

# TRASMETTITORE FM



I radiomicrofoni FM di qualsiasi genere, sino a non molto tempo addietro erano definiti a furor di popolo "radio spie". Era questo un termine piuttosto sinistro, che ne escludeva ogni impiego a livello di gioco, o di lecita utilità. Oggi, finalmente tutti iniziano a distinguere. Le "vere" radiospie sono apparecchi incredibilmente costosi che però realizzano ipotesi quasi fantascientifiche, come un montaggio talmente sottile, flessibile, leggero, da poter essere cucito nel bavero di una giacca senza che il portatore se ne accorga, o altri analoghi.

I radiomicrofoni, invece sono, come dice il nome, dei piccoli trasmettitori; che non hanno certo il prezzo delle radiospie, ma che in cambio... funzionano assai meglio, offrendo una fedeltà maggiore così come una portata superiore. Questi, che generalmente non si usano per operazioni occulte servono per organizzare giochi, per sorvegliare locali, per intervistare, e per mille altre applicazioni "di utilità".

Ne descriviamo qui uno molto ben studiato e dall'ottimo rendimento sotto qualsiasi aspetto. Se poi qualcuno vuole usarlo per giocare alla spia, beh... se è mascherato bene, l'apparecchio anche in questo campo può risultare pratico ed efficiente.

**V**i sono diversi gradi di miniaturizzazione, in elettronica; si va all'apparato che impiega componenti "a sé stanti" che qualcuno con un orribile americanismo definisce "discreti", all'integrazione a media scala alla larga integrazione, detta anche L.S.I., da non confondersi con P.L.S.D., perché l'acido lisergico, invece di integrare... disgrega.

Oggi vi è una corsa sfrenata verso le cose maledettamente piccole, con il risultato che, per esempio, certi mini-computer tascabili hanno i pulsanti talmente accostati che un dito normale ne preme quattro alla volta e possono essere usati solo da poppanti, o da adulti tramite la apposita *bacchettina* fornita dalla Casa.

Poiché questi sono giapponesi, come ciascuno immagina, quando non si usa il micro-mini-comp, la bacchettina può essere messa a tavola e serve per mangiare le pallottole di riso.

Scherzi a parte, la miniaturizzazione è una bellissima cosa, ma non quando la si vuole portare all'eccesso e rimane a livello di puro esercizio. Per esempio,

## CARATTERISTICHE TECNICHE

Alimentazione:	pila da 9 V
Assorbimento:	14 mA
Gamma di frequenza:	da 100 ÷ 110 MHz
Portata max:	25 ÷ 30 m
Transistori impiegati:	2 x BC179A - BFY75
Diode varicap impiegato:	BA102
Dimensioni del trasmettitore:	105x70x40
Peso del transistore:	140 g

nel campo dei radiomicrofoni, si conoscono degli esemplari "thin-film" o dei "bottoni-da-camicia-trasmettenti". Funzionano però piuttosto male; tanto da essere tollerabili solo nel pretto impiego spionistico; infatti la loro riproduzione è decisamente cattiva e la portata, veramente modesta; tanto da chiedersi se chi li impiega possa sempre nascondersi sotto al tavolo o dietro la porta.

Vi parleremo qui di un radiomicrofono che non può essere cucito nel bavero di una giacca, e nemmeno nascosto dal nodo della cravatta; in cambio funziona davvero bene, può essere costruito facilmente, e *costa poco*.

Funziona nella banda che è tradizionale, per questi apparecchi: 100-110 MHz, non usa pile stravaganti, ma un normale elemento da 9 V per radio tascabili. Il circuito non è frutto di sacrifici che bene o male si riflettono sempre sui risultati, ma impiega "tutto quello che serve". Più precisamente, un preamplificatore ad alto guadagno, che assicura una sensibilità più che buona, mentre la mo-

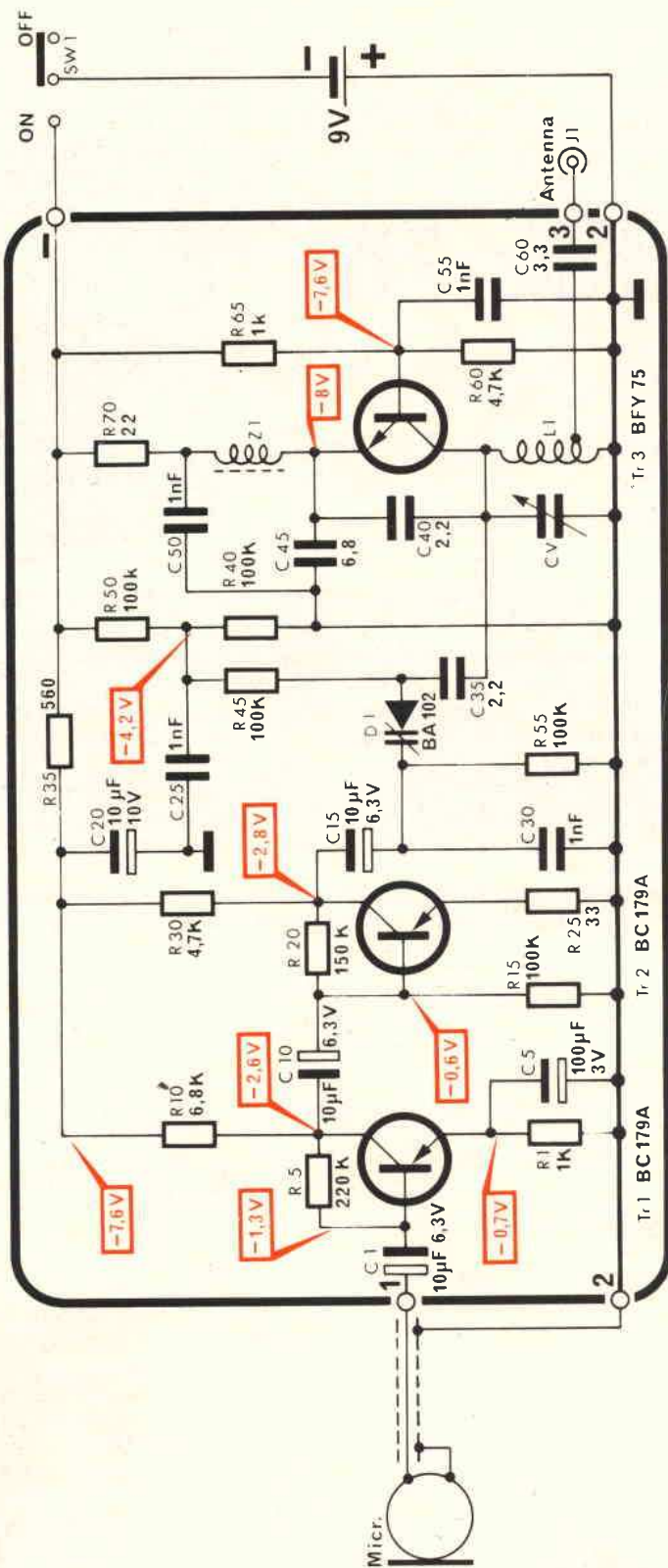


Fig. 1 - Schema elettrico.

dulazione FM è correttamente realizzata con un diodo a variazione di capacità.

In sostanza questo apparecchio "ragionevolmente miniaturizzato" è un esempio di buona tecnica d'oggi, che nulla concede all'improvvisazione, e quindi ha risultati prevedibili.

Vediamo il circuito nei dettagli: fig. 1.

In tutto si impiegano tre transistori al Silicio, due PNP del tipo BC179/A, che servono come amplificatori audio, ed un NPN (BFY75) oscillatore RF. Come abbiamo detto in precedenza, la modulazione è ottenuta tramite il diodo BA102.

Il segnale proveniente dal microfono "Micr", è portato alla base del TR1 tramite C1. Il transistor è polarizzato in controreazione totale c.a.-c.c. mediante R5, che è direttamente connesso tra la base ed il collettore. In tal modo, per le correnti alternate interviene una notevole controreazione che allarga il responso dello stadio e nel contempo riduce a limiti immisurabili la distorsione. Per la c.c., qualunque aumento della corrente di collettore produce un aumento della tensione ai capi della resistenza di carico R10, di conseguenza, l'aumento si riflette sulla base che risulta "meno polarizzata" dalla minor tensione. La diminuita corrente di base ne provoca una a sua volta più piccola sul collettore, cosicché il tutto si autocompensa mantenendo fisso il punto di lavoro qualunque sbalzo di temperatura intervenga; in termini pratici, ciò vuol dire che l'emissione non diviene "gracchiante" se l'apparecchio è usato a lungo sotto il sole battente, o se è appoggiato vicino ad un riscaldatore da interni, come invece accade per altri meno curati. Proprio per ottenere l'assoluta certezza in questo senso, in serie all'emittente è previsto R1 bipassato dal C5 per evitare diminuzioni nel guadagno.

C10 trasferisce il segnale amplificato al secondo stadio funzionante a bassa frequenza: TR2. Quest'altro ha una figurazione molto simile rispetto a quello che abbiamo appena visto, con la sola aggiunta di R15, che forma con R20 un partitore. In tal modo si ha un amplificatore ad alto guadagno e nel contempo uno stadio lineare e superstabile dal punto di vista degli effetti termici.

Al positivo del C15, l'audio ora è talmente elevato da assicurare una eccellente modulazione anche se i segnali che colpiscono il microfono hanno una ampiezza limitatissima. Vediamo come si effettua, appunto, la modulazione. Abbiamo detto in precedenza, che invece di impiegare circuiti piuttosto "arrangiati" allo scopo di risparmiare qualche parte, questo trasmettitore FM usa il sistema migliore e più corretto, basato sul diodo a variazione di capacità: nello schema elettrico D1.

Vediamo brevemente come funziona questo elemento. Se noi misuriamo con

il tester una giunzione al Silicio, noteremo che la resistenza diretta è bassa, mentre quella inversa è elevatissima. Questo sta a significare che nel caso che vi sia una polarizzazione negativa al catodo, ed una positiva all'anodo, scorre una intensità notevole; all'interno dei diodi le cariche positive e negative scorrono e combinano appunto simulando il comportamento di un materiale conduttore a bassa resistenza. Invertendo la polarità, le cariche si "ritraggono" dal punto di giunzione creando una zona svuotata. Da un lato abbiamo le cariche P, dall'altro quelle N, tra le due una sorta di isolante il cui "spessore" aumenta all'aumentare della tensione. È facile raffigurare in tale condizione un condensatore; ed in effetti il comportamento del diodo è analogo, tanto che la capacità esistente tra anodo e catodo può essere misurata.

Allora, qualunque diodo può servire come capacità variabile comandata dalla tensione? In effetti sì, ma gli elementi comuni non hanno valori minimi e massimi esattamente prevedibili, inoltre il "rendimento" è basso. Nei varicap, invece, appositamente previsti per questo funzionamento, un opportuno trattamento della giunzione esalta la variazione con piccoli divari nella tensione applicata.

Ciò detto, è facile comprendere come avvenga la modulazione; rivediamo il circuito. Il generatore di segnali RF è un oscillatore di Colpitts che impiega TR3, un BFY75, transistor moderno dalle ottime caratteristiche. L'innescò avviene tramite C40, dato che sull'emettitore e sul collettore i segnali sono in fase, e l'accordo è costituito da L1-CV, mentre l'impedenza "Z1", blocca la RF, che in assenza fuggirebbe verso il circuito di alimentazione impedendo l'innescò. La polarizzazione dello stadio è assicurata dai resistori R65 ed R60, mentre C55 rende "fredda" la base per i segnali. Ora, rivediamo il diodo varicap: noteremo che, tramite C35, detto risulta praticamente in parallelo al circuito oscillante. Noteremo anche che, via un partitore resistivo formato da R50, R40, e di seguito da R45, l'elemento è polarizzato da una tensione continua che vale 4,2 V.

Detta tensione serve per "situarlo" nella zona di maggiore sensibilità, quindi gli impulsi che vengono dall'audio producono notevoli variazioni nel condensatore che rappresenta, e poiché tale condensatore è parte dell'accordo, l'oscillatore "spazzola" in frequenza, come si desidera. È da notare, che non vi è una modulazione parassitaria di ampiezza, in tal modo, né di fase, come invece avverrebbe immancabilmente se lo stadio oscillatore ricevesse l'audio sulla base, o con altri sistemi meno... "sostanziosi". Evitandosi le modulazioni spurie, si evita anche la distorsione, quindi l'emissione è molto "fedele".

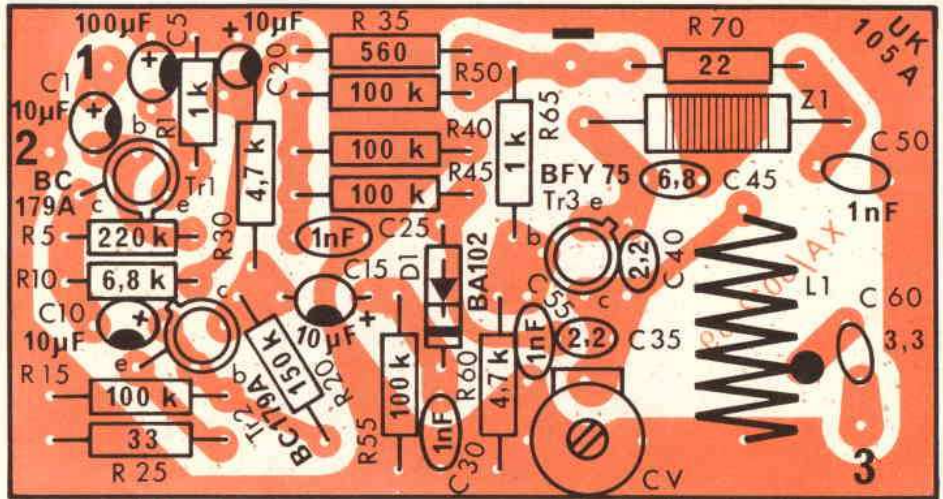


Fig. 2 - Disposizione dei componenti sulla basetta a circuito stampato.

## IL MONTAGGIO

Il trasmettitore impiega, ovviamente, la basetta stampata che comprende ogni parte principale ad esclusione dal microfono e dagli accessori (pila, interruttore).

Nella figura 2 vediamo le piste relative e la disposizione delle parti. Tra queste, noteremo la bobina L1, avvolta in aria, senza supporto, ed i condensatori elettrolitici che, per risparmiare spazio, sono tutti del tipo al Tantalio, o "a goccia".

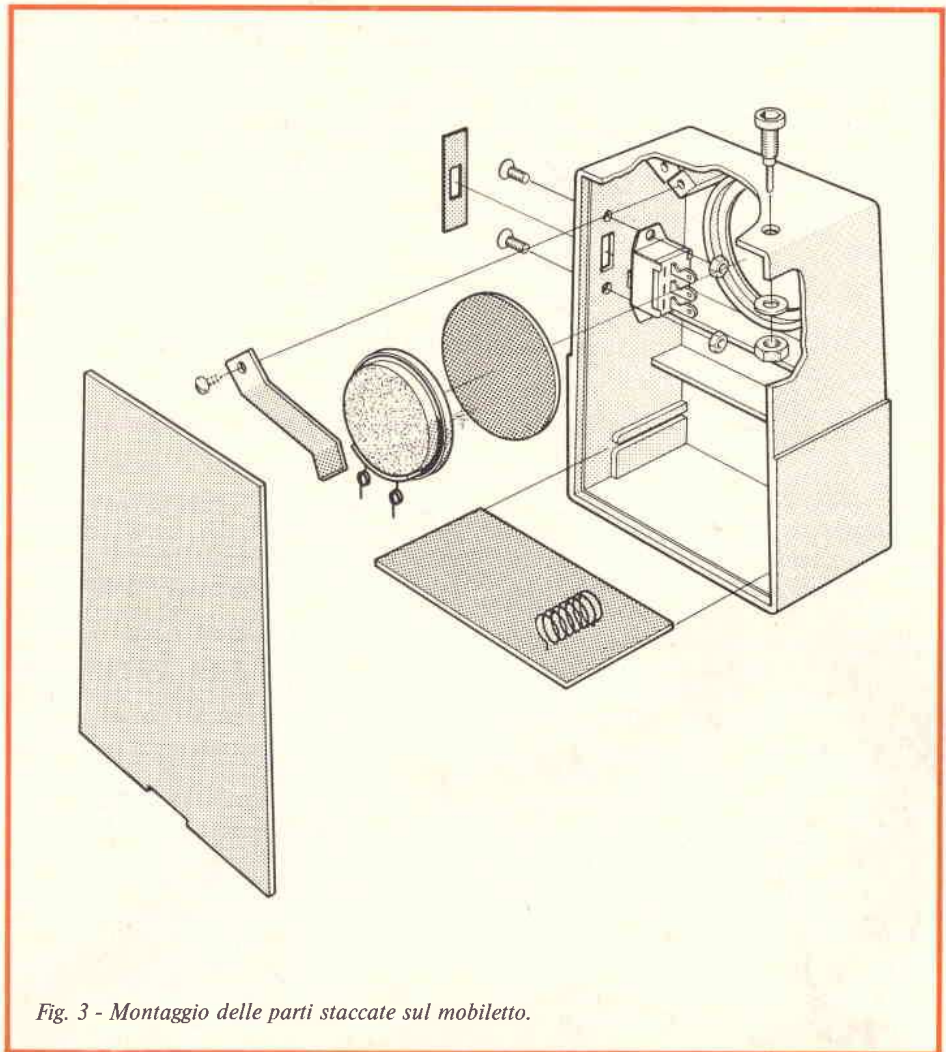


Fig. 3 - Montaggio delle parti staccate sul mobiletto.

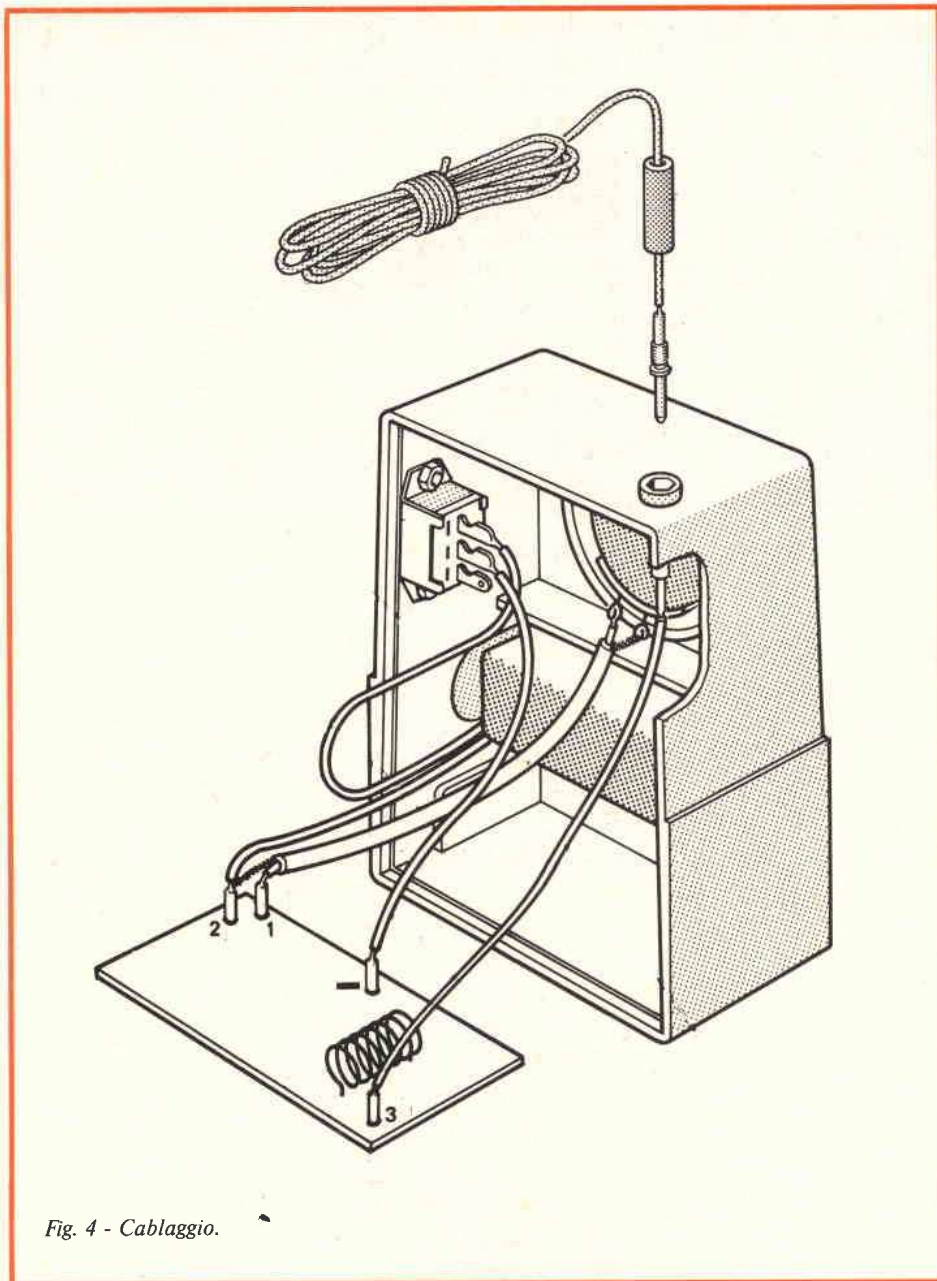


Fig. 4 - Cablaggio.

La pianta è sufficientemente chiara per evitare qualunque errore banale di inserzione, però occorre innanzitutto far bene attenzione alla polarità dei C1, C5, C10, C15, C20. Come è noto, questa è contraddistinta dalla macchia colorata sull'involucro; ponendola di fronte, rispetto al piano dello sguardo, il condensatore avrà il terminale di destra positivo, e quello di sinistra negativo. Posti in loco i condensatori, converrà proseguire con le altre parti polarizzate, D1 e transistori; la figura 6 mostra le esatte connessioni di queste parti.

Il diodo non deve essere surriscaldato, durante la saldatura, perché, pur senza rompersi, può mutare caratteristiche, ed in tal caso la modulazione risulterebbe distorta; l'apparecchio quindi perderebbe quella limpidezza che è una sua caratteristica.

L'impedenza "Z1" non ha un verso di inserzione, così gli altri condensatori ceramici. Per il compensatore CV, si veda attentamente la sagoma mostrata nella figura.

La bobina L1 dovrà avere la presa cortissima e ben saldata, sia alla seconda spira, che alla pista cui fa capo C60.

Saldati al loro posto gli ancoraggi, dopo un attento controllo, ed una eventuale pulizia degli spazi tra le piste da effettuarsi con un pennello intinto nella Trielina per evitare depositi di flusso deossidante, il pannello è pronto.

Ora, come mostra la figura 3, si eseguiranno le poche operazioni meccaniche necessarie per porre in loco nel contenitore previsto il microfono, l'interruttore con relativa targhetta ON-OFF e la boccola dell'antenna.

Prima di inserire il circuito stampato

nelle guide, conviene effettuare il semplice cablaggio mostrato nella figura 4, che non merita spiegazioni; ovvero una: il raccordo tra il terminale "3" del circuito stampato e la boccola di antenna deve essere il più breve che si possa ottenere. Sarà un filo diretto, teso, privo di qualunque "piega estetica". Ora, il radiomicrofono è pronto per il collaudo.

## REGOLAZIONE

Con il tester commutato per misure di corrente, 25 oppure 50 mA fondo scala in c.c., si potrà verificare prima di tutto l'assorbimento. Senza staccare nulla, questa manovra può essere effettuata ponendo su OFF l'interruttore, e shuntando i capicorda con i puntali dello strumento. Il radiomicrofono, se funziona normalmente, assorbirà una corrente modesta, aggirantesi sui 15 mA. Se lo strumento batte a fondo scala, vi è certo un cortocircuito, oppure un elettrolitico inverso.

Se invece l'intensità è regolare, si accenderà un ricevitore FM accordandolo intorno ai 105 MHz, ove non giungano segnali.

Con una chiave di taratura (in sostituzione serve altrettanto bene un pezzo di plastica rigida qualunque, dall'estremità limitata "a scalpello") si ruoterà lentamente il compensatore "CV". Ad un certo punto, nel radiorecettore si deve udire una specie di forte soffio subito seguito da un "ululato". Il soffio, manifesterà che la portante è ricevuta, e il rumore seguente, che il modulatore funziona, anzi che funziona tanto bene da generare un innesco via RF tra altoparlante della radio-microfono-antenna-ricevitore-altoparlante. Allontanate quindi il trasmettitore e provate a parlare ad una distanza di 10 metri; la captazione, anche senza nessuna antenna inserita deve essere possibile, almeno se non vi sono muri in cemento armato o simili frapposti. Se il segnale non si ode chiaro, senza ritoccare "CV" si può estrarre l'antenna a stilo del radiorecettore, e perfezionare la sintonia con questo.

Se ruotando il compensatore si ode solamente il "soffio", ma nessuna modulazione, niente innesco, nulla di nulla anche parlando vicino al microfono, vi è certo un errore nella connessione capsula-chassis, o un falso contatto. Infine, se l'assorbimento è normale ma non si ode la voce, è possibile che la bobina oscillatrice L1 sia troppo compressa o troppo spaziata. La distanza interspira normale è di circa 1 mm.

Intendiamoci, normalmente, queste difficoltà non risultano, ma non daremmo certo una buona spiegazione se non prevedessimo anche i casi più fastidiosi.

Abbiamo parlato prima di 10 metri; questa non è certo la portata massima cui può giungere il nostro trasmettitore

FM, anzi, per aumentare la distanza di ricezione, vi sono due possibilità. La prima è montare al posto della boccia di antenna uno stilo genere "baffo" TV, lungo 90 cm tutto estratto; normalmente, specie se non vi sono ostacoli importanti frapposti, in tal modo la captazione potrà essere effettuata ad una distanza di una trentina di metri.

Per installazioni fisse, o semiporattili, nella boccia di antenna si inserirà l'estremo di un conduttore flessibile lungo 190 cm, munito di guaina isolata. Con questo radiatore, specie se si effettua un accurato orientamento, ed una sintonia fine, il segnale potrà essere inteso con una buona qualità sino a 50 metri, se il ricevitore impiegato è sufficientemente sensibile. Come si vede, il nostro radiomicrofono, anche se viene a costare come un giocattolo, ha prestazioni piuttosto "serie"!

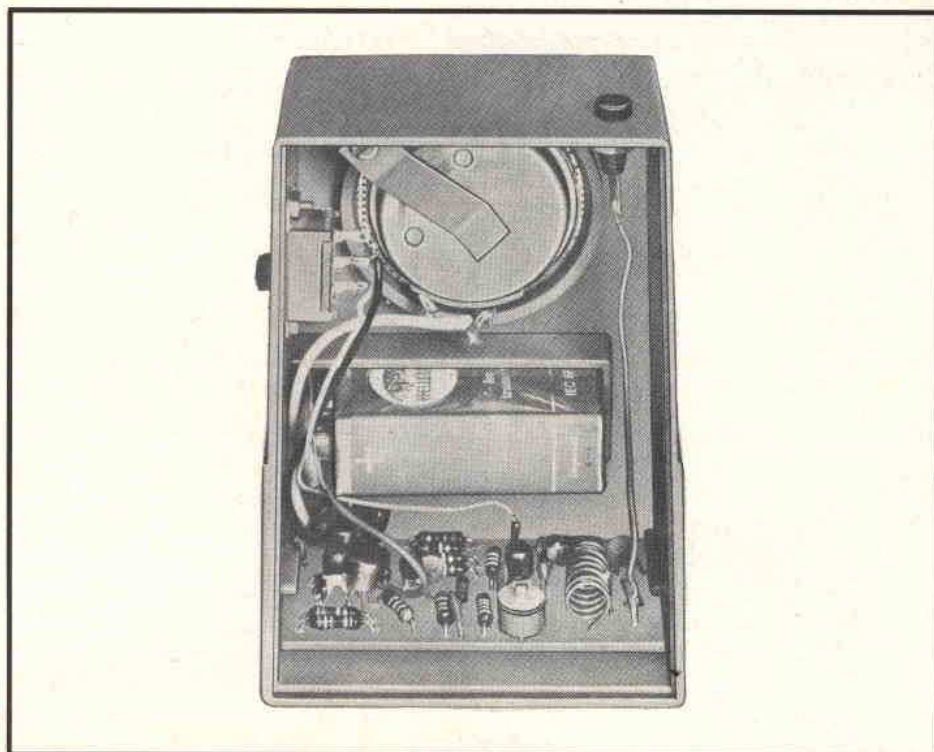


Fig. 5 - Vista interna dell'UK 105/A a montaggio ultimato.

#### ELENCO DEI COMPONENTI DEL KIT AMTRONCRAFT UK 105/A

R1	: 1 resistore a strato di carbone 1 k $\Omega$ - 0,25 W - $\pm$ 5%	CV	: 1 compensatore da 2 $\div$ 6 pF
R5	: 1 resistore a strato di carbone 220 k $\Omega$ - 0,25 W - $\pm$ 5%	TR1-TR2	: 2 transistori al silicio PNP BC179A
R10	: 1 resistore a strato di carbone 6,8 k $\Omega$ - 0,25 W - $\pm$ 5%	TR3	: 1 transistoro al silicio NPN BFY75
R15-R40-R45- R50-R55	: 5 resistori a strato di carbone 100 k $\Omega$ - 0,33 W - $\pm$ 5%	D1	: 1 diodo varicap BA102 (blu)
R20	: 1 resistore a strato di carbone 150 k $\Omega$ $\div$ 0,33 W - $\pm$ 5%	L1	: 1 bobina oscillatrice
R25	: 1 resistore a strato di carbone 33 k $\Omega$ - 0,33 W - $\pm$ 5%	Z1	: 1 impedenza RF
R30-R60	: 2 resistori a strato di carbone 4,7 k $\Omega$ - 0,33 W - $\pm$ 5%	CS	: 1 circuito stampato
R35	: 1 resistore a strato di carbone 560 $\Omega$ - 0,33 W - $\pm$ 5%	1	: presa polarizzata
R65	: 1 resistore a strato di carbone 1 k $\Omega$ - 0,33 W - $\pm$ 5%	SW1	: 1 deviatore a cursore
R70	: 1 resistore a strato di carbone 22 $\Omega$ - 0,33 W - $\pm$ 5%	MI	: 1 microfono
C1-C10-C15	: 3 condensatori al tantalio a goccia 10 $\mu$ F/6,3 V - $\varnothing$ 4 x 8 vert.	J1	: 1 boccia
C5	: 1 condensatore al tantalio a goccia 100 $\mu$ F/3 V - $\varnothing$ 5 x 10 vert.	1	: spina
C20	: 1 condensatore al tantalio a goccia 10 $\mu$ F/10 V - $\varnothing$ 4 x 8 vert.	1	: mobiletto custodia
C25-C30- C50-C55	: 4 condensatori ceramici a disco 1 nF/50 V - $\pm$ 10% - $\varnothing$ 6 x 3 vert.	1	: mascherina di protezione per microfono
C35-C40	: 2 condensatori ceramici a disco 2,2 pF/50 V - $\pm$ 0,5% NPO - $\varnothing$ 5 x 3 vert.	1	: piastrina fissaggio microfono
C45	: 1 condensatore ceramico a disco 6,8 pF/50 V - $\pm$ 0,5% NPO - $\varnothing$ 5 x 3 vert.	1	: targhetta ON-OFF
C60	: 1 condensatore ceramico a disco 3,3 pF/50 V - $\pm$ 0,5 NPO - $\varnothing$ 5 x 3 vert.	2	: viti $\varnothing$ M2 x 6 T.S.
		2	: dadi esagonali $\varnothing$ M2
		1	: vite autofilettante 2,9 x 6,5
		m 2,20	: trecciola isolata $\varnothing$ esterno 1 mm
		cm 12	: cavetto schermato $\varnothing$ esterno 2 mm
		5	: ancoraggi per C.S.
		1	: confezione stagno