

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 เครื่องจักร

เครื่องจักร(Machine) หมายถึง สิ่งที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายชิ้น สำหรับก่อกำเนิดพลังงาน เปลี่ยนหรือแปรสภาพพลังงาน หรือส่งพลังงาน ทั้งนี้ ด้วยกำลังน้ำ ไอน้ำ พลังลม แก๊ส ไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน และหมายความถึง เครื่องอุปกรณ์ ไพลีล পুলเล่ สายพาน เพลา เกียร์ หรือสิ่งอื่นที่ทำงานสัมพันธ์กันและรวมถึงเครื่องมือกลด้วย

2.1.2 ประเภทของเครื่องจักร

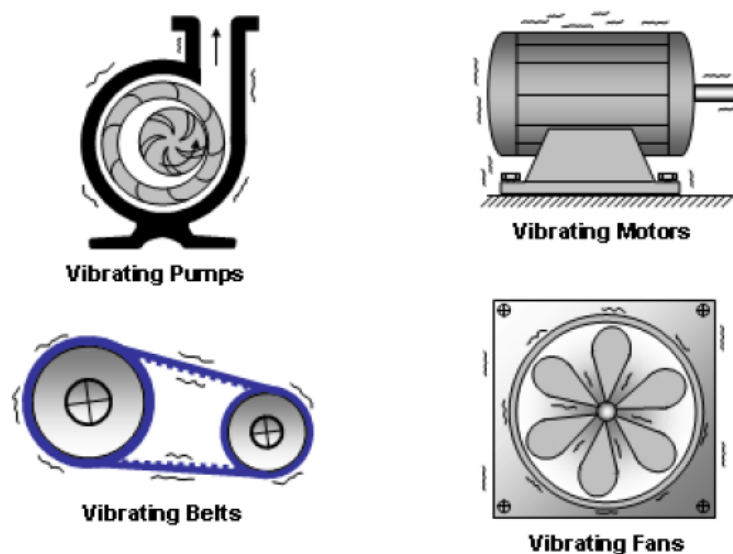
จากคำนิยามของเครื่องจักรจะเห็นว่า ได้รวบรวมเอาคุณสมบัติ รูปลักษณะ และลักษณะการทำงานหลายประเภทซึ่งจะเห็นได้จากการนำเข้าไปใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานปั๊มโลหะ โรงสีข้าว โรงงานน้ำตาล โรงงานประกอบรถยนต์ เป็นต้น เพื่อให้เห็นลักษณะการทำงานที่ชัดเจนของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน สามารถจำแนกประเภทของเครื่องจักรออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. เครื่องต้นกำลัง เป็นเครื่องจักรที่ใช้ผลิตหรือเปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่ง เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล นอกจากนั้นก็ยังมียังมีเครื่องต้นกำลังอื่นๆ เช่น หม้อไอน้ำเครื่องยนต์ เป็นต้น
2. เครื่องส่งกำลัง คือ อุปกรณ์ที่ใช้ส่งผ่านกำลังจากเครื่องต้นกำลังไปใช้งานอื่นต่อไป เช่น เพลา สายพาน โซ เฟือง ท่อลมอัดต่างๆ เป็นต้น
3. เครื่องจักรทำการผลิต เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตต่างๆ ประกอบด้วยเครื่องจักรที่แยกทำงานเฉพาะในแต่ละเครื่อง เช่น เครื่องเจาะ เครื่องอัด เครื่องตัด เครื่องกลึง เครื่องไส เป็นต้น และเครื่องจักรที่ออกแบบพิเศษเป็นลักษณะสายการผลิตที่ทำงานต่อเนื่อง เช่น เครื่องรีดโลหะ เครื่องผลิตท่อน้ำ เครื่องผลิตขวดแก้ว เครื่องผลิตภาชนะพลาสติก เครื่องบรรจุอาหาร เป็นต้น เครื่องจักรเหล่านี้ล้วนทำการผลิตต่างๆ จากวัตถุดิบหรือชิ้นงานให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์

2.1.3 การสั่นสะเทือนของเครื่องจักร

การสั่นสะเทือน(Vibration) เป็นการเคลื่อนที่ทางไดนามิค ซึ่งเป็นผลมาจากการส่งแรงกระตุ้นไปยังมวล โดยสามารถบอกได้ว่าวัตถุเกิดการสั่นได้จากหลากหลายวิธี เช่น สัมผัสวัตถุนั้น จากการสังเกตการเคลื่อนไหวไปกลับของวัตถุ (Back-and-forth movement) หรือบางครั้งสามารถได้ยินได้ว่าวัตถุเกิดการสั่นได้ ตามโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆก็มีการสั่นประเภทหนึ่งนั่นก็คือ การสั่นสะเทือนของเครื่องจักร (Machine vibration) ดังแสดงในภาพที่ 2.1

การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรหากกล่าวง่าย ๆ มันก็คือ การเคลื่อนที่เข้าไปเข้ามาหรือการสั่นของเครื่องจักรนั่นเอง การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรเกิดขึ้นได้หลากหลายแบบ อาจเกิดการสั่นสะเทือนมากน้อยต่างกัน ความเร็วในการสั่นอาจสม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอ ในการสั่นสะเทือนอาจเกิดหรือไม่เกิดเสียงหรือความร้อนก็ได้ การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นนี้ก็สามารถออกแบบได้ว่าจะให้เกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด หรือต้องการแรงสั่นไม่เกินเท่าใด ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการออกแบบ

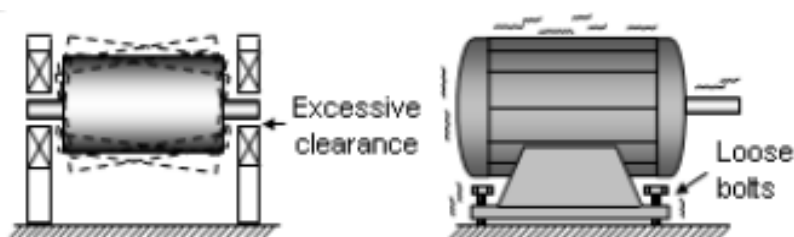


ภาพที่ 2.1 แสดงภาพการสั่นสะเทือนของเครื่องจักรต่างๆขณะทำงาน [9]
ที่มา : Commtest Instrument Ltd. “Beginner Guide to Machine Vibration”

การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรเกิดได้จากหลายๆสาเหตุโดยสามารถแบ่งได้กว้างๆ 3 ประเภท ดังนี้

1. แรงกระทำซ้ำ การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรส่วนมากเกิดจากแรงกระทำซ้ำ หรือก็คือมีแรงมากระทำซ้ำไปซ้ำมาในรูปแบบเดิมๆอย่างต่อเนื่องนั่นเอง แรงกระทำซ้ำที่ทำให้เครื่องจักรเกิดการสั่นสะเทือนนั้นส่วนมากมาจากการหมุนอย่างไม่สมดุล ความผิดพลาดในการวางตามแนว ความเสื่อมของเครื่องจักร การที่เครื่องจักรขัดข้อง หรือสภาพเครื่องจักรไม่สมบูรณ์

2. ความหลวม การสั่นสะเทือนจากการหลวม (ภาพที่ 2.2) เกิดจากชิ้นส่วนมากมายหลายชิ้นประกอบกันเป็นเครื่องจักรเพียงหนึ่งเครื่อง แต่หากชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งเกิดอาการหลวม เครื่องจักรนั้นก็เกิดการขัดข้องหรือทำงานได้ไม่สมบูรณ์ บางครั้งอาจทำให้เกิดการชำรุดตามมาได้หากไม่ตรวจสอบและแก้ไขโดยเร็ว



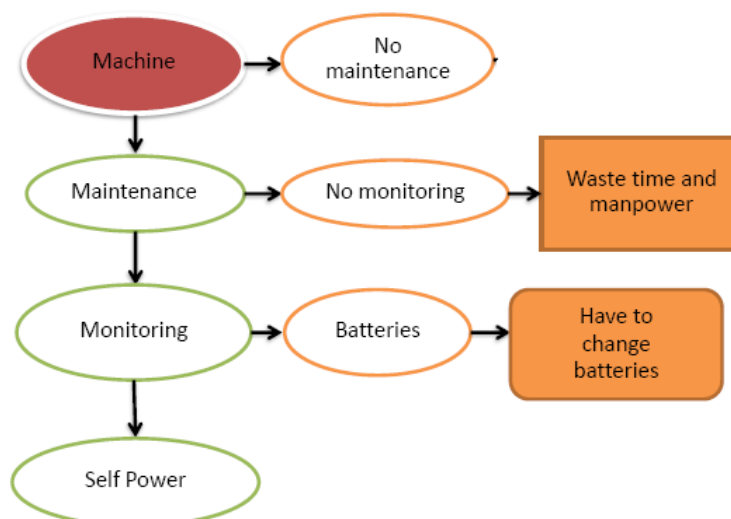
ภาพที่ 2.2 แสดงภาพชิ้นส่วนเกิดความหลวม [9]
ที่มา : Commtest Instrument Ltd. “Beginner Guide to Machine Vibration”

3. เรโซแนนซ์ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงกระทำกับวัตถุโดยความถี่ของแรงที่กระทำแก่วัตถุนั้นมีความถี่เท่ากับความถี่ของการสั่นตามธรรมชาติของวัตถุนั้น จะทำให้วัตถุสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติและ

เป็นผลทำให้วัตถุนั้นสั้นด้วยแอมพลิจูดที่สูงที่สุด การสั้นที่เกิดขึ้นสามารถรุนแรงได้ถึงขั้นทำให้โครงสร้างที่สั้นเกิดความเสียหายได้

2.1.4 การติดตามสภาพพึ่งพาตนเอง

การติดตามสภาพ (Monitoring) คือ กระบวนการของการวัดหรือการตรวจสอบที่ทำเป็นประจำเป็นช่วงๆ การวัดและการตรวจสอบดังกล่าวได้แก่ การวัดปัจจัยนำเข้า (Inputs) กระบวนการ (Process) และผลผลิต (Outputs) ที่เกิดขึ้นในช่วงการดำเนินงานตามแผน โดยทั่วไปมักติดตามใน ด้านการจัดหา การเคลื่อนย้าย และการนำทรัพยากรของโครงการมาใช้ว่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนและกำหนดการหรือไม่ โดยทั่วไปแล้วระบบติดตามสภาพจะใช้พลังงานจากภายนอกจำพวกแบตเตอรี่ ไม่สามารถสร้างพลังงานด้วยตนเองได้ การทำให้สร้างพลังงานด้วยตนเองได้จะต้องใช้วงจรจัดการพลังงาน Power Management ICs (PMICs) และการเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อมมาช่วยให้การติดตามสภาพสามารถสร้างพลังงานด้วยตนเองได้ (Self-powered monitoring) ภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการติดตามสภาพของเครื่องจักร



ภาพที่ 2.3 การทำงานของการติดตามสภาพพึ่งพาตนเอง

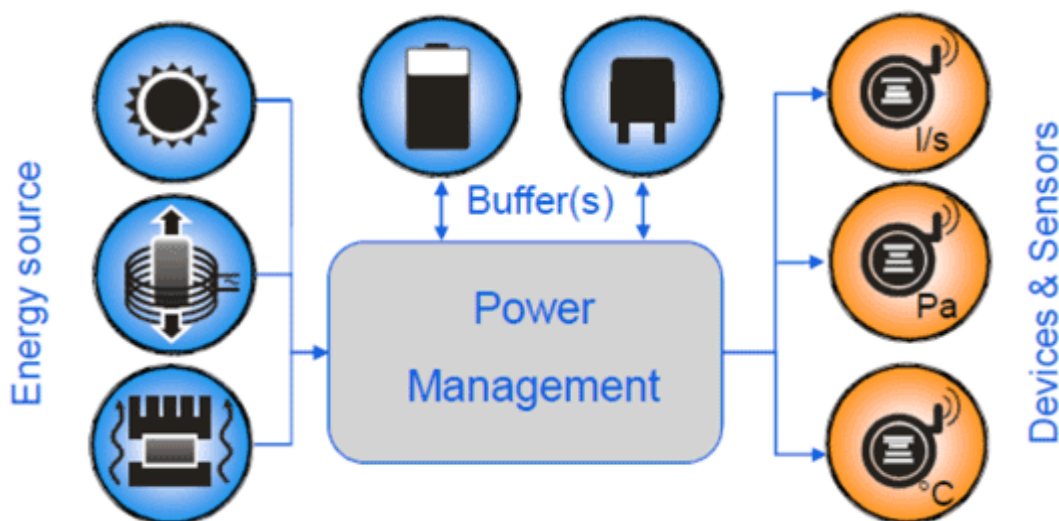
2.1.5 การเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อม

การเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อม(Energy harvesting : EH) หรือที่รู้จักกันในชื่ออื่น เช่น Power harvesting, energy scavenging โดยเป็นกระบวนการที่เก็บสะสมพลังงานจากสิ่งแวดล้อม (พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานความร้อน, พลังงานลม, ค่าความเค็ม และพลังงานจลน์ เป็นต้น) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป พลังงานที่ได้จากการเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อมโดยมากแล้วจะเป็นพลังงานที่มีค่าไม่สูงมากจึงจำเป็นต้องมีการใช้วงจรจัดการพลังงานเพื่อเก็บสะสมพลังงานและปรับระดับของพลังงานให้เหมาะสมกับการนำมาใช้งานโดยการสะสมพลังงานนั้นอาจสะสมในตัวเก็บประจุหรือแบตเตอรี่โดยการเลือกใช้แหล่งสะสมพลังงานนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้พลังงานที่ต้องการ

การเก็บเกี่ยวพลังงานดังกล่าวสามารถใช้เปลี่ยนพลังงานต่างๆ เช่น พลังงานจากร่างกายมนุษย์, ของไหล, ค่าความต่างของอุณหภูมิ, การสั่นสะเทือนหรือการเคลื่อนไหว, แปลงสภาพดิน, พืชผัก, แสงUV, แสงในย่านที่ตามองเห็น และแสงอินฟราเรด ให้เป็นกระแสไฟฟ้าได้

2.1.6 หลักการทำงานของ การเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อม

อุปกรณ์ EH จะแปลงพลังงานจากสิ่งแวดล้อมให้เป็นพลังงานไฟฟ้า บางระบบจะแปลงจากการเคลื่อนไหว เช่น แปลงคลื่นในมหาสมุทรให้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเซนเซอร์ที่ทำการติดตามสภาพ ด้านสมุทรศาสตร์ที่สามารถทำงานด้วยตัวเองได้อย่างอิสระ (autonomous) การประยุกต์ใช้งานในอนาคตอาจรวมถึงอุปกรณ์ที่มีเอาต์พุตพาวเวอร์ในระดับสูง (หรืออาจจะเป็น array ของอุปกรณ์ดังกล่าว) ที่ใช้งานในพื้นที่ห่างไกลเพื่อป้อนพลังงานให้โรงไฟฟ้าสำหรับระบบใหม่ๆ ภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นภาพรวมในเรื่องการเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2.4 แสดงแผนภาพการเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อมแบบคร่าวๆ[13]

ที่มา : J. Carpenter and Y. Ramadass. “Fundamentals of ambient energy transducers in energy harvesting systems.”

การประยุกต์ใช้งานแบบหนึ่งที่น่าสนใจ คือ ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพา โดยที่ EH จะเป็นตัวป้อนพลังงานหรือทำการชาร์จแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ, คอมพิวเตอร์, อุปกรณ์วิทยุสื่อสาร ฯลฯ โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีความทนทานและสามารถทำงานได้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ยากแก่การเข้าถึงหรือโหลดร้ายโดยที่จะมีค่า dynamic sensitivity ในขอบเขตที่กว้าง

ในการสะสมพลังงานนั้น เราสามารถทำการเก็บเกี่ยวพลังงานเพื่อนำมาป้อนให้อุปกรณ์เซนเซอร์ขนาดเล็กที่ทำงานได้ด้วยตัวเอง เช่น เซนเซอร์ที่ใช้เทคโนโลยี MEMS (MicroElectroMechanical systems) ระบบที่กล่าวนี้จะมีขนาดเล็กมากและต้องการพลังงานเพียงเล็กน้อย แต่ระบบนี้จะมีข้อจำกัดตรงที่ต้องใช้แบตเตอรี่ในการใช้งาน หากเราสามารถเก็บเกี่ยวพลังงานจากสิ่งแวดล้อม เช่น การสั่น ลม ความร้อน หรือแสง เราจะสามารถทำให้การเซนเซอร์เหล่านี้ทำงานได้แบบไร้ขีดจำกัด

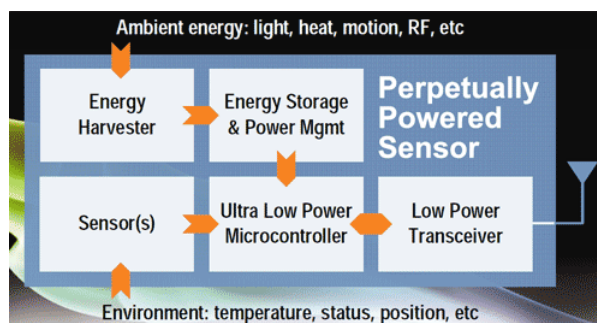
การเก็บเกี่ยวพลังงานแต่ละอย่างนั้นจะมีระดับค่าความหนาแน่นของพลังงาน (Power Density) หลักการเก็บเกี่ยวพลังงาน และวงจรจัดการพลังงานที่ใช้แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.1 โดยทั่วไปแล้ว อุปกรณ์ที่เก็บเกี่ยวพลังงานจากการเคลื่อนไหวนั้นจะมีค่าอยู่ในระดับ $\mu\text{W}/\text{cm}^3$

ตารางที่ 2.1 พลังงานเอาต์พุตของตัวเก็บพลังงานจากสิ่งแวดล้อม (Energy Harvesters)

Energy Harvesting Source		Power Density	Harvester Consideration	Circuit consideration
Light	Indoor	10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Light intensity and wavelength	Low power efficiency MPPT
	Outdoor	10 mW/cm^2		
Vibration Piezoelectric	Human	4 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Amplitude of the vibration and resonant frequency	AC/DC Conversion, Impedance matching
	Machine	250 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$		
Vibration Electromagnetic	Human	50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$		
	Machine	2 mW/cm^2		
Thermal	Human	25 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Thermal gradient, Heat flux	Low-voltage startup
	Machine	10 mW/cm^2		
Radio Waves	Background	0.1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Distance from source and resonance of antenna	High efficiency low-voltage rectification
	Direct	1 mW/cm^2		

การเก็บพลังงาน โดยทั่วไปแล้วพลังงานที่ได้จะเก็บอยู่ในตัวเก็บประจุ หรือแบตเตอรี่ เราจะใช้ตัวเก็บประจุในกรณีที่การใช้งานนั้นๆ ต้องใช้พลังงานเป็นแบบ Energy spike ที่มีปริมาณมาก ส่วนแบตเตอรี่จะมีการรั่วไหลของพลังงานน้อยกว่าและนิยมใช้ในงานที่อุปกรณ์ต้องการพลังงานที่ค่อนข้างคงที่

การใช้พลังงาน ความสนใจในเทคโนโลยี EH ในปัจจุบันนั้นอยู่ที่การใช้งานกับเครือข่ายเซนเซอร์ที่ทำงานอย่างอิสระ (ภาพที่ 2.5) ในการประยุกต์ใช้แบบนี้ EH จะเก็บพลังงานในตัว capacitor จากนั้นจะทำการ boost/regulate ไปยังตัวเก็บประจุหรือแบตเตอรี่ขั้นที่ 2 เพื่อนำมาทำงานของเซนเซอร์ในการเก็บข้อมูลและการส่งข้อมูล



ภาพที่ 2.5 แสดงแผนภาพตัวอย่างการใช้งาน EH ในเซนเซอร์ [14]

ที่มา : ABB. “Energy Harvesting: Positive adoption trends expected to double the market within 5 years”

2.1.7 ระบบไฟฟ้าเครื่องกลจุลภาค

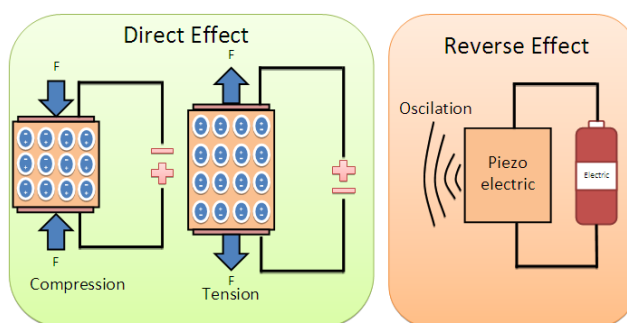
ระบบไฟฟ้าเครื่องกลจุลภาค (Microelectromechanical Systems or MEMS) เป็นคำที่ใช้เรียกในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆ ส่วนประเทศในทวีปยุโรปจะเรียกว่า ระบบจุลภาค (Microsystems) ระบบไฟฟ้าเครื่องกลจุลภาค คือ อุปกรณ์ที่มีขนาดอยู่ในช่วงระดับไมโครเมตร (10^{-6} เมตร หรือ หนึ่งส่วนหนึ่งล้านเมตร) และมิลลิเมตร (10^{-3} หรือ หนึ่งส่วนหนึ่งพันเมตร) หรือระหว่าง 1 ไมโครเมตร และ 1 มิลลิเมตร ซึ่งรวมส่วนประกอบทางวิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมเครื่องกลเข้าไว้ด้วยกัน โดยอุปกรณ์อาจมีความสามารถในการรับรู้ คำนวณประมวลผล ตอบสนอง ควบคุม สื่อสาร และมีแหล่งพลังงานรวมอยู่ในตัวเอง

ปัจจุบันมีการพัฒนาในด้านเทคโนโลยี MEMS มากขึ้นทำให้ขนาดวัสดุที่ใช้ใน MEMS นั้นมีหลายแบบ โดยมีทั้งแบบซิลิกอน พอลิเมอร์ เซรามิก และโลหะ แล้วแต่ลักษณะการใช้งาน พื้นที่ สภาพแวดล้อม ความคงทน และต้นทุนสำหรับการใช้งาน

2.1.8 ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก

ปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric Effect) ถูกค้นพบในปีค.ศ. 1880 โดย Pierre Curies ได้ศึกษาผลของความดันต่อการเกิดประจุไฟฟ้าของผลึกควอตซ์ (Quartz) ดีเกลือ (Rochelle Salt) อัญมณี (Tourmaline) ว่าสามารถให้กำเนิดไฟฟ้าได้เมื่อมีแรงกดกระทำต่อผลึก เขาให้ชื่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่าปรากฏการณ์ “เพียโซอิเล็กทริก” ต่อมาในปี ค.ศ.1881 Gabriel Lippmann ได้ศึกษาค้นพบปรากฏการณ์ย้อนกลับได้ โดยพิจารณาจากหลักเทอร์โมไดนามิกส์ คือถ้าให้ไฟฟ้าเข้าไปในผลึก ผลึกก็จะสั่นได้ วัสดุเพียโซอิเล็กทริกที่ได้รับแรงเค้น (Mechanical Stress) จะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดการประจุไฟฟ้า (Electric Charge) หรือการจัดเรียงตัวทางแสง (Polarization) เรียกว่า “ผลทางตรง” (Direct Effect) เมื่อนำวงจรต่อเข้ากับวัสดุเพียโซอิเล็กทริกภายใต้แรงอัดจะมีกระแสไหลเข้าวงจรและหากเปลี่ยนเป็นแรงดึงจะเกิดกระแสไหลในทิศตรงข้าม การประยุกต์จากผลทางตรง เช่น ไมโครโฟน และสัญญาณโซนาร์ เป็นต้น

วัสดุเพียโซอิเล็กทริกภายใต้สนามไฟฟ้าจะเกิดแรงเครียดอัดภายในผลึก (Compression Strain) ทำให้วัสดุเกิดการบิดรูปไปจากเดิม และหากกลับทิศทางของสนามจะเกิดแรงเครียดดึง (Tensile Strain) ปรากฏการณ์ดังกล่าว เรียกว่า “ผลทางอ้อม” (Indirect Effect, Reverse Effect) งานประยุกต์ผลทางอ้อม เช่น เต้าจุดแก๊ส, อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducers), แอคชูเอเตอร์ (Actuators) เป็นต้น ภาพที่ 2.6 แสดงให้เห็นถึงหลักการทำงานของเพียโซอิเล็กทริก

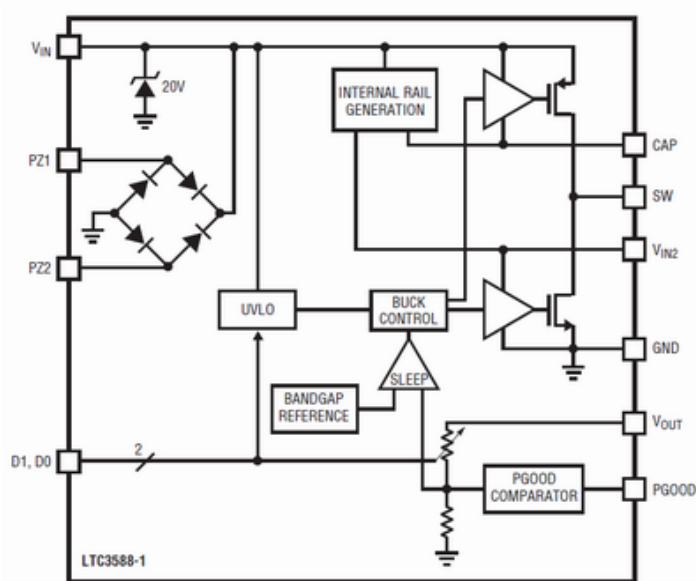


ภาพที่ 2.6 ผลทางตรงและผลทางอ้อมของปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก

2.1.9 วงจรจัดการพลังงาน

วงจรจัดการพลังงาน (Power Management ICs : PMIC) คือ วงจรอินทิเกรต (หรือวงจรรวมในอุปกรณ์ชิพ) ที่มีไว้สำหรับจัดการพลังงานที่จำเป็นต่อตัวระบบหลัก บ่อยครั้งที่ตัว PMIC ถูกใช้ในอุปกรณ์สะสมพลังงานจำพวกแบตเตอรี่ในโทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์พกพา

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันต่างก็มีความต้องการในการใช้แรงดันไฟฟ้าเฉพาะค่าของตน คือมีการใช้แรงดันไฟฟ้าไม่เท่ากันและยังมีความต้องการจากแหล่งจ่ายที่ไม่เหมือนกันอีกด้วย โดยทั่วไปแล้วแรงดันไฟฟ้าในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะมีตั้งแต่ 5V, 3.3V, 1.8V เป็นต้น แหล่งจ่ายกระแสก็เป็นอีกอย่างหนึ่งซึ่งมีความสำคัญโดยอุปกรณ์ใหม่นี้ใช้แหล่งจ่ายได้แม้กระทั่งกับ USB ฉะนั้นตัว PMIC จึงอาจมีฟังก์ชันที่หลากหลายเพื่อให้ครอบคลุมถึงความต้องการของอุปกรณ์ใหม่ๆด้วย ภาพที่ 2.7 แสดงถึงตัวอย่างวงจรจัดการพลังงาน LTC3588-1 ที่ใช้งานในการทดลองนี้



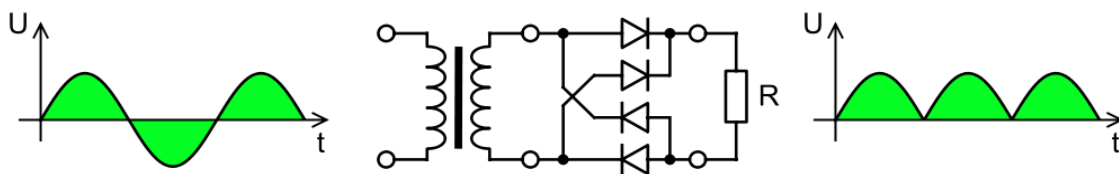
ภาพที่ 2.7 แสดงภาพวงจร PMICs แบบหนึ่ง [15]

ที่มา : Datasheet LTC3588-1

วงจรจัดเก็บพลังงานหนึ่งตัวนั้นอาจจะมีทั้งระบบจัดการแบตเตอรี่ ตัวแปลงแรงดันไฟฟ้า และฟังก์ชันชาร์จพลังงาน หรือรวมทั้งอาจจะมีระบบแปลงไฟแบบไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับและเพื่อปรับแรงดันไฟฟ้าให้ได้ตามที่ภาวการณ์ต้องการ

2.1.9.1 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuits) เป็นวงจรที่ใช้ในการแปลงแรงดันไฟสลับให้เป็นแรงดันไฟตรงที่โดยสำหรับวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์จะทำให้กระแสถูกกลับให้เป็นแรงดันไฟทางด้านบวกทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 2.8

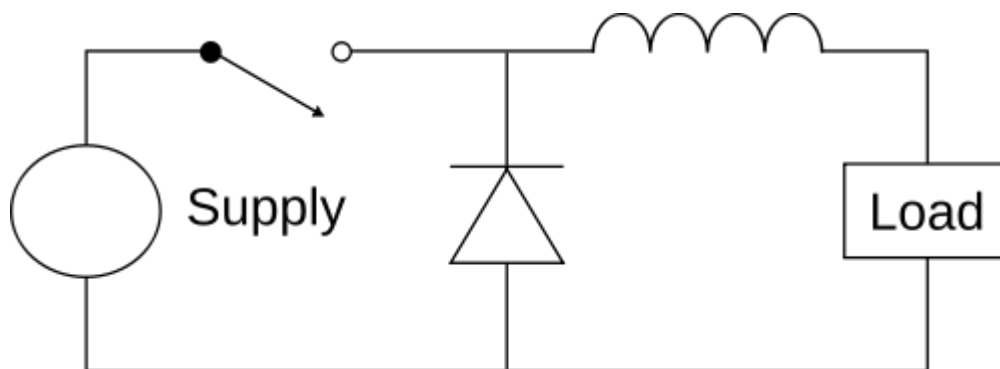


ภาพที่ 2.8 แสดงภาพอินพุตและเอาต์พุตหลังผ่านวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

2.1.9.2 วงจรทอนระดับแรงดัน

วงจรทอนระดับแรงดันหรือ บัคคอนเวอร์เตอร์ (Buck converter) เป็นวงจรที่ใช้เพื่อปรับระดับแรงดันโดยลดแรงดันขาออกให้มีระดับคงที่ ซึ่งจะตรงข้ามกับสเต็ปอัพคอนเวอร์เตอร์ (Step-up boost converter) ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้เพื่อเพิ่มระดับแรงดันขาออกให้มีค่าสูงขึ้น วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีสามารถลดระดับแรงดันลงโดยที่มีพลังงานสูญเสียที่ตัววงจรน้อยมากเนื่องจากใช้หลักการการทำงานของสวิตช์ ทำให้ตัวบัคคอนเวอร์เตอร์มีประโยชน์มากกับการแปลงแรงดันไฟในระบบที่ต้องการพลังงานสูญเสียต่ำ

การทำงานของตัวบัคคอนเวอร์เตอร์อย่างง่าย (ภาพที่ 2.9) ทำงานโดยใช้ตัวอินดักเตอร์ (Inductor) หนึ่งตัวและสวิตช์สองตัว (ส่วนมากจะใช้ทรานซิสเตอร์หรือมอสเฟตและไดโอดอย่างละตัว) ในการควบคุมตัวอินดักเตอร์ โดยที่จะเชื่อมต่อระหว่างตัวอินดักเตอร์และแหล่งจ่ายไฟเพื่อเก็บพลังงานในตัวอินดักเตอร์ และจะจ่ายไฟจากตัวอินดักเตอร์ไปสู่โหลด



ภาพที่ 2.9 แสดงภาพบัคคอนเวอร์เตอร์อย่างง่าย [16]

ที่มา : TylzaeL. “Buck circuit diagram.svg.”

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่ผ่านมาได้มีการวิจัยในด้านการเก็บเกี่ยวพลังงานจากหลายๆแหล่งพลังงาน โดยใน [17] และ [18] จะเป็นการเก็บเกี่ยวพลังงานจากการสั่นสะเทือนโดยใช้วัสดุเพียโซอิเล็กทริก โดยสร้างโครงสร้างโมเดลเพียโซอิเล็กทริกประเภท PZT ในลักษณะของคาน (Cantilever Beam) ซึ่งต้องทำการใส่มวลเพิ่มลงไปตรงปลายของคานเพื่อปรับจูนความถี่สั่นพ้องของคานเพียโซอิเล็กทริกให้ตรงกับความถี่ของการสั่นสะเทือนที่ต้องการจะเก็บเกี่ยวเพื่อให้เกิดการสั่นพ้องและทำให้คานเพียโซอิเล็กทริกเกิดการโก่งงอและเกิดพลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ใน [19] ได้มีการวิจัยเพื่อศึกษาความถี่ในการสั่นจากแหล่งต่างๆ เพื่อมาใช้ออกแบบโครงสร้างเพียโซอิเล็กทริกใน

ลักษณะของคานที่มี Bandwidth กว้างและอยู่ในช่วงความถี่เหล่านี้เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวพลังงานได้จากแหล่งความถี่ต่างๆแหล่ง ใน [20] ที่ MIT Media Lab ได้วิจัยอุปกรณ์เก็บเกี่ยวพลังงานจากการเดินโดยใส่ อุปกรณ์เก็บเกี่ยวพลังงานเข้าไปในรองเท้า ซึ่งในการทดลองได้ทดลอง 3 แบบโดยแบบแรกกับแบบที่สองเก็บเกี่ยวพลังงานโดยใช้วัสดุเพียโซอิเล็กทริกประเภท PVDF และ PZT ตามลำดับ และแบบสุดท้ายเป็นการเก็บเกี่ยวพลังงานโดยใช้ Electromagnetic Generator ติดที่ส้นของรองเท้า ใน [21] ได้มีการศึกษาถึงการเปรียบเทียบการเก็บเกี่ยวพลังงานจากเพียโซอิเล็กทริกที่มีชนิดแตกต่างกัน เพื่อศึกษาคุณลักษณะพลังงานที่ออกมาจากเพียโซอิเล็กทริกแต่ละชนิด ใน [22] ได้มีการศึกษาการเก็บเกี่ยวพลังงานจากพื้นเมื่อมีรถวิ่งผ่าน โดยอาศัยหลักการ Linear Electromagnetic Generator ซึ่งเมื่อมีรถวิ่งผ่านจะทำให้โครงสร้างที่เป็นพื้นเกิดการยุบตัวและทำให้เกิดการตัดผ่านของสนามแม่เหล็กและขดลวด โดยผลการทดลองพบว่าหากมีรถวิ่งผ่านโครงสร้างที่ทำการทดลองมาวันละ 10,000 คันจะสามารถสร้างพลังงานได้ 200 MWh ต่อปี ใน [23] ได้มีการวิจัยการเก็บเกี่ยวพลังงานโดยอาศัยหลักการ Electrostatic โดยผลที่ได้พบว่าได้ความต่างศักย์ประมาณ 23.5 V และกำลังไฟฟ้าที่ประมาณ 8 μ W