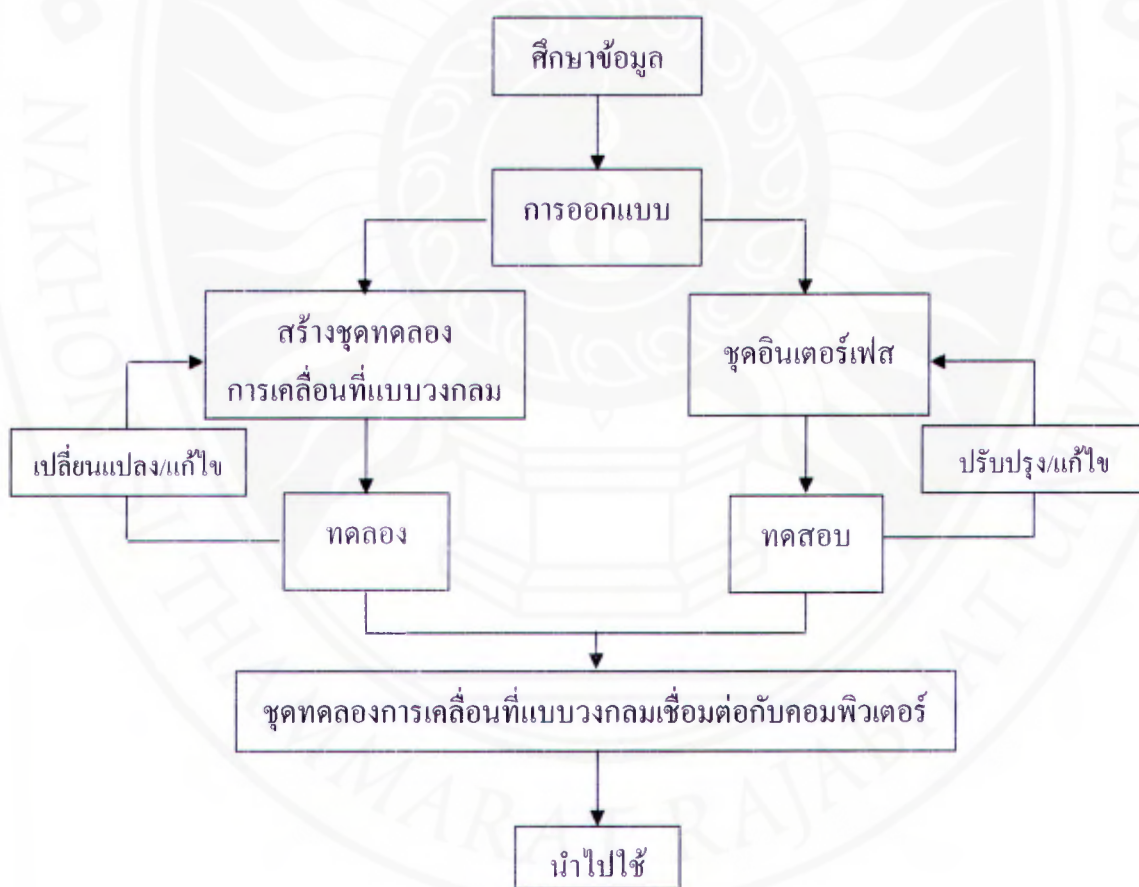


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลม โดยใช้ชุดทดลองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ มีวิธีการและขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การออกแบบและสร้างชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม
2. การออกแบบชุดอินเตอร์เฟส สำหรับวัดคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลม
3. การเขียน โปรแกรมเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โปรแกรมแสดงผลการทดลอง และการจำลองคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลม
4. การทดลองหาคาบการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลมเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับการจำลอง

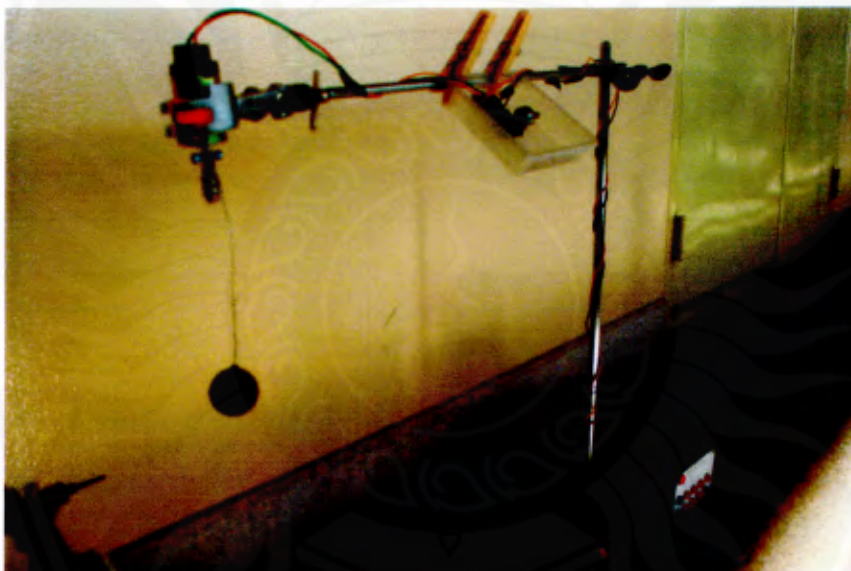


ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมประกอบด้วย ขาดังเหล็กพร้อมฐาน มือจับ ตัวล็อก รางเหล็ก แผ่นเหล็กรูปตัวยู สายวัด มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ สายไฟ แฉงดำ วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ เชือก ลูกกลมยางมวล 16 กรัม มีขั้นตอนวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. ประกอบขาตั้งฐานเหล็กพร้อมแขนและมือจับ เป็นรูปตัวแอลคว่ำ สำหรับจับมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์
2. ติดตั้งมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ ผูกลูกตุ้มยางมวล 16 กรัม ด้วยเชือกความยาว / ที่แกนของมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ ดังภาพที่ 3.2

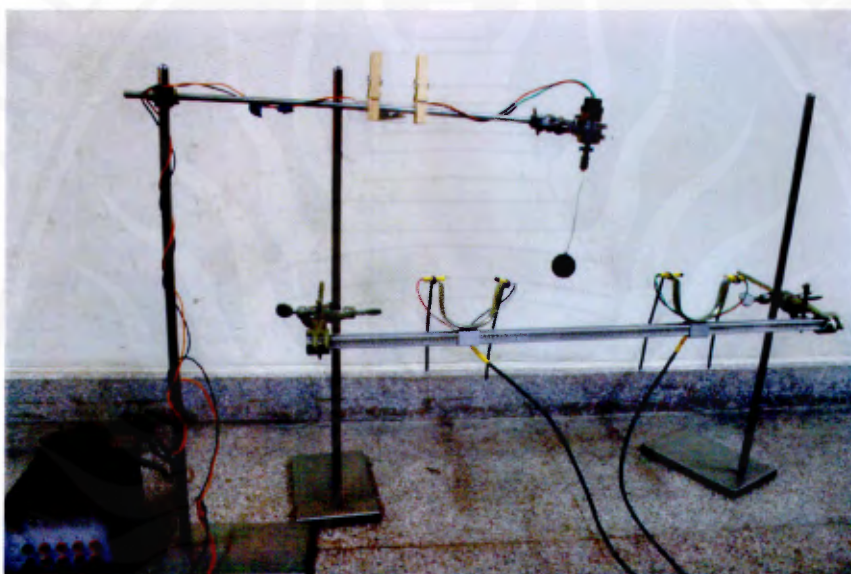


ภาพที่ 3.2 การติดตั้งชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม

3. เสียบปลั๊กไฟผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ต่อสายไฟแดงดำจากหม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ กับวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ ต่อสายไฟแดงดำจากวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์กับมอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ ที่มีเชือกผูกติดกับลูกกลมยางมวล 16 กรัม

4. ประกอบขาตั้งฐานเหล็กอีก 2 ชุด ใช้กาวติดสายวัดกับขาตั้ง ติดตัวล็อกที่ขาตั้งทั้งสองชุดที่ระดับเดียวกัน เพื่อใช้จับรางเหล็กซึ่งสามารถปรับเลื่อนขึ้น-ลงได้เพื่อให้อยู่ระดับเดียวกับตำแหน่งของลูกตุ้ม

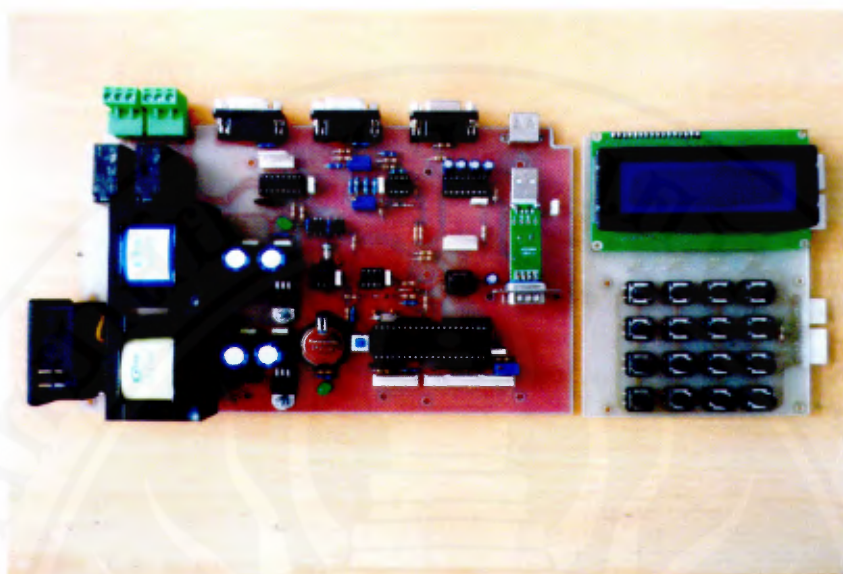
5. ติดตั้งแผ่นเหล็กรูปตัวยู 2 จุด กับรางเหล็ก ที่สามารถปรับเลื่อนเข้าออกได้ เพื่อใช้ติดชุดตรวจจับวัตถุ ดังภาพที่ 3.3



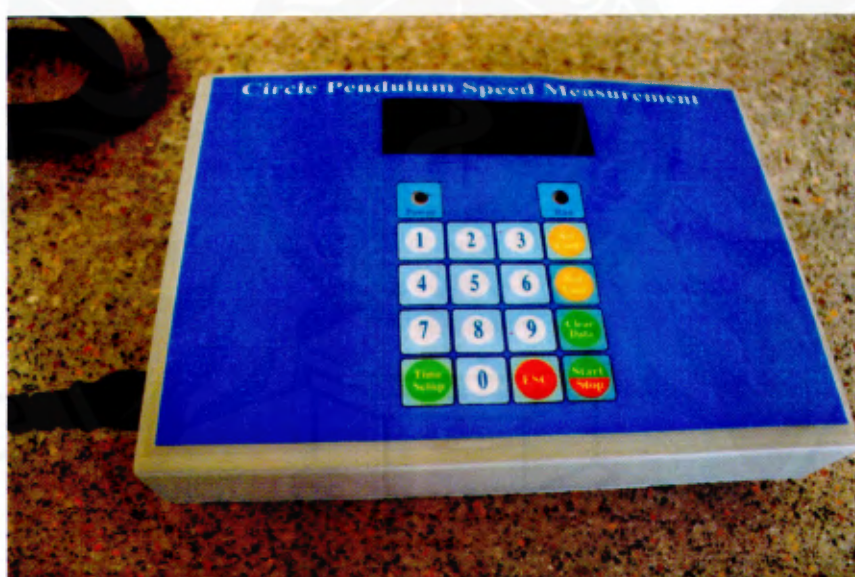
ภาพที่ 3.3 ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม

การออกแบบชุดอินเตอร์เฟสสำหรับวัดคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ชุดอินเตอร์เฟสคอมพิวเตอร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม เป็นชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ทดลองวัดคาบการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลม ดังภาพที่ 3.4 และ ภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.4 อุปกรณ์ภายในชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม



ภาพที่ 3.5 ชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ชุดเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม ที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้าง มีส่วนประกอบดังนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ P89V51RD2 เป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กที่ใช้สร้างระบบควบคุม มีหน้ารับคำสั่งและตั้งเวลาบนคีย์บอร์ด (key board) รับสัญญาณจากเซ็นเซอร์ โดยมีอินฟราเรดเป็นตัวส่ง และทรานซิสเตอร์เป็นตัวรับ แสดงผลตามเวลาจริง และส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์

2. พอร์ตอนุกรม RS232 เป็นการเชื่อมต่อข้อมูลแบบต่อเนื่อง (serial) เพื่อเพิ่มระยะทางในการส่งข้อมูล เชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า จาก 0.5 โวลต์ เป็น +15 โวลต์

3. ระบบฐานเวลา (real time clock) ใช้ถ่านกระดุม ขนาด 2 โวลต์ เป็นตัวสำรองข้อมูล (backup) มีเซ็นเซอร์ ทำหน้าที่รับคำสั่ง

4. ชุดตรวจจับวัตถุ ใช้อินฟราเรดไดโอด TSAL 7400 เป็นตัวส่งสัญญาณช่วง 940 นาโนเมตร และใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ TOPS 050 TB2 เป็นตัวรับสัญญาณอินฟราเรดย่านความถี่ช่วง 750-1050 นาโนเมตร เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่มายังตำแหน่งระหว่างตัวส่งกับตัวรับจะตัดสัญญาณอินฟราเรด ทำให้สัญญาณขาดหายไปจะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานและส่งสัญญาณพัลส์ที่มีคาบตรงกับคาบของวัตถุทำให้วงจรเป็นวงจรเปิด เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเลยไป ส่วนส่งสัญญาณอินฟราเรดส่งสัญญาณและที่ส่วนรับสัญญาณได้รับแสงอินฟราเรด ทรานซิสเตอร์จะเสมือนถูกลงกราวด์ วงจรก็จะเป็นวงจรปิดอีกครั้ง

5. หน่วยความจำ (EPROM) ใช้ IC- 24LC 512 เป็นหน่วยเก็บข้อมูล ซึ่งสามารถแก้ไขลบ หรือเขียนซ้ำได้หลายครั้ง

6. ชุดไฟเลี้ยง ใช้หม้อแปลง 2 ลูก แยกระบบสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ชุด และสำหรับ รีเลย์ 1 ชุด สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ แปลงจาก 220 โวลต์ เป็น 9 โวลต์ ผ่านฟิลเตอร์ เป็น 12 โวลต์ ใช้แรกกูเลเตอร์ แปลงเป็น 5 โวลต์

7. พอร์ต USB ใช้เชื่อมต่อกับ RS232 เพื่อส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

8. ชุดแป้นพิมพ์ มี 16 หลัก แต่ใช้ 8 เส้น ใช้เพื่อความสะดวก ประกอบด้วย ปุ่มตัวเลข ตั้งแต่ 0 ถึง 9 ปุ่ม ESC ปุ่ม time set up ปุ่ม clear data ปุ่ม down ปุ่ม up และปุ่ม start/stop โดย ชุดแป้นพิมพ์ จะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ P89V51RD2 และเชื่อมต่อกับ จอ LED 20 ตัวอักษร 4 แถว และมีไฟแสดงสถานะ 2 ดวง คือ on และ run

การเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โปรแกรมแสดงผลการทดลอง และ การจำลองคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการทดลองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ การจัดเก็บข้อมูล และการจำลองคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลมในครั้งนี้ แบ่งโปรแกรมที่ใช้งานออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. โปรแกรมควบคุมการทดลอง

โปรแกรมควบคุมชุดทดลองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เป็นการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ตรวจจับคาบการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลม และแสดงผลตามเวลาจริง โดยวงจรส่งและตรวจจับแสง มีขั้นตอนการเขียนโปรแกรม ดังรายละเอียดที่แสดงในภาคผนวก ข

2. โปรแกรมการแสดงผลการทดลอง

โปรแกรมส่วนนี้จะเก็บข้อมูลและติดต่อกับผู้ใช้ โดยเขียนโปรแกรมด้วย visual basic 6.0 เพื่อแสดงผลการทดลองตามเวลาจริง ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข

3. โปรแกรมการจำลองคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลม

โปรแกรมส่วนนี้จะเป็นการจำลองเชิงตัวเลขทางทฤษฎีของคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยโปรแกรม Scilab โดยกำหนดค่า h ตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.20 หาคาบและคาบกำลังสองจากสมการ ที่ (2.3) $T = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$ เขียนชุดคำสั่งให้แสดงผลในรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของกรวยกับคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุ และเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของกรวยกับคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลมยกกำลังสอง แทนค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) ด้วย 9.7814 m/s^2 รายละเอียดในภาคผนวก ข

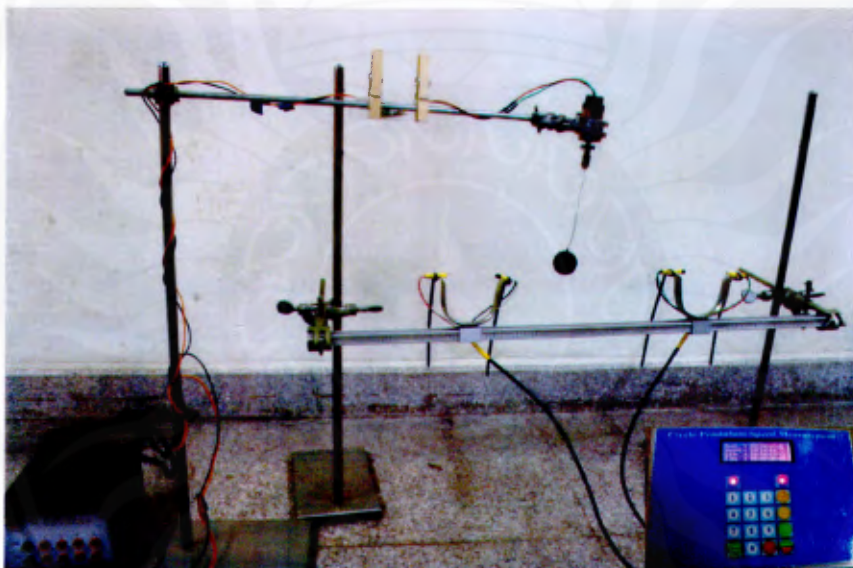


ภาพที่ 3.6 การจำลองคาบการเคลื่อนที่แบบวงกลม

การทดลองหาคาบการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลมเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับการจำลอง

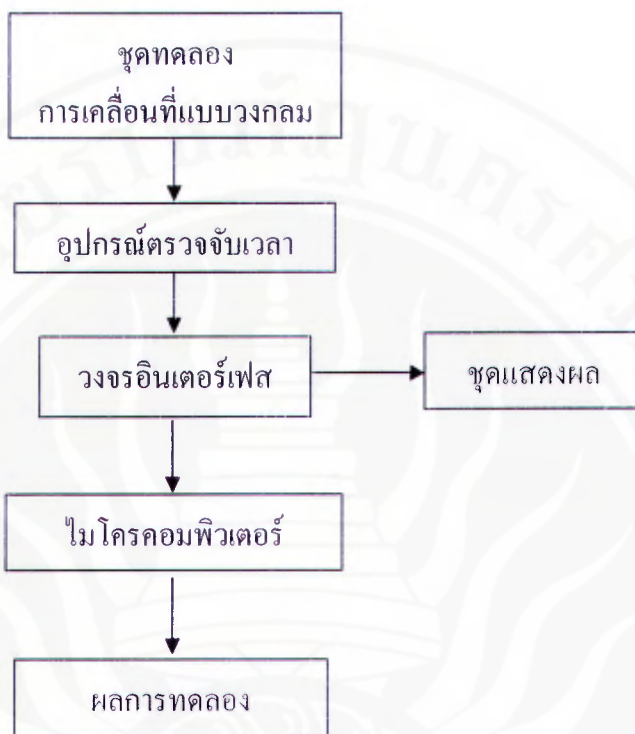
ขั้นตอนนี้เป็น การทดลองวัดคาบการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทดลองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่แสดงผลและจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง การเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งประกอบด้วย ชุดขาตั้งพร้อมแขนสำหรับจับมอเตอร์ ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ อุปกรณ์ส่งและตรวจจับแสง ชุดอินเตอร์เฟส และคอมพิวเตอร์ ติดตั้งอุปกรณ์ ดังภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.7 การติดตั้งชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม

2. หาความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความสูงของกรวย โดยผูกลูกตุ้มมวล 16 กรัม กับเชือกยาว 10 เซนติเมตร เปิดสวิทช์ปรับปุ่มควบคุมมอเตอร์ให้หมุนลูกตุ้มเคลื่อนที่ผ่านวงจรส่งและตรวจจับแสง เมื่อส่วนส่งสัญญาณอินฟราเรดส่งสัญญาณและที่ส่วนรับสัญญาณได้รับแสงอินฟราเรด ทรานซิสเตอร์จะเสมือนถูกลงกราวด์ ทรานซิสเตอร์จึงไม่ทำงานแต่เมื่อสัญญาณขาดหายไปเนื่องจากลูกตุ้มตัดผ่านจะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานและส่งสัญญาณพัลส์ที่มีคาบตรงกับคาบของลูกตุ้มที่กำลังทดลอง บันทึกผล เปลี่ยนความยาวเชือก โดยเพิ่มความยาวเชือกครั้งละ 2 เซนติเมตร จนถึง 30 เซนติเมตร ตามลำดับแล้วทำการทดลองเหมือนเดิม



ภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม

3. นำผลการทดลองมาเขียนกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความสูงของกรวย และคาบกำลังสองกับความสูงของกรวยของการเคลื่อนที่แบบวงกลม เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการจำลองเชิงตัวเลขทางทฤษฎีด้วยโปรแกรม Scilab

4. เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี โดยการใช้ร้อยละของความคลาดเคลื่อน ดังนี้

$$\text{ร้อยละของความคลาดเคลื่อน} = \frac{(\text{ค่าที่ได้จากการทดลอง} - \text{ค่าที่ได้จากทฤษฎี})}{\text{ค่าที่ได้จากทฤษฎี}} \times 100$$