สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC ADVERTISEMENT PLACARD

โดย

นายเจษฎา ยะสูงเนิน

นายพงศธร ทองพงษ์เนียม

นายอิทธิพล อินทร์ตีะสืบ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ทวี เทศเจริญ

อ.คำริห์ จันทร์แสงสุก

วพ.
ส๓๔ก
2550

เลขหมู่.....
ลงทะเบียน 82194
วัน,เดือน,ปี - 9 ก.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

b 11944797
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC ADVERTISEMENT PLACARD

นายเจษฎา ยะสูงเนิน

นายพงศธร ทองพงษ์เนียม

นายอิทธิพล อินทร์ตัะสีบ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC ADVERTISEMENT PLACARD

CHETSADA YASUNGNOEN

PONGSATHORN TONGPONGNIAM

ITTIPON INTASEUB

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC ADVERTISEMENT PLACARD

คณะผู้จัดทำ

นายเจษฎา ยะสูงเนิน	รหัสประจำตัว 48015414
นายพงศธร ทองพงษ์เนียม	รหัสประจำตัว 48015425
นายอิทธิพล อินทร์ตัะสีบ	รหัสประจำตัว 48015452

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ทวี เทศเจริญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

นายเจษฎา ยะสูงเนิน	48115414
นายพงศธร ทองพงษ์เนียม	48115425
นายอิทธิพล อินทร์ตีะสีบ	48115452
รศ.ทวี เทศเจริญ	อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.ดำริห์ จันทร์แสงสุก	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและการพัฒนากลไกทำงานจนถึงลักษณะการควบคุมพื้นฐานต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาของต้นแบบป้ายโฆษณาชนิดเลื่อนอัตโนมัติ เพื่อให้มีความเหมาะสมของภาพโฆษณาสินค้าที่มีหลายภาพ ให้อยู่ในพื้นที่ที่มีขนาดจำกัดขึ้นและเพิ่มประ สิทธิภาพของการทำงานให้มากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่อยู่ภายในป้ายโฆษณา โดยการลดจำนวนอุปกรณ์ที่สิ้นเปลือง แต่ยังคงหลักการทำงานเหมือนเดิมโดยเป็นป้ายโฆษณาที่มีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่ขึ้นลง มีขนาดเล็กและบาง กว้าง 4 ฟุต สูง 3 ฟุต สามารถเลือกเวลาที่จะแสดงภาพได้ เวลาในการเปลี่ยนภาพประมาณ 4-6 วินาที สามารถเลือกภาพที่จะแสดงได้ มีจำนวนภาพทั้งหมด 5 ภาพ หลักการพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบขนาดของอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ภายในจะเริ่มจากวัสดุที่เรามีอยู่และความเหมาะสมในการติดตั้ง เช่น ขนาดเพลาหลัก เพลารอง ส่วนขนาดของมอเตอร์และอัตราทดจะต้องหาหลังจากที่มีการประกอบเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC ADVERTISEMENTPLACARD

Chetsada Yasungnoen

Pongsathorn Tongpongniam

Ittipon Intaseub

Assoc.Prof.Thavee Teschareon Advisor

Abstract

This thesis has presented designing and machinery development until supervision base all character , for solve a problem of original automatic advertisement placard , there is the suitability of many pictures are giving in limit area and increase efficiency , then we are designing and develop location equipment within the advertisement by reduction consume equipment. But still principle works as before as automatic move up and down, small-sized and thin, wide 4 foot tall 3 foot . We can choose the time for show, the picture change about 4-6 second, 5 pictures. Basic principle for designing will begin from inventory and suite installation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเสร็จลงได้ด้วยดี ก็เพราะได้คำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องป้ายโฆษณาและเทคนิคต่างๆจากอาจารย์ทวี เทศเจริญ และ อาจารย์ดำริห์ จันทร์แสงสุก ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งทางผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ของอาจารย์ที่ปรึกษามากในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณธวัชชัย ศรีกาหลง ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการทำงาน ทั้งด้านอุปกรณ์และเครื่องมือเวลาคณะผู้จัดทำติดขัด หรือไม่สามารถทำเองได้ ทำให้งานออกมาสำเร็จได้ด้วยดี รวมทั้งขอขอบคุณ เพื่อนๆภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกคนที่ได้เข้ามาช่วยเหลือเวลาทำงานและให้กำลังใจเสมอมา

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาศในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจเอาใจใส่เสมอมาในทุกๆด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายเจษฎา ยะสูงเนิน
นายพงศธร ทองพงษ์เนียม
นายอิทธิพล อินทร์ตีะสีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	IV
สารบัญภาพ	VI
ตารางสัญลักษณ์	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและการคำนวณ	2
2.1 รีเลย์และคอนแทคเตอร์	2
2.2 โซลินอยด์ไฟฟ้า	6
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์	7
2.4 หม้อแปลงไฟฟ้า	8
2.5 อุปกรณ์ตรวจจับ	14
2.6 อุปกรณ์ปลดวงจร	15
2.7 มอเตอร์	15
2.8 สายไฟสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์	16
2.9 อุปกรณ์ป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์	16
2.10 คัปปลิง	17
2.11 โรลลิ่งแบริ่ง	18
2.12 โซ่และเฟืองโซ่	19
2.13 เบรค	20
2.14 การออกแบบขนาดของมอเตอร์	20
2.15 การออกแบบขนาดของเพลา	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 ความแข็งเกร็งทางด้านการบิด 23
2.17 การคำนวณอายุการใช้งานของแบริ่ง 24
บทที่ 3 ลักษณะของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ 26
3.1 ส่วนประกอบของป้ายโฆษณา 26
3.2 ชุดควบคุมการทำงานของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ 29
3.3 ลักษณะการทำงานของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ 31
บทที่ 4 สรุปผลการดำเนินงาน 32
ภาคผนวก 35
บรรณานุกรม 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2. 1 แสดงรูปร่างลักษณะของรีเลย์แบบต่าง ๆ 2

รูปที่ 2 .2 แสดงถึงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล 6

รูปที่ 2 .3 แสดงถึงการเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก 6

รูปที่ 2.4 แสดงรูปสัญลักษณ์ และวงจรพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า 10

รูปที่ 2.5 แสดงหม้อแปลงไฟฟ้าแบบต่างๆ 13

รูปที่ 2.6 แสดงระยะห่างของขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ
ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ 14

รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของคัปปลิง 18

รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของแบริ่ง 19

รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของโซ่และเฟืองโซ่ 20

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะด้านหน้าของโครงสร้าง 27

รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะด้านข้างของโครงสร้าง 27

รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของเพลาส่วนเก็บผ้า 28

รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของแบริ่ง 28

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของเบรคและตัวปรับตั้งความตรึง 29

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะของมอเตอร์ 29

รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะของคัปปลิง 30

รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของโซ่และเฟืองโซ่ 30

รูปที่ 3.9 แสดงชุดควบคุมการทำงาน 31

รูปที่ 3.10 แสดงชุดหม้อแปลงไฟฟ้า 31

รูปที่ 3.11 แสดงรีเลย์ 32

รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะของสปายและก้ามปู 33

รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะของโซลินอยด์และสปริงดันก้ามปู 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสัญลักษณ์

V	คือ ความเร็วของเพลาเก็บผ้าใบ
L	คือ ความสูงของผ้าใบที่แสดงภาพ
T	คือ แรงบิด
M	คือ โมเมนต์ดัดสูงสุด
P	คือ กำลังงาน
J	คือ โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่
G	คือ โมดูลัสเฉือน
W_p	คือ กำลังงานเป็น W
N	คือ ความเร็วรอบ
C_t	คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด
C_m	คือ ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด
d	คือ เส้นผ่าศูนย์กลางเพลา
r	คือ รัศมีเพลา
ω	คือ ความเร็วเชิงมุม
t	คือ เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนภาพ
n	คือ ความเร็วรอบ
τ	คือ ความเค้นเฉือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบันสื่อทางด้านโฆษณามีความสำคัญต่อผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นสื่อตามโทรทัศน์ วิทยุ ใบปลิวต่างๆ นอกจากนั้นยังมีป้ายโฆษณาที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างกันออกไป ซึ่งต้นแบบของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติที่มีอยู่นั้นมีข้อด้อยที่เสียเปรียบกว่าสื่อด้านอื่นๆ เช่น ลักษณะโครงสร้างที่ใหญ่อุปกรณ์ภายในที่เกินความจำเป็น น้ำหนักมากรวมถึงรูปลักษณ์ภายนอก ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องมีการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมด้านการประหยัดทรัพยากรที่เกินความจำเป็น มีการควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดั้งนันจึงได้สร้างป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ เพื่อเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับการโฆษณาโดยให้มีความจุ 5 ภาพ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มจำนวนของภาพโฆษณาให้มากกว่านี้ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. สร้างป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติที่มีขนาดกะทัดรัด ให้แสดงจำนวนภาพได้หลาย ๆ ภาพและสามารถเพิ่มภาพให้มากขึ้นได้ต่อไป
2. แก้ไขและปรับปรุงการทำงานของป้ายโฆษณาเครื่องต้นแบบ โดยสามารถกำหนดเวลาและจำนวนภาพที่ต้องการแสดงได้ และแก้ไขการทำงานหลังจากไฟดับให้ภาพนั้นสามารถเลื่อนกลับมาเริ่มใหม่ที่ภาพที่ 1 ได้
3. ศึกษาและออกแบบกลไกการทำงาน
4. ศึกษาและออกแบบวงจรควบคุมการทำงาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ทำการออกแบบกลไกการทำงานและออกแบบวงจรควบคุมการทำงาน
2. สร้างป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติขึ้นมาใหม่
3. ทดสอบการทำงานของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ โดยให้เวลาที่ใช้ในการเลื่อนเปลี่ยนภาพและเวลาที่หยุดแสดงภาพ สามารถการทำงานได้ตรงตามจังหวะที่กำหนดไว้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีและค้นคว้าข้อมูลของกลไกการทำงานและวงจรควบคุมการทำงาน
2. ทำการออกแบบปรับปรุง กลไกการทำงานและวงจรควบคุมการทำงานใหม่
3. สร้างป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติขึ้นใหม่
4. ทดสอบการทำงานและแก้ไขปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและการคำนวณ

2.1 รีเลย์และคอนแทคเตอร์

รีเลย์ (Relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจร มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) โดยใช้หลักการหน้าสัมผัส เมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ จะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟก็จะกลายเป็นวงจรเปิด

คอนแทคเตอร์(Contactor) หมายถึง สวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจร กำลังที่ใช้กระ แสค่อนข้างสูงประมาณ 30-300 แอมแปร์คอนแทคเตอร์มีส่วนประกอบและโครงสร้างเหมือนกับรีเลย์แต่มีขนาดใหญ่กว่าและอาจมีอุปกรณ์ช่วยดับการอาร์คที่คอนแทคเตอร์เพิ่มขึ้น

2.1.1 ชนิดของรีเลย์

รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.รีเลย์กำลัง (Power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2.รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

รูปที่ 2. 1 แสดงรูปร่างลักษณะของรีเลย์แบบต่าง ๆ

การแบ่งชนิดของรีเลย์ส่วนใหญ่แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือแบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) สามารถแบ่งได้ 11 แบบ ได้แก่รีเลย์ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under-voltage) และกระแสเกิน (Over current)

2. รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)

3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้

4. รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน

5. รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

- รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ทีมีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส
- รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้
- รีเลย์แบบดิฟฟีนิตไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น
- รีเลย์แบบอินเวอสดิฟฟีนิตมินิมั่มไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และ แบบดิฟฟีนิต ไทม์แล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

7. รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)

8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้

- รีแอกแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
- อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
- โมห์รีเลย์ (Mho relay)
- โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
- โพลาไรซ์โมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)
- ออฟเซทโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10. รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. บูคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz's relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัส ให้รีเลย์ทำงาน

2.1.2 โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์และคอนแทคเตอร์

รีเลย์และคอนแทคเตอร์จะมีโครงสร้างและการทำงานเหมือนกัน กล่าวคือ จะมีแกนเหล็กรูปตัว E อัดซ้อนกันเป็นแท่งอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่ ที่ขากลางของแกนเหล็กชุดนี้จะมีขดลวดซึ่งพันอยู่บนบอบปิ้นสวมอยู่ ขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ส่วนที่ขาตัว E อีก 2 ข้าง จะมีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดวงจรไว้เป็นรูปวแหวนและฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกนเพื่อช่วยลดการสั่นของแกนอันเนื่องมาจากกระแสสลับ เรียกวงแหวนนี้ว่า Shaded ring สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยมีคอนแทคเตอร์ยึดติดอยู่ แกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้ ทำมาจากเหล็กแผ่นบางๆ ที่ปิดเคลือบด้วยฉนวน

ในสภาวะปกติ (off) แกนเหล็กทั้งสองชุดนี้ จะถูกดันให้ห่างออกจากกันด้วยสปริงที่ขาทั้ง 2 ข้างของแกน ทำให้ตัวคอนแทคเตอร์บางตัวต่อวงจรของตัวสัมผัสให้ถึงกัน เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า "คอนแทคปกติปิด" ในขณะเดียวกันก็มีคอนแทคบางที่ไม่ได้ต่อกับจุดสัมผัส เราเรียกคอนแทคชุดนี้ว่า "คอนแทคปกติเปิด" ขดลวดที่ขากลางของแกนเหล็กจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา เมื่อมันได้รับพลังงานไฟฟ้า แรงจากอำนาจแม่เหล็กจะชนะสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่เคลื่อนลงมา ในสภาวะนี้ (on) คอนแทคทั้ง 2 ชุดนี้ จะเปลี่ยนสภาวะการทำงาน คือ คอนแทคปกติปิด จะเปิดวงจรของจุดสัมผัสออกและคอนแทคแบบปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส คอนแทคทั้ง 2 จะกลับไปอยู่ในสภาวะเดิมอีกครั้งเมื่อหยุดการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับขดลวด

โดยปกติคอนแทคแบบปกติปิดจะใช้ ตัด – ต่อ วงจรควบคุมเท่านั้น ส่วนคอนแทคแบบปกติเปิดบางชุดจะทำหน้าที่ ตัด – ต่อ วงจรควบคุมและบางชุดจะทำหน้าที่ ตัด – ต่อ วงจรกำลังเราเรียกคอนแทคที่ทำหน้าที่ ตัด –ต่อ วงจรควบคุมว่าคอนแทคช่วย (Auxiliary) และเรียกคอนแทคที่ทำหน้าที่ตัด – ต่อ วงจรกำลังว่า คอนแทคเมน (Main contact)

คอนแทคเมนของคอนแทคเตอร์ จะมีขนาดใหญ่กว่าคอนแทคช่วยแต่สำหรับรีเลย์คอนแทคตัวที่ทำหน้าที่คอนแทคเมนจะมีขนาดพอๆกันกับคอนแทคช่วยเนื่องจากจ่ายกระแสให้กับภาระ ขนาดเล็กเท่านั้น

2.1.3 ข้อดีของการใช้รีเลย์และคอนแทคเตอร์เมื่อเทียบกับสวิตซ์กำลังอื่นๆ

1.ให้ความปลอดภัยสำหรับผู้ควบคุม อันตรายจากการตัดต่อของวงจรกำลังซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไฟลค่อนข้างสูง เช่น การสตาร์ทมอเตอร์ตัวใหญ่ และจะทำให้เกิดการอาร์คที่หน้าคอนแทคเตอร์ขณะเริ่มสตาร์ท ทั้งนี้เพราะสามารถใช้กระแส หรือแรงเคลื่อนต่ำไปควบคุมคอยล์ของคอนแทคเตอร์ทำให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลัง แทนการสลับสวิตซ์กำลังด้วยมือโดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถย้ายจุดควบคุมไปอยู่ในที่ๆปลอดภัยและห่างจากวงจรกำลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ให้ความสดวกในการควบคุม เพราะสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ในการควบคุมวงจรต่างๆ เช่น วงจรลิฟท์ ซึ่งควบคุมให้หยุดเองได้เองเมื่อลิฟท์วิ่งถึงชั้นที่ต้องการ

3.ประหยัดเมื่อเทียบกับการควบคุมด้วยมือ (Manual control) ในบางกรณีภาระที่ต้องการควบคุมจำเป็นต้องอยู่ห่างจากแหล่งจ่ายไฟและจุดควบคุมด้วยมือ สายของวงจรกำลังจะต้องเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดควบคุมจากนั้นจึงเดินไปยังภาระ แต่เมื่อใช้การควบคุมโดยคอนแทคเตอร์จะช่วยให้ประหยัดเพราะสายของวงจรกำลังสามาร๔เดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังภาระได้โดยตรงส่วนสายไฟที่เดินไปยังจุดควบคุมจะเป็นสายของวงจรควบคุมซึ่งมีขนาดเล็ก

ถึงแม้ว่า รีเลย์ จะเป็นอุปกรณ์ ที่นำมาประยุกต์สร้างเป็นวงจร H-Bridge switching ได้ง่าย ไม่ยุ่งยากก้อตาม แต่ รีเลย์ นั้นเป็นอุปกรณ์แม่เหล็ก ที่มีส่วนเคลื่อนไหวทางกล เพราะฉะนั้นก็ย่อมจะมีข้อจำกัดทางกลอยู่บ้างเช่น

ผลกระทบของการตอบสนอง รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่มีความเร็วในการทำงานต่ำ เช่นรีเลย์ชนิดแรงดันต่ำ (กระตุ้นขดลวดไม่เกิน 24v.) จะใช้เวลาในการทำงานประมาณ 10 - 50 mS. และรีเลยขนาดใหญ่ ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ในโรงงานอุตาสหกรรม นั้น อาจใช้เวลาในการทำงานมากกว่า 100 mS. เลยทีเดียว

ผลกระทบจากอำนาจแม่เหล็กรีเลย์เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กดังนั้นเราจึงไม่สามารถหนีปัญหานี้ได้ ดังนั้นจึงไม่ใช่เรื่องแปลก ที่หลายคนอาจเคยมีปัญหาของ รีเลย์ไปรบกวนการทำงานของวงจรไมโครฯ การแก้ไข อาจมีหลายวิธี เช่น

แยกกราวด์ คือ การแยกกราวด์ของแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรไมโครฯ และแหล่งจ่ายไฟกระตุ้นรีเลย์ ออกจากกันโดยใช้อุปกรณ์ Opto Cuppler

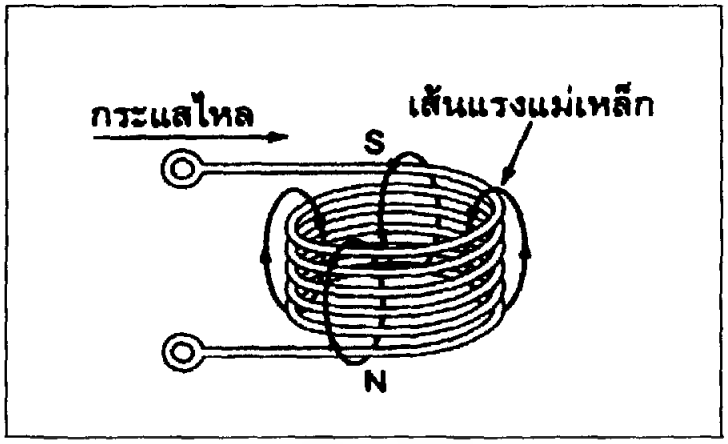
แยกบอร์ด คือ การแยกการทำงานในส่วนของวงจรรีเลย์ ออกไปจากบอร์ดไมโครฯ แล้วทำการชีลด์ให้ดี

ลดขนาดแรงดันกระตุ้น คือ การเปลี่ยนตัวรีเลย์ เช่นเปลี่ยนจากรีเลย์ขนาด 24 V. มาเป็นขนาด 12 V.

2.2 โซลินอยด์ไฟฟ้า

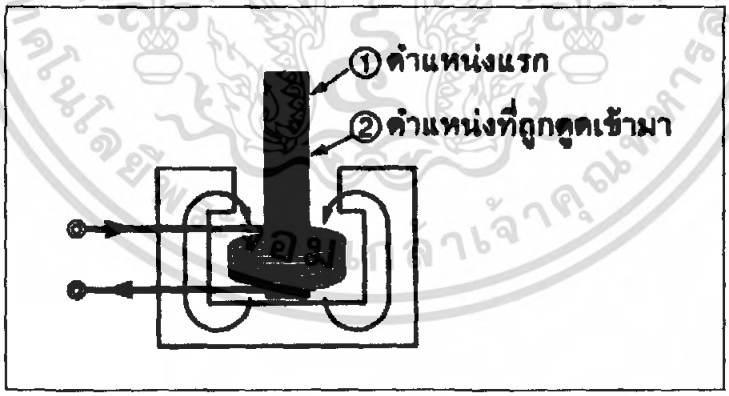
โซลินอยด์ไฟฟ้ามีหลักการทำงานดังนี้ คือ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำใดๆก็ตาม จะก่อให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆตัวนำนั้น และหากนำเส้นลวดมาขดเป็นวงๆ หลายๆวง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น โดยสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกัน และก่อกำเนิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดอาจเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 .2 แสดงถึงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

เพื่อไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัวซีล้อมรอบๆขดลวดไว้ เพื่อให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจายออกไป และเพื่อให้สนามแม่เหล็กมีความเข้มมากขึ้น จากจุดนี้หากนำเอาแกนกระทุ้ง (Plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางวงของขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูด ให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ความสัมพันธ์ของแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ ในช่วงชักไกลๆจะมีแรงน้อยมาก แต่ในทางตรงกันข้ามช่วงชักที่มีระยะใกล้ๆก็จะมีแรงมากขึ้นเป็นทวีคูณ



รูปที่ 2 .3 แสดงถึงการเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ประเภทของโซลินอยด์ไฟฟ้า

โซลินอยด์ไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ โซลินอยด์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง และโซลินอยด์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ข้อแตกต่างระหว่างโซลินอยด์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง และโซลินอยด์ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ โซลินอยด์ที่ใช้ไฟกระแสตรงจะก่อให้เกิดกระแสที่ไหลในขดลวดค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่โซลินอยด์ที่ใช้ไฟกระแสสลับจะมีกระแสในขณะที่แกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดค่อนข้างสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวด กระแสจะลดต่ำลง ด้วยเหตุนี้เองที่ทำให้ต้องระวังอย่าให้เกิดการกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสมากๆไหลค้างอยู่ ทำให้ขดลวดร้อนขึ้น และ อาจจะไหม้เสียหายได้

2.2.2 การเลือกใช้โซลินอยด์ไฟฟ้า

การเลือกใช้โซลินอยด์ไฟฟ้าควรพิจารณาถึงองค์ประกอบต่างๆดังนี้ คือ

1. แรงดันใช้งานซึ่งไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือไฟฟ้ากระแสสลับก็ตาม จำเป็นจะต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามความต้องต้องการด้วย

2. ช่วงชักในการใช้งาน (Operating Stroke) ของโซลินอยด์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด มักจะกำหนดเป็น

3.เป็นการใช้งานอย่างต่อเนื่องหรือไม่ ซึ่งการใช้งานอย่างต่อเนื่องในที่นี้หมายถึง การใส่แรง ดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้โดยขดลวดไม่ไหม้หรือเป็นการใส่แรงดันแบบเป็น

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์คือ ไอซีหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ประเภทหนึ่งที่สามารถรับสัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เพื่อนำมาคำนวณ ตัดสินใจ และส่งสัญญาณออกไปยังอุปกรณ์ภายนอกเพื่อสั่งให้ทำงานตามโปรแกรม และข้อมูลที่รับเข้ามา มีคุณสมบัติความเป็น Single Chip คือ สามารถทำงานได้โดยตัวไอซีเอง ไม่ต้องต่อวงจรเพิ่ม หรือต่อเพิ่มน้อยที่สุด ประโยชน์ที่ได้รับก็คือ การออกแบบวงจรทำได้ง่ายขึ้น ใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรน้อยกว่าเดิม พื้นที่วงจรรวมมีขนาดเล็กลงเป็นอย่างมาก กินไฟเลี้ยงวงจรน้อยลง ทำให้ต้นทุนการผลิตและต้นทุนการทำงานลดต่ำลง นอกจากนี้ การบันทึกโปรแกรมที่เขียนลงในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว โดยเลือกรุ่นที่มีแฟลชเมโมรีในตัวที่สามารถเขียนโปรแกรมลงไปได้ ทำให้ไม่ต้องต่ออีพรอมเพื่อเก็บโปรแกรม

2.3.1 ความหมายของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นชื่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่รวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาท์พุต หน่วยความจำ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดจำนวนอุปกรณ์และขนาดของระบบในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

2.4 หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับจากวงจรหนึ่งไปยังอีกวงจรหนึ่งโดยวิธีทางวงจรแม่เหล็กซึ่งไม่มีจุดต่อไฟฟ้าถึงกันและไม่มีชิ้นส่วนทางกลเคลื่อนที่ โดยทั่วไปเราใช้หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้มีขนาดลดลงหรือเพิ่มขึ้นจากเดิม โดยมีความถี่ไฟฟ้าคงเดิม

โดยอาศัยการเหนี่ยวนำไฟฟ้าระหว่างขดลวด มีส่วน ประกอบง่ายๆ คือแกนเหล็กอ่อน ตัดเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสกลางกลวง โดยมากมักจะใช้แผ่นเหล็กอ่อนบางๆ หลายๆ แผ่นอันซ้อนกัน แกนเหล็กอ่อน มีหน้าที่รวมเส้นแรงแม่เหล็กจากขดลวดที่ 1 ไปเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสในขดลวดที่ 2 ทั้ง 2 ข้างของแกนเหล็ก มีขดลวดหุ้มฉนวนบางพันไว้ ข้างหนึ่งมีจำนวนรอบมาก อีกข้างหนึ่งมีจำนวนรอบน้อย

ขดลวดด้านที่ต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า A.C. เรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Coil) ขดลวดอีกขดหนึ่งเรียกว่า ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Coil) หม้อแปลงนี้ เราจะใช้แปลงไฟขึ้นหรือแปลงไฟลงก็ได้ แล้วแต่เราจะต่อกระแสสลับเข้าทางไหน

วัสดุที่ใช้ทำขดลวดหม้อแปลงโดยทั่วไปทำมาจากสายทองแดงเคลือบน้ำยาฉนวน มีขนาดและลักษณะลวดเป็นทรงกลมหรือแบนขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อแปลง ลวดเส้นโตจะมีความสามารถในการจ่ายกระแสได้มากกว่าลวดเส้นเล็ก

หม้อแปลงขนาดใหญ่มักใช้ลวดถักแบบตีเกลียวเพื่อเพิ่มพื้นที่สายตัวนำให้มีทางเดินของกระแสไฟมากขึ้น สายตัวนำที่ใช้พันขดลวดบนแกนเหล็กทั้งขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิอาจมีแทปแยก (Tap) เพื่อแบ่งขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (ในหม้อแปลงขนาดใหญ่จะใช้การเปลี่ยนแทปด้วยสวิตช์อัตโนมัติ)

2.4.1 โครงสร้าง

โครงสร้างของหม้อแปลงแบ่งออกตามการใช้งานของระบบไฟฟ้ากำลังได้ 2 แบบคือ หม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 1 เฟส และหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟสแต่ละชนิดมีโครงสร้างสำคัญประกอบด้วย

1. ขดลวดตัวนำปฐมภูมิ (Primary Winding) ทำหน้าที่รับแรงเคลื่อนไฟฟ้า
2. ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) ทำหน้าที่จ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า
3. แผ่นแกนเหล็ก (Core) ทำหน้าที่เป็นทางเดินสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและให้ขดลวดพันรอบแกนเหล็ก
4. ขั้วต่อสายไฟ (Terminal) ทำหน้าที่เป็นจุดต่อสายไฟกับขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แผ่นป้าย (Name Plate) ทำหน้าที่บอกรายละเอียดประจำตัวหม้อแปลง

6. อุปกรณ์ระบายความร้อน (Coolant) ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับขดลวด เช่น อากาศ พัดลม น้ำมัน หรือใช้ทั้งพัดลมและน้ำมันช่วยระบายความร้อน เป็นต้น

7. โครง (Frame) หรือตัวถังของหม้อแปลง (Tank) ทำหน้าที่บรรจุขดลวด แกนเหล็ก รวมทั้งการติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับหม้อแปลงขนาดใหญ่

8. สวิตช์และอุปกรณ์ควบคุม (Switch Controller) ทำหน้าที่ควบคุมการเปลี่ยนขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้า และมีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ รวมอยู่ด้วย

2.4.2 ฉนวน (Insulator)

สายทองแดงจะต้องผ่านการเคลือบน้ำยาฉนวน เพื่อป้องกันไม่ให้ขดลวดลัดวงจรถึงกันได้ การพันขดลวดบนแกนเหล็กจึงควรมีกระดาษอาบน้ำยาฉนวนคั่นระหว่างชั้นของขดลวดและคั่นแยกระหว่างขดลวดปฐมภูมิกับทุติยภูมิด้วย ในหม้อแปลงขนาดใหญ่มักใช้กระดาษอาบน้ำยาฉนวนพันรอบสายตัวนำก่อนพันเป็นขดลวดลงบนแกนเหล็ก นอกจากนี้ยังใช้น้ำมันชนิดที่เป็นฉนวนและระบายความร้อนให้กับขดลวดอีกด้วย

2.4.3 แกนเหล็ก (Core)

แผ่นเหล็กที่ใช้ทำหม้อแปลงจะมีส่วนผสมของสารกึ่งตัวนำ-ซิลิกอนเพื่อรักษาความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบขดลวดไว้ แผ่นเหล็กแต่ละชั้นเป็นแผ่นเหล็กบางเรียงต่อกันหลายชิ้นทำให้มีความต้านทานสูงและช่วยลดการสูญเสียบนแกนเหล็กที่ส่งผลให้เกิดความร้อนหรือที่เรียกว่ากระแสไหลวนบนแกนเหล็ก โดยทำแผ่นเหล็กให้เป็นแผ่นบางหลายแผ่นเรียงซ้อนประกอบขึ้นเป็นแกนเหล็กของหม้อแปลง ซึ่งมีด้วยกันหลายรูปแบบเช่น แผ่นเหล็กแบบ Core และแบบ Shell

2.4.4 ขั้วต่อสายไฟ (Terminal)

โดยทั่วไปหม้อแปลงขนาดเล็กจะใช้ขั้วต่อไฟฟ้าต่อเข้าระหว่างปลายขดลวดกับสายไฟฟ้าภายนอก และ ถ้าเป็นหม้อแปลงขนาดใหญ่จะใช้แผ่นทองแดง (Bus Bar) และบุชชิ่งกระเบื้องเคลือบ (Ceramic) ต่อเข้าระหว่างปลายขดลวดกับสายไฟฟ้าภายนอก

2.4.5 แผ่นป้าย (Name Plate)

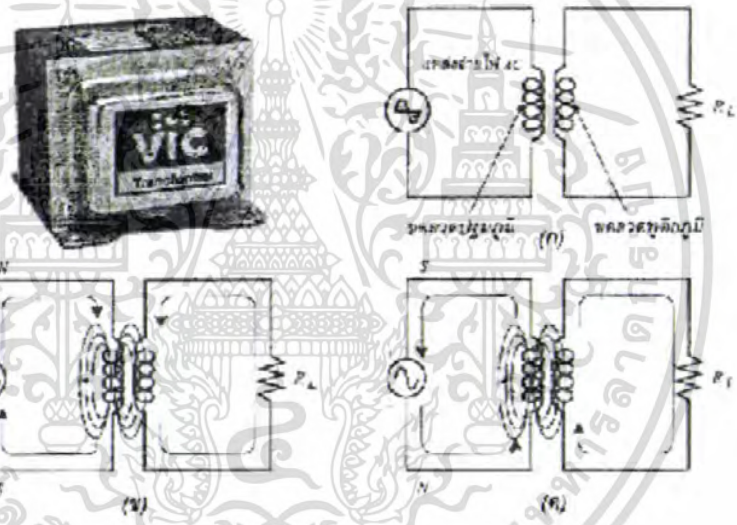
แผ่นป้ายจะติดไว้ที่ตัวถังของหม้อแปลงเพื่อแสดงรายละเอียดประจำตัวหม้อแปลง อาจเริ่มจากชื่อบริษัทผู้ผลิต ชนิด รุ่นและขนาดของหม้อแปลง ขนาดกำลังไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านรับไฟฟ้าและด้านจ่ายไฟฟ้า ความถี่ใช้งาน วงจรขดลวด ลักษณะการต่อใช้งาน ข้อควรระวัง อุณหภูมิ มาตรฐานการทดสอบ และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6 หลักการพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's Law) กล่าวไว้ว่า เมื่อขดลวดได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้ขดลวดมีการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กตามขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้ากระแสสลับ และทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดนี้

เมื่อขดลวดปฐมภูมิได้รับแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นตามกฎของฟาราเดย์ ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ขึ้นอยู่กับ จำนวนรอบของขดลวด พื้นที่แกนเหล็ก และความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงจากไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะทำให้มีเส้นแรงแม่เหล็กในขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กนี้เปลี่ยนแปลงตามขนาดของรูปคลื่นไฟฟ้าที่ได้รับ เส้นแรงแม่เหล็กเกือบทั้งหมดจะอยู่รอบแกนเหล็ก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กผ่านขดลวด จะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ



รูปที่ 2.4 แสดงรูปสัญลักษณ์ และวงจรพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า

จากรูป 2.4 (ก) แสดงรูปสัญลักษณ์ และวงจรพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยขดลวด 2 ขดที่จัดให้อยู่ใกล้กัน ได้แก่ ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Winding) และ ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Winding) ทั้งนี้เพื่อให้เส้นแรงของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดปฐมภูมิไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิ และเกิดการเหนี่ยวนำซึ่งกันและกันขึ้น โดยจัดให้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับต่อเข้ากับขดลวดปฐมภูมิ และโหลด (RL) ต่อเข้ากับด้านทุติยภูมิ

จากรูป 2.4 (ข) แสดงกระแสไฟฟ้า ที่จ่ายออกแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปเข้าที่ขดลวดปฐมภูมิ ซึ่งกระแสไฟฟ้านี้ก็จะทำให้เกิดขั้วเหนือที่ส่วนบนของขดลวดปฐมภูมิ ถ้าแรงดันไฟฟ้าด้านอินพุตนี้มีความเป็นลบมาก (ช่วงครึ่งคลื่นลบ) ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเพิ่มมากขึ้นด้วย ส่งผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นที่ขดลวดปฐมภูมิมากขึ้น การขยายตัวของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะไปตัดกับขดลวดทางด้านทุติยภูมิ และเกิดการเหนี่ยวนำของแรงดันไฟฟ้าขึ้น จึงทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรด้านทุติยภูมิผ่านไปยังโหลด จากนั้นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่จ่ายเข้ามาก็จะมีความเป็นลบลดน้อยลงจนเป็นค่าศูนย์ และเปลี่ยนเป็นค่าบวก

จากรูป 2.4 (ค) ในกรณีนี้กระแสไฟฟ้าในวงจรด้านปฐมภูมิจะไหลในทิศทางตรงกันข้ามกับตอนแรก ทั้งนี้เนื่องจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในทิศทางที่เป็นบวก (ช่วงครึ่งคลื่นบวก) เมื่อแรงดันไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นกระแสไฟฟ้าก็ไหลมากขึ้น ส่งผลให้สนามแม่เหล็กเกิดการขยายตัวไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิเกิดการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า ส่งผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางตรงข้าม และไหลผ่านต่อไปยังโหลดเช่นเดียวกัน

ข้อสังเกตุบางประการเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า

1. ถ้ากระแสไฟฟ้าด้านปฐมภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้กระแสไฟฟ้าด้านทุติยภูมิเพิ่มขึ้นด้วย และถ้ากระแสไฟฟ้าด้านปฐมภูมิลดลงก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าด้านทุติยภูมิลดลงด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ไฟฟ้ากระแสสลับที่เกิดขึ้นทางด้านทุติยภูมิ มีความถี่เท่ากับไฟฟ้ากระแสสลับทางด้านปฐมภูมิ

2. ถึงแม้ขดลวดทั้งสองของหม้อแปลงไฟฟ้าจะแยกออกจากกัน แต่พลังงานจากด้านปฐมภูมิ สามารถที่จะส่งผ่านไปยังด้านทุติยภูมิได้ ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิได้เปลี่ยนไปเป็นพลังงานแม่เหล็ก ส่วนทางด้านทุติยภูมิจะเปลี่ยนกลับจากพลังงานแม่เหล็กให้เป็นพลังงานไฟฟ้านั่นเอง

2.4.7 ข้อกำหนดทางไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

1.ไม่เปลี่ยนแปลงความถี่ไปจากเดิม

2.กำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงด้านปฐมภูมิเท่ากับด้านทุติยภูมิ เช่น หม้อแปลงขนาด 100 VA, 20 V / 5 V จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ 20 V ส่วนด้านทุติยภูมิจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 5 V

2.4.8 การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า

โดยทั่วไปแล้วหม้อแปลงไฟฟ้าจะใช้งานอยู่ 3แบบ ได้แก่

1. หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้เพื่อเพิ่ม หรือลดขนาดแรงดันไฟฟ้า

2. หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้เพื่อเพิ่ม หรือลดปริมาณกระแสไฟฟ้า

3. หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้เพื่อแมทช์ค่าอิมพีแดนซ์ (Impedances) ซึ่งทั้ง 3 กรณี สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนจำนวนรอบ(Turns Ratio)ของขดลวดปฐมภูมิเปรียบเทียบกับจำนวนขดลวดทุติยภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.9 อัตราส่วนจำนวนรอบ (Turns Ratio)

อัตราส่วนจำนวนรอบ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ (N_s) ต่อจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ (N_p)

อัตราส่วนจำนวนรอบ (Turns Ratio) = $\frac{N_s}{N_p}$

2.4.10 ประเภทของหม้อแปลง

หม้อแปลงอาจแบ่งได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามพิกัดกำลังระดับแรงดันไฟฟ้าหรือ จุดประสงค์การใช้งานสำหรับในประเทศไทย อาจจะแบ่งหยาบๆ ได้ดังนี้

1. **หม้อแปลงกำลัง (Power Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในการส่งผ่านพลังงานในระบบส่งกำลังไฟฟ้า โดยทั่วไปจะมีขนาดตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไปจนถึงหลายร้อย MVA

2. **หม้อแปลงจำหน่าย (Distribution Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่ใช้ในระบบจำหน่ายของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง

3. **หม้อแปลงวัด (Instrument Transformer)** เป็นหม้อแปลงที่มิได้ใช้เพื่อการส่งผ่านพลังงาน แต่ใช้เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้า หรือแรงดันไฟฟ้า จากระบบแรงดันสูงให้มีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือวัดค่าต่างๆ เช่น มิเตอร์

2.4.11 ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

จำแนกหม้อแปลงตามขนาดกำลังไฟฟ้ามีดังนี้

1. ขนาดเล็กจนถึง 1 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับการเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณในงานอิเล็กทรอนิกส์

2. ขนาด 1-1000 VA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านขนาดเล็ก

3. ขนาด 1 kVA -1 MVA เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานจำหน่ายไฟฟ้าในโรงงาน สำนักงาน ที่พักอาศัย

4. ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1 MVA ขึ้นไป เป็นหม้อแปลงที่ใช้กับงานระบบไฟฟ้ากำลัง ในสถานีไฟฟ้าย่อย การผลิตและจ่ายไฟฟ้า

จำแนกชนิดตามจำนวนรอบของขดลวดได้ดังนี้

1. หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพิ่ม (Step-Up) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบมากกว่าขดลวดปฐมภูมิ

2. หม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าลง (Step-Down) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบน้อยกว่าปฐมภูมิ

3. หม้อแปลงที่มีแทปแยก (Tap) ทำให้มีขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้หลายระดับ

4. หม้อแปลงที่ใช้สำหรับแยกวงจรไฟฟ้าออกจากกัน(Isolating) ขดลวดทุติยภูมิจะมีจำนวนรอบเท่ากันกับขดลวดปฐมภูมิหรือมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า เท่ากันทั้งสองด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หม้อแปลงแบบปรับเลื่อนค่าได้ (Variable) ขดลวดทุติยภูมิและปฐมภูมิจะเป็นขดลวดขดเดียวกัน หรือเรียกว่าหม้อแปลงออโต้(Autotransformer)ดูรูปที่15(ก)มักใช้กับการปรับขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าตามต้องการ และสำหรับวาไรแอค(Variac)นั้นเป็นชื่อเรียกทางการค้าของหม้อแปลงออโต้ที่สามารถปรับค่าได้ด้วยการเลื่อนแทปขดลวด

6. หม้อแปลงกระแส(CurrentTransformer:CT)ถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่างที่ต้องต่อร่วมกันในวงจร เดียวกันแต่ต้องการกระแสไฟต่ำ หม้อแปลงกระแสจะทำหน้าที่แปลงขนาดกระแสลงตามอัตราส่วนระหว่างปฐมภูมิต่อทุติยภูมิเช่น 300 : 5 หรือ 100 : 5 เป็นต้น สำหรับหม้อแปลงกระแส 300 : 5 หมายถึงหม้อแปลงจะจ่ายกระแสทุติยภูมิ 5 A หากได้รับกระแสปฐมภูมิ 300 A หม้อแปลงกระแสจะต้องมีโหลดต่อไว้กับ ทุติยภูมิเพื่อป้องกันทุติยภูมิเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงในขณะที่ปฐมภูมิมีกระแสไฟฟ้าผ่าน และถ้าหม้อแปลงกระแสไม่ได้ใช้งาน ควรใช้สายไฟลัดวงจรหรือ ต่อวงจรไว้กับขั้วทุติยภูมิด้วย

รูปที่ 2.5 แสดงหม้อแปลงไฟฟ้าแบบต่างๆ

2.4.12 การหาขั้วหม้อแปลงไฟฟ้า

ขั้วของหม้อแปลงมีความสำคัญเพื่อจะนำหม้อแปลงมาต่อใช้งานได้อย่างถูกต้อง การหาขั้วหม้อแปลงมีหลักการทดสอบโดยการต่อขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิอนุกรมกันซึ่งจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขั้วเสริมกัน (Additive Polarity) หรือขั้วหักล้างกัน (Subtractive Polarity) ถ้าขั้วเสริมกันเครื่องวัดจะอ่านค่าได้มากกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหม้อแปลง แต่ถ้าขั้วหักล้างกันเครื่องวัดจะอ่านค่าได้น้อยกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหม้อแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาขั้วหม้อแปลงมีความสัมพันธ์ระหว่างขั้วแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านสูงและแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านต่ำ เมื่อเราจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้กับขั้ว H1 และ H2 ส่วนขดลวดที่เหลือคือขั้ว X1 และ X2 สิ่งที่ควรรู้ในการทดสอบคือ อัตราส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างปฐมภูมิกับทุติยภูมิและเพื่อความปลอดภัยไม่ควรจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าทดสอบเกินกว่าขนาดของขดลวดแรงเคลื่อนไฟต่ำ ตัวอย่างเช่น หม้อแปลง 480 / 120จะมีอัตราส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างปฐมภูมิกับทุติยภูมิเท่ากับ4ดังนั้นหากจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้า120Vให้กับขดลวดปฐมภูมิจะทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ 120 / 4 เท่ากับ 30 V ซึ่งจะไม่ทำให้มีแรงเคลื่อนไฟสูงเกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบ

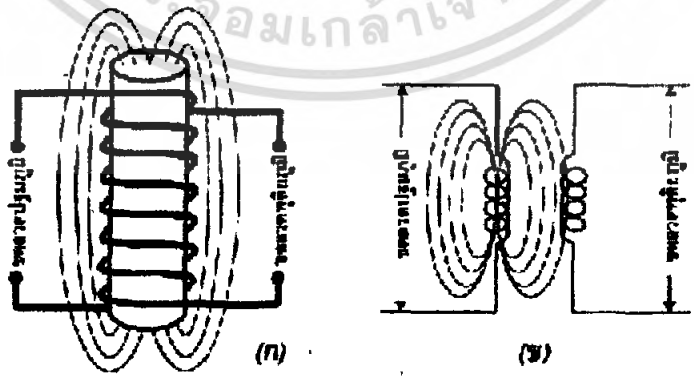
2.4.13 ค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ (k)

แรงดันไฟฟ้าที่เหนี่ยวนำข้ามไปยังขดลวดทุติยภูมินั้นขึ้นอยู่กับค่าความเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นระหว่างขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งจะถูกกำหนดโดยจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดด้านปฐมภูมิเคลื่อนที่ไปตัดกับขดลวดด้านทุติยภูมิอัตราส่วนระหว่างจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่เคลื่อนที่ไปตัดกับขดลวดทุติยภูมิเปรียบเทียบกับจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กทั้งหมดที่เกิดจากขดลวดปฐมภูมิเรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ (Coefficient of Coupling, k) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1

$$k = \frac{\text{จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดผ่านไปยังขดลวดทุติยภูมิ}}{\text{จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดผ่านไปยังขดลวดปฐมภูมิ}}$$

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ (k)

1. ระยะห่างระหว่างขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ
2. ชนิดของแกนที่ใช้พันขดลวด



รูปที่ 2.6 แสดงระยะห่างของขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor)

อุปกรณ์ตรวจจับหรือเซนเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการควบคุมการทำงานในงานอุตสาหกรรมค่อนข้างสูง โดยเฉพาะกระบวนการทำงานที่เป็นแบบอัตโนมัติ นั่นคือ จะใช้ทำหน้าที่ในการตรวจจับ หรือสัญญาณจากกระบวนการทำงาน หรืออุปกรณ์ทำงาน ซึ่งเป็นค่าทางฟิสิกส์หรือกายภาพต่างๆ ความร้อน แสง สี เสียง การเคลื่อนที่ระยะทาง เป็นต้น แล้วเปลี่ยนสัญญาณเหล่านั้นให้อยู่ในรูปที่อุปกรณ์ควบคุมสามารถตอบสนองได้

2.5.1 อ๊อฟติกเซนเซอร์ (OPTIC SENSOR)

เซนเซอร์ประเภทนี้จะใช้แสงในการตรวจจับสิ้นงาน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้แสงอินฟาเรดและแสงวีแดงโดยในที่นี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มด้วยกันคือ

1.แบบแยกตัวรับและตัวส่ง (THROUGH BEAM SENSOR)

อ๊อฟติกเซนเซอร์ประเภทนี้จะแยกตัวรับและตัวส่งอยู่คนละตำแหน่งกัน แต่จะต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน บางครั้งอาจเรียกเซนเซอร์ประเภทนี้ว่าเป็นแบบทางเดียว (ONE-WAY LIGHT BARRIER) ระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะไกลกว่าประเภทอื่นๆ

2. แบบใช้แสงสะท้อนแสง (RETRO-REFLEXTIVE SENSOR)

อ๊อฟติกเซนเซอร์ประเภทนี้ตัวรับและตัวส่งสัญญาณส่วนใหญ่แล้วจะรวมอยู่ในชุดเดียวกัน โดยจะใช้งานร่วมกับแผ่นสะท้อนแสงระยะทางที่ใช้การตวจจับของเซนเซอร์ชนิดนี้จะน้อยกว่าแบบแรก

3.แบบใช้ชิ้นงานเป็นตัวสะท้อนแสง (DIFFUSE SENSOR)

อ๊อฟติกเซนเซอร์ประเภทนี้ตัวรับและตัวส่งสัญญาณส่วนใหญ่แล้วตัวรับและตัวส่งสัญญาณรวมอยู่ในชุดเดียวกันแล้วใช้พื้นผิวของตัวชิ้นงานเป็นตัวสะท้อนแสงกลับ ดังนั้นระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะใช้เวลาน้อยกว่าทั้งสองแบบแรกที่กล่าวมา

2.5.2 เซนเซอร์กับการต่อใช้งาน

การต่อเซนเซอร์เข้ากับอุปกรณ์ภายนอกหรือโหลดต่างๆ เช่น รีเลย์โซลินนอยล์หลอดไฟฯลฯ นั้นต้องคำนึงถึงแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากตัวเซนเซอร์ ว่าเพียงพอที่ทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นทำงานได้หรือไม่ นอกจากนี้ลักษณะของโหลดบางประเภทอาจต้องการไฟบวกลบที่แตกต่างกัน

2.6 อุปกรณ์ปลดวงจร

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับต่อไฟจากแหล่งจ่ายภายนอกกับส่วนที่จะส่งไปยังมอเตอร์ซึ่งโดยมากจะใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)นอกจากนี้เซอร์กิตเบรกเกอร์ยังถือว่าเป็นอุปกรณ์ป้องกันทางไฟฟ้าอีกชนิดหนึ่ง ที่คอยตัดวงจรไฟฟาเมื่อเกิดการใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่าปกติซึ่งในกรณีที่นำมาใช้ในวงจรควบคุมมอเตอร์จะมีค่าไม่เกิน 115% หรือ 1.15 เท่า ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ AF (Amp. Frame) คือขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์และ AT (Amp. Trip)คือขนาดของกระแสที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงาน หรือกระแสในการพิกัดต่อเนื่อง ซึ่งค่าของ AF จะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าของ AT เสมอและในการนำมาใช้งานจะพิจารณาที่ค่า AT เป็นหลัก

2.7 มอเตอร์

มอเตอร์คืออุปกรณ์ที่แลกเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ซึ่งอาศัยไฟฟ้ากับสนามแม่เหล็กเป็นตัวขับเคลื่อนแกนมอเตอร์ให้หมุน โดยมีทั้งมอเตอร์กระแสตรง(DC) และกระแสสลับ(AC)

ข้อดีของ DC motor คือ

1. การควบคุมแรงบิดหรือความเร็วทำได้ง่ายและดีมาก
2. มีผลตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง (response) ได้รวดเร็ว
3. การปรับความเร็วสามารถทำได้ในช่วงกว้าง

ข้อเสียของ DC motor คือ

1. การบำรุงรักษาสูงมากเนื่องจากมีส่วนสึกหรอของแปรงถ่าน
2. ราคาแพงมากเมื่อเทียบกับ AC motor ที่มีขนาดกำลังแรงม้าเท่ากัน
3. มีขนาดใหญ่กว่า AC motor ที่ขนาดแรงม้าเท่ากัน
4. หาแหล่งจ่ายที่เป็นไฟกระแสตรงได้ยาก
5. ไม่สามารถนำไปใช้ในที่มีสารไวไฟได้

ข้อดีของ AC motor

1.ราคาถูกกว่า DC motor ที่ขนาดพิกัดกำลังเท่ากันเช่น ที่ 2 แรงม้า AC=4500 บาท, DC = 20000 บาท

2.มีลักษณะโครงสร้างง่าย ไม่ซับซ้อน และเล็กกว่า DC motor ที่พิกัดเท่ากัน

3.การบำรุงรักษาน้อยมาก แข็งแรงทนทาน

4.ใช้ในสถานที่ที่มีสารไวไฟ หรือสารเคมีได้

5.มีประสิทธิภาพสูงกว่า DC motor

6.หาซื้อได้ง่าย เป็นที่นิยม

ข้อเสียของ AC motor

การควบคุมความเร็วทำได้ยากมาก จะต้องใช้อุปกรณ์ทาง power electronics มาควบคุมคือ inverter ซึ่งค่อนข้างจะมีราคาสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 สายไฟสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์

สายไฟที่ใช้สำหรับต่อเข้ากับมอเตอร์นั้น จะต้องมีขนาดทนกระแสไม่ต่ำกว่า 125% หรือ 1.25 เท่าของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ แต่ทั้งนี้ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร

พิกัดกระแสมอเตอร์ (Rated Current) หมายถึง ปริมาณกระแสของมอเตอร์ในขณะที่ทำงานที่พิกัดโหลด แรงและความถี่ตามกำหนดซึ่งค่าที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ในการหาขนาดของตัวนำหรือสายไฟ สวิตซ์ อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร พิกัดกระแสของมอเตอร์นี้สามารถสังเกตบนแผ่นป้ายที่ตัวมอเตอร์

2.9 อุปกรณ์ป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์

กรณีที่ต่อสายไฟจากคอนแทคเตอร์โดยตรง หากมอเตอร์มีการทำงานเกินกำลังหรือมอเตอร์ใช้กระแสไฟมากกว่าปกติ อาจทำให้มอเตอร์ไหม้ได้จึงมีการนำเอาโอเวอร์โหลดรีเลย์มาต่อไว้ก่อนจ่ายไฟเข้ามอเตอร์ โดยทั่วๆไปแล้วโอเวอร์โหลดรีเลย์นิยมทำแบบ ไบเมทอล (Thermal Overload Relay) ซึ่งใช้กระแสที่ไหลผ่านเป็นตัวควบคุมอีกทีหนึ่ง การตัดวงจรอาศัยการงอตัวของไบเมทอลขณะร้อนเนื่องจากกระแสไหลมากและจะกลับมาต่อวงจรอีกครั้งเมื่อไบทอลเย็นตัวลง โอเวอร์โหลดรีเลย์มีอยู่ 2 แบบ คือ เมื่องอตัวไปแล้วจะกลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิมเมื่อเย็นตัวลง กับแบบมีรีเซ็ท คือ เมื่อตัดวงจรไปแล้ว คอนแทคเตอร์จะถูกล็อคเอาไว้ ถ้าต้องการให้ทำงานอีกครั้งทำได้โดยกดปุ่มรีเซ็ทให้คอนแทคกลับมาต่อวงจรเหมือนเดิม

โดยทั่วไปโอเวอร์โหลดรีเลย์จะมีย่านให้ปรับกระแส เช่น 7...11, 11...15, 30...45, เป็นต้น ซึ่งการปรับสามารถกระทำได้โดยการหมุนที่ปุ่มปรับกระแสที่ต้องการอยู่กับจุดเทียบซึ่งกระแสที่ว่านี้ ก็คือ กระแสพิกัดของมอเตอร์

2.10 คัปปลิง

การต่อเพลาเข้าด้วยกันทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งที่ทำได้คือ การใช้คัปปลิง (Coupling) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุที่ว่าเพลาที่ใช้งานมีขนาดยาวมาก จึงต้องต่อกันโดยคัปปลิงหรืออาจใช้ต่อจากเพลาของเครื่องต้นกำลังมาขับชิ้นส่วนอื่นก็ได้

คัปปลิงที่ใช้กับเครื่องจักรมีความมุ่งประสงค์หลายประการ เช่น

ก) ใช้ต่อเพลาของอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตแยกกัน เช่น เพลาของมอเตอร์กับเครื่องสูบ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถถอดออกซ่อมแซมได้

ข) ช่วยให้เพลามีการเยื้องศูนย์กันได้บ้างหรือเกิดภาวะอ่อนตัว(Flexible) ทางกล

ค) ช่วยลดการส่งแรงกระตุกจากเพลาอันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่ง

ง) ช่วยป้องกันการเกิด การเกินภาระ (Over load)

จ) ช่วยลดการสั่นสะเทือน

82194

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความมุ่งประสงค์ดังกล่าว จึงแบ่งคัปปลิงออกได้เป็น

1. คัปปลิงแบบแข็งเกร็ง (Rigid coupling)ใช้กับรอยต่อของเพลาที่มีระยะห่างระหว่างปลายเพลาคงที่และศูนย์ของเพลาทั้งสองต้องตรงกัน และอยู่ในแนวเดียวกัน

2. คัปปลิงแบบอ่อนตัว (Flexible coupling) มีความยืดหยุ่นได้เล็กน้อยใช้ต่อเพลาที่เยื้องศูนย์กันได้ และยังช่วยลดการสั่นสะเทือนได้ด้วย

3. คัปปลิงนิรภัย (Safety coupling) ใช้ป้องกันรอยต่อจากการเกินภาระหรือเมื่อมีโมเมนต์บิดสูงเกินไป จะทำงานได้ด้วยตนเองโดยการเบรกหรือวิธีการอย่างอื่น

4. คัปปลิงแบบสลิป (Slip coupling) จะหมุนได้เมื่อความเร็วรอบพอๆกัน แต่ถ้าตัวขับมีความเร็วลดลงคัปปลิงจะทำให้เกิดการหลวมตัวขึ้น

รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของคัปปลิง

2.11 โรฉลิ่งแบริ่ง

โรลลิ่งแบริ่ง (rolling bearings) หมายถึงแบริ่งชนิดที่รับแรงโดยอาศัยขึ้นส่วนของแบริ่งที่มีลักษณะเป็นผิวสัมผัสแบบกลิ้ง (rolling contact) แทนที่จะเป็นผิวสัมผัสแบบเลื่อน (sliding contact) เนื่องจากแบริ่งชนิดนี้มีค่าความเสียดทานน้อยมาก ดังนั้นจึงมีชื่อเรียกชื่อหนึ่งที่นิยมใช้กันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมว่า แอ็นทิฟริคชั่นแบริ่ง (antifriction bearing) หรือตลับลูกปืน ซึ่งประกอบด้วยวงแหวนเหล็กกล้าสองวงที่แยกออกจากกันด้วยลูกกลิ้งทรงกลม ลูกกลิ้งเหล่านี้รับแรงมาจากวงแหวนวงหนึ่งแล้วส่งแรงนี้ผ่านไปยังวงแหวนอีกวงหนึ่ง โดยการกลิ้งไปบนวงแหวน

2.11.1ชนิดของแบริ่ง

โดยทั่วไปแล้วโรลริ่งแบริ่งจะแบ่งออกได้เป็นสองพวกใหญ่ๆคือ บอลแบริ่งซึ่งมีลูกกลิ้ง (rolling – element) เป็นรูปทรงกลม และโรลเลอร์แบริ่ง (roller bearing) ซึ่งมีลูกกลิ้งเป็นรูปทรงกระบอกตรง (straight roller) หรือเป็นรูปทรงกระบอกเรียว (tapered roller) ก็ได้ โดยปกติแล้วแบริ่งเหล่านี้จะรับแรงในแนวรัศมีและรุนแรงได้ ยกเว้นโรลเลอร์แบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรงเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของแบริ่ง

บอลแบริ่งชนิดมีลูกกลิ้งหนึ่งแถวร่องลึก (single-row deep-groove) เป็นแบริ่งชนิดที่มีการใช้งานมากที่สุด ประกอบ ด้วยร่องลึกเป็นทางกลิ้งสำหรับลูกกลิ้งทรงกลม สามารถรับแรงได้ในรัศมีและในแนวแกน (แรงรุน) อัตราส่วนของแรงในแนวแกนต่อแรงในแนวรัศมีที่ได้รับประมาณ 0.70 สามารถรับการเยื้องแนวของเพลาได้ประมาณ ±0°15′ เมื่อต้องการเพิ่มความสามารถในการรับแสงในแนวรัศมีขึ้นไปอีก ก็อาจทำได้โดยการเพิ่มจำนวนลูกกลิ้งที่บรรจุในรางมากขึ้น ซึ่งจำเป็นที่จะต้องตัดแนวหน้าวงแหวนด้านหนึ่งให้มีช่องสำหรับใส่ลูกกลิ้ง (filling – notch) เพิ่มขึ้น ทำให้แบริ่งสามารถรับแรงในแนวรัศมีเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 20 ถึง 40 % แต่ว่าความสามารถในการรับแรงในแนวแกนจะลดลงทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่สำหรับรับแรงในแนวนี้ลดลงนั่นเอง

2.12 โซ่และเฟืองโซ่

การขับด้วยโซ่มีใช้อยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับด้วยสายพาน โซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ (Sprocket) ซึ่งติดอยู่กับเพลาขับและเพลาตาม อัตราของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสอง และกรขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟืองโซ่

เนื่องจากการขับด้วยโซ่มีความไว้ใจได้และถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์จึงนิยมใช้มาก เช่น ในการส่งกำลังในเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้าและเครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ และในการขนส่งและขนถ่ายวัสดุ

การขับด้วยโซ่มีข้อดีระหว่างการขับด้วยสายพานและการขับบด้วยเฟือง ทางด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลังและการบรุงรักษา โซ่สามารถขับได้ในระยะทางไกลกว่าสายพาน และขับได้พร้อมกันหลายๆเพลา ซึ่งมีทิศทางหมุนตามกันหรือสวนทางกันก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของโซ่และเฟืองโซ่

ข้อดีของการขับด้วยโซ่

1.ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง

2.ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงชั้นต้นในโซ่ต่ำนดึงเหมือนกับสายพาน ทำให้อายุการใช้งานของแบริ่งที่รองรับเพลาเพิ่มมากขึ้น

3.ไม่มีการสลิปในขณะส่งกำลังเมื่อนกับสายพาน ทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน

4.มีขนาดกระทัดรัดกว่าสายพาน เมื่อใช้งานอัตราทดเท่ากันเฟืองโซ่จะมีขนาดเล็กกว่าล้อสายพานและถ้าต้องการส่งกำลังเท่ากัน ความกว้างของโซ่จะน้อยกว่าสายพาน

5.ติดตั้งง่ายกว่าสายพาน เพราะเพียงแต่คล้องเข้ากับเฟืองโซ่แล้วสอดสลับเข้าไปเท่านั้น

6.ใช้งานได้กับอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีความชื้นและฝุ่นละออง

ข้อเสียของการขับด้วยโซ่

1.มีเสียงดัง

2.ที่ความเร็วรอบสูงจะมีอันตรายเมื่อโซ่ขาด

3.ไม่มีความอ่อนตัวในการส่งกำลัง เพลาจะต้องขนานกัน

4.ส่งกำลังแบบครอสไดรว์ไม่ได้

5.ต้องมีการหล่อลื่น

2.13 เบรค

เบรคเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมกรเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยการควบคุมพลังงานจลน์ โดยทั่วไปแล้วจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดกรเคลื่อนที่ เช่นเบรคสำหรับรถยนต์ ปั้นจั่น เป็นต้น ถึงแม้ข้อสำคัญข้อหนึ่งในการเลือกเบรคก็คือ คลัตช์ ก็คือความสามารถในการับและระบายความร้อนออกจากเบรคทั้งนี้เพราะเบรคใช้ในการต่อชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ให้เข้ากับชิ้นส่วนที่หยุดอยู่ ความสามารถในการรับแรงบิก (Torque capacity) ซึ่งเหมือนกับคลัตช์ แต่ข้อคิดที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆซึ่งแตกต่างไปจากที่ เพื่อดูดซึมพลังงานจลน์และปริมาณความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีอาจจะค่ามากก็ได้

2.14 การเลือกขนาดของมอเตอร์

สมการที่ใช้ในการเลือกขนาดของมอเตอร์

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \tag{2.9}$$

$$V = r\omega = \frac{r2\pi n}{60} \tag{2.10}$$

$$V = \frac{L}{t} \tag{2.11}$$

นำสมการ (2.11) แทนใน (2.10) ได้

$$\frac{L}{t} = r\omega = \frac{2\pi rn}{60} \tag{2.12}$$

ย้ายข้างเพื่อหาความเร็วรอบจะได้

$$n = \frac{60L}{2\pi rt} \tag{2.13}$$

จากการทดสอบซึ่งได้ค่าต่างๆ ออกมาดังนี้

แรงบิดที่เอาชนะความเสียดทานทั้งหมดคือ 3 Nm

เวลาที่ต้องการเปลี่ยนภาพคือ 4 – 6 วินาที

ความยาวของป้ายแต่ละภาพคือ 0.9 เมตร

อัตราทดของสเตอร์ทั้งสองคือ 2 : 1

เวลาโดยเฉลี่ย t_{avg} คือ

$$\frac{4+6}{2} = 5 \qquad \text{วินาที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และรัศมีของเพลาโดยเฉลี่ย r_{avg} คือ

$$\frac{0.0508+0.0808}{2\times 2}=0.0329 \qquad \text{เมตร}$$

แทนค่า t_{avg} และ r_{avg} ในสมการที่ (2.13) จะได้

$$n=\frac{60(0.9)}{2\pi(0.0329)(5)}$$

$$=52.27 \qquad \text{รอบต่อนาที (ที่เพลาเก็บผ้าใบ)}$$

n (อัตราทดของสเตอร์ 2:1) $=52.27\times 2$

$$=104.54 \qquad \text{รอบต่อนาที(ที่หาขนาดมอเตอร์)}$$

จากสมการที่ (2.9) กำลังงานของมอเตอร์ที่ต้องการคือ

$$P=\frac{2\pi(3/2)(104.54)}{60}$$

$$=16.412 \qquad \text{Watt}$$

พิจารณาเลือกมอเตอร์ที่เหมาะสมคือ

มอเตอร์ DC 24 Volt, 36 Watt ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที

นำค่าของมอเตอร์แทนในสมการที่ (2.9) ได้

$$T=\frac{60(36)}{2\pi(100)}$$

$$=3.44 \qquad \text{Watt}$$

$\therefore$ ได้ค่า Safety factor ของมอเตอร์ $=\frac{3.44}{(3/2)}=2.3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 การออกแบบขนาดของเพลา

ขนาดของเพลาที่ออกแบบเป็นวิธีที่คำนวณตามมาตรฐาน ASME วิธีดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดมาออกแบบซึ่งเหมาะกับวัสดุเหนียวเช่น ALUMINUM มีสมการดังนี้

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau}[(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2} \qquad (2.14)$$

ผลจากการคำนวณได้ $T = 3.44$

$$= 3440 \qquad N.mm$$

$$M = 12352.1 \qquad N.mm$$

จากตาราง คุณสมบัติทางกลของอลูมิเนียมผสมเหนียว

Shearing stress $\tau = 62.055 \qquad N/mm^2$

จากตาราง ตัวประกอบความล้า (แรงกระตุกอย่างเบาๆ)

$$C_m = 2$$

$$C_t = 1.5$$

แทนค่า T, M, C_m, C_t และ τ ในสมการที่ (2.14) ได้

$$d^3 = \frac{16}{\pi 62.055}[(1.5\times 3440)^2 + (2\times 12352.1)^2]^{1/2}$$

$$d = 127.749 \qquad mm$$

$\therefore$ ได้ค่า Safety factor ของเพลา $= \dfrac{0.0508}{0.012749} = 3.98$

2.16 ความแข็งเกร็งทางด้านการบิด

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีพื้นที่หน้าตัดกลมอยู่ภายใต้โมเมนต์บิด (Torque) จะบิดไปที่มุมเท่ากับ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \qquad (2.15)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ T คือโมเมนต์บิด

L คือความยาว

J คือโมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่ (polar area moment of inertia)

$$J = \frac{\pi d^4}{32}$$ สำหรับท่อนกลมตัน

$$J = \frac{\pi(d_o^4 - d_i^4)}{32}$$ สำหรับท่อนกลมกลวง

d_o คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก

d_i คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

ความเค้นเฉื่อยที่เกิดจากการบิดจะมีค่าสูงสุดที่ผิวนอกของท่อนกลมนี้ซึ่งสามารถคำนวนได้จากสมการ

$$\tau = \frac{Tr}{J} \qquad (2.16)$$

โดยที่ r คือรัศมีนอกของท่อนกลม

ในสมการที่จะใช้สมการที่ (2.10) มักจำเป็นที่จะต้องหาค่าโมเมนต์บิดให้ได้สียก่อน สำหรับเครื่องจักรกลที่ส่งกำลังตามเพลา จะคำนวนหาค่าโมเมนต์บิดได้จาก

$$W_p = T\omega = 2\pi nT \qquad (2.17)$$

โดยที่ W_p คือกำลังงานเป็น W

T คือโมเมนต์บิดเป็น Nm

ω คือความเร็วเชิงมุมเป็น rad/s

N คือความเร็วรอบเป็น rev/s

สำหรับในระบบหน่วยอังกฤษซึ่งยังมีใช้กันอยู่จะบอกกำลังเป็นแรงม้า และคำนวณโมเมนต์บิดได้จาก

$$hp = \frac{Tn}{6300} \qquad (2.18)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ T คือโมเมนต์บิดเป็น in-lb

n คือความเร็วรอบเป็น rev/min

2.17 การคำนวณอายุการใช้งานของแบริ่ง

กำหนดให้เป็นแบริ่ง แบบวงแหวนในหมุน มีแรงในแนวแกนเป็น 5% ของความสามารถในการรับภาระศักย์ได้

$$F_a = 0.05C_0 \tag{2.19}$$

เลือกใช้แบริ่งแบบ Ball Bearing ขนาดรูสวม 25 มิลลิเมตร ได้ $C_0 = 6.94$ กิโลนิวตัน เพราะฉะนั้นจะได้

$$F_a = 0.05 \times 6.94$$

$$= 0.347 \quad \text{กิโลนิวตัน}$$

ได้ $F_R = 0.3642$

$$= 0.3642 \quad \text{กิโลนิวตัน}$$

$$iF_a / C_0 = 0.05 \tag{2.20}$$

$$F_a / VF_R = 0.9527 \tag{2.21}$$

จากตารางได้ค่า e อยู่ระหว่าง 0.22 กับ 0.26

ได้ $F_a / VF_R > e$ และ X = 0.56 , y = 1.77

$$P = xVF_R + yF_a \tag{2.22}$$

แทนค่า

$$P = (0.56 \times 1 \times 0.3642) + (1.77 \times 0.347)$$

ได้ $P = 0.8181$ กิโลนิวตัน

$$P = VF_R \tag{2.23}$$

แทนค่า $P = 1 \times 0.3642$

ได้ $P = 0.3642$ กิโลนิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาอายุการใช้งานของแบริ่งได้จาก

$$L_{10} = (60L_R n_R / 60n_d)(C_{10} / P)^a \qquad (2.24)$$

$$= (10^6 / (60 \times 69.7))(10.77 / 0.8181)^3$$

$$= 545561.737 \qquad \text{ชั่วโมง}$$

หรือ

$$L_{10} = (C_{10} / P)^a \qquad (2.25)$$

$$= (10.77 / 0.8181)^3$$

$$= 2281.54 \qquad \text{ล้านรอบ}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ลักษณะของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

3.1 ส่วนประกอบของป้ายโฆษณา

3.1.1 ส่วนโครงสร้าง

ลักษณะโครงสร้างของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมาใหม่นี้ประกอบด้วยเหล็กกล่องรูปตัวซีมีขนาดหน้ากว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร สูง 90 เซนติเมตร ซึ่งส่วนโครงสร้างนี้จะเป็นส่วนไว้สำหรับยึดอุปกรณ์ต่างๆเข้าไว้ เช่น แบริ่งสำหรับรองรับเพลา ซึ่งจะมีทั้งเพลาส่วนม้วนเก็บผ้าและเพลารองผ้า รวมไปถึงแท่นสำหรับยึดมอเตอร์

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะด้านหน้าของโครงสร้าง

รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะด้านข้างของโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ส่วนม้วนเก็บผ้า

เป็นส่วนประกอบที่อยู่ภายในป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติมีลักษณะเป็นเพลายาว 2 อันติดอยู่ด้านบนและด้านล่างใช้สำหรับม้วนเก็บผ้าโดยเพลาทั้ง 2 อันที่ปลายเพลาจะรองรับด้วยแบริ่ง การหมุนของเพลาจะได้รับกำลังมาจากเฟืองที่ติดไว้ปลายเพลา

รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะของเพลาส่วนเก็บผ้า

3.1.3 ส่วนรองผ้า

เนื่องจากเราต้องการให้ภาพมีจำนวนภาพหลายภาพ ดังนั้นเวลาที่เพลาม้วนเก็บผ้าใบจะทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาตัวม้วนเก็บนั้นโตขึ้น ส่วนเพลาตัวตามก็จะเล็กลง ผ้าใบที่แสดงภาพก็จะไม่ขนานกับกรอบของป้ายโฆษณา ทำให้ภาพที่แสดงออกมานั้นดูไม่ค่อยสวยงาม เราจึงติดตั้งเพลารองไว้เพื่อที่จะให้ผ้าใบนั้นชิดกับหน้าจอตลอดเวลาที่ผ้าใบเลื่อนเปลี่ยนภาพ

3.1.4 ส่วนรองรับเพลา

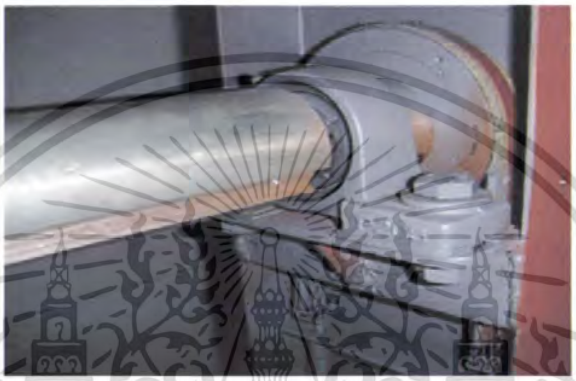
เนื่องจากป้ายโฆษณาของเรานั้นต้องการให้มีขนาดเล็กจึงมีพื้นที่ค่อนข้างจำกัด จึงเลือกใช้แบริ่ง ซึ่งติดตั้งได้ง่าย และหากเพลาเอียงก็สามารถปรับระดับความสูงให้เพลาขนานกันได้ โดยใช้แผ่นชิมเสริมเข้าไป หากเกิดแรงกระตุกเพลาก็จะไม่สามารถเลื่อนได้เพราะวางอยู่บนแท่น

รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของแบริ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 ส่วนปรับความตรึงของผ้า

ส่วนปรับความตรึงของผ้าเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ปรับให้ภาพโฆษณามีความตรึงเพื่อป้องกันการหย่อนเมื่อเลื่อนเปลี่ยนภาพหรือหยุดแสดงภาพ สำหรับลักษณะของส่วนปรับความตึงผ้าของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ใช้เบรคแบบสายพานแบนพาดอยู่บนดุมรั้งอยู่กับดุมตลอดเวลาโดยที่จะมีสปริงทำหน้าที่ให้ความยืดหยุ่นขณะเพลาเริ่มหมุน เมื่อเพลาหยุดหมุนหรือหยุดแสดงภาพ สปริงก็จะคืนตัวกลับช่วยรั้งดุมไว้ไม่ให้เคลื่อนไปตามแรงเฉื่อยของเพลา การปรับความตรึงของผ้าใบทำได้โดย การปรับตั้งน็อตที่มีสปริงดันทำให้สายพานกระชับแน่นกับดุม



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะของเบรคและตัวปรับตั้งความตรึง

3.1.6 ส่วนต้นกำลัง

เนื่องจากลักษณะการทำงานของเรานั้นต้องการทอร์กมากกว่าความเร็ว จึงเลือกใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นมอเตอร์ต้นกำลัง โดยเลือกใช้มอเตอร์ซึ่งมีอัตราทดอยู่ในตัว ขนาด 3.44 วัตต์ ความถี่ 50 Hz ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที แรงดัน 24 โวลต์ พิกัดกระแส 3 แอมแปร์

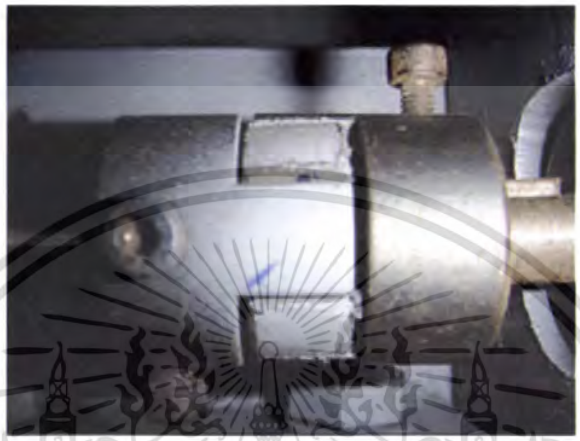
รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 ส่วนส่งกำลัง

ส่วนส่งกำลังเป็นส่วนที่รับกำลังมาจากมอเตอร์และช่วยลดแรงกระแทกหรือแรงกระตุก แล้วส่งกำลังไปยังส่วนม้วนเก็บผ้าแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

คัปปลิง เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกำลังและลดแรงกระแทกระหว่างเพลามอเตอร์เพื่อที่จะส่งกำลังต่อไปยังเพลาของเฟืองโซ่ อีกทั้งยังช่วยป้องกันการเสียหายของลูกปืนเมื่อเพลานั้นเยื้องกันเล็กน้อย



รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะของคัปปลิง

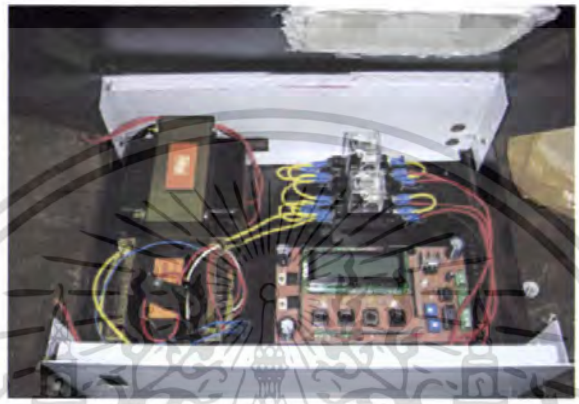
โซ่และเฟืองโซ่ เป็นส่วนที่รับกำลังมาจากคัปปลิงอีกทีซึ่งถูกถ่ายกำลังมาจากเพลามอเตอร์ เพื่อที่จะส่งกำลังต่อไปยังเพลาส่วนม้วนเก็บผ้า โซ่ที่ใช้เป็นโซ่จักรยานที่เลือกใช้โซ่จักรยานก็เพราะการทำงานของมอเตอร์นั้นมีความเร็วรอบที่ไม่สูงมาก เลือกใช้โซ่จักรยานก็เพียงพอ ส่วนเฟืองโซ่ใช้อัตราทด 2 ต่อ 1 เลือกใช้เฟืองขับที่มีจำนวนฟันเท่ากับ 15 ฟัน ดังนั้นก็จะได้เฟืองตามที่มีจำนวนฟัน เท่ากับ 30 ฟัน

รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะของโซ่และเฟืองโซ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ชุดควบคุมการทำงานของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

ชุดควบคุมที่สร้างขึ้นนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวหลักในการทำหน้าที่ควบคุมการเลื่อนเปลี่ยนภาพและหยุดภาพแสดงตามที่เรากำหนด ตัวไมโครคอลโทรลเลอร์นี้จะเป็นตัวบันทึกข้อมูลคำสั่งที่เรารันเข้าไปเก็บไว้ โดยในการตั้งค่าการทำงานเรานั้นสามารถป้อนคำสั่งเข้าไปได้โดยจะมีหน้าจอแสดงผล ให้เห็นว่าต้องการที่จะตั้งค่าให้แสดงกี่ภาพและต้องการที่จะหยุดแสดงภาพเป็นเวลาเท่าไร



รูปที่ 3.9 แสดงชุดควบคุมการทำงาน

3.2.1 หม้อแปลง

เนื่องจากเราใช้มอเตอร์กระแสตรง 24 V และชุดควบคุมของเราก็ใช้ไฟกระแสตรง 24V เพื่อป้อนให้กับบอร์ด และ 12 V ป้อนให้กับรีเลย์ จึงจำเป็นที่จะต้องมีหม้อแปลงจำนวน 2 ตัว เพื่อที่จะแปลงไฟจากกระแสสลับ 220 V มาเป็นไฟกระแสตรง 12V และ 24V

รูปที่ 3.10 แสดงชุดหม้อแปลงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 รีเลย์

รีเลย์ที่ใช้มีแรงดัน 12V

รูปที่ 3.11 แสดงรีเลย์

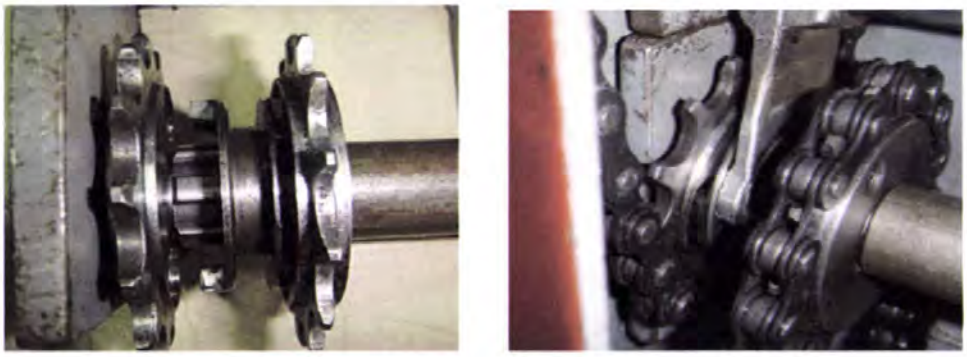
3.2.3 อุปกรณตรวจจับ

ป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัตินี้ใช้อุปกรณ์ตรวจจับหรือเซ็นเซอร์แบบแยกตัวรับและตั้งส่งเซ็นเซอร์ประเภทนี้จะแยกตัวรับและตัวส่งอยู่คนละตำแหน่งกัน แต่จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำหน้าที่ตรวจจับภาพโฆษณาแต่ละภาพแล้วส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุม โดยการตรวจจับนั้นเรากำหนดสัญญาณการตรวจจับโดยจะเจาะรูที่ผ้าใบไว้ ซึ่งเมื่อช่วงที่เจาะรูเลื่อนผ่านเซ็นเซอร์ สัญญาณที่เซ็นเซอร์ระหว่างตัวรับและตัวส่งก็จะเจอกัน

3.2.4 ชุดควบคุมทิศทางการหมุน

ประกอบด้วย สปายและปลอกเลื่อน ซึ่งมีเดือยทำหน้าที่ขบเข้ากับเฟืองโซ่ให้หมุนไปพร้อมกับแกนเพลามอเตอร์ และมีก้ามปูกับโซลีนอยด์คอยบังคับทิศทางการเลื่อนของสปาย ซึ่งปกติเมื่อต้องการให้ภาพเลื่อนขึ้น จะมีสปริงดันกามปูให้ขบกับเฟืองตัวนอกตลอดเวลา เพลาส่วนม้วนเก็บผ้าตัวบนก็จะหมุนเก็บผ้าใบไว้ เมื่อครบกำหนดจำนวนภาพที่ต้องการชุดควบคุมก็จะจ่ายกระแสไฟไปที่โซลีนอยด์บังคับให้ก้ามปูเลื่อนเข้ามาขบเฟืองโซ่ที่เพลาตัวล่างภาพก็จะเลื่อนลงจนครบกำหนดจึงจะหยุดจ่ายกระแสไฟสปริงก็จะดันออกให้ภาพเลื่อนขึ้นโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะของสปายและก้ามปู

รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะของโซลินอยด์และสปริงดันก้ามปู

3.3 ลักษณะการทำงานของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

ป้ายโฆษณาที่ได้สร้างขึ้นนี้ มีจำนวนภาพทั้งหมด 5 ภาพ โดยที่เราสามารถกำหนดเวลาและจำนวนภาพที่ต้องการแสดงจะได้ และเพิ่มเติมการทำงานเมื่อเวลาไฟดับหรือตัดไฟไม่ว่าภาพจะหยุดที่ตำแหน่งใดก็ตาม หลังจากจ่ายไฟเข้าแล้วภาพจะต้องกลับมาเริ่มต้นการทำงานใหม่ที่ภาพที่ 1 และทำงานต่อเองได้โดยอัตโนมัติ ลักษณะการทำงานจะทำงานเป็นจังหวะ โดยจะเริ่มที่ภาพที่ 1 จะเลื่อนขึ้น ใช้เวลาเลื่อนเปลี่ยนภาพประมาณ 4 - 5 วินาที และจะหยุดแสดงภาพประมาณ 3 - 7 วินาที เมื่อเลื่อนไปจนครบ 5 ภาพ ชุดควบคุมก็จะสั่งให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางการทำงานทำให้ภาพเลื่อนลง กลับไปที่ภาพที่ 1 อีกครั้ง ชุดควบคุมก็จะสั่งให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางการทำงานภาพก็จะเลื่อนลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ผลการดำเนินโครงงาน

จากการดำเนินโครงงาน ป้ายที่สร้างขึ้นนี้สามารถทำงานได้อยู่ในระดับหนึ่ง โดยสามารถหยุดแสดงภาพได้ตรงตำแหน่งที่เรากำหนดไว้ ครบทั้ง 5 ภาพ แต่ยังมีปัญหาอยู่บ้างในการเลื่อนเปลี่ยนทิศทางการหมุน ซึ่งเราใช้โซลีนอยด์ช่วยในการควบคุมชุดการเลื่อนเปลี่ยนทิศทางการหมุนของภาพ เมื่อโซลีนอยด์ทำงานไปได้ระยะเวลาหนึ่งจะเกิดความร้อนขึ้นที่ขดลวด ทำให้ไม่เกิดการเหนี่ยวนำที่สนามแม่เหล็ก

แนวทางในการพัฒนา

1.ปรับปรุงการส่งถ่ายกำลังไปยังเพลา โดยให้การส่งถ่ายกำลังมีความนิ่มนวลมากขึ้นเมื่อเลื่อนเปลี่ยนภาพ

2. ปรับปรุงขนาดของป้ายให้มีน้ำหนักเบากว่านี้

3. เลือกวัสดุที่เบาและแข็งแรงมาทำโครงสร้าง

4. ชุดเปลี่ยนทิศทางการหมุนที่สร้างขึ้นนี้เราใช้โซลีนอยด์ในการทำงานเมื่อทำงานไปได้ระยะเวลาหนึ่งจะเกิดความร้อนที่ขดลวดขึ้น ทำให้สนามแม่เหล็กไม่ทำงาน ทำให้กานหมุนกลับทิศทางไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

ลักษณะ	**ป้ายโฆษณาแบบตั้งพื้น**
ลักษณะการทำงาน	**เลื่อนภาพขึ้นลง**
มิติ	**0.9×0.15×1.20 (สูง×กว้าง ×ยาว) เมตร**
โครงสร้าง	**เหล็กเหนียว**
ต้นกำลัง	**มอเตอร์กระแสตรง**

รายละเอียดอุปกรณ์

มอเตอร์	**GEAR - BOX MOTOR**
รุ่น	**ZGB70R-60SRZ-1**
	DC 24V rpm: 100 36 W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1 โซ่โรลเลอร์ตามมาตรฐาน ISO / R 606 – 1976 (E) ขนาดเป็น mm

โซ่ ISO	พิตช์ P	d_1 max	d_1 min	d_2 max	d_2 min	แรงแตกหัก kN		
						1 ชั้น	2 ชั้น	3 ชั้น
05 B	8.00	5.00	3.00	2.31	4.90	4.51	7.85	11.18
06 B	9.525	6.35	5.72	3.28	8.66	8.93	16.97	24.92
08 A	12.70	7.95	7.95	3.96	11.31	13.83	27.66	41.50
08 B	12.70	8.51	7.75	4.45	11.43	17.85	31.20	44.54
10 A	15.875	10.16	9.53	5.08	13.97	21.78	43.56	65.33
20 B	15.875	10.16	9.65	5.08	13.41	22.27	44.54	66.81
12 A	19.05	11.91	12.70	5.94	17.88	31.20	62.39	93.59
12 B	19.05	12.07	11.68	5.72	15.75	28.94	57.88	86.82
16 A	25.40	15.88	15.88	7.92	22.74	55.62	111.25	166.87
16 B	25.40	15.88	17.02	8.28	25.58	42.28	84.56	126.84
20 A	31.75	19.05	19.05	9.53	27.53	86.82	173.64	260.46
20 B	31.75	19.05	19.56	10.19	29.14	64.55	129.10	193.65
24 A	38.10	22.23	25.40	11.10	35.59	124.59	249.17	373.76
24 B	38.10	25.40	25.40	14.63	38.05	97.60	195.81	293.71
28 A	44.45	25.40	25.40	12.70	37.32	169.12	338.25	507.37
28 B	44.45	27.94	30.99	15.90	46.71	129.10	258.20	387.30
32 A	50.80	28.58	31.75	14.27	45.34	222.49	444.98	667.47
32 B	50.80	29.21	30.99	17.81	45.70	169.12	338.25	507.37
40 A	63.50	39.68	38.10	19.84	55.02	347.08	694.16	1041.23
40 B	63.50	39.37	38.10	22.89	55.88	262.61	525.23	787.84
48 A	76.20	47.63	47.63	23.80	67.95	500.60	1001.21	1501.81
48 B	76.20	48.26	45.72	29.24	70.69	400.54	800.99	1201.43
56 B	88.90	53.98	53.34	34.32	81.46	542.89	1085.77	-
64 B	101.60	63.50	6.96	39.40	92.15	712.01	1423.92	-
72 B	114.30	72.39	68.58	44.48	103.94	898.89	1797.78	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2 มวลของโซ่โรลเลอร์ต่อความยาว

โซ่	มวลของโซ่,kg/m			โซ่	มวลของโซ่, kg/m			
ISO	1ชั้น	2ชั้น	3ชั้น	ISO	1ชั้น	2ชั้น	3ชั้น	4ชั้น
06 B	0.39	0.74	1.10	06 B	0.33	0.65	0.98	-
08 B	0.68	1.34	1.99	08 B	0.61	1.22	1.83	2.44
10 B	0.85	1.70	2.55	10 B	0.98	1.96	2.95	3.93
12 B	1.16	2.31	3.45	12 B	1.59	3.05	4.54	6.10
16 B	2.71	5.42	8.13	16 B	2.50	5.00	7.50	10.00
20 B	3.70	7.40	11.10	20 B	3.68	7.35	11.03	14.70
24 B	6.70	13.75	20.75	24 B	5.54	11.70	16.61	22.14
28 B	8.25	16.80	25.40	28 B	7.52	15.00	22.60	30.10
32 B	9.22	18.45	27.67	32 B	9.67	19.34	29.02	38.69
40 B	15.48	31.55	47.62	40 B	15.48	30.95	46.43	61.90
48 B	24.71	50.00	75.45	48 B	-	-	-	-
56 B	33.20	67.60	-	56 B	-	-	-	-
64 B	44.64	89.29	-	64 B	-	-	-	-
72 B	59.50	-	-	72 B	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 3 ตัวประกอบการกระแทก C_s

อุปกรณ์ที่ต้องการขับ	อุปกรณ์ขับ		
	มอเตอร์ไฟฟ้า	เครื่องยนต์หลายสูบ	เครื่องยนต์ 1 สูบ
เกือบจะไม่มีการกระแทก เครื่องกำเนิดไฟฟ้า,อุปกรณ์ลำเลียงของเบา, อุปกรณ์ช่วยขับของเครื่องมือกล	1.00	1.25	1.50
มีการกระแทกปานกลาง ปั้นจั่น,อุปกรลำเลียงหนัก,อุปกรขับเครื่องมือกล	1.25	1.50	1.75
มีการกระแทกรุนแรง เครื่องรดโลหะ,เครื่องอัด,เครื่องตัด,เครื่องสูบแบบลูกสูบ,รถขุด	1.75	2.00	2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4 ตัวประกอบใช้งานสำหรับแรงกระทำสม่ำเสมอ

โซ่โรลเลอร์แบบ B				โซ่โรลเลอร์แบบ A			
จำนวนฟันบนพิเนียน	อุปกรณ์ขับ*			จำนวนฟันบนพิเนียน	อุปกรณ์ขับ**		
	สม่ำเสมอ	กระตุกปานกลาง	กระตุกมาก		ประเภท I	ประเภท II	ประเภท III
ใช้กับแผนภูมิรูป 11.18				ใช้กับแผนภูมิรูป 11.19			
11	1.72	2.16	2.59	11	1.41	1.41	1.69
12	1.59	1.98	2.38	12	1.28	1.28	1.54
13	1.47	1.84	2.21	13	1.19	1.19	1.43
14	1.35	1.69	2.03	14	1.10	1.10	1.32
15	1.27	1.58	1.90	15	1.00	1.00	1.20
16	1.19	1046	1.79	16	0.93	0.93	1.11
17	1.12	1.40	1.69	17	0.86	0.86	1.03
18	1.05	1.32	1.58	18	0.81	0.81	0.98
19	1.00	1.25	1.50	ใช้กับแผนภูมิรูป 11.20			
20	0.95	1.19	1.43	19	1.00	1.00	1.20
21	0.91	1.14	1.36	20	0.93	0.93	1.12
22	0.86	1.08	1.29	21	0.88	0.88	1.06
23	0.83	1.03	1.24	22	0.84	0.84	1.01
24	0.79	0.99	1.19	23	0.80	0.80	0.96
25	0.76	0.95	1.14	24	0.75	0.75	0.93
				25	0.75	0.75	0.90

* สม่ำเสมอ : มอเตอร์ไฟฟ้า
กระตุกปานกลาง : เครื่องยนต์หลายสูบ
กระตุกมาก : เครื่องยนต์หนึ่งสูบ

** ประเภท I : เครื่องยนต์ต่อผ่านไฮดรอลิคคัปปลิง
ประเภท II : มอเตอร์ไฟฟ้าหรือกังหัน
ประเภท III : เครื่องยนต์ต่อผ่านอุปกรณ์ทางกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 5 ตัวประกอบของการกระแทก

ชนิดของแรง	N_s		
	บอลแบริ่ง	โรลเลอร์แบริ่ง	ตัวอย่าง
แรงเรียบสม่ำเสมอ	1.0	1.0	มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องอัดอากาศ
แรงกระแทกเล็กน้อย	1.5	1.0	เครื่องตัดโลหะ ปั้นจั่น
แรงกระแทกอย่างหนัก	2.0-3.0	1.3-2.0	เครื่องบดแร่ เครื่องเขย่า

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

ชนิดของแบริ่ง	ขณะเริ่มทำงาน		ขณะทำงาน	
	ในแนวรัศมี	ในแนวแกน	ในแนวรัศมี	ในแนวแกน
บอลแบริ่ง	0.0025	0.0060	0.0015	0.0040
Cylindrical roller bearing	0.0030	0.1200	0.0018	0.0080
Spherical roller bearing	0.0020	-	0.0011	-

ตาราง 7 ค่าตัวประกอบความล้าที่ใช้ในการออกแบบเพลา

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงกระตุกสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงกระตุกสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า	1.0	1.0
แรงกระตุกอย่างเบาๆ	1.5-2.0	1.5-2.0
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน

```
#include"reg51.h"
//#include"i2c.h"
#include"DS1307.c"
#define LCD P0
sbit E  = P2^4;
sbit RS = P2^5;
//control motor & solidnoid
sbit M1 = P3^4;
sbit M2 = P3^5;
sbit S1 = P2^6;
//Switch interface
sbit UP = P2^0;
sbit DN = P2^1;
sbit OK = P2^2;
sbit BK = P2^3;
//Sensor
sbit sen1 = P3^2; // /INT0
sbit sen2 = P3^3; // /INT1
void delay() {
unsigned int i;
for (i=0;i<1000;i++) ;}
void delayMac(unsigned int t)
{
while(t--)
nop_();}
void PutLCD(unsigned char ch) {
RS = 1;
LCD = ch;
E = 1; E = 0;
delay();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
void PrintLCD(unsigned char *stt) {
unsigned char i;
for (i=0;stt[i]!='\0';i++)
PutLCD(stt[i]);
}
void GotoLCD(unsigned char addr) {
RS = 0;
LCD = 0x80 | addr;
E = 1; E = 0;
delay();
}
void lcd_command(unsigned char dat)
{
RS = 0;
LCD = dat;
E = 1; E = 0;
delay();
}
void initLCD()
{
 lcd_command(0x38);
 lcd_command(0x0c);
 lcd_command(0x01);
}
void displayTime(unsigned char _h,unsigned char _m,unsigned char _s)
{
GotoLCD(0x42);
PutLCD(((_h&0xF0)>>4)+0x30);
PutLCD((_h&0x0F)+0x30);
PutLCD(':');
PutLCD(((_m&0xF0)>>4)+0x30);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PutLCD((_m&0x0F)+0x30);
PutLCD(':');
PutLCD(((_s&0xF0)>>4)+0x30);
PutLCD((_s&0x0F)+0x30);
}
void delaySec(unsigned int t)
{
unsigned char t_sec,t_min,r_sec,r_min;
 DS1307_wrtime(0,0,0);  //set Time
 //Convert to BCD
 switch(t){
case 60  :        t_min = 1;
                  t_sec = 0;
                  break;
case 90  :        t_min = 1;
                  t_sec = 0x30;
                  break;
case 120 :        t_min = 2;
                  t_sec = 0;
                  break;
case 150:         t_min = 2;
                  t_sec = 0x30;
                  break;
case 180:         t_min = 3;
                  t_sec = 0;
                  break;
case 210:         t_min = 3;
                  t_sec = 0x30;
                  break;
case 240:         t_min = 4;
                  t_sec = 0;
                  break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 270:       t_min = 4;
                t_sec = 0x30;
                break;
case 300:       t_min = 5;
                t_sec = 0;
                break;
default :       t_min = 0;
                t_sec = t;
}
GotoLCD(0x40);
//Delay
do{
r_min = rtrd_add(0x01);
r_sec = rtrd_add(0x00);
displayTime(0,r_min,r_sec);
}while(!((t_min == r_min) && (t_sec == r_sec)));
}
void main()
{
//Direction : 0 -> UP,1 -> Down
//flag : 1 -> pressed , 0 -> unpressed
char page = 0,nSilde = 1,dir = 0,flagP = 0,cSilde = 1;
unsigned int time = 1,delayTime = 1000,delaySen = 10;
 char exit;
initLCD();
M1 = 0; M2 = 0;
//Check current silde
cSilde = 5;
if(cSilde != 0x01) {
GotoLCD(0);
PrintLCD(" Move to first! ");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(cSilde != 1){
//Move down
 if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
delayMac(delaySen);
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
delayMac(delaySen);
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
cSilde = 1;
M1 = 0; M2 = 0;
}}}
else{
M1 = 1;
M2 = 0;
delayMac(delaySen);
}}
M1 = 0; M2 = 0;
//Configuration of system
nSilde = rtrd_add(0x09);
time = rtrd_add(0x0A);
if ( nSilde > 5 ) {nSilde = 5; }
if ( time >          9 ) { time  = 9; }
page = 3;
while(1){
while(cSilde != 1){
 if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
delayMac(delaySen);
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
delayMac(delaySen);
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
cSilde = 1;
M1 = 0; M2 = 0;
}}}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else{
M1 = 1;
M2 = 0;
delayMac(delaySen);
}}
M1 = 0; M2 = 0;
while(page <= 2)
{
 switch(page){
case 0 : GotoLCD(0);
PrintLCD("Number of sildes");
GotoLCD(0x40);
PrintLCD("    1 sildes    ");
while(page == 0){
if(!UP && !DN){}
else if(!UP){
delayMac(delayTime);
if(!UP && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!UP && !flagP ){
flagP = 1;
nSilde++;
if(nSilde > 5) nSilde = 1;
GotoLCD(0x44);
PutLCD(nSilde+0x30);
}}}
else if(!DN){
delayMac(delayTime);
if(!DN && !flagP )
delayMac(delayTime);
if(!DN && !flagP ){
flagP = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
nSilde--;
if(nSilde == 0)
nSilde = 5;
GotoLCD(0x44);
PutLCD(nSilde+0x30);
}}}
else if(!OK ){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP ) {
page++;
flagP = 1;
}}}
else if(!BK){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP){
flagP = 1;
nSilde = 1;
GotoLCD(0x44);
PutLCD(nSilde+0x30);
}}}
else flagP = 0;
}
break;
case 1 : GotoLCD(0);
PrintLCD(" Time delays ");
GotoLCD(0x40);
PrintLCD(" 1 seconds ");
while(page == 1){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(!UP){
delayMac(delayTime);
if(!UP && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!UP && !flagP ){
flagP = 1;
time = time + 1;
if(time > 9) time = 1;
GotoLCD(0x42);
switch(time){
case 1   :        PrintLCD(" 1 ");
break;
case 2   :        PrintLCD(" 2 ");
break;
case 3   :        PrintLCD(" 3 ");
break;
case 4 :          PrintLCD(" 4 ");
break;
case 5   :        PrintLCD(" 5 ");
break;
case 6   :        PrintLCD(" 6 ");
break;
case 7   :        PrintLCD(" 7 ");
break;
case 8   :        PrintLCD(" 8 ");
break;
case 9   :        PrintLCD(" 9 ");
break;
}}}}
else if(!DN){
delayMac(delayTime);
if(!DN && !flagP ){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delayMac(delayTime);
if(!DN && !flagP ){
flagP = 1;
time = time - 1;
if(time == 0) time = 1;
GotoLCD(0x42);
switch(time){
case 1   :        PrintLCD(" 1 ");
break;
case 2   :        PrintLCD(" 2 ");
break;
case 3   :        PrintLCD(" 3 ");
break;
case 4 :   PrintLCD(" 4 ");
break;
case 5   :        PrintLCD(" 5 ");
break;
case 6   :        PrintLCD(" 6 ");
break;
case 7   :        PrintLCD(" 7 ");
break;
case 8   :        PrintLCD(" 8 ");
break;
case 9   :        PrintLCD(" 9 ");
break;
}}}}
else if(!OK){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP )
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
page++;
flagP = 1;
}}}
else if(!BK){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP )
{
flagP = 1;
time = 1;
GotoLCD(0x42);
PrintLCD(" 1 ");
}}
} else flagP = 0;
}
break;
case 2 : GotoLCD(0);
PrintLCD(" Confirm setup ");
GotoLCD(0x40);
PrintLCD("              ");
while(page == 2){
if(!OK){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP)
{
page++;
flagP = 1;
rtwr_write_one_byte(0x09,nSilde);
rtwr_write_one_byte(0x0A,time);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}}}
else if(!BK){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP){
flagP = 1;
page      = 0;
nSilde = 1;
time   = 1;
}}}
else flagP = 0;
}
break;
}}
//Processing
lcd_command(0x01);
GotoLCD(0);
PrintLCD("  Operate now ! ");
//Direction : 0 -> UP,1 -> Down
//sen1 is detected for stop UP
//sen2 is detected for stop Down
if(nSilde == 1) while(1);
GotoLCD(0x00);
PrintLCD("  Current = 1  ");
//Initial
M1 = 0;
M2 = 1;
delaySec(1);
exit = 0;
while(exit == 0){
if(!BK){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delayMac(delaySen);
if(!BK){
delayMac(delaySen);
if(!BK){
exit = 1;
cSilde = 2;
page = 0;
S1 = 0;
M1 = 0;
M2 = 0;
}}}
if(!dir){ //UP
S1 = 0;
M1 = 0;
M2 = 1;
if(!sen1){
delayMac(delaySen);
if(!sen1){
delayMac(delaySen);
if(!sen1) {
cSilde++;
//DS1307_wr(0x08,cSilde); //record current silde
GotoLCD(0x0C);
PutLCD(0x30 + cSilde);
M1 = 0;
M2 = 0;
delaySec(time);
if(cSilde != nSilde) {
M1 = 0;
M2 = 1;
delaySec(1);
}else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
M1 = 1;
M2 = 0;
delaySec(1);
}}}}
if(cSilde == nSilde)  dir = 1;
}
else{    //Down
S1 = 1;
M1 = 1;
M2 = 0;
 if(!sen1){
delayMac(delaySen);
if(!sen1){
delayMac(delaySen);
if(!sen1) {
cSilde--;
//DS1307_wr(0x08,cSilde); //record current silde
GotoLCD(0x0C);
PutLCD(0x30 + cSilde);
M1 = 0;
M2 = 0;
delaySec(time);
if(cSilde == 1) {
M1 = 0;
M2 = 1;
delaySec(1);
}else
{M1 = 1;
M2 = 0;
delaySec(1);
}}}}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(cSilde == 1)   dir = 0;
}}}}
#include"reg51.h"
//#include"i2c.h"
#include"DS1307.c"
#define LCD P0
sbit E  = P2^4;
sbit RS = P2^5;
//control motor & solidnoid
sbit M1 = P3^4;
sbit M2 = P3^5;
sbit S1 = P2^6;
//Switch interface
sbit UP = P2^0;
sbit DN = P2^1;
sbit OK = P2^2;
sbit BK = P2^3;
//Sensor
sbit sen1 = P3^2; // /INT0
sbit sen2 = P3^3; // /INT1
void delay() {
unsigned int i;
for (i=0;i<1000;i++) ;
}
void delayMac(unsigned int t)
{
while(t--)
 nop_();
}
void PutLCD(unsigned char ch) {
RS = 1;
LCD = ch;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
E = 1; E = 0;
delay();
}void PrintLCD(unsigned char *stt) {
unsigned char i;
for (i=0;stt[i]!='\0';i++)
PutLCD(stt[i]);
}void GotoLCD(unsigned char addr) {
RS = 0;
LCD = 0x80 | addr;
E = 1; E = 0;
delay();
}
void lcd_command(unsigned char dat)
{
RS = 0;
LCD = dat;
E = 1; E = 0;
delay();
}
void initLCD()
{
lcd_command(0x38);
lcd_command(0x0c);
lcd_command(0x01);
}
void displayTime(unsigned char _h,unsigned char _m,unsigned char _s)
{
GotoLCD(0x42);
PutLCD(((_h&0xF0)>>4)+0x30);
PutLCD((_h&0x0F)+0x30);
PutLCD(':');
PutLCD(((_m&0xF0)>>4)+0x30);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PutLCD((_m&0x0F)+0x30);
PutLCD(':');
PutLCD(((_s&0xF0)>>4)+0x30);
PutLCD((_s&0x0F)+0x30);
}
void delaySec(unsigned int t)
{
unsigned char t_sec,t_min,r_sec,r_min;
DS1307_wrtime(0,0,0);  //set Time
//Convert to BCD
switch(t){
case 60 :       t_min = 1;
                t_sec = 0;
break;
case 90 :       t_min = 1;
                t_sec = 0x30;
break;
case 120 :      t_min = 2;
                t_sec = 0;
break;
case 150:       t_min = 2;
                t_sec = 0x30;
break;
case 180:       t_min = 3;
                t_sec = 0;
break;
case 210:       t_min = 3;
                t_sec = 0x30;
break;
case 240:       t_min = 4;
                t_sec = 0;
break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 270:       t_min = 4;
                t_sec = 0x30;
break;
case 300:       t_min = 5;
                t_sec = 0;
break;
default :   t_min = 0;
t_sec = t;
}
GotoLCD(0x40);
//Delay
do{
r_min = rtrd_add(0x01);
r_sec = rtrd_add(0x00);
displayTime(0,r_min,r_sec);
}while(!((t_min == r_min) && (t_sec == r_sec)));
}
void main()
{
//Direction : 0 -> UP,1 -> Down
//flag : 1 -> pressed , 0 -> unpressed
char page = 0,nSilde = 1,dir = 0,flagP = 0,cSilde = 1;
unsigned int time = 1,delayTime = 1000,delaySen = 10;
char exit;
initLCD();
M1 = 0; M2 = 0;
//Check current silde
cSilde = 5;
if(cSilde != 0x01) {
GotoLCD(0);
PrintLCD(" Move to first! ");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(cSilde != 1){
//Move down
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
delayMac(delaySen);
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
delayMac(delaySen);
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
cSilde = 1;
M1 = 0; M2 = 0;
}}}
else{
M1 = 1;
M2 = 0;
delayMac(delaySen);
}}
M1 = 0; M2 = 0;
//Configuration of system
nSilde = rtrd_add(0x09);
time = rtrd_add(0x0A);
if ( nSilde > 5 ) {nSilde = 5; }
if ( time >          9 ) { time = 9; }
page = 3;
while(1){
while(cSilde != 1){
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
delayMac(delaySen);
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
delayMac(delaySen);
if( (sen1 == 0) &&  (sen2 == 0) ){
cSilde = 1;
M1 = 0; M2 = 0;
}}}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else{
M1 = 1;
M2 = 0;
delayMac(delaySen);
}}
M1 = 0; M2 = 0;
while(page <= 2)
{
switch(page){
case 0 : GotoLCD(0);
PrintLCD("Number of sildes");
GotoLCD(0x40);
PrintLCD("    1 sildes    ");
while(page == 0){
if(!UP && !DN){}
else if(!UP){
delayMac(delayTime);
if(!UP && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!UP && !flagP ){
flagP = 1;
nSilde++;
if(nSilde > 5) nSilde = 1;
GotoLCD(0x44);
PutLCD(nSilde+0x30);
}}}
else if(!DN){
delayMac(delayTime);
if(!DN && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!DN && !flagP ){
flagP = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
nSilde--;
if(nSilde == 0) nSilde = 5;
GotoLCD(0x44);
PutLCD(nSilde+0x30);
}}}
else if(!OK ){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP ) {
page++;
flagP = 1;
}}}
else if(!BK){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP){
flagP = 1;
nSilde = 1;
GotoLCD(0x44);
PutLCD(nSilde+0x30);
}}}
else flagP = 0;
}
break;
case 1 : GotoLCD(0);
PrintLCD(" Time delays ");
GotoLCD(0x40);
PrintLCD("  1 seconds  ");
while(page == 1){
if(!UP){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
delayMac(delayTime);
if(!UP && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!UP && !flagP ){
flagP = 1;
time = time + 1;
if(time > 9) time = 1;
GotoLCD(0x42);
switch(time){
case 1   :        PrintLCD(" 1 ");
break;
case 2   :        PrintLCD(" 2 ");
break;
case 3   :        PrintLCD(" 3 ");
break;
case 4 :   PrintLCD(" 4 ");
break;
case 5   :        PrintLCD(" 5 ");
break;
case 6   :        PrintLCD(" 6 ");
break;
case 7   :        PrintLCD(" 7 ");
break;
case 8   :        PrintLCD(" 8 ");
break;
case 9   :        PrintLCD(" 9 ");
break;
}}}}
else if(!DN){
delayMac(delayTime);
if(!DN && !flagP ){
delayMac(delayTime);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(!DN && !flagP ){
flagP = 1;
time = time - 1;
if(time == 0) time = 1;
GotoLCD(0x42);
switch(time){
case 1   :        PrintLCD(" 1 ");
break;
case 2   :        PrintLCD(" 2 ");
break;
case 3   :        PrintLCD(" 3 ");
break;
case 4 :   PrintLCD(" 4 ");
break;
case 5   :        PrintLCD(" 5 ");
break;
case 6   :        PrintLCD(" 6 ");
break;
case 7   :        PrintLCD(" 7 ");
break;
case 8   :        PrintLCD(" 8 ");
break;
casc 9   :        PrintLCD(" 9 ");
break;
}}}}
else if(!OK){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP )
{
page++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
flagP = 1;
}}}
else if(!BK){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP ){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP )
{
flagP = 1;
time = 1;
GotoLCD(0x42);
PrintLCD(" 1 ");
}}
} else flagP = 0;
}
break;
case 2 : GotoLCD(0);
PrintLCD(" Confirm setup ");
GotoLCD(0x40);
PrintLCD("              ");
while(page == 2){
if(!OK){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP){
delayMac(delayTime);
if(!OK && !flagP)
{
page++;
flagP = 1;
rtwr_write_one_byte(0x09,nSilde);
rtwr_write_one_byte(0x0A,time);
}}}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(!BK){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP){
delayMac(delayTime);
if(!BK && !flagP){
flagP = 1;
page      = 0;
nSilde = 1;
time   = 1;
}}}
else flagP = 0;
}
break;
}}
//Processing
lcd_command(0x01);
GotoLCD(0);
PrintLCD("  Operate now ! ");
//Direction : 0 -> UP,1 -> Down
//sen1 is detected for stop UP
//sen2 is detected for stop Down
if(nSilde == 1) while(1);
GotoLCD(0x00);
PrintLCD("  Current = 1  ");
//Initial
M1 = 0;
M2 = 1;
delaySec(1);
exit = 0;
while(exit == 0){
if(!BK){
delayMac(delaySen);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}else
{
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(!BK){
delayMac(delaySen);
if(!BK){
exit = 1;
cSilde = 2;
page = 0;
S1 = 0;
M1 = 0;
M2 = 0;
}}}
if(!dir){ //UP
S1 = 0;
M1 = 0;
M2 = 1;
if(!sen1){
delayMac(delaySen);
if(!sen1){
delayMac(delaySen);
if(!sen1) {
cSilde++;
//DS1307_wr(0x08,cSilde); //record current silde
GotoLCD(0x0C);
PutLCD(0x30 + cSilde);
M1 = 0;
M2 = 0;
delaySec(time);
if(cSilde != nSilde) {
M1 = 0;
M2 = 1;
delaySec(1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
M1 = 1;
M2 = 0;
delaySec(1);
}}}}
if(cSilde == nSilde)  dir = 1;
}
else{   //Down
S1 = 1;
M1 = 1;
M2 = 0;
if(!sen1){
delayMac(delaySen);
if(!sen1){
delayMac(delaySen);
if(!sen1) {
cSilde--;
//DS1307_wr(0x08,cSilde); //record current silde
GotoLCD(0x0C);
PutLCD(0x30 + cSilde);
M1 = 0;
M2 = 0;
delaySec(time);
if(cSilde == 1) {
M1 = 0;
M2 = 1;
delaySec(1);
}else
{
M1 = 1;
M2 = 0;
delaySec(1);
}}}}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(cSilde == 1)   dir = 0;
}}}}
sbit e = P3^6;  //Edit to E-pin
sbit rs = P3^7; //Edit to RS-pin
#define data_port P1 //Edit to D0-D7
void delayLcd(int tick)
{
unsigned int i,j;
for(i=0;i<tick;i++)
for(j=0;j<250;j++);
}
void lcd_command(unsigned char comm)
{
rs = 0;
e = 1;
data_port = comm;
delayLcd(10);
e = 0;
delayLcd(10);
}
void lcd_text(unsigned char text)
{
rs = 1;
e = 1;
data_port = text;
delayLcd(10);
e = 0;
delayLcd(10);
}
void lcd_select_addr(unsigned char addr)
{
unsigned char real;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
real = 0x80 + addr;
lcd_command(real);
}
void lcd_clear(void)
{
lcd_command(0x01);
}
void lcd_origin(void)
{
lcd_command(0x02);
}
void lcd_init(void)
{
delayLcd(250); //not 500 because char = 1 byte 0-255
delayLcd(250);
lcd_command(0x38);
lcd_command(0x0C);
lcd_command(0x01);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] R.C. Hibbeler. Engineering mechanic dynamic, Prentice-Hall, 2004.

[2] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน, การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1, "คณะวิศวกรรมศาสตร์", สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.

[3] ธวัชชัย อัตถวิบูลย์, ไฟฟ้ากระแสตรง, ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2545.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สืบค้นข้อมูลออนไลน์ของบทความและปริญญานิพนธ์ได้ที่
www.kmitl.info

บทความประกอบวิชา 01054025 Project 2 ภาคเรียนที่ 2/2550 วันจันทร์ที่ 17 มีนาคม 2551

การพัฒนาป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ[1]

เจษฎา ยะสูงเนิน[2], พงศธร ทองพงษ์เนียม[2], อิทธิพล อินทร์ตีะสีบ[2], ทวี เทศเจริญ[3]

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้เสนอการออกแบบและการพัฒนากลไกทำงานจนถึงลักษณะการควบคุมพื้นฐานต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาของต้นแบบป้ายโฆษณาชนิดเลื่อนอัตโนมัติ เพื่อให้มีความเหมาะสมของภาพโฆษณาสินค้าที่มีหลายภาพให้อยู่ในพื้นที่ ที่มีขนาดจำกัดขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานให้มากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ที่อยู่ภายในป้ายโฆษณา โดยการลดจำนวนอุปกรณ์ที่สิ้นเปลือง แต่ยังคงหลักการทำงานเหมือนเดิมโดยเป็นป้ายโฆษณาที่มีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นอัตโนมัติแบบเคลื่อนที่ขึ้นลง มีขนาดเล็กและบาง กว้าง 4 ฟุต สูง 3 ฟุต สามารถเลือกเวลาที่จะแสดงภาพได้ เวลาในการเปลี่ยนภาพประมาณ 4-6 วินาทีสามารถเลือกภาพที่จะแสดงได้และมีจำนวนภาพตั้งแต่ 5 ภาพขึ้นไป หลักการพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบขนาดของอุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ภายในจะเริ่มจากวัสดุที่เรามีอยู่และความเหมาะสมในการติดตั้ง เช่น ขนาดเพลาหลัก เพลารอง ส่วนขนาดของมอเตอร์และอัตราทดจะต้องหาหลังจากที่มีการประกอบเรียบร้อยแล้ว

Abstract

This project has presented designing and machinery development until supervision base all character , for solve a problem of original automatic advertisement placard , there is the suitability of many pictures are giving in limit area and increase efficiency , then we are designing and develop location equipment within the advertisement by reduction consume equipment. But still principle works as before as automatic move up and down, small-sized and thin, wide 4 foot tall 3 foot . We can choose the time for show, the picture change about 4-6 second, 5 pictures up. Basic principle for designing will begin from inventory and suite installation.

© 2007 Department of Mechanical Engineering, KMITL. All rights reserved

Keywords: Development of automatic advertisement placard

1. บทนำ

ปัจจุบันสื่อทางด้านโฆษณามีความสำคัญต่อผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นสื่อตามโทรทัศน์ วิทยุ ใบปลิวต่างๆ นอกจากนั้นยังมีป้ายโฆษณาที่มีลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างกันออกไป ซึ่งต้นแบบของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติที่มีอยู่นั้นมีข้อด้อยที่เสียเปรียบกว่าสื่อด้านอื่นๆ เช่นลักษณะโครงสร้างที่ใหญ่อุปกรณ์ภายในที่เกินความจำเป็น น้ำหนักมากรวมถึงรูปลักษณ์ภายนอก ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องมีการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมด้านการประหยัดทรัพยากรที่เกินความจำเป็น มีการควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

[1] ชื่ออังกฤษ "Development of automatic advertisement placard"

[2] นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล. ห้อง 3Q/2 รหัส, 48015414, 48015425 และ 48015452 ตามลำดับ

[3] รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สจล., โทร. 081-6941451, อีเมล ktthavee@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์

V	ความเร็วของเพลาเก็บผ้าใบ	d	เส้นผ่านศูนย์กลางเพลา
L	ความสูงของผ้าใบที่แสดงภาพ	r	รัศมีเพลา
T	แรงบิด	ω	ความเร็วเชิงมุม
M	โมเมนต์ดัดสูงสุด	t	เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนภาพ
P	กำลังงาน	n	ความเร็วรอบ
C_t	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด	τ	Shearing stress
C_m	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด		

ลักษณะของโครงสร้างเป็นกรอบเรียบไร้รอยเจาะ มีการอุดรูรั่วเพื่อไม่ให้วัตถุต่างๆที่สามารถสร้างความเสียหายกับอุปกรณ์ภายในสามารถเล็ดลอดเข้าไปได้ นอกจากนั้นระบบควบคุมยังสามารถที่จะนับและกำหนดว่าภาพควรจะหยุดเป็นเวลาเท่าใด

1.1 วัตถุประสงค์

1. สร้างป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติที่มีขนาดกะทัดรัดและให้มีจำนวนภาพได้หลายๆภาพ

2. แก้ไขและปรับปรุงการทำงานของป้ายโฆษณาเครื่องต้นแบบ ซึ่งของเดิมนั้นเมื่อเลื่อนเปลี่ยนภาพแล้ว ภาพจะไม่หยุดและไม่สามารถเลื่อนกลับทิศทางได้

3. ศึกษาและออกแบบกลไกการทำงานในการเปลี่ยนทิศทางการหมุน

4. ศึกษาและออกแบบวงจรควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

1. แก้ไขปรับปรุงกลไกการทำงาน และออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

2. ทดสอบการทำงานของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติให้สามารถทำงานอย่างเป็นไปตามวัตถุประสงค์

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

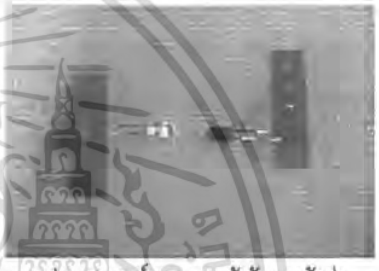
1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบกลไกการทำงาน
3. สร้างป้ายโฆษณาที่พัฒนามาจากต้นแบบ
4. ทดสอบการทำงาน เก็บรายละเอียด และแก้ไขปรับปรุง

2.ทฤษฎีและการคำนวณ

2.1 ส่วนประกอบของป้ายโฆษณาแบบเลื่อนอัตโนมัติ

2.1.1 อุปกรณ์ตรวจจับ

อุปกรณ์ตรวจจับหรือเซนเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการควบคุมการทำงานโดยเฉพาะกระบวนการทำงานแบบอัตโนมัติ นั่นคือจะทำหน้าที่ตรวจจับหรือรับสัญญาณจากกระบวนการทำงาน หรืออุปกรณ์ทำงานซึ่งเป็นค่าทางฟิสิกส์หรือค่าทางกายภาพต่างๆ แล้วเปลี่ยนสัญญาณเหล่านั้นให้อยู่ในรูปที่อุปกรณ์ควบคุมสามารถตอบสนองได้ โดยเซนเซอร์ที่ใช้เป็นแบบ แยกตัวรับและตัวส่ง (Through beam sensor) ซึ่งใช้แสงอินฟาเรดเป็นตัวทำงานซึ่งตัวรับและตัวส่งอยู่คนละตำแหน่งกันและอยู่ในแถวเดียวกัน



รูป 1 เซนเซอร์แบบ แยกตัวรับและตัวส่ง

2.1.2 คับปลิง

เป็นอุปกรณ์ที่ต่อเพลาเข้าด้วยกัน ซึ่งใช้คับปลิงแบบอ่อนตัว (Flexible Coupling) สามารถต่อเพลาที่เยื้องกันในลักษณะต่างๆ และช่วยลดผลจากการกระตุก และกระแทกจากแรงภายนอกที่ส่งผ่านเพลา

รูป 2 คับปลิงแบบอ่อนตัว

2.1.3 แบริ่ง

เป็นอุปกรณ์ที่รองรับวัสดุที่มีการเคลื่อนที่โดยอาศัย ชิ้นส่วนภายในที่มีลักษณะทั้งแบบทรงกลม ทรงกระบอก และทรงกระบอกเรียว โดยปกติแล้วแบริ่งเหล่านี้จะรับแรงในแนวรัศมีและแรงรุนได้ยกเว้น แบริ่งแบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3 แบริ่งและเบรก

2.1.4 โซ่

การขับด้วยโซ่มีใช้อยู่มากทางด้านงานเครื่องจักรกล มีลักษณะการส่งถ่ายกำลังเหมือนกับสายพาน ที่จะคล้องอยู่บนเฟืองโซ่ ซึ่งอยู่บนเพลาขับและเพลาตาม ข้อดีของการขับด้วยโซ่คือ ราคาถูก สามารถขับได้ในระยะทางไกลกว่าสายพาน และขับได้พร้อมกันหลายๆเพลา ซึ่งมีทิศทางหมุนตามหรือสวนทางกันก็ได้

2.1.5 เฟืองโซ่

เฟืองโซ่ถูกติดตั้งอยู่บริเวณเพลาที่เก็บภาพ กับเพลาของมอเตอร์

รูป 4 แสดงการติดตั้ง โซ่และเฟืองโซ่

2.1.6 เบรก

เบรกใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยทั่วไปแล้วจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลงหรือทำให้หยุดการเคลื่อนที่ไปเลย ระบบเบรกที่ใช้อยู่คนละด้านกับเฟืองโซ่ที่ปลายเพลาทำหน้าที่สร้างความฝืด มีสปริงเพิ่มความฝืด ผ้าใบที่แสดงรูปภาพก็จะตึงและเรียบ

2.1.7 โซลีนอยด์

เป็นอุปกรณ์ที่มีขดลวดเหนี่ยวนำภายในทำงานเมื่อมีกระแสไฟป้อนเข้าในที่นี้ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังเพลาใดๆที่ทำหน้าที่ขณะนั้น

2.1.8 เพลา

ในการพัฒนานั้นเราได้เพิ่มจำนวนของเพลาอีก 1 คู่ เพื่อใช้สำหรับดันผ้าใบให้ชิดกับขอบของโครงสร้างให้มากที่สุด ส่วนเพลาที่เหลือคือเพลาต้นกำลังที่ม้วนเก็บผ้าใบไว้

2.1.9 มอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ที่มีอัตราทดภายในใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 24 volt 100 รอบต่อนาที ทำหน้าที่ส่งกำลังไปยังเพลาส่วนที่เก็บผ้าใบ

รูป 5 มอเตอร์ที่ใช้

รูป 4 แสดงการประกอบที่เสร็จสมบูรณ์

2.2 การเลือกขนาดของมอเตอร์

สมการที่ใช้ในการเลือกขนาดมอเตอร์

$$P = \frac{2\pi Tn}{60} \quad (1)$$

$$V = r\omega = \frac{r2\pi n}{60} \quad (2)$$

$$V = \frac{L}{t} \quad (3)$$

นำสมการ (3) แทนใน (2) ได้ว่า

$$\frac{L}{t} = r\omega = \frac{2\pi rn}{60} \quad (4)$$

ย้ายข้างเพื่อหาความเร็วรอบได้ว่า

$$n = \frac{60L}{2\pi rt} \quad (5)$$

จากการทดสอบซึ่งได้ค่าต่างๆดังนี้

แรงบิดที่เอาชนะความเสียดทานทั้งหมดคือ 3 Nm

เวลาที่ต้องการเปลี่ยนภาพคือ 4 – 6 วินาที

ความยาวของป้ายแต่ละภาพคือ 0.9 เมตร

อัตราทดของสเตอร์ทั้งสองคือ 2 : 1

เวลาโดยเฉลี่ย t_{avg} คือ

$$\frac{4+6}{2} = 5 \quad \text{วินาที}$$

และรัศมีของเพลาโดยเฉลี่ย r_{avg} คือ

$$\frac{0.0508 + 0.0808}{2 \times 2} = 0.0329 \quad \text{เมตร}$$

แทนค่า t_{avg} และ r_{avg} ในสมการที่ (5) จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$n = \frac{60(0.9)}{2\pi(0.0329)(5)} = 52.27$$ รอบต่อนาที(ที่เพลาเก็บผ้าใบ)

n (อัตราทดของสเตอร์ 2:1)

$= 52.27 \times 2 = 104.54$ รอบต่อนาที(ที่หาขนาดมอเตอร์)

จากสมการที่ (1) กำลังงานของมอเตอร์ที่ต้องการคือ

$$P = \frac{2\pi(3/2)(104.54)}{60} = 16.412$$ Watt

พิจารณาเลือกมอเตอร์ที่เหมาะสมคือมอเตอร์ DC 24 Volt, 36 Watt ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที

นำค่าของมอเตอร์แทนในสมการที่ (1) ได้ว่า

$$T = \frac{60(36)}{2\pi(100)} = 3.44$$ Watt

$\therefore$ ได้ค่า Safety factor ของมอเตอร์คือ

$$\frac{3.44}{(3/2)} = 2.3$$

2.3 การออกแบบขนาดของเพลา

ขนาดของเพลาที่ออกแบบเป็นวิธีที่คำนวณตามมาตรฐาน ASME วิธีดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดมาออกแบบซึ่งเหมาะกับวัสดุเหนียวเช่น ALUMINUM มีสมการอยู่ว่า

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau}\left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2\right]^{1/2} \quad (6)$$

ผลจากการคำนวณได้ $T = 3.44 = 3440$ Nmm

$M = 12352.1$ Nmm

จากตาราง คุณสมบัติทางกลของอลูมิเนียมผสมเหนียว

Shearing stress $\tau = 62.055$ N/mm^2

จากตาราง ตัวประกอบความล้า (แรงกระตุกอย่างเบาๆ)

$C_m = 2$

$C_t = 1.5$

แทนค่า T, M, C_m, C_t และ τ ในสมการที่ (6) ได้ว่า

$$d^3 = \frac{16}{\pi 62.055}\left[(1.5\times 3440)^2 + (2\times 12352.1)^2\right]^{1/2}$$

$d = 127.749$ mm

$\therefore$ ได้ค่า Safety factor ของเพลาคือ

$$\frac{0.0508}{0.012749} = 3.98$$

3. สรุปรายละเอียดของงาน

3.1 การทำงาน

1. สามารถสร้างป้ายโฆษณาชิ้นมาใหม่ที่มีขนาดเล็กลงกว่าของเดิม และมีจำนวนภาพได้หลายภาพได้

2. เมื่อประกอบป้ายโฆษณาเรียบร้อยแล้วป้ายสามารถเลื่อนเปลี่ยนภาพกับหยุดได้และหมุนเปลี่ยนทิศทางได้โดยอัตโนมัติ

3.2 ปัญหาที่พบ

เนื่องจากในการออกแบบช่วงแรกนั้นไม่ได้พิจารณาในด้านความเร็วของเฟืองขับ เราได้เลือกใช้พรีจักรยานเพื่อเป็นเฟืองขับ จึงเกิดปัญหาขณะที่มีการหมุน เมื่อเพลาตัวใดก็ตามที่ม้วนเก็บผ้าใบเอาไว้ จะทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลานั้นโตขึ้น ส่วนเพลาตัวตามก็จะเล็กลง ทำให้เกิดการรั้งกันของผ้าใบ ระหว่างเพลาตัวบนกับเพลาตัวล่าง ทำให้เพลาหยุดหมุน

3.3 การแก้ไข

แก้ไขโดยออกแบบชุดเฟืองขับใหม่โดยใช้ชุดเฟืองขับที่มีลักษณะการทำงานเหมือนกับเกียร์ที่มีอยู่ในรถจักรยานยนต์ ซึ่งเมื่อตัวใดตัวหนึ่งเป็นตัวขับ อีกตัวก็จะเป็นอิสระทำให้ไม่เกิดการรั้งกันของผ้าใบ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] R.C. Hibbeler. Engineering mechanic dynamic, Prentice-Hall, 2004.

[2] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์,ชาญ ถนัดงาน, การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1, "คณะวิศวกรรมศาสตร์", สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.

[3] ธวัชชัย อัตถวิบูลย์, ไฟฟ้ากระแสตรง, ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ,2545.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้