



Zeno Martini (admin)

FREQUENZA E SCORRIMENTO

12 December 2002

Domanda:

Salve, desidero sottoporle un mio quesito a riguardo del comportamento di un motore elettrico asincrono. Variando la frequenza di alimentazione di un motore asincrono con un inverter, la differenza tra n_M "alla coppia massima" ed n_0 "a coppia nulla" rimane invariata per frequenze inferiori a quella nominale. Ecco la domanda: "Variando la frequenza di alimentazione lo scorrimento s come varia?"

Risponde admin

Innanzitutto la triplice condizione che si deve rispettare per garantire il buon funzionamento del motore è che flusso magnetico, correnti di statore e rotore, tensione di alimentazione non superino i rispettivi valori nominali. Con riferimento al circuito equivalente si può vedere che la corrente di statore, finché lo scorrimento è abbastanza piccolo, è praticamente proporzionale al prodotto dello scorrimento per la tensione, quindi se s_n è lo scorrimento nominale ed U_n la tensione nominale la condizione di non avere una corrente superiore alla nominale impone l'eguaglianza $U_n * s_n = U_f * s_f$ dove U_f ed s_f sono tensione e scorrimento alla frequenza f diversa dalla frequenza nominale. Se si pone $r = f/f_n$, quando si diminuisce la velocità rispetto alla velocità nominale $n_n = 60 * f_n / p$ (p : coppie polari) r è minore di 1; r è maggiore di uno quando si va oltre la velocità nominale.

Quando si riduce la frequenza si deve ridurre la tensione per mantenere costante il flusso e si realizza una regolazione ad $U/f = U_n/f_n = \text{costante}$. Lo scorrimento a cui si ha la corrente nominale è $s_f = s_n/r$ cioè inversamente proporzionale alla frequenza, la coppia che si ottiene con la corrente nominale è costante e pari alla coppia nominale $C_f = C_n$, la potenza ottenuta con quella coppia è direttamente proporzionale alla frequenza ($P_f = r * P_n$), la coppia massima rimane la stessa ($C_{Mf} = C_M$), lo scorrimento cui si ha la coppia massima è inversamente proporzionale alla frequenza $s_{Mf} = s_M/r$ ed anche la coppia di avviamento ($C_{af} = C_a/r$). La differenza tra la velocità di sincronismo e quella a cui si verifica la coppia massima è costante: in pratica la caratteristica meccanica trasla parallelamente a se stessa.

Le considerazioni precedenti sono valide fino a frequenze non troppo basse, quando le ipotesi su cui si basano (validità del circuito equivalente semplificato, scorrimento

sufficientemente piccolo in modo da poter ritenere in esso $R_{12}/s \gg X$ ed $R_1 \ll X$ vengono meno. Uno studio più approfondito mostra che in realtà per mantenere costante la coppia alle basse frequenze occorre aumentare l'induzione massima B_M il che comporta un aumento della tensione, la quale deve essere ulteriormente aumentata per tener conto della caduta di tensione nell'avvolgimento di statore. Gli inverter a controllo vettoriale, dotati di notevole potenza di calcolo e basandosi su un modello matematico del motore che consente di determinare correttamente il flusso magnetico necessario per una coppia costante a qualsiasi valore di frequenza, raggiungono lo scopo.

Se si va oltre la velocità nominale, quindi si aumenta la frequenza, poiché la tensione deve rimanere costante si riduce il flusso magnetico della macchina. In questo caso lo scorrimento a cui si ha la corrente nominale è costante e pari allo scorrimento nominale ($s_f = s_n$), la coppia che si ha con la corrente nominale è inversamente proporzionale alla frequenza ($C_f = C_n/r$) e la potenza che si ottiene con quella coppia è costante ($P_f = P_n$). La coppia massima diminuisce più rapidamente della coppia che si ottiene alla corrente nominale ($C_{Mf} = C_M/r^2$), la coppia di avviamento ancora più rapidamente ($C_{af} = C_a/r^3$).