รายงานวิจัยเรื่อง

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

โดย

อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์

อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร

อาจารย์ โอภาส สุขหวาน

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก

งบประมาณเงินรายได้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประจำปีงบประมาณ 2553

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

Design and Construction of Tennis Ball Shooter

โดย

อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์

อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร

อาจารย์ โอภาส สุขหวาน

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก

งบประมาณเงินรายได้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประจำปีงบประมาณ 2553

อัมพร กุญชรรัตน์ ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และโอภาส สุขหวาน (2554) การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ได้รับทุนสนันสนุนการวิจัยจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส และประเมินสมรรถนะและคุณลักษณะของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีขนาดสูง 160 ซ.ม. กว้าง 55 ซ.ม. ลึก 52 ซ.ม.ออกแบบชุดโครงเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิสแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ ส่วนฐาน ส่วนหอตั้งชุดเครื่องยิงลูกเทนนิส ส่วนชุดจับยึดมอเตอร์ ส่วนบังคับมุมก้ม-เงย และ ส่วนบังคับทิศทางในการยิง สำหรับส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วย ชุดบรรจุลูก ชุดปล่อยลูกเทนนิส ชุดหัวยิง และชุดรีโมทคอนโทรล เครื่องยิงลูกเทนนิสถูกประเมิน 2 ด้านคือ ด้านสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส และด้านคุณลักษณะของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 13 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-Test

ผลการวิจัยพบว่า

1. สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศา สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ ทั้งหมดผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย

2. ด้านคุณลักษณะของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วย ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ด้านการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 ด้านความแข็งแรงของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 และ ด้านความปลอดภัยของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ทุกด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00

Amporn Kunchornra, t Pairust Vongyuttakrai, Ophat Sukwan (2554) Design and Construction of Tennis Ball Shooter, Industrial Education Division, Faculty of Education, Srinakharinwirot University.

The objectives of this research were to design and construct a tennis ball shooter machine and evaluate its capability and its attribute. The tennis ball shooter was constructed 160 centimeter high and 55 centimeter wide and 52 centimeter depth. There are five components of the tennis ball shooter frame design: 1) base, 2) tower, 3) motor holder, 4) up-down angle controller, and 5) oscillator shooting controller. The other parts are: tennis ball container, tennis ball passer, tennis ball shooter, and remote control. The tennis ball shooter machine was evaluated in two areas. The first was the capability on shooting. The second was the attribute. It was evaluated by 13 experts. The statistical tools used for analyzing the data were: percentage, mean, standard deviation, and t-Test.

The results are as follows:

1. The result of the evaluation of the shooting capability of the tennis ball shooter shows that the tennis ball shooter passed all the criteria, which are: shooting more than 10 ball/min; controlling the shooting of the ball up and down from 5 to 15 degrees; controlling the fixed or automatic oscillated shooting; successful use of the remote control for shooting; and setting up for automatic shooting.

2. The evaluation on attribute of the tennis ball shooter machine found that all criteria were met at a good level with the average score of 4.00. These attribute were: installation of material and controller on tennis ball shooter in good level at the average score/rate of 4.40; maintenance of tennis ball shooter at a good level at the average score/rate of 4.83; storage of tennis ball shooter at good level at an average score/rate of 4.71; size of tennis ball shooter at good level at an average of 4.21; transfer of tennis ball shooter at a good level at an average score of 4.23; strength of tennis bal shooter at good level at an average score of 4.82; and safety of tennis ball shooter at good level at an average of 4.41.

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
ความสำคัญของงานวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
นิยามศัพท์	3
สมมติฐาน	3
กรอบแนวคิดการจัดทำวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
กีฬาเทนนิส	5
เครื่องยิงลูกเทนนิส	11
การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส	17
สมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	45
แผนผังแสดงกระบวนการออกแบบ และสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส	46
การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส	48
วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส	58
สร้างชุดโครงสร้างเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิส	60
สร้างส่วนประกอบต่าง ๆในเครื่องยิงลูกเทนนิส	61
สร้างแบบประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส	64
การประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส	67

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 69

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 69

ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล 69

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 69

บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ 75

สรุปผล 75

อภิปรายผล 76

ข้อเสนอแนะ 78

บรรณานุกรม 79

ภาคผนวก 80

ภาคผนวก ก แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส 81

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานเครื่องยิงลูกเทนนิส 86

ภาคผนวก ค แบบเครื่องยิงลูกเทนนิส 91

ประวัติผู้วิจัย 93

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดง สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส 68
4.2 : ผลการประเมินสมรรถนะทางด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส 69
4.3 ผลการประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส 70

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่ **หน้า**

1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 4
2.1: สนามเทนนิส 9
2.2 ลูกเทนนิส 10
2.3 : ไม้เทนนิส 11
2.4 : เครื่องยิงลูกเทนนิสแบบพกพา 12
2.5 : ชุดปรับความเร็วและปรับช่วงการยิง 13
2.6 : พัดลมระบายความร้อน 14
2.7 : ปรับมุมการยิง 15
2.8 : แบตเตอรี่ 15
2.9 : เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่อัตโนมัติภายนอก 15
2.10 : เครื่องยิงลูกเทนนิส 16
2.11 : เครื่องยิงลูกเทนนิสยี่ห้อ FBT รุ่น PROFESSIONAL 16
2.12 : เครื่องยิงลูกเทนนิส ยี่ห้อ FBT รุ่น LOBSTER 17
2.13 แผนภูมิการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส 18
2.14 ภาพตัดขวางเหล็กรูปพรรณของเหล็กกล่อง 22
2.15 รูปพรรณเหล็กฉาก 23
2.16 เหล็กรูปพรรณแบบต่างๆ 23
2.17 หม้อแปลงไฟฟ้า 24
2.18 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลงแรงดันลง 25
2.19 วงจรเรียงกระแส 26
2.20 แสดงขั้นตอนการประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ 27
2.21 แสดงขั้นตอนการคายประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ 28
2.22 แสดงรีเลย์แบบต่างๆ และสัญลักษณ์ของรีเลย์ 28
2.23 แสดงสภาวะการทำงานของรีเลย์ 29
2.24 หน้าสัมผัสของรีเลย์ 30
2.25 แสดงลิมิตสวิตซ์ทางเดียว 30
2.26 แสดงลิมิตสวิตซ์สองทาง 31
2.26 แสดงลิมิตสวิตซ์สองทาง 32
2.28 แสดงโครงสร้างและการทำงานของสวิตซ์กดค้างตำแหน่ง 32
2.29 เทอร์มินัลบล็อก 33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ **หน้า**

2.30 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 34
2.31 เฟรมหรือโยค 35
2.32 ขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก 35
2.33 ลักษณะของขั้วแม่เหล็ก 36
2.34 ลักษณะตัวโรเตอร์ 36
2.35 แปรงถ่าน 37
2.36 ซองแปรงถ่าน 38
2.37 แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์ 39
2.38 ทิศทางความเร็วของล้อยาง 40
2.39 ตำแหน่งปุ่มลูกรีโมท 41
3.1 แผนผังแสดงกระบวนการออกแบบ และสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส 46
3.2 แบบโครงสร้างของเครื่องยิงลูกเทนนิส 48
3.3 แบบโครงสร้างด้านหน้าของเครื่องยิงลูกเทนนิส 49
3.4 แบบโครงสร้างด้านบนของเครื่องยิงลูกเทนนิส 49
3.5 แบบโครงสร้างด้านข้างของเครื่องยิงลูกเทนนิส 50
3.6 แบบด้านหน้าส่วนบนของเครื่องยิงลูกเทนนิส 50
3.7 แบบด้านข้างส่วนบนของเครื่องยิงลูกเทนนิส 51
3.8 แบบด้านหน้าส่วนล่างของเครื่องยิงลูกเทนนิส 52
3.9 แบบด้านหลังของเครื่องยิงลูกเทนนิส 53
3.10 แบบด้านข้างของเครื่องยิงลูกเทนนิส 54
3.11 วงจรภาครีโมทคอนโทรล 55
3.12การจัดระบบเชื่อมต่อวงจร 56
3.13 วงจรไฟฟ้าของเครื่องยิงลูกเทนนิสทั้งระบบ 57
3.14 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณบังคับระยะไกลชนิดไร้สาย 58
3.15 สร้างชุดโครงสร้างเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิส 60
3.16 ชุดบรรจุลูก 61
3.17 ชุดปล่อยลูกเทนนิส 61
3.18 ชุดหัวยิงลูกเทนนิส 62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ **หน้า**

3.19 ชุดรีโมทคอนโทรล 62
3.20 ชุดคอนโทรลและจ่ายกำลังไฟฟ้า 63
3.21 โครงสร้างภายในของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สร้างเสร็จแล้ว 63
3.22 เครื่องยิงลูกเทนนิสที่สร้างเสร็จแล้ว 64
3.23 คณะผู้เชี่ยวชาญที่ร่วมประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส 68

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้โดยความอนุเคราะห์ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วินัย พูลศรี รองศาสตราจารย์ธนรัตน์ แต้วัฒนา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำคุณ ศรีสนิท ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์ อ.ดร.ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ อาจารย์ พิษณุเวท โพธิ์เพ็ชร อาจารย์ พงค์สิลป์ รัตนอุดม อาจารย์ สุรพงษ์ ไชยเสนา นายพิมล พร้อมมูล นายพายัพ ชูวงศ์ นายทศพล บุญธรรม นายเจริญศักดิ์ ชูวงศ์ ที่ช่วยเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินเครื่องยิงลูกเทนนิสและให้การชี้แนะงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ และให้ข้อเสนอแนะ

ขอขอบคุณผู้บริหารทุกท่านที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

อ. ดร. อัมพร กุญชรรัตน์

อ. ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร

อ. โอภาส สุขหวาน

30 ธันวาคม 2554

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

สาขาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีการเรียนการสอนในกลุ่มการจัดการอุตสาหกรรมศึกษา การจัดการอุตสาหกรรม โครงงานอุตสาหกรรม และการวิจัยอุตสาหกรรมโดยสอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยี ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความรู้ ทักษะ ในศาสตร์ของอุตสาหกรรมศึกษา จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม รวมทั้งการออกแบบและสร้างชิ้นงานต่างๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน การพัฒนาโครงงานอุตสาหกรรมนับว่ามีเป็นความสำคัญและมีประโยชน์มากต่อการส่งเสริมและสนับสนุนด้านการเรียนการสอนในสาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา ในการเรียนการสอนทางด้านอุตสาหกรรมศึกษาจำเป็นต้องเชื่อมโยงกับภาคเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมต่างๆ ในที่นี้เทคโนโลยีที่ใช้ในการฝึกสอนและการฝึกซ้อมกีฬาก็ถือเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับมนุษย์ จะเห็นได้ว่ากีฬาเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญ เพราะกีฬาถือว่าเป็นการออกกำลังกายเพื่อส่งเสริมสุขภาพที่ดีที่สุด ซึ่งสำหรับประเทศไทยพบว่ามีกีฬาหลากหลายประเภท ที่เป็นที่รู้จักและได้รับความสนใจ ไม่ต่างไปจากต่างประเทศ ในที่นี้กีฬายอดนิยม ที่มีการเล่นกันมากในประเทศไทย ประเภทหนึ่งคือ กีฬาเทนนิส หรือเรียกว่า ลอนเทนนิส (Lawn Tennis) เพราะกีฬาประเภทนี้สามารถเล่นในสนามหญ้าได้ คำว่า Lawn แปลว่า สนามหญ้าและมีกีฬาอีกประเภทหนึ่งที่มีคำว่าเทนนิสอยู่ด้วยคือ เทเบิลเทนนิส คนทั่วไปนิยมเรียกกันทั่วไปว่า ปิงปอง โดยลอนเทนนิสในปัจจุบันได้วิวัฒนาการไปมาก และไม่จำเป็นต้องเล่นกันในสนามหญ้า อาจจะเล่นกันในสนามที่มีลักษณะเป็นห้องที่มีหลังคา ใช้พื้นไม้ หรือพื้นคอนกรีตก็ได้ กีฬาเทนนิสสามารถเล่นได้ทั้งเดี่ยวและเล่นเป็นคู่ก็ได้ ในการเล่นกีฬาเทนนิสจะเล่นแบบโต้ตอบ

กีฬาเทนนิสเป็นที่นิยมกันมากขึ้น ในการฝึกสอนและการฝึกซ้อมกีฬาเทนนิส ได้มีผู้เชี่ยวชาญ คิดค้นเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สามารถเป็นคู่ซ้อมให้กับนักเทนนิสขึ้น คือ เครื่องยิงลูกเทนนิส ซึ่งสามารถพกพาไปไหนมาไหนได้ สามารถตีโต้ตอบได้เหมือนเล่นกับคู่ซ้อมจริงๆ แต่เครื่องยิงลูกเทนนิสนี้ส่วนใหญ่จะผลิตจากต่างประเทศ ส่วนใหญ่มีราคาสูงมาก ทั่วไปจะเริ่มต้นราคาที่ 80,000 บาท หรือ 100,000 บาทขึ้นไป ในการสั่งซื้อนั้นจะมีขายตามรุ่นและรหัสของสินค้า เช่น รหัส 52-4-4 JUNIOR ราคา 74,000 บาท รหัส 52-4-43 MS ราคา 92,000 บาท รหัส 52-4-63 PLUS M2 ราคา 108,000 บาท รหัส 52-4-80 PLUS M4 ราคา 139,900 บาท รหัส 52-4-64 COMPETITOR ราคา 129,900 บาท และ รหัส 52-4-81 PROFESSIONAL ราคา 169,900 บาท

(http://www.fbtsports.com/th/store/detail.php) ซึ่งนับว่าราคาสูงมาก จึงส่งผลให้การฝึกสอนและการฝึกซ้อมกีฬาเทนนิสนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

ในการเรียนการสอนกีฬาเทนนิสในบางครั้งจะไม่สามารถหาคู่ในการฝึกซ้อมได้ทุกครั้งไป และในการฝึกซ้อมเทนนิสเพียงคนเดียวนั้นสามารถทำได้เพียงแค่ฝึกซ้อมตีลูกอัดกับผนังเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ไม่ได้ประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับการตีลูกข้ามคอร์ดจริงและที่สำคัญผู้ฝึกซ้อมไม่สามารถเคลื่อนที่ไปทั่วสนามได้ คณะผู้วิจัยเห็นว่า จากการออกแบบและสร้างเครื่องยิงเทนนิสมาใช้งานในการฝึกซ้อมนั้น สามารถสร้างขึ้นเองตามรูปแบบที่เหมาะสมในการใช้งานได้ และทำให้ราคาในการสร้างถูกลงจนสามารถทำให้บุคคลที่สนใจกีฬาเทนนิสสามารถนำไปสร้างเองได้ พร้อมทั้งมีราคาต้นทุนที่ไม่สูงและสร้างได้โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ทั่วๆไปในประเทศ

จากปัญหาดังกล่าว สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา ที่มีการเรียนการสอนในกลุ่มเทคโนโลยีอุตสาหกรรม การผลิตโครงงานอุตสาหกรรม และการวิจัยอุตสาหกรรมโดยสอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี และการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความรู้ ทักษะในศาสตร์ยิ่งขึ้น พร้อมทั้งเล็งเห็นถึงความจำเป็นในการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อใช้ในการสอนโครงงานอุตสาหกรรม และยังได้เครื่องยิงลูกเทนนิส ใช้ในการสอนและฝึกทักษะในสาขาวิชาพละศึกษา อีกประการหนึ่งคณะผู้วิจัยได้ตระหนักถึงการวิจัยอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี การเรียนการสอน การพึ่งพาตนเองและการเชื่อมโยงกับศาสตร์ต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ จึงสนใจที่จะทำการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อใช้ในการเรียนการสอนทางด้านพละศึกษา และการทดแทนการนำเข้าดังกล่าว

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส
2. เพื่อประเมินสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้น

1.3 ความสำคัญของงานวิจัย

1. เครื่องยิงลูกเทนนิสที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ฝึกซ้อมที่ใกล้เคียงกับการตีลูกโต้แบบข้ามคอร์ดได้ ทำให้ผู้ฝึกซ้อมต้องวิ่งไปจุดที่กำหนดและสามารถตีได้แม่นยำขึ้น

2. ทดแทนการนำเข้าเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อเป็นการประหยัดเงินตราต่างประเทศ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

รูปแบบงานวิจัย

เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างขึ้นเป็นการวิจัยเชิงวิศวกรรมที่ผสมผสานระหว่างวิศวกรรมเครื่องกลกับวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ตัวแปรที่ศึกษา

การวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้คณะผู้จัดทำงานวิจัยได้กำหนดตัวแปรที่จะศึกษาดังนี้ คือ

ตัวแปรอิสระ คือ เครื่องยิงลูกเทนนิส

ตัวแปรตาม คือ ด้านสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส จำนวน 2 ด้าน คือ

1. สมรรถนะด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส
2. สมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส หมายถึง การเขียนแบบโคร้างสร้างส่วนประกอบที่เป็นระบบกลไกเครื่องยิงลูกเทนนิส และการออกแบบการควบคุมการทำงานเครื่องยิงลูกเทนนิสด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ หลังจากนั้นนำแบบมาสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อใช้ในการเป็นเสมือนผู้ฝึกซ้อมการตีลูกเทนนิสโต้ตอบแบบข้ามคอร์ดได้

2. สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส หมายถึง ความสามารถของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สามารถยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาได้ สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย และสามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ

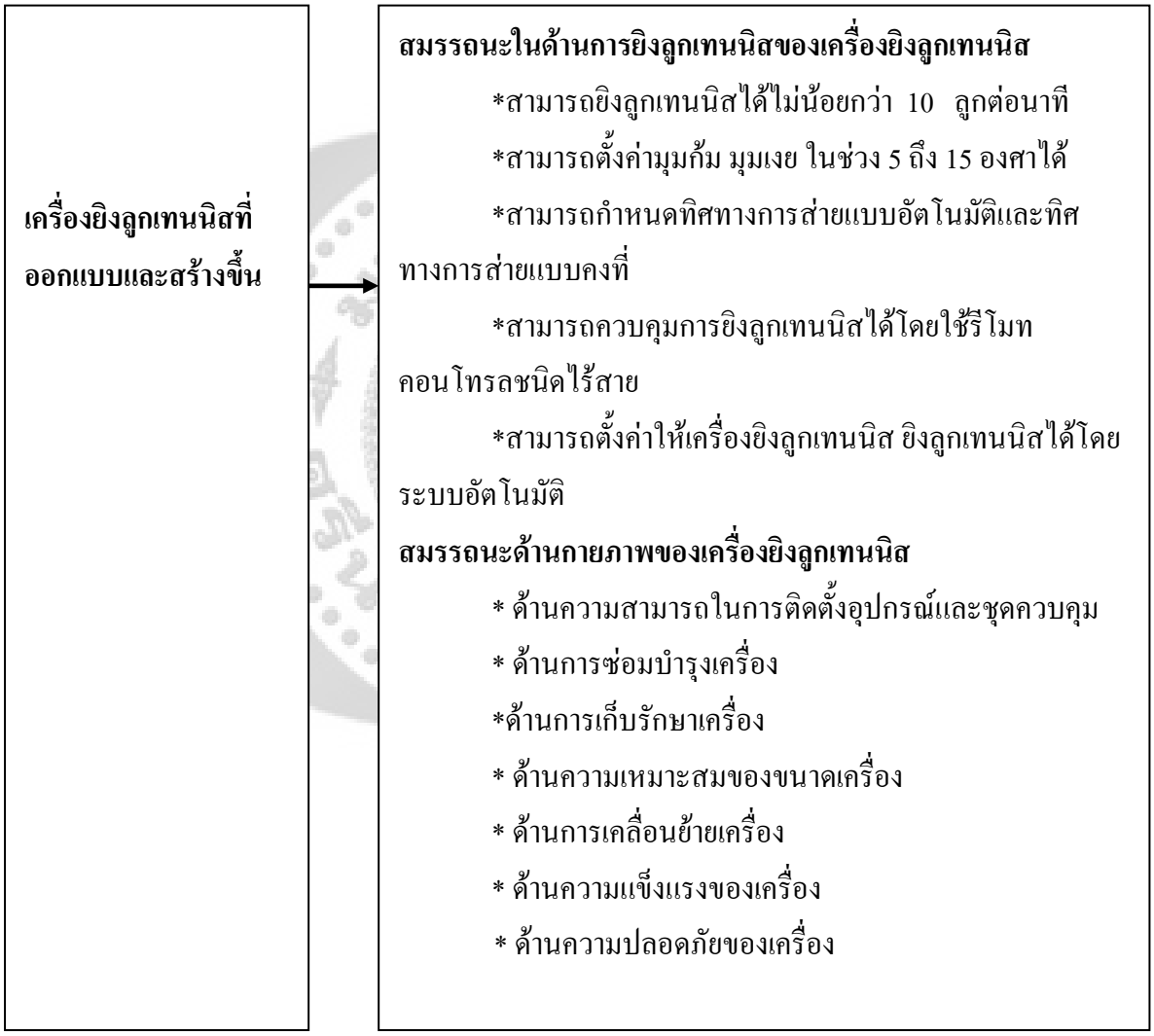
3. สมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส หมายถึง ความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม การซ่อมบำรุงเครื่อง การเก็บรักษาเครื่อง ขนาดของเครื่องที่เหมาะสม การเคลื่อนย้าย ความแข็งแรง และความปลอดภัย

1.6 สมมติฐาน

1. เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะด้านการยิงลูกเทนนิสคือ สามารถยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาได้ สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย และสามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติในด้านการยิงลูกเทนนิสตามเกณฑ์ที่กำหนดและ

2. เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะด้านกายภาพทุกด้าน ความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ด้านความเหมาะสมของขนาดเครื่อง ด้านการเคลื่อนย้ายเครื่อง ด้านความแข็งแรงของเครื่อง และด้านความปลอดภัยของเครื่อง อยู่ในเกณฑ์ดี

1.7 กรอบแนวคิดการจัดทำวิจัย



ภาพประกอบที่ 1.1 กรอบความคิดในการวิจัย

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส คณะผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 กีฬาเทนนิส

2.2 เครื่องยิงลูกเทนนิส

2.3 การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

2.4 สมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กีฬาเทนนิส

ประวัติเทนนิสและความเป็นมา

ประมาณศตวรรษที่ 13 ประเทศฝรั่งเศสมีการเล่นเกมส์ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของกีฬาเทนนิส เรียกว่า Le Jeu Du Paume (เจอเดอปูม) หรือเป็นภาษาอังกฤษว่า The Game of the Palm (เกมส์ของฝ่ามือ) เป็นกีฬาของชนชั้นสูงที่เล่นในร่มโดยใช้ฝ่ามือตีลูกบอลทรงกลม หลังจากนั้นจึงมีการใช้แร็คเก็ตแทนฝ่ามือ

คำว่า La Journee (ลาจูเน่) ภาษาฝรั่งเศสโบราณแปลว่าหนึ่งวัน ในการแข่งขันกีฬาแมทช์สมัยนั้น จะยึดเอาจำนวนนาทีใน 1 ชั่วโมงและจำนวนชั่วโมงใน 1 วันเป็นเกณฑ์ ดังนั้น กีฬาแมทช์หนึ่ง จะมี 24 เกม ในแต่ละเกมจะมี 4 แต้มและแต้มละ 15 คะแนน (ในหนึ่งชั่วโมง สามารถแบ่งออกเป็น 4 ช่วงๆ ละ 15 นาที) เมื่อนักกีฬาเล่นได้แต้ม 45 คะแนนเท่ากัน จะต้องเล่นให้ได้ 2 แต้มติดกันจึงเป็นผู้ชนะ ดังนั้นถ้าเล่นได้แต้ม 45 เท่ากัน ต้องเล่นอีก 2 แต้มคือ 15 และ 15 ซึ่งเมื่อรวมคะแนนทั้งหมดเข้าด้วยกัน คะแนนจะเกิน 60 (45 + 15 + 15 = 75) จึงตกลงเปลี่ยนคะแนนเมื่อแต้มเท่าจาก 45 : 45 คะแนน มาเป็น 40 : 40 คะแนน แล้วแต้มต่อไปจะเป็นแต้มละ 10 คะแนน (40 + 10 + 10) และถ้าเกิดได้คะแนน 50 : 50 เท่ากัน ต้องเล่นกันใหม่จนกว่าจะได้ 2 แต้มติดกัน จึงเป็นผู้ชนะ เช่นเดียวกับการเล่นเกม เมื่อได้ 23 เกมเท่ากัน จะแพ้ชนะกัน ต้องได้ 2 เกมติดกัน ซึ่งรวมแล้วจะเกิน 24 เกม จึงลดเป็นเมื่อได้ 22 เกมเท่ากันแล้วต้องได้อีก 2 เกมติดต่อกันจึงเป็นฝ่ายชนะ แต่การเล่นนานถึง 24 เกม ใช้เวลานานมาก ดังนั้นจึงค่อยๆ ลดลงจาก 24 เกม เหลือ 12 เกม จนในที่สุดเหลือ 6 เกมดังเช่นในปัจจุบัน

ตอนปลายศตวรรษที่ 16 Le Jeu Du Paume ถูกนำเข้าไปในประเทศอังกฤษ จึงนับได้ว่าประเทศอังกฤษมีส่วนในการพัฒนากีฬานี้ ในปี ค.ศ. 1327 - 1377 กษัตริย์เอ็ดเวิร์ดที่ 3 ได้สร้างคอร์ทขึ้นภายในพระราชวังวินเซอร์ และในปี ค.ศ. 1414 เจ้าชาย Dauphin แห่งฝรั่งเศส ได้ถวายของขวัญแก่พระเจ้าเฮนรี่ที่ 5 เป็นลูกบอลสำหรับใช้เล่นเกมส์นี้ หลักฐานการถวายของขวัญครั้งนี้ปรากฏอยู่ในบทละครของเชคสเปียร์เรื่องพระเจ้าเฮนรี่ที่ 5 (Henry V)

ในตอนต้นศตวรรษที่ 17 มีการสร้างคอร์ทนับร้อยในกรุงปารีสและกีฬานี้เป็นที่นิยมมากจนกระทั่งนำไปสู่การพนัน ที่ให้กีฬานี้ถูกห้ามเล่นในที่สาธารณะแต่อนุญาติให้เล่นได้ในกลุ่มสังคมชั้นสูง และในตอนปลายศตวรรษที่ 18 คำว่า เตอเน่ (Tenez) ก็ปรากฏขึ้น บางทีอาจเป็นเพราะชาวอังกฤษพยายามออกเสียงตามภาษาฝรั่งเศสโบราณ ซึ่งคำว่า "เตอเน่" แปลว่าเล่นหรือจับจึงเพี้ยนไปในที่สุดกลายเป็น เทนนิส (Tennis)

หลังจากการปฏิวัติในประเทศฝรั่งเศส Le Jeu Du Paume ก็สูญหายไปพร้อมกับกลุ่มชนชั้นสูง แต่ในประเทศอังกฤษยังคงมีการเล่นกีฬานี้อยู่ จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1874 นายพันตรี วอลเตอร์ คล็อปตัน วิงฟิลด์ (Major Walter Clopton Wingfield) ได้ดัดแปลงการเล่นมาจากกีฬาเทนนิสซึ่งแต่เดิมเล่นกันในร่มมาเล่นกันกลางแจ้ง และเรียกชื่อว่า Sphairistike แปลว่า Play ในภาษากรีก อุปกรณ์การเล่นต่างๆ ได้จดทะเบียนลิขสิทธิ์ไว้ตามกฎหมาย ซึ่งประกอบด้วย เสา ตาข่าย ลูกบอล ไม้แร็กเกตและกติกาการเล่น สนามเทนนิสของเขามีลักษณะตรงกลางแคบแต่ทางด้านท้ายสนามผายออก คล้ายนาฬิกาทราย สำหรับตาข่ายที่ใช้กั้นตรงกลางสูง 7 ฟุตเหมือนตาข่ายแบดมินตัน ในระยะต่อมากีฬาเทนนิสเป็นที่นิยมและเล่นกันทั่วทั้งประเทศอังกฤษ แต่ละแห่งก็ตั้งกฎเกณฑ์และกติกาของตนเองขึ้น ตาข่ายที่กั้นกลางสนามก็เลื่อนจากที่สูงมาตั้งบนพื้น ในปี ค.ศ. 1875 สโมสรแมรี่ลีบอน คริกเกต (The Marylebone Cricket Club) ซึ่งเป็นสโมสรที่สำคัญในการดูแลมาตรฐานของเกมส์กีฬาต่างๆ และได้รับการสนับสนุนจากสโมสรออลอิงแลนด์โครเกท์ (The All England Croquet Club, ก่อตั้งเมื่อปี 1868 อยู่ชานเมืองของกรุงลอนดอนที่มีชื่อว่า Wimbledon) ได้พยายามเข้ามามีบทบาทในการควบคุมมาตรฐานของกีฬานี้ และได้ตั้งกติกาลอนเทนนิสขึ้นมาใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากของพันตรีวิงฟิลด์ ทำให้คนอังกฤษหันมาเล่นเทนนิสกันมากขึ้น มีการสร้างสนามเทนนิสขึ้นทั่ว ๆ ไป และในปี ค.ศ. 1877 ได้มีการจัดการแข่งขันเทนนิสชิงชนะเลิศแห่งชาติขึ้นเป็นครั้งแรก

พันตรีวิงฟิลด์จึงเปรียบเสมือนบิดาแห่งวงการเทนนิสโลก รูปปั้นของพันตรีวิงฟิลด์ ตั้งอยู่ที่ลอนเทนนิสสมาคมแห่งอังกฤษ ปัจจุบันสิ่งที่เป็นของพันตรีวิงฟิลด์ที่เหลืออยู่ให้เห็นได้แก่ อุปกรณ์การเล่นที่เป็นตาข่าย กับชื่อคำว่า "เทนนิส" เท่านั้น นอกจากนั้นได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมทั้งสิ้น รวมทั้งคอร์ท กติกาการเล่นและวิธีนับคะแนน จากหลักฐานที่บันทึกส่วนใหญ่ พบว่า แมรี่ เอาเทอร์บริดจ์ (Mary Outerbridge) ได้ไปพบกีฬาเทนนิสที่เบอร์มิวดา (Bermuda) และในปี 1874 ได้นำอุปกรณ์และวิธีการเล่นกีฬานี้มาเผยแพร่ในประเทศอเมริกา โดยเล่นกันที่ The Staten Islang Cricket

and Baseball Club รัฐนิวยอร์ค แต่นักประวัติศาสตร์ชาวอังกฤษ Tom Todd ได้บันทึกไว้ว่าเป็น Dr. James Dwight เป็นผู้นำกีฬาเทนนิสเข้ามายังประเทศอเมริกาในตอนต้นของปีเดียวกัน ที่จริงแล้วก็ไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าใครเป็นคนแรก อย่างไรก็ตาม Mary Outerbridge เป็นคนที่พยายามผลักดันกีฬาเทนนิสในรัฐนิวยอร์ค ส่วน Dr. James Dwight แพทย์หนุ่มจากมหาวิทยาลัยฮาเวิร์ด (Harvard Medical School) เป็นผู้ที่บทบาทสำคัญต่อวงการเทนนิสของอเมริกาและได้ชื่อว่าเป็น บิดาแห่งกีฬาเทนนิสอเมริกา (Father of Tennis U.S.) Dwight ไม่ได้ทำงานเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนมา แต่กลับทุ่มเทเวลาให้กับเทนนิส โดยเป็นผู้ฝึกสอนแชมป์ชายเดี่ยวคนแรกของอเมริกา Dick Sears และเล่นคู่กับ Sears จนได้ตำแหน่งชนะเลิศประเภทชายคู่ในรายการ U.S. Open กีฬาเทนนิสได้ถูกบรรจุอยู่ในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิคตั้งแต่ครั้งแรกที่กรุงเอเธนส์ (ปี 1896) เรื่อยมาจนถึงการแข่งขันโอลิมปิคที่กรุงปารีสในปี 1924 หลังจากนั้นก็ได้ถูกยกเลิกไปและได้ถูกบรรจุอยู่ในกีฬาโอลิมปิคอีกในปี 1988 ที่กรุงโซล ประเทศเกาหลีเป็นต้นมา

ประวัติกีฬาเทนนิสในประเทศไทย

ไม่ปรากฏหลักฐานแน่ชัดว่าใครเป็นผู้นำกีฬาเทนนิสเข้ามาสู่ประเทศไทยและในสมัยใด แต่สันนิษฐานว่าคงจะเริ่มเล่นในรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โดยชาวอังกฤษและอเมริกันที่เดินทางเข้ามาในประเทศไทย แต่ในขณะนั้นคนไทยยังไม่สนใจการเล่นเทนนิสมากนักคงเล่นกันในหมู่คนต่างชาติ ต่อมาจึงมีเจ้านายคนไทยชั้นสูง และข้าราชการชั้นสูงเริ่มเล่นลอนเทนนิสกัน ครั้งนั้นนักเทนนิสไทยบางท่านนุ่งผ้าม่วง เล่นเทนนิส บางคนระหว่างการเล่นก็กินหมาก ต่อมาจึงนุ่งกางเกงขายาว และต้องสีขาวตามแบบฉบับของชาวฝรั่ง ถือว่าเล่นเทนนิสต้องนุ่งกางเกงขายาวสีขาวเป็นการสุภาพกว่าขาสั้น

จนกระทั่งในราวปี พ.ศ. 2460 ประชาชนให้ความสนใจกันมากขึ้น จึงมีการตั้งสโมสรเทนนิสขึ้นอย่างเป็นทางการแห่งแรกที่พระราชอุทยานสราญรมย์ มีสมาชิกครั้งแรกเพียง 10 คน ต่อมาเปลี่ยนสถานที่ไปเล่นที่พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ แต่ก็ล้มเลิกไปในที่สุด ในระหว่างนั้นก็มีอีกสโมสรหนึ่งที่มีการเล่นลอนเทนนิสคือ บางกอกยูไนเต็ดคลับ แต่เป็นสนามซีเมนต์เพียงสนามเดียว และมีเอกชนตั้งสโมสรลอนเทนนิสขึ้นหลายแห่ง เช่น บริษัทบอร์เนียว บริษัท บอมเบย์เบอร์มา ที่บ้านมิสเตอร์คอลลิน ซึ่งสมาชิกส่วนใหญ่เป็นชาวต่างประเทศ และยังมีการเล่นลอนเทนนิสที่บ้านมิสเตอร์ลอฟตัส ซึ่งอยู่ใกล้โรงเรียนนายเรือ ธนบุรี บ้านหมอแม็คฟาแลนด์ ที่โรงพยาบาลศิริราช และบ้านมิสเตอร์บัสโฟร์ หลังกองทัพเรือ สำหรับในหมู่คนไทยเช่นที่กระทรวงเกษตร สโมสรโรงเรียนนายเรือ

ในปี พ.ศ. 2469 กรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ ได้ทรงจัดตั้งลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยขึ้น โดยได้รับความร่วมมือจากสโมสรเทนนิส 12 สโมสรคือ ราชกรีฑาสโมสร สโมสรรถไฟ สโมสรกีฬาอังกฤษ สโมสรกีฬาสามัคยาจารย์ สโมสรนครสวรรค์ สโมสรสีลม สโมสรลำปาง สโมสรนวรัฐ สโมสรเชียงใหม่ยิมคานา สโมสรสงขลา สโมสรกลาโหมและสโมสรภูเก็ต ได้ส่ง

ผู้แทนเข้าประชุมกันเป็นครั้งแรกที่วังกรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ ในที่ประชุมก็ได้ลงมติเอกฉันท์ให้ตั้ง "ลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย" และได้ทรงดำรงตำแหน่งนายกของลอนเทนนิสสมาคมเป็นคนแรก พร้อมทั้งได้ออกกฎข้อบังคับของสมาคมฯขึ้นใช้เป็นมาตรฐานทั่วไป ซึ่งได้ใช้เป็นบรรทัดฐานมาจนถึงปัจจุบันนี้ (ศุภฤกษ์ มั่นใจตน:2538)

พระวรวงศ์เธอกรมหมื่นพิทยาลงกรณ์ ได้ทรงมีส่วนสำคัญในการสร้างลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทย และได้ทรงดำรงตำแหน่งนายกสมาคมตั้งแต่ พ.ศ. 2470 ถึง พ.ศ. 2482 เป็นเวลาถึง 12 ปี จึงถือว่าวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2470 เป็นวันสถาปนาลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยอย่างเป็นทางการ และในปลายปี พ.ศ. 2470 ทางสมาคมฯได้จัดการแข่งขันลอนเทนนิสเพื่อความชนะเลิศแห่งประเทศไทยขึ้นเป็นครั้งแรกที่สโมสรสีลม และในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 7 พระองค์ทรงรับเอาลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยไว้ในพระบรมราชูปถัมภ์ เนื่องจากพระองค์ทรงโปรดกีฬาเทนนิสมากและทรงเทนนิสอยู่เสมอในสนามเทนนิสวังสุโขทัย (ศุภฤกษ์ มั่นใจตน:2538)

ในปี พ.ศ. 2494 คณะกรรมการสมาคมได้คิดตราเครื่องหมายของสมาคมขึ้นเป็นพระมหามงกุฎ มีเครื่องหมาย 7 อยู่ข้างใต้ เพื่อเป็นการระลึกถึงพระมหากรุณาธิคุณของพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัว และในปี พ.ศ. 2495 ทางสมาคมฯได้แปลกติกาลอนเทนนิสของสมาคมลอนเทนนิสระหว่างชาติขึ้น เพื่อเป็นหลักในการแข่งขันและไว้เผยแพร่ให้ผู้ที่สนใจกีฬาประเภทนี้ทราบโดยทั่วกัน

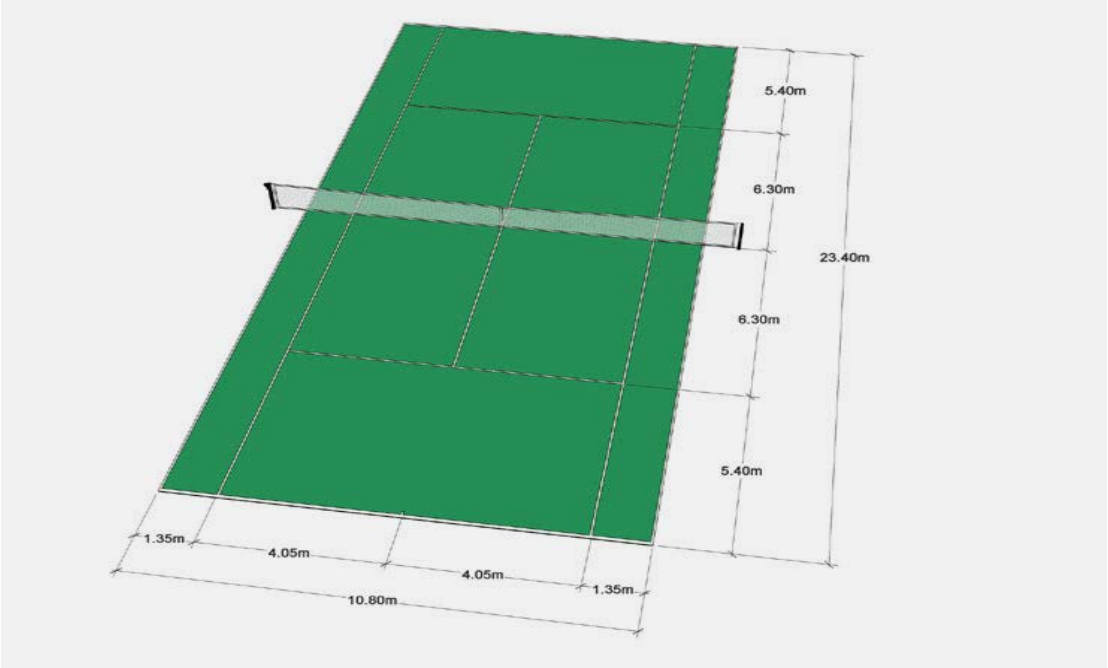
ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500 เป็นต้นมา ทางลอนเทนนิสสมาคมฯ ได้จัดการแข่งขันให้กว้างขวางขึ้น มีการแข่งขันเพื่อความชนะเลิศแห่งภาคขึ้นทุกภาคและคัดนักกีฬาที่ชนะเลิศเอามาแข่งขันเพื่อความชนะเลิศแห่งประเทศไทย ซึ่งแบ่งการแข่งขันออกเป็นหลายประเภท เช่น ประเภทชายเดี่ยว ประเภทชายคู่ ประเภทหญิงเดี่ยว ประเภทหญิงคู่ ประเภทคู่ผสม ประเภทชายเดี่ยวสูงอายุ (อายุ 50 ปีขึ้นไป) ประเภทชายคู่สูงอายุ (อายุรวมกัน 100 ปีขึ้นไป) เป็นต้น

ในปี 2509 ประเทศไทยเป็นเจ้าภาพจัดการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์ ครั้งที่ 5 ซึ่งจัดการแข่งขันเทนนิสที่สนามกีฬาแห่งชาติ ปทุมวัน ด้านหลังสนามศุภชลาศัย และหลังจากเสร็จการแข่งขันกีฬาเอเชี่ยนเกมส์แล้ว กรมพลศึกษาได้อนุญาตให้ลอนเทนนิสสมาคมฯ เข้ามาใช้ห้องทำงานและสนาม 10 สนาม และต่อมาลอนเทนนิสสมาคมฯได้เปิดเทนนิสให้กับประชาชนทั่วไป

ปี 2520 เมื่อองค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย (การกีฬาแห่งประเทศไทย ในปัจจุบัน) ได้จัดสร้างสนามเทนนิส จำนวน 6 คอร์ต ขึ้นในบริเวณองค์การส่งเสริมกีฬาแห่งประเทศไทย หัวหมาก ได้มอบให้ลอนเทนนิสสมาคมแห่งประเทศไทยฯ เป็นผู้ครอบครอง และใช้สนามเทนนิสให้เป็นประโยชน์ในการดำเนินกิจการของสมาคม และได้สร้างอาคารที่ทำการให้แก่ สมาคม ที่สนามเทนนิสแห่งนี้ด้วย (ศุภฤกษ์ มั่นใจตน:2538)

สนามเทนนิส

สนามต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ยาว 23.40 เมตร กว้าง 10.80 เมตร สนามจะต้องแบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยตาข่าย ซึ่งห้อยลงมาจากเชือกขึง ตาข่าย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1/3 นิ้ว (0.8 เซนติเมตร) ปลายเชือกขึงตาข่ายต้องขึงติดกับหัวเสาหรือพาดผ่านเสาสองต้น เสาต้องเป็นเสาสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง-ยาว ไม่เกิน 6 นิ้ว (15 เซนติเมตร) เสาทั้งสองนี้ จะต้องไม่สูงกว่าส่วนบนของเชือกขึงตาข่ายเกิน 1 นิ้ว จุดกึ่งกลางของเสาทั้งสองต้นต้องอยู่ห่างจากสนามข้างละ 3 ฟุต 6 นิ้ว (1.07 เมตร)



ภาพประกอบที่ 2.1: สนามเทนนิส (พรหมินทร์ เมธากาญจนศักดิ์ : 2553)

ลูกเทนนิส

ในปัจจุบันลูกเทนนิสมีมากมายหลายยี่ห้อ มีหลายสีและราคาก็แตกต่างกันไปตามคุณภาพ ตามกติกาของสหพันธ์ลอนเทนนิสนานาชาติ พ.ศ.2540 ระบุลักษณะของลูกเทนนิสไว้ดังนี้ “ผิวของลูกเทนนิสจะต้องกลมโดยสม่ำเสมอทั้งลูกมีสีขาวหรือสีเหลือง ถ้ามีรอยต่อจะต้องไม่มีตะเข็บ” ลูกบอลจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง

ระหว่าง 2.5 นิ้ว ถึง 2.58 นิ้ว มีน้ำหนัก ระหว่าง 56.7 กรัม ถึง 58.6 กรัม การกระดอนของลูกเทนนิสเมื่อทิ้งจากที่สูง 100 นิ้ว บนพื้นคอนกรีตลูกเทนนิสจะต้องกระดอนสูงกว่า 53 นิ้ว ถึง 58 นิ้ว (พรหมินทร์ เมธากาญจนศักดิ์ : 2553)

ภาพประกอบที่ 2.2 ลูกเทนนิส (พรหมินทร์ เมธากาญจนศักดิ์ : 2553)

ไม้เทนนิส

ไม้เทนนิสเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดในการเล่นเทนนิส หลักในการพิจารณาเลือกไม้เทนนิสที่ดี ควรเลือกไม้เทนนิสที่จับแล้วมีความรู้สึกว่าเหมาะสมกับมือของเราได้มากที่สุด การเลือกซื้อไม้เทนนิสควรเลือกไม้เทนนิสที่ทำด้วยโลหะที่มีส่วนผสมของกราไฟท์ หรือคาร์บอนจะทำให้เกิดความนุ่มนวลและเพิ่มพลังให้กับการตีได้ดี สำหรับผู้ที่เริ่มเล่นเทนนิสนั้น มีไม่เทนนิสให้เลือก 2 ประเภท คือ แบบพาวเวอร์ กับ แบบคอลโทรล แบบพาวเวอร์ ไม้จะมีลักษณะเฟรมที่หนา หน้าไม้กว้าง มีข้อดีคือไม่ต้องออกแรงมาก แต่ข้อเสียคือควบคุมลูกในการตีได้ยาก สำหรับไม้แบบคอนโทรล ไม้จะมีลักษณะเฟรมหรือสันไม้บาง หน้าไม้มีขนาด 95 ถึง 110 ไม้แบบนี้เหมาะสำหรับนักเทนนิสมืออาชีพ ข้อดีสามารถควบคุมทิศทางบอลได้ดีแม่นยำ ข้อเสียคือลูกอาจไม่พุ่ง ในปัจจุบันไม้เทนนิสที่ทำด้วยกราไฟท์ ไบรรอน ไททาเนียม จะมีความแข็งแรง ทนทาน ดูแลรักษาง่าย น้ำหนักไม้เทนนิสทุกอันจะมีสัญลักษณ์บอกความหนักของไม้ไว้ที่ด้ามเหนือบริเวณที่จับ เป็นอักษรภาษาอังกฤษ L หมายถึง Light คือไม้ที่มีขนาดเบา M หมายถึง Medium คือ ไม้ที่มีขนาดปานกลาง L-M หมายถึง Light - Medium คือไม้ที่หนักกว่าขนาด L แต่เบากว่าขนาด M เด็กผู้หญิงควรใช้ไม้ขนาด Light - Medium หรือ Medium (พรหมินทร์ เมธากาญจนศักดิ์:2553)

ขนาดของด้ามไม้เทนนิส

การเลือกขนาดของด้ามไม้เทนนิสให้เหมาะสมกับมือมีความสำคับมาก เพราะถ้าใช้ไม้ที่มีขนาดด้ามเล็กเกินไปจะขยับมือเปลี่ยนไม่สะดวก ไม้เทนนิสจะบอกขนาดความใหญ่ของด้าม (Grip) ความใหญ่ของด้าม หมายถึงเส้นรอบวงของด้ามที่จับวัดเป็นนิ้ว ฟุต ซึ่งมีวิธีวัดง่ายๆ โดยวางไม้บรรทัดตรงกลางระหว่างนิ้วกลางกับนิ้วนาง แล้ววัดความยาวจากปลายนิ้วนางไปที่เส้นลายมือ เส้น

กลางฝ่ามือ (คือขนาดความเล็กใหญ่ของด้ามจับซึ่งโดยทั่วไปจะวัดเป็นขนาดเส้นรอบวงของด้ามจับ เช่น 4 1/8 นิ้ว 4 1/7 นิ้ว 4 3/8 นิ้ว 4 1/2 นิ้ว และ 4 5/8 นิ้ว ดังภาพที่ 3.2 คือ ถ้าวัดได้ 4 3/8 นิ้ว แสดงว่าขนาดของด้ามไม้เทนนิสที่เหมาะสมสำหรับตน คือ 4 3/8 นิ้ว ดังนั้น การเลือกไม้เทนนิสให้เหมาะสมกับขนาดของมือแต่ละคนควรเลือกด้วยตนเอง ถ้าด้ามไม้เทนนิสเล็กไปจำทำให้ไม้เทนนิสลื่นง่าย ถ้าด้ามไม้เทนนิสใหญ่เกินไปจะทำให้จับไม่แน่น วิธีเลือกขนาดด้ามไม้เทนนิสที่เหมาะสมคือ เอามือจับรอบด้ามแล้วปลายหัวแม่มือจะไปทาบอยู่กลางบนนิ้วมือกลาง

ภาพประกอบที่ 2.3 : ไม้เทนนิส (พรหมินทร์ เมธากาญจนศักดิ์:2553)

2.2 เครื่องยิงลูกเทนนิส

เครื่องยิงลูกเทนนิสสำหรับการฝึกซ้อม มีรายละเอียดของส่วนประกอบดังนี้

1. เครื่องมีขนาดมิติที่เหมาะสม และมีส่วนประกอบที่สำคัญหลายส่วนคือ ชุดบรรจุลูก ชุดปล่อยลูก ชุดหัวยิง ชุดปรับระดับมุมก้ม-เงย ชุดปรับทิศทางการส่าย ชุดส่งกำลังพร้อมด้วยชุดต้นกำลัง และชุดควบคุมการยิง

2. โครงเครื่องทำจากวัสดุที่มีความแข็งแรง สามารถยึดหรือติดชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างมั่นคง

3. ชุดบรรจุลูกสามารถบรรจุลูกเทนนิสได้ดี สามารถทำงานได้อย่างมีความสัมพันธ์กันกับชุดปล่อยลูก

4. ชุดปล่อยลูกเทนนิสสามารถปล่อยลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือนิ่มนวลสม่ำเสมอและปล่อยได้อย่างต่อเนื่อง

5. ชุดหัวยิง สามารถยิงเพื่อปล่อยลูกเทนนิสออกจากเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ปรับความเร็วของลูกเทนนิสได้และไม่ติดขัด และไม่ส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของลูกเทนนิส

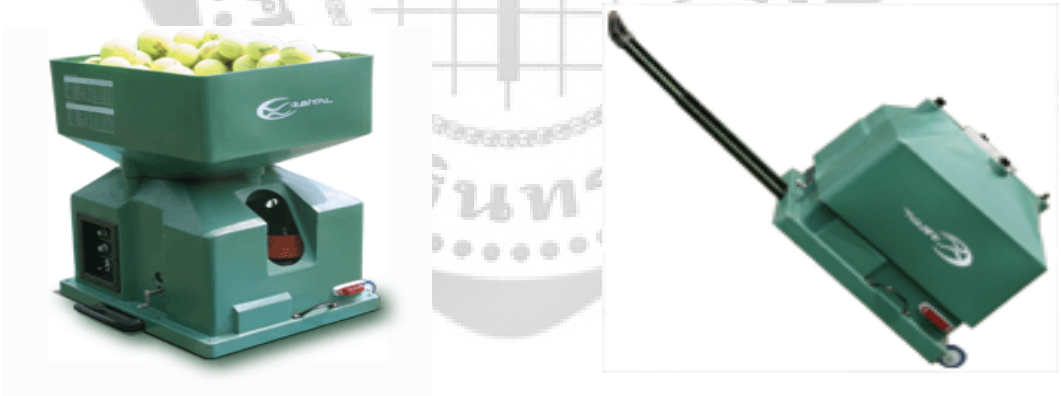
6. ชุดปรับมุมหรือปรับทิศทางส่ายสำหรับการยิง สามารถปรับมุมของชุดยิงได้ทั้งซ้ายและขวา และทั้งด้านมุมก้มและมุมเงยได้อย่างเหมาะสมกับการใช้งาน

คุณสมบัติของเครื่องยิงลูกเทนนิส

1. มีขนาดของเครื่องที่เหมาะสม
2. สามารถเคลื่อนย้ายทำงานนอกสถานที่ได้
3. สามารถเปลี่ยนแปลงค่าสภาวะต่างๆ ได้ตามความต้องการของผู้ฝึกซ้อม
4. สามารถใช้ฝึกซ้อมได้สม่ำเสมอ และนานกว่าใช้คนฝึกซ้อม
5. สามารถใช้งานกับไฟฟ้าบ้าน 220 โวลท์ (Volt) ได้
6. สามารถตั้งค่าการทำงานของเครื่องด้วยระบบมือ หรือระบบอัตโนมัติควบด้วยรีโมทคอนโทรล
7. การใช้งานของเครื่องไม่ยุ่งยาก
8. ดูแลและทำความสะอาดได้ง่าย

ผลิตภัณฑ์เครื่องยิงลูกเทนนิสที่จำหน่ายภายในประเทศไทย

1. เครื่องยิงลูกเทนนิสแบบพกพา "คู่ซ้อมระดับมือโปร" เพียบพร้อมด้วยฟังก์ชันการส่ายและควบคุมการเริ่มหรือหยุดยิงได้ด้วยรีโมทคอนโทรล ทั้งยังมีพัดลมระบายความร้อนเพื่อให้ใช้งานได้กลางแดดจ้า



ภาพประกอบที่ 2.4 : เครื่องยิงลูกเทนนิสแบบพกพายี่ห้อ Orbital **(http://tsys-sports.com/product_t.php)**

คุณลักษณะของเครื่อง

1. ปรับความเร็วของลูกบอลได้ 25-90 กิโลเมตร/ชั่วโมง
2. ปรับช่วงเวลาการยิงได้ตั้งแต่ 2-12 วินาที
3. ปรับมุมการยิงได้ 10-35 องศา
4. ปรับมุมการยิงได้อย่างง่ายดายด้วยแกนหมุนมือ

5. ส่ายได้ (OSCILLATE)

6. ใช้งานได้ 2-3 ชั่วโมงติดต่อกันและชาร์ตแบตเตอรี่ใหม่ได้

7. บรรจุลูกเทนนิสได้ 150 ลูก

8. มีพัดลมระบายความร้อน (ใช้งานได้กลางแดดจ้า)

9. น้ำหนัก 16 กิโลกรัม (รวมแบตเตอรี่ 21 กิโลกรัม)

10. ขนาด (สำหรับการเก็บ) 56 x 53 x 40.5 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง)

11. มีเครื่องชาร์ตอัตโนมัติภายนอก (เวลาในการชาร์ต 7-8 ชั่วโมง)

12. ออกแบบคล้ายกระเป๋าเดินทางเครื่องย้ายสะดวกด้วยที่จับแบบยืดหดได้และสามใส่ในกระบะท้ายของรถทั่วไป

13. รับประกัน 1 ปี ทั้งค่าแรงและอะไหล่

คุณลักษณะโดยละเอียด

1. ปรับความเร็วลูกบอลได้

2. เครื่องยิงลูกเทนนิส Orbital มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมความเร็วของลูกบอลได้ ไม่ว่าจะปรับให้เป็นลูกหยอดเบาๆที่เหมาะกับเด็ก พึ่งเริ่มฝึกเทนนิสไปจนถึงลูกกราวด์สโตรกแรงๆที่ท้าทายแม้กระทั้งผู้เล่น ระดับสมัครเล่นที่เก่งแล้ว

ภาพประกอบที่ 2.5 : ชุดปรับความเร็วและปรับช่วงการยิง **(http://tsys-sports.com/product_t.php)**

ปรับช่วงเวลาการยิงลูก

สามารถปรับช่วงเวลาระหว่างการยิงลูกได้ตั้งแต่ 2 ถึง 12 วินาที (2 วินาทีใช้จำลองการแข่งขันจริงและ 12 วินาทีสำหรับผู้ฝึกสอน สามารถชี้แนะและปรับปรุงการตีในลูกต่อไป)

ส่ายได้ (Oscillate) สามารถเปลี่ยนทิศทางการยิงไปซ้าย/ขวาโดยคาดเดาไม่ได้ เพื่อให้คุณฝึกการเคลื่อนที่ตีจำลองการแข่งขันจริง

พัดลมระบายความร้อน

เครื่องยิงลูกเทนนิส Orbital มีพัดลมระบายความร้อนให้วงจรภายในและแบตเตอรี่ ถึง 2 ตัว ซึ่งทำให้สามารถใช้งานในอุณหภูมิสูงถึง 40 องศา, หรือกลางแดดจ้าได้

ภาพประกอบที่ 2.6 : พัดลมระบายความร้อน **(http://tsys-sports.com/product_t.php)**

ปรับมุมการยิงได้

เครื่องยิงลูกเทนนิสที่มีขายอยู่สามารถปรับมุมการยิงได้ โดยสามารถทำลูกให้เฉียดตาข่ายมากๆเพื่อฝึกการวอลเลย์หน้าเน็ตหรือสามารทำมุมให้สูงเพื่อฝึกการตี ลูกข้ามหัว (ลูก lop)

ภาพประกอบที่ 2.7 : ปรับมุมการยิง **(http://tsys-sports.com/product_t.php)**

แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ติดตั้งอยู่กับเครื่องลัดด้วยเข็มขัดซึ่งทำให้ถอดออกเพื่อนำไปชาร์จหรือเปลี่ยนได้อย่างง่ายดายทำให้คุณไม่ต้อง นำเครื่องทั้งเครื่องไปชาร์จแบตเตอรี่

ภาพประกอบที่ 2.8 : แบตเตอรี่ **(http://tsys-sports.com/product_t.php)**

เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่อัตโนมัติภายนอก

เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่อัตโนมัติภายนอกสามารถตัดไฟเองเมื่อแบตเตอรี่ชาร์ตเต็มมีวงจรป้องกันการต่อผิดขั้วและวงจรป้องกันการลัดวงจร

ภาพประกอบที่ 2.9 : เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่อัตโนมัติภายนอก **(http://tsys-sports.com/product_t.php)**

ชนิดเครื่องยิงลูกเทนนิสที่มีขายอยู่ในท้องตลาด

เครื่องยิงลูกเทนนิสที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมีอยู่หลายยี่ห้อหลายรุ่นและหลายขนาด ในการเลือกซื้อต้องดูว่าเครื่องยิงลูกเทนนิสแต่ละรุ่นมีความสามารถในการยิงเท่าใดสอดคล้องกับความต้องการหรือไม่ และเครื่องยิงลูกเทนนิสที่มีขายอยู่ในท้องตลาดมีราคาค่อนข้างแพงเพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

ภาพประกอบที่ 2.10 : เครื่องยิงลูกเทนนิสยี่ห้อ FBT รุ่น TENNIS TOWER **ราคา** 74,000 บาท ถึง 139,900 บาท (http://www.fbtsports.com/th/store/detail.php?IBLOCK_ID=2&SECTION_ID=34&ELEMENT_ID=1654)

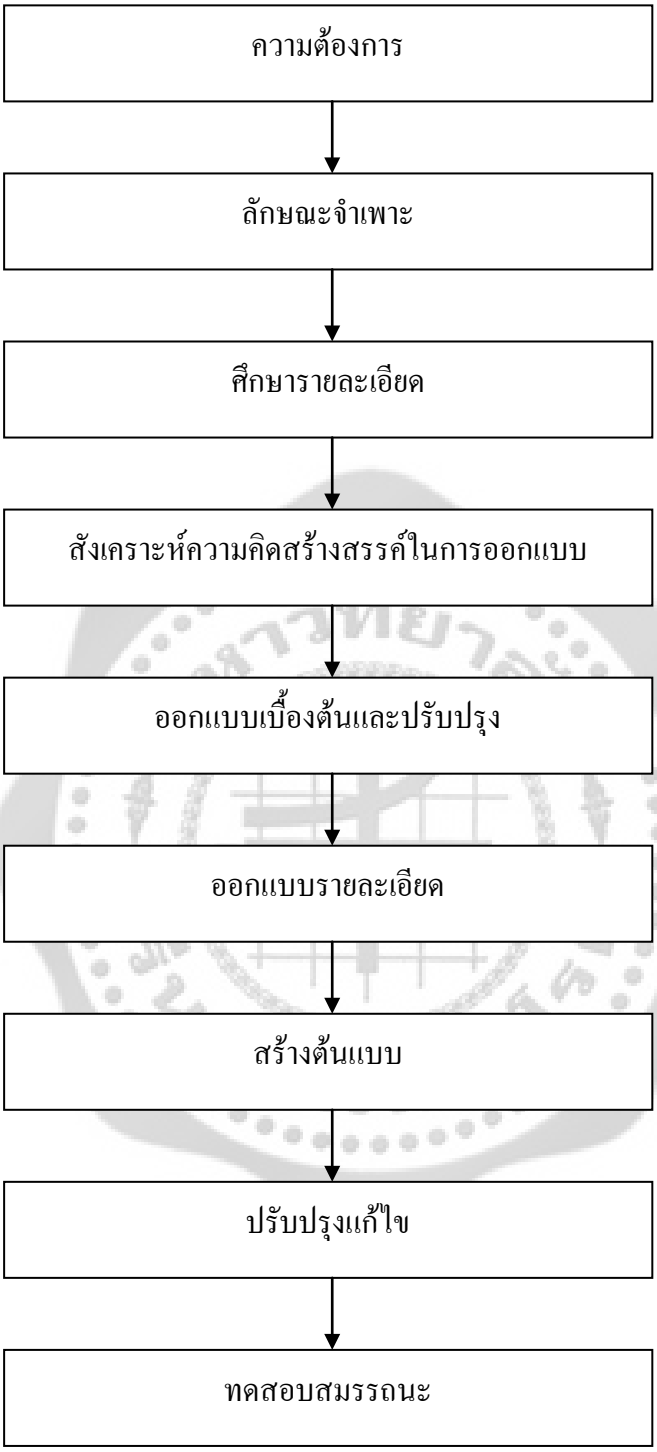
ภาพประกอบที่ 2.11 : เครื่องยิงลูกเทนนิสยี่ห้อ FBT รุ่น PROFESSIONAL ราคา 169,900 บาท (http://www.fbtsports.com/th/store/detail.php?IBLOCK_ID=2&SECTION_ID=34&ELEMENT_ID=1654)

ภาพประกอบที่ 2.12 : เครื่องยิงลูกเทนนิส ยี่ห้อ FBT รุ่น LOBSTER ราคา 78,000 บาท (http://www.fbtsports.com/th/store/detail.php?IBLOCK_ID=2&SECTION_ID=34&ELEMENT_ ID=1654)

2.3 การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

2.31 การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส

การออกแบบเป็นกระบวนการที่น่าสนใจมากว่าควรจะเริ่มต้นอย่างไร ควรจะเริ่มต้นจากกระดาษเปล่าแผนหนึ่ง แล้วเริ่มลงมือแสดงความคิดเห็นลงไป ต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น มีอะไรบ้างที่เป็นตัวควบคุมหรือมีผลต่อการตัดสินใจและสุดท้ายงานออกแบบจะสิ้นสุดลงที่ใด ดังนั้นจึงกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบทั่วไปซึ่งงานบางประเภทอาจไม่เป็นไปตามขั้นตอนดังกล่าวนี้ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบและกรรมวิธีการออกแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนของแนวการออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสดังนี้



ภาพประกอบ 2.13 แผนภูมิการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

1. รับรู้ความต้องการ การออกแบบอาจเริ่มต้นขึ้นจากการที่ผู้วิจัยได้รับรู้ความต้องการและได้รับข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นแรงผลักดันให้มีการออกแบบขึ้น

2. . ลักษณะจำเพาะ รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย คุณลักษณะ ขนาด ราคา วัสดุ สมรรถนะ น้ำหนัก ขนาดต่างๆ พร้อมทั้งบางสิ่งบางอย่างที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต ความชำนาญของช่างและการแข่งขันทางด้านตลาด เป็นต้น

3. ศึกษารายระเอียด เมื่อได้ลักษณะจำเพาะต่างๆ แล้ว ขั้นต่อไปก็ต้องศึกษารายละเอียด เพื่อแยกแยะถึงสิ่งที่อาจก่อให้เกิดความเสียหาย หรือความล้มเหลว ทั้งทางด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ โดย ผู้วิจัยที่รับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดเป็นวิศวกรที่ผ่านงานออกแบบมาแล้ว มีความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ต่างๆ เป็นอย่างดี

4. การสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ เมื่อศึกษารายละเอียดแล้ว คณะผู้วิจัยสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ซึ่งเป็นขั้นที่ท้าทายและน่าสนใจที่สุดในการออกแบบ เพราะถ้าไม่มีขีดจำกัดอันใดแล้ว ผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์และจิตกรในเวลาเดียวกัน การสังเคราะห์คือการวิเคราะห์และทำให้อำนวยประโยชน์ที่สุด ในขั้นการสังเคราะห์ความคิดใหม่กับความคิดเก่า เพื่อทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น

5. ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง หลังจากผ่านกระบวนการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบแล้ว อาจจะมีวิธีการออกแบบที่เหมาะสมกับลักษณะจำเพาะและความต้องการหลายวิธี จึงจำเป็นต้องตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นแบบเบื้องต้นและปรับปรุงต่อไป ในขั้นนี้ต้องมีแบบแสดงระบบที่มีความเกี่ยวข้องกัน หาความสัมพันธ์ต่างๆ ของระบบทั้งหมด แบบควรมีขนาดสำคัญพร้อมทั้งรูปประกอบ รูปด้านข้าง รูปด้านหน้า และรูปด้านบน นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาทางด้านคิเนมาติก (Kinematics) ของระบบด้วยเพื่อความมั่นใจว่าจะทำงานได้ โดยปกติแล้วในขั้นนี้จะยังไม่สมบูรณ์ จึงต้องมีส่วนป้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะ เพื่อทำให้มีความสมบูรณ์ครบถ้วน พร้อมกันนั้นก็จะมีการปรับปรุง เพื่อพิสูจน์ให้เห็นถึงแนวความคิด และหาวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสม ประเมินผลของอุปกรณ์ หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่แน่ชัดจากข้อมูลทางเทคนิค ดังนั้นช่วงการออกแบบเบื้องต้นนี้อาจจะช้าหรือเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่ได้

6. ออกแบบรายละเอียด การออกแบบรายละเอียดเกี่ยวข้องกับขนาดจริงและส่วนประกอบอื่นๆ วัสดุบางชิ้นคณะผู้วิจัยได้ผลิตขึ้นเอง หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ซื้อมาใช้ ซึ่งจะประกอบเข้าด้วยกันทั้งหมดเป็นระบบ ดังนั้นจึงต้องมีแบบรายระเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้น แสดงรูปด้านต่างๆ เท่าที่จำเป็น โดยต้องกำหนดทั้งขนาดพิกัดความเผื่อไว้ให้ครบ วัสดุที่ใช้ จำนวนชิ้นส่วน

ชื่อชิ้นส่วนและบางครั้งอาจจะต้องใช้แบบประกอบของชิ้นงานสำเร็จด้วย ข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็น เช่น รูปแบบเบื้องต้นที่วิศวกรร่างขึ้นมาก่อน จะต้องให้ขนาด ชนิดของวัสดุ โดยใช้เทคนิคในการวิเคราะห์และประสบการณ์ที่ผ่านมา โดยใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กลศาสตร์ ความแข็งแรงของวัสดุ กลศาสตร์ของไหล การสั่นสะเทือน โลหะวิทยา กระบวนการผลิต

7. สร้างต้นแบบ หลักจากที่มีรายละเอียดต่างๆ สมบูรณ์ มีแบบแยกชิ้น แบบประกอบ รวมทั้งวัสดุและรายการชิ้นส่วนต่างๆแล้ว จึงนำแบบที่สมบูรณ์ทั้งหมดไปสร้างต้นแบบ เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จเรียบร้อยก็เตรียมประเมินผลและทดสอบ ผลจากการทดสอบอาจทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้น หรือแบบรายละเอียดบางประการ หลังการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงชิ้นส่วนแล้ว ได้ทดสอบและประเมินผลใหม่อีกครั้ง หรืออาจต้องทำอีกหลายครั้ง จนกระทั่งพึงพอใจที่ชิ้นงานมีสมรรถนะตามเกณฑ์ที่ต้องการ เมื่อถึงขั้นนี้แล้วนำแบบชิ้นส่วนและรายการวัสดุไปปรับปรุงให้เหมาะสมกับการผลิตต่อไป

8. ปรับปรุงแก้ไขโดยปกติมักจะผลิตชิ้นงานต้น และสร้างต้นแบบแล้ว ทำการทดสอบเบื้องต้น อีกครั้งหนึ่งถ้ามีปัญหาที่ต้องแก้ไข หรือแก้ไขไม่ได้ก็จะส่งกลับไปยังขั้นตอนออกแบบอีกครั้งเพื่อปรับปรุง

9. ทดสอบสมรรถนะ เมื่อได้ทำการออกแบบและสร้างต้นแบบเรียบร้อยแล้วทำการทดสอบสมรรถนะเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

โดยสรุปในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส ซึ่งเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง แล้วออกแบบชิ้นส่วนของเครื่อง ทำการเขียนแบบภาพประกอบที่แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องทั้งหมด เมื่อได้แบบที่สมบูรณ์แล้วได้นำไปสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสต่อไป

2.3.2 วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

วัสดุต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส มีดังนี้

2.3.2.1 เหล็ก

เหล็กอาจจะถูกแยกประเภทตามลักษณะของการผลิตขั้นสุดท้าย เพื่อเป็นไปตามลักษณะของส่วนผสม หรือตามลักษณะเชื้อเพลิงที่ใช้ในการถลุง เช่น เหล็กดิบที่ใช้ผลิตเหล็กกล้าจะแยกออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. เบสิกพิก (Basic pig) หมายถึง เหล็กดิบที่นำไปถลุงเป็นเหล็กกล้าด้วยกรรมวิธีของเตากระทะที่เป็นด่าง (Basic open hearth)

2. เบสเซเมอร์พิก (Bessemer pig) หมายถึง เหล็กดิบที่นำไปถลุงเหล็กกล้าด้วยกรรมวิธีเบสเซเมอร์

3. ฟาวน์ดรีพิก (Foundry pig) หมายถึง เหล็กดิบที่นำไปถลุงในโรงหล่ออาจจะเป็นเหล็กหล่อหรือเหล็กหล่อเหนียว

การใช้ประโยชน์ของเหล็กดิบและเหล็กกล้า

โลหะที่ผ่านการหล่อเป็นแท่ง หรือหล่อที่ต่อเนื่องมาแล้ว จะเป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิตภาคแปรรูป เมื่อทำเป็นวัสดุใช้งานต่อๆไป ทั้งนี้แล้วแต่วัตถุประสงค์ของผู้ใช้งาน งานสำคัญๆ ในขั้นตอนนี้ ได้แก่

1. งานหล่อโลหะรูปพรรณ (Metal Ccasting)
2. งานขึ้นรูป (Metal Working)
3. งานเครื่องมือกล (Machining)
4. งานอบชุบ (Heat Treating)
5. งานแต่งผิว (Surface Finishing)

ในบรรดากลุ่มโลหะทั้งหมด เหล็กเป็นกลุ่มโลหะที่มีบทบาทในงานวิศวกรรมมากที่สุด แม้ว่าจะมีวัสดุทดแทนโลหะกลุ่มเหล็กเพิ่มขึ้น โลหะกลุ่มเหล็กก็ยังคงความสำคัญในงานวิศวกรรมอยู่อีกมาก ทั้งนี้เพราะเหล็กก็ยังคงเป็นวัสดุที่มีราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับวัสดุอื่น

ผลิตภัณฑ์ท่อเหล็ก

ผลิตภัณฑ์ท่อเหล็ก (Steel Pipe) จะนำเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วนที่ตัดตามความกว้างที่กำหนดมาทำการขึ้นรูป ซึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์เหล็กโครงสร้างรูปตัวซี และเมื่อนำเหล็กที่ขึ้นรูปมาเชื่อมเหล็กแผ่นด้วยคลื่นความถี่สูงซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพในการผลิต จะได้ผลิตภัณฑ์ท่อเหล็กซึ่งวิธีการเชื่อมแบบนี้ ทำให้ท่อเหล็กมีคุณภาพ ท่อเหล็กที่ผลิตมีรูปแบบทั้งทรงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัสและสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามารถผลิตได้ตามความยาวที่ลูกค้ากำหนด จะนำท่อเหล็กไปผลิตชิ้นงานต่อไปในหลากหลายรูปแบบ เช่น เครื่องจักรการเกษตร และวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น

เหล็กฉากพับ และเหล็กรางพับ

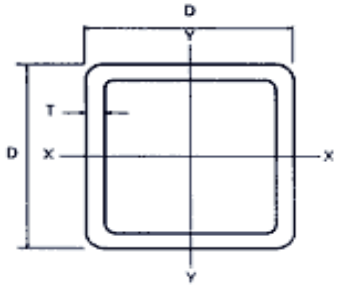
เหล็กฉากพับ และเหล็กรางพับ โดยการนำเหล็กแผ่นแบนที่ตัดตามขนาดมาพับขึ้นรูปในลักษณะมุมฉาก เป็นเหล็กฉากพับ และเหล็กรางพับ ซึ่งจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างเพื่อใช้เป็นเหล็กโครงสร้าง

งานหล่อโลหะรูปพรรณ (Metal casting)

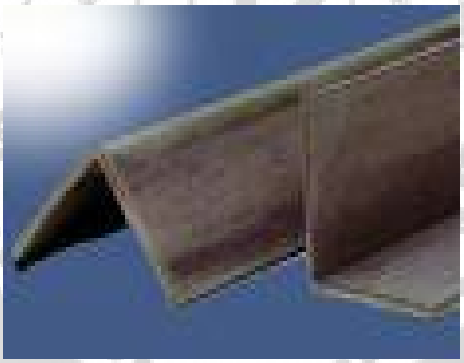
มีการผลิตจำหน่ายโดยทั่วไปที่มีชื่อเรียกในงานช่างดังนี้

1. เหล็กเส้นกลม	2. เหล็กข้ออ้อย	3. เหล็ก H Beam	4. เหล็ก I Beam
5. เหล็กรางยูหนา	6. เหล็กรางยูพับ	7. เหล็กแบน	8. เหล็กแผ่นเจาะรู
9. เหล็กแผ่นลาย	10. เหล็กแผ่นขาว	11. เหล็กแผ่นซิงค์	12. เหล็กแผ่นดำ
13. เหล็กกล่อง	14. เหล็กฉาก	15. เหล็กตัว C	16. แผ่นเหล็กชีทไพน์

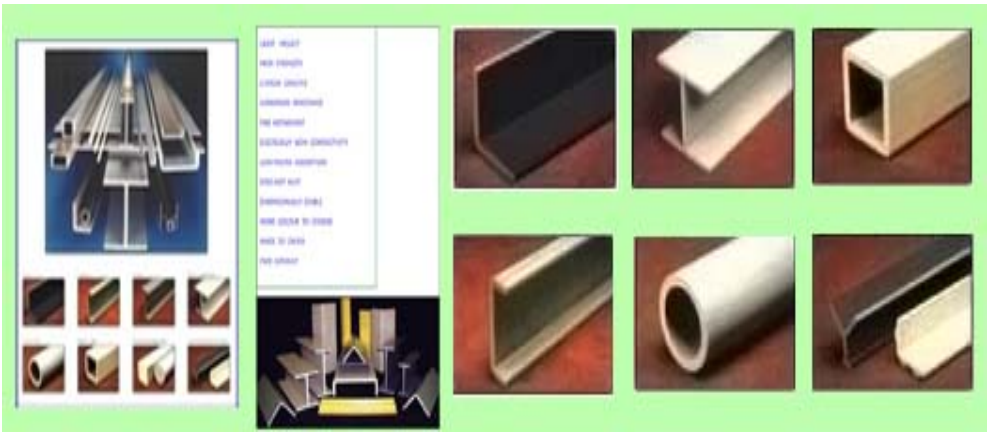
17. ท่อเหล็กดำ 18. เหล็กตะแกรง



ภาพประกอบที่ 2.14 ภาพตัดขวางเหล็กรูปพรรณของเหล็กกล่อง
ขนาด 1/2 นิ้วแป๊บโปร่ง 1/2" * 1/2" * 1.2 มม. น้ำหนัก 2.50 kg / เส้น

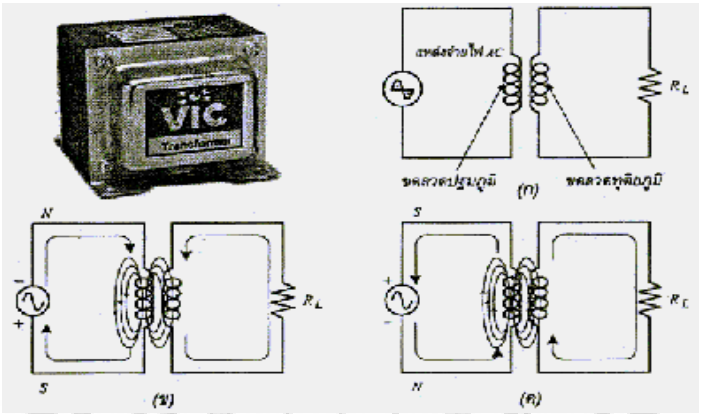


ภาพประกอบที่ 2.15 รูปพรรณเหล็กฉาก 1 นิ้วครึ่ง x 1 นิ้วครึ่ง x 6.00 หนา 3 มม.



ภาพประกอบที่ 2.16 เหล็กรูปพรรณแบบต่างๆ

2.3.2.2 หม้อแปลงไฟฟ้า



ภาพประกอบที่ 2.17 หม้อแปลงไฟฟ้า

ภาพประกอบที่ 2.17: (ก) แสดงรูปสัญลักษณ์ และวงจรพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยขดลวด 2 ขดที่จัดให้อยู่ใกล้กัน ได้แก่ ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) และขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) ทั้งนี้เพื่อให้เส้นแรงของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดปฐมภูมิไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิ และเกิดการเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันขึ้น โดยจัดให้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแส สลับต่อเข้ากับขดลวดปฐมภูมิ และโหลด (R_L) ต่อเข้ากับด้านทุติยภูมิ **ภาพประกอบที่ 2.17 : (ข)** แสดงกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปเข้าที่ขดลวดปฐมภูมิ ซึ่งกระแสไฟฟ้านี้ก็จะทำให้เกิดขั้วเหนือที่ส่วนบนของขดลวดปฐมภูมิ ถ้าแรงดันไฟฟ้าด้านอินพุตนี้มีความเป็นลบมาก (ช่วงครึ่งคลื่นลบ) ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเพิ่มมากขึ้นด้วย ส่งผลให้มีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นที่ขดลวดปฐมภูมิมากขึ้น การขยายตัวของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะไปตัดกับขดลวดทางด้านทุติยภูมิ และเกิดการเหนี่ยวนำของแรงดันไฟฟ้าขึ้น จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรด้านทุติยภูมิผ่านไปยังโหลด จากนั้นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่จ่ายเข้ามาก็จะมีความเป็นลบลดน้อยลงจนเป็นค่าศูนย์ และเปลี่ยนเป็นค่าบวก **ภาพประกอบที่ 2.17 : (ค)** ในกรณีนี้กระแสไฟฟ้าในวงจรด้านปฐมภูมิจะไหลในทิศทางตรงกันข้ามกับ ตอนแรก ทั้งนี้เนื่องจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในทิศทางที่เป็นบวก (ช่วงครึ่งคลื่นบวก) เมื่อแรงดันไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นกระแสไฟฟ้าก็ไหลมากขึ้น ส่งผลให้สนามแม่เหล็กเกิดการขยายตัวไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิ

เกิดการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า ส่งผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในทิศทาง ตรงข้าม และไหลผ่านต่อไปยังโหลดเช่นเดียวกัน

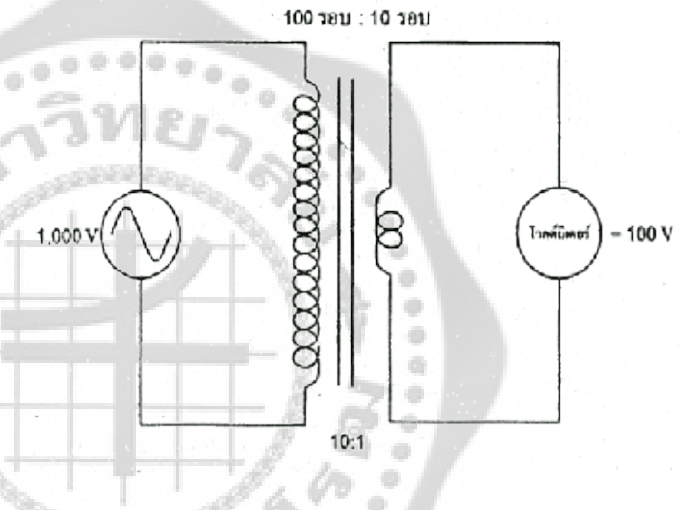
หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลงแรงดันลง (Step-Down Transformer)

ถ้าแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ (E_S) มีค่าน้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ (E_P) จะเรียกหม้อแปลงชนิดนี้ว่า หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลงแรงดันลง (Step-Down Transformer) หรือ $E_S < E_P$ ดังแสดงในภาพด้านล่าง ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิมีค่าเท่ากับ

$$E_S = \frac{N_S}{N_P} \times E_P$$

$$= \frac{10}{100} \times 1{,}000\,V$$

$$= 100\,V$$

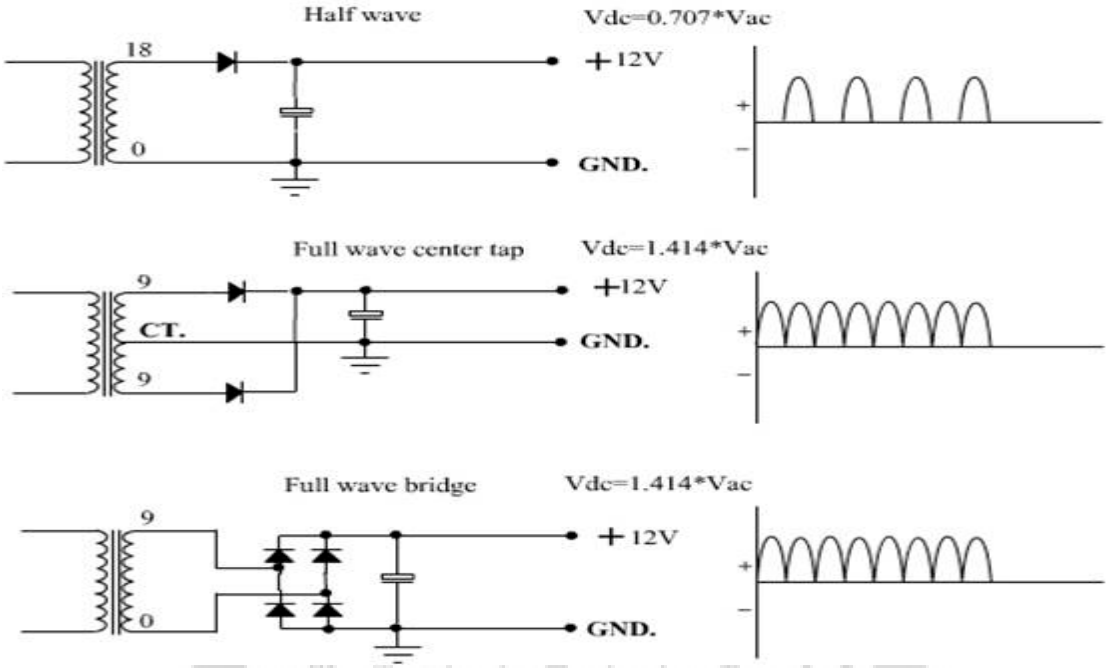


ภาพประกอบที่ 2.18 หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแปลงแรงดันลง

ดังนั้นจะเห็นว่า หม้อแปลงไฟฟ้าสามารถที่จะแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านปฐมภูมิให้เป็นค่าแรงดันใดๆ โดยการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนจำนวนรอบของขดลวดภายในหม้อแปลงเท่านั้น **หมายเหตุ** ค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ (k) จากสมการนี้จะสมมติให้มีค่าเท่ากับ 1 เสมอ ซึ่งหมายความว่า แกนที่ใช้พันขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นแกนเหล็ก (k = 1)

2.3.2.3 วงจรเรียงกระแส (Rectifier)

วงจรเรียงกระแส เป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากหม้อแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มี 3 แบบ ดังนี้



ภาพประกอบที่ 2.19 วงจรเรียงกระแส (Rectifier)

Vrms = แรงดันไฟฟ้า
Vp = แรงดันไฟฟ้าpeak
Vav = แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย

Vp = Vrms * 1.414
Vav = Vp * 0.636

ตัวอย่างเช่น แรงดันไฟฟ้าตามบ้าน

จะมี Vrms = 220 V

มี Vp = 220*1.414 = 311 V

มี Vav = 311*0.636 = 198 V

2.3.2.4 ตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุ บางครั้งจะเรียกว่า คาปาซิเตอร์ หรือ คอนเด็นเซอร์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เก็บประจุไฟฟ้าและคายประจุไฟฟ้าให้กับวงจร ตัวเก็บประจุถูก

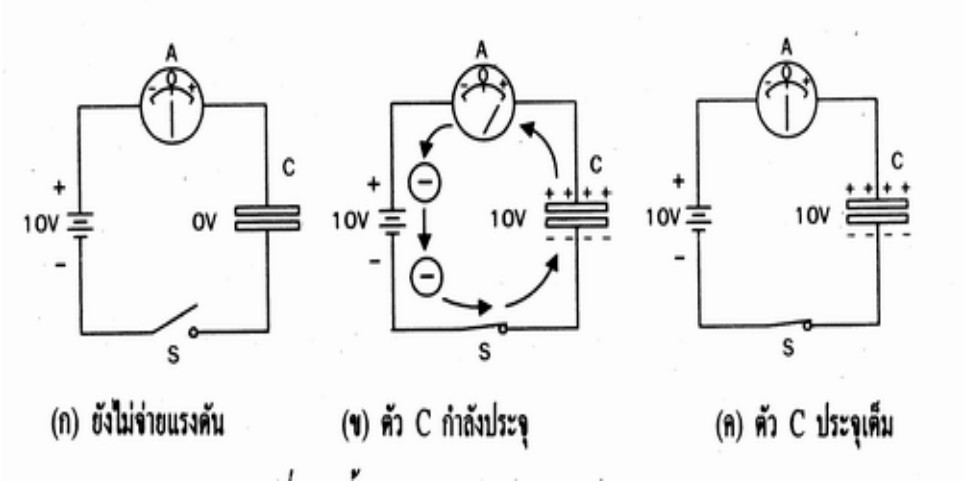
ออกแบบมาเพื่อเก็บสะสมพลังงานในสนามไฟฟ้า ตัวเก็บประจุประกอบไปด้วย แผ่นตัวนำสอง แผ่นถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวน (Insulator) หรือวัตถุที่ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า (Dielectric)

1. การทำงานของตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุมีสภาวะการทำงานอยู่ 2 สภาวะคือ การประจุ (Charge) และ การคายประจุ (Discharge)

1.1. การประจุ

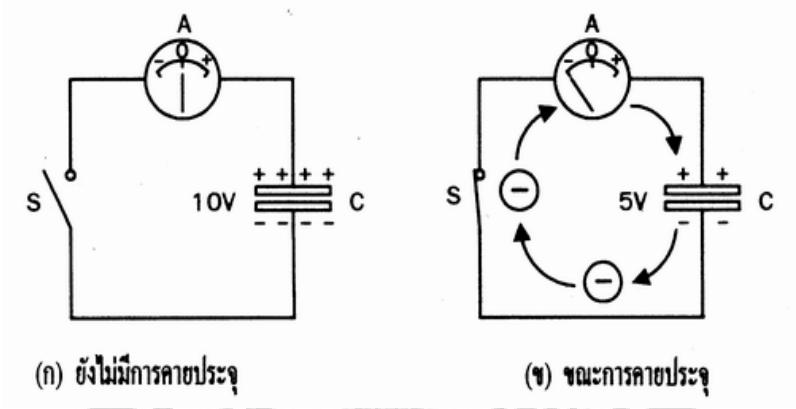
การเก็บประจุก็คือ การเก็บอิเล็กตรอนไว้ที่แผ่นเพลตของตัวเก็บประจุนั่นเอง ซึ่งอธิบายโดยละเอียด (ดังในภาพ 9 ก) เมื่อนำแบตเตอรี่อื่นๆ ต่อกับตัวเก็บประจุ อิเล็กตรอนจากขั้วลบของแบตเตอรี่ จะเข้าไปออกันที่แผ่นเพลต ทำให้เกิดประจุลบขึ้นและยังส่งสนามไฟฟ้าไปผลักอิเล็กตรอนของแผ่นเพลตตรงข้าม (เหมือนกับนำแผ่นแม่เหล็กที่มีขั้วเหมือนกันมาใกล้กันมันก็จะผลักกัน) ซึ่งโดยปกติในแผ่นเพลตจะมีประจุเป็น + และ - ปะปนกันอยู่ เมื่ออิเล็กตรอนจากแผ่นเพลตนี้ถูกผลักให้หลุดออกไปแล้วจึงเหลือประจุบวกมากกว่าประจุลบ ยิ่งอิเล็กตรอนถูกผลักออกไปมากเท่าไร แผ่นเพลตนั้นก็จะเป็นบวกมากขึ้นเท่านั้น (เมื่อเทียบกับอีกด้าน)



ภาพประกอบที่ 2.20 แสดงขั้นตอนการประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

1. 2. การคายประจุ

ตัวเก็บประจุที่ถูกประจุแล้ว ถ้าเรายังไม่นำขั้วตัวเก็บประจุมาต่อกัน (ดังในภาพที่ 10 ก)อิเล็กตรอนก็ยังคงอยู่ที่แผ่นเพลต แต่ถ้ามีการครบวงจรระหว่างแผ่นเพลตทั้งสองเมื่อไร อิเล็กตรอนก็จะวิ่งจากแผ่นเพลตทางด้านลบไปครบวงจรที่แผ่นเพลตบวกทันที เราเรียกเหตุการณ์นี้ว่า "การคายประจุ"



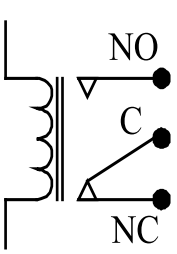
ภาพประกอบที่ 2.21 แสดงขั้นตอนการคายประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

2.3.2.5 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (Solenoid) รีเลย์สามารถใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

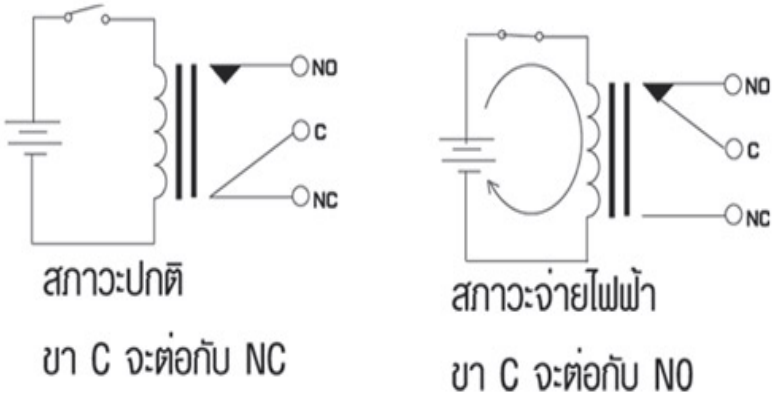
1. รีเลย์กำลัง (Power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"



ภาพประกอบที่ 2.22 แสดงรีเลย์แบบต่างๆ และสัญลักษณ์ของรีเลย์

การทำงานของรีเลย์ คือ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จะทำให้ขดลวดเกิดสนามแม่เหล็กไปดึง แผ่นหน้าสัมผัสให้ดึงลงมา แตะหน้าสัมผัสอีกอันทำให้มีกระแสไหลผ่านหน้าสัมผัสไปได้



ภาพประกอบที่ 2.23 แสดงสภาวะการทำงานของรีเลย์

ขาของรีเลย์ จะประกอบไปด้วยตำแหน่งต่างๆ ดังนี้ คือ ขาจ่ายแรงดันใช้งาน ซึ่งจะมีอยู่ 2 ขา จากภาพที่ 12 จะเห็นสัญลักษณ์ขดลวดแสดงตำแหน่งขา coil หรือ ขาต่อแรงดันใช้งาน

* ขา C หรือ COM หรือ ขาคอมมอน จะเป็นขาต่อระหว่าง NO และ NC

* ขา NO (Normally Opened หรือ ปกติเปิด) โดยปกติขานี้จะเปิดเอาไว้ จะทำงานเมื่อเราป้อนแรงดันให้รีเลย์

* ขา NC (Normally Closed หรือ ปกติปิด) โดยปกติขานี้จะต่อกับขา C ในกรณีที่เราไม่ได้จ่ายแรงดัน หน้าสัมผัสของ C และ NC จะต่อถึงกัน

ข้อคำถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

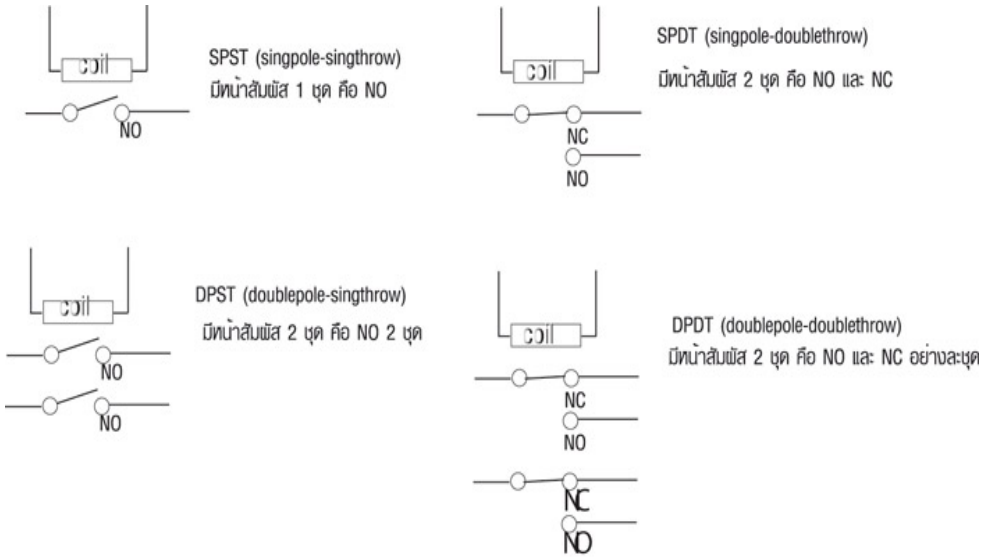
1. แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12 V DC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 V DC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)

2. การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10 A 220 AC คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220 V AC แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดี เพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัสของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

3. จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่

จำนวนหน้าสัมผัสของรีเลย์

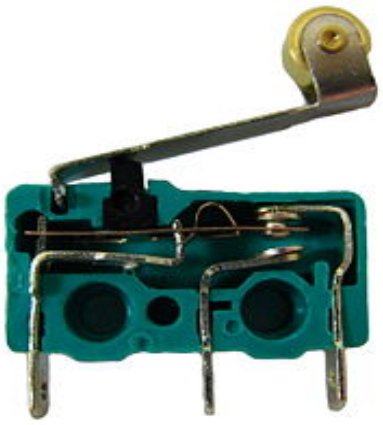
ปกติแล้วรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสและการเรียกจำนวนหน้าสัมผัสดังนี้

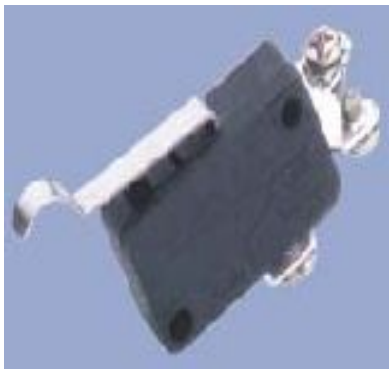


ภาพประกอบที่ 2.24 หน้าสัมผัสของรีเลย์

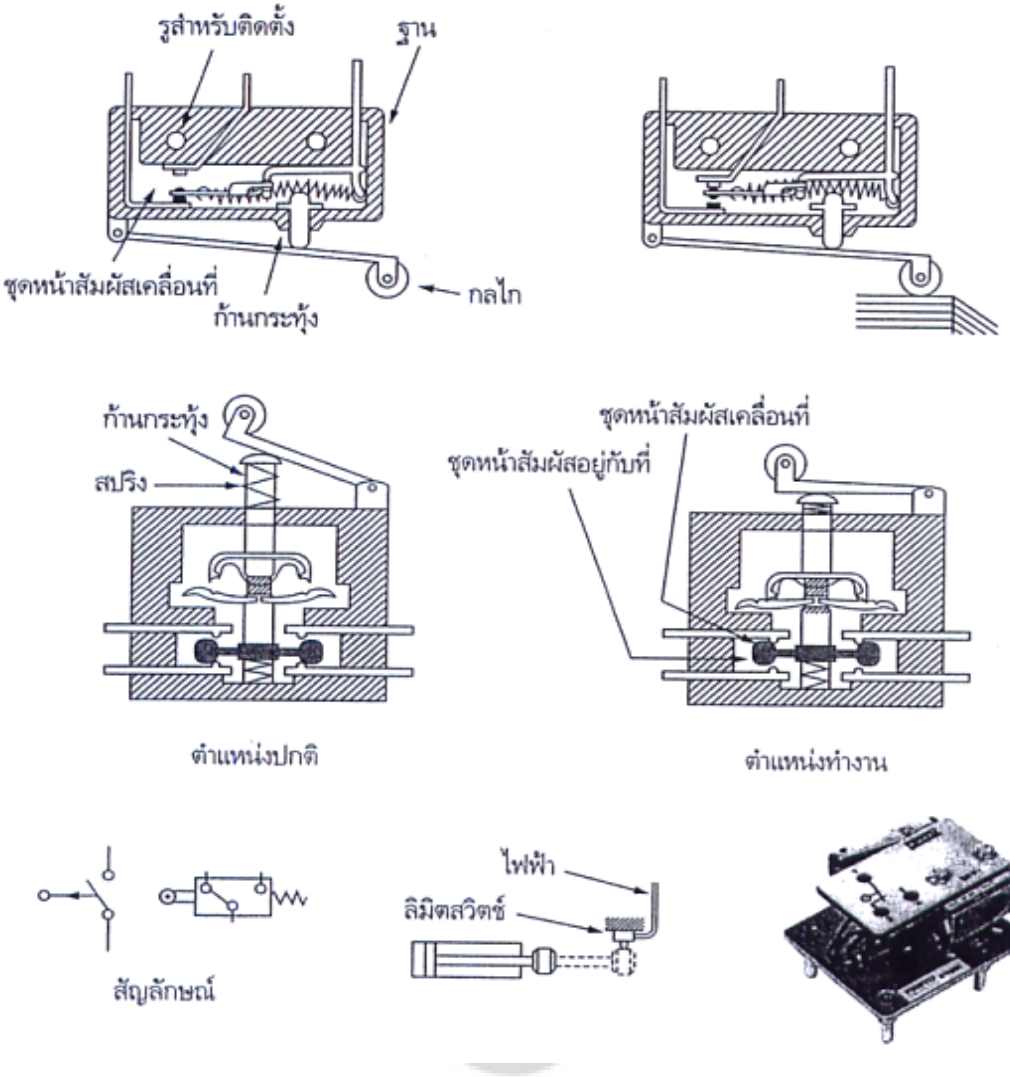
2.3.2.6 ลิมิตสวิตซ์ หรือสวิตซ์จำกัดระยะ (Limit switch)

ส่วนประกอบคือ มีปุ่มหน้าสัมผัสเหมือนสวิตซ์ปุ่มกด ต่างกันที่แรงที่ทำให้สวิตซ์ทำงาน คือ ใช้อุปกรณ์ทางกล เช่น ก้านสูบ ประตูปิด – เปิด เป็นต้น ดังแสดงในภาพประกอบที่ 23 และภาพประกอบที่ 2.25





ภาพประกอบที่ 2.25 แสดงลิมิตสวิตซ์ทางเดียว

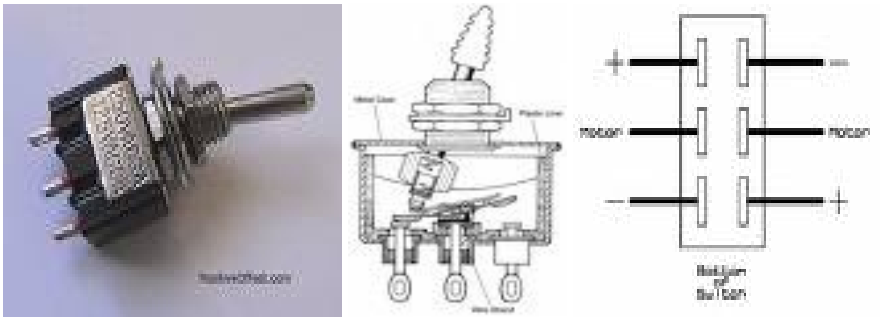


ภาพประกอบที่ 2.26 แสดงลิมิตสวิตซ์สองทาง

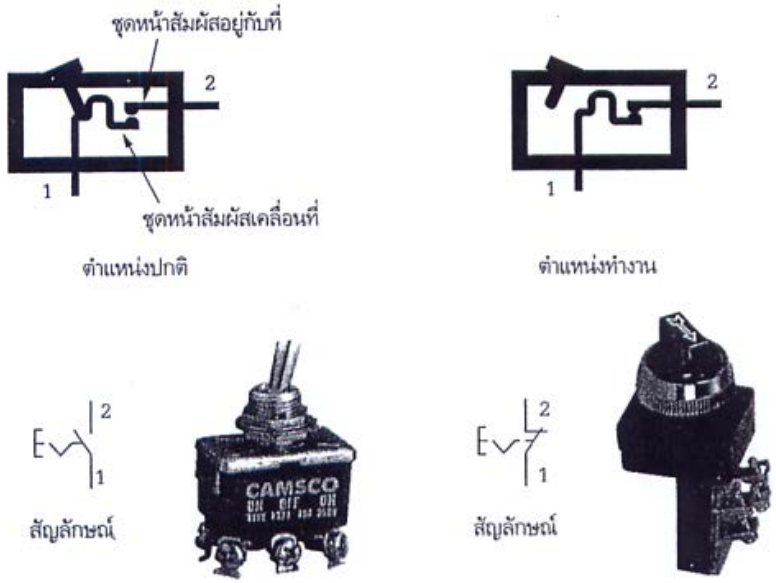
กระทุ้งเลื่อน ปุ่มหน้าสัมผัสเลื่อน (ถ้าปกติเปิดจะเปลี่ยนเป็นปิด ถ้าปกติปิดจะเปลี่ยนเป็นเปิด) และค้างตำแหน่งจนกว่าก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับ ก้านกระทุ้งจะเลื่อนกลับ ปุ่มหน้าสัมผัสกลับตำแหน่งปกติ

2.3.2.7 สวิตซ์กดค้างตำแหน่ง (Toggle Switch)

สวิตซ์กดค้างตำแหน่ง คือ อุปกรณ์ควบคุมการปิด – เปิดวงจรไฟฟ้า ส่วนประกอบคล้ายกับสวิตซ์ปุ่มกด แต่เมื่อปล่อยแล้วยังคงค้างที่ตำแหน่งทำงาน



ภาพประกอบที่ 2.27 แสดงสวิตซ์กดค้างตำแหน่ง (Toggle switch)

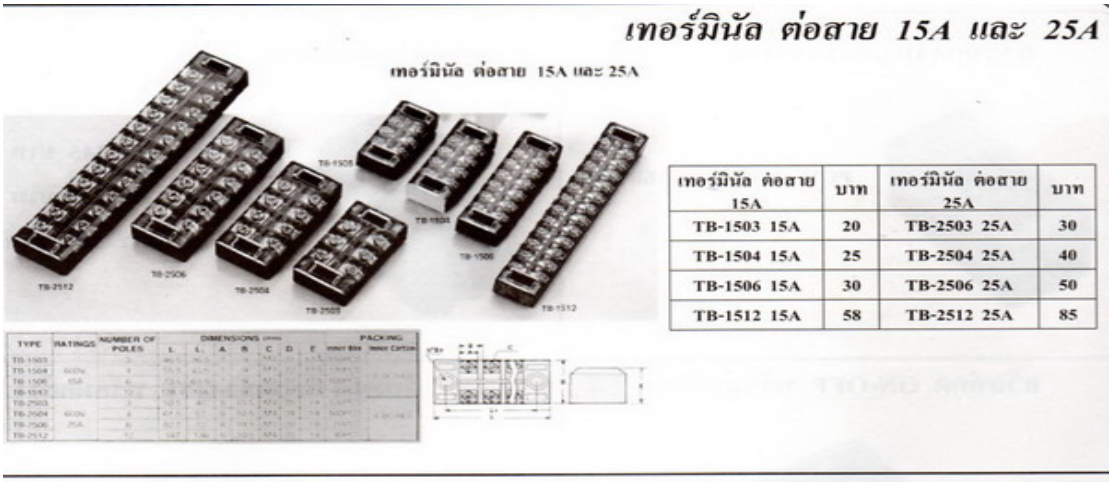


ภาพประกอบที่ 2.28 แสดงโครงสร้างและการทำงานของสวิตซ์กดค้างตำแหน่ง (Toggle switch)

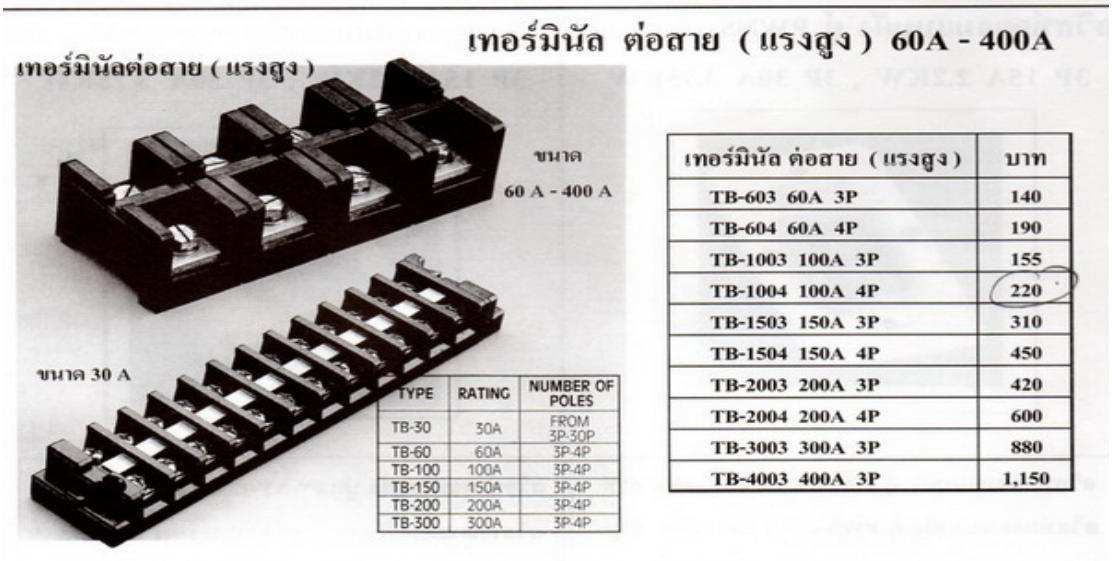
หลักการทำงาน : เมื่อกดสวิตซ์ไปทางด้านหนึ่ง ทำให้ปุ่มหน้าสัมผัสแตะกันและค้างที่ตำแหน่งทำงาน เมื่อกดสวิตซ์ไปอีกด้านหนึ่ง ทำให้ปุ่มหน้าสัมผัสแยกออกจากกันและค้างตำแหน่งทำงานสลับกัน ใช้สำหรับปิด – เปิดวงจร

2.3.2.8 เทอร์มินัลบล็อก แผงต่อสายไฟ (Terminal Block)

ใช้สำหรับการต่อสายไฟฟ้าระหว่างเส้น ซึ่งจะให้ความสะดวกในงานที่มีการถอดแยกชิ้นส่วน นอกจากนี้ยังทนทานต่อความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าได้ดีอีกด้วย



เทอร์มินัล ต่อสาย 15A	บาท	เทอร์มินัล ต่อสาย 25A	บาท
TB-1503 15A	20	TB-2503 25A	30
TB-1504 15A	25	TB-2504 25A	40
TB-1506 15A	30	TB-2506 25A	50
TB-1512 15A	58	TB-2512 25A	85

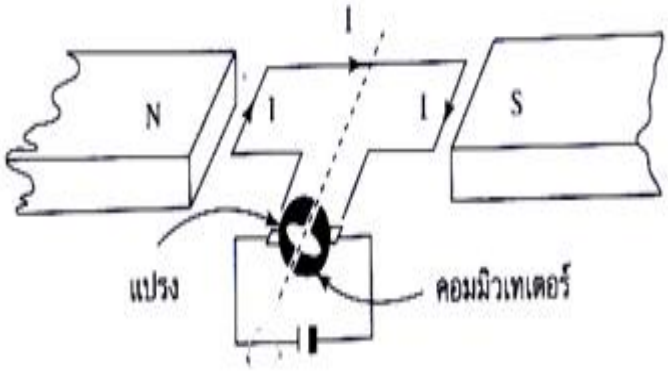


เทอร์มินัล ต่อสาย (แรงสูง)	บาท
TB-603 60A 3P	140
TB-604 60A 4P	190
TB-1003 100A 3P	155
TB-1004 100A 4P	220
TB-1503 150A 3P	310
TB-1504 150A 4P	450
TB-2003 200A 3P	420
TB-2004 200A 4P	600
TB-3003 300A 3P	880
TB-4003 400A 3P	1,150

ภาพประกอบที่ 2.29 เทอร์มินัลบล็อก

2.3.2.9 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)

มอเตอร์ที่ต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงให้ไหลผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ มอเตอร์กระแสตรงมีลักษณะและส่วนประกอบเหมือนกับไดนาโมกระแสตรง ดังภาพด้านล่าง



ภาพประกอบที่ 2.30 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้น ในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ

ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ดังนี้

. 1. ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

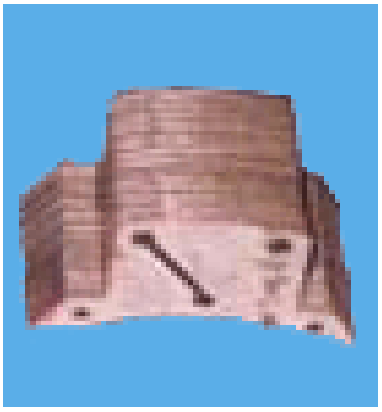
- เฟรมหรือโยค (Frame or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆ ให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก

ภาพประกอบที่ 2.31 เฟรมหรือโยค

- ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ แกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด

ภาพประกอบที่ 2.32 ขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก

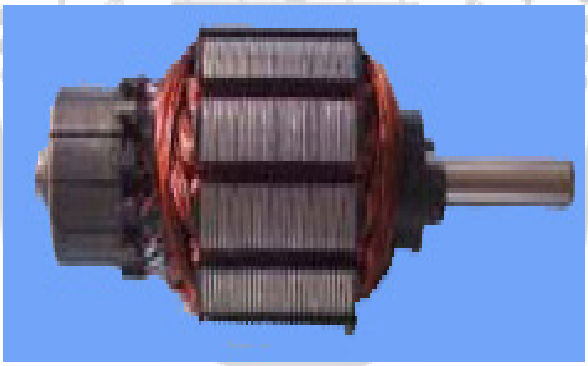
ส่วนแรกแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน (Torque)



ภาพประกอบที่ 2.33 ลักษณะของขั้วแม่เหล็ก

ส่วนที่สอง ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆ แกนขั้วแม่เหล็ก ขดลวดนี้ ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

2 . ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์



ภาพประกอบที่ 2.34 ลักษณะตัวโรเตอร์

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. แกนเพลา (Shaft)
2. แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core)
3. คอมมิวเตอร์ (Commutator)
4. ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding)

หน้าที่ของชุดโรเตอร์

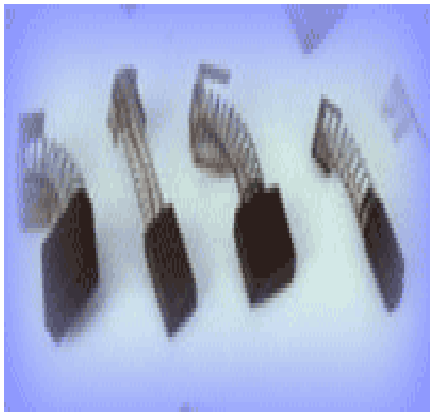
1. แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลานี้จะวางอยู่บนแบริ่ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

2. แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)

3. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสาย ของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลา เป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยังขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก ดังกล่าวมาแล้วเรียกว่าปฏิกิริยามอเตอร์ (Motor Action)

4. ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอท (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ละจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ ควรศึกษาต่อไปในเรื่องการพันอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) ในโอกาสต่อไป

5. แปรงถ่าน (Brushes) ทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมพื้นผ้า ในซองแปรงมีสปิงกดอยู่ด้านบนเพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแส และส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดอาร์มาเจอร์ กับวงจรไฟฟ้าจากภายนอก คือถ้าเป็นมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอร์ ให้ลวดอาร์มาเจอร์เกดแรงบิดทำให้มอเตอร์หมุนได้



ภาพประกอบที่ 2.35 แปรงถ่าน

ภาพประกอบที่ 2.36 ซองแปรงถ่าน

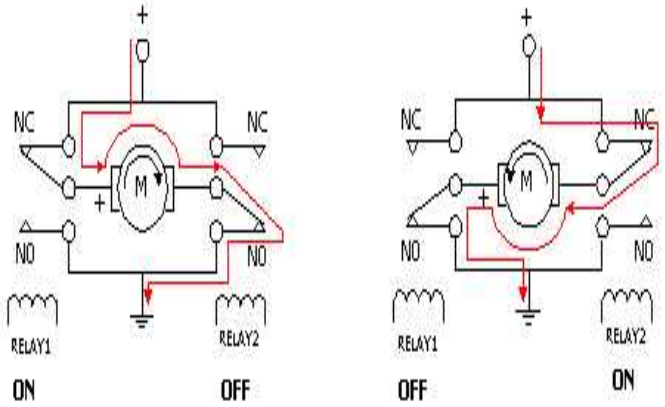
หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง (D.C. Motor Action)

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟ ฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนามในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรง แม่เหล็ก จะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ซึ่งวางแกนเพลาและแกนเพลานี้ สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุนการที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming left hand rule)

การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง (D.C. MOTOR Driver)

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่า วงจรขับมอเตอร์ (Driver Circuit) ในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้น สามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตซ์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรง หรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต แล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งาน

จากภาพประกอบที่ 35 เป็นการใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด - เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา



ภาพประกอบที่ 2.37 แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์

2.3.2.10 ล้อยาง

กลไกสำหรับชุดหัวยิงลูกเทนนิสเป็นแบบล้อยาง เนื่องจากลักษณะของเครื่องยิงลูกเทนนิสนั้นใช้หลักการเบียดอัดของล้อยาง 2 ตัวเพื่อสร้างแรงเสียดทานและเป็นแรงในการผลักส่งลูกเทนนิส ซึ่งในชั่วขณะหนึ่งลูกเทนนิสจะต้องวิ่งผ่านล้อยางที่มีช่องว่างที่เล็ก กว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ ลูกเทนนิส ลูกเทนนิสจึงถูกแรงบีบอัดให้มีขนาดเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกเทนนิส ลูกเทนนิสจึงถูกแรงบีบอัดให้มีขนาดเล็กลงจึงสามารถผ่านออกไปได้

เนื่องจากชุดยิงลูกเทนนิสใช้ล้อเป็นตัวสร้างแรงถีบส่งลูกเทนนิส ต้องสร้างความเร็วรอบที่และเพียงพอต่อการยิงส่งลูกเทนนิสให้ได้ความเร็วตามที่ที่กำหนดไว้ ซึ่งความเร็วที่ล้อยางใช้นั้นต้องไม่สูงและไม่ต่ำจนเกินไป เพราะถ้าใช้ความเร็วสูงจนเกินไปจะทำให้เกิดการสั้นสะเทือนมากทำให้เกิดการสึก และสิ้นเปลืองพลังงานสูง แต่ถ้าใช้ความเร็วรอบต่ำจนเกินไปก็จะทำให้ลูกเทนนิสยิงออกด้วยความเร็วต่ำซึ่งไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ดั้งนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องคำนวณหาความเร็วรอบของ ล้อยางดังนี้

เนื่องจากหมุนสวนทางกันจึงมีทิศทางความเร็วขอบแบบแทรกเสริมกันคือ

ให้ความเร็วของขอบล้อยางตัวที่ 1 = Vt1

ให้ความเร็วของขอบล้อยางตัวที่ 2 = Vt2

Vt1 + Vt2 = x m/s

แต่เนื่องจากความเร็วของขอบล้อยางทั้งสองเท่ากัน

2Vt = x m/s

Vt = (x m/s) /2

= x (m/s)

ภาพประกอบที่ 2.38 ทิศทางความเร็วของล้อยาง

2.3.2.11 การใช้งานรีโมท อเนกประสงค์ 4 รีเลย์ (MT704)

ลักษณะทั่วไป

1. ใช้ไฟ DC 12 V 1 A ขึ้นไป (แนะนำไปใช้เป็นแด็ปเตอร์ 12 V. กระแส 1 A.ขึ้นไป)
2. ใช้คลื่นความถี่ย่าน UHF
3. ตัวแม่เรียนรู้รหัสตัวลูกได้
4. ตั้งให้จำสถานะเมื่อไฟดับได้
5. กำหนดการทำงานได้ 4 แบบ
6. ตัวลูกพวงกุญแจจะมีรหัส 6 หลัก (16.7 ล้านรหัส) รหัสเรียงลำดับมาแล้วให้รหัสไม่ซ้ำกัน (SERIAL NO.)
7. ตัวลูกล็อคปุ่มได้เมื่อไม่ใช่งาน ป้องกันไม่ให้ทำงานโดยบังเอิญเมื่อใส่กระเป๋ากางเกงได้
8. รัศมีการใช้งานประมาณ 100 เมตร (ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ใช้งานด้วย)

การนำไปใช้งาน

ถ้าต้องการให้ควบคุมได้ในระยะไกลควรต่อสายอากาศที่ตัวแม่ด้วยโดยใช้ลวดทองแดงขนาด 105 มม. ยาว 30 ซม. โดยไม่ต้องปอกสายไฟตลอด ปอกเพียงที่ปลายสายให้พอบัดกรีก็พอ เสร็จแล้วพับโค้งงอปลายสายด้านที่บัดกรีให้เป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 มม. เพื่อเป็นฐานยึดสกรูที่ฉนวนใดๆ เช่น ตัวกล่องพลาสติก (อย่ายึดกับกราวด์) แล้วปรับสายอากาศให้เหยียดตรงขึ้นในอากาศ ถ้าใช้อแด็ปเตอร์ตัวเดียวจ่ายไฟให้ทั้งเครื่องรีโมทและจ่ายไฟให้ LOAD (อุปกรณ์ ไฟฟ้า) ด้วย ถ้ามีอาการกดรีโมทให้รีเลย์ ON จ่ายไฟเข้า LOAD แล้วพอกดรีโมทให้รีเลย์

OFF ไม่ได้หรือได้ในระยะใกล้ๆ สาเหตุที่พบบ่อย เป็นเพราะอแด็ปเตอร์เล็กเกินไปจนจ่ายกระแสไม่พอให้ LOAD ไฟ จึงตกไม่พอให้รีโมททำงาน

ภาพประกอบที่ 2.39 ตำแหน่งปุ่มลูกรีโมท

2.4 สมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส

สมรรถนะตามพจนานุกรมไทย ฉบับปรับปรุงใหม่ พิมพ์ครั้งที่ 15 พ.ศ. 2538 ได้ให้ความหมาย สมรรถนะ (สะ – มัด – ถะ – นะ) หมายถึง กำลังความสามารถ, ความเชี่ยวชาญ

ประณต กุลประสูตร (2533) ได้ให้ความหมายสมรรถนะ หมายถึง ความสามารถในการทำงาน ดังนั้นความสามารถของเครื่องจึงเป็นเครื่องบอกให้เราทรายถึง คุณลักษณะเฉพาะตัวของเครื่องยนต์นั้นๆ อันสามารถนำมาใช้เป็นพิจารณานาเลือกใช้เครื่องยนต์ได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์นอกจากนั้นการศึกษาองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวโดยละเอียดแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ปรับปรุงการทำงานของเครื่องให้ดีขึ้นได้อีกด้วย

สมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ 1. สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส 2. สมรรถนะด้านกายภาพ

1. สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส คณะผู้วิจัยได้กำหนดสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ไว้ดังนี้คือ

1.1 สามารถยิงลูกเทนนิสได้ ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที

1.2 สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาได้

1.3 สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่

1.4 สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย

1.5 สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิส ยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ

2. สมรรถนะด้านกายภาพ คณะผู้วิจัยได้กำหนดสมรรถนะด้านกายภาพ ไว้ดังนี้คือ

2.1 ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม หมายถึง สามารถติดตั้งเครื่องยิงได้ทุกตำแหน่งในสนาม ความสะดวกในการติดตั้งเครื่องยิงลูกเทนนิส มีวัสดุปิดเพื่อป้องกันความเสียหายสำหรับอุปกรณ์และชุดควบคุม และสะดวกในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าในสนาม

2.2 ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง หมายถึง การแก้ไขรักษาเครื่องให้สามารถใช้งานได้ มีชิ้นส่วนประกอบวัสดุโครงสร้างน้อยบำรุงรักษาง่าย ถอดประกอบง่าย อะไหล่ใช้ซ่อมสามารถหาซื้อได้ง่าย และผู้ใช้สามารบำรุงรักษาเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง

2.3 ด้านการเก็บรักษาเครื่อง หมายถึง ใช้พื้นที่น้อยในการเก็บรักษา วัสดุโครงสร้างภายนอกใช้วัสดุที่ป้องกันความชื้นและฝุ่น มีวัสดุโครงสร้างภายนอกห่อหุ้มเพื่อป้องกันการกระแทก และ มีอุปกรณ์ปิดกล่องควบคุม

2.4 ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม หมายถึง เครื่องยิงมีน้ำหนักเบาขนาดสามารถขนย้ายได้สะดวก เครื่องยิงมีรูปทรงสวยงามและ มีขนาดเล็กเหมาะสมใช้งานภาคสนาม

2.5 ด้านการเคลื่อนย้าย หมายถึง การขนย้ายวัสดุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือจากแหล่งงานหนึ่งไปยังอีกแหล่งงานหนึ่ง คือ เครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถเคลื่อนย้ายได้ วัสดุโครงสร้างมีน้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายสะดวก และมีอุปกรณ์ช่วยผ่อนแรงในการเคลื่อนย้าย

2.6 ด้านความแข้งแรง หมายถึง ความสามารถของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่จะรับน้ำหนักหรือความคงทนต่อการผิดรูปที่เป็นผลมาจากแรงที่มากระทำต่อเครื่องยิงลูกเทนนิส ในที่นี้หมายถึงการออกแบบโครงสร้างมีความมั่นคงแข็งแรง ใช้วัสดุที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและแข็งแรง และใช้วัสดุที่ไม่มีลักษณะของชิ้นส่วนไม่แตกหักง่าย

2.7 ด้านความปลอดภัย หมายถึง เครื่องยิงลูกเทนนิสที่การออกแบบและสร้างขึ้นไม่เสี่ยงต่อความไม่ปลอดภัย โดยมีระบบการป้องกันภัยจากไฟฟ้าลัดวงจรในที่นี้หมายถึง โครงห่อหุ้มเครื่องไม่มีส่วนแหลมคมเป็นอันตราย โครงสร้างภายนอกใช้วัสดุที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าดูด และการประกอบตัวเครื่องมีความเรียบร้อย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายไพทูล คำคอนสาร (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไก โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อการส่งเสริมและพัฒนาการฝึกซ้อมนักกีฬาและผู้สนใจในกีฬากอล์ฟ โดยการออกแบบและสร้างเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไกเพื่อใช้สำหรับฝึกซ้อมกีฬากอล์ฟ และหาสมรรถนะของเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไกที่สร้างขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสร้างเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไก สำหรับฝึกซ้อมกอล์ฟ อัน

ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้ โครงหน้ากาก ตัวป้อนลูก รางลำเลียงลูก กระเดื่องวางลูก ตัวส่งลูก ฐานโครงสร้าง แป้นกด และผู้วิจัยได้ทำการประเมินเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไกที่แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การประเมินการออกแบบเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไกทั้ง 3 แบบ การออกแบบเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไก (แบบ ก) มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม $\bar{x}$ = 2.33 อยู่ในระดับความเป็นไปได้ต่ำซึ่งไม่สามารถนำไปสร้างเป็นเครื่องต้นแบบได้ ส่วนการออกแบบเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไก (แบบ ข) มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม $\bar{x}$ =2.57 สามารถนำไปสร้างเป็นเครื่องต้นแบบได้และการออกแบบเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไก (แบบ ค) มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม $\bar{x}$ 2.85 สรุปว่า (แบบ ค) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ผู้วิจัยจึงนำเอาผลการประเมินการออกแบบเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไก (แบบ ค) มาสร้างเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไกในครั้งนี้ และตอนที่ 2 การประเมินสมรรถนะเครื่องตั้งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไก โดยการประเมินสมรรถนะ 4 ด้าน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า สมรรถนะโดยภาพรวม $\bar{x}$ = 4.59 อยู่ในระดับดีมาก และการวิเคราะห์สมรรถนะโดยใช้ค่า t-test พบว่า สมรรถนะของเครื่องส่งลูกกอล์ฟโดยระบบกลไก (แบบ ค) มีสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีสมรรถนะด้านความสามารถในการใช้งาน $\bar{x}$ = 4.56 ค่า t= 4.707* อยู่ในระดับดีมาก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ด้านการติดตั้งสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\bar{x}$ = 4.70 ค่า t = 6.139* และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านความแข็งแรงสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\bar{x}$ = 4.54 ค่า t = 4.630 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการบำรุงรักษาสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดีมาก $\bar{x}$ = 4.56 ค่า t = 6.424* และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นายตุลเดช วรวิกรม (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ และประเมินสมรรถนะที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟ ฯ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ว่า ที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา และด้านความเหมาะสมในการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ ดี ซึ่งส่วนประกอบของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ มีดังนี้ ชุดระบบควบคุมโปรแกรมทางไฟฟ้าคุมการทำงานของระบบนิวแมติคส์ ชุดวาล์วลมควบคุมการทำงานระบบนิวแมติคส์ ส่วนประกอบของกรีนและอุปสรรคของกรีนซึ่งประกอบไปด้วย ถุงลมจำนวน 10 ลูก ยางยืดพียูใช้ทำกรีน ขนพรมใช้ทำผิวกรีน กระบอกลมนิวแมติคส์ 2 ทาง จำนวน 4 ตัว ทำหน้าที่ยกขึ้นลงในการปรับระดับต่าง ๆ และหลุมกอล์ฟปรับระดับปากหลุมขนาดมาตรฐาน จำนวน 1 หลุม สำหรับการประเมินผลนั้นผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ประเมินเกี่ยวกับสมรรถนะ โดยได้แบ่งสมรรถนะออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านการติดตั้ง ด้านกายภาพ ด้านการบำรุงรักษา ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน โดยให้ผู้ทดสอบและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ทำ

การประเมิน โดยผลการประเมินพบว่า สมรรถนะทั้ง 4 ด้านให้ค่าเฉลี่ย ดังนี้ ด้านการบำรุงรักษามีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.46 ระดับสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านการติดตั้งมีค่าเฉลี่ย 4.44 ระดับสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านความเหมาะสมในการใช้งานมีค่าเฉลี่ย 4.37 ระดับสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี ด้านกายภาพมีค่าเฉลี่ย 4.32 ระดับสมรรถนะอยู่ในเกณฑ์ดี โดยค่าเฉลี่ยสมรรถนะของที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ ให้ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในภาพรวมเท่ากับ 4.39 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (t = 2.744)

ศรนริทร์ พิชัยรัฐและประเสริฐศิลป์ พลวิเศษ (2542) ได้ศึกษาโครงการออกแบบและสร้างเครื่องย่อยพลาสติกชนิดไม่ตัด โดยมีความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้าเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องที่สร้างขึ้น ผลของการทดลองพบว่าเครื่องมีความเร็วในการตัดเฉือนพลาสติกได้ 500 เมตรต่อนาที โดยสามารถย่อยพลาสติกชนิด PP,PE,PA และ PVC ได้ปริมาณ 40-50 กิโลกรัมต่อชั่วโมงนอกจากนั้นราคาของเครื่องถูกกว่าของต่างประเทศประมาณ 2-3 เท่าแต่มีประสิทธิภาพในการใช้งานใกล้เคียงกัน

Steven M. Nesbit (2005) Department of Mechanical Engineering, Lafayette College ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการวิจัยเรื่อง กลศาสตร์การเคลื่อนไหวสามมิติ และการศึกษาการเคลื่อนไหวของวงสวิงกอล์ฟ โดยกล่าวถึงกลศาสตร์การเคลื่อนไหวสามมิติและการเคลื่อนไหวของวงสวิงกอล์ฟที่ได้จากผู้ชาย 84 คน ผู้หญิง 1 คน ในฐานะของผู้สมัครเล่น ในหัวข้อเรื่อง ระดับทักษะที่หลากหลาย การจำแนกถึงความหลากหลายในการใช้ทุกส่วนของร่างกายจากรูปแบบคอมพิวเตอร์ ของคนสองคนที่สามารถใช้ไม้กล็อฟได้อย่างคล่องแคล่ว ข้อมูลรูปแบบการตีกอล์ฟที่แสดงให้เห็นเรื่องวงสวิงได้จากการบันทึกโดยใช้กล้องหลายตัวจำแนกการเคลื่อนไหวในระบบ รูปจำลองที่ได้ออกมาประกอบด้วยทางโคจรของไม้กอล์ฟ นักกอล์ฟ/ไม้กอล์ฟ ที่มีความเกี่ยวข้องกันในการตี และใช้กำลัง การหมุนและความแข็งแรง และลักษณะการหักเหของไม้กอล์ฟ ต่อไปนี้คือข้อมูลจากสถิติการจำแนกขั้นพื้นฐานของหัวข้อทั้งหมด และรายละเอียดในการจำแนกและการเปรียบเทียบวงสวิงที่เคยศึกษามาแล้ว โดยผลที่ได้รับจากการจำแนกคือ ข้อมูลใหม่ที่ได้รับจากผู้ที่เกี่ยวข้องในเรื่องการเคลื่อนไหวของวงสวิงในการเล่นกอล์ฟ ได้แสดงให้เห็นถึงวงสวิงในการเล่นกอล์ฟนั้นว่าจะต้องมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวเฉพาะคนเป็นอย่างยิ่ง และการเคลื่อนไหวที่หลากหลายมีความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งการศึกษาถึงความสำคัญของการใช้ข้อมือที่ส่งผลต่ออัตราความเร็วของไม้กอล์ฟที่ตีขึ้นเหนือศีรษะ และการหันกลับของไม้กอล์ฟตรงหน้า โดยที่วงโคจรของมือและความสามารถของการเคลื่อนไหวจะเพิ่มขึ้นนั้นปัจจัยสำคัญคือระดับของทักษะ

Scott K. Lynn and Guillermo J. Noffal (2510). Department of Kinesiology, California State University ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการวิจัยเรื่อง ตำแหน่งในแนวราบของเข่าที่ทำให้เกิดแรงหมุนในการเล่นกอล์ฟ: ผลของการกำหนดตำแหน่งของเท้าด้านข้างในตำแหน่งที่ยืนอยู่ โดยข้อมูลจากบทความระบุว่า การเล่นกอล์ฟให้มีศักยภาพคนที่เล่นจะเล่นได้ดีนั้นต้องใช้เวลาเล่นไป

แล้ว 1 ปี มีการรายงานว่าผู้เล่นกอล์ฟมีการบาดเจ็บที่ตำแหน่งของเข่า แต่ยังไม่มีการบอกถึงสาเหตุในการบาดเจ็บนี้ การรับน้ำหนักของเข่าในระหว่างการตีกอล์ฟไม่ใช่สาเหตุเพียงอย่างเดียวในการบาดเจ็บ พวกเขายังมีปัจจัยในการที่เดินมากเกินไป/สภาพความเสื่อมโทรม ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาการเปลี่ยนแปลงการตีกอล์ฟที่มีผลต่อการรองรับน้ำหนักของเข่า เพื่อจะทำให้ได้รับคำแนะนำถึงความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของเท้าในการเล่นกอล์ฟ แต่อย่างไรก็ตามการวางตำแหน่งด้านหน้าในการหมุนของเข่ามีผลเป็นอย่างมากต่อการเกิดการบาดเจ็บที่เข่า ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้จึงมีการใช้รูปแบบสามมิติในการเชื่อมโยงเพื่อหาระยะตำแหน่งด้านหน้าของเข่าที่มีการหมุนระหว่างการตีกอล์ฟ ในทางตรงและการหมุนของตำแหน่งเท้า 7 หัวข้อของนักกอล์ฟและเปรียบเทียบกับการหมุนของเข่าระหว่างลักษณะการใช้และมาตรฐานในการทดสอบ การหมุนของเข่าขณะการตีกอล์ฟซึ่งเป็นการบรรยายเปรียบเทียบกับการรายงาน สำหรับ 2 ลักษณะในการปฏิบัติของนักกีฬาจากการกระโดดสูงจากพื้นดิน เข้าทางตามขั้นตอนและกิจวัตรประจำวัน (การเดิน,การขึ้นบันได) สภาพการหมุนรอบลดลงขณะที่เข่ามีการหมุนสูงสุด เมื่อเทียบกับสภาพการตีทางตรง อย่างไรก็ตาม ตำแหน่งของเท้ามีผลต่อการหมุนของเข่าเพื่อเกิดแรงผลักที่สูงสุด นอกจากนี้ตำแหน่งของเข่าได้แสดงให้เห็นว่าในช่วงระหว่าง 2 กิจกรรมในชีวิตประจำวัน โดยทุกวันมีผลเล็กน้อยยิ่งกว่าประสบการณ์ระหว่าง 2 กิจกรรมที่มีความแตกต่างกันในลักษณะการเล่นกอล์ฟ การเชื่อมโยงระหว่างการลอยตัวจากพื้นดิน และการตีกอล์ฟ หัวเข่ามีการหมุนระหว่างช่างเวลาที่เหมือนกัน (การหมุนทางตรง -5% การหมุนรอบ =+8%) อย่างไรก็ตาม เหตุการณ์การหมุนรอบซึ่งเกี่ยวข้องกับขั้นตอนมากถึง 50 – 71% หัวเข่าที่อยู่ในตำแหน่งการตีกอล์ฟ การรับน้ำหนักของเข่าในตำแหน่งการตีกอล์ฟที่มีการกำหนด อาจเป็นปัจจัยในการพัฒนาและความก้าวหน้าของโรคเกี่ยวกับเข่า และในตอนท้ายผู้ได้กล่าวว่า การวิจัยครั้งต่อไปควรตรวจสอบวิธีการเตรียม และการรับน้ำหนักที่ได้ผ่านการออกกำลังกายและการแก้ไขลักษณะการตีแล้ว

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้คณะผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นที่จะทำการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสและทำการประเมินสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้น อีกทั้งคณะผู้วิจัยคาดว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ฝึกซ้อมที่ใกล้เคียงกับการตีลูกโต้แบบข้ามคอร์ดได้ ทำให้ผู้ฝึกซ้อมต้องวิ่งไปจุดที่กำหนดและสามารถตีได้แม่นยำขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพในฝึกซ้อมและการเรียนเทนนิส กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายในการรอลูกเพื่อตีขณะฝึกซ้อมช่วยในการฝึกหัดทักษะต่างๆ ในการเล่นเทนนิสเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน และสามารถทำให้เกิดการพัฒนาอย่างชัดเจน และทดแทนการนำเข้าเครื่องยิงลูกเทนนิส เพื่อเป็นการประหยัดเงินตราต่างประเทศ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสนี้ผู้จัดทำงานวิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินวิจัย เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 แผนผังแสดงกระบวนการออกแบบ และสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.2 การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.3 วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.4 สร้างชุดโครงสร้างเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิส

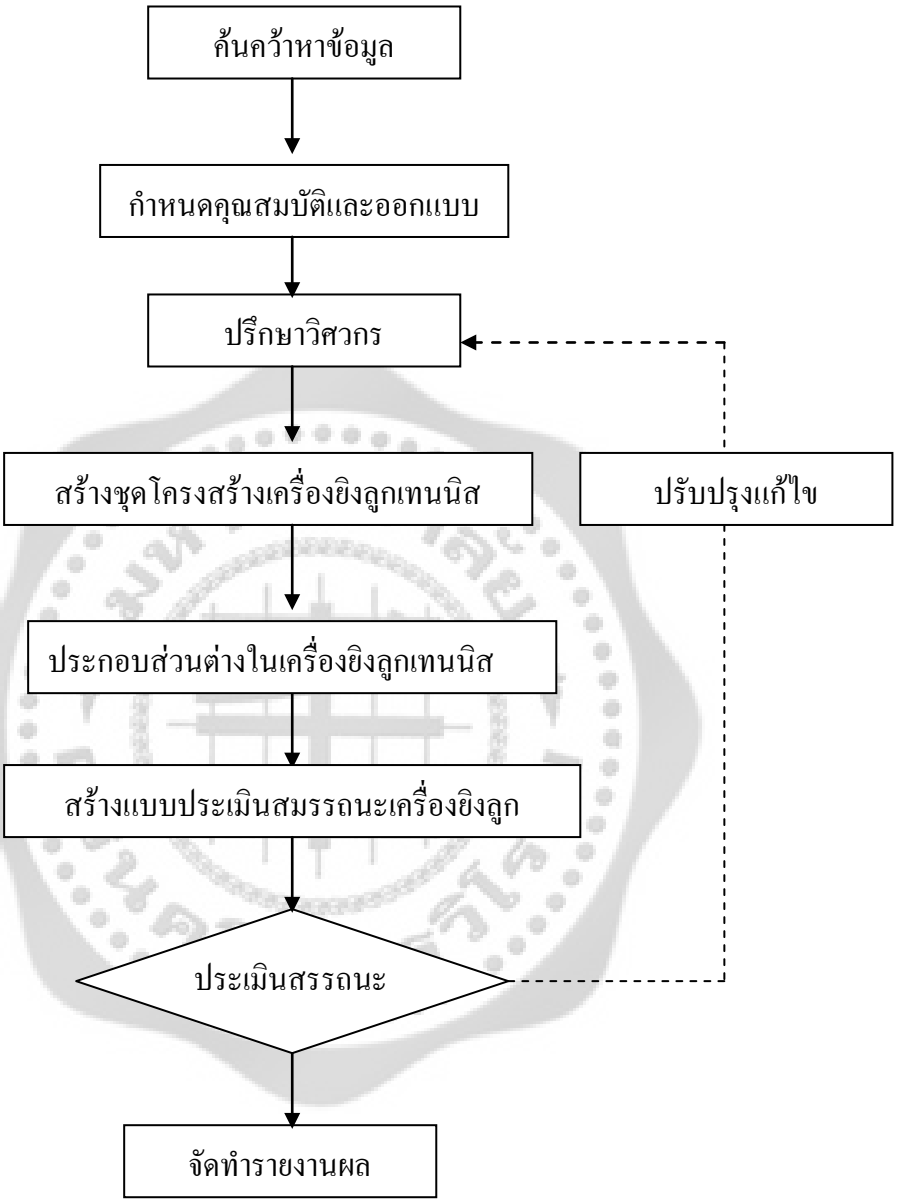
3.5 สร้างส่วนประกอบต่างๆในเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.6 สร้างแบบประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.7 การประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส

คณะผู้วิจัย ใช้สถานที่ในการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสที่โรงฝึกงานสาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 114 ซอยสุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ

3.1 แผนผังแสดงกระบวนการออกแบบ และสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส



ภาพประกอบที่ 3.1แผนผังแสดงกระบวนการออกแบบ และสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

1. ค้นคว้าหาข้อมูลจากตำรา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยิงลูกเทนนิส ศึกษาความต้องการ ข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การแข่งขันและการฝึกซ้อมกีฬาเทนนิส

2. กำหนดคุณสมบัติและออกแบบ ค้นคว้าหาข้อมูลลักษณะจำเพาะ รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย คุณลักษณะ ขนาด ราคา วัสดุ สมรรถนะ น้ำหนัก ขนาดต่างๆ พร้อมทั้งบางสิ่งบางอย่างที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากการออกแบบ เช่น กรรมวิธีการผลิต ความชำนาญของช่างและการแข่งขันทางด้านตลาด เป็นต้น การออกแบบงานต้องทำตามเกณฑ์ที่กำหนด และสิ่งสำคัญต่างๆ ที่เป็นข้อควรระมัดระวังและปฏิบัติ

3. ปรึกษาวิศวกรนำแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ออกแบบไปขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องจักรและผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าอีเล็กทรอนิกส์ เพื่อพิจารณาตรวจรายละเอียดแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4. สร้างชุดโครงสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส เมื่อศึกษารายละเอียดแล้ว คณะผู้วิจัย จะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์และจิตกรในเวลาเดียวกัน บางครั้งอาจจะต้องใช้แบบประกอบของชิ้นงานสำเร็จด้วย มาทำการสร้างชุดโครงสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

5. ประกอบส่วนต่างในเครื่องยิงลูกเทนนิส เมื่อได้สร้างชุดโครงสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสแล้วคณะผู้วิจัยได้ทำการประกอบอุปกรณ์ต่างๆเข้ากับโครงสร้าง เช่น มอเตอร์ชุดสง มอเตอร์ชุดยิง ชุดควบคุมการยิง เป็นต้น

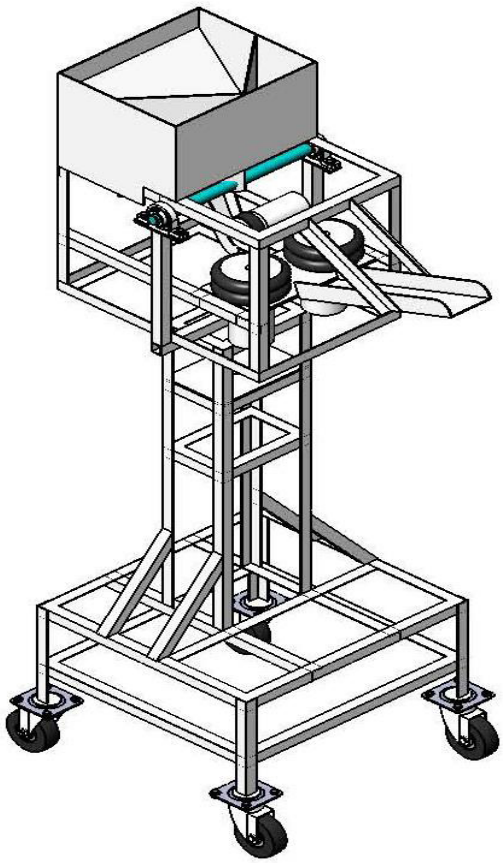
6. สร้างแบบประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส หลังจากได้ทำการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสและได้ทำการทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องในการทำงานของชุดอุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องยิงลูกเทนนิสให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คณะผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยประกอบด้วย 1.สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส 2. สมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส 3.ข้อเสนอแนะ

7. ประเมินสรรถนะ เมื่อได้ทำการออกแบบ สร้างต้นแบบ และประกอบส่วนต่างในเครื่องยิงลูกเทนนิสเรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยได้ ทำการทดสอบสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิสเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

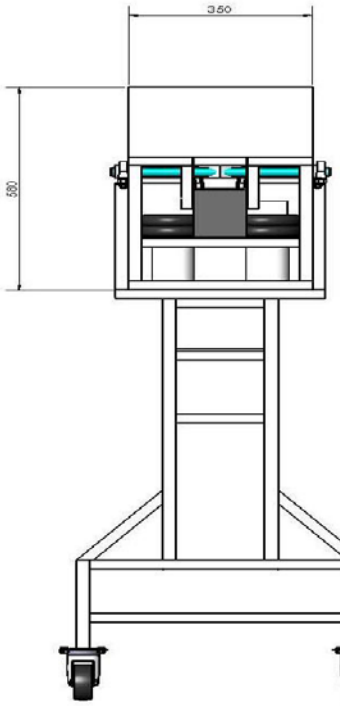
8. จัดทำรายงานผล หลังจากที่คณะผู้วิจัยได้ประเมินสรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิสและได้ผลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดแล้ว ได้ทำการเขียนรายงานผลและส่งตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเพื่อเผยแพร่ต่อไป

3.2 การออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิส

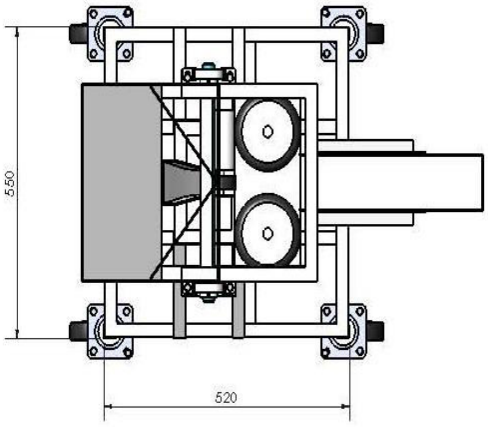
3.2.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส



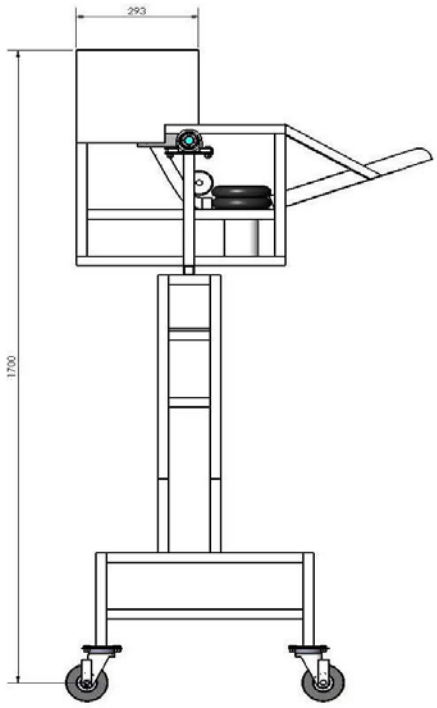
ภาพประกอบที่ 3.2 แบบโครงสร้างของเครื่องยิงลูกเทนนิส



ภาพประกอบที่ 3..3 แบบโครงสร้างด้านหน้าของเครื่องยิงลูกเทนนิส

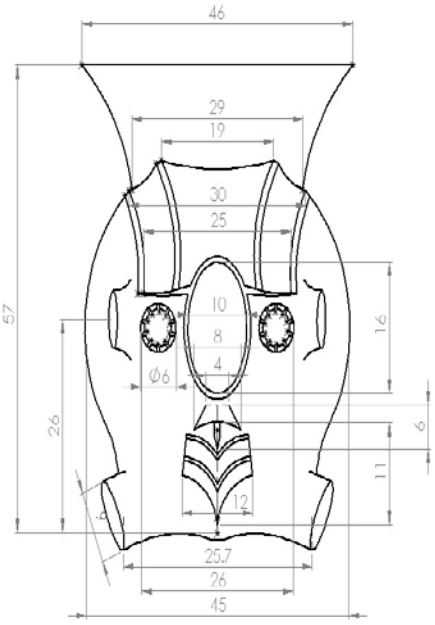


ภาพประกอบที่ 3.4 แบบโครงสร้างด้านบนของเครื่องยิงลูกเทนนิส



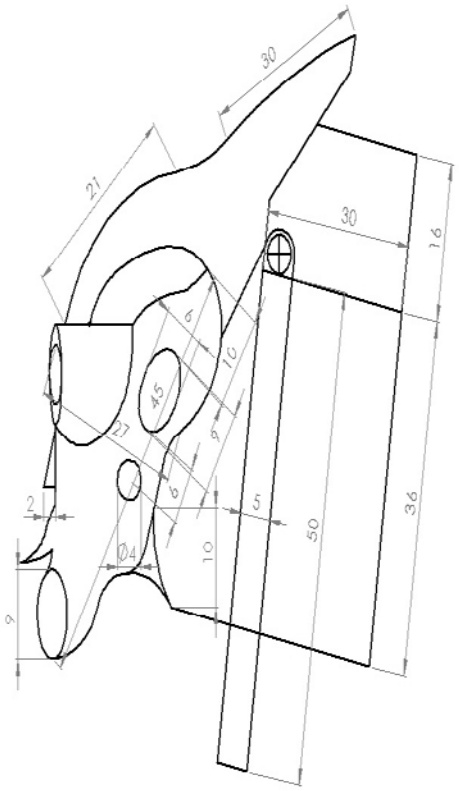
ภาพประกอบที่ 3.5 แบบโครงสร้างด้านข้างของเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.2.2 การออกแบบด้านหน้าส่วนบนของเครื่องยิงลูกเทนนิส



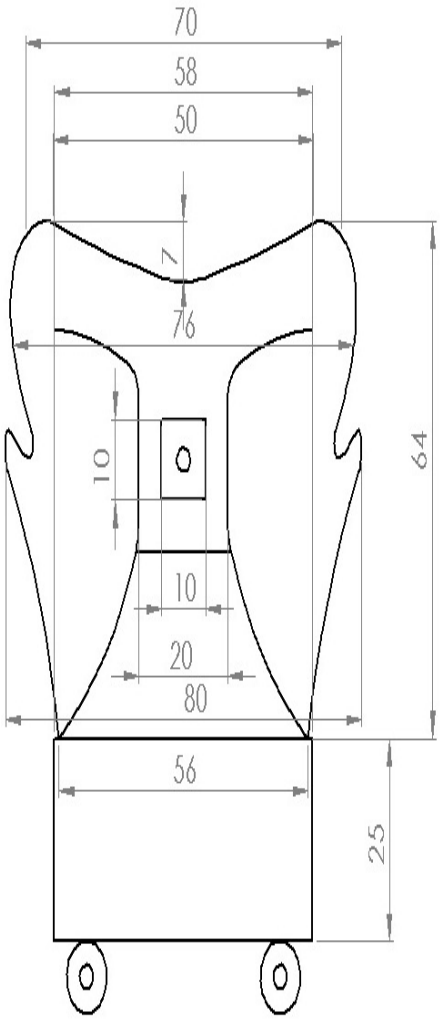
ภาพประกอบที่ 3.6 แบบด้านหน้าส่วนบนของเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.2.3 การออกแบบด้านข้างส่วนบนของเครื่องยิงลูกเทนนิส



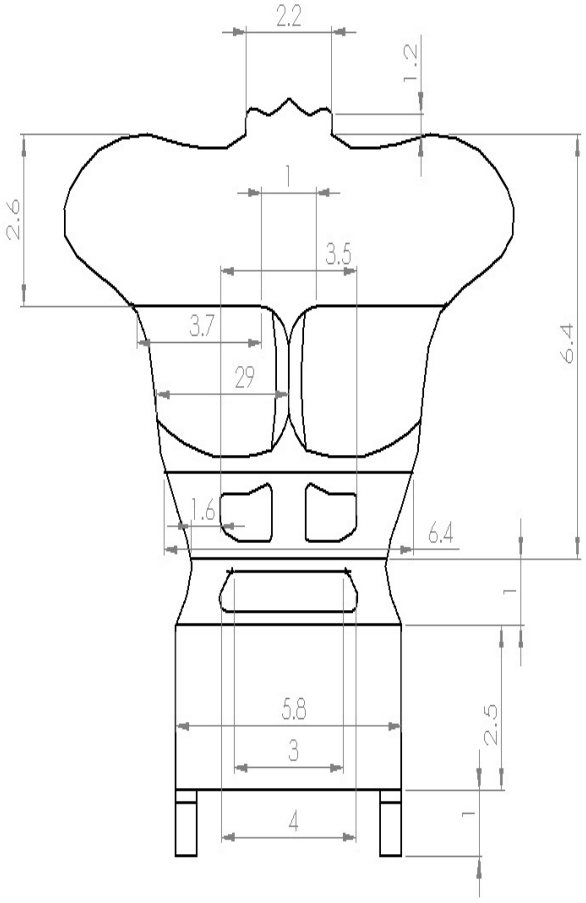
ภาพประกอบที่ 3.7 แบบด้านข้างส่วนบนของเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.2.4 การออกแบบด้านหน้าส่วนล่างของเครื่องยิงลูกเทนนิส



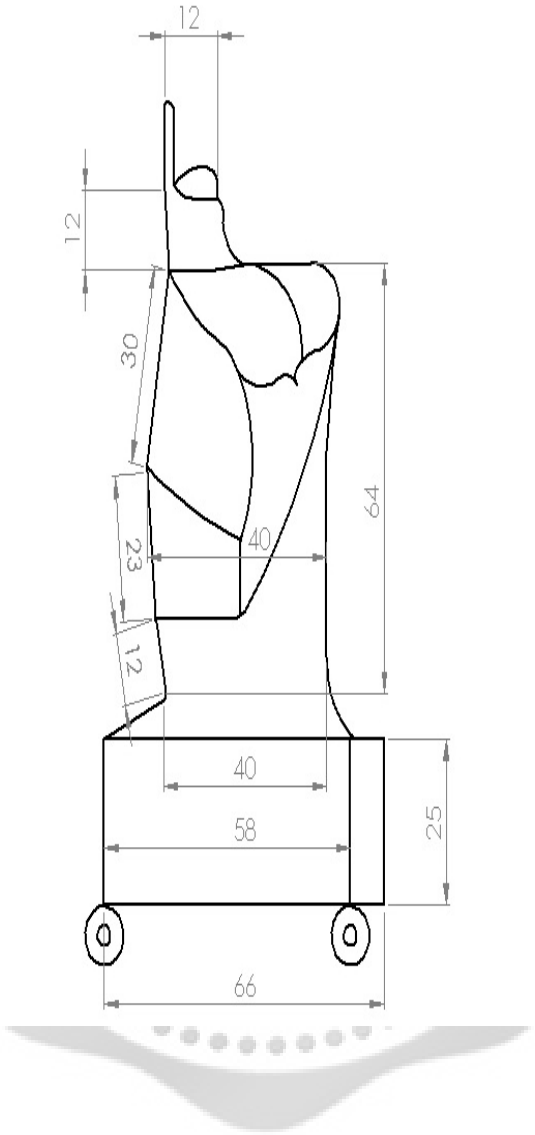
ภาพประกอบที่ 3.8 แบบด้านหน้าส่วนล่างของเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.2.5 การออกแบบด้านหลังของเครื่องยิงลูกเทนนิส



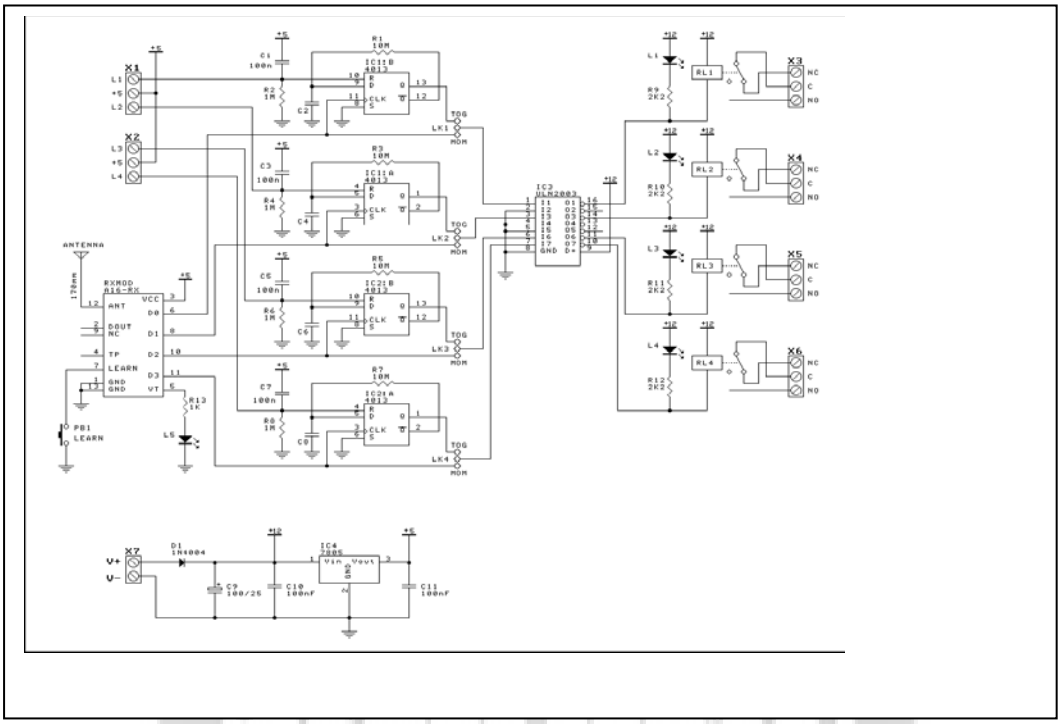
ภาพประกอบที่ 3.9 แบบด้านหลังของเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.2.6 การออกแบบด้านข้างของเครื่องยิงลูกเทนนิส



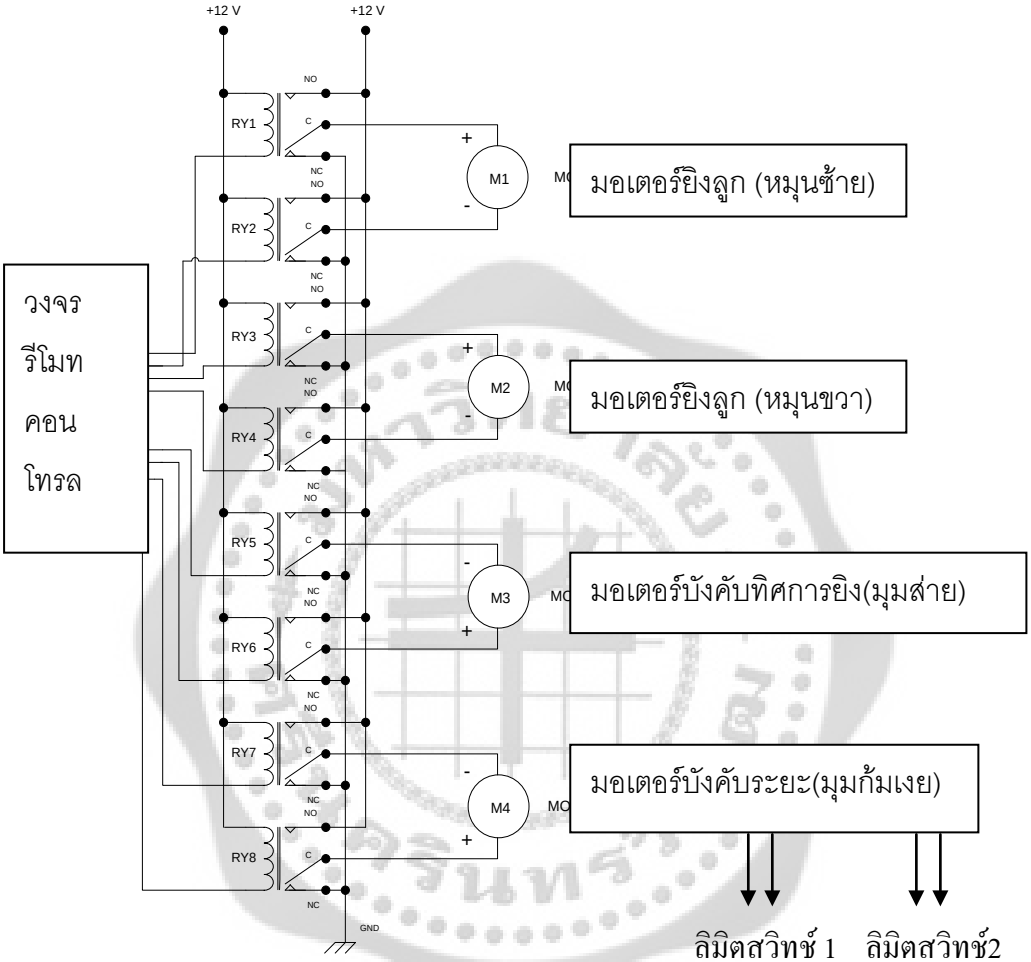
ภาพประกอบที่ 3.10 แบบด้านข้างของเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.2.7 การออกแบบวงจรจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับมอเตอร์เครื่องยิงลูกเทนนิส



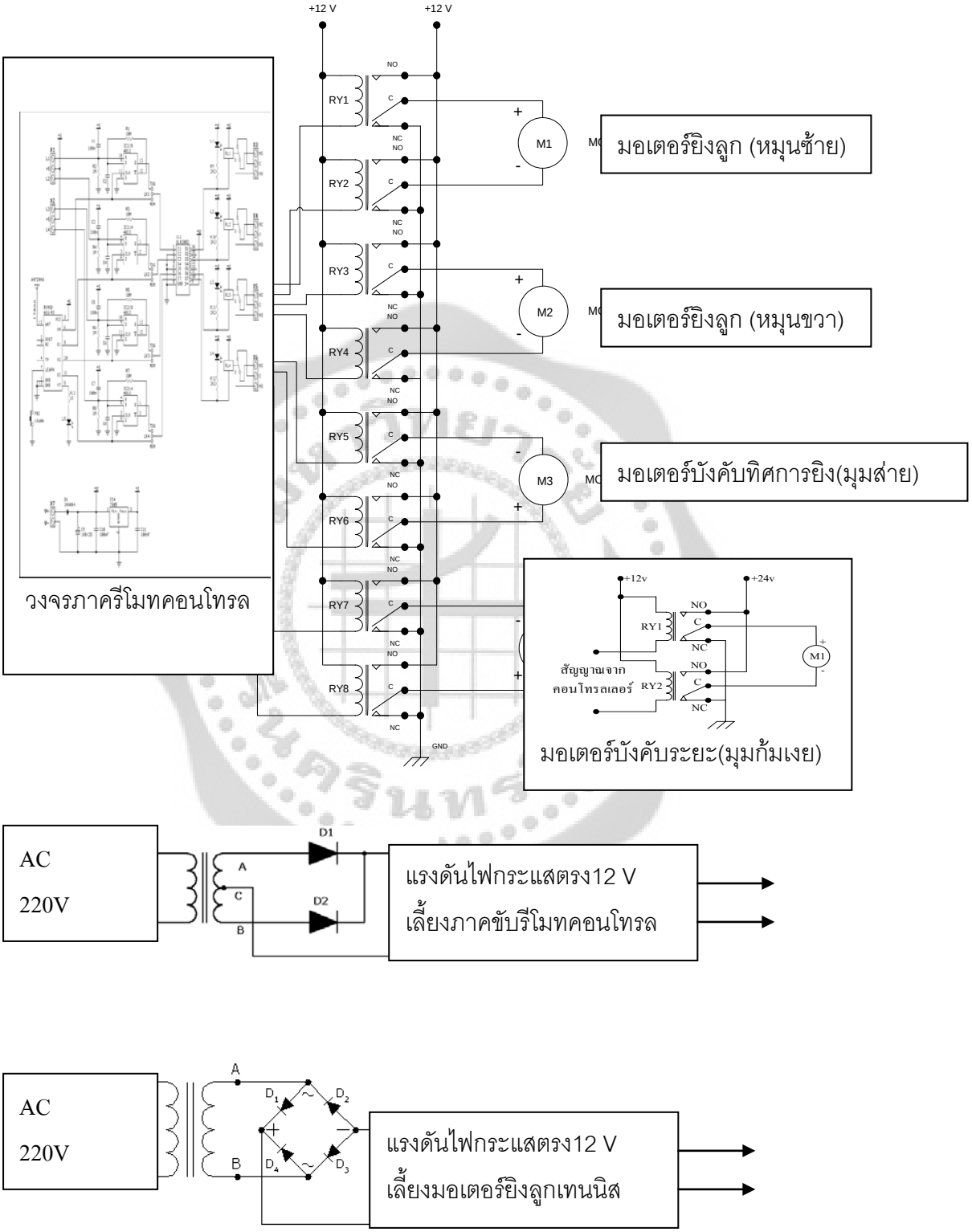
ภาพประกอบที่ 3.11 วงจรภาครีโมทคอนโทรล

3.2.8 การออกแบบระบบเชื่อมต่อวงจร



ภาพประกอบที่ 3.12 การจัดระบบเชื่อมต่อวงจร

3.2.9 การออกแบบวงจรไฟฟ้าของเครื่องยิงลูกเทนนิสทั้งระบบ



ภาพประกอบที่ 3.13 วงจรไฟฟ้าของเครื่องยิงลูกเทนนิสทั้งระบบ

3.2.10 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณบังคับระยะไกลชนิดไร้สาย

ภาพประกอบที่ 3.14 อุปกรณ์รับส่งสัญญาณบังคับระยะไกลชนิดไร้สาย

3.3 วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	รวม
1	เหล็กกล่อง 1” x 1”	5 เส้น	250 บาท	1,250 บาท
2	เหล็กกล่อง 1” x 2”	5 เส้น	350 บาท	1,750 บาท
3	เหล็กฉาก 1” x 1”	5 เส้น	200 บาท	1,000 บาท
4	เหล็กฉาก 1” x 2”	5 เส้น	250 บาท	1,250 บาท
5	ลูกปืน	6 ตลับ	300 บาท	1,800 บาท
6	สายไฟ 1ม.ม	1ขด	1,400 บาท	1,400 บาท
7	สายไฟ 1.5 ม.ม	1ขด	2,000 บาท	2,000 บาท
8	ล้อยาง 6 นิ้ว	4 ล้อ	200 บาท	800 บาท
9	ล้อยาง 4 นิ้ว	1 ล้อ	150บาท	150 บาท
10	มอเตอร์	5 ตัว	2,000 บาท	10,000 บาท
11	หม้อแปลง	1ตัว	2,800 บาท	2,800 บาท
12	หางปลา	1ถุง	400 บาท	400 บาท
13	แจ็คต่อสาย	1ถุง	400 บาท	400 บาท
14	เทปพันสายไฟ	1แถว	240 บาท	240 บาท
15	สวิทช์	12 ตัว	40 บาท	480 บาท
16	เบรคเกอร์	2 ตัว	200 บาท	400 บาท
17	ชุดรีโมท	1ชุด	4,500 บาท	4,500 บาท

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	รวม
18	กล่องใส่แผงวงจร	1กล่อง	1,200 บาท	1,200 บาท
19	ตัวกดรีโมท	2 อัน	800 บาท	1,600 บาท
20	ไฟเบอร์	1 ม้วน	2,500 บาท	2,500 บาท
21	น้ำยาเลซิน	1 ปี๊บ	1,500 บาท	1,500 บาท
22	แลคเกอร์	1กระป๋อง	800 บาท	800 บาท
23	ทินเนอร์	1กระป๋อง	500 บาท	500 บาท
24	น้ำมันสน	1กระป๋อง	500 บาท	500 บาท
25	สีแดง	1 กระป๋อง	540 บาท	540 บาท
26	สีเทา	1 กระป๋อง	540 บาท	540 บาท
27	สีเหลือง	1 กระป๋อง	540 บาท	540 บาท
28	สีรองพื้น	1 กระป๋อง	540 บาท	540 บาท
29	ลูกเทนนิส	10 กระป๋อง	320 บาท	3,200บาท
30	บูท	4อัน	120 บาท	480 บาท
31	น๊อต	1ถุง	300 บาท	300 บาท
32	สกรู	1ถุง	300 บาท	300 บาท
33	แก๊ส	1ถัง	480 บาท	480 บาท
34	ฐูปเชื่อม	1ห่อ	240 บาท	240 บาท
35	ใบตัดเหล็ก	4 อัน	80 บาท	320 บาท
36	กระดาษทราย	1โหล	240 บาท	240 บาท
37	ปลั๊กไฟตัวผู้และตัวเมีย	1 ชุด	400 บาท	400 บาท
38	สกูล	1ถุง	200 บาท	200 บาท
39	ล้อเหล็ก	4ล้อ	300 บาท	1,200 บาท
40	ใบเจีย	2ใบ	80 บาท	160 บาท
41	สีเขียว	1 กระป๋อง	540 บาท	540 บาท
42	ไม้อัด	1 แผ่น	420 บาท	420 บาท
43	ฟิวส์	1 กล่อง	200 บาท	200 บาท
44	ตลับเมตร	1 อัน	250 บาท	250 บาท
45	ระดับน้ำ	1 อัน	850 บาท	850 บาท
46	ลิมิตสวิทช์	2 อัน	200 บาท	400 บาท
47	ลีเลย์	4 ตัว	250 บาท	1,000 บาท

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	รวม
48	คีม	2 อัน	320 บาท	640 บาท
49	ไขควง	4 อัน	150 บาท	600 บาท
50	มัลติมิเตอร์	1 อัน	1,200 บาท	1,200 บาท
	รวม			**55,000 บาท**

3.4 สร้างชุดโครงสร้างเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิส

โครงเสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสทำจากเหล็กเพื่อทำหน้าที่จับยึดชิ้นส่วน กลไก และอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งหมด ในการออกแบบและสร้างผู้วิจัยได้คำนึงถึงการที่เครื่องจะต้องสามารถเคลื่อนที่ได้ เคลื่อนย้ายหรือเคลื่อนที่ไป-มา ได้โดยสะดวกหรือมีความคล่องตัว ดังนั้นโครงสร้างจึงต้องมีความแข็งแรง ดังนั้นโครงสร้างจึงทำจากเหล็กโดยมีความกว้างของฐานเครื่องกว้าง55 ลึก52 เซนติมิเตอร์ มีความสูงจากฐานถึงส่วนบนสุด 160 เซนติมิเตอร์ และเชื่อมชุดโครงเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิสในแต่ละส่วนที่ได้ออกแบบไว้ในตอนต้น

ชุดโครงเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิสแบ่งออกเป็น 5 ส่วน

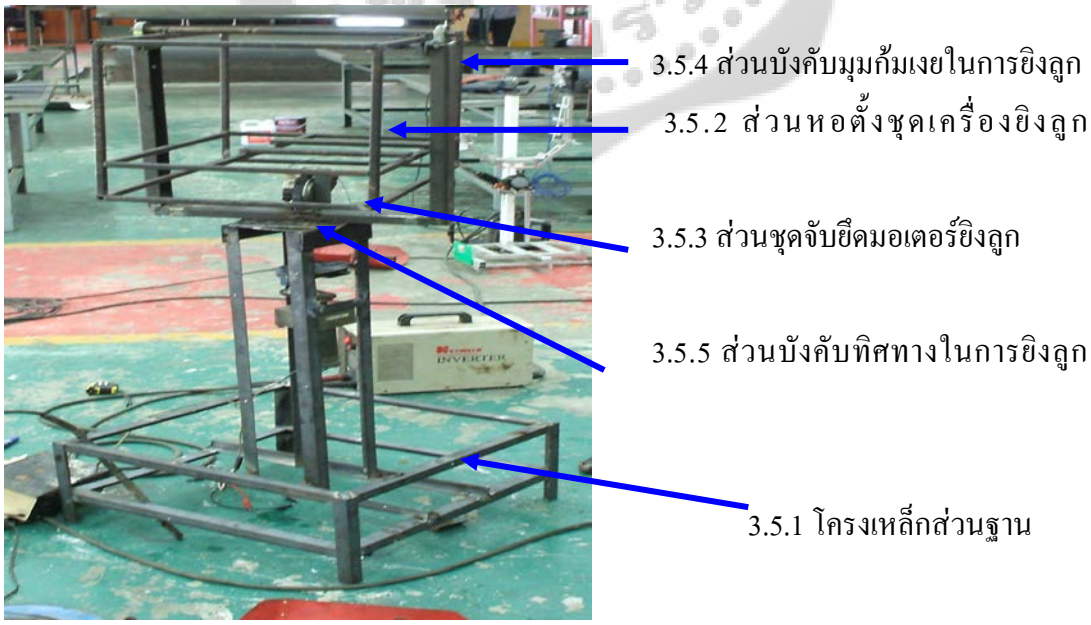
3.4.1 โครงเหล็กส่วนฐาน

3.4.2 โครงเหล็กส่วนหอตั้งชุดเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.4.3 โครงเหล็กส่วนชุดจับยึดมอเตอร์ยิงลูกเทนนิส

3.4.4 โครงเหล็กส่วนบังคับมุมก้ม-เงยในการยิงลูกเทนนิส

3.4.5 โครงเหล็กส่วนบังคับทิศทางในการยิงลูกเทนนิส



ภาพประกอบที่ 3.15 สร้างชุดโครงสร้างเหล็กเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.5 สร้างส่วนประกอบต่างๆในเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.5.1 ชุดบรรจุลูก

3.5.2 ชุดปล่อยลูกเทนนิส

3.5.3 ชุดหัวยิง

3.5.4 ชุดรีโมทคอนโทรล

3.5.1 ชุดบรรจุลูก

ชุดบรรจุลูกเทนนิสมีหน้าที่บรรจุหรือจัดเก็บลูกเทนนิส ทำด้วยเหล็กแผ่นจับยึด Rivet ขนาด 30 x 37 x 7 cm สามารถบรรจุลูกได้ 30 ลูก

ภาพประกอบที่ 3.16 ชุดบรรจุลูก

3.5.2 ชุดปล่อยลูกเทนนิส

ทำหน้าที่ส่งลูกจากชุดถังบรรจุลูกเทนนิสไปสู่ชุดหัวยิง ประกอบด้วยมอเตอร์ D.C. 12 V ความเร็วสูงสุด 10 รอบต่อนาที ล้อยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 cm

ภาพประกอบที่ 3.17 ชุดปล่อยลูกเทนนิส

3.5.3 ชุดหัวยิง

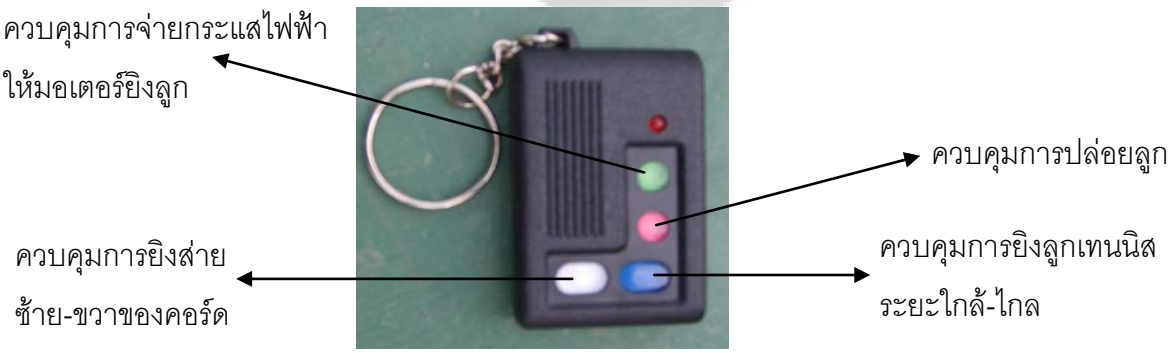
ทำหน้าที่ยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วยล้อยาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm จำนวน 4 ล้อ ประกอบเข้ากับมอเตอร์ D.C. 12 V ความเร็วรอบ 5000 รอบต่อนาที จำนวน 2 ตัวโดยมีทิศทางการหมุนตรงกันข้าม

ภาพประกอบที่ 3.18 ชุดหัวยิงลูกเทนนิส

3.5.4 ชุดรีโมทคอนโทรล ประกอบด้วย

3.4.4.1 ชุดรีโมท ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องยิงลูกเทนนิส มี 4 รูปแบบ

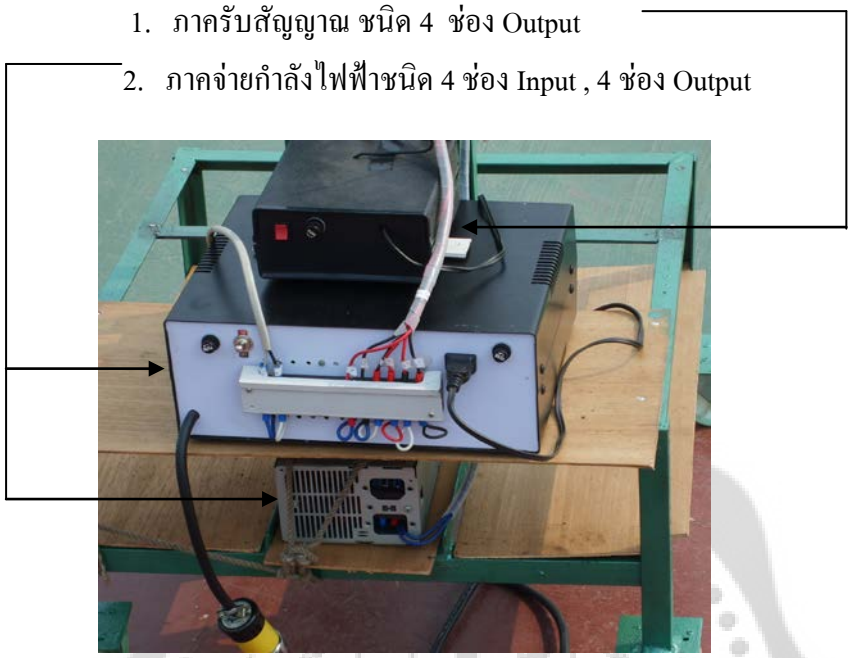
1. ควบคุมการปล่อยลูก
2. ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์ยิงลูก
3. ควบคุมการยิงส่ายซ้าย-ขวาของคอร์ด
4. ควบคุมการยิงลูกเทนนิสระยะ ใกล้ –ไกล



ภาพประกอบที่ 3.19 ชุดรีโมทคอนโทรล

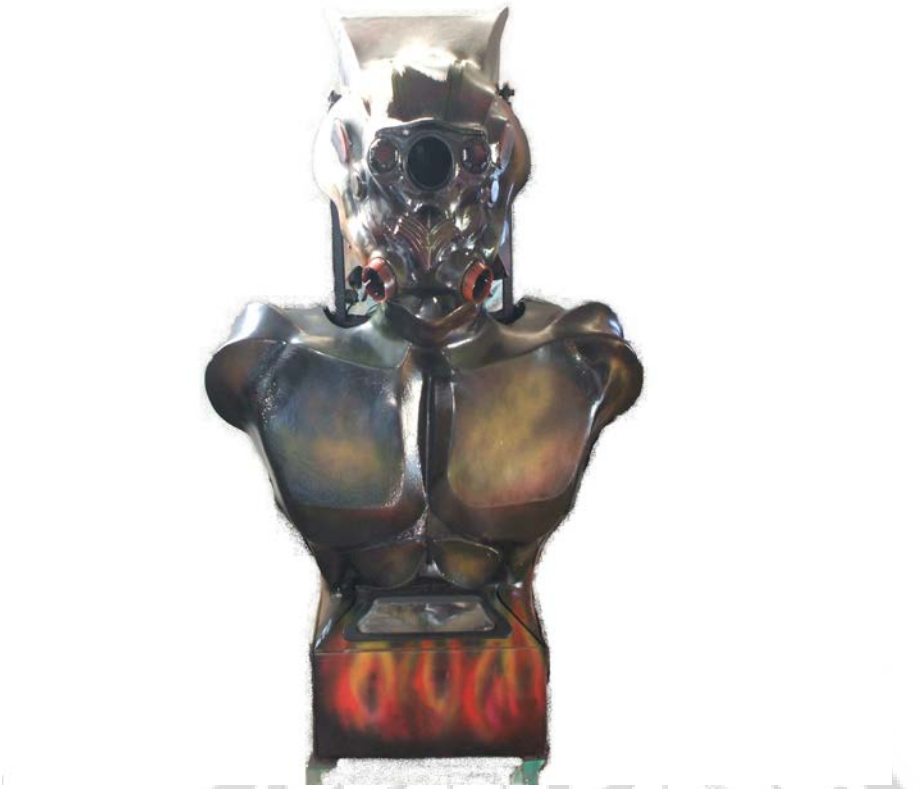
3.5.4.2 ชุดคอนโทรลและจ่ายกำลังไฟฟ้า ทำหน้าที่รับสัญญาณจากตัวส่งรีโมท เพื่อสั่งการภาคกำลังไฟฟ้าประกอบด้วย

1. ภาครับสัญญาณ ชนิด 4 ช่อง Output
2. ภาคจ่ายกำลังไฟฟ้าชนิด 4 ช่อง Input , 4 ช่อง Output



ภาพประกอบที่ 3.20 ชุดคอนโทรลและจ่ายกำลังไฟฟ้า

ภาพประกอบที่ 3.21 โครงสร้างภายในของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สร้างเสร็จแล้ว



ภาพประกอบที่ 3.22 เครื่องยิงลูกเทนนิสที่สร้างเสร็จแล้ว

3.6 สร้างแบบประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส

หลังจากได้ทำการสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิสและได้ทำการทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องในการทำงานของชุดอุปกรณ์ทั้งหมดของเครื่องยิงลูกเทนนิสให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คณะผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยประกอบด้วย 1. สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส 2. สมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส 3. ข้อเสนอแนะ โดยแบบการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส ซึ่งจะทำการประเมินเพื่อวัดสมรรถนะในเรื่องต่างๆดังนี้

1. ความสามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที
2. ความสามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศา
3. ความสามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่
4. ความสามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย
5. ความสามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ

ตอนที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะทางด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ซึ่งจะทำการประเมินเพื่อวัดสมรรถนะในด้านต่างๆดังนี้

1. ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม
2. ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง
3. ด้านการเก็บรักษาเครื่อง
4. ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม
5. ด้านการเคลื่อนย้ายเครื่อง
6. ด้านความแข็งแรงของเครื่อง
7. ด้านความปลอดภัยของเครื่อง

ตอนที่ 3 แบบข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

3.6.1 เกณฑ์การประเมิน

ตอนที่ 1 ประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส ซึ่งจะทำการประเมินเพื่อวัดสมรรถนะว่าสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดหรือไม่

ตอนที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญประเมินสมรรถนะ ด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยให้ เขียนเครื่องหมาย √ ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมิน

เกณฑ์การประเมิน	คะแนน
ดีมาก	5
ดี	4
พอใช้	3
ต้องปรับปรุง	2
ใช้ไม่ได้	1

การแปลความหมาย

ระดับคะแนน	หมายถึง
4.51-5.00	ดีมาก
3.51-4.50	ดี
2.51-3.50	พอใช้
1.51-2.50	ต้องปรับปรุง
1.00-1.50	ใช้ไม่ได้

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

การวิจัยครั้งนี้ทางผู้วิจัย เก็บรวมรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean)

สูตรค่าเฉลี่ย (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

2. การวิเคราะห์แบบสอบถามที่เป็น Rating Scale ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Standard Deviation (S.D.)

สูตรค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545.)

$$\text{สูตร S.D.} = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

$\sum x$ แทน ผลรวมของค่าคะแนน

3. การวิเคราะห์ T-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ที่กำหนด (บุญชม ศรีสะอาด. 2545.)

$$T = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{SD}{\sqrt{n}}}$$

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ คือ ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์ 4.00

S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.7 การประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส

คณะผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญทำการแบบประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่สร้างขึ้น ดังรายนามดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วินัย พูลศรี อาจารย์ภาควิชาพลศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. รองศาสตราจารย์ธนรัตน์ แต้วัฒนา วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำคุณ ศรีสนิท วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์ วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
6. อ.ดร.ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
7. อาจารย์ พิษณุเวท โพธิ์เพ็ชร รองผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษก มีนบุรี
8. อาจารย์ พงค์สิลป์ รัตนอุดม รองผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
9. อาจารย์ สุรพงษ์ ไชยเสนา หัวหน้าแผนกช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพกาญจนบุรี
10. นาย พิมล พร้อมมูล ผู้จัดการฝ่ายผลิต บริษัท คาลโซนิค คันเซ (ประเทศไทย) จำกัด
11. นาย พายัพ ชูวงศ์ เลขาชมรมเทนนิส มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
12. นาย ทศพล บุญธรรม ผู้ฝึกสอนกีฬาเทนนิส
13. นาย เจริญศักดิ์ ชูวงศ์ ผู้ฝึกสอนกีฬาเทนนิส

ภาพประกอบที่ 3.23 คณะผู้เชี่ยวชาญที่ร่วมประเมินสมรรถนะเครื่องยิงลูกเทนนิส

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความเข้าใจให้ตรงกันในการแปลความหมาย และการนำเสนอผลการศึกษาวิจัย การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล ดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. ลำดับขั้นการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส

ตอนที่ 2 ผลการประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส ซึ่งสามารถ นำเสนอเป็นข้อๆดังนี้

1. ทดสอบสามารถยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที
2. สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาได้
3. สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่
4. สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย
5. สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิส ยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ

ตาราง ที่ 4.1 แสดง สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ผลการทดสอบ	ร้อยละ
1	สามารถยิงลูกเทนนิสได้ ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที	15 ลูกต่อนาที	ทำได้ผ่านเกณฑ์	100.00
2	สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาได้	30 ครั้ง	ทำได้ 30 ครั้ง ผ่านเกณฑ์	100.00
3	สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่	30 ครั้ง	ทำได้ 30 ครั้ง ผ่านเกณฑ์	100.00
4	สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย	30 ครั้ง	ทำได้ 30 ครั้ง ผ่านเกณฑ์	100.00
5	สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิส ยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ	30 ครั้ง	ทำได้ 30 ครั้ง ผ่านเกณฑ์	100.00
	สรุป		ผ่านเกณฑ์	100.00

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการประเมินผลความสามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที ผลปรากฏว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสสามารถยิงลูกเทนนิสได้มากกว่า 10 ลูกต่อนาที คิดเป็นร้อยละร้อย สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาได้ ผลปรากฏว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสสามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาจำนวน 30 ครั้งสามารถทำได้ทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละร้อย สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ ผลปรากฏว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสสามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่จำนวน 30 ครั้งสามารถทำได้ทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละร้อย สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย ผลปรากฏว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสสามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สายจำนวน 30 ครั้ง สามารถทำได้ทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละร้อย และสามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิส ยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ ผลปรากฏว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสสามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติจำนวน 30 ครั้ง สามารถทำได้ทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นร้อยละร้อย สรุปได้ว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ผู้วิจัย ได้ออกแบบละสร้างขึ้น มีสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิสผ่านเกณฑ์ทุกด้าน คิดเป็นร้อยละร้อย

ตอนที่ 2 ผลการประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส

สมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส

ตารางที่ 4.2 : ผลการประเมินสมรรถนะทางด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส

รายการทดสอบ	**ผลการประเมิน**			
	$\overline{X}$	**S.D.**	**t**	**ระดับ**
1. ความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม	4.40	0.22	6.697**	ดี
2. การบำรุงรักษาเครื่อง	4.83	0.16	18.917**	ดีมาก
3. การเก็บรักษาเครื่อง	4.71	0.14	18.500**	ดีมาก
4. ขนาดของเครื่องยิงลูกเทนนิสที่เหมาะสม	4.12	0.17	2.521*	ดี
5. ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.23	0.16	5.196**	ดี
6. ความแข็งแรงของเครื่อง	4.82	0.17	17.105**	ดีมาก
7. ความปลอดภัยของเครื่อง	4.41	0.15	10.119**	ดี
รวม	**4.50**	**0.05**	**36.075****	**ดี**

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่า สมรรถนะทางด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 13 คน ผลการประเมินสมรรถนะทางด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ในด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับ

ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ด้านการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ด้านความแข็งแรงของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 ด้านความปลอดภัยของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 สรุปว่าเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสจำนวน 7 ด้าน โดยแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

ข้อ	สมรรถนะด้านกายภาพ	ผลการประเมิน		
		$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
	ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม			
1	สามารถติดตั้งเครื่องยิงได้ทุกตำแหน่งในสนาม	4.15	0.38	ดี
2	ความสะดวกในการติดตั้งเครื่องยิง	4.15	0.38	ดี
3	มีวัสดุปิดเพื่อป้องกันความเสียหายสำหรับอุปกรณ์และชุดควบคุม	5.00	0.00	ดีมาก
4	สะดวกในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าในสนาม	4.31	0.48	ดี
	รวม	4.40	0.22	ดี
	ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง			
1	มีชิ้นส่วนประกอบวัสดุโครงสร้างน้อย บำรุงรักษาง่าย	4.85	0.38	ดีมาก
2	ถอดประกอบง่าย	4.85	0.38	ดีมาก
3	อะไหล่ใช้ซ่อมสามารถหาซื้อได้ง่าย	4.69	0.48	ดีมาก
4	ผู้ใช้สามารบำรุงรักษาเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง	4.92	0.28	ดีมาก
	รวม	4.83	0.16	ดีมาก
	ด้านการเก็บรักษาเครื่อง			

ข้อ	สมรรถนะด้านกายภาพ	ผลการประเมิน		
		$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1	ใช้พื้นที่น้อยในการเก็บรักษา	4.08	0.28	ดี
2	วัสดุโครงสร้างภายนอกใช้วัสดุที่ป้องกันความชื้นและฝุ่น	4.77	0.44	ดีมาก
3	มีวัสดุโครงสร้างภายนอกห่อหุ้มเพื่อป้องกันการกระแทก	5.00	0.00	ดีมาก
4	มีอุปกรณ์ปิดกล่องควบคุม	5.00	0.00	ดีมาก
	รวม	4.71	0.14	ดีมาก
	ด้านความเหมาะสมของขนาดเครื่อง			
1	เครื่องยิงมีน้ำหนักเบา	3.85	0.38	ดี
2	ขนาดสามารถขนย้ายได้สะดวก	3.77	0.44	ดี
3	เครื่องยิงมีรูปทรงสวยงาม	5.00	0.00	ดีมาก
4	มีขนาดเล็กเหมาะสมใช้งานภาคสนาม	3.85	0.38	ดี
	รวม	4.12	0.17	ดี
	ด้านการเคลื่อนย้าย			
1	ตัวเครื่องสามารถเคลื่อนย้ายได้	5.00	0.00	ดีมาก
2	วัสดุโครงสร้างมีน้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายสะดวก	3.69	0.48	ดี
3	มีอุปกรณ์ช่วยผ่อนแรงในการเคลื่อนย้าย	4.00	0.00	ดี
	รวม	4.23	0.16	ดี
	ด้านความแข็งแรงของเครื่อง			
1	การออกแบบโครงสร้างมีความมั่นคงแข็งแรง	5.00	0.00	ดีมาก
2	ใช้วัสดุที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและแข็งแรง	5.00	0.00	ดีมาก
3	ใช้วัสดุที่ไม่มีลักษณะของชิ้นส่วนไม่แตกหักง่าย	4.46	0.52	ดี
	รวม	4.82	0.17	ดีมาก
	ด้านความปลอดภัยของเครื่อง			
1	โครงห่อหุ้มเครื่องไม่มีส่วนแหลมคมเป็นอันตราย	4.23	0.44	ดี
2	โครงสร้างภายนอกใช้วัสดุที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าดูด	5.00	0.00	ดีมาก
3	การประกอบตัวเครื่องมีความเรียบร้อย	4.00	0.00	ดี

ข้อ	สมรรถนะด้านกายภาพ	ผลการประเมิน		
		$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
	รวม	4.41	0.15	ดี

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสจำนวน 7 ด้าน โดยแต่ละด้านพบว่า ด้านการซ่อมบำรุงเครื่องมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.83 ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 รองลงมาคือด้านความแข็งแรงของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 รองลงมาคือด้านการเก็บรักษาเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 รองลงมาคือด้านความปลอดภัยของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 รองลงมาคือ ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 รองลงมาคือด้านการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตอนที่ 3 แบบข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส

ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอให้พิจารณาเรื่องน้ำหนักของเครื่องยิงลูกเทนนิสซึ่งอาจจะมีปัญหาในการเคลื่อนย้ายไปยังที่ไกลๆ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส ผู้วิจัยประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส และประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสดังนี้

1. สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วย

1.1 สามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย

1.2 สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศา ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย

1.3 สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย

1.4 สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สายผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย

1.5 สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย

สรุปได้ว่าเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. สมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ประกอบด้วย

2.1 ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00

2.2 ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00

2.3 ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00

2.4 ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00

2.5 ด้านการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00

2.6 ด้านความแข็งแรงของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 และ

2.7 ด้านความปลอดภัยของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00

สรุปได้ว่าเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะในด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.2 อภิปรายผล

จากผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส และประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถอภิปรายผลดังนี้

1. สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที จากการประเมินสมรรถนะโดยได้ทำการยิงลูกเทนนิสจำนวน 15 ลูกต่อนาทีปรากฏว่า เครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถทำได้ผ่านเกณฑ์ การยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที ร้อยละร้อย ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยใช้มอเตอร์ D.C. 12 V ความเร็วรอบ 5000 รอบต่อนาที จำนวน 2 ตัว เป็นตัวขับลูกเทนนิส โดยมีทิศทางการหมุนตรงกันข้ามกัน และใช้ล้อยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm จำนวน 4 ล้อในการขับลูกเทนนิส สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศา ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่ผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สายผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติผลการประเมินสมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส ผ่านเกณฑ์ ร้อยละร้อย จากากรที่เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนของชุดหัวยิงให้สามารถปรับและส่ายได้โดยต่อกับวงจรมอเตอร์บังคับทิศการยิง(มุมส่าย) และต่อกับวงจรที่ใช้มอเตอร์บังคับระยะ(มุมก้มเงย) โดยวงจรทั้งหมดจะต่อเข้ากับแผ่นวงจรรับส่งสัญญาณบังคับระยะไกลชนิดไร้สาย จึงทำให้สามารถบังคับเครื่องยิงลูกเทนนิสได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด สอดคล้องกับนาย ตุลเดช วรวิกรม (2546) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ แบบปรับระดับได้ การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้ ได้ออกแบบโดยมีส่วนประกอบดังนี้ คือชุดระบบควบคุมโปรแกรมทางไฟฟ้าคุมการทำงานของระบบนิวแมติคส์ ชุดวาล์วลมควบคุมการทำงานระบบนิวแมติคส์

ส่วนประกอบของกรีนและอุปสรรคของกรีนซึ่งประกอบไปด้วย ถุงลมจำนวน 10 ลูก ยางยืดพีอีใช้ทำกรีน ขนพรมใช้ทำผิวกรีน กระบอกลมนิวแมติคส์ 2 ทาง จำนวน 4 ตัว ทำหน้าที่ยกขึ้นลงในการปรับระดับต่าง ๆ และหลุมกอล์ฟปรับระดับปากหลุมขนาดมาตรฐาน จำนวน 1 หลุม ซึ่งผู้วิจัยสามารถออกแบบได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

2. สมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส ผู้วิจัยได้กำหนดการประเมินไว้ 7 ด้านสามารถอภิปรายได้ดังนี้

2.1 ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุมของเครื่องยิงลูกเทนนิส ไว้ด้านหลังของเครื่องยิงและได้เจาะช่องใส่อุปกรณ์และชุดควบคุมไว้ด้านหลังทำให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุมได้สะดวก

2.2 ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.83 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สามารถถอดประกอบได้ง่าย ใช้วัสดุที่หาซื้อได้ง่าย

2.3 ด้านการเก็บรักษาเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ใช้ลูกล้อจึงสามารถเข็นไปในที่ต่างได้สะดวกง่ายต่อการเก็บรักษา และได้ออกแบบส่วนหุ้มโครงสร้างโดยทำจากไฟเบอร์กลาสที่มีสถานภาพเป็นฉนวนไฟฟ้าและไม่ผุไม้เป็นสนิม

2.4 ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีขนาดเท่ากับหุ่นยนต์ ซึ่งในข้อนี้ได้คะแนนต่ำสุดอาจเป็นเพราะเครื่องยิงลูกเทนนิสที่สร้างขึ้นได้หุ้มด้วยไฟเบอร์กลาส จึงอาจมองว่ามีขนาดใหญ่ แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องการให้เกิดความแปลก สามารถดึงดูดความสนใจจากนักเรียนที่ต้องการฝึกตีเทนนิส ทั้งนี้ผู้วิจัยยังคำนึงถึงการออกแบบที่ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าและไม่ผุไม้เป็นสนิมอีกด้วย

2.5 ด้านการเคลื่อนย้าย ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.23 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ใช้ลูกล้อจึงสามารถเข็นไปในที่ต่างได้สะดวกง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และได้ออกแบบส่วนหุ้มโครงสร้างโดยทำจากไฟเบอร์กลาสที่มีสถานภาพเป็นฉนวนไฟฟ้าและไม่ผุไม้เป็นสนิม ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ผู้ประเมินบางท่านอาจมองว่าทำให้เครื่องยิงลูกเทนนิสที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น

2.6 ด้านความแข็งแรงของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องยิงลูกเทนนิสที่ใช้เหล็กเป็นโครงสร้าง จึงทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรง และหุ้มด้วยไฟเบอร์กลาสที่เป็นวัสดุที่มีความแข็ง และสถานภาพเป็นฉนวนไฟฟ้า ไม่ผุ ไม่เป็นสนิม

2.7 ด้านความปลอดภัยของเครื่อง ผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 4.00 ทั้งนี้เป็นเพราะผู้วิจัยได้ออกแบบใช้เหล็กเป็นโครงสร้าง และจึงทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรง และหุ้มด้วยไฟเบอร์กลาส ที่เป็นวัสดุที่มีความแข็ง ไม่ผุ ไม่เป็นสนิม และเป็นฉนวนไฟฟ้า จึงทำให้เครื่องยิงลูกเทนนิสปลอดภัยเมื่อต่อกับสายไฟฟ้า และคณะผู้วิจัยได้ออกแบบโดยได้ใส่อุปกรณ์ตัดไฟเมื่อเกิดไฟฟ้ารั่วหรือลัดวงจร

สรุปได้ว่าเครื่องยิงลูกเทนนิส ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมีสมรรถนะในด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิสเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจาการวิจัย

คณะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. กรมอาชีวศึกษาควรร่วมมือกับกรมพละศึกษาในการให้ทุนในการพัฒนาหรือสร้างเครื่องมือในการฝึกซ้อมโดยไม่ต้องสั่งซื้อเครื่องมือต่างๆจากต่างประเทศ

2. รัฐบาลควรสนับสนุนในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน นักศึกษา สาขาวิศวกรรมอาชีวศึกษา อุตสาหกรรมศึกษา โดยให้ทุนสถานศึกษาประดิษฐ์คิดสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์แทนการสั่งซื้อ

5.3.2 ข้อเสนอแนะวิจัยครั้งต่อไป

1. พัฒนาระบบการยิงลูกเทนนิสโดยการใช้ชุดควบคุมที่สามารถตั้งโปรแกรมการยิงได้หลากหลายรูปแบบ โดยใช้ไมโคคอนโทรลเลอร์

2. ศึกษาสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิสโดยการปรับแรงลมล้อยางของชุดยิงลูกเทนนิสที่มีผลต่อความเร็วของลูกเทนนิส

3. ศึกษาสมรรถนะของผู้เล่นกีฬาเทนนิสด้วยเครื่องยิงลูกเทนนิส

บรรณานุกรม

บัณฑิต ใจชื่น. **โลหะวิทยากายภาพ (Physical Metallurgy)** กรุงเทพมหานคร : [ม.ป.ท.,ม.ป.ป.]

บุญชม ศรีสะอ้าน. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น.** กรงเทพฯ : สวรยาสาส์น.

ประณต กุลประสูตร (2533) **เครื่องยนต์เล็ก**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).ฝ่ายวิชาการบริษัทสกายบุ๊กส์ จำกัด. (2542). วัสดุช่าง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ สกายบุ๊กส์ จำกัด.

พจนานุกรมไทย ฉบับปรับปรุงใหม่ พิมพ์ครั้งที่ 15 พ.ศ. 2538

พรหมินทร์ เมธากาญจนศักดิ์ (2553) **เทนนิส** พิมพ์ครั้งที่1 จัดพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น

มานพ ตันตระบัณฑิตย์. (2538) **วัสดุวิศวกรรม.** กรุงเทพมหานคร : ดวงกมลสมัย,

วัฒนโชติ เจริญวงษ์. (2546) **พลศึกษา.**กรุงเทพมหานคร

ศรีนริทร์ พิชัยรัฐและประเสริฐศิลป์ พลวิเศษ. (2542). **การออกแบบและสร้างเครื่องย่อยพลาสติกชนิดไม่ตัด.** ปริญญานิพนธ์. คอ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล). กรุงเทพฯ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

ศุภฤกษ์ มั่นใจตน(2538) **เทนนิส** พิมพ์ครั้งที่ 2 พิมพ์ที่โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุพัชรา ชิ้มเจริญ และ ศิวพร รังสิยานนท์ **เทนนิส** (2546) พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัทโรงพิมพ์ประสานมิตร จำกัด

Jam Brown (1995) **Tennis : steps to success** 2nd ed. Human Kinetics Publishers ,Inc.

(http://www.fbtsports.com/th/store/detail.php)

(http://tsys-sports.com/product_t.php)

(http://www.fbtsports.com/th/store/detail.php?IBLOCK_ID=2&SECTION_ID=34&ELEMENT_ID=1654)

Scott K. Lynn and Guillermo J. Noffal (2010). **Frontal Knee Moments in Golf: Effect of Target Side Foot Position at Address**.Journal Sports Science and Medicine (2010) 9, 275-281.

Steven M. Nesbit (2005). **A Three Dimensional Kinematic and Kinetic Study of the Golf Swing.** Journal Sports Science and Medicine (2005) 4, 499-519.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส

แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส

แบบประเมินชุดนี้ มุ่งเน้นที่จะประเมินสมรรถนะของเครื่องยิงลูกเทนนิส โดยสามารถแบ่งแบบประเมินได้เป็น 3 ตอน ดังนี้ คือ

ตอนที่ 1 แบบประเมิน สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส

1. ความสามารถในการยิงลูกเทนนิสได้ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที
2. ความสามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศา
3. ความสามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่
4. ความสามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย
5. ความสามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิสยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ

ตอนที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส

1. ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม
2. ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง
3. ด้านการเก็บรักษาเครื่อง
4. ด้านขนาดของเครื่องที่เหมาะสม
5. ด้านการเคลื่อนย้ายเครื่อง
6. ด้านความแข็งแรงของเครื่อง
7. ด้านความปลอดภัยของเครื่อง

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบคุณท่านที่ช่วยสละเวลามาประเมินเครื่องยิงลูกเทนนิส

อ.ดร. อัมพร กุญชรรัตน์
อ.ดร ไพรัช วงศ์ยุทธไกร
อ. โอภาส สุขหวาน
คณะผู้วิจัย

ตอนที่ 1 แบบประเมิน สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิสของเครื่องยิงลูกเทนนิส มีทั้งหมด 5 ข้อ โปรดเขียนเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ เครื่องยิงลูกเทนนิส สามารถปฏิบัติได้หลังจากทดลองใช้เครื่องยิงลูกเทนนิส ไว้ ดังนี้

ข้อ	รายละเอียด สมรรถนะในด้านการยิงลูกเทนนิส	ผลการประเมิน		
		ได้	ไม่ได้	หมายเหตุ
1	สามารถยิงลูกเทนนิสได้ ไม่น้อยกว่า 10 ลูกต่อนาที			
2	สามารถตั้งค่ามุมก้ม มุมเงย ในช่วง 5 ถึง 15 องศาได้			
3	สามารถกำหนดทิศทางการส่ายแบบอัตโนมัติและทิศทางการส่ายแบบคงที่			
4	สามารถควบคุมการยิงลูกเทนนิสได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลชนิดไร้สาย			
5	สามารถตั้งค่าให้เครื่องยิงลูกเทนนิส ยิงลูกเทนนิสได้โดยระบบอัตโนมัติ			

ตอนที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะด้านกายภาพของเครื่องยิงลูกเทนนิส มีทั้งหมด 7 ด้าน ท่านโปรดเขียนเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ท่านคิดว่า เครื่องยิงลูกเทนนิสมีสมรรถนะด้านกายภาพในด้านต่างๆตามที่ท่านเห็นสมควร

ข้อ	สมรรถนะด้านกายภาพ	ผลการประเมิน				
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง	ใช้ไม่ได้
	ด้านความสามารถในการติดตั้งอุปกรณ์และชุดควบคุม					
1	สามารถติดตั้งเครื่องยิงได้ทุกตำแหน่งในสนาม					
2	ความสะดวกในการติดตั้งเครื่องยิง					
3	มีวัสดุปิดเพื่อป้องกันความเสียหายสำหรับอุปกรณ์และชุดควบคุม					
4	สะดวกในการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าในสนาม					
	ด้านการซ่อมบำรุงเครื่อง					
1	มีชิ้นส่วนประกอบวัสดุโครงสร้างน้อยบำรุงรักษาง่าย					
2	ถอดประกอบง่าย					
3	อะไหล่ใช้ซ่อมสามารถหาซื้อได้ง่าย					
4	ผู้ใช้สามารบำรุงรักษาเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง					
	ด้านการเก็บรักษาเครื่อง					
1	ใช้พื้นที่น้อยในการเก็บรักษา					
2	วัสดุโครงสร้างภายนอกใช้วัสดุที่ป้องกันความชื้นและฝุ่น					
3	มีวัสดุโครงสร้างภายนอกห่อหุ้มเพื่อป้องกันการกระแทก					
4	มีอุปกรณ์ปิดกล่องควบคุม					
	ด้านความเหมาะสมของขนาดเครื่อง					
1	เครื่องยิงมีน้ำหนักเบา					
2	ขนาดสามารถขนย้ายได้สะดวก					
3	เครื่องยิงมีรูปทรงสวยงาม					
4	มีขนาดเล็กเหมาะสมใช้งานภาคสนาม					

ข้อ	สมรรถนะด้านกายภาพ	ผลการประเมิน				
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง	ใช้ไม่ได้
	ด้านการเคลื่อนย้ายเครื่อง					
1	ตัวเครื่องสามารถเคลื่อนย้ายได้					
2	วัสดุโครงสร้างมีน้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายสะดวก					
3	มีอุปกรณ์ช่วยผ่อนแรงในการเคลื่อนย้าย					
	ด้านความแข็งแรงของเครื่อง					
1	การออกแบบโครงสร้างมีความมั่นคงแข็งแรง					
2	ใช้วัสดุที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและแข็งแรง					
3	ใช้วัสดุที่ไม่มีลักษณะของชิ้นส่วนไม่แตกหักง่าย					
	ด้านความปลอดภัยของเครื่อง					
1	โครงห่อหุ้มเครื่องไม่มีส่วนแหลมคมเป็นอันตราย					
2	โครงสร้างภายนอกใช้วัสดุที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าดูด					
3	การประกอบตัวเครื่องมีความเรียบร้อย					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ……

……..

……

……..

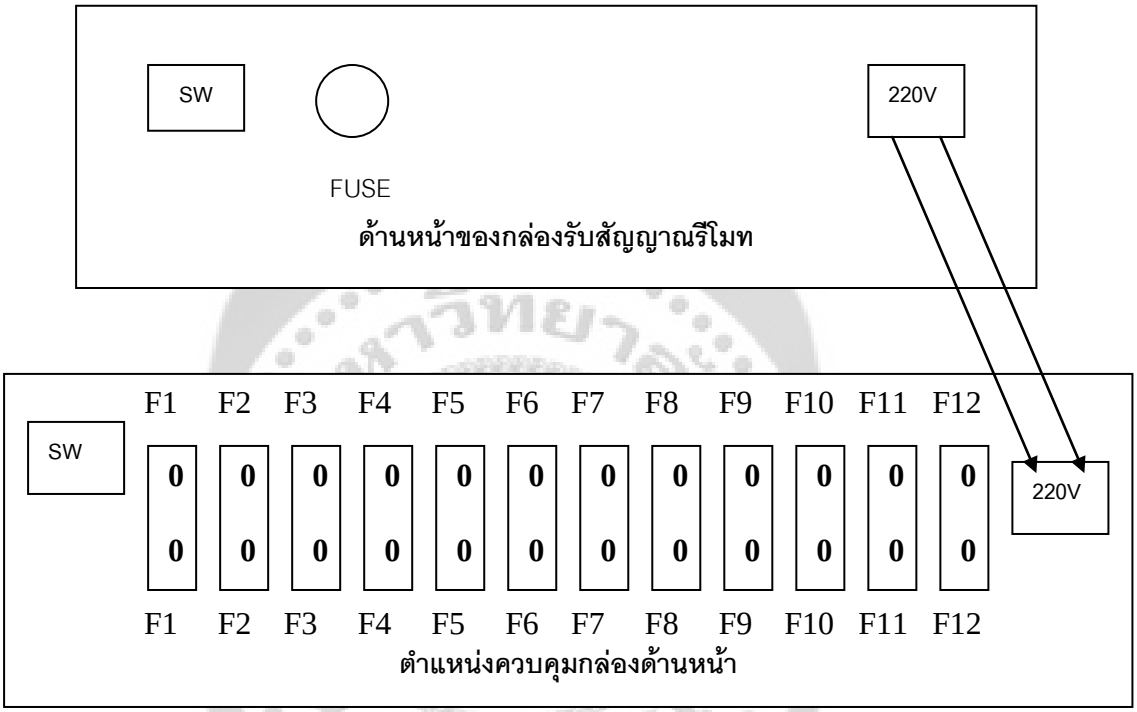
ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานเครื่องยิงลูกเทนนิส

คู่มือการใช้งานเครื่องยิงลูกเทนนิส

1. การประกอบชุดสายควบคุม

1.1 การต่อสายด้านหน้ากล่องควบคุม



F1 ต่อกับสายไฟ 220V ของหม้อแปลงจ่ายไฟเลี้ยงมอเตอร์ยิงลูกเทนนิส

F2 ต่อกับสายไฟ 220V ของหม้อแปลงจ่ายไฟเลี้ยงมอเตอร์ยิงลูกเทนนิส

F3 ปล่อยว่าง

F4 ปล่อยว่าง

F5 ปล่อยว่าง

F6 ปล่อยว่าง

F7 ต่อกับไฟบวกมอเตอร์ยิงลูกเทนนิส

F8 ต่อกับไฟลบมอเตอร์ยิงลูกเทนนิส

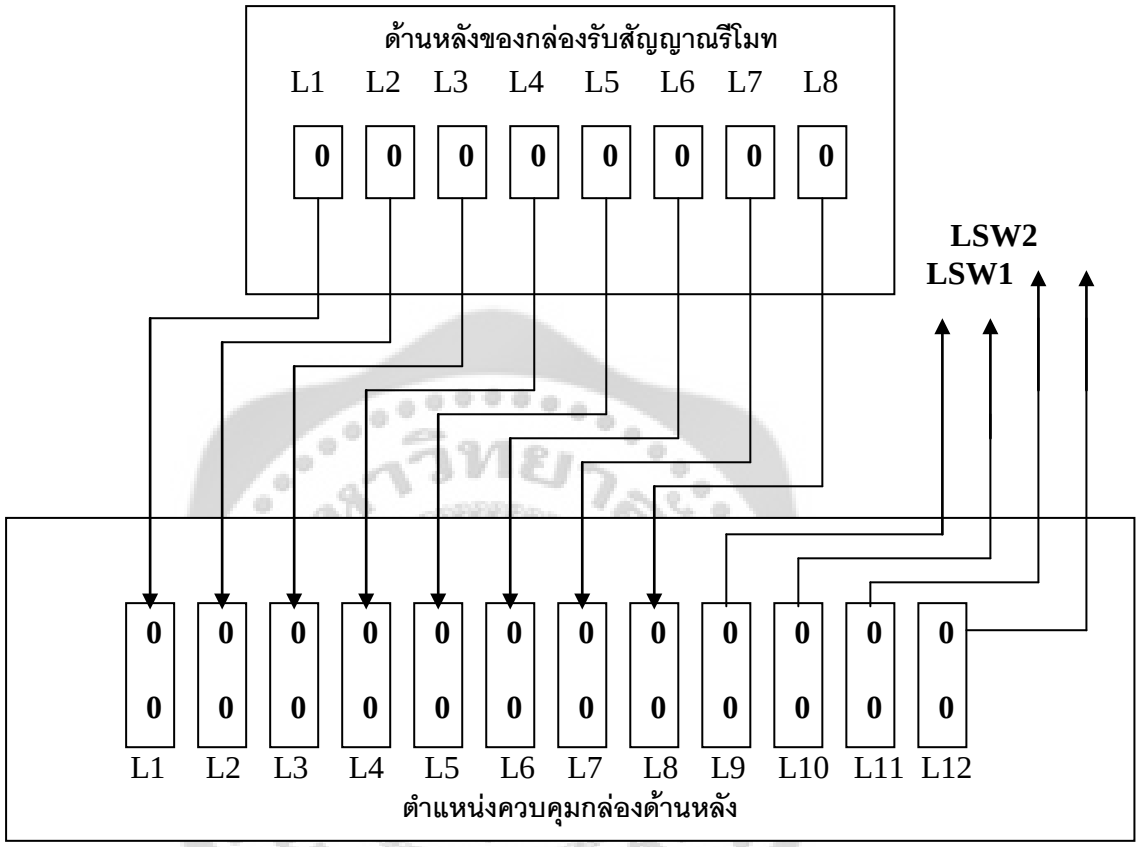
F9 ต่อกับไฟบวกมอเตอร์บังคับทิศทางการยิง

F10 ต่อกับไฟลบมอเตอร์บังคับทิศทางการยิง

F11 ต่อกับไฟบวกมอเตอร์บังคับระยะการยิง

F12 ต่อกับไฟลบมอเตอร์บังคับระยะการยิง

1.2 การต่อสายด้านหลังกล่องควบคุม



L1 ต่อกับไฟลบจาก L1 ของกล่องรีโมทคอนโทรล

L2 ต่อกับไฟบวกจาก L2 ของกล่องรีโมทคอนโทรล

L3 ต่อกับไฟลบจาก L3 ของกล่องรีโมทคอนโทรล

L4 ต่อกับไฟบวกจาก L4 ของกล่องรีโมทคอนโทรล

L5 ต่อกับไฟลบจาก L5 ของกล่องรีโมทคอนโทรล

L6 ต่อกับไฟบวกจาก L6 ของกล่องรีโมทคอนโทรล

L7 ต่อกับไฟลบจาก L7 ของกล่องรีโมทคอนโทรล

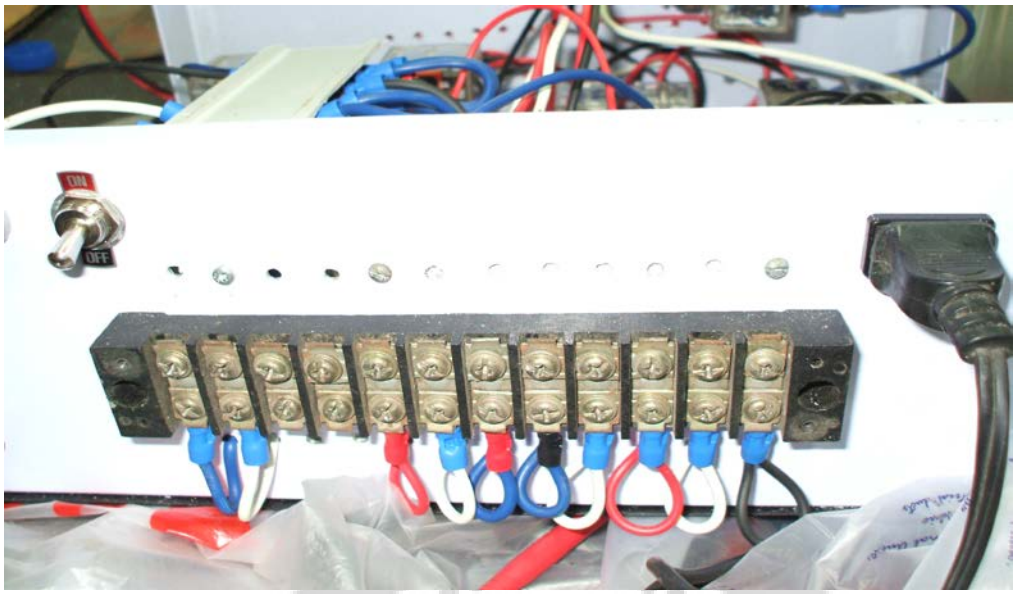
L8 ต่อกับไฟบวกจาก L8 ของกล่องรีโมทคอนโทรล

L9 ต่อกับสายแดงของลิมิตสวิทช์ 1 (LSW1)

L10 ต่อกับสายดำของลิมิตสวิทช์ 1 (LSW1)

L11 ต่อกับสายแดงของลิมิตสวิทช์ 2 (LSW2)

L12 ต่อกับสายดำของลิมิตสวิทช์ 2 (LSW2)

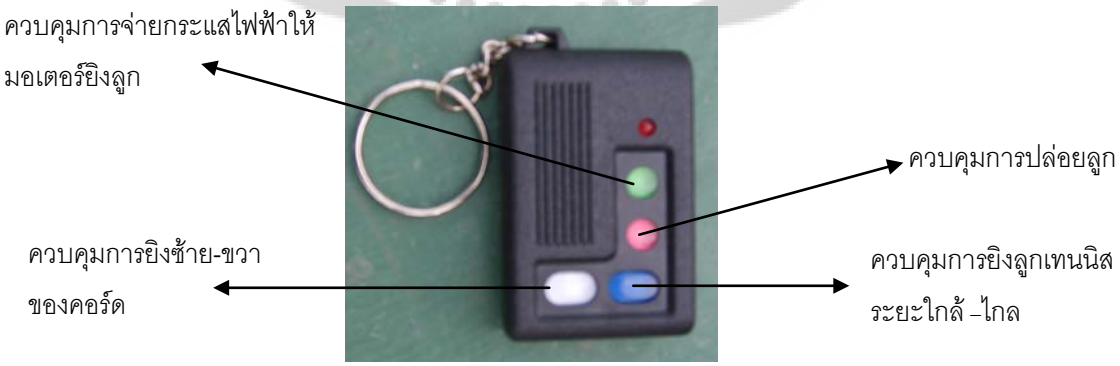


รูปด้านหลังกล่องควบคุม

2. การใช้งานปุ่มกดรีโมทคอนโทรล

ชุดรีโมทคอนโทรล ควบคุมการทำงานของเครื่อง มี 4 รูปแบบ

1. ควบคุมการปล่อยลูก
2. ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์ยิงลูก
3. ควบคุมการยิงซ้าย-ขวาของคอร์ด
4. ควบคุมการยิงลูกเทนนิสระยะใกล้ –ไกล



ตัวส่ง Remote Control

2.1 การใช้งานทั่วไป

ก่อนใช้งานควรตรวจตำแหน่งสวิทช์ดังนี้

กล่องรับสัญญาณรีโมท อยู่ที่ OFF

กล่องควบคุมอยู่ที่ OFF

ท้อกเกิลสวิตช์ อยู่ที่ OFF(ตรงกลาง)

2.2 เริ่มใช้งาน

ON สวิตช์ ตามลำดับ

ON สวิตช์ กล่องรับสัญญาณรีโมท

ON สวิตช์ กล่องควบคุม(พัดลมหม้อแปลงตัวล่างสุดจะหมุนระบายความร้อน)

ON สวิตช์ ท้อกเกิลสวิตช์ (โยกลงด้านล่างแล้วจะพบว่าหัวยิงจะเริ่มส่าย)

2.3 กดปุ่มรีโมท

กดปุ่มรีโมทสีเขียว มอเตอร์ยิงลูกจะเริ่มหมุนเตรียมพร้อมการยิง

กดปุ่มรีโมทสีแดง มอเตอร์จ่ายลูกเทนนิสจะหมุน เริ่มต้นการยิง

กดปุ่มรีโมทสีขาว มอเตอร์บังคับทิศทางจะหยุดทำงานเป็นการล๊อคทิศทางการยิงให้คงที่

กดปุ่มรีโมทสีน้ำเงิน มอเตอร์บังคับมุมยิงใกล้ไกลจะเริ่มทำงานถ้าได้มุมที่ต้องการให้ล๊อคโดยกดปุ่มนี้ซ้ำ

2.4 การยิงแบบอัตโนมัติ

กดปุ่มรีโมทสีเขียว ให้ ON มอเตอร์ยิงลูกจะเริ่มหมุนเตรียมพร้อมการยิง

กดปุ่มรีโมทสีแดง ให้ ON มอเตอร์จ่ายลูกเทนนิสจะหมุน เริ่มต้นการยิง

กดปุ่มรีโมทสีขาว ให้ OFF มอเตอร์บังคับทิศทางจะส่ายแบบพัดลม

กดปุ่มรีโมทสีน้ำเงิน ให้ได้มุมที่ต้องการและ กดล๊อคมุม โดยกดปุ่มนี้ซ้ำ

2.5 การยิงแบบคงที่ (มุมคงที่)

กดปุ่มรีโมทสีเขียว ให้ ON มอเตอร์ยิงลูกจะเริ่มหมุนเตรียมพร้อมการยิง

กดปุ่มรีโมทสีแดง ให้ ON มอเตอร์จ่ายลูกเทนนิสจะหมุน เริ่มต้นการยิง

กดปุ่มรีโมทสีขาว ให้ OFF ให้ได้มุมที่ต้องการและ กดล๊อคมุม โดยกดปุ่มนี้ซ้ำมอเตอร์จะหยุดส่าย

กดปุ่มรีโมทสีน้ำเงิน ให้ได้มุมที่ต้องการและ กดล๊อคมุม โดยกดปุ่มนี้ซ้ำ

3. ข้อควรระวัง

ให้ตรวจดูอุปกรณ์ฉนวนไฟฟ้าด้านหน้าและด้านหลังกล่องควบคุมทุกครั้งให้อยู่ในสภาพปลอดภัยก่อนใช้งาน

ให้ใช้ชุดสายไฟและชุดปลั๊กเสียบที่มีมากับตัวเครื่องเท่านั้น

เครื่องนี้สามารถใช้งานได้ติดต่อกันครั้งละ 1-2 ชั่วโมง ถ้าพัดลมระบายอากาศยังทำงานอยู่ เมื่อมีสภาพฝนตกควรเก็บเครื่องไว้ในที่ร่ม

ใช้ตัวส่งรีโมทอย่างระมัดระวังอย่าให้ตกน้ำ หรือตกจากที่สูง

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นายอัมพร กุญชรรัตน์

(ภาษาอังกฤษ) Mr. AMPORN KUNCHORNRAT

2. ตำแหน่ง อาจารย์

3. หน่วยงานที่ติดต่อได้ สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ 114 ถนนสุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ
10110 โทร. 01-6184767 ,02-6641000 ต่อ 5443
โทรสาร 02-2600124

4. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา	: สถาบัน	:ปีที่จบ
ปริญญาตรี	อสบ.	ไฟฟ้ากำลัง	: มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	: 2538
ปริญญาโท	วศม.	เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน	: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	: 2542
ปริญญาเอก	ปรด.	เทคโนโลยีพลังงาน	:มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	: 2553

5. ผลงานทางวิชาการ

<u>บทความ</u>

การวิจัยเรื่องการศึกษาความเหมาะสมของการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศในอาคารพาณิชย์

การประหยัดพลังงานในการหยุดใช้เครื่องปรับอากาศลงชั่วขณะ ระหว่างช่วงเวลา 12.00 – 13.00 น.

การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศโดยการจัดทำตารางการบำรุงรักษาเบื้องต้น

การวิจัยทดสอบสมรรถนะเชิงความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคารแบบคอนกรีตมวลเบา

การศึกษาความเหมาะสมในการเลือกใช้โครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOD และ TOU สำหรับอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่

การออกแบบเตาประสิทธิภาพสูงในกระบวนการเคี่ยวน้ำตาลอ้อยในกลุ่มเกษตรกรในชนบท

การจัดการพลังงานในอาคารหอพักนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Thermal Building Measure Simple and Effective Tools to Control Energy Consumption of Building in the Tropics Case Study: Switch Off A/C During Thailand Cold Season, International Conference on Village Power from Renewable Energy in Asia, November, 11-14, 2002, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand, pp. 208-213 (พ.ศ. 2545)

Revision of the actual OTTV equation according to Thailand climatic zones, SEGA Conference, BSRC; KMUTT (พ.ศ. 2546)

The impacts of climate zones on the energy performance of existing Thai buildings, Resources, Conservation and Recycling Volume 53, Issue 10, August 2009, Pages 545-551 (พ.ศ. 2552)

"การจัดการพลังงาน", ในสารานุกรมคณะศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 43 (พ.ศ. 2552)

"ลู่ทางและโอกาสในการลดค่าใช้จ่ายพลังงาน" : กรณีศึกษาโรงงานผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2552)

"การจัดการวัสดุ", ในสารานุกรมคณะศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 44 (พ.ศ. 2553)

"การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและเหง้ามันสำปะหลัง", วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2553)

<u>งานวิจัย</u>

Study to review and propose new parameters for OTTV calculation in existing buildings in Thailand. (พ.ศ. 2548)

โครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากรขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเพื่อการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม (ระดับผู้บริหาร) (พ.ศ. 2552)

โครงการติดตามและประเมินผลการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม (SMEs) (พ.ศ. 2552)

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส" (Design and Construction of Tennis Ball Shooter (พ.ศ. 2553)

6. การคุมปริญญานิพนธ์ / วิทยานิพนธ์

ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ปริญญาโท และกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ปริญญา กศม. อุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ปริญญา กศม. อุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

7. ผลงานด้านวิทยากร

หลักสูตร "การตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน" จัดโดยกองฝึกอบรม กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

หลักสูตร "การประหยัดพลังงาน" จัดโดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานร่วมกับศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย

หลักสูตร "ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในอาคารและโรงงาน" การไฟฟ้านครหลวง จัดโดยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หลักสูตร “ฝึกอบรมผู้ชำนาญการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบในอุตสาหกรรมอาหาร” รุ่นที่ 1-6 จัดโดยสำนักงานนโยบายพลังงานร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

หลักสูตร “ฝึกอบรมผู้ชำนาญการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบในอุตสาหกรรมอาหาร” รุ่นพิเศษ ณ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ จัดโดยสำนักงานนโยบายพลังงานร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

หลักสูตร “การจัดทำบัญชีพลังงาน (Energy Audit)” สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติร่วมกับมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หลักสูตร “การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศในอาคาร” สำหรับผู้บริหารและผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคาร จัดโดยมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

8. การฝึกอบรม

Energy Conservation in Industries, 1984, Japan.

Industrial Energy Audits and Conservation Program, 1984, Thailand.

Commercial Building Energy Auditing, 1987, Thailand.

Energy Conservation Instrumentation and Measurement, 2536, Thailand.

Energy Management Training Course on Energy Planning Policy, and Electricity Use, 1991, Thailand.

Instrumentation for Energy Efficiency, 1992, Thailand.

Energy Management and Power Quality, 1999, Bangkok.

Practical Aspects of Energy Conservation in Building Training & Workshop, 1999, Bangkok.

การออกแบบแสงสว่างในอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์, 2527, กรุงเทพฯ

คอมพิวเตอร์สำหรับข้าราชการ, 2538, กรุงเทพฯ

การเป็นวิทยากร (Train The Trainer, TTT), 2542, กรุงเทพฯ

หลักสูตรผู้บริการชั้นต้น, กระทรวงพลังงาน, 2548

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) นายไพรัช วงศ์ยุทธไกร

(ภาษาอังกฤษ) Mr. PAIRUST VONGYUTTAKRAI

2. ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา 2540-2548

ประธานกรรมการบริหารหลักสูตร กศม. สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา ตั้งแต่ ปี 2540 – ปัจจุบัน

กรรมการสภาคณาจารย์และข้าราชการ 4 สมัย

บรรณาธิการวารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปัจจุบันวารสารได้รับรองอยู่ในฐานข้อมูล TCI

3. หน่วยงานที่ติดต่อได้ สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ 114 ถนนสุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110 โทร. 01-6184767 ,02-6641000 ต่อ 5443

โทรสาร 02-2600124

4. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา : สถาบัน	:ปีที่จบ
ปริญญาตรี	B.S.	Electrical Engineering : G. Araneta University Foundation	: 2528
ปริญญาโท	M.M.	Industrial Management :Technological University of the Philippines	: 2530
ปริญญาเอก	Ed.D.	Industrial Education :	
		Management :Technological University of the Philippines	:2533

5. ผลงานทางวิชาการ

<u>บทความ</u>

Predicting College Work Success Through Institutionalized Screening Methods

ตีพิมพ์ในวารสาร สยามนิทัศน์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 ประจำเดือนมิถุนายน 2534

Professionalization : A Framework for Human Resource Development

ตีพิมพ์ 11th Annual Conference Euro – Asia Management Studies Association University Utara Malaysia 15 – 17 November, 1994 (ได้รับทุนจากสถาบันราชภัฏจันทรเกษมไปนำเสนอบทความที่ประเทศมาเลเซีย)

มาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14000 กับอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ตีพิมพ์ในวารสาร สยามวิชาการ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 พฤษภาคม – สิงหาคม 2541

Supply Chain Management for Small and Medium Enterprise : A Country Paper for Thailand. Symposium on Supply Chain Management : A New Management Tool. New Delhi, India. 9 – 11 January 2001. (ได้รับคัดเลือกจากสถาบันเพิ่มผลผลิตประเทศไทย และได้รับทุนจากสถาบันเพิ่มผลผลิตของประเทศ ญี่ปุ่นไปนำเสนอบทความที่ประเทศอินเดีย)

การจัดการห่วงโซ่อุปทาน ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2551

การถ่ายทอดเทคโนโลยี ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน2553

การศึกษากับสุขภาพ "การศึกษาเพื่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 1 : "จิตเมตตา ชีวาเป็นสุข"วันศุกร์ที่ 2 – วันอาทิตย์ที่ 4 ธันวาคม 2554 ณ ห้องประชุม อาคาร 4 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การจัดการเรียนการสอนวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในโรงเรียนระดับอาชีวศึกษา "การศึกษาเพื่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 1 : "จิตเมตตา ชีวาเป็นสุข"วันศุกร์ที่ 2 – วันอาทิตย์ที่ 4 ธันวาคม 2554 ณ ห้องประชุม อาคาร 4 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2554

<u>งานวิจัย</u>

การศึกษาความรู้ และความตระหนักของอาจารย์ช่างอุตสาหกรรมที่มีต่อการประกอบอาชีพอิสระของ นักศึกษา 2545. (ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน) ตีพิมพ์ในวารสารวิจัยคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ฉบับที่ 5 ปี พ.ศ.2548

การติดตามผลการส่งเสริมการใช้จรรยาบรรณในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2547 (ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัย)

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส (ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้คณะศึกษาศาสตร์ พ.ศ.2553) ตีพิมพ์ในวารสารวารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2554

<u>งานวิจัยประกอบการสอน</u>

ศึกษาการใช้พลังงานของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2544.

6. ภาระงานที่เคยคุมปริญญานิพนธ์ / วิทยานิพนธ์

กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ปริญญาเอก กศด การศึกษาผู้ใหญ่ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กรรมการคุมวิทยานิพนธ์ ปริญญาเอก ปรด.การจัดการเทคโนโลยีพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ปริญญาโท และกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ปริญญา กศม. อุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 135 เรื่อง

ประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ปริญญาโท คม. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 16 เรื่อง

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปริญญาโท คม. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 4 เรื่อง

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ปริญญาโท คม. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จำนวน 4 เรื่อง

ประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ปริญญาโท บธม. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 2 เรื่อง

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล ภาษาไทย นายโอภาส สุขหวาน

ภาษาอังกฤษ Mr. Ophat Sukwan

2. ตำแหน่ง อาจารย์

3. หน่วยงานที่ติดต่อได้

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 ซอยสุขุมวิท 23 ถนนสุขุมวิท เขตวัฒนา กรุงเทพ 10110

โทร. 02-649-5000 ต่อ 5287 , 081-332-3181

โทรสาร 02-260-0124

E-mail address : ophast@swu.ac.th, ophast@hotmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	อักษรย่อ	สาขาวิชา	สถาบัน	ปีที่จบ
ปริญญาตรี	วศ.บ.	เครื่องกล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2537
ปริญญาโท	วศ.ม.	เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	2542

5. ผลงานทางวิชาการ

บทความทางวิชาการ

- การประหยัดพลังงานเริ่มต้นที่ตัวเรา : อุปกรณ์สำนักงาน,วารสารวิชาการคณะศึกษาศาสตร์ ปีที่ 3 ฉบับ มกราคม-เมษายน 2545 หน้า 47-50
- พลังงาน, วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 35
- เทคโนโลยีพลังงาน วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 37
- พลังงานแสงอาทิตย์,วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 37
- พลังงานชีวมวล, วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 38
- ภาวะโลกร้อน, วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 42
- พลังงานนิวเคลียร์, วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 43
- พลังน้ำ, วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 43

- พลังงานลม,วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 43
- พลังงานความร้อนใต้พิภพ, วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 44
- เศรษฐกิจพอเพียงกับการพัฒนาด้านอาชีวศึกษา, โครงการตำราต้นแบบ 60 ปีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ภาวะโลกร้อนกับการศึกษา, โครงการตำราต้นแบบ 60 ปีมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- บทความวิชาการในวารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ 5 จำนวน 25 เรื่อง

<u>งานวิจัย</u>

การออกแบบและสร้างเครื่องยิงลูกเทนนิส" (Design and Construction of Tennis Ball Shooter (พ.ศ. 2553)

6. การคุมปริญญานิพนธ์ / วิทยานิพนธ์

กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ปริญญา กศม. อุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

7. ผลงานด้านวิทยากร

โครงการฝึกอบรมและบรรยายทางวิชาการ

- การอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม, คณะศึกษาศาสตร์ มศว., กรกฎาคม – สิงหาคม 2543
- ครูกับบทบาทผู้นำชุมชนด้านการอนุรักษ์พลังงาน, คณะศึกษาศาสตร์ มศว., สิงหาคม 2545
- โครงการนำร่องเพื่อการประหยัดพลังงานในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ปี 2544-2545
- ครูกับบทบาทผู้นำชุมชนด้านการอนุรักษ์พลังงาน,คณะศึกษาศาสตร์ มศว, 2547
- แผนการลดการใช้พลังงานในคณะศึกษาศาสตร์,คณะศึกษาศาสตร์ มศว., ธันวาคม 2548
- การสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมในโรงงานควบคุม จำนวน 5 แห่ง คือ บริษัท ทียูดับบลิวเท็กซ์ไทล์ จำกัด บริษัทอุตสาหกรรมยางไทยสินจำกัด บริษัทถาวรอุตสาหกรรมการทอ จำกัด บริษัทพงศ์พาราโคดันรับเบอร์ จำกัด และบริษัทอุตสาหกรรมถุงพลาสติกไทย จำกัด
- วิทยากรการใช้ฐานข้อมูลภาระงานของคณะศึกษาศาสตร์