



ภาคผนวก ก
ตารางการวิเคราะห์ปัญหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลการสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาในออกแบบและการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก

แบ่งหัวข้อ เป็น 8 ประเด็น โดยวิธีการจัดการความรู้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ทางด้านเทคนิค การติดตั้ง และกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป ดังนี้

1. ประชุมกลุ่ม ทางด้านเทคนิคการติดตั้ง มีผู้ร่วมประชุมแลกเปลี่ยน งานด้านไฟฟ้า เครื่องกล ประสิทธิภาพ โรงงานซ่อมสร้าง งานวางแผน 12 ท่าน(ที่เขื่อนภูมิพล)



รูป ก.1 การประชุมชี้แจงบอกถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานร่วมกัน ในหน่วยงาน



รูป ก.2 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียน วิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน กับหน่วยงาน

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 1-2
ชื่อภารกิจ/งาน	ความรู้พื้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก		
วันที่ปฏิบัติ	1 มีนาคม 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒิ กบก-ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก-ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายธนสิทธิ์ มุติพรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายการม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรชัย คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มัน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
- เพื่อให้รู้หลักการทำงาน โครงสร้างของการติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาก ขนาดไม่เกิน 5 กิโลวัตต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ	1. บางหน่วยงานยังไม่รู้ เช่น โรงงาน หรือ พนักงานที่เข้ามาทำงานใหม่ ส่วนหน่วยงานที่อยู่โรงไฟฟ้าจะรู้เรื่อง 2. หน้าที่และและความสำคัญ ของแต่ละอุปกรณ์ ยังไม่รู้ว่าเป็นระบบ 3. วิธีการการคำนวณหาค่าเบื้องต้นแต่ละสาขาที่ควรรู้ ได้แก่ ด้านไฟฟ้า หรือด้านเครื่องกล หรือด้านโยธา ที่มีความถนัดไม่เหมือนกัน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย 2. ควรจัดให้มีการอบรม หลักสูตร ความรู้พื้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาก 3. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 3-4-5
ชื่อภารกิจ/งาน	แบบแผนและ การวางแผน โครงการงาน		
วันที่ปฏิบัติ	1 มีนาคม 2552	การดำเนินงาน	✓ ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒ์ กบก-ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก-ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิพรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภรณ์ บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศักดิ์ คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้ความต้องการและการเลือกโครงการจะ คิดตั้ง ที่ให้ประโยชน์ในการใช้งานสูงสุดและเทคนิค ต่างๆ 2. ให้หาอัตราการไหลของน้ำ และความสูงของน้ำ เบื้องต้นได้ 3. สามารถเลือกหาค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการ ลงทุน หรือความจำเป็น	1. ไม่สามารถตัดสินใจเลือกสถานที่ หรือ แนวทางในการเลือกพื้นที่ 2. ไม่รู้วิธีในการวัด หาอัตราการไหลของน้ำ และความสูงของน้ำ เบื้องต้นในพื้นที่จริง 3. ไม่สามารถวิเคราะห์หาค่าใช้จ่าย โดยประมาณได้
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะแนวทาง คำแนะนำ ส่วนใหญ่มีความรู้แต่ขาดวิธีการที่จะใช้ 2. จัดการบรรยายเบื้องต้น วิธีการใช้อุปกรณ์ อย่าง ถูกต้องและปลอดภัย 3. สอนการใช้สูตรพื้นฐานที่สำคัญ 4. อบรมการคิดค่าใช้จ่ายและการประมาณการ	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 6-7
ชื่อภารกิจ/งาน	การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่		
วันที่ปฏิบัติ	1 มีนาคม 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒฑ์ กบภ-ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบภ-ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิกรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภกรม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศักดิ์ คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. สามารถวางแผนงานที่สำรวจสถานที่ติดตั้ง แหล่งน้ำ กรรมสิทธิ์ ผลผลิตที่ได้ การจ่ายน้ำ การวางท่อ การใช้ ให้ได้ ประโยชน์สูงสุด 2. การเลือกข้อมูลอัตราการไหล เทียบกับกำลังผลิตแต่ ละพื้นที่ ในการพิจารณาทางเลือก	1. ไม่รู้หรือเข้าใจการตัดสินใจในการวางแผน ผังต้องเกี่ยวข้องอะไรกับใครหรือผลที่จะได้รับ 2. ไม่เข้าใจหรือหลักการในการเลือกวางแผน ผังงานอย่างชัดเจน 3. ไม่รู้วิธีการวัดความสูงของน้ำในพื้นที่ จริงควรพิจารณาอะไรบ้างมีวิธี 4. ไม่รู้วิธีวัดอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่ จริงและควรหรือมีวิธีการอะไรบ้าง
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. จัดให้มีการอบรมหรือบรรยายเพิ่มเพื่อความเข้าใจ 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 8-9-10-11-12
ชื่อภารกิจ/งาน	การออกแบบและติดตั้งเครื่องกังหันน้ำ เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า		
วันที่ปฏิบัติ	1 มีนาคม 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒท์ กบก-ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก-ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิขม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภรณ์ บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศักดิ์ คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/ เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบกังหันน้ำตามความต้องการให้เหมาะสมกับแหล่งน้ำ โดยเน้นแบบ Pelton (Turgo) turbine Turgo Turbine และ Kaplan Turbine 2. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภทเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน 3. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภทระบบควบคุมให้เหมาะสมกับการใช้งาน 4. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภทแหล่งน้ำ การส่งน้ำ ท่อน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งาน 5. การเลือกและการติดตั้งฝาย 6. เพื่อเลือกโครงสร้างอาคารโรงไฟฟ้า	1. ไม่รู้วิธีการการเลือกกังหันน้ำที่ชัดเจนและวิธีการคำนวณเบื้องต้น 2. ไม่รู้วิธีการเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไหนถึงจะเหมาะสม การเลือกใช้งานอย่างไร 3. ไม่รู้วิธีการเลือกระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไหนถึงจะเหมาะสม การเลือกใช้งานอย่างไร 4. ไม่รู้วิธีการออกแบบ 5. หาแหล่งน้ำไม่เป็นที่ที่จะนำมาใช้งาน 6. การเลือกขนาดท่อและหาค่าการสูญเสียต่างๆ 7. การทำฝายไม่เป็นหรือมีวิธีการอย่างไร
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
4. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย 5. จัดให้มีการอบรม หลักสูตร ความรู้ด้านกังหันน้ำ ด้านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ระบบควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ประกอบ และวิธีการหาแหล่งน้ำ และการสร้างฝายขนาดเล็ก 6. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 13-14-15
ชื่อภารกิจ/งาน	ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า และการวางสายภายในบ้าน		
วันที่ปฏิบัติ	1 มีนาคม 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒ์ กบก-ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก-ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิกรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภรณ์ บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศักดิ์ คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้และเข้าใจถึงการเลือกโหลดให้ เหมาะสมกับการใช้งานและอุปกรณ์ไฟฟ้า 2. เพื่อให้ทราบการวางระบบสายส่งไฟฟ้าที่ เหมาะสม 3. เพื่อให้ทราบหลักการและการวางระบบ สายและการเดินสายไฟฟ้าภายในบ้าน	1. ไม่รู้เรื่องการใช้งานของโหลดทั้งหมดที่จำเป็น ได้แก่ ด้านไฟฟ้า และด้านทางกลหรือวิธีการเลือกใช้ มี ความรู้บ้างแต่ไม่มาก ตามความถนัดของแต่ละสาขา 2. ไม่รู้การวางผังในการวางสายส่ง การกระจาย โหลดและการเลือกสายไฟฟ้าให้เหมาะสม 3. ไม่รู้การดูแลสายไฟฟ้าในระบบส่งและความ ปลอดภัย 4. การเดินสายไฟฟ้าไม่มีปัญหา แต่การต่อ อุปกรณ์ควบคุมและการจำกัดโหลดต้องรู้เพิ่ม 5. พนักงานสาขาไฟฟ้าทราบดีแต่สาขาอื่นไม่รู้มาก
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย 2. จัดให้มีการอบรม หลักสูตร ความรู้ด้าน การใช้โหลด อุปกรณ์ไฟฟ้า ด้านด้านระบบส่งการ ป้องกัน ด้านการเดินสายไฟฟ้าในอาคารและระบบ ควบคุม การใช้งานอุปกรณ์ประกอบ 3. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 16
ชื่อภารกิจ/งาน	การวางแผนการวางสายดิน การป้องกัน		
วันที่ปฏิบัติ	1 มีนาคม 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒ์ กบภ-ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารกิจ วศ.9 กบภ-ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิกรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภกรม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศักดิ์ คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้ถึงความปลอดภัยและการวางสายดิน การป้องกันอุปกรณ์	1. ไม่รู้มาตรฐานในการเดินสายดินและการติดตั้งรู้เฉพาะช่างสาขาไฟฟ้า 2. ไม่รู้การป้องกันฟ้าผ่าในกรณีหน้าฝน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. จัดให้มีการอบรม ให้ ความรู้ด้านการเดินสายดินและการติดตั้งความปลอดภัย	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Copyright© by Chiang Mai University All rights reserved	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 17
ชื่อภารกิจ/งาน	การทดสอบอุปกรณ์		
วันที่ปฏิบัติ	1 มีนาคม 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒต์ กบภ-ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วกภ-ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิกรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันตะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภกรม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศักดิ์ คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้ถึงวิธีการทดสอบอุปกรณ์ก่อนนำเข้าใช้งาน	1. ไม่รู้ขั้นตอนการเดินเครื่องทั้งหมด ซึ่งแล้วแต่การออกแบบระบบ แต่ส่วนใหญ่หลักการคล้ายกัน 2. ไม่รู้ขั้นตอนการเตรียมหรือการตรวจสอบก่อนนำเข้าใช้งาน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะแนวทางคำแนะนำ ส่วนใหญ่มีความรู้แต่ขาดวิธีการที่จะใช้	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	บำรุงรักษาโรงไฟฟ้าและโรงงาน กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 18-19-20
ชื่อภารกิจ/งาน	การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา		
วันที่ปฏิบัติ	1 มีนาคม 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒต์ กบก-ฟ. 2.นายสุทธิพงษ์ วงศ์สารภี วศ.9 กบก-ฟ. 3.นายขจร มัลลานู ช.7 ไฟฟ้า 4.นายชนสิทธิ์ มุสิกรม วศ. 4 ไฟฟ้า 5. ว่าที่รต. ปรีชา จันต๊ะเพย ช.3 ไฟฟ้า 6.นายภกรม บุญเสริม ช.7 เครื่องกล 7.นายพิสูตร สายบุตร ช.6 เครื่องกล 8.นายธงชัย วันเสาร์ ช.7 โรงงาน 9.นายวัชรศักดิ์ คำยา ช.7 โรงงาน 10.นายสมจิตร พุ่มน ช. 7 โรงงาน 11.นายชิน รัตนสุภาชัย วศ.4 โรงงาน 12.นายสมพงษ์ พันธุ์แก้ว ช.7 โยธา		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
- เพื่อให้สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ที่นำเข้าใช้งาน ปัญหาต่างๆและการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์	1. ไม่รู้การตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมด ขึ้นอยู่กับความถนัดแต่ละสาขา 2. ไม่รู้ปัญหาและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ทั้งหมด ขึ้นอยู่กับความถนัดแต่ละสาขา
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย แต่ละสาขา	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Copyright © by Chiang Mai University All rights reserved	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

2. ประชุมกลุ่ม กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป มีผู้ร่วมประชุมแลกเปลี่ยน ผู้นำหมู่บ้าน อบต. ครู
ชาวบ้านรู้งานเทคนิค ชาวบ้านทั่วไป 12 ท่าน(ที่เขื่อนภูมิพล)

ลำดับ	ประเด็นงานวิจัย	ปัญหา	แนวทางในการแก้ไขเบื้องต้น	ลำดับความ เร่งด่วน
1	ความรู้พื้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก	ไม่มีความรู้เรื่องหรือเข้าใจพื้นฐาน	แนะนำชี้แจงและสอน	2
2	แบบแผนและการวางแผนโครงการ	ไม่เข้าใจการวางแผนในงาน	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	3
3	การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่	ไม่สามารถวางแผนได้หรือคิดอัตราการไหลหาความสูงน้ำได้	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	4
4	การออกแบบและติดตั้งเครื่องกั้นน้ำเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า	ไม่เข้าใจในการเลือกใช้เครื่องและการติดตั้ง	ให้คำแนะนำและสอนการติดตั้งหรือเรียนรู้ร่วมงาน พร้อมกัน	1
5	ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าและการวางสายภายในบ้าน	ไม่เข้าใจการเลือกใช้อุปกรณ์ วางและเดินสายไฟฟ้า	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	5
6	การวางแผนการวางสายดินการป้องกัน	ไม่เข้าใจมาตรฐานและความจำเป็นในการใช้งาน	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	8
7	การทดสอบอุปกรณ์	ไม่รู้หรือเข้าใจการทดสอบอุปกรณ์	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	6
8	การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา	ไม่เข้าใจการแก้ไข ปัญหาและการตรวจ อุปกรณ์	แนะนำชี้แจงและสอนงาน	7



รูป ก.3 การประชุมชี้แจงบอกถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานร่วมกัน กับชาวบ้าน



รูป ก.3 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียน วิเคราะห์ปัญหาหารือร่วมกัน กับชาวบ้านหรือ
ส่วนงานราชการ

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 1-2
ชื่อภารกิจ/งาน	ความรู้พื้นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก		
วันที่ปฏิบัติ	9 กุมภาพันธ์ 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒ์ กบภ-ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวน ธารกิจดล ผู้ช่วยผอ. หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผอ. หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายศุติ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร คีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเข ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ใต้ลาภเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายสำรित्र หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
- เพื่อให้รู้หลักการทำงาน โครงสร้างของการติดตั้งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมาก ขนาดไม่เกิน 5 กิโลวัตต์และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ	1. บางหน่วยงานราชการและชาวบ้านยังไม่รู้ เรื่องหน้าที่และความสำคัญ ของแต่ละอุปกรณ์อย่างเป็นระบบ 2. วิธีการการคำนวณหาค่าเบื้องต้นแต่ละสาขาที่ควรรู้ ได้แก่ ด้านไฟฟ้า หรือด้านเครื่องกล หรือด้านโยธา ที่มีความถนัดไม่เหมือนกัน 3. หน่วยงานราชการและชาวบ้าน ที่มีความรู้บางกลุ่ม อยากรู้วิธีการคิดหรือคำนวณเบื้องต้น ด้านไฟฟ้า ด้านเครื่องกล ด้านโยธา เพื่อเป็นแนวทาง
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 3-4-5
ชื่อภารกิจ/งาน	แบบแผนและ การวางแผน โครงการงาน		
วันที่ปฏิบัติ	9 กุมภาพันธ์ 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒ์ กบภ-พ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผ.ญ หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวน ธารกิจดล ผู้ช่วยผ.ญ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผ.ญหมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายคู้ดี ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลี นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ตากเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายสำริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้ความต้องการและการเลือกโครงการจะ จัดตั้ง ที่ให้ประโยชน์ในการใช้งานสูงสุดและเทคนิคต่างๆ 2. ให้หาอัตราการไหลของน้ำ และความสูงของน้ำ เบื้องต้นได้ 3. สามารถเลือกหาค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการลงทุน หรือความจำเป็น	1. ไม่สามารถตัดสินใจเลือกสถานที่ หรือ แนวทางในการเลือกพื้นที่ 2. ไม่รู้วิธีในการวัด หาอัตราการไหลของ น้ำ และความสูงของน้ำ เบื้องต้นในพื้นที่จริง 3. ไม่สามารถวิเคราะห์หาค่าใช้จ่าย โดยประมาณได้
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะแนวทาง คำแนะนำ ส่วนใหญ่มีความรู้แต่ขาดวิธีการที่จะใช้ 2. จัดการบรรยายเบื้องต้น วิธีการใช้อุปกรณ์ อย่าง ถูกต้องและปลอดภัย สอนการใช้สูตรพื้นฐานที่สำคัญ 3. บรรยายการคิดค่าใช้จ่ายและการประมาณการ	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 6-7
ชื่อภารกิจ/งาน	การวางแผนงานและการสำรวจพื้นที่		
วันที่ปฏิบัติ	9 กุมภาพันธ์ 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒ์ กบภ-ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวน ธารกิจดล ผู้ช่วยผอ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผอ.หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายศุทธิ์ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลี นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ตากเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายสำริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. สามารถวางแผนงานที่สำรวจสถานที่ติดตั้ง แหล่งน้ำ กรรมสิทธิ์ ผลผลิตที่ได้ การขายนํ้า การวางแผน ทอ การใช้ ให้ได้ประโยชน์สูงสุด 2. การเลือกข้อมูลอัตราการไหล เทียบกับ กำลังผลิตแต่ละพื้นที่ ในการพิจารณาทางเลือก	1. ไม่รู้หรือเข้าใจการตัดสินใจในการวางแผนต้อง เกี่ยวข้องอะไรกับใครหรือผลที่จะได้รับ 2. ไม่เข้าใจหรือหลักการในการเลือกวางแผนผัง งานอย่างชัดเจน 3. ไม่รู้วิธีการวัดความสูงของน้ำในพื้นที่จริงควร พิจารณาอะไรบ้างมีวิธี 4. ไม่รู้วิธีวัดอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่จริง และควรหรือมีวิธีการอะไรบ้าง
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. จัดให้มีการบรรยายเพิ่มเพื่อความเข้าใจ 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	
สรุปประเด็นสำคัญทบทวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือหน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต.เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง วันที่ 8-9-10-11-12
ชื่อภารกิจ/งาน	การออกแบบและติดตั้งเครื่องกังหันน้ำ เครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า		
วันที่ปฏิบัติ	9 กุมภาพันธ์ 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒ์ กบภ-ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผ.ญ หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวน ธารกิจดล ผู้ช่วยผ.ญ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผ.ญ.หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายคู้คู้ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลี นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ตากเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายสำริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบกังหันน้ำตามความต้องการให้เหมาะสมกับแหล่งน้ำ โดยเน้นแบบ Pelton (Turgo) turbine Turgo Turbine และ Kaplan Turbine 2. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภทเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน 3. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภทระบบควบคุมให้เหมาะสมกับการใช้งาน 4. เพื่อให้รู้การเลือกใช้น้ำและแบบ ประเภทแหล่งน้ำ การส่งน้ำ ท่อน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งาน 5. การเลือกและการติดตั้งฝาย 6. เพื่อเลือกโครงสร้างอาคารโรงไฟฟ้า	1. ไม่รู้วิธีการการเลือกกังหันน้ำที่ชัดเจนและวิธีการคำนวณเบื้องต้น 2. ไม่รู้วิธีการเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไหนถึงจะเหมาะสม การเลือกใช้งานอย่างไร 3. ไม่รู้วิธีการเลือกระบบควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบไหนถึงจะเหมาะสม การเลือกใช้งานอย่างไร 4. ไม่รู้วิธีการออกแบบ 5. หาแหล่งน้ำไม่เป็นที่จะนำมาใช้งาน 6. การเลือกขนาดท่อและหาค่าการสูญเสียต่างๆ 7. การทำฝายไม่เป็นหรือมีวิธีการอย่างไร
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย หลักสูตร ความรู้ด้านกังหันน้ำ ด้านเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก ระบบควบคุม การใช้งานอุปกรณ์ประกอบ และวิธีการหาแหล่งน้ำ และการสร้างฝายขนาดเล็ก 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือหน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต.เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 13-14-15
ชื่อภารกิจ/งาน	ระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้า และการวางสายภายในบ้าน		
วันที่ปฏิบัติ	9 กุมภาพันธ์ 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้	1.นายชนสาร ฐานะวุฒ์ กบภ-ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผ.ญ หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวน ธารกิจดล ผู้ช่วยผญ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผญหมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายคู้คู้ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลี นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ตากเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายสำรित्र หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้และเข้าใจถึงการเลือกโหลดให้เหมาะสมกับการใช้งานและอุปกรณ์ไฟฟ้า 2. เพื่อให้ทราบการวางระบบสายส่งไฟฟ้าที่เหมาะสม 3. เพื่อให้ทราบหลักการและการวางระบบสายและการเดินสายไฟฟ้าภายในบ้าน	1. ไม่รู้เรื่องการใช้งานของโหลดทั้งหมดที่จำเป็น ได้แก่ ด้านไฟฟ้า และด้านทางกลหรือวิธีการเลือกใช้ 2. ไม่รู้การวางผังในการวางสายส่ง การกระจายโหลดและการเลือกสายไฟฟ้าให้เหมาะสม 3. ไม่รู้การดูแลสายไฟฟ้าในระบบส่งและความปลอดภัย 4. การเดินสายไฟฟ้าไม่ไม่มีปัญหา แต่การต่ออุปกรณ์ควบคุมและการจำกัดโหลด
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย หลักสูตร ความรู้ด้านการใช้โหลด อุปกรณ์ไฟฟ้า ด้านระบบส่งการป้องกัน ด้านการเดินสายไฟฟ้าในอาคารและระบบควบคุม การใช้งานอุปกรณ์ประกอบ 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 16
ชื่อภารกิจ/งาน	การวางแผนการวางสายดิน การป้องกัน		
วันที่ปฏิบัติ	9 กุมภาพันธ์ 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒ์ กบก-ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวน ธารกิจดล ผู้ช่วยผอ. หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผอ. หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายศุทธิ์ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลี นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ตากเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายสำรित्र หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้ถึงความปลอดภัยและการวางสายดินและการป้องกันอุปกรณ์	1. ไม่รู้มาตรฐานในการเดินสายดินและการติดตั้ง รู้เฉพาะช่างสาขาไฟฟ้า 2. ไม่รู้การป้องกันฟ้าผ่าในกรณีหน้าฝน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. จัดให้มีการบรรยาย ให้ ความรู้ด้านการเดินสายดินและการติดตั้งความปลอดภัย	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
<div>ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่</div> <div>Copyright © by Chiang Mai University</div> <div>All rights reserved</div>	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 17
ชื่อภารกิจ/งาน	การทดสอบอุปกรณ์		
วันที่ปฏิบัติ	9 กุมภาพันธ์ 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒ์ กบก-ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 3.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผอ. หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกะกะ สัมปทา ผอ. หมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายศุภ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลิ นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ไคลาณเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายสำริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วท. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา/ปัญหา/เกิดที่ไหน
1. เพื่อให้รู้ถึงวิธีการทดสอบอุปกรณ์ก่อนนำเข้า ใช้งาน	1. ไม่รู้ขั้นตอนการเดินเครื่องทั้งหมด ซึ่ง แล้วแต่การออกแบบระบบ แต่ส่วนใหญ่หลักการ คล้ายกัน 2. ไม่รู้ขั้นตอนการเตรียมหรือการตรวจสอบ ก่อนนำเข้าใช้งาน
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจ และแนะแนวทาง คำแนะนำ ส่วนใหญ่มีความรู้แต่ขาดวิธีการที่จะใช้	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Copyright © by Chiang Mai University All rights reserved	
วิธีปฏิบัติในการปฏิบัติภารกิจ/งานที่จะดำเนินงานครั้งต่อไป	

การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติ			
กลุ่มงานหรือ หน่วยงาน	ชาวบ้านประชาชนและหน่วยงาน อบต. เหนือเขื่อน ต.บ้านนา อ.สามเงา จ.ตาก	ครั้งที่ 1	เกี่ยวข้อง บทที่ 18-19-20
ชื่อภารกิจ/งาน	การตรวจสอบการนำเข้าใช้งานและความผิดพลาด การบำรุงรักษา		
วันที่ปฏิบัติ	9 กุมภาพันธ์ 2552	การดำเนินงาน	<input checked="" type="checkbox"/> ก่อน <input type="checkbox"/> หลัง
ผู้ร่วม แลกเปลี่ยน เรียนรู้	1.นายธนสาร ฐานะวุฒ์ กบภ-ฟ. 2.นายพลนัสนันท์ ภูผาเวียง ผ.ญ หมู่ 1 บ้านนา 3.นายนวน ธารกิจดล ผู้ช่วยผญ.หมู่ 1 บ้านนา 4.นายวิฑูร ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 5.นายโกะกะ หินลาดพัฒนา ชาวบ้าน หมู่ 1 6.นายโกยเล สัมปทา ผญหมู่ 2 บ้านนา 7.นายจุมพล โป้งคอยหลวงอบต. หมู่ 1 8.นายตุ๊ตู่ ภูผาเวียง ชาวบ้าน หมู่ 1 9.นายเสกสรร ดีเด่นเป็นผล ชาวบ้าน หมู่ 1 10.นายโปลี นกน้อยภูเขา ชาวบ้าน หมู่ 1 11.นายบรรณวัชร ได้ตากเสมอ ชาวบ้าน หมู่ 1 12.นายสำริตร หลวงทอง ชาวบ้าน หมู่ 1		

คุณลิขิต คุณวินัย เครือแก้ว วก. 5 วางแผน

เป้าหมายของภารกิจ/งาน	ที่มา / ปัญหา / เกิดที่ไหน
- เพื่อให้สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ที่นำเข้าใช้งาน ปัญหาต่างๆและการดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์	1. ไม่รู้การตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมด 2. ไม่รู้ปัญหาและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ทั้งหมด ขึ้นอยู่กับความถนัดแต่ละสาขา
สิ่งที่ดำเนินการ	สิ่งที่ต้องแก้ไขปรับปรุง
1. สร้างหลักสูตรระยะสั้น หรือผู้มีความรู้ความเชี่ยวชาญมาบรรยาย แต่ละสาขา 2. ให้มีการ On the Job Training หรือดูงาน	
สรุปประเด็นสำคัญบทเรียนการปฏิบัติที่เกิดขึ้น	
<div>ลิขสิทธิ์ © by Chiang Mai University</div> <div>All rights reserved</div>	
วิธีปฏิบัติในการ	ครั้งต่อไป



ภาคผนวก ข

การทดสอบเครื่องกักหน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพื่อหาค่าที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

การทดสอบเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากเพื่อหาค่าที่เหมาะสม



รูป ข.1 การทดสอบหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้ DOE
ผลการทดลอง Pelton Type (Multi Jet Pelton) 3 kW

Pelton Type (Multi Jet Pelton) 3 kW

1/11/2010 ช่วงเช้า

เงื่อนไข 1. ทดสอบค่า Max. Pressure กับ Max. Flow Rate (Test 3 ครั้ง) ต่อสาย Stator แบบ ขนาน

Item	Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Velocity (m/s)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)
1	9	0.044	0.15	155	0	51.5	1030	no-load
2	9	0.048	0.17	215	0	71.2	1424	no-load
3	9	0.057	0.28	255	0	84.6	1692	no-load
4	9	0.063	0.22	308	0	102.14	2042.8	no-load
5	9	0.068	0.23	350	0	115.8	2316	no-load
6	9	0.085	0.29	415	0	137.7	2754	no-load
7	9	0.091	0.31	445	0	147.6	2952	no-load
8	8.9	0.097	0.33	480	0	159	3180	no-load

หมายเหตุ - ยังไม่เดินเครื่อง P= 8.0 kg/cm²

การต่อสายไฟฟ้า เข้ากับ Gen. & Load ต้องยึดให้แน่น ถ้ายึดไม่แน่นเวลาเดินเครื่องจ่าย Load Volts จะไม่ขึ้น

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 Pole

Pelton Type (Multi Jet Pelton) 3 kW

1/11/2010 ช่วงบ่าย

เงื่อนไข 1. ทดสอบค่า Max. Pressure กับ Max. Flow Rate (Test 3 ครั้ง) ต่อสาย Stator แบบขนาน

Item	Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Velocity (m/s)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)
1	8.9	0.052	0.18	238	0	79.68	1593.6	no-load
2	8.6	0.108	0.37	230	1.1	78.1	1562	250
3	8.2	0.174	0.6	220	2.2	77.9	1558	500
4	8	0.22	0.75	223	3.3	82.3	1646	750
5	8	0.269	0.93	220	3.8	84.5	1690	870
6	8	0.303	1.04	220	4.3	86.5	1730	990
7	7.5	0.388	1.33	220	4.8	88.3	1766	1110

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 Pole

Pelton Type (Multi Jet Pelton) 3 kW

1/11/2010 ช่วงบ่าย

เงื่อนไข 1. ทดสอบค่า Max. Pressure กับ Max. Flow Rate (Test 3 ครั้ง) ต่อสาย Stator แบบ ขนาน

Item	Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Velocity (m/s)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)
1	5.0	0.083	0.29	304	0	103	2060	no-load
2	5.0	0.108	0.37	360	0	120	2400	no-load
3	5.0	0.156	0.54	443	0	148.78	2975.6	no-load
4	3.5	0.287	0.99	478	0	161.2	3224	no-load
5	5.0	0.076	0.24	283	0	95.2	1904	no-load
6	5.0	0.133	0.54	237	1.1	82	1640	250
7	4.9	0.243	0.84	222	2.2	79.6	1592	500
8	4.9	0.331	1.14	230	3.3	85.2	1704	750
9	5	0.374	1.3	216	3.8	82	1640	870
10	4.9	0.388	1.34	230	4.3	89.5	1790	990
11	5.0	0.397	1.37	223	4.8	88.7	1774	1110
x1	5.3	0.402	1.38	230	4.9	92.7	1854	1110
x2	4.2	0.371	1.3	176	4.3	72	1440	1110
x3	3.5	0.341	1.17	132.8	3.6	54	1080	1110

มีการทดสอบ Balast LOAD แล้วไม่ทำงาน

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 Pole

Pelton Type (Multi Jet Pelton) 3 kW

1/11/2010 ช่วงบ่าย

เงื่อนไข 1. ทดสอบค่า Max. Pressure กับ Max. Flow Rate (Test 3 ครั้ง) ต่อสาย Stator แบบ ขนาน

Item	Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Velocity (m/s)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)
1	4	0.068	0.23	233	0	78	1560	no-load
2	4	0.175	0.62	430	0.1	144.9	2898	no-load
3	4	0.175	0.6	216	1	74.9	1498	250
4	4	0.29	1	350	1.3	123.5	2470	250
5	4	0.297	1	230	2.2	84	1680	500
6	4	0.358	1.23	314	2.6	114.3	2286	500
7	4	0.362	1.24	236	3.3	89.1	1782	750
8	4	0.379	1.3	262	3.5	100	2000	750
9	4	0.373	1.29	231	3.8	89.41	1788.2	870
10	4	0.373	1.29	202	4.1	80.4	1608	990
11	4	0.374	1.29	179	4.2	72.4	1448	1110

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 Pole

Pelton Type (Multi Jet Pelton) 3 kW

1/11/2010 ช่วงบ่าย

เงื่อนไข 1. ทดสอบค่า Max. Pressure กับ Max. Flow Rate (Test 3 ครั้ง) ต่อสาย Stator แบบ ขนาน

Item	Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Velocity (m/s)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)
1	2.5	0.05	0.17	132	0		0	no-load
2	2.5	0.105	0.36	258	0	85.7	1714	no-load
3	2.8	0.192	0.66	219	1	71.3	1426	250
4	3.5	0.281	0.97	227	2.2	80.6	1612	500

เครื่อง ขนาด 3000 W P(Max.)= 3.5-4 kg/cm²

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 Pole

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



รูป ข.2 การทดสอบหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้ DOE

ผลการทดลอง Kaplan Type 3 kW

การทดสอบเครื่องกั้นน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากและ On the Job Training

Kaplan Type 3 kW

9/7/2010 (13.30)

เงื่อนไข 1. ทดสอบค่า Low Pressure กับ Max. Flow Rate (Test 3 ครั้ง) ใช้ท่อ draft tube 4 m แบบ
ถ้งเปิด

Item	Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Velocity (m/s)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)
1	0.5	0.ถถถ	1.07	36		11.29	225.8	no-load
2	0.7	2.492	5.35	151		57	1140	no-load
3	1.5	2.56	4.77	200	0.5	69	1380	120
4	1	2.8	4.131	215	1	71.2	1424	250
5	1.5	3.329	6.23	221	1.1	77	1540	250
6	1.5	3.58	6.52	220	1.5	78.4	1568	360
7	1.7	3.601	6.59	220	2	79	1580	480
8	1.7	3.595	6.55	218	2	74.5	1490	480
9	2.1	3.765	6.5	226	2.6	84	1680	600
10	2.1	4.101	7.47	220	3.3	79.2	1584	750

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 Pole

Kaplan Type 3 kW

15/7/2010 (13.30)

เงื่อนไข 1. ทดสอบค่า Low Pressure กับ Max. Flow Rate (Test 3 ครั้ง) ใช้ท่อ draft tube 3 m แบบ
ถังเปิด

Item	Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Velocity (m/s)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)
1	1.5	3.222	5.88	190	0.6	68.7	1374	120
2	1.5	3.27	5.95	200	0.6	69.2	1384	120
3	1.8	3.54	6.58	215	1	71.5	1430	240
4	1.8	3.794	7.07	220	1.5	73	1460	360
5	2.0	4.018	7.39	223	2	81	1620	480
6	2.0	4.179	7.7	230	2	84	1680	480
7	2.0	4.402	8.02	225	2.7	82.6	1652	600
8	2.0	4.409	8.02	230	2.7	90	1800	600
9	2.5	4.507	8.33	220	3.3	79	1580	750
10	2.5	4.769	8.75	225	3.6	83.1	1662	850
11	2.5	4.816	8.77	220	3.8	77.9	1558	850

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 Pole

Kaplan Type 3 kW

19/7/2010 (13.30)

เงื่อนไข 1. ทดสอบค่า Low Pressure กับ Max. Flow Rate (Test 3 ครั้ง) ใช้ท่อ draft tube 2 m แบบ
ถ้งเปิด

Item	Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Velocity (m/s)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)
1	0.8	2.56	4.66	149		50.2	1004	no-load
2	1.2	2.833	5.35	206		69.8	1396	no-load
3	1.2	3.282	5.98	195	0.4	69	1380	240
4	1.8	3.626	6.75	226	0.9	78	1560	360
5	1.8	3.999	7.27	217	1.4	77	1540	360
6	2.0	4.016	7.31	262	1.3	92	1840	360
7	2.2	4.036	7.33	228	2.1	79.68	1593.6	480
8	2.5	4.933	9	230	2.5	84	1680	600
9	2.5	5.357	9.73	231	3.6	89.42	1788.4	850
10	2.8	5.331	8.68	223	3.8	82.3	1646	850

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 6 Pole

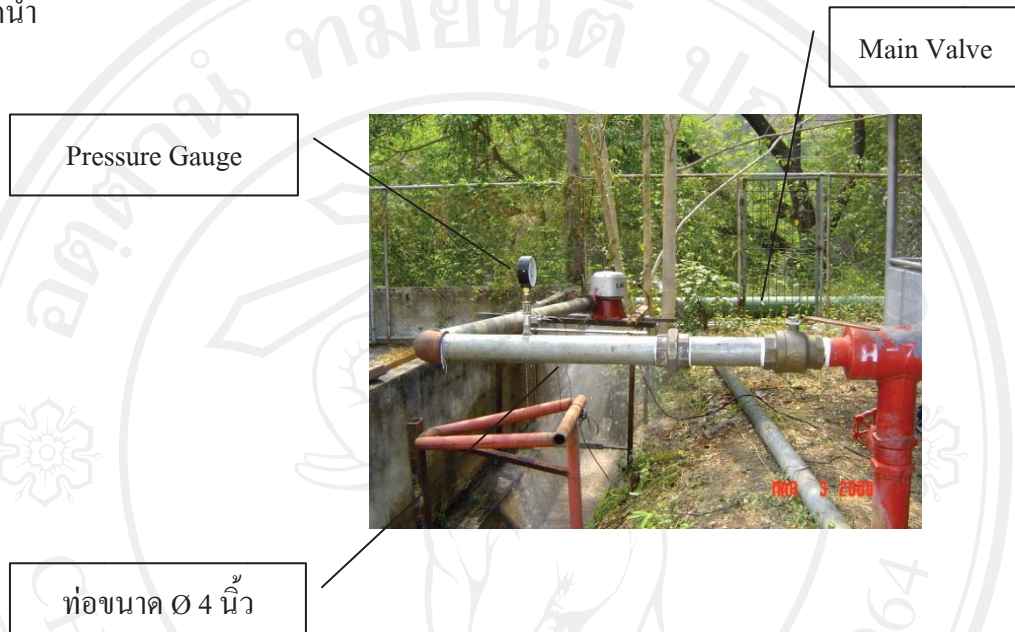
คณะกรรมการทดสอบ เชื้อนภูมิพล

1. นายธนสาร	ฐานะวุฑฒ์	กบภ-ฟ	หัวหน้าการทดสอบ
2. นายอิทธิชัย	ปัญจรัตน์	ช.8	ด้านประสานงานและสถานที่
3. นายมานพ	วิเชียรสาร	วศ.6	ด้านประสิทธิภาพและวิศวกรรม
4. นายประสาน	แสงจุ่น	วศ.6	ด้านเครื่องกล
5. นายวิชัย	เจี๊ยวทิพย์	ช.7	ด้านไฟฟ้าและควบคุม
6. นายขจร	มัลลานู	ช.7	ด้านไฟฟ้าและควบคุม
7. นายหัตถ์ชัย	สาระเกตุ	ช.3	ด้านไฟฟ้าและควบคุม
8. นายบุญชัย	รสเครือ	ช.5	ด้านเทคนิค และสถานที่
9. นายสมชาย	คำยา	ช.6	ด้านช่างเชื่อม และสถานที่
10. นายรบ	เรืองเอก	ช.7	ด้านช่างเชื่อม และสถานที่
11. นายสุพิน	มะโนสอน	ช.7	ด้านช่างเชื่อม และสถานที่
12. นายนิธิโรจน์	ธรรมกาญจน์วิไล	ชก.4	ด้านช่างเชื่อม และสถานที่
13. นายเอนก	มูลโพธิ์ทอง	ช.6	ด้านช่างกล และสถานที่
14. นายวินัย	เครือแก้ว	ช.6	ด้านเทคนิคภาพถ่ายและสรุปจัดทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

ก. การทดสอบเครื่องกั้นน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Micro Hydro Turbine 1 kW) ช่วงแรก วันที่ 3-4 มีนาคม 2552

(1) นำท่อขนาด $\varnothing 4$ นิ้ว ต่อเข้ากับหัว Hydrant ดับเพลิง โดยมี Main Valve เป็นตัวปิด-เปิดน้ำ



(2) ติดตั้ง Pressure Gauge วัดแรงดันน้ำด้านออกจากหัว Hydrant

(3) ติดตั้ง Flow Meter วัดอัตราการไหลของน้ำ



(4) นำท่อขนาด $\varnothing 3$ นิ้ว ต่อเข้ากับ ท่อขนาด $\varnothing 4$ นิ้ว

(5) เชื่อมหน้า Flange ต่อเข้ากับท่อขนาด \varnothing 3 นิ้ว

(6) นำ Pelton Hydro Turbine ต่อเข้ากับหน้า Flange



(7) ต่อสายไฟจาก Pelton Hydro Turbine เข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า และปลั๊กเสียบอุปกรณ์

(8) ต่อ Capacitor เพื่อช่วยเพิ่ม Volt ให้กับระบบผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(9) เปิด Main Valve ให้น้ำไหลเข้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(10) จดบันทึกค่าการทดสอบเบื้องต้น

(11) หมุน Hand Wheel ปรับ Needle ออก 1 รอบ เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำ

(12) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power



(13) หมุน Hand Wheel ปรับ Needle ออก 2 รอบ เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำ

- (14) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (15) หมุน Hand Wheel ปรับ Needle ออก 3 รอบ เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำ
- (16) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (17) หมุน Hand Wheel ปรับ Needle ออก 4 รอบ เพื่อเพิ่มความเร็วของน้ำ
- (18) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (19) ใส่ Load ไฟแสงสว่างขนาด 250 W จำนวน 1 หลอด (250 W) ผลปรากฏว่า หลอดไฟแสงสว่างใช้งานได้ตามปกติ
- (20) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power



- (21) ใส่ Load ไฟแสงสว่างขนาด 250 W จำนวน 2 หลอด (500 W) ผลปรากฏว่า หลอดไฟแสงสว่างใช้งานได้ตามปกติ
- (22) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (23) ใส่ Load ไฟสปอร์ตไลท์ ขนาด 500 W จำนวน 1 หลอด (500 W) ผลปรากฏว่าไฟสปอร์ตไลท์ ใช้งานได้ตามปกติ
- (24) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (25) ใส่ Load ไฟสปอร์ตไลท์ ขนาด 500 W จำนวน 1 หลอด ไฟแสงสว่างขนาด 250 W จำนวน 1 หลอด (750 W) ผลปรากฏว่าไฟสปอร์ตไลท์ และหลอดไฟแสงสว่าง ใช้งานได้ตามปกติ
- (26) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (27) ใส่ Load ไฟสปอร์ตไลท์ ขนาด 500 W จำนวน 2 หลอด ไฟแสงสว่างขนาด 250 W จำนวน 1 หลอด (1,250 W) ผลปรากฏว่าไฟสปอร์ตไลท์ และหลอดไฟแสงสว่าง ใช้งานได้ตามปกติ
- (28) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (29) ใส่ Load ไฟสปอร์ตไลท์ ขนาด 500 W จำนวน 2 หลอด ไฟแสงสว่างขนาด 250 W จำนวน 3 หลอด (1,750 W) ผลปรากฏว่าหลอดไฟแสงสว่างใช้งานได้ตามปกติ



- (30) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (31) ใส่ Load โดยใช้ Grinder ไฟฟ้า ขนาด 710 W เสียบใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก (710 W) ผลปรากฏว่า Grinder ไฟฟ้าใช้งานได้ตามปกติ
- (32) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power



- (33) ใส่ Load โดยใช้ Grinder ไฟฟ้า ขนาด 1,050 W เสียบใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก (1,050 W) ผลปรากฏว่า Grinder ไฟฟ้าใช้งานได้ตามปกติ
- (34) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power
- (35) ใส่ Load โดยใช้ Grinder ไฟฟ้า ขนาด 1,050 W และ 710 W เสียบใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก (1,760 W) ผลปรากฏว่า Grinder ไฟฟ้าใช้งานได้ตามปกติ
- (36) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power



(37) ใส่ Load โดยใช้เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ ขนาดชาร์ตออก 10 – 24 V.DC. เสียบใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก และปรับค่าการชาร์จ ไฟออกของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่จาก 10 – 24 V.DC. ตามลำดับ ผลปรากฏว่าเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ใช้งานได้ตามปกติ

(38) จดบันทึกค่า Water Pressure , Flow Rate , Volt , Amp , Frequency , Speed , Power



ตารางบันทึกผลการทดสอบ Micro Hydro Turbine								
Pelton Type (Multi Jet Pelton) 1 kW 3 – 4 , March 2010								
Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Power (W)	Load (W)	Handwheel Adjust
7.2	0.055	140	1.8	42	635	252	No Load	1 รอบ
6.5	0.247	380	9.5	89	1290	3610	No Load	3 รอบ
6.6	0.098	116	1.7	37	568	197.2	250	4 รอบ
6.5	0.156	182	3.2	54	824	582.4	250	4 รอบ
6.5	0.153	111	2.1	38	570	233.1	500	4 รอบ
3.3	0.173	67	1.6	23	354	107.2	500	3 รอบ
3.0	0.213	120	2.3	43	582	276	500	3 รอบ
2.9	0.268	140	2.7	48	665	378	500	3 รอบ
2.2	0.470	206	4.6	61	952	947.6	500	3 รอบ
2.0	0.459	152	3.6	51	766	547.2	750	3 รอบ
1.7	0.695	194	4.4	59	891	853.6	750	3 รอบ
1.5	0.604	110	4.0	44	635	440	1250	3 รอบ
1.5	0.586	63	4.2	29	438	264.6	1750	3 รอบ
1.4	0.580	249	5.1	10	1045	1269.9	Grinder 710 W	3 รอบ
1.4	0.574	238	5.1	68	1034	1213.8	Grinder 1050 W	3 รอบ
1.4	0.569	185	4.1	59	893	758.5	Grinder 710 W + 1050 W	3 รอบ
3.7	0.44	258	1.2	57	1143	465.5	เครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ 10-24 V.DC.	3 รอบ

ข. การทดสอบเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Micro Hydro Turbine 3 kW) ช่วงที่ 2 วันที่ 6 มีนาคม 2552

ต่อสายไฟจากเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Micro Hydro Turbine 3 kW) เข้าเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ Input AC.220 V. Output DC.6-24 V. ต่อเข้าแบตเตอรี่ขนาด 12 V. จากนั้นต่อเข้า Inverter ขนาด 360 W และต่อเข้ากับ

- Load
- หลอดไฟแสงสว่าง (380 W) ใช้งานได้ปกติ
 - หลอดไฟแสงสว่าง (772 W) ใช้งานได้ปกติ



- ทีวีสี (65 w) ใช้งานได้ปกติ
- กาต้มน้ำ (670 w) ใช้งานได้ปกติ



ตารางบันทึกผลการทดสอบ Micro Hydro Turbine								
Pelton Type (Multi Jet Pelton) 3 kW 6 , March 2009								
Pressure (kg/cm ²)	Flow Rate (m ³ /min)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Power (W)	Load (W)	Handwheel Adjust
2.3	0.268	212	1.7	62	1238	958.5	ไฟแสงสว่าง 380 W	3 รอบ
2.0	0.377	130	2.6	45	923	523.4	ไฟแสงสว่าง 770 W	3 รอบ
1.7	0.377	210	1.9	65	1269	1215.5	เครื่องชาร์ต แบตเตอรี่ 6-24 V.DC.	3 รอบ
2.3	0.245	209	2.1	71	1431	1011.2	เครื่องชาร์ต แบตเตอรี่ 6-24 V.DC. Inverter 360 W Input 12-24 V. DC. Output 220 V. AC. ทีวีสี 65 W	3 รอบ
1.9	0.375	165	2.3	52	1063	915.3	เครื่องชาร์ต แบตเตอรี่ 6-24 V.DC. Inverter 360 W Input 12-24 V. DC. Output 220 V. AC. กาต้มน้ำ 670 W	3 รอบ

ค. การทดสอบเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Micro Hydro Turbine 3 kW)

ช่วงที่ 3 วันที่ 16 มีนาคม 2552

ต่อสายไฟจากเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (PICO Mini Hydro Turbine 3 kW) เข้าเครื่องสิจ้าว ที่ใช้มอเตอร์ขนาด 1.1 kW ผลงานของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลปรากฏว่า เครื่องสิจ้าวไม่ทำงาน ทดลองใช้ไฟฟ้า 220 V. ต่อเข้ากับเครื่องสิจ้าว เครื่องสิจ้าวทำงานได้ จากการใช้เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าช่วงสตาร์ท (Starting Current) จะใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 31 Amp. ซึ่งสูงมาก ส่วนกระแสไฟฟ้าช่วงเดินเครื่อง (Running Current) ได้ 5.7 Amp.

สรุปว่า มอเตอร์และระบบควบคุมของเครื่องสิจ้าวจะกินกระแสไฟฟ้ามากช่วงสตาร์ท ซึ่งเกินกำลังการผลิตของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่ใช้ทดสอบ แต่ถ้าหากใช้กับไฟฟ้า 220 V. ทั้งหมดจะสามารถทำงานได้ เนื่องจากมีกำลังไฟฟ้านั้นคงกว่า



(kg/cm ²)	Velocity (m/sec)	Flow Rate (m ³ /min)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (kW)	Handwheel Adjust
2.1	0.24	0.129	238	6	79	-	เครื่องสีข้าว 1.1 kW (ไม่ทำงาน)	100 %

ง. การทดสอบเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (PICO Mini Hydro Turbine 1 kW) กังหัน (Turbine) และส่วนประกอบ ผลิตโดยแผนกโรงงาน (หงภ-ฟ.) ช่วงที่ 4 วันที่ 16 มีนาคม 2552

ต่อสายไฟจากเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (PICO Mini Hydro Turbine 1 kW) เข้าเครื่องวัด Flow Meter , Velocity , Volt , Amp. , Frequency และเปิด Valve น้ำ ทดสอบเก็บข้อมูลตามตาราง



Pressure (kg/cm ²)	Velocity (m/sec)	Flow Rate (m ³ /min)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (kW)	Handwheel Adjust
1.5	0.41	0.225	217	-	46	-	No Load	50 %
1.25	0.47	0.266	230	-	49	-	No Load	60 %
1.00	0.68	0.374	227	-	49	-	No Load	100 %

จ. การทดสอบเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Micro Hydro Turbine 1 kW) เปลี่ยนเอา
กังหัน (Turbine) อันเดิมใส่ ช่วงที่ 5 วันที่ 16 มีนาคม 2552

ต่อสายไฟจากเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (PICO Mini Hydro Turbine 1 kW) เข้า
เครื่องวัด Flow Meter , Velocity , Volt , Amp. , Frequency และเปิด Valve น้ำ ทดสอบเก็บข้อมูล
ตามตาราง



Pressure (kg/cm ²)	Velocity (m/sec)	Flow Rate (m ³ /min)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)	Handwheel Adjust
1.5	0.46	0.248	271	-	55	-	Grinder 710 W เปิดใช้งานแล้ว Volt ตก	60 %
1.1	0.69	0.337	280	-	59	-	Grinder 710 W เปิดใช้งานแล้ว Volt ตก	100 %

จ. การทดสอบเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (Micro Hydro Turbine 1 kW)

ใช้กังหัน (Turbine) ที่ผลิตโดยแผนกโรงงาน (หงภ-ฟ.) ฟันสีใหม่ และทำช่องนำน้ำ (Water Guide) เพิ่ม เพื่อให้ลำน้ำพุ่งไปยังกังหันโดยตรง ช่วงที่ 6 วันที่ 3 เมษายน 2552

ต่อสายไฟจากเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (PICO Mini Hydro Turbine 1 kW) เข้าเครื่องวัด Flow Meter , Velocity , Volt , Amp. , Frequency และเปิด Valve น้ำ ทดสอบเก็บข้อมูล ตามตาราง



กังหัน (Turbine) ที่ผลิตโดยแผนกโรงงาน
(หงภ-ฟ.)
น้ำหนัก 2.2 กิโลกรัม

ช่องนำน้ำ (Water Guide) ที่ทำเพิ่ม



กังหันตัวเดิมที่ติดมากับเครื่องกังหันน้ำผลิต
ไฟฟ้าขนาดเล็ก น้ำหนัก 1.7 กิโลกรัม

ใส่ Load โดยใช้ Grinder ไฟฟ้า ขนาด 940 W 1 ตัว
ไฟสปอร์ทไลท์ 500 W 2 ดวง

Pressure (kg/cm ²)	Velocity (m/sec)	Flow Rate (m ³ /min)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)	Handwheel Adjust
2.6	0.16	0.085	207	-	44	-	-	30 %
2.4	0.19	0.105	244	-	51	1,022	-	40 %
2.5	0.34	0.186	320	-	68	1,355	-	50 %
3.5	0.40	0.216	130	1.1	70	-	Grinder ไฟฟ้า ขนาด 940 W	70 %
4	0.65	0.352	248	1.4	52	1,261	Grinder ไฟฟ้า ขนาด 940 W	100 %

ใช้กังหัน (Turbine) ที่ผลิตโดยแผนกโรงงาน (หรงก-ฟ.)

น้ำหนัก 2.2 กิโลกรัม



เปลี่ยนกังหัน (Turbine) ที่ผลิตโดยแผนกโรงงาน (หรงก-ฟ.) ออก นำกังหัน (Turbine) อันเดิมใส่และทดสอบ

Pressure (kg/cm ²)	Velocity (m/sec)	Flow Rate (m ³ /min)	Volt (V)	Amp (A)	Frequency (Hz)	Speed (rpm)	Load (W)	Handwheel Adjust
1	0.30	0.160	211	-	45.6	907	-	30 %
3.5	0.58	0.313	240	1.3	51	1,237	Grinder ไฟฟ้า ขนาด 940 W	80 %
2.2	0.91	0.497	190	1.9	57	1,154	ไฟสปอร์ทไลท์ 500 W 1 ดวง	100 %
2.2	0.86	0.465	94	2.5	37	715	ไฟสปอร์ทไลท์ 500 W 2 ดวง	100 %

กังหันตัวเดิมที่ติดมากับเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก
น้ำหนัก 1.7 กิโลกรัม

สรุปเบื้องต้น

การทดสอบ Micro Hydro Turbine ขนาด 3 kW และ 1 kW

เครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก หากมีแรงดันน้ำพอและสม่ำเสมอจะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ออกมาตาม Spec. ของเครื่อง การต่อวงจรเพื่อนำกระแสไฟฟ้าไปใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็น 2 วงจร คือ

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการความถี่ไม่คงที่จะต่อไฟที่ออกจากตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปใช้ได้เลย เนื่องจากไฟที่ผลิตออกจากเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก จะเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC. 220 V.)
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการความถี่คงที่ ต้องต่อไฟฟ้าจากตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผ่านเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่นำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปเก็บไว้ยังแบตเตอรี่ และต่อไฟจากแบตเตอรี่เข้า Inverter แปลงไฟฟ้าจาก DC. เป็น AC. 220 V. และนำกระแสไฟฟ้าไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการความถี่สม่ำเสมอ เพื่อป้องกันเครื่องใช้ไฟฟ้าเสียหาย



ภาคผนวก ค

หลักสูตรการจัดการองค์ความรู้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

บทที่ 1

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

1. บทนำโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยาการ

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมรู้จักกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่ใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมตระหนักถึงความสำคัญของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในปัจจุบัน

หัวข้อการอบรม

1. อะไรคือไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก
2. การตลาดที่สำคัญของไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก
3. อุปสรรคในการพัฒนาการตลาด
4. จุดประสงค์
5. ขอบเขต
6. เอกสารเพิ่มเติม
7. ความเป็นผู้นำ

บทที่ 1 บทนำ

อะไรคือไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เป็นวิธีการเปลี่ยนพลังงานน้ำให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 5 กิโลวัตต์ ระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็กนี้มีข้อได้เปรียบในเรื่องราคาและความง่ายในประเด็นของการออกแบบวางแผน และการติดตั้งมากกว่าโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่ นวัตกรรมในปัจจุบันของเทคโนโลยีไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ผลิดมาเพื่อแหล่งที่มีพลังงานบางสถานที่ที่ขัดสน หรือเข้าถึงยากลำบากที่สุด แต่มีแหล่งพลังงานหมุนเวียน ไฟฟ้ากระแสสลับสามารถผลิตและสามารถแจกจ่ายให้ใช้ได้ทั่วหมู่บ้าน ตัวอย่างง่ายๆของอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้กับพลังงาน จากไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก คือ หลอดไฟ วิทยุ โทรศัพท์ ตู้เย็น การออกแบบ มีประโยชน์สำหรับการขับเคลื่อนเครื่องกลโดยตรง อย่างเช่น อุปกรณ์โรงงาน เครื่องเจาะและอุปกรณ์ในการเกษตร ในคู่มือฉบับนี้จะอธิบายวิธีการเลือกและติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สำหรับพื้นที่ หุบเหว และภูเขา

การตลาด

ในระดับโลกแล้วการตลาดที่สำคัญที่เหมาะสมกับไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (ไม่เกิน 5 กิโลวัตต์) ชนบทที่กำลังพัฒนามีเหตุผลสำหรับเลือกตลาดดังนี้

(1) ส่วนใหญ่เป็นชุมชนเล็กๆที่ไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้ แม้ว่าจะเป็นชนบทที่มีโครงข่ายไฟฟ้าอย่างกว้างขวางแล้ว อย่างไรก็ตามความต้องการไฟฟ้าสูงหรือระบบโครงข่ายไฟฟ้าไม่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์ เนื่องจากมีความสามารถบริโภคพลังงานได้ต่ำ

(2) การไหลของน้ำน้อยๆเท่านั้นเป็นที่ต้องการสำหรับไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ดังนั้นมีบริเวณที่

เหมาะสมมากมายคือที่มีลำธารเล็กๆ หรือน้ำพุ มักจะสามารถให้น้ำได้เพียงพอ

(3) อุปกรณ์ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีขนาดเล็ก และ กระจัดรัดส่วนประกอบ สามารถขนย้ายได้ง่าย ไปสู่พื้นที่ห่างไกล และพื้นที่เข้าถึงยาก

(4) การผลิตไฟฟ้าในท้องถิ่นสามารถเป็นไปได้ โดยหลักการในการออกแบบและกระบวนการในการติดตั้งสามารถเรียนรู้ได้ง่าย ราคาอุปกรณ์ เหมาะสมกับค่าจ้างในท้องถิ่น

(5) จำนวนบ้านที่มีการไฟฟ้าเข้าไปนั้น แต่ละโครงการมิได้เป็นจำนวนน้อย ปกติ ต่ำกว่า 100 หลังคาเรือน ทั้งนี้เป็นผลให้ง่ายในการเพิ่มเงินทุน และจัดการบำรุงรักษา และการจัดเก็บผลกำไร

(6) ข้อควรระวังในการออกแบบโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีราคาต่อกิโลวัตต์ ต่ำกว่าพลังงานไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ หรือไฟฟ้าพลังงานลม ไฟฟ้าพลังงานเครื่องยนต์ดีเซล ถึงแม้การลงทุนเริ่มต้นจะต่ำ แต่มีมูลค่าต่อกิโลวัตต์สูง ตลอดอายุการใช้งาน เพราะขึ้นอยู่กับราคาน้ำมัน เป็นต้น

อุปสรรคในการพัฒนาการตลาด

หลักการคือเหตุผลว่าทำไมตลาดสำหรับไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ยังคงเข้าได้ไม่ถึง คือ กังหันผ่นน้ำกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ไม่สามารถหาซื้อได้ง่ายในประเทศ ในสถานที่ที่สามารถหาได้ น้อยคน ที่จะรู้วิธีการออกแบบและติดตั้ง

จุดประสงค์

จุดประสงค์ของคู่มือนี้ เพื่อช่วยแก้ปัญหาโดยการให้ข้อมูลที่ชัดเจนในการออกแบบและติดตั้งในระดับท้องถิ่น การออกแบบเน้นที่ความง่าย การบำรุงรักษาต่ำ และมีอายุการใช้งานยาวนาน

ตัวอย่างเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นหนึ่งในตัวอย่าง สำหรับเทคโนโลยีที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำ ความหนาเชื่อถือมีสูงสำหรับการขับโดยตรงกับกังหัน pelton ขนาดเล็ก ซึ่งสามารถหมุนตามความเร็วที่ต้องการ การปฏิบัติงานสำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำ เพื่อเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะอธิบายและการทำงานมีไว้สำหรับการต่อกับระบบไฟฟ้าท่อส่งน้ำ และสายไฟฟ้ามักจะเป็นอุปกรณ์ที่แพงสำหรับโครงการ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก** การประหยัดค่าใช้จ่ายมุ่งประเด็นไปที่งานยาก และระบบจำหน่าย เป็นส่วนสำคัญในการประสบความสำเร็จ ในการปฏิบัติงานจริง ทั้งหมดนี้มีคำอธิบาย

ขอบเขต

คู่มือนี้จะมุ่งประเด็นไปที่การนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำไปใช้จริงในหมู่บ้านขนาดเล็กที่เป็นหุบเขาหรือภูเขา ขอบเขตในการออกแบบประกอบด้วยกังหัน และ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเหมาะกับ Head สูง และ Head ปานกลาง ตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไป เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับใช้เป็นระบบกระแสตรงแรงต่ำไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้า ที่ความสูงน้อยๆได้ง่าย วิธีการในการใช้งานจริงได้อธิบายไว้มากมาย อย่างไรก็ตาม ได้อธิบายเพิ่มเติมในเรื่อง การออกแบบระบบที่เหมาะสมกับ Head ต่ำๆได้ง่าย วิธีการในการใช้งานจริงได้อธิบายไว้มากมาย อย่างไรก็ตาม ได้อธิบายเพิ่มเติมในเรื่องการออกแบบระบบที่เหมาะสมกับ Head ต่ำและออกแบบ เพื่อใช้ส่วนตัวมากกว่า เพื่อใช้ได้กับสาธารณะอีกด้วย

เอกสารเพิ่มเติม

คู่มือที่ช่วยเสริมให้สมบูรณ์ถูกเขียนขึ้นเพื่อช่วยสนับสนุนการใช้ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก** ได้แพร่กระจายมากขึ้น คู่มือสำหรับการผลิต **‘The Pico**

Power Pack Fabrication and Assembly Instructions” มีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นการผลิตในท้องถิ่น สำหรับแนะนำการออกแบบ และช่วยลดปัญหาที่ปรากฏในหลายๆประเทศ

“การเริ่มต้นธุรกิจโดยใช้พลังงานน้ำ” เป็นแนวทางประยุกต์ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และการช่วยเหลือชุมชนโดยใช้ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก** รายละเอียดประกอบด้วยตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จในทางเศรษฐศาสตร์ สำหรับเจ้าของกิจการท้องถิ่นที่ใช้ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก** เพื่อเป็นธุรกิจได้

ความเป็นผู้นำ

สุดท้ายนี้ คู่มือนี้มีจุดประสงค์เพื่อทุกคนที่สนใจ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก** หรือ การผลิตไฟฟ้าในชนบท มันเป็นที่นิยมสำหรับคนที่คิดถึงเทคโนโลยี เป็นอันดับแรก มันทำให้ความมั่นใจในการใช้งานจริง โดย “ช่วงแรก” วิศวกรพลังน้ำ ข้อวิจารณ์จากผู้นำยินดีอนุญาตให้แนวทางและกระบวนการมีการพัฒนาและปรับปรุง เพื่อจะได้มีประสบการณ์มากขึ้น



รูป 1-1 แหล่งน้ำลำธารโดยธรรมชาติ

บทที่ 2

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

2. พื้นฐานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจถึงพื้นฐานของโครงสร้างไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

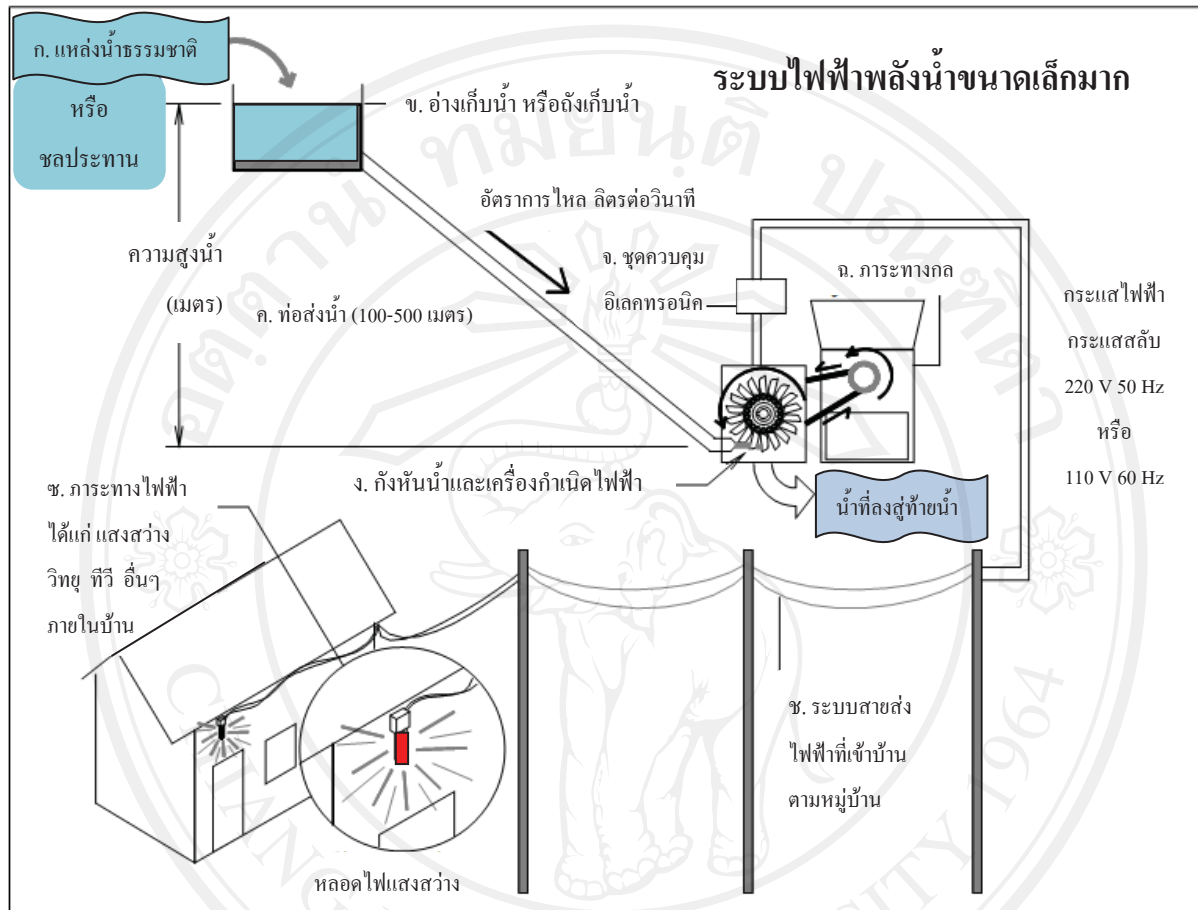
หัวข้อการอบรม

1. พื้นฐานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก
2. กำลังไฟฟ้า
3. ประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 2

พื้นฐานของ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก



รูป 2-1 ส่วนประกอบระบบ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

ระบบ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กจะใช้พลังงานจาก น้ำที่ไหลรูปที่ 2-1 แสดงแผนผังของระบบ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ส่วนประกอบแต่ละส่วนจะอธิบาย รายละเอียด ได้ดังนี้

ก. แหล่งน้ำเป็นลำธารหรือ ทางส่งชลประทาน น้ำปริมาณน้อยๆสามารถส่งมาจากแม่น้ำใหญ่ก็ได้ สิ่งสำคัญที่ใช้พิจารณา คือ แหล่งน้ำจะต้องมีความ น่าเชื่อถือและไม่สร้างความเดือดร้อนกับส่วนรวม หรือคนบางกลุ่มลำน้ำนั้น ลำห้วยเล็กๆ นั้นเป็นแหล่ง น้ำที่ดีเพราะว่าสายน้ำเหล่านี้ไม่ขึ้นอยู่กับการจัดการ แม้ว่าจะเป็นฤดูแล้งก็ตามและโดยปกติแล้วจะมีความ สะอาดด้วย นั้นหมายความว่า ประตูน้ำเข้า(intake) ไม่

จำเป็นต้องออกแบบเพื่อไว้มากและไม่ต้องการการทำ ความสะอาดประจำ สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งน้ำ และ ประตูน้ำเข้า(intake) ดูได้ในบทที่ 10.1

ข. น้ำจะถูกส่งเข้าสู่ อ่างเก็บน้ำ (forebay tank) ใน บางครั้งต้องมีการปรับปรุงให้เป็นแหล่งเก็บน้ำเล็กๆ แหล่งเก็บน้ำนี้ใช้ประโยชน์เป็นที่สะสมพลังงาน เมื่อ น้ำไหลผ่านในฤดูแล้ง ข้อเสนอแนะในการออกแบบใน บทที่ 10.2

ค. น้ำจะไหลจากอ่างเก็บน้ำ (forebay tank) หรือ แหล่งเก็บน้ำลงตามท่อส่งน้ำซึ่งเรียกว่า penstock

ในส่วนท้ายของท่อส่งน้ำนั้นจะถูกทำให้เป็นหัวฉีดที่มีความดันสูง ในบทที่ 11 จะช่วยในการเลือกท่อส่งน้ำที่ถูกต้อง การออกแบบระบบ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก** ในคู่มือนี้คือการเลือกสถานที่หุบเหวหรือภูเขา มีความสูงอย่างน้อย 20 เมตรถ้าความสูงต่ำกว่า 20 เมตรหมายความว่าต้องมีปริมาณน้ำที่มากสำหรับการผลิตไฟฟ้าที่มากพอ

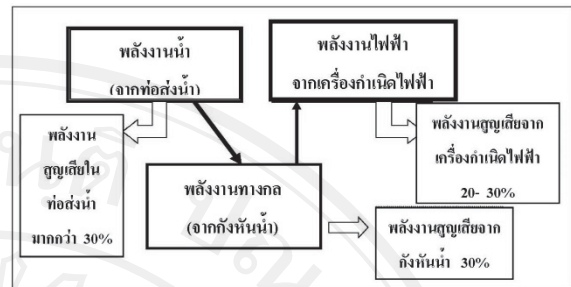
ง. พลังงานในการฉีด เรียกว่า hydraulic power หรือ hydro power (พลังงานน้ำ) ถูกส่งให้กับกังหันน้ำซึ่งเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล กังหันผ่นน้ำจะมีใบกังหันซึ่งจะทำให้มีการหมุนเมื่อมีการไหลผ่านของน้ำผ่านหัวฉีด (nozzle) และ ตัวกังหัน(case) ปกติแล้วจะมีการหมุน 1500 รอบต่อนาที กังหันจะติดอยู่กับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วัตถุประสงค์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็จะเปลี่ยนพลังกลโดยการหมุนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า นั่นคือวิธีการทำให้การไหลจากแหล่งน้ำเล็กๆให้เป็นพลังงานไฟฟ้านั่นเอง

จ. ตัวควบคุมอิเล็กทรอนิกส์จะถูกเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อให้ได้ไฟฟ้าที่ผลิตได้ส่งผ่านไปยังโหลดที่ต้องการใช้งาน ทั้งนี้สิ่งสำคัญคือการหยุดเครื่อง การเพิ่มขึ้นและลดลงของแรงดันไฟฟ้า การไม่มีตัวควบคุมโหลด การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าของแสงสว่างและอุปกรณ์อื่น จะถูกสวิทช์ ปิด และเปิด

กำลังไฟฟ้า (Power)

กำลังไฟฟ้าจะถูกวัดในหน่วยวัตต์ (W) หรือ กิโลวัตต์ (kW) โดยที่ 1000 วัตต์ เท่ากับ 1 กิโลวัตต์ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก** มีกำลังการผลิตมากที่สุดคือ 5 กิโลวัตต์ มันมีความสำคัญมากในการอธิบายการถ่ายเทพลังงานแต่ละชนิด โครงการไฟฟ้าพลังน้ำมีอยู่ 3 ชนิด ซึ่งมีค่าต่างกัน เพราะจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานรูป

หนึ่งไปสู่พลังงานรูปอื่นๆ ซึ่งจะมีการสูญเสียในแต่ละสถานะ ซึ่งแสดงในรูป 2-2



รูป 2-2 พลังงานบางส่วนมีการสูญเสียในแต่ละสถานะระหว่างการเปลี่ยนจากการฉีดน้ำไปเป็นกระแสไฟฟ้า พลังงานที่สูญเสียมากที่สุดปรากฏในการเปลี่ยนพลังงานน้ำเป็นพลังงานกล ขณะที่มีการหมุนกังหันในการออกแบบที่ดีแล้วจะมีการสูญเสีย 30 % ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงานบางส่วนจะสูญเสียในท่อส่งน้ำ น้ำมีการสัมผัสกับผิวท่อ ทำให้มีการไหลช้าลงเนื่องจากความเสียดทาน การสูญเสียนี้จะคำนวณเป็นเมตร ถือว่าเป็น การสูญเสียความสูงของ ความสูงหัวน้ำ(head)และเมื่อคิดการสูญเสียความสูงแล้ว ความสูงใหม่ที่ใช้คำนวณเรียกว่า **net head** หรือความสูงหัวน้ำสุทธิ

ประสิทธิภาพ (Efficiency)

ประสิทธิภาพเป็นคำที่ใช้อธิบาย การเปลี่ยนแปลงพลังงานจากรูปหนึ่งไปสู่อีกรูปหนึ่งว่าดีเพียงใด กังหันผ่นน้ำเป็นพลังงานกลได้ 70% (มีการสูญเสีย 30 %) ประสิทธิภาพของระบบเป็นการรวมประสิทธิภาพของระบบสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก** ปกติอยู่ที่ 40% ถึง 50% สมมติฐานว่าการประมาณอย่างหยาบๆ ถ้ามีการใช้พลังงานน้ำ 3.0 กิโลวัตต์ ของสายน้ำเล็กๆ ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าคาดว่าจะได้

$$3.0 \times 45\% = 1.35 \text{ กิโลวัตต์}$$

ตัวอย่างที่ 1 คำนวณกำลังน้ำในสายน้ำเล็กๆ

กำลังน้ำ(Power) ในสายน้ำเล็กๆสามารถ
คำนวณเมื่อมีการวัด Head และอัตราการไหล(Flow
Rate) สูตรในการคำนวณเป็นดังนี้

พลังงาน = ความสูงน้ำ(เมตร) x อัตราการไหล(ลิตรต่อ
วินาที x 9.81

$$(\text{Power} = \text{Head(metres)} \times \text{Flow(liters/sec)} \times 9.81)$$

กำลังของน้ำมีค่าเท่าใด ถ้ามี Head 60 เมตร และ Flow
rate เป็น 10 ลิตรต่อวินาที (l/s)

$$\text{Power} = 60 \times 10 \times 9.81 = 5886 \text{ วัตต์ หรือ } 5.9 \text{ กิโลวัตต์}$$

ฉ. โหลดทางกลหรือภาระทางกล เป็น
เครื่องจักรกลที่ต่อเข้ากับเพลากลางกัน โดยปกติแล้ว
จะใช้ระบบสายพาน ดังนั้นแรงหมุนจากกัน
สามารถส่งพลังงานกลไปให้กับเครื่องมือที่ใช้
หลักการหมุนได้โดยตรงอย่างเช่น เครื่องสีเมล็ดพืช
หรือ เครื่องจักรที่ใช้กับงานไม้ ซึ่งจะทำให้มีการ
สูญเสียพลังงานในการหมุนสายพานโดยประมาณ 10
% ของพลังงานกล ในระบบกัน สำหรับคำแนะนำ
ในการใช้ โหลดทางกล สามารถดูได้ในบทที่ 13.4

ซ. ระบบไฟฟ้าจำหน่าย ต่อกับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อ
นำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นมาไปยังบ้านเรือน โดยปกติ
แล้ว ระบบนี้เป็นส่วนหนึ่งในส่วนที่แพงที่สุด ใน บท
ที่ 14 ได้ให้รายละเอียดในวิธีการออกแบบระบบ
จำหน่ายและการเลือกขนาดของสายส่ง

ซ. โหลดของผู้ใช้ไฟฟ้า ปกติแล้วจะมีการเชื่อมต่อ
ภายในบ้าน ชื่อทั่วไปจะเรียกว่าโหลดทางไฟฟ้าซึ่งจะ
หมายถึงอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าในการ

ขับเคลื่อน ชนิดของโหลดทางไฟฟ้า นั้นจะต้องขึ้นอยู่กับ
กับขนาดของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นได้ หลอดฟลูออ
เรสเซนต์เป็นที่นิยมใช้ เพราะว่า มันใช้พลังงานน้อย
สำหรับการปริมาณแสงที่สมมูลกันนั้นหมายความว่า
หลอดไฟหลายหลอดสามารถต่อกับกับเครื่องกำเนิด
ไฟฟ้าเครื่องเดียวกันข้อมูลในการเลือกหลอดไฟและ
โหลดอื่นจะให้ไว้ใน บทที่ 13.1

ตัวอย่างที่ 2 คำนวณ (1) ความสูงน้ำสุทธิ(net head)

(2)พลังงานทางกลที่ใช้และ (3)พลังงานไฟฟ้าที่
สามารถผลิตได้จากรายละเอียดในตัวอย่างที่ 1

ใช้สมมติฐานดังนี้ : มีการสูญเสียจากความเสียดทาน
ในท่อส่งน้ำ(Head loss) 25 % และจากกังหัน 65%
และ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ 80%

(1) คำนวณ Net Head

ถ้าการสูญเสียจากความเสียดทานในท่อส่งน้ำ 25 %

Head loss คือ $0.25 \times 60 = 15$ เมตร

เพราะฉะนั้น Net Head เป็น $60 - 15 = 45$ เมตร

(2) คำนวณพลังงานกล

ถ้ากังหันมีประสิทธิภาพ 65 %

Mechanical Power (พลังงานกล)

= พลังงานน้ำสุทธิ x ประสิทธิภาพกังหัน

$$= 4414 \times 0.65$$

$$= 2870 \text{ วัตต์}$$

(3) คำนวณพลังงานไฟฟ้า ที่นำไปใช้ประโยชน์

ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีประสิทธิภาพ 80 % ดังนั้น

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตสำหรับ

แสงสว่างและจุดประสงค์อื่นๆ เป็น

Power (พลังงานไฟฟ้า)

$$= \text{พลังงานทางกล} \times \text{ประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดไฟฟ้า}$$

$$= 2870 \times 0.8$$

$$= 2295 \text{ วัตต์ หรือ } 2.3 \text{ กิโลวัตต์}$$

บทที่ 3

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน

ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

3. การระบุแบบแผนโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยาการ

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมรู้จักกับแบบแผนโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบวิธีการคัดเลือกสถานที่ในการจัดโครงการ

หัวข้อการอบรม

1. สถานที่โดยทั่วไป
2. สถานที่เฉพาะเจาะจง
3. ทำความเข้าใจกับชุมชนให้มากที่สุด

บทที่ 3

รูปแบบแผนโครงการ

ถ้าการเริ่มต้นในการลงทุนไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก หรือเริ่มต้นโครงการสำหรับไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ในชุมชน มีความจำเป็นอย่างยี่งที่จะต้องระบุแบบแผนโครงการแรกให้ชัดเจน เพื่อกำหนดที่จะมุ่งประเด็นสำคัญหรือประโยชน์ในอนาคต ขณะที่เลือกสถานที่สำหรับแผนแรกจำเป็นต้องได้ประโยชน์มากที่สุดและมีการสูญเสียน้อยที่สุด ดังจะได้กล่าวถึงวิธีการและเทคนิคดังนี้

3.1 สถานที่โดยทั่วไป

(1) เป็นสถานที่เข้าถึงได้โดยผู้ติดตั้ง

มองหาสถานที่ที่เหมาะสมกับความต้องการติดตั้ง สามารถเข้าถึงได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อย และเข้าไปตรวจสอบได้ง่ายเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น

(2) เป็นสถานที่เข้าถึงได้โดยผู้บริโภครหรือผู้ลงทุน

เลือกบริเวณที่ใกล้กับผู้บริโภคจำนวนมากๆ หรือใกล้ชิดกับผู้ลงทุนโครงการเพื่อทำให้การติดตั้งและจัดการได้ง่าย สำหรับบุคคลที่เป็นกุญแจสำหรับธุรกิจในอนาคตมาเยี่ยมชม

3.2 สถานที่เฉพาะเจาะจง

(1) ไม่มีการขัดแย้งในด้านเทคนิคหลักๆ

เลือกสถานที่ที่ไม่มีการขัดแย้งในด้านเทคนิคมากมาย เช่น งานโยธาที่ซับซ้อนที่จะต้องขนส่งน้ำ การทำให้การไหลเป็นไปอย่างสะดวก และความสูงน้ำ (head) ที่เหมาะสม ทดสอบกันแล้วใช้ได้

(2) ใกล้กับผู้บริโภค

สามารถส่งกระแสในระยะเวลาสั้นๆ ราคาซ่อมแซมสามารถก่อสร้างและบำรุงรักษาได้ง่าย

(3) เลือกสถานที่ที่มีผู้บริโภคจำนวนน้อยๆ

เลือกสถานที่ซึ่งมีสมาชิกผู้บริโภคมีจำนวนน้อย เนื่องจากกำลังการผลิตมีน้อย และเป็นการลดความเสี่ยงและยังสามารถบริหารจัดการโครงการได้ง่าย

(4) เมืองคักร หรือหน่วยงาน ที่ดีและได้รับการสนับสนุนจากชุมชน

มีความสำคัญอย่างมากที่จะต้องมีความสนับสนุนจากชุมชน ทักษะของประชาชนสามารถช่วยในการติดตั้งและช่วยงานได้ในอนาคต

(5) ใกล้กับถนนหรือเส้นทางหลักอื่นๆ

เลือกสถานที่เป็นที่รู้จัก สามารถดึงคนผู้คนให้เยี่ยมชมโครงการ และกระจายข่าวเกี่ยวกับโครงการได้ดี

3.3 ทำความเข้าใจกับชุมชนให้มากที่สุด

(1) เชิญชวนบุคคลสำคัญ เพื่อเสนอแผนงานและให้ความมั่นใจในการผลิต โดยการเขียนโครงการที่ชัดเจน (ทำให้เห็นว่ามีความคุ้มค่า มีผลตอบแทนสูง ใช้จ่ายน้อย อาจจะให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา

(2) ใช้ความมุ่งมั่น ใช้การความตั้งใจหรือลักษณะท่าทางช่วยให้ผู้คนมีความมั่นใจในแผนงาน

(3) มีการสื่อที่ดี เพื่อให้เข้าใจได้ตรงกัน

(4) ให้ความมั่นใจกับเจ้าของโครงการในการเริ่มต้น ธุรกิจเล็กๆ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก การนำเสนอขึ้นสูง เช่น ทำได้ง่ายๆ โดยจะอ่านหนังสือเล่มเล็กๆ เกี่ยวกับพลังงานน้ำสำหรับธุรกิจหมู่บ้านที่จะสร้างจากแหล่งเดียวกันด้วยคู่มือนี้

บทที่ 4

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

4. การวางแผนโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบขั้นตอนการวางแผนโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

หัวข้อการอบรม

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. มูลค่าการลงทุนและ | 10. แผนผังของโครงการ |
| ความสามารถในการหาเงิน | 11. รายละเอียดงบประมาณ |
| 2. การประมาณพลังงาน | 12. ความเป็นไปได้ทางการเงิน |
| 3. สำรวจความต้องการ A | 13. การติดต่อกับผู้บริโภคร |
| 4. สำรวจความต้องการ B | 14. การบริหารการเงิน |
| 5. เลือกขนาดและประเมินราคา | 15. สิ่งซื้อวัสดุ |
| 6. ประชุมหมู่บ้าน | 16. การติดตั้ง |
| 7. รายละเอียดในการสำรวจ | 17. ฝึกปฏิบัติการ |
| 8. กำลังที่ได้มาสุดท้าย | 18. การฝึกผู้บริโภคร |
| 9. แผนที่ขนาด (Scale map) | 19. แผนงานการว่าจ้าง |

บทที่ 4

วางแผนโครงการ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

ในบทที่นี้จะมีการอธิบายคร่าวๆถึงสิ่งที่ต้องการในการลงมือทำโครงการ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สำหรับการผลิตไฟฟ้าในหมู่บ้าน ลำดับขั้นตอนมีความจำเป็นในการลงมือปฏิบัติเพื่อการจัดการที่ดี

ขั้นตอนที่ 1 มูลค่าการลงทุนและความสามารถในการหาเงินทุน

คำนวณมูลค่าของส่วนประกอบต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กังหัน – เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ควบคุม จำนวน ขอบเขตของ ความสูงหัวน้ำ (head) และ อัตราการไหล(flow) พลังงานที่จะผลิตออกมาได้ ประมาณค่าใช้จ่ายของโครงการรวม จากค่าใช้จ่ายของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กังหัน หรือประมาณว่าค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็น 40,000 บาทต่อ กิโลวัตต์

ศึกษาโครงการอื่น ผลลัพธ์ที่จะได้จากอุปกรณ์ของกังหัน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ท่อส่งน้ำ และสายส่ง ซึ่งเป็นส่วนที่มีมูลค่าสูงที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 เริ่มต้นอธิบายคร่าวๆ

คำนวณสิ่งเหล่านี้

- (1) พลังงานไฟฟ้า หรือ พลังงานทางกล
- (2) ความกระตือรือร้นอยากจะทำโครงการ
- (3) ความสามารถในการจัดการวางแผนของชุมชน

- (4) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีอยู่แล้วหรือที่ถูกวางแผนว่าจะเข้ามาในหมู่บ้าน

ขั้นตอนที่ 3 การประมาณพลังงาน

ประมาณค่าความสูงน้ำ (head) และอัตราการไหล(flow) ในบริเวณที่เลือกในการติดตั้ง ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

ขั้นตอนที่ 4 สำรวจความต้องการ ก.

ประมาณจำนวนบ้านในรัศมี 1 กิโลเมตร จากแหล่งน้ำซึ่งคาดว่าจะจ่ายไฟฟ้าให้ 1 กิโลเมตร เป็นรัศมีที่เหมาะสมสำหรับ กระแสไฟฟ้าสามารถส่งผ่านไปได้ง่ายและคุ้มค่า ให้สมมติฐานเกี่ยวกับ เงินทุน การบำรุงรักษา มูลค่าการปฏิบัติการ การเสียภาษีที่เหมาะสม และมูลค่าบริการ

ขั้นตอนที่ 5 สำรวจความต้องการ ข.

พิจารณาว่ามีกิจกรรมใดที่ต้องการใช้พลังงาน หรือว่าใช้เวลามากๆในการใช้ประโยชน์จากพลังงานน้ำ

ขั้นตอนที่ 6 เลือกขนาดและประเมินราคา

ประมาณขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมกับความต้องการ ประเมินราคาโดยใช้ฐานข้อมูลที่รวบรวมไว้ในขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบความเป็นไปได้

เลือกแผนงานที่มีขนาดเหมาะสมที่สุด โดยใช้การสำรวจความต้องการและประมาณ กำลังงาน หลังจากนั้นเปรียบเทียบ ผลตอบแทนรายปี กับเงินลงทุน แนวทางในการตรวจสอบความเป็นไปได้คร่าวๆ ดังนี้

- (1) ถ้าผลตอบแทนรายปีน้อยกว่า 10 % ของการลงทุน แผนงานนี้ไม่ควรเลือก
- (2) ถ้าผลตอบแทนรายปี เป็น 10% - 25% ของการลงทุน แผนงานนี้อาจเป็นไปได้
- (3) ถ้าผลตอบแทนรายปี มากกว่า 25% ของการลงทุน ควรเลือกแผนงานนี้

ขั้นตอนที่ 8 ความสูงหัวน้ำ(head) และ อัตราการไหล(flow)

ออกแบบโดยใช้ส่วนประกอบที่เหมาะสมระหว่าง ความสูงหัวน้ำ(head)และอัตราการไหล(flow)เพื่อผลิตพลังงานตามความต้องการจากกังหัน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีอยู่ ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับ

ประสิทธิภาพของระบบที่จะสามารถผลิตได้ถ้าไม่
แน่ใจให้ สมมติให้ประสิทธิภาพรวม (ตั้งแต่พลังงาน
น้ำไปจนถึงพลังงานไฟฟ้า) เป็น 45%

ขั้นตอนที่ 9 ประชุมหมู่บ้าน

นำเสนอวิธีการสำรวจให้กับชุมชนในที่ประชุม
โดยมีผู้นำชุมชน คณะกรรมการชุมชน ให้มีความ
เข้าใจที่ตรงกัน

นำเสนอ ข้อมูลทั้งหมด และการประมาณการ
ต่างๆ โดยให้ประเมินเพื่อในเรื่องของเงินทุน และ
ประเมินขาดในเรื่องพลังงานที่จะได้รับ อธิบายส่วน
เพิ่มเติมพิเศษสำหรับผู้เป็นเจ้าของและอธิบายความ
รับผิดชอบ และความเป็นไปได้ในการหาเงินทุน
เฉพาะ กระบวนการรายละเอียดในการสำรวจ จะ
อธิบายเมื่อมีการพิจารณาความต้องการในการให้
งบประมาณในการสำรวจ

ขั้นตอนที่ 10 รายละเอียดในการสำรวจ

ระบุรายละเอียดในการสำรวจพื้นที่

(1)ความสูงสุทธิ(Net head) สามารถทำได้จริง
ตามที่ประชุมต้องการหรือไม่ ?

(2)การสร้างท่อส่งน้ำจะใช้เวลานานหรือไม่ ?

(3)มีน้ำไหลตลอดปีและมีความแรงพอหรือไม่ ?

(4)ใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านได้หรือไม่ ?

(5)ถ้าไม่แน่ใจให้รอจนถึงฤดูแล้งแล้วตรวจสอบ

อัตราการไหล

ขั้นตอนที่ 11 กำลังที่ได้มาสุดท้าย

ปรับปรุงขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เป็นไป
ตามที่ได้ประมาณการโดยใช้พื้นฐานความถูกต้องของ
พลังงานศักย์ของน้ำ (พลังงานน้ำที่มีอยู่ในลำธาร)
มันอาจจะดูน่าสนใจที่จะสร้างให้มีโครงการที่ใหญ่
กว่าแผนงานในขั้นต้น ถ้าลักษณะของพื้นที่เอื้ออำนวย
มีเหตุผลจำนวนมากที่ควรเลือกขนาดของแผนงาน

โครงการเล็กๆ ถึงแม้ว่าขนาดของพื้นที่ที่เหมาะสม
กับกังหัน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เช่น

(1)แผนงานขนาดเล็กๆ มีราคาถูก และง่ายใน
การปฏิบัติ

(2)ถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น โครงการขนาด
เล็กสามารถแก้ไขถูกต้องได้ในราคาถูกกว่า

(3)การบำรุงรักษา และการปรับเปลี่ยน ทำได้
ด้วยงบประมาณต่ำ

ขั้นตอนที่ 12 แผนที่ขนาด (Scale map)

เขียนแผนที่ขนาดของพื้นที่ใช้งาน

ขั้นตอนที่ 13 แผนผังของโครงการ

เขียนแผนผังของโครงการโดยใช้แผนที่ เขียน
ความยาวของท่อส่งน้ำ ทางเดินน้ำ และส่วนอื่นๆ คือ
ระบบจำหน่าย ถ้ามีความต้องการ แล้ววาดขนาดลงใน
แผนที่

ขั้นตอนที่ 14 การตรวจสอบแก้ไขแผนผัง

มองหา แผนผังอื่นๆ ที่จะสามารถให้ความยาว
ท่อส่งน้ำหรือระบบจำหน่ายที่สั้นกว่า เพื่อตัด
งบประมาณออก บางทีอาจจะรวมไปถึงส่วนของ
โรงไฟฟ้า หรือการเลือกใช้ทางเดินน้ำ

ขั้นตอนที่ 15 รายละเอียดงบประมาณ

เขียนงบประมาณตามจริงที่ใช้ โดยประเมินจาก
ส่วนประกอบหลักๆและเขียนในใบแจ้งราคา

ส่วนประกอบของแผนงาน : ท่อส่งน้ำ, กังหัน
และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบจำหน่าย งานโยธา และ
ส่วนเพิ่มเติม ควรเพิ่มเงินอย่างน้อย 5 % สำหรับ
เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (มูลค่าที่มองไม่เห็น)
มองหาวิธีการทำให้ราคาถูกลงเสมอๆ แต่ไม่ควรตัด
ส่วนที่ทำให้คุณภาพของโครงการลดลง ค่าใช้จ่าย
ต่างๆต้องคำนึงถึงคุณภาพของวัสดุที่ใช้เป็นสำคัญ

ขั้นตอนที่ 16 ความเป็นไปได้ทางการเงิน

ประเมินราคาเพื่อตรวจสอบถ้าโครงการยังเป็นไปได้ทางการเงิน เปรียบเทียบรายได้ การพยากรณ์ จากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้า กับผลตอบแทน

ถ้าไม่ได้ ให้ดูที่งบประมาณหลักๆและดูว่าจะสามารถลดตรงไหนได้ เช่น ประมาณค่าให้ถูกลงสำหรับสายไฟ ท่อส่งน้ำ พิจารณาแผนงานอื่นๆ หรือการให้มีผู้บริโภคมามากขึ้นแต่ใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น เพื่อให้ได้ กำไร หรือ ผลตอบแทนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 17 การติดต่อกับผู้บริโภค

ทำความเข้าใจการติดต่อกับผู้บริโภค สำหรับการส่งไฟฟ้าประกอบด้วยการจ่ายเป็นเดือนๆ และจำนวนของหลอดไฟที่ใช้ได้ในแต่ละหลังคาเรือน

ขั้นตอนที่ 18 การบริหารการเงิน

บริหารการเงิน โดยอยู่บนพื้นฐานของการติดต่อกับผู้บริโภค

ขั้นตอนที่ 19 สั่งซื้อวัสดุ

สั่งซื้อวัสดุและอุปกรณ์พร้อมทั้งส่งไปยังที่สถานที่ติดตั้ง

ขั้นตอนที่ 20 การติดตั้ง

ติดตั้งตามแผนงาน

ขั้นตอนที่ 21 ฝึกปฏิบัติการ

ทำการฝึกผู้มีหน้าที่ในการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาและความปลอดภัยของระบบและการบริหารแผนงานด้วยตนเอง

การฝึกบริหารจัดการ ควรจะควบคุมถึง การจัดเก็บรายได้และการชำระด้วยเครดิต อีกทั้ง การ

ปฏิบัติการในการบำรุงรักษาเพื่อให้ใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 22 การฝึกผู้บริโภค

ให้ข่าวสารและฝึกผู้บริโภคเกี่ยวกับความปลอดภัยและการใช้ไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 23 แผนงานการว่าจ้าง

บทที่ 5

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

5. การเป็นเจ้าของโครงการและความเป็นไปได้

วิทยาการ

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้เข้าใจของความเป็นไปได้ในการเป็นเจ้าของโครงการ

หัวข้อการอบรม

1. ตัวเลือกสำหรับความเป็นเจ้าของ
2. กำหนดราคา(Cost Breakdown)
3. ค่าไฟฟ้า
4. ความเห็นด้วยของผู้บริโภค
5. การสำรวจความต้องการ

บทที่ 5

ความเป็นเจ้าของและ ความเป็นไปได้

5.1 สิทธิการเลือก(option) สำหรับความเป็นเจ้า

สิทธิการเลือกสำหรับความเป็นเจ้าของมีหลักอยู่ 2 ส่วน สำหรับแผนงาน **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว**

(1) ชุมชนเป็นเจ้าของ ผู้บริโภคพลังงานเป็นผู้จ่ายเงินสำหรับโครงการนี้ และผลประโยชน์สุทธิ ควรกลับไปสู่ชุมชน

(2) ผู้ประกอบการเป็นเจ้าของ ผู้ประกอบการ 1 เจ้าของหรือมากกว่า จะจ่ายเงินสำหรับโครงการ และรับผลกำไรจากการขายพลังงาน

รูปแบบอื่นๆเช่น รัฐบาล เป็นเจ้าของ มักจะมี ส่วนน้อยกับโครงการ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว** คุณสมบัติสำหรับ ความเป็นไปได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบ ความเป็นเจ้าของ ในกรณีชุมชนเป็นเจ้าของ ความเป็นไปได้ประเมินในเรื่องคุณภาพของการพัฒนา คุณภาพชีวิต และการประหยัดค่าใช้จ่ายจากแหล่ง พลังงานอื่นๆมากกว่ามูลค่าการลงทุนโครงการ ใน กรณีผู้ประกอบการเป็นเจ้าของความเป็นไปได้วัดได้ จากผลตอบแทนจากการลงทุน แต่ละรูปแบบความ เป็นเจ้าของมีข้อดีข้อเสียดังนี้

	ข้อดีข้อเสีย
ชุมชน	โดยปกติผลประโยชน์จะกระจายไป ถึงบ้านที่ได้เชื่อมต่อ
ผู้ประกอบการ	กำไร โดยปกติจะรวมอยู่ในการ บำรุงรักษาและการซ่อมแซมเปลี่ยน อุปกรณ์ตั้งแต่พลังงานที่ผลิตได้ไป จนถึงผู้ใช้พลังงาน การบริหารจัดการ โดยส่วนตัวนิยมมากกว่า เป็นผู้รับเหมาอย่างไรก็ตาม สมาชิก ที่จนมากๆ อาจจะไปร่วมด้วย เนื่องจากภาษีสูงมาก

การสำรวจความต้องการและการคำนวณความ เป็นไปได้ทางการเงินมีความสำคัญมากต่อโครงการ **ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว** และคำนวณขนาดกำลังผลิตที่ เหมาะสม

5.2 กำหนดราคา(Cost Breakdown)

มูลค่าโครงการสามารถจำแนกได้เป็นมูลค่า เงินทุนและมูลค่าการปฏิบัติงาน

มูลค่าเงินทุน – มูลค่าเงินทุนคือมูลค่าในการ จัดซื้อและการติดตั้งองค์ประกอบของโครงการ มูลค่า เงินทุนเพิ่มขึ้นจาก องค์ประกอบ 1 องค์ประกอบหรือ มากกว่า ดังนั้น เงินทุนส่วนตัว การกู้ยืมธนาคาร การ สนับสนุนจากรัฐบาล และเงินบริจาค ถ้าไม่มีข้อมูล จะประมาณมูลค่าเงินทุนได้เป็น 40,000 บาท ต่อ กิโลวัตต์ โดยยังไม่รวมถึงค่าเดินสายไฟ งานก่อสร้าง และเสาไฟฟ้า

มูลค่าการดำเนินงาน - รวมไปถึงภาษีและเงิน กู้ยืมในการติดตั้งแต่ละครั้ง มูลค่าการดำเนินงาน เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการและการบำรุงรักษา ประมาณมูลค่าการดำเนินการจากเมืองไปสู่เมืองได้ 900 บาท ไปถึง 1,700 บาท ต่อเดือน พิจารณาจาก เงินเดือนนอกเวลา (part time) ที่ต้องจ่ายเพิ่ม เงินเดือน จะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้บริโภคนิคม และระบบการจ่าย ไฟฟ้าไปสู่หลายบ้านที่เชื่อมต่อด้วย มีความต้องการ การบำรุงรักษามากกว่าจำนวนบ้านน้อย ยิ่งโครงการ เล็ก การปฏิบัติการอาจจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเลย

มูลค่าการบำรุงรักษาจะเพิ่มขึ้น เพราะว่าความ ต้องการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสียหายหรือที่มีการเดือน เพื่อให้การปฏิบัติการมีความน่าเชื่อถือ สามารถ ตั้งสมมติฐานได้เป็นสัดส่วนต่อมูลค่าเงินทุนได้เป็น ค่าคงที่ (1 – 2 % ต่อปี) ถ้าคุณภาพของอุปกรณ์และ การติดตั้งให้ประมาณเป็น 2 %

5.3 ค่าไฟฟ้า

อัตรค่าบริการเป็นปริมาณเงินที่ผู้บริโภคถูกเก็บเพื่อค่าบริการไฟฟ้าสำหรับไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจ้วค่าบริการในแต่ละเดือนจะมีค่าคงที่ อาจจะเป็นไปได้โดยการจำกัดโหลด แทนที่จะใช้การวัดปริมาณไฟฟ้าวิธีการติดตั้งระดับค่าบริการขึ้นอยู่กับชนิดของความเป็นเจ้าของและแผนทางการเงิน การขึ้นอัตรค่าบริการไว้ก่อนเพื่อชดเชยอัตราเงินเฟ้อ การเชื่อมโยงการขึ้นอัตรค่าบริการกับมูลค่าอื่นๆที่มีการใช้ หลอดไฟสำเร็จรูป (light packages) ไม่สามารถทำให้ผู้บริโภคเห็นความเชื่อมโยงโดยตรงมีความเข้าใจระหว่างระดับของการให้บริการที่พวกเขาควรจะได้รับ

Light packages (หลอดไฟสำเร็จรูป) เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับหลอดและเป็นไปได้กับวิทยุ ซีดีของระบบนี้คือ ราคาของการบริการและสามารถเปรียบเทียบประโยชน์ที่ได้รับได้ง่าย ถ้าหลอดไฟถูกใช้ ชั่วโมงสำเร็จรูปอาจจะให้กำลังได้ 15 วัตต์ จิตจำกัดของโหลดจะถูกกำหนดด้วยกำลังผลิตของแหล่งจ่ายไฟฟ้า ซึ่งต้องการสำหรับกำหนดจำนวนหลอด ผู้บริโภคจะต้องจ่ายค่าบริการเพิ่มชั่วโมงในอัตรากที่

แผนงานของชุมชนโดยที่ไม่มีเงินจากธนาคาร

ในกรณีผู้บริโภคได้จ่ายในเงินทุนให้เสร็จไปเรียบร้อยแล้ว ทำให้การจ่ายค่าบริการรายเดือนต่ำ ซึ่งครอบคลุมถึงการปฏิบัติการและการบำรุงรักษา

ค่าใช้จ่ายของผู้บริโภคสามารถประมาณได้ตามนี้

(1) ค่าการติดต่อชั่วโมงไฟ ถูกคำนวณโดยใช้ข้อมูลเป็น 40,000 บาทต่อกิโลวัตต์ และแต่ละชั่วโมงไฟเป็น 15 วัตต์ ดังนั้นค่าลงทุนต่อชั่วโมงไฟ 1 ชั่วโมงคือ 600 บาท ซึ่งต้องจ่ายก่อนที่จะมีการจัดซื้อซึ่งปีค่าการลงทุน

(2) การประมาณค่าบำรุงรักษาประมาณ 5 บาทต่อ 1 ชั่วโมงตลอดต่อเดือน ถ้าค่าบำรุงรักษาเป็น 0.000125 % ของมูลค่าการลงทุน (40,000 บาทต่อกิโลวัตต์) หรือมากกว่า เป็นต้น

(3) ประมาณค่าแรงงานพนักงานต่อเดือนโดยแยกประมาณจากจำนวนชั่วโมงไฟทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ถ้าประมาณ 100 ชั่วโมง จะคาดการณ์ได้ว่าควรจะเป็น 500 บาท ต่อเดือน ค่าปฏิบัติการต่อหลอดจะเป็น 5 บาทต่อหลอดต่อเดือน

(4) เพิ่มค่าปฏิบัติการไปสู่ค่าบำรุงรักษาเรียกว่าค่าดำเนินการต่อ ชั่วโมงซึ่งจะเป็นค่าที่ผู้บริโภคต้องจ่ายต่อเดือน

แผนงานที่ไม่มีเงินทุน

โดยปกติแล้วจะใช้กับบ้านในชนบทที่ขาดแคลนเงินทุนจึงต้องมีการยืมเงินทุนมาใช้ดำเนินการ ซึ่งมักจะเลือกใช้แหล่งเงินทุนกู้ยืมจากธนาคารหรือแหล่งสินเชื่อ ควรจะมุ่งประเด็นไปที่การสร้างมูลค่าผลตอบแทน ที่อัตราดอกเบี้ย ร้อยละ 10 ต่อปี ของยอดเงินที่ยืม

สรุปขั้นตอนในการคำนวณค่าบริการ

(1) คำนวณค่าต้นทุนต่อ 1 ชั่วโมงไฟก่อนเช่น (600 บาท) ต่อการลงทุน 40,000 บาท

(2) คำนวณค่าตอบแทนจากการยืม สมมติ ยืมเงิน 10,000 บาท ได้ผลตอบแทน 83.33 ต่อเดือนพิจารณา ในการใช้อัตรดอกเบี้ยที่ ร้อยละ 10 ต่อปี หรือ ร้อยละ 0.833 ต่อเดือน

(3) คำนวณค่าตอบแทนต่อ 1 ชั่วโมงไฟโดยการคิดต้นทุนต่อชั่วโมงไฟ คิดเป็นค่าตอบแทนร้อยละ 0.833 ต่อเดือน (เช่น $0.00833 \times 600 = 5$ บาท ต่อหลอดต่อเดือน) ไม่รวมเงินต้น

(4) บวกค่าบำรุงรักษา จำนวนจากพนักงาน แล้วคิดเป็นค่าบริการต่อ 1 ชั่วโมงต่อเดือน

แผนงานสำหรับเจ้าของกิจการ

สำหรับเจ้าของกิจการจำเป็นต้องคำนวณมูลค่าการลงทุน พวกเขาต้องการผลกำไรและความคุ้มค่าในการลงทุน ยกตัวอย่างเช่น อาจจะเป็น 10 % ของการกู้ยืมธนาคาร ซึ่งจะสามารถคำนวณค่าบริการต่อเดือนต่อ 1 ชั่วโมงลดเช่นเดียวกับวิธีการที่อธิบายมาแล้ว พวกเขาจะสำรวจอัตราการสั่งซื้อหลอดไฟ

5.4 ความเห็นด้วยจากผู้บริโภค

ก่อนที่จะความต้องการจะถูกสำรวจนั้น จะต้องสร้างความเห็นด้วยของผู้บริโภคให้ชัดเจนก่อน เพื่อจะช่วยให้ประกันว่า พวกเขาจะได้รับผลประโยชน์ รวมถึงค่าใช้จ่ายมีอะไรบ้างและระดับของแรงงานที่ต้องการประเด็นนี้จะถูกอธิบายดังต่อไปนี้

(1) ในฤดูแล้งเวลาชั่วโมงหลอดไฟเป็นอะไรที่ถูกจำกัดจากแหล่งจ่ายไฟ(อุปกรณ์อะไรที่สามารถใช้ได้หรือไม่ได้ ถ้ามีการใช้ปลั๊กไฟ)

(2) ค่าใช้จ่ายต่อ 1 ชั่วโมงหลอดไฟ(ค่าติดตั้งค่าเดินสาย ค่าไฟต่อเดือนจะเปลี่ยนไปตามเวลาอย่างไร)

(3) ถ้ากระแสไฟถูกจ่ายเป็นช่วงเวลา จะมีการแจ้งให้ทราบ

(4) ในการใช้ไฟอาจจะถูกลดลงตามปริมาณน้ำที่มี

(5) ความต้องการแรงงานในการสร้างโรงไฟฟ้า ท่อส่งน้ำ แหล่งเก็บน้ำและเสาไฟฟ้า

อธิบายข้อดีข้อเสีย

ต้องชี้แจงกับผู้ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าซึ่งมีความสำคัญมากที่จะต้องอธิบายข้อดีข้อเสียของการใช้ไฟฟ้าในชุมชนห่างไกล ดังนี้

(1) ช่วยในการมีหลอดไฟช่วยให้เกิดแสงสว่างสำหรับทำอาหารและการดูหนังสือของเด็ก

(2) คุณภาพอากาศดีกว่า เพราะว่าไม่มีตะเกียงน้ำมัน

(3) มีเงินน้อยเกินกว่าจะซื้อแบตเตอรี่หรือน้ำมัน

(4) มีความเสี่ยงจากไฟไหม้น้อย
ความสามารถในการมองเห็นจากหลอดไฟฟ้าในหมู่บ้านชนบท มีข้อดีอย่างมากต่อกระบวนการในการทำโดยไฟเดือนกัญ (บทที่ 13.1)

ข้อดี ของ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สำหรับ แสงไฟ และ โหลดน้อยๆอื่นๆคือ ผู้บริโภคสามารถสร้างข้อตกลงในการจ่ายค่าไฟทุกๆเดือน ซึ่งจะแตกต่างจากพลังงานอื่น เช่น น้ำมัน ถ่านไฟฉายซึ่งจะต้องซื้อ เวลาต้องการใช้งานได้ทันที

5.5 การสำรวจความต้องการ

การสำรวจความต้องการ เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่สุดสำหรับ โครงการ มันสามารถพัฒนาไปสู่การหาจำนวนหลอดไฟที่ต้องการสำหรับค่าไฟฟ้าและค่าติดตั้ง ซึ่งจะถูกคำนวณให้ถูกตามขนาดของโครงการที่ถูกติดตั้ง คำถามที่จะต้องถามคำตอบในลำดับของการออกแบบโครงการมีดังนี้

(1) จำนวนบ้านที่อยู่ในรัศมี 1 กิโลเมตร จากแหล่งน้ำ/ระบบขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

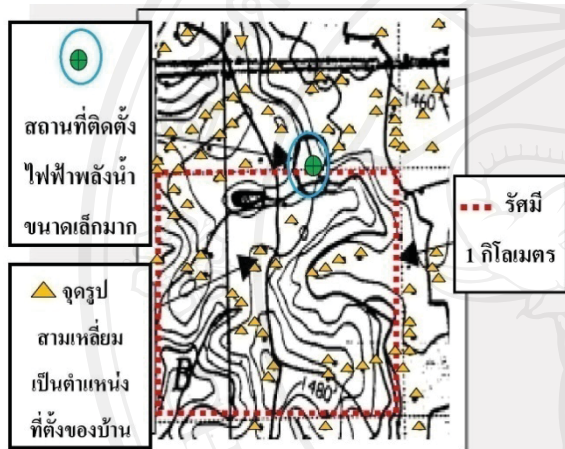
(2) ในพื้นที่นี้ มีจำนวนประชากรที่ต้องการจ่ายเงินเพื่อใช้ไฟฟ้าและควรจะเป็นจำนวนเท่าใด

(3) กิจกรรมอะไร ควรจะเป็นประโยชน์จากไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

จำนวนบ้านมีเท่าไร

จำนวนบ้านในรัศมี 1 กิโลเมตร ควรจะทราบได้จากประชาชนในท้องถิ่นที่สามารถตรวจสอบโดยการเดินดูในบริเวณรอบๆ 1 กิโลเมตร เป็นระยะทางที่

เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งกระแสไฟฟ้าจากไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สามารถส่งไปได้ สำหรับบางเมืองสามารถหาแผนที่ได้ แผนที่ขนาด 1 : 50,000 อาจจะใช้ระบุตำแหน่งนั้น แผนที่ที่สามารถขยายได้ด้วยภาพถ่ายจะง่ายในการระบุลักษณะเฉพาะในพื้นที่เฉพาะ และระบุบ้านที่เพิ่มเข้ามาได้ แผนที่ของชุมชนชนบทที่อาศัยอยู่ใกล้ๆ แหล่งน้ำเล็กๆใน ถูกแสดงดังภาพ



บางครั้งเป็นไปได้ที่จะส่งพลังงานไฟฟ้าไปโดยใช้หม้อแปลง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มราคาและความยุ่งยาก เครื่องขาร์ตแบตเตอรี่สำหรับประชาชนนี้ไกลเกิน 1 กิโลเมตรจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเพิ่มถ้าเป็นไปได้ สถานที่ที่ดีที่สุดสำหรับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นควร จะอยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของหมู่บ้านเท่าที่จะเป็นไปได้ ตำแหน่งของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามักจะขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำสำหรับคำแนะนำอื่นๆในการเลือกสถานที่และแผนผังให้อ่านในบทที่ 6

จำนวนประชากรที่พร้อมจะจ่ายเงินเพื่อใช้ไฟฟ้า

(1) รวบรวมผลสำรวจหลังคาเรือนในรัศมี 1 กิโลเมตร เพื่อหาดำเนินการเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ดีที่สุด ใส่ชื่อ ที่อยู่และจำนวนชั่วโมงตลอดที่ต้องการ สั่งซื้อโดยใช้ระดับค่าไฟ ค่าเดินสายไฟในบ้าน จะถูกคำนวณ อาจจะผ่านการประชุมหมู่บ้านหรือเข้าเยี่ยมตามบ้าน

แต่ละหลัง ผู้บริโภคต้องยอมรับข้อตกลงต่อจำนวนชั่วโมงตลอดที่สามารถมีได้

(2) ใช้ผลการสำรวจ ในการตัดสินใจในกำลังไฟฟ้าที่ต้องการจ่ายให้จำนวนชั่วโมงตลอดทั้งหมด และขนาดโครงการ

อะไรคือกิจกรรมที่จะได้ประโยชน์จากการใช้กังหันน้ำ

กิจกรรมอื่นๆ ปกติและจะทำงานด้วยมือใช้แรงคนหรือใช้เครื่องยนต์แทน ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก วางแผนการใช้ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ระหว่างวันต่อวัน ขณะที่พลังงานต้องการแสงไฟถูก เรียกว่า การลดอัตราส่วนโหลดหรือช่วงที่ไม่ได้ใช้ไฟฟ้า จะเพิ่มปริมาณเวลาซึ่งระบบน้ำไม่พอ สามารถช่วยทำให้ค่าใช้จ่ายต่อชั่วโมงลดลงได้อย่างไรก็อาจนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นและถูกรวมในการคำนวณ ถ้าธุรกิจนี้กำลังเริ่มต้นโครงการ

ความต้องการ สำหรับการ ใช้ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก นอกเหนือในการเพิ่มโหลดไฟประกอบด้วย

- (1) กระบวนการการเกษตร ประกอบด้วย การนวดและการสีข้าว
- (2) เครื่องขาร์ตแบตเตอรี่
- (3) การทำความเย็นและตู้เย็น
- (4) พลังงานสำหรับเครื่องมือ ในโรงงาน (workshop)

ในบทที่ 13 ในการหากิจกรรมอื่นๆที่จะใช้พลังงานจาก ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เป็นการเริ่มธุรกิจโดยใช้พลังงานน้ำ

ตัวอย่างในการคำนวณ

หมู่บ้าน มีความสนใจในการพัฒนาพลังงานจากน้ำ ซึ่งกำลังที่ได้ ไม่เกิน 4.5 กิโลวัตต์ ตลอดรอบปี ผู้นำหมู่บ้านต้องการจะรู้ว่าค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง

ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก และติดตั้งให้กับ 60 หลังคา
เรือนเป็นเท่าใด

มีความเป็นไปได้ 2 ประการ

- 1) ชุมชนจ่ายค่าใช้จ่ายทั้งหมดเอง
- 2) ชุมชนยืมเงินทุนจากธนาคาร แต่การเดิน
สายไฟฟ้าแต่ละหลังจ่ายเอง
- 3) คำนวนค่าไฟ ชั่วโมง 15 วัตต์ ในแต่ละชนิด

ของการเงิน(จำนวนเงินลงทุน)

ไม่มีการยืมเงินจากธนาคาร

สมมติว่าเงินทุนการติดตั้งเป็น 40,000 บาท ต่อ
กิโลวัตต์ ค่าต้นทุนต่อ 15 วัตต์ ต่อ 1 ชั่วโมงไฟ เป็น
เงิน $15/1000 \text{ W} \times 40,000 = 600$ บาท

ค่าใช้จ่ายสำหรับเดินสายในบ้านของแต่ละชั่วโมง
หลอดถูกวิเคราะห์ในตาราง รายละเอียดส่วนประกอบ
และค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินสายในบ้าน และ การ
จำกัดโหลด เป็นดังนี้

อุปกรณ์	ลักษณะเฉพาะ	ต้นทุน(บาท)
หลอด+ตัวยึด	11W CFL	150
คัตเอาต์	ใน line	60
Socket	ติดผนัง	20
สายไฟ	1.5 mm ² x 5m	115
ฟิวส์+ตัวจับ	3A / 220V	20
โหลดมิเตอร์	PTC Thermistor	250
สวิตช์	220V Isolation	35
กล่องพลาสติก	75 x 50 x 25 มม.	15
	ผลรวม	665

ค่าบำรุงรักษาโครงการรายปี ถูกคำนวณเป็น
อัตราดอกเบี้ย 10% ต่อปีของค่าเงินลงทุน ต่อ 1 ชั่วโมง
หลอดไฟ คิดเป็น

$$600 \times 0.01/12 = 5 \text{ บาทต่อเดือน}$$

ค่าผู้ประกอบการคิดเป็น 500 บาท ต่อเดือน

คาดหวังว่าจะมี 60 หลอด

ดังนั้น ทางเลือกของบริษัทจะต้องการที่จะ
จ่ายเงินต่อ 1 ชั่วโมงไฟ ดังนี้

การลงทุนต่อ 1 ชั่วโมงไฟ	600 บาท
ดำเนินงานระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	665 บาท
ซ่อมบำรุงต่อเดือน	5 บาท
ต้นทุนดำเนินการต่อเดือน	9 บาท

ตัวอย่าง ผู้บริโภคคนหนึ่งใช้ไฟ 2 ชั่วโมงไฟ จะต้อง
จ่าย $2 \times (600+665)=2,530$ บาท ในการเริ่มต้นและค่า
ไฟต่อเดือน ประมาณ $2 \times (5+9)= 28$ บาท

บทที่ 6

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

6. การวางแผนผังโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบถึงความสำคัญของการวางแผนผัง
2. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบถึงชนิดของแผนผัง

หัวข้อการอบรม

1. ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจวางแผนผัง
2. ตัวอย่างของแผนผัง
3. แผนผังที่ 1 : ท่อน้ำยาว สายส่งสั้น
4. แผนผังที่ 2 : ท่อน้ำสั้น สายส่งยาว
5. แผนผังที่ 3 : ใช้ทางน้ำ
6. แผนผังที่ 4 : ท่อแรงดันต่ำและมีการกักเก็บน้ำ

บทที่ 6

การวางแผนผัง

6.1 ปัจจัยอะไรที่ใช้ในการตัดสินใจวางแผนผัง

การเลือกแผนผังนั้นที่ผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ความน่าเชื่อถือ ราคา และความสะดวกในการบริการ ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจในการเลือกแผนผัง

(1) สถานที่ตั้งบ้านเรือนมีความสัมพันธ์กับ แหล่งน้ำ ถ้าบ้านเรือนตั้งอยู่ใกล้จากกังหันน้ำ โครงการนี้ค่อนข้างแผนอยู่ในแผน

(2) พลังงานที่ต้องการใช้ กำลังไฟฟ้าที่ผลิต ออกมาขึ้นอยู่กับ ปริมาณน้ำ (อัตราการไหล) และความสูงซึ่งมีผลต่อการวางแผนผัง

(3) ธรรมชาติของน้ำ การตรวจสอบธรรมชาติ ของน้ำ และเจรจาให้เข้าใจว่า การใช้ น้ำครั้งนี้ ทุกคนได้ประโยชน์ อาจจะตั้งคำถามว่า

- เจ้าของพื้นที่ที่จะใช้ทำโครงการนี้เป็นของใคร

- มีใครอีกไหมที่จะได้ประโยชน์ จากแหล่งน้ำ แหล่งนี้ กับจุดประสงค์อื่นๆ

ทำความเข้าใจให้ชัดเจนก่อนที่การติดตั้งจะเริ่มขึ้น หลีกเลี่ยงความโต้แย้ง จะทำให้ไม่สามารถ ดำเนินงานโครงการได้ หลังจากทำข้อตกลงเรียบร้อยแล้ว

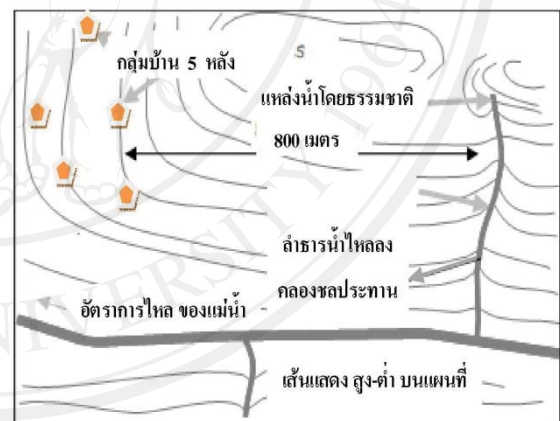
(1) ค่าใช้จ่าย และความสามารถในการหา ส่วนประกอบ แผนงานมีผลต่อค่าใช้จ่ายและกำลังที่ออกมา ส่วนหลักๆที่จะออกแบบแผนผัง คือ ท่อส่งน้ำ และระบบจำหน่ายต้องสั้นเท่าที่จะเป็นไปได้ ทั้ง ค่าใช้จ่ายและการสูญเสียกำลังเพิ่มขึ้น ตามความยาวของท่อส่ง และระบบจำหน่าย พื้นที่ห่างไกลจะต้องมี ขอบเขตในการเข้าถึงในการขนส่งวัสดุ ในการก่อสร้าง ซึ่งอาจจะเป็น งานโยธาเช่น ประตูดังน้ำ (intake) ทางเดินน้ำ และที่เก็บน้ำ

(2) การจ่ายน้ำ และโครงการชลประทาน ใน บางกรณี เป็นไปได้ที่จะรวม ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เข้ากับผลประโยชน์อื่นๆในชุมชน เช่น ระบบจ่ายน้ำ และระบบชลประทาน

ความยาวของท่อส่งน้ำและความยาวของสายส่ง ต้องตัดสินใจอย่างชัดเจน มันอาจจะมีประโยชน์เมื่อ พิจารณาแผนผังอื่นๆ ถ้าค่าใช้จ่ายในท่อPVC และ สายส่งขนาดและชนิดต่างๆ ควรประมาณค่าอย่าง ง่ายๆเพื่อเปรียบเทียบอย่างรวดเร็ว

รายละเอียดการออกแบบไม่ต้องการในขั้นตอน นี้ แต่มันอาจจะมีประโยชน์ ถ้านักออกแบบ ควรอ่าน และทำความเข้าใจใน บทที่ 10 ,11 และ 14 ก่อน ตัดสินใจเลือกแผนผังสุดท้าย

6.2 ตัวอย่างของแผนผัง



รูป 6-1 เป็นแผนที่ของบริเวณที่ใช้ในการ วางแผนทำแผนผังบน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าระดับความสูง เดียวกันเมื่ออยู่บนเส้นแนวผัง(contour line) เดียวกัน

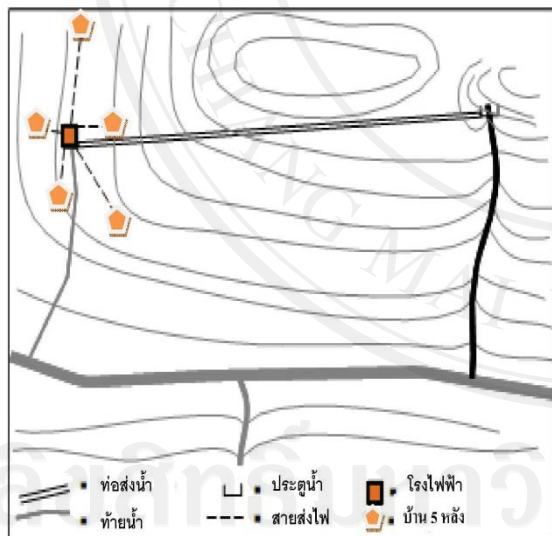
แผนผัง 4 แบบถูกพิจารณาตามตัวอย่างของ โครงการไฟฟ้าภูเขา ที่พื้นนี้มีปริมาณน้ำไหลตลอด ทั้งปี สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 100 วัตต์ สำหรับ 25 หลังคาเรือน อย่างไรก็ตาม มีการพิจารณา ระยะทางระหว่างแม่น้ำและบ้านหลังที่ใกล้ที่สุดใน หมู่บ้าน (ประมาณ 800 เมตร) และในระหว่างฤดูแล้ง

ระดับน้ำจะลดลงสู่ระดับต่ำสุด และใช้น้ำในระบบชลประทานแผนที่ของไชทังงาน ถูกเขียนและแสดงในรูป 6-1

เส้นแนวฝั่ง(contour line) ถูกเพิ่มเข้าไปซึ่งเชื่อมต่อแหล่งน้ำ ปริมาณที่มีความสูงเท่ากันมีความแตกต่างกัน 10 เมตร ระหว่างแต่ละเส้นแนวฝั่ง(contour line) และได้เพิ่มเส้นทางจากแม่น้ำที่ผ่านหมู่บ้าน

หมายเหตุ: ในรูปนี้แต่ละจุดแสดงผลของบ้าน 5 หลัง จากระยะทางจากแหล่งน้ำไปถึงหมู่บ้านมีการพิจารณา แผนที่ที่เป็นไปได้จำนวนหนึ่ง สรุปประเด็นหลักของแต่ละแผนผัง ถูกนำมาเปรียบเทียบอย่างรวดเร็วก่อน

6.3 แผนที่ 1 : ท่อน้ำยาว สายส่งสั้น



รูป 6-2 แผนที่ 1 สายส่งสั้นทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำแต่ท่อส่งน้ำยาวทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

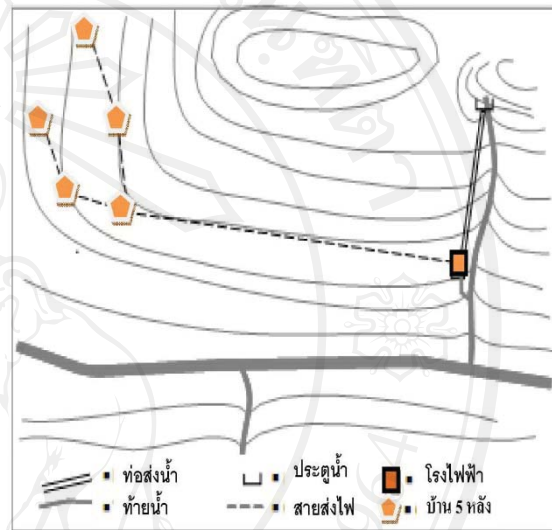
ในแผนที่ที่ 1 ท่อส่งน้ำนำน้ำมาสู่ โรงไฟฟ้า ในหมู่บ้านทำให้สายส่งสั้น งานโยธาจะมีมูลค่าต่ำสุด เพราะว่าทางเข้าน้ำนั้นเป็นถึงเก็บน้ำด้วย

(1) ทางน้ำที่ส่งน้ำกลับสู่แหล่งน้ำ จะใช้ระบบชลประทาน กรรมสิทธิ์แหล่งน้ำมีความสำคัญในทุกๆแผนที่ ยกเว้น แผนที่ 2

(2) มีการสูญเสีย Head loss เป็นอันมาก ยกเว้นจะใช้ท่อส่งน้ำที่เส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ๆ

(3) ค่าใช้จ่ายของท่อน้ำมีผลโดยตรงกับค่าใช้จ่ายของโครงการ ดูในบทที่ 11 เพื่อเลือกใช้ท่อส่งน้ำ

6.4 แผนที่ 2 : ท่อน้ำสั้น สายส่งยาว



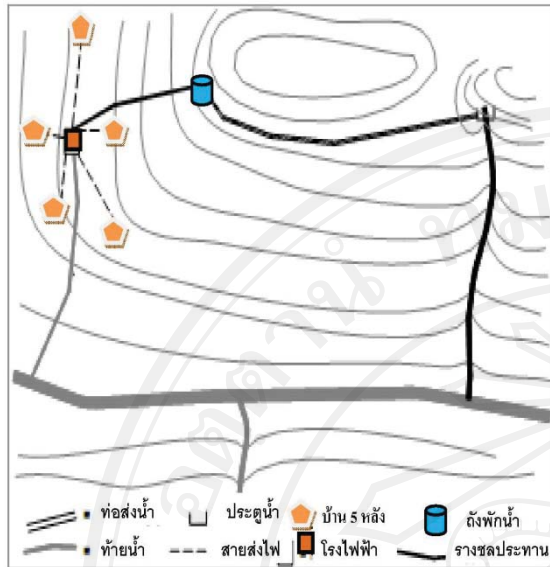
รูป 6-3 ท่อส่งน้ำสั้นและสายส่งยาว กรรมสิทธิ์แหล่งน้ำไม่มีผล

ในการออกแบบนี้ ค่าใช้จ่ายและการสูญเสีย (Head loss) จะถูกลดลงทั้งคู่ เพราะว่าท่อส่งน้ำสั้นกว่า ทางน้ำกลับไปสู่แหล่งน้ำโดยตรงจึงใช้ระบบชลประทานไม่ได้

(1) สายส่งจะมีมูลค่าสูง ต้องระมัดระวังในการเลือกให้มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดและหลีกเลี่ยงแรงดันตกเป็นอันมาก

(2) โรงไฟฟ้า มีระยะทางไกลจากหมู่บ้านซึ่งเป็นการไม่สะดวกสำหรับคำแนะนำในการออกแบบ และคิดค่าใช้จ่ายในระบบจำหน่ายอยู่ใน บทที่ 14

6.5 แผนผังที่ 3 ใช้ทางน้ำ



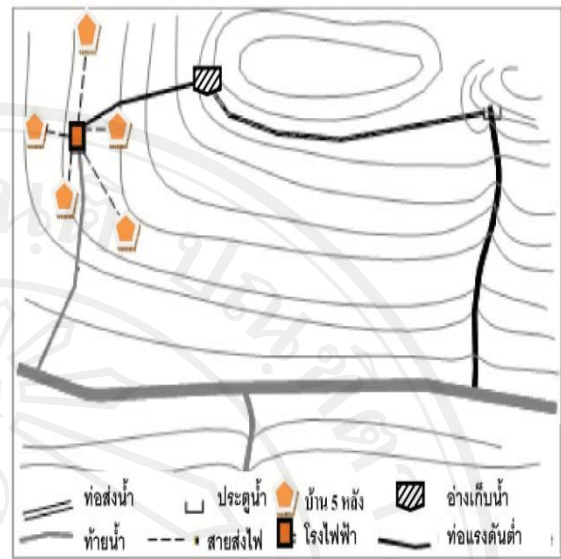
รูป 6-4 แผนผังที่ 3 ใช้วางเส้นทางน้ำแทนที่จะใช้สายส่งหรือท่อส่งน้ำยาวๆ

ในแผนผังนี้ น้ำ จะถูกส่งเข้าสู่หมู่บ้านโดยทางน้ำ มีงานที่ต้องใช้แรงงาน ขุดทางน้ำเป็นระยะทางไกล แต่สายส่ง และท่อส่งน้ำจะมีระยะทางสั้น

- (1) ทางน้ำซึ่งเป็นดินต้องมีการบำรุงรักษามาก
- (2) ทางน้ำที่เป็นคอนกรีต มีความน่าเชื่อถือ มั่นใจมากกว่า แต่มีค่าใช้จ่าย สูงในพื้นที่ห่างไกล
- (3) ทางน้ำควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีการพังทลายของดิน

บทที่ 10.2 จะใช้ข้อมูลในการออกแบบทางน้ำขนาดเล็ก

6.6 แผนผังที่ 4: ท่อแรงดันต่ำและมีการกักเก็บน้ำ



รูป 6-5 แผนผังที่ 4 ปรับเปลี่ยนแผนผังสุดท้ายโดยเปลี่ยนทางน้ำเป็นท่อแรงดันต่ำ มีถังเก็บน้ำเพื่อสะสมพลังงานก่อน

แผนผังที่ 4 มีความใกล้เคียงกับแผนผังที่ 3 แต่เปลี่ยนทางน้ำเป็นท่อน้ำแรงดันต่ำ และยังเก็บน้ำ เป็นแหล่งเก็บน้ำขนาดเล็ก ท่อน้ำแรงดันต่ำขนาดที่เหมาะสม ปกติจะซื้อมาใช้เป็นท่อระบาย ท่อชนิดนี้มีราคาถูกกว่าท่อส่งน้ำ

- (1) การบำรุงรักษา น้อยลง เพราะไม่มีทางน้ำ
- (2) ท่อนี้ติดตั้งง่ายกว่า ทางน้ำ
- (3) วัสดุก่อสร้าง แรงงาน และการบำรุงรักษา เป็นที่ต้องการสำหรับการสร้างแหล่งเก็บน้ำและท่อพิเศษต้องสั่งซื้อ
- (4) การสร้างแหล่งเก็บน้ำ สามารถจัดการได้ง่าย ในฤดูแล้งและท่อน้ำขนาดเล็กถูกใช้เพื่อนำน้ำมาจากลำธาร

บทที่ 10.3 อธิบายวิธีการออกแบบ แหล่งเก็บน้ำขนาดเล็ก

บทที่ 7

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

7. การสำรวจพื้นที่โครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบถึงขั้นตอนการสำรวจพื้นที่เพื่อในโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

หัวข้อการอบรม

1. พลังงานจากลำน้ำ
2. การใช้เครื่องมือที่สำคัญ
3. วิธีการวัดความสูงหัวน้ำ
4. การวัดอัตราการไหล

บทที่ 7

การสำรวจพื้นที่

7.1 พลังงานจากลำน้ำ

พลังงานที่เกิดจากลำน้ำมี 2 อย่าง คือ ความสูงหัวน้ำ (Head) และอัตราการไหล (Flow)

(1) ความสูงหัวน้ำ(Head) วัดในหน่วยเมตร เป็นความสูงในแนวตั้งวัดจากยอดและปลายท่อส่งน้ำ ถ้ามีความสูงมาก ๆ จะทำให้ความเร็วของกังหันเพิ่มขึ้นด้วย

(2) อัตราการไหล(Flow) วัดในหน่วยลิตรต่อวินาทีเป็นปริมาณน้ำที่ผ่านตัวเราภายใน 1 วินาที(l/s) เมื่อเรายืนอยู่กลางน้ำ

พลังงานน้ำจะคำนวณได้จาก ความสูงหัวน้ำ (Head)และ อัตราการไหล (Flow) โดยคูณกับที่ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก หน่วยของกำลังวัดได้ในหน่วย วัตต์ (Watt) $1000 \text{ วัตต์} = 1 \text{ กิโลวัตต์}$ โดยที่ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าคงที่เป็น 9.81 m/s^2 สูตรสำหรับพลังงานน้ำสามารถเขียนได้เป็น

$$\text{Hydro Power (W)} = \text{Head(m)} \times \text{Flow(l/s)} \times 9.81$$

ตัวอย่างการคำนวณพลังงานจากแหล่งน้ำ

ความสูงที่สูงที่สุดของสายน้ำในเนปาลตะวันตก เป็น 70 เมตร อัตราการไหลวัดได้เป็น 5 ลิตรต่อวินาที พลังงานที่ได้จากสายน้ำแห่งนี้เป็นเท่าใด

$$\begin{aligned} \text{ตอบ : กำลัง} &= \text{Head} \times \text{Flow} \times \text{Gravity} \\ &= 70 \times 5 \times 9.81 \\ &= 3433 \text{ W หรือ } 3.4 \text{ kW} \end{aligned}$$

การวัด ความสูง ที่ถูกต้องมีความสำคัญมาก ในบางพื้นที่มีอัตราการไหลมากกว่าความต้องการ ในทางปฏิบัติเมื่อมีสิ่งรบกวนในการคำนวณแล้วควร

มีการวัดซ้ำ ทางที่ดีควรประมาณ ความสูงหัวน้ำ (Head)และอัตราการไหล(Flow) ในต่ำกว่าความจริง

7.2 ใช้เครื่องมือที่สำคัญ

มีเครื่องมือจำนวนมากที่ช่วยในการคำนวณ ความสูงหัวน้ำ(Head) กับ อัตราการไหล(Flow) ซึ่งจะได้อธิบายในบทนี้ บางวิธีการต้องการการปฏิบัติที่แม่นยำ วิธีการที่ดีควรประกอบด้วยการใช้เครื่องมือเฉพาะทาง หรือต้องอบรมก่อนควรจะเป็นการวัดที่ทุกคนสามารถประมาณกำลังงานได้ง่ายๆ ในการวัดความสูงน้ำ(head) วิธีการหนึ่งคือการสายยางเติมน้ำ (Water-filled tube) เป็นวิธีที่ราคาถูกในเวลาที่จำกัด เราจะใช้เครื่องวัดระยะสูง(altimeter) แบบดิจิตอล และระดับ Abney ในการคำนวณ วิธีนี้สามารถหาค่าได้อย่างรวดเร็ว ถ้าใช้อย่างถูกต้อง เครื่องวัดระยะสูง(altimeter) แบบดิจิตอล เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางและราคาถูก เครื่องหนึ่งประมาณ 4,000 บาท

เทคนิคการวัด อัตราการไหล อธิบายได้ด้วยวิธีการใช้ถัง(Bucket) และลูกลอย(Float) มีความแม่นยำน้อยกว่าแต่งงานในการปฏิบัติมาก โดยการใช้เครื่องวัดความนำดิจิตอล หรือเรียกวิธีการนี้ว่า salt gulp ในหลายๆพื้นที่ วิธีการนี้ถูกใช้มากกว่าวิธีอื่น เพราะ เครื่องวัดความนำมีราคาถูกและใช้กันอย่างกว้างขวางเหมือนกับเครื่องวัดระยะสูง(altimeter) แบบดิจิตอล

7.3 วิธีการวัดความสูง (Head)

เทคนิคนี้จะสรุปไว้ในตารางที่ 7 – 1 โดยจะดูความแตกต่างของราคา ความซับซ้อนและความแม่นยำ โดยปกติแล้ว ความสูงต่ำนั้นจะมีค่าวิกฤตของความถูกต้องในการวัด ความสูงควรจะวัดใน

สถานที่ใช้วางทางเดินท่อ นั้นหมายความว่า ต้องมีแผนผังของระบบ สำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าและที่เก็บน้ำ อย่าลืมที่จะเลือกใช้ท่อส่งน้ำที่สั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ความสูงที่ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดจิ๋ว

ตารางที่ 7 -1 การเปรียบเทียบวิธีการวัดความสูงในหน่วยเมตร

ต้องการในคู่มือนี้ (ความสูงปานกลาง ถึง ความสูงมาก) จะต้องการอย่างน้อย 20 เมตร และที่เหมาะสมควรเป็น 50 เมตรหรือมากกว่า

	วิธีการ	ต้นทุน	ความถูกต้อง	เวลา	ความยาก	อุปกรณ์ที่ต้องการ	จำนวนแรงงาน
1	สายยางวัดระดับน้ำ (Water-filled plastic tube)	ต่ำกว่า (700 บาท)	ความถูกต้องร่วมกับการปฏิบัติ	ใช้เวลา (3-6 ชั่วโมง)	ง่ายต่อการเรียนรู้	หลอดพลาสติก tape measure, wooden pegs, คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และดินสอ	2 หรือมากกว่า
2	เครื่องวัดระยะสูง (altimeter) แบบดิจิตอล	ปานกลาง/สูง (4,000 บาท ต่อชิ้น) ยืมหรือจ้างถ้าเป็นไปได้	+/-1m to +/-5m ขึ้นอยู่กับแบบจำลอง (ความถูกต้องมากเป็นไปได้โดยใช้ altimeters 2 ตัว	มีวิธีการที่รวดเร็ว (น้อยกว่า 1 ชั่วโมง)	ไม่ต้องการความชำนาญ	Digital altimeter, wooden pegs, คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และดินสอ	1 (ดีกว่าถ้าใช้ 2)
3	Abney Level	ต่ำ ยืมหรือจ้างถ้าเป็นไปได้	ความถูกต้องร่วมกับการปฏิบัติ	ช้า (มากกว่า 2 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับประสบการณ์)	ต้องการการฝึกฝน	Abney Level, long tape measure, two sticks(1.5m), pegs, คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และดินสอ	2

สายยางเติมน้ำ (Water – filled Tube)

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ราคาถูกที่สุดสำหรับการวัดความสูง ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เฉพาะเจาะจง เราจะใช้สายยางพลาสติกความยาวประมาณ 20 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 หรือ 10 มิลลิเมตร เติมน้ำลงในสายยางดังนั้นทั้งสองข้างจะมีระดับเท่ากัน ควรทิ้งระดับน้ำให้ต่ำกว่าปากสายยาง 30 เซนติเมตร ระดับน้ำในสายยางจะเท่ากันไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนก็ตาม การใช้ลูกโป่งเล็กๆ ในสายยางจะช่วยให้อ่านค่าได้แม่นยำ วิธีการนี้จะใช้คนอย่างน้อย 2 คน ทำการวัดและบันทึกผล

กระบวนการ

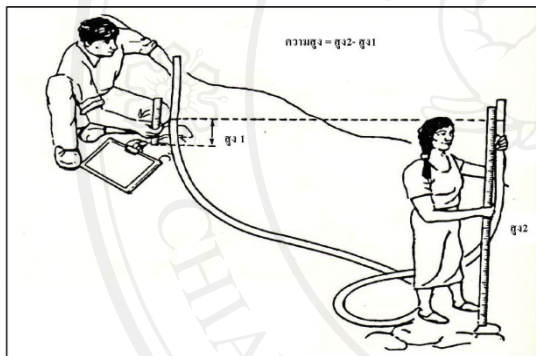
ขั้นตอนที่ 1 แต่ละคนถือปลายสายยางไว้ระวางน้ำหกออกโดยใช้หัวแม่มือปิดไว้ เริ่มต้นด้วยการ

ปรับระดับน้ำในสายยางก่อนบริเวณถึงพักน้ำ ควรจะทำเครื่องหมายไว้ที่สายยาง ผู้ช่วยของคุณยังคงถือปลายสายยางไว้ที่ระดับถึงพักน้ำ แล้วคุณก็เคลื่อนที่ลงไปตามหุบเขาได้ทีน้ำไม่ได้กระฉอกออกไป สายตาของคุณจะอยู่ที่ระดับน้ำในสายยางตลอดเวลา ชูมือขึ้นเหนือศีรษะเอาหัวแม่มือออก หาดำแหน่งที่น้ำอยู่ที่ระดับสายตา ดังนั้นระดับน้ำที่ระดับสายตาของคุณจะเท่ากับระดับน้ำที่ถึงพักน้ำ บันทึกค่าและยืนอยู่กับที่

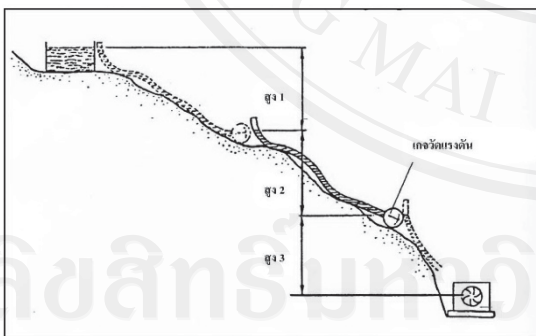
ขั้นตอนที่ 2 ผู้ช่วยของคุณจะเดินลงมาจากตัวคุณ ใช้หัวแม่มือปิดปลายสายยางไม่ให้ น้ำออก แล้วยกมือขึ้นเหนือศีรษะ ขณะที่ผู้ช่วยเดินลงไป คุณก็ลดระดับสายยางลงจนกระทั่งระดับน้ำอยู่ที่ปลายเท้า

ของคุณ ผู้ช่วยจะหยุดเดินเมื่อระดับน้ำอยู่ที่ระดับสายตา บันทึกค่าเป็นครั้งที่สอง

ขั้นตอนที่ 3 ทำกระบวนการดังกล่าวซ้ำๆจะกระทั่งถึงบริเวณที่คาดว่าจะติดตังกั้น รวมจำนวนครั้งที่บันทึก คำนวณด้วยค่าเฉลี่ย (จากระดับสายตาของผู้วัดทั้ง 2 คน จะได้ค่าความสูงรวม และควรทำการวัด 3 ครั้ง เพื่อความถูกต้อง ทำการกำหนดตำแหน่งที่ ถึงพักน้ำ และไฟฟ้าถ้า ความสูงที่ได้สูงกว่าความจำเป็นให้หาตำแหน่งที่เหมาะสมกว่า ควรวัดระยะทางระหว่างผู้วัดทั้งสองด้วยเพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกความยาวท่อส่งน้ำ



รูป 7-1 การวัดระยะสูงด้วยสายยางน้ำถ้ำระดับ



รูป 7-2 การวัดระยะสูงด้วย เกจวัดความดัน
การประยุกต์วิธีการนี้ โดยการใช้เกจวัดแรงดัน (pressure gauge) ที่ปลายสายยางแต่ละข้างทำการวัดและบันทึกค่าในแต่ละจุด ผลรวมของความดันทุกจุดสามารถคำนวณความสูงได้ เกจวัดแรงดัน (pressure gauge) จะต้องทำการปรับแต่งค่า (calibrated) ก่อนใช้เพื่อให้ได้ค่าที่อ่านถูกต้อง ดิกสูงๆและตลิ่งเมตร

มักจะใช้การปรับแต่ง เครื่องวัดระยะสูง (altimeter) แบบดิจิตอล



รูป 7-3 การวัดด้วย เครื่องวัดระยะสูง (altimeter) แบบดิจิตอล ที่แม่นยำ

เครื่องวัดระยะสูง (altimeter) แบบดิจิตอล

เป็นวิธีการวัด ความสูงที่สะดวก ความสูงถูกคำนวณโดยใช้การเปลี่ยนแปลงความดันอากาศ ผู้ใช้สามารถบันทึกและอ่านค่าได้ที่ตำแหน่ง ถึงพักน้ำ และที่กั้น เพื่อคำนวณความสูง การวัดครั้งที่ 2 ควรทำอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกัน การเปลี่ยนแปลงความดันอากาศ (การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ) จะมีผลต่อการอ่านค่า

ทางที่ดีที่สุดในการกำจัดผลของภูมิอากาศทำได้ โดยการใช้ altimeter 2 เครื่อง และทำการวัดในเวลาเดียวกัน เครื่องหนึ่งวัดจากบนลงล่าง และอีกเครื่องวัดล่างขึ้นบน เพื่อตรวจสอบผลของการเปลี่ยนแปลงอากาศ และทำการปรับค่าใหม่ ทำการวัดซ้ำในเวลาต่างๆกัน เพื่อตรวจสอบ ความสูงที่ถูกต้อง ถ้าเครื่องวัดระยะสูง (altimeter) แบบดิจิตอล สามารถปรับศูนย์ได้ ควรจะปรับศูนย์ในเวลาเดียวกัน ในเวลาที่คนหนึ่งนำ altimeter เคลื่อนที่ไปตำแหน่งใหม่ การอ่านค่าทั้ง 2 ครั้งสามารถให้ค่าความสูงได้ และจดเวลาในการวัดด้วย ความถูกต้องที่ได้จากการประมาณด้วย altimeter ดิจิตอล ะเป็นอย่างน้อย +/- 5 เมตร จากการประมาณด้วย altimeter ดิจิตอล ถึงแม้ว่าความผิดพลาดน่าจะเป็น +/- 1 เมตรก็ตาม

ระดับ Abney (เครื่องส่องระดับมือถือ)

ระดับ Abney (หรือ clinometers) เป็นเครื่องส่องระดับมือถือ ซึ่งต้องการทักษะในการใช้งาน การวัดความสูงแต่ละครั้งมีความถูกต้อง $\pm 5\%$ ด้วยวิธีการนี้จะต้องวัดมุมของความชันและระยะทางและใช้สามเหลี่ยมมุมฉากในการคำนวณความสูง แล้วทำการรวมความสูงทั้งหมด

กระบวนการในการวัดโดยใช้ระดับ Abney

ขั้นตอนที่ 1 เสา 2 ต้นความสูง 1.5 ถึง 1.6 เมตร (พื้นถึงระดับสายตา) เสาต้นแรกอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งหน้าและเสาต้นที่ 2 อยู่ห่างออกไปประมาณ 30 เมตรขึ้นไปหา intake โดยเส้นทางนี้ต้องปลอดภัยมองเห็นได้ดี สัญลักษณ์สีสว่างๆ หรือวัสดุที่เหมือนกันใช้ทำเครื่องหมายได้บนยอดของเสาเพื่อเป็นจุดสังเกต

ขั้นตอนที่ 2 วัดระยะทางระหว่างเสาทั้งสองและบันทึกค่า (ระยะทาง d) ระดับ Abney บางเครื่องสามารถวัดระยะทางแทนตลับเมตรได้

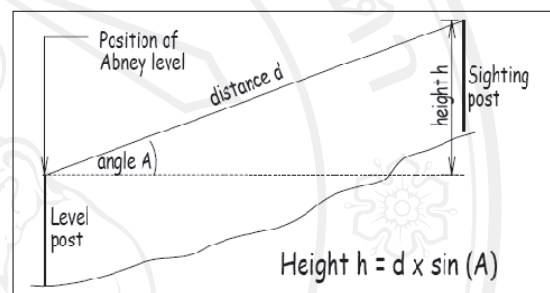
ขั้นตอนที่ 3 มุมระหว่างเสาทั้ง 2 จะวัดอย่าง

รอบคอบโดยจากระดับแล้วบันทึกผล หลังจากนั้นเสาทั้งสองจะย้ายขึ้นไปไว้เหนือเสาอีกต้นหนึ่งเป็น

แนวตรง

ขั้นตอนที่ 4 ทำซ้ำกระบวนการเดิมจนกว่าจะไปถึงระดับที่ประตูระบายน้ำ (intake)

ขั้นตอนที่ 5 ความสูงระหว่างแต่ละจุดจะถูกคำนวณด้วย กฎของ sine แล้วบวกความสูงทั้งหมดเข้าด้วยกันจะได้ความสูงรวม



รูป 7-4 คำนวณความสูงระหว่าง 2 จุดโดยใช้ระดับ

Abney

ตารางที่ 7-2 วิธีการที่เหมาะสมในการวัดอัตราการไหลน้อยๆ (50 ลิตร/วินาที)

	วิธีการ	ต้นทุน	ความถูกต้อง	ความยาก	เวลา	อุปกรณ์	จำนวนแรงงาน
1	ถังใส่น้ำความจุประมาณ 10-20 ลิตร	ไม่แพงมากนักเล็กน้อย	ขึ้นอยู่กับวิธีการน้อย/ประสบการณ์	ไม่ยาก	10 นาที = เวลาต่อน้ำเต็มถัง	ถังและนาฬิกาจับเวลา	2
2	ใช้หุ่นลอยน้ำ	ไม่แพงมากนักเล็กน้อย	ความถูกต้องตอบสนองต่ำใน smooth parallelsided channels	ไม่ยาก	30 นาที	หุ่นไม่ลอยน้ำได้ (ไม้ชิ้น), เทปวัด, นาฬิกาจับเวลา	2
3	Salt Gulp Analysis วิเคราะห์จากการใช้เกลือ	สูง(7,000).ยืม / จ้าง	ปานกลางถึงสูง ร่วมกับการฝึกฝน ($\pm 5\%$)	ต้องการการดูแล	1 ชั่วโมง	Conductivity metre, Salt weighed into ถุง, bucket, เครื่องคิดเลข	1หรือมากกว่า



รูป 7-5 การวัดความสูงโดยใช้ระดับ Abney

ตารางที่ 7-3 การใช้ระดับ Abney ระยะทางและมุม ถูกบันทึกในแต่ละจุดระหว่างกั้นถึง ประตูระบายน้ำ(intake) ดังนั้น ความสูงรวมสามารถคำนวณได้ซึ่งแสดงไว้ข้างบน

Station No.	Distance D	Angle A	$D \times \sin(A)$
1	31.5 m	14°30'	7.89 m
2	29.0 m	7°15'	3.66 m
11	23.1 m	10°20'	4.14 m
Total head			57 metres

7.4 การวัดอัตราการไหล

ความถูกต้องในการวัดอัตราการไหลขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ การสำรวจความต้องการและประมาณความสูงช่วยให้สามารถคำนวณอัตราการไหลที่ต้องการวัดได้ ในหลายกรณี การหาอัตราการไหลมีความจำเป็นสำหรับการวางแผน เมื่อน้ำที่ใช้ในไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีอัตราการไหลน้อยในช่วงเวลาวิกฤตในฤดูแล้ง การวัดอัตราการไหลในช่วงที่แล้งที่สุดและฝนไม่ตกเหมาะสมในการวัดที่สุด ประชาชนในท้องถิ่นจะสามารถบอกได้ว่าระดับน้ำปกติในลำธารเป็นเท่าใดในแต่ละช่วงเวลาในรอบปี และช่วยให้ผู้สำรวจประมาณอัตราการไหลตลอดทั้งปีได้ มีวิธีการวัดอัตราการไหลมี 3 วิธี ที่จะอธิบายคือสำหรับการวัดอัตราการไหลน้อยๆ (น้อยกว่า 50 ลิตรต่อวินาที) ซึ่งสรุปไว้ในตารางที่ 7-7

วิธีการถังตวง (Bucket)

วิธีการง่ายๆในการหาอัตราการไหลน้อยๆ(ไม่เกิน 10 ลิตร/วินาที) จะใช้ถังตวงและนาฬิกาจับเวลา ในทางปฏิบัติจะใช้ถังใหญ่ๆ ปริมาตรถึง 15 ลิตร เหมาะสำหรับการไหลน้อยๆ(3ลิตรต่อวินาที) และใหญ่ขึ้นเมื่อวัดอัตราการไหลที่มากขึ้น

ขั้นตอนที่ 1 หาขนาดความจุของถัง (ถ้าไม่ได้ระบุไว้) ใช้ภาชนะขนาดเล็กที่รู้ปริมาตรแล้ว เช่น ขวด 1 ลิตร เติมน้ำลงในถังด้วยภาชนะเล็กๆและนับจำนวนลิตรที่คุณเติมลงไป มาร์กตำแหน่งที่ถังเมื่อได้น้ำปริมาตรมากที่สุด

1 ลิตร

20 ลิตร



รูป 7-6 ใช้ภาชนะเล็กๆที่ทราบปริมาตรหาปริมาตรของภาชนะอีกอัน

ขั้นตอนที่ 2 หาบริเวณในการวัดอัตราการไหล

อาจจะเป็นสิ่งที่ยาก ถ้าคุณต้องการหาวิธีในการส่งน้ำเข้าสู่ถังโดยตรง จำเป็นต้องจะไม่ให้น้ำกระลอกออก ถ้ามีการกระลอกออกให้คำนวณสัดส่วนและบวกเข้าไปในการวัดอัตราการไหล

ขั้นตอนที่ 3 ทำการวัด

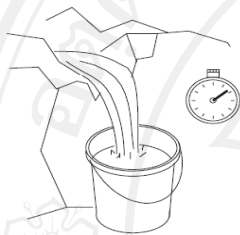
ใช้นาฬิกาจับเวลา หรือนาฬิกาธรรมดาไว้ในมือข้างหนึ่ง บันทึกระยะเวลาที่น้ำเต็มถัง ทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย ถ้าน้ำเต็มถึงน้อยกว่า 5 วินาที ผลของการวัดของคุณอาจจะไม่ถูกต้องเพื่อได้ค่าที่ถูกต้อง ต้องหาภาชนะที่ใหญ่กว่าหรือใช้วิธีการอื่นในการหาอัตราการไหล

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณอัตราการไหลให้อยู่ในปริมาณ ลิตรต่อวินาที

ถ้าถังมีขนาด 15 ลิตรและใช้เวลา 8 วินาทีในการเติมน้ำเต็มถัง อัตราการไหลเป็น $15/8$ หรือ 1.87 ลิตรต่อวินาที

ขอแนะนำสำหรับวิธีการที่จะหันหน้าให้เข้าสู่ถึงวัดดวง

(1) น้ำตกตามธรรมชาติ



(2) สร้างทำนบจากวัสดุที่หาได้และใช้ท่อส่งน้ำที่ทำจาก กาบกล้วย เพื่อเป็นทางน้ำ



(3) สร้างทำนบง่ายๆและใช้ท่อน้ำ



วิธีการใช้ทุ่นลอย(Float)

วิธีการนี้ทำงานได้ดีเมื่อมีทางน้ำหรือ ช่องน้ำสามารถใช้ได้กับแม่น้ำ และลำห้วย ถึงแม้ว่าจะมี

ความถูกต้องต่ำก็ตาม ข้อมูลที่จำเป็นในวิธีการนี้มี 2 ส่วน

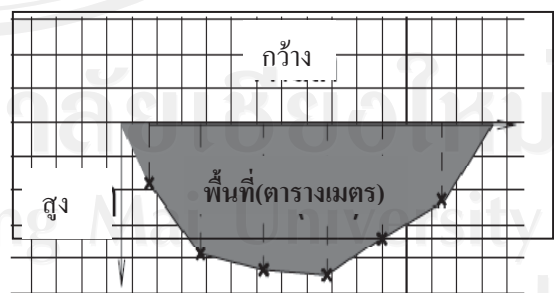
(1) พื้นที่หน้าตัดของลำน้ำที่ไหลในลำห้วยหรือทางน้ำ

(2) ความเร็วของน้ำที่ไหล สามารถวัดโดยใช้การไหลและเวลาระหว่าง 2 จุดที่รู้ระยะทางแล้ว

กระบวนการ

ขั้นตอนที่ 1 หาพื้นที่หน้าตัด (Cross-Section-Area :CSA)

ความยากของการวัดหาพื้นที่หน้าตัด ขึ้นอยู่กับชนิดของการไหลที่จะพิจารณา ประมาณหาพื้นที่หน้าตัด ในทางน้ำเรียบๆ ง่ายกว่า ลำห้วยที่เป็นโขดหิน ในการประมาณพื้นที่โดยการวัดความกว้าง ความลึกในที่น้ำไหลผ่าน พล็อตความลึกที่วัดได้ในกระดาษตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสแสดงในรูป 7-5 เชื่อมจุดด้วยเส้นหนาระหว่างความกว้างที่มาร์กไว้บนแกน เพื่อสร้างพื้นที่ปิด พื้นที่นี้สามารถประมาณด้วยการนำจำนวนสี่เหลี่ยมจัตุรัสในหน่วย m^2 ทำการวัดซ้ำในช่วงกลางและท้ายของระยะที่ต้องการวัด (ประมาณ 10 เมตร) คำนวณค่าเฉลี่ย หาพื้นที่หน้าตัดทั้ง 3 ค่า



รูป 7-7 กระดาษตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส ช่วยในการประมาณ พื้นที่หน้าตัด(Cross-Section Area)

ขั้นตอนที่ 2 วัดความเร็วของการไหล

ความยาว (L) 10 เมตร กำหนดจุดไว้เพื่อใช้สังเกต เริ่มจับเวลาการไหลเมื่อวัตถุผ่านจุดแรกและ

หยุดเวลาเมื่อถึงจุดที่ 2 ทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง เพื่อความน่าเชื่อถือ ในการทดสอบนี้ เลือกบริเวณสายน้ำที่เป็นแนวตรง เพื่อได้ พื้นที่หน้าตัดที่ดีที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณอัตราการไหลในหน่วย ลิตรต่อวินาที

อัตราการไหลได้จากการคูณกันของพื้นที่และความเร็วเฉลี่ยของไหล เพราะฉะนั้นที่ผิวหน้าไหลเร็วกว่าส่วนอื่น จึงต้องเพิ่มสัดส่วนการไหลเข้าไปด้วยความแตกต่างระหว่างความเร็วพื้นผิวและความเร็วสายน้ำเฉลี่ยขึ้นอยู่กับชนิดของสายน้ำ Velocity Correction Factor ทางด้านล่างนี้เป็นแนวทางในการช่วยคำนวณ ตารางนี้มีตัวชี้วัดของความถูกต้องเพื่อใช้ในการประมาณ

ชนิดของลำธาร	Velocity correction factor	ความถูกต้อง
ช่องสี่เหลี่ยมปรับเรียบ ด้านข้างและแบบเตี้ย	0.85	ดี
ลึก สายน้ำเคลื่อนที่ช้า	0.75	ตอบสนอง
ลำธารเล็กที่มีผิวเรียบ	0.65	ต่ำ
กระแสน้ำเร็วปั่นป่วน	0.45	ต่ำมาก
ช่องแคบตัน เต็มไปด้วยหิน	0.25	ต่ำมาก

สมการในการคำนวณอัตราการไหลคือ

$$Q = A_{ave} \times V_{surface} \times \text{Correction Factor}$$

เมื่อ : Q = อัตราการไหล หน่วย ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที(m^3/s)

A_{ave} = หาพื้นที่หน้าตัด เฉลี่ย หน่วยตารางเมตร (m^2)

$V_{surface}$ = ความเร็วผิวน้ำหน่วยเมตรต่อวินาที (m/s)

คูณคำตอบด้วย 1000 เพื่อให้อยู่ในหน่วย ลิตรต่อวินาที ความถูกต้องของวิธีการใช้ฟลูต(Float) มีจำกัด เพราะข้อกำหนดของ correction factor และความยากในการวัด หาพื้นที่หน้าตัด ในแต่ละสายน้ำ

ตัวอย่าง การคำนวณอัตราการไหลด้วยใช้วิธีการ ใช้ฟลูต(Float) รูป 7-8

อัตราการไหลเป็นเท่าใด เมื่อข้อมูลของช่องน้ำเล็กมีดังนี้

1) ช่องน้ำลึก 25 เซนติเมตร รูปร่างของช่องน้ำคล้ายกับสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความกว้าง 40 เซนติเมตร พื้นที่ค่อนข้างเรียบ

2) เมื่อมีวัตถุไหลในระยะ 20 เมตร ใช้เวลาแต่ละครั้งในการจับเวลาเป็น ก) 30 ข) 40 และ ง) 24 หน่วยวินาที ตามลำดับ

ตอบ :

(1) หาพื้นที่หน้าตัด เฉลี่ย ของช่องน้ำ

$$= 0.25 \times 0.4$$

$$= 0.1 \text{ ตารางเมตร}$$

(2) เวลาเฉลี่ย

$$= (36+40+44)/3$$

$$= 40 \text{ วินาที}$$

ความเร็วเฉลี่ยบนผิวน้ำ

$$= 20 \text{ เมตร} / 40 \text{ วินาที}$$

$$= 0.5 \text{ เมตรต่อวินาที}$$

(3) Correction Factor สำหรับช่องน้ำเรียบ

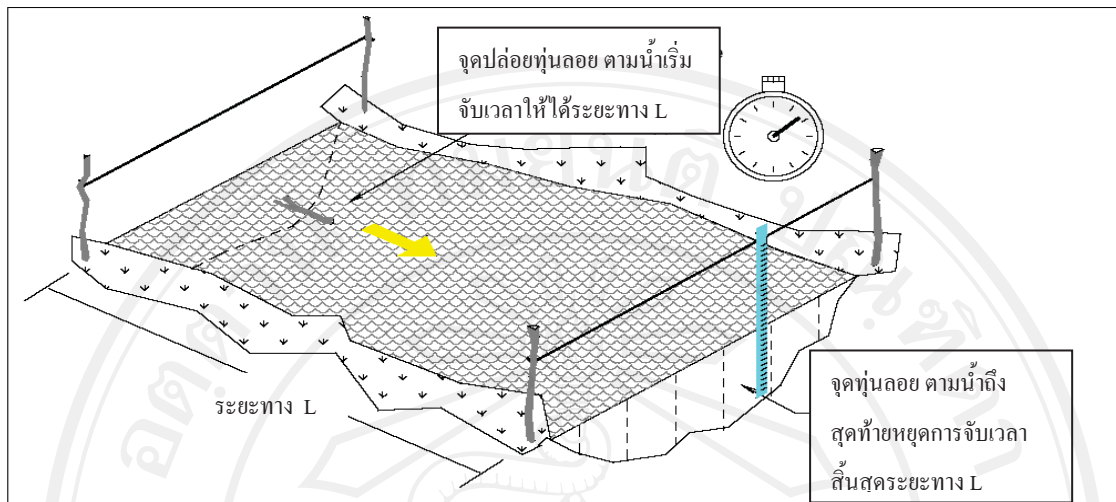
$$= 0.85$$

(4) อัตราการไหล=พื้นที่ × ความเร็ว × Correction Factor

$$= 0.1 \times 0.5 \times 0.85$$

$$= 0.0425 \times 1000$$

$$= 42.5 \text{ ลิตรต่อวินาที}$$



รูป 7-8 หอัตรการไหลด้วยวิธีการใช้ทุ่นลอย(Float)

วิธีการ salt Galp method

วิธีการนี้ต้องการคำนวณที่ซับซ้อนขึ้นกว่าวิธีการอื่น แต่ง่ายที่จะดำเนินการ ในการปฏิบัติงานจริงถึงแม้ว่ามันจะมีความสะดวก รวดเร็ว มีความแม่นยำในการวัด อัตราการไหลก็ตามจะต้องมีเครื่องวัดความนำไฟฟ้าดิจิตอลแบบพกพา (portable digital conductivity meter) และค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของเกลือ digital conductivity meter เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายและคาดหวังว่ามันสามารถใช้ได้ในที่ติดตั้งไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สามารถต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์Spread sheet ใช้ในเปลี่ยนผลที่ได้ให้เป็นอัตราการไหลได้อย่างรวดเร็ว ในอีกทางหนึ่งเครื่องคิดเลขและกระดาษกราฟใช้ทำการคำนวณผลลัพธ์ วิธีการนี้มีความถูกต้อง ระหว่าง 5% ถ้าปฏิบัติอย่างถูกต้อง ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความนำไฟฟ้า (conductivity) ของน้ำในลำธารจะเพิ่มขึ้นเมื่อใส่เกลือลงไป อัตราการไหลจะคำนวณโดยวัดความเร็วของความเข้มข้นของเกลือในสายน้ำนั่นเอง



รูป 7-9 เครื่องวัดความนำไฟฟ้ามีพอด และถุงบรรจุเกลือ



รูป 7-10 วิธีการวัดด้วยเครื่องวัด salt Galp method กระบวนการ

ขั้นตอนที่ 1 ใส่สารละลายเกลือลงในน้ำ

ผสมเกลือลงในน้ำที่อยู่จนถึงจนละลายให้ได้ปริมาณน้ำในถึงนั้น แต่เกลือที่ใส่น้ำต้องไม่หกบนที่ก้นน้ำหนักของเกลือที่ใส่ลงไปในถึงหน่วย

กรัม เทสสารละลายเกลือลงในลำน้ำ เนื้อของเกลือจะขึ้นอยู่กับขนาดการไหล

ขั้นตอนที่ 2 บันทึกการเปลี่ยนแปลงค่า conductivity

ในลำน้ำ แล้วใช้ตัววัดของเครื่องวัดความนำไฟฟ้าของน้ำ ปกติ เรียกว่า *back-ground conductivity* บันทึกค่าความนำไฟฟ้าทุกๆ 5 วินาที ซึ่งมันจะเริ่มมีค่ามากขึ้นใน 2 ถึง 3 นาที หลังจากใส่เกลือที่ต้นน้ำ หลังจาก 15 นาที ถ้าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำยังไม่เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของระดับ *black ground* จะต้องทำการทดสอบใหม่ โดยใส่เกลือเพิ่มขึ้น อ่านค่าอย่างต่อเนื่องทุกๆ 5 วินาที จนกระทั่ง ค่าการนำไฟฟ้ากลับสู่ *black-ground* ปกติแล้วจะผ่านไปหลังจากทดสอบ 10 ถึง 15 นาที อาจจะเลือกใช้ ขนาดในการวัดให้เหมาะสมกับการนำที่มากที่สุดที่อ่านได้ จะช่วยลดความผิดพลาด ผลจากการตั้งค่าเริ่มต้น มิเตอร์อ่านค่าปกติเป็น ไมโครซีเมน (μS) ซึ่งหน่วยของค่าตัวนำเป็น ($\text{bhms}^{-1} \times 10^{-6}$)

ขั้นตอนที่ 4 พล็อตกราฟของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเกลือต่อเวลา

ค่าที่อ่านได้จะถูกพล็อตลงบนกระดาษตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสเป็นกราฟของความนำไฟฟ้าต่อเวลา รูปร่างของกราฟจะเป็นผลที่ใช้ในการประเมิน โคน้ำเรียบๆ มีฟิโกลายน้อยมีค่าเป็น 2 เท่าของ *black ground* ซึ่งจะบ่งบอกว่ากระบวนการนี้ประสบความสำเร็จ ถ้าเส้นโค้งไม่ดี หรือไม่สามารอ่านค่าได้ต้องทำใหม่

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณพื้นที่ใต้เส้นโค้ง

สร้างพื้นที่ใต้เส้นโค้งเพื่อคำนวณอัตราการไหล สามารถทำได้โดยการนับจำนวนสี่เหลี่ยมจัตุรัสและ

รวบรวมผลโดยใช้ Spread sheet ถ้าคุณนับสี่เหลี่ยมจัตุรัสแล้วให้คำนวณด้วยสเกลบนแกน

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณอัตราการไหลเป็นดังนี้

$$Q = M \times K^{-1} / A$$

ซึ่ง

Q = อัตราการไหล (ลิตรต่อวินาที)

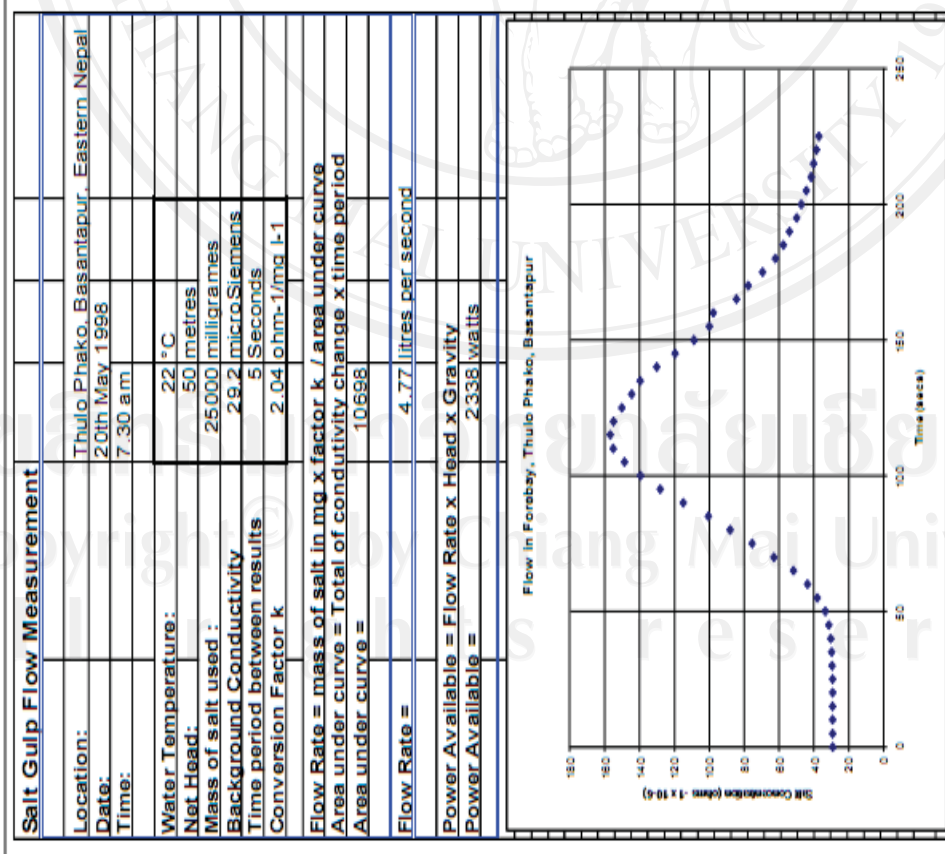
M = มวลของเกลือ (มิลลิกรัม)

K^{-1} = conversion factor ($\text{ohm}^{-1}/\text{mg l}^{-1}$)

A = พื้นที่ใต้โค้ง ($\text{S} \times 10^{-6} \times \text{ohm}^{-1}$)

ค่าความนำไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนไปเป็นความเข้มข้นของเกลือโดยการคูณด้วย **conversion factor** ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ **conversion factor** มีหน่วยเป็น $\text{ohm}^{-1}/\text{mg}^{-1}$ ที่อุณหภูมิของน้ำ 22 องศาเซลเซียส ค่า $k^{-1}=2.04$

หมายเหตุ มวลของน้ำเปลี่ยนเป็นมิลลิกรัม ($\text{กรัม} \times 10^3$) ก่อนที่จะใช้คำนวณในสมการ



รูป 7-11 ตัวอย่างผลจากการวัดอัตราการไหลด้วยวิธี salt gulp สามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็วโดยใช้ Spreadsheet

Time	Conductivity Reading	Conductivity Increase	Time	Conductivity Reading	Conductivity Change
(seconds)	Ohm ⁻¹ x 10 ⁻³	Ohm ⁻¹ x 10 ⁻³	(seconds)	Ohm ⁻¹ x 10 ⁻³	Ohm ⁻¹ x 10 ⁻³
0	29.2	0	230	36.2	7
5	29.3	0.1	235	35.1	5.9
10	29.3	0.1	240	34.3	5.1
15	29.3	0.1	245	33.8	4.8
20	29.3	0.1	250	33.3	4.1
25	29.3	0.1	255	32.9	3.7
30	29.5	0.3	260	32.5	3.3
35	29.8	0.6	265	32.3	3.1
40	30.3	1.1	270	31.8	2.8
45	31.5	2.3	275	31.6	2.4
50	33.5	4.3	280	31.4	2.2
55	38	8.8	285	31.3	2.1
60	43.7	14.5	290	31.2	2
65	51.7	22.5	295	31.1	1.9
70	62.9	33.7	300	31	1.8
75	75.4	46.2	305	31	1.8
80	88	58.8	310	29.9	0.7
85	100.5	71.3	315	29.9	0.7
90	114.9	85.7	320	29.8	0.6
95	128.1	98.9	325	29.8	0.6
100	139.4	110.2	330	29.8	0.6
105	148.6	119.4	335	29.7	0.5
110	155.1	125.9	340	29.7	0.5
115	156.8	127.6	345	29.7	0.5
120	154.9	125.7	350	29.6	0.4
125	150.2	121	355	29.6	0.4
130	144.4	115.2	360	29.6	0.4
135	139.6	110.4	365	29.6	0.4
140	130.1	100.9	370	29.5	0.3
145	119.8	90.4	375	29.5	0.3
150	108.8	79.6	380	29.5	0.3
155	100	70.8	385	29.4	0.2
160	97.7	68.5	390	29.4	0.2
165	84.4	55.2	395	29.4	0.2
170	77.8	48.6	400	29.4	0.2
175	69.4	40.2	405	29.4	0.2
180	62.1	32.9	410	29.3	0.1
185	57.5	28.3	415	29.3	0.1
190	54	24.8	420	29.3	0.1
195	49.9	20.7	425	29.3	0.1
200	47.3	18.1	430	29.3	0.1
205	44.3	15.1	435	29.3	0.1
210	41.8	12.4	440	29.3	0.1
215	40.2	11	445	29.3	0.1
220	38.5	9.3	Total	2140	
225	37.1	7.9			

บทที่ 8

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

8. การออกแบบโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมทราบถึงหลักการออกแบบโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ

หัวข้อการอบรม

1. ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก Power Pack
2. แรงบันดาลใจสำหรับ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก Power Pack
3. กั้นน้ำ

บทที่ 8

การออกแบบ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก*

8.1 ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* Power Pack*

ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก Power Pack เป็นการออกแบบใหม่ของระบบ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* มีราคาถูก ความน่าเชื่อถือ และเหมาะสมสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าในหมู่บ้านห่างไกล สำหรับข้อมูลวิธีการผลิตมีตีพิมพ์ใน “ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก Power Pack – Design and Manufacture”

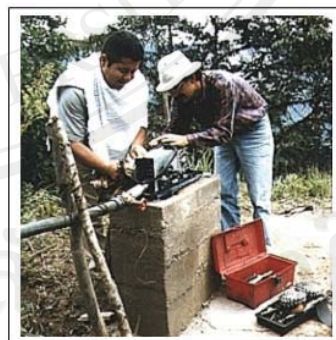
8.2 แรงบันดาลใจสำหรับการสร้างไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* Power Pack The Peltric Set

ระบบ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* อื่นๆ ได้ถูกพัฒนาเพื่อช่วยแก้ปัญหา การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ชนบทห่างไกล The peltric set และ FDТА เป็นแรงบันดาลใจในการพัฒนา ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* power pack ถูกพัฒนาในโรงงาน Kathmandu Metal ในประเทศเนปาล และแสดงในรูป 8-1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำแนวตั้งต่อเข้ากับกังหัน pelton ตัวกล่องกังหันยังเป็นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งถูกออกแบบอย่างง่าย และวัสดุที่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ กระแสสลับถูกผลิตขึ้นเพื่อส่งออกไปมากกว่า 100 เมตร ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้า ชนิดนี้มีประมาณ 500 หน่วยในประเทศเนปาล



รูป 8-1 The peltric set ถูกใช้ในหมู่บ้านชนบท เพื่อจำหน่ายกระแสไฟฟ้าในเนปาล

เป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง DC ราคาถูก เป็นอีกระบบที่ออกแบบ ที่ FDТА (Fundacion Desarrollo de Tecnologias Appropriadas) ในประเทศโคลัมเบีย อเมริกาใต้ กังหันที่ใช้มักจะเป็นกังหัน pelton ขนาดเล็ก แต่จะใช้กับรถไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์หรือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ของรถบรรทุกเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กังหันถูกยึดติดอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้สายพานและวางบน โครงเหล็ก ซึ่งง่ายต่อการผลิต การติดตั้งแสดงในรูป 8-2 แกนเพลลาของกังหันจะอยู่ในแนวอนสามารถต่อเข้ากับเพลลาหมุนเครื่องกลอื่นด้วยพลังน้ำที่จะติดตั้งเพิ่มเข้าไปติดกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รูปแบบนี้ มีการใช้ในการเป็นแหล่งพลังงานสำหรับ เครื่องทำความเย็น ตัวอย่างเช่น ไม่มีระบบควบคุมพิเศษนอกเหนือจากเครื่องควบคุมแรงดันไฟฟ้าซึ่งมีอยู่ใน เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ดังนั้นการผลิตไฟฟ้ากระแสตรง ต้องใช้ no frequency regulation แต่กระแสไฟฟ้าใช้ในบริเวณใกล้เคียง โรงไฟฟ้า



รูป 8-2 ชาวโคลัมเบียติดตั้งระบบ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก*ไฟฟ้ากระแสตรง

ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* power pack ใช้กับโครงสร้างเหล็กราคาถูกและแกนเพลลาแนวอนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ การออกแบบอย่างง่ายของกังหันน้ำแบบ Pelton ใช้กับมอเตอร์

เหนียวนำ ด้วย peltric set รูปแบบทั้ง 3 อย่างถูก
เปรียบเทียบในตารางที่ 8-1



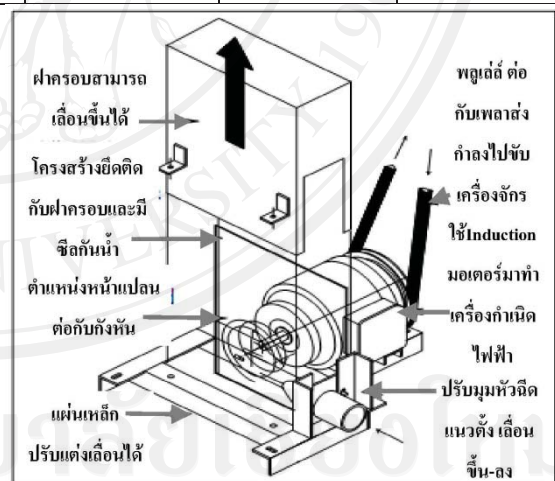
รูป 8-3 ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก*

ตารางที่ 8-1 เปรียบเทียบระบบไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* ทั้ง 3 แบบ

ชนิดของระบบ ไฟฟ้าพลังน้ำ	ชนิดของ ไฟฟ้าที่ ผลิต	จำนวนของ ต้นกำเนิด กำลัง	จำนวนของ บ้านที่สามารถ ใช้ไฟฟ้า	ความเป็นไปได้ สำหรับการ ใช้พลังงานกล	ง่ายต่อการต่อ หัวฉีดและ กังหันน้ำ	ต้นทุน
Peltric Set	AC	50-500W	1-300	ไม่ใช่	ไม่ใช่	ต้นทุนต่ำ
Colombian Alternator System	DC	50-500W	1-2	ใช่	ใช่	ต้นทุนต่ำมาก
Pico Power Pack	AC	500-5000W	1-300	ใช่	ใช่	ต้นทุนต่ำ

องค์ประกอบของ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* power pack ถูกแสดงในรูปที่ 8-4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าติดตั้งในแนวนอนบนโครงสร้างเหล็ก กังหันไฟฟ้ากระแสสลับถูกผลิตขึ้น ระบบนี้เหมาะสำหรับบ้านที่อยู่ไม่เกิน 1 กิโลเมตร จาก โรงไฟฟ้า เหมือนกับ peltric set ตัวกล่อง ถอดออกได้ช่วยให้สามารถตรวจสอบกังหัน และหัวฉีดและทำความสะอาดได้ตามความต้องการ

แกนเพลารองรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ายื่นออกมาจากตัวกังหัน ทำให้สามารถติดสายพานได้ เครื่องกลเล็กๆ เช่น เครื่องสีข้าว หรือเลื่อย สามารถใช้สายพานขับได้ในที่นี้ พลังงานน้ำสามารถใช้ได้ในจุดประสงค์กว้างๆ ทำให้เกิดรายได้พิเศษได้มาจากธุรกิจเล็กๆ โดยใช้พลังงานน้ำ ทำให้ได้รับผลตอบแทนคืนเร็ว



รูป 8-4 ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก* Pack ผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ AC และอุปกรณ์ทางกลที่ใช้ขับเคลื่อน

ตารางที่ 8- 2 ความเหมาะสมในการใช้กังหันแบบต่างๆ กับ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

ชนิด กังหันน้ำ	ความสูงหัวน้ำ	ต้นทุน สำหรับ 5 kw	การบำรุงรักษา	การทำลายโดย ตะกอน
Pelton	ปานกลางและ สูง	ต่ำ	ง่ายและมีการบำรุงรักษา น้อย	ผลจากตะกอน เล็กน้อย
Cross Flow (Michel-Banki)	ปานกลางและ ต่ำ	ต่ำ/ปานกลาง	กังหันต้องการการ บำรุงรักษามากกว่าPelton	ผลจากตะกอน เล็กน้อย
Turgo	ปานกลางและ สูง	ปานกลาง	บำรุงรักษาน้อย	ผลจากตะกอน เล็กน้อย
Propeller	ต่ำ	ต่ำ/ปานกลาง	ต้องการบำรุงรักษามากกว่า Pelton	ปัญหาจากตะกอน มากหลายครั้ง
Pump-as- Turbine	ปานกลางและ ต่ำ	ต่ำ	ต้องการบำรุงรักษามากกว่า Pelton	ปัญหาจากตะกอน มากหลายครั้ง
Francis	ปานกลาง	สูง-ไม่ได้ผล ที่ 5 kw	การบำรุงรักษาซับซ้อน	ไม่ใช่ใช้กับตะกอน หนัก laden water

8.3 กังหัน

นี่เป็นส่วนหนึ่งของระบบ ซึ่งใช้เปลี่ยนพลังงาน
น้ำ ให้เป็นพลังงานกล การออกแบบกังหันชนิดต่างๆ
ได้มีการพัฒนาขึ้นกับคุณสมบัติบางประการได้

เปรียบเทียบในตาราง 8-2 ชนิดของกังหันที่ใช้ใน
ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก Power Pack เป็นวงล้อ pelton
ของกังหันที่ใช้ใน ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

กังหัน pelton

กังหัน Pelton ถูกใช้ในระบบพลังงานน้ำขนาดเล็กมาก ถ้าความสูงมากกว่า 20 เมตร สามารถผลิตได้
ในต้นทุนต่ำ ตัวถ่วงและหัวฉีดสร้างได้ง่าย และช่วย
ให้กังหัน pelton ขนาดเล็กมาก สามารถเปลี่ยน
พลังงานน้ำให้เป็น พลังงานกลเพื่อผลิตไฟฟ้าอย่างมี
ประสิทธิภาพ



รูป 8-5 กังหัน pelton p.c.d 180 mm (ศรีลังกา)

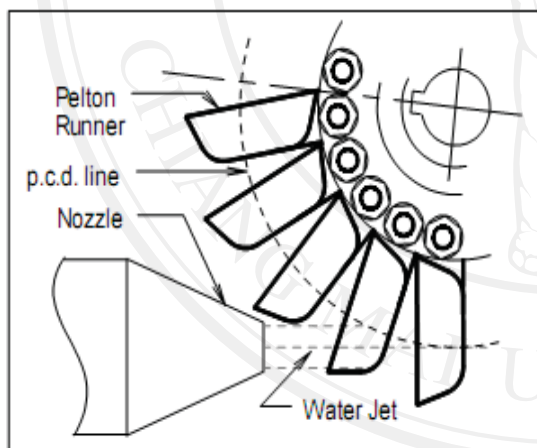
วิธีการทำงาน

กังหัน Pelton มี 1 หัวฉีด หรือมากกว่าเป็นการ
ฉีดน้ำโดยตรงด้วยแรงดันเข้าไปที่ ใบพัดรับน้ำ
(buckets) ซึ่งติดอยู่กับวงล้อของใบพัดรับน้ำ(buckets)
จะดูดซับแรงจากการฉีดน้ำและผลักให้วงล้อ หมุน
ด้วยความเร็วสูง โดยปกติจะอยู่ที่ 1500 รอบต่อนาที
รูปร่างของ ใบพัดรับน้ำ(buckets) ถูกออกแบบให้แยก
น้ำเป็น 2 ส่วน หลังจากนั้นก็ปล่อยน้ำออกไปอย่างนุ่ม

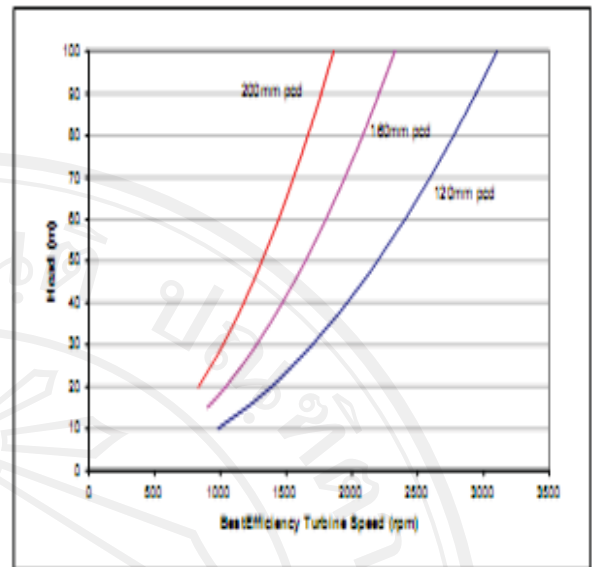
นวลเพื่อหยุดการขัดขวางการฉีดน้ำเข้าหรือใบพัดรับน้ำ(buckets) อื่น

ขนาดที่ถูกต้องของกังหัน pelton

ขนาดที่ถูกต้องของวงล้อ Pelton ถูกวัดโดยใช้ Pitch circle diameter(p.c.d) เป็น 2 เท่าของระยะทางจากจุดศูนย์กลางของหัวฉีดถึงจุดศูนย์กลางของกังหัน ขนาดของกังหันของระบบ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กจะปกติจะไม่เกิน 200 มิลลิเมตร p.c.d ระยะทางนี้ถูกใช้ เพราะว่า หัวฉีดกระแทกใบพัดรับน้ำ(buckets) และคำนวณความเร็ว การหมุน ของกังหัน กังหันขนาดเล็ก จะหมุนได้เร็วกว่า นั้นหมายความว่า การติดตั้งอุปกรณ์โดยตรงที่แกนเพลสามารถทำได้ และเป็นการลดค่าใช้จ่ายจากการติดตั้งด้วยระบบ สายพาน ได้อย่างง่าย ๆ



รูป 8-2 ชุดหัวฉีด ฉีดน้ำโดยตรงบนเส้น p.c.d



รูป 8-7 กราฟแสดงการทำงานของกังหันPelton ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 3 ค่า

บทที่ 9

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

9. การผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก*

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบถึงหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

หัวข้อการอบรม

1. ความปลอดภัย
2. มาตรฐานไฟฟ้า
3. การใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเฟสเดียว
4. การควบคุมโหลดอิเล็กทรอนิกส์
5. การควบคุมโหลดด้วยวิธีอื่น
6. การเลือกขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
7. การติดตั้งและการเชื่อมต่อ

บทที่ 9

การผลิตกระแสไฟฟ้า

9.1 ความปลอดภัย

กระแสไฟฟ้า สามารถทำให้เกิดอันตรายร้ายแรง ถ้ามุมนัยสัมผัส สายไฟ หรือ อุปกรณ์ เปลือย ด้วย แรงดันไฟฟ้ามากกว่า 50 โวลต์ เป็นไปได้ที่จะเกิดการชอร์ต จากการรับกระแสไฟฟ้า ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าในการใช้งานที่แรงดันใช้งาน (120 V หรือ 220 V AC ขึ้นอยู่กับมาตรฐาน) ผู้ปฏิบัติงานในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเป็นผู้ชำนาญและมีประสบการณ์ข้อควรปฏิบัติในการติดตั้งมีดังนี้

(1) ก่อนที่จะติดตั้งหรือซ่อมบำรุงต้องมั่นใจว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไม่ได้ทำงานและวาล์วควบคุมที่ ท่อส่งน้ำต้องปิดสนิทและแขวนป้ายบนวาล์วเพื่อเตือนผู้อื่น ถ้ากำลังซ่อมบำรุงอยู่ภายนอก โรงไฟฟ้า (เช่น กำลังอยู่ในกระบวนการซ่อมบำรุงห้ามทำงาน !)

(2) ต่ออุปกรณ์โลหะลงดินให้หมด (ดู 9.3)

(3) ห้ามสัมผัสอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยมือเปล่า

(4) ติดตั้งอุปกรณ์ตามข้อปฏิบัติของผู้ผลิต

(5) ห้ามปรับ หรือ เปลี่ยนอุปกรณ์ ถ้าไม่ได้รับการฝึกปฏิบัติไว้ที่ประตูของโรงไฟฟ้า บนตัวถัง โครงสร้างของอุปกรณ์ควบคุมและที่หน้าของการ กำหนดโหลด (load limiter)

9.2 มาตรฐานไฟฟ้า

มาตรฐานไฟฟ้าสากลต้องปฏิบัติตาม ในบางกรณีมีมาตรฐานเฉพาะสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานขนาดใหญ่ เช่น แยกการผลิตไฟฟ้าออกจากหมู่บ้านเลย มาตรฐานเหล่านี้ต้องปฏิบัติตามถ้าพวกเขาไม่เข้าใจ คำแนะนำ ให้อ่านการคุ้มครองสิทธิ์ผู้เขียนทางด้าน หน้าคู่มือ

9.3 การป้องกันเกิดความผิดพลาดไฟฟ้าลงดิน

ถ้ามีการผิดพลาดไฟฟ้าลงดินเกิดขึ้น เช่นสายไฟ เสียหายภายในอุปกรณ์และสัมผัสกับตัวเครื่อง RCD (Residual Current Device) หรือตัวตัดไฟฟ้า อัตโนมัติ(Breaker)จะต้องตัดไฟฟ้าออกจากแหล่งจ่าย ไฟฟ้า ถ้าความผิดพลาดเป็นสาเหตุให้เกิดกระแส จำนวนมากลงสู่ดิน (ถ้าตัวถังโครงสร้างต่อกับสายดิน หรือบางคนสัมผัสตัวถังเป็นเส้นทางไฟฟ้าลงสู่ดิน) ต้องตัดออกจากแหล่งจ่ายถ้าบางคนสัมผัสโดยบังเอิญ กับสายไฟ เป็นผลทำให้กระแสไหลผ่านลงดิน การ ลดความเสี่ยงจากการชอร์ตจากไฟฟ้า สามารถสัมผัส ได้ ถ้าสาย line(L) และ neutral(N) ได้ต่อกับสายดิน ของ RCD ซึ่งตั้งให้ตัดไฟฟ้าที่กระแส 30 มิลลิแอมป์ และควรจะติดตั้งโดยตรงที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูป 9-1 RCD 3 เฟส

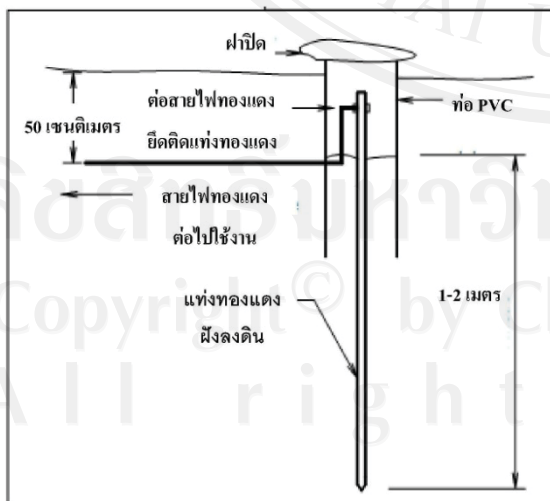
เพิ่มอุปกรณ์พิเศษเป็น RCD เป็นแท่งตัวนำ ลงดินเป็นตัวนำโลหะใช้ติดกับดินและเป็นเส้นทาง ความต้านทานต่ำลงสู่ดิน การติดตั้งตัวนำลงดิน จำเป็นต้องติดใกล้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า แท่งตัวนำต่อลง ดินยังมีความสำคัญ ถ้า โหลดทางไฟฟ้าที่มีตัวถัง โครงสร้างเป็นโลหะ (เช่นหม้อแปลงไฟฟ้า) ความ ต้านทานไฟฟ้าลงดิน ควรมากกว่า 1 กิโลโอห์ม ถ้า RCD มีกระแสตัดวงจรไฟฟ้าที่ 30 มิลลิแอมป์ การวัด

ควรมีเครื่องวัดสายดิน คู่มือจากผู้ผลิตควรระบุบอกค่าที่ถูกต้อง การวัดความต้านทานสายดิน ซึ่งเครื่องมือวัดมีราคาแพง (ควรพิจารณาเงินทุนและแหล่งกู้ยืม ถ้าเป็นโครงการขนาดใหญ่)

วิธีการ 3 วิธี ในการติดตั้ง แท่งตัวนำลงสายดิน



วิธีการที่ 1 ใช้แท่งตัวนำที่ง่ายที่สุดติดตั้ง ปกติจะใช้แท่งเหล็ก แท่งทองแดง(copper-coated) ยาว 1-2 เมตร ฝังลงดินข้างๆ โรงไฟฟ้า แท่งตัวนำจะติดกับขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้สาย ทองแดงที่ขนาดความต้านทานต่ำ เช่น SWG 10 mm² และทองเหลือง ติดด้วยน็อตเหนือแท่งตัวนำ และให้สายไฟติดลงไปได้ แท่งตัวนำ 2 แท่งสามารถ ใช้ต่อเข้าหากันได้ ถ้าทำไม่ได้ให้ใช้แท่งตัวนำ 1-2 เมตรต่อลงดินควรเว้นระยะห่างอย่างน้อย 2 เมตร ในสายเดียวกัน



รูป 9- 2 แท่งทองแดง (copper- coated) ยาว 1-2 เมตร ใช้เป็นแท่งตัวนำลงดิน

วิธีการที่ 2 ใช้ขดลวดที่ทำจากทองแดงจากสายเปลือย SWG 10 เมตร วิธีการนี้ควรจะวางกระจายโดยรอบและฝังในหลุมลึกประมาณ 1 เมตร ถ้าดินบริเวณ โรงไฟฟ้า ชั้นขดลวดต้องฝังลงใต้ฐานรากไม่ให้ฝังบนฐานราก ถ้าชั้นดินแห้งมาก ซึ่งทำให้ความต้านทานต่ำเกินไป

วิธีการที่ 3 ใช้แผ่นทองแดงขนาดกว้าง 500 มม.x 500 มม. ฝังลงในหลุมลึกอย่างน้อย 1-2 เมตร ในพื้นที่ที่มีความชื้น



รูป 9-3 การติดตั้งแผ่นทองแดงเป็นแท่งตัวนำลงดินมีสายดินหลายสายถูกใช้เพื่อลดความต้านทาน และเพิ่มความน่าเชื่อถือ (เนปาล)

9.4 การเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูป 9-4 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส (75 kw) 2 แกนเพลลา ใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(เนปาล)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำและซิงโครนัสสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าแบบกระแสสลับเหนื่อหาของเรื่องไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (AC) และ

กระแสตรง (DC) ถูกอธิบายในบทที่ 19 ประโยชน์หลักของไฟฟ้าแบบกระแสสลับ คือไฟฟ้าที่สามารถส่งผ่านระยะทางไกลมาก จุดนี้เองนี้จะทำให้ AC เหมาะสำหรับการผลิตไฟฟ้าในหมู่บ้าน เพราะอุปกรณ์ไฟฟ้า (เช่นหลอดไฟ) มักจะค่อนข้างใช้กระจายออกไปตามทางยาวในหมู่บ้านจากบริเวณที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีข้อดีสำหรับการให้ไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลเพราะเครื่องกำเนิดลักษณะนี้ มีความเสถียรภาพสูง แต่อย่างไรก็ตาม ไม่ใช่เพียงแค่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้ที่ใช้ในงานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบต่างได้ถูกเปรียบเทียบใน ตารางที่ 9-1

การติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชิงปฏิบัตินั้นมีหลายอย่างที่ควรคำนึงรวมไปถึงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำด้วยดังต่อไปนี้

(1) ระบบไฟฟ้ากำลังที่มีต้นทุนต่ำมากสำหรับการสะสมพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่การใช้พลังงานเพื่อแสงสว่างอย่างเดียวในที่อยู่อาศัยนั้น ควรต่อไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้า พิจารณาเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเป็นหลัก

(2) รูปแบบการติดตามโหลดไฟฟ้าที่สูงกว่า 15% ของการให้ความสำคัญ ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบซิงโครนัส สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำนั้นสามารถดูเพิ่มได้ใน ส่วนที่ 13

9.5 ใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเฟสเดียว

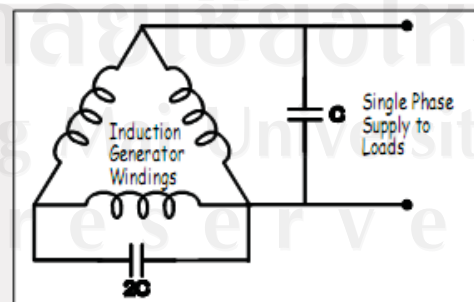
ในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีราคาแพงแต่มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสสามารถใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อหมุนกลับด้านซึ่งเป็นการผลิตที่ราคาถูก และหาได้ง่าย สำหรับโครงการผลิตไฟฟ้าขนาด

เล็กส่วนใหญ่ จะใช้ไฟฟ้าเฟสเดียว สามารถผลิตไฟฟ้าเฟสเดียวได้ง่ายๆจากมอเตอร์ 3 เฟส สามารถทำได้โดยการติดตั้งตัวเก็บประจุ ดังแสดงในรูป 9-6 เรียกว่า C-2C เพราะว่าการติดตั้งตัวเก็บประจุที่เฟสที่ 2 มีขนาดประมาณ 2 เท่าของที่สายส่งออก ส่วนเฟสที่ 3 ไม่มีการติดตั้งตัวเก็บประจุ

มีความสำคัญมากที่ต้องเลือกชนิดของตัวเก็บประจุให้ถูกต้องนอกเหนือไปจากนี้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาจจะเสียหาย หรือมีความร้อนเกินได้ ผู้ผลิตกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรจะให้ขนาดตัวเก็บประจุที่ถูกต้องมาด้วย ถ้าไม่ได้มีมาด้วยให้ทำตามคำแนะนำใน 9.8



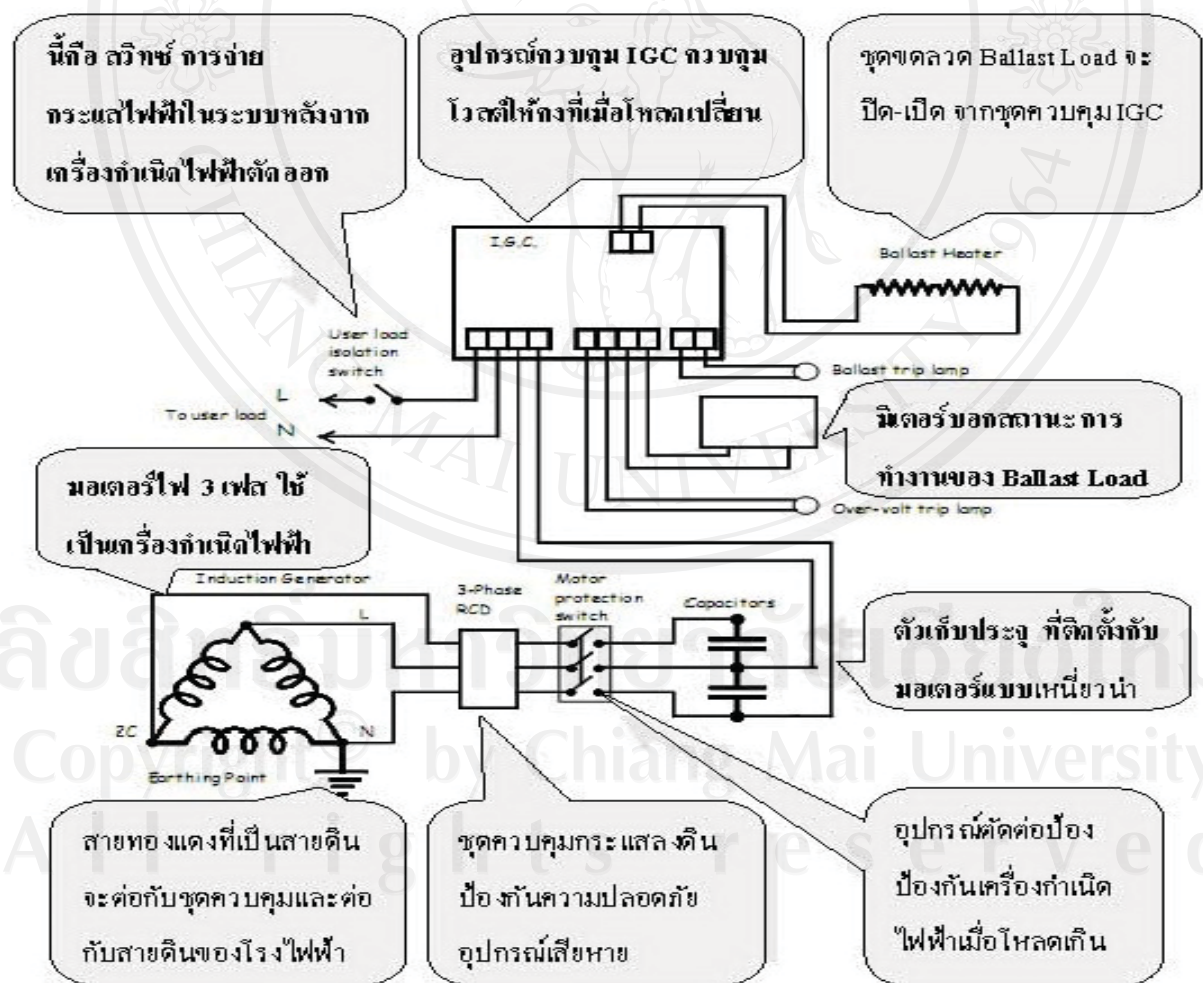
รูป 9-5 ตัวเก็บประจุที่เหมาะสมสำหรับคิดให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



รูป 9-6 แหล่งจ่ายไฟเฟสเดียวจากมอเตอร์ 3 เฟส

ตารางที่ 9-1 เปรียบเทียบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมกับ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

รูปแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	แหล่ง	ต้นทุนเครื่องที่ 3 kW (บาท)	ความเร็ว (rpm)	ข้อเสีย	ข้อดี
Induction	มอเตอร์มาตรฐานตามอุตสาหกรรม	10,000-12,000 7,600-8,400	1000 1500 3000	ต้องใช้กับตัวเก็บประจุที่ขนาดตามกำหนดของเครื่อง	ใช้กว้างขวาง ความเร็วต่ำ มีเสถียรภาพสูง ติดตั้งง่าย ราคา ถูก
Synchronous-Brushed	โดยทั่วไปใช้น้ำมันดีเซล	10,000-17,000	3000 หรือ 1500	Brushes and slip rings ต้องเปลี่ยนตามสภาพ การเดินเครื่องต้องการความเร็วสูง	ประสิทธิภาพสูงกว่าแบบเหนี่ยวนำ
Synchronous-Brushless	ใช้น้ำมันดีเซลบ้างครั้ง	20,000-30,000	3000 หรือ 1500	ไม่เป็นที่นิยมใช้ การซ่อมแซมซับซ้อนและแพง การเดินเครื่องต้องการความเร็วสูง	ในขณะที่แบบ Synchronous-Brushed ดีกว่า
DC	รถยนต์ หรือ รถบรรทุก		รถยนต์ >2000 รถบรรทุก >1200	ไม่เหมาะกับการติดตั้งในหมู่บ้านห่างไกล	ต้นทุนต่ำ ไม่ต้องการระบบควบคุม



รูป 9-7 การต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและตัวควบคุม

9.6 การควบคุมโหลดอิเล็กทรอนิกส์

ถ้าแรงดันและความถี่ไม่ได้อยู่ในระดับที่ต้องการ โหลดที่ติดอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะเกิดความเสียหาย

ตารางที่ 9-2 ผลของแรงดันและความถี่ขึ้นอยู่กับโหลด

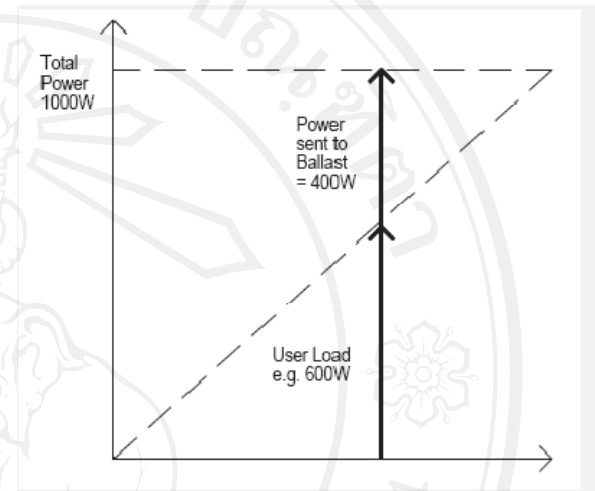
	สูงเกินไป	ต่ำเกินไป
แรงดันไฟฟ้า	มอเตอร์ โทรทัศน์และวิทยุ จะเกิดความเสียหาย อายุการใช้งานของหลอดและเครื่องทำงานร้อนจะสั้นลง	เครื่องมือส่วนใหญ่จะมีสมรรถภาพต่ำลง หรือปฏิบัติการผิดพลาดได้
ความถี่	เป็นสาเหตุของปัญหาต่างๆ สำหรับผู้ใช้งาน ยกเว้นความเร็วขึ้นอยู่กับโหลดของมอเตอร์	ทำให้วงจรร้อนเกินไป และทำให้วิทยุโทรทัศน์และมอเตอร์เสียหาย

ความเร็วของกังหันเปลี่ยนแปลงเมื่อโหลดต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น เมื่อหลอดไฟเปิด ความเร็วของกังหันจะลดลง เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงความเร็วกังหันจะลดลง เพราะว่าการเปลี่ยนแปลงความเร็วนี้จะมีผลต่อแรงดันไฟฟ้าและความถี่ลดลง โหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องทำให้คงที่ หรืออัตราการไหลของน้ำ ถ้าหัวฉีดจะต้องถูกปรับตั้งเพิ่มขึ้น

ความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามารถทำให้คงที่โดยใช้ IGC(induction Generator Controller) ดังนั้นโหลดโดยรวม บนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต้องคงที่ ตัวอย่างเช่นถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิต กำลังได้ 1000 วัตต์ และโหลดโดยรวมต่อให้ผู้บริโภคเพียง 600 วัตต์ เพราะฉะนั้น IGC จะควบคุมให้กำลังที่เหลือส่งไปยัง บาลาสโหลดให้ได้ 400 วัตต์

ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงโหลดในเวลาใดๆ IGC จะปรับพลังงานไปสู่ บาลาสโหลดโดยอัตโนมัติ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าและความถี่ยังคงที่ IGC ไม่สามารถ

ป้องกันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากการใช้โหลดเกินกำลัง ตัวอย่างเช่น ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกำลังได้ 1000 วัตต์แต่โหลดที่มาต่อเกิน 1000 วัตต์ แรงดันจะตกและ IGC ไม่สามารถป้องกันได้ ควรหลีกเลี่ยงการใช้โหลดเกินแนะนำให้ใช้โหลดลิมิตเตอร์คำอธิบายอยู่ใน บทที่ 15.3



รูป 9-8 เป็นการแบ่งกำลังระหว่างโหลดของผู้ใช้กับบาลาสโหลด

บาลาสโหลด

บาลาสโหลดเป็นส่วนที่สำคัญมากสำหรับระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ควรระวังอย่างมากในการเลือกต่อกับ บาลาสโหลด ปัญหาที่พบมากที่สุดในการควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำคือการใช้บาลาสโหลด

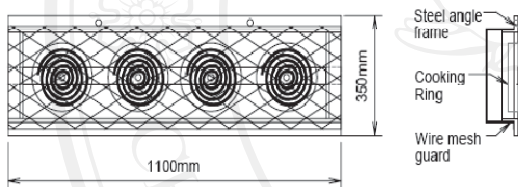
เครื่องทำความร้อนด้วยอากาศ

Convection heaters เป็นบาลาสโหลดชนิดที่ดีที่สุด ในการใช้งานอายุยาวนานสุดซึ่งปกติจะใช้งานเป็นเครื่องทำความร้อนภายในห้องถูกออกแบบให้สามารถฝังไว้กับผนังเพื่อความปลอดภัยในการออกแบบ บาลาสโหลดราคาถูกโดยใช้ ขดลวดเตาทำอาหาร(cooking ring) แสดงในรูป 9-9 ขดลวดความร้อนวงกลม ถูกใช้งานเมื่อฝังไว้ในโครงสร้างเตา แสดงในรูป 9-9 สายไฟต้องเลือกที่ใช้ได้กับอุณหภูมิสูง ขดลวดความร้อนวงกลมปกติ

แล้วจะมีอายุการใช้งานสั้นกว่า **convection heater** เพราะว่าใช้งานที่อุณหภูมิสูงกว่า

เครื่องทำความร้อนด้วยน้ำ

โดยปกติจากประสบการณ์แล้วจะใช้บาลาส ซึ่ง เป็นสาเหตุของปัญหาในโครงการเล็กๆ และจะไม่ แนะนำให้ใช้อุปกรณ์ทำความร้อนราคาถูก และ ขดลวดบาลาสโหลดจะกักร้อนอย่างรวดเร็ว การ ตรวจสอบอุณหภูมิและน้ำหล่อเย็นจะต้องมีการเติมใน ถึงให้เต็มก่อนที่จะต้มน้ำ ระบบควบคุมการไหล อัตโนมัตสามารถออกแบบให้สำเร็จได้ แต่จะทำความ ยุ่งยากและราคาไม่เหมาะสมกับ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาด จีว



รูป 9-9 บาลาส์ราคาถูกลงโดยใช้ ขดลวดเตาทำอาหาร (cooking ring)

การออกแบบบาลาสโหลดราคาถูกลง

บาลาสโหลดของการออกแบบนี้ควรจะฝังใน ผนัง ต้องมีการป้องกันสายไฟโดยใช้ความต้านทาน

การคำนวณกำลังไฟฟ้า

ขดลวดเตาทำอาหาร(cooking ring)ที่ใช้งานมี ราคาถูกลงและคงทนได้ด้วยการต่อ วงแหวน 2 วงแบบ อนุกรม แรงดันไฟฟ้าเหลือครึ่งหนึ่ง ยึดอายุการใช้งาน ออกไปได้ เพราะว่าเวลาที่แรงดันมีครึ่งเดียวและ กระแสก็มีครึ่งเดียว ทำให้พลังงานเหลือ $\frac{1}{4}$

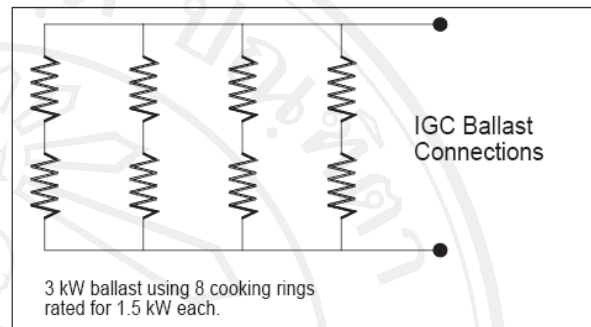
ตัวอย่างเช่น บาลาส 3.0 กิโลวัตต์จะต้องการวง แหวน 8 วง จะใช้ให้เหลือ 1.5 กิโลวัตต์ นั่นคือการต่อ อนุกรม วงแหวน 4 คู่ ผ่านตัวควบคุม ดังแสดงในรูป 9-9

$$\text{จาก } V/2 \times I/2 = P/4 = 375 \text{ วัตต์}$$

ถ้ามีการต่อวงแหวนอนุกรมกัน

จะได้ 8×375 วัตต์ เท่ากับ 3.0 กิโลวัตต์

การต่อ ขดลวดเตาทำอาหาร(cooking ring) แสดง ตัวอย่างวงจรได้ตามข้างล่าง



รูป 9-10 การต่อบาลาส ขดลวดเตาทำอาหาร(cooking ring) ต่ออนุกรม 4 คู่

ลักษณะพิเศษในการป้องกัน ของ IGC

การหลุดออกจากระบบเมื่อแรงดันไฟฟ้าเกิน ถ้า แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นสูงแล้วแหล่งจ่ายไฟจะถูกตัดออก โดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกัน โหลดเสียหาย หลอดไฟ แสดง แรงดันเกินจะสว่างขึ้นเพื่อแสดงสถานะ

การหลุดออกจากระบบบาลาส บาลาสจะถูกตัด ออกอัตโนมัติ ถ้าบาลาสมีขนาดแรงดันไฟฟ้ามาก เกินไปหรือบาลาสลัดวงจรขาด หลอดไฟแสดงจะ สถานะการตัดออกจากระบบบาลาสหลอดไฟจะสว่าง ขึ้น

การป้องกันระบบแสงสว่าง การออกแบบ IGC ประกอบไปด้วยการลดความเสี่ยงในการเสียหายใน การควบคุมที่มีการต่อหลอดไฟโดยตรง

เครื่องวัด

IGC ไม่ได้มีเครื่องวัดติดมาให้ อย่างไรก็ตามทำ ให้ใช้พลังงานได้มากที่สุดและช่วยระบุสาเหตุของ ปัญหาไฟฟ้า

บาลาสมิเตอร์ มิเตอร์นี้จะแสดงเปอร์เซ็นต์ของ พลังที่ใช้ไปในบาลาสโหลดเป็นมิเตอร์ที่ใช้มากที่สุด

เพราะมันแสดงกำลังที่ยังสามารถใช้ได้อยู่เหลือเท่าใด และควรปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อมีการใช้โหลดเกิน (เมื่อตัวควบคุมทำงานปกติ แต่มีเตอร์อ่านได้ ศูนย์)

โวลต์มิเตอร์ ใช้ประโยชน์ในการปรับแรงดันในการทำงานบนตัวควบคุมและเพื่อสังเกตแรงดัน ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กำลังจะใช้โหลดเกิน มันควรจะอยู่ที่ 300 VAC และต่อกับแหล่งจ่ายภายนอก ดังนั้นป้องกันได้โดยการหลุดออกจากระบบเมื่อแรงดันเกิน

9.7 การควบคุมโหลดด้วยวิธีอื่น

ทดลองเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยไม่มีเครื่องควบคุมโหลด มี 2 ลักษณะ

โหลดคงที่

วิธีการหนึ่งของการควบคุมแรงดันและแรงดัน มีการต่อโหลดให้เหมาะสมกับพลังงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม โหลดคงที่ยากที่จะสำเร็จได้ ถ้ามีผู้ใช้งาน เกิน 1 คน ต่อโหลดเพิ่ม เช่นตู้เย็น ซึ่งจะทำงานอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเราจะไม่แนะนำให้ใช้

การควบคุมความเร็วกังหันด้วยคน

การใช้คนควบคุมต้องการผู้ปฏิบัติงาน คอยปรับอัตราการไหลของน้ำให้เข้าสู่กังหันอย่างถูกต้อง เมื่อมีการเปลี่ยนโหลด วิธีการนี้ไม่แนะนำสำหรับการแรงดันไฟฟ้าคงที่และการใช้เครื่องควบคุมความถี่ ซึ่งจะเป็นการลงทุนสูง ระยะยาวจากการใช้คนทำงาน

9.8 การเลือกขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ตัวเก็บประจุ สายไฟและอุปกรณ์ป้องกัน รูป 9-7 แสดงการต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ เครื่องควบคุมและบาลาส ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้เมื่อมีการติดมอเตอร์ เครื่องควบคุมและบาลาส ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้เมื่อมีการติดตั้งมอเตอร์มาใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(1) **ช่วงของแรงดันไฟฟ้า** ช่วงแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ที่ใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเฟสเดียวต้องเลือกอย่างพิถีพิถัน ถ้าช่วงแรงดันสูงเกินไป เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะไม่มีเสถียรภาพ ถ้าช่วงแรงดันต่ำ มันจะทำให้ไม่สามารถทำงานได้ในช่วงแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการ โดยที่ไม่มีความร้อนเกินในระบบสายไฟ

ตารางที่ 9-3 แรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ที่แนะนำ

Type of motor	Motor Rating (kW)		
	0.55 - 1.1	1.5 - 3.0	4.0 - 7.5
2 pole	$V_{GEN}+6\%$	$V_{GEN}+3\%$	V_{GEN}
4 pole	$V_{GEN}+9\%$	$V_{GEN}+6\%$	$V_{GEN}+3\%$
6 pole	$V_{GEN}+12\%$	$V_{GEN}+9\%$	$V_{GEN}+6\%$

หมายเหตุ แรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (V_{gen}) มักจะต้องใช้สูงกว่าแรงดันไฟฟ้าเฟสเดียวเล็กน้อย หรือชดเชย แรงดันตกในระบบจำหน่าย

จากตารางที่ 9-3 แสดงแรงดันมอเตอร์ที่แนะนำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อใช้กับขนาดและความเร็วมอเตอร์ขนาดต่างๆ สิ่งนี้จะช่วยให้การปฏิบัติงานมีเสถียรภาพและมีประสิทธิภาพมากที่สุด เหตุผลว่าทำไมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กที่ความเร็วต่ำ ต้องการแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์สูง เพื่อชดเชย **power factor(PF)** ที่ต่ำๆ กำหนดแรงดันที่รับได้อยู่ในช่วง $\pm 6\%$

ตัวอย่าง ถ้ามอเตอร์ 4 ขั้ว 3 กิโลวัตต์ ถูกใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 245 โวลต์ใช้ตาราง 9-3 แรงดันมอเตอร์ที่แนะนำ แรงดันที่รับได้เป็น 245 โวลต์ (แรงดันที่แนะนำ -6%) และ 275 โวลต์(แรงดันที่แนะนำ + 6%)

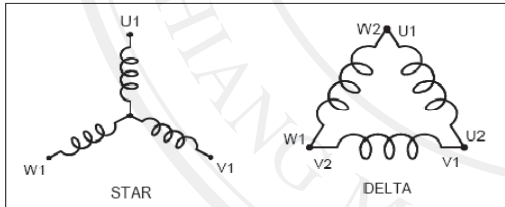
ผลของการเพิ่มขึ้นของแรงดันไฟฟ้าที่มอเตอร์สามารถทำได้โดยเพิ่มความถี่ เป็นสัดส่วนเดียวกับที่ต้องการเพิ่มแรงดัน การเปลี่ยนแปลงความถี่มีผลเมื่อ

แสดงในตารางที่ 9-2 อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 6% นั้นสามารถยอมรับได้ ตัวอย่างเช่น ถ้า แรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์ เป็นแรงดันมาตรฐานสำหรับมอเตอร์กำลังไฟฟ้า 3 กิโลวัตต์ สามารถเพิ่มความถี่ขึ้น 6% เพื่อผลิตแรงดัน 245 โวลต์ การต่อขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำเป็นแบบสตาร์(star) หรือ เดลต้า(delta) ซึ่งจะได้ช่วงแรงดันไฟฟ้าเป็น 2 ค่าอยู่ที่ป้ายบอกสถานะ (Nameplate) ของมอเตอร์แรงดันสำหรับ สตาร์(star)เหมาะสำหรับไฟฟ้า 220 โวลต์

มี 380-415 โวลต์ star /380-240 โวลต์ delta

หรือ 220-240 โวลต์ star / 127-139 โวลต์ delta

หมายเหตุ มอเตอร์ 3 กิโลวัตต์ และมักจะใช้ 660-720 star/380-415 delta ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 220-240 โวลต์ ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะผลิตมอเตอร์ในระดับแรงดันที่ต้องการใช้เวลาที่นานกว่า



รูป 9-11 แรงดัน 2 ระดับที่ใช้ในมอเตอร์เหนี่ยวนำโดยการต่อเป็นสตาร์(star)หรือ delta

(2) ความถี่ ช่วงความถี่ควรเป็นช่วงเดียวกับที่โหลดต้องการ (50 เฮิร์ต หรือ 60 เฮิร์ต) สำหรับระบบขับโหลดโดยตรง ความเร็วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องเหมาะสมกับความเร็วกังหัน ความเร็วเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามักจะสูงกว่าความเร็วมอเตอร์ 10 % ความเร็วของแกนมอเตอร์เหนี่ยวนำขนาดปกติจะแสดงในตารางข้างล่าง เลือกเครื่องกลให้ถูกต้องตามจำนวนขั้ว(Poles)

ตาราง 9-4 ขนาดของความเร็วแกนมอเตอร์เหนี่ยวนำ

No. of poles	50 Hz	60Hz
2	3,120 rpm	3,750 rpm
4	1,560 rpm	1,875 rpm
6	1,040 rpm	1,250 rpm

(3) **IP Number** เลือกมอเตอร์ที่มี **IP55 IP number** เป็นการวัดหรือกำหนดว่าป้องกันน้ำหรือฝุ่นเข้าสู่เครื่องได้ง่ายเพียงใด **IP55** นั้นมีความทนทานที่เหมาะสมกับไฟฟ้าพลังน้ำ

(4) **ระดับการฉนวน** ต้องเลือกระดับของฉนวนสูงที่สุดเท่าที่ทำได้ปกติจะเลือกคลาส **B** และ **F** คลาส **F** มีอุณหภูมิเดียวกัน แต่การฉนวนคลาส **F** จะใช้เวลานานกว่า 4 เท่า ของคลาส **B**

(5) **ระดับกำลัง** ประมาณกำลังไฟฟ้าออกสูงสุด (P_{max}) โดยคำนวณจากพลังงานและสมมติฐานว่ามีประสิทธิภาพ 50 % (ยกเว้นรู้ประสิทธิภาพแท้จริง) ได้ P_{max} และแรงดันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (V_{gen}) ให้หากระแสในการใช้งาน

$$I_{op} = 1.1 \times P_{max} / V_{gen}$$

ขณะที่ I_{op} = กระแสทำงานสูงสุด

V_{gen} = แรงดันไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าในสายไฟของมอเตอร์ต้องสูงกว่าหรือเท่ากับกระแสใช้งาน

$$I_{line} > I_{op}$$

ตัวอย่าง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 2 ขั้ว ใช้งานเป็นไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ด้วยพลังงานด้านออกสูงสุด 1500 วัตต์ แรงดันปกติเป็น 220 โวลต์ และผลิตแรงดันได้ $220 + 6\%$ เป็น 233 โวลต์ คำนวณ I_{op}

$$I_{op} = 1.1 \times 1500 / 233 = 7.1 \text{ แอมแปร์}$$

มอเตอร์ 2.2 กิโลวัตต์ 2 ขั้ว ต่อแบบเดลต้ามีระดับแรงดันที่ 240 โวลต์ (ตามตาราง 9-3) และกระแสในสายเป็น 7.6 แอมแปร์ เมื่อมอเตอร์เป็นมอเตอร์ในอุดมคติ

การป้องกันกระแสเกิน

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสายไฟต้องได้รับการป้องกันจากกระแสไฟฟ้าเกิน ซึ่งเป็นสาเหตุของความร้อน และการเสียหาย กระแสสูงๆ มักจะสร้างความเสียหายให้กับตัวเก็บประจุ



รูป 9-12 สวิตช์ป้องกันมอเตอร์

สำหรับการป้องกันสูงสุด สวิตช์ป้องกันมอเตอร์ควรจะใช้ทริป (Trip) กระแสโดยสามารถปรับให้ได้ระดับกระแสที่แม่นยำ ระดับกระแสปกติสำหรับสวิตช์ป้องกันเป็น 2-4 แอมแปร์ 4-6 แอมแปร์ 6-10 แอมแปร์ 10-16 แอมแปร์ 16-20 แอมแปร์ 20-24 แอมแปร์

ตัวอย่างเป็นสวิตช์ป้องกันมอเตอร์ 2.2 กิโลวัตต์ ใช้สวิตช์ป้องกันที่ 10-16 แอมแปร์ ทางเลือกอื่นๆ ของสวิตช์ป้องกันมอเตอร์เป็น **Miniture Circuit Breaker (MCB)** แต่ข้อเสียคือมีการกำหนดกระแสและไม่สามารถปรับกระแสในสายของมอเตอร์ได้



รูป 9-13 Miniture Circuit Breaker (MCB)

ระดับกระแสไฟฟ้าในสายไฟ

ระดับกระแสไฟฟ้าในสายควรจะสูงกว่าระดับกระแสสูงสุดในสวิตช์ป้องกันหรือ **MCB** อย่างน้อย 40 % ท่อร้อยสายควรจะใช้สำหรับร้อยสายในโรงไฟฟ้า ระดับกระแสที่จ่ายให้สายไฟมีฉนวนทำด้วย **PVC** แกนเดียว ตามมาตรฐาน BS 6004 ,BS6231 และ BS6346

ตารางที่ 9-5 กระแสไฟของสายไฟในท่อร้อยสาย

CSA of copper cable (mm ²)	Current capacity (Amps)
1.0 mm ²	13.5A
1.5 mm ²	17.5A
2.5 mm ²	24A
4.0 mm ²	32A
6.0 mm ²	41A
10.0 mm ²	57A

การเลือกตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุกระตุ้น (C-2C) มีความจำเป็นในการใช้งานกับมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ใช้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เฟส ซึ่งคำนวณได้จากความถี่ที่ผลิตไฟฟ้าออกมาได้ ความจุไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความถี่ระหว่างมอเตอร์ 1 ตัว กับตัวอื่น และขึ้นอยู่กับระดับแรงดันที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าที่แนะนำในตารางที่ 9-3 เท่าใด

การคำนวณขนาดตัวเก็บประจุ

$$C(\mu F) = k \times \frac{I_{line}}{V_{GEN} \times 2\pi f}$$

เมื่อ $\pi = 3.1416$

F = ความถี่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

k ขึ้นอยู่กับระดับแรงดันของมอเตอร์ที่ใช้

งาน ค่าที่พอร์รับได้ของระดับแรงดันมอเตอร์เป็น +/- 6 % ของค่าที่แนะนำ (ตารางที่ 9-3) ตัวคูณ **k** สามารถดูได้จากตารางที่ 9-6

ตารางที่ 9-6 ค่าคงที่ของตัวคูณ k

Recommended voltage is used (as in Table 9-3)	$k = 0.35$
Recommended voltage +6% is used	$k = 0.3$
Recommended voltage -6% is used	$k = 0.45$

ค่าของตัวเก็บประจุ(C) ที่คำนวณควรจะเป็นพิเศษขึ้นไปเป็น 5 ไมโครฟารัด และค่า 2C (2×ขนาดของ C) ให้ปิดลงให้ใกล้เคียง 5 ไมโครฟารัด อาจจะต้องปรับค่าความจุตามตัวเก็บประจุที่มีใช้งานจริงๆ

ระดับแรงดันของตัวเก็บประจุควรมากกว่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แรงดันที่ตัวเก็บประจุควรเป็น 380 โวลต์ (VAC) ถ้าจะใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ควรจะใช้สกรูยึดอุปกรณ์ติดไว้ในที่ปลอดภัย ตัวเก็บประจุควรทำงานเมื่อเดินมอเตอร์อย่างต่อเนื่อง และเวลาสตาร์ทมอเตอร์ยังไม่จำเป็นต้องใช้ตัวเก็บประจุ ดูในข้อ 9.9

การเลือก IGC

ระดับกำลังของตัวควบคุมควรเท่ากับหรือมากกว่า กำลังไฟฟ้าออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า P_{max} IGC คุณภาพดีต้องได้รับการติดตั้งจากผู้ผลิต ไม่สามารถทำขึ้นได้โดยคนทั่วไป มีการออกแบบอย่างถูกต้อง

การป้องกันทางไฟฟ้าเพิ่มเติม

(1)การป้องกันฟ้าผ่า ควรจะติดตั้งที่ โรงไฟฟ้า เพื่อช่วยป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าจากแรงดันสูงจากสาเหตุของฟ้าผ่าและการอาร์ค เพิ่มเติมในส่วนนี้จะช่วยป้องกัน IGC ด้วย (ดูในบทที่ 16)

(2)สายไฟฟ้าในโรงไฟฟ้า ต้องป้องกันจากการเสียหายทางกลโดยใช้ท่อร้อยสาย ท่อร้อยสายจะติดกับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่กล่องเชื่อมต่อ ไปยังตัวควบคุม ตัวเก็บประจุ มีฉนวนป้องกันสายไฟจากการดึงโดยไม่ตั้งใจและกันน้ำด้วย

(3)สวิตช์แยก มีความจำเป็นสำหรับตัดวงจรในระบบจำหน่าย เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องสตาร์ท และหยุดโหลดของผู้ใช้งาน ขณะที่ขับโหลดทางกล สวิตช์หลักหรือที่ **MCB** ใช้เป็นสวิตช์แยกได้

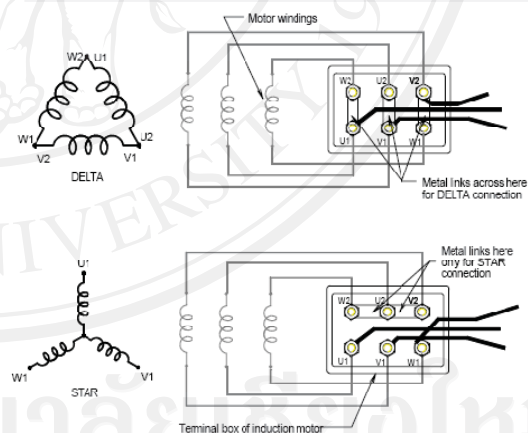
9.9 การติดตั้งและเชื่อมต่อ

จากการอธิบายการเลือกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในบทที่ 9.8 มอเตอร์เหนี่ยวนำเหมาะกับการเชื่อมต่อ ที่ 220 โวลต์

a) 380-415 V star/ 220-240 V delta

b) 220-240V star/127-139 V delta

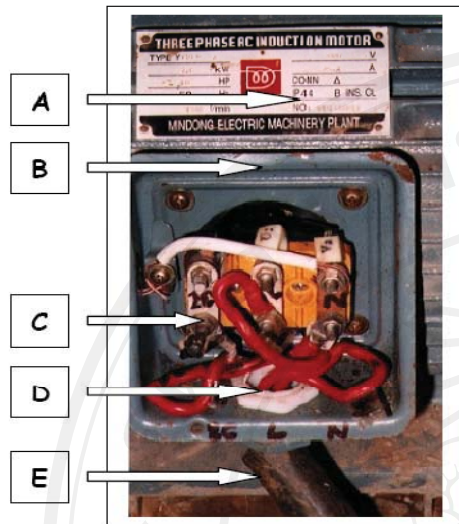
การใช้มอเตอร์ **a)** โลหะที่ใช้เชื่อมต่อควรอยู่ในกล่องตัวขั้ว ในการต่อแบบ **delta** ใช้มอเตอร์ **b)** ถ้าจะต่อแบบ **star** ซึ่งแสดงในรูป 9-14 สายไฟ 3 เส้นที่ RCD ถูกยึดไว้โดยวงแหวนขั้วที่กำเนิดไฟฟ้า



รูป 9-14 มั่นใจว่าโลหะที่ใช้เชื่อมต่อในกล่องต่อขั้วในการต่อแบบ สตาร์(star) หรือเดลต้า(delta) นั้นอยู่ในช่วงแรงดันถูกต้อง

การต่อสายดินไปที่ขั้วทั้ง 3 ถ้าใช้การต่อแบบเดลต้า(delta) สำหรับการต่อมอเตอร์แบบสตาร์(star) ใช้การแยกขั้ว แต่ไม่ใช่จุดที่ต่อรวมของสตาร์(star)ให้สัมผัสกับโลหะ เมื่อต่อลงดินแล้วจะกลายเป็นสายนิวทรัล(N) และยังคงติด 2 ขั้วคือ labeled live (L)

และ 2C ไม่สำคัญที่จะต้องคำนวณหา L และ 2C เมื่อใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง



รูป 9-15 การต่อสายภายในกล่องต่อขั้ว ปัญหาต่างๆ และวิธีการแก้ไขระบุไว้ในตารางที่ 9-7 ตารางที่ 9-7 ปัญหาการเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

	Problem	Solution
A	IP 44 only	Use IP 55 which have better protection against liquid and dust
B	No seal on connection box	
C	Loose connections causing over-heating	Tighten connections every 6 months and use 'shake-proof' washers at terminals
D	Lack of colour coding	Cables of different colours should be used to avoid wiring errors.
E	Pipe used as conduit	Use cable conduit and conduit connectors to terminal box. (see photo)

การฉนวน RCD

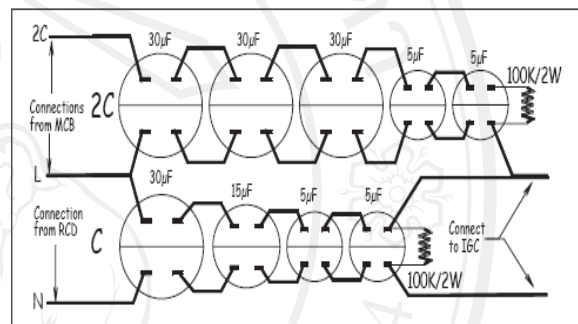
ควรฉนวนไว้ในผนังระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และตัวควบคุมในความคิดนั้น มันควรจะติดตั้งตั้งแต่การสร้างโรงไฟฟ้า ให้ง่ายแก่การมองเห็นขณะมีการทริป(Trip)เกิดขึ้น

การต่อตัวเก็บประจุ

การต่อ RCD 3 เฟส (2C,L,N)และป้องกันมอเตอร์แสดงในรูป 9-7 การต่อตัวเก็บประจุจะขึ้นอยู่กับ

กับจำนวนตัวเก็บประจุที่ใช้งาน ตัวอย่างเช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องการ $C=52$ ไมโครฟารัด $2C = 104$ ไมโครฟารัด ตัวเก็บประจุที่หาได้มี 5 ไมโครฟารัด 15 ไมโครฟารัด 30 ไมโครฟารัด ปิดเศษ C ขึ้นไป เป็น 55 ไมโครฟารัด 2C เป็น 100 ไมโครฟารัด การต่อจะเป็นไปตามรูป 9-16

ความต้านทาน 1 กิโลโอห์ม 2 วัตต์ ใช้ในการคลายประจุให้ตัวเก็บประจุ ถ้าสวิตช์ป้องกันหรือ RCD ทริป (Trip)เป็นการป้องกันข้อ

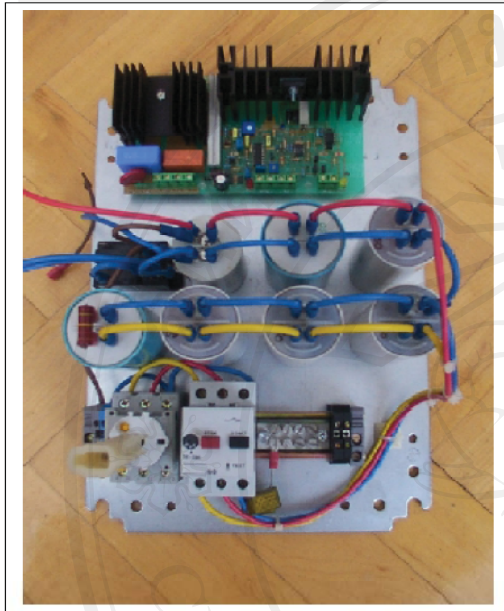


รูป 9-16 ตัวเก็บประจุที่เหมาะสมกับ $C=52$ ไมโครฟารัด

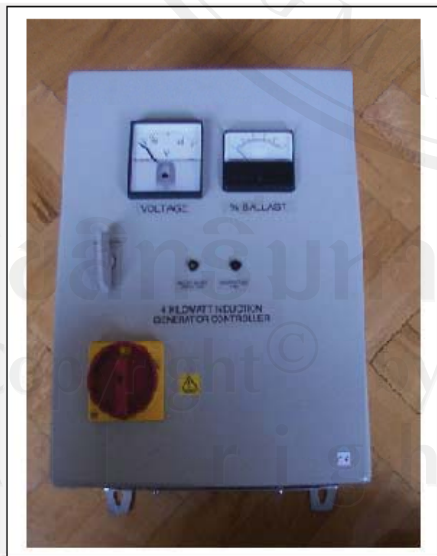
การต่อตัวเก็บประจุขนาดต่างกันเข้าด้วยกัน รวมค่า C และ 2C ควรมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เพื่อให้ความถี่ถูกต้องเมื่อใช้งานกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การปลดตัวเก็บประจุเล็กลง จะเพิ่มความถี่ ถ้าตัวเก็บประจุ C ถูกลดค่าลงแล้ว 2C ควรจะลดลงด้วยเป็น 2 เท่า ตัวเก็บประจุขนาดใหญ่จะมีการต่อ 2 แบบ ขึ้นอยู่กับขนาดและสายไฟควรจะบัดกรีให้ติดกันหรือปกปิดจะดีโดยคีมม้วนสาย ตัวต่อสายและอุปกรณ์ที่จำเป็น จะถูกใช้ ถ้าการบัดกรี ไม่สามารถทำได้ ในพื้นที่ยากลำบากและเพื่อป้องกันการเปลี่ยนสถานะ เมื่อตัวเก็บประจุเกิดความเสียหายแล้ว หากที่จะเปลี่ยนได้ถ้าหากบัดกรีไปแล้ว การม้วนสายควรมั่นใจว่าการเชื่อมต่อที่สายไฟกับขั้วตัวเก็บประจุแน่นหนาดี

การติดตั้ง IGC

IGC ปกติจะอยู่ในกล่องโลหะติดไว้บนผนังโรงไฟฟ้า ตัวกล่องควรจะมีฝาปิดที่ใหญ่พอเพื่ออำนวยความสะดวกการบรรจุตัวเก็บประจุเพิ่มเข้าไปในแผงวงจร IGC

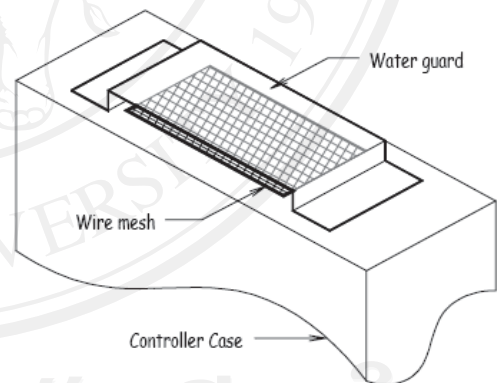


รูป 9-17 การติดตั้ง IGC และตัวเก็บประจุที่ต้องการไฟทริป(Trip)บน IGC อาจจะถูกติดไว้บนแผงวงจรและที่ประตูกล่อง



คำแนะนำในการติดตั้ง IGC

- (1) IGC ต้องติดตั้งในแนวตั้งบนผนังที่ระบายอากาศได้ดีและเป็นบริเวณแห้ง
- (2) ติดป้ายบอกที่ขั้วและทุกๆที่ที่มีการต่อสาย
- (3) กล่องต้องมีรูระบายให้มีการไหลของอากาศเย็นผ่านเข้าไปที่ชุดระบายความร้อน(heat sinks) ของ IGC ควรจะติดตั้งบนและใต้ IGC รวมไปถึงสายไฟและสายดินที่ติดอยู่บนเนื้อพื้นผิวเป็นการป้องกันน้ำเข้า (แสดงในรูป 9-18)
- (4) ถ้าตัวกล่องเป็นโลหะต่อกับสายดิน
- (5) เครื่องทำความร้อนบาลาสโหลดไม่ต้องติดตั้งที่ด้านล่างของ IGC แต่อยู่เหนือพื้น กล่องต้องติดป้ายเตือน “ไฟฟ้าแรงสูง” ที่ฝาปิด ส่วนป้ายที่สองควรบอกว่า ห้ามเปิดกล่อง ถ้าไม่ได้หุ้มฉนวน IGC จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูป 9-18 การออกแบบการระบายอากาศให้ตัวควบคุมและตัวเก็บประจุที่เหมาะสม ช่องระบายอากาศติดไว้ที่ก้นกล่องให้อากาศไหลเข้าไปในส่วนประกอบต่างๆ

บทที่ 10

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน

ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

10. การจัดการอัตราการไหลของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยาการ

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมทราบถึงการจัดการอัตราการไหล

หัวข้อการอบรม

1. The Intake
2. การออกแบบช่องทางน้ำ
3. ถังพักน้ำ
4. แหล่งเก็บน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 10

การจัดการอัตราการไหล

10.1 ประตุน้ำเข้า (Intake)

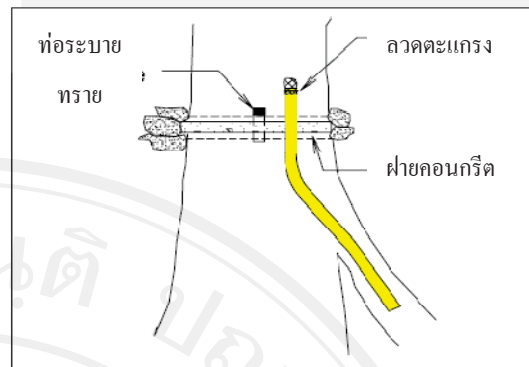
ประตุน้ำเข้า(Intake) ของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สามารถทำให้ง่ายและไม่แพงได้ ปัญหาความไม่คงทนพบในการทำท่อบ เมื่อใช้ราคาถูกและยึดหยุ่นมากๆ ผลของน้ำท่วมมักจะได้รับการพิจารณาเมื่อออกแบบ ประตุน้ำเข้า(Intake)

ประตุน้ำเข้า(Intake) ท่อ เพื่อให้มีการไหลของน้ำเต็มท่ก่อนหินถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของสายน้ำให้ไหลเข้าสู่ทางน้ำหรือที่ถมบนแนวท่อดังแสดงในรูป 10-1 ตัวอย่างการใช้การแก้ปัญหาให้ราคาถูก เช่นเมื่อได้รับความเสียหายจากพายุควรเปลี่ยนด้วยวัสดุในท้องถิ่น การก่อสร้างระยะมักระวังจะเป็นการป้องกันการเปลี่ยนท่อบ่อยๆ บางครั้งท่อก่อนข้างยาวต้องมั่นใจว่าทางน้ำเข้าสูงกว่าทางน้ำออก ท่อมีความยึดหยุ่น ใช้งานง่ายกว่าท่อน้ำที่แข็งและควรจะทำแนวด้วยก้อนหินใหญ่ๆ ทางน้ำเข้าควรยกขึ้นจากแม่น้ำเล็กน้อยจะช่วยให้การป้องกันการแตกหักจากการกัดเซาะจากเศษวัสดุเข้าสู่ทางน้ำเข้า



รูป 10-1 การออกแบบ ประตุน้ำเข้า(Intake) อย่างง่ายใช้ท่อเป็นเส้นทางน้ำไหล

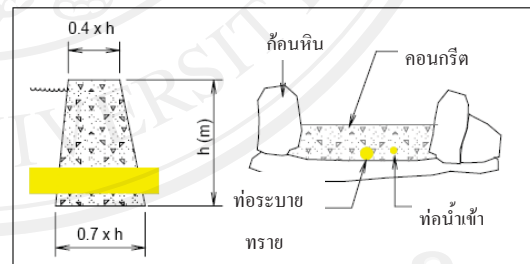
ประตุน้ำเข้า(Intake) ท่อบ สำหรับบริเวณที่มีอัตราการไหลต่ำ ท่อบเล็กๆสามารถสร้างขึ้นจากคอนกรีตเพื่อแน่ใจว่าน้ำยังคงมีอยู่ใน ท่อดูแล ท่อยึดหยุ่นซึ่งเคลื่อนย้ายน้ำถูกสร้างขึ้นในท่อบ พื้นและด้านข้างของท่อบควรจะทำด้วยหินแข็งเพื่อป้องกันน้ำรั่วและเป็นฐานให้โครงสร้างเขื่อน



รูป 10-2 ประตุน้ำเข้า(Intake) ที่ทำจากท่อบคอนกรีตใช้กับอัตราการไหลต่ำๆในฤดูแล้ง

การก่อสร้างท่อบคอนกรีตเล็กๆ

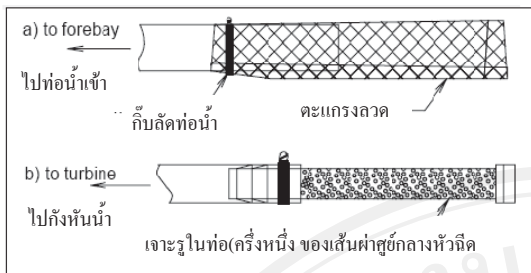
สัดส่วนสำหรับท่อบคอนกรีตหรืออิฐควรจะดูในบทที่ 19 ที่ให้ไว้ใน ข้อ 10.3 มักจะใช้ซีเมนต์ก่อฉาบก้อนหินใหญ่เพื่อใช้ในการก่อสร้างท่อบเพิ่มความแข็งแรงของโครงสร้างได้ด้วยการใช้ลวดหวายใส่หิน ยึดโครงสร้างไว้เข้าด้วยกัน ในส่วนที่คาดว่ามีน้ำไหลแรง โดยใช้ลวดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 หรือ 3 มิลลิเมตร มาสานเป็นตาข่าย 50 มิลลิเมตรถึง 100 มิลลิเมตร



รูป 10-3 การก่อสร้างท่อบควรจะเป็นไปตามสัดส่วนนี้



รูป 10-4 ท่อบคอนกรีตถูกใช้เป็นที่เก็บน้ำ(เนปาล)



รูป 10-5 การออกแบบตัวกรองสำหรับ a) ประตุน้ำเข้า (Intake) b) ท่อส่งน้ำ

ตัวกรองในการป้องกันท่อที่ใช้ในการติดตั้ง ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก จากวัสดุเช่น โคลน ไม้ และใบไม้ มี 2 สถานการณ์ที่ต้องใช้ตัวกรอง

(1) ท่อของประตุน้ำเข้า(Intake)ไปสู่ทางน้ำ ที่พักน้ำหรือแหล่งเก็บน้ำของท่อส่งน้ำดังแสดงไว้ในรูป

(2) ทางน้ำของท่อส่งน้ำ(ดูในบทที่ 11)

ในกรณีแรกขนาดของรูในตัวกรองไม่สำคัญมากนัก มีบางสิ่งที่ต้องพิจารณาเท่านั้นคือจะป้องกันท่อจากสิ่งกีดขวางยังใงวิธีการหนึ่งคือการสร้างตัวกรองที่เหมาะสม จากการสานลวด แล้วยึดติดกับท่อด้วยสายรัด

ในสถานการณ์ที่สอง เมื่อตัวกรองติดที่ทางเข้าของท่อส่งน้ำ จำเป็นต้องทำรูของตัวกรองเล็กกว่าหัวฉีดในส่วนท้ายของท่อส่งน้ำ ในทางปฏิบัติจะใช้ขนาดครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลางหัวฉีด เพื่อความมั่นใจว่าจะไม่มี เศษผงเข้าสู่ท่อไปติดที่ส่วนปลายท่อ(ถ้าหัวฉีดติดขัดจะเป็นอันตรายต่อท่อส่งน้ำ อาจจะแตกเนื่องจากแรงดันย้อนกลับ) ตัวกรองมีรูเล็กๆสามารถทำจากชิ้นส่วนเล็กๆจากท่อพาสติก หรือ ท่อโลหะมาติดที่ปลายท่อส่งน้ำ

รูจำนวนมากทำได้โดยการเจาะพื้นที่ของรูทั้งหมด ควรจะมากกว่าพื้นที่ของท่อ เพื่อความแน่ใจว่าน้ำจะไหลผ่านได้ ตัวกรองที่ติดกับท่อต้องมั่นใจว่ามีการติดยึดที่แน่นหนา

10.2 ช่องทางส่งน้ำ



รูป 10-6 ช่องทางน้ำติดตั้งในพื้นที่ลำบากเพื่อใช้ติดตั้งไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก เพื่อผลิตไฟฟ้าให้ชุมชน (เปรู)

ช่องทางน้ำควายังจะมีการลงทุนต่ำเพื่อนำน้ำจากแหล่งน้ำมา ตำแหน่งประตุน้ำ ในบางพื้นที่อาจจะคำนึงถึงผลทางเศรษฐศาสตร์ โดยการลดความยาวของท่อส่งน้ำ และสายส่ง ในพื้นที่อื่นๆ การเพิ่มเติมบางส่วนให้กับช่องทางน้ำอาจจะเพิ่มราคาสูงขึ้น ปกติแล้วต้องการบำรุงรักษาการรั่วไหล การกัดกร่อนของดินและแผ่นดินเลื่อน การใช้ช่องทางน้ำและเลือกเส้นทางต้องได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบ ตามปัจจัยต่อไปนี้

- (1) มีความชำนาญพื้นที่และดูจากงานเก่าที่คล้ายกับระบบน้ำ อย่างเช่น ท่อประปา
- (2) การหาแรงงานราคาถูกหรือแรงงานเปล่าในการขุดและดูแลช่องทางน้ำ
- (3) ชนิดของ ราคาของการขนส่ง วัสดุ อย่างเช่น ซีเมนต์
- (4) การปรับเปลี่ยนท่อประปามาใช้แทนเป็นไปได้หรือไม่

ถ้าช่องทางน้ำเป็นคอนกรีตหรือหินกับซีเมนต์แล้วจะเพิ่มความแข็งแรงและความน่าเชื่อถือ แต่ถ้าเป็นการเพิ่มเงินทุนต้องพิจารณาให้ดี ในพื้นที่ที่

ห่างไกลไม่สามารถ ทำงานได้จริงเพราะว่าความยากลำบากในการขนส่งวัสดุก่อสร้าง

เส้นทางของท่อส่งน้ำ จะเพิ่มประสิทธิภาพของการไหลของน้ำด้วย น้ำสามารถไหลได้ในความเร็วสูงโดยปราศจากผลของการกักตุน ดังนั้น สำหรับปริมาณ อัตราการไหลเดียวกันสามารถลดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลงได้

10.3 การออกแบบช่องทางน้ำ

อัตราการไหลของน้ำในช่องทางน้ำขึ้นอยู่กับ

- ความเร็วของน้ำ
- พื้นที่หน้าตัดของช่องทางน้ำ

สมการในการหาอัตราการไหลเป็น

$$Q = VA$$

$$Q = \text{อัตราการไหล (m}^3/\text{s)}$$

(คูณด้วย 1000 สำหรับ เปลี่ยนอัตราการไหลเป็น ลิตรต่อวินาที)

$$V = \text{ความเร็ว (เมตรต่อวินาที)}$$

$$A = \text{พื้นที่หน้าตัดของช่องทางน้ำ}$$

(1) ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านช่องทางน้ำ (V) ขึ้นอยู่กับความชันของช่องทางน้ำและความขรุขระผิวรางน้ำและวัสดุที่ใช้ มีข้อกำหนดบนของความเร็วยังสำหรับวัสดุในการก่อสร้างต่างกัน ถ้าใช้ค่าที่สูงกว่านี้จะทำให้เกิดการผุกร่อนรวดเร็ว

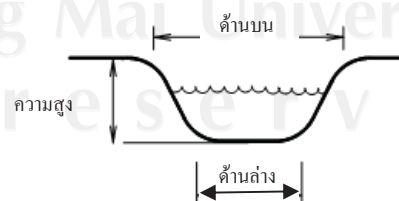
ตารางที่ 10-1 ข้อกำหนดความเร็วสำหรับช่องทางน้ำต้น (มากกว่า 0.3)

วัสดุของช่องทางน้ำ	ความเร็วมากที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงการกัดเซาะช่องแคบ
ดินทราย	0.4 m/s
ดินเหนียว	0.6 m/s
คอนกรีต/อิฐ	1.5 m/s

จากตารางที่ 10-1 จะเห็นได้ว่าช่องทางน้ำที่ทำจากดิน ความเร็วสูงสุดของน้ำนั้นจะน้อยกว่าวัสดุอื่น ถ้าน้ำมีตะกอนจะทำให้การไหลต่ำกว่าข้อกำหนดด้วยความเร็ว 0.3 เมตรต่อวินาที ต้องมีการป้องกันตะกอนกีดขวางทางน้ำ ถ้าน้ำสะอาดแล้วความเร็วต่ำกว่าข้อกำหนดไม่เป็นปัญหา ความเร็วต่ำหมายความว่าความสูงชันระหว่างตลอดเส้นทางมีน้อย เหตุผลนี้ตารางที่ 10-2 ถูกคำนวณโดยความเร็ว 0.3 เมตรต่อวินาที การสูญเสียความสูงของทางน้ำจะลดลง และได้ความสูงที่ดีที่สุดสำหรับท่อส่งน้ำ

ตัวอย่าง เช่น ทางน้ำมีความขรุขระขนาด 0.07 ในสถานการณ์ที่ใช้ทางน้ำต้นๆ มีพืชขึ้นข้างๆตลอดแนวทางของลำน้ำทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้น แต่มีประโยชน์ในการรักษาขอบทางของลำน้ำหรือตลิ่ง

(2) ออกแบบ พื้นที่หน้าตัดของช่องทางน้ำ ของลำน้ำปกติแล้ว พื้นที่หน้าตัดของช่องทางน้ำของลำน้ำต้องใหญ่กว่า พื้นที่หน้าตัดของช่องทางน้ำ ของลำน้ำที่ใช้คำนวณให้อัตราการไหลความสูง ปกติจะใช้ 30 % เป็นการลดความเสี่ยงการพังทลายของผนังตลิ่งจากการไหลของน้ำ ถ้าเป็นไปได้ให้สร้างขอบทางน้ำให้เป็นแนวตั้งและเสริมความแข็งแรงด้วยหิน หรือคอนกรีต ในกรณีนี้ปากและก้นของทางน้ำจะมีขนาดเดียวกัน อย่างไรก็ตาม การก่ออิฐและคอนกรีตมีราคาแพงและแทบจะไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพในการลงทุน สำหรับโครงการ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กจะลดลงไปเลย



กระบวนการต่อไปของการออกแบบทางน้ำระยะที่เหมาะสมของ พื้นที่หน้าตัดของช่องทางน้ำได้กำหนดค่า อัตราการไหลต่างๆกัน ดูในตาราง การ

สูญเสียความสูง จะลดต่ำลงสำหรับทางน้ำ 100 เมตร ถ้าต้องการใช้ทางน้ำ 200 เมตร ให้คูณ การสูญเสียความสูง ด้วย 2

ตารางที่ 10-2 ระยะน้อยที่สุดที่เหมาะสมสำหรับอัตราการไหลที่ระดับต่างๆ และวัสดุต่างชนิดกัน

	คลองชั้นในและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด		
10 l/s	ดินทราย	ดินเหนียว	คอนกรีต/อิฐ
ความสูง H	13 cm	15 cm	15 cm
ความกว้างบนสุด	59 cm	44 cm	29 cm
ความกว้างด้านล่าง	6 cm	13 cm	29 cm
หัวน้ำที่สูญเสีย (ความยาว 100m)	1.6 m	1.3 m	1.4 m
20 l/s			
ความสูง H	19 cm	22 cm	21 cm
ความกว้างบนสุด	84 cm	62 cm	42 cm
ความกว้างด้านล่าง	9 cm	18 cm	42 cm
หัวน้ำที่สูญเสีย (ความยาว 100m)	1.0 m	0.8 m	0.9 m
30 l/s			
ความสูง H	23 cm	27 cm	25 cm
ความกว้างบนสุด	103 cm	75 cm	51 cm
ความกว้างด้านล่าง	11 cm	22 cm	51 cm
หัวน้ำที่สูญเสีย (ความยาว 100m)	0.8 m	0.6 m	0.7 m

การรั่วซึม

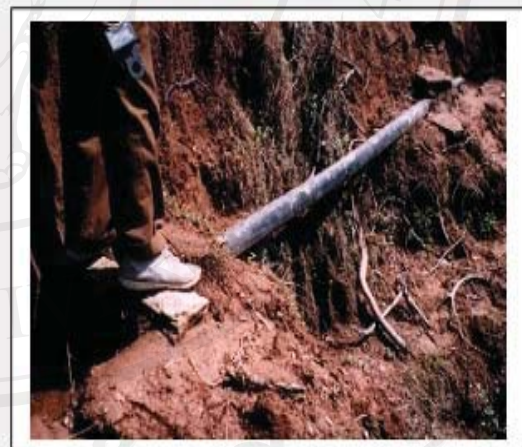
ทางน้ำที่เป็นดิน จะมีการสูญเสียน้ำจากการรั่วซึม ในดินทรายคาดว่าอย่างน้อยจะมีการสูญเสียอย่างน้อย 5% ต่อความยาว 100 เมตร (0.5 ลิตรต่อวินาที สำหรับอัตราการไหล 10 ลิตรต่อวินาที) มีความจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณน้ำให้มากกว่าที่กักกัน ต้องใช้งาน สมมติให้เพื่อไว้ 10 % -20% ซึ่งจะทำให้การสูญเสียจากการรั่วเล็กน้อยกับการซึม บางครั้งปริมาณน้ำในทางลำนํายังจำเป็นต้องไปใช้จุดประสงค์อื่น เช่น ประปา หรือ การส่งน้ำเข้าไปใช้ในบ้าน ควรพิจารณาจากการออกแบบ

การก่อสร้างทางน้ำ

เส้นทางวางทางน้ำจะต้องมีการเลือกอย่างพิถีพิถัน ถ้าเป็นไปได้ควรหลีกเลี่ยงสิ่งเหล่านี้

- พื้นที่ขี้นไ้
- บริเวณที่เป็นหินซึ่งเป็นอุปสรรคในการขุด
- พื้นที่สูงชันไม่ควรเลือก

อุทกทางน้ำด้วยโคลนหรือคอนกรีตในพื้นที่รั่วซึม แต่บริเวณที่เป็นหินควรหลีกเลี่ยง การเลือกพื้นที่สูงชันและแนวของพายุนั้นเป็นการยากลำบาก ซึ่งมีจำนวนมากในชนบท ทางน้ำบางแห่งสามารถทำได้ในพื้นที่ชนบท ทางน้ำบางแห่งสามารถทำได้ในพื้นที่ยากลำบาก (ดูรูป 10-6 ถึง 10-9) ต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบควรกระตุ้นให้กำลังใจและความพยายามของคนในชุมชนที่ไม่ต้องการความชำนาญมากนัก

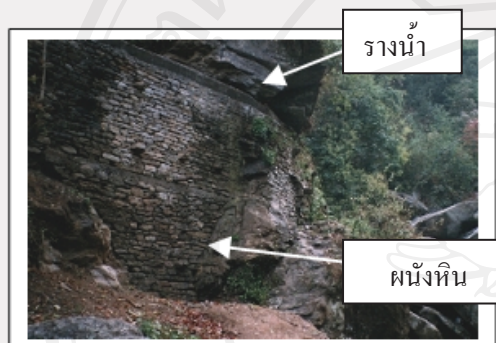


รูป 10-7 ท่อที่ใช้เป็นสะพานในหุบเขา ท่อถูกป้องกันด้วยหิน

เมื่อเกิดพายุ ตัวอย่าง เช่น ต้องให้ความสำคัญกับการระบายน้ำสำหรับน้ำฝนที่จะทำลายขอบของทางน้ำ ท่อสั้นๆ (รูป 10-7) หรือท่อไม้ (รูป 10-8) สามารถใช้เป็นสะพานได้ในเส้นทางที่ยากลำบาก



รูป 10-8 ท่อไม้ไผ่ขนส่งน้ำในทางน้ำข้ามพื้นดิน



รูป 10-9 และรูป 10-10 แสดงทางน้ำที่ยกขึ้นใช้ผ่านแนวหิน ใช้การก่ออิฐได้สร้างได้ผนังหินสูง

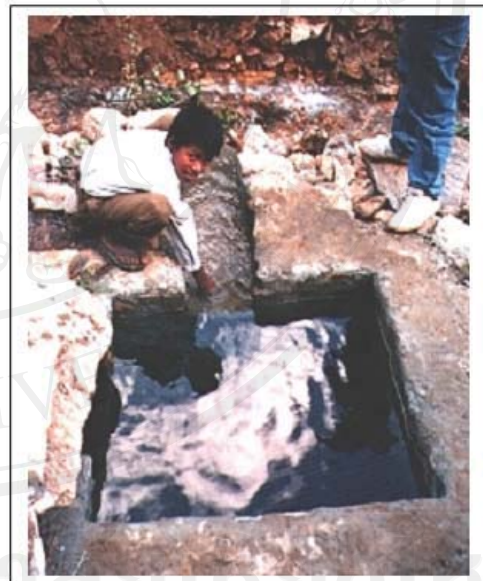
ท่อแรงดันต่ำ

วิธีการอีกวิธีหนึ่งที่จะลำเลียงน้ำไปสู่ ประตุน้ำ โดยใช้ท่อพลาสติก ความดันต่ำ ซึ่งบางประเทศใช้เป็นท่อระบายน้ำท่อความดันต่ำมีราคาถูกกว่าท่อส่งน้ำ เพราะว่าผนังบางกว่า เป็นทางเลือกที่ถูกกว่า ที่ทำทางน้ำจากคอนกรีต



รูป 10-11 ท่อพลาสติกระบายน้ำบนดิน
ต้องพิจารณาขนาดที่ดีที่สุดและความชันของท่อให้ดีที่สุดเพราะว่าอาจจะส่งผลให้อัตราการไหลและความสูงมีการสูญเสียได้ ดูในบทที่ 11

10.3 ถังพักน้ำ



รูป 10-12 ถังพักน้ำที่เหมาะสมมีน้ำไหลผ่านเข้ามาตลอดทั้งปี

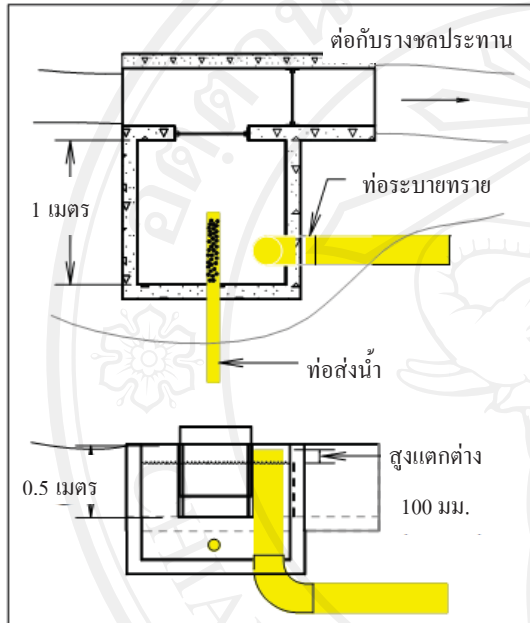
ถึงเก็บน้ำจะต้องมีความลึกของน้ำพอที่จะท่วมปากท่อส่งน้ำในบางกรณีท่อส่งน้ำจะต่อไปที่ประตุน้ำ จึงไม่ต้องการที่พักน้ำ ที่พักน้ำมีความจำเป็นเมื่อใช้ทางน้ำหรือ ถ้ามีแหล่งน้ำขึ้นอยู่กับการปัจจัยคือ

- (1) สถานที่เข้าถึงแหล่งน้ำ
- (2) สามารถของวัสดุในการก่อสร้างได้

(3) ชนิดของพื้นและดิน

(4) ค่าจ้างแรงงานและทักษะความชำนาญของ
ชาวบ้าน

อย่างไรก็ตาม แนะนำว่าการออกแบบทั้งหมด
นั้นรวมไปถึง ความยากง่ายในการไหล และการ
ระบายน้ำสู่ถังต้องมีความสะอาด



รูป 10-13 แบบที่แนะนำสำหรับที่พักน้ำโดยได้รับน้ำ
จากท่อประปา

ความลึกของน้ำ

ความลึกของน้ำในที่พักน้ำควรจะท่วมท่อส่งน้ำ
4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อส่งน้ำ และท่อส่งน้ำ
ควรอยู่สูงจากพื้น 1 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ

ตัวอย่าง

ความลึกของที่พักน้ำควรเป็นเท่าใดถ้าท่อส่งน้ำ
มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร

ตอบ

ความลึกเหนือท่อส่งน้ำ = $4 \times 75 = 300 \text{ mm}$

ความลึกใต้ท่อส่งน้ำ = 75 mm

ดังนั้นความลึกรวมควรเป็น

$$= 300 + 75 + 75 = 450 \text{ mm}$$

ตะกอน

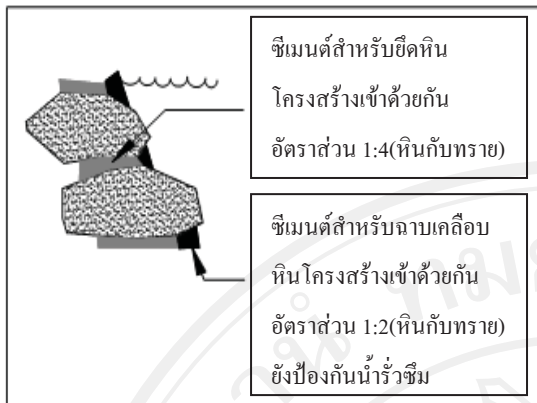
เพราะว่าน้ำในที่พักน้ำไหลช้า ตะกอนจึงตกลง
สู่ก้น ซึ่งเกิดเป็นชั้นโคลนหนา ซึ่งเป็นอุปสรรคของ
ท่อส่งน้ำ ถ้าติดไว้ลึกเกินไป โครงการพลังน้ำขนาด
ใหญ่ที่มีถังตกตะกอน เพื่อจัดตะกอนออกก่อนมัน
แทบจะไม่จำเป็นใช้เลย สำหรับ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาด
* จีว ที่มีประตูปะบายน้ำหรือท่อปล่อยน้ำล่าง (รูป 10-
13) ซึ่งจะทำให้งานในการล้างตะกอนออกทำได้ง่าย
ขึ้น

ทางน้ำล้น

ถ้าที่พักน้ำเต็ม ต้องกำจัดน้ำออกโดยไม่เกิด
ความเสียหาย ทางน้ำล้น อาจจะเป็นช่องทางแคบๆ
หรือทางน้ำเล็กๆอยู่ ต่ำกว่าผนังที่เก็บน้ำ (ดูในรูป 10-
15) วิธีการหนึ่งคือใช้ท่อน้ำล้นร่วมกับวิธีการที่
ติดตั้งน้ำล้นแสดงในรูป 10-13 ท่อแนวตั้งสามารถ
ต่อออกจากช่องประปา ตัวอย่างนี้ที่พักน้ำได้รับน้ำ
จากช่องประปาแล้ว น้ำจะไหลมาได้ในท่อความดัน
ต่ำ น้ำสามารถไหลเข้าสู่ที่พักได้เมื่อต้องการในทาง
ตรงกันข้ามน้ำจะค่อยๆไหลกลับไปในท่อ ถ้าใช้
วิธีการนี้เมื่อน้ำมากเกินน้ำจะไหลออกจากที่พักน้ำไป
ยังลำห้วยหรือทางร่องน้ำอื่น

การก่อสร้างที่พักน้ำ

เราต้องการแรงงานที่จะทำที่พักน้ำโดยการใช้
หินและอุดรูด้วยดินเหนียวซึ่งมีต้นทุนไม่แพง
ประตูนํ้า ที่จะนำไปสู่ท่อส่งน้ำ สามารถป้องกันได้
ง่าย ถ้าใช้หินในการสร้างผนัง ถ้าที่พักน้ำมีการไหล
มากเกินบ่อยๆแล้ว ดินเหนียวจะสึกหรออย่างรวดเร็ว
และต้องการเปลี่ยนดินเหนียวใหม่ ซีเมนต์และหิน
หรือคอนกรีตถูกใช้ทำที่พักเพื่อช่วยให้มีอายุการใช้
งานที่ยาวนานและทนทานต่อการถูกร่อนมากกว่า
วิธีการที่เหมาะสมในการใช้หินและซีเมนต์หรือใช้อิฐ
ทำที่พักน้ำหรือที่เก็บน้ำแสดงในรูป 10-14



รูป 10-14 เทคนิคการก่ออิฐสำหรับงานโยธาของไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก



รูป 10-15 ตัวอย่างการก่อสร้างที่พักน้ำด้วยหิน



รูป 10-16 การไหลของน้ำเข้าสู่ที่พัก ควบคุมด้วยประตูน้ำ ถ้ามีน้ำมากเกินไปจะส่งไปที่ถังหุบเขา ดังนั้น น้ำที่เกินจะไหลไปสู่แหล่งน้ำโดยที่ไม่มีการทำลายอิฐปูน ท่อระบาย ยึดด้วยแท่งไม้ที่ติดอยู่ที่ส่วนต่ำสุดของถังเก็บพักน้ำ

10.4 แหล่งเก็บน้ำ



รูป 10-17 แหล่งเก็บน้ำขนาดเล็กราคาถูกใช้สะสมพลังงานน้ำไว้ในฤดูแล้ง

ที่พักน้ำสามารถขยายให้ใหญ่ได้ ใช้เป็นแหล่งเก็บน้ำเล็กๆ ถ้ามีน้ำไหลน้อยในฤดูแล้ง เพื่อจะได้เดินกังหันอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น น้ำถูกเก็บไว้ตลอดทั้งกลางวันและกลางคืนโดยที่กังหันไม่ได้ทำงาน เพื่อให้กังหันทำแสงสว่างในตอนเย็น น้ำสามารถเก็บและยืดหยุ่นและเพิ่มความปลอดภัยในโครงการได้ถ้าสิ่งเหล่านี้ทำได้

(1) น้ำจะถูกเก็บสะสมมากกว่า 1 แหล่ง ถ้าบางที่ไหลไม่สม่ำเสมอ

(2) น้ำมีการนำไปใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นๆ นอกเหนือจากไฟฟ้าพลังน้ำอย่างเช่นประปา

การเก็บน้ำจำเป็นต้องมีการคำนวณถ้ามีอัตราการไหลต่ำสุดในแหล่งเก็บน้ำ ผู้ผลิตควรจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการไหลที่กังหันต้องการ แหล่งเก็บน้ำควรมีขนาดตามอัตราการไหลน้อยที่สุดที่คาดการณ์ไว้ ต้องมีการวัดในช่วงเวลาที่ฤดูแล้งที่สุดในรอบปี

ตัวอย่าง ความจุในการเก็บน้ำในแหล่งเก็บน้ำ

กังหัน 15 กิโลวัตต์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกใช้ในตัวอย่างในบทที่ 7 หน้าแรก ความสูงถูกกำหนดได้ 70 เมตร เมื่อเกิดการสูญเสียจากความเสียดทานแล้วในการผลิตไฟฟ้า ความสูงขนาดนี้ต้องการอัตราการไหล 5 ลิตรต่อวินาที วัดอัตราการไหลในสายน้ำไกลๆจากหมู่บ้านในช่วงที่แล้งที่สุดในรอบปี หลังจากไม่มีฝนตกติดต่อกันหลายอาทิตย์พบว่า

อัตราการไหลเป็น 2 ลิตรต่อวินาที ซึ่งอัตราการไหลต่ำสุดสามารถสังเกตได้จากลำห้วยผ่านคนในท้องถิ่น (มีความน่าเชื่อถือ ถ้ามีข้อมูลย้อนหลังไป 10 ปี)

เมื่อต้องการอัตราการไหล 5 ลิตรต่อวินาที จึงต้องสร้างที่เก็บน้ำในฤดูแล้งเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในหมู่บ้าน 5 ชั่วโมงในการทำแสงสว่างในตอนเย็น 3 ชั่วโมง และใช้เป็นพลังงานให้เครื่องจักรขับเคลื่อนในตอนเช้า 2 ชั่วโมง ขนาดของแหล่งเก็บน้ำเป็นเท่าใด

- อัตราการไหลในช่วงที่แล้งที่สุด = 2 ลิตรต่อวินาที
- อัตราการไหลในท่อน้ำ = 5 ลิตรต่อวินาที
- ช่วงเวลาใช้ไฟฟ้ามากที่สุด = 5 ชั่วโมง
- น้ำที่ต้องจ่ายเพิ่มในระหว่างเวลาทำงาน = 5-2
= 3 ลิตรต่อวินาที

ที่เก็บน้ำต้องมีความจุในการส่งน้ำมากกว่า 3 ลิตรต่อจำนวนนาที่ในช่วงเวลาทำงาน

ปริมาณน้ำที่ต้องการเก็บ

$$5 \text{ ชั่วโมง} = 5 \times 60 \times 60 \\ = 18,000 \text{ วินาที}$$

$$\text{ปริมาณน้ำ} = 18,000 \times 3 \text{ ลิตรต่อวินาที} \\ = 54,000 \text{ ลิตร หรือ } 54 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

(1 คิว = 1,000 ลิตร)

ขนาดที่เหมาะสมของแหล่งเก็บน้ำเป็น 54 ลูกบาศก์เมตร หรือไม่

แหล่งเก็บน้ำจะเก็บตลอดทั้งคืนเพื่อขับเคลื่อนในตอนเช้า พื้นที่ในบริเวณที่จะสร้างเป็นหินและเป็นไปไม่ได้ที่จะขุดลึกเกิน 1.5 เมตร

ขนาดที่เหมาะสมควรจะเป็น 1.5 เมตร กว้าง 6 เมตร ยาว 6 เมตร $1.5 \times 6 \times 6 = 54$ ลูกบาศก์เมตร

อีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการส่งน้ำไปสู่แหล่งเก็บน้ำด้วยน้ำจากห้วยเล็กๆจากที่อื่น ซึ่งสามารถส่งน้ำได้ประมาณ 1 ลิตรต่อวินาที ผ่านท่อเล็กๆราคาถูก จากน้ำ 2 แหล่งน้ำในฤดูแล้ง

ความจุใหม่ที่ต้องการเป็นเท่าใด

ตอบ 36 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้น ขนาดที่เหมาะสมขนาดเป็น

1.5 เมตร x 6 เมตร x 4 เมตร

บทที่ 11

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้

งานของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

11. ท่อส่งน้ำของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมทราบถึงวิธีการทำงานของท่อส่งน้ำ การคัดเลือกท่อส่งน้ำ การเชื่อมต่อกระบอกฉีดและการติดตั้งท่อส่งน้ำ

หัวข้อการอบรม

1. วิธีการทำงานของท่อส่งน้ำ
2. การคัดเลือกท่อส่งน้ำ
3. การเชื่อมต่อกระบอกฉีด
4. การติดตั้งท่อส่งน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 11

ท่อน้ำ(The Penstock)

- 11.1 วิธีการทำงานของท่อน้ำ
- 11.2 การคัดเลือกท่อน้ำ
- 11.3 การเชื่อมต่อกระบอกฉีก
- 11.4 การติดตั้งท่อน้ำ

11.1 วิธีการทำงานของท่อน้ำ

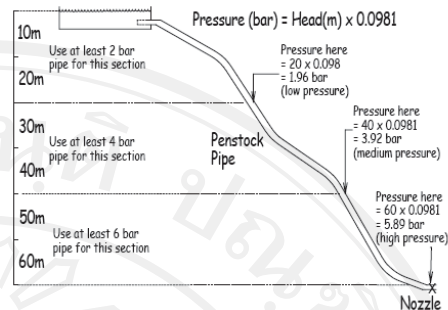
ท่อน้ำเป็นเพียงท่อน้ำที่มีการเติมน้ำเข้าไป โดยที่น้ำหนักของน้ำในท่อจะต้องให้แรงดันที่ระดับความสูงหัวน้ำ กระบอกฉีกเพื่อขับเคลื่อนเครื่องกังหันน้ำ ท่อน้ำจะส่งน้ำตรงมาจากแหล่งน้ำเข้าสู่เครื่องกังหันน้ำโดยตรงหรือส่งมาจากปลายทางของแหล่งน้ำใกล้ๆ เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับความยาวของท่อน้ำ เครื่องกรองน้ำจะถูกเชื่อมต่อกับอาคารรับน้ำสุดท้าย เครื่องกังหันน้ำนั้นจะมีวาล์วที่ใช้สำหรับเปิด-ปิด น้ำอยู่ เมื่อวาล์วควบคุมอยู่ที่ปลายสุด ความดันน้ำจะมีระดับสูง

11.2 การคัดเลือกท่อน้ำ

ท่อน้ำโดยมากจะมีราคาแพง มีส่วนประกอบของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ การเลือกใช้ท่ออย่างระมัดระวังจึงเป็นสิ่งสำคัญ จึงมี 3 สิ่งที่ต้องพิจารณาในการเลือกซื้อท่อสำหรับท่อน้ำ

- (1) วัสดุ
- (2) เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน – ขึ้นอยู่กับความยาวและอัตราการไหล
- (3) ระดับความดัน - ขึ้นอยู่กับความสูงสุทธิ (net head)

ระดับความดัน



รูป 11-1 ระดับความดันของท่อน้ำ

ท่อน้ำถูกออกแบบมาให้รองรับความดันน้ำในสถานะที่มีความปลอดภัยและใช้ร่วมกับเครื่องกังหันน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ท่อที่รับแรงดันสูง มีผนังที่หนาพอทำให้ราคาแพงขึ้นตามไปด้วย แรงดันน้ำในท่อน้ำนั้นจะขึ้นอยู่กับหัวน้ำ ถ้าท่อรับแรงดันได้ต่ำกว่าการใช้งานแล้วอาจมีความเสี่ยงต่อการระเบิดแตกได้ แต่ถ้าท่อรับแรงดันได้มากเกินความจำเป็นจะเป็นการสูญเสียเงิน ดังนั้นแนวคิดของท่อน้ำนั้นจะต้องมีแรงดันที่ต่ำในส่วนอาคารรับน้ำและจะต้องมีตัวหัวฉีดที่หนาเมื่อแรงดันสูงขึ้น

การคัดเลือกระดับความดันอย่างถูกต้อง

แรงดัน ณ จุดต่างๆ ในท่อ สามารถคำนวณได้ง่ายเมื่อทราบค่าหัวน้ำที่จุดนั้นๆ จากรูป 11-1 ตามที่เข้าใจกันว่าแรงดันในท่อจะเปลี่ยนเมื่อระดับหัวน้ำเปลี่ยน ท่อพลาสติกถูกสร้างขึ้นโดยมีค่า Safety factor อยู่ในช่วง 1.5 และ 2.5 สำหรับแรงดันกระชากนั้นหมายถึงท่อนั้นสามารถถูกใช้ได้กับระดับความดันในติดตั้ง (สามารถเชื่อมต่อให้ยาวอย่างถูกต้องและมีความแน่น (firmly anchored) หรือฝังวาล์วควบคุมการไหลจะต้องหมุนอย่างช้าๆ ทั้งเปิดและปิด เพื่อลดความดันระดับกระชาก ถ้าคู่มือดังกล่าวมีการใช้งานตามและท่อถูกใช้ในเรื่องแรงดันในการติดตั้งเมื่อนั้นจะทำให้ต้นทุนต่ำสุดโดยไม่มีการเผื่อระยะปลอดภัย

ความสำคัญของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ

เส้นผ่าศูนย์กลางเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจาก มีผลกระทบต่อกำลังการผลิตของเครื่องกังหันน้ำ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้น จะมีกำลังการผลิตที่มากขึ้นด้วย ถึงแม้ว่าท่อน้ำนั้นจะมีผิวเรียบ แต่ก็มีความประเทหที่มีผิวขรุขระซึ่งจะทำให้ น้ำในท่อเคลื่อนที่ช้าลง การเคลื่อนที่ช้าลงในลักษณะนี้เรียกว่า “Frictional loss”

Frictional loss นี้จะปรากฏในการสูญเสียหัวน้ำระดับเมตร (meter of head loss) และจะมีความรุนแรงขึ้นเมื่อความเร็วของน้ำสูงขึ้น ความเร็วของน้ำและ Frictional loss เพิ่มขึ้น ถ้าหากกังหันหัวน้ำมีขนาดใหญ่กว่าหรือมีท่อส่งน้ำที่เล็กกว่า Frictional loss จะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของความยาวของท่อส่งน้ำ ถ้าขนาดของท่อใหญ่ จะช่วยลด Frictional loss ให้น้อยลง แต่จะมีราคาสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยปกติ หากเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อใหญ่ขึ้นเท่าหนึ่งราคาจะสูงขึ้นถึงสี่เท่า แต่อย่างไรก็ตาม Frictional loss จะมีประมาณ 30 เท่าเป็นอย่างน้อย

การคัดเลือกเส้นผ่าศูนย์กลางที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นแรก หาอัตราการไหลที่ต้องการสำหรับเครื่องกังหันน้ำ ซึ่งหาข้อมูลได้จากคู่มือ ถ้าไม่มี ใช้วิธีการบนพื้นฐานของขนาดหัวในการอธิบายในคู่มือการจ่ายสำหรับผู้ผลิตของ Pico Power Pack นอกจากนี้สิ่งที่ต้องการคือความยาวทั้งหมดของท่อที่ต้องการ [ระยะทางในการรับน้ำโดยท่อจาก ถึงเก็บน้ำ (forebay) ไปยังกังหันน้ำ] และระดับหัวที่ใช้ทั้งหมด จากตารางที่ 11-1 สิ่งแรกคือหาอัตราที่ใกล้เคียงของสิ่งที่ต้องการ ในทางด้านซ้ายมือของแถว แนะนำว่าให้พิจารณา ระหว่าง frictional loss และต้นทุนของท่อคือ 15%-20% frictional loss ทุก head losses ต่อความยาวท่อ 100 เมตร ตัวเลขเหล่านี้จะต้องคูณด้วย (ความยาวของท่อ/100เมตร) ให้การประมาณของ frictional loss ที่

หน้างาน (site) การสูญเสียเหล่านี้โดยปกติจะต้องไม่มากกว่า 25 % ของ ความสูงรวม (total head) ถ้า head loss เท่ากับ 20% แล้ว net head จะเท่ากับ 80% ของ gross (total) head

Net head (available to turbine)

= GROSS head (total head) - head loss due to friction

บางครั้งก็ควรเลือกถึง head loss จะมีความต่างถึง 20% สำหรับตัวอย่าง ถ้าค่า gross head ที่ต้องการนั้น ไม่เพียงพอในการใช้งานกับเครื่องกังหันแล้ว ควรพิจารณาท่อส่งน้ำที่มีค่า 10% frictional loss ไม่เช่นนั้นระยะทางระหว่าง site สำหรับโรงไฟฟ้า และถึงเก็บน้ำ fore bay จะมีความยาวและมีหัวมากกว่าความจำเป็น ทำให้สูญเสีย 30% ซึ่งสามารถทนได้ถ้าหมายถึงการประหยัดต้นทุนกับพลังงานที่มีอยู่คงเพียงพอ

ตัวอย่าง : การคัดเลือกเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อส่งน้ำ

a) เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อส่งน้ำอันไหนที่ให้ค่า head loss ของท่อ 20% และใช้ต้นทุนที่มีอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ข้อมูลต่อไปนี้ทราบไว้:

เครื่องกังหันเลือกอัตราการไหลที่ 6 ลิตรต่อวินาที

gross head คือ 70 เมตร

ท่อส่งน้ำจะมีความยาว 300 เมตร

ตอบ:

head loss ต้องการประมาณ 20% ของความสูงของน้ำรวม 70 เมตร = $70 \times 0.20 = 14$ เมตร

จากค่าการสูญเสียในตารางสำหรับท่อยาว 100 เมตร

เราต้องการ 300 เมตร ดังนั้น จากค่าการสูญเสียในตารางจะต้องคูณด้วย $300/100 = 3$

สังเกตตามแนวแถวการไหลที่ 6 ลิตรต่อวินาที และคำนวณ head loss:

300 เมตร ของท่อขนาด 50 มม. $= 3 \times 17.07 = 51.21$ เมตร

300 เมตร ของท่อขนาด 63 มม. $= 3 \times 5.48 = 16.44$ เมตร

300 เมตร ของท่อขนาด 75 มม. $= 3 \times 2.36 = 7.08$ เมตร

ตัวเลือกที่ดีที่สุดคือท่อขนาด 63 มม. (2.5") ที่ทำให้ head losses เข้าใกล้ 14 เมตร

b) ถ้าท่อ HPDE(High Density Polyethylene) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 100 มม. และ 50 มม. ทำอย่างไรให้มีประสิทธิภาพต้นทุนรวมสูงสุด

คำตอบ:

ความยาวท่อ 80 เมตร ของท่อขนาด 50 มม.(สำหรับ ส่วนแรงดันสูง)

$$= 0.8 \times 17.07 = 13.6 \text{ เมตร}$$

ความยาวท่อ 220 เมตรของท่อขนาด 100 มม.(สำหรับ ส่วนแรงดันต่ำ)

$$= 2.2 \times 0.58 = 1.28 \text{ เมตร}$$

$$\text{Total head loss} = 13.6 + 1.28$$

$$= 14.9 \text{ เมตร}$$

วัสดุของท่อส่งน้ำ

สำหรับโครงการ ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ซึ่ง เป็นท่อส่งน้ำที่โดยปกติทำมาจากพลาสติก HPDE (High Density Polyethylene) ถูกใช้งานทั่วไป มันเป็นส่วนประกอบที่มีความเหมาะสมเนื่องจากมีทั้งความยืดหยุ่นและทนต่อสภาพอากาศ ท่อชนิดนี้ปกติจะมีสีดำ มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 75 มม. (3") มีความยืดหยุ่นพอที่จะม้วนได้ทำให้ง่ายต่อการขนส่ง โดยปกติมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (หรือนominal bore) ใช้ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ขนาด 50 มม. 63 มม. 75 มม.

90 มม. 100 มม. และ 110 มม.วัสดุทางเลือกได้แก่ PVC (Polyvinyl-chloride) และเหล็ก PVC ใช้โดยทั่วไปสำหรับท่อของเสียในประเทศ อย่างไรก็ตาม ท่อ PVC และ อุปกรณ์สำหรับในประเทศใช้สำหรับอัตราแรงดันต่ำเท่านั้นและเนื่องจากไม่เหมาะสมสำหรับท่อส่งน้ำ ท่อ PVC แรงดันต่ำ มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในถังเก็บน้ำ(fore bay)(ท่อน้ำดัน flushing pipe และoverflow) ท่อเหล็กโดยปกติถูกใช้สำหรับ พลังน้ำขนาดใหญ่ เมื่อมีการไหลและแรงดันในท่อสูงขึ้น ทั้ง 3 วัสดุดังกล่าวได้เปรียบเทียบในตารางที่ 11-2

11.3 การเชื่อมต่อกระบอกฉีด



รูป 11-2 ท่อลด, เกตวาล์วและหัวฉีด

เกตวาล์วใช้ในการหมุนเปิดและปิดการจ่ายน้ำไปยังเครื่องกั้นน้ำ ถูกใช้อย่างกว้างขวางเพราะการใช้เวลาในการปิดนานสามารถลดโอกาสในการเกิด “แรงดันกระชาก” จากท่อส่งน้ำ ที่เป็นสาเหตุการระเบิด ซึ่งอาจเกิดลักษณะนี้กับวาล์ว “butterfly” หรือวาล์ว “globe” ที่ลดการไหลอย่างรวดเร็วได้มากขึ้น จาระบี (Grease) ควรใช้กับตัวเกลียวของวาล์วเพื่อป้องกันการกัดกร่อนและช่วยยึดติดแน่น หัวฉีดเครื่องกั้นควรอยู่ด้านนอกเพื่อให้วาล์วหมุนลงในที่ที่ต้องการได้ ผู้ผลิตควรเลือกใช้วาล์วร่วมกับเครื่องกั้นน้ำ เทปหรือกาวย PTFE มีประโยชน์ในการช่วย

หล่อเส้นและกันน้ำในการเชื่อมต่อระหว่างเกลียวอย่าง
มากและควรใช้ถ้ามี ในทำนองเดียวกันท่อส่งน้ำ
ด้านข้างจะมีการเชื่อมต่อที่เหมาะสมถ้าต้องการ นี้
อาจจะปรากฏในตัว ท่อลด ดังรูปที่ 11-2 ที่สามารถ

ยึดติดในท่อส่งน้ำขนาดใหญ่ใช้ หน้าแปลน ดังรูป 11-
10

ตารางที่ 11-1 Head Loss ต่อความยาว 100 ม.สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อพลาสติกที่แตกต่างกัน ณ ที่อัตราการไหลแตกต่างกัน

Flow (l/s)	Flow (l/s) Internal Pipe Diameter (Nominal Bore)				
	50mm (2")	63mm (2.5")	75mm (3")	88mm (3.5")	100mm (4")
2.0	2.28m	0.75m	0.33m	0.15m	0.08m
4.0	8.03m	2.62m	1.13m	0.52m	0.28m
6.0	17.07m	5.48m	2.36m	1.09m	0.58m
8.0	29.09m	9.31m	3.97m	1.83m	0.98m
10.0	44.19m	14.05m	5.98m	2.73m	1.48m
12.0	61.9m	19.69	8.38m	3.82m	2.05m

ตารางที่ 11-2 การเปรียบเทียบวัสดุท่อส่งน้ำ

วัสดุท่อส่งน้ำ	การขนส่งไปยังไซต์งาน	การติดตั้ง	ส่วนการเชื่อมต่อ	อายุ	ผิวขรุขระ
HDPE	เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มม. หรือน้อยกว่าขดลวด	ง่ายและยืดหยุ่น	ต้องการความชำนาญในการเชื่อมโลหะ	มีความต้านทานต่อสภาพอากาศและเหนียว	ต่ำแต่ไม่มี head loss มาก
PVC	ยาว 6 เมตรเท่านั้น	ยากกว่าเนื่องจากแข็งตัวเร็ว	ง่ายด้วยการเชื่อมต่อท่อและPVC ผสานกันนานแต่มีต้นทุนสูง	เสื่อมสภาพจากแสงแดดถ้าไม่ได้ทาสี	ต่ำแต่ไม่มี head loss มาก
Steel	ยากในการควบคุมพื้นที่ทางไกลเนื่องจากน้ำหนัก	มีความแข็งแรงและหนัก ดังนั้นจึงยาก	เชื่อมโลหะหรือทำเป็นแผ่น ไม่มีประสิทธิภาพเรื่องต้นทุนสำหรับ pico hydro	ค่อนข้างเป็นสนิมและต้องการการซ่อมบำรุง	ปานกลางสำหรับท่อใหม่และกลายเป็นของไม่มีถ้ามีสนิม

11.4 การติดตั้งท่อส่งน้ำ

ขั้นที่ 1 ผังพื้นที่



รูป 11.3 การส่งชิ้นส่วนของท่อไปยังไซต์งาน

ทำการตรวจสอบความถูกต้องของชนิดและความยาวของท่อที่ได้รับ เส้นทางสำหรับท่อส่งน้ำจากอาคารรับน้ำไปยังแหล่งกำเนิดควรมีการทำเครื่องหมายด้านนอกและกำจัดหญ้าในส่วนที่จำเป็น

ทำการเตรียมท่อตามเส้นทางที่เหมาะสม เริ่มต้นการตรวจสอบจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 การเตรียมเส้นทาง



รูป 11-4 ท่อส่งน้ำสามารถวางในคูและฝังกลบเมื่อทำการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์เพื่อความปลอดภัยของท่อ

ท่อน้ำสามารถวางบนพื้นผิวพื้นของดินที่มีอุปสรรคเช่น หินและ กิ่งไม้ หลังจากการกำจัดแล้ว การใส่ใจเรื่องการป้องกันโคลน หิน และเศษจากชั้นส่วนของท่อ ท่อส่งน้ำควรวางตามทางลงเขาเท่าที่จะเป็นไปได้และจะต้องไม่มีจุดที่สูงกว่าทางเข้าท่อน้ำในแหล่งเก็บน้ำ ในบางกรณีมันอาจจำเป็นที่จะต้องวางท่อตามทางลาดที่เหมาะสม ในพื้นที่อื่นท่อน้ำต้องการมีสิ่งที่ยึดระดับพื้น จะประสบความสำเร็จได้อย่างไรนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับขนาดของท่อและความสูงเหนือพื้น นี่เป็นข้อดีของท่อ HDPE ที่เค้นซัด ซึ่งมันจะมีความยืดหยุ่นซึ่งหมายถึงว่าได้รับการพิจารณาว่ามีการติดตั้งที่ง่ายกว่าท่อ PVC หรือท่อเหล็ก



รูป 11-5 ส่วนของท่อที่มีช่องว่างกว้างจะต้องใช้อุปกรณ์เสริมในเรื่องความสูงให้ถูกต้อง ท่อที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 75 มม. ต้องการอุปกรณ์เสริมที่มีขนาดเล็กกว่า เริ่มจาก กิ่งไม้ที่ใช้ในการช่วยในการทำสะพานในพื้นที่ที่ยาก



รูป 11-6 อุปกรณ์เสริมมีความแข็งแรงเหมาะสมควร

ก่อนที่จะวางท่อ
ก่อนที่จะมีการเติมน้ำ จะต้องมีการวางรากเพื่อความปลอดภัยเช่นการหิน และ โคน ทำเป็นโครงสร้าง

ขั้นตอนที่ 3 การเชื่อมต่อท่อ

ส่วนของท่อ HPDE สามารถเชื่อมต่อกันโดยใช้ความร้อน เครื่องมือที่ต้องการจะต้องใช้งานเหล็กที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อเล็กน้อยก่อนเชื่อมและจิกในการเสริมทั้งสองส่วน



รูป 11-7 งานโลหะที่มีไฟอ่อนๆให้ความร้อน เริ่มจากงานให้ความร้อนมากกว่าด้านที่คูไฟเล็กน้อย



รูป 11-8 ด้านข้างทั้งคู่ของท่อถูกยึดด้วยงานร้อน ด้านท้ายของท่อทั้งสองด้านจะถูกแทรกเข้าไปติดระหว่างด้วยยึดจับกับงานร้อน จะทำให้พลาสติกนุ่มและถูกยึดติดกันทั้งสองส่วนโดยยึดจับตามแนวความยาวของท่อให้แน่น



รูป 11-9 งานจะถูกถอนออกและท่อทั้งสองส่วนถูกรวมเป็นอันเดียวกันทำให้มีวงเรียบรอบท่อเกิดขึ้น

เมื่อวงนูนลัด(O-Ring) เกิดขึ้นทุกทางทั้งสอง ส่วนของท่อ งานจะถูกถอดออกและท่อยาวทั้งสอง ส่วนถูกเชื่อมต่อกัน วงนูนลัด รอบๆ ท่อจะบ่งบอกถึง การเชื่อมต่อท่อสำเร็จ ท่อจะต้องไม่เคลื่อนย้าย จนกระทั่งจุดการเชื่อมต่อทั้งไว้ให้เย็นเรียบร้อยแล้ว Teflon เป็นตัวป้องกันความร้อน เป็นวัสดุชนิด non-stick ที่ใช้ในการทำผ้า Teflon bag นั้น สามารถใช้ในการคลุมงานร้อนและการป้องกันท่อพลาสติกจาก ของแข็งเริ่มอ่อนตัว งานควรใช้ที่ระดับ 220 องศาเซลเซียส สำหรับ HDPE ชนิดอ่อน ระดับอุณหภูมิของความร้อนแสดงในแท่งสี (Thermo choc) ซึ่งจะเปลี่ยน สีเมื่อถึงอุณหภูมิที่ถูกต้อง มีการประยุกต์ใช้กับแผ่น ให้ความร้อนจำนวนน้อย อุณหภูมิงานที่ถูกต้องจะมีการเรียนรู้บ่อยๆ จากประสบการณ์ อย่างไรก็ตาม แท่งสีนั้นจะไม่พร้อมสำหรับการใช้งานได้ตลอดเวลา

ติดวงแหวนเหล็กมาจนสุดปลายท่อส่งน้ำ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถรักษาความปลอดภัยหลังจากติดตั้งปะเก็น

ขั้นตอนที่ 4 การเชื่อมต่อกับหัวฉีดเครื่องกังหัน



รูป 11-10 การเชื่อมต่อท่อส่งน้ำโดยใช้ flanges

การเชื่อมต่อระหว่างท่อส่งน้ำและกังหันมีความสำคัญเนื่องจากที่ตรงนี้มีน้ำที่มีแรงดันสูงสุด บางครั้งท่อส่งน้ำถูกส่งตรงจากเกตวาล์วที่ควบคุมการไหล ตัวลดแรงดัน โดยปกติต้องการท่อส่งน้ำที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางโดยทั่วไปใหญ่กว่าวาล์ว วิธีการที่เหมาะสมในการเชื่อมต่อท่อส่งน้ำพลาสติกไปยังตัวท่อลดเหล็ก แสดงดังรูป 11-10 ท่อ HDPE หน้าแปลน

บทที่ 12

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

12. โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมรู้จักโครงสร้าง แผนผังและการวางแผนและการติดตั้ง
โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่ใช้สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า

หัวข้อการอบรม

1. โครงสร้าง
2. แผนผัง
3. การวางแผนและการติดตั้งโรงไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

บทที่ 12.

โรงไฟฟ้า

12.1 โครงสร้าง

12.2 แผนผัง

12.3 การวางแผนและการติดตั้ง

12.1 โครงสร้าง



รูป 12-1 โรงไฟฟ้าหินโดยทั่วไป

การออกแบบโรงไฟฟ้าที่ดีจะต้องปกป้องเครื่องกั้นน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่นๆ มากกว่าอายุขัย ซึ่งควรมีอายุอย่างน้อย 15 ปี โครงสร้างของโรงไฟฟ้าจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความพร้อมของวัสดุท้องถิ่น ความชอบของท้องถิ่นและสภาพอากาศของท้องถิ่น อย่างไรก็ตามการตัดค่าใช้จ่ายโดยการสร้างสิ่งที่ไม่ใช่แก่นของโรงไฟฟ้าเป็นการประหยัที่ผิดพลาด การซ่อมบำรุงโครงสร้างและการซ่อมแซมงานเป็นสิ่งที่จำเป็นมีละนั้นอายุของอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้าจะลดลงเท่ากับการมีโรงไฟฟ้ามากเกินไปจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายแพงมากกว่าความจำเป็น คำแนะนำที่ได้กล่าวมานี้จะช่วยในการก่อสร้างอาคารที่ความเหมาะสมทั้งในเรื่องของต้นทุนและคุณภาพของสถานที่ตั้ง

ฐานราก

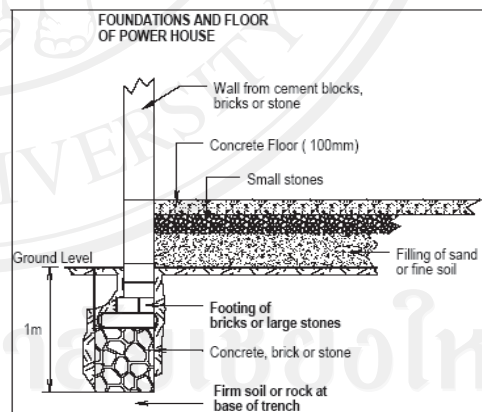
(1) ฐานรากควรจะขุดเจาะลงไปในพื้นที่ดินหรือความลึกระดับหนึ่งเมตรด้านล่างผนัง และควรมีความกว้างสองเท่าของผนัง พื้นที่ที่มีความอ่อนที่พื้นผิวควรจะขุด

ออกและเติมเต็มด้วยหินหรือคอนกรีตแทน ร่องลึกนั้นควรเลือกที่ระดับใกล้ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ในกรณีนี้ไม่ควรทำการขุดทรายออก

(2) ฐานรากเป็นสิ่งจำเป็นในการรับน้ำหนักของผนัง ดังนั้นจึงควรเป็นสองเท่าของความกว้างของผนัง และระดับพื้นด้านบนแสดงดังรูปที่ 12-2 วัสดุที่มีความเหมาะสมสำหรับสำหรับฐานรากคือคอนกรีต อิฐ และหิน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำผนัง :

- (2.1) ขรระดับสูงกว่าพื้นดินในการป้องกันน้ำท่วมจากฝนตกหนัก
- (2.2) เทด้วยคอนกรีตเพื่อความปลอดภัยต่ออุปกรณ์ของเครื่องกั้นน้ำและอุปกรณ์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- (2.3) ทางลาดของทางเข้าของน้ำไปหมุนกั้นทำให้เกิดน้ำกระเด็นออกมา

พื้นที่ขนาดใหญ่พอจะทำให้เกิดการหมุนของเครื่องกั้นน้ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์ควบคุม ถ้ามีกลไกในการขับเคลื่อนอื่นๆ เช่น เครื่องสีข้าว ในบ้านหรือใกล้เคียงกันในอนาคต เมื่อพื้นที่จะเพิ่มขึ้นตาม



รูป 12-2 คำแนะนำโครงสร้างของฐานรากและพื้น

ผนัง:

ควรเลือกใช้ความสูงอย่างน้อย 2 ม.เป็นจุดต่ำสุดของโครงสร้างเพื่อให้เป็นทางลาดของหลังคาควรเลือกผนังที่หนาเพียงพอสำหรับการป้องกันพายุ และควรจัดเตรียมทำกล่องป้องกันด้านบนของ mounting control

box อุปกรณ์บัลลัส กล่องเก็บประจุ ฯลฯ วิธีการที่เหมาะสมควรใช้แผงไม้และสร้างจากตู้

หน้าต่าง:

(1) จำเป็นจะต้องมีแสงสว่างและที่ระบายอากาศ
(2) ไม้หันหน้าไปยังทิศทางลมแรงโดยตรง
(3) ควรมีการรักษาความปลอดภัยโดยมีลวดตาข่ายหรือบานประตูไม้เพื่อป้องกันการบุกรุก (ไม่จำเป็นต้องมีกระจก)

(4) หน้าต่างควรมีพื้นที่ 1 ตารางเมตร สำหรับทุก 10 ตารางเมตร ของพื้นที่ว่าง

ประตู :

(1) ประตูของโรงไฟฟ้าควรเปิดจากด้านนอกเพื่อความปลอดภัยและควรมีการล็อกได้

(2) ประตูอาจจะต้องใหญ่พอสำหรับนำทั้งหมดอุปกรณ์ที่เข้าไปได้ในอนาคตที่ได้มาภายหลัง

(3) ควรมีการป้องกันน้ำฝนสาดเข้าได้

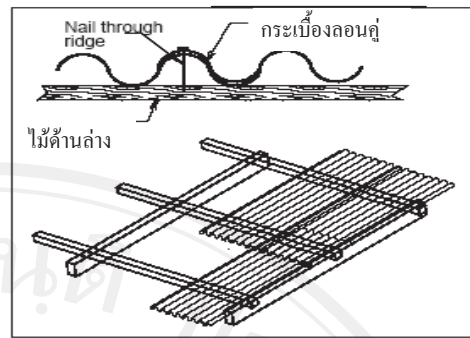
ท้ายน้ำ(Tailrace) :

(1) Tailrace ควรมีทางเทน้ำด้วยคอนกรีตลึกเข้าไปในโรงไฟฟ้า 100 มม.

(2) การบุคอนกรีตควรขยายอย่างน้อย 1 เมตรด้านนอกโรงไฟฟ้าและต้องป้องกันการรั่ว เป็นการป้องกันฐานรากของโรงไฟฟ้า



รูป 12-3 โรงไฟฟ้าภายใต้การก่อสร้าง,



รูป 12-4 แนะนำเทคนิคสำหรับการประกอบหลังคาเหล็ก

ลูกฟูก

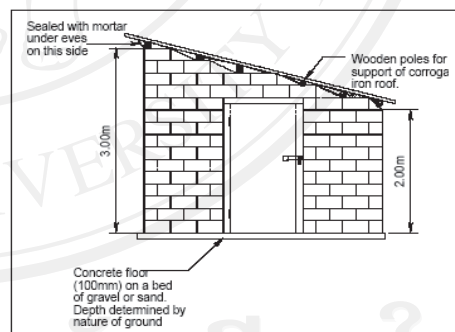
หลังคา:

(1) หลังคาจะต้องไม่รั่วและมีความลาดในการปรับปรุงระบายน้ำ

(2) ควรเลือกลักษณะหลังคาที่มีความเด่นในการกันความร้อน เช่น กระเบื้องดินหรือเหล็กลูกฟูกและต้องกันน้ำรั่วได้อย่างแน่นอน

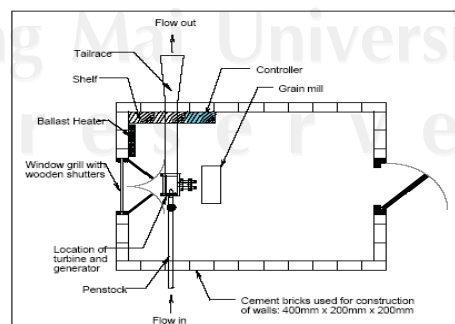
(3) ควรขยายขนาดของหลังคามากกว่ากำแพงเพื่อป้องกันน้ำเข้าทางช่องว่างของหน้าต่าง

(4) ช่องระบายอากาศควรอยู่ทางซ้ายได้ชายคาเพื่อให้มีอากาศหมุนเวียนถ้ามีการปิดหน้าต่าง



รูป 12-5 แนะนำวิธีการสร้างโรงไฟฟ้า

12.2 ผังโครงสร้าง



รูป 12-6 แนะนำผังสำหรับส่วนประกอบโรงไฟฟ้า

บทที่ 13

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

13. การเลือกโหลดในการใช้ไฟฟ้า

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมเข้าใจถึงเอนยูสเซอร์ทางกล รอกและสายพาน กระบวนการ
คัดเลือกรอกและสายพาน แรงดึงสายพานและตัวยึดจับรองรับ

หัวข้อการอบรม

1. เอนยูสเซอร์ทางกล
2. รอกและสายพาน
3. กระบวนการคัดเลือกรอกและสายพาน
4. แรงดึงสายพานและตัวยึดจับรองรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 13

การเลือกโหลด

- 13.1 โหลดทางไฟฟ้า
- 13.2 โหลดมอเตอร์ขับเคลื่อน
- 13.3 วิธีการหลีกเลี่ยงปัญหาด้วยการเดินเครื่องใหม่
- 13.4 ผู้ใช้งานทางกล
- 13.5 พูลเล่ย์และสายพาน
- 13.6 กระบวนการคัดเลือกพูลเล่ย์และสายพาน
- 13.7 แรงดึงสายพานและตัวยึดจับรองรับ

โหลดเป็นอุปกรณ์ที่ต่อกับระบบไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็ก และทำงานได้จากตัวกำเนิดพลังงานโดยใช้กังหันน้ำ สามารถได้แบ่งเป็นโหลดทางไฟฟ้า (electrical load) และโหลดทางกล (mechanical load)

13.1 โหลดทางไฟฟ้า (electrical load)

โหลดทางไฟฟ้าใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากแหล่งกำเนิด โหลดทางไฟฟ้าหลายประเภทสามารถใช้ร่วมกัน

ตัวอย่างโหลดทางไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยได้แสดงในรายการข้างล่าง โหลดได้มีการแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้มอเตอร์ และกลุ่มที่ไม่ได้ใช้มอเตอร์ ในการพิจารณาการเชื่อมต่อเพิ่มเติมของโหลดมอเตอร์ขับเคลื่อนกับโครงการไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็กได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 13.2

โหลดที่ไม่ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน ตัวอย่างเช่น

- (1) ไฟแสงสว่าง
- (2) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่
- (3) วิทยุ
- (4) โทรทัศน์

โหลดมอเตอร์ขับเคลื่อน ตัวอย่างเช่น

- (1) เครื่องปั่นอาหารและของเหลว
- (2) ตู้เย็น
- (3) พัดลมระบายอากาศ
- (4) เครื่องมือช่าง (เครื่องหินเจียรนัย เครื่องเจาะ เลื่อย กบไสไม้ไฟฟ้า เครื่องขัดกระดาษทราย)

ประเภทและจำนวนโหลดทางไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อได้นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณไฟฟ้าที่สร้างขึ้น ในหัวข้อต่อไปนั้นจะได้

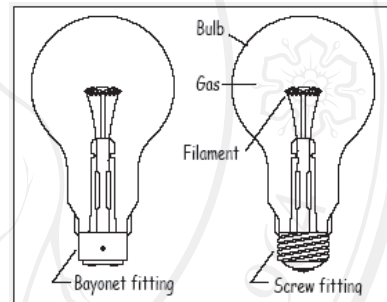
กล่าวถึงการพิจารณาด้านเทคนิคของประเภทโหลดแต่ละชนิดอย่างละเอียด

แสงไฟ

แสงไฟเป็นการใช้ไฟฟ้าขั้นพื้นฐานที่ได้รับจากระบบไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็ก ในการจัดหาไฟแสงสว่างเพื่อใช้ในชุมชนชนบทที่ไม่มีไฟฟ้านั้นสามารถเพิ่มคุณภาพชีวิตได้อย่างกว้างขวาง แสงไฟเหล่านี้มีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท ที่ใช้กันทั่วไปในบ้านเรือน

หลอดไฟอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดไส้ (Incandescent lighting)

หลอดไฟฟ้าประเภทนี้ทำจากขดลวดให้ร้อนและแสงไฟเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอย่างเหมาะสม



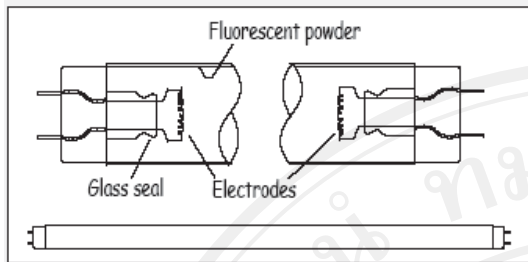
รูป 13-1 หลอดอินแคนเดสเซนต์

หลอดไส้ใช้กันอย่างทั่วไปเนื่องจากมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย อย่างไรก็ตาม หลอดชนิดนี้มักมีอายุการใช้งานที่ค่อนข้างสั้นและทำให้การใช้ไฟฟ้าได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ ปัญหาคือพลังงานไฟฟ้าเพียง 8% ถึง 12% เท่านั้นที่จะถูกเปลี่ยนเป็นแสงไฟ ส่วนที่เหลือนั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นความร้อน ซึ่งแม้ว่าหลอดชนิดนี้จะให้แสงไฟน้อยในการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์นั้นได้ใช้ความร้อนที่ปล่อยออกมา เช่น ในกรณีของโรงฟักของไก่ การใช้งานกับหลอดไฟชนิดนี้จึงทำให้หลอดเสื่อมสภาพได้เร็ว การใช้งานหลอดจะให้ความร้อนและความเย็นจากไส้สั้มาเสมอจนกระทั่งหยุดการทำงาน เมื่อนั้นจึงต้องนำหลอดอันใหม่มาแทนที่

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Tubular Fluorescent Lighting)

หลอดไฟประเภทนี้มีขั้วไฟฟ้าที่ปลายหลอดทั้งหัวและท้าย ขั้วไฟฟ้าเหล่านี้ปล่อยอนุภาคนาขนาดเล็กที่เรียกว่าอิเล็กตรอนซึ่งผลิตแสงอัลตราไวโอเลตจากก๊าซอาร์กอนที่อยู่

ภายใน แสงยูวีนั้นจะกลายเป็นแสงที่มองเห็นได้โดยใช้สารเรืองแสงที่เคลือบอยู่ด้านในหลอดแก้ว

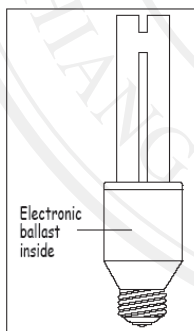


รูป 13-2 หลอดไฟแท่ง

แท่งหลอดไฟจะต้องใช้วงจรไฟฟ้าที่เรียกว่าบัลลาสต์เพื่อควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวหลอดไฟและให้แรงดันสูงที่ขั้วไฟฟ้า บัลลาสต์เหนี่ยวนำ (ขดลวดบนแกนเหล็ก) ได้ใช้งานกันอย่างโดยทั่วไปจนเมื่อเร็วๆ นี้ บัลลาสต์ได้ถูกพัฒนาขึ้น บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สามารถทำงานได้ที่ความถี่สูงและช่วยในปรับปรุงการดำเนินงานและทำให้เพิ่มอายุการใช้งานของหลอดไฟได้และประหยัดการใช้ไฟฟ้าจาก บัลลาสต์

หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact

Fluorescent Lamps (CFL's)-



หลอดประเภทนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาและได้ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในการทำงานจะคล้ายกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ยกเว้นว่าหลอดจะแคบกว่าและพับหลายครั้ง บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือบัลลาสต์เหนี่ยวนำปกติจะติดตั้งที่ฐานของหลอด ในการออกแบบหลอดเพื่อเป็นตัวยึดได้สะดวกกับตัวยึดจับ ทั้งแบบไขว่ bayonet (BS) หรือแบบเกลียว Edison screw (ES) คุณมักจะสามารรถกล่าวได้ว่า ถ้าบัลลาสต์เหนี่ยวนำยึดติดกับหลอดไฟจะทำให้หนักขึ้น

ความน่าเชื่อถือของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

วงจรอิเล็กทรอนิกส์ในหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์มีความไวต่อคุณภาพของการจ่ายไฟ ถ้าความดันและความถี่แปรตามปริมาณที่เพิ่มขึ้น เมื่อนั้นเป็นไปได้ว่าหลอดไฟจะมีความ

น่าเชื่อถือน้อยและจะมีอายุการใช้งานสั้นลง ฉะนั้นอายุการใช้งานของหลอดไฟควรมีอย่างน้อย 5 ถึง 10 ครั้งที่ยาวกว่ามากกว่าหลอดไฟฟ้าแบบธรรมดา จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทั้งแรงดันและความถี่ควรมีค่าอัตราที่ใกล้เคียงกัน

ค่าสูงสุดของแรงดันไฟฟ้าและความถี่คือค่าที่ได้ออกแบบกับอุปกรณ์สำหรับการใช้งาน ซึ่งจะถูกเขียนด้านข้างของหลอดนั้นๆ

อายุการใช้งานของบัลลาสต์ (และทั้งนี้รวมทั้งอายุของหลอดไฟ CFL's ด้วยเพราะบัลลาสต์ถูกเปลี่ยนแยกกันไม่ได้) จะลดลงได้ถ้ามีความถี่น้อยกว่าค่าอัตรา (50 หรือ 60 Hz) หรือถ้าแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าค่าอัตรา (110 V 120V 220V ฯลฯ) ทั้งสองกรณีดังกล่าวคือเกิดจากจำนวนของกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและจะส่งผลเสียต่ออายุการใช้งานของสายไฟหรือวงจรไฟฟ้าเนื่องจากเกิดความร้อนมากเกินไป การเพิ่มความถี่น้อยๆ หรือการลดอัตราแรงดันจะเป็นไปได้ว่าจะทำให้มีความทนมากขึ้น

อายุของหลอดไฟ CFL's และหลอดแท่งจะลดลงได้ถ้ามีการเปิดและปิดสวิตช์หลายๆ ครั้ง ทำให้สภาพการใช้งานไม่เหมาะสมกับในสถานที่ที่ใช้แสงไฟเพียงช่วงเวลาสั้นๆ เช่น ตู้เสื้อผ้าหรือในห้องน้ำ

การแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ (Power Factor Correction) ของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

คำว่า “เพาเวอร์แฟกเตอร์” เป็นคำนิยามคำศัพท์ในบทที่ 20 ในทางไฟฟ้า การแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ หมายถึงการปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบเข้าใกล้ 1 เพาเวอร์แฟกเตอร์ของหลอดอินแคนเดสเซนต์มีค่าความพร้อมอยู่ที่หนึ่งแล้ว ดังนั้นจึงไม่ต้องการการแก้ อีก สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิดที่มีบัลลาสต์เหนี่ยวนำ เพาเวอร์แฟกเตอร์มีค่าต่ำคือ 0.5 ได้ นี่เป็นผลกระทบต่อโครงการที่มีจำนวนหลอดไฟเชื่อมต่อกัน (50+):

(1) การสูญเสียพลังงานในสายไฟมากขึ้นเนื่องจากเกิดการดึงปริมาณกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟขนาดใหญ่

(2) เพาเวอร์แฟกเตอร์โหดต่ำเกิดจากความถี่ของตัวกำเนิดที่สูงขึ้นและสามารถเป็นเหตุทำให้เกิดการลดระดับพลังงานจากขดลวดของตัวกำเนิดเหนี่ยวนำได้ ซึ่งจะทำให้เกิดการหยุดทำงานจนกระทั่งทำให้หลอดไฟบางหลอดขาดการเชื่อมต่อ

เพาเวอร์แฟกเตอร์สามารถปรับปรุงโดยการเชื่อมต่อตัวเก็บประจุกับโหลดหนึ่งขั้วตามขวาง จำนวนของตัวเก็บประจุที่ต้องการขึ้นอยู่กับจำนวนโหลดฟลูออเรสเซนต์ที่เชื่อมต่อ ตามแนวความคิดบ้านแต่ละหลังกับหลอดฟลูออเรสเซนต์จะต้องมีตัวเก็บประจุเป็นของตัวเอง ต้นทุนตัวเก็บประจุขนาดใหญ่ เทียบต่อไมโครฟารัด (μF) แล้วจะน้อยกว่าเท่าหนึ่งดังนั้นมันจึงเป็นวิธีการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ของทุกหลอดไฟในบ้านหนึ่งด้วยตัวเก็บประจุเดียว ตัวเก็บประจุไฟเมทาลิสโพลิโพรไพลีน (Metalish polypropylean) จะมีขนาดจาก 4 μF ที่ เป็นความคิดในการปรับเพาเวอร์แฟกเตอร์ของโหลดแสงไฟขนาดเล็ก

เป็นการยากที่จะประมาณขนาดของโหลดหนึ่งขั้วในระบบจนกว่าจะติดตั้งเครื่องเสร็จและทดลองใช้งาน ในการประเมินปริมาณของการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ตามความต้องการนั้นควรจะประมาณจากขั้นตอนเริ่มต้นวางแผนและราคา ค่าใช้จ่ายในโครงการ



รูป 13-3 ตัวเก็บประจุไฟ เมทาลิสโพลิโพรไพลีน สำหรับการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ตัวอย่าง ตัวเก็บประจุที่ต้องการสำหรับการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ของตัวโหลดหนึ่งขั้ว

โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมีบ้าน 100 หลังที่เชื่อมต่อกับตัวกำเนิดไฟฟ้าขนาด 2.5 kW ในแต่ละบ้านมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 20 W เพาเวอร์แฟกเตอร์ของแต่ละหลอด (ตามข้อมูลจากผู้ผลิต) เท่ากับ 0.5 ถ้าโครงการดำเนินงานที่ 220V และ 50 Hz

1) ค่าของตัวเก็บประจุเป็นเท่าไร ที่ควรเลือกใช้ในการเชื่อมต่อแต่ละหลอดเพื่อให้ค่า เพาเวอร์แฟกเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1

2) ถ้าพิจารณาจากราคาที่ถูกกว่าของตัวเก็บประจุ เมื่อมีการซื้อหน่วยขนาดใหญ่และในบ้านแต่ละหลังที่มีหลอดฟลูออเรสเซนต์ 4 หลอด แต่ละหลอดขนาด 20 W ในการเลือกตัวเก็บประจุจะต้องมีขนาดเท่าไรเพื่อให้วงจรของแสงไฟภายในบ้านสมบูรณ์

1) กระแสไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละหลอดที่ต้องการ มีค่าเท่าไร ?

$$I = \frac{\text{Power}}{V \times \cos \phi}$$

$$I = \frac{20}{220 \times 0.5} = 0.182 \text{ A}$$

ตัวเก็บประจุที่ต้องการมีค่าเท่าไรในการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ให้ค่ากระแสไฟฟ้านี้

$$C = \frac{I \times \sin \phi}{6.3 \times V \times f}$$

C = ค่าตัวเก็บประจุที่ต้องการ (ฟารัด)

I = อัตรากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ (Amps)

$\cos \phi$ = เพาเวอร์แฟกเตอร์

V = แรงดันไฟฟ้า (Volts)

f = ความถี่ (Hertz)

$$C = \frac{0.182 \times 0.87}{6.3 \times 220 \times 50} = 2.27 \mu\text{F}$$

เพื่อแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ให้เต็มของโคมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์นี้ มีตัวเก็บประจุ 2 ไมโครฟารัด (μF) ควรมีการเชื่อมต่อแนวขวางในการจ่ายไฟได้แนะนำการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์แนะนำเมื่อมีค่าถูกต้องของตัวเก็บประจุสำหรับการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ให้เต็มไม่สามารถจัดหาได้ (ดูที่หมายเหตุ)

2) ในการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ของหลอดไฟทั้ง 4 หลอดต่อบ้านหลังหนึ่งเมื่อตัวเก็บประจุที่ต้องการคือ

$4 \times 2.27 = 9.08 \mu\text{F}$ สองหลอดเท่ากับ 4 μF ตัวเก็บประจุทั้งสองเชื่อมต่อแบบขนานกับหนึ่งในหลอดทั้งหมด นั่นคือทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดสำหรับกรณีนี้ ถ้าตัวเก็บประจุเพียงหนึ่งหรือสองขนาดสามารถจัดหาได้ เมื่อมีการเชื่อมต่อกับ

จำนวนหลอดไฟที่เหมาะสมในการนำเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้เป็น 1 ในการเชื่อมต่อตัวเก็บประจุโดยตรงกับโหลดหนึ่งขาน่ามีจะนั้นจะมีตัวเก็บประจุเชื่อมต่อมากเกินไปเมื่อหลอดไฟอื่นๆได้ ปิดสวิตช์

หมายเหตุ : ไม่ควรแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์มากเกินไปจะทำให้ลดระดับความถี่ในการจ่ายไฟและกระแสไฟในขดลวดเพิ่มขึ้น

อัตราแรงดันของตัวเก็บประจุ

ราคาของตัวเก็บประจุขึ้นอยู่กับอัตราแรงดันตามขนาดของมัน (เช่น จำนวนของไมโครฟารัด) อัตราแรงดันของตัวเก็บประจุควรไม่น้อยตามโหลดที่เชื่อมต่อ ตัวเก็บประจุกับตารางที่ 13-1 : การเปรียบเทียบความแตกต่างของชนิดกระแสไฟฟ้า

ค่าอัตราแรงดันสูงกว่าโหลดจะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าสำหรับโหลดขนาดเล็กเช่น หลอดไฟที่ถูกใช้งานอย่างไม่ต่อเนื่องในช่วงเวลาสั้นๆ ทางเลือกที่ดีที่สุดควรเลือกตัวเก็บประจุอัตราแรงดัน (เช่น 220 V) ที่เป็นทางเลือกที่มีราคาถูกที่สุด สำหรับการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ของโหลดขนาดใหญ่ เช่น มอเตอร์ในการใช้ตัวเก็บประจุจำนวนมากขึ้นร่วมกับอัตราแรงดันที่สูงกว่าเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับตัวอย่างเช่น ตัวเก็บประจุ อัตราอยู่ที่ 415V เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับมอเตอร์ขนาด 220V

ข้อดีและข้อเสียของหลอดไฟทั้งสามประเภทได้เปรียบเทียบในตารางที่ 13-1

	ข้อดี	ข้อเสีย
โคมไฟอินแคนเดสเซนต์ Incandescent lamps	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ต้นทุนต่ำ ใช้กันกว้างขวาง ดังนั้นจึงหาเปลี่ยนได้ง่าย ✓ ไม่ถูกทำลายด้วยอัตราแรงดันต่ำ ✓ เพาเวอร์แฟกเตอร์ เท่ากับ 1 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ ประสิทธิภาพต่ำ จะแยะ ถ้าความดันลัมเพลว ดังนั้นจึงเป็นทางเลือกที่ไม่ดีที่สุดเมื่อมีพลังงานไฟฟ้าที่จำกัด ✗ อายุการใช้งานสั้น (750-10000 ชั่วโมง)
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (ชนิดธรรมดา) Fluorescent Tubes (ordinary type)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ราคาค่อนข้างถูก ✓ ใช้กันอย่างแพร่หลาย ✓ มีประสิทธิภาพดี ดังนั้นจึง เป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับแสงไฟในหมู่บ้านที่ใช้ไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็ก ✓ มีอายุการใช้งานยาวนาน (5000-8000 ชั่วโมง) 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ ต้องการ ล็อกเก็ต ที่แตกต่าง (เป็นข้อดีได้ *) ✗ ขนาดใหญ่กว่าหลอดชนิดอื่นที่ได้ผลเหมือนกัน ✗ จะต้องระมัดระวังเนื่องจากมีการบรรจุไอปรอท ✗ ต้องการบัลลาสต์แยก จึงต้องการช่วงเวลาในการเปลี่ยนใหม่เพื่อต่อเข้ากับหลอดไฟ ✗ อาจต้องการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ ✗ ไม่เหมาะสมกับการใช้งานแบบถั่วเปิด-ปิดบ่อยครั้ง
หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ Compact Fluorescent Lamps (CFL's)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ มีประสิทธิภาพที่ดีมากและเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับโครงการที่มีแรงดันและความถี่ในการควบคุมที่ถูกต้อง ✓ พอดีกับระบบซ็อกเก็ต (Socket) มาตรฐาน ✓ บาลาสต์อยู่กับตัวหลอดไฟ ✓ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน (8000-10000 ชั่วโมง) 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ ต้นทุนเริ่มแรกมากกว่าชนิดอื่นหลังจากนั้นราคาจะลดลงมา ✗ มีความไวต่อการจ่ายไฟต่างๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออายุและการใช้งาน ✗ ต้องระมัดระวัง (เนื่องจากมีไอปรอท) ✗ อาจต้องการแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ ✗ ไม่เหมาะสมกับการใช้งานแบบถั่วเปิด-ปิดบ่อยครั้ง

*โครงการไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็ก จะให้แสงสว่างของโหลดมากเกินไป ถ้าหลอดไฟ CFL ไม่ทำงานและจะแทนที่โดยหลอดไฟอินแคนเดสเซนต์ (หลอดราคาถูกกว่า) นอกจากนั้นข้อดีของหลอดไฟแท่ง คือมีการเปลี่ยนน้อยในการแทนที่กับหลอดอินแคนเดสเซนต์ตั้งแต่สัปดาห์จะต้องเปลี่ยนในการเชื่อมต่อ

การชาร์จแบตเตอรี่

การชาร์จแบตเตอรี่จะมีประโยชน์ในชนบทที่ไม่ได้เชื่อมต่อสายระยะไกล โดยจะใช้ไฟฟ้าพลังน้ำเป็นแหล่งชาร์จ การที่จะเดินทางเป็นระยะทางไกลและขึ้นอยู่กับการออกแบบ ที่อาจชาร์จแบตเตอรี่ได้หลายๆ อันในเวลาเดียวกัน แบตเตอรี่สามารถใช้กับคนที่อยู่อาศัยในพื้นที่ห่างไกลจากการเชื่อมต่อจากตัวกำเนิดโดยตรง แบตเตอรี่ใช้ได้ง่ายกับโหลดทางไฟฟ้าและทำการชาร์จใหม่ได้เมื่อเสียค่าใช้จ่ายน้อยเมื่อเทียบกับการซื้อแบตเตอรี่ใหม่



รูป 13-4 การชาร์จแบตเตอรี่โดยไฟฟ้าพลังน้ำ

การเก็บสะสมแบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้า กระแสตรง (DC) ต่ำ ซึ่งมีความแตกต่างจากแรงดันของไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) สูง ซึ่งผลิตได้จากตัวกำเนิด

ตัวชาร์จแบตเตอรี่ทั้งสองประเภทใช้สำหรับสร้างพลังงานให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กในสถานที่ห่างไกล ได้แก่ ตะกั่วกรด (lead-acid) และนิเกิลแคดเมียม (Ni - Cad) แบตเตอรี่ตะกั่วกรดใช้ในการสร้างไฟฟ้า 12 v ส่วนใหญ่ใช้ในมอเตอร์รถยนต์และยังพบบ่อยครั้งกับหลอดไฟฟ้า วิทยุ และโทรทัศน์ที่หมู่บ้านในชนบทเนื่องจากชาวบ้านมีความคุ้นเคยในการมีความเก็บพลังงานสูงและใช้กันอย่างแพร่หลาย แบตเตอรี่ตะกั่วกรดมีหลายประเภทที่ใช้กัน แบตเตอรี่ในรถยนต์เก่า จะใช้อิเล็กโทรไลต์น้ำกลั่น การออกแบบที่ทันสมัยขึ้นได้ทำการซ่อมแซมช่องว่างโดยการซีลเพื่อป้องกันการบวมของแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ตะกั่วกรดที่มีราคาแพงคือแบตเตอรี่ดีฟไซเคิล (deep-cycle battery) ซึ่งจะมีความน่าเชื่อถือ

และมีใช้งานได้เป็นระยะเวลานานกว่าการเก็บสะสมพลังงานไว้ในแบตเตอรี่มอเตอร์รถยนต์

แบตเตอรี่นิเกิลแคดเมียมมักจะมีราคาต่อหน่วยการเก็บพลังงานแพงและใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานน้อย เช่น ไฟฉายและวิทยุ ซึ่งจะให้ค่าแรงค่าน้อยกว่าแบตเตอรี่ตะกั่วกรด แต่ว่าสะดวกในการยึดจับและการใช้งานกว่า การชาร์จแบตเตอรี่จะเปลี่ยนไฟฟ้าจากกระแสสลับเป็นกระแสตรง และป้องกันการชาร์จเกินซึ่งมีความสำคัญในการบำรุงรักษาอายุการใช้งานและความน่าเชื่อถือ

การชาร์จแบตเตอรี่ตะกั่วกรดอย่างปลอดภัย

(1) การระเบิดของก๊าซในระหว่างการชาร์จอาจเกิดการระเหยของตะกั่วกรดแบตเตอรี่ เปลวไฟและควันเข้าใกล้จึงมีอันตรายเป็นอย่างมากดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการนำเข้าใกล้

(2) ชาร์จแบตเตอรี่ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก

(3) สวมถุงมือและแว่นตาเมื่อเพื่อหลีกเลี่ยงการเผาไหม้จากกรดกำมะถันจากการรวมตัวของอิเล็กโทรไลต์ เมื่อสารกรดเค้นโดยล้างด้วยน้ำสะอาดทันที

(4) เมื่อแบตเตอรี่ช็อตอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดไฟไหม้ได้จากการเกิดอุบัติเหตุกระแทกกับสายไฟหรือตัวเก็บประจุอื่นๆ

(5) ควรถอดสายชาร์จออกก่อน ถอดสายแบตเตอรี่หลังการชาร์จ

ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ตะกั่วกรดไม่ควรคลาประจุไฟจนหมด อาจเกิดอันตรายได้ แบตเตอรี่รถยนต์เพียงคลาประจุไฟจนถึงระดับต่ำเล็กน้อยและไม่ควรคลาประจุไฟมากกว่า 20% ของความจุ ตัววัดการชาร์จแบตเตอรี่ขนาดเล็ก (ก่อนข้างถูกในบางประเทศ) มีประโยชน์ในการตรวจวัดระดับ แบตเตอรี่ดีฟไซเคิลสามารถทำคลาประจุไฟได้ถึง 80% ของความจุโดยไม่มีอันตราย

ความน่าเชื่อถือของแบตเตอรี่ลดลงขึ้นอยู่กับรอบหรือชั่วโมงการใช้งานของมัน (ชาร์จประจุใหม่และคายประจุไฟเท่ากับ 1 รอบ) โดยทั่วไปของใหม่ แบตเตอรี่รถยนต์คุณภาพดีจะเสื่อมคุณภาพหลังจาก 200 รอบ คิดเป็น 50 % ของความจุ ชาร์จประจุหลายๆ ที่เหมาะสมสำหรับการชาร์จใหม่ของแบตเตอรี่มอเตอร์รถยนต์คือ 20% ที่จะยืดอายุการใช้งานได้ แบตเตอรี่ดีไฟโซลิดมีรอบการใช้งานได้หลายครั้ง ปกติ 1000-2000 ครั้ง ที่ความจุของการชาร์จ 80% หมายความว่าถ้าจะมีอายุการใช้งานมากกว่าแบตเตอรี่มอเตอร์รถยนต์และมีราคาแพงกว่าด้วย

निकเกิ้ล แคลเมียม ตรงกันข้ามกับตะกั่วกรดมันจะมีอายุการใช้งานที่ดีกว่าถ้าคายประจุจนหมดก่อนชาร์จประจุใหม่ ซึ่งเป็นข้อดีในการไม่ชาร์จตามความต้องการและปล่อยให้หมดไปตามธรรมชาติในการใช้แบตเตอรี่จนกระทั่งทำการคายประจุจนหมด

ความจุของแบตเตอรี่

ตัวบ่งชี้ความสามารถเติมพลังงานในแบตเตอรี่ 60 แอมแปร์ ต่อชั่วโมงสามารถขับเคลื่อน 1 แอมแปร์ สำหรับ 60 ชั่วโมงหรือ 20 แอมแปร์ สำหรับ 3 ชั่วโมงหลายๆครั้ง แอมแปร์-ชั่วโมง โดนแรงดันของแบตเตอรี่เป็น วัด-ชั่วโมง

ตัวอย่าง ความจุของแบตเตอรี่รถยนต์ 12V 60 AH หนึ่งเครื่องใช้ในโทรทัศน์ขาวดำ ต้องการ 40w 12v DC จ่ายไฟก่อนการชาร์จเต็มประจุได้นานมากที่สุดของการคายประจุคือ 20%

คำตอบ :

แบตเตอรี่มีการเก็บประจุ

$$= 12 \times 60 = 720 \text{ วัตต์-ชั่วโมง}$$

ใช้ความจุก่อนการเติมประจุใหม่

$$= 720 \times 20\% = 144 \text{ วัตต์-ชั่วโมง}$$

จำนวนชั่วโมงที่ TV สามารถดูได้ (40W TV)

$$= 144 / 40 = 3 \text{ ชั่วโมง 30 นาที}$$

ไฟฉุกเฉิน

ไฟฉุกเฉินได้นำออกสู่ตลาด และได้ใช้กันอย่างแพร่หลาย ไฟนี้เป็นแหล่งหลอดไฟที่ทำด้วยเครื่องชาร์จ

แบตเตอรี่ ในพื้นที่ที่การเชื่อมโยงสายไปไม่ถึง ไฟนี้ได้รับความนิยมนอกจากใช้ประโยชน์ได้ดีเมื่อเกิดการตัดพลังงานและมีปลั๊กในตัวสำหรับต่อชาร์จใหม่โดยตรงเมื่อมีสายเชื่อมโยงอีกครั้ง สามารถใช้ประโยชน์กับปัญหาแสงไฟในพื้นที่ชนบทและทำการชาร์จจากตัวกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำ แต่เดิมยังใช้ไฟฉายพกพาในการใช้งาน



รูป 13-5 ตัวอย่างไฟฉุกเฉินที่ขายด้วยหลอดแท่งฟลูออเรสเซนต์ 2x8W และปลั๊กสำหรับการชาร์จใหม่

วิทยุและโทรทัศน์

หลังจากแสงไฟแล้ว วิทยุและโทรทัศน์ใช้กันมากเป็นหลอดในบ้านเรือน ประเด็นหลักที่ควรพิจารณาเมื่อมีการไหลลงจากระบบไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็กหรือไฟฟ้าเฟสเดียว ในการจ่ายไฟดังนี้

- (1) การดำเนินการที่ความถี่ต่ำหรือแรงดันมากเกินจะเป็นอันตราย อายุการใช้งานของตัวประกอบภายใน เช่น หม้อแปลงจะสั้นลงเนื่องจากการใช้งานกระแสไฟฟ้าที่เกินไป
- (2) การเพิ่มความถี่เล็กน้อยจะไม่มีอันตราย
- (3) ป้องกันโทรทัศน์ราคาแพงด้วยการอุปกรณ์ควบคุมแรงดันที่แยกได้
- (4) การดำเนินการจ่ายไฟจาก DC เช่นแบตเตอรี่ จะไม่เป็นอันตรายต่อไฟฟ้าที่มีแรงดันถูกต้องในการจ่ายไฟ และโทรทัศน์หรือวิทยุที่ได้ออกแบบมาให้ทำงานกับแบตเตอรี่

13.2 โหลดมอเตอร์ขับเคลื่อน

อุปกรณ์ไฟฟ้าทันสมัยต่างๆ มีการขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ในการเชื่อมโหลดมอเตอร์ขับเคลื่อนต่อกับตัวจ่ายไฟฟ้าเฟสเดียว นั้นมีข้อพิจารณา

เพิ่มเติมในเรื่องความแตกต่างระหว่างมอเตอร์และโหลดไฟฟ้าชนิดธรรมดาที่ต้องการคือ

(1) ระหว่างสตาร์ทมอเตอร์ จะต้องมีการแสไฟฟ้าที่ต้องการมากกว่ามอเตอร์ขณะวิ่ง

(2) กระแสไฟฟ้าที่ต้องการโดยมอเตอร์มีความแตกต่างกันได้ระหว่างการวิ่ง ขึ้นอยู่กับโหลดที่เชื่อมต่อ

สำหรับตัวอย่าง มอเตอร์ที่เชื่อมกับเลื่อยจะดึงกระแสไฟฟ้าเมื่อมีการตัดไม้กระดานมากกว่าการใช้เลื่อยหมุนอย่างอิสระ อีกตัวอย่างหนึ่งคือ มอเตอร์ในการขับเคลื่อนของพัดลมจะดึงปริมาณกระแสไฟอย่างคงที่เมื่อพัดลมกำลังหมุนเนื่องจากตัวโหลดของพัดลมไม่มีการเปลี่ยน

สิ่งที่ไม่พึงปรารถนาสามารถเกิดขึ้นได้ถ้ามีการใช้ขนาดของมอเตอร์ผิดจะใช้ร่วมกับตัวกำเนิดบางส่วน

(1) มอเตอร์จะไม่สามารถสตาร์ทได้และตัวกำเนิดไฟฟ้าจะไม่ทำงาน

(2) การจ่ายแรงดันจะถูกผลักรอกออกมาอย่างรวดเร็วเมื่อสตาร์ทมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์กำลังเดิน ความดันจะต่ำกว่าค่าอัตราค่ากระแสสูงสุดการทำให้โหลดเกิน

(3) MCB ในโรงไฟฟ้าไม่เชื่อมต่อกับทุกโหลด ถ้าเครื่องจักรที่มีมอเตอร์ในการขับเคลื่อนกลายเป็นการติดขัดปัญหาได้

ในการเริ่มสตาร์ทมอเตอร์ไม่ได้หรือเดินทางหรือสะดุดเมื่อไรก็ตามที่มอเตอร์ใช้งานอยู่อาจทำให้เกิดการขัดข้องของระบบ ปัญหาเหล่านี้สามารถทำให้เกิดน้อยลงได้จากการวางแผนอย่างรอบคอบ

13.3 วิธีการหลีกเลี่ยงปัญหาด้วยการสตาร์ทมอเตอร์

เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาในการสตาร์ทมอเตอร์ จึงควรมีการพิจารณาดังต่อไปนี้

- (1) ขนาดของมอเตอร์ในการเชื่อมต่อกับตัวกำเนิด
- (2) ประเภทของมอเตอร์ในการเชื่อมต่อ
- (3) ประเภทของโหลดในการขับเคลื่อนโดยมอเตอร์
- (4) ความยาวและขนาดของสายไฟระหว่างมอเตอร์และตัวกำเนิดไฟฟ้า

ขนาดของมอเตอร์

มอเตอร์ใช้พลังงานในการสตาร์ทมากกว่าขณะกำลังเดินปกติ ดังนั้นเมื่อเปิดสวิตช์แล้วการเริ่มลดแรงดันด้วยการลดการสตาร์ทแรงบิด ถ้ามอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินไปในการเปิดเครื่อง แรงบิดในการสตาร์ทจะไม่เพียงพอต่อการหมุนเพล

อะไรคือมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถสตาร์ทโดยใช้ระบบไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็กได้

ใช้กฎทั่วไปในการตัดสินใจ

ค่ามากที่สุดของพลังงานมอเตอร์ = ตัวกำเนิดพลังงาน 10%

สำหรับตัวอย่าง มอเตอร์ขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถเริ่มขับเคลื่อนโดยตัวกำเนิดหนึ่งขั้วสามารถผลิตได้ 2.5 KW คือ : 10% ของ 2500 W = 250W

ประเภทของมอเตอร์

มอเตอร์สากล ใช้กันขนาดเล็กต่างๆ ในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่พกพาได้ เช่น เครื่องเจาะไฟฟ้า จะมีขนาดพกพาและมีขนาดของมอเตอร์หนึ่งขั้วขนาดเล็กและสตาร์ทง่ายประเภทของมอเตอร์ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์โหลดต่างๆ โดยมากจะใช้มอเตอร์หนึ่งขั้วประมาณ 200 W ซึ่งเป็นประเภทที่คล้ายกันใช้กับตัวกำเนิดไฟฟ้าของไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็ก ตัวเก็บประจุมีการเชื่อมต่อเพื่อช่วยทำให้มอเตอร์สตาร์ทได้และเพื่อปรับค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์ในการวิ่งได้ มอเตอร์สามารถแบ่งประเภทขึ้นอยู่กับตัวเก็บประจุที่มีการเชื่อมต่อ ซึ่งควรพิจารณาโหลดที่ใช้ในการเริ่มขับเคลื่อนดังนี้

ตารางที่ 13-2 การเปรียบเทียบไฟฟ้าและโหลดขับเคลื่อน

ชนิดของมอเตอร์	ลักษณะเฉพาะ	ตัว โ หล ด ที่เหมาะสม
ตัวเก็บประจุขณะเริ่ม	มีแรงบิดในการเริ่มเดินเครื่องสูง	คอมเพรสเซอร์ ผู้เย็บ เครื่องบด
ตัวเก็บประจุขณะวิ่ง	มีพาวเวอร์แฟกเตอร์ที่ดี/มีแรงบิดในการเริ่มเดินเครื่องต่ำ	เครื่องขัดเจียร เครื่องเจาะ พัดลม
ตัวเก็บประจุขณะเริ่มและวิ่ง	มีการดำเนินการที่ดีรอบด้าน	เลื่อย กบไสไม้ไฟฟ้า

รายละเอียด	ตัวขับเคลื่อนไฟฟ้า	ตัวขับเคลื่อนเชิงกล
การเริ่มต้น	ยากหรือเป็นไปได้ยากเว้นสำหรับความสำคัญ กับมอเตอร์ขนาดเล็ก	ยอดเยี่ยม ตั้งแต่แรงบิดกึ่งตันน้ำระดับสูงที่ความเร่งเท่ากับศูนย์
ประสิทธิภาพ	ต่ำ (50% ของพลังงานกักเก็บ)	สูง (90% ของพลังงานกักเก็บ)
สถานที่	มีความยืดหยุ่น	มีความยืดหยุ่น (ต้องมีสถานที่ถัดจากกักเก็บน้ำ)
การซ่อมบำรุงและการซ่อมแซม	มีความซับซ้อนมากดังนั้นการซ่อมบำรุงและการซ่อมแซมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง	การซ่อมบำรุงและการซ่อมแซมแบบง่าย
ต้นทุน	ต้นทุนอาจต่ำกว่าอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานกลถ้าอุปกรณ์มีกำลังการผลิตมาก ต้นทุนสายเคเบิลและพาวเวอร์เฟลเคเตอร์จะต่ำด้วย	ต้องมี รอก สายพานและแรงดึงเชิงกล ประกอบด้วย การผลิตอุปกรณ์อาจต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่

ความแตกต่างประเภทของโหลด

ประเภทของโหลดในการเชื่อมต่อ มีผลต่อการเริ่มต้นเครื่องของมอเตอร์ แรงหมุน (หรือแรงบิด) ที่ต้องการสำหรับตัวอย่างในการหมุนเครื่องมีความแตกต่างกันจากแรงบิดที่ต้องการไปยังการหมุนพัลคม แรงบิดสูงในการเดินเครื่องมีความจำเป็นในการเริ่มทำงานของเครื่องบดเพื่อเอาชนะแรงเสียดทานของล้อยอด เป็นต้น

สำหรับบางประเภทของเครื่องจักรที่เดินเครื่องง่าย เช่น พัลคม พลังงานมอเตอร์สามารถเพิ่มขึ้น 20 % ของพลังงานตัวกำเนิด เครื่องจักรที่สามารถเพิ่มขนาด 20% ของตัวกำเนิดซึ่งประกอบด้วย

- (1) พัลคม
- (2) วงล้อยอด (สำหรับเครื่องลับมีด)
- (3) เครื่องเจาะไฟฟ้า

ตำแหน่งของมอเตอร์

มอเตอร์เหมือนอุปกรณ์โหลดขนาดใหญ่อุปกรณ์หนึ่งในระบบการจ่ายไฟ ซึ่งทำให้แรงดันที่ใช้ในช่วงความต้องการมีความสำคัญ ถ้ามอเตอร์มีแรงดันเหมาะสมใกล้เคียงกับตัวกำเนิดไฟฟ้า เมื่อนั้นจะมีผลประโยชน์ขึ้นความดันที่สูงกว่า จะช่วยลดปัญหาในการเริ่มเดินเครื่องได้ ถ้ามอเตอร์มีระยะห่างจากตัวกำเนิดไฟฟ้าที่ยาวมาก สายไฟที่ใช้ในการเชื่อมต่อจะมีราคาแพงและทำให้มีแรงดันในการเริ่มเดินเครื่องต่ำ

13.4 เครื่องมือของผู้ใช้

ในการจ่ายโหลดไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น หลอดไฟนั้นไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก สามารถใช้งานได้ดี พลังงานที่ใช้ทำให้เกิดรายได้และการจ่ายคืนเงินกู้ได้อย่างรวดเร็วจากการช่วยในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

หลายๆกิจกรรมสามารถทำเงินและใช้ประโยชน์จากกังหัน เช่น การ ขัด บด ต้องการพลังงานเชิงกล ในพื้นที่ที่ให้บริการโยงสายไฟฟ้า พลังงานทางกลใช้ในมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งยังคงเป็นไปได้การใช้อุปกรณ์ในแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก แต่มีข้อจำกัด ที่สำคัญได้อธิบายในส่วนก่อนหน้านี้

โซลิตีที่ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก มีโอกาสในการขับเคลื่อนโหลดเชิงกลโดยตรง พลังงานเชิงกลจากการหมุนของกังหันสามารถส่งผ่านไปยังได้โหลดโดยตรงโดยปราศจากการเปลี่ยนเป็นไฟฟ้าก่อน โดยปกติจะต้องใช้พูลเล่อร์และสายพานในการส่งผ่าน ข้อดีของการใช้พลังงานเชิงกลทางตรงคือถ้างานที่มีโหลดขนาดใหญ่จะสามารถขับเคลื่อนได้มากกว่า สำหรับการเปรียบเทียบการขับเคลื่อนไฟฟ้าและการขับเคลื่อนเชิงกล แสดงดังตารางที่ 12-2

ถ้าพลังงานเชิงกลใช้เชื่อมต่อโดยตรงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าสุดท้ายของผู้ใช้ด้วยพูลเล่อร์และสายพานไปยังกังหันน้ำ เมื่อนั้นมีความเป็นไปได้ที่อุปกรณ์สามารถขับเคลื่อนได้โดยการใช้พลังงานในอัตราที่เกือบเต็มของ

กัณฑ์น้ำ การสูญเสียประสิทธิภาพเพียงเล็กน้อย เกิดจากสายพานในการขับเคลื่อน เกือบ 10% ของพลังงานเพลากัณฑ์น้ำ ถ้าสายพานและพูลเล่มีขนาดและมีแรงดึง ที่ถูกต้อง นอกจากนั้น 90 % ที่เหลือคือพลังงานจากการขับเคลื่อนโหลด การเปรียบเทียบขนาดมากที่สุดของมอเตอร์หนึ่งชั่วโมงในการขับเคลื่อน สามารถคำนวณได้ในหัวข้อที่ 13.2

ตัวอย่าง : การคำนวณพลังงานเชิงกลในการขับเคลื่อนโหลด

พลังงานในเพลากัณฑ์น้ำเท่ากับ 3.5 kW

ประสิทธิภาพของสายพานขับเคลื่อนคือ 90 %

ตอบ

90 % ของ 3.5 kW = $3.5 \times 0.9 = 3.15$ kW

ค่าพลังงานที่ได้ = 3.15 kW

บางตัวอย่างของโหลดเชิงกลในการขับเคลื่อนปกติ โดยไฟฟ้าพลังน้ำแสดงดังตารางที่ 13-8 ความต้องการของพลังงานและอัตราเร่งโดยทั่วไปสำหรับโหลดขนาดเล็ก (เหมาะสำหรับใช้กับระบบพลังงานน้ำขนาดเล็กบางระบบ) ก่อนการจัดซื้ออุปกรณ์เชิงกล และข้อมูลควรปรึกษาจากผู้ผลิตและการรับประกันว่าพลังงานที่ได้จากกัณฑ์น้ำมีเพียงพอ ตัวเลือกของเครื่องมือจะถูกกำหนดจากพูลเล่และสายพาน ส่วนถัดไปเป็นการดูแลบำรุงรักษาเพื่อให้แน่ใจว่ามีการเลือกใช้อย่างเหมาะสม

13-5 พูลเล่และสายพาน

อุปกรณ์สายพานพูลเล่ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องมือเชิงกลไปยังเพลากัณฑ์น้ำที่อุปกรณ์มีความเร็วที่แตกต่างกันในกัณฑ์น้ำ

หมายเหตุ การขับเคลื่อนทางตรงของโหลดเชิงกล

ถ้าโหลดสามารถขับเคลื่อนโดยตรงจากเพลาดำเนินไฟฟ้า เมื่อนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีการใช้พูลเล่และสายพาน ซึ่งพิจารณาได้จาก

(1) ความเร็วของเพลากัณฑ์น้ำจะต้องสัมพันธ์กับความเร็วของโหลด

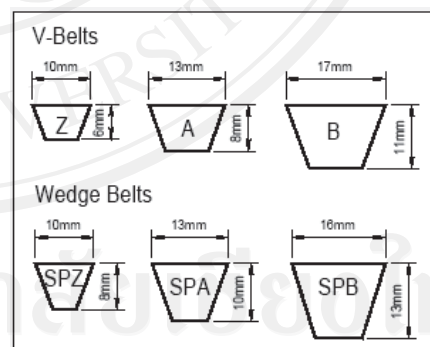
(2) กัณฑ์น้ำจะต้องมีตำแหน่งจุดศูนย์กลางที่จุดเดียวกับโหลด

(3) การปลดโหลดออกจากกัณฑ์น้ำนั้นเกิดความยุ่งยากซับซ้อนกว่า

การขับเคลื่อนทางตรงต้องสอดคล้องกับโหลดเหมาะสมในบางกรณี (ยกตัวอย่าง เช่น ล้อบิด) แต่ไม่ก่อให้เกิดกรณีนี้

พูลเล่สายพานสองประเภทที่ใช้กันทั่วไปกับไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก คือ สายพานแบบ วี(V) และสายพานแบบแบน สายพานแบบวี(V) เหมาะสมกับไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กมากที่สุด เนื่องจากมีขนาดเล็กกว่า ทำให้ง่ายต่อการติดตั้งและบำรุงรักษา และมีต้นทุนที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสายพานแบบแบน

สายพานขับเคลื่อนแบบวี(V) มีประสิทธิภาพและมีวิธีการส่งผ่านพลังงานระหว่างกัณฑ์และเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ สายพานลิ่มเป็นรูปแบบใหม่ของสายพานวี(V) ที่ส่งผ่านพลังงานได้มากกว่าเนื่องจากสายพานลิ่มเป็นร่องลึกส่งต่อไปยังพูลเล่และยังมีพื้นที่สัมผัสมากกว่า ขนาดที่แตกต่างกันระหว่างสายพานทั้งสองชนิดแสดงดังรูป 13-6



รูป 13-6 ภาพตัดขวางของขนาดสายพานที่แตกต่างกัน สายพานแบบวี(V) ในขนาดที่ต่างกันได้แก่สายพาน

Z, A, B และเช่นเดียวกับสายพานลิ่ม ได้แก่ สายพาน SPZ, SPA และ SPB ขนาดของสายพาน วี(V) และสายพานลิ่มที่มีช่วงขนาดที่ใกล้เคียงกัน (ตัวอย่าง เช่น Z และ SPZ) สามารถใช้พูลเล่ที่เหมือนกันได้ อย่างไรก็ตามการดูแลบำรุงรักษาสายพานทั้งสองชนิดนั้นไม่ยุ่งยากนัก สายพาน วี(V) โดยทั่วไปจะราคาถูกกว่าสายพานแบบ

ลุ่ม ซึ่งทำให้สายพานแบบ วี(V) เป็นที่สนใจต่อการใช้งานมากกว่า อย่างไรก็ตามถ้าสายพานวี(V)ใช้งานแทนสายพานลุ่ม แต่การทำงานไม่ยาวนานเนื่องจากสายพานหลุดได้ง่ายได้

สำหรับการใช้งานเพื่อให้พูลเล่อร์และสายพานมีอายุการใช้งานยาวนานนั้นจะต้องมีการเลือกใช้งานอย่างเหมาะสม คำถามที่จะต้องตอบได้ควรคัดเลือกพูลเล่อร์และสายพานอย่างไร

- (1) พลังงานของโหลดที่ใช้งานต้องการมีเท่าไร
- (2) เพลาทั้งห้าจะต้องมีความเร็วเท่าไรเมื่อเกิดการขับเคลื่อนจากตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- (3) ความเร็วของเพลาโหลดที่ต้องการเป็นเท่าไร
- (4) ระยะกึ่งกลางระหว่างเพลาทั้งสองเป็นเท่าไร
- (5) โหลดมีชั่วโมงการใช้งานต่อวันเท่าไร
- (6) เส้นผ่าศูนย์กลางของเพลาทั้งห้าเป็นเท่าไร
- (7) เส้นผ่าศูนย์กลางของเพลาของโหลดที่เป็นเครื่องจักรเป็นเท่าไร

อัตราเร็ว

ในการเลือกพูลเล่อร์ที่เหมาะสม ความเร็วของการหมุนของเพลาหนึ่งๆ มีความแตกต่างกันมาก ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อระบบไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็ก ความเร็วของกังหันอาจเป็น 1000 rpm (รอบต่อนาที) นอกจากนั้นยังมี 1500 rpm และบางครั้งถึง 3000 rpm ของโหลดที่เป็นเครื่องจักรใช้งานหมุน 50 รอบต่อนาที เครื่องจักรโดยมากที่เชื่อมต่อกับกังหันน้ำต้องการความเร็วต่ำกว่าความเร็วข้างต้น ตัวอย่างเช่นเครื่องโม่แป้ง อาจต้องการเพียง 500 หรือ 600 rpm ความแตกต่างของความเร็วระหว่างเพลาถูกเรียกว่า อัตราเร็ว สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{อัตราเร็ว} = \text{เพลาทั้งห้า rpm} / \text{เพลาโหลด rpm}$$

ความเร็วของเพลาทั้งห้าจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของที่ตั้งและชนิดของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ ปกติผู้ผลิตเลือกความเร็วในการดำเนินการ ซึ่งเป็นข้อดีในการใช้ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและมีตัว

ควบคุมความเร็วให้คงที่ไม่ให้มากเกินไป ควรให้โหลดเชิงกลใช้พลังงานน้อยกว่าความสามารถของกังหันน้ำ ถ้าโหลดเชิงกลใช้พลังงานที่มากเกินไปจะส่งผลไปยังแหล่งกำเนิดพลังงานของกังหันและตัวควบคุม เมื่อความเร็วจะตกลงประมาณ 10 % ที่ความเร็วของตัวกำเนิดกังหันและจะไม่ถูกกระตุ้นได้และไม่สามารถเพิ่มโหลด

การลดความเร็วในการขับเคลื่อนหมายความว่าพูลเล่อร์ที่มีขนาดเล็กถูกติดตั้งกับเพลาตัวไฟฟ้ากำเนิด ต่อกับพูลเล่อร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าไปยังโหลดเชิงกล ซึ่งหมายความว่าพูลเล่อร์ขนาดใหญ่จะหมุนช้าลง ในการทำงานของโหลด เช่น เครื่องบด จะไม่หมุนเร็วมากเกินไป การที่ความเร็วในการขับเคลื่อนจะมากขึ้นในการหมุนควรมีทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ พูลเล่อร์ขนาดใหญ่ที่เป็นตัวขับเคลื่อนหรือต้นพลังงาน จะไปขับเคลื่อนโหลดขนาดเล็ก ทำให้เกิดการหมุนเร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น เลื่อยไฟฟ้ามีความต้องการความเร็วในการขับเคลื่อนเพิ่มขึ้น

ความเร็วของเพลาทั้งห้าขึ้นอยู่กับจำนวนขั้วไฟฟ้าของตัวกำเนิดซึ่งได้จากการคำนวณอัตราเร็ว จำนวนของขั้วแม่เหล็ก (ปกติคือ 4 ขั้วบางครั้ง 2, 6 หรือ 8 ขั้ว) ซึ่งสามารถทราบได้จากข้อมูลด้านข้างของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ส่วนใหญ่ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด 4 ขั้วเป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด

ตารางที่ 13-3 ความเร็วเพลาตัวกำเนิดและช่วงของหัวสำหรับการขับเคลื่อนโดยตรง

จำนวนขั้วแม่เหล็ก	ความสูงน้ำประมาณ (เมตร)	ความเร็วของกังหันเป็นเพลาตัวกำเนิด (รอบต่อนาที)
2	>80 ม.	3000
4	25-80	1500
6	< 25	1000

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการคัดเลือกความเร็วของเพลาทั้งห้า กรุณาอ่านได้จากบทที่ 19

เส้นผ่าศูนย์กลางต่ำสุดของพูลเล่อร์

ขั้นสุดตอนท้ายหลังจากมีการคัดเลือกพูลเล่อร์แล้ว คือ การคัดเลือกขนาดส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำสุดของพูลเล่ย์ที่ใช้งานสามารถ
เชื่อมต่อได้ เนื่องจากแรงดึงของสายพาน(และเบร็จจะรับ
แรงมาก) จึงต้องใช้พูลเล่ย์ขนาดเล็กกว่า ขนาดพูลเล่ย์
ของมอเตอร์เหนี่ยวนำโดยปกติเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำสุดที่
เหมาะสมแสดงดังตารางข้างล่าง
ตารางที่ 13-4 เส้นผ่าศูนย์กลางต่ำสุดของพูลเล่ย์

ขนาดเฟรม ของมอเตอร์ เหนี่ยวนำ	ขนาดกำลังที่ ต้องการ (kW)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ พูลเล่ย์ ที่ต่ำสุด (mm)	
		4 ขั้ว	6 ขั้ว
D80	0.37 / 0.55 / 0.75	71	71
D90S&L	0.75 / 1.10 / 1.50	71	71
D100L	1.50 / 2.20 / 3.00	71	71
D112M	2.20 / 4.00	90	71
D132S	3.00 / 5.50	90	85
D132M	4.00 / 5.50 / 7.50	112	95

พลังงานที่สามารถส่งผ่านได้ ขึ้นอยู่กับความหนา
ของสายพาน (ตัวอย่างเช่น SPZ SPA Z หรือ A) และ
ขนาดของพูลเล่ย์ที่เล็กสุด ถ้าพูลเล่ย์ที่มีขนาดใหญ่กว่า
สามารถส่งพลังงานได้มากกว่า เนื่องจากมีพื้นที่ในการ
สัมผัสกับสายพานมากและมีโอกาสที่จะลื่นน้อย
สายพานลื่นสามารถส่งผ่านพลังงานได้มากกว่าสายพาน
V พลังงานที่สามารถส่งผ่านได้ในสายพานได้แสดงใน
ตารางที่ 13-5 และ 13-6 สำหรับพลังงานขึ้นอยู่กับขนาด
ต่างๆ ของพูลเล่ย์และสายพาน

ตารางที่ 13-5 กำลังขับเคลื่อนสายพานสำหรับตัวสายพานวี

Z	อัตรากำลัง (kW) ต่อสายพานสำหรับรอกเล็กของ ระดับเส้นผ่าศูนย์กลางต่างๆ (เส้นผ่าศูนย์กลาง มม.)						
เพลากังหัน (rpm)	71	80	85	90	95	100	106
1000	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
1500	0.9	1.1	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8
3000	1.5	1.9	2.1	2.3	2.5	2.8	3.0

A	อัตรากำลัง (kW) ต่อสายพานสำหรับรอกเล็ก ของระดับเส้นผ่าศูนย์กลางต่างๆ (เส้นผ่าศูนย์กลาง มม.)						B
เพลากังหัน (rpm)	90	100	112	125	132	140	140
1000	1.1	1.4	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9
1500	1.5	1.9	2.4	2.9	3.2	3.5	3.9
3000	2.3	3.0	3.8	4.6	5.0	5.5	5.3

ตารางที่ 13-6 ตารางกำลังต่อสายพานสำหรับตัวสายพาน
แบบลื่น

SPZ	อัตรากำลัง (kW) ต่อสายพานสำหรับรอกเล็กของระดับ เส้นผ่าศูนย์กลางต่างๆ (เส้นผ่าศูนย์กลาง มม.)						
เพลากังหัน (rpm)	71	75	85	95	112	125	140
1000	0.8	0.9	1.2	1.4	1.9	2.2	1.7
1500	1.1	1.3	1.6	2.0	2.7	3.2	3.7
3000	1.8	2.1	2.8	3.5	4.7	5.5	6.4

SPA	อัตรากำลัง (kW) ต่อสายพานสำหรับรอกเล็ก ของระดับเส้นผ่าศูนย์กลางต่างๆ (เส้นผ่าศูนย์กลาง มม.)						SPB
เพลากังหัน (rpm)	90	100	112	125	132	140	140
1000	1.4	1.8	2.3	2.9	3.2	3.5	4.1
1500	1.9	2.5	3.2	4.0	4.5	5.0	5.5
3000	2.9	4.0	4.7	6.7	7.4	8.2	8.5

สายพานขับเคลื่อนเดี่ยวหรือสายพานขับเคลื่อน
หลายชั้น

สายพานลื่นมีการใช้มากกว่าหนึ่งเส้นเพื่อเพิ่ม
พลังงานได้โดยใช้การสัมผัสกับเส้นผ่าศูนย์กลางของพูล

เลห์ อย่างไรก็ตามสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ควรใช้เพียงสายพานขับเคลื่อนเดี่ยว ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

- (1) เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนเมื่อเทียบกับระบบสายพานหลายชั้นที่ใช้พลังงานขนาดเดียวกัน
- (2) ถ้าต้องการสายพานมากกว่าหนึ่งเส้น ดังนั้นต้องมีความรอบคอบในการจับคู่ให้เข้ากัน (เช่น มีขนาดถูกต้องเท่ากัน) ถ้ามีขนาดที่แตกต่างกันจะทำให้สายพานเกิดการขัดข้องและสิ้น
- (3) ถ้าสายพานเกิดความเสียหาย การปฏิบัติที่ดีควรทำการเปลี่ยนสายพานใหม่ทันทีในเวลานั้น ระบบสายพานแบบหลายเส้นไม่สามารถวิ่งได้ถ้าสายพานหนึ่งหรือมากกว่านั้นเกิดความผิดพลาด ดังนั้นระบบสายพานหลายเส้นจะต้องมีการซ่อมบำรุงและมีความน่าเชื่อถือเหมือนกับระบบสายพานเดี่ยวเส้นเดียว
- (4) การเชื่อมต่อ (Coupling) และไม่เชื่อมต่อของเพลากังหัน จากโหลดเชิงกลระบบสายพานหลายเส้นมีความยุ่งยากมากกว่า
- (5) การเลือกสายพานพื้นฐานอันหนึ่งของส่วนประกอบพูลเล่ย์ที่คุณภาพดี

13.6 ขั้นตอนการเลือกพูลเล่ย์และสายพาน

ขั้นตอนที่ 1

หาความเร็วของพูลเล่ย์ที่ต้องการ

อัตราความเร็ว = เพลากังหัน rpm/เพลาลoad rpm

ขั้นตอนที่ 2

ดูจากตาราง “พลังงานที่ใช้ต่อสายพาน” (ตารางที่ 13-5 และ ตารางที่ 13-6) เลือกเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุดของพูลเล่ย์ และประเภทของสายพานที่เหมาะสมต่อความต้องการพลังงานในการขับเคลื่อน (ตรวจสอบได้ดังตารางที่ 13-4 เพื่อให้มั่นใจได้ว่าเป็นขนาดของพูลเล่ย์น้อยที่สุดสำหรับตัวเครื่องกำเนิดที่ใช้) ตารางสายพานประกอบด้วย เซอร์วิซ แฟลเตอร์ 1.1 สมมุติว่าโหลดใช้ 10 ชั่วโมงต่อวันหรือน้อยกว่า สำหรับข้อมูลต่อไปเกี่ยวกับขนาดอธิบายดังบทที่ 19

ขั้นตอนที่ 3

การเลือกพูลเล่ย์แบบอื่นๆ เพื่อให้ได้ความต้องการอัตราเร็วภายใน $\pm 10\%$ ถ้าเป็นไปได้ไม่ดำเนินการหาสัดส่วนที่ถูกต้องในการใช้ขนาดของพูลเล่ย์ในท้องถิ่น ให้สังเกตที่ตารางพลังงานที่ใช้ต่อขนาดสายพานอีกครั้งและทำการคัดเลือกขนาดอื่น และทำการเลือกขนาดของพูลเล่ย์โดยเพิ่มขึ้นน้อยให้ที่สุุดจากขนาดตามตาราง

ขั้นตอนที่ 4

คำนวณความยาวของสายพานที่ต้องการใช้การประมาณจากจุดศูนย์กลางกลาง (ดังรูป 13-7) และเส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเล่ย์ทั้งสอง

$$L = 2C + \frac{(D - d)^2}{4C} + 1.57(D + d)$$

เมื่อ :

L = ระยะความยาวของสายพานหน่วย มม.

C = จุดศูนย์กลาง หน่วย มม.

D = ระยะจุดศูนย์กลางของพูลเล่ย์ขนาดใหญ่ หน่วย มม.

d = ระยะจุดศูนย์กลางของพูลเล่ย์ขนาดเล็ก หน่วย มม.

ตามการกำหนดของระยะจากจุดศูนย์กลางที่ต้องการ ในการใช้ความยาวสายพานและพูลเล่ย์ที่เข้ากันตามสมการดังนี้

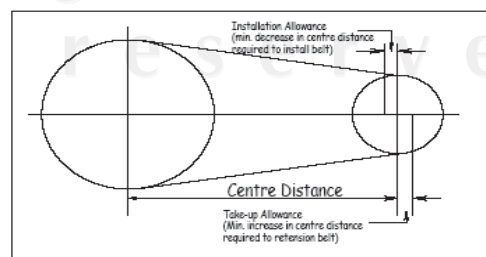
$$\text{จุดศูนย์กลาง} = A + \sqrt{A^2 + B}$$

เมื่อ

$$A = \frac{L}{4} - 0.3925(D + d)$$

และ

$$B = \frac{(D - d)^2}{8}$$



รูป 13-7 การวัดระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง

ตัวอย่าง การคัดเลือกสายพานขับเคลื่อนที่เหมาะสม

1) อะไรคือพูลเล่อร์ที่เหมาะสมและสายพานที่เข้ากันได้จากข้อมูลดังนี้ ?

กำลังในการส่งถ่าย = 3.6 kW
ความเร็วของเพลากังหัน = 1500 rpm
ความเร็วที่ต้องการจากเพลาโหลด = 550 rpm
ระยะห่างจากจุดศูนย์กลางที่เหมาะสม = 800 มม.
อัตราการไ้มากสุด = 10 ชั่วโมงต่อวัน

ขั้นที่ 1

อัตราเร็วของพูลเล่อร์ = ความเร็วกังหัน/ความเร็วของโหลด

$$= 1500/550$$

$$= 2.73:1$$

ขั้นที่ 2

ออกแบบพลังงาน = พลังงานของโหลด + 10%

$$= 3.6 \text{ kW} + 0.36 \text{ kW}$$

$$= 4.0 \text{ kW}$$

ขั้นที่ 3

เลือกสายพานและพูลเล่อร์จากตารางที่ 13-5 และตารางที่ 13-6

จากความเหมาะสม การคำนวณความสัมพันธ์ของพลังงานงานทั้งสองจุดมีความใกล้เคียงกันมากที่สุดคือสายพาน SPA ใช้เส้นผ่าศูนย์กลางพูลเล่อร์บนเพลากังหันขนาด 125 มม. พลังงานต่อสายพานคือ 4.0 kW (ที่ 1500 rpm)

ขั้นที่ 4

เส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเล่อร์ขับเคลื่อนสามารถคำนวณจาก : อัตราของความถี่ 2.73 และพูลเล่อร์เพลากังหัน เส้นผ่าศูนย์กลาง 125 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเล่อร์ที่ต้องการ = $125 \times 2.73 = 340$ มม. ขนาดที่ใกล้เคียงที่สุดในนี้คือ 315 มม.

อัตราส่วนปัจจุบันคือ $315/125 = 2.52$

ให้ความเร็วโหลดเท่ากับ $1500/2.52 = 595 \text{ rpm}$

ถ้าเป็นค่าที่ได้ในการใช้งานจะซับซ้อนยุ่งยากไม่เหมาะสมให้ทำการคำนวณซ้ำใหม่โดยเลือกพูลเล่อร์ที่มีขนาดต่างออกไปหรือสายพานที่ต่างออกไป จนการจะใช้งานได้

ขั้นที่ 5

ความยาวของสายพานที่ต้องการคือเท่าไรสำหรับเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 800 มม.

$$L = 2C + \frac{(D-d)^2}{4C} + 1.57(D+d)$$

$$L = 2 \times 800 + (315-125)^2/4 \times 800 + 1.57(315+125)$$

$$L = 2302 \text{ สายพาน } 2300 \text{ มม. เป็นความยาวที่เหมาะสม}$$

เหมาะสม

เส้นผ่าศูนย์กลางใหม่สามารถคำนวณโดยใช้

สายพาน 2300 มม.

$$\text{จุดศูนย์กลาง} = A + \sqrt{A^2 + B}$$

เมื่อ

$$A = \frac{L}{4} - 0.3925(D+d)$$

และ

$$B = \frac{(D-d)^2}{8}$$

เส้นผ่าศูนย์กลางใหม่ = 799 มม. (A=402.3, B=4512.5)

ปรับเส้นผ่าศูนย์กลางเป็นเท่าไรถ้าต้องการติดตั้งสายพานและแรงดึงใหม่

ดังตารางที่ 13-7 สำหรับสายพาน SPA ที่ความยาว 2300 มม.

1) การติดตั้ง : เป็นไปได้ในการลดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อยที่สุด 25 มม.

2) การเผื่อเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย 40 มม. จะเป็นการสร้างแรงดึงใหม่ถ้ามีความยืดตัว

คำถามต่อไป :

(1) พูลเล่อร์และสายพานที่เข้ากันได้จะมีการส่งถ่ายพลังงานที่เหมาะสมขนาด 2 kW ระหว่างกังหันและเพลาโหลดดังกล่าว

ความเร็วของเพลากังหัน = ความเร็วเพลาล้อ
1500 rpm = การใช้ 2000 rpm สำหรับค่ามากสุดใน 3 ชั่วโมงต่อวัน

(2) สายพาน SPZ ความยาว 1500 มม. นี่เป็นการส่งผ่านที่เหมาะสมของโหลดเชิงกล 1 kW หรือจะเป็นเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 600 มม.

13.7 แรงดึงของสายพานและตัวยึดจับ

แรงดึงของสายพานขับเคลื่อนที่ถูกต้องมีความสำคัญต่อความเชื่อถือและประสิทธิภาพ ถ้าแรงดึงของสายพานน้อยหรือหย่อนและเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นที่สายพาน ทำให้อายุการใช้งานของสายพานสั้นลง แรงดึงที่มากเกินไปจะทำให้อายุสายพานสั้นลงและเกิดโหลดเพิ่มสูงขึ้นให้กับลูกปืน (Bearing) อายุการใช้งานของลูกปืนลดลง บางครั้งหมายถึงการปรับเส้นผ่าศูนย์กลาง (ระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของเพลทั้งสอง) ที่ต้องการสำหรับการติดตั้งของสายพานและปรับแรงดึง แรงดึงสามารถวัดได้ง่ายโดยใช้เครื่องวัดสปริง (spring balance) ได้อธิบายดังบทที่ 19 ในเรื่องวิธีการปรับแรงดึงที่ต้องการ ตารางที่ 13-7 การติดตั้งและการเพิ่มขึ้นที่ทำได้ (รูป 13-7)

ระยะความยาวของสายพาน	การติดตั้ง (มม.)			การเพิ่มขึ้น
	Z SPA	A SPA	B SPB	
410-530	20			5
530-840	20	25	30	10
850-1160	20	25	30	15
1170-1500	20	25	30	20
1510-1830	20	25	30	25
1840-2170	20	25	30	30
2180-2830	20	25	30	40
2840-3500	20	25	30	50
3520-4160	20	25	30	60
4170-5140	20	25	30	70
520-6150		25	30	65

ตารางที่ 13-8 ตัวอย่างของอุปกรณ์โหลดและค่าต้องการทั่วไป

ประเภทของเครื่องจักร	ความเร็ว (rpm)	พลังงานที่ต้องการ	
		h.p.	kW
เครื่องบด			
200 มม.	600	3	2.2
225	550	4	3.0
280	550	6	4.2
เครื่องนวดข้าว dia 450 มม.	1100	4-5	3.0-3.6
เครื่องมือไม้			
เลื่อยวงกลมขนาด dia 200 มม.	2800	1	0.75
เลื่อยล้อแบบแบน dia 300 มม.	-	1	0.75
กบไสมือจับ (พื้นผิวใบมีดเพียง 600 มม.)	3000	1	0.75
จุดศูนย์กลางเครื่องกลึง (ขนาด 160 มม.)	500-2000	0.5	0.375

12.3 การวางแผนและการติดตั้ง

1. การวางแผน	2. การเตรียมการ	3. การก่อสร้างและประกอบ	4. การเชื่อมต่อ	5. การทดสอบ	6. การมอบหมายหน้าที่
ทำการออกแบบจนเสร็จสมบูรณ์ โดยเฉพาะเกี่ยวกับตำแหน่งของ โรงไฟฟ้า, แหล่งเก็บน้ำ หรืออ่างเก็บน้ำและอาคารรับน้ำ	สั่งการจัดส่งและการเก็บสำรองวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช่ตรงกันโดยคำนึงถึงการปรับเปลี่ยนแบบจนช่วงท้ายเสร็จงาน	วางท่อส่งน้ำตามตำแหน่ง ทำการปรับพื้นที่ขุดลอก เช่น หินที่ไหลออกมาจากพื้นที่ก่อสร้างที่เป็นแอ่ง	และเชื่อมต่อส่วนของการส่งน้ำร่วมกับความควบคุมไหลของวาล์ว		
ปรับปรุงแบบเล็กน้อยและทำเครื่องหมายนอกตำแหน่งของโรงไฟฟ้า, ท่อส่งน้ำ และแหล่งเก็บน้ำ หรืออ่างเก็บน้ำ	กำจัดเส้นทางวิธีขุดต่างๆ สำหรับท่อส่งน้ำ ทำการขุดคลองดินเป็นช่องถ้าจำเป็น	สร้างอาคารรับน้ำและชุดคลองถ้าจำเป็น อีกร่องหนึ่งวางท่อไปยังแหล่งเก็บน้ำที่ทำเครื่องหนายกกำหนดจุดให้ชัดเจนถ้าเป็นแหล่งเก็บน้ำ ที่ต้องการ	อุปกรณ์เสริมท่อส่งน้ำที่จำเป็นและให้ครอบคลุมโดยเฉพาะถ้าทำจากพีวีซี		
ให้แน่ใจว่าไม่มีพื้นที่ลดยังเพียงพอไปยังทางออกสำหรับน้ำไหลเข้าไปในแหล่งเก็บน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ โดยท่อหรือคลองรับน้ำแล้ว	ปรับปรุงใช้พลังงานและโครงสร้างฐานรากสำหรับสร้างโรงไฟฟ้าในตำแหน่งที่ถูกต้องของกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า พิจารณาหากการเชื่อมต่อกับฐานรากเป็นพื้นฐาน	ประกอบเครื่องกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบนพื้นฐานของกรอบโครงสร้างเสริมและการสร้างอาคารสร้างเสริมสำหรับเครื่องจักรขับเคลื่อนทางกลไก	แหล่งเก็บน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ จำเป็นเพื่อคอนกรีตหรือหินและปูนซีเมนต์และงานก่อสร้างอาคารรับน้ำจะต้องเสร็จสมบูรณ์เรียบร้อย	ตรวจสอบการรั่วไหลของท่อส่งน้ำและอุปกรณ์ติดตั้ง	
	ทำการปรับชั้นตอนสุดท้ายในตำแหน่งของแหล่งเก็บน้ำ หรือ อ่างเก็บน้ำและการขุดดิน	สร้างกำแพงและหลังคาของโรงไฟฟ้า	เชื่อมต่อ excitation capacitors ด้วยความคุมโหลดและบาลาสต์ อุปกรณ์ป้องกันกัมมันตภาพรังสี	ทดสอบการเดินเครื่องกังหันและแต่ละเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบการดำเนินการให้ถูกต้อง	กลุ่มท่อส่งน้ำกับหม้อน้ำหรือดิน
	ระบุสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับเชื่อมต่อพื้นดินใกล้ๆ โรงไฟฟ้า (ยกเว้นพื้นดินที่ฝังในฐานราก)	ขุดดินและบดอัดดินแน่นเข้าไฟฟ้าพื้นดิน ต่อสายไปยัง โรงไฟฟ้า		ตรวจสอบการดำเนินการที่ถูกต้องของตัวควบคุมและบาลาสต์	ฝึกอบรมผู้ควบคุมงานและผู้จัดการ
				ตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรกล	แก้ไขปัญหาต่างๆ ของไฟฟ้าในประเภทและการเชื่อมต่อ
ระบบจ่ายไฟ					
แผนการตรวจสอบใช้พลังงานประกอบ ด้วยความยาวและขนาดของสายเคเบิลที่ต้องก่อนการจัดตั้ง	เชื่อมต่อสายเคเบิลที่กระจัดกระจาย การสร้างขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่จำเป็น	ตำแหน่งโหลดภายในประเทศและโหลดแบบจำกัด บริการเชื่อมต่อสายระบบการจ่ายไฟหลัก	เชื่อมต่ออุปกรณ์ป้องกันเช่น เป็น RCD (s) และสายล่อฟ้า	เชื่อมต่อระบบจำหน่ายเพื่อความปลอดภัยโหลด	ดำเนินการตรวจสอบของระบบจำหน่าย

ตารางที่ 12-1 การติดตั้งจะแบ่งออกเป็นหกขั้นตอนเพื่อช่วยวางแผนการพัฒนาลำดับของกิจกรรม งานตามแนวคอลัมน์ในตาราง กิจกรรมบางอย่างสามารถ จะดำเนินการควบคู่ขนานกับกิจกรรมอื่น ๆ ได้เพื่อประหยัดเวลาได้

บทที่ 14

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน

ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

14. ระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมรู้จักกับสวแผนการติดตั้งและการป้องกัน เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้

หัวข้อการอบรม

1. การวาดแผนการ
2. รูปแบบแผนผัง
3. การเลือกสายเคเบิลสำหรับการติดตั้งไฟฟ้าที่หมู่บ้าน
4. การจ่ายไฟของขั้วแม่เหล็ก
5. การติดตั้งระบบการจ่ายไฟ
6. การดูแลป้องกันระบบสายส่ง
7. ขนาดของสายเคเบิล
8. การออกแบบระบบการจ่ายไฟในงานช่าง

บทที่ 14

ระบบส่ง

14.1 บทนำ

14.2 การเขียนแบบแผนการทำงาน

14.3 รูปแบบแผนผัง

14.4 การเลือกสายเคเบิลสำหรับการติดตั้งไฟฟ้าที่
หมู่บ้าน

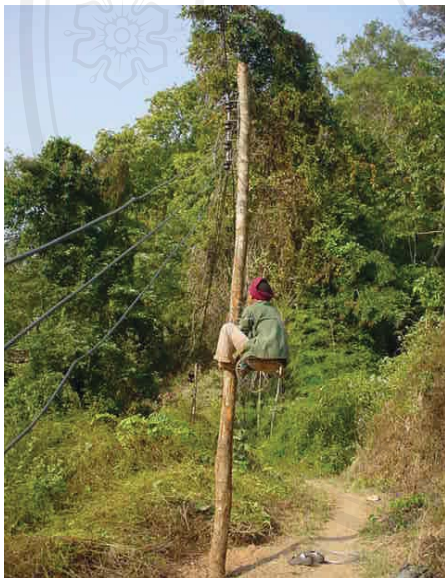
14.5 การจ่ายไฟชั่วคราว

14.6 การติดตั้งระบบการจ่ายไฟ

14.7 การดูแลป้องกันระบบการจ่ายไฟ

14.8 ขนาดของสายเคเบิล

14.9 การออกแบบระบบส่งในการจ่ายไฟงานช่าง



รูป 14-1 การติดตั้งระบบส่งในหมู่บ้าน

14.1 บทนำ

ระบบการจ่ายไฟคือการนำสายเคเบิล ขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละเฟสและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องจัดส่งไฟฟ้า ที่ผลิตจากตัวกำเนิดไฟฟ้าไปยังบ้านและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ที่มีความต้องการ

ต้นทุนในระบบการจ่ายไฟของหมู่บ้านดูเหมือนว่าเป็นค่าใช้จ่ายมากที่สุดของโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก ต้นทุนนี้สามารถลดลงให้น้อยที่สุดได้โดยการออกแบบอย่างรอบคอบ

วิธีการที่ได้อธิบายในส่วนนี้คือข้อจำกัดในการออกแบบและการติดตั้งของระบบการจ่ายไฟฟ้าไฟฟ้ากระแสสลับ AC แบบเฟสเดียว สำหรับไฟฟ้าในหมู่บ้าน ส่วนข้อมูลนอกเหนือจากนี้ที่เกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับ AC ได้อธิบายใน บทที่ 19

สำหรับรายละเอียดข้อมูลที่ได้แนะนำเกี่ยวกับระบบการจ่ายไฟฟ้าได้จากคู่มือการออกแบบ Mini-Grid (เทคนิค ESMAP หน้า 007) ซึ่งมีข้อมูลอ้างอิงที่ดีเกี่ยวกับการจัดหากระแสไฟฟ้าซึ่งได้จากราคาธนาคารโลก

การออกแบบระบบการจ่ายไฟจำเป็นต้องได้รับความพึงพอใจจากผู้ใช้ไฟดังต่อไปนี้

(1) ผู้ใช้ไฟฟ้าในโครงการไฟฟ้าจะต้องได้รับการเชื่อมต่อสาย

(2) แรงดันถ้าตก 10% หรือน้อยกว่านั้น จะต้องได้รับการแก้ไขสายจากจุดที่ต่อใช้งานไปจากตัวกำเนิดไฟฟ้า

(3) ระบบการจ่ายไฟจะมีการดำเนินการอย่างปลอดภัยและน่าเชื่อถือโดยปราศจากอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับประชาชน

14.2 การวางแผนการ

ขั้นตอนแรกในการออกแบบระบบการจ่ายไฟคือการเขียนแบบความถูกต้อง ของสเกลแผนในพื้นที่ แหล่งน้ำ (แม่น้ำ) จะต้องมีการนำเสนอในแผน นอกจากนั้นบ้านจะต้องมีการเชื่อมต่อกับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

สิ่งสำคัญของแผนคือการเขียนแบบบนสเกล นั้นหมายความว่าระยะทางระหว่างบ้านแต่ละหลังและสายน้ำ จำเป็นต้องมีการวัดระยะทางให้ถูกต้องและเขียนลงในตำแหน่งที่ถูกต้องด้วย ถ้าการวางแผนตำแหน่งผิดพลาดจะทำให้ยากต่อการทำงาน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสายเคเบิลที่จำเป็นต้องใช้และระยะเส้นทางในการเดินสายเคเบิลด้วย

ในการดำเนินการได้มีการวางแผนตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1

ในส่วนหนึ่งของเอกสาร จะต้องกำหนดและมีเครื่องหมายบอก ทิศเหนือ ทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตก ชัดเจน

ขั้นตอนที่ 2

มีเครื่องหมายลูกศรด้านข้างของเอกสารในการบอกทิศทางที่เป็นคอยทั่วไป หรือถ้าหมู่บ้านข้ามหุบเขาจะเขียนลูกศรสองจุดในทิศทางที่มีความแตกต่างเพื่อแสดงทางตรงกันข้ามอย่างชัดเจน

ขั้นตอนที่ 3

เขียนแบบแม่น้ำที่จะเป็นแหล่งน้ำสำหรับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ

ขั้นตอนที่ 4

เขียนแบบ ถนน เส้นทางเท้า แม่น้ำ ป่า และสถานที่สำคัญต่างๆอย่างรอบคอบครบถ้วน

ขั้นตอนที่ 5

การตัดสินใจในการวางผังโครงการ (บทที่ 6) ทำเป็นเครื่องหมายกำหนดตำแหน่งที่เป็นปากรับน้ำ แหล่งเก็บน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ ท่อส่งน้ำและโรงไฟฟ้า เขียนบนช่วงความยาวของท่อส่งน้ำ

ขั้นตอนที่ 6

ทำเครื่องหมายกำหนดตำแหน่งของบ้านทั้ง 4 หลัง ที่เป็นการเชื่อมต่อของระบบการจ่ายไฟ ควรเลือกบ้านหลังหนึ่งในพื้นที่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดมากที่สุด กำหนดทิศทางของบ้านแต่ละหลังลงตำแหน่งให้ชัดเจน คือ ทิศเหนือ ตะวันออก ใต้ และตะวันตก ถ้าเป็นไปได้ และควรเลือกใช้เข็มทิศในการเก็บข้อมูล สิ่งเหล่านี้เริ่มต้นจากจุดอ้างอิงสำหรับการวางผังของระบบ บางครั้งไม่มีบ้านในจุดที่หนึ่งหรือจุดที่สอง ทิศทางจากแหล่งกำเนิด ถ้าเกิดกรณีเช่นนี้ขึ้นควรเลือกจุดตำแหน่งบ้านที่สามหรือจุดที่สี่ คือหลังที่ห่างไกลจากตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและไกลจากสิ่งอื่นๆ มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 7

จำนวนบ้านอ้างอิงแต่ละหลัง 1,2,3,4 เมื่อเขียนแบบลงไปบนแบบ บ้านทุกหลังที่จะทำการเชื่อมต่อกับตัวกำเนิดแล้ว พยายามวางตำแหน่งบนแผนที่ให้ถูกต้องที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ไม่ควรเชื่อมต่อบ้านด้วยสายไฟที่เป็นจุดเปลี่ยนสายเคเบิลในขั้นตอนนี้

ขั้นตอนที่ 8

การเดินสายไฟให้ตรงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากตำแหน่งโรงไฟฟ้าที่ได้วางไว้ในแต่ละจุดหมุดอ้างอิง นับความยาวของการก้าวเท้าและนำมาคำนวณระยะทางให้ถูกต้องและแปลงหน่วยที่ก้าวเท้า เป็นหน่วยเมตร โดยการวัดครั้งแรกที่ความยาว 20 ก้าวปกติ ทำเครื่องหมายระยะทางเหล่านั้นบนแผนที่และกำหนดจุดตำแหน่งบนเข็มทิศ ประกอบด้วยระยะทางจากตัวกำเนิดของเส้นทางระหว่างบ้านต่างๆ ที่อยู่แนวทางหรือใกล้กับทางเดินเท้าให้มากที่สุด

ขั้นตอนที่ 9

แผนที่ควรจะได้รับการปรับปรุงจากการร่างแบบหายากก่อนหนึ่งครั้งหรือสองครั้ง พยายามหาความสัมพันธ์ของตำแหน่งของบ้านต่างๆ อย่างถูกต้องและประมาณระยะทางระหว่างบ้านเหล่านั้น แผนที่นี้จะมีคุณค่ามากขึ้นถ้ามีการเขียนอย่างถูกต้อง ตรวจสอบรอบหมู่บ้านหลายๆ ครั้ง ถ้าจำเป็น และแสดงแผนที่ที่เขียนไว้ให้ชาวบ้านแสดงความคิดเห็น เพื่อเพิ่มรายละเอียดเกี่ยวกับระยะทางระหว่างบ้านแต่ละหลังเท่าที่เป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 10

เขียนแผนที่มากกว่าหนึ่งครั้ง ในการเขียนแบบควรกำหนดให้มีสเกลชัดเจน และใช้เวลาในขั้นตอนนี้รอบคอบถูกต้อง จะทำให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสายเคเบิลได้มาก เขียนแบบท่อส่งน้ำ โรงไฟฟ้า และบ้านอ้างอิงทั้งสิ้น

ขั้นตอนที่ 11

จากนั้นเติมบ้านหลังอื่นที่ยังค้างอยู่อย่างรอบคอบ เพื่อความมั่นใจว่ามีการวางแต่ละตำแหน่งที่สัมพันธ์กัน อย่าง ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 12

คัดลอกแผนที่สุดท้าย ที่ได้เขียนแบบไว้ และถึง เวลาในการพิจารณาวิธีการที่ดีที่สุดในการเชื่อมต่อบ้าน ต่างๆกับตัวกำเนิดพลังงานไฟฟ้า

หมายเหตุ : GPS มือถือ(Global Positioning Systems) ได้ กลายเป็นสิ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมีราคาประมาณ 3-4 หมื่นบาท สิ่งเหล่านี้ทำให้การเขียนแผนที่ง่ายขึ้น

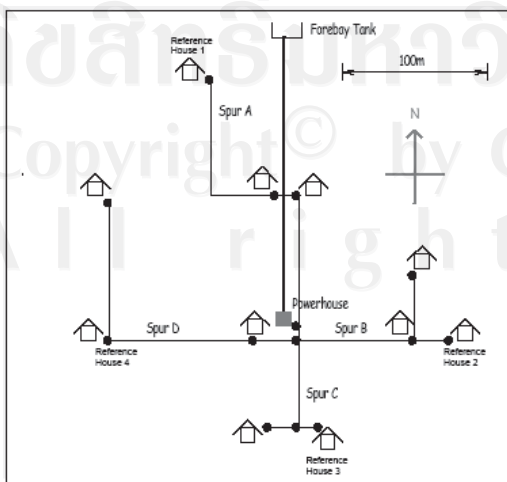
14.3 รูปแบบแผนผัง

สังเกตตามตัวอย่างแผนผังการจ่ายไฟและพิจารณา แผนผังของบ้านต่างๆบนแผนที่ที่มี

A: การรวมกลุ่มของบ้านด้วยตัวจุดกำเนิดไฟฟ้าใน บางระยะทาง

นี่เป็นสถานการณ์ปกติกับโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ ควรพิจารณาถ้ามีการสร้างตำแหน่งของโรงไฟฟ้าใหม่โดย ใช้คำแนะนำใน บทที่ 6 เพื่อลดระยะทางไปยังหมู่บ้านได้ จะทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนสายเคเบิล ซึ่งการสร้าง ความสมดุลย์จากการเพิ่มต้นทุนในการขยายขนาดของท่อ ส่งน้ำหรือคลองไปยังแหล่งน้ำ

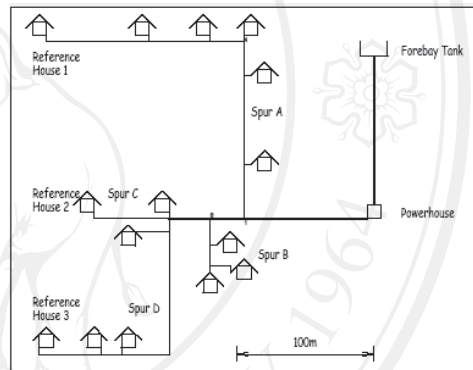
B ระยะรัศมี; จุดศูนย์กลางโรงไฟฟ้ากับบ้านทุก หลังในทุกทิศทาง



รูป 14-2 ระยะรัศมีของการกระจายระบบ

นี่เป็นการจัดระบบที่สะดวกที่สุด ถ้าโรงไฟฟ้าอยู่ ตรงกลางของทุกบ้าน ทำให้ระบบระบบการจ่ายไฟเกิด ระยะทางสั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การเดินสายเคเบิลไปยัง บ้านในทิศทางต่างๆ จากโรงไฟฟ้ามีประโยชน์ต่อการ ซ่อมบำรุงทำได้ง่าย สวิตช์หลายๆ ตัวสามารถใช้แยกกัน แต่ละสายส่งย่อยได้ กลายเป็นตำแหน่งที่มีโรงไฟฟ้าอยู่ ตรงกลาง MCB's เหมาะสมกับกรณีนี้ (สังเกตบทที่ 6) เส้นผ่านศูนย์กลางที่ต้องการของสายเคเบิลสำหรับการ เดินสายแต่ละหลังจะมีขนาดเล็กเนื่องจากกระแสไฟไหลลด ทั่วหมดมีการแบ่งระหว่างสายส่งย่อยหลายๆ ชุดอยู่

C : การสุ่มระบบการจ่ายไฟหลายพื้นที่ ในจุดที่ หนึ่งหรือสองทิศทาง



รูป 14-3 ระบบการกระจายในสองทิศทาง

เส้นทางในการเชื่อมต่อสายที่สั้นที่สุดของทุก โหลดไปยังตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอาจสังเกตได้จาก โครงการขนาดเล็ก สำหรับในโครงการขนาดใหญ่ต้อง พิจารณาเส้นทางต่างๆ ในการเชื่อมต่อกับบ้านแต่ละหลัง อย่างรอบคอบ

14.4 การเลือกสายเคเบิลสำหรับไฟฟ้าในหมู่บ้าน

สายเคเบิลที่ต้องการในการจ่ายไฟให้กับบ้านแต่ละ หลังจะกลายเป็นสิ่งที่มีความสำคัญกับต้นทุนโครงการ จึง เป็นสิ่งสำคัญในการเลือกสายเคเบิลที่เหมาะสมจะมี ต้นทุนต่ำและเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

สิ่งสำคัญ

เมื่อมีการเลือกสายเคเบิลในโครงการไฟฟ้าใน หมู่บ้าน สิ่งสำคัญสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) ต้นทุน : ควรพิจารณาทั้งต้นทุนสายเคเบิลโดยตรงและต้นทุนทางอ้อมจากการใช้ขั้วไฟฟ้าแต่ละเฟสและตัวยึดจับที่จำเป็น ต้นทุนทางอ้อมบ่อยครั้งมีจำนวนมากขึ้นไป ถ้าใช้สายเคเบิลที่ไม่มีฉนวนจะเกิดจากตัวเหนี่ยวนำจะอยู่ภายใต้สายส่งและควรเว้นระยะห่างระหว่างกันให้ถูกต้องเพื่อไม่ให้เกิดการเชื่อมติดกับขั้วไฟฟ้าแต่ละเฟส

(2) การเกิดแรงดันตก : แรงดันไฟฟ้าที่ปลายสุดของสายเคเบิลจะมีความแตกต่างจากแรงดันที่เริ่มจากตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สาเหตุหลักเนื่องจากสายเคเบิลจะมีแรงต้านทานจากความยาวสายที่ยาวเกิน และแรงต้านทานนั้นยังขึ้นอยู่กับขนาดของสายเคเบิลและชนิดของวัสดุที่ทำสายเคเบิลด้วย (ตัวอย่างเช่น สายที่ทำจากทองแดงหรืออลูมิเนียม)

(3) อายุการใช้งานและความน่าเชื่อถือ : สายเคเบิลจะสัมผัสกับอากาศตลอดทั้งปี ปัจจัยบางอย่างที่ส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานและความน่าเชื่อถือ ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลางของตัวนำไฟฟ้า วัสดุและชนิดของฉนวนและจำนวนของขดลวดในสายเคเบิลควรสมบูรณ์ได้ตามขนาด สายเคเบิล ควรเลือกจำนวนขดลวดที่มากจะดีกว่า

(4) ความปลอดภัย : มีความปลอดภัยที่จะเกิดผลกระทบในการเลือกใช้สายไฟของชาวบ้าน สายเคเบิลที่มีฉนวนเหนียว เช่น ทำจาก cross-linked polyethylene จะมีความปลอดภัยสูงสุด การออกแบบขั้วไฟฟ้าแต่ละเฟสและแรงดึงผิวที่ดึงสายที่ถูกต้องจะมีผลกับความปลอดภัย ซึ่งดีกว่าการใช้สายเคเบิลที่ไม่มีฉนวนหุ้ม

(5) การรักษาความปลอดภัย : ชาวบ้านไม่ควรทำการต่อสายเคเบิล เองในการเชื่อมต่อ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผิดกฎหมายในการติดตั้ง ไม่มีความรู้ในการต่อจะเกิดอันตรายได้

ชนิดของสายเคเบิล

วัสดุตัวนำไฟฟ้าของสายเคเบิลทำจากส่วนผสมทั้งทองแดงและอลูมิเนียม

สายเคเบิลทองแดง

สายเคเบิลทองแดงทำจากลวดเป็นเส้นที่มีหลายเส้น จำนวนของเส้นและขนาดของแต่ละเส้น ได้กำหนดความต้านทานและต้นทุนทั้งหมด ขนาดต่างกันแต่จำนวนเส้นลวดที่เหมาะสมสำหรับสายเคเบิลขนาดเล็ก 3, 7, 16, 24, 30, 32 และ 50 เส้นที่ทำเกลียวไว้ สายเคเบิลทองแดงต่างๆ จะมีการกำหนดขนาด จากนัมเบอร์ของระบบดังนี้ ในส่วนแรกคือจำนวนของเส้นลวดในสายเคเบิลและส่วนที่สองคือเกจวัดที่ให้การวัดค่าขนาดความหนาของแต่ละเส้น สายเคเบิลนัมเบอร์ 7, 16 สำหรับตัวอย่าง ลวดมี 7 เส้น วัดเกจวัด ขนาด 16 เกจ

มีระบบเกจวัดสองระบบที่ใช้กันปกติคือ SWG (เกจลวดมาตรฐาน) และ AWG (เกจวัดลวดอเมริกา) ระบบการใช้เกจต่างๆ สำหรับพื้นหน้าตัดขวาง (CSA) เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่สับสนทั้งสองระบบ ทองแดง Hand drawn copper (แข็ง) ดีกว่า ทองแดง annealed (ยืดหยุ่น) มีความแข็งแรงจากลวดประมาณมากกว่า 60 %

อย่างไรก็ตามลวดหุ้มฉนวนทองแดง annealed ได้ถูกใช้ในโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำอย่างมากมา เนื่องจากมีการใช้อย่างแพร่หลายในสถานที่สะดวกในการติดตั้ง จากการรายงานมีปัญหาจากการใช้งานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เกิดจาก สายเคเบิลหุ้มฉนวนจะมีการแตกหักของสายบ้าง ประเด็นแรกในการแก้ปัญหาแนะนำจัดหาสายเคเบิลจำนวนมากที่สุดหรือซื้อยกม้วนเพื่อลดความเสี่ยงจากการเสียหาย มีอุปกรณ์สายยึดด้วยลวดเหล็กชุบสังกะสีหรือลวดเหล็กใช้พันรอบๆ สายเคเบิล และได้ถูกออกแบบให้ใช้เพื่อรองรับน้ำหนักและแรงดึงของตัวเองเป็นระยะทางยาวได้ สายเคเบิลทองแดงหุ้มฉนวน จะใช้ฉนวน PVC ที่สัมผัสอากาศน้อยกว่าฉนวน XLPE (Cross-linked Polyethylene) จะพบมากในสายเคเบิลใช้งานภายนอกที่ใช้กันทั่วไป

หมายเหตุ ฉนวนสายเคเบิล PVC

ฉนวนสายเคเบิล PVC บางประเภทมีการเสื่อมคุณภาพจากแสงแดด ดังนั้นจึงทำให้แตกหักเมื่อเกิดอุณหภูมิสูงได้ ถ้า สายเคเบิลหุ้ม PVC ใช้สำหรับระบบ

การจ่ายไฟ ผู้ควบคุมควรตรวจสอบคุณภาพการเสื่อมประสิทธิภาพของสายเคเบิลเป็นระยะๆ เช่น รอยแตกหัก ร้าวของฉนวน ถ้าเกิดปัญหาดังกล่าวควรทำการเปลี่ยนสายเคเบิลใหม่ ปกติแล้วฉนวนสีดำจะทำให้เสื่อมสภาพน้อยกว่าฉนวนสีขาว ในสภาวะที่โดนแสงแดด

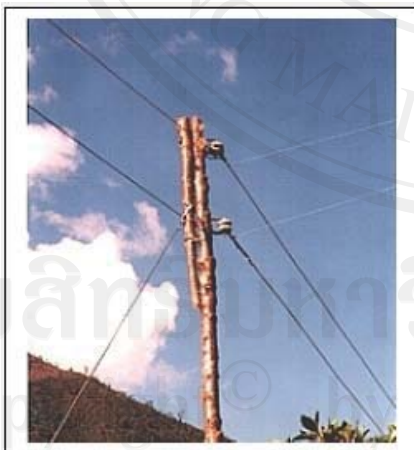
สายเคเบิลอลูมิเนียม

(1) สายเคเบิลอลูมิเนียม ACSR มีการเสริมเหล็กด้วยการหุ้มสังกะสี ACSR (สายเคเบิลอลูมิเนียมเสริมเหล็กสังกะสี) สายเคเบิลชนิดนี้เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากมีความแข็งแรงสูงและต้นทุนต่ำ สายเคเบิลอลูมิเนียมอลูมิเนียมนี้มีชื่อเทียบสายทองแดงเท่ากับ CSA ซึ่งความแตกต่างจะเกี่ยวกับเรื่องแรงต้านทานในสาย

(2) Aerial Bundle Conductor : ABC เป็นสายเคเบิลอลูมิเนียมอัลลอยที่มีความความต้านทานต่อแสงอาทิตย์สูงและมีประสิทธิภาพ

(3) ลวดอลูมิเนียม มีการใช้ในบางพื้นที่ ซึ่งทำให้มีต้นทุนต่ำจากราคาสาย แต่ไม่เหมาะสมในการใช้เป็นสายเคเบิลระบบจ่ายไฟเนื่องจากมีความแข็งแรงต่ำ

14.5 ระบบจ่ายไฟด้วยขั้วไฟฟ้าแต่ละเฟส



สิ่งสำคัญ

สิ่งสำคัญในการเลือกการจ่ายไฟขั้วไฟฟ้าแต่ละเฟสคือ

(1) ต้นทุน : ต้นทุนของขั้วไฟฟ้าแต่ละเฟสอาจจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าวัสดุในท้องถิ่นเหมาะสม

หรือไม่เสาไฟฟ้าจะต้องจัดซื้อและขนส่งจากระยะทางไกล

(2) อายุการใช้งาน : การใช้วัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งเสาไฟฟ้าและการบำรุงรักษาจะมีผลกระทบต่ออายุการใช้งานโดยตรง

(3) ความปลอดภัย : ความปลอดภัยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น วัสดุอุปกรณ์และวิธีการในการติดตั้งจากระยะความสูงเหมาะสมของเสาไฟฟ้า

(4) น้ำหนัก : เสาไฟฟ้าทำจากวัสดุหนักๆ เช่น คอนกรีต ซึ่งดำเนินการได้ยากต่อการขนส่งและการจัดการ

เสาไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายที่แพงของระบบการจ่ายไฟฟ้า ในการเลือกราคาที่ถูกต้องในขั้นแรกนั้น เมื่อในระยะยาวจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่แพงยิ่งกว่าเนื่องจากอาจการเปลี่ยนหลายครั้ง

เสาไฟฟ้าที่ทำจากไม้หรือเสาเหล็กเป็นตัวเลือกทางหนึ่งนอกเหนือจากการใช้เสาคอนกรีตเสริมแรง การบำรุงรักษาคุณภาพของเสาไฟฟ้าทำจากไม้ จะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 40 ปี อย่างไรก็ตามเสาไฟฟ้าที่ทำจากไม้ถ้าไม่ได้บำรุงรักษาจะมีอายุการใช้งานน้อยกว่า 12 เดือนเกิดสภาพอากาศร้อนและมีพื้นที่เปียกชื้น เสาไฟฟ้าจะต้องได้รับการดูแลรักษาตามฤดูกาล ในสภาพภูมิอากาศแห้ง เสาไม้ ต้องมีการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง วิธีการที่ทำให้ราคาถูกโดยการใช้สีทาหรือการทาช่วงล่างของเสาใช้ creosote หรือน้ำมันเครื่องยนต์เก่า ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการปรับปรุงรักษาทั้งเสา

วิธีการที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำด้วยการใช้เสาไม้ไฟโดยการตัดปลายสุดของไม้ไฟที่สด นำมาอบในตู้คอนเทนเนอร์เพื่อเก็บรักษาไม้และห่างจากแสงแดด 4-5 วัน ให้เกิดการกระเหยตามธรรมชาติทำให้แห้งจะเป็นการบำรุงรักษาดูแลเนื้อไม้ จากโคนไปถึงปลายใบไม้ ข้อมูลเกี่ยวกับคำแนะนำเสาไฟฟ้าและการบำรุงรักษานอกจากนี้แสดงในคู่มือการออกแบบ Mini-Grid

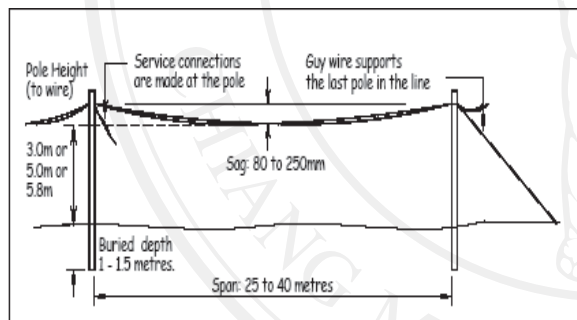
บางครั้ง ลำต้นหลักของต้นไม้ที่ยังมีชีวิตที่ใช้เป็นตัวสนับสนุนเดินสายเคเบิลในพื้นที่ห่างไกล ต้นไม้ที่โต

ควรทำการบำรุงรักษาดูแลโดยการตัดกิ่งใบอย่างน้อย 1.5 ม. โดยรอบทิศทางของสายเคเบิล กิ่งต่างๆ ควรทำการตัดออกไม่ให้เด็กสามารถปีนขึ้นไปโดนสายไฟได้ การตรวจสอบปกติโดยการพิจารณาว่าเมื่อต้นไม้โตขึ้นจะไม่ขัดขวางสายเคเบิล อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่เสี่ยงภัยต่อฟ้าผ่าต้นไม้ใหญ่ไม่ควรเลือกให้นำสายเคเบิลผูกไว้ (แสดงดังบทที่ 16) การเกิดฟ้าผ่าโดยตรงกับต้นไม้เป็นปัญหาของระบบการจ่ายไฟจะเป็นสาเหตุในการเกิดแรงดันไฟฟ้าแรงสูงและอุปกรณ์จะถูกทำลาย ทำให้เกิดการบาดเจ็บกับชาวบ้านได้

14.6 การติดตั้งระบบการกระจายไฟ

การติดตั้งเสาไฟฟ้า

ระบบจ่ายไฟ เสาไฟฟ้าควรมีระยะห่างแต่ละเสาประมาณ 25 ถึง 40 เมตร

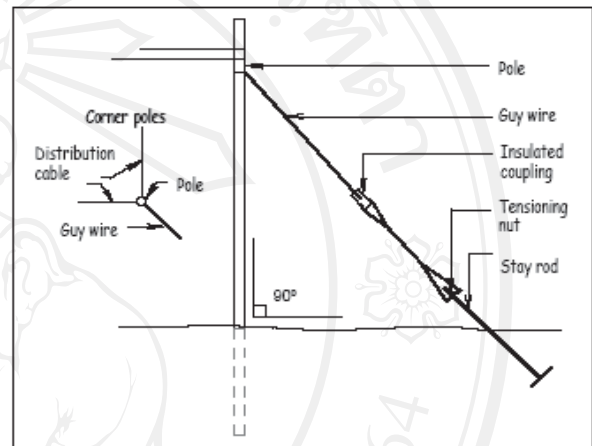


รูป 14-4 การติดตั้งการวางเสาไฟฟ้าที่ต้องการ

เสาไฟฟ้าต้นแรกและสุดท้ายของสายควรมีสายลวดสายกาย (guy) ยึดเสา หรือควรวีคอยู่ตามมุมหรือหัวโค้ง การใช้พื้นที่ยึดควรวีบริเวณน้อยที่สุดหรือยึดตามมาตรฐานสากล และการดูแลความสะอาดพื้นที่โดยรอบต้นเสาให้ได้มาตรฐาน ถ้าไม่มีมาตรฐานให้จะดูแลพื้นที่โดยรอบ 3.0 เมตร สูงเหนือพื้น 5.5 เมตรตามแนวถนน และ 5.8 เมตรบริเวณทางข้ามถนน เสาไฟฟ้าควรมีระยะห่างประมาณทุกๆ 25 เมตร และมากที่สุด 40 เมตร ความต้องการที่แตกต่างกันของการใช้เสาไฟฟ้ามากกว่า 5 เมตร ดูดังตารางที่ 14-1 แสดงตั้งแต่เส้นผ่านศูนย์กลางเสาไฟฟ้าไม้ไผ่ที่ไม่เหมือนกัน ระยะ 5 เมตรและนอกจากนั้นเสาไฟฟ้าจากไม้เนื้อแข็งควรเลือกใช้ตามความเหมาะสม

ตารางที่ 14-1 เสาไฟฟ้าตามขนาดต้องการ

การทำความสะอาดพื้น	3.0 ม.	5.0ม.	5.8ม.
เส้นผ่านศูนย์กลางเสาไฟฟ้า	100มม.	125มม.	125มม.
ความยาวของช่วงการกลบ	1.0ม.	1.5ม.	1.5ม.
ช่องว่างมากที่สุด	40ม.	35ม.	35ม.
วัสดุทางเลือก	ไม้ไผ่หรือ ไม้เนื้อ แข็ง	ไม้เนื้อ แข็ง	ไม้เนื้อ แข็ง



รูป 14-5 การติดตั้งลวดสายกาย (guy) เป็นตัวยึดเสาและช่วยแรงดึงสายเคเบิล

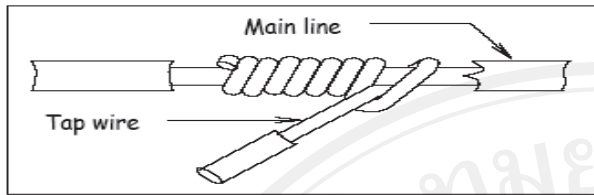
การติดตั้งสายเคเบิล

การหย่อน : ระยะทางระหว่างเสาไฟฟ้าที่กำหนดและระยะของการหย่อนต้องได้ระยะที่ต้องการ การหย่อนไม่ได้เป็นจุดวิกฤติสำหรับลวดสายเคเบิลที่มี การหย่อนควรมีระยะน้อยที่สุดคือ 80 มม. เพื่อป้องกันแรงดึงที่มากเกินไป ค่าการหย่อนระยะที่มากที่สุดของสายเคเบิลคือ 250 มม.

สำหรับสายที่ไม่มีลวดนวมมีการป้องกันการเหนียวแน่นในการวัดค่าการหย่อนมีความสำคัญจึงต้องมีความรอบคอบในการวัดเพื่อป้องกันเกิดปัญหา โดยเฉพาะในช่วงที่ลมแรง ค่าหย่อนที่ต้องการของสายเคเบิล ASCR มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับช่องว่างระยะของเสาและการป้องกันดังตารางที่ 14-2

สายเคเบิลขยายตัวได้ในอากาศที่ร้อน ดังนั้นค่าหย่อนจึงเพิ่มขึ้น เมื่อมีการติดตั้งสายเคเบิลในสภาพอากาศ

ใช้ soldering iron และเมื่อมีการเชื่อมต่อจะต้องทำการพัน
ฉนวนซ้ำด้วยเทปพันสายไฟ



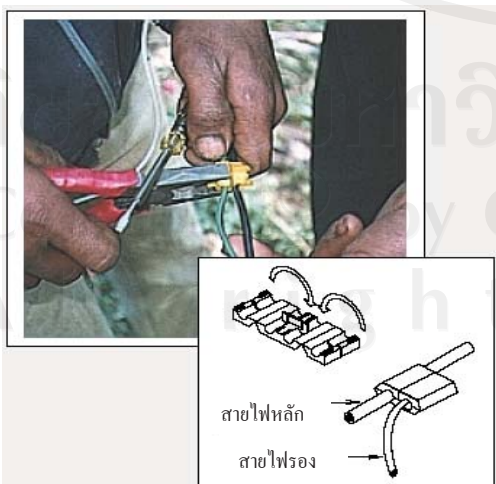
รูป 14-8 วิธีการที่เหมาะสมในการเชื่อมต่อลวดเทปต่อกร
โยงสายเคเบิล

การบริการการเชื่อมต่อ

การติดตั้งสายเคเบิลจากบ้านถึงสายไฟเส้นหลัก จะ
เป็นการดี ลดแรงต้านทานจากอากาศ ความต้องการไฟฟ้า
จากการเชื่อมต่อ ระหว่างระบบจ่ายไฟและการติดตั้งสาย
เคเบิลที่ใช้งาน

วิธีการอธิบายสำหรับการเชื่อมต่อ เคเบิล ต่อสาย
หลักที่สามารถใช้ในการเชื่อมต่อในการติดตั้ง

วิธีการที่สะดวกและรวดเร็วในการเชื่อมต่อสาย
เคเบิลติดตั้งเส้นทางแดงต่อสายฉนวนทองแดงคือขนาด
เล็ก อุปกรณ์ในการเชื่อมต่อพลาสติกที่เรียกว่า tap splice
แสดงดังรูป 14-9 ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของสาย
เคเบิลต่างๆ ระหว่าง 0.5 มม² และ 6 มม² ในการจัดหา
ต้นทุนที่ประหยัดและทางเลือกในการต่อสายเคเบิล สาย
เคเบิลมีฉนวนต้องปลอกสายไฟ ด้วยปากคีม เป็น
สิ่งจำเป็นในการใช้เทปลอกให้ขนาดที่มีฉนวนน้อยที่สุด
และมีการยึดแน่นเชื่อมต่อที่ดี



รูป 14-9 และรูปที่ 14-10 : การใช้เทปลอกในการเชื่อมต่อ
สายไฟบริการต่อสายเคเบิลฉนวนแยก

14.7 การป้องกันระบบการจ่ายไฟ

ฟ้าแลบ

เป็นสิ่งสำคัญในการคำนึงถึงการป้องกันระบบจาก
ฟ้าแลบฟ้าผ่า แม้ทิศทางจะห่างจากสายไฟก็สามารถเกิดมี
แรงดันสูง ในสายเคเบิลได้ สามารถทำลายอุปกรณ์และนำ
ในบทที่ 16.3 การรวมวิธีการแนะนำขั้นตอนเริ่มต้นจาก
การออกแบบระบบการจ่ายไฟ

กระแสไฟฟ้าส่วนเกิน

การป้องกันสายเคเบิลจากกระแสไฟ (ที่มีการ
ลัดวงจร) โดย Motor Protection Switch : MCB ด้านข้าง
ตัวควบคุมในโรงไฟฟ้า ขนาดของสายเคเบิลขนาดเล็กสุด
กำหนดจากอัตราการใช้ของกระแสไฟฟ้า ในการ
ป้องกันสายเคเบิลควรเลือกขนาดใหญ่มากกว่าแรงดันตกน้อย
ที่สุด (ดังบทที่ 14.8) ถ้าโรงไฟฟ้า มีการเชื่อมต่อ MCB แต่
ละส่วน มากจุด สามารถแยกได้ถ้าจำเป็น MCB ที่เพิ่มเติม
จึงมีความจำเป็น ถ้ามีกระแสไฟฟ้าในสายเคเบิลต่ำที่ใช้ใน
จุดปลายทางของระบบการจ่ายไฟ

การติดตั้งกระบวนการสำหรับระบบการจ่ายไฟ

ขั้นตอนที่ 1 : ใช้คู่มือสำหรับกำหนดระยะเสาไฟฟ้า
และแผนที่ของการจ่ายไฟของระบบ การทำงานสนาม
จำนวนเสาที่ต้องการมีที่ดินและสถานที่ตำแหน่งที่ติดตั้ง
ขั้นตอนที่ 2 : กำหนดจำนวนเสาไฟฟ้าที่ต้องการ
สนับสนุนด้วย สายกาย(guy wire) (ประกอบตรงสามมุม
ดังรูปที่ 14-5)

ขั้นตอนที่ 3 หลีกเหลี่ยงการติดตั้งสายเคเบิลรอบจุด
เสี่ยงที่อาจจะเปิดทำลายจากลวดข้อหรือฟ้าแลบฟ้าผ่าได้

ขั้นตอนที่ 4 ขุดหลุมและปรับสถานที่ตั้งเสาไฟฟ้า
โดยรอบ

ขั้นตอนที่ 5 ทุกเสาไฟฟ้าตั้งอยู่แนวตรง ยกเว้นเสา
ติดตั้งโดย สายกาย(guy wire)

ขั้นตอนที่ 6 ควรเริ่มต้นตั้งเสาจากโรงไฟฟ้าไปยัง
ผู้ใช้งานและดูแลความเรียบร้อยของฉนวนไม่ให้หัก
เสียหาย

ขั้นตอนที่ 7 ให้คนช่วยดึงสายให้ได้ประมาณการใช้แรงดึงที่ถูกต้อง เมื่อมีการติดตั้งสายกับเสาไฟฟ้า

ขั้นตอนที่ 8 การเดินเสา ขุดหลุมและกำหนดตำแหน่งเสาด้วยสายล่อด้วยสายกาย (guy wire) ในการสนับสนุน

ขั้นตอนที่ 9 วัดแรงหย่อนและแรงดึงที่ต้องการภายในข้อกำหนดจากตาราง

ขั้นตอนที่ 10 เมื่อระบบการจ่ายไฟติดตั้งสำเร็จ สายเคเบิลเมื่อต่อเข้าสถานที่บ้าน ต้องหย่อนไว้ เป็นการป้องกันน้ำฝนที่หล่นลงมาตามสายเคเบิลจะไม่ไหลเข้าที่สถานที่ก่อสร้างหรือบ้าน

14.8 ขนาดของสายเคเบิล

สายเคเบิลในระบบการจ่ายไฟจะมีความแตกต่างของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางควรเหมาะสมในแต่ละสถานที่ แต่ถ้ากระแสไฟในระบบมีมากเกินไปเกิดจากการรับภาระของโหลดและที่สำคัญจุดที่มีโหลดมาก สายเคเบิลจะต้องมีขนาดใหญ่ ส่วนที่ไม่สำคัญเกี่ยวข้องกับบ้านที่ใช้โหลดน้อย ก็ควรใช้ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กลงให้เหมาะสม กับการใช้งาน เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายของสายไฟ

ตารางที่ 14-3 ขนาดความจุกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับสายหุ้มฉนวนทองแดงเดี่ยวในอากาศปกติ

CSA ของสายทองแดง	ความจุกระแสไฟฟ้า (Amp)
1.0 มม ²	17A
1.5 มม ²	22 A
2.5 มม ²	30 A
4.0 มม ²	40 A
6.0 มม ²	51 A

จากการคำนวณความดันตกของระบบการจ่ายไฟ ถ้าเป็นไปได้ควรเลือกขนาดของสายไฟที่ใช้งานให้เหมาะสมหรือที่ดีที่สุด

เหตุผลที่ของแรงดันตก

การที่แรงดันไฟตกลงสาเหตุเกิดจากมีความแตกต่างในแรงดันระหว่างตัวกำเนิดแรงดันและแรงดันที่ใช้ในบ้าน มีความแตกต่างกัน เนื่องจากความต้านทานและความต้านทานจากการเหนี่ยวนำของสายเคเบิลจากกระแสไฟฟ้าที่ไหล เมื่อแรงดันตกไฟลงจากใช้ขนาดของสายไฟควรเล็กและสายไฟยาวเกินไป จึงจำเป็นต้องทำการเลือกใช้ขนาดของสายไฟอย่างถูกต้องเมื่อแรงดันตกโดยการคำนวณจากกฎโอห์ม

$$\text{Volt (drop)} = \text{Current} \times \text{Resistance (of cable)}$$

แรงดันตก(volt drop) เกิดจากโวลต์ในบ้านต่ำเกินไปเกิดจากโหลดทางไฟฟ้าที่เชื่อมต่อใช้งาน (ตัวอย่างเช่น หลอดไฟ) มากเกินไป เนื่องจากรับโวลต์ที่น้อยกว่าที่กำหนดคือ 6% volt drop the consumer voltage would be : $220 - (0.06 \times 220) = 206.8 \text{ V}$

กำลังไฟ 207 V แต่โหลดทางไฟฟ้าที่ใช้งานถูกออกแบบสำหรับ 220V บ้านที่ไกลจากตัวกำเนิดไฟควรมีขนาดแรงดันที่มากพอ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายเคเบิลเพิ่มมากขึ้น การเลือกสายเคเบิลถ้ามันใจว่ามีการใช้โหลดน้อยสุดที่ 6%(-6%) ต่ำกว่าแรงดันปกติที่ใช้ในบ้านควรจะปรับปรุงวางแผนการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสายไฟฟ้าที่ใช้งาน เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย

ตัวอย่าง : การคำนวณ % แรงดันไฟตก(Volt drop)

แรงดันจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า = 220 Volts

ค่าความต้านทานของสายไฟ = 0.0061 Ohms

per metre

ความยาวระบบจ่ายไฟ = 150 meters

ความยาวของสายไฟ = 300 metres

โหลดของกระแสที่ใช้ = 5 Amps

Volt drop = Current x Total resistance of cable

$$= 5 \times (0.0061 \times 300) = 9.15 \text{ Volts}$$

% volt drop

$$= 9.15/220 \times 100 = 4.1\%$$

การคำนวณขนาดของสายเคเบิลที่ดีที่สุดสำหรับระบบการจ่ายไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น และมีการเชื่อมต่อสายกับบ้านมากขึ้น วิธีการที่ดีที่สุดในการดูแลการใช้ไฟฟ้าควรเลือกเวลาในการใช้ไฟฟ้าที่แตกต่างเวลาอื่นเนื่องจาก

การคำนวณความแตกต่างใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการ

คำนวณสามารถทำได้ไวขึ้น

หมายเหตุ: การใช้สายไฟอย่างถูกต้องช่วยประหยัดเงิน เนื่องจากการใช้แรงดันอย่างเหมาะสม จึงไม่จำเป็นในการเพิ่มกำลังผลิตจากตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ถ้าแรงดันที่ตัวกำเนิดไฟฟ้าสามารถเพิ่มแรงดัน มากขึ้น (ตัวอย่างเช่น national voltage + 6%) สามารถประหยัดต้นทุนในการใช้สายเคเบิลที่ใหญ่เกินไป ที่มีราคาแพง อาจเป็นไปได้ แรงดันในระบบปัจจุบันคือ +6% ของ nominal value at the generator and -6 % ของแรงดันที่กำหนดที่ใช้ในบ้าน volt drop across สายเคเบิลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กก็สามารถใช้งานได้

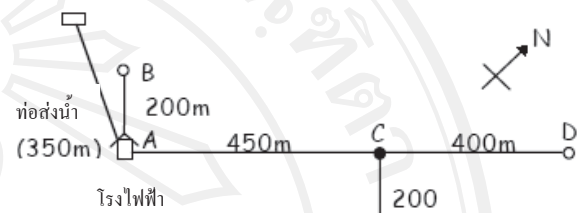
คู่มือเกี่ยวกับขนาดการจ่ายไฟสายเคเบิลบนพื้นฐานแรงดันตก สามารถอธิบายดังตารางข้างล่าง ทั้งสองวิธีโดยการทำการสุ่มตำแหน่งของโหลด ช่วยในการลดจำนวนการคำนวณที่จำเป็น

ตารางที่ 14-4 ตัวอย่างลักษณะเฉพาะสายเคเบิล

Cable type	CSA strand mm ²	CSA cable mm ²	Ohms / 1km	Cost: US\$/m
Insulated Copper				
3.20	0.6567	1.9701	8.63	0.09
7.22	0.397	2.779	6.12	0.15
7.20	0.6567	4.5969	3.70	0.19
7.18	1.1675	8.1725	2.08	0.33
7.16	2.0755	14.528	1.17	0.69
Aluminium (ACSR) CSA in mm² copper equivalent				
Squirrel	-	13	1.31	0.16
Gopher	-	16	1.06	0.20
Weasel	-	20	0.85	0.24
Rabbit	-	30	0.57	0.37
Dog	-	55	0.31	0.67
Add US \$0.11 per metre to ACSR for average cost of D irons and insulators (not required for insulated cable)				

วิธีการที่ 1 : กลุ่มโหลดผู้ใช้งานด้วยกันที่ปลายสุดของสายเคเบิลของการจ่ายไฟ

วิธีการมีแนวโน้มมีการใช้สายเคเบิลใหญ่เกินขนาด เนื่องจากปัจจุบันมีการประมาณการการใช้สายเคเบิลเพื่อไว้ ดังนั้นทำให้มีค่าใช้จ่ายแพงเกินจำเป็น อย่างไรก็ตาม แต่เป็นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบสายไฟอย่างรวดเร็วในระบบการจ่ายไฟ



รูป 14-11 ระบบการจ่ายไฟด้วยโหลดกลุ่มปลายสาย

พิจารณาระบบการจ่ายไฟแบบง่ายในรูป 14-11 โหลดมีการรวมกลุ่มกันที่จุดใช้งาน B D และ E ระยะทางจากโรงไฟฟ้า A และ จาก จุดแยก C มีการวัดระยะอย่างรอบคอบ ส่วนที่เหลือทั้งหมดคือขนาดของสายเคเบิลสำหรับระบบการจ่ายไฟที่มีแรงดันต่ำที่สุดที่สามารถยอมรับได้ที่จุดใช้งาน B D และ E ดังนั้น รูปแบบนี้ทำให้มีต้นทุนต่ำ

อะไรคือสายเคเบิลที่เหมาะสมกับการใช้มากที่สุดถ้า

- (1) โหลดในแต่ละจุดใช้งาน (B, D และ E) ใช้ไฟรวม 1 kW แบบเฟสเดียว
- (2) แรงดันปกติคือ 220V และ
- (3) มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์คือ 1 (สำหรับคำอธิบายของ เพาเวอร์แฟคเตอร์ดูบทที่19)

A - B

กระแสไฟฟ้า (I) ไหลผ่าน A-B (ใช้ $I=P/V$)

$$1000 \text{ W}/220 \text{ V} = 4.545 \text{ แอมแปร์}$$

- 1) ทดลองกำหนดสาย เบอร์ 7, 16 สายไฟนวนทองแดง. (ดูตารางที่ 14-4)

ความยาวของสายไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดคือ 2 x 200 เมตร = 400 เมตร ความต้านทานไฟฟ้าของสาย (โอห์มต่อเมตร) = 0.0012

ความต้านทานภายในสาย = ความยาว x ความต้านทานไฟฟ้าต่อเมตร = 400 x 0.0012 = 0.48 โอห์ม

ต้นทุนสาย = 400 x 0.69 = US \$276

แรงดันตก = $I \times R = 0.48 \times 4.545 = 2.18 \text{ V}$

% แรงดันตก = $(2.18/220) \times 100 = 1\%$

เนื่องจากเราอ้างสำหรับการลดลง 12% ของ ค่าที่ระบุสายเคเบิลนี้(ดูหน้าที่ 326) สามารถลดลงอย่างชัดเจนในเส้นผ่านศูนย์กลาง

2) ทดลองกำหนดสายเบอร์ 7,22 สายทองแดงหุ้ม

ฉนวน (ดูตารางที่ 14-4)

ความต้านทานภายในสาย = 400 x 0.0061 = 2.44 โอห์ม

ต้นทุนสาย = 400 x 0.15 = US \$60

แรงดันไฟตก = $2.44 \times 4.545 = 11.08 \text{ V}$

แรงดันไฟตก 5% ซึ่งยังคงอยู่ ขีดที่ยอมรับได้ ลด

ขนาดสายไฟลงอาจจะทำไม่ได้เพราะแรงดึงสายจะไม่เพียงพอในการใช้งาน

A - C แต่โหลดที่ต่อโดยตรงไปยังที่ C มีการแยกสายเคเบิลเป็น 2 ทาง กระแสที่ไหลถูกแยกส่งจาก C - D และ C - E จะทำให้แรงดันตกในช่วง A - C ทำให้ต้องเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้จุดของ C - D และ C - E ค่าแรงดันไฟที่ ได้ไม่เกิน 12%

1) ทดลองกำหนดสายเบอร์ 7,22 ฉนวนทองแดงความต้านทานภายในสาย = 900 x 0.0061 = 5.49

โอห์ม

ต้นทุนสาย = 900 x 0.15 = US \$135

กระแสที่สาย = Load Connected / Nominal

Voltage = $2000 / 220 = 9.09 \text{ A}$

แรงดันตก = $5.49 \times 9.09 = 50 \text{ V}$

เปอร์เซ็นต์ของแรงดันตก = 22.7%

ดังนั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาดของสายต้องมีขนาดใหญ่กว่านี้

2) ทดลองกำหนดสาย ACSR Squirrel (ดูตารางที่

14-4)

ความต้านทานภายในสาย = 900 x 0.0013 = 1.17

โอห์ม

ต้นทุนสาย = 900 x 0.16 = US \$144

กระแสที่สาย = Load Connected / Nominal

Voltage = $2000 / 220 = 9.09 \text{ A}$

แรงดันตก = $1.17 \times 9.09 = 10.63 \text{ V}$

เปอร์เซ็นต์ของแรงดันไฟตก = $(17.2/220) \times 100 =$

4.8 % must be added to voltage drop C-D and C-E

C - D ทดลองกำหนดสายเบอร์ 7,20 ฉนวนทองแดง (ดูตารางที่ 14-4)

ความต้านทานภายในสาย = 800 x 0.0037 = 2.96

โอห์ม

ต้นทุนสาย = 800 x 0.19 = US \$152

กระแสที่สาย = Load Connected / Nominal

Voltage = $1000 / 220 = 4.54 \text{ A}$

แรงดันไฟตก = $2.96 \times 4.545 = 13.45 \text{ V}$

เปอร์เซ็นต์ของแรงดันตก = $(13.45/220) \times 100 =$

6.1 %

แรงดันไฟตก รวม A-D = 4.8 + 6.1 = 10.9 %

C-E เช่นเดียวกัน A-B (โหลดที่ใช้ 1 Kw สายไฟยาว 200 เมตร)

แรงดันไฟตก = 5%

ต้นทุนสาย = US \$60

แรงดันตกทั้งหมด A-E = 5.0 + 6.1 = 11.1%

เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ของระบบการจ่ายไฟนี้

1) ใช้สายไฟทุกเบอร์ 7,16 มีทองแดงหุ้มฉนวน = $(200 + 200 + 45 + 400) \times 2 = 2500 \times 0.6 = \text{US } \1725

2) การใช้ ACSR แบบกรงกระรอกทั้งหมด

ACSR = $2500 \times 0.16 + 1250 \times 0.11$ (0.11 ค่าใช้จ่ายของของจุด D เป็นเตารีด ต่อฉนวนยาว 1 เมตรคือเป็นส่วนครึ่ง ความยาวสายเคเบิล) = US \$537.50

3) ใช้สายทองแดงรวมที่ใช้เป็นเป็นตัวที่คำนวณ
ข้างต้น : A-B = US \$60 (Cu)

A-C = US \$144 + 450 x 0.11 = US
\$193.50 (ACSR)

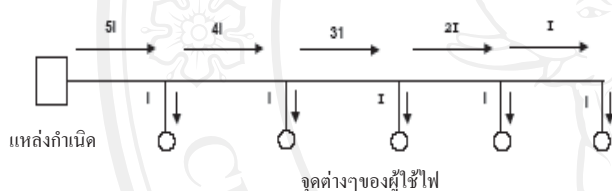
C-D = US \$152 (Cu)

C-E = US \$60 (Cu)

Total for 3) = US \$465.50

ถ้าเปลี่ยนโหลดใหม่ ต้องทำการคำนวณใหม่ด้วย
เป็นค่ากระแสไฟฟ้าใหม่ในแต่ละส่วน นอกจากนั้นใน
กระบวนการมีการใช้เวลาการใช้งาน ต่างกันบางส่วนอาจ
มีความยุ่งยากของระบบการจ่ายไฟ ควรวางแผนอย่าง
รอบคอบตั้งแต่เริ่มต้นจะทำให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่าย

วิธีที่ 2 : ระยะห่างพอ ๆ กันของโหลดผู้ใช้



รูป 14-12 ระยะห่างระหว่างโหลดผู้ใช้

วิธีที่สองของการคำนวณแรงดันตก โดยสมมุติ
ว่าโหลดมีการเชื่อมต่อกับระบบการจ่ายไฟ วางสายไฟมี
ช่องว่างระยะห่างและความยาวแต่ละช่วงเท่ากัน เป็น
วิธีการที่ยุ่งยากกว่าวิธีด้านบนเล็กน้อยแต่จะให้ค่า
แรงดันไฟตกที่คาดหวังที่ถูกต้องมากขึ้น

กระแสไฟฟ้า I ได้สมมุติว่ามีอัตราคงที่ในแต่ละ
บ้าน สามารถคำนวณได้จากการหารผลรวมของพลังงานที่
ได้ทั้งหมด (สมมติว่าเกิดการสูญเสียพลังงาน 6% ใน
ระบบการจ่ายไฟ) โดยใช้แรงดันปกติ และจำนวนของ
บ้านทั้งหมด แต่ละหลังสมมุติว่ามีภาระโหลดที่
เหมือนกันและมีช่องว่างระหว่างความยาวในแต่ละสาย
การจ่ายไฟเท่ากัน ดังรูปที่ 14-12 แรงดันไฟตกรวมที่ปลาย
สุดของสายไฟสามารถ คำนวณดังนี้

$$V \text{ drop} = (5 + 4 + 3 + 2 + 1) I.R1$$

เมื่อ, R1 = ความยาวสายเคเบิล (ตัวอย่างเช่น 2 x
ระยะทางระหว่างบ้าน) x ความต้านทานสายไฟต่อเมตร

การวิเคราะห์ซ้ำ จากตัวอย่างก่อนหน้านี้ในลักษณะ
เดียวกันนี้ และสมมติว่าแต่ละโหลดขนาด 1kW ในบ้าน
10 หลัง โดยเว้นระยะห่างเท่ากันและสายไฟใช้ในการ
คำนวณได้ใน 3 ทาง เลือกทางที่ 3 (ตัวนำไฟฟ้าผสม) เมื่อ
นั้นแรงดันตกจะสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$I = 100/220 = 0.4545$$

$$\underline{A - B} : R1 = 2 \times 200/10 \times 0.0061 = 0.244$$

$$\text{แรงดันไฟตก} = (10 + 9 + 8 + \dots + 1) \times 0.4545 \times 0.244 = 6.1 \text{ V หรือ } 2.8\%$$

A - C : เหมือนกรณีก่อนหน้านี้ที่ไม่มีโหลด
เชื่อมต่อในส่วนนี้

$$V \text{ drop} = 1.17 \times 9.09$$

$$= 10.63 \text{ V} = 4.8\%$$

$$\underline{C - D} : R1 = 2 \times 400/10 \times 0.0037 = 0.296$$

$$\text{แรงดันไฟตก} = (10 + 9 + 8 + \dots + 1) \times 0.4545 \times 0.296 = 7.4 \text{ V หรือ } 3.3\%$$

$$\underline{C - E} : R1 = 2 \times 200/10 \times 0.0061 = 0.244$$

$$\text{แรงดันไฟตก} = (10 + 9 + 8 + \dots + 1) \times 0.4545 \times 0.244 = 6.1 \text{ V หรือ } 2.8\%$$

การติดตั้งสายเคเบิลใหม่ควรอยู่บนของสายไฟ
หลักที่มีค่าไฟตกน้อยกว่า คำนวณส่วนนั้นโดยใช้วิธีการ
คำนวณจากส่วนสายไฟหลักก่อน

14.9 การออกแบบระบบการจ่ายไฟฟ้าไปยังบ้าน

ในส่วนนี้ได้เคยอธิบายเกี่ยวกับขนาดและการ
เชื่อมต่อกับมอเตอร์โหลดไปยังตัวกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก
แล้ว สำหรับตัวอย่างที่ใช้ในงานช่างแต่ตามหลักการแล้ว
สามารถประยุกต์ใช้ได้กับโหลดมอเตอร์ประเภทอื่นกับ
ระบบการกระจายได้

ตัวอย่าง

โดยเฉพาะหมู่บ้านที่มีการใช้ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก
ด้วยศักยภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า 4.4 kW

จุดประสงค์เพื่อผลิตไฟฟ้าใช้ในตอนเย็น นอกจากนี้สมาชิกบางคนของชุมชน ยังให้ความสนใจในการใช้งานเกี่ยวกับงานช่างในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ เป็นการใช้ประโยชน์มากในการใช้โหลดเวลากลางวันและได้รับพลังงานไฟฟ้าจากโครงการ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก นี่เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับช่างไม้ดังตัวอย่างเช่น

- (1) เลื่อยแบบแบน
- (2) กบไสไม้
- (3) เครื่องกลึง
- (4) เลื่อยวงกลม
- (5) เครื่องเจาะเสา
- (6) เครื่องเจาะมือจับ
- (7) วงล้อบด

สมมติ ชุมชนจะทราบว่าเครื่องจักรผลิตพลังงานจากเครื่องกังหันน้ำถ้ามีขนาดกำลังผลิตที่ใหญ่กว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจะเป็นประโยชน์ ถ้าหากเครื่องมือทางช่างสามารถขับเคลื่อนโดยตรงโดยใช้สายพานขับเคลื่อนได้ โชคไม่ดีที่สถานที่ในหมู่บ้านเป็นพื้นที่เนินและพื้นที่ราบเรียบค่อนข้างจำกัด สำหรับการสร้างโรงไฟฟ้าใกล้กับแม่น้ำ จึงทำให้การเลื่อยไม้เป็นเรื่องยาก ถ้างานช่างมีพื้นที่ที่มีลักษณะเช่นเดียวกัน พื้นที่ราบเรียบบนเขาระยะทาง 200 เมตร จากแหล่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และได้รับการระบุว่าเป็นตำแหน่งที่ดีสำหรับการสร้างงานช่าง อย่างไรก็ตาม หมายความว่าเครื่องจักรจะต้องมีการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย สิ่งที่ยังไม่ควรถามมีดังต่อไปนี้

- (1) มีเครื่องจักรอะไรบ้างตามรายชื่อด้านบนที่ใช้งานได้
- (2) ต้นทุนในการใช้สายไฟจากแหล่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยังงานช่างมีความยาวเท่าไร
- (3) อะไรบ้างคือสิ่งสำคัญอื่นๆ ที่ควรพิจารณา

คำตอบ

(ก) มีเครื่องจักรอะไรบ้างตามรายชื่อด้านบนที่ใช้งานได้ทุกเครื่องจักรตามรายการดังกล่าวสามารถใช้

การพลังงานจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำได้ ถ้ามีการคัดเลือกอย่างระมัดระวัง งานช่างในการใช้เครื่องมือขนาดเล็ก โดยปกติพลังงานจะได้อัตรามอเตอร์เฟสเดียว การจ่ายเฟสเดียวนั้นเป็นรูปแบบการกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่ายที่สุด และมีความเหมาะสมสำหรับการส่งผ่านไฟฟ้าจากตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยังงานช่างได้ สำหรับการคัดเลือกขนาดของสายเคเบิล ควรวิเคราะห์ว่าเครื่องมือช่างที่มีอยู่สามารถทำงานในระบบพลังงานไฟฟ้าเฟสเดียวได้

มอเตอร์ไฟฟ้ามีขนาดที่แน่นอนโดยทำการเชื่อมต่อเข้ากับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้เกิน (ดูในบทที่ 13.3) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทราบว่าความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าในการเริ่มสตาร์ทของเครื่องจักรเหล่านี้เป็นเท่าไร ที่ทำให้ตัวกำเนิดไม่โหลดเกินไป โดยทั่วไปแล้ว ไม่มีเครื่องจักรใดๆ ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโหลดที่เกินในการเริ่มสตาร์ทเปิดเครื่องครั้งแรก เพียงต้องการใช้แค่เมื่อมีความเร็วปกติในการดำเนินการเท่านั้น สำหรับเหตุผลนี้ พวกมันสามารถใช้ที่แรงบิดของโหลดสตาร์ทต่ำได้ต่อเมื่อมี ขนาดเพิ่มขนาดขึ้น 20% ของกำลังการผลิต

กำลังการผลิต = ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า - การสูญเสียพลังงานในสายจ่ายไฟ

สมมติว่าการสูญเสียพลังงานเป็น 6% แล้วขนาดของสายเคเบิลส่งไฟฟ้ามีค่าไม่เกิน 6% โวลต์ตก

$$\text{กำลังการผลิต} = 4.4 \text{ kW} - 6\% = 4.1 \text{ kW}$$

ดังนั้นมอเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดที่สามารถเชื่อมต่อในงานช่างต่อพลังงานของเครื่องจักรหนึ่งตามรายการคือ

$$20\% \times 4.1 \text{ kW} = 820 \text{ W}$$

สำหรับตัวอย่างเช่น เครื่องที่มีมอเตอร์เหนี่ยวนำถึง 1 แรงม้า (750W) สามารถ ดำเนินการเรียบร้อยโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้ เครื่องมือที่ใช้มือถือ มักจะไม่ใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำและสามารถเพิ่มขนาดได้ ถึง 25% หรือมากกว่านั้น ของกำลังการผลิต สำหรับตัวอย่าง สามารถ

ใช้เครื่องเจาะมือถือขนาด 1 kW ได้ เพื่อเป็นการเชื่อมต่อของงานช่าง

(ข) ต้นทุนในการเดินสายไฟจากแหล่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปยังงานช่างมีค่าเท่าไร

การเดินสายไฟต้องการความยาว 200 เมตร สำหรับทุกโหลดที่ปลายสายเคเบิลและโหลดตกมากที่สุด 6% ที่ยอมรับได้

สมมติว่าทุกพลังงานผลิตโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อาจใช้โหลดงานไม้มอเตอร์มีขนาดเล็กจะเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่กำลังไฟของมันจะมีค่าไม่แน่นอน ในการคำนวณกระแสไฟฟ้าที่มีค่าสูงสุดในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามรถจ่ายไฟฟ้าที่แรงดันและตามขนาดของสายเคเบิลที่ใช้

กระแสไฟฟ้าตัวกำเนิดมากที่สุดสูงสุด (ทุกระยะ 240V)

$$= 4400 / 240 = 18.3 \text{ Amps}$$

ความยาวของสายเคเบิลเป็น 200 x 2 เส้น

$$(\text{เฟสและเป็นกลาง } N) = 400 \text{ m}$$

จากตารางที่ 14-4 และการคัดเลือกสาย Squirrel (ขนาดเล็กที่สุด ASCR),

คำนวณโวลต์ตก :

$$\text{ความต้านทานสาย} = 400 \times 0.0013 = 0.52 \text{ โอห์ม}$$

$$\text{แรงดันไฟตก} = 0.52 \times 18.3 = 9.5 \text{ V}$$

$$\text{ร้อยละของแรงดัน} = (9.5/240) \times 100 = 4\%$$

$$\text{ต้นทุนสายเคเบิล} = 400 \times 0.16 + 200 \times 0.11$$

$$(\$ 0.11 = \text{ต้นทุนเฉลี่ยของ เตารีด D และ}$$

$$\text{ฉนวนไฟฟ้า ต่อเมตรสายเคเบิล}) = \text{บาท } \$ 86$$

อะไรบางอย่างคือสิ่งสำคัญอื่นๆ ที่ควรพิจารณา

(ค) อะไรบางอย่างคือสิ่งสำคัญอื่นๆ ที่ควรพิจารณา

(1) อย่าซื้อเครื่องมือช่างจนกระทั่งเครื่องกั้นน้ำและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้มีการติดตั้งและมีการตรวจสอบพลังงานที่ได้แล้ว

(2) อย่าเปิดเครื่องหลายๆ เครื่องพร้อมกันจะทำให้ความต้องการใช้พลังงานช่วงอาจมีค่ากระแสเกิน มอเตอร์ควรเริ่มเดินเครื่องหลังจาก รอคอยมอเตอร์ตัวหนึ่ง ได้มีความเร็วการทำงานได้ ก่อนที่จะเริ่มสตาร์ทกับมอเตอร์ใหม่ถัดไป

(3) ปัจจัยพลังงานที่ถูกต้องของมอเตอร์ได้อธิบายในบทที่ 13.3

(4) เครื่องจักรแต่ละเครื่องควรเชื่อมต่อกับวงจรเบรกเกอร์ เป็นการป้องกันสายไฟในมอเตอร์จากใช้งานที่เกิดกระแสไฟฟ้าสูงเกินไป ทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ เมื่อมอเตอร์เริ่มเดินเครื่อง ชุด MCB ควรมีการปรับตั้งค่าอัตรากระแสไฟฟ้าให้สูงกว่าอัตรากระแสไฟฟ้ามอเตอร์ วิธีการปรับค่าสวิตช์ควบคุมของมอเตอร์จะช่วยป้องกันอุปกรณ์เสียหายได้ (ดูรูป 9-13) สิ่งเหล่านี้ให้ทำการปรับกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับมอเตอร์ เป็นการป้องกันการโหลดเกินและได้อย่างแม่นยำ ใช้ ตารางที่ 14-5 เป็นคู่มือสำหรับการจ่ายไฟที่ 240 V ให้กับวงจรเบรกเกอร์ควรรับกระแสให้เหมาะสมกับเครื่องมือหรือมอเตอร์ สิ่งเหล่านี้เป็นการป้องกันเครื่องมือของผู้ใช้งานกับชุด MCB และ ฟิวส์ปลั๊ก ได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 14-5 การเลือกกระแสที่เหมาะสม ของ MCB ป้องกันมอเตอร์ที่มีขนาดต่างกัน

มอเตอร์ขนาด	ช่วงแอมป์ของ MCB (240V)
1 / 3 HP (250W)	2-4 Amps
1 / 2 HP (375W)	2-4 Amps
2 / 3 HP (500W)	2-4 Amps
3 / 4 HP (560W)	4-6 Amps
1 HP (750W)	4-6 Amps

บทที่ 15

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

15. การเดินสายภายในบ้าน

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบการควบคุมสายไฟ ตัวจำกัดโหลดและการออกแบบตัวจำกัดโหลด

หัวข้อการอบรม

1. การควบคุมสายไฟ
2. ตัวจำกัดโหลด
3. การออกแบบตัวจำกัดโหลด

บทที่ 15

การเดินสายภายในบ้าน

15.1 เนื้อหาหลัก

15.2 การควบคุมสายไฟ

15.3 ตัวจำกัดโหลด

15.4 การออกแบบตัวจำกัดโหลด



รูป 15-1 การติดตั้งวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

15.1 เนื้อหาหลัก

การพิจารณาหลักๆ ในการเดินสายไฟคือ

- (1) ความปลอดภัยของผู้ใช้
- (2) ความน่าเชื่อถือมั่นใจได้
- (3) ตำแหน่งติดตั้งที่สะดวก
- (4) ทำให้ต้นทุนต่ำ
- (5) ง่ายต่อการติดตั้ง

ความปลอดภัย

สิ่งที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานที่สุดคือไฟช็อตตลอด

วงจรและไฟไหม้ ความเสี่ยงเหล่านี้ลดลงได้ดังนี้

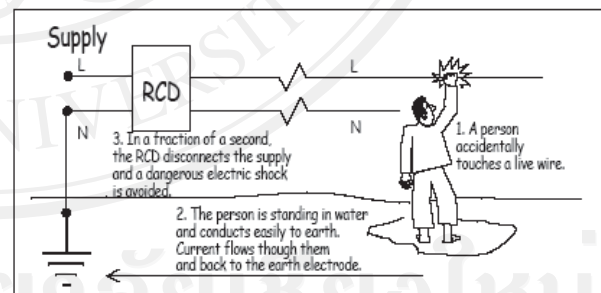
- 1) ต้องเชื่อมต่อชุด RCD
- 2) ใช้สวิตช์แยกส่วนในแต่ละบ้าน
- 3) ติดตั้งสายดินกับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด
- 4) ใช้ขนาดของฉนวนคู่สายเคเบิลและตัวควบคุมการเดินสายในบ้านให้ถูกต้อง
- 5) ทำให้มั่นใจได้ว่าสายไฟจะไม่รั่ว
- 6) วางตำแหน่งปลั๊กตัวเมียให้พ้นมือเด็ก
- 7) ใช้ฟิวส์ที่มีขนาดเหมาะสมหรือใช้ MCB เพื่อป้องกันสายไฟทุกเส้นกระแสไฟเกิน

8) ใช้อุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยของสายไฟฟ้าและสังเกตจุดอันตรายในตัวควบคุมโหลด

9) ไม่ควรให้หลอดไฟและอุปกรณ์ขนาดเล็กทำอาหารที่มีความร้อนสูงสัมผัสวัสดุที่ง่ายต่อการติดไฟ

การปกป้องผู้ใช้โดยใช้ RCD

อันตรายไฟฟ้าช็อตจากการที่คนในบ้านได้สัมผัสสายเคเบิลเปลือยควรใช้สายหุ้มฉนวนหรือติดตั้งด้วย RCD ชุด RCD จะต้องติดตั้งใช้งานทุกโครงการไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดเล็ก ตามความคิดแล้วทุกบ้านจะต้องมี RCD ของตนเอง อย่างไรก็ตาม RCD นั้นมีราคาแพงควรมีการใช้ RCD ร่วมกับบ้านหลายๆหลัง หรือในโครงการใหม่ที่เริ่มมีการใช้ RCD ในโรงไฟฟ้า ความปลอดภัยจะสูงขึ้นเมื่อมีการใช้ RCD ในโรงไฟฟ้าแม้ว่าจะไม่สะดวกนักที่จะมีการใช้ RCD ทุกบ้าน อธิบายดังรูป 15-2 อุปกรณ์ RCD จะไม่สามารถลดอันตรายจากการช็อตที่รุนแรงได้ถ้ามีคนสัมผัสทั้งตัว ดังนั้นจึงต้องเตือนชาวบ้านว่ามีอันตรายจากการสัมผัสกับสายเคเบิลที่ไม่มีฉนวนหุ้มในการสายไฟที่กระจายไฟในบ้าน



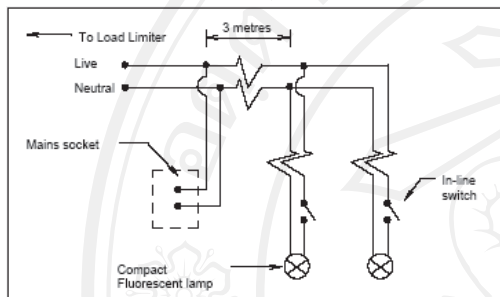
รูป 15-2 อันตรายไฟฟ้าช็อตจากสายไฟฟ้าเปลือยลดลง

ด้วยการติดตั้ง RCD

15.2 ตัวควบคุมสายไฟ

ความพร้อมในการติดตั้งวงจรภายในบ้าน ประกอบติดตั้งจากช่างที่ได้รับการฝึกฝนมาแล้วทำให้เกิดความปลอดภัยและมั่นใจ และติดตั้งสิ่งที่จำเป็นทั้งหมด (อุปกรณ์ควบคุมโหลด สวิตช์ของโคมไฟ ปลั๊กตัวเมียของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ฯลฯ)

การใช้ตัวควบคุมสายไฟเหมาะสมสำหรับไฟฟ้าหมู่บ้านที่ใช้ไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก หมู่บ้านที่ห่างไกลไม่ต้องการวงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อน ประชาชนที่ได้รับการติดตั้งไฟฟ้าในครั้งแรกไม่ควรเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมากเกิน เช่น เพียงใช้ไฟแสงสว่าง และ วิทยุ หรือ โทรทัศน์ เท่านั้น ผู้ใช้ควรใช้อุปกรณ์ไหลดต่างๆที่ให้ประโยชน์มากก ทั้งยังมีต้นทุนและมีประสิทธิภาพ



รูป 15-3 แผงวงจรของอุปกรณ์ควบคุมสายไฟทั่วไป

การออกแบบตัวควบคุมการเดินสายไฟ

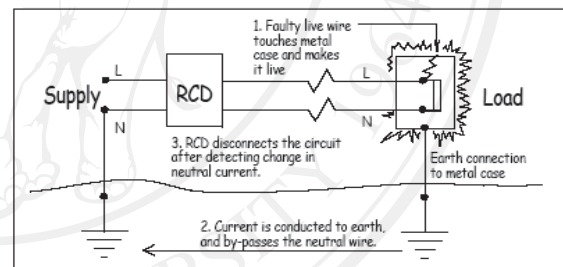
ความยืดหยุ่น คนที่ใช้ไฟฟ้าใหม่ๆ มีความต้องการเปลี่ยนตำแหน่งของโคมไฟหลังจากการติดตั้งครั้งแรก แล้ว นี่เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า ไม่ควรสายเคเบิลเปลี่ยนในการติดตั้งภายในบ้าน การติดตั้งตัวควบคุมจะใช้ โดยสายยึดอย่างเหมาะสมละเก็บสายเรียบร้อย ความยาวสายเคเบิลที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดของบ้าน

การติดตั้งไหลด จำนวนของปลั๊กและเต้าเสียบไหลดไฟเชื่อมต่อกับตัวควบคุมขึ้นอยู่กับไฟฟ้าที่ใช้ด้วย โดยปกติตัวควบคุมหนึ่ง ดังรูป 15-3 จะมีปลั๊กตัวเมีย 2 ตัว การเชื่อมต่อไหลดสามารถเป็นไหลดไฟ CFL 2 ตัว (อันละ 9w) และเชื่อมต่อวิทยุใช้ ปลั๊กตัวเมีย 2 หัว (2w) ให้ผลรวม 20 w ตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าโดยให้ขีดขนาดไหลดปัจจุบัน (ดังบทที่ 15.4)

สายเคเบิล สายไฟที่ใช้สำหรับการควบคุมไหลดและการติดตั้งสายไฟภายในบ้าน ควรเลือกใช้สายไฟสามารถรองรับกระแสไฟฟ้าของฟิวส์ที่สูงกว่า อย่างน้อย 40% หรือ ตัว MCB ป้องกันสายไฟในบ้าน (ดังบทที่ 15.3 และ 15.4) ควรใช้สายคู่ที่หุ้มฉนวนเพื่อความปลอดภัย

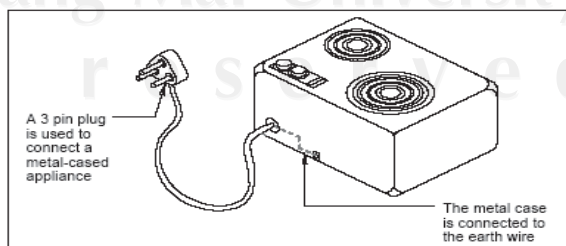
การใช้สายดิน ไม่มีความจำเป็นในการใช้สายดินนอกเหนือจากที่มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีโครงสร้างทำจากโลหะ

การใช้ไหลดที่มีโครงสร้างทำจากโลหะเช่น อุปกรณ์ทำอาหาร จะต้องติดตั้งสายดิน เมื่อสายไฟฟ้าลัดวงจรกับอุปกรณ์โลหะที่มีไฟ RCD จะทำการตัดการเชื่อมต่อในการจ่ายไฟ ป้องกันอันตรายกับผู้ใช้งาน อธิบายจากรูป 15-4

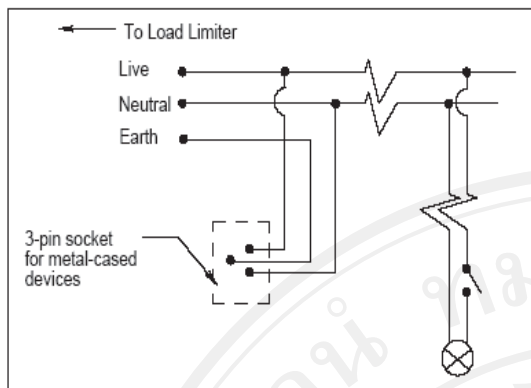


รูป 15-4 การป้องกันอุปกรณ์ไหลดเกินโดยใช้ RCD

สายดินมีจำเป็น ควรติดตั้งใกล้กับบ้านผู้ใช้งาน สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับขั้วไฟฟ้า แสดงดังส่วนที่ 9.3 สายดินจากขั้วไฟฟ้าเชื่อมต่อไปยัง ปลั๊ก 3 คาและเต้าเสียบจะต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้งาน สายดินนั้นควรต่อไว้กับโครงสร้างทำจากโลหะ



รูป 15-5 อุปกรณ์กล่องโลหะควรเลือกการติดตั้งสายดิน



รูป 15-6 การเชื่อมต่อสายดินจะต้องติดกับกล่องโลหะที่ใช้
งาน

15.3 ตัวจำกัดโหลด

เพื่อความสะดวกในการจ่ายไฟฟ้า หมายความว่า มิเตอร์ไฟฟ้าที่สามารถอ่านค่าหน่วยตัวเลขการใช้ไฟ เป็น กิโลวัตต์ ต่อชั่วโมง มีความจำเป็นกับโครงการไฟฟ้าพลัง น้ำขนาดเล็กมากในการป้องกันการใช้โหลดมากเกินไป วิธีที่ดีที่สุดกำหนดการใช้ไฟฟ้าช่วงเวลากลางคืน ที่มีการใช้ไฟฟ้าตามบ้านมาก โดยเพิ่มค่าใช้จ่ายเงินค่าไฟ ตามโหลดที่ใช้งานได้ใช้ เป็นการควบคุมการใช้ไฟฟ้า อย่างมีประสิทธิภาพ และติดตั้งตัวควบคุมจำกัดการใช้ โหลด โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมเบรกเกอร์(Breaker) ดังนั้น จึงได้มีการตั้งค่ากำหนดการใช้โหลดมีคำแนะนำดังนี้

- (1) ตัวจำกัดโหลดมีราคาถูกและติดตั้งได้ง่ายกว่า มิเตอร์ไฟฟ้า ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่า ได้
- (2) สามารถเก็บรายได้ง่ายจากโครงการนี้
- (3) จำนวนการใช้โหลดทั้งหมดตามบ้านสามารถ สอดคล้องกับการให้โหลดที่เกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า อย่างเหมาะสมกับขนาดกำลังผลิตของเครื่องและสามารถ ดูแลบำรุงรักษาง่าย
- (4) สายไฟภายในบ้านได้รับการป้องกันโดย อัตโนมัติจากกระแสไฟฟ้าที่สูงเกิน

ประเภทของอุปกรณ์จำกัดโหลดที่ใช้ ขึ้นอยู่กับ จำนวนของกระแสไฟฟ้า ดังนี้

ถ้าน้อยกว่า 0.5 แอมแปร์ จะใช้ PTC (Positive Temperature Coefficient Thermistor)

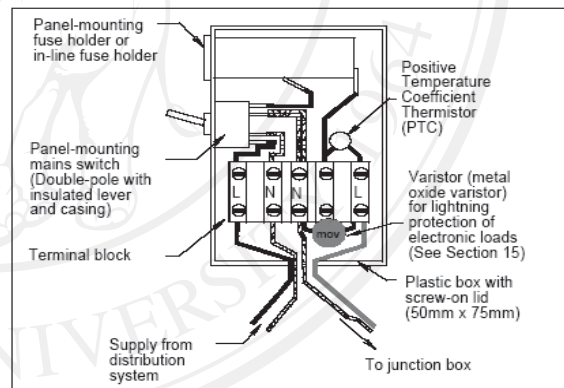
ถ้ามากกว่า 0.5 แอมแปร์ จะใช้ MCB หรือ Electronic Current Cut-out (ECC).

PTC จะถูกใช้เมื่อมีฟิวส์และสวิตช์เดี่ยว ฟิวส์นั้นจะ ป้องกัน PTC การทำลายเสียหายอย่างรุนแรงจาก กระแสไฟฟ้าสูง สวิตช์นั้นสามารถนำมาติดตั้งใหม่ได้ อย่างปลอดภัยในบ้านและทำให้หาซื้อผิดพลาดได้ง่าย

15.4 การออกแบบอุปกรณ์จำกัดโหลด

การออกแบบตัวจำกัดโหลดด้วยต้นทุนต่ำ แสดงดัง

รูป 15-7



รูป 15-7 ตัวจำกัดโหลดควรเลือกการเชื่อมต่อกับสายไฟ บริการจากระบบการเชื่อมโยงสายไฟภายในบ้าน PTC ใช้ เป็นตัวจำกัดโหลดถ้ามีกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า 0.5 แอมแปร์

การคัดเลือก PTC

เมื่อ PTC ขนาดกระแสไฟหรือต่ำกว่า มันได้ รับประกันว่า PTC จะไม่ผิดพลาด นี่เป็นการใช้กำหนด PTC ควรเลือกใช้การจำกัดอุปกรณ์โหลด

สวิตช์จะทำให้การเดินสายไฟใหม่ภายในบ้านมี ความปลอดภัยและง่ายต่อการตรวจความผิดปกติและ

ความผิดพลาดจากการจ่ายไฟ ฟิวส์จะต้องเชื่อมต่อกับ สวิตช์ในการจ่ายไฟและป้องกัน PTC จากกระแส ไฟฟ้าแรงสูงซึ่งจะทำให้ระบบไฟล้มเหลวได้

ถ้าเกิดการช็อตกันในสายไฟจากการรั่ววงจรในสาย ดิน PTC จะไม่ทำงานเป็นการป้องกันอุปกรณ์และมีความ ทนทานแรงกระแสไฟที่สูงกว่าการใช้ฟิวส์ที่ใช้

การคัดเลือกฟิวส์

มีข้อควรพิจารณาสำหรับการคัดเลือกฟิวส์ในการ ออกแบบการประกอบในตัวจำกัดโหลดซึ่งอธิบายได้ดังนี้

(1) ขั้นแรกควรพิจารณากระแสไฟฟ้าที่ใช้ (Fuse Irated) ฟิวส์จะต้องถูกออกแบบให้มีค่าต่ำกว่า กระแสไฟฟ้าของ PTC มากที่สุด (PTC Imax) อัตรา กระแสไฟฟ้าจะต้องมีการรับประกัน กระแสของ PTC (I_{nt}) 'no trip'

$$PTC Int < Fuse Irated < PTC Imax$$

(2) ขั้นที่สองพิจารณาในการคัดเลือกฟิวส์คือความจุ ไฟฟ้า breaking เป็นกระแสไฟฟ้าที่มีอันตรายในการรวม วงจรใหม่เนื่องจากประกายไฟผ่านการติดต่อฟิวส์ ความจุ ไฟฟ้า breaking จะต้องมีความใหญ่กว่ากระแสไฟ ต่อเนื่องสูงสุดในการให้โหลดเกินที่ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำ ให้เกิดกระแสไฟต่อเนื่องสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อตัวเครื่องกำเนิด ไฟฟ้ามีการเพิ่มโหลดมากเกินไป นี่เป็นการใช้กระแสไฟ ขณะทำงาน ขนาดของฟิวส์ตามที่กล่าวมาไม่มีอันตราย จาก ความจุไฟฟ้า breaking ที่กลายเป็นส่วนเกิน

$$Breaking Capacity \geq 3.0 \times Iop$$

(3) ฟิวส์ที่ใช้ติดตั้งทำจากกระจุกและเซรามิก ข้อดี กับแก้วคือสามารถมองเห็นว่าที่ใช้งานขาดหรือยัง สาย ฟิวส์ที่ยังคงอยู่หรือเปล่า ฟิวส์เซรามิก มีความจุไฟฟ้า breaking สูงกว่า การใช้ฟิวส์กระจุกมีความนิยมในการ เลือกใช้มากกว่า ถ้าใช้ร่วมกับกระแสไฟฟ้าที่เพียงพอและ ความจุไฟฟ้า breaking

(4) อัตราแรงดันของฟิวส์จะต้องมีขนาดใหญ่กว่า หรือเท่ากับอัตราแรงดันของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (เช่น 250 V หรือ 125 V ถ้าจำเป็น)

(5) พิจารณาขั้นสุดท้ายคือขนาดของฟิวส์ขึ้นอยู่กับ เส้นผ่าศูนย์กลางของตัวจับของฟิวส์ เพื่อให้แน่ใจว่าฟิวส์ ใหม่มีขนาดเท่าของเดิม

(6) ประเภทของฟิวส์: ฟิวส์ Fast-acting ควร เลือกใช้ชนิดที่ช้ามากเพื่อป้องกัน PTC

หมายเหตุ: การป้องกัน

การป้องกันควรหยุดใช้โหลดทั้งหมดจำกัดจากจุด เริ่ม ทางผ่าน วิธีการที่เหมาะสมควรใช้สวิตช์ปิดหรือกุญแจ คล่องสายยู บนกล่องไฟ ป้องกันการเข้าไปยุ่งเกี่ยวกับ ฟิวส์ทำให้เกิดอันตราย

บทที่ 16

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

16. การวางสายดินและการป้องกันฟ้าผ่าของโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้เข้าใจการปะทะฟ้าผ่าทางตรง การปะทะฟ้าผ่าทางอ้อม ประเภทของตัวจับฟ้าผ่า การป้องกันเครื่องมือของโรงไฟฟ้าและการป้องกันการบริโภคโหลด

หัวข้อการอบรม

2. การปะทะฟ้าผ่าทางตรง
3. การปะทะฟ้าผ่าทางอ้อม
4. ประเภทของตัวจับฟ้าผ่า
5. การป้องกันเครื่องมือของโรงไฟฟ้า
6. การป้องกันการบริโภคโหลด

บทที่ 16

การป้องกันฟ้าผ่าของโครงการไฟฟ้า

พลังงานน้ำขนาดเล็ก

- 16.1 การปะทะฟ้าผ่าทางตรง
- 16.2 การปะทะฟ้าผ่าทางอ้อม
- 16.3 ประเภทของตัวจับฟ้าผ่า
- 16.4 การป้องกันเครื่องมือของโรงไฟฟ้า
- 16.5 การป้องกันการบริโภคน้ำ

ฟ้าผ่าทำให้เกิดการเสียชีวิตและการบาดเจ็บและทำให้เกิดอันตรายจากอุปกรณ์และสิ่งก่อสร้าง ในการวัดค่าจะต้องได้ค่าความเสี่ยงน้อยที่สุด โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการเกิดฟ้าผ่าสูง

การประมาณความเสี่ยง

น้ำหนักปัจจัย A : เปอร์เซ็นต์ การแยกตัว	
โครงสร้างของตำแหน่งในพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีสิ่งก่อสร้างหรือต้นไม้ในระดับความสูงใกล้เคียงกันหรือมากกว่า เช่น ในป่า	0.4
โครงสร้างของสถานที่ในพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้างหรือต้นไม้ที่มีความสูงใกล้เคียงกัน	1.0
โครงสร้างเดี่ยวๆ ที่สำเร็จหรือมีความสูงอย่างน้อย สองเท่าของความสูงต้นไม้โดยรอบ	2.0

น้ำหนักปัจจัย B : ประเภทของประเทศ	
พื้นที่ประเทศแบนราบในทุกระดับ	0.3
พื้นที่ประเทศเนินเขา	1.0
มีภูเขาในประเทศระหว่าง 300 ม. และ 900ม.	1.3
มีภูเขาสูงกว่า 900 ม.	1.7

กำหนดจากแผนที่ (รูป 16-4) จำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองต่อปีในพื้นที่ใกล้เคียง น้ำหนักของปัจจัยที่หลากหลาย จาก A และ B และ ใช้ตามตารางในการประมาณความเสี่ยงจากฟ้าผ่า

การประมาณความเสี่ยงโดยนับจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองต่อปี	
ความเสี่ยงสูง	มากกว่า 100
ความเสี่ยงปานกลาง	25-100
ความเสี่ยงต่ำ	น้อยกว่า 25

นี่เป็นแนวทางอย่างหยาบ ในการประมาณความเสี่ยงของฟ้าผ่า ซึ่งแจ้งให้ประชาชนเข้าใจ เป็นป้องกันการเกิดฟ้าผ่าในระบบจ่ายไฟ

ในส่วนนี้เป็นการจัดการเพื่อป้องกันการปะทะจากฟ้าแลบฟ้าผ่าโดยตรงและทางอ้อม ในเส้นทางการจ่ายไฟของระบบ

16.1 การปะทะฟ้าผ่าโดยตรง

ยังไม่มีอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันเหตุการณ์ที่เกิดการปะทะโดยตรง สำหรับเหตุผลที่จำเป็นต้องลดความเสี่ยงจากการปะทะโดยตรงเท่าที่จะเป็นไปได้ต้องระมัดระวังเส้นทางในการจ่ายไฟของระบบ ความเสี่ยงจากการปะทะทางตรงลดลงได้ถ้าการจ่ายไฟมีการเดินสายที่มีพื้นที่ต้นไม้มากมีโอกาสดีที่ฟ้าผ่าจะเกิดการปะทะกับต้นไม้ที่สูง บางช่วงระยะทางมีสายเคเบิลมากกว่าตัวเอง เมื่อเทียบกับจำนวนของต้นไม้ที่น้อย เป็นสิ่งที่ดีที่สุดในการจ่ายไฟน้อยที่สุด 10 ม. ซึ่งฟ้าผ่าอาจกระโดดข้ามจากต้นไม้ต้นหนึ่งเมื่อเกิดการปะทะ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สายเคเบิลที่มีแรงต้านทานจากทางสู่พื้นดินต่ำ

การหลีกเลี่ยงอีกอย่างหนึ่งในการจ่ายไฟตามสันเขา บางส่วนการเกิดฟ้าผ่าในพื้นที่ลาดชัน ถ้าจำเป็นต้องทำ ใช้การฝัง หุ้มสายเคเบิลใต้ดิน เมื่อมีการเดินสายไฟ ในเส้นทางหุบเขา

หมายเหตุ: สายไฟเหนือพื้น (Overhead Ground Wire: OGW)

ชาวบ้านบางคนได้เคยแนะนำในการติดตั้งสายไฟที่อยู่เหนือพื้น นอกเหนือจากสายและตัวกลางคอนดักเตอร์ด้วยการอ้างถึง การนำตัวเก็บฟ้าผ่าปล่อยลงพื้นดิน ซึ่งนี่เป็นสิ่งที่ไม่แนะนำสำหรับเครือข่ายการจ่ายไฟด้วยไฟฟ้าแรงดันต่ำ เป็นเหตุผลที่ฟ้าผ่าอาจกระโดดระหว่างสายไฟ

หรือสายตัวกลางเป็นสาเหตุทำให้เกิดอันตรายจากแรงดันบนตัวเก็บประจุ นี่เป็นการใช้งานระบบการส่งผ่านระดับความดันสูงเนื่องจากช่องว่างทางอากาศระหว่าง OGW และตัวเก็บประจุและต่อกับดินของ OGW

16.2 การปะทะฟ้าผ่าทางอ้อม

การปะทะทางอ้อมเป็นฟ้าผ่าที่มีการปะทะใกล้กับแนวการจ่ายไฟที่จะก่อให้เกิดความดันสูงในสายเคเบิลระหว่างความดันเหล่านี้จะไม่สูงเท่ากันผลจากการปะทะทางตรง พวกเขายังคงมีอันตรายได้ โดยเฉพาะต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า แรงดันจะมีทั้งสายไฟและสายกลางและสายดิน แรงดันเป็นระลอกสายถึงตัวกลางสามารถลดได้โดย พันสายเคเบิลด้วยกัน ถ้าใช้งานฉนวนตัวเก็บประจุ

16.3 ประเภทของตัวจับฟ้าผ่า

ประกาย-ช่องว่าง (Spark-gap)

ตัวจับฟ้าผ่าที่สะดวกประกอบด้วย Spark-gap สำหรับฟ้าผ่าต่อประกายไฟฟ้าตามขวางและชุดตัวต้านทานในการจำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้า หลังจากคลื่นแรงดัน พวกมันมีการกระทำที่ช้ากว่าตัวจับรูปแบบใหม่มากและไม่จับวัตถุที่มีแรงดันต่ำ พวกมันสามารถป้องกันอุปกรณ์ทางไฟฟ้า เช่น ลวดและมอเตอร์ แต่ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าเพียงเล็กน้อย ราคาปกติอยู่ที่ 350-700 บาท ในการเลือกอัตราแรงดันของตัวจับไม่ควรดำเนินการภายใต้สภาพแรงดันต่ำกว่าปกติแต่ควรดำเนินการติดตั้งแรงดันเกินค่ามากที่สุดของแรงดันเกิน ใน IGC (สังเกตในบทที่ 9.6) นี่เป็นสิ่งสำคัญของอัตราแรงดันที่ต่ำพอในการป้องกันตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แต่ไม่ควรมีแรงดันต่ำที่กระตุ้นโดยการเร่งในแรงดันตัวกำเนิดไฟสูงอย่างรวดเร็ว (สำหรับตัวอย่าง สามารถเกิดได้ถ้าตัวโหลดมีการตัดการเชื่อมต่ออย่างกะทันหัน) อายุการใช้งานของตัวจับฟ้าผ่าจะสั้นถ้าได้รับการกระตุ้นในทางนี้



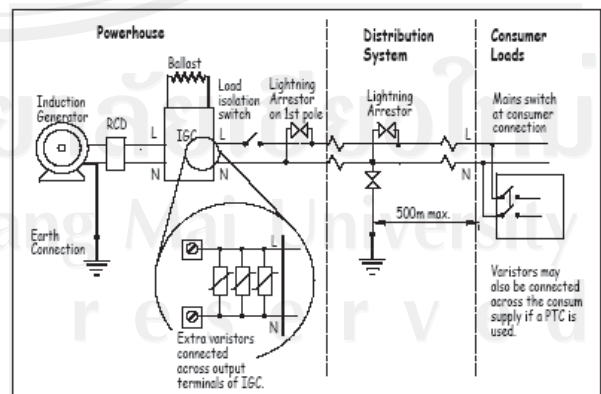
รูป 16-1 Spark gap lightning arrestors

Varistors

Varistors ไม่มีทั้ง spark gap หรือ ตัวต้านทานชุด พวกมันประกอบด้วยอิล็กโทรอสองตัวกระจายโดยวัตถุที่เครื่องป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้ารั่วที่ต่ำกว่า certain threshold voltage

และ กลายเป็นตัวเก็บประจุอจิริเซเหนือ threshold พวกมันมี faster acting และตัวจับที่มีแรงดันต่ำกว่า spark gap ของตัวจับ ดังนั้นการป้องกันที่ดีกว่าสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่น TV CFL

ด้วยบาลาสต์อิเล็กทริก และตัวควบคุมตัวกำเนิดสำหรับอัตรากระแสไฟฟ้าต่ำ จะมีราคาถูกมาก ในการผลิตสินค้าจำนวนมากสำหรับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน อย่างไรก็ตามสำหรับอัตรากระแสไฟฟ้าแรงสูงจะออกแบบสำหรับการใช้สายต้านบน ซึ่งมีราคาถูก โดยเฉพาะเมื่อมีการเปรียบเทียบอุปกรณ์ spark-gap



รูป 16-2 การเชื่อมต่อของตัวจับฟ้าผ่าเพื่อป้องกันอันตรายจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและลดอันตรายต่อการใช้ไฟฟ้า

16.4 การป้องกันอุปกรณ์โรงไฟฟ้า

ตัวจับฟ้าผ่าได้เชื่อมต่อกับสายไปยังตัวกลาง ในครั้งแรกของการจ่ายไฟฟ้าแต่ละเฟสข้างนอกโรงไฟฟ้าที่ติดตั้งรูป 16-2 ขั้วแม่เหล็กเดี่ยวแยกสวิตช์ ถูกใช้แทนที่ขั้วแม่เหล็กคู่ ที่เป็นตัวกลางลงดินเมื่อโหลดเดียว นี่เป็นการมั่นใจว่าจะทำให้ลงดิน เมื่อใดก็ตามที่เป็นไปได้ระหว่างพายุฝนฟ้าคะนอง ในระบบการจ่ายไฟควรเลือกการไม่ติดตั้งสวิตช์และปิดตัวกำเนิด

การป้องกัน IGC

Varistor ได้ติดตั้ง (ประธาน) ต่อวงจรแผ่น IGC เพื่อป้องกันส่วนประกอบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไวสูง ซึ่งได้แนะนำใหม่เกี่ยวกับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลางและพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง Varistor นอกเหนือจากนั้นได้ติดตั้งจัดหาตัวป้องกันพิเศษ ควรเลือกติดตั้งสิ่งเหล่านี้แบบขนาน ผลที่ได้สุดท้ายดังรูปที่ 16-2 อุปกรณ์การเชื่อมต่อแบบขนานต่างๆ มีการตัวจับกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่เพื่อลดแรงดันของ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไวใน IGC

Varistor เพิ่มเติมควรมีอัตราแรงดันอย่างน้อย 25 % เหนือแรงดันของระบบการกระจาย เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการถูกทำลายในสภาพงานปกติ อย่างไรก็ตามอัตราแรงดันควรมีน้อยกว่าอัตราแรงดันของ soldered varistor ถ้าพวกมันถูกทำลายเมื่อนั้นพวกมันจะถูกแทนที่ได้ง่ายในสถานที่ทำงานเป็นการไม่ soldered. สำหรับตัวอย่างถ้า varistor ร่วมกับอัตราแรงดัน AC 420 V (กรณีที่ใช้บ่อย) ได้ถูกติดตั้งกับ IGC เมื่อการป้องกันฟ้าผ่าเพิ่มเติมสามารถทำได้อย่างประสบความสำเร็จโดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ด้วยอัตรา 320V

16.5 การป้องกันการใช้งานของโหลด

เป็นการยากในการบ่งชี้เฉพาะจำนวนของตัวจับฟ้าผ่าที่ต้องการสำหรับโครงการหนึ่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ปัจจัย ประกอบด้วยความถี่ของฟ้าผ่า ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ถูกทำลายและต้นทุนของตัวจับ แนวทางไฟฟ้าสำหรับไฟฟ้าพลังงานน้ำใน ที่มีระยะทางของผู้บริโภคมากที่สุด จากการจับ คือ 500 เมตรและน้อยใน

พื้นที่ที่มีความเสี่ยงของการปะทะจากฟ้าผ่าสูง เมื่อมีการคัดเลือกตำแหน่งในการป้องกันต่อจำนวนผู้บริโภคอย่างแม่นยำ ควรเลือกการให้จุดระบบใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ฟ้าผ่ามากที่สุด

เมื่อติดตั้งตัวเก็บจับ สายกลางที่ลงดิน ของตัวจับฟ้าผ่าที่น้อยที่สุด สายกลางสู่แรงดันกระชากพื้นดิน เป็นสาเหตุทำให้ฉนวนแตกหักได้ สิ่งนี้ไม่ประสบความสำเร็จเมื่อ RCD ติดตั้งในโรงไฟฟ้า การลงดินของสายกลางจะเกิดจาก RCD เกิด ทริป trip อย่างไรก็ตาม สายกลาง (N)สามารถลงดินได้เมื่อเพิ่มเติมตัวจับแสดงดังรูป 16-3

การคัดเลือกตัวจับฟ้าผ่า

ตัวจับฟ้าผ่าตัวกลางไปยังพื้นดินสามารถเป็น spark-gap type,

ที่มีความสะดวก ตั้งแต่มันต้องการเพียงการป้องกัน insulation breakdown.

การคัดเลือก line-to-neutral lightning arrestor ขึ้นอยู่กับชนิดและค่าของโหลดที่จะป้องกัน โหลดเช่น โคมไฟหลอดอินเคสซิเซน มอเตอร์และเครื่องทำความร้อนที่มีการบรรจุไฟฟ้าที่ไม่แน่นอน ที่มันถูกตอบสนองต่อการป้องกันโดย spark-gap arrestors. อย่างไรก็ตาม โหลดที่บรรจุไฟฟ้า เช่น โทรทซ์ วิทยุ และ CFL จะมีความไวและมีการป้องกันที่แตกต่างกัน ตัวป้องกันที่ดีที่สุดในการจัดหาขั้ว mountable

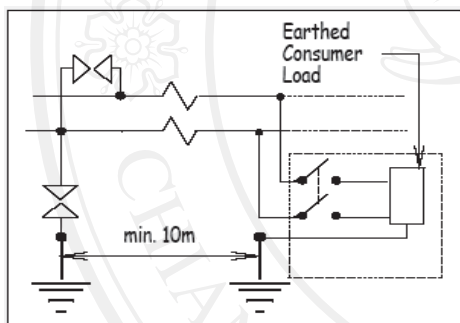
Varistors ร่วมกับกระแสไฟฟ้ามากกว่า 50000 Amp ที่สามารถ ด้านทานต่อพลังงานโดยไม่ต้องชาร์ทใหม่สูง

ทางเลือกที่ถูกกว่าในส่วนการทำงานที่ดีร่วมกับตัวจำกัดโหลด PTC เทอร์มิเตอร์ (ดังรูปที่ 15-7) เป็นการติดตั้ง disk-type varistor ระหว่างสายและตัวกลาง บนโหลดด้านข้างของตัวจำกัดและมี a pole mounted spark-gap arrestor. ในเหตุการณ์ฟ้าผ่าที่มีแรงกระชาก the varistor จะ clamp แรงดันในบ้าน ร่วมกับแรงดันที่เกินเพิ่มขึ้น กำลังเริ่มกระโดดข้าม PTC แรงดันสูงเพียงพอ the spark-gap

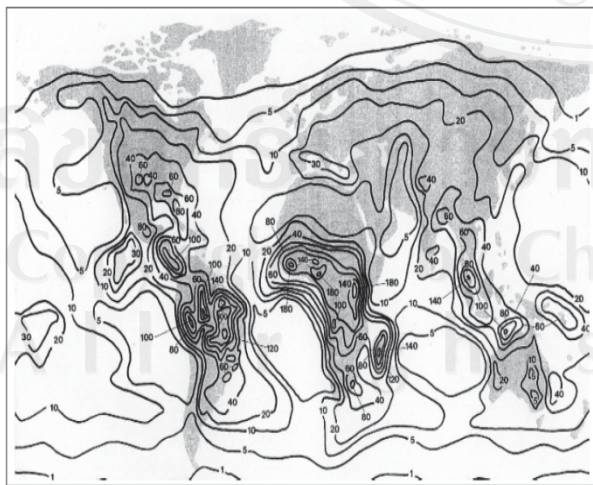
Arrestor จะทำการจุกระแสไฟฟ้าทั้งหมด ข้อควรจำที่ว่าการวางแรง extra stresses

บน PTC อย่างไรก็ตาม สิ่งเหล่านี้มีราคาในการเปลี่ยนใหม่สูงกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านทั้งหมด

สภาพอากาศระหว่างพายุ ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องไม่เชื่อมต่อสายสวิตช์หลักที่ทางเข้าแต่ละบ้าน ข้อควรจำในการใช้สวิตช์ขั้วไฟฟ้าคู่ที่ทางเข้าบริการการใช้ไปยังตัวตัดไฟแบบกัตเตอร์ (บทที่ 14.4) นี่เป็นการรักษาความปลอดภัยที่ดีที่สุดในการป้องกันอันตรายจากโหดอ่อน เช่น CFL ในสถานที่ที่ใช้ไฟฟ้านั้นจะมีการสายดิน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการใช้สายดินที่แยกออกจากสายดินไปยังตัวจับฟ้าผ่า ที่เชื่อมต่อและส่วนมาก มักมี 10 m หรือมากกว่านั้น นี่คือเหตุผลจากกระแสไฟฟ้าไปยังดินสามารถส่งผลทำให้เกิดศักยภาพแรงดันที่อันตรายที่เข้าใกล้กับการเชื่อมต่อกับพื้นดิน



รูป 16-3 มั่นใจว่าการใช้อิเล็กโทรดสายดิน (ถ้าใช้) คือที่อย่างน้อยที่สุด 10 เมตรจากอิเล็กโทรดสายกลางของตัวจับ



รูป 16-4 แผนที่แสดงจำนวนวันที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองต่อปีทั่วโลก (บนพื้นฐานของ World Meteorological records for 1955)

บทที่ 17

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

17. การทดสอบเครื่องและการเดินเครื่อง

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบถึงความสำคัญการทดสอบเครื่องและการเดินเครื่อง

หัวข้อการอบรม

1. การตรวจสอบขั้นสุดท้าย
2. การเริ่มเดินเครื่อง
3. การเชื่อมต่อตัวกำเนิด
4. การปรับแรงดันและความถี่
5. ขนาดของโหลดบาลาสต์
6. หน้าที่ของระบบส่ง
7. การดำเนินการ

บทที่ 17

การทดสอบการทำงานน้ำและการดำเนินการ

17.1 การตรวจสอบขั้นสุดท้าย

ตรวจสอบตามข้อความข้างล่างก่อนเริ่มใช้กังหันน้ำครั้งแรก

(1) ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สวิตช์ป้องกันมอเตอร์และสายเคเบิลที่เชื่อมต่อ มีการเลือกใช้ขนาดที่ถูกต้องดังบทที่ 9.8

(2) ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวควบคุมบาลาส RCD สวิตช์ป้องกันมอเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ จะต้องมีการเชื่อมต่อตามรูปที่ 9.7 และตามคู่มือจากผู้ผลิต

(3) ทุกจุดการเชื่อมต่อจะต้องแน่นหนาและฉนวนสายเคเบิลจะต้องไม่มีการปกคลุมที่ไม่จำเป็น (สายเคเบิลไม่มีเปลือกควรมีเฉพาะในจุดที่เชื่อมต่อเท่านั้น)

(4) กังหันน้ำและตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีการหมุนอย่างอิสระได้สะดวก

(5) ส่วนต่างๆ ที่มีการเคลื่อนที่ได้ เช่น พูลเล่ย์และสายพาน จะต้องมีความปลอดภัยไม่ให้เป็นอันตรายต่อคนในโรงไฟฟ้าขณะทำงาน

(6) สวิตช์ป้องกันมอเตอร์และ RCD จะต้องเปิดสวิตช์ไว้พร้อมใช้งาน

(7) กระแสไฟฟ้าที่เข้าไปในกังหันน้ำจะมีอิสระจากสิ่งก่อสร้างไม่มีสิ่งกีดขวาง

(8) การเชื่อมต่อท่อส่งน้ำจะต้องไม่มีการรั่วของท่อน้ำและจะต้องถูกยึดแน่น

(9) การติดตั้งท่อส่งน้ำจะต้องห่างไกลจากสิ่งหล่นทับได้ เช่น หิน ไม้ อื่นๆ

17.2 การเริ่มเดินเครื่อง

(1) โหลดผู้ใช้งานยังไม่เชื่อมต่อปลดออกก่อน จะเชื่อมต่อไปยังระบบการจ่ายไฟโดยใช้สวิตช์หลักใกล้กับ

ตัวควบคุม (หมายเหตุ MCB และ RCD ควรอยู่ในตำแหน่ง ON)

(2) การเปิดเกวาล์วน้ำที่ใกล้กับท่อหัวฉีดเปิดช้าๆ ให้ได้อัตราไหลน้ำครึ่งหนึ่ง เปิดรอทิ้งไว้ 60 วินาทีเพื่อให้สิ่งสกปรกและอากาศในท่อส่งน้ำออกมาข้างนอกท่อ

(3) ปิดวาล์วน้ำและถอดเอาตัวครอบกังหันน้ำออกเพื่อตรวจสอบหัวฉีดว่ามีสิ่งกีดขวางทางใดๆหรือไม่ ถ้าพบทำการกำจัดออกเพื่อให้ น้ำกระทบหัวฉีดได้สะดวก

(4) ทำการปิดฝาครอบกังหันและการเปิดวาล์วส่งน้ำให้สนิท

(5) ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ควรเลือกการกระตุ้นและการแสดงผลจากการอ่านบนมิเตอร์โวลต์ แรงดันนี้ควรเพิ่มขึ้นประมาณใกล้เคียงกับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(6) ตรวจสอบมิเตอร์บาลาสเพื่อให้มั่นใจว่าอ่านได้มากกว่าค่าศูนย์ เพื่อเป็นการบ่งชี้ว่าตัวควบคุมและบาลาสได้ทำหน้าที่ของมันถูกต้องแล้ว ถ้าแรงดันได้ให้ค่าเท่ากับศูนย์ อ้างถึงในบทที่ 18

(7) การปรับตำแหน่งของที่ตั้งของหัวฉีดเพื่อให้อ่านค่าบาลาสได้สูงที่สุด

17.3 การเชื่อมต่อตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

สิ่งเหล่านี้เป็นการเชื่อมต่อที่เป็นไปได้สองประเด็นสำหรับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหนึ่ง ควรมีการยอมรับ การดำเนินงานอย่างต่อเนื่องร่วมกับการเชื่อมต่อที่เกิดผิดพลาดอาจเป็นอันตรายที่มีต่อตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

(1) หมายเหตุ การอ่านบาลาสเมื่อวาล์วมีการเปิดเต็มที่

(2) การปิดวาล์วและการนำฟัดปิดกล่องของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หยุดหมุน

(3) การเชื่อมต่อที่สลับกลับกัน ดู L และ 2 C ดังรูป 9-7

(4) ฝาครอบป้องกัน จากการเริ่มเดินกังหันเมื่อเปิดวาล์วเต็มที่

(5) การอ่านค่ามิเตอร์บาลาสใหม่ที่ดินเครื่องมีค่ามากกว่าก่อนหน้านี้เมื่อนั้นคือการเชื่อมต่ออุปกรณ์ถูกต้อง ถ้าถ้าค่าไม่ขึ้นต้องทำการติดตั้งเชื่อมต่อใหม่ ให้ถูกต้อง ควรทำหลังจากปิดวาล์วและรอให้ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหยุดก่อน

หมายเหตุ: จะทำการเชื่อมต่อถูกต้องตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องหมุนเกลียวมากที่สุดและมีความร้อนน้อยที่สุดตามจุดต่อ หรือที่มีลูกปืน

17.4 การปรับแรงดันไฟและความถี่

(1) แรงดันไฟ (อ่านจากค่ามิเตอร์โวลต์) คือการตั้งค่าโดยตัวควบคุม ปรับการตั้งบนตัวควบคุมตามคู่มือเพื่อหาค่าที่ต้องการ

(2) ค่าความถี่ควรเป็น 49 Hz ถึง 52.5 Hz สำหรับระบบ 50 Hz (59 Hz ถึง 63 Hz สำหรับระบบ 60 Hz).

(3) ไม่ควรดำเนินการที่มีความค่าความถี่ต่ำกว่าค่าน้อยที่สุดหรือที่กำหนดที่มีให้ จะส่งผลทำให้อายุของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และอุปกรณ์เชื่อมต่อลดลงได้

(4) การเปลี่ยนแปลงความถี่เพียงเล็กน้อย ในช่วงเหล่านี้โดยปกติจะไม่มีผลกระทบต่อความเสียหาย นอกจากมีการใช้ความเร็วของมอเตอร์ เช่น มีการเชื่อมต่อปั๊มน้ำหรือพัดลม

(5) การวัดความถี่ที่เกิดขึ้นใช้เครื่องมือความถี่มิเตอร์ หรือใช้เทคโนโลยีมิเตอร์และคำนวณความเร็ว (เพลของตัวกำเนิด รอบต่อนาที) ดังตารางนี้

จำนวนขั้ว	ความถี่ (Hz)
2	ความเร็วเพล/63
4	ความเร็วเพล/31.5
6	ความเร็วเพล/21

(6) คำนวณหาความถี่จากการวัดเครื่องความเร็วที่ถูกต้องประมาณ 5 %

(7) ความถี่สามารถปรับได้โดยการกระตุกจำนวนการเชื่อมต่อของตัวเก็บประจุ หรือการนำตัวเก็บประจุออกจะสามารถเพิ่มความถี่ สองเท่าของจำนวนประจุจะเพิ่มหรือเอาออกจากค่า 2C จาก C ดังรูปที่ 9-7

(8) ถ้ากังหันมีการดำเนินการที่ช่วงของอัตราการใช้ลมมากเกินไป ตรวจสอบความถี่ถ้ามากกว่าช่วงปกติและมีความต้องการ ก็จำเป็นต้องใช้ความถี่นั้น

หมายเหตุ: ความถี่การเปลี่ยนแปลงจะมีผลกระทบต่อกำลังผลิตที่ได้ จะเปลี่ยนประสิทธิภาพของกังหันและประสิทธิภาพของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทางที่ดีที่สุดสังเกตโดยการอ่านมิเตอร์บาลาสช่วงยังไม่มีการเชื่อมต่อกับผู้ใช้

17.5 ขนาดของโหลดบาลาส

มิเตอร์บาลาสควรอ่านระหว่าง 40 % และ 100% เมื่อยังไม่ต่อโหลดให้ผู้ใช้ไฟ

(1) ถ้าต่ำกว่า 40% โหลดเครื่อง เมื่อบาลาสใหญ่เกินไปและควรเปลี่ยนขนาดที่เล็กกว่า สำหรับตัวอย่างของอุปกรณ์ความต้านทานบางตัว (เช่น cooking rings) สามารถตัดการเชื่อมต่อได้

(2) ถ้า 100 % โหลดเครื่อง เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ที่ทำโหลดของชุดบาลาสจะต้องร้อนขึ้น ถ้าบางชุดอุปกรณ์เกิดเย็น ให้ทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อใหม่ และถ้าเป็นไปได้ควรเปลี่ยนอุปกรณ์ตัวต้านทานใหม่

(3) ถ้าทุกอุปกรณ์ทำงานและอ่านค่าขณะ 100 % โหลดเครื่อง การเพิ่มขนาดของโหลดบาลาสโดยปราศจากตัวควบคุมหรือตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เกินค่าสูงสุด

(4) ถ้าเป็นไปได้ เมื่อกังหันมีการทำงานที่ให้พลังงานที่ได้ลดลง ทางเลือกคือการเพิ่มความจุของตัวควบคุมและตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

17.6 หน้าทีของระบบส่ง

(1) ตรวจสอบการระบบจ่ายไฟของขั้วและสายเคเบิลเพื่อรับประกันว่ามีการติดตั้งมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัด ส่วนแนวสายส่งในพื้นที่ดินว่างหรือช่องสายเคเบิลควรสะอาด

(2) ตรวจสอบสายไฟทุกบ้านว่ามีการติดตั้งอย่างปลอดภัยและได้ทำตามคู่มือเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าอย่างปลอดภัยหรือไม่

(3) ถ้ามีโหลดเหนี่ยวนำ เช่น หลอดไฟ หรือมอเตอร์ เชื่อมต่ออยู่ การวัดค่าความถี่เมื่อสิ่งเหล่านั้นดำเนินงานอยู่ ถ้าความถี่มากเกินไปเมื่อใช้ปัจจัยพลังงานจะเกี่ยวข้องกับโหลดเหนี่ยวนำอย่างอื่น

17.7 การดำเนินงาน

การเริ่มใช้ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- (1) ตัดการเชื่อมต่อจากโหลดผู้ใช้งาน
 - (2) เปิดวาล์วควบคุมการไหลอย่างช้าๆ จนกระทั่งเปิดเต็มที่หรือเท่าที่ออกแบบพลังงานที่ได้จนสำเร็จ
 - (3) ทำการเชื่อมต่อโหลดผู้ใช้งาน
 - (4) ถ้าพลังงานมีจำนวนมากเริ่มจ่ายไฟในบาลาส
- ควรพิจารณาการลดอัตราไหลตามการลดอุณหภูมิของบาลาสที่เพิ่มขึ้น

การหยุดใช้ตัวกำเนิด

- (1) ตัดการเชื่อมต่อโหลดผู้ใช้
- (2) ปิดวาล์วควบคุมการไหลลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งได้ปิดเรียบร้อยแล้ว

บทที่ 18

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

18. ปัญหาและการแก้ไขอุปกรณ์

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบถึงปัญหา ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ สาเหตุที่เป็นไปได้ และทางแก้ปัญา ของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก

หัวข้อการอบรม

- 1 ปัญหา ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์
- 2 สาเหตุที่เป็นไปได้
- 3 ทางแก้ปัญา

บทที่ 18

ความล้มเหลว- หาทางแก้ไข

ปัญหา	สาเหตุที่เป็นไปได้	ทางแก้ปัญหา
ไม่มีแรงดันไฟ/กำลังไฟฟ้าที่ได้ต่ำ	กั๊กหรือน้ำมีกำลังไม่เพียงพอ	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบการจ่ายน้ำ หัวฉีดและความเร็วตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
	ขดลวดขาด	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบสายไฟและ MCB และ RCD ว่าเปิดสวิตช์แล้ว
	ความจุตัวเก็บประจุไฟฟ้าไม่ถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบความจุที่เชื่อมต่อของตัวเก็บประจุแสดงดังผังสายไฟ ตรวจสอบค่าความจุของตัวเก็บประจุว่าถูกต้องสำหรับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไม่
	ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีการสูญเสียแรงแม่เหล็ก	<ul style="list-style-type: none"> ตัดโหลดออกจากผู้ใช้งาน เมื่อตัวกำเนิดหยุดทำงาน เชื่อมต่อแบตเตอรี่ของ 6 V หรือ มากกว่า จับค่อมสายทุกปลายทางทั้งสองของตัวกำเนิด ทั้งไว้ใช้เวลานานหรือสองวินาที เริ่มเดินเครื่องใหม่และตัดโหลดออกจากผู้ใช้งาน
เครื่องทึบเพราะแรงดันเกินขณะเดินเครื่อง	บาลาส์โหลดไม่เชื่อมต่อกับระบบอย่างถูกต้อง (อ่านบาลาส์คัมเตอร์ 100%)	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบการเชื่อมต่อที่ขาดหายหรือผิดพลาด ตรวจสอบว่าทุกสวิตช์ในวงจรบาลาส์ได้เปิดอยู่ ตรวจสอบว่าทุกโหลดบาลาส์มีความร้อนหรือไม่ ถ้าไม่มีวัดจากตัวต้านทานและเปลี่ยนใหม่
	ไฟฟ้าที่ได้จากตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสูงกว่าค่าของ IGC ที่ตั้งไว้	<ul style="list-style-type: none"> กั๊กหรือน้ำยังทำงานแต่กำลังไฟฟ้าน้อยลงหรือแทนที่ IGC ด้วยอัตราที่สูงกว่าระดับหนึ่ง
	ตัวควบคุมล้มเหลวในการส่งกำลังไฟไปยังบาลาส์ (บาลาส์คัมเตอร์ไม่ได้มีทำงานหรือมีช่วงที่จำกัดมากเกินไป)	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบความเสียหายจากสายไฟของ IGC ถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ ให้ตรวจสอบที่บอร์ดวงจรไฟฟ้า
บาลาส์ทึบโคมไฟตก	วงจรบาลาส์ช็อต	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบความต้านทานระหว่างขั้วบาลาส์แต่ละขั้วบาลาส์และตรวจสอบสายดินวงจรไฟฟ้าที่มีช็อตหรือไม่ ถ้ามีให้ ซ่อมหรือเปลี่ยนสายไฟที่เสียหายของบาลาส์โหลด
	โหลดบาลาส์ใหญ่เกินไป	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบว่าการใช้กำลังไฟฟ้าของบาลาส์น้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังของ IGC
โหลดไฟฟ้บูป	การตอบสนองความเร็วของตัวควบคุมไม่ถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> หลังจากติดตั้งความเร็วที่ตอบสนอง ด้วยเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าบนวงจรบอร์ด
	โหลดบาลาส์ใหญ่กว่าขนาดของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> ลดขนาดความจุของบาลาส์โหลด
	กั๊กหรือน้ำความเร็วในการทำงานไม่สม่ำเสมอ	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบกั๊กหรือน้ำว่ามีสิ่งกีดขวางตัวกั๊ก ให้เอาออก ตรวจสอบลูกปืน(Bearing)ที่เก่าและแย่ ตามจุดต่างๆ
สวิตช์ป้องกันมอเตอร์ทำงานเอง	ตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเชื่อมต่อกับระบบไม่ถูกต้อง	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบการเชื่อมต่อของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

	มีการกระชุนด้วยไฟฟ้ามากเกินไป (สวิตช์ป้องกันมอเตอร์ทำงานเมื่อถึงขั้นน้ำทำงานกำลังงานลดลง)	<ul style="list-style-type: none"> ลดจำนวนของตัวเก็บประจุที่เชื่อมต่อ
	กระแสไฟฟ้ามีไหลมากเกินไป (สวิตช์ป้องกันมอเตอร์ทำงานด้วยถึงขั้นน้ำเดินเครื่องที่กำลังเต็ม)	<ul style="list-style-type: none"> ปรับแต่งค่าเพิ่มอัตราของกระแสที่ตัวสวิตช์ป้องกันมอเตอร์และตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยถ้ามีความจำเป็น ถึงขั้นน้ำปรับความเร็วของน้ำเพื่อลดกำลังขับลง หลีกเลี่ยงการให้ไหลเกินของตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
	วงจรไฟฟ้าช็อตในระบบการกระจาย	<ul style="list-style-type: none"> ส่วนที่แยกออกมาจากระบบการกระจายจนกระทั่งหาเจอแล้ว ทางเลือกหนึ่งเป็นหารวัดตัวด้านที่ส่วนแตกต่างเพื่อป้องกันความล้มเหลว
RCD ทำงานเอง	กระแสไฟฟ้ารั่วลงดินทั้งโรงไฟฟ้าหรือแต่ละพื้นที่ที่มีไหล	<ul style="list-style-type: none"> ตัดไหลออกจากผู้ใช้งานก่อน และเริ่มเดินเครื่องใหม่เพื่อตรวจหาปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงไฟฟ้า ถ้ายังเกิดปัญหา เช่น เติมน้ำในโรงไฟฟ้าให้ตรวจสอบสายไฟและอุปกรณ์สายดิน (เช่น ในตัวควบคุม) ไปยังตำแหน่งจุดที่มีปัญหา ถ้าไม่ล้มเหลวมีปัญหาระบบของโรงไฟฟ้า ให้ดูที่จุดเชื่อมต่อของสายดินต่อของไหลจากผู้ใช้งานทั้งหมด ตรวจสอบตัวจับป้องกันไฟฟ้าว่าช็อตลงพื้นดินให้ตัดระบบการเชื่อมต่อออกชั่วคราว
บ้านหลังที่ไฟดับไม่มีไฟฟ้าใช้	มิเตอร์ของไหลตก	<ul style="list-style-type: none"> ตัดไหลทุกไหลที่ใช้ไฟในบ้านและรอประมาณ 5 นาที ให้เพิ่มไหลใหม่ที่จุดใช้ไหลน้อยกว่าเดิมก่อน
	มิเตอร์ไหลผิดพลาด	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบฟิวส์ ถ้าขาดให้ตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้น และต่อฟิวส์ใหม่
	สายไฟขาด หรือมีปัญหา เช่น หลวม หรือช็อต	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบการเชื่อมต่อของภายนอกสายไฟ ตรวจสอบสายไฟภายในบ้านทั้งหมด
บ้านกลุ่มหนึ่งไฟดับไม่มีไฟฟ้าใช้	สายไฟขาด หรือมีปัญหา เช่น หลวม หรือช็อต	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบการจ่ายไฟในสายเคเบิลที่เชื่อมต่อไปยังบ้านกลุ่มผู้ใช้งานที่ล้มเหลว
บ้านทุกหลังไฟดับไม่มีไฟฟ้าใช้(ควบคุมตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและการทำงานของบลาสซิงปกติ)	สายไฟขาด หรือมีปัญหา เช่น หลวม หรือช็อต	<ul style="list-style-type: none"> ตรวจสอบสายไฟของสวิตช์ที่ใช้ไฟหลักในโรงไฟฟ้า ตรวจสอบการเลือกใช้สายเคเบิลที่แตกครั้งแรกของระบบการจ่ายไฟ

หมายเหตุ การหาความล้มเหลว

(1) การสูญเสียกำลังแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหลือน้อยเมื่อตัดกระแสไฟฟ้าแล้ว

ถ้าไหลมีการใช้งานเพิ่มขึ้น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหยุดเหมือนว่ากำลังแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีอยู่แล้วจะสูญหายไป สนามแม่เหล็กไฟฟ้าขนาดเล็กนี้ต้องการการกระตุ้นกระแสไฟฟ้าในการสร้างสนามแม่เหล็กให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามารถทำงานสร้างแรงดันที่ต้องการ ถ้ามีการกระตุ้นเกิดขึ้น เมื่อนั้นแรงดัน (และกำลัง) จะเข้าสู่สถานะที่ถึงขั้นน้ำจะหมุน เพิ่มกำลังสามารถหมุนขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพิ่มแรงดัน กรณีนี้ เมื่อแหล่งกำลังไฟฟ้า DC ที่จ่ายให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก เช่น แบตเตอรี่ควรเลือกเป็นการเชื่อมต่อแบบอนุกรมทั้งสองปลายทางตัวกำเนิดก่อนเริ่มใช้งานถึงขั้น โดยใช้แบตเตอรี่ 6V, 9V หรือ แบตเตอรี่ 12V แบบ

กรดตะกั่วจะต้องให้มีความเหมาะสมสำหรับสิ่งนี้หรือไฟฟ้าที่ไหลใน แบตเตอรี่ทั่วไป ที่เชื่อมต่อในแต่ละชุดควรเชื่อมต่อภายใน 1-2 วินาทีเท่านั้น หมายเหตุ จะต้องมีการดูแลเมื่อใช้แบตเตอรี่แบบกรดตะกั่ว ไม่ให้ลัดวงจรที่ปลายสายขั้วแบตเตอรี่ สามารถทำให้ แบตเตอรี่เกิดระเบิดได้

(2) การตรวจสอบตัวเก็บประจุที่เสียหาย

ควรตรวจสอบค่าตัวเก็บประจุด้วยกับมิเตอร์วัด มิฉะนั้นการทำงานของตัวเก็บประจุ ทำงานผิดพลาด ควรวัดด้วยมิเตอร์ โดยวัดความต้านทาน แต่ละชุด (ตัวเก็บประจุที่มีความจุสูงและเพิ่มขึ้น โดยการชาร์จจากแบตเตอรี่) การตรวจสอบถ้าความต้านทานต่ำ ที่ตัวเก็บประจุแสดงว่ามีความเสียหายและควรเปลี่ยนใหม่

บทที่ 19

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน ของเครื่องกั้นพลังงานขนาดเล็กมาก”

19. ไฟฟ้าพื้นฐาน

วิทยากร



วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

- 1 เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมทราบถึงหลักการไฟฟ้าพื้นฐาน

หัวข้อการอบรม

1. แรงดัน กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า
2. ตัวต้านทาน
3. ไฟฟ้า AC และ DC
4. ความเร็วของกังหันน้ำสำหรับโหลดทางกล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 19

ไฟฟ้าพื้นฐาน

แรงดัน กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า

ไฟฟ้าคือเครื่องมือที่ให้ความสะดวกจากพลังงาน ถ้าสามารถให้กำเนิดไฟฟ้าในสถานที่หนึ่งและมีการส่งถ่ายไปยังสถานที่ที่มีความต้องการ การที่สวิตช์มีการเปิด มันสามารถทำให้เกิดการทำงานที่เป็นประโยชน์เช่น การสร้างไฟฟ้า ความร้อน มอเตอร์ขับเคลื่อน ในการขับเคลื่อนแรงเกิดจากไฟฟ้าไปยังการไหลที่เรียกว่า แรงดัน ไฟฟ้าจะไหลด้วยตัวของมันรู้จักกันว่า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้ามีส่วนประกอบของแรงดันและ กระแสไฟ พลังงานวัดได้ในรูปวัตต์หรือกิโลวัตต์ที่ได้ใช้ในการอธิบายถึงอัตราที่พลังงานถูกใช้ไป

ตัวความต้านทาน

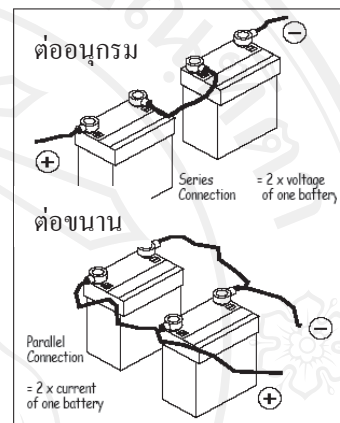
จำนวนของกระแสไฟฟ้าที่ไหลไปกับแรงดันในการขับเคลื่อนเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับแรงต้านทานของวัสดุตลอดทั้งการส่งผ่าน วัสดุเช่นทองแดงที่มีแรงต้านทานต่ำเพื่อใช้ในการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าได้ง่ายขึ้น สิ่งเหล่านี้ถูกเรียกว่าตัวเก็บประจุ วัสดุที่มีแรงต้านทานสูง เช่น พลาสติกเกือบทุกชนิดถูกเรียกว่าฉนวนกันความร้อน

ไฟฟ้า AC และ DC

ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เป็นประเภทของไฟฟ้าที่มีการเก็บในแบตเตอรี่ การไหลของกระแสไฟฟ้าจากขั้วบวก (+) ไปยังขั้วลบ (-) ถ้าแบตเตอรี่มีการเชื่อมต่อโหลด แรงดันแบตเตอรี่ต่างๆ สำหรับตัวอย่าง อาจเป็น 1.5 V 6V, 9V หรือ 12V. ถ้าแบตเตอรี่สองลูกได้เชื่อมต่อในสายเดียวกัน (แบบอนุกรม) เมื่อนั้นแรงดันจะเป็นสองเท่า ถ้าแบตเตอรี่ทั้งสองเชื่อมต่อแบบขนานเมื่อนั้นความจุกระแสไฟฟ้าจะเป็นสองเท่า ปลายของแบตเตอรี่ไม่เคยลัดวงจรหรือระเบิด ถ้าไม่ต่อชนกัน

บางครั้งกระแสไฟฟ้าที่เกินในบางส่วนของแบตเตอรี่สามารถผลิตส่งกระแสได้จากแบตเตอรี่หนึ่งไปยัง

แบตเตอรี่หนึ่ง สำหรับตัวอย่าง แบตเตอรี่ 60 แอมแปร์ต่อ ชั่วโมง (Ah) สามารถผลิต 1 แอมแปร์ของกระแสไฟฟ้าสำหรับ 60 ชั่วโมงหรือ 20 แอมแปร์สำหรับ สาม ชั่วโมง แบตเตอรี่เท่านั้นที่มีการบ่งชี้จากแรงดันและอัตราแอมแปร์ต่อชั่วโมง ควรมีการเชื่อมต่อด้วยกันในวงจรที่เหมือนกัน สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเภทของแบตเตอรี่แสดงในบทที่ 13.1



รูป 19-1 ชุดและการเชื่อมต่อแบบขนานของแบตเตอรี่

ไฟฟ้ากระแสตรงที่ 12 V สามารถผลิตโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ กำลังไฟฟ้าที่มากที่สุดอย่างไรก็ตามจำกัดโหลดไว้ที่ประมาณ 500 W

วงจรกระแสไฟฟ้าสลับ (AC) เป็นไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนทิศทาง หลายๆ ครั้ง อัตราที่เกิดขึ้นเรียกว่าความถี่ ตัวกำเนิดเหนี่ยวนำและตัวกำเนิดที่เกิดขึ้นภายในเวลาเดียวกันผลิต AC ดีหลักๆ ของ AC คือเป็นไฟฟ้าที่สามารถกำเนิดได้ที่ความดันสูงมากกว่า เช่น 120V หรือ 220 V เหมือนของแบตเตอรี่ที่ใช้ระบบ DC

ตัวกำเนิดแรงดันสูงกว่าหมายความว่ากระแสไฟฟ้าต้องการในการขับเคลื่อนพลังงานที่แน่นอนอย่างน้อย ถ้ากระแสไฟฟ้านี้น้อยกว่ากำลังที่สูญเสียในสายเคเบิล ซึ่งหมายความว่าที่ AC ในการจ่ายไฟจะมีประสิทธิภาพไฟฟ้าที่มีระยะทางสายส่งยาว

ตามที่ระบบ AC และ DC ได้มีการเปรียบเทียบในการจ่ายไฟในหลอดไฟ 40 W 4 หลอด

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)

(1) ต้องการกำลังโหลดคือ 200 W

(2) แรงดัน AC 220V

$$I = P/V$$

$$= 200 \text{ W}/220\text{V}$$

$$= 0.91 \text{ Amps}$$

ระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

(1) ต้องการกำลังโหลดคือ 200 W

(2) แรงดันdc 12V

$$I = P/V$$

$$= 200\text{W}/12$$

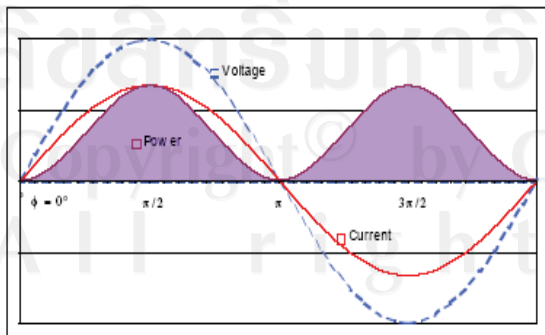
$$= 16.7\text{Amps}$$

กระแสไฟฟ้าสูงหมายความว่าสูญเสียสายเคเบิลอิเล็กทรอนิกส์เพราะว่าแรงต้านทานของสายเคเบิล

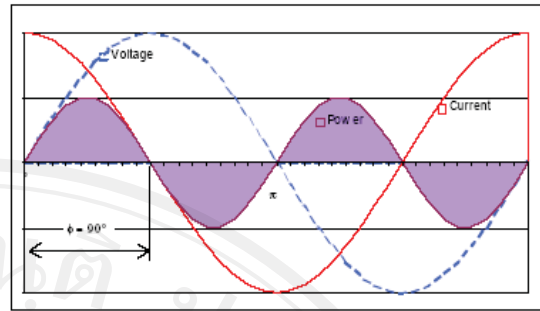
กราฟรูปแบบของ AC

แรงดัน AC ที่ผลิตในเวลาเดียวกันหรือตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหนึ่งขั้วนำมีการประมาณรูปร่างว่าเหมือนกับกราฟ sine เมื่อมีการเชื่อมต่อโหลด กระแสไฟฟ้าจะมีลักษณะรูปร่างคลื่นและเหมือนเป็นคลื่น (คลื่น = เวลาสำหรับหนึ่งกราฟสมบูรณ์) ความถี่ของจำนวนกราฟที่สมบูรณ์ใน 1 วินาที สำหรับตัวอย่าง กราฟสมบูรณ์ แสดงดังรูป 19-2 มีการทำซ้ำ 50 ครั้ง ใน 1 วินาที ถ้าความถี่ 50 Hertz.

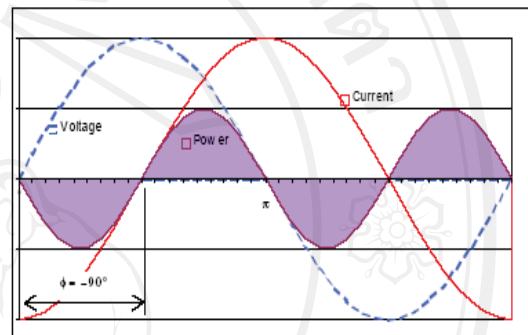
ถ้าโหลดมีแรงต้านทานบริสุทธิ์ (สำหรับตัวอย่างเครื่องทำความร้อนหรือหลอดไฟ) เมื่อนั้นกระแสไฟฟ้าจะสลับที่เวลาที่แน่นอนตามแรงดัน กระแสไฟฟ้าและแรงดันจะกล่าวไปยัง “ในเฟส”



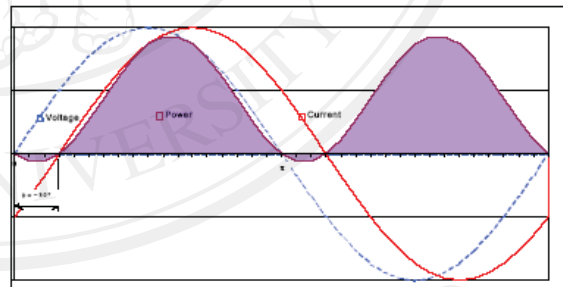
รูป 19-2 รูปแบบกราฟสามารถประมาณได้ว่าเป็นกราฟ sine ถ้าโหลดมีแรงต้านทานบริสุทธิ์ เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลในเฟสร่วมกับแรงดันตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูป 19-3 ถ้าโหลดคือตัวเก็บประจุบริสุทธิ์ เมื่อนั้นกระแสไฟฟ้านำจะมีแรงดันทำมุม 90 องศาและพลังงานเฉลี่ยการใช้ = 0 วัตต์



รูป 19-4 ถ้าโหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำบริสุทธิ์ เมื่อนั้นหลังจากกระแสไฟฟ้าแรงดันทำมุม 90 องศา ค่าเฉลี่ยกำลังที่ใช้ยังคงเป็น 0 วัตต์



รูป 19-5 วงจรทั่วไปจะประกอบด้วยแรงต้านทาน ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำ หลังจากกระแสความดันทำมุม 30 องศา ที่โหลดทั้งแรงต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ ปัจจัยกำลัง (PF) เข้าใกล้ 1 และจำนวนของตัวที่ใช้กำลังรีแอคชั่นจะน้อยแต่ต้องยังคงจ่ายโดยตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้

กำลังจริงและกำลังปรากฏ (Real and)

สมการพื้นฐานสำหรับกำลังคือจำนวนครั้งกระแสแรงดัน

$$19.2 \text{ กำลัง (ปรากฏ) } P (\text{Apparent}) = I \times V$$

อย่างไรก็ตาม สำหรับวงจร AC จะไม่เป็นเพียงกำลังปรากฏทั้งหมด ในการคำนวณกำลังจริงของปัจจัย (Factor)เพิ่มเติมที่ต้องการเรียกว่าปัจจัยกำลัง(Power factor : PF)

ใช้ปัจจัยกำลัง (PF) กำลังจริงสามารถคำนวณได้จาก

$$\text{กำลัง (จริง) } P (\text{real}) = V \times I \times \text{ปัจจัยกำลัง(PF)}$$

กำลังจริงคือการวัดในรูปแบบวัตต์ (W) และกำลังปรากฏในรูปแบบ Volt- Amp (VA)

เหตุผลสำหรับความแตกต่างทั้งสองประเภทของโหลดทางไฟฟ้าโหลดต้านทาน และโหลดรีแอคชั่นร่วมกับโหลดต้านทานของกระแสคือในเฟสร่วมกับแรงดันแสดงในรูป 19-2 และการใช้ปัจจัยกำลัง = 1 และกำลังจริงเท่ากับกำลังปรากฏ โหลดรีแอคชั่นอาจจะเป็นทั้งตัวเหนี่ยวนำหรือตัวเก็บประจุ โหลดรีแอคชั่นบริสุทธิ์รูปกระแสการใช้ไม่มีกำลังสุทธิดังรูป 19-3 และรูป 19-4 สำหรับเครื่องจักรกำลังไฟฟ้าการจ่ายคือขั้วบวกและเครื่องจักรในขั้วลบ กรณีเหล่านี้กำลังปัจจัยเท่ากับ 0 และกำลังจริงเท่ากับ 0 ส่วนประกอบของความต้านทานอ้างอิงในส่วนสูญเสียของขดลวดต่อกระแสไฟฟ้าสลับ ปัจจัยกำลังนำ (P.f.>1.0) ถ้าว่าความจุโหลดมากกว่าตัวเหนี่ยวนำ ปัจจัยกำลังไฟฟ้าที่เป็นฉนวน(P.f.<1.0) ถ้าโหลดจะมีตัวเหนี่ยวนำมากกว่าตัวเก็บประจุ

เมื่อปัจจัยกำลังเท่ากับ 1.0 เมื่อความต้องการสุทธิกำลังรีแอคชั่นคือศูนย์และกำลังแรงดันเพียงจ่ายให้ปัจจัยกำลังถูกต้องหมายความว่านำไปสู่ปัจจัยกำลังเข้าใกล้ 1 และลดการใช้โหลดรีแอคชั่น ในการปฏิบัติ ปกติใช้การเชื่อมต่อตัวเก็บประจุแบบขนานด้วยตัวโหลดเหนี่ยวนำในการเพิ่มปัจจัยกำลัง

ตั้งแต่กำลังรีแอคชั่นจะไม่แสดงบนมิเตอร์ไฟฟ้า การใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน จะไม่มีการจ่ายไฟ ของกำลังรีแอคชั่น อย่างไรก็ตามกำลังรีแอคชั่นพิเศษ จะยังคงหาโดยตัวกำเนิด ดังนั้นในการป้องกันระบบไฟฟ้าพลังงานน้ำจากการโหลดเกิน ปัจจัยกำลัง มีส่วนเกี่ยวข้องที่บ่อยครั้งและมีความสำคัญต่อการพิจารณาในการปรับปรุงต่อไป

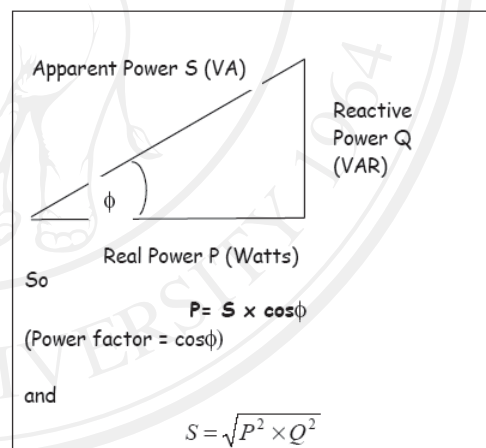
ปัจจัยกำลังของ 1.0 หมายความว่าโหลดแรงดันบริสุทธิ์ ไม่มกำลังรีแอคชั่นในกำลังจริงและกำลังปรากฏที่มีค่าเดียวกัน ถ้าปัจจัยกำลังน้อยกว่า 1 เมื่อโหลดเกิดขึ้นนาน ปัจจัยกำลังของโหลดทั่วไปบางชนิดจะส่งผลดังตารางนี้

ตารางที่ 19-1 ปัจจัยกำลัง(PF)สำหรับ โหลดหลายแบบ

โหลด	ปัจจัยกำลัง(PF)
โคมไฟอินเคสเดสเซนต์	1.0
โคมไฟฟลูออเรสเซนต์	0.5-0.7
มอเตอร์ต่างๆ	0.2-0.95

กำลังสามเหลี่ยมคล้าย

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังจริงและกำลังปรากฏสามารถสรุปใน “กำลังสามเหลี่ยม”



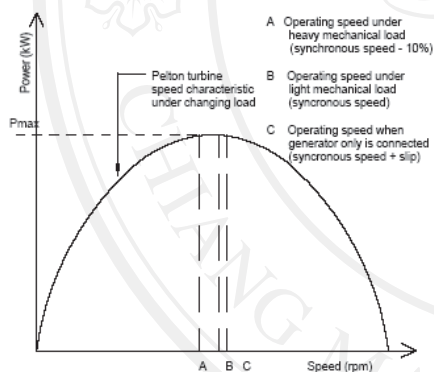
รูป 19-6 กำลังสามเหลี่ยมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังจริงและกำลังปรากฏ

ปัจจัยกำลังที่ถูกต้อง

วงจรไฟฟ้ามีปัจจัยกำลัง วัสดุที่เป็นฉนวน(lagging) เกิดจากโหลดเหนี่ยวนำรูปที่ 19-4 เช่นมอเตอร์ไฟฟ้าหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ ต้องการการจ่ายไฟของกำลังรีแอคชั่น สำหรับโหลดขนาดเล็กที่เชื่อมต่อขดลวดไฟฟ้า จะไม่เกิดกำลังรีแอคชั่นสามารถจ่ายไฟได้ดี อย่างไรก็ตาม อาจจะต้องเป็นตัวกำเนิดเหนี่ยวนำเดี่ยว ปัจจัยกำลังที่ถูกต้องให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจากกำลังไฟฟ้าที่ได้

ในส่วน ของ “ปัจจัยกำลัง(PF)ที่เหมาะสม” หมายความว่าเพื่อเพิ่มปัจจัยกำลัง จากวัสดุที่เป็นฉนวน (lagging) เท่ากับ 1 ดังนั้นจำนวนของกำลังรีแอคชั่นจะลดลง (ดังรูปที่ 19-5) นี่ทำให้การเชื่อมต่อตัวเก็บประจุกับตัวโหลดได้ดี ตัวเก็บประจุจะเกิดกระแสไฟฟ้าส่งแรงดัน โดยการเปรียบเทียบดังรูปที่ 19-3 และรูป 19-4 ผลกระทบที่ กำลังรีแอคชั่นที่ต้องการของวงจรคือการลด การเพิ่มเติมในการจัดหาและต้นทุนที่เหมาะสมของตัวเก็บประจุ และวิธีในการเชื่อมต่อ สิ่งเหล่านี้อาจกำหนดขอบเขตของปัจจัยกำลังในสิ่งที่ถูกต้องได้ อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญคือการหลีกเลี่ยง over-correction ของกำลังไฟฟ้า การคัดเลือกตัวเก็บประจุสำหรับปัจจัยกำลังได้อธิบายในส่วนที่ 13.1

ความเร็วของกังหันน้ำสำหรับโหลดทางกล



รูป 19-7 ความเร็วของกังหันน้ำ Pelton ภายใต้สภาพความแตกต่างของโหลด

ถ้าความเร็วของกังหันน้ำสำหรับการขับเคลื่อนโหลดทางกลต้องมีความระมัดระวังในการเลือกใช้ เมื่อนั้นเป็นไปได้ที่ใช้กับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (Induction Generator) เป็นตัวห้ามโหลดทางกล ดังนั้นในการกำหนดความเร็ว ซึ่งเป็นการลดการสวามและข้อดีระหว่างกระบวนการเช่น เครื่องบด ตัวอย่าง ในการบดเป็นแป้ง กำลังที่เกินออกมา ไม่ได้จากโหลดทางกลจะแต่จะจ่ายให้ การจ่ายไฟในตัวเคเกิดแรงดันในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพิ่มขึ้นและบาลาส จะป้องกันโหลดและความเร็วของกังหันน้ำไม่ให้เพิ่มมากเกินไป

ในการใช้ตัวควบคุมตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำเป็นตัวควบคุมกำหนดความเร็วของกังหันภายใต้เปลี่ยนแปลงของโหลดทางกลและโหลดไฟฟ้า เมื่อโหลดทางกลลดความเร็วลงของกังหันเพิ่มขึ้น ตัวเริ่มต้นการควบคุมโหลดขับเคลื่อน จะส่งกำลังส่วนเกินไปยังบาลาส นี่เป็นการเพิ่มโหลดบนกังหัน ดังนั้นจึงสามารถควบคุมความเร็วได้

ดังนั้นความเร็วที่ ควรเลือกการออกแบบความเร็วสำหรับเพลากังหันน้ำและขนาดของระบบพูลเล่ส์การขับเคลื่อนทางกล

ใช้ประโยชน์ได้จากคู่มือ ของการใช้ ความเร็วของมอเตอร์ที่ตรงกัน ซึ่งจะมีการทำงานน้อยกว่าความเร็วการทำงานเมื่อตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเริ่มขับเคลื่อน (ความเร็วตรงกันที่ +3% slip) ซึ่งหมายความว่าภายใต้สภาพปกติของการทำงาน โหลดไฟฟ้าและทางกลจะไม่เกิดขึ้น แต่กังหันจะต้องขับเคลื่อนกำลังที่ต่ำมากที่สุด ความเร็วจังหวะเดียวกันของขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้ว (3000 rpm) 4 ขั้ว (1500 rpm) และ 6 ขั้ว (1000 rpm) เครื่องจักรเหนี่ยวนำมีการใช้ “กำลังต่อสายพาน” ตารางที่ 13-5 ตารางที่ 13-6

หมายเหตุ เพิ่มเติมบนขนาดของสายพาน คู่มือในบทที่ 13.5 และ 13.6 มีค่าเพียงพอสำหรับการจับคู่พูลเล่ส์และสายพานต่อกับโหลด อย่างไรก็ตาม ทั้งสองอย่าง ไม่มีการนับ “กำลังขับเคลื่อนสายพาน” ตาราง

(1) สายพานยาวสามารถส่งกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าขนาดสั้น

(2) อัตราทดของพูลเล่ส์ทำให้ความเร็วลดลง (พูลเล่ส์ตัวเล็กจะขับเคลื่อนพูลเล่ส์ตัวที่ใหญ่กว่า) สามารถส่งกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าการใช้พูลเล่ส์สองอันที่มีขนาดเท่ากัน

ตารางที่ 19-2 การเพิ่ม 5% กำลังต่อสายพานถ้าระยะ

ศูนย์กลาง (มม.) ใหญ่กว่าค่าด้านบน

Ratio	SPZ	SPA	SPB
1:1	>550	>760	>1050
2:1	>600	>850	>1150
3:1	>600	>850	>1200
4:1	>650	>900	>1260
5:1	>650	>950	>1260

พูลล์สายพานสามารถกลายเป็นขนาดที่ใหญ่กว่าระดับที่ถูกต้องถ้าตารางที่ 19-2 และ 1-93 ได้ใช้ สำหรับสายพานที่มีความยาวมากกว่าค่าที่ให้ดังตารางที่ 19-2 (ค่าใน มม.) สามารถเพิ่มกำลังเข้าไป 5% สำหรับตัวอย่างเช่น ถ้าสายพาน SPZ ใช้ระบบรอกที่มีอัตราส่วนมากกว่า 2: 1 กำลังไฟฟ้าสามารถเพิ่มโดย 5% เมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 600 มม.

ตารางที่ 19-3 การเพิ่มกิโลวัตต์ ต่อสายพาน ถ้าอัตราส่วนคือ 1.95 หรือมากกว่าและพูลล์ของกึ่งหันน้ำมีขนาดเล็กกว่าโหลดของพูลล์

ความเร็วรอบของเพลากึ่งหัน RPM	SPZ	SPA	SPB
1000	0.15	0.39	0.81
1500	0.23	0.58	1.21
3000	0.46	1.17	2.42

ถ้าอัตราส่วนของพูลล์คือ 1.95 (1.95:1) หรือมากกว่า เมื่อกำลังพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้โดยจำนวนดังตารางที่ 19-3 สำหรับตัวอย่าง ถ้าสายพาน SPA ได้เลือกและความเร็วรอบของกึ่งหันคือ 1500 rpm กำลังของสายพานจะขับเคลื่อนเพิ่มโดย 0.58 kW ถ้าอัตราส่วนคือ 1.95 หรือมากกว่านั้น

All rights reserved

บทที่ 20

หลักสูตร “การจัดการองค์ความรู้สำหรับการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งาน

ของเครื่องกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก”

20. คำศัพท์ต่างๆ

วิทยากร

วันที่

เวลา

น. เจ้าหน้าที่ กฟผ. หรือหน่วยงานภายนอก ชาวบ้าน

ความสำคัญของการอบรม

1. เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ทราบถึงคำศัพท์ที่เป็นตัวย่อต่างๆ ให้เข้าใจยิ่งขึ้น

หัวข้อการอบรม

อธิบาย คำศัพท์ที่เป็นตัวย่อต่างๆ ทางเครื่องกลและไฟฟ้า

บทที่ 20

อภิธานศัพท์

Abney level	อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดความลาดเอียงของความชัน ; สามารถใช้ในการคำนวณความสูงน้ำ
AC	ไฟฟ้ากระแสสลับ ; กระแสไฟฟ้าที่จ่ายมีความถี่ ในช่วงกำหนดไว้ที่ 50Hz หรือ 50 ครั้งต่อวินาที
Altimeter	อุปกรณ์ที่ใช้แรงดันอากาศในการคำนวณความแตกต่างในความสูงตามแนวตั้งระหว่างจุดทั้งสอง
Ballast load	ใช้อุปกรณ์ให้ความร้อนควบคุมโหลดในการผลิตกำลังไฟฟ้าโดยตัวกำเนิด
Battery	ใช้สำหรับเก็บไฟฟ้า DC ; แบตเตอรี่ชาร์จใหม่ (ตัวอย่างเช่น กรดตะกั่ว, นิกเกิลแคดเมียม) สามารถใช้ไฟฟ้าบ้านที่ห่างไกลจากเชื่อมต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
Belt drive	ระบบสำหรับการส่งถ่ายพลังงานหมุนทางกลจากเพลานึง ไปยังอีกเพลานึงด้วยสายพาน
Bucket method	วิธีการสำหรับวัดการใช้ ถึงที่รู้ปริมาณน้ำต่อใช้น้ำพิคาจบเวลา
Canal	สามารถเป็นวิธีการปฏิบัติที่ดีและต้นทุนต่ำจะใช้ในพื้นที่ของการส่งน้ำไปยังแหล่งเก็บน้ำและลดความยาวของท่อส่งน้ำที่ต้องการ
Capacitor	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้ในมอเตอร์เหนี่ยวนำเพื่อในการทำงานเป็นตัวกำเนิด ; ใช้สำหรับปัจจัยกำลัง(PF)ที่ถูกต้อง ตัวเก็บประจุที่วัดค่าในหน่วย ไมโครฟารัด(μF)
CFL	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ; พลังงานมีประสิทธิภาพหลอดไฟต้องการพลังงานน้อยกว่าหลอดไฟชนิดอื่น
Current	อัตราการไหลของไฟฟ้าที่แท้จริงเรียกว่ากระแสไฟฟ้าที่มีโหลด วัดในหน่วยแอมแปร์
DC	ไฟฟ้ากระแสตรง ; กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในทิศทางหนึ่งโดยตรง
Demand survey	ส่วนประกอบของพลังงานที่ต้องการและความสามารถในการจ่ายไฟของสาธารณะ

Distribution system	ระบบสายไฟที่มีการเชื่อมต่อจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าไปยังบ้านผู้ใช้ไฟ
Distribution pole	ตัวสนับสนุนสำหรับการจ่ายไฟสายเคเบิล
Domestic wiring	ระบบสายไฟฟ้าภายในบ้าน
Earth-fault	สายไฟขัดข้องทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ารั่วลงพื้นดิน
Efficiency	ค่าที่ใช้ในการอธิบายวิธีที่พลังงานเปลี่ยนรูปไปเป็นรูปแบบอื่น ; ซึ่งเป็นอัตราส่วนของพลังงานที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้งานอธิบายในรูปของเปอร์เซ็นต์ ; ประสิทธิภาพของไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็กมากในระบบโดยทั่วไปอยู่ที่ 45 %
Emergency lighting	หลอดไฟที่มีแบตเตอรี่ที่ชาร์จไว้เต็มตลอดเวลา สามารถเปิดใช้งานได้เมื่อการจ่ายไฟฟ้าขัดข้อง
Energy storage	พลังงานสะสมอาจมีความต้องการถ้าการไหลของน้ำไม่สามารถทำให้เพียงพอได้ว่ามีระดับที่สูงพอตลอดทั้งปี เช่น แบตเตอรี่ และ อ่างเก็บน้ำเป็นตัวอย่างของพลังงานที่สามารถเก็บสะสมได้
Flow	การวัดปริมาณของการไหลของน้ำผ่านจุดจุดหนึ่งในหนึ่งวินาที ; วัดในหน่วยเมตรต่อวินาทีหรือลิตรต่อวินาทีและใช้ในการคำนวณพลังงานไฮดรอลิก
Forebay	สิ่งก่อสร้างที่มีการใช้งานบางครั้งสำหรับไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็กในจุดเริ่มต้นของน้ำมีความลึกเพียงพอ
Frequency	คลื่นความถี่ของกระแสไฟฟ้า วัดในหน่วย เฮิรตซ์ (รอบต่อวินาที)
Fuse	อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยของไฟฟ้าที่ป้องกันการทำลายของวงจรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเนื่องจากวงจรลัดหรือมีการ โหลดเกิน
Head	ระดับของน้ำตกในแนวดิ่งในลำน้ำหรือจากท่อส่งน้ำที่มีความสูง ; วัดในหน่วยเมตร
IGC	Induction Generator Controller –และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการเก็บแรงดันและความถี่ให้สม่ำเสมอ
Incandescent lamp	หลอดไฟพื้นฐานทำจากไส้หลอด (หลอดไส้)
Induction generator	แหล่งของไฟฟ้ากระแสสลับที่เกิดการเหนี่ยวนำ
Induction motor	เครื่องมือไฟฟ้าที่สามารถใช้เป็นโหลดในการขับเคลื่อนได้ เกิดการเหนี่ยวนำ
Intake	จุดที่เป็นทางเข้าน้ำของท่อส่งน้ำ หรือประตูน้ำเข้า
Lighting package	การจ่ายไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับหลอดไฟหลอดหนึ่งและใช้สำหรับวิทยุ
Lightning arrester	อุปกรณ์ที่รับกระแสกระชากจากการปะทะฟ้าผ่านไปยังพื้นดิน
Load	อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานที่ผลิตจากตัวแหล่งกำเนิด
Load control	ระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมโหลดบนเครื่องกำเนิดให้ค่าการผลิตไฟฟ้าคงที่
Load limiter	อุปกรณ์ในการป้องกันกระแสไฟฟ้าที่มากเกินไปให้กับผู้ใช้งาน
Low-pressure pipe	สามารถใช้เป็นทางเลือกที่คุ้มค่าในการที่คลื่อนำน้ำไปยังปากของท่อส่งน้ำ ที่มีแรงดันน้ำต่ำ

MCB	Miniature Circuit Breaker ; อุปกรณ์ความปลอดภัยทางเลือกไปยังฟิวส์ด้วยข้อดีที่สามารถรีเซ็ตได้ เมื่อตัดวงจรออกเนื่องจากวงจรลัดหรือโหลดมากเกินไป
Meter	อุปกรณ์ที่แสดงวัดระดับของแรงดันตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือพลังงานจากชุดบาลาสโหลด
Motor Protection Switch	อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยที่ตัดการเชื่อมต่อ ถ้ามีการดึงกระแสไฟฟ้ามากเกินไป แต่ไม่เหมือนกับ MCB ทำงานที่ ระดับหนึ่งของกระแสไฟ กระแสไฟฟ้าจะตัดออก ระบบ สามารถเลือกจากระดับกระแสที่ใช้งาน ตัวอย่าง เช่น 6 ถึง 10 แอมแปร์
Over-voltage trip	วงจรป้องกันสร้างใน IGC ที่ทำการตัดการจ่ายไฟอัตโนมัติเพื่อป้องกันโหลดของผู้ใช้งานมีแรงดันที่สูงมากเกินไป
Pelton turbine	วงล้อหมุนกับตัวรับน้ำรอบด้านนอกที่ดูดพลังงานน้ำและแปลงเป็นพลังงานกลหมุน การออกแบบ Pelton ส่วนมากต้องการระดับหัวน้ำสูง 20 เมตร หรือมากกว่า จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
Peltric Set	การออกแบบเครื่องไฟฟ้าพลังงานขนาดเล็กที่ได้รับความนิยมในเนปาล
Penstock	ท่อบรรจุน้ำภายใต้แรงดัน ; น้ำจากอ่างเก็บน้ำไปยังโรงไฟฟ้า
Pico hydro	พลังงานน้ำที่ผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุด 5 kW
p.c.d.	pitch circle diameter ; เส้นผ่าศูนย์กลางรอบ Pelton turbine ที่จุดศูนย์กลางร่วม
PTC	Positive Temperature Coefficient Thermistor ; อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถช่วยลดต้นทุนจากการจำกัดโหลด
Power	การวัดการจ่ายพลังงาน; หน่วย วัตต์ (W) กิโลวัตต์ (kW) อาจเป็น พลังงานไฮดรอลิก พลังงานกลหรือพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น
Power factor correction	การลดความต้องการพลังงานรีแอคชันของโหลด เช่น มอเตอร์เหนี่ยวนำ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยการเชื่อมต่อกับตัวเก็บประจุในการจ่ายไฟ
RCD	Residual Current Device ; ใช้ตัวการเชื่อมต่อในการจ่ายไฟในกรณีสายดินขัดข้อง
Reservoir	พลังงานสะสมของน้ำขนาดเล็กหรืออ่างเก็บน้ำ ; บางครั้งใช้ในช่วงฤดูที่แห้งแล้งถ้าเกิดการไหลของไฟฟ้าไม่เพียงพอ ; การสะสมน้ำระหว่างวันจะทำให้กักเก็บน้ำสามารถทำงานผลิตไฟในช่วงเย็นได้
Resistance	คุณสมบัติของวัตถุที่มีความสัมพันธ์กับความจุกระแสไฟฟ้าที่ดี เช่น พลาสติกมีความต้านทานสูงและถูกเรียกว่าฉนวน ทองแดงจะมีแรงต้านทานต่ำ เรียกว่าตัวเก็บประจุ ซึ่งแรงต้านทานวัดอยู่ในหน่วย โอห์ม (Ω)
Salt Gulp	วิธีการวัดอัตราการไหลของน้ำโดยการเติมเกลือลงไปให้น้ำและวัดค่าความนำไฟฟ้าที่เปลี่ยนไป
Stand-alone system	ระบบไฟฟ้าที่ไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าใหญ่
Transformer	อุปกรณ์ให้แรงดันของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนแปลง ทั้งเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามขนาดที่กำหนด (ตัวอย่าง 240 V แปลงเป็น 12 V) บางครั้งการจ่ายไฟความ

แรงดันในบ้านต้องเพิ่มขึ้นเพื่อให้ บ้านที่ห่างไกลมากกว่า 1 กิโลเมตรจากตัวเครื่อง
กำเนิดไฟฟ้าสามารถเชื่อมต่อถึงได้ แรงดันที่สูงขึ้นเพื่อชดเชยการสูญเสียไปในสาย
เคเบิล

Turbine nozzle

การจำกัดการไหลของน้ำในส่วนปลายของท่อส่งน้ำที่เข้าถังหั่นจะให้ความเร็วสูง
(หัวฉีด)

Valve

อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการไหลหรือ ปิด-เปิดของท่อส่งน้ำ

Voltage

หน่วยวัดแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการวัดค่าอัตราการไหลของไฟฟ้า
โดยรอบวัดในหน่วย โวลต์ (V)

Voltage drop

การสูญเสียความดันในระบบการจ่ายไฟเนื่องจากแรงต้านทานของสายเคเบิล
แรงดันตก $\pm 6\%$ สามารถยอมรับได้



ภาคผนวก ง
วงจรทดลองและสัญลักษณ์ที่ใช้ในวงจร

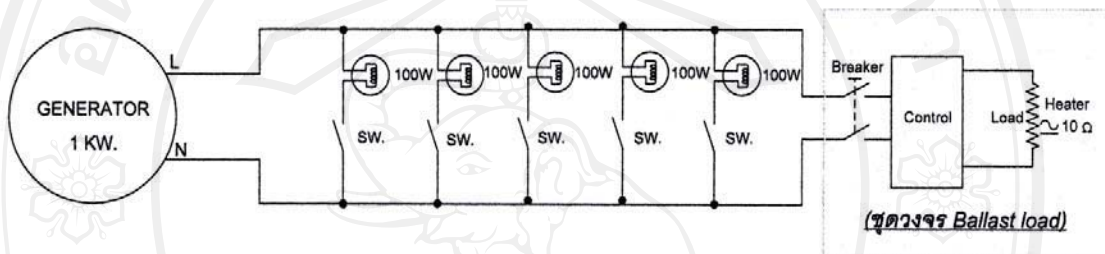
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

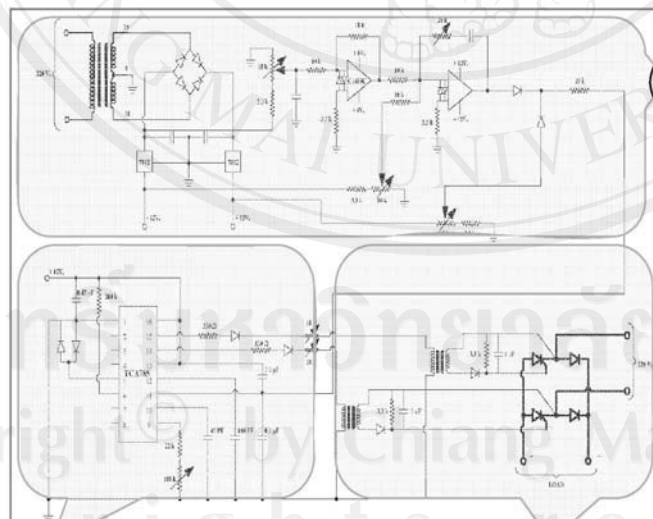
สรุปวงจรการทดลอง Ballast load

หลักการทํางานเบื้องต้น

วงจร Ballast load ใช้ร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันน้ำขนาดเล็ก โดย Generator ผลิตไฟฟ้าจากใช้พลังงานในการหมุน turbine แต่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโหลดลดลงในทันทีทันใด จะทำให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น ซึ่งมีผลทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดความเสียหายได้ วงจร Ballast จะทำหน้าที่แชร์แรงดันที่สูงเกินกว่าค่าที่เราตั้งไว้ ไปสู่ฮีตเตอร์ (โหลดแบบขดลวด)



การทํางานของวงจร Ballast load



1

IC (TCA785) ทำหน้าที่เป็น Phase control
โดยจะทำการส่งสัญญาณ Pulse เพื่อไป trig SCR

2

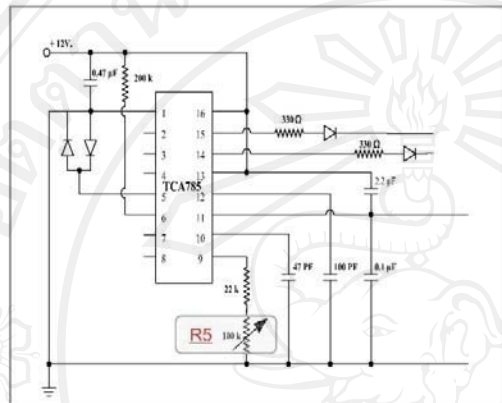
Op Amp ทำหน้าที่เปรียบเทียบ
สัญญาณจาก แรงดันของ Generator
เพื่อนำไปสร้างสัญญาณเปรียบเทียบ
(Vref) โดยนำไปเข้าที่ขา 11
ของ IC TCA785

3

SCR จะทำงานเมื่อแรงดันของ Generator เกิน
ค่าที่ตั้งไว้ เพื่อทำการแชร์แรงดันลงไปสู่
Ballast load

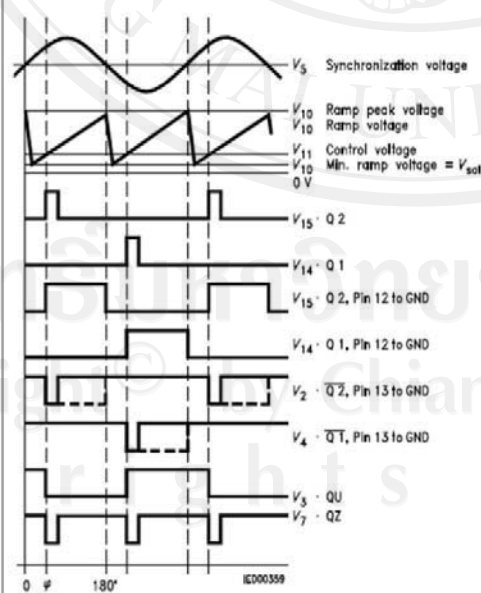
1) IC TCA785

TCA785 เป็น IC ที่ทำหน้าที่เป็น Phase Control มี Output เป็นสัญญาณ Trigger pulses ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในช่วง $0^\circ - 180^\circ$ โดยเรานำสัญญาณนี้ ไปใช้ในการ Trig SCR เพื่อแฉะแรงดันลง Ballast load



[TCA785 datasheet](#)

สัญญาณที่สำคัญของ TCA785



V5 : Synchronization voltage เป็นแรงดันกระแสลับ

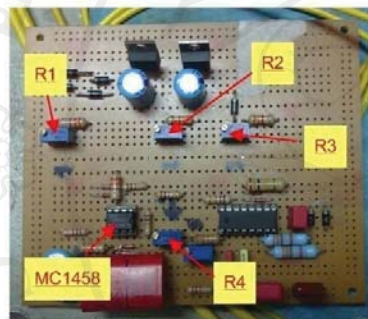
V10 : Ramp voltage เราสามารถปรับ Ramp นี้เพิ่มหรือลดลงได้จาก (R5)

V11 : Control voltage เป็นสัญญาณที่จะทำให้เกิด Pulse เพื่อไป Trig ที่ SCR โดยจะนำสัญญาณมาจาก ส่วนที่ 2 ของภาพวงจร Ballast load (ดูรายละเอียดจากส่วนที่ 2)

V14, V15 : เป็น Output signal ที่ไปทำหน้าที่ Trig SCR

หมายเหตุ

หลักการคือเมื่อแรงดันจาก Gen อยู่ในสภาวะใช้งาน (~220V) มุม Trig จะอยู่ประมาณ 180° เมื่อแรงดัน Gen. จะสูงกว่า 220 V V11 จะลดลงทำให้มุม Trig ลดลง Ballast load ทำให้แรงดันของ Gen. ไม่สูงกว่า 220 V การแบ่งกระแส Ballast load จะถูกควบคุมไม่ให้มีกระแสไหลมากกว่า 50 % ของ พิกัด Gen. ดังนั้น ควรจะ Limit มุม Trig ให้อยู่ที่ต่ำสุด 90 องศา ถ้าหากจะนำ Ballast load ไปใช้งาน ที่ load ของ Gen. 1 KW ควรจะใช้ Gen. ที่ load มากกว่า 2 KW



MC 1458 datasheet

การทดลองเพื่อปรับค่าในการใช้งาน



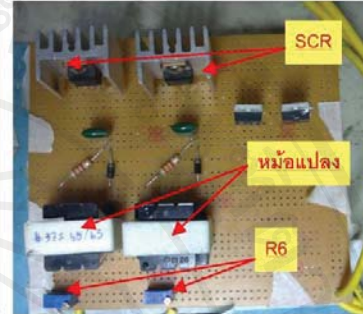
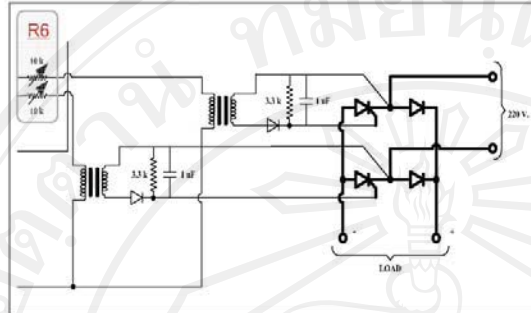
ทดลองโดยจ่ายไฟจาก Variac
แทน Generator โดยปรับค่าไว้ที่ประมาณ 245 V

- OpAmp1 จะนำสัญญาณลบจากขาของ 7912 เปลี่ยนเป็นสัญญาณบวกออกที่ Output ของ OpAmp1 (วัด Volt ที่ขา 1 ของ MC1458 เทียบ GND ซึ่งค่าแรงดันนั้นอยู่ที่ 0 - 7 Volt ที่แรงดัน 245 V ปรับได้จาก R1)
- สัญญาณบวกจากข้อ 1 จะนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณลบจาก 7912 ผ่าน R2 เพื่อที่จะผ่าน OpAmp2 โดยแรงดันนี้อยู่ที่ประมาณ 0 - (-4) Volt ปรับได้จากค่า R2
(ในการทดลองนี้ตั้งค่า V Opamp1 = 1, V ที่นำมาเปรียบเทียบกับปรับได้จากค่า R2 = (-4))
- สัญญาณจากข้อ 1, 2 จะถูกขยายผ่าน OpAmp2 โดยปรับค่าได้จาก R4 → V Opamp2
(วัด Volt ที่ขา 7 ของ MC1458 เทียบ GND ซึ่งค่าแรงดันนี้อยู่ที่ 4 - 11 Volt เมื่อปรับค่าตามข้อ 1, 2)
- สัญญาณที่นำมาเปรียบเทียบกับข้อ 3 คือสัญญาณ Reference ที่มาจาก R3 จะมีค่าประมาณ 3 - 10 V → Vref
- V Opamp2 (แปรตาม Vgen) ต้องมากกว่า Vref : แรงดัน V11 ถึงจะเปลี่ยนค่าตามแรงดันจาก Gen โดยจะแปรผกผันกัน
ถ้า V Opamp2 น้อยกว่า Vref : แรงดัน V11 ก็จะคงที่ตามแรงดัน V ref

หมายเหตุ

1. ค่าที่ตั้งไว้ล่าสุด ตั้งให้เริ่ม Trig ที่ 245 V คือ $V_{ref} = 4 \text{ V}$, $V_{Opamp2} = 6.3 \text{ V}$ จะได้ V_{11} ที่ประมาณ 5 V
2. ตั้งค่า Ramp (V_{10}) ของ TCA785 โดยปรับจาก R_5 โดยให้ Peak ของ Ramp อยู่ที่ประมาณ 5 V
3. ดังนั้นเมื่อ $V_{gen} < 245 \text{ V}$ ค่า V_{11} จะมากกว่า 5 V คืออยู่นอกรั้ว Ramp และเมื่อ $V_{gen} = 245 \text{ V}$ ค่า V_{11} จะลดลงมาแตะ Ramp จึงทำให้ SCR เริ่ม Trig และเมื่อ V_{11} ลดลงตัด Ramp มากขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้แรงดันตกคร่อม Ballast load มากขึ้น

3) ส่วน Power


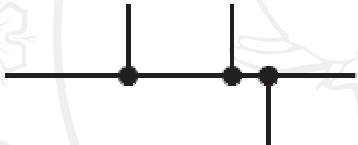
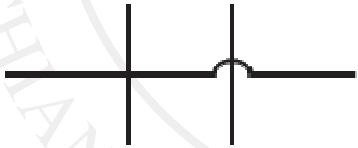






1. สัญญาณที่ออกจากขา 14, 15 (V14, V15) ของ TCA785 จะเป็น Pulse กลับ Phase กัน ซึ่งนำมาใช้ Trig SCR ให้ทำงาน
2. หม้อแปลงทำหน้าที่สำหรับแยก GND สัญญาณที่ผ่านหม้อแปลงจะเป็น Pulse ซึ่งสามารถปรับค่าได้จาก R6
3. SCR ที่ใช้ในการทดลองนี้คือ TYN612M ซึ่งจะมีค่า $V_{trig\ max} = 1.3\ V$
4. ดังนั้นต้องปรับค่าแรงดัน Trig หลังผ่านหม้อแปลงให้ได้ประมาณไม่เกิน 1.3 V โดยปรับจากค่า R6 ทั้งสองตัว (วัดได้จากแรงดันคร่อม R 3.3k)


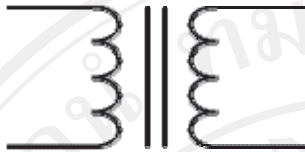
[TYN612M datasheet](#)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในวงจร(Circuit Symbols)








สัญลักษณ์แทนตัวอุปกรณ์จะถูกใช้ใน แผนภาพวงจร เพื่อแสดงให้เห็นการต่อเข้าด้วยกันของวงจร แต่รูปแบบตัวอุปกรณ์จริงจะแตกต่างจากแผนภาพวงจร ฉะนั้นในการสร้างวงจรจึงจำเป็นต้องมีแผนภาพแสดงการวางอุปกรณ์บน สตริปบอร์ด หรือ แผ่นปริ้นท์

สายและการต่อ		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
สาย (wire)		ให้กระแสผ่านได้ง่ายมากจากส่วนหนึ่งไปยังส่วนอื่นของวงจร
จุดต่อสาย		เขียนหยดจุดที่สายต่อกัน ถ้าสายต่อและตัดกันเป็นสี่แยก ต้องเลื่อนให้เหลื่อมกันเล็กน้อยเป็นรูปตัวทีสองตัวต่อกลับหัว เช่นจุดต่อด้านขวามือ
สายไม่ต่อกัน		ในวงจรที่ซับซ้อนมีสายมากจำเป็นต้องเขียนสายตัดกันแต่ไม่ต่อกัน นิยมใช้สองวิธีคือเส้นตรงตัดกันโดยไม่มีจุดหยด หรือเส้นหนึ่งเขียนโค้งข้าม อีกเส้นที่เป็นเส้นตรงคงรูปทางขวา อย่างแนะนำให้ใช้แบบหลังเพื่อป้องกันการเข้าใจผิดว่าเป็นจุดต่อที่ลืมนำจุดหยด

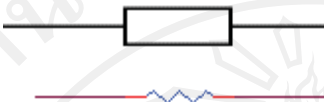
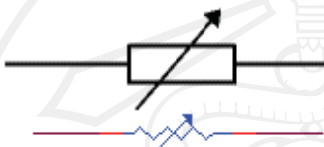
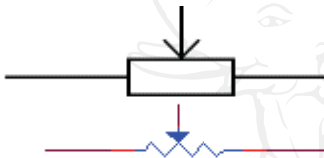
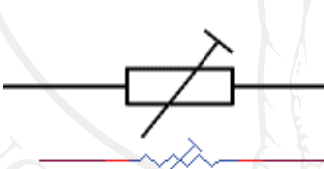
แหล่งจ่ายกำลัง		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
เซลล์		แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า เซลล์ตัวเดียวจะไม่เรียกว่าแบตเตอรี่
แบตเตอรี่		แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่จะมีมากกว่า 1 เซลล์ต่อเข้าด้วยกัน
ป้อนไฟตรง (DC)		ป้อนพลังงานไฟฟ้า DC = ไฟกระแสตรง ไหลทิศทางเดียวเสมอ
ป้อนไฟสลับ (AC)		ป้อนพลังงานไฟฟ้า AC = ไฟกระแสสลับ เปลี่ยนทิศทางการไหลตลอด



ฟิวส์		ป้องกันอุปกรณ์เสียหาย โดยตัวมันจะละลายขาดหากมีกระแสไหลผ่านเกินค่ากำหนด
หม้อแปลง		ขดลวดสองขดเชื่อมโยกันด้วยแกนเหล็ก หม้อแปลงใช้แปลงแรงดัน กระแสสลับให้สูงขึ้นหรือลดลง พลังงานจะถ่ายโอนระหว่าง ขดลวดโดยสนามแม่เหล็กในแกนเหล็ก และไม่มีการต่อกันทางไฟฟ้าระหว่างขดลวดทั้งสอง
ดิน(earth) (กราวด์)		ต่อลงดิน สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปนี่คือ 0V (ศูนย์โวลต์)ของแหล่งจ่ายกำลัง แต่สำหรับไฟฟ้าหลักและวงจรวิทยุบางวงจรหมายถึงดิน บางที่เราเรียกว่ากราวด์

อุปกรณ์ด้านออก: หลอดไฟ, ให้ความร้อน, มอเตอร์ ฯลฯ




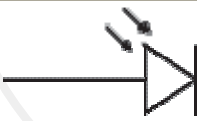
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
หลอด (แสงสว่าง)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสง สัญลักษณ์นี้เป็นหลอดให้แสงสว่าง ตัวอย่างเช่นหลอดไฟหน้ารถยนต์ หรือหลอดไฟฉาย
หลอด(ตัวชี้) (indicator)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสง สัญลักษณ์นี้ใช้สำหรับเป็นหลอดตัวชี้บอก ตัวอย่างเช่นหลอดไฟเตือนบนหน้าปัดรถยนต์
ตัวทำความร้อน (heater)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นความร้อน
มอเตอร์		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล (หมุน)
กระดิ่ง(bell)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นเสียง
ออด (buzzer)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นเสียง
ตัวเหนี่ยวนำ (ขดลวด, โซลินอยด์)		ขดลวด เมื่อมีกระแสไหลผ่านจะเกิดสนามแม่เหล็ก หากมีแกนเหล็กอยู่ข้างในจะสามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยทำให้เกิดการผลักได้



สวิตช์		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
สวิตช์กดต่อ		สวิตช์กด ขอมให้กระแสไหลผ่านเมื่อสวิตช์ถูกกด เช่น สวิตช์กริ่งประตูป้าน
สวิตช์กดตัด		สวิตช์แบบกด ซึ่งปกติจะต่อ (on) และเมื่อถูกกดจะตัด (off)
สวิตช์ปิดเปิด (SPST)		SPST(Single Pole Single Throw) สวิตช์ปิดเปิด ขอมให้กระแสไหลผ่านที่ตำแหน่งต่อ (on)
สวิตช์สองทาง (SPDT)		SPDT(Single Pole Double Throw) สวิตช์สองทาง เปลี่ยนสลับการต่อเพื่อให้กระแสไหลผ่านได้ไปทางตำแหน่งที่เลือก สวิตช์สองทางบางแบบจะมีสามตำแหน่ง โดยตำแหน่งกลางไม่ต่อ(off) ตำแหน่งจึงเป็น ปิด-เปิด-เปิด(on-off-on)
สวิตช์ปิดเปิดคู่ (DPST)		DPST(Double Pole Single Throw) สวิตช์ปิดเปิดแบบคู่ ปิดเปิดพร้อมกัน เหมาะสำหรับตัด-ต่อหรือปิด-เปิด วงจรพร้อมกันสองเส้น เช่น ไฟเมน
สวิตช์สองทางคู่ (DPDT)		DPDT(Double Pole Double Throw) สวิตช์สองทางแบบคู่ เปลี่ยนสลับการต่อพร้อมกัน เช่น ใช้ในการต่อเพื่อกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ดีซี สวิตช์บางแบบจะมีสามตำแหน่งคือตำแหน่งไม่ต่อ(off)ตรงกลางด้วย
รีเลย์		สวิตช์ทำงานด้วยไฟฟ้า เมื่อมีไฟ เช่น 12 โวลต์ 24 โวลต์ มาป้อนให้ขดลวดแกนเหล็ก จะเกิดการดูดตัวสัมผัสให้ต่อกัน ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ต่อวงจรหรือตัดวงจร แล้วแต่ว่าต่ออยู่ที่ขา NO หรือ NC NO = ปกติตัด COM = ขารวม NC = ปกติต่อ


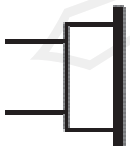
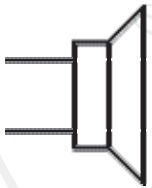
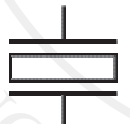
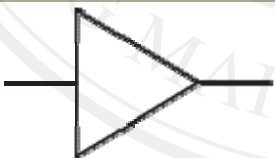

ตัวต้านทาน		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
ตัวต้านทาน		ตัวต้านทานทำหน้าที่ด้านการไหลของกระแส เช่น การใช้ตัวต้านทานต่อเพื่อจำกัดกระแสที่ไหลผ่าน LED
ตัวต้านทานปรับค่าได้ (รีโอสตาท)		ตัวต้านทานปรับค่าได้ชนิดนี้มีสองคอนแทก (รีโอสตาท) ใช้สำหรับปรับกระแส ตัวอย่างเช่น ปรับความสว่างของหลอดไฟ, ปรับความเร็วมอเตอร์, และปรับอัตราการไหลของประจุเข้าใน ตัวเก็บประจุ เป็นต้น
ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Potentiometer)		ตัวต้านทานปรับค่าได้ชนิดนี้มีสามคอนแทก (โพเทนชิออมิเตอร์) ใช้สำหรับควบคุมแรงดัน สามารถใช้เหมือนกับตัวแปลงเพื่อแปลง ตำแหน่ง(มุมของการหมุน)เป็นสัญญาณไฟฟ้า เช่น วอลุ่มปรับความดัง โทนคอนโทรลปรับทัมแหลม
ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Preset)		ตัวต้านทานปรับค่าได้ชนิดนี้ใช้สำหรับปรับตั้งล่วงหน้า (preset) ใช้ไขควงเล็กลงหรือเครื่องมืออื่นที่คล้ายกันปรับ ถูกปรับตั้งคอน ประกอบปรับแต่งวงจรจากนั้นอาจไม่มีการปรับอีก บางแบบเป็นรูปเกือกม้าปรับได้ไม่ลื่นรอบ บางแบบปรับละเอียดได้หลายรอบ






ตัวเก็บประจุ		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
ตัวเก็บประจุ		ตัวเก็บประจุ เก็บสะสมประจุไฟฟ้า ใช้คู่ร่วมกับตัวต้านทานเป็นวงจรเวลา สามารถใช้เป็นตัวกรอง เป็นตัวกั้นไฟลิตซีไม่ให้ผ่าน แต่ยอมให้สัญญาณเอชียผ่านได้
ตัวเก็บประจุมีขั้ว		ตัวเก็บประจุชนิดมีขั้ว เก็บสะสมประจุไฟฟ้า เวลาใช้ต้องต่อให้ถูกขั้ว ใช้คู่ร่วมกับตัวต้านทานเป็นวงจรเวลา สามารถใช้เป็นตัวกรอง เป็นตัวกั้นไฟลิตซีไม่ให้ผ่าน แต่ยอมให้สัญญาณเอชียผ่านได้

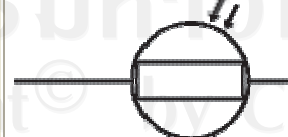

ตัวเก็บประจุ ปรับค่าได้		ตัวเก็บประจุปรับค่าได้ใช้ในจูนเนอร์วิทยุ
----------------------------	---	--

ไดโอด		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
ไดโอด		อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ขอมให้กระแสไหลผ่านทางเดียว
LED ไดโอดเปล่งแสง		อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นแสง
ซีเนอร์ไดโอด		ไดโอดที่รักษาแรงดันคงที่ตกคร่อมตัวมัน
ไดโอดเปล่งแสง		ไดโอดที่มีความไวต่อแสง

ทรานซิสเตอร์		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
ทรานซิสเตอร์ NPN		ทรานซิสเตอร์อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดNPN สามารถต่อร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆเพื่อเป็นตัวขยาย(Amplifier)หรือวงจรสวิทช์(Switching)
ทรานซิสเตอร์ PNP		ทรานซิสเตอร์อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดPNP สามารถต่อร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆเพื่อเป็นตัวขยาย(Amplifier)หรือวงจรสวิทช์(Switching)

อุปกรณ์เสียงและวิทยุ		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
ไมโครโฟน		ตัวแปลงสัญญาณเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า
หูฟัง		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นเสียง
ลำโพง		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นเสียง
ตัวแปลงพิโซ (Piezo)		ตัวแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นเสียง
ภาคขยาย (สัญลักษณ์ทั่วไป)		วงจรภาคขยายมีทางเข้าเดียว จริงๆแล้วเป็นสัญลักษณ์แผนภาพบล็อก เพราะทำหน้าที่แสดงแทนวงจร ไม่ใช่แทนอุปกรณ์เดียวๆ
สายอากาศ (Antenna)		อุปกรณ์ที่ออกแบบเพื่อรับหรือส่งสัญญาณวิทยุ

มิเตอร์และออสซิลโลสโคป		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
โวลต์มิเตอร์		โวลต์มิเตอร์ใช้วัดแรงดัน ชื่อที่ถูกต้องของแรงดันคือความต่างศักย์แต่คนส่วนใหญ่ชอบเรียกว่าแรงดัน
แอมป์มิเตอร์		แอมป์มิเตอร์ใช้วัดกระแส
กัลวานอมิเตอร์		กัลวานอมิเตอร์เป็นมิเตอร์ที่มีความไวสูงใช้สำหรับวัดค่ากระแสเล็กๆ เช่น 1 มิลลิแอมป์หรือต่ำกว่า
โอห์มมิเตอร์		โอห์มมิเตอร์ใช้วัดความต้านทาน เครื่องมัลติมิเตอร์ส่วนใหญ่สามารถตั้ง วัดความต้านทานได้
ออสซิลโลสโคป		ออสซิลโลสโคปใช้แสดงรูปคลื่นสัญญาณทางไฟฟ้า และสามารถวัด แรงดันกับช่วงเวลาของสัญญาณ

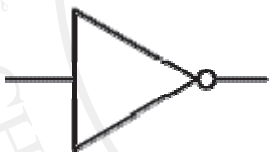
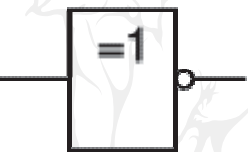
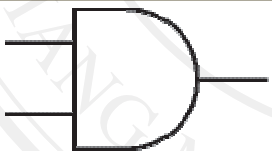
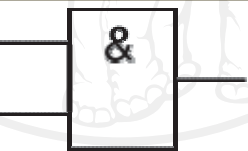
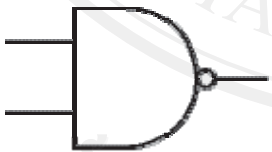
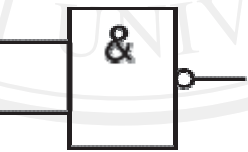
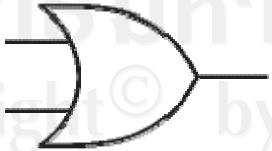

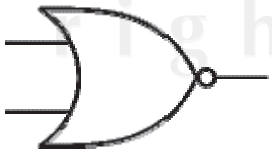
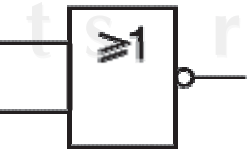
ตัวตรวจจับ(Sensors) (อุปกรณ์ทางเข้า)		
อุปกรณ์	สัญลักษณ์วงจร	หน้าที่ของอุปกรณ์
ตัวต้านทานเปลี่ยน แปลงตามแสง (LDR)		ตัวแปลงที่แปลงความสว่าง(แสง)เป็นความต้านทาน(คุณสมบัติทาง ไฟฟ้า) LDR = Light Dependent Resistor
เทอร์มิสเตอร์		ตัวแปลงที่แปลงอุณหภูมิ(ความร้อน)เป็นความต้านทาน(คุณสมบัติทาง ไฟฟ้า)


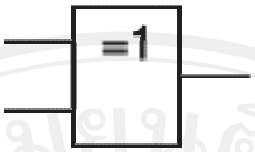

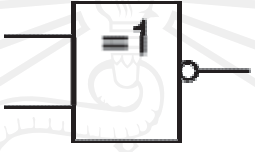
เกตรรก(Logic Gates)

กระบวนการสัญญาณเกตรรกซึ่งแสดงค่าจริง(true) (1, สูง, +Vs, เปิด) หรือไม่จริง(false) (0, ต่ำ, 0V, ปิด).

สำหรับรายละเอียดกรุณาดูที่หน้า เกตรรก(Logic Gates)

สำหรับสัญลักษณ์เกตรรกมีสองแบบคือสัญลักษณ์แบบเก่า กับสัญลักษณ์แบบIEC(International Electrotechnical Commission).

ชนิด เกตร	สัญลักษณ์แบบเก่า	สัญลักษณ์แบบ IEC	หน้าที่ของเกตร
<u>NOT</u> นอต			นอตเกตรมีขาเข้าเพียงหนึ่งขา ถ้าด้านออกเป็น'0' หมายถึง 'ไม่(not)' ด้านออกของนอตเกตรจะตรงกันข้าม กับด้านเข้า ดังนั้นด้านออกจะเป็นจริง(true)เมื่อด้านเข้า ไม่จริง(false) นอตเกตรเรียกอีกอย่างว่าอินเวอร์เตอร์
<u>AND</u> แอนด์			แอนด์เกตรสามารถมีด้านเข้าสองขาหรือมากกว่า ด้าน ออกของเกตรแอนด์(AND)เป็นจริงเมื่อด้านเข้าทุกขาเป็น จริง
<u>NAND</u> แนนด์			แนนด์เกตรสามารถมีด้านเข้าสองขาหรือมากกว่า ค่า '0' ทางด้านออกหมายถึง 'ไม่(not)' ซึ่งก็คือเกตร นอตแอนด์ (Not AND) นั่นเอง ด้านออกของเกตรแนนด์(NAND) เป็นจริงเมื่อ ด้านเข้าอย่างน้อยหนึ่งขาคือ '0'
<u>OR</u> ออร์			ออร์เกตรสามารถมีด้านเข้าสองขาหรือมากกว่า ด้านออก ของเกตรออร์(OR) เป็นจริงเมื่อด้านเข้าอย่างน้อยหนึ่งขา เป็นจริง
<u>NOR</u> นอร์			นอร์เกตรสามารถมีด้านเข้าสองขาหรือมากกว่า ค่า '0' ทางด้านออกหมายถึง 'ไม่(not)' ซึ่งก็คือเกตร นอตออร์ (Not OR) นั่นเอง ด้านออกของเกตรนอร์(NOR)เป็นจริง เมื่อด้านเข้าทุกขาคือ '0' (เป็น 0 ทุกขา)

<u>EX-OR</u> เอกซ์-ออร์			เอกซ์-ออร์เกตสามารถมีด้านเข้าเพียงสองขา ด้านออกของเกตเอกซ์-ออร์(EX-OR)เป็นจริงเมื่อด้านเข้าต่างกัน (ขาหนึ่งจริงแต่อีกขาหนึ่งไม่จริง)
ชนิด เกต	สัญลักษณ์แบบเก่า	สัญลักษณ์แบบ IEC	หน้าที่ของเกต
<u>EX-NOR</u> เอกซ์-นอร์			เอกซ์-นอร์เกตสามารถมีด้านเข้าเพียงสองขา ค่า '0' ที่ด้านออกหมายถึง 'ไม่(not)' ซึ่งก็คือเกต นอตเอกซ์-ออร์ (Not EX-OR) นั่นเอง ด้านออกของเกตเอกซ์-นอร์ (EX-NOR) เป็นจริง(true)เมื่อด้านเข้าเหมือนกัน(ทั้งจริงและไม่จริง)



ภาคผนวก จ
บทความทางวิชาการส่วนหนึ่งของงานวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Notification of Acceptance of the ICIMT 2010

December 28-30, 2010, Hong Kong, China

<http://www.icimt.org/>



IEEE



IACSIT
WWW.IACSIT.ORG

Dear Thanasan Thanavuth, Pongsak Holimchayachotikul and Sermkiat Jomjunyong,

Paper ID : D0110

Paper Title : Knowledge Management in Design, Installation and Operation of Micro Hydro Turbine based on Multi Objective Optimization and Data Mining Technique

Congratulations! The review processes for 2010 2nd International Conference on Information and Multimedia Technology (ICIMT 2010) have been completed. The conference received submissions from nearly 25 different countries and regions, which were reviewed by international experts, and about 250 papers have been selected for presentation and publication. Based on the recommendations of the reviewers and the Technical Program Committees, we are pleased to inform you that your paper identified above has been accepted for publication and oral presentation. You are cordially invited to present the paper orally at ICIMT 2010 to be held on, December 28-30, Hong Kong, China.

The ICIMT 2010 is sponsored by International Association of Computer Science and Information Technology (IACSIT) and co-sponsored by IEEE. The ICIMT 2010 has been listed in the IEEE Conference Search.

(Important) So in order to the register the conference and have your paper included in the proceeding successfully, you must finish following SIX steps.

1. Revise your paper according to the Review Comments in the attachment carefully.
2. Format your paper according to the Template carefully.
<http://www.icimt.org/ieee.doc> (DOC Format)
3. Download and complete the Registration Form.
<http://www.icimt.org/reg.doc> (English)
<http://www.icimt.org/cnreg.doc> (中文注册表)
4. Finish the payment of Registration fee at the Bank. (The bank transfer information can be found in the Registration form)
<http://www.icimt.org/reg.doc> (English)
<http://www.icimt.org/cnreg.doc> (中文注册表)

2010 2nd International Conference on Information and Multimedia Technology
ICIMT 2010

5. Finish the IEEE Copyright Form
<http://www.icimt.org/ieeecopyright.doc>

6. Send your final papers (both .doc and .pdf format), filled registration form (.doc format), copyright form (.jpg format) and the scanned payment (in .jpg format) to us at icimt@vip.163.com. **(Before September 20, 2010)**

ICIMT 2010 will check the format of all the registered papers first, so the authors don't need to upload the paper to the IEEE. After the registration, we will send all qualified papers to the IEEE for publishing directly.

If the above requirements are met by the set deadlines, the paper will be included in the ICIMT 2010 conference proceeding, and will be listed in IEEE Xplore and indexed by INSPEC, Thomson ISI Proceeding (ISTP), Ei Compendex.

Maybe some unforeseeable events could prevent a few authors not to attend the event to present their papers, so **if you and your co-author(s) could not attend ICIMT 2010 to present your paper for some reasons, please inform us. And we will send you, the official receipt of registration fee and proceedings after ICIMT 2010 free of charge.**

Please strictly adhere to the format specified in the conference template while preparing your final paper. If you have any problem in preparing the final paper, please feel free to contact us via icimt@vip.163.com. For the most updated information on the conference, please check the conference website at <http://www.icimt.org/>. The Conference Program will be available at the website in Late November, 2010.

Finally, we would like to further extend our congratulations to you and we are looking forward to meeting you in Hong Kong, China!

Yours sincerely,



ICIMT 2010 Organizing Committees
<http://www.icimt.org/>
Hong Kong, China

ลิขสิทธิ์โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Review Form of ICIMT 2010

Hong Kong, China, December 28-30, 2010

<http://www.icimt.org>

Paper ID : D0110

Paper Title : Knowledge Management in Design, Installation and Operation of Micro Hydro Turbine based on Multi Objective Optimization and Data Mining Technique

Evaluation:					
	Poor	Fair	Good	Very Good	Outstanding
Originality	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Innovation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
technical merit	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
applicability	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Presentation and English	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Match to Conference Topic	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recommendation to Editors					
	Strongly Reject	Reject	Marginally Accept	Accept	Strong Accept
Recommendation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comments:					
<p>Instructions for Composition of Final Paper:</p> <p>The author should prepare the final version of the paper as per review instructions:</p> <ul style="list-style-type: none"> -the language used should adequately inform the reader -the paper should have sufficient length to adequately satisfy its aims -the graphics used in the paper should sufficiently annotated or captioned 					

Knowledge Management in Design, Installation and Operation of Micro Hydro Turbine Based on Multi Objective Optimization and Data Mining Technique

Thanasan Thanavuth
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering, Chiang Mai University
Chiang Mai, Thailand
tanasarn.egal@gmail.com

Pongsak Holimchayachotikul
College of Arts, Media and Technology
Chiang Mai University
Chiang Mai, Thailand
holimchayachotikul@hotmail.com

Sermkiat Jomjunyong
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering, Chiang Mai University
Chiang Mai, Thailand
sermkiat@chiangmai.ac.th

Abstract—This paper is to provide a good insight into design and develop knowledge management (KM) system for Micro hydro installation based multi objective optimization and data mining technique to sustain the maximum efficiency usage of Micro hydro in the countryside of Thailand. Over the recent years in many Micro hydro installations, the domain experience and engineering judgment have been encountered to handle and optimize the frequency and voltage of Micro hydro on the grounds of the lack of the standard configuration procedure to cope with installation in the different environment. Normally, both technicians and villagers change condition of Micro hydro input by trial and error or one-factor-at-a-time, without concerning of the other external factors such as the volume of water in each season and water management policies, to find the best condition. Therefore, this paper presents a hybrid model to optimize the concerning responses of Micro hydro in term of mean and variance with many concerning real practical aspect. To begin with the proposed approach, KM cycle indicates the problems and solutions from the domain expert experience. Response surface methodology (RSM) was employed to accumulate the test condition records and to specify the significant parameters of the Micro hydro following the result of KM cycle. Then, RSM was brought into play to institute the nonlinear multivariate relationships between Micro hydro parameters and responses. The regression decision tree and the domain engineering knowledge were opted for the initial point of optimization algorithm as well. Finally, the results of many cases following this proposed method were constructed as KM system based on document system to accumulate installation best practices. The proposed Micro hydro installation was used for demonstration. It consists of Pelton and Kaplan type. In addition, this system uses the proposed ballast load to control stability of output and also use battery bank for energy provider to the far villages. In conclusion, the pre-installation simulation from RSM is able to forecast Micro hydro performance before real installation and the best practices for this KM system can directly help the technicians and users in term of maintenance and installation in the different context.

Keywords—: Knowledge Management System, Micro hydro Installation, Multi Objective Optimization, Data Mining

I. INTRODUCTION

Recently, the need of electricity of countryside of Thailand has been dramatically increased on the grounds of the need of education, information and facilities; however, it seems really hard to medium-sized electricity plant installation because of the most of the countryside of Thailand geographies are hard to access by the big machines. Moreover, the government organization did not have much more budget to invest for the medium-sized electricity plant construction in rural area. According to physical geography of rural in Thailand, It comprises of the mountains and water sources approximately 75 percentages. Therefore, this has the great possibility to use the alternative energy from water to produce the electricity. Moreover, some of projects initiated by His Majesty King Bhumibol Adulyadej have been to install the Micro hydro in the rural area of Thailand in order to increase the quality of living. These are enable the people in the rural area of Thailand can receive the education and information. On the other hand, these projects have incubated the environment conservation mind because if they do not conservation the water source, they will not have the energy for the everyday life. These win-win situations are perform following sufficient economic philosophy. The technicians in these projects have been installed many type of Micro hydro in many area. One fact from these activities, they did not have the standard procedure to handle the different kinds of installation in the diverse geographies.

There are the lower performances of Micro hydro in some areas. To collect the best practices from each step of these installation such as water source management in various seasons, the advantage of the different head, energy provider management in far area from service area of Micro hydro, the maintenance approach using the natural materials, water management after electricity production to agriculture such as fish basket and firming. These have been collect as the knowledge following KM cycle. It leads to construct the proposed hybrid Micro hydro system, consisted of Pelton and Kaplan type based on the proposed ballast load and storage charger based on battery bank concept.

This paper is organized as follows. In section 2, the Micro hydro theory, RSM, KM, and classification and regression trees algorithm, were briefly described. In section 3, the methodology of the proposed approach was shown. In section 4, the proposed hybrid Micro hydro system was explained. Results and discussion of the proposed framework were shown in section 5. This section has three main sub-sections. These are the experiment phase, model performance comparison and process optimization. Finally, conclusions were provided in section 6.

A. Micro hydro theory

[illegible]

The water flow inside the pipelines has potential of kinetic energy to spin small scale generator turbine for electricity generation. Thus, this project has been done to show the additional use of consuming water distributed to houses for electrical power generation instead of routine activities such as bathe, laundry, agriculture and farming. The electricity can be generated at the same time those usual activities are done without extra charge on the water bill consumption. power by means of battery charging for future use particularly during electricity blackouts. The proposed system is expected has a maximum capacity of 5kW.

One of response surface methodology, named central composite designs (CCD) was widely used in industrial process. Box and Wilson [6] introduced as method for fitting a second-order response surface. CCD also evolves from its use in sequential experimentation. It involves the use of a two-level factorial or fraction (resolution V) combined with 2^k axial or star points, where k is a number of factors. To sum up, the CCD is consist of Full factorial points, 2^k star points, and n_c center runs. It has the liner, quadratic and interaction term.

Knowledge Management (KM) comprises a series of practices and strategies make use of an organization to create, identify, distribute, represent, and enable adoption of insights and experiences. Such experiences and insights consist of knowledge, either embodied in individuals or embedded in organizational practical processes

D. Classification and Regression Trees

III. THE METHODOLOGY

A schematic diagram of the proposed procedure is shown in Figure. 2. This comprises of the combination of knowledge management (KM) system for Micro hydro installation based multi objective optimization and data mining technique to sustain the maximum efficiency usage of Micro hydro in the countryside of Thailand. RSM, based on optimization algorithm and desirability function [1], and C&RT applied to find the optimum setting of the process parameters in the proposed hybrid system.

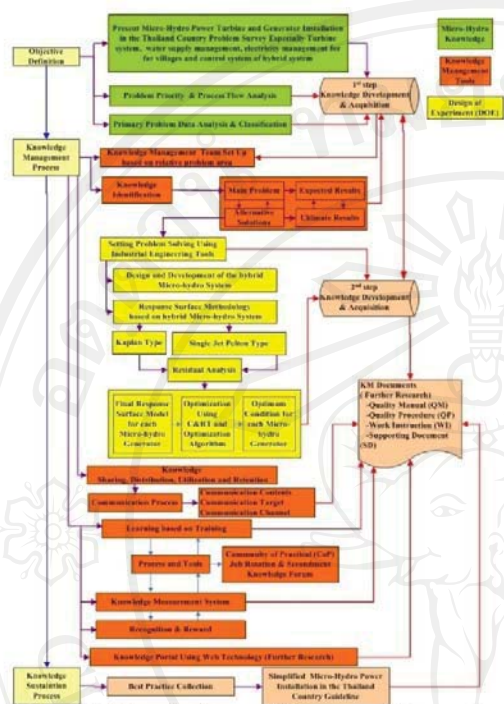


Figure. 2 Schematic diagram of the proposed framework.

IV. THE PROPOSED HYBRID MICRO HYDRO SYSTEM

From many installation experiences and best practices, KM cycle was used to extract the key improvement of Micro hydro system design. The proposed hybrid Micro hydro system in was design to suit electricity usage scenarios of the countryside of Thailand and to take advantage the various geography which provided the different head level. Its system diagram is shown in Figure. 3. This is why this system use Pelton and Kaplan type; Their effective head for electricity are greater than 25 m and 1.5 m, respectively. According to water source management based on multiple source policy, from water supplies such as a spring or a small canal, it allows this proposed system is enable to produce electricity in summer and winter season. On the side of system control, ballast load was used instead of governor to automatically handle of overload. If there is more power being generated that is needed by the village or produce from Micro hydro, the excess power is sent to a "the proposed ballast load" in Figure. 4. This is typically a heavy duty resistive load such as a heater which acts as a sponge to soak up any extra power, preventing it from overloading to the system. According to the limitation of power line in term of cost and the electricity loss for far distance, the storage charger was design to cope with this problem ; it performs as battery bank in Figure 5. for the villagers who stay far from

the effective area of this Micro hydro system. They can leave their battery to storage the energy in the day time and then they also come back to pick it up after their everyday farming or agriculture. Moreover, the water from tailrace of high pressure Micro hydro (Pelton) can be use at water supply directly to the low pressure Micro hydro (Kaplan) and also for the farming and fish basket.

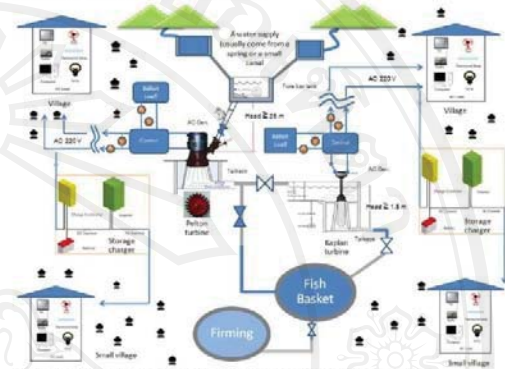


Figure.3. The proposed hybrid Micro hydro system.

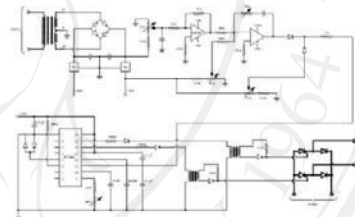


Figure.4. The proposed ballast load of hybrid Micro hydro system.

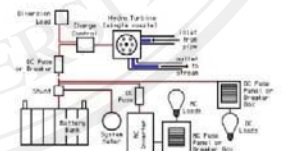


Figure.5. Battery Bank of hybrid Micro hydro system [2].

V. RESULTS AND DISCUSSION OF OPTIMIZATION

A. Knowledge Management Process

From the present problem survey following the proposed framework, one of significant result based on KM process is the design of the proposed hybrid Micro hydro system. Next we set up implementation team from both technicians and villagers to perform the optimization approach as the next stage. All of the optimization detail was transferred to document for knowledge sharing, distribution, utilization

and retention of the next installation. It is present result of KM process of this research paper. This lead to construct COP for learning and training to the other installation unit.

B. The Experimental Phase

After the hybrid Micro hydro installation at the testing site in Bhumibol dam, Thailand. After CCD experiment design of Pelton type with single replication and the 10 additional runs, 23 experiment settings were designed and demonstrated this proposed framework. To perform the experimental design based on blocking, high, low and axis level of the machining parameters (Pressure and Flow Rate) were selected and shown in Table 1. From both of ANOVA for Mean response, we can notice the P-value of square source is significant, so we can ensure that this problem is non-linear.

Table 1
Pelton Micro hydro parameters and their levels.

Symbol	Etching parameter	Unit	Minimum Level	Maximum Level
X ₁	Pressure	kg/cm ²	3.4	6.6
X ₂	Flow Rate	m ³ /min	0.01	0.058

This dataset can be used to construct the model from the non-linear techniques. The estimated regression coefficients from mathematical response model structure and analysis of variance for mean of two responses following

Estimated Regression Coefficients for Voltage

Term	Coef	SE	Coef	T
Constant	-393.0		350.4	-1.122
Block 1	171.8		36.6	4.692
Block 2	65.8		34.9	1.884
Block 3	38.1		20.6	1.846
Block 4	-45.6		20.0	-2.283
Block 5	-92.8		33.9	-2.741
Pressure	391.7		170.1	2.302
Flow Rate	-1029.4		11364.8	-0.091
Pressure*Pressure	-47.9		19.2	-2.490
Flow Rate*Flow Rate	59459.9		66081.3	0.900
Pressure*Flow Rate	-544.9		1931.4	-0.282

Estimated Regression Coefficients for Frequency

Term	Coef	SE	Coef	T
Constant	-112.17		67.6	-1.660
Block 1	28.20		7.1	3.993
Block 2	10.49		6.7	1.556
Block 3	4.28		4.0	1.076
Block 4	-9.30		3.9	-2.413
Block 5	-14.32		6.5	-2.192
Pressure	86.43		32.8	2.634
Flow Rate	776.16		2192.2	0.354
Pressure*Pressure	-10.15		3.7	-2.736
Flow Rate*Flow Rate	3918.70		12746.5	0.307
Pressure*Flow Rate	-186.08		72.6	-0.499

From the RSM model we also conduct the residual analysis to prove three main assumptions of DOE as follows: normality assumption, independence assumption and constant variance assumption. The model diagnostic The tendency of the normal probability plot in each response to

bend down slightly on the left side and upward slightly on the right side implies that the tails of error distribution are somewhat thinner than would be anticipated in a normal distribution. checking can be done easily by graphical analysis of residual as shown in Figure.6.

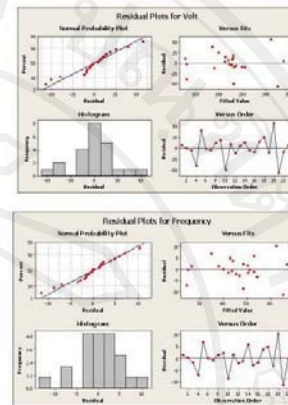


Figure.6. The graphical residual analysis

Moreover, The residuals of each output are without structure; this plot does not reveal any obvious pattern. So, the assumption of independence is not violated. The plot of residuals versus Observation order of each response would not look like an outward-opening funnel or megaphone. So, there is no reason to suspect any violation of the constant variance assumption.

C. Optimization Phase

Before optimization method performing, CRT tree was drawn tree diagram to identify the potential range of parameter based on customer specification (250 Volt of voltage and 50 Hz of frequency). While the domain technicians take these two C&RT tree to brainstorm to indicate the initial point for optimization.

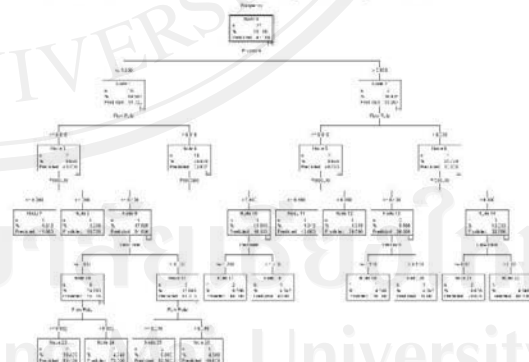


Figure. 7 CRT tree for mean of frequency response

Therefore, we also developed the four models from all of response. The example of C&RT tree for mean of frequency response is shown in Figure.7. From the result of the mean of frequency response CRT tree, we can simply conclude that the potential range of platen power is between 5.40 and 5.70 kg/cm² and flow rate is between 0.016 and 0.037 m³/min. The following procedures were adopted. Firstly, composite desirability function (D)[5] in the equation 1, was assign weight based on the domain technicians brainstorm for mean of frequency, mean of voltage following 0.6 and 0.4 correspondingly. After building the final RSM model for each response, the reduced gradient search algorithm and a hill-climbing procedure were employed to target the mean of each response.

$$D = \left(\prod [d_i^{w_i}] \right)^{\frac{1}{W}} \quad (1)$$

where d_i = individual desirability for the i th response,

w_i = weight of the i th response, and $W = \sum w_i$.

Note: T = target value L = lower level U = upper level

$$d_i = f_{\text{target}}(y_i) = \begin{cases} 0 & y < L \\ \left(\frac{y-L}{T-L} \right) & L < y < T \\ \left(\frac{U-y}{U-T} \right) & T < y < U \\ 0 & U > y \end{cases}$$

The optimization result of RSM model provide the suitable setting of pressures and flow rate following 5.6626 and 0.0289, respectively. Then the desirability function result was drawn in the single graph for domain technician explanation as the example of RSM model result in Figure.8. After the appropriated condition deployment, we can control the voltage at 220 volt and also the frequency between 48-50 Hz.

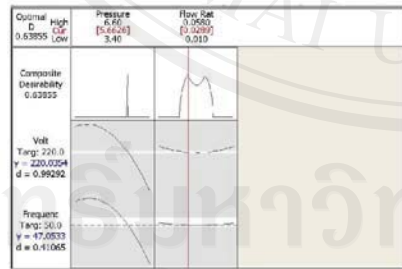


Figure 8. The Optimization Result from CCD

VI. CONCLUSION

This paper has described the application of hybrid Micro hydro installation based multi objective optimization and data mining technique to sustain the maximum efficiency usage of Micro hydro in the countryside of Thailand. To extract and capture knowledge from installation experience and case study is vital insight of the standard procedure of installation and configuration for Micro hydro. The integration of DOE, decision tree and optimization algorithm to achieve optimization of complex hybrid Micro hydro installation was proposed. This research has shown the contribution in simply performing and easy understanding way of optimization in real practical such as the initial point by making domain technicians to understand much more in their Micro hydro nature. The further potential research may be embraced by rearrange the present documents following the ISO 9000 document system and then construct the knowledge management system's web application. On side optimization side, fuzzy desirability function may be employed for RSM model's responses to achieve optimum condition. In addition, we can apply the other local search methods such as evolution algorithm, particle swarm intelligence, tabu search algorithm.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported financial by Graduation School of Chiang Mai University and Science and Technology Research Grant from Thailand Toray Science Foundation (TTSF).

REFERENCES

- [1] A. Harvey, P. Hettuarachi and A. Inversin, MICRO HYDRO DESIGN MANUAL Aguide to small-scale water power schemes. 103/05 Southampton Row, London WC1B 4HH, UK: Intermediate Technology Publication, 1993.
- [2] Alternative & Renewable Energy - ABS Alaskan, "Impulse Turbine Hydro Power System Diagram," Available: <http://www.absak.com/library/hydro-turbine-system-diagram>.
- [3] British Hydropower Association, "Hydro Schema Components," Available:<http://www.british-hydro.org/mini-hydro/hydroelements.htm>.
- [4] D. Newman, The Knowledge Management Forum and Brian 2002.
- [5] E. Del Castillo, D. C. Montgomery, and D. R. McCarville, "Modified desirability functions for multiple response optimization," Journal of Quality Technology, vol. 28, pp. 337-345, 1996.
- [6] G. E. P. Box, and Wilson, K. B., "On the Experimental Attainment of Optimum Conditions, Journal of the Royal Statistical Society," Journal of the Royal Statistical Society, vol. 13, pp. 1-45, 1951 1951.
- [7] L. Breiman, J. H. Friedman, R. A. Olshen, and C. J. Stone, Classification and Regression, 1983.
- [8] M. SAGSAN, "A New Life Cycle Model For Processing Of Knowledge Management," Available: <http://www.knowledgeboard.com/lib/3562>, 2006.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล

นาย ธาร ฐานะวุฒดี

วัน เดือน ปีเกิด

9 เมษายน 2503

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาในระดับประโยควิชาชีพชั้นสูง
มหาวิทยาลัยสยาม ปีการศึกษา 2525

สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี คอบ. สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตตาก ปีการศึกษา 2545

ประวัติการทำงาน

ปัจจุบันทำงานอยู่ที่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เชื้อนภูมิพล

วัน เดือน ปี	รายการ	คำสั่ง กฟผ. ที่
1 มี.ค. 2535 ถึง 1 ม.ค. 2537	ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยหัวหน้าแผนก ควบคุมความปลอดภัย เชื้อนภูมิพล	ข. 150/35 ข. 480/35 ข. 38/37
1 ก.ค. 2537 ถึง 1 เม.ย. 2540	ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยหัวหน้าแผนก วางแผนบำรุงรักษา กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า เชื้อนภูมิพล	ข. 206/37 ข. 215/40
1 มิ.ย. 2540 ถึง 1 ก.ค. 2542	ดำรงตำแหน่งหัวหน้าแผนก วางแผนบำรุงรักษา กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า เชื้อนภูมิพล	อ.ข.ก. ที่ ข. 19/40 ข. 282/42
1 ต.ค. 2543 ถึง 1 เม.ย. 2545	ดำรงตำแหน่งหัวหน้าแผนก บำรุงรักษาเครื่องกล กองบำรุงรักษาโรงไฟฟ้า เชื้อนภูมิพล	ข. 539/43 ข. 213/45
1 ต.ค. 2545 ถึง 31 มี.ค. 2549	ดำรงตำแหน่งหัวหน้าแผนก โรงไฟฟ้าเชื้อนแมงคุดสมบุรณ์ชล กองเดินเครื่อง เชื้อนภูมิพล	ข. 651/45 ก. 85/46กฟผ.ที่ ข. 140/48ข้อกำหนด ที่ 5/48 ข้อกำหนด ที่ 42/49
1 ต.ค. 2551 ถึง ปัจจุบัน	ดำรงตำแหน่งหัวหน้ากองบำรุงรักษา โรงไฟฟ้า เชื้อนภูมิพล	อ.ข.ก.ที่ ข. 26/51 ข. 151/2553