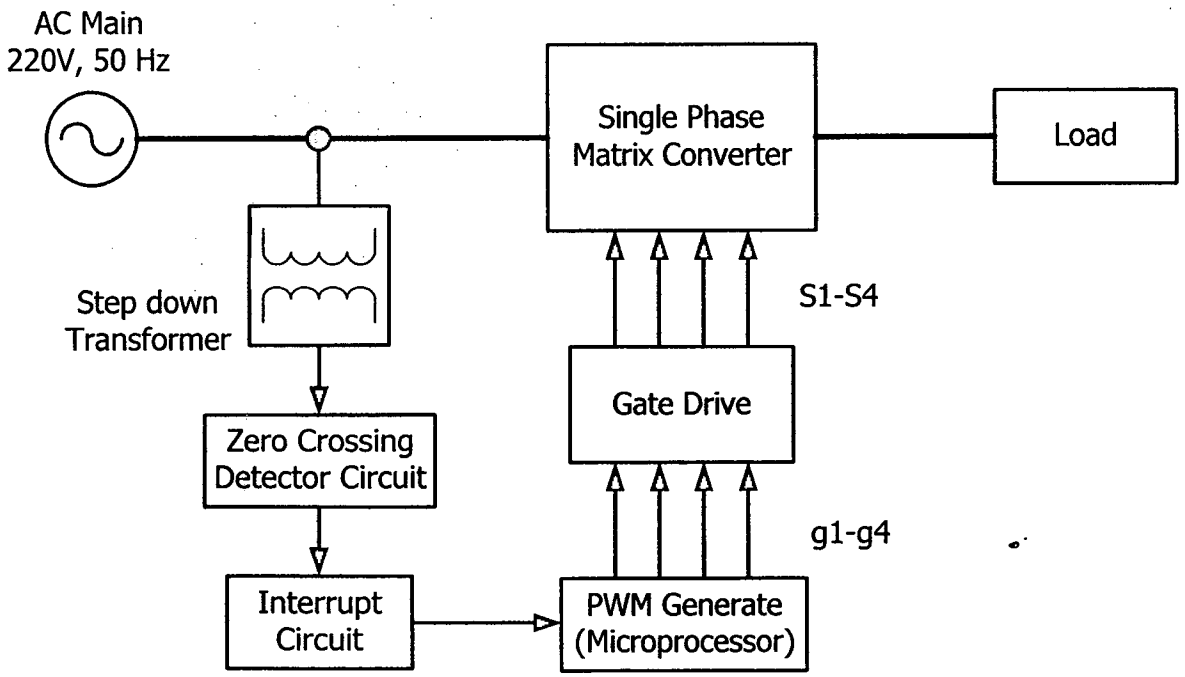
บทที่ 3
วงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์

1. บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึง ลักษณะโครงสร้างของวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ที่จะทำการสร้างขึ้นเป็นเครื่องต้นแบบ และหลักการสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม ซึ่งใช้ในการขับนำสวิทช์สองทางทั้ง 4 ชุดเพื่อให้ได้แรงดันพีดับบลิวเอ็มเอาท์พุท รวมทั้งลักษณะของสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม ที่ใช้ควบคุมการทำงานของสวิทช์สองทางในวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ ซึ่งสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่ใช้จะได้มาจากสมการของ m_1, m_2 ที่ได้ทำการแสดงไว้ในบทที่ 2 แล้ว โดยสร้างจากชุดไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งรายละเอียดจะได้แสดงในหัวข้อต่างๆต่อไปนี้

2. โครงสร้างวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์

โครงสร้างวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ 1-เฟส ที่ดำเนินการวิจัยนี้ สามารถออกแบบและสร้างขึ้น มีรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ ดังแสดงด้วยบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมรวมของวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์

จากรูปที่ 3.1 เป็นโครงสร้างโดยรวมของวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ ซึ่งสามารถแยกออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

(1) วงจรส่วนสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม (PWM Generate)

(2) วงจรสร้างสัญญาณอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Circuit)

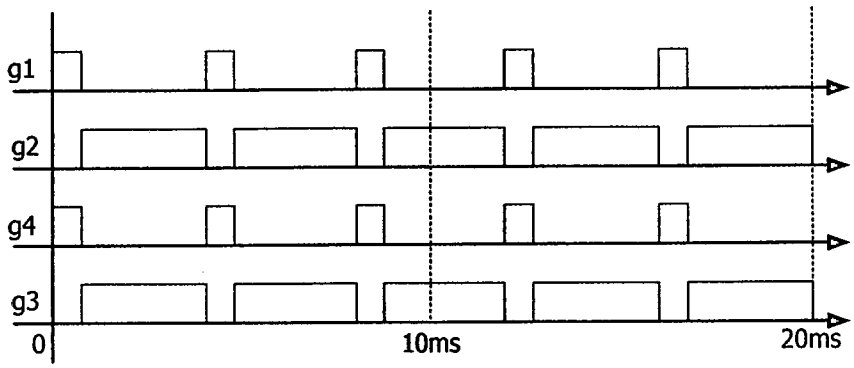
(3) วงจรตรวจจับแรงดันศูนย์ (Zero Crossing Voltage Detector Circuit)

(4) วงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟส (Single-Phase Matrix Converter)

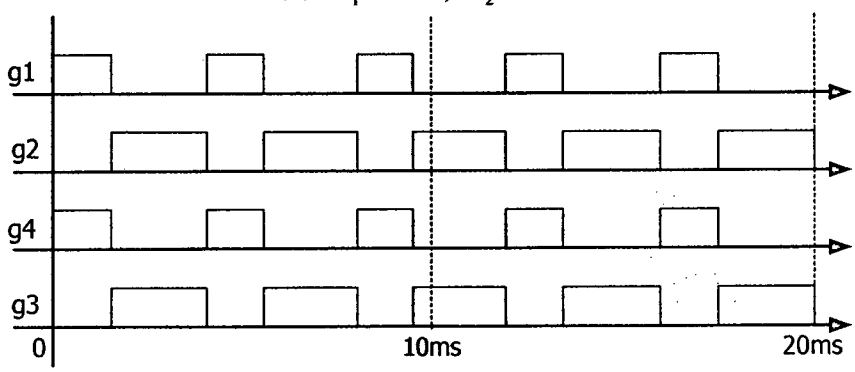
ซึ่งรายละเอียดของแต่ละส่วนของวงจรจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

3. วงจรส่วนสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่ใช้ในการขับนำสวิทช์สองทาง

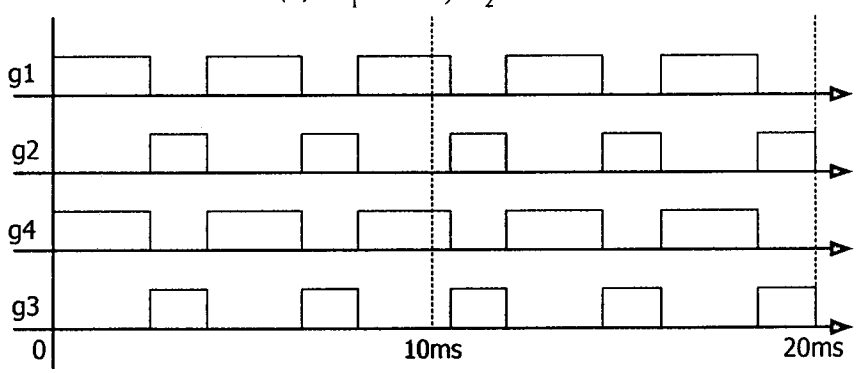
สัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม (g1-g4) ที่ใช้ในการขับนำสวิทช์สองทิศทางในงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างมาจากการใช้สมการของ m_1, m_2 ที่ได้ทำการแสดงไว้ในบทที่ 2 โดยการคำนวณหาค่าเวลาของ m_1, m_2 ซึ่งเป็นค่าดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่า m_1 เท่ากับ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 ส่วนค่า m_2 เท่ากับ 0.8, 0.6, 0.4 และ 0.2 ในแต่ละค่าความถี่สวิทช์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าความถี่สวิทช์ (Switching Frequency : f_s) เท่ากับ 250 Hz, 500 Hz และ 1 kHz ซึ่งมีรูปแบบดังแสดงในรูปที่ 3.2 –3.4 โดยที่สัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม g1 และ g4 มีค่าดิวตี้ไซเคิล(Duty Cycle) เท่ากับ m_1 (0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8) และสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม g2 และ g3 มีค่าดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) เท่ากับ m_2 (0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8) ซึ่งสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม (g1-g4) สามารถสร้างขึ้นจากการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล PIC เบอร์ PIC16F628 โดยการเก็บข้อมูลของสัญญาณพีดับบลิวเอ็ม g1-g4 ที่ค่าดิวตี้ไซเคิล(Duty Cycle) เท่ากับ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 และค่าความถี่สวิทช์(Switching Frequency : f_s) เท่ากับ 250 Hz, 500 Hz และ 1 kHz ไว้ในลักษณะเป็นตารางในหน่วยความจำของไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 แล้วให้ไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 ทำการอ่านค่าข้อมูลจากตารางข้อมูลส่งออกทางพอร์ทของไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 ซึ่งเป็นวิธีการเปิดตาราง(Look-up Table) โดยแต่ละค่าของข้อมูลที่ส่งออกทางพอร์ท A ของไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นสภาวะการทำงานของสวิทช์สองทางในช่วง 0.2 มิลลิวินาที ดังนั้นจะทำให้มีข้อมูลทั้งหมด 100 ค่าต่อหนึ่งตารางต่อหนึ่งค่าดิวตี้ไซเคิล(Duty Cycle) และหนึ่งค่าความถี่สวิทช์ (Switching Frequency : f_s) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งออกที่เอาท์พุทพอร์ท A ของไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 ครั้งละ 1 ข้อมูลแล้วทำการหน่วงเวลาไว้นาน 0.2 มิลลิวินาที จนครบ 100 ข้อมูลซึ่งจะได้สัญญาณพีดับบลิวเอ็ม g1-g4 ครบ 1 ไซเคิล ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างวิธีการหาข้อมูลของสัญญาณพีดับบลิวเอ็ม g1-g4 ที่ค่าดิวตี้ไซเคิล(Duty Cycle) เท่ากับ 0.8 และที่ความถี่ความถี่สวิทช์(Switching Frequency : f_s) เท่ากับ 250 Hz แสดงได้ดังรูปที่ 3.5 โดยจะแทนลอจิก “0” ซึ่งหมายถึงสวิทช์หยุดนำกระแสและแทนลอจิก “1” ซึ่งหมายถึงสวิทช์นำกระแส ดังนั้น จากรูปแบบของสัญญาณพีดับบลิวเอ็ม g1-g4 ในรูปที่ 3.5 ในช่วง 0.2 มิลลิวินาทีแรก (0-0.2 มิลลิวินาที) จะแทนด้วยลอจิกเป็น 1,



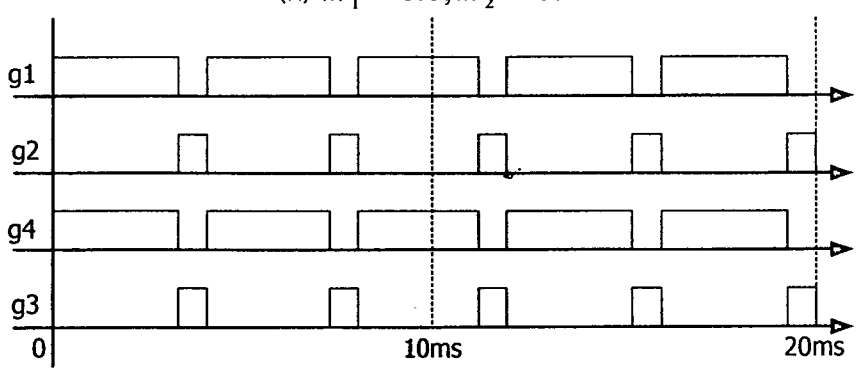
(ก) $m_1 = 0.2, m_2 = 0.8$



(ข) $m_1 = 0.4, m_2 = 0.6$

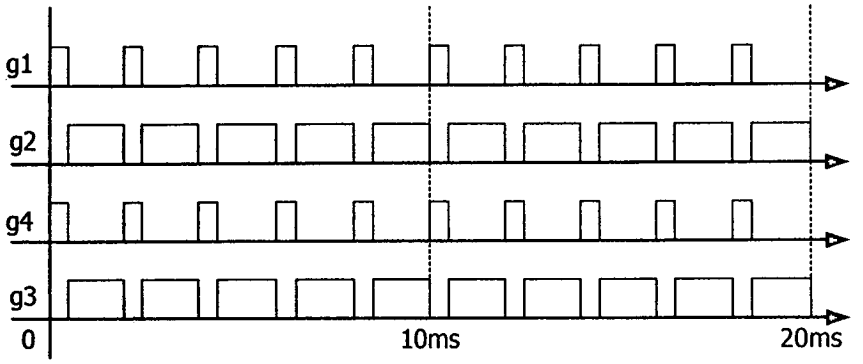


(ค) $m_1 = 0.6, m_2 = 0.4$

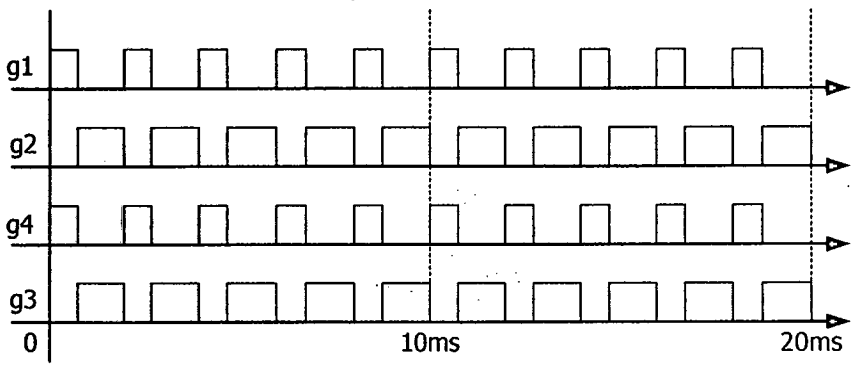


(ง) $m_1 = 0.8, m_2 = 0.2$

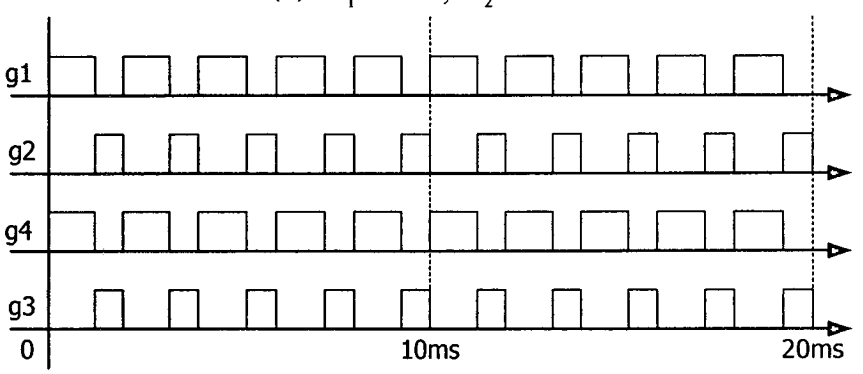
รูปที่ 3.2 สัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่ค่าความถี่สวิทช์เท่ากับ 250 Hz



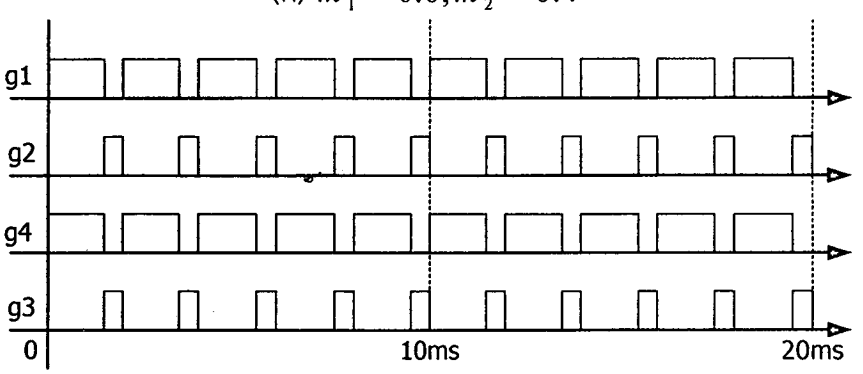
(ก) $m_1 = 0.2, m_2 = 0.8$



(ข) $m_1 = 0.4, m_2 = 0.6$

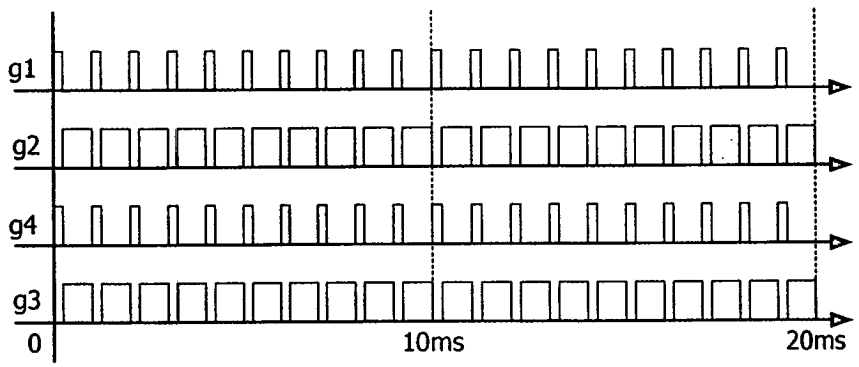


(ค) $m_1 = 0.6, m_2 = 0.4$

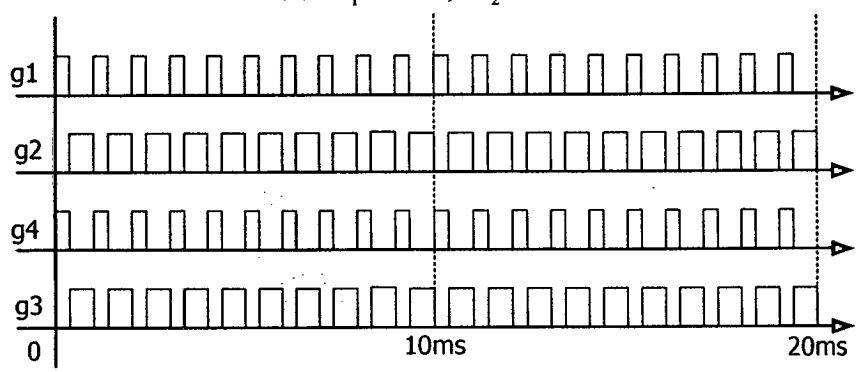


(ง) $m_1 = 0.8, m_2 = 0.2$

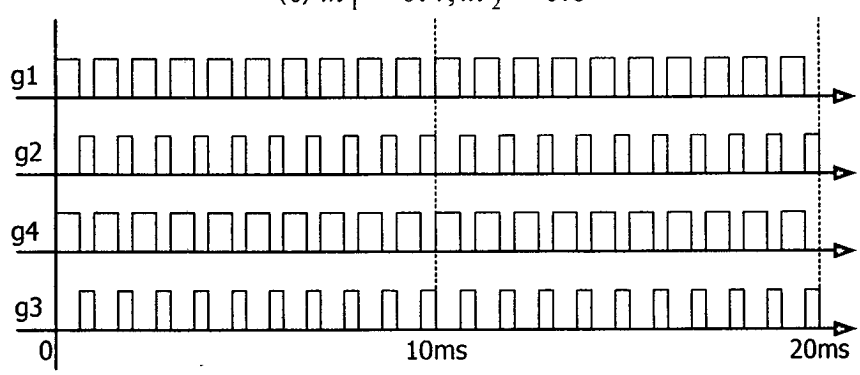
รูปที่ 3.3 สัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่ค่าความถี่สวิทช์เท่ากับ 500 Hz



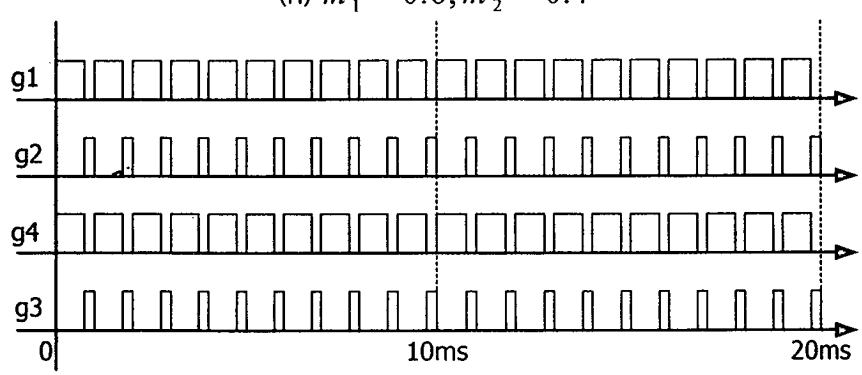
(ก) $m_1 = 0.2, m_2 = 0.8$



(ข) $m_1 = 0.4, m_2 = 0.6$

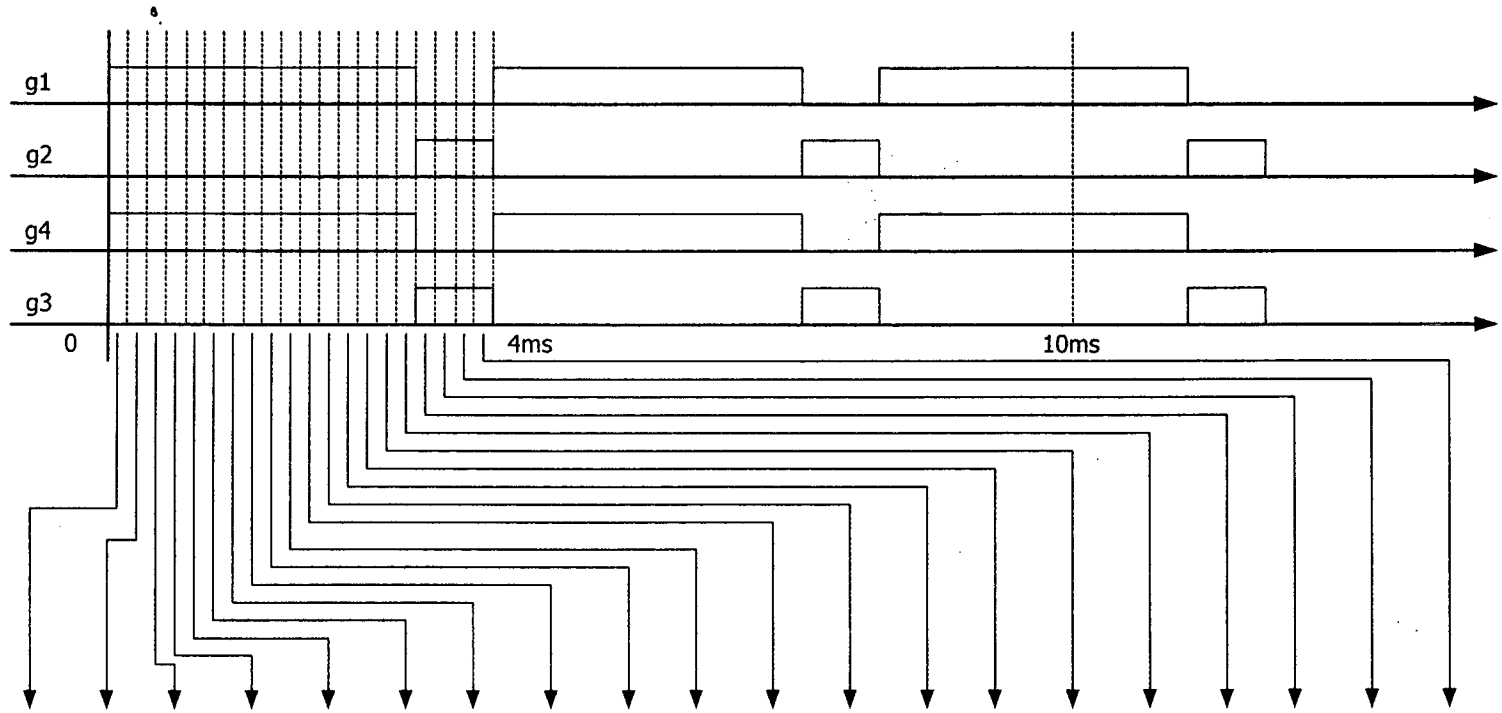


(ค) $m_1 = 0.6, m_2 = 0.4$



(ง) $m_1 = 0.8, m_2 = 0.2$

รูปที่ 3.4 สัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่ค่าความถี่สวิทช์เท่ากับ 1 kHz



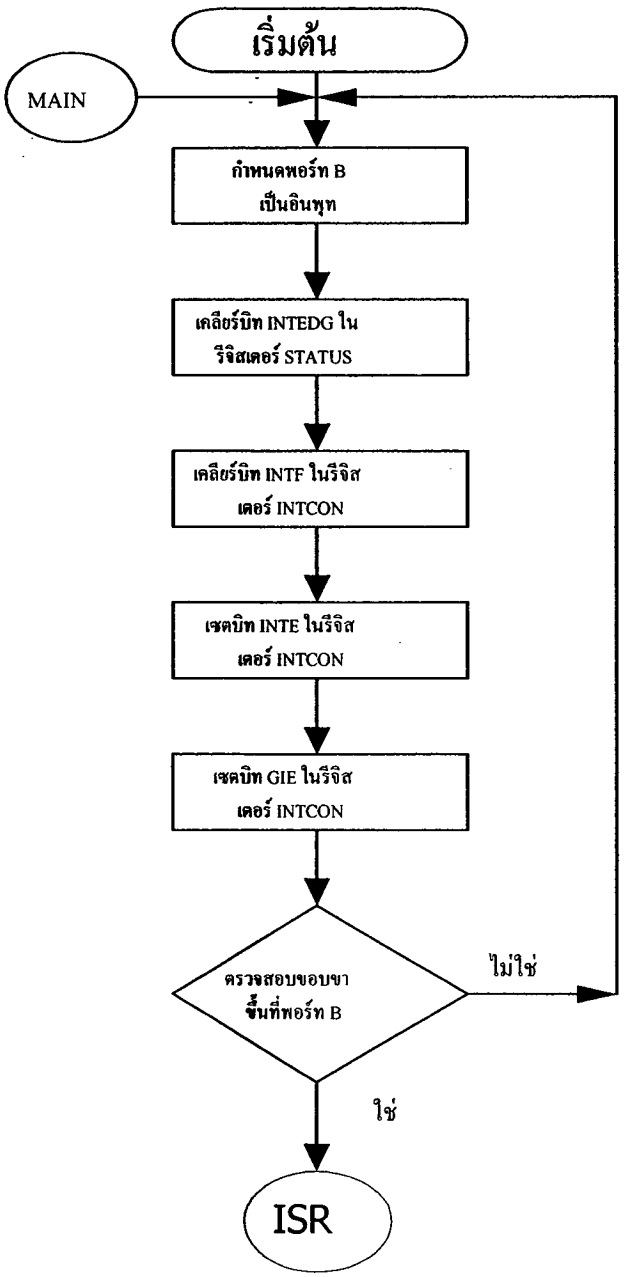
ลำดับข้อมูล	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		100
ระยะห่างของเวลา (ms)	0 - 0.2	0.2 - 0.4	0.4 - 0.6	0.6 - 0.8	0.8 - 1.0	1.0 - 1.2	1.2 - 1.4	1.4 - 1.6	1.6 - 1.8	1.8 - 2.0	2.0 - 2.2	2.2 - 2.4	2.4 - 2.6	2.6 - 2.8	2.8 - 3.0	3.0 - 3.2	3.2 - 3.4	3.4 - 3.6	3.6 - 4.0	4.0 - 4.2		19.8 - 20
g1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		0
g2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		1
g3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		0
g4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		1
ข้อมูลเลขฐานสิบหก	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	05H	0AH	0AH	0AH	0AH		0AH

รูปที่ 3.5 การเก็บข้อมูลสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม ครั้งละ 0.2 มิลลิวินาที

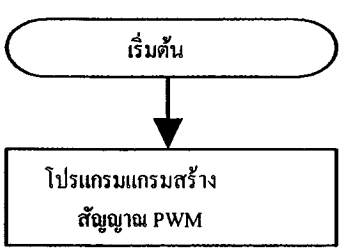
0, 1, และ 0 ตามลำดับ แต่ในการเก็บข้อมูลของสัญญาณพีดับบลิวเอ็ม g1-g4 ลงในตารางนั้นจะทำการเก็บข้อมูลของ g1 ในบิท 0 , g2 ในบิท 1, g4 ในบิท 2 และ g3 ในบิท 3 ซึ่งการเก็บข้อมูลในช่วง 0.2 มิลลิวินาทีแรก จะต้องเก็บข้อมูลในระบบเลขฐานสองเท่ากับ 00000101B หรือในระบบเลขฐานสิบหกเท่ากับ 05H ส่วนในการหาข้อมูลที่เหลือช่วงละ 0.2 มิลลิวินาที สามารถหาได้ในลักษณะเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่ค่าดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) และค่าความถี่สวิทช์(Switching Frequency : f_s) ต่างๆ โดยสามารถแสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมหลักได้ดังรูปที่ 3.6 โดยจะเริ่มต้นจากการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับพอร์ต B ซึ่งจะทำการกำหนดให้พอร์ต B เป็นพอร์ตอินพุทที่จะรับสัญญาณอินเทอร์รัพท์ภายนอกทุกๆ หนึ่งไซเคิลของสัญญาณไฟไลน์การไฟฟ้า หลังจากนั้นทำการเคลียร์บิท INTEDG ในรีจิสเตอร์ STATUS และบิท INTR ในรีจิสเตอร์ INTCON รวมทั้งทำการเซทบิท INTE และ GIE ในรีจิสเตอร์ INTCON แล้วตรวจสอบขอบขาขึ้นของสัญญาณอินเทอร์รัพท์ภายนอกจากพอร์ท B บิท 0 ($RB0 / \overline{INT}$) ว่ามีการอินเทอร์รัพท์เกิดขึ้นหรือไม่

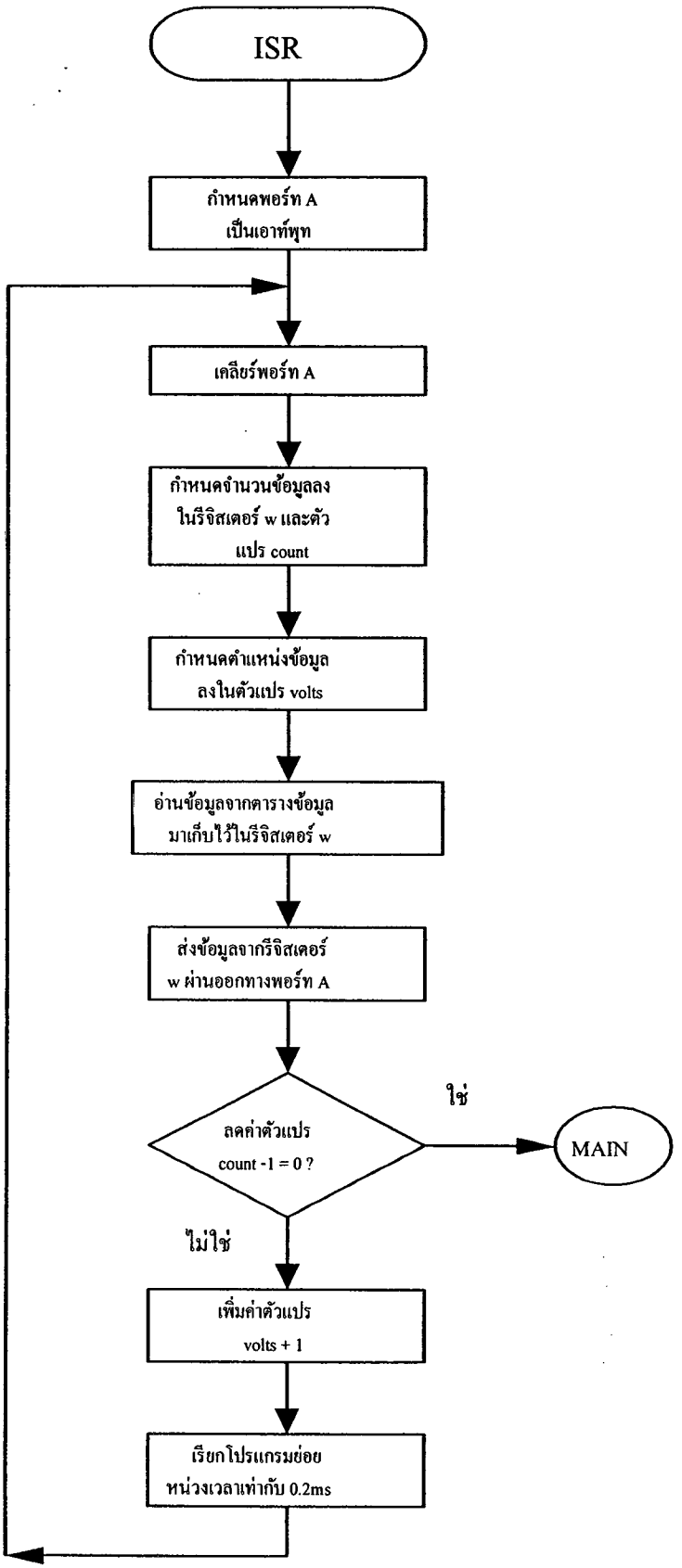
ถ้าตรวจสอบพบขอบขาขึ้นของสัญญาณอินเทอร์รัพท์ภายนอกก็จะเกิดการอินเทอร์รัพท์ขึ้นแล้วโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพท์จะทำงานดังโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 3.7 ซึ่งจะเริ่มต้นทำการสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มขึ้นดังโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 3.8 โดยเริ่มจากการกำหนดพอร์ท A เป็นพอร์ทเอาท์พุทที่จะส่งข้อมูลเลขฐานสิบหกออกไปเป็นสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มโดยใช้วิธีการเปิดตาราง โดยจะทำการกำหนดตำแหน่ง (address) เริ่มต้นของตารางข้อมูลสภาวะการทำงานของสวิทช์ให้กับรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการชี้ตำแหน่งของข้อมูลซึ่งได้ทำการเก็บไว้ก่อนแล้วตารางละ 100 ข้อมูลดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ต่อจากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลสภาวะการทำงานของสวิทช์ทั้งหมด 100 ค่า ที่ถูกชี้โดยรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ชี้ตำแหน่งของข้อมูลส่งออกทางพอร์ต A ซึ่งจะถูกหน่วงเวลาให้ข้อมูลยังคงอยู่ที่พอร์ตเป็นเวลา 0.2 มิลลิวินาที โดยในการหน่วงเวลา 0.2 มิลลิวินาทีนั้นจะใช้โปรแกรมย่อยดังโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 3.9 และเมื่อส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ตจนครบ 100 ค่าข้อมูล แล้วจะกลับไปเริ่มต้นนำข้อมูลในตำแหน่งเริ่มต้นใหม่อีกครั้งจนครบ 100 ค่าข้อมูล ซึ่งข้อมูลแต่ละค่าที่ส่งออกไปจะถูกหน่วงเวลาข้อมูลละ 0.2 มิลลิวินาที จนครบจำนวน 100 ข้อมูล เป็นเวลา 20 มิลลิวินาที เท่ากับหนึ่งไซเคิลของไฟไลน์การไฟฟ้า โดยใช้แรงดันไฟไลน์ an เป็นเฟสอ้างอิงแล้วใช้แรงดันนี้ไปสร้างสัญญาณอินเตอร์รัพท์ให้กับไมโครโปรเซสเตอร์ PIC16F628 โดยที่เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอกเข้ามาที่พอร์ท B บิท 0 ($RB0 / \overline{INT}$) ให้กับไมโครโปรเซสเซอร์โปรแกรมจะเริ่มส่งข้อมูลที่ชี้โดยตัวชี้ ตำแหน่งข้อมูลแรกออกไปยังเอาท์พุทพอร์ต A เพื่อเริ่มสร้างสัญญาณพีดับบลิวเอ็มที่มุม 0 องศาใหม่



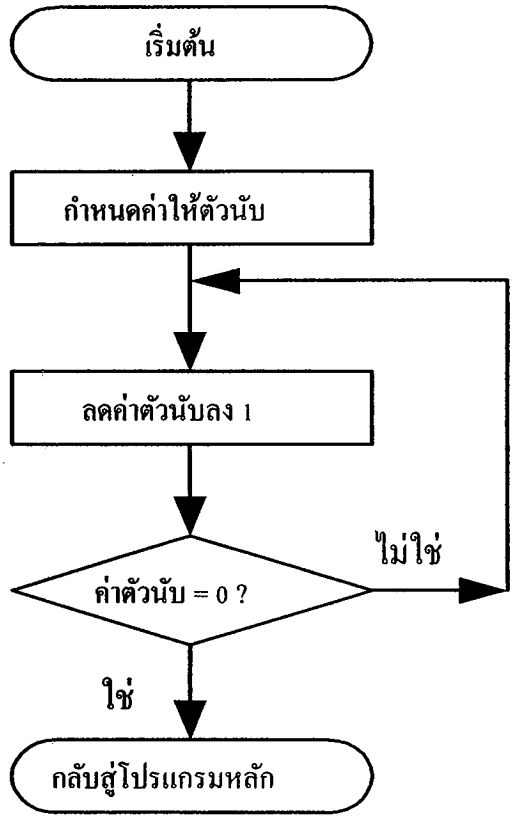
รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมหลัก



รูปที่ 3.7 โฟลว์ทชาร์ทของโปรแกรมบริการการอินเตอร์รัพท์



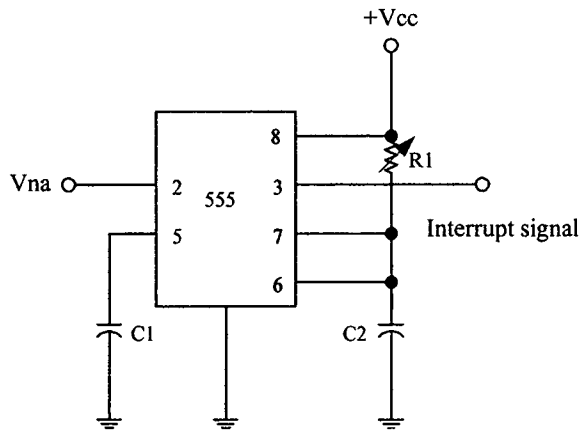
รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม



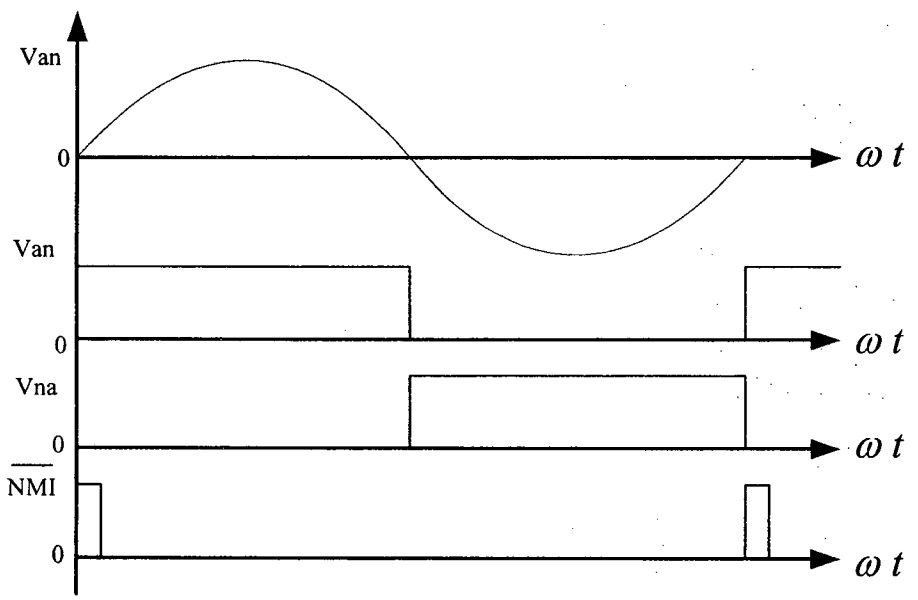
รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ทของโปรแกรมย่อยหน่วงเวลา 0.2 มิลลิวินาที

4. วงจรสร้างสัญญาณอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Circuit)

การสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มเพื่อใช้ในการขับนำสวิทช์สองทางในวงจรเมตริกคอนเวอร์เตอร์นั้น ตำแหน่งเริ่มต้นของสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มแต่ละชุดจะต้องเริ่มจากตำแหน่งศูนย์ของแรงดันไลน์ทูไลน์การไฟฟ้าอินพุท V_{an} ซึ่งเป็นการทำงานในลักษณะที่ซิงโครไนซ์กัน นั่นคือ ทำให้เฟสของแรงดันอินพุทและแรงดันเอาท์พุทตรงกัน ดังนั้นเพื่อให้เกิดการซิงโครไนซ์ขึ้น จะต้องทำการสร้างสัญญาณเพื่อส่งไปทำการอินเตอร์รัพท์ไมโครโปรเซสเซอร์ให้เริ่มสร้างและส่งข้อมูลสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม ณ. ตำแหน่งศูนย์ของแรงดันอินพุท V_{an} โดยสัญญาณอินเทอร์รัพท์ที่ใช้เป็นการอินเตอร์รัพท์แบบนอนมาสเคเบิล(Nonmaskable Interrupt) ซึ่งสัญญาณอินเทอร์รัพท์จะส่งไปยังพอร์ท B บิท 0 ($RB0 / \overline{INT}$) โดยใช้การตรวจสอบขอบขาขึ้นของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่ขา $\overline{NMI}$ ของไมโครโปรเซสเซอร์ สัญญาณอินเทอร์รัพท์นี้ จะถูกสร้างโดยใช้วงจรโมโนสเตเบิล (Monostable Circuit) โดยมีลักษณะของวงจรโมโนสเตเบิลที่ใช้ตามรูปที่ 3.10 และสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจจับตำแหน่งแรงดันศูนย์และสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่ส่งไปให้แก่ไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 แสดงได้ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 วงจรสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์เพื่อให้เกิดการซิงโครไนซ์ของสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม



รูปที่ 3.11 ลักษณะของสัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่ได้มาจากสัญญาณแรงดันไฟไลน์การไฟฟ้า

5.วงจรตรวจจับแรงดันศูนย์ (Zero Crossing Voltage Detector Circuit)

ในส่วนของวงจรตรวจจับแรงดันศูนย์นั้น จะประกอบด้วยวงจรอีก 2 ส่วน คือ วงจรที่ทำหน้าที่แยกกราวด์นระหว่างไฟไลน์การไฟฟ้ากับไฟเลี้ยงในวงจรสร้างสัญญาณต่าง ๆ และวงจรตรวจจับแรงดันศูนย์ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

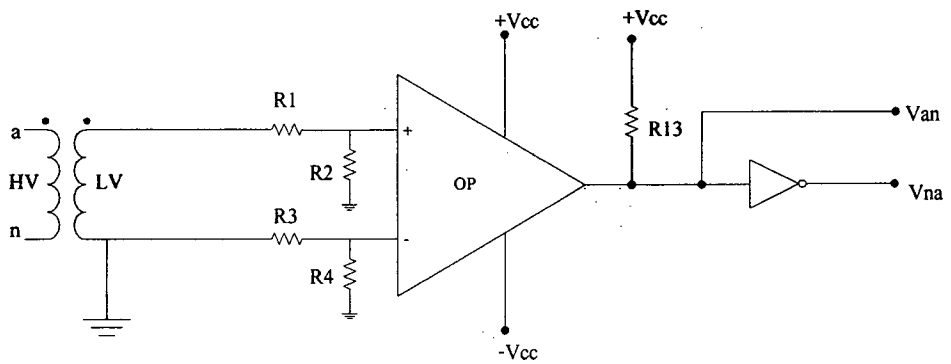
5.1 วงจรแยกกราวด์ (Ground Separated)

การทำงานของสวิทช์สองทางในวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ จะต้องมีการทำงานที่มีลักษณะซิงโครไนซ์กับสัญญาณไฟไลน์อินพุท ดังนั้นจะต้องนำสัญญาณไฟไลน์อินพุทมาใช้ควบคุมการทำงานของสวิทช์สองทางทั้ง 4 ชุด และเพื่อป้องกันการเสียหายของวงจรสร้างสัญญาณต่าง ๆ อันเนื่องจากการผิด ปกติของสัญญาณไฟไลน์การไฟฟ้า จึงต้องทำการแยกกราวด์ของสัญญาณไฟไลน์กับไฟเลี้ยง

ของวงจรควบคุม การแยกกราวด์นี้จะใช้หม้อแปลงทำการลดระดับแรงดันจาก 220 Vrms ลงมาเหลือ 6 Vrms ดังนั้นจะได้สัญญาณไฟไลน์ที่มีลักษณะที่ซิงโครไนซ์กับไฟไลน์การไฟฟ้า

5.2 วงจรตรวจจับแรงดันศูนย์ (Zero Crossing Voltage Detector)

วงจรตรวจจับแรงดันศูนย์ ทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งแรงดันศูนย์โวลท์ของไฟเอซีไลน์การไฟฟ้า โดยจะนำสัญญาณไฟเอซีที่ได้ทำการลดระดับลงมาแล้วจากวงจรแยกกราวด์มาผ่านวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดัน ซึ่งจะได้สัญญาณพัลส์ที่มีความสัมพันธ์กับไฟเอซีไลน์การไฟฟ้า ซึ่งลักษณะวงจรแสดงได้ดังรูปที่ 3.12 และสัญญาณที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบจะนำไปเป็นสัญญาณอินพุทให้แก่วงจรโมโนสเตเบิล เพื่อให้ได้สัญญาณอินเทอร์รัพท์แบบนอนมาสเคเบิลส่งไปยังไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 ต่อไป

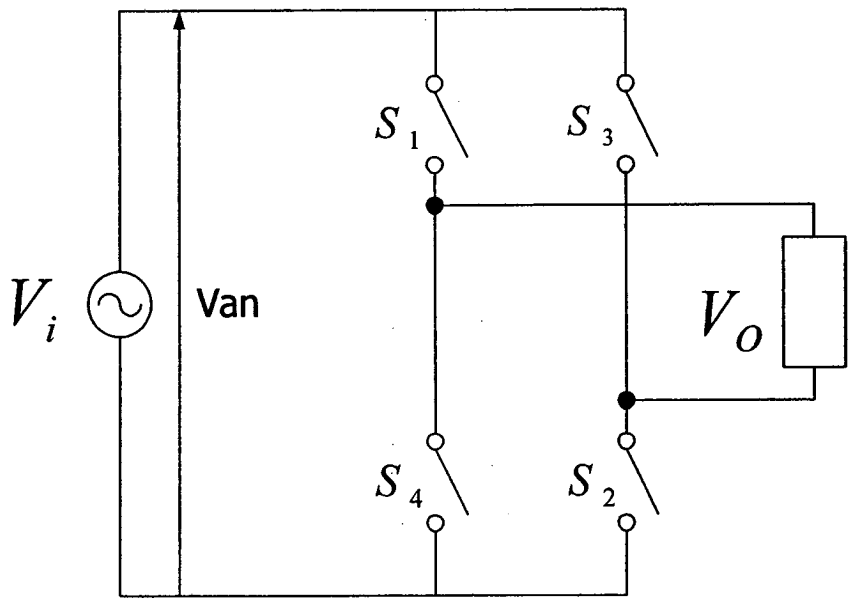


รูปที่ 3.12 วงจรตรวจจับแรงดันศูนย์

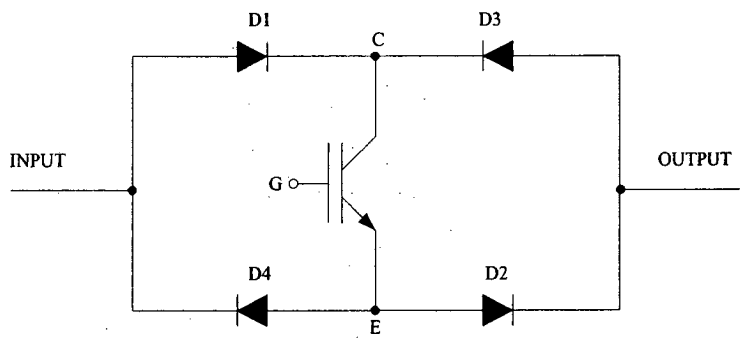
6. วงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟส (Single-Phase Matrix Converter)

วงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟส ทำหน้าที่ตัดต่อแรงดันไลน์การไฟฟ้าหนึ่งเฟสที่มีค่าความถี่และระดับแรงดันคงที่ โดยใช้สวิทช์ทั้งหมด 4 ชุด แสดงได้ดังวงจรรูปที่ 3.13 ไปเป็นแรงดันเอาท์พุทหนึ่งเฟส ที่สามารถปรับเปลี่ยนระดับแรงดันและความถี่เอาท์พุทได้ โดยการปรับที่ความถี่ของสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่สร้างมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 สวิทช์ที่ใช้ในวงจรกำลังจะเป็นสวิทช์ที่มีการทำงานโดยให้กระแสไหลผ่านได้ทั้งสองทาง เรียกว่า สวิทช์สองทาง (Bidirectional Switch) โดยสวิทช์สองทางที่ใช้จะประกอบด้วย สวิทช์ไอจีบีที (IGBT) จำนวน 1 ตัว ทำงานร่วมกับไดโอด (Diode) 4 ตัว ต่อแบบบริดจ์ ซึ่งลักษณะสวิทช์สองทิศทาง แสดงได้ดังรูปที่ 3.14

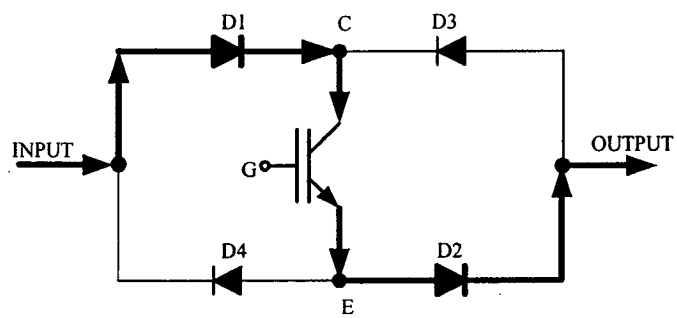
จากรูปที่ 3.14 เป็นสวิทช์สองทิศทางที่ใช้ในวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ โดยทิศทางแรกกระแสไหลเข้ามาทางอินพุทจะไหลผ่านไดโอด D1 ผ่านขาคอลเลคเตอร์-อีมิตเตอร์ของ IGBT (IGBT Turn-ON) ผ่านไดโอด D2 ออกทางเอาท์พุทดังรูปที่ 3.15(a) และในทิศทางที่สองกระแสไหลย้อนกลับเข้าทางเอาท์พุทไหลผ่านไดโอด D3 ผ่านขาคอลเลคเตอร์-อีมิตเตอร์ของ IGBT (IGBT Turn-ON) ผ่านไดโอด D4 ออกทางอินพุทดังรูปที่ 3.15 (b)



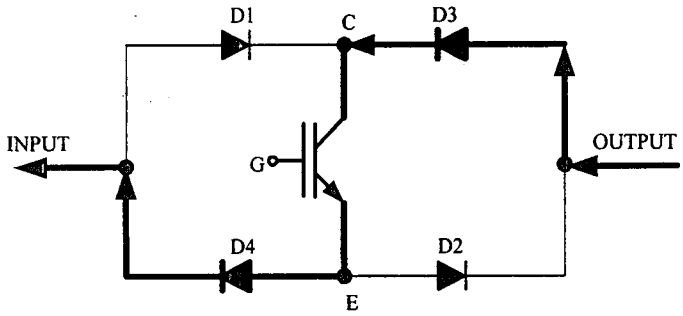
รูปที่ 3.13 วงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสที่ประกอบด้วยสวิทช์สองทางทั้ง 4 ชุด



รูปที่ 3.14 ลักษณะสวิทช์สองทิศทางที่ใช้ IGBT 1 ตัว ทำงานร่วมกับ Diode ที่ต่อแบบ Bridge



(a) สวิทช์นำกระแสจากอินพุทไหลไปยังเอาท์พุท



(b) สวิทช์นำกระแสจากเอาท์พุทไหลไปยังอินพุท

รูปที่ 3.15 การทำงานของสวิทช์สองทิศทาง

7. สรุปท้ายบท

ในบทนี้ได้ทำให้เข้าใจถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์หนึ่งเฟส ในส่วนของการสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่ใช้ในการขับนำสวิทช์สองทางทั้ง 4 ชุดให้ทำงานได้ ซึ่งจะต้องใช้สัญญาณ 2 ส่วน คือ สัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็มที่สร้างจากไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 กับ สัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจจับแรงดันศูนย์จากแรงดันไฟไลน์การไฟฟ้า เพื่อนำมาเป็นสัญญาณอินเทอร์รัพท์ให้แก่ไมโครโปรเซสเซอร์ PIC16F628 เพื่อใช้ในการสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม เพื่อไปขับนำสวิทช์สองทางทั้ง 4 ชุด ให้ทำงานตามจังหวะของแรงดันไฟไลน์อินพุท ตลอดจนได้แสดงการทำงานของสวิทช์สองทิศทางที่ใช้ในวงจรเมตริกซ์คอนเวอร์เตอร์ ซึ่งสามารถทำงานโดยให้กระแสไหลจากแหล่งจ่ายไปยังโหลดและไหลจากโหลดย้อนกลับสู่แหล่งจ่ายได้ ซึ่งเป็นลักษณะของสวิทช์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จากหลักการสร้างสัญญาณพีดับบลิวเอ็มที่ใช้ควบคุม การขับนำของสวิทช์สองทางทั้ง 4 ชุด ให้ทำงานจะนำไปเป็นหลักการสร้างสัญญาณพัลส์พีดับบลิวเอ็ม เพื่อนำไปป้อนให้กับสวิทช์สองทางทั้ง 4 ชุด ให้ทำงานเพื่อทดสอบโหลดในหัวข้อการทดลองต่อไป