

## รายการอ้างอิง

- [1] Markshevich, N.S., Herejk, I.C. and Nielsen, R.E. Functional requirements and cost-benefit study for distribution automation at B.C. hydro. IEEE Transactions on Power Systems 9 (May 1994) : 772-781
- [2] Gönen, T. Electric power distribution systems engineering. 2<sup>nd</sup> ed. Singapore : McGraw-Hill Book Company, 1987
- [3] Patton, J.B., Rizy, D.T. and Lawier, J.S. Applications software for modeling distribution automation operations on the Athens utilities board. IEEE Transactions on Power Delivery 5 (April 1990) : 1019 - 1025
- [4] Peponis, G.J., Papadopoulos, M.P. and Hatziargyriou, N.D. Optimal operation of distribution networks. IEEE Transactions on Power Systems 11 (February 1996) : 59 - 67
- [5] Jung, K.H., Kim, H. and Ko, Y. Network reconfiguration algorithm for automated distribution system based on artificial intelligence approach. IEEE Transactions on Power Delivery 8 (October 1993) : 1933 - 1941
- [6] Roytelman, I., Melnik, V., Lee, S.S.H. and Lugtu, R.L. Multi - objective feeder reconfiguration by distribution management system. IEEE Transactions on Power Systems 11 (May 1996) : 661 - 667
- [7] Zurada, J.M. Introduction to artificial neural systems. Singapore: West Publishing Company, 1992
- [8] Hagan, M.T., Demuth, H.B. and Beal, M. Neural network design. Boston : PWS Publishing Co., 1996
- [9] Sarfi, R.J., Salama, M.M.A. and Chikhani, A.Y. Distribution system reconfiguration for loss reduction a new algorithm based on a set of quantified heuristic rules, Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering. Conference Proceedings 1, 1994 : 125-130

- [10] Civanlar, S., Grainger, J.J., Yin, H. and Lee, S.S.H. Distribution feeder reconfiguration for loss reduction. IEEE Transactions on Power Delivery 3 (July 1988) : 1217 - 1223
- [11] Baran, M.E. and Wu, F.F. Network reconfiguration in distribution systems for loss reduction and load balancing. IEEE Transactions on Power Delivery 4 (April 1989) : 1401 - 1407
- [12] Nara, K., Satoh, T. and Kuwabara, H. Loss minimum re-configuration control of electrical distribution systems. Proceedings IECON'91 International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation (1991) : 2071 - 2076
- [13] Goswami, S.K. and Basu, S.K. A new algorithm for the reconfiguration of distribution feeders for loss minimization, IEEE Transactions on Power Delivery 7 (July 1992) : 1484 - 1491
- [14] Baran, M.E. and Wu, F.F. Optimal sizing of capacitors place on a radial distribution system. IEEE Transactions on Power Delivery 4 (January 1989) : 735-743
- [15] Goswami, S.K. and Basu, S.K. Direct solution of distribution system. IEE Proceedings - C 138 (January 1991) : 78 - 88
- [16] Shirmohammadi, D. and Hong, H.W. Reconfiguration of electric distribution networks for resistive line loss reduction. IEEE Transactions on Power Delivery 4 (April 1989) : 1492 - 1498
- [17] Shirmohammadi, D., Hong, H.W., Semlyen, A. and Luo, G.X. A compensation - based power flow method for weakly meshed distribution and transmission networks. IEEE Transactions on Power Systems 3 (May 1988) : 753 - 762
- [18] Jiang, D. and Baldick, R. Optimal electric distribution system switch reconfiguration and capacitor control. IEEE Transactions on Power system 11 (May 1996) : 890 - 897
- [19] Nara, K., Kitagawa, M. Distribution systems loss minimum re-configuration by simulated annealing method. IEE Internation Conference on Advances in Power Systems Control, Operation and Management (November 1991) : 461-466

- [20] Chiang, H.D. and Jean - Jumeau, R.M. Optimal network reconfigurations in distribution systems : Part 1 : A new formulation and a solution methodology. IEEE Transactions on Power Delivery 5 (November 1990) : 1902 - 1909
- [21] Chiang, H.D. and Jean - Jumeau, R.M. Optimal network reconfigurations in distribution systems: Part 2 : A solution algorithm and numerical results. IEEE Transactions on Power Delivery 5 (July 1990) : 1568 - 1574
- [22] Fausett, L. Fundamentals of neural networks, architectures, algorithms, and applications. New Jersey : Prentice - Hall, Inc., 1994
- [23] Haykin, S. Neural networks a comprehensive foundation. New Jersey : Macmillan Publishing Company., 1994
- [24] Kim, H., Ko, Y. and Jung, K.H. Artificial neural - network based feeder reconfiguration for loss reduction in distribution systems. IEEE Transactions on Power Delivery 8 (July 1993) : 1356 - 1366
- [25] Fan, J.Y., Zhang, L. and McDonald, J.D. Distribution network reconfiguration : Single loop optimization, IEEE Transactions on Power Systems 11 (August 1996) : 1643 - 1647
- [26] Roldan, C., Gonzalez, N. and Alvarez,C. Reconfiguration loss reduction in distribution networks, IFAC Control of Power Plants and Power System (1992), PP. 281-286
- [27] Taylor, T. and Lubkeman, D. Implementation of heuristic search strategies for distribution feeder reconfiguration. IEEE Transactions on Power Delivery 5 (January 1990) : 239 - 246
- [28] Sarfi, R.J., Salama, M.M.A. and Chikhani, A.Y. Distribution system reconfiguration for loss reduction : An algorithm based on network partitioning theory. IEEE Transactions on Power Systems 11 (February 1996) : 504 - 510
- [29] Wagner, T.P., Chikhani, A.Y. and Hackam, R. Feeder reconfiguration for loss reduction :an application of distribution automation. IEEE Transactions on Power Delivery 6 (October 1991) : 1922 - 1933

- [30] Glamocanin, V. Optimal loss reduction of distribution networks, IEEE Transactions on Power Systems 5 (August 1990) : 774 - 782
- [31] Hopfield, J.J. and Tank, D.W. Neural computation of decisions in optimization problems. Biological Cybernetics 54 (1985) : 141 - 152
- [32] Bouchard, D., Chikhani, A., John, V.L. and Salawa, M.M.A. Application of Hopfield neural networks to distribution feeder reconfiguration. ANNPS'93 Proceedings of the Second International Forum on Applications of Neural Networks to Power System (1993) : 311 - 316
- [33] Abe, S. and Gee, A.H. Global convergence of the Hopfield neural network with nonzero diagonal elements. IEEE Transactions on Circuits and Systems - II : Analog and Digital Signal Processing 42 (January 1995) : 39 - 45
- [34] Protzel, P.W., Lalumbo, D.L. and Arras, M.K. Performance and fault - tolerance of neural networks for optimization. IEEE Transactions on neural networks 4 (July 1993) : 600 - 614
- [35] Brandt, R.D., Wang, Y., Laub, A.J. and Mitra, S.K. Alternative networks for solving the traveling salesman problem and the list - matching problem. Proceedings IEEE International Conference neural Network (July 1988) : II 333 - II 340
- [36] Thomopoulos, S.C.A., Zhang, Z. and Wann, C.D. Neural network implementation of the shortest path algorithm for traffic routing in communication network : 2693 - 2702
- [37] Sasaki, H., Watanabe, M., Kubokawa, J. Yorino, N. and Yokoyoma, R. A solution method of unit commitment by artificial neural network. IEEE Transactions on Power Systems 7 (August 1992) : 974 - 981
- [38] Park, J.H., Kim, Y.S., Eom, I.K. and Lee, K.Y. Economic load dispatch for piecewise quadratic cost function using Hopfield neural network. IEEE Transactions on Power Systems 8 (August 1993) : 1030 - 1037
- [39] Hsu, Y.Y. and Yang, C.C. Design of artificial neural networks for short - term load forecasting. part I : Self - organizing feature map for day type identification. IEE Proceedings - C 138 (September 1991) : 407 - 413

- [40] Hsu, Y.Y. and Yang, C.C. Design of artificial neural networks for short - term load forecasting. part II : Multilayer feedforward networks for peak load and valley load forecasting. IEE proceedings-C 138 (September 1991) : 414 - 418
- [41] Santoso, N.I. and Tan, O.T. Neural - net based real - time control of capacitors installed on distribution systems. IEEE Transactions on Power Delivery 5 (January 1989) : 266 - 272
- [42] Luo, G.X. and Semlyen, A. Efficient load flow for large weakly meshed networks. IEEE Transactions on Power Systems 5 (November 1990) : 1309 - 1316
- [43] Das, D., Nagi, H.S. and Kothari, D.P. Novel method for solving radial distribution networks. IEE Proc. - Gener. Transm. Distrib. 141 (July 1994) : 291 - 298
- [44] Jun, L. and Wennan, S. A simple algorithm of load flow for distribution system. IEE International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management (November 1991) : 467 - 471
- [45] Stagg, G.W., Ei-Abiad, A.H. Computer methods in power system analysis. International edition. McGraw-Hill Inc. 1968
- [46] Lafore, R. Object-oriented programming in C++, 2<sup>nd</sup> ed. California : Waite Group Press ,1995
- [47] Rao, V.B. and Rao, H.V. C++ neural network and fuzzy logic. MIS Press, a subsidiary of Henry Holt and Company , Inc. , 1993

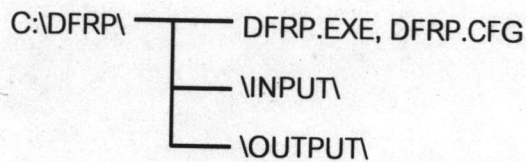
ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก.

### คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

#### ก.1 องค์ประกอบของโปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้งานกับระบบปฏิบัติการ (Operating System) 32 บิต เช่น Windows 95, Windows NT เป็นต้น การใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาให้ทำสำเนาไฟล์โปรแกรมและไดเรกทอรีทั้งหมดจากแผ่นดิสต์ลงสู่ฮาร์ดดิสต์ ที่เป็นไดรว์ C เท่านั้น เมื่อทำสำเนาเสร็จจะได้โครงสร้างไฟล์และไดเรกทอรี มีลักษณะดังต่อไปนี้



โดยไฟล์ DFRP. EXE เป็นไฟล์โปรแกรมหลัก ส่วนไฟล์ DFRP.CFG เป็นไฟล์ที่เก็บตัวควบคุมโครงสร้างการทำงานของระบบไดเรกทอรีย่อย INPUT ใช้เก็บไฟล์ข้อมูลป้อนเข้าของระบบจำหน่ายไฟฟ้า สำหรับไดเรกทอรีย่อย OUTPUT ใช้เก็บไฟล์ผลลัพธ์จากโปรแกรม

#### ก.2 ไฟล์ที่เกี่ยวข้อง

นอกจากไฟล์ที่เป็นส่วนโปรแกรมทั้งสองไฟล์ที่กล่าวมาด้านบน ยังมีไฟล์ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าและไฟล์ที่เป็นผลลัพธ์จากโปรแกรม ประกอบด้วยไฟล์ที่มีส่วนขยาย (File extension) ดังต่อไปนี้

- 1) .DAT เป็นส่วนขยายของไฟล์ข้อมูลระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ป้อนให้กับโปรแกรม
- 2) .OUT เป็นส่วนขยายของไฟล์ผลลัพธ์จากโปรแกรม

ไฟล์ข้อมูลป้อนเข้าเป็นไฟล์ข้อความที่มีลักษณะดังเช่นในภาพที่ ก.1 ไฟล์ข้อมูลป้อนเข้านี้ต้องเตรียมจากโปรแกรมเขียนไฟล์ข้อความ (Text) อื่น ๆ ที่มีใช้โดยทั่วไปได้แก่ Editor ของดอส (Dos) Editor ของโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ ต่างๆ เช่น Pascal, C, C++ หรือ Basic โปรแกรม Wordpad ของ Windows 95 หรือ Windows NT โปรแกรมประมวลคำต่าง ๆ (Word Processing) เช่น MS-Word, CW เป็นต้น หากใช้โปรแกรมประมวลคำในการเตรียมไฟล์ของ

ระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้บันทึกเป็นไฟล์ข้อความ โปรแกรม DFRP ที่พัฒนาขึ้นไม่มีส่วนที่จะจัดการกับข้อมูลป้อนเข้า ดังนั้นการเตรียมปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่จะใช้กับโปรแกรมจึงต้องแก้ไขในโปรแกรมเขียนไฟล์ข้อความดังที่กล่าวมา

```

dummy_node
  bus1 bus2 bus3 ;
end

mva_base
  10.0
end

nodetype
  bus1 sl 1.00 0.0
  bus2 pq
  bus3 pq
  bus4 pq
  bus5 pq
  bus6 pq
  bus7 pq
  bus8 pq
  bus9 pq
  bus10 pq
end

lines
  LN bus1 bus2 r 0.0782 x 0.0212
  LN bus1 bus3 r 0.0782 x 0.0212
  LN bus1 bus4 r 0.1564 x 0.424
  LN bus3 bus5 r 0.1173 x 0.0318
  LN bus2 bus6 r 0.1173 x 0.0318
  LN bus3 bus7 r 0.13685 x 0.0371
  LN bus4 bus8 r 0.1173 x 0.0318
  LN bus8 bus9 r 0.1173 x 0.0318
  LN bus2 bus10 r 0.1173 x 0.0318
end

generators
  bus1 p 0.0 q 0.0
end

loads
  bus2 p 0.60 q 0.40
  bus3 p 0.50 q 0.30
  bus4 p 0.10 q 0.09
  bus5 p 0.60 q 0.40
  bus6 p 1.30 q 1.10
  bus7 p 1.30 q 1.00
  bus8 p 0.10 q 0.09
  bus9 p 0.80 q 0.60
  bus10 p 0.30 q 0.10
end

```

ภาพที่ ก.1 ตัวอย่างข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้าสำหรับป้อนเข้าโปรแกรม



//File Name : c:\athongch\output\ovo 10\10node.out

//Update time is: Mon Apr 7 00:12:26 1997

//Power Mismatch : 0.000010

//Neural network parameter

A = 70000000.00000, B = 70000000.00000, C = 30000000.00000, D = 0.01000  
 lamda = 0.0000000100, dt = 0.10000000, tau = 1.0000000000, error = 0.000000000001

Power Losses in each lines

Line No.	From Bus	To Bus	Real Power Losses (MW.)
1	1	2	0.0831133597
2	1	3	0.0879184891
3	1	4	0.0053774446
4	2	6	0.0372393156
5	3	7	0.0406283009
6	4	8	0.0002185452
7	2	5	0.0043184584
8	3	9	0.0083565083
9	4	10	0.0012317494

Total real power losses in lines = 0.2684021712 MW.

Output from Load Flow

Bus No.	Bus Type	Voltage		Generation		Load	
		Mag.	Degree	P	Q	P	Q
1	SL	1.000000	0.000000	5.868416	4.165784	0.000000	0.000000
2	PQ	0.975422	0.561444	0.000000	0.000000	0.600000	0.400000
3	PQ	0.974536	0.549488	0.000000	0.000000	0.500000	0.300000
4	PQ	0.979716	-0.987111	0.000000	0.000000	0.100000	0.090000
5	PQ	0.969707	0.673870	0.000000	0.000000	0.600000	0.400000
6	PQ	0.955764	1.100378	0.000000	0.000000	1.300000	1.100000
7	PQ	0.951904	1.096845	0.000000	0.000000	1.300000	1.000000
8	PQ	0.978224	-0.943010	0.000000	0.000000	0.100000	0.090000
9	PQ	0.966744	0.731692	0.000000	0.000000	0.800000	0.600000
10	PQ	0.975893	-0.954931	0.000000	0.000000	0.300000	0.100000

//Result form DFRP neural network

| 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

1 | 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0  
 2 | 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0  
 3 | 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 1

Total neural iterations = 258

Total times of neural = 0.05600 seconds

ภาพที่ ก.2 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม

ไฟล์ผลลัพธ์ของโปรแกรมตัวอย่างดังภาพที่ ก.2 ประกอบด้วย 4 ส่วน คือส่วนแรกจะระบุชื่อไฟล์ผลลัพธ์เอง พร้อมทั้งวันและเวลาที่ทำการประมวลผล ส่วนที่สองเป็นข้อมูลสถานะของระบบในปัจจุบันประกอบด้วย แรงดันไฟฟ้าที่โหนดต่าง ๆ กำลังสูญเสียในแต่ละสาย กำลังสูญเสียในสายทั้งหมด ส่วนที่สามแสดงรูปแบบโครงสร้างของระบบที่ได้จากโปรแกรม

### ก.3 การทำงานของโปรแกรม

เมื่อจัดการเตรียมไฟล์และไดเรกทอรีต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วให้เปิดโปรแกรม Explorer สำหรับ Windows 95 หรือ Windows NT จากนั้นใช้เมาส์ (Mouse) กดสองครั้งติดต่อกัน (Double click) ที่ไฟล์ DFRP.EXE หรืออาจจะใช้เมาส์กดที่ปุ่มทาส์คบาร์ (Task bar) ที่มุมล่างซ้ายของจอภาพ จากนั้นให้เลือก Run... เมื่อปรากฏหน้าต่างได้ตอบ ให้พิมพ์ C:\DFRP\DFRP แล้วกดปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่างลักษณะดังต่อไปนี้

```
*****
*      Distribution Feeder Reconfiguration for Loss Reduction using Neural Network      *
*                                                                                       *
*                               Version 1.0 by Thongchai Meenual                               *
*                                                                                       *
*                               PSS Laboratory, Chulalongkorn University, Thailand          *
*****
```

[1] DFRP1 (Hopfield and Tank Likelihood)

[2] DFRP2 (Brandt et.al. Likelihood)

[3] Exit

Select :\_

จากเมนูหลัก (Main Menu) จะปรากฏทางเลือก 3 ทาง ให้พิมพ์ 1 กรณีต้องการเลือกการประมวลผลปัญหาการจัดเรียงสายป้อนใหม่ ด้วยแนวทาง DFRP1 ซึ่งเป็นแนวทางการนิยามฟังก์ชันพลังงานของปัญหาในลักษณะเดียวกับการนิยามปัญหา TSP โดย Hopfield และ Tank ให้พิมพ์ 2 กรณีต้องการเลือกการประมวลผลด้วยแนวทาง DFRP2 ซึ่งเป็นแนวทางการนิยามฟังก์ชันพลังงานของปัญหาในลักษณะเดียวกับการนิยามปัญหา TSP โดย Brandt และคณะหรือพิมพ์ 3 ในกรณีต้องการออกจากโปรแกรม

เมื่อเลือกทางเลือกที่ 1 หรือทางเลือกที่ 2 จากเมนูหลักจะปรากฏเมนูย่อยสำหรับการป้อนไฟล์ข้อมูลป้อนเข้าหรือเปลี่ยนแปลงการกำหนดโปรแกรม ในลักษณะ ดังต่อไปนี้

Choose the following items

- [1] Load system Input Data from Disk...
- [2] Set program Config...
- [3] Exit

#### ก.4 การกำหนดค่าสำหรับควบคุมโปรแกรม

จากเมนูย่อยที่ปรากฏด้านบนหากเลือกทางเลือกที่ 2 จะปรากฏเป็นข้อความคำถามสำหรับระบุความต้องการ ตัวอย่างการกำหนดมีดังนี้

.....  
Set Program Configuration MODE  
.....

##### 1. METHOD :

- DFRP1 (Hopfield and Tank Likelihood) [Y/N?] y
- DFRP2 (Brandt et.al. Likelihood) [ Y/N? ] n

##### 2. Write Result to file [Y/N?] y

##### 3. OUTPUT DISPLAY :

- Voltage [Y/N?] y
- Loss in line [Y/N?] y
- Power flow in line [Y/N?] n
- Switch status or result configuration [Y/N?] y

Do you want to (R)eturn to main menu or (E)xit ? [R/E?] : r

ส่วนที่ 1 ใช้สำหรับเลือกแนวทางในการประมวลผลกรณีที่เลือกทั้งสองแนวทางในการใช้งานโปรแกรมครั้งต่อไปจะปรากฏเมนูหลักด้วย ในกรณีที่เลือกเพียงแนวทางเดียวในการใช้งานโปรแกรมครั้งต่อไป จะแสดงแนวทางที่เลือกเพียงอย่างเดียวโดยไม่แสดงเมนูหลัก ในกรณีที่ไมเลือกแนวทางใดเลย โปรแกรมจะเลือกแนวทางทั้งสองให้ สำหรับค่าโดยปริยาย (Default) สำหรับควบคุมโปรแกรมจะมีค่าทั้งหมดเป็น Y สำหรับคำตอบอาจจะพิมพ์เป็นตัวพิมพ์เล็กหรือตัวพิมพ์

ใหญ่ก็ได้ ตัวอย่าง หากเลือกแนวทาง DFRP1 เพียงอย่างเดียวในการทำงานครั้งต่อไปของโปรแกรมจะปรากฏจอภาพในลักษณะดังนี้

```
*****
*      Distribution Feeder Reconfiguration for Loss Reduction using Neural Network      *
*                                                                                       *
*                               Version 1.0 by Thongchai Meenual                       *
*                                                                                       *
*                               PSS Laboratory, Chulalongkorn University, Thailand       *
*****
```

Using Hopfield and Tank Likelihood

choose the following items

[1] Load System Input Data From Disk. . .

[2] Set program Config. . .

[3] Exit

Select :\_

สำหรับส่วนที่ 2 และ 3 ของเมนูย่อยที่ใช้ในการกำหนดค่าสำหรับควบคุมโปรแกรมในหน้า 137 เป็นการเลือกผลลัพธ์ที่แสดงผลซึ่งมีทั้งการแสดงผลออกจอภาพและการเขียนไฟล์จากเมนูย่อย การกำหนดค่าสำหรับการควบคุมโปรแกรม สามารถกลับสู่เมนูหลักหรือออกจากโปรแกรม

### ก.5 การป้อนชื่อไฟล์ข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้าและข้อมูลในการปรับสอนเครือข่ายประสาท

จากเมนูย่อยในหน้า 137 เมื่อเลือกทางเลือก [1] Load System Input Data form Disk... จะปรากฏข้อความคำถามสำหรับป้อนชื่อไฟล์ข้อมูลในการปรับสอนเครือข่ายประสาท ตัวอย่างเช่น

Distribution Network :

Enter Data filename > 16node

Enter Power Mismatch for Loadflow : 0.00001

Neural Network :

A = 60000000

B = 60000000

$$C = 30000000$$

$$D = 0.01$$

$$\text{Lamda} = 0.0000001$$

$$dt = 0.1$$

$$\text{tau} = 1.0$$

$$\text{Acceptable tolerance} = 0.0000001$$

โดยที่อักษรตัวหนาเป็นตัวอย่างค่าคงที่ ที่ป้อนให้กับโปรแกรม ชื่อไฟล์ข้อมูลระบบจำหน่ายไฟฟ้าให้เฉพาะชื่อเท่านั้น ไม่ต้องใส่ส่วนขยาย ค่า Power mismatch สำหรับโหลดโพล์อาจเลือกค่า ตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.0001 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าต้องการผลลัพธ์จากโหลดโพล์มีความละเอียดมากน้อยเพียงใด สำหรับค่าต่าง ๆ ที่จะใช้ในการปรับสอนเครือข่ายประสาทรันให้ศึกษาจากผลการวิเคราะห์ความไว ในบทที่ 6 ของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ เมื่อใส่ค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏข้อความ (กรณีที่มีการประมวลผลใช้เวลานาน)

Program running , Please wait.....

เมื่อประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้วจะแสดงผลลัพธ์ออกหน้าจอ และเขียนเป็นไฟล์ (กรณีกำหนดให้แสดงผลเป็นไฟล์ด้วย) รูปแบบของผลลัพธ์ที่แสดงแตกต่างกันไปตามลักษณะการกำหนดค่า สำหรับควบคุมโปรแกรม ตัวอย่างผลลัพธ์ที่แสดงออกหน้าจอดังภาพที่ ก.2

## ภาคผนวก ข.

### แสดงข้อมูลระบบทดสอบ

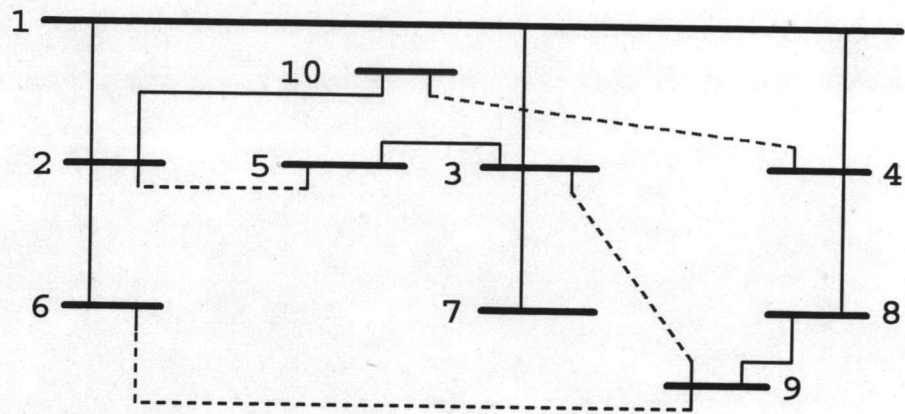
ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาในวิทยานิพนธ์นี้เป็นระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่ได้ตีพิมพ์ในวารสาร IEEE รายละเอียดข้อมูลของระบบทดสอบต่างๆ มีดังนี้

#### ข.1 ข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 10 โหนด [30]

ระบบจำหน่ายไฟฟ้า 10 โหนด ดังภาพที่ ข.1 ประกอบด้วยสายป้อน 13 ช่วงสาย ในแต่ละช่วงสายมีอิมพีแดนซ์อนุกรม  $(0.391 + j0.106)$  ในหน่วยโอห์มต่อกิโลเมตรต่อเฟสที่ความถี่ 50 เฮิร์ต รายละเอียดดังตารางที่ ข.1

ตาราง ข.1 แสดงข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 10 โหนด

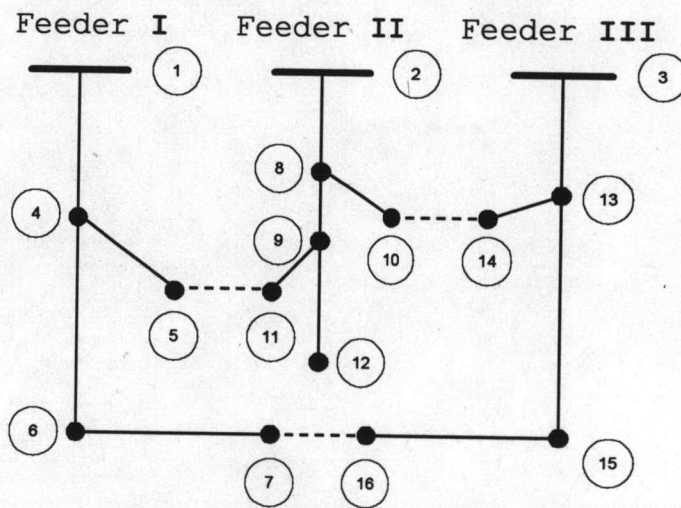
Section	Length (km)	Load at receiving node	
		(MW)	(MVAR)
1 — 2	2.0	0.60	0.40
1 — 3	2.0	0.50	0.30
1 — 4	4.0	0.10	0.09
3 — 5	3.0	0.60	0.40
2 — 6	3.0	1.30	1.10
3 — 7	3.5	1.30	1.00
4 — 8	3.0	0.10	0.09
8 — 9	3.0	0.80	0.60
2 — 10	3.0	0.30	0.10
2 — 5	2.0		
3 — 9	2.0		
6 — 9	2.0		
4 — 10	3.0		



ภาพที่ ข.1 แสดงระบบจำหน่ายไฟฟ้า 10 โหนด

ข. 2 ข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 16 โหนด [10, 28, 29, 32]

ระบบจำหน่ายไฟฟ้า 16 โหนด ภาพที่ ข.2 ประกอบด้วยสายป้อน 16 ช่วงสาย รายละเอียดดังตารางที่ ข.2



ภาพที่ ข.2 แสดงระบบจำหน่ายไฟฟ้า 16 โหนด

ตารางที่ ข.2 แสดงข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 16 โหนด

Bus to Bus	Section Resistance (p.u)	Section Reactance (p.u)	End Bus Load (MW)	End Bus Load (MVAR)	End Bus Capacitor (MVAR)	End Bus Voltage (p.u)
1-4	0.075	0.1	2.0	1.6	-	0.991 $\angle$ -0.370
4-5	0.08	0.11	3.0	1.5	1.1	0.988 $\angle$ -0.544
4-6	0.09	0.18	2.0	0.8	1.2	0.986 $\angle$ -0.697
6-7	0.04	0.04	1.5	1.2	-	0.985 $\angle$ -0.704
2-8	0.11	0.11	4.0	2.7	-	0.979 $\angle$ -0.763
8-9	0.08	0.11	5.0	3.0	1.2	0.971 $\angle$ -1.451
8-10	0.11	0.11	1.0	0.9	-	0.977 $\angle$ -0.770
9-11	0.11	0.11	0.6	0.1	0.6	0.971 $\angle$ -1.525
9-12	0.08	0.11	4.5	2.0	3.7	0.969 $\angle$ -1.836
3-13	0.11	0.11	1.0	0.9	-	0.994 $\angle$ -0.332
13-14	0.09	0.12	1.0	0.7	1.8	0.995 $\angle$ -0.459
13-15	0.08	0.11	1.0	0.9	-	0.992 $\angle$ -0.527
15-16	0.04	0.04	2.1	1.0	1.8	0.991 $\angle$ -0.596
5-11	0.04	0.04	-	-	-	-
10-14	0.04	0.04	-	-	-	-
7-16	0.09	0.12	-	-	-	-

ข. 3 ข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 32 โหนด [9,11, 13]

ระบบจำหน่ายไฟฟ้า 32 โหนด ภาพที่ ข.3 ประกอบด้วยสายป้อน 35 ช่วงสาย รายละเอียดดังตารางที่ ข.3

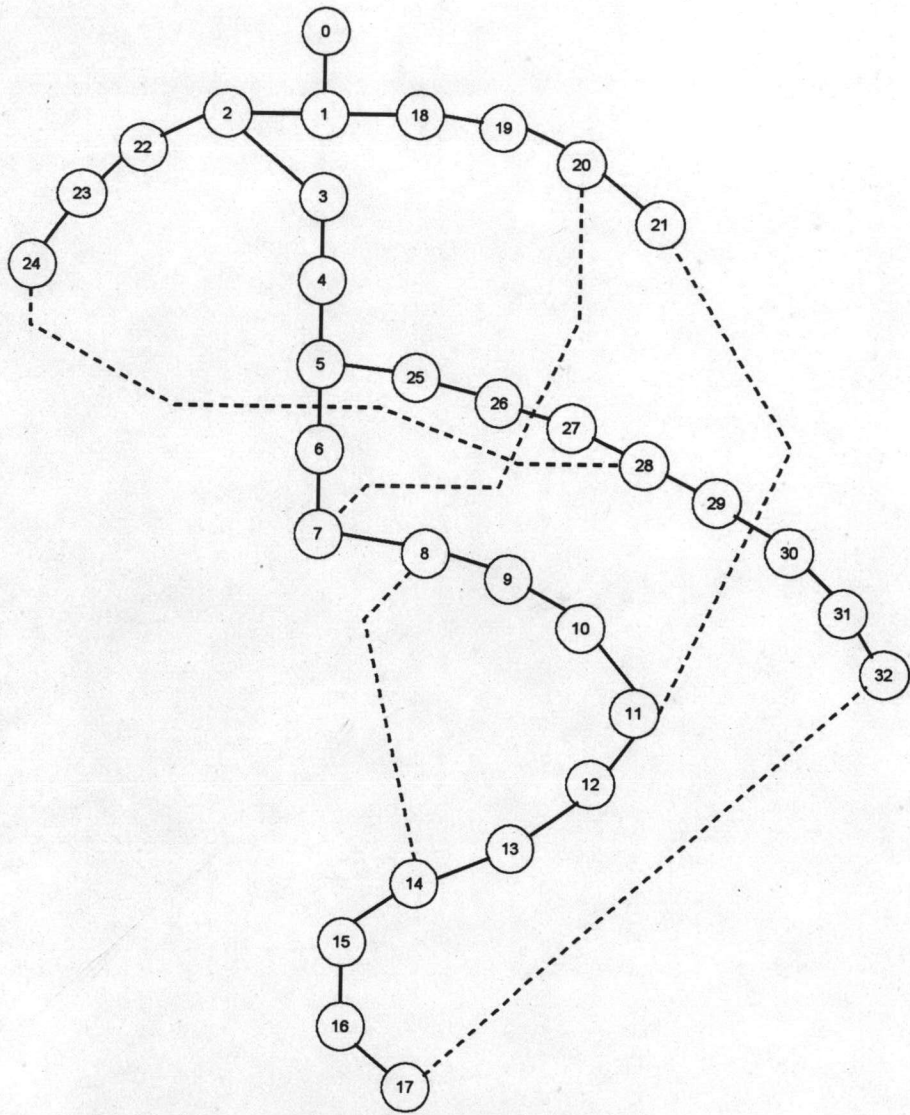
ตารางที่ ข.3 แสดงข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 32 โหนด

Br. No.	1 <sup>st</sup> . Nd.	2 <sup>nd</sup> . Nd.	Br. Pm		at 2 <sup>nd</sup> . Node Load		Note
			r (ohm)	x(ohm)	PL (kW)	QL (kvar)	
1	0	1	0.0922	0.0470	100.00	60.00	
2	1	2	0.4930	0.2511	90.00	40.00	
3	2	3	0.3660	0.1864	120.00	80.00	
4	3	4	0.3811	0.1941	60.00	30.00	
5	4	5	0.8190	0.7070	60.00	20.00	



ตารางที่ ข.3 แสดงข้อมูลของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 32 โหนด (ต่อ)

Br. No.	1 <sup>st</sup> . Nd.	2 <sup>nd</sup> . Nd.	Br. Pm		at 2 <sup>nd</sup> . Node Load		Note
			r (ohm)	x(ohm)	PL (kW)	QL (kvar)	
6	5	6	0.1872	0.6188	200.00	100.00	
7	6	7	0.7114	0.2351	200.00	100.00	
8	7	8	1.0300	0.7400	60.00	20.00	
9	8	9	1.0440	0.7400	60.00	20.00	
10	9	10	0.1966	0.0650	45.00	30.00	
11	10	11	0.3744	0.1238	60.00	35.00	
12	11	12	1.4680	1.1550	60.00	35.00	
13	12	13	0.5416	0.7129	120.00	80.00	
14	13	14	0.5910	0.5260	60.00	10.00	
15	14	15	0.7463	0.5450	60.00	20.00	
16	15	16	1.2890	1.7210	60.00	20.00	
17	16	17	0.7320	0.5740	90.00	40.00	
18	1	18	0.1640	0.1565	90.00	40.00	
19	18	19	1.5042	1.3554	90.00	40.00	
20	19	20	0.4095	0.4784	90.00	40.00	
21	20	21	0.7089	0.9373	90.00	40.00	
22	2	22	0.4512	0.3083	90.00	50.00	
23	22	23	0.8980	0.7091	420.00	200.00	
24	23	24	0.8960	0.7011	420.00	200.00	
25	5	25	0.2030	0.1034	60.00	25.00	
26	25	26	0.2842	0.1447	60.00	25.00	
27	26	27	1.0590	0.9337	60.00	20.00	
28	27	28	0.8042	0.7006	120.00	70.00	
29	28	29	0.5075	0.2585	200.00	600.00	
30	29	30	0.9744	0.9630	150.00	70.00	
31	30	31	0.3105	0.3619	210.00	100.00	
32	31	32	0.3410	0.5302	60.00	40.00	
33	7	20	2.0000	2.0000	-	-	Tie line
34	8	14	2.0000	2.0000	-	-	Tie line
35	11	21	2.0000	2.0000	-	-	Tie line
36	17	32	0.5000	0.5000	-	-	Tie line
37	24	28	0.5000	0.5000	-	-	Tie line



ภาพที่ ข. 3 แสดงระบบจำหน่ายไฟฟ้า 32 โหนด

## ประวัติผู้เขียน

นายธงชัย มีนวล เกิดเมื่อวันที่ 6 เดือนกันยายน พ.ศ. 2514 ที่อำเภอกระบุรี จังหวัดพังงา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ในปี พ.ศ. 2537 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2537

