การประยุกต์การควบคุมด้วย PLC กับ AGV
ขับเคลื่อน 2 ล้อนำทางด้วยแถบแม่เหล็ก
PLC Applying the control of AGV with 2 wheel drive
and magnetic tip guide

เกียรติชัย อยู่สุข
ณัฐวุธ สกุลพิมลรัตน์
ผาณิต พิมมาศ
ศศิณธ์ กิจสวัสดิ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC Applying the control of AGV with 2 wheel drive and magnetic tip guide

Kiatthichai Yusuk

Nattawut Sakoolpimonrat

Phanit Pimmart

Sasin Kitsawas

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERRING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

ACADEMIC YEAR 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประยุกต์การควบคุมด้วย PLC กับ AGV ขับเคลื่อน 2 ล้อ นำทางด้วยแถบแม่เหล็ก
PLC Applying the control of AGV with 2 wheel drive and magnetic tip guide

นักศึกษาผู้จัดทำ นายเกียรติชัย อยู่สุข **รหัสนักศึกษา** 62015012
นายณัฐวุธ สกุลพิมลรัตน์ **รหัสนักศึกษา** 62015041
นายผาณิต พิมมาศ **รหัสนักศึกษา** 62015078
นายศศิณธ์ กิจสวัสดิ์ **รหัสนักศึกษา** 62015106

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2563

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณ กุลพาณิชย์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การประยุกต์การควบคุมด้วย PLC กับ AGV ขับเคลื่อน 2 ล้อ นำทางด้วยแถบแม่เหล็ก PLC Applying the control of AGV with 2 wheel drive and magnetic tip guide		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายเกียรติชัย อยู่สุข	**รหัสนักศึกษา**	62015012
	นายณัฐวุธ สกุลพิมลรัตน์	**รหัสนักศึกษา**	62015041
	นายผาณิต พิมมาศ	**รหัสนักศึกษา**	62015078
	นายศศิณธ์ กิจสวัสดิ์	**รหัสนักศึกษา**	62015106
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณ กุลพาณิชย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ		
ปีการศึกษา	2563		

บทคัดย่อ

พาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติเป็นประเภทของพาหนะที่สามารถเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้โดยอัตโนมัติด้วยตัวตรวจจับแม่เหล็กเพื่อขนส่งสินค้าไปยังตำแหน่งเป้าหมายปลายทางที่ต้องการได้ ซึ่งพาหนะประเภทนี้ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในการ ขนส่งของภาคอุตสาหกรรม เช่น การเคลื่อนย้ายพาเลทจากไลน์ผลิตหนึ่งไปสู่อีกไลน์ผลิตหนึ่ง ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบ และสร้างพาหนะขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ รวมทั้งพัฒนาระบบนำทางให้มีความแม่นยำใช้งานได้สะดวกจะทำให้ลดต้นทุนการผลิตด้านการใช้แรงงานคนในการขนส่งและสะดวกต่อการเคลื่อนย้ายวัตถุต่างๆ ขนาดของรถที่ได้ออกแบบขนาด L x W x H = 56.5 x 29.5 x 20 cm โดยมีระบบขับเคลื่อน 2 ล้อกลางด้วย Servo Hub Motor และ ล้อประคองหน้า-หลัง ตำแหน่งละ 2 ล้อ การควบคุมจะอาศัยตัวควบคุม PLC ควบคุม AGV ให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งเป้าหมายตามแถบแม่เหล็กที่ทำเป็นเส้นนำทางได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ด้วยฟังก์ชั่นการควบคุม PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	PLC Applying the control of AGV with 2 wheel drive and magnetic tip guide
Authors	Mr. Kiatthichai Yusuk Mr. Nattawut Sakoolpimonrat Ms. Phanit Pimmart Mr. Sasin Kitsawas
Thesis Advisor	Assoc. Prof Dr. Suphan Gulpanich Asst. Prof Dr. Narin Tammarugwattana
Year	2020

ABSTRACT

An autonomous transport vehicle is a type of vehicle that can move along a route that can be automatically set by magnetic detector to transport goods to the desired destination target location which this type of vehicle has been widely used in Industrial transportation such as moving pallets from one production line to another. Therefore, this thesis aims to design and build automatic mobile transport vehicles. Including the development of a navigation system to be accurate and convenient to use will reduce the cost of production in the use of human labor in transportation and convenient for moving objects. The dimensions of the designed car are L x W x H = 56.5 x 29.5 x 20 cm, with a central 2-wheel drive system with Servo Hub Motor and front-rear support wheels, each position is 2 wheels. The control uses a PLC controller to control the AGV. Moves to the target location according to the magnetic stripes that make the guide lines accurately and precisely with PID control function.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะคำแนะนำจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุพรรณ กุลพาณิชย์ และ ผศ.ดร.นรินทร์ ธรรมรักษ์วัฒนะ และคณาจารย์ทุกท่านของภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมที่ช่วยแนะนำ จัดหาและสอนสั่งในเนื้อหาวิชาการรวมถึงสิ่งสำคัญอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ อีกทั้งยังเอื้อเฟื้อต่ออุปกรณ์ที่จำเป็นต่อโครงงานมากมาย ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาวิศวกรรมการวัดคุมที่คอยช่วยเหลือและต่างก็ให้กำลังใจในระหว่างการทำโครงงานที่อาจพบเรื่องผิดพลาดและไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยคณะผู้จัดทำเองด้วยคณะผู้จัดทำเอง อีกทั้งยังไม่ยืมอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำโครงการผ่านพ้นไปด้วยดี

และที่ลืมไม่ได้เสีย ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณครอบครัวอันประกอบไปด้วย พ่อ แม่ พี่ น้อง รวมถึงปู่ย่า ตายาย ทุกคนที่ช่วยสนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์จนประสบผลสำเร็จเช่นนี้ได้ คุณค่าและคุณประโยชน์จากการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยในโครงงานชิ้นนี้ประสบผลสำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย........I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ........II
กิตติกรรมประกาศ........III
สารบัญ........IV
สารบัญตาราง........IX
สารบัญภาพ........X

บทที่ 1 บทนำ........1
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์........1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์........1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์........1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา........2

บทที่ 2 ทฤษฎี........3
2.1 PLC........3
2.1.1 ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC........4
2.1.1.1 IL (Instruction List)........4
2.1.1.2 LD (Ladder Diagram)........4
2.1.1.3 FBD (Function Block Diagram)........4
2.1.1.4 SFC (Sequential Function Chart)........4
2.1.1.5 ST (Structured Text)........4
2.1.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่อง PLC........4
2.1.3 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC)........5
2.1.4 ลักษณะโครงสร้างของ PLC จะประกอบไปด้วยคือ........5
2.1.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)........5
2.1.4.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)........6
2.1.4.2.1 หน่วยความจำชนิดชั่วคราว........6
2.1.4.2.2 หน่วยวามจำถาวร........6
2.1.4.2.3 หน่วยอินพุต/เอาต์พุต........7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.4.2.4 แหล่งจ่ายพลังงาน......8
2.1.5 การเชื่อมต่อและป้อนคำสั่งเข้าสู่PLC......8
2.1.5.1 ตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือ......8
2.1.5.2 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล......9
2.1.6 การแบ่งชนิดของ PLC......9
2.1.6.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)......9
2.1.6.2 PLC ชนิดโมดูล(Modular Type PLCs)......10
2.1.7 ความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ทั่วไปกับ PLC......10
2.1.8 หลักการทำงานของ PLC......11
2.1.9 การใช้PLC สามารถใช้ควบคุมได้ 3ลักษณะใหญ่ๆ......12
2.1.9.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง......12
2.1.9.2 งานควบคุมสมัยใหม่......12
2.1.9.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ......12
2.1.10 ขนาดของ PLC......13
2.1.11 การติดตั้ง PLC......13
2.1.11.1 ข้อพิจารณาก่อนติดตั้ง PLC......13
2.1.11.2 สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC......13
2.1.12 อุปกรณ์ที่นำมาใช้เชื่อมต่อกับ PLC ประกอบด้วย......13
2.1.12.1 ตู้สำหรับใส่ PLC......13
2.1.12.2 อุปกรณ์ Input......14
2.1.12.3 อุปกรณ์ Output......14
2.1.13 ข้อดีของการใช้PLC มาควบคุมระบบ......14
2.1.14 ข้อเสียของการใช้PLC มาควบคุมระบบ......15
2.1.15 ตัวอย่างการใช้PLC มาควบคุมในระบบอุตสาหกรรมต่างๆ......15
2.1.16 PLC Omron CP1H......15
2.2 แบตเตอรี่......16
2.2.1 ลิเธียมไอออน......16
2.2.2 ลิเธียมโคบอลต์ออกไซด์......16
2.2.3 ลิเธียมแมงกานีสออกไซด์......17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.4 ลิเทียมนิกเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์......18

2.2.5 ลิเธียมเหล็กฟอสเฟต......18

2.2.6 ลิเธียมนิกเกิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์......19

2.2.7 ลิเธียมไททาเนต......19

2.3 Motor......20

2.3.1 HubMotor......20

2.3.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)......20

2.3.2.1 ประเภทของเซอร์โวมอเตอร์......21

2.4 PID Controller......26

2.5 รถขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV)......26

2.6 การควบคุมแบบป้อนกลับด้วยตัวควบคุม PID......28

2.7 กริยาการควบคุมของการควบคุมแบบป้อนกลับ......29

2.7.1 กริยาการควบคุมแบบ ON-OFF......29

2.7.2 กริยาการควบคุมแบบ Proportional(P)......30

2.7.3 กริยาการควบคุมแบบ Integral(I)......30

2.7.4 กริยาการควบคุมแบบ Derivative (D)......30

2.7.5 กริยาการควบคุมแบบ Proportional-Integral(PI)......31

2.7.6 กริยาการควบคุมแบบ Proportional-Derivative (PD)......31

2.7.7 กริยาการควบคุมแบบ Proportional-Integral-Derivative (PID)......31

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน......32

3.1 โครงสร้างของระบบโดยรวม......32

3.1.1 ระบบทั้งหมดประกอบไปด้วย......32

3.2 การออกแบบโครงสร้างยานขนส่งวัตถุอัตโนมัติ......33

3.3 ศึกษาการทำงานของ AGV GUIDE SENSOR......35

3.3.1 การอ่านค่าบิตที่ 0 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว......35

3.3.2 การอ่านค่าบิตที่ 0 และ 1 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว......35

3.3.3 การอ่านค่าบิตที่ 0,1 และ 2 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว......36

3.3.4 การอ่านค่าบิตที่ 0,1,2 และ 3 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว......36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.5 การอ่านค่าบิตที่ 1,2,3 และ 4 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว....................37
3.3.6 การอ่านค่าบิตที่ 2,3,4 และ 5 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว....................37
3.3.7 การอ่านค่าบิตที่ 3,4,5 และ 6 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว....................38
3.3.8 การอ่านค่าบิตที่ 4,5,6 และ 7 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว....................38
3.3.9 การอ่านค่าบิตที่ 5,6 และ 7 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว.......................39
3.3.10 การอ่านค่าบิตที่ 6 และ 7 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว........................39
3.3.11 การอ่านค่าบิตที่ 7 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว..................................40
3.4 ฟังก์ชันที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC..40
3.4.1 ฟังก์ชัน MOV(0211)...40
3.4.2 ฟังก์ชัน PULS(886)...41
3.4.3 ฟังก์ชัน SPED(885)...41
3.4.4 ฟังก์ชัน PRV(881)...42
3.4.5 ฟังก์ชัน INI(880)...42
3.4.6 ฟังก์ชัน FLT(452)..43
3.4.7 ฟังก์ชัน FIXL(451)...43
3.4.8 ฟังก์ชัน PID(190)..44

บทที่ 4 ผลการทดลอง...45
4.1 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็ว 3 ความเร็ว.........45
4.1.1 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็วที่150........45
4.1.2 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็วที่300........46
4.1.3 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็ว450...........46
4.2 การทดลองการเขียนการควบคุมการเคลื่อนที่แบบป้อนค่า..47
4.3 การทดลองการวิ่งด้วย PID...49
4.3.1 การปรับค่า PID ครั้งที่ 1...50
4.3.2 การปรับค่า PID ครั้งที่ 2...51
4.3.3 การปรับค่า PID ครั้งที่ 3...52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..53

5.1 สรุปผลการทดลอง...53

5.2 ปัญหาที่พบขณะทำการทดลอง...53

5.3 วิธีการแก้ปัญหา..53

5.4 ข้อจำกัดการใช้งาน...53

5.5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม...54

บรรณานุกรม..55

ภาคผนวก...56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1.1 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็วที่ 1................................45
4.1.2 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็วที่ 2................................46
4.1.3 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็วที่ 3................................46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้าง Li-cobalt....16
2.2 โครงสร้าง Li-manganese....17
2.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)....20
2.4 นิยามตามคู่มืออ้างอิงเซอร์โวฉบับภาษาเยอรมัน....21
2.5 โครงสร้างของ AC servo Motor....22
2.6 แสดงวัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวร....23
2.7 โครงสร้างและการทำงานของ AC Servo Motor....23
2.8 โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์....24
2.9 คอนโทรลเลอร์ (Controller)....25
2.10 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)....25
2.11 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี....26
2.12 ตัวอย่างรถ AGV....28
2.13 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมแบบป้อนกลับโดยทั่วไป....29
2.14 แสดงกริยาการควบคุมแบบ ON-OFF....30
3.1 โครงสร้างด้านบน....33
3.2 โครงสร้างด้านล่าง....33
3.3 โครงสร้างด้านหลัง....33
3.4 โครงสร้างด้านหน้า....34
3.5 โครงสร้างด้านซ้าย....34
3.6 โครงสร้างด้านขวา....34
3.7 บิตที่ 0....35
3.8 บิตที่ 0 และ 1....35
3.9 บิตที่ 0,1 และ 2....36
3.10 บิตที่ 0,1,2 และ 3....36
3.11 บิตที่ 1,2,3 และ 4....37
3.12 บิตที่ 2,3,4 และ 5....37
3.13 บิตที่ 3,4,5 และ 6....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.14 บิตที่ 4,5,6 และ 7....38

3.15 บิตที่ 5,6 และ 7....39

3.16 บิตที่ 6 และ 7....39

3.17 บิตที่ 7....40

3.18 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน MOV(021)....40

3.19 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PULS(886)....41

3.20 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน SPED(885)....41

3.21 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PRV(881)....42

3.22 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน INI(880)....42

3.23 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน FLT(452)....43

3.24 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน FIXL(451)....43

3.25 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PID(190)....44

4.1 อินพุต X ที่ป้อนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ -200 จะเคลื่อนที่ไปทางซ้าย....47

4.2 อินพุต X ที่ป้อนมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 200 จะเคลื่อนที่ไปขวา....48

4.3 ค่ามากกว่า -200 ถึง น้อยกว่า 200 จะวิ่งตรง....48

4.4 การ Set ค่า Analog in ที่อ่านจาก Potentiometer ให้กับ PLC....49

4.5 ตารางการควบคุม PID ครั้งที่ 1....50

4.6 กราฟแสดงผลค่าการปรับ PID ครั้งที่ 1....50

4.7 ตารางการควบคุม PID ครั้งที่ 2....51

4.8 กราฟแสดงผลค่าการปรับ PID ครั้งที่ 2....51

4.9 ตารางการควบคุม PID ครั้งที่ 3....52

4.10 กราฟแสดงผลค่าการปรับ PID ครั้งที่ 3....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำมาประยุกต์ใช้จากวิชาที่เลือกศึกษาทางด้านยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้ยานพาหนะขนส่งเป็นจำนวนมาก ยานพาหนะเหล่านั้นใช้เชื้อเพลิงในการขับเคลื่อนในปัจจุบันเชื้อเพลงมีราคาสูงและกำลังจะลดลงและยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสิ่งของนั้นต้องมีใช้คนในการขับเคลื่อนเพื่อที่จะนำสิ่งของไปส่งให้ถึงที่หมายปลายทาง ทางผู้จัดทำจึงได้คิดพัฒนาทำเป็นยานพานะขนส่งแบบไร้คนขับใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าเพื่อลดมลพิษทางอากาศและจะใช้ขนส่งวัตถุหรือเอกสารต่างๆ ภายในโรงงานหรือขอบเขตที่กำหนด การจัดทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ผู้จัดทำได้ศึกษาตัวอย่างจากทางห้างในร้านอาหารที่มีการใช้หุ่นยนต์ส่งอาหารให้กับลูกค้าตามโต๊ะโดยไม่ต้องบังคับ และหุ่นยนต์ส่งของตามคลิปในโลกอินเตอร์เน็ตจึงได้นำมาประยุกต์ใช้และสามารถนำไปต่อยอดในระบบรถยนต์ส่วนบุคคลได้

ในปัจจุบันโลกได้พัฒนาเข้าสู่ระบบไฟฟ้ายานยนต์ มีการผลิตและนำรถไฟฟ้ามาใช้ในปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น ทำให้รถไฟฟ้ายานยนต์เข้ามีบทบาทในโลกอย่างมากเพราะระบบไฟฟ้ายานยนต์นั้นลดมลพิษทางอากาศลดฝุ่น PM2.5 ได้ดีมากกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันในการขับเคลื่อน จึงได้ศึกษาค้นคว้าคิดที่จะทำยานพาหนะแบบมีระบบนำทางขนส่งอัจฉริยะโดยไร้คนขับและสามรถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้เอง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานที่มีระบบอำนวยความสะดวกที่ง่ายต่อการส่งของให้ถึงมือผู้รับ โดยที่ตัวผู้ส่งนั่นไม่ต้องบังคับหรือควบคุมยานขนส่งวัตถุอัจฉริยะไฟฟ้าแต่จะใช้ระบบ PLC ในการควบคุมแทนและยังสามารถนำไปต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ในระบบรถยนต์ส่วนบุคคลหรือนำไปพัฒนาเป็นหุ่นยนต์ส่งของในพื้นที่ขนาดเล็กที่ต้องการลดการใช้แรงงานคนได้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.เพื่อลดมลพิษทางอากาศและนำความรู้ที่เรียนมาต่อยอด

3.เพื่อส่งของหรือวัตถุในขอบเขตพื้นที่ที่กำหนดได้สะดวกรวดเร็ว

4.เพื่อลดต้นทุนด้านการใช้แรงงานคนในการส่งวัตถุ

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.สามารถนำไปทดลองใช้ในภาคอุตสาหกรรมได้

2.ได้นำความรู้ที่เรียนเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้ามาศึกษาต่อยอด

3.สามารถขนส่งวัตถุได้สะดวกและแม่นยำ

4.สามารถประหยัดเวลาส่งของและลดต้นทุนแรงงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1.ศึกษาและออกแบบโครงสร้างตัวรถ

2.จัดหาซื้ออุปกรณ์ที่ต้องใช้เพื่อมาประกอบ

3.ศึกษาโปรแกรมที่ใช้งาน

4.ทดลองประกอบรถและคำนวณค่าต่างๆ

5.ทดลองโปรแกรมที่เขียนขึ้นว่าสามารถแสดงค่าได้เหมาะสมหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) เรียกย่อๆว่า PLC หรือปัจจุบันใช้คำว่า PC (ย่อมาจาก "Programmable Controller") และ SC (ย่อมาจาก "Sequence Controller") เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

เมื่อปี พ.ศ.2511 PLC ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดยบริษัท Bedford Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller (Modicon) ให้ฝ่าย Hydramaticของบริษัท General Motors ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยได้คิดค้นอุปกรณ์แบบใหม่เพื่อใช้แทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัท และทางบริษัท Allen Bradley ได้เสนอให้ใช้ชื่อระบบควบคุมนี้ว่าโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) และในปี พ.ศ.2512 PLC ได้ถูกผลิตขึ้นจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรก และในปี 2514-2523 PLC ได้รับการพัฒนาให้มีการประมวลผลที่เร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของไมโครโพรเซสเซอร์(Microprocessor) ที่มีการใช้อินพุต/เอาต์พุตที่เป็นสัญญาณอนาล็อก(Analog) และในปี 2524-2533 ทางบริษัท General Motor ได้มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของ PLC โดยได้สร้างโปรโตคอลที่เรียกว่า Manufacturing Automation Protocol (MAP) ขนาดของPLC จึงลดลงมาเรื่อยๆพร้อมกับเริ่มมีซอฟต์แวร์ที่จัดการPLC ด้วยภาษา Symbolic โดยสามารถสั่งโปรแกรมผ่านทางคอมพิวเตอร์ส่วนบุคล (Personal Computer) แทนที่จะสั่งผ่านทางอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Handheld Programming Terminal) และตั้งแต่ปี 2534 ถึงปัจจุบันได้มีความพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC ให้มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 และ PLC ของแต่ละบริษัทจะมีชื่อเรียกแตกต่างในแต่ละประเทศคือ

- PC หรือ Programmable Controller เรียกกันในประเทศอังกฤษ
- PLC หรือ Programmable Logic Controller เรียกกันในประเทศสหรัฐอเมริกา
- PBS หรือ Programmable Binary System เรียกกันในประเทศสแกนดิเนเวีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC

ตามมาตรฐานของ IEC1131-3 ได้กำหนดการใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมของ PLC ไว้ทั้งหมด 5 ภาษาคือ

2.1.1.1 IL (Instruction List)

เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลิ (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

2.1.1.2 LD (Ladder Diagram)

ภาษาซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้าเป็นวงจรที่อ่านได้ง่ายและแสดงการทำงาน

2.1.1.3 FBD (Function Block Diagram)

ภาษาที่แสดงฟังก์ชันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายโดยการเขียนโปรแกรมในรูปของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมจะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม

2.1.1.4 SFC (Sequential Function Chart)

ภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีเควนซ์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วยคำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน (Step) และเงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละStep (Transition)

2.1.1.5 ST (Structured Text)

เป็นภาษาระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งคำสั่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงานเช่น IF...THEN...ELSE เป็นต้น

2.1.2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่อง PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

2.1.3. โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC)

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด – สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.1.4 ลักษณะโครงสร้างของ PLC จะประกอบไปด้วยคือ

2.1.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นส่วนมันสมองของระบบภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆหลายชนิดและมีMicroprocessor-Based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวก รีเลย์(Relay) เคาน์เตอร์(Counter) ไทเมอร์(Timer)และ ซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้CPU จะยอมรับ (Read) อินพุตดาต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆจากนั้นจะปฏิบัติและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ(Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์(Processor) และไอ/โอโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้เก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละรายการประมวลผลของ CPU

จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลมาจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุตเรียกว่า การสแกน(Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบประมาณ 1ถึง 100 msec. (10msec. = 100 ครั้งต่อวินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจากPLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนนานขึ้นการเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับค่าของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ(Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุตCPU ของ PLC จะมีหน่วยประมวลผลด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ขนาดตั้งแต่ 4 บิต, 16 บิต, 32 บิต, 64 บิต, หรือ 120 บิต จึงทำให้ PLC แต่ละรุ่นมีความสามารถไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับขนาดและความต้องการในการใช้งานโดยจะดูจากการพิจารณาปัจจัยในการทำงานเช่น จำนวนอินพุตและเอาต์พุต, ความเร็วในการประมวลผล, ขนาดและความจุโปรแกรม เป็นต้น

2.1.4.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลในการทำงาน ในขณะที่สั่ง PLC ทำงานหน่วยความจำจะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิตก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง หน่วยความจำที่ใช้งานของPLC จะมีอยู่ 2 แบบคือ หน่วยความจำชนิดชั่วคราว (Random Access Memory: RAM) และหน่วยความจำถาวร (Read Only Memory: ROM)

2.1.4.2.1. หน่วยความจำชนิดชั่วคราว (Random Access Memory: RAM)

หน่วยความจำชนิดชั่วคราว (Random Access Memory: RAM) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC เป็นหน่วยความจำมาตรฐานของ PLC เหมาะสมกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมบ่อยๆ แต่ส่วนใหญ่หน่วยความจำนี้จะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงหรือไฟดับจึงจะมีแบตเตอรี่สำรองเล็กๆที่ใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลแต่ไม่จ่ายให้PLC เรียกแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery)

2.1.4.2.2 หน่ยวามจำถาวร (Read Only Memory: ROM)

หน่วยความจำถาวร (Read Only Memory: ROM) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้ ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่มีปัญหาเรื่องเวลาในการเปิดข้อมูล (Time Access) ช้ากว่าแบบหน่วยความจำชั่วคราว จึงทำให้มีการออกแบบสามารถให้ใช้ได้ทั้ง 2 แบบร่วมกัน (RAM and ROM) หน่วยความจำถาวรแบ่งออกได้ 5 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PROM (Programmable Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำถาวรรุ่นแรกที่สามารถเขียนข้อมูลได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์หน่วยความจำจะเสียทันทีเนื่องจากไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก
- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต หรือตากแดดร้อนๆนานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับจึงเหมาะสมกับการที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรมปัจจุบันไม่มีการผลิตหน่วยความจำประเภทนี้สำหรับ PLC รุ่นใหม่ๆ
- EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับราคาจะแพงกว่าแต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน
- Flash ROM การเขียนหรือแก้โปรแกรมลงในหน่วยความจำชนิดนี้ทำได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ มีลักษณะคล้าย Memory Card ของคอมพิวเตอร์
- ATA ROM มีความจุสูงกว่าหน่วยความจำประเภท ROM แบบอื่นๆ

2.1.4.2.3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit)

หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit) ส่วนของอินพุตและเอาต์พุตจะต่อกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆเช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผลเมื่อ CPU ประมวลผลเหมาะสมถูกต้องไม่ว่าจะเป็นAC หรือ DC เพื่อส่งให้CPU ดังนั้นสัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้ปัจจุบัน PLC ถูกออกแบบให้มีการป้องกันความเสียหายจากกระแสและแรงดันสูง ขั้วต่อทางด้านอินพุตจึงใช้วิธีแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าออกจากกันด้วยแสงหรือ OPTO-ISOLATION เช่น PHOTOCOUPLER ด้วยวิธีนี้แรงดันจากทางขั้วจะไม่ส่งไปยัง CPU โดยตรง มีเพียงแค่สัญญาณแสงเท่านั้นที่เป็นตัวส่งสัญญาณจากทางขั้วเข้าไปให้ CPUในส่วนของภาคเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากหน่วยประมวลผล CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงานเอาต์พุต มีหลายชนิดให้เลือกขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เอาต์พุตที่ใช้เช่น เอาต์พุตแบบรีเลย์(Relay) ใช้ได้กับทั้งไฟ AC และ DC แต่ถ้าเป็นโหลดที่มีการปิด-เปิดบ่อยๆ ใช้ไฟแบบกระแสตรง DC ซึ่งนิยมใช้เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ (Transistor) หากเป็นไฟกระแสสลับ AC จะใช้เป็นแบบไทรแอ็ค(Triac) ซึ่งทางด้านเอาต์พุตก็ยังคงใช้การแยกสัญญาณไฟฟ้าด้วยวิธี OPTO-ISOLATION เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อป้องกันไม่ให้แรงดันหรือกระแสด้านเอาต์พุตต่อตรงกับ CPU สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

- ทำให้สัญญาณเข้าได้ในระดับที่เหมาะสมกับ PLC
- การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสงซึ่งอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้CPU เสียหายเมื่ออินพุตลัดวงจร
- หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering) ในส่วนของเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟเป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์ หรือคอนแทคเตอร์เป็นต้น

2.1.4.2.4 แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply)

แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าและรักษาระดับแรงดันให้CPU อินพุต/เอาต์พุต และส่วนอื่นๆใน PLC ส่วนมากแล้วจะมีให้เลือก 3แบบคือ 24V DC, 120V AC, 240V AC. ซึ่งต้องเลือกให้เหมาะสมโดยเลือกจากชนิดและจำนวนอินพุต/เอาต์พุตแหล่งจ่ายพลังงานของ PLC จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยชุดแรกสำหรับอุปกรณ์และวงจรภายในและในส่วนชุดที่สอง จะสำหรับการต่อวงจรภาคอินพุตและเอาต์พุต

2.1.5 การเชื่อมต่อและป้อนคำสั่งเข้าสู่PLC

ในการสั่งงานให้ PLC ทำงานหลังจากต่ออุปกรณ์จนครบถ้วนแล้วผู้ใช้จะต้องป้อนโปรแกรมคำสั่งให้กับ PLC เพื่อที่ PLC จะประมวลผลและขับเคลื่อนเอาต์พุตได้ตามต้องการ การป้อนคำสั่งจำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ PLC และสามารถป้อนคำสั่งได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ PLC มี 2 ประเภทคือ

2.1.5.1 ตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือ (Hand Held Programmer)

ตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือ (Hand Held Programmer) หรือเครื่องป้อนโปรแกรม (Programming Device) หรือ เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ป้อนโปรแกรมควบคุมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักร และกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย ในตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือนี้จะเป็นอุปกรณ์ที่มีแผงควบคุมป้อนคำสั่งในลักษณะปุ่มกดให้เลือก ซึ่งปุ่มกดจะมีคำสั่งแยกอย่างชัดเจน ผู้ใช้ต้องมีความรู้ในการเขียนคำสั่งด้วยภาษา Instruction List เช่น LD, AND,OR ซึ่งเป็นคำสั่งพื้นฐานซึ่งมีข้อดีที่เล็กพกพาง่ายแต่ แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์อันเดียวกัน

2.1.5.2 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(Personal Computer)

คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(Personal Computer) คือการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (Computer Software) ในการเชื่อมต่อและสั่งงาน PLC ตัวอาศัยสายเชื่อมต่อกับ PLC สามารถใช้ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่ได้หลายๆอย่างเช่น ใช้ซอฟต์แวร์ทำการป้อนโปรแกรม แก้ไขโปรแกรม ดูการทำงานของโปรแกรมเป็นต้น ซอฟต์แวร์แต่ละบริษัทจะมีวิธีการไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ใกล้เคียงกันข้อดีของการเชื่อมต่อด้วยคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคือ ใช้ภาษา Ladder Diagram ในการเขียนคำสั่งโดยที่ปัจจุบันโปรแกรมได้ถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ง่าย ผู้ใช้เพียงแต่เขียนโปรแกรมแลดเดอร์ได้ โปรแกรมจะมีปุ่มคำสั่งให้เลือกเพียงแต่เลือกคลิกปุ่มและนำไปวางให้ถูกต้องเท่านั้น นอกจากนั้นโปรแกรมยังมีระบบบริหารจัดการอื่นให้เลือกใช้เช่น การทดสอบโปรแกรมในคอมพิวเตอร์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เป็นต้น

2.1.6 การแบ่งชนิดของ PLC

PLC สามารถแบ่งชนิดได้ออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะโครงสร้างภายนอกคือ PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) และPLC ชนิดโมดูล(Modular Type PLCs)

2.1.6.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) PLC ชนิดนี้ลักษณะโครงสร้างจะเป็น PLC ที่มีขนาดเล็ก โดยจะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC เข้าไว้ในบล็อกเดียวกันเช่น ตัวประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยอินพุต/เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ แต่จะมีข้อจำกัดของการใช้งานขึ้นอยู่กับขนาดของ PLC ที่เลือกตามจำนวนของอินพุต/เอาต์พุต หากต้องการอินพุต/เอาต์พุตมากขึ้นอาจต้องมีการใช้หน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit) เพื่อเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต โดยการต่อที่พอร์ตขยายอินพุตและเอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector) แต่ก็ต้องพิจารณาข้อจำกัดในการต่อขยายต่อไป

ส่วนประกอบ PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขั้วต่อแหล่งไฟ (Power Supply Input Terminal)
- ขั้วต่ออินพุต (Input Terminal)
- หลอดไฟ LED แสดงสถานการณ์ทำงานของอินพุต (Input Indicator)
- ขั้วต่อเอาต์พุต (Output Terminal)
- หลอดไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของเอาต์พุต (Output Indicator)
- พอร์ตขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector) พอร์ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Peripheral Port)

2.1.6.2 PLC ชนิดโมดูล(Modular Type PLCs)

PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) PLC ชนิดนี้ลักษณะโครงสร้างจะเป็น PLC ที่มีขนาดใหญ่ส่วนประกอบต่างๆสามารถแยกออกจากกันเป็นลักษณะโมดูล(Modules) เช่น หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input-Output Unit: I/O Unit) จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุตและโมดูลเอาต์พุตซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่าต้องการโมดูลขนาดกี่อินพุตกี่เอาต์พุต เมื่อเลือกได้ตามต้องการจึงนำโมดูลอินพุตและโมดูลเอาต์พุตมาประกอบบนBackplane ซึ่งสามารถใช้โมดูลอินพุตหรือเอาต์พุตหลายๆโมดูลมาต่อกันได้ แต่ก็ขึ้นอยู่กับโมดูลหน่วยประมวลผล (CPU) ของ PLC ว่าสามารถใช้อินพุตและเอาต์พุตมากที่สุดจำนวนเท่าไหร่ ซึ่งผู้ใช้ก็สามารเปลี่ยนโมดูลหน่วยประมวลผล CPU ของ PLC ให้มีขนาดและความสามารถมากขึ้น (ผู้ใช้ต้องศึกษารายละเอียด PLC จากบริษัทผู้ผลิต)

2.1.7 ความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ทั่วไปกับ PLC

PLC เป็นคอมพิวเตอร์ประเภทหนึ่งจึงมีโครงสร้างเหมือนคอมพิวเตอร์แต่จะมีข้อแตกต่างระหว่างPLC กับคอมพิวเตอร์คือ

- PLC ถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมเช่น ความร้อน ความหนาว ระบบไฟฟ้ารบกวน การสั่นสะเทือน การกระแทกส่วนคอมพิวเตอร์จะเหมาะกับงานในสำนักงาน
- การใช้โปรแกรมของ PLC จะไม่ยุ่งยากเหมือนของคอมพิวเตอร์ PLC จะมีการระบุตรวจสอบตัวเองทำให้ทำงานได้ง่ายและบำรุงรักษาได้ง่ายส่วนคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะบอบบางกว่าต้องการการดูแลรักษามากกว่า
- PLC ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ส่วนคอมพิวเตอร์จะทำงานที่โปรแกรมหลายๆโปรแกรมพร้อมกันจึงมีความยุ่งมากกว่า
- PLC ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิด ทั้งแบบอนาล็อก และแบบลอจิก(On-Off) ขณะที่คอมพิวเตอร์ทั่วไปจะมีขอบเขตกว้างขวางกว่าทั้งงานในสำนักงานความบันเทิงบ้านและการประมวลผลทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 หลักการทำงานของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งที่นำมาแทนการควบคุมที่ใช้รีเลย์ ทำให้สะดวกขึ้น เพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟฟ้า PLC เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นโมดูล สามารถตรวจสอบด้วยตัวเอง เพราะฉะนั้นเมื่อเสียหายก็ทำได้โดยเปลี่ยนโมดูลเท่านั้นและ PLC สามารถตรวจสอบสภาวะ ON หรือ OFF ของอุปกรณ์ภายนอกตามโปรแกรมได้ ทำให้สามารถตรวจสอบหาข้อบกพร่องได้อย่างรวดเร็ว PLC มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตหลายชนิดเช่น หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบลอจิก(On/Off),หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบAC/DC, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบTTL, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก(Analog), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอิสระ(Isolated), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลข, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ (Register), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมท, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบหน้าจอสัมผัส (Contact) เป็นต้น จึงทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด

นอกจากนั้นแล้ว ยังมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก ทั้งมีขนาดเล็กและราคาถูก หลักการทำงานของ PLC คือเมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาจะถูกเก็บเป็นความจำไว้ในส่วนของความจำ (หน้าคอนแทคที่ต่อกันเรียกว่า ลอจิก1 ส่วนคอนแทคที่ไม่ต่อกันเรียกว่าลอจิก0) หลังจากนั้นแลดเดอร์ไดอะแกรมก็จะสรุปผลรวมกับคอนแทคภายในว่าให้เป็นคอนแทคเปิด(Open) หรือปิด (Closed) ขึ้นอยู่กับการบันทึกของหน่วยความจำ

ถ้าหากต้องการสัญญาณเอาต์พุตค่าของลอจิกต้องเป็นเลข1 ซึ่งหมายถึงชุดหน้าคอนแทคของโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface)ต่อกัน แต่ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทำให้ขดลวดความจำของคอยล์(Coil Memory) มีค่าเป็นลอจิกเลข0และโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface)ไม่ต่อกัน การทำงานของ PLC เมื่อครบ1 รอบของลำดับดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกน (Scan) ส่วน Scan Time คือเวลาที่ต้องการสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งเป็นตัววัดค่าความเร็วการทำงานของ PLC 1 สแกนเวลาประมาณ 1-100 ms.ขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมและชนิดของอินพุต/เอาต์พุต PLCจะใช้เลขฐานต่างๆกับลอจิกในการประมวลผลหรือติดต่อกับผู้ใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก(Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elementsเพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์(Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานให้นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร PLC มีคำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม 4 ภาษคือ ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลลีน ภาษาบล็อก และภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ โดยภาษาแลดเดอร์และภาษาบูลลีนใช้กับ PLC ขนาดเล็กที่แทนรีเลย์ เคาน์เตอร์ และไทเมอร์ ส่วนภาษาบล็อกและภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษเหมาะสมกับ PLC ขนาดใหญ่ และการควบคุมที่ซับซ้อนมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์

2.1.9 การใช้PLC สามารถใช้ควบคุมได้ 3ลักษณะใหญ่ๆ

2.1.9.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control)

เป็นระบบการควบคุมแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นการควบคุมแบบตามลำดับ โดยระบบควบคุมจะทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ตามลำดับก่อน-หลัง ตัวอย่างเช่น ในวงจรควบคุมมอเตอร์ที่เป็นวงจรรีเลย์ ต้องมีการกดปุ่ม Start ทำให้ Contactor ทำงานมอเตอร์จึงจะหมุน หรือแม้กระทั้ง Ladder Diagram ที่ใช้ใน PLC เองก็มีลักษณะการควบคุมแบบ Sequence คือ จะทำงานก่อน-หลังตามเงื่อนไขที่เราได้โปรแกรมไว้เช่น วิธีการควบคุมแบบ ON-OFF หรือการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งซึ่งการทำงานของวิธีการควบคุมลักษณะนี้จะเป็นเพียงแค่การ ตัดหรือต่อการจ่าย output ยกตัวอย่างในการควบคุมอุณหภูมิเช่น หากเรากำหนดเป้าหมาย (Set Point) ของอุณหภูมิไว้ที่ 50 องศาหากอุณหภูมิขณะนั้นเป็น 40องศาระบบควบคุมก็จะต่อให้มีการจ่าย Output หรือจ่ายความร้อนให้กับระบบ แต่หากอุณหภูมิเกินค่า Set Point ก็จะตัด Output หรือหยุดการจ่ายความร้อนให้แก่ระบบ

2.1.9.2 งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticate Control)

เป็นการควบคุมแบบฐานข้อมูลเช่นทำงานทางคณิตศาสตร์(การบวก,ลบ,คูณ ,หาร),การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ(Temperature)การควบคุมความดัน (Pressure), การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์(Servo-motor Control)

2.1.9.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control)

เป็นการควบคุมที่จะใช้ร่วมกับระบบสกาดาเป็นกระบวนการขนาดใหญ่ที่สามารถรวมหลายไซต์งานและระยะทางกว้างใหญ่เช่น งานกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม รวมถึงการผลิต, การกลั่นและขบวนการต่อเนื่อง, เป็นชุดๆ, แบบซ้ำๆ กัน หรือแบบไม่ต่อเนื่อง กระบวนการโครงสร้างพื้นฐานอาจจะเป็นของรัฐบาลหรือของเอกชน รวมถึงการบำบัดน้ำและการแจกจ่ายน้ำการเก็บรวบรวมและบำบัดน้ำเสียน้ำมันและท่อก๊าซส่งพลังงานไฟฟ้าและการกระจายฟาร์มลมระบบไซเรนป้องกันฝ่ายพลเรือนและระบบการสื่อสารที่มีขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10 ขนาดของ PLC

โดยทั่วไปการเลือกใช้ PLC จะเลือกใช้จากจำนวนอินพุตและเอาต์พุตเป็นหลักว่ามีจำนวนอินพุตเท่าไร และจำนวนเอาต์พุตเท่าไรแต่จะมีการแบ่งขนาดของ PLC ได้ 4ขนาดใหญ่ๆคือ

- ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 128 จุด
- ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 1024 จุด
- ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 4096 จุด
- ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 8192 จุด

2.1.11 การติดตั้ง PLC

จะต้องมีการพิจารณาหลายๆอย่างโดยดูจากสภาพแวดล้อมต่างๆเป็นต้นจะมี 2 อย่างที่ต้องคำนึงถึง

2.1.11.1 ข้อพิจารณาก่อนติดตั้ง PLC

- พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่
- จะต้องเผื่อไว้ขยายในอาคารหรือไม่
- การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย
- อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ PLC หรือไม่
- วิธีป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

2.1.11.2 สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC

- มีแสงแดดส่องโดยตรง
- มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือสูงกว่า 55 องศาเซลเซียส
- มีฝุ่นหรือไอเกลือ
- มีความชื้นมาก
- มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน หรือไวไฟ
- สั่นสะเทือนมาก

2.1.12 อุปกรณ์ที่นำมาใช้เชื่อมต่อกับ PLC ประกอบด้วย

2.1.12.1 ตู้สำหรับใส่ PLC

คือตู้ที่ใส่ตัวอุปกรณ์ควบคุมด้วย PLC, Breaker, หลอดไฟเป็นต้นมีหน้าที่ดังนี้

- ต้องป้องกันไม่ให้ PLC เสียหายจากการใช้งานหรือจากส่วนอื่นๆเช่น สิ่งแวดล้อมหรือสิ่งปนเปื้อนในอากาศ
- มีขนาดใหญ่เพียงพอ สะดวกในการเดินสายไฟต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ควรติดตั้งตู้PLC ห่างจากแผงควบคุมไฟฟ้าแรงสูงอย่างน้อย 8 นิ้ว
- มีสายดิน
- ควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง
- ควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูงเช่น ฮีทเตอร์ หรือตัวต้านทานขนาดใหญ่
- ไม่ควรให้PLC ติดตั้งอยู่บนเพดานหรืออยู่กับพื้น
- ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียสควรติดพัดลมเป่าระบายความร้อน

2.1.12.2 อุปกรณ์ Input

คืออุปกรณ์ต่างๆที่นำมาต่อเข้าด้านอินพุตของ PLC เพื่อนำสัญญาณที่ได้มาส่งไปที่หน่วยประมวลผลของ PLC เช่น

- Pressure Sensorคือเซ็นเซอร์วัดความดันเมื่อมีความดันเกินก็จะส่งสัญญาณมาที่ตัวประมวลผล
- Level Switch คือตัวสวิตซ์วัดระดับมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับสิ่งที่จะนำไปวัดสิ่งของนั้นๆมีหลักการคือ เมื่อเลยระดับที่ตั้งไว้ก็จะส่งสัญญาณมาที่ตัวประมวลผล
- Temperature Sensorคือตัวเซ็นเซอร์ที่วัดอุณหภูมิ โดยวัดอุณหภูมิทั่วไปแต่เมื่อที่อุณหภูมิเกินจากที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณมาที่ตัวประมวลผล

2.1.12.3 อุปกรณ์ Output

คืออุปกรณ์ต่างๆที่นำมาต่อเข้าทางด้านเอาต์พุตเพื่อรอคำสั่งจากตัวประมวลผลของ PLC ว่าจะให้ทำงานเมื่อไรเช่น

- Motor จะมีหลายๆแบบขึ้นอยู่กับงานว่าจะใช้แบบไหน เมื่อทำงานก็มีหน้าต่างกันไปตามงานอีกเช่นกันไม่ว่าจะนำไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือนำไปขับอุปกรณ์อื่นๆ
- หลอดไฟ จะทำงานได้หลายแบบไม่ว่าจะเป็นตัวแสดงผลว่าทำงานหรือไม่ หรือทำงานจริงๆในการใช้งาน

2.1.13 ข้อดีของการใช้PLC มาควบคุมระบบมีดังนี้

- ติดตั้งทำได้ง่าย
- ลดการเดินสายไฟฟ้าควบคุม
- เนื้อที่ติดตั้งน้อย
- มีความน่าเชื่อถือสูง
- บำรุงรักษาและซ่อมแซมง่าย
- มีประสิทธิภาพการทำงานสูง
- การควบคุมระบบ สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อายุการใช้งานมาก เพราะมีส่วนที่เคลื่อนที่น้อย
- การติดต่ออุปกรณ์ภายนอกและระบบอื่นทำได้ง่าย
- ติดต่ออุปกรณ์ไกลๆง่ายการเดินสายไฟน้อย
- ความเร็วในการทำงานเร็ว ขนาดเล็ก การติดตั้งใช้เวลาน้อย
- การทำงานที่ระบบซับซ้อนง่ายและสะดวก
- การขยายระบบให้ใหญ่สามารถทำได้ง่าย
- มีหน่วย Input /Output หลายแบบให้เลือกใช้

2.1.14 ข้อเสียของการใช้PLC มาควบคุมระบบมีดังนี้

- สามารถเพิ่มอินพุต/เอาต์พุตได้น้อย
- เมื่ออินพุต/เอาต์พุตจุดใดจุดหนึ่งเสีย ต้องยก PLC ทั้งชุดออกจากกระบวนการผลิตทำให้เสียเวลาในการผลิต

2.1.15 ตัวอย่างการใช้PLC มาควบคุมในระบบอุตสาหกรรมต่างๆ

ในปัจจุบัน PLC จะนำมาใช้ควบคุมในระบบอุตสาหกรรมเป็นส่วนมากเพราะมีสิทธิภาพในการทำงานสูง ไม่ยุ่งยาก การทำงานรวดเร็ว และเป็นแบบอัตโนมัติจึงนิยมใช้กันในระบบอุตสาหกรรมจะนำไปควบคุมการทำงานเช่น

- การควบคุมการกักเก็บน้ำในเขื่อน คือจะควบคุมระบบให้เติมน้ำตอนไหน ปล่อยน้ำตอนไหนตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้
- การควบคุมมอเตอร์ คือการควบคุมมอเตอร์สั่งให้มอเตอร์ทำงานตอนไหนเช่น การเริ่มทำงานของมอเตอร์ในโรงงานให้มอเตอร์แบบสตาร์เริ่มทำงานก่อนแล้วจึงมาเปลี่ยนให้ทำงานแบบเดลต้า

2.1.16 PLC Omron CP1H

ออกแบบมาสำหรับเครื่องจักรขนาดเล็กโดยรวมขนาดของไมโคร PLC และพลังของ PLC แบบแยกส่วนตัวนับความเร็วสูงในตัวสี่ตัวและเอาต์พุตพัลส์สี่ตัวเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการควบคุมตำแหน่งหลายแกน CP1H-XA มาพร้อมกับอินพุตอะนาล็อก 4 ตัวและเอาต์พุตอะนาล็อก 2 ตัวในตัว ทำให้เหมาะสำหรับการควบคุมแบบวนซ้ำโดยใช้ฟังก์ชันควบคุม PID ขั้นสูงของ PLC พร้อมการปรับแต่งอัตโนมัติ CP1H สามารถขยายได้ด้วย CP1W I / Os และรองรับหน่วย I / O พิเศษ CJ1 ได้สูงสุด 2 ยูนิต ซึ่งหมายความว่าจะเปิดให้บริการ Fieldbuses ยอดนิยมและรองรับหน่วยการสื่อสารทั้งหมดของซีรีส์ CJ1

2.2 แบตเตอรี่

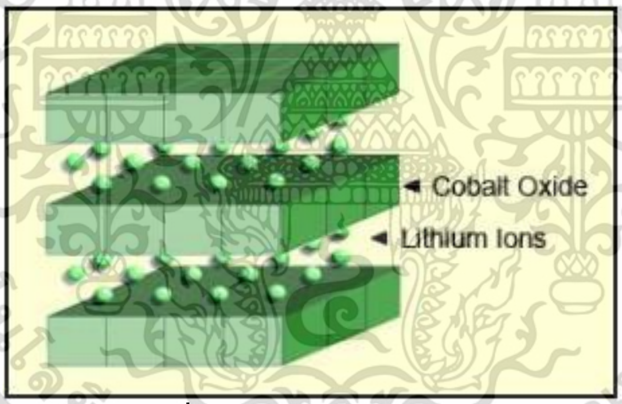
2.2.1 ลิเธียมไอออน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกตั้งชื่อตามวัสดุที่ใช้งานอยู่ คำที่เขียนทั้งเต็มหรือสั้นลงโดยสัญลักษณ์ทางเคมีของพวกเขา ชุดของตัวอักษรและตัวเลขที่อยู่ด้วยกันอาจจำได้ยากและยากต่อการออกเสียงและเคมีแบตเตอรี่จะถูกระบุด้วยตัวอักษรย่อตัวอย่างเช่นลิเธียมโคบอลต์ออกไซด์หนึ่งใน Li-ions ที่พบมากที่สุดมีสัญลักษณ์ทางเคมี LiCoO 2 และตัวย่อ LCO สำหรับเหตุผลของความเรียบง่ายสามารถใช้ Li-cobalt แบบสั้นสำหรับแบตเตอรี่นี้ได้ โคบอลต์เป็นวัสดุที่ใช้งานหลักที่ให้ตัวละครแบตเตอรี่นี้ นักเคมี Li-ion อื่น ๆ จะได้รับชื่อสั้น ๆ ที่คล้ายกัน ส่วนนี้แสดงรายการ Li-ions ที่พบมากที่สุดหกรายการ การอ่านทั้งหมดเป็นค่าประมาณโดยเฉลี่ย ณ เวลาที่เขียน

2.2.2 ลิเธียมโคบอลต์ออกไซด์ (LiCoO 2)

พลังงานเฉพาะสูงทำให้ Li-cobalt เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับโทรศัพท์มือถือแล็ปท็อปและกล้องดิจิตอล แบตเตอรี่ประกอบด้วยแคโทดโคบอลต์ออกไซด์และขั้วบวกของคาร์บอนกราไฟท์ แคโทดมีโครงสร้างเป็นชั้น ๆ และในระหว่างการคายประจุลิเธียมไอออนจะย้ายจากขั้วบวกไปยังแคโทด การไหลย้อนกลับเมื่อประจุ ข้อเสียของ Li-cobalt คืออายุการใช้งานที่ค่อนข้างสั้น, เสถียรภาพทางความร้อนต่ำและความสามารถในการรับน้ำหนักที่ จำกัด (พลังงานเฉพาะ) รูปที่ 1 แสดงโครงสร้าง



รูปที่ 2.1 โครงสร้าง Li-cobalt

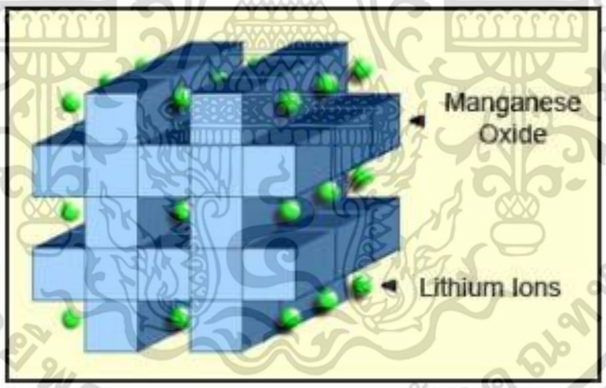
แคโทดมีโครงสร้างเป็นชั้น ในระหว่างที่คายประจุไอออนลิเธียมจะเคลื่อนที่จากขั้วบวกไปยังแคโทด ในการชาร์จกระแสจากแคโทดไปยังขั้วบวก ข้อเสียของ Li-cobalt คืออายุการใช้งานที่ค่อนข้างสั้น , เสถียรภาพทางความร้อนต่ำและความสามารถในการรับน้ำหนักที่ จำกัด (พลังงานเฉพาะ) เช่นเดียวกับ Li-ion แบบโคบอลต์ชนิดอื่น Li-cobalt มีขั้วบวกแบบกราไฟต์ที่ จำกัด อายุการใช้งานของวงจรโดยการเปลี่ยน อินเตอร์เฟซอิเล็กโทรไลต์แข็ง (SEI) , หนาบนขั้วบวกและการชุบลิเธียม ระบบใหม่ ได้แก่ นิกเกิลแมงกานีสและ / หรืออลูมิเนียมเพื่อปรับปรุงอายุการใช้งานความสามารถในการโหลดและค่าใช้จ่าย Li-cobalt ไม่ควรถูกเรียกเก็บและคายประจุไฟฟ้าที่กระแสสูงกว่าระดับ C ซึ่งหมายความว่าเซลล์ 18650 ที่มี 2,400 มิลลิแอมป์สามารถชาร์จและคายประจุได้ที่ 2,400mA เท่านั้น การบังคับให้ชาร์จเร็วหรือใช้งานโหลดที่สูงกว่า 2,400mA ทำให้เกิดความร้อนสูงเกินไปและเกิดความเครียด สำหรับการชาร์จอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เหมาะสมผู้ผลิตแนะนำให้ใช้อัตรา C ของ 0.8C หรือประมาณ 2,000mA (Se e BU-402: อัตรา C คืออะไร) วงจรป้องกันแบตเตอรี่ที่จำเป็นจะ จำกัด การประจุและอัตราการคายประจุให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยประมาณ 1C สำหรับเซลล์พลังงาน

2.2.3 ลิเธียมแมงกานีสออกไซด์ (LiMn 2 O 4)

Li-ion กับ spinel แมงกานีสได้รับการตีพิมพ์เป็นครั้งแรกใน Materials Research Bulletin ในปี 1983 ในปี 1996 Moli Energy ได้ทำการผลิตเซลล์ Li-ion ที่มีลิเทียมแมงกานีสออกไซด์เป็นวัสดุแคโทด สถาปัตยกรรมก่อให้เกิดโครงสร้างสปิเนลสามมิติที่ช่วยเพิ่มการไหลของไอออนบนอิเล็กโทรดซึ่งส่งผลให้ความต้านทานภายในลดลงและปรับปรุงการจัดการกระแสไฟฟ้า ข้อดีอีกอย่างของสปิเนลคือเสถียรภาพทางความร้อนสูงและเพิ่มความปลอดภัย แต่วงจรชีวิตและปฏิทินมี จำกัด ความต้านทานของเซลล์ภายในต่ำช่วยให้การชาร์จอย่างรวดเร็วและการจ่ายกระแสสูง ในแพ็คเกจ 18650 Li-manganese สามารถถูกปลดปล่อยที่กระแส 20-30A ด้วยการสะสมความร้อนปานกลาง นอกจากนี้ยังสามารถใช้พัลส์โหลดหนึ่งวินาทีสูงสุด 50A ภาระที่สูงอย่างต่อเนื่องที่กระแสนี้จะทำให้เกิดความร้อนสะสมและอุณหภูมิของเซลล์จะต้องไม่เกิน 80 ° C (176 ° F) Li-manganese ใช้สำหรับเครื่องมือไฟฟ้าเครื่องมือทางการแพทย์รวมถึงรถยนต์ไฮบริดจ์และยานพาหนะไฟฟ้า



รูปที่ 2.2 โครงสร้าง Li-manganese

การก่อผลึกแคโทดของลิเธียมแมงกานีสออกไซด์มีโครงสร้างกรอบสามมิติที่ปรากฏขึ้นหลังจากการก่อตัวครั้งแรก Spinel ให้ความต้านทานต่ำ แต่มีพลังงานเฉพาะปานกลางมากกว่าโคบอลต์ Li-manganese มีกำลังการผลิตที่ต่ำกว่าหนึ่งในสามของ Li-cobalt ความยืดหยุ่นในการออกแบบช่วยให้วิศวกรสามารถใช้งานแบตเตอรี่ได้อย่างเต็มที่เพื่อยืดอายุการใช้งานที่เหมาะสม (ยืดอายุการใช้งาน), กระแสโหลดสูงสุด (พลังงานเฉพาะ) หรือความจุสูง (พลังงานเฉพาะ) ตัวอย่างเช่นรุ่นอายุยืนในเซลล์ 18650 มีความจุปานกลางเพียง 1,100mAh; รุ่นความจุสูงคือ 1,500mAh

2.2.4 ลิเทียมนิกเกิลแมงกานีสโคบอลต์ออกไซด์ (LiNiMnCoO 2 หรือ NMC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งในระบบ Li-ion ที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดคือการผสมผสานแคโทดของนิกเกิล - แมงกานีส - โคบอลต์ (NMC) เช่นเดียวกับ Li-manganese ระบบเหล่านี้สามารถปรับให้เหมาะกับการใช้งาน เป็น เซลล์พลังงาน หรือ เซลล์พลังงาน ตัวอย่างเช่น NMC ในเซลล์ 18650 สำหรับสภาวะโหลดปานกลางมีความจุประมาณ 2,800mAh และสามารถส่งมอบ 4A ถึง 5A NMC ในเซลล์เดียวกันได้รับการปรับให้เหมาะสมกับกำลังงานเฉพาะมีความจุเพียง 2,000mAh แต่ให้การปล่อยกระแสอย่างต่อเนื่องที่ 20A ขั้วบวกที่ใช้ซิลิกอนจะไปที่ 4,000mAh และสูงกว่า แต่ที่ ความสามารถในการ โหลดลดลง และอายุการใช้งานที่สั้นลง ซิลิคอนที่เติมลงในกราไฟต์นั้นมีข้อเสียเปรียบที่ขั้วบวกจะเติบโตและหดตัวด้วยประจุและคายประจุทำให้เซลล์ไม่เสถียรทางกลไก ความลับของ NMC อยู่ที่การรวมนิกเกิลและแมงกานีส การเปรียบเทียบนี้เป็นเกลือแกงที่ส่วนผสมหลักโซเดียมและคลอไรด์เป็นพิษของพวกเขาเอง แต่การผสมพวกเขาทำหน้าที่เป็นเกลือปรุงรสและสารกันบูดอาหาร นิกเกิลมีชื่อเสียงในด้านพลังงานจำเพาะสูง แต่มีความเสถียรต่ำ แมงกานีสมีประโยชน์ในการสร้างโครงสร้างสปิเนลเพื่อให้ได้ความต้านทานภายในต่ำ แต่ให้พลังงานต่ำ การรวมโลหะช่วยเพิ่มความแข็งแกร่งซึ่งกันและกัน NMC เป็นแบตเตอรี่ตัวเลือกสำหรับเครื่องมือไฟฟ้าอีจักรยานและระบบส่งกำลังไฟฟ้าอื่น ๆ โดยทั่วไปแล้วการรวมกันของแคโทดคือนิกเกิลหนึ่งในสามแมงกานีสหนึ่งในสามและโคบอลต์หนึ่งในสามหรือที่รู้จักกันในชื่อ 1-1-1 สิ่งนี้นำเสนอการผสมผสานที่เป็นเอกลักษณ์ที่ช่วยลดต้นทุนวัตถุดิบเนื่องจากปริมาณโคบอลต์ลดลง การผสมผสานที่ประสบความสำเร็จอีกอย่างหนึ่งคือ NCM พร้อมนิกเกิล 5 ส่วนโคบอลต์ 3 ส่วนและแมงกานีส 2 ส่วน (5-3-2) การผสมอื่น ๆ โดยใช้วัสดุแคโทดในปริมาณต่าง ๆ เป็นไปได้ ผู้ผลิตแบตเตอรี่ขยับออกห่างจากระบบโคบอลต์ไปทางแคโทดนิกเกิลเนื่องจากโคบอลต์มีราคาสูง ระบบที่ใช้นิกเกิลมีความหนาแน่นของพลังงานสูงกว่าต้นทุนที่ต่ำกว่าและอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าเซลล์ที่มีโคบอลต์ แต่มีแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าเล็กน้อย อิเล็กโทรไลต์และสารเติมแต่งใหม่เปิดใช้งานการชาร์จเป็น 4.4V/เซลล์และสูงกว่าเพื่อเพิ่มความจุ

2.2.5 ลิเธียมเหล็กฟอสเฟต (LiFePO 4)

ในปี 1996 มหาวิทยาลัยเท็กซัส (และผู้สนับสนุนคนอื่น ๆ) ค้นพบฟอสเฟตเป็นวัสดุแคโทดสำหรับแบตเตอรี่ลิเธียมที่ชาร์จไฟได้ Li-phosphate ให้ประสิทธิภาพทางเคมีไฟฟ้าที่ดีและมีความต้านทานต่ำ สิ่งนี้เกิดขึ้นได้ด้วยวัสดุแคโทดฟอสเฟตระดับนาโน ประโยชน์ที่สำคัญคือการจัดอันดับในปัจจุบันสูงและมีอายุการใช้งานยาวนานนอกจากความเสถียรทางความร้อนที่ดีเพิ่มความปลอดภัยและความทนทานหากถูกทำร้าย Li-phosphate นั้นทนทานต่อ เงื่อนไขการชาร์จ เต็ม และเครียดน้อยกว่าระบบลิเธียมไอออนอื่น ๆ หากเก็บไว้ที่แรงดันสูงเป็นเวลานาน (ดู BU-808: วิธียืดอายุแบตเตอรี่ที่ใช้แบตเตอรี่ลิเธียม) ในฐานะที่เป็นการแลกเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าปกติของ 3.2V / เซลล์จะช่วยลดพลังงานเฉพาะด้านล่างของลิเธียมไอออนผสมโคบอลต์ ด้วยแบตเตอรี่ส่วนใหญ่อุณหภูมิความเย็นจะลดประสิทธิภาพและอุณหภูมิในการเก็บสูงขึ้นทำให้อายุการใช้งานสั้นลงและ Li-phosphate ก็ไม่มีข้อยกเว้น Li-phosphate มีการปลดปล่อยตัวเองสูงกว่าแบตเตอรี่ Li-ion อื่น ๆ ซึ่งสามารถทำให้เกิดปัญหาเรื่องความสมดุลเมื่ออายุมากขึ้น สิ่งนี้สามารถลดลงได้โดยการซื้อเซลล์คุณภาพสูงและ / หรือใช้อุปกรณ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนซึ่งทั้งสองอย่างนี้จะเพิ่มต้นทุนของแพ็ค ความสะอาดในการผลิตมีความสำคัญต่อการมีอายุยืนยาว ไม่มีความทนทานต่อความชื้นเนื่องจากแบตเตอรี่จะส่งได้ 50 รอบเท่านั้น Li-phosphate มักถูกใช้เพื่อเปลี่ยนแบตเตอรี่สตาร์ทกรดตะกั่ว สี่เซลล์ในอนุกรมผลิต 12.80V, แรงดันไฟฟ้าที่คล้ายกันกับเซลล์ตะกั่วกรด 2V หกตัวในอนุกรม ยานพาหนะชาร์จกรดตะกั่วถึง 14.40V (2.40V / เซลล์) และรักษาค่าท็อป ค่า topping ถูกนำไปใช้เพื่อรักษาระดับประจุเต็มและป้องกันการเกิด ซัลเฟต ในแบตเตอรี่กรด ead ด้วยเซลล์ Li-phosphate สี่เซลล์ในแต่ละซีรีย์แต่ละเซลล์มีค่าสูงสุดที่ 3.60V ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ประจุเต็มได้อย่างถูกต้อง ณ จุดนี้ค่าใช้จ่ายควรถูกตัดการเชื่อมต่อ แต่ค่าบริการเติมเงินยังคงดำเนินต่อไปในขณะขับรถ Li-phosphate ทนต่อการคิดราคาแพงเกินไป อย่างไรก็ตามการรักษาแรงดันไฟฟ้าที่ 14.40V เป็นเวลานานเนื่องจากยานพาหนะส่วนใหญ่ที่เดินทางบนท้องถนนเป็นเวลานานอาจส่งผลกระทบต่อ Li-phosphate เวลาจะบอกว่าความทนทานของ Li-Phosphate นั้นสามารถทดแทนกรดตะกั่วได้อย่างไรด้วยระบบชาร์จรถยนต์ตามปกติ อุณหภูมิเย็นยังลดประสิทธิภาพของ Li-ion และสิ่งนี้อาจส่งผลต่อความสามารถในการหมุนในกรณีที่รุนแรง

2.2.6 ลิเธียมนิกเกิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์ (LiNiCoAlO 2)

แบตเตอรี่ลิเธียมนิกเกิลโคบอลต์อลูมิเนียมออกไซด์หรือ NCA นั้นมีมาตั้งแต่ปี 1999 สำหรับการใช้งานพิเศษ มันแบ่งปันความคล้ายคลึงกันกับ NMC โดยนำเสนอพลังงานที่เฉพาะเจาะจงสูง พลังงานเฉพาะที่ดีพอสมควรและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ประจบน้อยกว่าความปลอดภัยและค่าใช้จ่าย รูปที่ 11 สรุปลักษณะสำคัญหกประการ NCA เป็นการพัฒนาเพิ่มเติมของลิเทียมนิกเกิลออกไซด์ การเพิ่มอลูมิเนียมทำให้เคมีมีเสถียรภาพมากขึ้น

2.2.7 ลิเธียมไททาเนต (Li 4 Ti 5 O 12)

แบตเตอรี่ที่มีลิเธียมไททาเนตแอโนดเป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่ทศวรรษ 1980 Li-titanate แทนที่กราไฟท์ในขั้วบวกของแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนทั่วไปและรูปแบบวัสดุเป็นโครงสร้าง spinel แคโทดสามารถเป็นลิเทียมแมงกานีสออกไซด์หรือ NMC Li-titanate มีแรงดันเซลล์เล็กน้อยที่ 2.40V ซึ่งสามารถชาร์จได้อย่างรวดเร็วและให้กระแสการคายประจุที่สูงถึง 10C หรือ 10 เท่าของความจุที่กำหนด จำนวนรอบนั้นสูงกว่าของ Li-ion ปกติ Li-titanate มีความปลอดภัยมีลักษณะการคายประจุที่อุณหภูมิต่ำที่ยอดเยี่ยมและได้รับความจุ 80 เปอร์เซ็นต์ที่ –30 ° C (–22 ° F) LTO (โดยทั่วไป Li4Ti 5 O 12) มีข้อได้เปรียบเหนือ Li-ion แบบโคบอลต์ผสมกับขั้วบวกแบบกราไฟท์โดยการบรรลุคุณสมบัติเป็นศูนย์ความเครียดไม่มีการก่อตัวของฟิล์ม SEI และไม่มีการชุบลิเธียมเมื่อชาร์จและชาร์จอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำ เสถียรภาพทางความร้อนภายใต้อุณหภูมิสูงนั้นดีกว่าระบบ Li-ion อื่น ๆ อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่มีราคาแพง ด้วยความเร็วเพียง 65Wh / kg พลังงานเฉพาะนั้นต่ำซึ่งตรงข้ามกับ NiCd Li-titanate มีค่า 2.80V / เซลล์ และจุดสิ้นสุดของการปลดปล่อยคือ 1.80V / เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Motor

2.3.1 HubMotor

แบบดุมล้อ หรือ HubMotor ไม่มีเกียร์ ซึ่งจะอยู่ที่จุดศูนย์กลางของล้อ ซึ่งเรียกว่า Hub จึงนิยมเรียกกันว่า "HubMotor" มอเตอร์แบบดุมล้อจะมีราคาสูงกว่าแบบมีแปรงถ่าน และวงจรควบคุมจะมีการทำงานที่ซับซ้อนกว่ามาก ภายในมอเตอร์มีขดลวด 3 ชุดแต่มีหลายขดและมีการป้อนกลับของสัญญาณจาก hall sensor ทั้งหมด 3 ตัว ทำงานในลักษณะ Sink และ Soruce คือเป็น Low และ High ตามขั้วของแม่เหล็ก โดย hall sensor ในล้อจะวางใกล้กับขอบล้อติดกับแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ HubMotor แบบธรรมดาจะปั่นหน่วงบ้าง(แรงหน่วงจากการดึงดูดของสนามแม่เหล็ก) แต่มอเตอร์ลักษณะนี้ดูแลรักษาง่าย สามารถจ่ายกระแสได้ 5 – 10A เมื่อนำมาหมุนเพื่อปั่นไฟ มอเตอร์ประเภทนี้จึงนิยมนำไปทำ กังหันลมผลิตไฟฟ้า จักยานปั่นไฟ ซึ่งสามารถนำมาออกแบบให้มีการนำไฟฟ้ามา “ชาร์จทกลับได้”

2.3.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

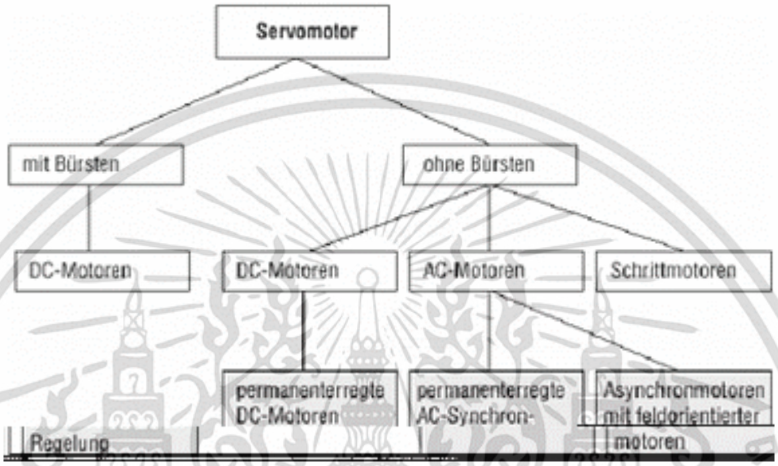
เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ ความเร็ว มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่(หมุน) (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง ขนาดของ Servo Motor จะมีหน่วยในการบอกขนาดเป็นวัตต์ (Watt) Servo Motor ของPanasonic จะมีขนาดตั้งแต่ 50W-15kWทำให้ผู้ใช้งานมีความหลากหลายในการใช้งาน

รูปที่ 2.3 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 ประเภทของเซอร์โวมอเตอร์

โดยทั่วจะมีทั้งดีซีและเอซีเซอร์โว ในเครื่องจักรรุ่นเก่าๆเราจะพบว่า DC Servo Motor มีการใช้เครื่องจักรกลอุตสาหกรรมมากกว่า AC Servo Motor เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาการควบคุมกระแสกระแสสูงๆนั้นจะต้องใช้ SCRs แต่ปัจจุบันทรานซิสเตอร์ได้พัฒนาขีดความสามารถให้ตัดต่อกระแสสูงและใช้งานที่ความถี่ได้สูงๆขึ้น จึงทำให้ระบบควบคุมทางเอซีและระบบเซอร์โวได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ซึ่งสามารถแยกประเภทของเซอร์โวได้ดังนี้



รูปที่ 2.4 นิยามตามคู่มืออ้างอิงเซอร์โวฉบับภาษาเยอรมัน

1. มอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่าน

เซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้ที่สเตเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ส่วนโรเตอร์ยังใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตอร์เรียงกระแสเข้าสู่ขดลวดอาร์เมเจอร์ เหมือนกับดีซีมอเตอร์ทั่วไป

2. เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน

เซอร์โวมอเตอร์ในกลุ่มนี้ประกอบด้วยดีซีเซอร์โว (DC Brushless Servo โรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร) เอซีเซอร์โว (AC Servo) ซึ่งมีทั้งแบบซิงโครนัสเซอร์โว อะซิงโครนัสเซอร์โว (การนำอินดัคชั่นมอเตอร์มาใช้ทำเป็นระบบขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์) และ สเตปปิ้งเซอร์โวมอเตอร์

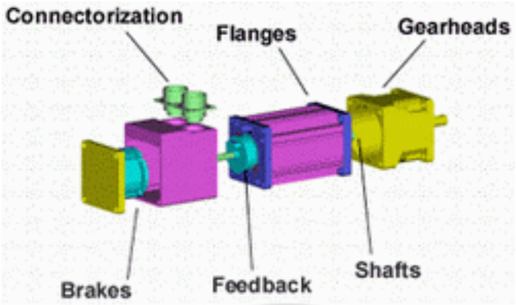
โครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์

ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของระบบควบคุมเซอร์โว ก็คือการใช้งานจะต้องเป็นแบบ Closed loop เท่านั้น การใช้งานระบบควบคุมเซอร์โวไม่สามารถเลือกควบคุมเป็นแบบ Open loop ได้เหมือนกันระบบขับเคลื่อนเอซี (AC Drives) การตอบสนองของระบบเซอร์โว เช่น อัตราเร่ง แรงบิด และตำแหน่งที่ควบคุมจะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หากไม่มีสัญญาณป้อนกลับไปยังชุดขับเคลื่อนเซอร์โว

การควบคุมการทำงานในระบบนี้อุปกรณ์ป้อนกลับหรือเอ็นโค๊ดเตอร์ (Encoder) จะมีบทบาทความสำคัญอย่างยิ่งเสมือนกับเป็นของคู่กันชนิดที่เรียกว่าขาดซึ่งกันและกันไม่ได้ ในทางปฏิบัติจึงทำเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเอ็นโค๊ดเตอร์ ถูกออกแบบและผลิตสร้างขึ้นมาคู่กันในลักษณะเป็นแพ็คเกจ (Package ซึ่งมี Encoder ติดอยู่ที่ส่วนท้ายของมอเตอร์ ดังรูป



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ AC servo Motor

Gearheads = เกียร์สำหรับลดความเร็วรอบเพื่อเพิ่มแรงบิด

Shafts = เพลาของมอเตอร์

Flanges = หน้าแปลนสำหรับติดตั้งมอเตอร์

Feed back = อุปกร์ป้อนกลับหรือ encoder

Connectorization = ขั้วต่อสายไฟเข้ามอเตอร์ และขั้วต่อสายสำหรับ Encoder

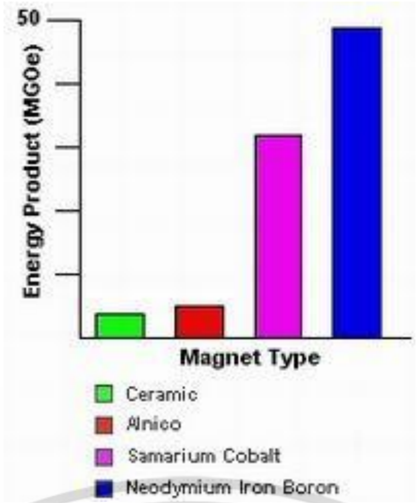
Breakes = ชุดเบรก

โครงสร้างของ AC servo Motor จะคล้ายกับมอเตอร์ 3 เฟสทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะประกอบด้วย 2ส่วนที่สำคัญ คือ สเตเตอร์และโรเตอร์ โดยสเตเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด ขดลวดภายในจะต่อเป็นแบบสตาร์ (Star หรือ WYE) และมีสายต่อมาที่ขั้วต่อสายด้านนอก 3 เส้น (จุดนิวทรอลจะอยู่ด้านใน) ส่วนโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ไม่มีขดลวดพัน,ไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และไม่มีแปรงถ่าน (Brushless)

โครงสร้างที่ไม่มีขดลวดพันไม่และแปรงถ่าน จะทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์สูงขึ้น ไม่มีการสูญเสียในขดลวดทองแดง ไม่ต้องบำรุงรักษาเนื่องจากแปรงถ่าน ไม่เกิดประกายไฟเนื่องจากการเรียงกระแสจากแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตอร์ไปยังขดลวดทองแดงที่พันอยู่ในตัวโรเตอร์

สำหรับวัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวรนี้จะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับราคาและเทคโนโลยีของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ ซึ่งมีตั้งแต่ชนิดทีราคาถูกเช่น เซรามิก (เฟอไรต์) จนถึงการใช้วัสดุที่มีราคาแพงอย่างเช่น ซามาเรียม โคบอลต์ หรือ นีโอไดเมียม เป็นต้น (ปัจจุบันเอซีเซอร์โวมอเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุสารแม่เหล็กแบบ นีโอไดเมียม เนื่องจากมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็ก และความเหมาะสมเรื่องราคาดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุสารแม่เหล็กแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

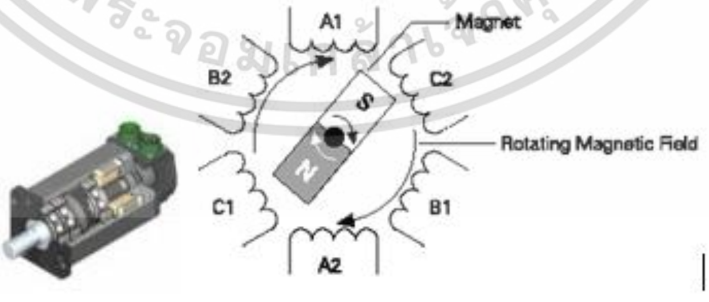


รูปที่ 2.6 แสดงวัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวร

หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้จะคล้ายกับการทำงานของซิงโครนัสมอเตอร์ 3 เฟส กล่าวคือ เมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า และหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่า ความเร็วซิงโครนัส (synchronous speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน และจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม

จากลักษณะโครงสร้างของโรเตอร์และหลักการทำงานที่เหมือนกับซิงโครนัสมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบเอซี แต่ไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ไม่มีซี่คอมมิวเตอรเตอร์ จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีชื่อเรียกขานแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกทับศัพท์ว่า Permanent Magnet Synchronous Motor(PMSM) ซึ่งหมายถึงซิงโครนัสมอเตอร์ที่ไม่มีแปรงถ่าน บ้างก็เรียกว่าเอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo motor) หรือบ้างก็เรียกสั้นๆย่อๆว่า AC Brushless หรือ Brushless Motor เป็นต้น

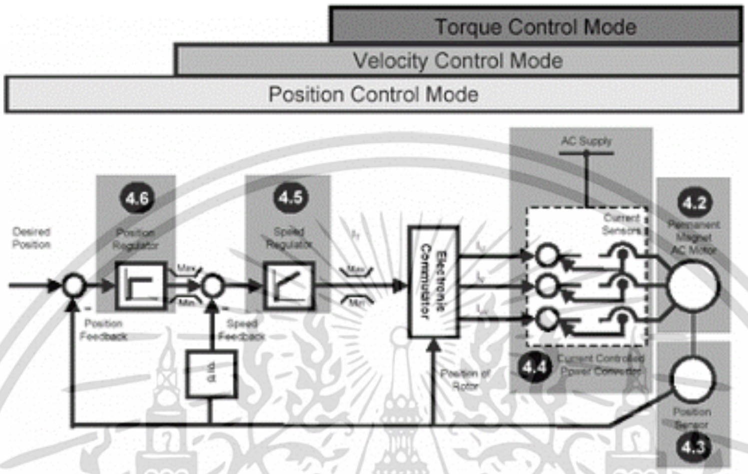


รูปที่ 2.7 : โครงสร้างและการทำงานของ AC Servo Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

ลักษณะของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นระบบควบคุมแบบลูปปิด(Closed loop control) ซึ่งประกอบด้วย 3 โหมดการควบคุมคือ โหมดการควบคุมแรงบิด (Torque Control Mode) ซึ่งอยู่วงรอบหรือลูปในสุด โหมดการควบคุมอัตราเร่ง(Velocity Control Mode) และโหมดการควบคุมตำแหน่ง(Position Control Mode) ซึ่งอยู่ลูปด้านนอกสุด โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญๆดังรูป



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

1. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) (ตำแหน่ง 4.2)
2. ชุดควบคุมการขับเคลื่อนเซอร์โว (Servo Drive,Servo Amplifier หรือบ้างก็เรียกว่า servo controller) (ตำแหน่ง 4.4, 4.5, 4.6)
3. อุปกรณ์ป้อนกลับ (Feedback Device เช่น Speed encoder และ Position Sensor) (ตำแหน่ง 4.3)

องค์ประกอบในการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

การทำงานเพียงตัว Servo Motor เพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถทำงานได้ การที่จะให้ Servo Motor จะควบคุมลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นนั้นต้องมีองค์ประกอบดังนี้

1.คอนโทรลเลอร์ (Controller)

หลักการทำงานหลักๆ หน้าที่ของ Controller คือ มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งานว่าต้องการให้ Servo Motor นั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไหร่และระยะทาง ใกล้หรือไกลแค่ไหน หน้าที่ตรงจุดนี้จะเป็น Controller จะเป็นตัวกำหนดให้กับตัว Servo Moter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 คอนโทรลเลอร์ (Controller)

2. เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

หน้าที่ของ Servo Driver คือ จะรับสัญญาณมาจาก Controller และสั่งการให้กับตัว Servo Motor เคลื่อนที่ตามที่ Controller สั่งการมา แต่ทำไม Controller ไม่สั่งการควบคุมไปที่ Servo Motor โดยตรง เนื่องจาก Servo Driver จะเป็นตัวที่ปรับตั้งค่าของตัว Servo Motor ให้ทำงานตามรูปแบบของการควบคุมไม่ว่า จะเป็นการควบคุม ความเร็ว(Speed Control) , แรงบิด(Toucque) และ ตำแหน่ง (Position Control) ตัว Servo Driver จะเป็น ตัวกำหนดค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับตัว Servo Motor ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะฉะนั้นเมื่อใช้ Servo Motor ก็จะต้องมี Servo Driver เสมอ

รูปที่ 2.10 เซอร์โวไดรฟ์เวอร์ (Servo Driver)

3. เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor)

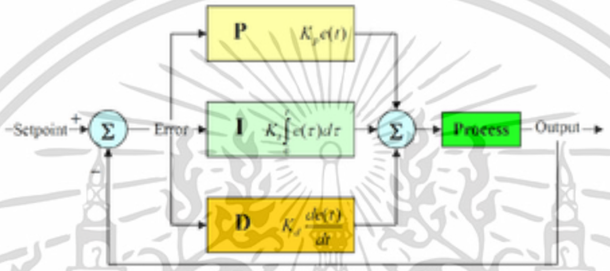
หน้าที่ของเซอร์โวมอเตอร์ คือ ขับเคลื่อนอุปกรณ์ของเครื่องจักรกลหรือระบบของการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ ได้รับคำสั่งจากตัว Servo Driver พร้อมกับส่งสัญญาณป้อนกลับให้กับตัว Servo Driver ว่าตอนนี้ Servo Motor เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วเท่าไหร่และระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่าไหร่แล้ว ด้วยสัญญาณของตัว Encoder ที่อยู่ภายในตัว Servo Motor ทำให้การเคลื่อนที่ของ Servo Motor นั้นมีความแม่นยำสูง

2.4 PID Controller

ระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ (PID controller) เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการ ตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของ PID ที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ



รูปที่ 2.11 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี

วิธีคำนวณของ PID ขึ้นอยู่กับสามตัวแปรคือค่าสัดส่วน, ปริพันธ์ และ อนุพันธ์ ค่าสัดส่วนกำหนดจากผลของความผิดพลาดในปัจจุบัน, ค่าปริพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของผลรวมความผิดพลาดที่ซึ่งพึ่งผ่านพ้นไป, และค่าอนุพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด น้ำหนักที่เกิดจากการรวมกันของทั้งสามนี้จะใช้ในการปรับกระบวนการ

โดยการปรับค่าคงที่ใน PID ตัวควบคุมสามารถปรับรูปแบบการควบคุมให้เหมาะกับที่กระบวนการต้องการได้ การตอบสนองของตัวควบคุมจะอยู่ในรูปของการไหวตัวของตัวควบคุมจนถึงค่าความผิดพลาด ค่าโอเวอร์ชูต (overshoots) และ ค่าแกว่งของระบบ (oscillation) วิธี PID ไม่รับประกันได้ว่าจะเป็นระบบควบคุมที่เหมาะสมที่สุดหรือสามารถทำให้กระบวนการมีความเสถียรแน่นอน

2.5 รถขับเคลื่อนอัตโนมัติ (AGV)

เป็นรถที่มีการขับเคลื่อนโดยไม่มีคนขับ เคลื่อนไปตามทางบนเส้นลวดที่ฝังไว้ใต้พื้นของโรงงาน สามารถควบคุมเส้นทางเดินของรถได้โดยคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันมีการใช้อัลกอริทึม (algorithms) หลาย ๆ แบบเพื่อการคำนวณเส้นทางของลวดที่จะฝังลงบนพื้นและคำนวณเส้นทางที่น่าพอใจที่สุดของรถจากจุดเริ่มต้นไปสู่จุดหมาย เส้นทางที่กล่าวถึงอาจเป็นแบบแสง (passive fluorescent) หรือแบบแม่เหล็ก (magnetic line) ถูกทาสีบนพื้นหรือการใช้ลวดนำทาง (active guide wire) ฝังไปในพื้น ส่วนประกอบของการนำทางของ AGV ประกอบด้วยตัวนำทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบซึ่งปล่อยรถออกและควบคุมการนำทาง การติดต่อกับรถทำได้โดยลวดนำทางซึ่งฝังไว้ใต้พื้น ตัวนำระบบถูกติดต่อกับรถทั้งหมดตลอดเวลา แต่ละคันมีความถี่นำทางของมันเองและตามลวดนำทางไปกับการช่วยของตัวตรวจรู้ (sensor) ความถี่การติดต่อระดับสูงกว่าถูกใช้สำหรับการถ่ายทอดข้อมูลระหว่างตัวนำระบบกับแผงคอมพิวเตอร์ (on-board computers)

ดังนั้นตัวนำระบบจะได้รับการแจ้งตลอดเวลาเกี่ยวกับตำแหน่งและสภาวะของการยกของรถ ตำแหน่งของรถสามารถแสดงได้บนสถานี (terminal) วัสดุซึ่งอยู่บนรถถูกกำหนดโดยการอ่านสัญลักษณ์บาร์โค๊ด (bar code) และข่าวสารถูกถ่ายทอดไปโดยช่องของข้อมูลไปยังตัวนำระบบ การเดินทางของรถทั่วทั้งโรงงานถูกกำหนด ณ จุดยุทธศาสตร์เนื่องจากผลตอบสนองในพื้นและตัวรับในรถ ณ จุดที่กำหนดรถได้รับคำแนะนำในการติดตามเส้นทางที่ให้ไว้ หน้าที่ที่จำเป็นของตัวนำระบบมีดังนี้

1. การเลือกของรถและการจัดการกับรถที่ว่าง
2. การควบคุมของการจัดสรรลำดับของรถ
3. การเก็บข้อมูลของตัวขนถ่าย
4. การควบคุมของทิศทางที่ถูกต้อง

ส่วนประกอบของ AGV

1. ส่วนของตัวรถ
2. ส่วนของตัวตรวจเช็คเส้นทาง (Guided sensor)
3. ส่วนของตัวตรวจเช็คความปลอดภัย (Safety sensor)
4. ส่วนของต้นกำลัง (Motor)
5. ส่วนของไฟฟ้าภายในตัวรถ (Power supply)
6. ส่วนของอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power electronics)
7. ส่วนของตัวควบคุม (Controller)

ระบบการนำทางและวางแผนเส้นทาง

จากการช่วยของโมดูล (module) การนำทางและการวางแผนเส้นทางรถสามารถคำนวณเส้นทางของมันตามพื้นโรงงาน มันจะพยายามวางแผนเส้นทางที่น่าพอใจมากที่สุดระหว่างตำแหน่งเริ่มและตำแหน่งเป้าหมายและมันพยายามที่จะอยู่บนเส้นทางนั้น หลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางและการชนที่เป็นไปได้ ระบบการนำทางต้องถูกปรับปรุงในการใช้งาน บ่อยครั้งงานง่ายๆในระบบการเก็บวัสดุสามารถที่จะแก้ไขได้โดยการคำนวณคงที่ (dead reckoning) ของรถจากจุดเริ่มถึงจุดเป้าหมาย

1. ที่ระดับการวางแผน ผู้วางแผนวาดเส้นทางที่เป็นไปได้และไม่มีการชนเกิดขึ้นโดยการใช้อัลกอริทึมที่ชาญฉลาด (expert knowledge) อย่างไรก็ตาม ณ จุดเริ่มต้นรถต้องคำนวณจุดเริ่มของมัน สิ่งนี้ทำโดยเริ่มตรงที่รู้โดยตัวตรวจรู้ (sensor) ผู้วางแผนอาจจะลองค้นหาเพื่อเจอแผนที่ดีที่สุด ตามเงื่อนไขของการพึงพอใจมากที่สุดแล้วอาจจะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเส้นทางที่มีสิ่งกีดขวางอยู่น้อยที่สุด

2. ที่ระดับการนำทางมีโมดูล (module) การวางแผนท้องถิ่นซึ่งมีความรู้เกี่ยวกับเส้นทาง วัตถุของมันและสิ่งกีดขวางที่เป็นไปได้ การวางแผนที่ดีของการนำทางถูกทำบนพื้นฐานของแผนซึ่งถูกร่างจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับก่อนหน้านี้ ดังนั้นสภาวะท้องถิ่นทั้งหมดอาจจะถูกพิจารณา มันเป็นสิ่งสำคัญในการเข้าใจสิ่งกีดขวางที่ไม่รู้โดยการใช้ตัวตรวจรู้ (sensors) และรายงานสภาวะที่ไม่ปกติให้กับระบบวางแผนปัญหาทั้งหมดต้องถูกพิจารณาเพื่อการวางแผนในอนาคต

3. ที่ระดับการขับเป็นสิ่งที่ถูกกระทำเป็นหน้าที่การควบคุมเบื้องต้นของรถ สำหรับการวางแผนเส้นทางเดิน แผนที่ของโลกถูกใช้ในการแสดงเส้นทางที่จะเดินทางในรายละเอียด สำหรับการปฏิบัติการง่ายๆแผนที่สองมิติก็เพียงพอสำหรับเส้นทาง ทางแยกย่อยแลทางตัด กับการช่วยของแผนที่ส่วนของเส้นทางถูกคำนวณ

รูปที่ 2.12 ตัวอย่างรถ AGV

2.6 การควบคุมแบบป้อนกลับด้วยตัวควบคุม PID

ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ หมายถึง ระบบควบคุมที่ต้องการควบคุมให้เอาท์พุทหรือผลตอบสนองของระบบมีค่าตามที่ต้องการ โดยการนำเอาสัญญาณเอาท์พุทป้อนกลับมาเปรียบเทียบ กับสัญญาณอินพุท ซึ่งการป้อนกลับนี้จะต้องเป็นการป้อนกลับแบบลบ (Negative Feedback) จากนั้นนำค่าความแตกต่างระหว่างอินพุทกับเอาท์พุท ส่งต่อไปยังส่วนสร้างสัญญาณควบคุมซึ่งจะทำ การสร้างสัญญาณควบคุมที่เหมาะสมตามกฎเกณฑ์การควบคุมที่เลือกไว้และส่งสัญญาณออกไป ควบคุมระบบเพื่อทำให้เอาท์พุทของกระบวนการที่ถูกควบคุมมีค่าตามต้องการ ระบบควบคุม ป้อนกลับนี้อาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบควบคุมแบบลูปปิดหรือระบบอัตโนมัติก็ได้ ระบบควบคุมแบบป้อนกลับโดยทั่วไปประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ส่วน คือ

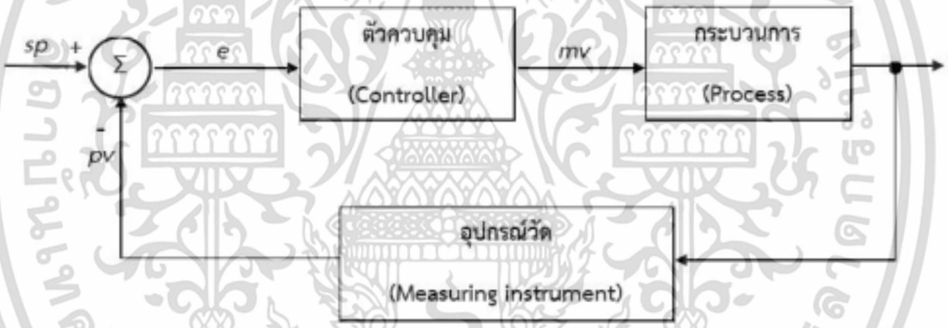
1. ตัวควบคุม (Controller) หมายถึงเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุม เพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบหรือกระบวนการที่ต้องการควบคุม มีเอาท์พุทหรือ ผลตอบสนองตามความต้องการตัวควบคุมจะมีหลายแบบ เช่น ตัวควบคุมแบบ ON – OFF ตัวควบคุมแบบ Proportional (P) ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมแบบ Integral (I) ตัวควบคุมแบบ Derivative (D) หรือการใช้ตัวควบคุมหลายๆ แบบรวมกัน เช่น ตัวควบคุมแบบ PI ตัวควบคุมแบบ PD และตัวควบคุมแบบ PID เป็นต้น ซึ่งสัญญาณที่ออกจากตัวควบคุมจะ เรียกว่าตัวแปรปรับกระบวนการ (Manipulated Variable: mv)

2. กระบวนการ (Plant or Process) หมายถึงระบบหรือกระบวนการที่ถูกควบคุม หรืออาจจะเป็นวัตถุทางกายภาพที่ถูกควบคุมก็ได้ เช่น กระบวนการเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิ กระบวนการเกี่ยวกับการควบคุมความดัน เป็นต้น กระบวนการนี้รวมถึงอุปกรณ์ควบคุม สุดท้าย (Final Control Element) ซึ่งสถานะของกระบวนการเรียกว่าตัวแปรกระบวนการ (Process Variable: pv)

3. อุปกรณ์วัด (Measuring Instruments) หมายถึงอุปกรณ์ที่อาจจะได้แก่ เซนเซอร์ (Sensor) ทรานสดิวเซอร์ (Transducer) อุปกรณ์แปลง (Transmitter) หรือวัดสัญญาณอื่นๆ ที่ทำหน้าที่วัดค่าของเอาท์พุทของระบบที่ถูกควบคุมแล้วป้อนกลับไปเพื่อทำการเปรียบเทียบ กับอินพุทของระบบ โดยสัญญาณที่ใช้เป็นสัญญาณมาตรฐานทางอุตสาหกรรม ได้แก่ สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 4 – 20 มิลลิแอมป์แปร์ (4 – 20 mADC) สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 1-5 โวลท์ (1-5 VDC) หรือ สัญญาณลมขนาด 3 – 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว (3-15 PSI) เป็นต้น



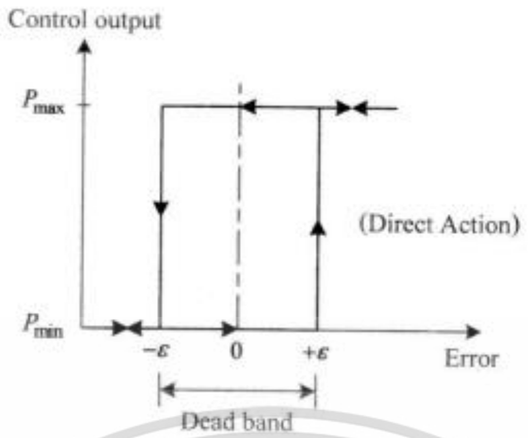
รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างของระบบควบคุมแบบป้อนกลับโดยทั่วไป

2.7 กริยาการควบคุมของการควบคุมแบบป้อนกลับ

2.7.1 กริยาการควบคุมแบบ ON-OFF

การควบคุมแบบ ON-OFF เป็นการควบคุมแบบที่ง่ายที่สุดและนิยมใช้ในการควบคุม กระบวนการที่ไม่ต้องการความเที่ยงตรงสูง โดยการควบคุมจะทำงานเพียง 2 สถานะ คือ เปิด (100%) กับปิด (0%) เท่านั้น กริยาการควบคุมแบบ ON-OFF ดังรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงกริยาการควบคุมแบบ ON-OFF

จากรูปที่ 2.13 จะเห็นว่าถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าวิกฤต (+ε) ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมจะเปลี่ยนจาก 0% เป็น 100% เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าค่าวิกฤต (-ε) ค่าเอาท์พุท ของตัวควบคุมจะเปลี่ยนจาก 100% เป็น 0% ค่าเอาท์พุทที่อยู่ในช่วงเดทแบนด์ (Dead Band) จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใดซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการเสียดทานที่ไม่ได้คาดไว้ก่อนหรือบางครั้งก็ จำเป็นต้องทำให้เกิดช่วงเดทแบนด์ขึ้นเพื่อป้องกันการ ON – OFF บ่อยเกินไปอันจะทำให้อุปกรณ์ ควบคุมหรือกระบวนการได้รับความเสียหาย แต่ช่วงเดทแบนด์นี้ต้องไม่กว้างนักเพราะจะทำให้ค่า ความเที่ยงตรงของการควบคุมลดลง

2.7.2 กริยาการควบคุมแบบ Proportional(P)

กริยาการควบคุมแบบ P นั้น ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมจะแปรผันตรงกับค่าความคลาดเคลื่อน คือ ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่ามากขึ้น ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมก็จะมีค่ามากขึ้นตาม และถ้าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยลง ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมก็จะมีค่าน้อยลงตามกริยาการ ควบคุมแบบ P

2.7.3 กริยาการควบคุมแบบ Integral(I)

กริยาการควบคุมแบบ I หรือสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การควบคุมแบบรีเซ็ท (Reset Control) โดยค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมหาได้จากการหาค่าพื้นที่ทั้งหมดภายในกราฟของค่าความคลาดเคลื่อนต่อเวลาคูณกับค่าคงที่ที่เรียกว่า อัตราขยายของตัวควบคุมแบบ I

2.7.4 กริยาการควบคุมแบบ Derivative (D)

กริยาการควบคุมแบบ D เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าการควบคุมแบบอัตราส่วน (Rate Action) โดยสัญญาณเอาท์พุทของตัวควบคุมจะขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความคลาดเคลื่อนต่อ เวลาจะเห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนนี้มีโอกาสเป็นศูนย์ได้ และค่าเอาท์พุทก็สามารถเปลี่ยนแปลงให้มีค่าสูงขึ้นเมื่อความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลงซึ่งเรียกการกระทำดังกล่าวว่า อัตราการกระทำ (Rate Action)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 กริยาการควบคุมแบบ Proportional-Integral(PI)

ตามที่กล่าวมาแล้วว่ากริยาการควบคุมแบบ P นั้น จะมีออฟเซ็ทเกิดขึ้นซึ่งการกำจัดค่าออฟเซ็ทนี้สามารถทำได้โดยการเพิ่มกริยาการควบคุมแบบ I เข้าไป ดังนั้นสมการเอาท์พุทของตัว ควบคุมแบบ PI

2.7.6 กริยาการควบคุมแบบ Proportional-Derivative (PD)

การประยุกต์ใช้กริยาการควบคุมแบบ P ร่วมกับกริยาการควบคุมแบบ D เพื่อทำให้ ผลตอบสนองของระบบรวดเร็วขึ้นแต่จะไม่มีผลโดยตรงต่อผลตอบสนองของระบบที่สภาวะคงที่ซึ่งสมการเอาท์พุทของกริยาการควบคุมแบบ PD

2.7.7 กริยาการควบคุมแบบ Proportional-Integral-Derivative (PID)

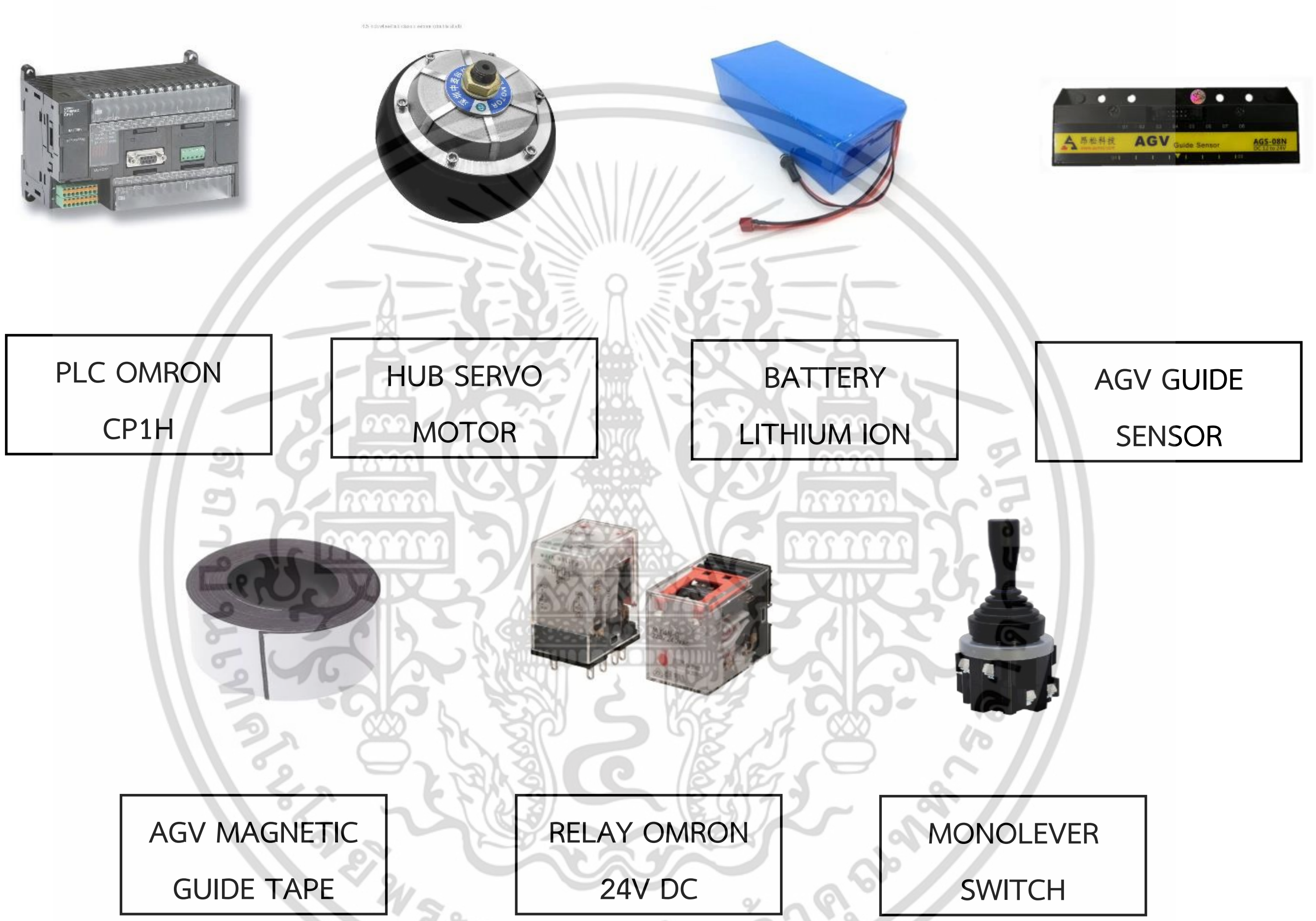
จากที่ได้กล่าวมาแล้วเพื่อให้ผลตอบสนองของระบบควบคุมมีสมรรถนะเป็นไปตามต้องการจึงใช้กริยาการควบคุมทั้ง 3 แบบร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ได้กริยาการควบคุมแบบ PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการทำงาน

3.1 โครงสร้างของระบบโดยรวม

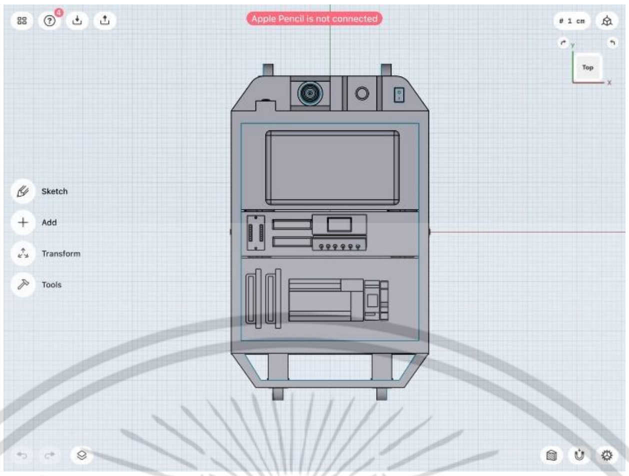
3.1.1 ระบบทั้งหมดประกอบไปด้วย



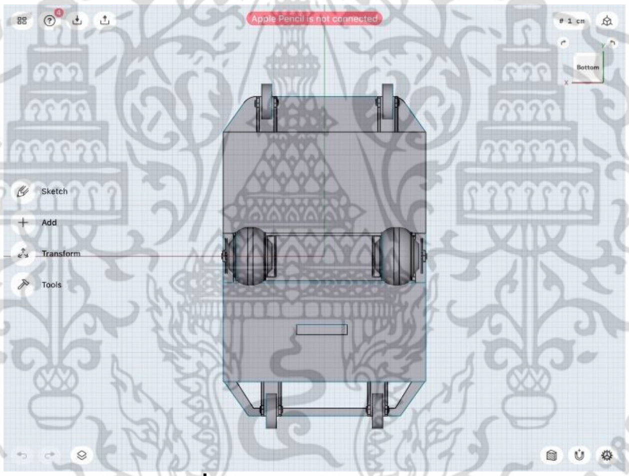
โครงสร้างของระบบโดยรวมประกอบไปด้วย PLC OMRON CP1H ใช้ควบคุม HUB SERVO MOTOR เมื่อ AGV GUIDE SENSOR ส่งค่าที่ตรวจจับได้จาก AGV MAGNETIC GUIDE TAPE เพื่อควบคุมให้รถวิ่งตรงตามเส้นทางที่กำหนด และมี MONOLEVEL SWITCH ที่ใช้ควบคุมแบบ Manual ได้ทำให้รถมีการทำงานได้ทั้ง 2 ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

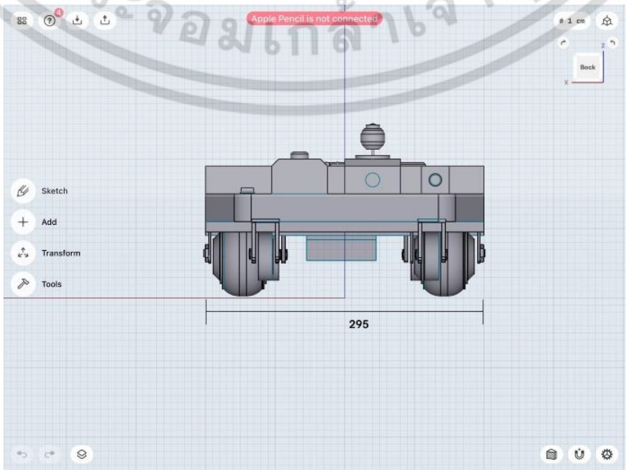
3.2 การออกแบบโครงสร้างยานขนส่งวัตถุอัตโนมัติ



รูปที่ 3.1 โครงสร้างด้านบน

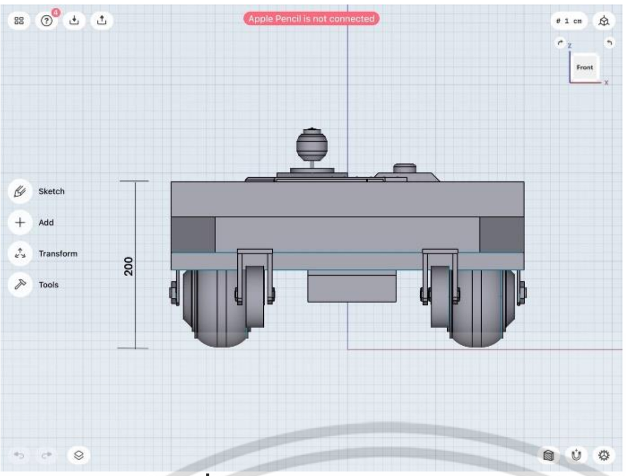


รูปที่ 3.2 โครงสร้างด้านล่าง

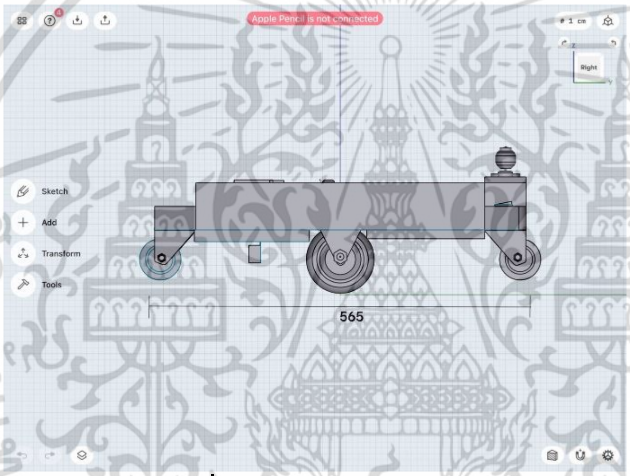


รูปที่ 3.3 โครงสร้างด้านหลัง

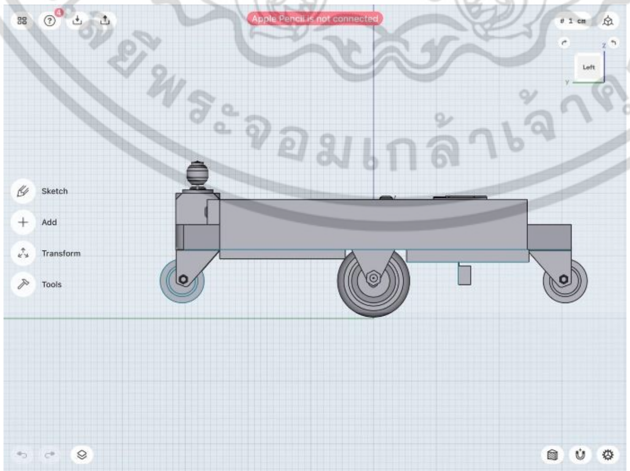
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างด้านหน้า



รูปที่ 3.5 โครงสร้างด้านซ้าย

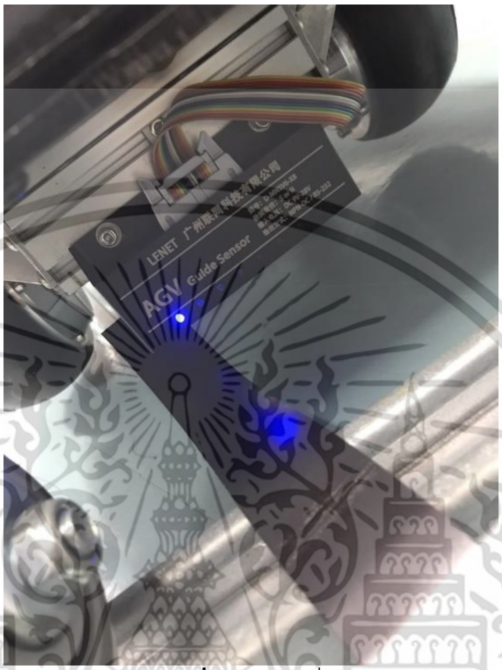


รูปที่ 3.6 โครงสร้างด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ศึกษาการทำงานของ AGV GUIDE SENSOR ที่อ่านค่าจาก AGV MAGNATIC GUIDE TAPE

3.3.1 การอ่านค่าบิตที่ 0 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว



รูปที่ 3.7 บิตที่ 0

3.3.2 การอ่านค่าบิตที่ 0 และ 1 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

รูปที่ 3.8 บิตที่ 0 และ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การอ่านค่าบิตที่ 0,1 และ 2 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

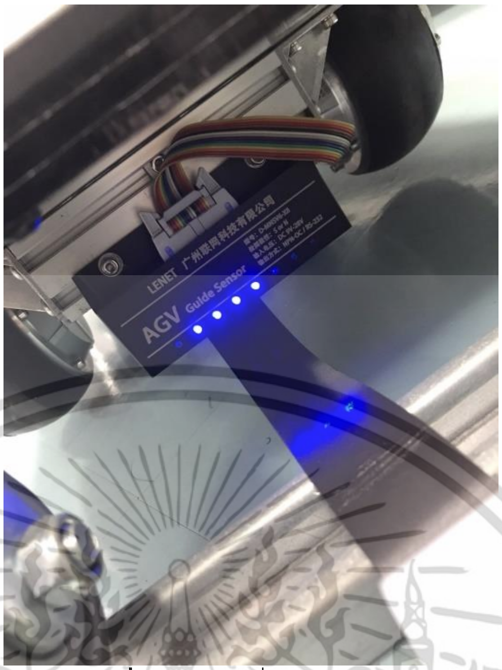
รูปที่ 3.9 บิตที่ 0,1 และ 2

3.3.4 การอ่านค่าบิตที่ 0,1,2 และ 3 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

รูปที่ 3.10 บิตที่ 0,1,2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 การอ่านค่าบิตที่ 1,2,3 และ 4 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว



รูปที่ 3.11 บิตที่ 1,2,3 และ 4

3.3.6 การอ่านค่าบิตที่ 2,3,4 และ 5 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

รูปที่ 3.12 บิตที่ 2,3,4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 การอ่านค่าบิตที่ 3,4,5 และ 6 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

รูปที่ 3.13 บิตที่ 3,4,5 และ 6

3.3.8 การอ่านค่าบิตที่ 4,5,6 และ 7 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

รูปที่ 3.14 บิตที่ 4,5,6 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 การอ่านค่าบิตที่ 5,6 และ 7 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

รูปที่ 3.15 บิตที่ 5,6 และ 7

3.3.10 การอ่านค่าบิตที่ 6 และ 7 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

รูปที่ 3.16 บิตที่ 6 และ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

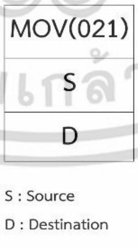
3.3.11 การอ่านค่าบิตที่ 7 จะสั่งให้รถเลี้ยวซ้ายด้วยความเร็ว

รูปที่ 3.17 บิตที่ 7

3.4 ฟังก์ชันที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

3.4.1 ฟังก์ชัน MOV(0211)

ฟังก์ชัน MOV(021) ใช้ในการส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ตำแหน่งที่ต้องการโดยจะคัดลอกเป็นจำนวน 1 เวิร์ด หรือ 16 บิต

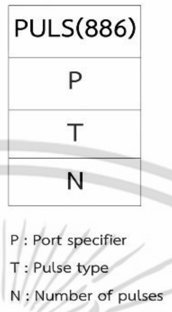


รูปที่ 3.18 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน MOV(021)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ฟังก์ชัน PULS(886)

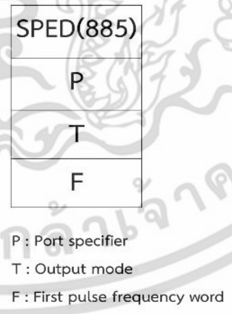
ใช้ในการกำหนดปริมาณ Pulse เอาต์พุต หรือ จำนวน Pulse เอาต์พุตเพื่อส่งจำนวน Pulse เอาต์พุต เมื่อมีการเริ่มการใช้งาน โดยฟังก์ชัน PULS(886) จำเป็นจะต้องใช้ร่วมกับฟังก์ชัน SPED(885) หรือ ACC(888)



รูปที่ 3.19 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PULS(886)

3.4.2 ฟังก์ชัน SPED(885)

ฟังก์ชัน SPED(885) ถูกใช้ในการกำหนดค่าความถี่ของ Pulse เอาต์พุตโดยฟังก์ชันนี้สามารถเลือกใช้งานในรูปแบบของ โหมดระบุตำแหน่ง หรือใช้ใน โหมดความเร็ว แต่ในการใช้งานในโหมดระบุตำแหน่งจำเป็นต้องใช้งานร่วมกับฟังก์ชัน PULS(886) เพื่อให้สามารถใช้งานในโหมดระบุตำแหน่งได้

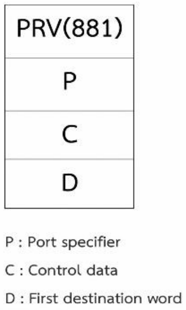


รูปที่ 3.20 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน SPED(885)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ฟังก์ชัน PRV(881)

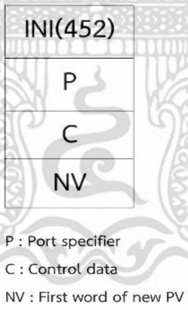
ใช้ในการอ่าน PV ตัวนับความเร็วสูงและ PV เอาต์พุต Pulse



รูปที่ 3.21 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PRV(881)

3.4.4 ฟังก์ชัน INI(880)

ใช้ในการดำเนินการเพื่อเริ่มเปรียบเทียบกับตารางเปรียบเทียบตัวนับความเร็วสูงเพื่อหยุดเปรียบเทียบกับตารางเปรียบเทียบตัวนับความเร็วสูงเพื่อเปลี่ยน PV ของเคาน์เตอร์ความเร็วสูงเพื่อเปลี่ยน PV ของอินพุตขัดจังหวะในโหมดตัวนับเพื่อเปลี่ยน PV ของเอาต์พุตพัลส์ (แหล่งกำเนิดคงที่ที่ 0) เพื่อหยุดเอาต์พุตพัลส์

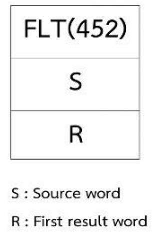


รูปที่ 3.22 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน INI(880)

3.4.5 ฟังก์ชัน FLT(452)

ใช้แปลงค่าไบนารีที่เซ็นชื่อแบบ 16 บิตเป็นข้อมูลจุดลอยตัวแบบ 32 บิต และวางผลลัพธ์เป็นคำผลลัพธ์ที่ระบุ

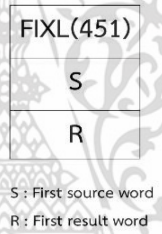
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน FLT(452)

3.4.6 ฟังก์ชัน FIXL(451)

ใช้แปลงค่าจุดทศนิยมลอยตัวแบบ 32 บิตเป็นข้อมูลไบนารีที่เซ็นชื่อแบบ 32 บิต และวางผลลัพธ์เป็นคำผลลัพธ์ที่ระบุ



รูปที่ 3.23 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน FIXL(451)

3.4.8 ฟังก์ชัน PID(190)

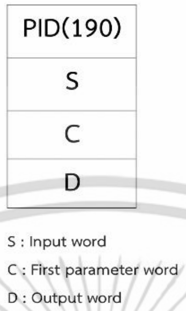
เมื่อเงื่อนไขการดำเนินการเปิด PID (190) จะดำเนินการควบคุม PID ที่กรองค่าเป้าหมายด้วยระดับความเป็นอิสระสององศาตามพารามิเตอร์ที่กำหนดโดย C (ตั้งค่าตั้งค่าค่าคงที่ PID ฯลฯ) จะใช้ช่วงข้อมูลไบนารีที่ระบุจากเนื้อหาของคำที่ป้อนเข้า S และดำเนินการ PID ตามพารามิเตอร์ที่ตั้งไว้ ผลลัพธ์จะถูกจัดเก็บเป็นตัวแปรที่มีการจัดการในคำ D ผลลัพธ์ พารามิเตอร์จะได้รับเมื่อเงื่อนไขการดำเนินการเปลี่ยนจากปิดเป็นเปิด และการตั้งค่าสถานะข้อผิดพลาดจะเปิดขึ้นหากการตั้งค่าอยู่นอกช่วงที่อนุญาต

หากการตั้งค่าอยู่ในช่วงที่อนุญาต การประมวลผล PID จะดำเนินการโดยใช้ค่าเริ่มต้นการดำเนินการแบบไม่มีข้อผิดพลาดไม่ได้ดำเนินการในขณะนี้ จะใช้สำหรับตัวแปรที่ถูกจัดการในการประมวลผล PID ที่ตามมา (การดำเนินการแบบไม่มีข้อผิดพลาดคือการประมวลผลที่ค่อยๆ เปลี่ยนแปลงตัวแปรที่ถูกจัดการเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน)

เมื่อเงื่อนไขการดำเนินการเปิดขึ้น PV สำหรับช่วงเวลาสุ่มตัวอย่างที่ระบุจะถูกป้อนและดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Proportion gain (Kp) – คือค่า Kp ของสมการ PID (.KP)
- Integral gain (Ki) – คือค่า Ki ของสมการ PID (.KI)
- Derivative time (Kd) – คือค่า Kd ของสมการ PID (.KD)



รูปที่ 3.24 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PID(190)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองในระบบ Auto โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กและบันทึกผลตามตารางโดยกำหนดความเร็วเป็น 3 ระดับ ดังนี้

4.1 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็ว 3 ความเร็ว

4.1.1 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็ว 150

โดยการนำรถในความเร็วที่ 1 ตามแถบแม่เหล็กในแต่ละบิตและตรวจสอบผลความผิดพลาดการวิ่งของรถ ดังตารางที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็ว 150

	bit0	bit1	bit2	bit3	bit4	bit5	bit6	bit7	ERROR
	0	0	1	1	1	1	0	0	O
	0	1	1	1	1	0	0	0	O
	1	1	1	1	0	0	0	0	O
	1	1	1	0	0	0	0	0	O
	1	1	0	0	0	0	0	0	O
Speed1	1	0	0	0	0	0	0	0	O
	0	0	0	1	1	1	1	0	O
	0	0	0	0	1	1	1	1	O
	0	0	0	0	0	1	1	1	O
	0	0	0	0	0	0	1	1	O
	0	0	0	0	0	0	0	1	O

หมายเหตุ : O แทนความถูกต้องในการวิ่งตามแถบแม่เหล็ก

X แทนความผิดพลาดในการวิ่งตามแถบแม่เหล็ก

Bit0=LSB , Bit7=MSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็ว 300

โดยการนำรถในความเร็วที่ 2 ตามแถบแม่เหล็กในแต่ละบิตและตรวจสอบผลความผิดพลาดการวิ่งของรถ ดังตารางที่ 4.1.2

ตารางที่ 4.1.2 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็วที่ 300

	bit0	bit1	bit2	bit3	bit4	bit5	bit6	bit7	ERROR
	0	0	1	1	1	1	0	0	O
	0	1	1	1	1	0	0	0	O
	1	1	1	1	0	0	0	0	O
	1	1	1	0	0	0	0	0	O
	1	1	0	0	0	0	0	0	O
Speed2	1	0	0	0	0	0	0	0	X
	0	0	0	1	1	1	1	0	O
	0	0	0	0	1	1	1	1	O
	0	0	0	0	0	1	1	1	O
	0	0	0	0	0	0	1	1	O
	0	0	0	0	0	0	0	1	X

หมายเหตุ : O แทนความถูกต้องในการวิ่งตามแถบแม่เหล็ก

X แทนความผิดพลาดในการวิ่งตามแถบแม่เหล็ก

Bit0=LSB , Bit7=MSB

4.1.3 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็ว 450

โดยการนำรถในความเร็วที่ 3 ตามแถบแม่เหล็กในแต่ละบิตและตรวจสอบผลความผิดพลาดการวิ่งของรถ ดังตารางที่ 4.1.3

ตารางที่ 4.1.3 การทดลองการวิ่งด้วยเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กของความเร็ว 450

	bit0	bit1	bit2	bit3	bit4	bit5	bit6	bit7	ERROR
	0	0	1	1	1	1	0	0	O
	0	1	1	1	1	0	0	0	O
	1	1	1	1	0	0	0	0	O
	1	1	1	0	0	0	0	0	O
	1	1	0	0	0	0	0	0	X
Speed3	1	0	0	0	0	0	0	0	X
	0	0	0	1	1	1	1	0	O
	0	0	0	0	1	1	1	1	O
	0	0	0	0	0	1	1	1	O
	0	0	0	0	0	0	1	1	X
	0	0	0	0	0	0	0	1	X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : O แทนความถูกต้องในการวิ่งตามแถบแม่เหล็ก

X แทนความผิดพลาดในการวิ่งตามแถบแม่เหล็ก

Bit0=LSB , Bit7=MSB

การทดลองในระบบ Manual โดยใช้จอยสติกในการควบคุมทิศทาการเคลื่อนที่ของรถให้ไปตามที่ต้องการและจะแสดงค่าที่เซ็ตไว้ดังนี้

4.2 การทดลองการเขียนการควบคุมการเคลื่อนที่แบบป้อนค่า

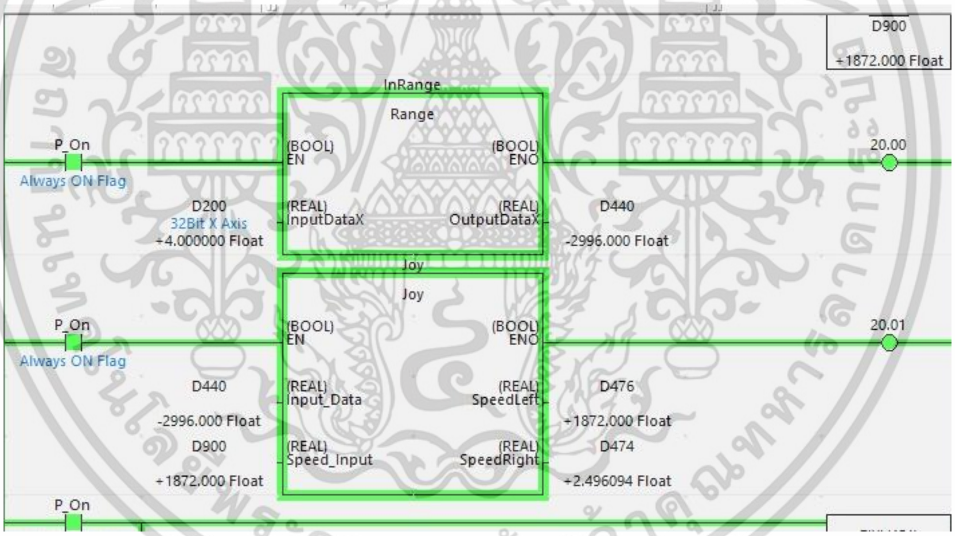
การทดลองการออกแบบโปรแกรมเบื้องต้นในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของรถโดยใช้เป็นการป้อนค่าแทนการใช้ปุ่มกดโดยมีเงื่อนไข ดังนี้

ก) ถ้าป้อนอินพุต X จะมีการสั่งให้เคลื่อนที่ไปทางขวา หรือ ซ้าย โดยในโปรแกรมเบื้องต้น

ข) โดยกำหนดว่า ถ้าค่าอินพุต X ที่ป้อนมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 200 จะเคลื่อนที่ไปขวา

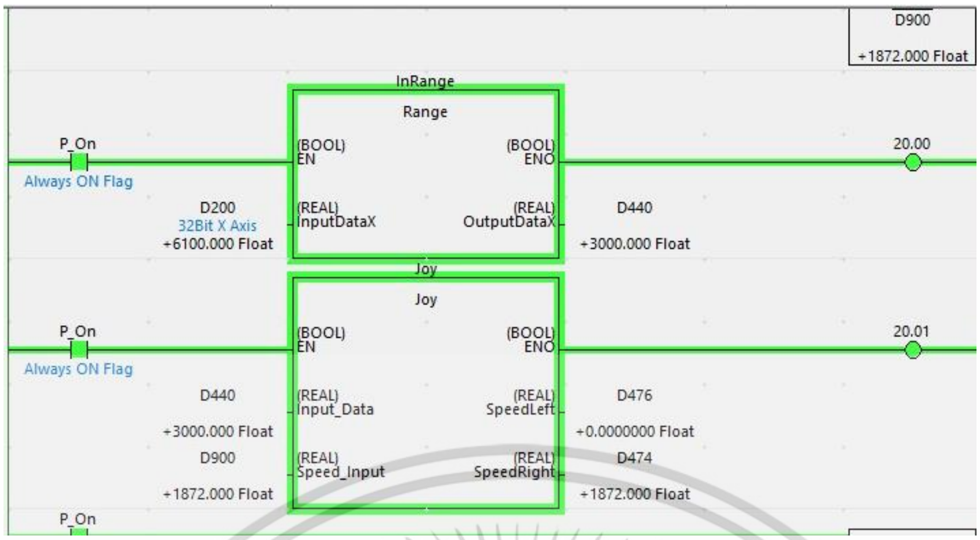
ค) ถ้าค่าอินพุต X ที่ป้อนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ -200 จะเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

ง) อินพุตทุกค่าถ้ามีค่ามากกว่า -200 ถึง น้อยกว่า 200 จะวิ่งตรง หรือในโปรแกรมเบื้องต้น

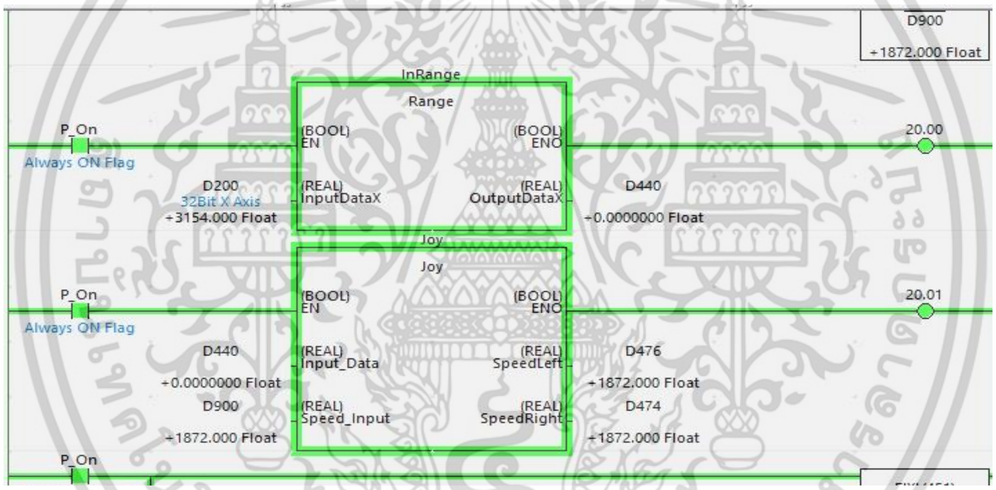


รูปที่ 4.1 อินพุต X ที่ป้อนมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ -200 จะเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



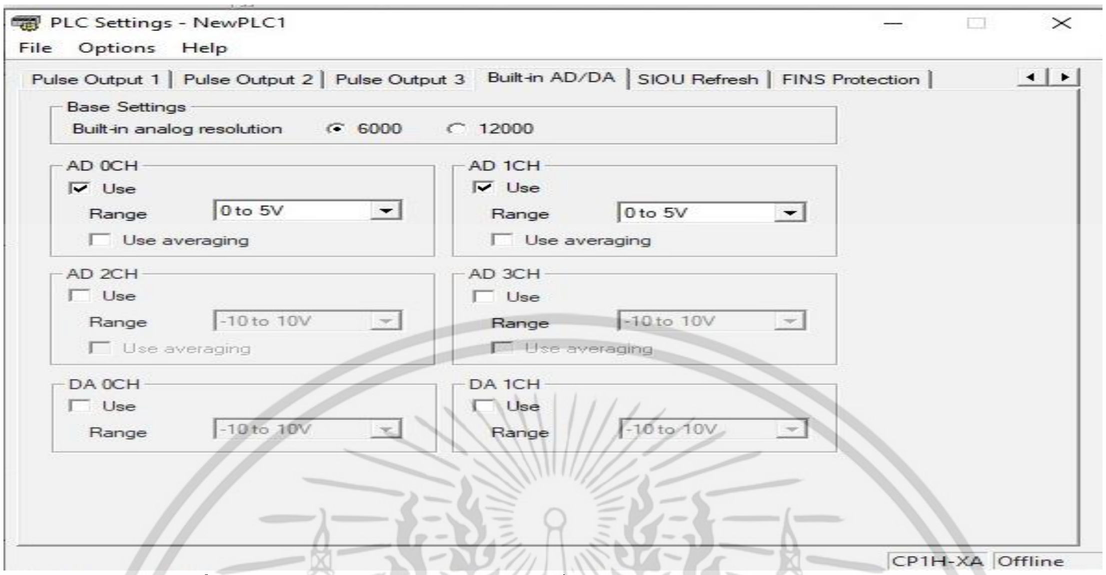
รูปที่ 4.2 อินพุต X ที่ป้อนมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 200 จะเคลื่อนที่ไปขวา



รูปที่ 4.3 ค่ามากกว่า -200 ถึง น้อยกว่า 200 จะวิ่งตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองจำเป็นจะต้องปรับค่า Parameter ต่างๆ ทั้งใน PLC และ Analog I/P แสดงการตั้งค่าได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.4 การ Set ค่า Analog in ที่อ่านจาก Potentiometer ให้กับ PLC

- Range = 6000
- Signal 0-5 Volt
- Ch0 เป็น x ของจอยสติก
- Ch1 เป็น y ของจอยสติก
- mm 2 bit

การทดลองในระบบ Auto โดยใช้การควบคุมแบบ PID โดยให้เซ็นเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กรับค่าเข้าไปแปลงในโปรแกรมและนำมาควบคุมรถไม่ให้ออกนอกเส้นแถบแม่เหล็กที่วางไว้จะได้ผลดังกราฟที่แสดง ดังนี้

4.3 การทดลองการวิ่งด้วย PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

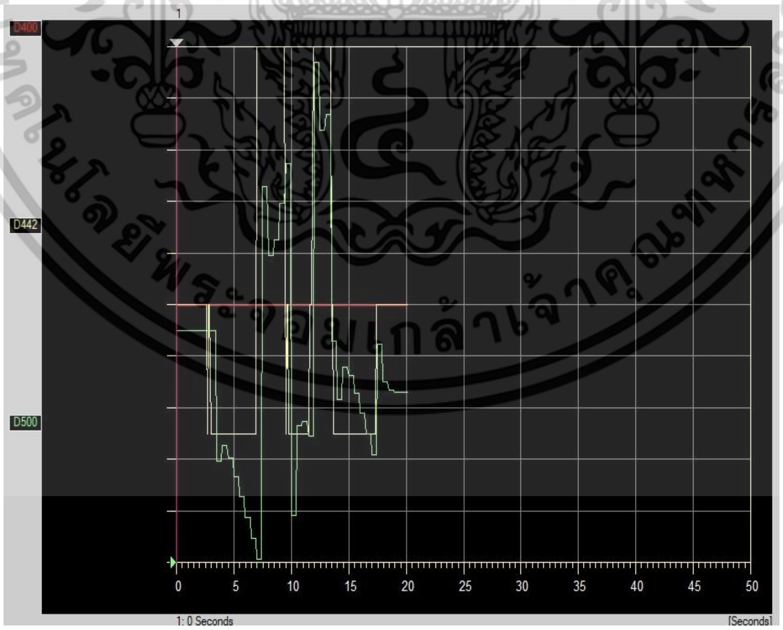
ครั้งที่1 จากคำสั่ง PID C+0 คือ Set point = 03E8 , C+1 คือ Kp = 0100 , C+2 คือ Ki = 0015 , C+3 คือ Kd = 0001 และ กำหนดให้ D442 คือ ค่า PV = 03E8 , D500 คือ MV = 0376

4.3.1 การปรับค่า PID ครั้งที่ 1

Start Address: 401 On Off SetValue
ChangeOrder ForceOn ForceOff ForceCanc

	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
D00400	03E8	0100	0015	0001	0032	0008	0494	01F4	07D0	03E8
D00410	03E8	5826	0000	3762	1767	82EF	0000	0000	0000	0404
D00420	03E8	0000	000A	6AA	0003	78E3	0008	0340	003B	13B1
D00430	0040	0000	0040	0000	0043	3333	0032	0000	0FFF	E32C
D00440	0000	0000	03E8	0000	3FE1	0AFE	ACE0	8230	A231	1A1F
D00450	08B9	0000	08B9	0000	8601	060C	180A	5216	595B	A1C9
D00460	5B67	E43A	97A7	407E	AB00	7A74	2474	7E8F	637D	7EF4
D00470	0000	0000	0010	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
D00480	05C7	0000	5101	72AE	0000	0000	0000	0000	C07D	C701
D00490	43A4	5AAE	AF15	0024	0000	0000	0000	0000	CA88	522C
D00500	0376	0000	1D90	1716	8957	24F2	C3FC	A582	2FCE	AB21
D00510	9E57	857E	28E4	7448	1804	2E74	A2D3	2C55	DBE9	043F
D00520	1784	25E5	E02B	E135	6CDA	861E	8D6A	2F53	92E2	C734
D00530	5925	3CB4	8D48	FC97	7F7B	C16B	0464	D226	A8AF	BD86
D00540	65AE	385E	E4B0	2127	DA24	A2B2	CC93	1E94	08BE	4067
D00550	F44B	02B8	BB9A	7C7A	7CE9	7887	6E32	73BC	369B	B820
D00560	5604	B068	2CDA	8EB7	0C75	48ED	9169	3930	0331	F4E9
D00570	A249	0A5E	D2F8	D7C5	D04E	607D	64BF	A76A	AC81	6BBC
D00580	6232	46F2	E47B	77E0	978A	E2A4	0BD8	A0D6	ED12	BC4A
D00590	F80B	272C	B5E4	1CF3	4254	D198	BFC6	5D52	B64C	9F34
D00600	00B4	03E8	0002	0001	0032	000B	1494	0000	0FFF	000F
D00610	000F	E1E0	F952	7D7A	83EE	9A3E	FFF9	FFC1	1152	DF33
D00620	17A7	85DE	0003	AD2D	0000	8674	0004	9872	0060	0000
D00630	0020	0000	0020	0000	0033	851E	A2D4	4804	883F	2ADF
D00640	E3FE	6F70	2176	5B11	7F0C	DDC6	547D	BFA0	042B	DE61
D00650	0FF0	1B09	9317	74B6	CEBD	A4AF	59F7	D8AA	64C5	2BB3
D00660	8D03	34CB	064F	81AC	6461	F6B4	055D	1692	07BD	FC55

รูปที่ 4.5 ตารางการควบคุม PID ครั้งที่ 1



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลค่าการปรับ PID ครั้งที่ 1

จากกราฟที่ได้จะเห็นว่า ค่า PV(สีเหลือง) และค่า MV(สีเขียว) ไม่สัมพันธ์กันทำให้ตอนที่รถวิ่งมีอาการส่ายไปมาเพราะเข้า set point(สีแดง) ไม่ทันตามที่ตั้งค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

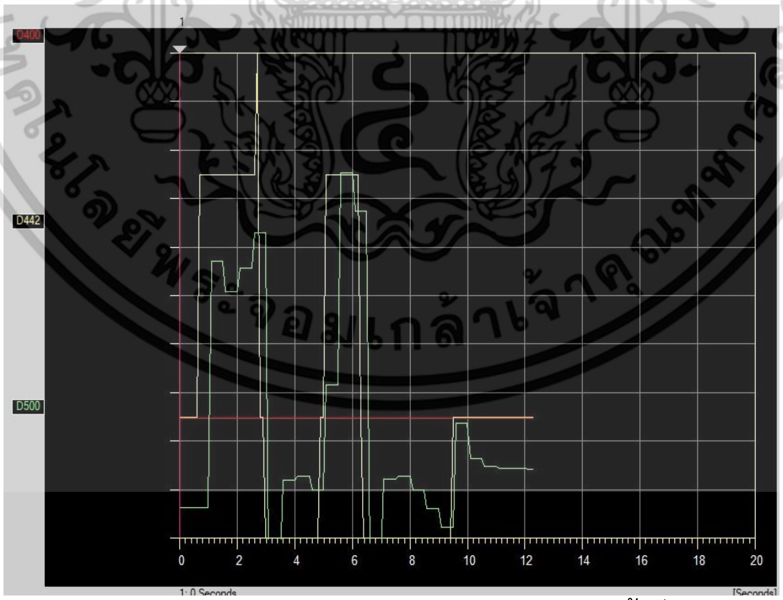
ครั้งที่2 จากคำสั่ง PID C+0 คือ Set point = 03E8 , C+1 คือ Kp = 0100 , C+2 คือ Ki = 0020 , C+3 คือ Kd = 0001 และ กำหนดให้ D442 คือ ค่า PV = 03E8 , D500 คือ MV = 0376

4.3.2 การปรับค่า PID ครั้งที่ 2

Start Address: 401 On Off SetValue
ChangeOrder ForceOn ForceOff ForceCanc

	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
D00400	03E8	0100	0020	0001	0032	0008	0494	01F4	07D0	03E8
D00410	03E8	D933	0000	420C	FE08	82EF	0000	0000	0000	0404
D00420	03E8	0000	000A	6AA	0003	78E3	0008	0340	003B	13B1
D00430	0040	0000	0040	0000	0043	3333	0032	0000	0FFF	E32C
D00440	0000	0000	03E8	0000	3FE1	0AFE	ACE0	8230	A231	1A1F
D00450	08B9	0000	08B9	0000	8601	060C	180A	5216	595B	A1C9
D00460	5B67	E43A	97A7	407E	AB00	7A74	2474	7E8F	637D	7EF4
D00470	0000	0000	0010	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
D00480	05C7	0000	5101	72AE	0000	0000	0000	0000	C07D	C701
D00490	43A4	5AAE	AF15	0024	0000	0000	0000	0000	CA88	522C
D00500	0376	0000	1D90	1716	8957	24F2	C3FC	A582	2FCE	AB21
D00510	9E57	857E	28E4	7448	1804	2E74	A2D3	2C55	DBE9	043F
D00520	1784	25E5	E02B	E135	6CDA	861E	8D6A	2F53	92E2	C734
D00530	5925	3CB4	8D48	FC97	7F7B	C16B	0464	D226	A8AF	BD86
D00540	65AE	385E	E4B0	2127	DA24	A2B2	CC93	1E94	08BE	4067
D00550	F44B	02B8	BB9A	7C7A	7CE9	7887	6E32	73BC	369B	B820
D00560	5604	B068	2CDA	8EB7	0C75	48ED	9169	3930	0331	F4E9
D00570	A249	0A5E	D2F8	D7C5	D04E	607D	64BF	A76A	AC81	6BBC
D00580	6232	46F2	E47B	77E0	978A	E2A4	0BD8	A0D6	ED12	BC4A
D00590	F80B	272C	B5E4	1CF3	4254	D198	BFC6	5D52	B64C	9F34
D00600	00B4	03E8	0002	0001	0032	000B	1494	0000	0FFF	000F
D00610	000F	E1E0	F952	7D7A	83EE	9A3E	FFF9	FFC1	1152	DF33
D00620	17A7	85DE	0003	AD2D	0000	8674	0004	9872	0060	0000
D00630	0020	0000	0020	0000	0033	851E	A2D4	4804	883F	2ADF
D00640	E3FE	6F70	2176	5B11	7F0C	DDC6	547D	BFA0	042B	DE61
D00650	0FF0	1B09	9317	74B6	CEBD	A4AF	59F7	D8AA	64C5	2BB3
D00660	8D03	34CB	064F	81AC	6461	F6B4	055D	1692	07BD	FC55

รูปที่ 4.7 ตารางการควบคุม PID ครั้งที่ 2



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงผลค่าการปรับ PID ครั้งที่ 2

จากกราฟที่ได้จะเห็นว่า ค่า PV(สีเหลือง) และค่า MV(สีเขียว) เริ่มสัมพันธ์กันมากขึ้นและมีการเคลื่อนที่เข้าใกล้ set point(สีแดง) ที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

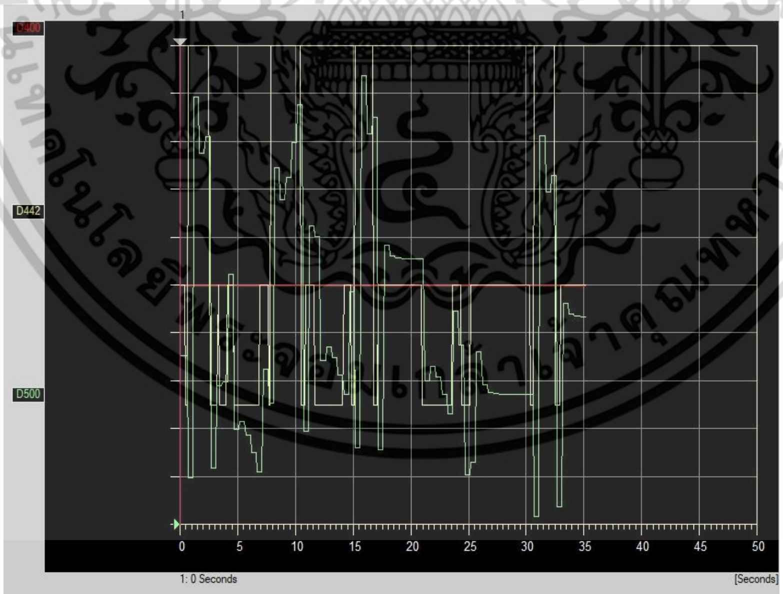
ครั้งที่3 จากคำสั่ง PID C+0 คือ Set point = 03E8 , C+1 คือ Kp = 0100 , C+2 คือ Ki = 0022 , C+3 คือ Kd = 0002 และ กำหนดให้ D442 คือ ค่า PV = 03E8 , D500 คือ MV = 0000

4.3.3 การปรับค่า PID ครั้งที่ 3

Start Address: 402 On Off SetValue
ChangeOrder ForceOn ForceOff ForceCanc

	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
D00400	03E8	0100	0022	0002	0032	0008	0494	01F4	07D0	03E8
D00410	03E8	6851	0000	48D5	1964	82EF	0000	0000	0000	0404
D00420	03E8	0000	000A	6AA	0003	78E3	0008	0340	003B	13B1
D00430	0040	0000	0040	0000	0043	3333	0032	0000	0FFF	E32C
D00440	0000	0000	03E8	0000	3FE1	0AFE	ACE0	8230	A231	1A1F
D00450	08B9	0000	08B9	0000	8601	060C	180A	5216	595B	A1C9
D00460	5B67	E43A	97A7	407E	AB00	7A74	2474	7E8F	637D	7EF4
D00470	0000	0000	0010	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
D00480	05C7	0000	5101	72AE	0000	0000	0000	0000	C07D	C701
D00490	43A4	5AAE	AF15	0024	0000	0000	0000	0000	CA88	522C
D00500	0000	0000	1D90	1716	8957	24F2	C3FC	A582	2FCE	AB21
D00510	9E57	857E	28E4	7448	1804	2E74	A2D3	2C55	DBE9	043F
D00520	1784	25E5	E02B	E135	6CDA	861E	8D6A	2F53	92E2	C734
D00530	5925	3CB4	8D48	FC97	7F7B	C16B	0464	D226	A8AF	BD86
D00540	65AE	385E	E4B0	2127	DA24	A2B2	CC93	1E94	08BE	4067
D00550	F44B	02B8	BB9A	7C7A	7CE9	7887	6E32	73BC	369B	B820
D00560	5604	B068	2CDA	8EB7	0C75	48ED	9169	3930	0331	F4E9
D00570	A249	0A5E	D2F8	D7C5	D04E	607D	64BF	A76A	AC81	6BBC
D00580	6232	46F2	E47B	77E0	978A	E2A4	0BD8	A0D6	ED12	BC4A
D00590	F80B	272C	B5E4	1CF3	4254	D198	BFC6	5D52	B64C	9F34
D00600	00B4	03E8	0002	0001	0032	000B	1494	0000	0FFF	000F
D00610	000F	E1E0	F952	7D7A	83EE	9A3E	FFF9	FFC1	1152	DF33
D00620	17A7	85DE	0003	AD2D	0000	8674	0004	9872	0060	0000
D00630	0020	0000	0020	0000	0033	851E	A2D4	4804	883F	2ADF
D00640	E3FE	6F70	2176	5B11	7F0C	DDC6	547D	BFA0	042B	DE61
D00650	0FF0	1B09	9317	74B6	CEBD	A4AF	59F7	D8AA	64C5	2BB3
D00660	8D03	34CB	064F	81AC	6461	F6B4	055D	1692	07BD	FC55

รูปที่ 4.9 ตารางการควบคุม PID ครั้งที่ 3



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลค่าการปรับ PID ครั้งที่ 3

จากกราฟที่ได้จะเห็นว่า ค่า PV(สีเหลือง) และค่า MV(สีเขียว) สัมพันธ์กันทำให้ตอนที่รถวิ่งมีอาการส่ายน้อยลงไปมากถ้าเทียบกับครั้งที่1 และเคลื่อนที่เข้า set point(สีแดง) อย่างสมดุลกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการเคลื่อนที่ของรถพบว่าความเร็วที่ใช้สำหรับการเคลื่อนที่นั้นสามารถวิ่งตามเส้นแถบแม่เหล็กได้และจะมีความผิดพลาดในช่วงความเร็วที่ 2 และ ความเร็วที่ 3 ซึ่งความเร็วที่ได้นั้นเป็นการกำหนดค่าจากโปรแกรมโดยวิธีการควบคุมที่ใช้สำหรับทำการทดลองนี้นั้นจะเป็นการควบคุมผ่านจอยสติ๊กและการควบคุมแบบ PID โดยถูกออกแบบให้สามารถปรับความเร็วได้สามระดับและในส่วนของอุปกรณ์ควบคุม ผู้จัดทำได้เลือกใช้พีแอลซีเข้ามาเป็นตัวควบคุม เนื่องจากว่าพีแอลซีสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตได้มากและยังเป็นตัวควบคุมที่มีความน่าเชื่อถือสูง ขณะทำการทดลองจึงสามารถตัดปัญหาที่อาจเกิดจากตัวควบคุมไปได้

5.2 ปัญหาที่พบขณะทำการทดลอง

1. ในการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และ เซ็นเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็ก มีดีเลย์เกิดขึ้นทำให้การสั่งการระหว่างเซ็นเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กไปยัง PLC มีความล่าช้าทำให้ต้องปรับแก้ค่า

2. การกระชากของตัวรถขณะที่ควบคุมผ่านจอยสติ๊ก เนื่องจากการบังคับและแรงเกินไปจนมอเตอร์ไม่สามมารถบังคับล้อได้ทัน

3. เซ็นเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กรับค่าเป็นดิจิตอลทำให้การควบคุม PID ผิดพลาดในบางช่วง

4. ล้อหน้าและล้อหลังในบางครั้งเคลื่อนที่ไม่แนบพื้น

5.3 วิธีการแก้ปัญหา

1. ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรมให้ตรงกับดีเลย์ที่เกิดขึ้น

2. ระหว่างการใช้งานผ่านจอยสติ๊กต้องค่อย ๆ ปรับคันโยกโดยไม่กดหรือกระชากก็จะช่วยลดอาการกระชากของรถไปได้

3. ทำการปรับค่า PID ให้ค่า MV มีค่าใกล้เคียงกับ PV ที่เกิดขึ้นมากที่สุด

4. ถ่วงน้ำหนักที่ล้อหน้าและล้อหลังเพิ่มหรือนำเทปพันรอบล้อ

5.4 ข้อจำกัดการใช้งาน

1. ไม่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ขรุขระ เนื่องจากข้อจำกัดทางลักษณะของล้อที่ไม่ได้ออกแบบมาให้เหมาะกับการใช้งานในพื้นที่แบบนั้น

2. สามารถวิ่งด้วยความเร็วที่จำกัดเนื่องจากเซ็นเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กมีความดีเลย์ทำให้รถวิ่งหลุดออกจากแถบแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สำหรับการพัฒนาต่อในอนาคต สามารถเพิ่มเติมความสามารถในการแจ้งเตือนเมื่อมีสิ่งกีดขวาง หรือหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้เอง เพิ่มเติมระบบติดตามตัวรถจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถรู้ว่ารถอยู่ในบริเวณไหน เพิ่มเติมระบบควบคุมด้วยโทรศัพท์ทำให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมรถได้ด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ (2553) การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการใช้งาน AGV ต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต จาก http://libdoc.dpu.ac.th/

[2] AGV network, “Types of AGV Navigation Systems - Automated Guided Vehicles” [Online]. Available: www.agvnetwork.com/automated-guided-vehiclestechnology/agv-technology/types-of-agv-navigation-systems-automated-guidedvehicles#what-lgv

[3] เจนบรรเจิด, “AGV เทรนด์ใหม่ของอุตสาหกรรม 4.0 ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน” [Online]. Available: https://www.jenbunjerd.com/blog-detail.php?blog_id=24

[4] Quirepace, “Automated Guide Vehicle Component” [Online]. Available: https://www.quirepace.co.uk/products/automated-guided-vehicles/agvs-for-industry

[5] วรพงศ ตั้งศรีรัตน. ‘‘มารูจักกับการควบคุมแบบ PID กันเถอะ.’’ วารสาร Electrical&Control. ปที่ 1 (พฤษภาคม 2545) : 43-48.

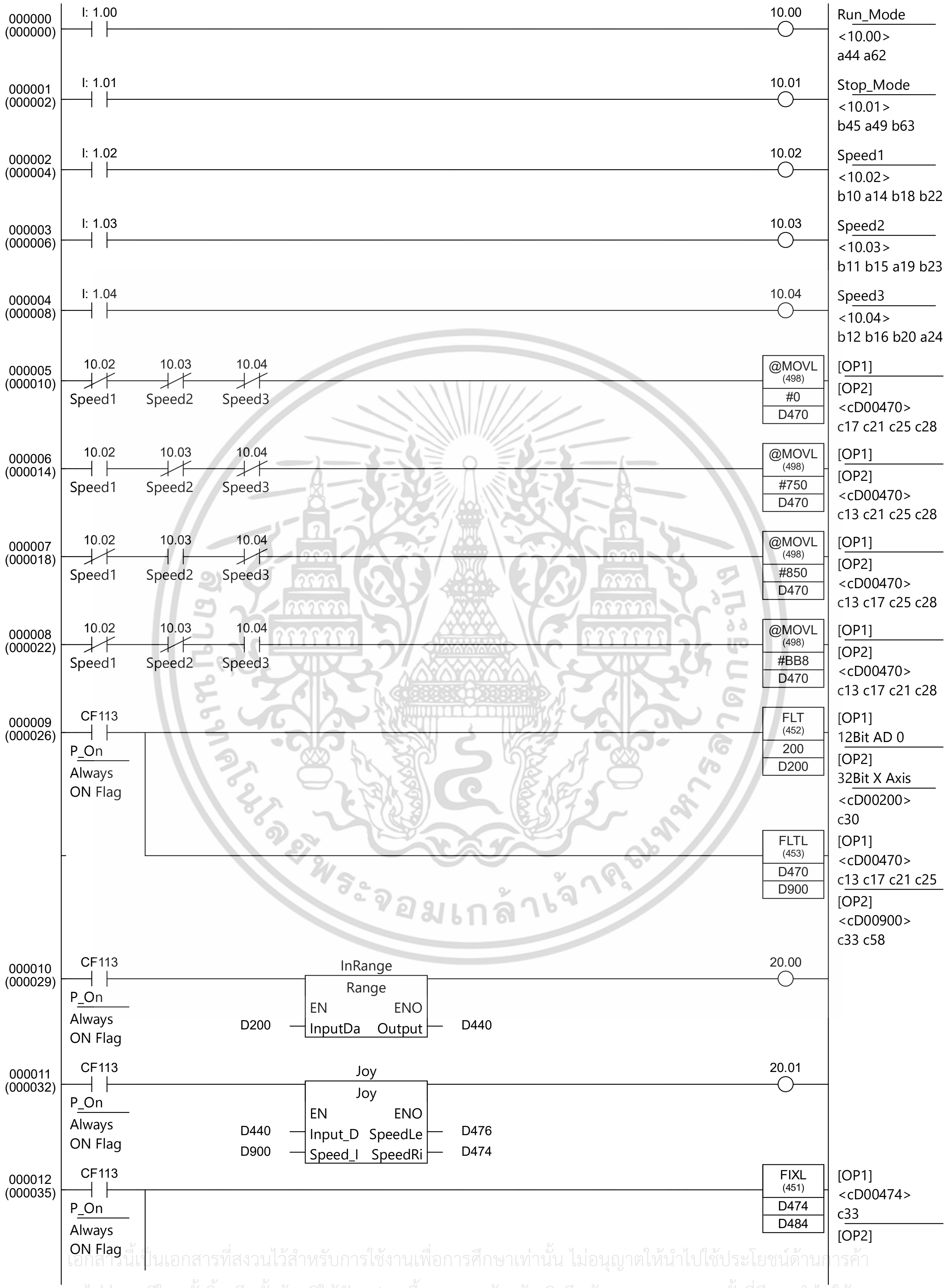
[6] ไกรสร อัญชลีวรพันธุ์ ยานขนสงนำรองอัตโนมัติควบคุมโดยโครงขายประสาทเทียม. วิทยานิพนธวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟา ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกลาเจาคุณทหาร ลาดกระบัง, 2540.

[7] NurulHuda Binti Muhamad Nasir. (2006). Mechanical Design of an Automated Guided Vehicle (AGV). Faculty of Manufacturing Engineering National Technical University College of Malaysia.

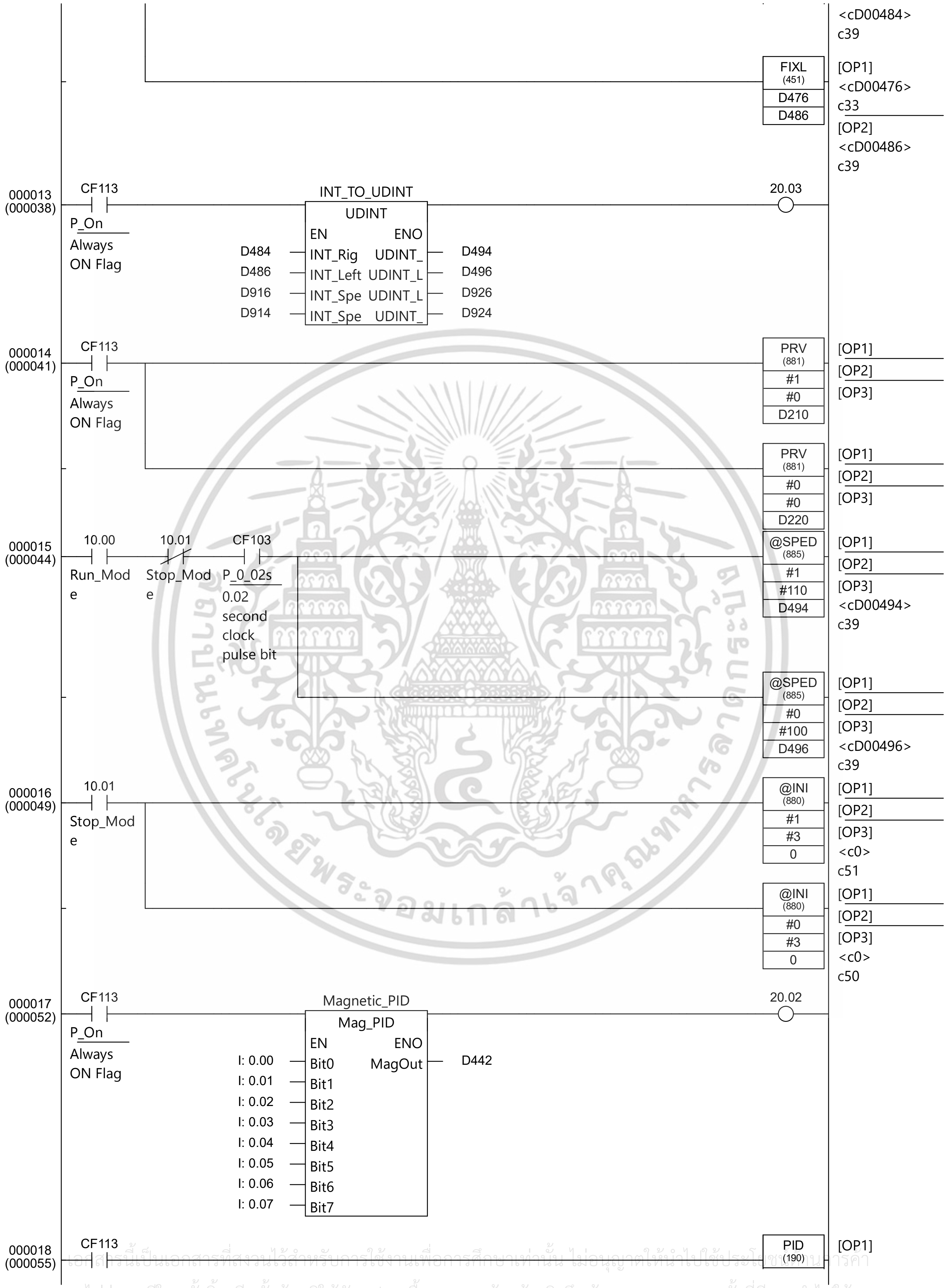
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

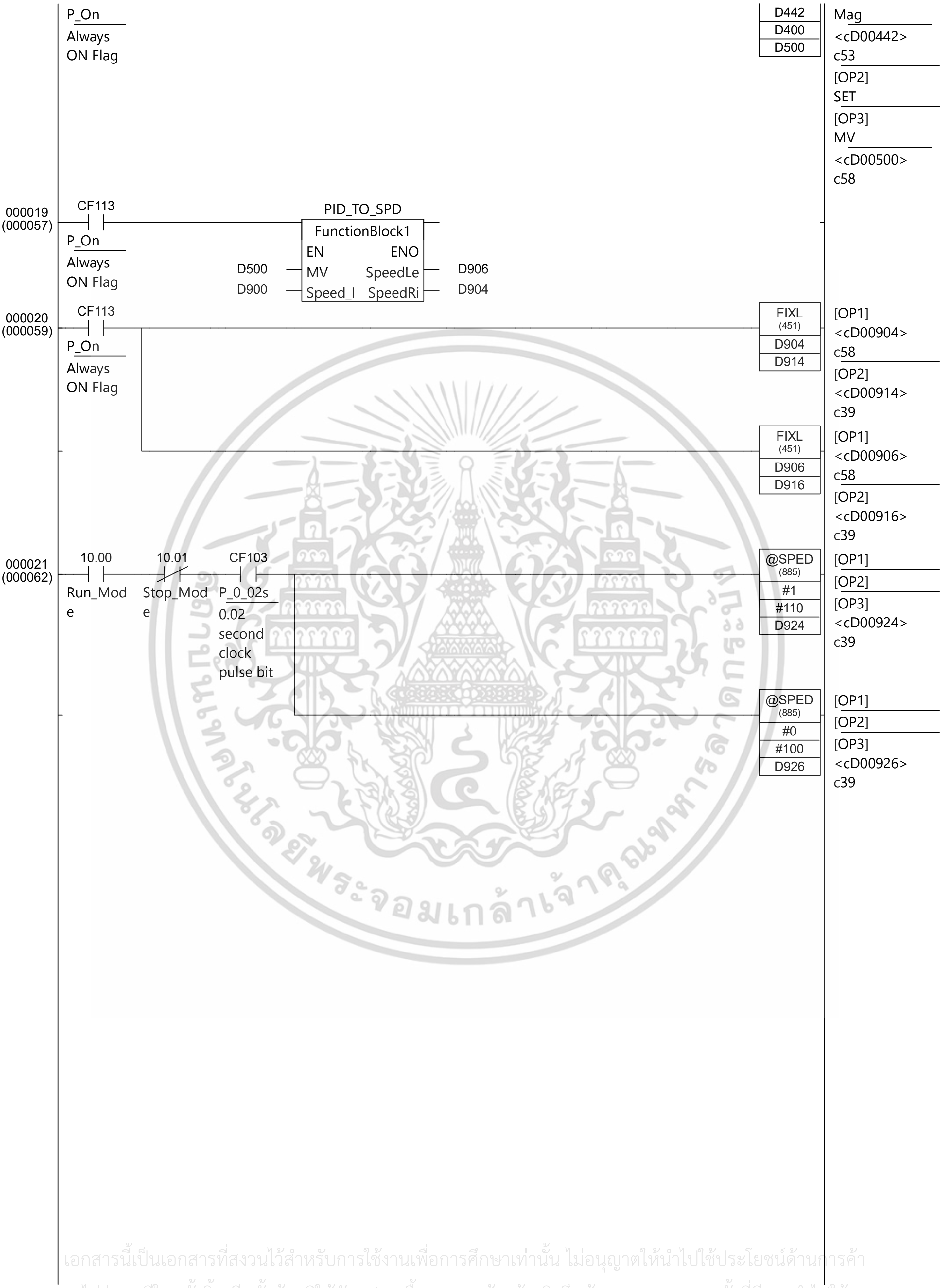
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	Input_Data	REAL	No		0.0	
Inputs	Speed_Input	REAL	No		0.0	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	SpeedLeft	REAL	No		0.0	
Outputs	SpeedRight	REAL	No		0.0	
Internals	Scale_Joy	REAL	No	D440		
Internals	Speed_Left	REAL	No	D876		
Internals	Speed_Right	REAL	No	D874		

```
Scale_Joy := Input_Data;
IF Scale_Joy > 3000.0 THEN Scale_Joy := 3000.0;
END_IF;

IF Scale_Joy < -3000.0 THEN Scale_Joy := -3000.0;
END_IF;

        IF Scale_Joy >= 200.0
        THEN
                SpeedLeft := ABS(Speed_Input-(Speed_Input*(Scale_Joy/3000.0)));
                SpeedRight := Speed_Input;
        END_IF;
        IF Scale_Joy <= -200.0
        THEN
                SpeedLeft := Speed_Input;
                SpeedRight := ABS(Speed_Input+(Speed_Input*(Scale_Joy/3000.0)));
        END_IF;
                IF Scale_Joy = 0.0
        THEN
                SpeedLeft := Speed_Input;
                SpeedRight := Speed_Input;
        END_IF;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	Bit0	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit1	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit2	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit3	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit4	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit5	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit6	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit7	BOOL	No		FALSE	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	MagOutput	INT	No		0	
Internals	Data0	INT	No		0	
Internals	Data1	INT	No		0	
Internals	Data2	INT	No		0	
Internals	Data3	INT	No		0	
Internals	Data4	INT	No		0	
Internals	Data5	INT	No		0	
Internals	Data6	INT	No		0	
Internals	Data7	INT	No		0	

```
IF Bit0 = TRUE
        THEN Data0 := 0;
        ELSE Data0 := 0;
END_IF;

IF Bit1 = TRUE
        THEN Data1 := 0;
        ELSE Data1 := 0;
END_IF;

IF Bit2 = TRUE
        THEN Data2 := 500;
        ELSE Data2 := 0;
END_IF;

IF Bit3 = TRUE
        THEN Data3 := 0;
        ELSE Data3 := 0;
END_IF;

IF Bit4 = TRUE
        THEN Data4 := 0;
        ELSE Data4 := 0;
END_IF;

IF Bit5 = TRUE
        THEN Data5 := 500;
        ELSE Data5 := 0;
END_IF;

IF Bit6 = TRUE
        THEN Data6 := 1500;
        ELSE Data6 := 0;
END_IF;

IF Bit7 = TRUE
        THEN Data7 := 0;
        ELSE Data7 := 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
END_IF;

MagOutput := Data0 + Data1 + Data2 +Data3 + Data4 + Data5 + Data6 + Data7;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	INT_Right	INT	No		0	
Inputs	INT_Left	INT	No		0	
Inputs	INT_SpeedLeft	INT	No		0	
Inputs	INT_SpeedRight	INT	No		0	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	UDINT_Right	UDINT	No		0	
Outputs	UDINT_Left	UDINT	No		0	
Outputs	UDINT_Left2	UDINT	No		0	
Outputs	UDINT_Right2	UDINT	No		0	

```
UDINT_Left := INT_TO_UDINT(INT_Left);
UDINT_Right := INT_TO_UDINT(INT_Right);
UDINT_Left2 := INT_TO_UDINT(INT_SpeedLeft);
UDINT_Right2 := INT_TO_UDINT(INT_SpeedRight);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	MV	INT	No		0	
Inputs	Speed_Input	REAL	No		0.0	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	SpeedLeft	REAL	No		0.0	
Outputs	SpeedRight	REAL	No		0.0	
Internals	PV	INT	No	D442		
Internals	R_MV	REAL	No		0.0	
Internals	R_PV	REAL	No		0.0	
Internals	M_MV	REAL	No		0.0	

```
R_MV := INT_TO_REAL(MV);
R_PV := INT_TO_REAL(PV);

        IF R_MV > 0.0 AND Speed_Input > 0.0 AND R_MV < 1000.0
        THEN
                M_MV := R_MV*(-1.0);
                SpeedLeft := ABS(Speed_Input-(M_MV));
                SpeedRight := Speed_Input;
        END_IF;

        IF R_MV > 1000.0  AND Speed_Input >0.0 AND R_MV <= 2000.0
        THEN
                M_MV := R_MV-1000.0;
                SpeedLeft := Speed_Input;
                SpeedRight := ABS(Speed_Input+M_MV);
        END_IF;

        IF R_MV = 0.0
               THEN
                SpeedLeft := Speed_Input;
                SpeedRight := Speed_Input;
        END_IF;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

000000 (000000) — I: 1.00 — 10.00
Run
<10.00>
b015 a038 a042

000001 (000002) — I: 1.01 — 10.01
Stop
<10.01>
a016 b019 b025 b031

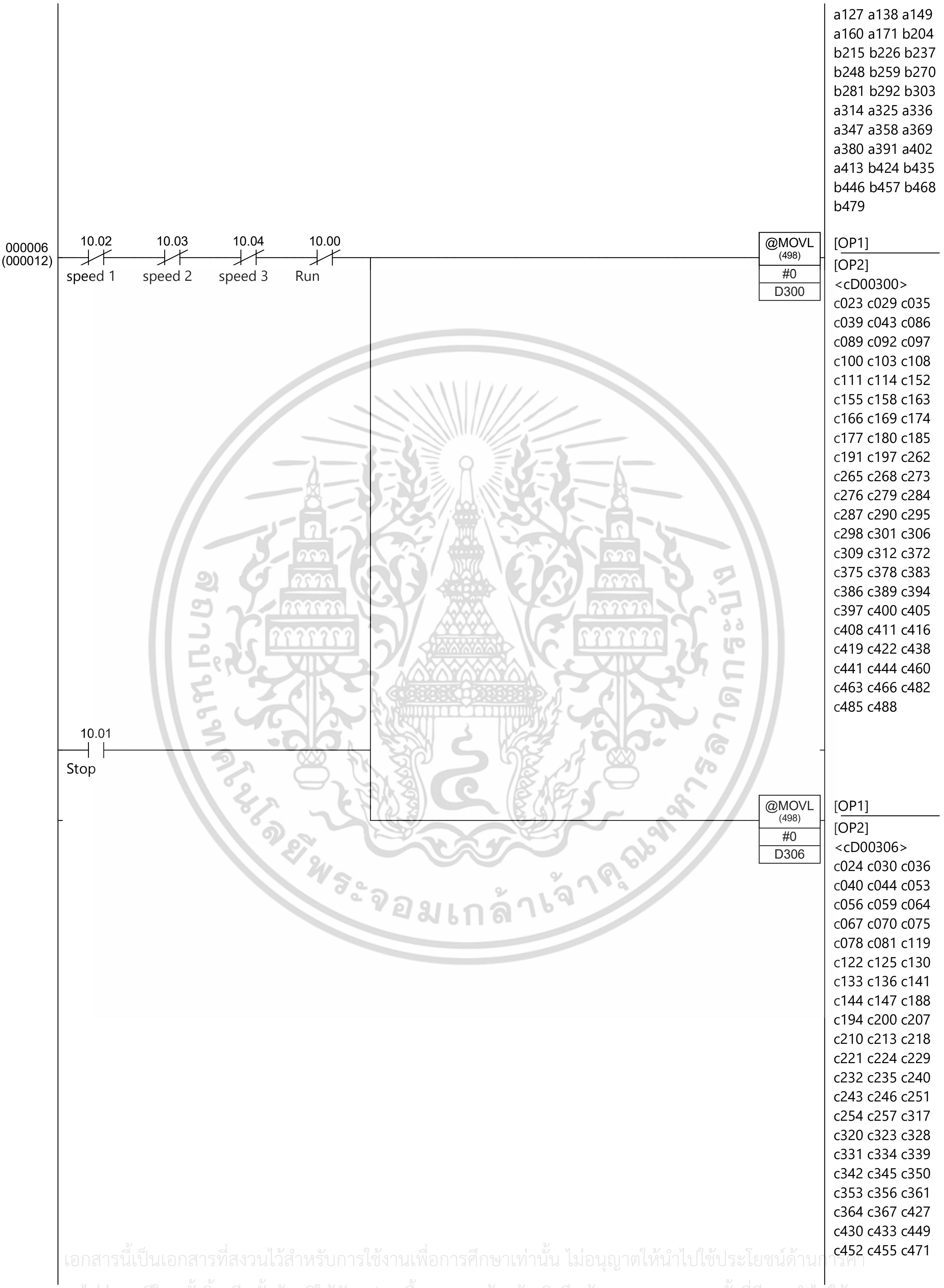
000002 (000004) — I: 1.02 — 10.02
speed 1
<10.02>
b012 a020 b027 b033 a052 a063 a074 a085 a096 a107 a118 a129 a140 a151 a162 a173 a184 a187 a206 a217 a228 a239 a250 a261 a272 a283 a294 a305 a316 a327 a338 a349 a360 a371 a382 a393 a404 a415 a426 a437 a448 a459 a470 a481

000003 (000006) — I: 1.03 — 10.03
speed 2
<10.03>
b013 b021 a026 b034 a055 a066 a077 a088 a099 a110 a121 a132 a143 a154 a165 a176 a190 a193 a209 a220 a231 a242 a253 a264 a275 a286 a297 a308 a319 a330 a341 a352 a363 a374 a385 a396 a407 a418 a429 a440 a451 a462 a473 a484

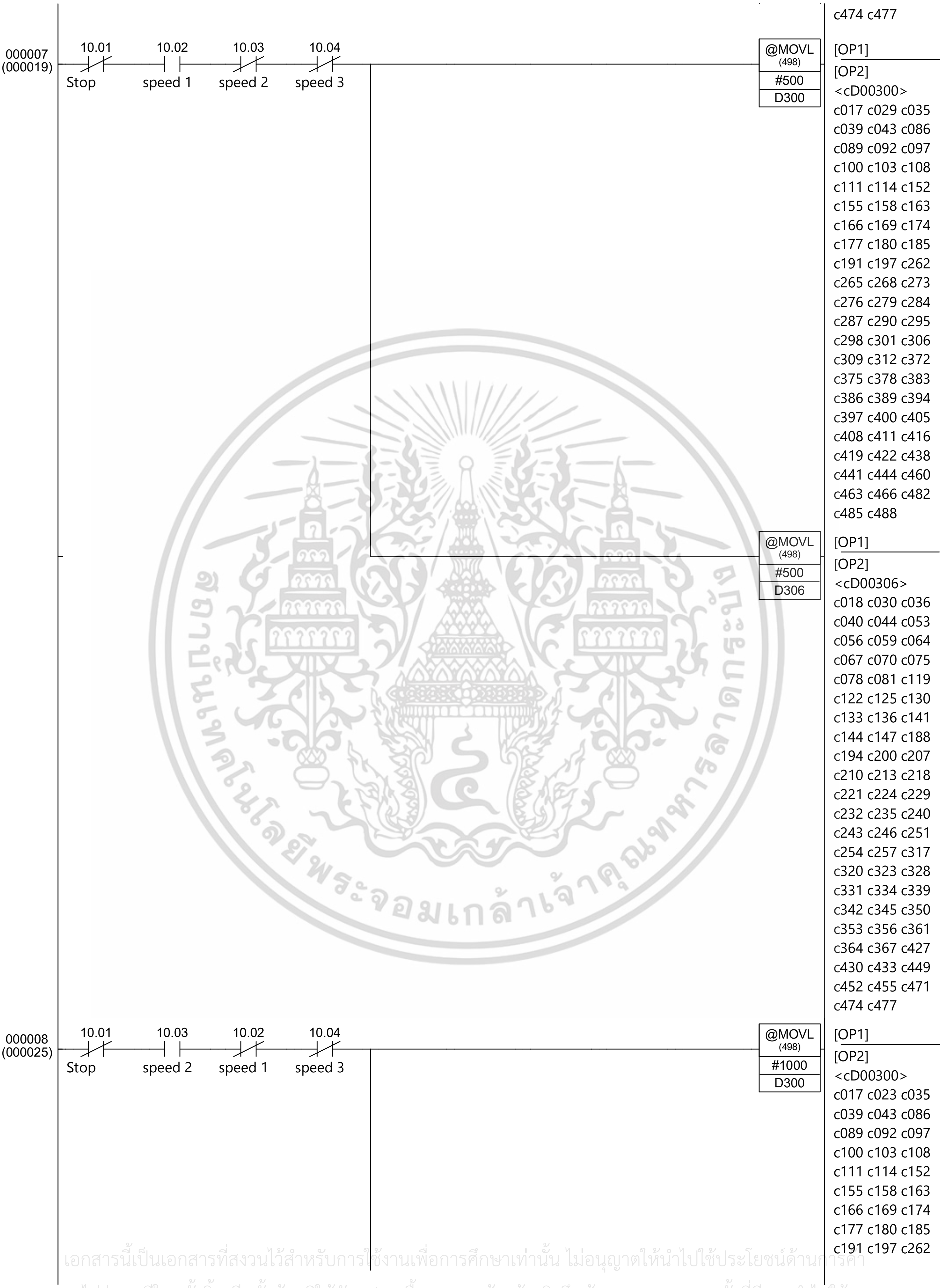
000004 (000008) — I: 1.04 — 10.04
speed 3
<10.04>
b014 b022 b028 a032 a058 a069 a080 a091 a102 a113 a124 a135 a146 a157 a168 a179 a196 a199 a212 a223 a234 a245 a256 a267 a278 a289 a300 a311 a322 a333 a344 a355 a366 a377 a388 a399 a410 a421 a432 a443 a454 a465 a476 a487

000005 (000010) — I: 1.05 — 10.05
CW/CCW
<10.05>
b037 a041 b050 b061 b072 b083 b094 b105 a116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

@MOVL
(498)
#1000
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c036
c040 c044 c053
c056 c059 c064
c067 c070 c075
c078 c081 c119
c122 c125 c130
c133 c136 c141
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

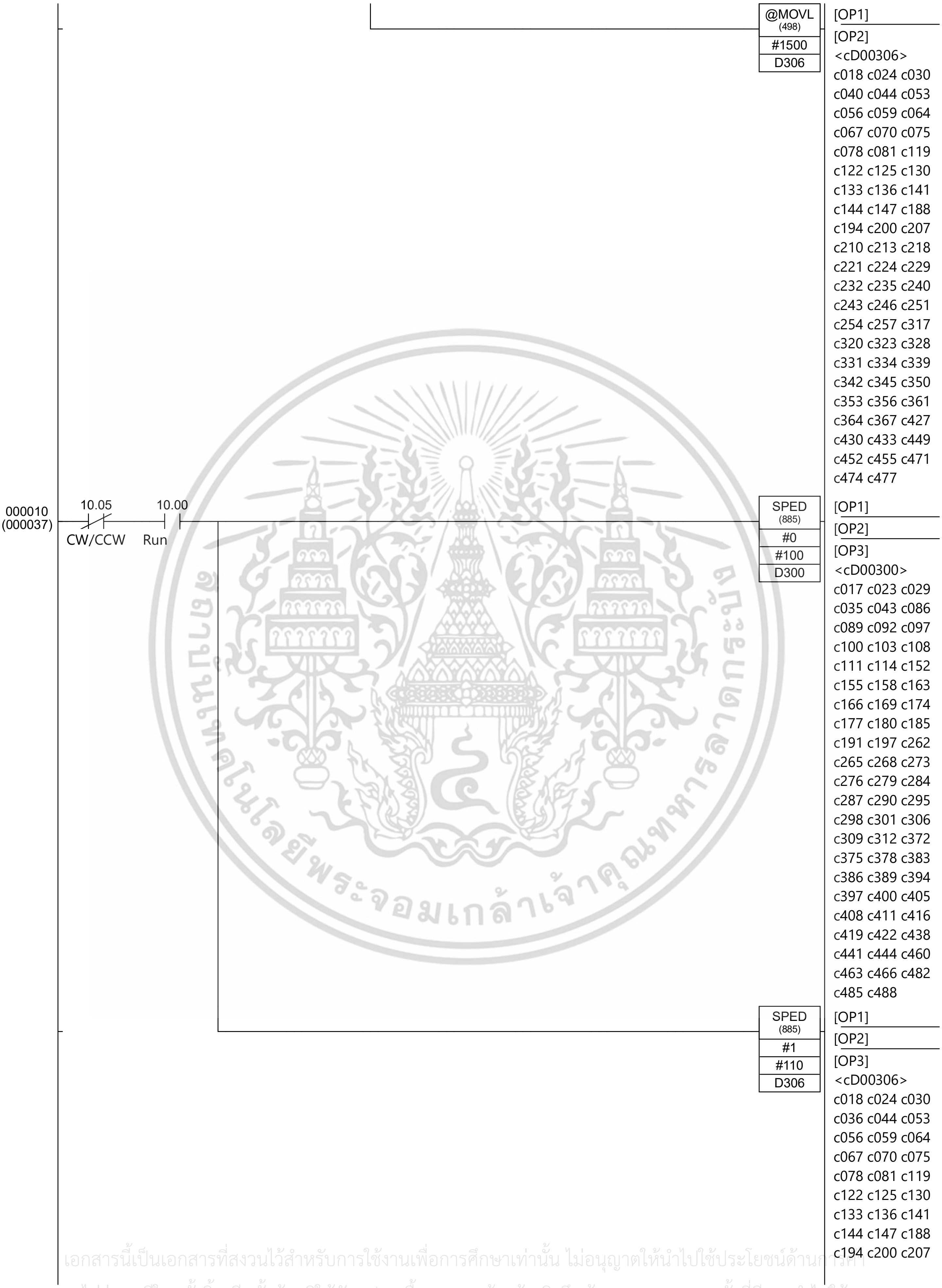
000009
(000031)

10.01 Stop
10.04 speed 3
10.02 speed 1
10.03 speed 2

@MOVL
(498)
#1500
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c039 c043 c086
c089 c092 c097
c100 c103 c108
c111 c114 c152
c155 c158 c163
c166 c169 c174
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

000011
(000041)

10.05 CW/CCW

10.00 Run

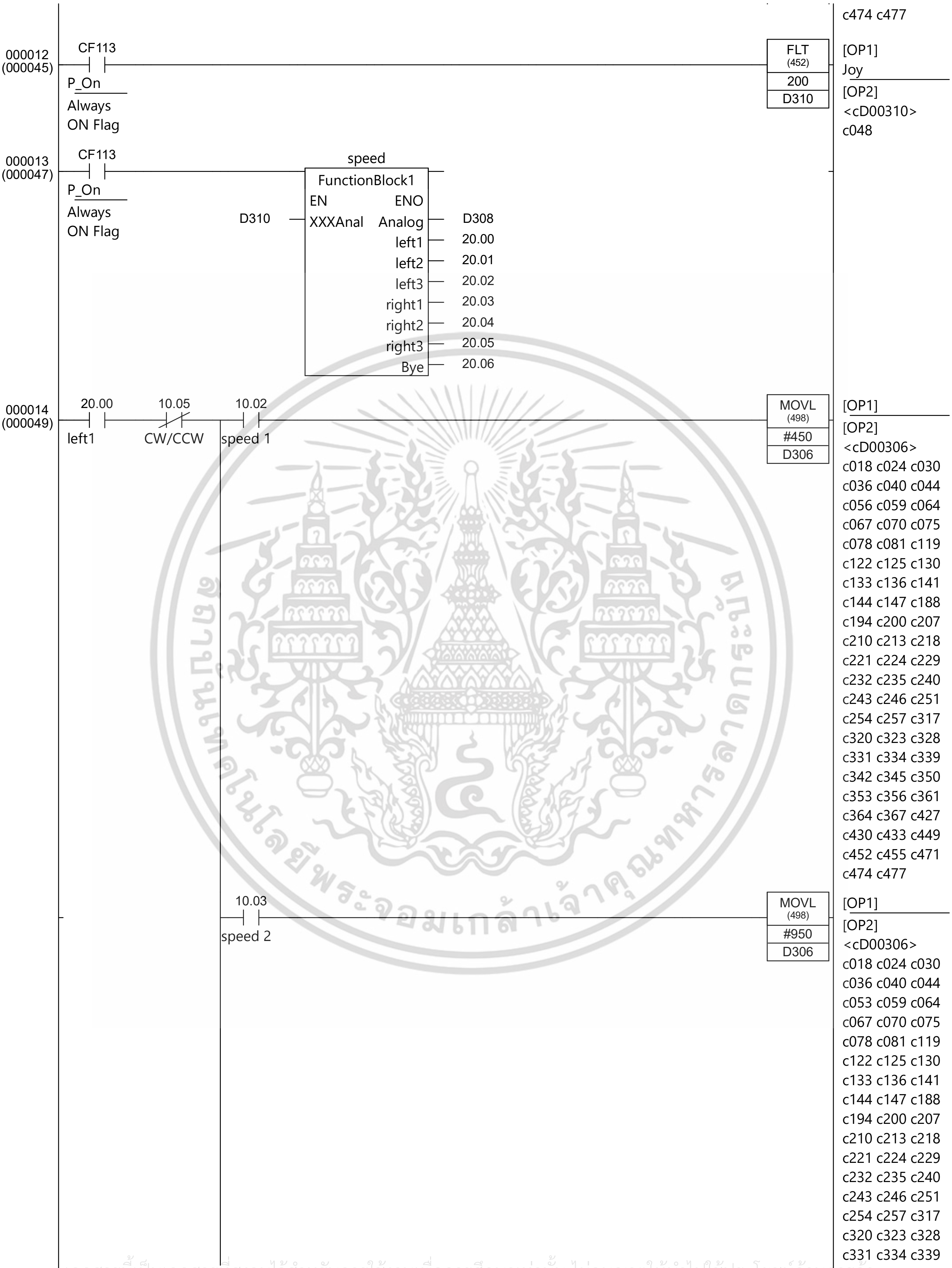
SPED
(885)
#0
#110
D300

[OP1]
[OP2]
[OP3]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c086
c089 c092 c097
c100 c103 c108
c111 c114 c152
c155 c158 c163
c166 c169 c174
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

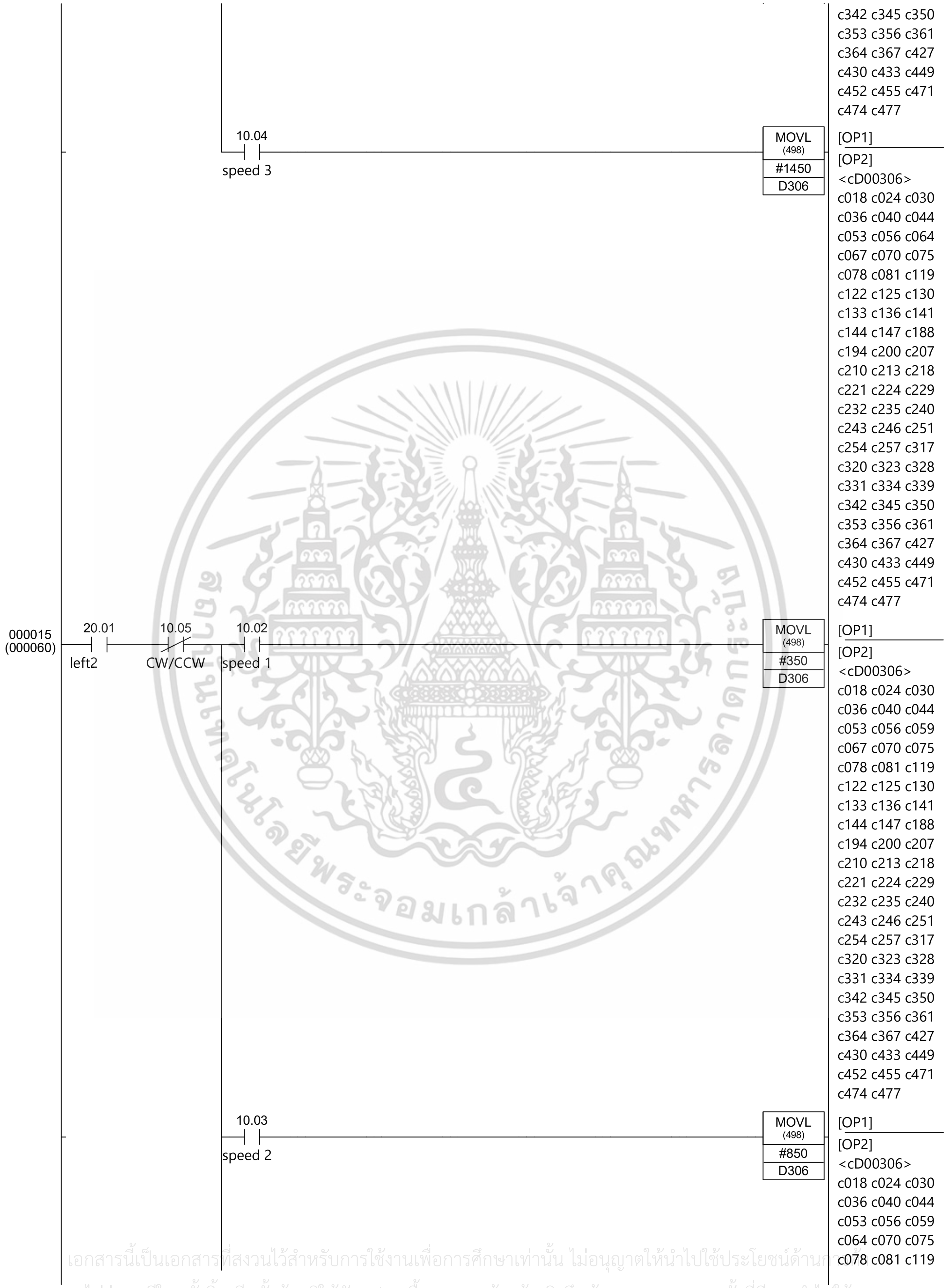
SPED
(885)
#1
#100
D306

[OP1]
[OP2]
[OP3]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c053
c056 c059 c064
c067 c070 c075
c078 c081 c119
c122 c125 c130
c133 c136 c141
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471

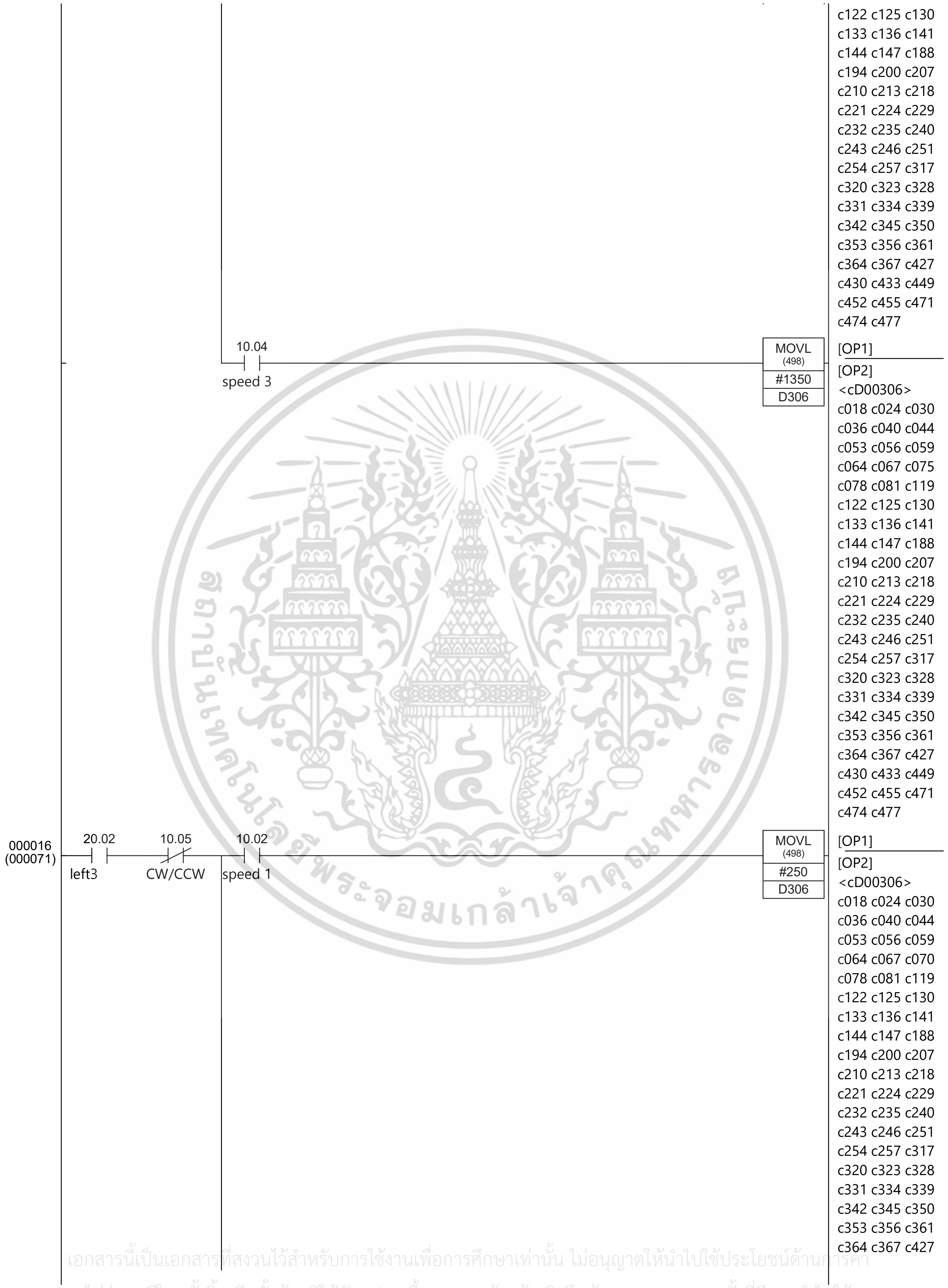
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.03
speed 2

MOVL
(498)
#750
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c081 c119
c122 c125 c130
c133 c136 c141
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.04
speed 3

MOVL
(498)
#1250
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c119
c122 c125 c130
c133 c136 c141
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

000017
(000082)

20.03
right1

10.05
CW/CCW

10.02
speed 1

MOVL
(498)
#450
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c089 c092 c097
c100 c103 c108
c111 c114 c152
c155 c158 c163
c166 c169 c174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.03
speed 2

MOVL
(498)
#950
D300

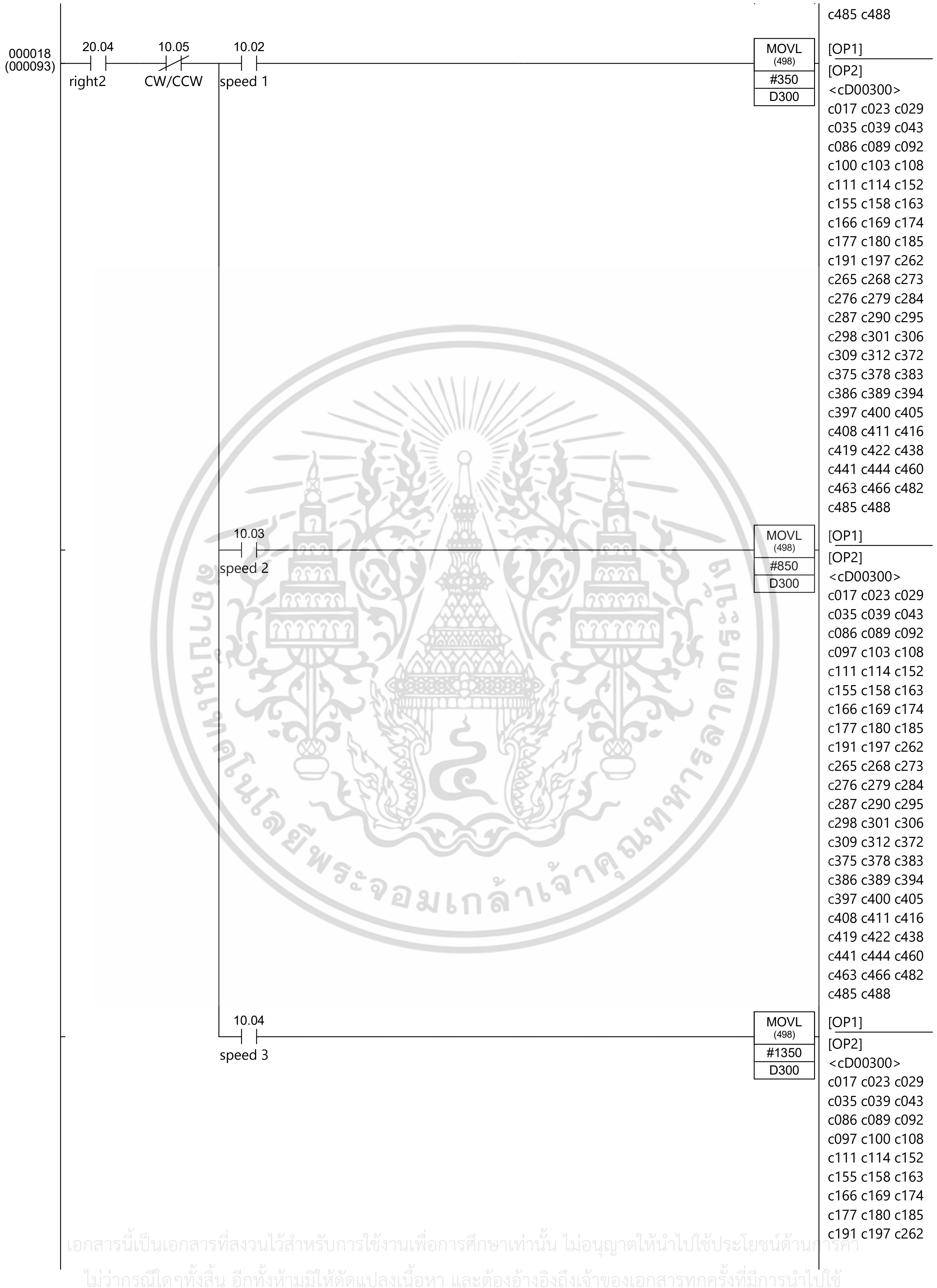
[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c092 c097
c100 c103 c108
c111 c114 c152
c155 c158 c163
c166 c169 c174
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.04
speed 3

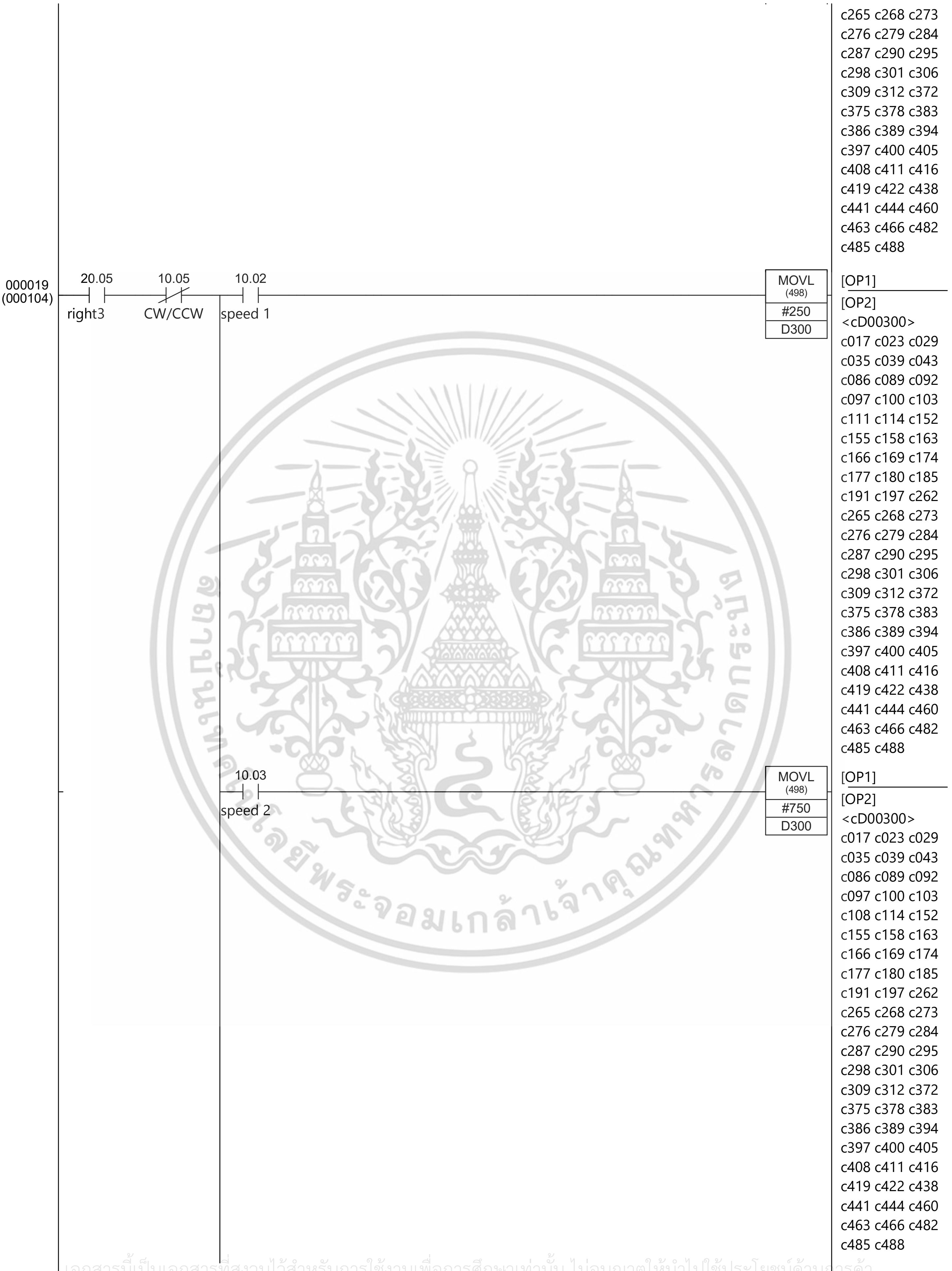
MOVL
(498)
#1450
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c097
c100 c103 c108
c111 c114 c152
c155 c158 c163
c166 c169 c174
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482

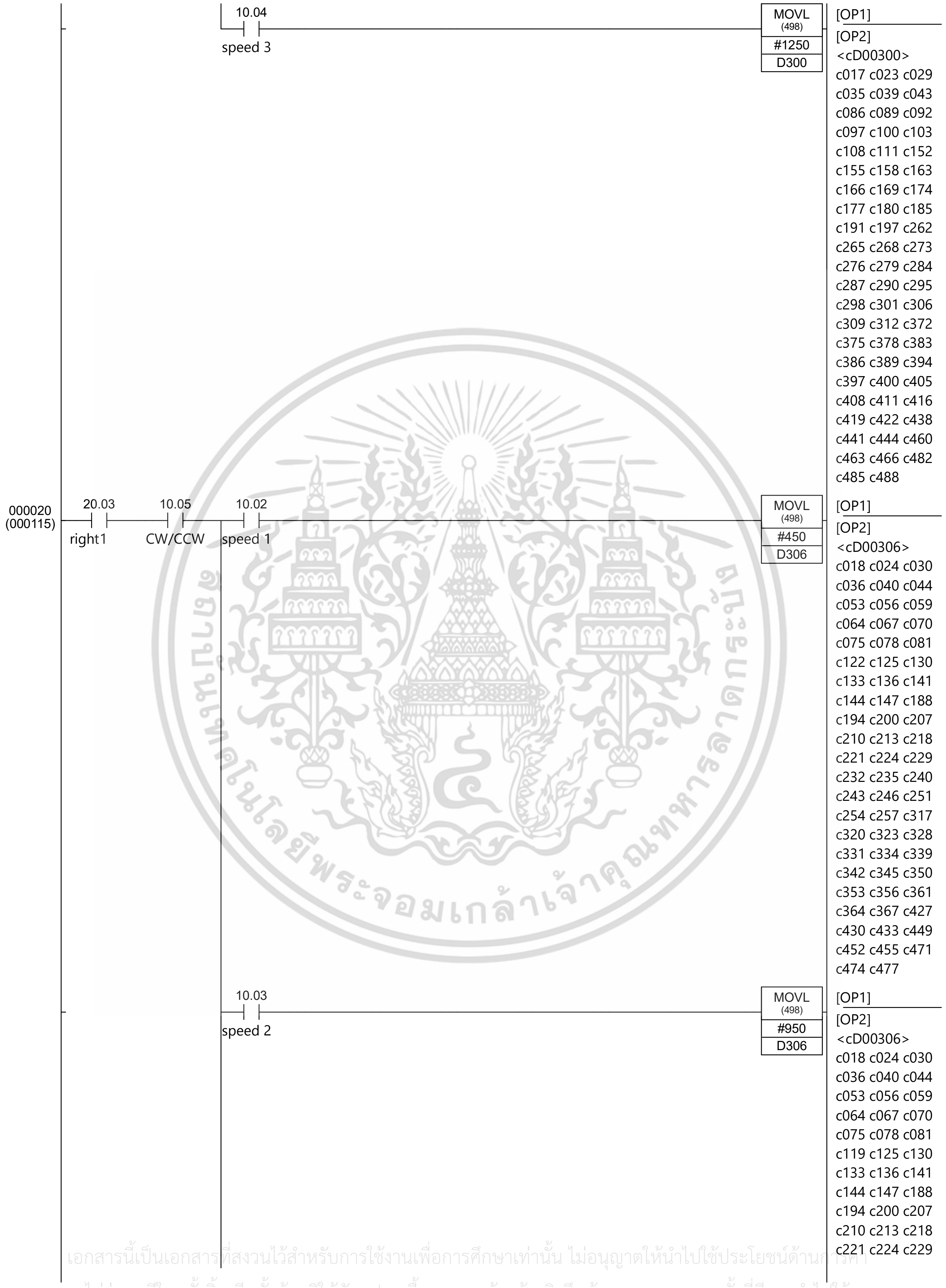
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.04
speed 3

MOVL
(498)
#1450
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c130
c133 c136 c141
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

000021
(000126)

20.04
right2

10.05
CW/CCW

10.02
speed 1

MOVL
(498)
#350
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c133 c136 c141
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.03

MOVL
(498)
#850

[OP1]
[OP2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

speed 2

D306

<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c136 c141
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.04
speed 3

MOVL
(498)
#1350
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c141
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

000022
(000137)

20.05
right3

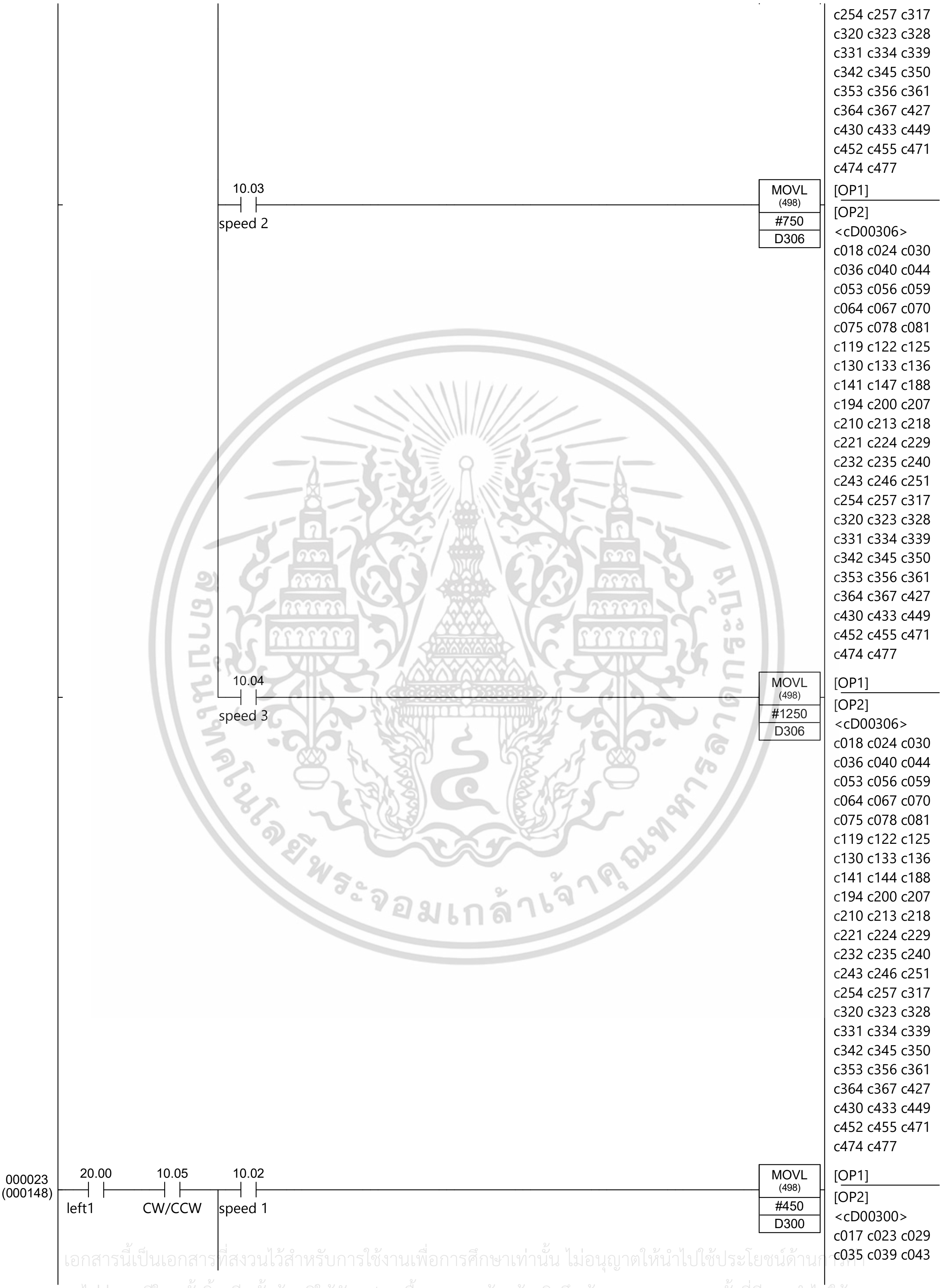
10.05
CW/CCW

10.02
speed 1

MOVL
(498)
#250
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c144 c147 c188
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c155 c158 c163
c166 c169 c174
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.03
speed 2

MOVL
(498)
#950
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c158 c163
c166 c169 c174
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.04
speed 3

MOVL
(498)
#1450
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c163
c166 c169 c174
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านก
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c152 c155 c158
c163 c166 c174
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

000025 (000170)

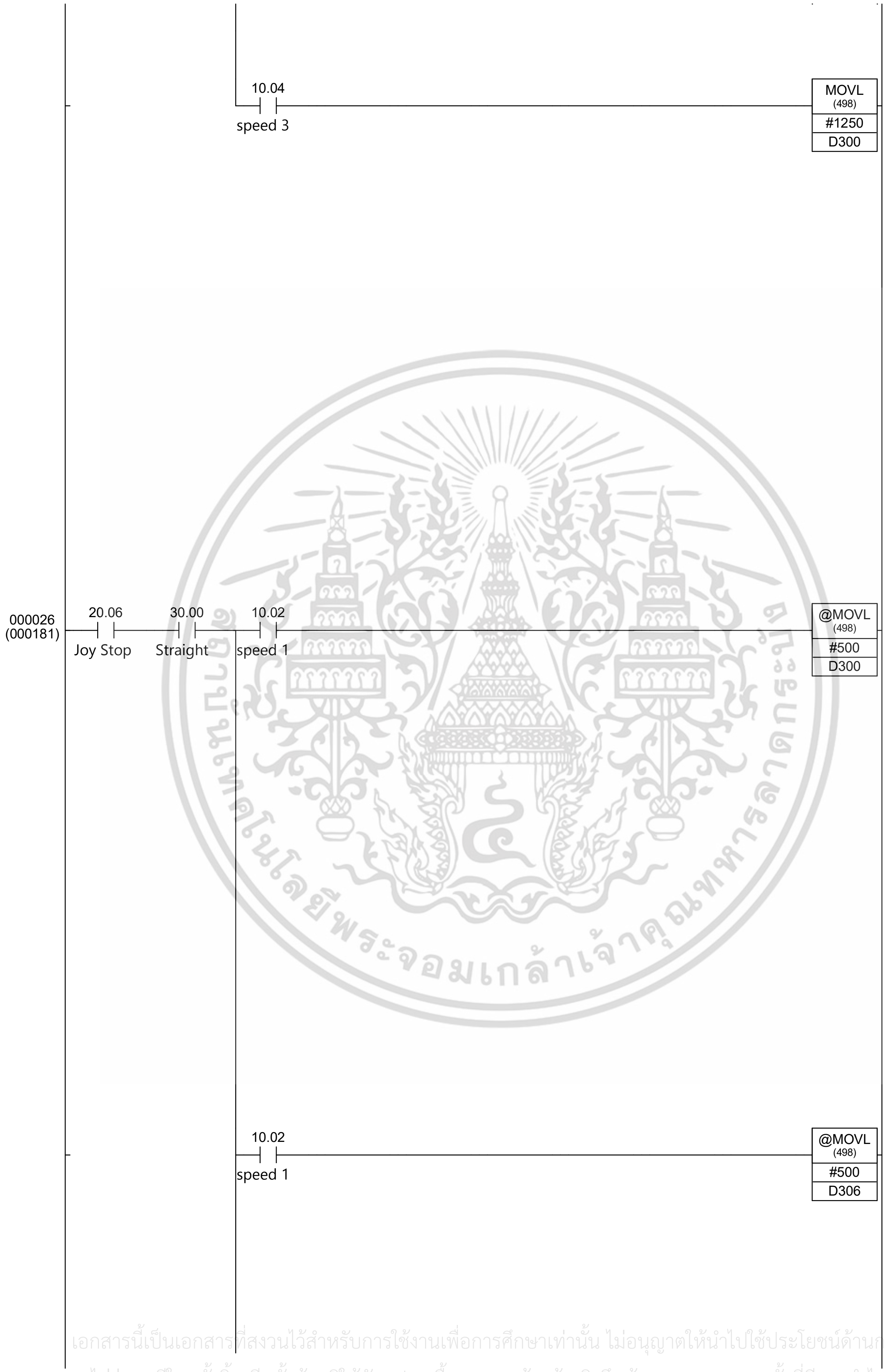
20.02 left3 — 10.05 CW/CCW — 10.02 speed 1 — MOVL (498) #250 D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c177 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.03 speed 2 — MOVL (498) #750 D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c180 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c185
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c191 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c141 c144 c147
c194 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.03
speed 2

@MOVL
(498)
#1000
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c197 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.03
speed 2

@MOVL
(498)
#1000
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c200 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c474 c477

10.04
speed 3

@MOVL
(498)
#1500
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c262
c265 c268 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.04
speed 3

@MOVL
(498)
#1500
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c207
c210 c213 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

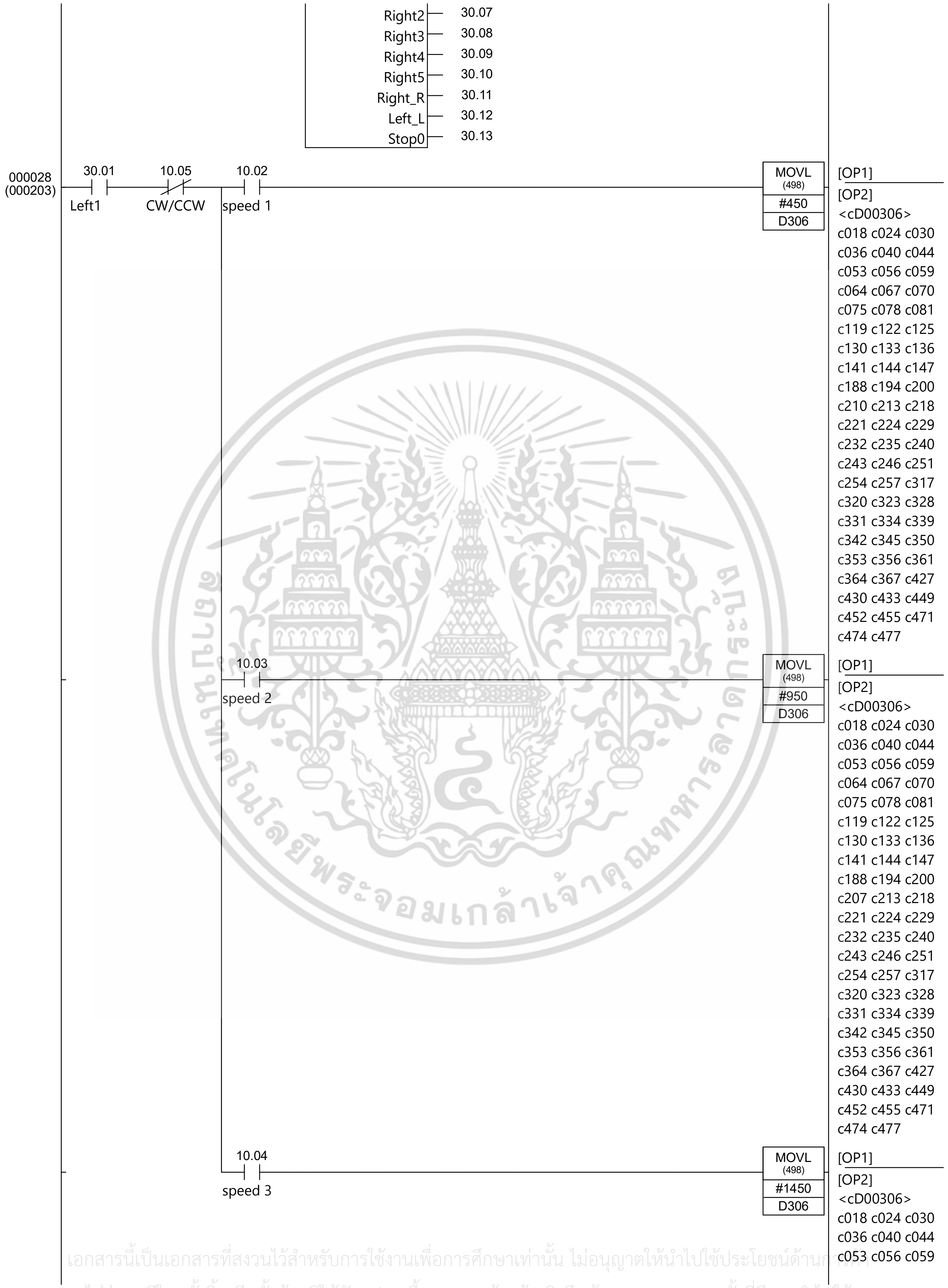
000027
(000201)

CF113
P_On
Always
ON Flag

MagneticRead
FunctionBlock2

Input			Output
	EN	ENO	
I: 0.00	Bit0	MagOut	D308
I: 0.01	Bit1	Straight	30.00
I: 0.02	Bit2	Left1	30.01
I: 0.03	Bit3	Left2	30.02
I: 0.04	Bit4	Left3	30.03
I: 0.05	Bit5	Left4	30.04
I: 0.06	Bit6	Left5	30.05
I: 0.07	Bit7	Right1	30.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c218
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

000029
(000214)

30.02 Left2 | 10.05 CW/CCW | 10.02 speed 1

MOVL (498)
#400
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c221 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.03 speed 2

MOVL (498)
#900
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c224 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.04
speed 3

MOVL
(498)
#1400
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c229
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

000030
(000225)

30.03
Left3

10.05
CW/CCW

10.02
speed 1

MOVL
(498)
#350
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c232 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.03
speed 2

MOVL
(498)
#850
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c235 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.04 speed 3 — MOVL (498) #1350 D306

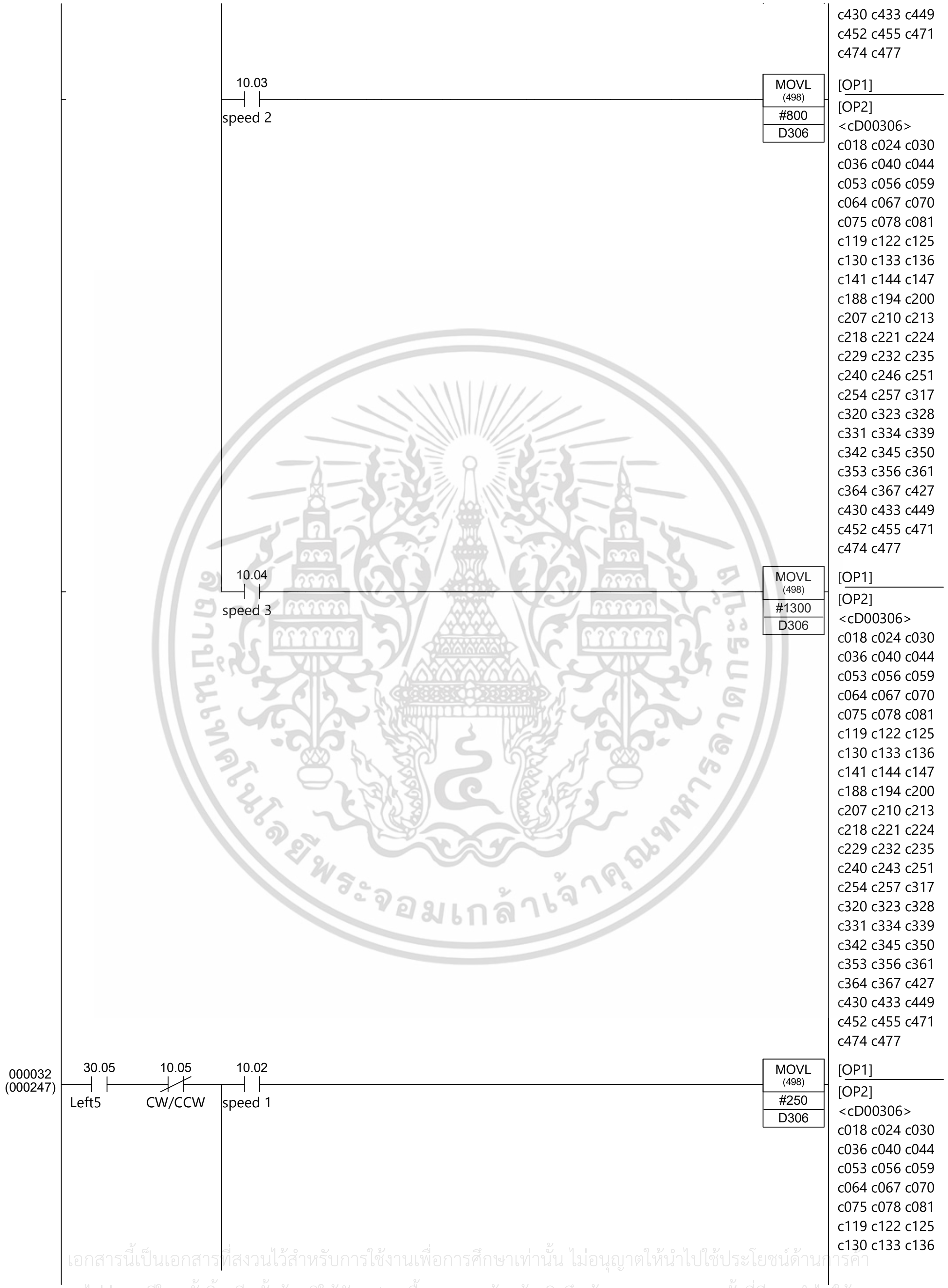
[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c240
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

000031
(000236)

30.04 Left4 — 10.05 CW/CCW — 10.02 speed 1 — MOVL (498) #300 D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c243 c246 c251
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c254 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.03
speed 2

MOVL
(498)
#750
D306

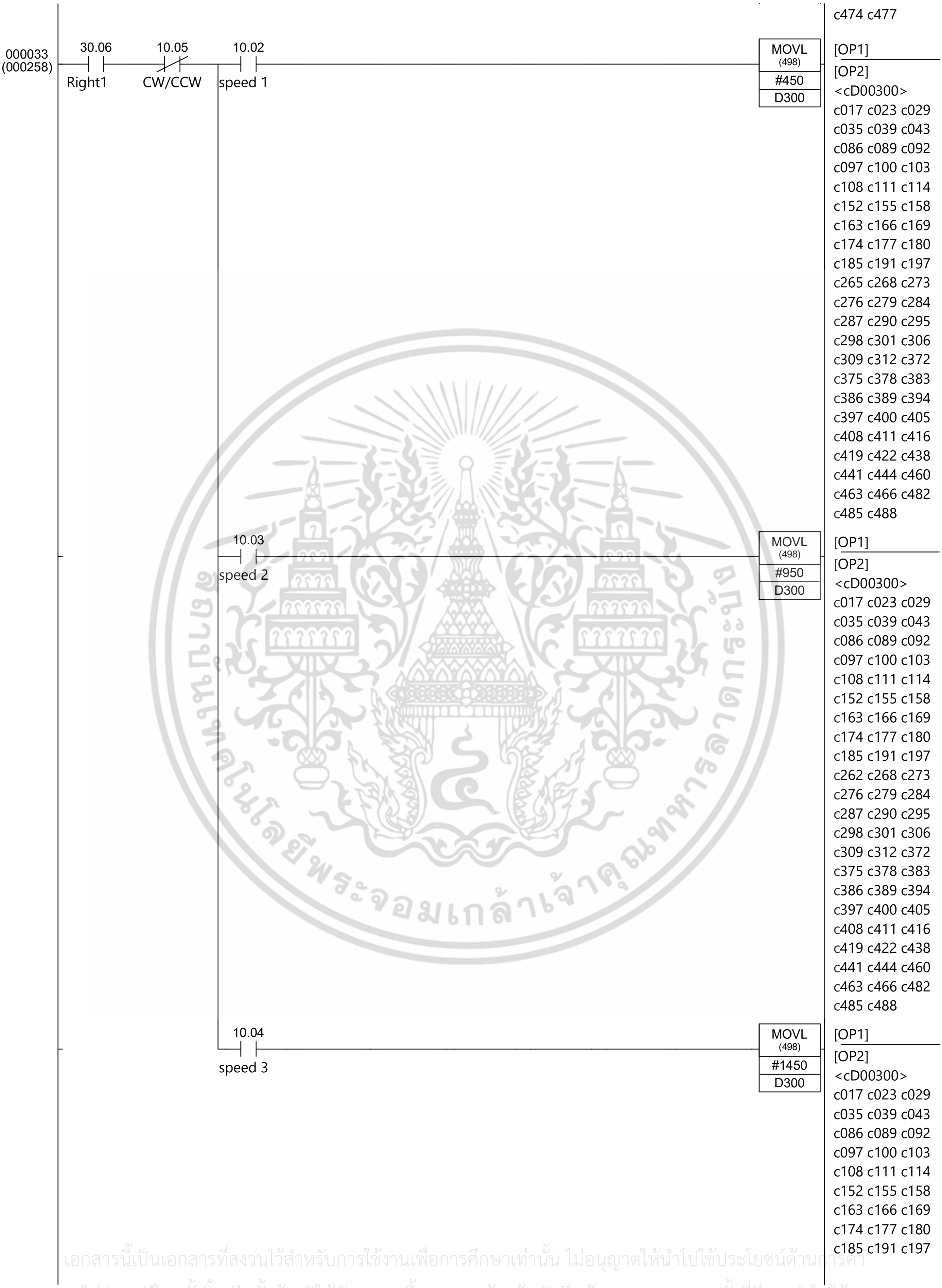
[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c251 c257 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.04
speed 3

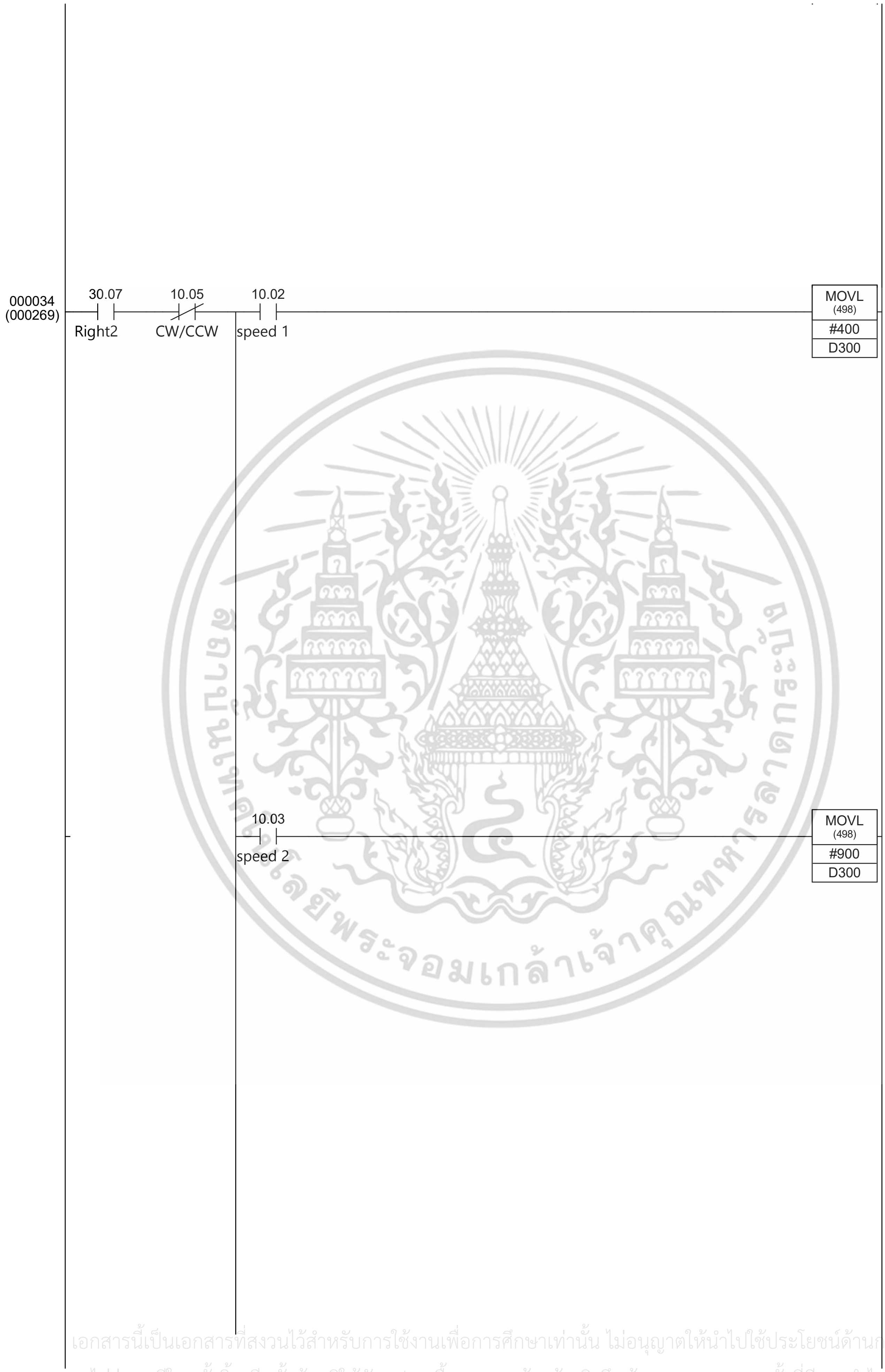
MOVL
(498)
#1250
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c251 c254 c317
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

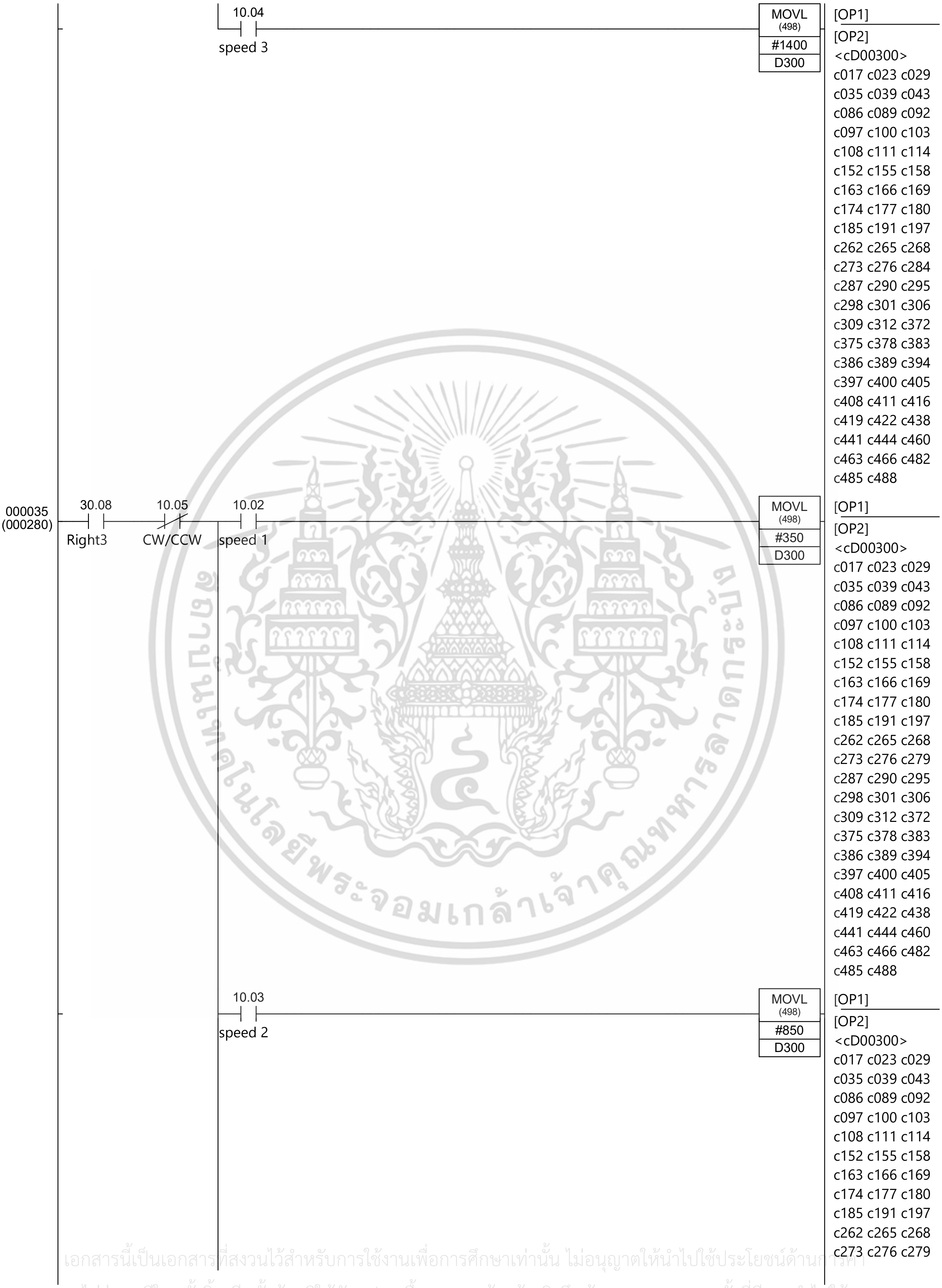


c262 c265 c273
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c276 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c279 c284
c287 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c284 c290 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.04 speed 3 — MOVL (498) #1350 D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c295
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

000036
(000291)

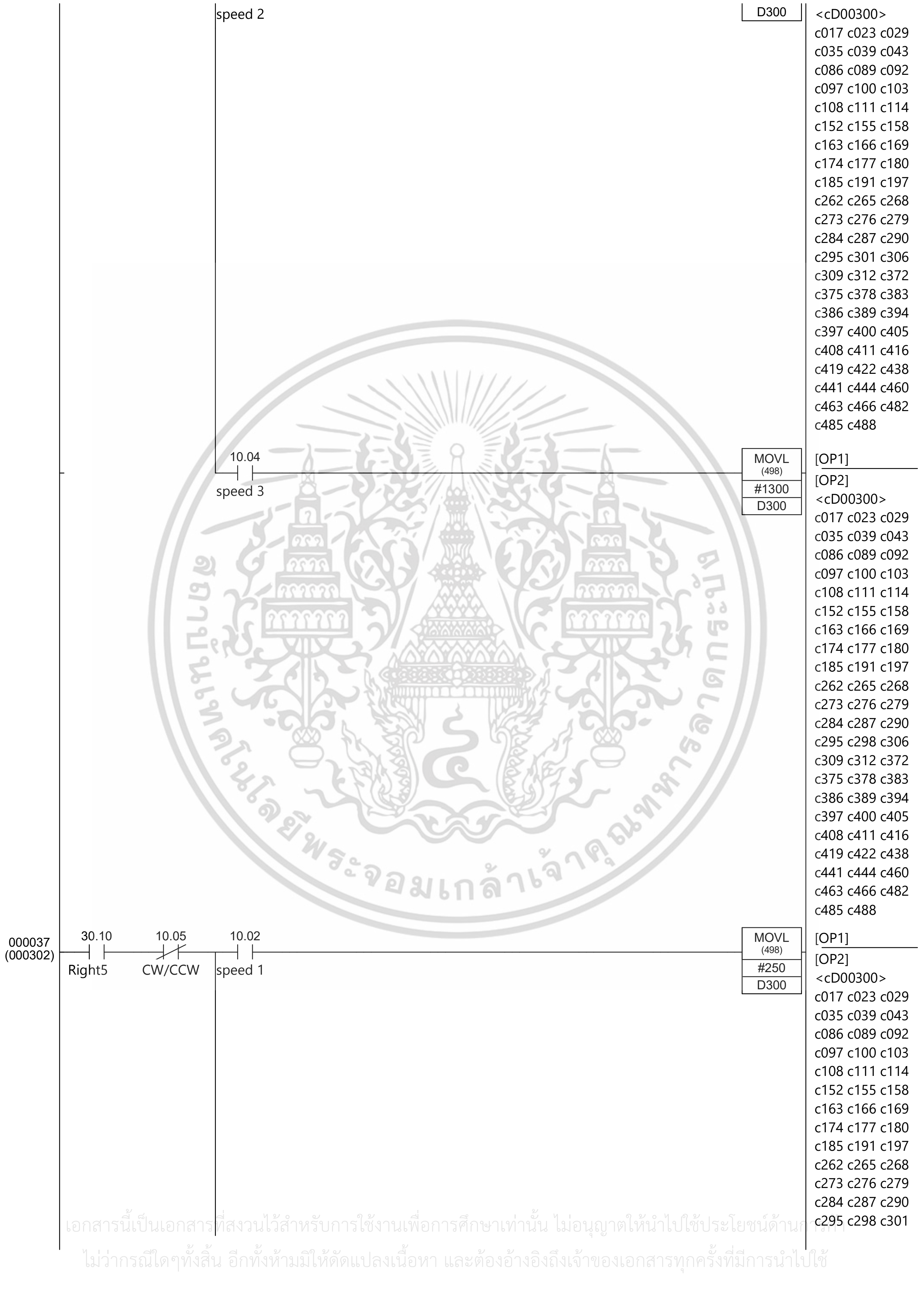
30.09 Right4 — 10.05 CW/CCW — 10.02 speed 1 — MOVL (498) #300 D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c298 c301 c306
c309 c312 c372
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

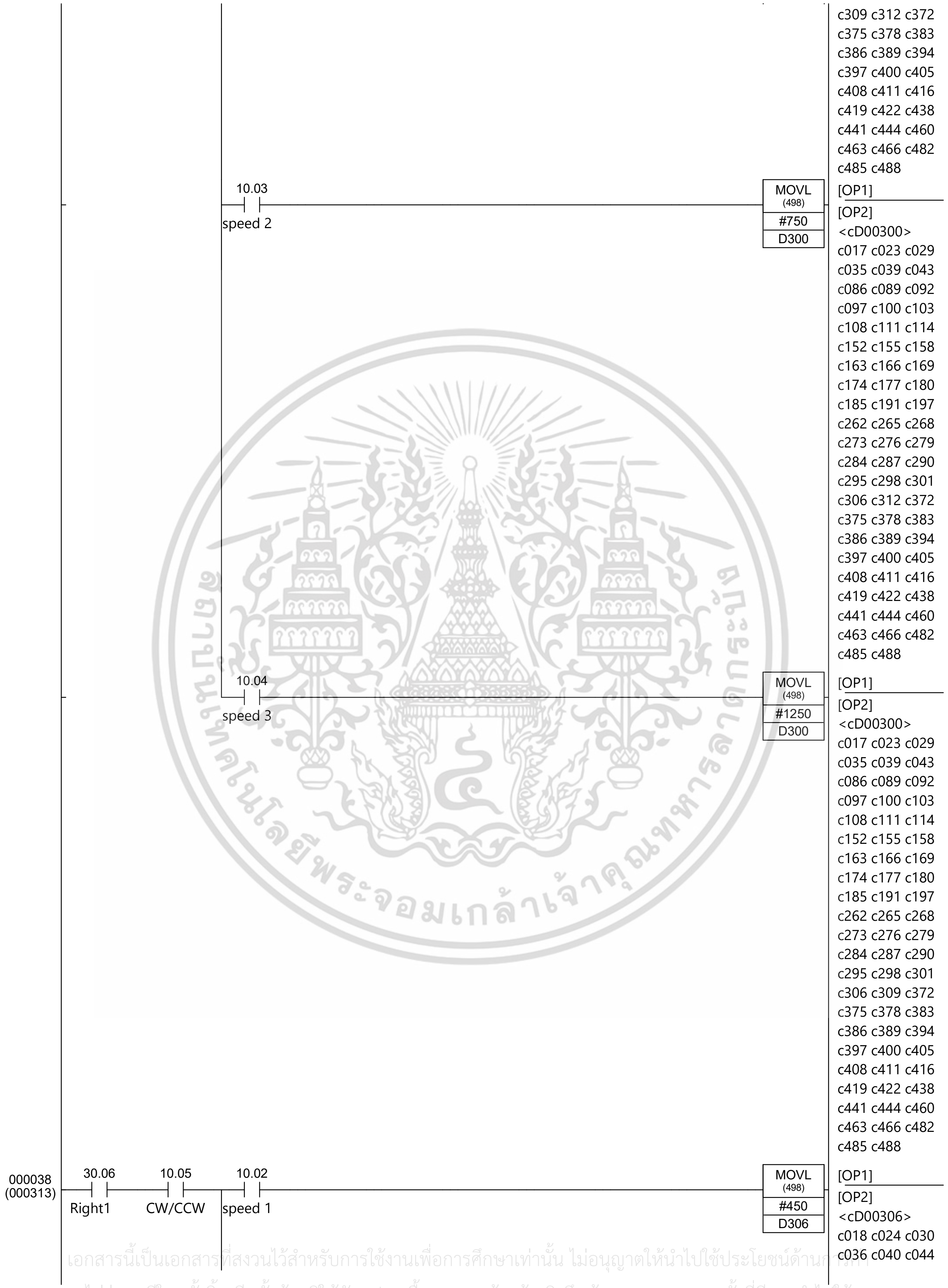
10.03 — MOVL (498) #800

[OP1]
[OP2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c251 c254 c257
c320 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.03
speed 2

MOVL
(498)
#950
D306

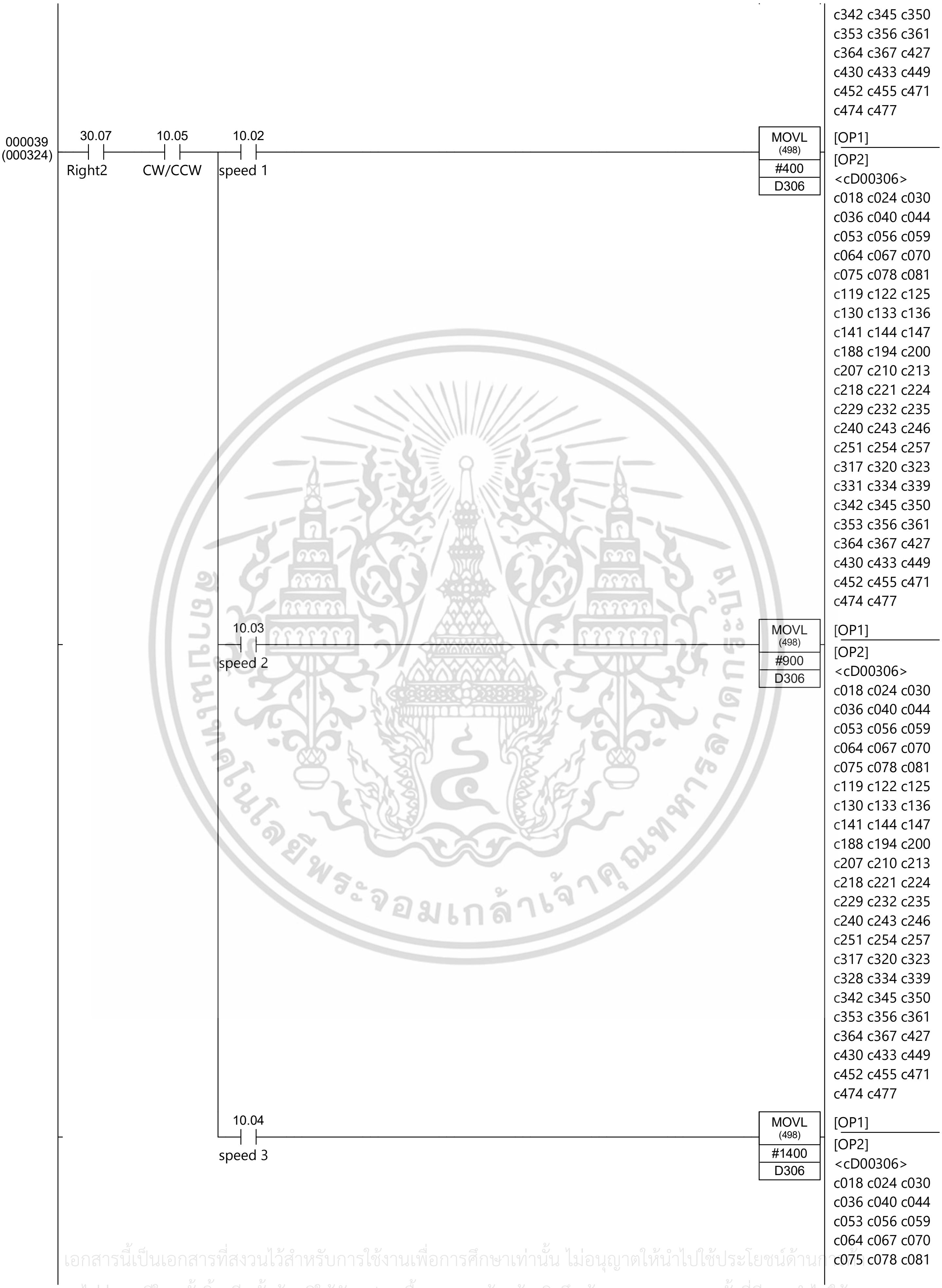
[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c251 c254 c257
c317 c323 c328
c331 c334 c339
c342 c345 c350
c353 c356 c361
c364 c367 c427
c430 c433 c449
c452 c455 c471
c474 c477

10.04
speed 3

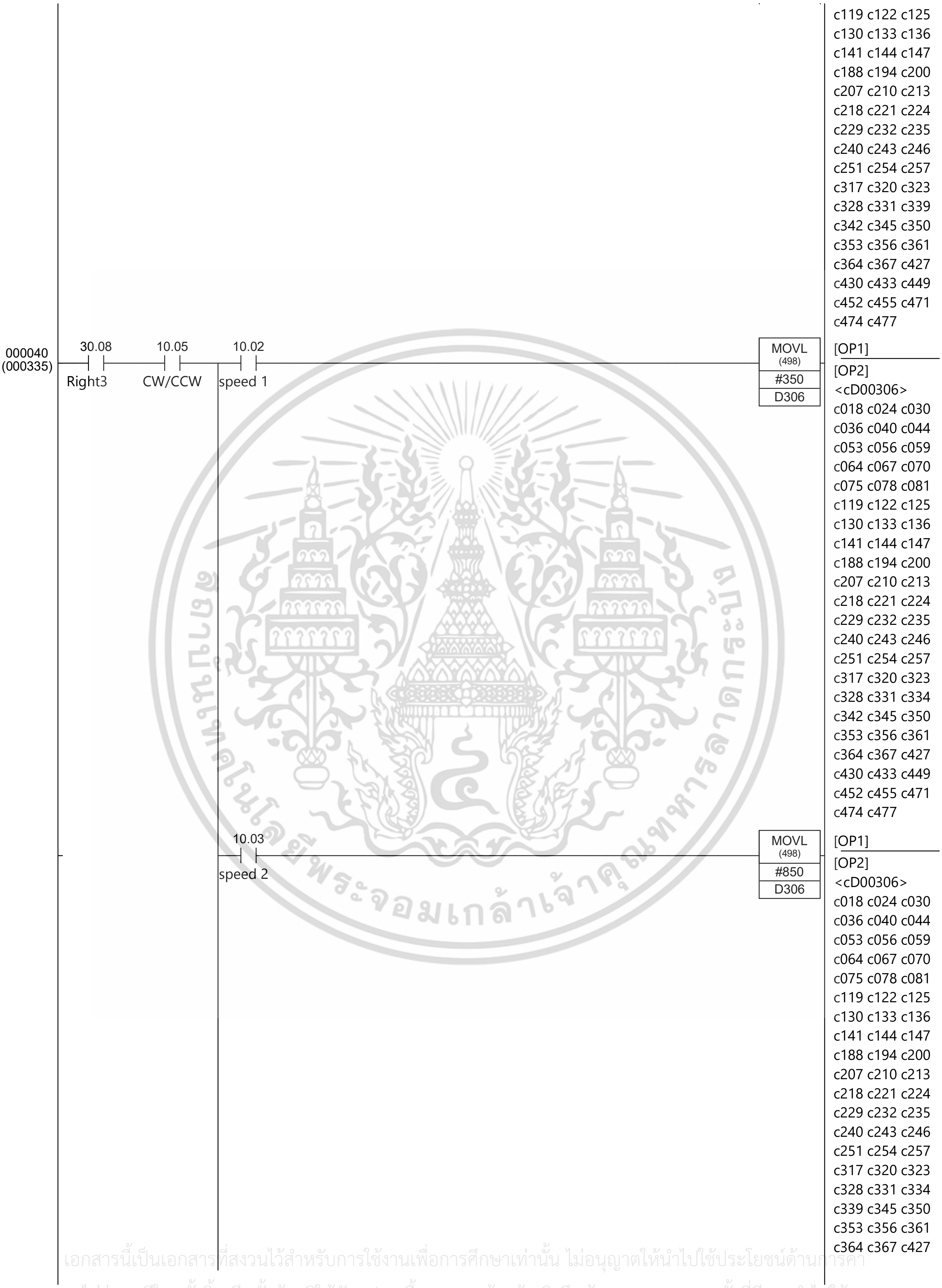
MOVL
(498)
#1450
D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c251 c254 c257
c317 c320 c328
c331 c334 c339

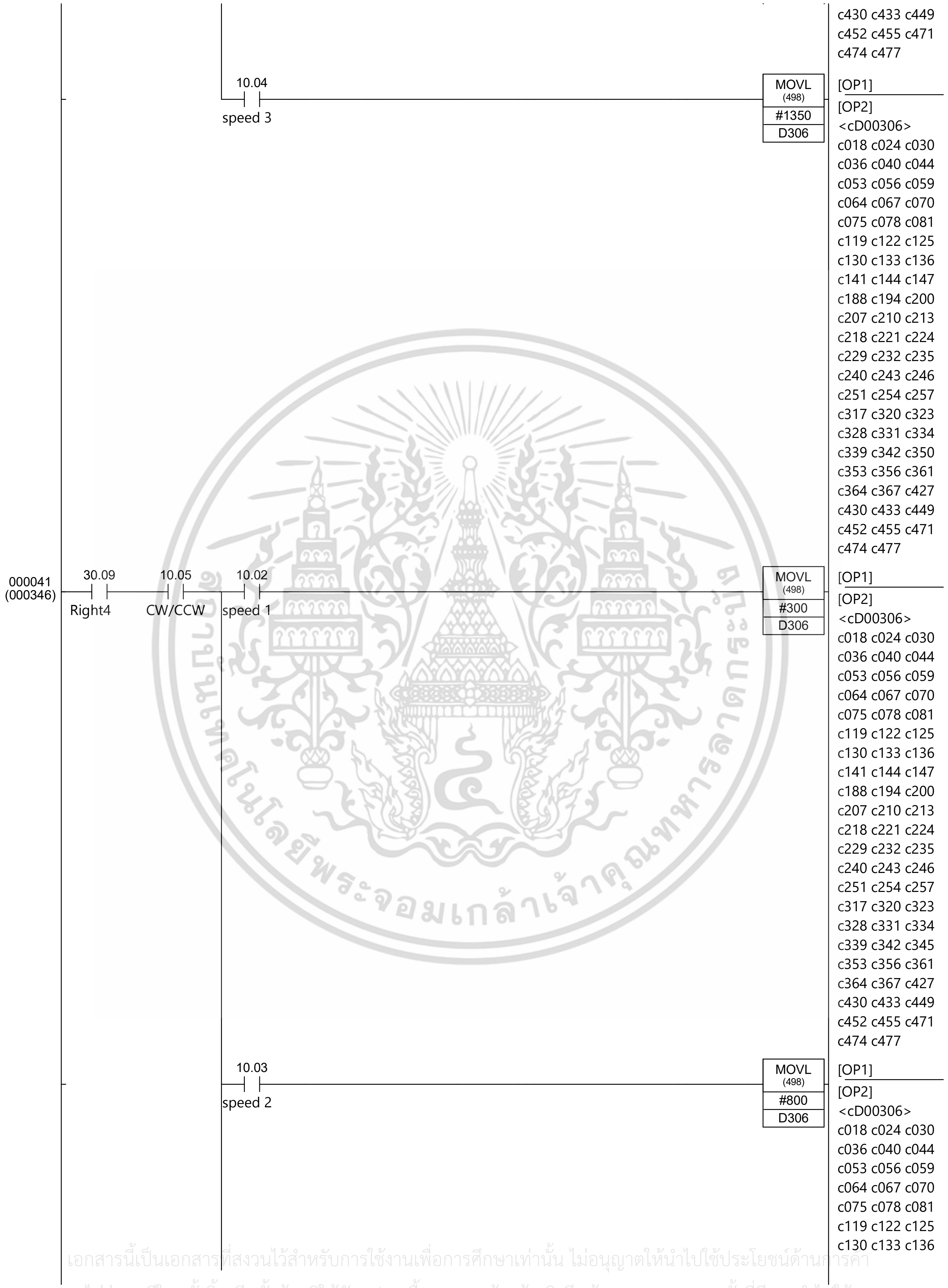
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



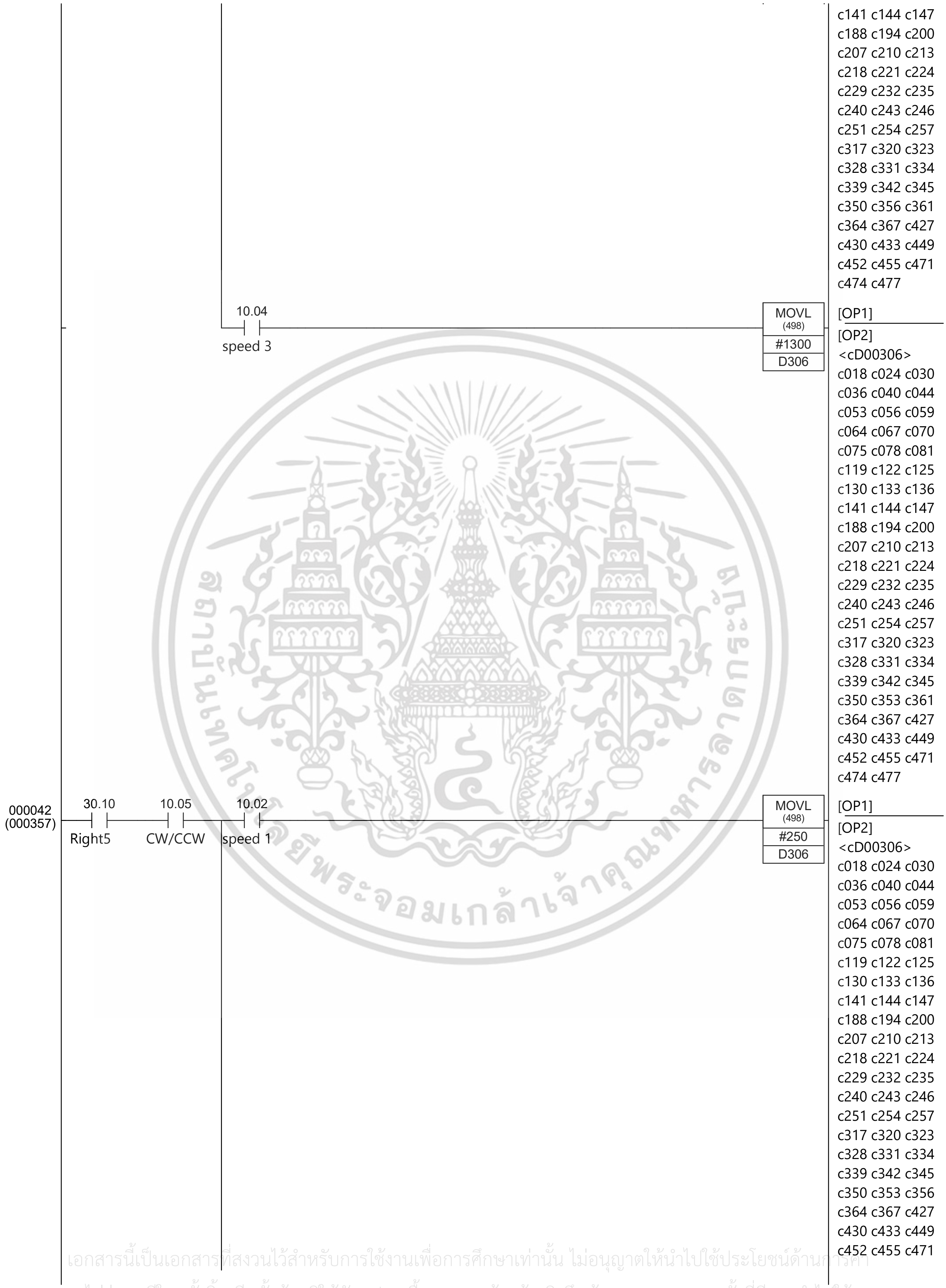
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



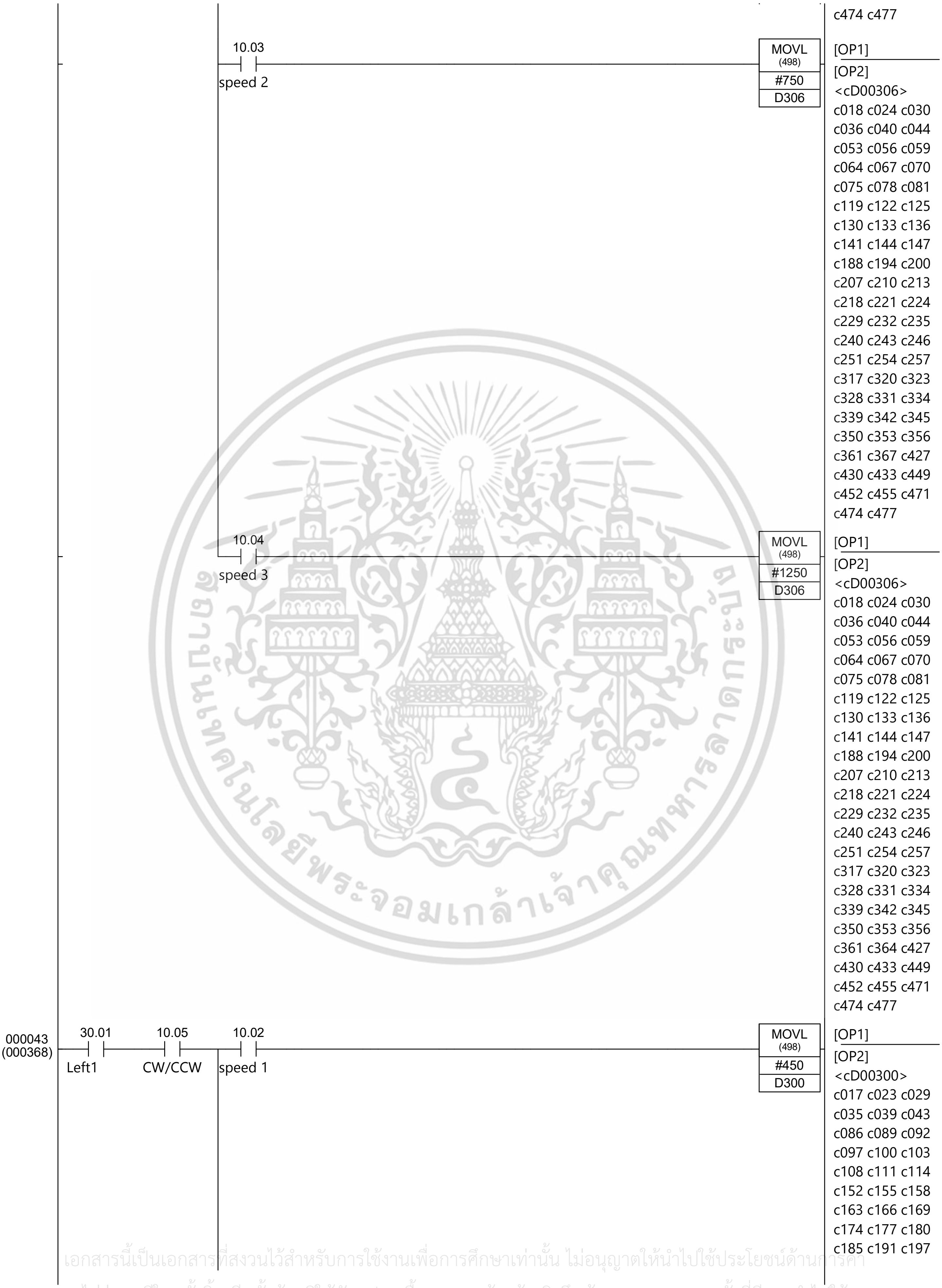
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



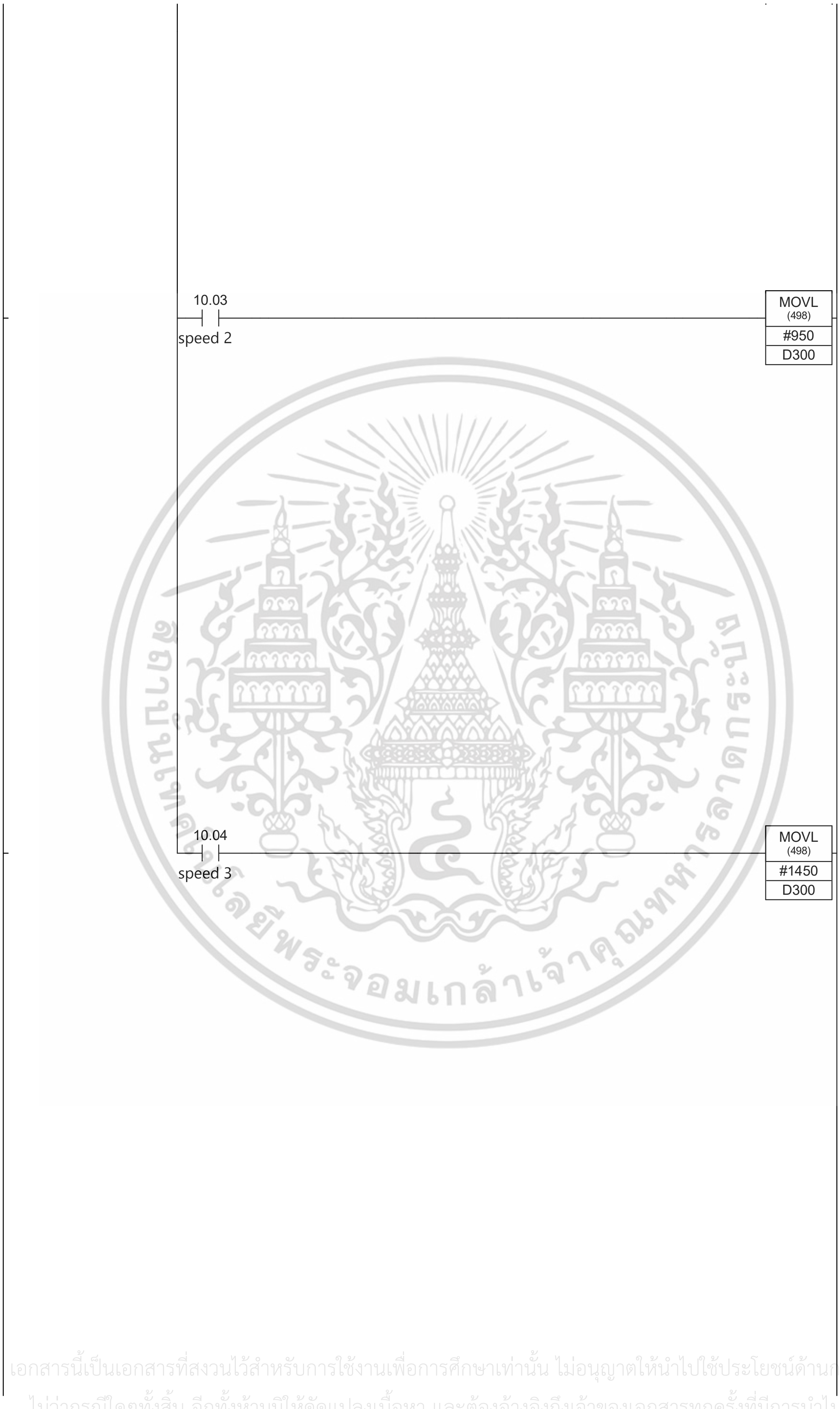
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

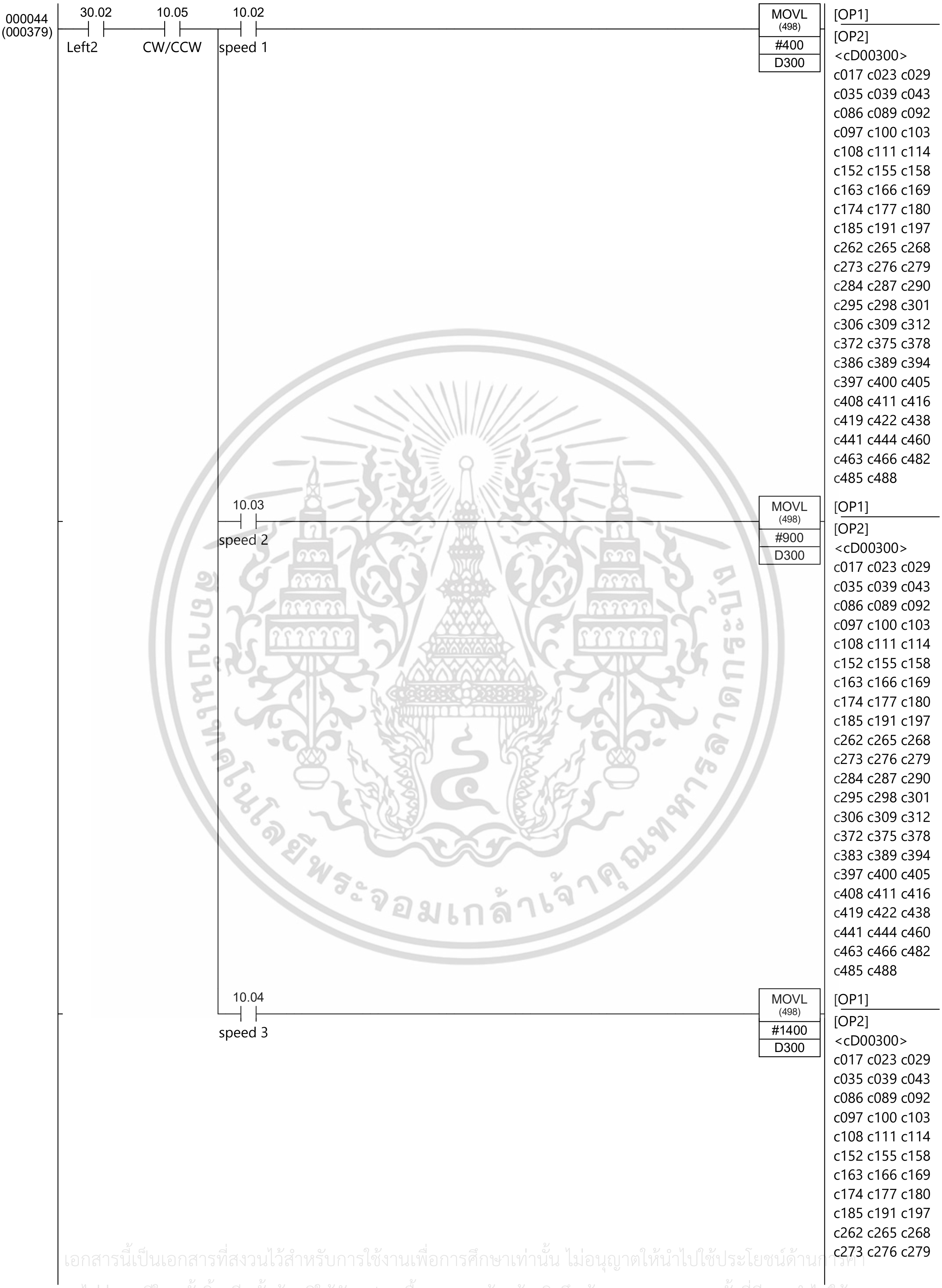


c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c375 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c378 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

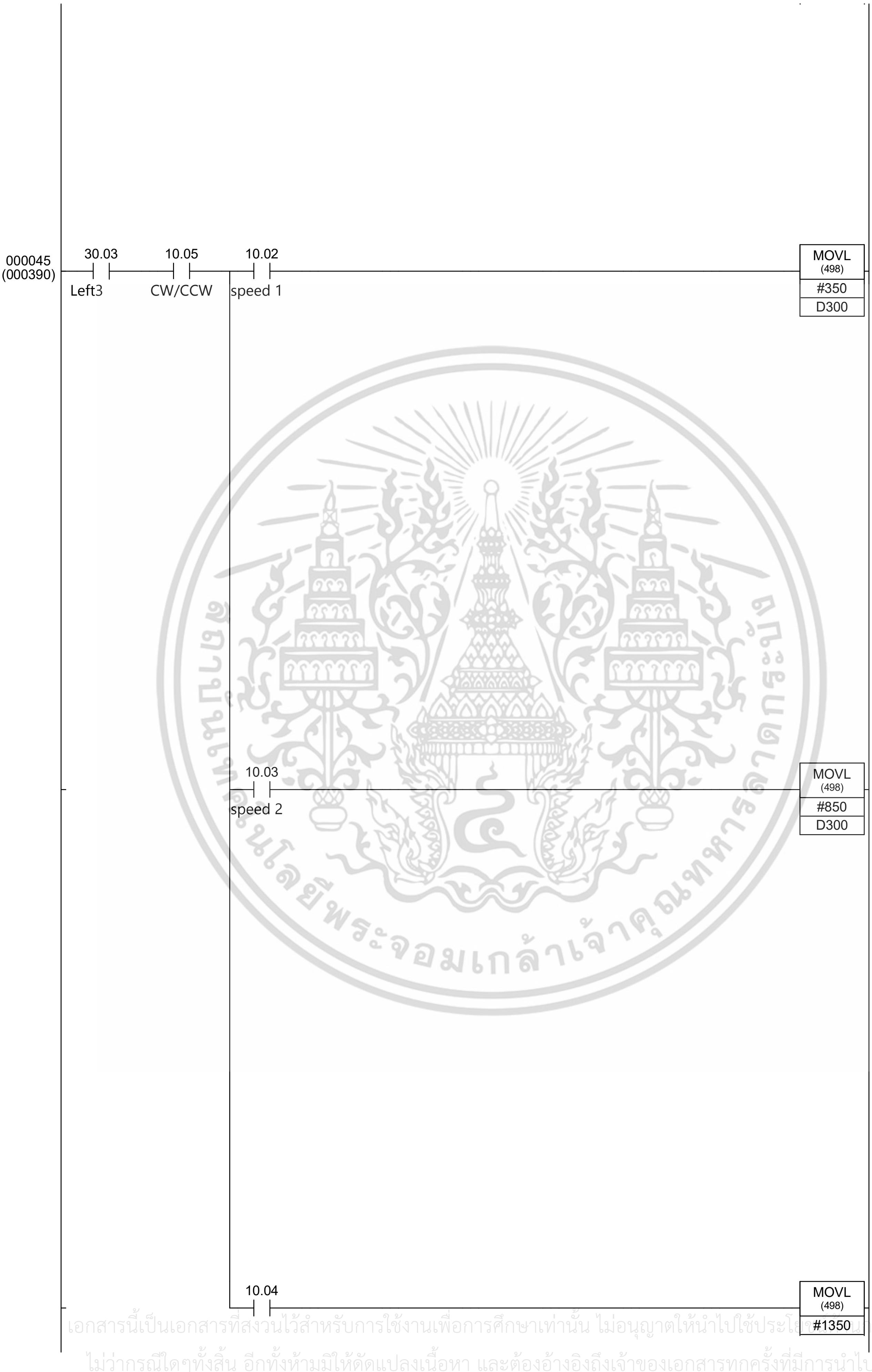
[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c383
c386 c389 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c394
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

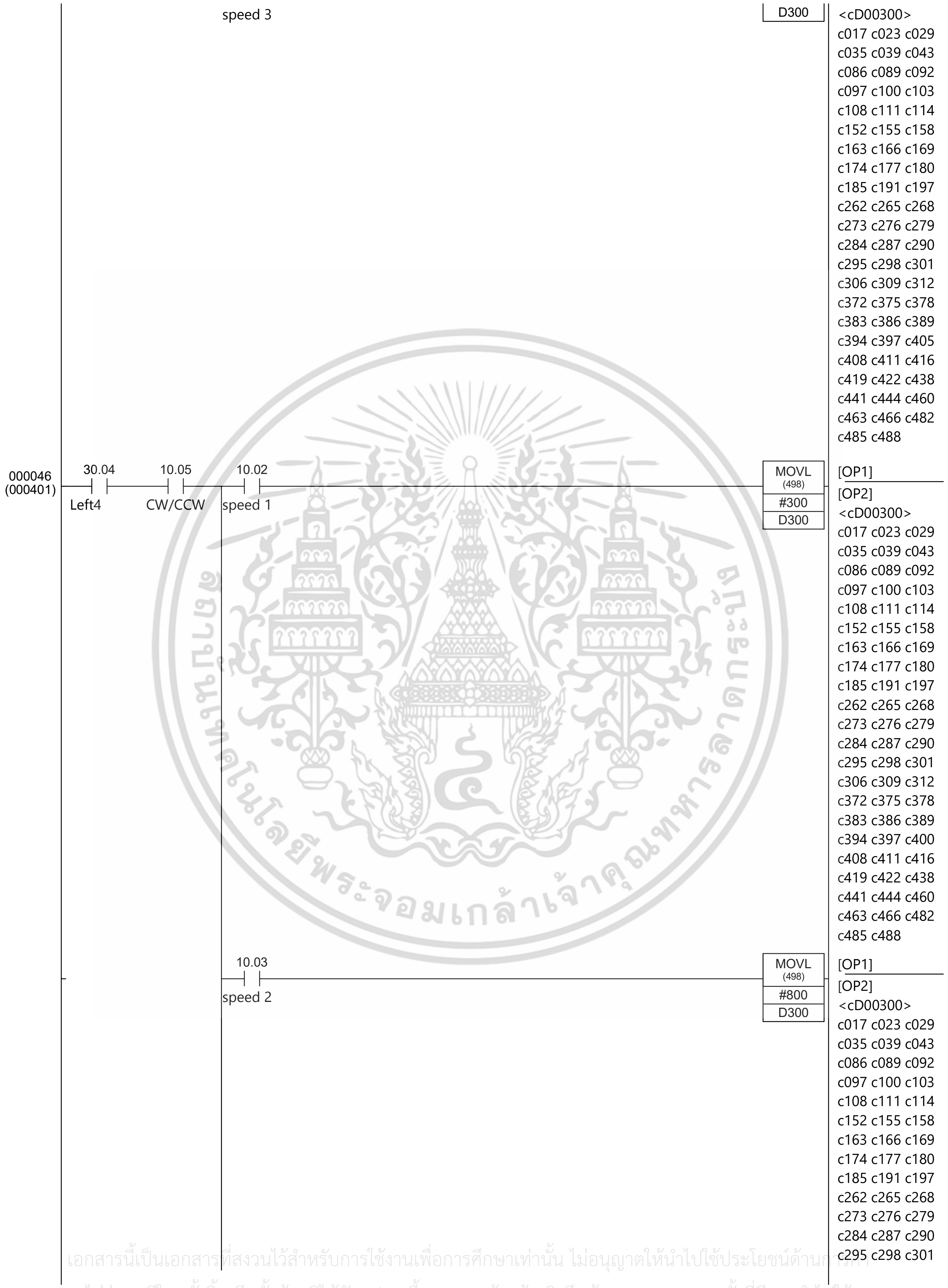


[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c397 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c400 c405
c408 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

[OP1]
[OP2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

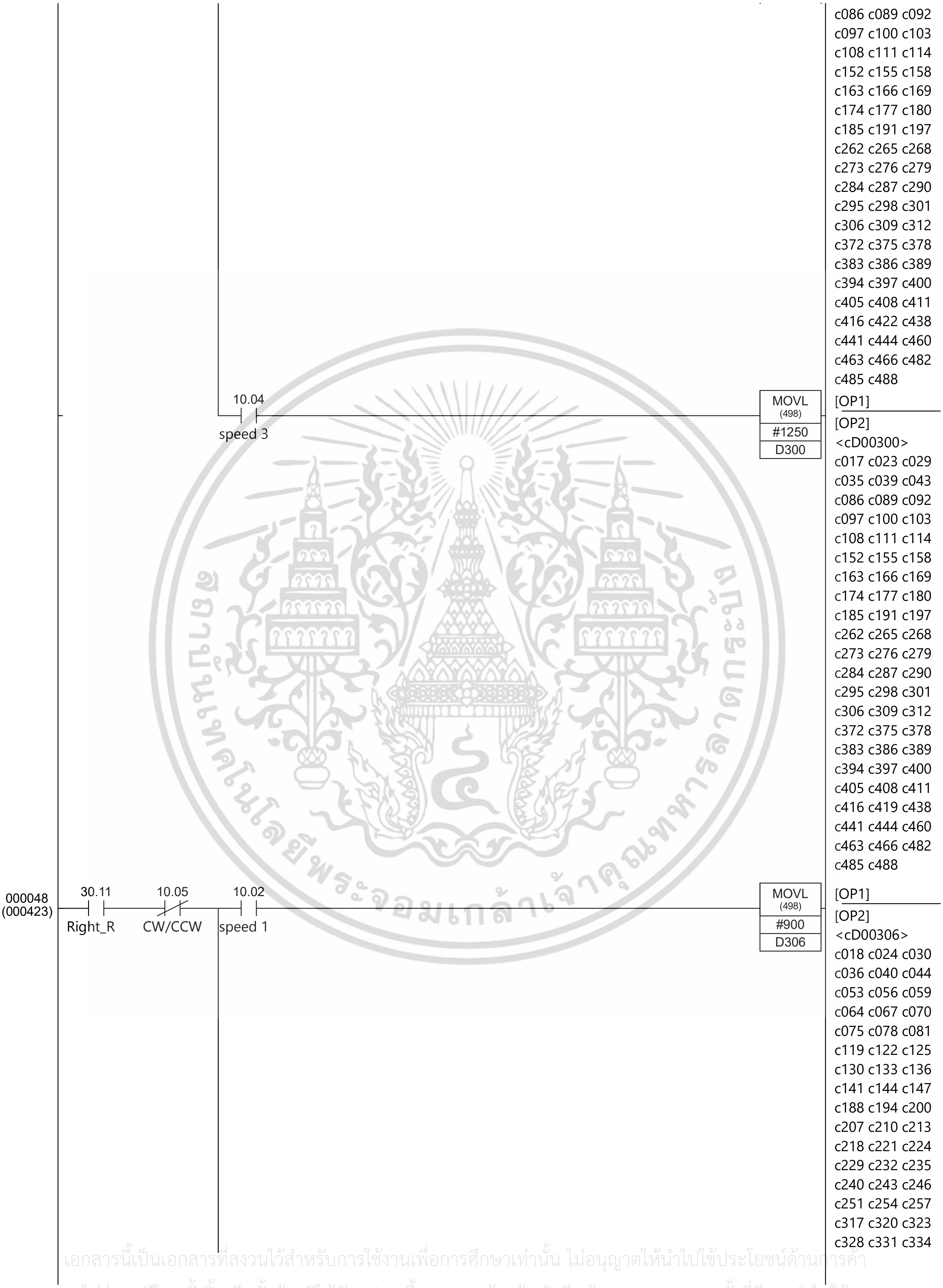
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c411 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.04
speed 3
MOVL (498)
#1300
D300
[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c416
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

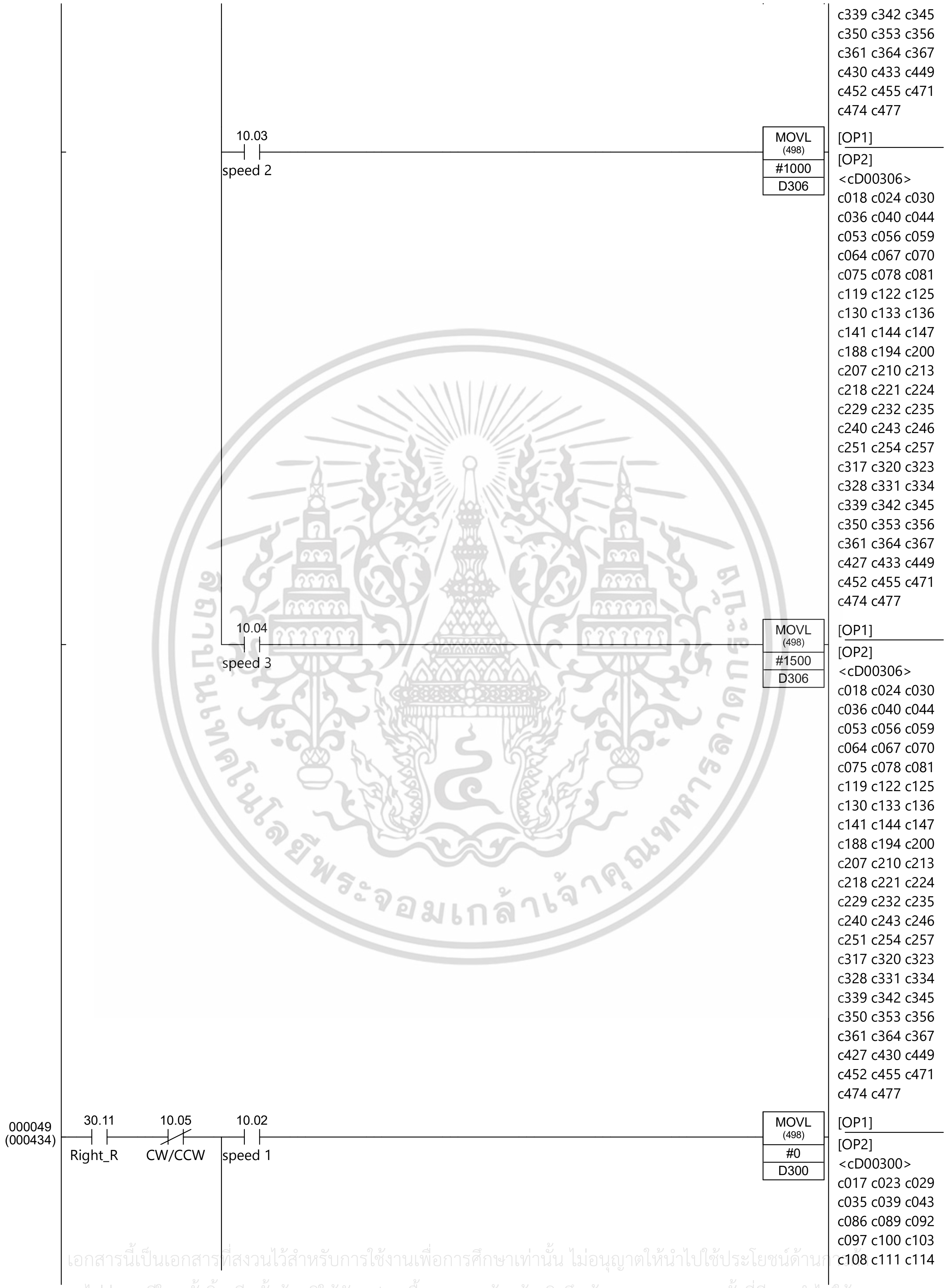
000047
(000412)
30.05 Left5
10.05 CW/CCW
10.02 speed 1
MOVL (498)
#250
D300
[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c419 c422 c438
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.03
speed 2
MOVL (498)
#750
D300
[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c416 c419 c422
c441 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.03
speed 2

MOVL
(498)
#0
D300

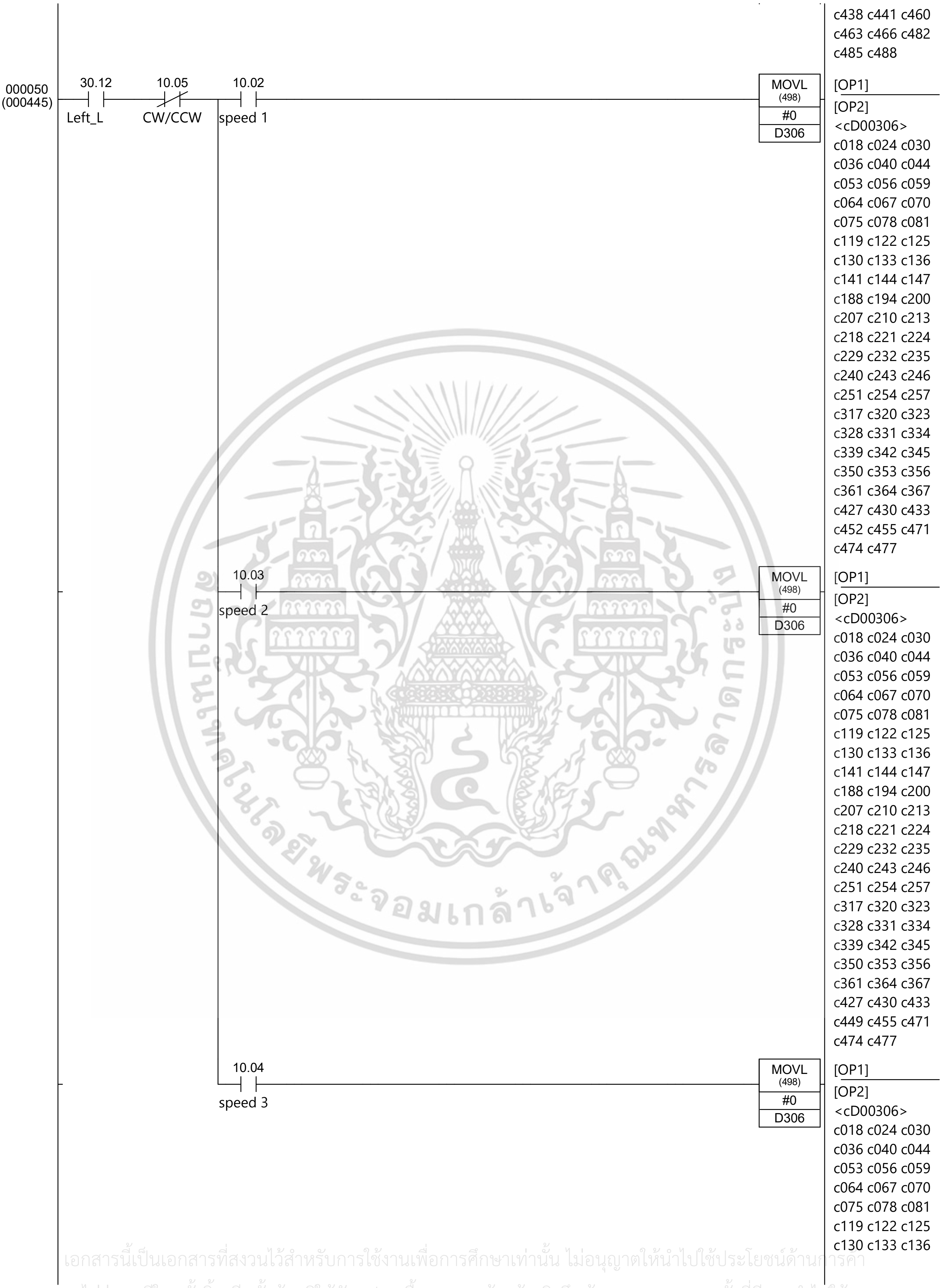
[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c416 c419 c422
c438 c444 c460
c463 c466 c482
c485 c488

10.04
speed 3

MOVL
(498)
#0
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c416 c419 c422

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c251 c254 c257
c317 c320 c323
c328 c331 c334
c339 c342 c345
c350 c353 c356
c361 c364 c367
c427 c430 c433
c449 c452 c471
c474 c477

000051 (000456)

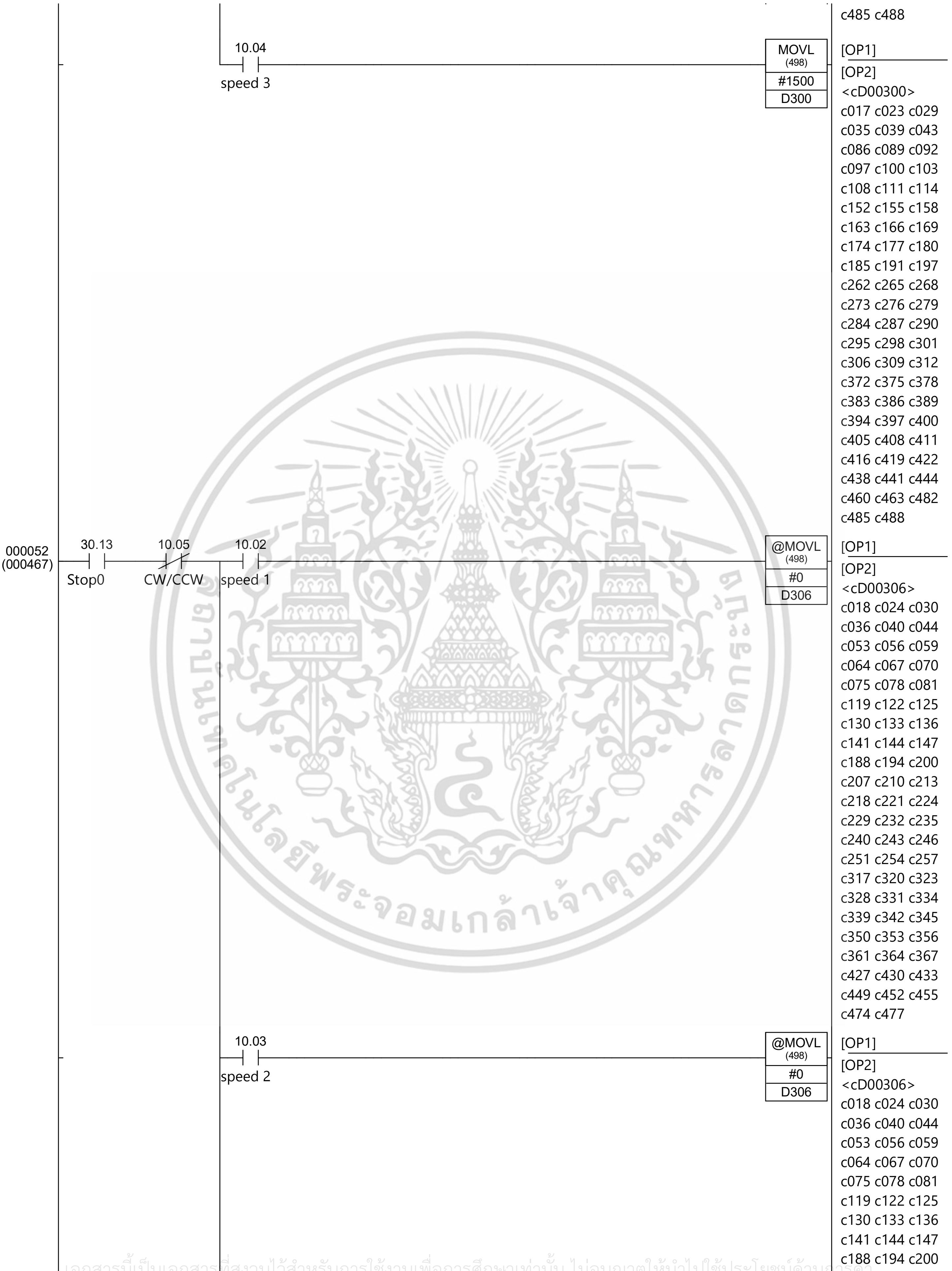
30.12 Left_L | 10.05 CW/CCW | 10.02 speed 1 | MOVL (498) #900 D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c416 c419 c422
c438 c441 c444
c463 c466 c482
c485 c488

10.03 speed 2 | MOVL (498) #1000 D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c416 c419 c422
c438 c441 c444
c460 c466 c482

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c251 c254 c257
c317 c320 c323
c328 c331 c334
c339 c342 c345
c350 c353 c356
c361 c364 c367
c427 c430 c433
c449 c452 c455
c471 c477

10.04 speed 3 — @MOVL (498) #0 D306

[OP1]
[OP2]
<cD00306>
c018 c024 c030
c036 c040 c044
c053 c056 c059
c064 c067 c070
c075 c078 c081
c119 c122 c125
c130 c133 c136
c141 c144 c147
c188 c194 c200
c207 c210 c213
c218 c221 c224
c229 c232 c235
c240 c243 c246
c251 c254 c257
c317 c320 c323
c328 c331 c334
c339 c342 c345
c350 c353 c356
c361 c364 c367
c427 c430 c433
c449 c452 c455
c471 c474

000053 (000478) — 30.13 Stop0 — 10.05 CW/CCW — 10.02 speed 1 — @MOVL (498) #0 D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c416 c419 c422
c438 c441 c444
c460 c463 c466
c485 c488

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.03
speed 2

@MOVL
(498)
#0
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c416 c419 c422
c438 c441 c444
c460 c463 c466
c482 c488

10.04
speed 3

@MOVL
(498)
#0
D300

[OP1]
[OP2]
<cD00300>
c017 c023 c029
c035 c039 c043
c086 c089 c092
c097 c100 c103
c108 c111 c114
c152 c155 c158
c163 c166 c169
c174 c177 c180
c185 c191 c197
c262 c265 c268
c273 c276 c279
c284 c287 c290
c295 c298 c301
c306 c309 c312
c372 c375 c378
c383 c386 c389
c394 c397 c400
c405 c408 c411
c416 c419 c422
c438 c441 c444
c460 c463 c466
c482 c485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	XXXAnalogIN	REAL	No		0.0	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	AnalogOut	REAL	No		0.0	
Outputs	left1	BOOL	No		FALSE	
Outputs	left2	BOOL	No		FALSE	
Outputs	left3	BOOL	No		FALSE	
Outputs	right1	BOOL	No		FALSE	
Outputs	right2	BOOL	No		FALSE	
Outputs	right3	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Bye	BOOL	No		FALSE	
Internals	Lowerlimit	REAL	No		0.0	
Internals	Maxlimit	REAL	No		3000.0	
Internals	Low1	BOOL	No		FALSE	
Internals	Max1	BOOL	No		FALSE	
Internals	Deadband	REAL	No		0.0	
Internals	Deadband1	REAL	No		200.0	
Internals	Deadband2	REAL	No		-200.0	
Internals	speed01	REAL	No		1500.0	
Internals	speed02	REAL	No		201.0	
Internals	speed11	REAL	No		2250.0	
Internals	speed12	REAL	No		1501.0	
Internals	speed21	REAL	No		2251.0	
Internals	speed31	REAL	No		-1500.0	
Internals	speed32	REAL	No		-201.0	
Internals	speed41	REAL	No		-2250.0	
Internals	speed42	REAL	No		-1501.0	
Internals	speed51	REAL	No		-2251.0	
Internals	speed00	REAL	No		1000.0	
Internals	speed10	REAL	No		2000.0	
Internals	speed20	REAL	No		3000.0	
Internals	speed30	REAL	No		-1000.0	
Internals	speed40	REAL	No		-2000.0	
Internals	speed50	REAL	No		-3000.0	
Internals	Hello	REAL	No		0.0	

```
Hello := XXXAnalogIN - 3000.0;

IF Hello <= Lowerlimit THEN
            AnalogOut := Lowerlimit;
            Low1 := TRUE;
ELSE
            Low1 := False;
END_IF;

IF Hello >= Maxlimit THEN
            AnalogOut := Maxlimit;
            Max1 := TRUE;
ELSE
            Max1 := False;
END_IF;

IF Max1 = False AND Low1 =  False THEN


            IF Hello <= Deadband1 THEN
               AnalogOut := Deadband;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ELSE
                AnalogOut := Hello;
                IF Hello <= speed01 AND Hello >= speed02 THEN
                  AnalogOut := speed00;
                ELSE
                        AnalogOut := Hello;
                        IF Hello <= speed11 AND Hello >= speed12 THEN
                                AnalogOut := speed10;
                        ELSE
                                AnalogOut := Hello;
                                IF Hello >= speed21 THEN
                                        AnalogOut := speed20;
                                ELSE
                                        AnalogOut := Hello;
                                END_IF;
                        END_IF;
                END_IF;
        END_IF;
END_IF;

IF Max1 = False AND Low1 =  True THEN

        IF Hello >= Deadband2 THEN
          AnalogOut := Deadband;
        ELSE
                AnalogOut := Hello;
                IF Hello >= speed31 AND Hello<= speed32 THEN
                  AnalogOut := speed30;
                ELSE
                        AnalogOut := Hello;
                        IF Hello >= speed41 AND Hello <= speed42 THEN
                                AnalogOut := speed40;
                        ELSE
                                AnalogOut := Hello;
                                IF Hello <= speed51 THEN
                                        AnalogOut := speed50;
                                ELSE
                                        AnalogOut := Hello;
                                END_IF;
                        END_IF;
                END_IF;
        END_IF;
END_IF;

IF Hello <= speed01 AND Hello >= speed02 THEN
        AnalogOut := speed00;
        left1 := TRUE;
ELSE
        left1 := False;
END_IF;
 IF Hello <= speed11 AND Hello >=speed12 THEN
        AnalogOut := speed10;
        left2 := TRUE;
ELSE
        left2 := False;
END_IF;
 IF Hello >= speed21 THEN
        AnalogOut := speed20;
        left3 := TRUE;
ELSE
        left3 := False;
END_IF;

IF Hello >= speed31 AND Hello <= speed32 THEN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        AnalogOut := speed30;
        right1 := TRUE;
ELSE
        right1 := False;
END_IF;
IF Hello >= speed41 AND Hello <= speed42 THEN
        AnalogOut := speed40;
        right2 := TRUE;
ELSE
        right2 := False;
END_IF;
 IF Hello <= speed51  THEN
        AnalogOut := speed50;
        right3 := TRUE;
ELSE
        right3 := False;
END_IF;

IF Hello <= Deadband1 AND Hello >= Deadband2 THEN
        Bye := TRUE;
ELSE
        Bye := False;
END_IF;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	Bit0	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit1	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit2	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit3	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit4	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit5	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit6	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Bit7	BOOL	No		FALSE	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	MagOutput	REAL	No		0.0	
Outputs	Straight	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Left1	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Left2	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Left3	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Left4	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Left5	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Right1	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Right2	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Right3	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Right4	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Right5	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Right_R	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Left_L	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Stop0	BOOL	No		FALSE	
Internals	Data0	REAL	No		-10.0	
Internals	Data1	REAL	No		-10.0	
Internals	Data2	REAL	No		-10.0	
Internals	Data3	REAL	No		-10.0	
Internals	Data4	REAL	No		10.0	
Internals	Data5	REAL	No		10.0	
Internals	Data6	REAL	No		10.0	
Internals	Data7	REAL	No		10.0	

```
IF Bit0 = TRUE
        THEN Data0 := -10.0;
        ELSE Data0 := 0.0;
END_IF;

IF Bit1 = TRUE
        THEN Data1 := -10.0;
        ELSE Data1 := 0.0;
END_IF;

IF Bit2 = TRUE
        THEN Data2 := -10.0;
        ELSE Data2 := 0.0;
END_IF;

IF Bit3 = TRUE
        THEN Data3 := -10.0;
        ELSE Data3 := 0.0;
END_IF;

IF Bit4 = TRUE
        THEN Data4 := 10.0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ELSE Data4 := 0.0;
END_IF;

IF Bit5 = TRUE
        THEN Data5 := 10.0;
        ELSE Data5 := 0.0;
END_IF;

IF Bit6 = TRUE
        THEN Data6 := 10.0;
        ELSE Data6 := 0.0;
END_IF;

IF Bit7 = TRUE
        THEN Data7 := 10.0;
        ELSE Data7 := 0.0;
END_IF;

MagOutput := Data0 + Data1 + Data2 + Data3 + Data4 + Data5 + Data6 + Data7;

IF  Bit0 = FALSE AND Bit1 = FALSE AND Bit2 = TRUE AND  Bit3 = TRUE AND  Bit4 = TRUE  AND Bit5 = TRUE AND
Bit6 = FALSE  AND Bit7 = FALSE
        THEN Straight :=TRUE;
        ELSE Straight := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = FALSE AND Bit1 = TRUE AND  Bit2 = TRUE AND  Bit3 = TRUE  AND Bit4 = TRUE AND Bit5 = FALSE AND
Bit6 = FALSE  AND Bit7 = FALSE
        THEN Left1 :=TRUE;
        ELSE Left1 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = TRUE AND Bit1 = TRUE AND  Bit2 = TRUE AND  Bit3 = TRUE  AND Bit4 = FALSE AND Bit5 = FALSE AND
Bit6 = FALSE  AND Bit7 = FALSE
        THEN Left2 := TRUE;
        ELSE Left2 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = TRUE AND  Bit1 = TRUE AND  Bit2 = TRUE  AND  Bit3 = FALSE  AND Bit4 = FALSE AND Bit5 = FALSE AND
Bit6 = FALSE  AND Bit7 = FALSE
        THEN Left3 :=TRUE;
        ELSE Left3 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = TRUE AND  Bit1 = TRUE AND  Bit2 = FALSE  AND  Bit3 = FALSE  AND Bit4 = FALSE AND Bit5 = FALSE
AND  Bit6 = FALSE  AND Bit7 = FALSE
        THEN Left4 := TRUE;
        ELSE Left4 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = TRUE AND  Bit1 = FALSE AND  Bit2 = FALSE  AND  Bit3 = FALSE  AND Bit4 = FALSE AND Bit5 = FALSE
AND  Bit6 = FALSE  AND Bit7 = FALSE
        THEN Left5 := TRUE;
        ELSE Left5 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = FALSE AND Bit1 = FALSE AND Bit2 = FALSE AND Bit3 = TRUE  AND Bit4 = TRUE AND Bit5 = TRUE AND
Bit6 = TRUE AND Bit7 = FALSE
        THEN Right1 := TRUE;
        ELSE Right1 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = FALSE AND Bit1 = FALSE AND Bit2 = FALSE AND Bit3 = FALSE  AND Bit4 = TRUE AND Bit5 = TRUE AND
Bit6 = TRUE AND Bit7 = TRUE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            THEN Right2 := TRUE;
            ELSE Right2 := FALSE;
END_IF;

IF Bit0 = FALSE AND Bit1 = FALSE AND Bit2 = FALSE AND Bit3 = FALSE  AND Bit4 = FALSE AND Bit5 = TRUE AND
Bit6 = TRUE AND Bit7 = TRUE
            THEN Right3 := TRUE;
            ELSE Right3 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = FALSE AND Bit1 = FALSE AND Bit2 = FALSE AND Bit3 = FALSE  AND Bit4 = FALSE AND Bit5 = FALSE AND
Bit6 = TRUE AND Bit7 = TRUE
            THEN Right4 := TRUE;
            ELSE Right4 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = FALSE AND Bit1 = FALSE AND Bit2 = FALSE AND Bit3 = FALSE AND Bit4 = FALSE AND Bit5 = FALSE AND
Bit6 = FALSE AND Bit7 = TRUE
            THEN Right5 := TRUE;
            ELSE Right5 := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = FALSE AND Bit1 = FALSE AND Bit2 = TRUE AND Bit3 = TRUE AND Bit4 = TRUE AND Bit5 = TRUE AND Bit6
= TRUE AND Bit7 = TRUE
            THEN Right_R := TRUE;
            ELSE Right_R := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = FALSE AND Bit1 = FALSE AND Bit2 = FALSE AND Bit3 = TRUE AND Bit4 = TRUE AND Bit5 = TRUE AND
Bit6 = TRUE AND Bit7 = TRUE
            THEN Right_R := TRUE;
            ELSE Right_R := FALSE;
END_IF;


IF  Bit0 = TRUE AND Bit1 = TRUE AND Bit2 = TRUE AND  Bit3 = TRUE AND  Bit4 = TRUE  AND Bit5 = TRUE AND
Bit6 = FALSE  AND Bit7 = FALSE
            THEN Left_L :=TRUE;
            ELSE Left_L := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = TRUE AND Bit1 = TRUE AND Bit2 = TRUE AND  Bit3 = TRUE AND  Bit4 = TRUE  AND Bit5 = FALSE AND
Bit6 = FALSE  AND Bit7 = FALSE
            THEN Left_L :=TRUE;
            ELSE Left_L := FALSE;
END_IF;

IF  Bit0 = TRUE AND Bit1 = TRUE AND Bit2 = TRUE AND  Bit3 = TRUE AND  Bit4 = TRUE  AND Bit5 = TRUE AND
Bit6 = TRUE  AND Bit7 = TRUE
            THEN Stop0 :=TRUE;
            ELSE Stop0 := FALSE;
END_IF;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้