

หัวข้อปริญญานิพนธ์	กรณีศึกษาระบบการเบรกรถไฟฟ้าบีทีเอส ของ บริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)		
หน่วยกิต	3 หน่วยกิต		
โดย	นายรัชชัย	สายสนิท	5403200028
	นายวิริยะ	คชพงษ์	5403200029
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว		
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์		
พุทธศักราช	2556		

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เพื่อศึกษาการทำงานระบบเบรกของรถไฟฟ้าบีทีเอสของบริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน) ซึ่งได้ทำการศึกษาและปฏิบัติงาน ณ บริษัท ซีเมนส์ จำกัด ในระหว่างโครงการสหกิจศึกษา ระบบการเบรกของรถไฟฟ้าประกอบด้วย ระบบทางกลและระบบทางไฟฟ้า การศึกษาเริ่มต้นจากหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบในการเบรกรถไฟฟ้า ซึ่งได้อธิบายไว้อย่างละเอียดในปริญญานิพนธ์นี้ จากนั้น หลักการทำงานของระบบตลอดจนกระบวนการตรวจสอบ เพื่อเป็นการยืนยันว่ากลไกการหยุดรถไฟฟ้าทำงานอย่างปลอดภัยถูกนำเสนอไว้อย่างชัดเจน

คำสำคัญ: รถไฟฟ้าบีทีเอส, ระบบการเบรกทางกล, ระบบการเบรกทางไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(อาจารย์จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว)
.....//

Thesis Title Case Study of the BTS Electric Train Braking System
of Bangkok Mass Transit System Public Company Limited

Credits 3 Units

By Mr. Tawatchai Saisanit 5403200028
Mr. Viriya Khodchaphong 5403200029

Advisor Mr. Jrukkrit Chankiew

Degree Bachelor of Engineering

Major Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Year 2013

Abstract

The purpose of this thesis is to study the BTS electric train braking systems of Bangkok Mass Transit System Public Company Limited, which is studied and practiced at the Siemens Company Limited, during the cooperative education program. The systems include a mechanical braking system and an electrical braking system. The operation principle of various equipments of the systems are first described in details. Then, the operation principle of the systems as well as the inspection procedures is to verify that electric train stop mechanisms are operating safely are presented clearly.

Keywords: BTS Electric Train, Mechanical Brake System, Electrical Braking System

Advisor

.....
(Mr. Jrukkrit Chankiew)
.....//

กิตติกรรมประกาศ

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาและทำปริญญานิพนธ์เรื่องกรณีศึกษาระบบเบรกรถไฟฟ้าบีทีเอสในบริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพจำกัด (มหาชน) ร่วมกับ บริษัท ซีเมนส์ จำกัด ได้รับความสำเร็จด้วยดีจากความช่วยเหลือและแนะนำจาก อาจารย์ จักรกฤษณ์ จันทร์เขียว อาจารย์ประจำในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุก ๆ ท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นเป็นแนวทางการปฏิบัติ ตลอดจนให้คำปรึกษาข้อมูลทางตำราอย่างกระฉ่างแจ้งคณะผู้จัดทำขอถือโอกาสนี้กราบขอบพระคุณอย่างสูง

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคุณเอกลักษณ์ มากสุด หัวหน้าหน่วยงานรถจักรไฟฟ้า (Rolling Stock Project Manager) ผู้ให้คำแนะนำ อบรมงาน ถ่ายทอดความรู้ในงานระบบซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า อีกทั้งยังช่วยกรุณาแนะนำในการหาตำราให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการจัดทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาและปริญญานิพนธ์เล่มนี้ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังกล่าวข้างต้น

นายวัชชัย สายสนิท

นายวิริยะ คชพงษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	1
1.5 ระยะเวลาการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ความเป็นมาขององค์กรและหน่วยงาน	3
2.2 ระบบเบรกของขบวนรถไฟ	7
บทที่ 3 ระบบเบรกของรถไฟฟ้ามหานคร	
3.1 หลักการทำงานทั่วไปของระบบเบรก	27
3.2 ระบบเบรกแบบไฟฟ้า	28
3.3 ระบบเบรกแบบลม	30
บทที่ 4 การทดสอบระบบเบรก	
4.1 การตรวจเช็คหน่วยควบคุมเบรก	44
4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดสอบลมเบรก	45
4.3 ขั้นตอนการทดสอบลมเบรก	47
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 ผลการปฏิบัติงาน	52
5.2 อุปสรรคในการปฏิบัติงาน	52
5.3 แนวทางการแก้ไข	52
5.4 ข้อเสนอแนะ	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	54
ประวัติผู้จัดทำ	55
ภาคผนวก	57

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนผังของสถานีรถไฟ BTS (2555)	5
2.2 การเบรกแบบใช้แรงคน	7
2.3 การเบรกแบบใช้แรงดันไอน้ำ	8
2.4 แท่งห้ามล้อเหล็กหล่อ	8
2.5 การเบรกแบบใช้ลมอัด	8
2.6 การเบรกแบบใช้สูญญากาศ	10
2.7 การเบรกแบบใช้สูญญากาศ 2 ท่อ	11
2.8 การเบรกแบบใช้ลมอัด 2 ท่อ	12
2.9 ลิ้นบังคับการเบรก (Driver Brake Valve)	13
2.10 ลิ้นควบคุมการเบรก (Distributor Valve)	13
2.11 กระบอกเบรกลมอัด (Brake Cylinder)	14
2.12 ทิศทางที่กระแสไฟฟ้าไหลขณะมอเตอร์ขับ	15
2.13 ทิศทางที่กระแสไฟฟ้าไหลขณะเบรก	15
2.14 การไหลของกระแสเมื่อรีเจนเนอเรทีฟ	16
2.15 หลักการทำงานของเบรกวาง	17
2.16 หลักการทำงานของเบรกวางไฟฟ้า	17
2.17 ตัวอย่างหัวเบรกวางแบบไฟฟ้าผสมเบรกกล	17
2.18 เบรกอากาศขบวนรถไฟ MAGLEV	18
2.19 เบรกอากาศขบวนรถไฟความเร็วสูง	18
2.20 การทำงานของระบบเบรก	19
2.21 แท่งห้ามล้อและกระบอกเบรก	21
2.22 เบรกยูนิต และคิสเบรก	21
2.23 งานเบรกของระบบเบรกที่โบกี้รถไฟความเร็วสูง TGV ของฝรั่งเศส	22
2.24 จุดสัมผัสระหว่างล้อเหล็กกับราง	23
2.25 แสดงการใช้ทรายโรยระหว่างล้อกับราง	23
2.26 เงื่อนไขในการเบรกที่ล้อไม่จับตาย	23
2.27 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันล้อจับตาย	24
2.28 การติดตั้งอุปกรณ์ปรับกำลังเบรกเมื่อน้ำหนักบรรทุกเปลี่ยนแปลง	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 หลักการทำงานของไดนามิกเบรก	29
3.2 หลักการทำงานของรีเจนเนอเรทีฟ	29
3.3 วงจรการเบรก (Braking circuit)	30
3.4 การเปลี่ยนการทำงานจากเบรกไฟฟ้าเป็นเบรกลม	30
3.5 หน่วยควบคุมเบรกลม (BCU-P)	31
3.6 แผนผังของ Relay Valve	34
3.7 แผนผังของ Pressure Limiting Valve	36
3.8 แผนผังของวาล์วฉุกเฉิน	37
3.9 แผนผังของ Analogue Valve	39
3.10 แผนผังของ Pressure Transducer	40
3.11 Pressure Switches	41
3.12 เบรกขณะรถเคลื่อนที่ (Service brake)	42
3.13 เบรกขณะรถหยุดอยู่กับที่ (Parking Brake)	42
4.1 ตำแหน่งของหน่วยควบคุมเบรกลม BCU-P	44
4.2 คอมพิวเตอร์	45
4.3 เกจวัดแรงดันลม	45
4.4 ตัวปรับลม	46
4.5 หัวต่อ	46
4.6 น้ำสบู	47
4.7 การต่อข้อต่อลมเข้ากับพอร์ท T บน BCU-P	47
4.8 การบันทึกค่าแรงดัน	48
4.9 ตั้งหัวข้อต่อไปที่ตำแหน่งK	48
4.10 ดันคันโยกไปยังตำแหน่ง Drive	49
4.11 ตั้งหัวข้อต่อไปที่ตำแหน่งT2	49
4.12 ดันคันโยกไปยังตำแหน่งBrake	50
4.13 การทดสอบโปรแกรมหน่วยควบคุมเบรกลม	51

VIII

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ประวัติผลงานเกี่ยวกับบอร์ดไฟฟ้าในประเทศไทย	6
3.1 โครงสร้างของระบบเบรก	27
3.2 ปัญหาและการแก้ไขของรีเลย์วาล์ว Relay Valve	34
3.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขของวาล์วจำกัดความดัน Pressure Limiting Valve	37
3.4 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขของ Magnet Valve	38
3.5 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขของ Analog Valve	40
4.1 การตรวจสอบของหน่วยควบคุมเบรก	44