

ARTICOLO TECNICO



La scelta dei livelli di tensione e quindi del trasporto di energia, sulle lunghe distanze risulta più efficiente operando ad alta tensione. Avvicinandosi all'utente finale, invece, la tensione necessita di essere progressivamente abbassata per motivi di sicurezza (si abbassa il rischio di folgorazione) e anche perché generalmente i carichi elettrici delle utenze industriali e quelli delle utenze domestiche lavorano rispettivamente a media e bassa tensione.

3. Gli standard elettrici nel mondo

A livello industriale esistono sistemi complessi AT/MT e MT/BT, che servono essenzialmente per una distribuzione su grandi distanze e che, al fine di ottimizzare il dimensionamento dei conduttori elettrici, vengono impiegate per contenere la caduta di tensione derivante dalla resistenza specifica del conduttore e dalla corrente che in esso viene trasportata.

$DV = K \times L \times I \times (R \times \text{Cosp}\phi + X_L \times \text{Sen}\phi)$, dove:

- DV = caduta di tensione, espressa in Volt
- K = Coefficiente fisso per sistemi trifasi: 1,73
- L = lunghezza della tratta di cavo, espressa in Km
- I = intensità di corrente transitante nel cavo, espressa in Amper
- R = resistenza per conduttori in rame o alluminio, espressa in Ohm/Km
- X_L = induttanza per conduttori in rame o alluminio, espressa in Ohm/Km
- $\text{Cosp}\phi$ = valore variabile da nazione a nazione, convenzionalmente si considera un valore di 0,9, con angolo di 25° e 50'
- $\text{Sen}\phi$ = valore variabile da nazione a nazione, convenzionalmente si considera un valore di 0,43, con angolo di 25° e 50'

Facciamo un esempio pratico:

$1,73 \times 0,16 \times 150 \times (0,784 \times 0,9 + 0,08 \times 0,43) = 30,7248$ Volt, che, se rapportato ad una tensione nominale di 400V darà:

$DV\% = (DV \times 10^2) / V$, dove:

- DV% = caduta di tensione, espressa in % della tensione nominale
- V = tensione nominale, espressa in Volt, si prende in considerazione una tensione di 400V

$DV\% = (30,7248 \times 10^2) / 400 = 7,6812\%$

Come si potrà comprendere, all'aumentare della tensione nominale e a parità di corrente, si avrà una diminuzione della caduta di tensione, sia in valore assoluto, sia in percentuale, comportando quindi la possibilità di diminuire la sezione dei conduttori.

Per questo motivo principale vengono scelti livelli di tensione sempre più grandi all'aumentare del carico sotteso. Ovviamente questo comporta un aggravio in termini economici per la necessità di realizzare tali livelli con impiego di trasformatori di potenza, centrali, sottostazioni e linee di trasporto aereo che comunque giustificano tale aggravio con il risparmio nel dimensionamento dei conduttori elettrici.

Come si potrà notare dalla tabella 1 sotto riportata, tante sono le variabili di livelli di tensione a livello mondiale, variabili che si sono via via sviluppate in base a criteri che non hanno una vera logica, ma solo una caratteristica specifica dettata dalle leggi locali e dall'appartenenza o meno della nazione a pregressi di colonialismo o sudditanza da altre nazioni colonizzatrici. Scarsa o nulla è la standardizzazione mondiale per cause che risalgono alle posizioni protezionistiche di molti produttori nazionali difesi in senso monopolistico dai rispettivi governi.

Per comodità e semplicità, laddove sussistano eguaglianze di livelli di tensione, abbiamo raggruppato in unica riga più nazioni.

Legenda del sistema di distribuzione in uso:

- **M**=monofase, **S**=stella trifase con neutro, **D**=delta con presa di quarto filo a metà' di un avvolgimento, **T**=trifase a tre fili con eventuale distribuzione bifase.

ARTICOLO TECNICO



To be sure to be safe.

Tabella 1

Nazione	Distribuzione in uso	Tensione (V)	Frequenza (Hz)
Afganistan, Albania, Andorra, Angola, Argentina, Armenia, Azerbaijan, Azzorre, Benin, Bielorussia, Bosnia Erzegovina, Burkina Faso, Burundi, Capo Verde, Ciad, Cile, Cina, Comore, Congo-Kinshasa, Egitto, Etiopia, Gabon, Gibuti, Groenlandia, Guinea, Guinea Bissau, Guyana francese, Hong Kong, Isole Faroe, Kazakhstan, Kirghizistan, Lesotho, Macao, Macedonia, Mali, Martinica, Moldavia, Mozambico, Niger, Nuova Caledonia, Repubblica Centrafricana, Réunion, Russia, Serbia e Montenegro, Siria, Tagikistan, Tailandia, Turkmenistan, Ucraina, Uzbekistan, Zimbabwe	S	220	50
Algeria, Austria, Bahrain, Belgio, Bhutan, Botswana, Bulgaria, Cameroon, Città del Vaticano, Congo-Brazzaville, Costa d'avorio, Croazia, Danimarca, Dominica, Emirati Arabi Uniti, Eritrea, Estonia, Finlandia, Francia, Gambia, Gaza(striscia di Gaza), Germania, Ghana, Grecia, Grenada, India, Indonesia, Iran, Iraq, Irlanda, Irlanda del Nord (Regno Unito), Islanda, Isole del Canale, Israele, Italia, Laos, Libia, Liechtenstein, Lituania, Lussemburgo, Malawi, Maldive, Malesia, Mauritius, Monaco, Mongolia, Namibia, Norvegia, Nuova Zelanda, Olanda, Pakistan, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Romania, Rwanda, Saint Vincent e Grenadine(Winward Is.), Samoa, Sierra Leone, Singapore, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Sri Lanka, Sudan, Sudafrica, Svezia, Svizzera, Swaziland, Tanzania, Tunisia, Turchia, Ungheria, Yemen, Zambia	S	230/400	50
Antille olandesi, Cameroon, Francia, Indonesia, Isole Canarie (Spagna), Isole Baleari, Italia, Libia, Madagascar, Marocco, Monaco, Senegal, Spagna, Tunisia, Vietnam	S	127/220	50
Australia, Brunei, Cipro, Fiji, Gibilterra, Isola di Man, Isole Cook, Isole del Canale, Isole Falkland, Kenya, Kuwait, Malesia, Malta, Nauru, Nigeria, Oman, Papua Nuova Guinea, Qatar, Regno Unito, Santa Lucia, Tonga, Uganda	S	240/415	50
Bangladesh	S	220/400	50
Barbados	S	115/200	50
Antille Olandesi, Bolivia, Cambogia, Cameroon, Emirati Arabi Uniti, Isole Baleari, Francia, Giordania, Guadalupe, India, Isole Canarie, Libano, Madagascar, Madeira (Portogallo), Marocco, Namibia, Paraguay, Somalia, Sudafrica, Togo, Vietnam	S	220/380	50
Corea del Nord, Jamaica, Togo	D	110/220	50
Cambogia	S	120/208	50
Barbados	D	115/230	50
Guinea Equatoriale, Lettonia, Mauritania, Myanmar, Timor Est, Uruguay	M	220	50
Kiribati	-	240	50
Libano	S	110/190	50
Regno Unito	D	240/480	50
Nepal	S	230/460	50
Madeira (Portogallo), Somalia	D	220/440	50
Somalia, Panama, Perù	D	110/220	50
India	D	250/500	50
Seychelles	T	240	50
Giappone	D	100/200	50/60

ARTICOLO TECNICO



Segue Tabella 1

Nazione	Distribuzione in uso	Tensione (V)	Frequenza (Hz)
Liberia	D	120/240	50/60
Colombia, Liberia	S	120/208	50/60
Antigua, Montserrat (Leeward Is.), Saint Kitts e Nevis, Trinidad e Tobago	S	230/400	60
Anguilla (Regno Unito)	-	110	60
Arabia Saudita, Aruba, Brasile, Ecuador, Messico, Suriname, Tahiti	S	127/220	60
Arabia Saudita, Brasile, Corea del Sud	S	220/380	60
Bahamas, Bermuda, Ecuador, Guam, Stati Uniti	S	120/208	60
Bahamas, Bermuda, Canada, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Guyana, Isole Cayman, Isole Vergini, Nicaragua, Okinawa (Giappone), Porto Rico, Samoa Americane, Stati Uniti	D	120/240	60
Belize, Brasile, Colombia, Corea del Sud, Cuba, Filippine, Guam, Haiti, Honduras, Taiwan	D	110/220	60
Belize	D	220/440	60
Canada	T	575	60
Colombia,	S	150/240	60
Ecuador	S	121/210	60
El Salvador, Filippine, Trinidad e Tobago,	D	115/230	60
Micronesia	-	120	60
Okinawa (Giappone)	D	100/200	60
Perù	T	220	60
Repubblica Dominicana	D	110/220	60
Samoa Americane	D	240/480	60
Stati Uniti	T	460	60
Venezuela	S	120/240	60

Nella tabella 1 sono evidenziate solo le tensioni del livello inferiore, ovvero di Bassa Tensione (BT), per l'ovvio motivo che livelli superiori sono appannaggio di sistemi complessi quali la rete di distribuzione elettrica a livello nazionale, la necessità di produrre ed elevare la tensione in funzione del carico impegnato e non da ultimo, il risparmio derivante dall'impiego in misura contenuta di rame o alluminio per il trasporto dell'energia elettrica.

4. I criteri di distribuzione negli impianti industriali

Abbiamo sin qui parlato dei livelli di tensione nel mondo e ora parleremo brevemente dei concetti di distribuzione energia elettrica negli impianti industriali.

Quando il progettista prende in esame l'impianto, nel suo insieme, per prima cosa analizza la lista dei carichi elettrici e, in funzione della potenza impegnata, decide quanti e quali livelli di tensione saranno considerati nelle fasi di sviluppo ingegneristico.

Altro parametro fondamentale è quello di analizzare la planimetria dell'impianto, al fine di definire correttamente il posizionamento delle cabine elettriche, se e dove possibile, cercando il più possibile di dislocarle in posizione baricentrica alle utenze da alimentare, questo per ottimizzare al massimo le distanze e, conseguentemente, contenere al massimo le cadute di tensione.

Per valori di potenza installata notevoli, oltre i 20 MW, si opta generalmente per l'adozione di sottostazioni AT/MT, con distribuzione in media tensione, solitamente con valori di 20kV, sino alle cabine di distribuzione secondarie, nelle quali saranno fatte ulteriori trasformazioni MT/MT in caso di necessità di avviamento motori con potenze uguali o superiori a 1 MW (1000kW) e MT/BT per l'alimentazione di tutte le utenze in bassa tensione, sia del tipo trifase, sia del tipo monofase.

ARTICOLO TECNICO



Con questo concetto vengono poi definiti i criteri di distribuzione secondari ai vari quadri elettrici per alimentazione utenze di Forza Motrice (motori sino a 250 kW), utenze ausiliarie quali quadri per servizi ausiliari, per alimentazione valvole motorizzate, per alimentazione circuiti prese FM e Luce, per alimentazione ai sotto quadri locali dei circuiti di illuminazione ecc. ecc.

I principali sistemi di distribuzione sono definibili in:

- Sistema radiale: l'alimentazione è diretta sull'utenza sottesa
- Sistema a doppia radiale: l'alimentazione sull'utenza sottesa ha una riserva pari al 100% grazie ad una doppia alimentazione
- Sistema ad anello: l'utenza sottesa è alimentata da due linee chiuse ad anello e che permettono, in caso di disservizio di una delle due linee, di poterla alimentare aprendo l'anello ed alimentandola dalla parte di anello ancora in esercizio.

Sempre con la stessa ottica, il progettista analizza tutte le necessità finalizzate alla sicurezza della gestione dell'impianto, predisponendo opportuni sotto quadri di alimentazione circuiti di sicurezza quali quadri locali per alimentazione illuminazione di emergenza, per alimentazione sistemi di sicurezza ESD (Emergency Shut Down) e PSD (Process Shut Down) che dovranno garantire al personale di poter evacuare in sicurezza l'impianto in caso di emergenza.

Questi sistemi erano gestiti, in precedenza, da sistemi alimentati direttamente in corrente continua da locali batterie specifici che, oltre ad alimentare i circuiti di illuminazione di emergenza, provvedevano anche all'alimentazione di tutte le logiche funzionali dei quadri elettrici di potenza, comando e controllo.

Oggi, con l'avvento dei sistemi "UPS" dall'inglese Uninterruptible Power Supply, tali sistemi vengono alimentati in corrente alternata, attraverso appositi convertitori DC/AC che provvedono ad alimentarli anche in caso di disservizio dell'energia primaria, garantendo di fatto la continuità dell'erogazione elettrica, sino all'esaurimento della capacità delle batterie dell'UPS.

5. Conclusioni

Con questa brevissima esposizione abbiamo voluto solo mettere in risalto le differenze di tensione presenti a livello mondiale, sperando che quanto descritto possa essere di ausilio ai lettori e che non vuole essere una linea guida, rimandando come sempre al progettista l'incombenza di analizzare, in tutte le molteplici situazioni, quali livelli di tensione adottare nelle fasi progettuali e tenendo in debito conto le normative e leggi vigenti in ogni specifico paese di destinazione.