

CAPITOLO I

GLI SCHEMI ELETTRICI E IL LORO LINGUAGGIO INTERNAZIONALE



Intendersi senza equivoci

Qualunque complesso elettrico per il quale occorrono connessioni tra i componenti richiede *informazioni* sul modo di eseguirle. L'esecuzione delle connessioni a sua volta determina nuove operazioni per verifiche, ulteriori collegamenti, l'esercizio, la manutenzione, le varianti, ecc. con diverse nuove esigenze d'*informazione* per tutti coloro che sono interessati alle operazioni accennate a qualsiasi livello o compito esecutivo.

Ove si consideri l'estensione degli impieghi dell'energia elettrica, l'infinita varietà di componenti e tipi d'impianto, ed infine la pericolosità di eventuali errori per cose e persone, immediatamente si può valutare l'importanza che assumono tali *informazioni* e la necessità di chiarezza, precisione e completezza che esse devono possedere.

Come è noto queste *informazioni* si concretano in descrizioni grafiche dei circuiti che, per essere formulate con segni convenzionali senza riferimento all'aspetto fisico degli elementi descritti, prendono il nome di SCHEMI ELETTRICI.

Con queste forme grafiche si stabilisce quindi una vera e propria conversazione tra chi prepara uno schema per dare le informazioni ritenute necessarie e chi lo riceve e cerca nello stesso schema quanto di suo interesse per il compito che è chiamato a svolgere.

E' evidente la necessità che i corrispondenti conoscano entrambi il preciso significato dei segni e il metodo adottato per l'indicazione dei circuiti.

Occorre un vero e proprio alfabeto e regole per questo particolare linguaggio che deve essere perfettamente intelligibile senza equivoci a persone che non si conoscono, di varia estrazione e preparazione tecnica ed operativa, frequentemente assai diverse per abitudini industriali e nazionalità.

Da quanto precede scaturisce la motivazione della normativa ufficiale che in questo settore le principali nazioni hanno da tempo definito a mezzo dei propri Comitati Elettrotecnici.

Alcune nazioni si sono limitate ad ufficializzare normative già disponibili adottandone integralmente il testo con eventuali varianti per l'adattamento a particolari situazioni locali.

Con l'intensificarsi degli scambi commerciali tra le nazioni si è però resa evidente l'utilità di un ulteriore passo avanti nella unificazione delle normative per facilitare lo scambio delle informazioni grafiche.

Tale compito è stato assunto da una specifica Commissione della *International Electrotechnical Commission* - I.E.C. (1 rue de Varembe - 1211 Genève 20 - Svizzera) i cui lavori hanno definito una prima serie di segni e indicazioni per la stesura degli schemi elettrici. A questi è necessario attenersi per le già indicate ragioni di chiarezza senza equivoci che gli schemi devono possedere.

Ricordando che alla IEC aderiscono attualmente 41 paesi e che i lavori delle commissioni sono in conseguenza forzosamente lenti per l'influenza di cause a volte del tutto esterne al mondo della tecnica, sarà certamente necessario parecchio tempo prima che si giunga a definire in modo univoco segni grafici e metodi di indicazione degli schemi restando aderenti alla evoluzione tecnica che presenterà nuovi ritrovati da indicare graficamente.

Le norme italiane sull'argomento sono state adeguate a quelle internazionali attualmente disponibili ed è ovvio l'obbligo della loro attenta osservanza da parte di coloro che devono tracciare schemi di circuiti.

La normativa italiana

Il CEI (*Comitato Elettrotecnico Italiano*) ⁽¹⁾ è l'organo ufficiale che in Italia provvede alla *normalizzazione* nel campo elettrotecnico e assolve tale compito a mezzo di sottocomitati cui vengono affidati specifici argomenti.

(1) Sede: Viale Monza 259 - 20126 MILANO.

Il CEI, fondato nel 1909 dalla Associazione Elettrotecnica Italiana AEI, è stato ricostituito in Associazione nel dicembre 1964 ad iniziativa di quattro enti promotori: Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR); Associazione Elettrotecnica Italiana (AEI); Ente Nazionale per l'Energia Elettrica (ENEL); Associazione Nazionale Industrie Elettrotecniche ed Elettroniche (ANIE); ed è stato riconosciuto quale persona giuridica nel 1967.

Importantissimo per i riflessi nell'ambito delle attività elettrotecniche in genere è ricordare il contenuto della legge 1° marzo 1968 n. 186 che recita:

« Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.

« Art. 1 — Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte ».

« Art. 2 — I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte ».

NORME CEI PER LA GRAFIA DEGLI SCHEMI ELETTRICI

Fascicolo N.	Numero distintivo	Titolo ⁽¹⁾
89	3- 6 (1955)	Schemi per impianti di energia
174	3- 7 (1962) *	Segni grafici per posa cavi negli impianti ferrotranviari
175	3- 8 (1962) *	Segni grafici per piani di ferrovie e tranvie
179	3- 9 (1962)	Segni grafici per impianti idroelettrici, termoelettrici e nucleotermoelettrici
S/199	3- 9 (1962) Ec	Errata-corrige del fascicolo 179
S/236	3- 9 (1965) V1	Prima variante del fascicolo 179
S/363	3- 9 (1968) V2	Seconda variante del fascicolo 179
233	3- 5 (1968) *	Segni grafici per trazione
264	3-10 (1970)	Segni grafici di uso generale
S/387	3-10 (1970) Ec	Errata-corrige del fascicolo 264
356	3- 3 (1974)	Segni grafici per impianti di energia
S/452	(1974) *	Schemi elettrici relativi agli impianti a fune
391	3-11 (1976)	Segni grafici per i piani di posa delle linee elettriche
393	3- 4 (1976)	Segni grafici per telecomunicazioni
S/484	(1976)	Raccolta di sigle e segni grafici da usare negli schemi dei circuiti elettrici degli impianti di segnalamento ferroviario

⁽¹⁾ La successione delle indicazioni corrisponde all'anno nel quale ha avuto inizio l'applicazione delle norme.

(*) Si tratta di « Raccolte » e « Segni grafici » redatte in collaborazione con la UNIFER (Ente Unificazione del materiale Ferrotranviario).

Per i segni grafici e schemi tale incarico è attribuito al Sottocomitato 3 il quale, con l'eventuale collaborazione di enti o associazioni aventi specifico interesse, ha pubblicato e aggiornato norme generali e specializzate.

Le norme attualmente in vigore sono riepilogate con i rispettivi riferimenti nella tab. 1 (pag. 3) il cui esame potrà assicurare sulla quantità di cose da conoscere perché a prima vista la tabella può apparire preoccupante.

Infatti, togliendo dai complessivi quindici fascicoli i due di errata-corrigé e i due di varianti, ne restano undici a loro volta costituiti da otto specializzati e tre a carattere generale per gli impianti di energia.

Quando si tenga presente che i fascicoli specializzati sono costituiti in parte dal contenuto dei tre a carattere generale e dalle specifiche integrazioni relative a componenti caratteristici degli impianti considerati (e quindi destinati ai corrispondenti operatori) si rileva prontamente come l'attenzione debba soprattutto essere concentrata sui *tre fascicoli n. 89, n. 264 e n. 356* che sono praticamente di reciproca integrazione. I suddetti fascicoli, specialmente quelli n. 89 e n. 356, richiamano nel titolo la loro destinazione *per impianti di energia*. Questi impianti sono indiscutibilmente i più diffusi e ad essi sono interessati un gran numero di operatori sia per la pura e semplice distribuzione che per la realizzazione di impianti di varia complessità e automazione realizzata senza l'ausilio delle tecniche elettroniche o telefoniche che richiedono altre specializzazioni oltre alla conoscenza degli stessi schemi per impianti di energia.

E' quindi evidente l'interesse degli elettrotecnici di conoscere compiutamente il contenuto dei suddetti fascicoli fondamentali per il loro corretto impiego nelle varie possibili forme di utilizzazione pratica.

CAPITOLO II

METODI DI RAPPRESENTAZIONE DEI CIRCUITI ELETTRICI. PERCHE' COSI' TANTI

Informare per quanto necessario

Dal momento che un progettista prende la matita per definire un assieme di componenti elettrici destinati a compiere una certa funzione, sia che si tratti di pochi apparecchi o di un impianto complesso, i momenti operativi sono assai diversi per coloro che concorrono successivamente alla realizzazione, montaggio, messa in servizio, esercizio ed infine alla manutenzione di quanto previsto.

Per problemi complessi il progettista diviene a sua volta un assemblatore di componenti singolarmente realizzati da altri operatori. E' quindi ovvio che le informazioni necessarie sotto forma di schemi devono assumere un diverso aspetto corrispondente ai compiti che ciascuno deve svolgere nella catena operativa.

E' chiaro che all'operaio che realizza i collegamenti all'interno di un quadro di comando interessa eventualmente solo come notizia la sua destinazione mentre è indispensabile possa disporre di tutte indistintamente le indicazioni necessarie alla realizzazione dei circuiti tra gli apparecchi, strumenti, morsettiere e accessori del quadro sul quale stà operando.

Viceversa al montatore dell'impianto cui quel quadro è destinato e per il quale deve stendere e collegare i cavi alle morsettiere, occorrono i corrispondenti schemi per queste operazioni mentre scarso è il suo interesse per i circuiti interni del quadro.

Ancora: al tecnico che deve controllare l'efficienza funzionale dei circuiti di quell'impianto occorrono informazioni complete e schemi specifici (essenzialmente diversi dai precedenti) sulle interconnessioni tra i componenti per verificarle accuratamente. Si servirà anche dei vari schemi utilizzati nelle operazioni intermedie per verifiche particolari, modifiche od eliminazione di irregolarità emergenti durante le prove,

ma solamente per sua specifica comodità o per dettare ai singoli operatori le varianti necessarie usando metodi per ciascuno abituali.

Riflettendo brevemente alla vastità della casistica che si riscontra nella realtà operativa industriale e sull'evidente utilità che ciascuno operi senza difficoltà nell'ambito del proprio incarico e specializzazione al fine di una più elevata e qualificata produttività, risulta chiara la necessità di schemi differenziati con una stesura corrispondente alle esigenze della loro destinazione.

Schemi chiari, precisi, completi

A prima vista parrebbe superfluo il dedicare qualche parola alle qualità di chiarezza, precisione e completezza che devono caratterizzare gli schemi elettrici qualunque sia il metodo usato per l'indicazione dei circuiti.

Ciò perché *gli schemi*, a qualunque titolo sviluppati, sottintendono tali essenziali qualità di espressione.

Desideriamo tuttavia richiamare ulteriormente l'attenzione sulla importanza di dedicare la massima cura nella esecuzione degli schemi elettrici per conferire agli stessi quanto possibile quelle indispensabili, suddette qualità.

Per questo ci rivolgiamo a tutti coloro che tracciano, disegnano o completano schemi elettrici perché abbiano ad evitare l'affastellamento di righe di circuito (che riducono la selettività a prima vista), le indicazioni manoscritte troppo piccole (difficili a leggersi specialmente sulle copie) o troppo grandi (che sommergono lo schema invece d'integrarlo), o eccessive (che forniscono indicazioni non necessarie appesantendo inutilmente gli schemi).

Ad un esperto osservatore l'esame di uno schema rivela prontamente l'abilità dei compilatori mentre il suo apprezzamento per il loro lavoro dipende grandemente dalle caratteristiche più volte richiamate di chiarezza, precisione e completezza che si possono riscontrare negli elaborati.

Vari tipi di schemi e loro impiego

E' il fascicolo n. 89 del CEI che stabilisce le « *Norme per gli schemi per impianti di energia* » e i criteri di classificazione considerati sono quattro riepilogati nelle tabelle 2 e 3 (pag. 7 ÷ 8).

Non vi è nulla da aggiungere alle indicazioni delle tabelle il cui esame, a parte l'importante riferimento alla normativa, fa rilevare come qualsiasi schema elettrico sarà sempre caratterizzato da un attributo ricavato da ciascuna delle quattro classificazioni perché uno schema avrà in ogni caso un riferimento alla ESTENSIONE di quanto indicato con un certo grado di COMPLETEZZA e avrà un metodo di RAPPRESENTAZIONE dei conduttori unito a un MODO di compilazione dello schema stesso.

CLASSIFICAZIONE DEGLI SCHEMI

IN BASE ALLA ESTENSIONE DELLA RAPPRESENTAZIONE

SI DEFINISCE UNO SCHEMA	QUANDO RAPPRESENTA:
PANORAMICO	Il complesso degli impianti e reti di trasporto e distribuzione con l'indicazione della potenza degli impianti e le caratteristiche meccaniche ed elettriche delle linee.
d'ASSIEME	I circuiti elettrici di un intero impianto.
PARZIALE	Una determinata parte d'impianto.

IN BASE ALLA COMPLETEZZA DI RAPPRESENTAZIONE DELLE PARTI COSTITUTIVE DI UN IMPIANTO

SI DEFINISCE UNO SCHEMA	QUANDO RAPPRESENTA:
COMPLETO	Un circuito o un insieme di circuiti relativi ad un impianto o ad una parte d'impianto con tutti gli elementi costitutivi disegnati fino all'ultimo dettaglio e con tutte le indicazioni necessarie alla perfetta identificazione degli elementi stessi.
SEMPLIFICATO	Uno schema nel quale si omettono o si indicano in modo sommario una parte degli elementi ritenuti non essenziali allo scopo per il quale lo schema viene tracciato.
DI PRINCIPIO	Nel modo più semplice il concetto di funzionamento di un determinato circuito o assieme di circuiti, senza particolare riguardo alla realizzazione pratica.

CLASSIFICAZIONE DEGLI SCHEMI

IN BASE ALLA RAPPRESENTAZIONE DEI CONDUTTORI

SI DEFINISCE UNO SCHEMA	QUANDO RAPPRESENTA:
MULTIFILARE	Ciascun conduttore del circuito con una linea e senza raggruppamenti.
UNIFILARE	Tutti i conduttori di un sistema con una sola linea precisandone la quantità con accorgimenti grafici.

IN BASE AL MODO DI RAPPRESENTAZIONE

SI DEFINISCE UNO SCHEMA	QUANDO RAPPRESENTA:
ORDINARIO	Macchine ed apparecchi disposti nella posizione più opportuna per semplificare le indicazioni delle connessioni e senza alcun riferimento alla effettiva disposizione topografica dei vari elementi.
DI MONTAGGIO	Le connessioni tra i diversi elementi di un'apparecchiatura o di un impianto rispettando le loro posizioni reciproche mettendo in particolare rilievo i terminali e le morsettiere e indicando la distribuzione e il tipo dei conduttori.
TOPOGRAFICO	I vari elementi di un impianto o di una parte d'impianto vengono indicati rispettando la loro posizione reciproca; i conduttori vengono raggruppati in cavi, ecc.
FUNZIONALE	Macchine ed apparecchi scomposti nelle loro varie parti che vengono indicate separatamente nei circuiti nei quali svolgono la loro funzione.

IMPIEGO ABITUALE DEI VARI TIPI DI SCHEMI

Per lo studio e definizioni di automatismi in genere

Per lo studio e definizione dei circuiti di potenza

Per l'esecuzione dei collegamenti nei quadri ed apparecchiature

Per le interconnessioni tra i componenti di un impianto

Per il controllo dei circuiti

Per il pronto intervento per anomalie di esercizio

Per lo studio ed esecuzione di varianti e adeguamenti ⁽¹⁾

Per esecuzione lavori di modifica nei circuiti di comando e controllo

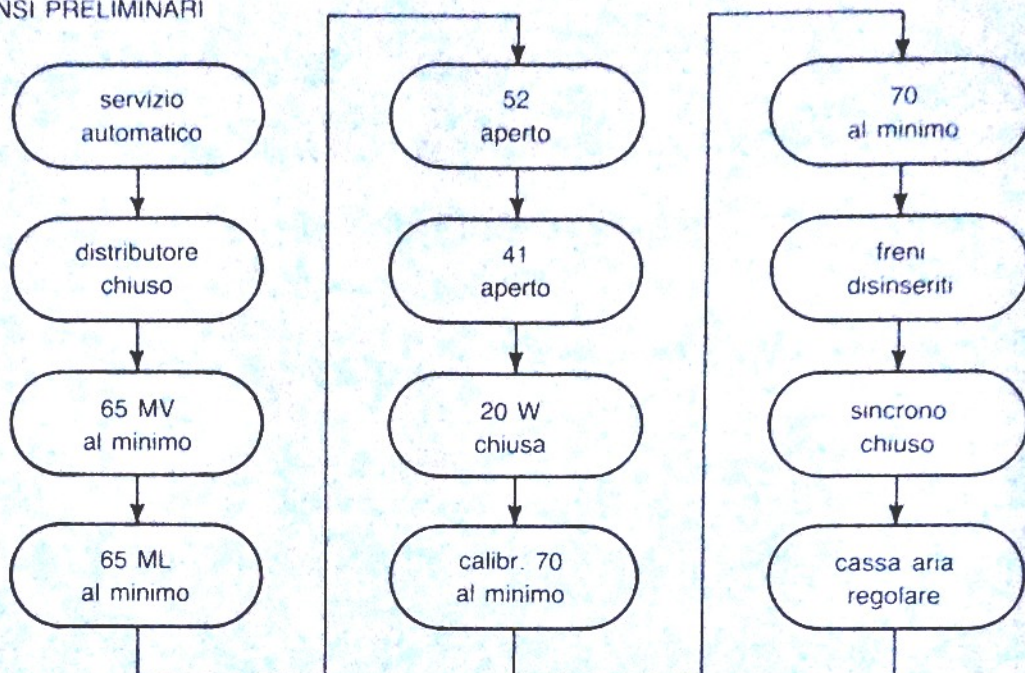
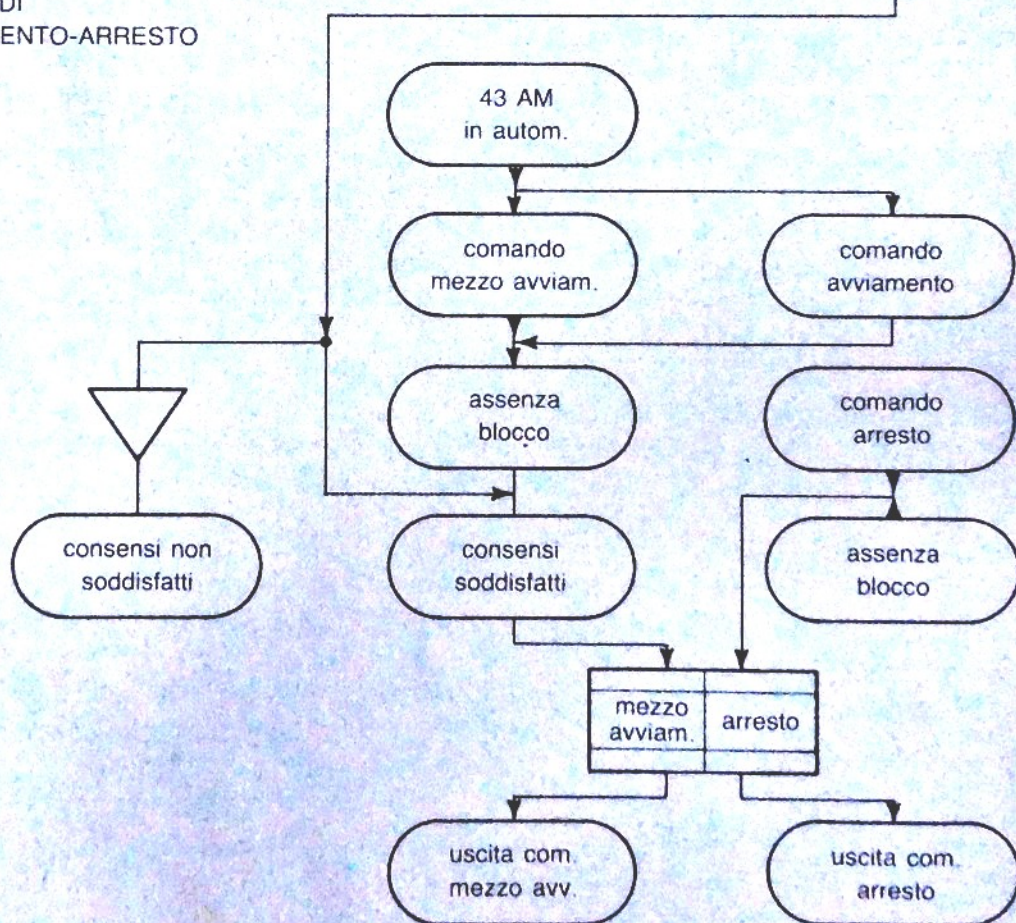
Per esecuzione lavori di modifica nei circuiti di potenza

INDICAZIONI CON	SCHEMI	di flusso											●
		a blocchi											●
		di principio											●
		unifilari	●		●							●	
		multifilari	●		●		●					●	
		funzionali		●	●	●	●			●			●
		topografici		●	●		●			●			
	TABELLE	per morsetterie	●	●	●		●	●					
		per tesatura cavi	●	●	●			●					

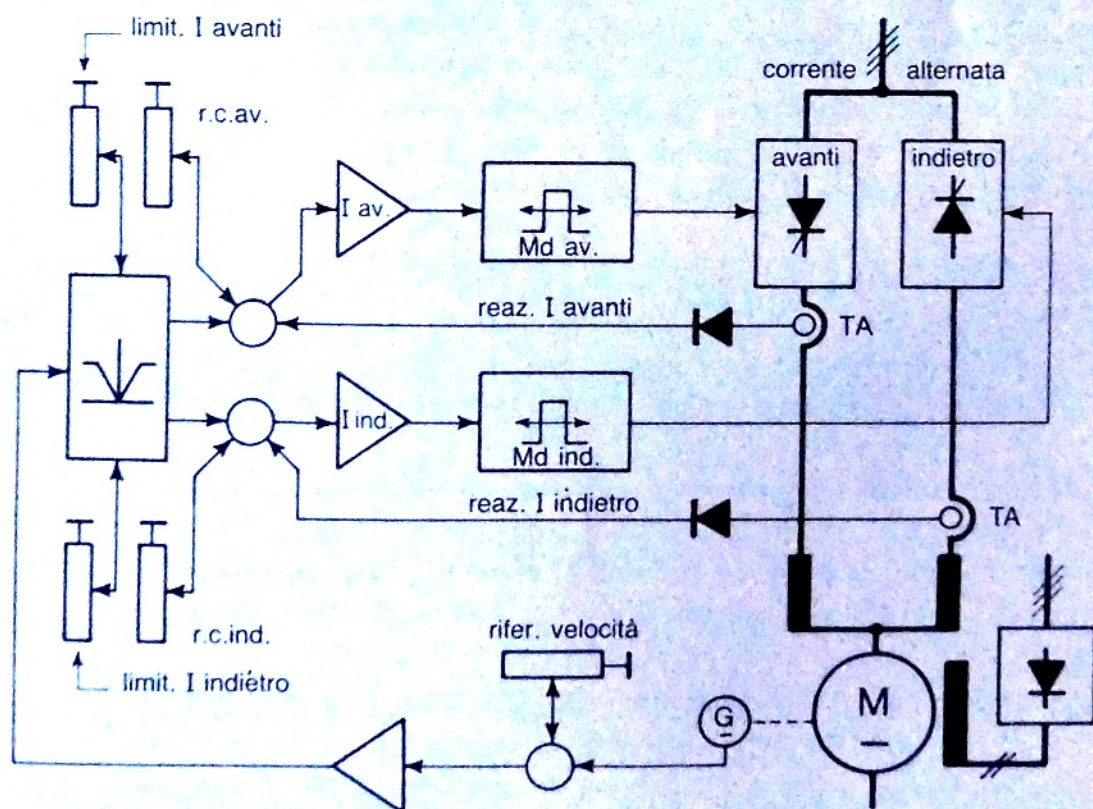
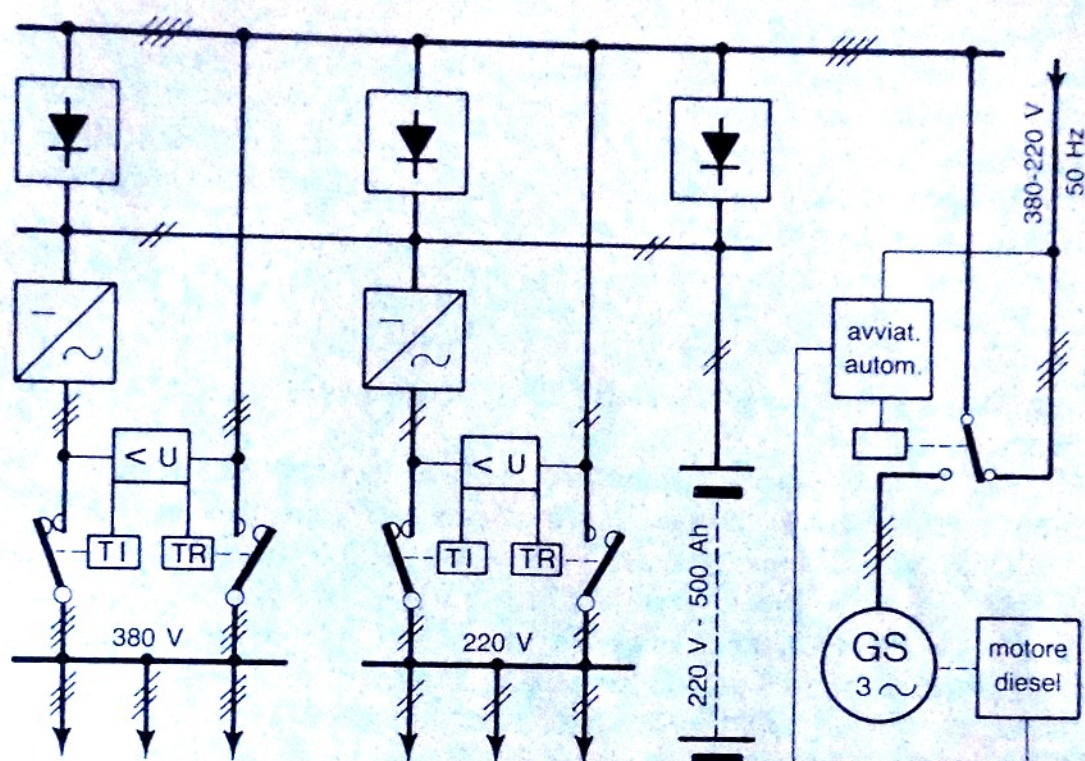
⁽¹⁾ L'impiego dei vari tipi di schemi e tabelle dipende dal tipo di circuito sul quale si deve operare e dall'entità dei lavori da eseguire.

ESEMPIO DI SCHEMA DI FLUSSO

CONSENSI PRELIMINARI

COMANDI
AVVIAMENTO-ARRESTO

ESEMPI DI SCHEMI A BLOCCHI



Considerato lo scopo di questo volume sembra doveroso aggiungere all'elenco delle forme grafiche per gli schemi stabilite dalle Norme CEI la indicazione di altre divenute di uso comune in particolari settori industriali operanti su apparecchiature ed impianti con estesi e complessi automatismi.

Intendiamo riferirci agli schemi così detti: *di flusso* e *a blocchi* destinati, i primi, a definire interconnessioni operative vincolate ed interdipendenti tra i componenti di un impianto e i secondi prevalentemente a precisare sinteticamente specifiche funzioni di componenti nelle apparecchiature complesse.

Si vedano i corrispondenti aspetti nelle tavole 1 e 2 (pag. 10 ÷ 11).

L'abituale impiego specifico dei diversi tipi di schema è riepilogato dalla tabella 4 (pag. 9) che li riferisce ai principali momenti della catena operativa per la realizzazione dell'attrezzatura elettrica di un qualsiasi impianto.

Ma poiché il mezzo informativo, e cioè lo schema, deve essere perfettamente aderente al lavoro da svolgere, si possono verificare situazioni tali da giustificare sensibili deroghe alle consuetudini e l'utilità d'impiegare in uno stesso schema più metodi di rappresentazione per conseguire le indispensabili doti di chiarezza, precisione e completezza della cui importanza ci siamo precedentemente occupati.

Alcune tavole di questo volume offrono esempi di tale complementarietà con schemi multifilari e unifilari per i circuiti di potenza accanto ad una parte in funzionale per i circuiti di comando e segnalazione.

La casistica è ovviamente più ampia dipendendo dalla necessità d'informazione richiesta agli schemi.

CAPITOLO III

PERCHE' E' IMPORTANTE CONOSCERE BENE LO SCHEMA FUNZIONALE E IL SUO IMPIEGO

Una continua presenza significativa

Le indicazioni della tabella 4 (pag. 9), più che alla specifica normativa, si riferiscono ai criteri d'impiego degli schemi abitualmente adottati nella pratica industriale.

Importante è rilevare che lo schema funzionale appare d'uso comune in ben cinque dei sette momenti operativi caratteristici considerati nella tabella.

Allorché si tenga presente che per tale schema non è previsto l'impiego solamente per la indicazione dei circuiti di potenza (perché *non* adatto) e nelle operazioni prettamente esecutive della tesatura e collegamento dei cavi (perché *poco* adatto), corre l'obbligo di rilevare che *l'uso dello schema funzionale appare utile sempre ed indispensabile in alcune delle operazioni da eseguire per la realizzazione di insiemi elettrici, specialmente se con automatismi.*

Infatti con l'incremento dell'impiego dell'elettricità e il perfezionamento della *intelligenza* delle macchine e degli impianti, i metodi tradizionali di rappresentazione dei circuiti divenuti sempre più complessi si sono dimostrati del tutto inadeguati a far fronte alle nuove esigenze.

Si deve ai tecnici americani l'adozione di una particolare forma di rappresentazione dei circuiti che, prescindendo dalla consistenza dei complessi e dalla reciproca posizione dei loro elementi, li considera da un punto di vista esclusivamente riguardante la loro *funzione* nel circuito.

Gli *schemi funzionali* sono appunto schemi elettrici redatti con questo particolare metodo di rappresentazione dei circuiti.

La tendenza moderna di *fare meglio, più presto e con minor fatica* trova nello schema funzionale un valido ed importante aiuto quando si

devono affrontare, sia per studio che per la loro realizzazione e la ricerca di guasti, problemi riguardanti circuiti elettrici più o meno complessi. Questi schemi sono di grandissima utilità per molti operatori a vari livelli che però li usano ancora scarsamente o li esaminano con diffidenza e in certi casi con buona dose di prevenzione.

E' necessario sia avvertita l'importanza di insegnare bene nelle scuole la compilazione e l'uso dello schema funzionale per ridurre agli elettrotecnici di ogni grado le difficoltà che essi devono affrontare appena entrano a far parte del processo produttivo industriale.

L'insegnamento è inoltre indispensabile considerato che lo schema funzionale ha ricevuto sanzione ufficiale dal CEI, il quale, nel fascicolo n. 89, ha stabilito le principali norme di compilazione ed i necessari codici numerico e letterale per le sigle distintive degli apparecchi.

Riteniamo però opportuno porre in evidenza che lo schema funzionale non è destinato a sostituire totalmente metodi tradizionali di rappresentazione dei circuiti; esso ha una sua particolare utilizzazione e si inserisce tra gli altri metodi quale utile strumento di lavoro in grado di far fronte a necessità di sintesi indispensabili alla moderna tecnica degli impianti elettrici.

Questo volume si propone di chiarire le ragioni che consigliano il massimo impiego dello schema funzionale, di indicare il metodo da seguire per la sua stesura ed illustrarne l'uso pratico nell'ambito della realizzazione dei circuiti, del loro controllo e della ricerca dei guasti.

Precisiamo che saranno considerati, perché di uso più generale, gli schemi relativi a circuiti annessi ad impianti di energia, cioè per quelli così detti « a correnti forti ».

Gli schemi per correnti deboli (telefoniche, elettroniche, ecc.) sono normalmente tracciati in forma convenzionale, simile a quella funzionale, con particolari accorgimenti indispensabili data la speciale natura di quei circuiti.

Si ricordi inoltre che lo schema funzionale è impiegato nelle varie nazioni con segni grafici, dettagli e disposizioni non del tutto eguali a quelli italiani.

Mentre, come già detto, si sta facendo il possibile per giungere ad una auspicata unificazione internazionale, si deve rilevare che chi ha conoscenza delle regole sulle quali si basa lo schema funzionale del proprio Paese avrà soltanto qualche iniziale incertezza nell'interpretazione di uno schema « straniero », ma potrà servirsene egualmente con i medesimi buoni risultati abituali.

Principali pregi dello schema funzionale

I molti vantaggi offerti dall'uso dello schema funzionale sono tali da convincere prontamente circa la convenienza di usarlo largamente e basterà a questo scopo accennare ai principali.

Notevole semplicità di esecuzione grafica

Non occorre, come nei multifilari, tracciare e modificare le linee di collegamento per ridurre gli incroci e rendere i circuiti di più facile lettura *perché lo schema si sviluppa in due o più linee orizzontali e in una serie di equidistanti linee verticali.*

Praticamente assenza di incroci

In genere ogni circuito è sviluppato in una sola linea verticale e di regola non rende necessari incroci col risultato di maggior rapidità di esecuzione e di lettura. In ogni caso, la evidenza degli incroci riduce grandemente le possibilità di errore.

Chiarezza di ogni singolo circuito

Come precisato, *solitamente in una sola linea verticale è contenuto un intero circuito* con tutti gli organi operatori ed utilizzatori inseriti secondo la loro precisa funzione ed in ordinata successione.

Evidenza di ogni situazione di incompatibilità

E' ben nota nei circuiti complessi l'insidia di eventuali alimentazioni di ritorno o di inesattezze funzionali in relazione a particolari situazioni intermedie degli organi di manovra.

Data la semplicità della grafia propria degli schemi funzionali e l'armonica disposizione dei vari segni, *le situazioni sopraccegnate sono più prontamente individuabili* e lo schema stesso si presta per rimuoverne facilmente le cause attuando accorgimenti atti ad evitare gli eventuali inconvenienti lamentati.

Valido aiuto per il controllo in opera dei circuiti e per la ricerca dei guasti

Nella parte eminentemente pratica del controllo in opera dei circuiti e nella ricerca dei guasti, *lo schema funzionale consentirà di compiere il lavoro con maggior calma, precisione e con minor fatica.*

Ciò in relazione alla suddivisione dei circuiti e alla completa indicazione degli elementi in ciascuno di essi interessati il che permette di operare senza distrazioni sul solo circuito che presenta le anomalie da eliminare.

Minori difficoltà nello studio delle varianti

Perché basta operare sui circuiti interessati i quali, come ormai più volte ripetuto, sono indicati in modo estremamente sintetico, completi dal punto di vista funzionale e, se desiderato, con particolari accorgimenti grafici anche dal punto di vista della realizzazione pratica.

Gli esempi indicati nelle pagine seguenti potranno dare soltanto una indicazione di conferma a quanto sopra esposto; la misura della grande utilità dello schema funzionale è possibile averla solamente col suo effettivo impiego pratico.

* * *

E' bene precisare che lo schema funzionale è solamente un mezzo per raggiungere più facilmente un determinato scopo. Ciò che si riferisce al contenuto concettuale dei circuiti elettrici che esso rappresenta dipende ovviamente dall'abilità e dalla esperienza del tecnico compilatore e per la parte grafica dalla precisione esecutiva del disegnatore.

Se la prontezza di esecuzione, la razionale successione degli elementi operatori, ecc. sono dipendenti dalla capacità e genialità del tecnico che deve conoscere a fondo il problema da risolvere e i mezzi che lo consentono, lo schema funzionale nei diversi aspetti della sua utilizzazione sarà un valido aiuto per rendere meno pesante la fatica ed ottenere un risultato praticamente perfetto.

LE PRINCIPALI CONVENZIONI NELLA GRAFIA DELLO SCHEMA FUNZIONALE

Una breve premessa

Come tutti coloro che desiderando scrivere rapidamente debbono imparare la stenografia ed esercitarsi, così chi desidera servirsi di quella vera e propria stenografia dello schema elettrico che è la rappresentazione funzionale deve assoggettarsi ad imparare alcune convenzioni ed abituarsi alla indicazione in funzionale in modo da acquisire assoluta padronanza sia nella compilazione che nella lettura degli schemi. La lieve fatica troverà compenso nella molta che sarà risparmiata in seguito quando si potrà servire con sicurezza del nuovo mezzo di lavoro.

Per la compilazione degli schemi funzionali relativi a circuiti così detti *a correnti forti per impianti di energia* si devono usare i segni grafici normalizzati del CEI raccolti nei fascicoli n. 264 e n. 356. Quelli di uso più abituale negli schemi funzionali sono riportati e commentati nel Cap. VII a pag. 53.

Le principali convenzioni sono otto in tutto e il loro impiego conferisce allo schema funzionale il particolare aspetto rilevabile dall'esempio della tavola 3 (pag. 19).

Le convenzioni secondo la normativa

Riprendiamo dal fascicolo n. 89 delle Norme CEI le otto convenzioni per la compilazione degli schemi col metodo funzionale. Tali convenzioni devono assolutamente essere capite e osservate senza deroghe che, se indispensabili, si devono chiarire con note per evitare incertezze nella lettura o errata interpretazione degli schemi.

Tali convenzioni sono:

1) *Le linee orizzontali in alto ed in basso rappresentano le alimentazioni comuni dei vari circuiti e possono anche essere numerose* (tante

righe quanti sono i conduttori dei sistemi di alimentazione che devono comparire nello schema).

2) Le righe verticali, di regola, rappresentano ciascuna un circuito completo nel quale sono indicati tutti gli apparecchi (contatti, pulsanti, bobine, lampadine, ecc.) che fanno parte del circuito.

Pertanto nello schema funzionale ogni apparecchio risulta scomposto nelle varie sue parti che compaiono singolarmente là dove devono essere presenti secondo la loro funzione e con assoluta indipendenza dalla posizione reciproca nell'apparecchio stesso e nell'impianto di cui fanno parte (vedere esempio di scomposizione nella fig. 1).

Questa convenzione è importantissima e deve essere compresa perfettamente unitamente a quella di cui ai punti 4) e 5) che si possono considerare complementi indispensabili.

3) Il segno grafico dei contatti ne precisa la natura (se contatti di pulsanti, relè, fine corsa, ecc.) e ciascun segno è completato da una sigla convenzionale scelta opportunamente nei Codici numerico e letterale del CEI nei quali ad ogni numero o lettera corrisponde una funzione o precisazione ben definita.

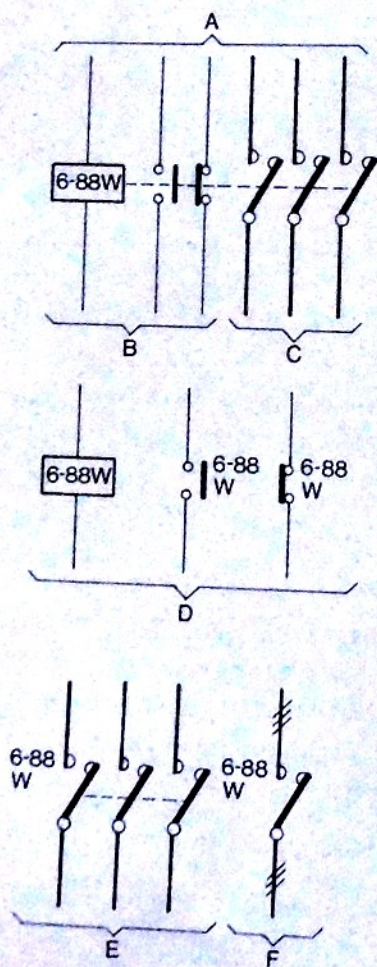


Fig. 1 - Esempio di scomposizione di un apparecchio.

A) Schema multifilare di un teleruttore tripolare in aria con due contatti ausiliari denominato 6-88W in base ai Codici e in relazione alla sua funzione.

B) Bobina e contatti ausiliari che compariranno nello schema funzionale in modo indipendente come in « D », caratterizzati però dalla medesima sigla 6-88W dell'apparecchio per definire che le loro azioni sono simultanee.

C) Contatti di potenza che solitamente non compaiono nello schema funzionale. Quando sia necessario rappresentarli si rappresentano come in « E », se in multifilare e come in « F » se in unifilare.

Nota - Le sigle possono essere scritte sia in senso orizzontale che in senso verticale. In genere è preferibile in uno stesso schema mantenere se è possibile per uniformità il medesimo orientamento.

4) *Gli organi appartenenti ad un medesimo apparecchio hanno la stessa sigla caratteristica in modo da far capire che il loro funzionamento avviene simultaneamente. (Vedere in merito la già citata fig. 1).*

5) *Tutti gli elementi aventi una stessa sigla cambiano di posizione contemporaneamente come nella tavola 4 (pag. 21) salvo, naturalmente, i contatti a tempo per i quali si deve indicare il ritardo all'apertura o alla chiusura.*

6) *In questo volume si suppone che i contatti si muovano sempre da destra verso sinistra. Quindi un contatto chiuso che si deve aprire sarà segnato a sinistra e a contatto della riga verticale di circuito, mentre uno aperto che si deve chiudere sarà segnato a destra e staccato dalla riga verticale.*

Le norme CEI lasciano ampia libertà di scelta del senso di movimento dei contatti e della loro disposizione verticale, orizzontale e, benché sconsigliata, anche inclinata (fasc. 356 - Cap. 4 - Sez. 4.1: interruttori).

Evidente è la necessità delle aziende di mantenere una regola e non lasciare all'arbitrio degli esecutori la scelta di questo importante elemento di pronta intelligibilità degli schemi. In questo volume, seguendo pluriennale, consolidata consuetudine industriale, tutti gli schemi osservano la regola per la quale i contatti si muovono da destra verso sinistra.

7) *La rappresentazione successiva dei circuiti deve essere fatta, per quanto possibile, seguendo la successione logica dell'ordine delle manovre. Inoltre la indicazione della posizione dei vari organi deve essere fatta nelle condizioni di mancanza della tensione di alimentazione (interuttori aperti) salvo eventuali, indispensabili eccezioni che devono essere chiaramente richiamate con nota.*

Note per la tavola 4

1 - Contatto del relè di protezione per massima corrente, 51 secondo la numerazione del codice, che provoca l'intervento del relè di blocco 86.

2 - Contatto del relè di blocco che provoca l'apertura dell'interruttore 42 mediante l'alimentazione della sua bobina di sgancio 42BA.

3 - Contatto del relè di blocco 86 che dà l'allarme luminoso.

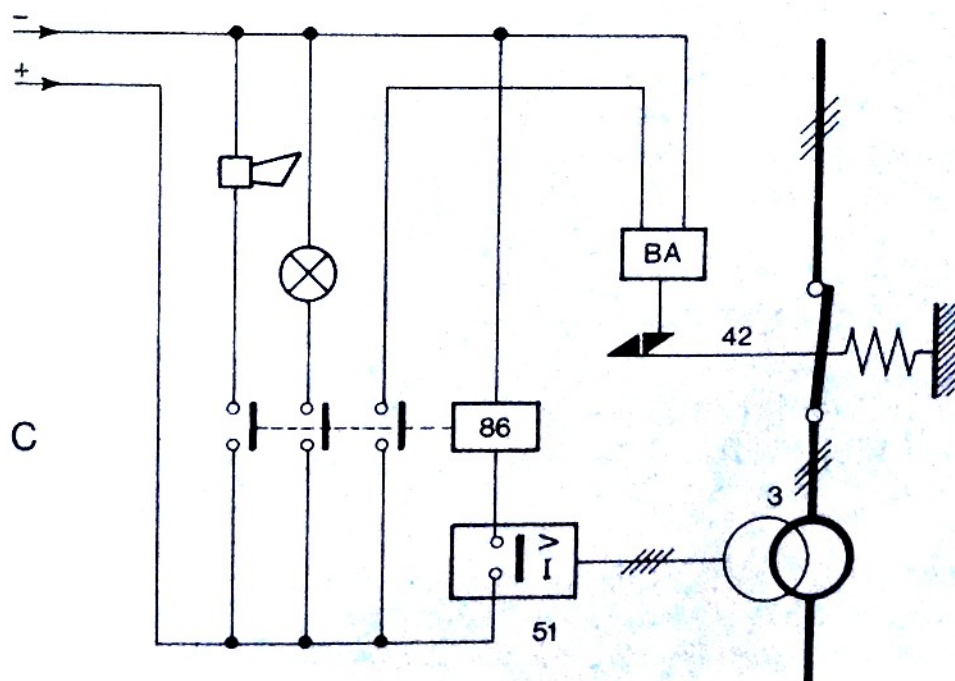
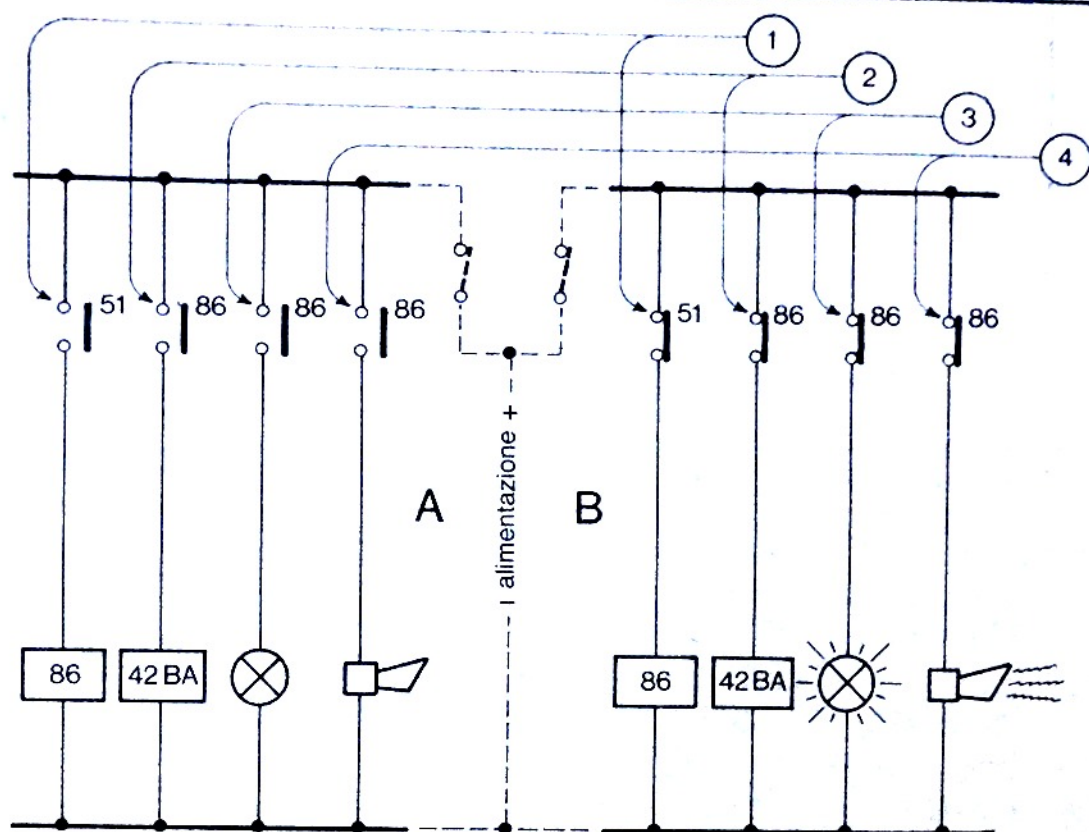
4 - Contatto del relè di blocco 86 che dà l'allarme acustico.

In «B» la chiusura del contatto 51 ha provocato l'eccitazione della bobina del relè 86 determinando il contemporaneo cambio di posizione dei corrispondenti contatti.

La rappresentazione «B» per illustrare l'esempio, è disegnata in modo non conforme alle convenzioni perché «a relè eccitato».

In «C» è riportato lo schema in forma mista e cioè unifilare per il circuito di potenza e multifilare per l'ausiliario.

COSA SI INTENDE PER MOVIMENTO CONTEMPORANEO DEI CONTATTI



8) *Lo schema funzionale non comprende abitualmente i circuiti di potenza e di misura. Le Norme CEI a questo proposito precisano (Art. 2.5.04, Fascicolo n. 89) che:*

« Lo schema funzionale non viene adottato in genere per i circuiti di potenza; quando si parla di schema funzionale (sottinteso completo) di un impianto, si intende quindi alludere ad uno schema in cui figurano i circuiti di comando in forma funzionale ed i circuiti di potenza in forma ordinaria ».

Alcuni esempi chiariranno meglio di molte altre parole i concetti fin qui esposti ed in essi il lettore potrà anche trovare evidente conferma dei meriti attribuiti nel Cap. III allo schema funzionale. Vedasi in proposito anche il Cap. X a pag. 87.

Integrazioni divenute di uso abituale

L'estendersi dell'impiego pratico dello schema funzionale ha rivelato l'utilità di alcune integrazioni grafiche per aumentarne o perfezionarne l'impiego. Tali integrazioni permettono un maggior dettaglio nella descrizione dei circuiti, nella sintesi costitutiva dei componenti rappresentati e nella più comoda reperibilità dei componenti seguendo le descrizioni o in caso di comunicazioni postali o telefoniche.

Torneremo in dettaglio su tali particolarità nel Cap. IX (pag. 79) quando meglio se ne potrà apprezzare la loro importanza.

Allo scopo di completare il quadro delle norme con le suddette principali consuetudini che caratterizzano lo schema funzionale sembra tuttavia utile anticiparne l'indicazione con qualche informazione preliminare.

Con semplici accorgimenti grafici è possibile precisare la consistenza esecutiva dei circuiti indicando per ciascuno morsetti, cavi, collegamenti interpanellari e quant'altro concorre al completamento di ogni circuito.

Ciò permette in molti casi il cablaggio diretto, ma l'accorgimento è soprattutto utile per l'agevole controllo dei circuiti, la ricerca dei guasti e lo studio delle varianti.

Pure con semplici accorgimenti grafici è possibile indicare per ogni relè o contattore la dotazione di contatti aperti, chiusi o speciali nonché la loro disponibilità d'impiego. Questo è un utile accorgimento specialmente in assiemmi complessi nei quali si prevedono necessità di varianti.

Sempre con dettagli grafici di poco impegno si può determinare una suddivisione degli schemi verticale e orizzontale per la pronta individuazione a coordinate della posizione di componenti richiamati nelle descrizioni oppure oggetto di corrispondenza o colloqui telefonici.

Consideriamo qualche ulteriore, possibile complemento che si trova in alcuni schemi, un perfezionamento occasionale e pertanto riteniamo di non doverlo citare.

Ci sembra invece fin da ora giusto raccomandare l'impiego di quelli accennati per la loro indiscussa utilità pratica.

Significato dei termini:

« Lavoro » e « Riposo » - « Concordanza » e « Discordanza » * (Pag. 24).

Entrati nell'uso abituale per la definizione rapida e senza equivoci dei contatti, i termini *Lavoro* e *Riposo*, *Concordanza* e *Discordanza* sono specialmente usati nelle conversazioni riguardanti gli schemi funzionali. E' quindi indispensabile conoscere il loro preciso significato che del resto è intuitivo come apparirà chiaro dall'esame della tavola 5 (pag. 25).

Esaminando lo schema indicato con « A » è facile rilevare, che il motore non è alimentato perché il teleruttore (considerato l'elemento principale) è aperto in quanto la sua bobina è diseccitata. In questo caso si dice che il *teleruttore* è *a riposo* perché la bobina ed i contatti principali che costituiscono la parte essenziale dell'apparecchio non sono percorsi da corrente e quindi *non lavorano*.

Considerando invece i due contatti ausiliari del teleruttore si rileva che uno (Y) è chiuso e percorso dalla corrente della lampadina di segnalazione mentre l'altro (X) è aperto come i contatti principali. E' chiaro che il primo dei contatti ausiliari (Y) è in posizione *discorde* rispetto all'elemento principale (*lavora* mentre il teleruttore *riposa*), mentre il secondo (X) è invece in posizione *concorde* sempre con riferimento all'elemento principale.

Nello schema indicato con « B » è supposto il circuito alimentato, la pressione sul pulsante (Z) determina il passaggio della corrente nella bobina del teleruttore che si eccita e chiude i contatti principali permettendo il passaggio della corrente necessaria per l'azionamento del motore. In questo caso lavorano: bobina, contatti principali e il contatto ausiliario concordante (X), mentre l'altro contatto ausiliario (Y) discordante si è aperto e non lavora.

Lo stesso pulsante di azionamento (Z) è un elemento con funzionamento concordante.

Riepiloghiamo nella tabellina di pag. 24 le considerazioni di cui sopra.

I concetti di cui ci stiamo occupando diventano di più difficile definizione allorché ci si trovi di fronte ad elementi principali non elettrici e quindi non sia altrettanto facile abbinare il concetto di « lavoro » al consenso del passaggio della corrente.

Elemento con funzionamento collegato agli organi principali	Funzionamento in relazione agli organi principali	Gli elementi sono quindi qualificati	Infatti gli elementi collegati, quando quelli principali sono:	
			a riposo (cioè non percorsi da corrente)	in lavoro (cioè sono percorsi da corrente)
Pulsante (Z)	concordante	di lavoro	è aperto (a riposo)	è chiuso (lavora)
Contatto aus. (X)	concordante	di lavoro	è aperto (a riposo)	è chiuso (lavora)
Contatto aus. (Y)	discordante	di riposo	è chiuso (lavora)	è aperto (riposa)

Si veda per esempio il caso illustrato nella fig. 2 pag. 26 relativo ad una valvola a saracinesca comandata a motore e supponiamo di voler qualificare i contatti fine corsa in relazione ai concetti di *lavoro* e *riposo*, *concordanza* e *discordanza*. E' chiaro che l'elemento principale è la valvola a saracinesca, ma questa *lavora* quando è aperta e lascia passare il fluido, oppure quando è chiusa e ne impedisce il passaggio?

Da un certo punto di vista è indubbio che la *valvola lavora quando è chiusa* perché è in questa condizione che svolge la funzione per la quale è prevista.

In tali condizioni infatti la valvola deve far fronte a maggiori sollecitazioni e se non fosse necessario interrompere o parzializzare il flusso del fluido evidentemente non sarebbe necessaria la sua installazione.

Le cose però cambiano sensibilmente considerando la valvola in relazione all'impianto di cui fa parte.

Nella maggioranza dei casi *l'impianto lavora quando la valvola è aperta* come per esempio, in un impianto idroelettrico ove le ruote delle turbine girano quando l'acqua può agire sulle loro pale perché trova aperte le valvole di intercettazione.

Note per la tavola 5

Sono « *di lavoro* » cioè « *concordi* » il pulsante Z e il contatto X. E' « *di riposo* » cioè « *discordante* » il contatto ausiliario Y.

In « A » e « B » gli schemi sono indicati in modo didattico multifilare; in « C » e « D » in modo funzionale per il circuito ausiliario e multifilare per il circuito di potenza.

Le rappresentazioni « B » e « D » per illustrare l'esempio sono disegnate in modo non conforme alle convenzioni perché « a bobina eccitata ».

Si noti inoltre che il circuito elettricamente non è completo mancando del necessario contatto di autoalimentazione e del pulsante di arresto.

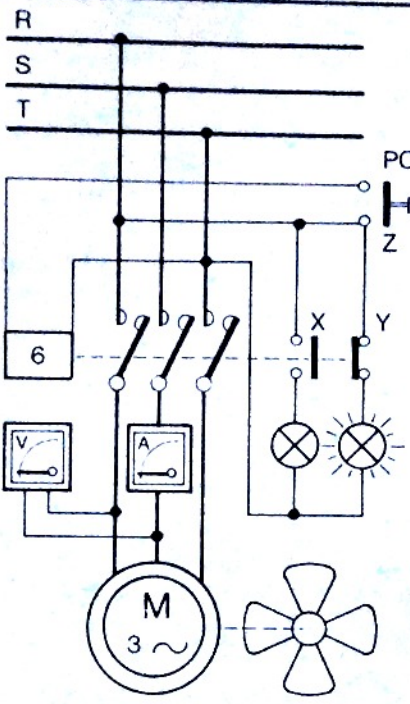
Si veda lo schema completo nella tav. 10 (pag. 39).

* Se si ha } il contatto chiuso non è attraversato da corrente quindi a riposo.
 A mio avviso è } corretto attribuire il concetto di "lavoro" al contatto quando svolge la sua funzione per cui è costituito. Un contatto chiuso è

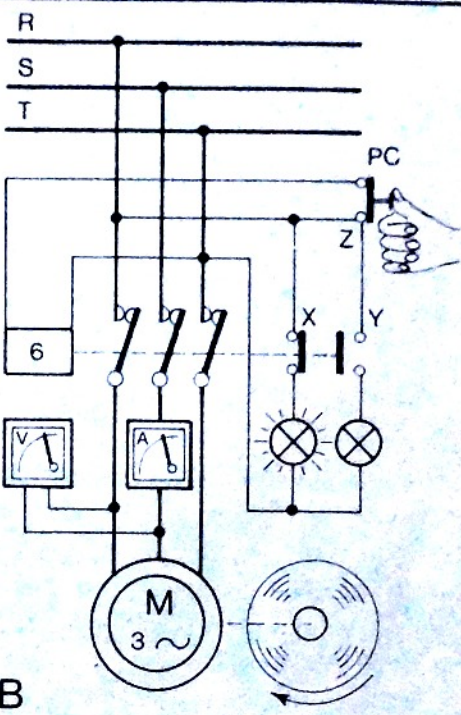
Sinfatti la definizione di contatto N.C. è: "Si dice contatto N.C. un contatto che in condizione di riposo è chiuso"
 "Si dice contatto N.A. un contatto che in condizione di riposo è aperto"

TAVOLA 5

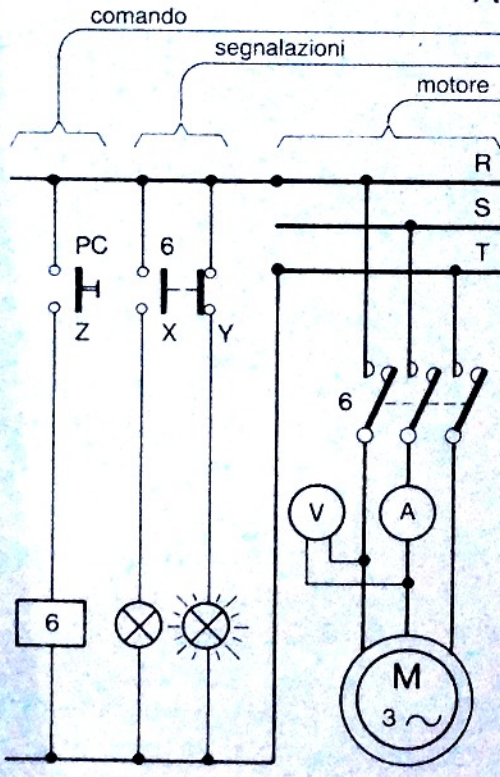
LAVORO E RIPOSO-CONCORDANZA E DISCORDANZA



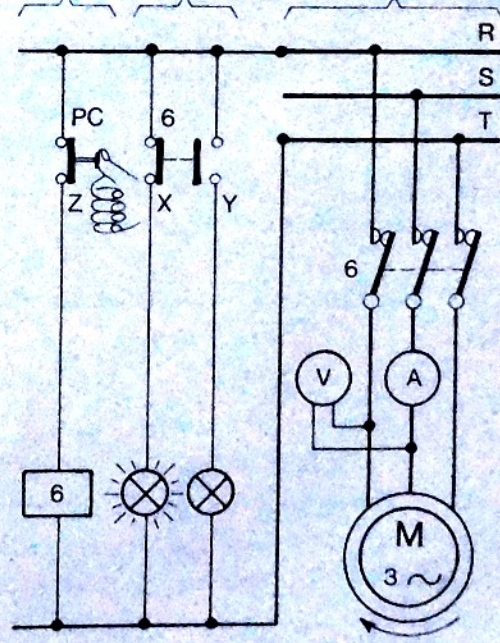
A



B



C



D

stato costruito per aprirsi e quindi "lavora" quando si apre
 un contatto a filo è stato costruito per chiudersi quindi
 "lavora" quando si chiude. ~~Viene fatto~~ per il concetto di
 "riposo". Infatti

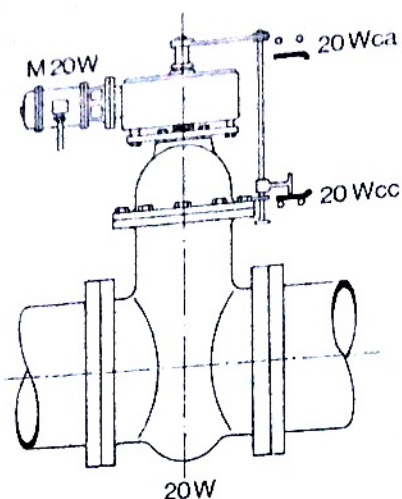


Fig. 2 - Talvolta è difficile definire il concetto di « lavoro » e « riposo » del finecorsa.

Per esempio la saracinesca « lavora » quando è aperta o quando è chiusa?

20Wca: contatto finecorsa che si chiude quando la saracinesca è tutta aperta.

20Wcc: contatto finecorsa che si chiude quando la saracinesca è tutta chiusa.

Le sigle sono quelle dei codici CEI definite in relazione alla « funzione » dei componenti come sarà chiarito in seguito.

In questi casi i pareri circa l'attribuzione della qualifica di *lavoro*, *riposo*, *concordante*, *discordante*, sono piuttosto contrastanti.

Si considera quindi ragionevole consigliare, oltre all'attento esame delle singole situazioni, una più completa indicazione sul comportamento dei diversi elementi eventualmente riportando in una tabella opportune note esplicative.

Specialmente nei casi simili a quelli dell'esempio che in pratica sono numerosi, non si deve far sorgere dubbi di sorta nella interpretazione dei segni di uno schema e non si devono aumentare le difficoltà di lettura dei circuiti con ermetismi di sigle o assenza di richiami esplicativi.

Per questi motivi torneremo nuovamente sull'argomento.

Lo schema, nelle due forme multifilare e funzionale, rappresenta il comando automatico di una elettropompa a mezzo di galleggiante a due contatti di minimo e massimo livello.

Il funzionamento è il seguente: a raggiunto livello massimo la chiusura del contatto WM provoca l'avviamento dell'elettropompa mediante il teleruttore 6-88W che si autoalimenta con proprio contatto di lavoro fino a raggiunto livello minimo; in corrispondenza di quest'ultimo la pompa si ferma a seguito dell'apertura del contatto Wm.

I due contatti di livello hanno naturalmente funzionamento indipendente comandato dall'unico galleggiante.

Il pulsante P-M consente di mettere in marcia a volontà l'elettropompa anche se il liquido non ha raggiunto il livello massimo. La pompa si fermerà automaticamente quando il livello sarà nuovamente al minimo.

La segnalazione di « pompa ferma » o « pompa in marcia » è ottenuta con due lampade alimentate tramite contatti ausiliari del teleruttore.

E' evidente la possibilità di rapida esecuzione e l'immediatezza di lettura dello schema funzionale a differenza di quello multifilare indubbiamente più tortuoso malgrado la semplicità del circuito rappresentato.

Nello schema multifilare il segno del contatto Wm è indicato aperto perché è sottinteso il raggiunto livello minimo. Quando questo risale il contatto si chiude per l'azione di una molla e predispone il circuito per l'avviamento della pompa allorché il livello raggiunge il massimo e il galleggiante chiude il contatto WM.

Si noti che il contatto Wm è attivo anche con comando manuale per impedire il funzionamento della pompa con livello sotto al minimo consentito col pericolo di gravi guasti.

Note per la tavola 6

Le sigle significano:

WM - contatto di livello massimo;

Wm - contatto di livello minimo;

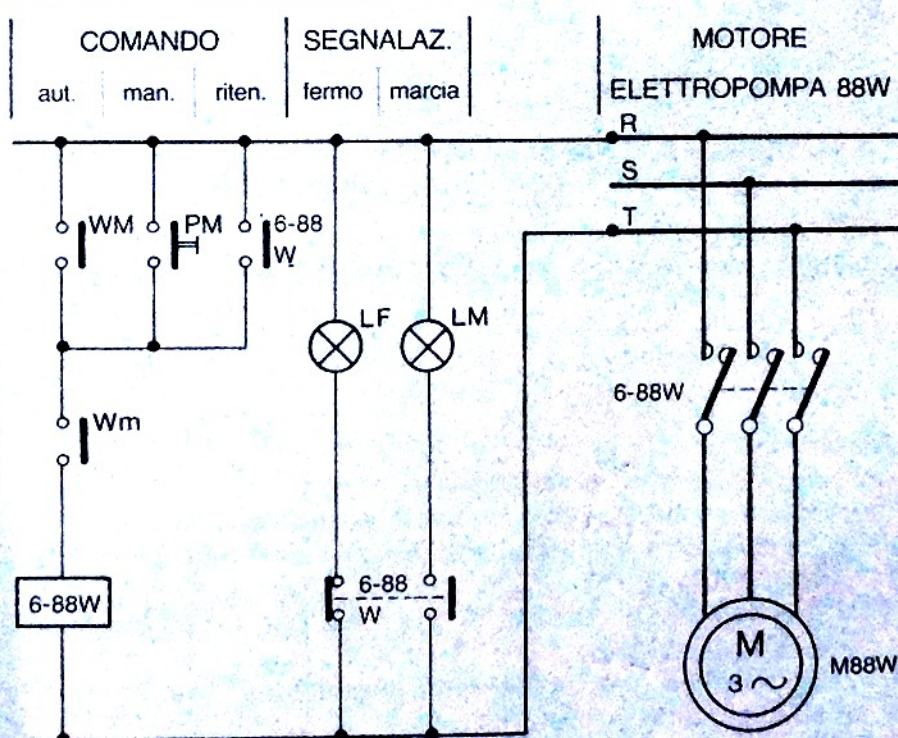
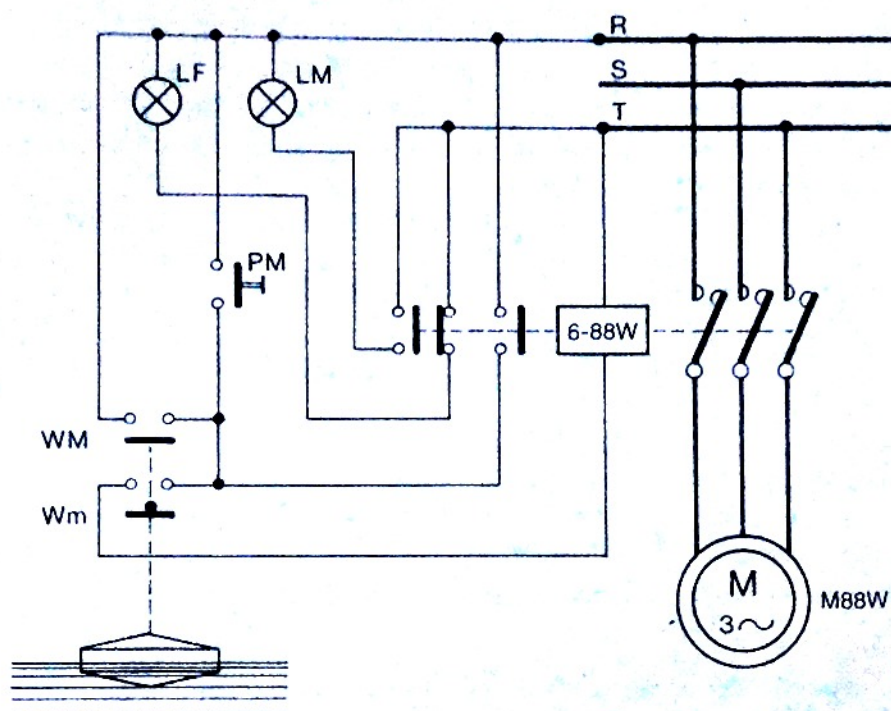
PM - pulsante di messa in marcia;

6-88W - teleruttore del motore della pompa 88W (88 perché pompa, W perché per acqua) non rappresentata nello schema;

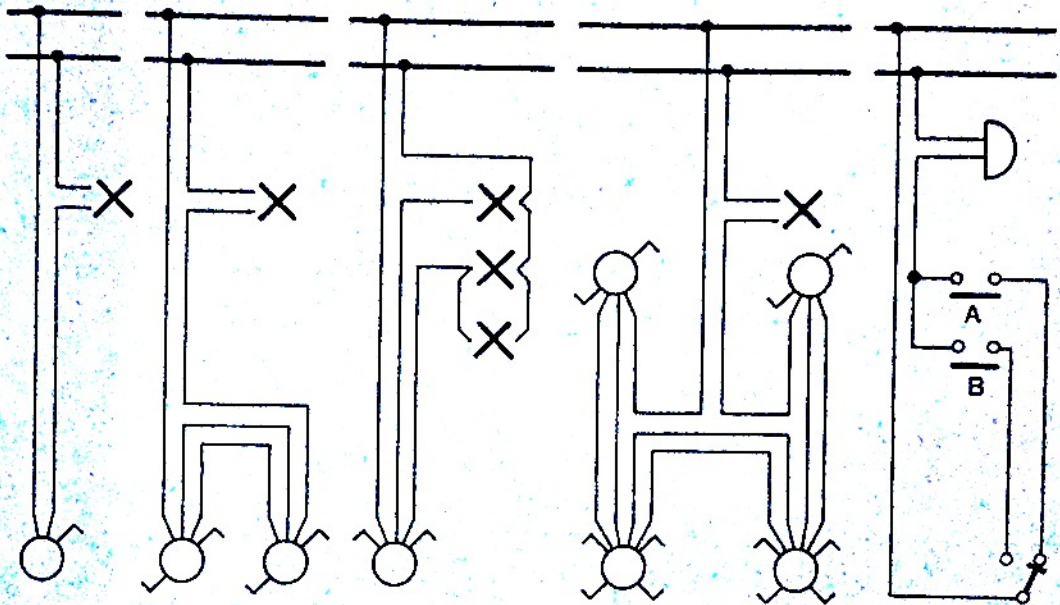
M88W - motore elettrico della pompa 88W;

LF-LM - lampadine di segnalazione pompa ferma e pompa in marcia.

POMPA CON COMANDO A MANO E AUTOMATICO



ESEMPI DI IMPIEGO DEGLI SCHEMI FUNZIONALI PER CIRCUITI DI GRANDE SEMPLICITÀ

LAMPADA
CON
INTERR.LAMPADA
CON
DEVIATORILAMPADE
CON
COMMUTATORELAMPADA CON
DEVIATORI E
INVERTITORISUONERIA
CON DEVIAT.
SU DUE
CONTROLLI