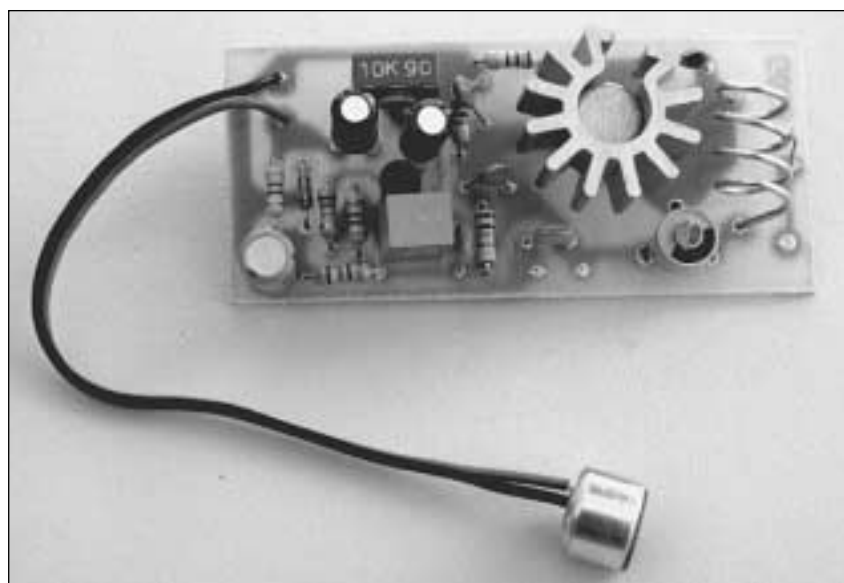


ALTA FREQUENZA

# MICRO TRASMETTITORE FM 1 WATT

**Trasmettitore portatile operante in banda FM, cioè tra 88 e 108 MHz,  
ideale per realizzare microspie o per costituire una piccola  
emittente radiofonica per il proprio circondario. Si ascolta tranquillamente  
in una qualunque radio FM.**

*di Paolo Gaspari*



In questi ultimi mesi sembra proprio che sia dilagata la mania delle microspie e delle intercettazioni: una volta erano i folli sperimentatori elettronici a realizzare le microspie fornite dai non più savi articolisti delle varie riviste di elettronica applicata; ora con le “pulci” elettroniche (radio o telefoniche che siano) giocano anche i “grandi”. Ogni giorno i quotidiani ci riportano notizie di spie e spioni, ogni giorno ci accorgiamo (o almeno ci viene data questa impressione, forse per crea-

re ancora più disordine di quello che purtroppo sta travolgendo l'opinione pubblica) che non esistono segreti e che un po' tutti siamo o potremmo essere spiati: magari nel nostro studio quando diventeremo membri importanti di qualche formazione politica... Insomma, se una volta le microspie appartenevano ai libri d'avventura e ai film del mitico James Bond, oggi sono purtroppo protagoniste di vicende a dir poco scorrette, e occupano le prime pagine dei giornali perché sono

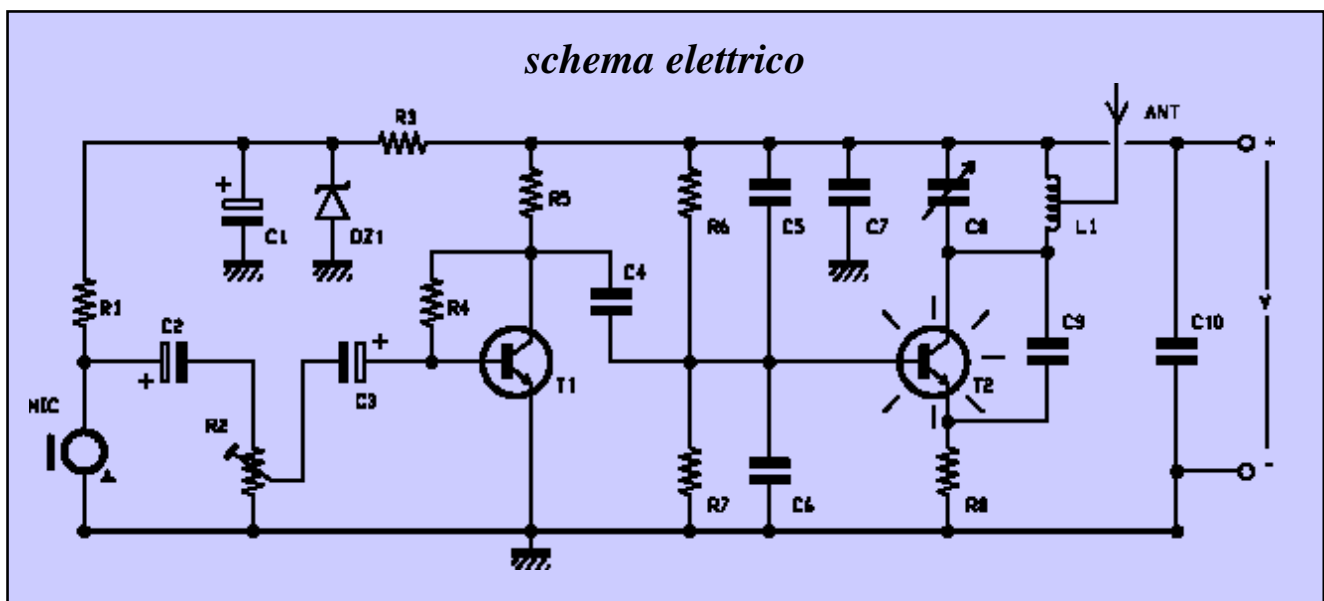
diventate l'ultimo grido delle inchieste più o meno giudiziarie: le registrazioni di intercettazioni telefoniche o ambientali via radio costituiscono di fatto prove inequivocabili, o almeno così si presume, dal momento che anche ciò che viene ascoltato va interpretato. E la cronaca ci dimostra che in Italia abbiamo grandi maestri dell'interpretazione, tanto che "ho pagato" si può intendere "ho parato" (...se parlava de' calcio, no?!).

Morale e paternali a parte, anche noi vogliamo essere ...di "moda", prima che la moda passi: eh sì, perché quando tutti gli "intercettati" capiranno che basta dire "mi sono inventato tutto, sapevo di essere spiato", anche la microspia perderà la popolarità, e tornerà nel dimenticatoio. Dicevamo, anche noi vogliamo parlare di microspie, solo che mentre i Mass Media ne parlano e ne straparano soltanto, noi

sostanzialmente semplice (realizzato con due soli transistor) che può essere costruito anche da chi ha una scarsa esperienza in fatto di montaggi elettronici.

Un circuito funzionante a colpo sicuro e di ridotte dimensioni, certo molto più grande delle microspie professionali, che sono tanto piccole che alla fine si guastano! La nostra non sarà invisibile, ma funziona senza problemi; certo, non l'abbiamo provata nei bar della Capitale, perché lì l'ascolto potrebbe risultare un po' "Squillante", ma state tranquilli che se dovesse guastarsi qualche "tovagliolino di carta" su cui prendere nota lo trovate sempre... E state certi che, sebbene la carta costi meno dei nastri magnetici, in certi Palazzi è valutata molto di più: può valere addirittura un soggiorno climatico (un'offerta che non si può rifiutare...) a Regina Coeli, vitto, alloggio e

funziona da amplificatore audio e il secondo da oscillatore RF. Più precisamente, lo stadio realizzato con il transistor T1 realizza un amplificatore di bassa frequenza necessario per elevare il livello del segnale prodotto dal microfono MIC di quanto basta per modulare l'oscillatore RF costruito attorno al transistor T2. In pratica la capsula microfonica MIC (è la solita capsula electret a due fili) capta suoni e rumori nell'ambiente e li converte in un segnale elettrico, dovuto sostanzialmente alle variazioni della caduta di tensione ai capi della resistenza di carico R1 per effetto delle variazioni di corrente prodotte dalle onde sonore nella capsula stessa. Il segnale audio così ottenuto viene applicato, tramite il condensatore elettrolitico C2 (questo serve per isolare in continua la rete di polarizzazione della capsula) al trimmer R2; quest'ultimo permette di dosa-



una microspia vera ve la proponiamo e vi spieghiamo pure come costruirla. In queste pagine trovate il progetto per realizzare un microtrasmettitore operante in FM, capace di erogare fino ad 1 watt di potenza, che dotato di una buona antenna può coprire una distanza di un paio di chilometri in linea d'aria; questo trasmettitore può essere impiegato per realizzare una piccola emittente di quartiere, per ascoltare tra amici e vicini la propria musica, oppure per tenere sotto controllo un ambiente più o meno vasto realizzando di fatto una microspia. Si tratta di un circuito

abiti firm... numerati compresi, tutto gentilmente offerto dallo Stato e assegnato dal "giudice" più imparziale: la fortuna! Come dite? La fortuna non è imparziale? Eh, lo sappiamo, colpisce sempre i soliti...

A parte gli scherzi, speriamo di avervi almeno fatto sorridere ironizzando su fatti tristemente noti dei quali si può far tutto tranne che ridere, e torniamo al nostro circuito del quale trovate in questa pagina lo schema elettrico: si tratta di un classico trasmettitore radio modulato in frequenza e composto da due stadi a transistor, dei quali il primo

re il livello del segnale portato all'ingresso del primo stadio a transistor in modo da evitare la sovrarmodulazione del trasmettitore radio e la conseguente distorsione del segnale ricevuto. Il segnale audio viene quindi prelevato dal cursore del trimmer R2 e applicato, mediante il condensatore C3 (che permette il disaccoppiamento in continua tra il trimmer e la rete di polarizzazione del T1) alla base del transistor T1; quest'ultimo, montato in configurazione ad emettitore comune con resistenza di retroazione, è impiegato per elevare il livello del segnale captato dalla

capsula microfonica. L'amplificazione è necessaria soprattutto quando il circuito deve lavorare in grandi ambienti e il microfono deve captare suoni e voci molto deboli; il guadagno in tensione dello stadio amplificatore realizzato da T1 è circa uguale a 30 volte, ma dipende leggermente anche dalla posizione assunta dal cursore del trimmer R2. Il transistor T1 amplifica il segnale e lo restituisce dal proprio collettore con un'ampiezza maggiore ma ribaltato di fase; questa comunque non ha importanza, perché di fatto non determina alcun inconveniente nel normale funzionamento. Dal collettore del T1 il segnale amplificato raggiunge, tramite il condensatore di disaccoppiamento C4 (quest'ultimo separa, in continua, il circuito di polarizzazione del T2 da quello del T1, lasciando passare solo il segnale audio) la base dell'altro transistor, cioè T2. Quest'ultimo, polarizzato a riposo mediante il partitore di base R6/R7 e la resistenza di emettitore R8, funziona in configurazione a collettore comune per quanto riguarda il comportamento in continua (cioè viene polarizzato come un collettore comune) e a doppio carico in presenza di segnale. Il T2 è un 2N2219 utilizzato per realizzare un oscillatore libero simile al tipo Hartley, retroazionato tramite il condensatore C9 che, insieme a C8 (compensatore) ed L1 determina la frequenza di lavoro. Lo stadio oscillatore vede impiegati due condensatori in parallelo rispettivamente ad R6 e ad R7: servono per cortocircuitare e chiudere a massa eventuali segnali ad alta frequenza che propagandosi lungo l'alimentazione potrebbero influenzare gli stadi precedenti e soprattutto la base del T2, determinando un' indesiderata modulazione secondaria che potrebbe determinare non poca distorsione del segnale in ricezione. L'oscillatore RF lavora ad una frequenza impostabile, agendo sul compensatore (ma anche sulla spaziatura tra le spire della bobina L1) tra 88 e 108 MHz, cioè in piena gamma FM; viene modulato in frequenza dal segnale amplificato dal T1, che agisce sulla sua base.

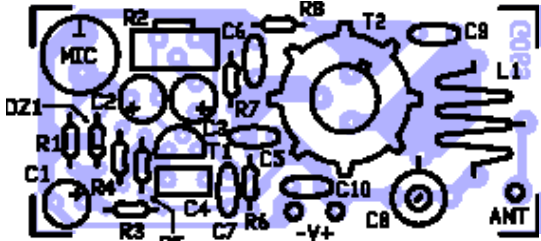
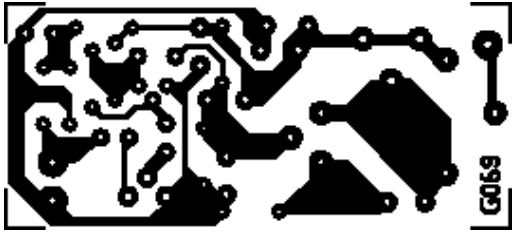
La modulazione di frequenza consiste nel far deviare entro certi limiti (in banda FM per trasmissioni radiofoniche la massima deviazione ammessa è  $\pm 75$  KHz) la frequenza di lavoro del-


### *piano di cablaggio*

**COMPONENTI**

**R1:** 4,7 Kohm  
**R2:** 47 Kohm trimmer min.  
**R3:** 680 Ohm  
**R4:** 220 Kohm  
**R5:** 4,7 Kohm  
**R6:** 10 Kohm  
**R7:** 10 Kohm  
**R8:** 100 Ohm  
**C1:** 22  $\mu$ F 16 VL elettr. rad.  
**C2:** 4,7  $\mu$ F 16 VL elettr. rad.  
**C3:** 2,2  $\mu$ F 16 VL elettr. rad.  
**C4:** 470 nF poliestere  
**C5:** 470 pF ceramico  
**C6:** 470 pF ceramico  
**C7:** 100 nF multistrato  
**C8:** compensatore 2  $\div$  20 pF  
**C9:** 3,3 pF ceramico  
**C10:** 100 nF multistrato  
**DZ1:** Zener 5,1V 1/2W  
**T1:** BC547B  
**T2:** 2N2219  
**L1:** Bobina avvolta in aria (vedi testo)

**ANT:** Antenna accordata  
**MIC:** Capsula microf. preamplificata  
**Varie:**  
 - dissipatore per TO39;  
 - stampato cod. G069.



l'oscillatore rispetto al valore normale (a riposo) e si opera modificando leggermente lo stato di polarizzazione del T2. In pratica il segnale audio amplificato dal transistor T1 viene sommato alla tensione di polarizzazione determinata dal partitore R6/R7 e determina un aumento ed una diminuzione della tensione risultante: modificando il potenziale di base del T2 variano leggermente le condizioni di funzionamento delle sue giunzioni e, con esse, variano le capacità parassite ad esse associate; la variazione di tali capacità, soprattutto di quella relativa alla giunzione di col-

lettore (questa capacità parassita costituisce un condensatore in parallelo a C8) determina anche un cambiamento della frequenza di lavoro dell'oscillatore RF.

Il segnale modulato viene irradiato nell'etere direttamente dalla bobina L1, e può essere captato da una radiolina o da un sintonizzatore FM entro un raggio che, a seconda della sensibilità del ricevitore stesso, raggiunge o supera un centinaio di metri, in aria libera naturalmente. Per aumentare la portata basta dotare il circuito di un'antenna: ad esempio uno spezzone di filo lungo

## *i buoni e i cattivi...*

*Volevate una microspia? Adesso l'avete: seguendo le indicazioni di queste pagine saprete come funziona e come si può realizzare in pratica. Una sola raccomandazione: usatela per gioco e con discrezione, se non altro per distinguervi da chi, alla ribalta delle cronache quotidiane, ne fa uso indiscriminato dimenticando spesso il significato della parola riservatezza. Una cosa è ridere tra amici delle frasi e dei piccoli segreti carpitati in casa di amiche convinte di essere sole, e un'altra è utilizzare informazioni sottratte di nascosto che possono danneggiare o se non altro offendere le persone interessate. Ricordate anche che la legge punisce chi intercetta conversazioni o si intromette senza autorizzazione legale nella vita privata di altre persone; le notizie degli ultimi tempi potrebbero convincere che l'uso di una microspia, ormai tanto diffuso, possa essere cosa normale, ma non è così: quelle di cui parlano i giornali sono spie utilizzate da uomini delle Forze dell'Ordine dietro autorizzazione di magistrati. Le nostre microspie, almeno nelle intenzioni, devono essere più un mezzo di diletto che non di spionaggio vero e proprio. Insomma, dimostriamo che almeno gli sperimentatori hanno conservato un briciolo di buon senso.*

60÷70 centimetri collegato alla prima spira dal lato del collettore del T2. Tenete conto che con un'alimentazione di 18 volt e con una buona antenna il trasmettitore può consentire una portata di qualche chilometro in linea d'aria. A proposito di alimentazione: il minitransmettitore si alimenta normalmente a 9÷12 volt, tensione che permette all'oscillatore di sviluppare circa 200÷250 mW di potenza RF; la tensione alimenta oltre al T2, anche lo stadio relativo al transistor T1 e, mediante la rete di riduzione (che incorpora il diodo Zener DZ1) che ricava 5,1 volt, anche la capsula microfonica preamplificata MIC. Il condensatore C1 filtra l'alimentazione del microfono, mentre R1 funge da resistenza di carico.

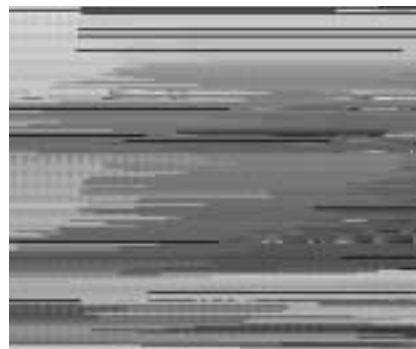
E adesso passiamo alla costruzione; finora abbiamo parlato del circuito, ora vediamo come realizzarlo e metterlo a punto. Innanzitutto dobbiamo preoccuparci di preparare la basetta stampata, per la quale abbiamo disegnato una traccia che vedete pubblicata nel corso

dell'articolo: consigliamo vivamente di realizzare il circuito seguendo la nostra traccia, dato che, lavorando in alta frequenza, il minitransmettitore può risultare critico e può funzionare male se anche solo una pista dello stadio RF viene modificata.

Dopo aver preparato il circuito stampato montate su di esso le resistenze e il diodo Zener, avendo cura di rispettarne la polarità (la fascetta sul suo corpo ne indica il catodo) quindi inserite e saldate il trimmer R2 (verticale, in miniatura) e i condensatori, dando la precedenza a quelli non polarizzati (che devono preferibilmente essere ceramici) e rispettando la polarità degli elettrolitici; è quindi la volta dei transistor: T1 va montato in modo che il suo lato piatto sia rivolto al C4, mentre il 2N2219 (T2) deve essere montato, leggermente sollevato (circa 3 mm dallo stampato) e con la tacca di riferimento rivolta al condensatore C9. Ricordate che il T2 richiede un dissipatore di quelli a stella, per contenitore TO-39, che va infilato,

*Il transistor T2, ovvero il componente utilizzato nella nostra microspia per realizzare l'oscillatore libero simile al tipo Hartley, richiede un'adeguata dissipazione.*

*Allo scopo, occorre procurarsi un dissipatore a stella per case TO-39 da infilare sul corpo di T2 come evidenziato in figura.*



dilatandolo leggermente, sul corpo del transistor stesso. Sistemato il radiatore montate il compensatore ceramico e poi la capsula microfonica, che si può montare direttamente sullo stampato o all'esterno, collegandola con spezzoni di filo; la capsula ha una polarità da rispettare: il terminale connesso elettricamente al contenitore è quello di massa, l'altro è il positivo e va alla piazzola che unisce il positivo dell'elettrolitico C2 alla R1. Montati tutti i componenti resta da realizzare e saldare la bobina d'antenna L1, che si ottiene facilmente avvolgendo quattro spire di filo di rame smaltato o argentato (o anche semplice filo di rame nudo) del diametro di 0,8÷1 mm su un supporto cilindrico del diametro di 6÷7 mm, supporto che va sfilato al termine dell'avvolgimento stesso. Le spire devono essere spaziate tra loro di circa 1 mm. Se avete usato il filo smaltato raschiate gli estremi della bobina in modo da liberarli dallo smalto, altrimenti vi sarà difficile effettuare le saldature per il collegamento allo stampato. Per terminare il lavoro collegate ai punti + e - V una presa volante per pile da 9 volt. Finito il montaggio la microspia è pronta; per provarla procuratevi una radio ricevente in FM, tenetela ad un paio di metri di distanza e accendetela, portando il comando della sintonia in una zona dove non si riceve alcuna emittente, quindi innestate una pila carica da 9V nella presa volante o ali-

## **PER IL MATERIALE**

**La microspia FM è disponibile in scatola di montaggio (cod. FT157K). Il kit comprende tutti i componenti, la basetta forata e serigrafata e le minuterie. Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige, 11 - 21013 Gallarate (VA), tel 0331-792287 fax 0331-778112.**

mentate il circuito con un alimentatore in grado di fornire 9÷12 volt c.c. ed una corrente di 100 mA.

Con un cacciavite di plastica ruotate completamente verso massa il cursore del trimmer, quindi ruotate lentamente il nucleo del compensatore sino ad ammutolire l'altoparlante del ricevitore; eventualmente aggiustate lievemente il comando di sintonia di quest'ultimo, allo scopo di perfezionare l'ascolto. Parlate quindi in prossimità del microfono ruotando lievemente in senso orario il cursore del trimmer R2, fino a udire nell'altoparlante del ricevitore, chiaro e senza distorsione, quello che dite.

La microspia è quindi pronta per funzionare e per trasmettere sul canale FM che avete trovato, naturalmente agendo sul compensatore si può far trasmettere il circuito su altre frequenze della gamma FM; per aggiustare la frequenza di trasmissione si può anche agire sulla bobina L1, stringendola o distanziando ulteriormente le sue spire: nel primo caso aumenta il valore massimo di frequenza ottenibile dall'oscillatore, mentre nel secondo caso si estende

## ***l'antenna adatta***

*Il minitrasmittitore funziona correttamente anche senza antenna: basta infatti la bobina L1 per irradiare il segnale FM nei dintorni; tuttavia per ottenere una buona portata conviene collegare un'antenna, anche uno spezzone di filo elettrico, sulla prima spira della L1 dal lato del collettore del T2. Lo spezzone di filo deve essere lungo circa 70 centimetri. Volendo utilizzare un'antenna più prestante, utile nel caso si voglia impiegare il trasmettitore per realizzare una stazione radiofonica, conviene optare per una ground-plane da FM, collegandola all'uscita del circuito mediante cavo schermato coassiale (ad es. RG58). In quest'ultimo caso dovremo connettere la prima presa della bobina L1 alla piazzola marcata ANT con un pezzetto di filo di rame nudo e di seguito collegare il filo centrale del cavo schermato a tale piazzola. La calza metallica del cavo va collegata alla massa dello stampato, possibilmente vicino al filo negativo di alimentazione, mentre dall'altro lato il filo centrale va all'antenna. Rammentiamo che, indipendentemente dal tipo di antenna adottato (spezzone di filo elettrico o ground-plane da FM), per aggiustare la frequenza di trasmissione della microspia occorre agire sulla bobina L1, stringendola o distanziando ulteriormente le sue spire.*

maggiormente verso il basso il campo di frequenza.

Concludiamo dicendo che se volete impiegare il circuito per trasmettere musica, per realizzare una piccola stazione FM, vi conviene eliminare la capsula microfonica, oltre ad R1, R3,

DZ1 e C1, e collegare il positivo di C2 all'uscita di un mixer, e la massa alla massa di segnale di quest'ultimo. Il trimmer andrà regolato per ottenere il maggior livello sonoro in ascolto, senza introdurre distorsione; il volume generale sarà quindi regolato dal mixer.