

# UNITÀ DIDATTICA

## 1.3

### CIRCUITI LOGICI Elettromeccanici (Logica Cablata)

- 1.3.1** DEFINIZIONE
- 1.3.2** CIRCUITI LOGICI FONDAMENTALI
- 1.3.3** ELEMENTI Elettromeccanici MONOSTABILI E BISTABILI
- 1.3.4** CIRCUITI A MEMORIA Elettromeccanica
- 1.3.5** CICLI DI FUNZIONAMENTO
- 1.3.6** ESERCIZI DA SVOLGERE

## 1.3. CIRCUITI LOGICI ELETTROMECCANICI (LOGICA CABLATA)

### 1.3.1 - Definizione.

Un sistema di comando viene definito a *logica cablata* quando è composto da componenti *discreti*<sup>5</sup> che hanno il compito di svolgere una particolare funzione logica.

Gli elementi sono collegati tra loro tramite *collegamenti fisici (fili)*, che determinano quindi un *cablaggio*.

Il sistema di comando prende il nome di *WLC (Wired Logic Control)* e si presenta con caratteristiche rigide e difficilmente modificabili; si presta quindi per applicazioni che non richiedono sostanziali cambiamenti.

### 1.3.2 - Circuiti logici fondamentali.

I circuiti logici rappresentano il «cervello» del sistema; ad essi vengono inviati gli impulsi manuali od automatici che vengono poi elaborati dai circuiti stessi e quindi inviati all'output.

La logica cablata elettromeccanica si configura in alcune composizioni circuitali fondamentali, la cui conoscenza è indispensabile per l'interpretazione di successivi circuiti più complessi.

Le figure 1.3.1a-b mostrano rispettivamente una configurazione di contatti (input) in serie ed in parallelo, in chiusura (NO), che comandano l'accensione di una lampada di segnalazione (output).

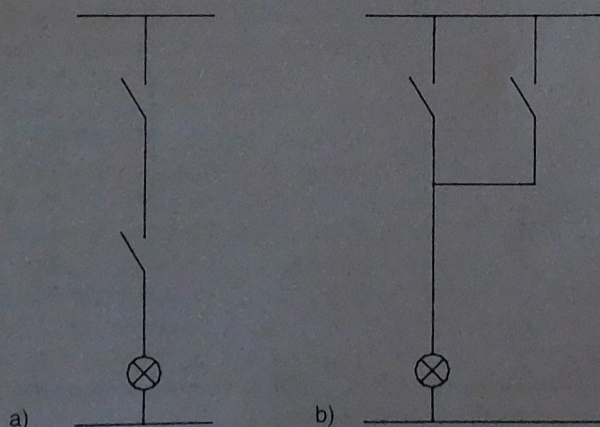


Fig. 1.3.1 - Configurazioni logiche di contatti;  
a) serie (NO)  
b) parallelo (NO).

<sup>5</sup> Il termine componente *discreto* viene impiegato con il significato di *distinto*, cioè individuabile distintamente da altri componenti.

Nel primo caso è necessaria la chiusura di *entrambi* i contatti per l'accensione, mentre è sufficiente l'apertura di *uno qualunque* di essi per lo spegnimento.

Nel secondo caso è sufficiente la chiusura di *un solo* contatto o di *entrambi* per l'accensione e l'apertura di *un solo contatto* o di *entrambi* per lo spegnimento.

Si prendano in esame ora le figure 1.3.2a-b che mostrano il circuito precedente con i contatti in apertura (NC) anziché in chiusura (NO); in entrambe le figure la lampada è sempre accesa ma, mentre nel primo caso è sufficiente l'apertura di *un solo* contatto per lo spegnimento, nel secondo occorre che l'azione di apertura avvenga su *entrambi* i contatti.

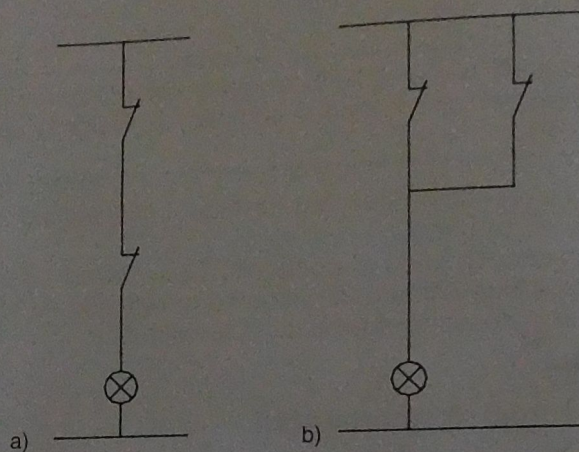


Fig. 1.3.2 - Configurazioni logiche di contatti;  
a) serie (NC)  
b) parallelo (NC).

Le figure 1.3.3a-b riportano infine la combinazione serie-parallelo dei circuiti precedenti.

Nel primo caso l'accensione della lampada richiede sicuramente la chiusura del contatto in *serie* e di almeno uno dei contatti in *parallelo*. Nel secondo caso invece la lampada è normalmente accesa ed è sufficiente l'apertura del contatto in *serie* oppure di entrambi i contatti in *parallelo* per lo spegnimento.

Molteplici soluzioni sono quindi ottenibili combinando opportunamente contatti in serie e-o in parallelo, in chiusura e-o in apertura, i cui risultati presentano diversità sostanziali a seconda delle varie soluzioni logiche.

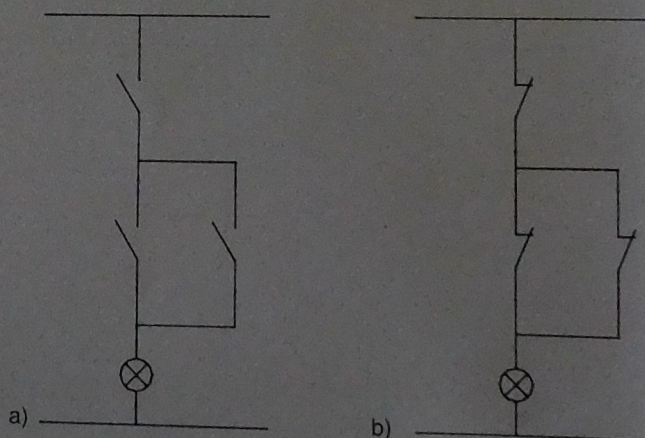


Fig. 1.3.3 - Configurazioni logiche di contatti;  
a) serie-parallelo (NO)  
b) serie-parallelo (NC).

### 1.3.3 - Elementi elettromeccanici monostabili e bistabili.

Un elemento si definisce *monostabile* quando ha una sua posizione preferenziale, che cambia all'atto di un intervento esterno, ma ritorna alla configurazione iniziale cessato l'intervento.

Normalmente la posizione preferenziale è quella di riposo: con riferimento ad un contatto può essere NO oppure NC.

Un elemento si definisce *bistabile* quando la sua posizione di stabilità è indifferentemente a riposo oppure nello stato assunto dopo l'azione di un intervento esterno.

Per comprendere meglio questi concetti, si fissi l'attenzione sulla figura 1.3.4, che rappresenta un *pulsante* ed un *interruttore* entrambi in chiusura (NO).

Se si preme il pulsante questo cambia il suo stato da NO a NC, *solo* per il tempo in cui è applicata la pressione; cessata l'azione torna, con l'aiuto di una molla, nella sua posizione iniziale (preferenziale). Quello descritto è un esempio di elemento *monostabile*.

Premendo invece l'interruttore, questo rimane nella nuova posizione assunta anche se è cessata l'azione che ha prodotto lo spostamento, a causa di un dispositivo meccanico interno, che blocca l'interruttore nella sua nuova posizione. Solo un'altra pressione e quindi un'altra azione esterna potrà riportare l'interruttore nella sua posizione iniziale. Quello descritto è un esempio di elemento *bistabile*.

Un elemento *monostabile* è quindi *privo di memoria*, viceversa un elemento *bistabile* possiede la *memorizzazione*.

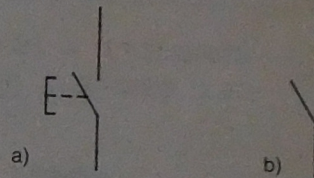


Fig. 1.3.4 -  
a) pulsante in chiusura (NO);  
b) interruttore in chiusura (NO).

### 1.3.4 - Circuiti a memoria elettromeccanica.

Nella sottounità precedente si è visto come il segnale proveniente da un pulsante è privo di memorizzazione e quindi necessita di un dispositivo supplementare per mantenere l'informazione.

Nel caso ad esempio che un pulsante SB2 debba chiudere un circuito che attivi un elettromagnete K, usualmente denominato «bobina» (tavola 1.3.1, circuito 1), è necessario inserire un elemento di memoria perché la bobina *non* venga *disattivata* una volta rilasciato il pulsante. Si ricorre quindi ad un contatto ausiliario in chiusura (NO), inserito in parallelo al pulsante e mosso meccanicamente (linea tratteggiata), dalla bobina stessa, durante la fase di pressione del pulsante SB2 (attivazione).

Osservando il circuito, anche rilasciando il pulsante SB2, la bobina rimane attivata attraverso il contatto che funge da *memoria* o, in gergo, *autoritenuta* o *autoalimentazione*; solo la pressione del pulsante SB1 permette la disattivazione della bobina ed il ritorno del contatto ausiliario nella posizione di riposo iniziale, pronto per un'altra memorizzazione.

Riassumendo, quindi, il contatto ausiliario memorizza il segnale proveniente dal pulsante di attivazione SB2 e, dal momento che il movimento meccanico è associato ad una azione elettrica, si parlerà di *memoria di tipo elettromeccanico*.

Associando ora l'*attivazione* della bobina allo stato *ON* e la *disattivazione* allo stato *OFF*, si osservino con attenzione entrambi i circuiti della tavola 1.3.1; anche nel circuito 2 alla pressione del pulsante SB2 avviene la memorizzazione del segnale come nel primo circuito, ma esiste tra i due una *sostanziale differenza*.

Nel circuito 1, se inavvertitamente si premessero contemporaneamente entrambi i pulsanti o ancora, se rimanesse «incollato» il pulsante SB2, il segnale *prioritario* sarebbe quello *OFF* ponendo in *sicurezza* il circuito. Viceversa osservando il circuito 2, nel caso succedessero gli stessi inconvenienti il segnale *ON* risulterebbe *prioritario*, lasciando il circuito in tensione.

Dal punto di vista elettrico quindi non esiste differenza, ottemperando entrambi all'azione di memorizzazione ma, considerando il fattore della sicurezza, il *circuito 1* è sicuramente il *più affidabile* nel caso, ad esempio, debba comandare un macchinario pericoloso, in armonia anche con quanto previsto dalla *Direttiva macchine CEE 89/392* che impone: «l'ordine di arresto della macchina deve essere prioritario rispetto agli ordini di avviamento».

Normalmente la posizione preferenziale è quella di riposo: con riferimento ad un contatto può essere NO oppure NC.

Un elemento si definisce *bistabile* quando la sua posizione di stabilità è indifferentemente a riposo oppure nello stato assunto dopo l'azione di un intervento esterno.

Per comprendere meglio questi concetti, si fissi l'attenzione sulla figura 1.3.4, che rappresenta un *pulsante* ed un *interruttore* entrambi in chiusura (NO).

Se si preme il pulsante questo cambia il suo stato da NO a NC, *solo* per il tempo in cui è applicata la pressione; cessata l'azione torna, con l'aiuto di una molla, nella sua posizione iniziale (preferenziale). Quello descritto è un esempio di elemento *monostabile*.

Premendo invece l'interruttore, questo rimane nella nuova posizione assunta anche se è cessata l'azione che ha prodotto lo spostamento, a causa di un dispositivo meccanico interno, che blocca l'interruttore nella sua nuova posizione. Solo un'altra pressione e quindi un'altra azione esterna potrà riportare l'interruttore nella sua posizione iniziale. Quello descritto è un esempio di elemento *bistabile*.

Un elemento *monostabile* è quindi *privo di memoria*, viceversa un elemento *bistabile* possiede la *memorizzazione*.

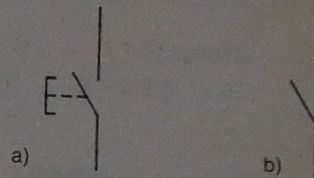


Fig. 1.3.4 -  
a) pulsante in chiusura (NO);  
b) interruttore in chiusura (NO).

### 1.3.4 - Circuiti a memoria elettromeccanica.

Nella sottounità precedente si è visto come il segnale proveniente da un pulsante è privo di memorizzazione e quindi necessita di un dispositivo supplementare per mantenere l'informazione.

Nel caso ad esempio che un pulsante SB2 debba chiudere un circuito che attivi un elettromagnete K, usualmente denominato «bobina» (tavola 1.3.1, circuito 1), è necessario inserire un elemento di memoria perché la bobina *non* venga *disattivata* una volta rilasciato il pulsante. Si ricorre quindi ad un contatto ausiliario in chiusura (NO), inserito in parallelo al pulsante e mosso meccanicamente (linea tratteggiata), dalla bobina stessa, durante la fase di pressione del pulsante SB2 (attivazione).

Osservando il circuito, anche rilasciando il pulsante SB2, la bobina rimane attivata attraverso il contatto che funge da *memoria* o, in gergo, *autoritenuta* o *autoalimentazione*; solo la pressione del pulsante SB1 permette la disattivazione della bobina ed il ritorno del contatto ausiliario nella posizione di riposo iniziale, pronto per un'altra memorizzazione.

Riassumendo, quindi, il contatto ausiliario memorizza il segnale proveniente dal pulsante di attivazione SB2 e, dal momento che il movimento meccanico è associato ad una azione elettrica, si parlerà di *memoria di tipo elettromeccanico*.

Associando ora l'*attivazione* della bobina allo stato *ON* e la *disattivazione* allo stato *OFF*, si osservino con attenzione entrambi i circuiti della tavola 1.3.1; anche nel circuito 2 alla pressione del pulsante SB2 avviene la memorizzazione del segnale come nel primo circuito, ma esiste tra i due una *sostanziale differenza*.

Nel circuito 1, se inavvertitamente si premessero contemporaneamente entrambi i pulsanti o ancora, se rimanesse «incollato» il pulsante SB2, il segnale *prioritario* sarebbe quello *OFF* ponendo in *sicurezza* il circuito. Viceversa osservando il circuito 2, nel caso succedessero gli stessi inconvenienti il segnale *ON* risulterebbe *prioritario*, lasciando il circuito in tensione.

Dal punto di vista elettrico quindi non esiste differenza, ottemperando entrambi all'azione di memorizzazione ma, considerando il fattore della sicurezza, il *circuito 1* è sicuramente il *più affidabile* nel caso, ad esempio, debba comandare un macchinario pericoloso, in armonia anche con quanto previsto dalla *Direttiva macchine CEE 89/392* che impone: «l'ordine di arresto della macchina deve essere prioritario rispetto agli ordini di avviamento».

### Ciclo automatico.

È organizzato in modo tale da *non richiedere* l'intervento dell'operatore *se non* per le operazioni di avvio e per l'eventuale posizionamento di materiale per la lavorazione. Durante il funzionamento in automatico occorre *escludere* i comandi manuali che possono operare *solo dopo* un arresto di emergenza e dopo la commutazione di un *selettore modale* di funzionamento (Direttiva macchine CEE 89/392).

Il ciclo automatico, al mancare delle condizioni di sicurezza *deve interrompersi* in modo parziale o completo a seconda del tipo di criterio operativo studiato in precedenza.

Nell'unità didattica 1.6 (esercitazioni pratiche: tavole 1.6.2 - 1.6.2A), è riportato un esempio di questo tipo di ciclo.

### Ciclo manuale.

La partenza e le fasi del ciclo operativo non devono essere possibili se non *effettuate da un operatore*. Nel caso di più macchine operanti sullo stesso ciclo, è bene raggruppare i comandi in prossimità delle singole unità operatrici.

Un esempio di ciclo manuale è rappresentato nell'unità didattica 1.6 (tavole 1.6.1 - 1.6.1A).

### Ciclo semiautomatico.

È l'insieme dei cicli precedentemente esposti: si prevede quando occorre, ad esempio, la partenza manuale di una stazione di lavoro che, a sua volta, comanda e controlla «sottocicli» autonomamente.

È doveroso per la tipologia di ogni ciclo esposto precedentemente effettuare una ulteriore classificazione in:

- *ripetitivo*: è effettuato ogni qualvolta, terminata una serie di operazioni (ciclo completo), *automaticamente* viene inizializzato un nuovo ciclo identico al precedente;
- *antiripetitivo*: è l'opposto del precedente: terminata la sequenza di operazioni (ciclo), il sistema *si blocca* in attesa di un comando per la ripresa di un nuovo identico ciclo. Nell'unità didattica 1.6 (tavola 1.6.3), ne è presentato un esempio.

## 1.3.6 - Esercizi da svolgere.

Gli esercizi proposti sono propedeutici per meglio comprendere le applicazioni presentate nelle successive unità didattiche.

Si ricorda che ogni bobina, una volta attivata, può comandare contemporaneamente più contatti ausiliari (NO o NC); uno di questi può servire all'autoritenuta della bobina stessa ed i rimanenti, all'occorrenza, per comandare, ad esempio, altre bobine.

In particolare occorre rammentare che per ovvie ragioni di collegamento meccanico, i contatti NC si *aprono* prima della *chiusura* di quelli NO, a meno che non diversamente specificato dal costruttore.

**Disegnare il diagramma di sequenza operativa e lo schema funzionale<sup>6</sup> dei cicli di comando nel seguito descritti** (si tenga presente che i pulsanti di avvio ciclo o di attivazione sono NO mentre quelli di stop ciclo o di disattivazione sono NC).

<sup>6</sup> Nel modulo n° 0, unità didattica 0.2, sono state riassunte le modalità per la corretta compilazione dei disegni richiesti.

 **Esercizio 1.3.1**

- Premendo il pulsante SB1, si attiva la bobina K1;
- premendo il pulsante SB2, si disattiva la bobina K1.

 **Esercizio 1.3.2**

- Premendo il pulsante SB1, si attivano le bobine K1 e K2;
- rilasciando SB1, dopo un tempo non prefissato, si disattiva K1;
- premendo il pulsante SB2, si disattiva K2.

 **Esercizio 1.3.3**

- Con la pressione del pulsante SB1, si attiva la bobina K1;
- premendo il pulsante SB2, si attiva la bobina K2 a condizione che K1 sia attivata;
- il pulsante SB3 attua lo stop del ciclo disattivando entrambe le bobine.

 **Esercizio 1.3.4**

- Con la pressione del pulsante SB1, si attivano le bobine K1 e K2;
- premendo il pulsante SB2, si attiva la bobina K3, a condizione che K1 e K2 siano attivate;
- l'attivazione di K3, provoca contemporaneamente la disattivazione di K1;
- il pulsante SB3 attua lo stop del ciclo disattivando tutte le bobine.

 **Esercizio 1.3.5**

- Premendo il pulsante SB1, si attiva la bobina K1;
- premendo il pulsante SB2, si attiva la bobina K2 a condizione che K1 sia attivata;
- con il pulsante SB3, si attiva la bobina K3 solamente se K1 è disattivata;
- il pulsante SB4 attua lo stop del ciclo disattivando tutte le bobine.

 **Esercizio 1.3.6**

- Con la pressione del pulsante SB1 deve essere possibile l'attivazione della bobina K1;
- la bobina K2 deve poter essere attivata, solo dopo l'attivazione di K1, premendo il pulsante SB2;
- la bobina K3 si attiva automaticamente insieme a K2;
- lo stop del ciclo è attuato premendo il pulsante SB3.

 **Esercizio 1.3.7**

- Con il pulsante SB1, si attivano le bobine K1-K2-K3;
- con il pulsante SB2, si disattivano solo K1 e K3;
- con il pulsante SB3, si disattiva K2 e si attivano nuovamente K1 e K3;
- premendo il pulsante SB4, si ottiene lo stop del ciclo, disattivando tutte le bobine.

 **Esercizio 1.3.8**

- Premendo il pulsante SB1, si attiva la bobina K1;
- con l'attivazione di K1 si devono attivare contemporaneamente le bobine K2 e K3;
- premendo il pulsante SB2, si disattiva la bobina K1;
- la bobina K3 può essere disattivata, premendo il pulsante SB3, solo se K1 è disattivata;
- la bobina K2 può essere disattivata, premendo il pulsante SB4, solo se K1 e K3 sono disattivate;
- premendo il pulsante SB5, si ottiene lo stop del ciclo, disattivando tutte le bobine.

 **Esercizio 1.3.9**

- Si predisponga un circuito in cui la bobina K1 possa venire attivata indifferentemente premendo i pulsanti SB1 o SB2 e successivamente disattivata premendo i pulsanti SB3 o SB4.