



PUNTALE DI PROVA PER CIRCUITI LOGICI



CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione di alimentazione:	5 Vc.c.
Corrente assorbita a vuoto:	10 mA
Corrente assorbita a carico:	80 mA
Transistore impiegato:	BC107B
Circuito integrato:	T7404
Peso della sonda:	g. 85

Quando una rete logica digitale formata da semplici circuiti si estende oltre un certo grado di complessità, non basta più verificare il circuito sul progetto per determinare se nel montaggio vi siano errori o guasti. In questo caso bisogna constatare visivamente lo stato logico di ciascun punto del circuito. Solo così sarà possibile localizzare il punto immediatamente a monte del difetto, e provvedere di conseguenza.

Il kit che presentiamo permette di realizzare un utile strumento che con il semplice contatto di un puntale sul punto che interessa, può fornirci l'informazione sul suo stato logico. La sonda funziona con l'alimentazione comune del circuito da verificare, quindi non necessita di batterie od altre sorgenti di alimentazione. L'indicazione si ha mediante l'accensione di una lampada rossa per lo stato 0 e di una lampada verde per lo stato 1. Il complesso è leggero e maneggevole e l'uso è agevole anche in rapporto alle piccole dimensioni dei punti da verificare.

Nonostante la semplicità circuitale e funzionale di un circuito logico, ci sono varie ragioni per voler disporre di un apparecchio in grado di indicare con sicurezza e comodità lo stato logico effettivamente presente in un punto qualsiasi di un circuito.

Qualsiasi circuito digitale si basa esclusivamente sulla presenza di due soli stati ben definiti che possono presentarsi in alternativa in ciascun punto della rete: lo stato 0 che nell'uso corrente della logica positiva corrisponde al potenziale di massa, e lo stato 1 che con la medesima convenzione corrisponde ad un livello di tensione positivo.

Il circuito base delle porte logiche integrate è l'amplificatore a transistori ad emettitore comune nel sistema DTL (diode-transistor-logic) e nel sistema TTL (Transistor-Transistor-Logic).

Siccome tale amplificatore provoca una inversione di fase tra l'ingresso e la uscita, esso introdurrà sempre una negazione, indipendente dalle condizioni che presenta all'entrata. Per questo le porte logiche di questo tipo sono sempre dei NAND e dei NOR o dei complementari. Per ottenere gli OR e gli AND bisogna introdurre nello schema il complementatore, ossia un elemento ad una sola entrata ed a una sola uscita; nel quale l'uscita ha sempre uno stato opposto a quello presente sull'entrata.

Le logiche TTL pur avendo un circuito interno più complicato delle DTL,

si comportano sostanzialmente nello stesso modo, se si considerano i rapporti tra gli stati d'ingresso e di uscita. La differenza consiste in una maggior rapidità delle logiche TTL che si paga con un maggior prezzo dovuto alla maggior complessità del circuito interno.

Nulla vieta di prevedere sulla carta gli stati logici che assumeranno i vari punti di un circuito per delle date condizioni all'ingresso. Questo si fa normalmente in sede di progetto. Una volta costruito il circuito, però, specialmente se si tratta di una rete abbastanza complessa, non è detto che tutto vada sempre secondo le previsioni. In questo caso il ragionamento con carta e matita è molto complesso, in quanto i punti da verificare sono tanti, ed un eventuale errore di progetto o di connessione è molto difficile da scoprire. E' molto meglio verificare sul circuito in funzione procedendo da monte verso valle, se gli stati logici corrispondono a quelli previsti dal progetto. Per ottenere questo scopo necessita uno strumento in grado di evidenziare senza possibilità di equivoci lo stato logico effettivo di un punto. Si potrà quindi confrontare quanto osservato in realtà con quanto previsto dal progetto, e fino a quale punto questo avviene.

L'indagine per la ricerca dell'errore potrà quindi cominciare da questo punto, e noi saremo matematicamente sicuri che a monte di questo punto tutto è perfettamente in ordine. E' evidente la co-

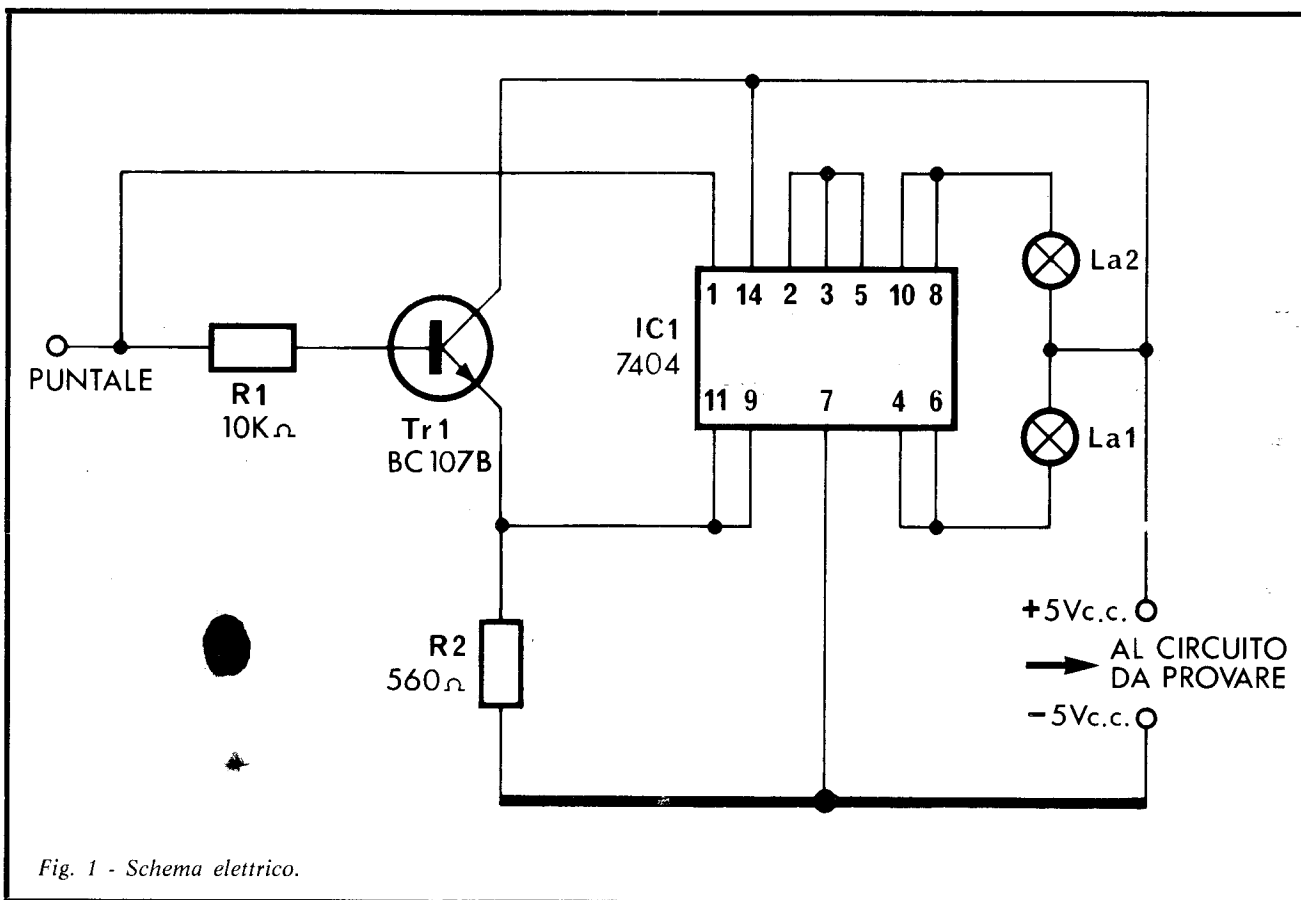


Fig. 1 - Schema elettrico.

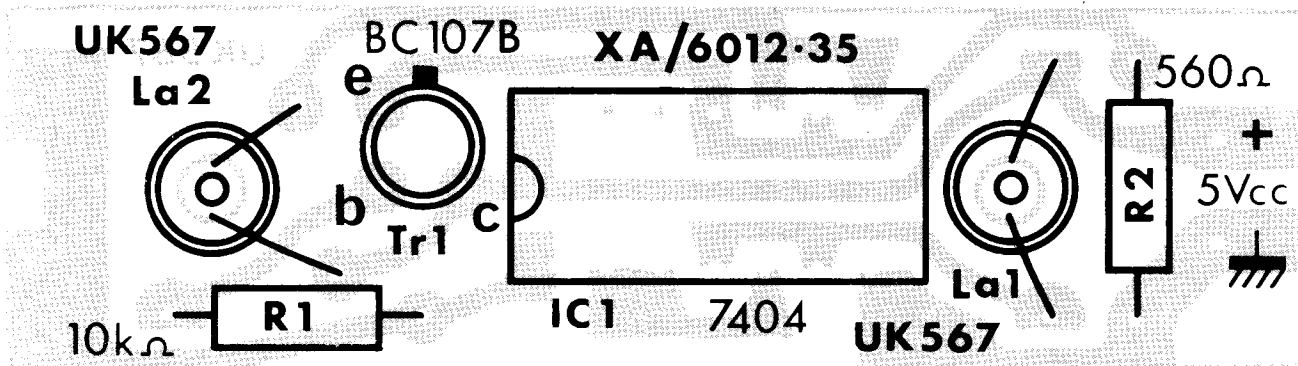


Fig. 2 - Serigrafia del circuito stampato.

modità, l'affidabilità e la rapidità di questo sistema di verifica.

Tenuto presente che non ci sono limiti alla complessità di un circuito digitale, e che le applicazioni coinvolgono i campi più disparati, si vedrà che una sonda del tipo che presentiamo deve far parte sempre del corredo di una persona che si occupi di questo campo.

L'UK 567 diventa indispensabile nel caso che si voglia ricercare un guasto su un'apparecchiatura che in precedenza funzionava. Un altro sistema di ricerca del guasto porterebbe a difficoltà insormontabili, in quanto bisognerebbe smontare e verificare uno per uno tutti i circuiti integrati montati. Sarebbe più conveniente in questo caso la sostituzione dell'intero complesso.

Con la scorta di una mappa indicante gli stati logici esatti in ogni punto, e del semplice strumento che presentiamo, si può invece effettuare rapidamente una verifica, senza dover smontare dal circuito alcun elemento.

L'accensione di una delle due lampade di cui è provvista la sonda fornirà una indicazione evidente e non dubbia delle condizioni presenti nel punto che si verifica. L'alimentazione è prelevata dalla stessa sorgente che provvede agli altri elementi del circuito. L'inserzione della sonda non provoca interferenze con il funzionamento del resto del circuito, quindi non esiste la possibilità di letture errate.

Siccome, la sonda misura lo stato logico effettivo, ossia il livello di tensione in ogni punto, bisognerà tener conto di una convenzione. Nelle logiche prima nominate, tutti gli ingressi non collegati a nessun punto del circuito, hanno, per quanto riguarda l'influenza sulle uscite, lo stato logico 1, anche se questo non risulta all'esame con la sonda.

Come si è detto prima l'indicazione è data dall'accensione di una delle due lampadine inserite nell'impugnatura della sonda. Per rendere più facile ed evidente l'indicazione, le due lampadine sono colorate con due colori diversi. La lampada rossa corrisponde allo stato 0 e la lampada verde corrisponde allo stato 1. Siccome il ritorno di massa avviene attraverso il cavo di alimentazione, è sufficiente toccare il punto da esami-

nare con il puntale per ottenere l'indicazione.

La costruzione della sonda, completamente schermata, permette di evitare la introduzione nel circuito di disturbi che, dato il basso livello di soglia della maggior parte dei circuiti logici, potrebbero introdurre dei segnali parassiti, falsando il funzionamento del circuito sotto esame.

Il funzionamento avviene con l'alimentazione a 5 V ed è valida per i circuiti di normalizzazione americana. Alcuni tipi di costruzione europea (per esempio i circuiti della serie FC) funzionano a tensioni superiori. La sonda si deve comunque usare solo per i circuiti logici bipolari, restando esclusi i tipi MOS, che presentano caratteristiche elettriche diverse.

Per la verifica di circuiti del tipo sincrono, che funzionano su comando di impulsi cosiddetti di orologio (clock), siccome il comando avviene a frequenza piuttosto elevata, per consentire un comodo controllo, bisogna togliere il comando di sincronizzazione e sostituirlo con un sistema bistabile che provvederà a simulare a comando i due stati presenti all'ingresso di sincronismo.

Per il comando del bistabile bisogna usare un particolare interruttore, in quanto i tipi normali, a causa del rimbalzo del contatto possono dare anche qualche decina di impulsi, falsando il risultato che si vuole ottenere. Questi interruttori sono usati nelle tastiere delle macchine di calcolo.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Il circuito elettrico è di concezione semplice e funzionale. Dal puntale il segnale di prova si divide in due diversi canali.

Uno dei due canali è applicato al transistor TR1 che funziona in commutazione senza inversione di fase. Infatti il segnale viene prelevato su R2 disposto nel circuito di emettitore. Supponiamo che all'ingresso sia presente un segnale 0, che corrisponde ad un collegamento del puntale con la massa. Il transistor sarà così interdetto, nessuna corrente passerà nella resistenza R2, quindi alla uscita di questo transistor avremo un segnale 0 in quanto questa sarà anche

al potenziale di massa. Se invece al puntale avremo un segnale 1 una tensione positiva sarà applicata al terminale di base di TR1. Nel circuito base-emettitore passerà una certa corrente, che sarà limitata al valore necessario per il passaggio in conduzione del transistor dalla resistenza R1. Una volta portato in conduzione il transistor, il filo di uscita sarà al potenziale dell'alimentazione positiva, diminuita della piccola resistenza offerta dal transistor in conduzione al passaggio della corrente. In definitiva all'uscita del transistor avremo ancora un segnale 1.

L'altro canale proveniente dal puntale, è invece applicato al piedino 1 del circuito integrato. IC1. Tale circuito integrato è un complementatore (o invertitore o NOT) sestuplo; ossia al suo interno sono montati sei amplificatori ad inversione di fase, che si possono assimilare a dei circuiti ad emettitore comune. Usando dei circuiti integrati è più comodo parlare in termini di stati binari, anziché fare riferimento al circuito interno, la cui conoscenza non è necessaria al progetto.

La tabella della verità per un complementatore è la seguente:

Ingresso	Uscita
0	1
1	0

Al piedino 2 avremo quindi un segnale 1 quando il puntale vedrà uno 0 ed un segnale 0 quando al puntale avremo un 1. Esattamente il contrario quindi di quanto avevamo all'uscita di TR1.

Da questi due punti in poi il circuito è il medesimo per i due canali.

Si approfitta del fatto che gli invertitori sono in sostanza degli amplificatori per piazzarne due in parallelo e con questi alimentare una lampada di segnalazione. Precisamente l'uscita di TR1 è applicata agli ingressi corrispondenti ai piedini 9 ed 11. Le uscite corrispondenti ai piedini 8 e 10 sono connesse alla lampadina La2 che sarà accesa quando avremo all'uscita 8-10 un segnale zero.

Infatti lo stato logico 0 all'uscita di una porta logica corrisponde ad una connessione diretta di questa uscita con la massa ossia con il polo negativo. Le lampade hanno l'altro filo connesso al polo positivo, quindi lo stato 0 chiude il circuito di alimentazione provocandone l'accensione.

Per l'intero canale avremo quindi la prima tabella della verità.

La lampada La2 sarà quindi accesa quando al puntale sarà presente un segnale 1.

L'altro canale preleva l'uscita dal piedino 2 e la manda ai piedini 3 e 5 del circuito integrato. Le uscite provenienti dai piedini 4 e 6 fungono da interruttore nel circuito della lampada La1.

Per l'intero canale avremo quindi la seconda tabella della verità.

La lampada La1 sarà quindi accesa quando all'entrata sarà presente un segnale 0.

Ovviamente le lampade La1 ed La2 sono state scelte in modo da non superare la possibilità di carico dei due amplificatori in parallelo che le alimentano. In termini di proprietà dei circuiti logici tale possibilità di carico è detta «fan out» e corrisponde al numero di ingressi logici dello stesso tipo che è possibile accoppiare ad una uscita. Ovviamente, dato che gli ingressi corrispondono a dei circuiti di base, essi assorbono una certa corrente. La somma delle correnti assorbite non deve superare la capacità di carico dell'uscita. Per conoscenza diremo che si chiama «fan in» il numero di uscite che possono essere accoppiate ad un ingresso in modo che sia efficace il segnale di pilotaggio presente in una qualunque delle uscite sull'entrata a loro connessa.

MECCANICA

La sonda è contenuta in un involucro schermato accuratamente e di piccolo ingombro. Le connessioni con il circuito da misurare e con l'alimentazione elettrica sono effettuate in modo pratico e comodo.

Un cavo schermato collega lo strumento con l'alimentazione del circuito in prova, con la minima interferenza da parte di eventuali disturbi.

Tutti i componenti sono fissati su un adatto circuito stampato che riduce al minimo la possibilità di errori di montaggio.

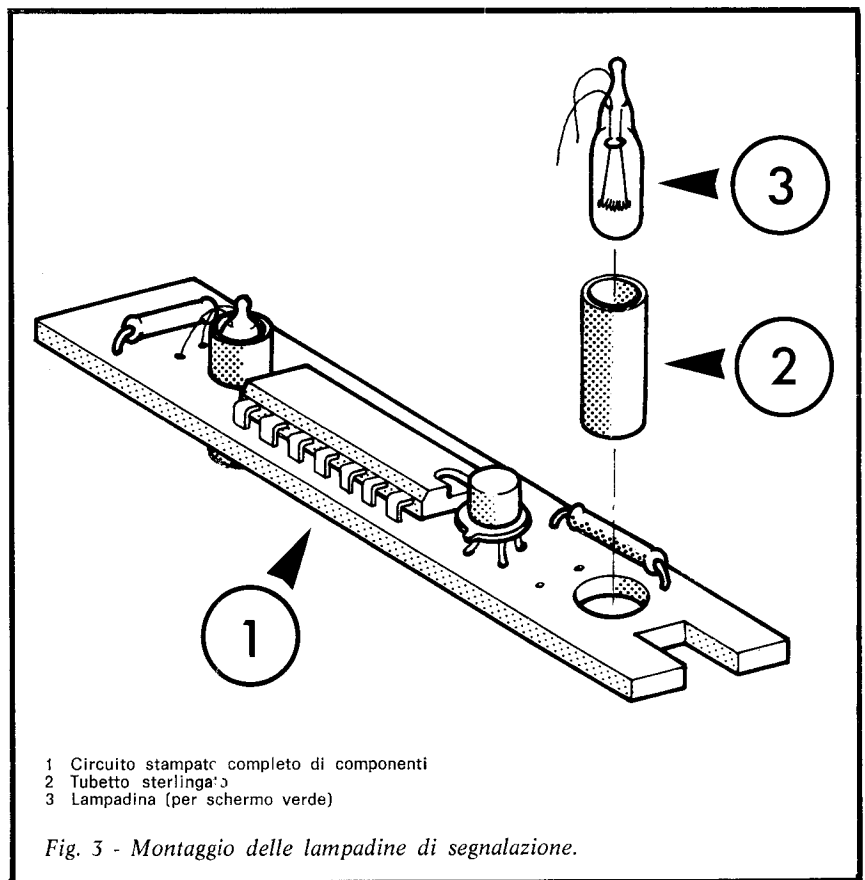
Il puntale di misura è argentato per garantire sempre un ottimo contatto anche con basse pressioni.

L'indicazione visuale dello stato logico è facilmente visibile anche per l'uso di schermi colorati per differenziare lo stato 1 dallo stato 0.

MONTAGGIO

Cominceremo con il montaggio dei componenti sul circuito stampato.

Per facilitare il compito dell'esecutore pubblichiamo la fig. 2 dove appare la serigrafia del circuito stampato, sulla quale abbiamo sovrapposto l'esatta di-



sposizione dei componenti.

Diamo per prima cosa alcuni consigli generali utili a chiunque si accinga ad effettuare un montaggio su circuito stampato.

Il circuito stampato presenta una faccia sulla quale appaiono le piste di rame ed una faccia sulla quale vanno disposti i componenti.

I componenti vanno montati aderenti alla superficie del circuito stampato, paralleli a questa.

Dopo aver piegato i terminali in modo che si possano infilare correttamente nei fori praticati sulla piastrina del circuito stampato, e dopo aver verificato

sul disegno il loro esatto collocamento, si posizionano i componenti nei fori suddetti.

Si effettua quindi la saldatura usando un saldatore di potenza non eccessiva agendo con decisione e rapidità per non surriscaldare i componenti.

Non esagerare con la quantità di stagno, che deve essere appena sufficiente per assicurare un buon contatto. Se la saldatura non dovesse riuscire subito perfetta, conviene interrompere il lavoro, lasciare raffreddare il componente, e quindi ripetere il tentativo.

Tale precauzione vale soprattutto per i componenti a semiconduttore in quanto

TABELLA I			
Puntale	Piedini 9-11	Uscita	Lampada La2
0	0	1	0
1	1	0	1

TABELLA II			
Puntale	Piedini 2-3-5	Uscita	Lampada La1
0	1	0	1
1	0	1	0

una eccessiva quantità di calore trasmessa attraverso i terminali alla piastrina di semiconduttore, potrebbe alterarne permanentemente le caratteristiche se non addirittura distruggerne le proprietà.

Una volta effettuata la saldatura bisogna tagliare con un tronchesino i terminali sovrabbondanti che superano di 2 - 3 mm la superficie delle piste di rame. Durante la saldatura bisogna porre la massima attenzione a non stabilire ponti di stagno tra piste adiacenti.

Per il montaggio di componenti polarizzati come transistori, circuiti integrati, ecc. bisogna curare che l'inserzione avvenga con la corretta polarità pena il mancato funzionamento dell'apparecchio ed eventualmente la distruzione del componente al momento della connessione con la sorgente di energia. Nelle fasi di montaggio che riguardano componenti polarizzati faremo specifica menzione del fatto e daremo tutte le indicazioni per la corretta disposizione.

1ª FASE - Montaggio del circuito stampato

☐ Montare e saldare le due resistenze R1 ed R2.

☐ Montare il transistor TR1. Tale componente è polarizzato e bisogna fare attenzione ad inserire correttamente nei fori contrassegnati e, b, c sul circuito stampato i terminali di emettitore, di base e di collettore del transistor, tenendo conto del fatto che sul disegno di fig. 2 le connessioni sono viste dal lato opposto a quello dei terminali.

☐ Montare il circuito integrato IC1. Questo componente è incapsulato in un contenitore DIL (Dual in Line) a 14 piedini. Il contenitore mostra una tacca di riferimento che deve essere disposta in corrispondenza del segno stampigliato sul circuito stampato. In caso contrario il circuito non può funzionare. Siccome i conduttori di connessione del circuito integrato sono piuttosto sottili, bisogna fare attenzione che tutti vadano ad infilarsi nei corrispondenti fori, evitando di provocare la piegatura di qualche piedino.

2ª FASE - Montaggio delle lampadine di segnalazione (Fig. 3)

☐ Montare sul circuito stampato (1) le due lampade di segnalazione La1 ed La2 (3). I terminali delle lampadine devono sporgere dalla parte dei componenti ed essere infilati e saldati nei fori previsti allo scopo senza provocare corti circuiti. Durante la chiusura della lampada i terminali sono stati sottoposti a temperatura elevata, e quindi sono ossidati. Prima della saldatura bisogna ravvivarne le estremità con un temperino facendo attenzione a non indebolirne la sezione.

Prima di introdurre le lampade nei rispettivi fori, infilare sulle medesime i pezzetti di tubetto sterlingato (2), che servono a schermare la luce.

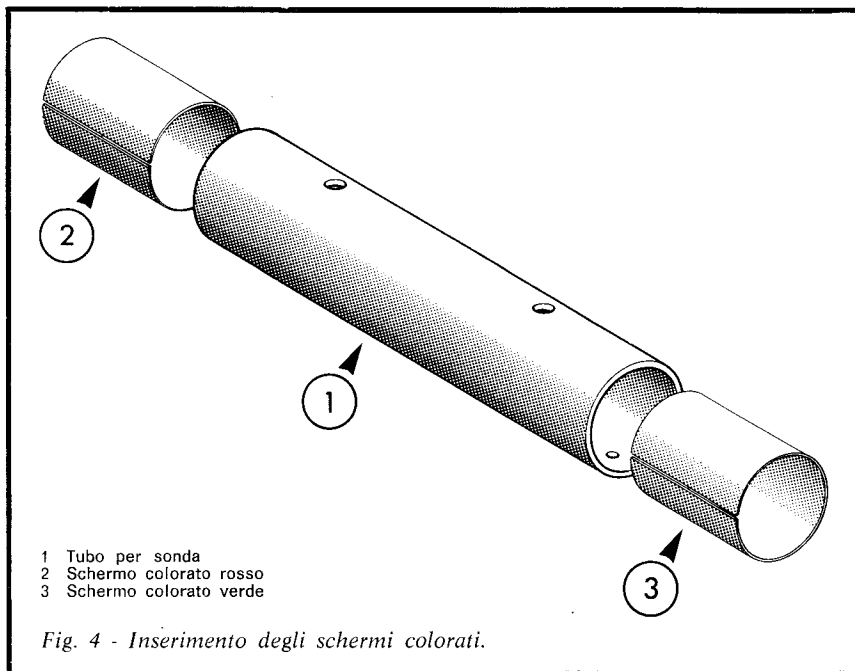


Fig. 4 - Inserimento degli schermi colorati.

3ª FASE - Fig. 4

Nel tubetto metallico (1) che costituisce l'impugnatura della sonda infilare i due schermi colorati (2-3) che serviranno a distinguere le due posizioni logiche. Fissare gli schermi con un punto di colla. Gli schermi devono coprire i forellini che corrispondono alle lampadine e devono lasciare scoperti quelli che serviranno per il fissaggio delle due bussole di estremità.

4ª FASE - Montaggio del cavo schermato - Fig. 5

☐ Togliere la guaina esterna isolante per una lunghezza di due centimetri ad una delle estremità e per una lunghezza di cinque centimetri all'altra estremità.

☐ Separare la calza di schermo dal conduttore centrale. Per eseguire questa operazione bisogna spingere indietro la calza in modo da allargarne le maglie. Attraverso una di queste maglie allargate afferrare con un piccolo uncino il conduttore interno ed estrarlo con precauzione. Se non si segue questo metodo la calza si sfilaccerà o si romperà.

☐ Bloccare con una goccia di stagno i conduttori della calza alla loro estremità libera.

☐ Togliere l'isolamento al conduttore centrale per una lunghezza di circa 4 mm, ad ambedue le estremità.

☐ All'estremità del cavo dove i terminali sono più lunghi si fisseranno le pinze a coccodrillo isolate (3). Prima di saldare le pinze infilare nei due conduttori i manicotti isolanti (2-4). La guaina

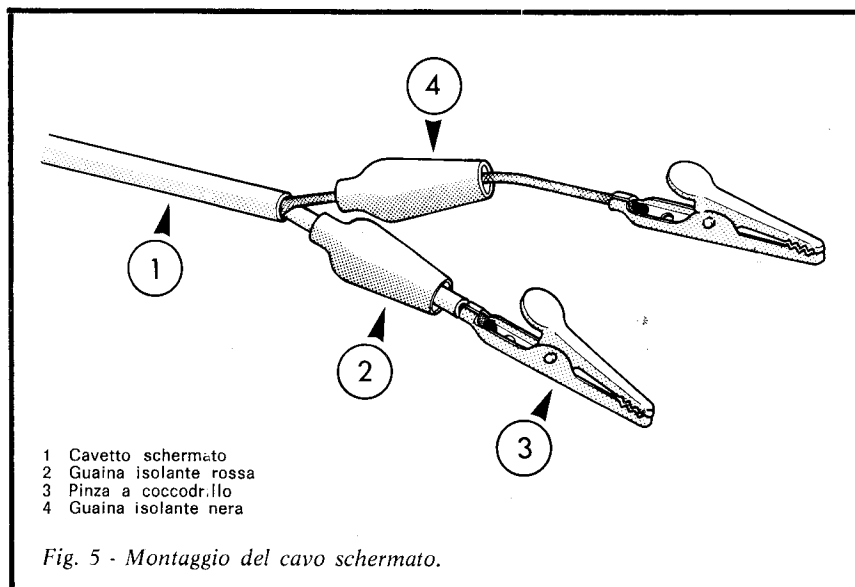
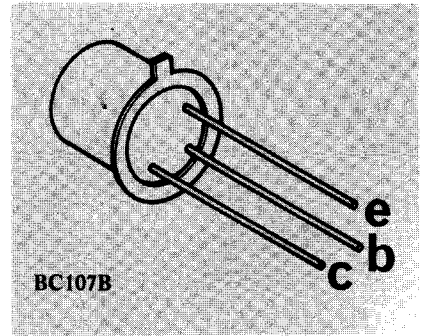


Fig. 5 - Montaggio del cavo schermato.

DISPOSIZIONE DEI TERMINALI DEL TRANSISTORE



vo schermato di alimentazione nel foro (6) del circuito stampato, corrispondente al polo positivo.

☐ Saldare la calza di rame al foro (7) del circuito stampato corrispondente al polo negativo.

☐ Forzare il gommino passacavo nella cava appositamente prevista nella bussola (5) e spingere il tutto contro il circuito stampato facendo in modo che lo intaglio praticato sulla bussola (5) vada ad impegnarsi a fondo sulla piastrina (1).

☐ Infilare sul circuito stampato il tubo metallico d'impugnatura (8), facendo attenzione a non danneggiare o piegare gli schermi colorati. Il tubo andrà infilato in modo che lo schermo rosso stia dalla parte del cavo. Adagiare l'estremità del tubo nella battuta prevista nella bussola (5) e far coincidere il forellino praticato sulla suddetta bussola con il corrispondente foro del tubo metallico e bloccare con una vite autofilettante.

☐ Posizionare la guida isolante del puntale (9) avvitandola a fondo sul puntale medesimo. Una volta avvitata a fondo il forellino praticato sulla bussola per il fissaggio dovrà trovarsi in corrispondenza dell'analogo foro del tubo (8).

☐ Bloccare la bussola (9) con la vite autofilettante (10).

COLLAUDO FINALE

Se tutto il montaggio è stato eseguito in modo corretto, non resta che collegare le due pinze a coccodrillo con una sorgente di corrente continua a 5 V. Il polo positivo deve essere connesso con la pinza a coccodrillo di colore rosso (corrispondente al conduttore centrale del cavo schermato) ed il polo negativo con il coccodrillo di colore nero (collegato alla calza schermante).

Per provare il funzionamento della sonda non occorre far uso di un circuito digitale. Basterà infatti toccare con il puntale il polo negativo dell'alimentazione, e si accenderà la lampada rossa. Se invece si tocca con il puntale il polo positivo, si dovrà accendere la luce verde. Se tutto è regolare, la sonda è così pronta per l'uso.

- 1 Circuito stampato completo di componenti
- 2 Puntale
- 3 Cavetto schermato
- 4 Gommino passacavo
- 5 Bussola uscita cavo
- 6 +
- 7 Massa
- 8 Tubo per sonda
- 9 Bussola guida puntale
- 10 Vite autofilettante 2.2 x 5

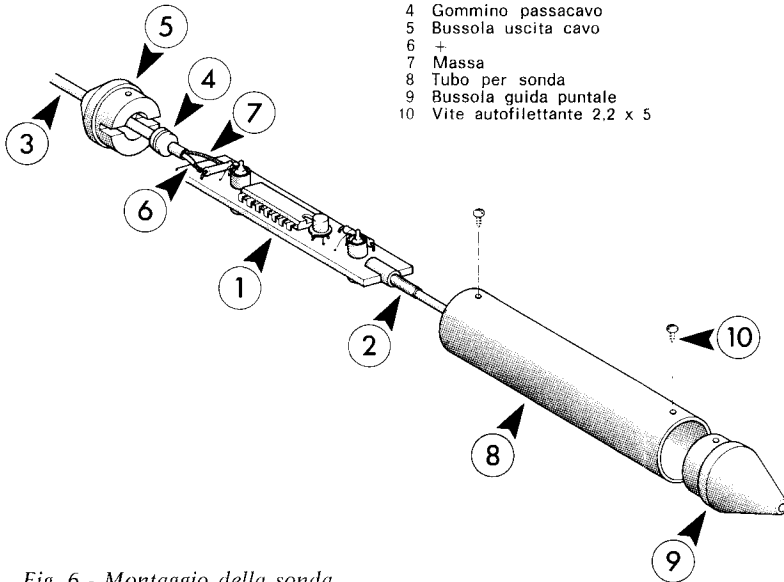


Fig. 6 - Montaggio della sonda.

di colore rosso dovrà essere infilata nel conduttore centrale e quella di colore nero sulla calza di schermo.

☐ Adattare le guaine isolanti sulle pinze in modo da lasciare sporgere solo la parte terminale di presa.

5ª FASE - Montaggio della Sonda - (Fig. 6)

☐ Saldare sulla piastrina del circuito stampato (1) il puntale di contatto (2). Per questa saldatura, dato che si tratta di un pezzo dotato di una notevole mas-

sa, converrà usare un saldatore di potenza più elevata di quello usato per i componenti. Fare attenzione a non depositare gocce di stagno al di fuori della zona a ciò destinata. Per conservare la esattezza delle dimensioni il puntale deve essere inserito a fondo con la sua cava sul circuito stampato.

☐ Infilare sull'estremità libera del cavo schermato (3) la bussola di uscita del cavo (5).

☐ Infilare allo stesso modo il gommino passacavo (4).

☐ Saldare il conduttore centrale del ca-

ELENCO DEI COMPONENTI

N.	Sigla	Descrizione
1	R1	resistore 10 k Ω - 0,33 W
1	R2	resistore 560 Ω - 0,33 W
1	TR1	transistore BC107B
1	C.I.	circuito integrato T 7404 B1
2	L1-L2	lampadine 4,5 V - 60 mA
1	—	circuito stampato
1	—	schermo colorato rosso
1	—	schermo colorato verde
mt. 1	—	cavetto schermato
1	—	puntale
1	—	bussola guida puntale
1	—	bussola passacavo
1	—	tubo per sonda
1	—	pinza coccodrillo iso'ata rossa
1	—	pinza coccodrillo isolata nera
2	—	viti autofilettanti 2,2 x 5
2	—	schermi per lampadine
1	—	gommino passacavo
1	—	confezione stagno