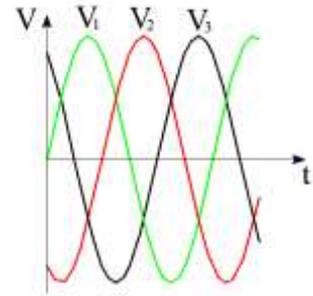


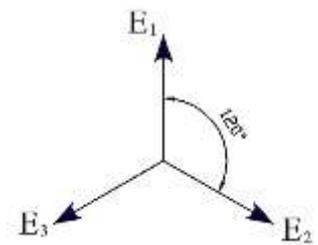
Sistemi trifase

Si definisce sistema trifase un complesso di 3 circuiti elettrici nei quali agiscono rispettivamente 3 f.e.m. di uguale frequenza, ma aventi l'una rispetto all'altra degli sfasamenti prestabiliti; ciascuno di questi circuiti costituisce una *fase* del sistema. La ragione di adottare sistemi polifase ed un particolare trifasi sta nel fatto che questi presentano vantaggi sui monofasi come miglior utilizzazione del macchinario elettrico e dei relativi impianti, maggior facilità di trasporto dell'energia elettrica e di conversione della C.A. in C.C. e possibilità di impiego di molti motori elettrici. Esistono quindi vantaggi tecnici ed economici.

Un sistema a trifase si dice **SIMMETRICO**, se le f.e.m. che agiscono in ciascuna fase sono tutte uguali fra loro in valore e sono sfasate ordinatamente di 120° fra loro;

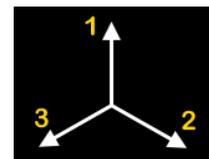
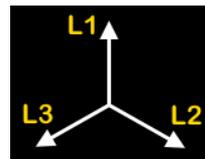
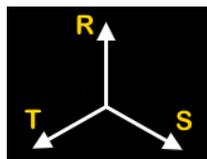


queste f.e.m. sono rappresentate in tal caso da 3 vettori di uguale ampiezza ordinatamente sfasati di 120° .



I nostri impianti sono sistemi trifasi **SIMMETRICI** e cioè tale sistema si compone di 3 circuiti distinti (prima, seconda e terza fase) nei quali agiscono rispettivamente la f.e.m. E_1 ; E_2 ; E_3 uguali in valore e ciclicamente sfasate fra loro di 120° :

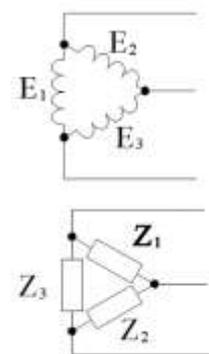
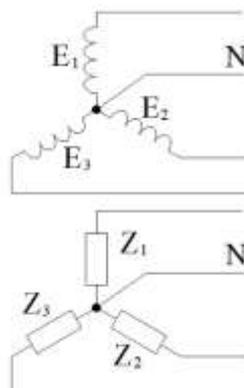
Possiamo trovare le tre fasi contrassegnate con nomi diversi, ma l'importante è indicare la giusta sequenza.



L'uguaglianza della frequenza (legata alla velocità di rotazione antioraria dei vettori) garantisce la costanza nel tempo dello sfasamento.

Sia i generatori che gli utilizzatori (o carichi) trifasi hanno una struttura interna che può essere basata su due differenti tipi di collegamento:

1. collegamento a stella con o senza filo N (neutro) che parte dal centro stella
2. collegamento a triangolo.



Si definisce simmetrico un sistema trifase in cui le tre forze elettromotrici E_1, E_2, E_3 , soddisfano la relazione

$$\overline{E}_1 + \overline{E}_2 + \overline{E}_3 = 0$$

Si definisce equilibrato un sistema trifase in cui le correnti di ciascuna fase soddisfano la relazione

$$\overline{I}_1 + \overline{I}_2 + \overline{I}_3 = 0$$

In entrambi i casi la somma è di tipo vettoriale.

COLLEGAMENTO A STELLA, TENSIONI STELLATE E TENSIONI CONCATENATE

Le tensioni presenti fra ciascun filo e il centro-stella sono chiamate tensioni stellate o tensioni di fase e sono indicate con E_1, E_2, E_3 . La loro somma vettoriale è nulla

$$\overline{E}_1 + \overline{E}_2 + \overline{E}_3 = 0$$

Il centro-stella è il punto attraverso il quale avviene il passaggio di corrente da una fase (filo) a un'altra, in modo tale che, per ciascuna fase, le altre due costituiscano il circuito di ritorno.

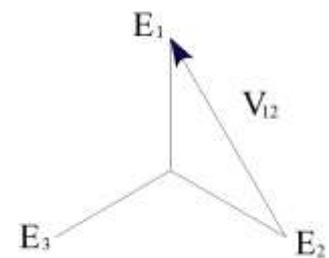
Un sistema trifase può anche essere a quattro fili, derivando un filo dal centro stella, filo che viene detto "neutro".

Per il collegamento a stella, oltre alle tensioni E (tensioni stellate o "di fase"), si definiscono anche le tensioni CONCATENATE " V "

che sono le tensioni misurate fra due FASI del sistema

Ciascuna tensione concatenata è la differenza vettoriale di due

tensioni stellate o di fase. $\overline{V}_{12} = \overline{E}_1 - \overline{E}_2$



Se l'utilizzatore trifase è formato da tre impedenze uguali tra loro, collegate a stella, si parla di carico equilibrato

Le tensioni concatenate V sono 1,73 volte più grandi delle tensioni E stellate $V = \sqrt{3} E$

Se $E=230V$ $V=400V$

Se $E=220V$ $V=380V$

Dimostrabile da esercizio trigonometrico sul triangolo isoscele dove V_{12} è la base E sono i lati uguali e 120° è l'angolo al vertice

Le correnti di linea sono uguali a quelle di fase.

CORRENTI IN UN SISTEMA TRIFASE A TRE FILI

Le tre correnti che percorrono i conduttori si chiamano "correnti di fase" e la loro somma vettoriale, per il primo principio di Kirchhoff applicato al centrostella, deve risultare nulla: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

Il sistema trifase a tre fili è adatto per l'alimentazione di un carico trifase a stella equilibrato che si ha quando le tre impedenze sono uguali, mentre non può alimentare un carico squilibrato.

CORRENTI IN UN SISTEMA TRIFASE A QUATTRO FILI

Se il sistema trifase è a quattro fili, cioè se ha un quarto conduttore, detto NEUTRO (derivato dal centro-stella), allora la somma vettoriale delle tre correnti che percorrono i conduttori può risultare diversa da zero: $I_1 + I_2 + I_3 = I_0$

Il sistema trifase a quattro fili è adatto per l'alimentazione di un carico trifase a stella non equilibrato.

Il sistema trifase a quattro fili è usato nella distribuzione cittadina di energia elettrica. Dalla linea trifase vengono poi derivate le linee monofase delle utenze domestiche.

Se le tre impedenze del carico trifase simmetrico sono poco diverse tra loro (e quindi risultano tali anche le correnti), allora la corrente sul filo neutro risulta molto piccola e pertanto trascurabile. Da ciò si comprende come sia praticamente possibile realizzare un sistema trifase a soli tre fili sopprimendo o interrompendo il filo neutro.

COLLEGAMENTO A TRIANGOLO

In questo sistema le tensioni V di linea sono uguali a quelle E di fase. Le correnti che scorrono sulle linee (che portano, per esempio, energia dal generatore al triangolo di carico) vengono chiamate correnti di linea (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}). Invece le correnti che scorrono nelle tre impedenze che formano il triangolo vengono chiamate correnti di fase. Siccome ciascuna corrente di fase nasce dalla suddivisione di una corrente di linea, le correnti di fase sono sempre più piccole delle correnti di linea. Quindi nel collegamento a triangolo bisogna fare sempre attenzione alla differenza fra le correnti di fase (più piccole), che scorrono nelle singole impedenze del triangolo, e le correnti di linea (più grandi) che scorrono sui conduttori che hanno una terminazione sui vertici del triangolo.

$$I_L = \sqrt{3} I_f$$

La somma vettoriale delle 3 correnti di fase è sempre nulla

In bassa tensione l'utilizzo del *sistema trifase* si ha in presenza di potenze medie e alte, mentre con *potenze* basse si usa il *sistema monofase*. In media e alta tensione (II e III categoria) si ha esclusivamente il *sistema trifase*.

In un sistema monofase abbiamo a disposizione due cavi (fase e neutro), mentre in un sistema trifase abbiamo generalmente a disposizione quattro cavi (tre fasi e un neutro comune). Graficamente il potenziale del neutro è rappresentato dal punto N di applicazione dei vettori (centro stella) e ogni fase ha una differenza di potenziale rispetto al neutro di 230 volt (rappresentata dalla lunghezza di ogni vettore).

Le macchine e gli apparecchi trifasi sono tipicamente dei carichi equilibrati perché sono costituiti da tre circuiti interni uguali. Questi circuiti, essendo alimentati ai loro capi da tensioni simmetriche, assorbono tre correnti uguali fra loro e ugualmente sfasate. Per queste apparecchiature utilizzatrici sono possibili due tipi di collegamento: "stella senza neutro" oppure "triangolo". La scelta può essere fatta a seconda delle caratteristiche elettriche richieste all'apparecchiatura:

- Collegamento a triangolo: ogni fase dell'utilizzatore (ogni lato del triangolo) deve essere alimentata dalla una tensione concatenata uguale a quella di linea e deve essere percorsa da una corrente 1,73 volte più piccola di quella di linea;

- Collegamento a stella senza filo neutro: ogni fase (ogni lato del triangolo) deve essere alimentata da una tensione stellata ($1,73$ volte più piccola della concatenata) e deve essere percorsa dall'intera corrente di linea.

Per sistemi trifasi senza neutro, cioè a tre fili, i collegamenti a stella e a triangolo sono equivalenti.

Nel caso che i sistemi siano anche simmetrici ed equilibrati, essi (sia che vengano collegati a stella sia che vengano connessi a triangolo) sono caratterizzati da: - stessa potenza attiva e reattiva e quindi stesso fattore di potenza - stesse tensioni di linea - stesse correnti di linea.

Pertanto per un sistema trifase a tre fili (ossia senza neutro), simmetrico ed equilibrato, la scelta fra collegamento a triangolo o a stella può essere fatta in base ai criteri che seguono.

COLLEGAMENTO A STELLA: QUANDO SI USA

Nel collegamento a stella (rispetto a quello a triangolo) ogni ramo deve sopportare una tensione più bassa (tensione stellata che è $\sqrt{3}$ volte più piccola della tensione concatenata cui è sottoposto il ramo del triangolo), mentre deve essere percorso dall'intera corrente di linea, cioè da una corrente più grande (corrente che è $\sqrt{3}$ volte più grande della corrente -detta "corrente di fase"- che scorre nel ramo del triangolo).

Perciò si usa il collegamento a stella quando le tensioni di linea del sistema da realizzare sono alte (in modo che il collegamento a stella, essendo caratterizzato da tensioni più basse sui rami, determini una riduzione delle tensioni cui sono sottoposti i rami del sistema, con i relativi vantaggi tecnologici che questa riduzione comporta). Nel caso dei motori e dei generatori elettrici, per esempio, il fatto di poterli far lavorare a tensioni più basse permette di realizzare gli avvolgimenti con un minor numero di spire e di avere meno difficoltà nell'effettuazione dell'isolamento.

COLLEGAMENTO A TRIANGOLO: QUANDO SI USA

Nel collegamento a triangolo (rispetto a quello a stella) ogni ramo deve sopportare una tensione più alta (tensione concatenata che è $\sqrt{3}$ volte più grande della tensione stellata cui è sottoposto il ramo della stella), mentre deve essere percorso da una corrente più piccola (corrente -detta "corrente di fase"- che è $\sqrt{3}$ volte più piccola della corrente che scorre nel ramo della stella).

Perciò si usa il collegamento a triangolo quando le tensioni di linea del sistema da realizzare sono basse (in quanto in questa situazione non c'è bisogno della "riduzione di tensione" sui rami che potrebbe essere offerta dal collegamento a stella).

COMMUTAZIONE TRIANGOLO-STELLA Molti dispositivi sono dotati di una morsettiera, cui fanno capo i terminali degli avvolgimenti di fase, che permette di commutare facilmente il collegamento di questi avvolgimenti da triangolo a stella e viceversa.

PREGI E UTILIZZAZIONE DEI SISTEMI TRIFASE

I pregi dei sistemi trifase sono i seguenti:

- Un sistema trifase (che impiega 3 conduttori) è in grado di trasportare una potenza elettrica che è $1,73$ volte più grande della potenza trasportabile da una linea monofase (a 2 conduttori) impiegando una quantità di metallo che è solo $1,5$ volte ($3/2$ volte) >2 ; tale aspetto è particolarmente utile nella realizzazione delle lunghe linee di trasporto dell'energia;

- possibilità di creare un campo magnetico rotante senza bisogno di ruotare meccanicamente un elettromagnete; questa possibilità (scoperta da Galileo Ferraris) è sfruttata per la realizzazione dei motori asincroni;
- maggiore semplicità e razionalità costruttiva di alternatori (generatori di alternata) e trasformatori trifase rispetto alle analoghe apparecchiature monofase.

Esistono diverse tipologie di Prese CEE in funzione sia della corrente nominale che della tensione di impiego che può arrivare fino a 690 V. Ecco un breve elenco delle prese CEE utilizzate in ambito industriale:

- 2P: è una presa a due poli
- 2P+T: è una presa a due poli più il polo di terra
- 3P: è una presa a tre poli
- 3P+T: è una presa a tre poli più il polo di terra
- 3P+T+N: è una presa a tre poli più il polo di terra, più il polo neutro

SPINA INDUSTRIALE DIRITTA IP 44 COLORE ROSSO



3P+T 16A 400V

