

Compute s_{max}

The slip is $s_{max} = 1 - R_2/(X_m + X_2) = 1 - 0.058/(2.6 + 0.271) = 0.98$.

Related Calculations: In this example, the braking torque was obtained by connecting a dc source to one phase of the motor after it is disconnected from the lines (Fig. 4a). With solid-state electronics, the problem of a separate dc source has been solved economically. The braking torque is low at the higher initial speed and increases to a high peak value as the motor decelerates; however, it drops rapidly to zero speed (Fig. 4b). The losses are approximately the same as that for a single start. Higher braking torque can be obtained by using higher values of dc voltage and by inserting external resistance in the rotor circuit for a wound-rotor motor. Approximately 150 percent rated current (dc) is required to produce an average braking torque of 100 percent starting torque.

A form of dc braking using a capacitor-resistor-rectifier circuit where a variable dc voltage is applied as the capacitor discharges through the motor windings instead of a fixed dc voltage, as in dc braking, is illustrated in Fig. 5. The dc voltage and motor speed decrease together to provide a more nearly constant braking torque. The energy stored in the capacitor is all that is required for the braking power. This method, however, requires costly, large capacitors.

[Figures]

Fig. 5 Dynamic braking using a capacitor-rectifier-resistor circuit.

(a) Circuit. (b) Torque-speed characteristics.

An induction motor once disconnected from the lines can produce braking torque by generator action if a bank of capacitors is connected to the motor terminals. The braking torque may be increased by including loading resistors. If capacitors sized for power-factor correction are used, the braking torque will be small. To produce an initial peak torque of twice the rated torque, capacitance equal to about 3 times the no-load magnetizing apparent power in kVA is required. (This may produce a high transient voltage that could damage the winding insulation.) At a fairly high speed, the braking torque reduces to zero.

In ac dynamic braking, "single-phasing" a three-phase induction motor will not stop it, but will generate a low braking torque with zero torque at zero speed. It is a very simple and comparatively inexpensive method. Losses within the motor winding may require a larger motor size to dissipate the heat. Braking torque in the case of a wound rotor may be varied by the insertion of external resistance in the rotor circuit. Sometimes, a separate braking winding is provided.

Cálculo do escorregamento máximo $s_{m\acute{a}x}$

O escorregamento máximo é calculado através da fórmula

$$s_{m\acute{a}x} = 1 - R_2 / (X_m + X_2) = 1 - 0,058 / (2,6 + 0,271) = 0,98$$

Cálculos relacionados: Neste exemplo, o binário de frenagem foi obtido através da ligação de uma corrente contínua a uma das fases do motor, com este desligado da corrente de alimentação (Fig. 4a). Com a utilização de sistemas electrónicos de estado sólido, o problema de dispor de uma fonte de alimentação de corrente contínua independente foi solucionado de forma económica. O binário de frenagem é reduzido durante a fase de maior velocidade inicial e aumenta até ao seu máximo valor, à medida que o motor desacelera; no entanto, o binário cai rapidamente, quando a velocidade do motor se aproxima do zero (Fig. 4b). As perdas são aproximadamente as mesmas verificadas num único arranque. No caso de motores de rotor bobinado, podem ser obtidos binários de frenagem mais elevados através da utilização de correntes contínuas de tensão mais elevada e da introdução de uma resistência externa no circuito do rotor. Para a obtenção de um binário de frenagem médio igual a 100% do binário de arranque, é necessário uma corrente contínua com uma intensidade igual a 150% da intensidade nominal.

A figura 5 indica um método de frenagem, utilizando um circuito condensador-resistência-rectificador, em que se aplica nos enrolamentos do motor uma corrente contínua de tensão variável (em vez de uma corrente contínua de tensão fixa, como no caso da frenagem com corrente contínua), à medida que o condensador se descarrega. A tensão da corrente contínua e a velocidade do motor diminuem simultaneamente, produzindo um binário de frenagem aproximadamente constante. A energia armazenada no condensador é suficiente para se obter a frenagem. No entanto, este método exige a utilização de condensadores dispendiosos e de grandes dimensões.

[Figuras]

Fig. 5 Frenagem dinâmica utilizando um circuito condensador-resistência-rectificador.

(b) Circuito. (b) Curva binário-velocidade.

Os motores de indução, após a interrupção da corrente de alimentação, podem produzir um binário de frenagem, por efeito da acção da geração de corrente, se for ligada uma bateria de condensadores aos terminais do motor. O binário de frenagem pode ser aumentado através da introdução de resistências de lastragem. Se forem utilizados condensadores para correcção do factor de potência, o binário de frenagem será inferior.



Para produzir um binário de pico inicial igual ao dobro do binário nominal, é necessário uma capacitância 3 vezes superior à potência aparente de magnetização em vazio (em kVA). (Este método pode produzir uma tensão transiente elevada que pode danificar o isolamento dos enrolamentos).

A velocidades consideravelmente elevadas, o binário de frenagem reduz-se a zero. Na frenagem dinâmica com corrente alternada, a alimentação de um motor de indução trifásico com corrente "monofásica" não produz a paragem do motor, mas permite a obtenção de um binário de frenagem de baixa intensidade com o valor zero à velocidade zero. Este é um método muito simples e económico, quando comparado com outras soluções. As perdas internas nos enrolamentos do motor podem exigir a utilização de motores de maiores dimensões, para uma adequada dissipação do calor. No caso de motores de rotor bobinado, a variação do binário de frenagem pode ser efectuada através da introdução de resistências externas no circuito do rotor. Nestes casos, é por vezes instalado um enrolamento de frenagem independente.