

Resumo

O bom desempenho dos motores de indução trifásicos, ao nível do binário, em velocidades de funcionamento abaixo da velocidade nominal, faz deles uma boa opção para realizar o controlo de velocidade nesta gama de velocidades. Actualmente, com o rápido avanço da electrónica de potência é mais acessível a implementação de dispositivos que permitam variar a velocidade dos motores de indução trifásicos, contribuindo para que estas máquinas sejam cada vez mais utilizadas em accionamentos de velocidade variável.

Este trabalho tem como objectivo o estudo prático da utilização da técnica de controlo escalar por variação simultânea da tensão e frequência (V/f) no accionamento do motor de indução trifásico. Para o efeito, foi implementado um conversor de potência compacto do tipo ondulator de tensão trifásico.

Os sinais de comando para o conversor, que utilizam a modulação por largura de impulso, são gerados por um microcontrolador, que para além das capacidades normais de um dispositivo desse tipo, permite ainda o processamento digital de sinal. O microcontrolador permite ainda a monitorização da velocidade de rotação do motor e da corrente no motor.

A análise do desempenho do sistema incide essencialmente sobre o controlo da velocidade de rotação do motor, tendo sido criadas várias condições de funcionamento, com diferentes inclinações das rampas de aceleração e desaceleração.

Palavras-chave: motor de indução trifásico, accionamento de velocidade variável, controlo escalar tensão/frequência, ondulator de tensão trifásico, modulação por largura de impulso, microcontrolador.

Abstract

The good torque performance of induction motors operating speeds below nominal rated speed makes them suitable to perform speed control in this speed. Nowadays, with the advance of power electronics it is easier to implement devices that allow the variation of speed in these machines, contributing to its increasingly used in variable speed drives.

This work has as goal the practical study of scalar control technique for simultaneous variation of voltage and frequency (V/f) to drive the induction motor. To this end, it was implemented a compact power converter, the three-phase voltage inverter.

The converter command signals were generated using pulse-width modulation technique, by a microcontroller, which allows, also, digital signal processing. The microcontroller allowed also the monitoring of the motor speed and current.

Performance analysis of the system was focused mainly on monitoring the motor speed, where different operating conditions were created with different slopes for the acceleration and deceleration ramp.

KEY-WORDS: induction motor, variable-speed drive, three-phase power inverter, scalar control Volt/Hertz, pulse-width modulation, microcontroller.

Agradecimentos

Quero expressar em primeiro lugar os meus sinceros agradecimentos ao Prof. Coordenador Luís Manuel dos Santos Redondo e ao Prof. Coordenador Elmano da Fonseca Margato, respectivamente, na qualidade de Orientador e Co-orientador científicos, pelo empenho, incentivo e disponibilidade mostrada na orientação deste trabalho.

Agradeço, igualmente, a todas aquelas pessoas que, de uma forma ou de outra, deram o seu contributo para a realização deste trabalho, e que não foram aqui referidas.

Por último, para a minha família a quem a realização deste trabalho tirou grande parte da minha atenção e disponibilidade, aqui fica um eterno e grato reconhecimento.

Lista de Acrônimos

I_N	– corrente nominal [A]
I_r	– corrente no rotor do motor [A]
I_s	– corrente no estator do motor [A]
J	– momento de inércia [kg.m^2]
l_r	– indutância de dispersão dos enrolamentos do rotor do motor [H]
L_r	– indutância dos enrolamentos do rotor do motor [H]
L_s	– indutância dos enrolamentos do estator do motor [H]
l_s	– indutância de dispersão dos enrolamentos do estator do motor [H]
M	– indutância mútua entre enrolamentos estator e do rotor [H]
n_m	– velocidade de rotação mecânica do rotor do motor [rpm]
n_N	– velocidade de rotação nominal [rpm]
n_{pp}	– número de pares de pólos
n_r	– velocidade de rotação do rotor do motor [rpm]
n_s	– velocidade de rotação do campo girante (estator) [rpm]
P_{ab}	– Potência absorvida [W]
P_{FE}	– Potência de perdas no ferro [W]
P_g	– Potência entregue ao rotor [W]
P_m	– Potência mecânica [W]
R_{FE}	– resistência ohmica do ferro [Ω]
R_r	– resistência ohmica dos enrolamentos do rotor do motor [Ω]
R_s	– resistência ohmica dos enrolamentos do estator do motor [Ω]
S	– escorregamento
T_C	– binário de carga [N.m]
T_m	– binário do motor [N.m]
T_N	– binário nominal do motor [N.m]
U_m	– Tensão de magnetização [V]
U_N	– Tensão nominal [V]
U_s	– Tensão do estator [V]
w_m	– velocidade de rotação mecânica do rotor do motor [rad/s]
w_N	– velocidade de rotação nominal [rad/s]
w_r	– velocidade de rotação do rotor do motor [rad/s]

- ω_s – velocidade de rotação do campo girante (estator) [rad/s]
 η – rendimento
 ψ_m – fluxo de magnetização [Wb. espira]
 ψ_N – fluxo de magnetização nominal [Wb. espira]

Glossário

<i>AC</i>	– Corrente alternada (do Inglês, <i>Alternating Current</i>)
<i>ADC</i>	– Conversor analógico digital
<i>CISC</i>	– Conjunto complexo de instruções
<i>CLA</i>	– Acelarador da lei de controlo
<i>CPU</i>	– Unidade central de processamento
<i>DAC</i>	– Conversor digital analógico
<i>DC</i>	– Corrente contínua (do Inglês, <i>Direct Current</i>)
<i>DMA</i>	– Acesso directo à memória
<i>DSP</i>	– Processador digital de sinal
<i>LCD</i>	– Mostrador digital
<i>LED</i>	– Diodo emissor de luz
<i>MCU</i>	– Microcontrolador
<i>PC</i>	– Computador pessoal
<i>PWM</i>	– Sinal modulado por largura de impulso
<i>RISC</i>	– Conjunto de instruções reduzido