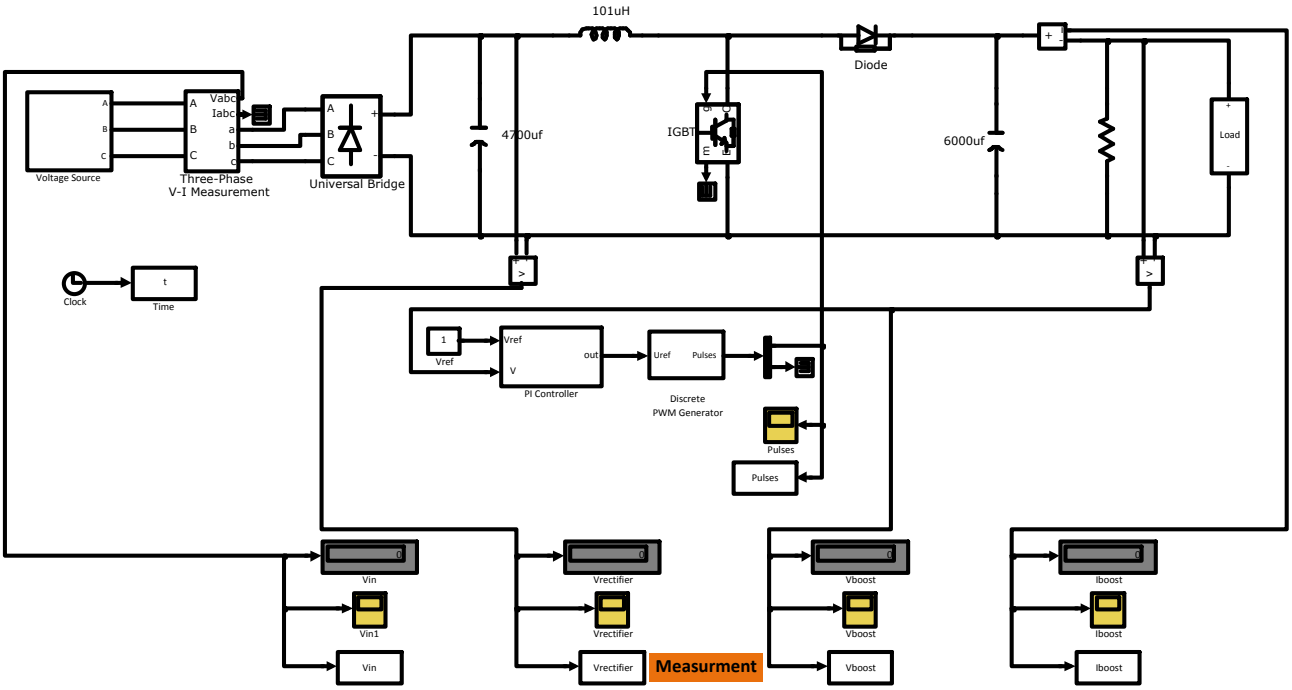
บทที่ 4

ผลการจำลอง และการทดสอบ

ในบทนี้ได้นำเสนอผลการจำลองการทำงานของวงจรต่าง ๆ บน MATLAB/SIMULINK คือ วงจรเรียงกระแสสามเฟส วงจรทบระดับแรงดัน วงจรพุช-พูลคอนเวอร์เตอร์ และวงจรอินเวอร์เตอร์ และทดสอบการทำงานวงจรที่ได้ทำการจำลองต่าง ๆ บนเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น และทำการทดสอบที่สภาวะแรงดันต่าง ๆ

4.1 การจำลองการทำงานบน MATLAB/SIMULINK [10]



รูปที่ 4.1 วงจรการจำลองของวงจรทบระดับแรงดันใน MATLAB/SIMULINK

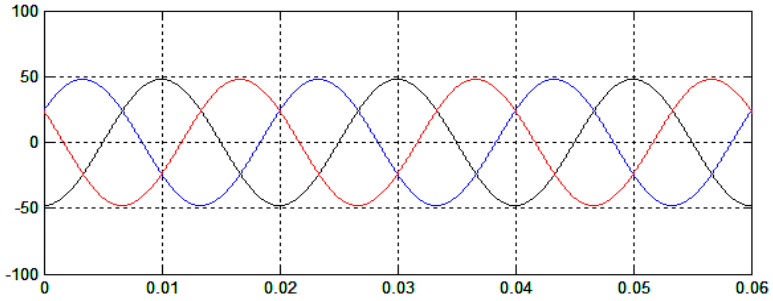
ตารางที่ 4.1 ค่าพารามิเตอร์การจำลองการทำงาน ใน MATLAB/SIMULINK

รายการ / สัญลักษณ์	ค่าที่ใช้
แรงดันออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	48 V
แรงดันด้านเข้าของวงจรทบระดับ	64.82 V
แรงดันด้านออกของวงจรทบระดับ	100 V
กระแสด้านออกของวงจรทบระดับ	15 A
ค่าความเหนี่ยวนำ (L)	60 μH
ค่าเก็บประจุ(C)	52 μF
ความถี่ในการสวิตช์	10KHz

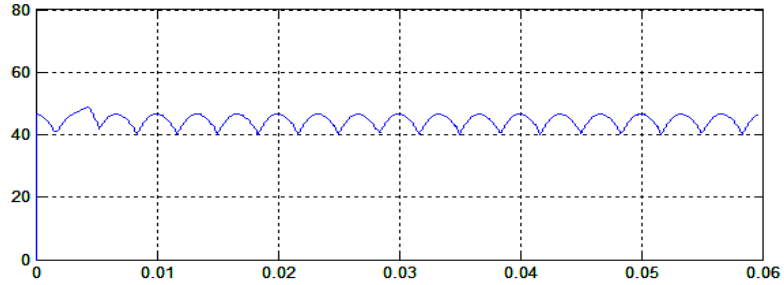
4.2 ผลการจำลองวงจรทบระดับแรงดัน

การทดลองการจำลองของระบบจะทำการทดลองที่สภาวะแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรที่แรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ 48 V คงที่ และดูสภาวะแรงดันของวงจรต่าง ๆ ในระบบ และทำการจำลองในกรณีที่สภาวะแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างฉับพลันเพื่อดูสภารวะแรงดันต่าง ๆ ของวงจรว่าได้ทำงานตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

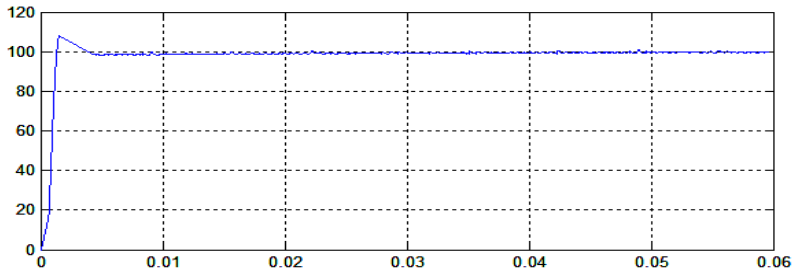
4.2.1 การจำลองที่สภาวะแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรที่แรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ 48 V คงที่



รูปที่ 4.2 การจำลองแรงดันที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่แรงดัน 48 V คงที่



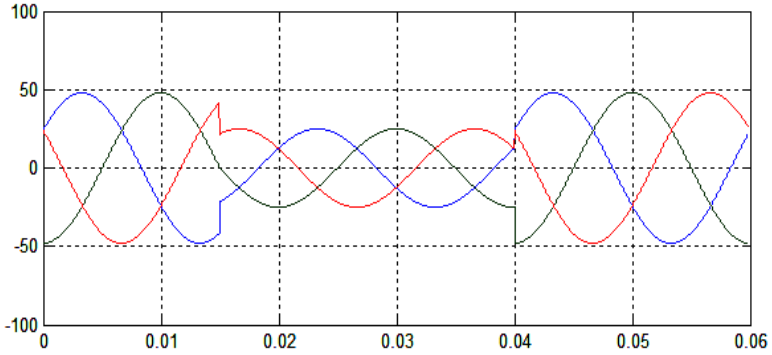
รูปที่ 4.3 การจำลองแรงดันที่ออกจากวงจรเรียงกระแส



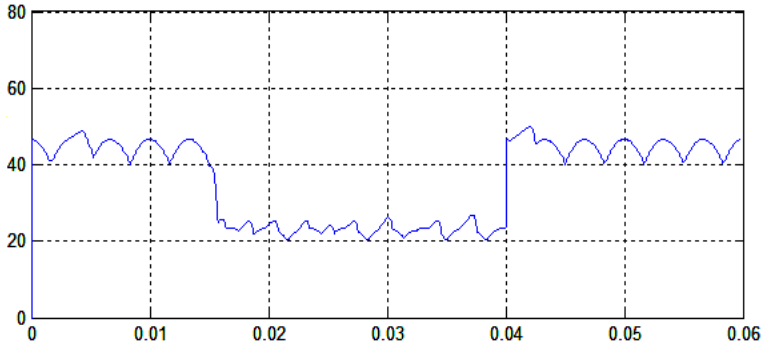
รูปที่ 4.4 การจำลองแรงดันที่ออกจากวงจรวงจรทบระดับแรงดัน

จากรูปที่ 4.2 จะเป็นแรงดันด้านออกที่จำลองเป็นแรงดันด้านออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งทำการจำลองให้มีแรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 48 โวลต์คงที่ ส่วนรูปที่ 4.3 เป็นแรงดันด้านออกจากวงจรเรียงกระแสสามเฟส และรูปที่ 4.4 เป็นแรงดันด้านออกจากวงจรทบระดับแรงดันซึ่งทำการยกระดับแรงดันขึ้นมาที่ 100 โวลต์

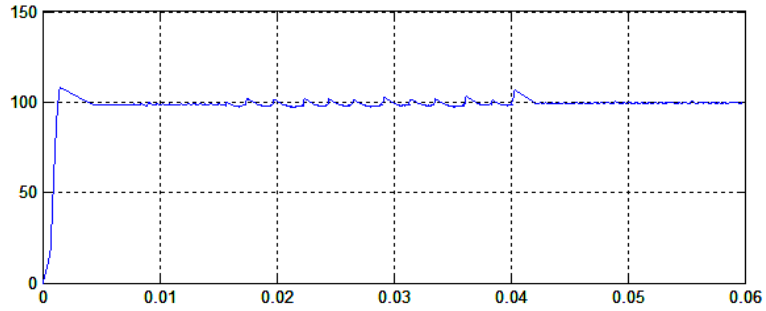
4.2.2 การจำลองที่สภาวะแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรที่แรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อสภาวะความเร็วลมเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน



รูปที่ 4.5 การจำลองแรงดันที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สภาวะแรงดันเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน



รูปที่ 4.6 การจำลองแรงดันที่ออกจากวงจรเรียงกระแส

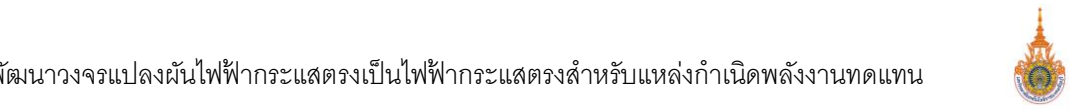


รูปที่ 4.7 การจำลองแรงดันที่ออกจากวงจรวงจรทบระดับแรงดัน

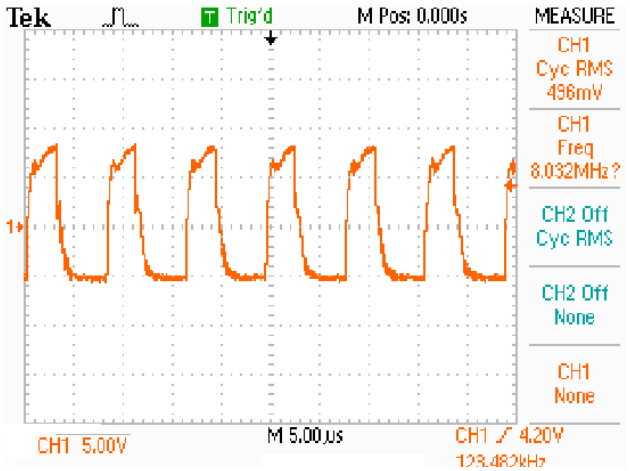
จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าเมื่อแรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันจะพบว่าแรงดันด้านออกของวงจรเรียงกระแสเกิดการเปลี่ยนแปลงตามสภาวะแรงดันด้านออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดังรูปที่ 4.6 ส่วนแรงดันด้านออกของวงจรทบระดับแรงดันจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 4.7 เนื่องจากมีการควบคุมแรงดันให้คงที่โดยตัวควบคุมแบบ PI ที่มีการตรวจจับแรงดันด้านออกของวงจรทบระดับแล้วส่งสัญญาณกลับมาให้ตัว PI Control สร้างสัญญาณความกว้างพัลส์เข้าไปขับสวิตช์ของวงทบระดับแรงดัน เพื่อให้ได้แรงดันที่ออกจากวงจรทบระดับที่ 100 โวลต์

4.3 ผลการทดสอบวงจรทบระดับที่ได้ออกแบบสร้าง

ผลการทดสอบวงจรทบระดับแรงดันในสภาวะแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรที่แรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคงที่ และดูสภาวะแรงดันของวงจรต่าง ๆ ในระบบและทำการทดสอบในกรณีที่สภาวะแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อดูสภาวะแรงดันต่าง ๆ ของวงจรว่าได้ทำงานตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

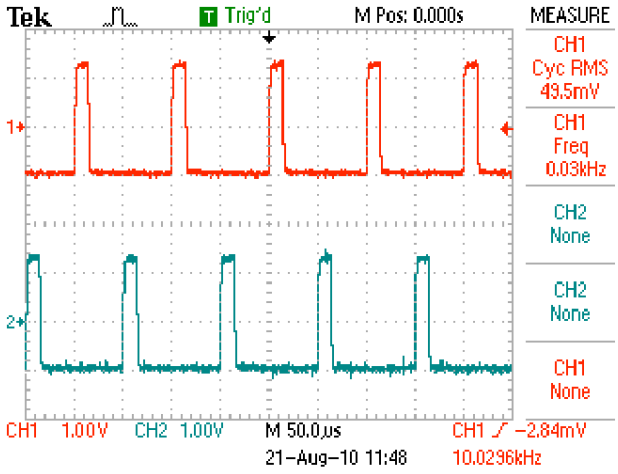


4.3.1 การทดสอบที่สภาวะแรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรที่แรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คงที่



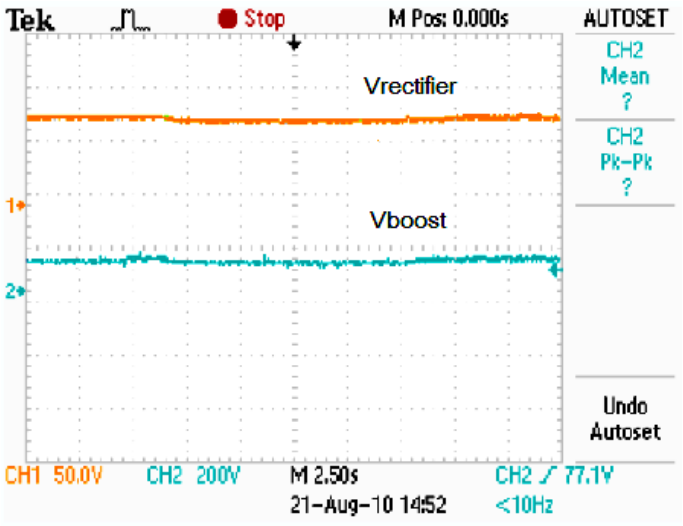
รูปที่ 4.8 สัญญาณที่ใช้ขับสวิตช์ Mosfet ของวงจรทบระดับแรงดัน

จากรูปที่ 4.8 เป็นสัญญาณจากตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลที่จะไปขับสวิตช์ Mosfet ของวงจรทบระดับแรงดัน



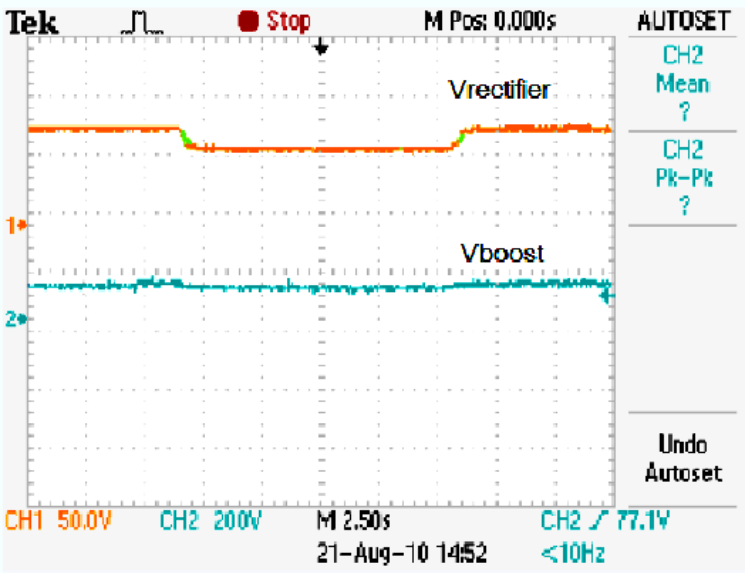
รูปที่ 4.9 สัญญาณที่ใช้ขับสวิตช์ Mosfet ของวงจรพุช-พูล คอนเวอร์เตอร์

จากรูปที่ 4.9 เป็นสัญญาณจาก IC TL494 ซึ่งเป็นตัวสร้างสัญญาณ PWM เพื่อไปขับสวิตช์ของวงจรพุช-พูลคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งสัญญาณที่ออกจากวงจร IC TL494 นั้นจะมีสัญญาณออกมา 2 สัญญาณแต่ละสัญญาณจะต้องทำงานต่างช่วงเวลากันซึ่งได้ทำการสร้างค่า Dead time เพื่อไม่ให้สองสัญญาณนั้นทำงานไม่พร้อมกันเพื่อไปขับสวิตช์ Mosfet



รูปที่ 4.10 แรงดันของวงจรเรียงกระแส และวงจรทบระดับแรงดันเมื่อสภาวะแรงดันคงที่

จากรูปที่ 4.10 เป็นแรงดันด้านออกของวงจรเรียงกระแส และแรงดันด้านออกของวงจรทบระดับแรงดันที่สภาวะแรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำคงที่



รูปที่ 4.11 แรงดันของวงจรเรียงกระแสและวงจรทบระดับแรงดันเมื่อสภาวะแรงดันเกิดการเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 4.11 เป็นแรงดันด้านออกจากวงจรเรียงกระแสสามเฟส จะเห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงแรงดันตามแรงดันที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรซึ่งทำการทดสอบโดยเปลี่ยนแปลงแรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ส่วนแรงดันด้านออกของวงจรทบระดับแรงดันนั้นยังคงรักษา

ระดับแรงดันไว้ช่วงที่ต้องการไว้ได้เพราะในส่วนของวงจรทบระดับนั้นมีการตรวจจับสัญญาณแรงดันด้านออกแล้วส่งผ่านให้ตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลทำการสร้างสัญญาณความกว้างพัลส์เพื่อไปควบคุมสวิตช์ Mosfet ของวงจรทบระดับแรงดัน

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบที่สภาวะแรงดันต่าง ๆ ของวงจรทบระดับแรงดัน

Vin (V)	Vrectifier (V)	Vboost (V)	Iboost (A)	Vpush-pull (V)	Ipush-pull (A)
10.1	10.4	14.5	1.21	59.5	0.16
21.7	25.8	37.5	2.13	183.4	0.29
28.2	35.3	51.9	2.62	261.5	0.35
31.9	40.4	59.1	2.84	299.2	0.38
42.9	54.8	80.7	3.53	424.3	0.48
50.2	64.9	98.5	3.92	506.4	0.53
53.4	69.2	102.3	4.17	548.4	0.56
57.2	74.5	109.5	4.42	585.2	0.58
58.5	76.3	111.2	4.56	600.1	0.59
60.8	79.8	115.1	4.62	609.2	0.61
65.5	85.6	115.7	4.63	615.4	0.62
70.2	91.4	116.2	4.64	620.1	0.63

การทดสอบเมื่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงนั้นจะทำให้ค่าแรงดัน กระแส และความถี่ที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรนั้น เกิดการเปลี่ยนแปลง และแรงดันที่ออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นมีแรงดันต่ำ ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถยกระดับแรงดันให้สูงขึ้นให้ได้

จากผลการทดสอบจะเห็นว่าเมื่อสภาวะแรงดันด้านออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าคงที่แต่มีแรงดันด้านเข้าต่ำ ดังนั้นระบบจึงได้ทำการยกระดับแรงดันให้สูงขึ้นด้วยวงจรทบระดับแรงดัน และวงจรพุช-พูล คอนเวอร์เตอร์ และเมื่อทดสอบระบบที่สภาวะแรงดันด้านออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงจะเห็นได้ว่าวงจรเรียงกระแสสามเฟสจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามแรงดันด้านออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แต่จะเห็นว่าแรงดันด้านออกของวงจรทบระดับแรงดันนั้นยังคงรักษาระดับแรงดันให้อยู่ในช่วงที่ออกแบบไว้ได้ ดังรูปที่ 4.11 และทำการยกระดับแรงดันให้สูงขึ้นอีกก่อนเข้าวงจรคอนเวอร์เตอร์ในชุดถัดไป