

Frequenzimetro per ricevitori AM/FM realizzato con i circuiti integrati SAA1058 e SAA1070

Il progetto prevede l'impiego di indicatori a LED, ma sono dati anche suggerimenti per l'impiego di altri tipi di indicatori. L'irradiazione è trascurabile. Esiste la possibilità di programmare 15 differenti valori di F.I. per F.M. e 24 F.I. per A.M. Non esistono problemi di instabilità di presentazione delle cifre LED.

1. - INTRODUZIONE

Il sistema di misura digitale della frequenza che descriveremo è stato studiato per indicare nei ricevitori radio AM/FM l'esatto valore della frequenza dell'emittente ricevuta. Il sistema misura la frequenza dell'*oscillatore locale* e indica, mediante cifre LED, il valore della frequenza del segnale ricevuto nella corrispondente banda in cui tale segnale si trova; in particolare, delle emittenti della banda FM può essere indicato sia il valore della frequenza sia, mediante semplice commutazione, il canale in cui tale emittente è allocata.

Per la realizzazione di questo sistema di misura della frequenza, oltre a due circuiti integrati ed alle cifre LED, occorre disporre di pochi altri componenti periferici: è possibile infatti realizzarlo su una piastrina di circuito stampato di ridotte dimensioni. Nonostante la sua estrema semplicità e compattezza, il sistema è molto flessibile: per esempio, è possibile "programmarlo" mediante variazione del cablaggio esterno sul particolare valore della frequenza intermedia AM o FM del ricevitore in cui tale sistema viene introdotto; consente vari sistemi di misura e di

presentazione (display) i quali, tra l'altro, se l'oscillatore locale fosse affetto da una piccola deriva di frequenza, non hanno l'inconveniente di essere affetti da instabilità delle cifre LED.

Oltre alle suddette caratteristiche, questo sistema di misura riesce ad indicare, nelle singole gamme, con elevata risoluzione, la frequenza di un gran numero di emittenti. Il sistema non produce, infine, fenomeni di irradiazione.

2. - FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI MISURA DELLA FREQUENZA

La fig. 1 indica, con uno schema a blocchi, il principio di funzionamento del sistema. Essenzialmente esso è formato da un divisore di frequenza (il circuito integrato SAA1058), un contatore di frequenza e pilota di cifre LED (l'integrato SAA1070), un quarzo a 4 MHz e 4½ unità LED a 7 segmenti.

L'integrato SAA1058 è un contatore binario a 6 bit; è munito di un preamplificatore e di terminali d'ingresso per i segnali degli oscillatori locali, FM o AM rispettivamente. L'elevata sensibilità, (e precisamente 5 mV nella banda AM e 10 mV in quella FM), permette di

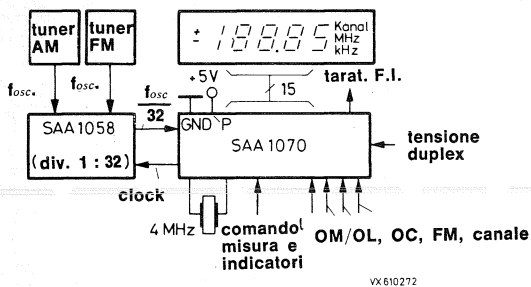


Fig. 1 - Schema a blocchi del sistema di misura di frequenza dei segnali AM/FM di un radiorecettore

collegare ad esso *direttamente* i segnali provenienti dai relativi oscillatori senza ricorrere ad aggiuntivi stadi di amplificazione.

L'integrato SAA1058 divide per 32 la frequenza del segnale ad esso applicato ed inoltra il relativo quoziente all'integrato SAA1070 che, a sua volta, provvede a sincronizzare l'operazione di misura effettuata nell'integrato SAA1058. Il segnale di orologio (clock) è fornito da un quarzo a 4 MHz, collegato direttamente al SAA1070.

Gli altri terminali dell'integrato SAA1070 consentono di effettuare la scelta:

- della gamma che si vuole ricevere
- del sistema di misura e di indicazione LED desiderato.
- del particolare valore della frequenza intermedia AM FM da adottare.

I rimanenti terminali servono per l'introduzione della tensione duplex e per il collegamento alle varie unità LED a 7 segmenti.

3. - DESCRIZIONE DEGLI INTEGRATI IMPIEGATI NEL SISTEMA DI MISURA.

SAA 1058: Divisore R.F. programmabile munito di preamplificatore

L'integrato SAA1058 è un divisore di frequenza a più stadi, regolabile dall'esterno per un rapporto di divisione di 32:1 o 33:1 rispettivamente. Questo integrato, oltre che in questo sistema di misure della frequenza per radiorecettori, può trovare una valida applicazione come divisore di segnali a frequenza elevata in sistemi sintetizzatori di frequenza. E' già stato infatti impiegato nel sistema di sintonia PLL a micro-computer RTS (Radio Tuning System) della Philips/Elcoma, realizzato a livello di prototipo di laboratorio (fig. 1a). In questa particolare applicazione vengono sfruttati i due rapporti di divisione a cui abbiamo accennato prima.

In fig. 2 sono riportate, in uno schema a blocchi, le principali funzioni contenute nell'integrato SAA1058. Un amplificatore ad elevata sensibilità consente l'accoppiamento diretto (o passivo) del segnale dall'oscillatore all'integrato-divisore di frequenza. Agli ingressi simmetrici IN, \overline{IN} possono infatti essere applicati, senza ricorrere ad alcun commutatore, i segnali provenienti dagli oscillatori locali rispettivamente AM o FM,

dato che non possono trovarsi a funzionare contemporaneamente entrambi.

L'integrato SAA1058 è munito di due distinti stadi d'uscita simmetrici; ciò consente di collegare le relative uscite a circuiti ECL, TTL o MOS. Ciascun stadio ha un'uscita complementare, il che permette di comandare direttamente circuiti che reagiscono attivamente al fianco positivo o al fianco negativo del segnale.

I vari blocchi funzionali prevedono terminali di alimentazione separati. Avremo pertanto:

- V_{CC1} per l'amplificatore d'ingresso
- V_{CC2} per lo stadio d'ingresso \overline{SET} del divisore
- V_{CC3} per il divisore vero e proprio
- V_{CC4} per gli stadi finali.

La fig. 3 riporta l'andamento degli impulsi che sono alla base del funzionamento dell'integrato SAA1058 nel sistema di misura descritto. Il segnale \overline{SET} = BASSO (clock), prima dell'inizio di un'operazione di misura della frequenza, azzerà gli stadi del divisore in modo che la polarità delle uscite venga cambiata inizialmente dopo 17 impulsi d'ingresso. Ciò permette l'arrotondamento del valore della frequenza presentata ai LED: in particolare, in questa maniera, il valore di frequenza cercato e indicato dai LED è tale per cui un'eventuale piccola deriva della frequenza dell'oscillatore locale non potrà far cambiare il numero indicato dai LED.

SAA1070: contatore di frequenza e pilota di 4 1/2 unità LED a 7 segmenti

Questo integrato contiene:

- gli stadi per il pilotaggio di 4 1/2 cifre LED a 7 segmenti. Le cifre LED, divise in due gruppi, vengono rese operative mediante semionde sinusoidali (funzionamento duplex). La commutazione dell'eccitazione dei due gruppi avviene in corrispondenza del passaggio per lo zero delle sinusoidi. Questo particolare modo di funzionamento produce fenomeni di irradiazione trascurabili e sfrutta nello stesso tempo, nel modo migliore, i terminali dell'integrato.
- un contatore di frequenza a 18 bit con decodificatore e memoria per l'informazione per i LED. La taratura del contatore può essere programmata, entro un

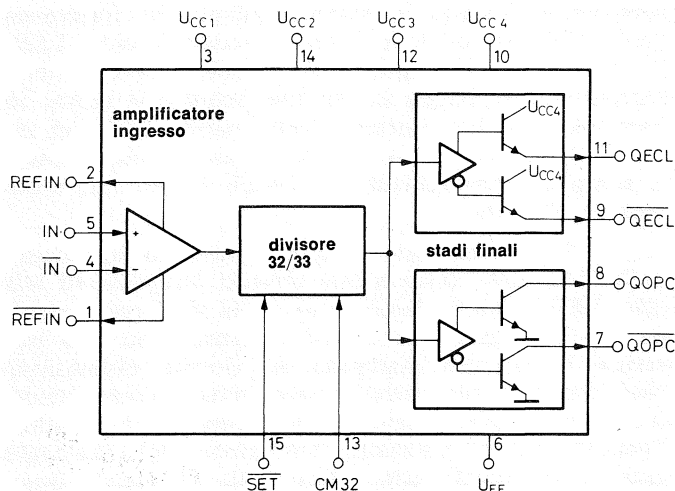


Fig. 2 - Funzioni contenute nell'integrato divisore SAA1058

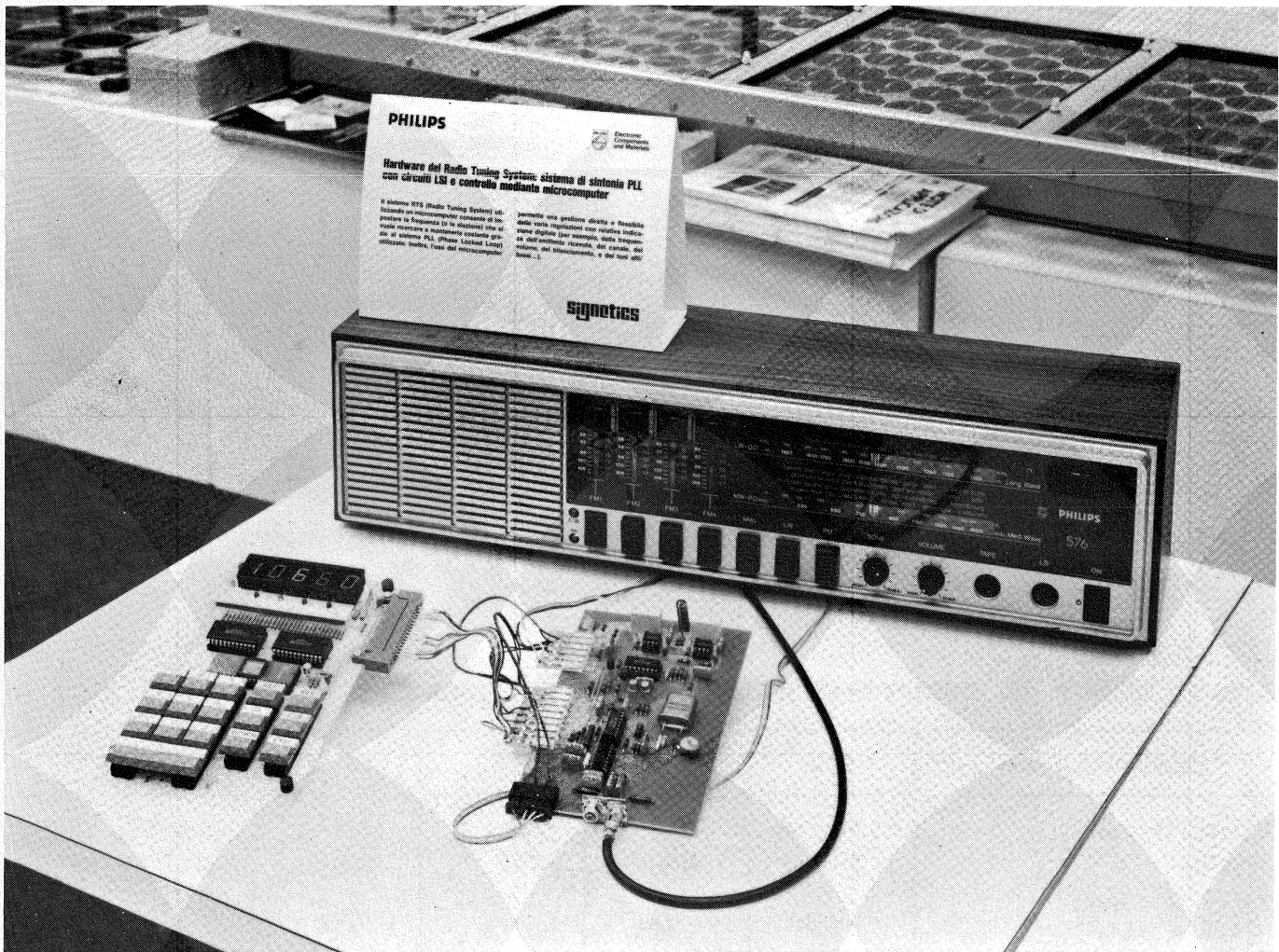


Fig. 1a - Sistema di sintonia per ricevitori AM/FM a microcalcolatore. Si tratta del sistema RTS (Radio Tuning System) Philips/Elcoma, il quale, utilizzando un microcalcolatore consente di impostare la frequenza (o la stazione) che si vuole ricevere e mantenerle costanti grazie al sistema PLL (Phase Locked Loop). Inoltre, l'uso del microcomputer permette una gestione diretta e flessibile delle varie regolazioni con relativa indicazione digitale (per esempio: della frequenza, del canale, del volume, del bilanciamento, dei toni...).

vasto campo, mediante cablaggio esterno; il circuito può essere messo a punto in modo da dare in F.M. 15 differenti valori di frequenza intermedia, e 24 corrispondenti valori in A.M.

- ciclo operativo del sistema di misura integrato nel chip, impiegante come base dei tempi un oscillatore a quarzo da 4 MHz.
- comparatore a 16 bit. Nel registro delle cifre LED

il valore viene cambiato solo al termine di 3 successive misure di frequenza, in ognuna delle quali si sia verificata una differenza tra i valori contenuti nel registro delle cifre LED ed il nuovo valore misurato. In questa maniera viene eliminata quasi del tutto l'instabilità delle cifre LED che potrebbe aver luogo in seguito ad una deriva della frequenza dell'oscillatore locale.

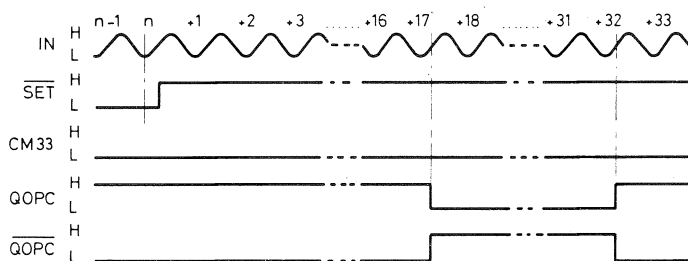


Fig. 3 - Andamento degli impulsi di lavoro nell'integrato SAA1058

- sistema di memorizzazione aggiuntivo. Per ottenere ciò vengono "tenuti fermi" il contatore di frequenza dell'integrato SAA1070 ed il divisore dell'integrato SAA1058: in queste condizioni, le cifre LED indicheranno in permanenza l'ultimo valore di frequenza misurato.
- possibilità di commutare, in FM, il numero indicante la frequenza del segnale ricevuto ed il numero del relativo canale.
- possibilità di comando per operazioni di controllo dei segmenti e di comando dello spegnimento delle cifre LED (Tabella 2).

La fig. 4 riporta, con uno schema a blocchi, le funzioni contenute nell'integrato SAA1070.

Il funzionamento di questo integrato è il seguente: Il segnale dell'oscillatore locale, dopo essere stato diviso nell'integrato SAA1058, viene applicato all'ingresso FIN (terminale 12). Il numero dei periodi di questo segnale viene misurato ciclicamente dagli stadi del contatore entro un lasso di tempo determinato dal ciclo di misura del sistema.

Prima dell'inizio di ogni ciclo di conteggio, gli stadi del contatore vengono caricati con il valore corrispondente alla frequenza intermedia usata dal ricevitore. Effettuata l'operazione di conteggio, il contenuto del contatore viene caricato nel registro delle cifre LED e inoltrato alle medesime tramite i relativi stadi decodificatori e pilota.

Il ciclo di misura e controllo all'interno dell'integrato è stato suddiviso, per una migliore comprensione del funzionamento, in 20 tempuscoli. La durata di ciascun tempuscolo dipenderà dalla particolare gamma di lunghezza d'onda ricevuta, come risulta dalla Tabella 1. Il ciclo inizia in corrispondenza di una transizione ALTO/BASSO all'ingresso DUP (pin 16) e termina automaticamente in corrispondenza dei tempuscoli 17 oppure 20. Il segnale DUP è ricavato dalla tensione della rete (50 Hz) presente nel circuito del frequenzimetro. La successione delle varie fasi del ciclo non può essere interrotta da eventuali "segnali di partenza" applicati dopo il tempuscolo 1.

In un primo tempo (tempuscoli 1-2-3) l'integrato provvederà alla determinazione della F.I.

Tabella 1 - DURATA DEI SINGOLI TEMPUSCOLI NEL CICLO DI MISURA DI FIG. 5

Gruppo tempuscoli	F.M.	Canale	O.C.	OM/OL	Unità
1...3, 15...20	256	256	256	320	µs/tempuscolo
5...14	256	256	2560	3200	µs/tempuscolo
Tempo di misura (GATE = ALTO)	2,56	2,56	25,6	32,0	ms

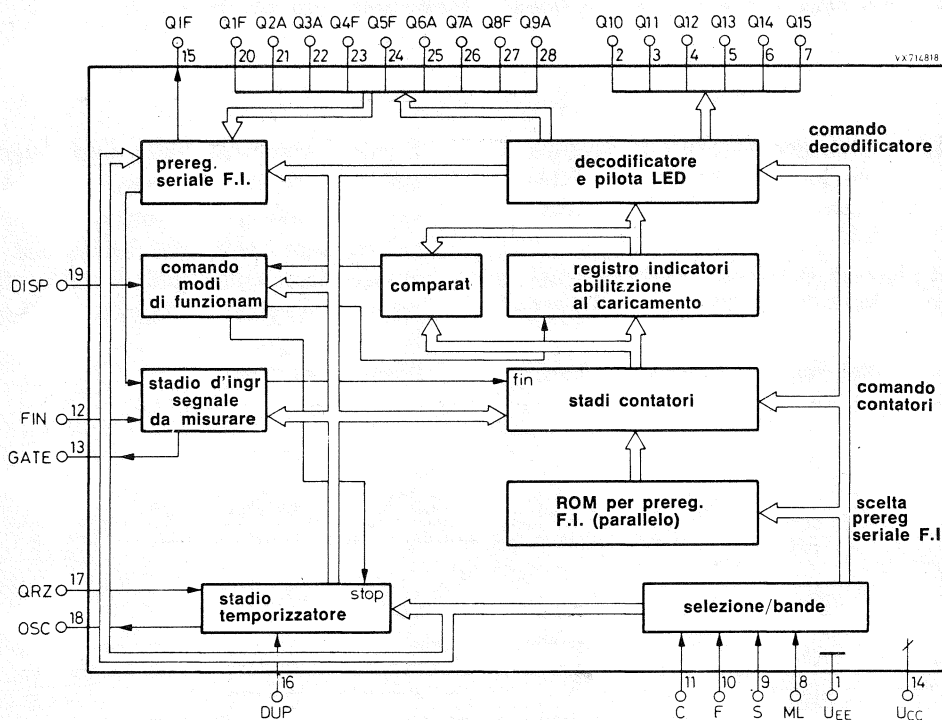
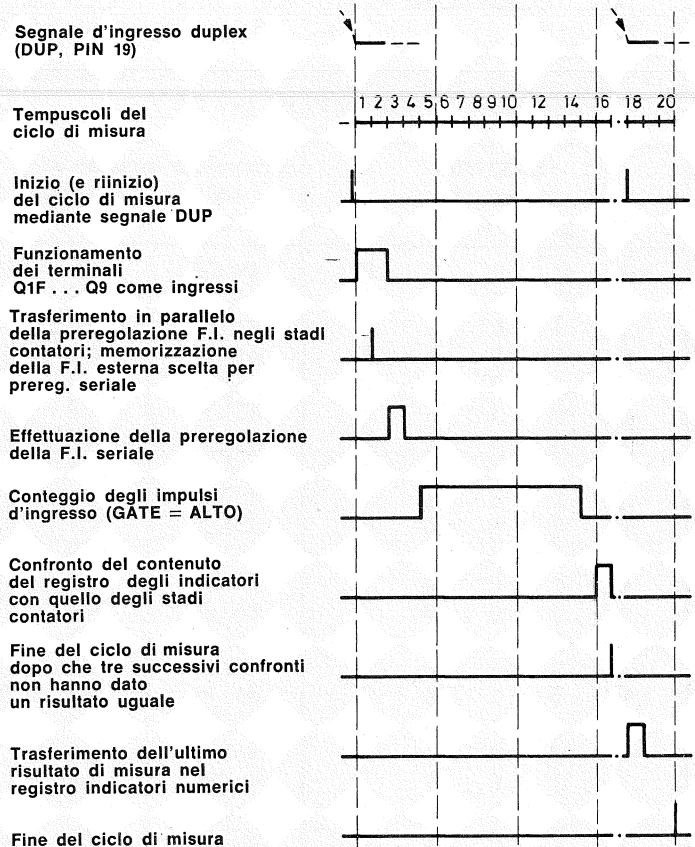


Fig. 4 - Funzioni contenute nell'integrato contatore di frequenza e pilota LED SAA1070

Fig. 5 - Sequenza delle operazioni che intervengono in un ciclo di misura di frequenza nell'integrato SAA1070. L'asse dei tempi non procede sempre con la stessa unità di misura, come indicato nella tabella 1



Ciò avviene in due fasi:

1) Nella prima fase (tempuscoli 1-2) si avrà:

a) il caricamento parallelo negli stadi del contatore di uno dei valori base di F.I. contenuto in una delle quattro locazioni della ROM di regolazione della F.I. (fig. 4). L'indirizzo di ciascuna locazione della ROM è ottenuto mediante opportuno cablaggio degli ingressi C, F, S, ML, necessario per la predisposizione del sistema sulla gamma d'onda desiderata.

b) la memorizzazione nel blocco "preregolazione seriale F.I." dell'informazione predisposta esternamente per mezzo di resistenze da 22 kΩ collegate ai piedini Q_{1F}...Q_{9F} che in questa prima fase funzionano come ingressi. La commutazione degli ingressi/uscite Q_{1F}...Q_{9F} (terminali 20÷28) avviene in corrispondenza del passaggio per lo zero della tensione alternata della rete tramite ingresso DUP (pin 16).

2) Nella seconda fase (tempuscolo 3) si ha la produzione da parte del blocco "preregolazione seriale F.I." di una successione di impulsi il cui numero dipende dall'informazione memorizzata durante la prima fase nel suddetto blocco. Questa successione di impulsi inviata agli stadi del contatore permette di completare in modo esatto il valore base contenuto negli stessi (già predisposti su questo valore durante il caricamento parallelo) ottenendo in questo modo la F.I. desiderata.

Pertanto, cablando opportunamente i terminali Q₁...Q₉, il progettista potrà adattare l'attuale sistema

di misura della frequenza alla frequenza intermedia usata nel ricevitore, e ciò sia nel caso di ricezione della banda FM, che delle bande AM.

La Tabella 2 riporta la tabella della verità degli stati logici che occorre formare agli ingressi C, F, S, e ML, allo scopo di realizzare i vari modi di funzionamento del sistema.

Tabella 2 - TABELLA DELLA VERITA' DEI SEGNALI D'INGRESSO PER LA SELEZIONE DELLE BANDE D'ONDA

0 = 0 V (terminale 1 a massa)

1 = +5 V (terminale libero o collegato al terminale 14)

X = 0 oppure 1

Funzionamento	Ingressi bande d'onda			
	F	C	S	ML
	Terminali 10	11	9	8
FM	0	1	1	1
Canale FM (C)	X	0	1	1
OC	1	X	0	1
OM/OC	1	X	1	0
Controllo segmenti	0	0	1	0
Indicatore spento	0	X	0	X
Indicatore spento	1	X	0	0
Indicatore spento	0	1	1	0
Indicatore spento	1	1	1	1

Tabella 3 - MESSA A PUNTO DELLA FREQUENZA INTERMEDIA AM IMPIEGATA NEL RICEVITORE

0 = nessun resistore
1 = resistore da 22 kohm tra il rispettivo terminale e il terminale 15 o il partitore per 2,5 V

SAA1070 terminali					Frequenza intermedia	
21	22	25	26	28	OC kHz	OM/OL kHz
0	0	0	0	0	460,00	460
0	0	0	1	0	448,75	449
1	0	0	1	0	450,00	450
0	1	0	1	0	451,25	451
1	1	0	1	0	452,50	452
0	0	1	1	0	453,75	453
1	0	1	1	0	455,00	454
0	1	1	1	0	456,25	455
1	1	1	1	0	457,50	456
0	0	0	0	1	456,25	457
1	0	0	0	1	457,50	458
0	1	0	0	1	458,75	459
1	1	0	0	1	460,00	460
0	0	1	0	1	461,25	461
1	0	1	0	1	462,50	462
0	1	1	0	1	463,75	463
1	1	1	0	1	465,00	464
0	0	0	1	1	463,75	465
1	0	0	1	1	465,00	466
0	1	0	1	1	466,25	467
1	1	0	1	1	467,50	468
0	0	1	1	1	468,75	469
1	0	1	1	1	470,00	470
0	1	1	1	1	471,25	471
1	1	1	1	1	472,50	472

Nelle tabelle 3 e 4 sono riportati i valori di frequenza intermedia ottenibili e la loro programmazione mediante cablaggio esterno: nella tabella 3 per la ricezione delle gamme AM e nella tabella 4 per quella FM.

Al termine del tempuscolo 4 (fig. 5) il blocco "controllo porta" abilita l'ingresso FIN (misura della frequenza) e fa sì che l'uscita GATE venga a trovarsi nella posizione logica ALTO, così da consentire l'attivazione dell'integrato SAA1058 attraverso l'ingresso SET (pin 15 SAA1058). A partire da questo istante, gli impulsi forniti dall'integrato SAA1058 attiveranno gli "stadi contatori" dell'integrato SAA1070. Il conteggio degli impulsi verrà effettuato nell'intervallo compreso tra i tempuscoli 5 e 14. La durata del conteggio e la sua dipendenza dalla gamma d'onda ricevuta viene calcolata in maniera che per avere una corretta misura di frequenza occorrerà applicare all'integrato SAA1070 un segnale con questo valore di frequenza:

$$f_{in} = \frac{F_M + F_{F.I.}}{32}$$

nella quale

f_{in} = frequenza all'ingresso del terminale FIN

F_M = frequenza da misurare

$F_{F.I.}$ = frequenza intermedia adottata nel ricevitore.

Il segnale d'ingresso richiesto (f_{in}) è fornito dall'integrato SAA1058; questo segnale, come già detto, non è altro che il segnale fornito dall'oscillatore locale AM o FM del ricevitore, diviso per 32. Abbiamo visto che il tempo di durata della misura degli impulsi (tempuscoli 5...14) dipende dalla particolare gamma d'onda ricevuta, e di conseguenza anche la precisione del valore numerico dato dai LED sarà differente da una gamma all'altra. Nella tabella 5 è riportato di quanto può differire il valore indicato dai LED dal valore reale del segnale d'ingresso in base alla gamma ricevuta. Nella tabella 6 sono riportati il minimo ed il massimo valore di frequenza indicato dai LED per ciascuna delle gamme ricevute. I valori riportati in queste tabelle sono ricavati dal circuito di misura della frequenza riportato in figura 6.

Durante il tempuscolo 16 (fig. 5) avviene il confronto tra il valore più elevato della parola a 16 bit contenuta negli stadi contatori e il contenuto del registro a 16 bit delle cifre LED.

Se durante il confronto viene rilevata una differenza fra il valore contenuto nel "registro LED" e quello degli stadi del contatore, viene incrementato di 1 un contatore di 2 bit interno al comparatore. Se invece i valori confrontati sono uguali, il contatore viene azzerato.

Tutte le fasi fin qui evidenziate (determinazione della F.I., conteggio F_{in} , comparazione) che avvengono nei tempuscoli 1 ÷ 16, si ripetono indefinitamente (a partire dal tempuscolo 17) senza alterare l'informazione binaria contenuta nel "registro LED" (e di conseguenza il valore di frequenza indicato dal display) fino a che il contatore a 2 bit del comparatore non raggiungerà il valore binario corrispondente a 3. In altre pa-

Tabella 4 - MESSA A PUNTO DELLA FREQUENZA INTERMEDIA FM IMPIEGATA NEL RICEVITORE

0 = nessun resistore
1 = resistore da 22 kohm tra il relativo terminale e il terminale 15

SAA1070 Terminali				Frequenza intermedia FM *
20	23	24	27	MHz
0	0	0	0	10,70
1	0	0	0	10,60
0	1	0	0	10,6125
1	1	0	0	10,625
0	0	1	0	10,6375
1	0	1	0	10,65
0	1	1	0	10,6625
1	1	1	0	10,675
0	0	0	1	10,6875
1	0	0	1	10,70
0	1	0	1	10,7125
1	1	0	1	10,725
0	0	1	1	10,7375
1	0	1	1	10,75
0	1	1	1	10,7625
1	1	1	1	10,775

* I valori suddetti si mantengono entro una precisione di ± 6 kHz

role, il contenuto del "registro LED" rimarrà invariato fino al momento in cui si verificano 3 comparazioni consecutive in ognuna delle quali si sia rilevata una differenza fra il contenuto degli stadi del contatore e quello del "registro LED".

In questo caso il ciclo non si arresta al tempuscolo 17 ma prosegue, effettuando (tempuscolo 18) il trasferimento dell'ultimo risultato di misura dagli stadi del contatore al "registro LED".

Il contenuto del "registro LED" verrà decodificato dall'apposito decodificatore nella forma richiesta per l'attivazione delle cifre LED a 7 segmenti e applicato tramite un circuito duplex (che consente il pilotaggio di due gruppi di cifre LED e la commutazione del display a LED in corrispondenza del passaggio per lo zero della tensione applicata) agli stadi pilota per le uscite LED. Il ciclo termina allora con il tempuscolo 20 (fig. 5).

La presenza del comparatore con le relative funzioni di comando impedisce che fenomeni di instabilità delle cifre LED possano verificarsi in seguito ad eventuali derive dell'oscillatore locale. Infatti, in molti sistemi digitali di misura della frequenza, il fenomeno dell'instabilità delle cifre LED si osserva di solito in corrispondenza degli istanti di commutazione delle cifre.

Il normale funzionamento del sistema fin qui descritto è possibile solo se l'ingresso DISP (pin 19) non risulti collegato.

Nel caso in cui questo terminale sia messo a massa, il ciclo di misura interno si bloccherà in corrispondenza dei tempuscoli 17 o 20 e non potrà più ripartire mediante applicazione del successivo segnale DUP. In questa maniera avremo la "congelazione" dell'ultimo valore di frequenza misurato. Il contatore-comparatore verrà resettato e il divisore SAA 1058 bloccato dal segnale GATE = BASSO fornito dal terminale 13.

E' possibile anche un terzo sistema di pilotaggio delle cifre LED; per realizzarlo occorre collegare l'ingresso di comando DISP alla tensione di alimentazione positiva V_{cc} (terminale 14). In questo modo, dopo ogni ciclo di misura, il contenuto degli stadi contatori è trasferito, in corrispondenza del tempuscolo 18 del ciclo di funzionamento, nel registro delle cifre LED, indipendentemente dalla posizione del contatore di confronto (disabilitato dall'ingresso ALTO al terminale DISP 19). In questo caso però si renderebbe inefficace il sistema di riduzione dell'instabilità delle cifre LED, evidenziando anche eventuali derive di frequenza.

Impiegando altri tipi di interfaccia è possibile usare

anche altri tipi di indicatori numerici; per esempio, i tipi a luminescenza o a scarica nel gas. Più avanti daremo alcuni suggerimenti in proposito.

4. - CIRCUITO PRATICO E SUGGERIMENTI PER LA CORRETTA APPLICAZIONE DEI CIRCUITI INTEGRATI DESCRITTI

L'ingresso simmetrico al preamplificatore contenuto per ricevitori AM/FM, nel quale gli indicatori del valore della frequenza ricevuta sono costituiti da unità LED a 7 segmenti. Si tratta di un circuito-base al quale è possibile apportare le varianti qui di seguito descritte.

Suggerimenti per il corretto impiego del divisore prescaler SAA1058

L'ingresso simmetrico al preamplificatore contenuto nell'integrato SAA1058 fa capo ai terminali 4 e 5 ai quali viene applicato, tramite i due condensatori di accoppiamento C1 e C2, il segnale dell'oscillatore locale AM o FM del ricevitore, proveniente dai morsetti B1 e B2 (fig. 6).

La rete resistiva d'ingresso formata dai resistori R1, R2, R3 e R4, assolve due compiti: inanzitutto realizza il corretto valore dell'impedenza di sorgente richiesto, pari a $Z_0 \leq 75 \Omega$, riferita all'ingresso dell'amplificatore, nella ovvia supposizione che la resistenza del generatore esterno (e cioè la resistenza interna dell'oscillatore locale del ricevitore) sia $R_0 \leq 1 \text{ k}\Omega$. In secondo luogo questa stessa rete fa sì che l'impedenza d'ingresso del sistema di misura abbia il valore di

Tabella 5 - RISOLUZIONE NELLA MISURA DELLA FREQUENZA

Funzionamento	Risoluzione dell'indicazione	Numero di impulsi d'ingresso occorrenti all'SAA1070 per effettuare una variazione nell'indicazione a LED
Frequenza FM (F)	0,05 MHz	4
Canale FM (C)	0,1 MHz	8
OC (S)	5 kHz	5
OM/OC (ML)	1 kHz	1

Tabella 6 - ESTENSIONE DELLE BANDE RICEVUTE E POSIZIONE DELLE CIFRE (FIG. 6)

Funzionamento	Campo di indicazionee										Unità
	min.					max.					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Frequenza FM *		0	0.	0	0	1	9	9.	9	5	MHz
Canale FM *	—		0	0		+		9	9		
OC		0	0	0	0	1	9	9	9	5	kHz
OM/OC		0	0	0		1	9	9	9		

(*) L'estensione della banda FM è limitata verso l'alto a 109,3 MHz (canale -64) dalla massima frequenza d'ingresso di 3,75 MHz dell'SAA 1070 (F.I. = 10,7 MHz)

Con F.I. di 460 kHz e 10.7 MHz non sono necessari resistori. Per cambiare detti valori (es. 452 kHz) sono richiesti i componenti indicati in figura (vedi tab. 3)

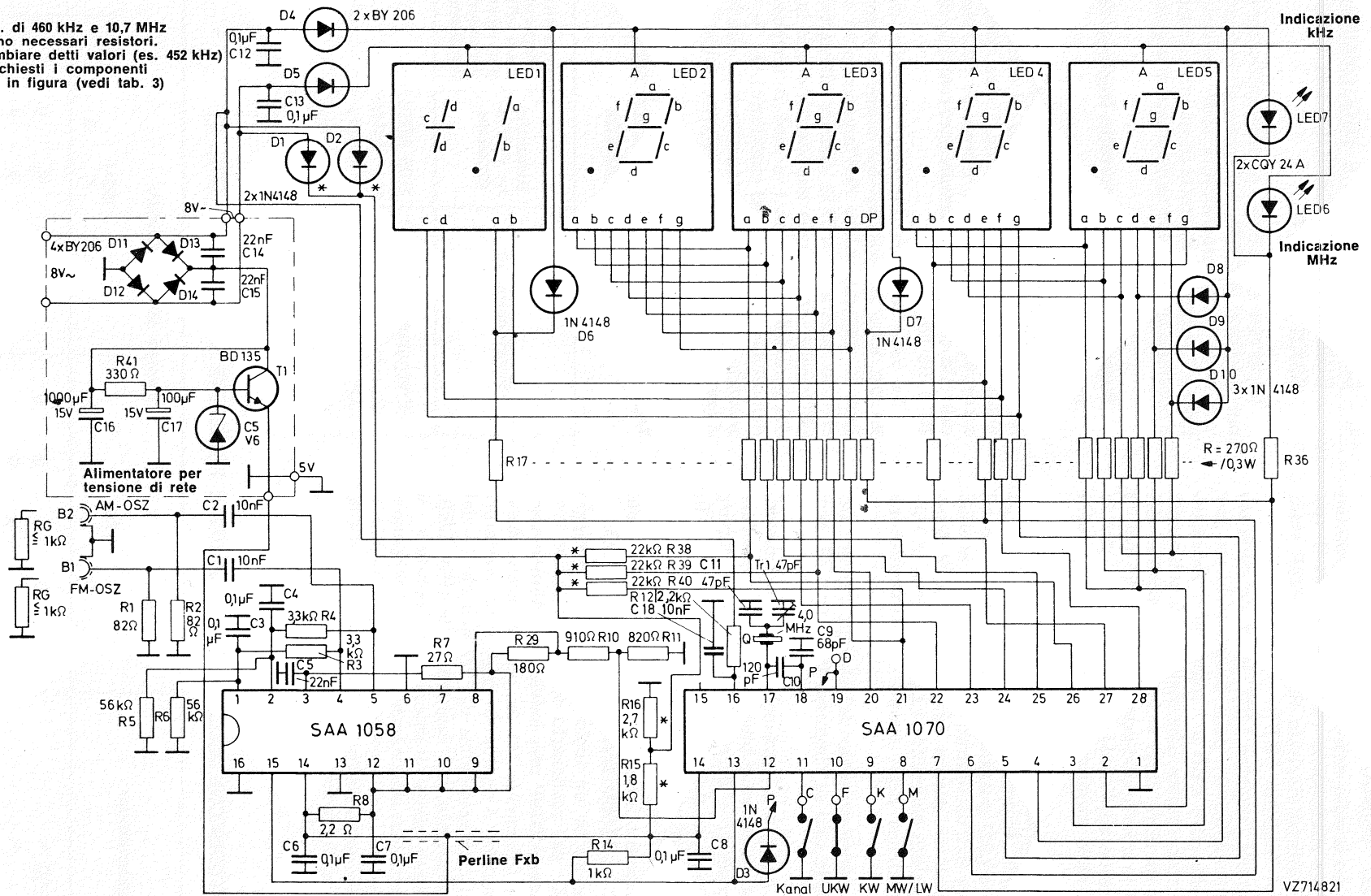


Fig. 6 - Schema completo del frequenzimetro a LED

75 Ω , e per questo motivo le impedenze d'ingresso ai terminali 4 e 5 hanno il tipico valore di 1 k Ω .

Per la corretta taratura del punto di lavoro del preamplificatore, gli ingressi 4 e 5 ai quali fanno capo rispettivamente i resistori R3 e R4, vengono alimentati dai terminali 1 e 2 dell'integrato SAA1058. Il resistore R7, insieme al condensatore C5, contribuisce a livellare ulteriormente la tensione di alimentazione dell'amplificatore d'ingresso; oltre a ciò, questo resistore serve, con il concorso dei resistori R5 e R6, ad effettuare un'eventuale correzione dei punti di lavoro.

L'amplificatore d'ingresso per il segnale $\overline{\text{SET}}$ e il segnale di orologio (clock) proveniente dall'integrato SAA1070 devono essere alimentati con una tensione superiore di circa 0,2 V a quella che alimenta la logica dell'integrato. Questo differente livello di tensione si ottiene collegando tra i terminali 12 e 14 il resistore R8.

La messa a massa dell'ingresso - preselezione CM33 (terminale 13) permette al divisore dell'integrato SAA1058 di effettuare, nel sistema di misura in questione, il rapporto 32:1 richiesto.

La frequenza da misurare viene applicata al SAA1070 dall'uscita 8 (QOPC), a collettore aperto, dell'integrato SAA1058. I resistori ad essa collegati (R9, R10 e R11) servono ad adattare i differenti livelli di lavoro e, nello stesso tempo, a disaccoppiare dinamicamente gli integrati SAA1058 e SAA1070.

Prove pratiche hanno dimostrato che la presenza di un carico capacitivo anche dell'ordine di 5...10 pF all'uscita del divisore può produrre, durante i fianchi degli impulsi, correnti spurie a frequenza elevata tendenti a ridurre la sensibilità caratteristica di questo divisore e ad aumentare fenomeni di irradiazione. Le correnti spurie vengono, in ogni caso, bloccate dalla capacità d'ingresso dell'integrato SAA1070.

Suggerimenti per il corretto impiego dell'integrato SAA1070

Questo integrato riceve la tensione di alimentazione tramite il terminale 14. Il resistore R14 e il diodo D3 collegati in serie tra questo terminale ed il terminale 19, impediscono il bloccaggio del ciclo di misura interno del sistema dopo l'applicazione della tensione di alimentazione. La frequenza di orologio (clock) del ciclo di misura è fissata da un circuito esterno, collegato ai terminali 17 e 18 e formato dai condensatori C9...C11, dal trimmer TR1 e da un quarzo a 4 MHz. Questi componenti esterni, unitamente al ciclo di misura interno, formano un oscillatore che può essere tarato su 4,0 MHz mediante il suddetto trimmer. La frequenza di questo oscillatore può essere misurata sul terminale 18.

In proposito sarà bene far presente che l'applicazione della sonda di misura su questo terminale dà luogo ad una staratura pari a -4 Hz/pF . In particolare, se la sonda di misura impiegata avesse una capacità d'ingresso di 10 pF esatti, occorrerebbe effettuare la taratura dell'oscillatore su un valore pari a 3999960 Hz (e cioè 4 MHz $- 40 \text{ Hz}$) in modo da mettere l'oscillatore in condizione di oscillare, dopo il distacco della sonda dal punto di misura, sul valore nominale di 4,0 MHz richiesto.

Un'eventuale staratura dell'oscillatore tenderebbe a spostare la coincidenza tra gli istanti di commutazione dell'indicatore a LED e la frequenza d'ingresso per il semplice motivo che la durata della finestra di misura è direttamente proporzionale alla durata del periodo del segnale dell'oscillatore.

Il comando duplex dell'integrato SAA1070, e cioè la sincronizzazione del ciclo di misura interno con la tensione alternata di alimentazione e lo scambio dei due gruppi di uscita dei LED, avviene per il tramite dell'ingresso DUP (terminale 16).

Come segnale di comando viene usata la tensione anodica per il gruppo di LED DUP = 1 (posizione delle cifre 2, 4 e simbolo kHz). Questa semionda della tensione di rete in linea di principio potrebbe essere applicata direttamente al terminale 16; è però consigliabile, specialmente nel caso di valori elevati delle tensioni di alimentazione dei LED, collegare detta tensione al terminale 16 tramite un resistore in serie R12 (o un partitore R12/R13 quest'ultimo non indicato nello schema). In questa maniera è possibile anticipare l'istante di commutazione tra funzionamento come uscita e funzionamento come ingresso dei terminali 20...28 dei LED.

Per impedire un'eventuale infiltrazione di tensioni spurie nell'ingresso duplex (terminale 16) sarà opportuno collegare questo terminale a massa tramite il condensatore C18; tale condensatore potrà essere collegato sia in parallelo all'eventuale resistore da 12 k Ω (R13), sia al posto di quest'ultimo. La costante di tempo introdotta da queste reti (e cioè da C18, R12, R13 oppure da C18, R12) non dovrebbe produrre un apprezzabile ritardo delle tensioni alternate dei LED.

Volendo sostituire il resistore R13 con il condensatore C18 occorrerà portare il valore di R12 da 10 k Ω a 2,2 k Ω , come appunto indicato nello schema di fig. 6.

In funzionamento OM/OL, gli stadi di uscita vengono nuovamente inseriti dopo un tempo di sincronizzazione di $2 \times 320 \mu\text{s}$ più $0 \dots 320 \mu\text{s}$ e cioè 640...960 μs dopo il fianco negativo del segnale duplex. Prima di questo istante il valore istantaneo delle tensioni alternate dovrà essere inferiore a 2 V. Con questo valore di tensione non scorre nei LED praticamente nessuna corrente, dato che questi ultimi sono collegati, di volta in volta, in serie con due diodi (per es. D4, LED2, D12 e D5, LED1, D11).

Ciò è garantito nel caso in cui il valore efficace della tensione alternata non superi 9,4 V. Questo valore-limite è legato anche alla massima tensione tollerabile dagli stadi finali.

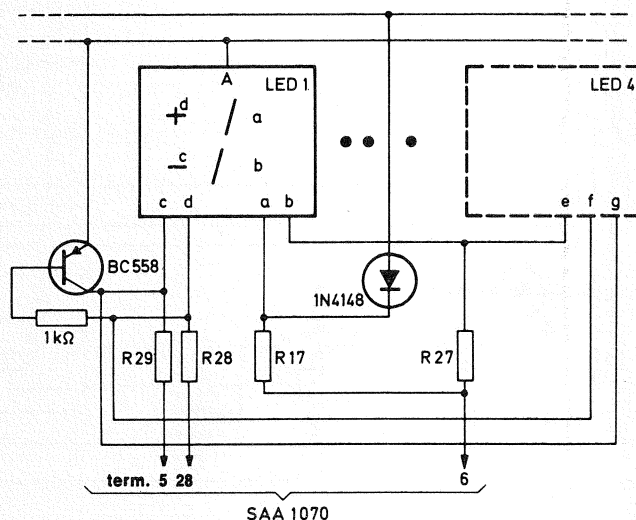
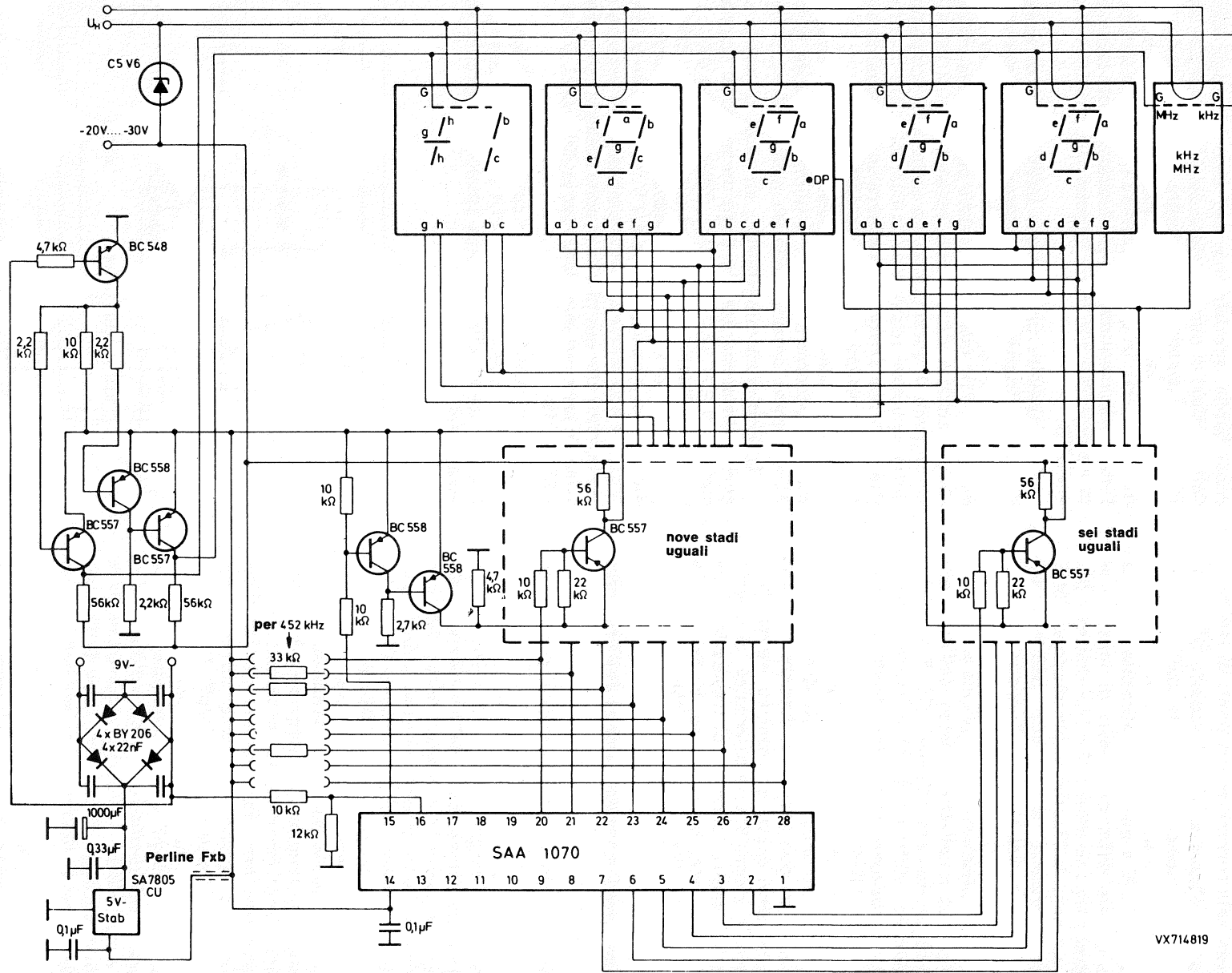


Fig. 7 - Circuito per il comando dei LED con simboli (\pm) separati



VX714819

Fig. 8 - Comando di indicatori numerici a luminescenza ottenuto mediante l'integrato SAA1070

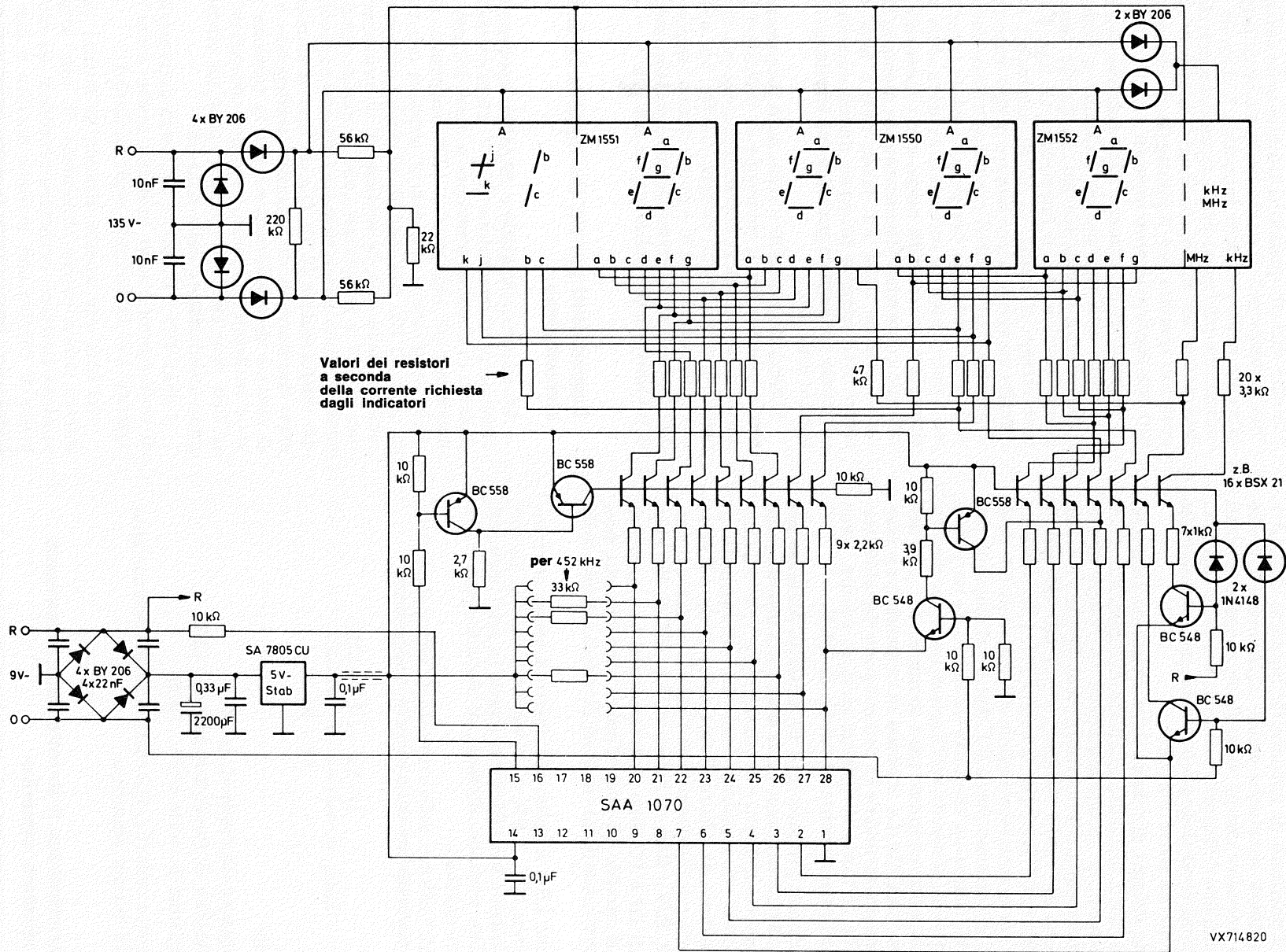


Fig. 9 - Comando di indicatori numerici a scarica nel gas, realizzato con l'integrato SAA1070

L'impiego del partitore R12/R13 permette di ottenere un fianco negativo del segnale duplex già prima che la tensione anodica dei LED sia scesa a 0,7 V, e cioè già con una tensione anodica di 1,4 V.

In corrispondenza di questo valore di tensione, il LED si trova già senza corrente e l'intervallo di tempo intercorrente fino all'istante in cui il valore istantaneo della tensione alternata farà scorrere nuovamente la corrente è maggiore che nei casi in cui non viene impiegato il partitore di tensione. Il rapporto del partitore non dovrà comunque essere superiore a 2:1, allo scopo di impedire che gli stadi finali vengano bloccati prima della fine della fase di circolazione della corrente. Quest'ultima condizione produrrebbe una considerevole irradiazione da parte dei LED.

Questo sistema di misura della frequenza consente, come già detto, mediante semplice collegamento di resistori esterni, la "programmazione" di valori di frequenza intermedia del ricevitore (vedi tabelle 3 e 4) che differiscono dai valori standard, e cioè 460 kHz per le bande AM, e 10,7 MHz per la banda FM. I resistori occorrenti per la programmazione del valore di F.I. desiderato (5 al massimo per la F.I./AM e 4 al massimo per la F.I./FM) hanno un terminale collegato da un potenziale comune di comando agli ingressi/uscite, occorrenti di volta in volta, compresi tra i terminali 20...28 dell'integrato SAA1070. La tensione di comando può essere derivata dal terminale 15 dell'integrato SAA1070, terminale che all'inizio di ciascun ciclo di misura viene agganciato internamente al valore di 2,5 V.

Nel circuito proposto (fig. 6), causa la presenza del partitore R15 e R16, non viene impiegata una tensione di comando commutata e di conseguenza, non si avranno transistori di commutazione sui collegamenti ai LED. Il sistema di misura di frequenza di fig. 6 è stato predisposto per funzionare con i valori indicati dei resistori R38, R39 e R40, su valore di F.I./AM di 452 kHz.

I diodi D1 e D2 sono stati introdotti per impedire che i LED, quando gli stadi d'uscita sono bloccati, possano essere eccitati dai resistori di messa a punto della F.I.

Le unità LED vengono commutate a massa attraverso i resistori R17...R36 e l'integrato SAA1070. La corrente circolante nei LED viene fissata in gran parte dal valore della tensione alternata di alimentazione e dal valore dei resistori.

Il valore efficace della *corrente di segmento* è data approssimativamente dalla seguente espressione:

$$I_{\text{seg. eff.}} = \frac{1,4 V_{\text{eff}} - 2 V - V_F}{2,8 \cdot R_v}$$

nella quale

V_{eff} = tensione alternata di lavoro

V_F = tensione di funzionamento del LED

R_v = resistori in serie (R17...R36)

Nel nostro caso (fig. 6) è stata misurata una corrente di circa 10 mA per segmento.

Suggerimenti per il corretto dimensionamento dell'indicatore numerico

Per la presentazione del valore della frequenza del segnale e del canale FM ricevuti sono previsti, per l'in-

tegrato SAA1070, indicatori LED a 7 segmenti; devono essere impiegati indicatori numerici ad anodo in comune. Gli elementi (= posizioni numeriche) 1, 3, 5 e l'indicazione di MHz formano un gruppo (DUP = 0); gli elementi 2, 4 e l'indicazione di kHz formano il secondo gruppo (DUP = 1). I collegamenti (cablaggio) riportati in fig. 6 sono stati effettuati secondo la decodifica effettuata dall'integrato SAA1070. I diodi D4...D10 fanno sì che gli indicatori numerici non vengano eccessivamente caricati quando si trovano nella condizione di "non conduzione". Il punto decimale viene definito stabilmente nella posizione numerica 3, dopo la cifra; la indicazione più/meno per il riconoscimento del canale deve essere un segno combinato. In fig. 7 viene proposto un circuito per il pilotaggio di elementi indicatori con segni più/meno separati.

Al posto di indicatori a LED possono essere impiegati anche altri tipi, per es. indicatori a luminescenza o indicatori a scarica nel gas. In questo caso occorre prevedere altri tipi di interfaccia. Le figg. 8 e 9 indicano esempi d'impiego di questi particolari tipi di indicatori numerici. Viene sempre in ogni caso impiegato l'integrato SAA1070. Nel progetto dell'interfaccia si deve fare in modo che per prima cosa la commutazione tra i due gruppi di indicatori avvenga nella modalità richiesta e, in secondo luogo, che i terminali 20...29 vengano commutati liberamente in maniera che la taratura esterna della F.I. possa essere letta correttamente. Nell'esempio proposto questa commutazione è effettuata dal segnale presente sul terminale 15 dell'integrato SAA1070.

L'integrato SAA1070 è stato però progettato per essere impiegato per il pilotaggio di indicatori LED; gli altri tipi di indicatori richiedono, come già detto, l'aggiunta di altri circuiti esterni. Inoltre, per questi altri tipi di indicatori non si è potuto fino ad oggi approfondire il problema dell'irradiazione, specialmente nel caso di indicatori numerici a scarica nel gas.

Suggerimenti per ciò che riguarda la tensione di alimentazione

Gli integrati SAA1058 e SAA1070 lavorano con una tensione di alimentazione di 5 V. L'assorbimento complessivo di corrente ammonta a circa 200 mA. Per far funzionare gli indicatori a LED occorrono, come già detto, semionde sinusoidali di tensione con frequenza di circa 50 Hz. Nel caso di ricevitori alimentati dalla tensione della rete, la tensione di alimentazione continua di 5 V e le tensioni delle semionde sinusoidali a 50 Hz possono essere ricavate dallo stesso avvolgimento del trasformatore (8 V). Questo tipo di alimentatore è stato racchiuso in un riquadro tratteggiato in fig. 6. Il circuito di stabilizzazione per la tensione a 5 V è stato realizzato, in questo caso, con componenti discreti. Può però essere impiegato anche un circuito integrato stabilizzatore della serie 78.

I diodi D11 e D12 oltre ad essere usati con funzione di raddrizzatori, sono utilizzati anche come diodi di aggancio per la corrente degli indicatori.

Nel caso che questo sistema di misura della frequenza debba essere alimentato da una sorgente di tensione continua, occorrerà prevedere un circuito in grado di fornire una tensione anodica a due fasi richiesta dal funzionamento degli indicatori numerici. La figura 10 riporta un circuito che potrebbe servire all'occorrenza.

Questo circuito, oltre ad una tensione continua di 5 V, è in grado di dare anche due tensioni trapezoidali in controfase aventi un'ampiezza di 5 V. Il ciclo di utilizzazione di questi due segnali (ciascuno pari a $V_T < 0,5$) è stato scelto in maniera che in ciascun periodo abbia luogo una pausa di corrente degli indicatori, con durata tipica di 2 ms, nella quale possa essere letta l'informazione riguardante la taratura della F.I. Le uscite duplex possono essere caricate ciascuna con una corrente di 300 mA e pertanto, per la corrente di segmento, si potrà contare su un valore efficace di 5 mA.

Il circuito di fig. 10 vuole essere soltanto una proposta di soluzione di questo problema che ovviamente potrà essere risolto anche ricorrendo a circuiti integrati standard per l'oscillatore e per gli altri circuiti.

Qualsiasi soluzione venga scelta, occorrerà tener presenti le seguenti esigenze:

- previsione di una fase di assenza di corrente negli indicatori numerici, in modo da poter leggere la taratura della F.I.
- uguale durata delle due fasi di corrente negli indicatori numerici, per evitare che tra i due gruppi possa verificarsi una diversità nell'intensità luminosa.

— eliminazione di fianchi di salita ripidi che potrebbero dar luogo a fenomeni di irradiazione indesiderati.

Suggerimenti per impedire o, perlomeno, ridurre i disturbi

Un problema generale che sorge quando vengono impiegati circuiti integrati digitali nei radiorecettori, riguarda l'eliminazione dei disturbi prodotti dai fianchi ripidi dei segnali rettangolari che sono alla base del funzionamento del sistema digitale introdotto nel radiorecettore. In particolare, nel sistema di misura di frequenza per radiorecettori di cui ci siamo fin qui occupati, si dovranno tener sotto controllo le seguenti sorgenti di disturbo:

- a) le armoniche nella corrente di alimentazione dei circuiti integrati.
- b) il collegamento tra l'SAA1058 e l'SAA1070 nel quale passa il segnale diviso dall'SAA1058.
- c) il cablaggio esterno della base dei tempi dell'integrato SAA1070.
- d) gli indicatori a LED.

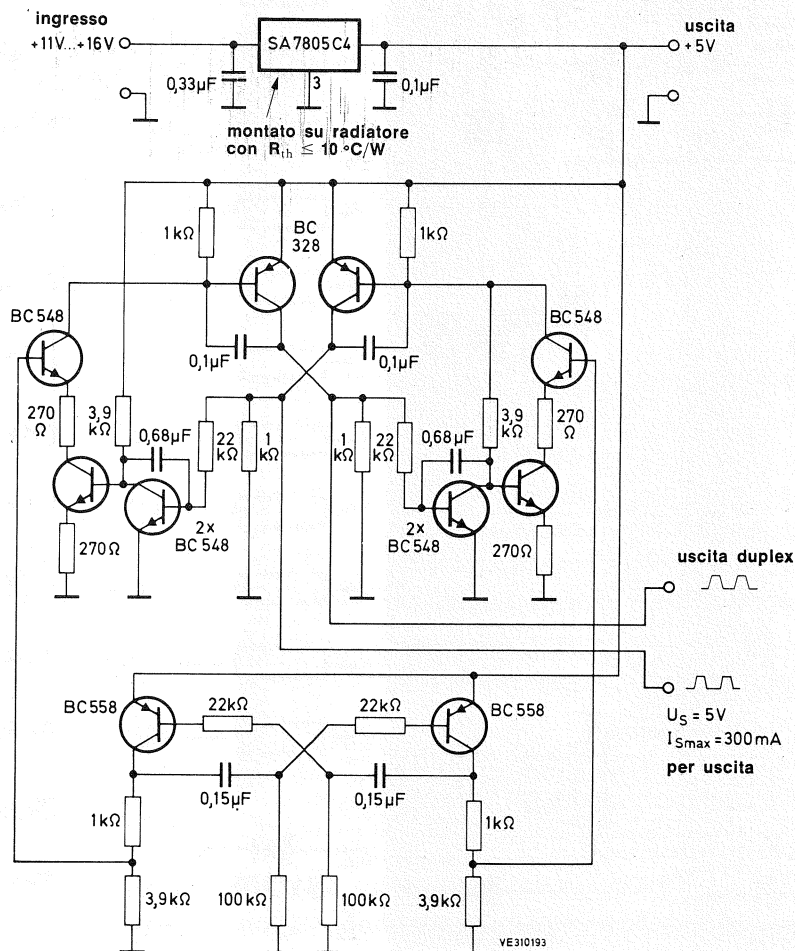


Fig. 10 - Circuito ausiliario nel caso il frequenzimetro debba essere alimentato da una sorgente di tensione continua

Con F.I. di 460 kHz e 10,7 MHz non sono necessari resistori. Per cambiare detti valori (es. 452 kHz) sono richiesti i componenti indicati in figura (vedi tab. 3)

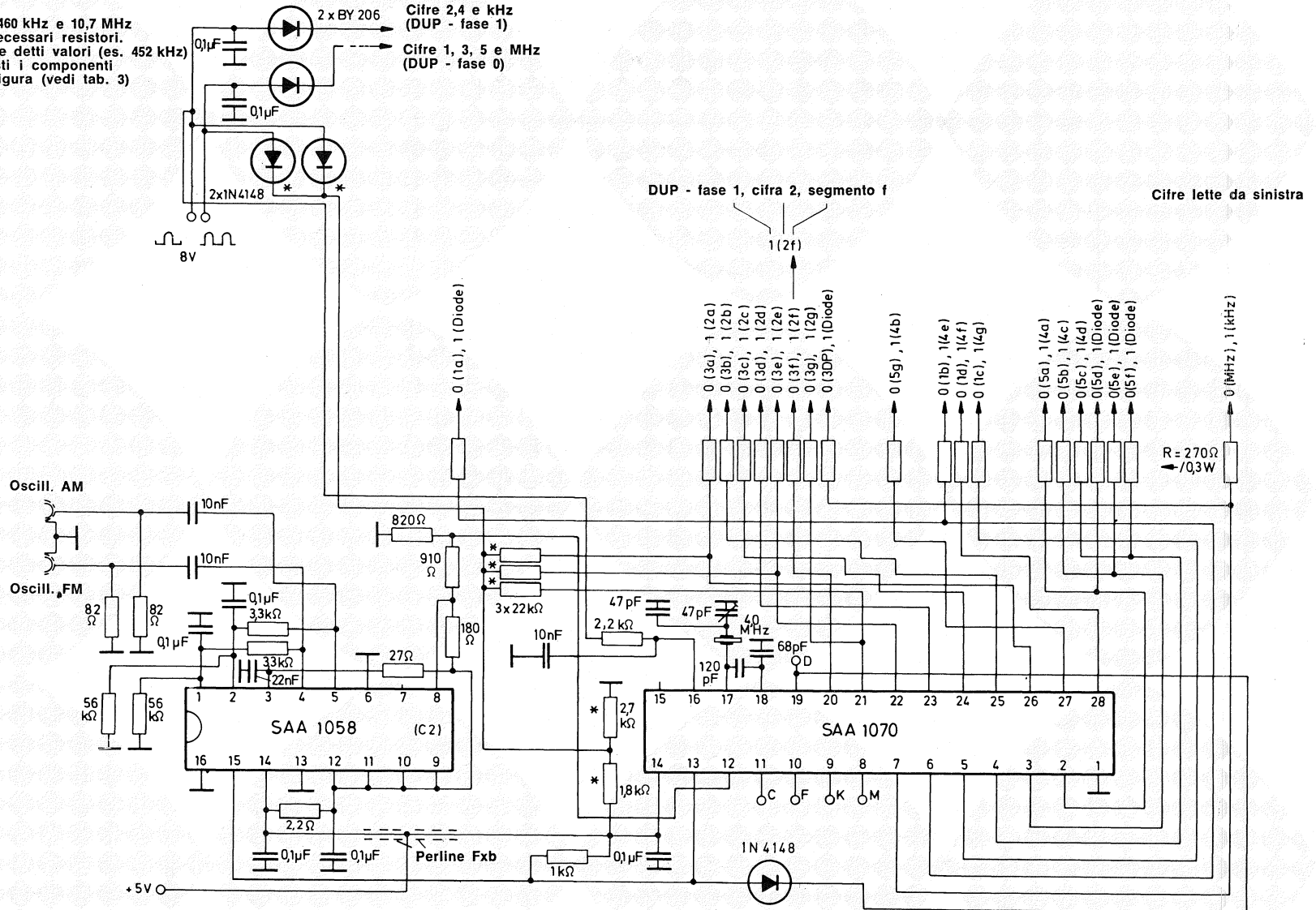


Fig. 12 - Schema elettrico del frequenzimetro di cui in fig. 11 è riportato il circuito stampato proposto

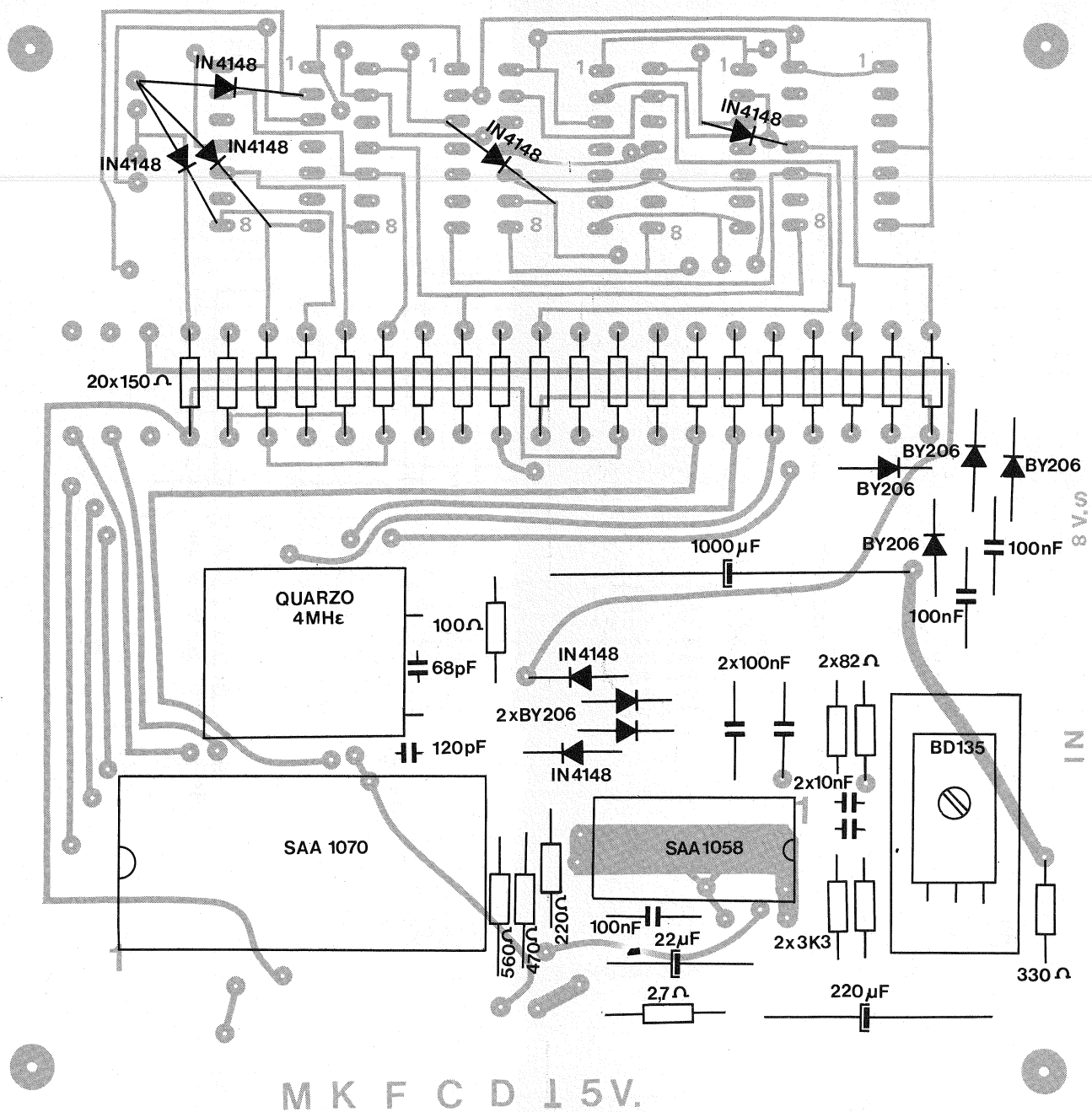


Fig. 13a - Altra versione di circuito stampato (lato componenti) per la realizzazione del frequenzimetro secondo lo schema di fig. 6 leggermente semplificato

In particolare:

Punto a)

I circuiti integrati e gli elementi periferici collegati a massa devono essere sistemati il più vicino possibile alla massa situata in prossimità del contenitore del circuito integrato. Il circuito stampato dovrà essere studiato in maniera da evitare che le superfici di rame dove circolano correnti siano estese, e far sì che nei collegamenti a massa si abbiano ridotte cadute di tensione a radiofrequenza. Per evitare fenomeni di risonanza occorrerà inoltre che i punti di fissaggio dello stampato siano ben disaccoppiati tra di loro.

Punto b)

I fianchi degli impulsi non dovranno dar luogo a correnti con frequenze armoniche, prodotte da eventuali carichi capacitivi. Il circuito dovrà essere dimensio-

nato in maniera compatta in modo che l'accoppiamento capacitivo con i circuiti limitrofi sia ridotto al minimo. Le piste di rame su cui transitano i segnali d'uscita dovranno essere ben schermate (mediante superfici di rame a massa) da quelle sulle quali transitano i segnali d'ingresso.

Punto c)

Anche in questo caso le piste di rame dove circolano correnti devono essere sottili.

Punto d)

Correnti e tensioni ad impulsi dovranno essere tenute lontano dagli indicatori numerici. Questa esigenza è soddisfatta nel circuito da noi proposto, in quanto gli indicatori vengono attivati da semionde sinusoidali; non è escluso però che eventuali armoniche possano provenire dal circuito raddrizzatore.

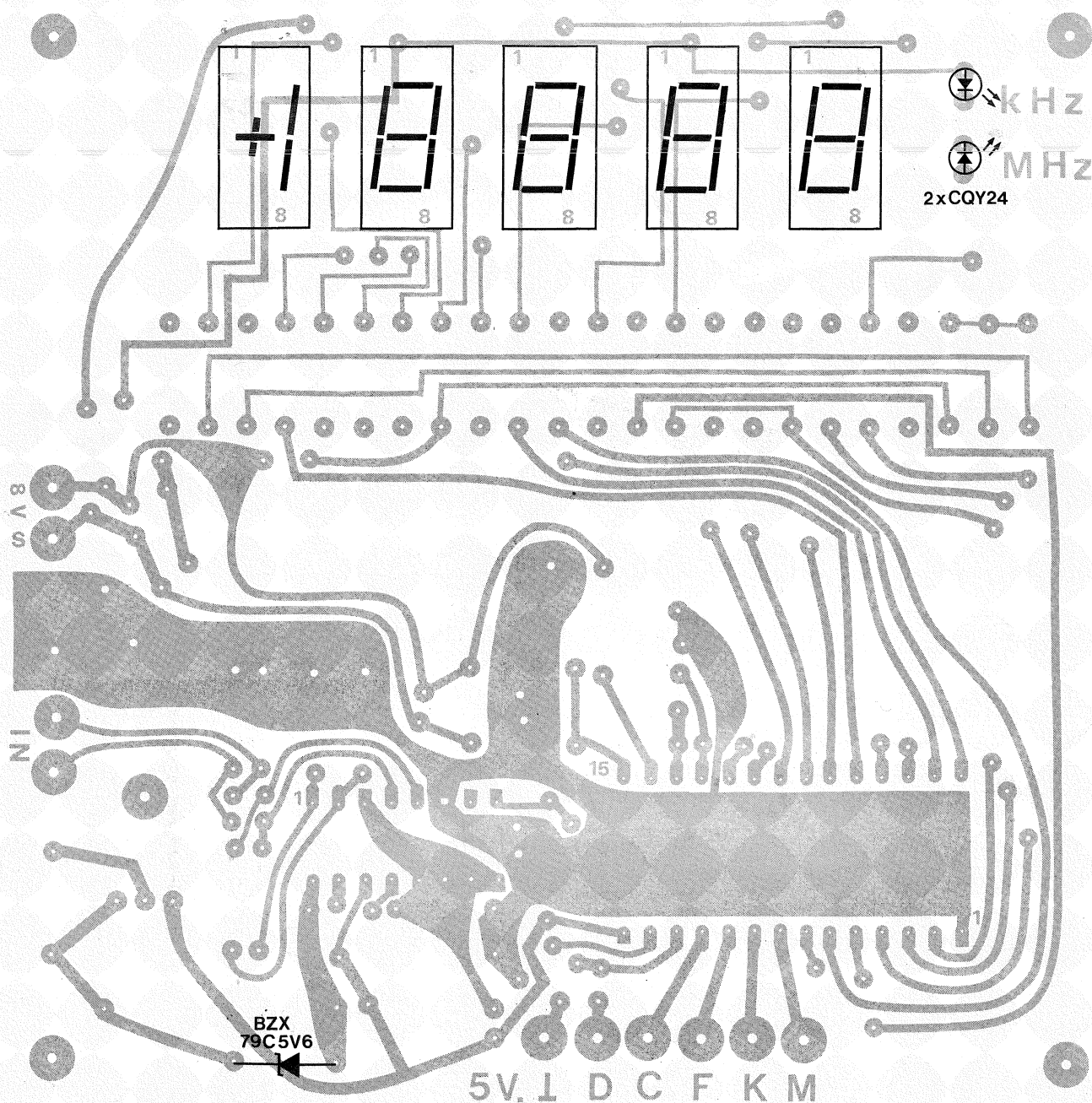


Fig. 13b - Circuito stampato di fig. 13a, lato rame

In generale, l'irradiazione delle frequenze spurie può essere neutralizzata mediante opportuna schermatura. La realizzazione pratica di quest'ultima dipenderà dal progetto complessivo del ricevitore e dalla particolare ubicazione del sistema di misura della frequenza. In alcuni casi, una corretta ubicazione può rendere superflua la schermatura. Prove pratiche di laboratorio hanno dimostrato che le piste (o i collegamenti) che portano la tensione di alimentazione possono essere sorgenti di segnali spurii qualora non vengano opportunamente disaccoppiate. Quando si verificano siffatti fenomeni occorre introdurre misure di livellamento anche sui conduttori di segnali di comando. Si tenga presente in proposito che al terminale 19 (comando del sistema di indicazione) non dovrà essere collegato alcun condensatore.

Si tenga infine presente l'eventualità di possibili disturbi iniettati nel collegamento tra tuner e sistema di misura della frequenza da parte del segnale diviso (e dalle relative armoniche) in uscita dall'integrato SAA 1058. In un prototipo, si poterono misurare su detto collegamento tensioni-disturbo fino a $20 \mu\text{V}$. L'entità dei suddetti disturbi dipenderà ovviamente dalla maniera con cui viene prelevato il segnale dell'oscillatore dal tuner.

REALIZZAZIONI PRATICHE DEL FREQUENZIMETRO PER RADIORICEVITORI

In fig. 11 si può vedere la realizzazione pratica del circuito stampato del frequenzimetro descritto. La sca-

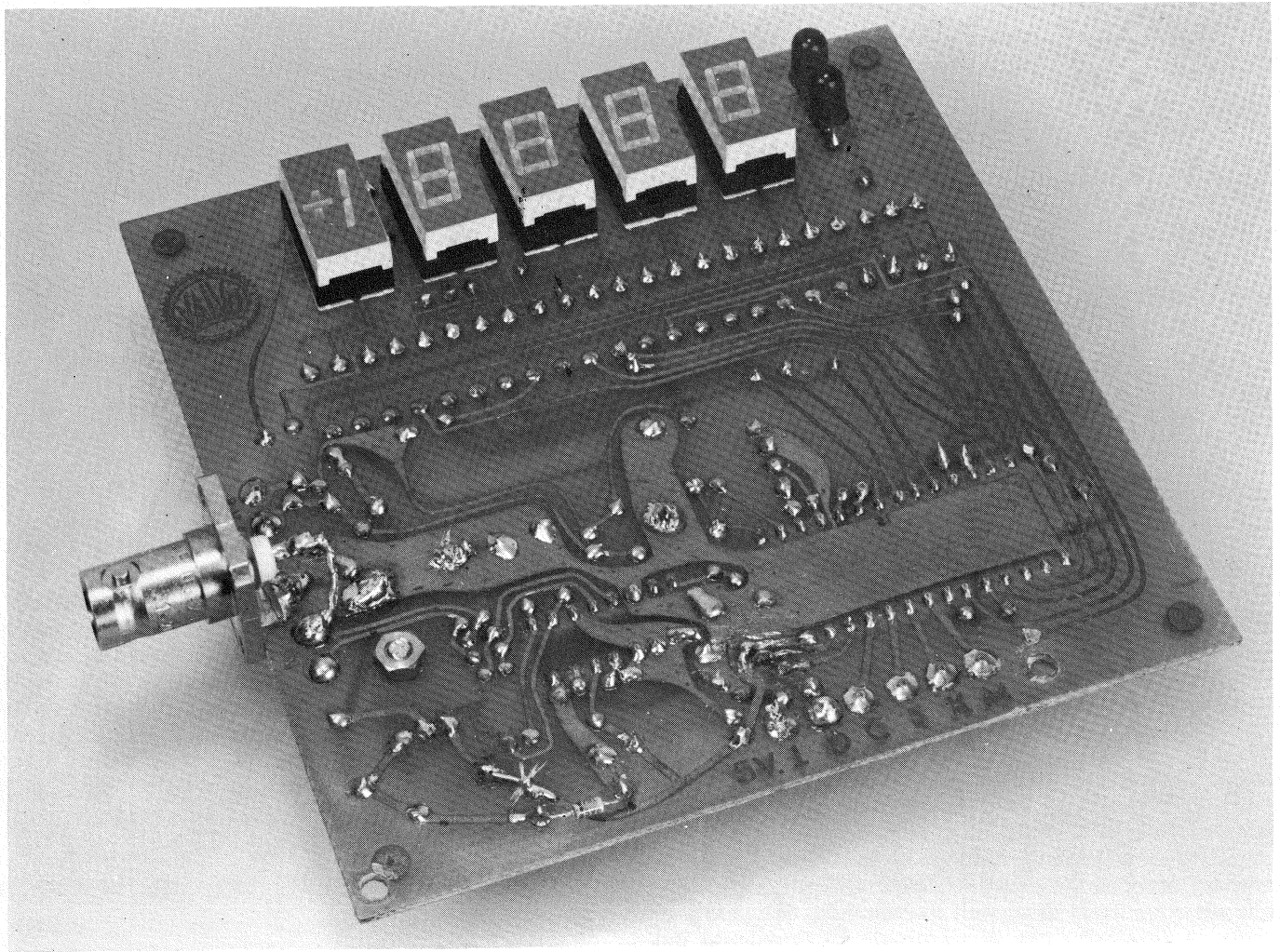
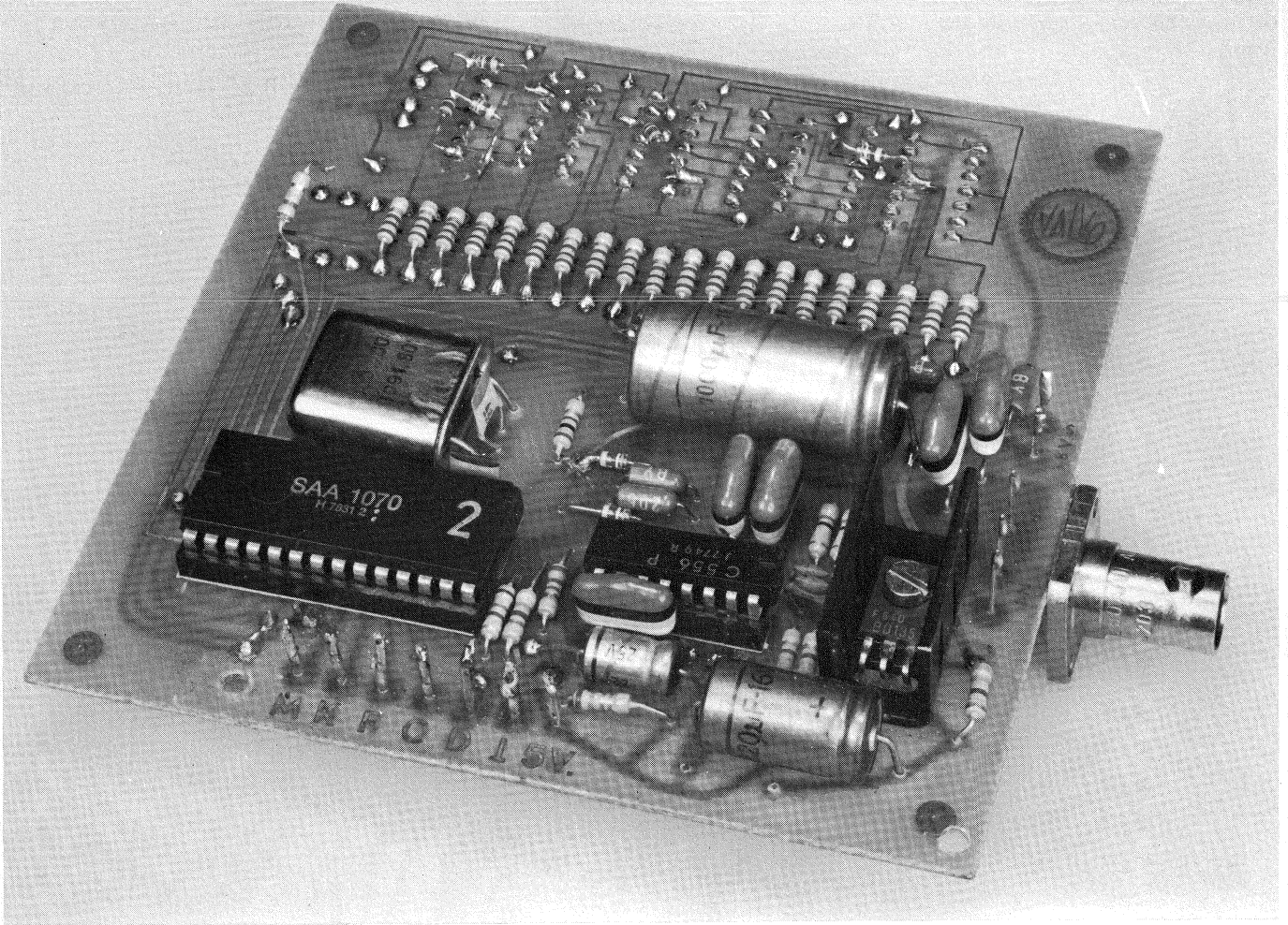


Fig. 14 - Prototipo di laboratorio del frequenzimetro realizzato sulla versione del circuito stampato di fig. 13a

la è 2:1. Il circuito elettrico corrispondente è riportato in fig. 12. L'alimentatore e gli indicatori numerici sono a parte. Questa separazione si è mostrata molto adatta per prove di laboratorio.

In fig. 13 è indicata un'altra versione di circuito stampato valido anch'esso per lo schema di fig. 6 con qualche leggera modifica. In fig. 13a, lo stampato è visto dal lato componenti; in fig. 13b, dal lato rame.

Nella fig. 14 è riportata la realizzazione pratica di un frequenzimetro basata sulla versione di circuito stampato di fig. 13.

CONCLUSIONE

Mettendo in atto i nostri suggerimenti, si è potuto constatare che il sistema di misura della frequenza descritto, quanto a radiazioni, è il migliore tra quelli esistenti sul mercato.

La caratteristica del frequenzimetro proposto è costituita dall'alto grado di integrazione di cui usufruisce (due soli circuiti integrati), dal circuito oscillatore integrato nell'SAA1070 e dagli indicatori numerici fatti funzionare con semionde sinusoidali a bassa frequenza.