

กรณีศึกษาการควบคุมแบบสลับสำหรับระบบปรับอากาศ ในรถรางไฟฟ้า

จักรกฤษณ์ จันทรเขียว^{1*} ฉัตรชัย เอี่ยมสะอาด² เมวีญา จันบุตติ³
สรล สุขทรัพย์⁴ วัฒนา สมานจิตร⁵ และณัฐกมล โพธิ์สวัสดิ์⁶

บทคัดย่อ

ระบบปรับอากาศในระบบขนส่งทางรางเป็นระบบที่ถูกออกแบบให้เหมาะสมสำหรับห้องโดยสารของระบบขนส่งทางราง เช่น รถไฟและรถรางไฟฟ้า โดยระบบปรับอากาศนี้ถูกออกแบบให้สามารถปรับอุณหภูมิและคุณภาพอากาศภายในห้องโดยสารรถไฟให้มีคุณภาพสูง แม้ในสภาพอากาศที่ร้อนและชื้น ส่วนใหญ่ตัวระบบจะทำการติดตั้งบนดาดฟ้าหรือใต้พื้นของรถ เพื่อให้สามารถทำความเย็นได้ในปริมาณที่สูงและรักษาระดับอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้สะดวก การออกแบบระบบปรับอากาศนี้ จะมุ่งเน้นเรื่องของประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานและมีผลกระทบทางเสียงที่ต่ำ เพื่อให้ไม่ให้เกิดความรำคาญแก่ผู้โดยสาร การวิจัยได้ทำการทดสอบและวัดประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศด้วยการวัดค่าต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ กำลังไฟฟ้า และการกำหนดเวลาการทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ผลการทดลองได้ชี้ให้เห็นว่าระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้าสามารถลดอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้อย่างต่อเนื่อง จากอุณหภูมิตั้งต้นที่ 32 องศาเซลเซียส จนถึง 16 องศาเซลเซียสได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และพบว่าระบบปรับอากาศจะใช้เวลาในการทำความเย็นมากขึ้นเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการวิจัยนี้จะช่วยให้เข้าใจการทำงานของระบบปรับอากาศและสามารถนำไปใช้ประกอบการออกแบบระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการแก่ผู้โดยสารได้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ : ระบบปรับอากาศ รถรางไฟฟ้า

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

^{2,3,4} สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการระบบราง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

⁵ บริษัท ทรูเพิล เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด

⁶ สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

* ผู้ประสานงานหลัก e-mail: jrukkrit@siam.edu

วันที่รับบทความ 19 มิถุนายน 2568

วันที่แก้ไขบทความ 29 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 30 มิถุนายน 2568

A Case Study: Touch Screen Control for Air Conditioning Systems in the Electric Tram

Jrukkrit Chankiew^{1*} Chatchai Aeamsaard² Mayweeya Janbuddee³
Sarun Suksab⁴ Wattana Samanji⁵ and Nattakom Phaisanwatsayos⁶

ABSTRACT

The air conditioning system in the railway system is a system that is designed to be suitable for the passenger compartment of the railway system, such as trains and electric trams. This air conditioning system is designed to adjust the temperature and air quality inside the train compartment to be of high quality even in hot and humid weather conditions. Most of the systems are installed on the roof or under the floor of the train to be able to cool a large amount and maintain the temperature inside the compartment conveniently. The design of this air conditioning system focuses on efficiency, energy saving, and low noise pollution to not disturb passengers. The research has tested and measured the efficiency of the air conditioning system by measuring various values such as temperature, electrical power, and operating time according to the set temperature. The experimental results showed that the air conditioning system in the electric tram can continuously reduce the temperature inside the passenger compartment from the initial temperature of 32°C to 16°C with in 1 hour and 30 minutes. It was found that the air conditioning system took longer time to cool down when the temperature was set at a significantly low level. This research result will help to understand the operation of the air conditioning system and can be used to design the air conditioning system in the electric tram to increase the efficiency of services to passengers.

Keywords : air conditioning system, electric tram

¹ Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Siam University

^{2,3,4} Railway System Management Engineering Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

⁵ Triple Expert Co., Ltd.

⁶ Digital Technology Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University

* Corresponding author e-mail: th.suchawadee@gmail.com

Received: Jun 4, 2025

Revised: Jun 29, 2025

Accepted: Jun 29, 2025

บทนำ

ระบบปรับอากาศ คือ ระบบที่ทำหน้าที่ปรับสภาพของอากาศให้เหมาะสมกับสภาวะที่ผู้ใช้งานต้องการโดยระบบปรับอากาศไม่เพียงแต่ปรับระดับอุณหภูมิเท่านั้น แต่ยังสามารถช่วยลดความชื้นในอากาศได้อีกด้วย ระบบปรับอากาศมีหลายประเภท โดยสามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์การใช้งานได้เป็น 2 ประเภทหลัก (Khan et al., 2012a) ดังนี้

1. การปรับอากาศเพื่อความเย็นสบาย เป็นการปรับอากาศที่มุ่งเน้นเพื่อให้เกิดความเย็นสบายแก่ร่างกายมนุษย์ และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ที่อาศัยหรือทำงานในพื้นที่นั้น ๆ เช่น การปรับอากาศภายในบ้าน อาคารสำนักงาน ร้านอาหาร โรงเรียน โรงพยาบาล เป็นต้น

2. การปรับอากาศเพื่อการอุตสาหกรรม เป็นการปรับอากาศที่ใช้เพื่อควบคุมสภาวะบรรยากาศในกระบวนการผลิต การทำงานวิจัย หรือการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น การปรับอากาศในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ โรงงานทอผ้า โรงงานผลิตอาหาร เป็นต้น

หลักการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ระบบปรับอากาศจะใช้สารทำความเย็นที่ไหลในระบบท่อนปิด โดยมีระบบอัดไอสารทำความเย็นหรือคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่เพิ่มความดันให้แก่สารทำความเย็น ซึ่งมีสถานะเป็นไอที่มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น (สูงกว่าอากาศภายนอก) แล้วระบายความร้อนออกที่แผงท่อระบายความร้อน (คอยล์ร้อนหรือคอนเดนเซอร์) ที่ติดตั้งภายนอกห้อง โดยมีพัดลมทำหน้าที่เป่าระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นสู่อากาศภายนอก

หลังจากสารทำความเย็นผ่านคอนเดนเซอร์และระบายความร้อนออกไปแล้ว สารทำความเย็นจะมีสถานะเป็นของเหลวที่มีความดันสูง จากนั้นจะไหลผ่านชุดลดความดันและเข้าสู่แผงท่อทำความเย็น (คอยล์เย็นหรือแฟนคอยล์) ที่ติดตั้งภายในห้อง ซึ่งสารทำความเย็นจะทำการดูดความร้อนจากอากาศรอบ ๆ แผงท่อทำความเย็น เป็นผลทำให้อากาศที่ไหลผ่านมีอุณหภูมิที่ลดลง และลมเย็นจากพัดลมที่ติดตั้งอยู่ที่แผงทำความเย็นจะถูกส่งกระจายไปยังทั่วบริเวณของห้องเพื่อให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ (กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง กรมการขนส่งทางราง, 2566)

หลังจากสารทำความเย็นผ่านคอยล์เย็นแล้ว จะมีสถานะกลายเป็นไอที่มีความดันต่ำ ก่อนที่จะไหลกลับสู่ระบบอัดไอสารทำความเย็นที่คอมเพรสเซอร์ เพื่อให้เกิดการทำงานรอบใหม่อย่างต่อเนื่อง

ระบบปรับอากาศในบ้านพักอาศัยหรือในอาคารจะแตกต่างจากของรถไฟฟ้าของรถไฟฟ้า BTS MRT หรือ Airport Rail Link อยู่ระบบหนึ่ง ซึ่งอุปกรณ์ประกอบของระบบปรับอากาศภายในห้องโดยสารของขบวนรถไฟฟ้าส่วนใหญ่จะมีแนวช่องจ่ายลมเย็นอยู่บริเวณเพดานของห้องโดยสารติดตั้งอยู่ข้าง ๆ แนวของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง โดยมีความยาวช่องจ่ายลมเย็นยาวตลอดความยาวของตู้โดยสาร (Khan et al., 2012b) และอาจมีบางรถไฟฟ้า (เช่น สายสีแดง) จะมีแนวช่องปล่อยลม

เย็นเหมือนรรางไฟฟ้าสายทั่วไปแล้ว แต่ที่บริเวณกึ่งกลางเพดานของห้องโดยสารจะมีพัดลมกระจายอากาศเพิ่มเข้ามาช่วยกระจายความเย็นให้ทั่วห้องโดยสาร ดังนั้น ผู้โดยสารที่นั่งอยู่ภายในห้องโดยสารของรถไฟฟ้าประเภทนี้จะมีความรู้สึกเหมือนกับว่าลมของแอร์ในขบวนรถนั้นไม่คงที่ ส่วนกรณีผู้โดยสารที่ยืนจะรู้สึกวาลมแอร์จะไปทางซ้ายที่ทางขวาที่ ซึ่งเกิดจากการทำงานของพัดลมกระจายอากาศนี้ที่กำลังทำหน้าที่กระจายความเย็นอยู่ให้ทั่ว ๆ ทั้งห้องโดยสาร

วิธีดำเนินงานวิจัย

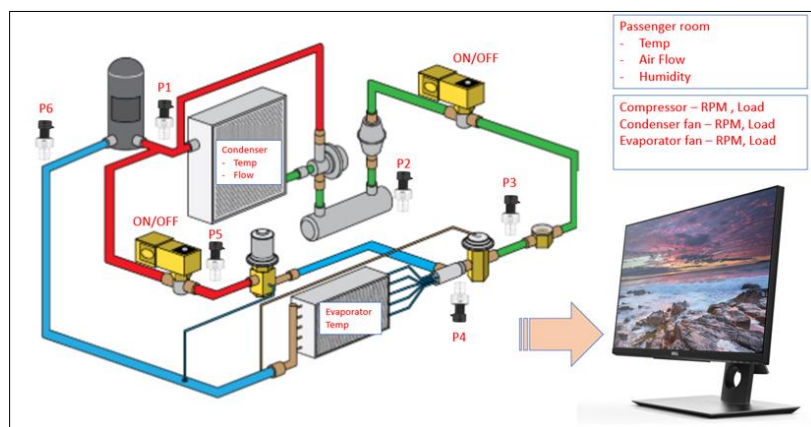
ในการทดสอบระบบปรับอากาศในรรางไฟฟ้าจะทำการตรวจวัดระดับอุณหภูมิทั้งภายในห้องโดยสารและภายนอกห้องโดยสาร โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่แม่นยำพร้อมทั้งวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในขณะที่ทำงาน และมีเครื่องมือวัดเพื่อประกอบการนำไปใช้การคำนวณ เช่น โวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัดต์มิเตอร์ เพาเวอร์มิเตอร์ นอกจากนี้ยังทำการวัดปริมาตร (กว้างxยาวxสูง) ภายในห้องโดยสารและตรวจสอบระดับอุณหภูมิภายนอกซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการทำงานของระบบทำความเย็นในงานวิจัยนี้



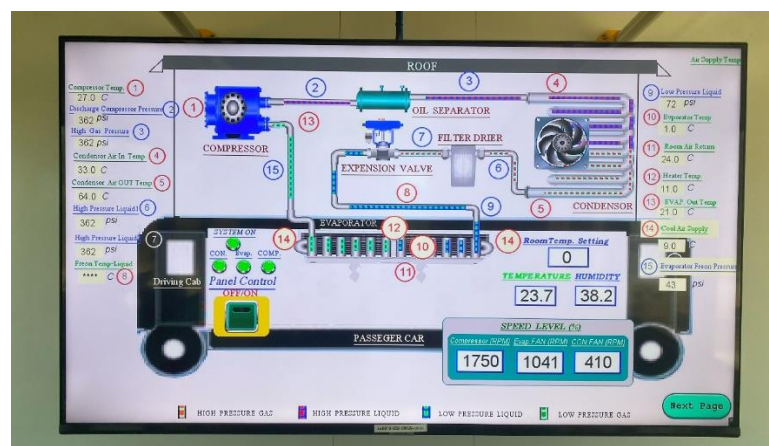
รูปที่ 1 เครื่องปรับอากาศรรางไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบในงานวิจัย



รูปที่ 2 เกจวัดความดันสารทำความเย็นด้านแรงดันต่ำและแรงดันสูง



รูปที่ 3 วงจรการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ



รูปที่ 4 หน้าจอสัมผัสแสดงผลการทำงานของระบบปรับอากาศภายในห้องโดยสาร

ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศไฟฟ้า

1. ทำการตรวจวัดอุณหภูมิเริ่มต้นภายในห้องโดยสารและภายนอกห้องโดยสาร(15-40°C)
2. ตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการ (15-40°C)
3. เปิดระบบปรับอากาศและบันทึกระยะเวลาในการปรับอุณหภูมิ
4. วัดระดับอุณหภูมิ กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความดันสารทำความเย็น และบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน
5. ตรวจสอบการทำงานของระบบในระหว่างทำการทดสอบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองระบบปรับอากาศของรถรางไฟฟ้า การทดลองโดยการควบคุมความเย็นของระบบปรับอากาศไฟฟ้า สามารถทำงานได้จริงโดย การทดลองได้วัดค่า อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร (room temperature) อุณหภูมิภายนอกห้องโดยสาร (outside temperature) แรงดันน้ำยาทำความเย็นทั้งด้านสูง และด้านต่ำ (high and low refrigerant pressure) ผลการทดลองดังตารางที่ 1 และรูปที่ 5

ตารางที่ 1 ระดับอุณหภูมิและความดันสารทำความเย็นในแต่ละช่วงเวลา

Time (min.)	Item	Room Temp. (°C)	Out Temp. (°C)	Discharge (Psi)	Con. In (°C)	Con. Out (°C)	Hight P. (Psi)	Low P. (Psi)
5	1	30°C	32°C	362	39	79	362	72
5	2	27°C	32°C	362	42	70	348	72
5	3	25°C	32°C	333	44	68	333	72
9	4	23°C	32°C	362	37	69	362	87
16	5	20°C	32°C	290	43	66	290	72
18	6	18°C	32°C	362	37	71	362	58
20	7	16°C	32°C	362	37	72	362	58

หมายเหตุ Room Temp. คือ อุณหภูมิภายในห้องโดยสาร

Out Temp. คือ อุณหภูมิภายนอกห้องโดยสาร

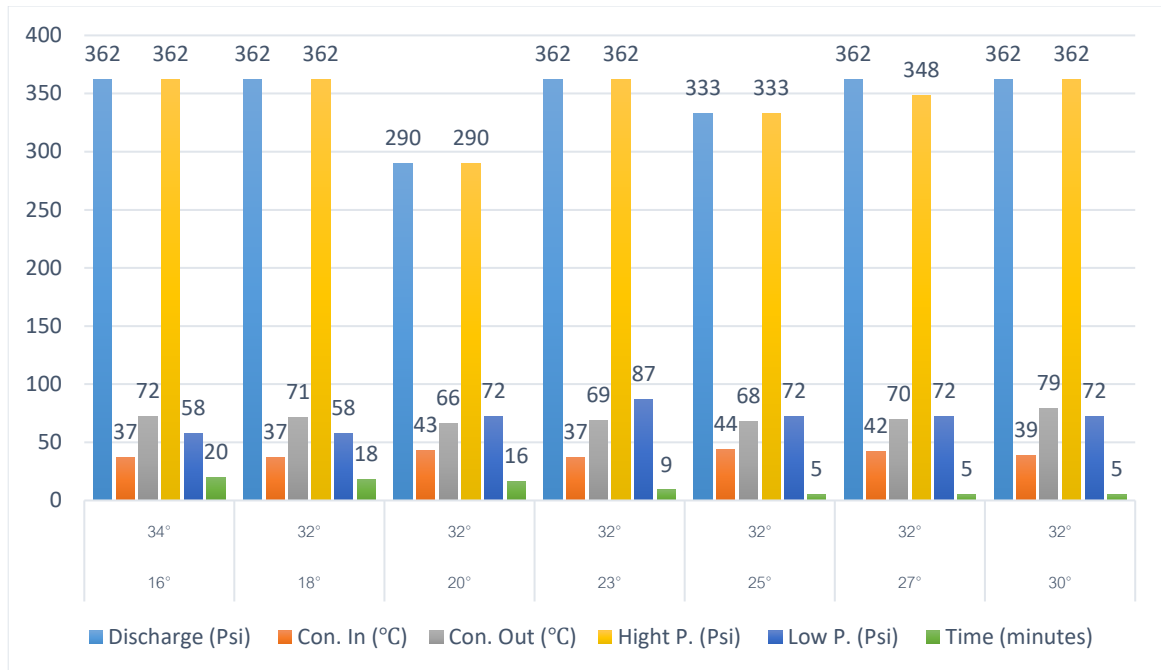
Discharge คือ ความดันทางออกคอมเพรสเซอร์ (Discharge Compressor Pressure)

Con. In คือ อุณหภูมิลมเข้าแผงคอนเดนเซอร์ (Condenser Air In)

Con. Out คือ อุณหภูมิลมออกแผงคอนเดนเซอร์ (Condenser Air Out)

Hight P. คือ ความดันด้านสูงในวงจรสารทำความเย็น

Low P. คือ ความดันด้านต่ำในวงจรสารทำความเย็น



รูปที่ 5 ผลการทดสอบระดับอุณหภูมิ ความดันสารทำความเย็นในแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 2 ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าขณะที่ระบบปรับอากาศทำงาน

Voltage (Volt)			Current (Amp)			Power (Watt)		
V (F1)	V (F2)	V (F3)	A (F1)	A (F2)	A (F3)	W (F1)	W (F2)	W (F3)
397.0	398.9	396.5	13.99	14.52	15.02	2,678	2,810	2,864

ผลการทดสอบระบบปรับอากาศของรถรางไฟฟ้า จากการทดสอบระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้าพบว่าระบบสามารถปรับลดอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้อย่างต่อเนื่องจากอุณหภูมิ 32°C จนถึง 16°C ภายในระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยผลการทดสอบแบ่งออกเป็นช่วงเวลาและอุณหภูมิที่ลดลงตามลำดับ ดังนี้

32°C → 30°C ใช้เวลา 5 นาที

23°C → 20°C ใช้เวลา 16 นาที

30°C → 27°C ใช้เวลา 5 นาที

20°C → 18°C ใช้เวลา 18 นาที

27°C → 25°C ใช้เวลา 5 นาที

18°C → 16°C ใช้เวลา 20 นาที

25°C → 23°C ใช้เวลา 9 นาที

จากผลการทดสอบระบบปรับอากาศจะใช้เวลาในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นเมื่อตั้งระดับอุณหภูมิการทำความเย็นภายในห้องโดยสารไว้ในระดับที่ต่ำ ซึ่งอาจเกิดจากใกล้ขีดจำกัดสมรรถนะของระบบทำความเย็น หรือการระบายความร้อนของแผงคอนเดนเซอร์มีอัตราความเร็วลมที่จำกัด ซึ่งผลการทดสอบนี้ช่วยให้เข้าใจถึงประสิทธิภาพในการทำงานของระบบปรับอากาศในระบบขนส่งทางรางและสามารถนำไปปรับใช้ในการออกแบบระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการแก่ผู้โดยสารได้ดียิ่งขึ้น

การติดตั้งระบบปรับอากาศที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสมในรถรางไฟฟ้าช่วยลดความร้อนภายในห้องโดยสารและเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้โดยสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การเลือกใช้เทคโนโลยีระบบปรับอากาศที่ประหยัดพลังงานยังสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญโดยไม่เพียงแต่เพิ่มความสะดวกสบายในการเดินทางแต่ยังส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมโดยการการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

สรุปผล

ระบบปรับอากาศในรถรางไฟฟ้าสามารถลดอุณหภูมิภายในห้องโดยสารได้อย่างต่อเนื่องจากอุณหภูมิตั้งต้นที่ 32 องศาเซลเซียส จนถึง 16 องศาเซลเซียสได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และพบว่าระบบปรับอากาศจะใช้เวลาในการทำความเย็นมากขึ้นเมื่อตั้งอุณหภูมิไว้ในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

- กองมาตรฐานความปลอดภัยและบำรุงทาง กรมการขนส่งทางราง. (2566). **มาตรฐานระบบปรับอากาศรถขนส่งทางรางในเมืองและชานเมือง-การกำหนดปัจจัยความสบาย**. ค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2568, จาก <https://www.drt.go.th/media/stdr0042566>
- Khan, S. R., Mansur, A. A. & Ferdous, S. M. (2012a). Implementation of a Controller Unit for an Intelligent Ventilation System (IVS) for a BTS Room. **International Journal of Computer Applications**, 37(10), 19-24.
- Khan, S. R., Mansur, A. A., Kabir, A., Modasshir, Md. & Marouf, A. A. (2012b). Design of Data Acquisition System Implemented with a Free Cooling Unit (FCU) Controller For a BTS Room. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, 3(2), 1-4.