

บทที่ ๔
การสร้างและการทดลอง

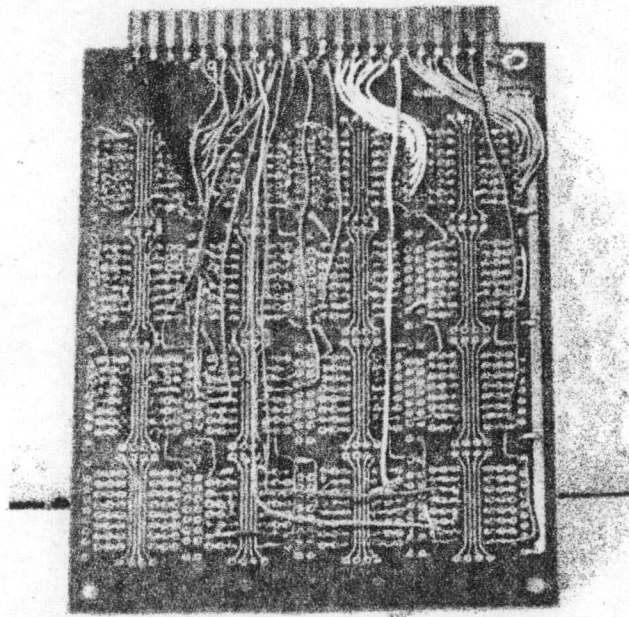
การสร้าง

เมื่อได้ออกแบบนาฬิกาดิจิตอลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนในการสร้างกระทำเป็น
ขั้น ๆ ดังนี้คือ

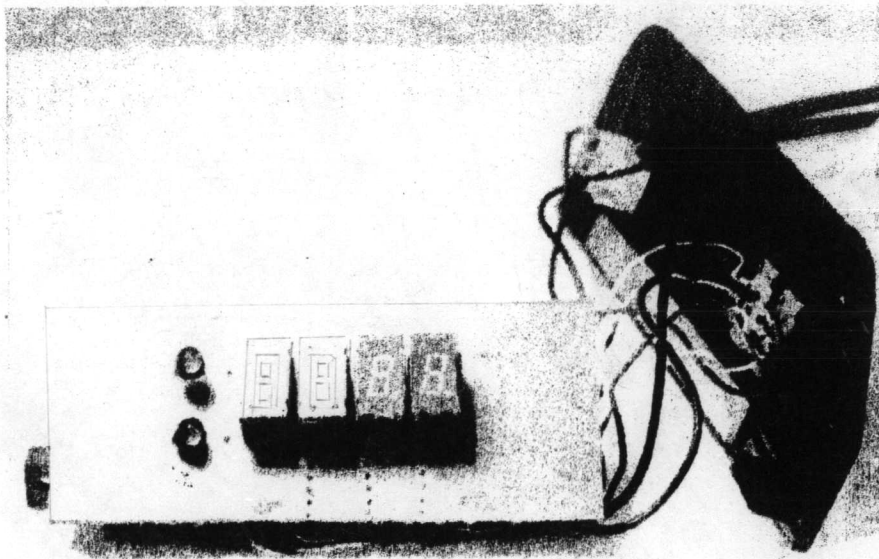
๑. จัดหาอุปกรณ์และวงจรอินทิเกรตต่าง ๆ ที่จำเป็นต่องาน
 ๒. เขียนแผนผังการจัดเรียงตัวของวงจรอินทิเกรตต่าง ๆ เพื่อให้ได้วงจรที่อินพุต
ต่อถึงกับเอาพุตที่ไกลที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของวงจรอินทิเกรตแต่ละตัวมีหน่วยเป็น
nanosecond ถ้าหากการเชื่อมถึงกันของอินพุตและเอาพุตมีระยะทางห่างกันมาก
จะทำให้การทำงานของวงจรอินทิเกรตแต่ละตัวทำงานไม่ทันกัน ทำให้วงจรทำงานผิดพลาดได้
 ๓. เมื่อได้แผนผังที่ต้องการแล้ว นำวงจรอินทิเกรตแต่ละตัวมาต่อลงบนแผ่น
Printed circuit พร้อมกับเชื่อมขาของวงจรอินทิเกรตกับ
Printed circuit ให้ยึดแน่นกันตามวงจรที่ได้ออกแบบไว้
 ๔. สร้าง Power supply กับ clock pulse
ตามที่ได้ออกแบบไว้ จากนั้นก็ต่อสาย Power supply clock pulse
เข้ากับวงจรมานาฬิกาดิจิตอลที่ได้สร้างขึ้น
 ๕. ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของวงจรที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาด
ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้เป็นที่เรียบร้อย
 ๖. ทำการทดลองและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทดลองให้เป็นที่เรียบร้อย
พร้อมทั้งทดลองใหม่จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
 ๗. จัดทำภาชนะมาบรรจุ วงจรที่ได้สร้างขึ้น เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้งาน
วงจรมานาฬิกาดิจิตอลได้สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังในรูปที่ ๒๑, ๒๒, ๒๓, ๒๔, ๒๕
และ ๒๖
- เมื่อต่อวงจรเป็นที่เรียบร้อยและทดลองจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว นำวงจรที่ต่อ
ขึ้นมารวมอยู่ในกล่องที่ได้สร้างขึ้น การสร้างกล่องบรรจุใช้ plastic พวก
polyglass มาเลื่อยและตัดให้เป็นกล่อง เพื่อบรรจุวงจรที่ได้สร้างขึ้นมาตามที่ได้
ออกแบบไว้ดังในรูปที่ ๒๗



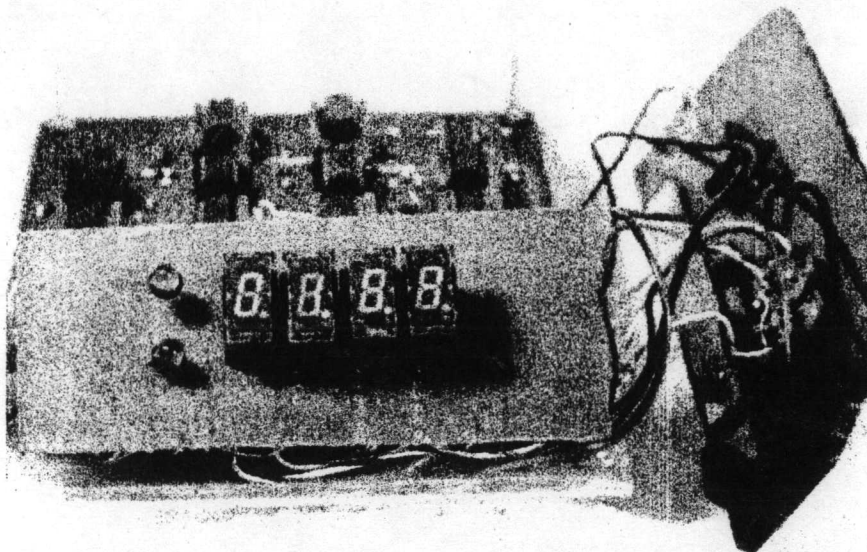
รูปที่ ๒๑ วงจร Printed circuit ด้านหน้า



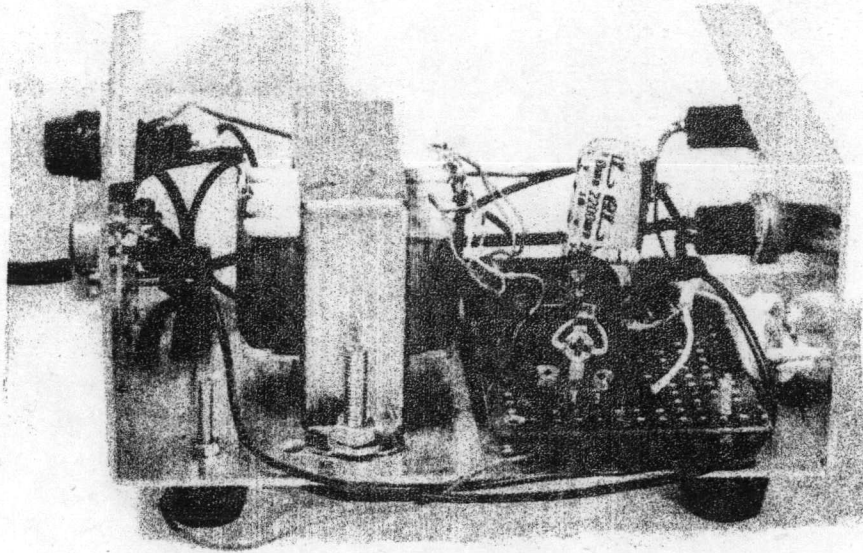
รูปที่ ๒๒ วงจร Printer circuit ด้านหลัง



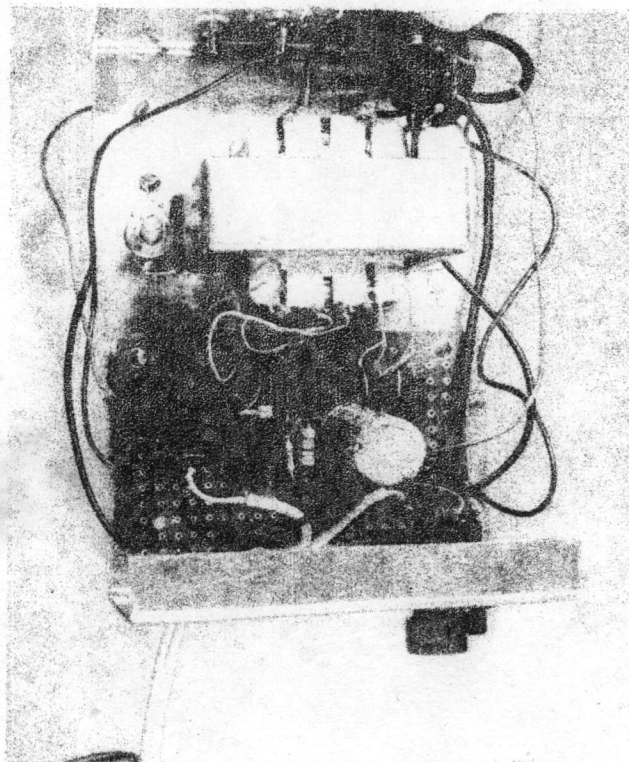
รูปที่ ๒๓ วงจรส่วนที่เป็น display



รูปที่ ๒๔ วงจรที่ประกอบสมบูรณ์แบบ



7117 6c 2397 Power supply



7117 6b 2397 clock pulse generator



power supply and clock

switch set time (minute, hour)



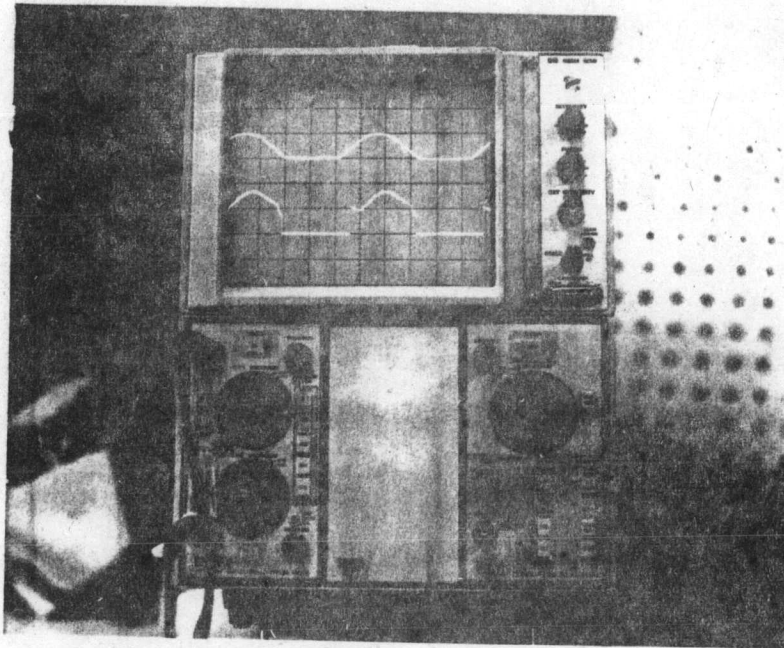
การทดลอง

เมื่อทำการสร้างนาฬิกาดิจิตอลขึ้นมาตามที่ได้ออกแบบไว้แล้วและแก้ไขสิ่งบกพร่องจนเป็นที่เรียบร้อย หลังจากนั้นได้นำมาทดลองใช้งานโดยแบ่งการทดลองออกเป็น ส่วน ๆ ดังนี้

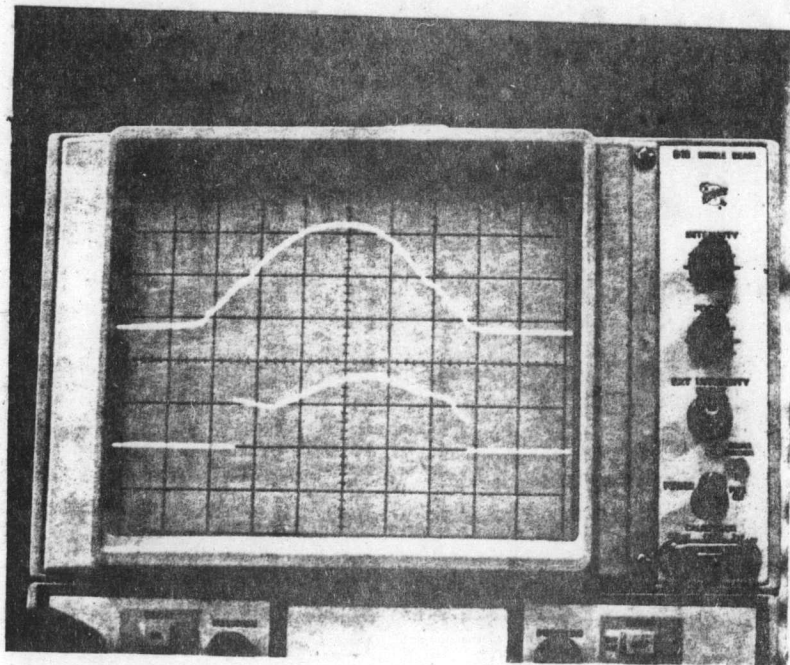
การทดลองส่วน Power supply ป้อนกระแสไฟ ๒๒๐ โวลต์เข้ามาทางทรานสฟอเมอร์และใช้ oscilloscope จับเอาหัวของ Power supply ผลที่ได้ปรากฏบนจอภาพเป็นไฟกระแสดตรง ๕ โวลต์ พร้อมทั้งจะนำไปใช้งานได้

การทดลองส่วนที่เป็น clock pulse generator ป้อนไฟ ๒๒๐ โวลต์ ๕๐ Hz เข้าทางทรานสฟอเมอร์ ใช้ oscilloscope จับเอาหัวของโคไซด์และเอาหัวของ R-S Flip-flop ผลที่ได้ออกมาแสดงไว้ในรูป pulse ส่วนบนจากเอาหัวของโคไซด์เป็นรูป half wave pulse ส่วนล่างจากเอาหัวของฟลิปฟลอปเป็นรูป square wave เมื่อเปรียบเทียบ pulse ทั้งสองแล้ว จะเห็นได้ว่า สัญญาณไฟเปลี่ยนจาก ๐ เป็น ๑ หรือ ๑ เป็น ๐ (๐ = ๐ โวลต์ ๑ = ๓ โวลต์) ของ pulse ทั้งสองจะต่างกัน pulse ของ half wave จะค่อย ๆ เพิ่มค่าโวลต์เพิ่มขึ้นจากนั้นก็ค่อย ๆ ลดโวลต์เตกลง ส่วน pulse ของ square wave จะเปลี่ยนจาก ๐ โวลต์เป็น ๓ โวลต์หรือ ๓ โวลต์เป็น ๐ โวลต์ทันที ดังนั้นเมื่อนำ pulse ทั้งสองไปใช้งานในวงจร จะทำให้การนับเวลาของวงจรแตกต่างกันไป clock pulse ที่ใช้ในการนับเวลาต้องใช่ในรูปของ square wave เมื่อเป็นเช่นนี้ clock pulse ที่ generate ขึ้นมาก็สามารถนำไปใช้งานได้

การทดลองส่วนที่เป็น divider clock pulse ให้ได้ pulse/นาที่ ป้อน clock pulse 50 Hz จากเครื่อง generator clock เข้าที่อินพุต CP ของ SN 74161 ใช้ oscilloscope จับที่เอาหัว Tc ของ SN 74160 ตัวที่ ๒ จะพบว่าทุก ๆ หนึ่งนาที่มีหนึ่ง pulse ปรากฏขึ้นบนจอแล้วจะหายไป เราไม่สามารถจับให้หนึ่งถ่ายออกมาเป็นรูปให้เห็นได้ จากนั้นได้เปลี่ยนมาใช้ clock pulse ที่เราสร้างขึ้นมาใช้งาน ก็ได้ผลเช่นเดียวกันคือ ในทุก ๆ หนึ่งนาที่มีหนึ่ง pulse ปรากฏบนจอภาพ แสดงว่าการทำงานส่วนนี้ถูกต้อง



Pulse ที่จับได้



Pulse ที่ขยายใหญ่

รูปที่ ๒๘ รูปการเปรียบเทียบระหว่าง halfwave กับ square wave



ส่วน counter จับเวลาหน้าที่ การทดลองส่วนนี้ต่อมาจากส่วน divider เราเอา pulse จากส่วน divider ป้อนเข้ามาที่ counter จับหน้าที่ การทำงานของ counter ได้จาก 7-Segment ๒ ตัว ซึ่งจะแสดงเวลาให้เห็นได้ จากการทดลอง counter จับหน้าที่จะนับตัวเลขตั้งแต่ ๐๐ - ๕๕ ทุก ๆ หนึ่งนาทีตัวเลขจะเปลี่ยนไปหนึ่งหมายเลข เมื่อครบ ๖๐ นาที counter นับชั่วโมงจะเพิ่มขึ้นหนึ่งชั่วโมง แสดงว่า counter นับนาทีจะส่งหนึ่ง pulse / ชั่วโมงให้กับ counter นับ ชั่วโมงทำงาน การทดลองส่วนนี้ได้ผลตรงตามที่ต้องการ ส่วน counter นับ ชั่วโมง การทดลองได้กระทำเช่นเดียวกับการทดลอง counter นับนาที 7-Segment display ๒ ตัวจะแสดงตัวเลขตั้งแต่ ๐๑ - ๑๒ ส่วนหลอดไฟแสดง a.m. และ p.m. จะผลัดกันติดดับทุก ๆ ๑๒ ชั่วโมงเช่นกัน การทดลองนี้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

การทดลองส่วนที่เป็นสวิตซ์ตั้งเวลา ใ้ป้อน clock pulse เข้ามาในวงจร เมื่อกดสวิตซ์ตั้งเวลานาที 7-Segment display แสดงนาฬิกาจะมีการเปลี่ยนตัวเลขเพิ่มขึ้นทันที เมื่อเลิกกดสวิตซ์ตัวเลขที่ตั้งไว้จะมีค่าตามเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และจะทำงานตามปกติ ส่วนสวิตซ์ตั้งชั่วโมงการทดลองได้ผลออกมาเช่นเดียวกัน แสดงว่าการนำวงจร anti - bounce มาต่อเข้ากับสวิตซ์ทำให้การตั้งเวลาเป็นไปตามปกติ

เมื่อทำการทดลองการทำงานส่วนต่าง ๆ ของวงจรที่สร้างขึ้นได้ผลออกมาถูกต้อง จากนั้นได้ทำการทดลองการทำงานของนาฬิกาดิจิตอลโดยเทียบกับการจับเวลาของนาฬิกาธรรมดาและเวลาของกรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ ผลการทดลองมีดังนี้ แสดงอยู่ในตารางที่ ๕

วัน เดือน ปี	เวลาดานาฬิกา ดิจิทัล	นาฬิกาจับเวลา	จำนวน ชม. การ ทดลอง	ผลที่ได้	หมายเหตุ
๒๔ มี. ค. ๑๘	๑๘.๐๐-๒๑.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๑.๐๐ น.	๒	ถูกต้อง	
๒๕ มี. ค. ๑๘	๑๘.๐๑-๒๒.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๒.๐๐ น.	๓	ถูกต้อง	
๒๖ มี. ค. ๑๘	๑๘.๐๑-๒๒.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๒.๐๐ น.	๓	ถูกต้อง	
๒๗ มี. ค. ๑๘	๑๘.๐๑-๒๓.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๓.๐๐ น.	๔	ถูกต้อง	
๒๘ มี. ค. ๑๘	๑๘.๐๑-๒๓.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๓.๐๐ น.	๔	ถูกต้อง	
๒๙ มี. ค. ๑๘	๑๐.๐๐-๒๐.๐๐ น.	๑๐.๐๐-๒๐.๐๐ น.	๑๐	ถูกต้อง	
๓๐ มี. ค. ๑๘	๑๒.๐๐-๒๔.๐๐ น.	๑๒.๐๐-๒๔.๐๐ น.	๑๒	ถูกต้อง	

วัน เดือน ปี	เวลาดานาฬิกา ดิจิทัล	นาฬิกากรมมอทุก ศาสตร์ทหารเรือ	จำนวน ชม. การ ทดลอง	ผลที่ได้	หมายเหตุ
๑ เม. ย. ๑๘	๑๘.๐๐-๒๐.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๐.๐๐ น.	๒	ถูกต้อง	
๒ เม. ย. ๑๘	๑๘.๐๑-๒๐.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๐.๐๐ น.	๒	ถูกต้อง	
๓ เม. ย. ๑๘	๑๘.๐๑-๒๑.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๑.๐๐ น.	๓	ถูกต้อง	
๔ เม. ย. ๑๘	๑๘.๐๑-๒๑.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๑.๐๐ น.	๓	ถูกต้อง	
๕ เม. ย. ๑๘	๑๘.๐๑-๒๔.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๔.๐๐ น.	๖	ถูกต้อง	

วัน เดือน ปี	เวลาดานาฬิกา ดิจิทัล	นาฬิกาจับเวลา	จำนวน ชม. การ ทดลอง	ผลที่ได้	หมายเหตุ
๓ เม. ย. ๑๘	๒๐.๐๐-๒๑.๐๐ น.	๒๐.๐๐-๒๑.๐๐ น.	๑	เร็วไป๑นาทีก	half wave
๔ เม. ย. ๑๘	๒๐.๐๑-๒๑.๐๐ น.	๒๐.๐๐-๒๑.๐๐ น.	๑	ถูกต้อง	50 Hz
๕ เม. ย. ๑๘	๑๕.๐๐-๑๖.๐๐ น.	๑๕.๐๐-๑๖.๐๐ น.	๑	เร็วไป๑๐นาทีก	60 Hz *
๕ เม. ย. ๑๘	๑๖.๑๐-๑๗.๑๐ น.	๑๖.๑๐-๑๗.๑๐ น.	๑	ช้าไป๕นาทีก	40 Hz *
๑๐ เม. ย. ๑๘	๑๘.๐๐-๒๐.๐๐ น.	๑๘.๐๐-๒๐.๐๐ น.	๒	ถูกต้อง	50 Hz

จากผลการทดลองที่ได้ออกมา แสดงว่าวงจรที่สร้างขึ้นมาทำงานได้ถูกต้อง
 เมื่อใช้ clock 50 Hz ถ้าเปลี่ยนจากนี้ไปจะทำงานช้าไปหรือเร็วไปได้
 สรปได้ว่าความถี่ของ clock 50 Hz เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้หน้าที่จับเวลาได้
 เพียงตรง

*หมายเหตุ การใช้ clock pulse 40 Hz และ 60 Hz เภานำมาใช้จากเครื่อง
 clock pulse generator โดยเพียงแต่ set dial ไม่ได้วัด
 frequency ว่าเป็น clock pulse 40 Hz และ 60 Hz
 จริงหรือไม่