099576

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 บทนำ

การนำเทคโนโลยีทางด้านการสั่นสะเทือนมาใช้ในงานทดสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนั้น เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการจากการทดสอบ การใช้งานในสภาวะการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบชิ้นส่วนต้นแบบ เพื่อหาค่าความถี่ธรรมชาติของชิ้นส่วนนั้น แล้วทำการทดสอบหาค่าความถี่พ้องที่จะทำให้ชิ้นส่วนเสียหายในตำแหน่งที่เกิดความถี่นั้นได้ จากนั้นจึงทำการออกแบบใหม่เพื่อป้องกันความเสียหายจากการเกิดความถี่พ้องที่ชิ้นส่วน และหลังจากเสร็จสิ้นในขั้นตอนการออกแบบจึงทำการผลิตใช้งานจริง และในบางครั้งอาจใช้เทคโนโลยีทางด้านการสั่นสะเทือนมาแก้ปัญหาเกี่ยวกับชิ้นส่วนที่เกิดปัญหาจากการใช้งานแล้ว เช่น จากข้อมูลทางสถิติว่าเกิดความเสียหายของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการสั่นสะเทือนก็สามารถนำเครื่องทดสอบการสั่นมาใช้ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ยังนำมาใช้ในงานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

สำหรับการดำเนินงานวิจัย เรื่องออกแบบและพัฒนาเครื่องทดสอบการสั่นสะเทือน สำหรับการทดสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ได้พิจารณาถึงวัตถุประสงค์ และขอบเขตของโครงการวิจัย ระเบียบวิธีวิจัย การทดลอง สถานที่ใช้ทำการทดลอง การเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะเวลาในการวิจัย และผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้เครื่องทดสอบการสั่นสะเทือน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการดำเนินโครงการวิจัย ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทางกลไฟฟ้าของชุดทดสอบการสั่นสะเทือน
3. ดำเนินการวิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างชุดทดสอบการสั่นสะเทือน และอุปกรณ์ประกอบ
4. นำชุดทดสอบการสั่นสะเทือนมาใช้ทดสอบการทำงานร่วมกับ ชุดควบคุมการทำงาน (Controller) ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers) และอุปกรณ์อื่น ๆ ก่อนการนำไปใช้จริง
5. กำหนดวัสดุทดสอบตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ คือ ไม่มีโหลด (Pre-Load) , 251 กรัม (2.5 นิวตัน) , 502 กรัม (5 นิวตัน) ,1004 กรัม (10 นิวตัน) และตัวอย่างกล่องดำระบบ GPRS ของบริษัท DTC ตามลำดับ
6. ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย
7. วิเคราะห์ผล สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

3.2 <u>ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

3.2.1 ศึกษาทฤษฎีของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้งาน

3.2.2 ศึกษาเกี่ยวกับแม่เหล็กถาวรและวิธีการนำไปใช้งาน

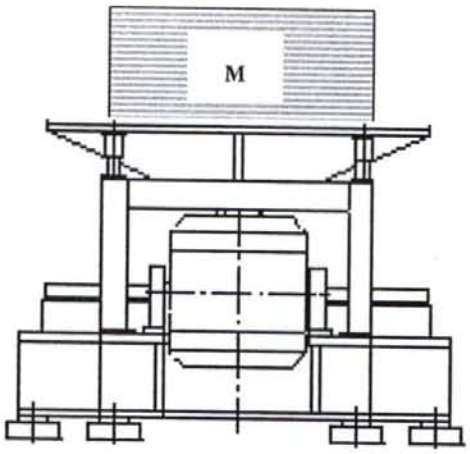
3.2.3 ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

3.2.4 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบการสั่นสะเทือนสินค้าสำเร็จรูปในปัจจุบัน

3.2.5 ศึกษาระเบียบวิธีการวิจัยตลอดจนการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารตำราต่างๆ

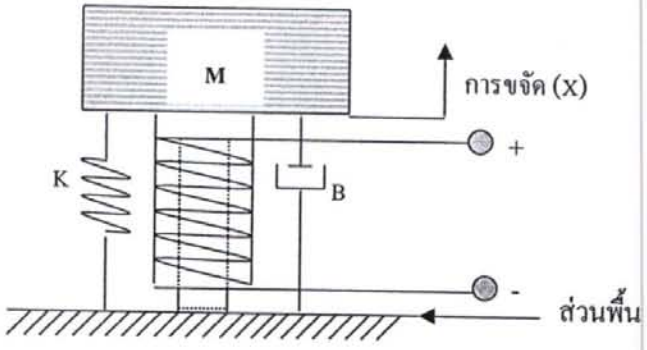
3.3 <u>ขั้นตอนการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทางกลไฟฟ้า</u>

การเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ประกอบในการออกแบบและทดลองของระบบทางกลไฟฟ้า (Electromechanical systems) คือ ระบบพลวัตที่มีองค์ประกอบทางกลและทางไฟฟ้าร่วมกัน ในการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ครบถ้วน ก็ต้องอาศัยความรู้ด้านหลักการแปลงพลังงานกลไฟฟ้าเข้าร่วมการพิจารณาด้วยเสมอ



ภาพที่ 3.1 เครื่องทดสอบการสั่นสะเทือนแบบอิเล็กโตรไดนามิกส์

จากรูปเครื่องทดสอบการสั่นสะเทือนแบบอิเล็กโตรไดนามิกส์ ดังรูปที่ 3.1 มีมวล m อุปกรณ์กำเนิดการเขย่าแบบเคลื่อนขึ้นลง ด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า ให้เกิดแรงสั่นสะเทือนเป็นจังหวะจากทางด้านฐานรองรับวัตถุทดสอบ ภาพที่ 3.2 แสดงแผนภาพระบบ มวล-สปริง-ตัวหน่วง ที่ใช้แทนฐานรองรับวัตถุทดสอบการสั่น และวงจรสมมูลทางไฟฟ้าของแม่เหล็กไฟฟ้า แรง F ของแรงอยู่ในรูปฟังก์ชันของกระแส i(t) กล่าวคือ



ภาพที่ 3.2 แผนภาพสำหรับการวิเคราะห์หาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

$$F(t) = k_m i(t)$$

หรือ $$F(s) = k_m I(s) \quad \text{..... (3.1)}$$

ในโดเมนเอส ส่วนแรงดันไฟฟ้าย้อนกลับ υ_b แสดงด้วยความสัมพันธ์

$$\upsilon_b(t) = K_b \frac{d}{dt}\chi(t)$$

หรือ $$V_b(s) = K_b\, sX(s) \quad \text{..... (3.2)}$$

พลวัตของฐานรองรับวัตถุทดสอบมวล m ด้วยสมการของแรง โดยพิจารณาจากกฎของ นิวตัน กล่าวคือ

$$F(t) = m\frac{d^2}{dt^2}\chi(t) + b\frac{d}{dt}\chi(t) + k\chi(t)$$

หรือในโดเมสเอส

$$F(s) = \left(ms^2 + bs + k\right)X(s) \quad \text{..... (3.3)}$$

ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้าที่ปรากฏตามรูปที่ 3.2 ได้ดังนี้

$$v_s(t) = Ri(t) + v_b(t)$$

หรือในโดเมนเอส ดังนี้

$$V_s(s) = \frac{RF(s)}{k_m} + K_b sX(s) \quad \text{..... (3.4)}$$

เมื่อแทน $F(s)$ ตามสมการ (3.3) ลงใน $V_s(s)$ (3.4) จากนั้นทำการจัดพจน์ทางพีชคณิตในโดเมนเอส สามารถหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เป็นฟังก์ชันถ่ายโอน ได้ดังนี้

$$\frac{X(s)}{V_s(s)} = \frac{k_m}{R\left(ms^2 + bs + k\right) + k_m k_b s} \quad \text{..... (3.5)}$$

ดังนั้น จะได้สมการในรูปอัตราส่วน ระยะการเคลื่อนที่ กับ แรงเคลื่อนไฟฟ้า เป็นข้อมูลในการหาค่าตัวแปร ต่าง ๆที่ยังไม่ทราบค่าจากการทดลองต่อไป

พิจารณาในส่วนของแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็ก ให้กระแสไฟฟ้า i(t) ที่ไหลในขดลวดก่อให้เกิดแรง ทำให้แกนที่พันด้วยขนลวด(แกนอาร์เมเจอร์) ขยับขึ้น-ลง แรงดังกล่าวคือ

$$F(t) = Bli(t) \quad \text{..... (3.6)}$$

เมื่อ B คือความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และ l คือความยาวเส้นลวด

ดังนั้นถ้ามีมวล m ซึ่งต้องเคลื่อนที่ให้มีระยะขจัด x(t) การต้านทานของการขยับตัวของแผ่นยางสปริงจากอากาศ ให้แทนด้วยตัวหน่วง b ดังนั้นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแรงที่เกิดจาก สนามแม่เหล็ก คือ

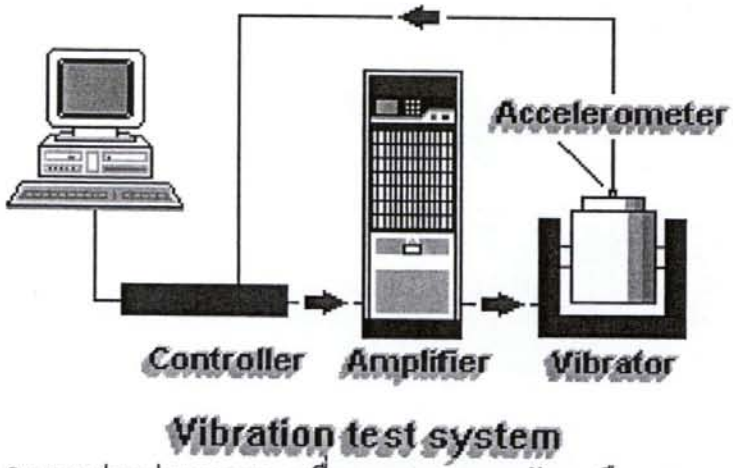
$$m\frac{d^2}{dt^2}\chi(t)+b\frac{d}{dt}\chi(t) = F(t) = Bli(t) \quad \text{..... (3.7)}$$

จากข้อมูลดังกล่าวใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบแกนอาร์เมเจอร์ ของชุดสร้างการสั่นสะเทือน

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างชุดทดสอบการสั่นสะเทือน

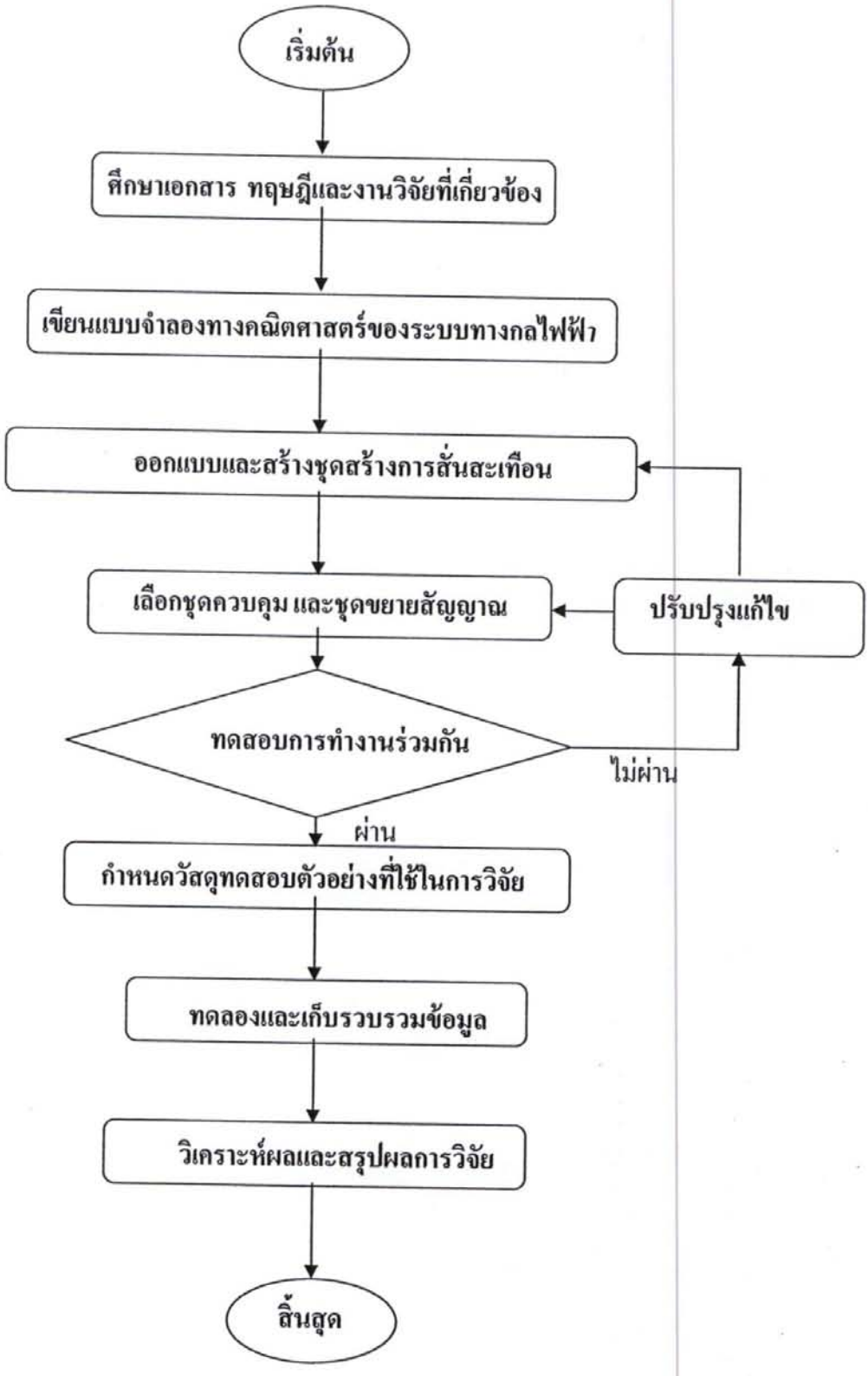
3.4.1 วิธีการดำเนินการวิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างชุดทดสอบ

สำหรับขั้นตอนการดำเนินการสร้างชุดทดสอบการสั่นสะเทือนแบบอิเล็กโตรไดนามิกส์ โดยอุปกรณ์หลัก ๆ ในการสร้างคือ ชุดสร้างการสั่นสะเทือน (Shaker) , ชุดควบคุมการสั่น (Controller) , ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers) และอุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบการทดลอง โดยขั้นตอนในการสร้าง พิจารณาหัวข้อต่าง ๆ ทางผู้ดำเนินงานวิจัยนำมาจัดแบ่งลำดับเพื่อกำหนดเป็นขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องทดสอบความสั่นสะเทือนแบบ Electro dynamic

3.4.2 ผังขั้นตอนการสร้างชุดทดสอบการสั่นสะเทือนแบบอิเล็กโตรไดนามิกส์



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างชุดทดสอบการสั่นสะเทือนแบบอิเล็กโตรไดนามิกส์

3.4.3 ดำเนินการออกแบบชุดทดสอบ

ในการออกแบบชุดสร้างการสั่นสะเทือน จะพิจารณาแรงสองส่วน คือ (1) ส่วนของแรงที่เกิดจากสนามแม่เหล็ก ให้กระแสไฟฟ้า i(t) ที่ไหลในขดลวดก่อให้เกิดแรงทำให้แกนที่พันด้วยขดลวดหรือเรียกว่า แกนอาร์เมเจอร์ ขยับขึ้น-ลง แรงดังกล่าวคือ $F = Bil$ และ (2) แรงที่กระทำโดยมวลวัสดุกับความเร่งที่ต้องการทดสอบซึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกัน ซึ่งแรงดังกล่าว คือ $F = ma$ โดยผลการคำนวณออกมาค่าแรงทั้งสองจะต้องเท่ากัน คือ

$$F = Bil = ma$$

จากผังการออกแบบในรูปที่ 3.4 สามารถออกแบบและสร้างชุดทดลองการสั่นสะเทือนแบบอิเล็กโตรไดนามิกส์ได้โดย กำหนดน้ำหนักที่ต้องการยกเท่ากับ 1000 กรัม ที่ความเร่ง 10 m/s^2 จากสมการ $F = ma$ จะได้แรงทางกลที่ต้องการคือ 10 N ต่อมาเป็นการคำนวณหาแรงที่เกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้าต้องเท่ากับแรงทางกล หาได้โดยการกำหนดค่ากระแสใช้งานที่ไหลในขดลวด 5 Amp. เลือกใช้ลวดทองแดง S.W.G เบอร์ 25 ความยาวลวดที่พันแกนอาร์เมเจอร์ l = 20 เมตร รัศมีขดลวดแกนอาร์เมเจอร์ r = 50 mm.จากสมการ $F = Bil$ ได้ค่า B = 0.1 T. จากนั้นจึงคำนวณหาจำนวนรอบของขดลวดในแกนอาร์เมเจอร์จากสมการ B = μin โดยกำหนดค่ากระแสสูงสุดที่ไหลในขดลวด 10 Amp.จะได้ จำนวนรอบของขดลวดในแกนอาร์เมเจอร์ N = 800 รอบ (8 ชั้น, 100 รอบ /ชั้น และความยาวเฉลี่ยขดลวด l = 50 mm. เส้นผ่านศูนย์กลางขดลวด d = 50 mm.) โดยสามารถนำข้อมูลมาออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการสั่นสะเทือน ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และลักษณะของการควบคุมการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.3 แล้วจึงทำการทดลองหาว่าชุดสร้างการสั่นสะเทือนสามารถสร้างแรงสั่นสะเทือนที่มวล 1000 กรัมได้หรือไม่ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผล สรุปผลการวิจัยต่อไป

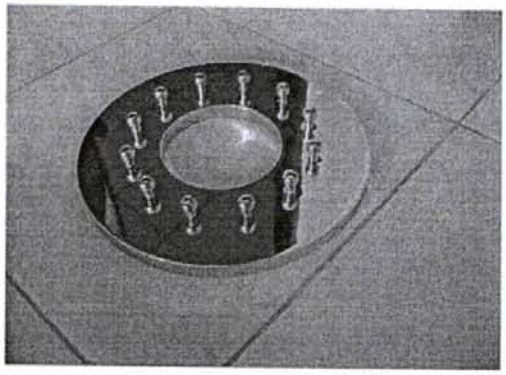
3.4.4 ดำเนินการสร้างชุดทดลอง

ศึกษาข้อมูลค้นหาจากทางอินเตอร์เน็ต เอกสารชุดทดลองการสั่นสะเทือนทางกลจากการขนส่ง เพื่อจะได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง การสั่นสะเทือนของ Armature coil ที่เคลื่อนที่ตัดผ่านแม่เหล็ก หลักการทำงานของ Armature coil คุณสมบัติของวัสดุ แม่เหล็ก Armature coil แกน Rod Cylinder ของวัสดุต่าง ๆ ที่จะนำมาสร้างชุดทดลอง

การออกแบบและประกอบชุดสร้างการสั่นสะเทือน มีดังนี้

1) ฝาครอบชุดฐานแม่เหล็ก

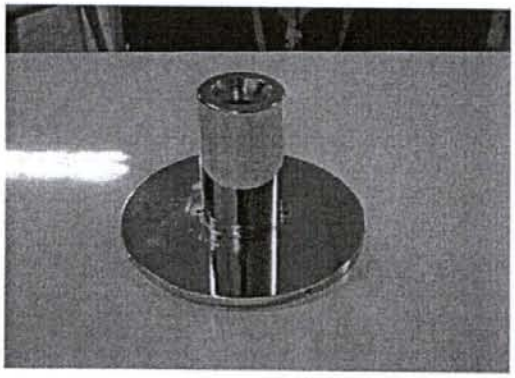
ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากฝาครอบชุดฐานแม่เหล็ก เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ยึดติดกับชุดฐานแม่เหล็ก จึงเลือกใช้เหล็กชุบโครเมียมเป็นวัสดุในการสร้าง เพื่อที่แม่เหล็กจะได้ดูดยึดฝาครอบให้แน่นและมีความแข็งแรงเป็นชุดเดียวกัน



ภาพที่ 3.5 ฝาครอบชุดฐานแม่เหล็ก (Top plate)

2) ฐานวางแม่เหล็ก

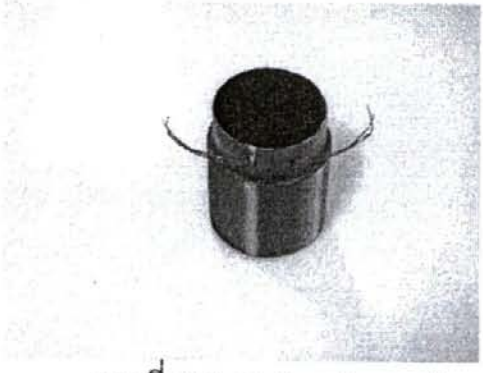
ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากฐานวางแม่เหล็ก เป็นชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรง เพราะต้องรับน้ำหนักของชุดการทดลองทั้งหมด จึงเลือกใช้เหล็กชุบโครเมียมเป็นวัสดุในการสร้าง เพื่อที่แม่เหล็กจะได้ดูดยึดฐานวางแม่เหล็กให้แน่นและมีความแข็งแรงเป็นชุดเดียวกัน



ภาพที่ 3.6 ฐานวางแม่เหล็ก

3) ชุด Armature coil

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากชุด Armature coil เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญชิ้นหนึ่งของชุดการทดลองการสั่นสะเทือนทางกลจากการขนส่ง ดังนั้นจึงเลือกใช้แผ่นหม้อแปลงที่เป็นแผ่นมาม้วนเป็นทรงกระบอกและพันด้วยขดลวดทองแดง เป็นวัสดุในการสร้างเพื่อลดการเสียดสี



ภาพที่ 3.7 ชุด Armature coil

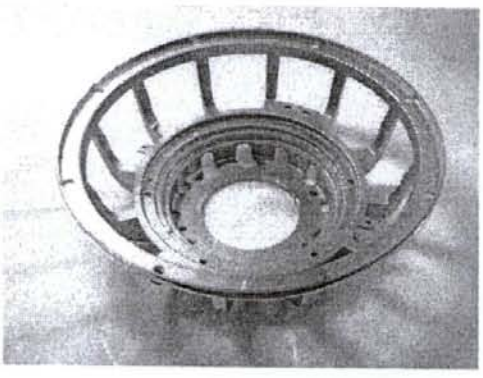
4) ฝาครอบชุด Armature coil

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากต้องการให้ฝาครอบชุด Armature coil มีน้ำหนักเบาแล ไม่มีผลต่อการทำงานของชุด Armature coil ดังนั้น จึงเลือกใช้อลูมิเนียมในการสร้าง เพราะมีน้ำหนัเบา และง่ายต่อการขึ้นรูปด้วยวิธีการกัดกลึง

ภาพที่ 3.8 ฝาครอบชุด Armature coil

5) โครงสร้างชุดทดสอบ (Basket)

โครงสร้างชุดทดสอบ เป็นชิ้นส่วนที่ซื้อมาแบบสำเร็จรูปสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดตัวโครงทำมาจากเหล็กหล่อ เลือกใช้ให้เท่ากับขนาดของชุดทดลอง ฝาครอบชุดแม่เหล็ก

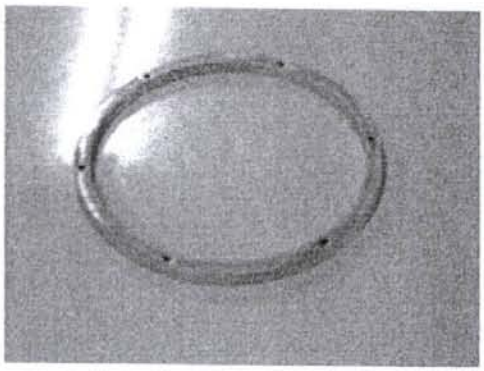


ภาพที่ 3.9 โครงสร้างชุดทดสอบ (Basket)

6) ปะกับล็อคแผ่นไดอะแฟรม

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากต้องการให้ปะกับล็อคแผ่นไดอะแฟรมมีน้ำหนักเบาแล สามารถล็อคแผ่นไดอะแฟรมให้ติดกับโครงดอกลำโพงได้ และไม่มีผลต่อการทำงานของชุดทดลอง

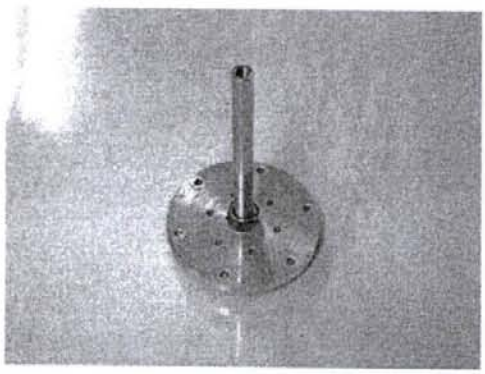
ดังนั้นจึงใช้อลูมิเนียมเป็นวัสดุในการสร้างเพราะมีน้ำหนักเบา และง่ายต่อการขึ้นรูป ด้วยวิธีการกัดกลึง ราคาถูก หาซื้อง่าย



ภาพที่ 3.10 ประกับล็อคแผ่นไดอะแฟรม

7) ชุด Rod Cylinder

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ ชุด Rod Cylinder เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญชิ้นหนึ่งของชุดทดลองการสั่นสะเทือนทางกลจากการขนส่ง จึงเลือกใช้อลูมิเนียมเป็นวัสดุในการสร้างตัวแผ่น Plate ตัวก้าน Rod ใช้แกนสเตนเลสเพราะมีน้ำหนักเบา ไม่มีผลต่อการทำงานของตัวชุดทดลองและง่ายต่อการขึ้นรูปด้วยวิธีการกัดกลึง



ภาพที่ 3.11 ชุด ROD CYLINDER

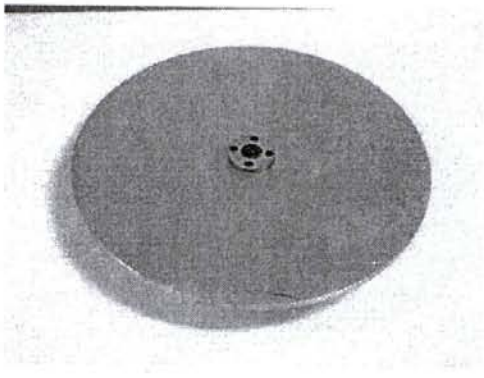
8) แผ่นไดอะแฟรม

แผ่นไดอะแฟรม เป็นชิ้นส่วนที่สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด เลือกใช้ให้เท่ากับขนาดของโครงดอกลำโพง เพราะแผ่นไดอะแฟรมจะเป็นตัวส่งถ่ายการสั่นสะเทือนจากชุด Armature coil ไปยังชุด Rod Cylinder เพื่อใช้ในการทดสอบชิ้นงาน

ภาพที่ 3.12 แผ่นไดอะแฟรม

9) ฝาครอบชุดทดลอง

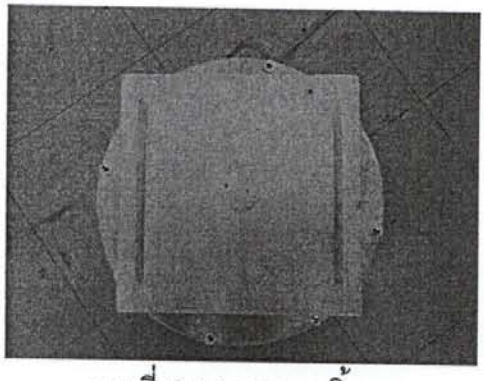
ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากต้องการให้ฝาครอบชุดทดลองมีน้ำหนักเบาและไม่มีผลไรบกวนการทำงานของตัวชุดทดลองขณะกำลังทำงาน และมีส่วนสำคัญช่วยบังคับให้ก้าน Rod Cylinder ทำงานขึ้นลงให้คงที่ ดังนั้นจึงใช้อลูมิเนียมเป็นวัสดุในการสร้างเพราะมีน้ำหนักเบา



ภาพที่ 3.13 ฝาครอบชุดทดลอง

10) ถาดวางชิ้นงาน

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากต้องการให้ถาดวางชิ้นงานมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรง เพราะต้องรับการสั่นสะเทือนที่มากในการทดลอง ดังนั้นจึงเลือกใช้อลูมิเนียมเป็นวัสดุในการสร้าง เพราะง่ายต่อการขึ้นรูปด้วยวิธีการกัดกลึง



ภาพที่ 3.14 ถาดวางชิ้นงาน

11) โครงใส่ชุดทดสอบ

ในการออกแบบมีเงื่อนไขดังนี้ เนื่องจากต้องการให้โครงใส่ชุดทดลองมีน้ำหนักเบาและแข็งแรงแล สามารถปกปิดชุดทดลองไม่ให้เกิดความเสียหาย ดังนั้นจึงเลือกใช้ท่อ PVC และแผ่นไม้อัดเป็นวัสดุ ในการสร้างเพราะมีความแข็งแรงและมีความเหมาะสมกับชุดทดลอง

ภาพที่ 3.15 โครงใส่ชุดทดลอง

12) การดำเนินการประกอบชุดทดสอบการสั่นสะเทือนได้มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

ภาพที่ 3.16 ภาพแสดงการประกอบชุดฐานวางแม่เหล็ก

13) นำชุด Armature coil มาประกอบเข้ากับฝาครอบ Armature coil โดยใช้กาวซีเมนต์เหล็กเป็นตัวช่วยในการยึดติด

ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงการประกอบชุด Armature coil เข้ากับฝาครอบ Armature coil

14) นำโครงสร้างชุดทดสอบ (Basket) มาประกอบเข้ากับชุดฐานแม่เหล็ก

ภาพที่ 3.18 ภาพแสดงการติดตั้งโครงสร้างชุดทดสอบ (Basket) เข้ากับชุดฐานแม่เหล็ก

16) นำชุด Armature coil ที่ประกอบฝาครอบ Armature coil เสร็จเรียบร้อยแล้วมาประกอบเข้ากับชุดฐานแม่เหล็กให้ได้ Center ระหว่างแกนชุดฐานแม่เหล็ก

ภาพที่ 3.19 ภาพแสดงการติดตั้งชุด Armature coil เข้ากับชุดฐานแม่เหล็ก

17) นำแผ่นไดอะแฟรมมาประกอบเข้ากับ Baskat และยึดด้วยประกับล็อคแผ่นไดอะแฟรม

ภาพที่ 3.20 ภาพแสดงการติดตั้งแผ่นไดอะแฟรมเข้ากับ (Basket) และยึดด้วยประกับล็อค

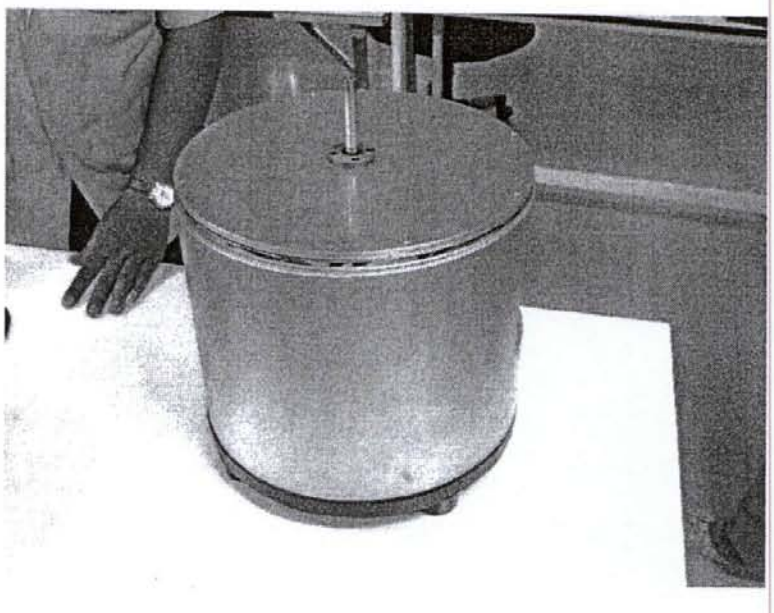
18) นำชุด Rod Cylinder มาประกอบเข้ากับแผ่นไดอะแฟรมโดยใช้ Bolt ร้อยผ่านลงไปข้างล่าง เพื่อไปยึด Armature coil ให้ติดกับชุด Rod Cylinder โดยมีแผ่นไดอะแฟรมเป็นตัวขั้นอยู่ระหว่างกลาง

ภาพที่ 3.21 ภาพการติดตั้งชุด Rod Cylinder กับชุด Armature coil

19) นำฝาครอบที่ประกอบ Linear Bushings อยู่ตรงกลางมาประกอบเข้ากับแกน Rod Cylinder และโครง Basket

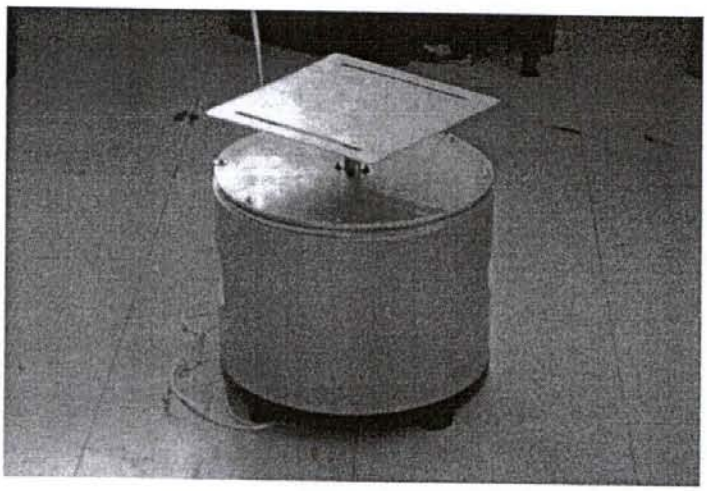
ภาพที่ 3.22 ภาพแสดงการติดตั้งฝาครอบเข้ากับแกน Rod Cylinder และโครง Basket

20) นำชุดทดลองมาประกอบเข้ากับโครงใส่ชุดทดลอง



ภาพที่ 3.23 ภาพแสดงการติดตั้งชุดทดลองเข้ากับโครงใส่ชุดทดลอง

21) นำชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกันเป็นตัวเครื่อง



ภาพที่ 3.24 ภาพแสดงชุดทดทองการสั่นสะเทือนทางกลจากการขนส่ง

3.5 ขั้นตอนการทดสอบการทำงาน

นำชุดทดสอบการสั่นสะเทือนมาใช้ทดสอบร่วมกับ ชุดควบคุมการทำงาน (Controller) ชุดขยายสัญญาณ (Amplifiers) และอุปกรณ์อื่น ๆ ดังภาพที่ 3.3 ซึ่งแสดงส่วนประกอบของเครื่องทดสอบความสั่นสะเทือนสำหรับสินค้าสำเร็จรูป

การกำหนดวัสดุทดสอบตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จากนั้นจึงได้ทำการกำหนดมวลทดสอบขนาดต่าง ๆ คือ ไม่มีโหลด (Pre-Load) , 251 กรัม (2.5 นิวตัน) , 502 กรัม (5 นิวตัน) ,1004 กรัม (10 นิวตัน) และตัวอย่างกล่องดำระบบ GPRS ของบริษัท DTC

3.6 ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

การอ่านค่าความเร่งจากโปรแกรม DEWE Soft แล้วจงนำมาทำการคำนวณหาค่าความเร็วเฉลี่ย RMS ของการสั่นสะเทือน ต้องใช้วิธีคำนวณตามสูตรคณิตศาสตร์ สำหรับสูตรการคำนวณ มีดังนี้

$$v = \frac{a}{\omega} = \frac{a}{2\pi f}$$

เมื่อ v = ค่าความเร็วเฉลี่ย RMS ของการสั่นสะเทือน

ω = ค่าความเร็วเชิงมุมของสั่นสะเทือนเฉลี่ย

a = ค่าความเร่งของสั่นสะเทือนเฉลี่ย

f = ค่าความถี่ของการสั่นสะเทือนเฉลี่ย

ส่วนการคำนวณหาค่าระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของการสั่นสะเทือน ต้องใช้วิธีคำนวณตามสูตรคณิตศาสตร์ สำหรับสูตรการคำนวณ มีดังนี้

$$X = \frac{a}{(\omega)^2} = \frac{a}{(2\pi f)^2}$$

เมื่อ X = ค่าระยะการเคลื่อนที่เฉลี่ยของการสั่นสะเทือน

ω = ค่าความเร็วเชิงมุมของสั่นสะเทือนเฉลี่ย

a = ค่าความเร่งของสั่นสะเทือนเฉลี่ย

f = ค่าความถี่ของการสั่นสะเทือนเฉลี่ย

บันทึกการป้อนค่ากระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้าไป เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในรูปของค่าความเร่ง โดยที่กำหนดที่ค่าความถี่คงที่ ตามตารางบันทึกผลการทดลองกำหนด