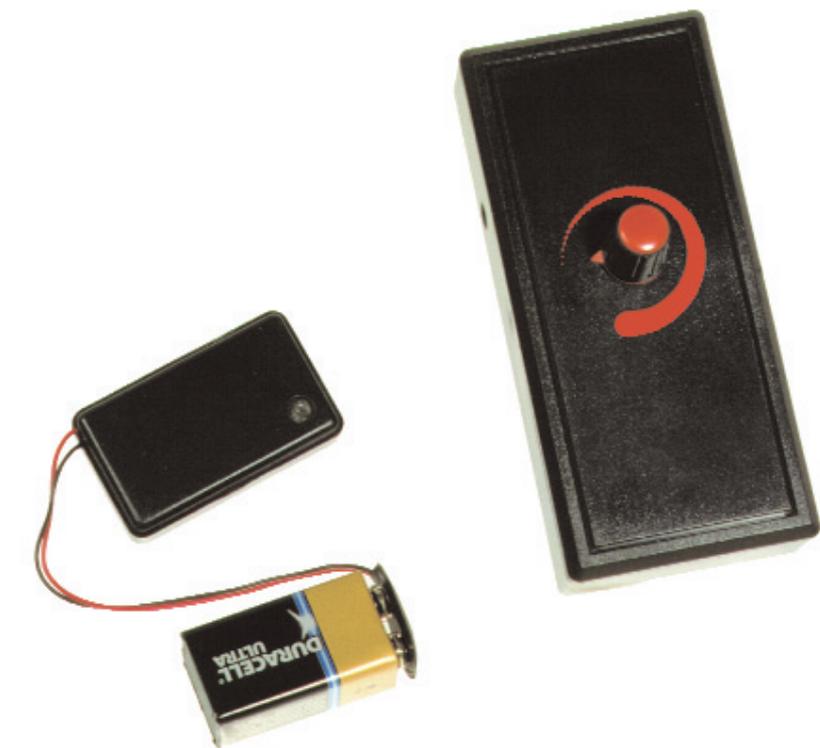


# FT406

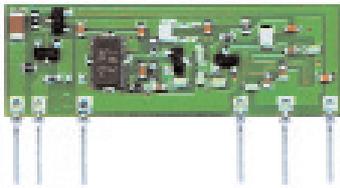
# MICROSPIA A 868 MHz

Nuove frequenze, nuovi progetti! Potrebbe essere lo slogan di una campagna pubblicitaria, se non fosse, in realtà, la sostanza del nostro lavoro. Infatti da sempre ci interessano le novità tecnologiche e le innovazioni di ogni genere, sfruttando le quali cerchiamo, al passo con i tempi, di proporre idee all'avanguardia e progetti sempre aggiornati. Il sistema di trasmissione e ricezione audio proposto in questo articolo segue questa linea di pensiero perché ricalca le orme della tradizionale microspia, ma sfrutta accorgimenti circuitali di un certo rilievo: non solo opera nella nuova banda di frequenza degli 868 MHz, relativamente libera perché sono ancora pochi i sistemi che vi lavorano, ma è costruita impiegando normali moduli ibridi progettati per il radiocomando, facendovi transitare il segnale audio grazie ad un semplice artificio. In pratica, nell'unità trasmittente, abbiamo impiegato un modulo RF che lavora in AM con modulazione ON/OFF, riuscendo di fatto a modularne l'emissione con il segnale analogico ricavato da una capsula microfonica; scoprirete tra breve come abbiamo fatto. Nell'unità ricevente, progettata appositamente per rilevare il segnale trasmesso e renderlo udibile in un piccolo



altoparlante o in una cuffia mono, trovate ancora un ibrido destinato ai sistemi per il controllo a distanza, del quale una particolare uscita permette l'impiego con componenti analogiche invece che con i dati. Il tutto costituisce un sistema adatto a mille esigenze: dall'intercettazione ambientale al controllo remoto di locali in cui occorre un ascolto diretto, alla sorveglianza della stanza dei bambini, ecc. Troverete sicuramente le migliori applicazioni per questo sistema, che vogliamo spiegarvi per filo e per segno in modo da darvi gli strumenti

necessari a valutarne capacità e potenzialità d'impiego. Vediamo dunque lo schema elettrico dell'unità trasmittente, composto essenzialmente da un microfono electret, due stadi amplificatori a transistor, un driver di modulazione (sempre a transistor) e l'ibrido trasmettitore; il tutto è alimentato con 9 V, sebbene sia stato previsto un regolatore di tensione integrato che serve a fornire all'ibrido i 5 volt di cui necessita per il buon funzionamento. Il microfono capta voci, suoni e rumori nell'ambiente dove è collocato, restituendo una tensione



*Il sistema descritto in questo articolo utilizza nella sezione a radiofrequenza due moduli Aurel in grado di lavorare nella nuova banda di frequenza a 868 MHz.*



variabile tra i propri estremi; C4 porta questo segnale alla base del T1, che forma il primo stadio preamplificatore microfonico. In cascata ad esso si trova un amplificatore identico, che riporta la componente BF in fase con quella generata dal microfono e contribuisce ad elevarne il livello fino a circa 1 volt. Gli stadi hanno entrambi la stessa configurazione: ad emettitore comune con retroazione parallelo-parallelo. Il condensatore C5 provvede al disaccoppiamento in continua tra il primo e il secondo stadio preamplificatore, e C8 fa lo stesso tra l'uscita del secondo stadio e l'ingresso del modulatore AM. Quest'ultimo è sostanzialmente un transistor NPN che regola il potenziale di alimentazione del modulo ibrido trasmittente. Infatti con

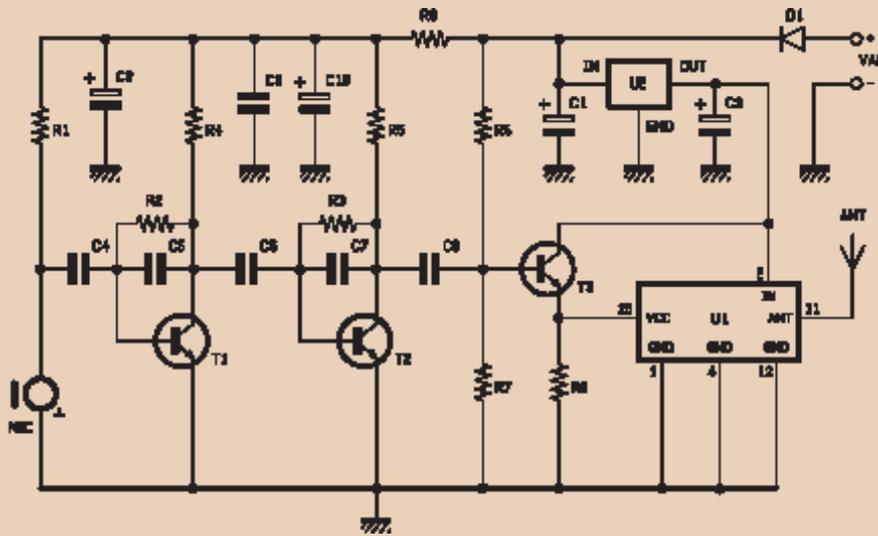
l'attuale configurazione circuitale U1 è sempre acceso e genera in continuazione la portante a 868 MHz, perché il piedino 2 è posto fisso a 5 volt (quelli ricavati dal regolatore integrato 7805). Chi dà l'alimentazione al pin 15 del trasmettitore è l'emettitore del T3, la cui base è polarizzata a riposo dal partitore R6/R7; quando il microfono capta qualcosa, il potenziale variabile che esso genera si somma a quello di polarizzazione, quindi l'emettitore del T3 restituisce un segnale modulato che varia il potenziale che alimenta l'ibrido. Per forza di cose, la potenza RF emessa dall'oscillatore di quest'ultimo varia leggermente seguendo l'andamento della componente audio. L'antenna collegata al piedino 11 irradia dunque nell'etere un segnale radio modulato in ampiezza. Del circuito trasmittente va notato essenzialmente un particolare: la rete di polarizzazione di T3 (quindi il potenziale di

alimentazione a riposo del modulo TX-8LAVSA05) è stata dimensionata per ottenere la massima efficienza di modulazione nella gran parte degli ibridi; comunque può darsi che in taluni casi sia necessario ritoccare i valori dei componenti, in special modo quello del resistore R6. Infatti il dimensionamento di tale rete è stato condotto basandosi su un campione e sui valori tipici dichiarati dal costruttore, ma può capitare che proprio il vostro modulo esiga un trattamento leggermente diverso. Inoltre, siccome il guadagno della sezione di bassa frequenza è costante e nel circuito non c'è alcun AGC, dovete fare attenzione a non parlare troppo vicino al microfono, altrimenti arrivate alla sovr modulazione: in altre parole, le ondulazioni della tensione di alimentazione del TX non seguono più l'involuppo della componente audio e in ricezione la voce risulta affetta da una certa

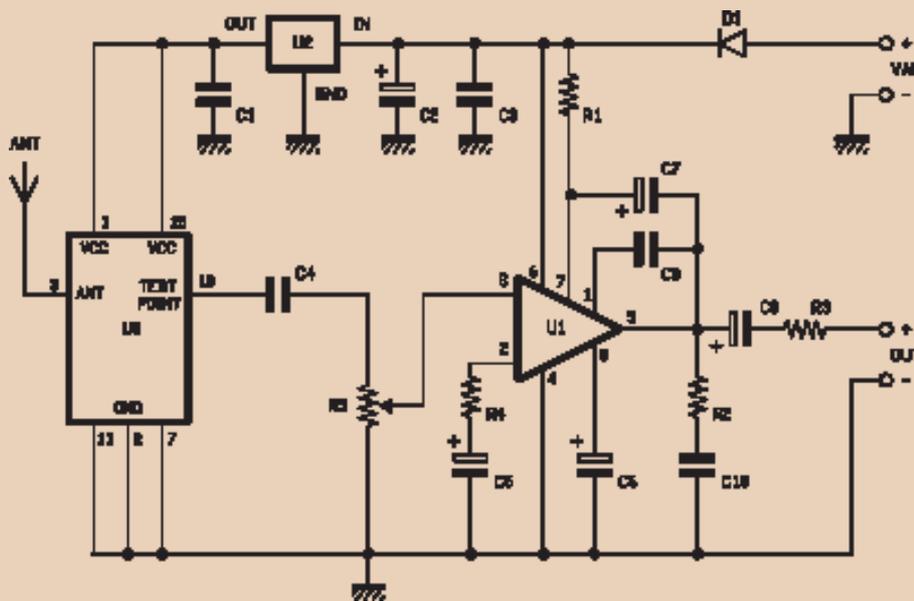
## IL TRASMETTITORE TX-8LAVSA05

La sezione trasmittente impiega un modulo ibrido che esternamente si presenta come tutti i TX Aurel: ha sei piedini ed è basato su un oscillatore radio operante ad 868 MHz e capace di fornire una potenza massima di +7 dBm su 50 ohm di impedenza, con 5 volt d'alimentazione. Ma la cosa più importante è che appartiene alla nuova serie di ibridi progettati per lavorare a 3 volt, dunque anche sottoposto a tale tensione riesce ad emettere almeno 5 milliwatt (sempre su un'antenna da 50 ohm). All'interno del componente si trova una logica che accende e spegne l'oscillatore in base allo stato logico applicato al pin di modulazione (2): finché questo è mantenuto a zero, la sezione RF è spenta e non assorbe nulla (gli stati ON/OFF sono controllati con un mosfet che, quando è spento, isola il resto del modulo dal piedino 15) mentre passando a 1 vengono accesi l'oscillatore e il modulatore: in questa condizione l'antenna (collegata al piedino 11) emette la portante radio ad 868 MHz.

## schema elettrico DEL TRASMETTITORE



## schema elettrico DEL RICEVITORE



distorsione. Il discorso sulla polarizzazione del T3 si allaccia un po' a questo, perché se è vero che con i valori adottati qualsiasi modulo è acceso e trasmette, va anche precisato che quando il potenziale di alimentazione restituito dall'emettitore

fluttua a causa del segnale audio, non è certo che l'ampiezza dell'onda RF irradiata dall'antenna possa seguirlo in entrambe le semionde. Quindi, se l'ascolto risulta distorto dovete giocare sul valore della resistenza R6 per cercare di farlo diventare

più nitido possibile.

L'intero minitrasmittitore viene alimentato tra i punti Val con una tensione di 9 volt, prelevata da una pila piatta, possibilmente alcalina; l'assorbimento in trasmissione è di circa 50 mA. Come vedete, la sezione di bassa frequenza

## LA TARATURA DEL TRASMETTITORE

*Il modulo che usiamo per la trasmissione è stato progettato per funzionare in on/off, quindi per sua natura non vede di buon occhio i segnali analogici; per farglieli accettare abbiamo fatto ricorso a un artificio consistente nel disporlo sempre in trasmissione, modulando la tensione che lo alimenta.*

*A ciò provvede T3, che a riposo riceve una polarizzazione tale da fornire all'ibrido un potenziale che ne consente una discreta modulazione attorno al punto di lavoro. I componenti della rete di polarizzazione sono stati calcolati per ottenere la massima escursione della portante in entrambe le semionde del segnale modulante, tuttavia se doveste rilevare troppa distorsione (a patto che non derivi dall'eccessiva vicinanza tra trasmettitore e ricevitore o a disturbi radioelettrici) potete ritoccare il valore della R6; magari sostituite questa con un trimmer da 4,7 Kohm con in serie una resistenza da 2,2 Kohm. Regolate il trimmer in modo da ottenere una tensione di 4 volt continui sull'emettitore di T3 (per la misura della tensione potete utilizzare un comune tester). Questa verifica va effettuata con il microfono scollegato ovvero mettendo i terminali del microfono in corto circuito in modo che il segnale captato non influisca sulla tensione misurata.*

*Successivamente, dopo aver ripristinato i collegamenti, ritocate nuovamente il trimmer per una regolazione fine da effettuare "ad orecchio". Infine dissaldate il trimmer e con un tester misurate la resistenza in modo da ricavare il valore corretto di R6 (tenendo ovviamente conto della resistenza da 2,2 Kohm collegata in serie) per poi montare sulla basetta una resistenza fissa di valore quanto più possibile simile a quello misurato. Disponendo di un generatore di segnali e di un oscilloscopio è possibile effettuare una taratura più precisa, verificando l'andamento delle semionde ed intervenendo su R6 in modo da ottenere un "taglio" perfettamente simmetrico.*

funziona direttamente con il potenziale a valle del diodo di protezione D1; invece il modulatore e il TX, per ovvi motivi, hanno un'alimentazione stabilizzata: altrimenti ne risulterebbe una modulazione imprecisa.

Occupiamoci ora del ricevitore osservando innanzitutto lo schema elettrico relativo: si

tratta sostanzialmente di un completo RX a 868 MHz basato sul modulo RX-8L50SA70SF; anche qui trovate un componente specifico per radiocomandi, che con un accorgimento può diventare un sensibile stadio ricevitore e demodulatore per la BF. Il modulo SMD contiene un completo ricevitore

supereterodina accordato ad 868,3 MHz provvisto di sintonizzatore a conversione di frequenza, demodulatore AM, e squadratore di uscita; ha buona sensibilità in antenna (-100 dBm) e una selettività di  $\pm 300$  KHz, ottima, considerando che si lavora a ben 868 MHz. D'altra parte, la selettività è il grande pregio delle circuitazioni supereterodina, quello che le rende superiori ai ricevitori superreattivi. Il modulo richiede una tensione di alimentazione di 5 volt, ed è per questo che nello schema elettrico lo vedete alimentato tramite il regolatore U2, un 7805 ad esso dedicato. L'ibrido lavora nella configurazione tipica, salvo che per un particolare: preleviamo il segnale demodulato non dal piedino 14 ma dal 13; infatti quest'ultimo è effettivamente l'uscita del demodulatore AM, mentre il 14 dà il segnale squadrato da un comparatore di tensione, senz'altro utile quando si debbono ricevere portanti modulate da impulsi rettangolari, ma inadatto al nostro caso. Già, perché il segnale trasmesso dal TX è modulato da una componente analogica, quindi deve essere ripreso tale e quale e non squadrato. Per il resto, il ricevitore SMD è connesso come lo vedete di solito: i piedini 2, 7, 11, sono a massa, mentre quelli di alimentazione (pin 1 e 15) si trovano sulla linea positiva, ovvero all'uscita del regolatore 7805. L'antenna è chiaramente collegata al piedino 3. Dal 13 preleviamo il segnale audio demodulato, che

sostanzialmente rispecchia quello generato dalla capsula microfonica (MIC) dell'unità trasmittente; lo portiamo (con il condensatore di disaccoppiamento C4) ai capi del potenziometro R5, il quale funziona da controllo del volume, giacché ci permette di regolare il livello della BF che entra nel piedino 3 dell'U1. Quest'ultimo integrato è un amplificatore monolitico di piccola potenza (max 2 W su un altoparlante da 8 ohm e con alimentazione di 14 Vcc) che attualmente è configurato per elevare di circa 40 volte il livello di ingresso: il guadagno dipende dalla resistenza R4, che insieme ad una resistenza interna dell'IC costituisce la rete di retroazione. C5 provvede al disaccoppiamento in continua della predetta retroazione, mentre C10 forma, insieme a R2, la rete di compensazione delle variazioni di impedenza del carico. Il condensatore C8 filtra le frequenze al di sopra della banda audio, mentre C7 provvede al bootstrap; l'elettrolitico C9 disaccoppia in continua l'uscita dall'altoparlante (sul quale altrimenti si scaricherebbe la corrente continua dovuta alla polarizzazione) lasciando passare solo il segnale BF. Infine, R3 protegge l'uscita da eventuali cortocircuiti dei morsetti OUT; se usate una cuffia, potete aumentarne il valore fino a  $22 \div 47$  ohm, in modo da evitare di assordarvi con piccoli movimenti della manopola del volume. Il ricevitore funziona anch'esso con una pila alcalina da 9 volt, sebbene nulla vieti di applicargli ai punti Val una



**Il ricevitore è stato alloggiato all'interno di un piccolo contenitore plastico munito di alloggiamento per la pila a 9 volt che fornisce alimentazione al circuito. L'interruttore di accensione fa capo al jack di uscita: inserendo lo spinotto della cuffia o dell'auricolare il circuito viene alimentato. Mediante l'unico controllo disponibile è possibile regolare il livello del segnale audio di uscita.**



**Il trasmettitore a montaggio ultimato. Come si vede nell'immagine, tutti i componenti trovano posto all'interno di un contenitore plastico le cui dimensioni sono simili a quelle della pila a 9 volt che alimenta il dispositivo. Come antenna abbiamo utilizzato uno spezzone di filo lungo 9 centimetri.**

tensione continua di  $9 \div 14$  V; la corrente richiesta è dell'ordine dei 350 milliampère se utilizzate un altoparlante da 8 ohm al massimo del volume, mentre bastano anche solo  $70 \div 80$  mA se usate una cuffia da 32 ohm.

**L'articolo completo del progetto è stato pubblicato su:**

**Elettronica In n. 65  
Dicembre / Gennaio 2002**