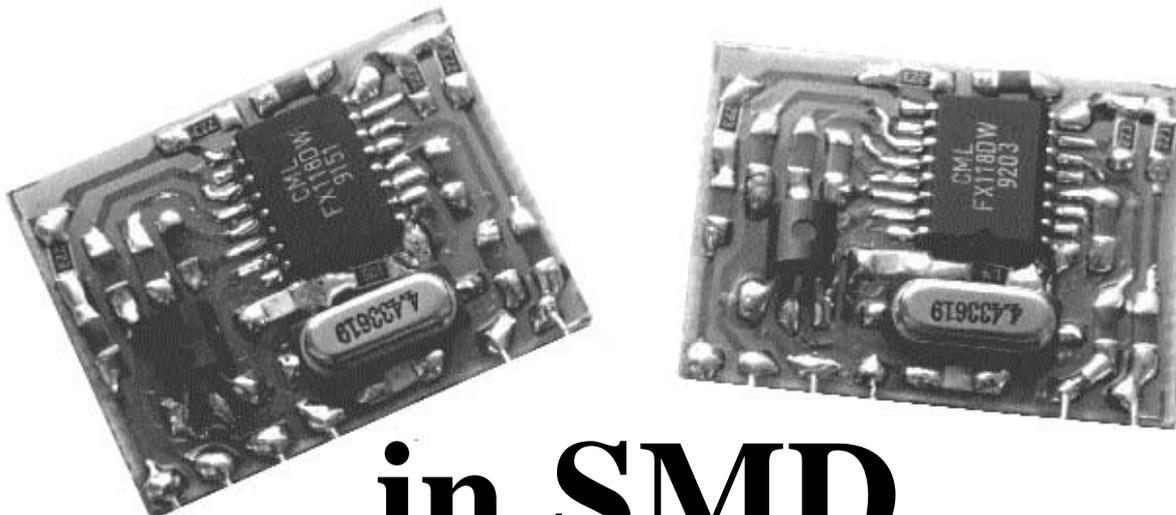


SCRAMBLER



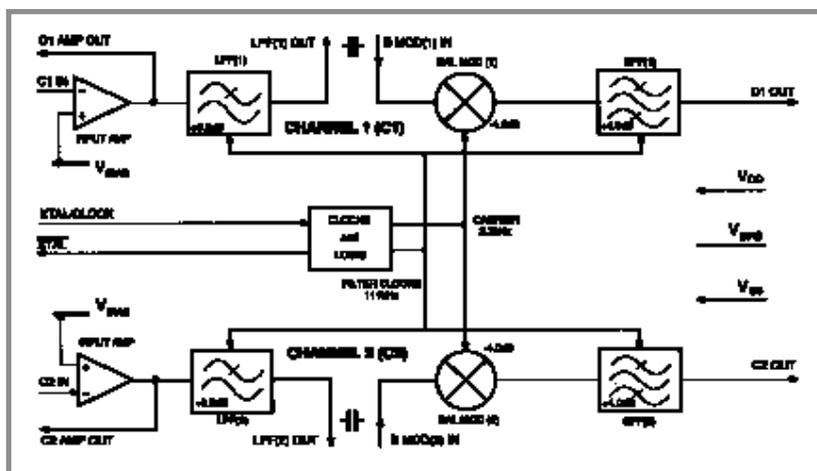
in SMD

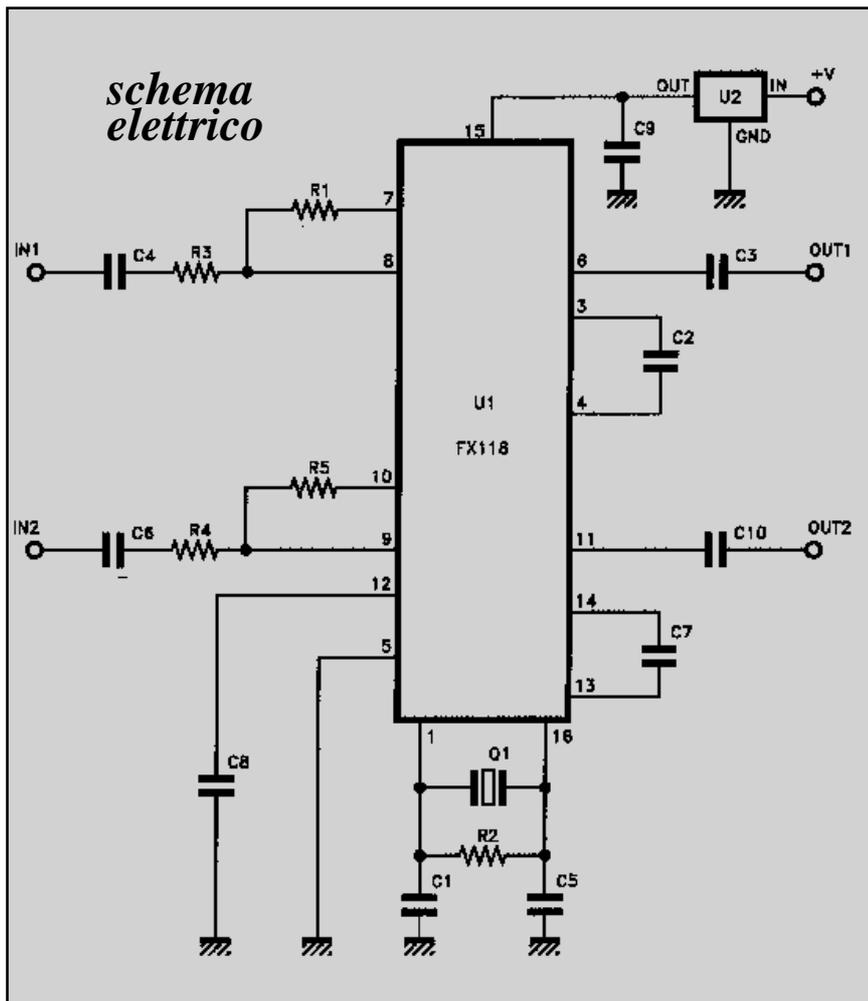
Per rendere incomprensibili le vostre comunicazioni via radio. Facilmente adattabile a qualsiasi apparato ricetrasmittente grazie alle dimensioni particolarmente contenute ottenute facendo uso di componenti a montaggio superficiale. Funzionamento full-duplex, connessioni passo 2,54 mm. Disponibile in scatola di montaggio.

di Arsenio Spadoni

Da quando è stata inventata, la radio rappresenta sicuramente il mezzo più comodo e abbordabile per comunicare a distanza; non a caso sono moltissimi coloro che, provvisti di un semplice CB, di un apparato VHF o di un bibanda, quotidianamente parlano con radioamatori anche molto distanti o semplicemente ascoltano le loro trasmissioni. Tuttavia la radio, per il fatto di usare come mezzo di propagazione l'etere, non è un sistema a circuito chiuso; quando cioè si trasmette un segnale nell'etere questo non giunge solo al corrispondente, ma si diffonde in una zona più o meno vasta e può essere captato ed ascoltato da chiunque possieda un ricevitore radio accordato sulla stessa frequenza. E' dunque evidente che in una comunicazione tra due radioamatori si può intrufolare senza diffi-

coltà un terzo incombodo. Una soluzione per evitare interferenze in una conversazione via radio potrebbe essere quella di utilizzare una frequenza al di fuori delle solite bande radioamatoriali; in tal modo diverrebbe difficile trovare qualche curioso che vi si possa sintonizzare. Tuttavia, in considerazione dell'elevata diffusione degli scanner, anche quest'ultima soluzione serve a ben poco. L'avvento dello scanner ha reso fin troppo "pubbliche" le radiocomunicazioni, anche quelle dei corpi di pubblica sicurezza che di solito dovrebbero essere riservate. Contro l'intrusione nelle radiocomunicazioni esiste da tempo un rimedio: la codifica dei segnali trasmessi; in tal modo chiunque si introduca in una comunicazione per ascoltarla non potrà comprendere quello che si dice, a meno

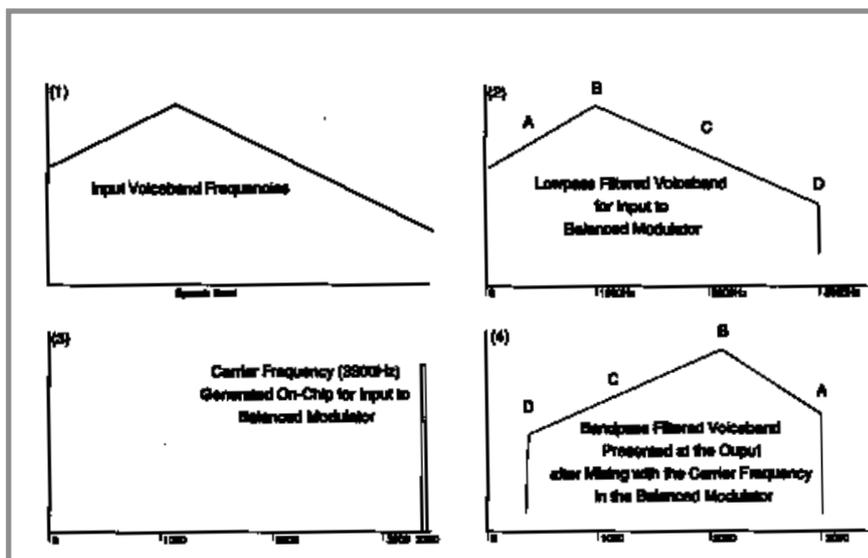




di non conoscere il sistema di codifica e di possedere un adatto decodificatore. In campo radio ed anche in telefonia questo tipo di codificatore viene chiamato scrambler. Scrambler deriva dal verbo inglese "to scramble" che significa mescolare, mischiare disordinata-

mente. Lo scrambler è appunto un dispositivo che trasforma la voce in una combinazione di suoni incomprensibile; per riuscire a comprendere il segnale elaborato dallo scrambler occorre farlo entrare in un altro scrambler uguale al primo, così da decodificarlo.

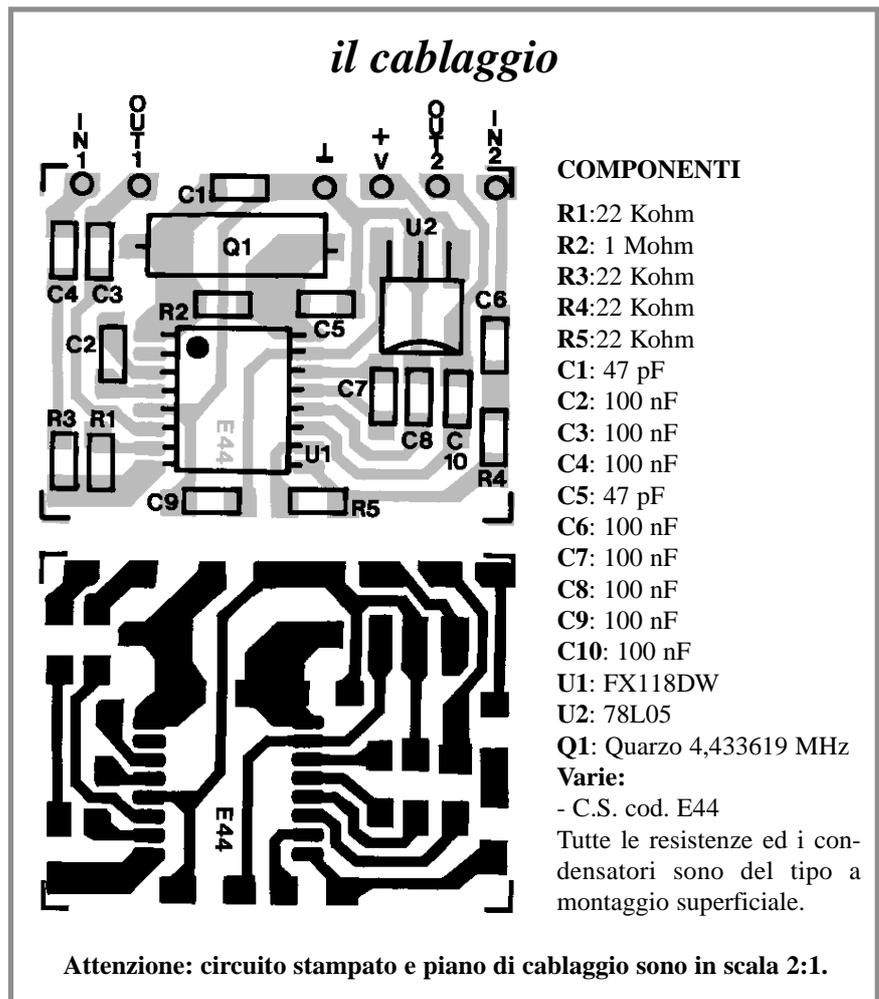
Esistono attualmente diversi scrambler, più o meno complessi: ad inversione di banda, ad inversione di banda con codifica, digitali ed altri ancora. Lo scrambler più semplice e forse il più usato è quello ad inversione di banda; esistono integrati come ad esempio il COM9046 o l'FX118 che svolgono proprio questa funzione, offrendo due sezioni identiche per poter svolgere il loro compito in duplex, cioè su un ricetrasmittitore. E' appunto uno dei due integrati, l'FX118, che abbiamo utilizzato per mettere a punto un nuovissimo progetto di scrambler ad inversione di banda; il circuito è molto semplice ed affidabile, consuma pochissimo ed è alimentabile perfino con 3 volt in continua. Non solo, questo nuovo scrambler offre dimensioni ridottissime sia per quanto riguarda la superficie occupata, che per lo spessore, estremamente ridotto (circa 3 millimetri!); e in più si presta al montaggio in verticale, perché prevede tutti i punti di connessione con l'esterno (ingressi, uscite, alimentazione) da un solo lato del circuito stampato e tutti in linea a passo 2,54 mm. Questo significa che lo scrambler può essere innestato in uno zoccolo da circuito integrato senza alcun problema; occupa ovviamente una sola fila di piedini. Tutto ciò è stato ottenuto non con un miracolo, ma adottando esclusivamente componenti adatti al montaggio superficiale, ovvero chip SMD. Perfino l'integrato scrambler è in SMD. Si tratta quindi di un progetto tecnologicamente avanzato che può essere inserito praticamente dappertutto: in apparati CB, in ricetrasmittitori VHF, nei telefoni cordless, negli apparecchi telefonici. La scelta della tecnologia a montaggio superficiale è, in questo caso, obbligatoria perché non esistono altri modi per ottenere tutte le caratteristiche del nostro circuito con componenti tradizionali. Ovviamente l'SMD comporta maggiori difficoltà di realizzazione perché richiede precisione e attrezzi idonei per la saldatura.



I grafici illustrano il principio di funzionamento degli scrambler ad inversione di banda. Nel nostro caso la frequenza di battimento è di 3.300 Hz.

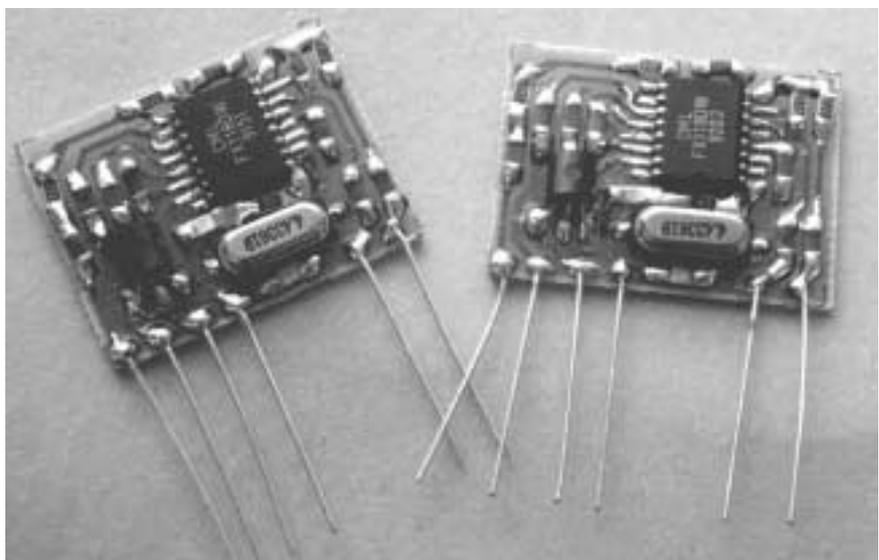
Tuttavia non è poi difficile mettere a punto il circuito, soprattutto con un po' d'esperienza. Passiamo quindi allo studio dello scrambler, che come abbiamo detto è del tipo ad inversione di banda. Questo termine significa che per rendere incomprensibile il segnale vocale lo scrambler provvede a ribaltarne la banda passante rispetto ad una frequenza di riferimento. Praticamente se si disegnasse la banda passante su un foglio di carta e la si limitasse, ad esempio, a 3000 Hz, per capire cosa fa lo scrambler ad inversione di banda basterebbe ruotare la curva disegnata rispetto all'asse corrispondente alla frequenza di 3000 Hz; cioè l'operazione effettuata dallo scrambler si traduce nell'immagine speculare (simmetrica rispetto all'asse dei 3000 Hz) della banda di frequenze. L'inversione di banda viene operata dall'integrato FX118 che è lo scrambler vero e proprio; per funzionare questo componente richiede qualche condensatore e qualche resistenza esterni, oltre ad un quarzo. Vediamo dunque a cosa servono i componenti esterni e come lavora l'FX118; per questo è utile lo schema a blocchi pubblicato in apertura al quale facciamo riferimento. Per poter compiere l'inversione di banda l'FX118 effettua un battimento tra una frequenza fissa e le varie frequenze della banda passante; esistendo una frequenza fissa occorre limitare in alto la banda passante, per tenerla sempre al di sotto di essa. Ecco quindi che il segnale che entra in una sezione (il nostro integrato è composto da due parti uguali) viene subito fatto passare attraverso un filtro passa-basso che ha lo scopo di tagliare tutte le frequenze al di sopra dei 3000 Hz; per poter disporre di una banda più larga possibile il filtro ha una pendenza di taglio enorme: si tratta infatti di un filtro del decimo ordine (pendenza di taglio di 60 dB/oct). Questo permette di avvicinare molto la frequenza limite superiore a quella di riferimento, che per l'FX118 con quarzo da 4,433619

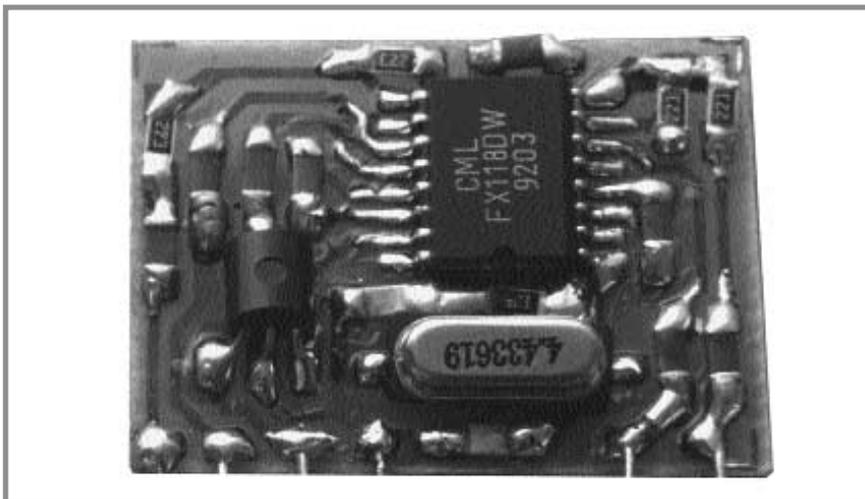
Nella foto, una coppia di scrambler a montaggio ultimato. I terminali di collegamento presentano un passo di 2,54 millimetri.



MHz è di 3300 Hz. L'inversione vera e propria avviene in un modulatore ad anello (Bal. Mod. dello schema a blocchi): il battimento tra la frequenza fissa (3300 Hz) e le frequenze della banda passante produce due ordini di frequenze, cioè le frequenze somma e le fre-

quenze differenza. Un apposito filtro passa banda posto immediatamente all'uscita del modulatore provvede ad eliminare le frequenze somma, lasciando le frequenze differenza. Il filtro passa banda dell'FX118 è del quattordicesimo ordine. Il risultato del batti-





mento è che una frequenza di 1000 Hz in ingresso diventa di 2300 Hz (3300-1000), una frequenza di 300 Hz diventa di 3000 Hz, una frequenza di 3000 Hz diventa di 300 Hz; praticamente la frequenza più bassa viene convertita in quella più alta e viceversa. I condensatori C2 e C3 servono per portare il segnale dall'uscita del filtro passabasso all'ingresso del modulatore ad anello del rispettivo canale, mantenendo il necessario disaccoppiamento in continua. C8 serve invece a filtrare l'alimentazione di polarizzazione degli amplificatori d'ingresso dell'integrato (Vbias). Il guadagno degli amplificatori d'ingresso (dei due canali) è regolabile mediante l'opportuna scelta dei valori delle resistenze di retroazione (R1 per un canale e R5 per l'altro) e di quelle d'ingresso (R3 per un canale e R4 per l'altro). In linea di massima il guadagno dell'amplificatore d'ingresso di ciascun canale è uguale al rapporto tra il valore della resistenza di retroazione e quello della resistenza d'ingresso. C4 e C6 provvedono al disaccoppiamento degli ingressi, mentre C3 e C10

servono al disaccoppiamento delle uscite. Gli elementi esterni del generatore di clock (necessario per ricavare i 3300 Hz per i modulatori e la frequenza di riferimento per i filtri digitali) sono il quarzo Q1, la resistenza R2 ed i condensatori C1 e C5. L'FX118 viene alimentato a 5 volt stabilizzati dal regolatore di tensione integrato 7805. Come abbiamo visto il circuito è strutturalmente e concettualmente semplice; il regolatore di tensione è stato inserito perché negli apparati radio si trovano solitamente tensioni più alte dei 5,5 volt massimi sopportabili dall'FX118. Ora che conosciamo il nuovo scrambler possiamo occuparci della sua realizzazione, che va fatta usando componenti in SMD ed una piastrina di vetronite ramata opportunamente incisa seguendo la traccia del lato rame pubblicata; anche se abbiamo detto che il circuito richiede esclusivamente componenti per il montaggio superficiale, un'eccezione può essere fatta (e noi l'abbiamo fatta) per il regolatore di tensione integrato 78L05. Si può infatti utilizzare un normale componente per montaggio

tradizionale, tagliando poi i terminali fino a lasciarli lunghi non più di tre millimetri; occorre però un regolatore in contenitore plastico TO-92, la cui parte piatta va appoggiata alla piastrina ramata. I terminali vanno allora piegati fino a farli toccare con le piste sottostanti, allorché si esegue la saldatura. Per il montaggio e per il posizionamento sulle rispettive piazzuole di tutti i componenti, esclusi i due integrati che sono relativamente grandi, conviene servirsi di una piccola pinzetta a molla; per la saldatura consigliamo un saldatore da non più di 20 watt con una punta molto sottile. Lo stagno deve essere un filo sottile, di diametro non superiore a 1 millimetro. Per tutti i componenti consigliamo di tenere la punta del saldatore su ciascuno di essi per il minimo tempo possibile; diciamo non più di 4 o 5 secondi consecutivi. Per le connessioni con l'esterno si possono scegliere diverse strade: ad esempio si possono estrarre da uno zoccolo con contatti a molla alcuni contatti oppure si può usare una striscia di punta a rompere da 13 pin, a passo 2,54 millimetri. Si possono usare anche pezzi di terminali di resistenze e condensatori (non in SMD ovviamente). Lo scrambler si collega poi molto facilmente: all'ingresso si manda l'uscita BF (segnale di linea) del ricetrasmittitore radio e dall'uscita si preleva il segnale invertito, da amplificare poi nuovamente; il secondo canale si usa invece per la trasmissione, quindi al suo ingresso va applicato il segnale prodotto dal microfono e dalla sua uscita si preleva il segnale da mandare poi all'ingresso BF o microfonic del ricetrasmittitore. Ovviamente a seconda dell'impiego si può decidere di cambiare il guadagno in tensione di uno o di entrambi i canali; ad esempio il canale riservato al microfono potrebbe avere guadagno unitario, mentre quello riservato alla ricezione potrebbe avere guadagno maggiore, a seconda dell'amplificatore usato per l'ascolto. Per il collaudo occorre mettersi d'accordo con una persona che ha uno scrambler uguale (bisogna costruirne due) ed effettuare una conversazione con i dispositivi collegati come detto. Nella pratica converrà prevedere uno o più deviatori per inserire o disinserire lo scrambler quando serve.

PER LA SCATOLA DI MONTAGGIO

Il progetto descritto in queste pagine è disponibile in scatola di montaggio. Il kit (cod. FT109) comprende tutti i componenti (compresi i condensatori e le resistenze in SMD) l'integrato ed il circuito stampato. L'integrato FX118DW è disponibile anche separatamente al prezzo di 16,50 euro. Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige, 11 -21013-Gallarate (VA) tel. 0331/792287 fax 0331/778112.