

Streszczenie pracy doktorskiej mgr inż. Janusza Tykockiego p.t.

### **Metoda Pareto-ABC analizy elektrycznych układów wielo-parametrycznych**

Podstawowe zastosowanie *Zasady Pareto* (zasady 20/80) dotyczy nauk ekonomicznych, badań operacyjnych, zarządzania procesami w przedsiębiorstwie. Jej procedury pozwalają zdefiniować zbiory parametrów  $A, B$  i  $C$  mające podstawowy, średni i minimalny wpływ na funkcję celu.

W rozprawie przedstawiono *zmodyfikowaną zasadę Pareto* przeznaczoną do analizy układów elektrycznych opisanych równaniami różniczkowymi o pochodnych cząstkowych, układami równań o pochodnych zwyczajnych oraz układami równań algebraicznych. *Zmodyfikowana zasada Pareto* zawiera podstawowe definicje i wzory dotyczące układów wielo-parametrycznych oraz autorsko opracowany algorytm analizy tych układów. Algorytm zawiera procedury dotyczące definicji zbiorów  $A, B$  i  $C$  parametrów badanego układu. W celu globalnej analizy tych zbiorów wprowadzono do opisu stanu ustalonego oraz dynamiki układów podstawy algebry liniowej. Opracowany algorytm zweryfikowano przykładami analizy następujących układów elektrycznych:

- trójfazowych układów kablowych wysokiego napięcia ułożonych bezpośrednio w ziemi lub w kanałach betonowych w których badano stan ustalony pola temperatury w układzie, ze szczególnym uwzględnieniem temperatury żyły kabla,
- układów opisanych nieliniowymi równaniami stanu, w których badano stany przejściowe, wprowadzając jako funkcję celu normy wektora stanu,
- fragmentu sieci elektroenergetycznej z turbinami wiatrowymi modelowanej układem równań algebraicznych w której analizowano straty mocy czynnej.

Przeprowadzone badania wykazały, że w układach elektrycznych obowiązuje również zasada 20/80 (zasada Pareto). W konsekwencji po opracowaniu odpowiednio skonstruowanej funkcji celu uzyskuje się wielokryterialną definicję zbiorów  $A, B$  i  $C$ , zawierających parametry układu. Analiza zbioru A określa parametry mające podstawowy wpływ na stan statyczny lub dynamiczny układu.

Końcowy fragment pracy zawiera wnioski ogólne wynikające z opracowanej metody oraz wnioski wynikające z wyników szczegółowych, uzyskanych dla każdego z wyżej wymienionych układów. Do rozprawy dołączono załączniki w których umieszczone programy wykorzystywane w obliczeniach numerycznych realizowanych w poszczególnych procedurach algorytmu.

A summary of the doctoral thesis by Janusz Tykocki, MSc, Eng

### **The Pareto-ABC method for the analysis of electrical multi-parametric systems**

Fundamental applications of the *Pareto principle* can be found in economics, operations research or process management in business companies. Its procedures make it possible to define sets of parameters  $A, B$  and  $C$  that exert a decisive, medium and marginal impact on the objective function.

This PhD dissertation presents a *modified Pareto principle* developed in order to analyze electrical systems described by both systems of partial and ordinary differential equations as well as algebraic equation systems. The *modified Pareto principle* offers basic definitions and formulas for multi-parameter systems as well as the author's original algorithm to analyse the systems. The algorithm includes procedures defining  $A, B$  and  $C$  set parameters of the analysed system. In order to carry out global analysis of these sets, basics of linear algebra were introduced to describe the steady-state and the dynamics of the systems.

The algorithm has been verified by analysing the examples of the following electrical systems:

- three-phase high-voltage cable systems laid directly in the ground or in concrete channels in which a steady-state temperature field was investigated. Particular attention was paid to the temperature of the cable core,
- systems described with nonlinear state equations analysing transient states with the norms of the state vector used as the objective function,
- part of the grid with wind turbines modelled by an algebraic equation to analyse losses of active power.

The conducted research has shown that the principle 20/80 (the Pareto principle) is also effective in electrical systems. Consequently, after the development of the properly defined objective function, a multi-criteria definition of  $A, B$  and  $C$  sets with system parameters can be obtained. The analysis of set  $A$  defines the parameters which basically affect statics or dynamics of the system.

The final section of the dissertation contains general conclusions resulting from the method and also inferences of the comprehensive results obtained for each of the above mentioned systems. The PhD thesis has been supplemented with programs used in numerical computations implemented in specific algorithm procedures.