สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย
การพัฒนาระบบวัดเวลาตอบสนองระหว่างตากับมือ
Development of Reaction Time Measurement System for Eye-Hand Coordination

กิติพล ชิตสกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2554
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
TJ
223
T5
ก6 กๆก

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 131166
วัน,เดือน,ปี 22 พ.ค. 2557

b.12602309
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2554 จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.รุ่งชัย ชวนไชยะกูล รองคณบดีวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัย มหิดล ที่ให้คำแนะนำและความเห็นในการประยุกต์ใช้งานและพัฒนาของระบบที่ได้พัมนาขึ้นมา สุดท้ายขอบพระคุณการกีฬาแห่งประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการประจำปีของการกีแห่งประเทศไทย ที่จังหวัดชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อภาษาไทย

เวลาการตอบสนองตากับมือเป็นพารามิเตอร์สำคัญเพื่อบ่งชี้สมรรถภาพทางกีฬาของนักกีฬาหลาย ๆ ประเภท เช่น ปิงปอง เทนนิส แบดมินตัน ฯลฯ นอกจากนี้ยังสามารถบ่งชี้ความปกติทางระบบประสาทในผู้ป่วยทางระบบประสาทและผู้สูงอายุ โดยปกติการวัดเวลาตอบสนองตากับมือจะใช้หลอดไฟเล็ก ๆ สามถึงสี่ดวง กระตุ้นให้ผู้รับการทดสอบเอื้อมมือไปปิดไฟแล้ววัดเวลา บางชนิดจะใช้การปรากฏของวัตถุในระยะที่สามารถเอื้อมมือสัมผัสวัตถุได้ ใช้นาฬิกาจับเวลาและผู้ทดสอบบันทึกเวลา ลักษณะของเครื่องมือดังกล่าว รูปแบบการทดสอบจะถูกจำกัดด้วยจำนวนหลอดไฟ หรือวัตถุรวมทั้ง การบันทึกจัดเก็บข้อมูลยุ่งยาก งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบวัดเวลาการตอบสนองสำหรับนักกีฬาโดยใช้แสงเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักกีฬาทำการตอบสนอง เมื่อมีแสงสว่างเกิดขึ้นที่ปุ่มกด นักกีฬาต้องเคลื่อนที่ไปกดสวิสต์เพื่อปิดไฟ โดยไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการจับเวลาตั้งแต่ไฟติดจนถึงเวลาที่นักกีฬากดสวิสต์ปิดไฟ แล้วนำเอาค่าเวลาที่จับได้มาโชว์ที่คอมพิวเตอร์ โดยได้ทำปุ่มกดไว้หลายตัวเพื่อให้นักกีฬาสามารถพัฒนาศักยภาพได้เต็มที่ ทั้งยังเป็นเครื่องช่วยทดสอบและบำบัดของผู้สูงอายุและผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับการสั่งงานของแขนได้อีกด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ในการจับเวลาคือ PIC ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ PIC16F688 โดยจะมี PIC อยู่ที่ปุ่มแต่ละตัวเพื่อจะได้ควบคุมการทำงานของแต่ละตัว โดย PIC แต่ละตัวจะติดต่อกันด้วยระบบสื่อสารแบบอนุกรม และยังสามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (Abstract)

Reaction time is the elapsed time between the presentation of a sensory stimulus and the subsequent behavioral response. The reaction time then is an important key index for performance in many kinds of sport. Moreover it is also a key index in verifying of neurological disorders in patients. This report describes the development of reaction time measurement system by using light as stimulus. The system can measure reaction time and applied to sport science such as athletes to test performance of physical body and increase physical skills. The test consists of behavioral response between the hands and eyes. By using light as stimulus, athletes have to response by pressing the switch in order to turn off the light. It also could be applicable for test and treatment of eye-hand reaction time in elder and disable persons. Microprocessor type PIC16F688 will count the time interval of turning on-off of the light. The reaction time will be shown on the microcomputer. Microprocessor interfaces microcomputer via serial port. Each button have controlled by PIC that used to serial communications in communication with each PIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

หน้า

กิตติกรรมประกาศ.....I
บทคัดย่อ.....II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VII
สารบัญรูปภาพ.....VIII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน.....1
1.2 องค์ประกอบของโครงงาน.....2
1.3 โครงสร้างของรายงาน.....3
บทที่ 2 ปฏิกิริยาตอบสนองและเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของมนุษย์
2.1 ระบบและกลไกของการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของมนุษย์.....4
2.2 ปัจจัยที่มีผลกับเวลาตอบสนอง.....6
2.3 การฝึกฝนในการเร่งความเร็วในปฏิกิริยา.....6
2.4 เวลาการตอบสนองตากับมือ.....7
บทที่ 3 การออกแบบและสร้าง.....8
3.1 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์.....8
3.1.1 โมดูลกระตุ้นและรับการตอบสนอง.....8
3.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....9
3.1.3 วงจรของ IC MAX 232.....9
3.1.4 วงจรสร้างแรงดันไฟตรง.....10
3.1.5 วงจรแอลซีดี.....11
3.1.6 วงจร PIC 16F688.....11
3.2 การออกแบบด้านซอฟต์แวร์.....12
3.3.1 โปรแกรมที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์.....12
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....15
4.1 ตรวจสอบสัญญาณที่จุดต่างๆ.....15
4.1.1 สัญญาณจากคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมเข้าขา 8 (Rx) ของ MAX232.....15
4.1.2 สัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์ขา 13 (Ra0) เข้าวงจรของโมดูลปุ่มกด.....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 สัญญาณจากการกดปุ่มสวิตช์ แล้วส่งเข้าขา 11 (INT) ของไมโครคอนโทรลเลอร์.....16
4.1.4 สัญญาณจากขา 8 (Tx) ของMAX232 ผ่านพอร์ตอนุกรมเข้าคอมพิวเตอร์.....16
4.1.5 ตรวจสอบความแม่นยำของการแสดงผล.....16
บทที่ 5 บทสรุป.....20
บรรณานุกรม..... 21
ภาคผนวก(ก) วิธีการใช้งานเครื่องวัดเวลาตอบสนองตา-มือ.....22
ภาคผนวก(ข) โปสเตอร์นำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

4.1 เปรียบเทียบเวลาที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปกับเวลาที่แสดงทางจอคอมพิวเตอร์.....18

4.2 เปรียบเทียบค่าเวลาที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปกับเวลาที่แสดงทางจอLCD..... 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูป หน้า

1.1 โครงสร้างภายนอกของระบบ....2
1.3 ไดอะแกรมการทำงาน....3
3.1 วงจรของปุ่มกด....8
3.2 วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์....9
3.3 วงจรของ IC MAX 232....9
3.4 วงจรสร้าง ตรงแรงดันไฟตรง 5 V....10
3.5 วงจรของLCD....11
3.6 วงจรPIC 16F688 เพื่อควบคุมโมดูลปุ่มกด....11
3.7 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ของตัวควบคุม (16f876)....12
3.8 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ของโมดูล (Slave 16f688)....13
4.1 สัญญาณที่ขา 8 (Rx) ของ MAX232 เมื่อมีการกดปุ่มเริ่มที่คอมพิวเตอร์....15
4.2 สัญญาณที่ขา 13 ของ PIC เมื่อมีการกดปุ่มเริ่มที่คอมพิวเตอร์....16
4.3 สัญญาณที่ขา 8 ของMAX232 เมื่อมีการกดปุ่มสวิตช์เพื่อปิดไฟ....16
4.4 การเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณจากขา 13 และสัญญาณที่เข้าขา 11 ของ PIC....17
5.1 เครื่องเครื่องวัดเวลาตอบสนองตา-มือที่ได้พัฒนาขึ้นในขณะทดสอบใช้งาน....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ปัจจุบันเทคโนโลยีกลายเป็นกุญแจสำคัญที่จะนำไปสู่ความเป็นเลิศทางด้านการกีฬา ซึ่งเห็นได้จากหลายประเทศที่ประสบความสำเร็จในการ แข่งขันกีฬาระดับนานาชาติ เช่น เยอรมัน สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และญี่ปุ่น ฯลฯ ได้มีการนำหลักวิทยาศาสตร์การกีฬาสาขาต่างๆ เช่น ชีวกลศาสตร์ สรีรวิทยาการออกกำลังกาย เวชศาสตร์การกีฬา จิตวิทยาการกีฬา ฯลฯ ไปใช้ในกระบวนการเตรียมและพัฒนาความสามารถของนักกีฬาในด้านต่างๆ อาทิ เช่น การค้นหาและคัดเลือกนักกีฬาที่เหมาะสมกับกีฬาประเภทนั้นๆ การฝึกและการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่เฉพาะเจาะจงในกีฬาแต่ละประเภท การป้องกันและการรักษาอาการบาดเจ็บ ฯลฯ เป็นต้น โดยเริ่มนำไปใช้ในการพัฒนานักกีฬาตั้งแต่ระดับเยาวชนไปจนถึงระดับนักกีฬาอาชีพอย่างเป็นลำดับขั้นตอน นอกจากนี้ยังส่งเสริมและสนับสนุนในด้านการค้นคว้าและวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬาเพื่อศึกษาหาความรู้ใหม่ๆ ที่จะนำมาพัฒนาความสามารถของนักกีฬาให้ดียิ่งขึ้น

จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาสมรรถภาพทางด้านกีฬาได้ จึงเกิดแนวคิดในการนำอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้งาน โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาสร้างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบและพัฒนาสมรรถภาพทางด้านปฏิกิริยาการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น ที่เรียกว่า ระบบวัดเวลาการตอบสนองระหว่างตากับมือโดยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งสำคัญอย่างยิ่งในการบ่งชี้ถึงสมรรถนะในการกีฬาหลากหลายชนิด

การทำโครงงานชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ให้สามารถนำไปใช้งานได้จริง เพื่อใช้ในการทดสอบปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของนักกีฬา โดยในที่นี้สิ่งกระตุ้นคือ แสง ซึ่งนักกีฬา(ผู้รับการทดสอบ)จะต้องตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นให้เร็วที่สุด โดยการกดปุ่มสวิทช์เพื่อให้ไฟที่ติดอยู่ดับลง และโครงงานนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นเครื่องที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของนักกีฬา โดยเพิ่มปุ่มสวิทช์ให้มีมากกว่า 1 ปุ่ม ซึ่งจะทำให้นักกีฬาได้ฝึกสมรรถภาพในการตอบสนองได้มากขึ้น

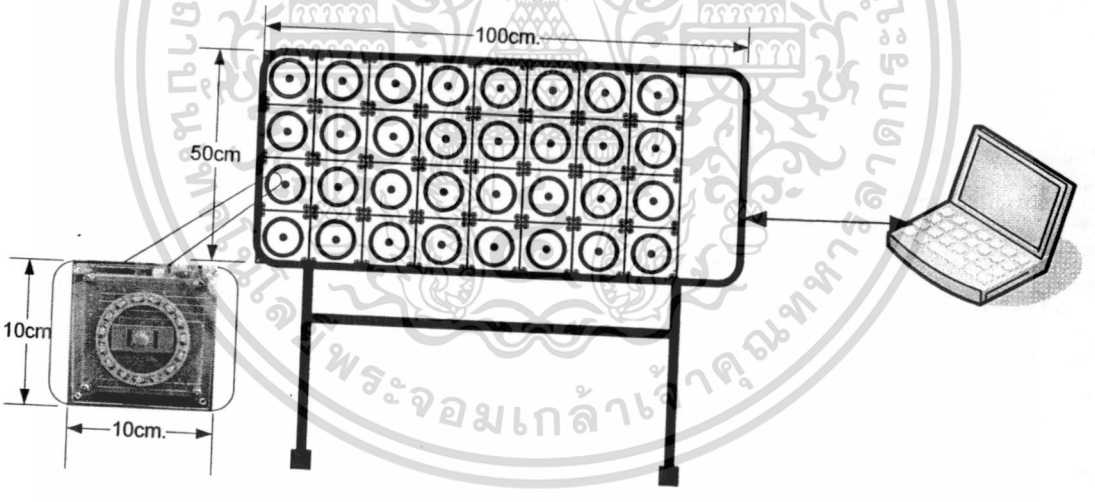
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 องค์ประกอบของโครงงาน

จากแนวคิดข้างต้น โครงงานนี้จึงได้รับการออกแบบให้มีส่วนประกอบสามส่วน ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ดังนี้

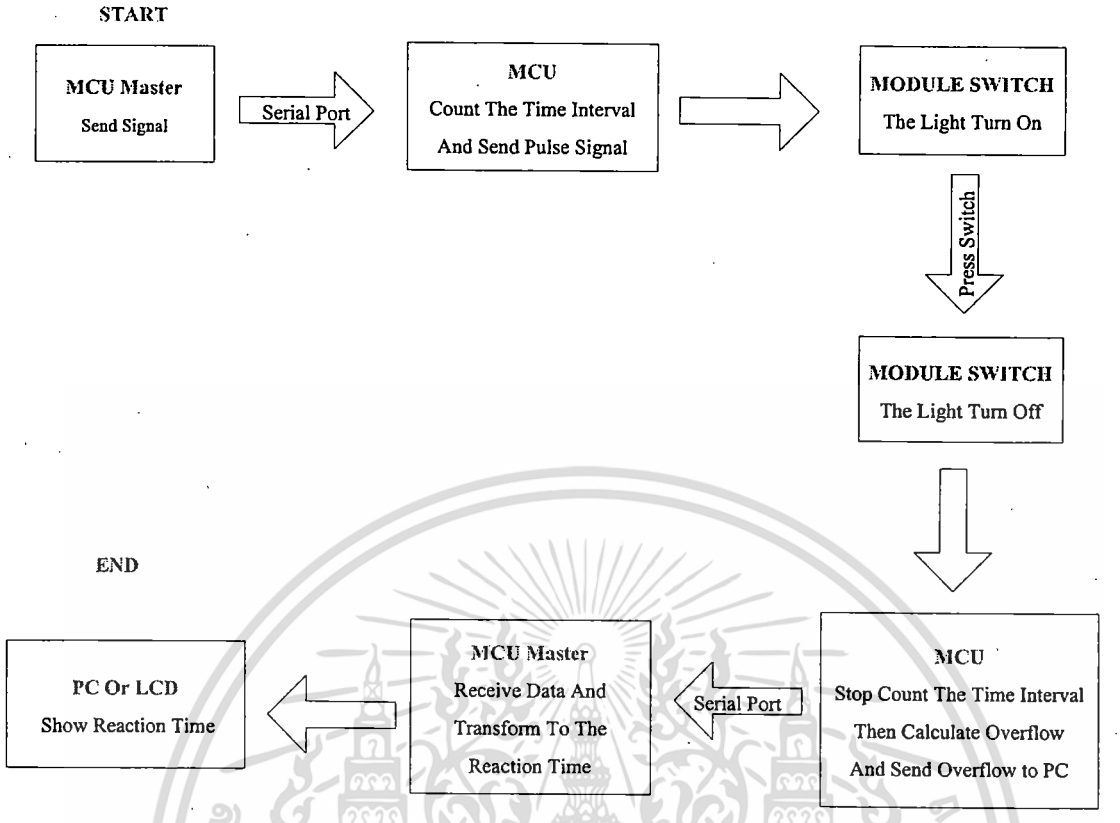
1. คอมพิวเตอร์และแอลซีดี ใช้ในการประมวลผล และแสดงข้อมูล
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นส่วนที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูล ระหว่างคอมพิวเตอร์และปุ่มกด
3. โมดุลปุ่มกดตอบสนอง และแหล่งกำเนิดแสงไฟกระตุ้น

โดยมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อกดปุ่มสั่ง(หรือโปรแกรมไว้) ให้คอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณผ่านทางพอร์ตอนุกรมออกมาเพื่อกระตุ้นให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งพัลส์ไปกระตุ้นให้ไฟที่ปุ่มกดติด พร้อมกับเริ่มนับการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของ TIMER 0 โดยจะนับไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีการกดสวิตช์ ซึ่งจะทำให้ไฟดับ และหยุดการนับโอเวอร์โฟลว์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์แปลงค่าของจำนวนโอเวอร์โฟลว์เป็นค่าๆ หนึ่ง แล้วส่งค่านี้ผ่านทางพอร์ตอนุกรมไปให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณเวลาตั้งแต่ไฟติดจนกระทั่งสวิตช์ถูกกด (ไฟดับ) และแสดงผลผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ สามารถเขียนไดอะแกรมการทำงานได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 โครงสร้างภายนอกของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 ไดอะแกรมการทำงาน

1.3 โครงสร้างของรายงาน

ผลที่ได้จากการค้นคว้าทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง การสร้างและทดสอบระบบวัดเวลาการตอบสนอง ได้นำมารายงานในรายงานฉบับนี้ซึ่งมีเนื้อหาแบ่งออกเป็น 5 บท ซึ่งแต่ละบทจะมีเนื้อหา ดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึง ที่มา และจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้

บทที่ 2 กล่าวถึง การตอบสนองและเวลาตอบสนองของมนุษย์

บทที่ 3 กล่าวถึง การออกแบบและสรส้าระบบ

บทที่ 4 กล่าวถึง ผลการทดสอบการทำงาน

บทที่ 5 กล่าวถึง บทสรุปของงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การตอบสนองและเวลาตอบสนองของมนุษย์

2.1 ระบบและกลไกลของการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของมนุษย์

การตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นของมนุษย์จนสิ้นสุดกระบวนการนั้น มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ สิ่งกระตุ้นหรือสิ่งเร้า ระบบประสาท และการทำงานของกล้ามเนื้อ การตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นในสิ่งที่มีชีวิต ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่บรรพการณ์เพื่อให้เผ่าพันธ์ดำรงอยู่ อย่างปลอดภัย จากอันตรายภายนอก เวลาตอบสนองทั้งหมดของมนุษย์ (Response time) เป็นผลรวมของเวลาปฏิกริยา (Reaction time) ของประสาทรับรู้ (Sensory nerve)และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่(MOVEMENT TIME) จากปฏิกริยาของกล้ามเนื้อผ่านระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system) หรือระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system = ANS) เพื่อทำกิจกรรมที่ตอบสนองกับสิ่งกระตุ้นจากภายนอก ตัวอย่างเช่นการเคลื่อนที่หลบหลีกจากสิ่งที่เป็นอันตรายในชิวิตประจำวัน หรือการตอบสนองทางกายภาพ ตามกติกาในเกมส์กีฬาต่าง ๆ

2.1.1 **สิ่งกระตุ้นหรือสิ่งเร้าภายนอก** หมายถึงกระบวนการที่ระบบประสาทรับรู้สามารถรับรู้ได้ มักเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางกายภาพตามธรรมชาติโดยตรง หรือโดยอ้อม อย่างเช่น แสง เสียง ความร้อน และสารเคมี เป็นต้น

2.1.2 **ระบบประสาท**

ระบบประสาท แยกได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบประสาทที่ทำงานภายใต้อำนาจจิตใจ และนอกอำนาจจิตใจ

- ระบบประสาทที่ทำงานภายใต้อำนาจจิตใจ (VOLUNTARY NERVOUS SYSTEM) เซลล์ประสาทจะรับความรู้สึกจากปลายประสาทรับรู้ผ่านไขสันหลัง หรือเส้นประสาทสมองเข้าสู่สมอง และกระแสประสาทนำคำสั่งจากสมองจะถูกส่งผ่านเส้นประสาทสมองหรือไขสันหลังไปยังหน่วยปฏิบัติงานซึ่งเป็นกล้ามเนื้อ ระบบนี้ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลาย ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อบังคับได้ เพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวหรือทรงตัวได้ตามต้องการ เป็นการทำงานตามคำสั่งของสมองในส่วนพื้นที่สั่งการทำให้ร่างกายสามารถควบคุมการทำงานให้กระทำหรือหยุดกระทำได้
- ระบบประสาทที่ทำงานนอกอำนาจจิตใจ (Involuntary nervous system) หรือระบบประสาทอัตโนมัติเชื่อม กับกล้ามเนื้อสามารถทำให้กล้ามเนื้อทำงานนอกอำนาจจิตใจได้ โดยรับคำสั่งจากไขสันหลัง ได้แก่ กิริยาสนองเฉียบพลัน(Reflex action) การทำงาน ของระบบประสาทอัตโนมัติ เป็นวงจรของระบบประสาทที่เรียกว่า วงกิริยาสนองฉับพลัน(Reflex arc) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทอย่างน้อย 2 ชนิดมาต่อกัน กิริยาสนองฉับพลันบางอย่างประกอบด้วยหน่วยปฏิบัติงานเป็น กล้ามเนื้อเรียบหรือต่อมต่างๆ เช่น การปล่อยเอนไซม์ การไหลของน้ำนมขณะเด็กดูดนม วงกิริยาสนองฉับพลันซึ่งคุ้นเคย เช่น การกระพริบตา การไอ การจาม เป็นต้น การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสาทอัตโนมัติจะประกอบด้วยเซลล์ประสาท อย่างน้อยสองตัว ตัวแรกจะอยู่ในสมองหรือ ไขสันหลัง ส่วนอีกตัวหนึ่งจะอยู่ข้างกระดูกสันหลัง เช่นปมประสาท ซิมพาเทติกทำงานอย่างสัมพันธ์กัน ระบบประสาทอัตโนมัติ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ประสาทซิมพาเทติก บางทีเรียกว่าประสาทตื่น (Excitatory nerve) เพราะจะทำหน้าที่เวลาตื่นตกใจ เป็นประสาทที่เชื่อมโยงต่อกันคล้ายลูกโซ่อยู่สองข้างของแนวสันหลัง โดยแยกมาจากไขสันหลังระดับอกและเอว ประสาทพาราซิมพาเทติก บางที่เรียกว่า ประสาทหลับ (Slepping nerve) ระบบประสาทส่วนนี้ จะรวมประสาททั้งหมดที่มาจากสมองส่วนกลาง ก้านสมอง และพอนส์

ระบบประสาทกลางจะทำงานสัมพันธ์กับระบบประสาทอัตโนมัติอย่างไรก็ดีในกิจกรรมบางอย่าง ระบบประสาทกลางสามารถสั่งการไปยังหน่วยปฏิบัติงานได้โดยตรง เช่น การหดตัวของกล้ามเนื้อลายเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหว แต่ในขณะเดียวกันระบบประสาทอัตโนมัติก็สามารถสั่งการให้กล้ามเนื้อลายหดตัวได้ทันทีทันใดเช่นกัน หรือที่เรียกว่ากิริยาสนองฉับพลัน นอกจากนี้ ในระบบประสาทอัตโนมัติยังควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ การขับสารจากต่อมต่างๆ รวมทั้งการทำงานของอวัยวะที่อยู่ลึกๆของร่างกาย สำหรับการควบคุมสั่งการของระบบประสาทกลางนั้น พอสรุปได้โดยสังเขป ดังนี้

- ซีรีบรัล คอร์เทกซ์ ควบคุมการกระตุ้นและยับยั้งในส่วนควบคุมที่มีระดับต่ำกว่า
- ไฮโพทาลามัส ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายและดุลน้ำ ควบคุมระบบอัตโนมัติ ควบคุมการขับฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ผลิตฮอร์โมนออกซิโทซิน และ ANTIDIURETIC HORMONE (ADH) รวมทั้งประสานการทำงานเกี่ยวกับพฤติกรรมเริ่มต้น การกิน การโกรธ เป็นต้น
- สมองส่วนกลาง ควบคุมเกี่ยวกับสนองฉับพลันของรูม่านตาและเลนส์
- ก้านสมอง ควบคุมระบบไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือด ควบคุมการหายใจ เป็นศูนย์ควบคุมกิริยาสนองฉับพลันของการกลืน การอาเจียน การขับน้ำลาย และน้ำย่อย
- ไขสันหลัง เป็นศูนย์ควบคุมกิริยาสนองฉับพลันเกี่ยวกับควบคุมการหดและขยายตัวของหลอดเลือดที่

ไปสู่ผิวหนัง ควบคุมการขับเหงื่อจากต่อมเหงื่อ ควบคุมกระเพาะปัสสาวะและลำไส้ตรง ควบคุมการแข็งตัวของลึงค์และปุ่มกระสัน ควบคุมการฉีดน้ำกาม ควบคุมกิริยาสนองฉับพลันของเยื่อบุช่องท้อง

2.1.3 เวลาปฏิกิริยาและการเคลื่อนไหว

เวลาที่ใช้ตั้งแต่มีการกระตุ้นรีเซปเตอร์ให้รับความรู้สึก จนถึงกล้ามเนื้อมีการหดตัว ซึ่งการตอบสนองต่อการกระตุ้นนั้น เรียกว่า เวลาปฏิกิริยา เวลาปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยทางเดินที่นำพลัง ประสาทจากรีเซปเตอร์ขึ้นไปสู่สมองส่วนที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ โดยการผ่านเซลล์ประสาทหลายตัวแล้วจึงส่งลงไปยังกล้ามเนื้อ เวลาปฏิกิริยานั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของเวลาการตอบสนองทั้งหมด ประกอบด้วยเวลาปฏิกิริยาร่วมการเวลาการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นเวลาที่เริ่มจากการเคลื่อนไหวครั้งแรกจนถึงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ้นสุดการเคลื่อนไหว

2.2 ปัจจัยที่มีผลกับเวลาตอบสนอง

เวลาการตอบสนองของมนุษย์ จะขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัยได้แก่

- เพศและอายุ
- ประสบการณ์การเรียนรู้
- สภาวะทางจิตในขณะนั้น
- สภาวะความสมบูรณ์ของร่างกาย
- จำนวนการตอบสนองกับสิ่งกระตุ้นที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน
- เวลาที่มีให้
- ระดับความรุนแรงของการกระตุ้น
- ประสบการณ์
- สุขภาวะของร่างกาย
- อุณหภูมิของร่างกายในขณะนั้น (ยิ่งสภาวะแวดล้อมเย็นยิ่งใช้เวลามากขึ้น)
- บุคลิกภาพ (คนที่ชอบเข้าสังคมจะตอบสนองได้เร็ว)
- ความสามารถในการคาดการณ์
- สภาวะความตื่นตัวของร่างกาย
- ความยาวของทางเดินของกระแสประสาท

2.3 การฝึกฝนในการเร่งความเร็วในปฏิกิริยา

การฝึกทำให้พลังเพิ่มขึ้นเป็นผลให้ความเร็วในปฏิกิริยาเพิ่ม โดยที่ไม่พบการเปลี่ยนในกล้ามเนื้อ ดังนั้น จึงอาจเกิดเนื่องจากการปรับตัวของระบบประสาท การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่มีการศึกษากันมากก็คือ การเปลี่ยน แปลงการทำงานของหน่วยยนต์ (Motor unit) ทางด้านกลไกการทำงานที่ได้มีการศึกษาคือ MOTOR UNIT ACTIVATION, REFLEX potentiation, Synchronization and Increased motor neuron excitabitity

2.3.1การฝึกต่อระบบประสาท

ระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาทได้รับการพัฒนาขึ้นมาให้ทำหน้าที่ร่วมมือกันในการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนไหวเหยียดและงอข้อศอก กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกันและกลุ่มตรงข้ามจะต้องทำงานร่วมกันอย่างดี จึงจะทำให้การเคลื่อนไหวนั้นมีประสิทธิภาพ ในคนปกติที่ไม่ได้รับการฝึกการเคลื่อนไหว งอและเหยียดข้อศอกจะไม่เป็นจังหวะและไม่เป็นแบบเดียวกัน เช่น อาจเห็นมีการกระตุกบ้าง หรือกลุ่มกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามยังมีการทำงานอยู่บ้างแม้ในช่วงจังหวะที่ควรจะมีการคลายตัวหมด แต่ภายหลังจากที่ได้รับการฝึก การเคลื่อนไหวจะเรียบร้อยขึ้นและพร้อมเพรียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นความสัมพันธ์ที่เรียกว่า “Reciprocal relation” คือในการงอและเหยียดข้อศอก ขณะที่กล้ามเนื้อกลุ่มเดียวกันทำงาน จะยับยั้งกลุ่มตรงข้ามให้หยุดทำงาน

2.3.2เวลารีเฟล็กซ์และเวลาปฏิกิริยา

การทำงานและการออกกำลังกายหลายอย่างต้องอาศัยการทำงานในรูปแบบของรีเฟล็กซ์ (Reflex) และรีแอคชั่น (Reaction) เมื่อได้รับการฝึกให้ทำซ้ำๆ กันอยู่เป็นเวลานาน รีแอคชั่นซึ่งถือได้ว่าเป็นปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นรีเฟล็กซ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการตอบสนองของร่างกายที่อยู่นอกอำนาจจิตใจได้ รีเฟล็กซ์ดังกล่าวเรียกรีเฟล็กซ์ฝึก เมื่อฝึกอยู่เป็นเวลานานจะทำให้เวลารีเฟล็กซ์สั้นลงได้

2.3.3Motor Learning

การฝึกทำให้ระบบประสาทมีการเรียนรู้ที่เรียกว่า การเรียนรู้ทางด้านยนต์ (Motor Learning) ตัวอย่างของการเรียนรู้ทางด้านยนต์คือทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อต้องร่วมมือกันดี (Coordination) การร่วมมือกันดีของกล้ามเนื้อต้องอาศัยผลการพัฒนาอย่างน้อย 5 อย่าง คือ 1) การรับรู้กิจกรรมนั้นๆ 2) กระทำกิจกรรมนั้นด้วยความแม่นยำ 3) ปฏิบัติสม่ำเสมอ 4) ฝึกด้วยแบบแผนที่ง่ายไปหายาก และ 5) ฝึกจนทำให้มีสมรรถภาพสูงสุดเท่าที่จะทำได้ อย่างไรก็ดี การฝึกควรจะต้องกระทำอย่างถูกต้อง ถ้าการกระทำไม่ถูกต้องจะทำให้ผลการฝึกผิดพลาดไป จึงเกิดวลีว่า Perfect practice makes perfect ในการฝึกเพื่อจะทำให้มีการร่วมมือถึงจุดสูงสุดในกิจกรรมใดก็ตาม จะต้องกระทำซ้ำกันเป็นจำนวนร้อยหรือพันหรือแม้แต่จะถึงล้านครั้ง

2.4 เวลาการตอบสนองตากับมือ

เป็นพารามิเตอร์สำคัญเพื่อบ่งชี้สมรรถภาพทางกีฬาของนักกีฬาหลาย ๆ ประเภท เช่น ปิงปอง เทนนิส แบดมินตัน ฯลฯ นอกจากนี้ยังสามารถบ่งชี้ความปกติทางระบบประสาทในผู้ป่วยทางระบบประสาทและผู้สูงอายุ โดยปกติการวัดเวลาตอบสนองตากับมือจะใช้หลอดไฟเล็ก ๆ สามถึงสี่ดวง กระตุ้นให้ผู้รับการทดสอบเอื้อมมือไปปิดไฟแล้ววัดเวลา บางชนิดจะใช้การปรากฏของวัตถุในระยะที่สามารถเอื้อมมือสัมผัสวัตถุได้ ใช้นาฬิกาจับเวลาและผู้ทดสอบบันทึกเวลา ลักษณะของเครื่องมือดังกล่าว รูปแบบการทดสอบจะถูกจำกัดด้วยจำนวนหลอดไฟ หรือวัตถุรวมทั้ง การบันทึกจัดเก็บข้อมูลยุ่งยาก แนวทางแก้ปัญหาวิธีหนึ่งคือ ออกแบบให้ระบบมีลักษณะเป็นโมดูล สามารถขยายรูปแบบการทดสอบได้ง่าย การบันทึกข้อมูลเวลาการตอบสนองแบบอัตโนมัติมีฐานข้อมูลเข้าถึงได้ง่าย

การทดสอบเวลาการตอบสนองตากับมือ เป็นเครื่องมือสำคัญ ในด้านการวินิจฉัย และฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านระบบประสาท แต่มีรูปแบบที่แตกต่างกัน การนำมาประยุกต์กับการทดสอบสมรรถภาพของนักกีฬา เริ่มเป็นที่นิยมกันในต่างประเทศที่มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์การกีฬา ระบบที่มีใช้ในประเทศที่สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย เป็นระบบขนาดเล็กซึ่งพัฒนาขึ้นมาเอง ยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาการกีฬาในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและสร้าง

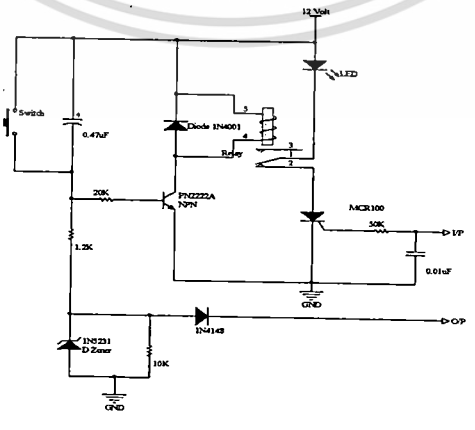
3.1 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์

จากที่กล่าวไว้ถึงโครงสร้างของระบบวัดเวลาตอบสนองไว้ในบทที่ 1 ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบดังนี้ โครงสร้างประกอบด้วยสามส่วนหลักคือ ส่วนกระตุ้น (ด้วยแสง) ส่วนรับการตอบสนอง สวิตช์ และส่วนประมวลและแสดงผล ส่วนกระตุ้นและรับการตอบสนองจะอยู่ในโมดูลเดียวกัน ส่วนการประมวลผลใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งทั้งสองส่วนเชื่อมโยงเข้าด้วยกันผ่านทางพอร์ตอนุกรม

3.1.1 โมดูลกระตุ้นและรับการตอบสนอง

ในรูปที่ 3.1 แสดงโมดูลกระตุ้นและรับการตอบสนอง อุปกรณ์หลักจะเป็น LED สีขาว 10 ตัวเรียงเป็นวงแหวน ใช้เป็นส่วนกระตุ้นทางตา ปุ่มกดทำจากสวิตช์กดติดปล่อยดับ วางในตำแหน่งตรงกลางของวงแหวน LED ตามหลักการทำงานของระบบมีดังนี้ วงแหวน LED จะไม่ติดสว่างจนกว่า จะมีการส่งสัญญาณเริ่มต้นออกมาจากคอมพิวเตอร์ และเมื่อไฟติดแล้วจะไม่ดับจนกว่าจะมีการกดที่ปุ่มสวิตช์ จากหลักการดังกล่าวจึงได้เลือกใช้อุปกรณ์หลักๆ ดังนี้

1. Silicon Controlled Recitifier (SCR) จากหลักการทำงานของตัวอุปกรณ์นี้ จะทำงาน (นำกระแส) เมื่อมีสัญญาณ (แรงดัน) เข้าที่ขาเกต แล้วจะไม่หยุดทำงานจนกว่าจะเปิดวงจรที่ขาแอโนด จึงนำมาใช้ในการขับวงแหวน LED ซึ่งนำกระแสประมาณ 10 มิลลิโวลต์ ที่แรงดัน 12 โวลต์
2. รีเลย์ (Relay) ใช้หน้าสัมผัส Normal Closed ในการนำกระแสผ่าน LED และเปิดวงจรขาแอโนดเมื่อกดสวิทช์ตอบสนอง รีเลย์จะถูกขับด้วยทรานซิสเตอร์เอ็นพีเอ็น เบอร์ PN2222A เพื่อให้นำกระแส เมื่อสวิทช์ถูกกดแรงดันที่ขาเบสเป็น 12 V ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน ส่งผลให้หน้าสัมผัสของ Relay เป็น Normal Open และขาแอโนดของ SCR ถูกเปิดวงจร



รูปที่ 3.1 วงจรของปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของวงจรคือ

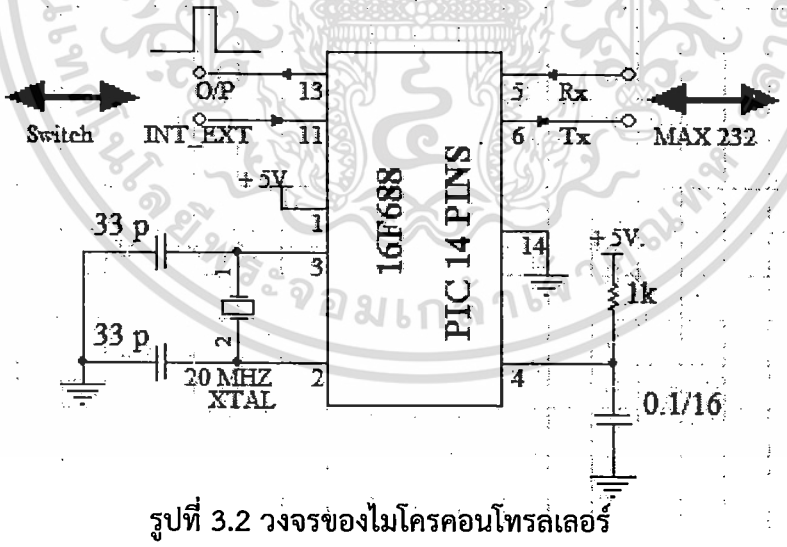
1. เมื่อมีพัลส์เข้ามาทางขาเกตของ SCR กระตุ้นให้ SCR ทำงาน (ON) ไฟจะติดทันที
2. ถ้ายังไม่มีการกดสวิตช์ SCR จะไม่ OFF ไฟก็ยังคงติดต่อไป
3. เมื่อมีการกดสวิตช์ ทรานซิสเตอร์จะทำงาน กระแสไหลผ่าน Relay เมื่อ Relay ทำงาน จะทำให้วงจรที่ขาแอโนดของ SCR เปิด ทำให้ SCR หยุดการทำงาน (OFF) ไฟก็จะดับลงทันที

3.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

เลือกใช้ PIC เบอร์ 16F688 ประกอบเข้ากับโมดูลกระตุ้นและตอบสนอง เพื่อทำหน้าที่กระตุ้นให้ SCR ทำงานและรับพัลส์จากการกดสวิทช์ตอบสนอง พร้อมกับนับพัลส์ที่สร้างขึ้น 16F688 มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

- มี 14 ขา 12 I/O pins (รูปร่างค่อนข้างเล็ก)
- สามารถใช้ Oscillator จากภายนอกได้
- มีไทเมอร์0 และ ไทเมอร์1
- มี Power-on Reset (POR)
- รองรับการใช้งานพอร์ตอนุกรม RS-232
- รองรับการใช้งานอินเตอรรัปต์จากภายนอก (External Interrupt)
- สามารถลบและเขียนข้อมูลใหม่ได้มากกว่า 100,000 ครั้ง

จะได้รูปวงจรดังนี้

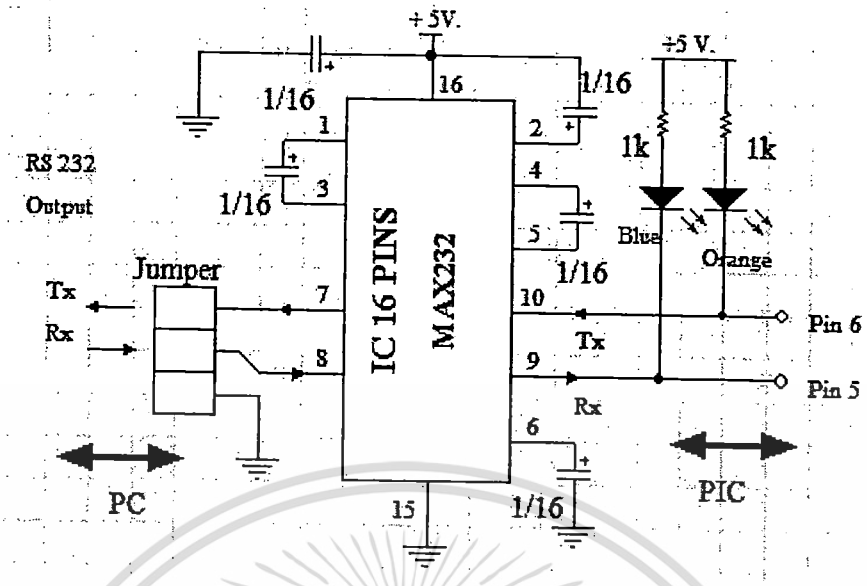


รูปที่ 3.2 วงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1.3 วงจรของ IC MAX 232

MAX232 เป็นไอซีที่แปลงระดับสัญญาณของ RS-232 มาเป็นระดับ TTL และใช้แปลงระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณ RS-232 มีการต่อวงจร ดังรูป

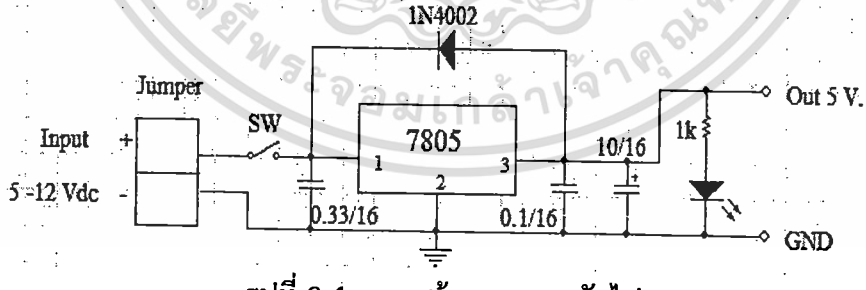
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรของ IC MAX232

3.1.4 วงจรสร้างแรงดันไฟตรง

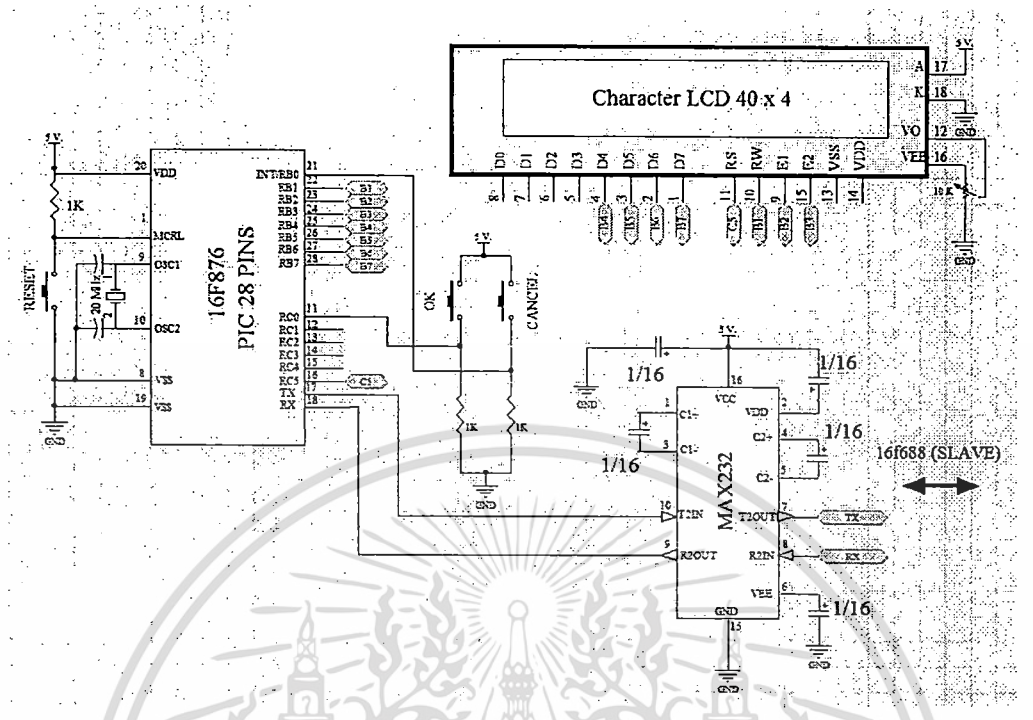
เนื่องจากโครงงานชิ้นนี้ประกอบด้วยวงจรหลายส่วน ซึ่งต้องใช้แรงดันไฟตรงทั้ง 5 V และ 12 V ในที่นี้จึงเลือกใช้แรงดันไฟตรง 12 V เป็นอินพุท เพื่อใช้ในวงจรของโมดูลปุ่มกด และนำแรงดันไฟตรง 12 V มาแปลงเป็นแรงดันไฟตรง 5 V โดยผ่านวงจร Regulator ที่ใช้ IC เบอร์ 7805 เพื่อนำแรงดันไฟตรง 5 V ไปใช้ในวงจรของ PIC 16F688 และ IC MAX232 โดยวงจรสร้างแรงดันไฟตรง 5 V มีรูปวงจรดังนี้



รูปที่ 3.4 วงจรสร้าง ตรงแรงดันไฟ 5 V

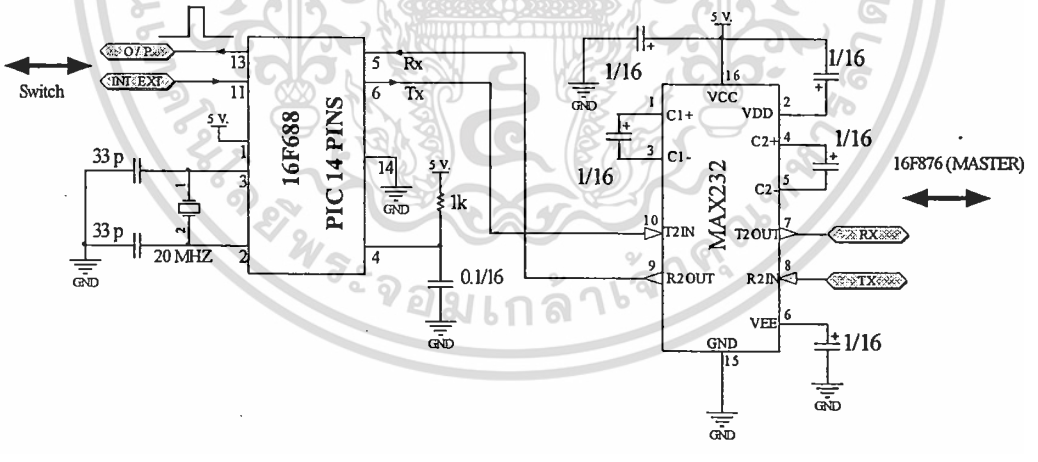
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 วงจรแอลซีดี



รูปที่ 3.5 วงจรของLCD

3.1.6 วงจร PIC 16F688



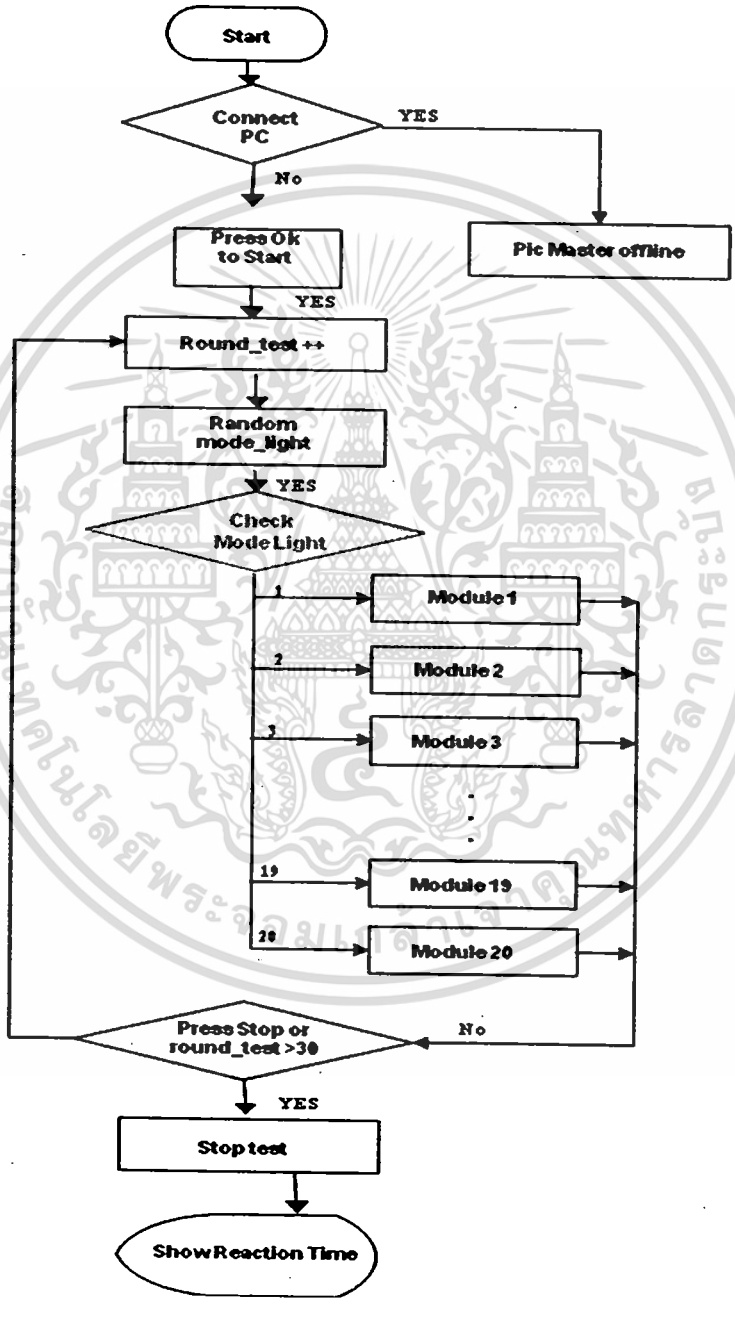
รูปที่ 3.6 วงจรรวมของPIC 16F688 เพื่อควบคุม โมดูลปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบด้านซอฟต์แวร์

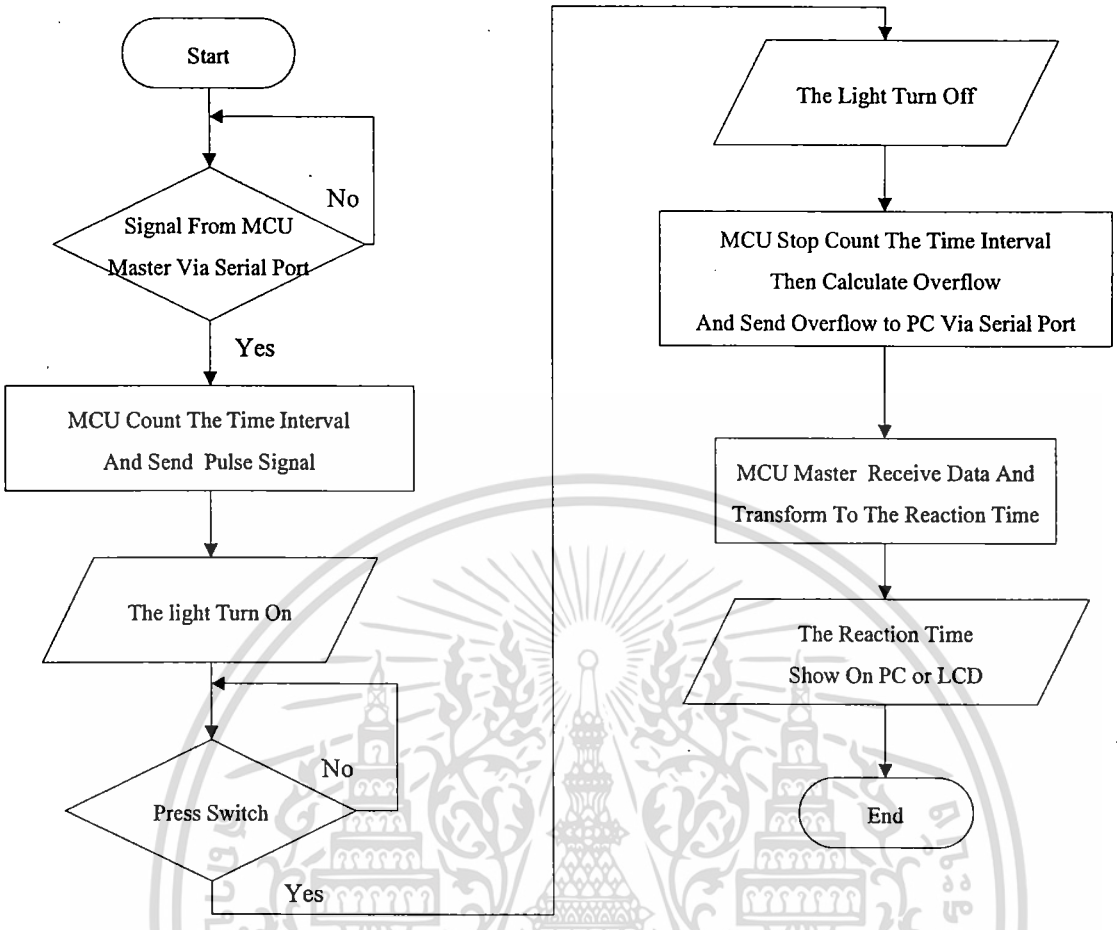
3.2.1 โปรแกรมที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์

จากหลักการการทำงานของโครงงานนี้ที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 สามารถนำมาเขียนเป็นโฟลว์ชาร์ตของการทำงานได้ดังนี้



รูปที่ 3.7 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ของตัวควบคุม (Master 16F876)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ของโมดูล (Slave 16F688)

และสามารถอธิบายหลักการทำงานอย่างละเอียดได้ดังนี้ การทำงานจะเริ่มต้นเมื่อมีการกดปุ่มเริ่มต้น (หรือโปรแกรมไว้) จากคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณออกมาผ่านทางพอร์ตอนุกรม ผ่าน IC MAX232 และส่งต่อไปยัง PIC 16F688 โดยสัญญาณนี้จะเข้าที่ขา 5 ของ PIC คือ ขา Rx ซึ่งใช้ในการรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ เมื่อสัญญาณส่งเข้ามาที่ขา 5 ของ PIC จะเป็นการกระตุ้นให้เกิดการทำงานของอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม (INT_RDA) ซึ่งเมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เริ่มการทำงานของ TIMER0 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะนับจำนวนของโอเวอร์โฟลว์จาก TIMER0 ไปเรื่อยๆ ในขณะเดียวกันไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณพัลส์ออกทางขา 13 (ขา RA0) ส่งไปยังวงจรของโมดูลปุ่มกด ซึ่งจะทำให้ไฟที่ปุ่มกดติด เมื่อมีการกดปุ่มสวิตช์จะทำให้ไฟดับลง พร้อมกับเกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณจาก High เป็น Low และส่งสัญญาณนี้ไปเข้าที่ขา 11 ของ PIC คือ ขา INT ซึ่งใช้ในการตรวจจับการเกิดอินเตอร์รัปต์จากภายนอก (INT_EXT) เมื่อเกิดการอินเตอร์รัปต์จากภายนอก จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์หยุดการทำงานของ TIMER0 และส่งค่าโอเวอร์โฟลว์ที่แปลงค่าแล้วออกไปทางขา 6 คือ ขา Tx ที่ใช้ในการส่งข้อมูลเข้าพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ แล้วคอมพิวเตอร์จะทำการแปลงค่าที่ได้มาให้เป็นเวลา และแสดงผลของเวลาออกทางจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งก็คือเวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (Reaction Time) โดยในที่นี้สิ่งกระตุ้นก็คือแสงที่ปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณเวลาโดยใช้ TIMER0

- TIMER0 นับได้สูงสุด 256 ครั้ง (0-255)
- ใช้ปรีสเกลเลอร์ = 1
- ใช้ External Oscillator = 20 MHz

จะได้ คาบเวลาในการนับ 1 ครั้ง (T) = $\frac{1}{\left(\frac{f}{4\times 1}\right)}$

$$T = \frac{1}{\left(\frac{20M}{4\times 1}\right)}$$

$$= 0.2\ \mu s$$

เพราะฉะนั้นการเกิดโอเวอร์โฟลว์ 1 ครั้ง จะใช้เวลา = 256 x 0.2 µs

$$= 51.2\ \mu s$$

จะได้ เวลา 51.2 µs เกิดโอเวอร์โฟลว์ 1 ครั้ง

เพราะฉะนั้น เวลา 1 ms เกิดโอเวอร์โฟลว์ 19.5 ครั้ง

ดังนั้นเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์นับค่าโอเวอร์โฟลว์ได้ทุกๆ 19 ครั้ง ก็จะเพิ่มค่าตัวแปรทีละหนึ่งไปเรื่อยๆ แล้วส่งค่าที่ได้ทั้งหมดออกมาให้คอมพิวเตอร์ ซึ่งโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์จะทำการคูณค่าที่ได้มาด้วย 0.001 แล้วแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ เช่น นับค่าโอเวอร์โฟลว์ได้ 95,000 ครั้ง นำมาหารด้วย 19 จะได้ 95000/19 = 5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

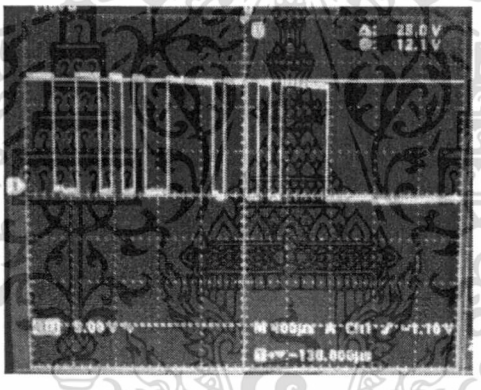
บทที่ 3
การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 ตรวจสอบสัญญาณที่จุดต่างๆ

เนื่องจากโครงงานชิ้นนี้ ประกอบด้วยวงจรหลายส่วน ซึ่งวงจรแต่ละวงจรจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีสัญญาณที่ไปกระตุ้นให้วงจรเริ่มทำงาน ดังนั้นถ้าเราต้องการให้วงจรทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ก็จะต้องทำการตรวจสอบสัญญาณที่ขาต่างๆก่อนว่า สัญญาณนั้นๆมีรูปแบบที่ถูกต้องตามที่ต้องการหรือไม่ โดยมีจุดที่ต้องตรวจสอบดังนี้

4.1.1 สัญญาณที่ออกมาจากคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ตอนุกรมเข้าขา 8 (Rx) ของ MAX232

สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่เกิดจากการกดปุ่มเริ่มต้นที่คอมพิวเตอร์ โดยในที่นี้เขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์ส่งค่าอักขระ ‘A’ ออกมา เมื่อมีการกดปุ่มเริ่มต้น

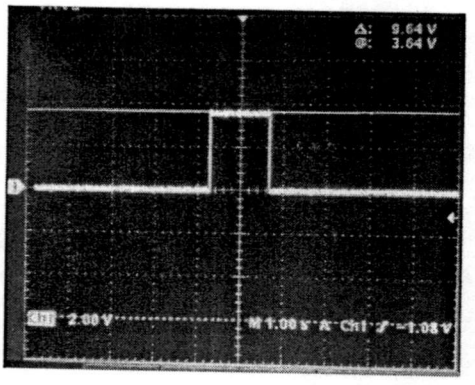


รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ขา 8 (Rx) ของ MAX232 เมื่อมีการกดปุ่มเริ่มที่คอมพิวเตอร์

4.1.2 สัญญาณที่ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ขา 13 (Ra0) เข้าวงจรของโมดูลปุ่มกด

สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่แปลงมาจากสัญญาณในข้อ 4.1.1 โดยผ่าน PIC 16F688 ซึ่งได้เขียนโปรแกรมให้ส่งสัญญาณพัลส์ออกมาเมื่อมีการเกิดอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ขา 13 ของ PIC เมื่อมีการกดปุ่มเริ่มที่คอมพิวเตอร์

4.1.3 สัญญาณที่เกิดจากการกดปุ่มสวิตช์ แล้วส่งเข้าขา 11 (INT) ของไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อยังไม่มีการกดสวิตช์สัญญาณจะมีค่าแรงดัน 0 V แต่เมื่อมีการกดสวิตช์ ระดับสัญญาณจะลดลงมาอยู่ที่ระดับ 5 V ทันที แต่เนื่องจากในวงจรของโมดูลปุ่มกดใช้สวิตช์แบบกดติด-ปล่อยดับ จึงทำให้ระดับสัญญาณเปลี่ยนกลับมาอยู่ในระดับประมาณ 0 V เหมือนเดิม ทำให้รูปร่างสัญญาณมีลักษณะคล้ายพัลส์

4.1.4 สัญญาณที่ออกจากขา 7 (Tx) ของMAX232 ผ่านพอร์ตอนุกรมเข้าคอมพิวเตอร์

สัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่เกิดจากการที่ไมโครคอนโทรลเลอร์แปลงค่าโอเวอร์โฟลว์ที่นับได้แล้วส่งค่าออกไปให้คอมพิวเตอร์

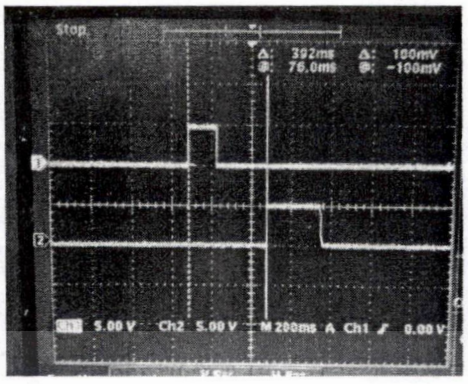
รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ขา 7 ของMAX232 เมื่อมีการกดปุ่มสวิตช์เพื่อปิดไฟ

4.1.5 ตรวจสอบความแม่นยำของการแสดงผล

เราสามารถตรวจสอบความแม่นยำ ของการแสดงค่าเป็นเวลา ที่แสดงผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ ได้โดยการใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณที่ขา 13 ของ PIC ซึ่งเป็นสัญญาณที่ทำให้ไฟที่ปุ่มกดติด (เริ่มจับเวลา) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ขา 11 ของ PIC ซึ่งเป็นสัญญาณที่เกิดจากการกดปุ่มสวิตช์เพื่อให้ไฟดับ (หยุดจับเวลา) ผลต่างของเวลาจะเป็นค่าเวลาของปฏิกิริยาตอบสนอง จากกนั้นจึงนำค่าที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่แสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบระหว่างสัญญาณที่ออกจากขา 13 และสัญญาณที่เข้าขา 11 ของ PIC

จากรูปที่ 4.4 จะสามารถคำนวณเป็นเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองได้เท่ากับ 1.84 วินาที เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.73 วินาที จะพบว่ามีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนได้จากสมการ

$$\frac{\text{ค่าที่แท้จริง} - \text{ค่าที่วัดได้}}{\text{ค่าที่แท้จริง}} \times 100\%$$

จะได้

$$\frac{1.84 - 1.73}{1.84} \times 100\% = 5.98\%$$

131166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการทดสอบความแม่นยำของการทำงานทั้งหมด 20 ครั้ง จะได้ผลดังนี้

เวลาที่อ่านได้จากจอออสซิลโลสโคป (second)	เวลาที่แสดงบนคอมพิวเตอร์ (second)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)	เวลาที่อ่านได้จากจอออสซิลโลสโคป (second)	เวลาที่แสดงบนคอมพิวเตอร์ (second)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)
0.964	0.871	9.64	0.624	0.556	10.89
0.524	0.465	11.25	0.440	0.376	14.54
0.792	0.705	10..98	0.392	0.337	14.03
0.624	0.559	10.41	1.290	1.181	8.44
0.523	0.460	12.04	0.536	0.459	14.36
1.430	1.301	9.02	0.980	0.887	9.48
0.440	0.373	15.22	0.776	0.689	11.21
1.800	1.645	8.60	0.704	0.629	10.65
0.828	0.737	10.99	1.180	1.066	10.50
0.656	0.586	10.67	0.936	0.845	9.72

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าเวลาที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปกับเวลาที่แสดงทางจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

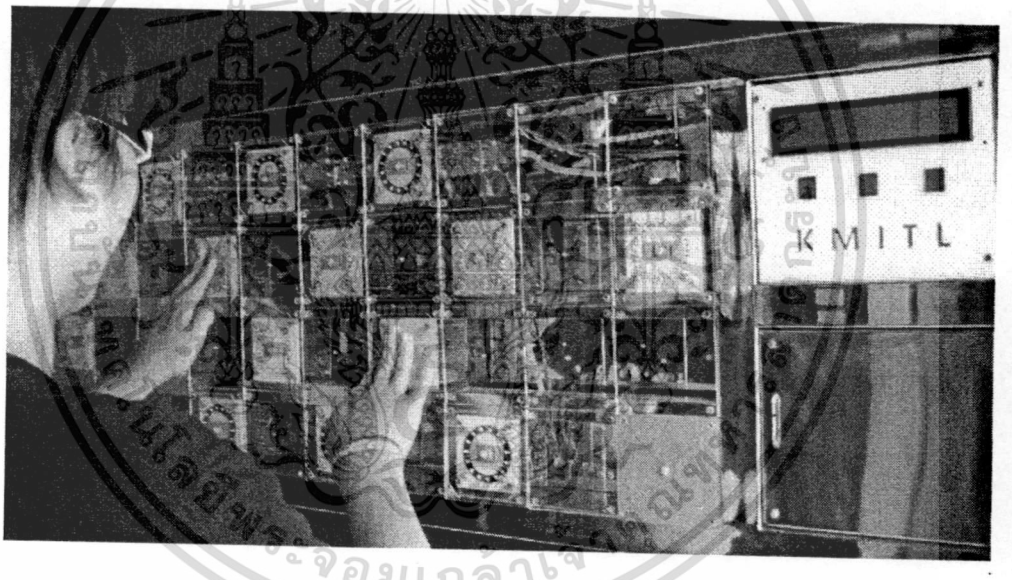
เวลาที่อ่านได้จากจอออสซิลโลสโคป (second)	เวลาที่แสดงบนLCD (second)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)	เวลาที่อ่านได้จากจอออสซิลโลสโคป (second)	เวลาที่แสดงบนLCD (second)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)
1.36	1.25	8.09	8.00	7.45	6.87
1.16	1.08	6.90	4.03	4.06	5.58
1.16	1.05	9.48	3.28	3.04	7.31
0.96	0.87	9.37	2.86	2.74	4.19
0.52	0.47	9.61	2.32	2.12	8.62
0.48	0.44	8.33	2.16	1.99	7.87
0.32	0.29	9.37	1.96	1.81	7.65
0.28	0.26	7.14	1.72	1.60	6.98
0.24	0.23	4.17	1.72	1.59	7.56
0.16	0.15	6.25	1.60	1.49	6.87

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าเวลาที่อ่านได้จากออสซิลโลสโคปกับเวลาที่แสดงทางจอLCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
บทสรุป

การวัดเวลาการตอบสนอง เป็นกระบวนการสำคัญอย่างหนึ่งในการตรวจสอบสมรรถภาพของนักกีฬาเนื่องจาก เป็นปัจจัยสำคัญในการนำชัยชนะมาสู่การแข่งขันในกีฬาเกือบทุกประเภท ระบบการวัดเวลาในการตอบสนองที่นำเสนอในรายงานฉบับนี้ เน้นไปที่การตอบสนองระหว่างตากับมือ ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับกีฬาประเภทใช้มือแขน ประสานกับตา เช่น เทนนิส แบดมินตัน มวย และผู้รักษาประตูในกีฬาฟุตบอล เป็นต้น ระบบวัดการตอบสนองที่นำเสนอนี้ ใช้แสงจาก LEDs ในการกระตุ้นให้นักกีฬาตอบสนอง และจะต้องตอบสนองโดยการกดปุ่มที่โมดูลปุ่มกด กล่าวคือ รับรู้สิ่งกระตุ้นทางสายตา และตอบสนองผ่านทางมือ จำนวนโมดูลที่ทำขึ้นมามีจำนวน 20 โมดูล ประกอบลงในภาชนะบรรจุแบบสเตเลสขนาด ..x..x..เมตรมี LCDแสดงผลในตัว(ดูการใช้งานภาคผนวก) สามารถใช้งานทดสอบการตอบสนองได้อิสระ นอกจากนี้สามารถเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับการใช้งานในโหมดกำหนดเอง และเป็นฐานข้อมูลอย่างง่าย



รูปที่ 5.1 เครื่องเครื่องวัดเวลาตอบสนองตา-มือที่ได้พัฒนาขึ้นในขณะทดสอบใช้งาน

งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาต่อไปได้อีกในอนาคต โดยการเพิ่มจำนวนปุ่มกดให้มากขึ้น และเปลี่ยนการสื่อผ่านทางพอร์ตอนุกรมจากระบบ RS-232 เป็น RS-485 ซึ่งมีข้อดีที่เอื้ออำนวยให้สามารถพัฒนาขีดความสามารถของชิ้นงานนี้ให้สูงขึ้นไปอีก เช่น สามารถเชื่อมต่อเอาท์พุทได้หลายจุด สามารถใช้ความยาวสายได้ยาวกว่า และทนต่อสัญญาณรบกวนได้ดีกว่า เป็นต้น และแก้ไขในเรื่องความผิดพลาดของการจับเวลา ทั้งนี้เพื่อจะทำให้ชิ้นงานมีมาตรฐานในการทดสอบและฝึกปฏิกิริยาการตอบสนองของนักกีฬาที่ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1.ประจิน พลังสันติกุล , “PIC Works Example and C Source Code.”, Appsofttech, กรุงเทพ

2.ประจิน พลังสันติกุล , “PIC C Programming กับ CCS C คอมไพเลอร์”, Appsofttech, กรุงเทพ

3.อภิชาติ ภู่พลับ , “เขียนโปรแกรมควบคุม Microcontroller ด้วยภาษา C, Assembly และ VB”, ไอดีซี อินโฟร์ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ กรุงเทพ, 2552

4.ปราโมทย์ ลือนาม , “Visual Basic 6”, บัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพ

5.http://electronics-semiconductor.blogspot.com

6.http://61.19.44.123/E-learning/elec/6-1.htm

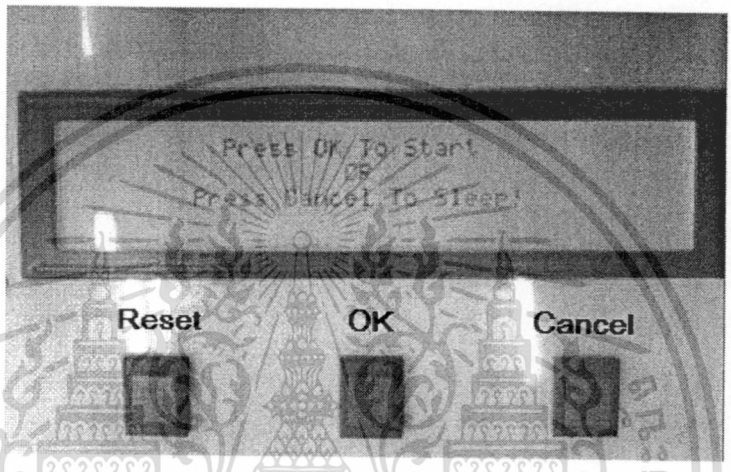
7.www.lib.buu.ac.th

8.http://www.kr.ac.th/wai/show.php?id=228

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก(ก)
วิธีการใช้งานเครื่องวัดเวลาตอบสนองตา-มือ

เริ่มต้นการใช้งาน เมื่อเปิดเครื่องมาโปรแกรมก็จะถามว่าต้องการควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์หรือหน้าจอ LCD ซึ่งจะแสดงข้อความดังรูปที่ ก.1 จากนั้นให้กดปุ่ม OK ถ้าต้องการควบคุมการทำงานโดยผ่านทางหน้าจอ LCD หรือกดปุ่ม “CANCEL” ถ้าต้องการควบคุมการทำงานผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งหน้าจอ LCD จะเข้าสู่ sleep mode



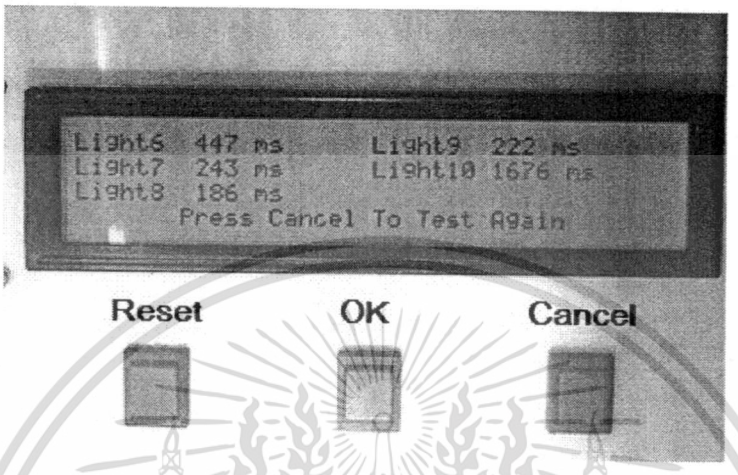
รูปที่ ก.1 แสดงข้อความบนหน้าจอ LCD เมื่อเริ่มต้นเปิดเครื่อง

- **กรณีที่ต้องการใช้งานโดยควบคุมผ่านทางจอ LCD**

ในการควบคุมเครื่องโดยผ่านทางจอ LCD จะสามารถใช้ในการทดสอบในโหมด Random ได้ ซึ่งก็คือ การสั่งให้ไฟที่ปุ่มโมดูลติดต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ โดยการสั่งการเพียงครั้งเดียว โดยการติดของไฟจะเป็นไปในลักษณะของการสุ่มให้ไฟดวงใดดวงหนึ่งติด และเมื่อมีการกดปุ่มสวิทช์ที่โมดูลปุ่มกดจนไฟดับแล้ว โปรแกรมก็จะสั่งให้ไฟดวงอื่นติดทันที การทำงานจะวนไปเรื่อย ๆ ในลักษณะนี้จนครบ 30 ครั้งแล้วจึงจะหยุดทำงาน ซึ่งจะแสดงค่าเวลาของปฏิกิริยาตอบสนอง(Reaction Time) 10 ค่าสุดท้ายออกทางหน้าจอ LCD แต่ถ้าผู้ใช้ต้องการหยุดการทำงานสามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “CANCEL” แล้วกดสวิทช์ที่โมดูลปุ่มกดอีกครั้ง การทำงานของโปรแกรมสุ่มไฟก็จะหยุดทันที แล้วจะแสดงค่าเวลาของปฏิกิริยาตอบสนอง 10 ค่าสุดท้ายของการทดสอบ ในการแสดงผลของการทดสอบบนหน้าจอ LCD จะแสดงดังรูปที่ ก.2 จากรูปถ้ากดปุ่ม OK จะเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลื่อนหน้าจอไปยังหน้าจอถัดไป โดยแต่ละหน้าจอจะแสดงผลเวลาได้ 5 ค่า แต่ถ้ากดปุ่ม “CANCEL” ก็จะเป็นการเริ่มการทดสอบใหม่อีกรอบ



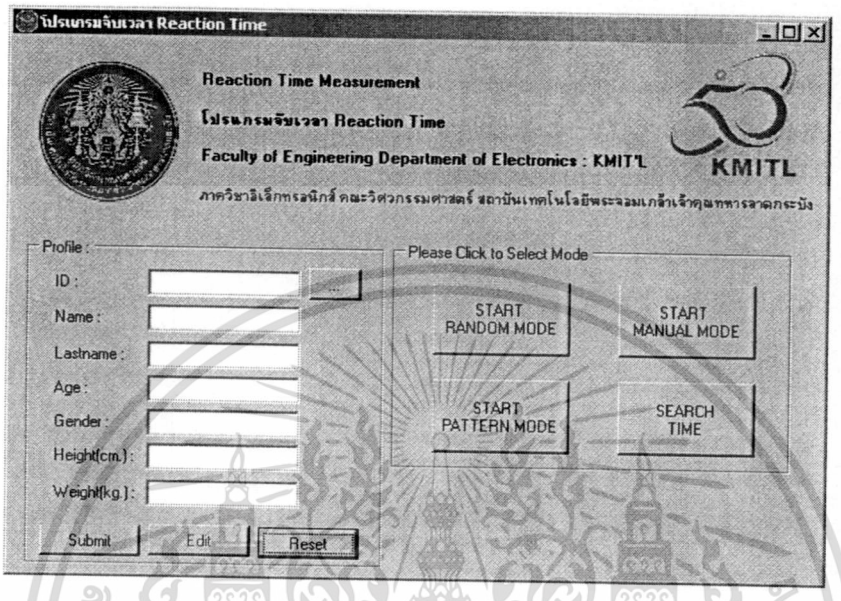
รูปที่ ก.2 แสดงผลเวลาการทดสอบออกทางหน้าจอ LCD

- **กรณีที่ต้องการใช้งานโดยการควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์**

ในการควบคุมเครื่องผ่านทางคอมพิวเตอร์นั้นสามารถเลือกโหมดการทำงานได้ 2 โหมด คือ Random Mode กับ Manual Mode โดย Manual Mode จะเป็นการควบคุมให้ไฟติดทีละดวง โดยต้องมีคนควบคุมการทดสอบอยู่ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อทำการเลือกปุ่มกดที่จะให้ไฟติด ในส่วนของ Random Mode เป็นการสุ่มให้โมดูลปุ่มกดไฟติดทีละดวง เมื่อทำการกดสวิทช์ให้ไฟดับแล้ว ไฟดวงอื่นก็จะติดต่อทันที ซึ่งโมดูลปุ่มกดจะติดไฟวนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะกดปุ่ม “Stop” ถึงจะหยุดการทำงาน จากนั้นผลเวลาของการทดสอบทั้งหมดจะแสดงผลออกมาบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

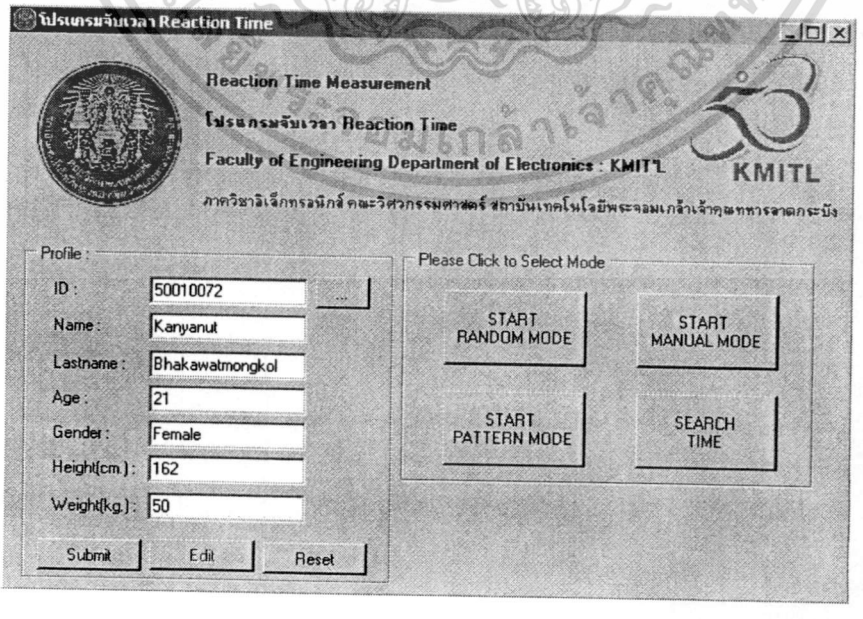
ขั้นตอนการทำงานของการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ ก.3 หน้าต่างโปรแกรมการจับเวลา

ขั้นตอนที่ 1

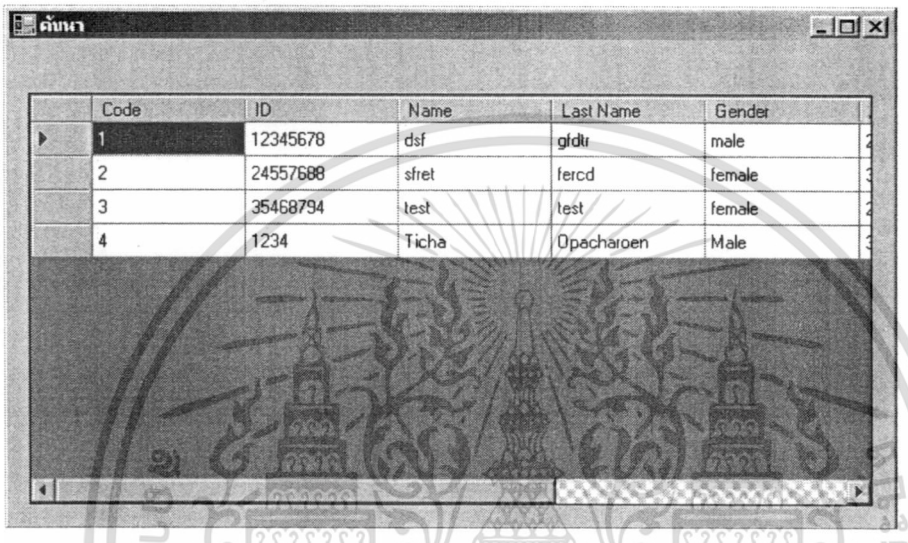
เมื่อเปิดหน้าต่างโปรแกรมขึ้นมาจะปรากฏดังรูปที่ ก.3 ทำการกรอกข้อมูลของนักกีฬาเข้าไปในช่องใส่ข้อมูลให้ครบทุกช่องดังรูปที่ ก.4 จากนั้นกดปุ่ม “Submit” เพื่อเก็บข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูลของนักกีฬา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.4 กรอกข้อมูลใส่เข้าไปในช่องต่างๆ ให้ครบ

ถ้าต้องการแก้ไขข้อมูลของนักกีฬา สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม "..." เพื่อเปิดฐานข้อมูลขึ้นมาดังรูปที่ ก. 5 จากนั้นคลิกที่ชื่อของผู้ที่ต้องการแก้ไขข้อมูล ข้อมูลต่างๆ ก็จะถูกใส่เข้ามาในช่องที่อยู่ที่หน้าแรกของโปรแกรม จากนั้นทำการแก้ไขข้อมูลต่างๆ แล้วกดที่ปุ่ม "Edit" ข้อมูลที่ได้รับการแก้ไขแล้วจะถูกเก็บเข้าไปในฐานข้อมูล



รูปที่ ก.5 แสดงฐานข้อมูลเมื่อกดปุ่ม "..."

ถ้าต้องการที่จะลบข้อมูลที่ใส่อยู่ในช่องกรอกข้อมูลทั้งหมด ทำได้โดยการกดปุ่ม "Reset" จะทำให้ล้างข้อมูลในหน้าต่างออกทั้งหมด ทำให้หน้าต่างของโปรแกรมกลับเป็นเหมือนรูปที่ ก.3

ขั้นตอนที่ 2

เลือกโหมดที่ต้องการทดสอบซึ่งมีให้เลือกคือ Random Mode และ Manual Mode โดยที่ช่องใส่ข้อมูลจะต้องมีชื่อของนักกีฬาที่ทำการทดสอบด้วย เพื่อให้สามารถเก็บผลเวลาที่ใช้ในการทดสอบของแต่ละบุคคลได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Random Mode

ทำการกดปุ่ม “START RANDOM MODE” จะเกิดการแรนดอมโมดูลปุ่มกดให้ไฟติดทีละดวง โดยไฟดวงถัดไปจะติดได้ก็ต่อเมื่อโมดูลปุ่มกดก่อนหน้าถูกกดสวิทช์ให้ไฟดับ ซึ่งโมดูลปุ่มกดก็จะถูกสุ่มให้ไฟติดต่อกันไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะกดปุ่ม “Stop” ถึงจะหยุดการทำงาน แล้วผลเวลาของการทดสอบทั้งหมดจะแสดงผลดังรูปที่ ก.6

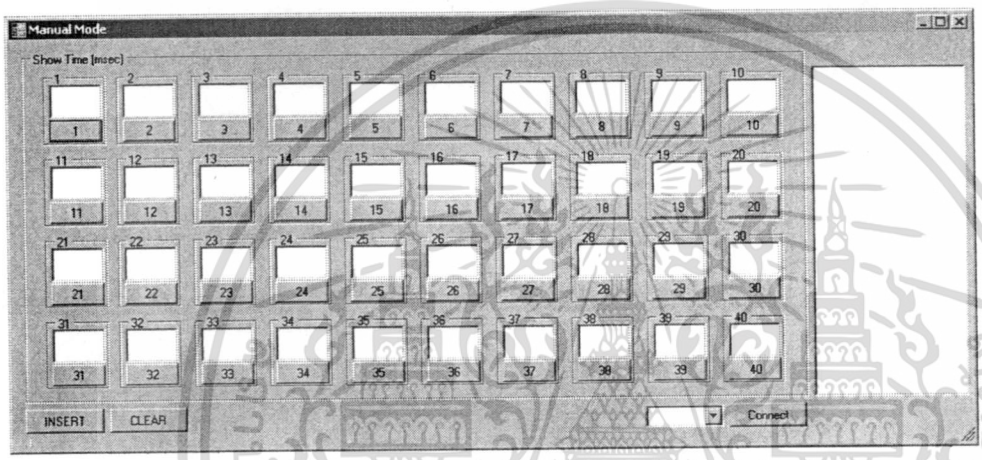
รูปที่ ก.6 แสดงหน้าต่างของการทดสอบแบบแรนดอม

โดยสามารถที่จะบันทึกเวลาดังกล่าวเข้าไปในฐานข้อมูลได้โดยกดปุ่ม “Insert” สามารถลบข้อมูลที่แสดงอยู่บนหน้าต่างนั้นได้โดยการกดปุ่ม “Clear”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Manual Mode

ทำการกดปุ่ม “START MANUAL MODE” จะแสดงหน้าต่างที่ใช้ในการควบคุมให้ไฟให้ติดตามที่ต้องการ ดังรูปที่ ก.7 จากนั้นทำการกดหมายเลขที่ต้องการให้ไฟติด ผลเวลาที่ได้จากการทดสอบถูกแสดงขึ้นในช่องสี่เหลี่ยมที่อยู่ข้างๆ ซึ่งค่าเวลาทั้งหมดสามารถเก็บลงในฐานข้อมูลได้โดยการกดปุ่ม “Insert” ที่อยู่ด้านล่างของหน้าต่าง และสามารถที่จะลบค่าเวลาทั้งหมดที่แสดงไว้ได้โดยการกดปุ่ม “Clear”



รูปที่ ก.7 แสดงหน้าต่างของ Manual Mode

ขั้นตอนที่ 3

ถ้าหากต้องดูผลเวลาของการทดสอบที่ผ่านมาแล้ว สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “SEARCH TIME” จะปรากฏหน้าต่างค้นหาเวลาขึ้นมาดังรูปที่ 8 จากรูปทำการกดปุ่ม “...” เพื่อเปิดฐานข้อมูลออกมา จากนั้นทำการเลือกบุคคลที่ต้องการจะดูเวลา ทำให้รหัส ID มาปรากฏอยู่ในช่อง ID จากนั้นถ้าต้องการดูผลเวลาของการทดสอบแบบแรนดอมก็เลือกที่ “By random” ถ้าต้องการดูผลเวลาของการทดสอบแบบแมนวลก็กดเลือก “By manual” แล้วกดปุ่ม “Search” เพื่อแสดงข้อมูลเวลาที่เราต้องการออกมาจะปรากฏดังรูปที่ ก.9 ถ้าหากต้องการล้างข้อมูลทั้งหมดในหน้าต่างนี้สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “Clear” จะทำให้หน้าต่างกลับเป็นเหมือนรูปที่ ก.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้