

## RESUMO

Os estudos de fluxo de potências sempre assumiram uma importância muito particular no planeamento e exploração de sistemas eléctricos. Os modelos iniciais possuíam uma natureza determinística tendo-se chegado posteriormente à conclusão de que era importante reflectir incertezas normalmente associadas ao planeamento de redes eléctricas neste tipo de estudos. Surgiram, desta forma, diversos modelos de índole probabilística. Em anos mais recentes o advento de pequenos aproveitamentos privados geralmente ligados a redes de média tensão, a liberalização da propriedade de centrais eléctricas com maior valor de potência instalada e o ambiente tendente à reestruturação do sector eléctrico já implementado em diversos países têm originado novos tipos de incertezas que se torna importante integrar também em estudos de fluxo de potências. Por outro lado, em diversas situações é importante modelizar matematicamente conhecimentos de ordem qualitativa expressos através de proposições da linguagem natural ou representar de forma adequada fenómenos muito complexos ou em relação aos quais não existe informação que os permita caracterizar de forma completa. Os conjuntos imprecisos surgem assim como a ferramenta natural para lidar com este tipo de situações.

Neste trabalho, os conjuntos imprecisos e, mais em particular, os números imprecisos são utilizados de forma intensa para modelizar potências activas ou reactivas especificadas apresentando-se a formulação DC e AC do problema de fluxo de potências. Estas formulações permitem reflectir nos resultados estas imprecisões. Como se pode verificar no texto, estes modelos estão associados a problemas de programação linear.

Por forma a tornar estes modelos mais próximos da realidade foram desenvolvidos modelos matemáticos que permitem integrar limites de potência activa ou reactiva produzida em diversos barramentos. A integração desta informação pode ser interpretada como estando associada à incorporação de novas restrições nos modelos lineares anteriores. Assim, a integração destes limites origina uma fase correctiva final na resolução do problema de fluxo de cargas que, em geral, reduz a amplitude dos números imprecisos que representam os resultados.

Por outro lado, o utilizador dispõe ainda da possibilidade de integrar informação acerca de dependências entre potências activas ou entre reactivas. De novo, esta informação é tratada na fase correctiva final, originando novas reduções da amplitude dos resultados.

A finalizar, o trabalho apresenta os resultados de um conjunto de simulações realizadas utilizando a rede teste de 24 barramentos / 38 ramos do IEEE por forma a ilustrar a aplicação das formulações desenvolvidas.

## ABSTRACT

The studies on power flow have always been of utmost importance for the planning and operation of electrical systems. The initial models were of a deterministic nature, the conclusion having been lately reached that it was important to reflect uncertainties commonly associated with the planning of electrical networks in this kind of studies. As a result, several models of probabilistic nature appeared. In more recent years, the appearance of small private projects usually related to networks of medium voltage, as well as the liberalisation of the property of power stations with a higher amount of installed power and the tend to restructure the electricity sector - already in performed several countries - have given rise to new types of uncertainties, which must also be integrated in the studies on power flow. On the other hand, in multiple situations it is essential to create mathematical models which integrate knowledge of a qualitative kind expressed through propositions of the natural language, or to represent adequately very complex phenomena in relation to which there is no information available for them to be characterised in a complete way. Thus, fuzzy sets appear to be a natural tool to deal with this kind of situations.

Throughout this work, fuzzy sets, and more particularly fuzzy numbers, will be used intensively to model specified active or reactive powers, the DC and AC formulations of the problem of power flow being thus presented. These formulations allow us to reflect this uncertainty in the results. As one can apprehend from the text, such models are associated with linear programming problems.

In order to make these models closer to reality , some mathematical models were developed which allow the integration of limits of active or reactive power generated in several buses. The integration of this information may be interpreted as being associated with the introduction of new constraints relating to the previous linear models. Thus, the integration of these limits gives birth to a final corrective phase in the solution of the problem of power flow which, in general, reduces the range of fuzzy numbers representing the results.

On the other hand, the user has the possibility to integrate information about dependencies between active or between reactive powers. Once more, this information is dealt with in the final corrective phase, allowing for further reductions in the range of the results.

Lastly, this work will present the results of a set of simulations performed using IEEE's test network of 24 buses/38 branches, in order to illustrate the application of the developed formulations.