

## 6 Conclusões

A utilização crescente do motor de indução nas aplicações de sistemas de velocidade variável obriga também a um estudo em profundidade de sua estrutura interna, olhando o motor como uma planta operando dentro de um sistema. Porém, apesar do controle ser mais complicado que o controle da máquina de corrente contínua, ele aproveita as vantagens de sua construção: robustez, maior relação torque / corrente, etc.

Neste trabalho foi revisado o comportamento do motor de indução com controle vetorial, em operação de velocidade variável, mostrando que o controle vetorial trabalha bem na medida que ele conheça em forma exata a posição do vetor de fluxo que esteja sendo tomado como referência.

A utilização de algoritmos que evitam o uso de dispositivos acoplados ou instalados perto do eixo do motor gerou uma linha de pesquisa interessante na área de controle sem sensor (*sensorless control*) porque obriga que suas respostas sejam melhores que as dos dispositivos físicos, mas evitando suas desvantagens.

A utilização de algoritmos que trabalham com Inteligência Artificial tem demonstrado respostas satisfatórias na estimação da velocidade, sempre que não aconteçam variações abruptas de velocidade. A utilização de redes neurais mostrou-se ser uma ferramenta muito rápida computacionalmente, mas que apresenta desvantagens sempre que as variações de velocidades aconteçam de forma inesperada. Outra desvantagem apresentada na utilização da rede neural é que ela precisa ser treinada “*off – line*” antes de ser utilizada.

O filtro estendido de Kalman mostrou que é uma ferramenta válida e que produz respostas satisfatórias na estimação de velocidade. Mas precisa ter conhecimento preciso das matrizes  $\Psi$ ,  $\Gamma$ ,  $H$  e suas propriedades estatísticas dos ruídos de sistema e de medida. Se o filtro não tem pleno conhecimento destes parâmetros, o comportamento do filtro sub-ótimo pode ser muito inferior.

Neste trabalho foi mostrado como os valores das matrizes de ponderação e de covariâncias dos ruídos de sistema e de medição afetam as respostas do algoritmo para a estimação da velocidade do motor. A solução deste problema via tentativa e erro mostrou-se muito complicada, sendo *off-line* e não proporcionando o valor ótimo da velocidade estimada.

A utilização do filtro estendido de Kalman junto com o filtro quadrático mostrou-se melhor, principalmente se se conhece alguma coisa da estatística dos ruídos de sistema e de medida. Os testes concluíram que o algoritmo é robusto para variações dinâmicas da velocidade e em baixa velocidade, desde que se possa suportar o retardo causado pela busca *on-line* dos valores ótimos das estatísticas dos ruídos.

Como trabalho futuro, pode-se dizer que é necessário um estudo mais detalhado do problema encontrado com as variações que acontecem quando é mudada fortemente a matriz de ponderação  $G$ ; além de buscar métodos de aceleração da ação do filtro quadrático, diminuindo o seu transitório. Enquanto esse problema não for resolvido, será necessário buscar valores iniciais para o filtro quadrático que sejam próximos dos ótimos. Porém, mesmo sem considerar esta questão, o algoritmo proposto atinge o comportamento ótimo desejado em regime estacionário.