Ain Shams University
Faculty Of Engineering
Elec. Power & M/Cs Dept.

Generation Adequacy Assessment Using Analytical and Sequential Simulation Techniques

M.Sc. Thesis

By

Eng. Reda Awad-Allah

Submitted in partial fulfillment of the requirements for
the Master of Science degree in electrical engineering

Supervised by

Prof. Dr. A. R. Abul' Wafa
Electrical Power and Machines Department,
Faculty of Engineering, Ain Shams University

Prof. Dr. M. A. Mostafa
Electrical Power and Machines Department,
Faculty of Engineering, Ain Shams University

Cairo – 2009

Approval Sheet

For Thesis with Title

Generation Adequacy Assessment Using Analytical and Sequential Simulation Techniques

Submitted in partial fulfillment for the requirement of degree in
Master of Science in Electric Engineering

Presented By

Eng. Reda Awadallah

Examiners Committee

Name, Title and Affiliation	Signature
Prof. Dr. Mohamed Abd Al-Latef Badr Faculty of Engineering, Ain-Shams University	
Dr. Eng. Mohamed Housin Al-Banhay Project Manager – Abo-Keer BEGESCO	
Prof. Dr. Ahmed Rizk Abul'Wafa Faculty of Engineering, Ain-Shams University	
Prof. Dr. Mahmoud Adel'Hameed Mostafa Faculty of Engineering, Ain-Shams University	

Statement

This Thesis is submitted to Ain Shams University in partial fulfillment of the requirements of M.Sc. degree in Electrical Engineering.

The work included in this thesis is carried out by the author in the Department of Electrical Power and Machines, Faculty of Engineering, Ain Shams University.

No Part of this thesis has been submitted for a degree or a qualification at any other university or institution.

Date : 26th December 2009

Name : Reda Awadallah El-Sayed Mohamed

Signature :

Acknowledgments

Acknowledgments

Prays Be To ALLAH

I would like to express my sincere gratitude to my supervisor

Prof. Dr. A. R. Abul'Wafa, whose encouragement, support and guidance helped me all the time during my research and writing this thesis. His insights and knowledge were extremely valuable.

I also wish to express my appreciation to ***Prof. Dr. M. A. Mostafa*** for his guidance and assistance in providing some data for this thesis. My gratitude to the department staff for strengthening my knowledge on electrical engineering

Last and certainly not least, I would also like to thank ***my family*** for their ongoing encouragement and support.

Reda Awad-Allah
Cairo, 2009

Abstract

Generation Adequacy Assessment Using Analytical and Sequential Simulation Techniques

Modern electric power systems have the responsibility of providing a reliable and economic supply of electrical energy to their customers. The economic and social effects of loss of electric service can have significant impacts on both the utility supplying electric energy and the end users of the service. Maintaining a reliable power supply is therefore a very important issue in power system design and operation.

This thesis focuses on adequacy assessment of power generation using an analytical technique and Monte Carlo method. Monte Carlo simulation can be considered to be more preferable than an analytical approach in situations which involve, for example: Time-dependent or chronological issues; duty cycle of peaking units, Nonexponential component state duration distributions. Simulation results produced the same expected reliability indices as those obtained analytically. Beside it provided the probability distribution associated with the various reliability indices, which, in consequence, provided additional and more informative data about the behavior of the system.

Most published analytical algorithms take assumption and approximation on the Generation Model or Load Model to reduce the calculation time or computer memory. So, the thesis worked on two parts as the following:

1- Development elaborated an analytical algorithm to get accurate

reliability indices. Computation results of this algorithm are used as a benchmark.

2- Development an algorithm to calculate reliability indices by Monte Carlo Simulation. Monte Carlo Simulation (MCS) proves to be sound in simulating generation system with exponentially distributed state residence time. It also capable of simulating operating histories for a unit with Weibull, normal or log-normal distributed state residence times. Data of IEEE RTS are modified to consider last possibility.

Both the analytical and the simulation programs were extensively used to get accurate reliability indices and to investigate the following:

a. Effect of Derated States.

b. Effects of Load Forecast Uncertainty

c. Effect of Scheduled Maintenance

d. Effect of Additional Generation (Gas Turbine).

The research in this thesis was conducted using the analytical and simulation programs to “IEEE-RTS” reliability test.

ملخص الرسالة

الهدف الرئيسى من نظم القوى الكهربية هو تحقيق رغبة المستهلك في الحصول على طاقة كهربية ذات درجة عول عالية وتكلفة اقتصادية مناسبة وللوصول إلى مستوى جيد من العول فإنه يلزم حساب مؤشرات العول التى يجب توافرها لتحقيق هذا المستوى. ويتم عادة تقدير عول التوليد باستخدام الطرق التحليلية أو الطرق التمثيلية.

يقدم هذا البحث تقدير عول التوليد باستخدام الطرق التحليلية و الطرق التمثيلية إلا أنه باستخدام الطرق التمثيلية (تقنية مونت كارلو) تتحقق نفس النتائج إضافة إلى توفير نتائج أخرى إضافية لا يمكن الحصول عليها باستخدام الطرق التحليلية (التوزيع الإحتمالى لمؤشرات العول كمثال) إضافة إلى أن التقنية الأخيرة يمكن أن تقبل توزيعات إحتمالية آخرى (ويبل وجاودس ولوغارتمى وغيرها) غيرالتوزيع بدالة أسية لمتغيرات العول الذى تعتمده كل الطرق التحليلية.

تلاحظ أن الكثير من تقنيات حسابات عول التوليد غالبا ما تحوى تقريبات وفروض فى نمذجة التوليد والأحمال و/أو خوارزم الحساب وذلك لاختصار وقت الحساب الطويل وللتغلب على محدودية ذاكرة الحاسب. كل هذه البنود تجعل من نتائج الحساب تقريبية. بناء على هذه الأسباب فإنه لايمكن معرفة مقدار عدم دقة النتائج مع اعتماد تقريب أو أكثر مالم تتم مقارنتها مع نتائج يتم الحصول عليها من خوارزم حساب دقيق لايحوى التقريبات المذكورة.

لذلك تم العمل فى هذه الرسالة على هدفين:

أولاً : تم تطوير خوارزم حساب دقيق لعول التوليد (طريقة تحليلية) يتم عن طريقه الحصول على مجموعة من النتائج ذات مستوى دقة عال يمكن اتخاذها كمرجع تقاس عليه دقة أى من الطرق التقريبية.

ثانياً: تم تطوير البرامج اللازمة لحساب عول التوليد بطريقة التمثيل التتابعى (تقنية مونت كارلو) مع إمكانية تمثيل أزمنة حالات التشغيل بتوزيع أسى وغير أسى. اعطت هذه البرامج نفس نتائج الطرق التحليلية مع اجراء العدد المناسب من التمثيل التتابعى.

وأكتمل هذا الجهد باحتواء الخوارزم المطور (الطرق التحليلية وتقنية مونت كارلو) على إمكانية دراسة:

أ. تأثير الخروج الجزئى لحدات التوليد.
ب. تأثير عشوائية قيم الأحمال.
ج. تأثير الصيانة الدورية (الخروج المخطط).
د. تأثير إضافة التربينات الغازية.

جميع الدراسات التى تمت بالرسالة بالطرق التحليلية وتقنية مونت كارلو اجريت على منظومة IEEE-RTS لحساب عول التوليد حيث تطابقت نتائج التقنيتين.

Contents

Tables List

Figures List