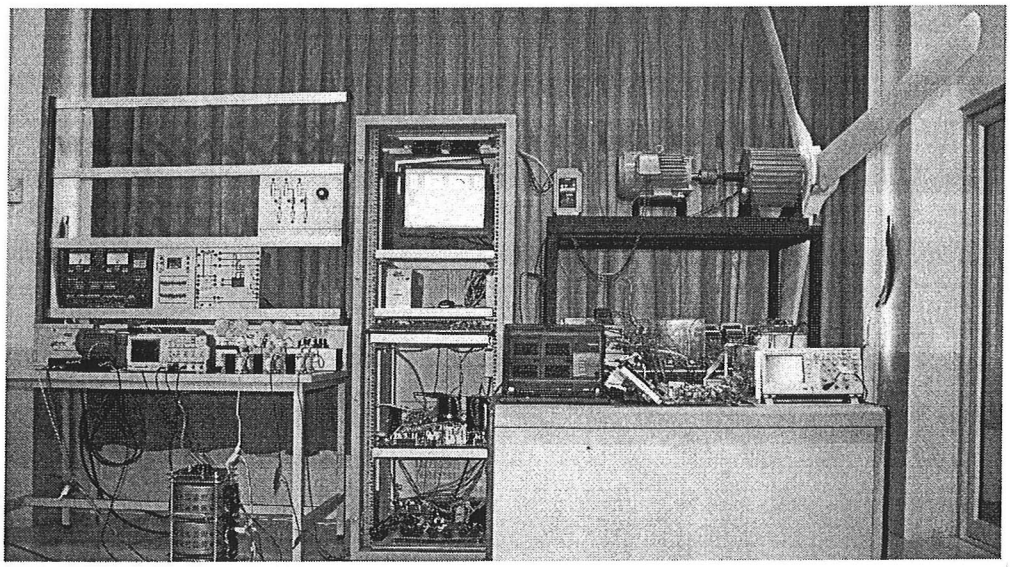
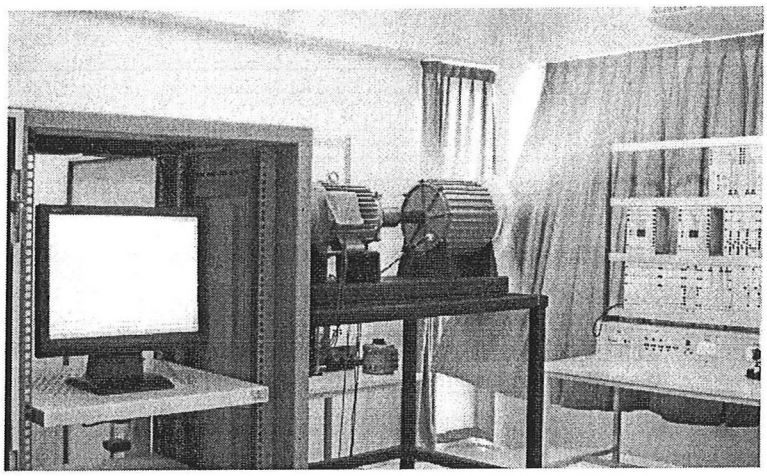
บทที่ 3
ผลการทดสอบระบบ

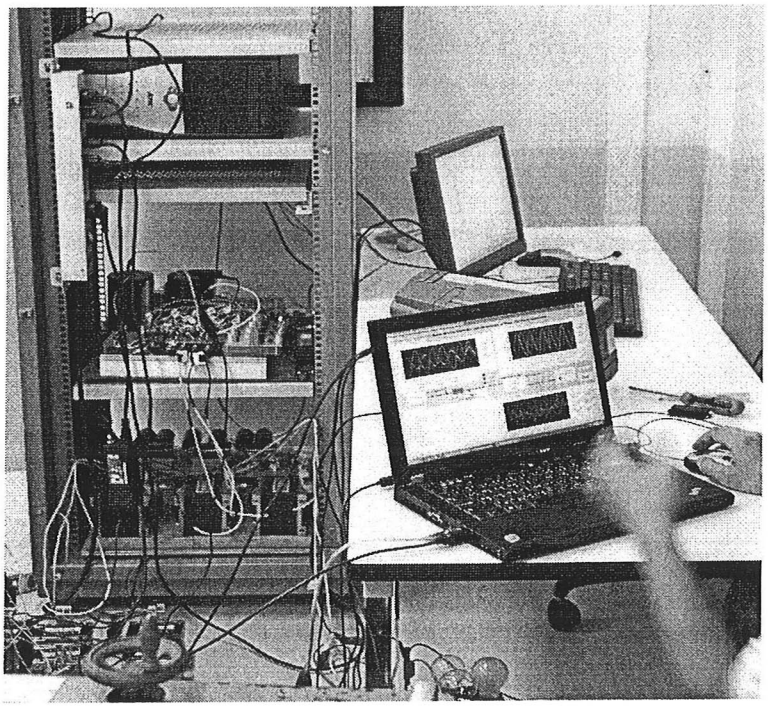


รูปที่ 3.1 ระบบจริงชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าของการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยกังหันลม

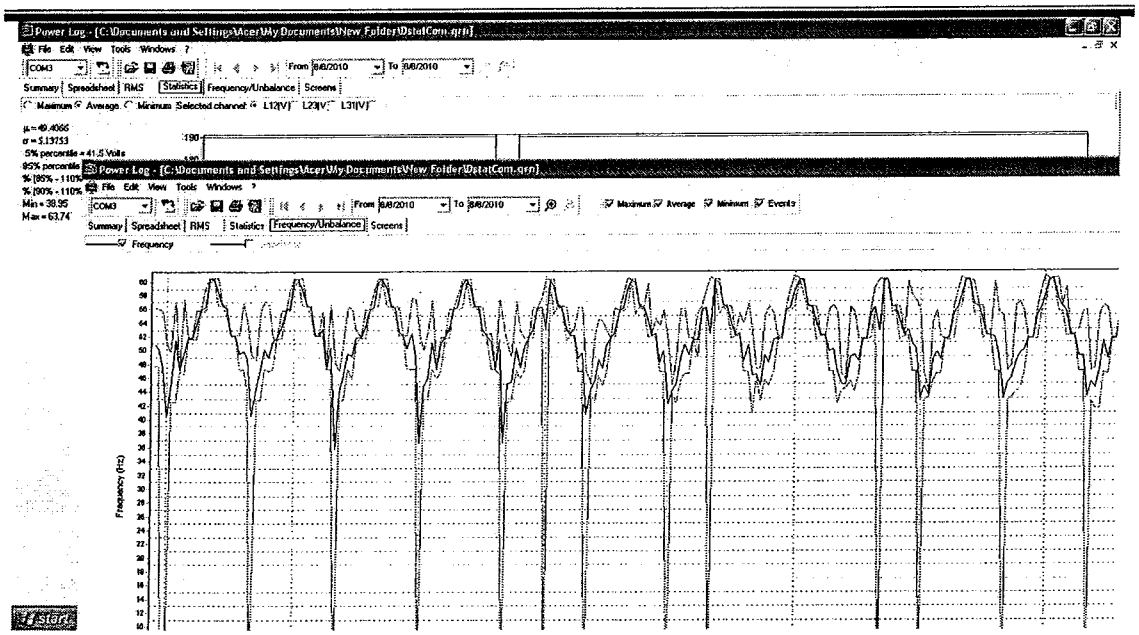
จากการผลการทดสอบชุดทดลองย่อยทั้ง 4 โครงการแล้วนั้น พบว่า ในการสร้างชุดการผลิตแรงดันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบแม่เหล็กถาวรด้วยกังหันลม ได้แรงดันออกมาที่ 48 โวลต์ กระแส 5 A ความถี่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นในโครงการที่ 1 จึงต้องมีการยกระดับสัญญาณแรงดันด้วยวงจรพุท-พูล ร่วมกับวงจรอินเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดัน 380 โวลต์ และรักษาความถี่ที่50Hz ได้กระแส 0.6 A ดังแสดงรายละเอียดในโครงการย่อยที่ 1 จึงเป็นสาเหตุให้การทดลองระบบรวมไม่สามารถนำชุดSTATCOM ของโครงการย่อยที่ 3 ต่อร่วมได้ เพราะSTATCOM ต้องทำการชดเชยแรงดันเพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ออกจากกังหันลมด้วยค่ากระไฟฟ้าที่สูงพอสำหรับการชดเชยแรงดันให้ได้คุณภาพของสัญญาณที่ดี ดังนั้นการทดสอบระบบรวมจึงได้ทำการทดสอบระบบ 2 ส่วน คือการทดสอบการปรับปรุงคุณภาพของแรงดันที่ผลิตได้จากกังหันลมแบบแม่เหล็กถาวรที่แรงดัน 48 โวลต์ พร้อมแสดงการทำงานผ่านระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์ และ การทดสอบชุดป้องกันโหลดที่สภาวะกระแสเกิน ที่แรงดัน 220 โวลต์ต่อเฟส จากการทบแรงดันของการผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้น พร้อมแสดงการทำงานผ่านระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์

3.1 ทดสอบการปรับปรุงคุณภาพของแรงดันที่ผลิตได้จากกังหันลมแบบแม่เหล็กถาวรที่แรงดัน 48 โวลต์ พร้อมแสดงการทำงานผ่านระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์

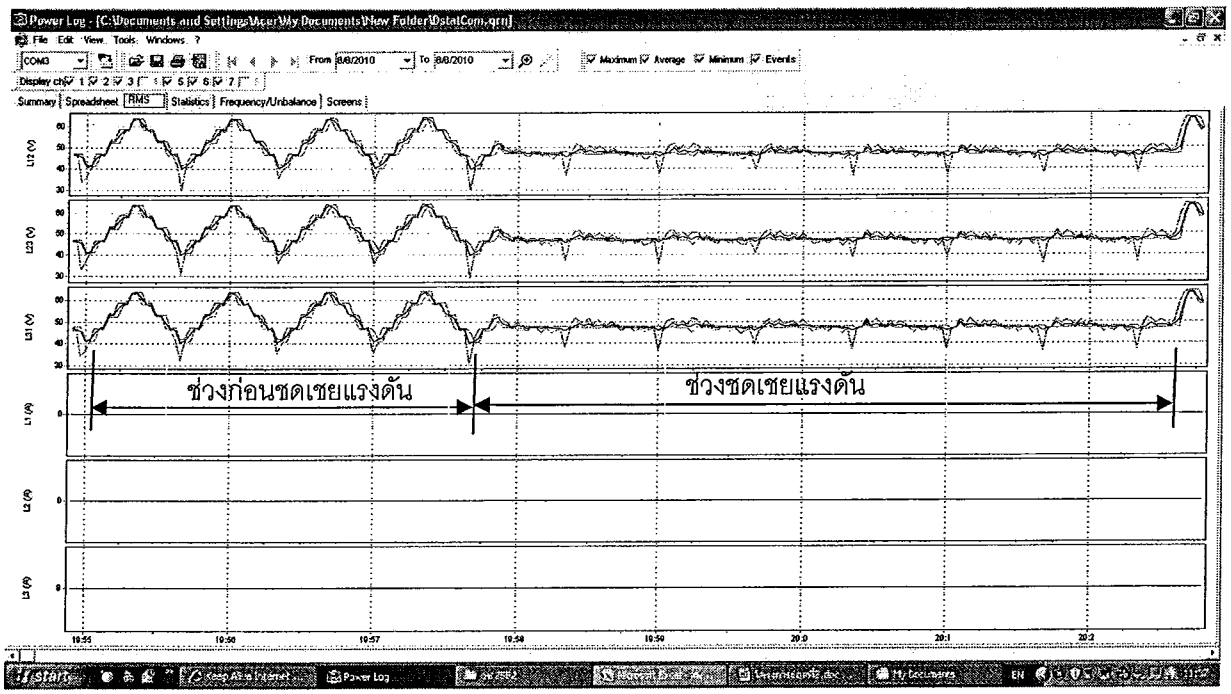




รูปที่ 3.2 การทดสอบการปรับปรุงคุณภาพของแรงดันด้วยSTATCOM ของแรงดันที่ผลิตได้จากกังหันลมแบบแม่เหล็กถาวรที่แรงดัน 48 โวลต์ พร้อมแสดงการทำงานผ่านระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์

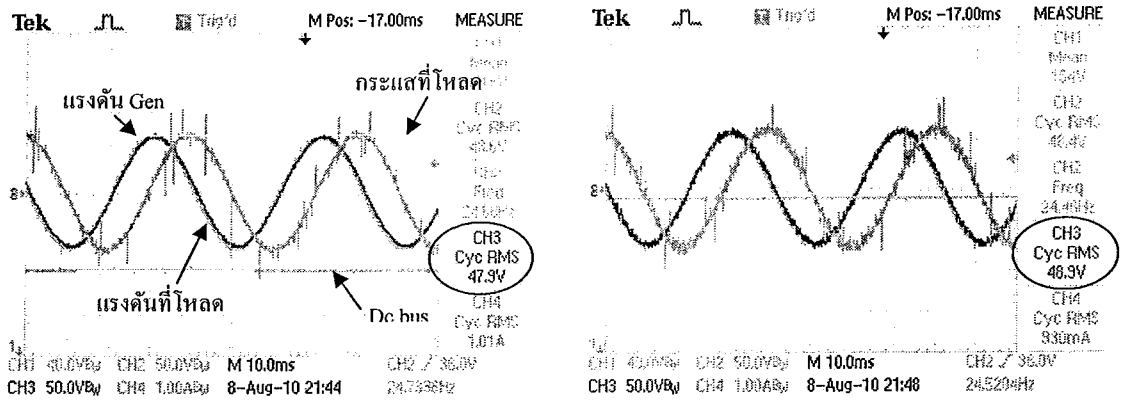


รูปที่ 3.3 สัญญาณความถี่ของแรงดันที่ออกจากWind Turbine วัดด้วย Power meter

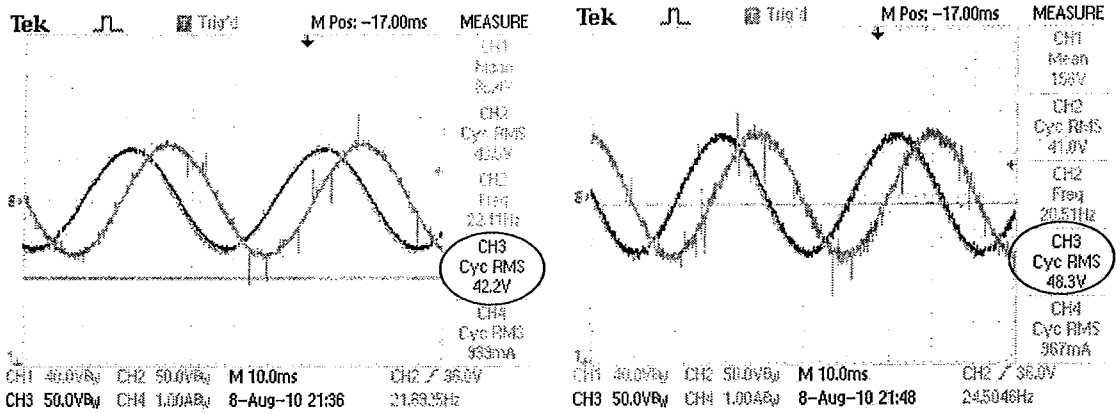


รูปที่ 3.4 สัญญาณการชดเชยแรงดันแต่ละเฟสของ STATCOM จาก Power meter

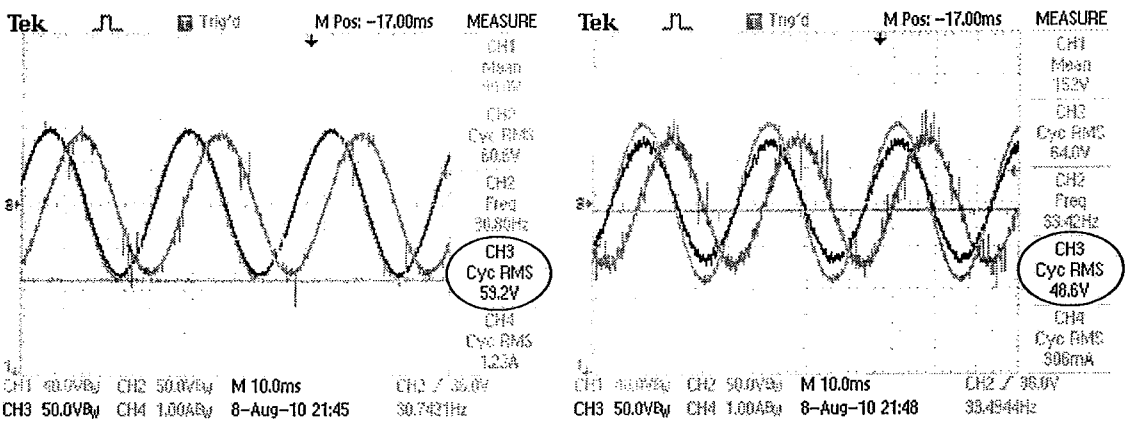
จากรูปที่ 3.4 เป็นสัญญาณแรงดันเปรียบเทียบในสภาวะการผลิตแรงดันในระบบที่มีความผิดเพี้ยนของสัญญาณแรงดันในสภาวะชุดปรับปรุงคุณภาพสัญญาณแรงดันยังไม่ทำงานและในช่วงที่ STATCOM ทำการชดเชยแรงดันเพื่อรักษาแรงดันในระบบที่ 48 โวลต์



รูปที่ 3.5 สัญญาณแรงดันก่อนและหลังการชดเชยแรงดันที่แรงดันปกติที่ 48 โวลต์

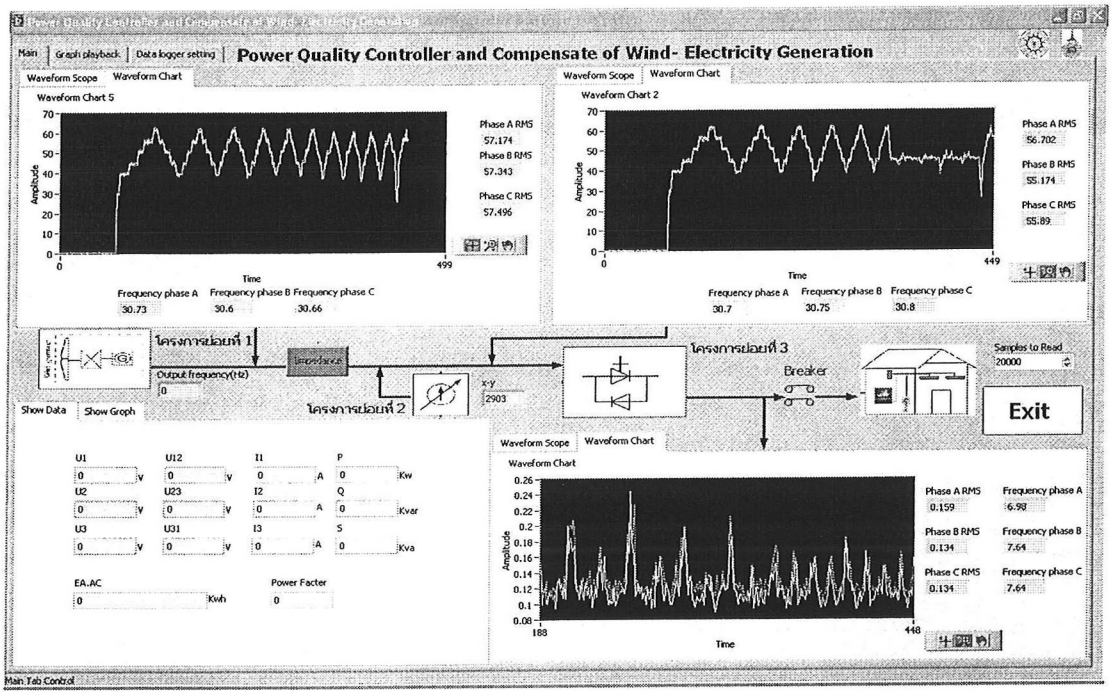


รูปที่ 3.6 สัญญาณแรงดันก่อนและหลังการชดเชยแรงดันที่แรงดันต่ำกว่า 48 โวลต์

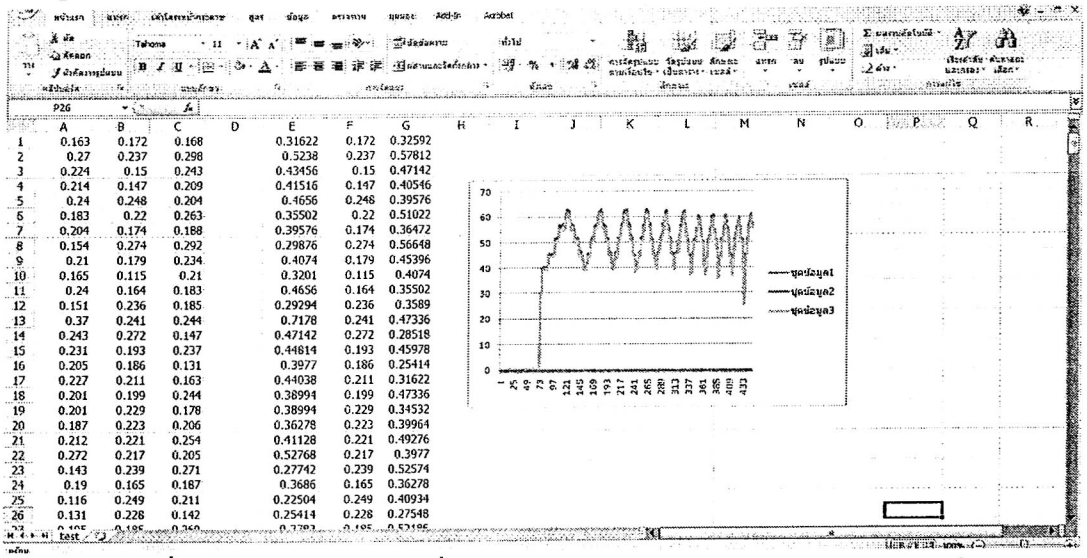


รูปที่ 3.7 สัญญาณแรงดันก่อนและหลังการชดเชยแรงดันที่แรงดันเกิน 48 โวลต์

จากผลการทดลองปรับปรุงคุณภาพแรงดันในสภาวะที่แรงดันในระบบมีการผลิตแรงดันในสภาวะปกติ ต่ำกว่า และสูงกว่า 48 โวลต์ ดังรูปที่ 3.5-3.7 ตามลำดับ ชุดควบคุมที่สร้างขึ้นดังกล่าวสามารถรักษาแรงดันให้อยู่ในสภาวะปกติด้วยความแม่นยำ และรวดเร็วต่อการเกิดการสร้างความเสียหายให้กับอุปกรณ์ได้ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของ IEEE1159 มาตรฐานของคุณภาพของแรงดันไฟฟ้า นอกจากการวัดผลการทดลองด้วยเครื่องวัดทางไฟฟ้าแล้วในโครงการนี้สามารถดูผลการทดลองได้ในระบบเฝ้ามองพฤติกรรม (Monitoring System) ดังรูปที่ 3.8

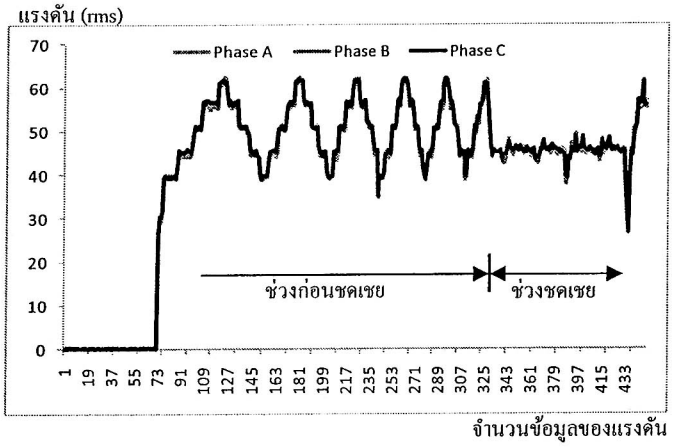


รูปที่ 3.8 แสดงผลของระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์เมื่อมีการชดเชยแรงดัน



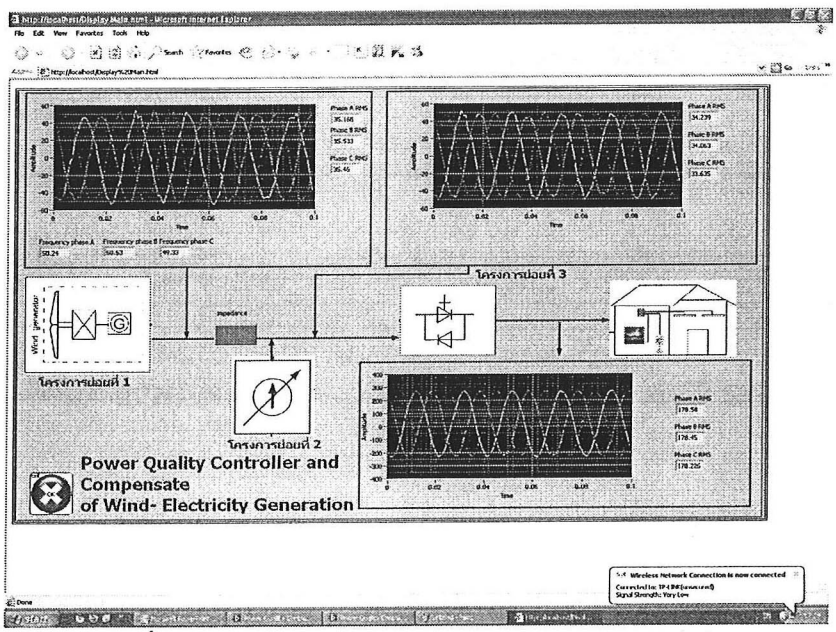
	A	B	C	D	E	F	G
1	0.163	0.172	0.168		0.31622	0.172	0.32592
2	0.27	0.237	0.298		0.5238	0.237	0.57812
3	0.224	0.15	0.243		0.43456	0.15	0.47142
4	0.214	0.147	0.209		0.41516	0.147	0.40546
5	0.24	0.248	0.204		0.4656	0.248	0.39576
6	0.183	0.22	0.263		0.35502	0.22	0.51022
7	0.204	0.174	0.188		0.39576	0.174	0.36472
8	0.154	0.274	0.292		0.29876	0.274	0.56648
9	0.21	0.179	0.234		0.4074	0.179	0.45396
10	0.165	0.115	0.21		0.3201	0.115	0.4074
11	0.24	0.164	0.183		0.4656	0.164	0.35502
12	0.151	0.236	0.185		0.29294	0.236	0.3589
13	0.37	0.241	0.244		0.7178	0.241	0.47336
14	0.243	0.272	0.147		0.47142	0.272	0.28518
15	0.231	0.193	0.237		0.44814	0.193	0.45978
16	0.205	0.186	0.131		0.3977	0.186	0.25414
17	0.227	0.211	0.163		0.44038	0.211	0.31622
18	0.201	0.199	0.244		0.38994	0.199	0.47336
19	0.201	0.229	0.178		0.38994	0.229	0.34532
20	0.187	0.223	0.206		0.36278	0.223	0.39964
21	0.212	0.221	0.254		0.41128	0.221	0.49276
22	0.272	0.217	0.205		0.52768	0.217	0.3977
23	0.143	0.239	0.271		0.27742	0.239	0.52574
24	0.19	0.165	0.187		0.3686	0.165	0.36278
25	0.116	0.249	0.211		0.22504	0.249	0.40934
26	0.131	0.228	0.142		0.25414	0.228	0.27548

รูปที่ 3.9 ข้อมูลของแรงดันที่ผ่านระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.10 ผลการทดสอบการชดเชยแรงดันด้านออก (หน่วยเป็นอาร์เอ็มเอส)

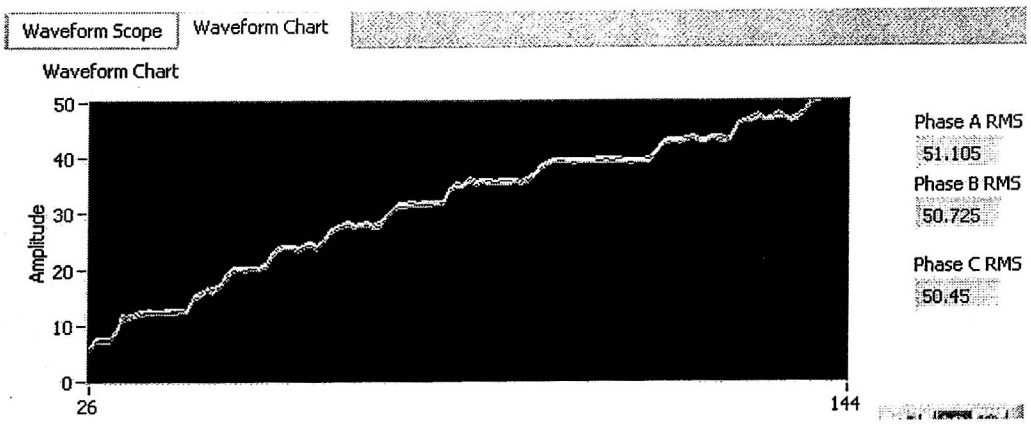
รูปที่ 3.8 แสดงการทดสอบระบบจริงของชุดชดเชยแรงดันผ่านระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งเห็นได้ว่าเมื่อควบคุมให้ความเร็วของลมเปลี่ยนแปลงจะทำให้แรงดันด้านออกมีการเปลี่ยนแปลงด้วย โดยสามารถแสดงรายละเอียดช่วงก่อนชดเชยและหลังชดเชยได้ดังรูปที่ 3.9 แรงดันที่วัดมีหน่วยเป็นอาร์เอ็มเอส พิกัดแรงดันที่ 48 โวลต์ จะสังเกตได้ว่าเมื่อชุดชดเชยสามารถชดเชยแรงดันที่พิกัดได้ เมื่อแสดงผลผ่านระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์ก็จะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 3.10 ซึ่งในระบบ Monitoring นี้มีคุณภาพการวัดเทียบเท่ากับการวัดในอุปกรณ์เครื่องวัดทางไฟฟ้า อีกทั้งยังสามารถบันทึกการทำงานได้ตามช่วงเวลาที่เราต้องการบันทึกการทำงาน และยังสามารถดูผลการทำงานและสั่งการในระบบได้ในระยะไกลหรือทางอินเทอร์เน็ต



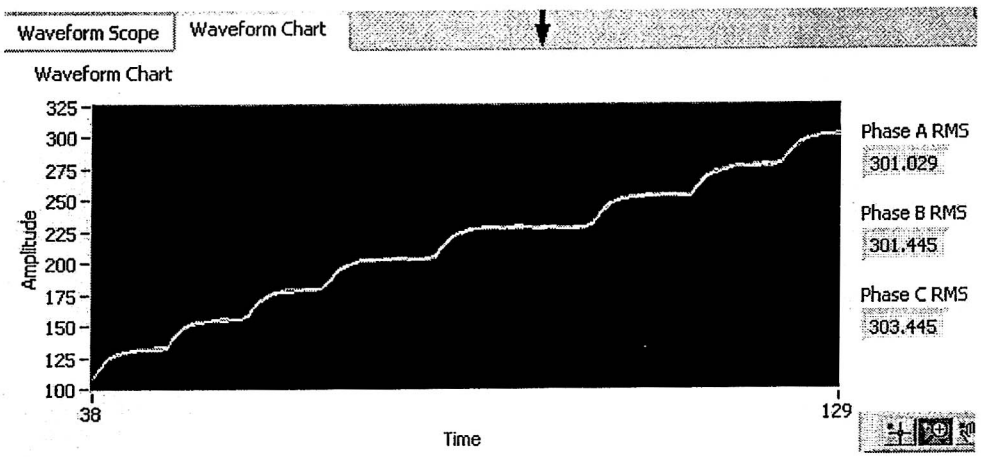
รูปที่ 3.11 การเรียกดูระบบการผลิตผ่านบนอินเทอร์เน็ต

3.2 ทดสอบชุดป้องกันโหลดที่สภาวะกระแสเกิน ที่แรงดัน 220 โวลต์ต่อเฟส จากการทบแรงดันของการผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้น พร้อมแสดงการทำงานผ่านระบบเฝ้ามองพฤติกรรมทางคอมพิวเตอร์

จากการทดสอบผลของระบบป้องกันโหลดที่ได้จากการทบแรงดัน พบว่าขณะที่ทบแรงดัน (Boost) ที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส ไปเป็น 48 โวลต์ 380 โวลต์ จะเลือกใช้วงจรยกระดับสัญญาณแรงดันด้วยวงจรพุท-พูล (Push-Pull) ร่วมกับวงจรอินเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดัน ให้สูงถึง 380 โวลต์ และรักษาความถี่ที่50Hz ได้กระแส 0.6 A ดังแสดงในรูปที่ 3.12

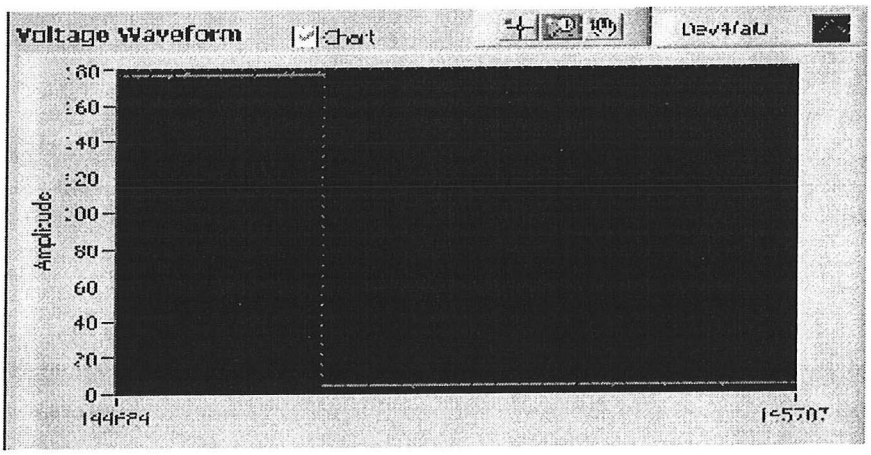


รูปที่ 3.12 กราฟแรงดันที่ได้จากการวัดที่เยนเนอร์เรเตอร์

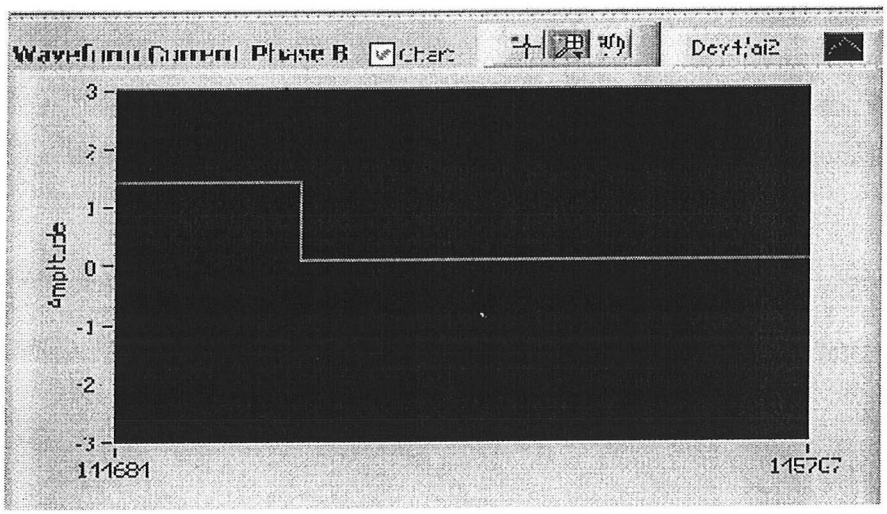


รูปที่ 3.13 กราฟแรงดันที่ได้จากการวัดหลังอินเวอร์เตอร์

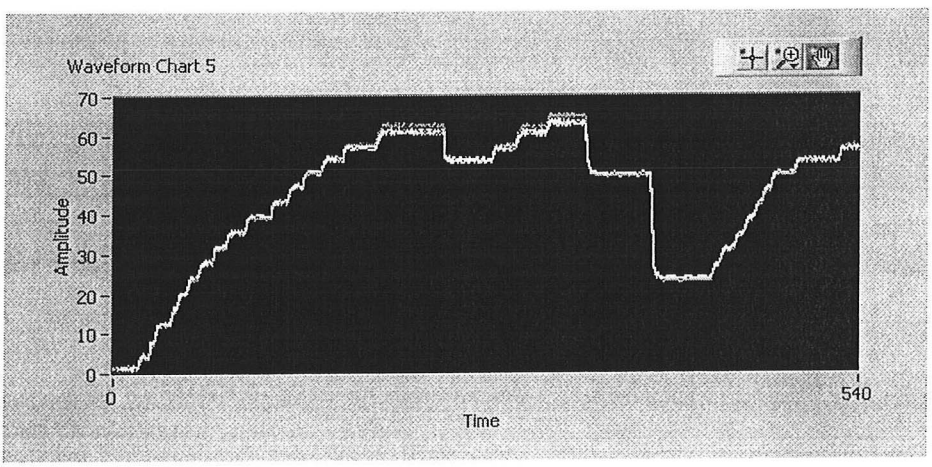
จากการทดสอบชุดป้องกันโหลดที่สภาวะกระแสเกิน ที่แรงดัน 220 โวลต์ต่อเฟส การทบแรงดันของการผลิตกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้นจะกำหนดให้แรงดันเกินที่ยอมรับได้ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของแรงดันอินพุทดังแสดงในรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15 หากเกินกว่านั้นชุดโซลิทสเตทเซอร์กิตเบรคเกอร์ (SSCB) จะตัดวงจรออกเพื่อป้องกันโหลดให้ปลอดภัย



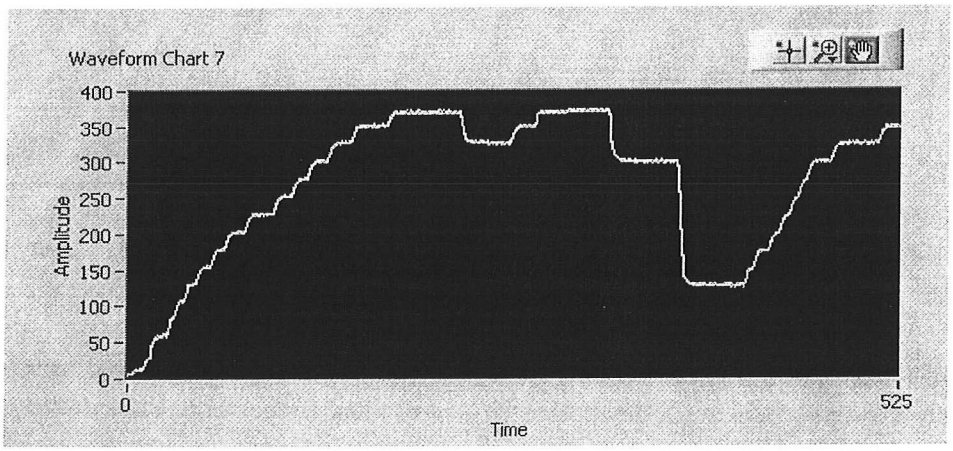
รูปที่ 3.14 กราฟของแรงดันแสดงการตัดวงจรของ SSCB



รูปที่ 3.15 กราฟของกระแสทั้ง 3 เฟสแสดงการตัดวงจรของ SSCB

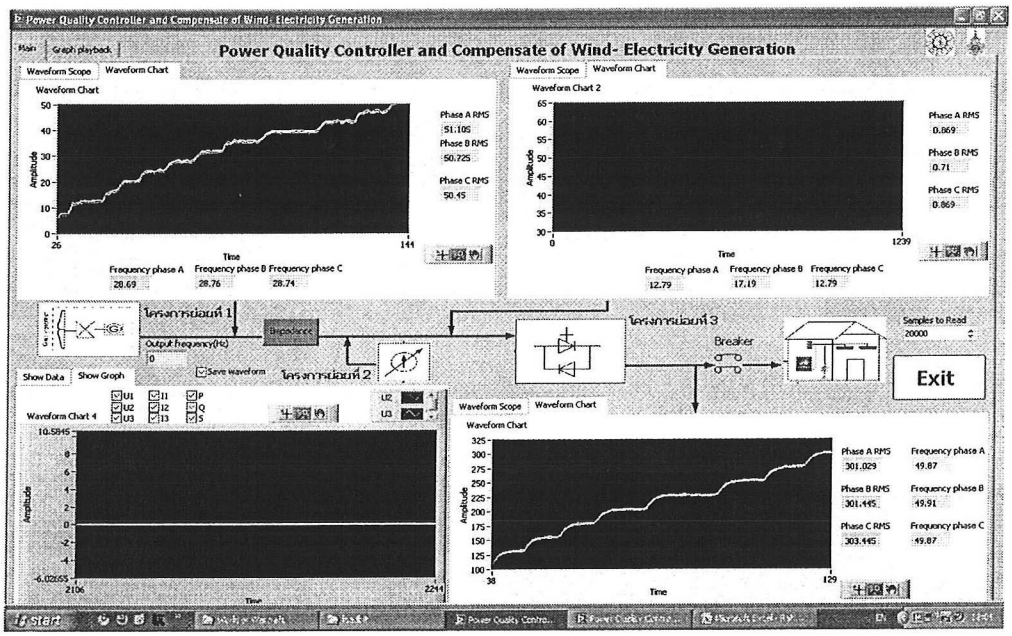


รูปที่ 3.16 พล๊อตเวฟฟอร์มแรงดันที่ได้จากการวัดที่เยนเนอร์เรเตอร์ที่แรงดัน 48โวลต์

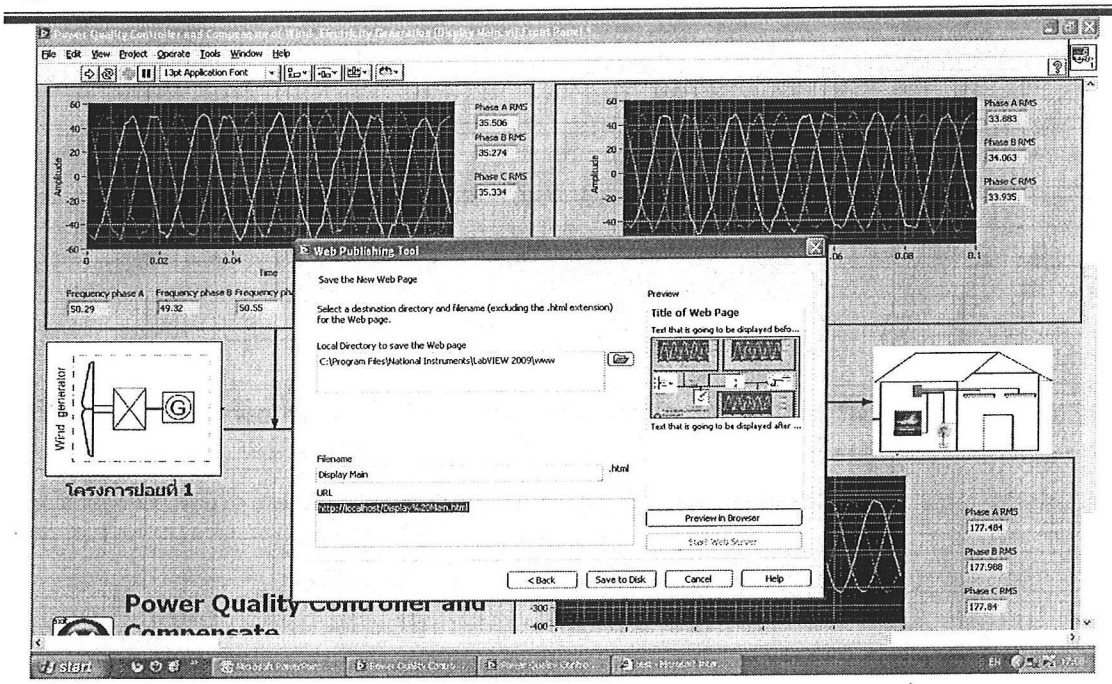


รูปที่ 3.17 พล๊อตเวฟฟอร์มแรงดันที่ได้จากการวัดหลังอินเวอร์เตอร์ที่ 380 โวลต์

การออกแบบที่สำคัญของระบบระบบเฝ้ามองพฤติกรรมในระบบการชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าจะสามารถเฝ้ามองได้จากระยะไกลด้วยระบบอินเทอร์เน็ต ดังนั้นโปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้จะมีหน้าต่างในส่วนของการติดต่อสื่อสารแบบเน็ตเวิร์คเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งฟังก์ชั่น



รูปที่ 3.18 การตรวจจับสัญญาณภาพการวัดจากระบบเฝ้ามองพฤติกรรม



รูปที่ 3.19 การเฝ้าดูและสั่งการระบบด้วยระยะไกลบนอินเทอร์เน็ต