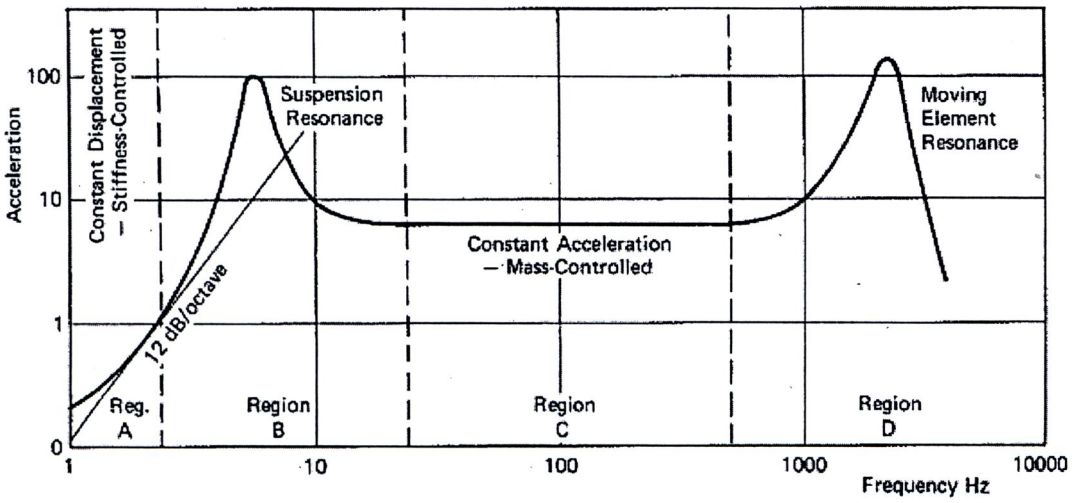
บทที่ 4
การทดสอบเครื่องกำเนิดการสั่น

4.1 คุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องกำเนิดการสั่น

เครื่องกำเนิดการสั่นมีคุณสมบัติที่สำคัญคือการตอบสนองของแกนกลางซึ่งเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ ต่อค่าความถี่ที่ป้อนให้กับเครื่องกำเนิดการสั่น เพราะคุณสมบัตินี้จะเป็นค่าที่บ่งชี้ว่าเครื่องกำเนิดการสั่นมีการตอบสนองต่ออินพุตในโดเมนของความถี่เป็นอย่างไร และเนื่องจากเครื่องมือวัดที่ใช้วัดเป็นเครื่องวัดความเร่ง ดังนั้นจึงมักจะแสดงกราฟคุณสมบัติออกมาในรูปของการตอบสนองของความเร่ง เทียบกับความความถี่ที่ป้อนให้กับเครื่องทดสอบการสั่น

การตอบสนองต่อความถี่ของเครื่องกำเนิดการสั่นแบบสนามแม่เหล็กโดยทางทฤษฎีหรือตามแนวอุดมคติแล้ว ก็จะเหมือนกับการตอบสนองของระบบที่มีลำดับขั้นความเป็นอิสระทั่วไป ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การตอบสนองตามอุดมคติของเครื่องกำเนิดการสั่นแบบสนามแม่เหล็ก

ในรูปที่ 4.1 การตอบสนองของเครื่องกำเนิดการสั่นจะแบ่งออกเป็นช่วงๆ ได้ 4 ช่วงคือช่วง A, B, C และ D ตามลำดับ โดยลักษณะการตอบสนองในแต่ละช่วงเป็นดังนี้

ช่วงแรก ช่วง A เป็นช่วงที่เรียกว่า constant stiffness-displacement controlled ในช่วงนี้ความถี่ของแรงที่กระทำจะเป็นความถี่ที่ต่ำ ดังนั้นการเคลื่อนที่ของมวลที่ถูกแรงกระทำจะมีการตอบสนองต่ำค่าความเร่งของของมวลจะมีค่าน้อย แต่ก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามความถี่ของแรงที่กระทำ

ช่วงที่ 2 ช่วง B ในช่วงนี้ความถี่ของแรงเริ่มมีค่าสูงขึ้น ถ้าหากว่าระบบที่สร้างขึ้นมีระบบรองรับหรือ suspension ซึ่งอาจเป็นแผ่นยางหรือสปริงที่ทำหน้าที่รองรับการเคลื่อนที่ของแกนกลางมีค่าความถี่ธรรมชาติต่ำ ก็มีโอกาสเป็นไปได้ที่จะพบเห็นการเข้าสู่การสั่นพ้องของ suspension อย่างไรก็ตามในการปฏิบัติจริงสามารถที่จะออกแบบให้ความถี่ของ suspension มีค่าต่ำมากๆ จนไม่อยู่ในช่วงการ

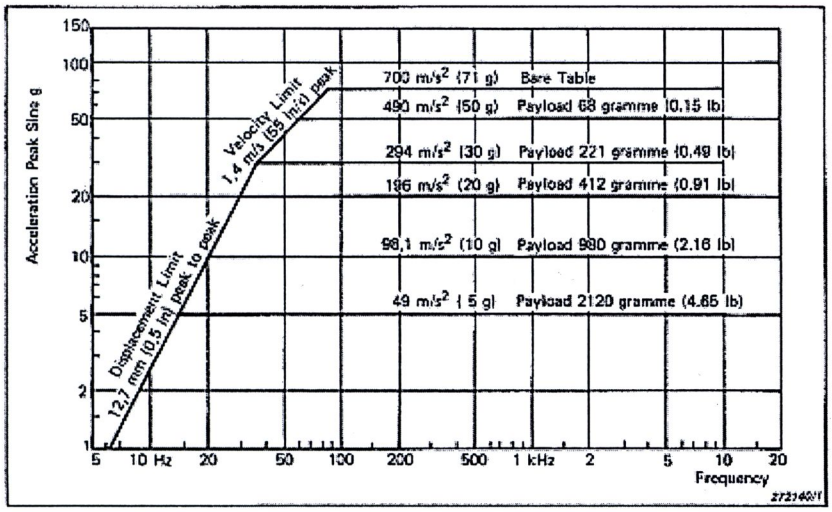
ทำงานของระบบกำเนิดการสั่น เราก็จะไม่เกิดปัญหาการสั่นอย่างรุนแรง ยกเว้นตอนเริ่มต้นการทำงานและตอนหยุดเครื่อง อาจพบการสั่นอย่างรุนแรงได้ แต่ก็จะเกิดในช่วงเวลาที่สั้นมาก ไม่กระทบต่อการทำงานของเครื่องกำเนิดการสั่น

ช่วงที่ 3 ช่วง C เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของเครื่องกำเนิดการสั่น ในช่วงนี้ความถี่ของสัญญาณมีค่าที่เหมาะสมกับค่าขนาดของ มวล ค่าคงที่สปริง และค่าความหน่วงของระบบ ดังนั้นค่าค่าเร่งที่เกิดขึ้นในช่วงนี้จะมีค่าคงที่ตลอดช่วง สำหรับช่วง constant acceleration- mass control นี้จึงเป็นช่วงที่เครื่องกำเนิดการสั่นให้ค่าความเร่งที่คงที่ต่อระบบที่ต้องการทดสอบ

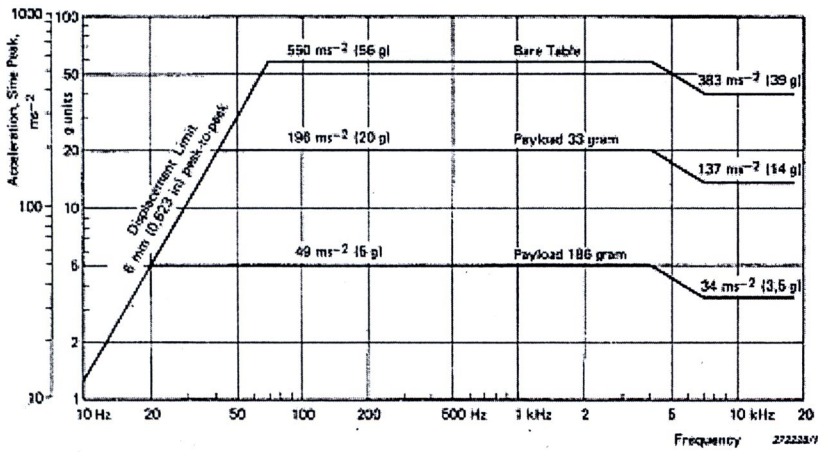
ช่วงสุดท้าย ช่วง D ช่วงนี้ความถี่จะเริ่มสูงขึ้นและอาจสูงถึงค่าความถี่ธรรมชาติของแกนกลางของเครื่องกำเนิดการสั่น ดังนั้นการสั่นในช่วงนี้จึงเป็นการสั่นพ้องของแกนกลาง หรือเรียกช่วงนี้ว่า moving element resonant ดังนั้นโดยปกติจะไม่นิยมที่ให้เครื่องกำเนิดการสั่นทำงานในช่วงนี้

สำหรับรูปที่ 4.1 ที่แสดงมานั้นเป็นคุณสมบัติทั่วไปของเครื่องกำเนิดการสั่นเครื่องหนึ่ง ค่าตัวเลขที่แสดงในรูป เป็นเพียงตัวเลขของเครื่องกำเนิดการสั่นเครื่องหนึ่งเท่านั้น ไม่ใช่การตอบสนองของเครื่องทั้งหมด

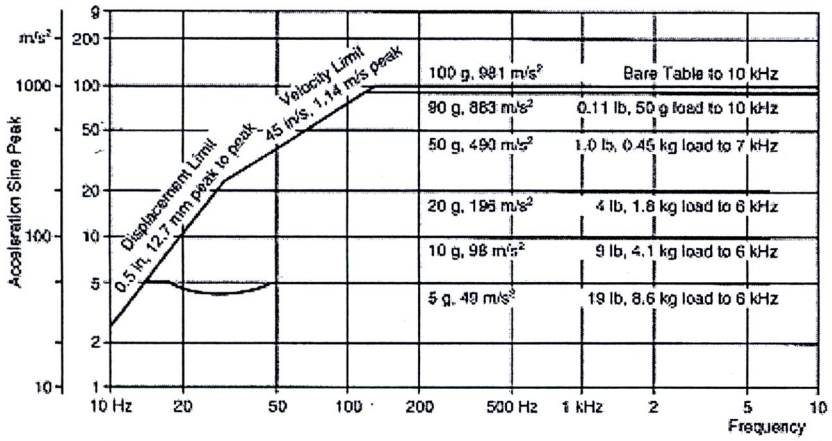
ในการทดสอบเครื่องกำเนิดการสั่น นอกเหนือจากการทดสอบระบบเครื่องกำเนิดการสั่นเปล่าๆ แล้ว การทดสอบการตอบสนองของเครื่องยังจำเป็นที่จะต้องทดสอบเมื่อมีการนำเครื่องนี้ไปต่อเข้ากับชิ้นทดสอบ ซึ่งชิ้นทดสอบเหล่านี้ก็จะทำให้มวลโดยรวมของระบบการสั่นมีค่าสูงขึ้น ทำให้การตอบสนองของระบบก็จะเปลี่ยนไปเมื่อมีมวลที่เคลื่อนที่เข้ามาเพิ่มให้กับระบบการสั่น ดังนั้นการทดสอบเครื่องกำเนิดการสั่น จึงจะต้องทดสอบทั้งเครื่องเปล่า (Bear Table) และเมื่อมีมวลมาเชื่อมต่ออยู่ด้วย สำหรับลักษณะการตอบสนองของเครื่องกำเนิดการสั่นแสดงในรูปที่ 4.2 ถึง 4.4 ซึ่งกราฟในรูปดังกล่าวได้แสดงการตอบสนองของเครื่องหลายๆ ขนาดต่อความถี่ที่กระทำกับเครื่องกำเนิดการสั่น ซึ่งจะเห็นว่าการตอบสนองของเครื่องกำเนิดการสั่นโดยทั่วไป มีลักษณะที่คล้ายกัน แต่อาจจะแตกต่างกันที่ค่าสูงสุดหรือต่ำสุดเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่นเครื่องกำเนิดการสั่นขนาดเล็กจะมีช่วงการเคลื่อนที่ที่แคบกว่าเพราะขนาดเล็กกว่า แต่จะสามารถทำงานที่ย่านความถี่ที่สูงกว่า เพราะเนื่องจากขนาดเล็กจะมีมวลที่น้อยกว่า ทำให้ค่าความถี่ธรรมชาติตามแนวการเคลื่อนที่ของแกนกลางนั้นมีค่ามากกว่า ซึ่งจะเป็นตรงกันข้ามกับเครื่องกำเนิดการสั่นที่มีขนาดใหญ่ คือจะมีช่วงกว้างการสั่นที่สูง แต่จะรับค่าความถี่สูงสุดในการทำงาน ได้ต่ำกว่าเครื่องเล็ก เพราะมีค่าความถี่ธรรมชาติต่ำกว่าเครื่องขนาดเล็กนั่นเอง



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการตอบสนองของเครื่องกำเนิดการสั่นขนาดเล็ก



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการตอบสนองของเครื่องกำเนิดการสั่นขนาดกลาง



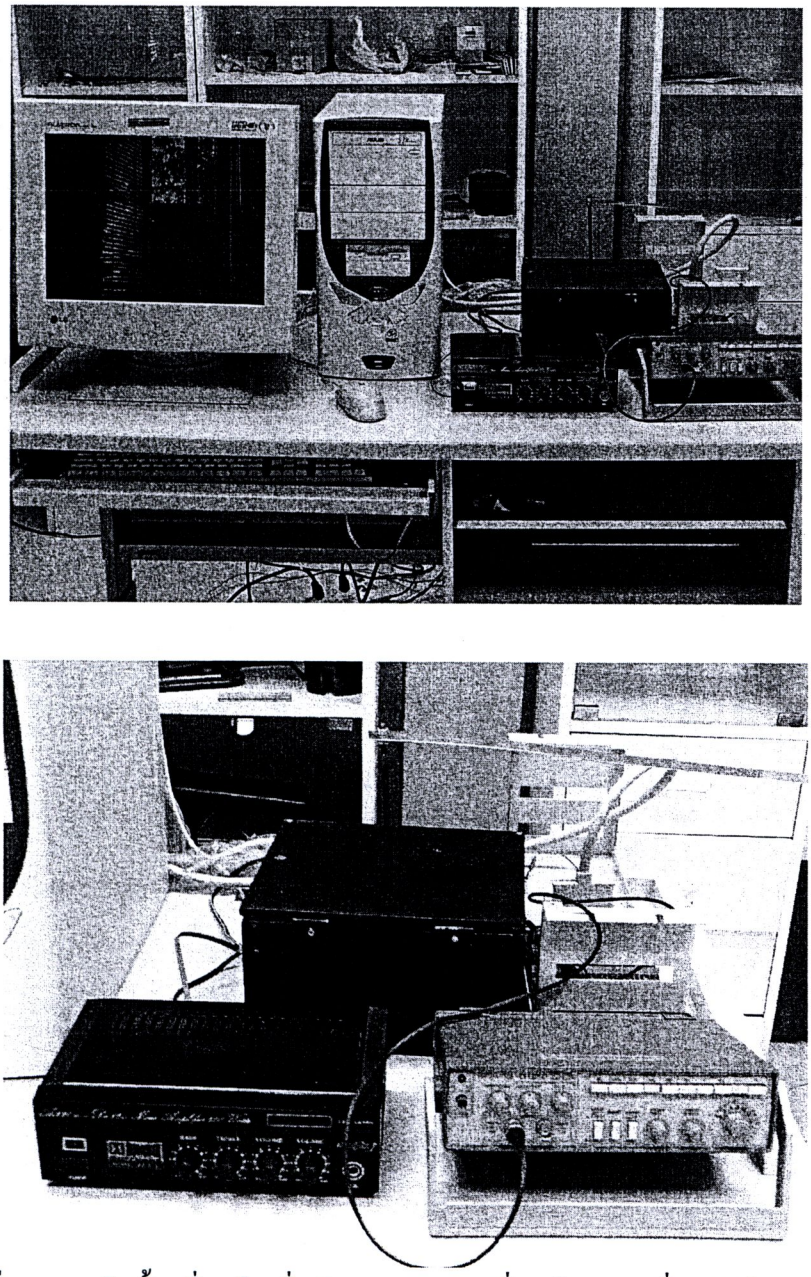
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการตอบสนองของเครื่องกำเนิดการสั่นขนาดใหญ่

4.2 การทดสอบต้นแบบ

หลังจากที่ได้ทำการสร้างเครื่องต้นแบบ ทดสอบการทำงานเบื้องต้น และมีการทดสอบระบบเครื่องมือวัดต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการทดสอบเครื่องต้นแบบ เพื่อหาคุณสมบัติของการตอบสนองต่อความถี่ของเครื่องมือ สำหรับขั้นตอนการทดสอบเครื่องต้นแบบเครื่องกำเนิดการสั่นนั้นมีลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. เตรียมเครื่องมือ และต่อสายของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ให้เรียบร้อย
2. กำหนดค่าสัญญาณที่ออกจากเครื่องกำเนิดสัญญาณ ให้เป็น sine curve
3. เลือกค่าความถี่ของสัญญาณ เริ่มต้นเป็น 5 Hz
4. ปรับเพิ่มกำลังของ Power Amplifier โดยค่อยๆ เริ่มจากศูนย์ สังเกตการณ์สั่นของเครื่องกำเนิดการสั่น โดยดูจากค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดความเร่งเป็นหลัก
5. เมื่อระบบเริ่มสั่น รอให้ระบบเสถียรก่อน จึงเริ่มอ่านค่าความเร่งที่ได้
6. อ่านค่าความเร่งและบันทึกผล
7. ปรับค่าความถี่เพิ่มขึ้น โดยในการทดสอบนี้ทำการปรับค่าความถี่ครั้งละ 5 Hz
8. รอให้ระบบเสถียรจึงทำการอ่านค่าความเร่ง
9. บันทึกค่า และปรับค่าความถี่ขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึง 1000 Hz
10. ค่อยๆ ลดค่าความถี่ลง จนกระทั่งเครื่องหยุดการสั่น
11. ทำการเพิ่มมวลให้กับเครื่องกำเนิดการสั่น
12. มวลที่ใส่มีค่า 50 gram, 75 gram, 100 gram ตามลำดับ
13. ทำการทดลองซ้ำในแต่ละมวล

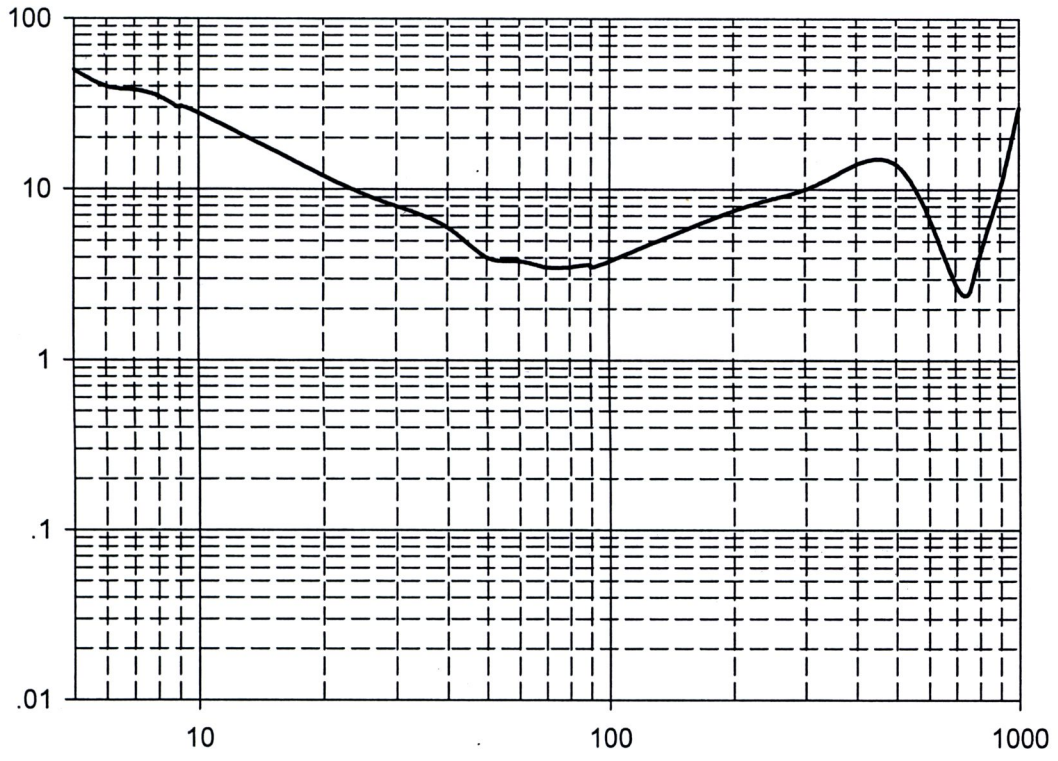
รูปที่ 4.5 เป็นรูปการแสดงการติดตั้งเครื่องต้นแบบเพื่อการทดสอบเครื่องต้นแบบ และในระหว่างการทดสอบ หากพบว่าระบบได้เข้าสู่การสั่นพ้อง จะหยุดการทดสอบแม้ว่าความถี่ที่ให้กับเครื่องกำเนิดการสั่น ยังไม่ถึงช่วงสูงสุดที่กำหนดก็ตาม เพื่อป้องกันการเสียหายของเครื่อง



รูปที่ 4.5 การติดตั้งเครื่องมือเพื่อทำการทดสอบเครื่องต้นแบบเครื่องกำเนิดการสั่น

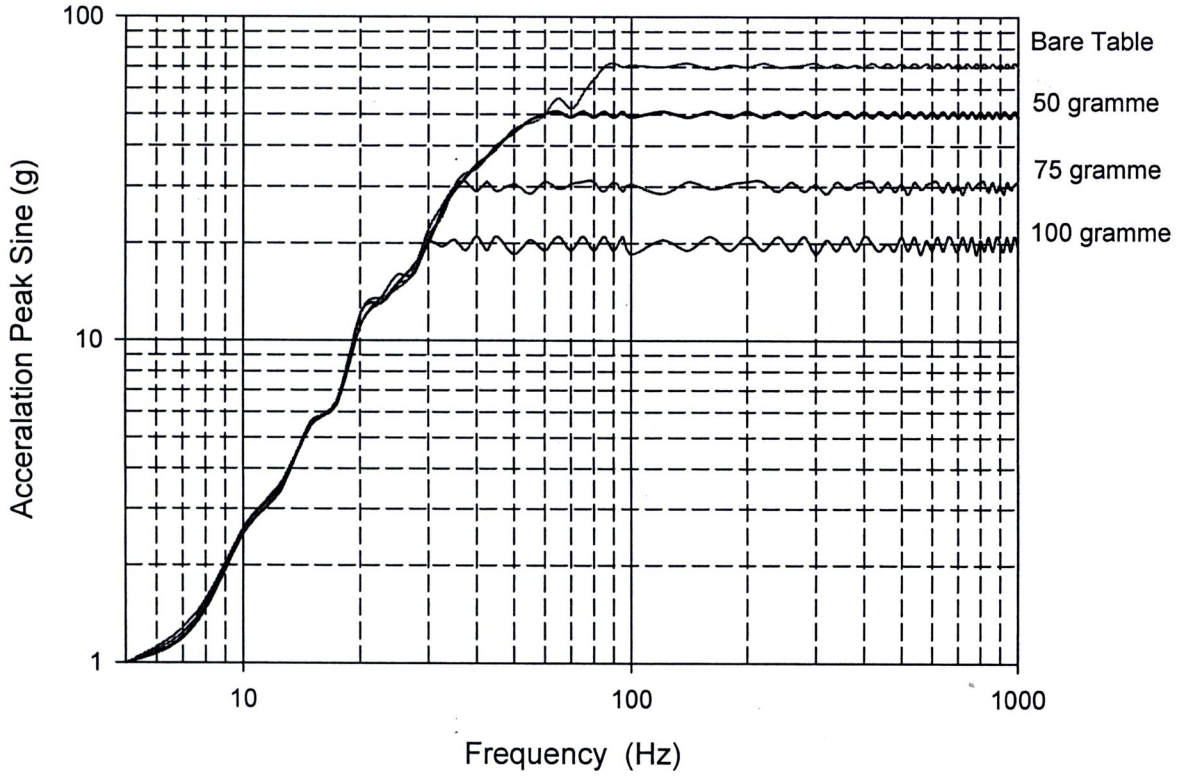
4.3 ผลการทดสอบการตอบสนองต่อความถี่

จากขั้นตอนการทดสอบเครื่องต้นแบบ ทำให้เราได้ผลการทดสอบการตอบสนองต่อความถี่ของเครื่องต้นแบบตามกราฟในรูปที่ 4.6 ซึ่งจะเห็นว่าการตอบสนองนั้นมีความแตกต่างจากการตอบสนองทางอุดมคติพอสมควร อาจเนื่องจากระบบความเข้มของสนามแม่เหล็กไม่คงที่เนื่องจากกระบวนการสร้างเครื่องต้นแบบ



รูปที่ 4.6 การตอบสนองต่อความถี่

สำหรับในรูปที่ 4.7 เป็นการแสดงการตอบสนองต่อความถี่เมื่อมีการประกอบเข้ากับฐาน และวัดเปรียบเทียบความเร่ง



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับความถี่