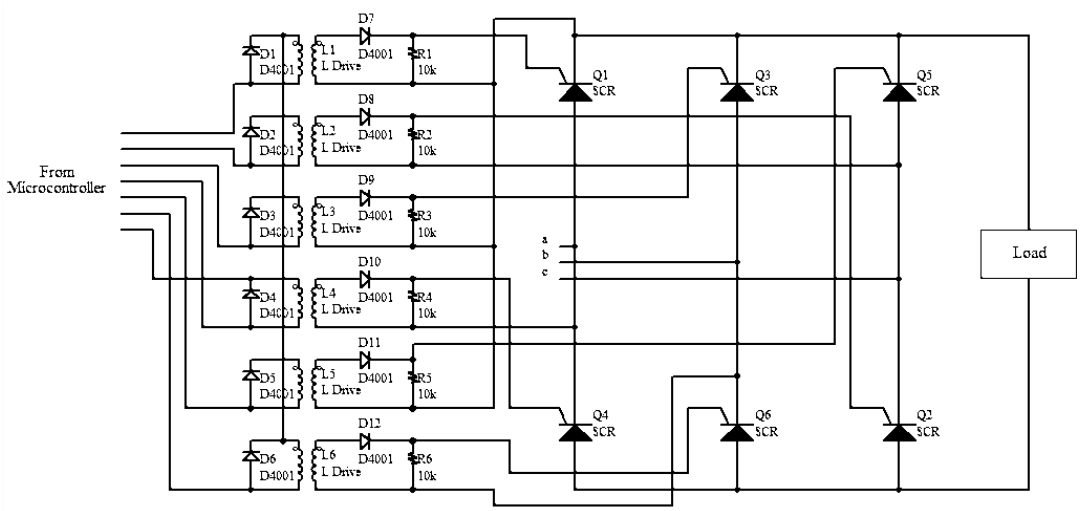
บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างของโครงงานและส่วนประกอบต่างๆ ซึ่งในโครงงานนี้จะประกอบไปด้วย วงจรกำลัง วงจรคำสั่ง วงจรตรวจสอบเฟสและโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากในชุดของวงจรควบคุมเป็นในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ด้านอิเลคทรอนิกส์ที่ใช้กระแสน้อยแต่เราจะนำไปควบคุมอุปกรณ์ด้านกำลังซึ่งใช้กระแสที่สูงดังนั้นโครงงานนี้จึงจำเป็นที่จะต้องแยกอุปกรณ์ทางด้านอิเลคทรอนิกส์ออกจากอุปกรณ์ด้านกำลังเพื่อป้องกันอุปกรณ์ด้านอิเลคทรอนิกส์ไม่ให้เกิดความเสียหายเนื่องจากกระแสที่สูงจากด้านกำลังจะแบ่งเป็น 2 ภาคคือ

3.1 วงจรภาคกำลัง



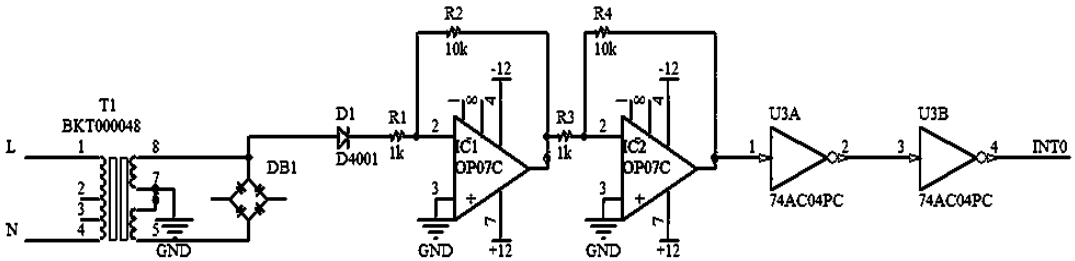
ภาพที่ 3.1 วงจรเรียงกระแส 3 เฟสที่ควบคุมเต็มบริดจ์ ต่อกับ หม้อแปลงพัลส์แบบ 1:1

จากภาพที่ 3.1 การทำงานของวงจรนี้หม้อแปลงจะรับกระแสมาจากวงจรขับกระแสเกตและทำการถ่ายสัญญาณมาสู่วงจรด้านกำลังซึ่งหม้อแปลงทั้ง 6 ตัวจะต่ออยู่กับไทรีสเตอร์แต่ละตัว

ตามภาพที่ 3.1 ซึ่งไทรีสเตอร์แต่ละตัวจะมีไฟมารอไว้แต่ละเฟสโดยที่ไทรีสเตอร์ตัวที่ 1 และ 4 จะได้ไฟจากเฟส a ไทรีสเตอร์ตัวที่ 3 และ 6 จะได้ไฟจากเฟส b และไทรีสเตอร์ตัวที่ 5 และ 2 จะได้ไฟจากเฟส c เมื่อหม้อแปลงได้รับสัญญาณจากวงจรขับกระแสเกตก็จะถ่ายทอดสัญญาณมาที่ขาเกตของไทรีสเตอร์และนำกระแสทำให้เกตไทรีสเตอร์ทำงานและเมื่อไทรีสเตอร์ทำงานตามรูปแบบของโปรแกรมที่ตั้งไว้ก็จะทำให้โหลดที่ต่ออยู่ทำงานตามที่เราต้องการ รวมทั้งหม้อแปลงยังเป็นเส้น GND ให้ทางด้านวงจรกำลังอีกด้วยเพราะถ้าใช้ออสซิลโลสโคปไปวัดด้านกำลังแต่ไปจับ GND ด้านวงจรภาคควบคุมจะทำให้เกิดอันตรายต่อวงจรทางด้านภาคควบคุม

3.2 วงจรภาคควบคุม

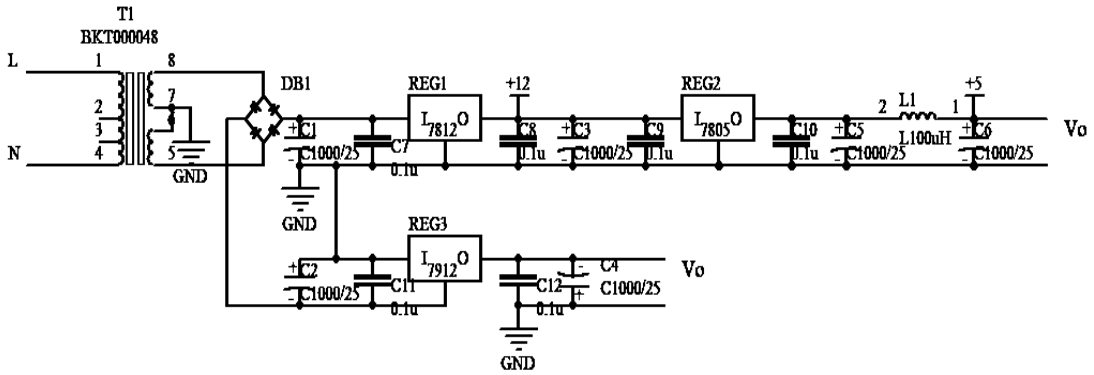
3.2.1 วงจรตรวจสอบเฟส (Phase Detecter)



ภาพที่ 3.2 วงจรตรวจสอบเฟส (Phase Detecter)

จากภาพที่ 3.2 วงจรตรวจสอบเฟส (Phase Detecter) จะประกอบไปด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220V เป็น 12V เพื่อทำให้ไดโอดที่ต่อกับวงจรออปแอมป์ทำงานและแปลงสัญญาณไซน์เต็มคลื่นเป็นสัญญาณไซน์ครึ่งคลื่นและส่งต่อไปยังวงจรออปแอมป์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขยายขนาดหรือลดขนาดของสัญญาณทางด้านขาเข้าของตัวออปแอมป์ และใช้ในการหาจุดเริ่มต้นของรูปคลื่นสัญญาณไซน์ที่จุดศูนย์เพื่อที่จะสร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมให้อยู่ในรูปคลื่นสัญญาณไซน์และเปลี่ยนรูปคลื่นสัญญาณไซน์ให้อยู่ในรูปคลื่นสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมเพื่อง่ายต่อการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์

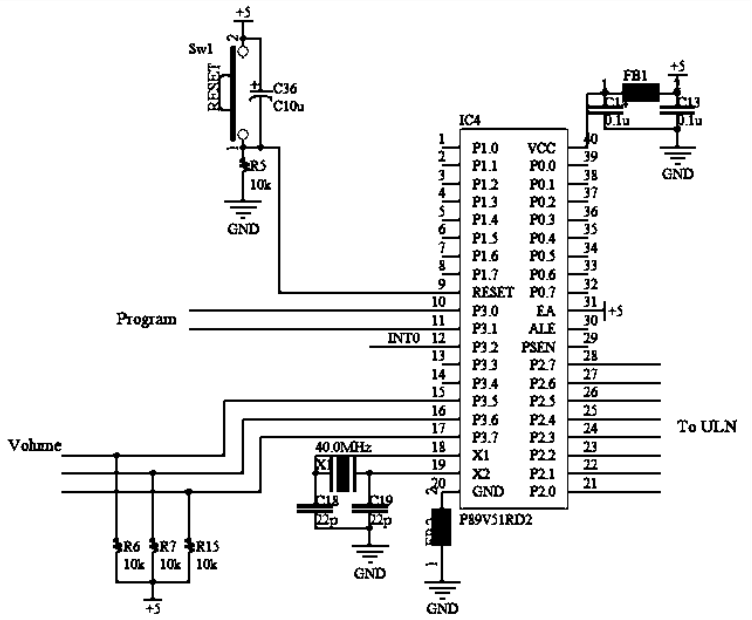
3.2.2 วงจรแปลงไฟ (Voltage Regulator)



ภาพที่ 3.3 วงจรแปลงไฟ (Voltage Regulator)

จากภาพที่ 3.3 วงจรทางภาคควบคุมมีไอซีหลายตัวแต่ละตัวต้องการไฟเลี้ยงไม่เท่ากันเช่น ออปแอมป์ต้องการไฟเลี้ยง +12Vdc และ -12Vdc ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการไฟเลี้ยง +5Vdc แต่ในวงจรมีหม้อแปลงตัวเดียวที่จ่ายไฟ 12Vdc ดังนั้นจึงต้องมีวงจรแปลงไฟเพื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับไอซีแต่ละตัว การทำงานของวงจรนี้คือหม้อแปลงจะแปลงไฟจาก 220V เป็น 12V เพื่อป้อนให้กับวงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์และได้แรงดันออกมาที่ฟิลเตอร์คาปาซิเตอร์ C1 เท่ากับ 25V และส่งผ่านไอซี 7812 โดยค่าแรงดันเอาท์พุทจะขึ้นอยู่กับตัวไอซีที่ใช้แรงดันที่ออกที่ขาเอาท์พุตของไอซีจะถูกฟิลเตอร์ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นด้วยคาปาซิเตอร์ C3 ก็จะได้ไฟ +12Vdc ถ้าต้องการไฟด้านลบก็ให้ดึงไฟจากบริดจ์เรคติไฟเออร์ทางด้านขาลบก็จะได้ไฟ -12Vdc และ LED 7 ทำหน้าที่แสดงว่าวงจรแปลงไฟทำงาน

3.2.3 วงจรประมวลผล

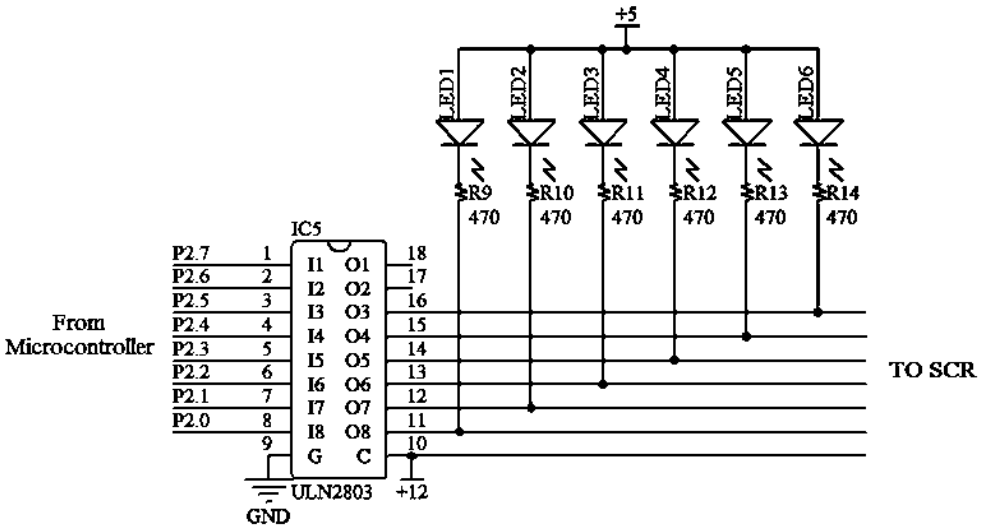


ภาพที่ 3.4 วงจรประมวลผลและ VolumeA/D

จากภาพที่ 3.4 ในวงจรนี้จะประกอบไปด้วย VolumeA/D จะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งจะมีค่าเท่ากับสัญญาณอนาล็อกนั้นๆ โดยใช้หลักการสุ่มสัญญาณอนาล็อกทางอินพุต แล้วนำขนาดของสัญญาณอนาล็อกนั้น มาเปรียบเทียบกับค่าแรงดันอ้างอิง ของวงจรแล้วจึงเปลี่ยนเป็นค่าข้อมูลแบบดิจิตอลเพื่อจะนำสัญญาณดิจิตอลไปประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการตั้งค่ามุมจุดชนวนของไทริสเตอร์ที่ต้องการทั้ง 6 ตัว ส่วนขาที่ 18,19 ของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะมีออสซิลเรเตอร์ที่ใช้ผลิตสัญญาณ Clock จ่ายให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนขาที่ 40 และขาที่ 20 จะมีเฟอร์ไรท์บีท ซึ่งทำหน้าที่กันสัญญาณรบกวนที่มากับกระแสและ GND

ในส่วน IC Max-232 จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณ TTL เป็น RS-232 เพื่อเชื่อมต่อระหว่างส่วน Device กับ Host เนื่องจากสัญญาณ TTL เชื่อมต่อในระยะไกลๆไม่ได้จึงต้องแปลงเป็น RS-232 เพื่อส่งในระยะทางไกลๆมีประสิทธิภาพ

3.2.4 วงจรขับกระแสเกต (IC Drive)

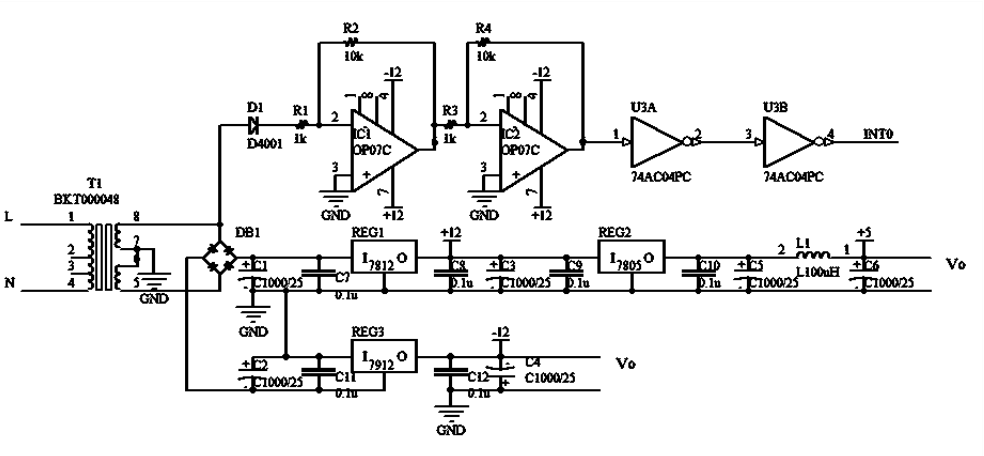


ภาพที่ 3.5 วงจรขับกระแสเกต (IC Drive)

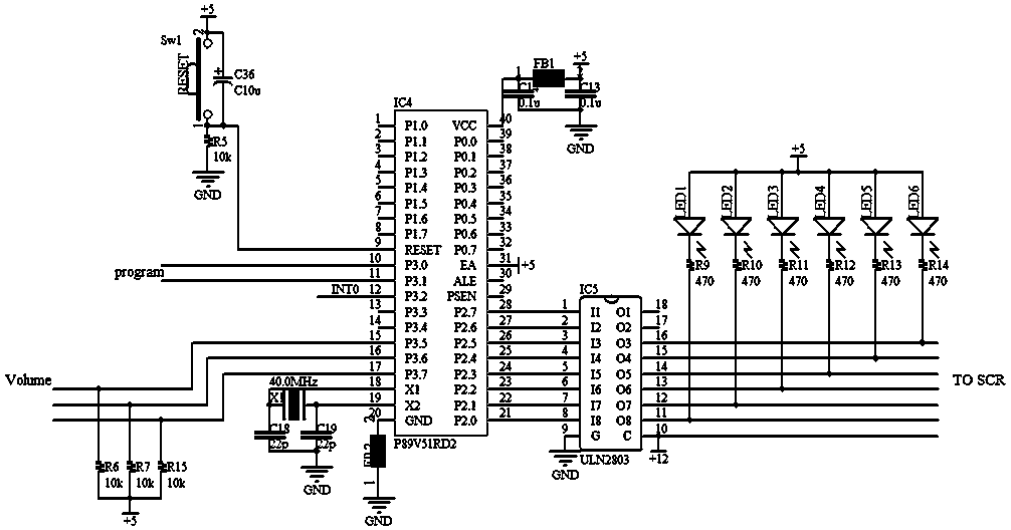
จากภาพที่ 3.5 เนื่องจาก CPU ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่างๆ นั้นจะส่งสัญญาณออกมาได้เพียงระดับของโลจิกซึ่งไม่สามารถนำสัญญาณที่ได้นี้ไปขับกระแสให้กับไทรีสเตอร์โดยตรงได้ ดังนั้นในการที่จะควบคุมการทำงานของไทรีสเตอร์ด้วย CPU นั้นจำเป็นต้องสร้างวงจร Driver เพื่อทำหน้าที่ขับกระแสควบคุมตัวไทรีสเตอร์อีกทีหนึ่ง โดยใช้สัญญาณโลจิกที่ได้จาก CPU ไปกระตุ้นไทรีสเตอร์ ของวงจร Driver เพื่อให้ทำงานตามต้องการอีกทีหนึ่งวงจรขับกระแสและป้องกันกระแสเกินมีหลักการทำงานง่ายๆคือ จะทำงานเมื่อได้รับสัญญาณอินพุทเป็นลอจิก 1 และให้เอาท์พุทมีค่าแรงดันเป็น 0 V ในขณะที่ทำงาน แต่ถ้าได้รับสัญญาณอินพุทเป็นลอจิก 0 จะให้เอาท์พุทเป็นแรงดันเท่ากับแรงดันที่ต่อเข้าที่ขา Common-Output (ขา-10) นั่นก็คือถ้าต้องการให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดของหม้อแปลงก็ป้อนสัญญาณโลจิกให้กับเอาท์พุทบิตนั้นด้วยลอจิก 1 ส่วน LED 1-6 นั้นเอาไว้แสดงว่าสัญญาณที่ออกมาจาก IC-ULN2803 นั้นเป็นลอจิก 0 หรือ ลอจิก 1

ส่วนสำคัญในชุดของวงจรควบคุมนั้นเป็นในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ด้านอิเลคทรอนิกส์ที่ใช้กระแสน้อยแต่เราจะนำไปควบคุมอุปกรณ์ด้านกำลังซึ่งใช้กระแสที่สูงดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องแยกอุปกรณ์ทางด้านอิเลคทรอนิกส์ออกจากอุปกรณ์ด้านกำลังเพื่อป้องกันอุปกรณ์ด้านอิเลคทรอนิกส์ไม่ให้เกิดความเสียหายเนื่องจากกระแสที่สูงจากด้านกำลังสำหรับอุปกรณ์ที่จะใช้แยกอุปกรณ์ด้านอิเลคทรอนิกส์ออกจากอุปกรณ์ด้านกำลังจะใช้ IC-ULN2803 และหม้อแปลงพัลส์ Isolate เป็นตัวเชื่อมการทำงานของวงจรทั้งสองเมื่อเกิด

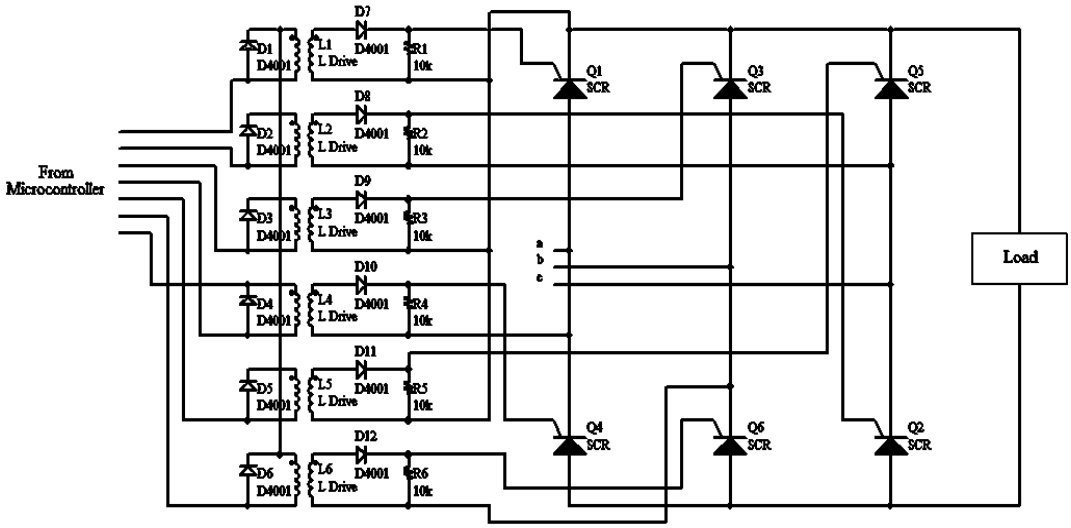
การลัดวงจรหรือกระแสเกินด้านกำลังด้านอิเลคทรอนิกส์จะไม่ได้รับผลกระทบจนถึงกับเสียหายได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.6 ข. และ 3.6 ค.



ก.



ข.



ค.

ภาพที่ 3.6 วงจรรวมภาคควบคุมและภาคกำลัง

ก. แสดงการต่อของวงจรตรวจสอบเฟส (Phase Detecter) และ วงจรแปลงไฟ (Voltage-Regulator)

ข. แสดงการต่อของวงจรประมวลผล และ วงจรขับกระแสเกต (IC Drive)

ค. แสดงการต่อวงจรทางด้านภาคกำลัง

ตารางที่ 3.1 การคำนวณคาบเวลาในการกำหนดมุมทริก

ความถี่	T=1/F	Machine Cycle	Time Delay (ms)	Time Delay (S)	Time Delay / Machine Cycle	Complement FFFF
40000000	0.00000005	0.0000003	0	0	0	65535
40000000	0.00000005	0.0000003	0.833333333	0.000833333	2777.777778	62757.22222
40000000	0.00000005	0.0000003	1.666666667	0.001666667	5555.555556	59979.44444
40000000	0.00000005	0.0000003	2.5	0.0025	8333.333333	57201.66667
40000000	0.00000005	0.0000003	3.333333333	0.003333333	11111.11111	54423.88889
40000000	0.00000005	0.0000003	4.166666667	0.004166667	13888.88889	51646.11111
40000000	0.00000005	0.0000003	5	0.005	16666.66667	48868.33333
40000000	0.00000005	0.0000003	5.833333333	0.005833333	19444.44444	46090.55556
40000000	0.00000005	0.0000003	6.666666667	0.006666667	22222.22222	43312.77778
40000000	0.00000005	0.0000003	7.5	0.0075	25000	40535
40000000	0.00000005	0.0000003	8.333333333	0.008333333	27777.77778	37757.22222

ความถี่	T=1/F	Machine Cycle	Time Delay (ms)	Time Delay (S)	Time Delay / Machine Cycle	Complement FFFF
40000000	0.00000005	0.0000003	9.166666667	0.009166667	30555.55556	34979.44444
40000000	0.00000005	0.0000003	10	0.01	33333.33333	32201.66667