พลัง+งาน : ฉบับคิดเป็น ทำเป็น

เทคโนโลยีการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผู้เขียน : วิชิต เครือสุข

พิมพ์ครั้งแรก : พฤษภาคม 2553

จำนวน 2,000 เล่ม

สนับสนุนโดย

ชุดโครงการสนับสนุน จัดการความรู้ และประเมินผล โครงการวิจัยและพัฒนา "พลังงานทางเลือกเพื่อสุขภาพในชุมชน"
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)

จัดพิมพ์โดย

มูลนิธินโยบายสุขภาวะ ที่อยู่ 87/495 หมู่บ้านภัสสรรัตนาธิเบศร์ (ซอย 31) ถ.บางกรวย-ไทรน้อย ต.บางรักใหญ่ อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110
โทรศัพท์ 02-920 9691-2 โทรสาร 02-920 8845

ที่ปรึกษาวิชาการ : ดร.เดชรัต สุขกำเนิด

บรรณาธิการ : กัลยา นาคลังกา

ออกแบบปก และรูปเล่ม

กชพร วรรณมณี

พิมพ์ที่

บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด โทร 02 - 942- 0195

คำนำ

"พลังงานต้านวิกฤต" หลายท่านสงสัยว่าจะเป็นไปได้อย่างไร เพราะทุกวันนี้พลังงานเองหรือเปล่าที่เป็นตัวก่อวิกฤต ไม่ว่าจะเป็นการรับภาระจากราคาที่สูงขึ้น ปัญหามลพิษจากภาคการผลิตพลังงาน บางครั้งทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นในสังคม...วิกฤตเหล่านี้ต่างส่งผลต่อการดำรงชีวิตของผู้คนหรือเรียกง่ายๆ ว่ากระทบต่อสุขภาพทั้งทางกาย จิตใจ สังคมและปัญญา...แต่แท้ที่จริงแล้ว "พลังงาน" ยังมีทางเลือกอื่น ที่ประชาชนอย่างเราๆสามารถพึ่งพาตนเองและสร้างขึ้นมาเองได้ จากทรัพยากรใกล้บ้าน ผสมผสานกับภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีอยู่...ทางเลือกนั้นอยู่ในมือท่านแล้ว

"พลัง+งาน" ฉบับคิดเป็นทำเป็นนี้ ถือเป็นฉบับพิเศษ ที่รวบรวมองค์ความรู้ ของแต่ละเทคโนโลยีพลังงานทางเลือก ตั้งแต่ประวัติความเป็นมา หลักการ การประยุกต์ใช้ ขั้นตอนการทำ การลงทุน และผลตอบแทน ตลอดจนแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม โดยทั้งหมดจะผ่านการเขียนที่เข้าใจง่าย เหมาะสำหรับผู้สนใจที่จะลงมือปฏิบัติการพลังงานในบ้านชุมชนและองค์กรของท่าน หรือเพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ประกอบกับรูปเล่มที่มีขนาดกะทัดรัด พกพาสะดวก เหมาะกับการนำไปเผยแพร่และขยายผล ทั้งนี้ได้จัดทำออกมาเป็นชุดการเรียนรู้ เทคโนโลยีพลังงานทางเลือกเพื่อสุขภาพในชุมชน ทั้งหมด 10 เล่ม 10 เทคโนโลยี

เนื้อหาในเล่ม เป็นการถอดบทเรียนจากการเรียนรู้ผ่าน "ชุดโครงการสนับสนุนจัดการความรู้ และประเมินผลโครงการวิจัยและพัฒนาพลังงานทางเลือกเพื่อสุขภาพในชุมชน" ที่ค้นคว้า พัฒนาสาธิต พลังงานทางเลือกในชุมชนต่างๆทั่วประเทศ และหวังจะให้งานวิจัยที่เกิดขึ้นนี้ เป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ สามารถนำไปใช้ได้จริง และขยายผลไปสู่การพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของประเทศไทยได้มากขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) ที่เปิดโอกาสให้ประชาชนเข้าถึงการพึ่งพาตนเองด้านพลังงาน อันจะนำไปสู่สังคมแห่งสุขภาวะ ขอบพระคุณผู้เขียนทุกๆ ท่านที่เสียสละเวลามาร้อยเรียง กลั่นกรองความรู้จนออกมาเป็นชุดการเรียนรู้เล่มนี้ได้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มเล็กๆ ที่ท่านถืออยู่นี้ จะเป็นผู้ช่วยที่เอื้อประโยชน์และให้ความรู้ สำหรับการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของทุกๆ ท่าน

ขอขอบพระคุณที่ท่านร่วมเป็นส่วนหนึ่งของปฏิบัติการ
ทีมงาน "ชุดโครงการสนับสนุน จัดการความรู้ และประเมินผล
โครงการวิจัยและพัฒนาพลังงานทางเลือกเพื่อสุขภาพในชุมชน"

สารบัญ

บทนำ.....3
หลักการเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Principle Generator).....5
สมการแรงดันไฟฟ้าของขดลวดอาร์เมเจอร์ (Electromotive force equation).....7
ขั้นตอนการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรแนวราบ.....9
การลงทุนและผลตอบแทน.....16
ตัวอย่างการประยุกต์เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับงานทางกลต่าง ๆ.....18
แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม.....21
ประวัติผู้เขียน.....22
บันทึกสิ่งดี ๆ.....23

พลังงานรูปแบบต่างๆ นั้น สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ และในทางตรงกันข้ามกันพลังงานไฟฟ้าก็สามารถเปลี่ยนให้เป็นพลังงานรูปแบบอื่นๆ ได้เช่นกัน เครื่องมือที่ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนรูปพลังงานระหว่างพลังงานกลกับพลังงานไฟฟ้า คือ เครื่องจักรกลไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์ (Motor) ทำหน้าที่เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) หรือเยนเนอเรเตอร์หรือไดนาโม (Dynamo) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ความเป็นจริงถ้าจะพูดให้เข้าใจง่ายๆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และมอเตอร์ไฟฟ้าก็คือสิ่งเดียวกันขึ้นอยู่กับว่าเราจะใช้มันทำหน้าที่เป็นอะไรเท่านั้นเอง เพื่อให้ผู้อ่านไม่สับสนไปมากกว่านี้ผู้เขียนขอหยิบยกเฉพาะเรื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กำลังเป็นที่นิยมสร้างขึ้นกันในปัจจุบันซึ่งเราจะเห็นจากชาวบ้านที่อยู่ในชุมชนในชนบทต่างๆ ที่พลังงานไฟฟ้าจากหน่วยงานของรัฐเข้าไปไม่ถึงนิยมสร้างขึ้นใช้เอง ซึ่งเครื่องกำเนิดที่ผู้เขียนจะกล่าวถึงคือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet Generator) หรือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรแนวราบ (Permanent Magnet Axial Flux Generator) ซึ่งจริงๆแล้วเครื่องกำเนิดชนิดนี้ถูกพัฒนา มานานมากกว่า 150 ปีแล้ว แต่ส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้ เป็นเครื่องกำเนิด

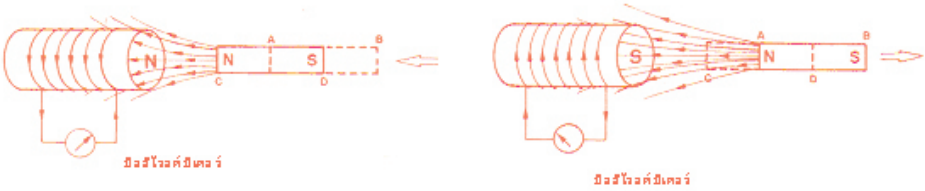
ไฟฟ้าขนาดเล็ก (Micro Generator) เนื่องมาจากเครื่องกำเนิดชนิดนี้ ถ้าเป็นเครื่องกำเนิดขนาดใหญ่จะถูกจำกัดด้วยในเรื่องของโครงสร้างที่ยุ่งยาก และมีปัญหาในด้านความร้อนเกิดขึ้น กระจายจากขดลวดอาเมเจอร์ (Armature Windings) และอีกประเด็นถ้าทำเป็นขนาด เล็กแล้ว เครื่องกำเนิดชนิดนี้จะสร้างขึ้นได้ง่าย มีประสิทธิภาพพอเหมาะกับการใช้งานได้ดี และยังสามารถประยุกต์ดัดแปลงใช้งานตามรูปแบบที่เราต้องการได้ ส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีการสร้างเครื่องกำเนิดชนิดนี้ เพื่อนำเอากระแสไฟฟ้าไปประจุเก็บไว้ในแบตเตอรี่ รอนำเอาไปใช้งานต่อไป

ดังนั้นในเนื้อหาที่ผู้เขียนจะกล่าวถึงนี้จะหยิบยกประเด็นการสร้างที่จะพยายามไม่ให้ยุ่งยากมากนัก พอที่จะเห็นแนวทางในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้ซึ่งก่อนที่จะถึงวิธีการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้เราควรที่จะเข้าใจในการผลิตไฟฟ้า ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยทั่วไปก่อน เพื่อเป็นแนวทางที่ดีในการประยุกต์ดัดแปลง ซึ่งสรุปให้เข้าใจง่ายๆ ว่าแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้นได้มี 2 วิธี คือ

1. ถ้าเรานำเส้นลวดตัวนำ (เส้นลวดทองแดง ฯลฯ ที่ไฟฟ้าผ่านได้) ไปเคลื่อนที่ตัดผ่านบริเวณที่มีเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงดันไฟฟ้าที่ปลายของลวดตัวนำทั้งสองด้าน หรือ

2. ให้เส้นลวดตัวนำอยู่กับที่ หมายถึงไม่ขยับเลย แต่เราให้เส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่แทน โดยให้ตัดผ่านลวดตัวนำ ก็จะเกิดแรงดันไฟฟ้าที่ปลายของลวดตัวนำทั้งสองด้านได้เช่นเดียวกัน

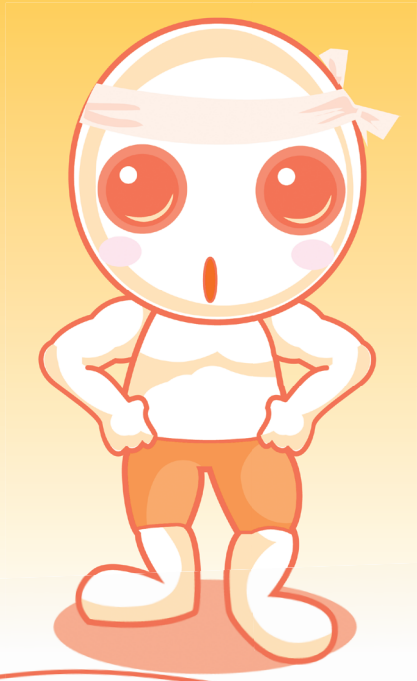
เพื่อให้ชัดเจนและสอดคล้องกับเครื่องกำเนิดที่เราจะสร้างขึ้นขอยกตัวอย่างวิธีที่สองอย่างละเอียดดังนี้ เราลองนำขดลวดตัวนำที่พันไว้บนผิวฉนวนทรงกระบอกโดยปลายทั้งสองของขดลวดต่อเข้ากับมิลลิโวลต์มิเตอร์ ชนิดที่ตำแหน่งศูนย์อยู่กึ่งกลาง และนำไปวางไว้ด้านหน้าของแท่งแม่เหล็กถาวรในตำแหน่งตามแนวเส้นประ AB ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ก) จะเห็นว่ามีเส้นแรงแม่เหล็กบางส่วนส่งไปยังขดลวด ขณะนี้เข็มของมิลลิโวลต์มิเตอร์จะยังไม่เกิดการเบี่ยงเบนแต่อย่างใด แต่ถ้าเราผลักแท่งแม่เหล็กถาวรนั้นเข้าไปหาขดลวด คือเคลื่อนที่จากตำแหน่ง AB ไปตำแหน่ง CD ในขณะที่เราผลักแท่งแม่เหล็กเข้าไปหาขดลวดนั้น จะทำให้เข็มมิลลิโวลต์มิเตอร์เกิดการเบี่ยงเบนไปในทิศทางหนึ่ง หลังจากนั้นถ้าแท่งแม่เหล็กวางนิ่งอยู่เฉยๆ ที่ตำแหน่ง CD เข็มของมิลลิโวลต์มิเตอร์จะย้อนกลับไปยังตำแหน่งศูนย์ดังเดิม ต่อมาถ้าเราทดลองดึงแท่งแม่เหล็กถอยกลับจากตำแหน่ง CD มาที่ตำแหน่ง AB เดิมดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ข) จะสังเกตเห็นว่าเข็มของมิลลิโวลต์มิเตอร์จะเกิดการเบี่ยงเบนอีกครั้งหนึ่ง แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับครั้งแรก ซึ่งเมื่อเราหยุดการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กนิ่งไว้ที่ตำแหน่ง AB จะพบว่าเข็มของมิลลิโวลต์มิเตอร์จะกลับไปชี้ที่ตำแหน่งศูนย์ เช่นเดิมอีก



(ก) (ข)

รูปที่ 2.1 แสดงการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นเมื่อเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่ผ่านตัวนำ

จากการทดลองทั้งสองครั้ง จะเห็นว่าการเบี่ยงเบนของเข็มมิลลิโวลต์มิเตอร์แสดงถึงการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดตัวนำ และการเหนี่ยวนำนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กที่ไปคล้องเกี่ยวขดลวด การเหนี่ยวนำจะเกิดขึ้นอยู่นานเท่าที่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กเท่านั้น ถึงแม้ว่าแท่งแม่เหล็กถาวรนั้นจะมีเส้นแรงแม่เหล็กมากเท่าใดก็ตาม แต่ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กก็จะไม่ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้นในขดลวดนั้น แต่ถ้าเราเพิ่มจำนวนรอบของขดลวดให้มากขึ้นเข็มของมิลลิโวลต์มิเตอร์จะเกิดการเบี่ยงเบนมากขึ้น แสดงว่าเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำมากขึ้น ถ้าเราเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็ก หรือถ้าเพิ่มแท่งแม่เหล็กให้ใหญ่ขึ้น ก็จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้ามากขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งหลักการนี้เป็นหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เรากำลังจะสร้างขึ้น โดยแรงดันไฟฟ้าที่ได้ เป็นลักษณะกระแสสลับรูปคลื่นไซน์ จากนั้นจึงถูกเปลี่ยนให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรียงกระแสไฟฟ้าอีกครั้งหนึ่ง



สมการแรงดันไฟฟ้าของขดลวดอาร์เมเจอร์
(Electromotive force equation)

การคำนวณหาค่าส่วนประกอบต่างๆในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายเราจึงเริ่มต้นพิจารณาโดยนำความต้องการการผลิตไฟฟ้ามาพิจารณาเป็นหลัก ค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นส่วนที่มีความสำคัญในงานการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 3.1 โดยเป็นแรงดันไฟฟ้าในขณะที่ไม่ได้จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่เครื่องใช้ไฟฟ้า

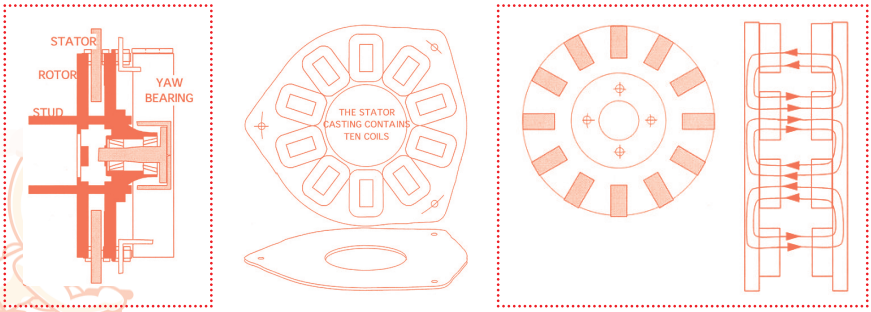
$$E_{avg} = \frac{ABPNZ}{60} \quad \text{(โวลต์)} \qquad (3.1)$$

โดยที่ E_{avg} คือ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยเมื่อไม่มีโหลดที่เกิดขึ้นในขดลวดอาร์เมเจอร์ หน่วย โวลต์ , A คือ พื้นที่หน้าตัดแม่เหล็กถาวร หน่วย ตารางเมตร, B คือ ความหนาแน่นฟลั๊กแม่เหล็ก หน่วย เทสล่า (มีค่าเท่ากับ 0.4 ของแม่เหล็กที่นำมาใช้),P คือ จำนวนขั้วแม่เหล็กที่นำมาใช้ หน่วย โพล, N คือ จำนวนรอบของการหมุนของโรเตอร์ หน่วย รอบต่อนาที , Z คือ จำนวนรอบของขดลวด (คูณด้วยจำนวนขดลวดที่ต่ออนุกรมกัน)

เรายังสามารถหาแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Peak voltage) ได้ ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 50 % นั่นคือแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 1 เฟส คือ ถ้าขดลวดถูกจัดเป็นแบบ 3 phase ซึ่งโดยทั่วไปจะต่อแบบ สตาร์ (Star) ก็จะมีแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นอีกเป็น 1.732 เท่าของแรงดันสูงสุด 1 เฟส กล่าวคือ 1.732 x หรือ ถ้าต่อวงจรเพื่อเรียงกระแสไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อใช้ในการประจุในแบตเตอรี่ ก็ต้องต่อวงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) ดังนั้นแรงดันเอาต์พุตจะมีค่าประมาณแรงดันสูงสุดลบด้วยแรงดันตกคร่อมไดโอดในวงจร คือ (พิจารณาใช้ซิลิคอนไดโอด 2 ตัว) จากสมการที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เราสามารถที่จะหาความเร็วในการหมุนของโรเตอร์ หน่วยเป็น รอบต่อนาที (rpm) ได้จากสมการที่ 3.2

$$\text{rpm} = \frac{(\text{แรงดันของแบตเตอร์รี่} + 1.4) \times 60}{(1.73 \times 1.56 \times 2 \times n \times A \times B)} \quad (\text{รอบ/นาที}) \qquad (3.2)$$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรแนวราบ ที่เราจะสร้างขึ้นนี้เราจะหลักการในวิธีที่ 2 ของการกำเนิดพลังงานไฟฟ้ามาใช้ ซึ่งประกอบด้วยสองส่วนหลัก ๆตามรูปที่ 3.1 (ก) คือ ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) หรือเรียกว่า สเตเตอร์ และส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor) หรือเรียกว่า โรเตอร์ ซึ่งสเตเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะประกอบด้วยเส้นลวดตัวนำที่พันกันเป็นหลาย ๆ ขดลวด (Coils) หรือบางที่เราเรียกว่าขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ซึ่งอยู่ตรงกลางระหว่างโรเตอร์ หน้าที่หลักของสเตเตอร์คือจะนำเอากระแสไฟฟ้าออกจากปลายของขดลวดที่ได้ต่ออยู่ข้างในนำออกมาใช้งานแสดงให้เห็นตามรูปที่ 3.1(ข) สำหรับโรเตอร์จะมีหน้าที่ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่ โดยที่ส่วนประกอบของ โรเตอร์จะประกอบด้วยแท่งแม่เหล็กถาวร (Permanent magnet) ติดอยู่แผ่นเหล็กสำหรับหมุน ตามรูปที่ 3.1 (ค)



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.1 ภาพโครงสร้างโดยรวมของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแม่เหล็กถาวรแนวราบ

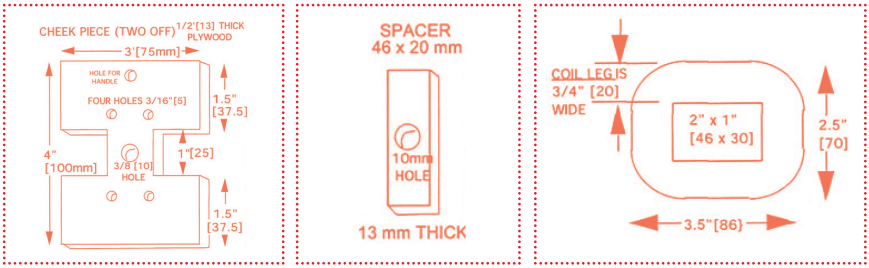
ขั้นตอนการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชนิดแม่เหล็กถาวรแนวราบ

ในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้ขึ้นอยู่กับเราเองว่าต้องการสร้างขนาดของเครื่องกำเนิดที่มีกำลังในการผลิตไฟฟ้าเท่าไร ส่วนประกอบต่างๆ ที่นำมาใช้ในการสร้างจึงต้องแปรผันตามขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น เบอร์ของขดลวดทองแดง, ขนาดแม่เหล็กถาวร, ลักษณะโครงสร้างที่ต้องการ ฯลฯ เป็นต้น ในเนื้อหาของบทนี้ ผู้เขียนขออธิบายขั้นตอนต่างๆ โดยภาพรวมพอเป็นสังเขป และสร้างแบบง่ายๆ เรียบๆ ที่สุด ไม่พิถีพิถันมากนัก ซึ่งปกติการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เราจะแบ่งวิธีการสร้างตามส่วนหลักๆ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ดังนี้

4.1 การทำส่วนที่อยู่กับที่ (Making the Stator)

ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) หรือสเตเตอร์จะอยู่ระหว่างตัว โรเตอร์ ในรูปที่ 3.1 (ก) (ข) และ (ค) ส่วนประกอบข้างในตัวสเตเตอร์ประกอบด้วยขดลวดที่ต่อกันภายในสเตเตอร์บางครั้งเราเรียกขดลวดนี้ว่าขดลวดอาเมเจอร์ ซึ่งขดลวดจะมีหน้าที่จ่ายไฟฟ้าออกมาเป็น ไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งสายไฟฟ้าออกมาจากสเตเตอร์นี้จะมี 3 เส้นหรือ 4 เส้น กรณีที่เราออกแบบเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบ 3 เฟส แล้วแต่การออกแบบ ในตัวอย่างขั้นตอนผู้เขียนขอยกตัวอย่างเป็น 3 เฟส เพื่อง่ายต่อความเข้าใจและเป็นที่นิยม โดยสเตเตอร์เรา เริ่มสร้างได้ดังนี้

4.1.1. เมื่อเราได้ขนาดของเบอร์ขดลวด, จำนวนขดลวด และจำนวนรอบของขดลวดที่จะพันแล้วเราก็เตรียมอุปกรณ์สำหรับในการพันขดลวด โดยตัดไม้อัดแม่แบบที่ใช้สำหรับการพันขดลวด ในการพันขดลวดนั้นให้พยายามพันเรียงขดลวดให้เป็นระเบียบมากที่สุดเพื่อที่จะได้ขดลวดที่มีลักษณะและขนาดเหมือนกัน ง่ายต่อการจัดวางในแม่แบบไม้อัดสำหรับเตรียมเทน้ำยาเรซิน (รูปที่ 4.1(ง)(จ))

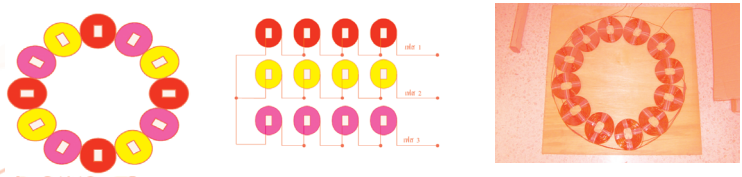


(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ)

รูปที่ 4.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับพันขดลวด และ ขดลวดที่พันเสร็จสมบูรณ์

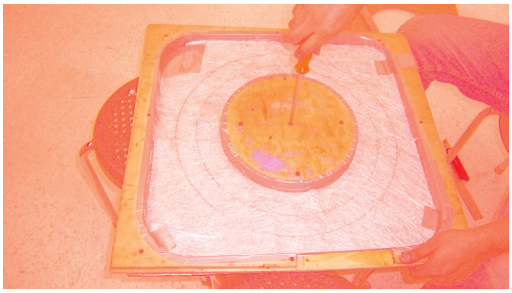
4.1.2. เมื่อได้ขดลวดตามจำนวนที่ต้องการแล้ว จัดวางตำแหน่งของขดลวดเพื่อจัดลำดับเฟสของขดลวด โดยทั่วไปแล้วเครื่องกำเนิดส่วนใหญ่จะจัดเป็น 3 เฟส และต่อวงจรแบบสตาร์ดังรูปข้างล่าง ในการต่อขดลวดเข้าหากันนั้น ก็สำคัญมากถ้าต่อไม่ถูกต้องเพราะจะส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจะไม่ตรงกับที่เราคำนวณไว้



(ก) (ข) (ค)

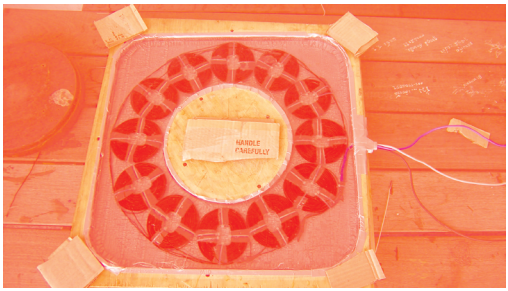
รูปที่ 4.2 การจัดวางเฟสของขดลวด, การต่อวงจรของขดลวดแบบสตาร์ และรูปแบบที่ต่อวงจรที่เสร็จ

4.1.3. หลังจากการต่อขดลวดพร้อมแล้ว เราก็เตรียมไม้อัดแม่แบบเพื่อใช้สำหรับการเทน้ำสารเรซิ่น ทับบนขดลวดเพื่อเป็นฉนวนป้องกันขดลวด ซึ่งในส่วนประกอบนี้ควรมีแผ่นใยแก้วในตัวสเตเตอร์ด้วยเพื่อความทนต่อการแตกหัก ส่วนในการผสมน้ำยาสารเรซิ่นกับสารเร่งแข็งนั้น ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิรอบข้าง และตามชนิดของน้ำยาสารเรซิ่น หลังจากนั้นก็เทน้ำยาลงในแม่แบบโดยให้ท่วมขดลวดในแม่แบบเล็กน้อย



(ก)

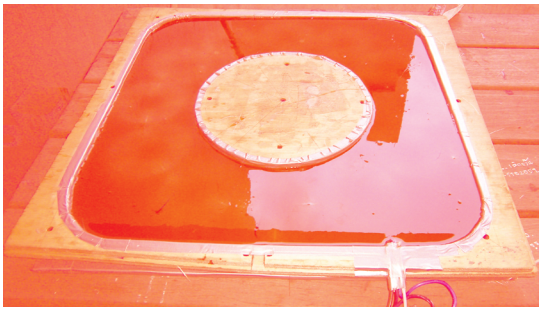
(ข)



(ค)

รูปที่ 4.3 การเทน้ำยาสารเรซิ่นในไม้อัดแม่แบบ

4.1.4. ในขณะที่เราผสมน้ำยาสารเรซิ่นเรายังสามารถผสมสีเพื่อเพิ่มสีสันสวยงามของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของเราก็ได้ เมื่อเทน้ำยาสารเรซิ่นเสร็จแล้วควรปิดฝาแม่แบบเพื่อป้องกันเศษฝุ่นหรือสิ่งสกปรกต่างๆ ที่จะลงในแม่แบบเรา ใช้เวลารอให้น้ำยาสารเรซิ่นแข็งตัวแล้วสามารถถอดแม่แบบเราก็จะได้ สเตเตอร์ เตรียมรอในการประกอบกับส่วนอื่นๆ ตามรูปข้างล่าง



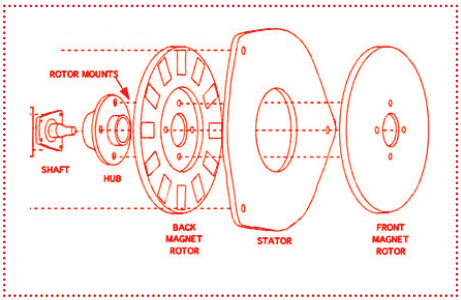
(ก)

(ข)

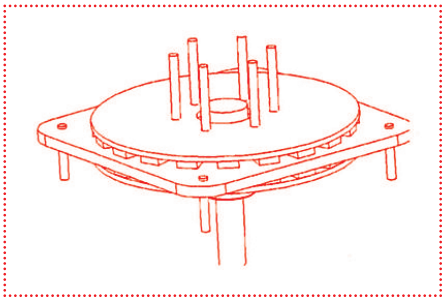
(ค)

รูปที่ 4.4 การเทน้ำยาสารเรซิ่นในไม้อัดแม่แบบของสเตเตอร์

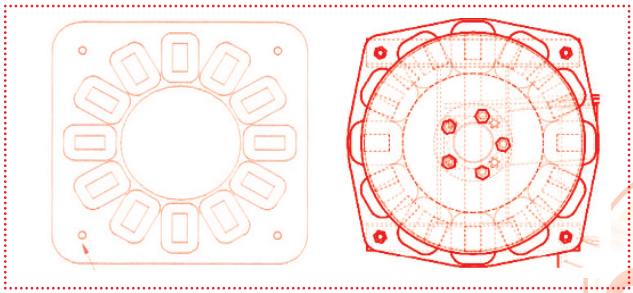
4.2. การทำส่วนที่เคลื่อนที่ (Making the Rotor)ส่วนที่เคลื่อนที่ หรือ โรเตอร์นั้นตำแหน่งการติดตั้งจะประกบตัวสเตเตอร์โดยตัวโรเตอร์เองนั้นสามารถเคลื่อนที่ได้หลังจากการประกอบเสร็จดังรูปที่ 3.1(ก) และ(ค) ซึ่งหน้าที่เป็นตัวนำเส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวร หมุนตัดผ่านสเตเตอร์เพื่อที่จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ขดลวดอาเมเจอร์ ดังนั้นแผ่นโรเตอร์จำเป็นต้องยึดติดกับแกนเพลา(Shaft)เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับแรงทางกลที่ช่วยฉุดตัวมันให้หมุน ซึ่งแรงทางกลที่เราเห็นกันบ่อย ได้แก่ กังหันน้ำ กังหันลม กังหันไอน้ำ เป็นต้น ในที่นี้โรเตอร์ประกอบด้วยแผ่นเหล็ก 2 แผ่น ดังรูปที่ 4.5 (ข) ซึ่งทั้งสองแผ่นนี้จะประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรที่สลับขั้วเหนือขั้วใต้กันไป และเมื่อทั้งสองแผ่นประกอบกันตำแหน่งของขั้วแม่เหล็กถาวรก็ต้องต่างกันด้วย ที่สำคัญการออกแบบตำแหน่งของแท่งแม่เหล็กถาวรที่ติดอยู่ในแผ่นโรเตอร์ต้องพยายามให้วางอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางช่องของขดลวดอาร์เมเจอร์แต่ละขดที่อยู่บนสเตเตอร์ให้มากที่สุด หรือดูง่ายๆ คือพยายามให้อยู่ในตำแหน่งช่องว่างตรงกลางสี่เหลี่ยมของขดลวดสเตเตอร์ ดังรูปที่ 4.5 (ค) ขั้นตอนการสร้างโรเตอร์มีดังนี้



(ก)



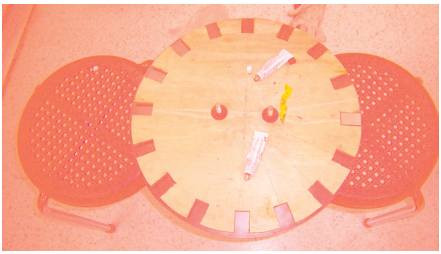
(ข)



(ค)

รูปที่ 4.5 ตำแหน่งการวางแม่เหล็กถาวรที่โรเตอร์

4.2.1 เมื่อเราได้ขนาดที่เหมาะสมของแผ่นเหล็ก 2 แผ่นของโรเตอร์ที่ออกแบบสอดคล้องขนาดของสเตเตอร์แล้ว เราต้องวัดเพื่อหาตำแหน่งที่จะติดของแม่เหล็กถาวรใน แผ่นโรเตอร์ ซึ่งเราสามารถพิจารณาตามจำนวนของแม่เหล็กถาวรที่จะใช้งาน ซึ่งส่วนใหญ่แม่เหล็กถาวรที่นำมาใช้จะมีจำนวนเป็นคู่ การหาระยะความห่างของแม่เหล็กถาวรคือ เอาจำนวนเลข 360 หารด้วย จำนวนแม่เหล็กถาวรทั้งหมดที่จะใช้ต่อแผ่น ซึ่งระยะห่างที่เราได้นั้นเป็นมุมองศาที่จะใช้สำหรับกำหนดตำแหน่งการวางแท่งแม่เหล็กถาวรเมื่อได้ตำแหน่งแล้ว เราเริ่มตัดไม้แบบในการวางแม่เหล็กถาวรเพื่อกันแม่เหล็กไม่เคลื่อนจากตำแหน่ง ตามรูป 4.6 (ก) ซึ่งการติดแท่งแม่เหล็กถาวรในแผ่นโรเตอร์ลำดับแรกเราควรทากาว ในแท่งแม่เหล็กถาวรแล้วยึดกับแผ่นโรเตอร์ก่อนหนึ่งแท่งสำหรับแท่งที่จะติดถัด ไปให้เราทดสอบโดยกำแท่งแม่เหล็กถาวรไว้ในมือแล้วนำหน้าสัมผัสของแท่งแม่เหล็กเข้าใกล้กับแท่งที่ติดไปแล้ว ตามรูปที่ 4.6 (ค) เหตุผลเพื่อตรวจสอบขั้วของแม่เหล็กถาวร ซึ่งหลักการติดแท่งถัดไปจะต้องเป็นขั้วที่ต่างกันกับแท่งแรกโดยเรายึดหลักการที่ว่าขั้วแม่เหล็กเหมือนกันจะผลักกัน ถ้าขั้วแม่เหล็กต่างกันจะดูดกัน อย่างไรก็ตามการติดแม่เหล็กถาวรทุกครั้งต้องทากาวสำหรับยึดเหล็กก่อนเสมอทุกครั้งเพื่อกันไม่ให้แม่เหล็กถาวรเคลื่อนที่หลังจากเอาไม้แบบออก ในการทำแผ่นโรเตอร์จะต้องทำเหมือนกันทั้ง 2 แผ่น



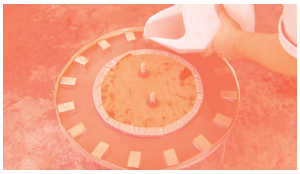
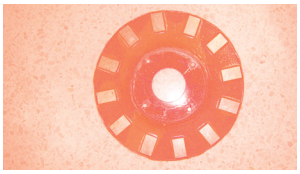
(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.6 การหาตำแหน่งระยะห่างการวางแท่งแม่เหล็กถาวร
และขั้วของแม่เหล็กถาวรในแผ่นโรเตอร์

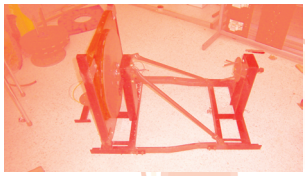
4.2.2 เมื่อเราติดแม่เหล็กถาวรจนครบทั้งสองแผ่นแล้วรอเวลาให้กาวแห้งจากนั้นถอดไม้แบบออกแล้วใส่ไม้แบบใหม่ตรงกลางแผ่นโรเตอร์ เพื่อกันน้ำยาสารเรซิ่นไหลเข้าใน ขณะเดียวกันให้นำเทปกาวทำเป็นแบบเพื่อเทน้ำยาสารเรซิ่นในแผ่นโรเตอร์ ลักษณะการเทน้ำยาสารเรซิ่นก็กระทำเหมือนกับ สเตเตอร์ เมื่อน้ำยาสารเรซิ่นแห้งแล้วก็ถอดแบบออก จะได้แผ่นโรเตอร์ที่พร้อมประกอบทั้ง 2 แผ่น

(ก) (ข) (ค)

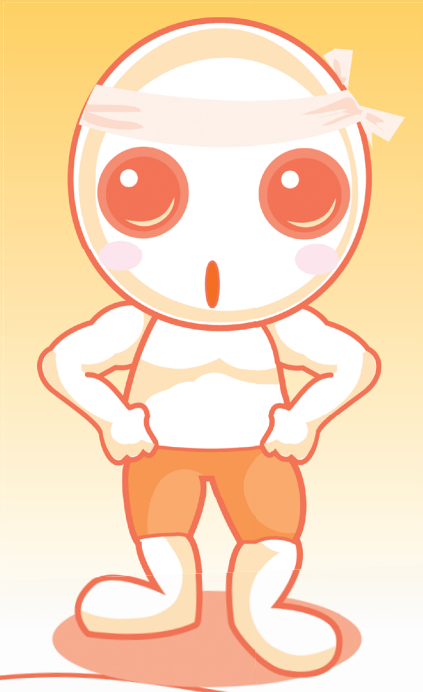
รูปที่ 4.7 โรเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะติดตั้งประกอบตัวสเตเตอร์

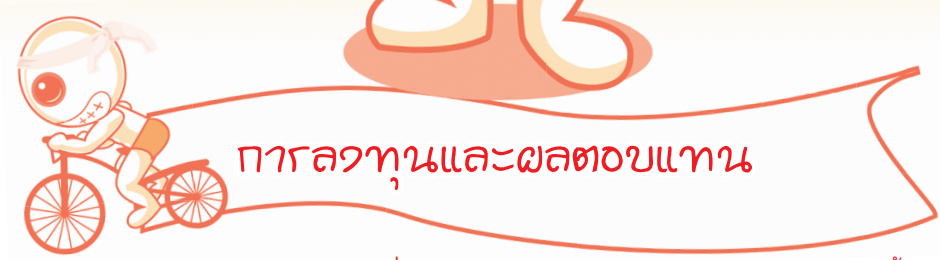
4.2.3 เมื่อเราได้ สเตเตอร์ และ โรเตอร์ ทั้งสองส่วนหลักของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแล้วเราก็สามารถนำมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อสำหรับนำไปใช้งานตามความต้องการของเราที่ได้ออกแบบไว้ แต่ให้เข้าใจว่าแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากตัวสเตเตอร์นั้นเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนั้นการนำไปใช้งานจึงขึ้นอยู่กับว่าเราต้องการไปใช้งานอย่างไร แต่ส่วนใหญ่แล้วผู้ที่นำไปใช้จะแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้วงจรเรียงกระแสไฟฟ้า (Rectifier circuit) เพื่อที่สามารถนำไปสะสมในแบตเตอรี่หรือประจุในแบตเตอรี่ ซึ่งวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าก็มีหลากหลายองค์ประกอบขึ้นอยู่กับความพอใจกับคุณภาพไฟฟ้าที่ต้องการ ถ้าไม่สนใจเรื่องคุณภาพมากนักก็สามารถใช้สร้างได้จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ง่ายๆ ที่นิยมกันก็เป็นไดโอด (Diode) หรือ ใช้วงจรบริดซ์ที่ประกอบด้วยตัวไดโอด 4 ตัวใน บริดจ์ 1 ตัว



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.8 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ประกอบเสร็จ





การลงทุนในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดแม่เหล็กถาวรแนวราบนี้ส่วนใหญ่ เหมาะที่จะสร้างเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้พลังงานทางกลจากธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม ฯลฯ ที่เราถือว่าได้มาฟรีๆ ดังนั้นต้นทุนในส่วนของโครงสร้างก็ขึ้นอยู่กับว่าเราจะเลือกใช้พลังงานกลรูปแบบใดมาเป็นตัวขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับส่วนที่เป็นเครื่องกำเนิดนั้นเราต้องมีค่าใช้จ่ายแน่นอน ซึ่งผู้เขียนขอให้ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้สำหรับการนำไปคำนวณเพื่อผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งส่วนหลักๆ ที่เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับสร้างเครื่องกำเนิด ไฟฟ้ามีอยู่ด้วยกัน 4 ส่วนหลักๆ คือ

- แม่เหล็กถาวรที่มีความหนาแน่นสนามแม่เหล็กประมาณ 0.4 เทสล่าประมาณแท่งละ 250 บาท
- ขดลวดทองแดงที่อาบฉนวนน้ำยาวานิช ประมาณกิโลกรัม ละ 500 บาท
- น้ำยาสารเรซิ่น กับน้ำยาสารเร่งแข็งตัว ประมาณไม่เกิน 150 บาทต่อกิโลกรัม
- วงจรเรียงกระแส หรือ บริดจ์เรติไฟเออร์ ราคาขึ้นอยู่กับคุณภาพประมาณตัวละ 100-200 บาท

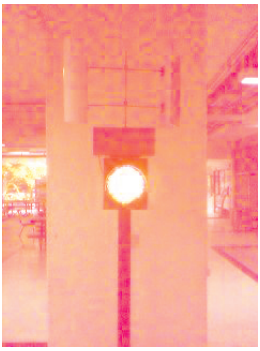
ผลการตอบแทนนั้นถ้าจะเปรียบเทียบกับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเครื่องยนต์

ดีเซล และแผงโซล่าเซลล์แล้วถือว่าต้นทุนที่เราผลิตเครื่องกำเนิดชนิดนี้มีราคาค่อนข้างจะคืนทุนได้เร็ว กว่ามากเมื่อเทียบกับกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้า แต่จะเทียบกับการใช้ไฟฟ้าจากการ ไฟฟ้าคงไม่ได้เพราะต้นทุนของการไฟฟ้าถูกกว่าแน่นอน แต่สิ่งที่เราได้จากการสร้างเครื่องกำเนิดชนิดนี้มีทั้งองค์ความรู้ รวมถึงแนวคิดการประยุกต์ใช้งานต่างๆ อีกมากมาย

ตัวอย่างการประยุกต์เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากับงานทางกลต่างๆ

การประยุกต์ใช้ในปัจจุบันผู้เขียนขอนำเสนอผลงานที่พอที่จะเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามสภาพแวดล้อมภูมิประเทศที่ต้องการนำเอาเครื่องกำเนิดชนิดนี้ไปดัดแปลงเพื่อที่จะสร้างพลังงานไฟฟ้านำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ซึ่งผู้เขียนขอยกตัวอย่างที่ผู้เขียนได้สร้างขึ้นมาศึกษาบ้างแล้วดัง เช่น

- สัญญาณจารจรกำกับทางแยกพลังงานลม



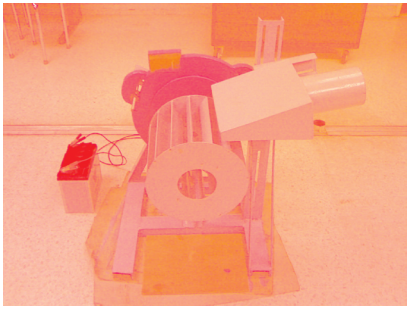
ซึ่งก็เป็นงานหนึ่งที่ได้แนวคิดจากสัญญาณจารจรกำกับทางแยกในปัจจุบันที่ใช้งานโดยอาศัยพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีราคาต้นทุนสูงติดตั้งอยู่เกาะถนนเพื่อเป็นสัญญาณเพื่อเตือนรถสำหรับทางเลี้ยว เราก็มีแนวคิดว่าบริเวณเกาะทางถนนเมื่อมีรถวิ่งผ่านก็จะมีลมที่พัดผ่านหมุนเวียนเช่นกัน จึงได้สร้างสัญญาณจารจรกำกับทางแยกพลังงานลมถึงซึ่งสัญญาณจารจรกำกับทางแยกพลังงานลมที่สร้างขึ้นนี้ สามารถกักเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ได้แล้วจึงมาใช้หรือจะใช้งานแบบไม่มีแบตเตอรี่ก็ได้ซึ่งก็จะประหยัดต้นทุนลงไปได้อีกทางหนึ่ง

- กังหันลมชนิดแนวแกนนอนและแนวตั้งผลิตพลังงานไฟฟ้า

ซึ่งปัจจุบันเป็นที่นิยมสร้างกันมากซึ่งก็ขึ้นอยู่กับในภูมิประเทศนั้นๆ ว่ามีแรงลม เพียงพอต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือไม่ ซึ่งชนิดกังหันพลังงานลมก็ขึ้นอยู่ว่าเราต้องการออกแบบกังหัน ชนิดที่ต้องการแรงลมทุกด้านไม่ยุ่งยากเรื่องทิศทางก็ใช้แบบแนวตั้ง แต่ถ้าจะให้ประสิทธิภาพสูงหน่อยแต่ยุ่งยากเรื่องการควบคุมก็ใช้กังหันแบบแนวนอน

- เครื่องกำเนิดพลังงานน้ำขนาดเล็ก

เครื่องกำเนิดพลังงานน้ำขนาดเล็กชนิดนี้ก็เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่งที่ผู้ที่ออกแบบพยายามเอาแรงกลจากน้ำที่อยู่ในที่สูงมาขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งแหล่งน้ำอาจจะมาจากน้ำตก หรืออ่างเก็บน้ำที่อยู่ในระดับสูง



- จักรยานผลิตพลังงานไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใช้แรงกลจากคนก็เป็นอีกหนึ่งความพยายามที่จะนำการออกกำลังกายของคน หรือแรงกลจากคนมาใช้ในการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้ไม่เพียงแต่จะได้พลังงานไฟฟ้ายังทำให้สุขภาพผู้ใช้งานแข็งแรง และยังสร้างให้เกิดมีกิจกรรมร่วมกันมากมาย

- ชิงช้าผลิตพลังงานไฟฟ้า

ชิงช้าผลิตพลังงานไฟฟ้าก็เป็นอีกหนึ่งแนวคิดที่นำเอาการละเล่นของเด็กเล็กๆ มาผลิตพลังงานไฟฟ้า ถ้าจะกล่าวโดยภาพรวมแล้วจริงๆเราสามารถนึกและออกแบบจากเครื่องเล่นอีกหลายชนิดที่มีการเคลื่อนที่สม่ำเสมอมาผลิตพลังงานไฟฟ้าได้อีกมากมาย

1. Jacek F. Gieras,Rong-Jie Wang and Maarten J. Kamper, 2004. Axial Flux Permanent Magnet Brushless Machines. United States of America : Kluwer Academic Publishers.

2. Rogel R. Wallace, Thomas A. Lipo, Luis A. Morah and Juan A. Tapia, 1997. Design and Construction of a Permanent Magnet Axial Flux Synchronous Generator. IEEE.

3. J.R. Bumby, N.Stannard, J Dominy and N.Mcleod,2008. A Permanent Magnet Generator for Small Scale Wind and Water Turbines. Proceedings of the 2008 International Conference on Electrical Machines

4. Hugh Piggott, .Windpower Workshop. Centre for Alternative Technology Publications.

5. Hugh Piggott, 2005. How to build a wind turbine. Centre for Alternative Technology Publications.

6. http://www.otherpower.com

7. มูลนิธินโยบายสุขภาวะ www.energygreenhealth.com
อีเมลล์ energygreenhealth@yahoo.com โทรศัพท์ 02- 920 9691-2

ประวัติผู้เขียน

อาจารย์วิชิต เครือสุข

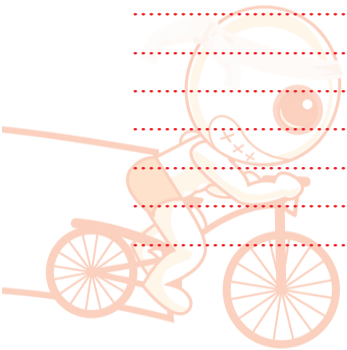
คุณวุฒิการศึกษา

M.Eng. in Electric Power System Management, Asian Institute of Technology

ปริญญาตรี สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีปทุม

การทำงานในปัจจุบัน

อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.ศรีปทุม ความสนใจการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนต่างๆ และการประยุกต์พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเป็นแนวทางนำมาใช้ในชุมชน

บันทึกสิ่งดีๆ

บันทึกสิ่งดีๆ