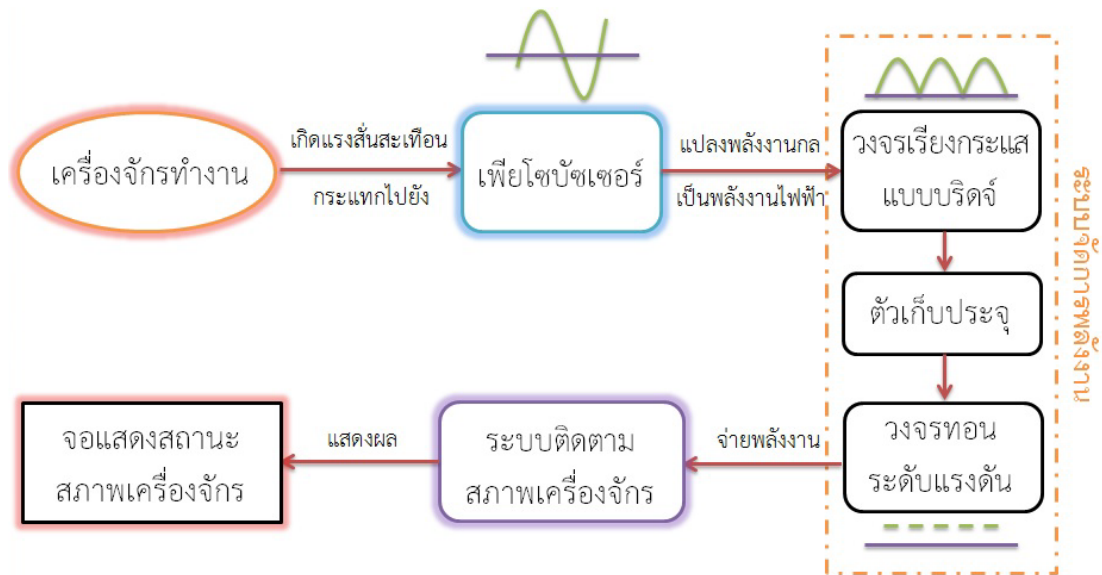


บทที่ 3

หลักการออกแบบอุปกรณ์และระบบเก็บพลังงาน

การออกแบบตัวต้นแบบอุปกรณ์เก็บพลังงานขั้นต้นนั้น ต้องเข้าใจหลักการทำงานในภาพรวมของทั้งระบบก่อนว่ามีหลักการทำงานอย่างไร แล้วจึงพิจารณาในส่วนย่อยอื่นๆ

หลักการทำงานในภาพรวมของระบบผลิตพลังงานแบบพึ่งพาตนเองสำหรับการติดตามสภาพเครื่องจักร สามารถแสดงดังแผนผังใน ภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนผังภาพรวมของระบบผลิตพลังงานแบบพึ่งพาตนเองสำหรับการติดตามสภาพเครื่องจักร

จาก ภาพที่ 3.1 ระบบผลิตพลังงานแบบพึ่งพาตนเองสำหรับการติดตามสภาพเครื่องจักรประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้

- เครื่องจักร
- โครงสร้างรับแรงที่ประกอบกับเพียโซโซนเซอร์
- ระบบเก็บพลังงาน
- ระบบติดตามสภาพเครื่องจักร

3.1 การเลือกเครื่องจักร

เครื่องจักรที่ใช้ในการวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องปั๊มลมขนาดเล็ก รุ่น OL-1204 ดังแสดงใน ภาพที่ 3.2 ใช้ไฟบ้านในการจ่ายกระแส เป็นเครื่องจักรที่หาได้ทั่วไปตามท้องตลาด ขนาดกะทัดรัดเคลื่อนย้ายสะดวก และราคาเหมาะสมในการทดสอบอุปกรณ์เก็บพลังงาน



ภาพที่ 3.2 เครื่องปั๊มลมขนาดเล็ก รุ่น OL-1204

จาก ภาพที่ 3.2 สังเกตว่าฐานของเครื่องปั๊มลมประกอบด้วยขา 3 ขา มีการยึดฐานยางไว้ด้วยสกรู (Screw) สามารถสวมเข้าหรือถอดออกได้ จึงทำการเปลี่ยนจากฐานยางเป็นอุปกรณ์เก็บพลังงานในการทดสอบ

3.1.1 สิ่งจำเป็นสำหรับการใช้งานเครื่องปั๊มลม

- แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์
- กระแสไฟฟ้า 1.4 แอมแปร์

3.1.2 คุณสมบัติของเครื่องปั๊มลม

- น้ำหนัก (ไม่รวมสายท่อลมหากต่อเพิ่ม) 8 กิโลกรัม
- ขนาดความจุถัง 4 ลิตร
- แรงดันลม 115 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 8 บาร์
- ปริมาณลม 3.8 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ที่แรงดัน 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
2.4 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ที่แรงดัน 90 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ขนาดท่อ 1/4 นิ้ว มาตรฐานเกลียวท่อระบบอเมริกัน (National Pipe Thread Taper: NPT)

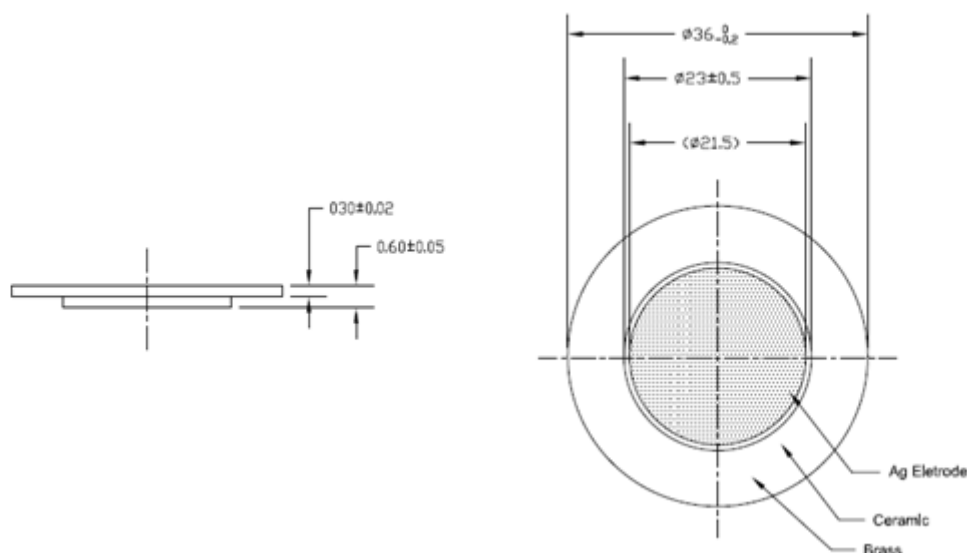
3.2 โครงสร้างรับแรงที่ประกอบกับเพียโซบัสเซอร์

โครงสร้างรับแรงที่ประกอบกับเพียโซบัสเซอร์แบ่งได้เป็น 2 ส่วนย่อย ดังนี้

- วัสดุเพียโซอิเล็กทริก
- โครงสร้างรับแรง

3.2.1 วัสดุเพียโซอิเล็กทริก

วัสดุเพียโซอิเล็กทริก คือ วัสดุที่มีคุณสมบัติสามารถแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ในการทดสอบนี้เลือกใช้เพียโซบัสเซอร์แบบกลมรุ่น MCFT-36T-2.6A1-139 จากบริษัท Multicomp ดังแสดงใน ภาพที่ 3.3 และคุณสมบัติต่างๆของเพียโซบัสเซอร์ รุ่น MCFT-36T-2.6A1-139 ถูกแสดงในตารางที่ 3.1 ราคาคุ้มค่า เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพ รับแรงกระแทกได้ดี มีความทนทานสูง และสามารถหาซื้อได้ทั่วไป



ภาพที่ 3.3 เพียโซบัสเซอร์แบบกลม รุ่น MCFT-36T-2.6A1-139

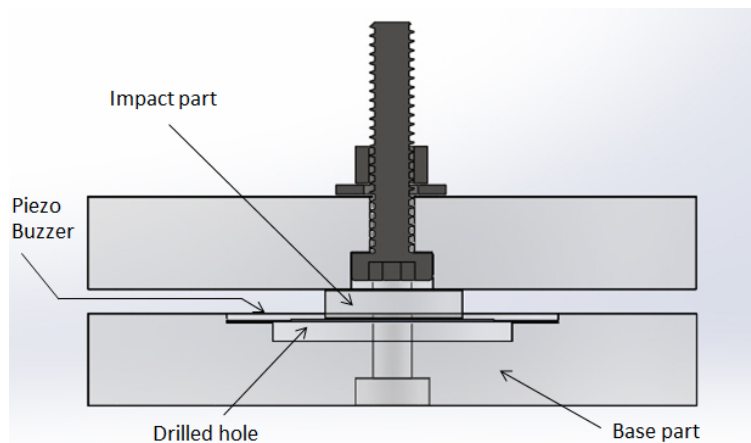
ที่มา : Multicomp MCFT-36T-2.6A1-139 Datasheet

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของเพียโซบัสเซอร์รุ่น MCFT-36T-2.6A1-139

Resonant Frequency	2.6 ± 0.5Hz
Resonant Resistance	350 Ω max.
Capacitance	25000 pF ± 30% at 100Hz
Input Voltage	30 Vp-p max
Operating Temperature	-20 ~ +60°C
Storage Temperature	-20 ~ +70°C

3.2.2 โครงสร้างรับแรง

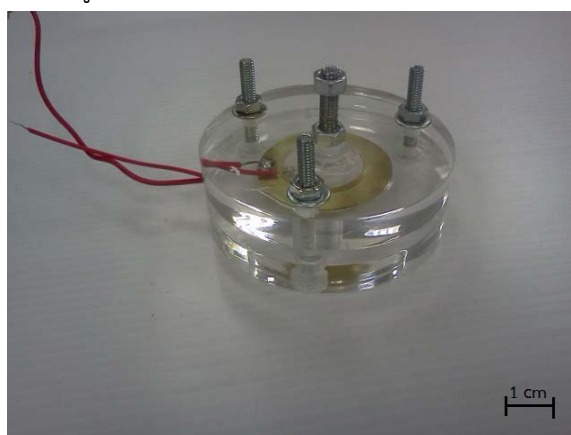
โครงสร้างรับแรงที่ประกอบกับเพียโซบัสเซอร์เลือกใช้พลาสติกอะคริลิกที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด มีความคงทนในระดับหนึ่ง และสามารถทำการเปลี่ยนแปลงรูปแบบได้ง่าย นำมาทำตามแบบร่างที่ได้ออกแบบไว้ดังแสดงใน ภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แบบร่างโครงสร้างรับแรง

จาก ภาพที่ 3.4 เห็นได้ว่าโครงสร้างรับแรงแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนส่งแรง (Impact part) และส่วนฐาน (Base part) โดยส่วนส่งแรงจะทำหน้าที่ส่งแรงกระแทกที่เกิดจากแรงสั่นเมื่อเครื่องจักรทำงานไปยังส่วนฐาน และส่วนฐานทำหน้าที่รองรับแรงกระแทกที่ส่วนส่งแรงได้ส่งมา อีกทั้งในส่วนฐานได้ทำการเจาะรูให้พอดีกับขนาดของเพียโซบัสเซอร์เพื่อให้ตัวเพียโซบัสเซอร์ไม่เคลื่อนที่ และเจาะหลุม (Drilled hole) ได้ร่องวางเพียโซบัสเซอร์เพื่อให้เพียโซบัสเซอร์เกิดการโค้งงอได้มากขึ้นและ ได้กระแสไฟฟ้ามากขึ้นกว่าไม่มีการเจาะหลุม เพียโซบัสเซอร์ที่อยู่ในร่องจะไม่ยึดติดด้วยกาวเพื่อให้เพียโซบัสเซอร์สามารถโค้งงอได้ในทิศทางเดียวกัน (Uniform)

เมื่อนำเพียโซบัสเซอร์มาประกอบเข้ากับโครงสร้างรับแรงแล้วได้เป็นอุปกรณ์ต้นแบบ ดังแสดงใน ภาพที่ 3.5 ซึ่งตัวต้นแบบมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6.6 เซนติเมตร และมีความหนาประมาณ 2.3 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.5 โครงสร้างรับแรงที่ประกอบกับเพียโซบัสเซอร์ หรือ อุปกรณ์ต้นแบบ

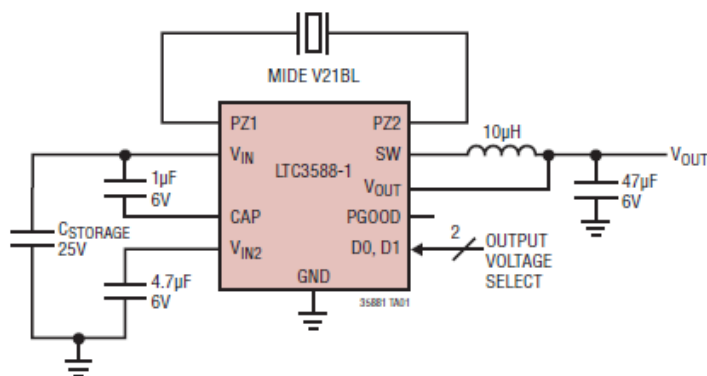
3.3 ระบบเก็บพลังงาน

ระบบเก็บพลังงานนี้เป็นส่วนถัดมาจากตัวอุปกรณ์ต้นแบบโดยจะทำการต่อเข้ากับตัวเพียโซบัสเซอร์เพื่อแปลงพลังงานไฟฟ้าที่ได้ เป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถสะสมและนำไปจ่ายให้กับอุปกรณ์ในส่วนของบริษัทตามสภาพเครื่องจักรได้ โดยในการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- วงจรจัดการพลังงาน
- ตัวเก็บประจุ

3.3.1 วงจรจัดการพลังงาน

วงจรจัดการพลังงานที่ใช้ทดสอบนี้ ใช้วงจรจัดการพลังงาน LTC3588-1 ดังแสดงใน ภาพที่ 3.6 ในวงจรจัดการพลังงาน LTC3588-1 มีวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ และวงจรทอนระดับแรงดันอยู่ภายใน ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงานต่ำ แรงดันไฟฟ้าที่รับเข้าด้านอินพุตมีค่าครอบคลุมสามารถรองรับแรงดันที่เพียโซบัสเซอร์สามารถจ่ายมาได้



ภาพที่ 3.6 วงจรจัดการพลังงาน LTC3588-1

ที่มา : LTC3588-1 Datasheet

จาก ภาพที่ 3.6 เห็นได้ว่าวงจรจัดการพลังงานนี้ สามารถต่อตัวเก็บประจุ (C storage) เพื่อใช้เก็บแรงดันได้ นอกจากนี้ยังสามารถเลือกแรงดันเอาต์พุตได้ด้วย โดยแรงดันที่สามารถเลือกได้มีค่า 1.8, 2.5, 3.3, และ 3.6 โวลต์ ทำให้มีความหลากหลายในการเลือกใช้นำไปใช้งาน เมื่อพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเพียโซบัสเซอร์ผ่านวงจรจัดการพลังงานแล้วจะทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ได้มีแรงดันคงที่สามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการไฟฟ้ากระแสตรงได้

3.3.2 ตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุใช้สำหรับสะสมพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปจ่ายให้กับระบบติดตามสภาพเครื่องจักร ในภาพทดลองเลือกใช้ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์ดังแสดงใน ภาพที่ 3.7 ซึ่งมีความจุสูง

เมื่อเทียบกับขนาด ทำให้ใช้พื้นที่น้อย ราคาไม่แพง และสามารถหาซื้อได้ทั่วไป โดยทดลองใช้ตัวเก็บประจุหลายๆค่า ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวถึงในบทถัดไป



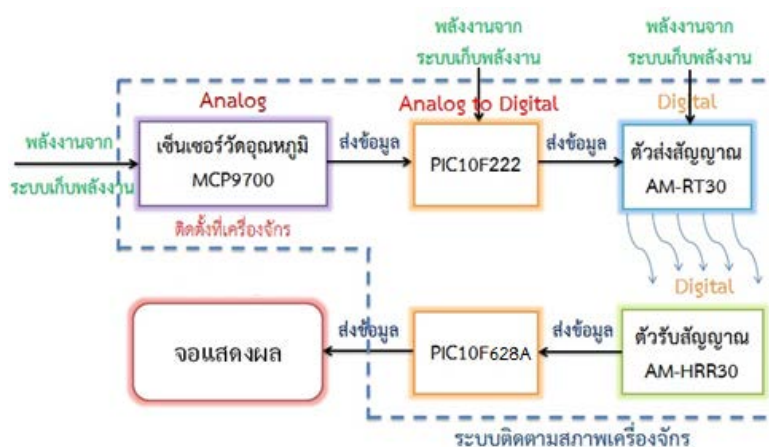
ภาพที่ 3.7 ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโทรไลต์ขนาดความจุต่างๆ

3.4 ระบบติดตามสภาพเครื่องจักร

ระบบติดตามสภาพเครื่องจักรมีไว้ทดสอบว่าพลังงานที่ได้จากเพียโซบัสเซอร์หลังจากผ่านระบบเก็บพลังงานแล้วสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้จริง ในการทดสอบนี้ระบบติดตามสภาพเครื่องจักรจะใช้วิธีการวัดอุณหภูมิ โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ ดังนี้

- เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ MCP9700
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC10F222
- ตัวส่งสัญญาณ AM-RT4
- ตัวรับสัญญาณ AM-HRR30

โดยสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบติดตามสภาพเครื่องจักรโดยรวมได้ดังแสดงในแผนผัง ภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 แผนผังภาพรวมของระบบติดตามสภาพเครื่องจักร

จาก ภาพที่ 3.8 อธิบายได้ว่าหลังจากพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเพียโซบัสเซอร์ได้ผ่านระบบจัดการพลังงานแล้ว ระบบจัดการพลังงานจะทำการจ่ายพลังงานให้แก่ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ MCP9700, ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC10F222 และตัวส่งสัญญาณ AM-RT4 โดยมีขั้นตอนทำงานในส่วนแรก คือ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิจะทำการวัดอุณหภูมิของเครื่องจักรและส่งข้อมูลเป็นแบบอนาล็อก (Analog) ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงข้อมูลที่ได้ไปเป็นแบบดิจิทัล (Digital) จากนั้นจึงส่งข้อมูลไปยังตัวส่งสัญญาณเพื่อส่งสัญญาณไร้สายแบบดิจิทัลไปยังอีกส่วนหนึ่ง

ในส่วนถัดมาประกอบไปด้วย ตัวรับสัญญาณ AM-HRR30 และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC10F628A ซึ่งในส่วนนี้จะใช้ไฟเลี้ยงจากส่วนของจอแสดงผล (ในวิทยานิพนธ์นี้คือคอมพิวเตอร์) ในการทำงาน หลังจากตัวรับสัญญาณได้รับสัญญาณไร้สายแบบดิจิทัลที่ส่งมาจากตัวส่งสัญญาณแล้ว ก็จะมีการส่งข้อมูลที่ได้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่สองเพื่อเปลี่ยนทำการคำนวณค่าอุณหภูมิจากข้อมูลที่ถูกส่งมาสุดท้ายจึงส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิที่ได้ไปยังจอแสดงผลเพื่อให้แสดงผลอุณหภูมิที่วัดได้เป็นตัวเลขให้ผู้อ่านค่าเข้าใจได้ทันที ทั้งนี้ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้โปรแกรม MPLAB ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท IDE (Integrated Development Environment) เพื่อเขียนโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์