

Era da tempo che volevo scrivere un articolo sulle cabine elettriche di media tensione, ma l'argomento è così vasto che non sapevo da dove cominciare, mi sono detto: allora cominciamo!!!

**LA CABINA ELETTRICA DEVE ESSERE SEMPRE PROGETTATA DA UN PROFESSIONISTA ABILITATO E DEVE ESSERE CONSEGNATO IL PROGETTO ESECUTIVO CHE DEVE ESSERE CONSERVATO AGLI ATTI INSIEME ALLA DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'.**

### Scopo.

Le cabine di media tensione hanno 2 scopi: quello di trasformare la tensione da media in bassa o viceversa, oppure quello di smistare la media tensione. La seconda tipologia pochi progettisti hanno la fortuna di vederla poiché si tratta di grossi impianti industriali con distribuzione interna della media tensione, mentre risulta comunissima la prima tipologia.

La cabina di trasformazione ha principalmente lo scopo di trasformare la media tensione in bassa tensione: 20/0,4 - 15/0,4 - 10/0,4 [kV/kV], il contrario si adopera quasi esclusivamente negli impianti fotovoltaici.

La prima domanda che sorge è quella: perché si utilizza la media tensione, non si potrebbe trasportare l'energia in bassa tensione? La risposta è no, il perché sono le perdite joule e la caduta di tensione, che farebbero diventare antieconomico il trasporto. Al contrario aumentando la tensione diminuisce corrispondentemente la corrente a parità di potenza trasmessa.

### Dimensionamento

In una cabina la prima cosa da decidere è la tensione in media che viene fornita dall'Ente Gestore elettrico, principalmente si parla di 20 - 15 - 10 - 6 kV, la seconda cosa è la potenza installata, il cui calcolo è delicato: potenza apparente trasformatore  $A_{tr} = P_{car} / (0,85 * 0,8 * \cos \phi)$

ove  $P_{car}$  è la potenza del carico in Watt e  $A_{tr}$  in VA, nella formula si tiene conto di due fattori maggiorativi: del carico (altrimenti non si potrà mai fare un ampliamento) e del trasformatore (dimensionato per lavorare in servizio continuo all'85% della sua potenza massima) ( $0,85 \cdot 0,8$ ). Cade ora il momento della scelta della tipologia di trasformatore: in resina o in olio. Ovviamente si sceglierà in resina poiché più facilmente manutenzionabile, più sicuro (non c'è olio), anche se con perdite maggiori per problemi di flusso disperso, raffreddamento in aria a ventilazione naturale o forzata tramite box.

Il box per la cabina conviene comprarlo prefabbricato con porte normalizzate in resina. I vani generalmente sono almeno 3 di dimensioni e aperture normalizzate, soprattutto per il vano misura e quello Ente D., il Vostro vano potrà contenere anche trasformatore- quadro MT- quadro bassa tensione, oppure avere vani separati (è meglio). Il trasformatore deve essere protetto contro i contatti diretti mediante schermi o involucri non rimovibili con presenza di tensione (una scossa in media tensione generalmente non si racconta!!!), le porte che aprono i vari vani dovranno essere interbloccate con chiavi o mediante apertura automatica dell'interruttore di media tensione.

### Impianto di terra

L'impianto di terra forse costituisce la parte meno conosciuta delle cabine: è ritenuto essenziale ai fini della sicurezza, risulta anche semplice da costruire, ma spesso non viene realizzato correttamente. Per un impianto di terra in cabina è opportuno predisporre una misura della resistività del terreno, in modo da calcolare l'estensione, la forma ed il numero di dispersori più adatto, mediante le formule presenti in tutti i manuali: in genere un anello di corda di rame da 50 mmq interrata a 100 cm dal perimetro della cabina per almeno 50 cm di profondità, con 4 picchetti di acciaio zincato infissi negli angoli, è sufficiente per ottenere una resistenza di terra bassa quanto quella necessaria nella cabina.

Qui si apre un'altra discussione, poiché la terra di cabina deve essere coordinata contro i contatti indiretti e contro le tensioni di passo e contatto, ma chi è il dispositivo che deve interrompere questa corrente di guasto su una massa di cabina? Ovviamente l'interruttore generale che protegge la linea MT dell'Ente Distributore, perché direte Voi? Perché il guasto a massa può avvenire anche in una delle masse disposte nel locale dell'Ente D. che non ha il nostro dispositivo di interruzione a protezione. I dati di questo dispositivo devono essere chiesti all'Ente in forma ufficiale e con raccomandata deve arrivare la risposta sotto forma di: Corrente e Tempo di Intervento del dispositivo. Dopo di che il nostro impianto di terra deve essere adeguato a questi dati  $R_t < V_g / I_i$  ( $V_g$  la tensione che può permanere sulle masse per il tempo di intervento, ricavabile dalla CEI 11-1) ( $I_i$  la corrente del dispositivo dell'Ente), tipicamente risulta

$R_t < 80/160 = 0,5$  ohm (da 0,4 a 1,5 ohm tipici).

Come vedete la resistenza del nostro impianto di terra deve essere particolarmente bassa, se non si riesce a contenerla si deve effettuare la misura addizionale delle tensioni di passo e contatto nella nostra cabina con un'apparecchiatura particolare costruita con un grosso autotrasformatore ed una serie di strumenti perchè la corrente di simulazione del guasto deve essere alta (ovviamente in Sicilia questa apparecchiatura la posseggono in pochissimi). La sezione del conduttore di terra generalmente si aggira intorno ai 50 mmq, anche questa comunque va calcolata in base alla temperatura sopportabile dal rame di 300°C. Infatti la sezione del conduttore di terra serve solamente al ritorno della corrente al distributore per un guasto sulla media tensione, nelle reti italiane sempre più spesso esercite con neutro a terra mediante bobina di Petersen la corrente di guasto si aggira fra 50 e 300 A (in relazione al tipo di rete sono possibili valori anche più elevati), capite anche voi ad occhio che 300 A si possono far circolare senza difficoltà anche in una corda di rame nuda da 16 mmq.

### Dispositivo di interruzione

Il nostro dispositivo di interruzione sarà in interruttore sotto vuoto o in esafluoruro di zolfo con relè 50 - 51 e 51N (a meno di reti interne estese di MT che necessitano del 67N), con un UPS per tenere i relè alimentati, sconsiglio ovviamente gli IMS (Interruttori di manovra) poiché accettati solo sino a potenze <100 kW, dopo si deve pagare il CTS ma in ogni caso ormai non vengono più tollerati poiché i fusibili che intervengono in caso di guasto sono poco sensibili e spesso fanno scattare il Dispositivo dell'Ente con disagio per gli altri utenti ed anche per l'Ente che dovrà pagare il corrispettivo annuo per le interruzioni. Il dimensionamento del dispositivo è generalmente normalizzato a  $I_n=630$  A -  $I_{cc}=12,5$  kA, il primo valore va sempre bene perché nella realtà è difficile avere impianti con corrente nominale >50-100 A, ricordate che in MT questi corrispondono a centinaia di kW in base alla formula:

$$P=1,732 \times V \times I \times \cos \phi$$

Il secondo valore va anch'esso bene perché la potenza di corto circuito della rete di MT è normalizzata dall'Ente Distributore a 500 MVA. Ovviamente poi saranno i relé ad essere opportunamente regolati per tarare la corrente nominale effettivamente necessaria e quella di corto circuito fornita dall'Ente D.. La taratura di questi relé deve essere effettuata previa risposta dell'Ente Distributore in forma ufficiale circa i tempi di intervento del Loro dispositivo di interruzione e la relativa corrente (che servono per l'impianto di terra) e le correnti a cui devono

essere regolati i nostri relé.

### Scelta dei conduttori di protezione/neutro

In cabina va predisposto un bel nodo (collettore) di terra con una sbarra di rame lunga 50 cm e spessa almeno 5mm (alta 50 mm) forata in modo da accettare tutti i capicorda che provengono dalla massa del trasformatore e dal suo centro stella (neutro, poichè ovviamente il sistema è TN), dalla carcassa del quadro di media tensione (conduttore di dimensioni ridotte 35-50-70 mmq) e di quello di bassa tensione (qui la corrente fase-terra fase-neutro è considerevolmente elevata in relazione alla potenza del/dei trasformatori soprattutto se lavorano in parallelo) che può essere anche da 400-500 mmq. La corrente che dovrò considerare è quella di guasto fase-neutro, ricavabile facilmente dai programmi di calcolo o manualmente dall'impedenza della macchina

### Scelta dei conduttori di fase

I conduttori elettrici che realizzano tale impianto di bassa tensione dovranno essere ovviamente tutti cavi FG7R (volgarmente detto butilico) o superiore FTG10OM1, di dimensione considerevole calcolata in base alla corrente nominale e di cortocircuito del trasformatore. E' opportuno ricordare che più trasformatori che lavorano in parallelo sommano le loro correnti di cortocircuito, tanto che spesso si limitano i paralleli stessi per evitare di impiegare quadri ed interruttori dimensionati per correnti di 50-70-100 kA. La caduta di tensione è quasi sempre trascurabile, mentre la fà da padroni il calcolo termico e l'energia specifica passante che devono essere opportunamente considerati: a monte ed a valle dell'interruttore di trasformatore.

A valle è il calcolo che si effettua per i quadri elettrici ed in questa fase lo ometteremo (magari per parlarne adeguatamente a parte), mentre a monte il discorso è molto diverso poiché la protezione è assicurata dal dispositivo di interruzione presente in media tensione. La protezione del cavo è quindi affidata ad un dispositivo posto a monte del trasformatore (che ha una certa impedenza ed un certo rapporto di trasformazione), in pratica si ritiene sufficiente assicurare l'intervento della media tensione in caso di cortocircuito bifase ai morsetti dell'interruttore di bassa tensione perché tutta la protezione sia verificata (nella pratica in caso di cto-cto in bassa deve intervenire la protezione di MT del trasformatore e questo si può assicurare con fusibili o con relé).

CONTINUerà