

**biblioteca
tascabile
elettronica**

13

Henning Gamlich

**come si lavora
con i tiristori**



franco muzzio & c. editore

**accensioni elettroniche,
comandi, regolazioni continue**

biblioteca tascabile elettronica

coordinata da Mauro Boscarol

13

franco muzzio & c. editore

Henning Gamlich

come si lavora con i tiristori

Accensioni elettroniche,
comandi, regolazioni continue

Con 38 disegni nel testo
e 8 foto su 4 tavole

franco muzzio & c. editore

**Copertina di Edgar Dambacher da una foto di Uwe Höch
58 disegni nel testo di Danuta Weinrich
e 8 foto dell'autore**

Traduzione di Mauro Boscarol

© 1977 franco muzzio & c. editore
Piazza de Gasperi, 12 35100 Padova
© 1973 Franckh'sche Verlagshandlung, W Keller & Co., Stuttgart
Titolo originale dell'opera: «Wir arbeiten mit Thyristoren»
Finito di stampare nel ottobre 1977 da Offset Invicta Padova
Tutti i diritti sono riservati

Come si lavora i tiristori

1. Generalità sui tiristori	7
1.1 Funzionamento del tiristore	7
1.2 Dimensioni e forme	9
2. Indicazioni per la costruzione dei circuiti	10
2.1 Attrezzi da usare	10
2.2 Realizzazione dei circuiti	11
3. Confronto del tiristore con altri componenti	13
3.1 Confronto con il relé	13
3.2 Confronto con il transistor	14
4. Il circuito fondamentale del tiristore	16
5. Circuito di protezione per sovratensioni	18
5.1 Descrizione del circuito	18
5.2 Realizzazione del circuito	19
5.3 Inserimento del circuito di protezione	20
6. Impianto d'allarme	22
6.1 Descrizione del circuito	22
6.2 Realizzazione dell'impianto d'allarme	24
7. Circuiti di comando per tensione alternata	26
7.1 Generalità	26
7.2 Comando di corrente alternata	28
8. Controllo di luminosità di lampadine ad incandescenza con triac	33
8.1 Descrizione del circuito	33
8.2 Costruzione del regolatore di luminosità	34

9. Regolatore del numero dei giri per trapano	38
9.1 Descrizione del circuito	38
9.2 Realizzazione del regolatore di giri	40
10. Impianto per luci ad intermittenza	43
10.1 Descrizione del circuito	43
10.2 Realizzazione dell'impianto	44
11. Commutatore automatico per espositore	48
11.1 Descrizione del circuito	48
11.2 Realizzazione del circuito	51
12. Raccolta di formule usuali	54
13. Terminali dei semiconduttori	57
14. Tipi di tiristori e triac	58
15. Indice analitico	61

1. Generalità sui tiristori

1.1 Funzionamento del tiristore

Il nostro scopo è quello di realizzare, coi tiristori, alcuni circuiti, e contemporaneamente capire come funzionano. Per questo dobbiamo conoscere, di questo componente semiconduttore relativamente giovane, qualcosa in più del semplice simbolo elettrico di fig. 1.01.

Il tiristore è una variante del transistor, realizzata per usi ben determinati. Esso offre tutti i vantaggi dei componenti semiconduttori: è piccolo, non deve essere preriscaldato, lavora con piccole tensioni, ha una durata praticamente illimitata, è resistente alle vibrazioni meccaniche e così via.

Negli ultimi anni il tiristore ha trovato utilizzazione soprattutto nell'elettronica di potenza, ed una gran parte di questo libro è dedicata a tali applicazioni. Ma pure nella tecnica delle basse correnti il tiristore può essere vantaggiosamente utilizzato.

La sua realizzazione avviene sottoponendo il silicio a complicati processi chimici e fisici. Mediante queste lavorazioni si formano quattro strati, ognuno dei quali, secondo le caratteristiche, viene detto zona n o zona p. Il transistor ha solo tre di tali strati, che danno origine, secondo la disposizione, ad un transistor npn o pnp. Nel § 3.2 parleremo più dettagliatamente di questi strati n e p.

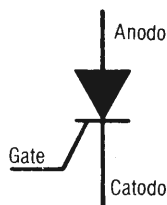


Fig. 1.01 Simbolo e terminali del tiristore

Come funziona un tiristore? Osserviamo la sua curva caratteristica in fig. 1.02. Una curva caratteristica, o brevemente caratteristica, ci informa su come una grandezza (qui la corrente all'anodo) dipende da un'altra grandezza (qui la tensione all'anodo). Da essa possiamo quindi dedurre quant'è l'intensità di corrente all'anodo quando su di esso vi è una determinata tensione. Osserviamo questa caratteristica partendo dall'origine. Essa dapprima sale un pò e quindi si dispone

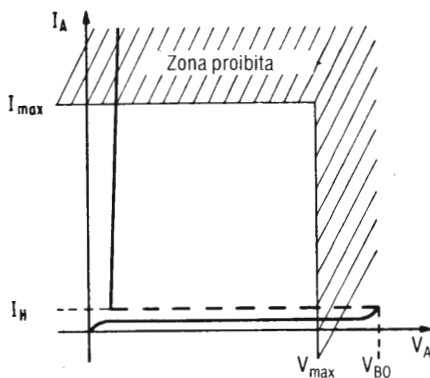


Fig. 1.02 Caratteristica del tiristore

orizzontale. Dunque, aumentando la tensione all'anodo, l'intensità di corrente resterà quasi uguale. Questa cosiddetta corrente di dispersione è in effetti sgradita. Tuttavia non reca disturbo, nella maggioranza dei casi, a causa della sua debole intensità.

Anche se si applica al tiristore la massima tensione ammessa, fluirà solo questa corrente

di dispersione. Solo quando si alza la tensione all'anodo fino a V_{max} , sconfinando nella zona vietata tratteggiata, e si oltrepassa la cosiddetta tensione di rottura V_{BO} , questa situazione cambia. Se finora, anche con alte tensioni, passava solo una piccola corrente, cioè il tiristore aveva una alta impedenza, adesso basta una piccola tensione per lasciar passare corrente con grande intensità (parte ascendente della caratteristica). Ora il tiristore ha una impedenza molto bassa. Questo passaggio da alta a bassa impedenza (parte tratteggiata della caratteristica) viene detto accensione. Per avere l'accensione, occorre alzare la tensione all'anodo fino al valore di rottura. Questa accensione, detta spontanea, di solito non è permessa

perchè la cella potrebbe in tal modo danneggiarsi. Si può però accendere il tiristore anche con una piccola tensione anodica, applicando al terzo elettrodo (il gate) una tensione positiva da 1 a 4 V. Basta anche un impulso della durata di pochi microsecondi: una volta acceso il tiristore, la corrente di gate non ha più alcun controllo sulla corrente anodica.

Per operare lo spegnimento del tiristore, cioè per farlo tornare nella zona ad alta impedenza, occorre ridurre la corrente anodica al di sotto di un certo valore critico, detto corrente di mantenimento I_H . In pratica il tiristore viene spento interrompendo brevemente la tensione di alimentazione oppure portando la tensione a 0 V, come nel caso di corrente alternata.

Ricordiamo:

Il tiristore viene acceso da una tensione di gate positiva; viene spento riducendo la corrente anodica al disotto della corrente di mantenimento.

1.2 Dimensioni e forme

Ci sono tiristori grandi come un pisello, e tiristori delle dimensioni di una bottiglia di birra. Corrispondentemente, variano le potenze massimali che possono stare tra 1 W e alcuni MW. Il tiristore più grande che si utilizza in questo libro (cap. 8) può inserire oltre 1 kW e nonostante ciò ha le dimensioni di una moneta da 50 lire.

Sostituendo un tiristore in un circuito, oltre ai valori limite (tensione massima, corrente massima) occorre fare attenzione anche alla potenza di comando, cioè corrente e tensione di gate. Non tutti i circuiti forniscono la potenza di comando che un forte tiristore in generale richiede. È quindi consigliabile utilizzare i tipi dati negli schemi, poichè i circuiti sono stati concepiti e verificati con questi componenti.

2. Indicazioni per la costruzione dei circuiti

2.1 Attrezzi da usare

Per i lavori meccanici ci serviranno diversi attrezzi. Non dovremo procurarci una dotazione da officina, ma senza alcuni attrezzi di base non si potrà fare nulla. Ci servono: trapano, diverse punte, cacciavite (lame da 2 e 4 mm), pinzette a molla, pinze a punte piatte, tronchesino, seghetto, saldatore 30 W e stagno per saldare.

Chi vuole lavorare più velocemente e comodamente, potrà procurarsi ancora un paio di attrezzi: morsetto (ganasce da circa 60 mm) e pinze spellafili.

Trapano: un trapano meccanico è più che sufficiente. Chi tuttavia possiede un trapano elettrico, dovrebbe usare un montante, poichè i trapani elettrici, essendo molto pesanti, rendono il lavoro più difficoltoso.

Cacciavite: bastano semplici cacciavite con impugnatura in plastica, reperibili a buon prezzo in tutti i negozi.

Pinzette: sono necessarie per tenere i componenti durante la saldatura, se la pinza è troppo grande e le dita troppo sensibili al calore. Il tipo a punte diritte è adatto ai nostri scopi.

Pinza a punte piatte: con essa si infilano i rivetti e si piegano i terminali dei componenti. Non dovrebbe essere più grande di 15 cm. È detta anche pinza telefonica.

Tronchesino: sarà bene procurarsene uno di ottima qualità.

Seghetto: ci serve per segare pezzi di piastrina e per lavorare l'involucro. Sono quindi necessarie lame a denti grandi e piccoli.

Saldatore: i tempi in cui si scaldava un saldatore di rame sulla fiamma sono lontani. I saldatori di potenza, come servono a noi, si trovano oggi giorno a 5.000 Lire. Dovremo fare at-

tenzione che la punta sia intercambiabile e che i ricambi siano veramente disponibili. Le pistole saldatrici che si trovano sul mercato non sono adatte ai nostri scopi perchè sono poco maneggevoli ed hanno una punta grossa.

Stagno: per saldare nei circuiti non ci serve dello stagno qualunque, bensì solo quello al 60%. Si tratta di filo di stagno spesso già previsto con anima fondente.

Morsetto: è sufficiente un tipo semplice. Serve per una comoda lavorazione delle parti dell'involucro e facilita il collegamento e l'allestimento della piastrina.

Pinze spellafili: per togliere l'isolamento dei conduttori si potrebbe naturalmente usare un coltello ed una forbice. Tuttavia la pinza spellafili riduce il pericolo di rotture.

2.2 Realizzazione dei circuiti

Vi sono molti modi di realizzare un circuito. Nel volume «*Come si costruisce un circuito elettronico*» di questa serie, vengono trattati vantaggi e svantaggi di questo e quel metodo. In questo libro si utilizza la tecnica del collegamento mediante punti terminali (rivetti). Questa tecnica ha il vantaggio di una realizzazione veloce, chiara e a buon prezzo.

Dapprima si fora la piastrina aiutandosi con un disegno, e quindi la si munisce di rivetti. Sulla parte superiore ed inferiore della piastrina i rivetti servono come punti terminali: sulla parte inferiore per i collegamenti e su quella superiore per la saldatura dei componenti.

Se il circuito non viene alimentato a rete e non c'è pericolo di cortocircuiti, per il collegamento si può utilizzare del filo conduttore nudo. Se il circuito è alimentato a rete, occorre fare attenzione al pericolo di scosse, usando la massima precauzione e controllando sempre se la spina è collegata o no.

Si inizia l'allestimento con i componenti più piccoli, cioè coi diodi, piccole resistenze e piccoli condensatori. I tiristori e i transistori vengono saldati alla fine. I terminali vengono ac-

corciati solo di quel poco che serve per piegarli attorno al rivetto. Piegandoli, occorre fare attenzione a non spezzarli, e ciò vale soprattutto per i semiconduttori.

Altri particolari sulle caratteristiche, le proprietà ed il funzionamento del tiristore, ce li può dare il confronto con altri componenti.

3. Confronto del tiristore con altri componenti

3.1 Confronto con il relè

Qualcuno conosce forse il circuito autooperante a relè (fig. 3.01) il cui funzionamento è il seguente. Inizialmente l'avvolgimento del relè è senza corrente. Premendo il pulsante «acceso», il relè viene eccitato e chiude un altro contatto del circuito di potenza. Contemporaneamente si chiude un altro contatto, in parallelo al pulsante «acceso» (contatto autooperante). Il contatto «acceso» dunque si può lasciare, perchè ora è il contatto autooperante che fornisce corrente al relè, che dunque resta eccitato. Solo quando la corrente dell'avvolgimento viene interrotta premendo il pulsante «spento», il relè si disabilita.

Questo circuito lavora come un tiristore, solo più lentamente, e con tutti gli svantaggi dei contatti meccanici, per esempio usura e formazione di scintille. In fig. 3.01 e 3.02 sono indicati i due circuiti l'uno accanto all'altro.

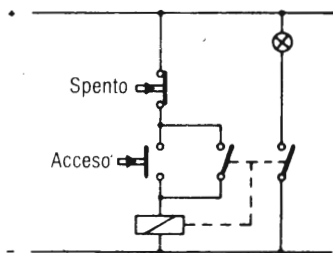


Fig. 3.01 Confronto del tiristore col relè

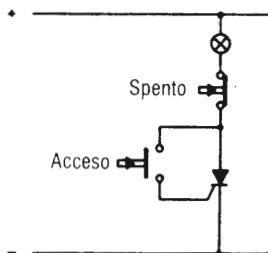


Fig. 3.02 Circuito a tiristore

3.2 Confronto con il transistoro

Naturalmente si può confrontare un tiristore con i transistori. A questo scopo serve un transistoro pnp e un transistoro npn. Il circuito lo vediamo in fig. 3.03. Accanto al circuito è schematicamente indicata la divisione in zone dei semiconduttori. Confrontando con la fig. 3.04 si riconosce come, dalla tecnica del transistoro, si sia sviluppato il tiristore. Vediamo come lavora questo circuito. Dopo il collegamento, non fluisce corrente nè nel transistoro pnp nè in quello npn. Solo premendo il pulsante il transistoro npn viene polarizzato e quindi va in conduzione. Il collettore di questo transistoro fornisce ora la tensione di polarizzazione al transistoro pnp che va in conduzione. A questo punto si può abbandonare il pulsante poichè il transistoro pnp fornisce la tensione di polarizzazione al transistoro npn. I due transistori restano dunque entrambi in conduzione.

Il circuito si apre solo interrompendo la corrente di collettore, o togliendo la sorgente di tensione o cortocircuitando i due transistori. Abbiamo dunque lo stesso comportamento di un tiristore, visto nel § 1.1.

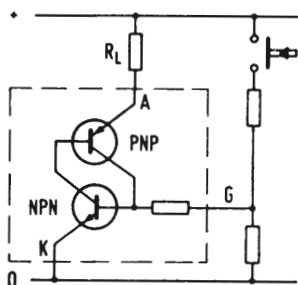


Fig. 3.03 Confronto del tiristore con transistori

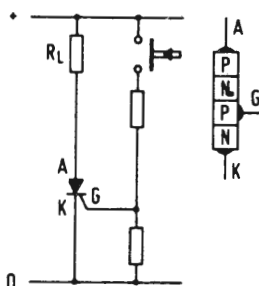
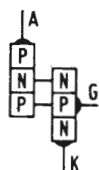


Fig. 3.04 Circuito a tiristore

Effettivamente, in taluni casi, per esempio quando non è disponibile, un tiristore si può realizzare così. Naturalmente occorre fare attenzione ai valori massimi permessi dai singoli componenti.

4. Il circuito fondamentale del tiristore

Il circuito fondamentale del tiristore (fig. 4.01) ci introduce al suo utilizzo pratico. I componenti che ci servono sono riportati nell'elenco in fondo al capitolo, e possono essere usati anche per i circuiti descritti nei prossimi capitoli.

Il modo più semplice e veloce di realizzare il circuito fondamentale del tiristore è una costruzione «volante». Si tratta cioè di collegare i singoli componenti con conduttori muniti di morsetti a coccodrillo. Questi cavi si trovano già confezionati in diverse misure nei negozi specializzati. Collegando così i componenti, ci si risparmia la saldatura e il circuito può essere variato velocemente. Usando questi cavi poi, ci si risparmia gli interruttori.

Il circuito viene realizzato come in fig. 4.01. Chi ha spazio sufficiente può ordinare i componenti proprio come in figura, il che semplifica notevolmente le cose. Inizialmente la lampada non dovrà essere illuminata, poichè il tiristore è ancora interdetto. In caso contrario, o vi è un errore nel circuito, oppure il tiristore è difettoso. Dunque, se tutto è in ordine, la lampadina è spenta.

Azionando il pulsante «acceso», si applica ora una tensione al gate, cosicchè il tiristore si accende e la lampadina si illumina, anche se disabilitiamo il pulsante. Cortocircuitiamo

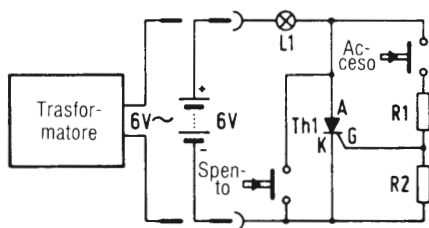


Fig. 4.01 Circuito fondamentale del tiristore

ora il gate con il catodo, e constatiamo che le condizioni del circuito non variano. Sappiamo che quando il tiristore va in conduzione, la tensione di gate non ha più influenza su di esso. Se vogliamo spegnerlo, dobbiamo portare l'intensità di corrente sotto il valore di mantenimento. In questo caso lo possiamo fare o staccando la batteria o cortocircuitando anodo e catodo. In ambedue i casi, per il tiristore non può più passare corrente: una breve interruzione basta per spegnerlo.

Al posto della batteria colleghiamo ora una tensione alternata di 6 V, prelevata da un trasformatore. Inizialmente la lampadina rimane spenta. Premiamo il pulsante «accesso» e la lampadina si accende. In questo caso, però, appena lasciamo il pulsante, la lampadina torna a spegnersi. Inoltre possiamo osservare che l'illuminazione è minore rispetto al caso precedente, sebbene la tensione sia rimasta di 6 V. La spiegazione di ciò sta nel fatto che la corrente alternata, ogni centesimo di secondo cambia la sua polarità. D'altra parte il tiristore si accende e rimane in conduzione solo se la tensione è positiva, cioè la corrente fluisce da anodo a catodo, come è indicato dalla freccia del suo simbolo elettrico. La lampadina dunque si illumina meno, poichè viene utilizzata solo metà della tensione alternata. Inoltre la tensione alternata, ad ogni cambio di polarità passa per lo zero. Il tiristore quindi viene ogni volta spento e ogni nuova semionda lo deve riaccendere.

Tutto ciò sembra svantaggioso. In realtà vedremo più avanti che questo fatto, al contrario, può essere un vantaggio decisivo della tensione alternata nei circuiti a tiristori.

Elenco dei componenti

R1	Resistenza 1k Ω 1/8 W
R2	Resistenza 1k Ω 1/8 W
Th1	Tiristore p.e. C106B4 General Electric
L1	Lampadina ad incandescenza 6V, circa 1W Batteria 6V
Tr1	Trasformatore 6V
2 Pulsanti, per esempio da campanello	

5. Circuito di protezione per sovratensioni

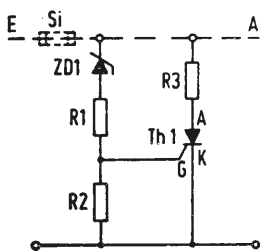


Fig. 5.01 Schema del circuito

5.1 Descrizione del circuito

In questo capitolo parliamo di un circuito che, oltre a trovare molteplici applicazioni negli apparecchi commerciali, evita anche grandi danni durante gli esperimenti. Esso infatti, nel caso di apparecchi con difetti alla sezione rete, protegge dalla distruzione i transistori, i circuiti integrati e gli altri componenti

sensibili alle sovratensioni. L'utilizzo di un tiristore rende il circuito (fig. 5.01) particolarmente semplice e ridotto, così che può venir incorporato in ogni apparecchio.

Parliamo dapprima del suo funzionamento. Se la tensione d'uscita ai terminali 1 e 4, a causa di un difetto dell'alimentazione, sale oltre la tensione di Zener del diodo ZD1, quest'ultimo va in conduzione e dunque nel gate del tiristore Th1, e per la debole resistenza di protezione R1, può passare corrente. Il tiristore dunque si accende e cortocircuita la tensione di uscita.

La corrente di cortocircuito deve venir limitata ad un valore sopportabile dal tiristore. Ciò è compito della resistenza R3, che in questo caso è dimensionata in modo che per il tiristore non passi una corrente di intensità maggiore di 4 A. Corrispondentemente il fusibile deve essere dimensionato in modo che sotto i 4 A fonda con sicurezza. Questo naturalmente semprechè la normale corrente d'esercizio che deve passare per il fusibile sia minore di 2 A. La resistenza R2 garantisce che al gate

sia applicato il potenziale del catodo, e quindi che il tiristore non si accenda fino a che il diodo Zener è interdetto. La tensione a cui il circuito deve reagire può essere fissata agendo sul valore del diodo Zener.

Costruiamo ora un simile circuito, adatto per proteggere circuiti integrati (IC). Questi componenti lavorano normalmente con tensione di 5 V. La massima tensione permessa è 7 V. Dovremo dunque regolare il circuito in modo che reagisca ad impulsi di circa 6 V.

5.2 Realizzazione del circuito

Per la costruzione ci procuriamo un pezzo di piastrina di Pertinax, spessa 1,5 mm e con le dimensioni 50 x 50 mm. Praticiamo dapprima i fori di fissaggio con una punta da 3,5 mm, e quindi i fori per i rivetti. La fig. 5.02 può servire come campione.

Praticati i fori, i rivetti vengono schiacciati con la pinza. Ora la piastrina è pronta per il collegamento. Poichè le distanze dei conduttori tra di loro sono relativamente grandi, potremo usare del conduttore nudo, del diametro da 0,5 a 1 mm. Occorre fare attenzione ad eseguire i collegamenti sulla parte inferiore della piastrina.

Sulla parte superiore vengono saldati i componenti. La fig. 5.03 mostra la loro disposizione.

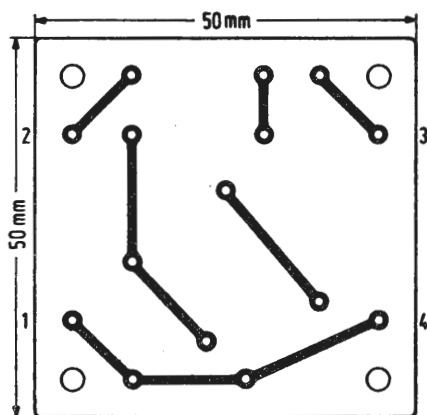


Fig. 5.02 Parte dei collegamenti

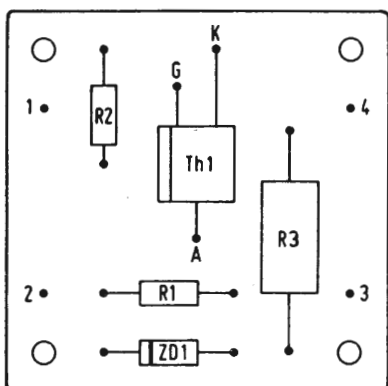


Fig. 5.03 Parte superiore della piastrina

zione. Durante la saldatura, i semiconduttori non dovranno essere surriscaldati, altrimenti c'è pericolo di rottura. Il tempo di saldatura dovrebbe dunque essere molto corto. Inoltre è bene tenere i terminali con la pinza, che in tal modo assorbirà una

gran parte di calore. Prima di mettere il circuito sotto tensione, sarà bene verificare con cura i collegamenti, ed anche sprecare un fusibile per una verifica.

5.3 Inserimento del circuito di protezione

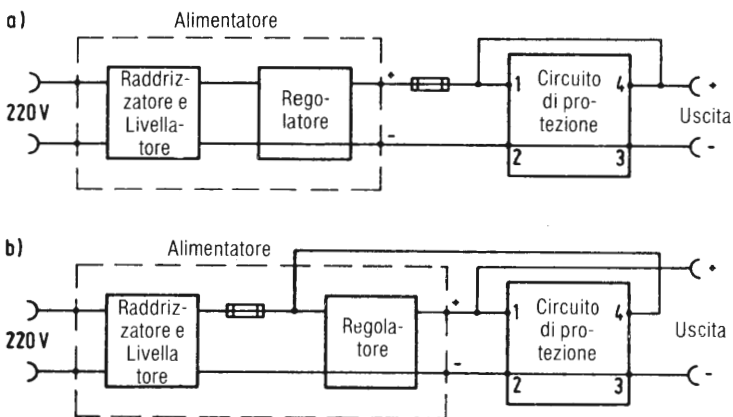


Fig. 5.04 Inserimento del circuito, a) senza accedere all'alimentatore, b) accedendo all'alimentatore

La fig. 5.04a esemplifica l'inserimento del circuito di protezione, nel caso non si possano fare interventi nell'alimentatore. Per l'hobbysta esperto c'è però una seconda possibilità, indicata in figura 5.04b, che richiede l'intervento nell'alimentatore, ma ha il vantaggio di interrompere contemporaneamente, in caso di sovratensione, una parte dell'alimentatore. Nel primo caso la piastrina può venir inserita in una piccola scatola, nel secondo caso direttamente nell'alimentatore. Prima di lavorare nell'alimentatore occorre naturalmente togliere la spina.

Elenco dei componenti

R1	Resistenza 10 Ω , 1/8 W
R2	Resistenza 1 k Ω , 1/8 W
R3	Resistenza 1,2 Ω , 2 W
ZD1	Diodo Zener 5,6 V p.e. ZF 5,6
Th1	Tiristore C106 B4 G.E.
Si	Fusibile 2A flink
Piastrina 1,5 \times 50 \times 50 mm	

6. Impianto d'allarme

Oggigiorno gli impianti d'allarme vengono installati per sorvegliare tutto ciò che è possibile. In questo capitolo vogliamo parlare di un impianto con cui si possono proteggere porte e finestre di una abitazione. I componenti che generano l'allarme possono essere o dei contatti applicati a porte o finestre o, se l'impianto viene installato per non molto tempo (per esempio durante le ferie), un filo teso davanti a porte e finestre. Nei due casi è possibile proteggere contemporaneamente, con un unico impianto, diverse aperture.

Come filo va bene del sottile conduttore di rame smaltato, come quello che viene usato per realizzare gli avvolgimenti dei trasformatori. La lunghezza del filo è limitata solo dalla sua resistenza totale, che non dovrebbe essere maggiore di 2 k Ω , per permettere un funzionamento sicuro dell'impianto. Per esempio, per un conduttore di rame con diametro 0,1 mm, la lunghezza massima è 35 metri. Nel capitolo 12 si trova la formula per calcolare la resistenza totale per conduttori di diametri diversi.

6.1 Descrizione del circuito

Nel circuito di fig. 6.01 si utilizza un transistor per pilotare un tiristore. In questo modo il circuito consuma, in esercizio, meno di 1 mA, e ciò è importante specialmente se l'impianto è alimentato da batterie. In caso d'allarme, il transistor fornisce la corrente d'accensione necessaria al tiristore. Il transistor lavora come amplificatore di corrente (circuito a collettore comune) e dunque l'amplificazione di tensione è circa 1. A causa della resistenza relativamente bassa del filo, che forma con R1 un partitore di tensione, alla base del transi-

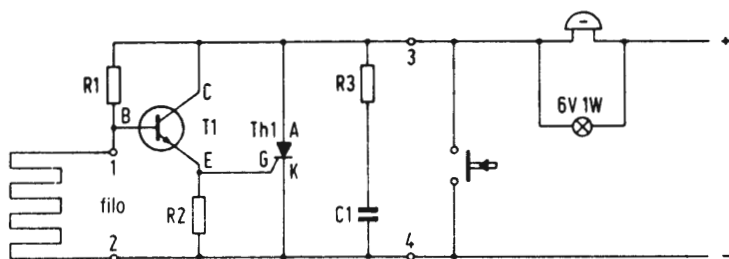


Fig. 6.01 Circuito dell'impianto d'allarme

store è applicata una tensione molto piccola. La stessa tensione è applicata al gate (l'amplificazione di tensione del transistor è 1) e non è sufficiente ad accendere il tiristore. Solo se la resistenza del filo diventa molto alta, per esempio in caso di rottura, la tensione alla base ed al gate sale e il tiristore si accende.

La suoneria in corrente continua che in tal modo si attiva, causa dei picchi di tensione da cui il tiristore deve venir protetto. Per questo motivo, in parallelo al tiristore, è collegata una rete RC formata da R3 e C1. Poichè la suoneria ha un interruttore, è collegata in parallelo una lampadina, che fornisce al tiristore la corrente di mantenimento, quando la suoneria si interrompe. Si potrebbe collegare in parallelo anche una resistenza, ma la lampadina ha il vantaggio di fornire, quando l'allarme reagisce, anche un segnale ottico.

Con il pulsante il tiristore viene nuovamente spento. Esso serve contemporaneamente come pulsante di prova per la suoneria e la lampadina. Poichè il circuito, in posizione di attesa, ha un ridotto assorbimento di corrente, può venir alimentato con batterie. Se l'impianto viene installato permanentemente, si raccomanda di collegare un alimentatore, perchè le batterie invecchiano. Per la sua costruzione si veda ad esempio *Strumenti di misura e verifica* della stessa serie di questo volume.

6.2 Realizzazione dell'impianto d'allarme

Il circuito verrà realizzato con la solita tecnica del collegamento con rivetti. Utilizzando una piastrina di Pertinax un pò più grande della precedente. Dopo aver praticato tutti i fori indicati in fig. 6.02 e aver infilato i rivetti, si collega la parte inferiore.

Anche per questo circuito si può utilizzare del filo conduttore nudo, poichè le distanze relative fra i collegamenti sono sufficienti a scongiurare un cortocircuito.

Nel saldare i semiconduttori, si faccia attenzione alla giusta polarità. Uno scambio dei terminali, per esempio di un transistor, può portare alla sua immediata distruzione. Nel capitolo 13 sono riportati i terminali di tutti i semiconduttori usati in questo volume.

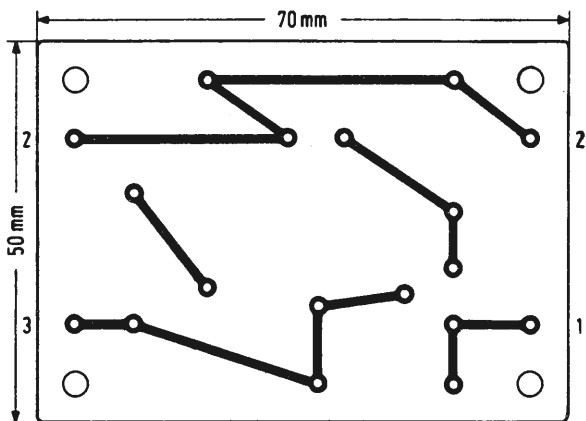


Fig. 6.02 Parte inferiore della piastrina

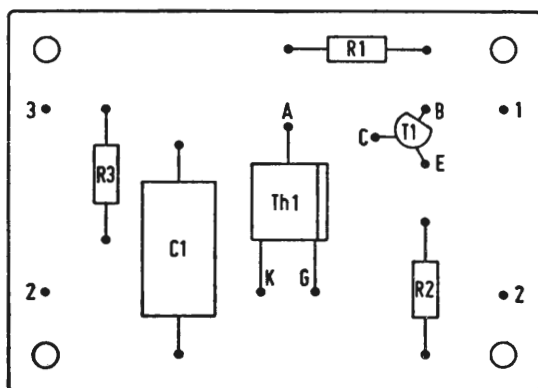


Fig. 6.03 Parte superiore della piastrina

Elenco dei componenti

R1	Resistenza 50 k Ω , 1/8 W
R2	Resistenza 1 k Ω , 1/8 W
R3	Resistenza 100 Ω , 1/8 W
C1	Condensatore 0,1 μ F, 100 V
T1	Transistore ZN3904 o simile
Th1	Tiristore C106B4 G.E.

Suoneria in C.C. 6 V

Pulsante da campanello

Piastrina 1,5 \times 50 \times 70 mm

Conduttore di rame 0,1 mm

7. Circuiti di comando per tensione alternata

7.1 Generalità

Sappiamo che un tiristore si può accendere solo se la tensione anodica è positiva rispetto al catodo. Ora la tensione alternata, come già dice il nome, varia nel tempo la sua polarità. Ciò significa che, in un secondo, 50 volte la tensione anodica è positiva e 50 volte è negativa. Per poter comandare tutte e due le semionde, dobbiamo collegare due tiristori antiparallelamente, come indicato in fig. 7.01.

I due terminali di gate non vengono però semplicemente collegati l'un l'altro, poichè la tensione di gate si riferisce sempre al potenziale catodico e i due catodi non sono fra loro collegati. Tuttavia, con l'aiuto di un trasformatore per impulsi possiamo, da un impulso, generare due tensioni separate, che ora possiamo applicare tra gate e catodo dei rispettivi tiristori. Una ulteriore possibilità consiste nel raddrizzare la corrente alternata prima del tiristore.

Come si vede in fig. 7.02, attraverso l'utilizzatore passa ancora corrente alternata, tuttavia all'anodo del tiristore, durante le due semionde, è applicata solo tensione positiva. Se è il ramo superiore di c. a. ad essere positivo, la corrente fluisce su D2 verso l'anodo e dal catodo su D3 di nuovo a rete; D1 e D4 sono interdetti. Se invece è positivo il ramo inferiore, la corrente passa da D4 all'anodo e dal catodo su D1 di nuovo a rete; D2 e D3 sono interdetti. Si vede anche che la corrente, ad ogni semionda, oltre che per l'utilizzatore ed il tiristore, passa per due diodi su cui cadono 0,7 V. Volendo, con un tale circuito, collegare per esempio una corrente di 10 A, sui diodi si dissipano 14 W.

Una ulteriore specializzazione del tiristore, il triac, non presenta questi svantaggi. Esso infatti lavora come due tiristori collegati in antiparallelo, ma necessita di una unica tensione di comando, per collegare correnti positive e negative. Esso dunque può andare in conduzione nei due versi. Inoltre può venir acce-

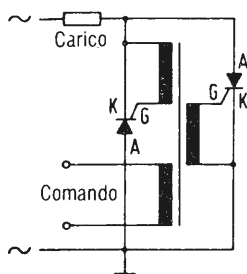


Fig. 7.01 Circuito in antiparallelo

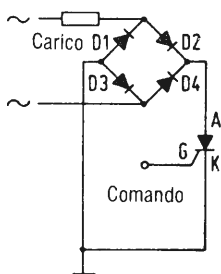


Fig. 7.02 Circuito con ponte di diodi

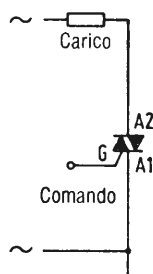


Fig. 7.03 Triac

so da tensione di gate positiva o negativa. Il triac si accende dunque in quattro distinte condizioni:

- 1) anodo positivo, gate positivo
- 2) anodo positivo, gate negativo
- 3) anodo negativo, gate positivo
- 4) anodo negativo, gate negativo.

In fig. 7.03 è rappresentato il collegamento del triac. Poichè esso può andare in condizione nei due versi, non si distingue più tra anodo e catodo, ma si parla del terminale su cui si riferisce la tensione di gate come anodo 1, e di quello cui è normalmente collegato il carico come anodo 2. Per il resto (per esempio per lo spegnimento) il triac si comporta esattamente come un tiristore.

7.2 Comando di corrente alternata

Alimentando un tiristore o un triac con tensione alternata, è necessario riaccenderlo dopo ogni semionda, perchè la tensione alternata, ad ogni cambio di polarità passa per lo zero. Volendo ora operare l'accensione non subito dopo lo spegnimento, ma dopo un tempo determinato, si può in tal modo comandare la corrente efficace.

In fig. 7.04 è indicato questo procedimento, detto comando a controllo di fase.

La curva tratteggiata indica la tensione all'utilizzatore. Nel diagramma superiore il triac, dopo lo spegnimento, viene subito riacceso. All'utilizzatore è sempre applicata la tensione di rete.

Nel diagramma inferiore invece, solo dopo $2/3$ di semionda, cioè circa 7 m sec, il triac viene riacceso. All'utilizzatore arriva dunque solo una piccola parte della potenza. Il diagramma centrale rappresenta uno stato intermedio.

Questo tipo di circuito rappresenta il metodo più semplice per comandare corrente alternata, tuttavia presenta un grave difetto.

Infatti, quando la corrente viene inserita molto velocemente, come in questo caso, si instaurano dei disturbi radio che sono così grandi che devono essere soppressi da un filtro. Nei circuiti che trattiamo è perciò, di regola, inserito un filtro antidisturbo.

Il circuito del filtro si può vedere in fig. 7.05. Le oscillazioni di disturbo ad alta frequenza, con le quali abbiamo a che fare, devono essere sopresse. Tra apparecchio e rete sono perciò collegate delle bobine antidisturbo, dimensionate in modo che la frequenza di rete 50 Hz sia lasciata passare, mentre le alte frequenze vengono fortemente smorzate. I disturbi residui vengono eliminati da un condensatore.

Per completezza parliamo di un altro tipo di comando di corrente alternata, sebbene in questo libro nessun circuito lavori

Fig. 7.04 Principio del controllo a comando di fase

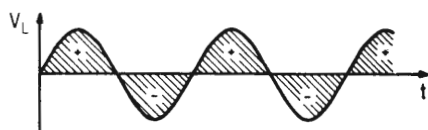
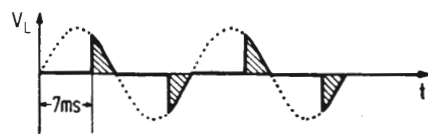
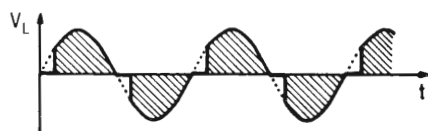
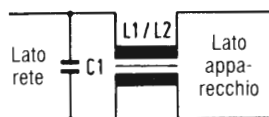


Fig. 7.05 Circuito del filtro antidisturbi



Elenco dei componenti

C1	Condensatore 0,1 μ F 400 V
L1/L2	Bobina 100 μ H 1,5 A oppure due bobine antidisturbo 2 \times 100 μ h 1,5 A.

secondo questo principio. Si tratta del cosiddetto comando a treni d'onda.

Contrariamente al comando a controllo di fase, in questo circuito vengono fatti passare o interdetti interi periodi.

Con questo metodo si può per esempio inserire e disinserire ogni dieci secondi una stufetta. La potenza effettiva in tal caso dipende dal rapporto fra il tempo di accensione e il tempo di spegnimento.

Questo tipo di circuito ha il grosso vantaggio di non procurare disturbi radio, poichè viene acceso sempre direttamente dopo il passaggio per la zero, e cioè in un istante in cui la tensione è ancora molto piccola. Tuttavia questo circuito ha anche degli svantaggi. Primo, il dispendio è notevole, e, secondo, si possono comandare solo utilizzatori inerti, come per esempio stufe elettriche. Una lampadina, che è relativamente veloce, lampeg-

gerebbe al ritmo dei treni d'onda. Con questo tipo di circuito non è dunque possibile realizzare un comando di luminosità. Più avanti esamineremo un circuito per generare lampeggianti, che tuttavia ha a che fare con il comando a treni d'onda solo lontanamente.

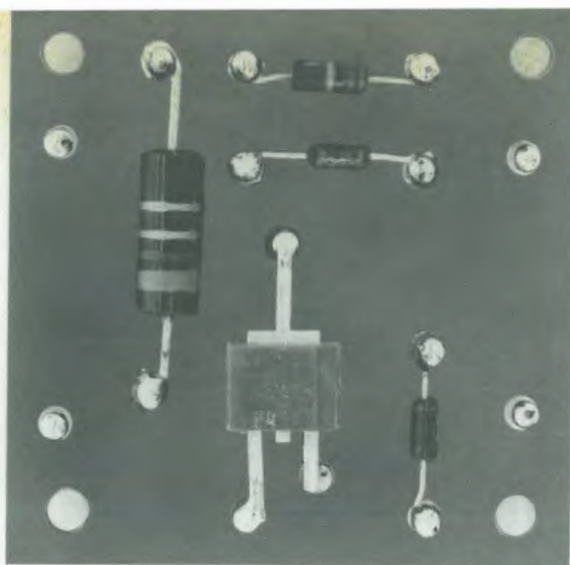
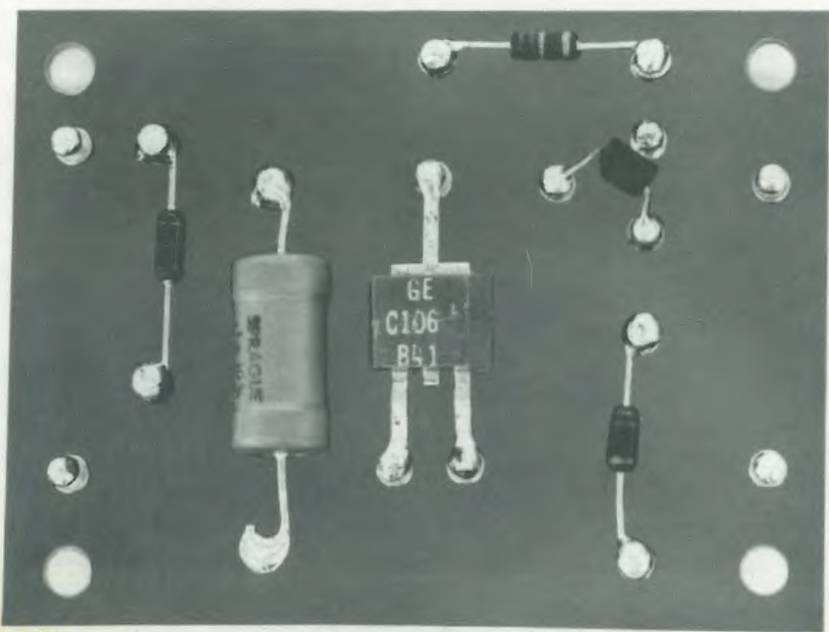


Foto 1. Circuito per la protezione dalle sovratensioni

Tavola 1

Foto 2. Impianto d'allarme



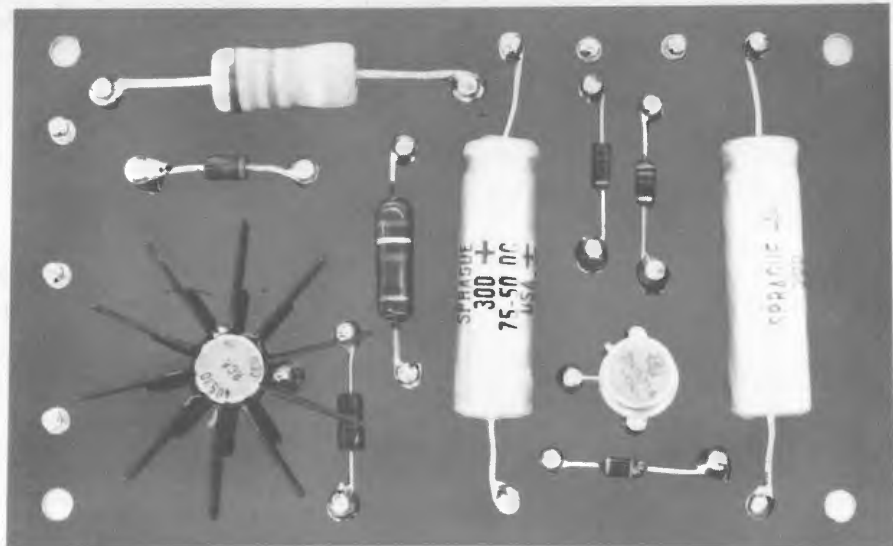
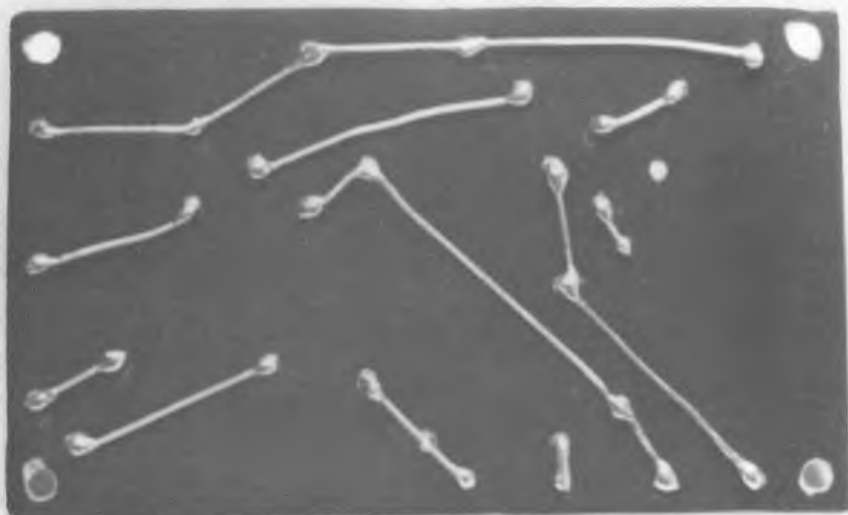


Foto 3. Impianto per luci intermittenti

Tavola 2

Foto 4. Parte inferiore della piastrina della foto 3



8. Controllo di luminosità di lampadine ad incandescenza con triac

8.1 Descrizione del circuito

Da un certo tempo sono presenti sul mercato dei particolari apparecchi che permettono di regolare con continuità la luminosità delle lampadine ad incandescenza. L'illuminazione ambientale in tal modo può essere regolata in maniera da renderla adatta alla proiezione di diapositive o di programmi televisivi, e si può creare una confortevole atmosfera. In questo capitolo ci dedichiamo alla realizzazione di un simile apparecchio.

Il circuito riportato in fig. 8.01 lavora secondo il principio del controllo di fase e utilizza un triac come interruttore. Esso praticamente consiste di due blocchi. A sinistra si nota il primo blocco, e cioè il filtro antidisturbo, per il quale utilizziamo, per motivi di spazio, una bobina doppia; a destra si trova il circuito vero e proprio. Per i due circuiti sono previste piastrelle diverse. Il circuito di comando utilizza un componente nuovo. Esso assomiglia ad un triac cui sia stato tolto l'elettrodo di comando, ed in effetti è qualcosa di simile. Il componente è un diodo trigger, detto anche diac. Un diac viene acceso dalla tensione di rottura, che abbiamo conosciuto nel paragrafo 1.1.

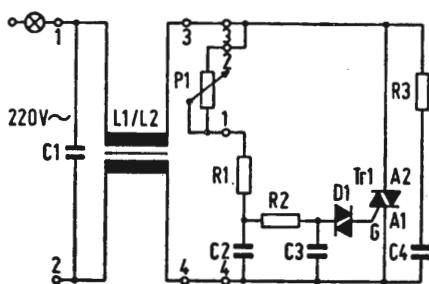


Fig. 8.01 Controllo di luminosità con Triac

Non è dunque necessario un terminale di gate. La tensione di rottura di un diac è di circa 25 V. Se la tensione ai suoi capi supera questi 25 V, il diac si accende e a sua volta accende il triac. Questa veloce salita di tensione al gate collega velocemente il triac, il che, per motivi termici, è cosa vantaggiosa. Esistono triac in cui il diodo trigger è già contenuto nell'involucro, per esempio i modelli 40432 e 40512 della RCA. Utilizzando questi triac, il diodo trigger viene tralasciato.

Torniamo ora al funzionamento del circuito. La tensione alternata, ritardata dalla rete R1 P1 C1 e R3 C3 perviene al diac, che accende il triac. Con il potenziometro P1 si può regolare il ritardo e cioè il punto di accensione. Con P1 si regola dunque la luminosità.

La massima potenza controllabile con questo triac, senza dissipatori termici, è di circa 200 W, che dovrebbero essere sufficienti per ogni normale lampadina utilizzata per usi domestici.

8.2 Costruzione del regolatore di luminosità

Si è dimostrato opportuno costruire l'apparecchio in un piccolo involucro plastico, che può venir collegato tra lampadina e spina.

Per il prototipo è stato utilizzato un involucro in materiale termoplastico, facilmente lavorabile. Inoltre l'involucro presentava alle pareti interne delle piccole guide in cui si potevano facilmente infilare le piastrine. Come si è già detto, sono necessarie due piastrine. Sulla prima vengono montati solo il condensatore e la bobina antidisturbo, mentre tutti gli altri componenti trovano posto sulla seconda piastrina.

Si forano e si collegano le piastrine come indicato in fig. 8.02 e fig. 8.03. Per i collegamenti si utilizza ancora filo isolato. La disposizione dei componenti sulle piastrine è indicata dalle fig. 8.04 e 8.05. La bobina viene incollata alla piastrina con UHU Plus. In effetti lo spazio necessario per fissaggi meccanici non mancherebbe.

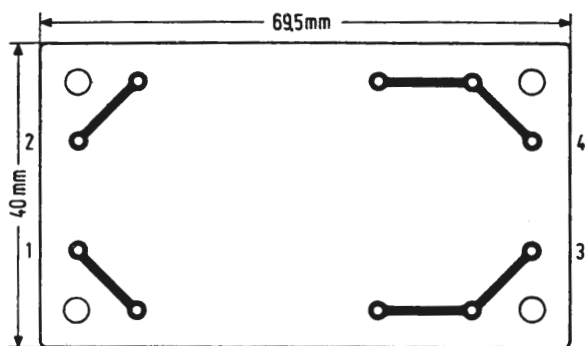


Fig. 8.02 Parte inferiore della piastrina del filtro

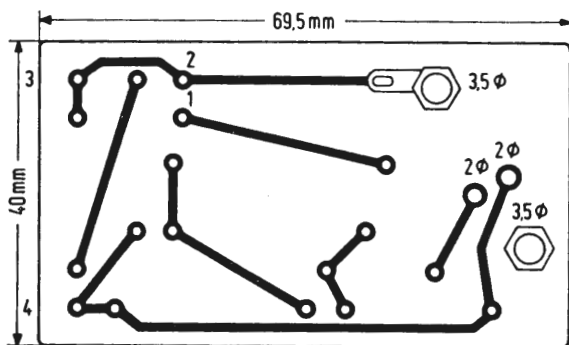


Fig. 8.03 Parte inferiore della piastrina di comando

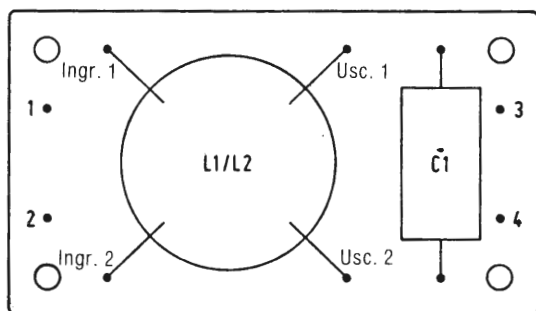


Fig. 8.04 Parte superiore della piastrina del filtro

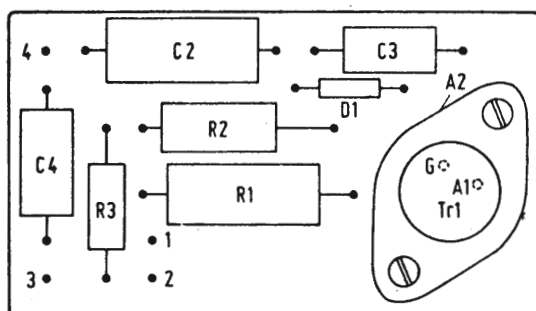


Fig. 8.05 Parte superiore della piastrina di comando

Nel montaggio della seconda piastrina è bene fare attenzione che il triac venga avvitato direttamente alla piastrina. I terminali del triac possono così venir utilizzati come punti di saldatura. Sotto una delle sue viti di fissaggio poniamo un occhiello di saldatura. Si tratta del terminale A2, poichè l'anodo 2 in questo triac è collegato all'involucro. Le misure dell'involucro plastico sono riportate in fig. 8.06. I fori dovranno essere effet-

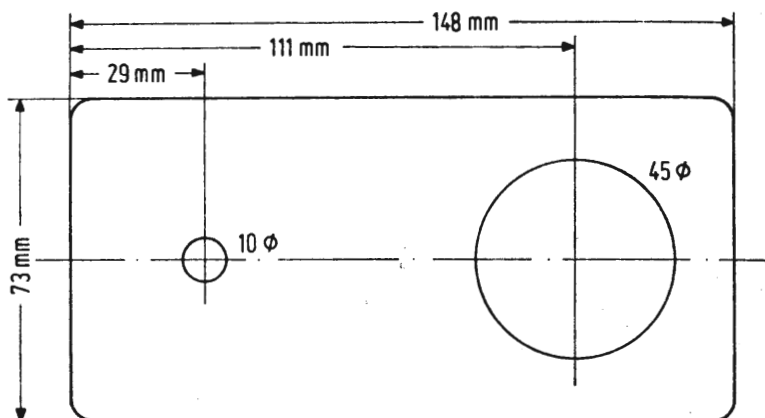


Fig. 8.06 Contenitore

tuati con un seghetto da traforo. Dalla parte dell'involucro in cui si trova la presa, occorre ancora praticare un foro adatto al cavo di rete. In fig. 8.06 questo foro non si vede.

Quando l'involucro è stato preparato, si montano la presa, il potenziometro ed il cavo. Quindi si infilano le piastrine nelle loro guide e si completano i collegamenti. È importante che il conduttore di sicurezza del cavo di rete sia collegato alla presa.

Prima di mettere l'apparecchio sotto tensione, sarà bene controllare ancora attentamente i collegamenti.

Elenco dei componenti

R1	Resistenza 10 k Ω 2 W
R2	Resistenza 4,7 k Ω 1 W
R3	Resistenza 100 Ω 1/8 W
P1	Potenziometro 200 k Ω 1/2 W
C1	Condensatore 0,1 μ F 400 V
C2	Condensatore 0,05 μ F 400 V
C3	Condensatore 0,1 μ F 100 V
C4	Condensatore 0,05 μ F 400 V
D1	Diodo trigger (Diac) 25 V, per esempio 40583 RCA
Tr1	Triac 40430 RCA
L1	Bobina antidisturbo 2 \times 100 μ H 1,5 A
2 piastrine 1,5 \times 40 \times 69,6 mm	
Manopola per asse 6 mm	
Spina con contatto di terra	
Cavo di rete 1,5 m 3 \times 0,75 mm ²	

9. Regolatore del numero dei giri per trapano

9.1 Descrizione del circuito

Chi ha provato a fare un foro da 10 mm nel lamierino con un trapano elettrico, oppure a usare una sega circolare, sa quanto sia utile un regolatore del numero di giri. Con un circuito simile a quello per il controllo di luminosità, si può controllare anche un motore.

Ciò ha però lo svantaggio che il numero dei giri, specialmente nelle gamme inferiori, dipende fortemente dal carico. Ci serve dunque un circuito che regoli la potenza in funzione del carico.

Questa regolazione si può ottenere utilizzando come controreazione di tensione la forza controelettromotrice (FCEM), dipendente dal numero dei giri, che durante il periodo senza corrente è presente ai morsetti del trapano. Cosa significa?

Nel circuito di fig. 9.01 si può vedere che per la regolazione viene utilizzato non un triac, bensì un tiristore. Al motore dunque, arriva corrente solo durante le semionde positive. Durante quelle negative e fino all'accensione anche durante quelle positive, in cui il tiristore è interdetto, il motore lavora come generatore e genera una tensione che viene detta forza controelettromotrice. Questa tensione è applicata al catodo del tiristore e influisce con ciò sulla tensione gate-catodo. La differenza tra la tensione al potenziometro (tensione rete ripartita di sotto) e la FCEM fornita dal motore, dà la tensione di accensione.

Se ora il numero dei giri del trapano cala a causa del carico, la FCEM diventa più piccola, il tiristore si accende prima e il numero dei giri risale.

Poichè è utilizzata solo una semionda, il pieno numero dei giri del trapano non può venir raggiunto; per questo è previsto un interruttore, con il quale il trapano può venir direttamente col-

legato a rete. Questo non è uno svantaggio, poichè la regolazione viene utilizzata solo a basso numero di giri.

È importante ricordare che a basso numero di giri e con un carico elevato, il trapano può surriscaldarsi, poichè l'aeratore è inattivo. In tali casi sarà bene fare qualche attimo di pausa.

A parte il filtro, il circuito è fondamentalmente costituito dalla resistenza R1, dal potenziometro P1, dai diodi D1, D2 e dal tiristore Th1. La tensione proveniente dal partitore di tensione R1P1 e dal diodo D2 durante le semionde positive viene applicata al gate del tiristore. Il diodo D1 ha invece due compiti. Anzitutto impedisce che durante le semionde negative possa fluire corrente al gate, e inoltre fa in modo che il partitore di tensione non venga inutilmente surriscaldato. I componenti R2, R3, C2, C3 e D3 hanno esclusivamente il compito di migliorare le caratteristiche di regolazione e di mantenere piccole le tensioni indotte. Chi si contenta di regolazioni poco fini può tralasciare questi componenti. In questo caso però si deve utilizzare un tiristore con 500 V di tensione di bloccaggio.

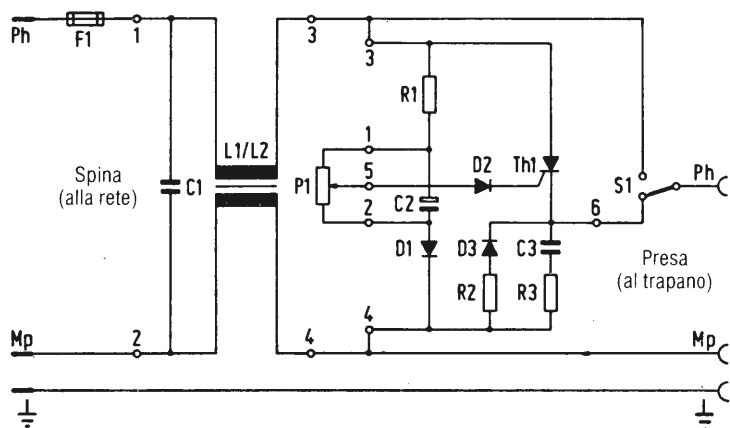


Fig. 9.01 Circuito del regolatore di giri

9.2 Realizzazione del regolatore di giri

Costruiremo anche il regolatore di giri nell'involucro plastico del capitolo precedente. In fig. 9.02 sono indicate le misure dei fori da praticare. Le dimensioni del foro per il portafusibile possono essere diverse, dipendendo dalle dimensioni di quest'ultimo. Nel prototipo tale foro aveva un diametro di 19 mm. Per i componenti elettrici usiamo ancora due piastrine, di cui quella antidisturbo è uguale alla piastrina del capitolo precedente.

I valori si possono dunque ricavare da lì. La piastrina di regolazione non la realizziamo con il metodo del capitolo precedente (collegamento su punti terminali) per motivi di spazio, bensì la realizziamo su di una piastrina stampata (vedi fig. 9.03) che ha le dimensioni di 75×40 mm.

I componenti vengono infilati dalla parte senza rame e saldati sul lato del rame con le piste conduttrici. Inoltre sarà necessario praticare alcuni collegamenti, indicati tratteggiati in fig.

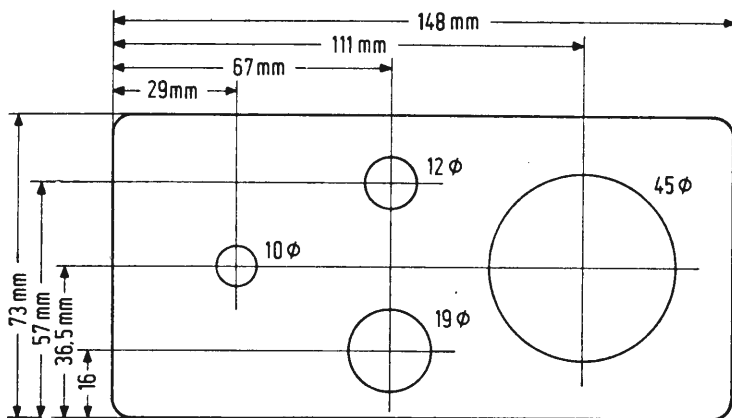


Fig. 9.02 Contenitore del regolatore di giri

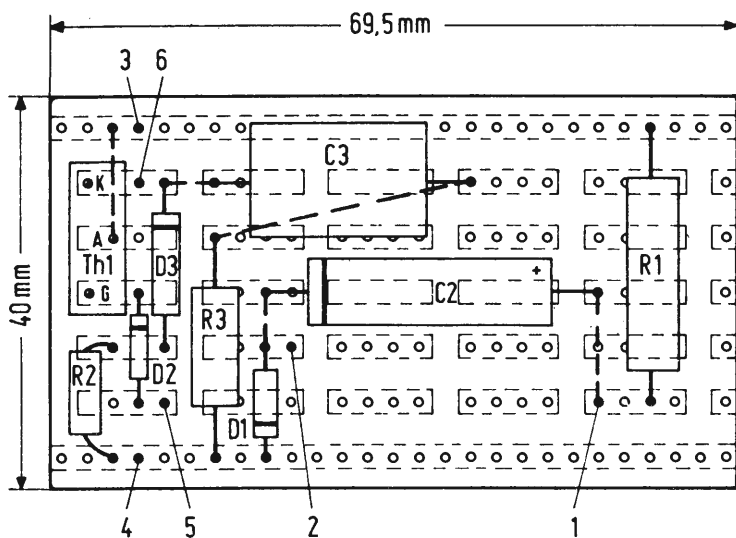


Fig. 9.03 Realizzazione della piastrina di regolazione

9.03. I punti terminali da 1 a 6 vengono infilati dalla parte dei componenti e saldati.

Quando le piastrine sono terminate, si montano la presa, l'interruttore, il portafusibile ed il potenziometro. Infine possiamo infilare le piastrine con i lati dei componenti nella direzione della presa, nelle guide e completare i collegamenti.

Prima di mettere in funzione l'apparecchio sarà bene verificare i collegamenti e controllare che i conduttori di sicurezza siano ben collegati.

Elenco dei componenti

R1	Resistenza 8,2 k Ω 5 W
R2	Resistenza 47 Ω 1/8 W
R3	Resistenza 220 Ω 1/8 W

P1	Potenziometro 1 k Ω lin. 1 W
C1	Condensatore 0,1 μ F 400 V
C2	Condensatore elettrolitico 4,7 μ F 64 V
C3	Condensatore 0,1 μ F 400 V
D1, D2, D3	Diodi al silicio 1N4004
Th1	Tiristore Bst0126 Siemens
L1/L2	Bobina antidisturbo 2 \times 100 μ H 1,5 A
F1	Fusibile 220 V 1,5 A
S1	Deviatore
Piastrina 75 \times 40 mm	
Piastrina Pertinax 1,5 \times 40 \times 69,5 mm	
Portafusibile	
1,5 m cavo di rete 3 \times 0,75 mmq	
Manopola per asse 6 mm	

10. Impianto per luci ad intermittenza

10.1 Descrizione del circuito

In questo capitolo realizziamo un circuito che permette il passaggio di corrente attraverso una lampadina per un breve periodo, e quindi la interdice per un periodo regolabile. Contrariamente al comando a pacchetto, non poniamo alcun valore sulla grandezza della tensione durante la commutazione. Perciò bisogna collegare in questo caso un filtro di rete.

La durata di illuminazione è di circa 100 m sec, mentre l'intervallo tra due lampi, in cui non vi è corrente, si può regolare tra 0,7 e 2 sec, mediante un potenziometro.

Il circuito dell'apparecchio è riportato in fig. 10.01. La tensione alternata viene raddrizzata con il diodo D1 e livellata con R1 e C2. Questa tensione viene infine stabilizzata con R2 e ZD1 a circa 10 V. Nel circuito di comando si utilizza un transistor a doppia base. Questo tipo di transistor è conosciuto anche come transistor unigiunzione, e le sue caratteristiche semplificano il nostro circuito di comando. Vogliamo osservare da vicino queste proprietà.

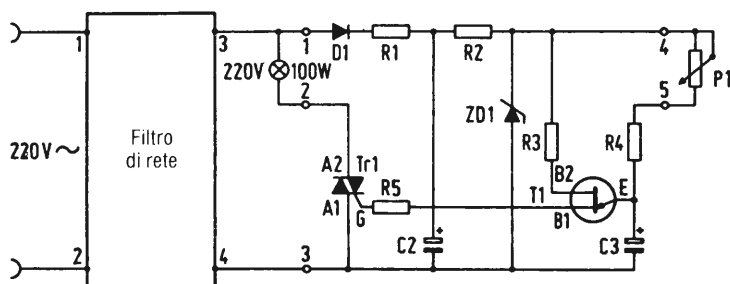


Fig. 10.01 Circuito dell'impianto per luci intermittenti

Il transistor a unigiunzione ha due terminali di base B1 e B2 e un terminale d'emettitore. La tensione d'esercizio è applicata ai terminali di base. Il comando avviene all'emettitore. Senza comando, sia il tratto B1-B2 che il tratto E-B1 sono interdetti. Dalla base 1 verso la base 2 passa solo una piccola corrente residua. Quando la tensione d'emettitore raggiunge circa la metà della tensione alla base 2, il transistor a unigiunzione si accende. In tal modo il tratto Em-Ba1 e il tratto Ba2-Ba1 vanno in conduzione. I due tratti vengono nuovamente interdetti, quando la tensione d'emettitore scende sotto il 50% della tensione alla base 2.

Come lavora questo transistor nel nostro circuito? Poiché ancora non fluisce corrente attraverso la resistenza R3, alla base 2 vi è una tensione di 10 V. Il condensatore C3 viene ora caricato mediante il potenziometro e la resistenza R4. Quando la tensione al condensatore raggiunge 5 V, il transistor a unigiunzione si accende e il condensatore si scarica sulla resistenza R5 e il gate del triac.

Questo va dunque in conduzione. La tensione alla base 2, a causa della caduta di tensione sulla resistenza R3; è nel frattempo scesa ad un piccolo valore. Il transistor a unigiunzione rimane dunque in conduzione fino a che la tensione al condensatore scende sotto la metà di questo valore. Tale tempo è circa 100 m sec. La durata del lampo è dunque determinata da C3, R3, e R5, mentre la durata dell'intervallo è fissata da P1, R4 e C3. La resistenza a freddo di una lampadina da 100 W è di circa 30Ω . La corrente nell'attimo dell'inserimento può raggiungere un valore di circa 10 A, e il triac deve poter sopportare questo elevato impulso. Il modello 40530 della RCA, che utilizziamo in questo circuito, sopporta durante l'inserimento un valore doppio.

10.2 Realizzazione dell'impianto

Per il circuito utilizziamo ancora una piastrina di Pertinax, forata come in fig. 30 e provvista di rivetti. Come in tutti i circuiti

che vengono alimentati direttamente da rete, utilizziamo per il collegamento sul retro (fig. 10.02) del filo isolato. Il collegamento e l'allestimento della piastrina filtro è già stato descritto nel cap. 8.

Per il potenziometro e naturalmente anche per la lampadina, che non vengono collegati nel circuito, sono previsti per ognu-

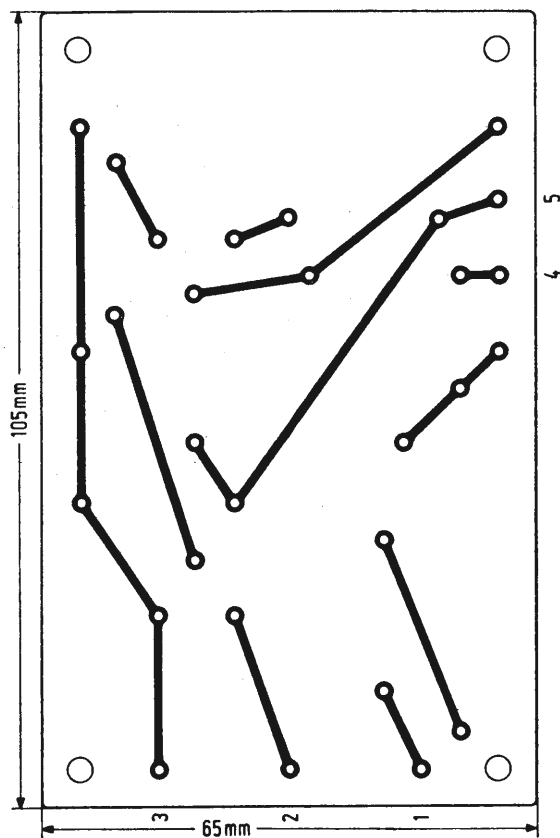


Fig. 10.02 Collegamenti sotto la piastrina

no due rivetti. Nell'approntare il circuito (fig. 10.03) con i componenti occorre fare attenzione alla giusta polarità. Il triac deve venir previsto con un dissipatore termico. Tali dissipatori si trovano in commercio e devono solo essere infilati sul triac. Le due piastrine vengono collegate come in fig. 10.01 e possono venir racchiuse in un involucro.

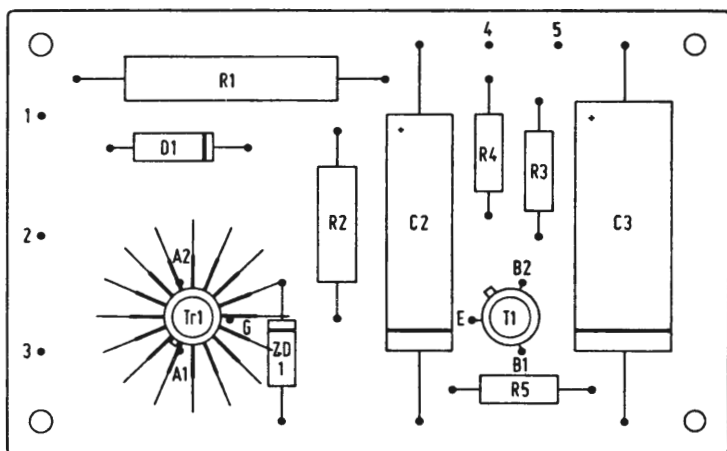


Fig. 10.03 Piastrina con i componenti

Si raccomanda di inserire ulteriormente nell'involucro un interruttore ed un fusibile. Le utilizzazioni dell'impianto sono molteplici, può essere utilizzato per esempio come lampadina d'allarme, come attrazione in una vetrina o come luce d'effetto ad un party.

Elenco dei componenti

Filtro di rete

C1 Condensatore 0,1 μ F 400 V

L1/L2 Bobina antidisturbo 100 μ H 1,5 A

Piastrina pertinax 45 x 40 x 70 mm.

10 rivetti

Piastrina del triac

R1 Resistenza 15 k Ω 3 W

R2 Resistenza 3,9 k Ω 1 W

R3 Resistenza 470 k Ω 1/8 W

R4 Resistenza 5 k Ω 1/8 W

R5 Resistenza 150 Ω 1/8 W

C2 Condensatore elettrolitico 75 μ F 50 W

C3 Condensatore elettrolitico 250 μ F 12 V

D1 Diodo al silicio 1 N 4004

ZD1 Diodo Zener ZF 10

P1 Potenziometro 10 k Ω , lin, 1/4 W

Tr1 Triac 40530 RCA

Radiatore a stella

Lampadina ad incandescenza 220 v 100 W

Piastrina pertinax 1,5 \times 65 \times 105 mm

11. Commutatore automatico per espositore

11.1 Descrizione del circuito

Un commutatore automatico, come quello descritto qui, collega un utilizzatore — nel nostro caso una lampadina — e dopo un tempo preselezionato lo scollega. Tale tempo, con i componenti dati, varia tra 3 sec. e 3 min. Premendo un pulsante, questo ciclo può venir fatto partire o allungato. In fig. 11.01 è riportato il circuito. Il circuito di comando vero e proprio lavora con una tensione d'alimentazione di 10 V. Tale tensione viene ricavata dalla tensione di rete, similmente all'impianto del capitolo precedente.

Come resistenza di ingresso si usa un condensatore, poichè esso genera praticamente solo potenza reattiva, e non viene surri-

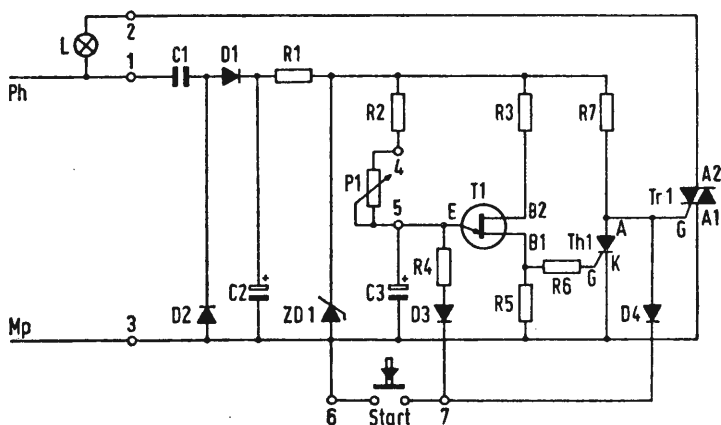


Fig. 11.01 Circuito del commutatore automatico

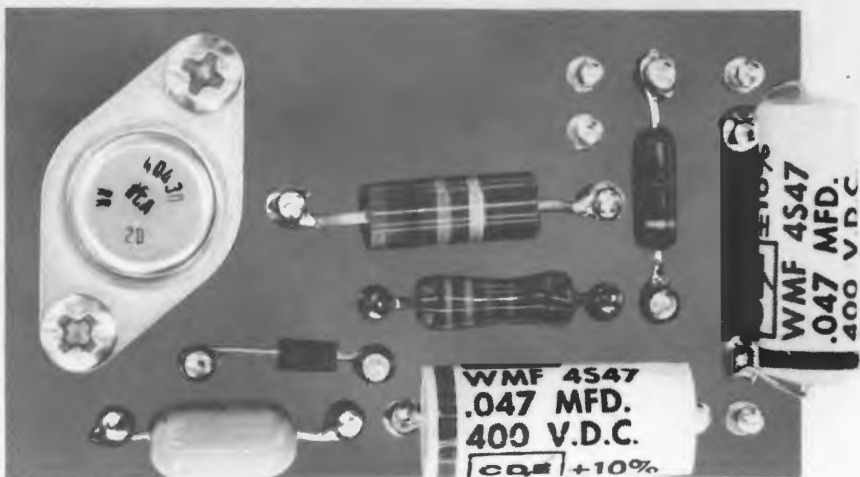


Foto 5 Piastrina del triac per il controllo di luminosità

Tavola 3

Foto 6 Diversi tiristori e triac da 0,3-20 A

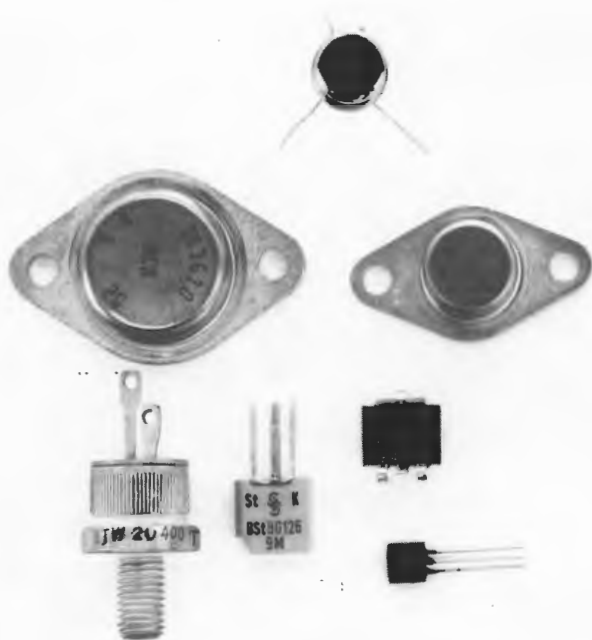
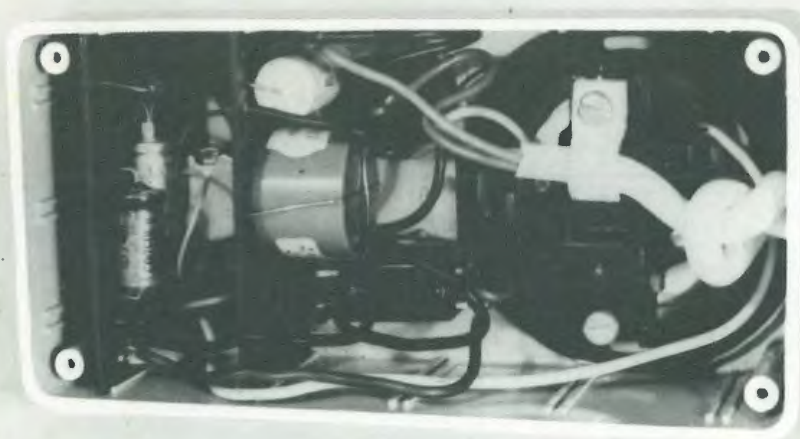




Foto 7 Regolatore del numero di giri

Tavola 4

Foto 8 Interno del regolatore



scaldato. Il condensatore C1 deve essere adatto per il funzionamento a tensione di rete. Dopo il condensatore la tensione alternata viene raddrizzata con D1. D2 provvede alla scarica del condensatore durante la semionda negativa. Con C2, R1 e ZD1 la tensione viene infine livellata e stabilizzata. Anche il temporizzatore lavora in modo simile a quanto detto nel precedente capitolo. Dopo aver premuto il pulsante di start (ma anche all'inserimento dell'apparecchio) C3 è scarico, T1 e dunque anche il tiristore ausiliario Th1 sono bloccati. La corrente continua fluisce dunque attraverso R7 nel gate del triac Tr1 che viene dunque attivato. La lampadina si illumina. Ora il condensatore C3 si carica lentamente mediante R2 e P1, con cui si regola il tempo, fino a che la tensione all'emettitore del transistor unigiunzione è sufficiente a collegarlo.

Così su R5 si forma un impulso di tensione che accende mediante R6 il tiristore ausiliario Th1. La corrente di gate del triac viene così cortocircuitata dal tiristore. Al prossimo passaggio per lo zero il triac rimane bloccato.

Questo stato resta inalterato fino a che si preme nuovamente il pulsante di start. Premendo il pulsante si ottengono due cose: 1. l'anodo del tiristore ausiliario viene cortocircuitato e dunque esso viene nuovamente bloccato; 2. C3 viene scaricato sulla resistenza R4, per mantenere sempre le stesse condizioni iniziali. I due diodi D3, D4 impediscono un'influenza reciproca di queste due parti del circuito.

11.2 Realizzazione del circuito

Anche in questo caso utilizziamo la tecnica del collegamento mediante punti terminali. La fig. 11.02 riporta le misure e i collegamenti della piastrina di Pertinax. Sebbene non vi siano collegamenti che si incrociano, utilizziamo per sicurezza filo isolato con plastica. La piastrina viene montata come indicato in fig. 11.03. Se si prevede il triac con un radiatore a stella, si pos-

sono comandare lampade fino a circa 150 W. Senza radiatore a stella si può arrivare a 80 W.

Poichè l'intero circuito è direttamente collegato a rete, l'im-

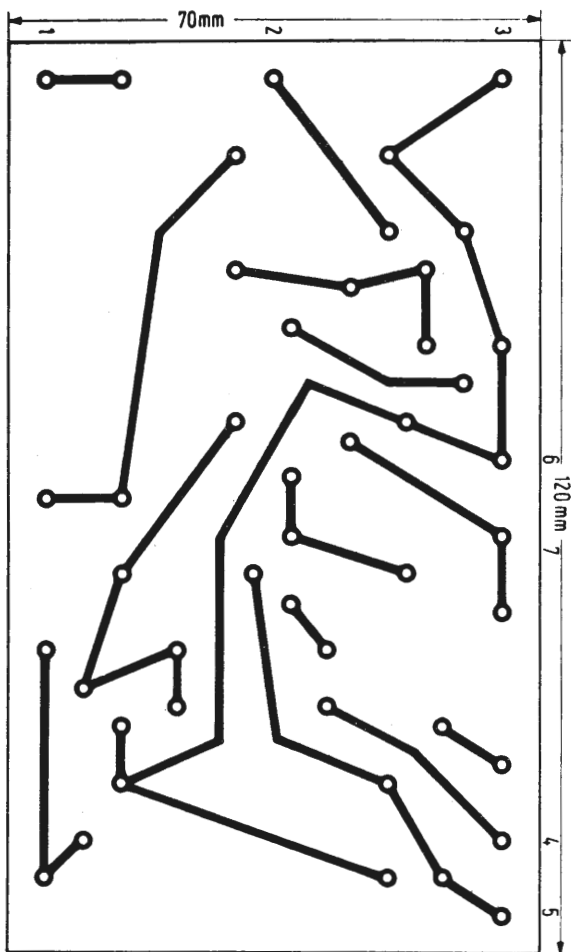


Fig. 11.02 Collegamenti per il commutatore automatico

pianto deve venir realizzato isolato in un involucro (possibilmente plastico). Nei negozi specializzati si trovano molti tipi di tali involucri. È anche consigliabile inserire un fusibile. Il filtro antidisturbi non è necessario, poichè il triac collega sempre con tensioni molto piccole e non causa perciò disturbi.

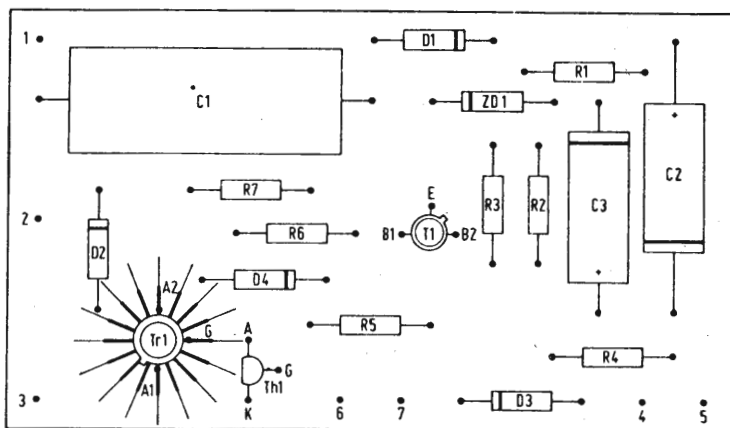


Fig. 11.03 Piastrina del commutatore automatico

Elenco dei componenti

R1	Resistenza 200 Ω 1/8 W
R2	Resistenza 10 k Ω 1/8 W
R3, R6, R7	Resistenza 1 k Ω 1/8 W
R4	Resistenza 20 Ω 1/8 W
R5	Resistenza 100 Ω 1/8 W
P1	Potenziometro 1 M Ω 1/4 W log
C1	Condensatore 0,47 μ F 250 v
C2	Condensatore elettrolitico 330 μ F 6 V
D1, D2	Diodo al silicio 1 N 4004
D3, D4	Diodo al silicio 1 N 914
ZD1	Diodo Zener ZF 10
T1	Transistore unigiunzione 2 N 1617
Th1	Tiristore TIC 44 Texas Instruments
Tr1	Triac 40530 RCA
Piastrina 45 x 70 x 120 mm	
Radiatore a stella per involucro TO-5	
Pulsante	

12. Raccolta di formule usuali

Legge di Ohm (per correnti continue)

$$I = \frac{V}{R} \quad I \text{ corrente in Ampere}$$

$$R = \frac{V}{I} \quad R \text{ resistenza in Ohm}$$

Potenza

$$P = V \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R} \quad P \text{ potenza in Watt}$$

Collegamento in serie di resistenze

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Collegamento in parallelo di resistenze

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Collegamento in serie di condensatori

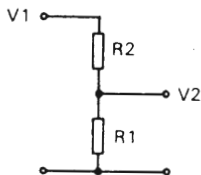
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad C \text{ capacit  in Farad}$$

Collegamento in parallelo di condensatori

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Partitore di tensione

$$V_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_1$$



Reattanza di un condensatore in corrente alternata

$$X_c = \frac{1}{6,28 \cdot f \cdot C}$$

X_c reattanza in Ohm

f frequenza in Hertz

Circuito oscillante

$$f_o = \frac{1}{6,28 \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

L induttanza in Henry

λ lunghezza d'onda in metri

$$c = \lambda \cdot f = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = \text{velocità della luce}$$

Condensatore d'accoppiamento in un preamplificatore

$$C = \frac{1}{6,28 \cdot f \cdot R}$$

f frequenza minima da amplificare in Hertz

R impedenza d'ingresso del prossimo stadio in Ohm

Rendimento di uno stadio finale

$$N = \frac{100 \cdot P_o}{P}$$

N rendimento percentuale

P_o potenza del segnale in uscita in Watt

P potenza d'ingresso in c.c. in Watt

Resistenza di un conduttore:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

R resistenza in Ohm

l lunghezza in metri

$$l = \frac{R \cdot A}{\rho}$$

A sezione in mm^2

ρ resistenza specifica in $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

(per il rame $\rho = 0,0175$)

Unità di misura per la tensione: Volt (V)

$$\begin{array}{ll} 1 \mu\text{V} = 10^{-6} \text{ V} & 1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V} \\ 1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V} & 1 \text{ MV} = 10^6 \text{ V} \end{array}$$

Unità di misura per la corrente: Ampere (A)

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ nA} = 10^{-9} \text{ A} & 1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A} \\ 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A} & 1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A} \end{array}$$

Unità di misura per la resistenza: Ohm (Ω)

$$1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega \quad 1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$$

Unità di misura per la capacità: Farad (F)

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F} & 1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F} \\ 1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F} & 1 \text{ mF} = 10^{-3} \text{ F} \end{array}$$

Unità di misura per la frequenza: Hertz (Hz)

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz} & 1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz} \\ 1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz} & \end{array}$$

Unità di misura per l'induttanza: Henry (H)

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ mH} = 10^{-3} \text{ H} & 1 \text{ nH} = 10^{-9} \text{ H} \\ 1 \mu\text{H} = 10^{-6} \text{ H} & \end{array}$$

Abbreviazioni

Sottomultipli
m = milli (10^{-3})
 μ = micro (10^{-6})
n = nano (10^{-9})
p = pico (10^{-12})

Multipli
k = kilo (10^3)
M = mega (10^6)
G = giga (10^9)

13. Terminali dei semiconduttori

Tipo	Simbolo	Contenitore	Note
40583			Simmetrico
1 N 4004	Anodo Catodo		L'anello contraddistingue il catodo
ZF 5,6 ZF 10	Anodo Catodo		
2 N 3904	Base Collettore Emittitore		visto da sotto
2 N 1671 A	Base 2 Emittitore Base 1		visto da sotto
C 106 B4	Anodo Catodo Gate		
Bst 0126	"		visto da sotto
40530	Anodo 2 Anodo 1 Gate		visto da sotto
40430	"		visto da sotto il terminale per l'anodo 2 è l'involucro

14. Tipi di tiristori e triac

Tiristori

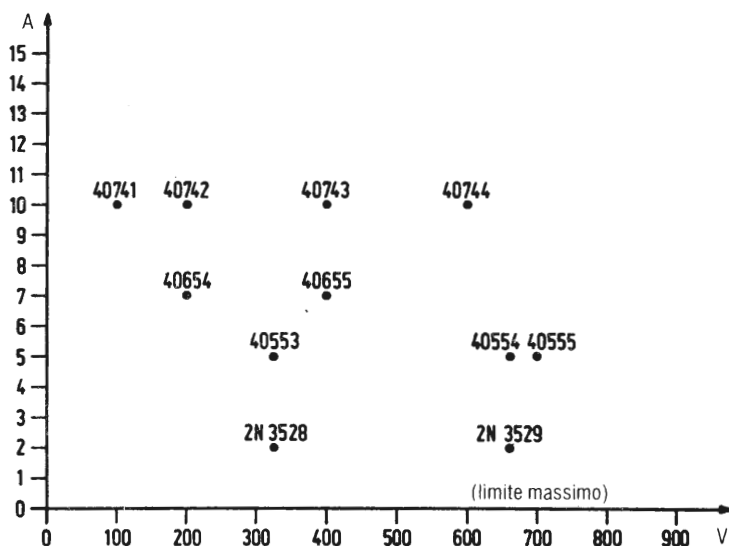


Fig. 14.1. Tiristori della RCA

I valori di corrente dati sono valori limite, permessi solo con un buon raffreddamento. Il triac 50530 per esempio, che in questo libro viene utilizzato in numerosi circuiti, può venir caricato, ad una temperatura di circa 40°C , come segue:

- Senza radiatore, terminali lunghi circa 25 mm, 0,3 A.
- Con radiatore 0,8 A.

Triac

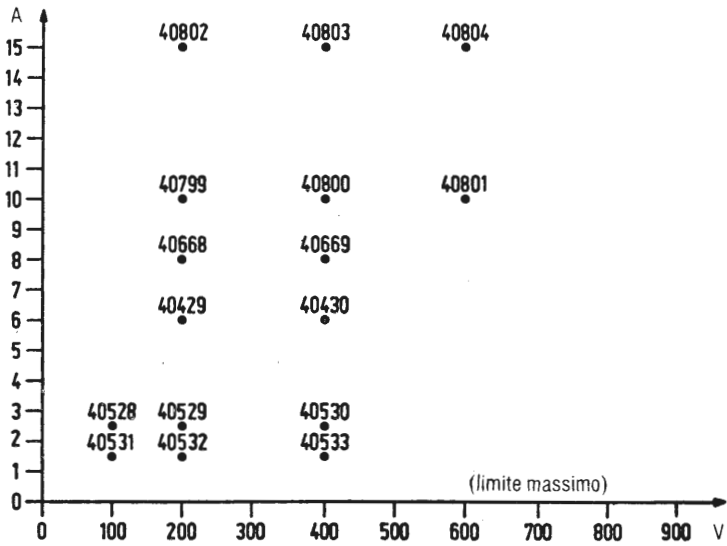


Fig. 14.2 Triac della RCA

15. Indice analitico

- Accensione 8
- Alta impedenza 8
- Bassa impedenza 8
- Cacciavite 10
- Caratteristica 8
- Circuito
 - autooperante 13
 - fondamentale 16
- Comando a treni d'onda 29
- Commutatore automatico 48
- Contatti meccanici 13
- Controllo
 - di fase 28
 - di luminosità 33
- Corrente
 - di cortocircuito 18
 - di dispersione 8
 - di mantenimento 9
- Dimensioni 9
- Elettronica di potenza 7
- FCEM 38
- Filo 22
- Filtro 28
- Gate 9
- Impianto d'allarme 22
- Luci ad intermittenza 43
- Pinzette 10
- Regolamento del numero dei giri 38
- Relé 13
- Rivetti 11
- Saldatore 10
- Scintille 13
- Silicio 7
- Simbolo del tiristore 7
- Spegnimento 9
- Spontanea, accensione 8
- Tensione
 - alternata 26
 - di rottura 8
- Tiristore 7
- Transistore 7, 14
- Trapano 10
- Trasformatore 17
- Tronchesino 10
- Zona n 7
- Zona p 7

biblioteca tascabile di elettronica

coordinata da Mauro Boscarol

2 richard zierl

L. 2.000

come si lavora con i transistori

prima parte: i collegamenti

In una collana di questo tipo non poteva mancare un piccolo corso pratico di introduzione alla tecnica dei transistori. Esso è infatti presente in due volumetti, il primo dei quali presenta i collegamenti fondamentali di uno stadio a transistori. Come è caratteristica dei libri di questa collana, la trattazione è sempre svolta su di un piano di immediata utilizzazione pratica: le proprietà dei transistori sono spiegate proprio attraverso esperienze dirette che portano tra l'altro alla realizzazione di utili apparecchiature.

3 heinrich stöckle

L. 2.000

come si costruisce un circuito elettronico

Questo libro tratta un argomento fondamentale per la realizzazione di qualsiasi esperimento elettronico: la costruzione di un circuito. Esso descrive il modo più opportuno per farlo, iniziando con il semplice circuito a tavoletta per finire con la tecnica di incisione di un circuito stampato. Mostra le possibilità che si offrono ad un hobbysta, parla dei vantaggi e degli svantaggi di determinati modi di lavorare, delle difficoltà, delle fonti di errore, del modo di evitarli, e così via. Vari e pratici consigli, per esempio sugli attrezzi adatti, sul giusto modo di saldare, sugli strumenti di misura, arricchiscono questo libro. Una bibliografia e una «guida all'acquisto» completano le informazioni facendo del libro un aiuto prezioso per chi desideri iniziarsi all'elettronica o approfondirne le conoscenze.

4 heinz richter

L. 2.000

la luce in elettronica

La fotoelettricità, nei suoi aspetti più evidenti, è una tecnica molto nota al giorno d'oggi. Questo libro ha lo scopo di esemplificare le numerose applicazioni della fotoelettricità, servendosi di esperimenti fatti con componenti di facile reperibilità e tuttavia dalle caratteristiche significative. La prima parte è destinata ad una trattazione teorica dei fondamenti della fotoelettricità, con indicazioni per l'esecuzione di alcuni esperimenti che illuminano sul significato del legame tra luce ed energia. La seconda parte tratta di semplici ed interessanti esperimenti che portano alla realizzazione di molto utili strumenti: barriere luminose, contagiri elettronici, regolatori automatici, e molti altri.

6 richard zierl

L. 2.000

come si lavora con i transistori
seconda parte: l'amplificazione

Sono senz'altro le proprietà di amplificazione che hanno procurato al transistor quella posizione centrale che esso occupa nell'elettronica moderna. Lo scopo di questo volumetto — seconda parte di un piccolo corso pratico di introduzione ai transistori — è appunto quello di esemplificare tali proprietà, trattando di amplificatori, tester, generatori, ricevitori e molti altri strumenti e apparecchi. L'hobbysta viene con ciò introdotto alla tecnica dell'amplificazione in maniera pratica, rendendogli possibile nel contempo l'arricchimento del proprio corredo di strumenti elettronici.

8 heinrich stöckle

L. 3.200

strumenti di misura e di verifica
tester universali, voltmetri ed altri strumenti di misura

Nessun elettronico dilettante può praticare a lungo il proprio hobby senza strumenti di misura e verifica. Questo volume descrive i più importanti fra essi. Per ogni strumento viene data una esauriente descrizione e vengono forniti tutti gli schemi necessari alla realizzazione, compreso quello del circuito stampato e quello relativo all'allestimento della piastrina.

La costruzione di tester, voltmetri, decadi di resistenze e capacità, sorgenti di tensione campione è così resa possibile a chiunque, anche grazie a completi elenchi dei componenti che completano ogni circuito.

Come si costruisce un tester

Il volume descrive un tester con cui si possono effettuare misure di tensioni continue e alternate da 3 mV fino a 1000 V, correnti da $5\mu\text{A}$ fino a 1 A e resistenze da 1Ω fino a $50\text{M}\Omega$ e con cui verificare diodi, diodi Zener, transistori, FET, condensatori. Lo strumento viene alimentato da due alimentatori, ed è provvisto di regolazione elettronica della tensione e di generatore di onde quadre. Nel testo e nelle illustrazioni sono contenuti tutti i dati, le indicazioni e i consigli per la realizzazione del tester e del suo contenitore.

biblioteca tascabile elettronica

coordinata da Mauro Boscarol

come si lavora con i tiristori

Il nostro scopo è quello di realizzare, coi tiristori, alcuni circuiti, e contemporaneamente capire come funzionano. Per questo dobbiamo conoscere, di questo componente semiconduttore relativamente giovane, qualcosa in più del semplice simbolo elettrico.

Il tiristore è una variante del transistor, realizzata per usi ben determinati. Esso offre tutti i vantaggi dei componenti semiconduttori: è piccolo, non deve essere preriscaldato, lavora con piccole tensioni, ha una durata praticamente illimitata, è resistente alle vibrazioni meccaniche e così via. Negli ultimi anni il tiristore ha trovato utilizzazione soprattutto nell'elettronica di potenza, ed una gran parte di questo libro è dedicata a tali applicazioni. Ma pure nella tecnica delle basse correnti il tiristore può essere vantaggiosamente utilizzato.

- 1 Hanns-Peter Siebert L'elettronica e la fotografia (L. 2.000)
- 2 Richard Zierl Come si lavora con i transistori (L. 2.000)
Prima parte: i collegamenti
- 3 Heinrich Stöckle Come si costruisce un circuito elettronico (L. 2.000)
- 4 Heinz Richter La luce in elettronica (L. 2.000)
- 5 Richard Zierl Come si costruisce un ricevitore radio (L. 2.000)
- 6 Richard Zierl Come si lavora con i transistori (L. 2.000)
Seconda parte: l'amplificazione
- 7 Helmut Tünker Strumenti musicali elettronici (L. 2.000)
- 8 Heinrich Stöckle Strumenti di misura e di verifica (L. 3.200)
- 9 Heinrich Stöckle Sistemi d'allarme (L. 2.000)
- 10 Hanns-Peter Siebert Verifiche e misure elettroniche (L. 3.200)
- 11 Richard Zierl Come si costruisce un amplificatore audio (L. 2.000)
- 12 W. Baitinger Come si costruisce un tester (L. 2.000)

B.T.E.

L. L. 2.400 (2.264) 37)