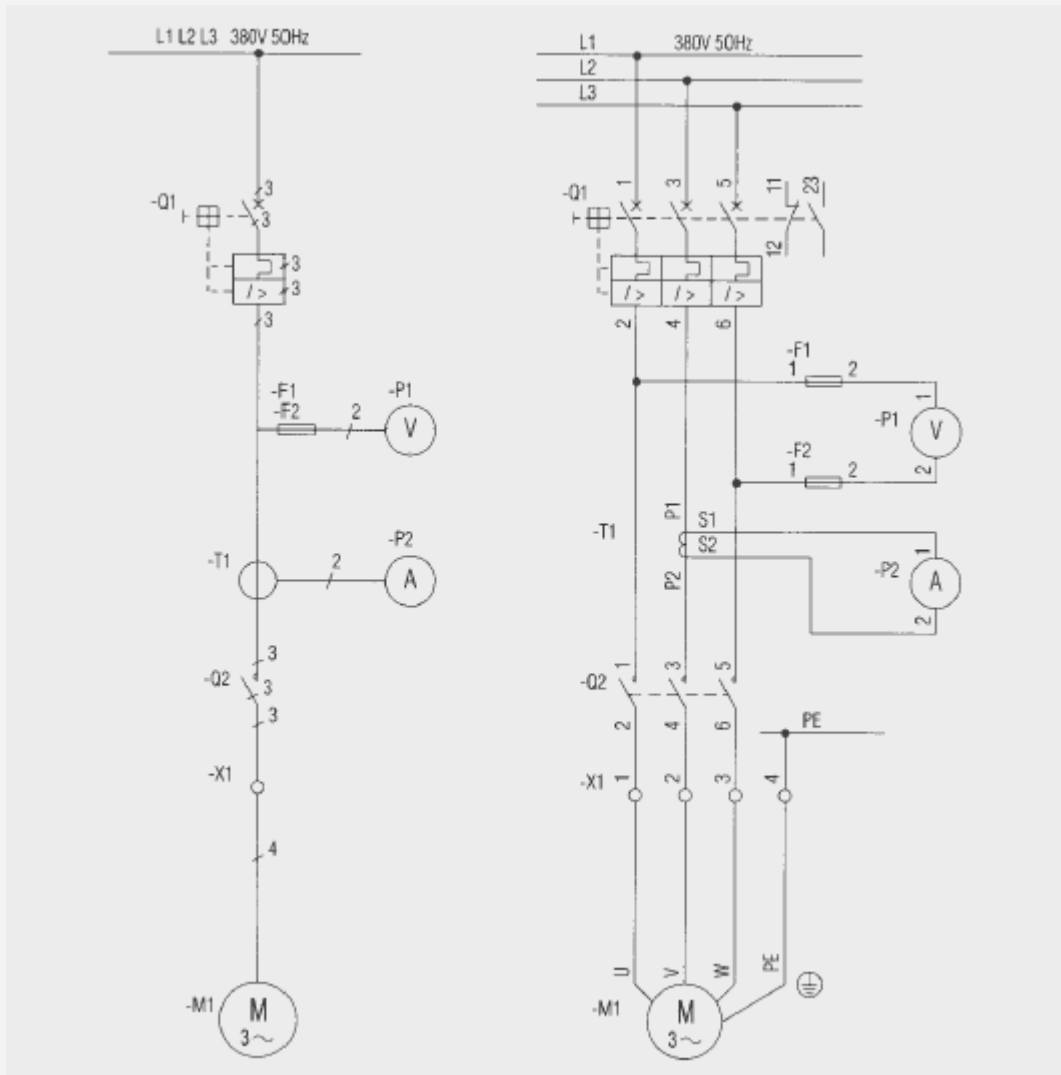


# AZIONAMENTI E MACCHINE ELETTRICHE

*Prof. Masiello Luigi*



## Enti normativi nazionali ed internazionali

	INTERNAZIONALE	EUROPEO	ITALIANO
ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA	IEC	CENELEC	CEI
TELECOMUNICAZIONI	ITU	ETSI	CONCIT
ALTRI SETTORI	ISO	CEN	UNI

## **CEI Comitato Elettrotecnico Italiano**

Costituito nel 1909, il CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano è l'ente con personalità giuridica formalmente riconosciuto dallo Stato Italiano e dalla Comunità Europea, incaricato della normazione e dell'unificazione dei settori elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni.

Il CEI è rappresentante italiano nei principali organismi di normazione e certificazione internazionali: IEC, CENELEC, IECQ, IECEE, CIGRE, AVERE ed ETSI.

Scopo del CEI è la promozione e la diffusione della sicurezza e della cultura tecnica attraverso attività normative e prenormative a livello nazionale ed internazionale che includono, oltre alla redazione delle norme e al recepimento delle Direttive Comunitarie, azioni di coordinamento, ricerca, sviluppo, comunicazione e informazione.

Le Norme tecniche pubblicate dal CEI stabiliscono i requisiti fondamentali che devono avere materiali, macchine, apparecchiature, processi, impianti e sistemi per rispondere alla regola della buona tecnica, definendo le caratteristiche, le condizioni di sicurezza, di affidabilità, di qualità ed i metodi di prova per garantire la loro rispondenza alla regola dell'arte prescritta dalle leggi italiane n. 186/68 e n. 46/90.

Il CEI pubblica i seguenti tipi di documenti tecnici:

- Documenti normativi di origine Nazionale (Norme CEI, Norme CEI Sperimentali, Guide CEI, Fogli di interpretazione, Varianti, Errata Corrige, Tabelle CEI-UNEL);
- Documenti normativi di origine Europea (Norme armonizzate, norme CEI EN, Norme Sperimentali CEI ENV, Norme CEI di recepimento di documenti HD, Norme CECC, Norme e altri documenti normativi ETSI, Regole Tecniche CTR);

# SEGNI GRAFICI

## 2. SEGNI GRAFICI

### 2.1. GENERALITÀ

I segni grafici da utilizzare in elettrotecnica sono codificati dal Comitato Tecnico 3 dell'IEC ed adottati dal CENELEC e dal CEI. Esiste una vasta raccolta di segni raggruppati per scopi specifici che risolvono la stragrande maggioranza delle necessità impiantistiche.

In alcuni casi particolari (apparecchiature di recente concezione o di utilizzo non esteso) non è possibile individuare simboli adeguati; in tali casi possono essere creati nuovi simboli il cui significato deve però essere spiegato in una legenda allegata al disegno nel quale sono utilizzati. I "simboli di maggiore interesse", alcuni dei quali sono qui di seguito riprodotti, sono elencati nelle pubblicazioni:








- CEI EN 60617-3 (CEI 3-15): Conduttori e dispositivi di connessione
- CEI EN 60617-7 (CEI 3-19): Apparecchiature e dispositivi comando e protezione
- CEI EN 60617-8 (CEI 3-20): Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione
- CEI EN 60617-11 (CEI 3-23): Schemi e piani di installazione architettonici e topografici

Nei singoli volumi della collana sono evidenziati di volta in volta gli specifici simboli di maggior interesse.

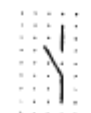

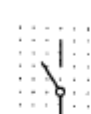
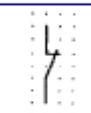


I segni grafici distintivi Tab. 2.2/1 vengono aggiunti singolarmente o in combinazione ai simboli elementari dei contatti riportati di seguito, per descrivere i vari tipi di apparecchi di manovra e di comando.

## 2.2. SIMBOLI

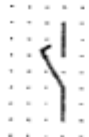
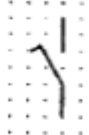
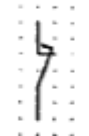
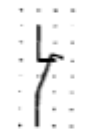
Tab. 2.2/1 Segni grafici distintivi (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Funzione di contattore
	Funzione di interruttore di potenza
	Funzione di sezionatore
	Funzione di interruttore di manovra – sezionatore
	Funzione di apertura automatica provocata da un relè o da uno sganciatore incorporato
	Funzione di ritorno automatico (ad esempio provocata da una molla)
	Funzione di ritorno non automatico o di posizione mantenuta

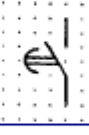
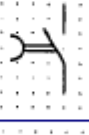
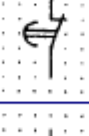
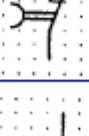
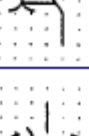
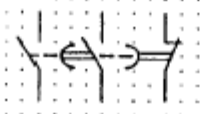
Tab. 2.2/2 Contatti a due o tre posizioni (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura. Un piccolo cerchio annerito o no può essere aggiunto nel punto di articolazione per migliorare la comprensibilità del simbolo. L'attuazione del contatto è convenzionalmente un movimento in senso orario 
	
	Contatto di apertura
	Contatto di scambio
	Contatto a due vie, con posizione centrale di apertura



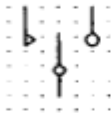
**Tab. 2.2/3** Contatti a funzionamento anticipato e ritardato

Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura anticipato
	Contatto di chiusura ritardato
	Contatto di apertura ritardato
	Contatto di apertura anticipato

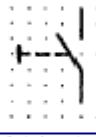
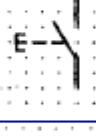
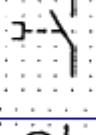
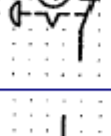

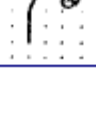
**Tab. 2.2/4** Contatti a ritardo intenzionale

Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura, ritardato alla chiusura
	Contatto di chiusura, ritardato all'apertura
	Contatto di apertura, ritardato alla chiusura
	Contatto di apertura, ritardato all'apertura
	Contatto di chiusura, ritardato sia all'apertura che alla chiusura
	Esempio: Insieme di contatti con un contatto di chiusura non ritardato, un contatto di chiusura ritardato all'apertura, e un contatto di apertura ritardato all'apertura.

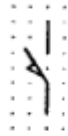
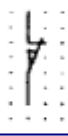
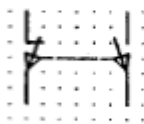
Tab. 2.2/5 Contatti a ritorno automatico e a posizione mantenuta

Segno grafico	Descrizione
	Contatto in chiusura a ritorno automatico
	Contatto in chiusura a posizione mantenuta
	Contatto a due vie e tre posizioni con posizione centrale di interruzione, a ritorno automatico per la posizione di sinistra e a posizione mantenuta per la posizione di destra

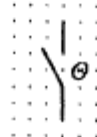

Tab. 2.2/6 Ausiliari di comando unipolari (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura con comando manuale
	Contatto di chiusura, con comando a pulsante e ritorno automatico
	Contatto di chiusura con comando a tirante e ritorno automatico
	Contatto di apertura con comando di arresto di emergenza
	Contatto in chiusura sensibile alla temperatura. Può essere utilizzato per indicare un termostato
	Contatto di apertura, sensibile alla temperatura

Tab. 2.2/7 Ausiliari di posizione (CEI 3-19)



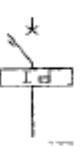




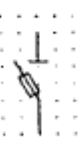
Segno grafico	Descrizione
	Contatto di posizione di chiusura (fine corsa)
	Contatto di posizione di apertura (fine corsa)
	Contatto di posizione (fine corsa) a due circuiti separati, azionato nei due sensi

Tab. 2.2/8 Contatti funzionanti per effetto della temperatura (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Contatto di chiusura, sensibile alla temperatura (il simbolo $\Theta$ può essere sostituito dal valore della temperatura di funzionamento) Il simbolo è utilizzabile per termostati
	Contatto di apertura, sensibile alla temperatura



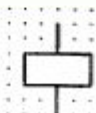
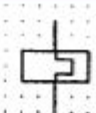
Tab. 2.2/9 Apparecchi di manovra e comando (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Interruttore di apertura automatica determinata da un relè o sganciatore incorporato non meglio specificato
	Interruttore automatico magnetotermico (simbolo non unificato)
	Interruttore automatico differenziale (simbolo non unificato)
	Interruttore automatico di potenza
	Interruttore automatico sezionatore
	Fusibile
	Interruttore di manovra con fusibile incorporato
	Sezionatore con fusibile incorporato

Tab. 2.2/10 Aviatori motori (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Aviatore per motore
	Aviatore diretto mediante contattore (a piena tensione) per due sensi di marcia
	Aviatore stella-triangolo

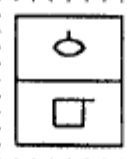

Tab. 2.2/11 Dispositivi di comando (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Bobina di un relé
	Dispositivo di comando di un relé termico

Tab. 2.2/12 Esempi di relé di misura (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Relé a mancanza di tensione
	Relé di massima corrente ad azione ritardata
	Relé di massima corrente con due elementi di corrente con campo di aggiustamento da 5A a 10A.

Tab. 2.2/13 Dispositivi vari (CEI 3-19)

Segno grafico	Descrizione
	Relé Buchholz (a sviluppo di gas)
	Dispositivo di richiusura automatica

Tab. 2.2/14 Strumenti di misura e dispositivi di segnalazione

Segno grafico	Descrizione
	Strumento indicatore <sup>1</sup>
	Strumento registratore <sup>1</sup>
	Strumento integratore: (ad esempio contatore d'energia elettrica) <sup>1</sup>

- 
1. L'asterisco \* rappresentato all'interno del simbolo grafico deve essere sostituito da:
- simbolo letterale della UNITÀ della grandezza misurata es. V= volt, mA= milliampere
  - o del simbolo grafico della GRANDEZZA misurata es.:  $\cos \varphi$


Tab. 2.2/15 Esempi di strumenti indicatori (CEI 3-20)

Segno grafico	Descrizione
	Voltnmetro
	Indicatore di massima potenza attiva comandato da un contatore d'energia
	Cosfmetro Indicatore del fattore di potenza
	Frequenzimetro
	Oscilloscopio
	Galvanometro
	Termometro o pirometro


Tab. 2.2/16 Esempi di strumenti registratori (CEI 3-20)

Segno grafico	Descrizione
	Wattmetro registratore
	Registratore di temperatura

Tab. 2.2/17 Esempi di strumenti integratori (Contatori) (CEI 3-20)

Segno grafico	Descrizione
	Contatore di energia attiva Wattometro

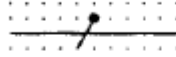
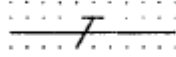
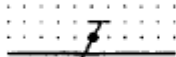
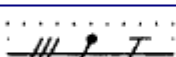


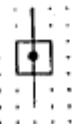
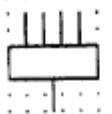

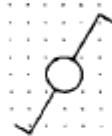
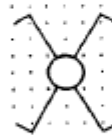


**Tab. 2.2/18** Lampade e dispositivi di segnalazione (CEI 3-20)

Segno grafico	Descrizione
	Lampada o lampada di segnalazione
	Lampada di segnalazione lampeggiante
	Tromba elettrica
	Suoneria, campanello
	Sirena
	Ronzatore





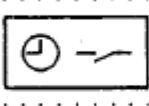

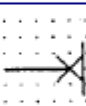





**Tab. 2.2/19** Linee (CEI 3-23)

Segno grafico	Descrizione
	Linea sotterranea
	Linea aerea
	Linea in canalizzazione
	Tubo protettivo incassato (simbolo non unificato)


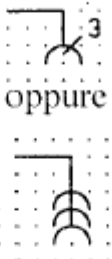
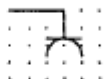
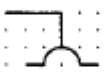
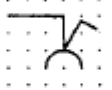
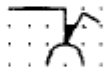




Tab. 2.2/20 Indicazione di conduttori (CEI 3-23)

Segno grafico	Descrizione
	Conduttore
	Conduttore di protezione
	Conduttore di neutro avente anche funzione di conduttore di protezione
	Conduttore trifase con conduttore di neutro e conduttore di protezione
	Scatola, segno grafico generale
	Scatola o cassetta di connessione o di derivazione
	Cassetta di allacciamento d'utente (Il segno è rappresentato con la conduttura)
	Quadro di distribuzione (Il segno è rappresentato con cinque condutture)
	Commutatore unipolare
	Deviatore unipolare
	Invertitore
	Variatore d'intensità luminosa (Dimmer)
	Interruttore unipolare a tirante

Tab. 2.2/20 *Continua*




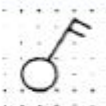
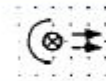



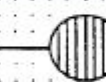
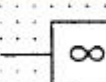
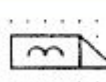
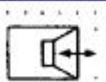
Segno grafico	Descrizione
	Pulsante
	Pulsante luminoso
	Pulsante protetto dal funzionamento accidentale, con coperchio in vetro da rompere
	Temporizzatore (Timer)
	Interruttore orario (Programmatore)
	Punto luce Il segno è rappresentato al termine della condotta
	Punto luce a parete Il segno è rappresentato con la condotta proveniente da sinistra
	Lampada
	Apparecchio d'illuminazione ad un tubo fluorescente
	Apparecchio d'illuminazione a tre tubi fluorescenti
	Esempio di apparecchio d'illuminazione a cinque tubi fluorescenti
	Proiettore

Tab. 2.2/21 Segni per l'installazione architettonica: Prese a spina (CEI 3-23)

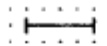
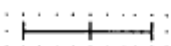
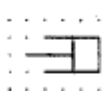


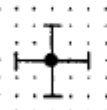
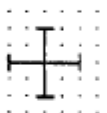
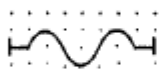
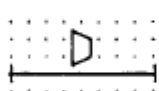

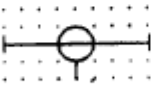
Segno grafico	Descrizione
	<p>Presa - Segno grafico generale</p>
 <p>oppure</p>	<p>Presa multipla Il segno è rappresentato con tre uscite</p>
	<p>Presa con contatto per conduttore di protezione</p>
	<p>Presa con schermo interno</p>
	<p>Presa con interruttore unipolare</p>
	<p>Presa con interruttore unipolare interbloccato</p>
	<p>Presa con trasformatore d'isolamento. Presa rasoio</p>
	<p>Presa per telecomunicazione Il simbolo può essere completato da sigle IEC/ISO quali: TP = Telefono, FX = Fax, M = Microfono,   = Altoparlante, FM = Modulazione di frequenza,   TV = Televisione.</p>



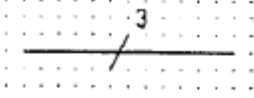
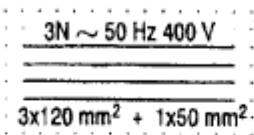
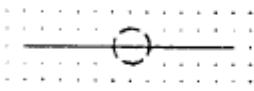
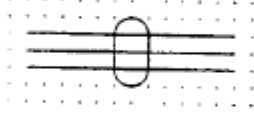
Tab. 2.2/22 Segni per l'installazione architettonica: Interruttori (CEI 3-23)

Segno grafico	Descrizione
	Interruttore
	Interruttore con lampadina
	Interruttore unipolare a tempo di chiusura limitato
	Interruttore bipolare
	Proiettore a fascia stretta
	Proiettore a fascia larga
	Apparecchio di illuminazione di sicurezza su circuito speciale
	Apparecchio autonomo di illuminazione di sicurezza (blocco con alimentatore e batteria)
	Scaldacqua. Il simbolo è rappresentato al termine di una condotta elettrica
	Ventilatore. Il simbolo è rappresentato al termine di una condotta elettrica
	Serratura elettrica
	Interfono, citofono





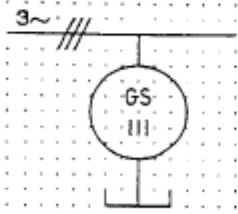
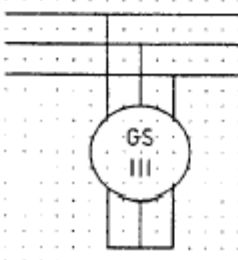
Tab. 2.2/23 Canalizzazioni prefabbricate

Segno grafico	Descrizione
	Elemento dritto di canale prefabbricato
	Esempio: due elementi dritti di canale assemblati
	Chiusura d'estremità
	Gomito
	Connessione a T
	Connessione a quattro vie
	Incrocio di due canalizzazioni senza connessione
	Elemento flessibile
	Elemento di riduzione
	Elemento con scatola per apparecchiature. L'asterisco deve essere sostituito dalla designazione
	Elemento dritto con derivazione fissa (verso il basso)


Tab. 2.2/24 Conduttori e dispositivi di connessione (CEI 3-15)

Segno grafico	Descrizione
<p>oppure</p> 	Esempio: 3 conduttori
	Esempio: Circuito trifase 50 Hz 400 V tre conduttori da 120 mm <sup>2</sup> , con neutro da 50 mm <sup>2</sup> 3N può essere sostituito da 3+N
	Conduttore schermato
	Conduttori in cavo, esempio di 3 conduttori






Tab. 2.2/25 Derivazioni, morsetti, collegamenti (CEI 3-15)

Segno grafico	Descrizione
	Derivazione - Punto di connessione
	Morsetto
	Connessione a T
	Doppia connessione di conduttori
	Alternatore trifase
	Alternatore trifase sincrono in rappresentazione multifilare

Tab. 2.2/26 Dispositivi di connessione (CEI 3-15)

Segno grafico	Descrizione
	Presca
	Spina
	Presca a spina
	Presca a spina tripolare in rappresentazione unifilare

Tab. 2.2/27 Segni grafici di terra

Segno grafico	Descrizione
	Terra Segno generale (E)
	Terra senza rumore (TE)
	Terra di protezione
	Equipotenzialità
	Anodo di protezione, ad es. al magnesio

# SCHEMI ELETTRICI

### 3. SCHEMI

#### 3.1. GENERALITÀ

Nell'ambito dell'attività impiantistica e della sua documentazione, lo schema ha una funzione essenziale, quale strumento destinato alla rappresentazione dei diversi collegamenti che consentono ai componenti elettrici di operare.

Esistono diversi tipi di schema, a seconda delle finalità che il progettista si pone; nel seguito viene fornita una panoramica.

Lo *schema elettrico* è la rappresentazione grafica realizzata mediante l'uso di segni grafici, con blocchi di identificazione ed annotazioni riferite ai componenti di un impianto.

Oltre che per la realizzazione dell'impianto stesso, lo schema viene utilizzato in fase di esecuzione, manutenzione e di prova, per cui deve essere completo di tutte le nozioni ed informazioni necessarie allo scopo.

La rappresentazione di un circuito può essere di tipo:

- *unifilare*: due o più conduttori vengono rappresentati da una sola linea, e i segni grafici forniscono l'indicazione del numero di conduttori presenti in ogni linea e delle loro connessioni (fig. 3.1/1-(a));
- *multifilare*: è la vera rappresentazione completa di un circuito elettrico (fig. 3.1/1-(b)).

Nell'ambito dei circuiti costitutivi l'apparecchiatura o l'impianto, si possono inoltre distinguere:

- *circuiti di potenza*: circuiti il cui compito è alimentare gli organi di potenza (fig. 3.1/2 (a) e (b));
- *circuiti ausiliari*: circuiti che alimentano bobine di comando (contattori, relé, ecc.) e che servono a provocare manovre e/o segnalazioni (fig. 3.1/3).

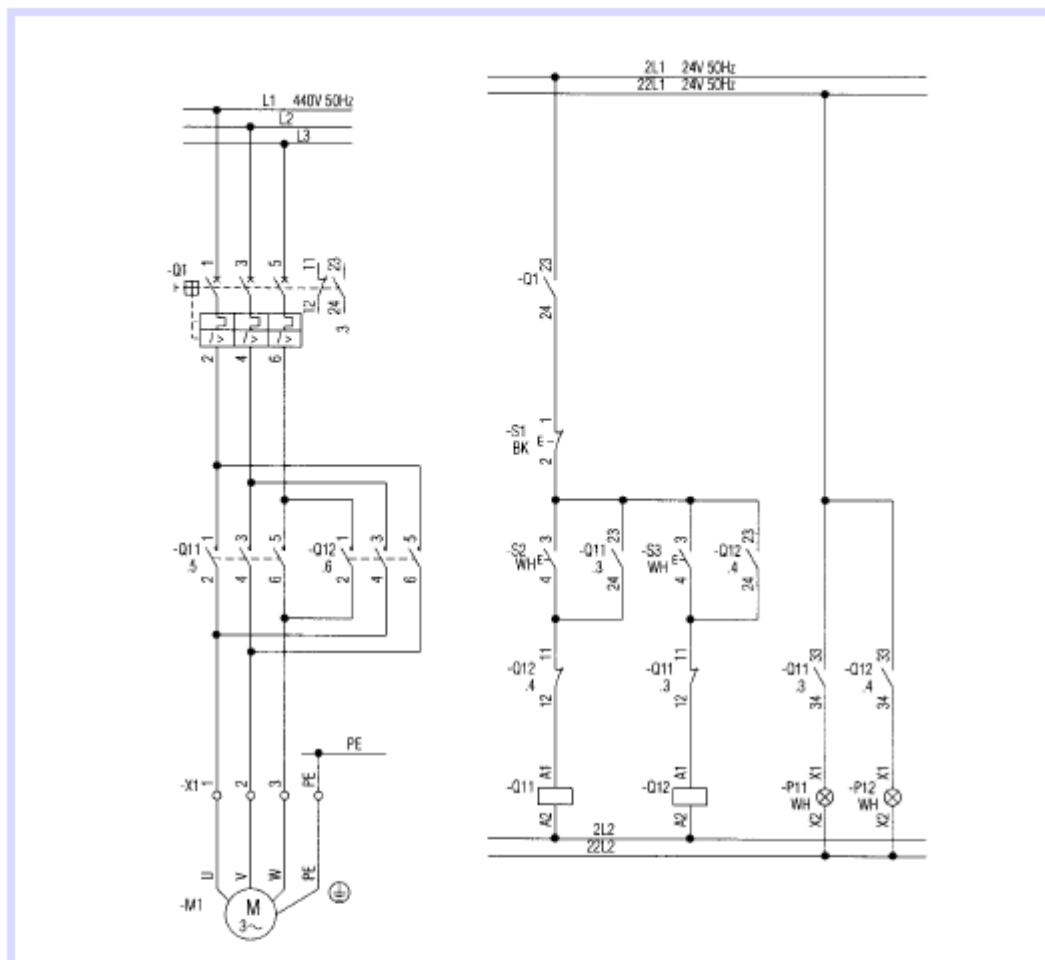


Fig. 3.1/3 Schema di circuito trifilare e funzionale

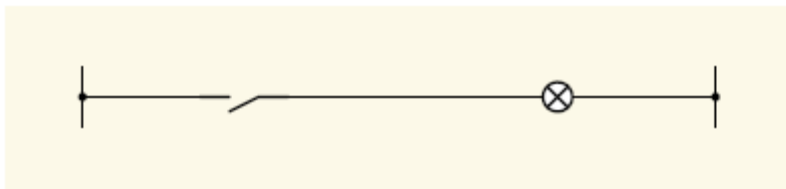
### 3.2 TIPI DI SCHEMI

Esistono inoltre le seguenti tipologie di schema:

- *schema funzionale*: schemi dove sono facilmente riconoscibili le correlazioni funzionali esistenti tra i segni grafici, i componenti ed i collegamenti posti nello schema. Tutti questi inoltre sono disposti secondo la sequenza delle operazioni previste
- *schema di sistema*: schemi semplici, di tipo unifilare, che presentano un sistema, e gli eventuali sottosistemi che lo compongono e le loro caratteristiche. Per mezzo di segni grafici, se occorre anche non elettrici, lo schema deve rappresentare in modo conciso ma completo il progetto di un sistema
- *schema a blocchi*: mostrano in modo semplice, mediante segni grafici a blocchi o figure elementari, i principi di funzionamento di un impianto elettrico o di una sua parte, senza che sia indispensabile evidenziare tutti i possibili collegamenti presenti
- *schema dei circuiti*: è lo schema elettrico che mostra in dettaglio il funzionamento di un impianto o di un'apparecchiatura così come viene realizzata, senza che sia necessario tenere conto delle reali dimensioni o dell'effettiva posizione dei componenti. Le macchine e i componenti elettrici vengono rappresentate nelle normali condizioni di avvio (fig.3.2/2);
- *schema topografico*: schema che indica l'ubicazione degli apparecchi e dei conduttori

## Comando di una lampada da un punto

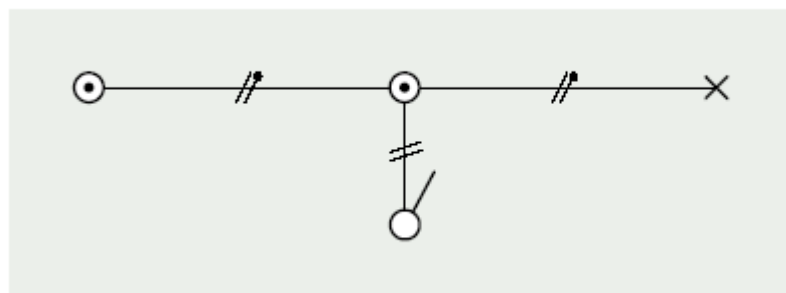
Schema funzionale



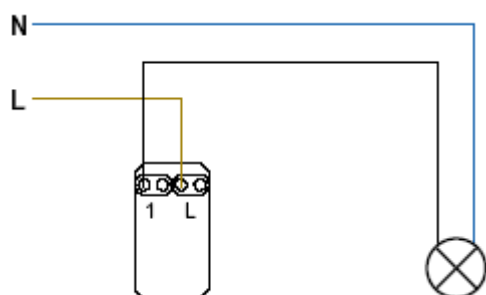
Segno grafico



Schema unifilare



Segno grafico



# Comando di una lampada da due punti

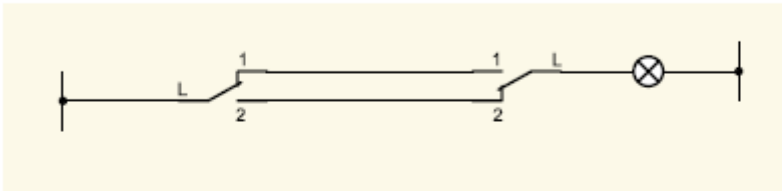
## Deviatore

Spesso è necessario comandare una lampada da due punti distinti in modo che le manovre risultino indipendenti; ad esempio, si deve poter accendere dal primo punto, spegnere dal secondo, riaccendere dal primo e via con tutte le possibili combinazioni. Per soddisfare questa richiesta si deve realizzare un circuito concettualmente simile ad un percorso ferroviario nel quale inserire due "scambi" che prendono il nome di **deviatori**.

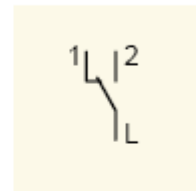
Lo schema di principio chiarisce la semplice logica di funzionamento.

Negli ambienti di tipo civile questo impianto trova numerose applicazioni; in pratica ogni volta che si trovi un comando all'inizio ed uno alla fine di un corridoio, di una scala, di un locale con due ingressi ma anche nella camera dei bambini per permettere il comando della lampada dalla porta e dal posto letto, ecc..

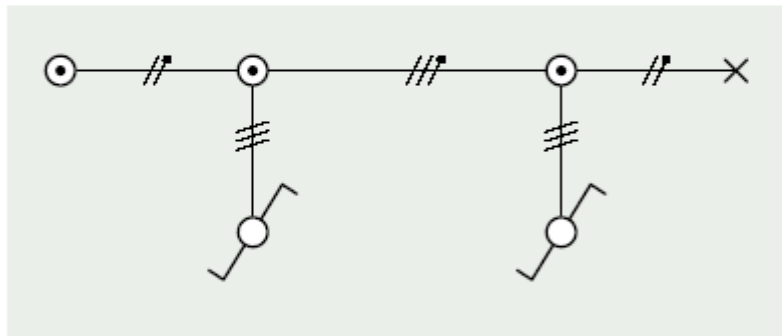
Schema funzionale



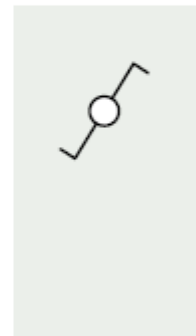
Segno grafico



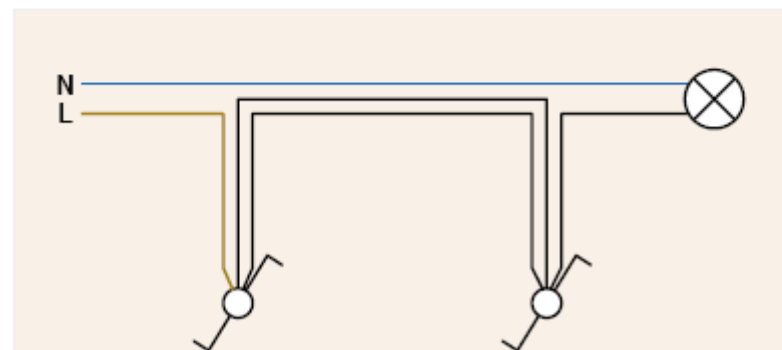
Schema unifilare



Segno grafico



Schema multifilare



Segno grafico



Poco usato in ambito civile, questo schema è derivato dallo schema unifilare del quale ne è lo sviluppo. Non verrà ripreso nel seguito di questa prima parte dello schemario in quanto molto intuitivo e, come detto, di scarso impiego.



# Comando di una lampada da tre punti

## Invertitore

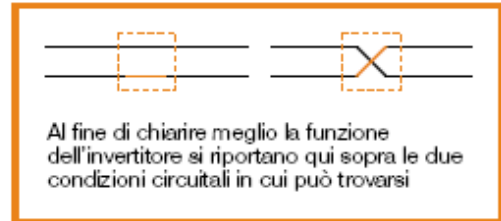
Per accendere e spegnere una lampada da tre punti è necessario impiegare due deviatori ed un **invertitore**; i deviatori vanno posti nel circuito in posizione definibile di "testa" mentre l'invertitore va inserito in mezzo. Come si può rilevare dallo schema, l'invertitore è in grado di effettuare uno scambio contemporaneo di due conduttori, pertanto è un dispositivo con 4 morsetti identificati a coppie per consentire il corretto collegamento.

Aggiungendo altri invertitori è possibile estendere il comando della lampada a 4, 5 o teoricamente a infiniti punti; nella realtà se si superano i cinque punti di comando si preferiscono altre soluzioni più economiche che riportiamo nelle pagine

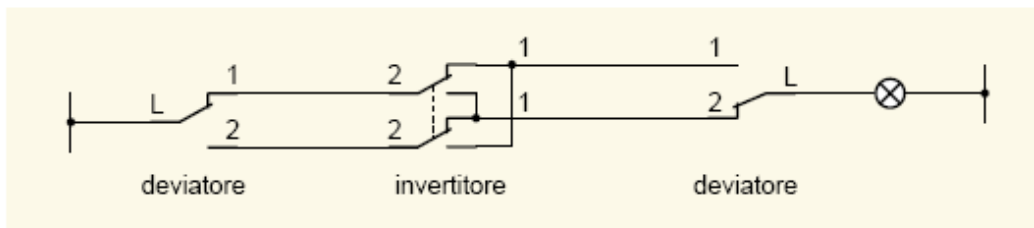
successive (circuiti con relé).

Si rileva infatti, immediatamente, la complessità dei circuiti impieganti invertitori a causa del numero elevato di conduttori richiesti.

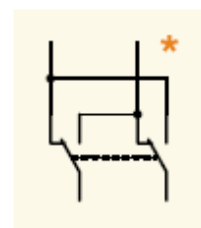
Il comando di lampade da più punti è tipico di corridoi lunghi con diverse porte, di scale relative a più piani, di locali ampi a più ingressi, ecc.



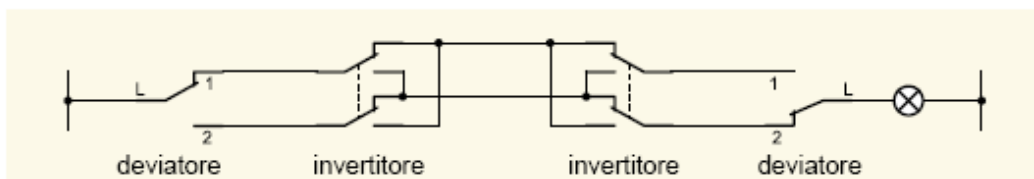
### Schema funzionale



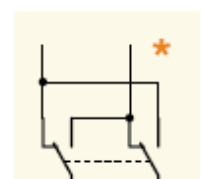
### Segno grafico



### Schema funzionale



### Segno grafico

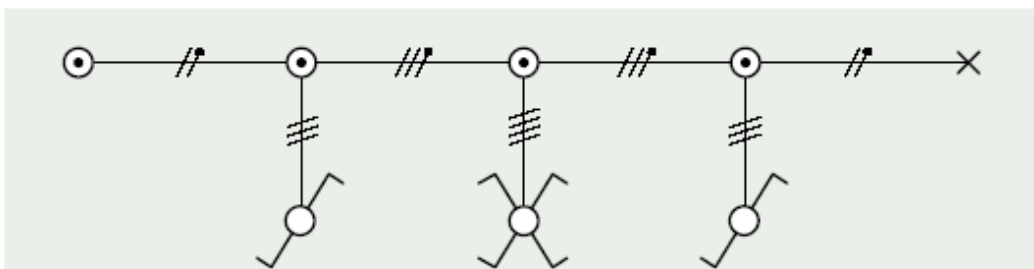


#### Comando di lampade da 4 punti

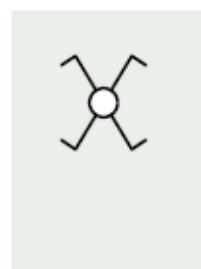
Per comandare una lampada da 4 punti è sufficiente inserire un altro invertitore come si vede nello schema, lasciando sempre i due indispensabili deviatori agli estremi del circuito. Analogamente si può procedere con un successivo invertitore per ottenere il comando da 5 punti e, volendo, da "n" punti

\* Simbolo equivalente per schema funzionale (questo simbolo non è normalizzato ed è stato ricostruito mediante abbinamento di due deviatori).

### Schema unifilare



### Segno grafico



Negli impianti con utilizzo dell'invertitore si deve prestare particolare attenzione ai collegamenti pena il malfunzionamento del circuito; l'individuazione dell'errore può essere problematica al punto da rendere consigliabile lo scollegamento dei vari apparecchi ed il rifacimento del cablaggio ex novo. Un valido aiuto al fine di non confondere la provenienza dei conduttori può essere quello di adottare colori diversificati.

## Il comando di una o più lampade da più punti si realizza utilizzando i relè

### Relè ciclico (relè interruttore)

Il relè ciclico, altrimenti conosciuto anche come relè/interruttore, dispone di una ruota sagomata chiamata "camme" che ruotando a scatti provoca con il suo particolare profilo isolante, l'apertura o la chiusura di un contatto.

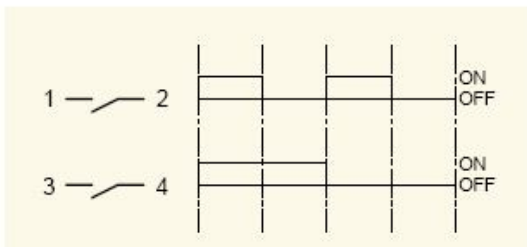
La camme viene fatta ruotare di uno scatto dall'ancora ogni volta che la bobina la attira verso di sé. Il comando di un relè ciclico deve quindi essere ad impulsi, cioè realizzato tramite pulsanti di tipo NO.

Generalmente i relè ciclici posseggono due contatti azionati da due camme sfasate ma solidali meccanicamente tra loro in modo da dar luogo ad una sequenza ciclica tipica delle applicazioni civili che si ripete ogni quattro scatti.

Sequenza	1° scatto	2° scatto	3° scatto	4° scatto
1° contatto	chiuso	aperto	chiuso	aperto
2° contatto	chiuso	chiuso	aperto	aperto

In presenza di sequenze complesse, la norma CEI EN61082-2 prevede la possibilità di rappresentazione della funzione con un grafico.

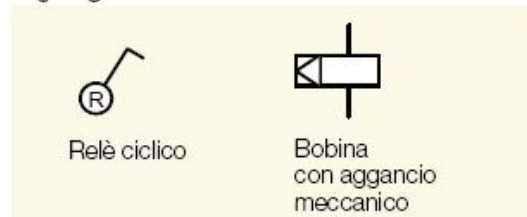
La sequenza sopra descritta risulterebbe graficamente espressa così:



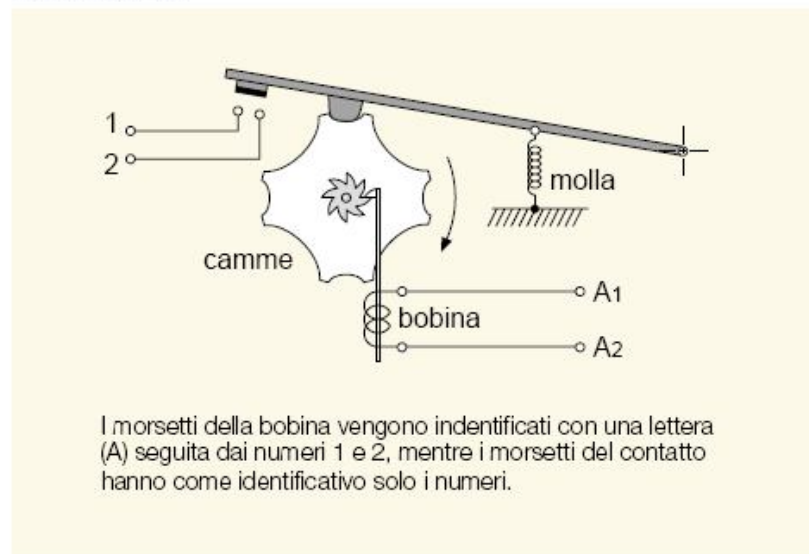
Nei relè ciclici è fondamentale conoscere la tensione di alimentazione della bobina (nell'esempio la tensione è quella di rete a 230V) ed il numero dei contatti.

Il relè ciclico BTicino in esame ha due contatti con la sequenza di funzionamento indicata in tabella e con lo schema equivalente sopra rappresentato.

### Segno grafico

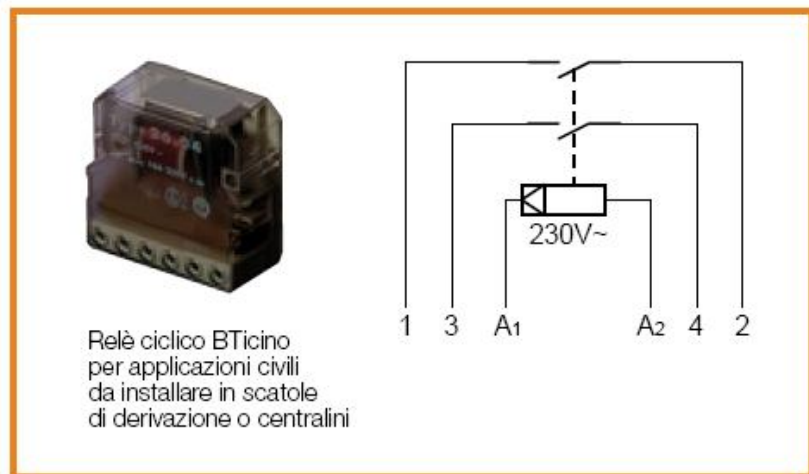


### Principio elettromeccanico di funzionamento di un relè ciclico ad un contatto



I morsetti della bobina vengono identificati con una lettera (A) seguita dai numeri 1 e 2, mentre i morsetti del contatto hanno come identificativo solo i numeri.

### Schema interno dei componenti il relè ciclico (relè interruttore)



Relè ciclico BTicino per applicazioni civili da installare in scatole di derivazione o centralini

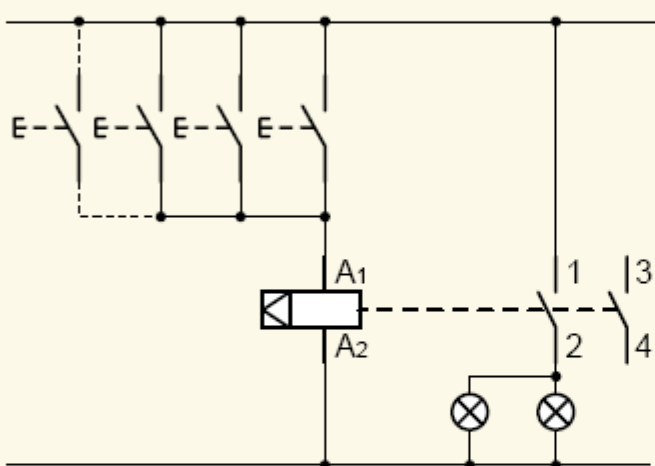
## Comando di lampade da più punti con relè

### Comando di lampade da più punti mediante relé interruttore

L'utilizzo più diffuso ed importante del relé ciclico è il comando di lampade da più punti in sostituzione di deviatori ed invertitori. Il suo impiego è tanto più conveniente quanti più sono i punti di comando, infatti, come si vede dagli schemi, il comando lo si realizza mediante normali pulsanti di tipo NO che hanno un costo limitato e richiedono solo due conduttori di collegamento.

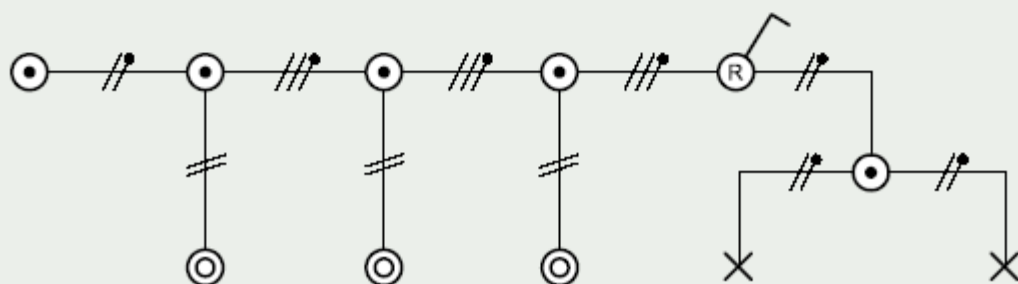
Si utilizzerà uno solo dei due contatti del relé che svolgerà la funzione di interruttore del circuito principale, mentre ad ogni pressione su uno qualsiasi dei pulsanti si avrà l'accensione o lo spegnimento delle lampade. Installazioni di questo tipo si ritrovano frequentemente nei corridoi con molte porte di accesso ai locali, negli ambienti ampi, sulle scale multipiano, ecc

### Schema funzionale

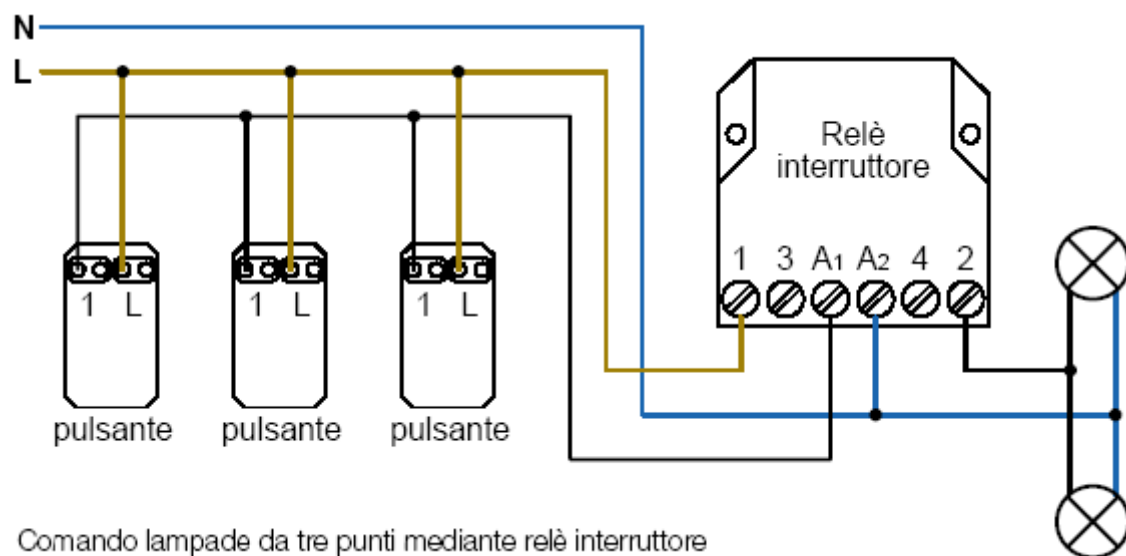


Comando da tre punti di due lampade mediante relé interruttore. E' importante rilevare che lo specifico segno grafico della bobina ad aggancio meccanico identifica la funzione ciclica del dispositivo. E' stato utilizzato uno dei due contatti disponibili; la scelta è indifferente. Il pulsante tratteggiato sta a significare che ne possono essere aggiunti altri, teoricamente all'infinito, semplicemente ponendoli in parallelo tra loro.

### Schema unifilare



## Schema pratico di montaggio



Comando lampade da tre punti mediante relè interruttore



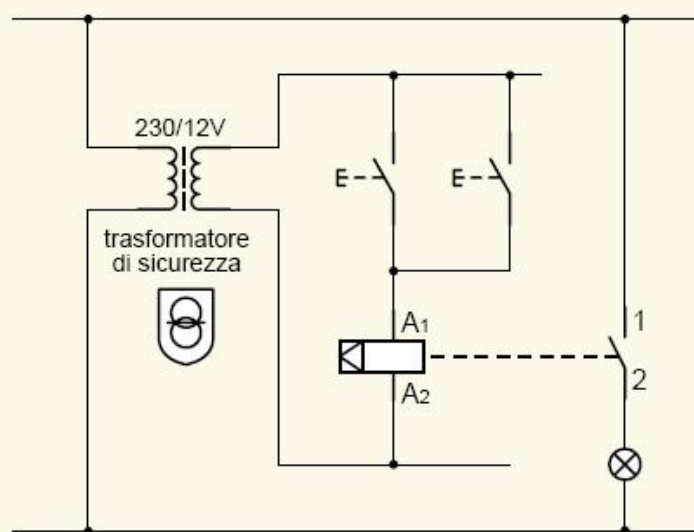
# Funzionamento dei relè a bassissima tensione di lavoro

## Relè interruttore con comando in bassissima tensione di sicurezza

Come si è visto, il relè è costituito da due parti meccanicamente ed elettricamente distinte: la bobina (circuitto di comando) ed i contatti che pilotano il carico (circuitto di potenza). Ciò consente di realizzare relè con tensione di alimentazione della bobina diversa da quella di rete, ad esempio più bassa, al fine di ottenere un circuitto di comando sicuro. Le tensioni più utilizzate sono 24V o 12V, valori definiti dalla norme CEI "bassissima tensione di sicurezza" purchè ottenute mediante un trasformatore di sicurezza (costruzione speciale).

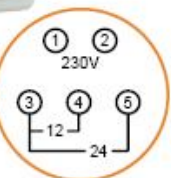
Come noto dall'elettrotecnica, il trasformatore è un apparecchio che funziona sfruttando le leggi dell'elettromagnetismo e separa galvanicamente la rete dal circuitto secondario. Il circuitto in bassissima tensione di sicurezza prende la sigla SELV e tutti i componenti inseriti nel circuitto devono garantire l'indispensabile livello di isolamento delle parti in bassissima tensione dalla rete. Il relè è un dispositivo critico perchè al suo interno coesistono le due tensioni; il costruttore deve garantire il livello di sicurezza previsto dalla normativa.

## Schema funzionale

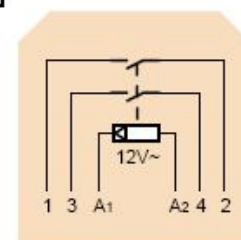
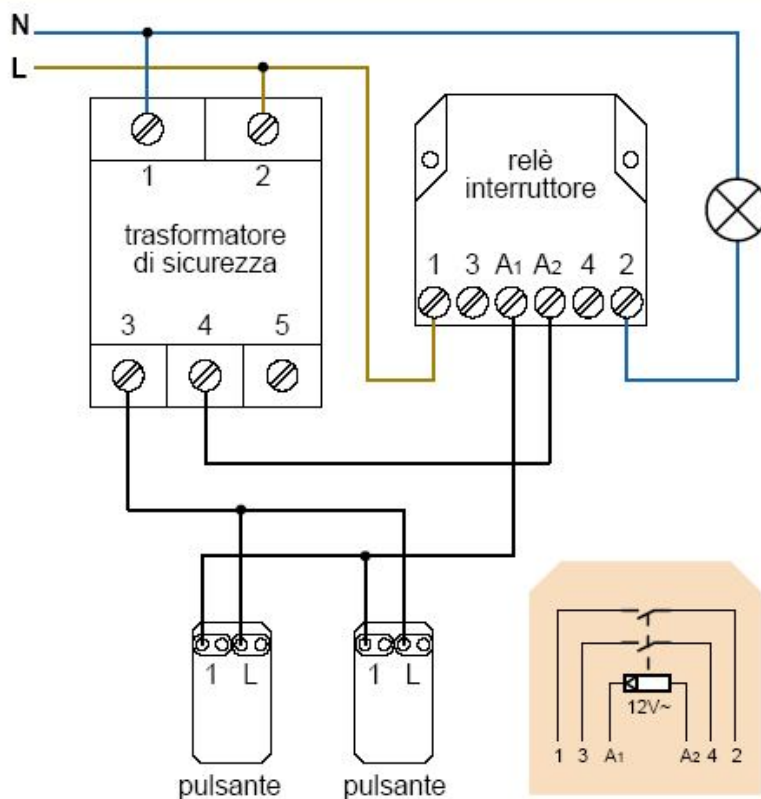


Circuitto per comando di lampada da due punti mediante relè interruttore  
Il circuitto di comando è in bassissima tensione di sicurezza (circuitto SELV).

## Schema di collegamento



Trasformatore di sicurezza della serie BTdin da installare in un centralino od a parete utilizzando le apposite calotte in dotazione. Il trasformatore utilizzato, è dotato di 2 morsetti per l'alimentazione a 230V (primario) e un'uscita (secondario) doppia: è possibile scegliere 12V o 24V. In questo caso è stata scelta la tensione di 12V utilizzando i morsetti 3 e 4 come indicato dalla serigrafia riportata sul frontale dell'apparecchio ed opportunamente ingrandita.



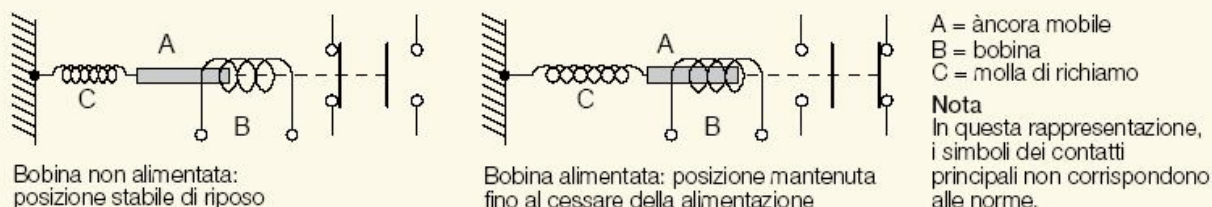
Schema dell'interno del relè ciclico (relè interruttore)

# Relè monostabili

I relè monostabili hanno una parte mobile mantenuta stabile in una posizione mediante una molla. Quando la bobina viene alimentata, la parte mobile si sposta ed i contatti modificano il loro stato. Il tutto rimane in questa situazione fino al cessare della alimentazione; la bobina è quindi costruttivamente realizzata per poter essere alimentata in continuazione. L'impiego di questi relè è alla base di molti automatismi sia nel settore civile che in quello industriale dove, per le elevate

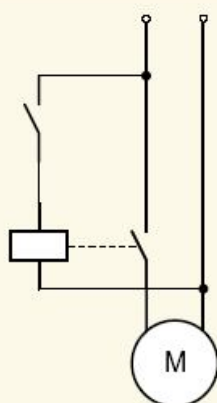
correnti nominali in gioco, le dimensioni del relè aumentano sensibilmente ed il nome diventa "contattore" (prestare attenzione alle due "t" in quanto termine derivato da contatto. Il contattore con una sola "t" è invece lo strumento di misura dell'energia elettrica consumata installato in casa). Anche nel settore elettronico l'impiego dei relè monostabili è molto diffuso con la funzione di stadio finale del circuito e cioè comando dell'utilizzatore; spesso questa caratteristica è definita "uscita a relè".

## Principio di funzionamento elettromeccanico di un relè monostabile con due contatti: 1NO+1NC

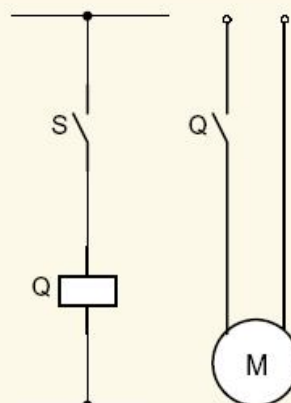


## Impieghi del relè monostabile negli impianti civili

E' noto dalla elettrotecnica che la corrente nominale di un interruttore deve essere superiore (o al limite uguale) a quella assorbita dall'utilizzatore comandato. Se ciò non fosse le soluzioni sono due: o si cambia interruttore, oppure è possibile risolvere il problema con il relè monostabile. In questa prima applicazione del relè monostabile, si realizza il comando indiretto di un motore mediante interruttore; viene usato il contatto di tipo NO del relè, con idonea corrente nominale per l'interruzione dell'alimentazione del carico.



In questo schema si è utilizzata la rappresentazione che le norme definiscono riunita: la parte di potenza e quella di comando sono assieme. Il contatto del relè è disegnato accanto alla sua bobina con il tratteggio che indica il vincolo meccanico esistente tra loro.



Quest'altro schema riporta la stessa situazione elettrica del precedente con rappresentazione distribuita: la parte di potenza è staccata dallo schema funzionale che riporta la parte comando. I contatti della bobina sono disegnati separatamente ed identificati da una lettera che ne designa l'appartenenza.

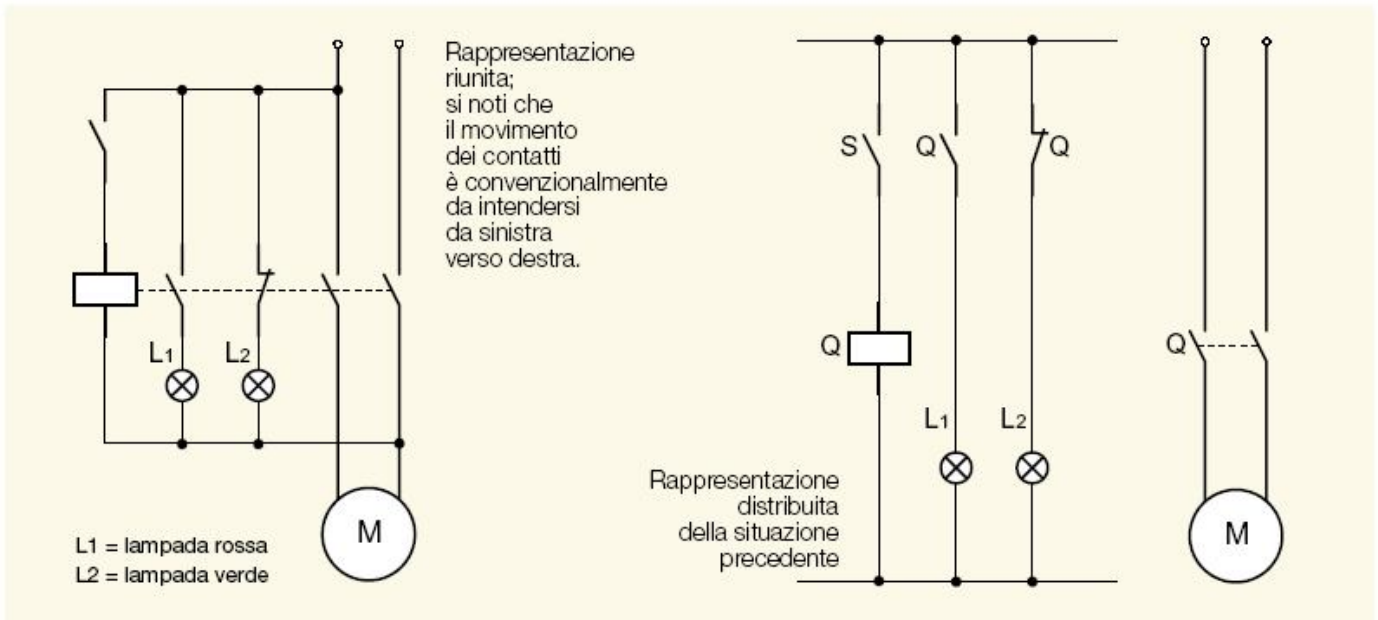
### Comando indiretto di motore con corrente assorbita 20A

Si utilizza un interruttore con corrente nominale  $I_n = 16A$  (insufficiente per il comando diretto) per alimentare un relè monostabile con bobina a 230V a.c. e contatto di potenza con  $I_n = 25A$  (idoneo al comando del motore in oggetto).



I relè monostabili sono disponibili in varie esecuzioni; nell'immagine a lato si vede una versione intercambiabile con inserimento a spina su apposito zoccolo.

I numerosi spinotti di connessione visibili fanno capo a più contatti, alcuni dei quali detti di potenza perché adatti ad alimentare il carico ed altri ausiliari, da impiegare per segnalazioni, in quanto caratterizzati da una limitata corrente nominale. Negli schemi sotto riportati si ripropone il comando di un motore già visto nella pagina precedente, con l'interruzione di entrambi i conduttori di alimentazione e con l'aggiunta di due lampade spia (rossa = apparecchio in funzione e verde = apparecchio fermo) connesse ai contatti ausiliari. Si noti che con un interruttore unipolare, mediante il relè monostabile, si ottiene l'interruzione bipolare dell'alimentazione del motore.



### Impiego del relè monostabile in circuiti elettronici

**Circuito stampato \* con relè monostabile**

\* Il circuito stampato è una basetta in materiale isolante con delle "piste" in rame che collegano tra loro i vari componenti elettronici. Le connessioni sono realizzate mediante saldature a stagno.

**Relè con terminali di collegamento (a volte impropriamente in gergo chiamati piedini) per circuiti stampati**

In questo caso il circuito elettronico effettuerà il controllo di una grandezza fisica (esempio la temperatura di un ambiente) e alimenterà la parte elettrica di potenza tramite i contatti del relè (esempio caldaia).  
Parecchi dei dispositivi elettronici che verranno incontrati più avanti dispongono di una uscita a relè.

# CAPITOLO 4

## Tipi di lampade

### Lampade ad incandescenza

I primi schemi che seguiranno sono relativi al comando di accensione di lampade ad uso abitativo, uffici o ambienti interni in genere.

Le lampade usate per l'illuminazione interna si suddividono in due categorie:

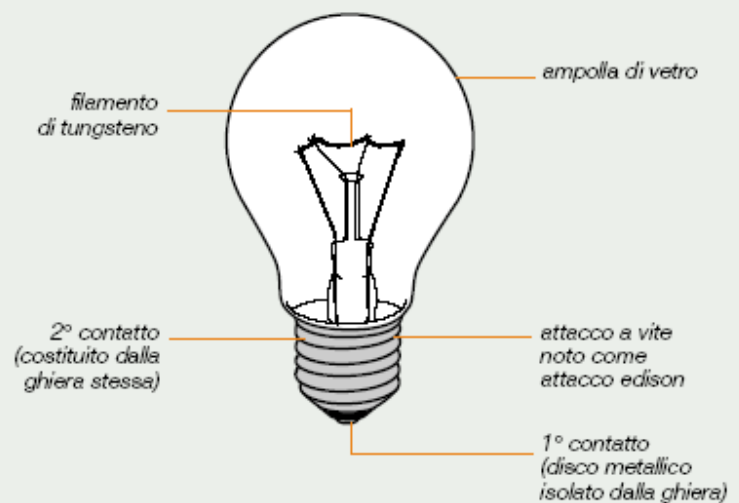
- lampade ad incandescenza
- tubi fluorescenti

A queste vanno aggiunte le lampade spia di piccolissime dimensioni (a scarica nei gas). Inizieremo a trattare circuiti comprendenti lampade ad incandescenza che sono le più semplici costruttivamente ed anche le più note perché presenti in tutte le abitazioni. La lampada ad incandescenza è costituita da un filamento in tungsteno che elettricamente si comporta da resistenza ed attraversato dalla corrente si scalda fino a diventare rovente; quindi, oltre al calore, emette luce.

La temperatura di fusione del tungsteno è molto alta (3400°C) ma nonostante questo se venisse lasciato a contatto con l'aria, che contiene ossigeno, brucerebbe immediatamente; per permettere al filamento di raggiungere temperature molto elevate (circa 2500°C) senza fondere è necessario racchiuderlo in un'ampolla di vetro dalla quale togliere l'ossigeno e riempirla di gas inerti tipo l'azoto e l'argon.

Completano la struttura della lampada i supporti interni del filamento e, alla base, la ghiera esterna metallica del tipo a vite che svolge la doppia funzione di supporto meccanico dell'ampolla e di collegamento elettrico.

La lampada ad incandescenza necessita di un portalampada e viene alimentata direttamente dalla tensione per la quale è stata costruita; nelle case la tensione è 230V. L'altro dato che caratterizza la lampada è la potenza elettrica assorbita, espressa in Watt, che indirettamente esprime il flusso luminoso (sostanzialmente la quantità di luce) che la lampada emetterà.

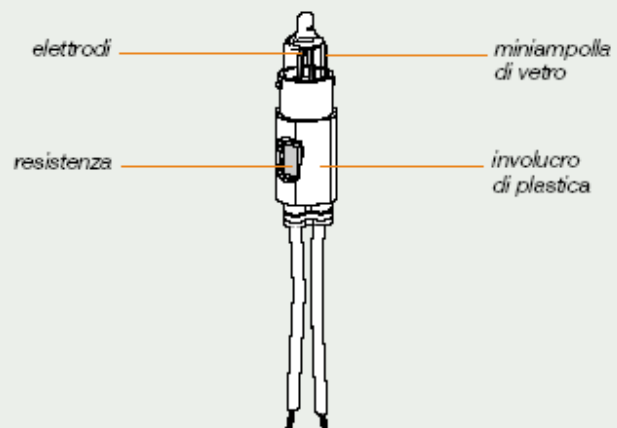


Esistono lampade di diverse forme e dimensioni; le più diffuse sono quelle con l'attacco Edison denominato E27 (note come lampade normali) e quelle più piccole con attacco E14 (lampade per abat-jour, lampadari da camera e simili).

### Lampade spia a scarica

Tra le lampade a scarica nei gas le più importanti ai fini abitativi interni sono le speciali minilampade che emettono un flusso luminoso bassissimo e non possono servire ai fini dell'illuminazione, ma solo come lampadine di segnalazione. Sono costituite da un involucro in plastica che supporta una piccola ampolla di vetro nella quale sono presenti gas conduttivi e due elettrodi posti a brevissima distanza tra loro ma separati elettricamente. Se alimentate, tra i due elettrodi scocca una scarica nel gas che emette una luce fioca. Una resistenza, in serie alla lampada, riduce la tensione ai capi dei due elettrodi: la tensione di rete (230V) sarebbe eccessiva. Possono essere inserite negli interruttori per svolgere, ad esempio, la funzione di localizzazione dell'apparecchio al buio con un consumo irrisorio.

Più avanti tratteremo gli schemi con i tubi fluorescenti che, per il funzionamento, richiedono apparecchi ausiliari.





## Lampade fluorescenti a catodo caldo

Le lampade fluorescenti ad uso abitativo/terziario si distinguono in due categorie:

- lampade fluorescenti a catodo caldo: destinate all'illuminazione interna hanno dimensioni standardizzate
- lampade fluorescenti a catodo freddo: destinate alla realizzazione di insegne luminose vengono realizzate su misura e con le scritte ed i colori desiderati

Le lampade fluorescenti a catodo caldo sono costituite da un tubo di vetro riempito con vapori di mercurio a bassa pressione; la superficie interna del tubo è rivestita di fosfori.

Questi tubi vengono attraversati per tutta la lunghezza da un arco che sollecita gli atomi di mercurio i quali emettono radiazioni ultraviolette non visibili; il rivestimento in fosforo, colpito da queste radiazioni, emette a sua volta radiazioni nella gamma d'onda

visibile dall'occhio umano dando luogo al flusso luminoso.

Per consentire l'innesco dell'arco ed il suo mantenimento, è necessario inserire nel circuito elettrico degli apparecchi ausiliari. Il circuito di alimentazione standard di una lampada fluorescente comprende il reattore e lo starter; il più diffuso tipo di starter, a luminescenza, è costituito da una ampollina di vetro contenente neon e due lamine bimetalliche affacciate tra loro ed aperte.

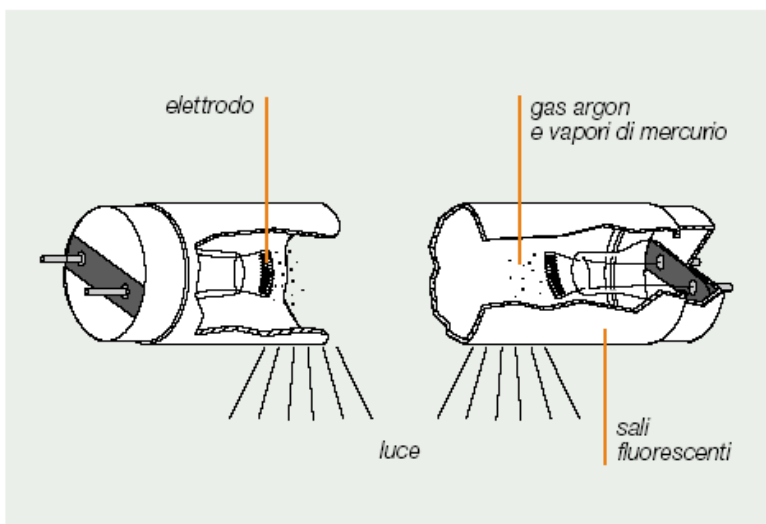
Alimentando il circuito, alle lamine risulta applicata la tensione di 230V che provoca un arco luminescente, il riscaldamento delle lamine con conseguente deformazione, fino a toccarsi.

La corrente può così defluire a pieno valore nei filamenti del tubo preriscaldandoli, contemporaneamente l'arco nello starter si è estinto e le lamine, raffreddandosi si riaprono. L'interruzione di corrente che ne deriva determina nel reattore, che è una induttanza, un impulso di tensione che innesca l'arco nel tubo, favorito anche dalla temperatura dei due filamenti.

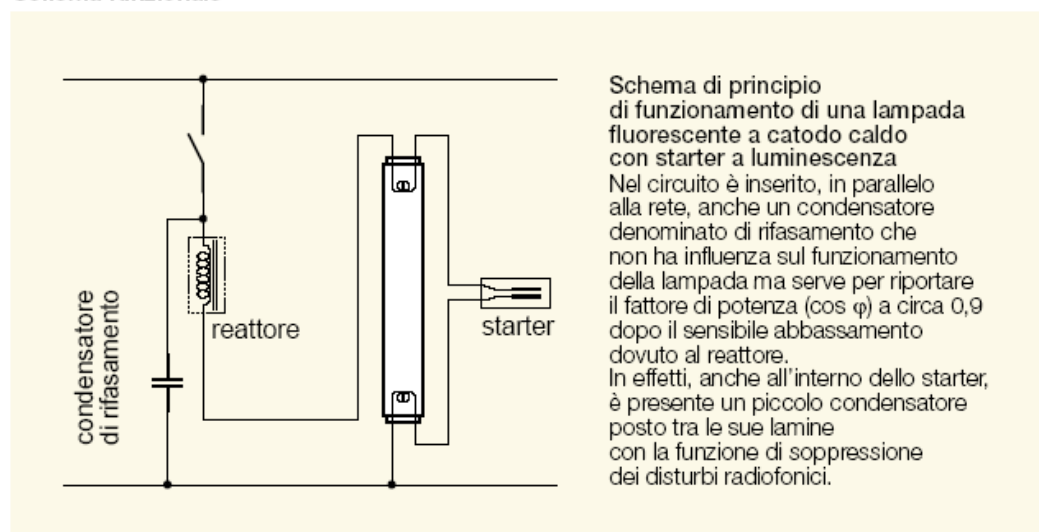
La lampada è attraversata dalla normale corrente di funzionamento, limitata dal reattore ai cui capi si verifica una caduta di tensione.

La tensione residua di funzionamento della lampada (circa 130V) è insufficiente ad innescare un nuovo arco nello starter che rimane inattivo con le lamine bimetalliche separate.

La completa comprensione delle fasi di funzionamento del circuito di alimentazione delle lampade fluorescenti presuppone la conoscenza dei fenomeni elettrici connessi all'impiego della corrente alternata.



Schema funzionale



### Schema di principio di funzionamento di una lampada fluorescente a catodo caldo con starter a luminescenza

Nel circuito è inserito, in parallelo alla rete, anche un condensatore denominato di rifasamento che non ha influenza sul funzionamento della lampada ma serve per riportare il fattore di potenza ( $\cos \varphi$ ) a circa 0,9 dopo il sensibile abbassamento dovuto al reattore. In effetti, anche all'interno dello starter, è presente un piccolo condensatore posto tra le sue lamine con la funzione di soppressione dei disturbi radiofonici.

## CAPITOLO 5

### Avviamenti di motori asincroni trifase

#### 5.1 Principali modalità di avviamento dei motori asincroni trifase

Con rotore a gabbia.

Indipendentemente dalle classificazioni precedenti, l'avviamento di un motore asincrono trifase, per quelle applicazioni in cui non è richiesta una variazione di velocità delle macchine, può essere realizzato con diverse soluzioni impiantistiche che si differenziano per il modo in cui viene applicata la tensione agli avvolgimenti di statore e per l'entità dei vari parametri elettrici e meccanici che ne conseguono e che generano ad esempio sollecitazioni più o meno violente sulla macchina elettrica, rendendo però disponibili parametri di coppia allo spunto di valori ben differenti.

Iniziamo ad entrare un po' più nel dettaglio identificando le più comuni tipologie di avviamento.

#### 3.1 Avviamento diretto

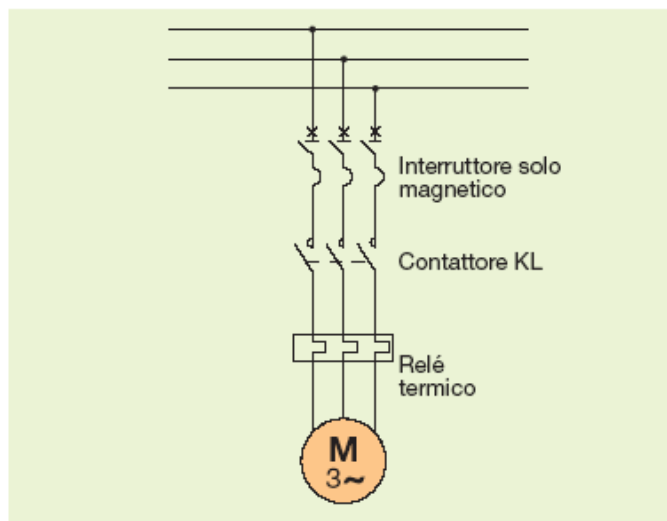
Il sistema di avviamento diretto è forse il più tradizionale e consiste nel connettere il motore direttamente alla rete elettrica di alimentazione eseguendo quindi un avviamento a piena tensione; è spesso abbreviato con la sigla DOL (Direct On Line).

L'avviamento diretto rappresenta il sistema più semplice ed economico per avviare il motore asincrono a gabbia ed è quello tradizionalmente più utilizzato. Prevede, come rappresentato in figura 5, la connessione diretta alla rete di alimentazione e quindi l'avviamento avviene alla piena tensione e con frequenza costante, sviluppando una coppia di avviamento elevata con tempi di accelerazione mediamente molto ridotti. Le applicazioni tipiche sono relative a motori di piccola potenza anche con avviamento a pieno carico.

Questi vantaggi sono accompagnati da alcune problematiche, quali ad esempio l'elevata corrente di spunto, che può raggiungere nei primi istanti valori di circa 10 - 12 volte la corrente nominale, per poi decrescere a valori di circa 6 - 8 volte e permanere all'incirca fino al raggiungimento della velocità di coppia massima.

Gli effetti di tale corrente sono identificabili negli elevati sforzi elettrodinamici sui cavi di connessione al motore e potrebbero interessare anche gli avvolgimenti del motore stesso, e ancora, le elevate coppie di spunto possono dare luogo a violente accelerazioni che si ripercuotono in stress sugli organi di trasmissione (cinghie e giunti meccanici) generando problemi nella distribuzione con riduzione della vita meccanica degli elementi stessi; infine devono essere presi in considerazione eventuali problemi di natura elettrica per abbassamenti della tensione sulla linea di alimentazione del motore o delle apparecchiature ad essa connesse.

Figura 5: Schema di principio per avviamento diretto



#### 3.2 Avviamento a tensione ridotta

I sistemi di avviamento a tensione ridotta consistono nell'allacciare indirettamente il motore alla rete elettrica di alimentazione.

Ciò comporta non solo una riduzione della corrente di avviamento, ma anche la riduzione della coppia di spunto. Le più comuni tipologie di avviamento sono l'avviamento con reattori o resistori statorici, l'avviamento stella-triangolo, l'avviamento con autotrasformatore e l'avviamento con softstarter che interviene sulla curva di coppia del motore, in modo da adattarla alle caratteristiche del carico.

##### 3.2.1 Avviamento stella/triangolo Y/Δ

L'avviamento stella triangolo è il più conosciuto e forse il più utilizzato tra i metodi di avviamento a tensione ridotta e serve ad avviare il motore riducendo le sollecitazioni meccaniche e limitando le correnti durante l'avviamento; per contro rende disponibile, come già detto, una coppia di spunto ridotta.

Può essere impiegato per motori dotati di morsettiera con 6 morsetti ed aventi la doppia tensione di alimentazione. Risulta prevalentemente idoneo per partenze a vuoto o con coppia di carico bassa e costante o leggermente crescente, quali ad esempio ventilatori o pompe centrifughe di piccola potenza.

Con riferimento allo schema elettrico di figura 6, la modalità di avviamento prevede la fase iniziale di avviamento con connessione degli avvolgimenti a stella che si realizza con la chiusura dell'interruttore, del contattore di linea KL e di stella KY. Dopo un periodo di tempo idoneo e opportunamente calibrato si passa alla connessione degli

avvolgimenti a  $\Delta$  attraverso l'apertura del contattore KY e la chiusura di K $\Delta$ , che è anche la configurazione della marcia a regime. Questi apparecchi sono interessati da correnti, relative alle diverse fasi di avviamento, che risultano inferiori rispetto alla corrente nominale del motore, come sarà illustrato di seguito.

Anche la protezione termica, che solitamente è inserita a valle del nodo di commutazione Y/ $\Delta$ , dovrà essere impostata per una corrente inferiore rispetto alla nominale del motore. Inoltre la protezione termica installata in questa posizione è sensibile alle correnti di terza armonica che si generano per la saturazione del ferro e che rimangono rinchiusi nel circuito di triangolo.

Analizziamo un po' più nel dettaglio le varie fasi dell'avviamento:

### Fase di stella ( Y )

È la fase di avviamento nella quale gli avvolgimenti del motore sono appunto connessi a stella e su di essi è presente la tensione  $\frac{V_L}{\sqrt{3}}$ . La corrente negli avvolgimenti del motore e nella linea risulta essere  $I_{MY} = \frac{V_L}{\sqrt{3} \times Z_w}$ .

Con  $Z_w$  si indica l'impedenza dell'avvolgimento.

Come detto, questa fase dell'avviamento coincide con la fase di accelerazione e deve avere una durata necessaria affinché venga quasi raggiunta la velocità di regime.

Una durata troppo breve non consentirebbe di ottenere quella riduzione delle sollecitazioni che caratterizza questa tipologia di avviamento e che quindi si ripresenterebbero nella successiva fase di triangolo, riproducendo condizioni di avviamento simili al diretto.

### Fase di commutazione

È la fase in cui, con le manovre di apertura e chiusura dei contattori dedicati, si passa dalla fase di stella a quella di triangolo. Sono importanti la durata e la calibrazione della commutazione infatti il tempo di transizione deve essere tale da consentire l'estinzione dell'arco elettrico sul contattore di stella e impedire che una chiusura troppo anticipata del contattore di triangolo faccia scaturire una condizione di cortocircuito. Tuttavia un tempo di passaggio da Y a  $\Delta$  troppo elevato provocherebbe invece la decelerazione del motore, con conseguenti picchi di corrente che nascerebbero nella fase di triangolo.

La commutazione è regolata da temporizzatori analogici o digitali e a livello indicativo, il tempo di commutazione può essere impostato mediamente a 50ms. Sul temporizzatore si imposta anche il tempo di durata della fase di stella, cioè il tempo di accelerazione o di avviamento che, a livello generale, può essere considerato funzione della differenza tra la coppia motrice media del motore e la coppia resistente media del complesso motore macchina.

Una buona commutazione, necessaria per rendere effettivi i vantaggi che teoricamente caratterizzano l'avviamento Y/ $\Delta$ , deve anche essere fatta prendendo in considerazione il senso di rotazione e la sequenza delle connessioni degli avvolgimenti che si realizzano sui morsetti del motore nel passaggio Y a  $\Delta$ . Se la commutazione avvenisse in un momento in cui il magnetismo residuo del rotore si trovasse in opposizione di fase con il campo magnetico generato dalla corrente di statore, la richiesta di corrente potrebbe essere anche molto elevata, con valori che potrebbero raggiungere anche 20 volte la corrente nominale. Le conseguenze che scaturiscono da una commutazione non ben calibrata hanno impatto, oltre che sul motore, anche sul comportamento degli apparecchi che costituiscono il coordinamento provocandone un funzionamento non idoneo e non prevedibile.

### Fase di triangolo ( $\Delta$ )

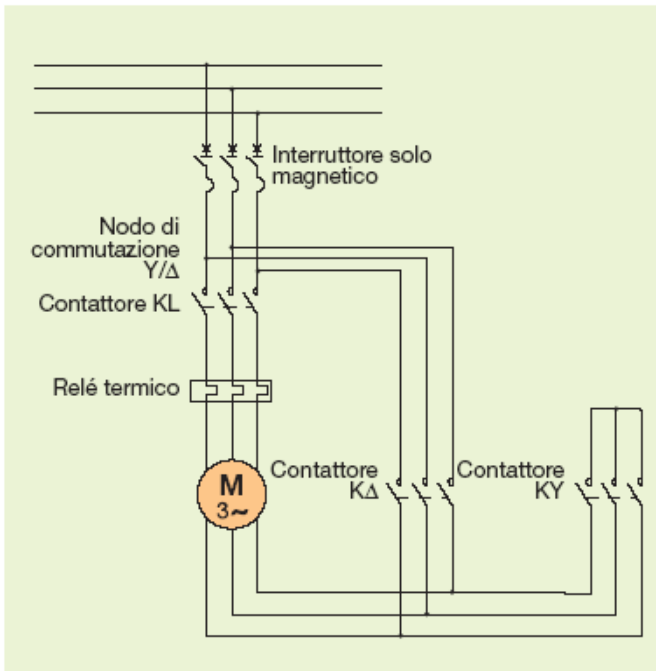
A commutazione avvenuta si passa nella fase finale del processo di avviamento, che rappresenta anche la condizione di marcia a regime in cui gli avvolgimenti di statore risultano connessi a triangolo e sono sottoposti alla piena tensione di rete  $V_L$  e il motore riprende la piena coppia, mentre la corrente che attraversa gli avvolgimenti è

$$I_{M\Delta} = \frac{V_L}{Z_w}$$

e la corrente assorbita dalla linea (corrente nominale "Ie" del motore) è

$$I_{LM\Delta} = \frac{V_L}{Z_w} \times \sqrt{3}.$$

Figura 6: Schema di principio per avviamento stella/triangolo





# CALCOLO DELLA CORRENTE

1) Per corrente continua

$$I = \frac{1000 \times P \times 100}{V \times \eta}$$

2) Per corrente alternata monofase

$$I = \frac{1000 \times P \times 100}{V \times \cos \varphi \times \eta}$$

3) Per corrente alternata trifase

$$I = \frac{1000 \times P \times 100}{1,73 \times V \times \cos \varphi \times \eta}$$

P=potenza fornita dal motore in KW

I=intensità di corrente (A)

V=tensione ai morsetti (V)

cos φ=fattore di potenza

η =rendimento %

Esempio: Motore a corrente alternata trifase  
tensione di 220V, cos φ=0,87 e η 86,5%

7,5KW=10,2CV alla

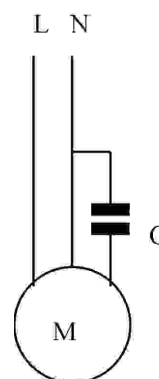
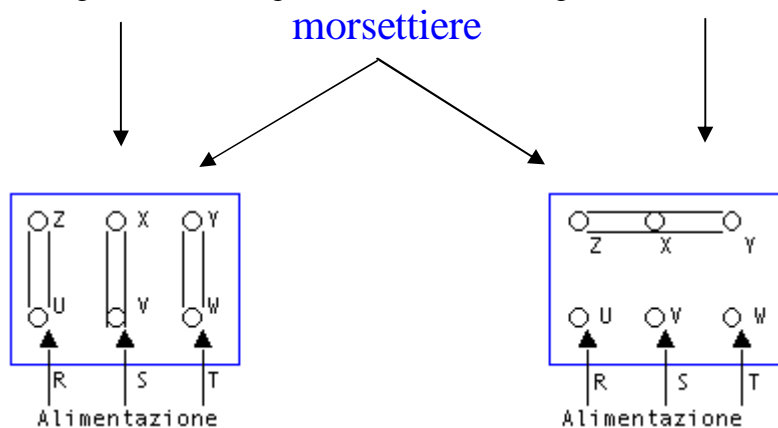
l'intensità di corrente è:

$$I = \frac{1000 \times 7,5 \times 100}{1,73 \times 220 \times 0,87 \times 86,5} = 26A$$

Collegamento a triangolo

Collegamento a stella

Collegamento per avviare un motore trifase  
con alimentazione monofase (220 V)

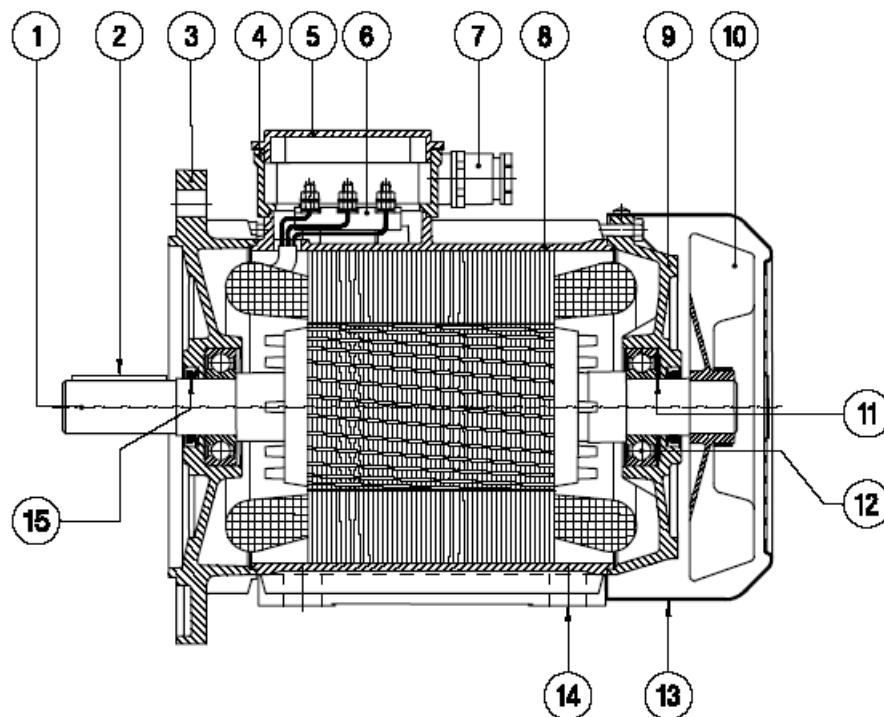


## CALCOLO DEI CONDENSATORI PER COLLEGAMENTO MONOFASE

Di seguito viene riportata la formula per il calcolo del valore del condensatore da applicare tra due fasi del motore trifase (come disegno), per poterlo collegare con una alimentazione monofase (220V). E' da tener presente che questo sistema di collegamento è valido solo se il motore è predisposto per il collegamento a 220V (lo si può verificare dalla targhetta del motore).

$$C = 50 \times P \times (220/V)^2 \times 50/f \text{ (in } \mu\text{F)}$$

## Parti costitutive del motore asincrono trifase a gabbia

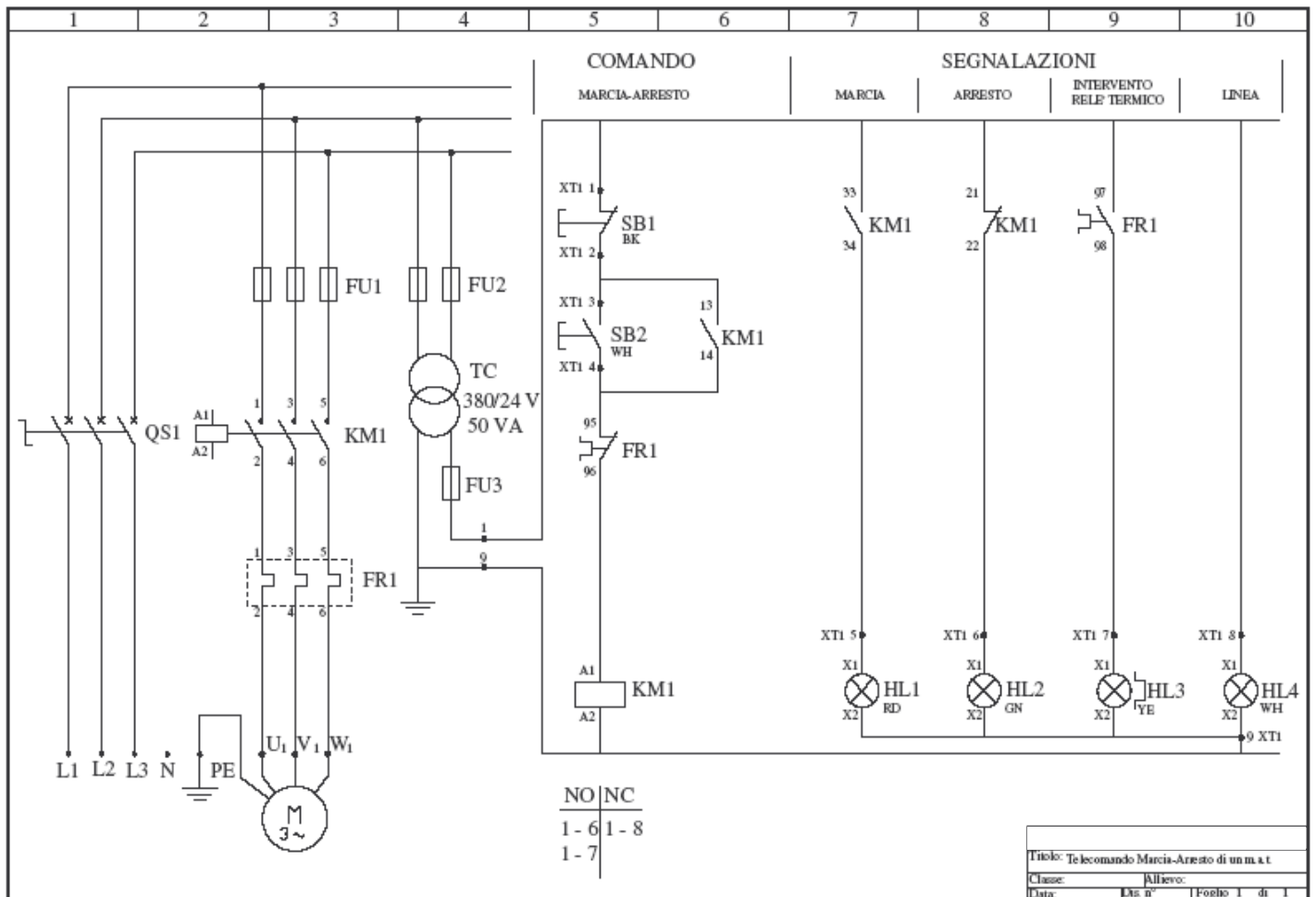


- 1 - Gruppo albero motore
- 2 - Linguetta
- 3 - Flangia
- 4 - Porta coprimorsettiera
- 5 - Coprimorsettiera
- 6 - Morsettiera completa di parti metalliche
- 7 - Bocchettone entrata cavi
- 8 - Carcassa motore
- 9 - Scudo posteriore
- 10 - Ventola di raffreddamento
- 11 - Anello di compensazione
- 12 - Cuscinetto
- 13 - Convogliatore d'aria
- 14 - Piedini di fissaggio
- 15 - Anello V-Ring o Corteco

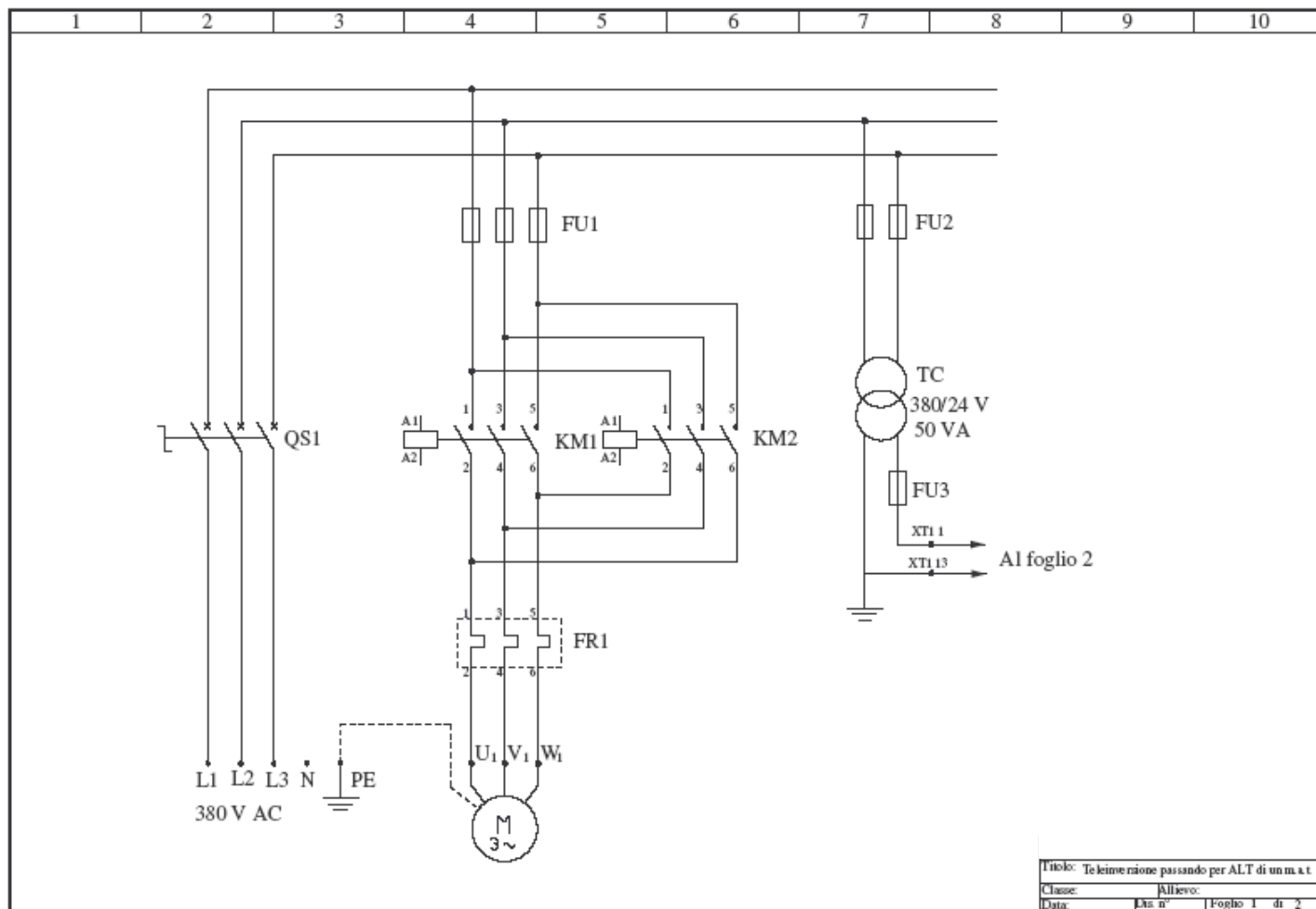
- 1 - *Motor shaft unit*
- 2 - *Key*
- 3 - *Flange*
- 4 - *Terminal board casing*
- 5 - *Terminal board cover*
- 6 - *Terminal board complete with metal parts*
- 7 - *Cable entry gland*
- 8 - *Motor casing*
- 9 - *Rear shield*
- 10 - *Cooling fan*
- 11 - *Compensation-ring (undulated)*
- 12 - *Bearing*
- 13 - *Air-conveyor*
- 14 - *Feet for motor fixing*
- 15 - *V-Ring or Corteco*

# Teleavviamento diretto di un motore asincrono trifase

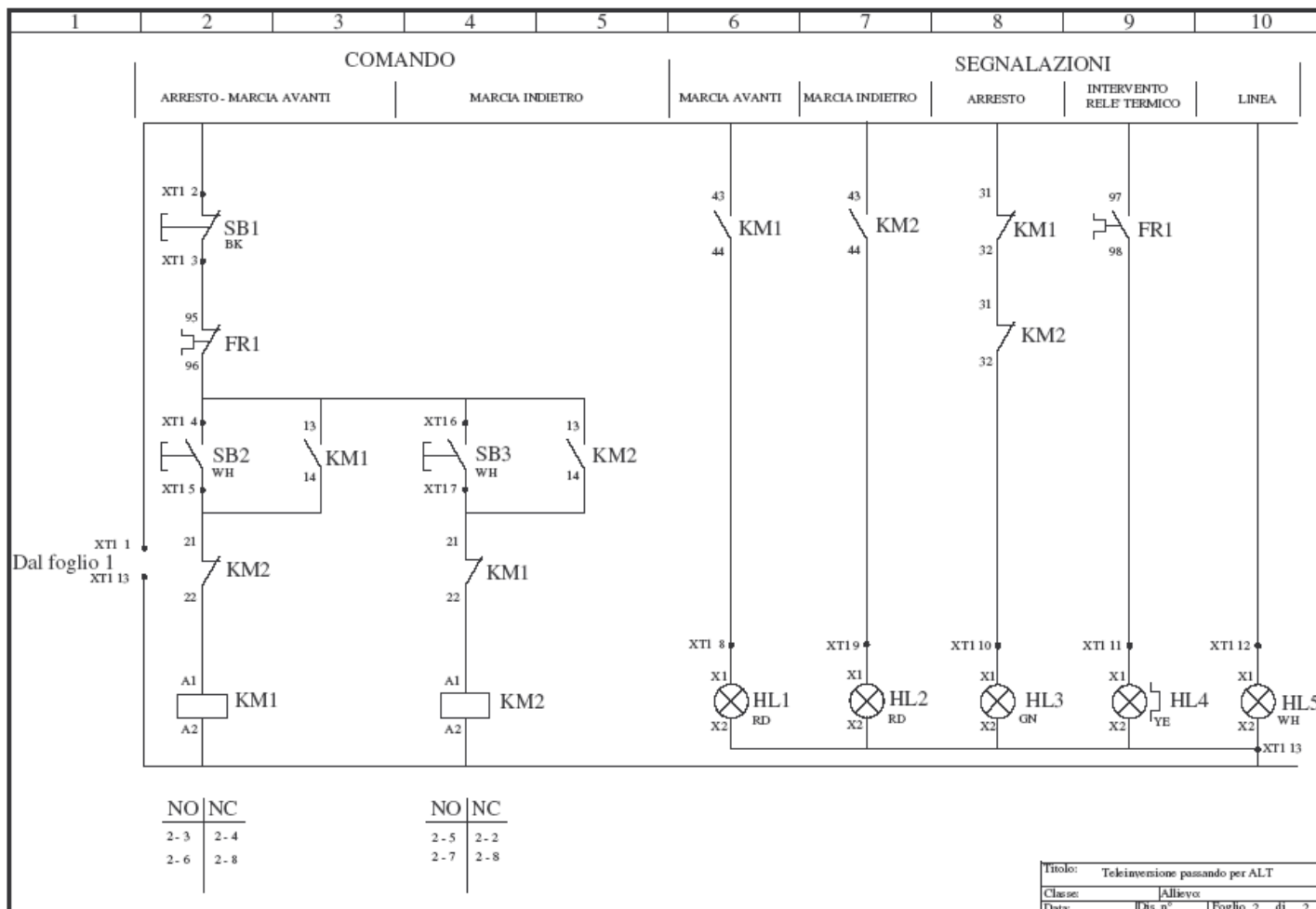
## Schema di potenza e di comando








# Teleinversione di Marcia. Schema di potenza








# Teleinversione di Marcia. Schema di comando



## Codifica cromatica dei dispositivi di comando

Colore	Significato	Spiegazione	Utilizzazioni tipiche
<b>ROSSO</b> 	Emergenza	Azione in caso di pericolo o di emergenza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arresto di emergenza</li> <li>- Arresto o disinserzione con arresto di emergenza</li> <li>- Inizio di una funzione di emergenza</li> </ul>
<b>GIALLO</b> 			
<b>VERDE</b> 	Sicurezza	Azione in caso di situazione di sicurezza per preparare una condizione normale	
<b>BLU</b> 			
<b>BIANCO, GRIGIO, NERO</b> 	Nessun significato specifico attribuito	Avvio generale delle funzioni	Può essere utilizzato in tutte le funzioni ad eccezione dell'arresto di emergenza, per es. : OFF/ON, STOP/START

## Significato dei colori dei dispositivi indicatori relativamente alla condizione di in processo

Colore	Significato	Spiegazione	Azione dell'operatore	Utilizzazioni tipiche
<b>ROSSO</b> 	Emergenza	Condizioni pericolose	Risposta immediata ad una situazione pericolosa. Per es. : - azionando il pulsante dell'arresto di emergenza - avviando la pompa di raffreddamento - aprendo la valvola di sicurezza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pressione/temperatura fuori dei limiti di sicurezza</li> <li>- Caduta di tensione</li> <li>- Guasto di un'unità principale</li> <li>- Arresto di macchine al venir meno degli indispensabili sistemi ausiliari</li> <li>- Temperatura di congelamento troppo alta</li> <li>- Superamento della posizione di STOP per un apparecchio di sollevamento.</li> </ul>
<b>ROSSO (lampeggiante)</b> <b>GIALLO</b> 				
<b>GIALLO (lampeggiante)</b> <b>VERDE</b> 	Normale	Condizioni normali	Facoltativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autorizzazione a procedere</li> <li>- Indicazione dell'area di lavoro normale</li> </ul>
<b>BLU</b> 				
<b>BIANCO, GRIGIO, NERO</b> 	Nessun significato specifico attribuito	Ogni significato può essere usato se sussiste un dubbio per l'uso di ROSSO, GIALLO, VERDE, BLU.	Sorveglianza	Informazioni generali (per es., conferma di un comando, indicazione dei valori misurati).



# SICUREZZA ELETTRICA

Chiudo questa piccola dispensa parlandovi della sicurezza e in particolare delle precauzioni da prendere quando si lavora con l'elettricità, mi piace ricordare che la corrente elettrica non ha odore e non si vede ma se sfortunatamente ci si viene a contatto la si sente e !!!!!!!

## Il contatto elettrico

Il contatto di una persona con parti in tensione può determinare il passaggio di una corrente attraverso il corpo umano, con conseguenze che vanno dal lieve fastidio a danni anche mortali.

Ciò accade perché il corpo umano può essere impietosamente definito come un sacco d'acqua pieno di ioni di resistenza **R** sottoposto ad una differenza di potenziale **V** attraverso il contatto con due punti a tensione **V**. Il meccanismo di funzionamento biologico del corpo umano è governato da un'attività elettrica dell'ordine delle decine di mV. Una corrente elettrica proveniente dall'esterno, sommandosi alle piccole correnti fisiologiche interne, può alterare le funzioni vitali dell'organismo causando danni che possono anche essere irreversibili o addirittura letali.

## Effetti fisiopatologici della corrente sul corpo umano.

I principali effetti più frequenti e più importanti prodotti da una corrente elettrica che attraversa il corpo umano, sono fondamentalmente quattro:

1. tetanizzazione
2. arresto della respirazione
3. fibrillazione ventricolare
4. ustioni

## Tetanizzazione

Uno stimolo elettrico applicato ad una fibra nervosa, produce un potenziale d'azione che si propaga lungo la fibra stessa fino al muscolo. Il muscolo si contrae per poi ritornare in posizione di riposo. Se gli stimoli sono ripetuti nel tempo, il muscolo si contrae progressivamente (contrazione tetanica) fino al limite di "fusione" in cui il muscolo arriva alla contrazione completa.

La tetanizzazione di una mano su un filo elettrico, causa la chiusura della stessa con l'effetto apparente di "appiccicarsi" alla parte in tensione.

Il valore di corrente per cui il soggetto è capace di lasciare la presa è detta *corrente di rilascio* e vale circa 10÷15mA in

corrente alternata a 50÷100Hz e circa 100÷300mA in corrente continua.

Correnti molto elevate non provocano tetanizzazione (voce di popolo: *l'alta tensione respinge*).

## Arresto della respirazione

Quando la corrente supera il limite di rilascio, cominciano ad apparire difficoltà respiratorie, segni di asfissia fino all'arresto dell'attività respiratoria.

Se la corrente perdura, l'infortunato perde conoscenza e può morire soffocato.

In questi casi occorre interrompere il passaggio di corrente immediatamente e praticare la respirazione artificiale entro 3÷4 minuti al massimo per evitare danni cerebrali permanenti o morte.

## Fibrillazione ventricolare

Le fibre muscolari dei ventricoli del cuore (fibrille) sono interessate da una contrazione ritmica di 60÷100 pulsazioni al minuto determinando il normale funzionamento del muscolo cardiaco e della circolazione sanguigna. La contrazione delle fibrille è determinata da una serie di impulsi bioelettrici provenienti dal *nodo senoatriale* posto nella parte superiore dell'atrio destro. Se alle normali correnti elettriche fisiologiche si sovrappone una corrente elettrica esterna molto più grande, le fibrille ricevono segnali eccessivi ed irregolari ed iniziano a contrarsi in modo disordinato e scoordinato.

Sopravviene la cosiddetta fibrillazione ventricolare per la quale il cuore non pompa più il sangue e determina la maggior parte delle morti per folgorazione.

Solo l'impiego di un apparecchio defibrillatore entro pochi secondi, riesce a salvare il malcapitato.

Altre tecniche di pronto soccorso (respirazione artificiale+massaggio cardiaco) possono mantenere le funzioni vitali fino all'impiego del defibrillatore.

## Ustioni

Le ustioni sono determinate dal riscaldamento per effetto Joule del corpo umano attraversato dalla corrente elettrica.

L'aumento di temperatura dipende dal quadrato della densità di corrente e dal tempo per cui la corrente fluisce nel corpo.

Densità di correnti dell'ordine di alcuni mA/mm<sup>2</sup> applicate per circa un secondo, possono già provocare ustioni. Densità dell'ordine di 50 mA/mm<sup>2</sup> provocano la carbonizzazione della pelle in pochi secondi.

Alle alte tensioni gli effetti termici sono predominanti sugli altri: lo sviluppo di calore provoca estese distruzioni di tessuti superficiali e profondi, rottura di arterie, distruzione di centri nervosi, ecc.

Le ustioni da folgorazione sono le più profonde e le più difficili da guarire.

Le ustioni possono essere causate indirettamente da incidenti elettrici senza contatto con la persona ad esempio quando intervengono archi elettrici con emissione di gas e vapori surriscaldati, proiezione di particelle incandescenti o metallo

fuso dall'arco e proiettato dalle forze elettromagnetiche durante un cortocircuito, irraggiamento termico, produzione di raggi ultravioletti.

## Parti in tensione

I contatti con parti a diverso potenziale causano circolazione di corrente quando chiudono un circuito. Il terreno, essendo conduttore ed esteso, costituisce di solito l'elettrodo di riferimento o a potenziale zero o *potenziale di terra*.

Rispetto al terreno, i manufatti elettrici possono assumere potenziali non nulli o intenzionalmente (un polo di un generatore è "messo a terra" con un opportuno dispersore) o per cause accidentali (guasto di un isolante) o ancora per cause parassite (capacità distribuita dell'impianto rispetto al terreno).

## Contatti diretti e indiretti

I limiti di sicurezza dipendono dall'entità degli effetti fisiopatologici prodotti dalla corrente elettrica sul corpo umano.

Gli effetti dipendono dall'intensità della corrente, dalla sua natura e dal tempo di contatto.

Il contatto può avvenire per cause accidentali, per imprudenza, per mancato intervento o assenza dei sistemi di protezione.

Una parte in tensione è denominata "parte attiva" ed è opportunamente protetta dal contatto con le persone in condizioni normali.

Quando una persona tocca simultaneamente almeno una parte attiva e la terra o due parti attive, subisce un **contatto diretto**.

Fig. 3 - Contatti elettrici

Le parti in tensione toccate possono essere parte integrante e funzionale di apparecchiature o impianti che per una ragione qualsiasi si vengano a trovare esposte ovvero prive di protezione (ad es. le parti interne di un'apparecchiatura di cui sia stato rimosso il coperchio di protezione o dei fili elettrici con l'isolante danneggiato per abrasione).

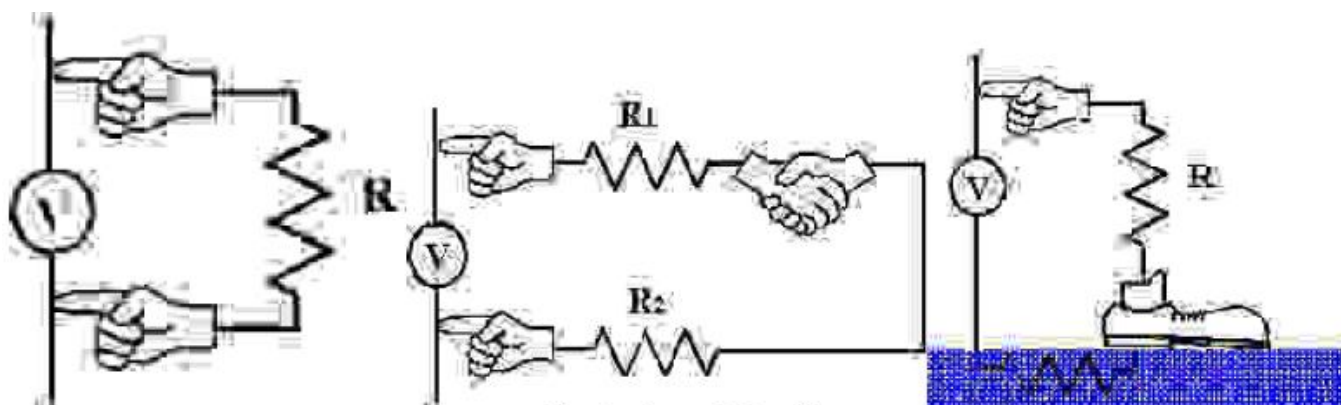


Fig. 3 - Contatti elettrici

Le parti in tensione toccate possono essere parte integrante e funzionale di apparecchiature o impianti che per una ragione qualsiasi si vengano a trovare esposte ovvero prive di protezione (ad es. le parti interne di un'apparecchiatura di cui sia stato rimosso il coperchio di protezione o dei fili elettrici con l'isolante danneggiato per abrasione).

Il contatto con parti attive è denominato “*contatto diretto*”. Il circuito è chiuso dal corpo umano attraverso due punti di contatto:

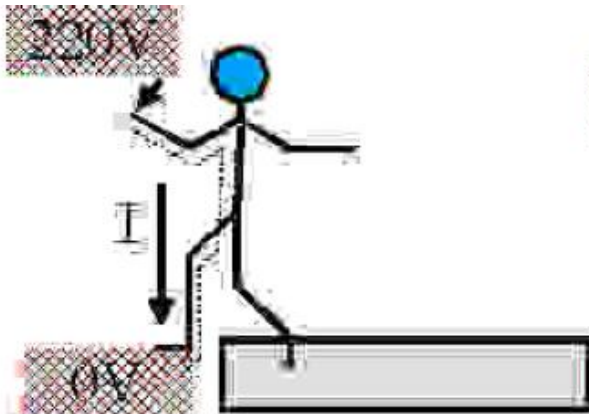


Fig. 4 - Contatto diretto mano-mano

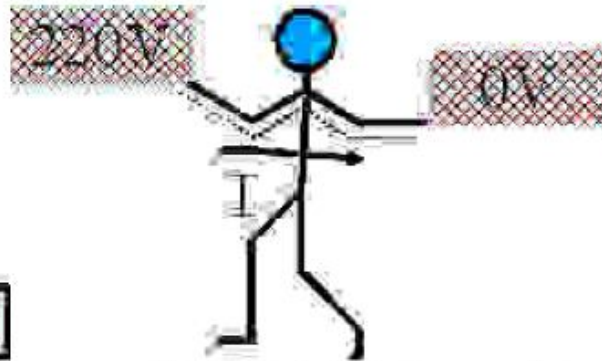


Fig. 5 - Contatto diretto mano-piede

Il contatto diretto può interessare due punti qualsiasi del corpo umano, anche se il più comune è quello che avviene tra mano/i e piede/i con la richiusura del circuito attraverso la terra.

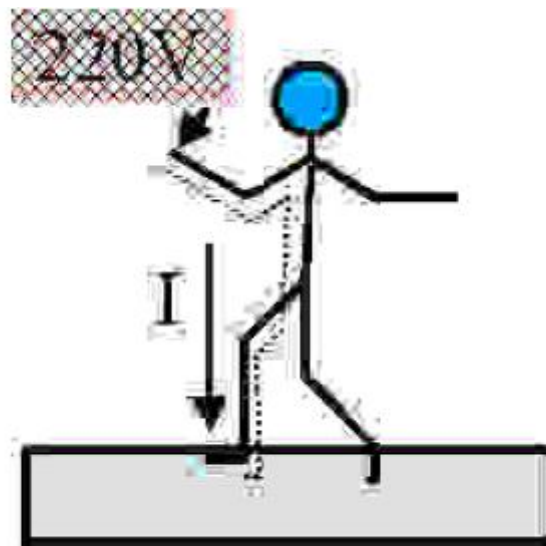


Fig. 6 – Contatto diretto mano – piede - terra

Le resistenze interessate dal fenomeno (resistenza di contatto della mano, resistenza interna del corpo, resistenza di contatto del piede, resistenza del pavimento) variano da qualche  $k\Omega$  a qualche  $M\Omega$  rendendo estremamente non riproducibili gli effetti del contatto.

Le norme hanno definito valori limite minimi per la resistenza con conseguenti valori massimi di tensione di contatto sopportabili senza conseguenze per tempi prestabiliti. Una tensione di 50V alternati a 50Hz o di 120 V in continua, è considerata tollerabile indefinitamente in condizioni normali.

Quando una persona tocca un conduttore che, non essendo normalmente in tensione in condizioni normali, è sottoposto ad un potenziale per il cedimento dell'isolamento principale, subisce un **contatto indiretto**. Ad esempio una lavatrice ha la carcassa metallica normalmente non in tensione rispetto a terra: un guasto potrebbe mettere in contatto una parte attiva con la carcassa elevandone il potenziale.

Toccando la carcassa si subirebbe il potenziale della parte attiva rispetto a terra, trasmesso dalla carcassa stessa.

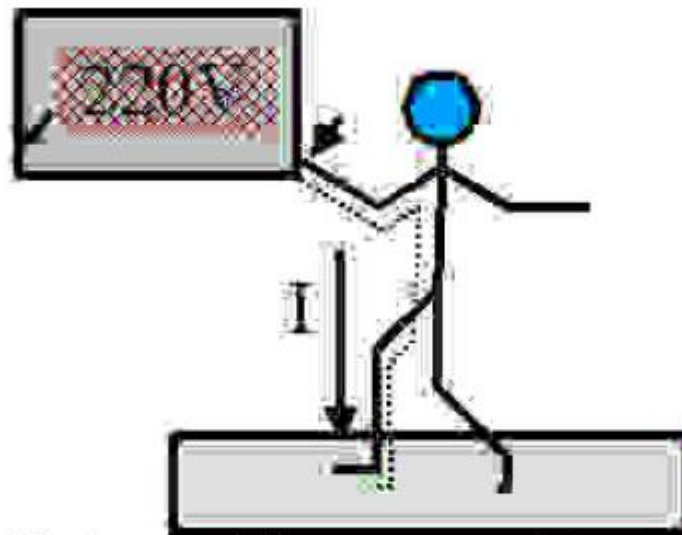


Fig. 6 - contatto indiretto massa-mano-piede-terra

## Masse

La carcassa metallica dell'esempio precedente si definisce “*massa*”. Le masse sono costituite da conduttori generalmente metallici che normalmente fuori tensione, possono introdurre potenziali per avaria dell'isolamento delle parti attive che contengono (esempio della lavatrice).

Si definiscono “*masse estranee*” tutte le altre masse suscettibili di introdurre potenziale elettrico, compreso quello di terra. Il tubo metallico dell'acqua del vicino del proprietario della lavatrice precedente è una massa estranea.

Nel caso di pavimenti o scarpe isolanti, è particolarmente insidioso il contatto indiretto con masse simultaneamente accessibili ovvero che possono essere toccate contemporaneamente.

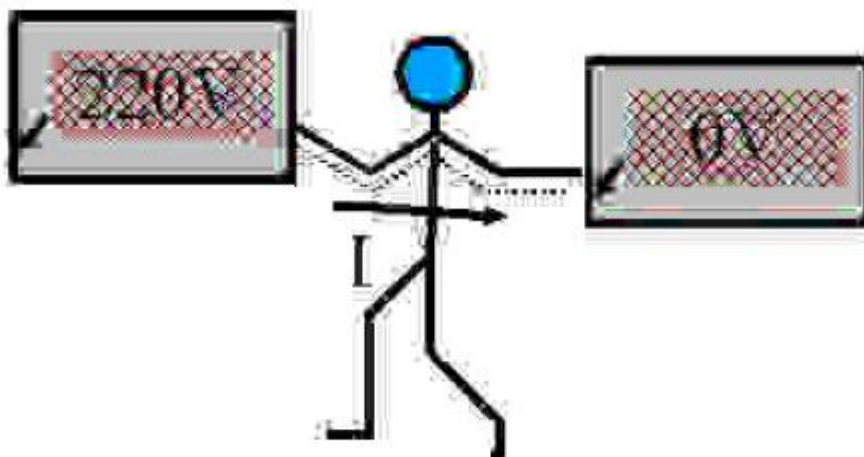


Fig. 7 - Masse simultaneamente accessibili

## Metodi di protezione elettrica

La salvaguardia delle persone dai contatti diretti si persegue generalmente attraverso l'isolamento delle parti attive e/o l'uso di involucri, ostacoli o barriere che non permettono di entrare in contatto con le parti attive. Ogni volta che si individua una parte attiva "*a portata di mano*" ovvero che può volontariamente toccata senza utilizzare chiavi o attrezzi e senza rompere nulla, si è in una condizione di ELEVATO RISCHIO.

La salvaguardia delle persone dai contatti indiretti si persegue attraverso l'equipotenzialità delle masse e delle masse estranee per mezzo di un adeguato collegamento equipotenziale.

In base al tipo di collegamento del neutro nella cabina elettrica di trasformazione, si classificano i seguenti sistemi elettrici:

⊙ sistema TT: neutro a terra in cabina, masse e masse estranee a terra sull'utenza (utenze domestiche o similari alimentate da Enel in bassa tensione 230/400V); i guasti che causano il contatto indiretto sono eliminati automaticamente con l'uso di interruttori differenziali in tempi brevissimi;

⊙ sistema TN: neutro a terra in cabina, masse e masse estranee dell'utenza sulla stessa terra mediante conduttore di protezione (PE o PEN) (utenze industriali alimentate da cabina propria generalmente 20kV); i guasti che causano il contatto indiretto sono eliminati automaticamente con l'uso di interruttori automatici o differenziali in tempi brevissimi;

⊙ sistema IT: neutro isolato in cabina, masse e masse estranee equipotenziali e a terra sull'utenza; il primo guasto che causerebbe il contatto indiretto nei sistemi TT e TN non è eliminato ma solo segnalato da un allarme perché non introduce potenziali pericolosi; al secondo guasto il sistema IT è ricondotto ad un sistema TN.