'oscilloscopio perché il Radford è un voltmetro a vero valore efficace, e avrebbe potuto fornirmi un massimo di tensione laddove in realtà l'ampiezza picco-picco del segnale rivelato non era massima. Con l'uso del noisemeter e dell'oscilloscopio ho potuto controllare volta per volta che il massimo segnale rivelato (V_{pp}) coincidesse con la massima deviazione dell'indice dello strumento.

Ad essere rigoroso avrei dovuto adattare l'impedenza di uscita dell'oscillatore modulato (50Ω) all'impedenza della piattina, che si aggira intorno a 300Ω . Ho deciso di non farlo perché l'adattatore d'impedenza fornito insieme all'oscillatore modulato, essendo passivo, riduceva di molto l'ampiezza del segnale generato. Il ricevitore ha comunque funzionato bene anche senza adattatori, segno che il disadattamento del circuito era trascurabile.

Nella Tabella 1 ci sono tre colonne, ed ogni colonna si riferisce alla misura di un esemplare del diodo indicato nella corrispondente riga. Questo perché, laddove il portafogli me lo ha consentito (alcuni di questi diodi sono piuttosto costosi) ho acquistato tre esemplari dello stesso diodo, sulla scorta del fatto che dei sei diodi 1N82A che avevo, soltanto tre hanno funzionato a dovere, mentre soltanto due erano utilizzabili come rivelatori. Ho rieseguito le misure per più di una volta, ed i valori riportati sono da intendersi con una "precisione" (accuratezza) di $0.05mV_{eff}$ in più o in meno.

Le misure riportate mi sono servite quindi per vedere quali tra i diodi provati mi fornisse, nelle stesse condizioni degli altri, un segnale rivelato più ampio; non si deve quindi andare a guardare il decimo di millivolt in più o in meno. Inoltre può essere accaduto che, per i diodi dei quali ne ho acquistato un solo esemplare, me ne sia capitato uno un po' sordo, ma non è detto che questa sia una prerogativa di quel particolare modello di diodo.

Dopo aver eseguito le misure ho guardato la tabella, ed il vincitore come miglior diodo rivelatore si è rivelato essere il... SMS7630-001! Meno male, dovrei dire, perché l'1N23A, l'MA423A e l'1N405A costano 15 euro l'uno! L'SMS7630-001 invece mi è costato solo 1 euro. In realtà questo era il risultato che speravo di ottenere, perché dimostra che, per realizzare un'ottima galena, possono andare bene dei diodi di moderna concezione, e che quindi non si deve andare alla ricerca di chissà quale esoterico surplus da chissà quale negozio e/o fiera.

Diodo	Segnale rivelato [mV_{eff}]		
	primo	secondo	terzo
1N82A	0.80	0.85	-
AA137	0.35	0.35	0.30
DDC2353	1.00	0.97	-
ND4991	1.00	0.97	-
SMS7630-001	1.50	1.50	-
AAV30	0.28	0.30	0.32
BAT17-04	0	0	0
AA114	0.10	0.15	0.10
OA95	0.10	0.10	-
1N914	0	0	-
1N618	0.15	-	-
1N76A	0.80	-	-
1N23A	0.80	-	-
MA423A	0.70	-	-
1N405A	0.87	-	-

Tabella 1: Misure del segnale rivelato con i diodi.

Guardando poi i datasheet dei diodi della Tabella 1 risulta chiaro perché l'SMS7630-001 sia il migliore: è quello che presenta la più bassa tensione di soglia, ma anche la più bassa tensione inversa! Cosa che mi ha costretto ad aggiungere un 1N4148 in parallelo all'uscita. Ho aggiunto questo diodo dopo aver fatto "il servizio fotografico" alla radio, ed è per questo motivo che non è presente nelle foto.

4. Taratura e messa a punto

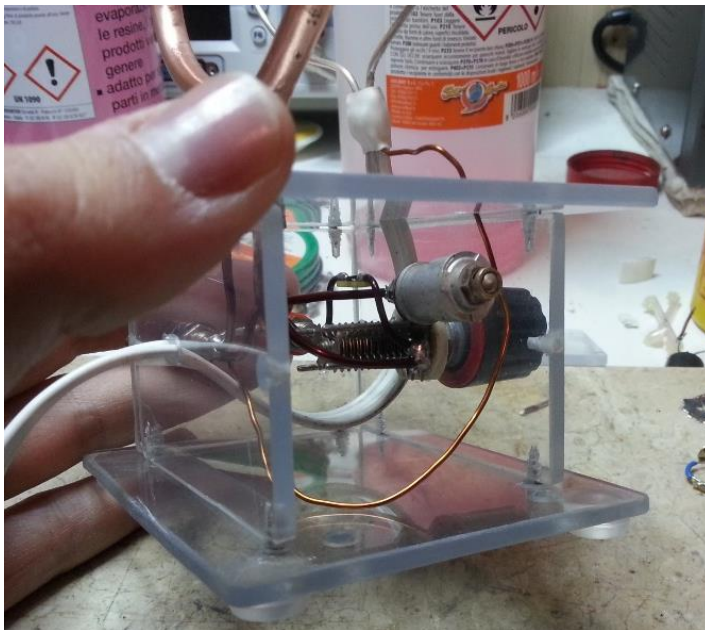


Figura 21: Taratura del ricevitore.

Per poter sintonizzare tutta la gamma FM bisogna eseguire una piccola taratura agendo sul trimmer tubolare. Per fare ciò ho aperto la scatola da uno dei lati, come in Figura 21, ho collegato l'uscita dell'oscillatore modulato ad un filo di un metro circa, che poi ho avvicinato all'antenna. Dopo aver impostato lo strumento per generare un segnale modulato di 87MHz , con il condensatore variabile tutto chiuso, ho avvitato il trimmer con un tubetto di colla termica, per non toccarlo con le mani, fino ad ottenere il massimo segnale in cuffia. Il ricevitore è così tarato e "pronto all'uso".

5. Prova d'ascolto

Usare la radio è molto semplice; basta montare l'antenna come per esempio in Figura 6, collegarla alla radio avendo cura di posizionare in orizzontale il cavo di discesa, cosicché non possa fungere da seconda antenna, calzare le cuffie e ruotare il condensatore variabile. Separare le stazioni interferenti è sempre possibile grazie al sistema di accoppiamento tra la bobina d'antenna e quella di sintonia, che permette di posizionarle anche ad angolo retto e ad una distanza di ben 5cm , come è possibile notare nelle foto di Figura 22 e Figura 23.

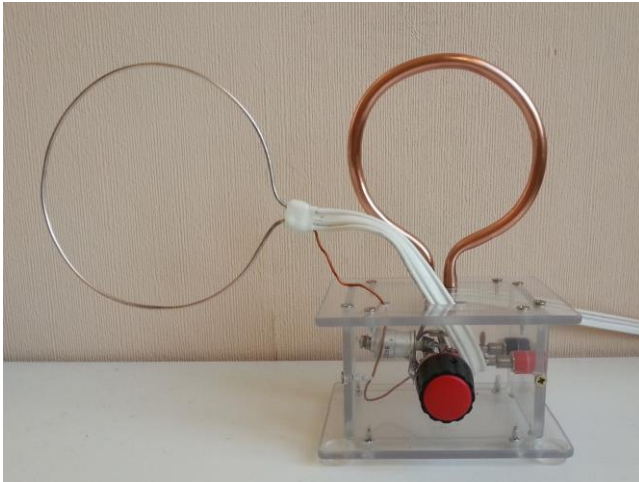


Figura 22: Esempio di accoppiamento lasco ottenibile tra le bobine L1 e L2.

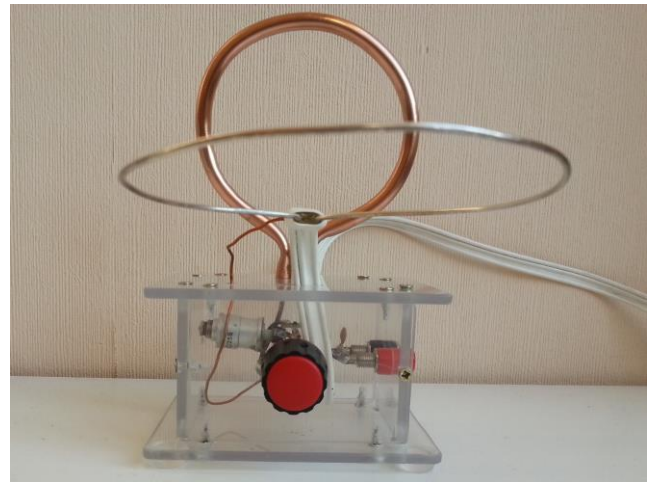


Figura 23: Esempio di accoppiamento minimo ottenibile tra le bobine L1 e L2.

I risultati ottenuti variano molto in base alla posizione del radiotecnico rispetto all'antenna ed all'installazione del dipolo ripiegato. In ogni caso con l'antenna montata nella mia stanza sono riuscito a ricevere un paio di stazioni, la più forte delle quali aveva un'ampiezza di circa 60mV_{pp} . Con la stessa antenna sono riuscito a ricevere quattro stazioni collegando al posto delle cuffie un amplificatore. Con un'installazione migliore, sul balcone, sono riuscito a ricevere cinque stazioni, tre delle quali ben udibili.

Chi non ha già sperimentato con una radio a galena non può immaginare la gioia di poter ascoltare delle stazioni in lingua italiana, a qualsiasi ora del giorno e senza il bisogno del classico impianto antenna-terra. Un'antenna lunga almeno 10 metri è spesso difficile da installare, mentre una buona presa di terra è spesso impossibile da trovare, e puntualmente costringe il radiotecnico a posizionarsi in un punto scomodo della propria abitazione sia durante le sperimentazioni che durante le sessioni d'ascolto. Con un'antenna compatta come il dipolo ripiegato, che include anche la presa di terra, la radio a galena diventa un'oggetto portatile, come in effetti lo è sempre stato il circuito del ricevitore in sé. Sperimentare con le VHF può essere sicuramente difficile ma, a conti fatti, credo proprio che i vantaggi ottenuti compensino ampiamente le avversità con le quali ogni sperimentatore è chiamato a scontrarsi.

Con questo non mi resta che augurarvi un buon ascolto con tante sperimentazioni attorno ad una galena simile alla mia e alle altre già presentate su questo sito, sperando di esservi stato d'aiuto nel darvi molte idee per la realizzazione, e che la mia galena, insieme alle altre, vi abbia convinto ad avventurarvi in questa difficoltosa quanto gratificante impresa.

Per eventuali ulteriori chiarimenti resto sempre a disposizione; potete contattarmi all'indirizzo email damiano.cirielli@gmail.com.