



Marco Dal Prà (m_dalpra)

ELEMENTI DI PROGETTAZIONE DELLE RETI DI MEDIA TENSIONE

23 June 2019

Con il presente articolo vorrei dare alcuni spunti per il dimensionamento di massima di una Rete di Media Tensione relativa ad una grande utenza, impianto molto più diffuso di quello che si possa pensare. L'articolo contiene anche alcune considerazioni personali che non nascondo essere "polemiche" contro alcune prassi di progettare solo al fine di generare carta, senza fare l'interesse del committente.

Introduzione

La progettazione di una rete in Media Tensione di utente è generalmente un compito piuttosto semplice: per il suo dimensionamento non servono particolari calcoli e il numero di componenti presenti sul mercato per questo tipo di applicazioni è estremamente ridotto.

Questo comporta un vantaggio significativo: il progettista può dedicare maggior tempo alla definizione dell'architettura dell'impianto, concentrandosi sulla semplicità di gestione e di esecuzione delle manovre ed infine, da non trascurare, sull'efficienza energetica.

Troppo spesso infatti ho visto impianti elettrici industriali e del terziario progettati con enormi cabine centralizzate, nelle quali enormi trasformatori facevano sentire tutto il loro peso con enormi correnti di corto circuito riversando ovviamente enormi costi nei quadri in bassa tensione.

Impianti centralizzati che significano anche lunghezze importanti dei cavi di bassa tensione per raggiungere le utenze, con conseguenti perdite energetiche sensibili dovute appunto ai cavi.

Oggetto

Questo articolo è orientato agli impianti elettrici a servizio di utenti con consumi elettrici di un certo rilievo, ad esempio superiori ai 500 kW.

E' il caso di industrie, centri commerciali, aeroporti, stazioni, ospedali, o comunque impianti dove la distanza dal punto di consegna dell'energia e i punti di consumo superano abbondantemente i 100 metri.

I numeri parlando di Media Tensione possono sembrare piccoli, ma servono per dare al progettista una soglia oltre la quale deve scattare un campanello d'allarme per il quale la progettazione non deve essere limitata alla sola bassa tensione, perché l'uso della Media Tensione può comportare numerosi vantaggi.

Preciso che qui non farò considerazioni sulle reti in Media Tensione funzionanti a tensioni "particolari", come ad esempio gli stabilimenti che hanno una distribuzione interna a 6000V, ma ci concentreremo sulle reti MT di utente che funzionano direttamente con l'alimentazione della rete

pubblica, cioè senza che siano interposti trasformatori.

In pratica si tratta di impianti MT dove il regime di neutro è controllato dall'ente distributore, tipicamente dalla bobina di Petersen presente in Cabina Primaria.



SEA - Bobina di Petersen (a sx)

La Rete MT di distribuzione pubblica

In Italia le rete pubblica di distribuzione in Media Tensione è generalmente esercita a 15 o 20 kV ed è realizzata con cavi da 185 mm² posati in tubo interrato.

L'energia è poi distribuita agli utenti BT tramite cabine di zona nelle quali, si trova tipicamente un trasformatore da 630 kVA. Questa configurazione di impianto ha una buona affidabilità, tanto che nelle zone urbane le interruzioni della fornitura elettrica sono piuttosto rare.

Nella media nazionale le interruzioni dovute a guasti, temporali o comunque "senza preavviso" sono comunque inferiori a 3 all'anno, alcune delle quali sono di durata inferiore ad 1 secondo, evidenziando guasti che si sono risolti con la chiusura rapida dell'interruttore in cabina primaria.

Ritengo pertanto, e qui esprimo un'opinione personale, che dato il livello di affidabilità raggiunta dalla rete pubblica MT italiana questo sia un modello da imitare. Nel caso di cabine di utente questo numero di guasti può ulteriormente diminuire se non addirittura essere ridotto a zero attuando una minima sorveglianza, manutenzione e pulizia delle cabine elettriche.



Cabina Distribuzione SipaSpa

Potenza Impegnata

Secondo la Norma CEI 0-16, quando la potenza richiesta da un utente è superiore a 200 kW l'ente distributore fornisce l'energia elettrica in Media Tensione, mentre tra i 100 e i 200 kW la scelta della tensione è a discrezione del distributore.

Questo valore è definito come potenza contrattuale o potenza impegnata.

Il valore massimo della potenza impegnabile in MT dipende dalla tensione della rete, che in Italia varia tra i valori di 9, 10, 15, 20 e 23 kV.

In ogni caso gli utenti MT tradizionalmente non possono assorbire più di 6 MW, mentre se viene oltrepassata la soglia dei 10 MW è necessario rivolgersi a Terna e richiedere una fornitura in Alta Tensione (130 kV).

Componenti MT

I componenti per realizzare gli impianti di distribuzione in Media Tensione possono essere ricondotti essenzialmente a tre tipologie:

- Cavi
- Quadri
- Trasformatori MT/BT

Come vedremo a breve, nonostante la vastità delle gamme di prodotti in Media Tensione messe a disposizione dai costruttori, i componenti realmente utilizzati negli impianti interni di utente sono ridotti a poche "taglie", più che sufficienti per le esigenze degli impianti alimentati dalla rete.

Per i successivi "dimensionamenti" prenderemo come riferimento il caso più gravoso, in cui la potenza impegnata sia di 10MW a 20 kV, situazione in cui l'impianto di utente assorbe circa 300A.

Cavi MT

Vediamo per primi i cavi, che generalmente negli impianti di utente sono posati in tubo interrato o in canalina e pertanto sono isolati in gomma HEPR, di qualità G7.

Una corrente di circa 300A può essere trasportata con un cavo MT cordato ad elica visibile da 185 mm² in alluminio (361A), che è il cavo che usano solitamente i distributori per realizzare la rete pubblica.

L'utente che realizza una rete MT interna, potrebbe utilizzare lo stesso tipo di cavo, oppure utilizzare un equivalente in rame da 95 mm², che è il "cavo di collegamento" previsto dalla Norma CEI 0-16 per collegare il Dispositivo Generale (DG). **Il mio consiglio è di realizzare la rete MT di utente interamente in rame**, sia perché sono cavi più facilmente reperibili, sia per evitare errori nella realizzazione delle teste dei cavi, scambiando rame ed alluminio.

Ricordiamoci poi che gli schermi dei cavi MT devono essere collegati ad entrambe le estremità, ma non farei affidamento "progettuale" a questo conduttore per garantire l'equipotenzialità tra le cabine (anche se i distributori lo fanno). Suggerisco caldamente di posare nello scavo, assieme al tubo corrugato che collega le cabine, **anche un Tondino di Acciaio Zincato da 10 mm** (o una corda di rame equivalente), che avrà sia la funzione di dispersore che il compito di conduttore equipotenziale tra le cabine.

Quadri MT

I quadri di media tensione sono generalmente disponibili in commercio a partire dalla corrente nominale di 400 A e corrente di corto circuito 12,5 kA.

Questi valori sono più che sufficienti a coprire tutte le casistiche e rispondono ai requisiti della Norma CEI 0-16.

In ogni caso, visto il target dimensionale degli utenti alla quale ci rivolgiamo, suggerisco di uniformare i quadri MT a 630 A come corrente nominale ed a 16,5 kA come corrente di cortocircuito, per una questione meramente di robustezza meccanica.

Taglie superiori non sono necessarie e sarebbero inutilmente sovrabbondanti.

Meglio investire in altri componenti, come ad esempio i TV di sbarra, che possono essere utili per svariate funzioni, come ad esempio uno strumento di misura o un relè ausiliario (ad es. per il comando di apertura e chiusura degli interruttori dei Trafo in caso di mancanza della tensione di rete). Attenzione alla scelta dei quadri MT: è necessaria certamente una riflessione a seconda del grado di manutenibilità che si vuole assicurare al cliente, un fattore da concordare per rapportare la spesa alle sue esigenze.



Quadro MT con interruttori Estraibili

Protezioni MT

I relè di protezione delle reti di Media Tensione hanno raggiunto oggi prestazioni inimmaginabili. Tra l'altro molti integrano funzioni per realizzare automazioni sullo stesso impianto e riescono a dialogare tra loro attraverso una rete Ethernet con protocolli standardizzati.

A questo proposito ricordo che questa rete, in particolare gli Switch, devono essere dedicati ad uso esclusivo dei relè, perché altrimenti i pacchetti "IP" presenti nella rete potrebbero degradare le prestazioni dei relè al punto di degradarne le prestazioni e compromettere la sicurezza, come ad esempio le logiche di gestione dell'anello chiuso o la selettività.

La rete tra i relè può anche essere utile negli impianti MT dove vi sono più impianti fotovoltaici distribuiti in varie cabine, e si deve realizzare una logica di interblocco tra le protezioni di interfaccia, logica che a causa delle distanze sarebbe improponibile o comunque di difficile gestione e manutenzione.



Relè Thytronic NV10P

Infine, date le prestazioni dei moderni Relè di Protezione per linee MT, è sempre consigliabile per gli utenti realizzare reti **esercite ad anello chiuso**, in modo da ottenere dall'impianto la massima ridondanza ed affidabilità, aspetto raggiungibile con costi esclusivamente software.

Trasformatori

I trasformatori alimentati in Media Tensione sono generalmente gruppo CEI Dyn11 e dovrebbero essere limitati ad una potenza massima di 2000 kVA (limite indicato dalla CEI 0-16).

Se si superano i 6000 kVA complessivi di trasformatori installati nell'impianto, per i trafo eccedenti deve essere previsto un sistema di controllo automatico dell'interruttore MT al fine di energizzare gli stessi in modo ritardato a seguito di un "black-out".

Questo ritardo è necessario per evitare di sovraccaricare il trasformatore in cabina primaria (CP) al momento del ritorno della tensione di rete, oppure alla chiusura dell'interruttore in CP, per non causare un buco di tensione agli utenti allacciati su altre linee MT sottese allo stesso trasformatore AT/MT.

Per quanto riguarda i **cavi di alimentazione MT del singolo trasformatore**, questi possono essere standardizzati a 50 mm², sezione più che sufficiente alle correnti assorbite dai trafo di qualsiasi taglia ed idonei come robustezza meccanica.

Per semplificare la lavorazione, lo schermo dei Cavi MT che alimentano i Trafo, essendo solitamente tratte di pochi metri, può essere collegato a terra solo dal lato del quadro.

Per quanto riguarda la tipologia dei trasformatori, è assodato che i trasformatori in Olio hanno una vita maggiore e sono largamente sovraccaricabili rispetto ai trasformatori isolati in resina. Per contro richiedono dei provvedimenti di raccolta dell'olio e di prevenzione incendi che sono più impegnativi in fase di progettazione e di realizzazione, talvolta incompatibili con il fabbricato, per cui sono adottati sempre meno.

Un trasformatore in olio, comunque, può essere installato anche direttamente all'esterno senza particolari protezioni, pertanto può essere la soluzione per risolvere problemi di spazi interni.



Trafo_Resina.jpg

Visione generale

La prima cosa che dovrebbe fare un progettista di un impianto elettrico è quella di dare uno sguardo generale a tutto il complesso, in particolare per individuare i carichi maggiori e/o prioritari.

Questa visione serve per determinare quante Cabine MT/BT si dovranno realizzare.

Alimentare ad esempio un carico di 400kW a più di 100 metri di distanza in bassa tensione è controproducente dal punto di vista energetico e si fa solo sotto tortura; nei restanti casi significa che il progettista non aveva voglia di progettare una Cabina dedicata a quell'utenza ed ha lasciato al cliente l'onere di sobbarcarsi gli sprechi energetici o l'esorbitante costo dei cavi.

Alle volte questi "imprevisti" sono dovuti ad errori nel progetto architettonico, il quale non prevede gli spazi per realizzare una trasformazione MT/BT in loco, ma gli spazi vengono rapidamente trovati quando al committente si presentano i costi di esercizio che avrà la scelta scellerata di fare tutto in BT.

Qui il progettista degli impianti elettrici deve far emergere tutto il suo pragmatismo: inutile inviare al manager mail zeppe di tecnicismi e sperare che risponda; spiegategli la questione di persona evidenziando che si tratta di un problema che gli tocca il portafoglio: vedrete che saprà prendere la decisione più razionale.

Altri elementi che devono essere presi in considerazioni per una corretta progettazione sono gli orari di funzionamento degli impianti, nell'arco delle 24 ore, ed a seconda delle stagioni.

Da non trascurare sono le decisioni da prendere assieme ai progettisti termotecnici, per verificare se possono essere fatte delle ottimizzazioni.

Inutili Economie

Un impianto elettrico di utenza composto da 6 cabine di trasformazione MT/BT può sembrare enorme, ed anzi qualcuno lo ritiene assurdo. Come ho già detto, si tende per moda (o per pigrizia) alla realizzazione di enormi cabine di trasformazioni "centralizzate", le quali hanno importanti controindicazioni:

- Enormi correnti in circolazione, con i conseguenti campi elettromagnetici
- Enormi quantità di calore da smaltire
- Minore ridondanza
- Elevatissime correnti di corto circuito (*)

Torna la questione esposta all'inizio: i distributori mediamente utilizzano trasformatori da 630 kVA, perché non avvicinarsi a questi numeri, invece di usare i trasformatori da 2000kVA indicati nella CEI 0-16 come limite? Sicuri che fare poche ma grandi cabine comporta delle economie?

(*) PS: Ma voi riuscireste a dormire sonni tranquilli se vi fosse data la responsabilità di gestione di una cabina con correnti di corto circuito di 50-60 kA? Beati voi: io no.

Logica Distribuita

Forse non si è capito, ma sono un "fervente" sostenitore delle logiche distribuite, decentralizzate, che negli impianti elettrici si realizzano tramite le reti in Media Tensione (sì, di "manovre" ne ho fatte parecchie).

I vantaggi di avere tante piccole cabine distribuite, anziché grandi cabine centralizzate, sono a mio parere tanti.

Vediamone alcuni:

- si circoscrivono a piccole aree i fuori servizio in caso di manutenzione;
- si riducono le correnti di corto circuito (così si usano componenti bt di più facile reperimento);
- si riducono le perdite dovute alle tratte lunghe dei cavi bt;
- si riducono i campi elettromagnetici (in particolare dalle blindosbarre che collegano i Trafo ai QGBT);
- si riduce il perimetro dei guasti, sia che avvengano in bt che MT;
- si riducono le dissipazioni termiche di ogni singolo trasformatore.

Inoltre, avendo molte piccole cabine piuttosto che poche ma grandi:

- aumenta la quantità di componenti in Media Tensione (**che sono di limitate tipologie**)

- diminuisce i componenti di bassa tensione (**che sono molto variegati, di tipologie molto diverse tra loro**), vantaggi importanti a fronte di eventuali guasti.

La logica distribuita, inoltre, permette di definire con maggiore precisione in quali cabine installare gli eventuali Gruppi Elettrogeni per l'alimentazione di Emergenza, che nelle grandi cabine richiedono quadri supplementari dedicati alle utenze sotto gruppo.

Layout Architettonico

Una volta definite le singole cabine e le utenze asservite, si dovrà procedere con la progettazione delle parti civili ed architettoniche di ciascuna cabina, alle quale il progettista elettrico deve provvedere direttamente, nel senso generale del termine.

Sono infatti necessari "ragionamenti" che solo lui può fare, per valutare :

- accessibilità del personale,
- accessibilità per il trasporto dei trasformatori e dei quadri;
- portata della pavimentazione (kg/m^2)
- ventilazione per dare vivibilità agli ambienti,
- smaltimento del calore dei trasformatori (che non hanno la necessità di essere climatizzati; non sono persone !!!)
- sicurezza in caso di incendio (e uscita degli eventuali fumi);
- ridondanza in caso di incendio.
- campi elettromagnetici emessi ed in particolare verso il piano superiore a causa delle Blindosbarre7

Tutti elementi che non possono essere lasciati alla superficialità, ma necessitano di particolare impegno.

Punti deboli

C'è inoltre da considerare una importante problematica che emerge con le cabine elettriche centralizzate: rappresentano un punto debole in caso di incendio interno alla cabina stessa.

Questo perché l'intervento dei vigili del fuoco potrebbe compromettere la continuità di esercizio di tutta la struttura, anche solo per un banale principio di incendio dal quale potrebbero scaturire fumi comunque dannosi per l'integrità delle apparecchiature non coinvolte. L'attenzione alla ridondanza in caso di incendio è pertanto fondamentale, per qualsiasi tipo di cabina, negli impianti con nei quali siano presenti UPS/Soccorritori con numerose batterie.



Incendio UPS Ospedale di Monselice (PD)

Potenza dei Trasformatori

Come comportarsi nella scelta dei trasformatori da usare in ciascuna cabina ?

Per certi versi ritengo la soglia di potenza imposta dal CEI, di 2000 kVA, sia da considerare solo per casi eccezionali e sia sovrabbondante rispetto a quello che un progettista dovrebbe fare.

Personalmente, eccetto casi particolari, trovo sia una buona prassi sia **porsi il limite di 1250kVA** come potenza massima dei trasformatori MT/BT.

Questo per due buoni motivi:

- si limitano le correnti nominali in entrata nel quadro BT al di sotto dei 2000A
- si limitano le correnti di cortocircuito nelle sbarre BT al di sotto dei 30kA.

E' vero che con taglie medio-piccole dei trasformatori, la cabina avrà bisogno di maggiore spazio, ma ci saranno evidenti vantaggi in termini di affidabilità e sicurezza.

Molto meglio avere due trasformatori da 1000 kVA su due distinte "semisbarre" BT, piuttosto che un trasformatore da 2000 kVA su un'unica sbarra.

E ancora: meglio avere tre trasformatori da 1600 kVA su tre distinte sbarre BT, piuttosto che due trafo da 2000 kVA.

Naturalmente le soluzioni e le combinazioni sono infinite: **spettano alla fantasia del progettista.**

Mettere sul tetto di uno stabile un paio di trasformatori da 630 kVA, al fine di alimentare i gruppi frigo in copertura potrebbe essere un'idea da prendere in considerazione, piuttosto che portare 1000 kW in bassa tensione da chissà quale distanza. Naturalmente con tutti i distinguo e le eccezioni del caso.

Conclusione

La progettazione della rete MT di una utenza di grandi dimensioni impegna il progettista non con i calcoli ma con le riflessioni necessarie per concepire l'architettura dell'impianto.

Le grandi cabine concentrate in un unico punto sono banali da progettare ma comportano importanti "sprechi" energetici a causa della lunghezza delle linee bt verso le utenze di notevole potenza, oltre a costituire un tallone d' Achille dell'intero impianto elettrico.

Nell'articolo ho cercato di dare degli spunti per progettare le reti e le cabine MT di una grande struttura, evidenziando che ci sono molti più vantaggi nella realizzazione di una logica di impianto distribuita piuttosto che in una centralizzata. L'utilizzo degli impianti MT può in quale modo spaventare i non addetti ai lavori a causa del livello della tensione, ma in realtà gli incidenti ed i guasti che coinvolgono la Media Tensione sono inferiori di quelli che avvengono negli impianti bt. Il progettista quindi non dovrebbe fare economia di cabine MT/bt a causa delle convinzioni popolari o della scarsa conoscenza dell'argomento da parte del committente, anzi il suo ruolo primario è proprio questo: istruire il cliente per fare assieme a lui delle scelte consapevoli.

Estratto da "https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:M_dalpra:reti-di-media-tensione-elementi-di-progettazione"