บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทย มีอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรและอัตราการเติบโตทางระบบเศรษฐกิจที่สูงขึ้นเรื่อยๆ อย่างต่อเนื่องในแต่ละปี พลังงานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นมากต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและการดำรงชีวิตของประชาชนในประเทศทำให้ประชาชนทุกภาคส่วนของประเทศเกิดมีความต้องการในการใช้พลังงานในอัตราที่สูงขึ้นตามด้วย ซึ่งพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้เป็นพลังงานที่ได้จากฟอสซิล แต่จากการลดน้อยลงของพลังงานจากฟอสซิลของโลกในปัจจุบันก่อให้เกิดวิกฤติด้านพลังงานทั้งในด้านปริมาณที่มีไม่เพียงพอต่อความต้องการ และด้านราคาของพลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากภายในประเทศ ส่งผลให้ราคาของค่าพลังงานอื่นๆ และราคาสินค้าที่ได้มาจากกระบวนการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานอีกปัจจัยหนึ่งที่ประชาชนในประเทศต้องการใช้มากที่สุดทั้งภาคครัวเรือน และภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศสาเหตุสำคัญเพราะประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่บริเวณเขตร้อนชื้นอุณหภูมิค่อนข้างจะร้อนอบอ้าวเกือบตลอดทั้งปี และจากการเกิดปัญหาสภาวะโลกร้อนที่ทั่วโลกเผชิญอยู่ในขณะนี้ทำให้สภาวะภูมิอากาศของประเทศยิ่งร้อนมากขึ้นอีก ด้วยสภาพอากาศของประเทศดังกล่าวทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ที่อาศัยตามบ้านพักที่อยู่อาศัย อาคารและสำนักงานที่อยู่ในเมืองใหญ่ๆ หรือตามชานเมืองจึงนิยมนำเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศมาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นทั้งนี้ก็เพื่อความสุขสบายของผู้อยู่อาศัย ทำให้นับวันการใช้ไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศในภาคครัวเรือนที่อยู่อาศัย อาคารและสำนักงานจะเกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่มีอัตราการใช้เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เช่นกัน ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร ที่อยู่อาศัย สำนักงาน นั้นล้วนแล้วเป็นเครื่องปรับอากาศชนิดอัดไอแบบแยกส่วน (Split type Air Conditioner) เพราะเป็นระบบปรับอากาศขนาดไม่ใหญ่ ติดตั้งง่าย และราคาไม่แพง แต่การใช้กำลังไฟฟ้าในระบบมีการสิ้นเปลืองพลังงานที่ค่อนข้างสูง จากรายงานประจำปี 2553 ของกระทรวงพลังงาน การใช้ไฟฟ้าปริมาณการใช้ไฟฟ้า ในปี พ.ศ. 2553 มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 148,709 GWh [1] โดยมีสัดส่วนการใช้ปริมาณไฟฟ้าในภาคครัวเรือนเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.8 เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2552 ซึ่งส่วนใหญ่ร้อยละ 60 เป็นการใช้ไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ และในแต่ละปีในอนาคตคาดว่าจะมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ด้วยเหตุนี้ปัจจุบันรัฐบาลไทยจึงได้มีการจัดตั้งให้มีหน่วยงานในด้านการอนุรักษ์พลังงานขึ้นในการดำเนินงานบริการให้ความรู้ และส่งเสริมให้ประชาชนทั่วประเทศมีระบบแผนงานในการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อรณรงค์ให้ประชาชนของประเทศมีสำนึกในการใช้พลังงานอย่างประหยัด และคุ้มค่า รวมทั้งมีการส่งเสริมให้มีการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศ เพื่อที่จะลดปริมาณการใช้พลังงานให้ลดน้อยลง

เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศชนิดอัดไอโดยทั่วไปมีอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วย คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าจากมอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อน ทำหน้าที่ดูดอัดสารทำความเย็นที่มีสถานะไอความดันต่ำให้อยู่ในสถานะไอความดันสูงส่งผ่านท่อทางส่งด้านคอมเพรสเซอร์ไปยังคอนเดนเซอร์ (Condenser) ที่มีชุดพัดลมสำหรับระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น เพื่อให้สารทำความเย็นซึ่งมีสถานะไอความดันสูงเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวความดันสูงผ่านท่อ Liquid เข้าไปยังอุปกรณ์ควบคุมแรงดันหรือท่อรูเข็ม (Expansion Valve or Capillary Tube) เพื่อเปลี่ยนสถานะให้สารทำความเย็นเป็นของเหลวความดันต่ำผ่านท่อทางส่งของเหลวความดันต่ำเข้าไปเดือดยังเครื่องระเหย (Evaporator) ที่มีชุดพัดลมสำหรับดูดซับความร้อนของอากาศที่บริเวณที่ต้องลดอุณหภูมิและพัดเป่าอากาศเย็น เพื่อให้สารทำความเย็นซึ่งมีสถานะของเหลวความดันต่ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอความดันต่ำผ่านท่อทางดูดไอความดันต่ำด้านคอมเพรสเซอร์ไปยังคอมเพรสเซอร์เพื่ออัดน้ำยาเข้าสู่วงจรการทำงานต่อไป จะเห็นว่าอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากคือมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบบปิด-เปิด (no-off) ถ้าระบบการทำงานไม่มีประสิทธิภาพก็จะส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการขับคอมเพรสเซอร์มากขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะถูกควบคุมการตัดและต่อการทำงานด้วยเทอร์โมสตัท เพื่อให้อุณหภูมิภายในห้องอยู่ในช่วงที่ต้องการ นั่นคือเมื่ออากาศภายในห้องมีอุณหภูมิที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ที่ตั้งไว้แล้วเทอร์โมสตัทก็จะตัดการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำให้คอมเพรสเซอร์หยุดการทำงาน และระบบจะเริ่มต้นการทำงานอีกครั้งก็ต่อเมื่อสารทำความเย็นมีความสมดุลความดันของสารทำความเย็นที่ท่อด้านความดันสูงกับด้านความดันต่ำ และอุณหภูมิภายในบริเวณที่ปรับอากาศสูงขึ้นถึงช่วงอุณหภูมิตั้งไว้ ก็จะทำให้เทอร์โมสตัทต่อวงจรให้คอมเพรสเซอร์ทำงานด้วยอาศัยพลังงานไฟฟ้าอีกครั้ง โดยทั่วไปในช่วงเวลาตัดและต่อนี้จะใช้เวลาในการเริ่มเดินเครื่องใหม่ อย่างน้อยประมาณ 3 นาที ซึ่งในขณะที่เริ่มสตาร์ทคอมเพรสเซอร์นี้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะใช้โหลดของกระแสสูงมากในการขับคอมเพรสเซอร์เพื่ออัดสารทำความเย็นให้อยู่ในสภาวะปกติ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วยในช่วงเริ่มต้นทำงานของระบบช่วงนี้

จากหลักการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศชนิดอัดไอดังกล่าวข้างต้น เพื่อเป็นการสนองตอบนโยบายในการอนุรักษ์พลังงานของรัฐบาล ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหาวิธีการเพิ่มสมรรถนะในการทำงานให้เต็มประสิทธิภาพของระบบมากขึ้น เพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP) ในขณะระบบทำงาน และลดการใช้โหลดกระแสไฟฟ้าในช่วงเริ่มต้นสตาร์ทการทำงานของคอมเพรสเซอร์ทำให้คอมเพรสเซอร์มีอายุการทำงานยาวนานขึ้น โดยในช่วงที่ระบบทำงานผู้วิจัยได้ทำการศึกษาออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นของไหลไหลสวนทางกันเพื่อติดตั้งเข้าในระบบท่อสารทำความเย็น ระหว่างท่อ Liquid และท่อ Suction เพื่อทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นเหลวที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีสถานะเป็นของเหลวเย็นยิ่งมากยิ่งขึ้น และไอสารทำความ

เย็นก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ก็จะมีสถานะเป็นไอร้อนยวดยิ่งอย่างสมบูรณ์มากขึ้นเช่นกัน จากการศึกษาถ้าการเกิดไอร้อนยวดยิ่งเพิ่มขึ้นมากเกินไปที่ท่อ Suction นี้ อาจมีผลกระทบทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้นทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นตาม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณาออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยคำนึงถึงค่าความดันตกลดลงและการเกิดค่าไอร้อนยวดยิ่งที่เพิ่มขึ้นของไอสารทำความเย็นที่ท่อ Suction ให้อยู่ในค่าที่เหมาะสม เพื่อที่จะทำให้เป็นสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP) เพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบมากขึ้นกว่าเดิมด้วย และในขณะที่ช่วงที่ตัดและเริ่มต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์ผู้วิจัยได้พิจารณาลดการใช้พลังงานในช่วงนี้โดยการออกแบบ และติดตั้งชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็นที่ทางด้านดูดและด้านอัดของความคอมเพรสเซอร์ให้มีการสมดุลความดันที่สูงกว่าระบบปกติ โดยการต่อท่อบายพาสระหว่างท่อดูดและท่ออัดของคอมเพรสเซอร์ แล้วทำการติดตั้งวาล์วโซลินอยด์ปกติเปิด (Solenoid Valve NO) ที่ท่อบายพาสนี้ และติดตั้งวาล์วโซลินอยด์ปกติปิด (Solenoid Valve NC) ที่ท่อทางก่อนเข้าท่อรูเข็ม เพื่อควบคุมการเปิดปิดไอสารทำความเย็นผ่านท่อบายพาสและท่อทางก่อนเข้าท่อรูเข็มตามสัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเทอร์โมสตัทตามลำดับ และในขณะเดียวกันได้ทำการติดตั้งวาล์วกันกลับ (Check Valve) ที่ทางท่ออัดและทางท่อดูดของคอมเพรสเซอร์ เพื่อทำหน้าที่ไม่ให้สารทำความเย็นเหลวบางส่วนในคอนเดนเซอร์ไหลย้อนกลับมาปนกับไอสารทำความเย็นที่คอมเพรสเซอร์ และไม่ยอมให้ไอสารทำความเย็นความดันสูงจากท่อบายพาสไหลย้อนไปยังเครื่องระเหย เพื่อเป็นการรักษาสมดุลความดันไอสารทำความเย็นที่ทางท่อดูดและท่ออัดของคอมเพรสเซอร์ให้สูงกว่าระบบปกติ ขณะเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เพื่อเริ่มทำงานอีกครั้ง จะทำให้ความดันด้านสูง (ด้านอัด) ลดลง (เมื่อเปรียบเทียบจากความสามารถการอัดแรงดันของคอมเพรสเซอร์ในช่วงทำงานปกติ) จะทำให้มีโหลดในการขับคอมเพรสเซอร์น้อยลง ระบบเกิดการกินกระแสไฟฟ้าในช่วงของการเริ่มสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์น้อยลงตาม และยังสามารถทำให้ยืดอายุการใช้งานของคอมเพรสเซอร์ด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาทดลองเพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศด้วยการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็นเข้าไปในระบบเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะเป็นแนวทางของระบบอีกทางเลือกหนึ่งที่จะเพิ่มสมรรถนะการทำความเย็นและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศ ตามจุดมุ่งหมายของการอนุรักษ์พลังงานในด้านการใช้อุปกรณ์ที่ประสิทธิภาพสนองตอบนโยบายของรัฐบาลต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นระหว่างท่อ Suction กับ ท่อ Liquid สำหรับช่วยเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

2) เพื่อออกแบบและสร้างชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็นสำหรับช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในช่วงขณะเริ่มต้นการทำงานของระบบ

3) เพื่อศึกษาผลของสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น และผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเมื่อปรับปรุงติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นระหว่างท่อ Suction กับ ท่อ Liquid ร่วมกับชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็น

1.3 ประโยชน์และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1) ได้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นที่มีขนาดเหมาะสม สามารถช่วยทำให้เพิ่มสมรรถนะการทำความเย็นและลดการใช้พลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ตามอาคารสำนักงาน และบ้านที่อยู่อาศัย

2) ได้ชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็นที่สามารถช่วยลดการใช้พลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในช่วงขณะเริ่มต้นการทำงานของระบบ

3) ได้ทราบถึงผลกระทบต่อสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น และการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเมื่อมีการปรับปรุงติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นระหว่างท่อ Suction กับ ท่อ Liquid ร่วมกับชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็น

4) สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงเพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นและลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศชนิดอัดไอแบบแยกส่วนขนาดต่างๆ

1.4 สมมติฐานของงานวิจัย

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบท่อสองชั้นระหว่างท่อ Suction กับ ท่อ Liquid และชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็นที่ออกแบบ และสร้างขึ้น เมื่อนำไปติดตั้งในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สามารถมีผลทำให้ระบบเครื่องปรับอากาศมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) เพิ่มมากขึ้นไม่น้อยกว่า 5 % กำลังงานที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นได้ไม่เกิน 1 % และมีผลทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงได้ไม่น้อยกว่า 5 %

1.5 ขอบเขตงานวิจัย

1) ศึกษาทดลองระบบการทำความเย็นโดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split- Type) ชนิดควบคุมแรงดันแบบรูเข็ม(Capillary Tube) 2 ขนาด คือขนาด 12,301 Btu/h และ 24,800 Btu/h โดยใช้คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี่ และสารทำความเย็น R-22 ในการทดสอบ โดยติดตั้งทดสอบในห้องขนาด 20 m^2

2) ศึกษาและวิเคราะห์ทางทฤษฎีเพื่อการออกแบบและสร้างอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนท่อสองชั้นโดยที่ท่อด้านนอกใช้ท่อทองแดง Type L ขนาด OD. 15.88 mm และ ท่อด้านในใช้ท่อทองแดง Type K ขนาด OD. 9.525 mm ที่มีความเหมาะสมที่สุดในการติดตั้งปรับปรุงระบบ เพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

3) ออกแบบและประกอบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นเข้ากับชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็น

4) เติมสารทำความเย็น ตามมาตรฐานที่กำหนดมากับเครื่องปรับอากาศ ความดันด้านต่ำ 60-75 Psig (0.4-0.5 MPa)

5) ทดลองที่อุณหภูมิในสภาวะแวดล้อม 35 ±1 ˚C ให้ความร้อนภายในห้องทดลองให้อยู่ในสภาวะเดียวโดยการใช้หลอดไฟให้ความร้อนขนาด 3,000 W และควบคุมปรับตั้งอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัทในห้องทดลองไว้ที่ 25 ˚C ความชื้นสัมพัทธ์ 50-70 % RH

6) ศึกษาเปรียบเทียบค่า COP EER และค่าพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการปรับปรุง

7) วิเคราะห์ความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์

8) สร้างโปรแกรมคำนวณเพื่อหาขนาดอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบต่างๆ

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ พร้อมกับสำรวจปัญหาเพื่อนำไปวิเคราะห์ แก้ไข ปรับปรุง

2) ศึกษาทฤษฎีการออกแบบอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในการติดตั้งเพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำงานของระบบการทำความเย็น

3) ศึกษาวิธีในการควบคุมสมดุลความดันของสารทำความเย็นในระบบในช่วงหยุดทำงาน เพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงาน และลดการสูญเสียพลังงานในช่วงที่ระบบตัดแล้วเริ่มต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์

4) ศึกษาและค้นหาข้อมูล หลักการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

5) ติดตั้งเครื่องปรับอากาศในห้องทดสอบพร้อมกับติดตั้งเครื่องมือวัดทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แล้วนำไปคำนวณค่าการใช้พลังงาน และ ค่า COP

6) ออกแบบ สร้างและติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็นเข้ากับระบบ

7) ทำการติดตั้งเครื่องมือวัด และทดสอบวัดแล้วนำผลข้อมูลที่ได้จากการบันทึกค่ามาวิเคราะห์เพื่อหาตัวแปรต่างๆ เพื่อ เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่า COP และค่า EER ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

8) ทดสอบวัดแล้วนำผลข้อมูลที่ได้จากการบันทึกค่ามาวิเคราะห์เพื่อหาตัวแปรต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่า COP และค่า EER ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนร่วมกับชุดอุปกรณ์สมดุลความดันสารทำความเย็น

9) วิเคราะห์ผลการทดลอง พร้อมกับแก้ไขปรับปรุง

10) วิเคราะห์ความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนดำเนินการเพิ่มสมรรถนะและค่าพลังงานที่ประหยัดได้ในระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ

11) สร้างโปรแกรมคำนวณคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป EES (Engineering Equation Solver) Ver.Demo เพื่อทำนายผลการทดลองในการนำไปออกแบบความยาวของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพต่างๆ กัน

12) สรุปผล และอภิปรายผลการทดลอง พร้อมกับรายงานผล