

[4] C. P. Cabrita, R. M. Simões, *Ábacos de cálculo de locomotivas eléctricas*, Electricidade 258, Julho de 1989, p. 347-352.

[5] C. P. Cabrita, *Software para cálculo e exploração de locomotivas*, Tecnometal 66, Janeiro/Fevereiro de 1990, p. 11-14.

[6] C. P. Cabrita, N. P. Henriques, *Dimensionamento e exploração de locomotivas eléctricas optimizadas por computador*, Electricidade 281, Setembro de 1991, p. 310-314.

[7] C. P. Cabrita, *Máquinas Eléctricas*. Edição do autor, IST, Lisboa, 1992, 3 volumes.

## MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Eng. Manuel Vaz Guedes

## Factores de Severidade

A correcta exploração de uma instalação eléctrica industrial exige a criação de um programa de manutenção preventiva que terá de incluir um conjunto de ensaios que permitam detectar precocemente qualquer situação de avaria. Este processo de detecção de avarias pode tornar-se difícil quando envolve máquinas eléctricas. Estas unidades electromecânicas, que surgem no início da cadeia de energia eléctrica com os geradores ou no fim dessa cadeia de energia com os motores, têm uma importância tal que a sua avaria pode ser responsável por um prejuízo global muito superior ao preço de substituição da unidade avariada. Por isso, actualmente, existe no âmbito da Electrotecnia um domínio frutuoso e competitivo de investigação dos métodos de detecção de avarias em máquinas eléctricas.

Devido aos aspectos construtivos típicos das máquinas eléctricas rotativas e às suas condições de funcionamento, os ensaios esclarecedores do estado de uma máquina eléctrica devem ser não invasivos e realizados com a máquina em funcionamento. Mas, no caso de avaria, também devem dar uma informação, tanto quanto possível quantitativa, sobre a extensão e a importância da avaria.

É no domínio da detecção de avarias, na área científica das Máquinas Eléctricas, que um grupo académico de investigação tem trabalhado (ver **Electricidade** nº 323) e que foi analisada a dissertação de mestrado do licenciado Sérgio Manuel Ângelo da Cruz, realizada no Departamento de Engenharia Electrotécnica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC). O trabalho de índole experimental apresentado nesta dissertação, intitulada "*O vector de Park no Diagnóstico da Ocorrência de Fracturas na Gaiola Rotórica de Motores de Indução Trifásicos*", contribuiu para a classificação de Aprovado com Muito Bom atribuída pelo júri.

A dissertação, escrita de uma forma clara, tem os capítulos clássicos de introdução e de conclusões além da listagem da bibliografia referida e de dois apêndices, mas são os dois capítulos principais que demonstram o carácter do trabalho de investigação realizado. Num capítulo — Simulação Computacional — são estudados os diferentes métodos de ensaio utilizados, enquanto que no outro capítulo — Desenvolvimento Experimental — são apresentados, ou são descritos, a aparelhagem de ensaio,

os ensaios laboratoriais e os ensaios de campo realizados em algumas empresas industriais da região.

Os métodos de ensaio descritos são: análise espectral da corrente eléctrica estatística e da potência instantânea absorvida por fase do motor de indução trifásico, e análise do topograma da trajectória do Vector de Park dessas grandezas eléctricas, em diversos referenciais. Para cada método de ensaio é caracterizado um factor de severidade e é feita a simulação computacional da ocorrência de uma avaria, devido à possibilidade de interpretação da alteração do espectograma, ou da forma do topograma associado ao comportamento no tempo do Vector de Park, com a extensão de avaria simulada: uma ou várias barras da gaiola rotórica do motor de indução partidas.

Para confirmar os resultados obtidos em simulação computacional foram realizadas experiências laboratoriais com um motor de indução dotado de um rotor a que foi provocada a interrupção de uma ou de várias barras consecutivas. As experiências, trabalhosas e delicadas, permitiram confirmar a validade dos critérios de severidade apresentados e permitiram avaliar a necessidade da sua leitura por pessoa experiente e conhecedora. As dificuldades de realização destes ensaios em ambiente industrial — sem interromper o funcionamento do motor eléctrico e sem afectar o seu regime de funcionamento — permitiram tirar conclusões sobre a importância e as limitações destes métodos não invasivos de detecção de avarias.

Da análise desta dissertação de mestrado sobressai a importância do trabalho que tem vindo a ser realizado por esta equipa de investigação Coimbrã. Orientada, fundamentalmente, para uma aplicação na indústria, esta linha de investigação tem servido para a concretização de um trabalho de investigação tecnológica que permitiu a escrita de relevantes dissertações para provas académicas. A aplicação em ambiente industrial tem-se mostrado promissora e tem dado realismo à coordenação da investigação. Uma extensiva divulgação no estrangeiro dos trabalhos efectuados tem permitido avaliar o seu nível e a sua aceitação. Resta-nos esperar a concretização dos anunciados projectos de trabalho futuro, que sempre culminam a escrita das conclusões de uma dissertação, e que neste caso são interessantes, promissores e necessários. **E**