

การวิเคราะห์โพลีพลัวในระบบจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง



นาย นิวัตร จงสุขสถิตย์พันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

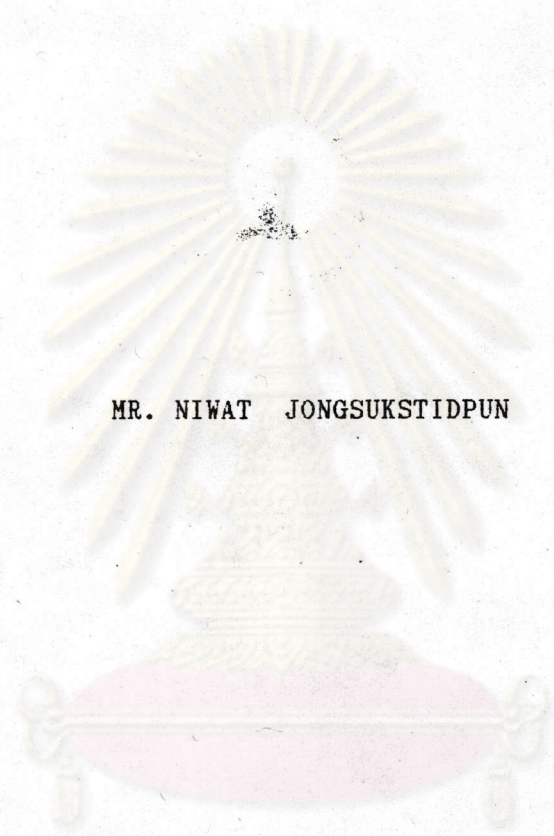
พ.ศ. 2535

ISBN 974-579-781-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018289 I15286241

LOAD FLOW ANALYSIS OF MEA'S DISTRIBUTION SYSTEM



MR. NIWAT JONGSUKSTIDPUN

คุณยัวิทยทรัพย์ากร  
A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

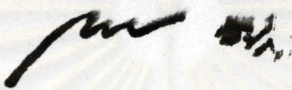
ISBN 974-579-781-2



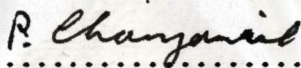
Thesis Title            Load Flow Analysis of MEA's Distribution System  
By                         Mr. Niwat Jongsukstidpun  
Department             Electrical Engineering  
Thesis Advisor         Prof. Kurt Wedin , Ph.D.  
Co-Advisor             Assoc. Prof. Sukhumvit Phoomvuthisarn

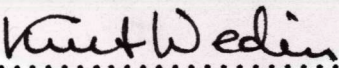


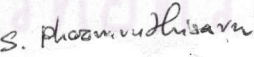
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in  
Partial Fullfillment of the requirements for the Master's Degree.

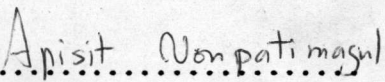
  
..... Dean of Graduate School  
( Prof. Thavorn Vajrabhaya , Ph.D )

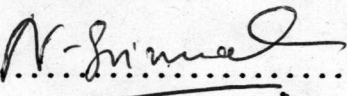
Thesis Committee

  
..... Chairman  
( Assoc. Prof. Paibul Chaiyanil )

  
..... Thesis Advisor  
(Prof. Kurt Wedin , Ph.D )

  
..... Co-Advisor  
( Assoc. Prof. Sukhumvit Phoomvuthisarn , Ph.D )

  
..... Member  
( Mr. Apitsit Nonpatimakul )

  
..... Member  
( Mr. Naris Srinual )





นิวัตร์ จงสุขสถิตย์พันธ์ การวิเคราะห์โหลดโพลาร์ในระบบจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง  
(LOAD FLOW ANALYSIS OF MEA'S DISTRIBUTION SYSTEM) อ.ที่ปรึกษา : PROF.  
KURT WEDIN, Ph. D. อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร. สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร, 151 หน้า  
ISBN 974-579-781-2

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะนำโปรแกรม SIMPOW มาวิเคราะห์โหลดโพลาร์ในระบบจ่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (400 v.) พบว่าในการคำนวณโหลดโพลาร์นั้นการใช้พารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการคำนวณนั้นมีปัญหาอยู่บ้าง เพราะว่าในระบบจ่ายไฟมีจำนวนโหนดมาก ดังนั้นในการวิจัยจึงได้มีการปรับค่าบางค่าโดยเปรียบเทียบค่ากระแสที่วัดจากระบบจริง ซึ่งปรากฏว่าหลังจากปรับค่าแล้วผลของการคำนวณได้ผลใกล้เคียงความจริง แต่ไม่ได้หมายความว่าโปรแกรมนี้ให้ผลที่ถูกต้องและสมบูรณ์ในทางปฏิบัติยอมที่จะให้ใช้วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงได้ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผน

ในระบบไฟฟ้าที่ใช้ศึกษานี้สามารถที่จะเพิ่มภาระให้กับโหนดที่กำหนดไว้ (โหนด 13507, โหนด 30, โหนด 21509 และ โหนด 12525) ประมาณ 30-110% จากภาระที่มีอยู่เดิม อย่างไรก็ตามเมื่อสายป้อนหนึ่งสายป้อนใดไม่จ่ายไฟให้ระบบ การเพิ่มภาระให้กับโหนดที่กำหนดไว้ลดลงเหลือประมาณ 3-30% และเมื่อสายป้อนสองสายป้อนใดไม่จ่ายไฟพร้อมกันให้ระบบ การเพิ่มภาระให้กับโหนดที่กำหนดไว้จะลดลงไปอีกเหลือประมาณ 3-15% ซึ่งสาเหตุของการลดลงเนื่องจากว่า การวิเคราะห์โหลดโพลาร์พบว่าสายจ่ายไฟบางสายและหม้อแปลงบางหม้อแปลงรับภาระเกินขนาดที่กำหนดไว้

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....  
ปีการศึกษา.....2534.....

ลายมือชื่อนิติต.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....Kurt Wedin.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....





NIWAT JONGSUKSTIDPUN : LOAD FLOW ANALYSIS OF MEA'S DISTRIBUTION SYSTEM. THESIS ADVISOR : PROF. KURT WEDIN, Ph.D. CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. SUKHUMVIT PHOOMVUTHISARN, Ph.D. 151 PP.

The aim of the study was to find out if, by using the SIMPOW - software package, it is possible to create a practical power flow model of the MEA 400V meshed distribution system. The basic problem is that the amount of the measurement needed for a proper load flow calculation - normally is not available on this voltage level. A large proportion of - node variables have to be estimated and the resulting network model must be tuned by using specially obtained line current measurements.

The answer to this basic question seems to be "yes" in such a sense that the model can be used to examine load increase possibilities and in addition even overload situations in case of certain outages. It is by no means a perfect tool but allow the network engineer to receive some guidance in the planning process.

In the studied network (the base case) load can be increased at selected nodes (node 13507, node 30, node 21509 and node 155) about - 30-110% from the original load. However when the first contingency occurs (any one feeder out of operation) possible load increase is reduced to - about 3-30% from the base case. When the second contingency occurs (any two feeders simultaneously out of operation) the load increase is further reduced to about 3-15% . The reason for the reduction is that the load - flow analysis showed some line overload and some transformer overload.

ภาควิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้า  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้า  
ปีการศึกษา ..... 2534

ลายมือชื่อนิสิต ..... *Niwat Jongsukstidpun*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... *Kurt Wedin*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ..... *Sukhumvit Phoomvuthisarn*





## ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to express his grateful appreciation to Prof. Kurt Wedin , Ph.D ( Visiting Professor ) for his valuable supervision and guidance during the preparation of this thesis. The author also wishes to express his appreciation to Mr. Apitsit Nonpatimakul ( Deputy Director of Electrical Design Division ) from MEA.

Thanks are also extended to Assoc. Prof. Sukhumvit Phoomvuthisarn , Ph.D , Assoc. Prof. Paibul Chaiyanil and Mr. Naris Srinual (Assistant Manager System Design Division) from PEA, for their valuable suggestion.

Finally , The author would also like to thank Mr. Precha Bunnak and the staff of MEA , Miss Rummanee Teerakachornchote for all their helpful assistance.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





## Contents

	Page
Abstracts (Thai) .....	IV
Abstracts (English) .....	V
Acknowledgement .....	VI
List of tables .....	XI
List of figures .....	XII
Chapter	
1 Introduction .....	1
2 Load flow study .....	4
2.1 Introduction.....	4
2.2 Load flow equations.....	4
3 VAX-2000 computer system .....	10
3.1 Introduction.....	10
3.2 The VAX computer system .....	10
3.3 How to enter the VAX computer system .....	10
3.3.1 The console terminal .....	11
3.3.2 Logging into the system.....	11
3.4 Basic VAX/VMS commands .....	12
3.5 How to run SIMPOW .....	13
4 SIMPOW " Power system simulation " .....	15
4.1 Introduction .....	15
4.2 Program system structure .....	16
4.3 Modeling .....	17
4.4 Numerical methods .....	17



4.5	Program execution .....	17
4.6	Network models .....	18
4.6.1	Control data .....	19
4.6.2	General .....	20
4.6.3	Nodes .....	20
4.6.4	Lines .....	21
4.6.5	Transformers .....	22
4.6.6	Loads .....	22
4.6.7	Power instruction .....	23
4.7	Input file preparing .....	24
4.8	Graphics drawing .....	25
4.9	Load flow calculation .....	26
5	MEA's distribution system .....	30
5.1	Introduction .....	30
5.2	MEA's distribution system .....	30
5.3	The MEA secondary network .....	32
5.4	Component of the network system .....	32
5.4.1	Substation .....	32
5.4.2	Underground cable (12 Kv). .....	33
5.4.3	Network transformer station .....	33
5.4.3.1	12 Kv disconnecting and grounding switch .	33
5.4.3.2	Network transformer .....	33
5.4.3.3	Secondary capacitor banks .....	34
5.4.3.4	Network protector .....	34
5.4.4	Secondary network maingrid .....	34



5.5	Problem of the messed network system .....	34
5.5.1	Problem of planning .....	35
5.6	Collection of input data .....	35
5.6.1	Load data .....	35
5.6.2	Lines and feeders data .....	36
5.6.3	Transformers data .....	36
5.6.4	Shunt impedance .....	37
6	Load flow analysis of MEA's distribution system .....	46
6.1	Introduction .....	46
6.2	Test of the SIMPOW package program .....	46
6.3	Load flow analysis of MEA's distribution system .....	47
6.4	The load flow solution .....	48
6.4.1	A base case .....	48
6.4.2	Simulation of increased loads .....	49
6.4.3	The first contingency .....	57
	- The feeder SD12 disconnected .....	57
	- The feeder SD24 disconnected .....	58
	- The feeder SD15 disconnected .....	59
	- The feeder SD21 disconnected .....	59
	- The feeder SD22 disconnected .....	60
6.4.4	The network system increased load when the first .. contingency occurs .....	61
6.4.5	The second contingency .....	69
6.4.6	Possible increase load when the second contingency. occurs .....	77
7	Conclusions .....	84



	Page
Reference .....	87
Appendix 1 System data .....	88
Appendix 2 load flow solutions .....	100
Appendix 2.1 The load flow solution of the studied .... network system (base case) .....	102
Appendix 2.2 The load flow solution when the network... system load increased .....	111
Appendix 2.3 The load flow solution of base case ..... modified when the first contingency occurs	116
Appendix 2.4 The load flow solution of the network .... system increased load when the first ..... contingency occurs .....	121
Appendix 2.5 The load flow solution when the second ... contingency occurs .....	126
Appendix 2.6 The load flow solution were increased .... loads when the second contingency occurs .	131
Appendix 2.7 Feeder SD12 disconnected .....	141
Appendix 2.8 Feeder SD24 disconnected .....	143
Appendix 2.9 Feeder Sd11 disconnected when load ..... increased .....	145
Appendix 2.10 Feeders SD13 and SD15 disconnected .....	147
Appendix 2.11 Feeders SD12 and SD21 disconnected .....	149
VITA .....	151



List of table

		Page
Table 5.1	Cable impedance.....	38
Table 6.1	Comparison SIMPOW caculation with field..... measurements.....	47
Table 6.2	The load flow result (base case).....	49
Table 6.3	The load flow result after the network..... system load increase.....	56
Table 6.4	The load flow result of base case modified.. as above in the first contingency case.....	61
Table 6.5	The load flow solution of the network..... calculated in base case (the network system. increased load when the first contingency... occurs).....	68
Table 6.6	The load flow solution of the network system after modification as above when the second. contingency occurs.....	77
Table 6.7	The load flow solution of the network system were increased loads when the second..... contingency occurs.....	81



## List of figures

	Page
Figure 2.1 A network injected current .....	5
Figure 2.2 The structure of Y is symmetrical around the main diagonal .....	6
Figure 4.1 A function diagram of the program system .....	29
Figure 5.1 MEA is responsible for the providing customers electricity .....	39
Figure 5.2 Watlieb district is devided three areas .....	40
Figure 5.3 The studied area in "Sapandam area" .....	41
Figure 5.4 Network transformer .....	42
Figure 5.5 Low voltage fixed capacitor 3 x 25 Kvar .....	
installed on network transformer .....	43
Figure 5.6 Schematic network power supply diagram .....	44
Figure 5.7 Four-way fused junction seconary network mains	45
Figure 6.1 Sapandam area for test of the SIMPOW package program .....	82
Figure 6.2 Sapandam substation .....	83