

ELETTRONICA INDUSTRIALE

Maturità tecnica industriale

Nicoletta Sala

Si vuol realizzare un dispositivo elettronico per l'apertura automatica di una porta. Il dispositivo abilitato per il passaggio a senso unico, di una sola persona alla volta, deve rilevare l'eventuale intrusione di un estraneo.

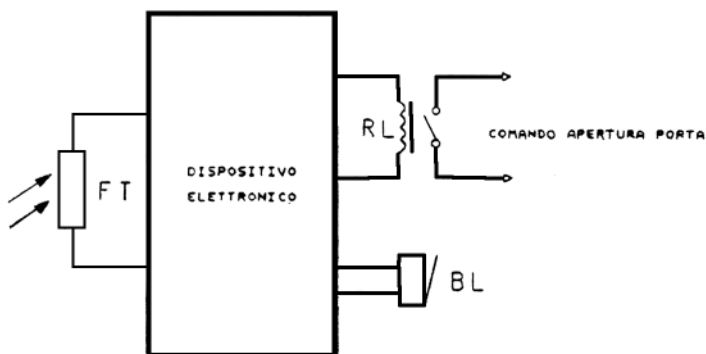
Nello schema di Fig. 1 sono presenti:

in ingresso;

— una fotoresistenza *FT* posizionata prima della porta, per il rilevamento del passaggio, con le seguenti caratteristiche: fascio di luce non interrotto $R_{ft} = 1\text{ M}\Omega$, fascio di luce interrotto $R_{ft} = 100\ \Omega$.

in uscita;

— un relè *RL* che una volta eccitato ($V_{cc} = 12\text{V}$, $I_L = 30\text{ mA}$), comanda attraverso un contatto l'apertura della porta,
— un segnalatore acustico *BL* (buzzer), che abilitato ($V_{cc} = 12\text{V}$) emette automaticamente un «beep».



Questo tema d'esame di maturità, in accordo con le scelte ministeriali attuate già da alcuni anni, lascia al candidato la possibilità di progettare e dimensionare il circuito elettronico, motivando le scelte progettuali. Una prova di questo tipo consente di misurare due degli obiettivi più alti della tassonomia di Bloom (applicazione e sintesi) del candidato. Di seguito si illustra la soluzione schematica del problema¹ a cui seguirà un commento didattico-critico.

Soluzione

La traccia è suddivisa in tre parti distinte:

1) nella prima, il candidato deve disegnare uno schema a blocchi risolutivo del problema in esame. In seguito deve descrivere le funzioni di ogni singolo blocco.

Le specifiche richieste sono le seguenti:

a) funzionamento normale; al passaggio di una persona il fascio luminoso della fotoresistenza si interrompe e, dopo un'attesa di 2 secondi, l'altoparlante emette un «beep» e il relè si eccita per 5 secondi chiudendo il contatto;

b) rilevamento antiintrusione;

se durante il periodo di apertura della porta (di 5 secondi) passa un'altra persona, allora l'altoparlante lo segnala con una sequenza di 10 beep (uno ogni secondo).

Il candidato dopo aver formulato le ipotesi di lavoro che ritiene necessarie e utilizzando componenti elettronici di sua conoscenza:

1) Disegni e descriva uno schema a blocchi risolutivo del problema in esame.

2) Dettagli le forme d'onda che regolano il funzionamento del dispositivo.

3) Dimensioni almeno un blocco a suo avviso significativo.

Il quesito non è semplice in quanto il tema riporta il dispositivo di controllo sotto forma di «scatola nera». Le specifiche di funzionamento vanno ricavate dalla lettura del problema.

Si consiglia, per la progettazione dello sche-

ma, un approccio *top down* che, partendo da un primo livello di rappresentazione del problema, conduca alla determinazione dei singoli blocchi che costituiscono il circuito.

2) Nella seconda parte si devono rappresentare i dettagli delle forme d'onda che regolano il funzionamento del dispositivo.

Tale quesito è consequenziale allo svolgimento del primo punto.

3) Nella terza parte si deve progettare un blocco che si ritiene particolarmente significativo.

Quest'ultimo quesito del tema è una prova aperta nella quale si lascia la massima libertà di soluzione al candidato.

In relazione ai contenuti di elettronica approfonditi nel triennio di studi, egli potrà trattare le tematiche incontrate nella prova. L'implementazione del dispositivo di apertura può essere realizzata sia con componentiistica discreta (transistor, resistori e condensatori) sia con circuiti integrati.

In questo ambito, viene presentata la soluzione che coinvolge l'uso del circuito integrato NE555 per la realizzazione dei multivibratori monostabile e astabile.

Punto 1)

Nella progettazione è utile un approccio sistemico e si può pensare il circuito costituito dai blocchi illustrati in Fig. A. Analizzando la figura A si nota la presenza dei seguenti blocchi:

a) il primo blocco a sinistra rappresenta un

buffer triggerato non invertente che, ricevendo il segnale dalla fotoresistenza, produce un impulso che fa partire il monostabile M1;

b) M1 è un multivibratore monostabile della

durata di 2 secondi che pilota il blocco M2;

c) M2 è un multivibratore monostabile della

durata di 5 secondi, il quale, attraverso un

driver-disaccoppiatore D1, eccita il relè che

apre la porta;

d) M3 è un multivibratore monostabile della

durata di 10 secondi che regola il numero di

beep prodotti dal Buzzer;

e) A è un multivibratore astabile, generatore

di un'onda quadra di frequenza 1 Hz, il quale

temporizza il Buzzer (blocco Buz);

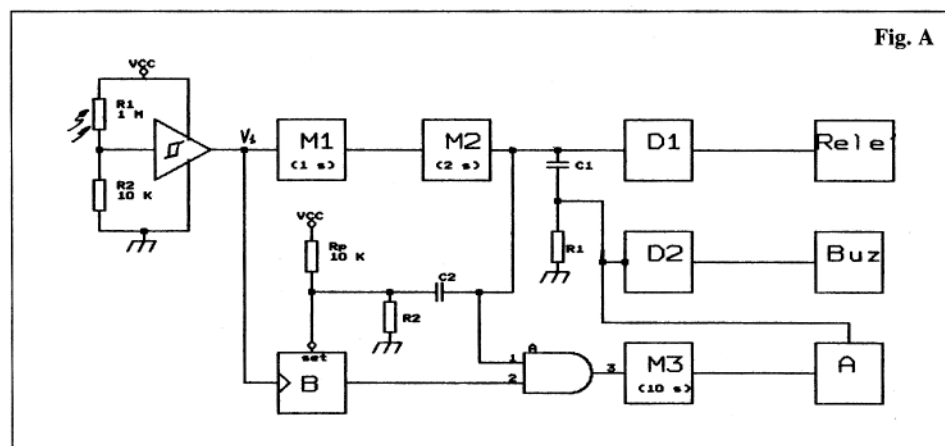
f) il gruppo costituito da R_1 e C_1 produce il

beep di apertura;

g) il gruppo formato dai componenti R_2 e C_2

genera l'impulso di Set al bistabile B;

h) il bistabile B, oltre ad abilitare insieme



¹ La proposta è in linea con quella di Massimo Mastroserio e Giovanni Rotundo (*Corriere della Sera* 29-6-96).

con una porta AND l'attivazione del monostabile M3, funge anche da contatore modulo 2.

Funzionamento in condizioni normali. Il funzionamento in condizioni normali può essere così descritto. L'ingresso, formato da un partitore di tensione e da un buffer triggerato non invertente, genera un segnale che fa partire il monostabile M1 (la cui temporizzazione dura 5 secondi).

Il monostabile M1, attraverso un disaccoppiatore-driver, eccita il relè che fa aprire la porta.

Rilevamento di intrusione. Se durante il periodo di apertura della porta (5 secondi) passa una seconda persona, all'ingresso si produce un altro fronte di salita che "forza" l'uscita del bistabile B a 1.

Questa uscita e quella del monostabile M2 vengono inviate a una porta AND che presenta l'uscita alta solo quando entrambi i segnali di ingresso sono ad 1. Solo in questo caso il segnale di uscita di questa porta logica attiva il monostabile M3 che possiede una temporizzazione di 10 secondi.

L'astabile A (con periodo 1 secondo) comanda il driver D2 e temporizza 10 beep di un secondo ciascuno.

Punto 2) Dettagli delle forme d'onda. La figura B illustra i dettagli delle forme d'onda che regolano il funzionamento del dispositivo.

Punto 3) Dimensionamento dei blocchi. In questo ambito vengono descritte le progettazioni dei multivibratori monostabile e astabile.

Si consideri la figura C che illustra uno schema generico di un multivibratore monostabile realizzato con NE555.

La durata T dell'impulso del monostabile è fornita dalla relazione: $T = 1,1 \cdot R \cdot C$. In questa relazione le incognite sono due (R e C); si pone ad esempio $R = 100 \text{ k}\Omega$ e si ricava che il valore della capacità è espresso dalla relazione: $C = T / (1,1 \cdot R)$.

Sostituendo i valori numerici inerenti i tre diversi multivibratori, si ricava che:

per M1: $C = 2 / (1,1 \cdot 10^5) = 18 \text{ }\mu\text{F}$

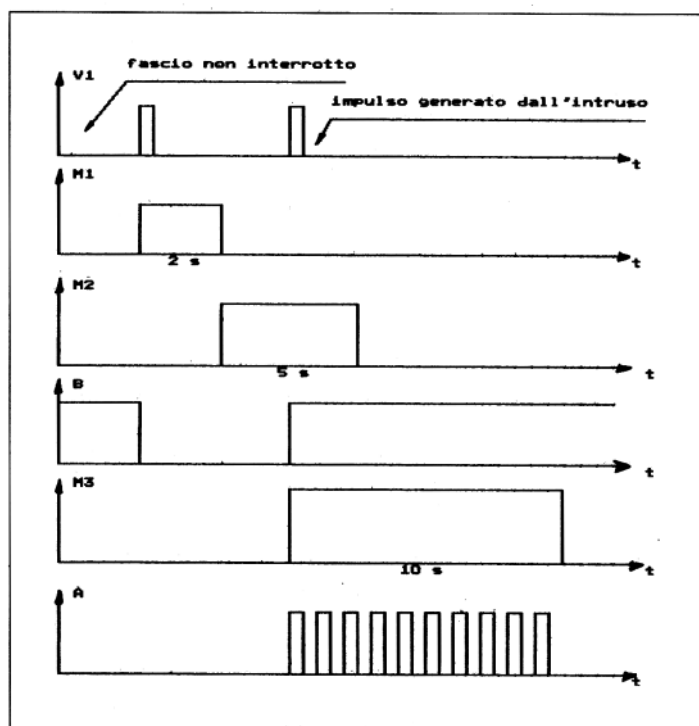
per M2: $C = 5 / (1,1 \cdot 10^5) = 45 \text{ }\mu\text{F}$

per M3: $C = 10 / (1,1 \cdot 10^5) = 90 \text{ }\mu\text{F}$

La figura D illustra invece un multivibratore astabile realizzato con NE555.

Se si pone: $R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ e si considera la

Fig. B



forma d'onda simmetrica (con il duty cycle del 50%), il periodo è fornito dalla relazione: $T = 0,693(R_1 + 2R_2)C = 0,693 \cdot 3 \cdot R \cdot C = 2,079 \cdot R \cdot C$.

Esplicitando rispetto a C si ricava: $C = 1 / (2,07 \cdot 10^5) = 4,8 \text{ }\mu\text{F}$.

Commento

Questo tema d'esame è diverso rispetto alla prova dell'anno precedente².

Ha coinvolto, nella trattazione qui presentata, le seguenti unità di lavoro:

- un partitore di tensione;
- un buffer triggerato;
- tre multivibratori monostabili;
- un flip flop bistabile;
- un multivibratore astabile;

- alcuni disaccoppiatori;
- dei driver;
- un buzzer.

In questa trattazione è stata fornita una soluzione che coinvolge componenti integrati (NE555). Poteva però essere realizzata con componenti discreti (ad esempio: resistori, condensatori e transistor).

Questi argomenti sono contenuti nel programma ministeriale del quinto anno di Elettronica generale.

Il primo quesito richiedeva lo schema a blocchi del dispositivo. L'approccio alla soluzione è tipicamente sistemico. I singoli blocchi sono visti come «black box» che verranno dimensionati nel terzo quesito del tema d'esame. Si potevano però già ipotizzare la presenza di disaccoppiatori e di porte logiche per il corretto «pilotaggio» degli ingressi di alcuni blocchi.

Si noti che, nella soluzione proposta in figura A, i multivibratori monostabili e astabile sono rappresentati sotto forma di blocchi.

Le difficoltà che gli studenti hanno in questi tipi di problemi è la visualizzazione globale del circuito.

Il secondo quesito richiedeva invece i detta-

Fig. C

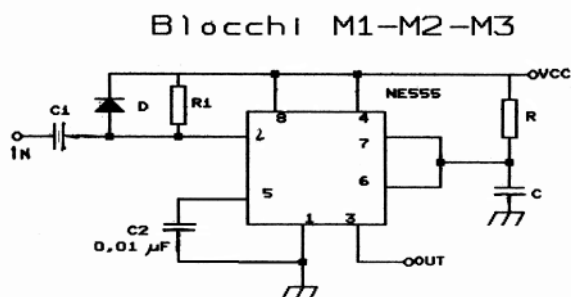
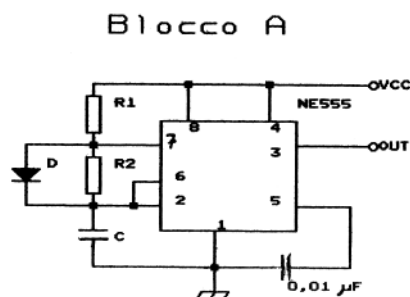


Fig. D



² N. Sala, «Elettronica generale Misure elettroniche - Maturità tecnica industriale», in *Nuova Secondaria* 7, 15 marzo 1996, pp. 88-89.

gli delle forme d'onda che regolano il funzionamento del dispositivo.

La risposta a questo quesito era possibile solo se il candidato aveva perfettamente compreso il problema. È chiaro che una temporizzazione non corretta avrebbe pregiudicato lo svolgimento dell'intera prova.

Le specifiche del problema permettevano di scegliere e dimensionare i blocchi in relazione alle conoscenze acquisite durante il triennio di indirizzo, utilizzando sia componentistica discreta sia circuiti integrati (NE555).

Il terzo quesito, tipica prova aperta, richiedeva la progettazione di almeno uno dei blocchi nei quali era suddiviso il circuito (ad esempio il multivibratore monostabile oppure l'astabile).

Per preparare i propri allievi a risolvere una verifica scritta come quella analizzata in precedenza, si dovranno svolgere esercizi di progettazione affrontandoli con un approccio sistemico.

È consigliato, soprattutto nell'ultima parte dell'anno scolastico, affrontare delle esercitazioni che comprendano le unità didattiche trattate nell'arco del quinto anno in due delle materie fondamentali del corso: Elettronica generale ed Elettronica industriale.

Un'idea potrebbe essere quella di far realizzare dei progetti in modo che coinvolgano altre materie di indirizzo (Tecnologia Generale e Disegno Tecnico, nonché Inglese per la traduzione dei «data sheets» e del «data book» dei componenti elettronici).

Questo approccio è già stato sperimentato negli I.T.I., indirizzo Ambra e Abacus, con l'area di progetto.

Al di là di questa scelta, che dipende dalla realtà della classe della quale si dispone, rimane però determinante lo stretto coordinamento tra gli insegnanti di Elettronica.

In conclusione, rispetto all'anno precedente, questa prova, che coinvolge componentistica integrata o discreta, si avvicina a quelle analoghe delle sperimentazioni Ambra o Abacus, soprattutto per quanto riguarda l'approccio sistemico alla soluzione e l'ampia scelta delle componenti circuitali che il candidato può effettuare.

Nicoletta Sala
CERFIM, Locarno (Svizzera)