รายการอ้างอิง

[1] Ackermann, T. Wind power in power system. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

[2] Bhadra, S. N., Kastha, D., and Banerjee, S. Wind electrical systems. New Delhi: Oxford University Press, 2005.

[3] Tapia, A., Tapia, G., Ostolaza, J. X., and Saenz, J. R. Modeling and control of a wind turbine driven doubly fed induction generator. IEEE Transactions on Energy Conversion 18 (June 2003): 194–204.

[4] Chowdhury, B. H., and Chellapilla, S. Double-fed induction generator control for variable speed wind power generation. Electric Power Systems Research 76 (June 2006): 786–800.

[5] MathWorks, Inc. MATLAB & Simulink[Online]. 2011. Available from: http://www.mathworks.com[2011, April 1]

[6] Zakian, V., and Al-Naib, U. Design of dynamical and control systems by the method of inequalities. Proceedings of Institution of Electrical Engineers 120 (1973): 1421–1427.

[7] Zakian, V. New formulation for the method of inequalities. Proceedings of Institution of Electrical Engineers 126 (1979): 579–584.

[8] Zakian, V. Perspectives on the principle of matching and the method of inequalities. International Journal of Control 65 (1996): 147–175.

[9] Zakian, V., ed. Control systems design: A new framework. London: Springer-Verlag, 2005.

[10] Zakian, V. Well matched systems. IMA Journal of Mathematical Control and Information 8 (1991): 29–38.

[11] Masters, G. M. Renewable and efficient electric power systems. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

[12] Manwell, J. F., McGowan, J. G., and Rogers, A. L. Wind energy explained: Theory, design, and application. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2009.

[13] Lubosny, Z. Wind turbine operation in electric power systems. Berlin: Springer-Verlag, 2003.

[14] Kundur, P. Power system stability and control. New York: McGraw-Hill, 1994.

[15] Krause, P. C., Wasynczuk, O., and Sudhoff, S. D. Analysis of electric machinery and drive systems. 2nd ed. New York: IEEE Press, 2002.

[16] Ong, C. Dynamic simulation of electric machinery using MATLAB/Simulink. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

[17] Lane, P. G. The principle of matching: a necessary and sufficient condition for inputs restricted in magnitude and rate of change. International Journal of Control 62 (1995): 893–915.

[18] Nanayakkara, N., Nakamura, M., and Hatazaki, H. Predictive control of wind turbines in small power systems at high turbulent wind speeds. Control Engineering Practice 5 (1997): 1063–1069.

[19] Ran, L., Bumby, J. R., and Tavner, P. J. Use of turbine inertia for power smoothing of wind turbines with a DFIG. 2004 11th International Conference on Harmonics and Quality of Power, 106–111. 2004.

[20] Muhando, E. B., Senjyu, T., Urasaki, N., Urasaki, N., and Funabashi, T. Robust predictive control of variable-speed wind turbine generator by self-tuning regulator. IEEE Power Engineering Society General Meeting, 1–8. 2007.

[21] Kusiak, A., Song, Z., and Zheng, H. Anticipatory control of wind turbines with data-driven predictive models. IEEE Transactions on Energy Conversion 24 (September 2009): 766–774.

[22] Tia, K., Arunsawatwong, S., and Eua-arporn, B. Design of compensators for power systems operating under load voltage fluctuation satisfying bounding conditions. 6th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology 2009, 252–255. 2009.

[23] Khaisongkram, W., Banjerdpongchai, D., and Arunsawatwong, S. Controller design for a binary distillation column under disturbances with bounds on magnitudes and derivatives using Zakian's framework. 2004 5th Asian Control Conference, 1676–1684. 2004.

[24] Wijaya, S., Arunsawatwong, S., and Wongsaisuwan, M. PI-controller design for an industrial boiler using the method of inequalities. International Conference on Instrumentation, Control & Automation 2009, 190–195. 2009.

[25] Henriksen, L. C. Model predictive control of a wind turbine. Master's Thesis, Department of Informatics and Mathematical Modelling, Technical University of Denmark, 2007.

[26] Akhmatov, V. Analysis of dynamic behaviour of electric power systems with large amount of wind power. Doctoral dissertation, Department of Electric Power Engineering, Technical University of Denmark, 2003.

[27] Welfonder, E., Neifer, R., and Spaimer, M. Development and experimental identification of dynamic models for wind turbines. Control Engineering Practice 5 (1997): 63–73.

[28] Electricity Generating Authority of Thailand. Wind Turbines[Online]. 2011. Available from: http://www.egat.co.th[2011, April 1]

[29] Heier, S. Grid integration of wind energy conversion systems. Chichester: John Wiley & Sons, 2006.

[30] Mohan, N., Undeland, T. M., and Roobbins, W. P. Power electronics: Converters, applications, and design. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2003.

[31] Liu, Q., Yu F., and Zhang J. Novel modeling and control of doubly-fed variable-speed constant-frequency wind power generator. The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 1621–1626. 2007.

[32] Taylor, C. W. Power system voltage stability. New York: McGraw-Hill, 1994.

[33] Maciejowski, J. M. Predictive control with constraints. London: Prentice Hall, 2002.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

ในภาคผนวกนี้จะนำเสนอข้อมูล DFIG และตัวควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

ก.1 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำแบบป้อนคู่

ค่าพารามิเตอร์ของ DFIG แสดงไว้ในตารางที่ ก.1 โดย DFIG มีค่าพิกัด 2 MW และ 20 kV ทำงานที่ความถี่ 60 Hz และคอนเวอร์เตอร์มีค่าพิกัด 1 MW

ตารางที่ ก.1 ค่าพารามิเตอร์ของ DFIG

ค่าพารามิเตอร์	DFIG
R_s	0.00706 pu
L_s	3.071 pu
R_r	0.005 pu
L_r	3.056 pu
L_m	2.9 pu
H	5.04 s
C_{DC}	10 mF
R_g	0.0015 pu
L_g	0.15 pu

ก.2 ข้อมูลตัวควบคุมระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมมุมพิชของใบพัดกังหันลม ตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงที่จ่ายออกจากสเตเตอร์ ตัวควบคุมแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดโรเตอร์ ตัวควบคุมแรงดันไฟตรงในคอนเวอร์เตอร์ และตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลในในวงจรกรองที่กริดแสดงไว้ในตารางที่ ก.2–ตารางที่ ก.7 ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมมุมพิชของใบพัดกังหันลม ตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงที่จ่ายออกจากสเตเตอร์ ตัวควบคุมแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดโรเตอร์เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการควบคุมให้ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ความเร็วลมค่าหนึ่งๆ

ตารางที่ ก.2 ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมมุมพิชของใบพัดกังหันลม

ค่าพารามิเตอร์	ตัวควบคุมมุมพิชของใบพัดกังหันลม
K_{β}	500 pu
β_{max}	45 deg
$\omega_{r,max}$	1.5 pu

ตารางที่ ก.3 ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงที่จ่ายออกจากสเตเตอร์

ค่าพารามิเตอร์	ตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงที่จ่ายออกจากสเตเตอร์
K_{p,P_s}	1 pu
K_{i,P_s}	100 pu

ตารางที่ ก.4 ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค่าพารามิเตอร์	ตัวควบคุมแรงดันที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
K_{p,V_s}	1.25 pu
K_{i,V_s}	300 pu
X_s	0.02 pu

ตารางที่ ก.5 ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดโรเตอร์

ค่าพารามิเตอร์	ตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดโรเตอร์
K_{p,I_r}	0.3 pu
K_{i,I_r}	8 pu

ตารางที่ ก.6 ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแรงดันไฟตรงในคอนเวอร์เตอร์

ค่าพารามิเตอร์	ตัวควบคุมแรงดันไฟตรงในคอนเวอร์เตอร์
$K_{p,V_{DC}}$	10 pu
$K_{i,V_{DC}}$	100 pu

ตารางที่ ก.7 ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลในในวงจรกรองที่กริด

ค่าพารามิเตอร์	ตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลในในวงจรกรองที่กริด
K_{p,I_g}	1 pu
K_{I,I_g}	100 pu

ภาคผนวก ข

ข้อมูลแบบจำลองของระบบที่ใช้ในการออกแบบตัวควบคุม

ในภาคผนวกนี้จะนำเสนอข้อมูลแบบจำลองของระบบที่ใช้ในการออกแบบตัวควบคุม

ข.1 ข้อมูลแบบจำลองของระบบไฟฟ้า

แรงดันเทวินินของแบบจำลองของระบบไฟฟ้าในแกน d มีค่า 1 pu และแรงดันเทวินินของแบบจำลองของระบบไฟฟ้าในแกน q มีค่า 0 pu อิมพีแดนซ์เทวินินของแบบจำลองของระบบไฟฟ้ามีค่าความต้านทาน 0 pu และค่ารีแอกแตนซ์ 0.4 pu โดยค่าฐานคือ 10 MVA และ 230 kV

ข.2 ข้อมูลแบบจำลองของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

จุดทำงานเริ่มต้นของแบบจำลองของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมแสดงไว้ในตารางที่ ข.1 และค่าสัญญาณอ้างอิงของตัวควบคุมในแบบจำลองของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมแสดงไว้ในตารางที่ ข.2

ตารางที่ ข.1 จุดทำงานเริ่มต้นของแบบจำลองของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

จุดทำงาน	ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
$v_{wind,0}$	6 m/s
$P_{s,0}$	0.5 pu
$Q_{s,0}$	0 pu
$\omega_{r,0}$	1 pu
$V_{DC,0}$	1200 V

ตารางที่ ข.2 ค่าสัญญาณอ้างอิงของตัวควบคุมในแบบจำลองของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

ค่าสัญญาณอ้างอิง	ตัวควบคุมของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
$P_{s,sch}$	0.5 pu
$P_{t,sch}$	0.5 pu
$V_{s,sch}$	1 pu
$V_{DC,ref}$	1200 V
$I_{qg,ref}$	0 pu

ภาคผนวก ค

ข้อมูลระบบทดสอบ

ในภาคผนวกนี้จะนำเสนอข้อมูลระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่องและระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

ค.1 ข้อมูลระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง

ข้อมูลระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง ได้แก่ ข้อมูลบัส สายส่ง หม้อแปลง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส และระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม ทั้งนี้ระบบทดสอบนี้ทำงานที่ความถี่ 60 Hz

ค.1.1 ข้อมูลบัส

ข้อมูลบัสที่จุดทำงานเริ่มต้นของการทดลอบแสดงไว้ในตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลบัสในระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง

บัส	กำลังการผลิตจริง (MW)	กำลังการผลิตรีแอกทีฟ (MVAr)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (MVAr)	ตัวเก็บประจุขนาน (MVAr)	ขนาดแรงดัน (pu)	มุมของแรงดัน (องศา)
1	9.00	2.47	0	0	0	1.030	0
2	1.00	0	0	0	0	0.993	–14.72
3	0	0	10.00	0	0	0.993	–15.30
4	0	0	0	0	0	1.019	–2.46

ค.1.2 ข้อมูลสายส่ง

สายส่งจากบัส 3 ไปบัส 4 มีค่ารีแอกแตนซ์ 0.25 pu โดยค่าฐานคือ 10 MVA และ 230 kV

ค.1.3 ข้อมูลหม้อแปลง

หม้อแปลงทุกตัวมีค่ารีแอกแตนซ์ 0.05 pu โดยค่าพิกัดคือ 10 MVA และ 20/230 kV

ค.1.4 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส

ค่าพารามิเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสแสดงไว้ในตารางที่ ค.2 ค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมความเร็วแสดงไว้ในตารางที่ ค.3 และค่าพารามิเตอร์ของระบบกระตุ้นแสดงไว้ในตารางที่ ค.4 และตารางที่ ค.5 ทั้งนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีค่าพิกัด 10 MVA และ 20 kV

ตารางที่ ค.2 ค่าพารามิเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสในระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง

ค่าพารามิเตอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 1
X_d	1.81 pu
X_q	1.76 pu
X'_d	0.3 pu
X'_q	0.65 pu
X_l	0.15 pu
R_s	0.003 pu
T'_{d0}	8 s
T'_{q0}	1 s
H	3.5 s
D	0 pu

ตารางที่ ค.3 ค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมความเร็วในระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง

ค่าพารามิเตอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 1
R	0.05 pu
T_g	0.2 s
T_{ch}	3 s

ตารางที่ ค.4 ค่าพารามิเตอร์ของส่วนรักษาขนาดแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติในระบบกระตุ้นในระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง

ค่าพารามิเตอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 1
K_a	200 pu
T_r	0.015 s
$E_{fd,max}$	7 pu
$E_{fd,min}$	–6.4 pu

ตารางที่ ค.5 ค่าพารามิเตอร์ของส่วนลดการแกว่งของกำลังไฟฟ้าในระบบกระตุ้นในระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง

ค่าพารามิเตอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 1
K_s	7.5 pu
T_w	1.41 s
T_1	0.154 s
T_2	0.033 s
$V_{s,max}$	0.2 pu
$V_{s,min}$	–0.2 pu

ค.1.5 ข้อมูลระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมประกอบด้วยกังหันลมและ DFIG จำนวน 1 ชุด โดยมีค่าพิกัด 2 MW และ 20 kV ค่าพารามิเตอร์ของ DFIG และตัวควบคุมแสดงไว้ในภาคผนวก ก จุดทำงานเริ่มต้นของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมแสดงไว้ในตารางที่ ค.6 และค่าสัญญาณอ้างอิงของตัวควบคุมแสดงไว้ในตารางที่ ค.7

ตารางที่ ค.6 จุดทำงานเริ่มต้นของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง

จุดทำงาน	ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
$v_{wind,0}$	6 m/s
$\omega_{r,0}$	1 pu
$V_{DC,0}$	1200 V

ตารางที่ ค.7 ค่าสัญญาณอ้างอิงของตัวควบคุมในระบบทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสองเครื่อง

ค่าสัญญาณอ้างอิง	ตัวควบคุมของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
$P_{s,sch}$	0.5 pu
$P_{t,sch}$	0.5 pu
$V_{s,sch}$	0.993 pu
$V_{DC,ref}$	1200 V
$I_{qg,ref}$	0 pu

ค.2 ข้อมูลระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

ข้อมูลระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน ได้แก่ ข้อมูลบัส สายส่ง หม้อแปลง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส และระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม ทั้งนี้ระบบทดสอบนี้ทำงานที่ความถี่ 60 Hz

ค.2.1 ข้อมูลบัส

ข้อมูลบัสที่จุดทำงานเริ่มต้นของการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ ค.8

ตารางที่ ค.8 ข้อมูลบัสในระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

บัส	กำลังการผลิตจริง (MW)	กำลังการผลิตรีแอกทีฟ (MVAr)	โหลดจริง (MW)	โหลดรีแอกทีฟ (MVAr)	ตัวเก็บประจุขนาน (MVAr)	ขนาดแรงดัน (pu)	มุมของแรงดัน (องศา)
1	700.00	182.46	0	0	0	1.030	20.16
2	700.00	228.45	0	0	0	1.010	10.40
3	718.52	164.28	0	0	0	1.030	–6.80
4	700.00	174.21	0	0	0	1.010	–16.95
5	300.00	0	0	0	0	0.980	–28.99
6	0	0	967.00	100.00	200	0.963	–4.77
7	0	0	2067.00	100.00	400	0.980	–31.98
8	0	0	0	0	0	1.007	13.70
9	0	0	0	0	0	0.979	3.62
10	0	0	0	0	0	1.010	–13.41
11	0	0	0	0	0	0.988	–23.66
12	0	0	0	0	0	0.954	–18.56

ค.2.2 ข้อมูลสายส่ง

สายส่งทุกวงจรมีค่าความต้านทานต่อความยาวของสายส่ง 0.0001 pu/km ค่ารีแอกแตนซ์ต่อความยาวของสายส่ง 0.001 pu/km และค่าการประจุสายส่ง (Line Charging) ต่อความยาวของสายส่ง 0.00175 pu/km โดยค่าฐานคือ 100 MVA และ 230 kV ทั้งนี้ค่าความยาวของสายส่งแสดงไว้ในตารางที่ ค.9

ตารางที่ ค.9 ความยาวของสายส่งในระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

สายส่ง	จากบัส	ไปบัส	ความยาว (km)
1	6	9	10
2	6	12	110
3	6	12	110
4	7	11	10
5	7	12	110
6	7	12	110
7	8	9	25
8	10	11	25

ค.2.3 ข้อมูลหม้อแปลง

หม้อแปลงทุกตัวมีค่ารีแอกแตนซ์ 0.15 pu โดยค่าพิกัดคือ 900 MVA และ 20/230 kV

ค.2.4 ข้อมูลเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส

ค่าพารามิเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสแสดงไว้ในตารางที่ ค.10 ค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมความเร็วแสดงไว้ในตารางที่ ค.11 และค่าพารามิเตอร์ของระบบกระตุ้นแสดงไว้ในตารางที่ ค.12 และตารางที่ ค.13 ทั้งนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกเครื่องมีค่าพิกัด 900 MVA และ 20 kV

ตารางที่ ค.10 ค่าพารามิเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัสในระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

ค่าพารามิเตอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 1	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 2	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 3	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 4
X_d	1.8 pu	1.8 pu	1.8 pu	1.8 pu
X_q	1.7 pu	1.7 pu	1.7 pu	1.7 pu
X'_d	0.3 pu	0.3 pu	0.3 pu	0.3 pu
X'_q	0.55 pu	0.55 pu	0.55 pu	0.55 pu
X_l	0.2 pu	0.2 pu	0.2 pu	0.2 pu
R_s	0.0025 pu	0.0025 pu	0.0025 pu	0.0025 pu
T'_{d0}	8 s	8 s	8 s	8 s
T'_{q0}	0.4 s	0.4 s	0.4 s	0.4 s
H	6.5 s	6.5 s	6.175 s	6.175 s
D	0 pu	0 pu	0 pu	0 pu

ตารางที่ ค.11 ค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมความเร็วในระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

ค่าพารามิเตอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 1	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 2	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 3	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 4
R	0.05 pu	0.05 pu	0.05 pu	0.05 pu
T_g	0.2 s	0.2 s	0.2 s	0.2 s
T_{ch}	3 s	3 s	3 s	3 s

ตารางที่ ค.12 ค่าพารามิเตอร์ของส่วนรักษาขนาดแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติในระบบกระตุ้นในระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

ค่าพารามิเตอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 1	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 2	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 3	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 4
K_a	200 pu	200 pu	200 pu	200 pu
T_r	0.01 s	0.01 s	0.01 s	0.01 s
$E_{fd,max}$	7 pu	7 pu	7 pu	7 pu
$E_{fd,min}$	–6.4 pu	–6.4 pu	–6.4 pu	–6.4 pu

ตารางที่ ค.13 ค่าพารามิเตอร์ของส่วนลดการแกว่งของกำลังไฟฟ้าในระบบกระตุ้นในระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

ค่าพารามิเตอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 1	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 2	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 3	เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่บัส 4
K_s	20 pu	20 pu	20 pu	20 pu
T_w	10 s	10 s	10 s	10 s
T_1	0.05 s	0.05 s	0.05 s	0.05 s
T_2	0.02 s	0.02 s	0.02 s	0.02 s
$V_{s,max}$	0.2 pu	0.2 pu	0.2 pu	0.2 pu
$V_{s,min}$	–0.2 pu	–0.2 pu	–0.2 pu	–0.2 pu

ค.2.5 ข้อมูลระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม

ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมประกอบด้วยกังหันลมและ DFIG จำนวน 300 ชุด โดยแต่ละชุดมีค่าพิกัด 2 MW และ 20 kV ค่าพารามิเตอร์ของ DFIG และตัวควบคุมแสดงไว้ในภาคผนวก ก จุดทำงานเริ่มต้นของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมแสดงไว้ในตารางที่ ค.14 และค่าสัญญาณอ้างอิงของตัวควบคุมแสดงไว้ในตารางที่ ค.15

ตารางที่ ค.14 จุดทำงานเริ่มต้นของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

จุดทำงาน	ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
$v_{wind,0}$	6 m/s
$\omega_{r,0}$	1 pu
$V_{DC,0}$	1200 V

ตารางที่ ค.15 ค่าสัญญาณอ้างอิงของตัวควบคุมในระบบทดสอบสองพื้นที่เชื่อมต่อกัน

ค่าสัญญาณอ้างอิง	ตัวควบคุมของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
$P_{s,sch}$	0.5 pu
$P_{t,sch}$	0.5 pu
$V_{s,sch}$	0.978 pu
$V_{DC,ref}$	1200 V
$I_{qg,ref}$	0 pu

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพิสิษฐ์พล จิรพงศานานุรักษ์ เกิดวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2529 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552