การพัฒนาระบบเบรคมอเตอร์ชนิดเซฟตี้เบรค

Development of Brake-Motor System , Safety Brake Type

โดย

นายสุรชัย	สิงห์บุรฉา
นางสาวหนึ่งฤทัย	แสงสว่าง
นายอัครเดช	ตุลาพันธ์
นายเอกชัย	อาจอนุรักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032632

ปีการศึกษา 2535

การพัฒนาระบบเบรคมอเตอร์ชนิดเซฟตี้เบรค

Development of Brake-Motor System , Safety Brake Type

โดย

นายสุรชัย	สิงห์บูรณา
นางสาวหนึ่งฤทัย	แสงสว่าง
นายอัครเดช	ตุลาพันธ์
นายเอกชัย	อาจอนุรักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ประภาษ ไพรสุวรรณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032632

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2535

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาระบบเบรคมอเตอร์ชนิดเซฟตี้เบรค

ผู้จัดทำ

1.นายสุรชัย	สิงห์บูรณา	32.1389
2.นางสาวหนึ่งฤทัย	แสงสว่าง	32.1408
3.นายอัครเดช	ตุลาพันธ์	32.1424
4.นายเอกชัย	อาจอนุรักษ์	32.1432

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ประภาษ ไพรสุวรรณา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-I-

การพัฒนาระบบเบรคมอเตอร์ชนิดเซฟตี้เบรค

สุรชัย สิงห์บูรณา
หนึ่งฤทัย แสงสว่าง
อัครเดช ตุลาพันธ์
เอกชัย อาจอนุรักษ์
ผศ.ประภาษ ไพรสุวรรณา
ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการพัฒนาระบบเบรคมอเตอร์ ชนิดเซฟตี้เบรค (Safety Brake type) ซึ่งทำการศึกษา และติดตั้งระบบเพิ่มเติมจากระบบเดิมที่มีอยู่ โดยไม่เกี่ยวข้องกับระบบเดิม โดยนำเอาระบบสำรองที่ใช้แบตเตอร์รีระบบ 48 โวลท์ และตัวต้นกำลังเป็นมอเตอร์กระแสตรง (DC motor) ซึ่งคับปลิ้ง (Coupling) กับระบบต้นกำลังเดิมโดยผ่านระบบคลัทช์ (Clutch) เมื่อระบบไฟฟ้าขัดข้อง หรือไฟดับ วงจรควบคุมจะทำการโอนย้าย (Transfer) จากระบบเดิมเข้าสู่ระบบสำรอง ซึ่งจะทำงานแบบอินเตอร์ล็อค (Interlock) กัน จากนั้นจะทำการคับปลิ้งมอเตอร์กระแสตรงผ่านระบบคลัทช์ พร้อมกับจ่ายพลังงานให้กับขดลวดโซลินอยด์ (Soliniod) เพื่อทำการปลดเบรคมอเตอร์กระแสตรง จะขับลิฟต์ลงมายังชั้นที่ 1 และดอร์โอเปอเรเตอร์ (door operator) จะทำการเปิดประตูโดยอัตโนมัติ จากนั้นจะคืนการทำงานให้กับระบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF BRAKE MOTOR SYSTEM ,SAFETY BRAKE TYPE

Surachai Singboorana
Nungrutai Sangsawang
Ak-karadej Tulaphan
Ekkchai Artanurak
Assistant Professor Prapart Praisuwanna Advisor
1992

Abstract

This paper is about the development of brake motor system , safety brake type. For study to method and add installation of system to the old elevator system , which separate from the old system.As usesing reserved system which use 48 volts system of battery and power drive is direct current motor. The d.c. motor is coupled to old system by clutch system. When the electrical system fails , the control circuit will transfer the regulation system to this reserved system which working interlock together. Then couple d.c. motor by clutch system and supply energy for solinoid to release the brake. The d.c. motor will take the elevator down to the first floor. And the door operator will open the door automatically. After this will return working to the regulation system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ลิฟต์และทฤษฎีการคำนวณที่ใช้ในการทดลอง	2
2.1.)ลิฟต์และคำนิยาม	2
2.1.1.)ลิฟต์โดยทั่วๆไป	2
2.1.2.)ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของลิฟต์	3
2.1.3.)การทำงานของระบบลิฟต์ในภาวะปกติ	19
2.2.)ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อไฟปกติดับ	20
2.3.)การแก้ไขปัญหา	20
2.3.1.)โดยวิธีช่วยเหลือด้วยมือ (Manual Method)	20
2.3.2.)โดยวิธีอัตโนมัติ (Automatic Method)	20
2.4.)ทฤษฎีการคำนวณที่ใช้ในการทดลอง	23
2.4.1.)ทฤษฎีการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์	23
2.4.2.)การตั้งสายพานเพื่อส่งกำลังให้แก่โหลด	39
2.4.3.)แรงทางกลและพลังงานสะสม	44
บทที่ 3 วงจรควบคุมและการทำงาน	53
3.1.)อุปกรณ์หลักและหน้าที่ในวงจรควบคุม	53
3.2.)การทำงานของวงจรควบคุม	54
3.3.)รูปแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ	58
บทที่ 4 การทดลองและการหลักการสร้าง	61
4.1.)การทดลองเพื่อศึกษาข้อมูล	61
4.1.1.)ข้อมูลที่เกี่ยวกับการหาขนาดของขดลวดโซลินอยด์	61
4.1.2.)ข้อมูลที่เกี่ยวกับการหาขนาดของมอเตอร์	62
4.1.3.)การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.)การต่อประกับมอเตอร์กับโหลด 65
4.3.)การทำงานของคลัทช์ 68
4.4.)การออกแบบโซลินอยด์และการทดสอบ 69
4.5.)หลักการสร้างจริงของมอเตอร์และคลัทช์ 74
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป 79
กิตติกรรมประกาศ 81
หนังสืออ้างอิง 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญรูปภาพ

หน้า

บทที่ 2 ลิฟต์และทฤษฎีการคำนวณที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 2.1 แสดงวิธีการแขวนแบบต่าง ๆ 4

รูปที่ 2.2 แสดงมอเตอร์ชนิดกรงกระรอก 5

รูปที่ 2.3 แสดงมอเตอร์หลายอัตราเร็ว 7

รูปที่ 2.4 แสดงเบรคแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสตรง 9

รูปที่ 2.5 แสดงลูกรอก 10

รูปที่ 2.6 แสดงตัวถ่วงน้ำหนัก 11

รูปที่ 2.7 แสดงไดอะแกรมสำหรับตัวถ่วงน้ำหนัก 13

รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของลิฟต์ 16

รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของตัวขับเคลื่อน 18

รูปที่ 2.10 แสดงอิเลคโตรแมกเนติคเบรค 22

รูปที่ 2.11 แสดงทิศทางกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง 23

รูปที่ 2.12 แสดงทิศทางการเกิดแรงบิดในตัวนำ 24

รูปที่ 2.13 แสดงแรงบิดในตัวนำ 25

รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างของขั้วสนามแม่เหล็ก 26

รูปที่ 2.15 แสดงร่องสล็อตของแกนอาร์เมเจอร์ 27

รูปที่ 2.16 แสดงโครงสร้างของอาร์เมเจอร์ 28

รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะคอมมิวเตเตอร์ 29

รูปที่ 2.18 แสดงแปรงถ่านและที่ยึดแปรงถ่าน 30

รูปที่ 2.19 แสดงวงจรเพื่อทดสอบแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ 33

รูปที่ 2.20 แสดงเคิร์ฟของแรงบิด - ความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรง 36

รูปที่ 2.21 แสดงการต่อโหลดระหว่างมอเตอร์ต้นกำลังกับเครื่องจักร 37

รูปที่ 2.22 แสดงการวัดค่าต่าง ๆ สำหรับการหาค่าแรงดึงต่ำสุดบนสายพาน 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.23 แสดงการเคลื่อนที่ทางกลของแท่งเหล็กภายใต้ค่า mmf ของขดลวดที่มีค่าคงที่ 45

รูปที่ 2.24 แสดงการเคลื่อนที่ทางกลของแท่งหล็ก ภายใต้เส้นแรงแม่เหล็กที่มีค่าคงที่ในช่องอากาศ 47

รูปที่ 2.25 แสดงอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับตัวอย่างที่ 2.3 49

รูปที่ 2.26 แสดงหน้าสำผัสและวงจรเสมือน 51

รูปที่ 2.27 แสดงหน้าสำผัสกระแสตรง 52

บทที่ 3 วงจรควบคุมและการทำงาน

รูปที่ 3.1 (a) แสดงวงจรควบคุม 56

(b) แสดงวงจรควบคุม และเปิด - ปิดประตู 57

รูปที่ 3.2 แสดงแผงวงจรควบคุม 58

รูปที่ 3.3 แสดงการติดตั้ง S_2 58

รูปที่ 3.4 แสดงการติดตั้ง S_3 และ S_6 59

รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้ง S_4 59

รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้ง S_5 60

รูปที่ 3.7 แสดงการติดตั้ง $S_{/1}$ - $S_{/6}$ 60

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

รูปที่ 4.1 แสดงการทดสอบโดยออกแรงดึงคานปลดเบรค 61

รูปที่ 4.2 แสดงการหาแรงฉุดเพลาให้เริ่มหมุน 62

รูปที่ 4.3 แสดงการต่อสายพานขับโหลด 66

รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของมู่เล่ที่เพลาของมอเตอร์ลิฟต์ 67

รูปที่ 4.5 แสดงคลัทช์ที่ต่ออยู่กับเพลาของมอเตอร์กระแสตรง 68

รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะของโซ่ลินอยด์ที่ทำการสร้าง 69

รูปที่ 4.7 แสดงวงจรทดสอบโซ่ลินอยด์ 70

รูปที่ 4.8 แสดงโครงสร้างทางกลของระบบเบรค 71

รูปที่ 4.9 แสดงการติดตั้งโครงสร้างการปลดเบรคให้กับระบบลิฟต์ 72

รูปที่ 4.10 แสดงการยึดโครงสร้างทางกลกับจุดที่จะทำการปลดเบรคลิฟต์ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันลิฟต์มีใช้กันอย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นลิฟต์สำหรับโดยสาร ,บรรทุกสิ่งของ หรือลิฟต์ในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบลิฟต์ได้ถูกพัฒนาขึ้นให้เหมาะกับการใช้งานและความปลอดภัยของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านโครงสร้าง,แทรฟฟิค ดีซายด์ (Traffic design) ,ระบบควบคุม ,ระบบเกียร์ หรือแม้แต่ระบบความปลอดภัย ระบบลิฟต์ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันเป็นระบบเซฟตี้เบรค ปัญหาอย่างหนึ่งของลิฟต์ระบบนี้คือลิฟต์ค้างเมื่อระบบไฟฟ้าขัดข้องหรือไฟดับ ปริญญานิพนธ์เรื่องการพัฒนาระบบเบรคมอเตอร์ชนิดเซฟตี้เบรคนี้เป็นแนวความคิดหนึ่งในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยจะทำการศึกษาและติดตั้งระบบเพิ่มเติมจากระบบเดิมที่มีอยู่ โดยไม่เกี่ยวข้องกับระบบเดิม โดยมีขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินงานดังนี้

ทฤษฎีและหลักการ :ในขั้นนี้จะทำการศึกษาทฤษฎี และหลักการการทำงานของลิฟต์กล่าวถึงลักษณะ โครงสร้างและส่วนประกอบของลิฟต์โดยทั่วๆไป ,หลักการทำงานและปัญหาเมื่อเกิดระบบไฟขัดข้อง ,การหาขนาดมอเตอร์ และทฤษฎีของโซลินอยด์

การคำนวณและการสร้าง : กล่าวการคำนวณหาขนาดมอเตอร์ , การคำนวณและการพันขดลวด โซลินอยด์ ,

การทดลองและผลการทดลอง :ในหัวข้อนี้จะแสดงถึงการทดลองและผลการทดลองของ การทดลสอบแรงที่ใช้การออกตัวเพื่อนำมาหาขนาดมอเตอร์ , การทดสอบขดลวดเหนี่ยวนำ , การทดสอบมอเตอร์

นอกจากนั้นก็อยู่ในขั้นของการติดตั้ง การทดสอบระบบ และการแก้ไขปรับปรุงไปพร้อม ๆ กัน เป็น ลำดับด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ลิฟต์และทฤษฎีที่ใช้ในการทดลอง

2.1) ลิฟต์และคำนิยาม

ความหมายของลิฟต์ (Lift)หรือตัวยก คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการยกขึ้น-ลงแบบถาวร ระหว่างพื้นที่ต่างระดับ 2 ระดับ หรือมากกว่านั้น และรวมหมายถึงเป็นพาหนะสำหรับขนส่งผู้โดยสาร และ/หรือสิ่งของอื่นๆ โดยจะเคลื่อนที่อยู่ระหว่างรางที่ถูกยึดแน่นอยู่กับที่และมีรอกเป็นตัวชักขึ้น-ลงในลักษณะเป็นแนวตั้งฉากกับพื้น หรือในแนวลาดเอียง ทำมุมจากแนวตั้งฉากน้อยกว่า 15 องศา

2.1.1.) ลิฟต์โดยทั่วๆไป

ลิฟต์ที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วๆไปนั้นมีหลายประเภท ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ตามคุณลักษณะหลายๆอย่าง แต่คุณลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการพิจารณาในการแบ่งประเภทของลิฟต์คือวิธีการขับเคลื่อน (Drive Method) ซึ่งมีผลทำให้มีความแตกต่างกันในหลักการออกแบบและมีความแตกต่างกันในทางโครงสร้างของส่วนประกอบของลิฟต์

ชนิดของลิฟต์ที่แบ่งออกได้ตามคุณลักษณะที่ใช้ในการขับเคลื่อนลิฟต์มีดังนี้ คือ

1. ลิฟต์ที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้ไฟฟ้า (Electric Elevators)
2. ลิฟต์ที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้กำลังขับของของเหลว (Hydraulic Elevator) เช่น น้ำมัน
3. ลิฟต์ที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้กำลังขับของลม (Pneumatic Elevator)

เนื่องจากลิฟต์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่เป็นลิฟต์ที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้ไฟฟ้า ดังนั้นต่อไปจึงขอกล่าวถึงเฉพาะเรื่องของลิฟต์ที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้ไฟฟ้าเท่านั้น

ลิฟต์ที่เคลื่อนที่โดยใช้ไฟฟ้า อาจแบ่งออกเป็น

ก.) การขับโดยใช้กำลังลากของเครื่องจักร (Traction Drive) โดยใช้เชือกแขวนไว้ ซึ่งเป็นการขับเคลื่อนที่อาศัยแรงเสียดทานในร่องของการขับเคลื่อนล้อในลูกรอกของเครื่องจักร

ข.) การขับเคลื่อนในทางบวก (Position Drive) ซึ่งเป็นการแขวนด้วยโซ่หรือเชือก และอาศัยการขับเคลื่อนด้วยวิธีอื่นมากกว่าอาศัยแรงเสียดทาน (การขับแบบดรัม (Drum Drive))

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานของอังกฤษ BS 5655:PART 5:1987 ได้แบ่งลิฟต์ที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้ไฟฟ้าแบบการขับ โดยใช้กำลังลากของเครื่องจักรออกเป็น 7 ชนิด โดยแบ่งตามคุณสมบัติความสัมพันธ์ภายนอกระหว่างขนาดกับภาระ (กิโลกรัม) ,ความเร็วในการเคลื่อนที่ (เมตร/วินาที) และการติดตั้ง

ตัวแปรหลักที่สำคัญทางเทคนิคของลิฟต์คือ พิกัดภาระ (Rated Load) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม และพิกัดความเร็ว (Rated Speed) ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ของตัวแปรเหล่านี้ที่ภาวะการใช้งานปกติ และจะต้องได้รับการรับรองจากโรงงานผู้ผลิต

น้ำหนักของผู้โดยสารแต่ละคนที่ใช้ ในการคำนวณ จะใช้ค่าเฉลี่ยประมาณ 75 กิโลกรัม/คน นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะของตัวแปรอื่นๆที่จะต้องพิจารณาร่วมด้วยคือ

ก. ความสูงในการเคลื่อนที่ (ระยะทางที่ห้องผู้โดยสารเคลื่อนที่ขึ้น), จำนวนการหยุด และตำแหน่งที่หยุด

ข. ขนาดของช่องทาง (Elevator Well), ขนาดของห้องผู้โดยสาร (Car) และขนาดของห้องเครื่องจักร

ค. แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย , จำนวนของการเริ่มต้นสตาร์ทต่อชั่วโมง และค่าอัตราส่วนจำนวนการใช้ลิฟต์สูงสุด ต่อจำนวนการใช้ทั้งหมด ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Load Factor)

ง. ระบบควบคุม

จ. บริเวณพื้นที่ และการจัดวางประตูห้องผู้โดยสาร และชนิดของตัวทำงาน (Type of Operator)

ฉ. จำนวนของลิฟต์และตำแหน่งในการสร้าง

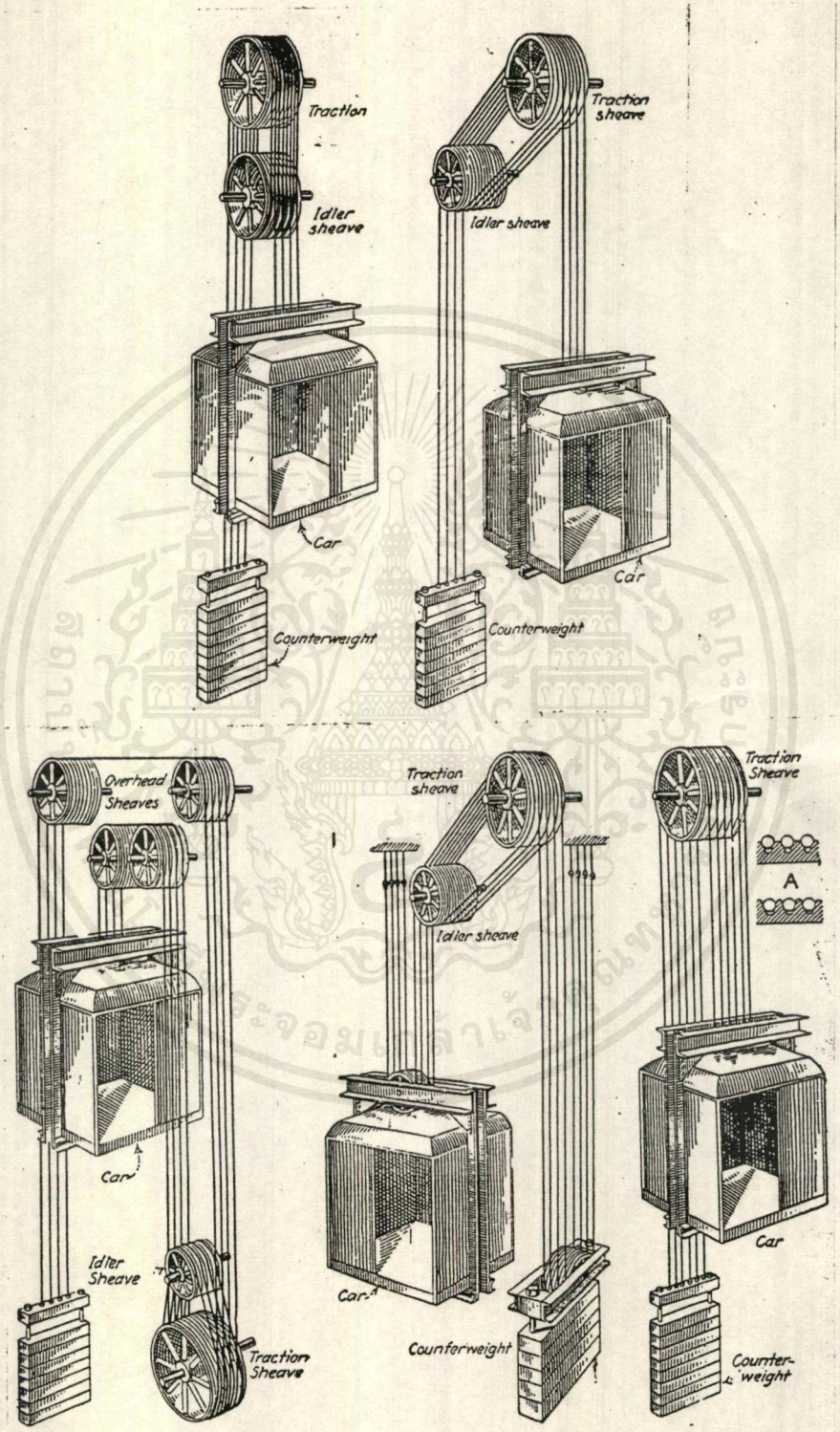
ช. สภาพแวดล้อม

2.1.2) ส่วนประกอบและลักษณะโครงสร้างของลิฟต์

ลิฟต์ที่ติดตั้งสมบูรณ์สามารถใช้งานได้ในภาวะปกติ จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลาย ๆ ส่วนซึ่งรวมกัน เรียกว่าระบบลิฟต์ ซึ่งจะกล่าวถึงส่วนประกอบหลัก ๆ ที่มีความสำคัญดังนี้

ก. วิธีของการแขวน (Suspension Means) ห้องผู้โดยสาร และตัวถ่วงน้ำหนัก (Counterweight) ซึ่งมีทั้งการใช้เชือกเหล็ก และใช้โซ่แขวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงวิธีการแขวนแบบต่าง ๆ

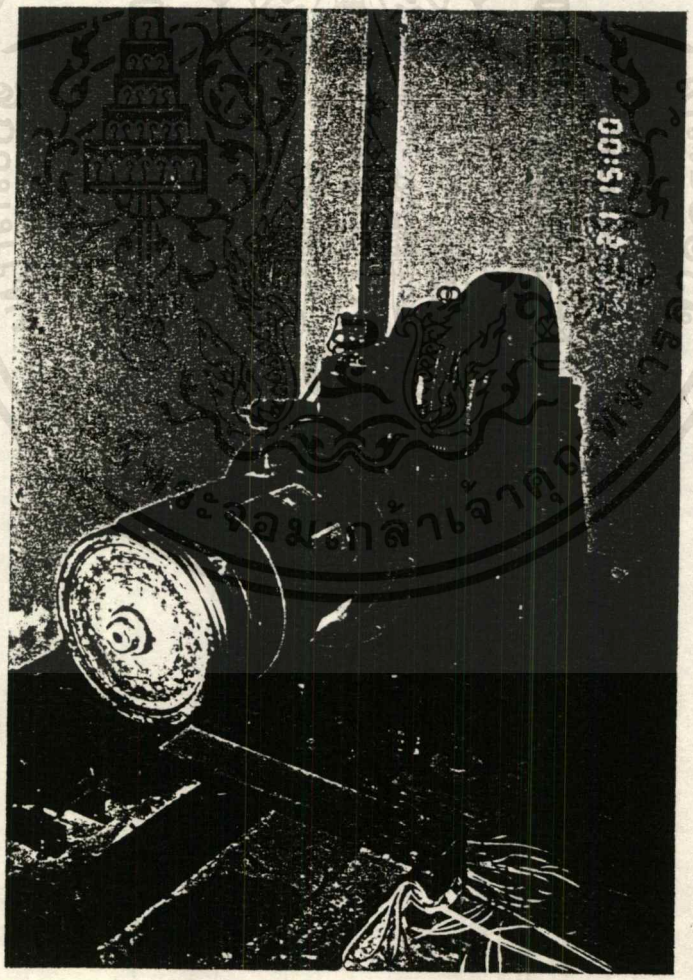
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. เครื่องจักรที่ใช้ขับเคลื่อนลิฟต์ (Driving Machine)

1. มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)

- มอเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Motor)

มอเตอร์แบบนี้ถูกใช้อย่างกว้างขวางในลิฟต์ที่มีความเร็วต่ำและปานกลาง จะไม่นำไปใช้ในลิฟต์ความเร็วสูงเหมือนดั่งเช่น เครื่องจักรลากดึงโดยตรงแบบใหม่แต่เมื่อเราต้องการใช้ในระดับความเร็วสูงๆ เช่น ในลิฟต์ที่มีความเร็วเกินกว่า 400 fpm มอเตอร์กระแสตรง (Direct Current Motor) ทั่วไปที่ควบคุมได้ด้วยแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ก็สามารถนำมาใช้ได้ผลดี มอเตอร์กระแสสลับ (Alternating Current Motor) เคยใช้กันในลิฟต์ที่มีความเร็วสูงถึง 700 fmp แต่เดี๋ยวนี้โดยทั่วไปถูกจำกัดลง



รูปที่ 2.2 แสดงมอเตอร์ชนิดกรงกระรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาเหลือ 200 fmp หรือน้อยกว่านั้น เพราะข้อเสียเปรียบที่ว่าให้แรงบิดเริ่มต้นที่น้อยกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอก โดยทั่วๆไปจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในงานเกี่ยวกับลิฟต์ ในทางปฏิบัติพบว่าในลิฟต์แบบวอร์มเกียร์ (Worm Gear) มอเตอร์นี้ต้องให้แรงบิดถึง 200 % ของแรงบิดที่ภาระเต็มพิกัด (Full Load) เพื่อสตาร์ท (Start) และเร่งเครื่องในการชักรอก สำหรับในกรณีที่ลิฟต์นั้นบรรทุกเต็มพิกัด ดังนั้นเพื่อความปลอดภัย สำหรับมอเตอร์กระแสสลับแบบกรงกระรอกนี้จะถูกออกแบบให้มีแรงบิดถึง 250 % ของแรงบิดที่ภาระเต็มพิกัด แต่แรงบิดที่สูงเช่นนี้จะทำให้ผู้โดยสารที่ใช้ลิฟต์ขณะที่มีน้ำหนักบรรทุกไม่มากเกิดการกระแทกได้ อันเนื่องมาจากอัตราเร่งอย่างรวดเร็วนั่นเอง ซึ่งความยุ่งยากที่เกิดขึ้นนี้ ในทางปฏิบัติสามารถแก้ไขได้ โดยการต่ออนุกรมตัวความต้านทานเข้าไปในขดลวดสตาร์ทเตอร์ (Startor Coil) ซึ่งจะไปลดแรงบิดของมอเตอร์ลงในระหว่างการสตาร์ท หลังจากที่มอเตอร์สตาร์ทเสร็จแล้ว ความต้านทานนี้ก็จะถูกปลดออกจากวงจร ซึ่งจะทำให้ไม่ไปเป็นภาระของมอเตอร์ แต่จะช่วยให้มอเตอร์สตาร์ทได้อย่างนุ่มนวล

- มอเตอร์แบบพันขดลวด (Wound-rotor Motor)

ในอดีต เคยใช้มอเตอร์ชนิดนี้กับลิฟต์ที่จะต้องมีส่วนควบคุม ที่จะทำการตัดความต้านทานที่ใช้ในการสตาร์ทมอเตอร์ ออกเป็นขั้นๆ

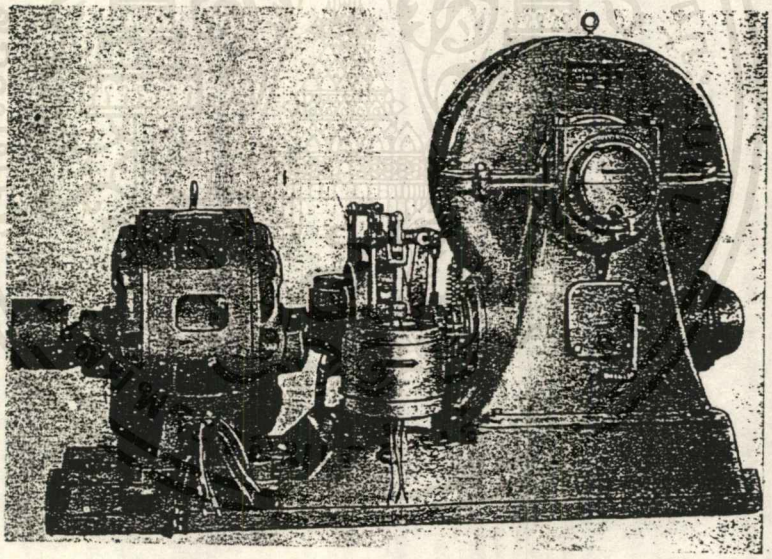
ในปัจจุบัน มอเตอร์แบบกรงกระรอกซึ่งมีแรงบิดสูงๆถูกนำมาใช้แทนที่มอเตอร์แบบพันขดลวด ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนในการควบคุม และมีราคาแพง อย่างไรก็ตามก็ยังไม่มีมอเตอร์ที่สามารถลดความเร็วพิกัดในการหยุดลิฟต์มากไปกว่ามอเตอร์กรงกระรอกความเร็วเดียว (Single Speed) ซึ่งทำให้มีการนำมอเตอร์แบบสองความเร็ว (Two Speed) มาใช้

- มอเตอร์แบบหลายความเร็ว (Multi Speed Motor)

แม้ว่าระบบลิฟต์ที่ดีจะสามารถลดความเร็วลิฟต์ลงในความเร็ว 150-200 fpm แต่ก็ยังคงมีความต้องการที่จะต้องลดความเร็วลงไปถึง 60 fpm ก่อนการตัดกำลังออกจากมอเตอร์ ซึ่งในงานบริการบรรทุกสินค้าแล้ว ต้องสามารถลดลงไปถึง 10 fpm ในมอเตอร์กระแสตรงนั้น ความเร็วลิฟต์สามารถปรับได้ด้วยการปรับวงจรควบคุม ดังนั้นความเร็วใดๆในขณะจะหยุด ที่ต้องการส่วนใหญ่ก็สามารถปรับได้ มอเตอร์กระแสสลับเมื่อถูกลดภาระหนักๆลง ความต้านทานที่ต่ออยู่กับตัวสเตเตอร์ (Stator) หรือโรเตอร์ (Rotor) จะทำให้ลิฟต์มีความเร็วเพิ่มขึ้นแทนที่จะลดลง ในขณะรับภาระหนัก มอเตอร์จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวจ่ายกำลังให้แก่ระบบและระหว่างการทำการเบรคและทำการควบคุมลิฟต์ ถ้าหากมีความต้านทานต่อเข้าไปในวงจร ความเร็วของมอเตอร์จะต้องเพิ่มขึ้น เพื่อชับกระแสที่จำเป็นและเพื่อทำการเบรค จึงจะสามารถควบคุมลิฟต์ได้ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ ทำให้ลิฟต์ต้องหยุดในขณะที่มีความเร็วเต็มพิกัด ถ้าหากใช้มอเตอร์ความเร็วเดียว เงื่อนไขนี้ทำให้เกิดข้อจำกัดในความเร็วของลิฟต์ที่ใช้มอเตอร์ชนิดความเร็วเดียวอยู่ราว ๆความเร็ว 50 fpm หากต้องการเพิ่มความเร็วขึ้นกว่านี้ก็ต้องใช้มอเตอร์ที่มีความเร็ว 2 ระดับ ซึ่งมักจะเป็นแบบกรงกระรอก ผู้ประกอบการเกี่ยวกับลิฟต์บางรายก็ใช้มอเตอร์แบบหลายความเร็วในลิฟต์ทุกความเร็ว



รูปที่ 2.3 แสดงมอเตอร์หลายอัตราเร็ว

มอเตอร์แบบหลายความเร็วนี้ถูกสร้างขึ้นในรูปแบบที่ต่างกัน 3 รูปแบบคือ

แบบที่ 1 ถูกสร้างให้มีขดลวดเดียวที่สามารถให้ความเร็วได้ต่างกันสองความเร็ว โดยการแบ่งขดลวดออกเป็นกลุ่ม ๆ มอเตอร์แบบนี้ถูกจำกัดในเรื่องของช่วงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนความเร็ว ซึ่งจะอยู่ในช่วงระดับ 1 กับ 4 โดยการแบ่งกลุ่มของขดลวดภายใต้เครื่องควบคุมที่เหมาะสม ซึ่งจะให้ขั้ว 2 จำนวนที่ต่างกัน เช่น 24 ขั้วกับ 6 ขั้ว ในวงจร 60 รอบ แบบ 24 ขั้ว จะทำให้มอเตอร์มีความเร็วซิงโครนัส (symchronous) 300 fpm และ 6 ขั้ว จะให้ความเร็วซิงโครนัส 1200 fpm

แบบที่ 2 ของการสร้างมอเตอร์สองความเร็ว คือ การพันขดลวดในสเตเตอร์ด้วยขดลวดสองขด แต่พันในสล๊อตเดียวกัน ขดลวดสองขดนี้จะถูกแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อให้ขั้วต่าง ๆ กัน เช่น 24 ขั้ว 6 ขั้ว ซึ่งจะให้อัตราส่วนของความเร็วเช่นเดียวกับเครื่องที่ใช้ขดลวดเดียว มอเตอร์ชนิดนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อ ให้สามารถเปลี่ยนความเร็วได้สูง ระหว่างระดับหนึ่งกับระดับหก เช่น ถ้าหากความเร็วต่ำเป็น 150 rpm ความเร็วสูงจะเป็น 900 rpm มอเตอร์แบบนี้ถูกสร้างเพื่อใช้ในลิฟต์ที่มีความเร็วสูงถึง 700 rpm

แบบที่ 3 ของมอเตอร์สองความเร็ว ประกอบด้วยมอเตอร์สองตัวที่แยกจากกัน โดยบนแกนสเตเตอร์ตัวหนึ่งมี 16 ขั้ว และอีกตัวหนึ่งมี 4 ขั้ว ซึ่งแบบนี้จะได้ความเร็วเปลี่ยนจากหนึ่งเป็นสี่เท่า มอเตอร์แบบนี้จะถูกจำกัดในเรื่องช่วงกว้างในการเปลี่ยนความเร็ว โดยแฟคเตอร์เดียวกับที่เกิดในมอเตอร์แบบขดคู่

2. เฟืองจักรกล (Mechanical Gearing)

3. เบรค (Brake)

ระบบเบรคของลิฟต์ต้องตั้งการทำงานแบบอัตโนมัติหากมีการขาดการจ่ายไฟในส่วนกำลัง และหรือขาดการจ่ายไฟไปยังวงจรควบคุม ซึ่งเป็นเบรคเสียดทานจักรกลไฟฟ้า (Electromechanical Friction Brake)เบรค้องมีคุณสมบัติในการหยุดเครื่องจักร เมื่อห้องผู้โดยสารมีโหลด 125% ของพิกัดโหลดขณะที่ทำงานที่พิกัดอัตราเร็ว

เบรคต้องใช้แรงอัดสปริงหรือแรงดึงดูด และสามารถปลดเบรคด้วยแบบแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromganetic) หรือแบบไฮดรอลิคไฟฟ้า (electrohydraulic) การอินเทอร์รัพต์ (Interruption) ของกระแสต้องถูกควบคุมโดยอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่เป็นอิสระกันอย่างน้อยสองตัว และเบรคนั้นต้องถูกออกแบบให้สามารถปลดเบรคด้วยมือได้

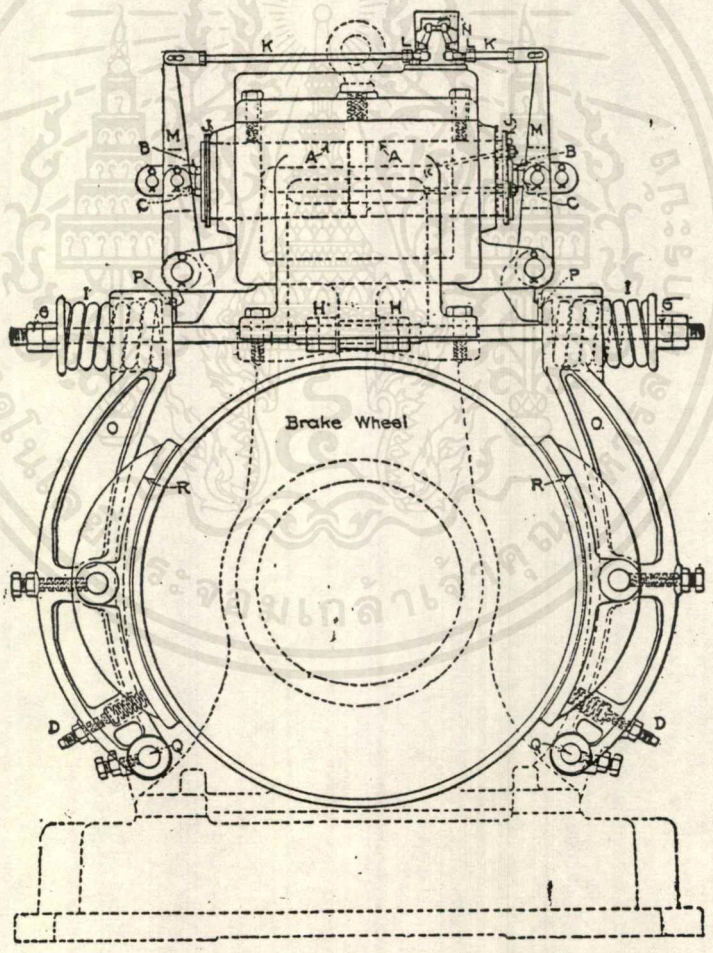
เบรคของลิฟต์ส่วนมากเป็นแบบแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วย ชุดสปริง,แท่นเบรคกับฝาประกับ และชุดของแม่เหล็ก การปลดเบรคทำได้โดยการกระตุ้นโซลินอยด์ เมื่อไม่มีพลังงานแท่นเบรคจะเกาะอยู่ที่ดรัมเบรค (Brake Drum)ด้วยผลของสปริงอัดและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเหนี่ยวนำแรงบิดของเบรค การออกแบบเบรคในระยะหลังนี้ใช้งานได้ง่ายมาก แต่มีโครงสร้างที่ยุ่งยากมากขึ้น สปริงเสียดทานต้องพอดี (Fit) กับแท่นเบรคเพื่อป้องกันการลาก (Trailing) บนเบรคดรัม แท่นเบรคถูกจัดให้มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสูง ทำจากทองเหลืองหรือทองแดง ฝาประกับส่วนมากทำจากไฟเบอร์แบบถัก ช่องว่างเริ่มต้นระหว่างฝาประกับเบรคและดรัมถูกตั้งให้ใกล้กันมากเพื่อการเบรคได้เร็ว

ในรูปที่ 2.4 แรงเบรคถูกเหนี่ยวนำโดยสปริงกดสองตัว และแม่เหล็กถูกติดตั้งไว้ระหว่างปลายด้านบนของแขนทำงาน ฝาประกับถูกติดตั้งโดนตรงบนแขนทำงาน

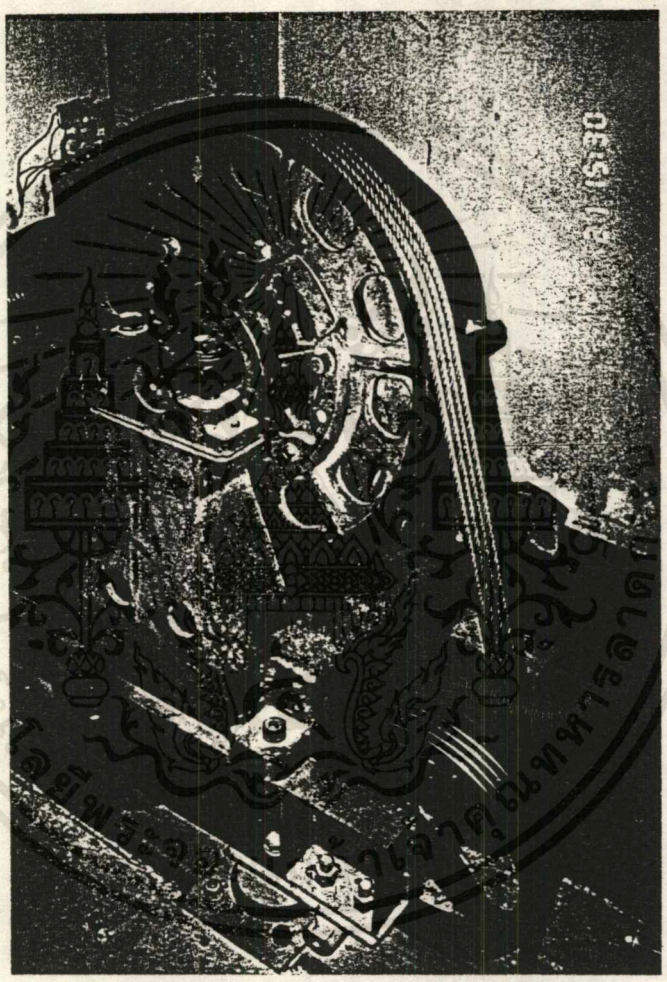


รูปที่ 2.4 แสดงเบรคแม่เหล็กไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032632

4. ลูกรอก,กว๊านหรือล้อเฟืองที่ใช้กับโซ่ (Sheav , Drum or Chain Sprockets)



รูปที่ 2.5 แสดงลูกรอก

5. จานต่อเพลา , เพลา (Shafts), เพลาตอนที่วางอยู่บบฝาประกับเพลา (Journals) และลูกปืน (Bearing)

6. โครงของเครื่องจักร (Machine Frame)

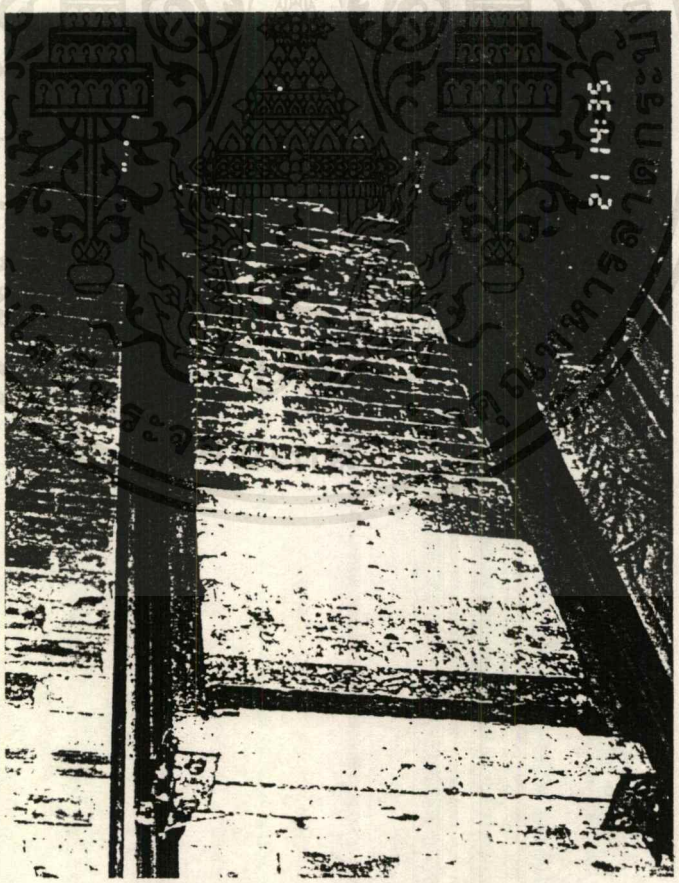
ค. ห้องผู้โดยสาร ซึ่งเป็นพาหนะสำหรับผู้โดยสารและ/หรือภาระอื่น ๆ ซึ่งประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเชือก (Sling), โครงเหล็กที่ต่อกับเชือกแขวน, แท่นรองรับผู้โดยสาร ซึ่งมีอุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบอยู่ด้วยคือ

- ฟันเฟืองแบบแขวน
- รางนำทางสำหรับการเคลื่อนที่ของห้องผู้โดยสาร
- เฟืองนิรภัย
- ประตูห้องผู้โดยสารและตัวเปิด-ปิดประตู

ง. ตัวถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้เกิดความสมดุลย์ของน้ำหนักที่สภาวะเต็มพิกัดภาระ และเป็นการลดกำลังขับของมอเตอร์จึงได้มีการเพิ่มอุปกรณ์ช่วยถ่วงน้ำหนักให้กับลิฟต์ โดยการบรรทุกแท่งเหล็กไว้ในด้านตรงกันข้ามกับห้องผู้โดยสารซึ่งเรียกว่าตัวถ่วงน้ำหนัก ดังรูปที่ 2.5 ซึ่งการคำนวณหาขนาดของตัวถ่วงน้ำหนักนี้ ถ้าเป็นการติดตั้งลิฟต์ที่ใช้ในระยะสูง ๆ จะคำนึงถึงน้ำหนักของสายเคเบิลที่เคลื่อนที่ขึ้น-ลงด้วย



รูปที่ 2.6 แสดงตัวถ่วงน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางอุดมคติสามารถคำนวณหาน้ำหนักของตัวถ่วงน้ำหนักเพื่อให้เกิดความสมดุลย์ได้ดังนี้

$$(K+\delta xQ)xg_n+(H-z)xq_Lxg_n+zxq_kxg_n+yxq_exg_n = Zxg_n+zxq_Lxg_n+(H-z)xq_kxg_n \qquad (1)$$

เมื่อ Z คือน้ำหนักของตัวถ่วงน้ำหนัก (กิโลกรัม)

δ คือเปอร์เซ็นต์อัตราส่วนของภาระเต็มพิกัดกับสภาพสมดุลย์ โดยตัวถ่วงน้ำหนัก ซึ่งโดยทั่วไปใช้ค่าประมาณ 45-50 %

K คือน้ำหนักของห้องผู้โดยสาร (กิโลกรัม)

Q คือน้ำหนักของภาระเต็มพิกัด (กิโลกรัม)

H คือระยะทางเคลื่อนที่ของห้องผู้โดยสาร (เมตร)

q_L คือหน่วยน้ำหนักของเส้นเชือกที่แขวน (กิโลกรัม/เมตร)

q_k คือหน่วยน้ำหนักของสายเคเบิลชดเชย (กิโลกรัม/เมตร)

q_e คือหน่วยน้ำหนักของเส้นเชือกที่เคลื่อนที่ขึ้น-ลงตามห้องผู้โดยสาร (กิโลกรัม/เมตร)

y คือความยาวแปรเปลี่ยนของสายเคเบิล ที่เคลื่อนที่ขึ้น-ลงตามห้องผู้โดยสารที่อยู่ในระดับต่ำกว่าห้องผู้โดยสาร (เมตร)

Z คือระยะทางแปรเปลี่ยนจากห้องผู้โดยสารถึงระดับต่ำสุดของตำแหน่งห้องผู้โดยสาร (เมตร)

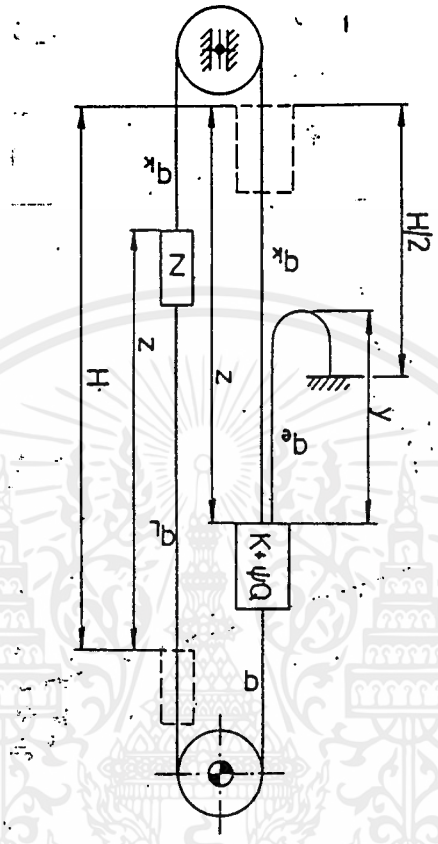
g_n คือแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที^{2})

ความสัมพันธ์ของ y และ z อาจเขียนให้อยู่ในรูปง่ายขึ้นได้เมื่อไม่คำนึงถึงค่าความยาวของสายเคเบิลที่เคลื่อนที่ขึ้น-ลง ซึ่งมีค่ามากกว่า H/2 เพียงเล็กน้อย ซึ่งทำให้มีความแตกต่างกันน้อยมาก ในกรณีที่ติดตั้งลิฟต์ในระยะสูง ๆ

เขียนความสัมพันธ์ของ y กับ z ใหม่ได้เป็น

$$y = z/2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงไดอะแกรมสำหรับคำนวณตัวถ่วงน้ำหนัก

แทนค่าลงในสมการที่ (1) จะได้

$$K+\gamma xQ+Hxq_L+zx(q_k-q_L+q_e/2) = Z+Hxq_k+zx(q_L-q_k) \qquad (2)$$

$$K+\gamma xQ+Hxq_L = Z+Hxq_k \qquad (3)$$

เมื่อ

$$q_k-q_L+q_e/2 = q_L-q_k \qquad (4)$$

จากสมการที่ (4) กำหนดหน่วยของสายเคเบิลชดเชย คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$q_k = q_L - q_w/4$$

แทนค่า q_k ในสมการที่ (3) จะได้น้ำหนักของตัวถ่วงน้ำหนักที่ถูกต้องคือ

$$Z = K + \sigma xQ + Hxq_w/4$$

แต่ในทางปฏิบัติจะคำนวณคร่าวๆและคิดค่าเปอร์เซ็นต์อัตราส่วนของภาระเต็มพิกัดกับสภาพสมดุลย์โดยตัวถ่วงน้ำหนัก ซึ่งโดยทั่วไปใช้ค่า 50 % คือ

$$Z = K + Q/2$$

หรือ

น้ำหนักของตัวถ่วงน้ำหนัก = น้ำหนักของห้องผู้โดยสาร + Q/2

ตัวถ่วงน้ำหนักมักจะประกอบด้วยโครงเหล็ก (เพื่อความปลอดภัยในการบรรจุแท่งเหล็ก) และมีแท่งเหล็กบรรจุอยู่ เรียกว่าฟิลเล่อร์ (Filler) และในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง จะต้องอยู่ในแนวรางนำทางเท่านั้น ซึ่งถ้าฟิลเลอร์ทำจากโลหะ และมีความเร็วไม่เกิน 1 เมตร/วินาที แล้วอย่างน้อยที่สุดจะต้องมีเหล็กตาม 2 แท่ง เพื่อความปลอดภัย หรือฟิลเลอร์อาจจะเป็นเหล็กหล่อ (Cast-Iron) หรือเป็นแผ่นเหล็ก (Steel Plates) หรือในบางครั้งอาจจะเป็นบล็อคคอนกรีต (Concrete Blocks) ก็ได้

จ. ช่องทางการเคลื่อนที่ของลิฟต์ คือช่องว่างที่มีระยะตั้งแต่พื้นล่างจนกระทั่งถึงหลังคา ที่มีขนาดพื้นที่เพียงพอสำหรับการเคลื่อนที่ของห้องผู้โดยสาร และตัวถ่วงน้ำหนัก รวมทั้งพื้นที่ในการจัดวางอุปกรณ์ที่ช่วยในการเคลื่อนที่ต่าง ๆ เ ช่น รางนำทาง สายเคเบิ้ล (Cable) และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกียวข้อง เช่น เครื่องรับน้ำหนัก (Buffer) และเครื่องกันชน (Bumper) ที่อยู่ในช่องว่างชั้นล่าง

ฉ. เกียร์นิรภัย เป็นอุปกรณ์ทางกลที่ใช้สำหรับหยุดหรือยึดห้องผู้โดยสาร หรือตัวถ่วงน้ำหนักไว้บนรางนำทาง ในกรณีที่เกิดความบกพร่องในการเบรคหรือเนื่องจากการหย่อนของเส้นเชือกหรือโซ่ หรือเนื่องจากห้องผู้โดยสารเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วที่เกินความเร็วที่กำหนดไว้ เกียร์นิรภัยจะติดอยู่ที่ขอบของตัวลิฟต์ทั้งสองข้าง และเมื่อเกียร์นิรภัยทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำพร้อมกันทั้งสองข้าง และใช้งานร่วมกับตัวตรวจจับความเร็วเกิน (Overspeed Governor) เมื่อเกิดความเร็วผิดปกติขึ้น ตัวตรวจจับความเร็วเกินจะสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน จากนั้นเกียร์นิรภัยก็จะทำงานหรืออาจจะทำงานไปพร้อมๆกันก็ได้

เกียร์นิรภัยของลิฟต์ แบ่งตามลักษณะพื้นฐานได้ดังนี้

1.)ชนิดทำงานทันที จะทำการเพิ่มความดันเพื่อไปหนีบรางอย่างรวดเร็ว ช่วงเวลาในการทำงาน และระยะทางจะสั้นมาก แรงที่ใช้หน่วงกับระยะทางในการหยุดจะไม่มีการยืดหยุ่นหรือเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของลิฟต์ใช้กับลิฟต์ที่มีความเร็วไม่เกิน 0.63 เมตร/วินาที ในยุโรป และไม่เกิน 0.75 เมตร/วินาที ในอเมริกา

2.)ชนิดทำงานทันทีแบบมีตัวสะสมพลังงาน การทำงานจะมีการสะสมพลังงานเมื่อถึงค่าที่กำหนดจึงจะทำงาน ระยะทางในการหยุดจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ใช้สะสมพลังงาน ใช้กับความเร็วไม่เกิน 1 เมตร/วินาที ในยุโรป และ 2.5 เมตร/วินาที ในอเมริกา

3.)ชนิดค่อยๆเพิ่มแรง เมื่อเกิดความเร็วผิดปกติ จะค่อย ๆ เพิ่มความดันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนลิฟต์หยุด ช่วงเวลา และระยะทางขึ้นอยู่กับน้ำหนักของระบบที่เคลื่อนที่ ใช้กับความเร็วไม่เกิน 1 เมตร/วินาทีในยุโรป

ในการปลดเกียร์นิรภัยหลังจากทำงานแล้วนั้น ทำได้โดยยกตัวลิฟต์ขึ้น เมื่อปลดแล้วจะต้องทำให้เกียร์นิรภัยพร้อมที่จะใช้งานครั้งต่อไป

ช.เครื่องรับน้ำหนักหรือตัวกันกระแทก จะติดตั้งอยู่ทางตอนล่าง ของช่องทางการเคลื่อนที่ของลิฟต์ ซึ่งจะต้องทำแท่นที่พื้นชั้นล่างให้สูงอย่างน้อย 0.5 เมตร จะเป็นชนิดสปริงหรือเป็นชนิดน้ำมันก็ได้ขึ้นอยู่กับพิกัดความเร็วของลิฟต์ และการออกแบบให้สามารถเก็บสะสมหรือดูดกลืน และกระจายพลังงานจลน์ของห้องผู้โดยสารและตัวถ่วงน้ำหนัก

ตัวกันกระแทกโดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

1.)ชนิดที่มีการสะสมพลังงาน

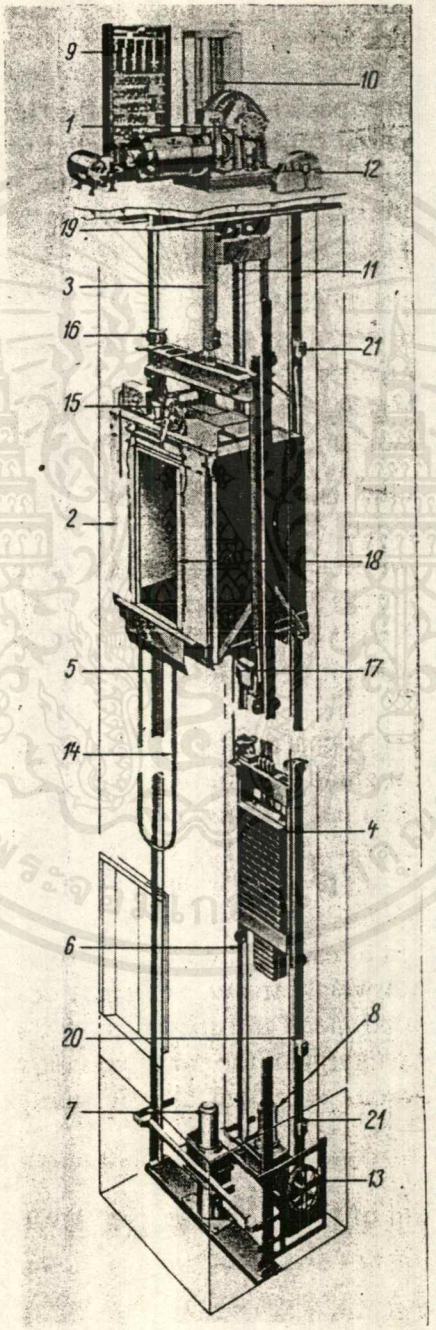
2.)ชนิดที่มีการกระจายพลังงาน

ซ. การติดตั้งไฟฟ้า (Electric Installation) เป็นการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเป็นแหล่งจ่ายพลังงานในการขับเคลื่อนลิฟต์ รวมทั้งระบบความปลอดภัย และระบบแสงสว่าง

ฌ. ระบบควบคุม (Control System) คือระบบที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบลิฟต์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเหนือจากส่วนประกอบที่กล่าวมาแล้วนั้น ระบบลิฟต์ยังประกอบด้วยส่วนอื่น ๆ อีกหลายส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.8

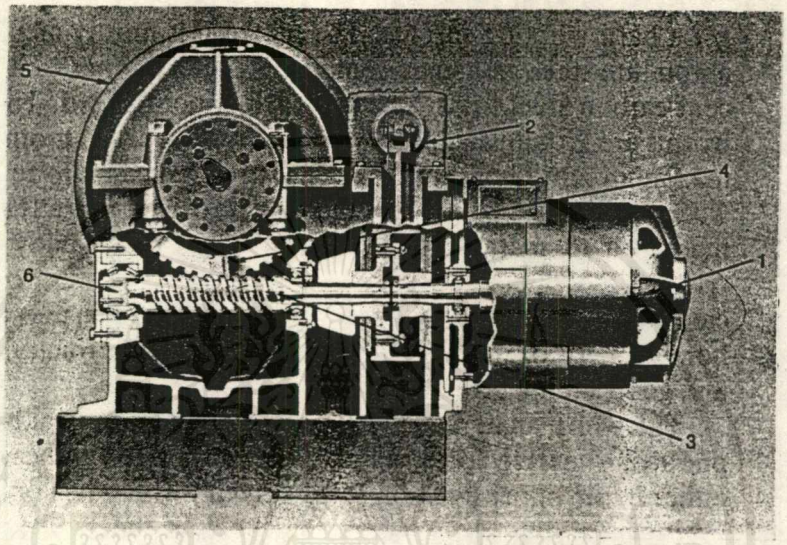


รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้าง และส่วนประกอบของลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เครื่องจักรที่ใช้ขับเคลื่อนลิฟต์
2. ห้องผู้โดยสาร
3. เส้นเชือกแขวน
4. ตัวถ่วงน้ำหนัก
5. รางนำทางของการเคลื่อนที่ของห้องผู้โดยสาร
6. รางนำทางของการเคลื่อนที่ของตัวถ่วงน้ำหนัก
7. เครื่องรับน้ำหนักห้องผู้โดยสาร
8. เครื่องรับน้ำหรักของตัวถ่วงน้ำหนัก
9. ตัวควบคุมการทำงานของระบบลิฟต์
10. ตัวเลือก
11. แถบการขับตัวเลือก
12. เครื่องควบคุมความเร็วเกิน
13. ตัวควบคุมความตึงของมู่เล่
14. สายเคเบิ้ลที่เคลื่อนที่ขึ้น-ลงตามห้องผู้โดยสาร
15. ตัวเปิด-ปิดประตู
16. ลูกกลิ้งนำทาง
17. เฟืองปลอดภัยสำหรับห้องผู้โดยสาร
18. ระบบความนิรภัยของประตูสำหรับห้องผู้โดยสาร
19. มู่เล่เบี่ยง
20. ลิมิตสวิทช์นิรภัย (Safety Limit Switch)
21. ลิมิตสวิทช์สุดท้าย (Final Limil Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. มอเตอร์กระแสสลับ
2. เบรคกระแสตรง
3. เกลียวตัวหนอน(Worm)และแกนเกลียว(Worm Shaft)ของเครื่องจักร
4. ล้อเฟือง
5. ลูกล้อที่ใช้ในการดึง
6. ส่วนของลูกปืนและตัวหมุน

รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของตัวขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.) การทำงานของระบบลิฟต์ในภาวะปกติ

การทำงานของระบบลิฟต์ในภาวะปกติ จะอาศัยระบบไฟกระแสสลับ 380 โวลท์ 3 เฟส ไปจ่ายให้กับมอเตอร์เหนี่ยวนำซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนลิฟต์ ส่วนระบบควบคุมนั้นจะใช้ระบบไฟกระแสตรง 110 โวลท์ โดยมีตัวแปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง (Inverter) เป็นตัวแปลงกระแสสลับให้เป็นไฟกระแสตรง 110 โวลท์เพื่อใช้ในระบบควบคุม

การเคลื่อนที่ของลิฟต์จะเคลื่อนที่ตามการสั่งของวงจรควบคุม โดยเมื่อมีการกดปุ่มเรียกลิฟต์ ระบบวงจรควบคุมจะสั่งให้มีการปลดเบรคที่มอเตอร์ออก โดยป้อนไฟกระแสตรงเข้าที่ก้ามเบรค และมอเตอร์เหนี่วนำ (Induction Motor) ก็จะทำการขับเคลื่อนลิฟต์ให้เคลื่อนที่ขึ้น-ลง ตามคำสั่งของวงจรควบคุม เมื่อถึงชั้นที่ถูกเรียก ลิฟต์จะหยุด และเปิดประตูโดยการทำงานของตัวเปิด-ปิดประตู (Door Operator) ซึ่งใช้ระบบไฟกระแสตรง 110 โวลท์ เช่นเดียวกับระบบควบคุม

โดยหลักการทำงานทางกล (Mechanical) ของลิฟต์แล้วจะอาศัยตัวถ่วงน้ำหนักถ่วงไว้ข้างหนึ่ง และอีกข้างหนึ่งเป็นห้องผู้โดยสาร เพื่อช่วยลดกำลังขับของมอเตอร์โดยทีรอกเดี่ยว และเส้นเชือก (Rope) เป็นตัวพยุงห้องผู้โดยสารกับตัวถ่วงน้ำหนักไว้ โดยน้ำหนักของตัวห้องผู้โดยสารจะหาได้จากสูตรที่ใช้ในทางปฏิบัติ ดังนี้

น.น.ของห้องผู้โดยสาร = CTW - 1/2 x Full Load

CTW : น.น.ของตัวถ่วงน้ำหนัก (counter weigth)

Full Load : น.น.รวมของจำนวนผู้โดยสารสูงสุดที่ห้องผู้โดยสารสามารถบรรจุได้

ในกรณีที่สมมติว่า ถ้าไม่มีก้ามเบรคจับยึดมอเตอร์ไว้ ถ้าห้องผู้โดยสารอยู่ในภาวะที่ไม่มีผู้โดยสารเลย (No Load) จะทำให้ห้องผู้โดยสารเคลื่อนที่ขึ้น เนื่องจากน้ำหนักของตัวถ่วงน้ำหนักมีมากกว่าน้ำหนักของห้องผู้โดยสาร แต่ในกรณีที่มีผู้โดยสารอยู่เต็มพิกัด (Full Load) ห้องผู้โดยสารก็อาจจะเคลื่อนที่ลงเพราะมีน้ำหนักรวมมากกว่า ในกรณีที่มีผู้โดยสารอยู่ (On Load) แต่อาจจะไม่เต็มพิกัดห้องผู้โดยสารอาจจะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงหรืออยู่กับที่ก็ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้โดยสารที่มีน้ำหนักรวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.) ปัญหาที่เกิดขึ้นของลิฟต์เมื่อไฟปกติดับ

เมื่อเกิดไฟฟ้าดับขึ้น ลิฟต์จะหยุดทันทีและห้องผู้โดยสารจะค้างอยู่ที่ตำแหน่งที่ลิฟต์อยู่ในขณะที่ไฟดับ ซึ่งอาจจะอยู่ที่ชั้นหรือระหว่างชั้นก็ได้ และเนื่องจากระบบเบรคมอเตอร์เป็นระบบเบรคปลอดภัย (Safety Brake) ดังนั้นเมื่อไฟดับ ก้ามเบรคจะจับยึดมอเตอร์ให้หยุดนิ่งทันที เพื่อไม่ให้ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้น-ลงตามน้ำหนักของตัวถ่วงน้ำหนัก หรือตามน้ำหนักรวมของจำนวนผู้โดยสารภายในลิฟต์ ซึ่งเป็นระบบป้องกันที่มีอยู่ในลิฟต์ทุกตัวในปัจจุบันนี้

2.3.) การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

2.3.1.) โดยวิธีช่วยเหลือด้วยมือ (Manual Method) โดยปกติแล้วเมื่อเกิดปัญหาไฟดับ และลิฟต์ค้าง จะมีการแก้ไขปัญหาเพื่อช่วยเหลือผู้โดยสารที่อยู่ในห้องผู้โดยสารได้โดยอาศัยคนที่อยู่ภายนอก คือ

ผู้โดยสารที่อยู่ภายในลิฟต์ จะต้องกดปุ่มสัญญาณเตือน (Alarm) เพื่อให้คนที่อยู่ภายนอกไปปลดเบรคด้วยมือ และหมุนจานที่ติดกับเพลามอเตอร์ (Wind Wheel) ด้วยมือบนชั้นสูงสุดซึ่งเป็นที่ติดตั้งของห้องเครื่องลิฟต์ เพื่อให้ลิฟต์เคลื่อนที่ไปยังชั้นที่ใกล้เคียงที่สุด แล้วก็ลงมาง้างประตูชั้นนอก และประตูชั้นในออก แต่ผู้ที่จะช่วยเหลือได้ตามขั้นตอนนี้ จะต้องเป็นผู้ที่รู้ว่าควรจะทำอะไร ที่ไหนบ้าง ดังนั้นในจุดนี้จึงเป็นจุดบกพร่องที่ควรทำการแก้ไขและปรับปรุง

2.3.2.)โดยวิธีอัตโนมัติ (Automatic Method)

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น จึงมีแนวความคิดที่จะแก้ปัญหานี้โดยให้ห้องผู้โดยสารของลิฟต์สามารถเคลื่อนที่ไปที่ชั้นหนึ่ง และเปิดประตูเองโดยวิธีอัตโนมัติทั้งหมดแทนที่การใช้มือทุกขั้นตอนโดยไม่มีการเข้าไปยุ่งเกี่ยวภายในระบบ หรือเปลี่ยนแปลงระบบควบคุมเดิมเลย

หลักการการทำงานจะมี 4 ขั้นตอน คือ

1. ตัดระบบไฟปกติออกและให้ระบบโอนย้ายเข้าสู่ระบบสำรอง
2. คัปปลิ้งมอเตอร์กระแสตรง (Coupling DC Motor)
3. ทำการปลดเบรค
4. นำห้องผู้โดยสารลงและเปิดประตูค้างไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยขั้นตอนการทำงานทั้งหมดจะทำงานตามคำสั่งของวงจรควบคุมที่ออกแบบขึ้นใหม่

1). ขั้นตอนตัดระบบไฟปกติออกก่อน

ก่อนที่จะให้ระบบทั้งหมดเข้าสู่ระบบสำรอง จะต้องตัดระบบไฟปกติเดิม คือไฟกระแสสลับออกก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้มีการสับสนในการทำงานขณะที่ทำงานอยู่ในระบบสำรองหากไฟที่ดับไปเป็นเวลาเพียงชั่วครู่แล้วกลับคืนสู่สภาพปกติเช่นเดิมอีกครั้ง ดังนั้นจึงต้องป้องกันไว้ จนกว่าการทำงานในระบบสำรองจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ จึงจะคืนระบบให้แก่ระบบเดิม

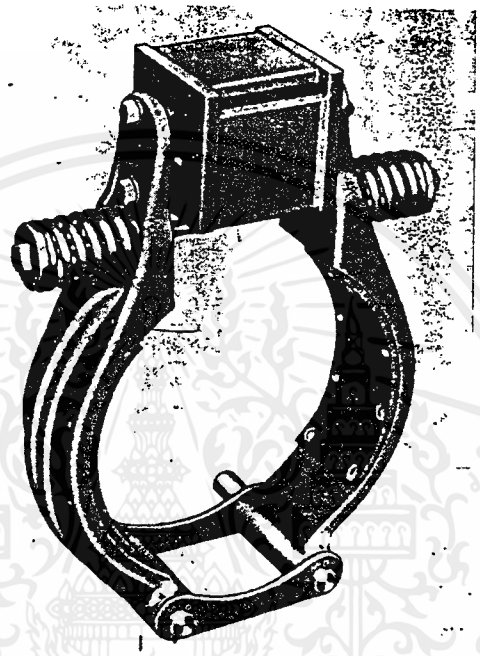
2). คัปปลิ้งมอเตอร์กระแสตรง

หลังจากตัดระบบไฟเดิมออกแล้ว ก็ทำการคัปปลิ้งมอเตอร์กระแสตรงเข้ากับมอเตอร์ขับเคลื่อนลิฟต์ (Motor Drive) โดยใช้ระบบคลัทช์ (Clutch) ซึ่งลักษณะการทำงานของระบบคลัทช์คือเมื่อลิฟต์ทำงานด้วยระบบไฟปกติ มอเตอร์กระแสตรงจะหมุนฟรี (Free) ไปพร้อมๆกับมอเตอร์ขับเคลื่อนที่ใช้ขับเคลื่อนลิฟต์ แต่ถ้าในกรณีไฟดับ และระบบการทำงานของลิฟต์เข้าสู่ระบบสำรอง แล้วมอเตอร์กระแสตรงจะถูกดูดเข้าไปคัปปลิ้งกับมอเตอร์ขับเคลื่อน ตามการควบคุมของวงจรควบคุม และก็จะเป็นตัวขับให้มอเตอร์ขับเคลื่อนทำงานขับเคลื่อนลิฟต์อีกทีหนึ่ง จนกระทั่งห้องผู้โดยสารของลิฟต์เคลื่อนที่ลงถึงชั้นที่ 1 และตัดระบบไฟสำรองออก คืนระบบลิฟต์ให้กับระบบไฟเดิม มอเตอร์กระแสตรงก็จะหลุดออกกลับไปยังตำแหน่งเดิม และระบบลิฟต์ก็จะอยู่ในสภาพพร้อมที่จะทำงานเหมือนเดิมทุกอย่างเมื่อระบบไฟกระแสสลับปกติกลับคืนมา

3). ทำการปลดเบรค

ในสภาวะปกติไม่ได้ใช้งานลิฟต์ หรือขณะไฟดับก็ตาม ระบบเบรคชนิดเซฟตี้เบรคจะทำการล็อคลิฟต์ไว้ไม่ให้เคลื่อนที่ ดังนั้นในการที่จะเคลื่อนห้องผู้โดยสารลงมายังชั้นที่ 1 นั้นจะต้องทำการปลดเบรคออกซึ่งใช้โซลินอยด์เป็นตัวออกแรงง้างก้ามเบรค โดยจ่ายไฟกระแสตรงให้กับขดลวดเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงอิเลคโตรแมกเนติกเบรค (Electromagnetic DC Brake)

4). นำห้องผู้โดยสารลงและเปิดประตูทิ้งไว้

เมื่อคัปปลิ้งมอเตอร์กระแสตรง และปลดเบรคแล้วมอเตอร์กระแสตรง จะหมุนทำให้ห้องผู้โดยสารเคลื่อนที่ลงไปชั้นหนึ่ง โดยส่วนนี้จะอาศัยวงจรควบคุมเพื่อเช็คดูว่าถึงชั้นที่ 1 หรือยัง (ดูรายละเอียดในส่วนของวงจรควบคุมที่ออกแบบไว้อีกทีหนึ่ง)

เมื่อห้องผู้โดยสารเคลื่อนที่ถึงชั้นที่ 1 แล้ว ก็ให้เปิดประตูออก โดยการสลับขั้วของมอเตอร์ที่เป็นตัวขับเคลื่อนการปิด-เปิดประตูโดยอาศัยหลักการการหมุนกลับทิศทางของการสลับขั้วของมอเตอร์โดยทั่ว ๆไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.)ทฤษฎีการคำนวณที่ใช้ในการทดลอง

2.4.1.) ทฤษฎีการคำนวณของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านแท่งตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงขึ้นในแท่งตัวนำซึ่งสูตรการคำนวณแรง (F) บนแท่งตัวนำเป็นดังนี้

$$F = BIL$$

F = แรงที่เกิดในตัวนำ (นิวตัน , N)

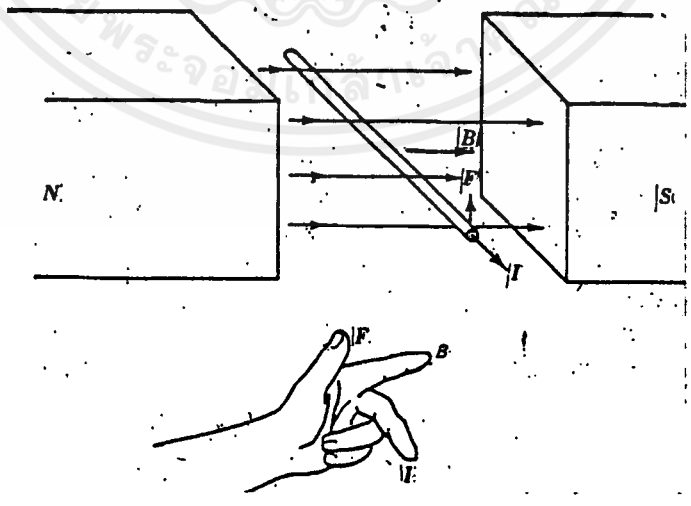
B = ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก (เวเบอร์ต่อตารางเมตร , Wb/m^2)

I = กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวนำ (แอมแปร์ , A)

L = ความยาวตัวนำ (เมตร , m)

ทิศทางของแรง (Direction of Force)

ถ้าทราบตำแหน่งของขั้วแม่เหล็ก (ขั้วเหนือและขั้วใต้) ทำให้เราทราบทิศทางของฟลักซ์และทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในตัวนำ เราอาจหาทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นในตัวนำได้โดยใช้กฎของมือซ้าย (left-hand rule) ของเฟลมมิง



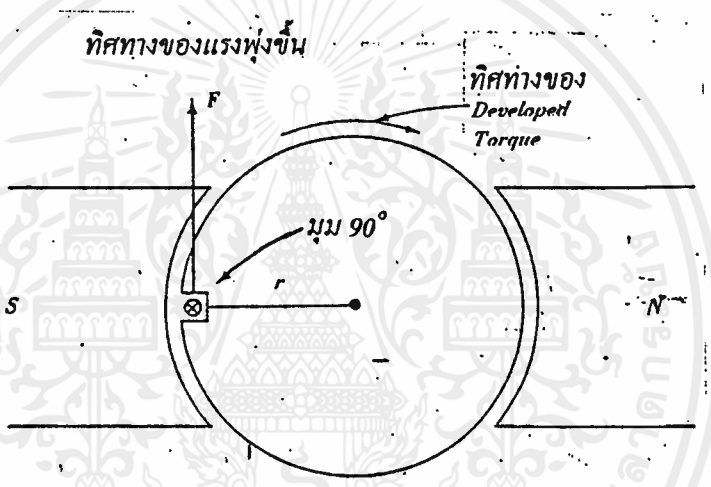
รูปที่ 2.11 แสดงทิศทางกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกางนิ้วทั้ง 3 ให้มีลักษณะตั้งฉาก ดังรูปที่ 1 นิ้วชี้แทนทิศทางของฟลักซ์แม่เหล็ก (B) นิ้วกลางแทนทิศทางของกระแสไฟฟ้า (I) และนิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นในตัวนำ (F)

<u>แรงบิดที่เกิดในตัวนำเดี่ยว (Torque Developed by a Conductor)</u>

แรงที่เกิดขึ้นในตัวนำซึ่งมีทิศทางตั้งฉากกัลกระแสไฟฟ้าในตัวนำ (จากกฎมือซ้าย) เป็นตัวกลางสำคัญที่ทำให้มอเตอร์หมุนและส่งพลังงานกลออกมาภายนอกได้



รูปที่ 2.12 แสดงทิศทางการเกิดแรงบิดในตัวนำ

จากรูปที่ 2.12 ตัวนำฝังตัวอยู่ในแท่งโลหะทรงกระบอกที่หมุนได้อย่างอิสระ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ตัวนำจะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำส่งผลให้เกิดแรง (F)แรงนี้มีทิศทางตั้งฉากกับรัศมีของแท่งโลหะ (r) และเป็นสาเหตุของการบิดตัวหมุนเป็นวงกลมของแท่งโลหะ แรงประเภทนี้เราเรียกว่าแรงบิด (Torque ; T) ค่าแรงบิดหาได้โดยนำแรงที่เกิดขึ้นในตัวนำไปคูณกับรัศมีของแท่งโลหะทรงกระบอกที่ตั้งฉากกับแรงนั้น

$$T = F \times r$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T = แรงบิด (นิวตัน-เมตร , N-m)

F = แรงที่เกิดในตัวนำ (นิวตัน , N)

r = รัศมีของรูปทรงกระบอกที่ตั้งฉากกับแรง (เมตร , m)

$$T = BILr$$

T = แรงบิด (นิวตัน-เมตร , N-m)

B = ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก (เวเบอร์ต่อตารางเมตร , Wb/m^2)

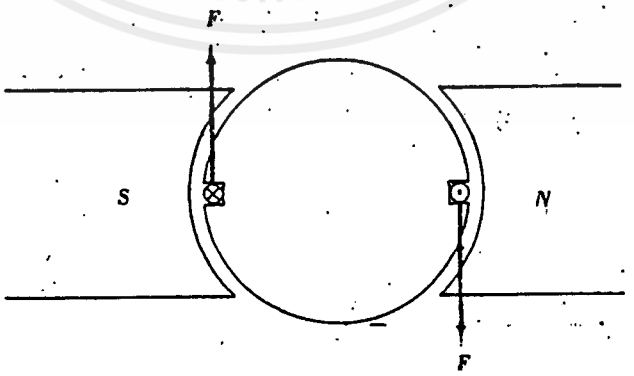
I = กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวนำ (แอมแปร์ , A)

L = ความยาวตัวนำ (เมตร , m)

r = รัศมีของรูปทรงกระบอกที่ตั้งฉากกับแรง (เมตร , m)

<u>แรงบิดที่เกิดในขดลวด (Torque Developed by a Coil)</u>

ขณะขดลวดตัวนำจำนวน 1 รอบวางตัวอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะมีด้านของตัวนำ 2 ด้านที่อยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็ก ดังนั้นจึงเกิดแรงและแรงบิดขึ้นทั้ง 2 ด้าน



รูปที่ 2.13 แสดงแรงบิดในขดลวดตัวนำ

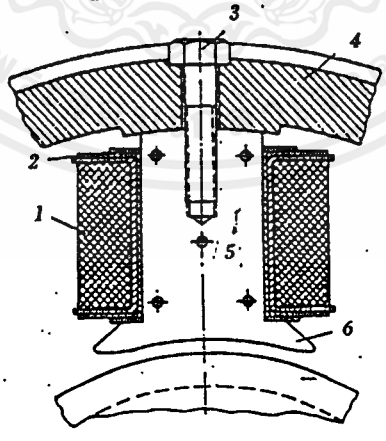
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 แสดงให้เห็นแรงที่เกิดจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ขดลวดตัวนำ (ซึ่งฝังตัวอยู่ในแท่งโลหะทรงกระบอกที่หมุนตัวได้อย่างอิสระ) โดยมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดทางด้านซ้ายมือและไหลออกจากขดลวดทางขวามือ จากกฎมือซ้ายของเฟลมมิงเราทราบว่าที่ตัวนำด้านซ้ายมือจะเกิดแรงที่มีทิศทางพุ่งขึ้นด้านบน ส่วนด้านขวามือแรงจะมีทิศทางพุ่งลงด้านล่าง เนื่องจากแรงมีทิศทางต่างกันจึงเกิดแรงบิดเสริมกัน (ดังรูปที่ 2.13) และทำให้แท่งโลหะทรงกระบอกหมุนไปได้

โครงสร้างของเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง (DC Machine Construction)

ขั้วสนามแม่เหล็ก (Field Poles)

ขั้วสนามแม่เหล็กเป็นส่วนที่สร้างฟลักซ์แม่เหล็ก เมื่อตัวนำในอาร์เมเจอร์หมุนตัดผ่านฟลักซ์แม่เหล็กนี้จะเกิดการเหนี่ยวนำขึ้น



รูปที่ 2.14 แสดงโครงสร้างของสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

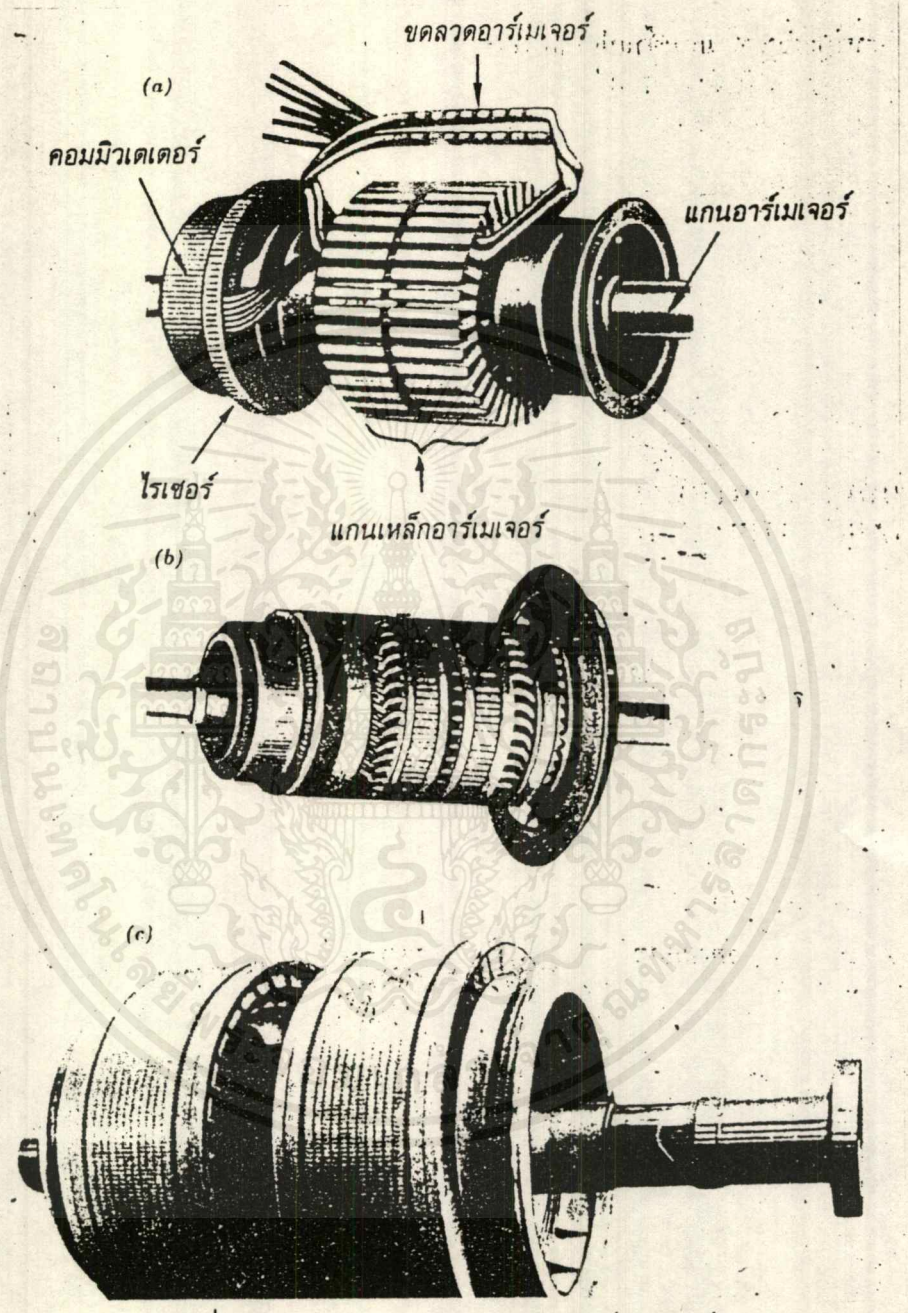
แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature Core)

แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ทำจากแผ่นเหล็กบาง ๆ แต่ละแผ่นอาบน้ำยาวานิชหรือกั้นด้วยกระดาษแล้วนำไปอัดเป็นรูปแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (รูปที่ 2.16) สาเหตุที่ต้องใช้แผ่นลามิเนททำแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ก็เพื่อลดความสูญเสียเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลวน(Eddy current loss) ที่เกิดขึ้นในตัวอาร์เมเจอร์เอง

แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ จะมีร่องสล็อตมากมายสำหรับฝังขดลวดตัวนำลงไปในร่องเหล่านี้ (รูปที่ 2.15)

รูปที่ 2.15 แสดงร่องสล็อตของแกนอาร์เมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงส่วนประกอบของอาร์เมเจอร์

รูป 6 a เป็นรูปขณะพันขดลวดลงร่องสล็อตของอาร์เมเจอร์

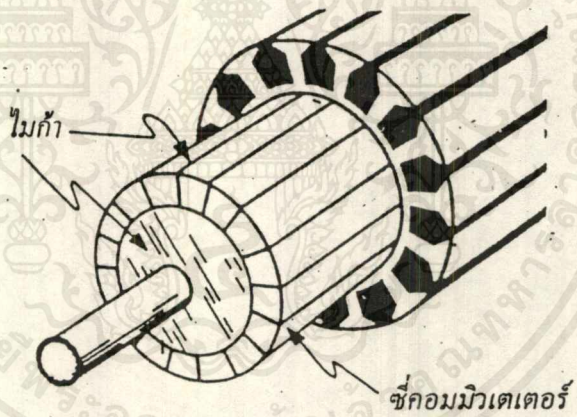
รูป 6 b แสดงให้เห็นอาร์เมเจอร์เมื่อพันขดลวดและประกอบเสร็จแล้ว

รูป 6 c เป็นอาร์เมเจอร์ที่ใช้กับเครื่องกลไฟฟ้าที่กำลังสูง ประกอบด้วยอาร์เมเจอร์ 2 ทุ่นอยู่บนแกนอาร์เมเจอร์แกนเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)

คอมมิวเตเตอร์ประกอบด้วยซี่ทองแดงหลาย ๆ ซี่อัดกดด้วยความร้อนแล้วนำไปกลึงผิวให้เป็นรูปทรงกระบอก ซี่คอมมิวเตเตอร์แต่ละซี่คั่นด้วยแผ่นฉนวนไมก้าเพื่อไม่ให้ ต่อถึงกัน (รูปที่ 2.17)



รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะคอมมิวเตเตอร์

คอมมิวเตเตอร์มีหน้าที่ 2 อย่าง คือ

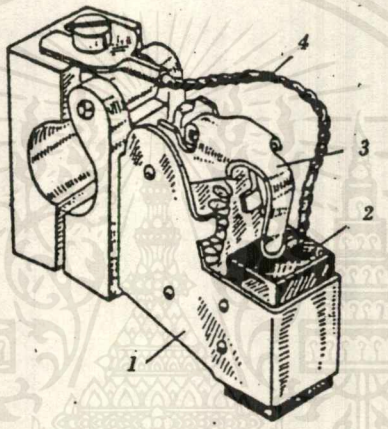
- ทำหน้าที่รับและเรียงแรงดันไฟฟ้าจากขดลวดอาร์เมเจอร์เพื่อส่งไปยังแปรงถ่าน ขณะเครื่องกลไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์ขณะที่เครื่องกลไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรงถ่านและที่ยึดแปรงถ่าน (Brush and Brush Holder)

แท่งแปรงถ่านอาจทำจากส่วนผสมของคาร์บอนกับแกรไฟท์ หรือ คาร์บอนกับทองแดง ชุดของแปรงถ่านประกอบด้วย



รูปที่ 2.18 แสดงแปรงถ่านและที่ยึดแปรงถ่าน

หมายเลข 1 กล่องใส่แปรงถ่าน (Brush-Holder Box)

หมายเลข 2 แท่งแปรงถ่าน (Brush)

หมายเลข 3 สปริงแรงอัด (Pressure Spring)
ทำหน้าที่กดแปรงถ่านให้สัมผัสกับพื้นผิวของคอมมิวเตเตอร์ด้วยแรง 1.5-2.5 N/cm^2 สามารถปรับค่าของแรงที่กดได้

หมายเลข 4 หางเปียแปรงถ่าน (Brush Pigtail)
เป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าที่ถูกส่งเข้ามายังแปรงถ่านหรือถูกส่งออกจากแปรงถ่านสู่วงจรภายนอก

เครื่องกลไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า แปรงถ่านจะทำหน้าที่รวบรวมกระแสไฟฟ้าจากซี่คอมมิวเตเตอร์ส่งไปสู่วงจรภายนอก และเมื่อเครื่องกล-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าทำหน้าที่เป็นมอเตอร์ แปรงถ่านจะทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากวงจรภายนอกส่งไปยังคอมมิวเตเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC MOTORS)

สมการพื้นฐานของมอเตอร์ (BASIC MOTOR EQUATION)

ในเบื้อง ได้กล่าวถึงการเกิดแรงบิดพื้นฐานที่เกิดจากตัวนำหมุนตัดกับฟลักแม่เหล็ก ดังสมการ (T=BILr) จากสมการดังกล่าวเราสามารถหาค่าแรงบิดเฉลี่ยที่เกิดจากการหมุนของอาร์เมเจอร์โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ (physical parameter) ของมอเตอร์ (เช่น ความยาวของตัวนำ รัศมีของอาร์เมเจอร์ พื้นที่ของแกนอาร์เมเจอร์ เป็นต้น) ให้เป็นค่าคงที่ สมการแรงบิดจะเปลี่ยนเป็นดังนี้

$$T = K \phi I_a$$

เมื่อ T = แรงบิดที่อาร์เมเจอร์

K = ค่าคงที่ของพารามิเตอร์ทางกายภาพของมอเตอร์

ϕ = ฟลักซ์แม่เหล็กต่อขั้ว

I_a = กระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์

สมการ $T = K \phi I_a$ เป็นสมการแรงบิดพื้นฐานทางไฟฟ้า ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าแรงบิดของมอเตอร์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ (I_a) และฟลักซ์แม่เหล็กที่เกิดจากแกนเหล็ก (ϕ)

ในทำนองเดียวกันเราสามารถเขียนสมการพื้นฐานทางกลหรืออัตราเร่งได้ดังนี้ คือ

$$a = T/J$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ T = แรงบิดที่อาร์เมเจอร์

a = อัตราเร่ง (acceleration)

J = โมเมนต์ความเฉื่อย (moment of inertia) ของการหมุนตัวทั้งหมด

จากสมการ a = T/J สรุปได้ว่า การที่มอเตอร์จะหมุนได้นั้น ต้องมีอัตราเร่ง (a) มากกว่าความเฉื่อยในการหมุนตัว (J) ของอาร์เมเจอร์

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและกำลังไฟฟ้า

(Relation between Torque and Power)

Output ของมอเตอร์อาจเป็นแรงบิด (T) หรือกำลังไฟฟ้า (P) ก็ได้ P จะอยู่ในรูปปริมาณของพลังงานไฟฟ้า (แรงดันไฟฟ้าคูณด้วยกระแสไฟฟ้า) ส่วน T อยู่ในรูปพลังงานกล (การหมุนตัว) ดังสมการ a = T/J แต่ถ้ารู้ค่าใดค่าหนึ่ง (P หรือ T)ก็จะสามารถคำนวณหาอีกค่าหนึ่งได้

$$T = 1000P/w$$

เมื่อ T = output torque (นิวตัน-เมตร , N-m)

P = output power (กิโลวัตต์ , kW)

S = ความเร็วรอบในระบบอังกฤษ

w = ความเร็วรอบในระบบ SI (เรเดียน/วินาที , rad/s)

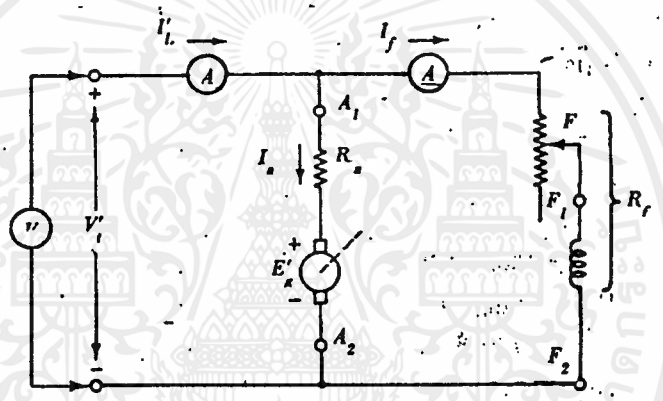
ในกรณีนี้ ค่า P เป็น output power ค่า T จะต้องเป็น output torque ด้วย และถ้า P เป็นกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในอาร์เมเจอร์ (developed power, $E'_a I_a$) จะต้องเป็นแรงบิดที่อาร์เมเจอร์ (developed torque) เช่นกัน

แรงดันไฟฟ้าต้านกลับ (Back Electromotive Force ; Back EMF)

ถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้อาร์เมเจอร์ จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในอาร์เมเจอร์ ซึ่งจะสร้างแรง (force) ขึ้น และส่งผลให้เกิดแรงบิด (torque) จึงทำให้มอเตอร์หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ ขณะที่มอเตอร์หมุน มีแรงดันไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ส่วนหนึ่งที่มีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้มอเตอร์ เราเรียกว่าแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ (Back EMF , E'_a)



รูปที่ 2.19 แสดงวงจรเพื่อทดสอบแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ

จากสมการ a = T/J ทำให้ทราบว่าแรงบิดที่จะทำให้มอเตอร์หมุนได้นั้นจะต้องเกิดอัตราเร่ง (a) เพื่อเอาชนะความเฉื่อยให้ได้ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้มอเตอร์ (ดังรูปที่ 2.19) เพิ่มขึ้นอย่าต่อเนื่อง ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำและเกิดแรงบิด ส่งผลให้เกิดอัตราเร่งเพื่อหมุนอาร์เมเจอร์อย่างต่อเนื่องเช่นกัน จนกระทั่งมอเตอร์มีความเร็วรอบคงที่ นั่นคือ อัตราเร่งเท่ากับศูนย์ แรงบิดจะเป็นศูนย์ด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้จึงสันนิษฐานตามสมการ $T = K \phi I_a$ ได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์กลายเป็นศูนย์ แต่เนื่องจากแรงดันไฟฟ้ายังคงถูกจ่ายให้มอเตอร์อยู่ เราจึงสันนิษฐานว่ามีแรงดันไฟฟ้าอื่นที่เกิดขึ้นในขดลวดอาร์เมเจอร์ที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เราเรียกว่าแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ (Back EMF, E'_a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในข้อสันนิษฐานของเรากล่าวว่า ขณะมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในอาร์เมเจอร์มีค่าเป็นศูนย์นั้น ตามความเป็นจริงแล้วกระแสไฟฟ้าส่วนนี้จะไม่เป็นศูนย์ แต่จะมีอยู่จำนวนหนึ่งเพื่อสร้างแรงบิดมาหักล้างความฝืดของมอเตอร์ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ (V'_t) จะต้องมากกว่าแรงดันไฟฟ้าต้านกลับ (E'_g) ดังสมการต่อไปนี้

$$E'_g = V'_t - I_a R_a$$

เมื่อ E'_g = Back EMF

V'_t = แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วที่จ่ายให้มอเตอร์

I_a = กระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์

R_a = ความต้านทานของขดลวดในอาร์เมเจอร์

จากรูปที่ 2.19 จะเห็นว่า ทิศทางของ E'_g จะสวนกับทิศทางของ I_a เมื่อ I_a เป็นส่วนประกอบของสมการแรงบิด ($T = K \phi I_a$) จึงสรุปได้ว่า E'_g จะเป็นตัวต้านแรงบิดหรือตัวต้านการหมุนของมอเตอร์นั่นเอง

<u>เคอร์ฟแรงบิด-ความเร็วรอบ</u>

<u>(Torque-Speed Curve)</u>

ก่อนที่จะเขียน curve แรงบิด-ความเร็วรอบได้ ต้องหาค่าแรงบิดที่โหลด (load torque) ให้ได้เสียก่อน โดยนำสมการ $T = K \phi I_a$ มาพิจารณาและกำหนดให้ค่าฟลักซ์คงที่ จะได้สมการใหม่เป็น

$$T = K'I_a$$

เมื่อ $K' = K \phi$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบคงที่ (อัตราเร่งเป็น 0) แรงบิดที่สร้างขึ้นในอาร์เมเจอร์ (developed torque) จะเท่ากับแรงบิดที่โหลด (load torque) จากสมการ $T = K'I_a$ ถ้าให้ load torque เป็น T_L

$$\boxed{T_L = K'I_a}$$

จากสมการ $E'_g = V'_t - I_aR_a$ ทำให้ทราบว่า

$$I_a = (V'_t - E'_g)/R_a$$

แทนค่า I_a ลงในสมการ $T_L = K'I_a$

$$T_L = K'(V'_t - E'_g)/R_a$$

ถ้าให้ค่า E'_g เป็นค่าคงที่ K"

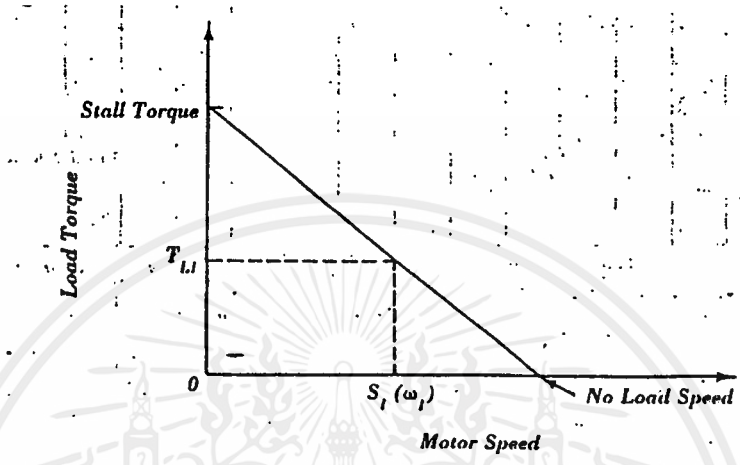
$$T_L = K'V'_t/R_a - K'K"S/R_a$$

ถ้าให้ $K_m = K'/R_a$ และ $K_B = K'K"/R_a$

$$T_L = K_mV'_t - K_Bw$$

เมื่อนำ f มาเขียน curve โดยค่า V'_t เป็นค่าที่กำหนดให้จะได้ curve ที่เรียกว่า Torque-speed curve ในรูปที่ 2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงเคิร์ฟของแรงบิด-ความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

จาก curve ในรูป 2.20 ทำให้เราทราบว่าขณะมอเตอร์หมุนตัวเปล่า (no load) ค่าแรงบิดที่โหลด (load torque, T_L) มีค่าเป็นศูนย์ เมื่อต่อโหลดเข้าไปความเร็วรอบจะลดลงมาที่ S_1 (w_1 ในระบบ SI) แต่ load torque จะเพิ่มเป็น T_{L1} ถ้าเพิ่มโหลดอย่างต่อเนื่องความเร็วจะลดลงอย่างต่อเนื่องเช่นกันจนกระทั่งในที่สุด มอเตอร์จะหยุดหมุน ค่าแรงบิดของโหลด load torque ต่ำสุดที่ทำให้มอเตอร์หยุดหมุนขณะนี้เรียกว่า stall torque

ประโยชน์ของ torque-speed curve ก็คือ เป็นเครื่องมือทำนายความเร็วของมอเตอร์ที่โหลดใด ๆ ก็ได้

ประสิทธิภาพของมอเตอร์ (Motor Efficiency)

Input power ของมอเตอร์เป็นพลังงานไฟฟ้าและ Output power จะเป็นพลังงานกล การเปลี่ยนแปลงพลังงานที่เกิดขึ้นในอาร์เมเจอร์ก็คือ การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนั่นเอง เมื่อเป็นเช่นนี้เราสามารถนำสมการ $n(\%) = 100\ P_o/P_i$ มาเขียนใหม่ได้เป็น

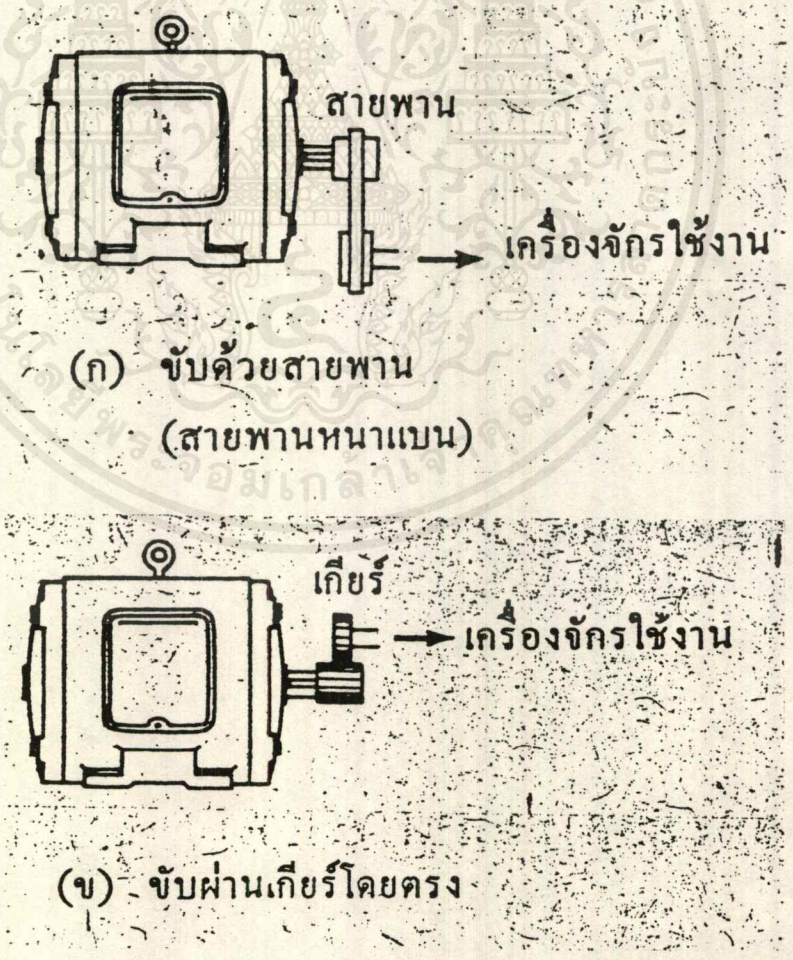
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$n(\%) = 100(P_i - losses)/ P_i$$

เมื่อ $P_o = P_i - losses$

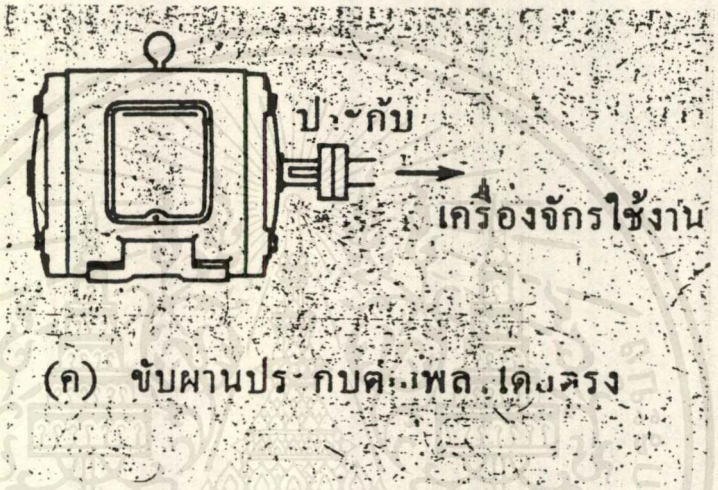
การต่อประกับเครื่องจักรโหลด

การต่อประกับเครื่องเข้าด้วยกันมีอยู่หลายวิธีที่จะสามารถส่งกำลังจากมอเตอร์เข้าสู่เครื่องจักรโหลดใช้งานตามต้องการสามารถทำได้โดยวิธีส่งกำลังทางสายพาน การใช้เกียร์ทดหรือลดการต่อประกับเพลาเข้าด้วยกันโดยตรง ฯลฯ (ดูรูป 2.11 ประกอบ)



รูปที่ 2.21 แสดงวิธีต่อโหลดระหว่างมอเตอร์ต้นกำลังกับเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 (ต่อ)แสดงวิธีต่อโหลดระหว่างมอเตอร์ต้นกำลังกับเครื่องจักร

การเลือกวิธีต่อจะต้องคำนึงถึงชนิดของเครื่องจักรโหลดสถานที่ที่จะทำการติดตั้ง ฯลฯ ซึ่งจะไม่มีวิธีมาตรฐานวางไว้ตายตัว

เพื่อยกตัวอย่างการต่อประกับเครื่องจักรโหลดประเภทต่าง ๆ เข้าด้วยกันเสริมความเข้าใจดังนี้

ปั๊มของไหล : ตามธรรมดาจะใช้วิธีต่อประกับเพลาเข้าด้วยกันโดยตรง

ปั๊มอัดลม : ใช้วิธีต่อประกับเพลาโดยตรง หรือใช้วิธีส่งกำลังทางสายพาน

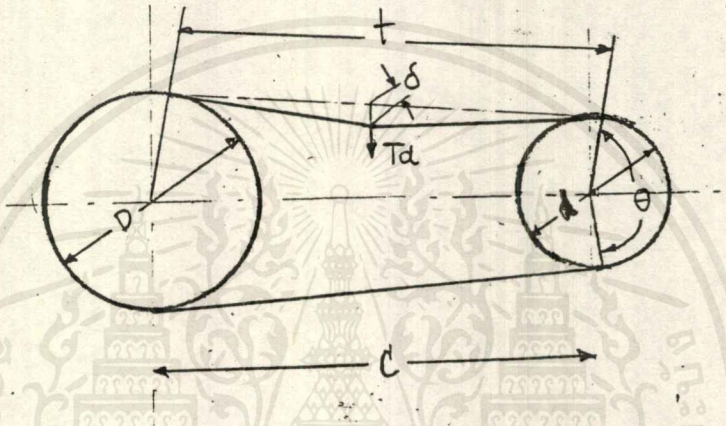
พัดลม และโบลวเวอร์ : ตามธรรมดาจะใช้วิธีต่อประกับเพลาเข้าด้วยกันโดยตรง

เครื่องสี ขัด และบด : ส่วนใหญ่จะใช้เกียร์ลดรอบ และต่อกับเพลาโดยตรงประกอบกัน แต่ในบางครั้งอาจใช้วิธีต่อสายพานอยู่บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.) การตั้งสายพานเพื่อส่งกำลังให้แก่โหลด

ในการติดตั้งสายพานเพื่อส่งกำลังให้แก่โหลดนั้นจะต้องมีการคำนวณเพื่อหาค่าแรงดึงต่ำสุดบนสายพานที่ต้องการใช้งานเพื่อให้สามารถขับโหลดได้, หาค่าความหย่อนโหลดของสายพาน และค่าระยะทางหย่อนของสายพาน



รูปที่ 2.22 แสดงการวัดค่าต่างๆสำหรับการหาค่าแรงดึงต่ำสุดบนสายพาน

สำหรับการหาค่าแรงดึงต่ำสุดบนสายพาน(T_s) หาได้จากสมการ

$$T_s = 0.9\left[37.5(25-F)H_d/(F*N*v) + (w*v^2)/g\right] \quad \text{(ก.ก.)}$$

เมื่อ

F : แฟคเตอร์แก้ไขของมุมสัมผัส (ดูตารางที่ 1)

H_d : ค่าแรงม้าที่ออกแบบใช้งาน = (ค่าแรงม้าจริง) x (ค่าสัมประสิทธิ์ของการโอเวอร์โหลด)

ค่าแรงม้าจริงคำนวณจาก 1 แรงม้า = 0.746(กิโลวัตต์) และค่าของสัมประสิทธิ์ของการโอเวอร์โหลดใช้ประมาณ 1.3

N : จำนวนสายพาน (ชิ้น)

v : ความเร็วของสายพาน (เมตรต่อวินาที)

W : น้ำหนักของสายพานต่อหน่วยความยาว (กิโลกรัมต่อเมตร)(ดูตารางที่2)

g : ค่าอัตราเร่งจากแรงดึงดูดของโลก = 9.8 เมตร/วินาที^{2}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(D-d)/C	มุมสัมผัสของมู่เล่ตัวเล็ก	แฟคเตอร์แก้ไข F
0.0	180	1.00
0.1	174	0.99
0.2	169	0.97
0.3	163	0.96
0.4	157	0.94
0.5	151	0.93
0.6	145	0.91
0.7	140	0.89

ตารางที่ 1 แสดงแฟคเตอร์แก้ไขสำหรับมุมสัมผัส F

D : เส้นผ่าศูนย์กลางพิชของมู่เล่ตัวใหญ่

d : เส้นผ่าศูนย์กลางพิชของมู่เล่ตัวเล็ก

C : ระยะห่างระหว่างเพลา (ดูรูปที่ 2.22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสายพาน	รูปร่าง	W(กก./เมตร)
สายพานตัววี ชนิดธรรมดา	A	0.12
	B	0.20
	C	0.37
	D	0.67
	E	1.02
สายพานตัววีแคบ	3V	0.08
	5V	0.20
	8V	0.50

ตารางที่ 2 แสดงชนิดของสายพานและน้ำหนักต่อหน่วยความยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสายพาน	รูปร่าง	W(กก./เมตร)
สายพานตัววี ชนิดธรรมดา	A	1.5
	B	2.0
	C	3.0
	D	6.0
	E	11.0
สายพานตัววีแคบ	3V	2.0
	5V	5.0
	8V	10.0

ตารางที่ 2(ต่อ)แสดงชนิดของสายพานและน้ำหนักต่อหน่วยความยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าความหย่อนโหลด(T_d)นั้นหาได้จากสมการ

$$T_d = (G*T_s + Y)/16 \qquad \text{(กิโลกรัม)}$$

เมื่อ

G : สัมประสิทธิ์แรงดึงของสายพาน

1.3 - 1.5 เมื่อใช้สายพานใหม่

1.0 - 1.3 เมื่อปรับสายพานใช้แล้วให้ตึง

Y : ค่าคงตัว (กิโลกรัม)(หาได้จากตารางที่ 3)

ค่าระยะทางหย่อนของสายพาน (v) หาได้จากสมการ

$$v = 0.016 \times t \text{ (มม.)}$$

$$t = \sqrt{\{C^2-(D-d)^2/4\}} \quad \text{(มม.)} \qquad \text{(ดูรูปที่ 2.22)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.) แรงทางกลและพลังงานสะสม

ในระบบวงจรแม่เหล็กนั้นพลังงานซึ่งเกิดจากแหล่งจ่ายทางไฟฟ้าจะถูกสะสมอยู่ในรูปของสนามแม่เหล็ก เมื่อมีส่วนหนึ่งส่วนใดของวงจรแม่เหล็กที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ จะทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากพลังงานทางไฟฟ้าไปเป็นพลังงานทางกลหรืออาจเปลี่ยนจากพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ในที่นี้จะทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานทางไฟฟ้า,พลังงานทางกลและพลังงานทางสนามแม่เหล็ก โดยไม่คำนึงถึงความสูญเสียของพลังงานที่เกิดขึ้น

เมื่อส่วนของวงจรแม่เหล็กมีการเคลื่อนที่จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่สะสมอยู่ในระบบ ในการศึกษาจะมีข้อจำกัดดังนี้คือ

1) ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางกลเกิดขึ้นค่ากระแสในขดลวดจะต้องไม่เปลี่ยนแปลง

2) เส้นแรงแม่เหล็กจะต้องมีค่าคงที่ ในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่ากระแสในขดลวด

<u>กรณีที่ 1</u> การเคลื่อนที่ทางกลโดยที่ค่า mmf ของขดลวดมีค่าคงที่

พิจารณาการทดลองแบบพื้นฐานที่มีขดลวดพันอยู่บนแกนเหล็กที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำเป็นอนันต์ ซึ่งมีช่องอากาศที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ดังในรูปที่ 1 แท่งเหล็กสามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวราบ เพื่อเปลี่ยนแปลงระยะของช่องอากาศซึ่งเดิมยาว x ทางด้านขวาของรูปนี้ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กในช่องอากาศและกระแสในขดลวด สำหรับช่องอากาศยาว x และ x+dx ถ้าแหล่งจ่ายทางไฟฟ้าจ่ายกระแสคงที่ i และเส้นแรงแม่เหล็กในช่องว่างเปลี่ยนแปลงไป $d\phi$ เมื่อความยาวของช่องว่างลดลงจาก x+dx เป็น x ในช่วงเวลา dt ค่าศักดาที่ถูกเหนี่ยวนำในขดลวดจะมีค่าเป็น

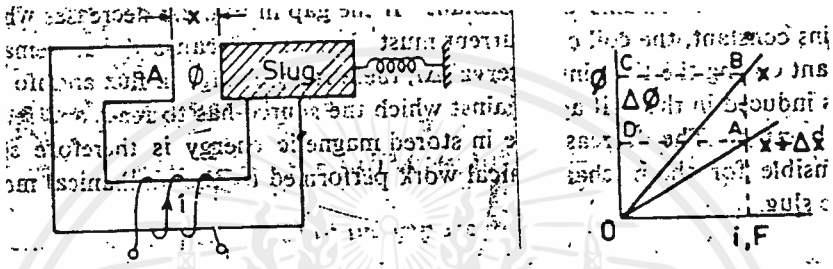
$$e = Nd\phi/dt \qquad (1)$$

แหล่งจ่ายจะต้องจ่ายพลังงานซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$dW_s = eidt = Nid\phi \qquad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในพื้นที่ ABCD ในรูปที่ 2.23(b)



(a) (b)

รูปที่ 2.23 แสดงการเคลื่อนที่ทางกลของแท่งเหล็กภายใต้ค่า mmf ของขดลวดที่มีค่าคงที่

การเพิ่มของเส้นแรงแม่เหล็กจะเป็นการเพิ่มพลังงานที่สะสมในสนามแม่เหล็กด้วยซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$W_f = \int Nid\phi = \int Nid\phi \quad - \quad \int Nid\phi \qquad (3)$$

ในพื้นที่สามเหลี่ยม OAB สมดุลของระบบจะเป็นไปตามสมการ

พลังงานไฟฟ้า = พลังงานสะสมที่เพิ่มขึ้น + งานทางกลที่ทำได้ (4)

$$dW_e = dW_f + dW_m \qquad (5)$$

หรือ

งานทางกล $dW_m = dW_e - dW_f$ = พื้นที่ ABCD - พื้นที่ OAB (6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่พื้นที่ทั้งสองนี้มีขนาดที่เท่ากันคือ AB,AD และ BC ดังนั้น

$$\text{พื้นที่ ABCD} = 2*\text{พื้นที่ OAB}$$

และ

$$dW_s - dW_f = (1/2)dW_s = dW_f \qquad (7)$$

ในทางกล

$$dW_m = dW_f = (1/2)dW_s \qquad (8)$$

แสดงให้เห็นว่างานทางกลและพลังงานสะสมที่เพิ่มขึ้น ทั้งคู่จะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของพลังงานทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้า ความสัมพันธ์นี้รู้จักกันดีในชื่อว่า กฎ 50-50 ของระบบแม่เหล็กที่เป็นเชิงเส้น ซึ่งจะเกิดในระบบที่เป็นเชิงเส้น เมื่อพลังงานทางไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ระบบให้ค่า mmf ที่เป็นค่าคงที่แก่วงจร

แรงดึงดูดระหว่างหน้าขั้วมีค่าเท่ากับลบเกรเดียนท์ของงานที่ทำในทิศที่เป็นการลดระยะทาง x

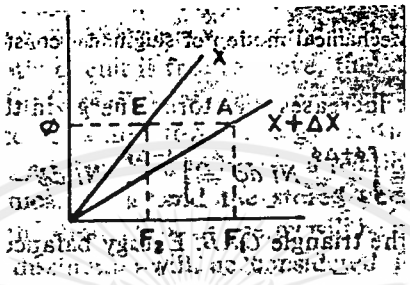
$$f_m = -dW_m/dx = -dW_f/dx \qquad (9)$$

<u>กรณีที่ 2</u> การเคลื่อนที่ทางกลโดยที่เส้นแรงแม่เหล็กคงที่

งานทางกลสามารถถูกทำโดยระบบในขณะที่เส้นแรงแม่เหล็กในวงจรแม่เหล็กมีค่าคงที่ ถ้าช่องว่างในรูปที่ 2 ลดลงขณะที่ ϕ มีค่าคงที่ กระแสในขดลวดต้องลดลง เพราะ ϕ มีค่าคงที่ตลอดช่วงเวลา dt ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กและไม่มีศักดาเหนี่ยวนำขึ้นมาต้านในขดลวด

การลดของค่าพลังงานแม่เหล็กสะสมมีผลให้เกิดงานทางกลโดยการเคลื่อนที่ของแท่งเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แสดงการเคลื่อนที่ทางกลของแท่งเหล็กภายใต้เส้นแรงแม่เหล็กที่มีค่าคงที่ในช่องอากาศ

ในเทอมของสมดุลพลังงาน

$$0 = dW_e + dW_m \quad \text{หรือ} \quad dW_m = - dW_e \tag{10}$$

$$f_m = -dW_m/dx = dW_e/dx \tag{11}$$

เปรียบเทียบสมการ (9) และ (11) จะสังเกตได้ว่างานทางกลเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของพลังงานแม่เหล็กสะสม ในฟังก์ชั่นของระยะทางระหว่างหน้าขั้ว ถ้าพลังงานแม่เหล็กไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระยะ x ก็จะไม่เกิดการเคลื่อนที่ทางกล เมื่อทำการเคลื่อนแท่งเหล็กในสภาวะที่ mmf คงที่ แรงจะมีค่าเท่ากับอัตราการเพิ่มของพลังงานสะสม ในขณะที่เส้นแรงแม่เหล็กมีค่าคงที่ แรงทางกลมีค่าเท่ากับอัตราการลดลงของพลังงานแม่เหล็กสะสม ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่า x

พลังงานสะสมสามารถเขียนได้ง่ายในเทอมของความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก, ขนาดของวงจรแม่เหล็กและปริมาณอื่นๆที่สามารถวัดได้ โดยปกติจะถูกใช้ในการออกแบบรีเลย์ และเครื่องมือทางแม่เหล็กไฟฟ้าทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าพลังงานสะสมต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของสนามแม่เหล็กคือ

$$W_{eo} = (1/2)B^2/\mu = (1/2)\mu H^2 = (1/2)\phi^2/\mu A^2 = (1/2)\mu(Ni)^2/x^2 \quad (12)$$

เมื่อ

B = ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก

H = ความเข้มของสนามแม่เหล็ก

และ

A = พื้นที่ของหน้าขั้ว

ค่าพลังงานที่สะสมอยู่คือ

$$W_e = (1/2\mu)B^2Ax = (1/2)\mu H^2Ax = (1/2)\phi^2x/\mu A = (1/2)F^2A\mu/x \quad (13)$$

ค่าความต้านทานทางแม่เหล็กของช่องว่างคือ

$$R = x/\mu A \qquad P = 1/R = \mu A/x \quad (14)$$

พลังงานแม่เหล็กสามารถเขียนได้หลายรูปแบบดังนี้

$$W_e = (1/2)\phi^2R_{(x)} = (1/2)H^2Px^2 = (1/2)F^2P_{(x)} = (1/2)L_{(x)}i^2 \quad (15)$$

แรงทางกลจากสมการ (2.29) และ (2.31) คือ

<u>กรณีที่ 1 mmf คงที่</u>

$$f_m = -dW_e/dx = -1/2\ F^2dP/dx$$

$$= 1/2\ F^2\mu A/X^2 \quad (16)$$

F = ค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 2 เส้นแรงแม่เหล็กคงที่

$$f_m = dw_f/dX = 1/2\ \phi^2 dR/dX \qquad (17)$$

$$= 1/2\ \phi^2\ 1/\mu A$$

ϕ = ค่าคงที่

สมการเหล่านี้จะถูกประยุกต์มาใช้ในการวิเคราะห์ และออกแบบของอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าอย่างง่าย

ตัวอย่าง 2.3 อุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าอย่างง่าย

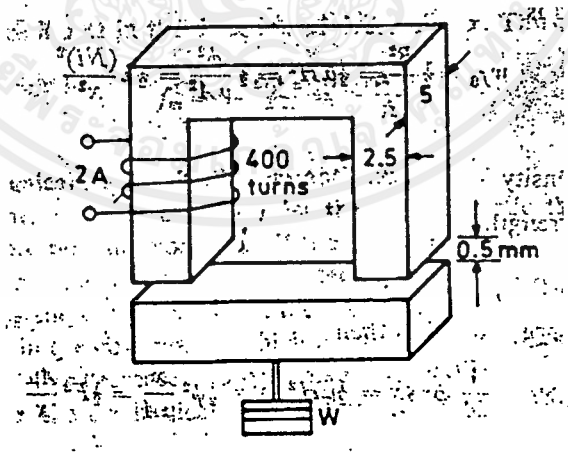
รูป 3 แสดงขดลวด 400 รอบ พันอยู่บนแกนเหล็กซิลิกอน มีค่าสัมประสิทธิ์สูงมาก และมีกระแสไหลผ่าน 2 A หน้าขั้วมีพื้นที่ 2.5 * 5 cm^2 เมื่อระยะช่องว่างเป็น 0.5 mm.

จงคำนวณหา

ก) ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก และเส้นแรงแม่เหล็กในช่องว่าง

ข) พลังงานที่สะสมในรูปของสนามแม่เหล็ก

ค) น้ำหนักที่สามารถยกได้ เมื่อ $\mu_o = 4\pi * 10^{-7}$ H/m



รูปที่ 2.25 แสดงอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับตัวอย่างที่ 2.3

คำตอบ

ก) เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำของแกนมีค่ามากๆ ค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กผ่านช่องอากาศเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$H_g = Ni/l$

$= 400*2/10^{-3} = 0.8*10^6$ A/m

$B_g = \mu_o H_g = 1$ T

และ $\phi_g = B_g A$

$= 1*2.5*5*10^{-4} = 1.25$ mWb

ข) พลังงานที่สะสมในช่องว่างต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร

$1/2\ \mu_o H_g^2 = 0.4*10^6$ J/m^2

ปริมาตรของสนามแม่เหล็ก $= 2.5*5*1*10^{-7} = 1.25*10^{-6}$ m^3

พลังงานสะสมในรูปสนามแม่เหล็ก

$W_g = 0.4*10^{-6}*1.25*10^{-6} = 0.5$ J

ค) กระแสในคอยล์มีค่าคงที่ 2 A ดังนั้น

$f_m = 2*1/2\ F^2 \mu_o A/X^2$

$= \mu_o H^2 A = 320\pi = 1005$ N

เมื่อกระแสมีค่าคงที่ในคอยล์ แรงทางกลมีค่าผกผันกับกำลังสองของระยะของช่องว่างดังสมการ

$$f_m = 1/2\ F^2 \mu_o A/X^2 \qquad (18)$$

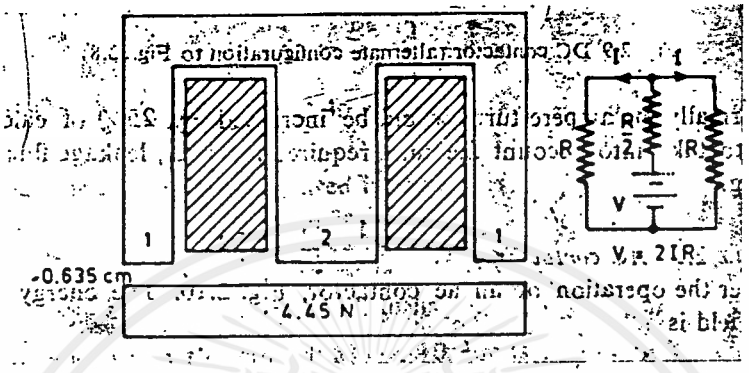
F = ค่าคงที่

ถ้าช่องว่างระหว่างหน้าขั้วเพิ่มเป็น 5 mm. จะสามารถยกน้ำหนักได้เพียง 10 N ด้วยกระแส 2 A ในคอยล์ ถ้าต้องการยกน้ำหนักขนาด 1000 N เมื่อช่องว่างเป็น 5 mm. กระแสในคอยล์จะต้องเป็น 20 A

<u>ตัวอย่าง 2.4</u> หน้าสัมผัสกระแสตรง

หน้าสัมผัสกระแสตรงตัวหนึ่ง ทำด้วยขดลวดพันรอบแกนกลางของแม่เหล็ก 3 ขา ดังรูป 4 กำหนดให้สามารถออกแรงดึงน้ำหนัก 4.45 N ที่ระยะห่าง 0.063 cm. จงหาแรงเคลื่อนแม่เหล็กในเส้นลวด ถ้าพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กทั้ง 3 ขา มีขนาด 6.45 , 12.9 และ 6.45 cm^2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 แสดงหน้าสัมผัสและวงจรเสมือน

<u>คำตอบ</u> แกนนอกต้องออกแรงดึง 4.45/4 = 1.1125 N

ค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กที่สำหรับแกนนอก หาได้จากความสัมพันธ์

$$f_m = 1/2\ F^2 \mu_o A/g^2 \qquad (19)$$

หรือ $F^2 = 2f_m g^2/\mu_o A$

$= 2*1.1125*(0.635*10^{-2})^2 / 4\pi*10^{-7}*6.45*10^{-4}$

$= 0.11*10^6$

ดังนั้น F = 333 AT

ค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กที่ต้องการในขดลวด มีค่าเป็นสองเท่าของค่าที่ได้ สังเกตุว่า

$$F^2/g^2 = 2f_m/\mu_o A \qquad (20)$$

ดังนั้นถ้าช่องว่างมีขนาดเล็กลงและต้องการให้หน้าสัมผัสออกแรงดึงเท่าเดิม ค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กในขดลวดจะมีค่าลดลงในอัตราส่วนเดียวกัน นอกจากนั้น

$$F^2 A = 2f_m g^2/\mu_o$$

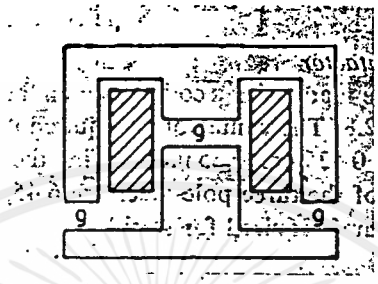
และการลดลงของพื้นที่แกน จะเพิ่มค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กของขดลวด ถ้าต้องการให้หน้าสัมผัสออกแรงดึงเท่าเดิม ที่ระยะห่างเท่าเดิม

ที่แรงเคลื่อนแม่เหล็ก 333 AT ความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็กของช่องว่างมีค่า

$B = \mu_o H_g = \mu_o F/g = 0.66$ Tesla สำหรับ g = 0.653 cm.

ขั้นตอนการคำนวณนี้สามารถใช้ได้กับแกนเหล็กที่มีรูปร่างดังรูป 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 แสดงหน้าสัมผัสกระแสตรง

โดยปกติค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กจะต้องมีค่าเพิ่มขึ้น 25% ของค่าที่คำนวณได้ เพื่อชดเชยค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กของแกนเหล็ก , เส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วงจรควบคุมและการทำงาน

3.1.) อุปกรณ์หลักและหน้าที่ในวงจรควบคุม

อุปกรณ์	หน้าที่
K_1	เป็นตัวตัดต่อไฟเลี้ยงที่จ่ายให้กับระบบเดิม
RL_0	จ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรและตัดไฟเลี้ยงของ K_1 ในขณะที่ระบบสำรองกำลังทำงานอยู่
RL_1	ควบคุมการปิดประตู
RL_2	จ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรขับลิฟต์
RL_3, RL_4	กำหนดทิศทางการจ่ายไฟเลี้ยงเข้ามอเตอร์ประตูเพื่อเปิดหรือปิดประตู
RL_5	ควบคุมการเปิดประตู
RL_6	คงสภาพไฟเลี้ยงที่จ่ายให้ RL_5 เมื่อเปิดประตูในกรณีที่ลิ้นประตูถูกกด
RL_7	ต่อสายของขดอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ประตูเข้ากับระบบสำรอง
RL_8	ต่อไฟเลี้ยงจากระบบสำรองเข้าขดฟิลด์ของมอเตอร์ประตู
$RL_{/1}$	จ่ายไฟเลี้ยงให้คลัทช์
$RL_{/2}$, $RL_{/5}$	จ่ายไฟเลี้ยงให้โซลีนอยด์เพื่อทำการปลดเบรค
$RL_{/3}$	จ่ายไฟเลี้ยงให้มอเตอร์ขับลิฟต์
$RL_{/4}$	จ่ายไฟให้ระบบแสงสว่างในตัวลิฟต์
S_1	ตัดการทำงานของระบบสำรองเมื่อระบบสำรองทำงานเสร็จสมบูรณ์ ติดอยู่ที่ขอบริมของประตูด้านนอกของชั้นล่างสุด
S_2	ตรวจว่าตัวลิฟต์ปิดประตูเรียบร้อยแล้วหรือยัง ติดอยู่ที่แนวกลางของประตูที่ตัวลิฟต์
S_3	คอยตัดไฟเลี้ยงของระบบขับลิฟต์เมื่อลิฟต์ลงมาถึงชั้นล่างสุดแล้ว ติดอยู่ที่พื้นของชั้นล่างสุด
S_4	เปิดประตูฉุกเฉินเมื่อลิ้นประตูถูกกด ติดอยู่ที่ลิ้นของประตูที่ตัวลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S_5 ตัดระบบเปิดประตูฉุกเฉินเมื่อทำการเปิดประตูเรียบร้อยแล้ว ติดอยู่ที่ขอบริมของประตูที่ตัวลิฟต์

S_6 จ่ายไฟให้วงจรเปิดประตูเมื่อลิฟต์ลงมาจอดชั้นล่างแล้ว ติดอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกับ S_3

S_7 เปลี่ยนทางเดินของกระแสที่จ่ายให้โซลีนอยด์ของระบบตัดเบรคให้ผ่านตัวต้านทานเพื่อลดกระแสที่จ่ายให้หลังจากโซลีนอยด์ทำงานแล้ว

S_{11}-S_{16} ตรวจดูว่าประตูด้านนอกของทุกชั้นปิดเรียบร้อยหรือไม่ ติดอยู่ที่แนวกลางของประตูด้านนอก

3.2.) การทำงานของวงจรควบคุม

ในขณะที่ไฟ AC ยังไม่ดับ K_1 จะทำงานหน้าสัมผัส NC ของ K_1 จะเปิดวงจรออกทำให้ระบบสำรองยังไม่ทำงานเมื่อไฟ AC ดับหน้าสัมผัส NC ของ K_1 จะต่อวงจรให้ไฟเข้าไปเลี้ยงระบบสำรอง เมื่อระบบสำรองทำงาน RL_0 จะตัดวงจรจ่ายไฟเลี้ยงของ K_1 ดังนั้น K_1 จะไม่ทำงานจนกว่าระบบสำรองจะทำงานเรียบร้อยแม้ว่าจะมีไฟ AC มาก่อนก็ตาม เมื่อระบบสำรองทำงานเรียบร้อยแล้วจึงจะต่อวงจรไฟเลี้ยงให้ K_1 พร้อมที่จะทำงานเมื่อมีไฟ AC K_1 จะเป็นตัวจ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรลิฟต์เดิม

ขณะที่ RL_0 ทำงาน RL_0 จะต่อวงจรจ่ายไฟเลี้ยงให้วงจรควบคุมส่วนที่เหลือด้วย RL_7 จะทำการต่อสายขดอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ประตูเข้ากับระบบสำรอง ส่วน RL_8 จะทำการจ่ายไฟจากระบบสำรองเข้าขดฟิลด์ของมอเตอร์ประตูถ้าลิฟต์จอดอยู่ที่ชั้นล่างสุดและเปิดประตูเรียบร้อย S_1 จะเปิดวงจรออกระบบสำรองจะไม่มีการทำงานใดๆทั้งสิ้น แต่ถ้าลิฟต์ไม่ได้จอดอยู่ที่ชั้นล่างสุด S_2 จะทำการเช็คว่าประตูลิฟต์เปิดอยู่หรือไม่ ถ้าเปิดอยู่ หน้าสัมผัส NC ของ S_2 จะต่อวงจรจ่ายไฟเลี้ยงให้ RL_1 จากนั้น RL_1 จะจ่ายไฟให้กับ RL_3 และ RL_4 เพื่อทำการเปิดประตู ในขณะที่ประตูลิฟต์กำลังถูกปิดนั้น ถ้าลิ้นประตูถูกกด จะทำการเปิดประตูลิฟต์ออกอีกครั้งแล้วจึงปิดใหม่ ในขณะที่ลิ้นประตูถูกกดนั้นก็คือ S_4 ถูกกดนั่นเอง S_4 จะต่อวงจรจ่ายไฟให้ RL_5 เพื่อทำการเปิดประตู ส่วน RL_6 นั้นจะทำให้มีการจ่ายไฟให้แก่ RL_5 ค้างไว้ แม้ว่า S_4 จะถูกปล่อยแล้วก็ตาม เมื่อประตูเปิดเรียบร้อยแล้วจะไปดันให้ S_5 เปิดวงจรออกไฟเลี้ยงที่จ่ายให้ RL_5 และ RL_6

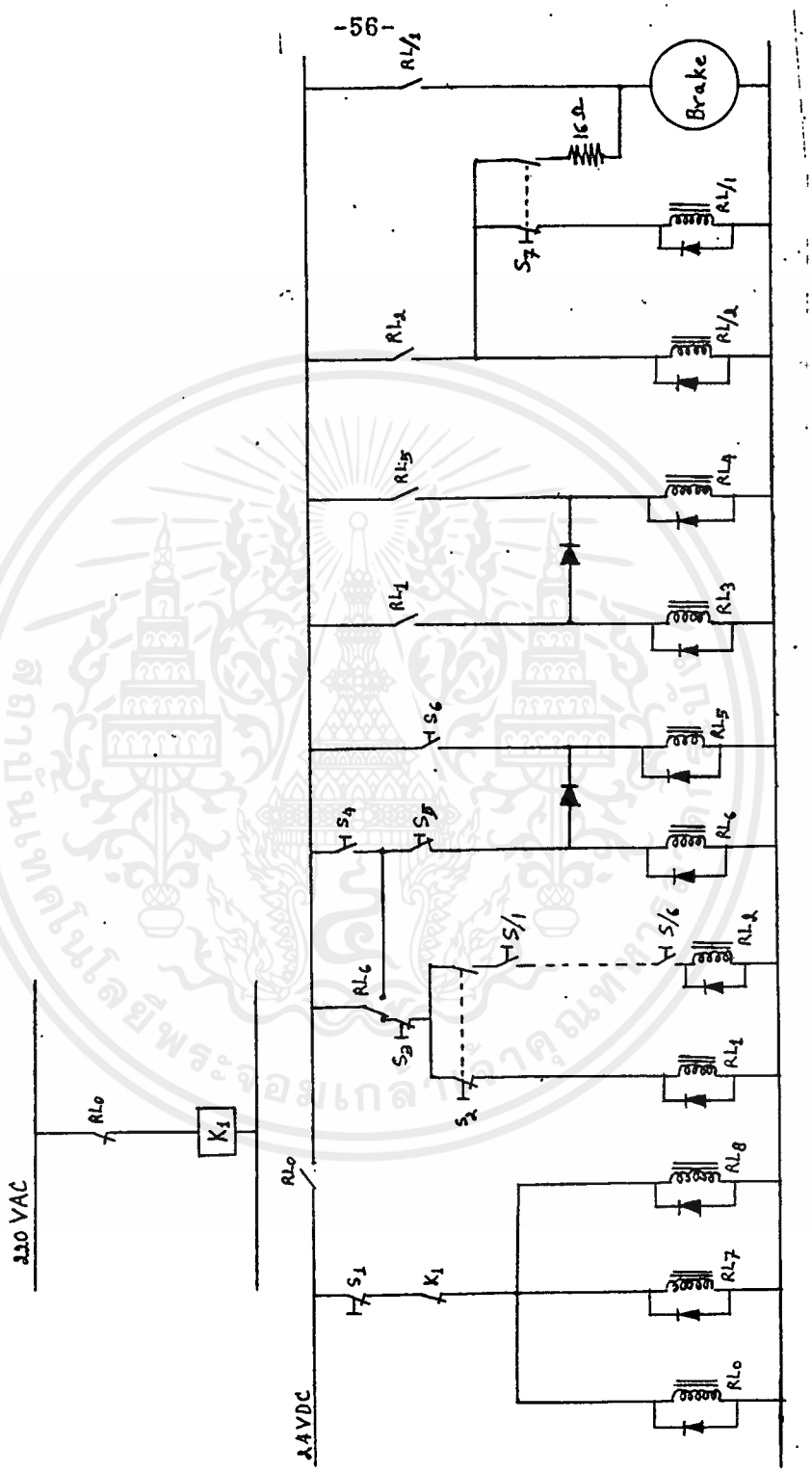
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกตัดออก หน้าสัมผัส NC ของ S_2 จะต่อวงจรให้ทำการปิดประตูลิฟต์อีกครั้ง เมื่อปิดประตูเรียบร้อยหน้าสัมผัส NC ของ S_2 ก็จะจากออก แต่ NO ของ S_2 จะต่อวงจร จากนั้น $S_{/1}$-$S_{/6}$ จะเป็นตัวเช็คว่าประตูด้านนอกของทุกชั้นปิดเรียบร้อยดีหรือไม่ ถ้าไม่ปิดระบบสำรองจะไม่ทำงานต่อ ถ้าประตูปิดเรียบร้อย หน้าสัมผัส NO ของ $S_{/1}$-$S_{/6}$ จะต่อวงจรจ่ายไฟให้ RL_2 และ RL_2 จะจ่ายไฟให้ $RL_{/1}$ $RL_{/1}$ จะป้อนไฟเลี้ยงระบบคลัทช์ พร้อมกับจ่ายไฟให้ $RL_{/2}$ เพื่อทำการปลดเบรค และ $RL_{/3}$ เพื่อทำการจ่ายไฟให้ ดี.ซี. มอเตอร์ที่ใช้ขับลิฟต์ เพื่อนำลิฟต์ลง

ในส่วนของการปลดเบรคนั้นเริ่มแรก $RL_{/2}$ จะเป็นตัวจ่ายไฟให้โซลีนอยด์โดยตรง เมื่อโซลีนอยด์ทำงานแล้วจะไปสัมผัสกับ S_7 จากนั้น S_7 จะทำการตัด $RL_{/2}$ ออกแล้วให้ $RL_{/5}$ ทำงานแทนโดยจ่ายไฟให้โซลีนอยด์เหมือนเดิม แต่จะให้ผ่านตัวความต้านทานก่อนเพื่อลดกระแสลง เนื่องจากขณะที่โซลีนอยด์ทำงานแล้วนั้นจะสามารถใช้กระแสที่น้อยลงในการที่จะให้โซลีนอยด์ยังคงทำงานอยู่ได้

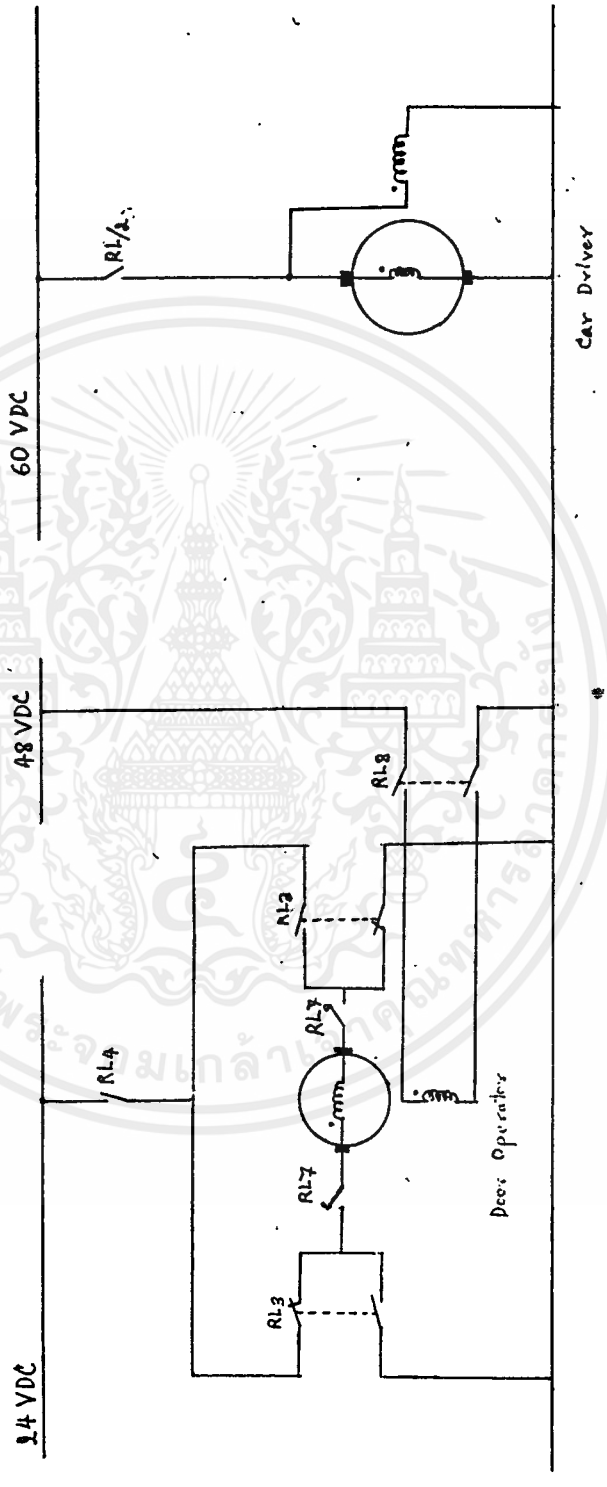
ถ้าไฟดับขณะที่ลิฟต์อยู่ระหว่างชั้นและประตูด้านนอกของทุกชั้นปิดเรียบร้อยจะทำการเลื่อนตัวลิฟต์ลงมายังชั้นล่างทันที เมื่อลิฟต์เลื่อนลงมาถึงชั้นล่างสุดจะมาดันให้ S_3 เปิดวงจรออกทำให้ $RL_{/2}$ หยุดทำงาน ทำให้ $RL_{/1}$,$RL_{/2}$,$RL_{/3}$ และ $RL_{/5}$ หยุดทำงานด้วยลิฟต์จะหยุด ในขณะที่ลิฟต์ดัน S_3 นั้นก็จะดันถูก S_8 เนื่องจาก S_3 และ S_8 ติดอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน S_8 จะจ่ายไฟให้ RL_5 RL_5 จะจ่ายไฟให้ RL_4 เพื่อจ่ายไฟให้มอเตอร์ประตูทำการเปิดประตูให้เรียบร้อย เมื่อประตูถูกเปิดเรียบร้อยแล้ว ประตูด้านนอกของชั้นล่างจะไปดันถูก S_1 ทำให้หน้าสัมผัส NC ของ S_1 เปิดออกตัดไฟเลี้ยง RL_0,RL_7 และ RL_8 ระบบสำรองทั้งหมดจะหยุดทำงาน RL_0 จะต่อวงจรจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่ K_1 K_1 จึงพร้อมที่จะทำงานได้ในทันทีที่มีไฟ AC เข้ามา K_1 จะเป็นตัวจ่ายไฟให้กับระบบลิฟต์เดิม ก็เป็นการสิ้นสุดการทำงานของระบบสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 (a) แสดงวงจรควบคุม

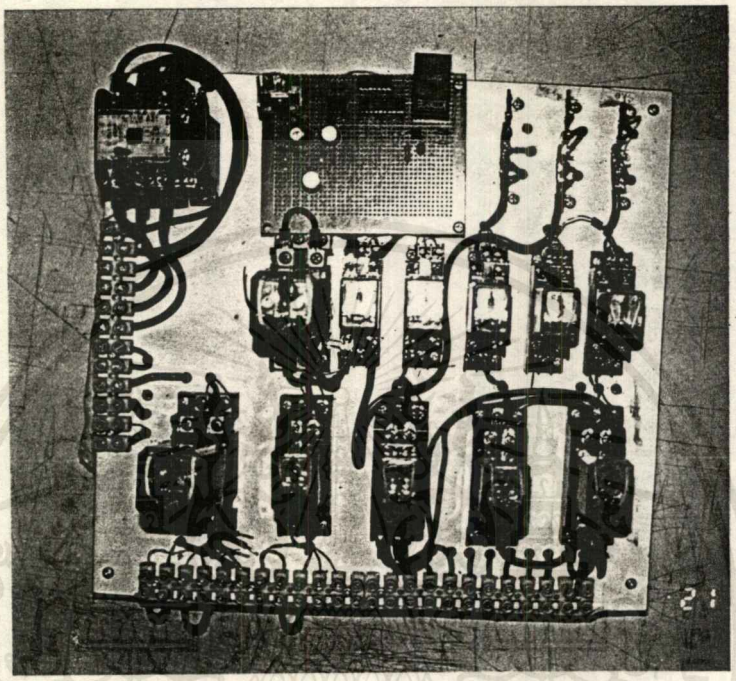
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



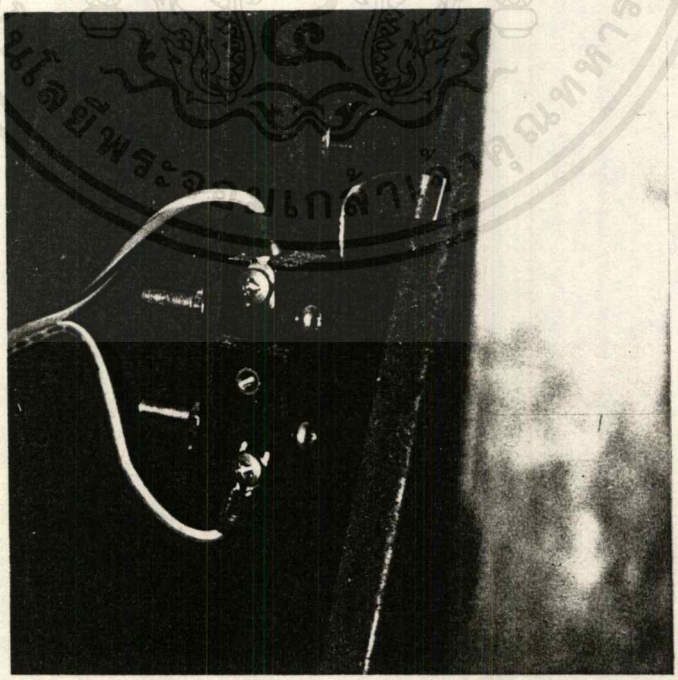
รูปที่ 3.1 (b) แสดงวงจรควบคุม และเปิด-ปิดประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.) รูปแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ

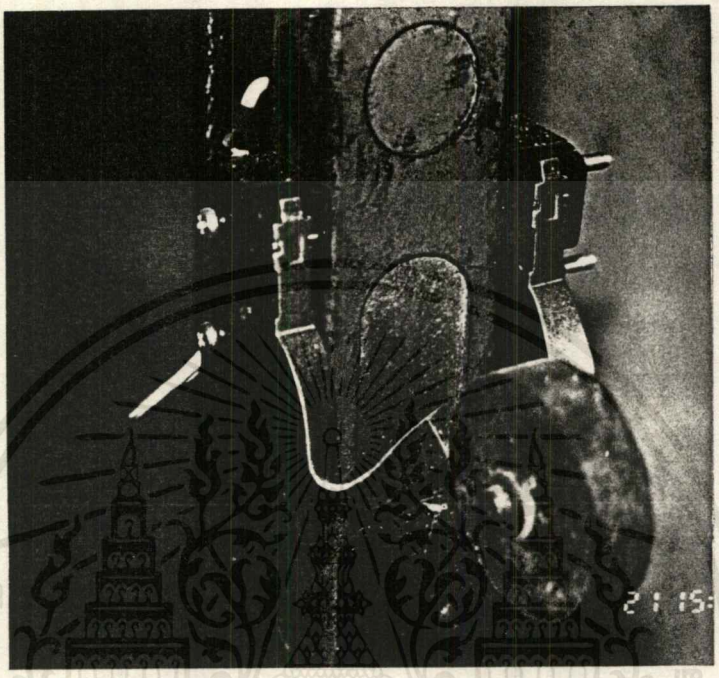


รูปที่ 3.2 แสดงแผงวงจรควบคุม

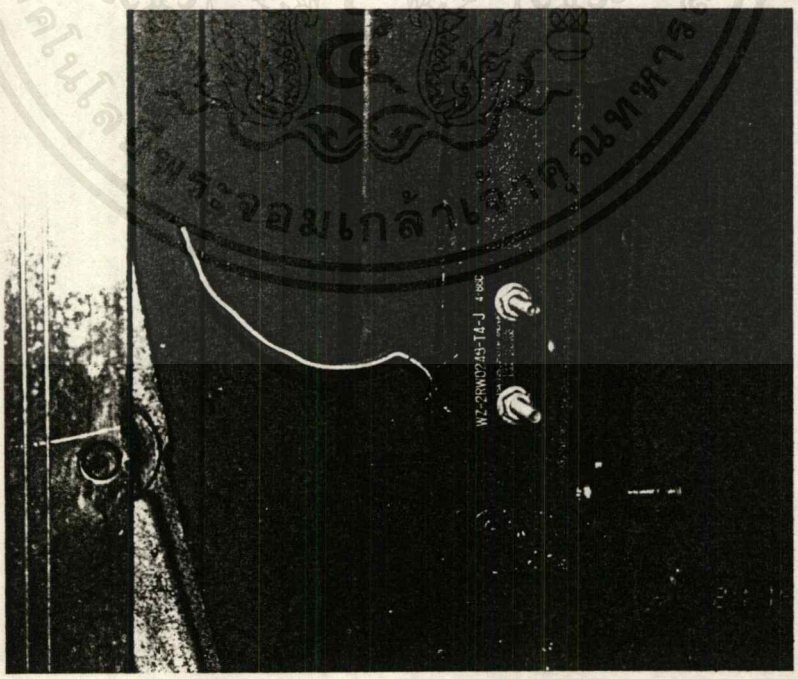


รูปที่ 3.3 แสดงการติดตั้ง S_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

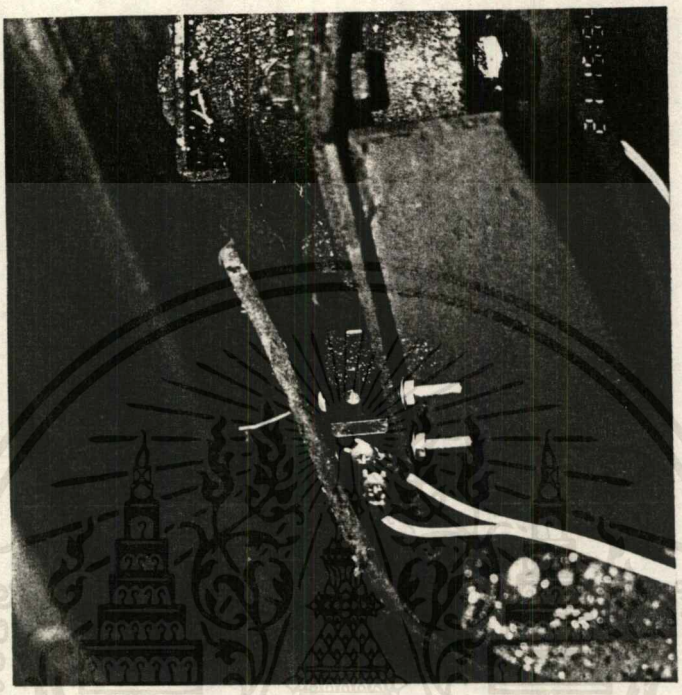


รูปที่ 3.4 แสดงการติดตั้ง S_3 และ S_e

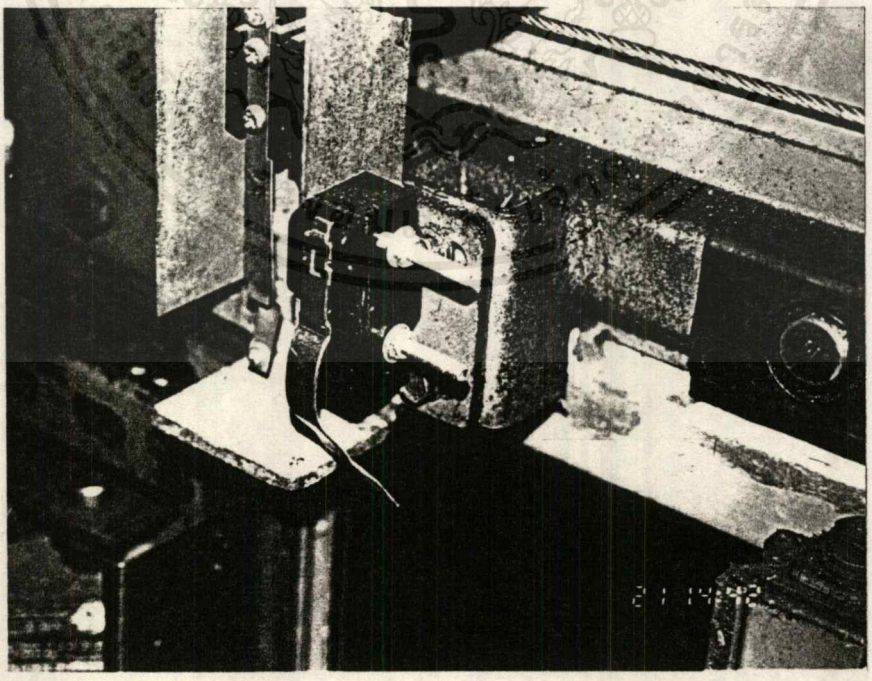


รูปที่ 3.5 แสดงการติดตั้ง S_4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงการติดตั้ง S_5



รูปที่ 3.7 แสดงการติดตั้ง $S_{/1}$ - $S_{/6}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

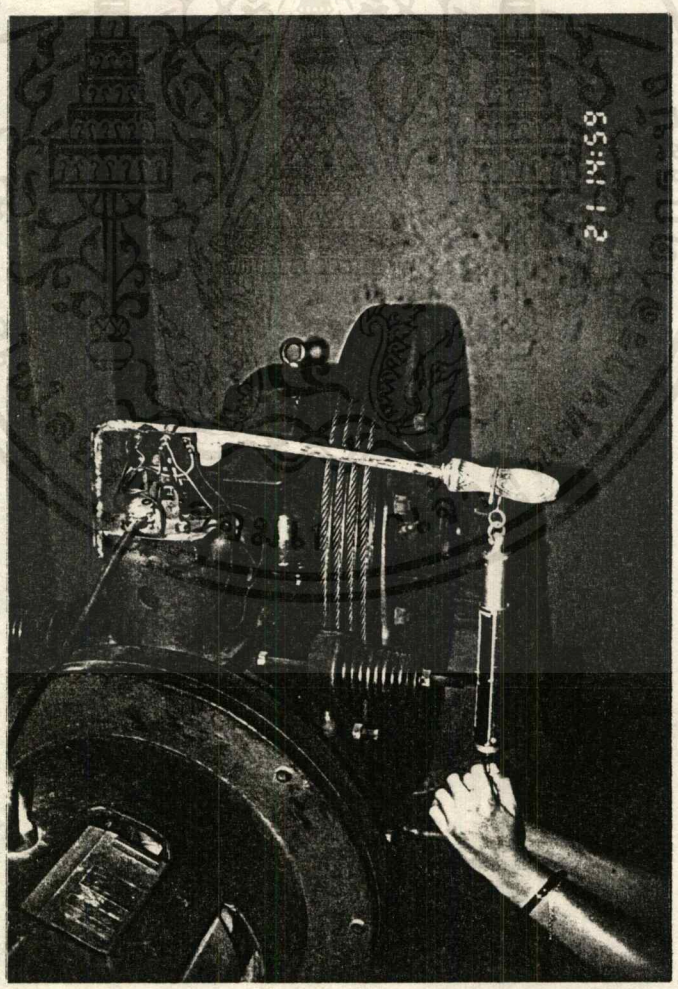
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1.) การทดลองเพื่อศึกษาข้อมูล

จากแนวความคิดและหลักการแก้ปัญหาโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนนั้น จำเป็นต้องทราบข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับลิฟต์ที่ต้องการจะปรับปรุง เพื่อใช้ประโยชน์ในการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์กระแสตรง และโซลินอยด์

4.1.1.) ข้อมูลที่เกี่ยวกับการหาขนาดของโซลินอยด์(solinoid)



รูปที่ 4.1 แสดงการทดสอบโดยออกแรงดึงคานปลดเบรค

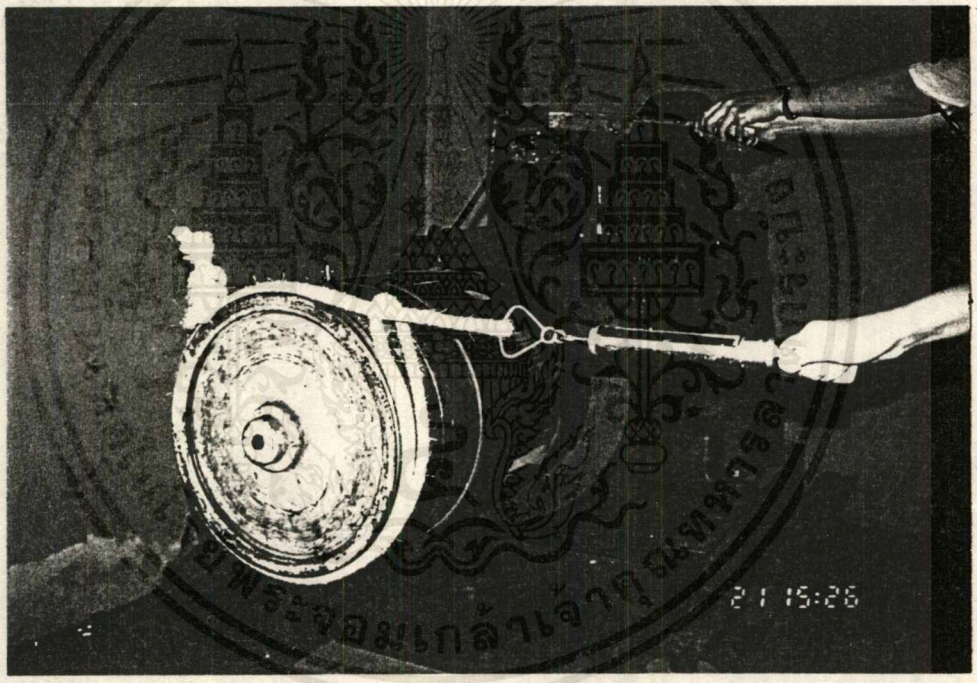
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ผลดังนี้

1). แรงที่ใช้กดเบรคอย่างน้อยที่สุด 160 นิวตัน

2). ระยะขจัดของแรง 0.03 เมตร

4.1.2.) ข้อมูลที่เกี่ยวกับการหาขนาดของมอเตอร์



รูปที่ 4.2 แสดงการหาแรงฉุดเพลาให้เริ่มหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบโดยออกแรงดึงดังรูป ได้ผลดังนี้

1). ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองหาแรงออกตัว

ครั้งที่	แรง F ที่ใช้ดึงทำให้มอเตอร์หมุนได้(นิวตัน)	ระยะรัศมีขจัด(เมตร)	การหมุนของมอเตอร์
1	305	0.2	หมุน
2	300	0.2	หมุน
3	290	0.2	หมุน
4	280	0.2	หมุน
5	275	0.2	หมุน
6	250	0.2	หมุน
7	245	0.2	หมุน
8	240	0.2	ไม่หมุน

ในการทดลองครั้งที่ 1 ถึง 5 ใช้แรงระหว่าง 275-305 นิวตัน เป็นช่วงที่การเริ่มหมุนของมอเตอร์ออกตัวได้ดี

ส่วนการทดลองที่ 6 ถึง 7 เป็นการทดลองออกแรง 245-250 ดึงมอเตอร์ให้หมุนโดยยังสามารถหมุนได้

การทดลองในครั้งที่ 8 ใช้แรงดึง 240 นิวตัน ซึ่งเป็นแรงที่มากที่สุดที่ไม่ทำให้มอเตอร์หมุนได้เพราะฉะนั้น แรงที่น้อยที่สุดที่ทำให้มอเตอร์หมุนได้ คือ 245 นิวตัน ที่ระยะรัศมีขจัด 0.2 เมตร ซึ่งจะนำไปคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ที่เล็กที่สุดที่จะสามารถทำงานได้

หมายเหตุ : การทดลองหาแรงที่ใช้ในการหมุนในระยะทางที่คงที่นี้ เป็นแรงที่ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน (starting torgue) ซึ่งตามทฤษฎีก็คือ ถ้ามอเตอร์สามารถเริ่มต้นหมุนได้ กำลังงานที่ใช้หลังจากมอเตอร์หมุนแล้ว จะมีค่าน้อยกว่ากำลังงานที่ใช้ในตอนเริ่มต้นหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2). รัศมีของจานที่ติดกับเพลาของมอเตอร์ = 20 ซม.

3). หมุนจานที่ติดกับเพลาด้วยมือ 20 รอบ ลิฟต์สามารถเคลื่อนที่ได้ 93 ซม.

4). ระยะความสูง 1 ชั้น = 3.5 เมตร

เพราะฉะนั้นระยะทางที่ยาวที่สุดที่ลิฟต์ต้องเคลื่อนที่ คือจากพื้นชั้นที่ 6 ถึงพื้นชั้นที่ 1 โดยสมมติว่าความหนาของพื้นชั้นที่ 1 เท่ากับชั้นอื่นๆ และไม่ตัดทิ้ง จะได้ระยะทางทั้งหมด = 3.5x5 = 17.5 เมตร

4.1.3.) การคำนวณหาขนาดของมอเตอร์

จากข้อมูลที่ได้ หมุนจานที่ติดกับเพลาด้วยมือ 20 รอบ ลิฟต์สามารถเคลื่อนที่ได้ 93 ซม. และระยะทางที่ยาวที่สุดที่ลิฟต์ต้องเคลื่อนที่ 17.5 เมตร

ดังนั้นต้องหมุนจานเพลา = (17.5x20)/0.93 = 376.34 = 377 รอบ

ในการเลือกขนาดของมอเตอร์จะต้องกำหนดความเร็ว (speed) ในการเคลื่อนที่ของการหมุนจานที่ติดกับมอเตอร์ก่อน

<u>กรณีต้องการความเร็ว 200 rpm</u> : (คิดที่แรงที่น้อยที่สุดที่ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุนได้)

จาก

$$P = Txw$$

$$; w = 2\pi N/60$$

$$; T = Fxr$$

เพราะฉะนั้น $P = (Fxrx2\pi xN)/60$

$= (245x0.2x2\pi x200)/60$

$= 1026.2536$ watt หรือ 1.4 แรงม้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณเวลาที่ลิฟต์เคลื่อนที่จากชั้น 6 ถึง ชั้น 1 :

หมุน 200 รอบ ใช้เวลา 1 นาที

ถ้า " 377 "————" 377/200 = 1.885 นาที

นั่นคือ ต้องใช้เวลา 1 นาที 53.1 วินาที

<u>กรณีต้องการความเร็ว 100 rpm</u> : (ใช้วิธีคำนวนเช่นเดียวกัน) จะได้เป็น

P = 513.13 watt หรือ = 0.688 แรงม้า

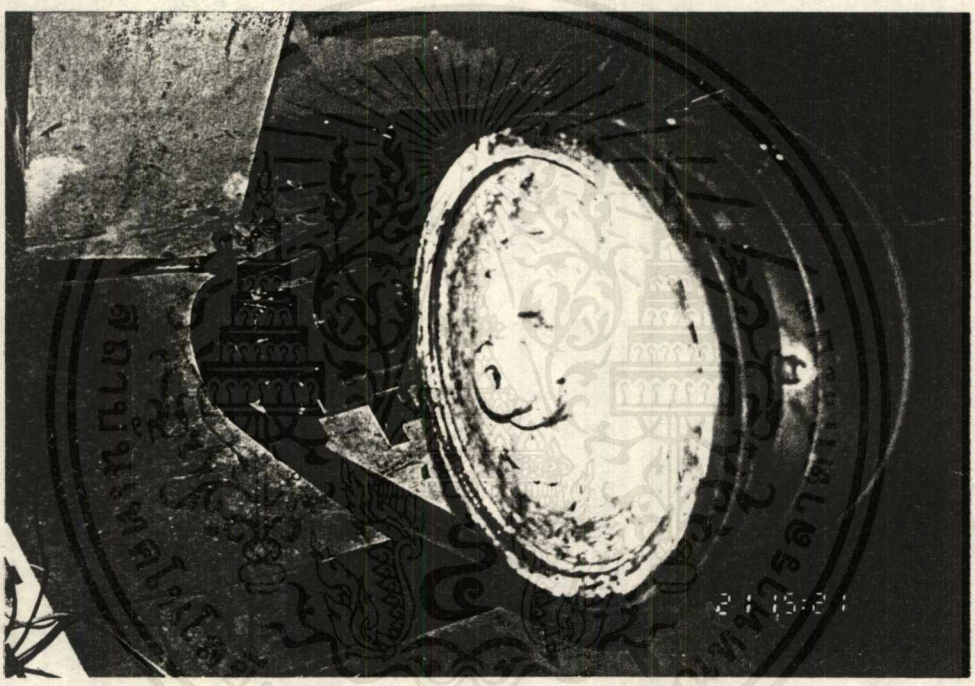
และต้องใช้เวลา 3 นาที 46.2 วินาที

จากการคำนวณเปรียบเทียบการเลือกความเร็ว 200 rpm กับ 100 rpmจะเห็นว่า ถ้าเลือกความเร็วยิ่งช้า ขนาดของมอเตอร์ก็ยิ่งมีขนาดเล็กลง แต่ก็จะใช้เวลามากขึ้น เพราะฉะนั้น ในโครงงานนี้ จึงเลือกความเร็ว 200 rpm และจะได้ขนาดของมอเตอร์ที่เล็กที่สุดที่จะสามารถขับเคลื่อนลิฟต์ได้ เท่ากับ 1 แรงม้าครึ่ง และทำให้ใช้เวลาในการเคลื่อนที่ลิฟต์ลงมาถึงชั้น 1 ไม่มากจนเกินไป

4.2.) การต่อประกับมอเตอร์กับโหลด

การต่อประกับ จะใช้วิธีการขับด้วยสายพาน ผ่านคลัทช์ที่ต่ออยู่กับเพลาของมอเตอร์ กระแสตรงสายพานจะเป็นตัวส่งกำลังระหว่างมูเล่ที่คลัทช์ กับมู่เล่ที่ติดอยู่กับเพลาของมอเตอร์ลิฟต์เดิม ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

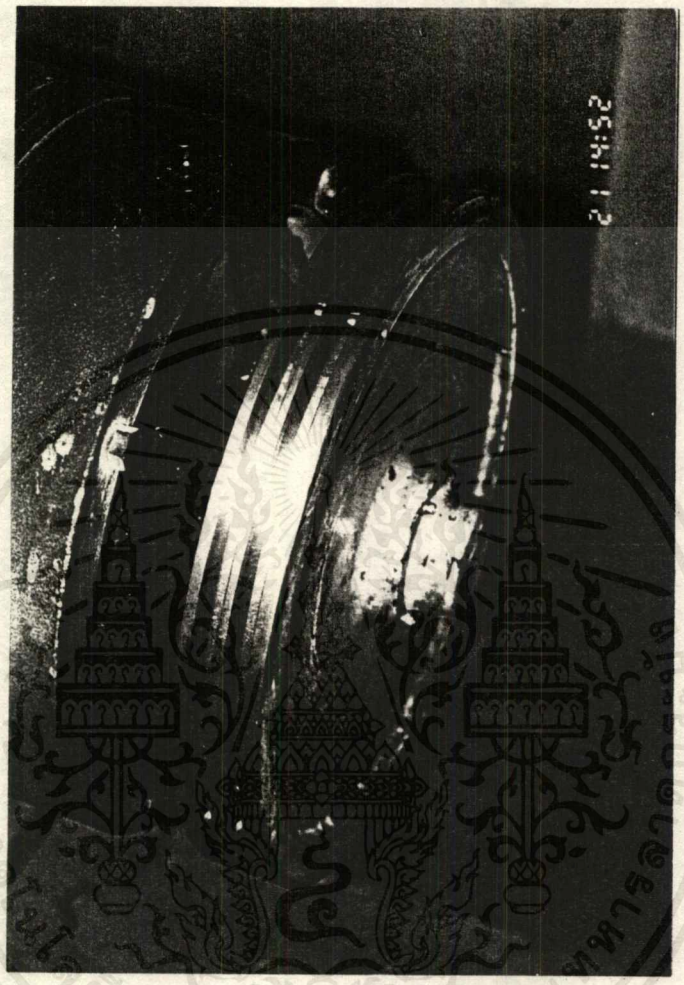


รูปที่ 4.3 แสดงการต่อสายพานขับโหลด

ขนาดของมู่เล่ เป็นดังนี้

- ขนาดมู่เล่ที่คลัทช์ เท่ากับ 6 นิ้ว
- ขนาดมู่เล่ที่เพลาของลิฟต์ เท่ากับ 15 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของมู่เล่ที่เพลาของมอเตอร์ลิฟต์

การเลือกขนาดของมู่เล่ดังกล่าว จะช่วยทำให้มอเตอร์กระแสตรงทดแรงบิดไปได้ 2.5 เท่า ตามสมการ

$$T = Fr$$

F แรงดึงในสายพาน มีค่าคงที่

มู่เลย์ที่คลัทช์ มีรัศมีน้อยกว่ามู่เลย์ที่เพลาลิฟต์ 2.5 เท่า

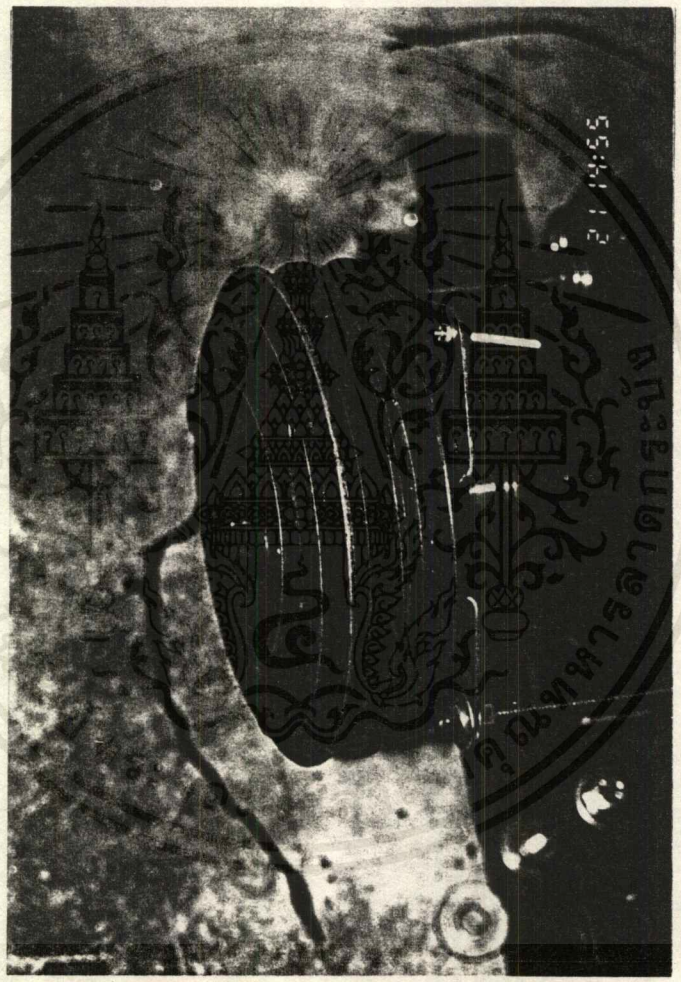
แรงบิดที่ทำให้เพลาของลิฟต์เริ่มหมุนมีค่าเท่ากับ 245 * 0.2 = 49 n.m

ดังนั้น แรงบิดเริ่มต้นของมอเตอร์กระแสตรงจะต้องมีค่ามากกว่า 19.6 (49/2.5) n.m เพื่อทำให้มอเตอร์กระแสตรงเริ่มหมุนขับลิฟต์ และชดเชยส่วนที่สูญเสียในตัวคลัทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ความเร็วรอบของโหลด (เพลาของมอเตอร์ลิฟต์) จะน้อยกว่าความเร็วรอบของมอ์เตอร์กระแสตรงอยู่ 2.5 เท่า ซึ่งเป็นไปตามกฎทรงพลังงาน (P = Frw) มีผลทำให้ลิฟต์เคลื่อนที่ช้าลง แต่มอเตอร์กระแสตรงจะขับโหลดน้อยลงด้วย

4.3.) การทำงานของคลัทช



รูปที่ 4.5 แสดงคลัทชที่ต่ออยู่กับเพลาของมอเตอร์กระแสตรง

ขณะลิฟต์ทำงานปกติ มอเตอร์ลิฟต์จะขับโหลดเท่าเดิม แม้จะมีสายพานต่ออยู่ เนื่องจากคลัทชยังไม่ทำงาน สายพานจะหมุนฟรี แต่ขณะไฟดับมอเตอร์กระแสตรงจะทำงานขับลิฟต์แทนมอเตอร์ลิฟต์เพื่อให้ลิฟต์เคลื่อนที่ลงมาที่ชั้น 1 เพื่อความปลอดภัยของผู้โดยสาร อันเป็นวัตถุประสงค์ของโครงงานนี้ ในการขับลิฟต์ขณะไฟดับนั้น วงจรควบคุมจะสั่งต่อวงจร

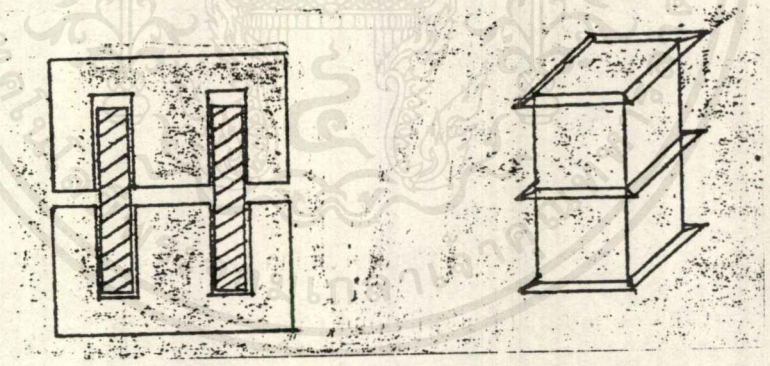
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าให้กับคลัทช์และมอเตอร์กระแสตรงเพื่อขับลิฟต์โดยส่งกำลังผ่านทางสายพาน ดังนั้น ประโยชน์ของคลัทช์คือ ทำให้มอเตอร์ลิฟต์ไม่มีการขับโหลดเพิ่มขึ้นจากปกติ และคลัทช์จะทำงานเมื่อต้องการจะใช้มอเตอร์กระแสตรงทำงานขับลิฟต์ขณะไฟดับเท่านั้น

4.4.) การออกแบบโซลินอยด์ และการทดสอบ

โซลินอยด์ใช้เป็นต้นกำลังในการปลดระบบเบรคทางกล อาศัยหลักการสนามแม่เหล็กโดยเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จะทำให้เกิดแรงทางแม่เหล็ก ที่สามารถดึงโลหะที่เป็นตัวนำทางแม่เหล็กได้ แรงดังกล่าวจะถูกนำมาใช้เป็นต้นกำลังงาน เพื่อใช้ในการปลดเบรคต่อไป

โซลินอยด์ที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นมานั้น เป็นโซลินอยด์ที่สร้างจากแกน E ขนาด 1.5 นิ้ว หนา 1.5 นิ้ว 2 อันประกบกัน โดยใช้ bobbin 2 ตัวยึดติดกันดังรูป



ก) ข)

รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะของโซลินอยด์ที่ทำการสร้าง

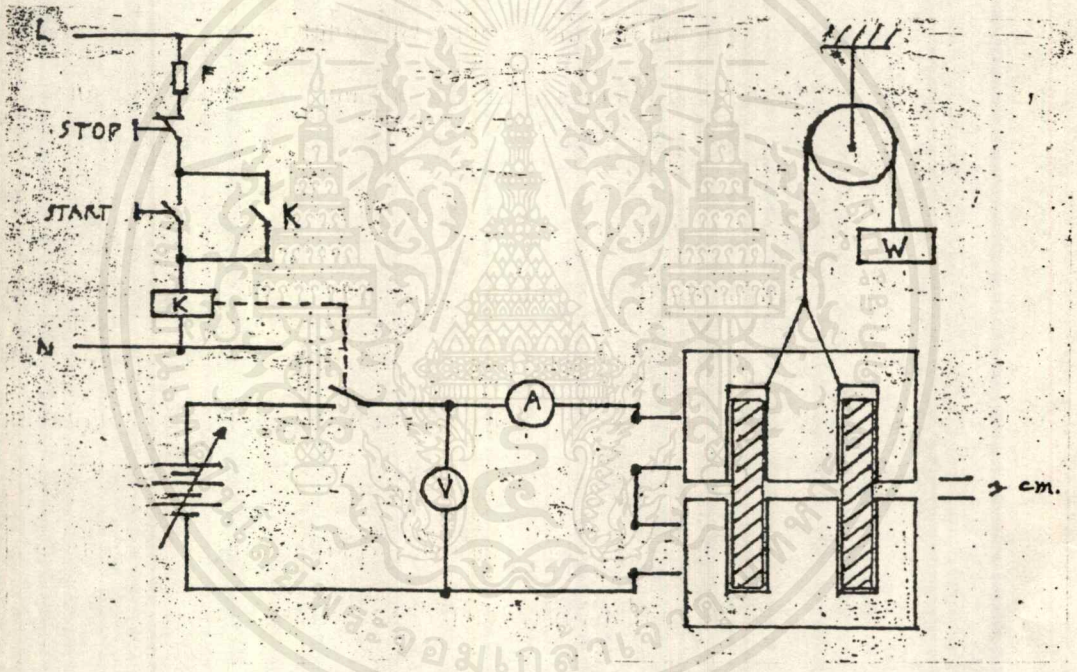
ก) ลักษณะของแกนเหล็กรูปตัว E 2 ตัว ที่ได้ออกแบบไว้

ข) แสดงการประกบกันของ bobbin 2 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพันขดลวดในแต่ละ bobbin จะมีจำนวนรอบเท่ากับ 340 รอบเท่ากัน โดยใช้สายเบอร์ 18 มีขนาดความโต 0.48 นิ้ว , 1.219 ม.ม. พื้นที่หน้าตัด 1.188 ตาราง ม.ม., 2.048 เซอคูลามิล ทนกระแสเมื่อเป็นลวดเปล่าได้ 10 A น้ำหนักต่อความยาว 100 m 0.93 ก.ก. ความต้านทานของลวดต่อความยาว 100 m 1.703โอห์ม

การทดสอบคุณสมบัติของโซลินอยด์ ทำโดยการเซ็ทอุปกรณ์ดังรูป



รูปที่ 4.7 แสดงวงจรทดสอบโซลินอยด์

ในวงจรทดสอบโซลินอยด์ มีวงจรควบคุมที่ใช้แมกนีติกคอนแทคเตอร์ เป็นตัวตัดต่อวงจรหลักโดยมีการป้อนศักดาไฟฟ้า ให้กับโซลินอยด์ที่ระดับ 20 , 30 , 40 , 45 โวลต์ ระยะห่างระหว่างแกนรูปตัว E ทั้งสองเท่ากับ 3 cm. ในการทดสอบที่ระดับแรงดันต่างๆ นั้น จะเพิ่มค่าของลูกน้ำหนักขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งแกน E ทั้งสองไม่สามารถดึงน้ำหนักขึ้นมาได้ จึงบันทึกค่าน้ำหนักที่ดึงได้มากที่สุด และได้ผลการทดสอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V(volt)	I(amp)	gap(cm)	Weight(kg)
20	7.5	3	6
30	10.8	3	10
40	14.0	3	14.5
45	15.4	3	16.5

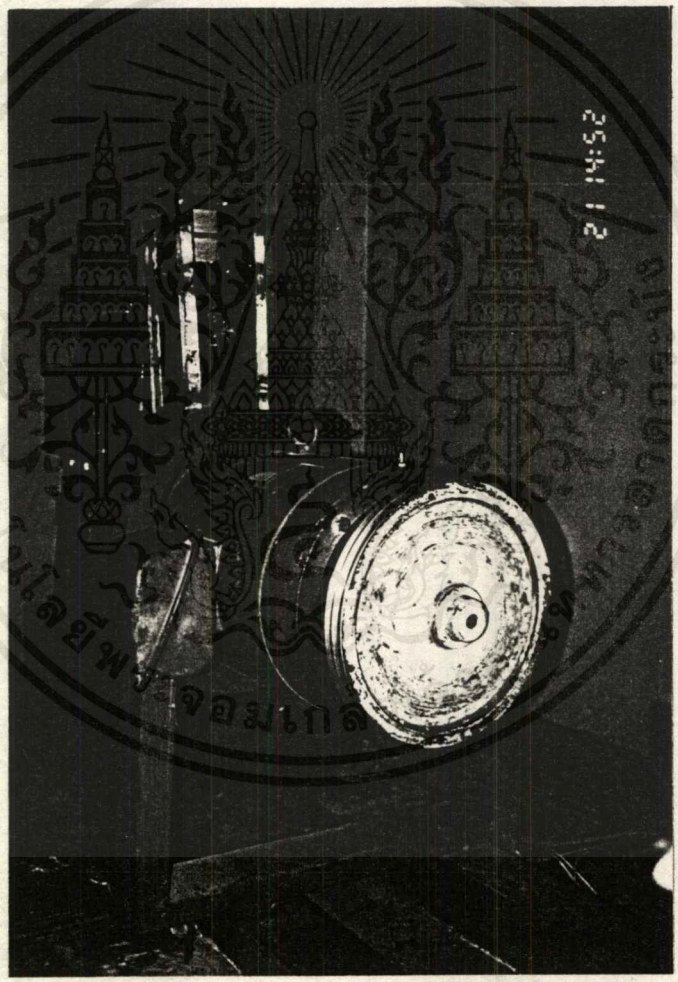
ผลจากการทดสอบพบว่า โซลินอยด์ที่ได้สร้างขึ้นนี้ สามารถใช้งานปลดระบบเบรคได้ตามความต้องการ

ในการนำโซลินอยด์ไปใช้งานเพื่อการปลดระบบเบรค จะมีโครงสร้างทางกลที่เป็นตัวส่งถ่ายพลังงานจากโซลินอยด์ โครงสร้างดังกล่าวมีลักษณะดังรูป

รูปที่ 4.8 แสดงโครงสร้างทางกลของระบบปลดเบรค

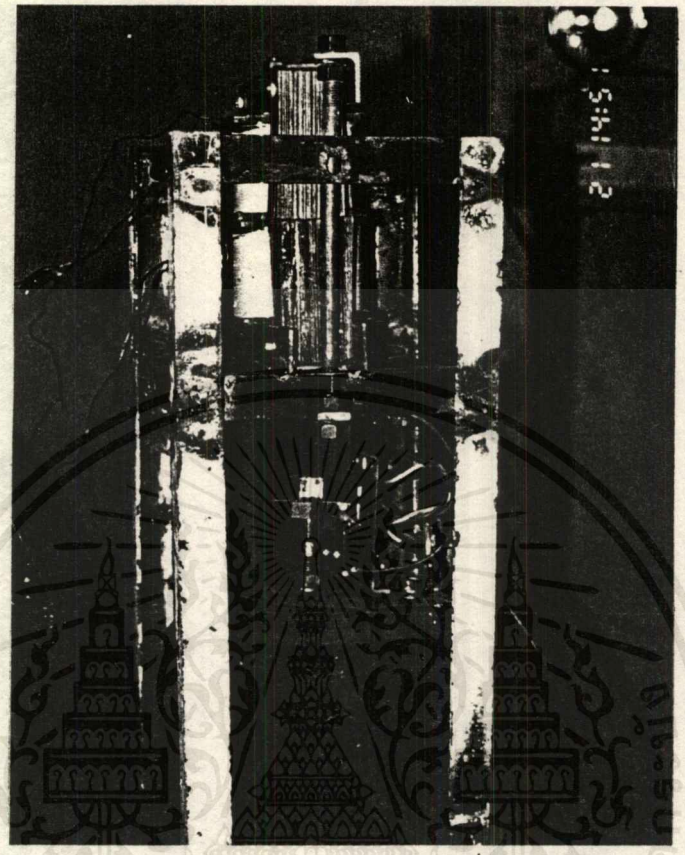
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำโซลินอยด์มาประกอบกับโครงสร้างส่งพลังงาน แล้วนำไปติดตั้งกับระบบลิฟต์เพื่อใช้ในการปลดเบรค ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงการติดตั้งโครงสร้างการปลดเบรคให้กับระบบลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงการยึดโครงสร้างทางกลกับจุดที่จะทำการปลดเบรคลิฟต์

โครงสร้างทางกลที่สร้างขึ้น สามารถแยกออกเป็นสองส่วนดังนี้

- ส่วนอยู่กับที่ เป็นส่วนที่แกน E ของโซลินอยด์ที่ไม่ต้องการให้เคลื่อนที่ยึดติดไว้อยู่ และตัวโครงสร้างจะจับยึดอยู่กับโครงของลิฟต์ดังรูป

- ส่วนเคลื่อนที่ เป็นส่วนที่แกน E ของโซลินอยด์ที่เคลื่อนที่ลงยึดติดอยู่ และยังเป็นตัวส่งกำลังจากโซลินอยด์เพื่อปลดระบบเบรคของลิฟต์

การทดสอบโดยป้อนไฟให้กับโซลินอยด์หลังการติดตั้ง ได้ผลการทดสอบดังนี้

i/p	V	12	24
o/p	A	4	8
	V	10	22

ผลการปลดระบบเบรค เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. พีระศักดิ์ วรสุนทโรสถ,รศ.ดร.,และ มาบูชิ มาตาริชาวา,"เทคนิคการซ่อมแซมเลือกประเภทและติดตั้งมอเตอร์เหนี่ยวนำ",บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด,300 หน้า,2521.
2. มงคล ทองสงคราม,"เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง",บริษัท รามาการพิมพ์ จำกัด, 215 หน้า,2523.
3. Fred A. Annett , " Elevator ", McGraw - Hill Copany, 388 p., 1960.
4. G.C.Barney , " Elevator Technology " , International Association of Elevator Engineers / Ellis Horwood Limited,354 p., 1986.
5. G.C.Barney and S.M. dos Santos , " Elevator Traffic Analysis Design and Control ", Peter Peregrinus Ltd., 386 p., 1985.
6. Lubomir Janovsky , " Elevator Mechanical Design ", International Association of Elevator Egineers / Eill Horwood Limited, 166 p., 1987.
7. Rakosh Das Begamudre , " Elevator - Mechanical Energy Conversion with Dynamics of Machines ", Wiley Eastern Limited, 114 p., 1988.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i/p		o/p				หมายเหตุ
Field (V.)	Arm. (A.)	t = +0 (s)		t = +3 (s)		
		Volt.	Amp.	Volt.	Amp.	
48	48	-	86	-	-	-
48	60	-	84	-	-	-
60	60	60	48	60	21	ขับเคลื่อนได้

จากตารางข้างบนเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองในกรณีไร้ภาระ (noload) ซึ่งเป็นกรณีที่มีค่าภาระมากที่สุด ปรากฏว่า มอเตอร์สามารถขับเคลื่อนได้ โดยต้องป้อนไฟกระแสตรงให้โอเวอร์โวลท์เตจถึง 2.5 เท่าสำหรับขดลวดอาร์เมเจอร์ และป้อนโอเวอร์โวลท์เตจ ประมาณ 1.71 เท่าสำหรับขดลวดสนาม (Field Coil)

ในตอนแรกที่เริ่มออกตัว กระแสจะกระชากขึ้นสูงมาก แต่เป็นเพียงช่วงเวลาสั้นๆ เมื่อมอเตอร์สามารถออกตัวหมุนได้แล้ว กระแสจะค่อยๆลดลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 3 วินาที จะพบว่ากระแสมีค่าคงที่ที่ค่าๆหนึ่งซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับตอนแรกแล้วจะลดลงประมาณ 1/2.3 เท่าของกระแสเริ่มต้น นั่นคือ เมื่อความเร็วรอบคงที่ กระแสก็จะคงที่ด้วย

แต่ในการปฏิบัติจริงไม่ได้ใส่ระบบคลัทช์เข้าไปด้วย เนื่องจากจานของคลัทช์มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ถึง 6 นิ้ว ซึ่งใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของจานเพลามอเตอร์ของมอเตอร์กระแสตรงถึง 2 เท่า ทำให้แรงของมอเตอร์กระแสตรงลดลงไป 1/2 เท่า ทำให้มอเตอร์กระแสตรงไม่สามารถไม่สามารถขับเคลื่อนลิฟต์ได้ เพราะมีกำลังขับน้อยเกินไป

ดังนั้น แนวความคิดในการแก้ไขปัญหานี้ต่อไปคือ

1.)ใช้มอเตอร์กระแสตรงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิมเล็กน้อยหรือเลือกมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่ากับขนาดที่คำนวณได้ คือ 1.4 แรงม้า

หรือ 2.)ใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาดเท่ากันนี้คัปปลิ้งเข้าด้วยกัน 2 ตัว โดยมีเพลาเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกนเดียวกัน

ซึ่งเป็นวิธีการพัฒนาระบบนี้ต่อไป เพื่อให้ระบบนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นตามทฤษฎีแนวความคิดเดิม

นอกจากนี้ยังได้ทดลองหาข้อมูลเปรียบเทียบจากกรณีอื่นๆอีก ดังตาราง

i/p		o/p				หมายเหตุ
Field (V.)	Arm. (A.)	t = +0 (s)		t = +3 (s)		
		Volt.	Amp.	Volt.	Amp.	
48	48	-	-	-	-	-
48	60	-	-	-	-	-
60	60	60	34	60	17	ขับเคลื่อนได้

ตารางแสดงข้อมูลที่ได้ในการทดลองขับเคลื่อนลิฟต์ลงขณะมีภาระเต็มพิกัด (Full Load)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อขับเคลื่อนลิฟต์ขึ้น

ขณะไร้ภาระ (no load)

i/p		o/p				หมายเหตุ
Field (V.)	Arm. (A.)	t = +0 (s)		t = +3 (s)		
		Volt.	Amp.	Volt.	Amp.	
48	48	-	-	-	-	-
48	60	-	-	-	-	-
60	60	60	36	60	18	ขับเคลื่อนได้

ขณะมีภาระเต็มพิกัด (Full Load)

i/p		o/p				หมายเหตุ
Field (V.)	Arm. (A.)	t = +0 (s)		t = +3 (s)		
		Volt.	Amp.	Volt.	Amp.	
48	48	-	-	-	-	-
48	60	-	-	-	-	-
60	60	60	50	60	22	ขับเคลื่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางเปรียบเทียบข้อมูล จะสังเกตุเห็นได้ว่า กระแสในขณะมีภาระเต็มพิกัดเมื่อขับเคลื่อนลิฟต์ขึ้นมีค่าใกล้เคียงกับกระแสขณะไร้ภาระเมื่อขับเคลื่อนลง และกระแสในขณะไร้ภาระเมื่อขับเคลื่อนขึ้นใกล้เคียงกับกระแสขณะมีภาระเต็มพิกัดเมื่อขับเคลื่อนลิฟต์ลง ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากผลของน้ำหนักของตัวถ่วงน้ำหนัก ซึ่งอาจจะพิจารณาได้จากสูตรของตัวถ่วงน้ำหนักดังทฤษฎีในบทที่ 2 และความเร็วในการขับเคลื่อนลิฟต์ขึ้นหรือลงในแต่ละกรณีจะมีความเร็วไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับน้ำหนักของภาระที่บรรทุกอยู่ในห้องผู้โดยสาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

การพัฒนาระบบเบรคมอเตอร์ชนิดเซฟตี้เบรคนี้ เป็นระบบใหม่ที่ยังไม่เคยมีการติดตั้งใช้งานกันทั่วไป แต่เป็นแนวคิดหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาลิฟต์ค้าง ขณะระบบไฟฟ้าเกิดขัดข้อง หรือไฟดับ เพื่อความสะดวกในการช่วยเหลือและความปลอดภัยของผู้โดยสารลิฟต์ สำหรับหลักการของระบบนั้น มีดังนี้

-เริ่มด้วยการตัดระบบไฟปกติออก และให้ระบบโอนย้ายเข้าสู่ระบบสำรอง ซึ่งทำงานอินเตอร์ล็อคกัน เพื่อป้องกันการสับสนในการทำงานระหว่างระบบทั้งสองในกรณีที่ไฟกลับคืนสู่ภาวะปกติก่อนการทำงานเสร็จสิ้นของระบบสำรอง

-ทำการคับปลิ้งมอเตอร์กระแสตรงเข้ากับระบบต้นกำลังเดิม ผ่านระบบคลัทช์ พร้อมกับปลดเบรคโดยใช้ไฟกระแสตรงกระตุ้นขดลวดโซลินอยด์

-จากนั้นนำลิฟต์ลงมายังชั้นที่ 1 และเปิดประตูค้างไว้ เสร็จแล้วจึงคืนการทำงานให้กับระบบเดิม

ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการออกแบบ การติดตั้ง และรวมถึงการทดสอบระบบในการติดตั้งจริง ได้ทำการแก้ไขโดยสรุปดังนี้

ขดลวดโซลินอยด์: การออกแบบขดลวดโซลินอยด์ในขั้นแรก ทำการกำหนดขนาดแกนเหล็ก และขนาดของกระแส ได้จำนวนขดลวดออกมา แต่ไม่สามารถพันขดลวดลงเนื่องจากกำหนดขนาดกระแส และเลือกขนาดขดลวดตัวนำเผื่อมากเกินไป แก้ไขโดยเพิ่มบ๊อบบิ้น (Bobbin) เป็นสองชั้น และได้เปลี่ยนจุดติดตั้งจากการออกแบบเดิมที่ใช้คาน เพื่อลดขนาดช่องอากาศ (Air Gap)

มอเตอร์กระแสตรง และคลัทช์: ในแนวความคิดเดิมใช้มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม (มีขนาดเล็กกว่าที่คำนวณไว้มาก) ติดตั้งระบบคลัทช์ แต่ไม่สามารถออกตัวได้ ทำการจัดหามอเตอร์ตัวใหม่ ได้มอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน แต่ยังไม่สามารถติดตั้งระบบคลัทช์ได้ เนื่องจากการทดแรงบิดไม่พอจึงใช้มู่เล่ (Wind Wheel) ที่มีขนาดรัศมีเล็กกว่ารัศมีของคลัทช์แทน ข้อได้เปรียบของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนานนี้คือความเร็วคงที่ ซึ่งในที่นี้ใช้งานเกินพิกัด (Over Load) ถ้าต้องการติดตั้งระบบคลัทช์ให้สมบูรณ์ก็เปลี่ยนขนาดของมอเตอร์ หรือทดสอบการอัดโวลท์เตจเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรควบคุมะ ในการออกแบบใช้อุปกรณ์แมกเนติคคอนแทคเตอร์ รีเลย์ลิมิตสวิตส์ และวงจรหน่วงเวลาในการตรวจสอบไฟปกติดับ ประกอบกันขึ้นเป็นวงจรควบคุม ซึ่งในส่วนนี้นั้นอาจจะเพิ่มเติมวงจรด้านอื่น ๆ อีกเป็นต้นว่า ส่วนตรวจสอบความเร็วของมอเตอร์ (ของลิฟต์) ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

จากแนวคิดในการแก้ปัญหา ซึ่งได้กล่าวไว้อย่างละเอียดไปแล้วในตอนต้นนั้น เป็นแนวคิดที่กว้าง ซึ่งสามารถนำไปปรับปรุงเพิ่มเติมระบบให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งานเฉพาะด้านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตามวัตถุประสงค์เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประภาษ ไพรสุวรรณา ที่ช่วยอำนวยความสะดวกทั้งในด้านอุปกรณ์ และคำแนะนำที่มีประโยชน์มากมาย จนกระทั่งผลงานชิ้นนี้สำเร็จ ขอขอบคุณ คุณปราโมทย์ พรหมรักษ์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำ ตลอดจนเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่มีส่วนช่วยเหลือทำให้วิทยานิพนธ์ชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ที่ระดับ 12 โวลต์ การปลดเบรคยังไม่สมบูรณ์ มีการเสียดสีกันระหว่างเพลากับก้ามเบรค
- ที่ระดับ 24 โวลต์ การปลดเบรคจะสมบูรณ์

4.5.) หลักการสร้างจริงของมอเตอร์และคลัทช์

เนื่องจากในการปฏิบัติจริงได้ใช้มอเตอร์กระแสตรงที่มีกำลังขับน้อยกว่าที่คำนวณได้มาก คือ จากการคำนวณที่ความต้องการความเร็วรอบ 200 rpm จะต้องใช้มอเตอร์กระแสตรงที่มีขนาดประมาณ 1.4 แรงม้า หรือ 1,026.2536 วัตต์ แต่ที่ใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำจริงคือ มอเตอร์กระแสตรงแบบขนานที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจานเพลามอเตอร์ (wind wheel) เท่ากับ 3 นิ้ว ใช้สายพานขนาดร่อง A, 2 ร่อง เป็นตัวส่งกำลัง และมีเนมเพลท (Name Plate) ดังนี้

DC REEL MOTOR

			RATING	CONT.	
SPEED	530	RPM	OUTPUT	200	W.
FIELD VOLT	35	V.	CURR.	0.7	A.
ARM. VOLT	24	V.	CURR.	7	A.
TORQUE	20	Kg.cm.			

เนื่องจากในทางปฏิบัติ การเคลื่อนที่ห้องผู้โดยสารจากชั้นที่ 6 ลงมาถึงชั้นที่ 1 ด้วยความเร็วรอบ 200 rpm ใช้เวลาเพียงประมาณ 2 นาทีเท่านั้น ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งในการเลือกใช้มอเตอร์ขนาดเล็กกว่าที่คำนวณได้ เนื่องจากมอเตอร์สามารถใช้งานที่โอเวอร์โหลด (Over Load)ได้ประมาณ 2-3 เท่าของพิกัด ในระยะสั้นๆ

ดังนั้นจึงป้อนไฟกระแสตรงที่โอเวอร์โหลดให้แก่มอเตอร์ และทำการทดลองขับเคลื่อนลิฟต์ลงมาที่ชั้น 1 ซึ่งได้ข้อมูลดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้