บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พลังงานลม คือพลังงานธรรมชาติที่ไม่มีวันหมดตราบเท่าที่โลกของเรายังคงมีอากาศและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของพื้นผิวโลก ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ มนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์จากพลังงานลมมานานและมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันแหล่งพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าเริ่มมีปริมาณที่น้อยลง อีกทั้งยังก่อให้เกิดมลพิษต่อโลก มนุษย์จึงหันมาให้ความสำคัญและสนใจในการพัฒนาแหล่งพลังงานทางเลือกกันมากขึ้น หนึ่งในนั้นคือ การพัฒนากังหันลมผลิตไฟฟ้ากังหันลมผลิตไฟฟ้า ทำงานโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของลมทำให้ใบของกังหันลมหมุนก่อให้เกิดเป็นพลังงานจลน์จากนั้นพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของแกนหมุนของกังหันจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่อกับแกนหมุนของกังหันลม จากนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ได้จะถูกจ่ายเข้าสู่ระบบควบคุมไฟฟ้า และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบไฟฟ้าต่อไป

1. คุณสมบัติการทำงานของวงจรตรวจสอบแรงดัน

1.1 ควบคุมพลังงานที่กำเนิดจากกังหันลมได้ โดยการควบคุมการทำงานด้วยไมโคร-คอนโทรลเลอร์

1.2 ตรวจสอบแรงดันที่ได้รับจากการผลิตด้วยกังหันลมเพื่อให้ เกิดความเหมาะสมต่อการชาร์จแบตเตอรี่

1.3 ตรวจสอบกระแสที่เหมาะสมสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่

1.4 ตรวจสอบสถานะของแบตเตอรี่หลักด้วยการตรวจสอบค่าแรงดันตกคร่อมและกระแสชาร์จ

1.5 แบตเตอรี่สำรองตรวจสอบสถานะด้วยการตรวจสอบค่ากระแสชาร์จและแรงดันที่ใช้ในการชาร์จ

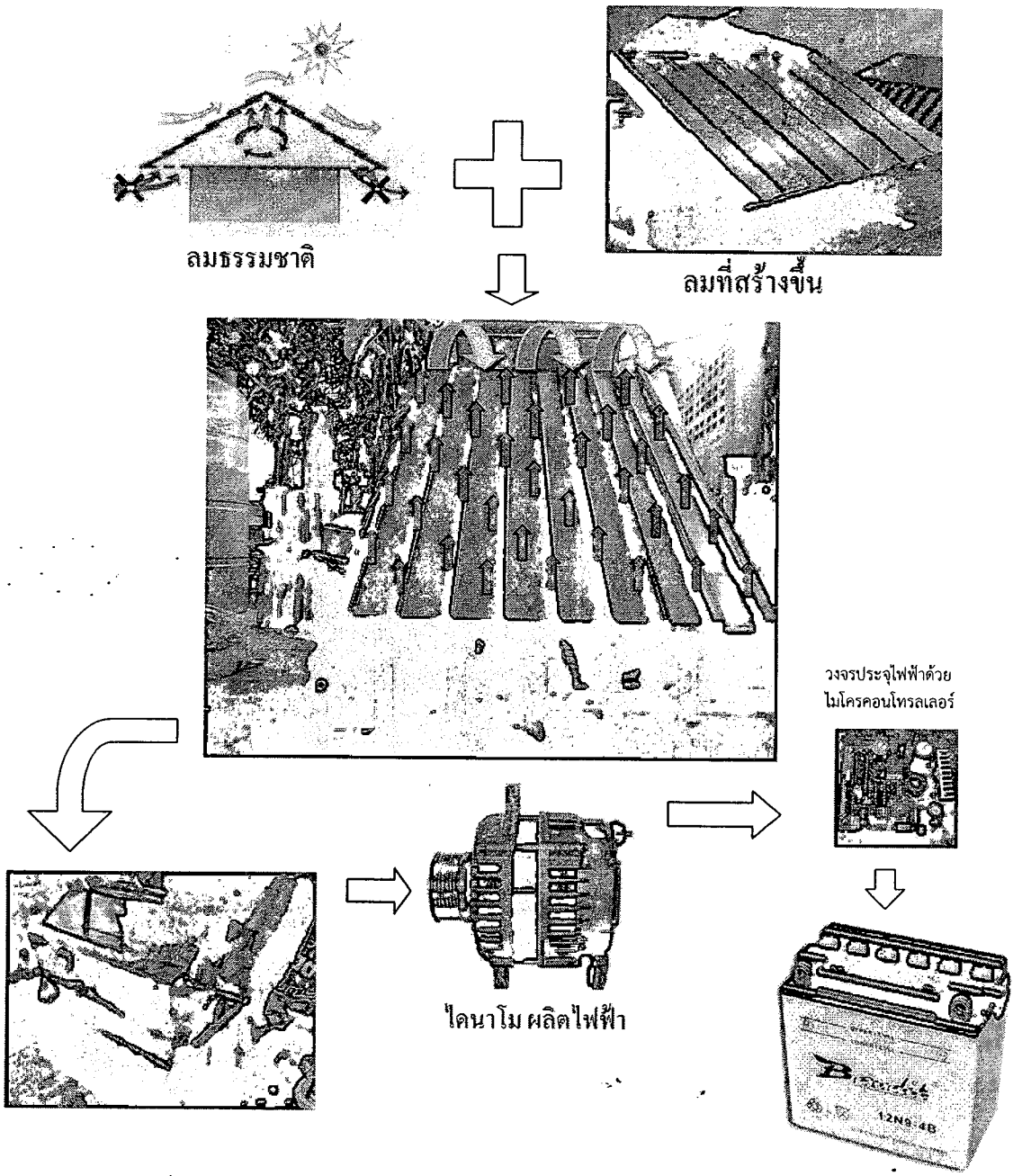
1.6 สามารถทำการชาร์จแบตเตอรี่ได้ 2 ลูกพร้อมกัน ถ้าในขณะนั้นกังหันลมสามารถผลิตพลังงานได้ปริมาณมากพอ

1.7 มีขั้วต่อสำหรับโหลดจำพวก Dummy Load เพื่อใช้ในการ เบรกกังหันลม ในกรณีที่ลมพัดแรง

1.8 เป็นวงจรควบคุมการชาร์จแบบสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์

1.9 มี LED บอกสถานการณ์ทำงานของวงจร รวมทั้งสถานะแรงดันที่กังหันลมสามารถผลิตได้

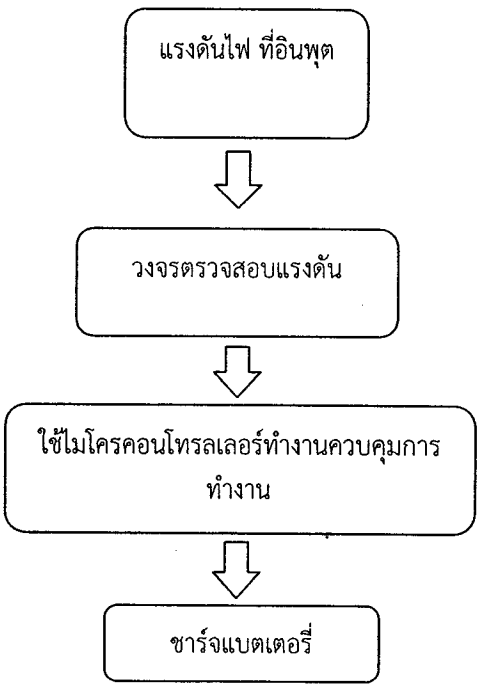
กรอบแนวคิดของงานวิจัยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แนวคิดการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันลมพร้อมอุโมงค์ลม

ทิศทางหรือลักษณะการพัดของลมตามธรรมชาติและมวลอากาศร้อน จากพลังงานแสงอาทิตย์จะลอยตัวขึ้นมาตามท่อโลหะ ทิศทางการเคลื่อนที่ของลม ผ่านท่อเหล็กและช่องลม ตามลูกศรสีแดงเป็นทิศทางของลมร้อนที่ได้จากการตกกระทบของแสงอาทิตย์ ทำให้ท่อเหล็กมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเกิดการลอยตัวของอากาศ ลูกศรสีฟ้าเป็นการเคลื่อนที่ของลมตามธรรมชาติ ที่เคลื่อนที่ผ่านช่องอากาศโดยทิศทางของลมทั้ง 2 แบบจะถูกบังคับให้เคลื่อนไปยังใบพัดทำให้ใบพัดเกิดพลังงานกล

ไปหมุนไดนาโม ซึ่งจะได้กระแสไฟฟ้า โดยขั้นตอนการทำงานของกังหันทั้งหมดสามารถดูได้ตาม ภาพที่ 2 ได้แสดงเป็นบล๊อคไดอะแกรมการทำงานไว้



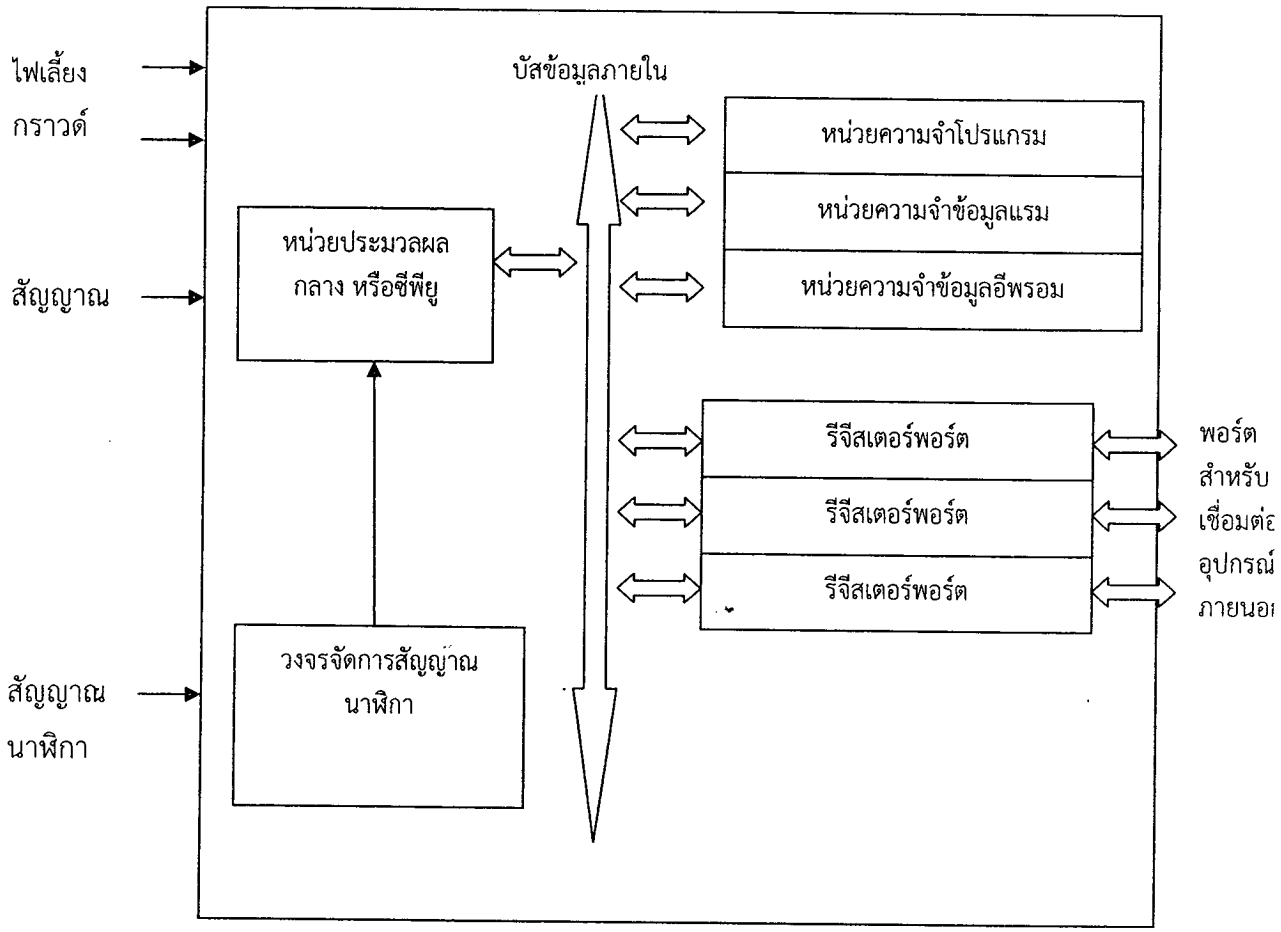
ภาพที่ 2 แสดงการใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ในการประจุไฟฟ้า

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์

เนื่องด้วยการควบคุมในโครงงานนี้จะใช้การควบคุมระบบจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงขอกล่าวเกี่ยวกับระบบและทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนี้

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

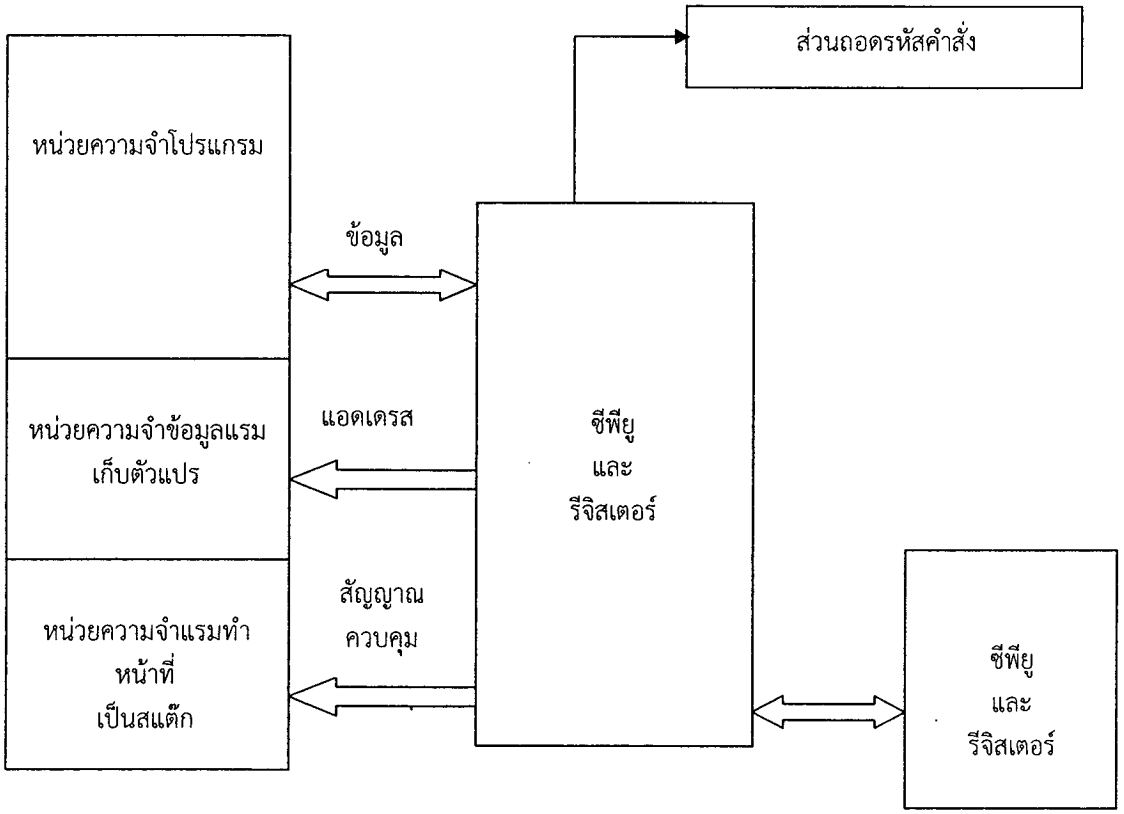
ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือไมโคร (Micro) หมายถึงขนาดเล็ก และคำว่า คอนโทรลเลอร์ (Controller) หมายถึง ตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงหมาย ถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวควบคุมอุปกรณ์ขนาดเล็กนี้ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ที่คนโดยส่วยใหญ่คุ้นเคยกล่าวคือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู,หน่วยความจำ,และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยบรรจุรวมกันอยู่ภายใต้ตัวถังเดียวกัน ในภาพที่ 3 แสดงส่วนประกอบหลักที่สำคัญ และกลไกการทำงานเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซีพียูจะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเพื่ออ่านคำสั่งที่ระบุไว้ โดยต้องการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำผ่านสายสัญญาณที่เรียกว่า บัสตำแหน่ง (Address bus) แล้วทำการอ่านข้อมูลคำสั่งออกมาจากหน่วยความจำโปรแกรมในแอดเดรสนั้นๆ จากนั้นทำการประมวลผล โดยมีหน่วยความจำข้อมูลแรมเป็นที่พักของข้อมูลที่อยู่ในระหว่างการประมวลผล ข้อมูลในการประมวลผลจะส่งผ่านสายสัญญาณที่เรียกว่า บัสข้อมูล (Data bus) แล้วส่งต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอก ผ่านทางพอร์ตเอาต์พุต



ภาพที่ 3 โครงสร้างและส่วนประกอบหลักเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นที่ยอมรับกันว่าสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์มีด้วยกัน 2 แบบคือ พรินซ์ตัน (Princeton) หรือ ฟอนนิวแมน (Von Neumann) และฮาร์วาร์ด (Harvard) ในภาพที่ 2-4 และ 2-5 แสดงการจัดสรรหน่วยความจำ และรีจิสเตอร์ ในสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ทั้งสองแบบ พิจารณาในภาพที่ 4 เป็นการจัดสรรในสถาปัตยกรรมแบบพรินซ์ตัน จะเห็นได้ว่ามีโครงสร้างที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน ส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมกับหน่วยความจำข้อมูลจะได้รับการจัดสรรให้อยู่รวมกัน ติดต่อกับซีพียูผ่านส่วนจัดการเชื่อมต่อหน่วยความจำ และภายในซีพียูจะมีรีจิสเตอร์บรรจุอยู่ ข้อดีของสถาปัตยกรรมแบบนี้คือ ออกแบบง่าย เพราะหน่วยความจำทั้งหมดอยู่รวมกัน สามารถเข้าถึงได้ง่ายหน่วยความจำมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะเก็บได้ทั้งโปรแกรมควบคุมการทำงาน และข้อมูลของตัวแปรในการประมวลผล ข้อด้อยของสถาปัตยกรรมนี้คือ ความเร็วในการประมวลผลเนื่องจากหน่วยความจำอยู่รวมกัน จึงต้องติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมสลับกับหน่วยความจำข้อมูล ส่งผลให้ซีพียูต้องใช้จำนวนไซเคิลในการทำงานมาก



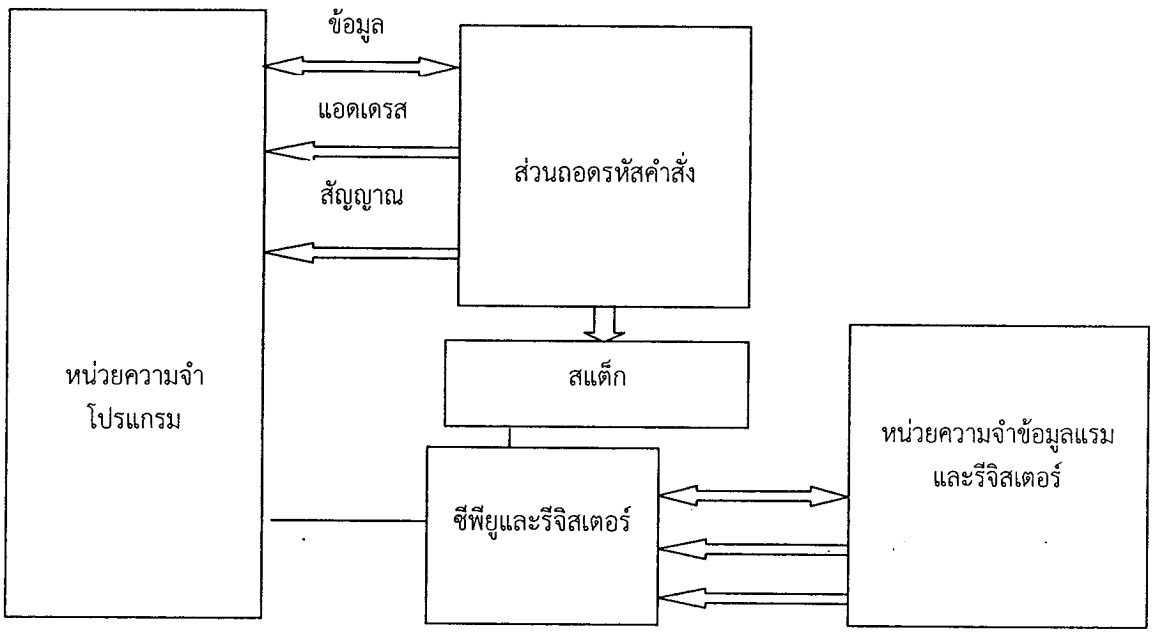
ภาพที่ 4 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบพรินซ์ตัน

ในขณะที่สถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด ซึ่งแสดงในภาพที่ 5 จะแยกส่วนของหน่วยความจำข้อมูลและรีจิสเตอร์ออกจากหน่วยโปรแกรม ทำให้ไซเคิลการทำงานลดลงเนื่องจากสามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำความจำข้อมูลได้เร็วกว่า นอกจากนั้นในสถาปัตยกรรมนี้ ในขณะที่ซีพียูกำลังเอ็กซิคิวต์คำสั่งปัจจุบันอยู่สามารถที่จะเฟตช์คำสั่งถัดไปได้ยิ่งทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานได้เร็วขึ้น

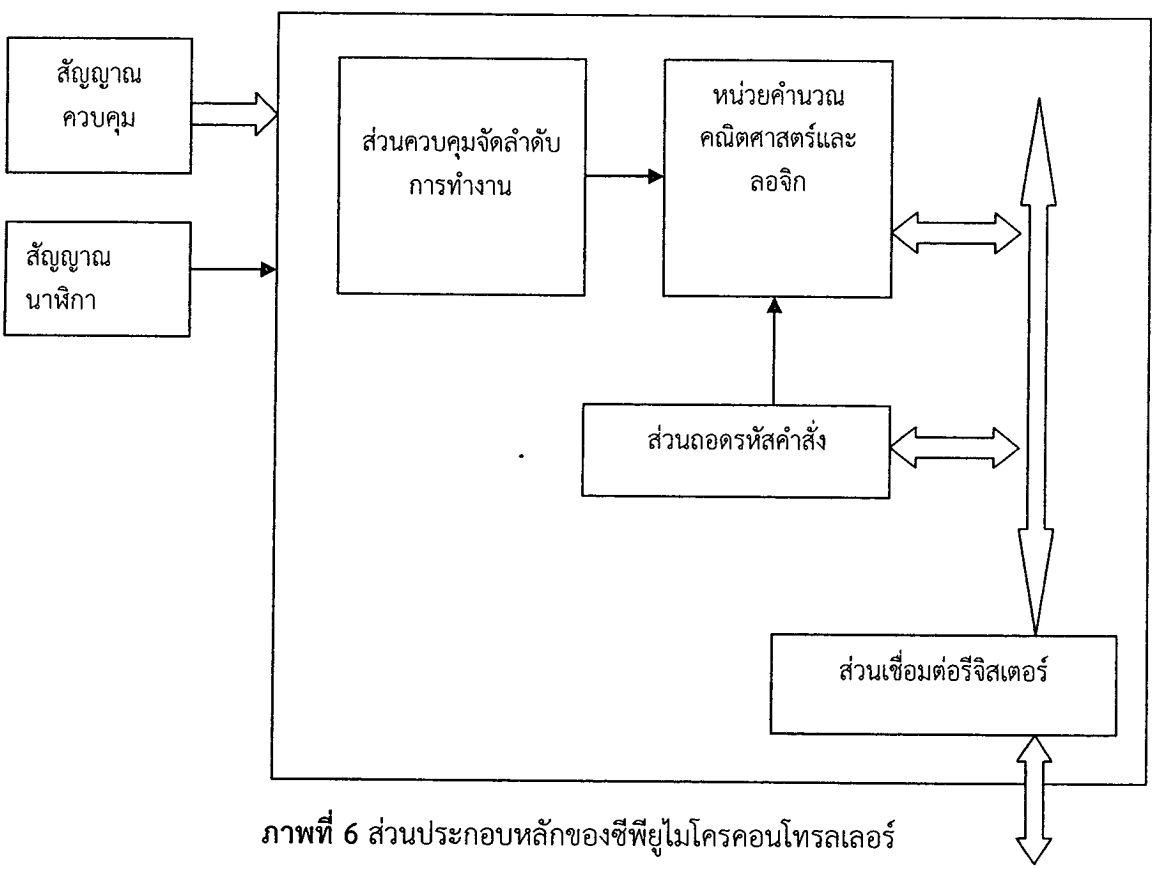
2.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง หรือซีพียู

ซีพียูเป็นเสมือนมันสมองของไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่เข้ามาในระบบ แล้วทำการส่งต่อไปยังส่วนต่างๆ เพื่อควบคุมการทำงานต่อไป ในภาพที่ 6 แสดงส่วนประกอบพื้นฐานของซีพียูในไมโครคอนโทรลเลอร์ทั่วๆไป จะเห็นได้ว่าหัวใจหลักของซีพียูคือหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก (ALD: Arithmetic and Logic Unit) ซึ่งได้รับการกำหนดจังหวะการทำงานจากส่วนควบคุมลำดับการทำงาน โดยจังหวะการทำงานนั้นจะสัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกา เมื่อซีพียูทำการติดต่อหน่วยความจำ สิ่งที่ปรากฏขึ้นบนบัสข้อมูลภายในซีพียู คือรหัสคำสั่ง (Instruction Code) ต้องผ่านการทำงานของส่วนถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder) เสียก่อนจะได้เป็นข้อมูลคำสั่งที่ซีพียูเข้าใจ และสามารถดำเนินการต่อได้หลังจากที่หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกประมวลผลแล้วก็ส่งข้อมูลมายังส่วนเชื่อมต่อรีจิสเตอร์ ภายในซีพียู เพื่อติดต่อกับส่วนอื่นๆต่อไป การทำงานของซีพียูมีด้วยกัน 2 จังหวะ เฟตช์ (Fetch) และเอ็กซิคิวต์ (Executed) โดยการทำงานจะเริ่มจากการเฟตช์ คือการเรียกหรือการเข้าถึงคำสั่ง แล้วทำการถอดรหัสเป็น

ภาษาเครื่องเพื่อเตรียมการประมวลผล จากนั้นจะเป็นจังหวะของการแอ๊กซิคิวต์ คือการกระทำตามคำสั่งที่กำหนดให้จนเสร็จสิ้น



ภาพที่ 5 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบฮาร์วาร์ด



ภาพที่ 6 ส่วนประกอบหลักของซีพียูไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.3 หน่วยความจำ

ในไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบด้วยหน่วยความจำ 3 แบบ คือหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory), หน่วยความจำข้อมูลแรม (RAM Data Memory) และหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม (EEPROM Data Memory)

- หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรม เป็นที่สำหรับเก็บข้อมูลคำสั่งของโปรแกรมควบคุมที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้นหรือเรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ (Monitor Program) ซีพียูจะเข้ามาติดต่อเพื่ออ่านข้อมูลรหัสคำสั่งจากหน่วยความจำในส่วนนี้ แล้วนำไปประมวลผลเพื่อควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดต่อไป หน่วยความจำโปรแกรมนี้มักมีขนาดใหญ่ ยิ่งมีขนาดมากเท่าใด ก็จะสามารถบรรจุโปรแกรมที่มีความซับซ้อน หรือสามารถเก็บตารางข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลได้มากตามไปด้วย โดยทั่วไปมีความจุไม่มากกว่า 512 ไบต์ ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมจะแปรตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ชนิดของหน่วยความจำโปรแกรมที่ใช้ในไมโครคอนโทรเลอร์ มีอยู่ 3 แบบที่นิยมกันคือ แบบอีพรอม (EPROM: Erasable Programmable Read – Only Memory), แบบอีอีพรอม(EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read – Only Memory) และแบบแฟลช (Flash Memory) ความแตงต่างของทั้ง 3 แบบ อยู่ที่จำนวนครั้งในการลบและการเขียนข้อมูลทับลงไปใหม่ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ แบบอีพรอม แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบโปรแกรมได้หลายครั้ง และแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว ถ้าหากเป็นแบบโปรแกรมได้หลายครั้งบนตัวถังของไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน้าต่างกระจกติดอยู่สามารถมองเห็นชิ้นภายในได้ เวลาลบข้อมูลต้องลบด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต จำนวนรอบในการโปรแกรมใหม่อยู่ระหว่าง 10-100 ครั้ง แต่ถ้าเป็นแบบโปรแกรมได้ครั้งเดียว (One –Time Programmable, OTP) จะไม่สามารถลบได้ ตัวถังของมันจะปิดมิดชิดเหมือนกับไอซีธรรมดา แบบอีอีพรอม หน่วยความจำแบบนี้จะลบและเขียนใหม่ได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้า ในอดีตเป็นที่นิยมมากเนื่องจากสามารถเขียนใหม่ได้เป็นหลักร้อยรอบขึ้นไป ในบางตระกูลถึง 1 ล้านครั้งแต่ในปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากต้นทุนสูง แบบแฟลชหน่วยความจำโปรแกรมชนิดนี้สามารถลบและเขียนได้ด้วยสัญญาณไฟฟ้า แตกต่างกับแบบอีอีพรอมในเชิงการใช้งานตรงที่กระบวนการลบข้อมูล หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชจะไม่สามารถเลือกลบเฉพาะเจาะจงบางตำแหน่งได้ เมื่อทำการลบข้อมูลจะต้องลบทั้งหมดหน่วยความจำแบบนี้ได้รับความนิยมมาก เนื่องจากราคาไม่สูง และสามารถใช้โปรแกรมได้เป็นร้อยครั้งขึ้นไป ในบางรุ่นสูงเป็นหมื่นครั้ง และเป็นแสงครั้ง ขึ้นอยู่กับแรงดันที่ใช้ในการโปรมแกรมขนาดข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมขึ้นอยู่กับผู้ผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ยกตัวอย่างในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, 68HC05, 68HC08, 68HC11, ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมคือ 8 บิต ถ้าเป็นตระกูล PIC จะเป็น 12 และ 14 บิต ถ้าเป็นตระกูลAVR, 68HC12 จะเป็นขนาด 16 บิตทั้งนี้ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมไม่ได้เป็นตัวระบุความสามารถในการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์

- หน่วยความจำข้อมูลแรม

เป็นหน่วยความจำที่ต้องมีในไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกตัวเพราะใช้เป็นพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลทั้งในระหว่างและหลักการประมวลผล ยิ่งมีมากยิ่งช่วยในการทำงานสะดวกขึ้น เพราะหน่วยความจำแรมมีอัตราเร็วในการอ่านเขียนสูงมาก และไม่จำกัดจำนวนรอบในการอ่านเขียน

ในพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลแรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของข้อมูลทั่วไปสำหรับเก็บค่าตัวแปร และส่วนของรีจิสเตอร์โยปกติแล้ว หน่วยความจำข้อมูลแรมจะมีความจุไม่มากเมื่อเทียบกับหน่วยความจำโปรแกรมในบางตัวอยู่ในหลักสิบไบต์ แต่ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์มีความสามารถสูงขึ้นความจุของหน่วยความจำข้อมูลแรมก็เพิ่มมากขึ้นตาม ทั้งนี้ เพราะต้องเพิ่มในส่วนของ รีจิสเตอร์ ตามความสามารถที่สูงขึ้นของไมโครคอนโทรลเลอร์ขนากของหน่วยความจำข้อมูลแรมโดนส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิตแต่สามารถต่อรวมกันเป็น 16 บิตได้ ส่วนการจัดสรรตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลแรมจะขึ้นอยู่กับสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ หากเป็นแบบฮาร์วาร์ด (Harvard) จะได้รับการจัดสรรให้อยู่แยกจากหน่วยความจำโปรแกรม จึงทำให้มีค่าแอดเดรสเหมือนกัน ทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมุล แต่จริงๆแล้ว อยู่ต่างที่กัน ซึ่งจะพบในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, PIC, AVR เป็นต้น แต่ถ้าเป็น ปริ้นตัน (Princeton) จะจัดสรรให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน ดังนั้นค่าแอดเดรสจะไม่มีทางตรงกัน จะพบในไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HCxxxของ Motorola

- **หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม**

เป็นหน่วยความจำข้อมูลพิเศษที่ในไมโครคอนโทรลเลอร์บางเบอร์ บางรุ่น บางตระกูลใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องการรักษาไว้เมื่อไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ การติดต่อเพื่ออ่านจะมีลักษณะพิเศษขึ้นอยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ล่ะเบอร์ ขนาดของหน่วยความจำแบบนี้มักเท่ากับ 8 บิตส่วนความจุก็แตกต่างกันไปตั้งแต่ไม่กี่สิบไบต์จนไปถึงเป็นกิโลไบต์ การอ่านเขียนหน่วยความจำแบบนี้จะใช้สัญญาณไฟฟ้าทั้งหมด และสามารถรักษาข้อมูลล่าสุดไว้แม้ว่าจะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วก็ตามสำหรับจำนวนรอบในการเขียนโดยปกติอยู่ในหลักล้านครั้งขึ้นไป

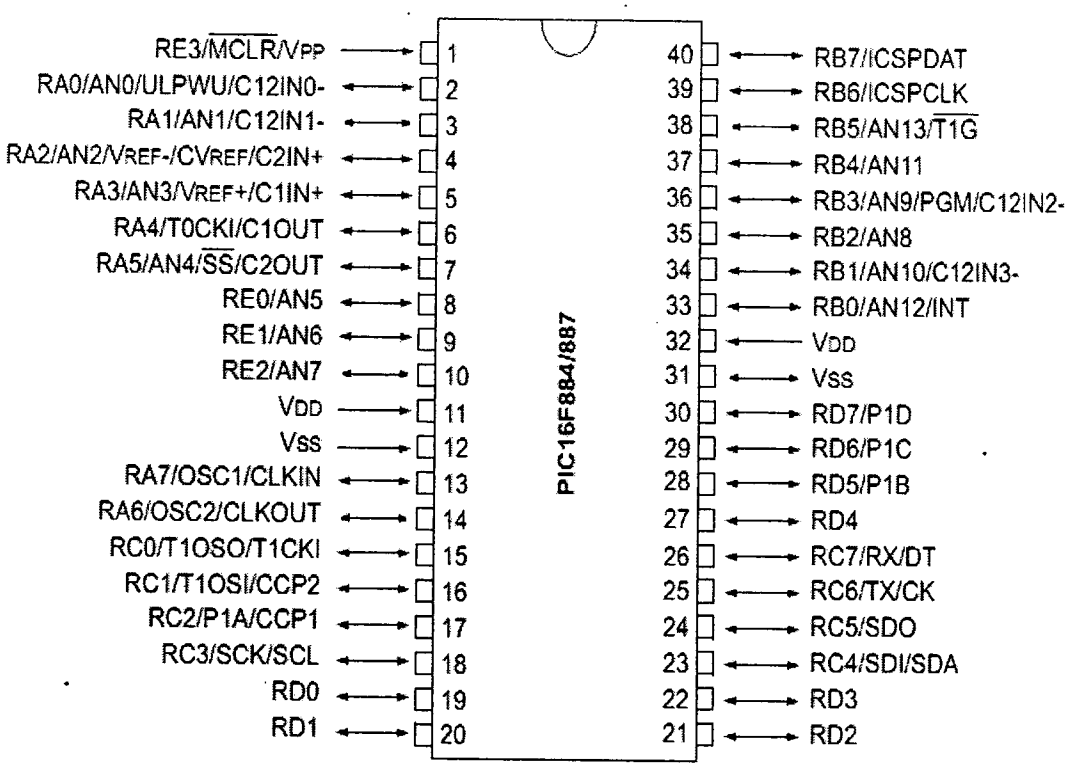
2.1.4 การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสามารถทำงานได้เมื่อจ่ายไฟเลี้ยง และต่อวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้แก่มัน จากนั้นซีพียูภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมเพื่ออ่านข้อมูลคำสั่งทำงานตามคำสั่งที่บรรจุอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรมนั่นหมายความว่าต้องมีการเขียนข้อมูลคำสั่งที่แตกต่างกัน ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมสามารถแบ่งได้ 2 ระดับ คือภาษาระดับสูง (High Level Language) และภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language) โดยปกติไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี เนื่องจากสามารถทำงานได้รวดเร็วผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลคำสั่งเป็นเลขฐานสิบหกเพื่อทำงานตามคำสั่งเพียง 1 ขั้นตอนคือแปลงจากภาษาแอสเซมบลีเป็นข้อมูลฐานสิบหกที่เรียกว่า ออโค้ด (Oscoda)แต่ข้อเสียของการเขียนภาษาแอสเซมบลีคือผู้เขียนต้องทำความเข้าใจในชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นๆอย่างถ่องแท้ และเมื่อเปลี่ยนเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะต้องทำการเรียนรู้ และทำความเข้าใจชุดคำสั่งใหม่ซึ้งอาจทำให้เสียเวลามาก รวมทั้งการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี ผู้เขียนต้องมีทักษะในการเขียนโปรแกรมสูงพอสมควร และเข้าใจถึงสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอย่างดีในขณะที่การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูง อาทิเช่น ภาษาซี ภาษาเบสิก ต้องผ่านกระบวนการที่เรียกว่า คอมไพล์ (Compile) เพื่อแปลงภาษาระดับสูงเหล่านั้นเป็นภาษาเครื่องหรือ ออโค๊ดของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นๆเสียก่อน เมื่อใช้เครื่องมือทางซอฟต์แวร์ตัวนี้ ทำให้ผู้เขียนโปรแกรม

อาจไม่จำเป็นต้องศึกษาสถาปัตยกรรม และชุดคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์นั้นๆอย่างลึกซึ้ง เท่ากับการเขียนภาษาแอสเซมบลี ทั้งนี้เพราะคอมไพเลอร์จะทำในส่วนนี้แทน ดังนั้นเมื่อผู้ใช้งานเปลี่ยนเบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็เพียงจัดหาโปรแกรมคอมไพเลอร์ที่เหมาะสมมาใช้งาน และศึกษาสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ใหม่อีกเพียงเล็กน้อยก็สามารถใช้งานได้ แต่ข้อเสียของการใช้คอมไพเลอร์คือ ราคาแพงมาก

2.2 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของPIC16F887

ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้มีการคิดค้นและพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีศักยภาพในหารทำงานสูงขึ้นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของทางบริษัท Microchip เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีฟังก์ชังการใช้งานต่างๆ มากมาย เช่น โมดูล Analog to Digital, Timer/Counter, USART, SPI และอื่นๆ ซึ่งส่วนต่างๆเหล่านี้จะถูกสร้างรวมอยู่ภายในซีพียูเพียงตัวเดียว ทำให้สามารถทำงานได้หลายๆอย่าง และสามารถลดในส่วนของฮาร์ดแวร์บางอย่างลงส่วนในเรื่องของความเร็ว ซีพียูตระกูลนี้จะใช้เวลาในการกระทำคำสั่งต่างๆเพียง 1 หรือ 2 ไซเคิลต่อคำสั่งเท่านั้น โดยการทำงานนี้เป็นลักษณะไปป์ไลน์ (Pipe Line) ทำให้มีความเร็วในการทำงานมากกว่าซีพียูทั่วไป (ที่ความถี่เดียวกัน)



ภาพที่ 7 โครงสร้างขาของ PIC16F887

คุณสมบัติต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 สามารถสรุปอย่างคร่าวๆได้ดังนี้

- 35 ชุดคำสั่ง
- ในการปฏิบัติงานคำสั่งต่างๆ จะใช้ไซเคิลเดียวและ 2 ไซเคิลในคำสั่งที่เป็นการกระโดด

- ความถี่สูงสุดที่ทำงานได้คือ 20 MHz
- การทำงานจะเป็นลักษณะไปป์ไลน์ทำให้มีการทำงานที่เร็วขึ้น
- หน่วยความจำโปรแกรมแบบ แฟลชขนาด 8k (14-Bit Word)
- หน่วยความจำข้อมูลแบบแรม 368 ไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอม 256 ไบต์
- สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัพต์ได้ 14 แหล่ง
- สแต็ก 8 ระดับ
- เพาเวอร์ออนรีเซต (POR), เพาเวอร์อัพไทเมอร์ (PWRT) และ Oscillator Start-Up Timer
- Watchdog Timer
- สามารถเลือกการป้องกันข้อมูลได้ (Code Protection)
- โหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode)
- เลือกโหมดของ สัญญาณนาฬิกาได้หลายโหมด
- สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5 โวลต์ได้
- ฟังก์ชันการแปรงแบบ ICSP (In – Circuit Serial Programming)
- ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2.0 ถึง 5.5 โวลต์
- Timer/Counter จำนวน 3 ตัวคือ Timer0, Timer1, และ Timer2
- โมดูล Capture/Compare/PWM จำนวน 2 ชุด
- Analog to Digital Converter ความละเอียด 10 บิต 8 แชนแนล ภายในตัว
- มีโมดูลการสื่อสาร USART
- มีโมดูลตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยง Brow – Out Reset (BOR)
- มีพอร์ต I/O 5 พอร์ต ประกอบด้วย A,B,C,D,E แต่ล่ะพอร์ตจะมีจำนวนบิตไม่เท่ากัน

PORTA = RA0 – RA5 จำนวน 6 บิต
PORTB = RB0 – RB7 จำนวน 8 บิต
PORTC = RC0 – RC7 จำนวน 8 บิต
PORTD = RD0 – RD7 จำนวน 8 บิต
PORTE = RE0 – RE2 จำนวน 3 บิต

ขาสัญญาณของ PIC16F887 นี้จะมีทั้งหมด 40 ขาประกอบไปด้วยขาที่ทำหน้าที่ต่างๆ โดยจะมีขาสัญญาณ I/O Ports ทั้งหมดจำนวน 33 ขา สามารถนำไปใช้เป็นอินพุต/เอาต์พุตได้ทั้งหมดทุกขา ยกเว้นขา RA4 ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบ Open Drain ดังนั้นหาดต้องการนำไปใช้เป็นขาสัญญาณเอาต์พุต จะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัพ (Pull - Up) ไว้ด้วย ส่วนขาที่เหลือสามารถใช้งานได้ตามปกติ นอกจากขาสัญญาณ I/O แล้วยังประกอบไปด้วยขาสัญญาณอื่นๆอีกคือ ขาไฟเลี้ยง, กราวด์, ขารีเซต และขาออสซิลเลเตอร์

2.3 หน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887

หน่วยความจำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นพื้นที่สำหรับเก็บออปโค้ดโปรแกรมและข้อมูลอื่นๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F887 จะมีหน่วยความจำภายใน แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ หน่วยความจำโปรแกรม, หน่วยความจำข้อมูล และหน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

2.3.1 หน่วยความจำโปรแกรม

หน่วยความจำโปรแกรมเป็นพื้นที่สำหรับใช้ในการเก็บ ซอร์สโค้ดโปรแกรมโดยจะเป็นหน่วยความจำแบบแฟลช จึงสามารถทำการเขียนและลบได้หลายครั้ง ทำให้สะดวกต่อการทดลองพัฒนาโปรแกรม โดยมีโปรแกรมเคาน์เตอร์ขนาด 13 บิต ซึ่งสามารถอ้างอิงตำแหน่งข้อมูลถึง 8 กิโลเวิร์ด ตั้งแต่แอดเดรส 000h ถึง 1FFFh หน่วยความโปรแกรม ของ PIC16F887นี้จะมีขนาด 8k×14 บิตเวิร์ด (8กิโลเวิร์ด) แบ่งออกเป็น 4 Page จำนวน Page ละ 2 กิโลเวิร์ด ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 8 จะมีเซตเวกเตอร์อยู่ที่ตำแหน่ง 000h และอินเตอร์รัพท์เวกเตอร์อยู่ที่ 0004h จะเห็นได้ว่ามีแอดเดรสเวกเตอร์ของการอินเตอร์รัพท์อยู่ที่ตำแหน่งเดียว แต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 นั้นมีแหล่งกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ได้ถึง 14 แหล่งซึ่งเมื่อ เกิดอินเตอร์รัพท์จากแหล่งใดก็ตาม ซีพียูจะกระโดดไปทำงานในตำแหน่งแอดเดรสเดียวกันนั้นคือ แอดเดรส 0004h ดังนั้นเราจึงไม่สามารถลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์ได้ ส่วนหน่วยความจำสแต็กจะมีขนาดความลึก 8 ระดับ และไม่สามารถเข้าถึงได้โดยตรงจากการเขียนโปรแกรม ไม่มีคำสั่ง PUSH – POP เหมือนกับซีพียูตระกูลอื่นๆ ค่าของสแต็กจะมีการเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ เมื่อมีการใช้คำสั่งที่เป็นการกระโดด, การเรียกใช้โปรแกรมย่อย หรือ เมื่อมีการอินเตอร์รัพท์ขึ้นเท่านั้น

2.3.2 หน่วยความจำข้อมูล

หน่วยความจำข้อมูลนี้ จะประกอบไปด้วยพื้นที่ของรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (General Purpose Register) ขนาด 368 ไบต์ และพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register) ซึ่งพื้นที่ของหน่วยความจำเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็น 4 แบงก์ การเข้าถึงข้อมูลในแต่ละส่วนต้องกำหนด แบงก์ข้อมูลที่เราต้องการเข้าถึง โดยการกำหนดค่าในรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เลือกแบงก์ คือ RP0 และ RP1 โดยจะอยู่ในรีจิสเตอร์ STATUS บิตที่ 5 และตามลำดับ

- **รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป**

รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (General Purpose Register) เป็นหน่วยความจำใช้งานทั่วไป โดนโครงสร้างจะเป็นหน่วยความจำชนิด Static RAM สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตลอดเวลา และข้อมูลต่างๆ จะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงให้กับ ซีพียู หน่วยความจำ ซีพียู PIC16F887 จะมีขนาด 368 ไบต์ ข้อมูลจะเป็นแบบ 8 บิต เหมาะสำหรับการใช้เก็บข้อมูล หรือใช้เป็นตัวแปลต่างๆ ในการเขียนโปรแกรมโดยจะกระจายอยู่ในแบงก์ต่างๆทั้ง 4 แบงก์

- **รีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ**

รีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Purpose Register) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานในฟังก์ชั่นต่างๆ ของ CPU โดยจะจัดวางลักษณะเดียวกันกับรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป คือจะอยู่ภายในแต่ละแบงก์ทั้ง 4 แบงก์ เช่นรีจิสเตอร์แสดงสถานะ (STATUS Register),

รีจิสเตอร์การอินเตอร์รัพต์ (INTCON Register), รีจิสเตอร์แสดงการทำงานของฟังก์ชั่นต่างๆ (OPTION_REG Register) เป็นต้น

2.3.3 หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม

PIC16F887 มีหน่วยความจำอีอีพรอมจำนวน 256 ไบต์ โดยสามารถอ่านและเขียนในขณะทำงานปกติได้ แต่ต้องไม่มีการ Enable Code Protect Bit โดยการเข้าถึงนั้นจะต้องทำผ่านรีจิสเตอร์พิเศษ 4 ตัวคือ EECON1 ทำหน้าที่ควบคุมการาเข้าถึงหน่วยความจำ,EECON2 ทำหน้าที่จัดลำดับการเขียนข้อมูล,EEDATA เป็นบัฟเฟอร์ใช้เก็บข้อมูล 8 บิต สำหรับการอ่านและเขียน และ EEADR เป็นรีจิสเตอร์ที่เก็บแอดเดรส 00h – FFh(256 ไบต์) ข้อมูลที่ถูกเขียนลงในหน่วยความจำแบบอีอีพรอมจะคงสถานะเดิมอยู่ตลอด แม้จะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับซีพียูแล้วก็ตาม ซึ่งในการอ่านและเขียนข้อมูลของอีอีพรอมนี้ ไม่สามารถใช้คำสั่งโอนย้ายข้อมูลแบบปกติเหมือนที่ใช้กับหน่วยความจำประเภทแรม แต่จะต้องใช้กระบวนการพิเศษผ่านรีจิสเตอร์พิเศษทั้ง 4 ตัว

การอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำอีอีพรอมมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านลงในรีจิสเตอร์ EEADR ซึ่งค่าที่ใส่จะอยู่ในช่วง 00h–FFh
2. เคลียร์บิต EEPGD ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ EECON1 บิตที่ 7 เพื่อเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำอีอีพรอม
3. เซ็ตบิต RD เป็น 1 เพื่อเริ่มต้นการอ่านข้อมูล
4. ข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะอยู่ในรีจิสเตอร์ EEDATA

การเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำอีอีพรอมจะยุ่งยากกว่าการอ่านข้อมูล ซึ่งมีลำดับขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. กำหนดตำแหน่งแอดเดรสที่ต้องการเขียนข้อมูล ในรีจิสเตอร์ EEADR โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 00h–FFh
2. กำหนดข้อมูล 8 บิตที่ต้องการเขียนลงในรีจิสเตอร์ EEDATA
3. เคลียร์บิต EEPGD เป็น 0 เพื่อกำหนดให้เป็นการติดต่อกับหน่วยความจำอีอีพรอม
4. เซ็ตบิต WREN เพื่อ Enable การเขียนข้อมูล
5. ทำการ Disable การอินเตอร์รัพต์ทั้งหมด (หากมีการใช้งานอินเตอร์รัพต์อยู่) เพื่อไม่ให้เกิดกานอินเตอร์รัพต์มาขัดจังหวะในขณะที่มีการเขียนข้อมูลลงอีอีพรอม
6. ทำขั้นตอนพิเศษดังต่อไปนี้ ซึ่งต้องทำทุกครั้งที่มีการเขียนข้อมูลลงอีอีพรอมและต้องระวังไม่ให้มีการอินเตอร์รัพต์เกิดขึ้นในระหว่างนี้
   - เขียนข้อมูล 55h ลงในรีจิสเตอร์ EECON2 ขั้นตอนนี้มี 2 สเต็ปคือ โหลดข้อมูล 55h ให้รีจิสเตอร์ W และโหลดข้อมูลจากรีจิสเตอร์ W ไปยังรีจิสเตอร์ EECON2
   - เขียนข้อมูล AAhลงในรีจิสเตอร์ EECON2 ขั้นตอนนี้มี 2 สเต็ปคือ โหลดข้อมูล AAhให้รีจิสเตอร์ W และโหลดข้อมูลจากรีจิสเตอร์ W ไปยังรีจิสเตอร์ EECON2
   - เซ็ตบิต WR เป็น 1 โดยบิตนี้จะกลายเป็น 0 เอง เมื่อการเขียนข้อมูลเสร็จสิ้น

7. ทำการ Enable การอินเตอร์รัพต์ เพื่ออนุญาตให้มีการอินเตอร์รัพต์ (เฉพาะในกรณีที่มีการใช้งานอินเตอร์รัพต์อยู่ก่อนแล้วเท่านั้น) หากไม่ได้ใช้งานอินเตอร์รัพต์ก็ควยจะ Disable การอินเตอร์รัพต์ไว้

8. เคลียร์ WREN เป็น 0 เพื่อ Disable การเขียนข้อมูลของอีอีพรอม

9. เมื่อกระบวนการเขียนข้อมูลเสร็จสิ้น บิต WR จะถูกเคลียร์โดยอัตโนมัติ และแฟลกบิตEEIF ซึ่งเป็นแฟลกแสดงสถานการณ์อินเตอร์รัพต์ของอีอีพรอมจะเซ็ตเป็น 1 และถ้าหากมีการ Enable อินเตอร์รัพต์ชนิดนี้ไว้ ก็จะมีการอินเตอร์เกิดขึ้น

3. ภาษาซี (C)

ภาษาซีได้รับการพัฒนามาจากภาษาบีซีพีแอล (BCPL) และ (B) ซึ่งต่างก็เป็นภาษาโปรแกรมที่รู้จักข้อมูลเพียงรูปแบบเดียวคือ เป็นข้อมูลเวิร์ด (Word) ยังไม่สามารถจัดการกับข้อมูลแบบตัวอักษรได้ ในขณะเดียวกัน ผู้เขียนโปรแกรมหรือโปรแกรมเมอร์ต่างก็ยังมีความต้องการภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่โครงสร้างสามารถจัดการกับข้อมูล (Data) และตัวแปร (Variable) ในรูปแบบต่างๆได้เพิ่มมากขึ้นทั้งข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็ม (Integer), ตัวเลขทศนิยม (Floating point) หรือตัวอักษร (Character) จึงมีการเพิ่มเติมความสามารถเหล่านี้ลงในภาษาบี และกำหนดชื่อใหม่เป็น ภาษาซี

ภาษาซีได้รับการออกแบบมาให้ทำงานกับคอมพิวเตอร์ และเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ไม่ยาก จึงจัดโปรแกรมภาษาซีว่าเป็น ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับกลาง เมื่อนำมาทำงานกับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ทำงานด้วยภาษาเครื่อง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีตัวแปลภาษาหรือคอมไพเลอร์ (Compiler) เพื่อแปลภาษาซีนั้นเป็นภาษาเครื่อง

3.1 คอมไพเลอร์

การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี เพื่อนำไปใช้ควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นในทางปฏิบัติจริงๆ ไม่ใช่เนื้อโค้ดของโปรแกรมภาษาซี ที่ถูกนำลงไปบรรจุในหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวรหัสข้อมูลที่ใช้งานจริงนั้น ได้มาจากการแปลภาษาซี เป็นรหัสภาษาเครื่อง หรือแมชีนโค้ดด้วยซอฟต์แวร์ที่เรียกกันว่า คอมไพเลอร์

การพัฒนาระบบงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยโปรแกรมภาษาซี C มีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

3.1.1 เขียนโปรแกรมภาษาซี ด้วยแท็กซ์เอดิเตอร์ (Text Editor) หรือพื้นที่เขียนโปรแกรมในกรณีที่ซอฟต์แวร์นั้นจัดมาเป็นชุดในแบบไอดีอี (IDE)

3.1.2 คอมไพล์หรือแปลงภาษาซี เป็นภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ของไมโครคอน-โทรลเลอร์ตัวนั้นๆ

3.1.3 แอสเซมเบลอร์ (Assembler) จาก ภาษา แอสเซมบลีเป็นภาษาเครื่องหรือแมชีนโค้ดในรูปของเลขฐานสิบหก

3.1.4 ดาวน์โหลดซอร์สโค้ดที่ได้จากการแอสเซมเบลอร์ลงสู่หน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.1.5 ทดลองและตรวจสอบการทำงาน หากไม่สมบูรณ์ให้กลับไปแก้ไขตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนที่ 2 และ 3 ผู้ใช้งานจะไม่เห็นถึงกระบวนการทำงาน เนื่องจากซอฟต์แวร์แปลภาษาหรือคอมไพเลอร์ได้รวมการทำงานใน 2 ขั้นตอนนี้ไว้ด้วยกันแล้ว

3.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แสดงผลแบบ LCD

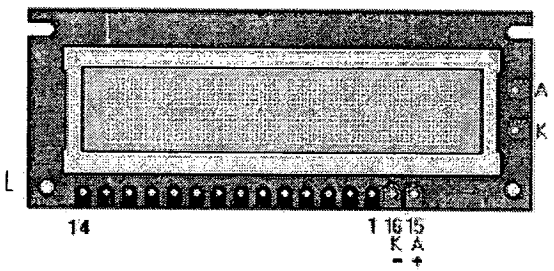
ปัจจุบันระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้หันมาใช้อุปกรณ์แสดงผลแบบ LCD ด้วยเหตุผลต่างๆดังนี้

1. อุปกรณ์แสดงผลแบบ LCD มีราคาถูกลง

2. สามารถแสดงผลเป็นตัวเลข ตัวอักษร และกราฟิกได้ ในขณะที่การแสดงผลแบบ LED ไม่สามารถทำได้ทั้งหมด

3. มีอุปกรณ์ควบคุม (Controller) การแสดงผลอยู่ภายใน โดยไมโครโปรเซสเซอร์ไม่ต้องเสียเวลาในการสแกนการแสดงผลแต่ละหลัก สามารถสร้างตัวอักขระ และกราฟิกต่างๆได้ในส่วนของความสว่างของการแสดงผลนั้นตัว LCD จะสู้หลอด LED ไม่ได้ เพราะว่าการแสดงผลของมันจะต้องใช้แสงจากสายนอก และจะต้องมองในมุมมองที่ตรง แต่จะกินพลังงานน้อยกว่าหลอก LED มาก ในการใช้ LCD แสดงผลทำได้โดยการเขียนรหัสควบคุมการแสดงผลให้กับมัน และส่งข้อความที่จะแสดงให้กับมันเท่านั้น จากนั้นมันจะแสดงผลของมันโดยอิสระโดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่ต้องยุ่งกับมันอีก

อุปกรณ์แสดงผลแบบ LCD นี้บางครั้งจะเรียกว่า LCD มอดูล เนื่องจากภายในประกอบด้วย อุปกรณ์ต่างๆ หลายส่วน เช่น รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register : IR) ทำหน้าที่รับคำสั่งควบคุมการแสดงผลหน่วยความจำแสดงผล (Display Data RAM: DDRAM) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลที่จะแสดงผลหน่วยความจำรอมตัวอักษร (Character Generator ROM: GROM) เป็นหน่วยความจำที่เก็บสัญลักษณ์และอักขระต่างๆที่จะแสดงผล ถ้าหาก LCD มอดูลต้องการแสดงผลอะไรบ้าง มันจะนำเอาข้อมูลแต่ละตัวออกไปจากหน่วยความจำส่วนนี้ หน่วยความจำแรมเก็บตัวอักษร (Character Generator RAM: GRAM) เป็นหน่วยความจำที่ใช้สร้างตัวอักษรเพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ได้ ปัจจุบันตัว LCD มอดูลแบบแสดงผลตัวอักขระ มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น แบบ 16×2 จะแสดงผลได้สองบรรทัดแต่ละบรรทัดแสดงผล 16 ตัวอักษร แบบ 20×1 จะแสดงผล 20 ตัวอักษรบรรทัดเดียว แบบ 20×4 จะแสดงผลได้ 4 บรรทัดแต่ละบรรทัดแสดงผลได้ 20 ตัวอักษร เป็นต้น ขาต่างๆของ LCD มอดูล จะมี 14 ขาดังภาพที่ 8 ขา VCC และ VSS จะใช้ต่อกับไฟเลี้ยง +5V และกราวด์ ส่วน VEE จะใช้เป็นขอปรับแรงดันไฟเพื่อควบคุมความสว่างของการแสดงผลขา RS , Register Select เนื่องจากผายใน LCD มอดูล จะมีรีจิสเตอร์ที่สำคัญภายในสองตัวคือรีจิสเตอร์เก็บคำสั่ง และเก็บข้อมูล ขา RS นี้จะเป็นตัวเลือกว่าข้อมูลที่ส่งเข้าไปจะเป็นคำสั่ง หรือข้อมูลโดยถ้า RS = 0 หมายความว่าข้อมูลที่เข้ามาเป็นคำสั่ง และถ้า RS = 1 หมายความว่าข้อมูลที่เข้ามาเป็นค่าข้อมูลที่จะแสดงผลบนจอ LCD



ขา1 :VSS หรือ GND
ขา2 :VCC หรือ +V
ขา3 :Veeใช้ปรับความสว่าง
ขา4 : RS
ขา5 : R/W
ขา6 : E
ขา7-14 : ขาข้อมูล D0-D7
ขา15-16 : LED Backlight

ภาพที่ 8 โครงสร้างของ LCD โมดูล

ตารางที่ 1 รหัสควบคุมแอลซีดี (LCD)

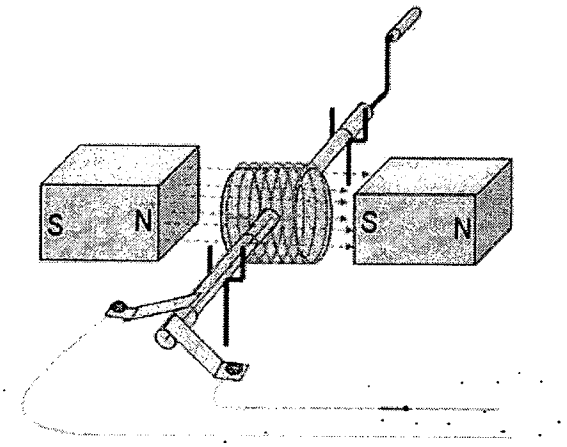
คำ(HEX)	การทำงาน
01	เคลียร์หน่วยแสดงผล
02	ให้เคอร์เซอร์กลับสู่ตำแหน่งซ้ายสุด (Home)
04	แสดงผลโดยเลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย
05	เลื่อนไปทางขวา
06	แสดงผลโดยเลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา
07	เลื่อนไปทางซ้าย
08	ปิดการแสดงผล ไม่แสดงเคอร์เซอร์
0A	ปิดการแสดงผล แต่แสดงเคอร์เซอร์
0C	แสดงผลแต่ไม่แสดงเคอร์เซอร์
0E	แสดงผลและแสดงเคอร์เซอร์
0F	แสดงผลและแสดงเคอร์เซอร์กระพริบ
10	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย
14	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา
18	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางซ้าย
1C	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางขวา
80	ตำแหน่งเริ่มต้นบรรทัดแรก
C0	ตำแหน่งเริ่มต้นบรรทัดที่สอง
38	เป็นแบบ 2 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 5x7 จุด

3.3 ไดนาโม(Dynamo)

ไฟฟ้าที่เราใช้กันทั่วไปตามบ้านเรือน หรือสถานที่ต่างๆหรือกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการประกอบกิจการต่างๆนั้นทั้งหมดเป็นกระแสไฟฟ้าที่ผลิตด้วยไดนาโม (หรืออาจเรียกว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็ได้)ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ

3.3.1 แม่เหล็กไว้สำหรับทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก

3.3.2 ขดลวดซึ่งต้องเป็นขดลวดที่มีฉนวนหุ้มหรือเคลือบด้วยฉนวน



ภาพที่ 9 ไดนาโม

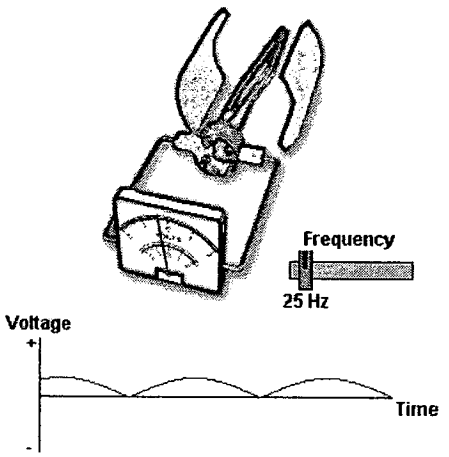
การเกิดกระแสไฟฟ้านั้นก็คือเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำนั่นเอง โดยเมื่อออกแรงหมุนที่แกนเพื่อให้ขดลวดหมุน ขดลวดก็จะเคลื่อนที่ตัดกับสนามหรือเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งได้จากแท่งแม่เหล็กซึ่งวางตำแหน่งดังภาพ เมื่อขดลวดหมุนตัดกับเส้นแรงหรือสนามแม่เหล็กก็จะเป็นการทำให้เพิ่มและลดความเข้มของสนามแม่เหล็กให้แก่ขดลวดก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวด ตามหลักของการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ในทางปฏิบัติจริงๆ จะสลับซับซ้อนกว่านี้เช่นบางครั้งขดลวดไม่ได้หมุน แต่ให้แม่เหล็กหมุน ขดลวดอยู่กับที่หรือมีขดลวดหลายชุดทำมุมกันหมุนในสนามแม่เหล็ก

สรุปคือต้องใส่พลังงานกลหรือแรงหมุนให้แก่ไดนาโมก่อนแล้วไดนาโมจะเปลี่ยนแรงนั้นเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งไดนาโมจะทำงานตรงกันข้ามกับมอเตอร์

3.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบ่งตามกระแสไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ

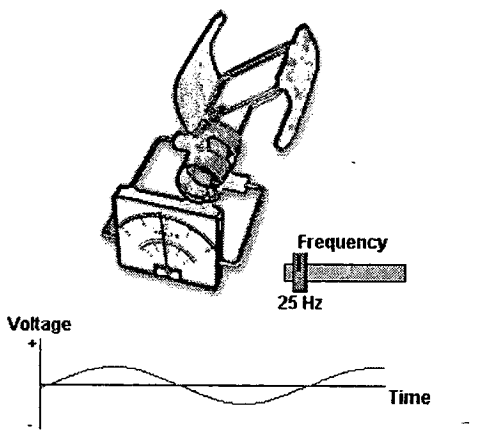
3.4.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Generator)



ภาพที่ 10 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

เมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับไหลมาถึงซี่คอมมิวเตเตอร์(commutator) ไฟฟ้ากระแสสลับนี้ถูกเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและไหลออกสู่วงจรภายนอกโดยผ่านแปรงถ่าน (brushes)

3.4.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Generator)



ภาพที่ 11 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

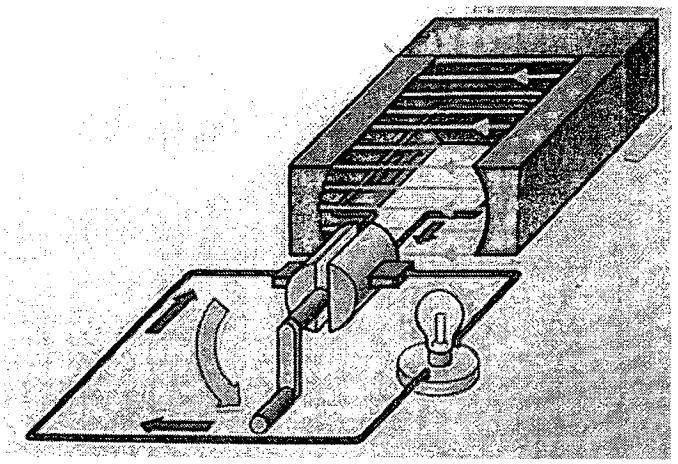
เมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับไหลมาถึงวงแหวนลื่น(slip ring) แรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับนี้ไหลออกสู่วงจรภายนอกโดยผ่านแปรงถ่าน(brushes)

3.5 หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า มี 2 วิธี

3.5.1 หลักการขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็ก

หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยวิธีการของขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็กมีหลักการดังนี้

ให้ขั้วแม่เหล็กอยู่กับที่แล้วนำขดลวดตัวนำมาวางระหว่างขั้วแม่เหล็กแล้วหาพลังงานมาหมุนขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็กทำให้ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดตัวนำนี้

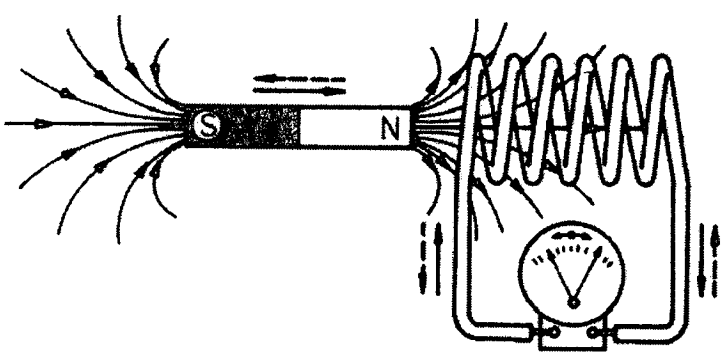


ภาพที่ 12 ขดลวดตัดผ่านสนามแม่เหล็ก

3.5.2 หลักการสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวด

หลักการกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าโดยวิธีการของสนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดมีหลักการดังนี้

ให้ขดลวดลวดตัวนำอยู่กับที่แล้วหาพลังงานกลมาขับให้สนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวดตัวนำทำให้ ได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวเกิดขึ้นที่ขดลวดตัวนำนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาศัยหลักการขดลวดตัวนำหมุน ตัดสนามแม่เหล็กขดลวดตัวนำที่สร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้เรียกว่าขดลวดอาร์เมเจอร์(armature)ซึ่งวางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กและสามารถหมุนได้โดยมีต้นกำลังงานกลมาขับเมื่อขดลวดนี้ตัดผ่านสนามแม่เหล็กทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับเกิดขึ้นในขดลวดอาร์เมเจอร์



ภาพที่ 13 สนามแม่เหล็กตัดผ่านขดลวด

3.6 กังหันลม (Wind Turbine)

กังหันลม คือชุดเครื่องจักรกลอย่างหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลและนำพลังงานกลมาใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าโดยการออกแบบกังหันลมจะต้องอาศัยความรู้ทางพลศาสตร์ของลมและหลักวิศวกรรมในแขนงต่างๆ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพสูงสุด

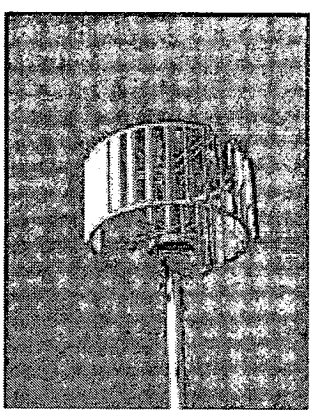
3.6.1 ชนิดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า

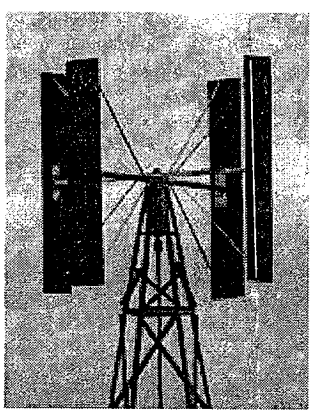
โดยทั่วไปกังหันลมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามแกนหมุนของกังหันลม ได้แก่ กังหันลมแกนหมุนแนวตั้งและกังหันลมแกนหมุนแนวนอนซึ่งทั้งสองชนิดจะประกอบด้วยอุปกรณ์ในการทำงานผลิตไฟฟ้าที่คล้ายกัน เช่น ชุดใบพัดชุดห้องเกียร์ทดกำลัง ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และชุดเสาโดยจะมีความแตกต่างกันตรงการวางชุดแกนหมุนใบพัด

3.6.2 กังหันลมชนิดแกนหมุนแนวตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine)

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับพื้นราบหรือตั้งฉากรับทิศทางการเคลื่อนที่ของลมโดยมีใบพัดยึดติดขนานกับแกนหมุนทำหน้าที่รับแรงลมที่เคลื่อนตัวมากระทบทำให้เกิดการหมุนของใบพัดโดยสามารถรับ . . . .

. แรงลมในแนวนอนได้ทุกทิศทางอย่างไรก็ดีกังหันลมชนิดนี้ไม่ค่อยได้รับความนิยมใช้ในเชิงพาณิชย์ โดยมีการใช้งานอยู่ประมาณร้อยละ 25 ของกังหันลมที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

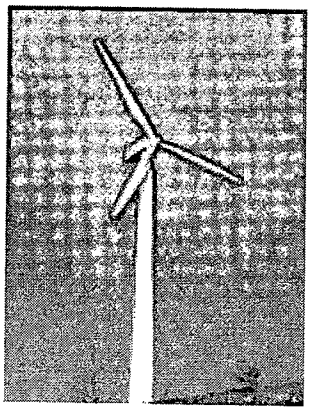


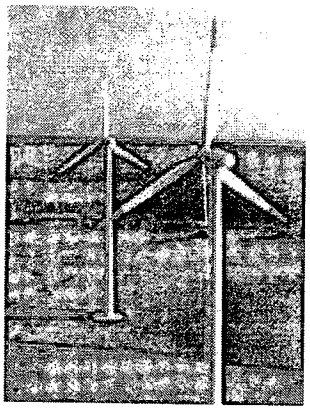


ภาพที่ 14 กังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง

3.6.3 กังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอน (Horizontal Axis Wind Turbine)

เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับพื้นราบหรือขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของลมโดยมีใบพัดยึดติดตั้งฉากกับแกนหมุนทำหน้าที่รับแรงลมที่เคลื่อนตัวมากระทบทำให้เกิดการหมุนของใบพัดโดยกังหันลมชนิดแกนหมุนแนวนอนแบบสามใบพัดซึ่งมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเป็นกังหันลมที่ได้รับความนิยมใช้งานในเชิงพาณิชย์อย่างแพร่มากที่สุดถึงร้อยละ 75 ของกังหันลมที่มีการใช้งานในปัจจุบัน





ภาพที่ 15 กังหันลมแกนหมุนแนวนอน

3.7 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ คืออุปกรณ์ที่เราใช้เก็บไฟฟ้า โดยจะรับกระแสไฟฟ้า เก็บไฟฟ้าไว้และจ่ายออกมาให้ใช้ในเวลาต้องการ แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี เก็บไฟฟ้าไวในสภาพของสารเคมีและแปลงออกมาเป็นไฟฟ้า สารเคมีในแบตเตอรี่ยังทำงานกลับไปกลับมาได้เรื่อยๆเป็นเวลานานๆ

3.7.1 ประเภทของแบตเตอรี่

1. ชนิดแห้ง (Dry Cell) คือ พวกถ่านไฟฉาย

2 ชนิดน้ำ (Wet Cell) มี2ชนิด คือ

- แบตเตอรี่ด่าง เช่น แบตเตอรี่ในมือถือวิทยุสื่อสาร
- แบตเตอรี่ตะกั่ว – กรด (Lead – acid Battery) คือ แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ทั่วไป,Traction Battery ใช้ในรถไฟฟ้า เป็นต้น

3.7.2 ส่วนประกอบ (Constraction)

1. แผ่นธาตุบวก(Positive Plate) เป็นโลหะผสมของตะกั่วละเลงด้วยเพสต์ของผงตะกั่วผสมกับสารละลายกรดซัลเฟรต (Sulfulic Acid) มี2 ชนิด “แบบหลอด”(Tubular Type) และ “แบบเรียบ”(Pasted Type)

2. แผ่นธาตุลบ (Negative Plate)เป็นโลหะผสมของตะกั่วเช่นเดียวกัน แต่เติมสารเร่งปฏิกิริยามีเฉพาะ “แบบเรียบ” (Pasted Type)

3. แผ่นกั้น (Seperator) มีหลาชนิด เช่นแผ่นกันยางไมโครโฟรีส (Microporous Rubber), พลาสติก (Plastic), กระดาษใยแก้ว

4. เปลือกและฝา (Container & Cover) ทำจากพลาสติก (Transparent Plastic) ซึ่งมีความยืดหยุ่นทนต่อแรงกระแทกทนต่อการกัดกร่อนของกรด