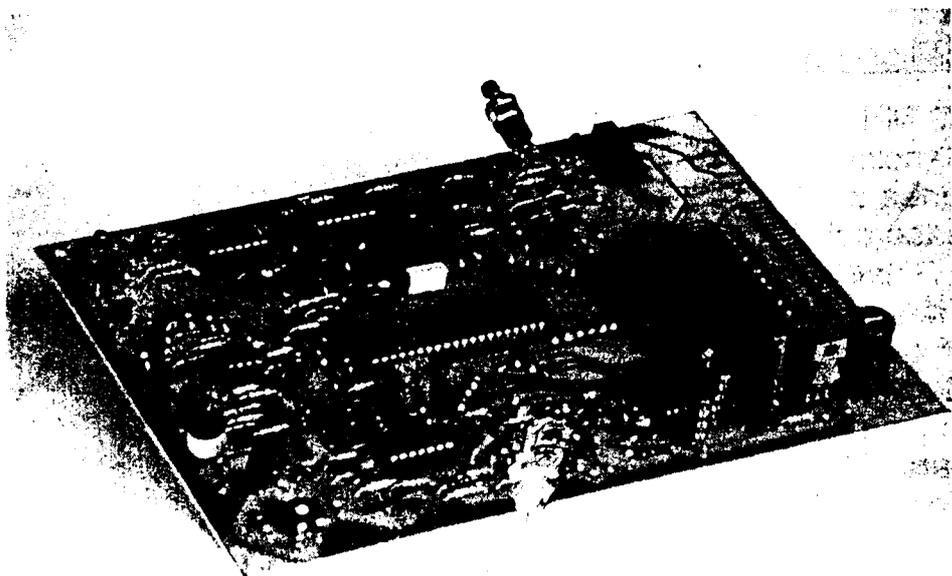


# Ripetitore digitale per ponti simplex

*Come realizzare un ponte ripetitore simplex facendo uso di un qualsiasi ricetrasmittitore e di un registratore/riproduttore allo stato solido.*

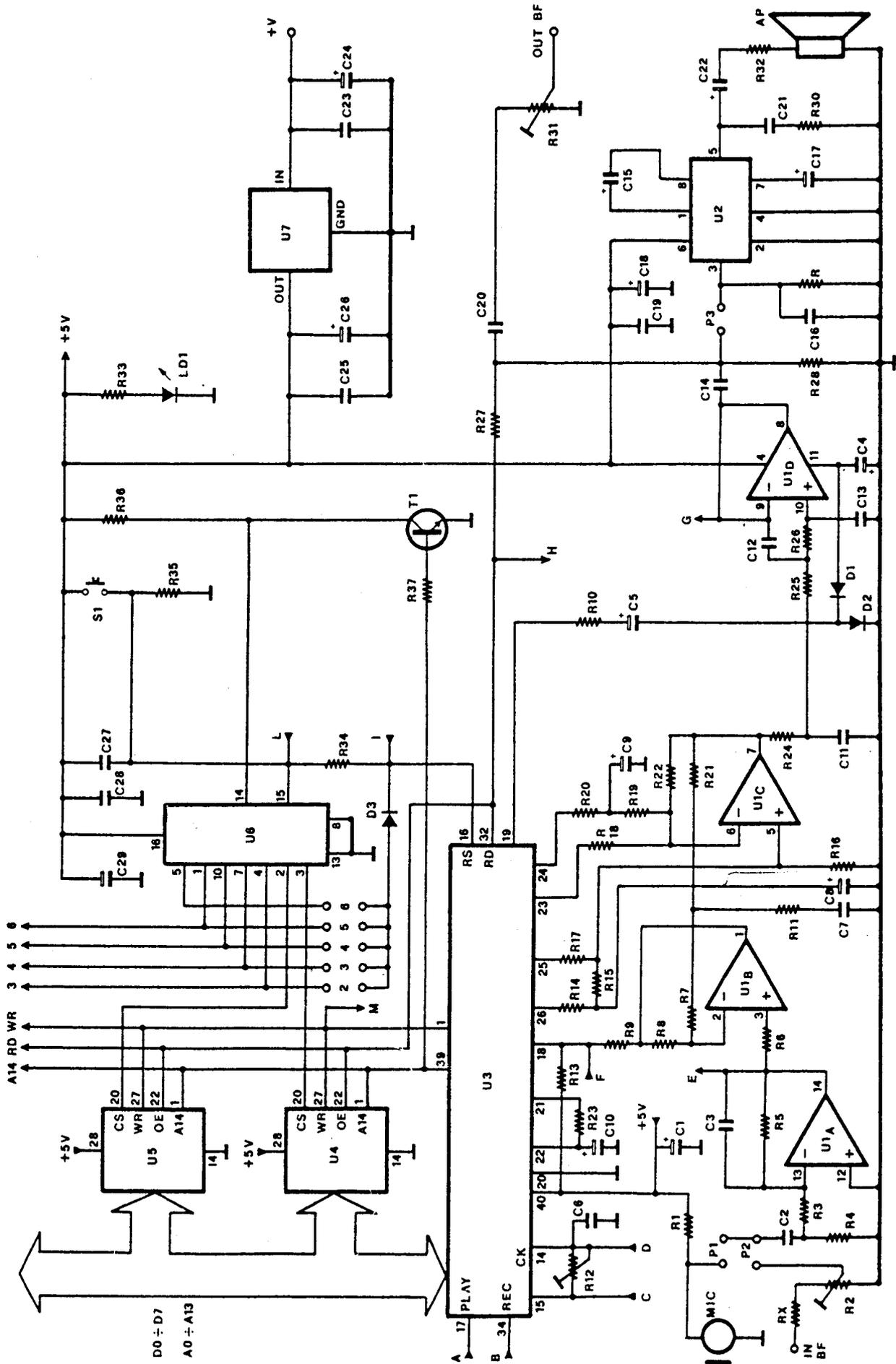
Questo dispositivo consente di realizzare un ponte ripetitore facendo uso di un normale ricetrasmittitore anziché di una specifica apparecchiatura. I ponti tradizionali con shift sono formati da un trasmettitore e da un ricevitore le cui frequenze di lavoro differiscono solitamente tra loro di 600 kHz. Così, ad esempio, il ponte R4 trasmette sui 145.700 MHz e riceve sui 145.100 MHz. Il segnale captato dal ricevitore viene ritrasceso dal TX. È evidente che per espletare la sua funzione, il ricevitore ed il trasmettitore del ponte debbono funzionare contemporaneamente con tutti i problemi che ciò comporta, specie se anche l'antenna è in comune. Un ponte di questo tipo presenta perciò un costo non indifferente. Non solo. L'utente deve disporre di un ricetrasmittitore con shift, ovvero di un apparato che, pur funzionando in simplex, sia in grado di trasmettere su una frequenza e ricevere su un'altra. Ritornando all'esempio precedente, per utilizzare correttamente un ponte R4, il ricetrasmittitore deve trasmettere sui 145.100 MHz e ricevere sui 145.700 MHz. Non tutti gli RTX dispongono di questa particolare funzione. A tale proposito l'esempio più esclamante è fornito dagli apparati CB. Se, per ipotesi, esistesse un ponte ripetitore con shift



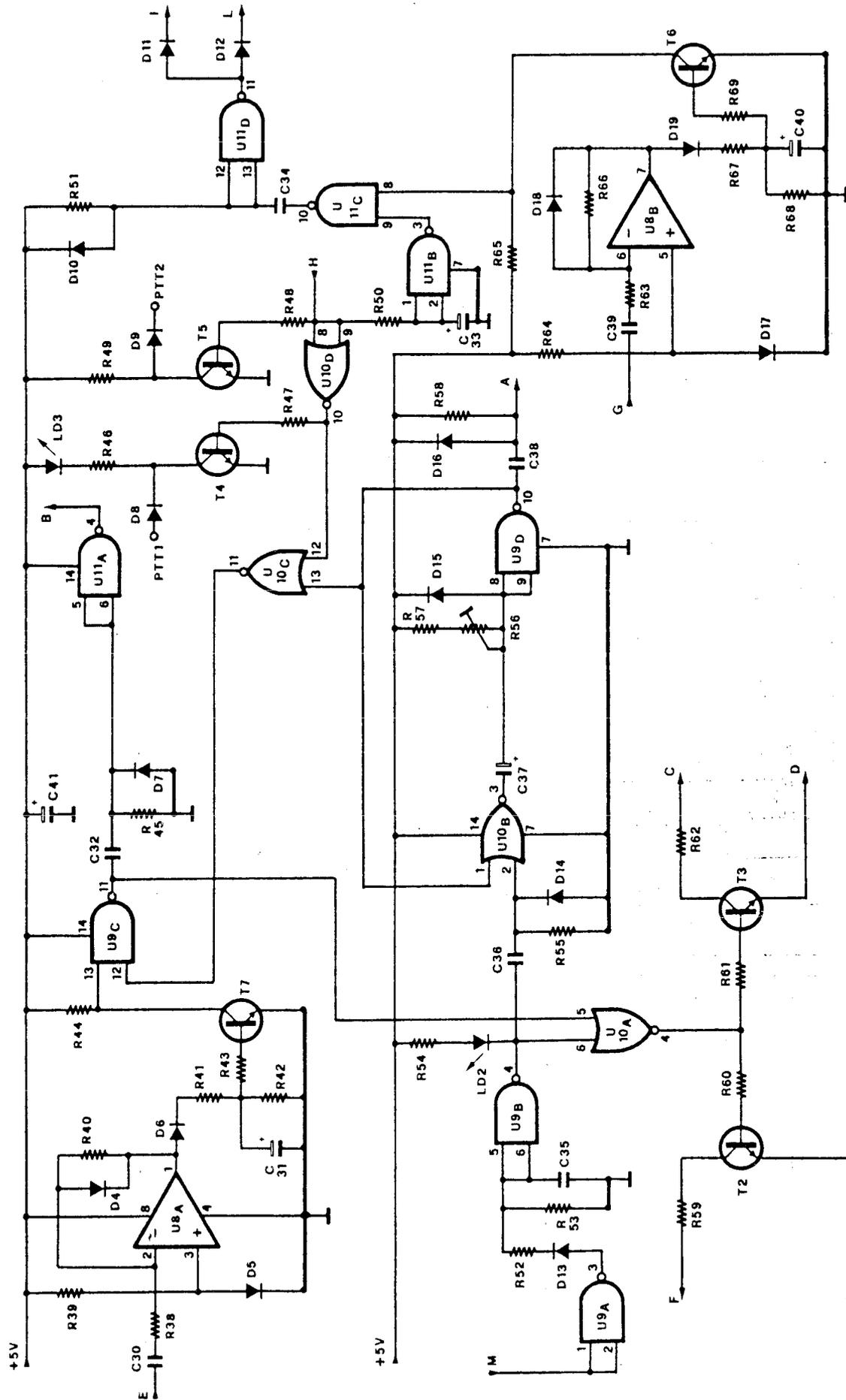
su questa frequenza, nessun utente potrebbe sfruttarlo dal momento che nessun apparato CB è in grado di trasmettere e ricevere su due frequenze differenti.

In moltissimi casi perciò è conveniente fare ricorso ad un ponte simplex, che, come dicevamo prima, sfrutta nella sezione a radiofrequenza un qualsiasi ricetrasmittitore (CB, VHF, UHF). Un repeater simplex svolge le stesse funzioni di un ponte tradizionale con shift, consente cioè a utenti che non possono collegarsi in "diretta" di comunicare tra loro utilizzando una stazione (il ponte ripetitore)

installato in posizione dominante. In questo caso il ricetrasmittitore utilizzato come ponte deve essere collegato al particolare registratore digitale descritto in queste pagine. Il segnale captato dal ricevitore viene inizialmente digitalizzato e memorizzato su un banco di RAM; successivamente il messaggio viene ritrasceso dal TX sulla stessa frequenza di lavoro. È evidente che la durata del messaggio dipende dalla capacità di memoria del registratore digitale. Nel nostro caso il messaggio può avere una durata compresa tra circa 20 e 60 secondi, in funzione della



RIPETITORE DIGITALE PER PONTI SIMPLEX



**COMPONENTI**

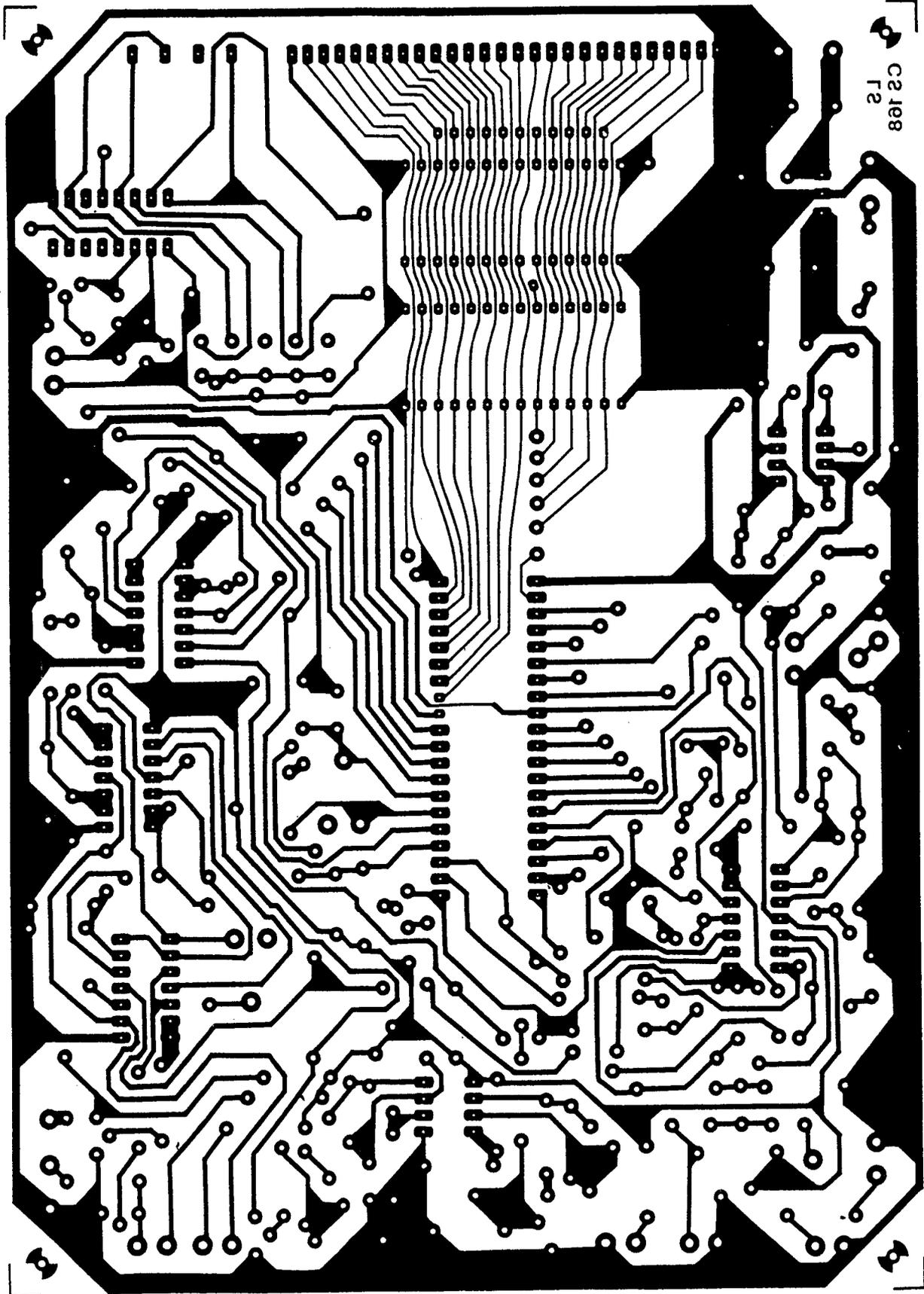
R1 = 4,7 Kohm	R33 = 1 Kohm	R67 = 220 ohm	C32 = 22 nF
R1 = 47 Kohm (vedi testo)	R34 = 100 Kohm	R68 = 33 Kohm	C33 = 10 $\mu$ F 16 VL
R2 = 47 Kohm trimmer	R35 = 470 Kohm	R69 = 47 Kohm	C34 = 22 nF
R3 = 1 Kohm	R36 = 4,7 Kohm	C1 = 100 $\mu$ F 16 VL	C35 = 100 nF
R4 = 47 Kohm	R37 = 22 Kohm	C2 = 100 nF	C36 = 22 nF
R5 = 470 Kohm	R38 = 33 Kohm	C3 = 470 pF	C37 = 22 $\mu$ F 16 VL
R6 = 10 Kohm	R39 = 15 Kohm	C4 = 47 $\mu$ F 16 VL	C38 = 47 nF
R7 = 10 Kohm	R40 = 330 Kohm	C5 = 47 $\mu$ F 16 VL	C39 = 100 nF
R8 = 220 Kohm	R41 = 220 ohm	C6 = 2,2 nF pol.	C40 = 47 $\mu$ F 16 VL
R9 = 47 Kohm	R42 = 10 Kohm	C7 = 47 nF	C41 = 470 $\mu$ F 16 VL
R10 = 10 ohm	R43 = 47 Kohm	C8 = 1 $\mu$ F 16 VL	D1-D19 = 1N4148
R11 = 270 ohm	R44 = 6,8 Kohm	C9 = 1 $\mu$ F 16 VL	T1-T7 = BC237B
R12 = 47 Kohm trimmer	R45 = 2,2 Kohm	C10 = 1 $\mu$ F 16 VL	S1 = pulsante n.a.
R13 = 47 Kohm	R46 = 1 Kohm	C11 = 33 nF pol.	AP = altoparlante 8 ohm 1/2W
R14 = 27 Kohm	R47 = 22 Kohm	C12 = 4,7 nF	MIC = Capsula microfonica
R15 = 100 Kohm	R48 = 22 Kohm	C13 = 4,7 nF	preamplificata
R16 = 47 Kohm	R49 = 4,7 Kohm	C14 = 10 nF	U1 = LM324
R17 = 47 Kohm	R50 = 100 Kohm	C15 = 10 $\mu$ F 16 VL	U2 = LM386
R18 = 47 Kohm	R51 = 100 Kohm	C16 = 1 nF	U3 = UM5100
R19 = 100 Kohm	R52 = 22 ohm	C17 = 10 $\mu$ F 16 VL	U4 = 62256 (ram statica 256K)
R20 = 27 Kohm	R53 = 220 Kohm	C18 = 220 $\mu$ F 16 VL	U5 = U4
R21 = 10 Kohm	R54 = 2,2 Kohm	C19 = 100 nF	U6 = 4017
R22 = 47 Kohm	R55 = 27 Kohm	C20 = 100 nF	U7 = 7805
R23 = 2,7 Kohm	R56 = 470 Kohm trimmer	C21 = 100 nF	U8 = LM358
R24 = 47 Kohm	R57 = 100 Kohm	C22 = 220 $\mu$ F 16 VL	U9 = <del>4093</del> 4093
R25 = 12 Kohm	R58 = 220 Kohm	C23 = 100 nF	U10 = 4001
R26 = 12 Kohm	R59 = 10 ohm	C24 = 1.000 $\mu$ F 25 VL	U11 = 4093
R27 = 47 Kohm	R60 = 100 Kohm	C25 = 100 nF	LD1-LD3 = led rossi
R28 = 47 Kohm	R61 = 10 Kohm	C26 = 470 $\mu$ F 16 VL	Val = 8/15 volt
R29 = 47 Kohm	R62 = 4,7 ohm	C27 = 100 nF	
R30 = 10 ohm	R63 = 1 Kohm	C28 = 100 nF	
R31 = 47 Kohm trimmer	R64 = 15 Kohm	C29 = 100 $\mu$ F 16 VL	Varie: 1 CS cod. 168, 2 zoccoli
R32 = 1 ohm	R65 = 6,8 Kohm	C30 = 100 nF	4+4, 4 zoccoli 7+7, 1 zoccolo
	R66 = 330 Kohm	C31 = 100 $\mu$ F 16 VL	8+8, 2 zoccoli 14+14, 1 zoccolo
			20+20

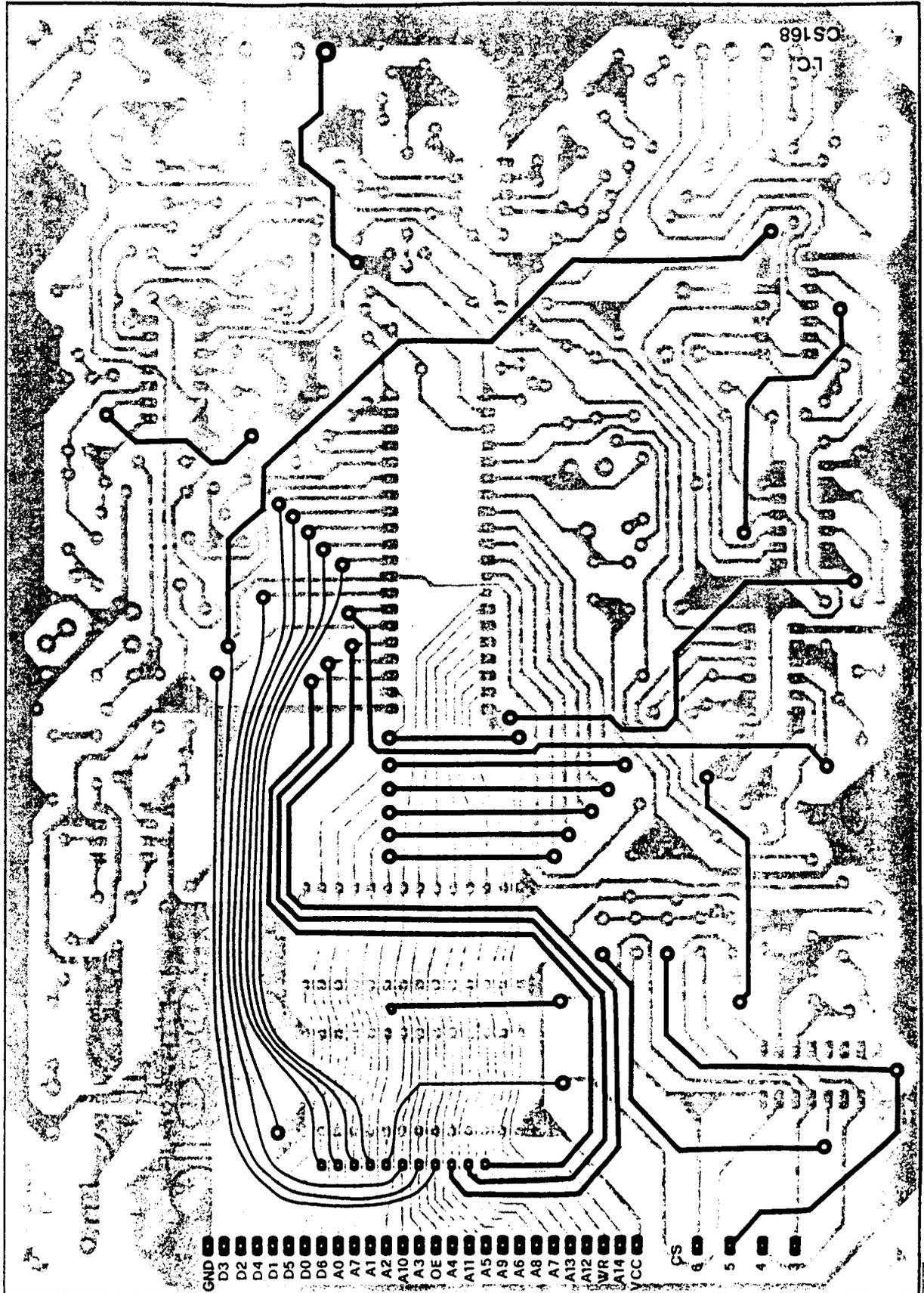
fedeltà che si desidera ottenere. In ogni caso è possibile espandere il dispositivo in modo da portare la durata del messaggio da un minimo di 60 secondi (con ottima fedeltà di riproduzione) ad un massimo di 180 secondi (con una fedeltà decisamente più scadente). Rispetto ad un ponte tradizionale con shift, il ponte simplex con registratore digitale presenta non pochi vantaggi:

- Costo decisamente inferiore;
- Possibilità di utilizzare un normale ricetrasmittitore commerciale;
- Nessun limite alla potenza di uscita RF;
- Possibilità di utilizzare un ricevitore sensibilissimo o un preamplificatore d'antenna;
- Possibilità di operare su bande o frequenze differenti. Per contro le limitazioni sono rappresentate dal limite massimo di tempo per ogni mes-

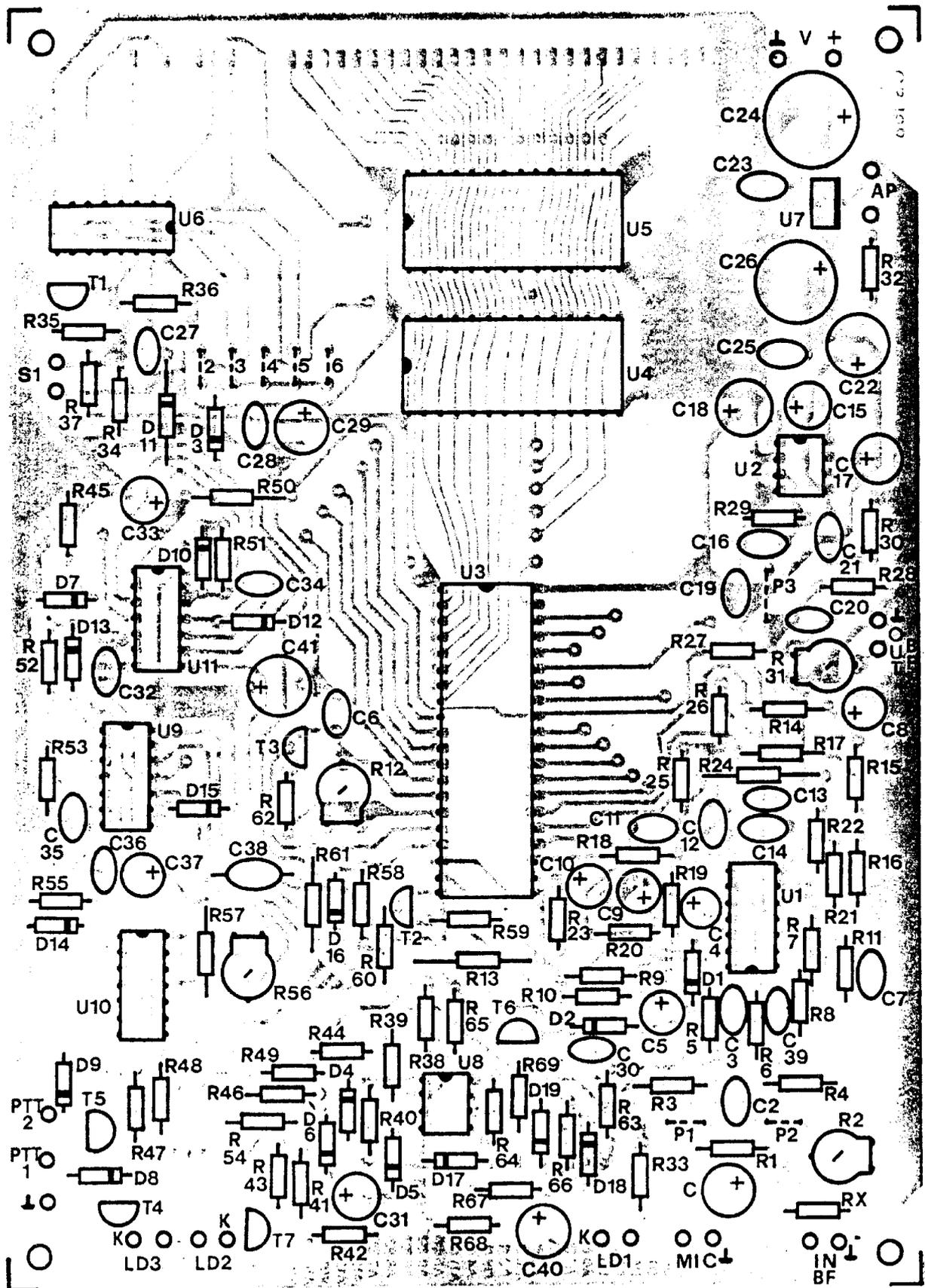
saggio e dal fatto che si è costretti a riascoltarsi. In pratica ogni "passaggio" dura il doppio rispetto ad un collegamento con ponte tradizionale. L'apparato utilizzato nel ponte non deve essere modificato in alcun modo. L'uscita "ear" va collegata all'ingresso di BF nel registratore digitale mentre l'uscita audio di quest'ultimo va collegata all'ingresso microfonico dell'RTX. È necessario inoltre collegare l'uscita PTT del dispositivo all'analogo controllo del ricetrasmittitore. Il funzionamento del registratore digitale e della relativa rete logica è abbastanza semplice. Quando il segnale di BF applicato all'ingresso supera un certo livello, il dispositivo inizia a digitalizzare e registrare su RAM il messaggio. Trascorsi alcuni secondi dal raggiungimento della capacità massima della memoria, il circuito attiva il PTT e modu-

la il trasmettitore con la frase appena memorizzata. Al termine, il circuito si predispone per un nuovo ciclo di lavoro. Se la frase è più breve della durata massima di registrazione, il dispositivo va in trasmissione poco dopo il termine della frase e non attende la completa scansione della memoria. Anche in trasmissione il TX resta attivo solamente il tempo necessario per irradiare la frase per poi passare immediatamente in ricezione. Questo particolare funzionamento consente di limitare uno degli inconvenienti di questa tecnica. Analizziamo ora in dettaglio il funzionamento del circuito. Come si vede, lo schema è stato suddiviso in due parti: la prima sezione comprende il vox di ingresso, il campionatore digitale, il banco di memoria e l'amplificatore/monitor mentre il secondo schema rappresenta la rete logica di control-

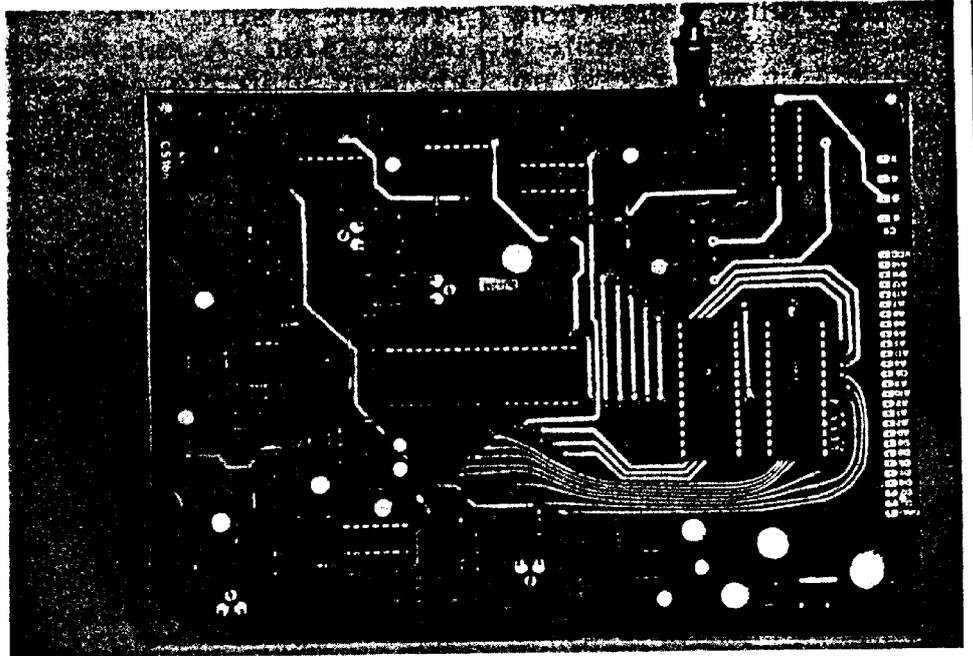




RIPETITORE DIGITALE PER PONTI SIMPLEX



lo. Il cuore del circuito è rappresentato dall'integrato U3, un convertitore A/D e D/A ad 8 bit completo di generatore di indirizzi contraddistinto dalla sigla UM5100. Questo particolare integrato, prodotto dalla UMC di Taiwan, consente di realizzare facilmente un registratore digitale. Il chip può infatti pilotare direttamente una RAM (o una EPROM) della capacità massima di 256 Kbit. Il generatore di indirizzi dispone infatti di 15 linee di controllo (A0-A14). Collegando a massa il terminale di "REC" (pin 34) ha inizio il ciclo di registrazione ed il segnale audio presente all'ingresso del chip viene campionato e memorizzato in RAM. Al termine della scansione delle 32.768 locazioni di memoria il circuito deve essere resettato inviando un impulso positivo al pin 16; in caso contrario il dispositivo continua a campionare e, se la memoria collegata è sempre la stessa, i nuovi dati annullano quelli vecchi. Collegando a massa il pin 17, l'integrato inizia il ciclo di riproduzione: le varie locazioni di memoria vengono lette in sequenza ed i dati relativi vengono riconvertiti in un segnale audio. Anche in questo caso bisogna fornire al circuito un impulso di reset al termine della completa scansione della memoria. La fedeltà di riproduzione dell'UM5100 dipende ovviamente dalla velocità di campionamento. Utilizzando una RAM da 256K è possibile ottenere un tempo di registrazione compreso tra circa 1 e 30 secondi: è sufficiente, a tale scopo, agire sul trimmer che controlla il clock (pin 14 e 15). Con un tempo di registrazione di 10/12 secondi la fedeltà è ottima; se invece la durata del ciclo di registrazione/riproduzione è superiore, la qualità peggiora notevolmente. Il messaggio tuttavia resta comprensibile anche se la durata viene portata a 30 secondi. Per aumen-



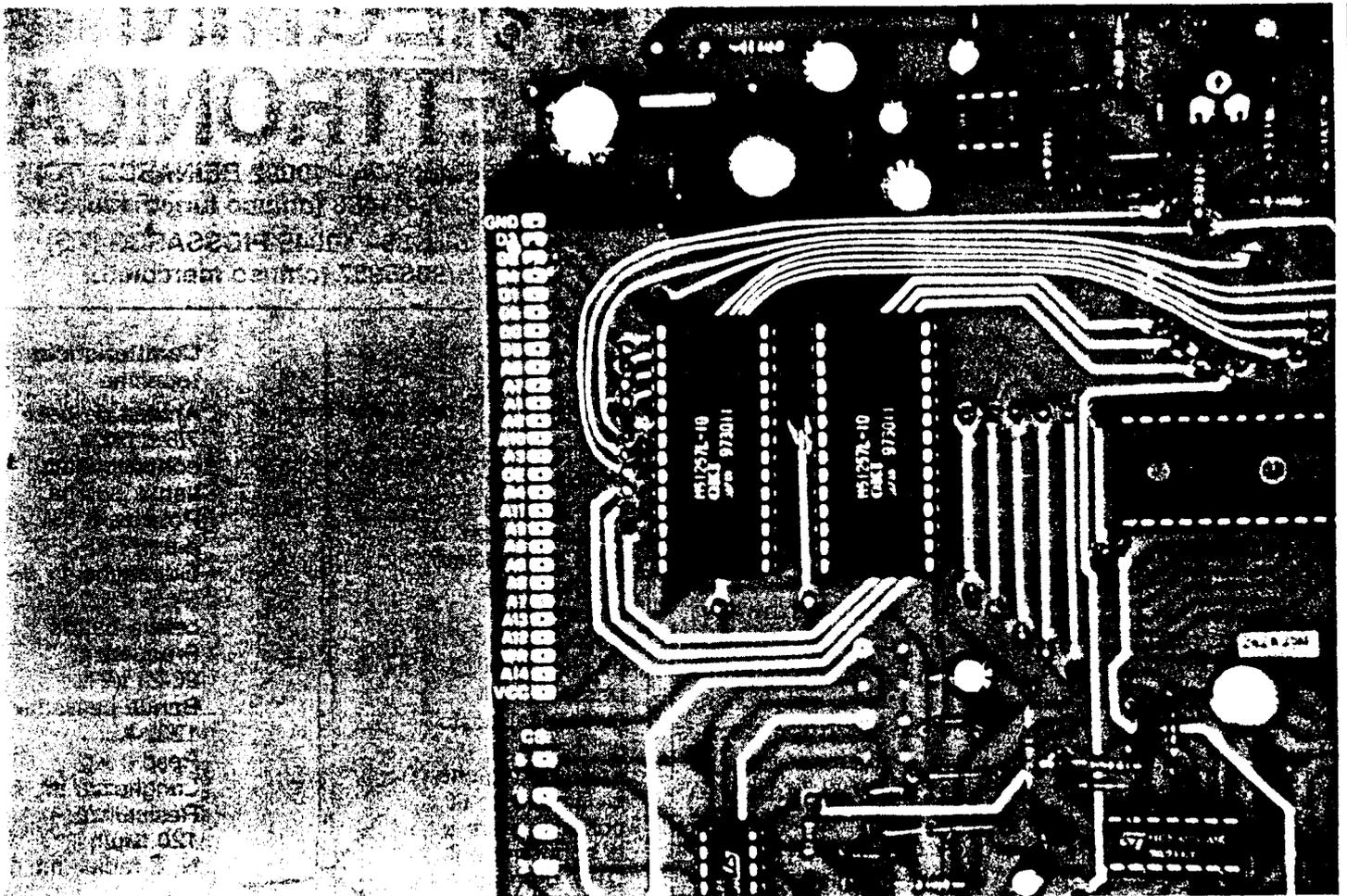
tare la capacità del dispositivo è necessario dunque utilizzare più memorie collegate in parallelo tra loro (dati ed indirizzi) ed attivare in sequenza ciascun chip (tramite il chip select) al termine di ogni ciclo (32.768 locazioni). È quanto abbiamo fatto nel nostro circuito collegando i chip select (pin 20) delle memorie montate sulla piastra e all'esterno alle varie uscite di un contatore tipo 4017 (U6). Inizialmente è attiva l'uscita 3 del 4017 per cui i dati presenti sul relativo bus vengono memorizzati nella RAM U4. Al termine del primo ciclo la linea A14 passa da un livello logico alto ad un livello basso e tale impulso viene applicato (tramite il transistor T1) all'ingresso di clock (pin 14) del 4017. Ne consegue che l'uscita attiva corrisponde ora al pin 2; essendo tale pin collegato al chip select della seconda RAM (U5), i dati del successivo ciclo di scrittura (o lettura) vengono memorizzati in questo chip. Al termine di questa fase viene attivato il chip select della RAM successiva e così via a meno che l'impulso presente sulle uscite del 4017 non venga utilizzato per resettare il sistema. A tale

scopo è sufficiente realizzare uno dei vari ponticelli contraddistinti dai numeri 2, 3, eccetera. Nel caso vengano utilizzate due sole RAM, come in effetti avviene nella versione base, al termine del secondo ciclo viene attivato il pin 4 di U6 il quale (col ponticello chiuso) resetta sia il 4017 che l'integrato U3. L'impulso di reset, come vedremo più avanti, può provenire anche dalla rete logica di controllo. Anche gli ingressi "rec" e "play" dell'UM5100 sono ovviamente controllati dalla rete logica. La sezione analogica del convertitore U3 comprende i 4 operazionali contenuti in U1, un comune LM324. Il primo operazionale viene utilizzato esclusivamente come amplificatore in tensione mentre il secondo OP-AMP funge da comparatore. All'ingresso del circuito può essere collegato una capsula microfonica (ponticello P1 chiuso) oppure il segnale proveniente dall'uscita EAR dell'RTX (ponticello P2 chiuso). In quest'ultimo caso il segnale viene attenuato dal partitore Rx/R2. Il valore di Rx va scelto in funzione dell'ampiezza del segnale disponibile; la resistenza Rx deve consen-

tire anche una buona regolazione del livello tramite il trimmer. Inizialmente si potrà montare una resistenza da 47 Kohm. La velocità di campionamento dell'UM5100 dipende dal trimmer R12 collegato tra i pin 14 e 15. Questo controllo consente dunque di stabilire la durata della registrazione e, conseguentemente, la fedeltà di riproduzione. Anche in questo caso la rete di controllo può modificare il clock collegando una resistenza di basso valore tra i punti contraddistinti dalle lettere C e D. Il segnale presente in uscita viene "ricostruito" e filtrato dagli operazionali U1c e U1d. La banda passante in questo filtro, che è di circa 3 kHz, può essere modificata facilmente agendo sui condensatori C11, C12 e C13. Il segnale audio presente all'uscita di questo stadio viene inviato all'uscita di bassa frequenza tramite il condensatore C20 ed il trimmer R31. Questa uscita va ovviamente collegata all'ingresso microfonico dell'RTX dopo aver regolato opportunamente il livello tramite il trimmer R31. Il segnale audio presente all'uscita del digitalizzatore viene anche inviato ad uno dei due vox della rete logica di controllo e, se il ponticello P3 è chiuso, anche all'amplificatore monitor che fa capo all'integrato U2, un comune LM386 in grado di erogare una potenza di circa mezzo watt su un carico di 8 ohm. Tutti gli stadi necessitano di una tensione di alimentazione di 5 volt per ottenere la quale abbiamo fatto ricorso ad un regolatore a tre pin (U7). A monte di questo circuito potrà essere perciò applicata una tensione continua compresa tra 8 e 15 volt. I quattro operazionali che fanno capo all'integrato LM324 (U1) necessitano di una tensione di alimentazione negativa che, per evitare l'impiego di una alimentazione duale, è stata ricavata dal segnale di clock

presente sul pin 19 dell'UM5100. A tale scopo abbiamo utilizzato due condensatori elettrolitici e due diodi; questa soluzione è resa possibile dal limitato assorbimento dell'operazionale. Sul pin 11 di U1 è presente una tensione continua di circa -3,5 volt, sufficiente ad alimentare gli operazionali. Completa questa sezione il pulsante S1 che consente di resettare manualmente il digitalizzatore. Segnaliamo infine il particolare comportamento del pin 32 dell'UM5100 (READ); questa linea presenta un livello logico basso esclusivamente durante il ciclo di riproduzione. Questa particolarità viene sfruttata per inibire il segnale audio di uscita durante il ciclo di registrazione questo segnale viene inoltre utilizzato per attivare il PTT. Occupiamoci ora della rete logica di controllo. Quando all'ingresso del digitalizzatore (terminale E) è presente un segnale audio di sufficiente ampiezza, il vox che fa capo all'integrato U8a ed al transistor T7 si attiva; il transistor entra in conduzione e l'uscita di U9c passa da 0 a 1 (ammesso che l'ingresso 12 sia abilitato). Questa variazione di livello viene trasferita, tramite C32 e R45, all'ingresso della porta U11a la cui uscita è collegata al "rec" dell'UM5100 (punto B dello schema), pin 34 di U3). Ha così inizio il ciclo di registrazione ed il terminale WR di U3 genera una sequenza di impulsi negativi necessari per memorizzare i vari dati nelle RAM. Tali impulsi vengono applicati alla rete formata da U9a e U9b e determinano il passaggio dell'uscita di U9b da un livello logico alto ad un livello basso. Tale livello logico determina l'accensione di LD2 (che ci segnala che il dispositivo è in registrazione) e l'inibizione di U10a che altrimenti avrebbe determinato un notevole incremento della frequenza di clock e, tramite

il terminale F, l'annullamento del segnale audio presente all'ingresso dell'UM5100. A questo punto si possono verificare due ipotesi. O il messaggio in arrivo è più breve del tempo massimo di registrazione del dispositivo, oppure il circuito si resetta automaticamente per aver raggiunto la massima capacità. Nel primo caso il vox si disattiva poco dopo il termine del brano e l'uscita di U9c va bassa. Ciò determina l'attivazione di U10a e l'accelerazione del clock. La scansione della memoria viene così portata a termine in 1-2 secondi; durante questo periodo il dispositivo non può registrare nulla in quanto il segnale di ingresso dell'UM5100 (punto F del circuito) è praticamente cortocircuitato a massa. Al termine del ciclo di registrazione l'uscita di U9b va alta e ciò provoca l'attivazione del monostabile che fa capo alle porte U10b e U9b. Il tempo di attivazione del monostabile può essere regolato tramite R56 tra 1 e 8 secondi circa. Durante questo intervallo la porta U9c è inibita per cui qualsiasi segnale giungesse nel frattempo all'ingresso del circuito non potrebbe mandare in registrazione l'UM5100. Quando il monostabile torna nello stato di riposo, sul terminale A del circuito è presente un breve impulso negativo, sufficiente a mandare in riproduzione il dispositivo. Non appena l'UM5100 inizia il ciclo di lettura, il read (punto H del circuito) diventa basso attivando, tramite T4 e T5, il PTT del trasmettitore. Le due uscite consentono di utilizzare ricetrasmettitori con PTT in chiusura verso massa (la maggior parte) oppure con PTT positivo. In ogni caso l'entrata in trasmissione è segnalata dall'accensione di LD3. Il segnale di bassa frequenza presente all'uscita del riproduttore digitale viene inviato al vox che fa capo all'integrato U8b ed al transistor



T6. Se è presente un segnale audio il transistor T6 si trova in conduzione. A questo punto si possono verificare due ipotesi: o il brano registrato è più breve della durata della memoria oppure la memoria è piena. In quest'ultimo caso la rete formata dalle porte U11b, U11c e U11d produrrà un impulso di reset al passaggio da 0 a 1 della linea di read (punto H). Se invece la frase memorizzata ha durata inferiore, sarà il circuito del vox a determinare l'impulso di reset (sempre tramite le tre porte). A questo punto il dispositivo è pronto per un nuovo ciclo. La realizzazione di questo particolare registratore digitale non presenta grossi problemi; non ci sono stadi critici e le operazioni di taratura non richiedono l'impiego di alcuno strumento. I componenti sono per la maggior parte facilmente reperibili;

qualche problema potrebbe nascere per le memorie statiche e per il convertitore. Ad ogni buon conto ricordiamo che questo registratore digitale è disponibile in scatola di montaggio (contattare la ditta Futura Elettronica di Legnano tel. 0331/593209). Per il montaggio abbiamo fatto ricorso ad una piastra a doppia faccia con fori non metallizzati in modo da consentire a chiunque di approntare la bassetta senza difficoltà. Ovviamente le piazzuole passanti sono disposte in modo da poter essere facilmente collegate tra loro con degli spezzoni di conduttore da saldare sopra e sotto. Per realizzare la piastra consigliamo di fare uso del sistema della fotoincisione che consente di ottenere una bassetta del tutto simile a quella del nostro prototipo. Su un lato della piastra è presente il bus di espansione ovvero

quelle piste che andranno collegate alle memorie supplementari. Sulla piastra base è possibile montare una o due memorie statiche da 256K (62256). Prima di inserire i vari componenti sulla piastra consigliamo di collegare con degli spezzoni di filo i reofori passanti; ovviamente gli spezzoni andranno saldati da entrambi i lati della piastra. A questo punto inserite i vari componenti iniziando da quelli a profilo più basso e da quelli passivi (resistenze, condensatori ecc.). Prestate particolare attenzione all'orientamento degli elementi polarizzati ed a quello dei semiconduttori. Per il montaggio degli integrati fate uso degli appositi zoccoli. Ultimato il montaggio dei componenti non resta altro da verificare che tutto funzioni correttamente. A tale proposito realizzate i ponticelli P1 e P3 e

collegate al circuito la capsula microfonica e il piccolo altoparlante. Se utilizzate due memorie realizzate anche il ponticello 2 mentre se utilizzate memorie esterne realizzate il ponticello 3, 4 o 5 a seconda del numero complessivo di chip utilizzati sommando ai due presenti sulla piastra quelli esterni. Utilizzando una sola memoria (U4) è necessario collegare con uno spezzone di filo il piedino 2 di U6 con l'anodo di D3. Alimentate il circuito con una tensione continua compresa tra 8 e 15 volt e con un tester verificate che a valle dell'integrato regolatore siano presenti 5 volt. Regolate il trimmer R12 in posizione centrale e parlate a circa mezzo metro di distanza dal microfono. Immediatamente si deve attivare il led LD2. Trascorsi alcuni secondi dal termine della frase il circuito entra automaticamente in riproduzione, il led LD3 si illumina ed il messaggio viene diffuso dal piccolo altoparlante. Agendo sul trimmer R12 è possibile aumentare o ridurre il tempo di registrazione; aumentando il tempo la qualità peggiora; viceversa, se il tempo viene ridotto la qualità migliora. Facendo ricorso a due RAM il migliore compromesso tra qualità e durata del messaggio si ottiene con un intervallo di tempo compreso tra 20 e 30 secondi. Il trimmer R56 consente di regolare il tempo che trascorre tra il termine della registrazione e l'inizio della riproduzione del messaggio. Se tutto funziona come previsto potrete collegare il dispositivo al ricetrasmittitore utilizzato nel ponte. A tale scopo la presa EAR dell'RTX va collegata all'ingresso di BF del registratore digitale mentre l'uscita di BF di quest'ultimo va connessa con l'ingresso microfonico del ricetrasmittitore. Infine collegate anche il PTT. Per ottenere i livelli audio ottimali sia in registrazione che in produzione bisogna agire sui trimmer R2 e R31. A questo punto il vostro ponte simplex è pronto per la definitiva installazione. In conclusione ricordiamo che, con semplici modifiche, questo registratore digitale potrà essere utilizzato per numerose altre applicazioni.

**La scatola di montaggio dell'apparecchiatura (codice FE110, Lire 195.000) può essere richiesta alla ditta Futura Elettronica di Legnano (tel. 0331/593209). Il kit comprende tutti i componenti, la basetta e le minuterie. La singola basetta (cod. 168) costa 30 milalire.**

**CQ**