

เครื่องส่งลูกปิงปอง

ส.อ.เนรมิตร อัจฉมาภินันท์

ส.อ.วุฒิไกร ศิวินวาล

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง เครื่องส่งลูกปิงปอง เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องส่งลูกปิงปอง ที่จะทำการส่งลูกปิงปองได้ทั้งแบบตั้งด้วยมือ และแบบอัตโนมัติ ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ ส่วนอินพุตจะรับคำสั่งจากเซนเซอร์ในการตรวจนับลูกปิงปองผ่านเมนูสวิตช์เพื่อทำการป้อนข้อมูลเข้าสู่หน่วยประมวลผล จากนั้น ส่งข้อมูลออกเอาต์พุตเพื่อไปส่งงานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงให้ส่งลูกปิงปองไปยังเป้าหมาย โดยแสดงผลการทำงานที่จอ แอลซีดี ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้จำแนก การทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ การวัดหาระยะการส่งลูก ครั้งละ 1 ลูก จำนวน 42 ครั้ง การหาค่าเฉลี่ยในการส่งลูกปิงปอง ครั้งละ 1 ลูก จำนวน 44 ครั้ง และการหาค่าประสิทธิภาพการส่งลูกปิงปองไปในบริเวณที่กำหนด ครั้งละ 100 ลูก จำนวน 10 ครั้ง จากผลการทดลอง พบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะการส่งลูกปิงปองอยู่ที่ 381.9 เซนติเมตร ค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งลูกปิงปองเท่ากับ 1.76 วินาทีต่อลูก และค่าประสิทธิภาพการส่งลูกปิงปองไปในบริเวณที่กำหนด มีค่าความถูกต้องร้อยละ 70.9

1. บทนำ

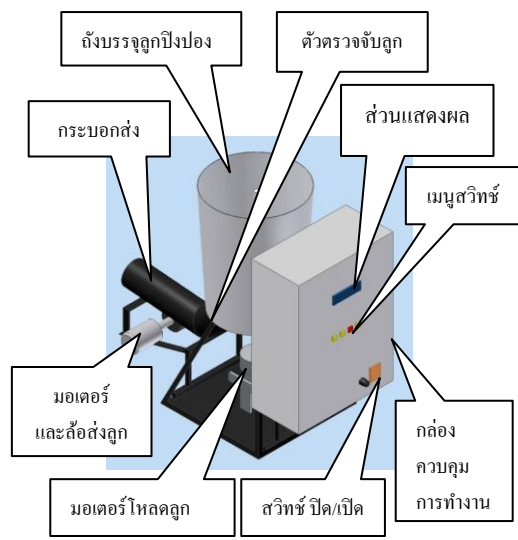
เนื่องจากปัจจุบันกีฬาเทเบิลเทนนิสในประเทศไทยได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และ มีนักกีฬาจำนวนมากที่ต้องการก้าวไกลไปสู่ระดับประเทศ จึงจำเป็นต้องอาศัยการฝึกซ้อมอย่างหนัก แต่ในบางครั้งไม่มีผู้ฝึกสอน หรือโค้ชชื่อนักกีฬาจึงไม่สามารถฝึกซ้อมให้เหมือนสถานการณ์จริงได้ ทางคณะผู้จัดทำจึงคิดประดิษฐ์เครื่องส่งลูกปิงปอง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักกีฬา ซึ่งจะทำให้ช่วยแบ่งเบาภาระครูผู้สอนได้ และ เครื่องส่งลูกปิงปองนี้ยังทำให้นักกีฬาสามารถฝึกซ้อมด้วยตัวเองโดยไม่ต้องอาศัยโค้ช ทำให้ประหยัดบุคลากรที่เป็นโค้ชได้

ดังนั้น งานวิจัย และ ทดลองนี้จึงมีแนวคิดแก้ปัญหา โดยจัดทำเครื่องส่งลูกปิงปองโดยสามารถที่จะทำการส่งลูกปิงปองได้ทั้งแบบตั้งด้วยมือ (Manual) และ แบบอัตโนมัติ (Automatic) เพื่อช่วยให้การฝึกซ้อมได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

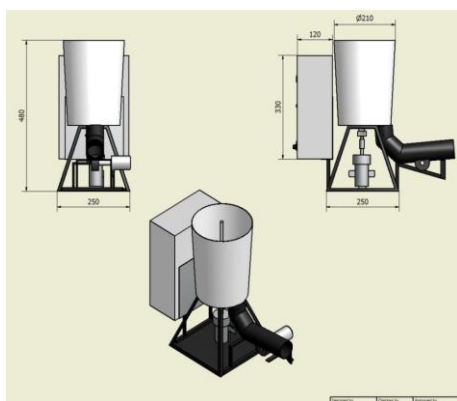
2. โครงสร้างของระบบ

เครื่องส่งลูกปิงปองที่ออกแบบมีลักษณะ และคุณสมบัติที่สำคัญ คือ การประมวลผลด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของบริษัท ไมโครชิพ ซึ่งทำหน้าที่ เป็นหน่วยประมวลผลกลางคอยควบคุม และจัดการระบบที่มีการเชื่อมต่อทั้งที่เป็นอินพุต เอาต์พุต และการแสดงผลองค์ประกอบหลักของเครื่องส่งลูกปิงปอง ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลหลักทำหน้าที่ตัว

ตรวจจรับข้อมูลเข้าเพื่อตรวจสอบสถานะในการทำงานต่าง ๆ เช่น ตัวตรวจจับสถานะลูกปิงปองเคลื่อนสู่ช่องยิง เป็นต้น ส่วนควบคุมเอาต์พุต เช่น มอเตอร์โหลด และมอเตอร์ส่งลูกปิงปอง ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นอินพุตแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ สวิตช์แบบเท้าสัมผัส และเมนูสวิตช์สำหรับเลือก และเปลี่ยนแปลงค่าการทำงานต่าง ๆ ด้วยการแสดงผลผ่าน แอลซีดี โดยเครื่องส่งลูกปิงปอง จะประกอบด้วย หน่วยประมวลผลหลัก ส่วนแสดงผลด้วย แอลซีดี เอาต์พุต เช่น มอเตอร์โหลดและมอเตอร์ส่ง เซนเซอร์ควบคุมจังหวะการทำงาน อินพุต เช่น สวิตช์แบบเท้าสัมผัส และเมนูสวิตช์



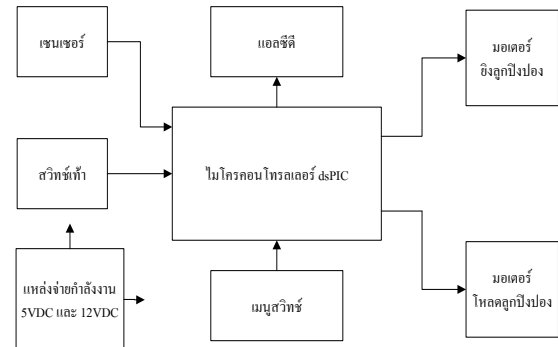
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบและโครงสร้างของระบบ



รูปที่ 2.1 โครงสร้างเครื่องส่งลูกปิงปอง

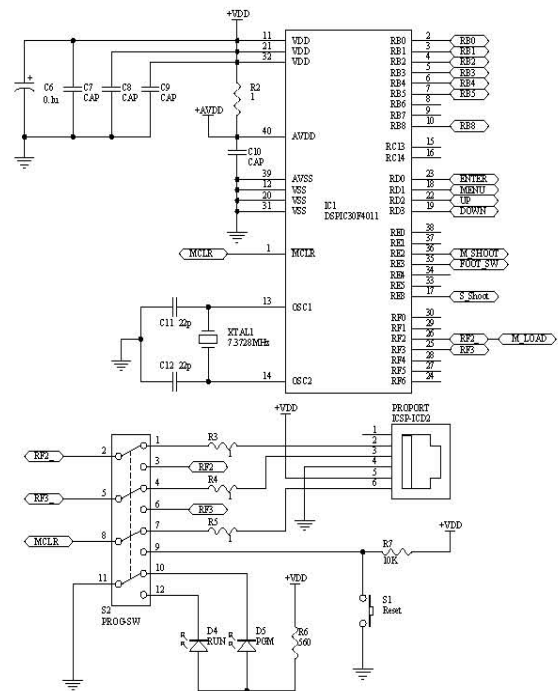
2.2 การออกแบบเครื่องยิงลูกปิงปอง

การออกแบบบล็อกร่างการทำงานของเครื่องส่งลูกปิงปอง แบ่งการทำงานของบล็อกละเอียดได้ ดังนี้ คือ ส่วนประมวลผล ส่วนอินพุต ส่วนเอาต์พุต ส่วนแสดงผล (Display LCD) และแหล่งจ่ายกำลังงาน



รูปที่ 2.2 บล็อกละเอียดการทำงาน

2.3 ส่วนประมวลผล



รูปที่ 2.2 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนควบคุมหลัก

2.3 สวิตช์รับข้อมูล

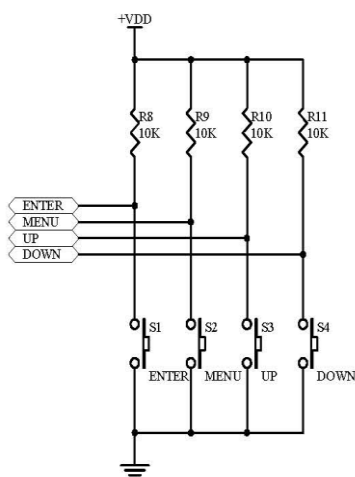
ส่วนรับค่าเมนูสวิตช์ จะใช้เพื่อเซตค่า และเปลี่ยนแปลงค่าการทำงาน และส่งต่อไปให้ ส่วนประมวลผลหลักทราบและเปลี่ยนแปลงค่าการทำงานต่าง ๆ ซึ่งเมนูสวิตช์ประกอบด้วย 4 เมนู สวิตช์ด้วยกัน



รูปที่ 2.3 สวิตช์รับข้อมูล

2.4 วงจรสวิตช์รับข้อมูล หรือ เมนูสวิตช์

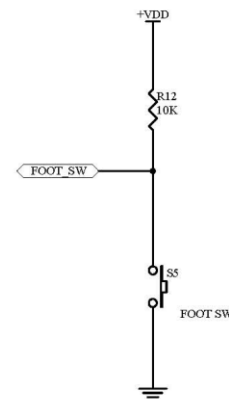
การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้สวิตช์ขั้วบิตของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น วงจรถูกต้องตามทฤษฎี คือ จะมีตัวต้านทาน $10K\Omega$ ต่ออยู่กับแหล่งจ่าย (5V) ขณะที่สวิตช์ยังไม่ ถูกกดอินพุตจะเป็น HIGH ตัวต้านทานนี้เรียกว่า ตัวต้านทานพูลอัพ (pull-up resistor) กระแสอินพุต ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ขณะที่อินพุตเป็น HIGH ต้องการกระแสเพียง $20\mu A$ ดังนั้นจะมี ระดับแรงดันปรากฏบนขาอินพุตน้อยกว่าแรงดัน จากแหล่งจ่าย (5V) เพราะว่าจะมีแรงดันส่วนหนึ่ง ตกคร่อมบนตัวต้านทานพูลอัพ



รูปที่ 2.4 วงจรสวิตช์รับข้อมูล หรือ เมนูสวิตช์

2.5 สวิตช์แบบเท้าสัมผัส

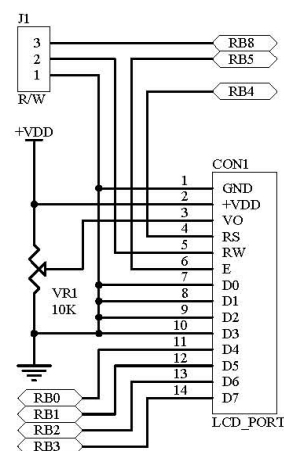
วงจรส่วนรับค่าคำสั่งสวิตช์แบบเท้าสัมผัสส่งวงจรส่วนรับค่าคำสั่งสวิตช์แบบเท้าสัมผัส ทำหน้าที่เป็นตัวรับค่าการสั่งงานเพื่อส่งให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบว่ามีการสั่งงานและ จะประมวลผลโดยทำงานตามคำสั่งที่ได้ตั้งค่าไว้ นั่นก็คือ รูปแบบในการส่งลูกปิงปองนั่นเอง



รูปที่ 2.5 วงจรสวิตช์แบบเท้าสัมผัส

2.6 วงจรส่วนแสดงผล

วงจรส่วนแสดงผลด้วย แอลซีดี ส่วนแสดงผลหน้าที่แสดงค่าผลจากการทำงาน เช่น แสดงเมนู และการปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ของเครื่อง ยิ่งลูกปิงปอง



รูปที่ 2.6 วงจรส่วนแสดงผล

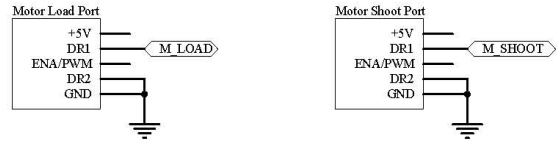
รูปที่ 2.7 วงจรส่วนแสดงผล

2.7 วงจรส่วนควบคุมการไหลคูลูกบึงปอง

คุณสมบัติทั่วไปของบอร์ด ET-OPTO

DC MOTOR DRIVER 6-24V/5A

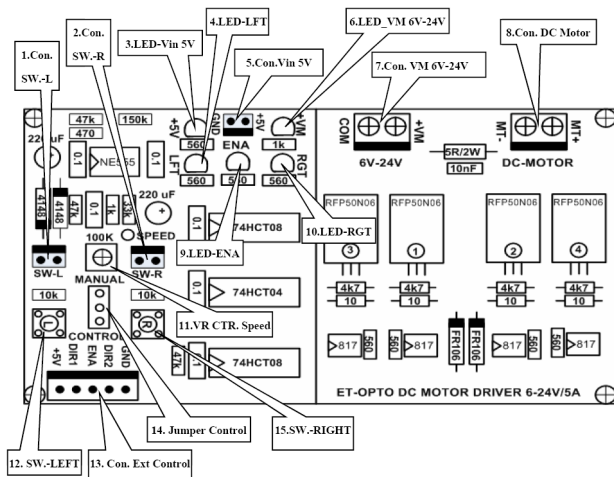
- ใช้ มอสเฟต ทำหน้าที่เป็นตัวขับ สามารถใช้ขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ได้ตั้งแต่ 6V จนถึง 24V ที่กระแส 5 Amp โดยประมาณ
- แบ่งแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงบอร์ดออกเป็น 2 ชุด คือแหล่งจ่าย DC 5V สำหรับไอซี และแหล่งจ่าย DC 6V-24 V สำหรับเลี้ยงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยตรง
- ใช้ ออปโต เป็นตัวแยกกราวด์ ระหว่างแหล่งจ่ายไฟทั้ง 2 ชุด เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์บนบอร์ด
- สามารถควบคุมความเร็ว มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณพัลส์วิดท์ ได้จากบอร์ดโดยตรง หรือจะเลือกส่งสัญญาณพัลส์วิดท์ จากภายนอกบอร์ดเข้ามาควบคุมความเร็วได้
- สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้จาก SW. LEFT และ SW. RIGHT ที่ต่ออยู่บนบอร์ด และมีขั้วสำหรับต่อสวิทช์จากภายนอกบอร์ดเข้ามาควบคุมแทนสวิทช์บนบอร์ดก็ได้
- มี ขั้วต่อ 5 ขา สำหรับใช้ต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ส่งสัญญาณจากภายนอกมาควบคุมทิศทาง และความเร็วการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้โดยตรง



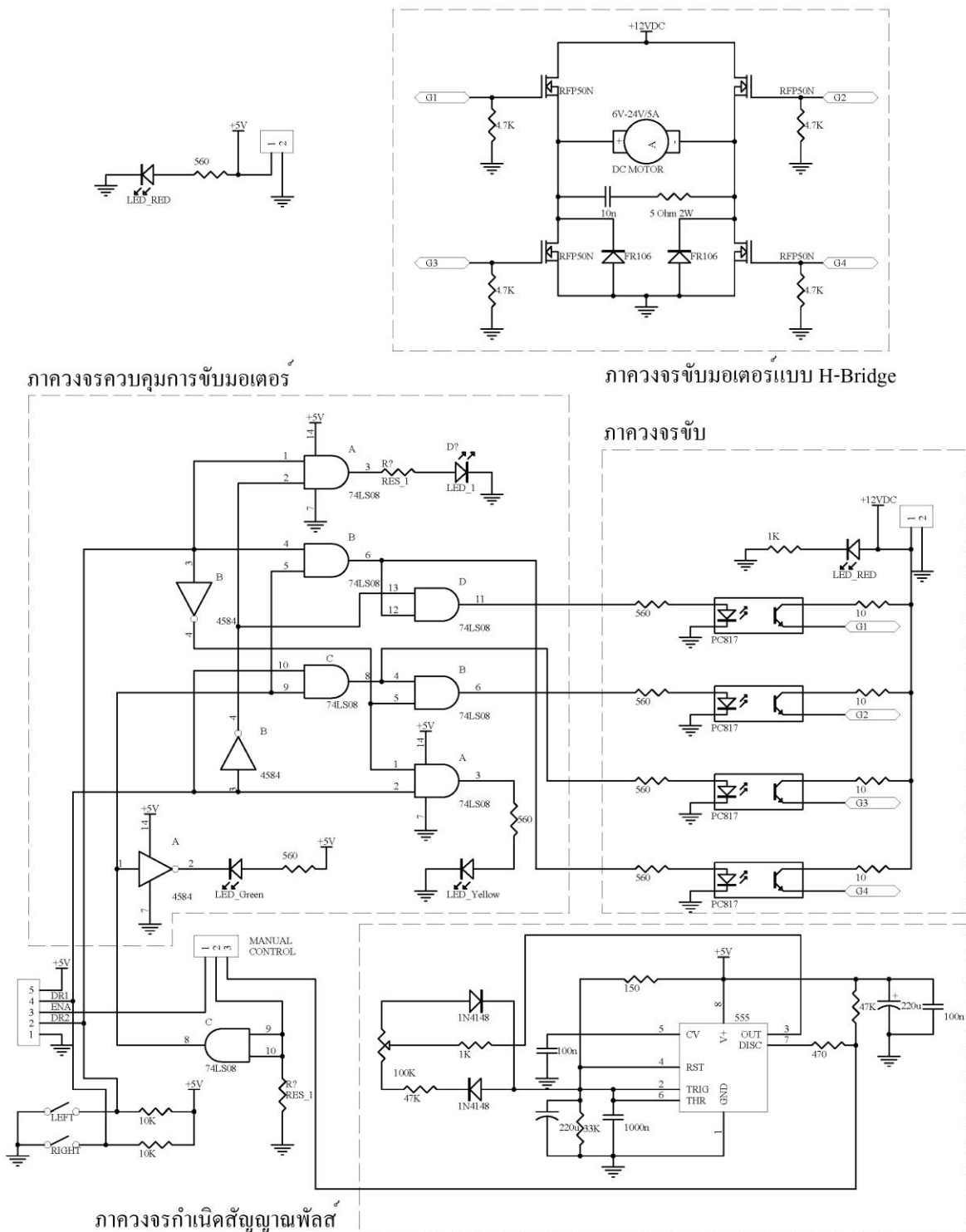
ลักษณะของบอร์ด ET-OPTO DC MOTOR DRIVER 6-24V/5A แสดงดังรูปที่ 3.16

วงจรถามุมมอเตอร์นี้จะใช้ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไหลคูลูกบึงปอง ซึ่งจังหวะการไหลคูลูกจะอาศัยความเร็วรอบเข้ามาเกี่ยวข้องกับ (สถานะในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ “1. คือ HIGH และ “0” คือ LOW) เมื่อทำการเชื่อมต่อขาสัญญาณเรียบร้อยแล้วในการเขียนโปรแกรมผู้ใช้สามารถส่งสัญญาณมาควบคุมการหมุนของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ได้ตามตารางด้านล่าง ให้สังเกตว่า ในการป้อน พัลส์วิดท์ ควบคุมความเร็วของมอเตอร์นั้นจะต้องป้อนเข้าที่ขา ENA ถ้าหากไม่ต้องการควบคุมความเร็วและยังคงให้มอเตอร์หมุนทำงานได้ที่ความเร็วเต็มที่จะต้องกำหนดให้ขา ENA เป็น 1 ไว้เสมอ ถ้าขา ENA เป็น 0 เมื่อไหร่ มอเตอร์ก็จะไม่หมุน หรือ หยุดหมุนตามตาราง ดังนี้

ขาควบคุมสถานะ (ENA/PWM)	ขาบังคับทิศทาง 1 (DIR1)	ขาบังคับทิศทาง 2 (DIR2)	สถานการณ์ทำงานของมอเตอร์
0	X	X	SLOW STOP
1	0	0	SLOW STOP
1	0	1	ROTATE RIGHT
1	1	0	ROTATE LEFT
1	1	1	FAST STOP



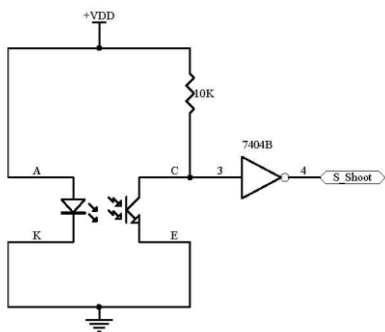
2.8 วงจรบอร์ดขับมอเตอร์



รูปที่ 2.8 วงจรบอร์ดขับมอเตอร์

2.9 วงจรตรวจสอบลูกปืน

จะใช้แอลอีดีอินฟราเรดความยาวคลื่น 940nm เบอร์ TOIR-30A94CXAA และตัวรับใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ เบอร์ TOPS-030TB2 ในที่นี้ +VDD คือ +5VDC โฟโตทรานซิสเตอร์จะส่งการไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ซึ่งควบคุมสถานะทางอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีน็อตเกททำหน้าที่กลับสถานะก่อนเข้าอินพุตไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อไม่มีแสงตกกระทบขา B (แรงดันอินพุต มีค่าต่ำมาก หรือเป็น 0V) จะทำให้ ทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแส (ขา C และ E จะเปิดวงจร) สถานะก็จะเป็น HIGH (LOW เมื่อผ่านน็อตเกท) แต่ถ้ามีแสงตกกระทบขา B (แรงดันอินพุตมีค่ามากขึ้น) จนมีกระแสไบแอสตรงระหว่างขา B และ E ทรานซิสเตอร์จะนำกระแส (ขา C และ E ต่อวงจร) ทำให้สถานะเป็น LOW (HIGH เมื่อผ่านน็อตเกท)



รูปที่ 2.9 วงจรตรวจสอบลูกปืน

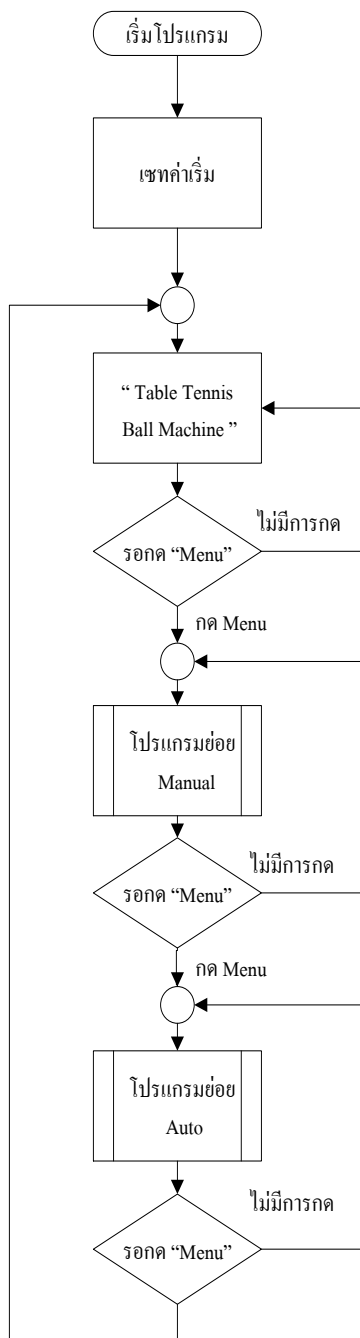
2.10 แหล่งจ่ายกำลังงาน

สามารถแบ่งออกได้ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแหล่งจ่ายไฟหลัก และแหล่งจ่ายไฟรอง ส่วนแหล่งจ่ายไฟหลัก คือ แหล่งจ่ายกำลังงานที่รับกำลังงานไฟฟ้าจากไฟ 220 VAC แล้วผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดระดับแรงดันลงมา แหล่งจ่ายไฟรอง คือ แหล่งจ่ายกำลังงานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (dsPIC) ทำหน้าที่แปลงแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟหลักให้ลงมาอยู่ในระดับแรงดันที่ไมโครคอนโทรลเลอร์และบอร์ดควบคุมต่าง ๆ ต้องการ วงจรแสดงดังรูปที่ 3.23 ที่อินพุต VIN1=7-20VAC/DC จะรับกำลังงานจากวงจรหลักดังรูปที่ 3.22 ที่พอร์ต 12 VDC To DSPIC BOARD

2.10 การทำงานส่วนของซอฟต์แวร์

โคแอดแกรมการทำงานของโปรแกรมซึ่งประกอบด้วย ฟังก์ชันการทำงานหลัก และแบ่งเป็นโปรแกรมฟังก์ชันการทำงานย่อยอีกสองฟังก์ชัน คือ ส่วนฟังก์ชันการทำงานแบบบังคับด้วยมือ (Manual) และแบบอัตโนมัติ (Automatic) โปรแกรมฟังก์ชันการทำงานหลัก คือ ฟังก์ชันการทำงานส่วนเมนูการทำงานหลักของโปรแกรมซึ่งจะรวบรวม ฟังก์ชันเมนูการใช้งานทั้งหมดไว้ เช่น ฟังก์ชันการทำงานแบบบังคับด้วยมือ (Manual) ฟังก์ชันการทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatic) และฟังก์ชันการทดสอบซึ่งในการทำงานนั้นจะใช้เมนู Menu เป็นตัวเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันการทำงาน และเมื่อเลือกฟังก์ชันที่ต้องการได้แล้วจะใช้เมนู Enter เป็นตัวยืนยันเพื่อเข้าทำงานในฟังก์ชันนั้น ๆ และหากต้องการออกจากฟังก์ชันการทำงานที่ทำงานอยู่สามารถใช้เมนูคำสั่ง Menu เพื่อออก เช่นเดิมหากต้องการเปลี่ยนเมนูฟังก์ชันการทำงานก็ให้กดเมนู Menu ไปเรื่อย ๆ จนกว่าพบเมนูที่ต้องการใช้งาน

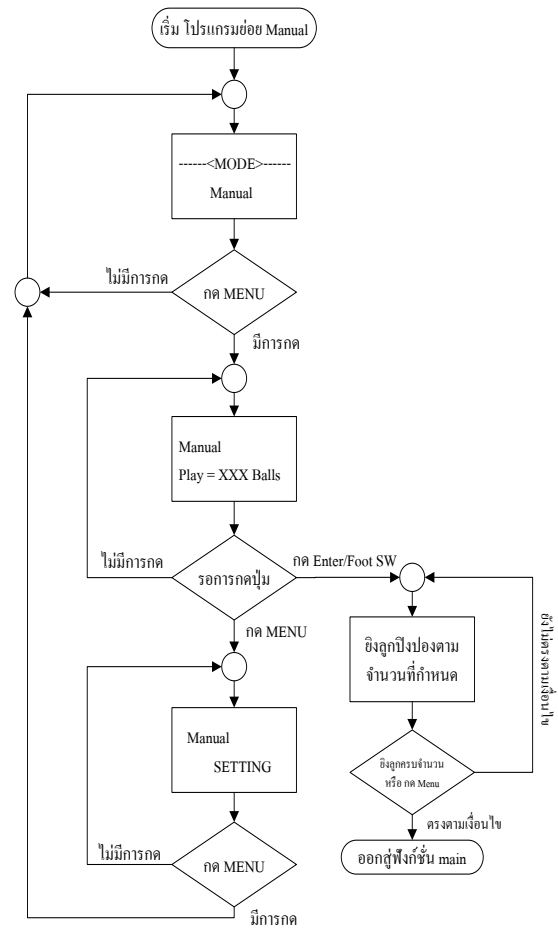
2.11 ฟังก์ชันการทำงานหลัก



รูปที่ 2.11 ฟังก์ชันการทำงานหลัก

2.12 ฟังก์ชันการทำงานส่วน Manual

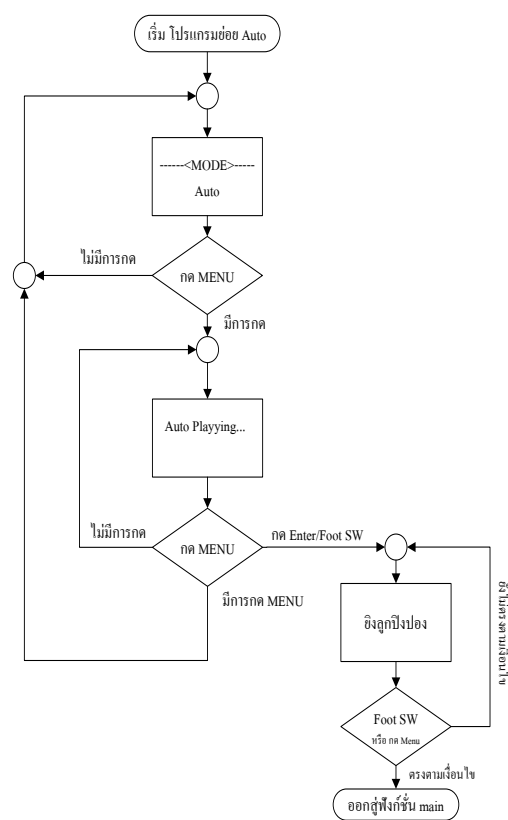
โปรแกรมฟังก์ชันการทำงาน Manual ซึ่งการทำงานจะเริ่มตั้งแต่เข้าสู่โหมด Menu Manual และผ่านคีย์สวิตช์ Enter เพื่อยืนยันการเข้าใช้งาน โหมด Manual ในเมนู Manual นี้จะมีการแบ่งฟังก์ชันการใช้งานออกเป็น 2 ฟังก์ชัน คือ โหมด Play และ Setting โดยโหมด Play นั้นใช้สำหรับสั่งงานให้เครื่องทำงานยังถูกป้องกัน ส่วนโหมด Setting นั้นใช้สำหรับตั้งค่าจำนวนลูกที่จะส่ง



รูปที่ 2.12 ฟังก์ชันการทำงานส่วน Manual

2.13 ฟังก์ชันการทำงานส่วน Automatic

โปรแกรมฟังก์ชันการทำงาน Automatic ซึ่งการทำงานจะเริ่มตั้งแต่เข้าสู่โหมดเมนู Auto และผ่านคีย์สวิตช์ Enter เพื่อยืนยันการเข้าใช้งานโหมด Auto ในเมนู Auto นี้จะมีการแบ่งฟังก์ชันการใช้งานออกเป็น 2 ฟังก์ชัน คือ โหมด Play และ Setting โดยโหมด Play นั้นใช้สำหรับสั่งงานให้เครื่องทำงานยิงลูกปิงปอง ส่วนโหมด Setting นั้นใช้สำหรับตั้งค่าหน่วยเวลาลูกที่จะยิง



รูปที่ 2.13 ฟังก์ชันการทำงานส่วน Automatic

3. ผลการทดลอง

3.1 การทดลองระยะเวลาการส่งลูกปิงปอง

ผลการทดลองระยะเวลาการส่งลูกปิงปอง คือ การทดลองวัดระยะเวลาการส่งลูกปิงปองเพื่อต้องการทราบถึงระยะทางในการส่งลูกปิงปองของเครื่อง โดยใช้ตลับเมตรมาตรฐานเป็นเครื่องมือวัดจาก

ปลายกระบอกส่ง พบว่า ระยะเวลาการส่งลูก จะมีการเปลี่ยนแปลงของลูกที่ส่งอยู่ในช่วงประมาณ 300 ถึง 400 มิลลิเมตร ซึ่งสาเหตุ นั้น เกิดจาก จังหวะการตกกระทบของลูกปิงปองกับด้ามส่ง เป็นสาเหตุทำให้ระยะเวลาการส่งมีการคลาดเคลื่อนได้

3.2 การทดลองเวลาการส่งลูกปิงปอง

ผลการทดลองเพื่อหาค่าเฉลี่ยเวลาการส่งลูกปิงปอง คือ การทดลองเพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ยของการส่งลูกปิงปองในแต่ละครั้ง พบว่า เวลาการส่งลูกปิงปองนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงของลูกที่ส่งอยู่ในช่วง 0.8 ถึง 5.98 วินาที สาเหตุเกิดจาก ช่วงเริ่มต้นการทำงานจะมีลูกปิงปองอยู่ในถังบรรจุลูกปิงปองเป็นจำนวนมาก ทำให้การไหลลงสู่จุดที่กำหนดไว้ของลูกปิงปอง นั้น ไม่คงที่

3.3 การทดลองประสิทธิภาพการส่งลูกปิงปองลงในบริเวณที่กำหนด

ผลการทดลอง พบว่า จะมีลูกค้างส่งอยู่ประมาณ 1 ถึง 2 ลูก ต่อการทดลอง 1 ครั้ง ลูกไม่ไหลลงช่องส่ง เนื่องจากลูกที่มีจำนวนมาก และอัดแน่นจนเกินไป ปัญหาที่พบได้อีกส่วน คือ ระยะเวลาการไหลของลูกปิงปองที่ผ่านท่อลำเลียงไปยังจุดที่กำหนดไว้เกิดการคลาดเคลื่อน โดยในการทดลอง จะมีผลิตภัณฑ์ของขนาดลูกปิงปองที่แตกต่างกัน และท่อลำเลียงลูกมีขนาดใหญ่กว่าลูกปิงปอง ทำให้เกิดการตกกระทบไม่ลงจุดที่กำหนดไว้ ซึ่งส่งผลให้การส่งลูกปิงปองนั้นมีการคลาดเคลื่อนได้

4. สรุปผลการทดลอง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องส่งลูกปิงปองแบบตั้งด้วยมือ (Manual) และแบบอัตโนมัติ (Automatic) เนื่องจากปัจจุบันกีฬาเทเบิลเทนนิสในประเทศไทยได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และมีนักกีฬาจำนวนมากที่ต้องการก้าวไกลไปสู่ระดับประเทศ ทางคณะผู้จัดทำจึงคิด

ประดิษฐ์เครื่องส่งลูกปิงปองเพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักกีฬา ซึ่งจะช่วยให้ช่วยแบ่งเบาภาระครูผู้สอนได้โดยไม่ต้องอาศัยผู้ซ่อม และทำให้ประหยัดบุคลากรที่เป็นผู้ซ่อมได้ในการทดลองเครื่องส่งลูกปิงปองเพื่อหาความเชื่อมั่น โดยจำแนกการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่หนึ่งทำการวัดผลระยะการส่งลูกปิงปอง ครั้งละ 1 ลูก จำนวน 42 ครั้ง พบว่า ช่วงระยะการส่งลูกจะมีค่าเฉลี่ยระยะเท่ากับ 381.9 เซนติเมตร การทดลองที่สองทำการวัดผลเพื่อหาค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งลูกปิงปองต่อลูก โดยกำหนดให้ส่งลูกปิงปอง ครั้งละ 1 ลูก จำนวน 44 ครั้ง พบว่า ค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งลูกปิงปองอยู่ที่ 1.76 วินาทีต่อลูก และการทดลองหาค่าประสิทธิภาพการส่งลูกปิงปองไปในบริเวณที่กำหนด ครั้งละ 100 ลูก จำนวน 10 ครั้ง พบว่า เครื่องสามารถส่งลูกปิงปองไปยังบริเวณที่กำหนดได้ลูกต้องร้อยละ 70.9 จากผลการทดลองพบว่า จะมีลูกค้างส่งอยู่ประมาณ 1 ถึง 2 ลูก ต่อการทดลอง 1 ครั้ง ลูกปิงปองไม่ไหลลงช่องส่งเนื่องจากลูกที่มีจำนวนมาก และอัดแน่นจนเกินไป ปัญหาที่พบได้อีกส่วน คือ ระยะการไหลของลูกปิงปองที่ผ่านท่อลำเลียงไปยังจุดที่กำหนดไว้เกิดการคลาดเคลื่อน โดยในการทดลองจะมีผลลักษณะของขนาดลูกปิงปองที่แตกต่างกัน และท่อลำเลียงลูกมีขนาดใหญ่กว่าลูกปิงปอง ทำให้เกิดการตกกระทบไม่ลงจุดที่กำหนดไว้ ซึ่งส่งผลให้การส่งลูกปิงปองนั้นมีการคลาดเคลื่อนได้

5. ข้อเสนอแนะ

ปัญหาจากงานวิจัย พบว่า ลูกค้างส่งในการทดลอง แนวทางการแก้ไขปัญหานี้ จะต้องมีการพัฒนาระบบไหลลูกปิงปองให้ดีขึ้น เช่น วัสดุที่ใช้เป็นงานไหลควรจะมีระบบผลักดันลูกปิงปองเมื่อเหลือน้อย เพราะจากปัญหาที่พบได้จากการทดลองเมื่อลูกเหลือน้อยงานไหลที่ผิวลื่นจะทำให้ลูกไม่เคลื่อนที่ ส่งผลให้ ระยะการส่ง

ระยะเวลา และตำแหน่งที่ลูกปิงปองตกมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งควรพัฒนาระบบพักลูกก่อนส่ง หรือ ควรให้ระบบการส่งลูกปิงปองใช้มอเตอร์ 2 ชุด โดยติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งกระบอกส่งด้านซ้ายและขวา หรือ ด้านบน

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง และผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์คำปรึกษา และคำแนะนำ ทางด้านวิชาการมากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ อภิชาติ หาจตุรัส ที่กรุณาเมตตาให้คำปรึกษาตลอดในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงสาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ที่อำนวยความสะดวกเอื้อเพื่อสถานที่ในการทดลอง และทำให้ปริญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี