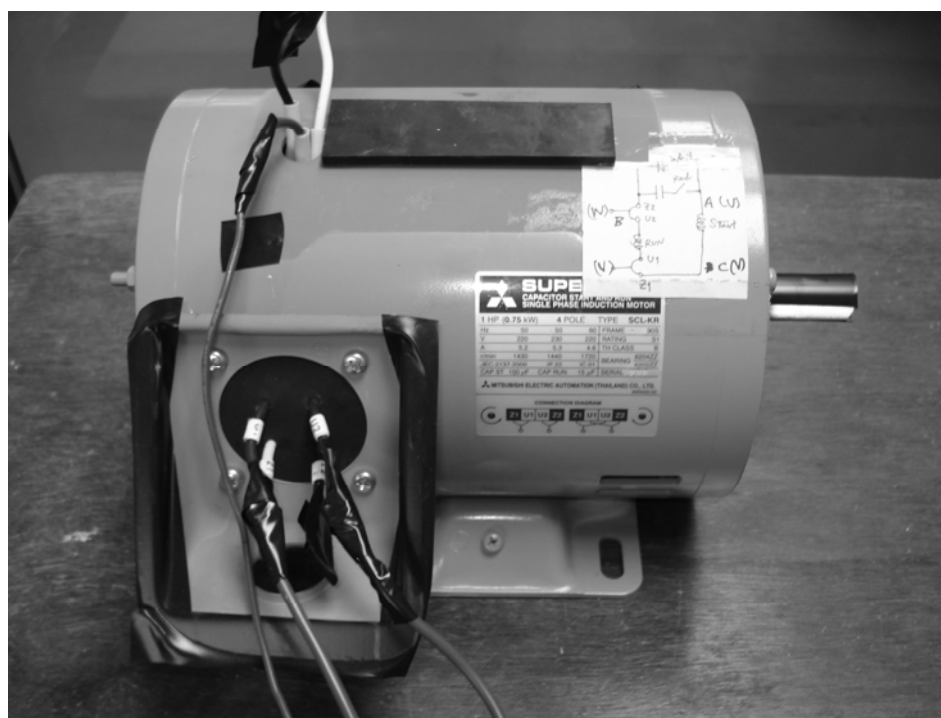


5.2 ผลการทดลองมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ 1 เฟส

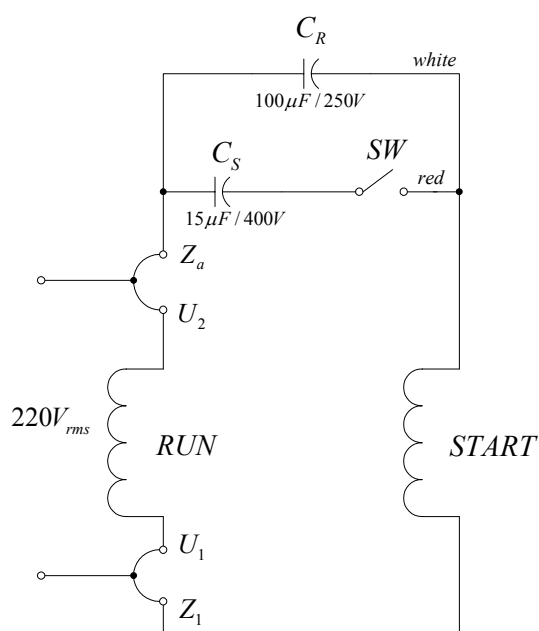
การทดลองในส่วนของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ 1 เฟสนั้นยังคงใช้วงจรอินเวอร์เตอร์เดิม เช่นเดียวกับแบบ 3 เฟสเพียงแต่มีการเปลี่ยนสัญญาณควบคุม SVM PWM จาก FPGA โดยเลือกใช้สัญญาณในส่วนของการขับมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ 1 เฟส แทนดังแสดงการต่อในรูปที่ 5.2 และการต่อมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ 1 เฟสเข้ากับชุดอินเวอร์เตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยการทดลองในส่วนของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ 1 เฟส จะมีเพียงส่วนของการวัดสัญญาณทางเวลา และสัญญาณทางความถี่เท่านั้น ในส่วนของการต่อภาระทางกลไม่ได้ทำการทดสอบ

5.2.1 ผลการวัดค่าแรงดัน และกระแสของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ 1 เฟสขณะต่อตรงกับแหล่งจ่ายไฟสลับโดยไม่ผ่านอินเวอร์เตอร์

โดยการวัดสัญญาณจะวัดที่แรงดัน $220V, 50Hz$ การวัดสัญญาณจะแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือวัดขณะที่มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ 1 เฟส ต่อตรงกับแรงดันไฟฟ้าสลับ $220V, 50Hz$ โดยไม่ผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์ เพื่อวัดสัญญาณแรงดัน และกระแสขณะเริ่มทำงาน และขณะทำงานปกติ โดยอีกส่วนจะการวัดสัญญาณโดยต่อผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์

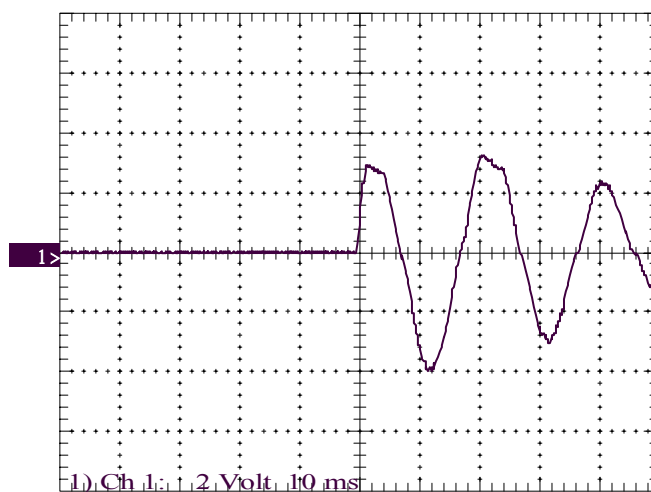


รูปที่ 5.82 มอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ขนาด 1 แรงม้า (750W)

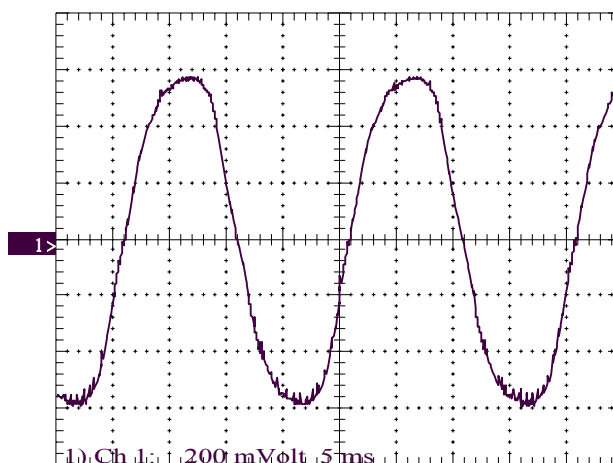


รูปที่ 5.83 แผนภาพการต่อภายในมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ 1 เฟส

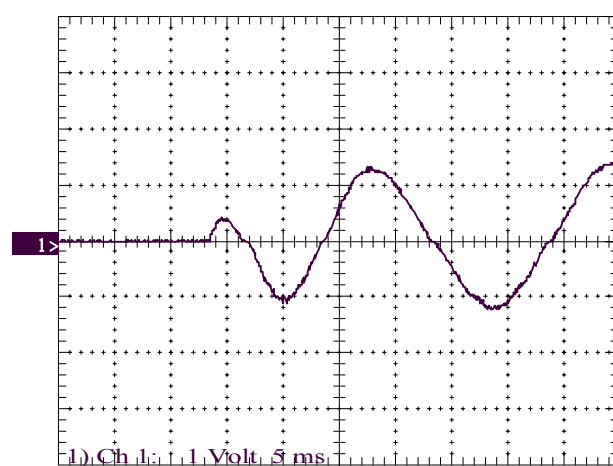
ตั้งค่าโปรบวัดกระแส $100\text{mA} / A$



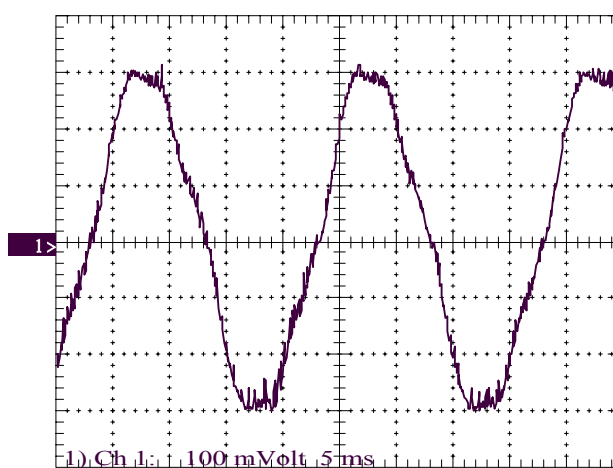
รูปที่ 5.84 กระแสที่ขด Run ขณะมอเตอร์เริ่มทำงาน



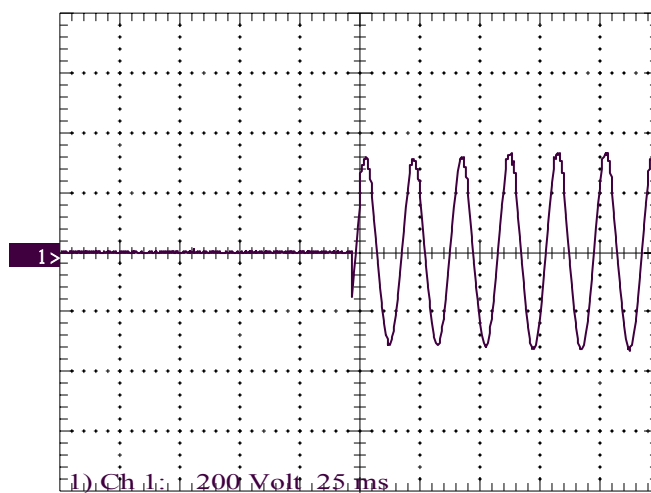
รูปที่ 5.85 กระแสที่ขด Run ขณะทำงานปกติ



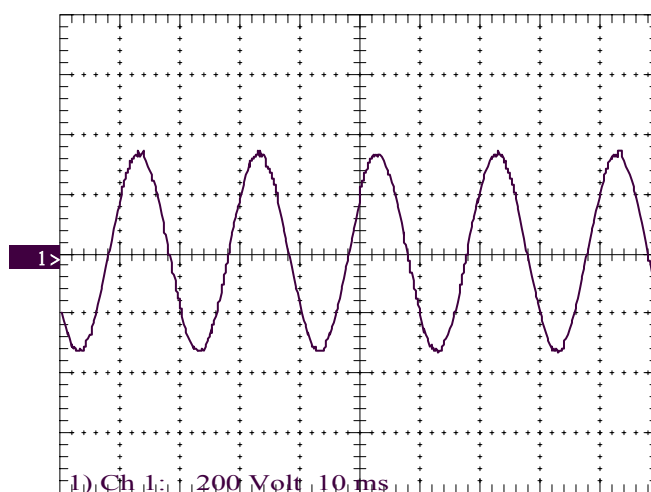
รูปที่ 5.86 กระแสที่ขด Start ขณะเริ่มทำงาน



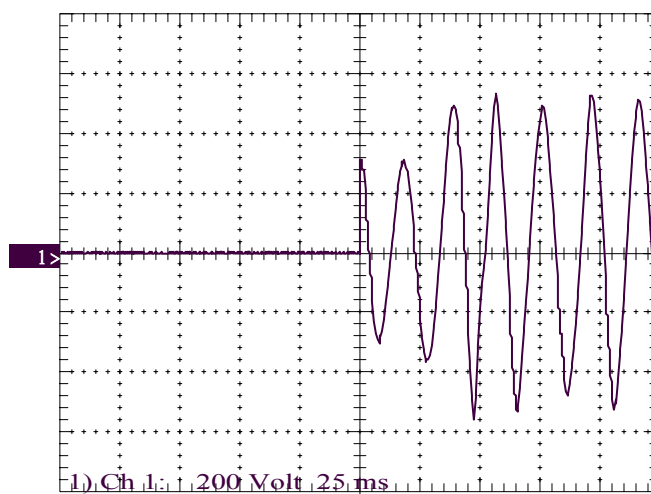
รูปที่ 5.87 กระแสที่ขด Start ขณะทำงานปกติ



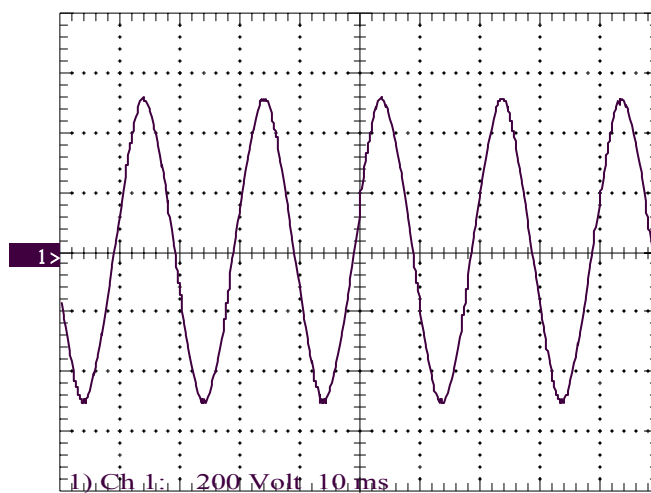
รูปที่ 5.88 แรงดันที่ขด Run ขณะเริ่มทำงาน



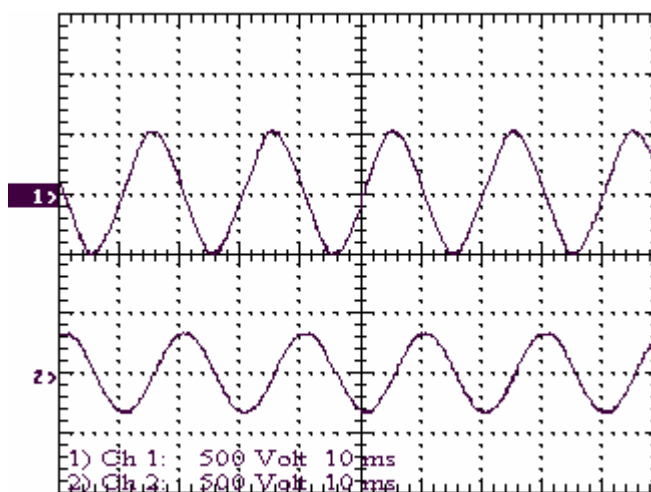
รูปที่ 5.89 แรงดันที่ขด Run ขณะทำงานปกติ



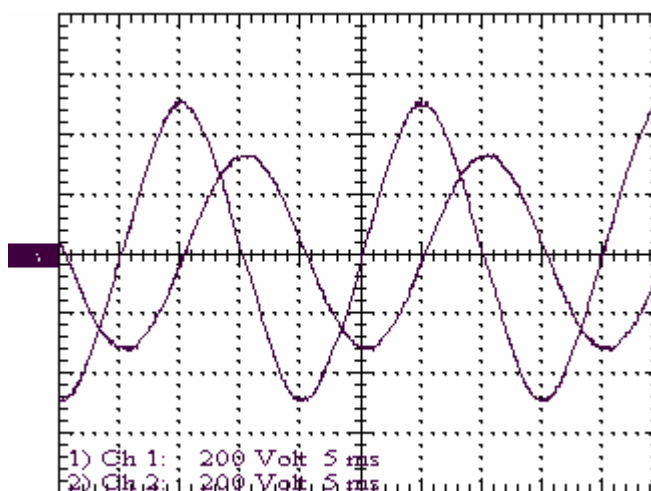
รูปที่ 5.90 แรงดันที่ขด Start ขณะเริ่มทำงาน



รูปที่ 5.91 แรงดันที่ขด Start ขณะทำงานปกติ



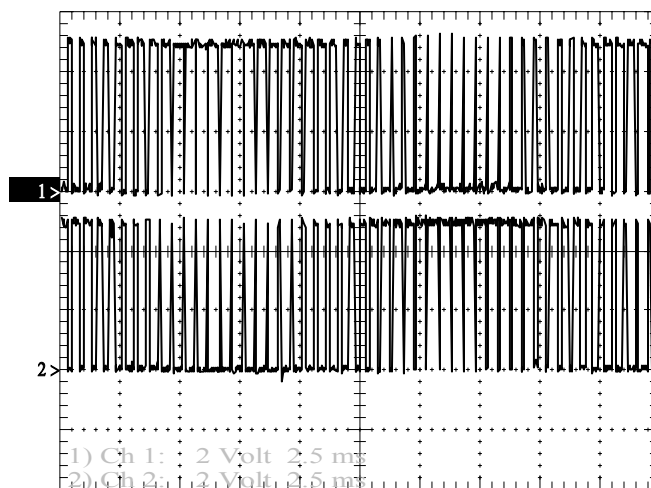
รูปที่ 5.92 แรงดันที่ขด Start (Ch1) เทียบกับที่ขด Run (Ch2)



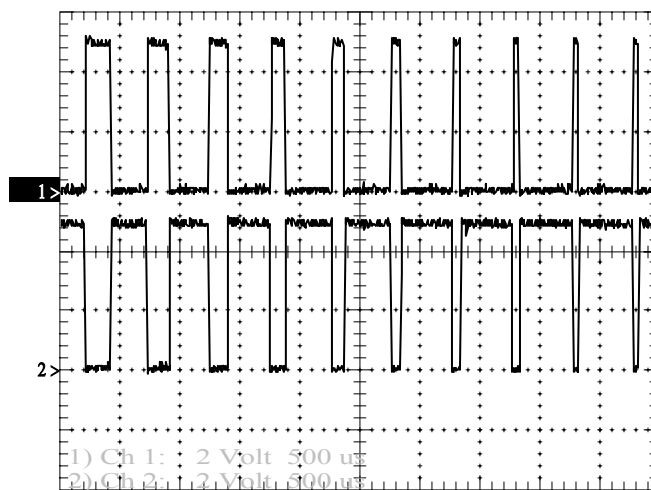
รูปที่ 5.93 แรงดันที่ขด Start (Ch1) เทียบกับที่ขด Run (Ch2)

5.2.2 ผลการวัดค่าแรงดัน และกระแสของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ 1 เฟสขณะต่อ ผ่าน อินเวอร์เตอร์

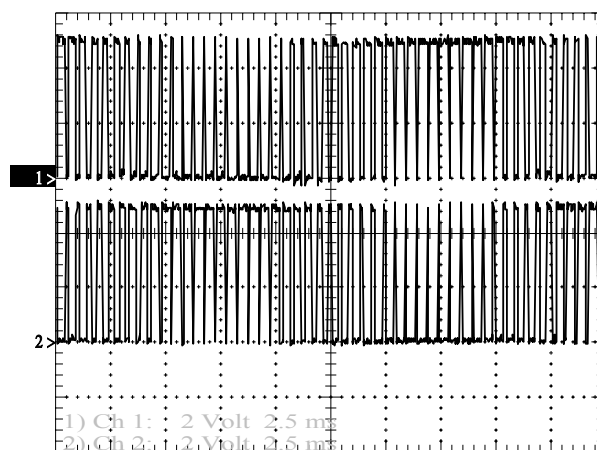
5.2.2.1 สัญญาณ PWM จาก FPGA หลังผ่านวงจรแปลงระดับแรงดันที่จุดต่างๆ



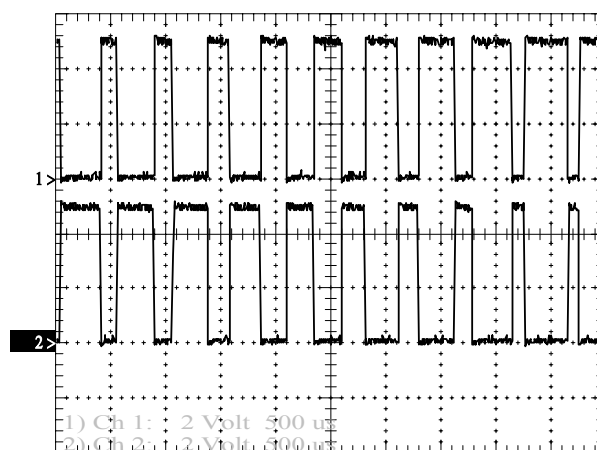
รูปที่ 5.94 รูปสัญญาณ PWM เอาท์พุตของ CD4050B ที่ V_a (CH1) และ $\overline{V_a}$ (CH2)



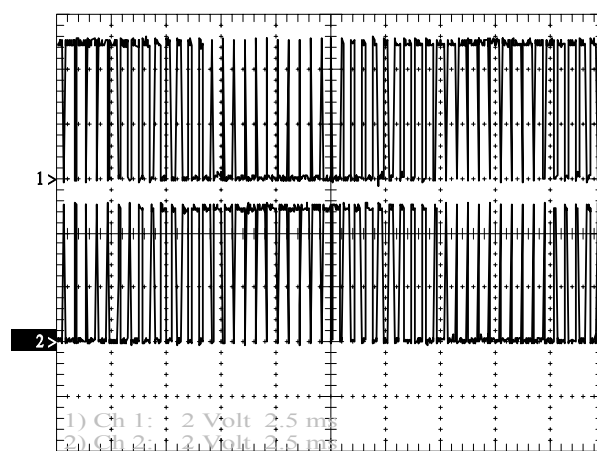
รูปที่ 5.95 รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ เอาท์พุตของ CD4050B ที่ V_a (CH1) และ $\overline{V_a}$ (CH2) แสดง ความถี่การสวิตช์ 2KHz



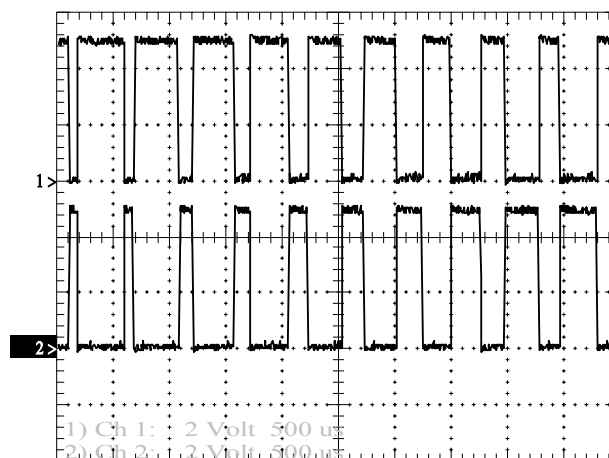
รูปที่ 5.96 รูปสัญญาณ PWM ที่เอาต์พุตของ CD4050B ที่ V_b (CH1) และ $\overline{V_b}$ (CH2)



รูปที่ 5.97 รูปขยายสัญญาณ PWM ที่เอาต์พุตของ CD4050B ที่ V_b (CH1) และ $\overline{V_b}$ (CH2) แสดงความถี่การสวิตช์ 2KHz

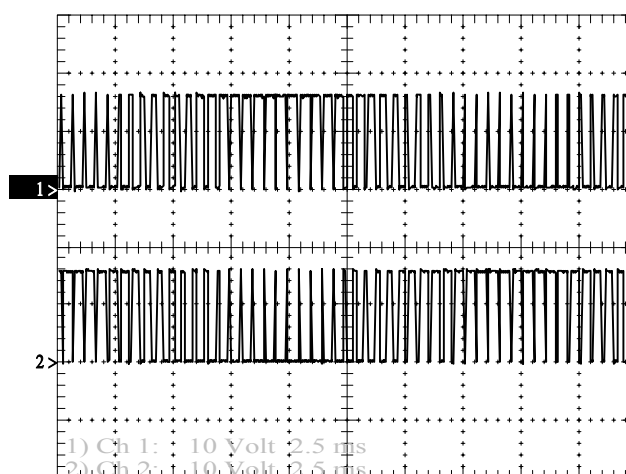


รูปที่ 5.98 รูปสัญญาณ PWM ที่เอาต์พุตของ CD4050B ที่ V_c (CH1) และ $\overline{V_c}$ (CH2)

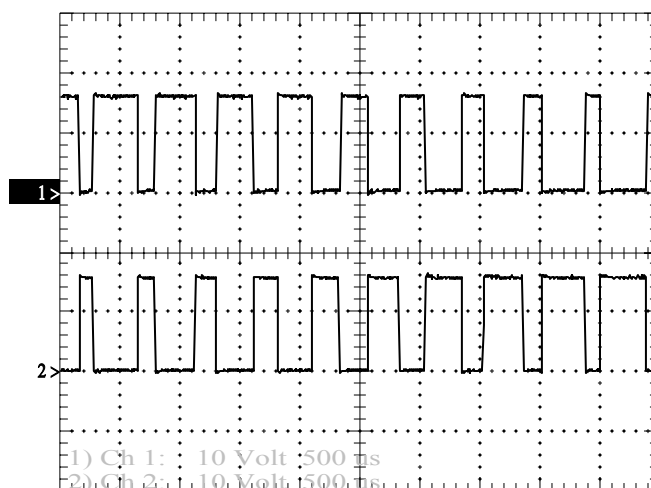


รูปที่ 5.99 รูปขยายสัญญาณ PWM ที่เอาต์พุตของ CD4050B ที่ V_c (CH1) และ $\overline{V_c}$ (CH2) แสดงความถี่การสวิตช์ 2KHz

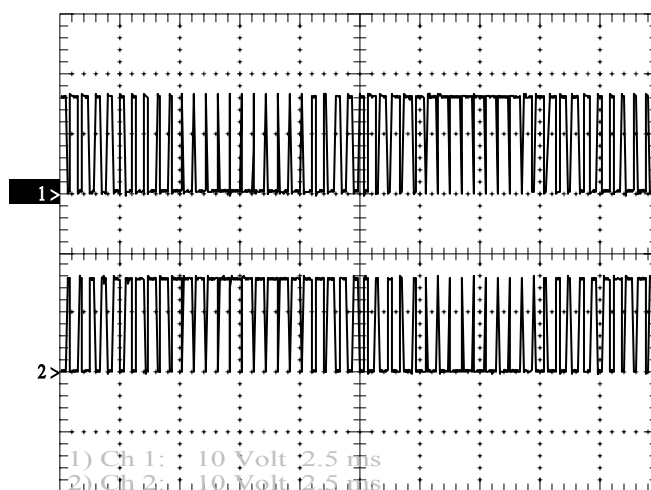
5.2.2.2 สัญญาณ PWM วัดที่ขาเกตของ IGBT ที่จุดต่างๆ



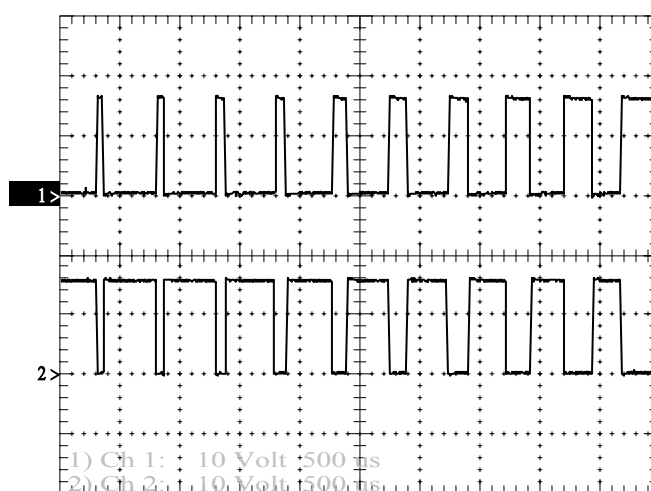
รูปที่ 5.100 รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกตของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q4U(CH2)



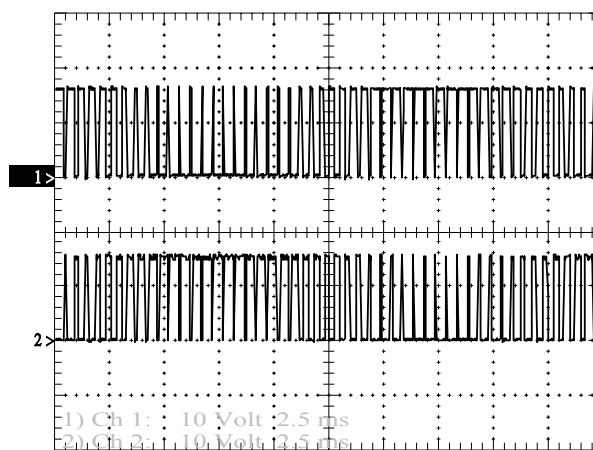
รูปที่ 5.101 รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกตของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q4U(CH2)



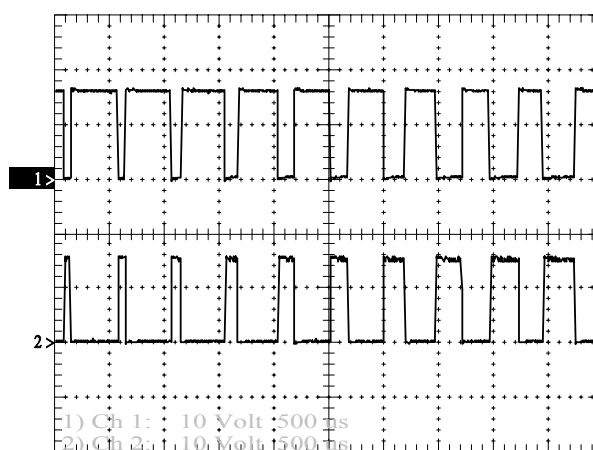
รูปที่ 5.102 รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกตของสวิตช์ Q3V(CH1) และ Q6V(CH2)



รูปที่ 5.103 รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกตของสวิตช์ Q3V(CH1) และ Q6V(CH2)

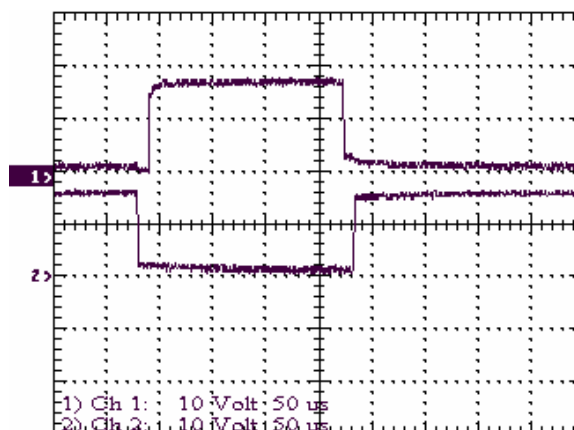


รูปที่ 5.104 รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกิดของสวิตช์ Q5W(CH1) และ Q2W(CH2)

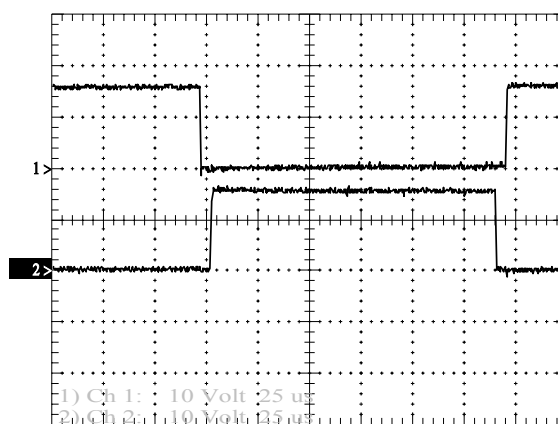


รูปที่ 5.105 รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกิดของสวิตช์ Q5W(CH1) และ Q2W(CH2)

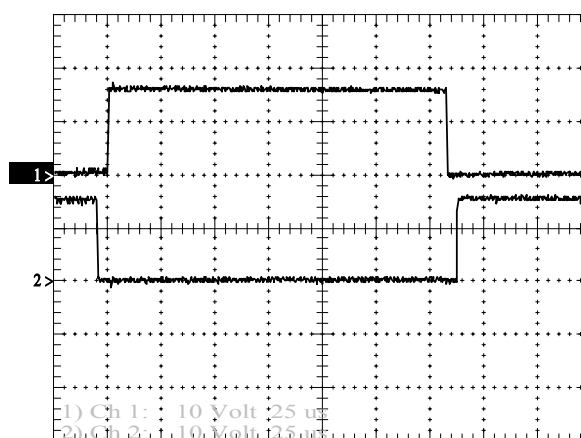
5.2.2.3 แสดง Dead time ของรูปสัญญาณที่ขาเกต ของ IGBT



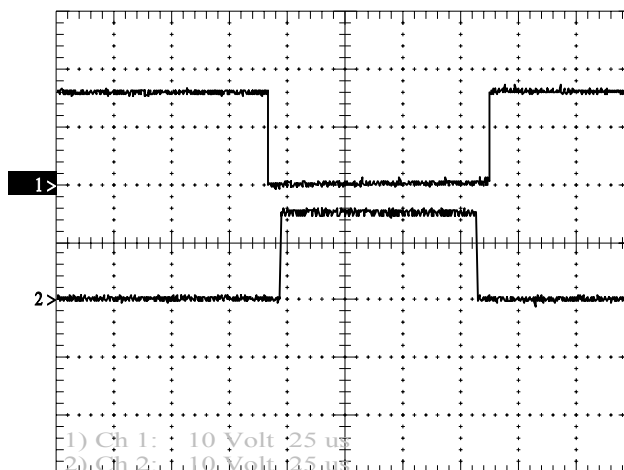
รูปที่ 5.106 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time $10\mu S$ ที่ขาเกตของ Q1U(CH1) และ Q4U(CH2)



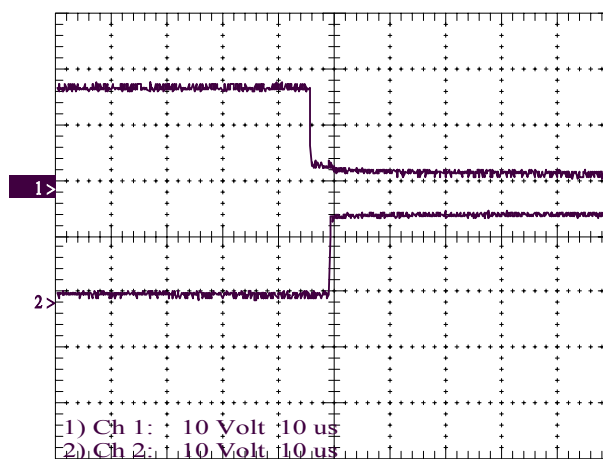
รูปที่ 5.107 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time $5\mu S$ ที่ขาเกตของ Q1U(CH1) และ Q4U(CH2)



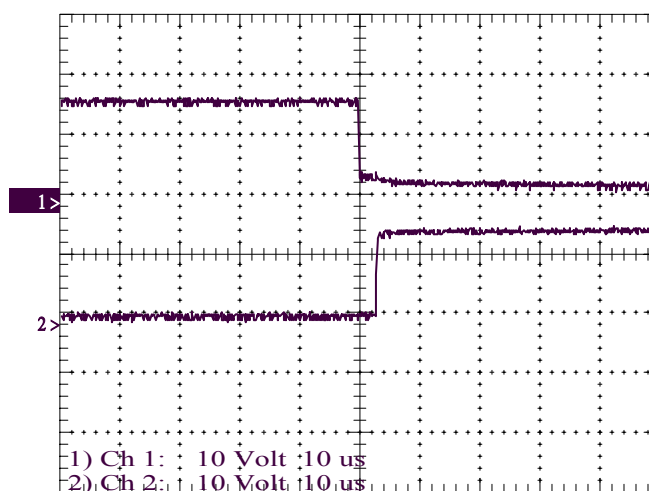
รูปที่ 5.108 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time $5\mu S$ ที่ขาเกตของ Q3V(CH1) และ Q6V(CH2)



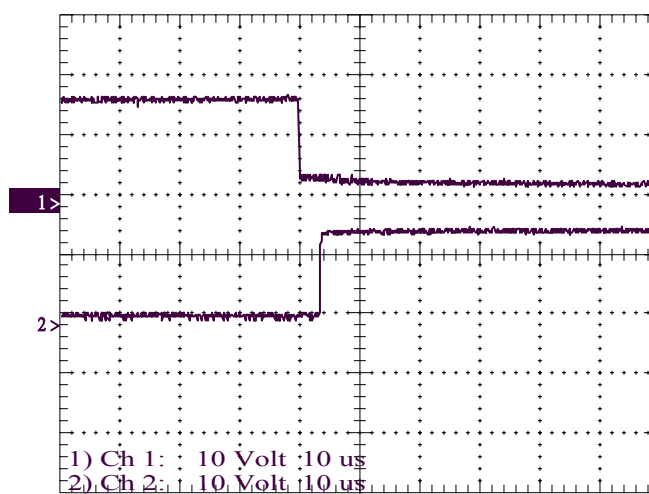
รูปที่ 5.109 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time $5\mu S$ ที่ขาเกิดของ Q5W(CH1) และ Q2W(CH2)



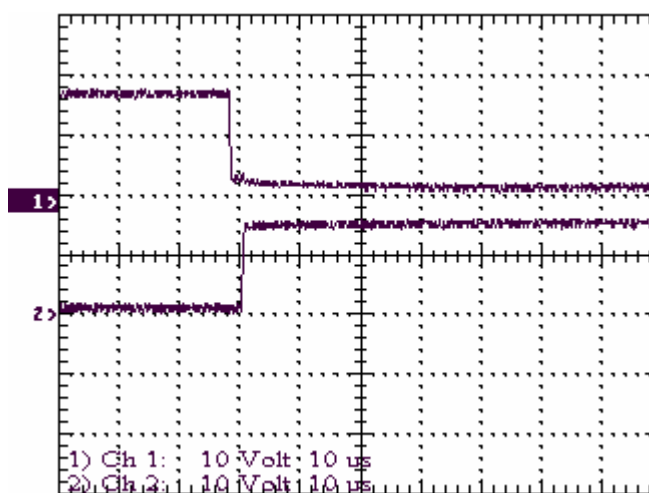
รูปที่ 5.110 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time $3\mu S$ ที่ขาเกิดของ Q1U(CH1) และ Q4U(CH2)



รูปที่ 5.111 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time $3\mu S$ ที่ขาเกิดของ Q3V(CH1) และ Q6V(CH2)

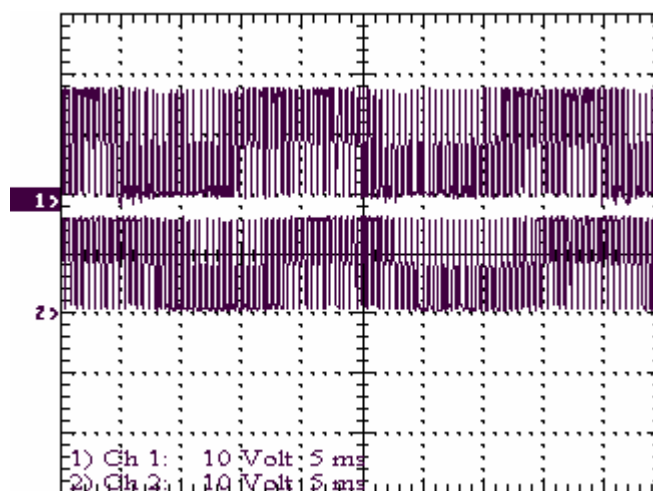


รูปที่ 5.112 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time $3\mu S$ ที่ขาเกิดของ Q5W(CH1) และ Q2W(CH2)

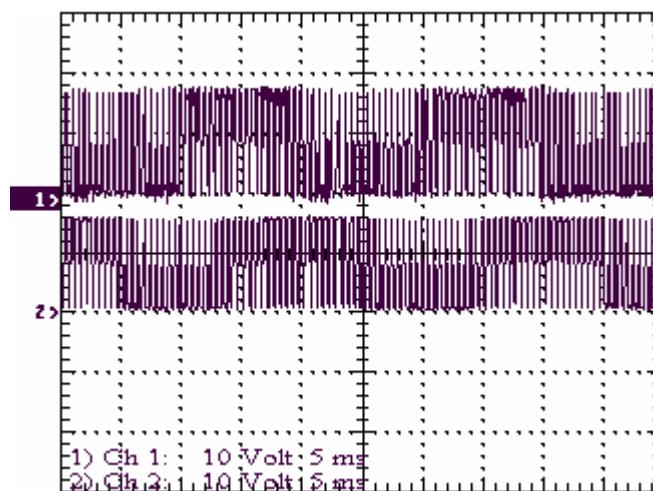


รูปที่ 5.113 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time $2\mu S$ ที่ขาเกิดของ Q1U(CH1) และ Q4U(CH2)

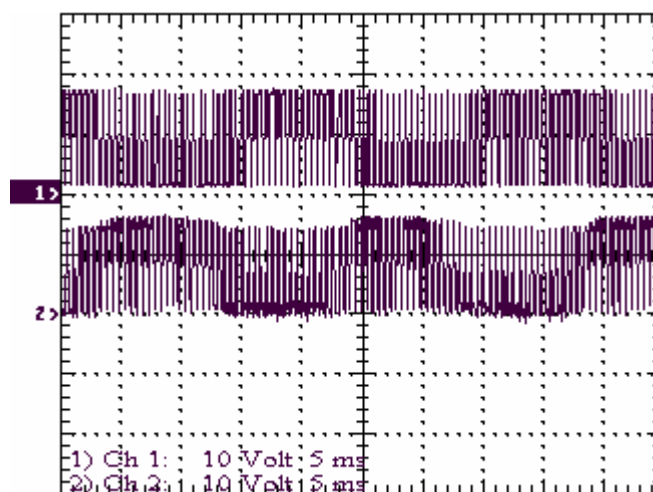
5.2.2.4 แสดงเฟสต่างของสัญญาณที่ ขาเกิดของ Q1U เทียบ ขาเกิดของ Q3V



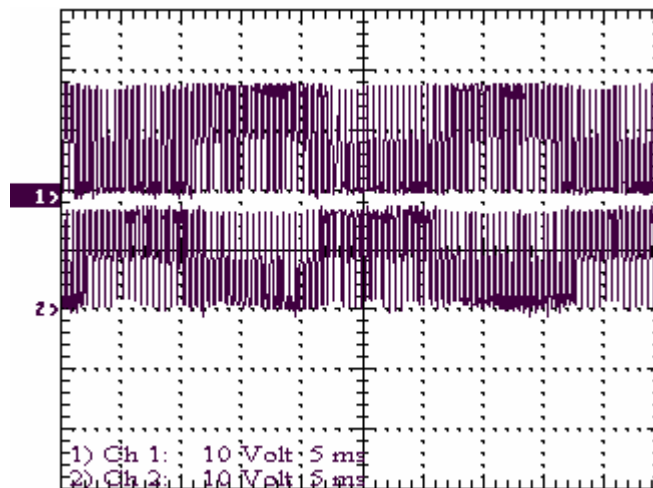
รูปที่ 5.114 เฟสต่าง 45 องศา ของสัญญาณที่ ขาเกิดของ Q1U เทียบ ขาเกิดของ Q3V



รูปที่ 5.115 เฟสต่าง 90 องศา ของสัญญาณที่ ขาเกิดของ Q1U เทียบ ขาเกิดของ Q3V

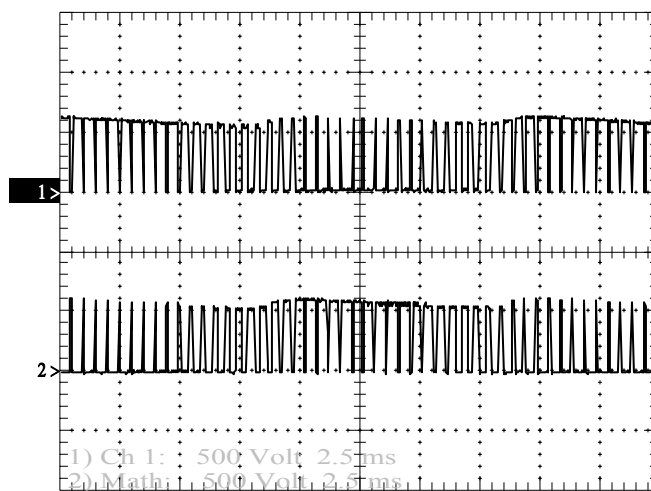


รูปที่ 5.116 เฟสต่าง 135 องศา ของสัญญาณที่ ขาเกิดของ Q1U เทียบ ขาเกิดของ Q3V

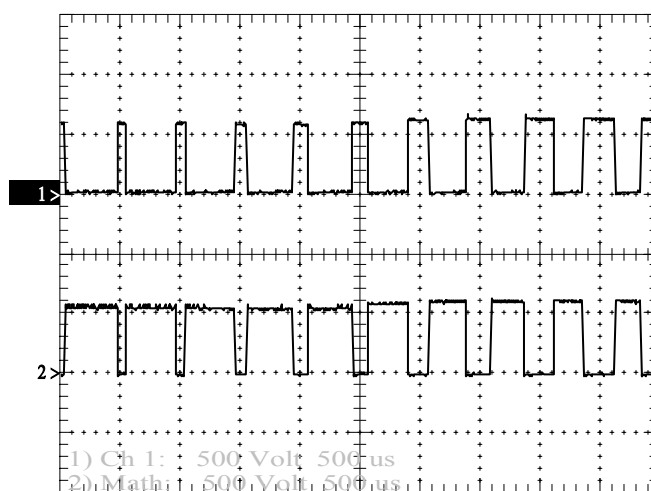


รูปที่ 5.117 เฟสต่างของสัญญาณที่ ขาเกิดของ Q1U เทียบ ขาเกิดของ Q3V จะมีค่าต่างกัน 180 องศา

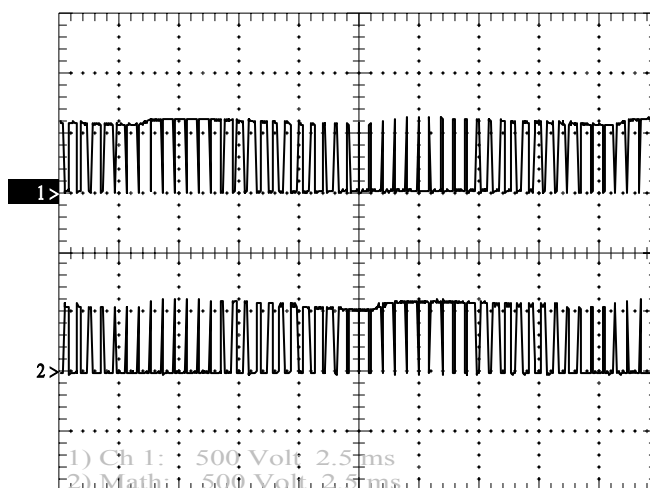
5.2.2.5 แสดงรูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์



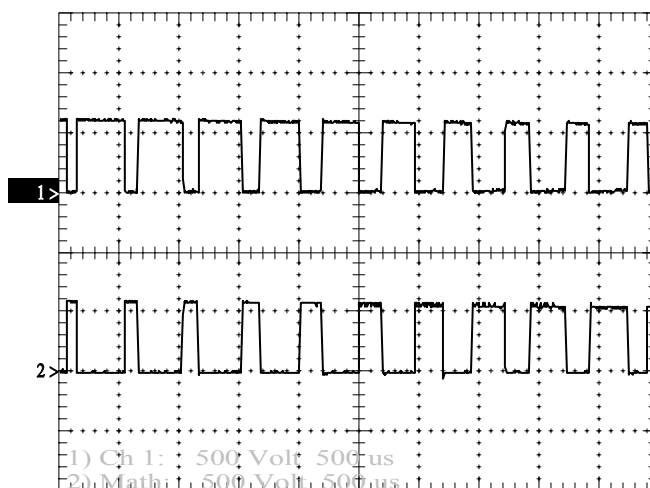
รูปที่ 5.118 รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q4U(CH2)



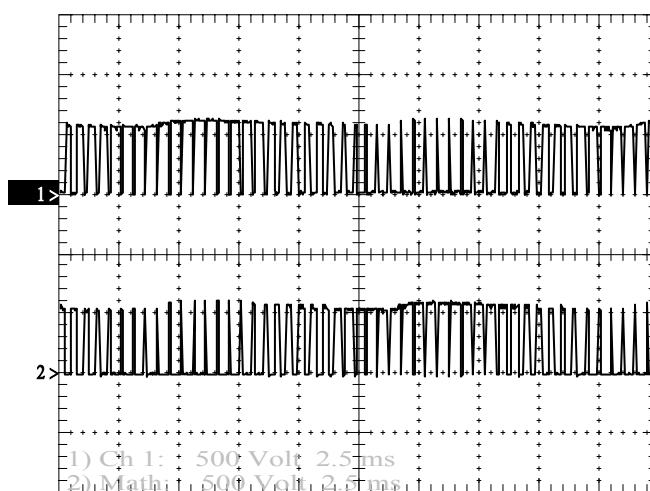
รูปที่ 5.119 รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q4U(CH2)



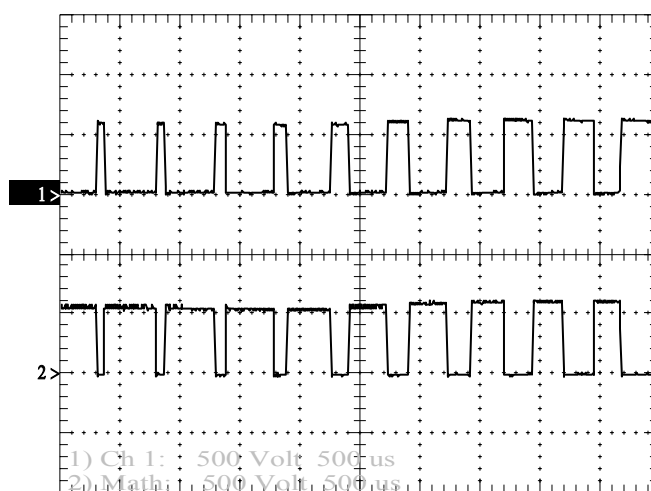
รูปที่ 5.120 รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q3V(CH1) และ Q6V(CH2)



รูปที่ 5.121 รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q3V(CH1) และ Q6V(CH2)

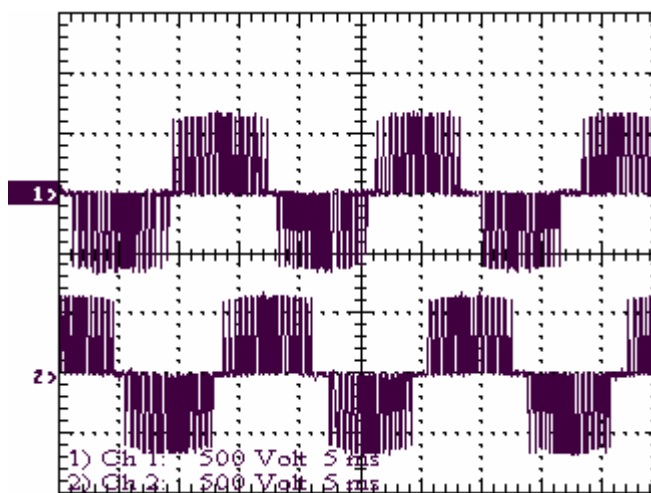


รูปที่ 5.122 รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q5W(CH1) และ Q2W(CH2)

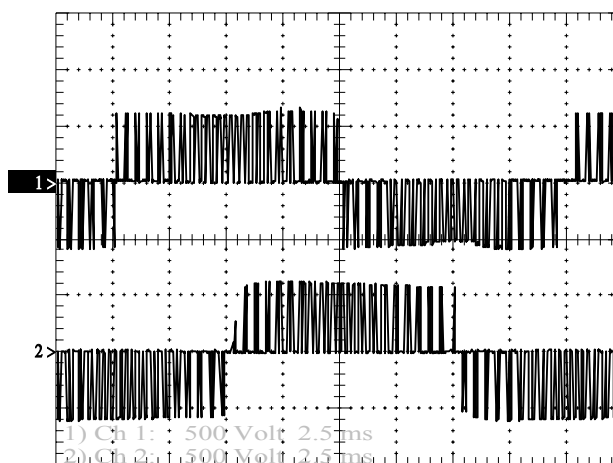


รูปที่ 5.123 รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q5W(CH1) และ Q2W(CH2)

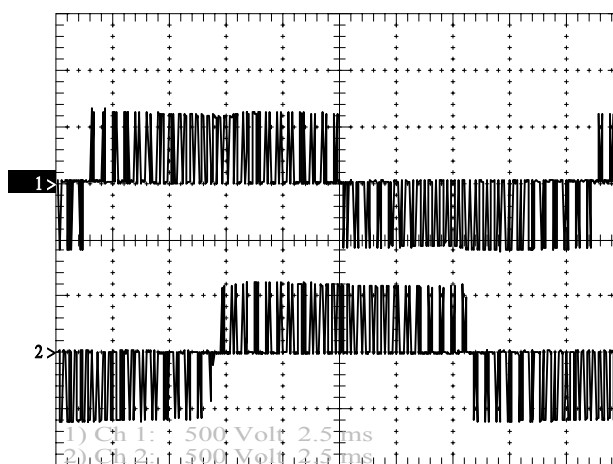
5.2.2.6 แสดงรูปสัญญาณ SVM PWM แรงดันที่ขด Start และขด Run ที่ความถี่ค่าต่างๆ



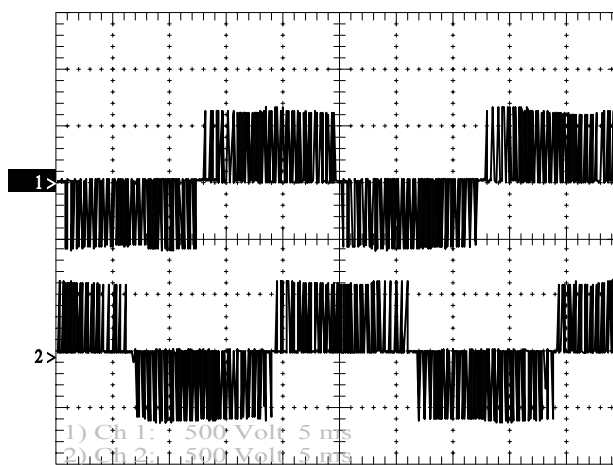
รูปที่ 5.124 รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) $f = 60$ Hz



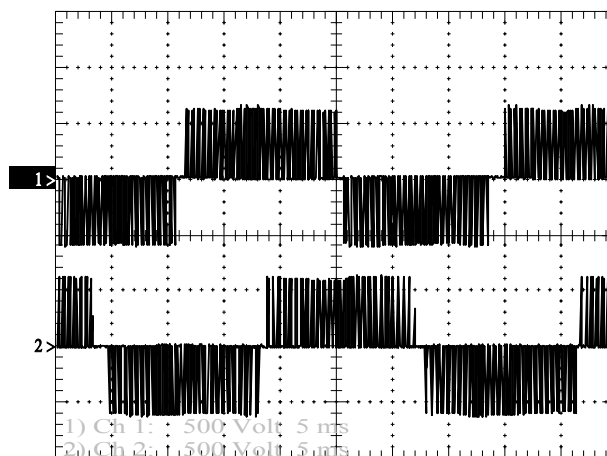
รูปที่ 5.125 รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) $f = 50$ Hz



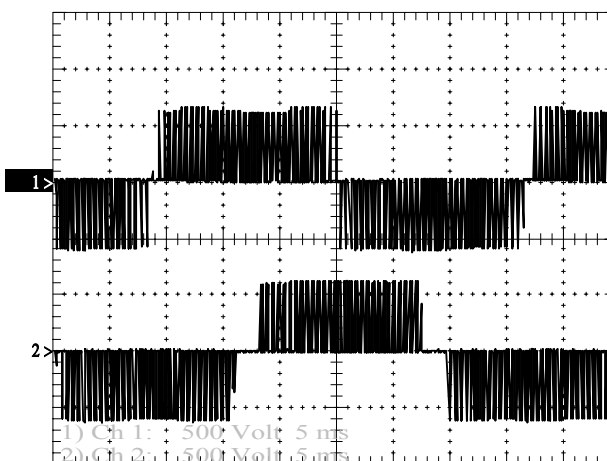
รูปที่ 5.126 รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) $f = 45$ Hz



รูปที่ 5.127 รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) $f = 40$ Hz

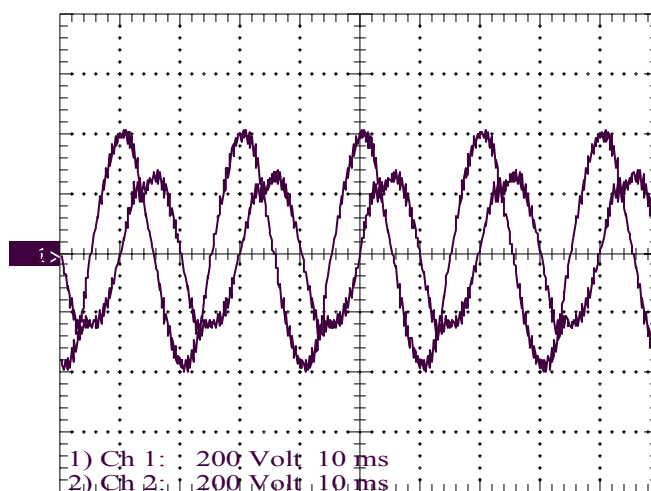


รูปที่ 5.128 รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) $f = 35$ Hz

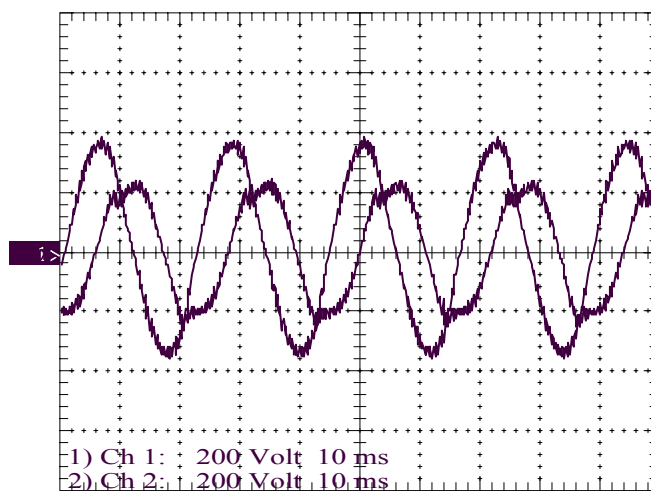


รูปที่ 5.129 รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) $f = 30$ Hz

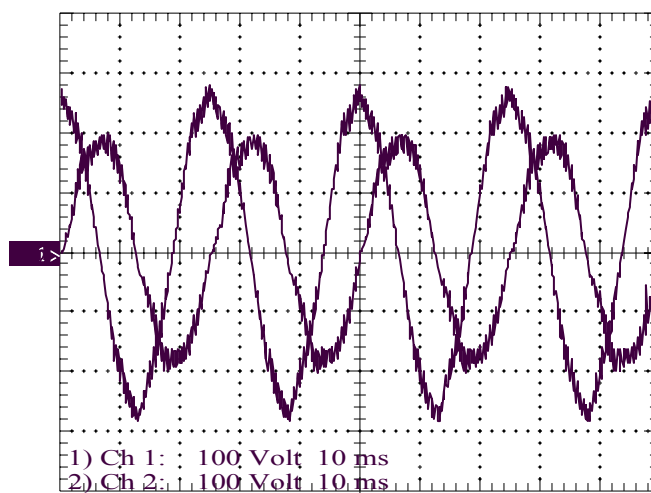
5.2.2.7 แสดงรูปสัญญาณ SVM PWM แรงดันที่ขด Start และ ขด Run โดยวัดสัญญาณ ผ่าน
วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



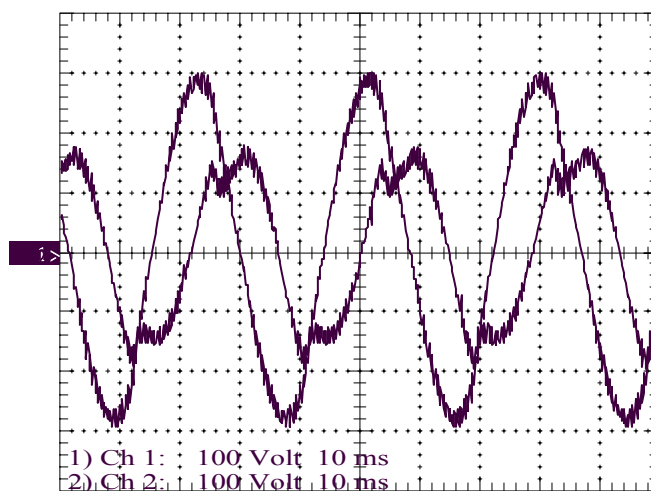
รูปที่ 5.130 รูปแรงดันหลักมูล ที่ขด Start(Ch1) และขด Run(Ch2) $f = 50$ Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน)



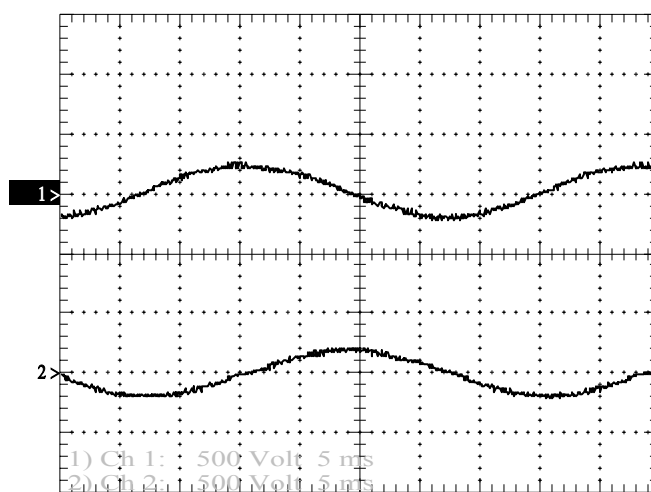
รูปที่ 5.131 รูปแรงดันหลักมูล ที่ขด Start(Ch1) และขด Run(Ch2) $f = 45$ Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน)



รูปที่ 5.132 รูปแรงดันหลักมูล ที่ขีด Start(Ch1) และขีด Run(Ch2) $f = 40$ Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน)

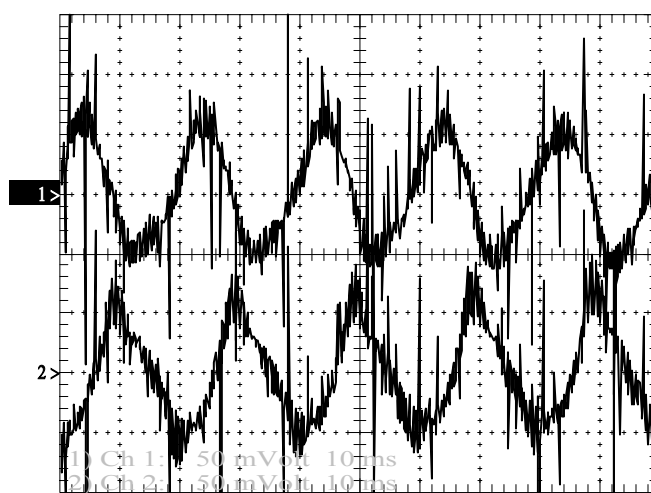


รูปที่ 5.133 รูปแรงดันหลักมูล ที่ขีด Start(Ch1) และขีด Run(Ch2) $f = 35$ Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน)

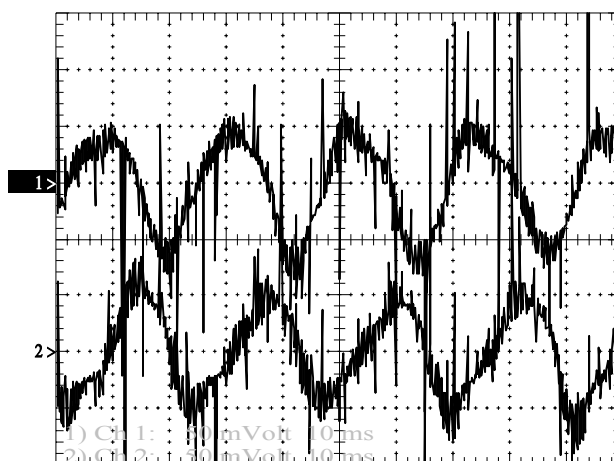


รูปที่ 5.134 รูปแรงดันหลักมูล ที่ขีด Start(Ch1) และขีด Run(Ch2) $f = 30 \text{ Hz}$
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน)

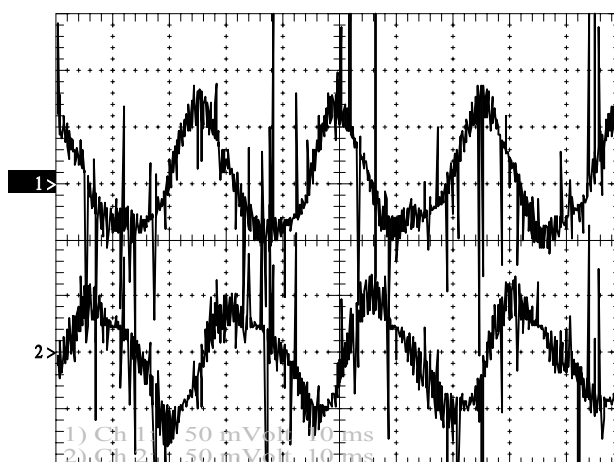
5.2.2.8 แสดงรูปสัญญาณกระแสที่ขีด Start และ ขีด Run



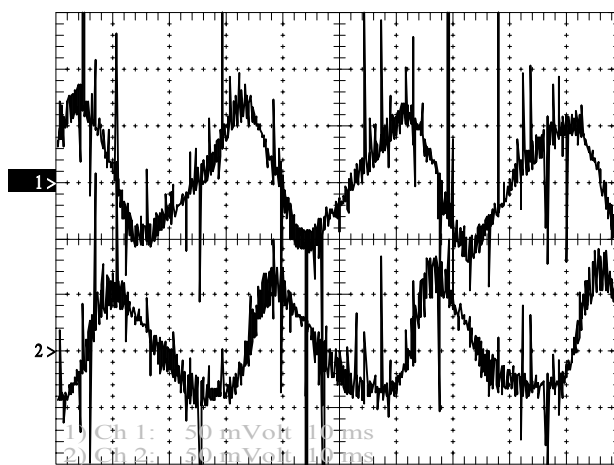
รูปที่ 5.135 รูปสัญญาณกระแสที่ขีด Start(Ch1) และขีด Run(Ch2) $f = 50 \text{ Hz}$



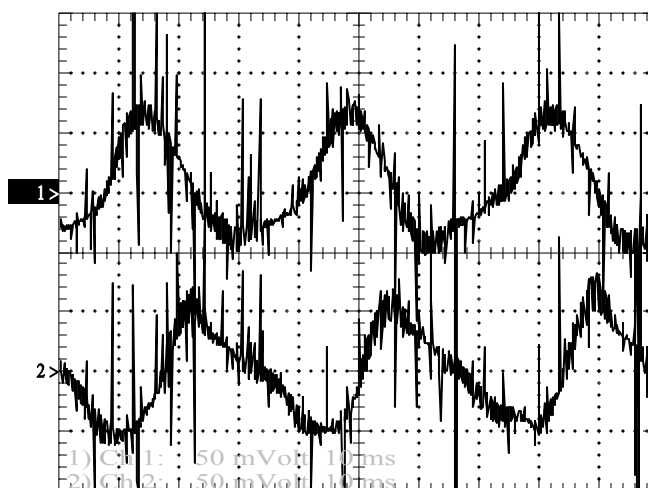
รูปที่ 5.136 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(Ch1) และขด Run(Ch2) $f = 45$ Hz



รูปที่ 5.137 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(Ch1) และขด Run(Ch2) $f = 40$ Hz



รูปที่ 5.138 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(Ch1) และขด Run(Ch2) $f = 35$ Hz



รูปที่ 5.139 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(Ch1) และขด Run(Ch2) $f = 30 \text{ Hz}$

5.2.2.9 ความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสลับ 1 เฟส ที่ความถี่ต่างๆ

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าความเร็วรอบ ที่ความถี่แรงดันไฟฟ้าสลับ ค่า 50,45,40,35 และ 30 Hz. โดยวัดค่าด้วย TACHOMETER YOKOGAWA MODEL3631

ตารางที่ 5.4 แสดงความเร็วรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ที่ความถี่หลักมูลค่าต่างๆ

ความถี่ (Hz)	ความเร็วรอบ (RPM)
50	1450
45	1314
40	1152
35	998
30	825

จากการทดลองในส่วนของอินเวอร์เตอร์ขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟสมีเทคนิคแตกต่างจากการขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสอยู่ที่การเขียนโปรแกรม(ดังอธิบายในหัวข้อ 4.4.2) และการต่อมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟสเข้ากับวงจรอินเวอร์เตอร์ที่ใช้โครงสร้างเดียวกันกับอินเวอร์เตอร์สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ซึ่งจากการทดลองสามารถปรับค่าตัวแปรต่างๆสำหรับควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟสได้เช่นเดียวกันกับมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แต่ผลของแรงดันดังในหัวข้อ 5.2.2.7 นั้นจะเห็นว่า ไม่ได้เป็นรูปสัญญาณชานซ์สมบูรณ์ ซึ่งมีความผิดเพี้ยนอยู่บ้างอันเนื่องจากการหักล้างของแรงดันเฟส ไม่สามารถหักล้างฮาร์มอนิกประกอบได้หมด