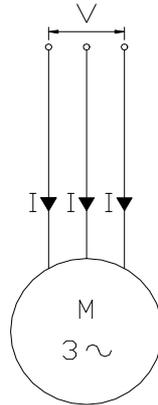


FUNZIONAMENTO CON MANCANZA DI FASE DI UN MOTORE ASINCRONO TRIFASE

Idoneità del relè termico a proteggere il motore

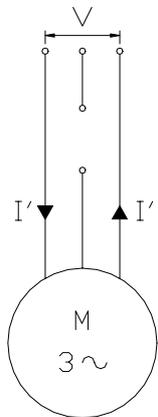
1) - Potenza nel funzionamento con mancanza di fase

Nel funzionamento normale (trifase) la potenza del motore vale:



$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Nel funzionamento con mancanza di fase si ha:



$$P' = V \cdot I' \cdot \cos \varphi$$

Se nei due casi il motore deve funzionare alla stessa potenza (perché lo stesso è rimasto il carico meccanico applicato al suo asse), si ha:

$$V \cdot I' \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

e quindi (a parità di tensione e fattore di potenza):

$$I' = \sqrt{3} \cdot I$$

Nel funzionamento con mancanza di fase il motore assorbe (a parità di potenza) una corrente superiore.

Se, per esempio, in trifase il motore lavora a pieno carico ($I = I_n$), con mancanza di fase la corrente assorbita risulta:

$$I' = \sqrt{3} \cdot I_n$$

Esso quindi per poter fornire la stessa potenza dovrebbe lavorare in sovraccarico di circa il 73%.

In realtà questo non è possibile in quanto i motori, proprio per evitare funzionamenti in sovraccarico che determinerebbero un riscaldamento eccessivo degli avvolgimenti, sono dotati di particolari dispositivi (*relè termici*) che intervengono quando la corrente assorbita supera una determinata corrente (corrente di taratura); di norma quest'ultima è pari alla corrente nominale del motore.

Di conseguenza la massima potenza di funzionamento del motore con mancanza di fase si avrà quando I' diventa uguale a I_n . Per cui si ha:

$$P' = V \cdot I_n \cdot \cos\varphi$$

Ricordando che:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

si ha:

$$P' = V \cdot \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \cdot \cos\varphi = \frac{P_n}{\sqrt{3}} \cong 0,58 P_n$$

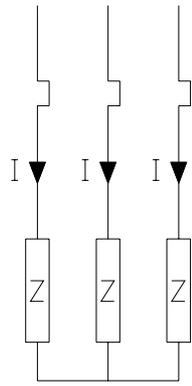
In definitiva, con mancanza di fase, la potenza del motore si riduce a circa il 58% di quella relativa al funzionamento normale trifase.

2) - Idoneità del relè termico a proteggere il motore funzionante con mancanza di fase

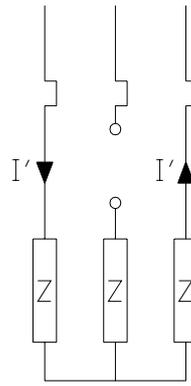
Il relè termico protegge il motore (nel suo funzionamento normale in trifase) dai sovraccarichi. Per una efficace protezione, esso viene tarato, come precedentemente ricordato, ad una corrente pari alla corrente nominale del motore.

Per verificare l'idoneità del relè termico a proteggere il motore anche nel funzionamento con mancanza di fase, bisogna considerare due casi:

- Collegamento delle fasi del motore a stella.
- Collegamento delle fasi del motore a triangolo.
- Collegamento delle fasi a stella



Funzionamento normale (trifase)

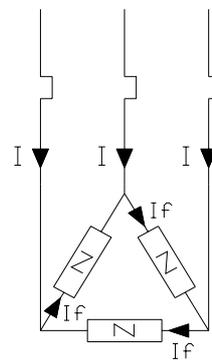


Funzionamento con mancanza di fase

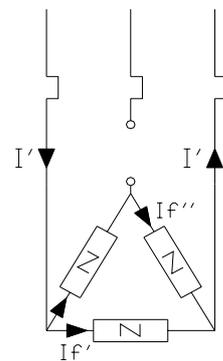
In questo caso il relè termico e le fasi (in entrambe le situazioni di funzionamento) sono percorsi dalle stesse correnti. Pertanto se il relè termico protegge il motore nel funzionamento trifase, lo protegge anche nel funzionamento con mancanza di fase.

Il motore risulta pertanto protetto.

- Collegamento delle fasi a triangolo



Funzionamento normale (trifase)



Funzionamento con mancanza di fase

In questo caso relè termico e fasi sono percorsi da correnti diverse.

Nel caso di funzionamento normale (trifase), si ha per tutte e tre le fasi:

$$I_f = \frac{I}{\sqrt{3}}$$

Nel caso di funzionamento con mancanza di fase, le due correnti di fase valgono (regola del partitore di corrente):

$$I_f' = \frac{2 \cdot Z}{3 \cdot Z} \cdot I' = \frac{2}{3} \cdot I'$$

$$I_f'' = \frac{Z}{3 \cdot Z} \cdot I' = \frac{1}{3} \cdot I'$$

Confrontando, a parità di corrente di linea ($I' = I$), le correnti di fase nel funzionamento con mancanza di fase con quelle del funzionamento trifase, si ha:

$$\frac{I_f'}{I_f} = \frac{\frac{2}{3} \cdot I'}{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot I} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{3} \approx 1,15 \quad \Rightarrow \quad I_f' \approx 1,15 \cdot I_f$$

$$\frac{I_f''}{I_f} = \frac{\frac{1}{3} \cdot I'}{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot I} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{3} \approx 0,58 \quad \Rightarrow \quad I_f'' \approx 0,58 \cdot I_f$$

Risulta pertanto che, nel funzionamento con mancanza di fase, le tre fasi non sono percorse dalla stessa corrente (come invece avviene nel funzionamento trifase). Una delle tre è percorsa da una corrente che è circa il 15% superiore a quella relativa al funzionamento trifase. Se il motore, con mancanza di fase, assorbe dalla rete la massima corrente consentita (cioè quella nominale I_n), in base alla quale è stato tarato il relè termico, quest'ultimo non interviene in quanto non "rileva" nessun sovraccarico, mentre in realtà la fase percorsa dalla I_f' si trova a funzionare con una corrente superiore (appunto del 15%) a quella nominale di fase $\left(I_f' = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot I_n \right)$. Da ciò risulta che il relè termico, con le fasi del motore collegate a triangolo, non è in grado di rilevare il sovraccarico sulla fase più carica.

Il motore risulta quindi non protetto.

3) - Avviamento del motore con mancanza di fase

Se l'interruzione di una fase avviene quando il motore è in movimento, esso continua a girare assorbendo una corrente più elevata (come visto in precedenza).

Se successivamente il motore viene fermato e quindi riavviato, esso (permanendo l'interruzione di una fase) non riparte: si comporta infatti come un motore asincrono monofase.

ESEMPIO

CARATTERISTICHE DEL MOTORE

- Potenza: 22 KW
- Tensione: 380 V
- Corrente: 44 A

RELÉ TERMICO

- Campo di regolazione: (30 ÷ 46) A
 - Regolazione: 44 A
-
- Potenza massima di funzionamento del motore con mancanza di fase

$$P' = 0,58 \cdot P_n = 0,58 \cdot 22 = 12,8 \text{ KW}$$

- Idoneità del relè termico a proteggere il motore con le fasi collegate a triangolo
- Massima corrente di fase del motore nel funzionamento trifase:

$$I_f = \frac{I}{\sqrt{3}} = \frac{44}{\sqrt{3}} = 25,4 \text{ A}$$

- Massima corrente di fase nel funzionamento con mancanza di fase:

$$I'_f = 1,15 \cdot I_f = 1,15 \cdot 25,4 = 29,2 \text{ A}$$