บทที่ 3
การสร้างเครื่องกำเนิดการสั่น

3.1 การสร้างตัวเครื่อง

การที่จะทำการสร้างเครื่องกำเนิดการสั่น จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ที่สำคัญเพื่อบ่งบอกถึงคุณลักษณะของเครื่องกำเนิดการสั่นที่จะสร้างขึ้นเป็นเครื่องต้นแบบ เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อการเรียนการสอนและงานวิจัยพื้นฐาน ดังนั้นเครื่องมือที่จะสร้างจึงกำหนดให้มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก สามารถที่จะเคลื่อนย้ายให้สะดวก ใช้กำลังไฟไม่มาก ซึ่งจากจุดประสงค์ของการสร้างเครื่องกำเนิดการสั่นนี้ ทำให้ได้ข้อกำหนดสำหรับพารามิเตอร์ที่สำคัญที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบเบื้องต้นคือ

1. ช่วงความถี่ ที่เครื่องจะทำงาน ซึ่งช่วงความถี่ที่กำหนดนี้จะเป็นการกำหนดว่าค่าความถี่ธรรมชาติตามแนวการเคลื่อนที่ของแกนกลางจะต้องมีค่าต่ำที่สุดเป็นเท่าใด โดยค่าความถี่ธรรมชาติต่ำสุดของแกนกลางจะต้องมีค่าสูงกว่าความถี่สูงสุดที่เครื่องกระตุ้นการสั่นจะทำงาน
2. ขนาดของความเร่ง ความเร็วและการขจัด ที่จะให้เกิดขึ้นโดยเครื่องกำเนิดการสั่น ซึ่งค่าทางกลศาสตร์นี้จะเป็นการกำหนดว่าเครื่องจะต้องมีขนาดเท่าใด และต้องการแรงกระทำเท่าใด ซึ่งได้กล่าวมาบ้างแล้วในบทที่ผ่านมา
3. ขนาดและมวลของชิ้นงานที่จะนำมาทดสอบ ส่วนนี้จะเป็นค่าที่นำมาคำนวณเป็นมวลที่เกิดการเคลื่อนที่
4. ขนาดของ power amplifier ที่ต้องใช้

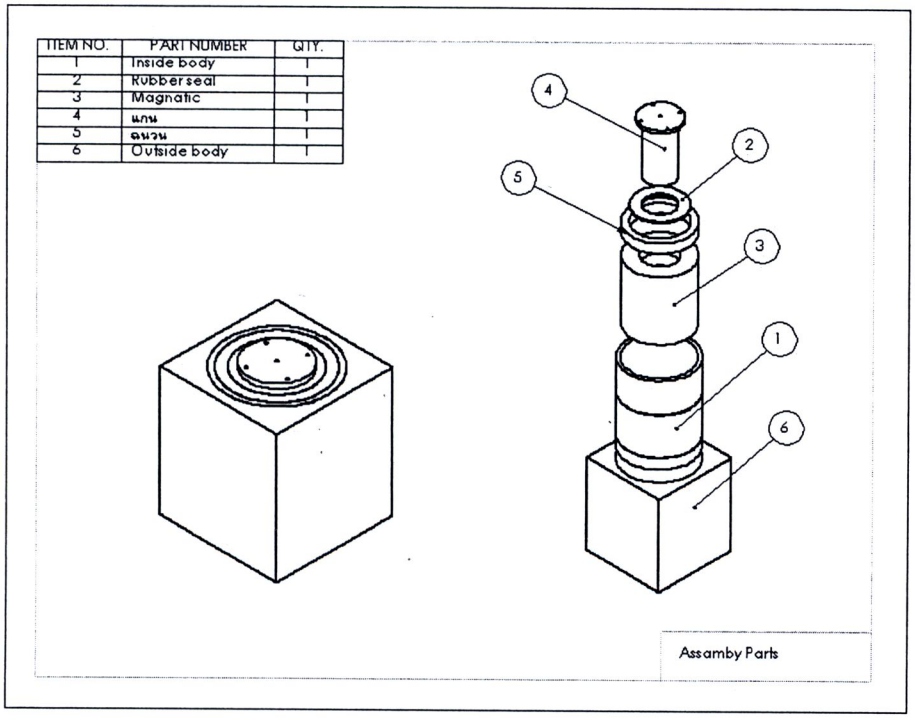
เพื่อความเหมาะสมเราจะสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่มีวัตถุประสงค์หลักคือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสาธิตคุณสมบัติของระบบการสั่นที่เกิดขึ้นภายใต้แรงกระทำ ดังนั้นเครื่องมือควรมีลักษณะดังนี้

1. มีขนาดเล็กเคลื่อนย้ายสะดวก เหมาะแก่การนำไปใช้สาธิตในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
2. ใช้กำลังไฟต่ำเพื่อให้ power amplify มีขนาดเล็ก เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
3. ชิ้นทดสอบมีขนาดเล็ก มีมวลน้อย

หลังจากที่ได้ข้อกำหนดพื้นฐานของเครื่องต้นแบบที่จะทำการสร้าง ขั้นต่อไปจะเป็นการ *กำหนดคุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องให้สอดคล้องกับข้อกำหนดพื้นฐาน และให้สอดคล้องกับ* เครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมที่มีใช้อยู่ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งจากการประเมินรายละเอียดต่างๆ เบื้องต้นทำให้มีการกำหนดกรอบทางเทคนิคเบื้องต้นของเครื่องต้นแบบเครื่องกำเนิดการสั่นดังนี้

1. ช่วงความถี่ทำงาน 5-1000 Hz
2. แรงกระทำ 100 N
3. ระยะการขจัดสูงสุด (peak-peak) 15 mm
4. ความเร็วสูงสุด 1 m/s
5. ความเร่งสูงสุด 15 g

จากข้อกำหนดทางเทคนิค และองค์ประกอบต่างๆ ทำให้สามารถที่จะทำการกำหนดขนาดและมิติของเครื่องกำเนิดการสั่น ในเบื้องต้นได้ ซึ่งในเบื้องต้นได้มีการพิจารณาขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ที่สำคัญดังที่แสดงในรูปที่ 3.1 สำหรับรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งหมด แสดงไว้ในภาคผนวก



รูปที่ 3.1 เครื่องต้นแบบเครื่องกำหนดการสั่น

3.2 เครื่องมือควบคุมที่ใช้

เครื่องมือควบคุมที่ใช้ในงานวิจัยนี้เพื่อความสะดวกและการประหยัด เราเลือกใช้เครื่องมือควบคุมที่มีอยู่แล้วในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งจากเครื่องกำหนดการสั่นที่ได้มีการกำหนดขนาดเบื้องต้นที่กำหนดมาก่อนหน้านี้ ทำให้ได้เลือกใช้เครื่องมือควบคุม ต่อไปนี้

เครื่องขยายสัญญาณ

สำหรับเครื่องขยายสัญญาณที่ใช้ เป็นรุ่น SA-30 ซึ่งมีคุณสมบัติตามคู่มือของเครื่องขยายสัญญาณ จะมีคุณสมบัติที่สำคัญตามตารางที่ 3.1

Sinusoidal Input				Amplifier Output SA-30		
H	**GpK**	**IPS**	**Inch P-P**	**Vrms**	**Arms**	**Kva**
5	2.03		1.57	40.2	30.2	1214
7	3.97		1.57	58.5	37	2165
13.5	14.88	67	1.57	100	38.5	3850
20	22.12	67		105	40.6	4263
92	100	67		95	225	21375
500	100			51.3	230	11799
800	100			76.7	208	15954
1000	100			87.3	184	16063
1500	100			87.3	119	10389
1800	100			70	76	5320
2000	100			46.6	41	1911
2500	100			38.5	44	1694
3000	100			103	93	9579
			Max Output	**110**	**330**	**36300**
			Max Total Used			**21375**
						% of Max
			Max Vrm	105		95.50%
			Max Arms		230	69.70%

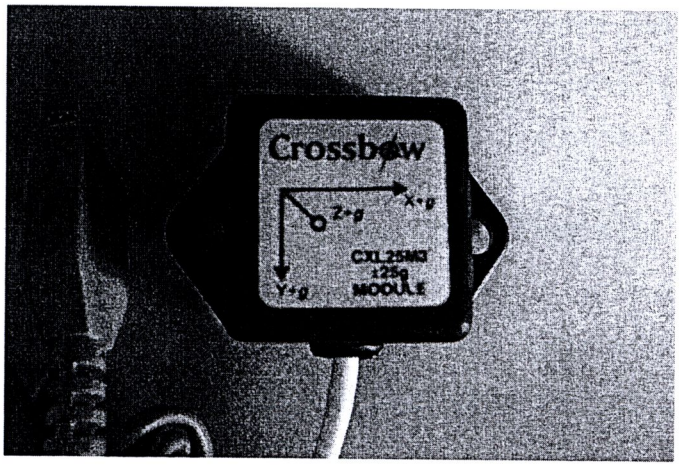
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องขยายสัญญาณ

3.3 การควบคุม

สำหรับการควบคุมของระบบควบคุมและระบบตรวจสอบการทำงานของเครื่อง เพื่อให้การควบคุมแบบปิดมีความสมบูรณ์ ดังนั้นจะต้องมีการใช้เครื่องมือวัดความเร่ง (Accelerometer) ติดเข้ากับแกนกลางที่มีการเคลื่อนที่ สำหรับเครื่องมือวัดความเร่งที่ใช้มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

1. มวลโดยประมาณ 70 gram
2. ช่วงความถี่ 1 – 3000 Hz
3. ความเร่งสูงสุด 25 g

สำหรับลักษณะภายนอกของเครื่องมือวัดความเร่งที่ใช้ในงานวิจัย จะมีลักษณะดังรูป



รูปที่ 3.2 เครื่องมือวัดความเร่ง

เครื่องมือวัดความเร่งที่ใช้ มีรายละเอียดทางเทคนิคโดยละเอียด ตามที่แสดงในรูปที่ 3.3

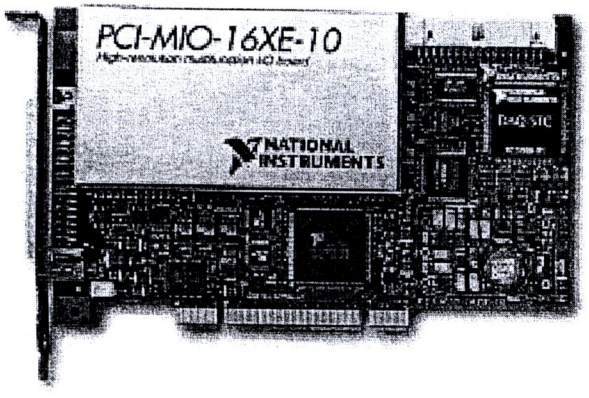
Model	CXL25M3	Units	Remarks
Span	±25	G	±5%
Sensitivity	80	mV/G	±5%
Bandwidth	OC-100	Hz	±5%
Noise	50	mg rms	Typical
Noise Density	5000	$\mu G/\sqrt{Hz}$	
Zero, Output	+25±0.1	Volts	
Zero, Drift	±60 ±0.75	mV G	0°C to 70°C 0°C to 70°C

	±145 ±1.8	mV G	-40°C to +85°C -40°C to +85°C
Span Output	±2.0±0.1	Volts	
Nonlinearity	±0.2	%FS	Typical
Alignment	±2	degrees	Typical
Transverse Sensitivity	±3.5	%FS	Typical
Temperature Range	- 40 to + 85	°C	
Shock	2000	G	
Output Loading	>10kΩ, <1nF		Max
Supply Voltage	−5±0.25	Volts	
Supply Voltage –R option	−8−30	Volts	Unregulated
Supply Current	8	mA	Typical

รูปที่ 3.3 รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องมือวัดความเร่ง

นอกเหนือจากเครื่องมือวัดแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบการวัด และระบบการเก็บข้อมูล สำหรับระบบการวัดและระบบการเก็บข้อมูลนั้น ได้ใช้อุปกรณ์ของ National Instrument และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LabVIEW ช่วงในการทำระบบการเก็บข้อมูล เครื่องมือช่วยการวัดมีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือเก็บข้อมูล (DAQ Card) ได้ใช้ของบริษัท National Instrument แบบ PCI Card รุ่น 16 XE-10 มีลักษณะภายนอกดังที่แสดงในรูปที่ 3.4 และมีคุณลักษณะที่สำคัญดังที่แสดงในรูปที่ 3.5

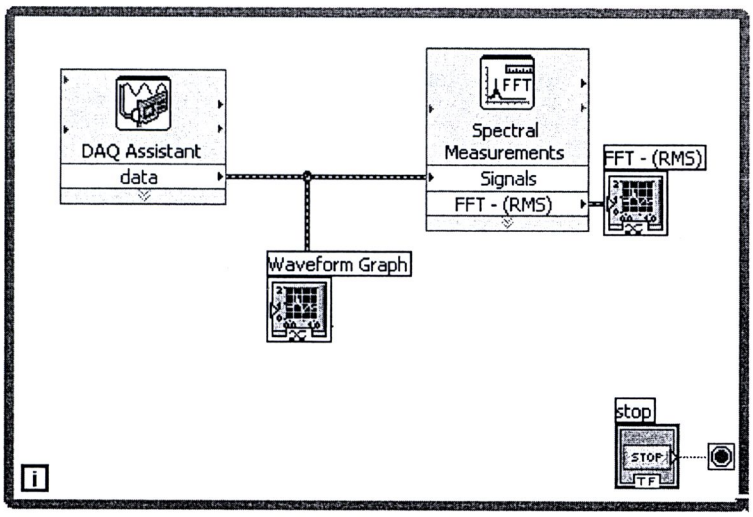


รูปที่ 3.4 DAQ Card รุ่น PCI-MIO-16 XE-10 มีคุณลักษณะที่สำคัญดังนี้

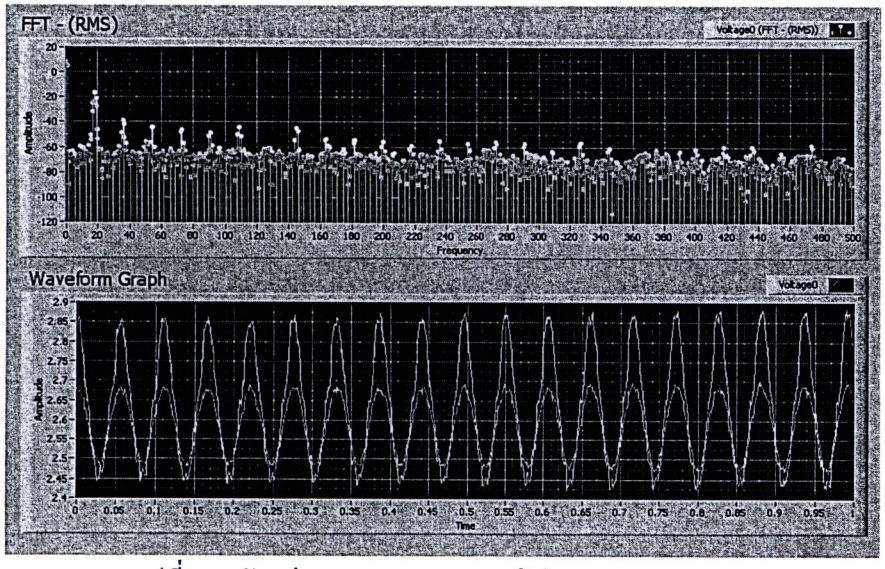
Input Characteristics	
Number of channels	
PCI-MIO-16E-1	
PCI-MIO-16E-4	16 single-ended or 3 differential (software-selectable per channel)
PCI-6071E	64 single-ended or 32 differential (software-selectable per channel)
Type of ADC	Successive approximation
Resolution	12 bits, 1 in 4.096
Max sampling rate (single-channel)	
PCI-MIO-16E-1,PCI-6071E	1.25 MS/s
PCI-MIO-16E-4	500 kS/s

รูปที่ 3.5 คุณสมบัติเบื้องต้นของ DAQ Card

สำหรับการที่จะควบคุมการทำงานของ DAQ Card จำเป็นที่จะต้องมีโปรแกรมช่วยในการกำหนดค่าต่างๆที่จำเป็นที่จะบันทึก รวมทั้งพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวัด ในการวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวัดโดยเฉพาะ คือโปรแกรม LabVIEW ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อระบบการวัดและการควบคุมโดยเฉพาะ โปรแกรม LabVIEW ที่ใช้ได้มีการเขียน Front Panel และ Block Diagram ดังนี้



รูปที่ 3.6 ตัวอย่าง Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW



รูปที่ 3.7 ตัวอย่าง Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW

เมื่อได้มีการสร้างกำหนดลักษณะของส่วนต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไปจะเป็นการทำการทดสอบระบบซึ่งประกอบด้วยเครื่องกำเนิดการสั่น เครื่องขยายสัญญาณ เครื่องมือวัดและอุปกรณ์เก็บข้อมูล ซึ่งทั้งหมดจำเป็นที่จะต้องทำงานร่วมกันได้อย่างเรียบร้อย เครื่องมือจึงจะสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์