

Caduta di tensione (Schneider pag. 57)

In un qualsiasi impianto di bassa tensione è necessario valutare la caduta di tensione tra l'origine dell'installazione e il punto di utilizzazione dell'energia elettrica. Una eccessiva caduta di tensione influenza negativamente il funzionamento delle apparecchiature.

All'avviamento il motore asincrono assorbe correnti molto elevate che possono arrivare a 7 o 8 volte la corrente nominale. Una corrente così elevata, senza protezione, potrebbe essere letta come una corrente di guasto. Ci sono anche problemi collegati alla caduta di tensione. Queste correnti elevate danno luogo a cadute di tensione che possono ridurre sensibilmente la coppia, rendendo difficoltoso l'avviamento della macchina. Inoltre possono creare dei disturbi alle apparecchiature collegate alla stessa sbarra del motore. Quindi in presenza di motori bisogna verificare l'entità della caduta di tensione durante l'avviamento della macchina con due scopi: verificare che tutti gli apparati collegati alla stessa sbarra non subiscano cortocircuiti e che la tensione ai morsetti del motore non scenda oltre il 10% (tollerata dal motore). A regime invece, si ammette per il motore una caduta di tensione massima del 5% (tollerata ai morsetti).

Esempio (pag. 60-61)

Abbiamo un impianto di monte, collegato alla sbarra e all'impianto di valle. Sulla sbarra sono derivati altri cavi. Nelle condizioni normali la caduta di tensione che si registra sulla sbarra a monte è del 2,4%. Dobbiamo vedere cosa accade quando la macchina viene avviata. Fermo restando che esistono tecniche più precise di questa per calcolare la caduta di tensione che implicano però la conoscenza di tutti i dati del problema e di un procedimento accurato e più lungo. Le tabelle con cui vengono risolti i problemi qui sono ricavati con procedimenti parametrici dalle formule che abbiamo già visto, facendo delle approssimazioni che bisogna tenere di conto per essere in sicurezza. La prima tabella ci consente di ricavare K_{V1} coefficiente che va applicato alla caduta di tensione che abbiamo a regime in modo da contenere il valore della caduta di tensione durante l'avviamento del motore. Viene valutato in base alle caratteristiche del motore (rappresentate dal rapporto tra la corrente di avviamento e la corrente nominale) e tenendo conto delle caratteristiche della sbarra che ho a monte (rapporto tra la corrente a monte e quella di avviamento della macchina). Dall'incrocio ricavo K_{V1} che devo applicare alla tensione per stimare la caduta di tensione nel tratto A B. Nel nostro caso abbiamo i seguenti dati:

Caratteristiche della sorgente di alimentazione:

Potenza trasformatore = 1600 kVA

Tensione nominale = 400 V

Corrente nominale = 2310 A

Possiamo verificare il valore della corrente nominale:

$$I_{n} = \frac{P_{n}}{\sqrt{3} \cdot U_{n}} = \frac{1600000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 2310 \text{ A}$$

Dato che la potenza apparente di un trifase si calcola con la radice di 3.

Caratteristiche del motore:

Potenza = 18,5 kW

Corrente nominale = 35 A

Potenza in avviamento = 122 kVA

Corrente avviamento = 175 A (5 volte la corrente nominale)

Tipo di avviamento = diretto (non stella triangolo)

La potenza di avviamento si può calcolare anche con l'inversa di quella precedentemente usata.

$$P_{avv} = \frac{P_{el} \cdot \eta \cdot K_{V1}}{K_{V1}}$$

Il denominatore corrisponde alla potenza elettrica assorbita dal motore. Il rendimento moltiplicato per il fattore di potenza può essere calcolato dividendo la potenza sulla corrente nominale, in questo caso avremo 0,76. È ragionevole che sia 0,76 per questo tipo di macchina.

Utilizziamo la tabella: la corrente di avviamento su quella nominale è 5, dobbiamo leggere nella colonna dell'avviamento diretto; la corrente della sorgente (quella nominale a monte) diviso la corrente di avviamento è 13,2 e prendo il valore immediatamente superiore (ovvero 15). Il coefficiente K_{V1} sarà 1,27. Vado a moltiplicare la caduta di tensione a regime (che dalla figura leggiamo uguale a 2,4%) per 1,27 e ottengo 3,05. Questa è la caduta di tensione che ho all'avviamento della macchina. Dato che è minore del 4% posso ritenerla accettabile per le apparecchiature la cui alimentazione deriva dalla sbarra esaminata. Se fosse stato superiore non sarebbe stato accettabile.

Voglio valutare la caduta di tensione sul motore: se è superiore al 10% la macchina non si può avviare in modo corretto, dovrò rivedere la macchina a livello di progettazione. Per risolvere questo calcolo possiamo scegliere anche di non usare queste tabelle poiché sappiamo già calcolare la caduta di tensione su una linea: conosciamo la potenza del motore, il fattore di potenza. Conosciamo anche la sezione della linea per calcolare la r e la x attraverso le tabelle unificate (fare la prova a casa).

Introduciamo il coefficiente K_{V1} caduta di tensione specifica calcolata rispetto alla lunghezza di una linea di 1 km e la corrente di 1 A. Per calcolare la caduta di tensione di una linea devo prima calcolarmi quella specifica attraverso la tabella, poi moltiplicarla per la corrente di avviamento e per la lunghezza della linea. La linea è di 72 m, la sezione di 10 mm² e il fattore di potenza è 0,45 (che non è disponibile sui dati di targa della macchina). Questi calcoli non vengono fatti con dei numeri precisi al decimo o al centesimo, anche se introduciamo delle approssimazioni basta che restiamo in sicurezza.

Riferendoci alla tabella: facciamo quindi la verifica della caduta di tensione a regime (4° riga della tabella: a regime e fattore di potenza 0,85 che è uguale a quello che avevamo ipotizzato) devo prendere poi il valore che corrisponde a una linea di 10 mm² di cavo multipolare in rame e troviamo 0,89. Moltiplico questo valore per la corrente di regime e per la lunghezza della linea espressa in km e ottengo 2,24 che sommato alla caduta di tensione nel tratto AB mi da una caduta di tensione totale di 4,64% (che è minore di 5% e quindi accettabile). A regime il funzionamento di questo impianto è accettabile.

Durante l'avviamento la caduta di tensione non può superare il 10%, facciamo le opportune verifiche. Dobbiamo guardare la terza riga della tabella, che si riferisce al fattore di potenza 0,45 dell'avviamento. Per una sezione di 10 mm² di rame avremo un valore di 0,49 che dobbiamo moltiplicare con la corrente di avviamento 175, per la lunghezza di 72 m, che sommati alla caduta di tensione mi da 9,22. Anche in questo caso la situazione è accettabile poiché inferiore al 10%.

Protezione contro il cortocircuito (pag 62)

È importante calcolare le correnti di cortocircuito perché sollecitano in modo molto violento l'impianto: sollecitano i conduttori da un punto di vista termico. I cortocircuiti anche se per poco sono attraversati da elevate correnti: bisogna controllare se l'energia che investe il cavo è tollerabile dal cavo stesso. In un

quadro ci sono infatti delle bande di rame collegate alla parte metallica attraverso degli isolatori, che durante un corto vibrano facendo forza sui vincoli, ma non devono arrivare a strapparsi ovviamente. (es. i nostri quadri sono certificati per 50000 A)

Metodo analitico (meno approssimato degli altri ma non per questo più rigoroso, poiché non può essere usato in tutti i casi) va bene per la bassa tensione. Vengono usate delle formule approssimate, per esempio la stima di una corrente di cortocircuito trifase a valle di un trasformatore è (teorema di Thevenin) il rapporto tra il punto di guasto e l'impedenza di monte.

$$I_{sc3\phi} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \sqrt{(Z_{L1} + Z_{L2} + Z_{L3})^2 + (Z_{L1} + Z_{L2} + Z_{L3})^2}}$$

Se guardiamo la reattanza di fase, che dipende dalla geometria del sistema trifase: in un caso di cortocircuito trifase la conosciamo per forza poiché o il cavo è unipolare (le anime sono a triangolo equilatero) oppure sono unipolari che disponiamo in maniera simmetrica e quindi la valutazione della reattanza potrebbe essere accettabile.

Nel caso invece di un guasto fase-neutro o fase-terra abbiamo:

$$I_{sc1\phi} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \sqrt{(Z_{L1} + Z_{L2} + Z_{L3} + Z_{L0})^2 + (Z_{L1} + Z_{L2} + Z_{L3} + Z_{L0})^2}}$$

La reattanza dipende dalla disposizione geometrica dei conduttori (dall'area della spira che i conduttori realizzano). Non riesco a sapere a che distanza sta il PE dalla fase perché è oggetto di guasto. Non è detto che il PE passi parallelamente ai conduttori di fase.

L'approssimazione di queste formule sta quindi nel fatto che alcuni coefficienti presenti in queste formule non sono valutabili in maniera corretta: li posso approssimare con un valore di reattanza di un cavo immaginario a una distanza dal conduttore in guasto pari al doppio del loro raggio. Quindi le formule non possono essere ritenute rigorose.

Esercizio alla lavagna

Cerchiamo di capire da dove arrivano queste formule, prendiamo il caso del guasto trifase: rete media, trasformatore, linea di bassa. Chi limita la corrente di guasto alla fine della linea? L'impedenza della linea, del trasformatore e della linea di media tensione. Dato che avrò le impedenze in serie dovrò sommare la parte reale e la parte immaginaria, non i moduli delle impedenze! La somma delle ipotenuse dei triangoli (moduli delle impedenze) è diversa dal modulo della somma delle impedenze! Arrivato in bassa mi riporto la rete di media dal primario al secondario, considero l'impedenza equivalente serie come secondaria al trasformatore e quindi mi riduco a un circuito equivalente monofase del sistema trifase. Dove abbiamo U_0 tensione di fase, l'impedenza riportata al secondario della rete di media tensione, l'impedenza serie riportata al secondario del trasformatore, e l'impedenza della fase. Abbiamo applicato il Teorema di Thevenin: abbiamo messo la tensione a vuoto vista del punto di guasto e l'impedenza equivalente a monte del punto di guasto.(?) L'espressione non è altro che la traduzione in valori efficaci del circuito elettrico equivalente, che non è necessario tracciare, basta avercelo in testa, ci basta l'interpretazione fisica dell'espressione che abbiamo scritto prima: sopra abbiamo la tensione nominale dell'impianto, sotto abbiamo l'impedenza equivalente serie (legge di Ohm) dividendo parti reali e immaginarie. (?) Il coefficiente numerico c rappresenta il fatto che i trasformatori hanno un sistema di regolazione del rapporto di trasformazione che consente di regolare la tensione ai morsetti secondari della macchina con variazioni percentuali fino al 5% più o meno su diversi gradini. Questo per bilanciare le cadute di tensione a valle in modo che all'utente più lontano arrivi un livello di tensione ai valori contrattuali circa al 10%. Oppure servono a compensare eventuali elevati valori della linea di media e quindi riuscire a bilanciare da un lato le cadute di tensione dall'altro le sopraelevazioni di tensione della rete di media.

Dato che stiamo calcolando una corrente di corto circuito massima, vogliamo determinare la massima teorica possibile. Dato che il mio trasformatore ha un regolatore di tensione che può aggiungere un +5% io vado a considerare quello e c diventa 1,05 quindi avrò una tensione più elevata e una corrente di corto circuito più elevata che è la massima che troveremo in quel punto dell'impianto.

Il valore della resistenza dei cavi dipende dalla temperatura! Dato che avremo la corrente di corto circuito massimo per una resistenza minima, quindi farò il calcolo con una resistenza di 20 Ohm, immaginando che avvenga "a freddo", ovvero all'avviamento dell'impianto. In questo modo calcolo la massima corrente di corto circuito possibile.

Guasto bifase, sarebbe dissimetrico e non potrebbe essere calcolato in questo modo ma posso fare una stima mettendola in funzione alla corrente di guasto trifase.

$$I_{\text{corto}} = \frac{U_{\text{fase}}}{2 \sqrt{(R_{\text{fase}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{cavo}})^2 + (R_{\text{fase}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{cavo}})^2}}$$

Qui abbiamo il fattore 2 poiché è come se avessi il circuito e un ritorno realizzato nello stesso modo dove non troviamo la tensione di fase ma quella fase-fase. Allora data la similitudine dell'espressione la mette in funzione della corrente trifase: è l'85% della corrente di fase, questo indica che è con ogni probabilità la più alta corrente di corto circuito che possiamo avere in un impianto. (Precisazione del collegamento dei fili nei guasti)

Nel guasto fase neutro abbiamo aggiunto al precedente circuito elettrico equivalente il fatto che anziché un ritorno attraverso il terreno abbiamo un ritorno attraverso il conduttore di neutro, quindi abbiamo l'impedenza di neutro:

$$I_{\text{corto}} = \frac{U_{\text{fase}}}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{\text{fase}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{neutro}})^2 + (R_{\text{fase}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{neutro}})^2}}$$

Con ogni probabilità il guasto fase-neutro e fase-PE è quello che origina più piccola corrente di corto. In un impianto è importante sia determinare la massima corrente di corto circuito ma anche la minima corrente di corto circuito perché se io scelgo le protezioni in modo tale che da un lato siano in grado di interrompere la massima corrente di corto, dall'altro riescono a sentire e aprire in presenza della minima corrente di corto, io ho risolto tutti i problemi di protezione, non devo fare alcuna verifica sull'energia specifica passante. Quando abbiamo parlato del coordinamento della scelta dell'interruttore con l'incavo, abbiamo fatto un grafico (?) dove venivano staccate due correnti e c'era una zona di protezione del cavo, dove c'erano le due correnti di corto circuito (minima e massima). Per quanto riguarda la minima dovrò mettermi nella condizione più cautelativa (più bassa). Dato che so che il variatore di rapporto del trasformatore varia da -5 a +5, il coefficiente c sarà 0,95, ovvero nella condizione meno favorevole ovvero -5%. In più la corrente di corto circuito diminuisce all'aumentare della resistenza, ipotizzo di avere un impianto in esercizio da diverso tempo e che quindi i conduttori abbiano raggiunto la temperatura massima ammissibile, quindi incremento le resistenze per il guasto di 1,5 V quindi del 50% in questo modo sono sicuro di calcolare la corrente minima possibile.

Avremo la stessa cosa nel caso di fase-PE:

$$I_{\text{corto}} = \frac{U_{\text{fase}}}{\sqrt{3} \sqrt{(R_{\text{fase}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{neutro}})^2 + (R_{\text{fase}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{cavo}} + R_{\text{neutro}})^2}}$$

(Domanda che non si sente bene)

Le impedenze che intervengono nel corto circuito sono tutte quelle che stanno dal punto che considero indietro. La corrente viene determinata tenendo conto di tutte le impedenze più l'impedenza della linea. La corrente di corto circuito trifase massima posso calcolarla anche a fine linea.

Quando si parla di impedenze dobbiamo sempre intendere la somma delle parti reali e delle parti immaginarie, questo perché non riesco a calcolarle come numeri complessi, riesco sempre ad arrivare alla separazione tra reale e immaginario attraverso il modulo, che posso ricavare dai dati di progetto.

La rete a monte in generale è un'impedenza che ricavo dai dati che mi dà la società che me la fornisce (tensione nominale, potenza di cortocircuito e il fattore di potenza di corto circuito). Innanzitutto ci riportiamo tutti i dati in lato bassa tensione (trasformatore): a potenza di cortocircuito ha un valore di trasporto unitario quindi tanto ho in media tanto ho in bassa, la tensione è un dato di targa (lo leggo sul trasformatore), ricordando l'espressione della potenza apparente.

Ripasso (formule che dobbiamo ricavare dalla prima, non imparare a memoria)

La potenza è $P = U I = R I^2 = U^2/R$

Applicando Ohm avremo: $S = Z I^2 = U^2/Z$ e anche $Q = X I^2 = U^2/X$ e anche $P = R I^2 = U^2/R$

Dai dati di targa determino l'impedenza a monte lato secondario, perché la tensione che ho usato è quella lato secondario del trasformatore cioè 400V. Il fattore di potenza di corto dei valori di media oscilla tra 0,15 e 0,20, quindi o mi viene dato o lo ipotizzo e separo parte reale e immaginaria della rete di monte. Chi prevale tra R e X? Il fattore di potenza è definito come arcotangente di X/R perché conosciamo l'impedenza di monte. Il trasformatore: devo calcolare l'impedenza equivalente serie al secondario del mio trasformatore. (Inserire formule)

Dovremo usare l'equivalenza di Thevenin, dove troviamo una tensione di fase. Dai dati di targa del trasformatore posso dire che quando io alimento l'avvolgimento la tensione di corto circuito (data in percento della tensione nominale) nell'avvolgimento secondario chiuso in corto scorre la corrente secondaria nominale, quindi avendo un circuito elettrico di seconda specie avremo:

$$U_{CC} = Z_{2S} I_n$$

Dove Z_{2S} sarà U_{GC}/I_n

Sapendo quanto vale la perdita a carico, posso confondere la potenza persa del rame e del ferro, determino

$$R \text{ dalla espressione: } \frac{P_{\text{perd}}}{I_n^2} = \frac{R_{\text{perd}}}{I_n^2} \text{ e risalgo alla } R = \frac{P_{\text{perd}} \cdot 100}{I_n^2}$$

$$\text{Per poi determinare } Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

(Provare a casa a determinare la Z diversamente)

Calcolo della resistenza e reattanza dei cavi (Saltiamo condotti e sbarre)

Valori per unità di lunghezza della reattanza:

cavo tripolare: $X = 0.08 \text{ m}\Omega/\text{m}$;

cavo unipolare: $X = 0.10 \div 0.20 \text{ m}\Omega/\text{m}$ a seconda della distanza tra i conduttori;

collegamenti in sbarre: $X_3 = 0,15 \text{ L}$.

La resistenza è data dalla formula: $R = \frac{\rho L}{S} [\text{m}\Omega]$

Dove L = lunghezza [m], S = sezione [mm²], ρ = resistività = 18 (Cu), 27 (Al) [m $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$]

Nei nostri calcoli l'interruttore è assunto a resistenza interna nulla.

Esempio numerico (pag 64)

Abbiamo un impianto che parte da un punto in media tensione, dove abbiamo un trasformatore che finisce in bassa tensione, poi abbiamo le sbarre che collegano l'interruttore generale del quadro (M1), poi abbiamo diverse partenze di cui una arriva all'interruttore M2 che collega a un quadro generale di bassa tensione. Vediamo riportati passo passo i conti da fare per andare a caratterizzare gli elementi dell'impianto in termini di R e X. Alla fine vengono individuati tutti i valori numerici di tutte le R e X e quindi possiamo calcolare in corrispondenza degli interruttori M1, M2, M3, le correnti di corto circuito. Ovviamente è da tenere presente che in corrispondenza di ogni interruttore la corrente di corto è sempre

limitata da impedenza di corto: notiamo come man mano che ci allontaniamo dal punto di consegna (passando da M1, M2, M3) le correnti di corto circuito trifase-capo decrescono. Riguardo il calcolo della resistenza e della reattanza alla terza riga: appare $1/3$ poiché è legato al fatto che ciascuna fase è realizzata con 3 conduttori in parallelo in sezione pari a 150 mm^2 quindi la resistenza della reattanza equivalente diventa $1/3$ di quella calcolata per ciascun conduttore.

Vediamo le caratteristiche elettriche di trasformatori MT/BT in resina e in olio. Abbiamo la classificazione rispetto alle perdite: O è a vuoto, K è a carico, A è la classe. Sono trasformatori ad elevato risparmio energetico. Successivamente troviamo quelli in resina e in olio: prese in tensione al secondario più o meno al 5%. (quelli in olio abbiamo due gradini a salire e due a scendere del 2,5%)

Noi nel lavoro non arriveremo alla scelta dei prodotti, è piuttosto complesso perché bisogna fare riferimento alle tabelle di tutti i componenti di prima produzione però è scarsamente significativa per noi, perché ci limitiamo a una categoria particolare di interruttori automatici. Scegliere tutti i prodotti dell'impianto non può essere fatto a mano: estremamente ripetitivo, vanno usati dei software.

Sulla guida è consigliato il Software i-project. Accanto a questo ce ne sono altri che curano proprio i dettagli dell'impianto andando a disegnare il frontalino del quadro. Potremmo fare qualche prova con quello della "Billicino" (?) che è più intuitivo.

Ammettiamo di conoscere la corrente di corto circuito in un punto dell'impianto. (disegno alla lavagna) Partiamo dal punto di consegna in media, quadro generale, sotto quadro e le partenze. Se vogliamo calcolare la corrente di corto circuito per scegliere una protezione ecc. anziché andarsi a ristudiare tutto, in base al valore della corrente di corto e alle caratteristiche della linea, in base alle tabelle possiamo stimare il valore. Prima abbiamo visto la parte a valle del trasformatore, adesso siamo scesi di livello. Nella prima parte della tabella abbiamo le sezioni dei cavi della nostra linea e le lunghezze dei cavi, nella seconda parte abbiamo la corrente di corto circuito a monte e il valore della corrente di corto circuito a valle. Sulle note ci sono i termini di validità della tabella: calcolata con i conti che sappiamo fare. La tabella vale solo per i cavi tripolari di rame (con tre anime), perché se utilizziamo quelli unipolari varierà la resistenza e la reattanza. La temperatura di riferimento è 20° . L'impianto di fase vale per una tensione trifase concatenata di 230 V , dividere le lunghezze in tabella per $e = 1,732$. Nel caso di cavi in parallelo (non compresi nella tabella) dividere la lunghezza per il numero di cavi in parallelo. Immaginiamo infatti di avere una linea lunga 30 m realizzata attraverso il parallelo di 3 cavi ciascuno di 30 milliOhm . Se li metto in parallelo la resistenza equivalente sarà 10 milliOhm . Quindi è come se invece di considerare la linea lunga 30 m la considero lunga 10 m perché il cavo avrà una resistenza di 10 milliOhm .

Esempio (pag 67)

Abbiamo un quadro generale di bassa tensione con una I_{cc} di 28 KA della sbarra del quadro che vale per gli interruttori immediatamente a monte della sbarra e per quelli in partenza che collegano le partenze. Tutti gli interruttori devono avere un potere un corto circuito di 28 KA . Voglio sapere quant'è la I_{cc} ? Possiamo fare tutti i calcoli oppure avvalerci della tabella nel caso in cui questa linea sia in cavo tripolare, in rame e lunga 10 m . Cavo con sezione da 50 mm^2 , la cerchiamo sulla tabella, ma la lunghezza non la troviamo quindi quale valore prendiamo? Stiamo calcolando la I_{cc} franco-trifase a valle della linea per determinare i poteri di interruzione delle protezioni: dobbiamo fare una scelta cautelativa sovradimensionando la corrente di corto: la prima lunghezza utile inferiore al cavo stesso: $8,8 \text{ m}$. Scendo quindi nella seconda parte della tabella, fino alla riga della corrente di corto di monte più vicina a quella sul mio impianto ma superiore perché devo sovradimensionare in questo caso. Quindi era 28 perciò prenderò 30 A , risultando 24 KA nel quadro. La scelta degli interruttori sarà quindi:

interruttore A: Compact NSX250F TM250D Pdi (potere di interruzione) 36 kA ;

interruttore B: Acti 9 iC60L Pdi 15 kA , con Pdi "rinforzato per filiazione" 30 kA ;

interruttore C: Compact NSX160B TM160D Pdi 25 kA .

L'interruttore C va bene, ma B come può essere installato se la corrente di corto è 24 KA? Qui viene usato un trucco (che può essere usato solo per interruttori dello stesso costruttore) per la norma 64-8: possiamo accettare un potere di interruzione inferiore alla massima corrente di corto nel punto di installazione dell'interruttore, se l'interruttore di monte è limitatore tale da fare in modo che l'energia specifica passante durante il corto sia inferiore a quella dell'interruttore considerato: chiamata "filiazione". Questa operazione contorta è giustificata dal fatto che il costo degli interruttori sale con il loro potere di interruzione. Solo i costruttori possono dirci se possiamo fare questa cosa, perché lo hanno provato. Anche l'interruttore C potrebbe essere fatto nello stesso modo teoricamente, oppure potrebbe essere stato necessario questo interruttore in questo caso. Se ci fosse un guasto in questo caso l'interruttore sopra, essendo limitatore, taglia, impedisce che la corrente raggiunga il valore massimo della corrente di funzionamento in modo che quello inferiore sia in grado di aprire. (disegno alla lavagna) (leggi pag 9) Questa tecnica non viene usata in ambiti casalinghi ma a livelli industriali.

L'utilizzo delle tabelle portano tendenzialmente a un sovradimensionamento dell'impianto, aumentando i costi non viene pregiudicata la funzionalità e la sicurezza.

La guida successivamente riporta delle tabelle dove scegliere gli interruttori:

Parte dal punto di consegna in media, ma si focalizza su l'interruttore iniziale, sull'interruttore sezionatore (IMS= interruttore di manovra sezionatore, sezionatore soggiogato) e l'interruttore successivo. Vogliamo calcolare le correnti di corto per scegliere l'interruttore di partenza di una linea fase neutro (monofase), l'IMS e l'interruttore di partenza, anziché far tutti i calcoli (abbiamo un mix tra un impianto trifase a monte e un monofase che dobbiamo dimensionare), utilizzando le tabelle.

Queste tengono conto di cosa c'è a monte della linea monofase di cui voglio determinare le correnti di corto. A monte lui parametrizza rispetto a un trasformatore in olio e in resina. Abbiamo le targhe dei trasformatori e le correnti di corto trifase a valle dei trasformatori (riportate). Le correnti di corto trifase a valle del trasformatore sono state calcolate ipotizzando una rete di monte con un valore della potenza di corto circuito di 500MVA con un fattore di potenza di corto 0,15 0,20. Ha messo dei punti fermi, la validità della tabella è abbastanza "stretta". O la nostra rete di monte ha queste caratteristiche o non possiamo applicare questa tabella. Questa è la prima parametrizzazione presente nella tabella: potenza nominale del trasformatore, corrente di corto a valle del trasformatore tenendo conto della sua impedenza e dell'impedenza della rete di monte ipotizzando che la potenza di corto sia 500 VA. Poi abbiamo la sezione della linea monofase, la lunghezza della linea (sopra), sotto la corrente di corto a valle del cavo.

Esempio (pag 69)

Si considera un circuito monofase (230 V) che alimenta il quadro di alimentazione di tutto il sistema ausiliario di cabina. Il circuito è composto da cavi (fase e neutro) di sezione 4 mm² con conduttore in rame e lunghezza 11 m con corrente di impiego massima di 20 A. Il trasformatore MT/BT ha potenza pari a 1000 kVA (1 MVA solitamente si usa un 600 KVA) ($I_{cc3f} = 23,3$ KA). Dalla tabella si vede che la corrente di corto alla fine della linea sarà di 2,6 KA, rispetto alla quale deve essere dimensionato il potere di interruzione dell'interruttore di partenza e quelli di partenza ausiliari. Dispositivo di protezione a monte della linea: iC60H ($I_{cu} = 30$ KA a 230 V) curva C 25 A 2P. La corrente di cortocircuito monofase massima a valle del cavo in corrispondenza del dispositivo generale di sezionamento del sottoquadro sarà pari a 2,6 KA. Il quadro e i suoi componenti verranno dimensionati sulla base di tale corrente. Dispositivo generale di sezionamento: interruttore di manovra-sezionatore (IMS) I 20 A (corrente di impiego massima in questo circuito) che coordinato con l'interruttore a monte iC60H è protetto fino a 6,5 KA (dato che abbiamo l'interruttore di monte, anche se non è necessario dato che la corrente di corto è inferiore). Dispositivi di protezione delle partenze: C40a ($I_{cu} = 6$ KA) curva C 1P+N con blocco Vigi A si da 30 mA (protezione differenziale) e corrente nominale compatibile con la corrente di impiego delle linee in partenza.

Esempio (pag 69)

Si considera un circuito trifase (230/400V) che alimenta il quadro generale della centrale per il condizionamento dei locali dell'edificio. Il circuito è composto da cavi di sezione 10 mm^2 con conduttore in rame e lunghezza 20 m con corrente di impiego massima di 35 A. Il trasformatore MT/BT ha potenza pari a 1000 kVA ($I_{cc3f} = 23,3 \text{ KA}$). Dispositivo di protezione a monte della linea: NSA160NE ($I_{cu} = 25 \text{ KA}$ a 400 V) TM50D 3P. La corrente di cortocircuito trifase massima a valle del cavo in corrispondenza del dispositivo generale di sezionamento del sottoquadro e delle partenze trifasi sarà pari a 8 KA (Tabella pag 66). La corrente di cortocircuito monofase massima a valle del cavo in corrispondenza dei dispositivi di protezione delle partenze monofasi del sottoquadro sarà pari a 3,2 KA. Il quadro e i suoi componenti verranno dimensionato sulla base di tali correnti. Dispositivo generale di sezionamento: interruttore di manovra-sezionatore INS40 ($I_{cw} = 3 \text{ KA} \times 1s$) che coordinato con l'interruttore a monte NSA160NE è protetto fino a 25 KA. Dispositivi di protezione delle partenze trifasi: C40a ($I_{cu} = 6 \text{ KA}$) curva C 3P+N con blocco Vigi 300 mA e corrente nominale compatibile con la corrente di impiego delle linee in partenza. Dispositivi di protezione delle partenze monofasi: C40a ($I_{cu} = 6 \text{ KA}$) curva C 1P+N con blocco Vigi 30 mA e corrente nominale compatibile con la corrente di impiego delle linee in partenza.

In questo esercizio a monte abbiamo una consegna in bassa tensione (in un quadro di piano) e vogliamo determinare la corrente di corto che arriva alla fine (del piano). L'approccio metodologico è lo stesso, tranne che nella prima colonna abbiamo la corrente di corto circuito nel punto di partenza della linea.