

บทที่ ๕

ขอสรุปและขอเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการสร้างนาฬิกาดิจิตอลขึ้นมา เพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิชาทางคอมพิวเตอร์ และเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจทางด้าน hardware ให้นำไปศึกษาสร้างนาฬิกาแบบอื่น ๆ ก่อนที่จะเริ่มต้นสร้างนาฬิกาดิจิตอลขึ้นมา ได้ศึกษาทฤษฎีบทต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ศาสตร์ และได้ศึกษาการทำงานของลอจิกเกตแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งศึกษาคูสมบัติของวงจรรอนติเกรทที่จะนำมาใช้สร้างนาฬิกา วงจรที่สร้างขึ้นเป็นระบบ IC ใช้กับ clock 50 Hz square wave การทดลองทำงานเป็นที่พอใจถูกต้องตามที่ได้ตั้งใจไว้ ถ้าเปลี่ยน clock ให้มากกว่า 50 Hz แล้วการทำงานจับเวลาจะเร็วกว่าปกติ ถ้าใช้ clock ต่ำกว่า 50 Hz การทำงานจะช้ากว่าปกติ

การวิจัยครั้งนี้ประสบปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นการสร้างหรือการทดลองวงจรที่ได้สร้างขึ้นมา ในบทนี้จะสรุปถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและขอเสนอแนะ เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจทางด้านนี้

ปัญหาในการสร้างวงจร

การนำวงจรรอนติเกรทมาใส่ Printed circuit โดยใช้ตะกั่วเป็นตัวเชื่อมยึดให้ติดกัน ปัญหาข้อแรกที่จะพบคือ บางครั้งขาของวงจรรอนติเกรทยึดติดกับ Printed circuit จริง แต่ยึดติดกันไม่แน่น ทำให้วงจรที่ต่อไม่ครบวงจร เมื่อนำไปทดลองการใช้งาน วงจรจะเกิดผิดพลาดหรือไม่ทำงานเลย ทำให้เสียเวลามากในการตรวจสอบและเสียกำลังใจลงมาก การแก้ไขโดยใช้โวลต์มิเตอร์ตรวจสอบที่ขาต่าง ๆ ของวงจรรอนติเกรทไปจนกว่าจะพบจุดบกพร่อง ดังนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงสำหรับผู้เริ่มสนใจทางด้านนี้คือ วงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นสิ่งละเอียดละออ การต่อวงจรควรทำด้วยความระมัดระวัง ไม่ควรรีบร้อน ถ้ายังรีบร้อนจะยิ่งเสียเวลาการแก้ไขมาก

ปัญหาเกี่ยวกับเรื่อง Power supply ในการทดลองได้ป้อนไฟ ๓.๕ โวลต์ ให้กับวงจรรนาฬิกาดิจิตอล พบว่าการทำงานของวงจรจะทำงานไม่ได้ผลเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจาก Power supply ให้กับทั้งวงจรมีน้อยไป เมื่อได้เปลี่ยน Power supply เป็นไฟ ๕ โวลต์ การทำงานของวงจรจะทำงานได้ถูกต้องตามที่ตั้งไว้ การใช้ไฟ ๕ โวลต์ 50 Hz half wave มาเป็น clock pulse

สำหรับวงจรมานาฬิกาจิจิตอล จะพบว่าการทำงานจะเร็วไป ๑๕ นาทีต่อชั่วโมง จากนั้นหัน
มาใช้ไฟ ๕ โวลต์ 50 Hz square wave ป้อนให้กับวงจร การจับเวลาจะถูกต้อง
เราหันไปดูรูปที่ ๒๕ จุดที่ clock เปลี่ยนจาก ๓ โวลต์เป็น ๐ โวลต์ของ pulse
ทั้งสองจะแตกต่างกัน จุดที่ pulse เปลี่ยนจาก ๓ โวลต์เป็น ๐ โวลต์ของ half
wave จะเร็วกว่าของ square wave จุดนี้เป็นจุดที่ทำให้ฟิลิฟลอปใน
counter ทำงาน จากการทดลองพบว่าการใช้ half wave เป็น clock
จะทำให้การจับเวลาเร็วไป ๑๕ นาทีต่อชั่วโมง วงจรที่เราออกแบบสร้างขึ้นมาต้องใช้กับ
ไฟ ๕ โวลต์ 50 Hz square wave การทำงานจึงจะถูกต้อง

ส่วนสวิทช์ที่ใช้ตั้งเวลา การทดลองพบว่าการใช้สวิทช์ธรรมดาหรือไมโครสวิทช์
นั้น ขณะเปิดปิดสวิทช์จะเกิด noise ขึ้น noise ที่เกิดขึ้นจะมีผลกระทบกระเทือน
ถึงการทำงานของ counter ทำให้เวลาที่ set จะเปลี่ยนแปลงไป การแก้ไข
ขั้นแรกเราใช้คอนเดนเซอร์มาต่อคอมที่ขาของสวิทช์เพื่อลด noise ผลปรากฏว่าสามารถ
ลด noise ลงได้จริง แต่จะเกิด discharge ประจุขึ้น ในบางขณะทำให้ทุก ๆ
หนึ่งนาทีมีการเปลี่ยนแปลงตัวเลขไป ๓-๓ หลัก ซึ่งจะทำให้เวลาที่แสดงออกมาผิดไป จึง
เปลี่ยนมาใช้วงจร anti-bounce มาต่อเป็นสวิทช์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วใน
บทที่ ๓ สามารถลด noise ไปได้หมด ดังนั้นเวลาที่ set ไว้จะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
ไปเป็นเลขอื่น และการทำงานของวงจรถูกต้องตามที่ได้ออกมาหมายไว้

หลังจากทดลองการทำงานของวงจรได้ผลเป็นที่พอใจ เราได้สร้างกล่องขึ้นมา
บรรจุวงจร เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานในที่ต่าง ๆ ได้ การสร้างกล่องได้ใช้ plastic
มาเลื่อยและตัดเป็นรูปกล่อง ซึ่งมีที่สำหรับเสียบ Power supply และที่คั้งของสวิทช์
การสร้างนี้ได้เสียเวลามากพอสมควร ถ้าจะทำเป็นจำนวนมากแล้วควรจะทำเป็นแบบขึ้นแล้ว
ฉีดพลาสติกเป็นกล่องสำเร็จรูป ซึ่งจะมีที่เสียบ Power supply clock และ
สวิทช์ตั้งเวลา

ในค่านวงจรมานาฬิกาจิจิตอลนั้น วงจรมานาฬิกาจิจิตอลจะประกอบด้วยวงจรมานาฬิกาจิจิตอล
หลาย ๆ ตัว ถ้าหากจะทำวงจรมานาฬิกาจิจิตอลขึ้นมาใช้ในการศึกษาเป็นจำนวนมาก เราควรจัดทำ
Printed circuit ขึ้นใหม่ เพื่อให้ได้วงจรที่กระชับรัดกุม พร้อมกับแก้ไขวงจรบางส่วน
เพื่อให้สมบูรณ์แบบขึ้น

ปัญหาในค่านการทดลอง

นาฬิกาดิจิตอลที่สร้างขึ้นมานี้สำหรับใช้กับ clock 50 Hz square wave การทดลองครั้งแรกได้ใช้ clock จากเครื่อง clock pulse generator เมื่อเราจะนำไปใช้งานจริง ๆ ต้องคิดเครื่อง clock pulse generator พร้อมไปด้วย ทำให้การนำไปใช้งานจะไม่สะดวกเท่าที่ควร ดังนั้นเราใช้ NOR gate มาต่อเป็น RS NOR gate flip-flop เพื่อ generate clock pulse ขึ้นมาใช้งาน ถึงแม้ว่าจะได้ Square wave ที่ไม่สมบูรณ์นัก แต่เมื่อนำไปทดลองใช้งานแล้ว ปรากฏว่าใช้งานได้ดี จึงเป็นการสะดวกมากที่จะนำนาฬิกาดิจิตอลไปใช้ในทีใด ๆ ก็ได้

การทดลองจับเวลานั้น เราได้ใช้นาฬิกาจับเวลาธรรมดาและนาฬิกาของกรม-อุทกศาสตร์ทหารเรือ เป็นเวลามาตรฐานในการเปรียบเทียบจับเวลากับนาฬิกาดิจิตอลที่เราสร้างขึ้น ผลที่ได้ออกมามีความถูกต้องตามที่ตั้งไว้

การนำไปใช้งาน

เมื่อประกอบกล่องสำหรับใส่นาฬิกาดิจิตอลและตกแต่งให้สวยงามแล้ว เราสามารถนำไปใช้จับเวลาได้ตามสำนักงานต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นเพอร์นิเจอร์ตั้งโต๊ะชิ้นหนึ่งที่ใช้ประโยชน์จับเวลาได้ นอกจากนี้แล้วยังสามารถนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้อีก โดยคัดแปลงตัวกล่องที่บรรจุให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในสถานที่ต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะ

จากวงจรที่สร้างขึ้นมาเป็นวงจรขั้นพื้นฐานของนาฬิกาดิจิตอลเราสามารถดัดแปลงวงจรหรือเพิ่มเติมวงจรบางส่วนเข้าไป เพื่อให้เป็นนาฬิกาแบบอื่น ๆ ได้ เช่น การทำนาฬิกาดิจิตอลชนิดปลุก เราจะเพิ่มวงจรส่วนที่ตีเวลาปลุกและกระดิ่งไฟฟ้าเข้าไปอีกส่วนหนึ่ง นอกจากนี้แล้วเราสามารถดัดแปลงนาฬิกาดิจิตอลให้เป็น Tachometer (Stop-watch) และยังสามารถดัดแปลงวงจรให้เป็นส่วนจับเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ เป็นต้น การจะดัดแปลงให้เป็นนาฬิกาแบบอื่น ๆ นั้น ต้องขึ้นกับปัจจัยการนำไปใช้งานเป็นหลัก สำหรับนาฬิกาดิจิตอลที่จะให้แสดงวินาทีด้วยนั้น เราจะเพิ่ม counter จับวินาทีเข้าไป การออกแบบจะเช่นเดียวกับ counter จับนาฬิกา เราจะ divide clock pulse ๕๐ Hz ด้วย ๕๐ จะได้ pulse / วินาทีออกมานำไปใช้งานจับวินาทีได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจทางด้านนี้ได้ใช้ศึกษาและออกแบบนาฬิกาแบบอื่น ๆ ต่อไป