

ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE "M. PANETTI" - BARI

ALUNNO: *Vincenzo Positano* 5ETD

Interruttore Crepuscolare

Tratto dal testo

Ettore Panella – Giuseppe Spalierno

Esercizi ed applicazioni di interfacciamento e trasmissioni
Edizioni Cupido

SCHEMA ELETRICO

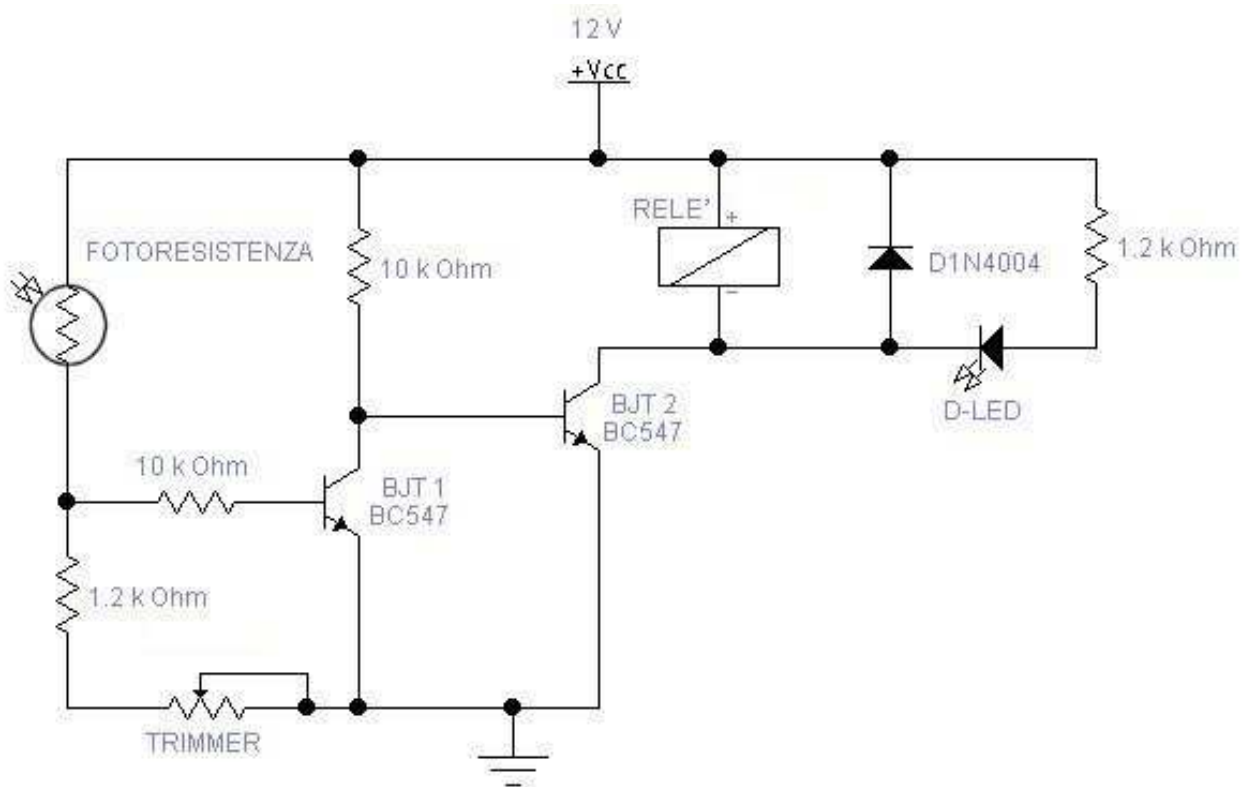


TABELLA COMPONENTI

NOME	VALORE	TIPO	DESCRIZIONE
D ₁		1N4004	DIODO
D ₂			DIODO LED
K ₁		4052	RELE'
R ₁	1,2 K Ω		RESISTENZA
R ₂	1,2 K Ω		RESISTENZA
R ₃	10 K Ω		RESISTENZA
R ₄	10 K Ω		RESISTENZA
R ₅			POTENZIOMETRO
R ₆			FOTORESISTENZA
T ₁		BC547	TRANSISTOR NPN
T ₂		BC547	TRANSISTOR NPN

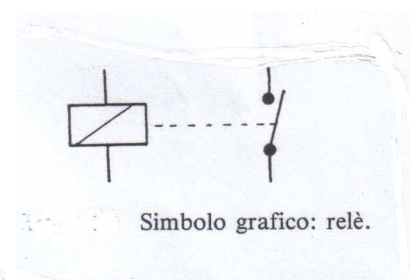
Cenni teorici

RELE'

Il relè è un dispositivo elettromeccanico che consente di aprire o chiudere un circuito mediante lo spostamento fisico di un contatto elettrico. E' costituito da una bobina e da uno o più commutatori (contatti); il campo elettromagnetico generato dalla bobina, quando viene percorsa da corrente elettrica (principio di induzione elettromagnetica), provoca il movimento quindi l'attrazione di un meccanismo che chiude o apre dei commutatori. Il relè quindi può sfruttare la variazione di corrente in un circuito per modificare le connessioni e quindi il funzionamento di un altro circuito. Il simbolo grafico utilizzato è costituito da un rettangolo attraversato da una linea trasversale e dalla rappresentazione dei contatti.



Dati tecnici	
Materiale dei contatti:	AgNi (6A e 10A)
Tensione nominale di contatto:	250V~ / 6-125V=
Durata di vita meccanica:	20 x 10 ⁷ cicli
Consumo nominale:	650mW
Tempo di intervento:	eccitazione ≤15ms diseccitazione ≤20ms
Rigidità dielettrica:	
- contatto/contatto:	1kV~
- bobina/contatto:	4 kV~
- polo/polo:	2,5kV~
Temperatura di utilizzo:	da -40°C a +70°C

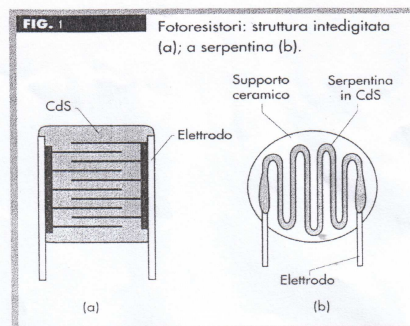


FOTORESISTENZA

Il principale componente, sul quale si basa il funzionamento dell' interruttore crepuscolare è la **fotoresistenza**. Questo componente, normalmente realizzato con solfuro di cadmio, sfrutta l'effetto fotoconduttivo, cioè un fenomeno che avviene nei materiali semiconduttori quando vengono colpiti dalla radiazione luminosa, e si manifesta come aumento della conducibilità del materiale stesso. Nella fotoresistenza l'elemento resistivo viene ottenuto per sinterizzazione della polvere di solfuro di cadmio realizzando così una pasticca delle dimensioni desiderate. Per ottenere valori di resistenza bassi si ricorre alle strutture interdigitate, come indicate in figura 1a. Per fotoresistori di valore elevato, l'elemento resistivo viene ottenuto depositando un sottile strato di solfuro di cadmio su un substrato di materiale ceramico. Per ottenere valori resistivi molto alti lo strato di solfuro di cadmio viene sagomato a forma di serpentina come indicato in figura 1b. L'elemento resistivo viene poi incapsulato in un opportuno contenitore, lasciando un'apertura (finestra) per permettere il passaggio della luce.

I principali parametri caratteristici di un fotoresistore sono:

- ✓ **Lunghezza d'onda di massima sensibilità:** lunghezza d'onda della radiazione per la quale si ha la massima sensibilità;
- ✓ **Resistenza:** valore della resistenza; essa varia in funzione dell'intensità luminosa;
- ✓ **Resistenza di oscurità** (dark resistance): resistenza in assenza di luce;
- ✓ **Tensione di picco:** massima tensione applicabile per non danneggiare il componente;
- ✓ **Dissipazione di potenza:** massima potenza dissipabile;
- ✓ **Tempo di salita nominale** (rise time): tempo impiegato dalla fotoresistenza per variare il valore resistivo dal momento in cui è colpita dalla luce.



Specifiche tecniche	
Reazione spettrale di picco (tip.)	550 nm
Resistenza di cella	
a 10 lux (min.-max.)	20-100 kΩ
a 100 lux (nom.)	5 kΩ
Resistenza di oscurità (min.)	20 MΩ
Tensione max. di picco ≅	100 V
Dissipazione max. di potenza	50 mW
Tempo di salita a lux 3 m	45 ms
Tempo di caduta a lux 3 m	55 ms
Temperatura di funzionamento	da -60°C a +75°C

POTENZIOMETRI

I potenziometri sono formati da un elemento resistivo accessibile attraverso due connessioni e da un contatto mobile chiamato cursore, che striscia sull'elemento resistivo. La resistenza misurata ai capi dell'elemento resistivo e il cursore dipendono dalla posizione relativa di quest'ultimo. Una resistenza variabile può essere ottenuta utilizzando un solo morsetto e il cursore; l'inserzione potenziometrica utilizzando tutti e tre i morsetti

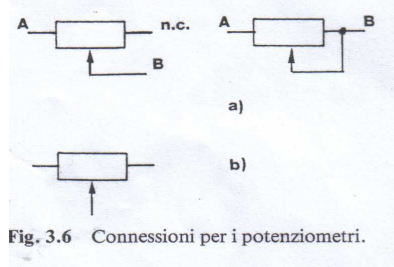
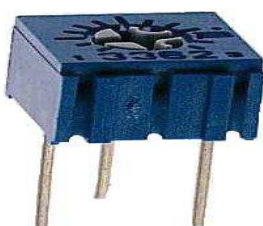


Fig. 3.6 Connessioni per i potenziometri.

Caratteristiche:

- Alloggiamento miniaturizzato
- Rotore progettato per la regolazione automatica
- Chiusura ermetica a prova di immersione e in condizioni ostili
- Isolatori portanti su scheda incorporati
- Spazzola multifilare per minimizzare la variazione di resistenza dei contatti

Specifiche tecniche

Potenza nominale (300 V max.)	0,5 W a 70°C
Tolleranza della resistenza	±10 %
Coefficiente termico	±100 ppm/°C
Resistenza finale	1 % o 2 Ω (il maggiore fra i due)
Variazione resistenza contatti	1 % a 3 Ω (il maggiore fra i due)
Rotazione (nom.)	240° elettrica 270° meccanica
Temperatura di funzionamento	da -55°C a +125°C

TRANSISTOR

I transistor sono realizzati con semiconduttori. Questi materiali, come ad esempio il germanio o il silicio, vengono "drogati" (cioè addizionati di quantità infinitesime di altri elementi) in modo da creare o un eccesso o una carenza di elettroni liberi. Nel primo caso il semiconduttore drogato è detto di tipo n , nel secondo di tipo p . Creando in successione una zona di tipo n e una di tipo p , si può produrre un diodo. Se quest'ultimo è collegato a una batteria col lato p verso il polo positivo e il lato n verso quello negativo, gli elettroni, respinti dalla polarità negativa, migrano senza ostacoli verso la zona p , povera di elettroni liberi. Se s'inverte la polarità, solo i pochissimi elettroni liberi presenti nella zona p possono mettersi in movimento e la corrente è praticamente nulla.

Il transistor bipolare consiste di tre zone drogate sovrapposte, con sequenza $p-n-p$ oppure $n-p-n$ contiene perciò due giunzioni (zone di transizione) $p-n$. Una di queste viene collegata a una batteria in modo da consentire il passaggio di corrente (polarizzazione diretta), mentre l'altra è collegata a una seconda batteria con polarità opposta (polarizzazione inversa). Quando la corrente nella giunzione polarizzata direttamente è modificata per l'aggiunta di un segnale, la corrente nell'altra giunzione varia in proporzione. Questo principio può essere applicato per realizzare amplificatori nei quali un piccolo segnale applicato alla giunzione in polarizzazione diretta produce grandi variazioni nella corrente della giunzione in polarizzazione inversa.

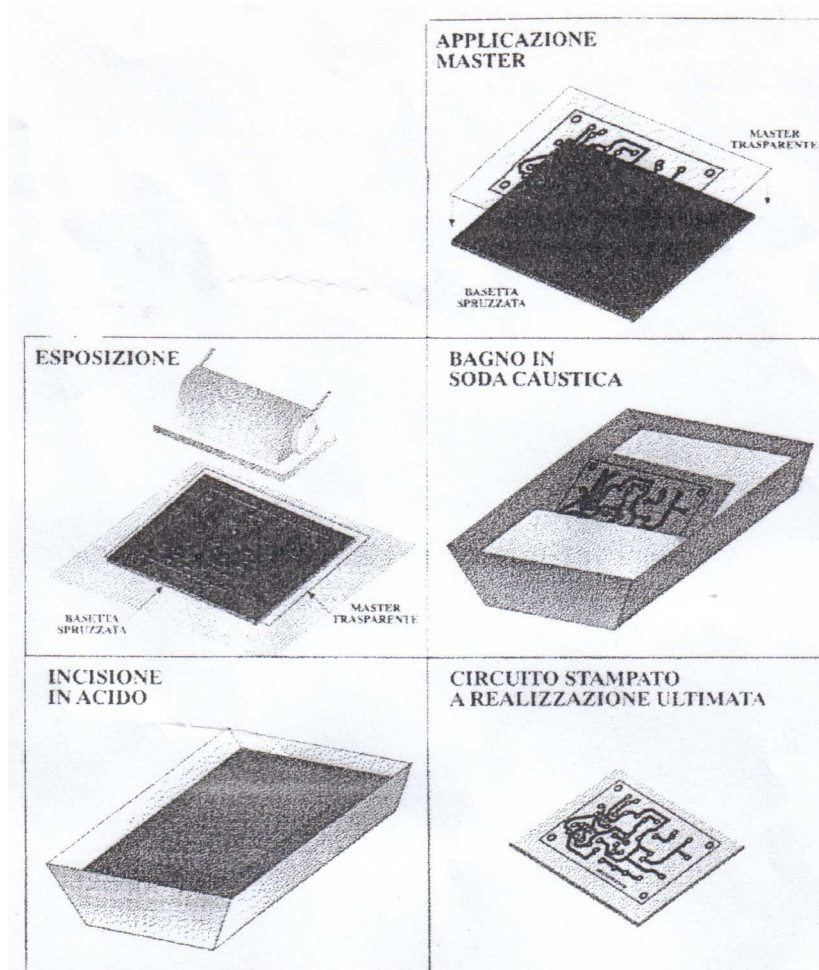


Struttura del transistor

REALIZZAZIONE DEL MASTER

Dopo aver scelto i vari componenti, si è passati alla prima fase per la realizzazione del circuito stampato, e cioè la creazione del master.

La prima cosa da fare è lo studio del circuito grazie al **programma Eagle** che permette sbrogliare con il relativo disegno il circuito e cercare di posizionare tutti i componenti con i relativi collegamenti, senza incrociare mai le piste. Inoltre bisogna prestare attenzione alle connessioni tra le piste, che non dovranno mai essere ad angolo retto, come mostrato nella seguente misura. Dopo aver trovato la giusta predisposizione, si possono riportare le piste e tutti i vari collegamenti su di un foglio di carta lucida e posizionarlo sulla basetta e si passa ad una seconda operazione chiamata trattamento termico o fotoincisione dove viene sottoposto il quadretto della basetta ad una temperatura di $80^{\circ} - 90^{\circ}\text{C}$ per un tempo di 5 minuti. Dopo questa operazione è necessario rimuovere la resina che ricopre le piste mediante l'operazione strippaggio che consiste in bagno nella soda caustica. Questa operazione serve a rendere il materiale delle piste più resistente in grado di sopportare meglio le sollecitazioni chimico fisiche delle fasi successive. La fase successiva infatti è quella della incisione che viene eseguita immergendo il quadretto in un liquido corrosivo (acido) a base di cloruro ferrino. . Nella seguente figura sono raffigurate le sequenze dei procedimenti appena citati per la realizzazione del circuito.



CONTROLLO E FORATURA

L'ultima operazione da fare prima di ottenere il circuito pronto per l'uso è il controllo dello stesso. Questa fase è molto importante, perché serve a rilevare eventuali anomalie tra le piste del circuito come ad esempio cortocircuiti tra piste adiacenti o piste interrotte. Dopo aver controllato che tutte le piste siano perfette, si può passare alla foratura del circuito. Bisogna, infatti, effettuare i fori necessari per l'inserimento dei componenti, questo viene fatto mediante un trapano a colonna, utilizzando punte di diverso tipo perché i terminali dei vari componenti non sono tutti della stessa dimensione. Ora si è ottenuto il circuito stampato pronto per l'inserimento dei componenti e la saldatura

LA SALDATURA

Prima di passare alla saldatura dei componenti, bisogna controllare nuovamente le piste del circuito stampato. Fatto questo si possono inserire i componenti, prestando attenzione a quelli con una polarità, come i transistor e i diodi, e si può effettuare la saldatura. La saldatura viene eseguita con dello stagno ed un saldatore, questa fase, per quanto semplice, è molto importante dato che da essa sarà determinato il perfetto funzionamento del circuito. Per eseguire una saldatura perfetta, non bisogna tenere troppo a lungo il saldatore sulla piazzola per evitare che quest'ultima si distacchi dal circuito. Si deve lasciare che la goccia liquida di stagno si espanda sull'intera piazzola e contemporaneamente faccia presa sul terminale del componente. Una saldatura ben fatta dovrà apparire lucida e mai opaca, bisogna prestare attenzione a non effettuare saldature fredde o scarse. Alla fine, dopo essersi assicurato ancora una volta che il componente sia posto esattamente, tranciare il terminale restante del componente. Il circuito è così terminato e pronto per il collaudo.

COLLAUDO

L'ultima fase del nostro progetto, è rappresentata dal collaudo. Dopo aver eseguito, ancora una volta il controllo sul circuito stampato ottenuto, si può passare al collaudo vero e proprio. Per eseguire il collaudo, bisogna collegare il circuito realizzato ad un alimentatore e ad una lampadina. I collegamenti andranno fatti nel seguente modo:

- ✓ Collegare l'ingresso del nostro circuito all'alimentatore, prestando attenzione a non invertire le polarità;
- ✓ Collegare l'uscita del circuito alla lampadina, mediante un connettore a vite a quattro posizioni;
- ✓ Collegare la lampadina alla rete (220 V).

Dopo aver eseguito i precedenti collegamenti, e averli controllati attentamente, si può dare tensione al circuito e alla lampadina. Il collaudo consiste nel verificare se in condizioni di luce, la lampadina rimane spenta, mentre al buio la lampadina si accende. Inoltre quando la lampadina è accesa, deve contemporaneamente essere acceso il diodo LED, che ci dà la conferma del perfetto funzionamento del circuito.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

L'elemento costitutivo di questo circuito, come abbiamo visto, è la fotoresistenza e quindi il funzionamento si basa di essa. Per capire il funzionamento del circuito bisogna imporre due condizioni:

1. la fotoresistenza è irradiata da luce;
2. la fotoresistenza non è irradiata da luce.

Quando la fotoresistenza è irradiata da luce, il suo valore ohmico è elevato e quindi la V_{BE} del BJT 1 ha un potenziale minore di 0.6 V e il transistor entra in interdizione e si comporta come un interruttore aperto. La V_{BE} del BJT 2 avrà un valore sicuramente maggiore di 1.4 V, quindi il transistor entra in saturazione e si comporta come un interruttore chiuso portando a massa il morsetto negativo del relè. Il relè scatta poiché c'è una differenza di potenziale tra il morsetto positivo e negativo. Il diodo D1 è polarizzato inversamente e si comporta come circuito aperto mentre il diodo LED si accende perché attraversato da corrente.

Quando la fotoresistenza non è irradiata da luce, il suo valore ohmico è minimo e quindi la V_{BE} del BJT 1 ha un potenziale maggiore di 1.4 V e il transistor entra in saturazione e si comporta come un interruttore chiuso. La V_{BE} del BJT 2 avrà un valore sicuramente minore di 0.6 V, quindi il transistor entra in interdizione e si comporta come un interruttore aperto portando una tensione circa uguale a 12 V al morsetto negativo del relè. Il relè non scatta poiché non c'è una differenza di potenziale tra il morsetto positivo e negativo. Il diodo D1 è polarizzato direttamente e quindi conduce e serve per eliminare il campo magnetico creatosi con l'abbassamento ripido della corrente, mentre il diodo LED non si accende perché non attraversato da corrente.