

Trasmettitore AM - [Le radio di Sophie](#) - AM Transmitter

## Trasmettitore AM da 100mW

(RS0701 micro-power transmitter)

[Leonardo Mureddu](#)

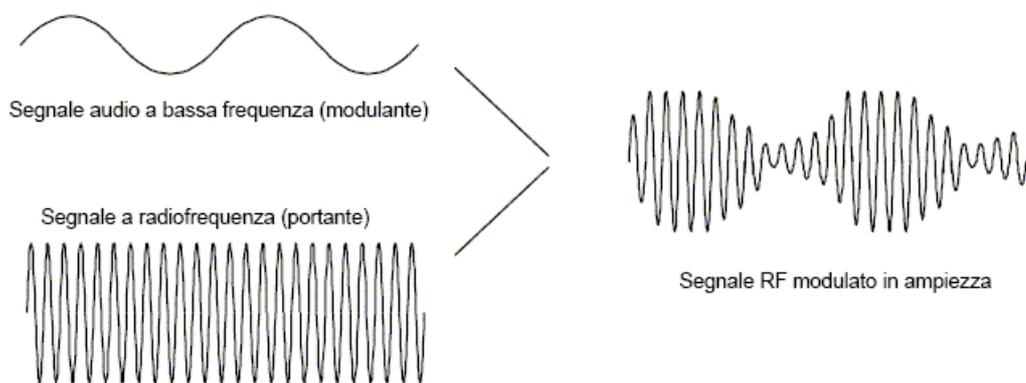
Argomenti correlati trattati in questo sito:

[Generalità sui micro-power transmitters](#); [Antenne filari](#); [trasmettitore AM a due valvole](#); [transponder fm-am](#); [stazione trasmittente personale RS0701](#)

In questa pagina viene presentato, discusso e analizzato un semplice ma completo schema di trasmettitore per onde medie, adatto per la diffusione in ambito locale di segnali audio di vario tipo, provenienti per esempio dal PC o dal lettore CD o dal televisore. La costruzione di questo circuito non necessita di grande esperienza e richiede componenti di facile reperibilità. Comunque, per venire incontro alle varie esigenze siamo in grado di fornire i componenti meno comuni, o anche il circuito già montato e funzionante per chi non volesse cimentarsi nella costruzione.

### Il trasmettitore ideale

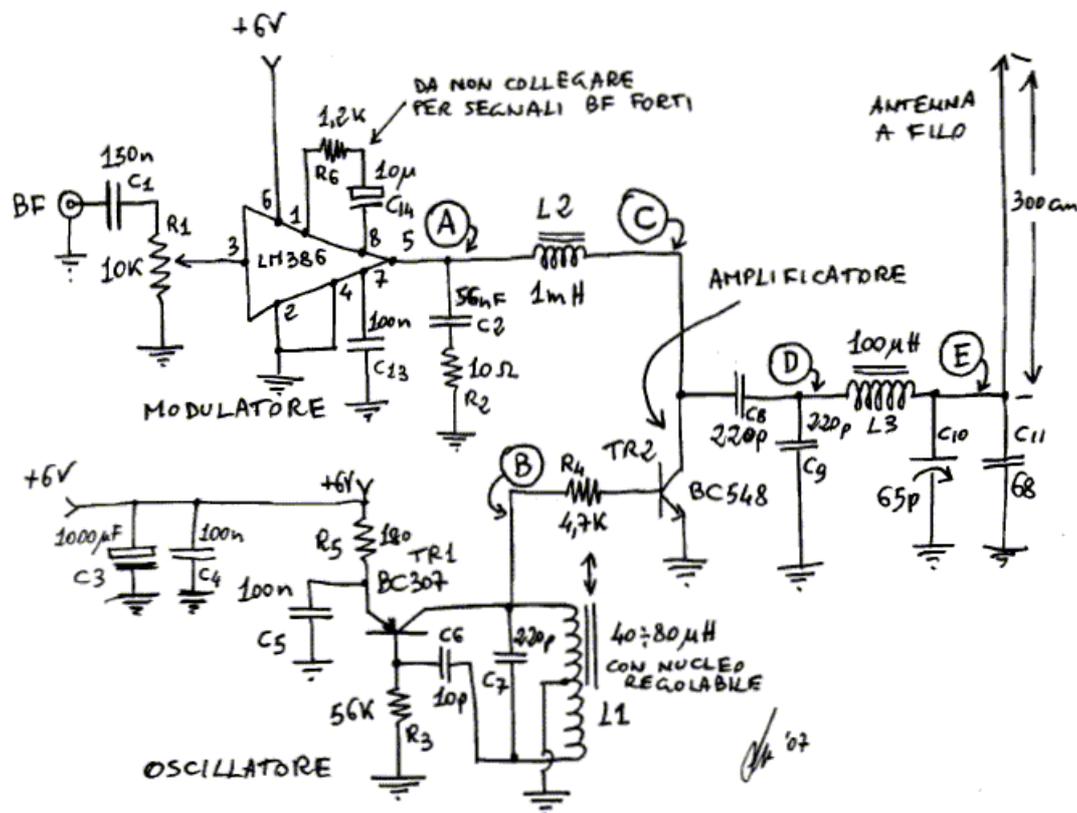
Un trasmettitore, per quanto semplice ed economico, è sempre costituito dalle seguenti parti: oscillatore RF, modulatore, amplificatore RF, antenna.



Nella figura qua sopra si vede come i due componenti del segnale radio, cioè la BF e la RF vengano combinati in un segnale composito, ossia il segnale RF modulato. In pratica la componente BF provoca una variazione dell'ampiezza, e quindi della potenza, del segnale trasmesso istante per istante. Nei trasmettitori più semplici la modulazione viene effettuata direttamente sul generatore a RF. In caso di semplificazione estrema, lo stesso generatore RF, modulato dal segnale audio, pilota direttamente l'antenna trasmittente. Ciò spiega come possano esistere trasmettitori basati su un solo elemento attivo (transistor o valvola). Ovviamente la semplificazione eccessiva non produce risultati di alta qualità, per esempio sarà difficile avere un segnale di frequenza stabile e priva di armoniche, un buon livello di modulazione e un buon adattamento dell'antenna usando un solo elemento attivo. Ciò non ostante, per certi scopi i circuiti semplici possono dare ottimi risultati, per esempio quando si desidera ascoltare la propria musica preferita con una vecchia radio ad onde medie, disposta generalmente a brevissima distanza dal trasmettitore, nella stessa stanza o in una adiacente.

Il piccolo [transponder](#) descritto in un'altra pagina di questo sito è un esempio di trasmettitore semplificato. In esso sono presenti solo due elementi dell'elenco fatto sopra: il modulatore e l'oscillatore, oltre naturalmente all'antenna. La modulazione di ampiezza viene ottenuta variando la tensione di alimentazione dell'oscillatore.

Ovviamente si può fare di meglio. Lo schema che presentiamo in questa pagina è un'evoluzione dello schema del transponder, in grado di trasmettere un segnale più potente e con migliore qualità, pur restando nell'ambito dei circuiti semplici. L'abbiamo battezzato **RS0701 micro-power transmitter**. Le differenze fondamentali rispetto al circuito da cui trae origine sono la presenza di un **oscillatore RF separato**, di un **amplificatore di potenza**, e l'impiego di un'antenna **caricata**. In questo modo si ottiene un segnale più puro, una modulazione più efficiente e una maggiore potenza realmente trasmessa.



### Elenco del materiale

R1: trimmer da 10kohm lineare - regol. segnale BF  
 R2: 10 ohm, 1/4W - compensaz. frequenza BF  
 R3: 56 kohm, 1/4W - polarizz. base oscillatore  
 R4: 4,7 kohm, 1/4W - polarizz. base amplificatore  
 R5: 180 ohm, 1/4W - filtro alimentaz. oscillatore  
 R6: 1,2 kohm, 1/4W - opzionale per guadagno BF  
 C1: 150 nF, 50V - accoppiamento BF d'ingresso  
 C2: 56 nF, 50V - compensaz. frequenza BF  
 C3: 1000 uF, 16V - filtro alimentaz.  
 C4: 100 nF, 50V - filtro alimentaz.  
 C5: 100 nF, 50V - filtro alimentaz. oscillatore  
 C6: 10 pF, 50V - reazione oscillatore  
 C7: 220 pF, 50V - capacità di accordo oscillat.

C8: 220 pF, 50V - accoppiamento RF d'uscita  
 C9: 220 pF, 50V - filtro RF armoniche superiori  
 C10: trimmer 65 pF - accordo d'antenna  
 C11: 68 pF, 50V - accordo d'antenna  
 C12: non presente  
 C13: 100 nF, 50V - opzionale bypass amplificatore  
 C14: 10 uF, 50V - opzionale per guadagno BF  
 L1: vedi testo - bobina di accordo oscillat.  
 L2: induttanza 1 mH - accoppiamento modulatore  
 L3: induttanza 100 uH - accordo d'antenna  
 TR1: BC307 (PNP) o equivalente - oscillatore  
 TR2: BC548 (NPN) o equivalente - amplificatore  
 IC: LM386-N - amplificat. di modulazione

Quasi tutto il materiale elencato è di facile reperibilità, a parte l'induttanza L1 che va avvolta a mano o recuperata da qualche rottame di radio a transistor. Quella usata nel prototipo è stata avvolta su un cilindretto da 7mm di diametro, dotato di nucleo in ferrite regolabile, e consta di 100 spire a strati sovrapposti con presa centrale, filo da 0,2mm. Non trovando un supporto con nucleo si può avvolgere la bobina su un qualunque supporto isolante, e mettere in parallelo a C7 un piccolo condensatore semifisso, in modo da poter effettuare l'accordo del trasmettitore su una frequenza poco disturbata. Le altre due induttanze, L2 e L3, si trovano facilmente in commercio. I condensatori C3 e C4, bypass per l'alimentazione, possono essere inseriti in qualunque punto tra l'alimentazione e la massa. I due transistor non sono per niente critici: è possibile sostituirli con altri di diverso tipo, purché naturalmente si rispettino le polarità.

### Descrizione dello schema

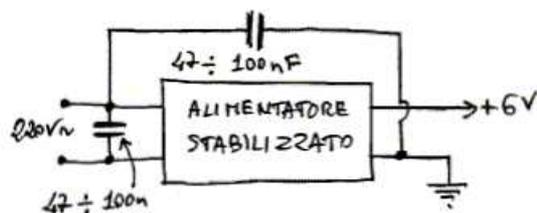
Il cuore del trasmettitore è rappresentato dall'oscillatore RF, disegnato nella parte bassa. Il circuito è un classico oscillatore Hartley. L1 e C7 determinano la frequenza di oscillazione. Con i valori indicati la frequenza può essere regolata tra 1200 e 1600kHz, ossia nella parte alta della banda AM. La forma d'onda nel punto **B** non dovrebbe discostarsi molto da una sinusoidale. Questo segnale viene usato per pilotare la base di TR2 che svolge la funzione di amplificatore di potenza. Prima di descrivere il funzionamento di quest'ultimo, osserviamo il modulatore. Si tratta di un comune amplificatore BF integrato, basato sull'economico **LM386**. L'ampiezza del segnale d'ingresso è regolabile mediante il potenziometro R1, che va aggiustato per avere un segnale d'uscita (punto **A**) della massima ampiezza possibile, ma senza fenomeni di saturazione. In questo modo si può ottenere una buona modulazione del segnale RF. L'uscita del modulatore alimenta, attraverso l'induttanza L2, l'amplificatore di potenza. Quest'ultimo (TR2) è un amplificatore ad emettitore comune operante in classe "C", ossia in grado di funzionare solo durante i cicli positivi del segnale d'ingresso. Infatti l'ampiezza del segnale sulla base porta il transistor a lavorare continuamente tra la saturazione (cicli positivi) e l'interdizione (cicli negativi). Dato che l'alimentazione varia secondo l'andamento della modulazione BF, il segnale presente sul collettore è una forma d'onda avente la frequenza del segnale

RF e l'ampiezza del segnale BF. Gli oscillogrammi **C1** e **C2** mostrano la forma d'onda presente sul collettore di TR2 rispettivamente in assenza o in presenza di modulazione. Si tratta di un segnale piuttosto complesso e anche piuttosto "sporco", come dimostra lo **spettrogramma** preso sempre nel punto **C**: tutte le righe "spurie" che precedono e seguono quella evidenziata non sono altro che armoniche e subarmoniche del segnale da trasmettere, che è meglio eliminare prima di mandare il segnale in antenna. A questo serve il gruppo di condensatori (C8 e C9) che elimina la bassa frequenza residua e le armoniche superiori. Il risultato è il segnale presente nel punto **D** (in assenza di modulazione); infine l'induttanza L3 costituisce il carico necessario per adattare l'antenna, che viene accordata tramite i due condensatori C10 e C11. Il segnale presente in **E** può dare un'idea dell'effetto operato dalle due celle di filtro. Notare che anche l'ampiezza dell'onda è notevolmente accresciuta rispetto agli oscillogrammi precedenti, per effetto degli elementi induttivi. Con l'analizzatore di spettro è possibile avere un quadro più preciso di ciò che si sta inviando in antenna: **(1)** in assenza di modulazione e **(2)** in presenza di modulazione. Insomma, ciò che si trasmette "in aria" è un segnale sufficientemente pulito, simile a quello che si vede in questo **oscillogramma**, rilevato tramite uno spezzone di filo posto nelle vicinanze dell'antenna trasmittente.

Il compensatore C10 serve per migliorare l'adattamento dell'antenna, e va regolato una volta per tutte in funzione dell'antenna installata. Quest'ultima è costituita da uno spezzone di filo lungo 3 metri, disposto verticalmente o comunque disteso.

### Alimentatore

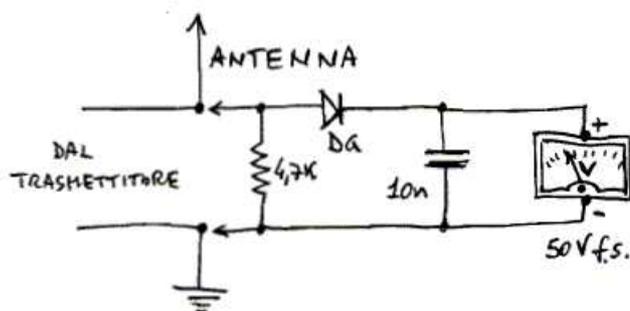
L'alimentatore di questo trasmettitore potrà essere di qualunque tipo, purché sia in grado di fornire una tensione compresa tra 6 e 9V con una corrente di qualche centinaio di mA. Bisogna però effettuare una piccola modifica, inserendo due condensatori che assicurino un facile passaggio della radiofrequenza verso la rete elettrica, come si vede nello schema sottostante.



Lo scopo dei due condensatori è duplice: in primo luogo forniscono una presa di terra per il trasmettitore, aumentandone l'efficienza; in secondo luogo servono a ridurre notevolmente il ronzio che altrimenti accompagnerebbe il segnale trasmesso.

### Misuratore d'uscita

Non avendo a disposizione altra strumentazione, è utile dotarsi di un misuratore del segnale d'uscita, allo scopo di controllare che il sistema oscilli, e per poter effettuare il necessario accordo d'antenna. Il misuratore più semplice si realizza mediante un diodo, un condensatore e un voltmetro in corrente continua, secondo lo schema che segue.



Il diodo **DG** può essere di qualunque tipo, purché al germanio (OA90, AA117, 1N34...). L'uso di un voltmetro analogico è consigliabile, in quanto consente di avere un'idea immediata dell'effetto delle regolazioni.

### Montaggio e taratura

Il montaggio di questo piccolo trasmettitore non comporta difficoltà: è sufficiente una piastrina forata di dimensioni adeguate per ospitare tutti i componenti. E' consigliabile mantenere un po' di spazio tra le varie parti in modo da evitare il rischio di accoppiamenti indesiderati. La piastrina potrà poi essere ospitata in un contenitore provvisto delle necessarie prese per il segnale d'ingresso e per l'antenna. Lascio questa parte alla fantasia e alla creatività di ciascuno.

A montaggio ultimato, sarà sufficiente collegare l'alimentazione per avviare le oscillazioni. Per essere sicuri che l'oscillatore funzioni e che la frequenza sia compresa nella banda delle onde medie basta avvicinare all'oscillatore una qualunque radio AM: variando la sintonia si deve trovare un punto in cui risulta evidente la presenza del segnale trasmesso. In questo modo si può cercare per tentativi il punto migliore della banda su cui fissare la propria frequenza di trasmissione.

Una volta collegata l'antenna e avendola disposta con cura, ben distesa e alta, si può procedere al suo accordo. Questo va eseguito col misuratore descritto nel paragrafo precedente, disposto tra la presa d'antenna e massa. Basterà ruotare il compensatore **C10** fino ad ottenere la massima lettura del voltmetro. Nelle migliori condizioni si misurerà una tensione intorno ai 15-20V.

Per finire si collega un segnale BF all'ingresso, prelevandolo per esempio da un lettore CD o da un sintonizzatore FM. Il segnale presente sull'uscita "cuffia" del PC andrà ugualmente bene. Non avendo a disposizione un oscilloscopio per poter controllare la profondità di modulazione, la taratura andrà effettuata ad orecchio, semplicemente ascoltando con una radio AM posta nelle vicinanze il segnale trasmesso. Agendo a questo punto su **R1** si potrà notare come un eccessivo abbassamento del segnale porti ad un affievolimento della ricezione con un conseguente aumento del rumore di fondo; viceversa un eccessivo innalzamento produce una ricezione distorta, con un caratteristico suono "cartaceo". La regolazione accurata permette di ottenere la massima potenza con la minima distorsione.

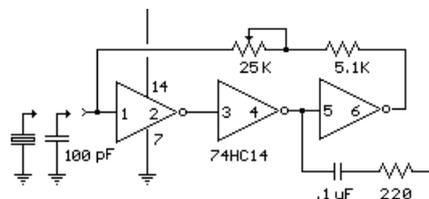
A questo punto la taratura è ultimata. Allontanandosi col ricevitore di prova, sempre restando nell'ambito domestico o condominiale, dovrebbe essere possibile ricevere con chiarezza il programma trasmesso. La potenza è sufficiente anche per pilotare un ricevitore a galena presente entro qualche decina di metri. Se si dovesse notare la presenza di qualche stazione o sorgente di disturbo coincidente con la frequenza trasmessa, sarà necessario ritoccare la frequenza dell'oscillatore. In questo caso andrà ripetuto anche l'accordo d'antenna.

### Miglioramenti e modifiche

Il progetto appena presentato è in grado di soddisfare le esigenze dell'appassionato di radio d'epoca, mettendogli a disposizione un buon segnale radio adatto per l'ascolto con qualunque ricevitore. La potenza è adeguata, e in certi casi potrebbe essere eccessiva a seconda della distanza del ricevitore e della qualità dei suoi circuiti. Questo inconveniente si verifica con facilità nei ricevitori dei primi anni '30, studiati per avere il massimo della sensibilità magari a scapito della selettività. Potrebbe essere necessario dover ridurre l'ampiezza del segnale d'uscita per evitare la saturazione dello stadio d'ingresso. Ciò può essere effettuato inserendo una resistenza di adeguato valore tra antenna e massa. Un piccolo potenziometro da 4,7kohm potrà servire adeguatamente allo scopo.

Nel caso opposto, ossia volendo aumentare la portata del trasmettitore, la prima cosa da fare sarà agire sull'antenna, aumentandone la lunghezza e disponendola in modo corretto. Si veda a questo proposito la pagina dedicata alle [antenne](#). Naturalmente, una volta sostituita l'antenna occorrerà agire sulla cella di accordo, diminuendo il valore dell'induttanza di carico **L3** e magari eliminando la capacità **C11**. Un ulteriore aumento della potenza si può ottenere aumentando la tensione di alimentazione, fino a portarla a 12V. Per spingersi oltre questa tensione occorre sostituire alcune parti, per esempio l'amplificatore di modulazione. E' bene comunque tener presente che le attuali leggi proibiscono le trasmissioni in onde medie con potenze superiori ai 100mW, e che il nostro trasmettitore emette non solo alla frequenza nominale, ma anche su una serie di frequenze armoniche che possono essere di potenziale disturbo per varie apparecchiature poste nelle vicinanze, anche non immediate.

Per chi volesse controllare il proprio oscillatore con un quarzo, allo scopo di migliorare la stabilità della frequenza emessa, esistono numerosi schemi di oscillatori adatti allo scopo. Uno di questi, al quale sono molto affezionato, fa uso di un circuito c-mos digitale e di pochissimi componenti esterni oltre al quarzo:



Nello schema qua sopra è possibile utilizzare un qualunque quarzo, purché di frequenza nominale compresa nella gamma delle onde medie, oppure un semplice condensatore da 100 pF. In questo caso sarà possibile variare la frequenza d'uscita mediante il potenziometro indicato. Questa può essere una soluzione interessante per chi non vuole avvolgere bobine d'induttanza.

Infine, potrà essere utile dotare il trasmettitore di un mixer audio d'ingresso, magari con un equalizzatore o almeno un controllo di tono, in modo da adattare il sistema a ricevere segnali provenienti da diverse sorgenti, compreso eventualmente un microfono.

### Componenti critici ed accessori

Chi volesse realizzare autonomamente questo progetto ma avesse difficoltà a reperire alcuni componenti critici, potrà trovare nella [bancarella](#) alcune delle parti di difficile reperibilità.

Volendo acquistare il trasmettitore già pronto e collaudato, è possibile optare tra le due opzioni [RS0701-PCB](#) e [RS0701-Charleston](#) descritte a parte.

### Conclusioni

Il piccolo trasmettitore presentato in questa pagina è un vero e proprio *micro-power transmitter*, in grado di fornire ottime prestazioni per la trasmissione in ambito locale di un segnale in onde medie. Di facile montaggio e messa a punto, non dovrebbe creare difficoltà neppure per il costruttore alle prime armi. Consiglio vivamente di esaminare con cura lo schema e di leggere con attenzione le spiegazioni prima di cominciare la costruzione. Il ricco corredo di immagini relative alle varie forme d'onda può servire a dare un'idea chiara del funzionamento in ogni sua parte. Naturalmente sono a disposizione di chiunque voglia ulteriori ragguagli o suggerimenti.



Torna alla pagina della [Tecnica](#)