

## **La Commutazione Automatica delle Alimentazioni**

### **Generalità**

La continuità di servizio negli impianti elettrici rappresenta un obiettivo operativo da perseguire già in fase di progetto.

Garantire l'alimentazione a determinati carichi, anche in presenza di elementi di disturbo di una certa gravità, significa:

- evitare, in primo luogo, possibili situazioni di grave pericolo, per le persone innanzi tutto e per l'ambiente;
- consentire, in secondo luogo, la salvaguardia del macchinario e delle apparecchiature;
- riuscire, infine, a non interrompere completamente la produzione ed i servizi necessari.

All'aumento della complessità degli impianti segue quindi la necessità di provvedere all'alimentazione elettrica delle apparecchiature sempre in modo più affidabile .

Per ovviare e porre rimedio agli eventi che insidiano il continuo e regolare funzionamento degli impianti (cortocircuiti, mancanze di tensione, manovre intempestive, sovraccarichi, ecc.), vengono adottati opportuni provvedimenti. Tra questi rivestono particolare importanza le commutazioni di sbarra, manuali o automatiche. Con il termine "commutazione" si indica il trasferimento di un utilizzatore elettrico, o di un gruppo di utilizzatori alimentati da uno stesso sistema di sbarre, da una sorgente di alimentazione che viene abbandonata ad una sorgente di riserva, accompagnato o meno da stacchi parziali o totali di carichi e loro successiva rienergizzazione.

Si intuisce facilmente come gli interruttori abbiano un ruolo determinante nell'operazione descritta. Infatti è loro il compito di interrompere un circuito per stabilirne un altro e operare il distacco dei carichi. La loro affidabilità, insieme alla disponibilità in condizioni transitorie decisamente critiche, deve essere elevata affinché sia assicurato l'esercizio in sicurezza dell'impianto.

### **Commutazione**

Le commutazioni dei carichi costituiscono per gli impianti dei provvedimenti che il progettista adotta al fine di garantire quanto più possibile la continuità del servizio elettrico alle principali e più importanti utenze, così che le persone e i macchinari siano sicuri e protetti.

Non sono infatti di per se misure cautelative che possono essere prese facilmente in modo estemporaneo e in tempi successivi alla costruzione e alla messa in servizio degli impianti, se già prima in fase di progetto non siano state espressamente previste e considerate. Da queste infatti può dipendere il dimensionamento di parecchi componenti dell'impianto, quali principalmente: trasformatori, interruttori, in particolare, motori, quadri, sbarre e cavi. Oltre a ciò si ha un rilevante impatto sull'intero sistema di coordinamento e taratura delle protezioni della rete elettrica, sia nei riguardi della scelta di queste ultime che delle loro soglie di intervento.

Affinché la commutazione sia possibile, l'impianto deve essere progettato secondo uno schema che preveda la necessaria ridondanza nelle sorgenti di alimentazione o almeno nelle vie di flusso di energia verso i carichi. Si può parlare quindi di commutazione solo negli schemi di tipo radiale doppio, ad anello oppure n+1.

Vari sono i tipi di commutazione che si possono adottare negli impianti, a seconda delle esigenze specifiche dei processi tecnologici da salvaguardare e dei carichi coinvolti, come pure a seconda che si decida di avvalersi di operazioni intenzionali oppure automatiche. L'utilizzo di metodologie differenti è funzione sia della natura delle utenze da commutare, sia delle loro particolari caratteristiche.

## **Tipi di commutazione**

Le commutazioni, a richiesta automatica e non, consistono essenzialmente in una sequenza di operazioni svolte da un dispositivo logico che, a seguito di un disturbo o per comando dell'operatore, dopo la rilevazione di certe grandezze di rete ed il loro confronto con dei riferimenti opportunamente tarati, predispone ed attua una sequenza temporale di manovre, tramite le quali, aprendo opportuni interruttori, viene interrotta l'alimentazione in atto di utenze prescelte, che sono poi commutate ad una sorgente di riserva già presente e prevista per tale compito.

La commutazione è quasi sempre accompagnata dal distacco dei carichi non indispensabili ed eventualmente di altri che, pur potendo essere momentaneamente staccati, sono essenziali e che è quindi necessario reinserire al più presto, preferibilmente in modo automatico.

I principali obiettivi da raggiungere, che in parte contrastano tra di loro, sono essenzialmente:

- commutare in modo rapido senza provocare dannosi transitori di disalimentazione, che possano disturbare l'utenza (rallentamento di motori con alterazione della regolarità del processo associato, caduta di relè e contattori, spegnimento e riaccensione delle lampade e così via);
- evitare sollecitazioni meccaniche ed elettriche nel macchinario, tali da causare seri guai o comunque da ridurre apprezzabilmente la vita.

Qualunque schema di impianto in cui sia prevista la commutazione è riconducibile a quello di Figura 1, nel quale sono rappresentate le due alimentazioni con i rispettivi interruttori ed il sistema di sbarre che alimenta le utenze.

Il trasferimento delle utenze dall'alimentazione 1 alla 2, o viceversa, può avvenire secondo le modalità rappresentate in Figura 2. Ad ognuna delle modalità sono associate funzioni logiche più o meno complesse che tengono conto di vari consensi impiantistici, come gli indicatori di posizione degli interruttori, i relè di misura e confronto tra tensioni e angoli di sfasamento, i relè di protezione, ecc.

I metodi più comunemente usati per le commutazioni, che differiscono sostanzialmente per la diversa durata degli intervalli di tempo interposti tra le varie manovre, si possono dividere nei seguenti tre gruppi principali:

- 1) commutazione con sovrapposizione momentanea delle sorgenti di alimentazione;
- 2) commutazione rapida, con comando simultaneo od in cascata dell'interruttore principale e di riserva;
- 3) commutazione lenta, con ritardo intenzionale nella manovra di apertura/chiusura degli interruttori.

### ***Commutazione con sovrapposizione***

E' utilizzata in genere se la manovra è intenzionale ed avviene tra due sorgenti entrambe efficienti ed integre. Consiste nel porre in parallelo per un breve tempo (alcune decine di millisecondi) le due reti, prima di scollegarsi da quella di origine. Naturalmente si richiede che le due alimentazioni siano pressoché in fase ed isofrequenziali tra loro e che il dispositivo di comando venga accuratamente progettato ed installato, per evitare il più possibile che la manovra possa essere effettuata su guasto. Se infatti si innescasse un cortocircuito a valle delle sbarre, all'atto della sovrapposizione delle due reti, l'impianto si verrebbe a trovare in una situazione critica, poiché gli interruttori delle partenze dalle sbarre non sono generalmente dimensionati per la corrente di guasto fornita dalle due sorgenti in parallelo, in considerazione della remota probabilità che tale evento si verifichi proprio nel breve istante in cui le alimentazioni sono in parallelo.

Tra le due sorgenti deve essere verificato il sincronismo; è ammesso un piccolo scorrimento.

E' utile, e spesso necessario, che il tempo durante il quale le due sorgenti di alimentazione restano in parallelo sia il più ridotto possibile (in pratica il tempo di eccitazione di un relè più quello totale di apertura dell'interruttore), anche allo scopo di evitare prolungati travasi di potenza tra le due sorgenti in questione. Risulta quindi di fondamentale importanza l'impiego di interruttori con tempo di chiusura e apertura ridotto, come i TemPower e i TemBreak della Terasaki.

### ***Commutazione rapida***

Può essere effettuata con due modalità di comando degli interruttori: comando simultaneo oppure in cascata. Nel primo caso si sfrutta una loro caratteristica e cioè che il tempo totale di chiusura, a partire dal comando inviato dal relè fino allo stabilirsi della corrente nei tre poli, è generalmente maggiore di quello di apertura, valutato sempre a partire dal comando del relè fino all'interruzione della corrente. In caso di comando simultaneo, quindi, la sbarra resterebbe disalimentata per un tempo all'incirca pari alla differenza dei suddetti tempi (valori indicativi da 30 a 70ms).

Nel secondo caso (con comando in cascata) l'interruttore verso la sorgente di riserva ha il consenso alla chiusura solo quando quello verso l'alimentazione da abbandonare è completamente aperto; i carichi restano disalimentati per un tempo ancora abbastanza breve (valori indicativi da 50 a 150ms), sebbene più prolungato che nel caso precedente.

Questo secondo metodo è in genere il più usato e viene adottato per effettuare manovre automatiche con commutazione di sbarra senza alcun distacco parziale delle utenze indispensabili; consente quindi la ripresa "al volo" di una consistente entità del carico. Anche in questo caso si deve essere ragionevolmente certi che le due sorgenti non siano molto sfasate tra loro.

### ***Commutazione lenta***

In questo caso viene appositamente previsto un ritardo intenzionale tra l'apertura e la chiusura degli interruttori: il tempo di attesa che così si viene a stabilire fra le operazioni di apertura e di successiva chiusura ha lo scopo di far sì che la tensione residua sulla sbarra dei carichi scenda verso bassi valori prefissati, in genere circa il 60%-30% della tensione nominale. Per la misura della tensione sono utilizzati preferibilmente relè metrici di tensione, anziché semplici temporizzatori, per individuare con maggiore tempestività l'istante in cui la tensione residua scende al di sotto del prefissato valore di soglia. In tal modo i motori che devono essere riaccelerati non sono sottoposti ad accelerazioni pericolose, sia per quanto riguarda la tenuta del dielettrico che gli sforzi meccanici (quindi di accoppiamento con le macchine trascinate, testate rotoriche, gabbie rotoriche, ecc.). Così operando, però, l'entità del carico commutabile evidentemente non risulta più così elevata come è possibile utilizzando invece il secondo metodo (commutazione rapida): il transitorio susseguente, infatti, non si può più definire una ripresa "al volo", ma una vera e propria riaccelerazione dei motori (se non quasi un riavviamento), poiché in alcuni casi si ha un tempo di attesa così prolungato da arrivare ad alcuni secondi. Tale tempo è funzione della potenza e del numero dei motori che si scambiano energia tra loro, come pure delle loro caratteristiche elettriche e meccaniche, fra le quali le costanti di tempo, le inerzie e le coppie resistenti giocano un ruolo essenziale. Poiché il carico da commutare deve essere diminuito è giocoforza prevedere, in associazione ai dispositivi di commutazione, opportune procedure di distacco di quei carichi che non è immediatamente possibile salvare e che quindi si devono abbandonare, in vista però di una loro successiva rialimentazione.

### **TemTronic, TemPower, TemBreak**

Le possibilità pratiche di utilizzare l'uno o l'altro tipo di commutazione richiedono un'analisi approfondita delle caratteristiche delle reti elettriche e delle esigenze dei carichi nei riguardi dell'alimentazione sia normale che di riserva.

La commutazione automatica con ritardo fisso (lenta) si rivela un provvedimento molto sicuro per via della semplicità e affidabilità della logica di attuazione e per la riduzione delle sollecitazioni elettrodinamiche, che non risultano particolarmente elevate anche nell'ipotesi in cui la commutazione avvenga con tensioni in opposizione di fase. Questo tipo di commutazione è il più diffuso negli impianti industriali o del terziario con gruppo elettrogeno di emergenza, nei quali è richiesta la continuità di servizio, ma non in tempi esasperatamente brevi. Per soddisfare le esigenze di questo tipo di impianti Terasaki ha progettato il TemTronic (Foto 1).

Il TemTronic permette la commutazione automatica tra due fonti di alimentazione per sistemi elettrici in bassa tensione con correnti nominali da 12,5A a 6300A ed è quindi utilizzato per la commutazione tra rete e gruppo di emergenza, oppure tra due trasformatori o anche tra due generatori.

Il TemTronic effettua il monitoraggio del valore della tensione delle tre fasi di rete e automaticamente commuta sul generatore di emergenza, dopo un tempo di ritardo preimpostabile, nel caso che la tensione di rete (di una o più fasi) scenda al di sotto di un valore stabilito in precedenza e permanga in questa condizione oltre un tempo prestabilito. Quando il valore della tensione di rete ritorna al valore nominale impostato per il tempo prestabilito, allora il TemTronic comanda il ritorno delle alimentazioni alle condizioni iniziali.

TemTronic controlla due interruttori, siano essi di tipo aperto, come i TemPower (Foto 2), o scatolato, come i TemBreak (Foto 3), completi di comando motore, bobina di sgancio e due contatti ausiliari, equipaggiati con meccanismo di interblocco meccanico. L'operazione di commutazione può essere comunque eseguita anche manualmente.

#### ***Metodo di commutazione***

Il TemTronic controlla la manovra dei due interruttori, denominati "Interruttore Rete" e "Interruttore Generatore", per mezzo del relè di chiusura e della bobina di sgancio di ciascuno di essi (Figura 1).

Un contatto ausiliario normalmente aperto segnala lo stato di ciascun interruttore al TemTronic, il quale apre o chiude il secondo in funzione dello stato del primo. Il secondo contatto ausiliario è richiesto per l'autoreset del comando motore in modo che dopo l'apertura l'interruttore venga predisposto per la successiva chiusura con la ricarica automatica delle relative molle.

Al mancare della tensione di rete per il tempo di ritardo impostato (Figura 3) il TemTronic avvia il generatore d'emergenza e quando il valore della tensione ai morsetti di questo raggiunge l'85% del valore nominale (permanendo per almeno 5s) comanda la chiusura dell'"Interruttore Generatore" dopo aver disattivato quello di "Rete".

Quando il valore della tensione di rete ritorna al valore preimpostato per il tempo preimpostato, allora il TemTronic commuta di nuovo l'alimentazione del circuito dal generatore alla rete.

Il generatore continua a funzionare senza carico per il tempo di raffreddamento preimpostato (COOL DOWN), quindi il TemTronic lo ferma.

### **Caratteristiche Tecniche del Sistema di Commutazione**

Il TemTronic presenta le seguenti caratteristiche:

- Ue tensione nominale di rete e generatore 110-440V c.a.
- Um tensione di guasto (reg.) 75%-95% Ue  
(valore al quale far intervenire la commutazione)
- Tf tempo di ritardo su guasto (reg.) 0,5-80s  
(tempo concesso alla permanenza del guasto)
- Tr tempo di ritardo sul ritorno rete (reg.) 15-1200s
- Tg Tempo di raffreddamento del generatore (reg.) 30-1200s

Tensione di alimentazione: 24V c.c.

LED verdi indicano presenza tensione, fonte di alimentazione, e configurazione in atto del circuito. LED rossi indicano anomalia o allarme.

Gli interruttori TemPower o TemBreak comandati dal TemTronic devono essere previsti con la seguente configurazione:

### **Comando motore**

La tensione di alimentazione può avere le seguenti caratteristiche:

- a) 24V c.c. (tensione della batteria)
- b) 220V c.a. (tensione della rete)
- c) 24V c.c. per la chiusura / 220V c.a. per l'apertura.

La funzione di antipompaggio impedisce il ripetersi del ciclo sgancio/riarmo/chiusura quando l'interruttore interviene automaticamente su guasto.

Il comando motore degli interruttori aperti della serie TemPower permette di effettuare la ricarica automatica delle molle di chiusura immediatamente dopo la scarica per la chiusura.

Il comando motore degli interruttori scatolati della serie TemBreak deve essere previsto con il contatto di autoreset in modo che all'apertura l'interruttore venga predisposto per la successiva chiusura con la ricarica automatica delle relative molle.

Per entrambi i tipi di comando motore viene assicurata la chiusura dell'interruttore entro 50ms.

### **Bobina di sgancio**

Il valore della tensione di alimentazione della bobina di sgancio dovrà essere 24Vc.c., di valore uguale quindi alla tensione di alimentazione del TemTronic, questo affinché possa essere utilizzata la batteria del generatore di emergenza.

### **Interblocco meccanico**

TemTronic non permette mai la chiusura contemporanea dei due interruttori.

Tale operazione potrebbe però essere resa possibile intervenendo sul sistema manualmente. Il meccanismo di interblocco meccanico tra i due interruttori previene anche tale eventualità.

La disposizione nel quadro dei due interruttori interbloccati, TemPower o TemBreak, anche di taglia diversa, è possibile sia affiancati orizzontalmente che sovrapposti verticalmente.

### **Contatti ausiliari**

Devono essere previsti due contatti ausiliari, per l'interblocco elettrico il primo e per l'autoreset del comando motore, nel caso di interruttori scatolati serie TemBreak, il secondo.

## **Conclusioni**

L'alimentazione di emergenza, sicurezza e riserva insieme, consiste essenzialmente nell'assicurare alle utenze l'alimentazione dell'energia elettrica nell'eventualità che venga a mancare la fornitura ordinaria.

L'alimentazione di sicurezza interessa gli impianti nei quali la mancanza di energia elettrica costituisce fonte di pericolo per le persone (sale operatorie, locali pubblici, segnalazione, ecc.).

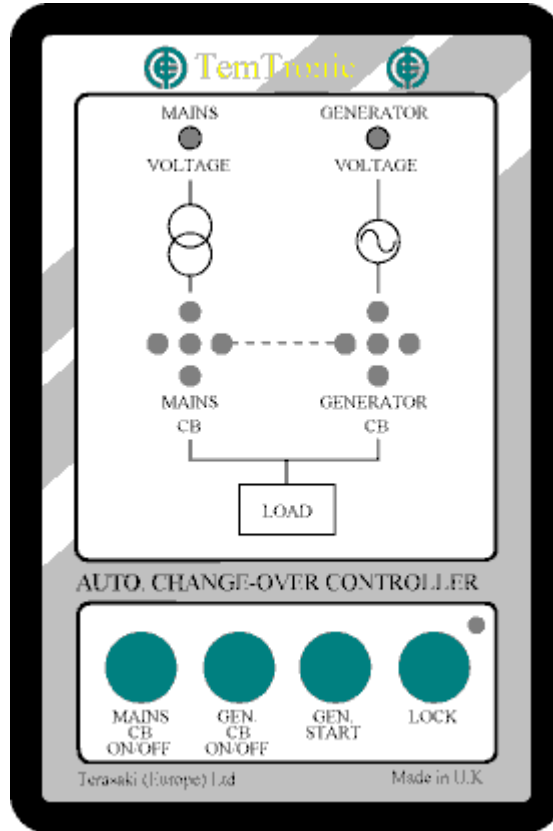
L'alimentazione di riserva interessa gli impianti che hanno esigenze di produzione (ciclo continuo, centri di calcolo, ecc.).

La commutazione automatica è la soluzione impiantistica per tale problema e il TemTronic insieme agli interruttori TemPower e TemBreak sono in grado di soddisfare le esigenze di impianti elettrici comunque complessi, che richiedono apparecchiature affidabili e sicure per la loro gestione.

## **Bibliografia**

- [1] Continuità del servizio: Commutazioni automatiche, distacco carichi e ripresa dei carichi nei servizi ausiliari delle centrali termoelettriche e negli impianti industriali. P. Baioni, G. Ferella Falda, C. Fossati, M. Caccia - Progetto degli impianti elettrici di energia - PAVIA 19-22 giugno 1989
- [2] TemTronic: Auto Change-over Controller - Terasaki
- [3] TemPower: Custom Built Air Circuit Breakers - Terasaki
- [4] TemBreak: Total Protection, Complete Control – Terasaki

**Foto 1 - TemTronic: dispositivo per la commutazione automatica della Terasaki**



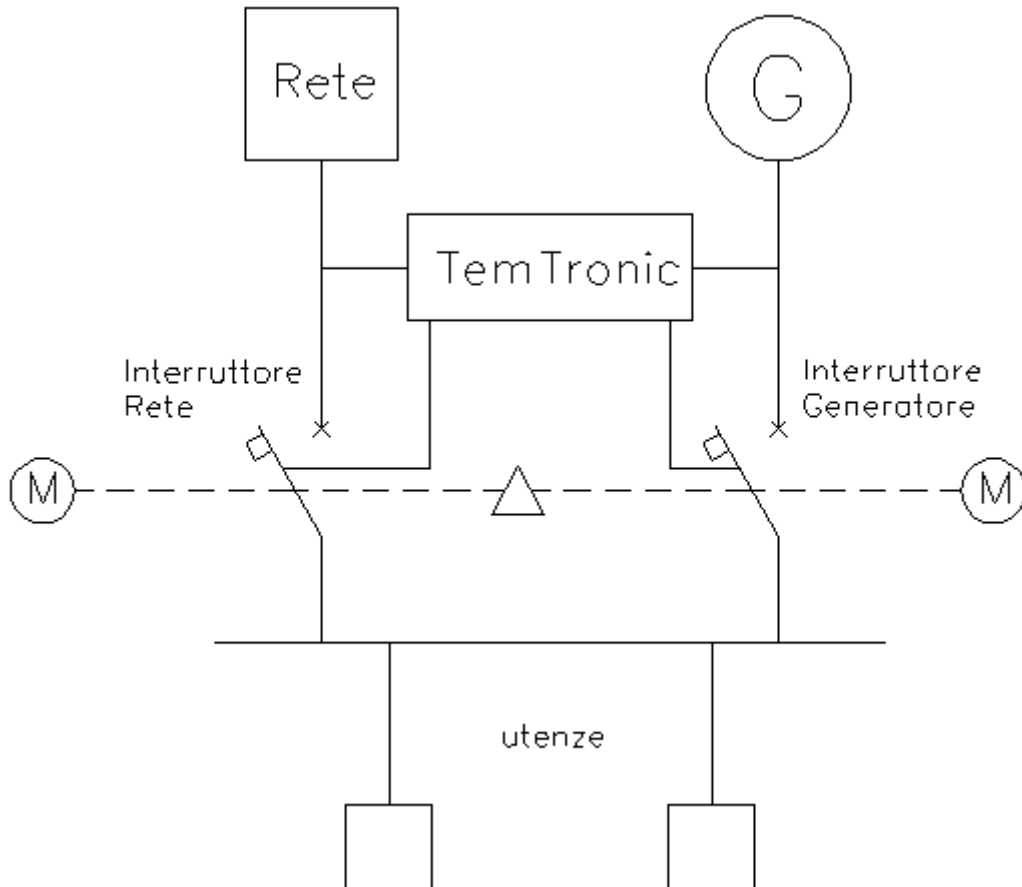
**Foto 2 - TemPower: interruttore aperto della Terasaki**



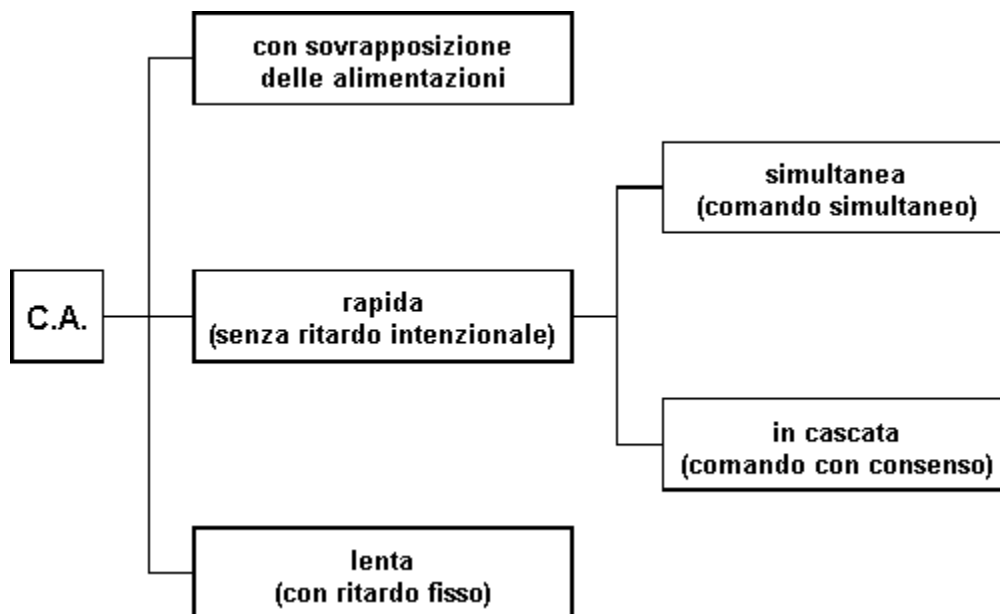
**Foto 1 - TemBreak: interruttore scatolato della Terasaki**



**Figura 1 - Schema per la commutazione automatica utilizzando il TemTronic della Terasaki**



**Figura 2 - Tipi di commutazione automatica (C.A.)**



**Figura 3 - Sequenza delle operazioni per la commutazione automatica con il TemTronic della Terasaki**

