

(50)

1. - RADIOSTEREOFONIA

1.1 - Il segnale stereofonico multiplex

Come è noto, per poter ascoltare un programma stereofonico è necessario disporre di due altoparlanti, che trovano posto rispettivamente a sinistra ed a destra degli ascoltatori.

Analogamente la ripresa in stereofonia richiede l'impiego di due microfoni o due gruppi di microfoni dai quali si ottengono i due distinti segnali dei canali sinistro e destro.

L'insieme dei suoni captati dal microfono del lato sinistro della scena, rispetto a chi ascolta, va riprodotto dall'altoparlante del canale di sinistra, mentre l'insieme dei suoni captati dal microfono del lato destro va riprodotto dall'altoparlante di destra.

In tal modo l'ascoltatore può avere sensazioni molto prossime a quelle ottenibili con l'ascolto dal vero.

Convenzionalmente i due canali sinistro e destro sono denominati rispettivamente canale **A** e canale **B**.

Benché per un programma radio in stereofonia sia richiesta la trasmissione di due distinti segnali, è necessario premettere che si deve usare un solo trasmettitore e di conseguenza in ricezione è sufficiente un solo ricevitore.

In tal modo anche gli ascoltatori non provvisti di un ricevitore stereofonico hanno la possibilità di ricevere il programma stereofonico sebbene naturalmente soltanto in monofonia.

Quest'ultima importante condizione, che va sotto il nome di **COMPATIBILITÀ**, è quindi non solo molto importante, ma necessaria e la si ottiene con il sistema di trasmissione **MULTIPLEX**, elaborato dalle Società

americane Zenith e General Electric ed approvato dalla Federal Communication Commission (FCC). Recentemente lo stesso sistema è stato raccomandato in Europa dall'Unione Europea di Radiodiffusione (EUR) ed accettato dal Comité Consultatif International des Radio Communications (CCIR).

Affinché la trasmissione sia compatibile, è pertanto necessario che i due segnali A e B siano entrambi ricevibili dai normali radiorecettori: per questo il trasmettitore stereofonico deve innanzitutto irradiare il segnale monofonico $M = A + B$, che è la somma dei segnali dei due canali di sinistra e di destra.

Per poter infine ricostruire in ricezione i segnali A e B separati, occorre trasmettere contemporaneamente un segnale sussidiario stereofonico che non deve assolutamente disturbare od essere disturbato dal segnale monofonico.

Il segnale sussidiario S è costituito dalla differenza dei segnali A e B cioè $S = A - B$. Per poter trasmettere i segnali M ed S contemporaneamente, senza che interferiscano tra loro, il segnale S deve venire ulteriormente trasformato in un segnale S', formato dalle sole bande laterali di una sottoportante a 38 kHz modulata in ampiezza, con il sistema a portante soppressa, dal segnale $A - B$.

La soppressione della sottoportante a 38 kHz richiede l'introduzione di un piccolo segnale pilota a 19 kHz (da cui il nome di « sistema a frequenza pilota »), che permette di rigenerare in ricezione la sottoportante soppressa di 38 kHz con un circuito abbastanza semplice.

Riassumendo quanto detto, il segnale multiplex è composto:

a) dal segnale monofonico $M = A + B$ che occupa all'incirca la banda di frequenza da 50 Hz a 15 kHz;

b) dal segnale sussidiario stereofonico S', costituito dalle sole bande laterali della sottoportante modulata dal segnale $S = A - B$ che coprono la gamma di frequenze da $38 \text{ kHz} - 15 \text{ kHz} = 23 \text{ kHz}$ fino a $38 \text{ kHz} + 15 \text{ kHz} = 53 \text{ kHz}$;

c) dal segnale pilota P a 19 kHz.

Il segnale multiplex così ottenuto modula in frequenza la portante principale, che viene irradiata dal trasmettitore stereofonico nella gamma da 100 MHz a 104 MHz.

2. - LA RICEZIONE STEREOFONICA

2.1 - Il decodificatore

Un ricevitore a modulazione di frequenza stereofonico deve avere, oltre ai due canali di BF separati, anche un particolare circuito detto DECODIFICATORE.

Infatti il segnale stereofonico captato dall'antenna di un ricevitore passa attraverso i normali stadi RF ed FI e viene rivelato dal rivelatore a rapporto come nella ricezione monofonica.

All'uscita del rivelatore a rapporto si trova il segnale multiplex che deve essere rivelato mediante il circuito decodificatore.

Le operazioni svolte dal decodificatore sono fondamentalmente le seguenti: estrazione dal segnale multiplex della frequenza pilota a 19 kHz e rigenerazione della sottoportante a 38 kHz; ricostruzione dei segnali originali A e B.

Per garantire una buona riproduzione stereofonica il decodificatore deve soddisfare ad alcune condizioni; deve cioè essere poco sensibile ai disturbi, introdurre la minima distorsione possibile sui due canali ed una limitata diafonia, cioè una buona separazione dei due canali.

Altri requisiti non indispensabili, ma che migliorano le caratteristiche di un decodificatore sono: un indicatore visivo della presenza del segnale stereofonico; un circuito di commutazione automatica del ricevitore dalla riproduzione monofonica a stereofonica e viceversa, quando questa è necessaria; scelta di un circuito che garantisca ugual ampiezza di segnale d'uscita e quindi ugual volume di riproduzione sia in monofonia sia in stereofonia.

Per rivelare il segnale multiplex sono stati elaborati diversi circuiti che, in base al principio di funzionamento, si possono raggruppare in tre sistemi fondamentali e cioè il sistema a rivelazione di involuppo, il sistema a commutazione (detto anche a divisione di tempo), ed il sistema a separazione di canali.

Esaminiamo ora brevemente i tre sistemi.

2.2 - Il decodificatore a rivelazione d'inviluppo

Nella *fig. 1* è illustrato lo schema a blocchi del decodificatore a rivelazione di inviluppo.

Dal segnale multiplex $M + S' + P$ proveniente dal rivelatore a rapporto viene separato, in un circuito risonante a 19 kHz, il segnale pilota P che, duplicato di frequenza, permette di ricostruire nel circuito rigeneratore la sottoportante a 38 kHz, soppressa in trasmissione.

La sottoportante a 38 kHz viene sommata con fase opportuna al segnale $M + S'$ nel circuito reinseritore della sottoportante per ottenere un segnale a 38 kHz modulato in ampiezza, con l'inviluppo superiore che segue l'andamento del segnale A e quello inferiore che segue l'andamento del segnale B .

Applicando questo segnale a due diodi rivelatori disposti con polarità opportune, l'uno rivela l'inviluppo superiore, cioè il segnale A , e l'altro l'inviluppo inferiore, cioè il segnale B .

Ad ogni rivelatore segue il circuito di deaccentuazione che corregge l'accentuazione delle note acute determinatasi in sede di trasmissione e sopprime l'eventuale residuo della frequenza a 38 kHz che potrebbe dare luogo a disturbi, quando la ricezione venisse registrata su nastro magnetico, per battimento con la frequenza di premagnetizzazione.

I segnali A e B , separati e filtrati, sono quindi inviati rispettivamente ai canali di BF di sinistra e di destra del ricevitore.

Soffermandoci ancora sullo schema a blocchi della *fig. 1*, è bene spendere due parole sul filtro a 67 kHz disegnato con linea tratteggiata all'ingresso del decodificatore.

Questo filtro si trova nei decodificatori realizzati per funzionare negli Stati Uniti e serve ad eliminare una sottoportante supplementare a 67 kHz, usata a volte per un secondo canale di trasmissione denominato SCA, che non ha niente a vedere con il programma stereofonico. Tale sottoportante non è usata in Europa.

Lo schema elettrico di principio di un decodificatore a rivelazione per inviluppo è illustrato nella *fig. 2*.

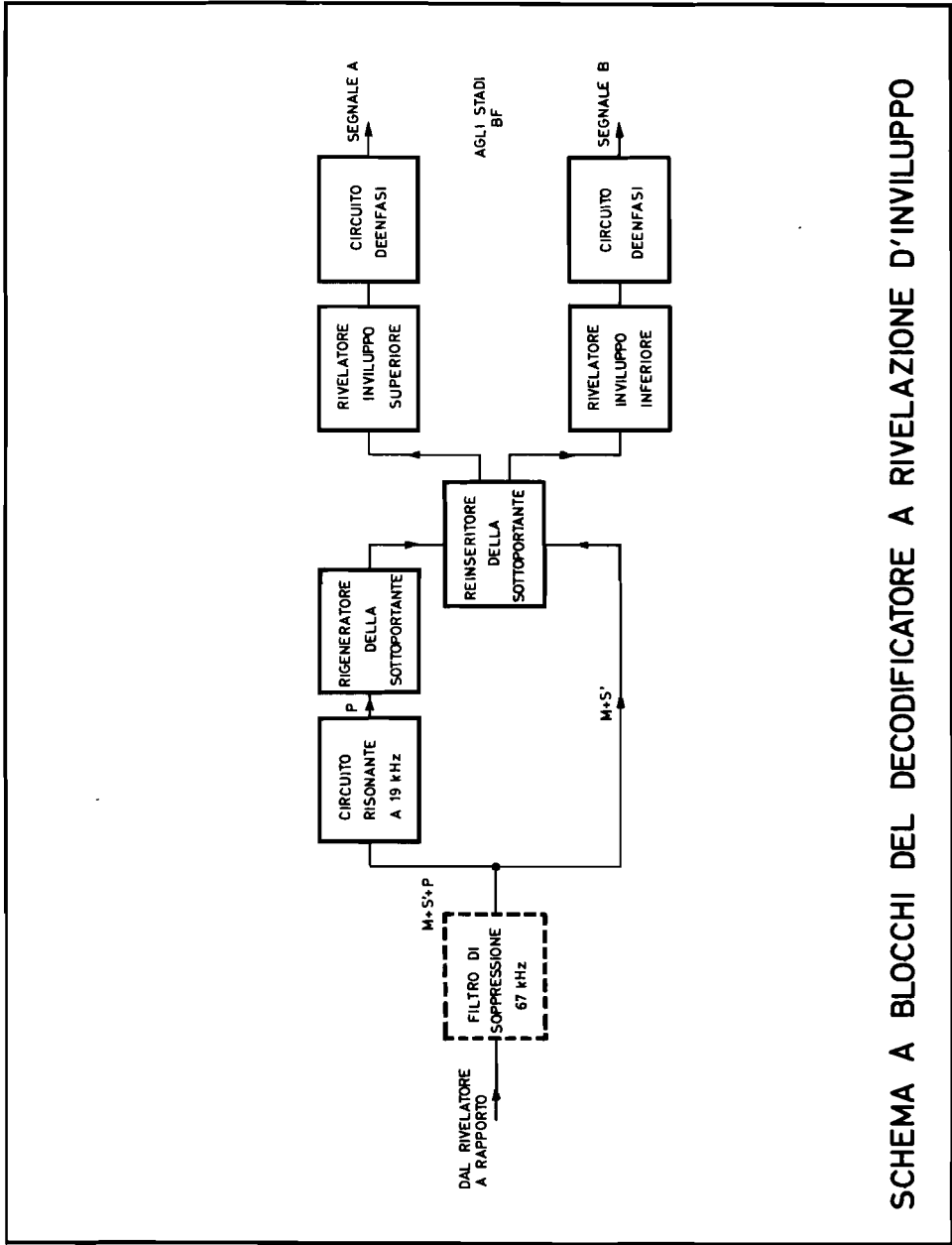


Fig. 1

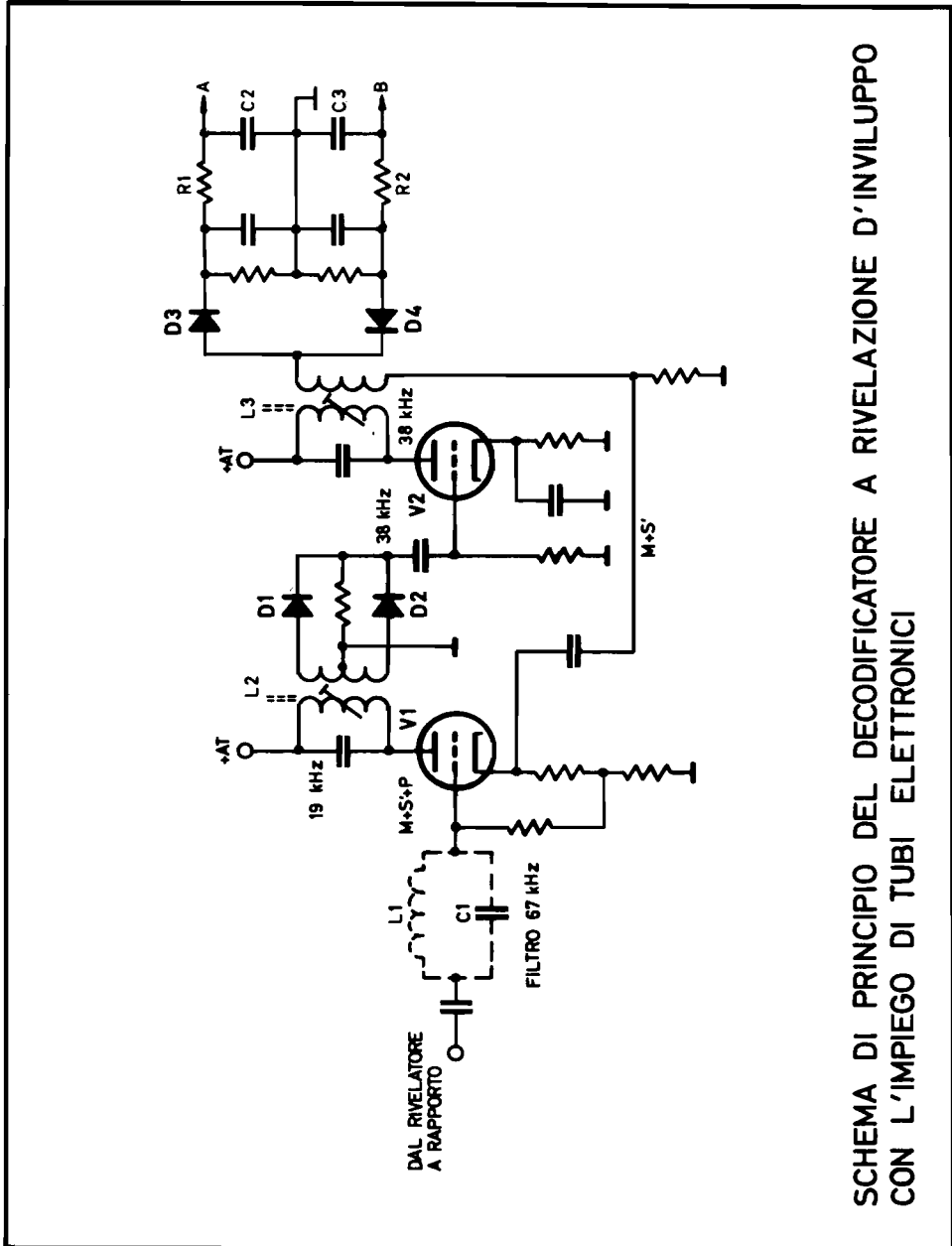


Fig. 2

Il segnale completo $M + S' + P$ (privato nei circuiti di produzione americana della frequenza di 67 kHz con il filtro L1-C1) perviene alla griglia del tubo V1 che funziona come amplificatore per il pilota a 19 kHz e come ripetitore catodico per il multiplex.

Infatti sul suo anodo c'è un circuito risonante, che seleziona il segnale pilota a 19 kHz e contemporaneamente introduce una controreazione per cui l'uscita sul catodo del segnale $M + S'$ risulta con la frequenza pilota a 19 kHz fortemente attenuata.

I diodi D1 e D2 duplicano la portante a 19 kHz raddrizzandone entrambe le semionde come in un normale circuito raddrizzatore ad onda intera.

Il segnale raddrizzato presenta quindi una componente a frequenza doppia, cioè a 38 kHz, che viene amplificata dal triodo V2, filtrata dal circuito oscillante posto sul suo anodo e quindi sommata con il segnale $M + S'$ nel circuito secondario di L3.

Applicando il segnale risultante ai due diodi collegati in senso opposto, l'uno (cioè D3) rivela solo le alternanze positive del segnale e quindi l'informazione del canale di sinistra, mentre l'altro (cioè D4) che conduce solo durante le alternanze negative del segnale, rivela unicamente l'informazione del canale di destra.

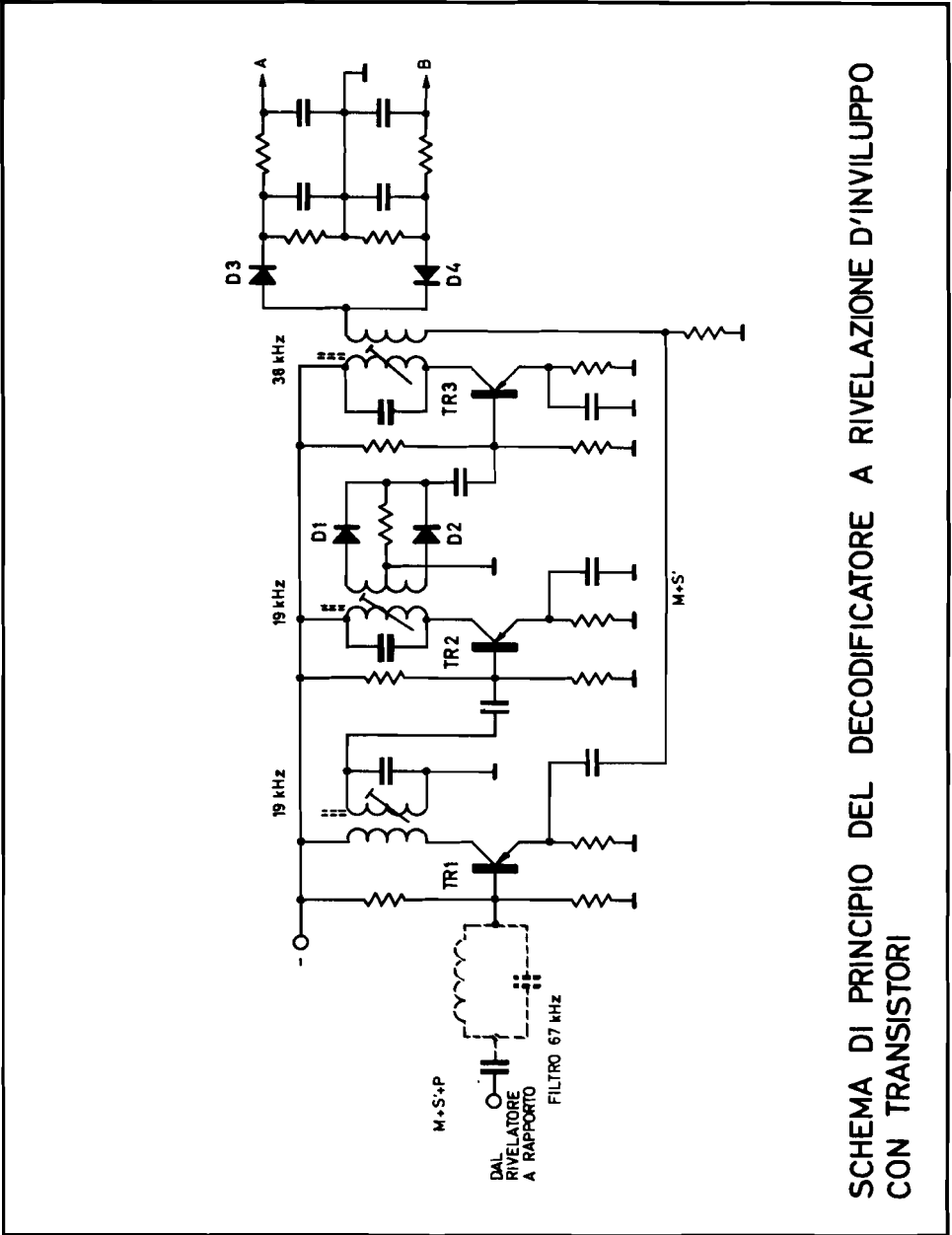
Il resistore R1 ed il condensatore C2 formano il circuito di deaccentuazione del segnale di sinistra, mentre la stessa funzione è svolta da R2 e da C3 nel canale di destra.

Dopo la deaccentuazione i segnali separati vengono inviati ai due canali di BF del ricevitore o ad un amplificatore stereofonico.

Lo stesso circuito esaminato ora può essere realizzato a transistori. Nella *fig. 3* è illustrato appunto un decodificatore con rivelatore d'inviluppo transistorizzato che, rispetto al circuito a tubi, ha in più uno stadio amplificatore del segnale pilota per compensare la minor amplificazione che si ottiene con i transistori.

Il transistore TR1 funziona come ripetitore e sul suo emettitore è prelevato il segnale multiplex senza il segnale pilota che viene invece prelevato amplificato sul collettore.

Il secondo transistore amplifica nuovamente il segnale pilota mentre



SCHEMA DI PRINCIPIO DEL DECODIFICATORE A RIVELAZIONE D'INVILUPPO CON TRANSISTORI

Fig. 3

i due diodi D1 e D2 rigenerano la sottoportante a 38 kHz, duplicando il segnale a 19 kHz.

Come nel circuito a tubi la sottoportante a 38 kHz è reinserita nel segnale multiplex dopo essere stata ulteriormente amplificata dal terzo transistor TR3.

I diodi D3 e D4 rivelano direttamente i segnali A e B, esattamente come nel circuito a tubi.

2.3 - Il decodificatore a commutazione

Un altro sistema usato per rivelare il segnale multiplex è quello a « commutazione », conosciuto anche come sistema a scansione o sincrono od a divisione di tempo, illustrato nella *fig. 4*.

Si parte dal segnale multiplex e, come al solito, con un filtro a 19 kHz si separa il segnale pilota; si duplica quindi quest'ultimo rigenerando la frequenza sottoportante a 38 kHz.

La sottoportante a 38 kHz viene ora usata per comandare un commutatore elettronico che invia alternativamente il segnale multiplex ai canali di sinistra e di destra dell'amplificatore di BF, ottenendo in questo modo la separazione diretta dei segnali A e B.

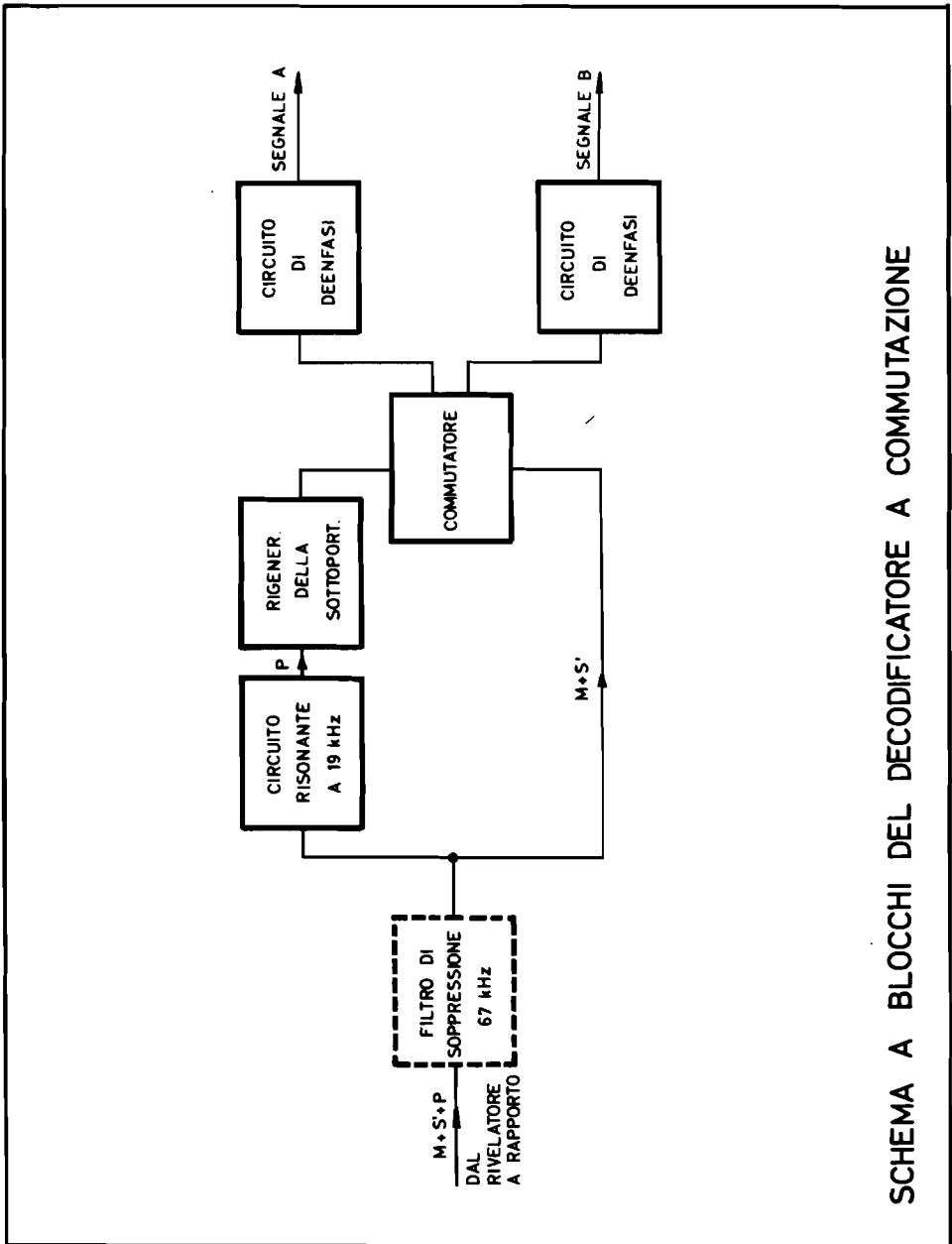
Lo schema elettrico di principio del decodificatore a commutazione è illustrato nella *fig. 5*.

Il segnale $M + S' + P$ viene inviato al triodo V1 che nei circuiti americani è preceduto dal solito filtro che elimina il segnale a 67 kHz.

Sull'anodo di V1 un circuito risonante seleziona il segnale pilota a 19 kHz e contemporaneamente introduce una controreazione per cui l'uscita sul catodo del segnale $M + S'$ risulta con la frequenza pilota fortemente attenuata.

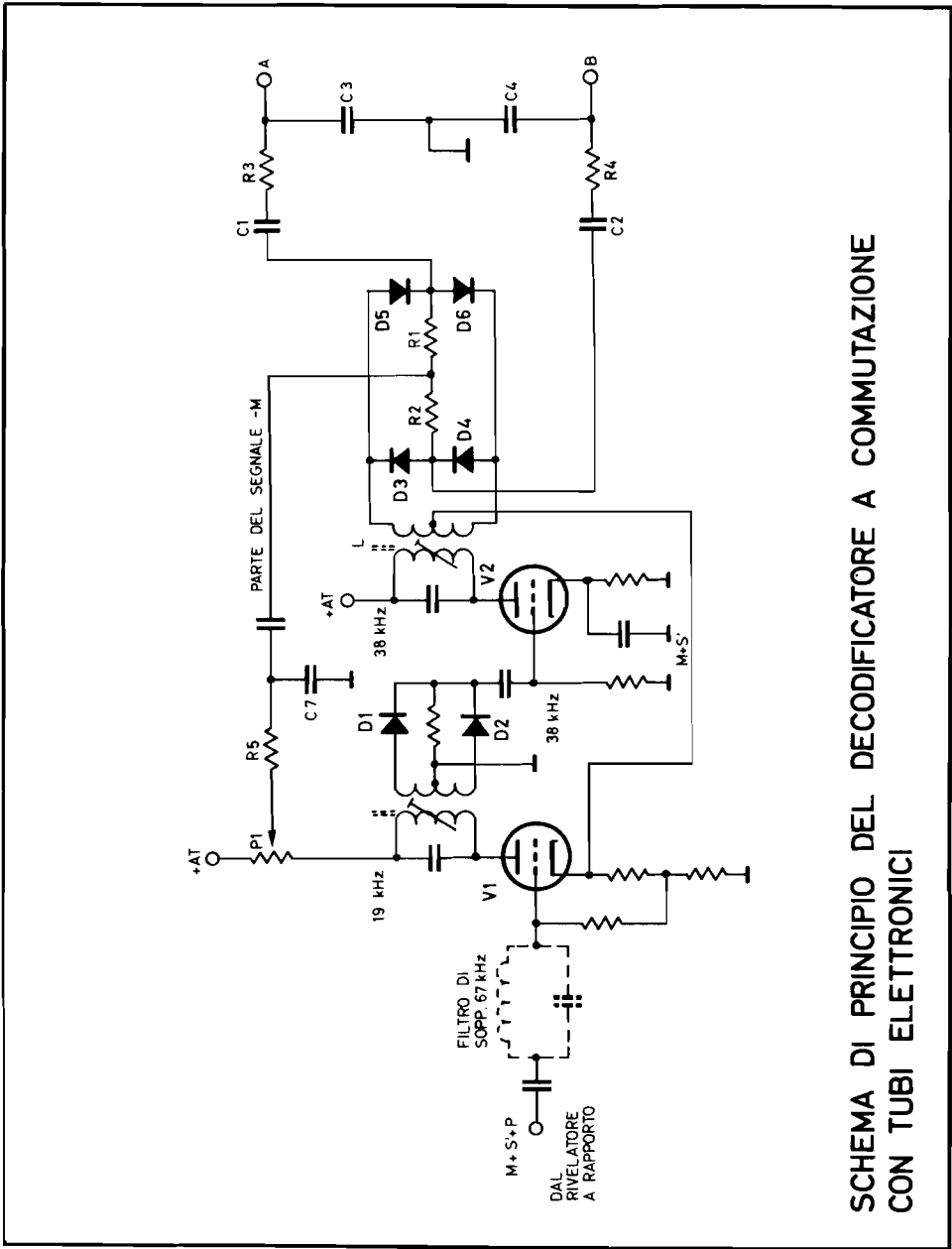
La portante viene così separata dal segnale multiplex, duplicata con i diodi D1 e D2 ed amplificata con il triodo V2, esattamente come nello schema precedente della *fig. 2*.

La sottoportante a 38 kHz, applicata poi ai terminali dell'avvolgimento primario della bobina, provvede a far funzionare i diodi D3-D4-D5-D6 da interruttori.



SCHEMA A BLOCCHI DEL DECODIFICATORE A COMMUTAZIONE

Fig. 4



SCHEMA DI PRINCIPIO DEL DECODIFICATORE A COMMUTAZIONE CON TUBI ELETTRONICI

Fig. 5

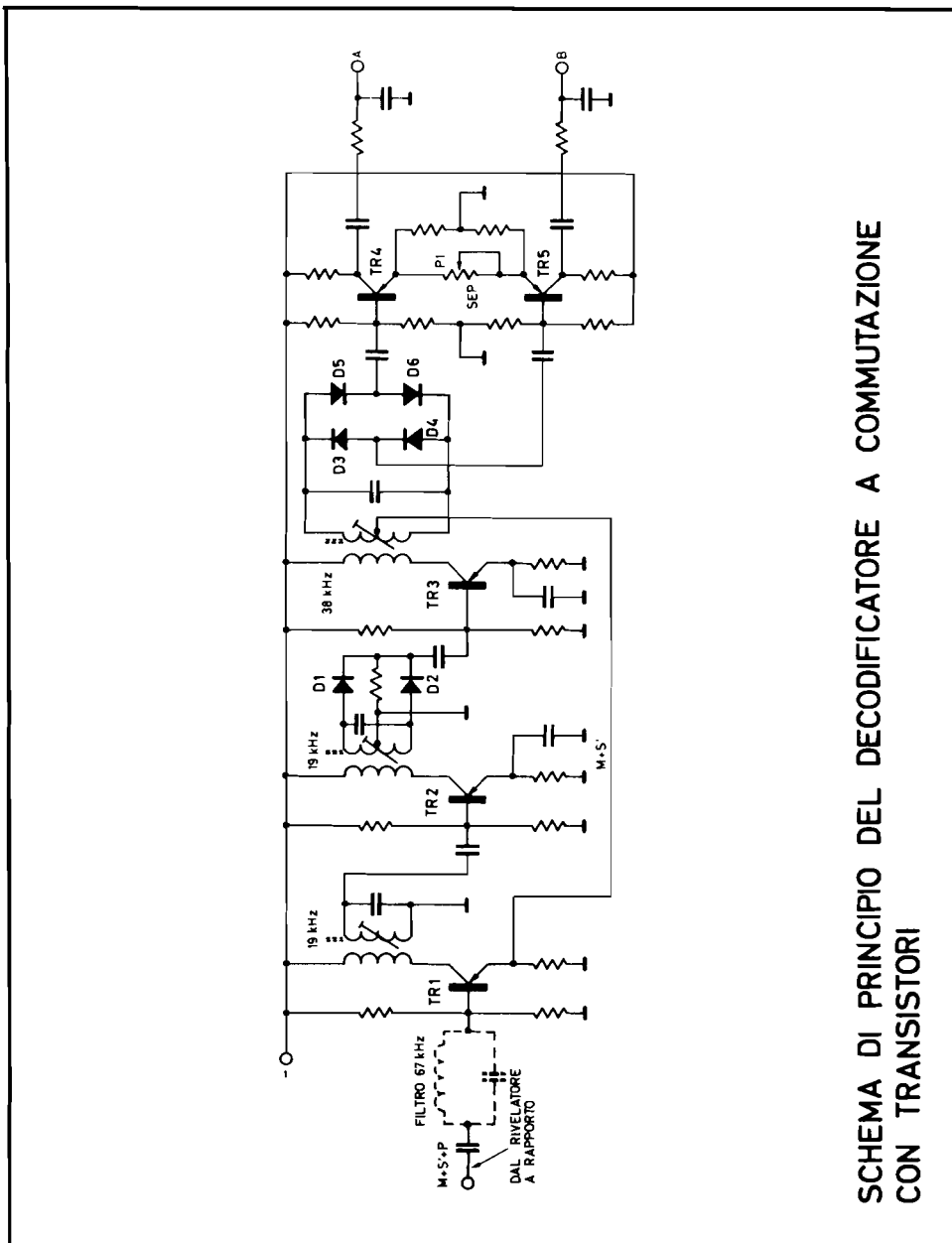


Fig. 6

In presenza delle alternanze positive del segnale conducono solo i diodi D5 e D6 e durante quelle negative conducono solo i diodi D3 e D4; pertanto i diodi si comportano come degli interruttori rispetto al segnale $M + S'$ che, applicato alla presa centrale secondaria della bobina L, è trasferito alternativamente sui resistori R1 ed R2.

Per effetto della disposizione dei diodi, sul resistore R1 si stabilisce una tensione che riproduce l'informazione del canale A di sinistra e sul resistore R2 si stabilisce invece una tensione che riproduce l'informazione del canale B di destra.

Siccome con questo tipo di rivelatore non si può ottenere una perfetta separazione dei canali, cioè si ha una certa diafonia, occorre ridurre quest'ultima a valori accettabili aggiungendo in controfase con $M + S'$ una frazione di segnale monofonico M, che viene prelevato dall'anodo del tubo V1, dosato dal potenziometro P1 e quindi filtrato da C7-R5 per eliminare S' .

Tale potenziometro a volte è pertanto indicato come regolatore della « separazione », poiché viene regolato per ottenere la massima separazione tra i due canali.

I gruppi R3-C3 e R4-C4 costituiscono le reti di deaccentuazione per i due canali.

Anche il decodificatore a commutazione è facilmente realizzabile con transistori. Nella *fig. 6* è appunto illustrato un circuito a transistori che, rispetto a quello a tubi, ha in più uno stadio amplificatore del segnale pilota e due stadi preamplificatori dei segnali A e B costituiti da TR4 e TR5. Usando tali stadi, il potenziometro P1 per la regolazione della separazione tra i canali può essere collegato tra gli emettitori di TR4 e TR5.

2.4 - Il decodificatore a separazione di canali

Il sistema a separazione di canali consiste nella scomposizione del segnale multiplex, in arrivo mediante filtri, nei segnali componenti M ed S' , che vengono trattati separatamente e riuniti solo in un secondo tempo per ottenere A e B.

A differenza degli altri due sistemi che rivelano direttamente i

canali A e B, con questo si rivelano a parte le bande laterali dell'informazione stereofonica S' separata precedentemente dal segnale M, ottenendo così due segnali S in controfase tra loro. Per questo si usano due circuiti rivelatori di involuppo od uno a commutazione che forniscono i segnali $+S$ e $-S$, quindi si combinano questi segnali con il segnale M in un apposito circuito, detto a matrice, ottenendo così i segnali A e B.

Nella *fig. 7* è riportato lo schema a blocchi del decodificatore a separazione di canali.

All'uscita del filtro passa-basso si trova il segnale monofonico $M = A + B$ che copre la banda 50 Hz-15 kHz; all'uscita del filtro passa-banda, che lascia passare la banda 23 kHz-53 kHz (nei circuiti americani questo filtro serve anche ad eliminare la frequenza di 67 kHz), si trova il segnale S' ; all'uscita del circuito risonante a 19 kHz si trova il segnale pilota P. Duplicando il segnale pilota, si ottiene la frequenza sottoportante a 38 kHz che deve essere reinserita nel segnale S' , se questo viene rivelato con un circuito del tipo a rivelatore d'involuppo, oppure che serve a comandare l'interruttore elettronico, se si usa il circuito a commutazione.

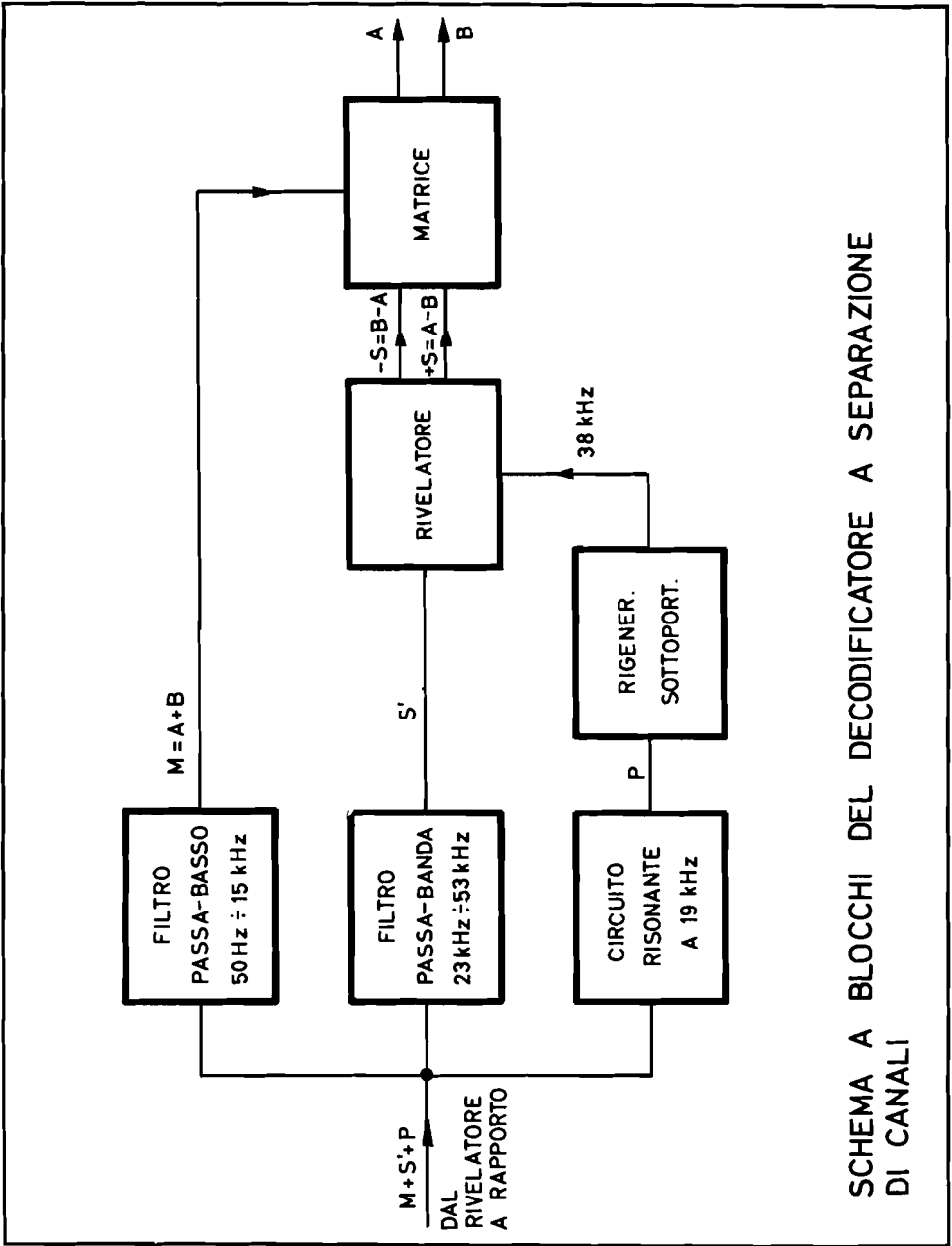
Il rivelatore, sia dell'uno sia dell'altro tipo, fornisce il segnale differenza del programma stereofonico $S = A - B$ con il segno positivo ($+S$) e con il segno negativo ($-S$). Nel circuito che segue, detto **MATRICE**, i due segnali sono combinati con il segnale monofonico $M = A + B$ in modo da ottenere i segnali A e B.

Nella *fig. 8* è riportato lo schema elettrico di principio del decodificatore con sistema a separazione di canali e rivelatori d'involuppo.

Il triodo V1 amplifica il segnale multiplex proveniente dal rivelatore a rapporto e dal suo anodo si prelevano separati i vari segnali.

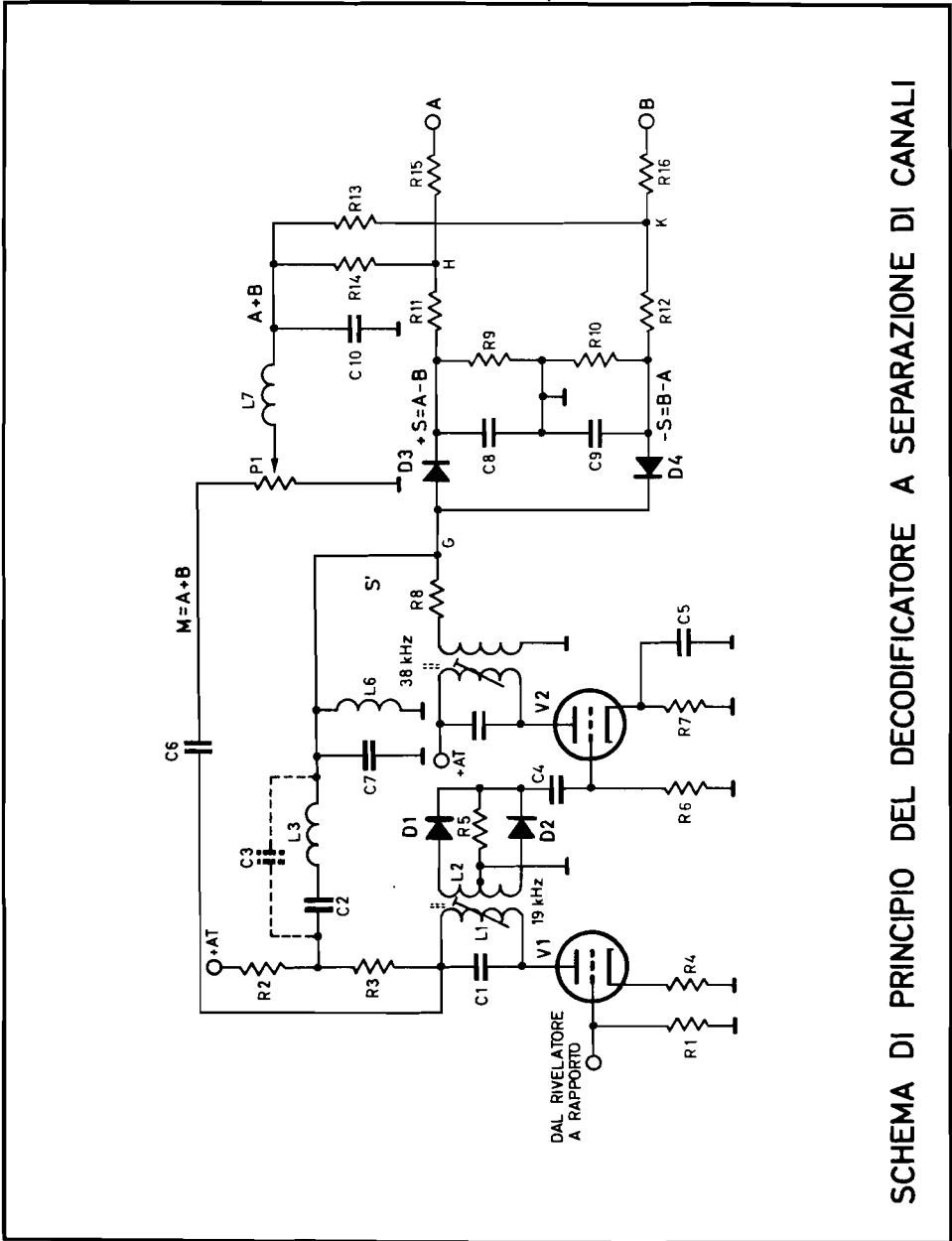
Il segnale monofonico M è prelevato con il filtro passa-basso formato da C10 e L7; l'informazione stereofonica S' è prelevata sul partitore R2-R3 con il filtro passa-banda formato da C2 - C3 - L3 e C7 - L6 che elimina anche il segnale a 67 kHz. Nel sistema europeo, non essendo presente il segnale a 67 kHz, che non è trasmesso, il filtro si semplifica eliminando il condensatore C3.

Il segnale pilota è separato invece dal segnale multiplex con il



SCHEMA A BLOCCHI DEL DECODIFICATORE A SEPARAZIONE DI CANALI

Fig. 7



SCHEMA DI PRINCIPIO DEL DECODIFICATORE A SEPARAZIONE DI CANALI

Fig. 8

circuito risonante L1-C1 accordato su 19 kHz. I diodi D1 e D2 duplicano la frequenza pilota rigenerando la sottoportante a 38 kHz che, prima di essere sommata al segnale S' nel punto G del circuito, è amplificata dal triodo V2.

L'informazione stereofonica S' , dopo il reinserimento della sottoportante a 38 kHz, è applicata ai diodi D3 e D4 che, essendo collegati fra loro in senso opposto, rivelano rispettivamente i segnali $+S = A - B$ e $-S = B - A$ i quali, combinati nel circuito a matrice con il segnale $A + B$, forniscono rispettivamente i due segnali A e B separati. Il potenziometro P1 serve a regolare l'ampiezza di M rispetto a quella di S in modo da ottenere la massima separazione tra i canali A e B.

Lo stesso circuito ora esaminato si può realizzare anche con transistori e la rivelazione dei segnali $+S$ e $-S$, che qui è ottenuta con rivelatori di involuppo, può essere ottenuta con il sistema a commutazione, come avrà modo di osservare nei decodificatori presentati più avanti.

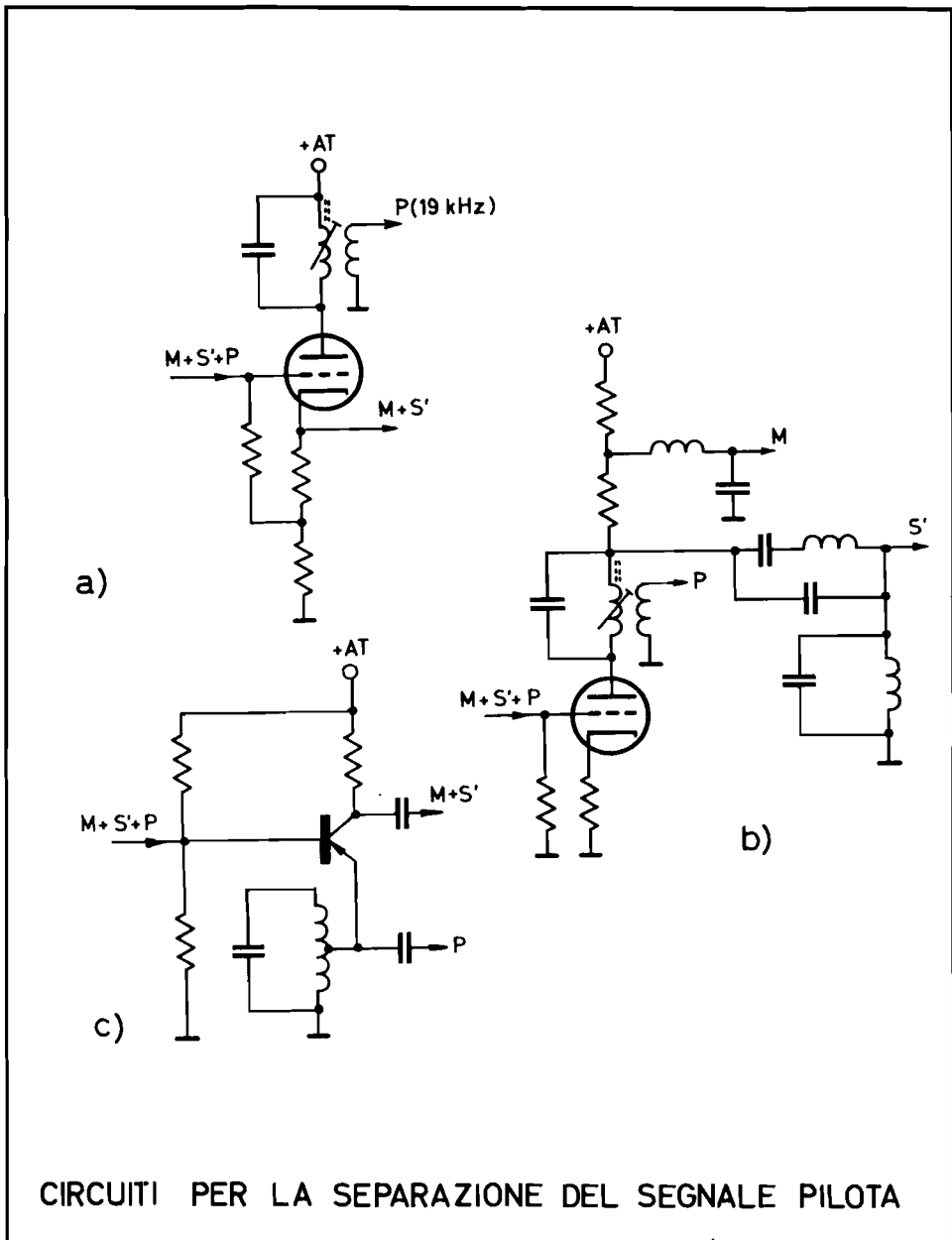
2.5 - Circuiti rigeneratori della sottoportante

Tutti i metodi usati per la rivelazione del segnale stereofonico prevedono che sia ricostruita la frequenza sottoportante soppressa in trasmissione, cioè richiedono la separazione del segnale pilota dal segnale multiplex e la conseguente rigenerazione della frequenza di 38 kHz che deve essere rigorosamente in fase con il segnale pilota.

I sistemi usati sono diversi, ma in tutti si procede con grande cura nella separazione del segnale pilota dal segnale multiplex, per eliminare il più possibile le tracce di modulazione dovute alla presenza di frequenze inferiori a 15 kHz e superiori a 23 kHz, contenute rispettivamente nei canali M ed S' , che potrebbero creare battimenti o compromettere la buona separazione dei canali A e B.

Come si è detto, dapprima si separa il segnale pilota dal segnale multiplex e per questa operazione vengono usati diversi circuiti.

Il sistema illustrato nella *fig. 9-a* è quello già adottato negli schemi di principio prima esaminati; esso prevede l'impiego di un triodo amplificatore, sull'anodo del quale è disposto un circuito accordato



CIRCUITI PER LA SEPARAZIONE DEL SEGNALE PILOTA

Fig. 9

a 19 kHz. Il segnale pilota è quindi prelevato dal circuito accordato mentre gli altri segnali sono prelevabili sul resistore di catodo del tubo stesso oppure, come illustrato nella *fig. 9-b*, sull'anodo mediante filtri opportuni.

Un circuito completamente diverso è riportato nella *fig. 9-c*, dove la frequenza pilota viene estratta per mezzo di un circuito di controreazione selettiva posto sull'emettitore del transistor, mentre il segnale multiplex viene prelevato sul collettore.

Questi circuiti sono realizzabili indifferentemente sia con tubi sia con transistori; essi servono soltanto all'estrazione del segnale pilota, e richiedono di essere seguiti da un altro circuito che rigeneri la sottoportante a 38 kHz.

Anche per questa operazione sono stati progettati diversi tipi di circuiti che esamineremo brevemente.

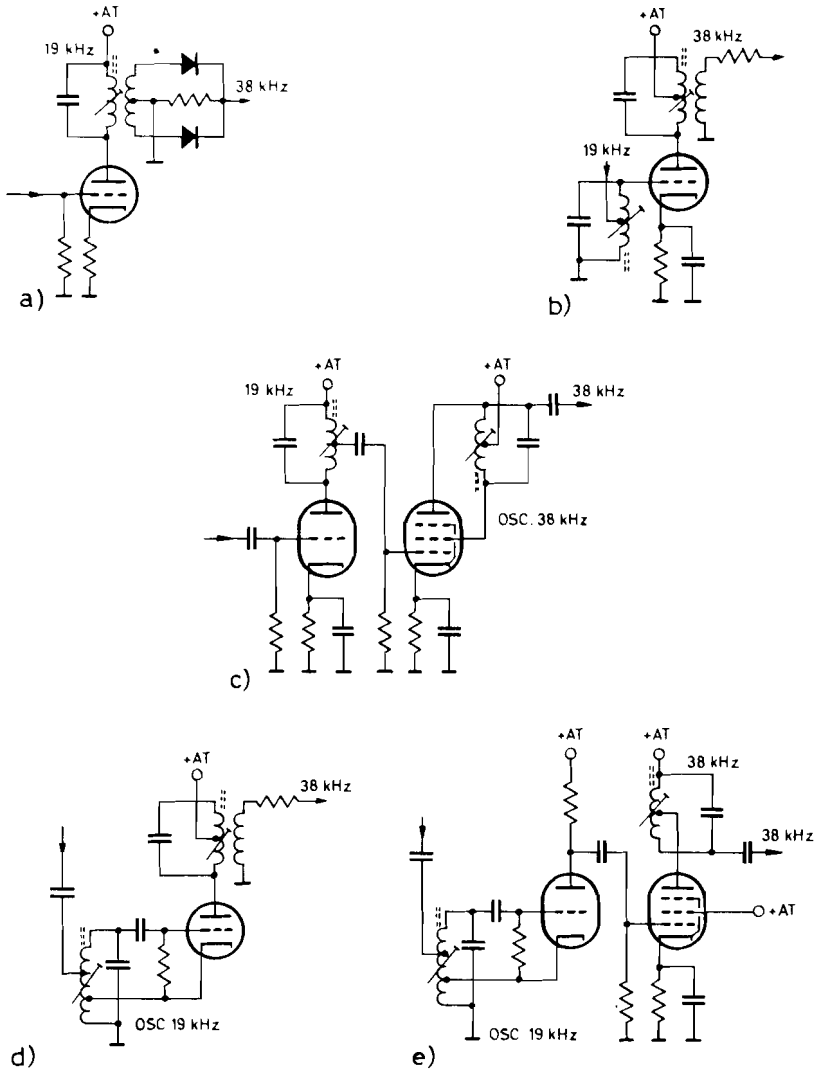
Nella *fig. 10-a* è illustrato il sistema duplicatore della portante pilota a 19 kHz mediante due diodi connessi come in un raddrizzatore a due semionde.

Questo circuito, già illustrato negli schemi di principio dei decodificatori, ha una buona stabilità di fase ed è usato frequentemente anche perché non richiede regolazioni particolari per la messa a punto.

Un altro circuito rigeneratore della sottoportante è illustrato nella *fig. 10-b*. Con esso si sfrutta la curvatura della caratteristica del tubo, che può essere un triodo od un pentodo funzionante in classe B quindi con forte distorsione, il quale produce la seconda armonica (38 kHz) sulla quale è accordato il circuito oscillante posto sull'anodo.

Altri circuiti particolarmente usati nei decodificatori americani impiegano un oscillatore sincronizzato, che ha il vantaggio di avere una azione simile a quella di un limitatore d'ampiezza, in quanto produce un segnale molto costante anche se varia l'ampiezza del segnale ricevuto, ma che richiede un progetto ed una messa a punto molto accurata.

Nel circuito della *fig. 10-c* è rappresentato un circuito oscillatore a pentodo accordato sulla frequenza di 38 kHz e sincronizzato dal segnale a 19 kHz, estratto dal segnale multiplex mediante un filtro a 19 kHz ed iniettato sulla griglia del pentodo.



CIRCUITI RIGENERATORI DELLA FREQUENZA SOTTOPORTANTE

Fig. 10

Il circuito illustrato nella *fig. 10-d* rappresenta un oscillatore a triodo con circuito oscillante a 19 kHz in griglia, direttamente sincronizzato dal segnale pilota e con il circuito di anodo accordato a 38 kHz.

Più o meno identico è il circuito della *fig. 10-e*: in questo però l'oscillatore a 19 kHz è seguito da un vero e proprio stadio duplicatore a pentodo. Tutti questi circuiti possono essere realizzati anche con transistori. Siccome i transistori danno in genere una minor amplificazione, possono essere impiegati amplificatori a più stadi, sia a 19 kHz sia a 38 kHz.

3. - SCHEMI

Segue ora la presentazione di alcuni schemi tipici dei quali verranno fornite le spiegazioni necessarie per comprenderne il funzionamento, riconducendoli agli schemi fondamentali prima esaminati e secondo i quali verranno suddivisi.

3.1 - Decodificatori a rivelazione d'inviluppo

Nella *fig. 11* è illustrato lo schema elettrico di un decodificatore americano BELL. Questo circuito è di facile comprensione: il tubo V1 funziona come amplificatore del segnale $M + S'$, che un apposito filtro ripulisce della frequenza di 67 kHz (portante SCA del sistema americano).

Il tubo V2 amplifica invece il segnale pilota che sincronizza l'oscillatore V3 a 19 kHz.

Il segnale a 38 kHz è prelevato sull'anodo del tubo V3 e sommato al segnale $M + S'$.

Un normale rivelatore per inviluppo estrae direttamente i due segnali A e B che sono filtrati ed inviati ai circuiti di deaccentuazione costituiti dalla cella a π a LC per ottenere anche un'energica attenuazione

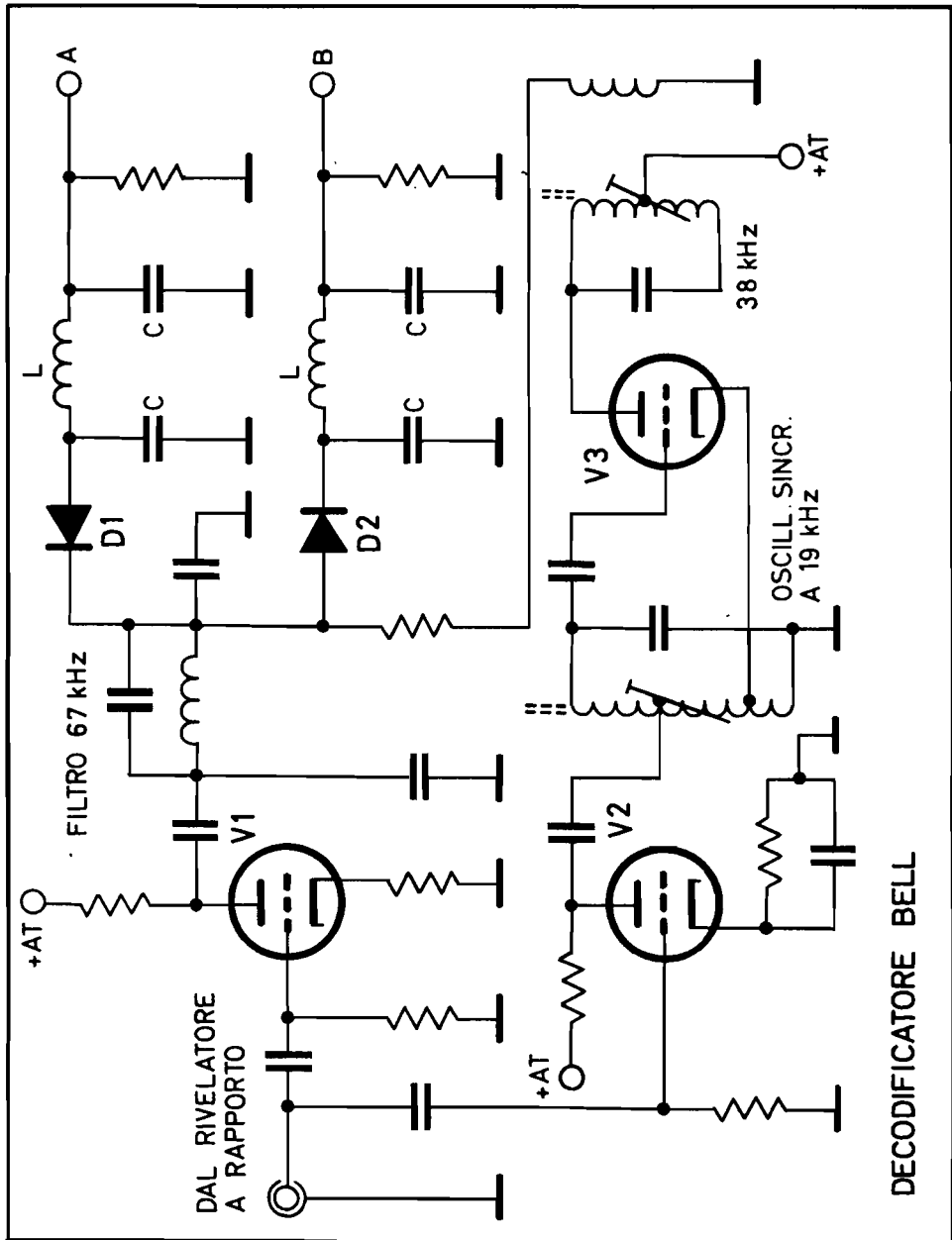


Fig. 11

delle frequenze superiori a 15 kHz, tra le quali è presente la sottoportante a 38 kHz.

Nella *fig. 12* è riportato lo schema elettrico del decodificatore LAFAYETTE LT30 a 4 tubi. Il primo triodo del tubo 6DR7 funziona come ripetitore catodico e sul suo catodo avviene la separazione del segnale pilota dal segnale multiplex.

Il secondo triodo del tubo 6DR7 funziona come amplificatore del segnale pilota, che viene duplicato dal doppio triodo 12AU7.

Sul catodo del primo triodo del tubo V3 si preleva la sottoportante di 38 kHz, che si somma con il segnale multiplex prelevato dal catodo di V1. Un circuito a diodi opportunamente collegato rivela gli involuppi separando i due segnali A e B.

Un particolare interessante di questo circuito è costituito da un circuito di commutazione automatica mono-stereo funzionante a relé. Il relé è eccitato dalla corrente anodica del secondo triodo del tubo V3.

Quando c'è il segnale stereofonico, e quindi la sottoportante rigenerata, il tubo si autopolarizza ed in esso circola una corrente anodica molto piccola; il relé è diseccitato e l'interruttore mono-stereo si trova sulla posizione stereo.

Quando manca il segnale stereo, manca il segnale a 38 kHz ed il secondo triodo del tubo V3 non è polarizzato; circola allora una corrente anodica che eccita il relé, il quale passa quindi dalla posizione stereo alla posizione mono.

Nella *fig. 13* è illustrato il decodificatore europeo TD20 a tre transistori della BRAUN.

Il primo transistoro del circuito amplifica il segnale multiplex; sul suo collettore è selezionato, con un circuito risonante a 19 kHz, il segnale pilota, il quale, essendo di ampiezza molto piccola, è amplificato dal transistoro TR2 prima di venir usato per sincronizzare l'oscillatore a 19 kHz costituito dal transistoro TR3. All'uscita di TR3 viene sommato alla portante di 38 kHz il segnale multiplex $M + S'$ ed il segnale risultante viene rivelato dai diodi D1 e D2.

Da notare che qui il segnale $M + S'$ viene inviato alla presa centrale del secondario del trasformatore a 38 kHz di TR3: in questo modo agli

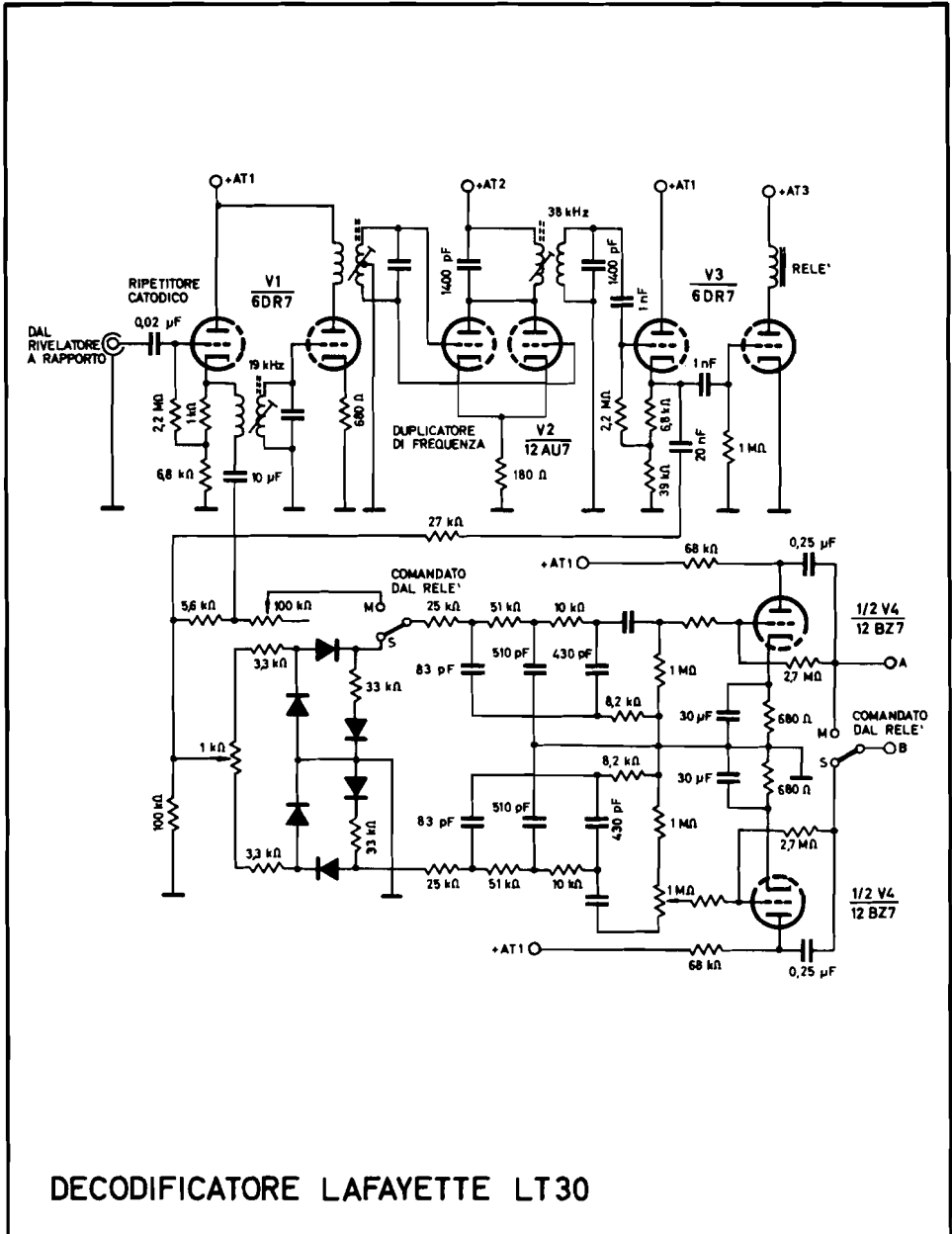


Fig. 12

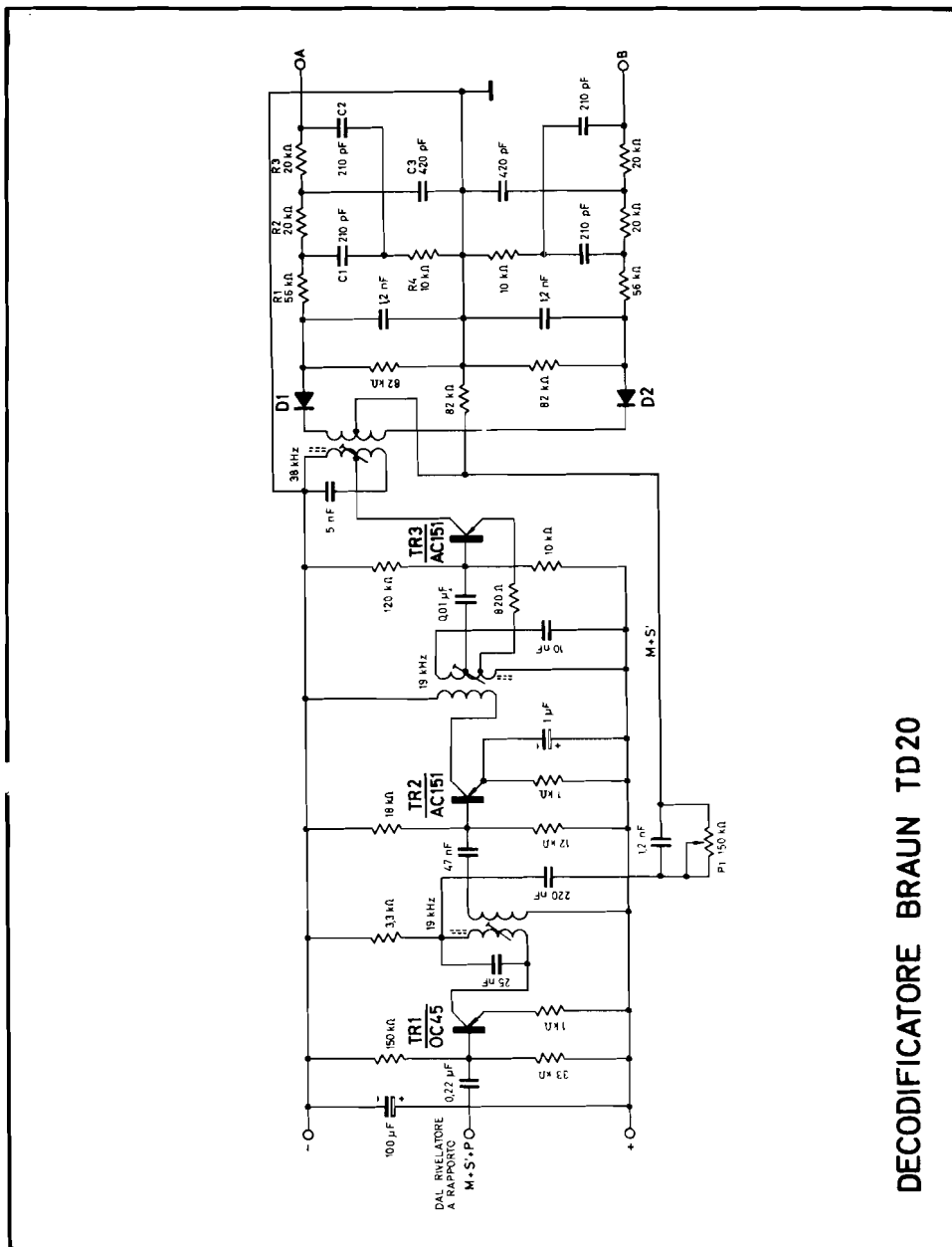


Fig. 13

estremi di tale secondario si ottengono due sottoportanti uguali, ma di fase opposta, che permettono di ottenere due segnali aventi gli involucri inferiori (o superiori) rispettivamente corrispondenti ai segnali A e B.

Nell'esempio vengono rivelati gli involucri inferiori (capovolgendo però i due diodi si rivelerebbero gli involucri superiori, con conseguente scambio dei segnali d'uscita, cioè dei due canali).

I circuiti di deenfasi sono qui ottenuti con reti a doppio T, costituiti da R1, R2, R3, R4, C1, C2, C3 che permettono di ottenere anche una buona attenuazione della sottoportante a 38 kHz.

Il potenziometro P1 serve ad alterare il rapporto tra le ampiezze di M e di S', ottenendo le condizioni di miglior separazione di A e B.

Lo schema BRAUN TD9, illustrato nella *fig. 14*, è assai simile al modello TD20 ora descritto; esso però ha uno stadio amplificatore in meno ed è inoltre dotato di un circuito alimentatore autonomo costituito dai diodi D1 e D2 che rettificano la tensione di 6,3 V CA prelevabile dal circuito di accensione dei filamenti del ricevitore.

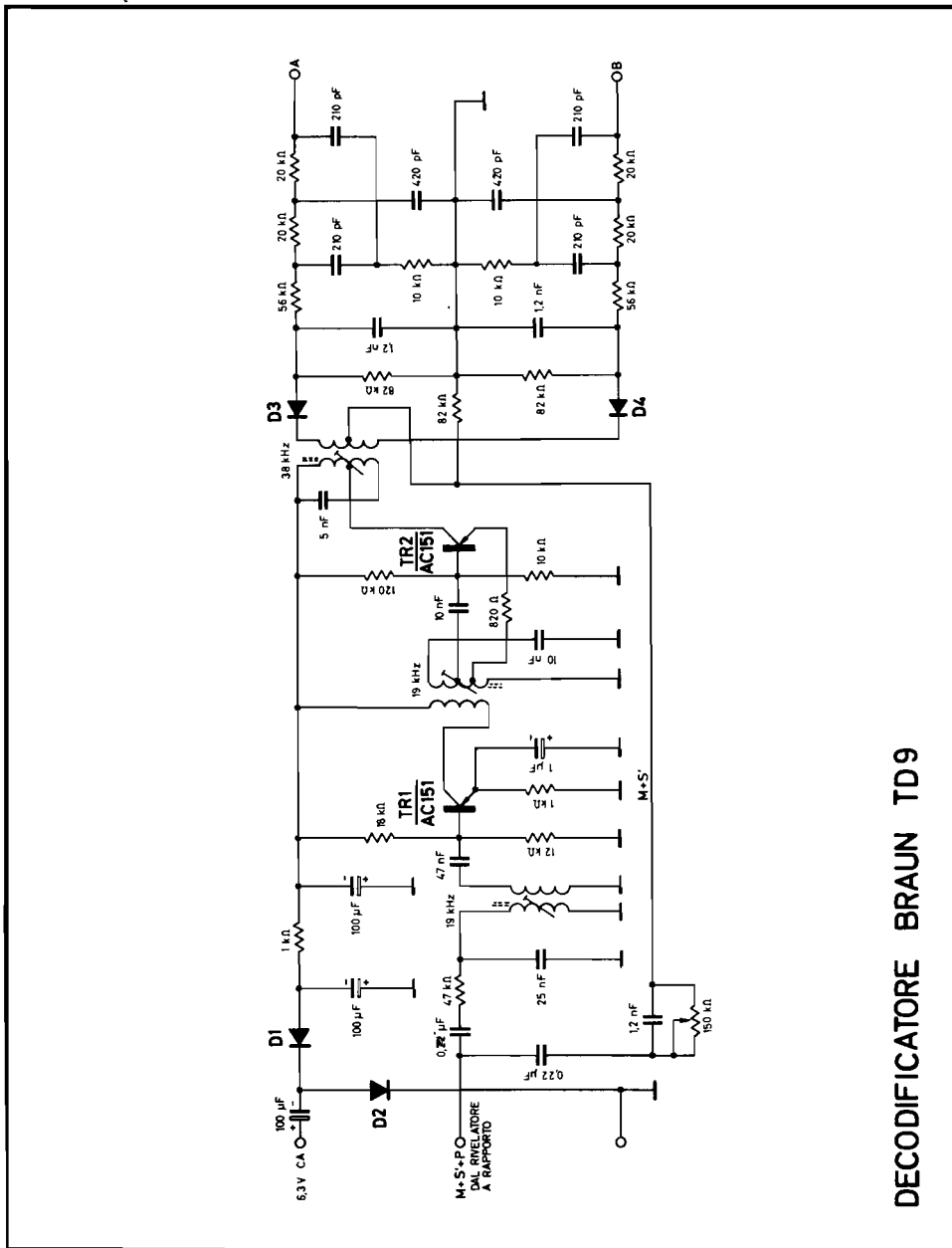
Anche il decodificatore KÖRTING 22914, illustrato nella *fig. 15*, ha un suo alimentatore e quindi, come il precedente, può facilmente essere montato su un radioricevitore ad MF che abbia due canali di BF. In questo modo si possono ricevere pure i programmi in stereofonia.

Questo decodificatore impiega due transistori OC304 oltre ai due diodi RL232 che funzionano da rivelatori di involuppo e ad altri due diodi tipo OA150 (od equivalenti 1N60) che raddrizzano la tensione alternata di 6,3 V di alimentazione.

Il segnale multiplex in arrivo passa attraverso il solito filtro che elimina la sottoportante di 67 kHz, se questa è presente; in questo caso si tratta in realtà di un filtro a T particolarmente complesso, del tipo arresta-banda che serve per sopprimere non solo la sottoportante a 67 kHz ma tutta la banda da questa occupata quando è modulata.

Subito dopo il filtro, la portante pilota viene separata dal segnale multiplex, amplificata con il primo transistor e duplicata con il secondo che funziona da oscillatore del tipo ECO a partitore capacitivo.

La sottoportante rigenerata, prelevabile sul collettore del secondo



DECODIFICATORE BRAUN TD9

Fig. 14

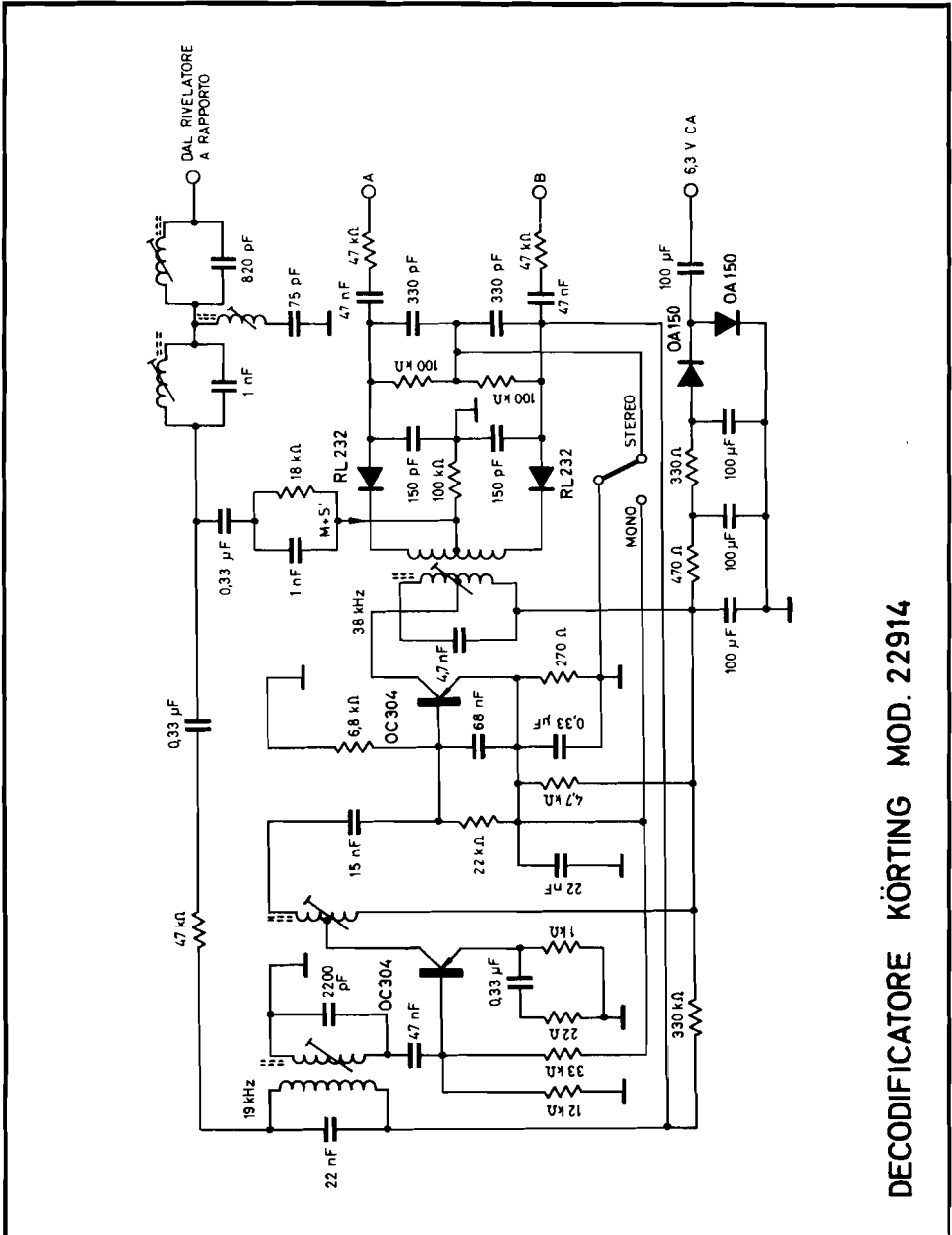


Fig. 15

DECODIFICATORE KÖRTING MOD. 22914

transistore, è sommata al segnale $M + S'$ e quindi vengono rivelati con i rivelatori d'inviluppo i segnali A e B.

Seguono i filtri ed i circuiti di deaccentuazione; la commutazione mono-stereo è effettuata manualmente.

Ancora a transistori è il decodificatore METZ 420 illustrato nella *fig. 16* il quale, rispetto ai precedenti circuiti esaminati, è dotato di un sistema automatico per la commutazione mono-stereo. La commutazione è comandata dall'ampiezza del segnale in arrivo che, quando raggiunge i 20 μ V, dispone il circuito per il funzionamento stereofonico.

Questo decodificatore monta tre transistori AF127, un transistore AC126, quattro diodi AA119 (D2, D3, D4, D5) ed un diodo BA100 (D1).

Nel primo stadio si separa il segnale pilota dal multiplex poi lo si amplifica e quindi lo si duplica con i diodi D2 e D3.

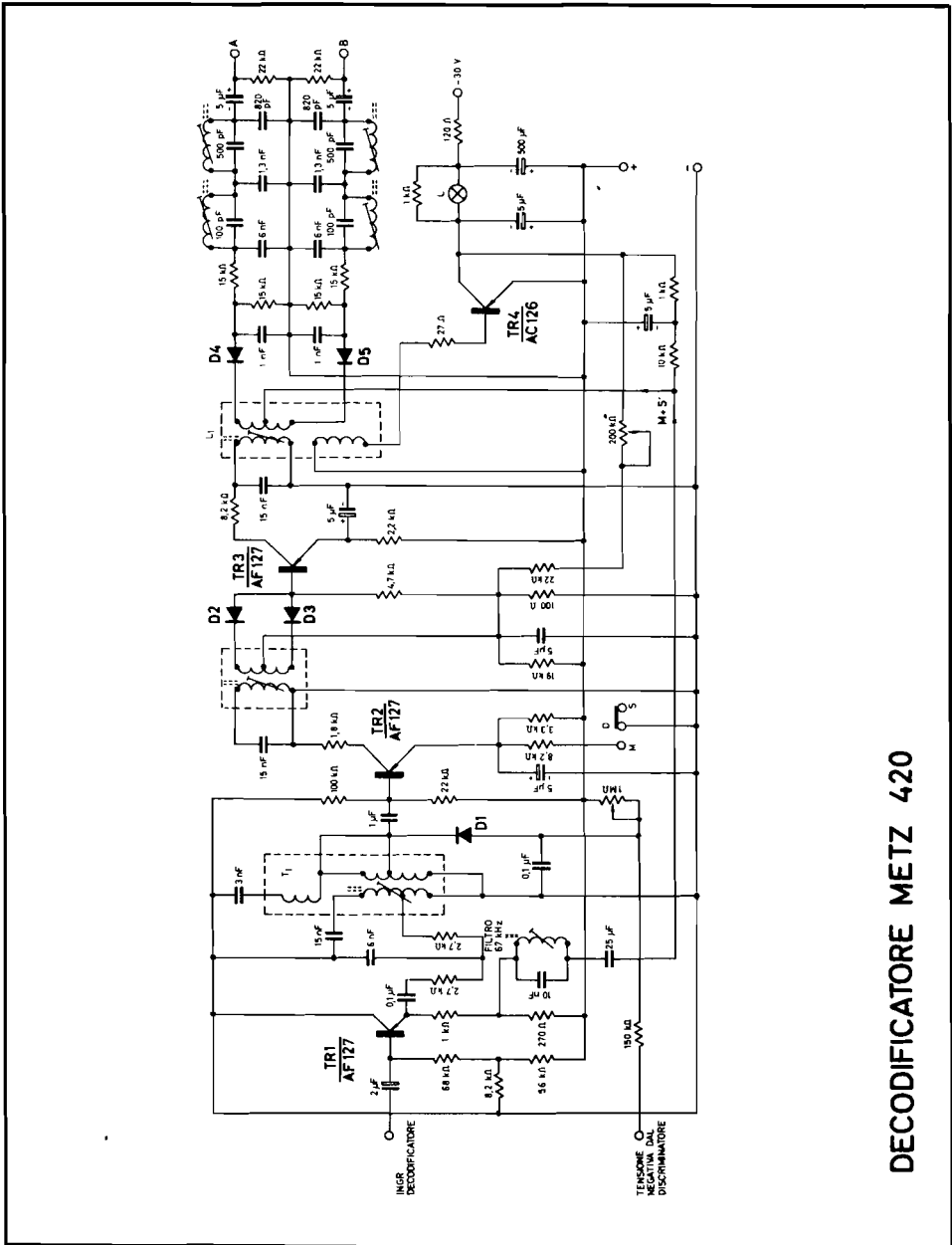
Il terzo transistore TR3 amplifica la sottoportante rigenerata che, sommata al segnale $M + S'$ prelevato dall'emettitore del primo transistore, viene applicata ai diodi D4 e D5 che ne rivelano gli involuppi.

I segnali A e B passano quindi attraverso i filtri a RC per la deaccentuazione ed a LC per l'eliminazione degli eventuali residui della frequenza sottoportante i quali, come già detto, potrebbero disturbare le registrazioni magnetiche per battimento con la frequenza di cancellazione del registratore.

È interessante osservare che il circuito del transistore TR4 serve a far accendere la lampadina spia L quando il ricevitore è sintonizzato su un programma stereofonico.

Fintanto che il segnale a RF ricevuto non è abbastanza intenso per garantire una buona riproduzione stereofonica, la tensione negativa fornita dal discriminatore ed applicata al diodo D1 non è sufficiente ad interdirlo, per cui questo cortocircuita il secondario di T1 e nessun segnale a 19 kHz è presente sulla base di TR2. Il ricevitore funziona allora in monofonia e la lampada L risulta spenta.

Per passare manualmente in posizione « mono » si polarizza l'emettitore di TR2, portandolo all'interdizione mediante lo spostamento del deviatore D sulla posizione M.



DECODIFICATORE METZ 420

Fig. 16

3.2 - Decodificatori a commutazione

Dopo aver esaminati alcuni circuiti decodificatori che usano rivelatori ad involuppo, ci soffermiamo ora su alcuni decodificatori che funzionano a commutazione.

Nella *fig. 17* è illustrato il circuito decodificatore americano SHERWOOD che, per rigenerare la sottoportante, usa un oscillatore a 19 kHz (tubo 6EA8) con carico anodico accordato su 38 kHz.

La rivelazione per commutazione è ottenuta con un circuito del tipo di quello riportato nella *fig. 5*, soltanto che qui il segnale multiplex è inviato al punto di unione dei due resistori da 33 k Ω (R1 e R2), mentre il centro del secondario del trasformatore a 38 kHz è posto a massa.

I resistori posti in serie a ciascun diodo servono per ridurre le differenze di resistenza di conduzione dei diodi, rendendone più simili le caratteristiche.

La regolazione del bilanciamento fra i due canali è ottenuta mediante il potenziometro P1; la regolazione della separazione è ottenuta con P2 ed anche con P3 che agisce sulla fase della sottoportante rigenerata.

Lo schema elettrico del decodificatore PILOT RADIO, anch'esso americano, che impiega tre doppi triodi, è illustrato nella *fig. 18*.

La sottoportante a 38 kHz è rigenerata con un oscillatore a 38 kHz sincronizzato dalla portante pilota a 19 kHz e la stessa tensione del segnale a 19 kHz serve a pilotare il circuito automatico di commutazione mono-stereo e l'indicatore della presenza di segnale stereofonico.

La rivelazione del segnale stereo si ottiene per commutazione; per migliorare la separazione, anziché inviare nel circuito a ponte di diodi una parte del segnale M, come nei circuiti visti in precedenza, sono inseriti in serie ai diodi due gruppi RC di polarizzazione formati da un resistore da 220 k Ω ed un condensatore da 500 pF che permettono ai diodi di condurre solo per il breve intervallo corrispondente alle creste della frequenza sottoportante di 38 kHz, raggiungendo lo stesso scopo a scapito di una minor ampiezza dei segnali d'uscita.

Nella *fig. 19* è illustrato il circuito del decodificatore ZENITH, che impiega uno speciale tubo a commutatore.

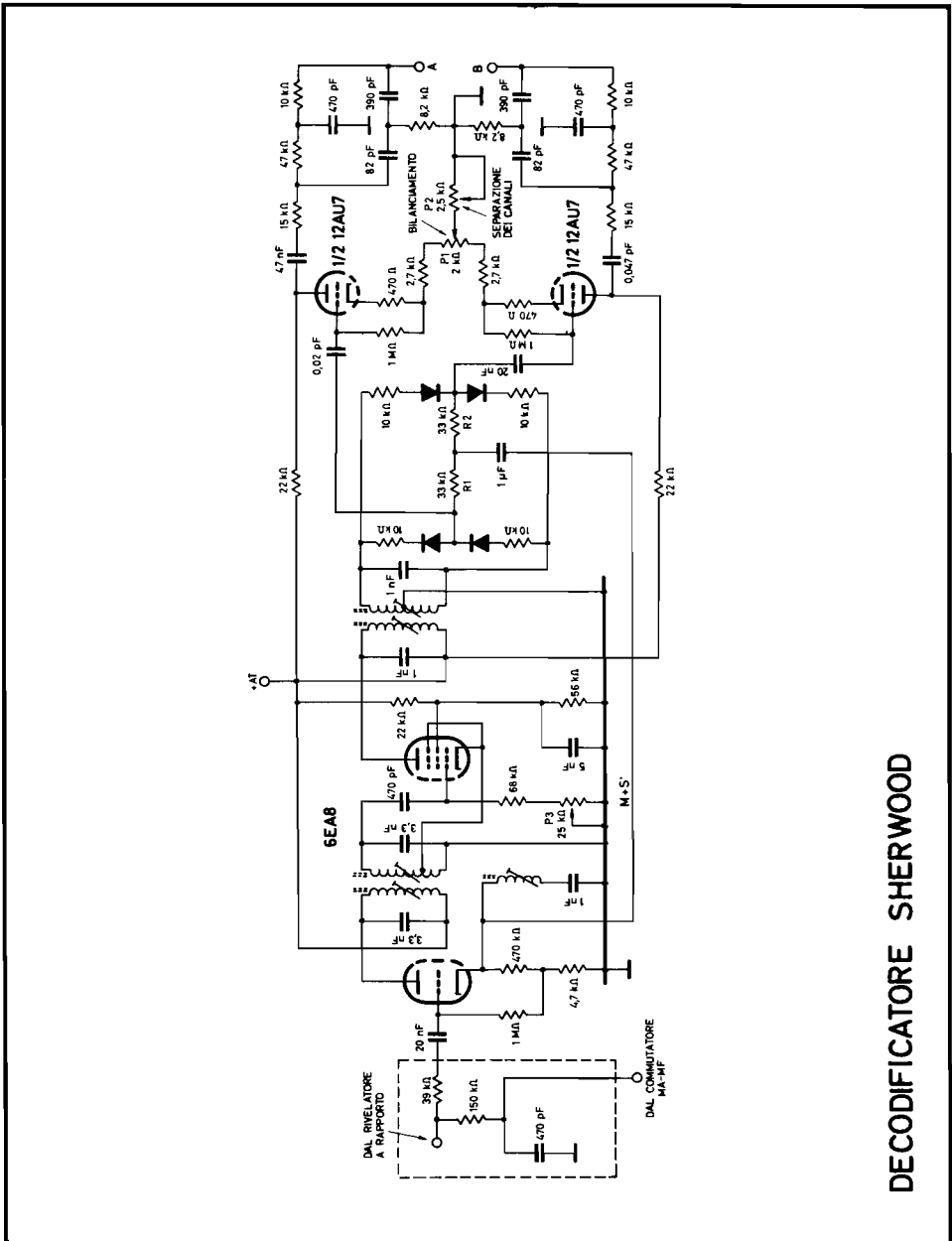


Fig. 17

DECODIFICATORE SHERWOOD

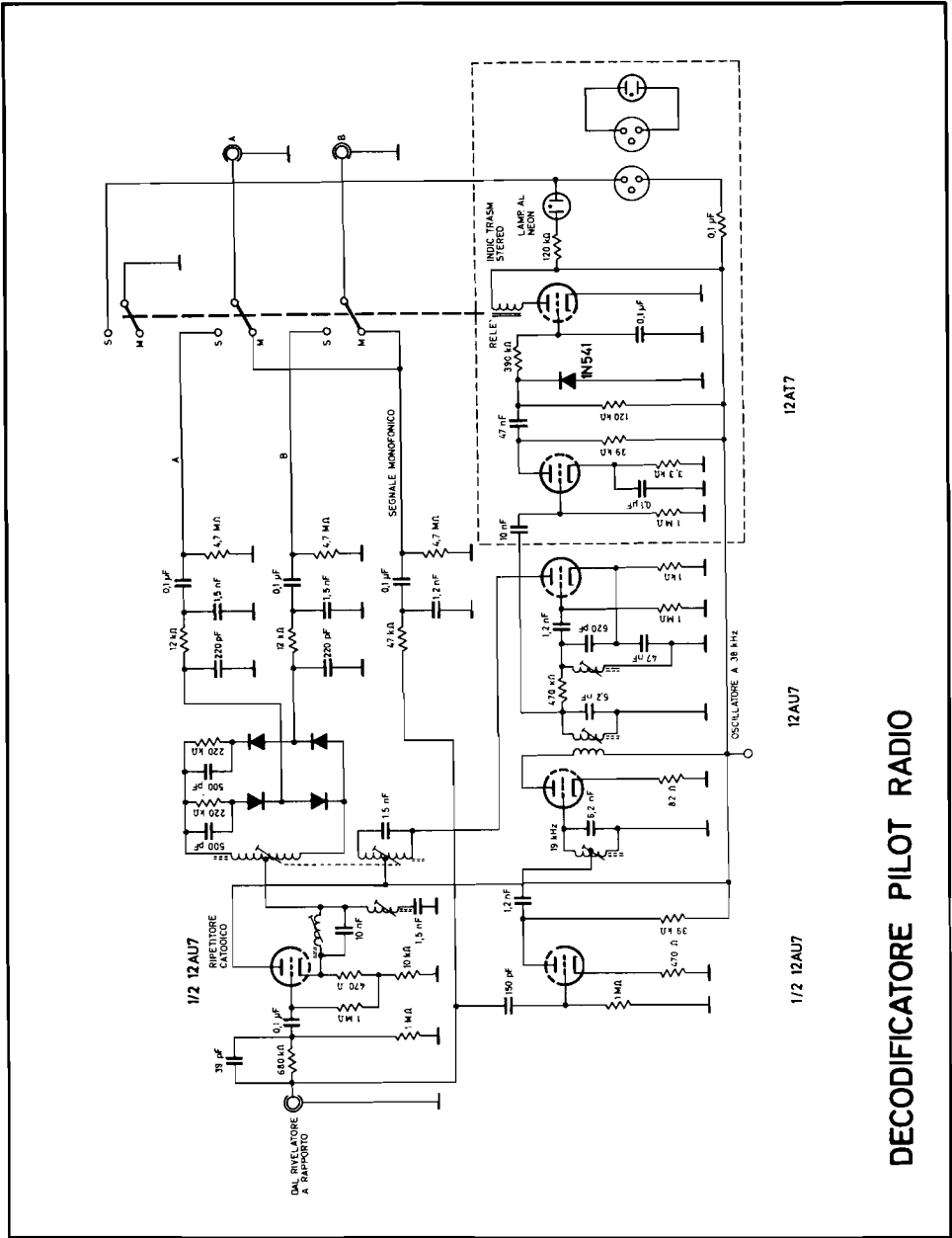


Fig. 18

DECODIFICATORE PILOT RADIO

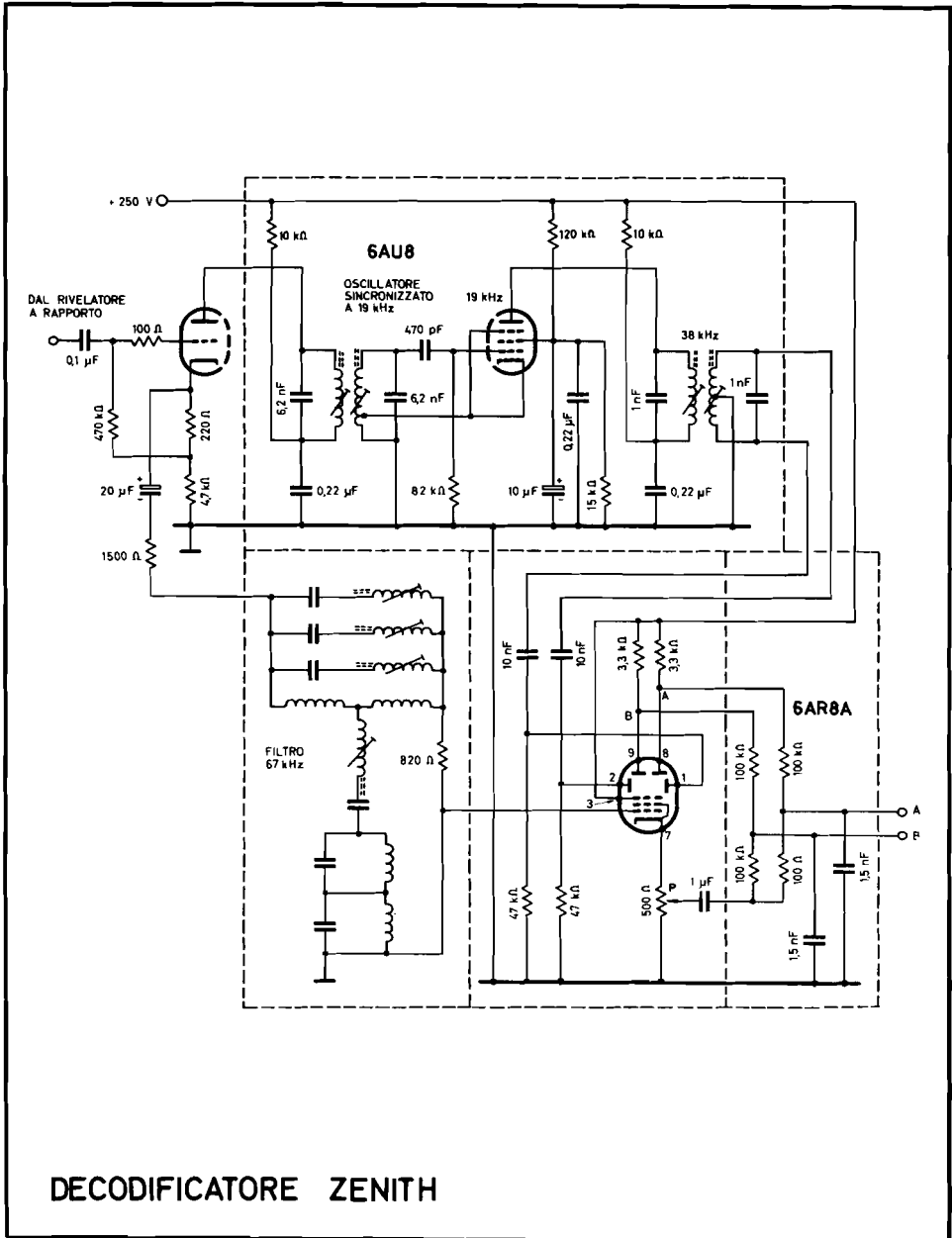


Fig. 19

Sull'anodo del triodo del tubo 6AU8 si preleva il segnale pilota, mentre sul catodo si trova il segnale multiplex.

Con il pentodo del tubo 6AU8 si duplica il segnale pilota che viene inviato sulle placchette dello speciale tubo 6AR8A, sulla cui griglia comando è applicato il segnale $M + S'$.

La commutazione è ottenuta con la deflessione del fascio di elettroni emesso dal catodo e precisamente durante le alternanze positive del segnale a 38 kHz, applicato sulle due placchette deflettrici, il fascio elettronico si sposta sulla placca A, mentre durante le alternanze negative del segnale a 38 kHz si sposta sulla placca B.

Dalle due placche A e B si prelevano quindi rispettivamente i segnali di sinistra e di destra.

Il potenziometro P è regolato per la massima separazione.

Nella *fig. 20* è riportato lo schema elettrico del decodificatore SABA mod. E1. Esso impiega cinque transistori tipo AF126 aventi le seguenti funzioni: TR1 amplifica il segnale multiplex completo, TR2 amplifica il segnale pilota prelevato sull'emettitore di TR1, TR3 amplifica la sottoportante di 38 kHz, ottenuta duplicando il segnale pilota con i diodi D1 e D2 tipo AA119; i transistori TR4 e TR5 amplificano invece i due segnali B e A. Il commutatore elettronico è costituito da due ponti di diodi AA119; prima conduce un ponte poi l'altro cortocircuitando verso massa alternativamente le basi di TR4 e TR5 a seconda dell'oscillazione della portante a 38 kHz.

L'informazione stereofonica prelevata sul collettore del transistor TR1 e privata dell'eventuale segnale SCA a 67 kHz viene applicata, tramite i resistori R1 ed R2 da 4,7 k Ω , alternativamente alle basi di TR4 e TR5 nelle alternanze della sottoportante durante le quali i ponti di diodi non conducono.

I due segnali B e A risultano quindi separati e presenti rispettivamente sulle basi dei transistori TR4 e TR5. Tra gli emettitori di questi transistori si trova pure il potenziometro per la messa a punto della separazione. Alle uscite di TR4 e TR5 si trovano infine le reti di deaccenuazione.

Il decodificatore LOEWE OPTA, illustrato nella *fig. 21*, è montato sui

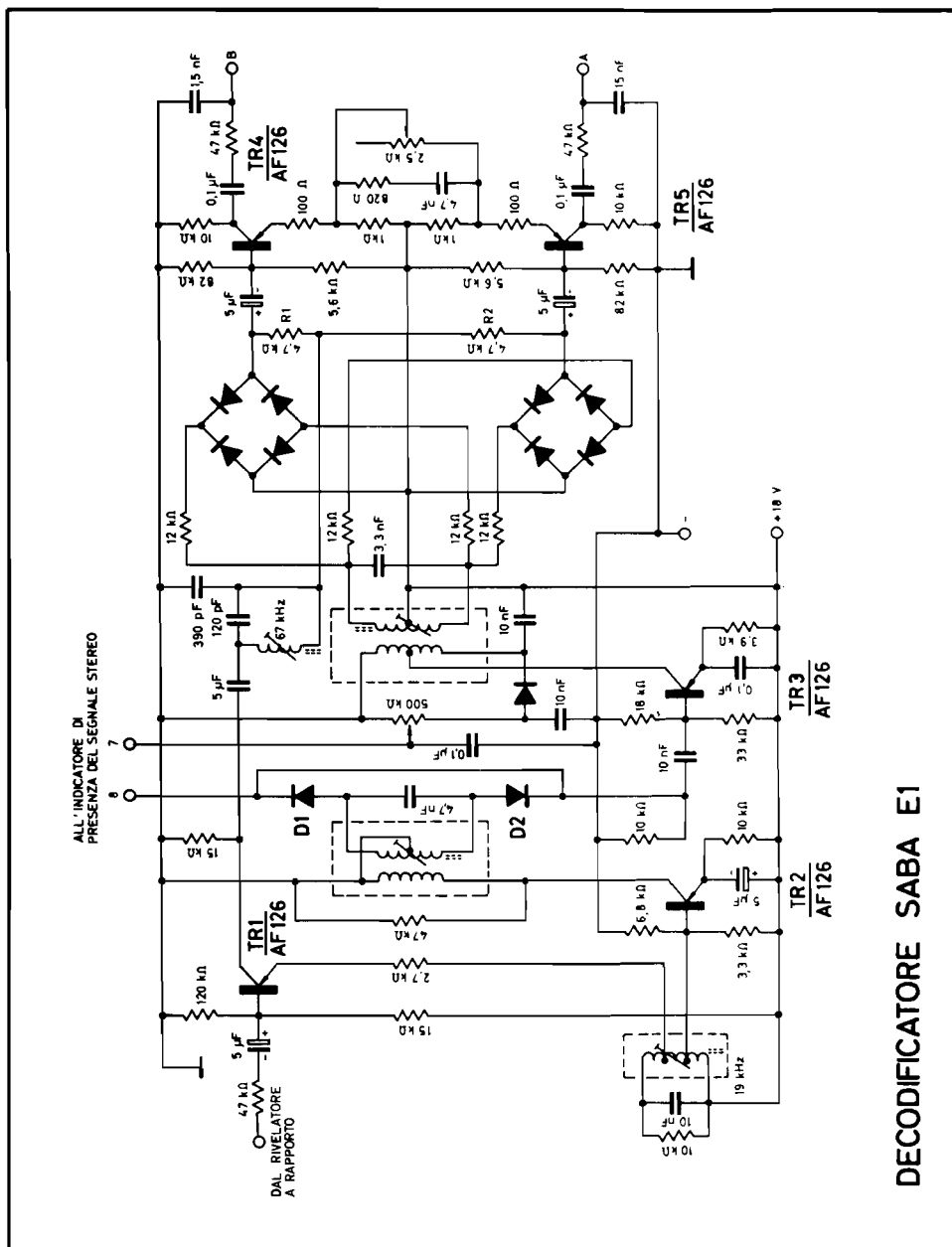
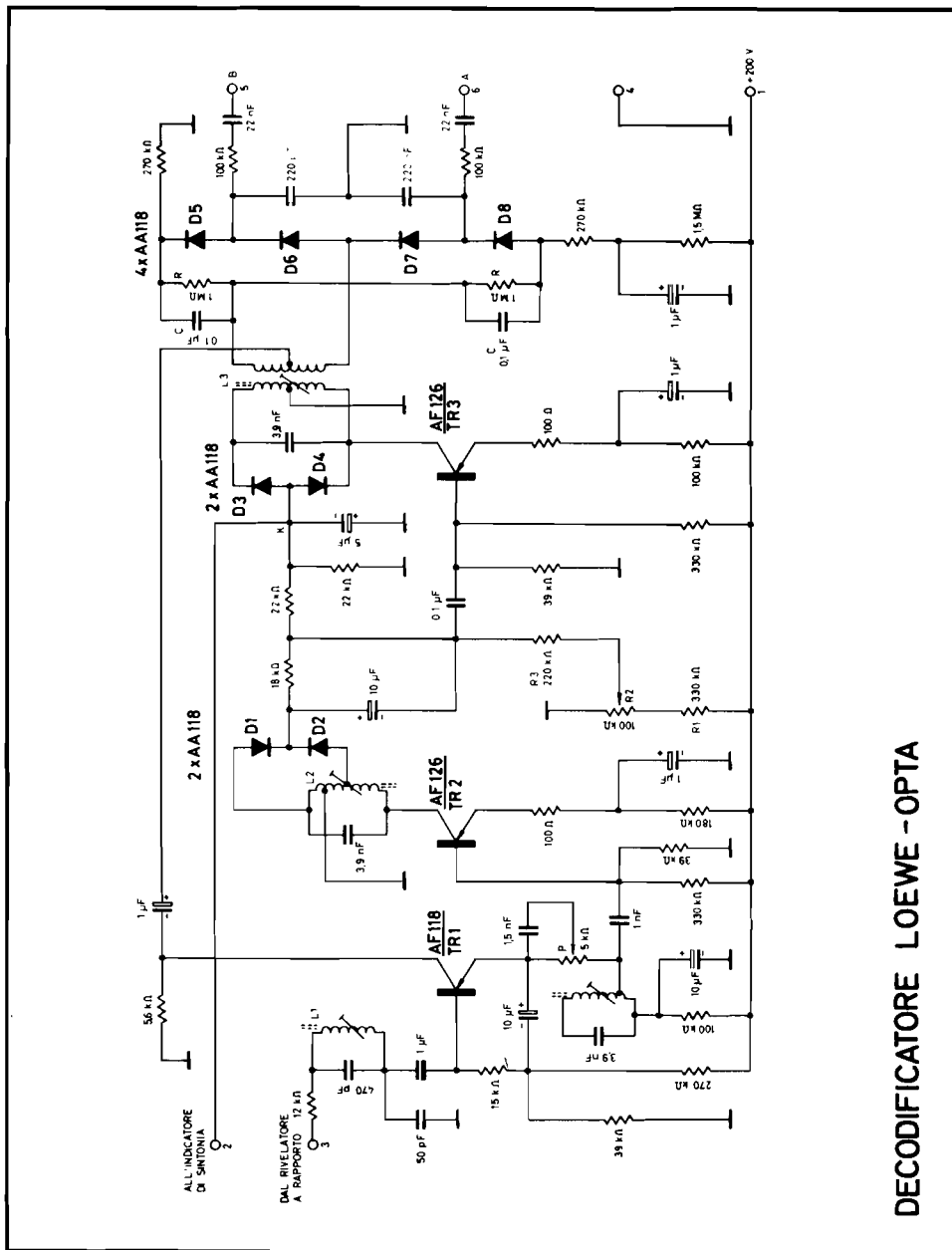


Fig. 20



DECODIFICATORE LOEWE - OPTA

Fig. 21

radiorecettori e sintonizzatori stereofonici della stessa ditta ed impiega un interessante sistema di commutazione mono-stereo.

Esso monta tre transistori, il primo dei quali amplifica il segnale multiplex che proviene dal discriminatore passando attraverso il filtro per sopprimere l'eventuale segnale a 67 kHz.

Sull'emettitore di TR1 è prelevato il segnale pilota e sul collettore il segnale multiplex.

Il transistore TR2 amplifica il segnale pilota che è poi duplicato dai diodi D1 e D2 ed amplificato da TR3.

I diodi D5, D6, D7 e D8 funzionano da commutatori per la separazione di A e B. Da notare i gruppi RC di polarizzazione automatica di tali diodi, che permettono di ottenere una buona separazione senza l'introduzione dell'apposito potenziometro visto in alcuni schemi precedenti.

Come già accennato, questo decodificatore monta un circuito automatico di commutazione mono-stereo, comandato dallo stesso segnale in arrivo.

Il funzionamento del circuito è abbastanza semplice: quando il segnale stereofonico manca o non è sufficientemente ampio, i diodi D1 e D2 sono bloccati da una tensione leggermente positiva che perviene ad essi tramite i resistori R1, R2 e R3.

Quando il segnale stereofonico è sufficientemente ampio da pilotare il transistore TR2 con il segnale a 19 kHz, i diodi D1 e D2 passano a condurre ed a funzionare come duplicatori. Pertanto il segnale a 38 kHz ottenuto viene applicato alla base del transistore TR3 ed, una volta amplificato, è portato sull'avvolgimento primario della bobina L3 e di qui ai diodi D3 e D4 che, funzionando da rettificatori di cresta con il gruppo RC da 5 μ F-22 k Ω , producono una tensione negativa in grado di compensare ed annullare la polarizzazione positiva dei diodi D1 e D2.

In questo modo i diodi D1 e D2 passano dall'interdizione alla piena conduzione soltanto quando il segnale ricevuto ha un'ampiezza sufficiente per garantire una buona riproduzione in stereofonia.

Nel punto K si può inoltre prelevare una tensione di polarizzazione che può comandare un indicatore ottico della presenza di segnale stereofonico.

Il potenziometro P , inserito nel circuito di emettitore del transistor $TR1$, agisce sull'ampiezza reciproca di S' rispetto ad M e va regolato per la minima diafonia.

Ancora a transistori è il decodificatore BRAUN CE16 illustrato nella *fig. 22*. In esso il transistor $TR1$ amplifica il segnale multiplex in arrivo dal rivelatore a rapporto e sul circuito di collettore un circuito oscillante preleva il segnale pilota che viene duplicato dai diodi $D1$ e $D2$ e poi amplificato dai transistori $TR2$ e $TR3$.

Sul circuito secondario della bobina L si somma la sottoportante di 38 kHz al segnale $M + S'$ prelevato nel circuito di collettore del transistor $TR1$ e, mediante il commutatore costituito dal ponte di diodi $D3, D4, D5$ e $D6$, tutti del tipo AA113, si ottengono i segnali A e B . Il transistor $TR4$, comandato dal segnale a 38 kHz prelevato sul primario di L e rettificato dai diodi $D7$ e $D8$, serve per pilotare un indicatore ottico della presenza del segnale stereofonico.

3.3 - Decodificatori a separazione dei canali M e S'

In ultimo ci soffermiamo sui circuiti decodificatori a separazione dei canali M e S' .

Nella *fig. 23* è illustrato lo schema elettrico di un decodificatore della ditta americana PACO, dove si vede facilmente che il circuito sul catodo del tubo $V1$ seleziona il segnale monofonico M , quello sul catodo del tubo $V2$ seleziona il segnale S' e quello sull'anodo del tubo $V3$ seleziona il segnale pilota a 19 kHz.

La frequenza sottoportante è rigenerata nel circuito del tubo $V4$ e poi sommata al segnale S' .

I diodi $D1$ e $D2$ rivelano rispettivamente i segnali $+S$ e $-S$ che, combinati nel circuito a matrice con il segnale M , danno rispettivamente i segnali A e B . Questi vengono ulteriormente amplificati dai tubi $V5$ e $V6$ che funzionano con controreazione selettiva per eliminare i residui della sottoportante dopo avere attraversato le reti di deenfasi costituite da $R1$ da 39 k Ω e $C1$ da 2 nF per il canale A e $R2$ da 39 k Ω e $C2$ da 2 nF per il canale B . Da notare infine che l'ampiezza del segnale M può essere variata con un potenziometro che permette di regolarla al giusto valore

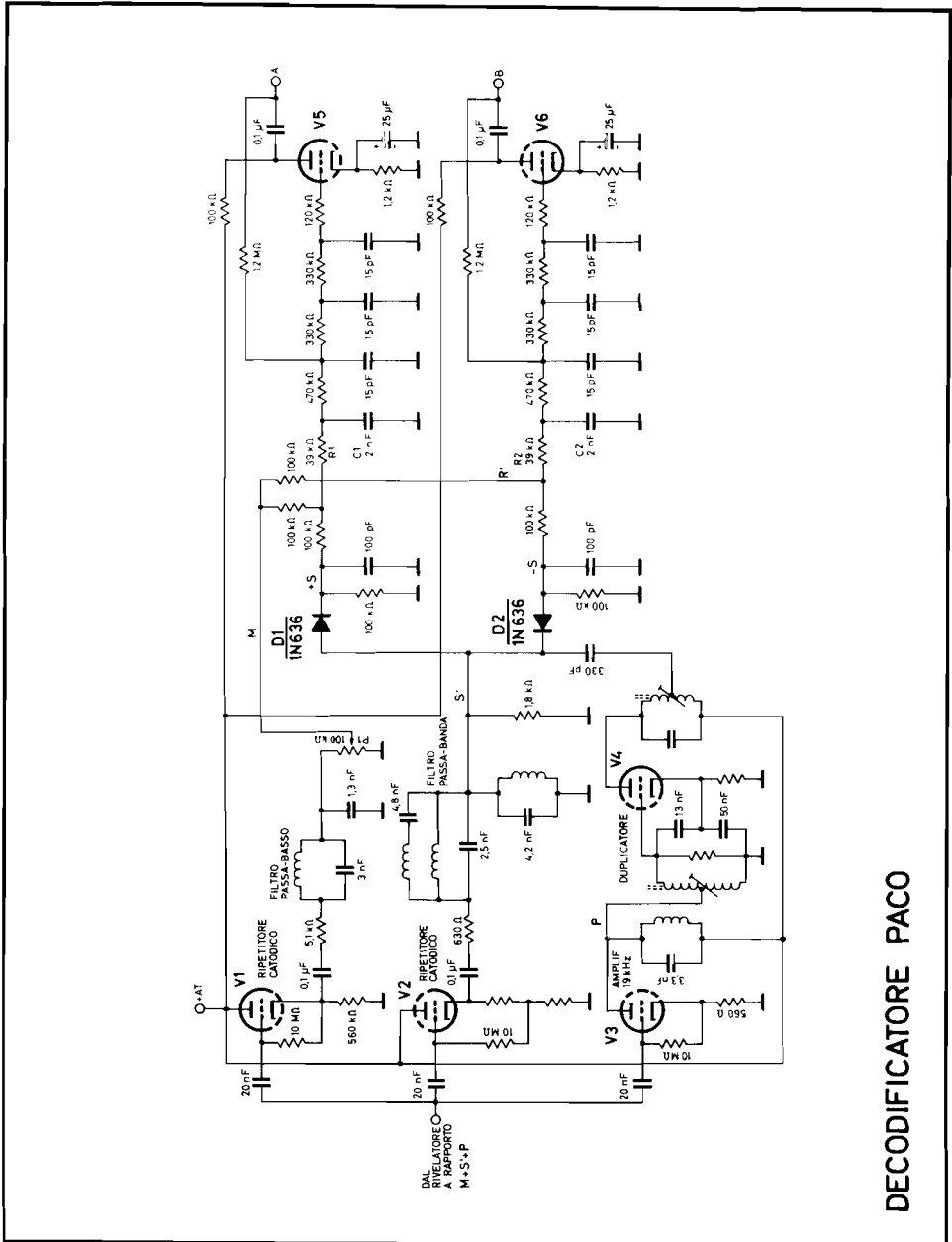


Fig. 23

DECODIFICATORE PACO

onde ridurre al minimo la diafonia (potenziometro P1 di separazione).

Nella *fig. 24-a* e nella *fig. 24-b* sono illustrati due schemi di decodificatori GENERAL ELECTRIC, anch'essi funzionanti con il sistema a separazione dei canali.

In ambedue i circuiti la separazione dei canali M e S' avviene sull'anodo del primo triodo tramite filtri ad L-C rispettivamente passa-basso e passa-banda con arresto del 67 kHz (SCA). È inoltre presente il solito potenziometro di separazione P.

Mentre nel circuito della *fig. 24-a* la sottoportante a 38 kHz è rigenerata con un triodo oscillatore a 19 kHz, sull'anodo del quale vi è un circuito accordato a 38 kHz, nel circuito della *fig. 24-b* essa è ottenuta sfruttando la curvatura del triodo che funziona in classe B con forte distorsione di seconda armonica, sulla quale è accordato il circuito che si trova sull'anodo.

I rivelatori sono uguali in entrambi i circuiti e sono seguiti dalle reti di deaccentuazione a RC.

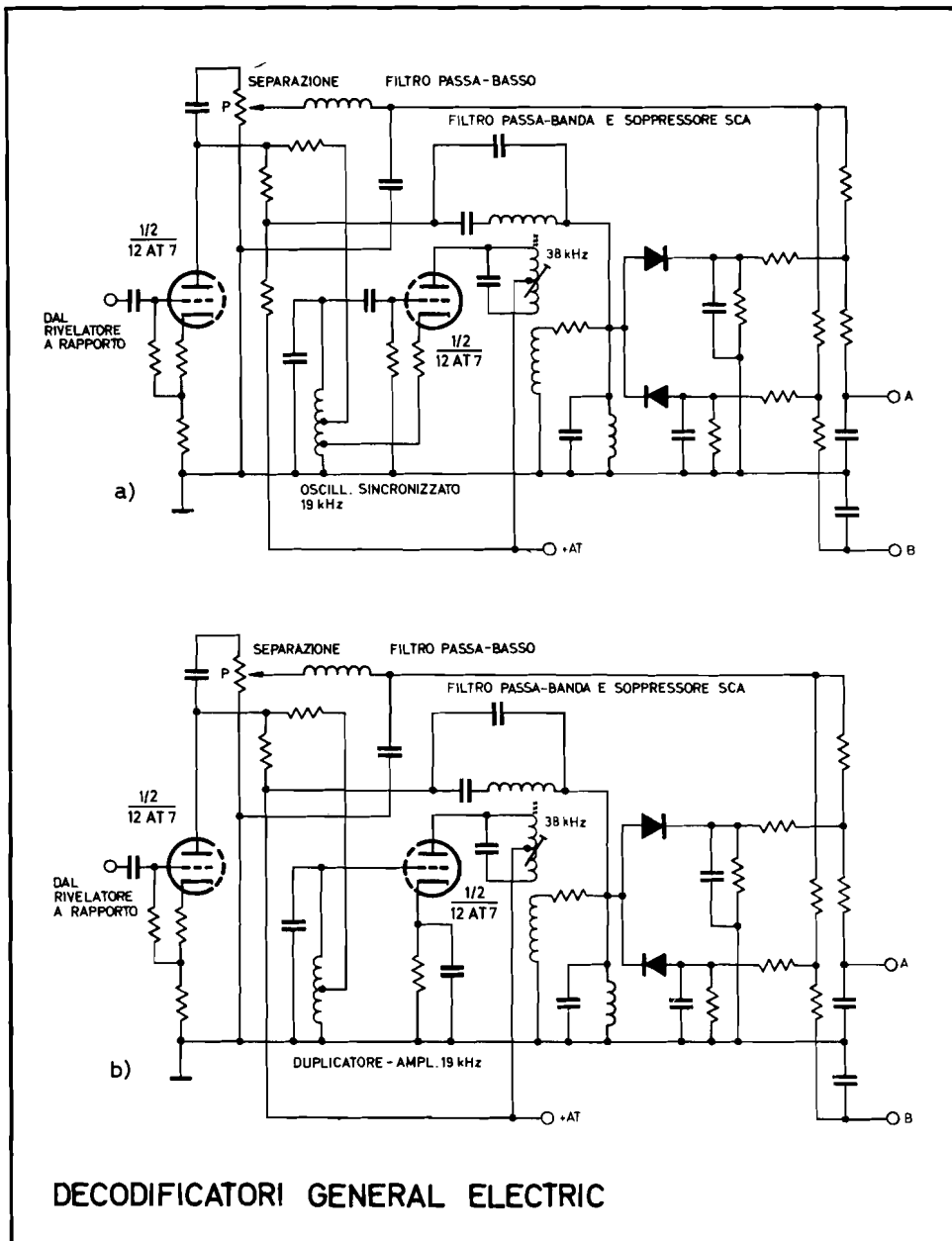
Lo schema elettrico del decodificatore CROSBY MX101 di concezione americana, illustrato nella *fig. 25*, funziona sul principio della separazione dei canali M ed S' che avviene nel circuito anodico del primo triodo del tubo V1 per mezzo dei soliti filtri a regolazione di M per la minima diafonia. Il secondo triodo dello stesso tubo amplifica il segnale pilota che sincronizza il circuito oscillatore a 19 kHz realizzato con il tubo 6C4.

Sfruttando la curvatura della caratteristica dinamica del triodo 6C4, si duplica il segnale pilota.

I diodi D1 e D2 rivelano i segnali -S e +S che, combinati con il segnale M, danno i segnali di sinistra e di destra.

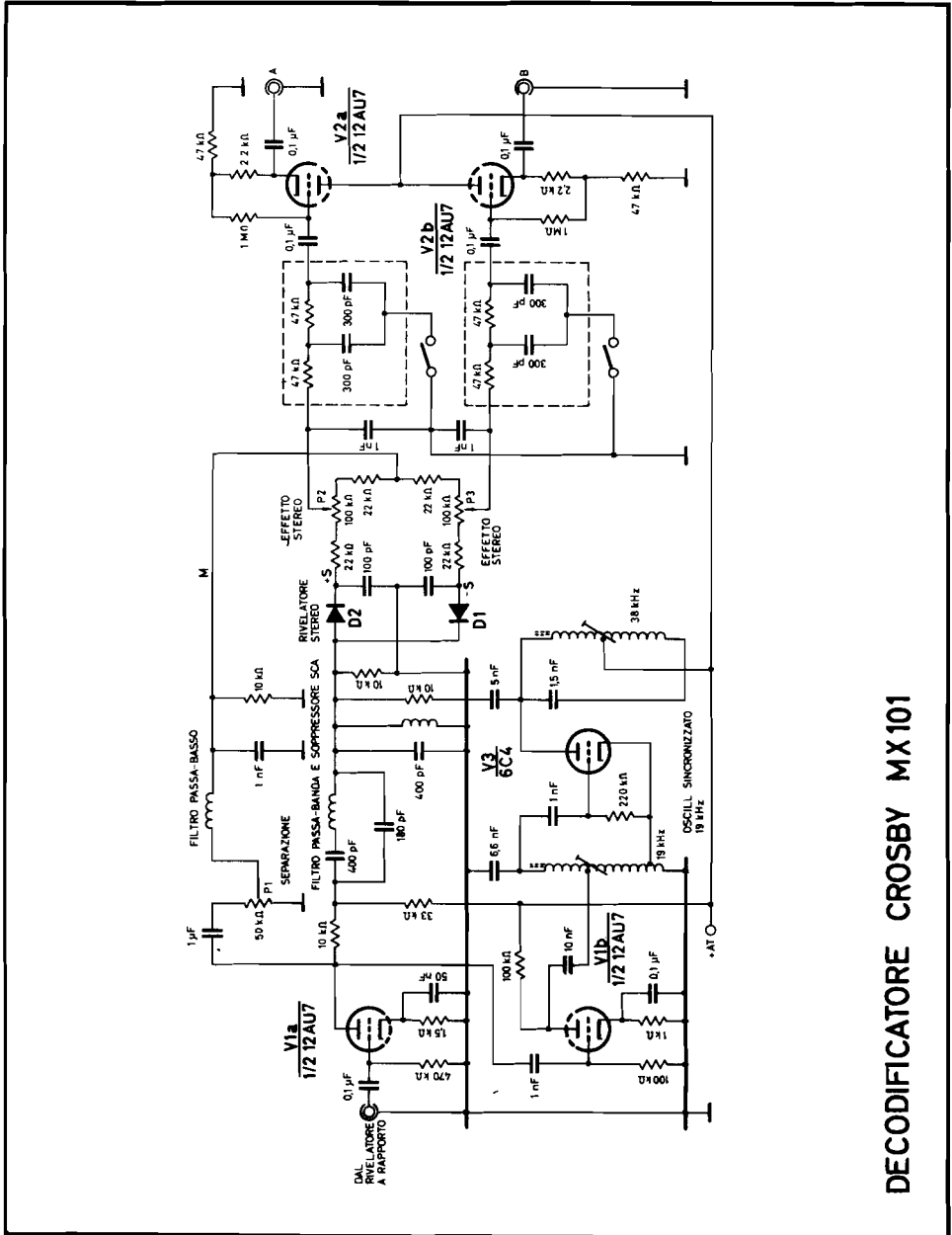
Durante le operazioni di taratura si regola il potenziometro P1 per la massima separazione dei segnali A e B, mentre l'ascoltatore, regolando i potenziometri P2 e P3, può accentuare o meno l'effetto stereofonico.

L'uscita dei segnali avviene tramite due ripetitori catodici sui cui circuiti di griglia vi sono due filtri, inseribili a piacere, per la riduzione del fruscio e della sottoportante.



DECODIFICATORI GENERAL ELECTRIC

Fig. 24



DECODIFICATORE CROSBY MX101

Fig. 25

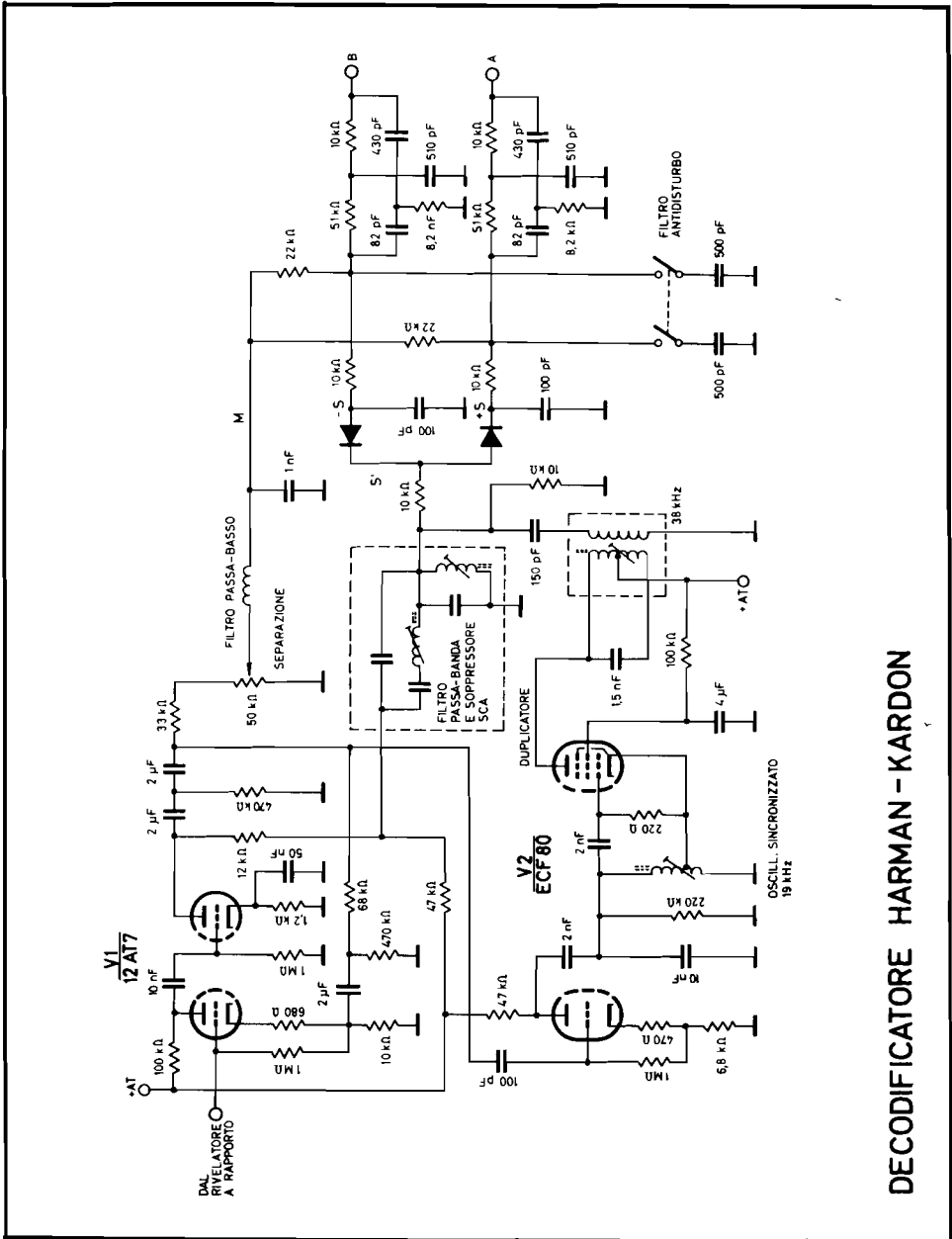


Fig. 26

DECODIFICATORE HARMAN - KARDON

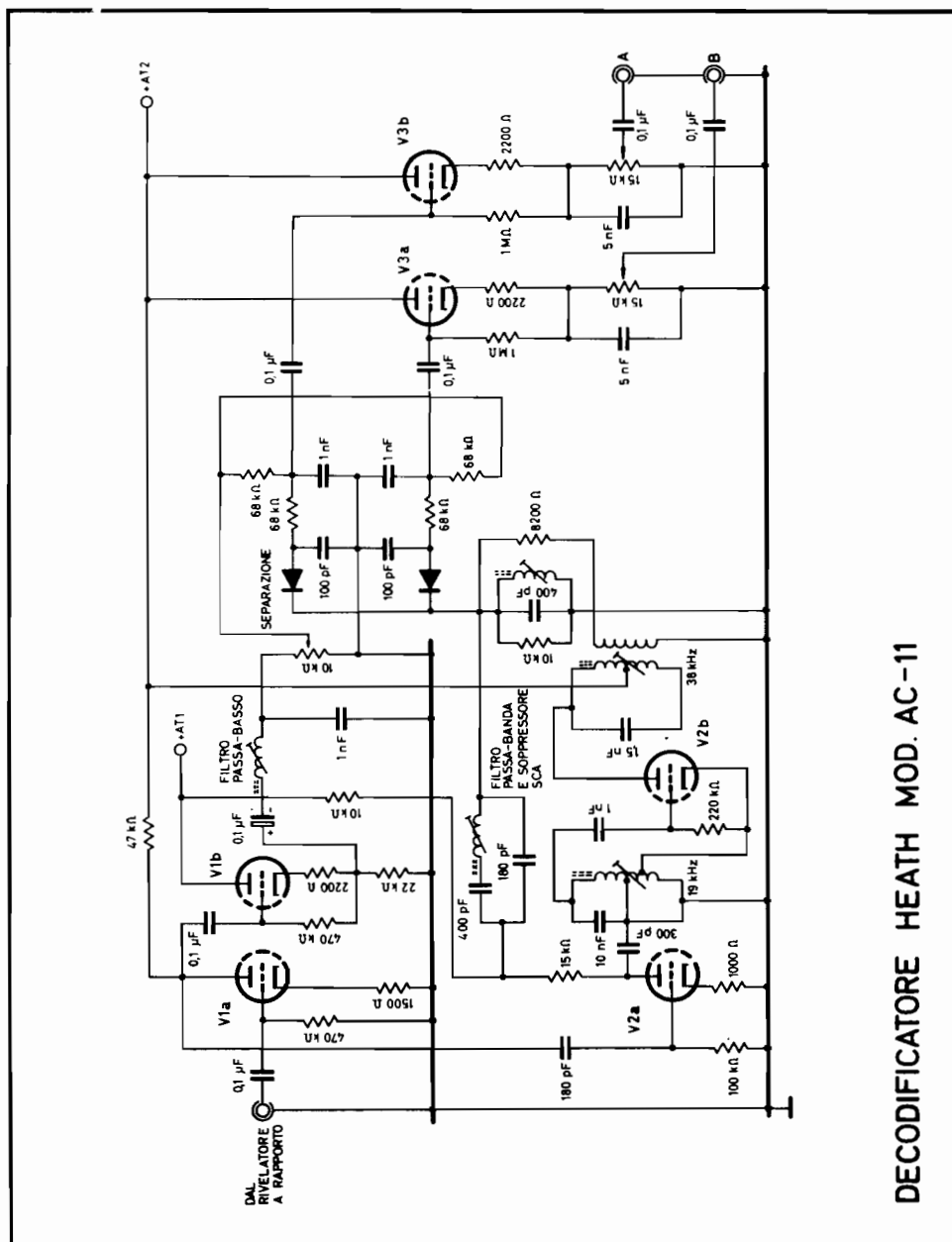


Fig. 27

Nella *fig. 26* è illustrato lo schema elettrico del decodificatore HARMAN-KARDON anch'esso a separazione dei canali M ed S', che usa un doppio stadio amplificatore d'ingresso con un circuito di controreazione fra l'anodo del secondo triodo ed il catodo del primo. Sull'anodo del secondo triodo sono inseriti i filtri per la separazione dei canali M ed S' e la regolazione di M (separazione). Il segnale pilota è amplificato dal triodo del tubo ECF80, che poi comanda un oscillatore sincronizzato a 19 kHz.

Il pentodo del tubo ECF80 duplica il segnale dell'oscillatore, ottenendo così la sottoportante che è sommata poi al segnale S'.

Come al solito, i diodi rivelano rispettivamente i segnali $-S$ e $+S$ che, sommati nel circuito a matrice al segnale monofonico M, danno i segnali A e B separati.

Le reti di deaccentuazione sono del tipo a doppio T e permettono anche l'eliminazione della sottoportante a 38 kHz residua.

Nel funzionamento in monofonia vengono collegati insieme le uscite delle matrici.

L'ultimo circuito che esaminiamo, illustrato nella *fig. 27*, è il decodificatore mod. AC11 della HEATH COMPANY. Il segnale multiplex è amplificato prima dal triodo V1a e poi dal tubo V2a. Sull'anodo di quest'ultimo è prelevato il segnale pilota per sincronizzare l'oscillatore che funziona anche da duplicatore (V2b). Sempre dall'anodo del tubo V2a si preleva, mediante il solito filtro, il segnale S' che è poi sommato alla sottoportante.

I due diodi rivelano, come al solito, i segnali $-S$ e $+S$ che vengono combinati nel circuito a matrice con il segnale monofonico, prelevato sul catodo del tubo V1b, tramite il filtro passa-basso ed il potenziometro di regolazione della separazione.

I triodi V3a e V3b funzionano come semplici amplificatori dei segnali A e B con uscite sui catodi regolabili con due potenziometri separati.

Nella prossima lezione completeremo l'argomento con la messa a punto e la ricerca dei guasti nei circuiti decodificatori.
