รายการอ้างอิง

[1] Walid El-Khattam, Kankar Bhattacharya, Yasser Hegazy, and M. M. A. Salama. Optimal Investment Planning for Distributed Generation in a Competitive Electricity Market. IEEE Transactions on Power Systems 19 (August 2004):1674 – 1684.

[2] L. M. A. S. Masoum, M. Ladjevardi, E. F. Fuchs, and W. M. Grady. Optimal Placement and Sizing of Fixed and Switched Capacitor Banks Under Nonsinusoidal Operating Conditions. IEEE Transactions on Power Systems 2002:807 – 813.

[3] Walid El-Khattam, Y. G. Hegazy, and M. M. A. Salama. An Integrated Distributed Generation Optimization Model for Distribution System Planning. IEEE Trans. Power Syst. 20, 2 (May 2005):1158-1165.

[4] Roger C. Dugan, Thomas E. McDermott, and Greg J. Ball. Planning for Distributed Generation. IEEE Industry Applications Magazine (March/April. 2001): 80 – 88.

[5] D.H. Popovic, J.A. Greatbanks, M. Begovic, and A.Pregelj. Placement of distributed generators and reclosers for distribution network security and reliability. Electrical Power and Energy System (2005):398-408.

[6] G.P. Harrison and A.R. Wallace. OPF evaluation of distribution network capacity for the connection of distributed generation. Institute for Energy Systems School of Engineering and Electronics University of Edinburgh

[7] A.S. Mohammad, Marjan Ladjevardi, Akbar Jafarian, and Ewald F. Fuchs. Optimal Placement, Replacement and sizing of Capacitor Banks in Distored Distribution Network by Genetic Algorithms. IEEE Transactions on Power Delivery 19 (Oct. 2004).

[8] Edmarcio A. Belati, Edmea C. Baptista, and Geraldo R.M. da Costa. Optimal operation studieds of the power system via sensitivity analysis. Electrical Power System Research 75 (2005).

[9] Caisheng Wang and M. Hashem Nehrir. Analytical Approaches for Optimal Placement of Distributed Generation Sources in Power Systems. IEEE Transactions on Power Systems 19,4 (Nov 2004):2068 – 2075.

[10]Hiroyuki Mori and Yoshinori Limura. Application of Parallel Tabu Search to Distribution Network Expansion Planning with Distributed Generation. IEEE Bologna PowerTech Conference (June 23-26 2003) Bologna, Italy.

[11]Koichi Nara, Yasuhiro Hayashi, Kazushige Ikeda, and Tomoo Ashizawa. Application of Tabu Search to Optimal Placement of Distributed Generator. IEEE Transactions on Power Systems 2001:918 – 923

[12]Kyu-Ho, Yu-Jeong Lee, and Sang-Bong Rhee. Dispersed Generator Placement using Fuzzy-GA in Distribution Systems. IEEE Transactions on Power Systems (2002):1148 – 1153.

[13]R. D. Zimmerman and D. Gan. Matpower User's Manual: Version 3.0. Cornell University 2005.

[14] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. คู่มือการวางแผนระบบไฟฟ้า .(28 พฤษภาคม 2547).

[15] ชรินรัตน์ พานิชชาติ. กำลังการผลิตและตำแหน่งที่เหมาะสมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อลดกำลังสูญเสียในระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยแนวทางเชิงกำหนด. วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

[16]บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.การประเมินคุณค่าและผลกระทบของหน่วยผลิตไฟฟ้ารายย่อยต่อระบบส่งและจำหน่ายไฟฟ้า. (กันยายน 2547)

[17]การปรับโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้ามติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ17 ตุลาคม 2548.

[18]Stephen G. Nash and Ariela Sofer. LINEAR AND NONLINEAR PROGRAMMING. Singapore : McGraw-Hill,1996.

[19]ฝ่ายวิจัย สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลากรณ์มหาวิทยาลัย.การศึกษาศักยภาพการผลิตไฟฟ้าโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง. แก้ไขเพิ่มเติม มีนาคม 2547.

[20]วันชัย ริจิรวนิช, ชอุ่ม พลอยมีค่า. เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม.จำนวน 5,000 เล่ม.พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร.โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[21]IEEE std 1547-2003, IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems(n.d.)

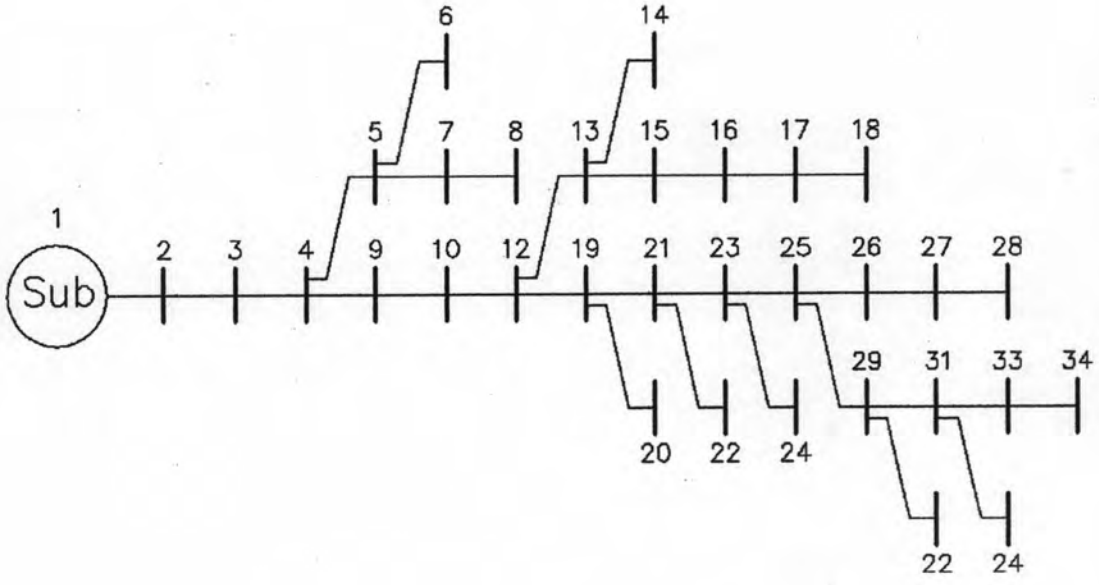
[22]ศูนเชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. การศึกษาค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้าไทย. พฤษภาคม 2542.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ระบบทดสอบ

ภาคผนวก ก นี้แสดงข้อมูลของระบบจำหน่าย 34 บัส โดยที่ข้อมูลบางส่วนถูกดัดแปลงให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์โหลดโฟลว์ MATPOWER ซึ่งพัฒนาโดย Power System Engineering Research Center (PSERC), Cornell University และแสดงข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ในการทดสอบ

ก.1 ระบบจำหน่ายขนาด 34 บัส



รูปที่ ก.1 ระบบจำหน่าย 34 บัส

โดยระบบจำหน่ายนี้จะรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าที่ปลายสายส่งของผู้ผลิตไฟฟ้าระดับแรงดัน 115 kV. และทำการลดระดับแรงดันที่สถานีไฟฟ้าย่อยขนาด 22 kV. เพื่อป้อนเข้าสู่ระบบจำหน่ายต่อไป

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลบัสของระบบจำหน่าย 34 บัส

Bus No.	Bus type	Pd (MW)	Qd (Mvar)	Gs (MW)	Bs (Mvar)	Vm (pu)	Va (deg)	Vmax (pu)	Vmin (pu)
1	3	0.000	0.000	0	0	1	0	1	0.95
2	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
3	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
4	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
5	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
6	1	0.528	0.327	0	0	1	0	1.05	0.95
7	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
8	1	0.660	0.409	0	0	1	0	1.05	0.95
9	1	0.066	0.041	0	0	1	0	1.05	0.95
8	1	0.330	0.204	0	0	1	0	1.05	0.95
11	1	0.528	0.327	0	0	1	0	1.05	0.95
12	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
13	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
14	1	0.660	0.409	0	0	1	0	1.05	0.95
15	1	0.165	0.102	0	0	1	0	1.05	0.95
16	1	0.623	0.386	0	0	1	0	1.05	0.95
17	1	0.990	0.613	0	0	1	0	1.05	0.95
18	1	0.660	0.409	0	0	1	0	1.05	0.95
19	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
20	1	0.066	0.041	0	0	1	0	1.05	0.95
21	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
22	1	0.330	0.204	0	0	1	0	1.05	0.95
23	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
24	1	1.650	1.022	0	0	1	0	1.05	0.95
25	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95

Bus No.	Bus type	Pd (MW)	Qd (Mvar)	Gs (MW)	Bs (Mvar)	Vm (pu)	Va (deg)	Vmax (pu)	Vmin (pu)
26	1	0.105	0.065	0	0	1	0	1.05	0.95
27	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
29	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
30	1	0.990	0.613	0	0	1	0	1.05	0.95
31	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
32	1	0.330	0.204	0	0	1	0	1.05	0.95
33	1	0.000	0.000	0	0	1	0	1.05	0.95
34	1	0.165	0.102	0	0	1	0	1.05	0.95

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลสายของระบบจำหน่าย 34 บัส

Line No.	From Bus	To Bus	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating A (MVA)	Rating B (MVA)	Rating C (MVA)
1	1	2	0.00498	0.00948	0	12	12	12
2	2	3	0.01993	0.03793	0	12	12	12
3	3	4	0.02657	0.05058	0	12	12	12
4	4	5	0.02989	0.0569	0	12	12	12
5	5	6	0.00504	0.00294	0	12	12	12
6	5	7	0.03122	0.05943	0	12	12	12
7	7	8	0.01008	0.00588	0	12	12	12
8	4	9	0.00133	0.00253	0	12	12	12
9	9	10	0.00266	0.00506	0	12	12	12
10	10	11	0.00531	0.01012	0	12	12	12
11	11	12	0.10961	0.20863	0	12	12	12
12	12	13	0.01461	0.02782	0	12	12	12
13	13	14	0.00133	0.00253	0	12	12	12
14	13	15	0.01993	0.03793	0	12	12	12

Line No.	From Bus	To Bus	R (p.u.)	X (p.u.)	B (p.u.)	Rating A (MVA)	Rating B (MVA)	Rating C (MVA)
15	15	16	0.02059	0.0392	0	12	12	12
16	16	17	0.02192	0.04173	0	12	12	12
17	17	18	0.02325	0.04425	0	12	12	12
18	12	19	0.00133	0.00253	0	12	12	12
19	19	20	0.00252	0.00147	0	12	12	12
20	19	21	0.01129	0.0215	0	12	12	12
21	21	22	0.00504	0.00294	0	12	12	12
22	21	23	0.01129	0.0215	0	12	12	12
23	23	24	0.00531	0.01012	0	12	12	12
24	23	25	0.01661	0.03161	0	12	12	12
25	25	26	0.01063	0.02023	0	12	12	12
26	26	27	0.10363	0.19725	0	12	12	12
27	27	28	0.04033	0.02353	0	12	12	12
28	25	29	0.01794	0.03414	0	12	12	12
29	29	30	0.00133	0.00253	0	12	12	12
30	29	31	0.01926	0.03667	0	12	12	12
31	31	32	0.01008	0.00588	0	12	12	12
32	31	33	0.02059	0.0392	0	12	12	12
33	33	34	0.00504	0.00294	0	12	12	12

ก.2 ข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ในการทดสอบ

ในการทดสอบนั้นจะใช้ข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากบริษัทเมโทรแมชีนเนอรี่จำกัด โดยเลือกเอาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้า มาเป็นข้อมูลในการทดสอบ ซึ่งมีข้อมูลดังตารางที่ ก.3 และข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงได้ข้อมูลมาจาก [16] ซึ่งมีข้อมูลดังตารางที่ ก.4

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

1.ข้อมูลทั่วไป	หน่วย	
อายุโครงการ	ปี	25.00
ชั่วโมงเดินเครื่อง	ชั่วโมง/ต่อปี	4,745.00
ราคาก๊าซธรรมชาติ[17]	บาท/ล้านบีทียู	161.09
กำลังผลิตสูงสุด	kW.	1,000.00
อัตราความสินเปลืองเชื้อเพลิง	บีทียู/kW-hr	9,553.60
ปริมาณการผลิตสุทธิต่อปี	kW-hr	4,745,000.00
2.เงินลงทุน		
ราคาเครื่องจักร	บาท	17,600,000.00
อาคาร	บาท	8,914,698.00
ราคาค่าติดตั้ง	บาท	10,605,879.00
ค่าหม้อแปลงและสายตัวนำ	บาท	4,000,000.00
เงินลงทุนสุทธิ	บาท	41,120,577.00
3.ค่าใช้จ่ายการดำเนินการ		
ค่าใช้จ่ายดำเนินการ&ซ่อมบำรุง	บาท/kW-hr	0.50
4.ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง		
ค่าความร้อนที่ใช้ต่อปี	ล้านบีทียู	45,331.83
ราคาก๊าซธรรมชาติ	บาท/ล้านบีทียู	161.09
ราคาเชื้อเพลิงต่อปี	บาท	7,302,504.82
ราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยผลิตไฟฟ้า	บาท/kW-hr	1.5389

ข้อมูลต่างๆที่ใช้เป็นข้อมูลที่อ้างอิงในปี พ.ศ. 2548

จากข้อมูลในตารางที่ ก.3 ทำให้เราทราบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและค่าเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อหน่วยว่ามีค่าเท่ากับ 2.0389 บาท/kW-hr หรือ 2,038.9 บาท/MW-hr และค่าเงินลงทุนต่อหน่วยคือ 41,120,577 บาท/MW ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณต่อไป ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นนั้นจะมีความแตกต่างกันแม้จะมีกำลังผลิตเท่ากันก็ตาม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าว่าใช้เชื้อเพลิงชนิดใดในการผลิตกระแสไฟฟ้าและรวมถึงราคาที่แตกต่างกันในแต่ละบริษัทผู้ผลิตอีกด้วย

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แกลบเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดสอบ

1.ข้อมูลทั่วไป	หน่วย	
อายุโครงการ	ปี	25.00
ชั่วโมงเดินเครื่อง	ชั่วโมง	4,745.00
ราคาแกลบ	บาท/ตัน	1,000.00
กำลังผลิตสูงสุด	kW.	1,000.00
ค่าความร้อนต่ำสุดของแกลบ	กิโลจูลต่อกิโลกรัม	13,400.00
ปริมาณการผลิตสุทธิต่อปี	kW-hr	4,745,000.00
ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงาน	%	15.00
2.เงินลงทุน		
ราคาเครื่องจักรและติดตั้ง	บาท	40,000,000.00
หม้อแปลง,สายตัวนำและอุปกรณ์ต่างๆ	บาท	4,000,000.00
อาคาร	บาท	8,914,698.00
เงินลงทุนสุทธิ	บาท	52,914,698.00
เงินลงทุนต่อกำลังผลิต	บาท/kW	5,291.47
3.ค่าใช้จ่ายการดำเนินการ		
ค่าใช้จ่ายดำเนินการ&ซ่อมบำรุงต่อปี	บาท	1,852,014.43
ค่าใช้จ่ายดำเนินการ&ซ่อมบำรุงต่อ	บาท/kW-hr	0.39
4.ค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิง		
ปริมาณแกลบที่ใช้ต่อปี	ตัน	8,498.44
ราคาแกลบ	บาท/ตัน	1,000.00
ราคาเชื้อเพลิงต่อปี	บาท	8,498,439.48
ราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยผลิตไฟฟ้า	บาท/kW-hr	1.7910
5.ขี้เถ้า		
สัดส่วนขี้เถ้า/แกลบ	%	20.00
ปริมาณการผลิตขี้เถ้า	ตัน / ปี	1,699.69
ราคาขี้เถ้า	บาท / ตัน	400.00
มูลค่าขี้เถ้าต่อปี	บาท / ปี	679,875.16
มูลค่าขี้เถ้าต่อหน่วยผลิตไฟฟ้า	บาท / kW-hr	0.14

จากข้อมูลในตารางที่ ก.4 ทำให้เราทราบค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและค่าเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อหน่วยว่ามีค่าเท่ากับ 2.0377 บาท/kW-hr หรือ 2,037.7บาท/MW-hr และค่าเงินลงทุนต่อหน่วยคือ 52,914,698 บาท/MW ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณต่อไป

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กประเภทเครื่องยนต์แก๊สขนาดต่างๆ

ยี่ห้อ CAT รุ่น		ราคาเครื่องจักร (บาท)	อาคาร (บาท/kW)	อาคาร (บาท)	ค่าติดตั้ง (บาท)	รวม (บาท)	กำลัง (kVA)	เพาเวอร์แฟคเตอร์	กำลังการผลิต (kW)	อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (MJ/kWh)	อัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (m3/h)	ประสิทธิภาพเชิงไฟฟ้า (%)
AS	3203	198,000	18,981	308,256	202,503	708,759	20	0.8	16.24	13.25	9.167	27.170
AS	3204	484,000	18,780	450,721	373,889	1,308,610	30	0.8	24	13.01	13.302	27.671
AS	3205	781,000	18,573	594,323	550,129	1,925,452	40	0.8	32	12.77	17.408	28.191
AS	3206	924,000	18,469	664,878	635,551	2,224,430	45	0.8	36	12.65	19.400	28.458
AS	3207	1,375,000	18,158	871,566	898,626	3,145,192	60	0.8	48	12.28	25.110	29.316
AS	3208	1,540,000	18,054	938,802	991,521	3,470,322	65	0.8	52	12.16	26.937	29.605
AS	3209	1,980,000	17,743	1,135,530	1,246,212	4,361,742	80	0.8	64	11.79	32.145	30.534
G3306	-	2,200,000	17,577	1,237,442	1,374,977	4,812,419	88	0.8	70.4	11.6	34.789	31.034
G3406	-	3,300,000	16,809	1,680,900	1,992,360	6,973,260	125	0.8	100	10.7	45.582	33.645
G3412	-	5,500,000	13,592	3,044,496	3,417,798	11,962,294	280	0.8	224	10.88	103.822	33.088
G3508 LE	54SCAC	11,550,000	10,624	5,048,705	6,639,482	23,238,188	594	0.8	475.2	10.35	209.522	34.782
G3512 LE(LP)	32SCAC	15,400,000	9,003	6,842,098	8,896,839	31,138,937	950	0.8	760	10.33	334.447	34.850
G3516 LE(LP)	32SCAC	17,60z0,000	8,740	8,914,698	10,605,879	37,120,577	1275	0.8	1020	10.08	438.000	35.714

ภาคผนวก ข

ระบบทดสอบ

ภาคผนวก ข เป็นแสดงจุดทำงานของระบบจำหน่ายที่ติดตั้งเครื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กเข้าไปแล้วในปีวางแผนปีสุดท้ายที่ระดับโหลดสูงสุดและแสดงผลการคำนวณทางด้านการเงินของการลงทุนติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่คำนวณได้

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลบัสที่ได้จากการคำนวณ OPF ของระบบจำหน่าย 34 บัส เมื่อติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก กำลังผลิต 1.958 MW

Bus	Voltage		Generation		Load	
#	Mag(pu)	Ang(deg)	P (MW)	Q (MVAr)	P (MW)	Q (MVAr)
1	1	0	9	6.997	-	-
2	0.999	-0.029	-	-	-	-
3	0.994	-0.145	-	-	-	-
4	0.989	-0.302	-	-	-	-
5	0.988	-0.335	-	-	-	-
6	0.988	-0.335	-	-	0.642	0.397
7	0.987	-0.354	-	-	-	-
8	0.987	-0.354	-	-	0.802	0.497
9	0.988	-0.309	-	-	0.08	0.05
10	0.988	-0.322	-	-	0.401	0.248
11	0.987	-0.346	-	-	0.642	0.397
12	0.969	-0.795	0	0	-	-
13	0.968	-0.805	-	-	-	-
14	0.968	-0.805	-	-	0.802	0.497
15	0.967	-0.806	-	-	0.201	0.124
16	0.966	-0.803	-	-	0.757	0.469
17	0.965	-0.788	-	-	1.203	0.745

Bus	Voltage		Generation		Load	
#	Mag(pu)	Ang(deg)	P (MW)	Q (MVAr)	P (MW)	Q (MVAr)
18	0.965	-0.749	1.958	0	0.802	0.497
19	0.969	-0.799	-	-	-	-
20	0.969	-0.799	-	-	0.08	0.05
21	0.967	-0.838	-	-	-	-
22	0.967	-0.838	-	-	0.401	0.248
23	0.966	-0.874	-	-	-	-
24	0.966	-0.882	-	-	2.006	1.242
25	0.966	-0.899	-	-	-	-
26	0.966	-0.901	-	-	0.128	0.079
27	0.966	-0.904	-	-	-	-
28	0.965	-0.904	-	-	0.04	0.024
29	0.965	-0.925	-	-	-	-
30	0.965	-0.926	-	-	1.203	0.745
31	0.965	-0.934	-	-	-	-
32	0.965	-0.934	-	-	0.401	0.248
33	0.965	-0.937	-	-	-	-
34	0.965	-0.937	-	-	0.201	0.124
TOTAL			10.958	6.997	10.792	6.683

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่ไหลในสายส่งที่ได้จากการคำนวณ OPF ของระบบจำหน่าย 34 บัส เมื่อติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก กำลังผลิต 1.958 MW

Branch Data						
Brnch	From	To	From Bus Injection		To Bus Injection	
#	Bus	Bus	P (MW)	Q (MVAr)	P (MW)	Q (MVAr)
1	1	2	9	6.997	-8.994	-6.985
2	2	3	8.994	6.985	-8.968	-6.936

Branch Data						
Brnch	From	To	From Bus Injection		To Bus Injection	
#	Bus	Bus	P (MW)	Q (MVAr)	P (MW)	Q (MVAr)
3	3	4	8.968	6.936	-8.933	-6.87
4	4	5	1.445	0.897	-1.444	-0.895
5	5	6	0.642	0.397	-0.642	-0.397
6	5	7	0.803	0.498	-0.802	-0.497
7	7	8	0.802	0.497	-0.802	-0.497
8	4	9	7.488	5.973	-7.487	-5.971
9	9	10	7.406	5.921	-7.404	-5.916
10	10	11	7.003	5.668	-6.998	-5.66
11	11	12	6.357	5.263	-6.28	-5.117
12	12	13	1.812	2.34	-1.81	-2.337
13	13	14	0.802	0.497	-0.802	-0.497
14	13	15	1.008	1.84	-1.007	-1.838
15	15	16	0.807	1.714	-0.806	-1.713
16	16	17	0.048	1.244	-0.048	-1.243
17	17	18	-1.155	0.498	1.156	-0.497
18	12	19	4.468	2.777	-4.468	-2.776
19	19	20	0.08	0.05	-0.08	-0.05
20	19	21	4.388	2.726	-4.384	-2.72
21	21	22	0.401	0.248	-0.401	-0.248
22	21	23	3.983	2.472	-3.981	-2.467
23	23	24	2.006	1.243	-2.006	-1.242
24	23	25	1.975	1.224	-1.974	-1.222
25	25	26	0.168	0.103	-0.168	-0.103
26	26	27	0.04	0.024	-0.04	-0.024
27	27	28	0.04	0.024	-0.04	-0.024
28	25	29	1.806	1.119	-1.805	-1.117
29	29	30	1.203	0.745	-1.203	-0.745
30	29	31	0.602	0.372	-0.602	-0.372

Branch Data						
Brnch	From	To	From Bus Injection		To Bus Injection	
#	Bus	Bus	P (MW)	Q (MVAr)	P (MW)	Q (MVAr)
31	31	32	0.401	0.248	-0.401	-0.248
32	31	33	0.201	0.124	-0.201	-0.124
33	33	34	0.201	0.124	-0.201	-0.124

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์การลงทุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

ปีที่	เงินลงทุนเริ่มต้น	รายจ่าย		Total	รายรับ		Total	Net Cash flow
		ค่าเชื้อเพลิง/ปี	O&M	Cash Outflow	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าบริการ	Cash Inflow	
0	102,241,154.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-102,241,154.00
1		14,312,846.50	4,650,100.00	18,962,946.50	38,955,017.96	2,738.04	38,957,756.00	19,994,809.50
2		14,742,231.90	4,789,603.00	19,531,834.90	38,955,017.96	2,738.04	38,957,756.00	19,425,921.10
3		15,184,498.85	4,933,291.09	20,117,789.94	38,955,017.96	2,738.04	38,957,756.00	18,839,966.06
4		15,640,033.82	5,081,289.82	20,721,323.64	38,955,017.96	2,738.04	38,957,756.00	18,236,432.36
5		16,109,234.83	5,233,728.52	21,342,963.35	38,955,017.96	2,738.04	38,957,756.00	17,614,792.65
6		16,592,511.88	5,390,740.37	21,983,252.25	40,944,549.01	2,738.04	40,947,287.05	18,964,034.80
7		17,090,287.23	5,552,462.58	22,642,749.82	40,944,549.01	2,738.04	40,947,287.05	18,304,537.23
8		17,602,995.85	5,719,036.46	23,322,032.31	40,944,549.01	2,738.04	40,947,287.05	17,625,254.74
9		18,131,085.73	5,890,607.56	24,021,693.28	40,944,549.01	2,738.04	40,947,287.05	16,925,593.77
10		18,675,018.30	6,067,325.78	24,742,344.08	40,944,549.01	2,738.04	40,947,287.05	16,204,942.97
11		19,235,268.85	6,249,345.56	25,484,614.40	42,947,907.30	2,738.04	42,950,645.34	17,466,030.94
12		19,812,326.91	6,436,825.92	26,249,152.83	42,947,907.30	2,738.04	42,950,645.34	16,701,492.51
13		20,406,696.72	6,629,930.70	27,036,627.42	42,947,907.30	2,738.04	42,950,645.34	15,914,017.92

ปีที่	เงินลงทุนเริ่มต้น	รายจ่าย		Total	รายรับ		Total	Net Cash flow
		ค่าเชื้อเพลิง/ปี	O&M	Cash Outflow	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าบริการ	Cash Inflow	
14		21,018,897.62	6,828,828.62	27,847,726.24	42,947,907.30	2,738.04	42,950,645.34	15,102,919.10
15		21,649,464.55	7,033,693.48	28,683,158.03	42,947,907.30	2,738.04	42,950,645.34	14,267,487.31
16		22,298,948.49	7,244,704.28	29,543,652.77	45,095,302.66	2,738.04	45,098,040.70	15,554,387.94
17		22,967,916.94	7,462,045.41	30,429,962.35	45,095,302.66	2,738.04	45,098,040.70	14,668,078.35
18		23,656,954.45	7,685,906.77	31,342,861.22	45,095,302.66	2,738.04	45,098,040.70	13,755,179.48
19		24,366,663.08	7,916,483.98	32,283,147.06	45,095,302.66	2,738.04	45,098,040.70	12,814,893.64
20		25,097,662.97	8,153,978.50	33,251,641.47	45,095,302.66	2,738.04	45,098,040.70	11,846,399.23
21		25,850,592.86	8,398,597.85	34,249,190.72	47,350,067.80	2,738.04	47,352,805.84	13,103,615.12
22		26,626,110.65	8,650,555.79	35,276,666.44	47,350,067.80	2,738.04	47,352,805.84	12,076,139.40
23		27,424,893.97	8,910,072.46	36,334,966.43	47,350,067.80	2,738.04	47,352,805.84	11,017,839.41
24		28,247,640.79	9,177,374.64	37,425,015.42	47,350,067.80	2,738.04	47,352,805.84	9,927,790.41
25		29,095,070.01	9,452,695.87	38,547,765.89	47,350,067.80	2,738.04	47,352,805.84	8,805,039.95

หน่วยเป็นบาท

ตารางที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์การลงทุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่แกลบเป็นเชื้อเพลิง

ปีที่	เงินลงทุนเริ่มต้น	รายจ่าย		Total	รายรับ			Total	Net Cash flow
		ค่าเชื้อเพลิง/ปี	O&M	Cash Outflow	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าขี้เถ้าแกลบ	ค่าบริการ	Cash Inflow	
0	105,829,396.00								-105,829,396.00
1		16,996,878.95	3,704,028.86	20,700,907.81	38,955,017.96	1,359,750.32	2,738.04	40,317,506.32	19,616,598.50
2		17,506,785.32	3,815,149.73	21,321,935.04	38,955,017.96	1,359,750.32	2,738.04	40,317,506.32	18,995,571.27
3		18,031,988.88	3,929,604.22	21,961,593.10	38,955,017.96	1,359,750.32	2,738.04	40,317,506.32	18,355,913.22
4		18,572,948.54	4,047,492.34	22,620,440.89	38,955,017.96	1,359,750.32	2,738.04	40,317,506.32	17,697,065.43
5		19,130,137.00	4,168,917.11	23,299,054.12	38,955,017.96	1,359,750.32	2,738.04	40,317,506.32	17,018,452.20
6		19,704,041.11	4,293,984.63	23,998,025.74	40,944,549.01	1,359,750.32	2,738.04	42,307,037.37	18,309,011.63
7		20,295,162.34	4,422,804.17	24,717,966.51	40,944,549.01	1,359,750.32	2,738.04	42,307,037.37	17,589,070.85
8		20,904,017.21	4,555,488.29	25,459,505.51	40,944,549.01	1,359,750.32	2,738.04	42,307,037.37	16,847,531.86
9		21,531,137.73	4,692,152.94	26,223,290.67	40,944,549.01	1,359,750.32	2,738.04	42,307,037.37	16,083,746.69
10		22,177,071.86	4,832,917.53	27,009,989.39	40,944,549.01	1,359,750.32	2,738.04	42,307,037.37	15,297,047.97
11		22,842,384.02	4,977,905.05	27,820,289.07	42,947,907.30	1,359,750.32	2,738.04	44,310,395.66	16,490,106.58
12		23,527,655.54	5,127,242.21	28,654,897.75	42,947,907.30	1,359,750.32	2,738.04	44,310,395.66	15,655,497.91
13		24,233,485.21	5,281,059.47	29,514,544.68	42,947,907.30	1,359,750.32	2,738.04	44,310,395.66	14,795,850.98
14		24,960,489.76	5,439,491.26	30,399,981.02	42,947,907.30	1,359,750.32	2,738.04	44,310,395.66	13,910,414.64

ปีที่	เงินลงทุนเริ่มต้น	รายจ่าย		Total	รายรับ			Total	Net Cash flow
		ค่าเชื้อเพลิง/ปี	O&M	Cash Outflow	ค่าพลังงานไฟฟ้า	ค่าขี้เถ้าแกลบ	ค่าบริการ	Cash Inflow	
15		25,709,304.45	5,602,675.99	31,311,980.45	42,947,907.30	1,359,750.32	2,738.04	44,310,395.66	12,998,415.21
16		26,480,583.59	5,770,756.27	32,251,339.86	45,095,302.66	1,359,750.32	2,738.04	46,457,791.02	14,206,451.16
17		27,275,001.10	5,943,878.96	33,218,880.06	45,095,302.66	1,359,750.32	2,738.04	46,457,791.02	13,238,910.96
18		28,093,251.13	6,122,195.33	34,215,446.46	45,095,302.66	1,359,750.32	2,738.04	46,457,791.02	12,242,344.56
19		28,936,048.66	6,305,861.19	35,241,909.85	45,095,302.66	1,359,750.32	2,738.04	46,457,791.02	11,215,881.17
20		29,804,130.12	6,495,037.03	36,299,167.15	45,095,302.66	1,359,750.32	2,738.04	46,457,791.02	10,158,623.87
21		30,698,254.03	6,689,888.14	37,388,142.16	47,350,067.80	1,359,750.32	2,738.04	48,712,556.15	11,324,413.99
22		31,619,201.65	6,890,584.78	38,509,786.43	47,350,067.80	1,359,750.32	2,738.04	48,712,556.15	10,202,769.73
23		32,567,777.70	7,097,302.33	39,665,080.02	47,350,067.80	1,359,750.32	2,738.04	48,712,556.15	9,047,476.13
24		33,544,811.03	7,310,221.39	40,855,032.42	47,350,067.80	1,359,750.32	2,738.04	48,712,556.15	7,857,523.73
25		34,551,155.36	7,529,528.04	42,080,683.40	47,350,067.80	1,359,750.32	2,738.04	48,712,556.15	6,631,872.76

หน่วยเป็นบาท

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายนิรุตติ์ นาคนาเกร็ด เกิดเมื่อวันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี ในปีการศึกษา 2547 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547