บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์ความร้อน (Thermoelectric cell) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งของการแปรรูปพลังงานเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน นอกเหนือจากการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานน้ำ ซึ่งต้องพึ่งพาฤดูกาลที่ไม่แน่นอนและจำเป็นต้องพึ่งแบตเตอรีเพื่อใช้สะสมพลังงาน สำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์ความร้อนสามารถหาแหล่งพลังงานความร้อนป้อนเข้าระบบได้ต่อเนื่อง [1] ในชีวิตประจำวันจะเห็นว่ามีแหล่งความร้อนที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์เป็นจำนวนมาก เนื่องจากข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพทางอุณหพลศาสตร์ในการนำพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงต้นกำลังไปใช้ จำเป็นต้องมีการระบายความร้อนส่วนที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ออกทิ้งผ่านระบบแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อรักษาให้ระบบทำงานได้ต่อเนื่อง จึงทำให้เกิดความร้อนเหลือทิ้ง (Waste Heat) จากระบบขึ้น ฉะนั้นในแง่การอนุรักษ์พลังงานและสร้างพลังงานทดแทน การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนเหลือทิ้งด้วยเซลล์ความร้อนเพื่อการคืนกลับพลังงานที่สูญเสียไปจึงเป็นที่สนใจของกลุ่มวิจัยด้านพลังงานทดแทน เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์ความร้อนมีข้อได้เปรียบที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องไม่ต้องพึ่งพาฤดูกาลและสามารถออกแบบระบบควบคุมการป้อนพลังงานความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอ ทำให้สามารถแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับได้โดยตรงไม่ต้องการแบตเตอรีสำหรับสะสมพลังงาน นอกจากนี้แหล่งความร้อนยังสามารถเลือกได้หลากหลาย โดยเฉพาะแหล่งความร้อนเหลือทิ้งเกรดต่ำที่มีอุณหภูมิระหว่าง 70-100 ^{o}C [2] ได้แก่ ความร้อนจากการระบายความร้อนของสารกัมมันตรังสีความแรงรังสีสูงหรือแท่งเชื้อเพลิงใช้แล้วในระยะรอลดความแรงรังสี (Cool Down Period) [3] การระบายความร้อนในกระบวนการทางอุตสาหกรรม การระบายความร้อนแหล่งสันดาปขนาดใหญ่และระบบทำความเย็นขนาดใหญ่ เป็นต้น ปัจจัยสำคัญของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์ความร้อน คือ ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบที่สมดุลทั้งการนำความร้อนจากแหล่งความร้อนเข้าในระบบและการระบายความร้อนออกจากเพื่อให้ได้ความแตกต่างอุณหภูมิของผนังเซลล์ความร้อนเต็มพิกัดโดยใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบไปช่วยน้อยที่สุด

ได้มีการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากความร้อนเหลือทิ้งด้วยเซลล์ความร้อนซึ่งดัดแปลงจากอุปกรณ์ทำความเย็นชนิดเทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric Cooler) [4] ขนาดกำลังผลิตไฟฟ้ากระแสตรง 60 W และแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรงได้ต่อเนื่อง ที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี จากการศึกษาพบว่ามีข้อเสนอแนะในปัญหาการระบายความร้อนจากผนัง

ด้านเย็นของเซลล์ความร้อน ทำให้ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้เต็มกำลังของเซลล์ความร้อนและยังใช้การระบายความร้อนด้วยพัดลมระบายอากาศ จึงทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากภายนอกช่วยในการระบายอากาศ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องของงานวิจัยในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากความร้อนเหลือทิ้งเกรดต่ำ จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการติดตั้งเซลล์ความร้อนและออกแบบระบบแลกเปลี่ยนความร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อส่งถ่ายความร้อนจากแหล่งความร้อนด้วยน้ำให้ผนังด้านร้อนของเซลล์ความร้อนในระบบปิดและระบายความร้อนให้ผนังด้านเย็นของเซลล์ด้วยน้ำโดยลดการใช้พลังงานจากภายนอกในการช่วยระบายความร้อน [5]

นอกจากนี้ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนจากความร้อนเหลือทิ้งเกรดต่ำสำหรับการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์ความร้อน ยังสามารถนำน้ำร้อนที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ การต้มน้ำด้วยเชื้อเพลิงชีวมวลและเชื้อเพลิงอื่น ๆ มาประยุกต์ใช้ในระบบได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนเหลือทิ้งเกรดต่ำพร้อมระบบแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.ออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกขนาด 100 วัตต์ พร้อมชุดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำ

2.ประกอบระบบและทดสอบผลการผลิตไฟฟ้าโดยใช้น้ำร้อนเป็นแหล่งความร้อน

3. เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ใหม่กับงานวิจัยที่พัฒนาไว้เดิม ได้แก่ กำลังการผลิตไฟฟ้า ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย ประสิทธิภาพและต้นทุน เป็นต้น

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ทดลองหาปริมาตรและอัตราไหลของน้ำที่พอเหมาะกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ โดยอ้างอิงข้อมูลกับระบบผลิตที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ

3. ออกแบบและสร้างระบบแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger system) สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกขนาด 100 วัตต์
4. ประกอบระบบและทดสอบผลการผลิตไฟฟ้าโดยใช้น้ำร้อนเป็นแหล่งความร้อน
5. เปรียบเทียบข้อมูลของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากพลังงานเหลือทิ้งด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์ จากงานวิจัยเดิม
6. สรุปผลและเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

ได้ต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดเทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนเหลือทิ้งเกรดต่ำพร้อมระบบแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยน้ำ

1.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ปี พ.ศ. 2531 Gary Moore และ Wade Peterson ได้ทำวิจัยเรื่อง Solar PV - Thermoelectric Generator Hybrid System เป็นการใช้เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ทำงานร่วมกับเซลล์เทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์เพื่อผลิตไฟฟ้า เนื่องจากแสงจากดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาไม่สม่ำเสมอและมีช่วงเวลาจำกัด พลังงานจากแสงอาทิตย์จึงไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องเพียงพอ จึงต้องใช้ระบบเทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์ขนาด 108 วัตต์ 2 ชุด เข้าช่วยเสริมสมรรถนะในการจ่ายกำลังไฟฟ้า 160 วัตต์ ได้ต่อเนื่อง ในช่วงเวลาที่เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าได้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความสามารถและความแน่นอนของเซลล์เทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์ โดยมีการนำระบบไปทดสอบใช้งานทางตอนเหนือของประเทศแคนาดา แต่ยังมีปัญหาด้านราคาที่ค่อนข้างสูง

2. ปี พ.ศ. 2547 R.Y. Nuwayhid และ R. Hamade ได้ทำวิจัยเรื่อง Design and Testing of a Locally Made Loop-Type Thermosyphonic Heat Sink for Stove-Top Thermoelectric Generators โดยออกแบบระบบระบายความร้อนผนังด้านเย็นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเทอร์โมอิเล็กทริกด้วยเทคนิคเทอร์โมไซฟอน ใช้น้ำเป็นสารระบายความร้อนไหลผ่านท่อความร้อน (Thermosyphonic Heat Pipes :THP) ซึ่งประหยัดกว่าการใช้สารทำความเย็น (R-22) และเป็นระบบไม่ซับซ้อน ผลการทดสอบพบว่าระบบให้สมรรถนะการทำงานสูง ประสิทธิภาพของเครื่องจะขึ้นกับระบบระบายความร้อนด้านเย็น

3. ปี 2553 J. Kevin, M. Drew และ V.Jeremy ได้ทำวิจัยเรื่อง Thermoelectric Generator Final Report การผลิตไฟฟ้าด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์ มีแหล่งความร้อนที่มีอุณหภูมิระหว่าง 100 - 500 องศาเซลเซียส แลกเปลี่ยนความร้อนให้กับระบบไหลเวียนธรรมชาติแบบเทอร์โมไซฟอน มีแรงดันในระบบ 1 psi (6.9kPa) เพื่อนำความร้อนดังกล่าวถ่ายเทความร้อนให้กับผนังด้านร้อนของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์ ที่อุณหภูมิระหว่าง 95-100 องศาเซลเซียส และระบายความร้อนให้กับผนังด้านเย็นของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกเจนเนอร์เรเตอร์ด้วยพัดลมเป่าผ่านร่องครีบ สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ 14.6 โวลต์ กระแสไฟฟ้าที่ 0.6 แอมแปร์ และกำลังไฟฟ้า 8.76 วัตต์ จ่ายให้กับแบตเตอรีเพื่อสะสมพลังงาน ก่อนที่จะแปลผันเป็นไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 120 โวลต์ 60 เฮิรตซ์ กระแสไฟฟ้าสลับมากกว่า 1.5 แอมแปร์

4. ปี พ.ศ. 2553 สุวิทย์ ปุณณชัยยะ, ไพบูลย์ โกวิทเจริญกุล และเดโช ทองอร่าม ได้ทำการวิจัยเรื่อง Development Of Low Grad Waste Heat Thermoelectric Power Generator โดยอาศัยกระบวนการย้อนกลับการทำงานของอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกคูลเลอร์มาใช้เป็นเซลล์ความร้อนเพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อนเหลือทิ้งเกรดต่ำอุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ระบายความร้อนด้วยพัดลม จากผลทดลองป้อนไอน้ำเข้าระบบพบว่า สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงวงจรเปิดได้ขนาด 250 โวลต์ และกระแสลัดวงจร 1.2 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้าสามารถแปลงผันเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ได้โดยตรง ไม่ต้องพึ่งการประจุแบตเตอรีและสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้โหลดแบบตัวต้านทานได้มากกว่า 50 วัตต์ แต่ยังมีความต้องการระบบระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้เซลล์ความร้อนทำงานได้เต็มกำลัง