

## O Método Simbólico

Eng. Manuel Vaz Guedes

*As metodologias de representação analítica para cálculo expedito são variadas, extravasando muitas vezes do real concebível pelo Homem para a abstracção pura do reino matemático. Aqui analisa-se o método simbólico, introduzindo-se a interessante noção de fasor espiral. Um tema que merece maiores desenvolvimentos.*

A necessidade de analisar os circuitos eléctricos por meios analíticos levou ao desenvolvimento do método simbólico. Trata-se de um método de representação das grandezas alternadas por símbolos complexos, com os quais é possível estabelecer um conjunto de operações que facilitam o estudo de sistemas electromagnéticos. No caso especial das máquinas eléctricas de corrente alternada, em que alguns fenómenos dependem do movimento da máquina, também é possível utilizar o método simbólico, mas a sua aplicação, desde sempre [1], exigiu uma extensão do método. Por isso, nos últimos anos, novas formulações do método simbólico foram apresentadas e aplicadas.

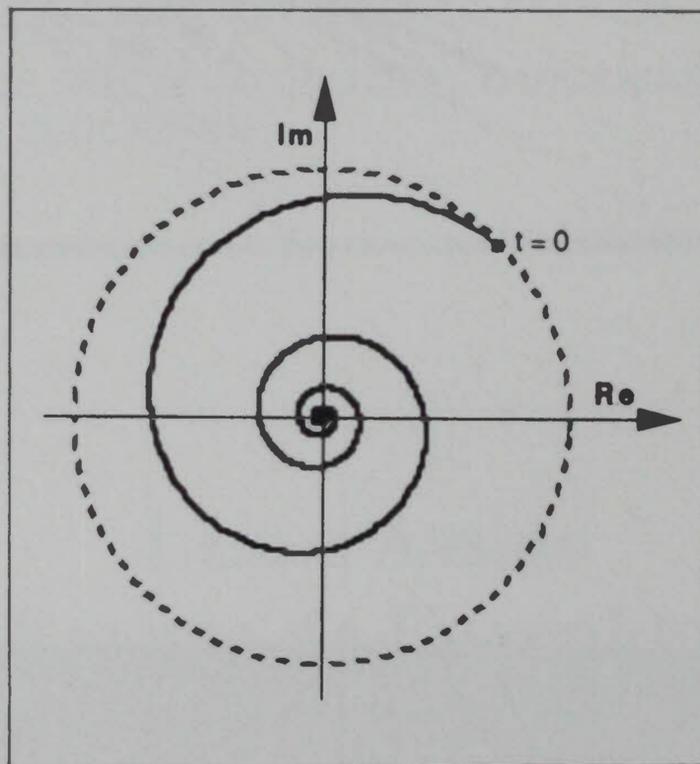
Inicialmente o método simbólico foi utilizado na representação de grandezas alternadas puras no domínio do tempo. Desta forma uma grandeza com variação sinusoidal no tempo era representada por um número complexo:  $\mathbf{a} = A \exp(j(\omega t + \varphi))$ . A correspondente representação geométrica, efectuada num plano complexo de Gauss, é a de um fasor, com amplitude  $A$ , e ângulo de fase  $(\omega t + \varphi)$ . Como o ângulo de fase varia linearmente com o tempo, a extremidade do fasor vai ocupando um conjunto de posições cujo lugar geométrico é uma circunferência centrada na origem. Através desta representação das grandezas físicas, e das respectivas operações matemáticas, é possível analisar o comportamento dos circuitos eléctricos de corrente alternada.

No estudo das máquinas eléctricas de entreferro constante surgem grandezas físicas que variam sinusoidalmente no espaço do entreferro da máquina. Recorrendo ao método simbólico, essas grandezas podem ser representadas por um fasor espacial,  $\mathbf{a} = A \exp(j(\alpha - \alpha_0))$ . Uma grandeza representada pelo seu fasor espacial pode ter um

tratamento analítico análogo ao utilizado com os fasores representativos das grandezas com variação sinusoidal no tempo. Com este tipo de representação têm sido efectuados, nos últimos anos, variados estudos sobre o comportamento das máquinas eléctricas em regime permanente e em regime transitório, assim como da influência dos conversores electrónicos que lhe estão associados.

O estudo de sistemas electromecânicos com fenómenos físicos dependentes do próprio movimento pode ser feito através dos bicomplexos [1], grandezas com variação sinusoidal no tempo e no espaço, representadas pelo bifasor  $\mathbf{b} = B \exp(j(\omega t + \varphi)) \exp(j(\alpha - \alpha_0))$ .

Recentemente, vem sendo apresentada uma nova formulação em que é utilizada a representação simbólica de uma grandeza sinusoidal amortecida. Trata-se de um fasor espiral,  $\mathbf{a} = \exp(\delta.t)$ , em que a expressão do expoente é um número complexo,  $\delta.t = (j\omega - \lambda)t$ . A extremidade do fasor vai ocupando um conjunto de posições em torno



de um centro fixo a uma distância monotonicamente decrescente desse centro; o respectivo lugar geométrico é uma espiral. No meio de alguma controvérsia, este fasor cuja expressão apresenta como casos particulares - as grandezas contínuas ( $\delta = 0$ ), as grandezas contínuas amortecidas ( $\omega = 0$ ), ou as grandezas alternadas sinusais ( $\lambda = 0$ ) - vem sendo apresentado com uma forma unificada de promover a análise do funcionamento das máquinas eléctricas, ou dos circuitos eléctricos, em regime permanente e em regime transitório, simétrico ou assimétrico.

Este refinamento evolutivo, aqui rapidamente esboçado, demonstra a importância que é atribuída ao método simbólico, por todos os que, por formação, ou necessidade, procuram sintetizar o comportamento dos fenómenos físicos em expressões analíticas, apesar da sua representação complexa. ■

[1] Manuel Corrêa de Barros; "Método Simbólico para Estudo das Máquinas de Corrente Alternada", Porto, 1947.