

## 1.7 Raccomandazioni per la preparazione degli schemi circuitali

A completamento di quanto indicato precedentemente, le norme forniscono una serie di suggerimenti dedicati, in particolare, agli schemi circuitali (schemi funzionali), con lo scopo di renderli il più possibile chiari e, quindi, facilmente interpretabili.

### 1) Scopo di uno schema circuitale

Uno schema circuitale deve illustrare il funzionamento dell'apparecchio o di una parte di esso con l'ausilio, se necessario, di documenti complementari, come diagrammi e tabelle, fornire le basi per la preparazione di altri schemi e/o tabelle di collegamento appropriati alle esigenze di sviluppo esecutivo e, infine, facilitare l'esecuzione delle prove e la localizzazione dei guasti. Possono essere richiesti documenti supplementari come manuali, schemi o tabelle di collegamento o schemi topografici.

### 2) Contenuto di uno schema circuitale

Uno schema circuitale deve rappresentare, a mezzo di segni grafici, i collegamenti elettrici e le funzioni di uno specifico circuito senza tenere conto della reale forma fisica, delle dimensioni e dell'ubicazione degli elementi rappresentati. Un tale schema permette di analizzare con facilità un circuito nel suo ruolo funzionale.

### 3) Struttura dello schema

Gli schemi circuitali possono essere realizzati avvalendosi dei seguenti modi di rappresentazione:

- rappresentazione raggrupata;
- rappresentazione semiraggrupata;
- rappresentazione distribuita.

Con la **rappresentazione raggrupata**, tutti gli elementi che compongono un determinato apparecchio (bobine, contatti, attuatori di comando) figurano uniti fra loro.

I relativi collegamenti, quindi, dovranno essere tracciati sullo schema seguendo la posizione dei contatti da collegare, spesso tipograficamente distanti fra loro.

Questo metodo può essere usato solo per schemi molto semplici, altrimenti diventa difficilmente leggibile.

La **rappresentazione semiraggrupata** consente di spostare la posizione dei contatti in modo da semplificare il tracciamento dei collegamenti, mantenendo però l'indicazione delle connessioni meccaniche fra le varie parti dell'apparecchio, evitando possibilmente di piegare o ramificare le connessioni stesse.

La **rappresentazione distribuita** ha lo scopo di evidenziare le varie funzioni, semplificando il tracciamento dei collegamenti.

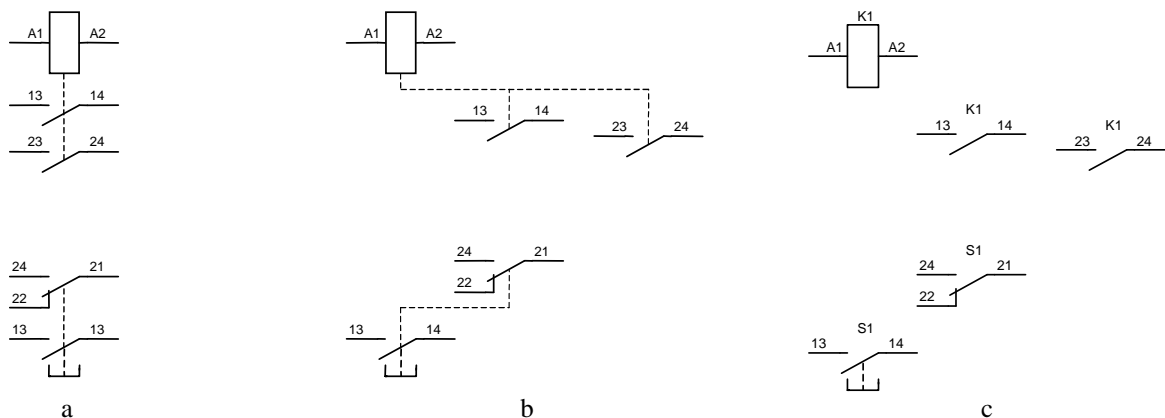
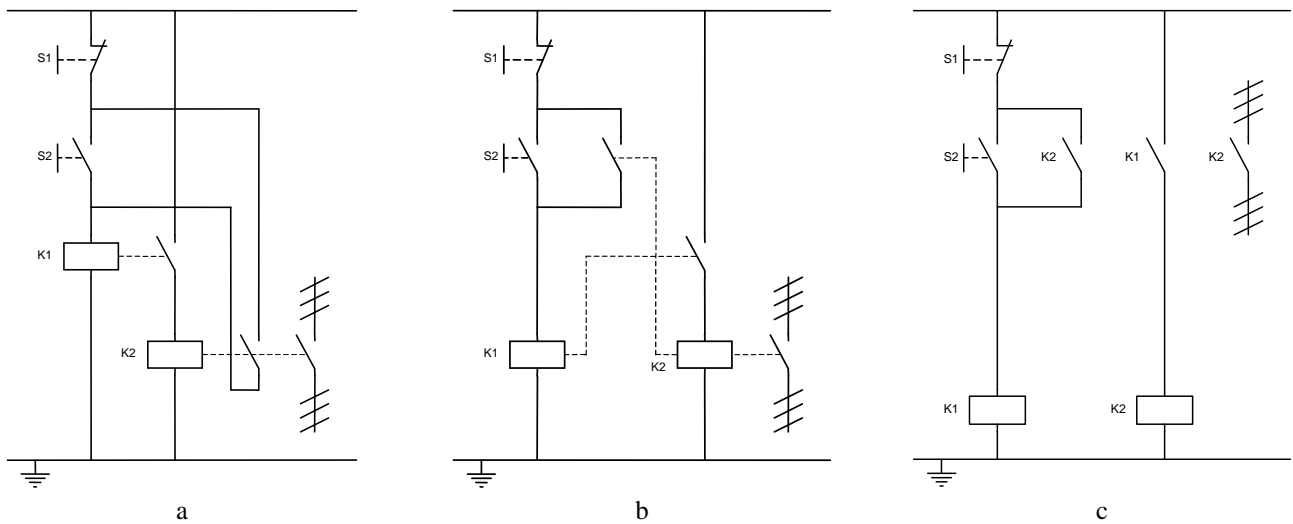


Fig. 1.29 - Esempi di segni grafici con rappresentazione: a) Riunita - b) Semiraggrupata - c) Distribuita.



**Fig. 1.30** - Esempi di schemi circuitali con rappresentazione: a) Raggrupata - b) Semiraggruppata - c) Distribuita.

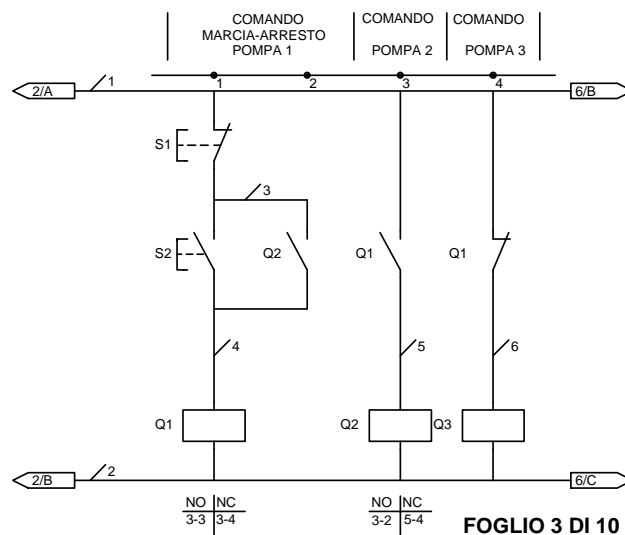
Pertanto i vari elementi di un apparecchio sono separati fra loro e disposti sullo schema nella posizione più comoda dal punto di vista funzionale.

In questo caso, però, è utile riassumere, in un grafico a parte o in una tabella, i vari elementi dell'apparecchio, indicando il punto di cablaggio dove sono impiegati.

Per esempio, i conduttori e i morsetti dell'apparecchio possono essere individuati in diversi modi, come indicato dalla norma CEI 16-1; per quanto riguarda l'individuazione dei componenti si veda la norma CEI 3-47.

Con l'uso della rappresentazione distribuita diventa indispensabile utilizzare un metodo per la ricerca dei segni grafici, in particolare se lo schema è composto da numerosi fogli.

Esistono diversi metodi per la ricerca dei segni grafici: oltre a quello alfanumerico, visto nel paragrafo precedente, è possibile suddividere lo schema verticalmente in diverse zone (utilizzando un certo numero di riferimenti); sarà poi possibile individuare uno specifico segno grafico indicando il numero del foglio e il riferimento.

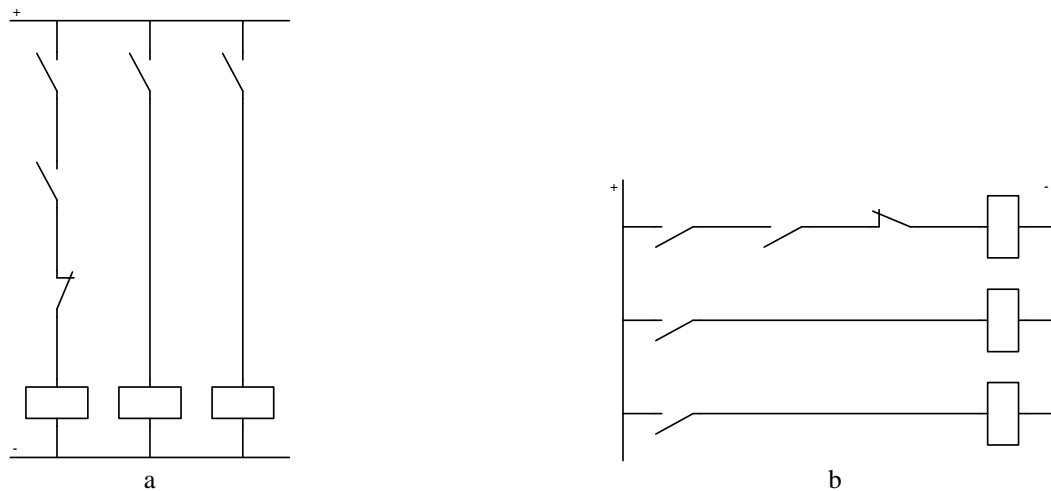


**Fig. 1.31** - Esempio di metodo per la ricerca dei segni dei vari componenti e dei conduttori in uno schema circuitale composto da 10 fogli (nell'esempio è presentato il numero 3): il conduttore 1 viene dal foglio 2, riferimento A, e va al foglio 6, riferimento B; stesso procedimento per individuare il conduttore 2. Un ragionamento simile si applica anche al contattore Q1, il quale ha due contatti: l'uno normalmente aperto (NO) nel foglio 3, riferimento 3, l'altro normalmente chiuso (NC) sempre nel foglio 3, riferimento 4. Un discorso analogo vale anche per il contattore Q2, che ha un contatto NC nel foglio 5, riferimento 4 e un contatto NO nel foglio 3, riferimento 2.

#### 4) Disposizione di uno schema circuitale

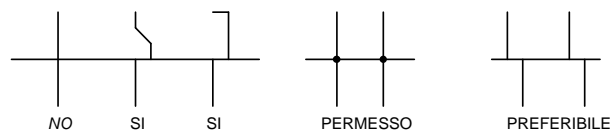
Nella preparazione di uno schema circuitale, è essenziale adottare una disposizione chiara che permetta una agevole comprensione.

Le linee che rappresentano i conduttori devono essere rettilinee e presentare il minor numero di incroci e cambiamenti di direzione. È preferibile che i singoli circuiti siano disposti in verticale o in orizzontale.



**Fig. 1.32** - Disposizione degli schemi circuitali: a) Verticale - b) Orizzontale.

Le derivazioni a T sono rappresentate senza punto, in accordo con le norme IEC; è comunque possibile la rappresentazione con un punto. Il metodo scelto, però, deve essere applicato in maniera omogenea in ogni singolo schema o gruppo di schemi.



**Fig. 1.33** - Esempi di incroci con collegamento.

### 5) Raggruppamento per funzione

Si raccomanda di raggruppare i segni grafici degli elementi corrispondenti ad una funzione fondamentale, anche se non facenti parte della stessa unità costruttiva.

Quando è possibile, i gruppi funzionali e gli altri elementi devono essere disposti in modo che la sequenza delle operazioni o il flusso dei segnali sia evidenziato chiaramente.

I circuiti sono rappresentati preferibilmente in modo che questa sequenza proceda da sinistra verso destra o dall'alto verso il basso.

Nella rappresentazione dei circuiti, è opportuno adottare anche accorgimenti di ordine estetico per migliorare la chiarezza negli schemi.

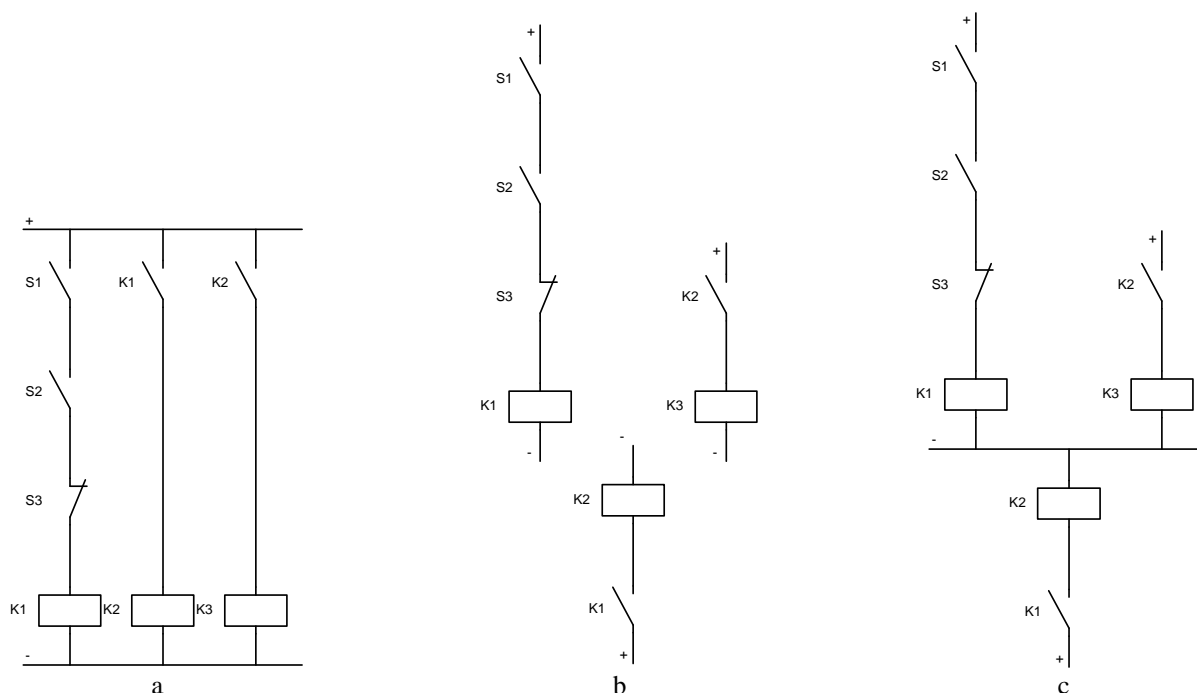
La disposizione dello schema deve facilitare l'esecuzione delle prove e la localizzazione dei guasti. Devono perciò essere scritte spiegazioni essenziali alla comprensione delle sequenze e le sigle di identificazione di ciascun segno grafico devono essere poste accanto al segno, alla sua destra se il numero del filo è scritto a sinistra, o viceversa.

Ciascuna parte di un medesimo apparecchio deve avere la stessa sigla di identificazione, in modo che appaia senza ambiguità l'appartenenza a un determinato apparecchio di tutte le parti che lo costituiscono (per esempio, se la sigla di un relè è K3, la bobina e i suoi contatti devono avere la sigla K3).

### 6) Rappresentazione delle alimentazioni

Le alimentazioni possono essere rappresentate a mezzo di:

- linee (fig. 1.34a);
- simboli come +, - (fig. 1.34b);
- una combinazione di quanto visto precedentemente (fig. 1.34c).



**Fig. 1.34 - Esempi di rappresentazione delle alimentazioni:** a) Con linee parallele - b) Con segni positivo e negativo - c) Con linee e segni.

La disposizione dei circuiti in corrente continua (DC) o alternata monofase (AC) è resa più chiara posizionando i circuiti tra le linee di alimentazione.

Nei circuiti polifase, tutti i conduttori di alimentazione possono essere rappresentati insieme su un solo lato del circuito sopra e/o sotto di esso.

I segni grafici dei conduttori dei sistemi trifase sono preferibilmente rappresentati secondo l'ordine convenzionale delle fasi, partendo dall'alto o dalla sinistra dello schema.

Il conduttore neutro deve essere rappresentato in basso o alla destra dei conduttori di fase.

### 7) Rappresentazione dei circuiti principali

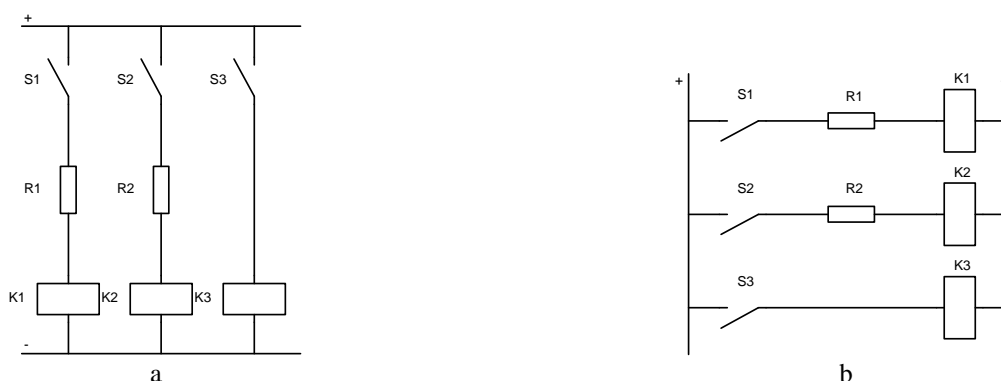
Nello schema di un'apparecchiatura di comando di un impianto, i circuiti principali di potenza devono essere rappresentati in modo tale che siano utili allo studio del funzionamento dell'apparecchiatura di comando stessa.

Sovente è sufficiente una rappresentazione unifilare di tutto il circuito o di una parte di esso.

In certi casi, comunque, può essere necessario usare la rappresentazione multifilare, per esempio per mostrare particolari collegamenti di alcune apparecchiature.

### 8) Allineamento di apparecchiature simili

Mentre nei circuiti disposti in verticale, è preferibile che gli elementi simili (contatti, resistenze, bobine di relè, ecc.) siano rappresentati allineati orizzontalmente, nei circuiti disposti in orizzontale, gli elementi simili sono rappresentati allineati verticalmente.



**Fig. 1.35 - Allineamento degli elementi nello schema:** a) Allineamento orizzontale - b) Allineamento verticale.

Le derivazioni verticali devono essere possibilmente equidistanti tra loro, mentre le bobine dei relè e i contatti devono essere allineati orizzontalmente, in modo da raggiungere una certa regolarità nel disegno e rendere più agevole la lettura dello schema elettrico.

### 9) Connessione degli elementi legati funzionalmente

Le connessioni tra elementi legati funzionalmente devono essere corte in modo che sia chiara la relazione funzionale che esiste tra di essi.

Due circuiti di eguale importanza devono essere disposti simmetricamente rispetto al circuito da cui derivano.



**Fig. 1.36** - Rappresentazione di elementi legati funzionalmente: a) Esempio di relazione funzionale (gruppo RC in parallelo ad un contatto) - b) Esempio di pari importanza dei componenti.

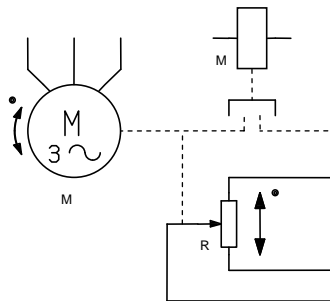
### 10) Linee di connessione

Nella preparazione degli schemi circuitali, devono essere evitate linee di connessione lunghe tra gli elementi del circuito.

Le linee di connessione devono riportare le informazioni essenziali sui collegamenti.

Lo schema, invece, deve fornire le basi per la preparazione delle morsettiere e di altri documenti necessari per lo sviluppo esecutivo dell'impianto.

Quando elementi meccanici sono funzionalmente collegati con organi elettrici, occorre rappresentare i collegamenti meccanici corrispondenti.



**Fig. 1.37** - Rappresentazione di collegamenti meccanici.

### 11) Rappresentazione dei contatti

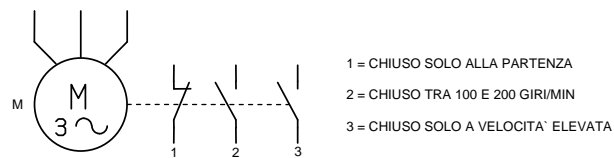
La rappresentazione dei contatti richiede particolare attenzione, specialmente quando il loro azionamento è vincolato a ritardi o alla variazione di funzioni esterne.

La norma precisa raccomanda, quando possibile, di disporre in maniera uniforme i segni grafici dei contatti di relè, contattori, ecc. Tuttavia, quando si usa la rappresentazione distribuita in circuiti con disposizione complicata dei contatti, è preferibile un'esecuzione chiara e senza incroci del circuito rispetto a una disposizione uniforme dei segni grafici.

Tutti i segni grafici dei contatti uniti dal segno grafico di collegamento meccanico devono essere rappresentati disposti nel medesimo senso di movimento, determinato dall'azione dell'organo di comando.

Per i contatti che non sono azionati elettricamente o manualmente, le condizioni di funzionamento devono essere evidenziate nello schema e il segno grafico del contatto deve essere rappresentato in modo coerente con il suo modo di operare.

Le norme raccomandano di riportare vicino a un segno grafico un altro segno che rappresenti l'organo di comando (tab. 3, norma CEI 3-33) oppure una nota, un riferimento o una tabella che possano essere utili per capire il funzionamento dei contatti.



**Fig. 1.38** - Esempi di descrizione del funzionamento dei contatti (caso di un interruttore centrifugo).

In ogni caso, i contatti dei relè devono essere rappresentati nella condizione di **bobina non alimentata**, mentre i contatti dei finecorsa nella condizione di finecorsa **non azionato**.

### 12) Incroci e derivazioni

Si presume che due linee che si incrociano sullo schema rappresentino due conduttori non collegati fra loro, a meno che la connessione non sia indicata a mezzo di un punto. Pertanto, nell'esempio di fig. 1.39a, le due linee rappresentano conduttori collegati fra loro, mentre non lo sono nel caso della fig. 1.39b.

Quando una linea si diparte da un'altra, le due linee indicano due conduttori collegati fra loro e non è obbligatorio l'uso del punto per indicare la connessione: nell'esempio della fig. 1.39c, le tre linee rappresentano conduttori collegati fra loro. Per evitare equivoci, il cambiamento di direzione di una linea non deve avvenire in corrispondenza di un incrocio, come indica correttamente l'esempio della fig. 1.39d, che mostra due conduttori non collegati fra loro.



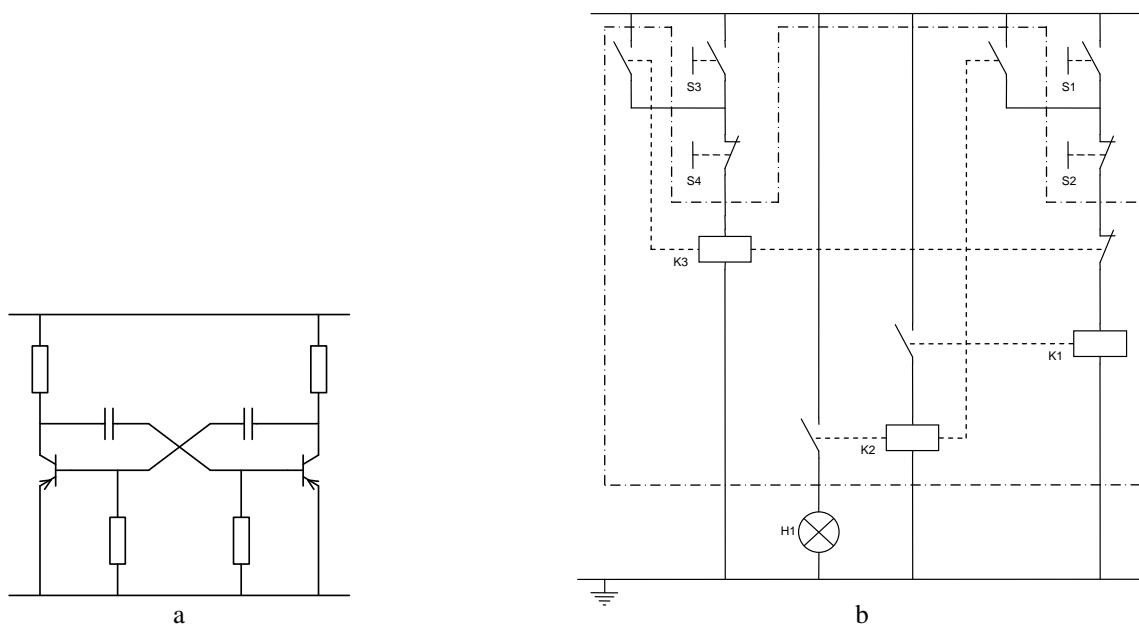
**Fig. 1.39** - Esempi di incroci e derivazioni: a) Incrocio con collegamento - b) Incrocio senza collegamento - c) Derivazioni - d) Incrocio con cambiamento di direzione (senza collegamento).

È preferibile che le linee rappresentanti conduttori collegati fra loro siano perpendicolari: un incrocio obliquo può essere utilizzato per collegare due elementi simmetrici, come indica l'esempio di fig. 1.40a.

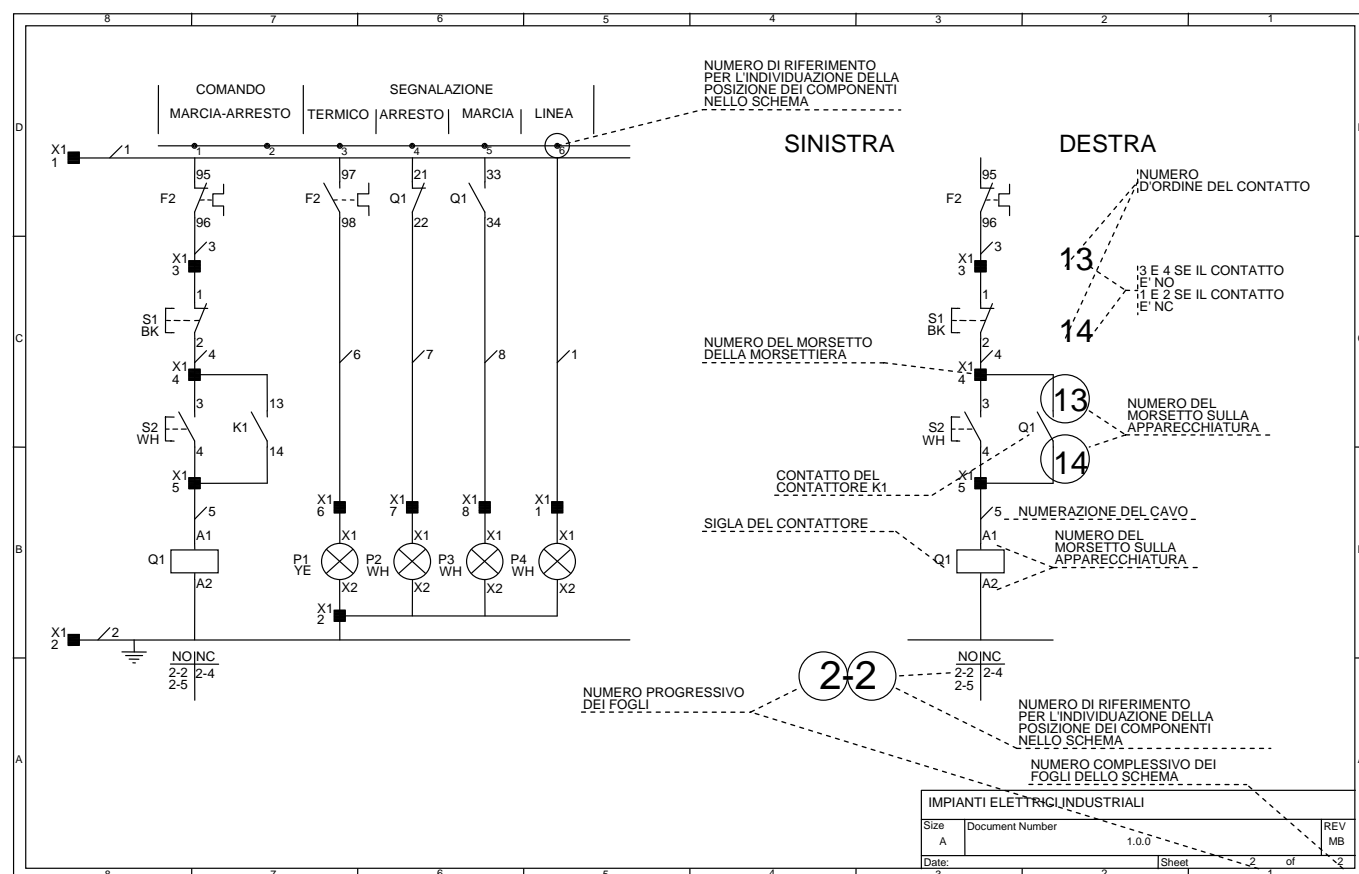
### 13) Delimitazione di insiemi o unità funzionali

Se si desidera indicare su uno schema che una parte di esso costituisce un insieme o un'unità funzionale (gruppi di apparecchiature, relè, ecc.), si ricorre a linee e tratti come nella fig. 1.40b.

La disposizione dello schema deve conservare la massima chiarezza anche se la linea di delimitazione ha un percorso irregolare.



**Fig. 1.40** - a) Esempio dell'impiego di linee oblique per collegare elementi simmetrici - b) Esempio di delimitazione di un sottoinsieme a mezzo di linea a tratti.



**Fig. 1.41 - Esempio di schema di funzione.**

Di particolare importanza per la preparazione dei documenti utilizzati in elettrotecnica è la norma CEI 3-36, identica alla norma europea EN 61082-1 e alla norma internazionale IEC 61082-1.

Tale norma fornisce le regole generali e le linee guida per la presentazione di informazioni nei documenti e le regole specifiche per diagrammi, disegni (schemi elettrici) e tabelle utilizzati in elettrotecnica.

La norma riporta molti esempi di documenti realizzati secondo i principi sopra indicati; per un ulteriore approfondimento si rinvia al testo integrale della norma stessa.