

TRASMETTITORE FM

LE PICCOLE DIMENSIONI, IL BASSO COSTO DI REALIZZAZIONE, LA SEMPLICITA' DI MONTAGGIO E CIRCUITALE CARATTERIZZANO IL CIRCUITO PROPOSTO NEL SEGUENTE ARTICOLO. UN TRANSISTOR E UN AMPLIFICATORE OPERAZIONALE REALIZZANO UN PICCOLO TRASMETTITORE FM, CHE TRASMETTE SEGNALI NELLA GAMMA 80 - 110 MHZ E PUO' ESSERE UTILIZZATO PER CONTROLLARE IL BIMBO NEONATO NELLA SUA CAMERA, COME MICROSCOPIA, PER DIVERTIMENTO O PER USI DIDATTICI. LA PORTATA SI AGGIRA SUI 60 METRI MA SE VE LA SENTITE DI STARARE IL VOSTRO RICEVITORE FM AUMENTA NOTEVOLMENTE.

LA MODULAZIONE DI FREQUENZA

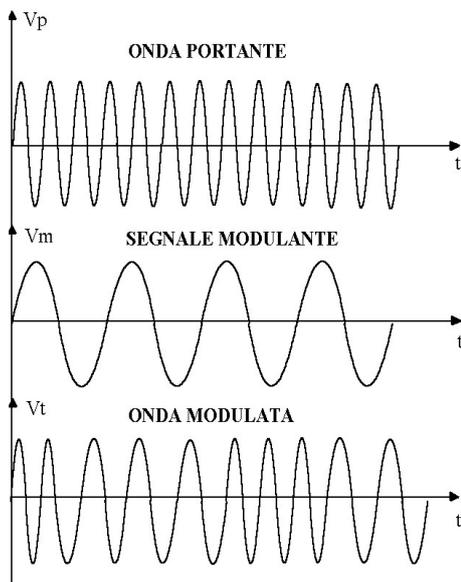


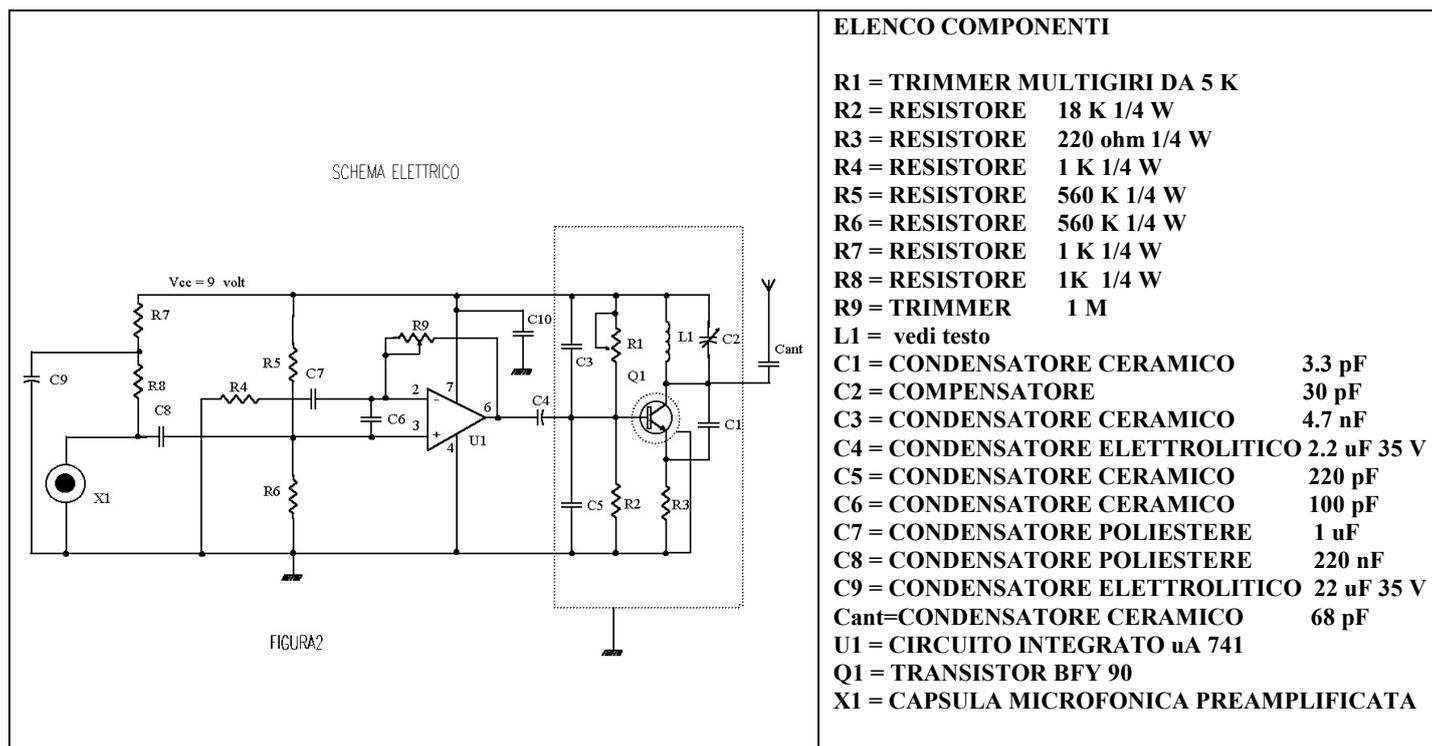
Figura 1 – Modulazione di frequenza

Per trasmettere un segnale audio tramite un trasmettitore a radiofrequenza si utilizza una modalità chiamata modulazione, che consiste nel combinare un segnale a bassa frequenza (audio) con un segnale a frequenza più elevata, il risultato di questa miscelazione di segnali viene poi irradiato. La modulazione è stata introdotta poiché è molto difficoltoso trasmettere un segnale a bassa frequenza senza l'utilizzo di cavi, così non è per segnali a frequenza elevata che vengono facilmente irradiati. Di uso più comune sono la modulazione di frequenza (FM) e la modulazione di ampiezza (AM). Esamineremo la modulazione di tipo FM (facendo riferimento alla figura 1) dato che è quella utilizzata dal circuito oggetto di questo articolo. Per trasmettere un segnale nell'etere occorre, prima di tutto la cosiddetta portante (V_p), che altro non è che una tensione sinusoidale a frequenza elevata, mentre il segnale da trasmettere (V_m) è anche esso di tipo sinusoidale ma a frequenza molto minore della portante. V_m è generalmente un segnale audio (musica, voce umana ecc.) con frequenza variabile compresa tra i 20 Hz e i 20 KHz (circa), mentre V_p ha una frequenza fissa che nel caso adottato, sarà regolabile tra gli 80 Mhz e i 110 Mhz.

Con i circuiti di modulazione V_p e V_m sono combinati tra loro in modo di ottenere il segnale modulato V_t che, nel caso della modulazione FM, mantiene ampiezza costante ma varia continuamente rispetto alla frequenza base in maniera direttamente proporzionale alla frequenza di V_m . Il segnale V_t viene irradiato tramite un'apposita antenna, per poi essere ricevuto da un qualunque apparecchio radio FM che separerà i due segnali V_p e V_m , in particolare quest'ultimo viene solitamente inviato ad un altoparlante.

La scelta della modulazione FM, quale sistema di trasmissione di un segnale fonico, da parte delle emittenti private è dovuta al fatto che tale tecnica consente di ottenere rendimenti elevati con un'elettronica relativamente semplice. Inoltre le trasmissioni sono ad alta fedeltà e stereo proprio in virtù della larghezza di banda consentita. Ancora un segnale FM è per sua natura difficilmente perturbabile da disturbi esterni, come campi elettromagnetici, scariche elettriche ecc., che invece perturbano facilmente le trasmissioni AM. Infatti i disturbi esterni, sovrapponendosi ai segnali a radiofrequenza, provocano variazioni di ampiezza ma molto difficilmente di frequenza e dunque la trasmissione FM, essendo caratterizzata da variazioni di frequenza, è quasi esente da influenze esterne. Ancora meglio sono le trasmissioni di natura digitale, che essendo composte da modulazioni dovute a sequenze di zeri e uno hanno un'immunità ai disturbi eccezionale.

LO SCHEMA ELETTRICO



<p style="text-align: center;">CASE FIGURA 3</p>																
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CONTENITORE</th> <th>FREQ. DI TAGLIO</th> <th>PD (max)</th> <th>GUADAGNO</th> <th>Ic (max)</th> <th>Vce (max)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">TO72</td> <td style="text-align: center;">2 Ghz</td> <td style="text-align: center;">200 mW</td> <td style="text-align: center;">21 dB</td> <td style="text-align: center;">50 mA</td> <td style="text-align: center;">15 V</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Caratteristiche del transistor BFY 90</p>	CONTENITORE	FREQ. DI TAGLIO	PD (max)	GUADAGNO	Ic (max)	Vce (max)	TO72	2 Ghz	200 mW	21 dB	50 mA	15 V			
CONTENITORE	FREQ. DI TAGLIO	PD (max)	GUADAGNO	Ic (max)	Vce (max)											
TO72	2 Ghz	200 mW	21 dB	50 mA	15 V											

Il circuito è composto da pochi componenti, come si nota osservando lo schema elettrico (figura 2); il transistor Q1 costituisce lo stadio di modulazione ed è il noto componente siglato BFY 90 la cui pedinatura è riportata in figura 3; nella tabella si riportano le caratteristiche salienti di tale dispositivo, di cui spicca subito la frequenza di taglio che risulta pari a 2 Ghz; tale parametro appare come un sovradimensionamento che sembra eccessivo, ma la semplicità circuitale richiesta come dato di progetto, ha imposto tale dispositivo che presenta caratteristiche generali migliori rispetto ad altri con frequenze di funzionamento e costi inferiori. Quindi per non utilizzare un transistor in più a scapito delle dimensioni e per non abbassare le prestazioni la scelta è ricaduta sul BFY90. Avvertiamo subito gli sperimentatori di non superare i valori massimi di funzionamento, magari aumentando la tensione di alimentazione del circuito rispetto al valore consigliato, poichè ciò porterebbe alla distruzione del transistor. In laboratorio si è provato ad alimentare il trasmettitore a 12 volt, ottenendo un sensibile miglioramento della portata del trasmettitore che però ha funzionato solo per venti minuti, dopo di che si è dovuto sostituire il BFY90.

Il transistor possiede 4 terminali invece dei soliti tre, il quarto terminale altro non è che il collegamento al case, cioè al contenitore metallico del dispositivo, generalmente collegato a massa. In alta frequenza è bene schermare i dispositivi, poichè disturbi elettromagnetici esterni possono influenzarne il funzionamento.

Analizziamo lo schema elettrico partendo dallo stadio di bassa frequenza, costituito dal microfono X1 e dall'integrato U1. X1 è un microfono preamplificato che consente di ottenere una sensibilità molto elevata, in quanto al suo interno possiede un amplificatore miniaturizzato che riceve il segnale del microfono vero e proprio e lo ritrasmette all'esterno; in figura 4 è mostrato il circuito interno e la pedinatura di tale dispositivo.

Quest'ultima, in verità, varia a secondo del modello che possiede il negoziante, ma comunque il terminale di massa del microfono si riconosce essendo generalmente collegato al corpo dello stesso.

Le resistenze R7 e R8 costituiscono un partitore resistivo che provvede a fornire la giusta tensione di alimentazione al microfono. Tramite il condensatore di disaccoppiamento C8, il segnale a bassa frequenze in uscita dal microfono, viene inviato all'amplificatore operazionale U1 per essere ulteriormente amplificato; Il trimmer R9 consente di regolare l'ampiezza dell'amplificazione del segnale e dunque costituisce un controllo di sensibilità del trasmettitore; il trimmer sarà regolato con valori ohmmici bassi per trasmettere suoni molto vicini al microfono, con valori elevati per trasmettere suoni deboli o lontani dal microfono (funzione di radiospia).

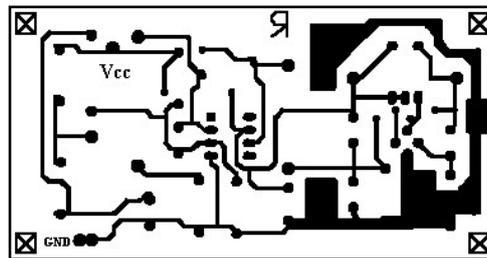
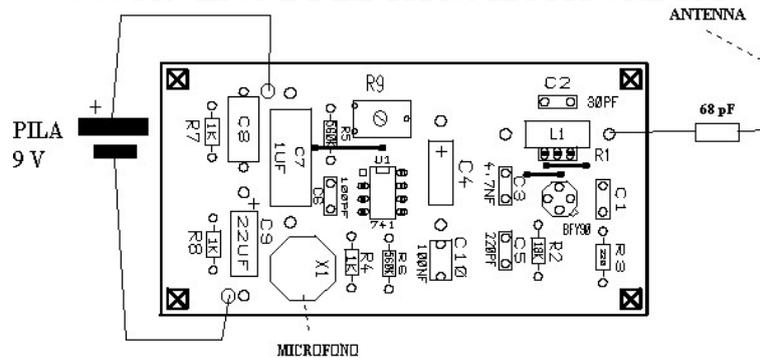
Il condensatore C6 ha una certa importanza, in quanto impedisce che segnali a radiofrequenza emessi da Q1 si inseriscano nell'amplificatore operazione U1 generando disturbi che comprometterebbero il funzionamento del microfono.

Il segnale a bassa frequenza esce dal pin 6 dell'amplificatore operazionale e tramite il condensatore di disaccoppiamento C4, viene inviato allo stadio di modulazione costituito dal solo transistor BFY90.

La parte di circuito contenuta nel rettangolo tratteggiato (che indica la necessità di una schermatura), altro non è che un oscillatore AF, la cui frequenza dipende dai valori di L1, C2 e C1. Essendo C2 un compensatore (cioè un condensatore variabile di piccole dimensioni, che si monta direttamente sul circuito stampato) la frequenza di oscillazione è variabile, con i valori indicati nell'elenco componenti si ottiene un range tra circa 80 e 112 Mhz. Quest'ultimo dato è molto interessante, in quanto ci dice che il trasmettitore potrà essere utilizzato anche al di fuori dell'affollatissima banda FM (88.5 - 108 Mhz).

Quando un segnale a BF giunge sulla base del transistor Q1, il segnale AF viene modulato in frequenza per poi essere trasmesso tramite l'antenna. Il potenziometro R1 consente di posizionare il punto di lavoro del transistor Q1 nel punto adatto per ottenere le oscillazioni AF.

COSTRUZIONE DEL TRASMETTITORE FM



Piano di montaggio e circuito stampato

Montare un circuito funzionante a frequenza elevata non è un'impresa semplice, poiché una saldatura fredda o un banale errore possono compromettere il funzionamento del circuito, dunque occorre possedere una certa pratica e prestare molta attenzione a eseguire tutta la costruzione a regola d'arte. Comunque seguendo le istruzioni che verranno date le probabilità di successo sono elevate anche per i meno esperti.

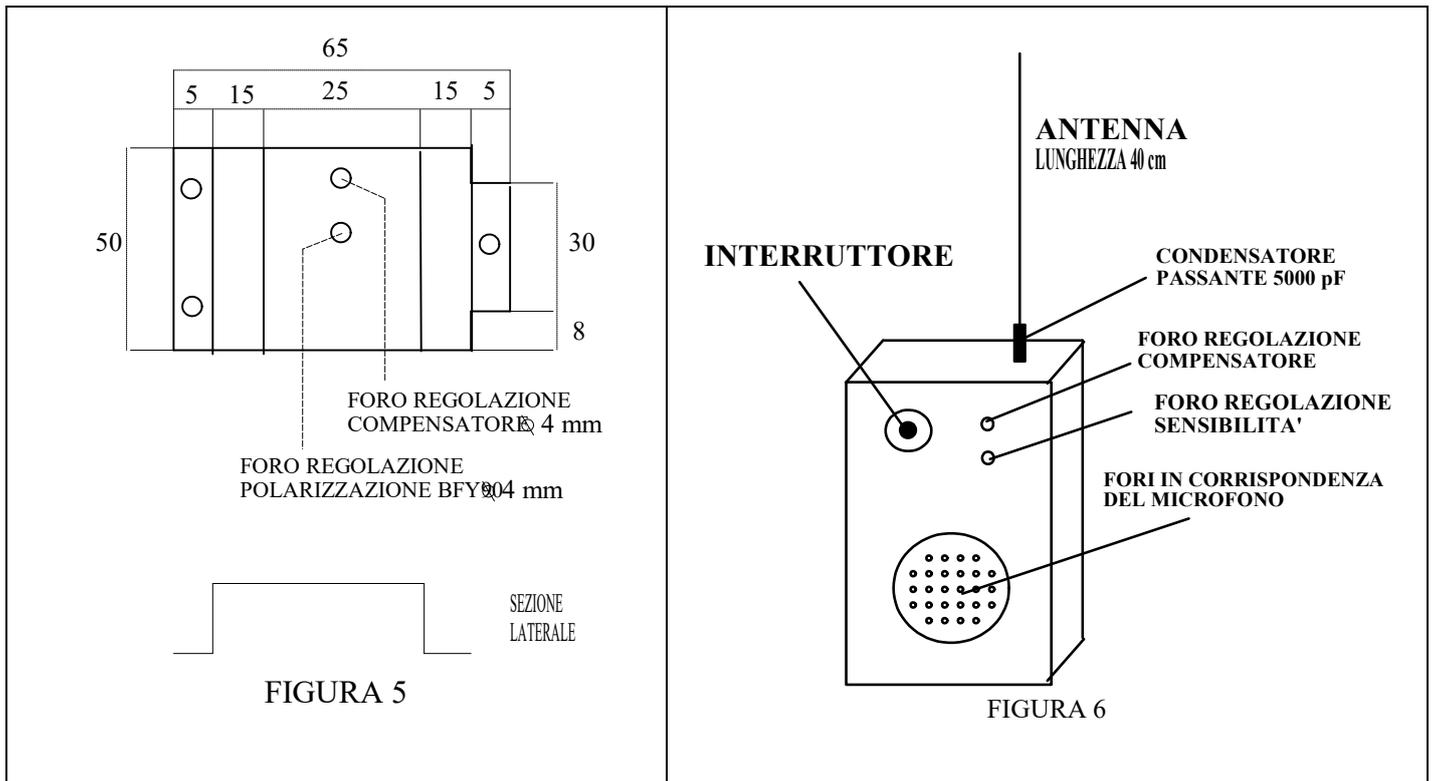
Diciamo, prima di tutto, che in questo caso è d'obbligo l'utilizzo del circuito stampato che deve essere identico a quello mostrato in figura, poiché anche piccole modifiche possono introdurre effetti parassiti che comprometterebbero il funzionamento del trasmettitore.

Per prima cosa si saldano i tre ponticelli di filo, visibili nello schema di montaggio, quindi le resistenze e i condensatori; questi ultimi sono tutti non polarizzati, tranne C4 e C9 di cui occorre rispettare la polarità, che comunque è indicata nello schema di montaggio. Si procede collegando il microfono, che nel nostro prototipo è stato collegato direttamente al circuito stampato, ma può anche essere connesso tramite un cavetto schermato della lunghezza massima di 30 cm. Infine si saldano U1 e il transistor AF. Occorre prestare molta attenzione alle saldature che devono essere quasi perfette; ricordiamo che una buona saldatura riempie tutta la piazzola del circuito stampato, ha forma conica ed è lucida.

Il condensatore indicato nello schema elettrico con Cant (68 pF), non va posizionato sul circuito stampato, ma un suo terminale si collega all' induttanza L1 (vedere schema di montaggio) e l'altro all'antenna, costituita da uno spezzone di filo lungo 40 cm. Nel prototipo si è utilizzato un normale cavo con guaina isolante e filo di rame rigido del diametro di 1 mm, altre soluzioni potrebbero sicuramente essere migliori. Per esempio, un'antenna stilo ha ottime probabilità di migliorare le prestazioni complessive del trasmettitore, comunque ciò non è stato sperimentato sul nostro prototipo.

La parte di alta frequenza del circuito è bene che sia schermata tramite un'apposita scatoletta, di cui riportiamo le dimensioni in figura 5. Si può utilizzare del lamierino in alluminio o del cartone ricoperto con del foglio di alluminio adesivo (soluzione adottata nel prototipo). La schermatura si fissa al circuito stampato tramite vite e dado, praticando dei fori nelle zone di massa appositamente predisposte.

L'induttanza L1 si auto costruisce, utilizzando del filo di rame smaltato del diametro di 1mm, avvolgendo circa 7 spire in aria con diametro di queste ultime, pari a circa 3mm. Prima di saldare l'induttanza sul circuito stampato, occorre eliminare lo strato di smalto in prossimità del punto di saldatura; ciò può essere fatto tramite una limetta o con delle forbici.



TARATURA E COLLAUDO

Per collaudare il trasmettitore, la prima cosa da fare è collegare una pila da nove volt (o un alimentatore stabilizzato) al trasmettitore.

Nella fase di collaudo è bene inserire in serie alla pila un milliamperometro, se non lo si possiede nulla di male, ma la taratura sarà un pochino più difficoltosa. Il trimmer R1 va regolato in modo che l'assorbimento sia intorno ai 30 mA. A questo punto occorre accendere un ricevitore FM e sintonizzare quest'ultimo in una zona libera della gamma FM; in questa prima fase il ricevitore si posizionerà a circa un metro di distanza dal nostro trasmettitore.

Ora occorre ruotare il compensatore C1, molto lentamente, tramite un cacciavite di plastica (si può autocostruire con una lima e un qualunque materiale isolante), fino ad udire un forte fischio o dei rumori tipo pernacchia. Se ciò non avvenisse occorre variare il trimmer R1 (multigiri) di qualche giro per poi ritentare con la regolazione di C1.

Quando ci si è sintonizzati si regola la sensibilità del microfono X1 a piacere e ci si allontana dal trasmettitore col ricevitore; facendo ciò occorre regolare lievemente la sintonia del ricevitore e la posizione dell'antenna. La portata del trasmettitore si aggira intorno ai 70 metri, migliorabile se uscita dalla normale gamma FM (88 - 108).

Il trasmettitore, può essere montato all'interno di un contenitore come mostrato in figura 6, tale soluzione non è stata da noi collaudata, ma si può presumere che porti ulteriori miglioramenti alle prestazioni complessive dell'apparato.

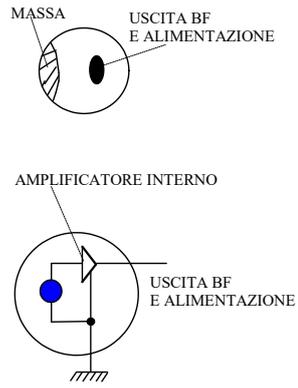


Figura 4 – Capsula microfonica