สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมตำแหน่ง X,Y โดยใช้อินพุตความเร็วสูงของพีแอลซี

X,Y POSITION CONTROLLED BY PLC HIGH SPEED INPUT

T042537

นางสาวชมาพร เกศวรกุล

นางสาวฐิติกานต์ เพชรรักษ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42537
วัน, เดือน, ปี 24 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X,Y POSITION CONTROLLED BY PLC HIGH SPEED INPUT

CHAMAPORN KETVORAKUL

TITIKAN PATCHARUG

A THESIS SUHBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INDUSTRAIL INSTRUMENTATION TECHNOLOGY

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การควบคุมตำแหน่ง X, Y โดยใช้อินพุตความเร็วสูงของพีแอลซี

X, Y Position Controlled By PLC High Speed Input

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาว ชมาพร เกสวรกุล รหัสประจำตัว 40010164

นางสาว ฐิติกานต์ เพชรรักษ์ รหัสประจำตัว 40010198

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2543

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
อ. เชื้อ นกอยู่	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2544

สถานที่สอบ ณ. ห้องสอบปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชารับรองแล้ว

(ผศ. ประสิทธ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมตำแหน่ง X, Y โดยใช้อินพุตความเร็วสูงของพีแอลซี
	X, Y Position Controlled By PLC High Speed Input
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาว ชมาพร เกศวรกุล
	นางสาว ฐิติกานต์ เพชรรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. เชื้อ นกอยู่
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพจน์ฉบับนี้ เป็นการนำเสนอการประยุกต์การใช้งานของเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller) โดยใช้อินพุตความเร็วสูง (High Speed I/O) ในการควบคุมตำแหน่ง X ,Y โดยต่อควบคุมแบบจำลองเครื่องล้างคราบสิ่งสกปรก โดยมีการสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์วิชวลเบสิก (Microsoft Visual Basic) เพื่อสร้างหน้าจอติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งาน ในการทำงานแต่ละครั้ง อาจมีการทำงานไม่เหมือนกัน เราสามารถเลือกระยะทางว่าเราต้องการเดินทางไปถังไหนก่อนและกำหนดเวลาว่าเราต้องการให้จุ่มในถังนานเท่าไร ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกมากขึ้นและสามารถป้องกันชิ้นส่วนที่เราต้องการจุ่มเสียหายอาจเนื่องมาจากผู้ใช้งานจุ่มผิดถังหรือจุ่มเกินระยะเวลาที่กำหนดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	X, Y Position Controlled by PLC High Speed Input
Authors	Miss Chamaporn Ketvorakul
	Miss Titikan Patchaige
Thesis Advisor	Mr . Chuae Nokyoo
Year	2000

ABSTRACT

This thesis presents the application of PLC that used high-speed input to control position X, Y of cleaning machine. Computer monitor used Microsoft Visual Basic to connect with user. On each time, it have different procedure, different part, so it may have a mistake if the users do not have more experience.

The principle objective of the system is making more convenient for user, for making an arrangement and elimination an error from users.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความเมตตาจาก อาจารย์ เชื้อ นกอยู่ ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

และที่ลืมเสียมิได้คือ ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ อันเป็นที่รักยิ่ง ที่สนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงได้รับจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....2

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์.....2

บทที่ 2 เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้.....3

2.1 เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ (Programmable Logic Control PLC).....3

2.1.1 Introduction to Programmable Logic Control.....3

2.1.2 Programmable Logic Control KOYO DL05.....4

2.2 โปรแกรมควบคุม DL05 MICRO PLC.....18

2.3 DirectSOFT DDE Server 23

2.4 Microsoft Visual Basic.....26

2.5 มอเตอร์ (Motor).....31

2.5.1 เอซีมอเตอร์ (AC Motor) 31

2.5.1.1 เอซีอินดักชั่นมอเตอร์ (AC Induction Motor).....31

2.5.1.2 การควบคุมความเร็วของอินดักชั่นมอเตอร์ ด้วยอินเวอร์เตอร์.....33

2.5.2 ดีซีมอเตอร์และเซอร์โวมอเตอร์ (DC Motor).....37

2.6 ระบบการควบคุมตำแหน่งอัตโนมัติ.....47

บทที่ 3 รายละเอียดในการสร้างและประกอบปริญญานิพนธ์.....51

3.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware).....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.1 Mechanical Hardware.....52

3.1.2 Electrical Hardware.....53

3.1.2.1 มอเตอร์กระแสตรง.....53

3.1.2.2 มอเตอร์กระแสสลับ.....59

3.2 ส่วนซอร์ฟแวร์(Software).....60

บทที่ 4 วิธีการทดลองปริญญานิพนธ์.....65

4.1 ทดลองหาความแม่นยำในการควบคุมระยะทางโดยใช้ High Speed I/O.....65

4.2 ทดลองลำดับการทำงานของเครื่องว่ามีความถูกต้องแค่ไหน.....66

บทที่ 5 ผลการทดลองของปริญญานิพนธ์.....70

5.1 จากการทดลองหาความแม่นยำในการควบคุมระยะทางโดยใช้ High Speed I/O....70

5.2 ผลการทดลองความถูกต้องของลำดับการทำงานของเครื่อง.....72

บทที่ 6 สรุปผลการทดลองของปริญญานิพนธ์ และ แนวทางในการพัฒนา.....77

บรรณานุกรม.....78

ภาคผนวก.....79

ภาคผนวก ก. 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงผลของไฟของ CPU.....11

2.2 แสดงอินพุต X ในการวัดความเร็วสูงในโหมด 20.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงรูปด้านหน้า PLC ขนาดเล็กรุ่น DL05	4
2.2	แสดงรูปการต่อสายจากแหล่งจ่ายไฟสำหรับ DL05	4
2.3	แสดงรูปการต่อ DV_100 กับพอร์ตบน PLC รุ่น DL05	5
2.4	แสดงรูปการต่อ Optimation	5
2.5	แสดงรูปการใช้สายเคเบิ้ลติดต่อ PLC กับคอมพิวเตอร์	5
2.6	แสดงรูปรีเลย์และการต่อสายภายใน PLC	6
2.7	แสดงรูปวงจรเมื่อโหลดใช้ไฟระบบกระแสสลับ	6
2.8	แสดงรูปอินพุตเป็นได้ทั้ง Sinking และ Sourcing	7
2.9	แสดงเรูปอาท์พุตที่ใช้แหล่งจ่ายไฟร่วมกัน	7
2.10	แสดงรูปแผนผังการต่อสายสำหรับโหมดความเร็วสูง	8
2.11	แสดงรูปแผนผังการติดต่อกับพอร์ตภายนอก	8
2.12	แสดงรูปการต่อพอร์ตติดต่อ RS - 232C 2 พอร์ต	9
2.13	แสดงการติดต่อกับพอร์ต 1 และ พอร์ต 2	9
2.14	แสดงโครงข่าย DL 05 กับ DL05 โดย RS – 232C	10
2.15	แสดงโครงข่าย PC กับ DL05 โดย RS – 422	10
2.16	แสดงโครงข่าย PLC รุ่น DL05 ตัวหลักกับ PLC ตัวอื่น	10
2.17	แสดงปัญหาเบื้องต้น	11
2.18	แสดงการสแกนโปรแกรมขั้นบันได	12
2.19	แสดงรูปโปรแกรม Stage	12
2.20	แสดงรูป Stage เริ่มต้น	13
2.21	แสดงรูปการทำงานใน Stage หลังการเปิดเครื่อง	13
2.22	แสดงสถานะเมื่อเริ่มเปิดเครื่องเมื่อ S1 แทน S0	13
2.23	แสดงรูปสถานะของการปิด Stage	14
2.24	แสดงรูปแผนผังของฟังก์ชั่นของโหมด 20	15
2.25	แสดงรูปสัญญาณของวงจร Encoder ที่ใช้การนับขึ้นนับลง	15
2.26	แสดงรูปการบอกPLC ว่าจะทำงานในโหมด 20	16
2.27	แสดงคำสั่ง UDC ที่ใช้นับขึ้นนับลงของ HSIO	17
2.28	แสดงรูปของหน้าจอโหมดการโปรแกรม	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.29	แสดงรูปหน้าต่าง New Project	18
2.30	แสดงรูปการเขียนคำสั่งขั้นบันได	19
2.31	แสดงรูปหน้าต่างในโหมดแก้ไข	19
2.32	แสดงรูปบล๊อกคำสั่ง	20
2.33	แสดงรูปการพิมพ์โปรแกรมขั้นบันได	20
2.34	แสดงรูปการใช้ SPO ในโปรแกรม	21
2.35	แสดงรูปแถบเครื่องมือ	21
2.36	แสดงรูปหน้าต่างที่จะบันทึกโปรแกรม	22
2.37	แสดงรูปโปรแกรม DirectSOFT DDE Server กับ Excel	23
2.38	แสดงรูปการตั้งค่า DDE Server	24
2.39	แสดงรูปคำสั่งพื้นฐาน	24
2.40	แสดงรูปตัวอย่างการใช้ DDE Server กับ Visual Basic	25
2.41	แสดงรูปสนามแม่เหล็กหมุนของมอเตอร์เหนี่ยวนำ	32
2.42	แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วมอเตอร์เมื่อมอเตอร์ขับโหลดตามพิกัดของมอเตอร์	34
2.43	แสดงรูปคุณสมบัติของแรงบิดหมุน – ความเร็วที่ค่าสลิป 0 โดยการรักษาให้ φ ag คงที่ และมอเตอร์ที่ขับภาวะคงที่	35
2.44	แสดงรูปบล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของอินเวอร์เตอร์แบบ V / F	36
2.45	แสดงรูปบล็อกไดอะแกรมของอินเวอร์เตอร์ที่ทำงานในระบบ V / F โดยมีสัญญาณป้อนกลับ	36
2.46	แสดงรูปวิธีการควบคุมการหมุนของสนามแม่เหล็ก	37
2.47	แสดงรูปมอเตอร์สนามแม่เหล็กแบบแม่เหล็กถาวร และมอเตอร์แบบมอเตอร์สนามแม่เหล็กไฟฟ้า	38
2.48	แสดงรูปวงจรสมดุลย์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	39
2.49	แสดงรูปการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ย่านการทำงานแบบแรงบิดคงที่	40
2.50	แสดงรูปแบบภาพการทำงานของมอเตอร์ทั้ง 4 ควอดรันต์	41
2.51	แสดงรูปการทำงานของมอเตอร์ที่ย่านความเร็วต่าง ๆ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.52	แสดงวงจรพื้นฐานของชอปเปอร์แปลงแรงดัน DC	43
2.53	แสดงวงจรเทียบเคียงขณะทำงานที่โหมดทั้งสองและรูปคลื่นของกระแสที่โหลดและรูปคลื่นของแรงดันเอาต์พุต	44
2.54	แสดงรูปหลักการอ๊อนติดอลเอ็นโคเดอร์	48
2.55	แสดงรูปแรงเคลื่อนไฟฟ้าเอาท์พุตของเอ็นโคเดอร์	49
2.56	แสดงรูปเอาท์พุตจากระบบการใช้โฟโต้ไดโอด 2 ตัว	49
2.57	แสดงรูปสัญญาณเอาท์พุตรูปสี่เหลี่ยม	50
3.1	Hardware โดยรวม	51
3.2	แสดงแบบจำลองแกน Y ซึ่งใช้มอเตอร์กระแสตรงควบคุม	52
3.3	แสดงแบบจำลองแกน X ซึ่งใช้มอเตอร์กระแสสลับควบคุม	52
3.4	แสดงภาพลิมิตสวิตซ์ติดตั้งอยู่ที่ขอบเครื่อง	53
3.5	แสดงรูปการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน Y	53
3.6	แสดงเอาท์พุตที่เกิดการชอปปิงที่ความเร็วสูง	54
3.7	แสดงเอาท์พุตที่เกิดจากการชอปปิงที่ความเร็วต่ำ	54
3.8	แสดงค่าขาเข้าของไอซีขับมอเตอร์ กรณีมอเตอร์หมุนซ้ายด้วยความเร็วสูง	55
3.9	แสดงค่าของขาเข้าไอซีขับมอเตอร์ กรณีมอเตอร์หมุนขวาด้วยความเร็วสูง	55
3.10	แสดงค่าของขาเข้าไอซีขับมอเตอร์ กรณีมอเตอร์หมุนซ้ายด้วยความเร็วต่ำ	56
3.11	แสดงค่าของขาเข้าไอซีขับมอเตอร์ กรณีมอเตอร์หมุนขวาด้วยความเร็วต่ำ	56
3.12	แสดงอินพุทของมอเตอร์กระแสตรงกรณีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง ทิศทางหมุนซ้าย	57
3.13	แสดงอินพุทของมอเตอร์กระแสตรงกรณีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง ทิศทางหมุนขวา	57
3.14	แสดงอินพุทของมอเตอร์กระแสตรงกรณีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำ ทิศทางหมุนซ้าย	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.15	แสดงอินพุทของมอเตอร์กระแสตรงกรณีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำ ทิศทางหมุนขวา	58
3.16	แสดงรูปการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน X	59
3.17	แสดงเอาท์พุทจากตัวตรวจจับสัญญาณ	60
3.18	แสดงการทำงานของโปรแกรมขั้นบันไดโดยรวม	63
3.19	แสดงการทำงานของ MS – Visual Basic	64
4.1	แสดงการติดตั้ง dial gaugeที่ตำแหน่ง 47 มิลลิเมตร	65
4.2	แสดงหน้าจอหน้าจอ DirectSOFT DDE ขณะที่ยังไม่มีการส่งหรือรับข้อมูล	66
4.3	แสดงหน้าจอ DirectSOFT DDE ขณะที่ยังมีการส่งหรือรับข้อมูล	66
4.4	แสดงหน้าจอการเริ่มทำงานตอนแรก	67
4.5	แสดงหน้าจอที่ใช้ระบุตำแหน่งถัง	67
4.6	แสดงหน้าจอที่ใช้แสดงสถานะของถัง	68
4.7	แสดงหน้าจอที่ใช้แสดงระยะทาง	68
5.1	แสดงกราฟระยะที่เคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์ที่ความเร็วต่ำ 600 รอบต่อนาที	70
5.2	แสดงกราฟระยะที่เคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์ที่ความเร็วต่ำ 400 รอบต่อนาที	71
5.3	แสดงกราฟระยะที่เคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์ที่ความเร็วต่ำ 200 รอบต่อนาที	71
5.4	แสดงการเริ่มต้นทำงานโดยการลงมาเกี่ยวตะกร้า	71
5.5	แสดงรูปการปล่อยตะกร้าลงถังที่ 1	73
5.6	แสดงรูปการปล่อยตะกร้าในถังที่ 2	73
5.7	แสดงรูปการปล่อยตะกร้าลงถังที่ 3	74
5.8	แสดงรูปการปล่อยตะกร้าลงถังที่ 4	74
5.9	แสดงรูปการปล่อยตะกร้าใบแรกที่จุดสุดท้าย	75
5.10	แสดงรูปการปล่อยตะกร้าใบที่สองที่จุดสุดท้าย	75
5.11	แสดงหน้าจอบอกสถานะ	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของปริญญานิพนธ์

ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งเป็นวัตถุดิบมักจะต้องเปื้อนคราบน้ำมัน , สิ่งสกปรกจึงต้องมีการล้างคราบน้ำมัน การล้างคราบน้ำมันโดยปกติตามโรงงานอุตสาหกรรมจะแบ่งออกเป็นถังๆ โดยแต่ละถังจะมีสารเคมีที่แตกต่างกัน ชิ้นส่วนแต่ละชนิดจะนำมาใส่ลงในตะกร้า แล้วนำตะกร้าลงไปจุ่มในสารเคมีทีละถังตามเวลาที่กำหนดในการจุ่มแต่ละถังซึ่งไม่เท่ากัน หรือบางทีอาจจะจุ่มชิ้นส่วนลงในสารเคมีไม่เรียงลำดับถังขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนเป็นชิ้นส่วนอะไร โดยทั่วไปจะใช้คนงานในการควบคุมการจุ่มชิ้นส่วน แต่จะเกิดปัญหาเมื่อเราต้องการใช้สารเคมีที่มีอันตรายในการจุ่มก็จะเป็นอันตรายต่อคนงาน หรือการใช้คนงานก็จะมีการผิดพลาดเรื่องเวลาและเราจะต้องเสียคนงานอย่างน้อยหนึ่งคนเพื่อดูแลการจุ่มลงถังสารเคมี

เราจึงใช้ระบบควบคุมราคาถูกนั่นคือ Programmable Logic Control (PLC) ขนาดเล็ก ใช้แทนการใช้คนซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาด ประหยัด รวดเร็ว สามารถทำงานภายใต้สภาวะที่เป็นพิษได้และเราสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องเสียเวลารอให้การจุ่มเรียงทีละถังสามารถทำเป็นวัฏจักรได้ โดยแทนที่เราจะใช้ Position Module ในการควบคุมตำแหน่งเราจะใช้ High Speed I/O แทน เพราะถ้าเราใช้ Position Module จะมีราคาแพง โดยทั่วไปลำดับในการใช้งานจะไม่คงที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามชิ้นส่วนแต่ละชนิด เราจึงกำหนดให้คอมพิวเตอร์ติดต่อกับ PLC ปกติการเปลี่ยนลำดับการทำงานต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญแต่ถ้าเราใช้ให้คนงานเปลี่ยนลำดับการทำงานจากคอมพิวเตอร์จะทำได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆได้อีก เช่น การชุบโลหะ หุ่นยนต์เก็บชิ้นงานอัตโนมัติ เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาและประยุกต์ใช้งานเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้โดยใช้ High Speed I/Oควบคู่กับแบบจำลองแกน X ,แกน Y
2. ศึกษามอเตอร์กระแสตรง และการขับมอเตอร์กระแสตรง
3. ศึกษามอเตอร์กระแสสลับและอินเวอร์เตอร์
4. ศึกษาตัวตรวจจับความเร็วรอบเพื่อใช้กับ PLC ในโหมด 20
5. ศึกษาโปรแกรมไมโครซอฟท์วิชวลเบสิกเพื่อใช้ติดต่อกับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมตำแหน่ง X , Y โดยใช้เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ควบคู่กับการใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic เพื่อสร้างหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อติดต่อกับผู้ใช้งาน และยังได้ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้และโครงสร้างของแบบจำลองแกน X , Y หรือเครื่องล้างคราบไขมันเพื่อนำมาใช้งานร่วมกัน เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่แกน X, แกน Y ตามการใช้งานของผู้ใช้ซึ่งสั่งงานจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และพัฒนาการล้างคราบไขมันให้มีความต่อเนื่องเป็นวัฏจักรเพื่อไม่ให้เสียเวลา

1.3 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ในรายงานฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนๆ ดังนี้คือ

บทที่1 บทนำมีรายละเอียดดังนี้ ที่มาของปริญญานิพนธ์ , วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ , ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

บทที่ 3 การสร้างและประกอบปริญญานิพนธ์

บทที่ 4 การทดลองปริญญานิพนธ์

บทที่ 5 สรุปผลการทำงานและแนวทางในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้

2.1 เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL PLC)

2.1.1 INTRODUCTION TO PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL

ระบบควบคุมแบบซีแควนซ์ (Sequence Control) แต่เดิมประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเชิงกล(Electromechanical Device) ซึ่งได้แก่ วงจรรีเลย์ (Relay) , ตัวตั้งเวลา (Timer) , ตัวนับ (Counter) แต่เดิมประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าการทำงานของระบบควบคุมนี้จะมีอยู่ 2 สภาวะด้วยกันคือ เปิดกับปิด (On,Off) ระบบซีเควนซ์ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังกล่างนี้มีขนาดใหญ่ใช้กำลังงานสูง และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานก็ต้องทำการสร้างวงจรควบคุมใหม่ ซึ่งไม่สามารถประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน เหล่านี้เป็นต้น

เนื่องจากเทคโนโลยีทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) ในปัจจุบันมีการพัฒนาก้าวหน้าไปมาก มีการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้กับการควบคุมแบบต่อเนื่อง ซึ่งก็คือเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ ถูกนำมาใช้กับการควบคุมสำหรับงานด้านอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ

เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้นี้ จะมีส่วนที่เป็นอินพุทของ PLC ที่สามารถต่อใช้งานได้กับ ตัวตรวจจับต่างๆ (Sensor) และส่วนเอาท์พุทจะต่อไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรกลโดยเป็นภาษาที่เรียกว่า แผนผังขั้นบันได (Ladder Diagram) เข้าไป โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่เหมือนกับวงจรรีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับ และอื่นๆอีก

นอกจากนี้เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ที่มีให้เลือกใช้อยู่ในปัจจุบัน มีการออกแบบระบบให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้นสามารถจะต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ให้มีสมรรถนะสูงขึ้น

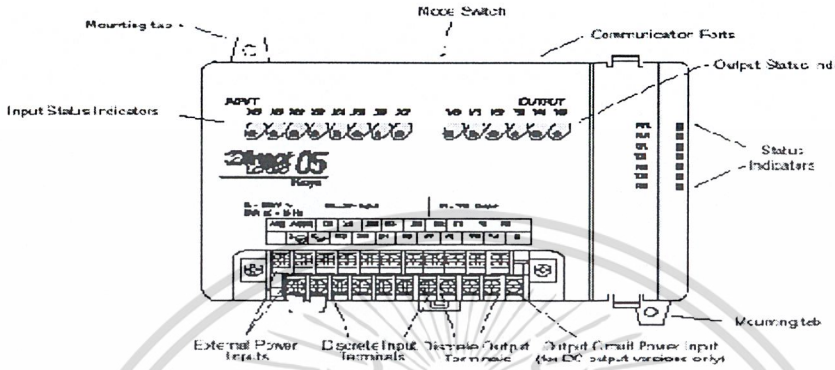
ในปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้เป็น PLC ขนาดเล็กของ KOYO รุ่น DL05 มีส่วนต่างๆ แสดงให้เห็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL KOYO DL05

ส่วนประกอบด้านหน้าของ PLC

ประกอบด้วย ส่วนขอการติดต่อ, ส่วนแสดงผล, และสัญลักษณ์คำอธิบาย แสดงอยู่บนด้านหน้าของ PLC ขนาดเล็กรุ่น DL05 พอร์ตการติดต่อจะอยู่ด้านบนของ PLC ดังรูปข้างล่าง



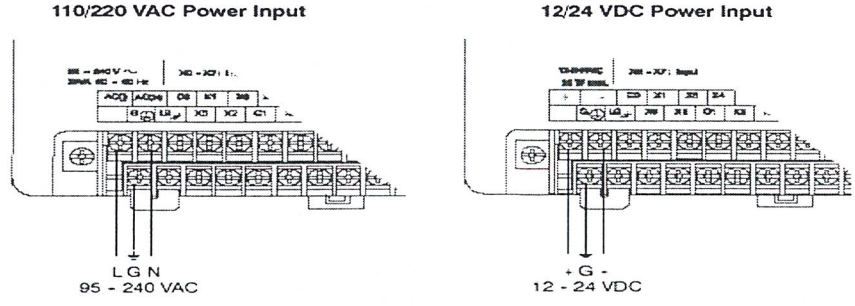
รูปที่ 2.1 แสดงด้านหน้าของ PLC ขนาดเล็กรุ่น DL05

ส่วนของการติดต่อแถวบนด้านซ้ายสุดจะได้รับอินพุตจากแหล่งจ่ายภายนอก จากด้านซ้ายไปด้านขวาถัดไป 5 ช่อง ช่องแรกเป็นอินพุตคอมมอน (CO) ที่เหลืออีก 4 ช่องเป็นอินพุท X1, X3, X4, X6 ที่เหลืออีก 4 ช่อง ด้านขวาสุดเป็น เอาท์พุตคอมมอน (C2) และ Y1, Y3, และ Y5

ส่วนการติดต่อแถวล่าง 2 ช่องซ้ายสุดเป็น กราวนด์กับลอจิกกราวนด์ 2 ช่องถัดมาเป็นอินพุต X0 และ X2 ถัดมาเป็นอินพุตคอมมอนที่ 2 คือ C3 DC เอาท์พุตด้านขวาสุดจะยอมรับแหล่งจ่ายภายนอก

การต่อแหล่งจ่าย

การต่อสายจากแหล่งจ่ายสำหรับ DL05 เป็นดังรูป เมื่อเชื่อมสายเสร็จแล้วให้เอาฉนวนมาคลุมส่วนของการติดต่อ ห้ามเปิดเครื่องในการทำขั้นตอนนี้



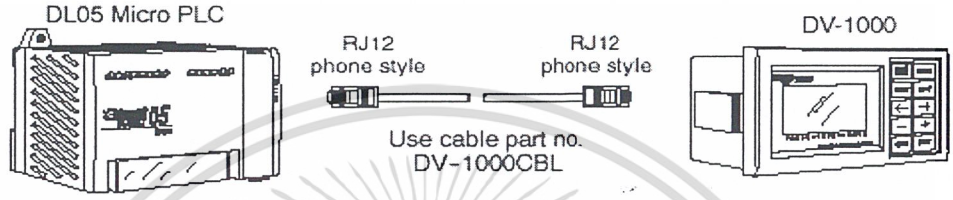
รูปที่ 2.2 แสดงการต่อสายจากแหล่งจ่ายสำหรับ DL05

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ

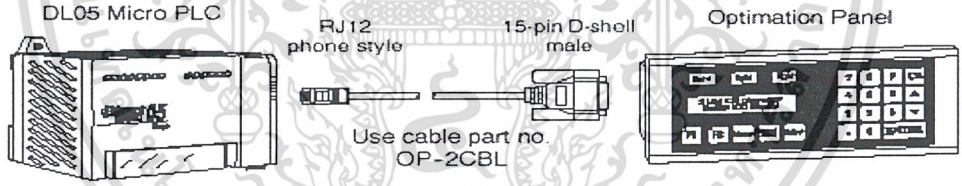
การปฏิบัติงานที่ต้องการติดต่อกับข้อมูลและแหล่งจ่าย การปฏิบัติงานกับ CRT ขนาดใหญ่ต้องการกำลังกระแสสลับที่แยกต่างหาก อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ติดต่อขนาดเล็กที่เป็นที่นิยม เช่น DV1000 Data Access Unit หรือ Optimation Panels อาจจะต่อตรงจาก PLC รุ่น DL05 ได้เลย

การต่อ DV-100 กับพอร์ตอื่นๆบน PLC ขนาดเล็กรุ่น DL05 จะใช้สายเคเบิล แสดงดังภาพข้างล่าง สายเคเบิลเดี่ยวประกอบด้วยสายรับและส่งข้อมูล และสายแหล่งจ่าย 5V



รูปที่ 2.3 แสดงการต่อ DV-100 กับพอร์ตอื่นๆบน PLC ขนาดเล็กรุ่น DL05

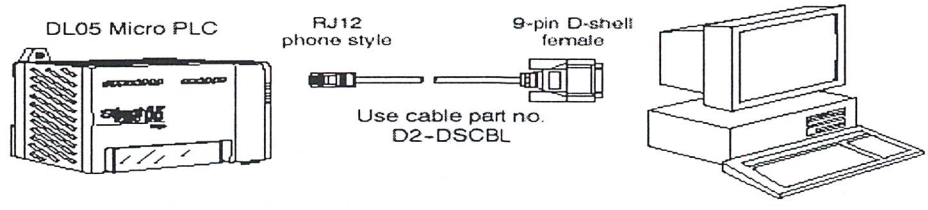
การต่อ Optimation Panel ต้องการกำลังงานและสายติดต่อสื่อสารแยกออกจากกัน การติดต่อระหว่าง DL05 กับ Dshell ที่ด้านหลังของ Optimation Panel ดังรูปข้างล่าง โดย Optimation Panel ต้องการกำลังงาน 8-30 VDC



รูปที่ 2.4 แสดงการต่อ Optimation Panel

การติดต่อกับอุปกรณ์ที่ใช้โปรแกรม

PLC ขนาดเล็กรุ่น DL05 สามารถโปรแกรมได้ทั้งเครื่องโปรแกรมขนาดพกพา หรือจากโปรแกรม DirectSOFT บนคอมพิวเตอร์ โดยใช้สายเคเบิลดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.5 แสดงการต่อสายเคเบิลจาก PLC กับคอมพิวเตอร์

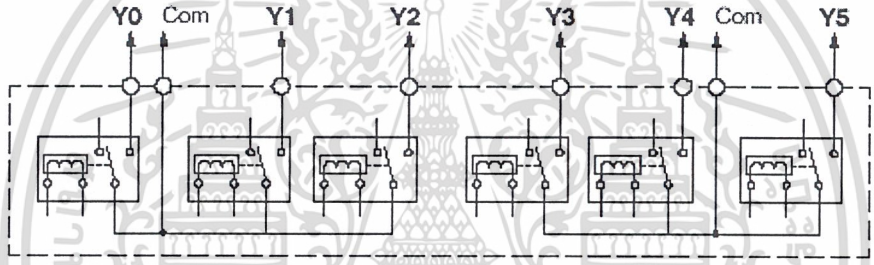
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อสาย relay Output

relay เหมาะกับการทำงานดังนี้

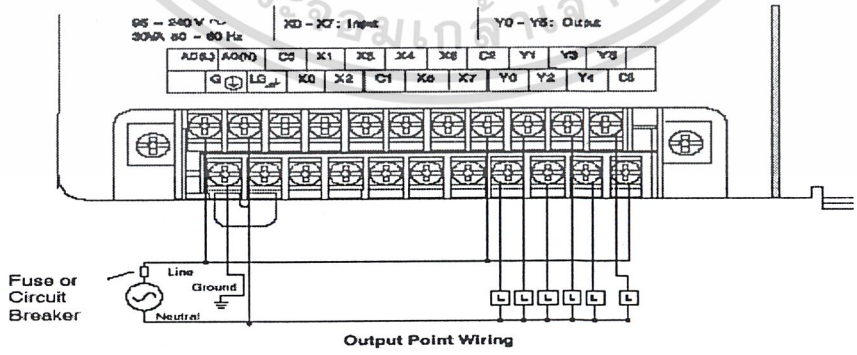
- load ที่ต้องการกระแสสูงกว่า Solid-State ที่เอาท์พุต DL05 สามารถจ่ายได้
- บางครั้งช่องเอาท์พุตต้องการแยกออกจากเอาท์พุตอื่น
  บางกรณีเอาท์พุตก็ไม่เหมาะสมจะใช้ relay
- load ต้องการกระแสต่ำกว่า 10 mA
- relay ที่ต้องไปใช้กับความเร็วสูง และ duty cycle

สมมุติว่าเราใช้ relay กับงานที่เหมาะสมมี 6 relay แบบปกติเปิด SPST จำไว้ว่ามี 3 relay ต่อ 1 คอมมอน จากรูปข้างล่างแสดงรีเลย์และการต่อสายภายใน PLC แต่ละกลุ่มของเอาท์พุตรีเลย์ถูกแยกจากกลุ่มอื่นๆของเอาท์พุตรีเลย์



รูปที่ 2.6 แสดงรีเลย์และการต่อสายภายใน PLC

ในวงจรข้างล่าง ทุกโหลดใช้ไฟ AC เหมือนกัน และจ่ายให้DL05 PLC ในตัวอย่างนี้ทุกคอมมอนถูกต่อเข้าด้วยกัน



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรเมื่อโหลดใช้ไฟ AC

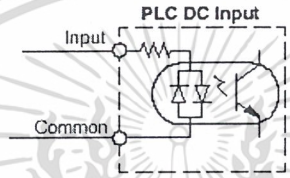
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในแผ่นนี้ โหลดสำหรับ Y0-Y2 ใช้ไฟ AC เช่นเดียวกับโหลด DL05 PLC สำหรับ Y3-Y5 ใช้ไฟ DC ในตัวอย่างนี้ สายคอมมอนแยกออกจากกันแต่แหล่งจ่ายต่อกับคอมมอนร่วมกันกับโหลด

การต่อสายอินพุต DC

PLC ขนาดเล็ก DL05 ในส่วนของอินพุต DC สามารถยืดหยุ่นได้เพราะมันสามารถเป็นได้ทั้ง sinking และ sourcing ไดโอดคู่ (แสดงดังรูป) ยอมให้กระแสผ่านได้ทั้ง 2 ทิศทาง และอินพุตรับ 10.8-26.4 VDC ส่วนใหญ่จะใช้ - 12 VDC และ +24VDC

ในตัวอย่างดังรูปอย่างง่ายที่สุดข้างล่าง คอมมอนทั้งหมดถูกต่อด้วยกัน และอินพุตทั้งหมดเป็น sinking



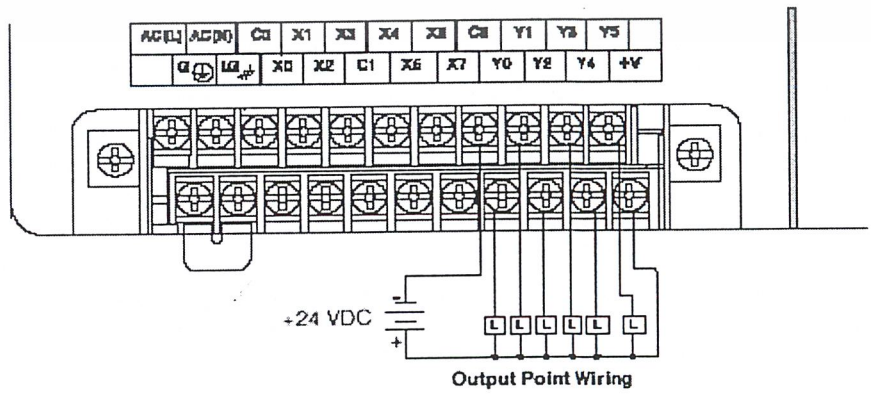
รูปที่ 2.8 แสดงว่าอินพุตเป็นได้ทั้ง Sinking และ Sourcing

การต่อสายเอาท์พุต DC

คุณสมบัติของเอาท์พุต DC

- มีเพียง 1 คอมมอน สำหรับ 6 เอาท์พุต ทั้ง 6 เอาท์พุตเป็นของ 1 แบงค์
- เอาท์พุตสวิตซ์รับกระแสเท่านั้น อย่างไรก็ตามจะยังคงสามารถใช้ DC Volt ที่แตกต่างได้จากโหลด อื่น
- วงจรภายใน PLC ต้องการแหล่งจ่ายจากภายนอก ไฟลบต่อกับช่องคอมมอนและไฟบวกต่อกับช่องขวาสุดของด้านบน

ในตัวอย่างข้างล่าง 6 เอาท์พุตใช้แหล่งจ่ายร่วมกัน

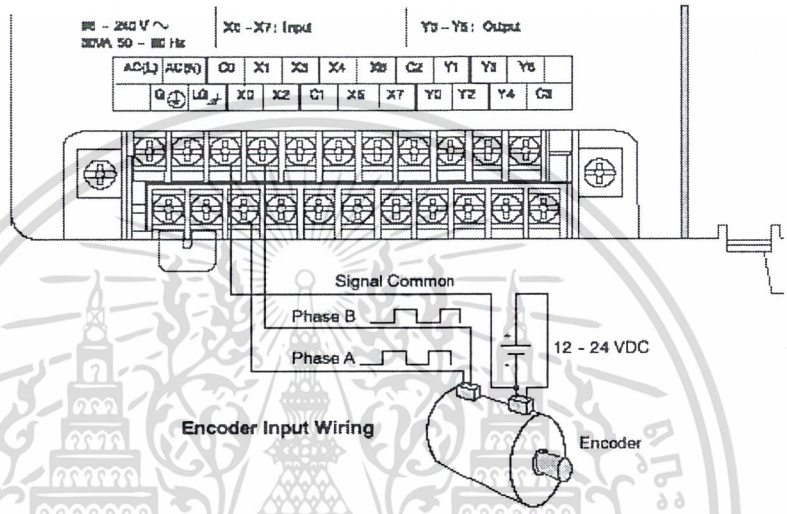


รูปที่ 2.9 แสดงเอาท์พุตใช้แหล่งจ่ายร่วมกัน

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อสาย I/O ความเร็วสูง

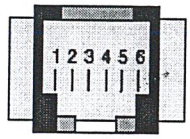
DL05 เป็นรุ่นที่มีอินพุตหรือเอาท์พุตชนิด DC ประกอบด้วย วงจร I/O ความเร็วสูง (HSIO) จากวงจรภายนอกเราสามารถโปรแกรมมันได้ และกระบวนการเลือกชุด I/O อิสระจากการสแกนของ CPU ขณะที่วงจร HSIO มี 6 โหมด เราได้แสดงแผนผังการต่อสายสำหรับโหมดที่เป็นที่นิยมมากที่สุด โดยอินพุตที่มีความเร็วสูงเข้าที่ X0-X2 DL05 สามารถนับพัลซ์ที่สูงถึง 5 kHz จากตัวถอดรหัสได้ ดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.10 แสดงแผนผังการต่อสายสำหรับโหมดความเร็วสูง

แผนผังการติดต่อกับพอร์ตภายนอก

สายที่ใช้ติดต่อมีความเพียงพอที่จะให้คุณได้ติดต่อระหว่างเครื่องโปรแกรมขนาดพกพาหรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกับ PLC ได้อย่างง่ายและรวดเร็ว ถ้าคุณต้องการสร้างสายติดต่อเป็นของคุณเองให้ใช้แผนผังการติดต่อกับพอร์ตภายนอกแสดงดังข้างล่าง PLC รุ่น DL05 ต้องใช้หัวปลั๊กโทรศัพท์ RJ-12 ในการทำหัวแจ๊ค



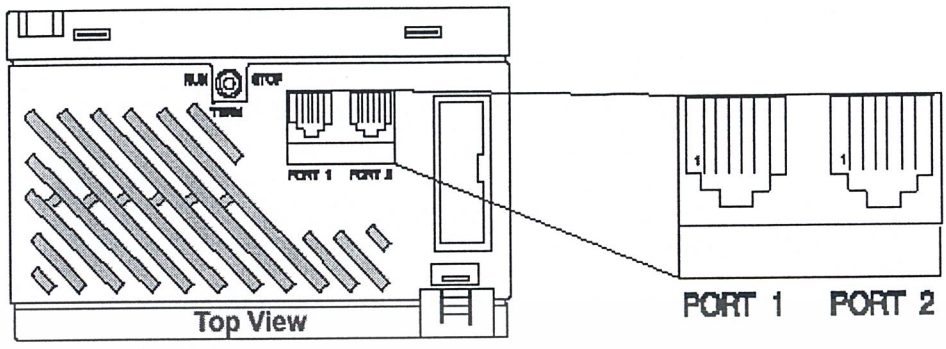
6-pin Female Modular Connector

Port 1 Pin Descriptions		
1	0V	Power (-) connection (GND)
2	5V	Power (+) connection
3	RXD	Receive Data (RS232C)
4	TXD	Transmit Data (RS232C
5	5V	Power (+) conection
6	0V	Power (-) connection (GND)

Port 2 Pin Descriptions		
1	0V	Power (-) connection (GND)
2	5V	Power (+) connection
3	RXD	Receive Data (RS232C)
4	TXD	Transmit Data (RS232C
5	RTS	Request to Send
6	0V	Power (-) connection (GND)

รูปที่ 2.11 แสดงแผนผังการติดต่อกับพอร์ตภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

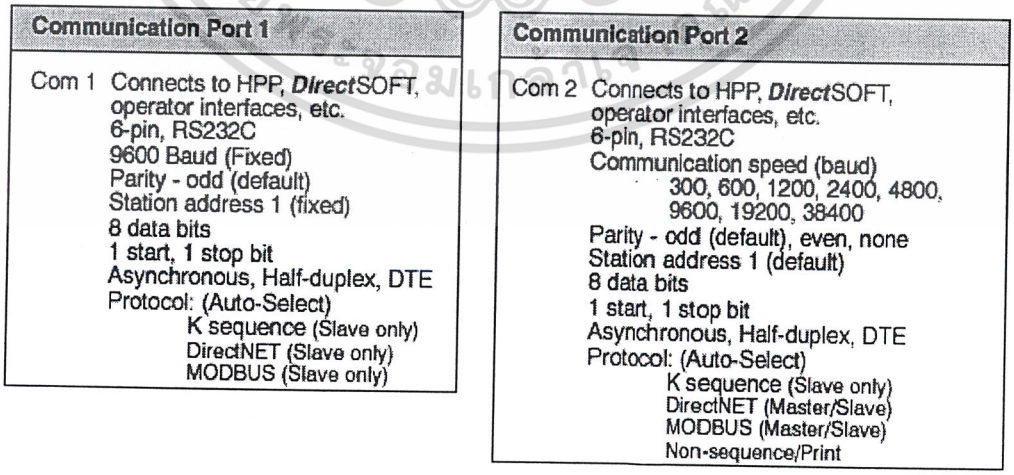


รูปที่ 2.12 แสดงพอร์ตติดต่อ RS-232C 2 พอร์ต

PLC ขนาดเล็ก จะมีพอร์ตติดต่อ RS-232C 2 พอร์ต พอร์ต 1 ปกติใช้ติดต่อกับ D2-HPP, DirectSOFT, ติดต่อการทำงาน, MOD BUS ตัวรอง หรือ DirectNET ตัวรอง buad rate ถูกกำหนดอยู่ที่ 9600 สำหรับพอร์ต 1 พอร์ต 2 สามารถ ใช้ในการติดต่อกับ D2-HPP, DirestSOFT, ติดต่อการทำงาน, MOD BUS ตัวหลักหรือตัวรอง หรือ DirectNET ตัวหลักหรือตัวรอง พอร์ต 2 มีช่วงความเร็วจาก 300 baud ถึง 34.4 kbaud

การติดต่อกับพอร์ตของDL05

อธิบายถึงการติดต่อ CPU ของพอร์ตการติดต่อโครงข่ายทั้ง 2 พอร์ต เป็น MOD BUS DirectNET ในที่นี้คุณสามารถติดต่อ PLC รุ่น DL05 ในระบบโดยตรงกับโครงข่าย MOD BUS โดยใช้โปรโตคอล RTU หรืออุปกรณ์บนโครงข่าย DirectNET ก็ได้

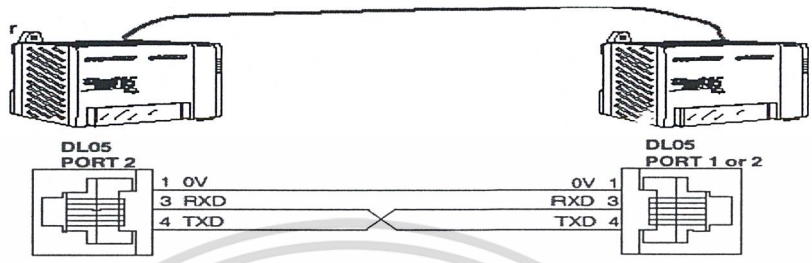


รูปที่ 2.13 แสดงการติดต่อกับพอร์ต 1 และ พอร์ต 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

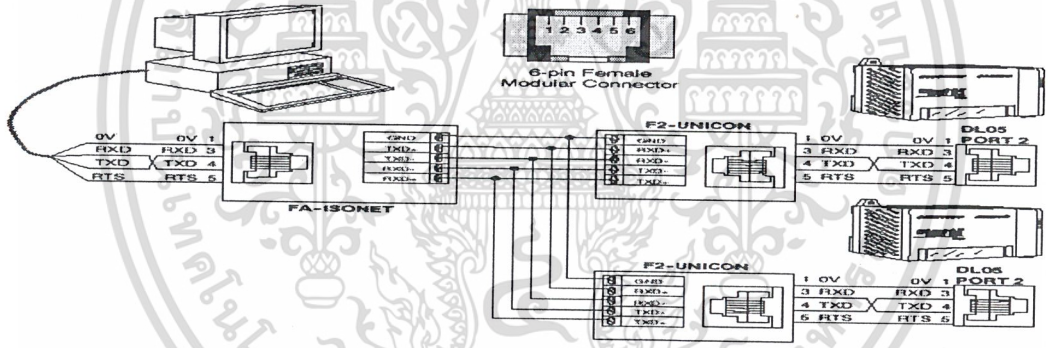
คุณจะต้องแน่ใจว่าระบบการติดต่อเป็น 3 สาย ชนิด RS-232 ธรรมดา, RS-232 เดี่ยวซึ่งใช้สำหรับการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ 2 อย่างที่อยู่ห่างกันมากที่สุด15 เมตร

โครงข่าย DL05 กับ DL05โดย RS-232C



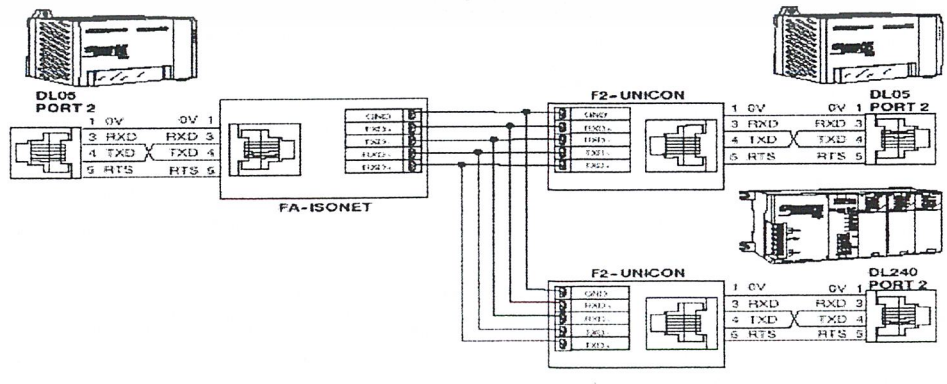
รูปที่ 2.14 แสดงโครงข่าย DL05 กับ DL05โดย RS-232C

โครงข่าย PC กับ DL05โดย RS-422



รูปที่ 2.15 แสดงโครงข่าย PC กับ DL05โดย RS-422

โครงข่าย DL05ตัวหลักกับ PLCตัวอื่น



รูปที่ 2.16 แสดงโครงข่าย DL05ตัวหลักกับ PLCตัวอื่น

เอกสารนี้ [illegible] นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

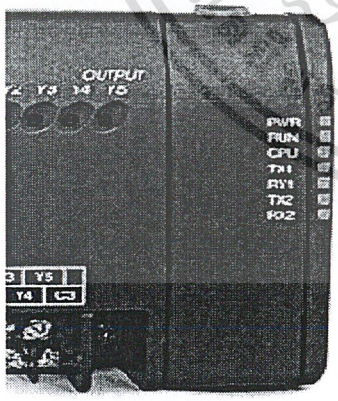
การแสดงผล

การแสดงผลของไฟของ CPU ที่ด้านหน้าของ PLC มีฟังก์ชันเฉพาะที่สามารถช่วยในการโปรแกรมและการวิเคราะห์ปัญหาได้ ดังตาราง

ตาราง 2.1 แสดงผลของไฟของ CPU

Indicator	Status	Meaning
PWR	ON	Power good
	OFF	Power failure
RUN	ON	CPU is in Run Mode
	OFF	CPU is in Stop or program Mode
CPU	ON	CPU self diagnostics error
	OFF	CPU self diagnostics good
TX1	ON	Data is being transmitted by the CPU - Port 1
	OFF	No data is being transmitted by the CPU - Port 1
RX1	ON	Data is being received by the CPU - Port 1
	OFF	No data is being received by the CPU - Port 1
TX2	ON	Data is being transmitted by the CPU - Port 2
	OFF	No data is being transmitted by the CPU - Port 2
RX2	ON	Data is being received by the CPU - Port 2
	OFF	No data is being received by the CPU - Port 2

PLC รุ่น DL05 มีเครื่องหมายบอกถึงความต้องการให้เราช่วยเหลือเมื่อเกิดปัญหาในระบบ ในเวลาปกติแล้วถ้าการทำงานเป็นปกติจะมีไฟแสดงขึ้นที่ RUN กับ PWR เท่านั้น ตารางข้างล่างนี้แสดงปัญหาเบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นในระบบ



Indicator Status	Potential Problems
PWR (LED off)	1. System voltage incorrect 2. PLC power supply faulty
RUN (LED off)	1. CPU programming error 2. (CPU in program mode)
CPU (LED on)	1. Electrical noise interference 2. Internal CPU defective

รูปที่ 2.17 แสดงปัญหาเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนะนำโปรแกรม stage

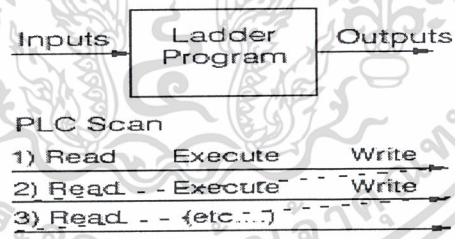
การทำโปรแกรม stage จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งจะง่ายกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม ladder โปรแกรม stage จะไม่เปลี่ยนหรือปฏิเสธที่จะใช้ Boolean ที่ต่อเนื่องกัน เหตุผลนี้เองจึงทำให้รู้ว่าทำไมถึงเรียกว่า RLL PLUS การใช้ต้องไม่ขาดการฝึกฝนหรือประสบการณ์ที่จะต้องมี โปรแกรม stage สามารถจัดทำและโปรแกรม RLL เป็นกลุ่มซึ่งรวมเรียกว่า stage

ผู้เขียนโปรแกรม PLC ในอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก มีความสะดวกในการใช้ RLL สำหรับ PLC พอสมควร แต่บ่อยครั้งที่ยังคงไม่เชื่อหรือกลัวที่จะเรียนรู้เทคนิคโปรแกรม stage ซึ่งมันใหม่เกินไป ขณะที่ RLL เป็นสิ่งที่ดีในการแก้ปัญหาลอจิก Boolean แต่มันมีข้อเสียคือ

- โปรแกรมมีขนาดใหญ่จนทำให้ไม่สามารถจัดการได้
- ใน RLL จะถูกยึดไว้ทำให้น่าเบื่อกับการสร้างโปรแกรม
- เมื่อกระบวนการติดขัดมันเป็นการยากที่จะพบว่าแถวไหนที่ผิดพลาด
- โปรแกรมจะยากที่จะพัฒนาในเวลาต่อมา

แนะนำขบวนการของ stage

เป็นที่รู้กันว่าการจัดการโปรแกรม ladder นั้น CPU ต้องสแกนโปรแกรม ladder ซ้ำไปซ้ำมาอยู่ 3 ขั้นตอนคือ



รูปที่ 2.18 แสดงการสแกนโปรแกรม

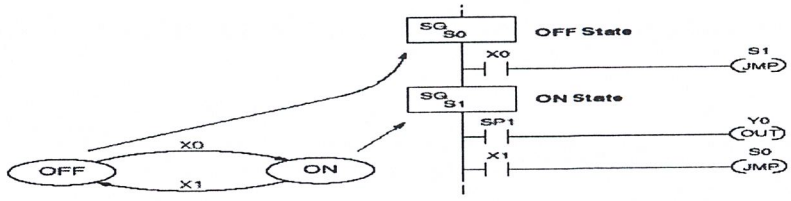
1) อ่านอินพุต
2) ปฏิบัติงานตามโปรแกรม ladder
3) เขียนเอาท์พุต

ประโยชน์คือการเปลี่ยนที่อินพุตสามารถมีผลต่อเอาท์พุตแค่เพียง 2-3 msec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบ

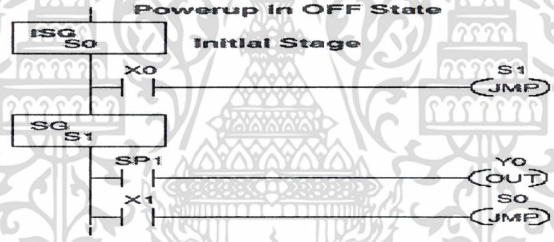
การควบคุมปัญหาที่ซับซ้อน โปรแกรม stage ทำงานเร็วกว่าแบบ RLL แก้ไขง่าย ขนาดโปรแกรมเล็กกว่าเช่นกัน



รูปที่ 2.19 แสดง โปรแกรม stage

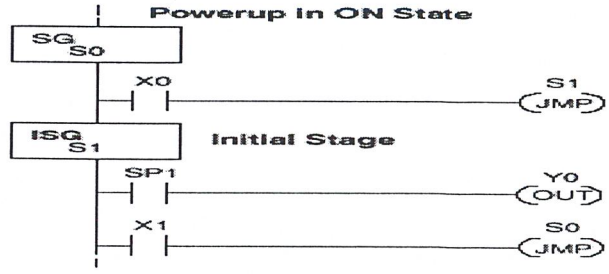
Stage เริ่มต้น

เมื่อเปิดไฟเข้า PLC และโปรแกรมเริ่มเปลี่ยนเป็นโหมด RUN PLC จะเริ่มให้ stage ปกติ OFF อยู่เสมอ ดังนั้นโปรแกรม stage ที่แสดงอยู่จะไม่มีทางที่จะได้รับการเริ่ม



รูปที่ 2.20 แสดง stage เริ่มต้น

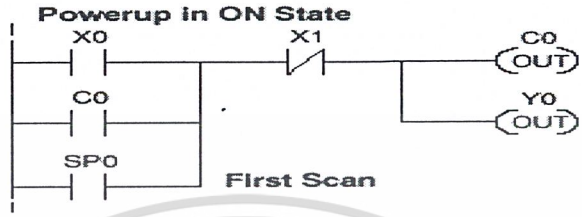
สมมุติเราต้องการว่าเมื่อเริ่มโปรแกรมใน stage จะ OFF เสมอ ในstage เริ่มต้น (ISG) ถูกกำหนดให้ทำงานเมื่อเปิดเครื่องให้ไฟเข้า ในการพัฒนาโปรแกรมเราเปลี่ยนจาก stage S0 เป็นการพิมพ์ว่า ISG ทำให้แน่ใจว่า PLC จะสแกนที่ X0 หลังจากเปิดเครื่อง หลังจากเปิดไฟ stageเริ่มต้น (ISG) จะทำงานเหมือน stage อื่นๆ



รูปที่ 2.21 แสดงการทำงานใน stage หลังเปิดเครื่อง

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

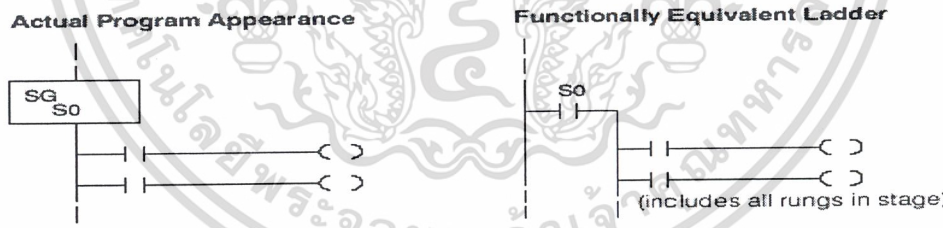
เราสามารถเปลี่ยนโปรแกรมทั้งสองเพื่อที่จะให้ Motor นั้น ON เมื่อเปิดเครื่อง ใน RLL ข้างล่าง เราต้องเพิ่มการสแกนครั้งแรกที่ SP0 ค้างสถานะที่C0ให้ ON ใน stage ตัวอย่างเราจะทำ stage S1 เป็น stage เริ่มต้นแทน S0 เราสามารถเขียนสถานะเมื่อเริ่มเปิดเครื่องได้ดังรูปข้างล่าง โดยมันจะช่วยให้เราจำสถานะเริ่มต้นเมื่อสร้างโปรแกรมแล้ว มันอนุญาติให้เรามีสถานะเริ่มต้นได้หลายตัว



รูปที่ 2.22 สถานะเมื่อเริ่มเปิดเครื่องเมื่อ S1 แทน S0

Bit Stage

Stage เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม ladder ทุกๆบิตสถานะ (S0-S377) โดยที่แต่ละสถานะบิตเป็นได้ทั้ง 0 และ 1 ในเวลาเดียวกันโปรแกรมจะทำการอ่านจากต้นโปรแกรมไปท้ายโปรแกรมและจากซ้ายไปขวาเสมอ รูปข้างล่างจะแสดงสถานะของบิทใน stage โปรแกรม ladder ข้างล่างจะเป็น stage ที่ต่อเนื่องจนกระทั่งถึง stage ถัดไปหรือโปรแกรมสิ้นสุดของ stage 0 เมื่อ S0เป็นจริงแถวนั้นจะมีไฟไหลเข้า



รูปที่ 2.23 แสดงสถานะ Bit Stage

ลักษณะเฉพาะของ stage

การปฏิบัติงาน – มีเพียง stage ที่ทำงานอยู่เท่านั้นที่ลอจิกจะทำงาน

การเปลี่ยน – stage จะเปลี่ยนเมื่อมีการนำผลไปสู่stageถัดไป

เลขฐาน8 – เลขของ stageจะเป็นเลขฐาน 8 เหมือน I/O
เช่น S8 จะไม่มีในหน่วยความจำ

stage สุดท้าย – stage สุดท้ายในโปรแกรม ladder จะรวม
ทุกแถวจากกล่อง stage จนกระทั่งขดลวดสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดการทำงานของ High Speed I/O

PLC ที่เราเลือกใช้เป็น PLC ขนาดเล็กเป็นของ KOYO รุ่น DL05 โดย PLC นี้มี High Speed I/O อยู่แล้วโดยจะแบ่งออกเป็น Mode การทำงานดังนี้

1. Mode 10 : Single High Speed up Counter
2. Mode 20 : Count up down counter
3. Mode 30 : Pluse Output
4. Mode 40 : External interrupt
5. Mode 50 : Pluse catch Input
6. Mode 60 : Four Discrete Input with fitter (Default mode)

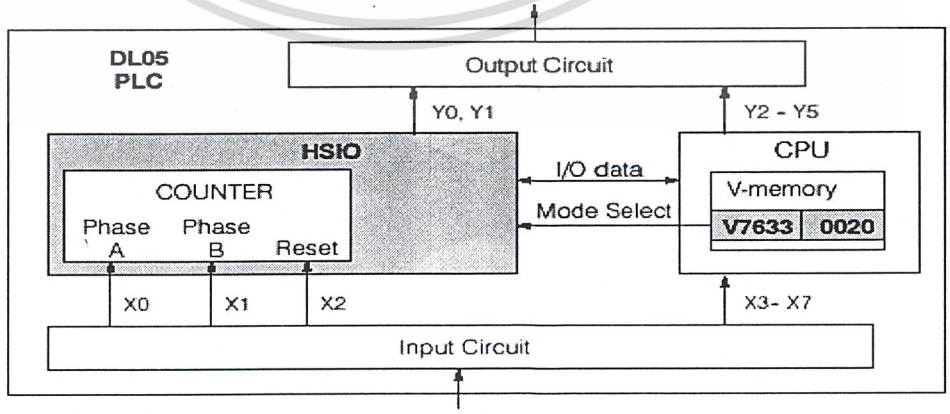
ในที่นี้เราใช้ Mode 20 : Count up down counter ในปริญญานิพนธ์นี้

การทำงานโหมด 20 : Count up down counter (การนับขึ้นนับลง)

ในการทำการนับความเร็วสูงนี้จะมีสัญญาณ Pulse เข้า PLC 2 สัญญาณโดยช่วงที่ใช้งานคือจาก 0 – 999999999 หรือ –8388608-8388608 การนับจะใช้ที่ CT76 และ CT77 และนับได้สูงถึง 5 kHz ไม่เหมือนโหมด 10 ที่โหมด 20 สามารถนับขึ้นนับลงได้ แต่ไม่มีค่าที่เตรียมไว้แบบอัตโนมัติหรือการอินเตอร์รัพต์บนขารีเซ็ตภายนอกอย่างไรก็ตามคุณสามารถใช้การเตรียมค่าแบบมาตรฐานได้

Function Block Diagram

แผนผังข้างล่างนี้เป็นฟังก์ชั่นของโหมด 20 เมื่อ V7633 ใส่ค่า BCD "20" โหมดการนับขึ้นนับลงก็จะทำงาน อินพุท X0 จะบ่งบอกถึงสัญญาณเฟส A อินพุท X1 จะรับสัญญาณของเฟส B และ X2 เป็นขารีเซ็ตจะมีค่าเป็น 0 เมื่อเคาน์เตอร์ทำงาน

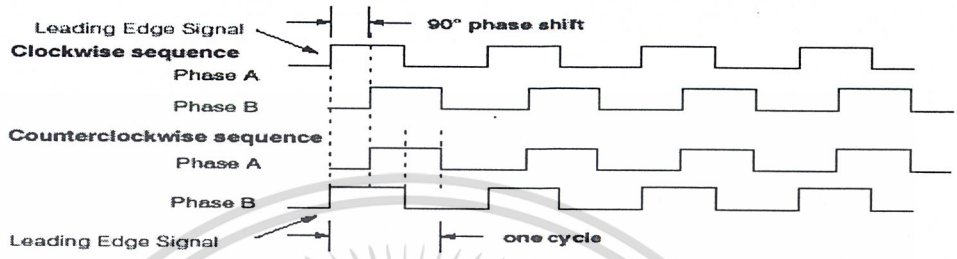


รูปที่ 2.24 แผนผังฟังก์ชั่นของโหมด 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณของ Encoder ที่ใช้ในการนับขึ้นลง

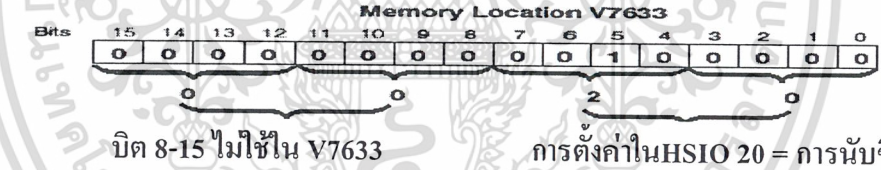
สัญญาณของ Encoder จะบ่งบอกถึงตำแหน่งและทิศทางในขณะที่ความถี่ของมันจะแสดงถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ สัญญาณ Phase A และ B แสดงดังรูปข้างล่างจะต่างกัน 90 องศา เมื่อ Phase A นำ Phase B แสดงว่าหมุนตามเข็มนาฬิกาจะมีการนับขึ้น ถ้า Phase B นำ Phase A แสดงว่าหมุนทวนเข็มนาฬิกาและมีการนับลง



รูปที่ 2.25 แสดงสัญญาณของ Encoder ที่ใช้ในการนับขึ้นนับลง

การบอก PLC ว่าจะทำงานใน Mode 20

ใน Byte ที่ต่ำกว่าของ V 7633 จะใส่ BCD 20 เพื่อบอกว่าเราจะใช้ High Speed Mode 20 เราจะไม่ใช้บิต 8-15 ใน V7633



รูปที่ 2.26 แสดงการบอก PLC ว่าจะทำงานในโหมด 20

อินพุท X ในการวัดความเร็วสูงในโหมด 20 ดังแสดงในตารางข้างล่างโดย อินพุท X0 จะบ่งบอกเฟสA และอินพุท X1 บ่งบอกเฟส B ในอินพุท X2 จะใช้เป็นขารีเซ็ตของการนับ

ตาราง 2.2 แสดงอินพุต X ในการวัดความเร็วสูงในโหมด 20

Input	Configuration Register	Function	Hex Code Required
X0	V7634	Phase A	0002 (default) quadrature, absolute 0 to 99999999
			0012 quadrature, absolute -8388608 to 8388607
X1	V7635	Phase B	0000
X2	V7636	Counter Reset (no interrupt)	0007
		Discrete filtered input	1006

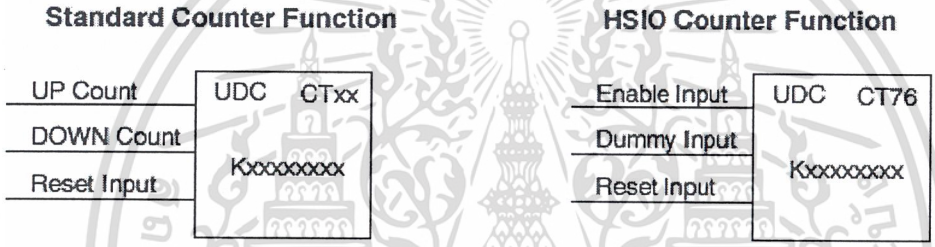
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเขียนโปรแกรมควบคุม

ใน DL05คุณจะมีมาตรฐานว่าเมื่อคุณโหลดค่าต่างๆลงใน V – memory แล้วจะสามารถเรียกโหมดการนับขึ้นนับลงของ HSIO ได้ จากรูปข้างล่างเป็นการแสดง นีโมนิกของการนับขึ้นนับลงคำสั่งนั่นคือ UDC (up down counter)

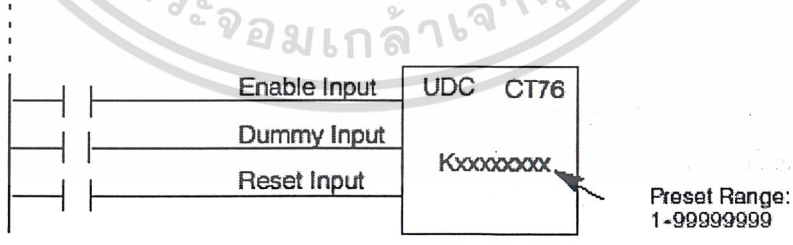
DL 05 สามารถมีเคาน์เตอร์ได้ถึง 128 เคาน์เตอร์ ได้แก่ CT0 – CT177 การนับขึ้นนับลงของ HSIO จะต้องใช้ UDC CT76 มันจะใช้เคาน์เตอร์ที่ CT76 และ CT77 ทำงานเมื่อใช้การนับขึ้นนับลงของ HSIO การเขียนคำสั่ง UDC มันต้องการ 3 อินพุทดังรูป อินพุทแรกเป็นสัญญาณอีเนเบิลเพื่อให้เคาน์เตอร์ทำงาน อินพุทตรงกลางเป็นสัญญาณที่ใช้เตรียมในการโหลดไปทำอินเตอร์รัพต์อื่นหรือ และอินพุทสุดท้ายเป็นขารีเซ็ต สัญญาณอีเนเบิลจะต้อง ON ก่อนที่เคาน์เตอร์จะนับ และจะต้อง OFF เมื่ออยู่ระหว่างการโหลด



การนับขึ้นนับลง
การเตรียมค่าการนับโดยการเขียนค่า
การรีเซ็ตใช้การรีเซ็ตภายในเท่านั้น

การนับขึ้นนับลง (จาก X0 , X1)
สามารถใช้เป็น Dummy Input เพื่อเปลี่ยนการนับ
การรีเซ็ตสามารถทำได้ทั้งภายในและภายนอก

รูปถัดมานี้จะแสดงการนับขึ้นนับลงของHSIOที่จะปรากฏใน Ladder Diagram



รูปที่ 2.27 แสดงคำสั่ง UDC ที่ใช้นับขึ้นนับลงของ HSIO

เมื่อ Enable ทำงานจะมีการนับพัสส์โดยจะมีการเพิ่มหรือลดที่เคาน์เตอร์ CT76 – CT77 ส่วนการรีเซ็ตจะติดต่อเป็นลอจิกภายในโปรแกรมLadderหรือใช้การรีเซ็ตภายนอกก็ได้คือ X2 นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

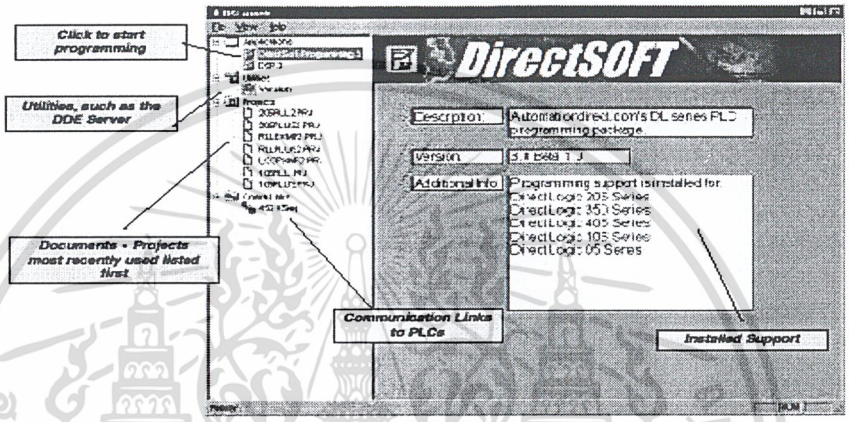
42537

2.2 โปรแกรมควบคุม DL 05 MICRO PLC

โปรแกรม DirectSOFT32

ขั้นตอนที่1 เข้าโหมดการโปรแกรม

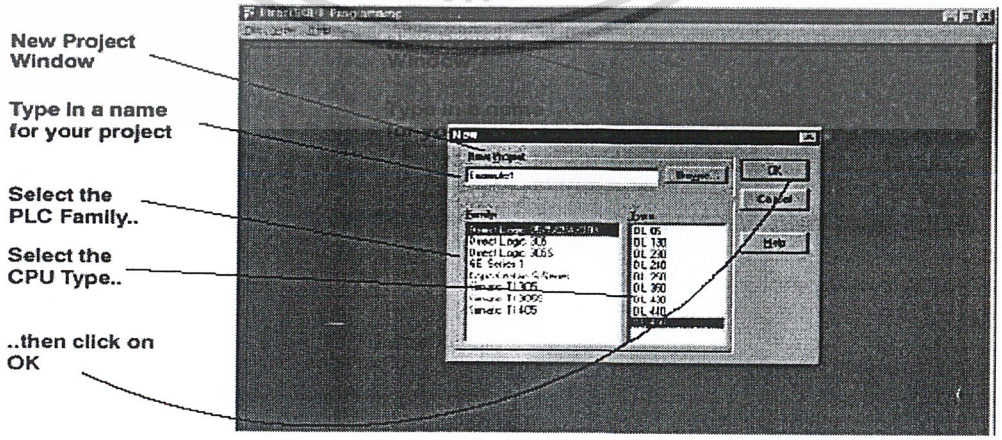
เมื่อคลิกในไอคอนบนหน้าต่าง DirectSOFT32 Launch เหมือนที่แสดงในรูปข้างล่าง หน้าต่าง Launch จะรวบรวมสิ่งต่างๆทั้งการติดตั้ง , ตรวจสอบการติดต่อ,PLCอะไรที่สนับสนุนและโปรเจ็คที่มีอยู่ดับเบิลคลิกที่ไอคอน DirectSOFT32 Programming ในแผนผังเมนู



รูปที่ 2.28 แสดงหน้าต่างโหมดการโปรแกรม

ขั้นตอนที่ 2 เริ่มต้นโปรเจ็คใหม่

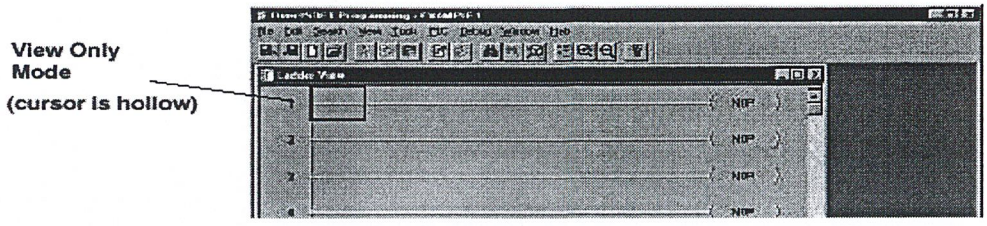
ตอนนี้คุณจะเห็นหน้าต่าง New Project สามารถตั้งชื่อโปรเจ็คได้15 ตัวอักษร เช่น EXAMPLE1 แล้วเลือกรุ่นของ PLC และชนิดของ CPU ในตัวอย่างใช้ PLC ตระกูล DL05/ DL105/DL205/DL405 คลิกปุ่ม OK หลังจากที่เลือกตระกูลและ ชนิด แล้ว



รูปที่ 2.29 แสดงหน้าต่าง New Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

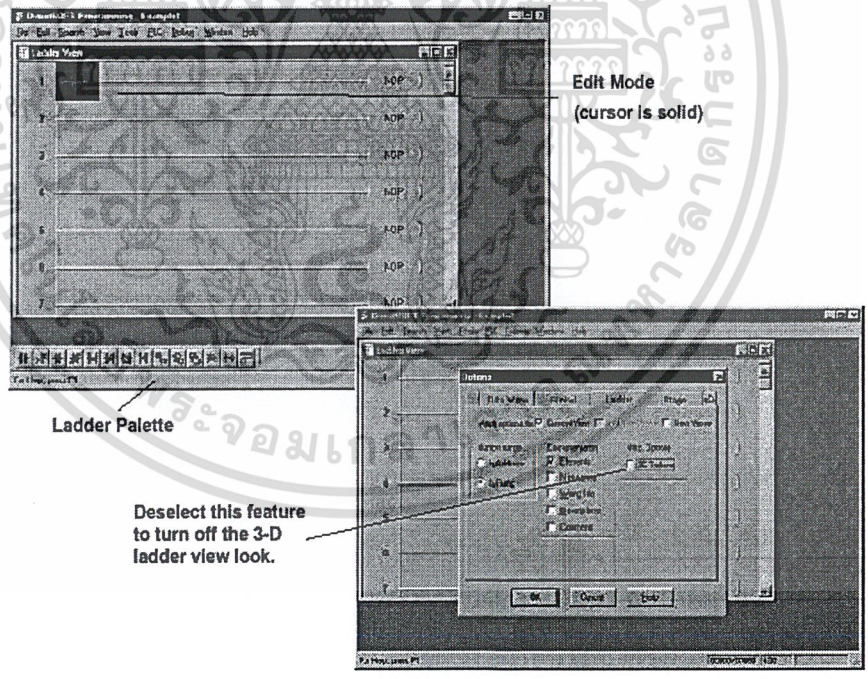
หลังจากคลิก OK คุณจะเห็นเส้นโปรแกรมLadderเปล่าโดยตอนนี้คุณจะอยู่ใน New Only Mode ในโหมดนี้เคอร์เซอร์จะเป็นสี่เหลี่ยมกลวงและสามารถทำในช่องนี้ได้



รูปที่ 2.30 แสดงการเขียนคำสั่งขั้นบันได

ขั้นตอนที่ 3 ที่ปุ่มโหมด แก้ไข(Edit)

โหมด แก้ไข (Edit) ใช้สำหรับใส่โปรแกรมเรียกโดยกด Ctrl+E หรือคลิกที่ แก้ไข (Edit) บน เมนูด้านบนและเรียกที่ โหมดแก้ไข (Edit) การสังเกตว่าอยู่ในโหมด แก้ไข (Edit) คือเคอร์เซอร์จะกลายเป็นสีดำและมีรูปร่าง

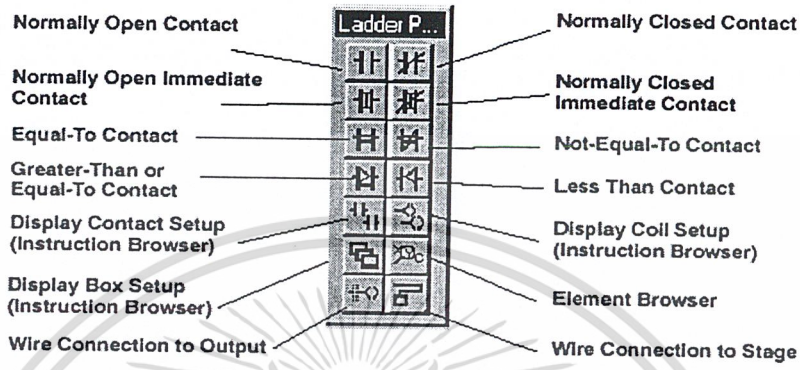


รูปที่ 2.31 แสดงหน้าต่างโหมดแก้ไข (Edit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

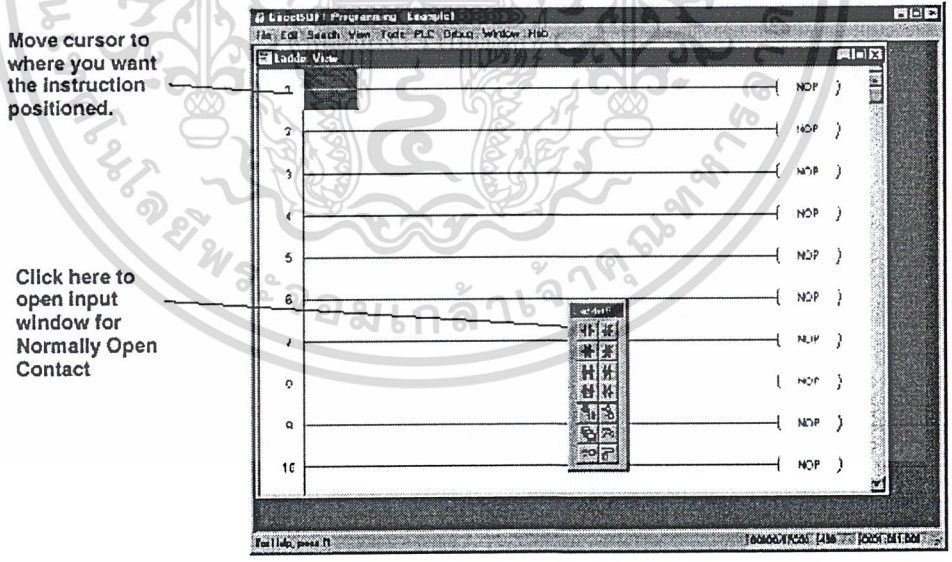
ขั้นตอนที่ 4 การใช้บล๊อกคำสั่ง

บล๊อกคำสั่งมีประโยชน์มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเริ่มต้นการศึกษาโปรแกรมใน DirectSOFT และจะสะดวกยิ่งขึ้นกับ Hot Key แทนการกดที่ปุ่มบล๊อกคำสั่ง บล๊อกคำสั่งนี้สามารถเคลื่อนย้ายได้



รูปที่ 2.32 แสดงบล็อกคำสั่ง

การพิมพ์โปรแกรมขั้นบันไดโดยเลื่อนเคอร์เซอร์ไปที่ที่ต้องการจะใส่คำสั่ง จากนั้นให้กดที่บล๊อกคำสั่งตามคำสั่งที่เราต้องการดังแสดงดังรูป

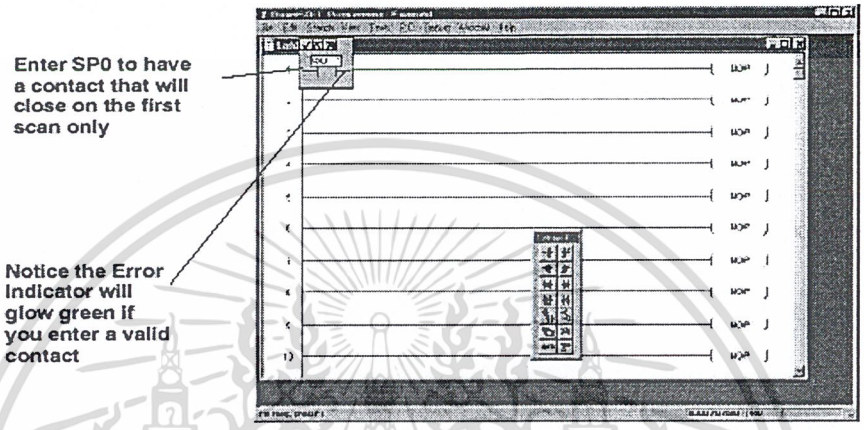


รูปที่ 2.33แสดงการพิมพ์โปรแกรมขั้นบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 5 การใช้ SP0 ในโปรแกรม

SP0 ใช้เมื่อต้องการโหลดหน่วยความจำ PLC ในครั้งแรกครั้งเดียว เช่น การสแกนครั้งแรก จากการสังเกตุจะมีไฟแสดงผลสีแดง ,สีเขียว ในกล่องซึ่งมันจะตรวจสอบความถูกต้องของอินพุตแล้วแสดงออกมา เช่นถ้าเราพิมพ์ตัวอักษร O แทนตัวเลข 0 จะแสดงไฟสีแดงและจะยังคงแสดงสีแดงอยู่จนกว่าจะทำถูกต้อง

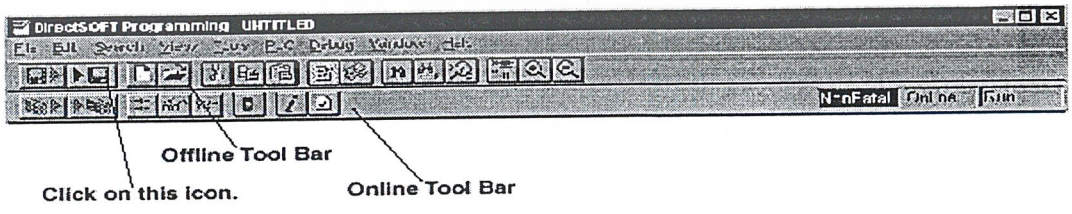


รูปที่ 2.34 แสดงการใช้ SP0 ในโปรแกรม

กดเครื่องหมายถูกในส่วนบนของกล่องอินพุตเมื่อพิมพ์คำสั่งเสร็จและมีไฟสีเขียวแสดงเมื่อถึงจุดนี้ คำสั่งจะถูกใส่เข้าไปในโปรแกรม

การเขียนโปรแกรมลงใน PLC

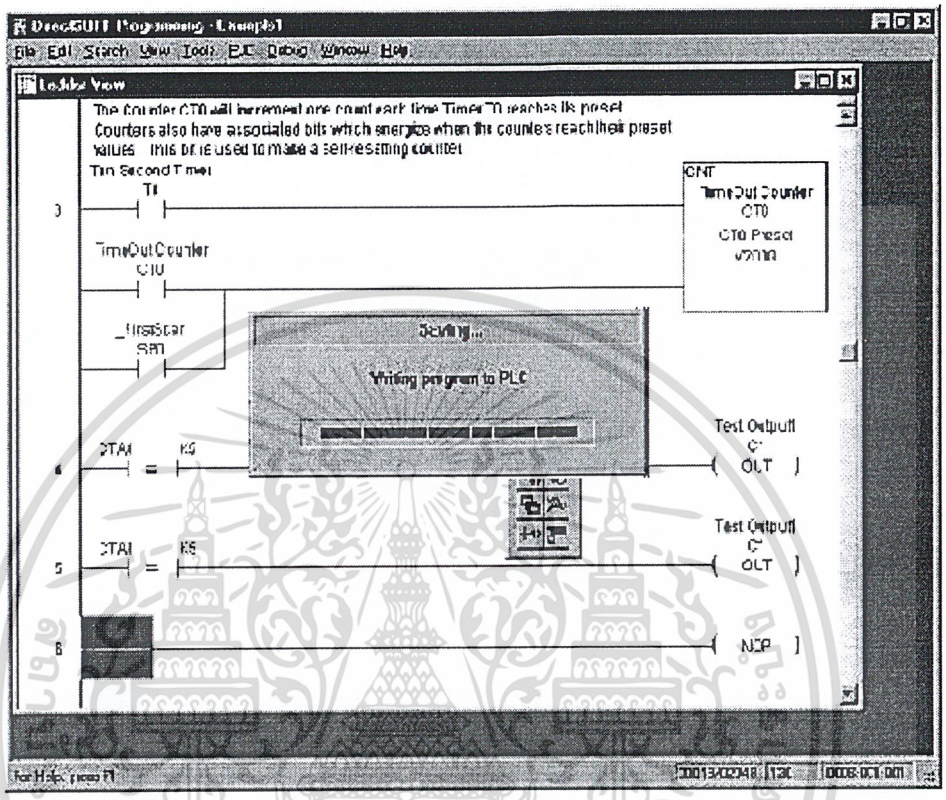
เมื่อ PC และ PLC พร้อมจะติดต่อกันแล้ว ก็สามารถเขียนโปรแกรมลง PLC ได้ จะมีแถบเครื่องมือ 2 แถบ ไอคอนที่สองนับจากทางด้านซ้ายจะใช้ในการเขียนโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ PLC



รูปที่ 2.35 แสดงแถบเครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อถึงขั้นตอนนี้โปรแกรมจะถูกบันทึกไว้ใน PLC จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาบนโปรแกรม ซึ่งจะมีแถบสีแดงแสดงว่าบันทึกเสร็จหรือไม่



รูปที่ 2.36 แสดงหน้าต่างโปรแกรมบันทึก

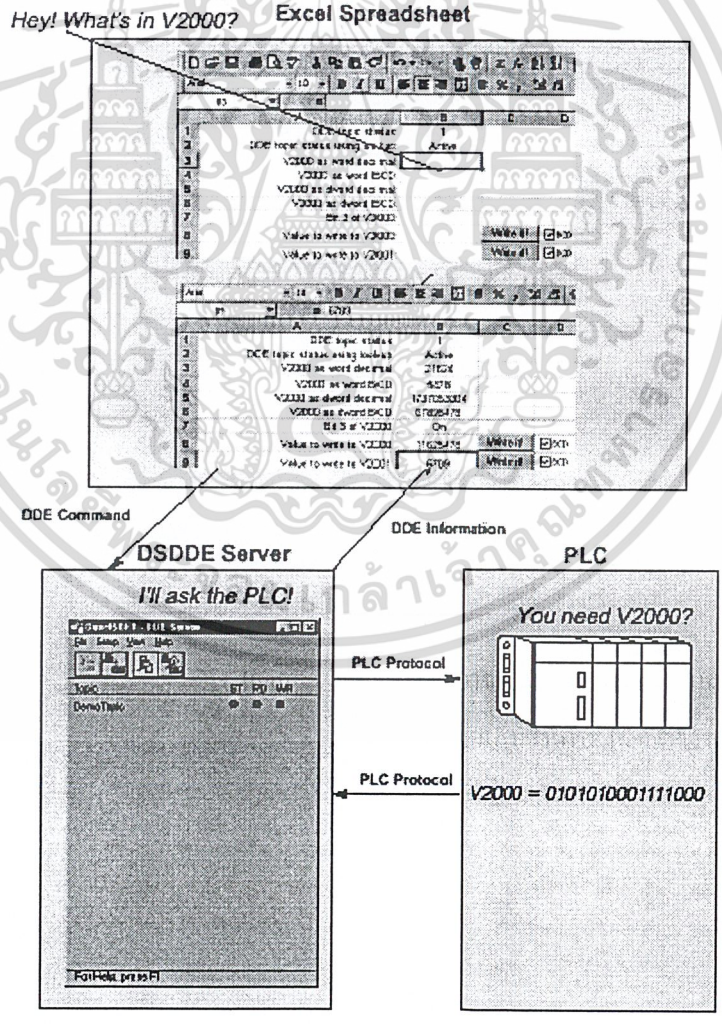
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 DirectSOFT DDE Server

ถ้าต้องการที่จะใช้ซอฟท์แวร์วินโดว์ที่มีอยู่แล้วเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ PLC ได้โดยง่าย คุณสามารถอาศัย DirectSOFT DDE Server แล้วใช้ซอฟท์แวร์มาตรฐานของวินโดว์ที่เร็วและง่ายในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ DirectLOGIC ของ PLC

การทำงาน

โปรแกรมมาตรฐานบนวินโดว์หลายตัวมีคำสั่งพิเศษของ DDE อยู่แล้ว ยกตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการข้อมูลจากหน่วยความจำตำแหน่ง V2000 ของ PLC นำมาใส่ลงในตาราง Excel ก็เพียงใส่คำสั่ง " =DSDDE|DemoTopic!'V2000'"ลงในเซลล์ ข้อมูลก็จะแสดงผลออกมา DDE Server จะทำตัวเป็นล่ามเปลี่ยนคำสั่ง DDE ให้เป็นภาษาที่ PLC เข้าใจโดยอัตโนมัติ DDE Server สามารถทำงานได้กับ PLC ทุกรุ่น

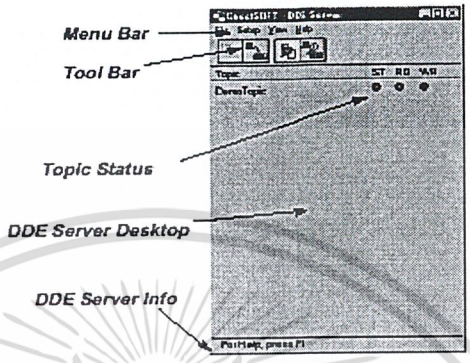


รูปที่ 2.37 แสดงโปรแกรม DirectSOFT DDE Server กับ Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่า DDE Server

DDE Server มีความง่ายในการตั้งค่าเนื่องจาก DDE Server เป็นเพียงล่ามการตั้งค่าจึงน้อย การตั้งค่าอยู่ในรูปเมนูทั้งหมดไม่มีภาษาที่ยุ่งยากซับซ้อน มีเพียง 2 ขั้นตอนเท่านั้นที่ต้องเก็บข้อมูล ซึ่งใช้เวลาไม่นาน



รูปที่ 2.38 แสดงการตั้งค่า DDE Server

1. สร้างการเชื่อมต่อสื่อสาร
2. สร้างหัวข้อ DDE

คำสั่งพื้นฐานของ DDE

โปรแกรมส่วนมากใช้โครงสร้างคำสั่งง่ายๆในการจัดการการแลกเปลี่ยนข้อมูล ถึงแม้ว่าบางโปรแกรมอาจจะแตกต่างกันไปในการใช้คำสั่งแต่ก็มีโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกัน นี่เป็นสูตร Excel ในการอ่านข้อมูลจาก V2000

Service – ชื่อของโปรแกรม DDE Server ซึ่งในกรณีของเราเป็น DSDDE เสมอ

Topic – บอกระบบว่าเราจะเอาข้อมูลมาจากไหน

Item – อาจเป็นข้อมูลชนิดใดและที่ไหนก็ได้ที่ PLC รู้จัก ถ้าคุณใช้ DirectSOFT ตั้งชื่อเล่นให้กับ Itemต่างๆจะสามารถใช้ชื่อเล่นนั้นแทนตำแหน่งจริงบน PLC ได้ เช่นอาจระบุว่า “Product_Cnt”เป็นชื่อ Item

Modifier – ระบุรูปแบบของข้อมูล

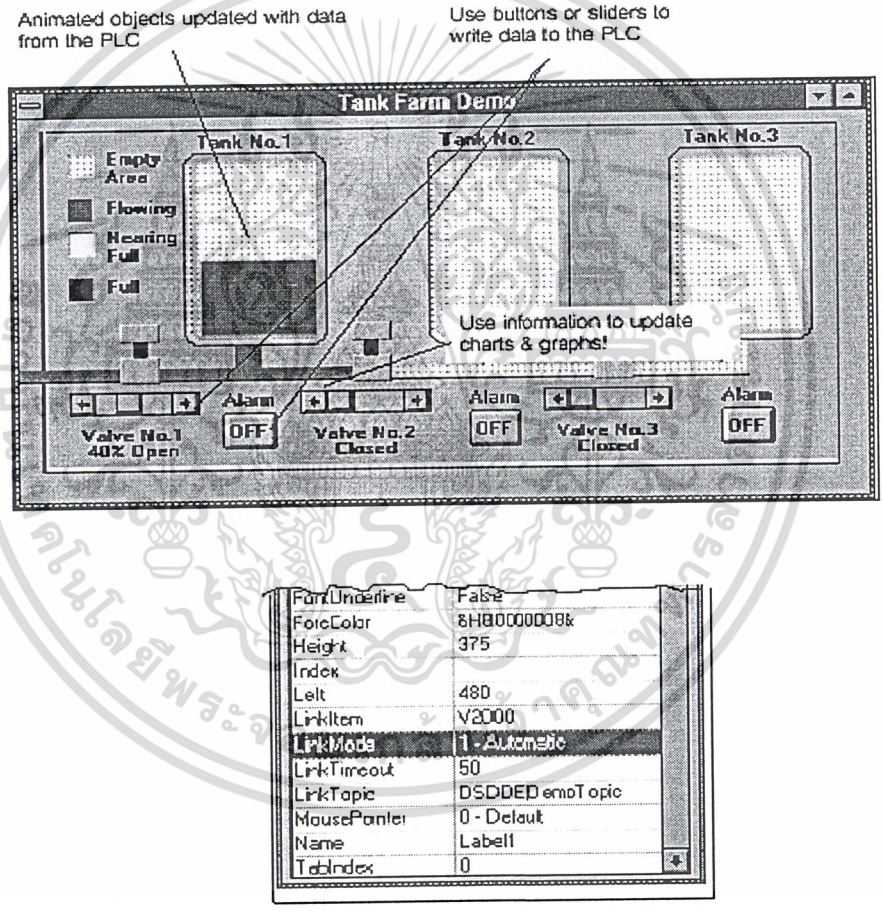
รูปที่ 2.39 แสดงคำสั่งพื้นฐาน

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ DDE Server กับ Visual Basic

DDE Server และ Professional แก้ไข(Edit) Visual Basic สำหรับวินโดวส์สามารถใช้สร้างการเชื่อมโยงแบบรูปภาพสำหรับการควบคุมข้อมูลได้มากขึ้น Visual Basic ทำให้สร้างหน้าจอด้วยสัญลักษณ์กราฟฟิก เช่น บาร์เลื่อน ,เกจวัด , ปุ่มกด ,ข้อความกระพริบ เป็นต้น โดยจะมีรูปร่างมาตรฐานสำหรับใช้สร้างเป็นสัญลักษณ์กราฟฟิกที่ซับซ้อนได้ ดังเช่นที่แสดงอยู่ข้างล่าง โดยสามารถใช้คำสั่ง DDE เชื่อมโยงวัตถุเหล่านี้โดยตรงกับข้อมูลของ PLC มี 2 วิธีคือ

- ใช้คำสั่งใน properties box
- ใช้คำสั่งใน subroutine



รูปที่ 2.40 แสดง ตัวอย่างการใช้ DDE Server กับ Visual Basic

properties box อาจเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดเนื่องจากเป็นเพียงการเติมลงในช่องว่าง subroutine จะต้องใช้ความรู้ความเข้าใจในเทคนิคการโปรแกรมแต่ก็จะใช้ได้ดีและยืดหยุ่นกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Microsoft Visual Basic

โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีความง่ายและสะดวกในการใช้งานอีกทั้งยังมีเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows ที่ใช้งานง่าย โดยการสร้างโปรแกรมนั้นจะเป็นการเลือกเครื่องมือต่างๆมาออกแบบหน้าจอของโปรแกรมที่สร้างขึ้น ซึ่งเรียกการเขียนโปรแกรมในลักษณะนี้ว่า Visual Programming การเขียนโปรแกรมแบบนี้ไม่จำเป็นต้องเขียนคำสั่งต่างๆมากนัก จึงสามารถสร้างโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสนับสนุนการจัดการกับฐานข้อมูลได้เป็นอย่างดี

คำศัพท์ที่ใช้ใน Microsoft Visual Basic

- คอนโทรล (Control)

เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้สร้างออบเจ็กต์บนฟอร์มของ MS-Visual Basic เลือกคอนโทรลจากทูลบอกซ์ แล้ววาดคอนโทรลนั้นไว้บนฟอร์ม โดยการใช้เมาส์ เราจะใช้คอนโทรลส่วนใหญ่ในการสร้างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส เช่น ImageBox , Commandbutton

- ออบเจ็กต์(Object)

ออบเจ็กต์เป็นชื่อหนึ่งขององค์ประกอบของยูสเซอร์อินเตอร์เฟสที่เราสร้างไว้บนฟอร์มของ MS-Visual Basic โดยใช้คอนโทรลในทูลบอกซ์ เราสามารถเคลื่อนย้าย ปรับขนาดและปรับแต่งออบเจ็กต์ได้โดยการกำหนดคุณสมบัติ ออบเจ็กต์ยังมีสิ่งที่เรา Inherent Functionality ซึ่งหมายถึง การที่ออบเจ็กซ์รู้ว่าต้องทำอะไรบ้างและสามารถตอบสนองต่อสถานะการณ์ต่างๆได้เอง (เช่น Listbox รู้จักวิธีเลื่อน Schollbox เป็นต้น) และสามารถเขียนโปรแกรม MS-Visual Basic ให้กับออบเจ็กต์ โดยใชอีเวนต์โพรซีเยอร์ที่ปรับแต่งไว้ตามสถานะการณ์ต่างๆในโปรแรมได้ ฟอร์มใน Visual Basic เองก็เป็นออบเจ็กต์อย่างหนึ่งเหมือนกัน

- คุณสมบัติ(Property)

คุณสมบัติเป็นค่าหรือลักษณะที่มีอยู่ในออบเจ็กต์ของวิชวลเบสิค ตัวอย่างเช่น คุณสมบัติ Caption และ Forecolour ซึ่งจะสามารถกำหนดคุณสมบัติในระหว่างออกแบบได้ โดยใช้หน้าต่าง Properties หรือระหว่างที่รันโปรแกรม โดยใช้สเตตเมนต์ (Statement) ต่างๆในโค้ดโปรแกรมในการเขียนโค้ดโปรแกรมจะใช้รูปแบบการกำหนดคุณสมบัติ ดังนี้

Object.Property = Value

โดยที่ object เป็นชื่อของออบเจ็กต์ที่ต้องการปรับแต่ง Property เป็นคุณลักษณะที่ต้องการเปลี่ยน และ Value เป็นค่าคงที่กำหนดขึ้นใหม่ ตัวอย่างเช่น Command.Caption = " Hello "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้โค้ดโปรแกรมเพื่อกำหนดคุณสมบัติ Caption ของออบเจ็กต์ Command1 เป็น " Hello "อีเวนต์โพรซีเยอร์ (Eventprocedure)

เป็นบล็อกของโค้ดที่ทำงานเมื่อออบเจ็กต์นั้นถูกใช้งานในโปรแกรม เช่น หากมีการคลิกที่ปุ่ม CommandButton ที่ชื่อ Command1 จะมีการเรียกโพรซีเยอร์ Command1_Click ทันที

- โปรแกรมสเตตเมนต์ (Statement)

โปรแกรมสเตตเมนต์เป็นคีย์เวิร์ดในโค้ดที่ใช้ทำงานของโปรแกรมสเตตเมนต์ของวิชวลเบสิค ใช้สร้างแหล่งเก็บข้อมูล เปิดไฟล์ คำนวณตัวเลข ชื่อหรือคุณสมบัติต่างๆเก็บไว้ในโปรแกรมได้

- วิธีการ (Method)

เป็นสเตตเมนต์พิเศษที่ใช้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งให้กับออบเจ็กต์เฉพาะอย่างในโปรแกรมในการเขียนโค้ดโปรแกรมจะใช้รูปแบบการกำหนดวิธีการดังนี้

Object.MethodValue

โดยที่ออบเจ็กต์เป็นชื่อของออบเจ็กต์ที่ต้องการเปลี่ยน Method เป็นคำสั่งที่ต้องการใช้เปลี่ยนแปลง ออบเจ็กต์นั้น และValueเป็นอาร์กิวเมนต์เพิ่มเติมที่ใช้กับวิธีการ ตัวอย่างเช่น

List1.AddItem"check"

ใช้วิธีการ AddItem เพิ่มคำว่า Check ไว้ใน List1

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างยูสเซอร์อินเตอร์เฟส (User Interface)

- คอนโทรล Command Button

เป็นคอนโทรลที่ส่วนใหญ่นำไปใช้ในฟอร์มทุกๆ ฟอร์ม เนื่องจากเป็นคอนโทรลที่ใช้ในการตอบรับการทำงานจากผู้ใช้ เช่นเดียวกับปุ่มคำสั่ง OK, Cancel ทั่วไป

คอนโทรล Text Box

มักจะนำไปใช้ในทุกๆฟอร์มที่มีการรับการกรอกข้อความจากผู้ใช้ เนื่องจากคอนโทรลนี้ทำหน้าที่แสดงข้อมูล และยังอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขตัวอักษรต่างๆได้อีกด้วย

- คอนโทรล Label

เป็นคอนโทรลในลักษณะของกราฟฟิกที่ถูกใช้ในงานด้านการแสดงผลข้อความบนฟอร์มเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อความกับผู้ใช้ และคอนโทรลนี้ไม่สามารถแก้ไขได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คอนโทรล Option Button

เป็นคอนโทรลที่ถูกออกแบบเพื่อนำมาใช้ในลักษณะของการเลือกอย่างหนึ่งอย่างใด และคอนโทรลนี้ ผู้อ่านสามารถนำมาใช้โดยแยกออกเป็นกลุ่มๆได้โดยอาศัยคอนโทรลชนิดตัวบรรจุบอกลักษณะเป็น True หรือ False

- คอนโทรล Check Box

เป็นคอนโทรลที่ถูกนำมาใช้ในลักษณะของการกำหนดสถานะเป็น True หรือ False คอนโทรลนี้ไม่มีลักษณะการรวมกลุ่ม ผู้ใช้สามารถเลือกทีเดียวพร้อมๆกันได้คราวละหลายๆตัว

- คอนโทรล List Box

โดยที่ลักษณะการใช้งานจะเป็นในรูปแบบการแสดงข้อความหลายๆบรรทัดภายในคอนโทรล List Box

- คอนโทรล Line และ Shape

มีเฉพาะคุณสมบัติและวิธีการสำหรับใช้ควบคุมการแสดงผลตำแหน่งและควบคุมพฤติกรรมของคอนโทรลเท่านั้น แต่จะไม่มีการตอบสนองเหตุการณ์กับผู้ใช้ เนื่องจากคอนโทรลนี้ไม่มีเหตุการณ์เป็นคอนโทรลเพิ่มกราฟฟิกให้กับฟอร์มเท่านั้น

- คอนโทรล Image

เป็นคอนโทรลที่ช่วยในการแสดงผลกราฟฟิก ในไฟล์กราฟฟิกต่างๆ เช่นเดียวกับคอนโทรล Picture Box แต่คอนโทรลImage จะสามารถทำงานหรือวาดกราฟฟิกภายในคอนโทรลได้รวดเร็วกว่า และที่สำคัญมีการใช้ทรัพยากรระบบน้อยกว่าอีกด้วย แต่มีการสนับสนุนคุณสมบัติเหตุการณ์ และวิธีน้อยกว่าคอนโทรล Picture Box

- คอนโทรล Picture Box

เป็นคอนโทรลแสดงกราฟฟิกและภาพกราฟฟิกจากไฟล์

- คอนโทรล Timer

เป็นคอนโทรลที่ใช้ในการควบคุม และจัดการเหตุการณ์ด้านเวลา สามารถเขียนโค้ดเมื่อทำงานใดๆ เมื่อช่วงเวลาผ่านไปตามค่าที่กำหนด คอนโทรลนี้จะตอบสนองเหตุการณ์เพียงเหตุการณ์เดียวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คอนโทรล Command Dialogue

เป็นคอนโทรลที่ช่วยในการแสดงผลไดอะล็อกบ็อกซ์ Open, Save As, Color, Font , Print Setup หรือ Print ซึ่งสามารถจะควบคุมการแสดงผลส่วนต่างๆ ของไดอะล็อกบ็อกซ์ได้โดยผ่านทางคุณสมบัติของคอนโทรล CommandDialogue ทั้งนี้เพื่อให้การใช้งานเป็นไปด้วยความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น

- คอนโทรล Communication

เป็นข้อมูลที่ช่วยในการติดต่อกับพอร์ทอนุกรม (Serial Port) ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ท อนุกรมได้ด้วยคอนโทรลนี้ เช่น การติดต่อผ่านโมเด็ม

- ออบเจ็กต์ OLE

หมายถึง ข้อมูลที่ได้รับจากแอพพริเคชัน OLE ซึ่งข้อมูลนี้สามารถเป็นไปได้หลายๆชนิด เช่น Microsoft Access สนับสนุนออบเจ็กต์ OLE ดังต่อไปนี้ worksheet, macro, sheet, chart, cell เป็นต้น และ ออบเจ็กต์OLE ที่สร้างขึ้นมาใหม่ ผู้อ่านสามารถกำหนดให้เป็นออบเจ็กต์ OLE ชนิดเชื่อมโยง(Linked) หรือชนิดฝัง (Embedded) ได้

- ออบเจ็กต์ Printer

ใช้ในการควบคุมการพิมพ์ข้อความเอกสาร ฟอนต์หรือกราฟฟิกออกทางเครื่องพิมพ์ โดยที่ข้อมูลทั้งหมดที่ถูกสั่งพิมพ์โดยอาศัยออบเจ็กต์นี้ จะถูกนำไปเข้าคิวรอจัดพิมพ์อีกครั้งโดย Print Manager ของวินโดว์อีกครั้ง

คุณสมบัติ (Property)

Alignment	กำหนดตำแหน่งการวางข้อมูลในคอนโทรล คือ ค่า 0 วางข้อความชิดซ้าย ค่า 1 วางข้อความชิดขวา ค่า 2 วางข้อความไว้ตรงกลาง
BackColor	และ ForeColor รายงานหรือกำหนดสีพื้นและสีตัวอักษรของข้อความในคอนโทรล
Backstyle	รายงานหรือกำหนดคุณลักษณะของพื้นหลังของคอนโทรลให้เป็นแบบโปร่งใส (Transparent) หรือแบบทึบ (Opaque)
Caption	กำหนดข้อความสำหรับแสดงภายในคอนโทรล
Enabled	รายงานหรือกำหนดให้คอนโทรลสามารถมีหรือไม่มีการตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่ถูกทำให้เกิดขึ้นโดยผู้ใช้ เช่น Click เป็นต้น โดยจะมีค่าเป็น True หรือ False

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fond	ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติของออบเจ็กต์ฟอนต์ หรือรายงานคุณสมบัติของออบเจ็กต์ Font ของคอนโทรล
Height, Width, Left, Top	รายงานหรือกำหนดขนาดความกว้าง ความสูง และตำแหน่ง (Left, Top) การวางคอนโทรลลงในตัวบรรจุ
Name	กำหนดชื่อของคอนโทรลสำหรับใช้ในการอ้างอิงโดยโค้ดในการเขียนโปรแกรม
Visible	รายงานหรือกำหนดให้เกิดเหตุการณ์ Click ของคอนโทรล โดยการกำหนดให้คุณสมบัตินี้มีค่าเท่ากับ True
Value	รายงานหรือกำหนดให้เกิดเหตุการณ์ Click ของคอนโทรล โดยการกำหนดให้คุณสมบัติมีค่าเท่ากับ True
List Index	รายงานหรือกำหนดค่าลำดับของรายการที่ถูกเลือก (สำหรับรายการแรกคุณสมบัติ List Box มีค่าเท่ากับ 0)
BorderStyle	รายงานหรือกำหนดการแสดงผลเส้นขอบคอนโทรลหรือกำหนดรูปแบบในการวาดเส้นตรงหรือเส้นรอบรูปในคอนโทรล Shape
BorderWidth	รายงานหรือกำหนดความหนาของเส้นตรงหรือเส้นรอบรูปทรง Shape
FillColor	รายงานหรือกำหนดสีที่ใช้ในการระบายพื้นที่ภายในรูปทรง Shape
Fillstyle	รายงานหรือกำหนดรูปแบบของการระบายพื้นที่ภายในรูปทรง Shape
Shape	รายงานหรือกำหนดรูปทรงของคอนโทรล Shape เช่น สี่เหลี่ยม วงกลม
Picture	รายงานหรือกำหนดกราฟฟิกหรือไฟล์กราฟฟิกจะแสดงผลภายในคอนโทรล
Text	รายงานหรือกำหนดข้อความให้กับคอนโทรล ซึ่งข้อความที่อยู่ในคุณสมบัตินี้จะถูกนำไปแสดงในคอนโทรล TextBox
Stretch	รายงานหรือกำหนดให้กราฟฟิกมีขนาดเปลี่ยนแปลงตามขนาดของคอนโทรล
Interval	รายงานหรือกำหนดช่วงเวลาในหน่วยของมิลลิวินาที (1 ใน 1000 วินาที) สำหรับทำให้เกิดเหตุการณ์ Timer ซึ่งการตรวจสอบเวลาจะถูกกระทำโดย Vb/Win

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 มอเตอร์

ชนิดและคุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นหัวใจของเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากมอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังที่จะไปขับเคลื่อนให้เครื่องจักรเหล่านั้นทำงานได้ตามต้องการ ซึ่งมอเตอร์ที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมและในบ้านเรือนนั้น เราสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้เป็น 3 กลุ่มตามโครงสร้างดังต่อไปนี้

- เอซีมอเตอร์(AC Motor)
  - เอซี อินดักชั่นมอเตอร์ (AC Induction Motor)
  - เอซี ซิงโครนัสมอเตอร์ (AC Synchronous Motor)
- ดีซีมอเตอร์ (DC Motor)
  - ดีซีมอเตอร์แบบมีแปรงถ่าน (Brush DC Motor)
  - ดีซีมอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน (Brushless DC Motor)
- สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor)
  - วีอาร์มอเตอร์ (VR Motor)
  - พีเอ็มมอเตอร์ (PM Motor)
  - ไฮบริดมอเตอร์ (Hybrid Motor)

โดยในปริญญานิพนธ์นี้เราใช้ AC Motor และ DC Motor

2.5.1 เอซีมอเตอร์ (AC Motor)

เอซีมอเตอร์ เป็นมอเตอร์กระแสไฟฟ้าสลับที่ได้รับความนิยมในการนำไปใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งเอซีมอเตอร์นี้แบ่งออกตามคุณสมบัติเฉพาะได้อีก 2 ชนิด คือ

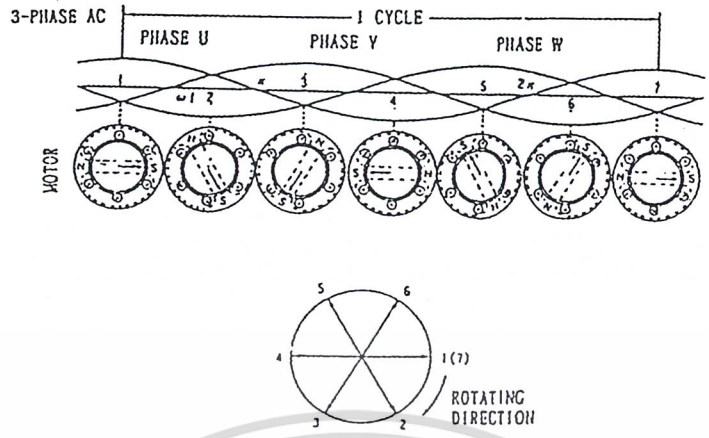
1. เอซีอินดักชั่นมอเตอร์ (AC Induction Motor)
2. เอซี ซิงโครนัสมอเตอร์ (AC Synchronous Motor)

อินดักชั่นมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ได้รับความนิยมในการนำไปใช้งานวงการอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางเป็นเวลานานมาแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้มีปัญหาในการดูแลรักษาน้อยเมื่อเทียบกับมอเตอร์ชนิดอื่น ๆ

2.5.1.1 เอซีอินดักชั่นมอเตอร์ (AC Induction Motor)

สนามแม่เหล็กหมุนที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์ ทั้งนี้เมื่อเราจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นกระแสสลับ 3 เฟสเข้าที่ขดลวดของสเตเตอร์ เมื่อโรเตอร์หมุนตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กนี้ จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในโรเตอร์ และเกิดกระแสไหลวนขึ้นในโรเตอร์ จึงทำให้เกิดแรงบิดหมุนตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิง ดังนั้นจึงทำให้โรเตอร์หมุนไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็กที่หมุนอยู่ที่ขดลวดสเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.41 แสดงสนามแม่เหล็กหมุนของอินดักชั่นมอเตอร์

เมื่อโรเตอร์หมุนไปในทิศทางเดียวกับที่สนามแม่เหล็กหมุน จนความเร็วของโรเตอร์นั้นเท่ากับความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนแล้ว ทำให้การหมุนของโรเตอร์นั้นจะไม่เกิดการตัดกับสนามแม่เหล็กและจะไม่เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในโรเตอร์ จึงทำให้ไม่มีกระแสไหลในโรเตอร์ เมื่อไม่มีกระแสไหลในโรเตอร์ แรงบิดหมุนที่เกิดขึ้นระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์จะหายไป ทำให้ความเร็วของโรเตอร์ลดลง ซึ่งการลดความเร็วของโรเตอร์ลงมาที่ค่า ๆ หนึ่ง และจะคงที่ที่ความเร็วนั้น ๆ เรียกว่า ความเร็วของโรเตอร์หรือความเร็วในระดับที่ใช้งานของมอเตอร์ ส่วนความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนเรียกว่า ความเร็วซิงโคนัส ซึ่งค่าความแตกต่างของความเร็วซิงโคนัสกับความเร็วของโรเตอร์ เราเรียกว่าสลิป ซึ่งสลิปนี้เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับคุณสมบัติของแรงบิดหมุนของอินดักชั่นมอเตอร์

โดยที่

$$n_s = \frac{120\, f_s}{P}$$

$$n_s = n_s(1 - S)$$

$$n_r = \frac{120\, f_s}{P}(1 - S)$$

เมื่อ n_r = ความเร็วที่เพลาของมอเตอร์ (รอบต่อนาที)

n_s = ความเร็วสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์ (รอบต่อนาที)

f_s = ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟที่ให้กับมอเตอร์ (เฮิร์ท)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P = จำนวนขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ (ขั้ว)

S = ค่าสลิปที่เกิดขึ้นระหว่างโรเตอร์และสเตเตอร์

เมื่อให้ ω เป็นค่าความเร็วเชิงมุมของความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ มีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที เราสามารถหาค่าความเร็วเชิงมุม ซิงโคนัสของมอเตอร์ได้ คือ

$$\omega_s = \frac{2\omega}{P} \tag{3}$$

จากสมการที่ 2 สามารถหาค่าสลิปของมอเตอร์ได้ คือ

$$S = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

$$S = \frac{\omega_s - \omega_m}{\omega_s} \tag{4}$$

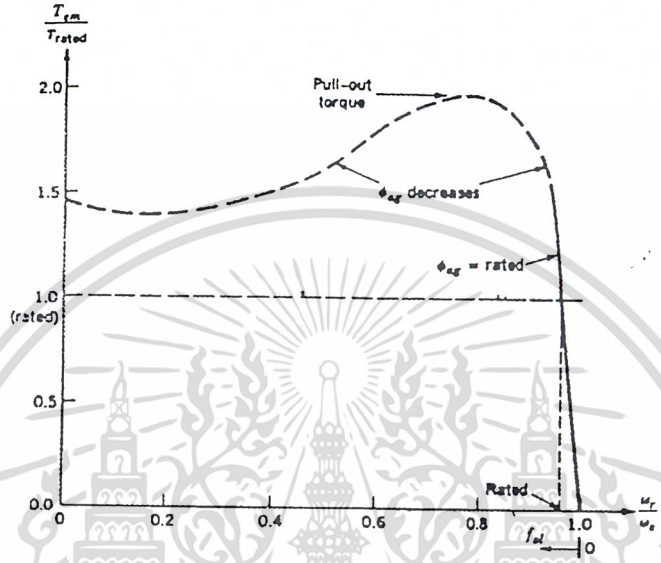
เมื่อ ω_s = เป็นความเร็วเชิงมุมซิงโคนัส (เรเดียนต่อวินาที)

ω_m = เป็นความเร็วเชิงมุมของโรเตอร์ (เรเดียนต่อวินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 การควบคุมความเร็วของอินดักชั่นมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์

จากคุณสมบัติของอินดักชั่นมอเตอร์ที่กล่าวมาแล้ว จะพบว่าค่าแรงบิดหมุนในย่านที่มอเตอร์ทำงานปกติ (S < 0) ที่โหลดคงที่ มอเตอร์จะหมุนที่ความเร็ว ณ ค่าสลิปค่าหนึ่ง ณ ความถี่ของแหล่งจ่ายคงที่ f1 และมีแรงเคลื่อนของแหล่งจ่ายคงที่ จะได้เส้นของภาระดังภาพ



รูปที่ 2.42 แสดงความสัมพันธ์ของความเร็วมอเตอร์เมื่อมอเตอร์ขับภาระตามพิกัดของมอเตอร์

แสดงค่าแรงบิดหมุนขณะที่มอเตอร์ทำงานที่สภาวะปกติ

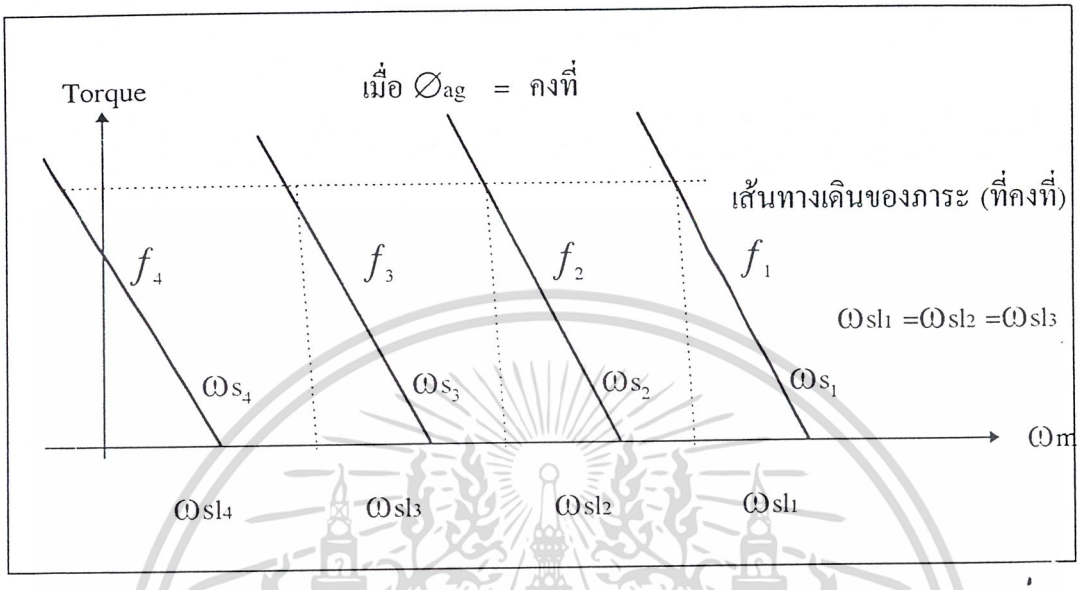
$$Tem = k \left(\frac{Eag}{f}\right)^2 fsl$$

แต่ในการปรับความเร็วของอินดักชั่นมอเตอร์ เราจะปรับความถี่ที่จ่ายเข้ามอเตอร์ ดังนั้นเมื่อปรับ ความ ถี่ f จำเป็นจะต้องปรับแรงเคลื่อนไฟฟ้า Eag ตามไปด้วย โดยให้ค่า Eag/f คงที่ตลอดทุกความถี่ เราสามารถหาค่าความสัมพันธ์ของ Eag/f ให้อยู่ในรูปของ φ ag ได้

$$Tem = k_4 \varphi_{ag}^{\ 2} fsl$$

ฉะนั้นเพื่อรักษาค่าแรงบิดหมุนของมอเตอร์ให้คงที่ในขณะที่ปรับความเร็วด้วยการปรับความถี่ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ เราจะต้องทำการควบคุมให้เส้นแรงแม่เหล็ก φ ag คงที่ตลอดย่านการปรับความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.43 แสดงคุณสมบัติของแรงบิดหมุน- ความเร็วที่ค่าสลิป 0 โดยการรักษาให้ φ ag คงที่ และใช้มอเตอร์ที่ขับภาวะคงที่

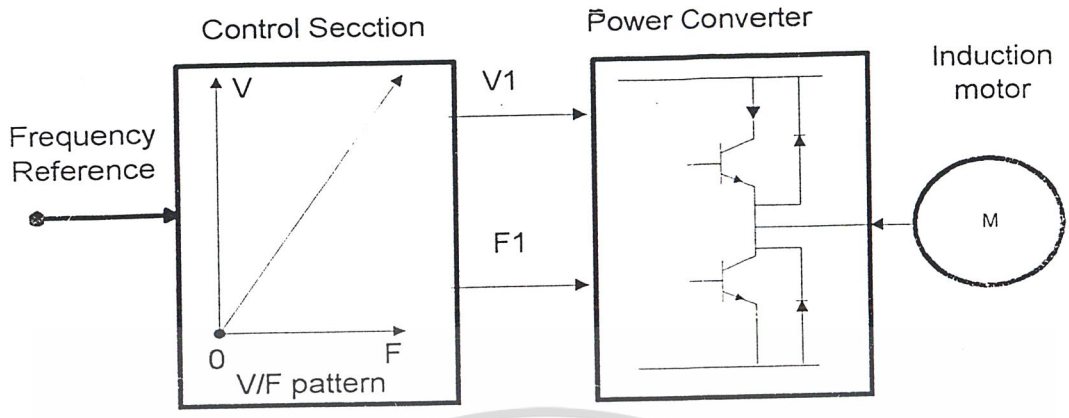
จากคุณสมบัติที่เป็นเชิงเส้นของแรงบิดหมุนต่อค่าความถี่สลิปนี้จะคงอยู่ได้ ขึ้นอยู่กับค่า φ ag ดังนั้นในการทำงานของอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ควบคุมความเร็วของอินดักชั่นมอเตอร์ จำเป็นจะต้องออกแบบมาตามเงื่อนไข ดังนี้ ซึ่งสามารถแบ่งชนิดของอินเวอร์เตอร์ตามลักษณะการควบคุม φ ag ออกได้เป็น 2 วิธี คือ

1. การควบคุมอัตราส่วนของ แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อความถี่
2. การควบคุม φ ag โดยการควบคุมกระแสที่ไปสร้างสนามแม่เหล็ก (Im) ซึ่งเรียกอย่างหนึ่งว่าการควบคุมแบบเว็กเตอร์

อินเวอร์เตอร์แบบคุมสัดส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อความถี่

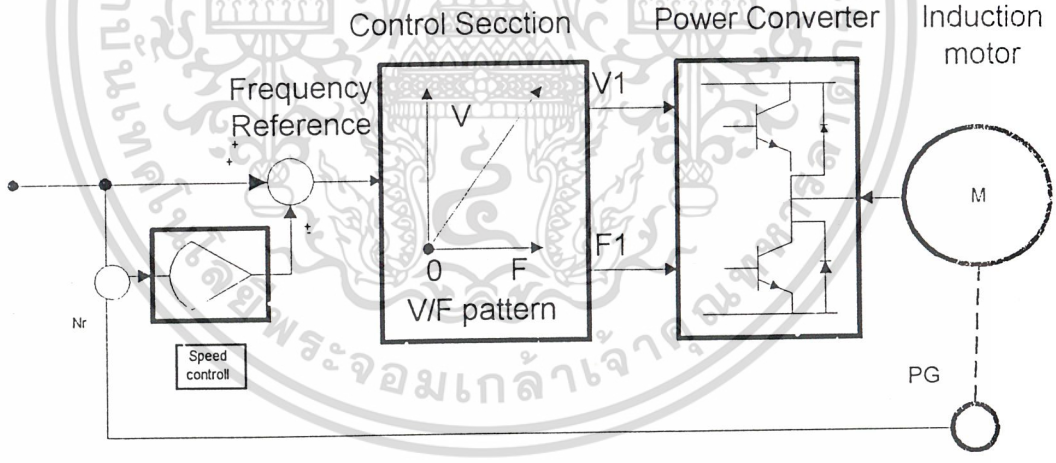
การทำงานของอินเวอร์เตอร์แบบนี้จะใช้หลักการของ Pluse width modulated inverters ที่จะเปลี่ยนไฟกระแสตรงให้เป็นไฟกระแสสลับ 3 เฟส และมีวงจรควบคุมอัตราส่วนของแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อความถี่ (V/f) ดังไดอะแกรมต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.44 แสดงบล็อคไดอะแกรมแสดงการทำงานของอินเวอร์เตอร์แบบ V/f

ในการควบคุมแบบ V/f นี้ ได้มีการพัฒนาขึ้นมาโดยการเพิ่มชุดควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยการต่อ PG ที่เพลาของมอเตอร์และป้อนสัญญาณกลับมาที่อินเวอร์เตอร์ เพื่อที่จะให้อินเวอร์เตอร์ปรับความเร็วให้ถูกต้องดังบล็อคไดอะแกรมข้างล่างนี้



รูปที่ 2.45 แสดงบล็อคไดอะแกรมของอินเวอร์เตอร์ที่ทำงานในระบบ V/f โดยมีสัญญาณป้อนกลับ

ในการทำงานในแบบ V/f นี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของสัดส่วนของ V/f ซึ่งอาจมีรูปแบบต่างกันตามแต่ผู้ใช้จะเป็นผู้เลือกแต่จะมีสิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นในวิธีการนี้คือ เมื่อที่ค่าความถี่ต่ำ ๆ 1.3 Hz อินเวอร์เตอร์จะไม่สมารถสร้างแรงบิดหมุนได้ และจะหยุดโดยอัตโนมัติ ดังนั้น การควบคุมแบบ V/f นี้เหมาะสำหรับการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ที่ความเร็วสูง ๆ ความถี่ต่ำสุดในการหมุนของมอเตอร์นี้ เราเรียกว่า Start up frequency

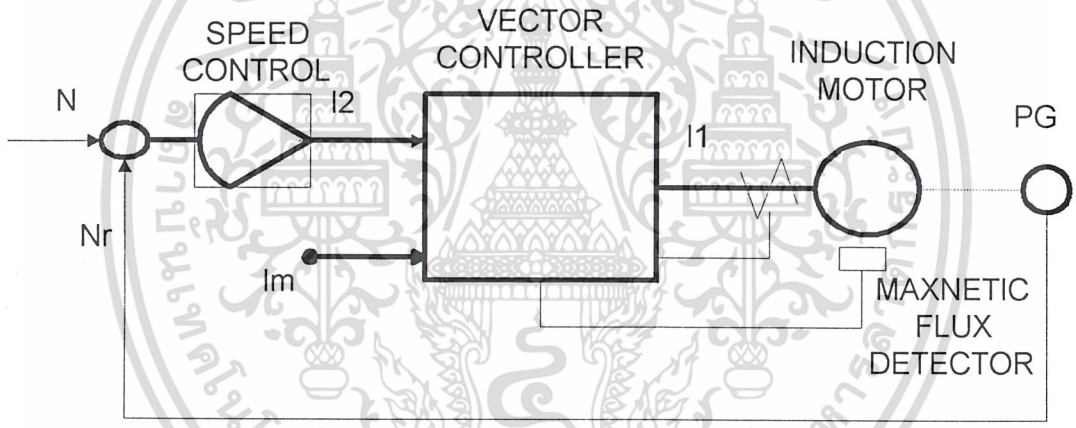
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมความเร็วแบบควบคุมเว็กเตอร์

วิธีการควบคุมเว็กเตอร์จะมีอยู่ 2 วิธี คือ

1.วิธีการควบคุมการหมุนสนามแม่เหล็ก วิธีนี้จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจวัด เส้นแรงแม่เหล็ก (magnetic flux detector) ต่อเข้าไว้ภายในของอินดักชั่นมอเตอร์ อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้จะเป็นแนวคิดที่ดีแบบหนึ่งในการควบคุมเว็กเตอร์ และไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์วัดความเร็วของมอเตอร์ แต่ถ้าเราไม่สามารถที่จะประกอบอุปกรณ์ตรวจวัดเส้นแรงแม่เหล็กเข้าไปในอินดักชั่นมอเตอร์ได้ วิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ได้อย่างได้ผลคือ การใช้วงจรสมมูลเส้นแรงแม่เหล็กภายในอินดักชั่นมอเตอร์มาใช้แทน ซึ่งจะให้ผลที่เท่าเทียมกัน

2.วิธีการควบคุมความถี่สลิป (fsl) จะเป็นวิธีการที่อยู่ในรูปแบบของการตรวจวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้งานมากในปัจจุบัน



รูปที่ 2.46 วิธีการควบคุมการหมุนสนามแม่เหล็ก

2.5.2 ดีซีมอเตอร์และเซอร์โวมอเตอร์ (DC Motor)

ดีซีมอเตอร์มีประวัติอันยาวนานมาตั้งแต่ยุคไมเคิล ฟาราเดย์ ที่คิดเครื่องกลไฟฟ้าใช้แผ่นดิสก์เป็นส่วนที่หมุน ก่อนที่จะมีการพัฒนามาเป็นอาร์มาเจอร์ของดีซีมอเตอร์ที่พบเห็นกันในปัจจุบัน ตลอดเวลาที่ผ่านมามีการพัฒนาลักษณะของมอเตอร์ชนิดนี้ให้ดีขึ้น แต่ยังคงรักษาหลักการทำงานไว้เหมือนเดิมถึงแม้ว่าจะมีการคิดค้นเอซี อินดักชั่นมอเตอร์ ซึ่งมีราคาถูกกว่าขึ้นมาใช้แล้วก็ตาม แต่ดีซีมอเตอร์ก็ยังมีใช้อยู่มาจนถึงปัจจุบันนี้ เนื่องจากคุณสมบัติที่ดีของดีซีมอเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นที่แรงบิดหมุนที่สูง อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ในขบวนการที่ต้องการควบคุมความเร็วหรือการควบคุมตำแหน่งที่ให้ค่าความแม่นยำสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

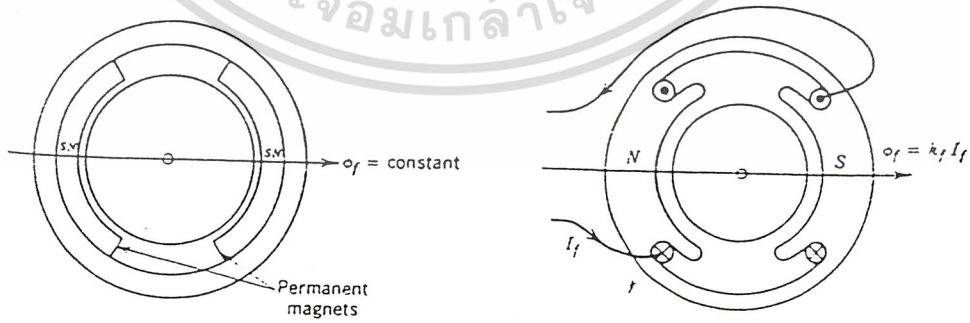
ในปัจจุบันนี้เราจะพบเห็นดีซีมอเตอร์ที่มีรูปร่างหน้าตาที่แตกต่างกันออกไป แต่ยังคงรักษาหลักการทำงานเดิมไว้ได้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

- ส่วนที่สร้างสนามแม่เหล็ก ในช่องอากาศที่เป็นส่วนที่อยู่ติดกับส่วนที่มีการสร้างสนามแม่เหล็กนี้จะเป็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์

- ส่วนของอาร์มาเจอร์ ซึ่งเป็นขดลวดที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาทำให้เกิดแรงผลักกับสนามแม่เหล็กของส่วนที่อยู่กับที่ ส่วนของอาร์มาเจอร์นี้จะต่อเข้ากับแหล่งจ่ายให้ดีซีภายนอกโดยผ่านแปรงถ่าน (Brush) เข้าที่คอมมิวเตเตอร์ของอาร์มาเจอร์ โดยที่คอมมิวเตเตอร์จะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดกระแสไฟให้กับขดลวดของอาร์มาเจอร์ให้เกิดสนามแม่เหล็กในทิศทางที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดแรงผลักกับสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์และทำให้เกิดแรงบิดหมุนที่ต่อเนื่อง

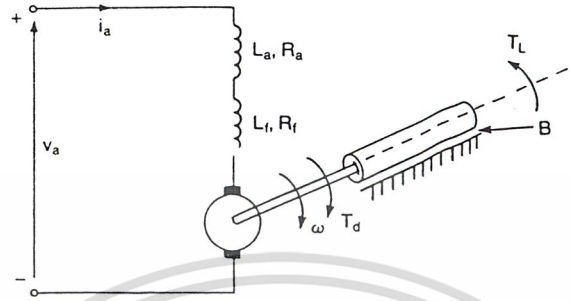
ดีซีมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ให้คุณสมบัติของแรงบิดหมุนต่อความเร็วที่เป็นเชิงเส้น ซึ่งดีกว่าอินดักชั่นมอเตอร์ แต่จะมีปัญหาในส่วนของการแปรงถ่าน ที่ทำให้เกิดการสูญเสียทำให้อายุการใช้งานสั้น ฯลฯ ในปัญหาเหล่านี้ถ้าเราสามารถทำมอเตอร์ดีซีโดยไม่มีแปรงถ่านได้ก็จะสามารถแก้ปัญหาได้ โดยที่ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กโทรนิกส์มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างรวดเร็วและมีความสามารถมากขึ้น เราจึงนำเอาเทคโนโลยีทางอิเล็กโทรนิกส์เข้ามาช่วยเสริมพร้อมกับมีการใช้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างของดีซีมอเตอร์บางส่วน เราก็สามารถที่จะสร้างดีซีมอเตอร์แบบไม่มีขั้วแปรงถ่านขึ้นมาได้

หลักการทำงานของดีซีมอเตอร์แบบไม่มีขั้วแปรงถ่าน จะทำงานเหมือนกับดีซีมอเตอร์ แต่มีการสลับเอาขดลวดอาร์มาเจอร์ไปไว้ที่ส่วนสเตเตอร์ และนำเอาขั้วแม่เหล็กถาวรมาเป็นส่วนที่เคลื่อนที่แทน



รูปที่ 2.47 แสดงมอเตอร์สนามแม่เหล็กแบบแม่เหล็กถาวรและแบบแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.48 แสดงวงจรสมมูลย์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ขณะสภาวะคงที่ ปริมาณต่างๆ จะมีค่าเฉลี่ยดังนี้

$$E_g = K_v \omega I_a$$

$$V_a = R_a I_a + E_g$$

$$= R_a I_a + K_v \omega I_a$$

$$T_d = K_t I_a I_a$$

$$= B\omega + T_L$$

เมื่อ ω = ความเร็วเชิงมุมหรือความเร็วของมอเตอร์ มีหน่วยเป็น rad / s หรือ rpm

B = ค่าคงที่ของแรงเสียดทาน มีหน่วยเป็น N.m / rad / s

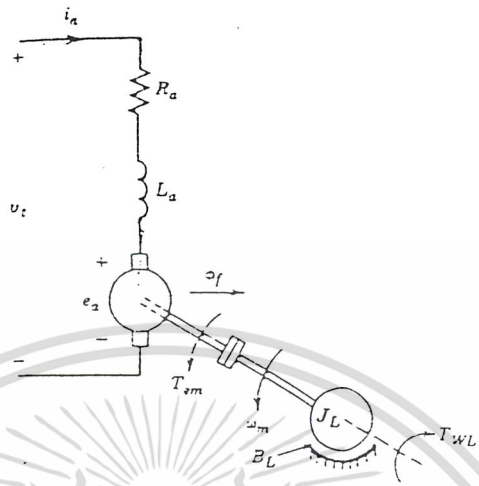
K_v = ค่าคงที่ของแรงดัน มีหน่วยเป็น V/A – rad / s

$K_t = K_v$ = ค่าคงที่ของแรงบิด

R_a = ความต้านทานของวงจรอาร์เมเจอร์ มีหน่วยเป็น

T_L = แรงบิดที่โหลด มีหน่วยเป็น N.m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



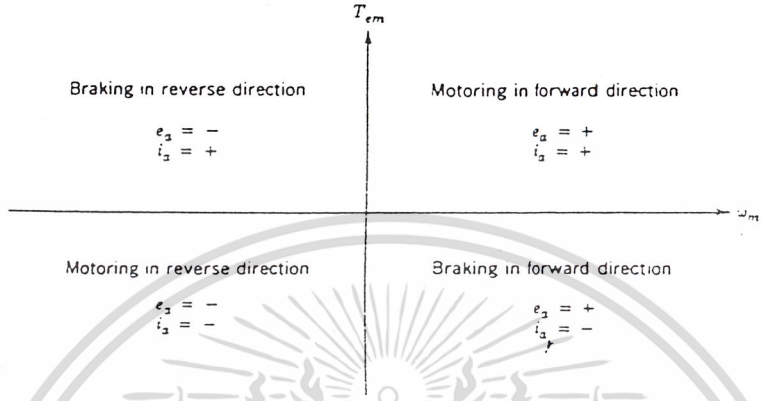
รูปที่ 2.49 แสดงการทำงานของมอเตอร์ที่ย่านการทำงานแบบแรงบิดคงที่

จากรูปที่ 2.49 เป็นการแสดงการทำงานของมอเตอร์ในย่านการทำงานแบบ แรงบิดคงที่ และแบบกำลังงานคงที่ โดยในช่วงแรกเรากระตุ้นสนามเต็มพิกัดและค่อย ๆ ขยับโวลเตจที่ป้อนในช่วงนี้แรงบิดจะคงที่ที่พิกัดตลอดช่วงนี้เป็นการควบคุมแบบแรงบิดคงที่ และเมื่อความเร็วเกินพิกัด เราจะควบคุมโดยการลดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กทำให้ความเร็วของมอเตอร์เพิ่มขึ้น แต่แรงบิดจะลดลงเพราะมอเตอร์มีขีดจำกัดทางกำลังงาน

โดยทั่วไป DC MACHINE มันจะทำงานเหมือนเจนเนอเรเตอร์ในขณะเบรกซึ่งความเร็วจะลดลง ในขณะเบรคเราจะให้ f คงที่ และมอเตอร์ขับโหลดเริ่มต้นที่ความเร็ว ในการลดความเร็วมอเตอร์ ถ้า V_t ลดลงมากกว่า e_a กระแส L_a จะกลับทิศทางการไหลทอร์ก จากสมการข้างบนจะกลับทิศทางและพลังงานจลน์ที่เกี่ยวกับแรงเฉื่อย เนื่องจากโหลดมอเตอร์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานอิเลคทรอนิกส์ โดยดีซี Machine ซึ่งขณะนี้ทำหน้าที่เป็นเจนเนอเรเตอร์

ขณะการเบรคขั้วของ e_a จะไม่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากทิศทางของการหมุนไม่เปลี่ยนขณะที่โรเตอร์หมุนช้าลง e_a จะลดความสำคัญลง สุดท้ายเจนเนอเรเตอร์จะหยุดเมื่อโรเตอร์หยุดชะงัก และแรงเฉื่อยหมดไป ถ้าขั้วของเทอมินอลโรลเตอร์ก็กลับทิศด้วย ทิศทางของการหมุนของมอเตอร์ก็จะกลับทิศ ดังนั้น DC MOTER สามารถทำงานได้ทั้ง 2 ทิศทาง และทอร์กสามารถกลับทิศทางเพื่อการเบรค ซึ่งแสดงให้เห็นดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.50 แสดงแผนภาพการทำงานของมอเตอร์ทั้ง 4 ควอดรันต์

จากรูปแสดงถึงแผนภาพการทำงานของมอเตอร์ 4 ควอดรันต์ ในลักษณะต่าง ๆ โดย

ควอดรันต์ที่ 1 มอเตอร์จะมีทิศทางการหมุนไปข้างหน้าและทิศทางเดียวกับแรงบิดทางไฟฟ้า (Forward Driving)

ควอดรันต์ที่ 2 มอเตอร์จะมีทิศทางการหมุนไปข้างหน้าส่วนแรงบิดทางไฟฟ้าก็มีทิศทางเดียวกัน (Forward Braking)

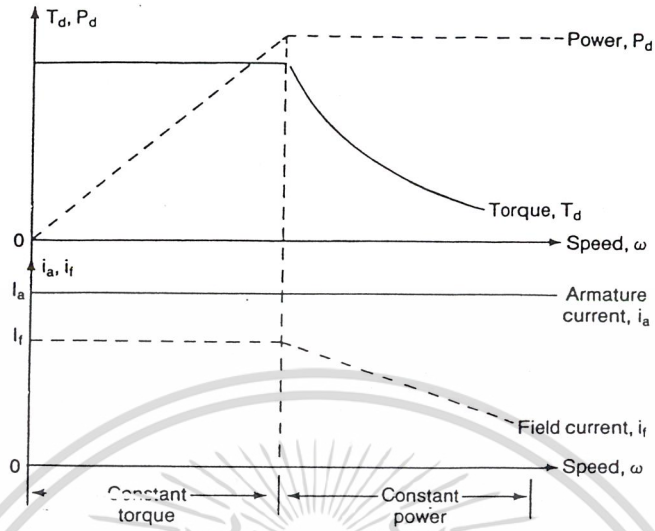
ควอดรันต์ที่ 3 มอเตอร์จะมีทิศทางการหมุนถอยหลังและแรงบิดทางไฟฟ้าก็มีทิศทางเดียวกัน (Reverse Driving)

ควอดรันต์ที่ 4 มอเตอร์จะมีทิศทางการหมุนถอยหลังแต่แรงบิดทางไฟฟ้าจะมีทิศสวนทางกัน (Reverse Braking)

หลักการขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การทำงานของมอเตอร์จะทำงานใน 2 ย่านการทำงานคือ การทำงานแบบแรงบิดคงที่ และการทำงานแบบกำลังคงที่ โดยในช่วงแรกเราจะกระตุ้นสนามเต็มพิกัดและค่อยๆขยับโวลเตจที่ป้อนในช่วงนี้แรงบิดจะคงที่ที่พิกัดตลอดช่วงนี้เป็นการควบคุมแบบแรงบิดคงที่ เมื่อความเร็วเกินพิกัดที่จะควบคุมโดยการลดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กทำให้ความเร็วของมอเตอร์เพิ่มขึ้น แต่แรงบิดจะลดลงเพราะมอเตอร์มีขีดจำกัดทางกำลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.51 แสดงการทำงานของมอเตอร์ที่ย่านความเร็วต่างๆ

ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์สามารถควบคุมได้ 2 วิธี คือ

1. การควบคุมความเร็วแบบควบคุมกระแสสนาม (Field Current Control)
2. การควบคุมความเร็วแบบควบคุมแรงดันที่ขั้วอาร์เมเจอร์ (Armature voltage Control)

ซึ่งปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้การควบคุมความเร็วแบบควบคุมแรงดันที่ขั้วอาร์เมเจอร์ ด้วยการขับแบบชอปเปอร์

การขับด้วยชอปเปอร์

การแปลงผัน dc เป็น dc หรือชอปเปอร์ เป็นการเปลี่ยนแปลงแหล่งจ่าย dc ที่มีแรงดันไฟฟ้าค่าหนึ่งไปเป็นแรงดันไฟฟ้าอีกค่าหนึ่ง

ชอปเปอร์ ช่วยให้การควบคุมอัตราเร่ง (DC MOTER) ได้ราบเรียบ, มีประสิทธิภาพสูง และมีการควบคุมการตอบสนองในการเคลื่อนไหวได้อย่างรวดเร็ว จากเหตุผลนี้จึงทำให้ชอปเปอร์เหมาะกับงานหลายประเภท เช่น การควบคุมมอเตอร์ลากจูงในรถไฟฟ้าหรือรถยก, การเบรคของมอเตอร์dc เพื่อทำให้พลังงานกลับไปสู่แหล่งจ่ายทำให้ประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบขนส่งที่มีการหยุดบ่อยๆ) และตัวปรับแต่งแรงดัน dc เป็นต้น

การควบคุมการไหลของกำลังไฟฟ้าในชอปเปอร์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทำงานที่ความถี่คงที่ (Constant Frequency Operation)

การทำงานที่ความถี่คงที่ มีความถี่ชอปปิง (f) หรือคาบเวลาชอปปิง (T) คงที่ แต่เวลาในการเปิด (t1) รวมทั้งความกว้างของพัลซ์นั้นแปลค่าได้ การควบคุมประเภทนี้เรียกว่า การควบคุมมอดดูเรชันตามความกว้างพัลซ์ (Pulse Width Moduration :PWM) ในการควบคุมมอเตอร์แบบนี้นั้นจะสามารถควบคุม TORQUE ให้คงที่ตลอดช่วงการทำงาน

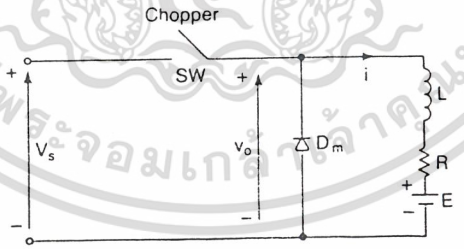
2 การทำงานที่ความถี่แปรค่าได้ (Variable Frequency Operation)

การทำงานที่ความถี่คงที่ มีความถี่ชอปปิงแปรค่าได้ แต่เวลาในการเปิด (t1) หรือเวลาในการปิด (t2) อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นค่าคงที่ การควบคุมประเภทนี้นั้นเรียกว่า มอดดูเรชั่นความถี่ (Frequency Modulation) เนื่องจากการทำงานนี้มีการเปลี่ยนแปลงความถี่เป็นช่วงกว้างเพื่อที่จะให้ได้ช่วงแรงดันเอาท์พุตเต็มคลื่น ซึ่งการควบคุมประเภทนี้จึงสร้างฮาร์โมนิคจำนวนมาก ทำให้การออกแบบยุ่งยากมากเนื่องจากต้องเพิ่มฟิลเตอร์เข้ามา

ชอปเปอร์แปลงแรงดันให้ลดลงโดยมีโหลด R – L

(Step down Chopper With R – L Load)

วงจรพื้นฐานของชอปเปอร์แปลงแรงดัน DC ให้ต่ำลง (คือแปลงแรงดันเอาต์พุตให้มีค่าต่ำกว่าแรงดันอินพุต) โดยมีโหลด R – L มีลักษณะดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.52 แสดงวงจรพื้นฐานของชอปเปอร์แปลงแรงดัน DC

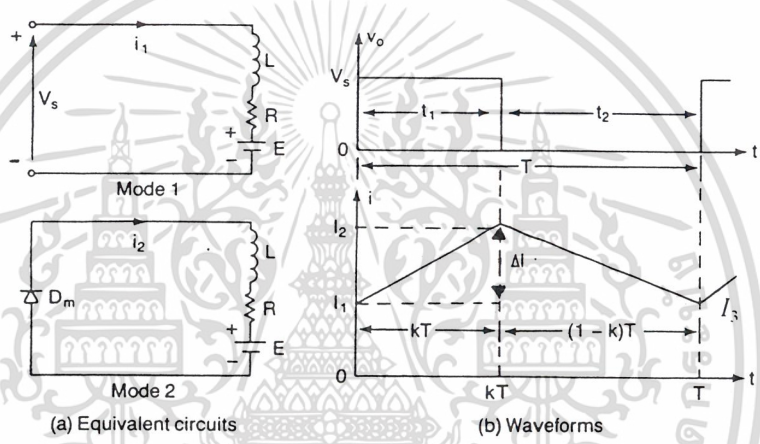
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของชอปเปอร์ประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 โหมด

โหมดที่ 1 : ขณะสวิทช์เปิด (ON) กระแสจะไหลจากแหล่งจ่ายไปยังโหลด

โหมดที่ 2 : ขณะสวิทช์ปิด (OFF) ค่า Vs = 0 และฟรีวีลลิ่งไดโอด (Dm) ได้รับไบอัสตรง ดังนั้นกระแสที่โหลด (จากแบตเตอรี่ ; E) ยังคงไหลผ่าน Dm ไปยังโหลดอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสวิทช์เปิดอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นจึงทำให้กระแสที่โหลดไหลอย่างต่อเนื่อง [กรณีนี้ถ้าอินดักแตนซ์ของโหลด (L) มีปริมาณมาก ก็จะทำให้กระแสที่โหลดไหลอย่างต่อเนื่องได้เช่นกัน]

วงจรเทียบเคียงขณะทำงานที่โหมดทั้งสองแสดงให้เห็นได้ดังรูปข้างล่าง ส่วนรูปคลื่นของกระแสที่โหลดและรูปคลื่นของแรงดันเอาต์พุต แสดงให้เห็นได้ดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 2.53 แสดงวงจรเทียบเคียงขณะทำงานที่โหมดทั้งสองและรูปคลื่นของกระแสที่โหลดและรูปคลื่นของแรงดันเอาต์พุต

จากรูปข้างต้นหาค่ากระแสของโหลดที่โหมดที่ 1 ได้ดังนี้

$$V_s = Ri_1 + L\frac{di_1}{dt} + E \qquad \text{.....(1)}$$

โหมดที่ 1 : มีกระแสเริ่มต้ $i_1(t = 0) = I_1$ (พิจารณาจากรูป) เมื่อแก้สมการ (1) ทำให้ได้กระแสที่โหลดมีค่าเป็น

$$i_1(t) = I_1 e^{-tR/L} + \frac{V_s - E}{R}\left(1 - e^{-tR/L}\right) \qquad \text{.....(2)}$$

ช่วงเวลาของโหมดที่ 1 คือ $0 \le t \le t_1 (= kT)$ และที่ตำแหน่งสิ้นสุดของโหมดที่ 1 (ตอนปลายของโหมดที่ 1) กระแสที่โหลด จะมีค่า

$$i_1(t = t_1 = kT) = I_2 \qquad \text{.....(3)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปหาค่ากระแสที่โหลดของโหมดที่ 2 (เมื่อ Vs = 0) ได้ดังนี้

$$0 = Ri_2 + L\frac{di_2}{dt} + E \qquad \text{.....(4)}$$

โหมดที่ 2 : มีกระแสเริ่มต $i_2(t=0) = I_2$ และเมื่อกำหนดจุดออริจินของเวลา (Time Origin) ใหม่ที่จุดเริ่มต้นของโหมดที่ 2 เราจะได้

$$i_2(t) = I_2 e^{-tR/L} + \frac{V_s - E}{R}\left(1 - e^{-tR/L}\right) \qquad \text{.....(5)}$$

เมื่อกำหนดจุดออริจินที่ t = 0 เราจะได้ช่วงเวลาของโหมดที่ 2 ที่ตำแหน่งสิ้นสุดของโหมดนี้ กระแสที่โหลดจะกลายเป็น

$$i_2(t = t_2) = I_3 \qquad \text{.....(6)}$$

ที่ตำแหน่งสิ้นสุดของโหมดที่ 2 ชอปเปอร์จะเปิดอีกครั้งในไซเคิลต่อไปหลังจาก

$$T = 1/f = t_1 + t_2$$

ภายใต้เงื่อนไขสภาวะคงที่ (Steady State) กระแส $I_1 = I_3$ เราหาค่าพีคของกระแสริปเปิลที่โหลดได้จากสมการ(2) , (3) , (5) และ (9) โดยใช้สมการ (2) และ (3) หาค่าพีคของกระแสชั่วขณะของกระแสที่โหลด (I_2) ได้ดังนี้

$$I_2 = I_1 e^{-kTR/L} + \frac{V_s - E}{R}\left(1 - e^{-kTR/L}\right) \qquad \text{.....(7)}$$

จากสมการ (5) และ (6) ทำให้หาค่าต่ำสุดชั่วขณะของกระแสที่โหลด (I_3) ได้ดังนี้คือ

$$I_3 = I_1 = I_2 e^{-(1-k)TR/L} + \frac{E}{R}\left(1 - e^{-(1-k)TR/L}\right) \qquad \text{.....(8)}$$

ค่าพีคทูพีคของกระแสริปเปิล

$$\Delta I = I_2 - I_1 \qquad \text{.....(9)}$$

$$\Delta I = \frac{V_s}{R}\,\frac{1 - e^{-kTR/L} + e^{-TR/L} - e^{-(1-k)TR/L}}{1 - e^{-TR/L}} \qquad \text{.....(10)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขที่ทำให้ริปเปิลมีค่าสูงสุด

$$\frac{d(\Delta I)}{dk} = 0 \qquad \text{.....(11)}$$

ซึ่งทำให้ $e^{-kTR/L} - e^{-(1-k)TR/L} = 0$ หรือ $-k = -(1-k)$ หรือ $k = 0.5$ เราหาค่าพีคทูพีคของกระแสริปเปิล (ที่ $k = 0.5$) ได้จาก

$$\Delta I_{max} = \frac{V_s}{R} \tanh \frac{R}{4fL} \qquad \text{.....(12)}$$

กรณี $4fL >> R$, $\tanh \theta \approx \theta$ ค่าสูงสุดของกระแสริปเปิลซึ่งเป็นค่าโดยประมาณ มีค่าเป็น

$$\Delta I_{max} = \frac{V_s}{4fL} \qquad \text{.....(13)}$$

สมมุติว่าการเพิ่มของกระแสที่โหลดจาก I_1 ถึง I_2 เป็นเชิงเส้น เราจะหาสมการชั่วขณะของกระแสที่โหลดได้ดังนี้คือ

$$i_l = I_1 + \frac{\Delta I t}{kT} \quad \text{กรณี} \quad 0 < t < kT \text{.....(14)}$$

หาค่า rms ของกระแสที่โหลด ได้จาก

$$I_0 = \left(\frac{1}{kT} \int_0^{kT} i_l^2 dt \right)^{1/2} = \left[I_1^2 + \frac{(I_2 - I_1)^2}{3} + I_1 (I_2 - I_1) \right]^{1/2} \qquad \text{.....(15)}$$

หาค่า rms ของกระแสที่ชอปเปอร์ ได้จาก

$$I_R = \left(\frac{1}{T} \int_0^{kT} i_l^2 dt \right)^{1/2} = \sqrt{k} \left[I_1^2 + \frac{(I_2 - I_1)^2}{3} + I_1 (I_2 - I_1) \right]^{1/2} \qquad \text{.....(16)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ระบบการควบคุมตำแหน่งอัตโนมัติ

ระบบการควบคุมตำแหน่งเป็นระบบที่จะต้องขับเคลื่อนภาระให้ไปหยุดในตำแหน่งที่กำหนดไว้ และจะต้องรักษาตำแหน่งนั้นไว้ให้คงที่จนกว่าจะมีคำสั่งเปลี่ยนแปลงหรือให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งใหม่ ในการเคลื่อนที่ของโหลดไปยังตำแหน่งที่ต้องการจะมีการเคลื่อนที่ 2 ลักษณะคือ การเคลื่อนที่แบบหมุนภาระไปยังตำแหน่งที่ต้องการในแนววงกลม และการเคลื่อนที่ให้ภาระเคลื่อนที่ไปเป็นแนวเส้นตรงตามระบบทางที่กำหนดไว้ ซึ่งการเคลื่อนที่ทั้งสองแบบนี้ มักจะมีส่วนประกอบเองระบบที่เหมือนกันดังนี้

- ส่วนขับเคลื่อนโหลดทางกล
- ส่วนมอเตอร์ขับเคลื่อน
- ส่วนตรวจจับตำแหน่ง
- ส่วนควบคุมตำแหน่ง

ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนจะทำงานสัมพันธ์กัน แต่อาจจะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ขนาดของโหลดทางกลที่จะควบคุมตำแหน่ง และความต้องการความแม่นยำในการควบคุมตำแหน่ง ซึ่งนั่นย่อมหมายถึงราคาของระบบควบคุม 1 ระบบ ว่าจะให้ความคุ้มค่าหรือไม่ ดังนั้นค่าใช้จ่ายของระบบจึงเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ผู้ออกแบบระบบควบคุมจะต้องนำมาประกอบการพิจารณาในการออกแบบด้วย

อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่ง (Position Sensor)

ระบบควบคุมทุกระบบจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์สำหรับตรวจจับขบวนการที่เราต้องการที่จะควบคุม เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพของระบบนั้น ๆ แล้วป้อนกลับไปยังอุปกรณ์ควบคุมระบบ ในระบบควบคุมตำแหน่งก็เช่นกัน จะเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับเหล่านี้ ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับตำแหน่งจะมี 2 ลักษณะ คือ

1. อุปกรณ์ที่ใช้วัดในเชิงเส้น (Linear position measurement)

เป็นการวัดระยะทางในการเคลื่อนที่ของงานได้ตลอดความยาวของการเคลื่อนที่ และจะเป็นการวัดค่าจริงของการเคลื่อนที่ของงานนั้น ๆ ออกมา

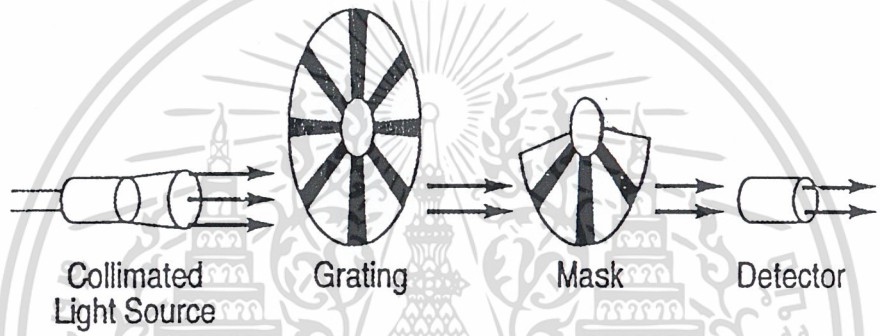
2. อุปกรณ์ที่ใช้วัดในเชิงมุม (Angular position measurement)

เป็นการวัดค่าที่เปลี่ยนแปลงไปตามองศาต่าง ๆ อุปกรณ์ที่ใช้วัดในเชิงมุมนี้ สามารถใช้วัดได้ในระบบควบคุมที่มีการเคลื่อนที่เป็นเชิงมุม และระบบควบคุมที่เป็นเชิงเส้นซึ่งอุปกรณ์ที่มีใช้ในระบบนี้ที่นิยมใช้มากที่สุดได้แก่ ออ็พติคอลเอ็นโคเดอร์ (Optical Encoder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ๊อพติคอลเอ็นโคเดอร์ (Optical Encoder)

อ๊อพติคอลเอ็นโคเดอร์ทำงานโดยมีแผ่นจานแกร็ททิ่ง (Grating) แผ่นหนึ่งซึ่งหมุนอยู่ระหว่างแหล่งของแสงและอุปกรณ์ตรวจจับ (Detector) แสงที่ส่องผ่านทะลุบริเวณที่ให้แสงผ่านได้ของแผ่นจานไปยังอุปกรณ์ตรวจจับแสง และแสงที่อุปกรณ์ตรวจจับมองเห็น เรียกว่า เอาท์พุท (Output) เพื่อเพิ่มการกระจายแสง แสงจะถูกปรับให้เป็นลำแสงตรง ๆ และจะมีแผ่นม้าสก์ (mask) อีกแผ่นหนึ่งวางซ้อนอยู่ระหว่างแผ่นจานแกร็ททิ่งและอุปกรณ์ตรวจจับแผ่นจานทั้งสองนี้ จะทำให้เกิดภาวะการปิด-เปิด เนื่องจากแสงจะส่องผ่านไปยังอุปกรณ์ตรวจจับได้ก็ต่อเมื่อช่องบริเวณที่ยอมให้แสงผ่านของทั้งสองแผ่นอยู่ตรงกันเท่านั้น



รูปที่ **2.54** หลักการของอ๊อพติคอลเอ็นโคเดอร์

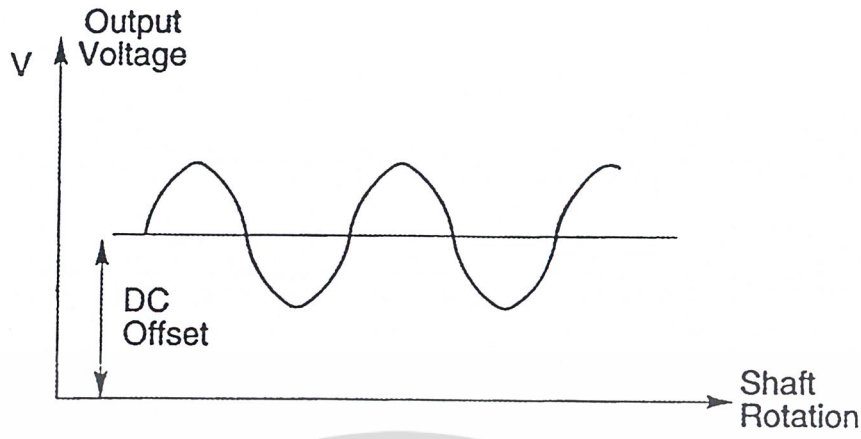
อ๊อพติคอลเอ็นโคเดอร์ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. อินครีเมนทอลเอ็นโคเดอร์ (Incremental Encoder)
2. แอ๊ปโซลูทเอ็นโคเดอร์ (Absolute Encoder)

อินครีเมนทอลเอ็นโคเดอร์ (Incremental Encoder)

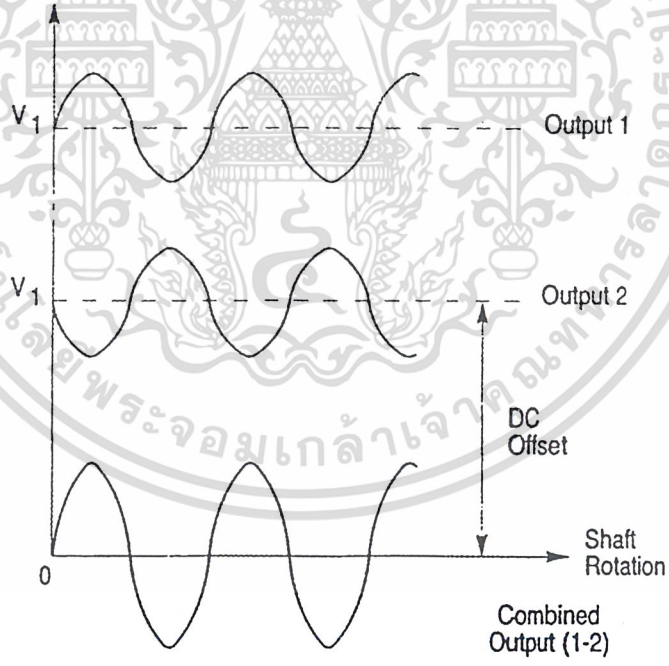
นักออกแบบระบบนิยมนำเอาอินครีเมนทอลมาใช้ในงานอุตสาหกรรม ทั้งนี้เนื่องจากมีราคาต่ำและปัญหาจุกจิกในการซ่อมแซมมีน้อย อุปกรณ์หลักมีเพลาซึ่งติดกับแผ่นดิสก์ที่ประกบคิดกับแผ่นจานแกร็ททิ่ง ซึ่งจะหมุนอยู่ระหว่างแหล่งของแสงและอุปกรณ์ตรวจจับแสง แหล่งของแสงอาจจะเป็นไดโอด (Diode) ที่เปล่งแสงได้หรืออาจจะเป็นหลอดไฟที่มีไส้ก็ได้ ส่วนอุปกรณ์ในการตรวจจับแสงนั้นโดยปกติเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Phototransistor) หรือโฟโต้โวลเทจไดโอด (Photovoltage Diode) ด้วยหลักการทำงานจะได้เอาท์พุทเดี่ยวที่ก่อให้เกิด ดีซีออฟเซ็ท (DC offset) ซึ่งจะแปรเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ จึงทำให้สัญญาณนี้ยากแก่การนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.55 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเอาท์พุทของเอ็นโคเดอร์

ในทางปฏิบัติจะใช้ไดโอดส่องแสง (Photodiode) 2 ตัว และแผ่นบังแสง (mask) 2 แผ่น ซึ่งทำให้เกิดสัญญาณที่มีเฟสที่มีความแตกต่างกัน 180 องศา สำหรับแต่ละช่องสัญญาณ เอาท์พุทของทั้งสองไดโอดนั้นจะหักล้างกัน ดังนั้นจึงไม่ทำให้เกิดการลดค่าดีซีออฟเซต ดังรูปที่ 8 ข้างล่างนี้

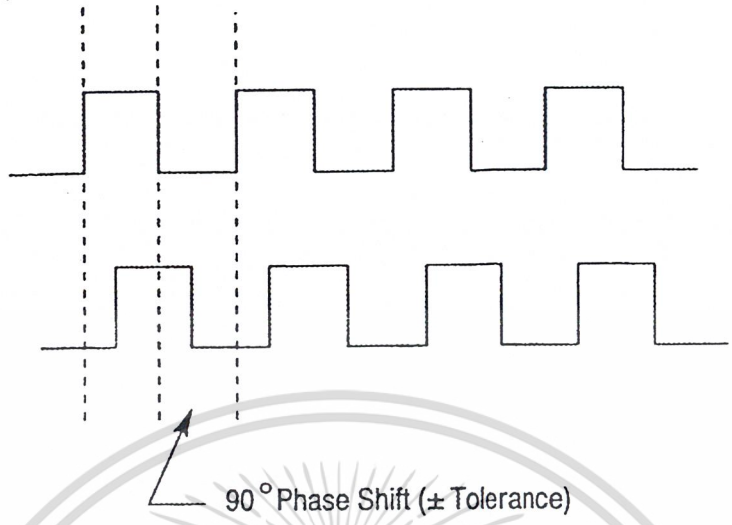


รูปที่ 2.56 เอาท์พุทจากระบบการใช้โฟโต้ไดโอด (Photodiode) 2 ตัว

สัญญาณเอาท์พุทกึ่งต่อเนื่องนี้อาจจะเอาไปใช้ในกระบวนการไม่ได้ แต่บ่อยครั้งที่มันถูกนำไปขยายหรือนำไปใช้เพื่อสร้างเป็นสัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยม อินครีเมนทอล โรตารี่ เอ็นโคเดอร์ (Incremental rotary encoder) อาจจะมีสัญญาณเอาท์พุทเป็นคลื่นซายน์ (sine) หรือคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ตามปกติจะมีช่องสัญญาณได้ถึง 3 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็นโคเดอร์แบบ 2 ช่องนั้นบอกได้ทั้งตำแหน่งเพลาของเอ็นโคเดอร์และบอกทิศทางการหมุน โดยสังเกตุที่สัญญาณช่องนำ (Leading channel) ซึ่งช่องเหล่านี้อยู่เยื้องกันเป็นรูปสามเหลี่ยม



รูปที่ 2.57 สัญญาณเอาท์พุทรูปสี่เหลี่ยม

สำหรับเครื่องมือจักรกลหรืออุปกรณ์กำหนดตำแหน่งโดยส่วนมากที่มีช่องสัญญาณช่องที่ 3 อยู่ด้วย จะเรียกช่องสัญญาณนี้ว่าช่องอินเด็กซ์ (Index) หรือช่องแซ็ท (Z) ซึ่งอินพุทที่ได้จะเป็นเอาท์พุทเดี่ยว 1 พัลส์ต่อ 1 รอบ และจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อมีการตั้งค่าศูนย์ (zero) ไว้

อัตราการแกว่ง (Slew rate) หรือความเร็วของอินครีเมนทอลโรตารี่เอ็นโคเดอร์ (Incremental rotary encoder) นั้นจะมีค่าสูงสุดได้เท่า ๆ กับค่าความถี่สูงสุดที่เครื่องสามารถทำได้ (ประมาณ 100kHz) ถ้ามากกว่านี้เอาท์พุทที่ได้จะ ไม่มีความน่าเชื่อถือและขาดความแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

รายละเอียดในการสร้างและประกอบปริญญานิพนธ์

ในปริญญานิพนธ์นี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

- ส่วนของฮารด์แวร์ (Hardware) ได้แก่

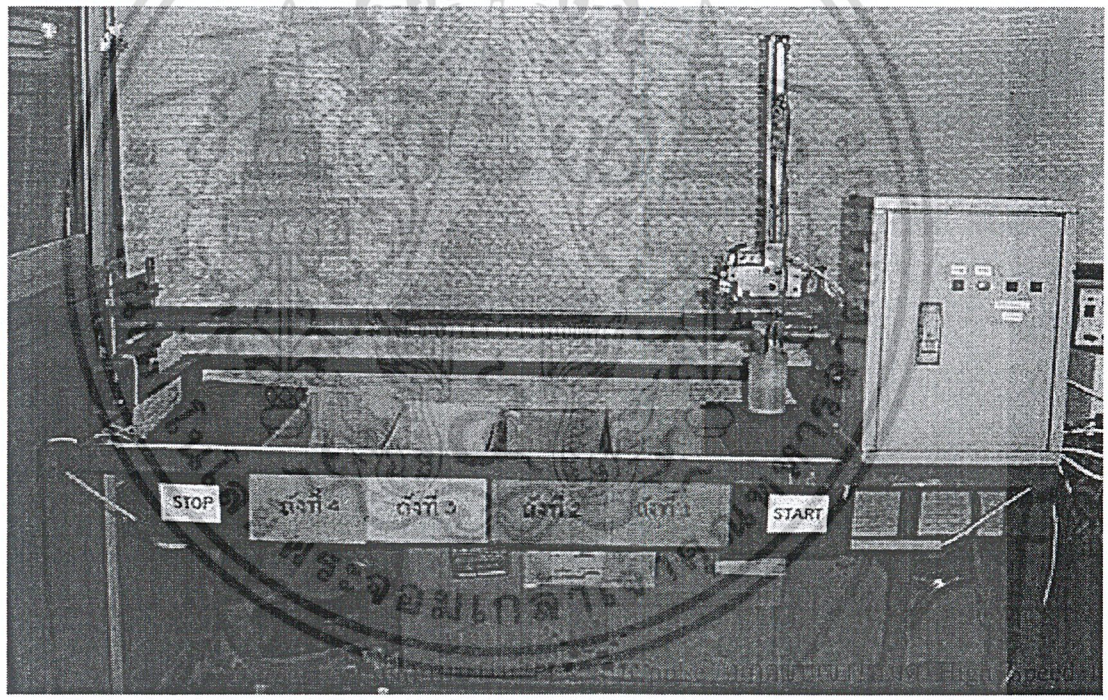
  Mechanical Hardware (Warehouse Model)

  Electrical Hardware

- ส่วนของซอร์ฟแวร์ (Soft Ware)

  แผนผังขั้นบันได (Ladder Diagram)

  โปรแกรม Microsoft Visual basic



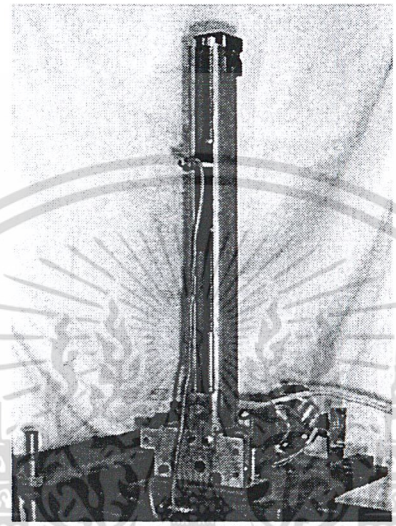
รูปที่ 3.1 Hardware โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware)

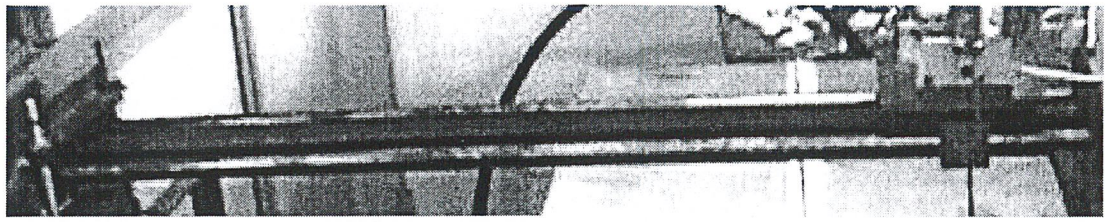
3.1.1 Mechanical Hardware

จากปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้แบบจำลองแกน x แกน y โดยจะมีลีดสกรูซึ่งต่อกับมอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR) ส่งกำลังเพื่อทำให้แกน y หมุน ซึ่งใช้ยกตะกร้าขึ้นลง ดังรูป



รูปที่ 3.2 แสดงแบบจำลองแกน Y ซึ่งใช้มอเตอร์กระแสตรงควบคุม

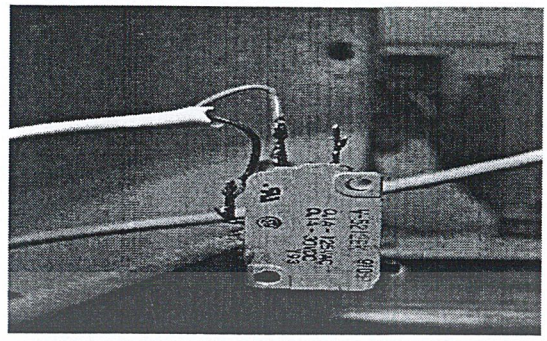
ส่วนมอเตอร์กระแสสลับ (AC MOTOR) ส่งกำลังเพื่อทำให้แกน x หมุน ซึ่งใช้เลื่อนตะกร้าไปข้างหน้าหรือถอยหลัง เพื่อไปถังสารเคมีต่าง ๆ มอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR) นั้นจะต้องมีวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง ส่วนมอเตอร์กระแสสลับนั้นจะต้องมีอินเวอร์ตเตอร์เพื่อสั่งให้มอเตอร์กระแสสลับทำงาน โดยมอเตอร์ทั้ง 2 แกน จะถูกสั่งงานด้วย PLC 2 ตัว ตัวหนึ่งควบคุมแกน x ตัวหนึ่งควบคุมแกน y แต่ทั้ง 2 ตัวจะติดต่อกันตลอดเวลาที่มอเตอร์จะมีตัวตรวจจับความเร็วรอบส่งกลับมาให้ PLC นับ pulse ที่เกิดขึ้นเข้าโหมด High Speed เพื่อคำนวณหาระยะทางที่มอเตอร์ทำงานได้



รูปที่ 3.3 แสดงแบบจำลองแกน X ซึ่งใช้มอเตอร์กระแสสลับควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่แกน X จะมีลิมิตสวิตซ์ติดตั้งไว้ที่จุดเริ่มต้นเพื่อป้องกันการชนกับขอบเครื่องลิมิตสวิตซ์มีลักษณะดังรูป

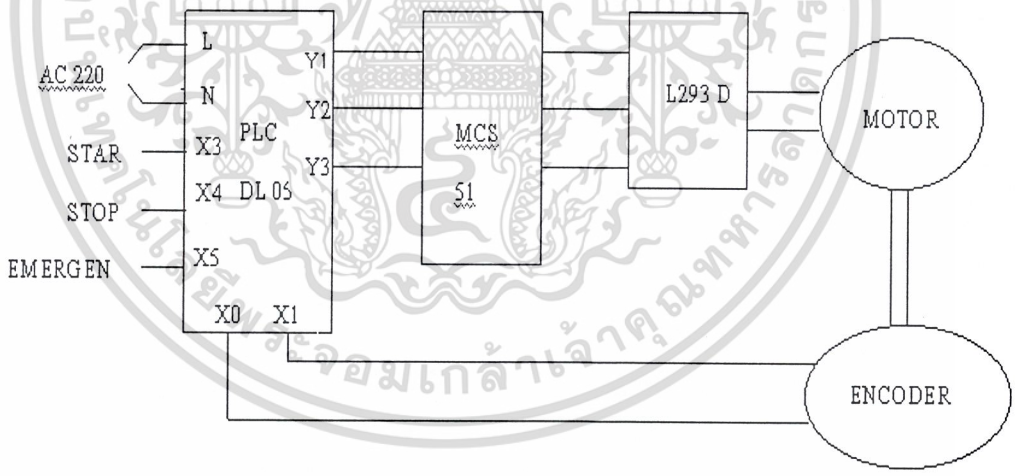


รูปที่ 3.4 แสดงภาพลิมิตสวิตซ์ติดตั้งอยู่ที่ขอบเครื่อง

3.1.2 Electrical Hardware

3.1.2.1 มอเตอร์กระแสตรง

ในปริญญานิพนธ์นี้เราใช้มอเตอร์กระแสตรงควบคุมแกน Y และมีตัวตรวจจับกลับมาเข้า PLC เพื่อควบคุมมอเตอร์ ดังรูป



รูปที่ 3.5 แสดงรูปการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ซึ่งปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้การควบคุมความเร็วแบบ Pulse Width Modulation ซึ่งในส่วนของการควบคุมประกอบด้วย

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8951
2. ไอซีขับมอเตอร์เบอร์ L293D

ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่โดยใช้มอเตอร์ จะควบคุมมอเตอร์ในส่วนของความเร็วและทิศทางการหมุน ความเร็วของมอเตอร์จะแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ High Speed และ Low Speed โดย

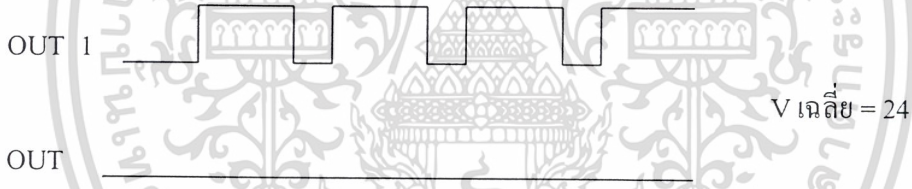
High Speed

คาบเวลาชอปปิง (T) มีค่า 1000 ไมโครวินาที

ช่วงเวลา t1 มีค่า 660 ไมโครวินาที

ช่วงเวลา t2 มีค่า 340 ไมโครวินาที

จะมีค่าแรงดันเอาท์พุตเฉลี่ยเป็น 24 โวลต์



รูปที่ 3.6 แสดงเอาท์พุตที่เกิดการชอปปิงที่ความเร็วสูง

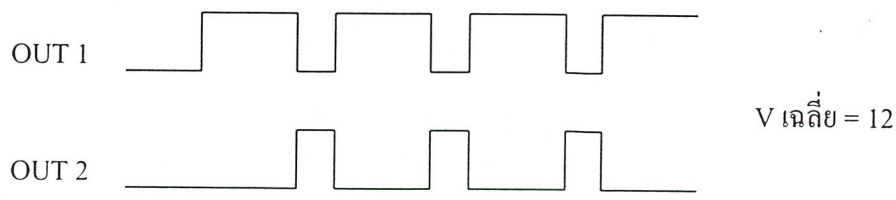
Low Speed

คาบเวลาชอปปิง (T) มีค่า 1000 ไมโครวินาที

ช่วงเวลา t1 มีค่า 340 ไมโครวินาที

ช่วงเวลา t2 มีค่า 660 ไมโครวินาที

จะมีค่าแรงดันเอาท์พุตเฉลี่ยเป็น 12 โวลต์



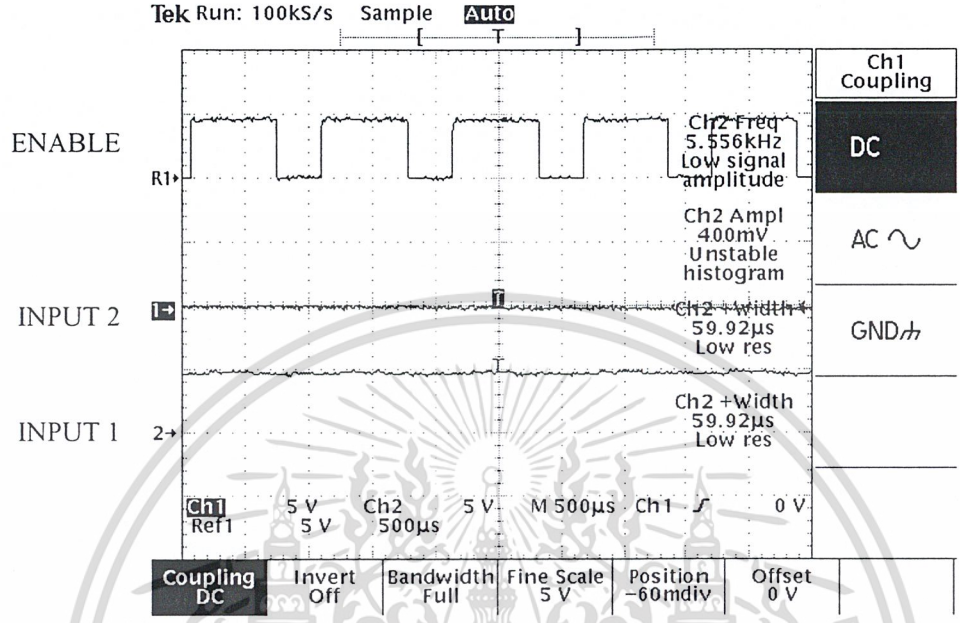
รูปที่ 3.7 แสดงเอาท์พุตที่เกิดจากการชอปปิงที่ความเร็วต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการควบคุมจะแบ่งได้เป็น 8 กรณี คือ

1. มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง (High Speed) ในทิศทางหมุนซ้าย

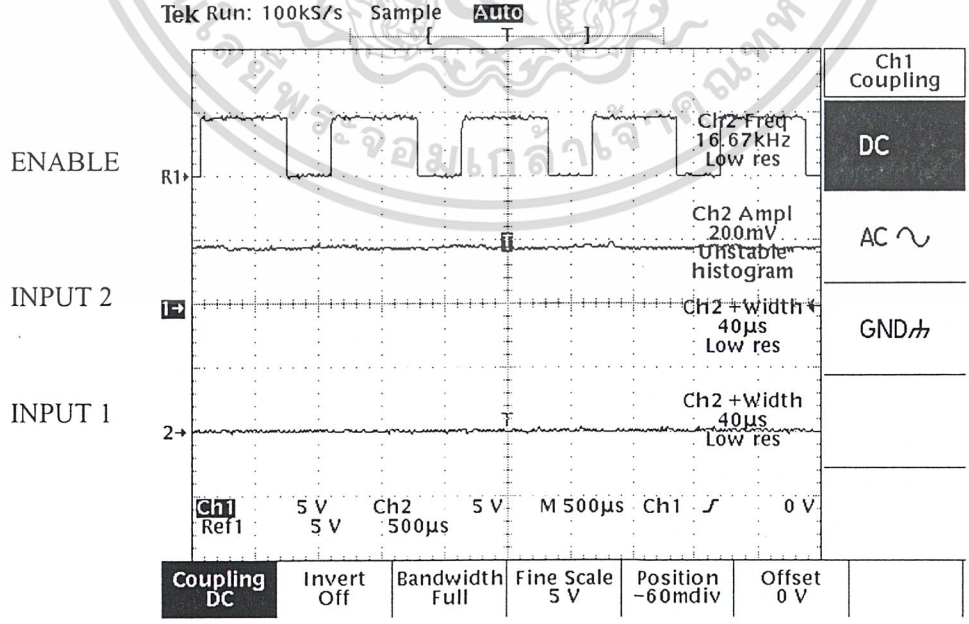
การควบคุมขา ENABLE, INPUT1, INPUT2 ไปยังไอซีขับมอเตอร์จะเป็นดังรูป



รูปที่ 3.8 แสดงค่าขาเข้าของไอซีขับมอเตอร์ กรณีมอเตอร์หมุนซ้ายด้วยความเร็วสูง

2. มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง (High Speed) ในทิศทางหมุนซ้าย

การควบคุมขา ENABLE, INPUT1, INPUT2 ไปยังไอซีขับมอเตอร์จะเป็นดังรูป

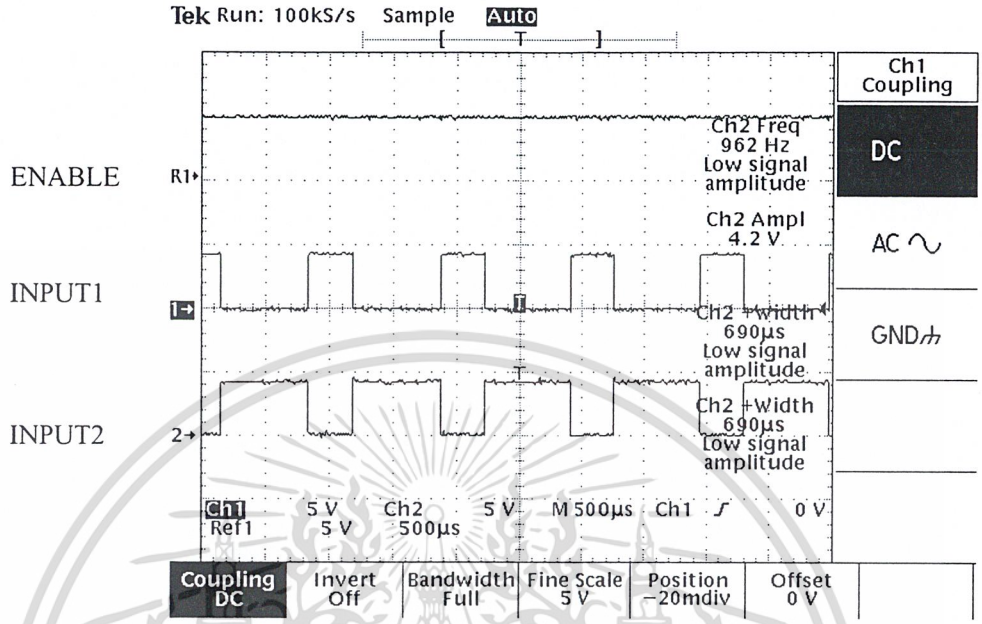


รูปที่ 3.9 แสดงค่าของขาเข้าไอซีขับมอเตอร์ กรณีมอเตอร์หมุนขวาด้วยความเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ห้ามมิให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำ (Low Speed) ในทิศทางหมุนซ้าย

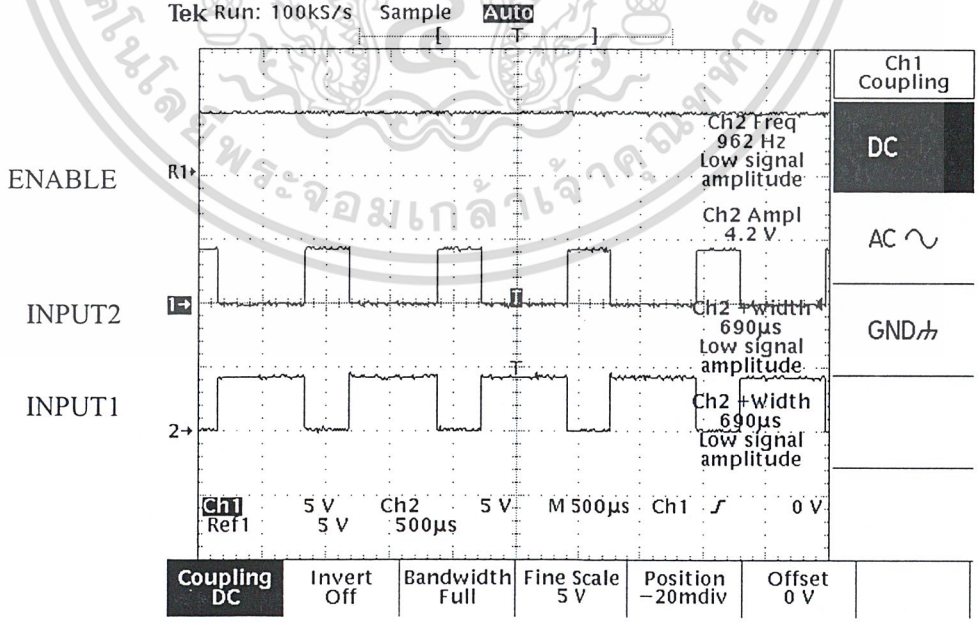
การควบคุมขา ENABLE, INPUT1, INPUT2 ไปยังไอซีขับมอเตอร์จะเป็นดังรูป



รูปที่ 3.10 แสดงค่าของขาเข้าไอซีขับมอเตอร์ กรณีมอเตอร์หมุนซ้ายความเร็วต่ำ

4. มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำ (Low Speed) ในทิศทางหมุนขวา

การควบคุมขา ENABLE, INPUT1, INPUT2 ไปยังไอซีขับมอเตอร์จะเป็นดังรูป

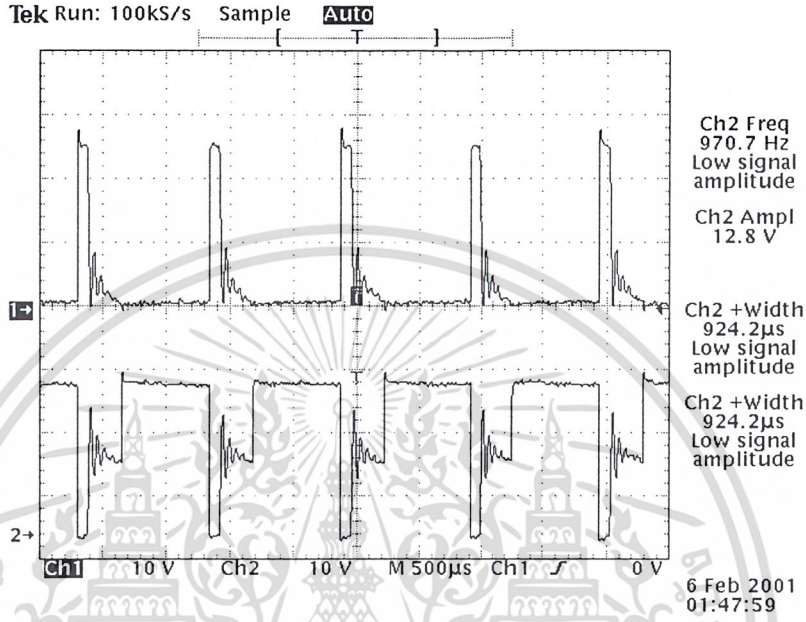


รูปที่ 3.11 แสดงค่าของขาเข้าไอซีขับมอเตอร์ กรณีมอเตอร์หมุนขวาด้วยความเร็วต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

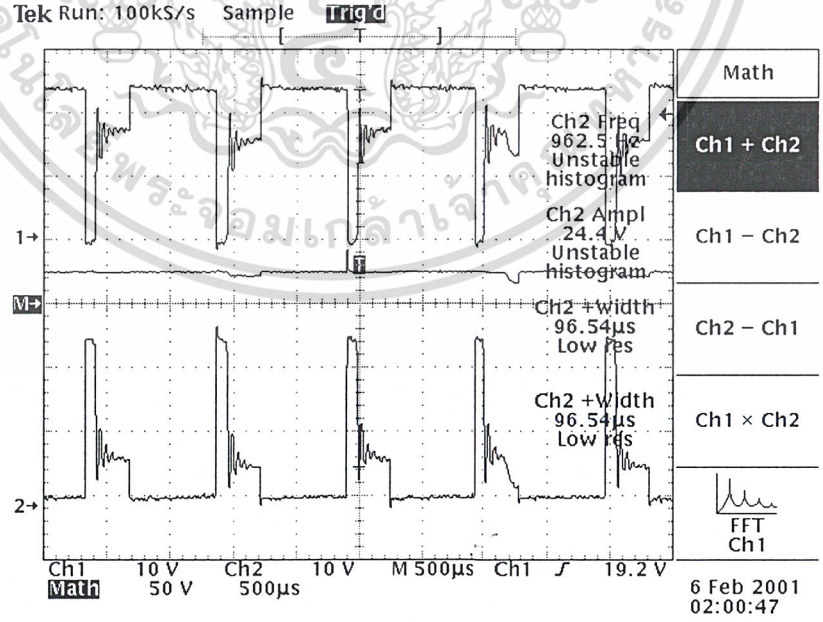
มอเตอร์หยุดหมุน โดยให้ขา ENABLE เป็นศูนย์ เมื่อไอซีขับมอเตอร์รับค่าอินพุทจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้เอาท์พุทไปยังมอเตอร์ ดังนี้

5. มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง (High Speed) ในทิศทางหมุนซ้าย



รูปที่ 3.12 แสดงอินพุทของมอเตอร์กระแสตรงกรณีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง ทิศทางหมุนซ้าย

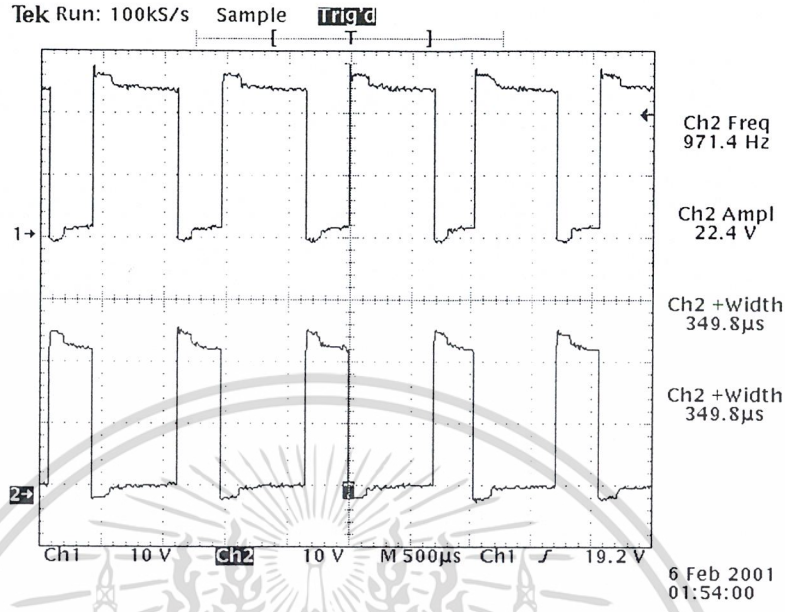
6. มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง (High Speed) ในทิศทางหมุนขวา



รูปที่ 3.13 แสดงอินพุทของมอเตอร์กระแสตรงกรณีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง ทิศทางหมุนขวา

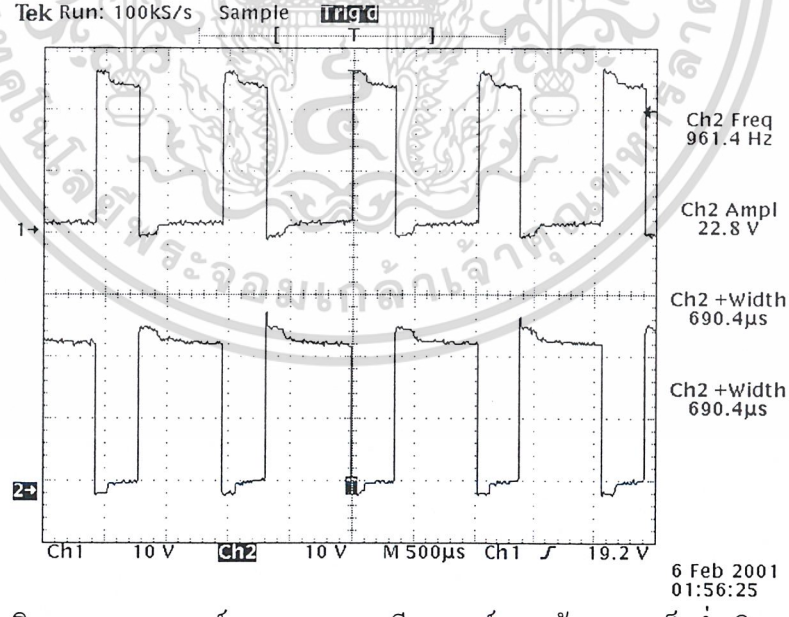
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำ (Low Speed) ในทิศทางหมุนซ้าย



รูปที่ 3.14 แสดงอินพุทของมอเตอร์กระแสตรงกรณีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำ ทิศทางหมุนซ้าย

8. มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำ (Low Speed) ในทิศทางหมุนขวา

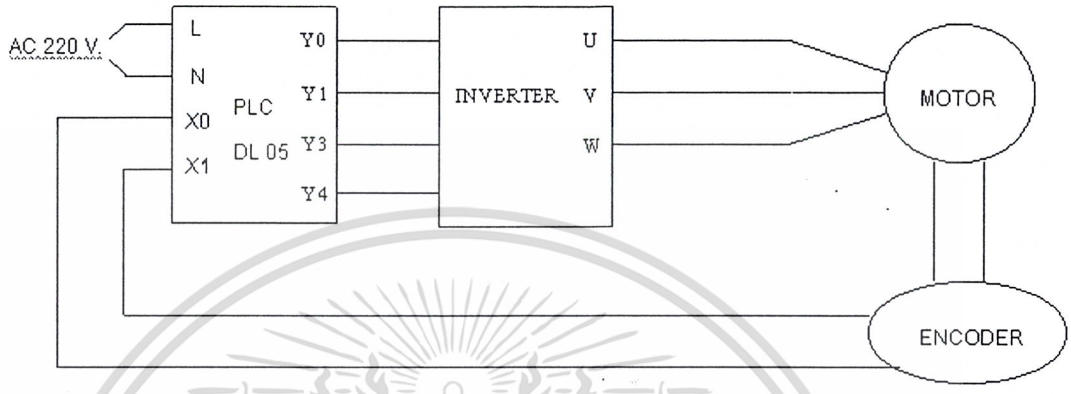


รูปที่ 3.15 แสดงอินพุทของมอเตอร์กระแสตรงกรณีมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วต่ำ ทิศทางหมุนขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 มอเตอร์กระแสสลับ

ในปริญญานิพนธ์นี้เราใช้มอเตอร์กระแสตรงควบคุมแกน Y และมีตัวตรวจจับกลับมาเข้า PLC เพื่อควบคุมมอเตอร์ ดังรูป



รูปที่ 3.16 แสดงรูปการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน X

ในปริญญานิพนธ์นี้เราใช้ INVERTER ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยใช้วิธีการลดแรงดันไฟฟ้าในการควบคุมให้มอเตอร์หมุนเร็ว หรือหมุนช้า

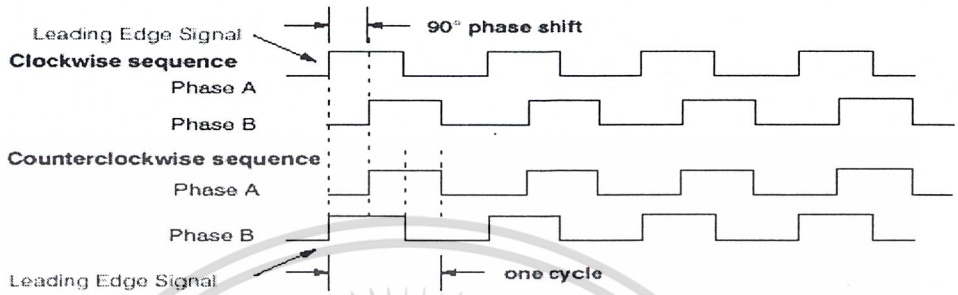
เมื่อมอเตอร์หมุนเร็ว จะมีสัญญาณแรงดันไฟฟ้าส่งไปควบคุม 5 V.

เมื่อมอเตอร์หมุนช้า จะมีสัญญาณแรงดันไฟฟ้าส่งไปควบคุม 3 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนตรวจวัดตำแหน่ง

ปริญญานิพนธ์นี้เราเลือกใช้ตัวตรวจจับสัญญาณ ซึ่งจะได้เอาท์พุทเป็น 0 – 5 V เราจะใช้ตัวตรวจจับสัญญาณ 2 ตัว วางในตำแหน่งที่ได้เอาท์พุทเฟสต่างกัน 90 องศา เพื่อรับรู้ทิศทางการหมุนของมอเตอร์



รูปที่ 3.17 แสดงเอาท์พุทจากตัวตรวจจับสัญญาณ

จากรูปเป็นการแสดงการพิจารณาทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยเมื่อตัวตรวจจับสัญญาณตัวที่ 1 ได้เอาท์พุทเฟสนำเอาท์พุทของตัวตรวจจับสัญญาณตัวที่ 2 อยู่ 90 องศา แสดงว่าขณะนี้มอเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และในกรณีตรงข้ามคือ เอาท์พุทของตัวตรวจจับสัญญาณตัวที่ 1 มีเฟสตามเอาท์พุทของตัวตรวจจับสัญญาณตัวที่ 2 อยู่ 90 องศา แสดงว่า ขณะนี้มอเตอร์หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (ซึ่งเรากำหนดให้เป็นการหมุนซ้าย)

เนื่องจากเอาท์พุทที่ได้จากตัวตรวจจับสัญญาณจะอยู่ในช่วง 0 – 5 V เราจึงต้องมีวงจรส่วนขยายสัญญาณโดยเราเลือกใช้ไอซีเบอร์ LM324 ขยายสัญญาณเอาท์พุทเป็น 0– 24 V

3.2 ซอร์ฟแวร์ (Soft Ware)

ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ PLC 2 ตัว โดยตัวหนึ่งใช้ในการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR) ทำหน้าที่เป็นตัวหลัก อีกตัวหนึ่งใช้ควบคุมมอเตอร์กระแสสลับ (AC MOTOR) ทำหน้าที่เป็นตัวรอง

PLC ตัวหลักสามารถอ่านข้อมูลจากตัวรอง และสามารถเขียนข้อมูลลงตัวรองได้ แต่ PLC ตัวรองไม่สามารถอ่านและเขียน PLC ตัวหลัก ได้กล่าวอีกนัยหนึ่งคือPLCตัวรองเป็นเพียงตัวรอให้ PLC ตัวหลักเป็นตัวสั่งงาน

PLC ตัวหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรากำหนด INPUT, OUTPUT และ V – Memory ของ PLC ตัวหลัก ดังนี้

INPUT

X0 - รับค่าอินพุตจากตัวตรวจวัดรอบของ DC MOTOR

X1 - รับค่าอินพุตจากตัวตรวจวัดรอบของ DC MOTOR

X3 - START เครื่องทำความสะอาดชิ้นงานจำลอง

X4 - STOP เครื่องทำความสะอาดชิ้นงานจำลอง

OUTPUT

Y1 - START / STOP ของ DC MOTOR

Y2 - หมุนซ้าย / ขวา ของ DC MOTOR

Y3 - หมุนช้า / เร็ว ของ DC MOTOR

V – Memory

V2000 – V2500 - รับข้อมูลที่อ่านได้จากตัวรองมาเก็บไว้

V3000 – V3500 - ส่งข้อมูลที่เก็บไว้จากตัวหลักไปตัวรอง

ส่วนที่รับค่าจากหน้าจอคอมพิวเตอร์โดย Microsoft Visual Basic มาเก็บไว้ที่

V5500 – ระยะทางที่แปลงเป็นพัลส์จากจุดเริ่มต้นถึงถังที่ 1

V5504 – ระยะทางที่แปลงเป็นพัลส์จากจุดเริ่มต้นถึงถังที่ 2

V5510 – ระยะทางที่แปลงเป็นพัลส์จากจุดเริ่มต้นถึงถังที่ 3

V5514 – ระยะทางที่แปลงเป็นพัลส์จากจุดเริ่มต้นถึงถังที่ 4

V5502 – ระยะความลึกที่แปลงเป็นพัลส์ของถังที่ 1

V5506 – ระยะความลึกที่แปลงเป็นพัลส์ของถังที่ 2

V5512 – ระยะความลึกที่แปลงเป็นพัลส์ของถังที่ 3

V5516 – ระยะความลึกที่แปลงเป็นพัลส์ของถังที่ 4

ในปริญญานิพนธ์นี้เราจัดลำดับการทำงานให้มีลักษณะเป็นตารางใน V – Memory

V5000 – บอกเคลื่อนที่จากที่ไหนในขั้นตอนที่ 1

V5001 – บอกเคลื่อนที่ไปยังที่ไหนในขั้นตอนที่ 1

V5002 – บอกการทำงานว่าเกี่ยวหรือปล่อยในขั้นตอนที่ 1

V5003 – บอกจำนวนเวลาในการจุ่มชิ้นงานในขั้นตอนที่ 1

V5004 - บอกเคลื่อนที่จากที่ไหนในขั้นตอนที่ 2

V5005 – บอกเคลื่อนที่ไปยังที่ไหนในขั้นตอนที่ 2

V5006 – บอกการทำงานว่าเกี่ยวหรือปล่อยในขั้นตอนที่ 2

V5007 – บอกจำนวนเวลาในการจุ่มชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2

V – Memory จะถูกใส่ข้อมูลของขั้นตอนที่ 3, ขั้นตอนที่ 4 ต่อไปเรื่อยๆ ได้ถึง V5500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC ตัวรอง

กำหนด INPUT, OUTPUT ดังนี้

INPUT

X0 - รับค่าอินพุตจากตัวตรวจวัดรอบของ AC MOTOR

X1 - รับค่าอินพุตจากตัวตรวจวัดรอบของ AC MOTOR

OUTPUT

Y0 – หมุนช้า ของ AC MOTOR

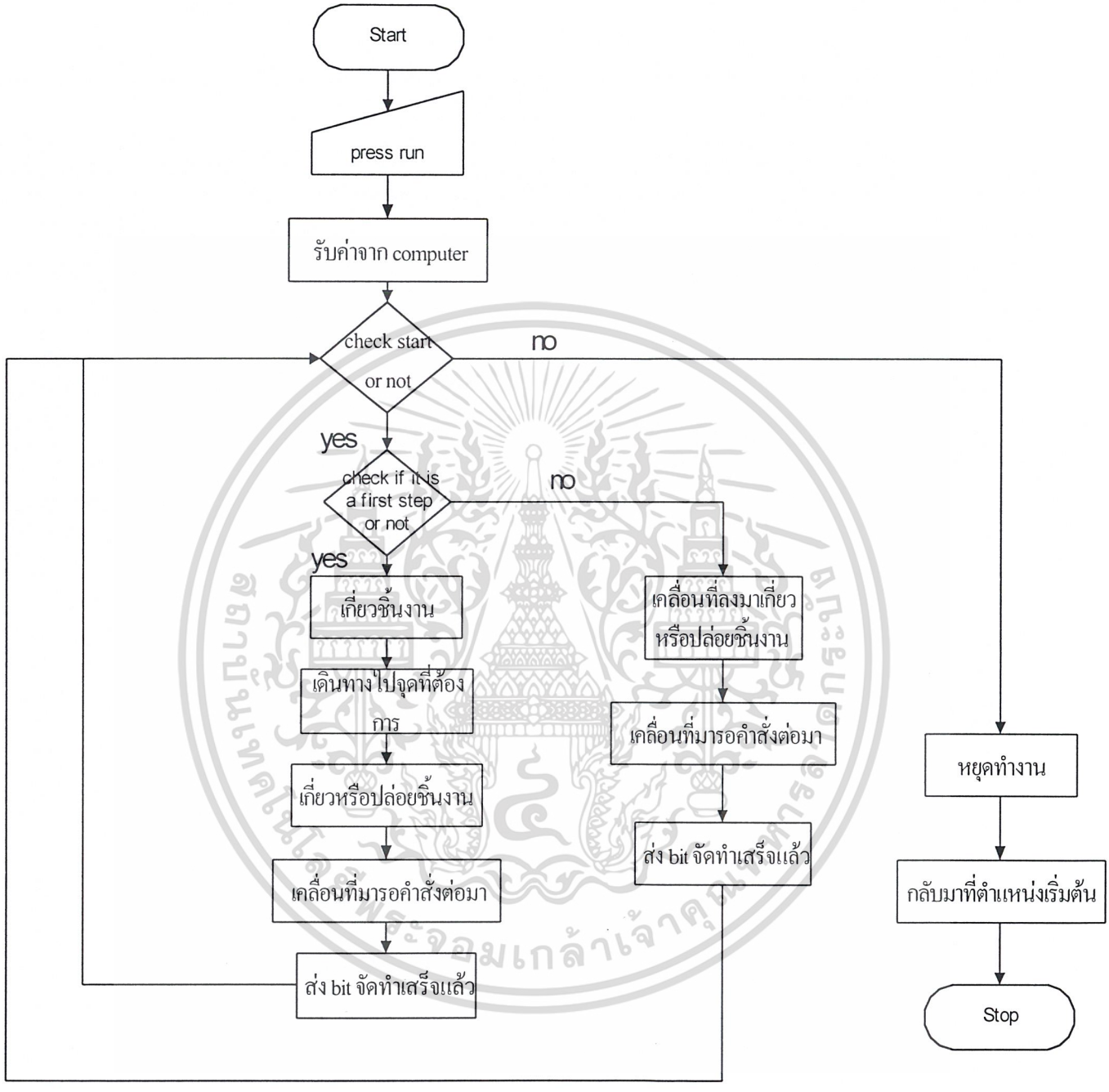
Y1 – หมุนเร็ว ของ AC MOTOR

Y3 – เดินหน้า ของ AC MOTOR

Y4 – ถอยหลัง ของ AC MOTOR

เมื่อเรากำหนด INPUT, OUTPUT, V – Memory แล้วเราก็สามารถเขียนโปรแกรมขั้นบันไดได้อย่างมีระบบโดยมีการทำงาน ดังนี้

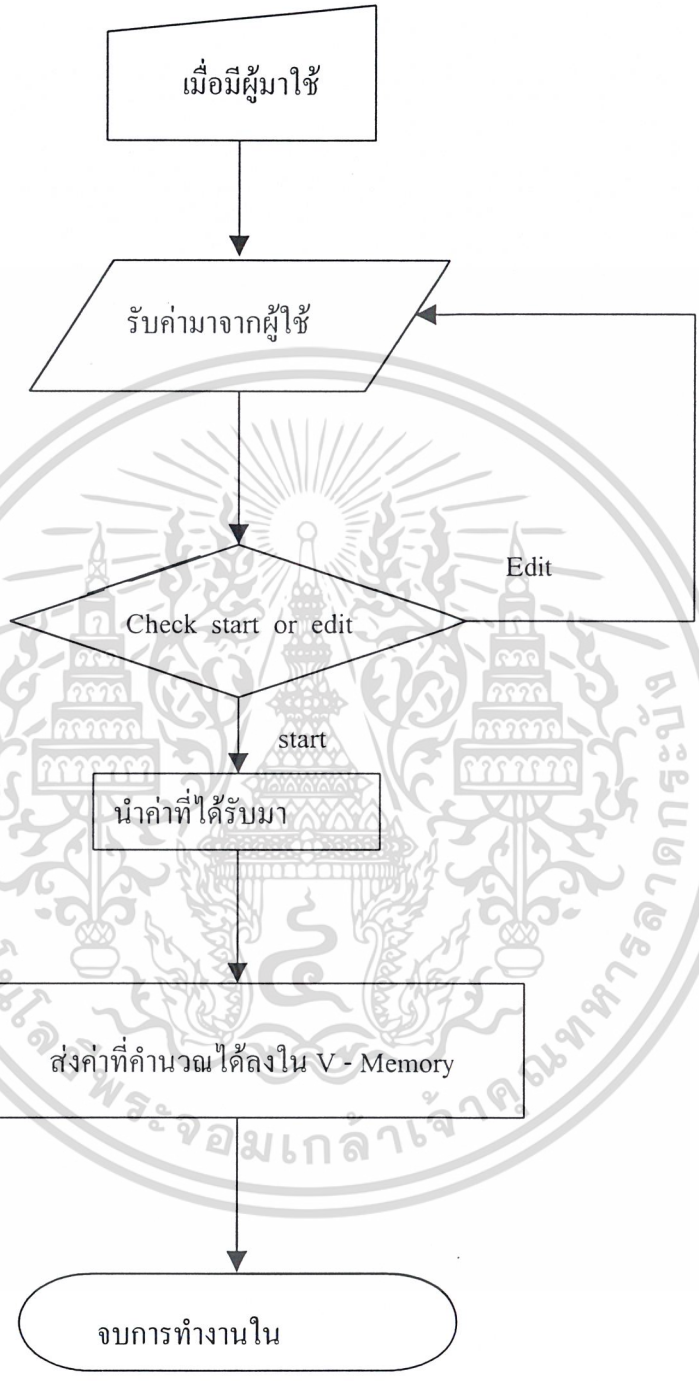
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงการทำงานของโปรแกรมขั้นบันไดโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมขั้นบันไดรับข้อมูลมาจากหน้าจอคอมพิวเตอร์มีการทำงานดังนี้



รูปที่ 3.19 แสดงการทำงานของ MS – Visual Basic

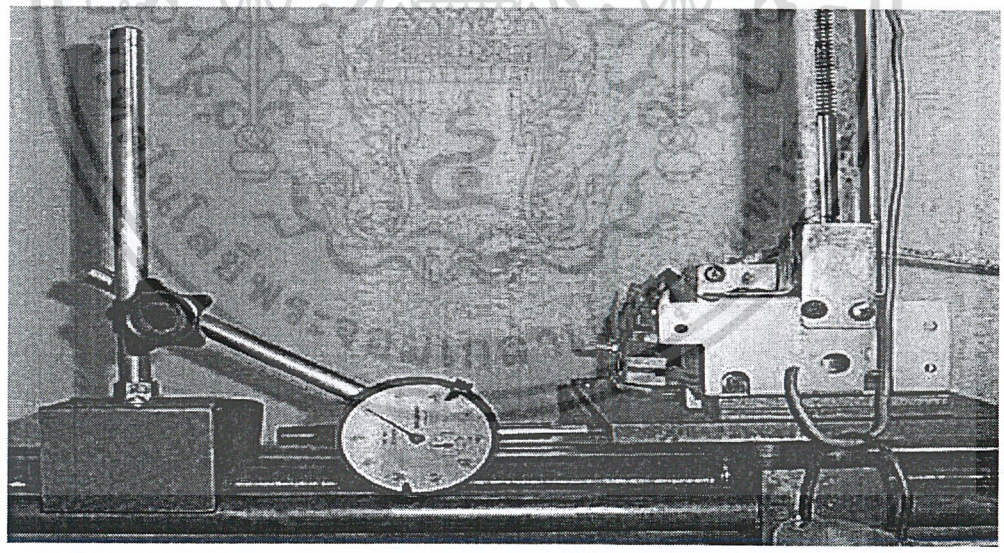
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการทดลองปริญญานิพนธ์

4.1 ทดลองหาความแม่นยำในการควบคุมระยะทางโดยใช้ High Speed I/O

ในการทดลองนี้จะกำหนดให้มอเตอร์กระแสสลับซึ่งควบคุมแนวแกน X วิ่งที่ความเร็วสูง 1500รอบ/นาทีเป็นระยะทาง 43 มิลลิเมตร และให้มอเตอร์กระแสสลับหมุนที่ความเร็วต่ำต่อไปอีก 4 มิลลิเมตร ซึ่งในช่วงความเร็วต่ำนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงความเร็วไป 3 ค่า คือที่ความเร็ว 950 มิลลิเมตรต่อวินาที (ความเร็วมอเตอร์ 600รอบต่อนาที) ,ที่ความเร็ว 600 มิลลิเมตรต่อวินาที (ความเร็วมอเตอร์ 400รอบต่อนาที) , ที่ความเร็ว 300 มิลลิเมตรต่อวินาที (ความเร็วมอเตอร์ 200 รอบต่อนาที)

ในการทดลองจะทำการเก็บข้อมูลในแต่ละความเร็วของการเคลื่อนที่ โดยจะทำการทดลอง 15 ครั้ง เพื่อเก็บข้อมูลและนำมาใส่ค่าลงลงบนกราฟ การวัดการเคลื่อนที่จะวัดระยะเมื่อมอเตอร์เดินทางจากจุดเริ่มต้นถึงระยะ 47 มิลลิเมตร โดยเราจะติดตั้ง Dial gauge ที่ระยะ 47 มิลลิเมตรเพื่อวัดค่าผิดพลาดดังรูป



รูปที่ 4.1 แสดงการติดตั้ง Dial gaugeที่ตำแหน่ง 47 มิลลิเมตร

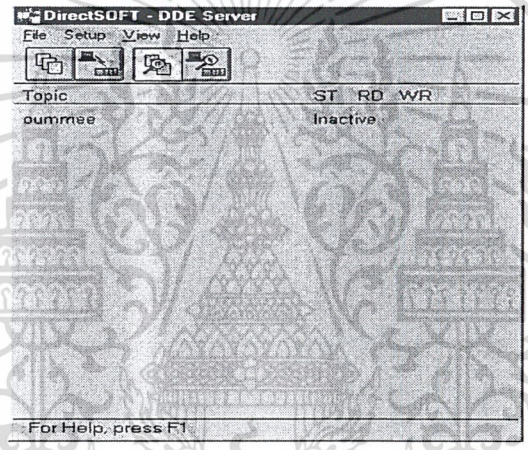
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดลองความถูกต้องของลำดับการทำงานของเครื่อง

การทำงานในส่วนคอมพิวเตอร์ของโปรแกรม MS-Visual Basic จะมีความสัมพันธ์กับ DirectSOFT DDE ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เป็นตัวกลางระหว่าง PLC กับ MS - Visual Basic โดยไม่ต้องใช้โปรโตคอลเป็นภาษากลางในการติดต่อทำให้มีความสะดวกมากขึ้น

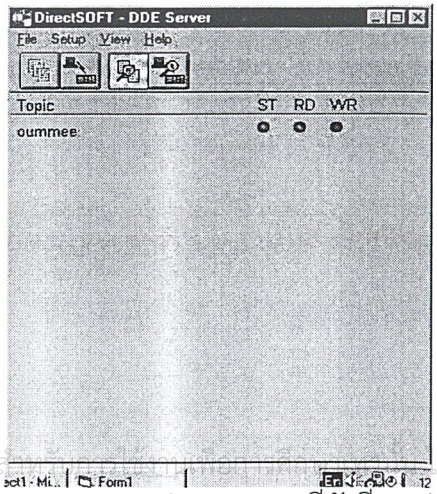
MS - Visual Basic เป็นระบบป้อนข้อมูลการใช้งานจากภายนอก เนื่องจากในความเป็นจริงมีวัสดุหลายชนิดที่จะล้าง ผู้ใช้จึงต้องมีการจัดลำดับการทำงานแตกต่างกันไป การสั่งงานที่คอมพิวเตอร์จึงทำให้สะดวกมากขึ้น

1. เปิดโปรแกรม DirectSOFT DDE เพื่อส่งข้อมูลไป PLC หรือ รับข้อมูลจาก PLC ถ้าเรายังไม่ทำการส่งข้อมูลไป PLC หรือรับข้อมูลจาก PLC หน้าจอของ DirectSOFT DDE จะแสดงดังรูป



รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอหน้าจอ DirectSOFT DDE ขณะที่ยังไม่มีการส่งหรือรับข้อมูล

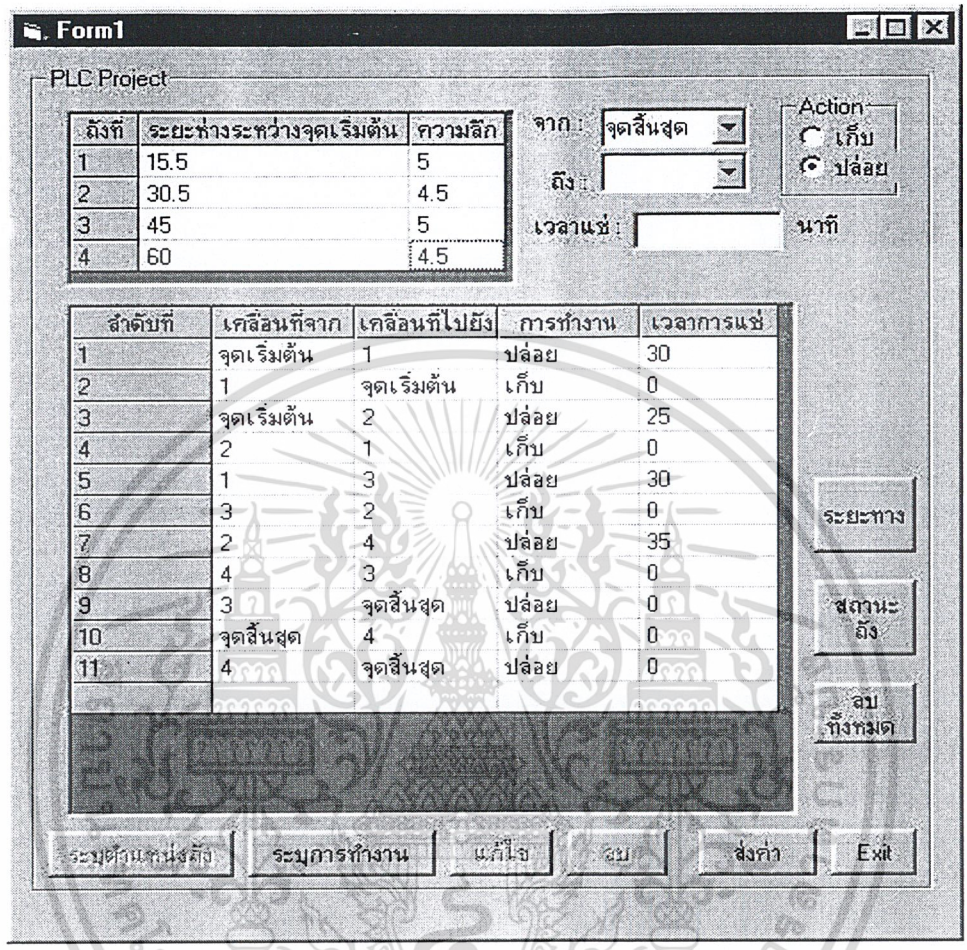
ถ้ามีการส่งข้อมูลไป PLC หรือรับข้อมูลจาก PLCแล้วหน้าจอ DirectSOFT DDE จะเป็นดังรูป



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอ DirectSOFT DDE ขณะที่ยังมีการส่งหรือรับข้อมูล

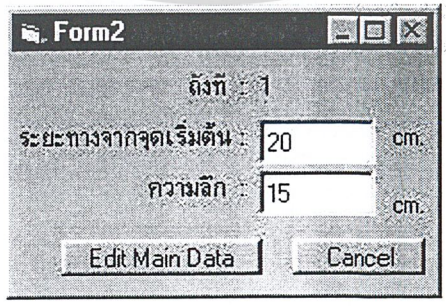
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดโปรแกรม MS – Visual Basic เพื่อให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลและลำดับการทำงานของเครื่องที่ผู้ใช้ต้องการ หน้าจอการเริ่มทำงานตอนแรกแสดงดังรูป



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอเริ่มต้นการทำงาน

ถ้าเราต้องการกรอกข้อมูลระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้น,ความลึก ให้คลิกถังที่ต้องการแก้ไข แล้วกดปุ่ม ระบุตำแหน่งถัง แล้วจะมี FORM 2 แสดงหน้าจอขึ้นมาดังรูป

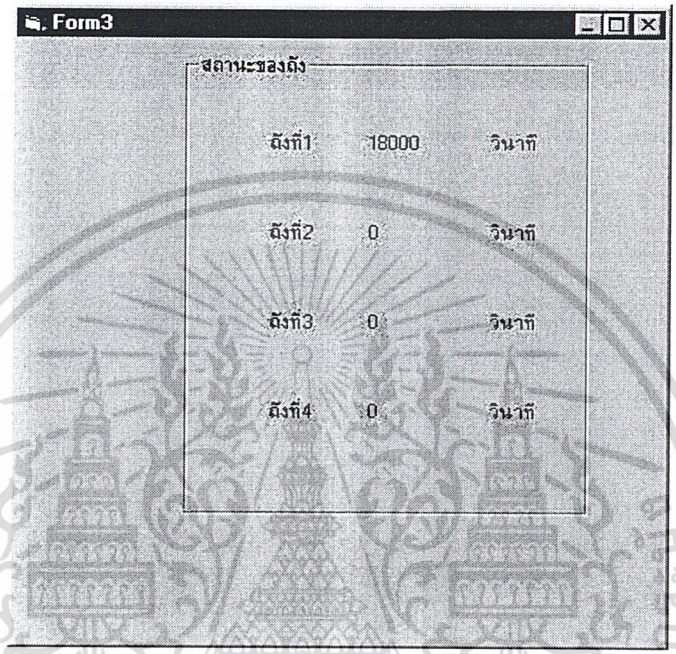


รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอที่ใช้ระบุตำแหน่งถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

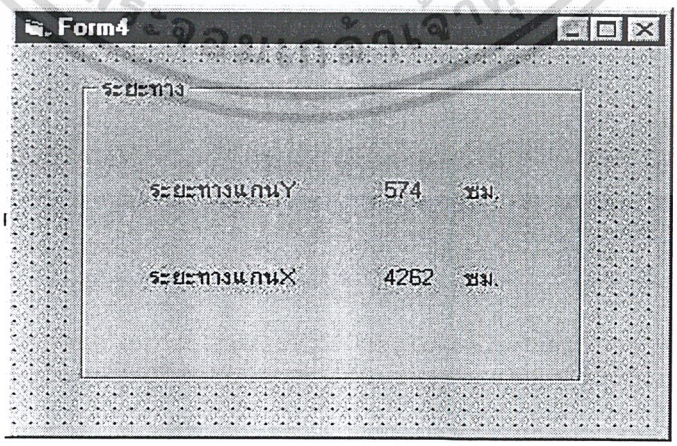
ถ้าเราต้องการกรอกข้อมูลลงตารางให้กดปุ่มระบุการทำงานแล้วโปรแกรมจะให้กรอกในส่วนบนขวาของหน้าจอ

เมื่อกรอกทุกอย่างเสร็จให้กดปุ่มส่งค่าจาก MS – Visual Basic ไปยัง PLCโดยจะผ่านการคำนวณในMS – Visual Basic แล้ว เมื่อ PLC ทำงานเราต้องการดูสถานะของถังให้กดปุ่ม สถานะถัง จะมีหน้าจอแสดงขึ้นดังรูป



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอที่ใช้แสดงสถานะของถัง

และยังสามารถดูระยะทางที่ถังเดินทางได้โดยกดปุ่ม ระยะทางจะแสดงหน้าจอดังรูป



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอที่ใช้ดูระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อข้อมูลถูกเก็บไว้ใน V – Memory แล้ว ให้เรากดปุ่ม START ซึ่งเป็นสวิตซ์จากภายนอก เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องทำความสะอาด

เมื่อเรากดปุ่ม STOP ซึ่งเป็นสวิตซ์จากภายนอก เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องทำความสะอาดแต่เมื่อเรากดปุ่ม STOP แล้ว มันจะไม่หยุดทันที เครื่องจะทำงานจนครบขั้นตอนที่เราตั้งไว้จนเสร็จจึงจะหยุดทำงาน

แต่ถ้าต้องการให้หยุดทันทีให้กดปุ่ม EMERGENCY เครื่องจะหยุดทำงานทันที

4 . สังเกตลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

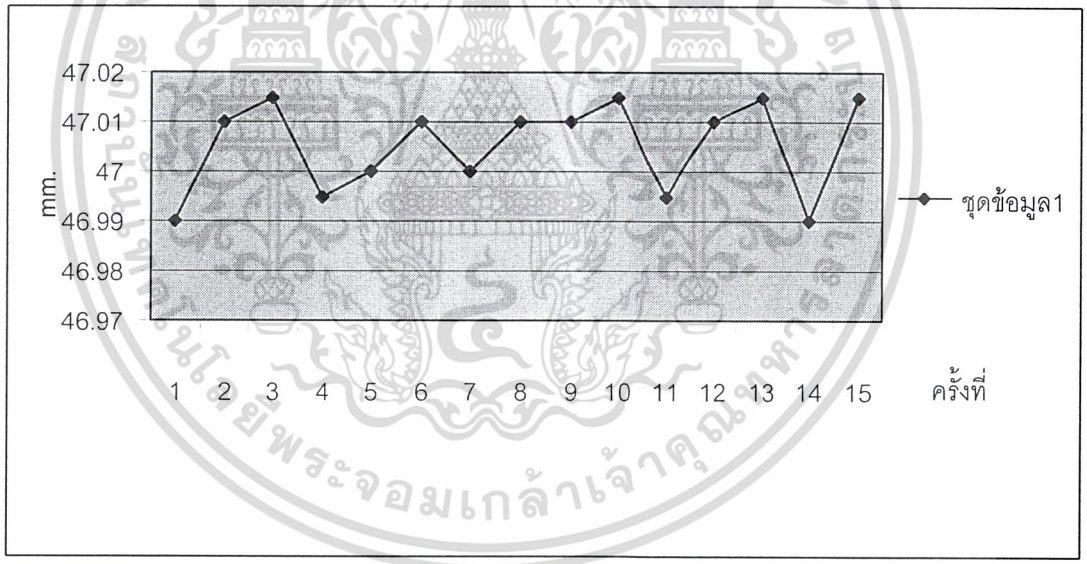
ผลการทดลองของปริญญานิพนธ์

5.1 จากการทดลองหาความแม่นยำในการควบคุมระยะทางโดยใช้ High Speed I/O

ในการทดลองจะทำการเก็บข้อมูลในแต่ละความเร็วของการเคลื่อนที่ โดยทำการทดลอง 15 ครั้ง เพื่อเก็บข้อมูลและนำมาใส่ค่าลงลงใน กราฟ การวัดการเคลื่อนที่จะวัดระยะเมื่อมอเตอร์เดินทางจากจุดเริ่มต้นถึงระยะ 47 มิลลิเมตร ซึ่งจะแสดงผลการทดลองของการใช้มอเตอร์กระแสสลับที่ความเร็วต่าง ๆ ตามลำดับ

AC MOTOR

FEED 950 mm / min

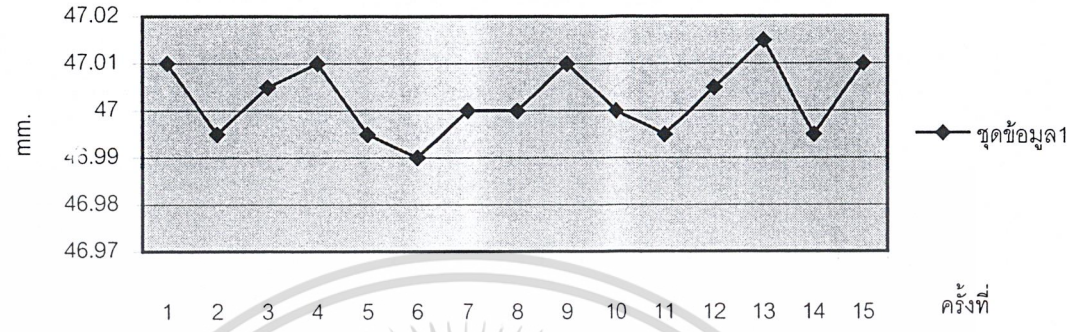


รูปที่ 5.1 แสดงกราฟระยะที่เคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์ที่ความเร็วต่ำ 600 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC MOTOR

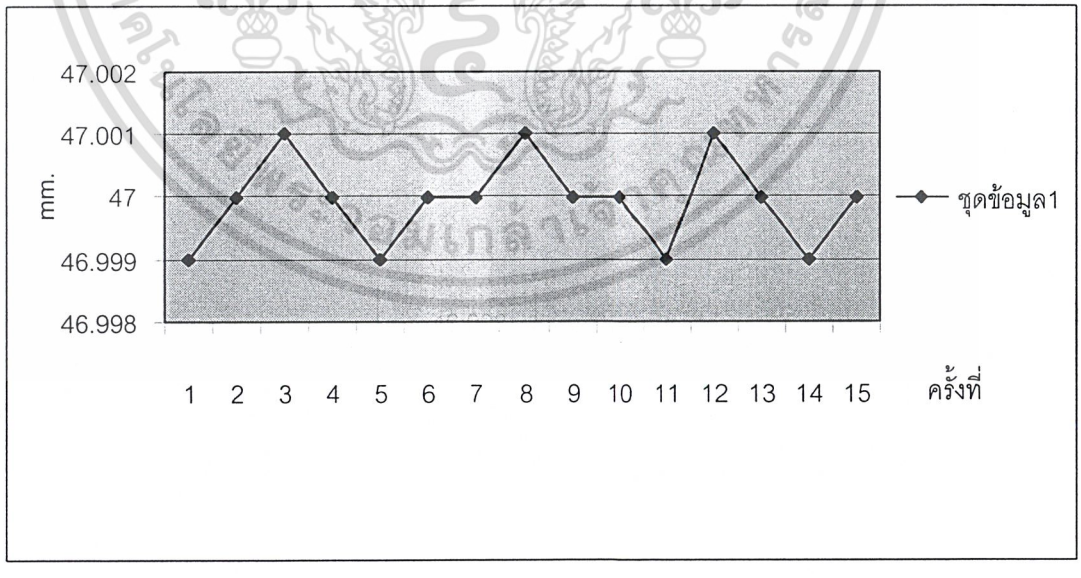
FEED 600 mm / min



รูปที่ 5.2 แสดงกราฟระยะที่เคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์ที่ความเร็วต่ำ 400 รอบต่อนาที

AC MOTOR

FEED 300 mm / min



รูปที่ 5.3 แสดงกราฟระยะที่เคลื่อนที่เมื่อขับมอเตอร์ที่ความเร็วต่ำ 200 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

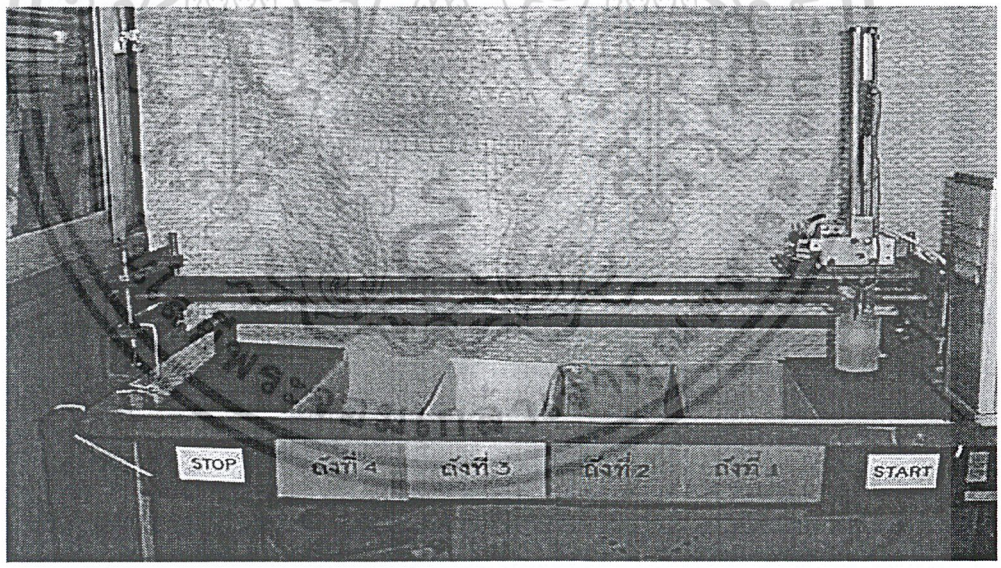
จากการทดลองในการใช้ High Speed I/O ในการควบคุมมอเตอร์ที่ความเร็วต่ำ 3 ค่าจะเห็นว่ามีค่าผิดพลาดอยู่ในช่วง 46.99 ถึง 47.02 ซึ่งน้อยมากถ้าเทียบกับงานที่เราเอาไปใช้ในการเคลื่อนที่เครื่องทำความสะอาดวัสดุซึ่งสามารถผิดพลาดได้เป็นหน่วยมิลลิเมตร

จะเห็นว่ายิ่งความเร็วต่ำน้อยก็จะยิ่งมีค่าผิดพลาดน้อย เพราะฉะนั้น High Speed I/O สามารถใช้ได้กับงานที่มีความแม่นยำมากขึ้นถ้าเราใช้ความเร็วน้องลง

5.2 ผลการทดลองความถูกต้องของลำดับการทำงานของเครื่อง

จากรูปวิธีการทดลองหน้าจอเริ่มการทำงานถูกกรอกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดปุ่มส่งค่าจาก MS – Visual Basic ไปยัง PLCโดยจะผ่านการคำนวณแล้วในMS – Visual Basic แล้ว เมื่อข้อมูลถูกเก็บไว้ใน V – Memory แล้ว ให้เรากดปุ่ม START ซึ่งเป็นสวิตซ์จากภายนอก เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องทำความสะอาด จากการทดลองเครื่องจะทำงานตามลำดับการทำงานที่เราใส่ข้อมูลให้คือ

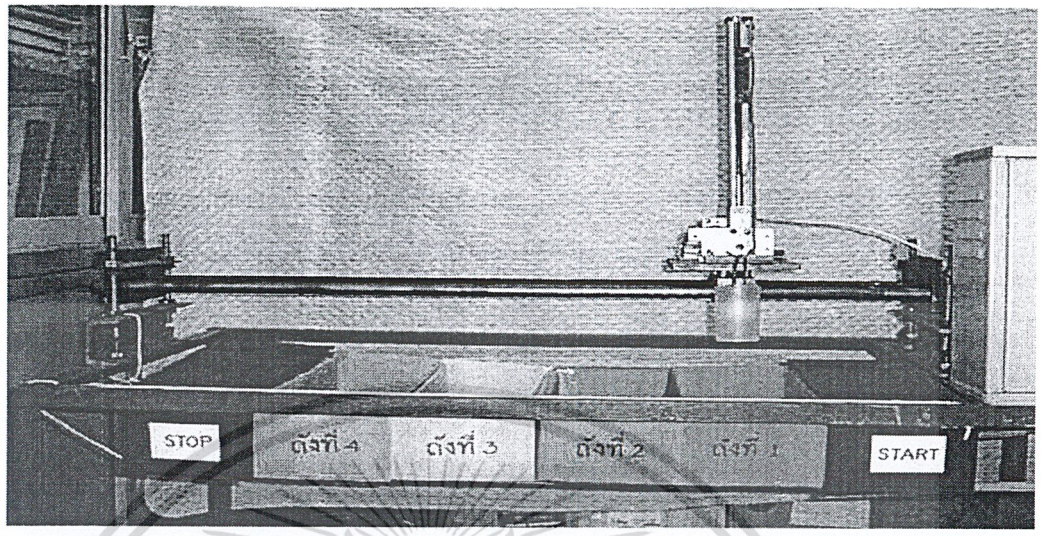
1. เครื่องจะเริ่มต้นเมื่อแกน Y ชนลิมิตสวิตซ์และจะเริ่มโดยการลงมาเกี่ยวตะกร้าชิ้นงานขึ้นมาแล้วเดินทางไปถังต่อไปที่ตั้งไว้ คือถังที่ 1นั่นเอง



รูปที่ 5.4 แสดงการเริ่มต้นทำงานโดยการลงมาเกี่ยวตะกร้า

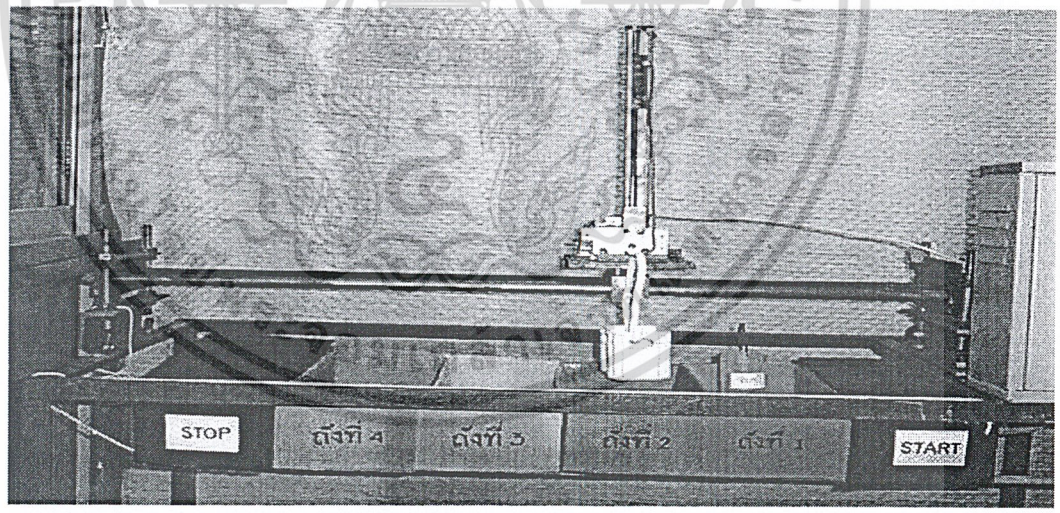
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องจะนำตะกร้าไปปล่อยไว้ที่ถังที่ 1 ตามที่เรากำหนดไว้



รูปที่ 5.5 แสดงรูปการปล่อยตะกร้าลงถังที่ 1

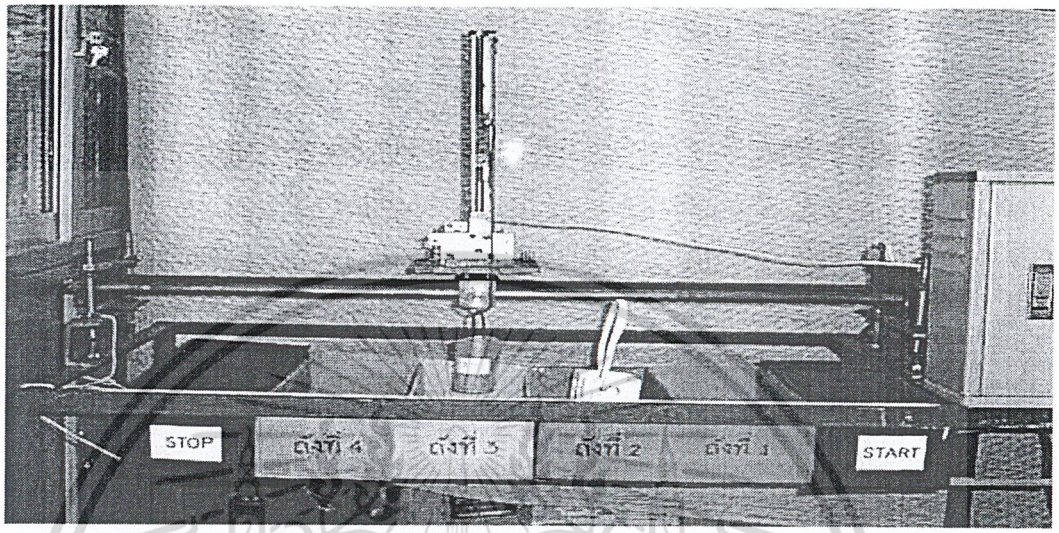
3. เมื่อปล่อยตะกร้าลงถังที่ 1 แล้ว TIMER จะเริ่มจับเวลาในการจุ่มถังที่ 1 แล้วเครื่องจะกลับมาที่จุดเริ่มต้นเพื่อเกี่ยวตะกร้าใบใหม่อาจเป็นวัสดุอีกชนิดหนึ่ง นำไปปล่อยในถังที่ 2



รูปที่ 5.6 แสดงรูปการปล่อยตะกร้าในถังที่ 2

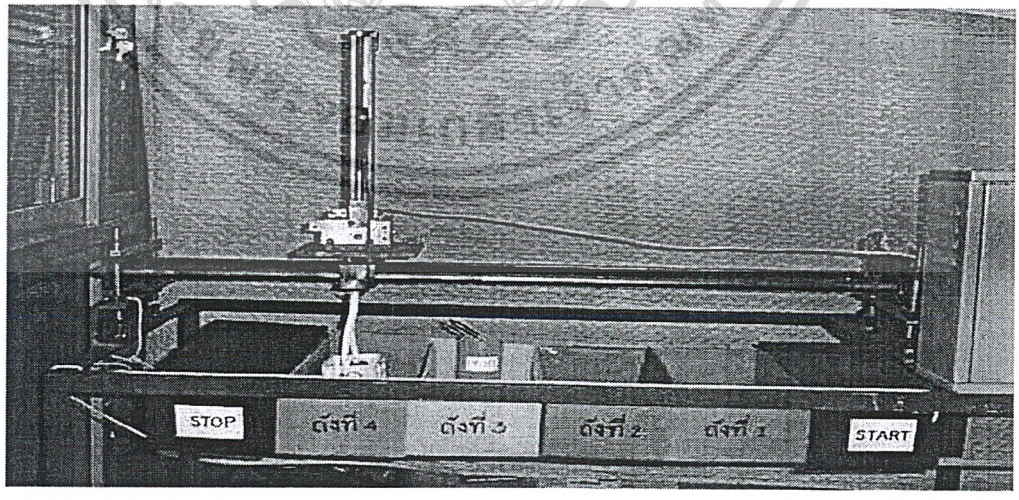
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อปล่อยตะกร้าลงถังที่ 2 แล้ว TIMER จะเริ่มจับเวลาในการจุ่มถังที่ 2 แล้วเครื่องจะกลับมาถังที่ 1 เพื่อมาเกี่ยวตะกร้าใบแรกขึ้น แต่เมื่อลงไปเกี่ยวจะยังไม่เกี่ยวทันทีจะรอจนกว่า TIMER จับเวลาจนครบก่อนจึงจะเกี่ยวขึ้นมา แล้วนำไปปล่อยไว้ที่ถังที่ 3



รูปที่ 5.7 แสดงรูปการปล่อยตะกร้าลงถังที่ 3

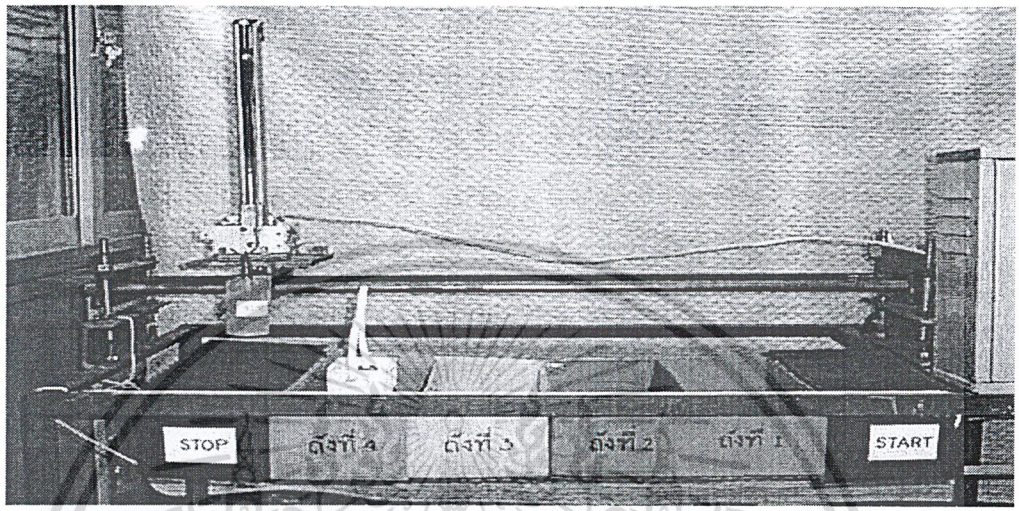
5. เมื่อปล่อยตะกร้าลงถังที่ 3 แล้ว TIMER จะเริ่มจับเวลาในการจุ่มถังที่ 3 แล้วเครื่องจะกลับมาถังที่ 2 เพื่อมาเกี่ยวตะกร้าใบที่สองขึ้น แต่เมื่อลงไปเกี่ยวจะยังไม่เกี่ยวทันทีจะรอจนกว่า TIMER จับเวลาจนครบก่อนจึงจะเกี่ยวขึ้นมา แล้วนำไปปล่อยไว้ที่ถังที่ 4



รูปที่ 5.8 แสดงรูปการปล่อยตะกร้าลงถังที่ 4

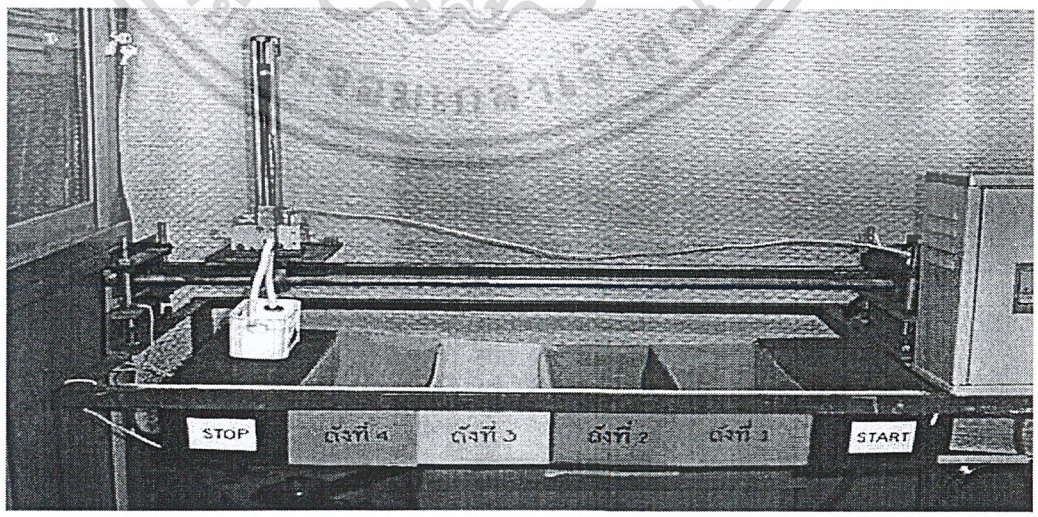
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อปล่อยตะกร้าลงถังที่ 4 แล้ว TIMER จะเริ่มจับเวลาในการจุ่มถังที่ 4 แล้วเครื่องจะกลับมาถังที่ 3 เพื่อมาเกี่ยวตะกร้าใบแรกขึ้น แต่เมื่อลงไปเกี่ยวจะยังไม่เกี่ยวทันทีจะรอจนกว่า TIMER จับเวลาจนครบก่อนจึงจะเกี่ยวขึ้นมา แล้วนำไปปล่อยไว้ที่จุดสุดท้ายเป็นการจบการทำงานของตะกร้าใบแรก



รูปที่ 5.9 แสดงรูปการปล่อยตะกร้าใบแรกที่จุดสุดท้าย

7. เครื่องจะกลับมาถังที่ 4 เพื่อมาเกี่ยวตะกร้าใบที่สองขึ้น แต่เมื่อลงไปเกี่ยวจะยังไม่เกี่ยว ทันทีจะรอจนกว่า TIMER จับเวลาจนครบก่อนจึงจะเกี่ยวขึ้นมา แล้วนำไปปล่อยไว้ที่จุดสุดท้ายเป็นการจบการทำงานของตะกร้าใบที่สองและจบการทำงานของเครื่องด้วยเครื่องจะกลับมาวนมาจุดเริ่มต้นเพื่อเริ่มรอบใหม่ตั้งแต่ข้อที่ 1



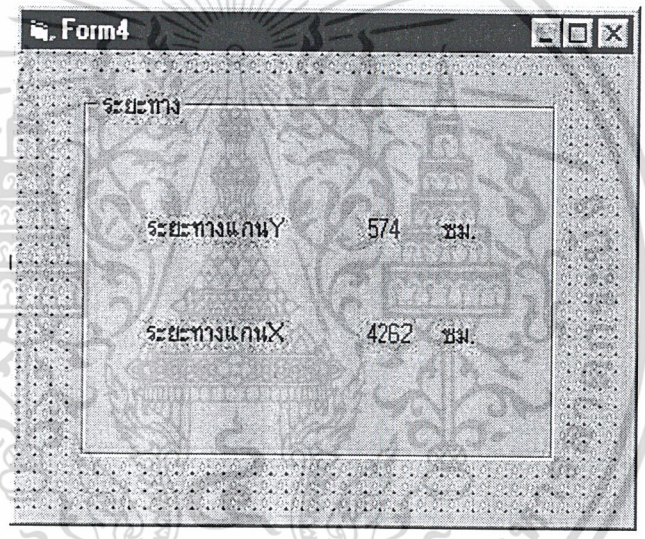
รูปที่ 5.10 แสดงรูปการปล่อยตะกร้าใบที่สองที่จุดสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เมื่อเรากดปุ่ม STOP เครื่องจะไม่หยุดทันที จะทำงานจนครบลำดับการทำงานและเริ่มวนรอบใหม่เครื่องจึงหยุดจากการทดลองได้ลองกดปุ่ม STOP เมื่อเครื่องกำลังทำขั้นตอนที่ 3 เครื่องจะทำงานต่อไปเรื่อยๆจนหมดลำดับการทำงานและเดินทางกลับมาที่จุดเริ่มต้นมาชนลิมิตสวิตซ์เครื่องจึงจะหยุดทำงาน

9. เมื่อเรากดปุ่ม EMERGENCY เครื่องจะหยุดทำงานทันที เมื่อเราต้องการเริ่มต้นใหม่ก็ปลดปุ่ม EMERGENCY แล้วกดปุ่ม START ให้เครื่องจะกลับมาที่จุดเริ่มต้นโดยต้องชนลิมิตสวิตซ์ก่อนแล้วค่อยทำตามลำดับการทำงานที่ตั้งไว้

10. เราสามารถดูสถานะของถังได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยกดปุ่มสถานะถังที่หน้าจอโปรแกรม MS – Visual Basic ก็จะมีหน้าจอขึ้นดังรูป



รูปที่ 5.11 แสดงหน้าจอบอกสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองของปริญญานิพนธ์และแนวทางในการพัฒนา

จากการทดลองเราสามารถใช้ PLC โดยใช้ High Speed I/Oในงานล้างชิ้นส่วนอุปกรณ์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ทั้งความแม่นยำ และลำดับการใช้ทำงาน

แต่ในการใช้ PLC โดยใช้ High Speed I/O เราต้องดูความถี่ของตัวตรวจจับว่า PLC สามารถรับได้ไหม ถ้ามีความถี่มากเกินไป PLC จะไม่สามารถรับได้ ในปริญญานิพนธ์นี้ PLC ยี่ห้อ KOYO รุ่น DL 05 สามารถรับอินพุต High Speed I/O ได้ 5 kHz

นอกจากนี้ปริญญานิพนธ์นี้ยังมีการพัฒนาไปได้อีกหลายทางเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การนำไปใช้งานที่มีการล้างชิ้นส่วนหลายชนิดและสารเคมีหลายถังเราก็สามารถสร้างเครื่องล้างให้ใหญ่ขึ้นมอเตอร์มีความเร็วและทอร์กให้มากขึ้นและจะต้องมีการแก้ไขโปรแกรมบางส่วน ,ใช้ในงานชุบโลหะ หรือหุ่นยนต์เก็บชิ้นงานอัตโนมัติ เป็นต้น

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งซึ่งเป็นการควบคุมมอเตอร์ ด้วยการทำงานร่วมกันของ PLC กับ คอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการจัดลำดับการทำงานของเครื่องจักร เราอาจนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการอื่นได้ไม่ยากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ราเบนเดอร์ ศรีกิจจาภรณ์ , " คู่มือการใช้งาน Visual Basic สำหรับวินโดวส์ " , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น , 407 หน้า ,2538
2. A.E. Fitzgerald and Charles Kingsley , Jr. , " ELECTRIC MACHINERY " , McGraw – Hill International (UK) Limited ., 1992 .
3. ธาริน สิทธิธรรมชาลี , "คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic Version 6.0 " , บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด , 388 หน้า
4. PLC*Direct*™ Intercorporated ., " DL05 User Manual " , 1994.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

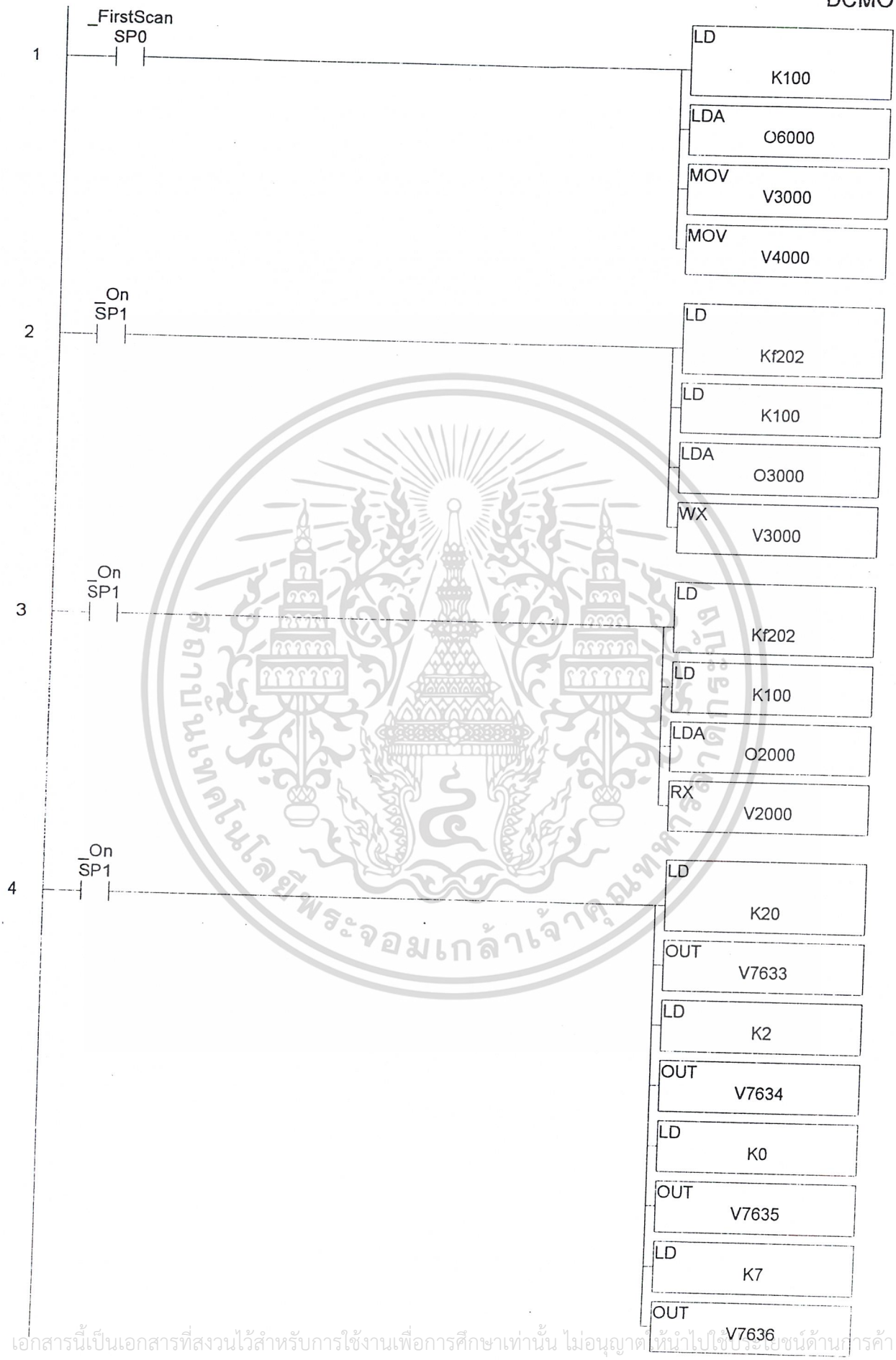
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

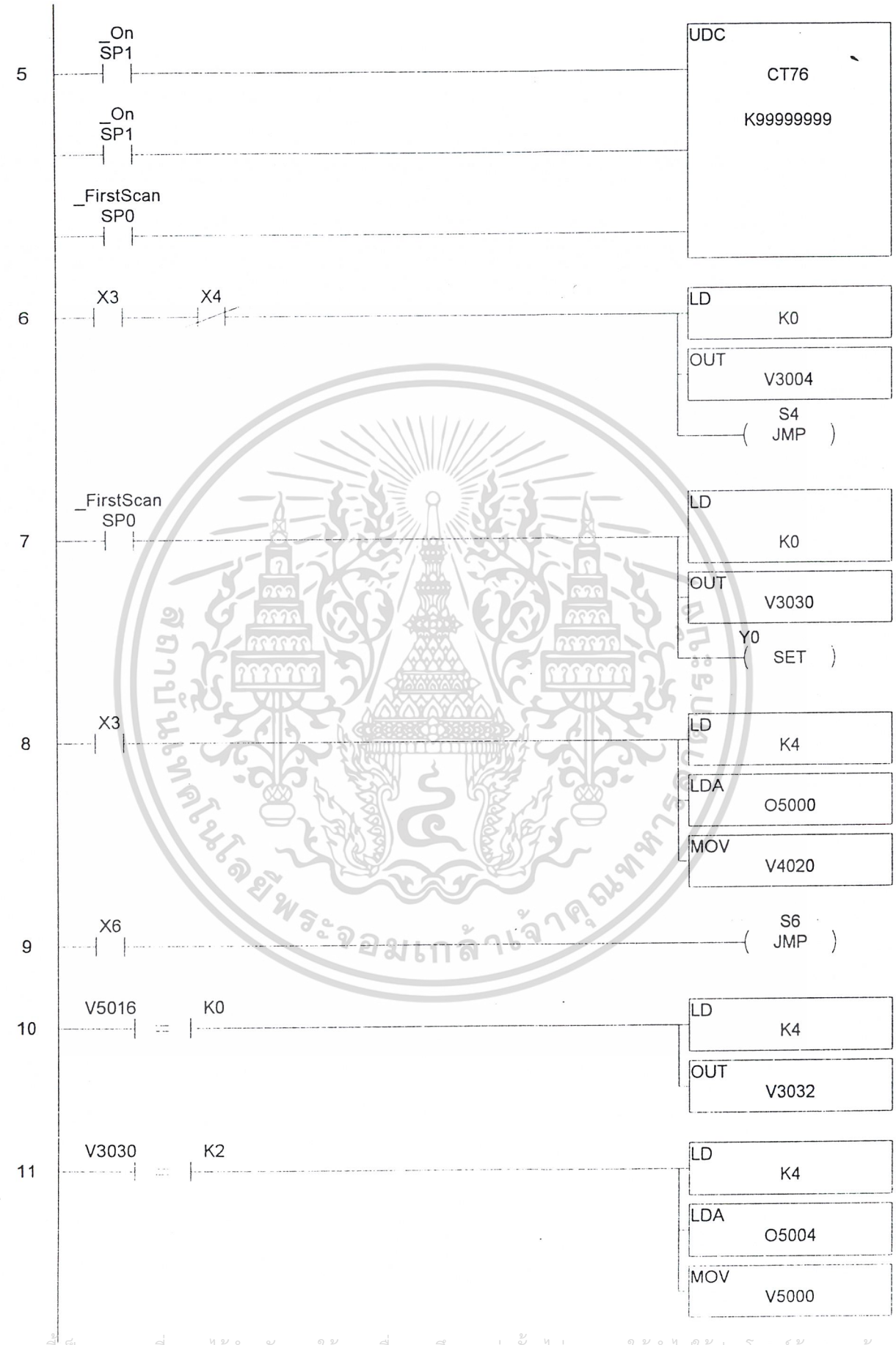
Ladder Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

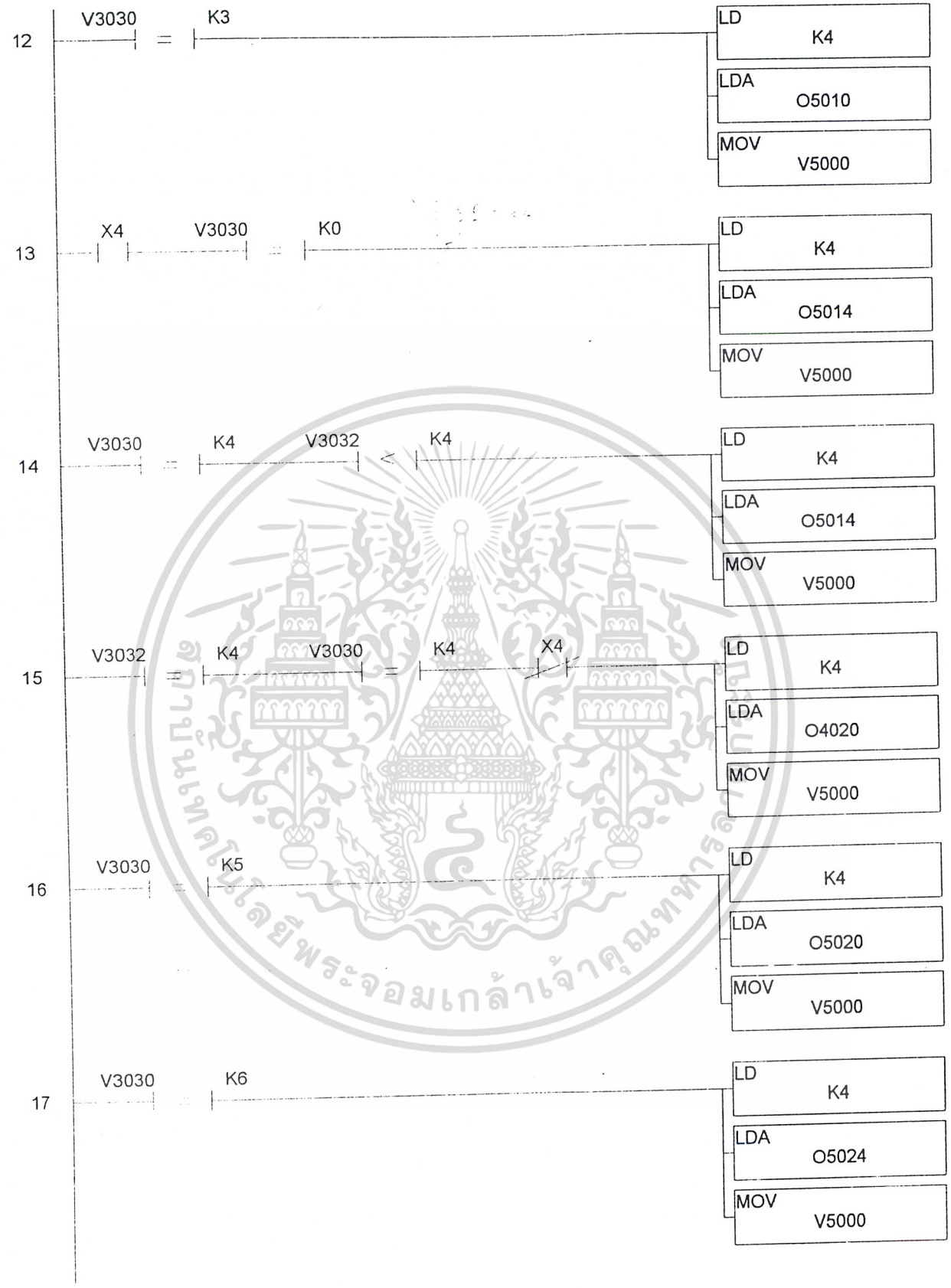
DCMOTER



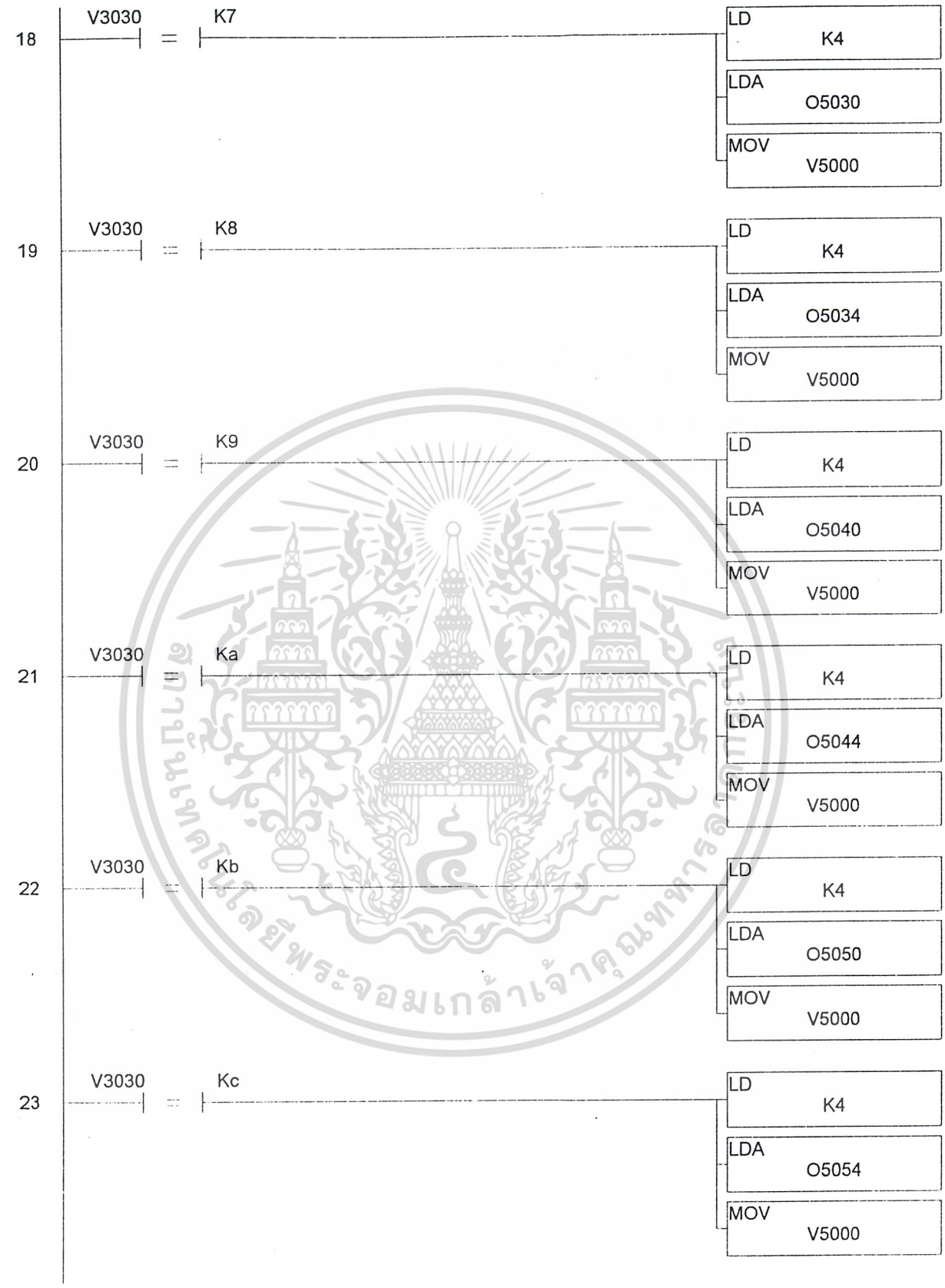
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



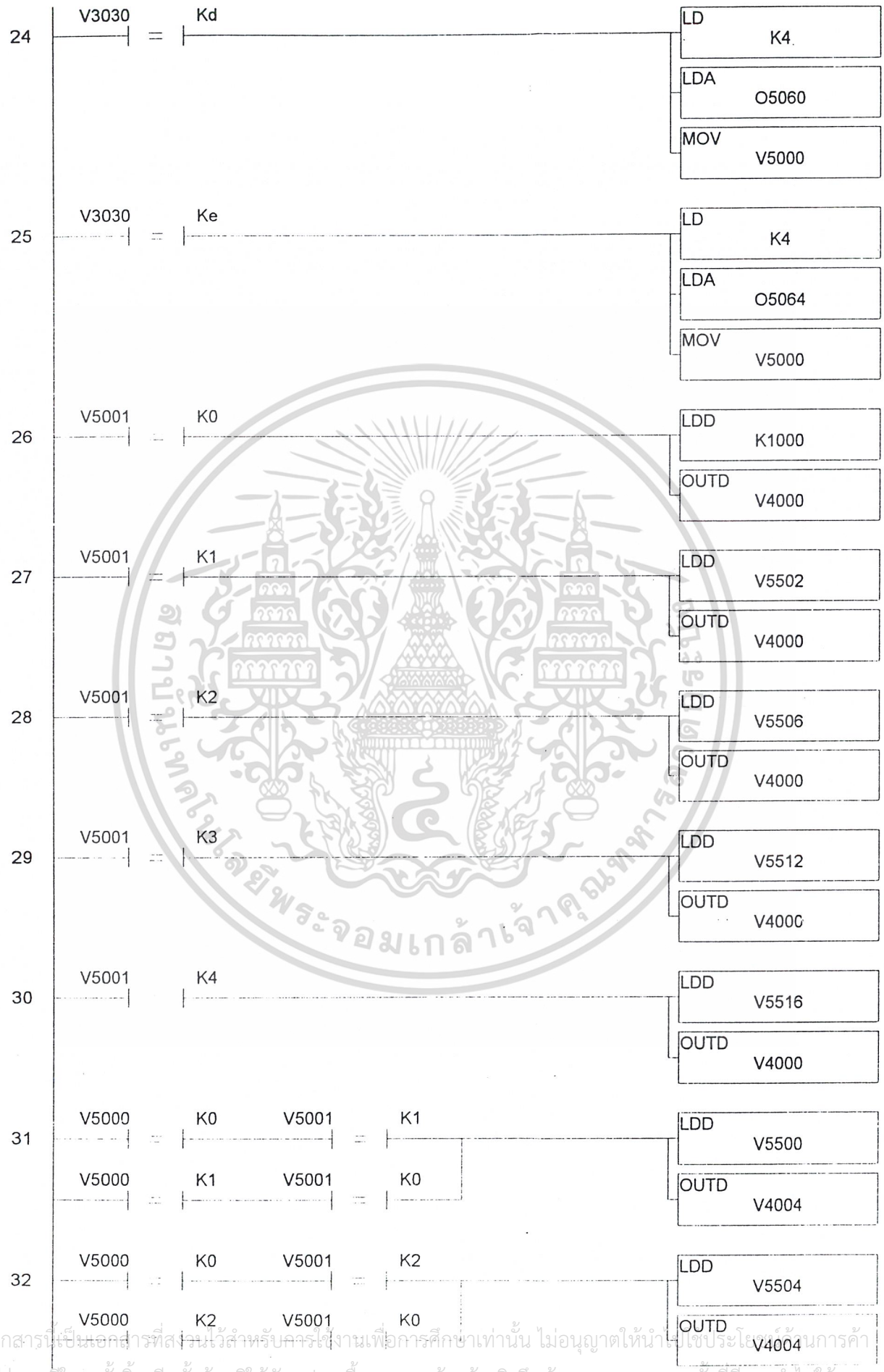
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



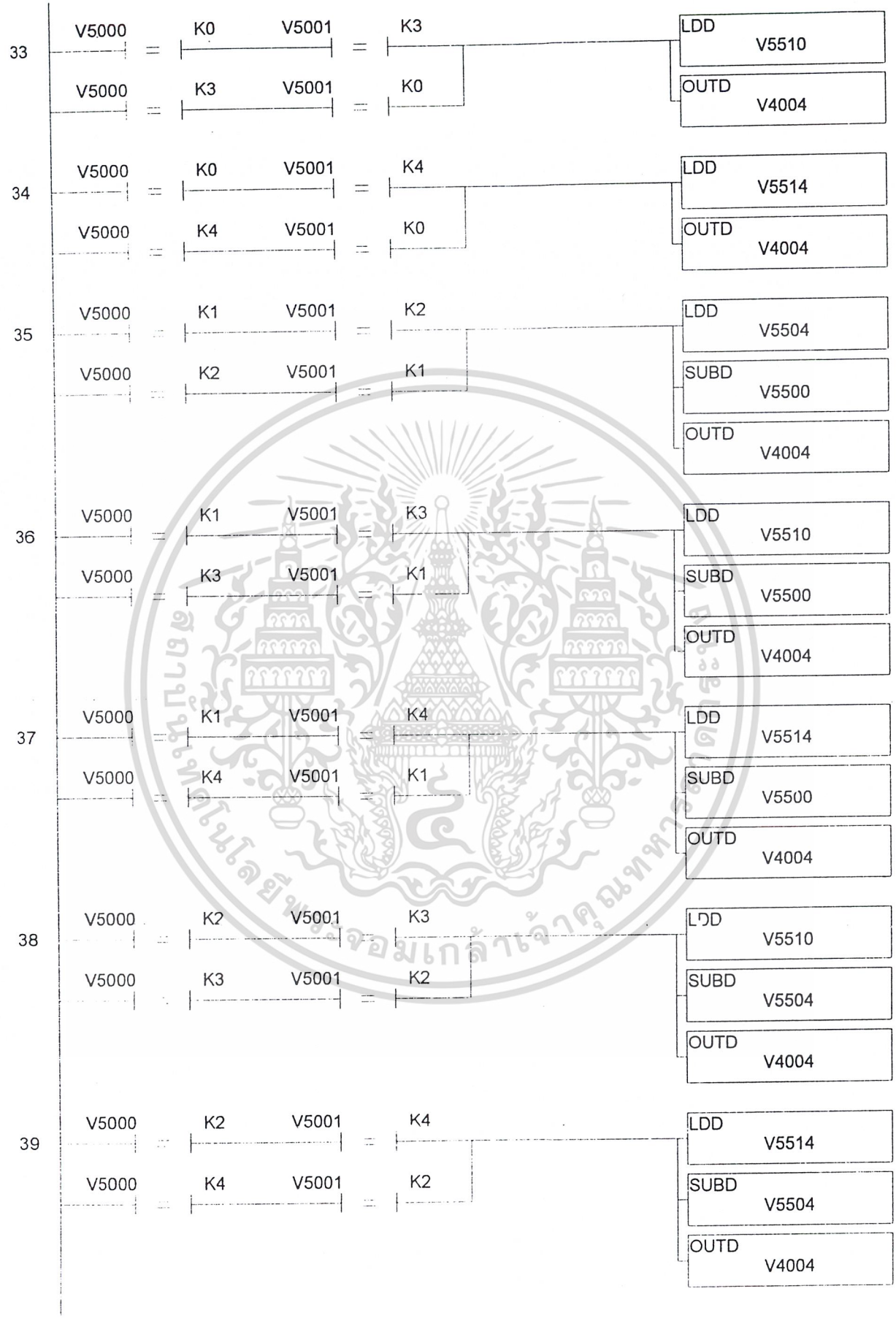
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

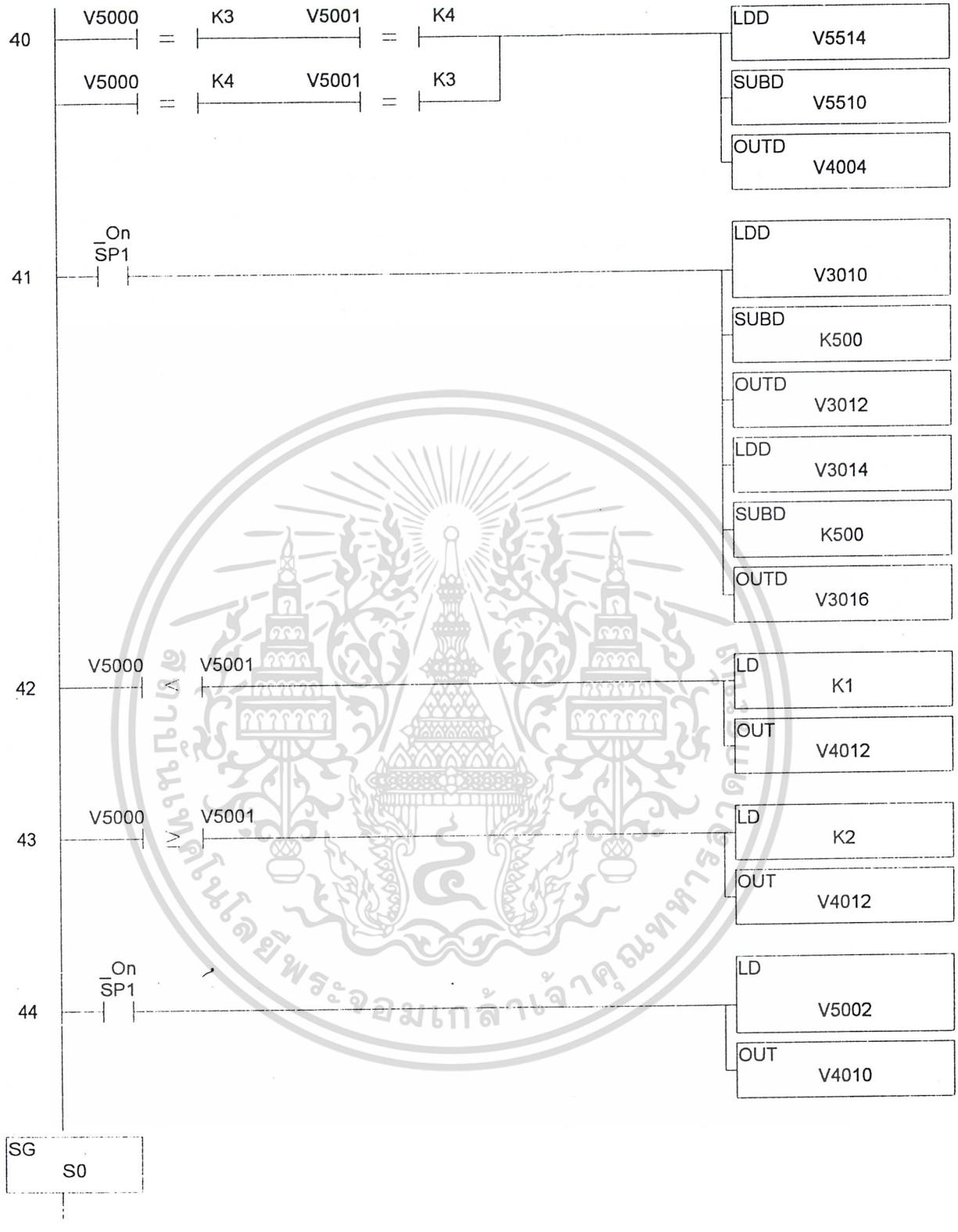


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

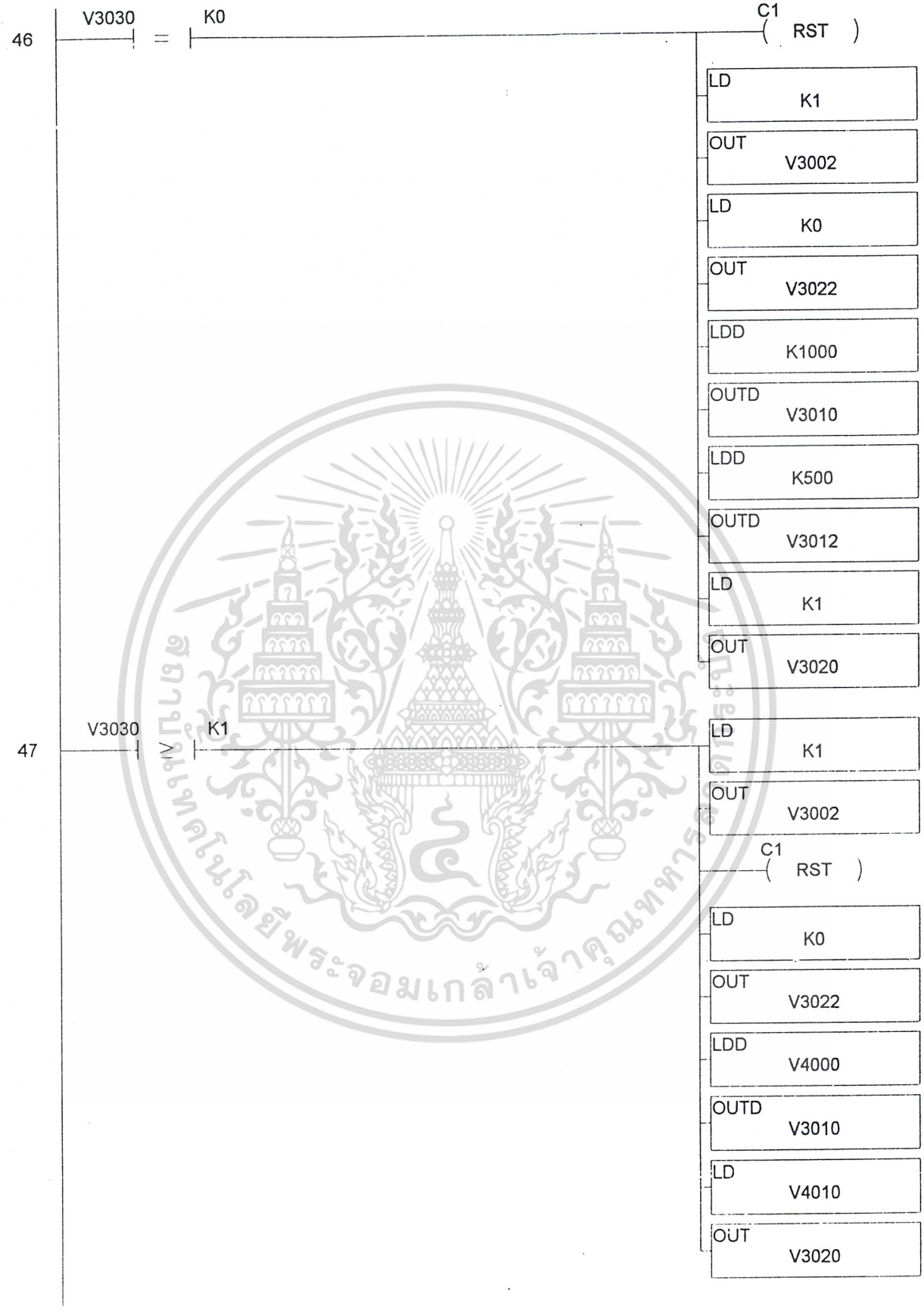


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10/4/01

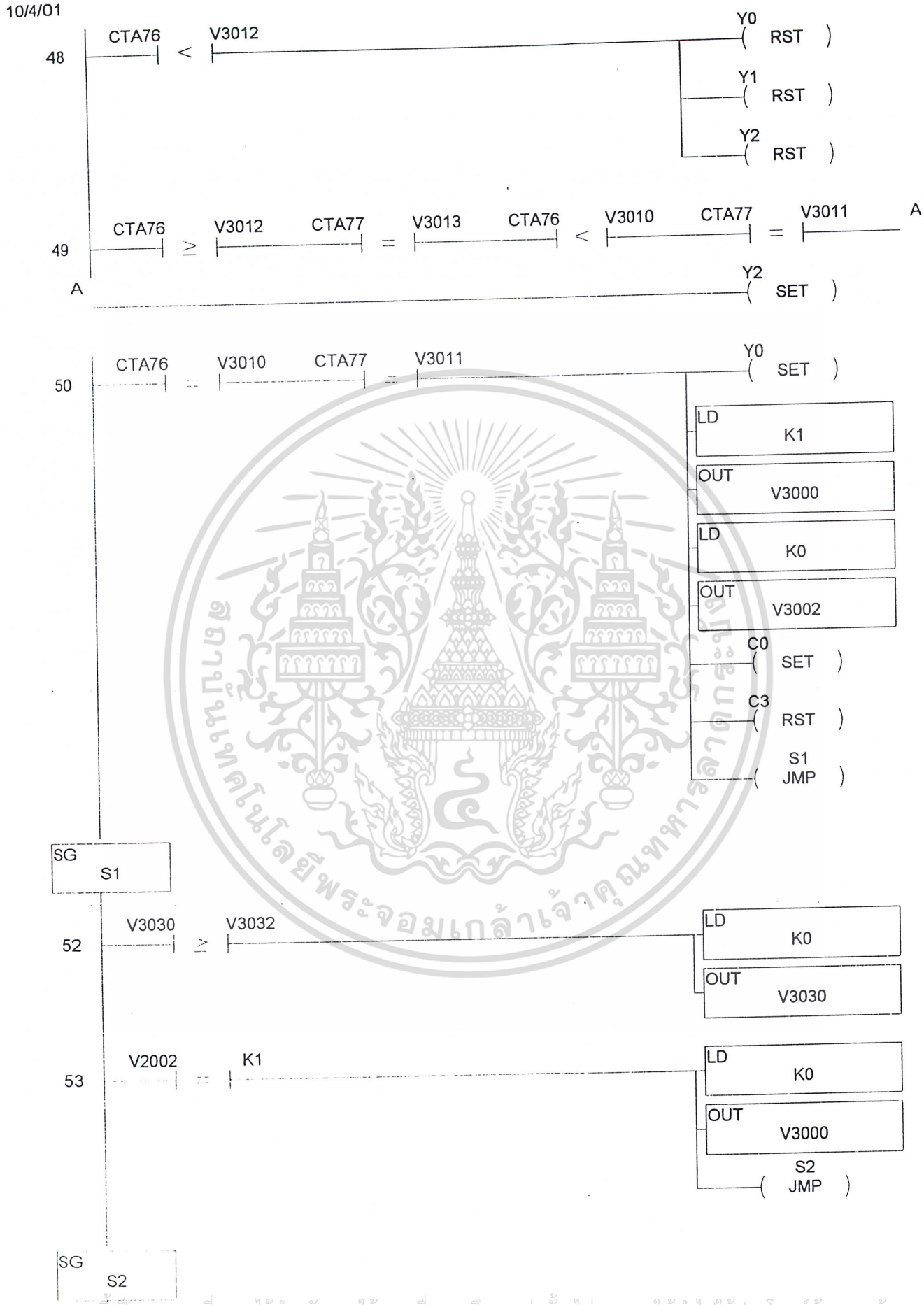


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

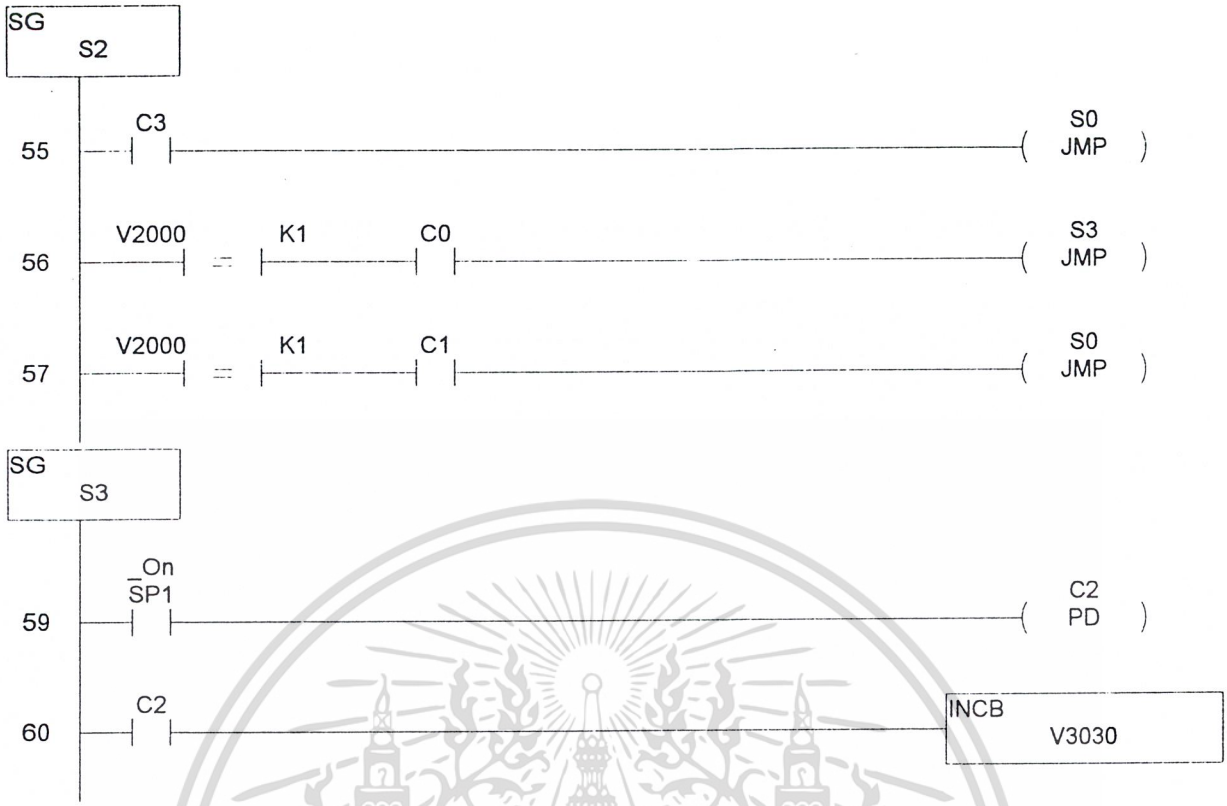


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10/4/01

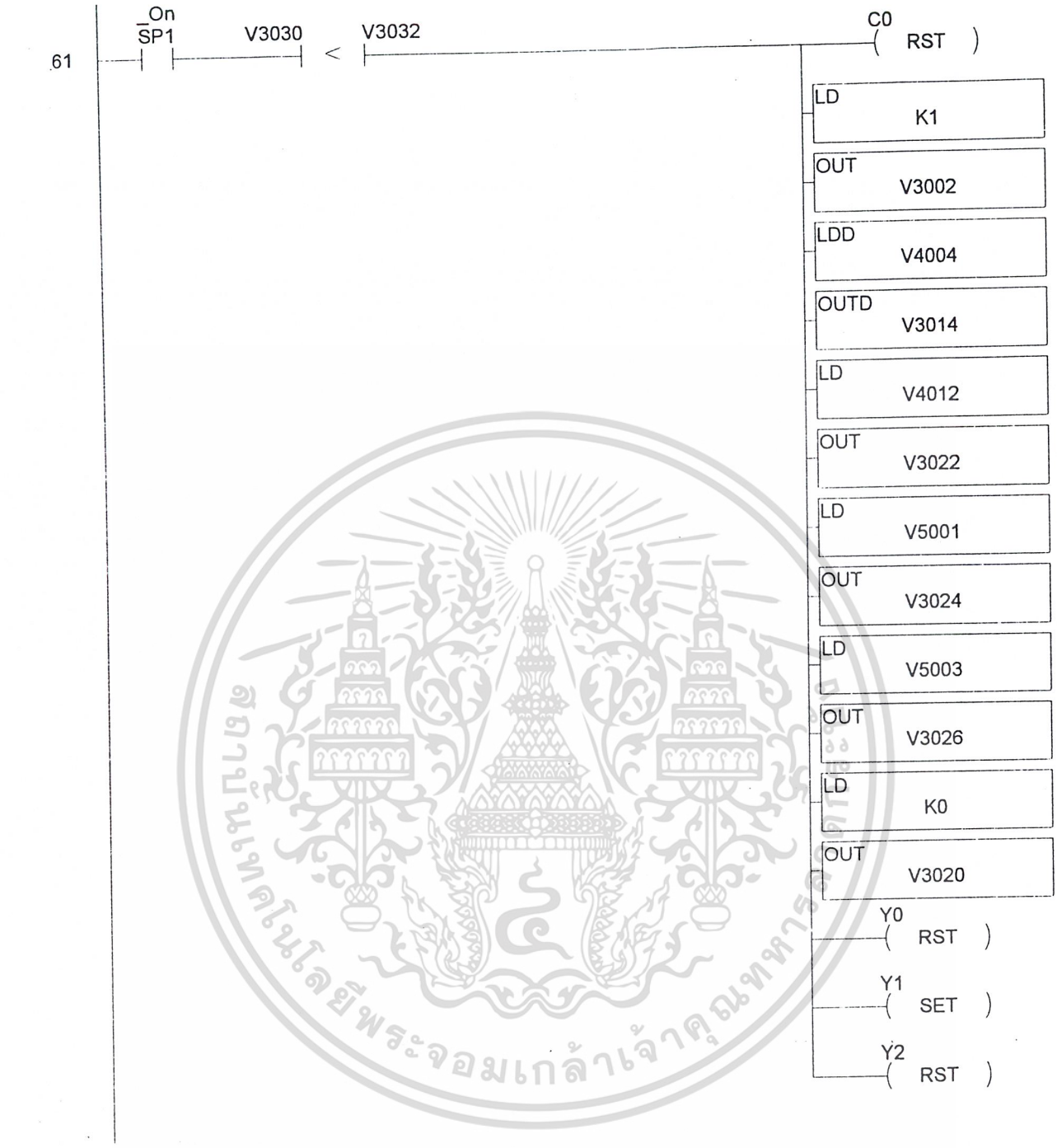


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10/4/01



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62 V3030 ≥ V3032 — C0 RST

- LD K1
- OUT V3002
- LDD V2030
- OUTD V3014
- LDD K500
- OUTD V3016
- LD K2
- OUTD V3022
- LD K0
- OUT V3024
- LD K0
- OUT V3026
- LD K0
- OUT V3020

Y0 RST

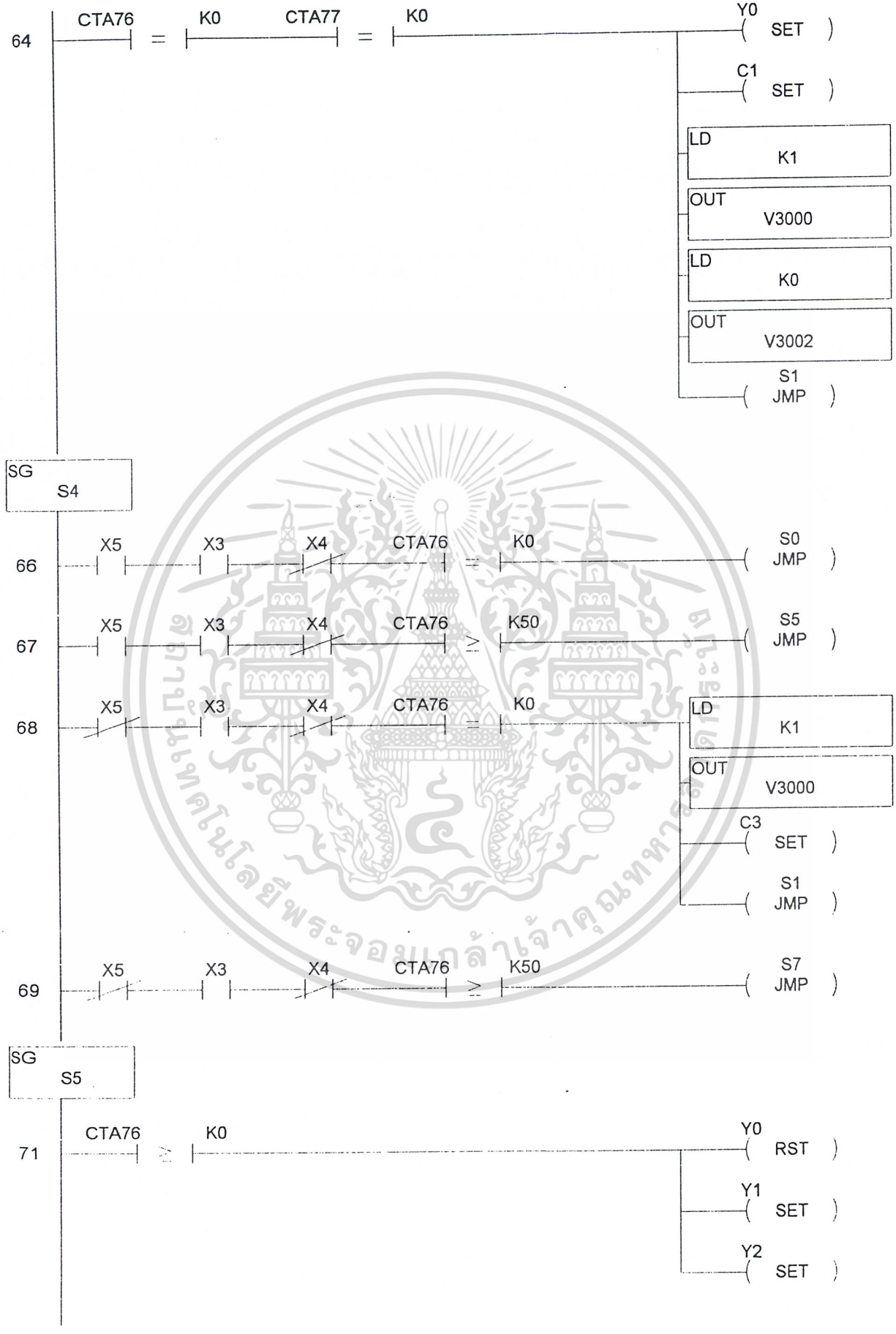
Y1 SET

Y2 RST

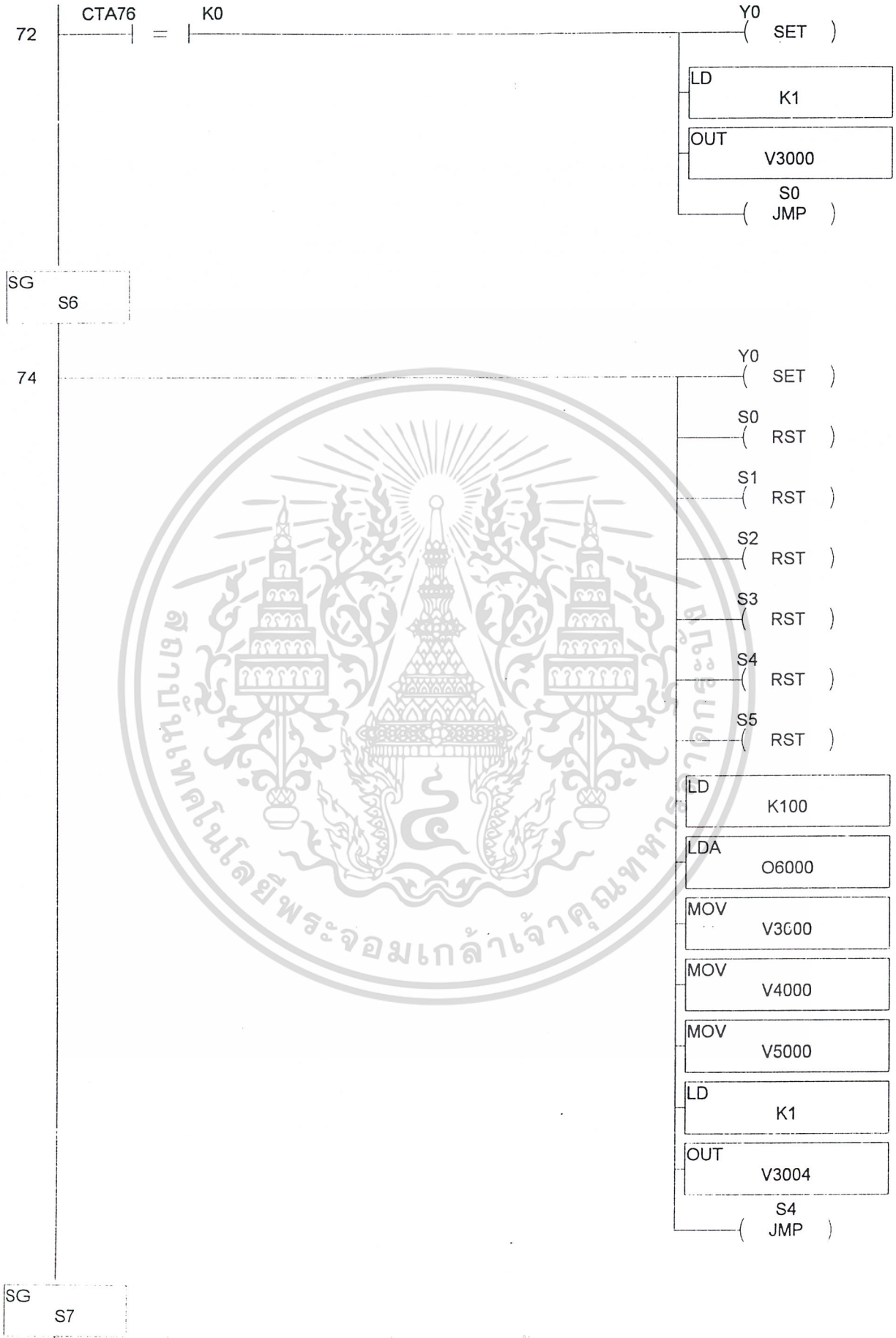
63 CTA76 < K500 — Y2 SET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

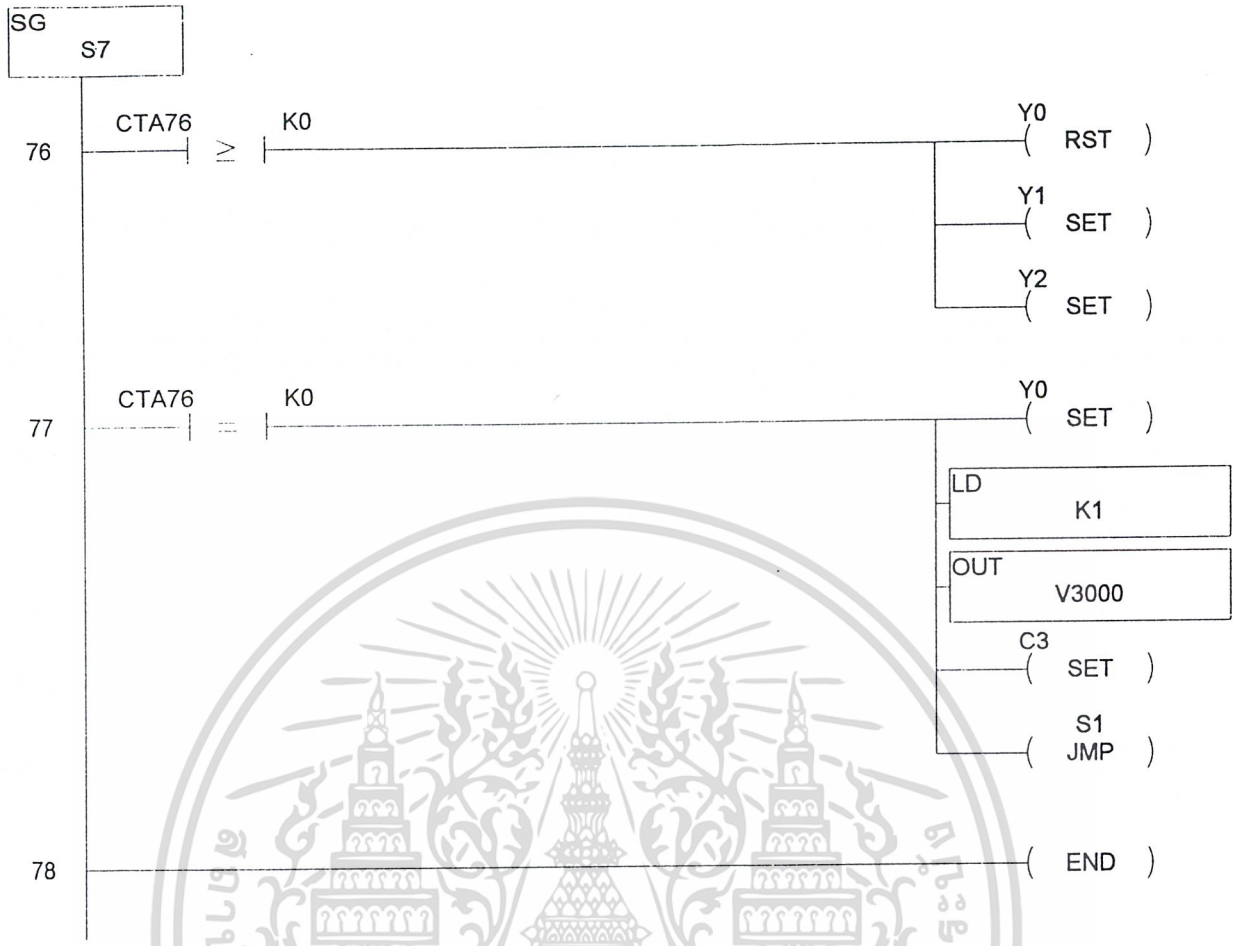
10/4/01



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

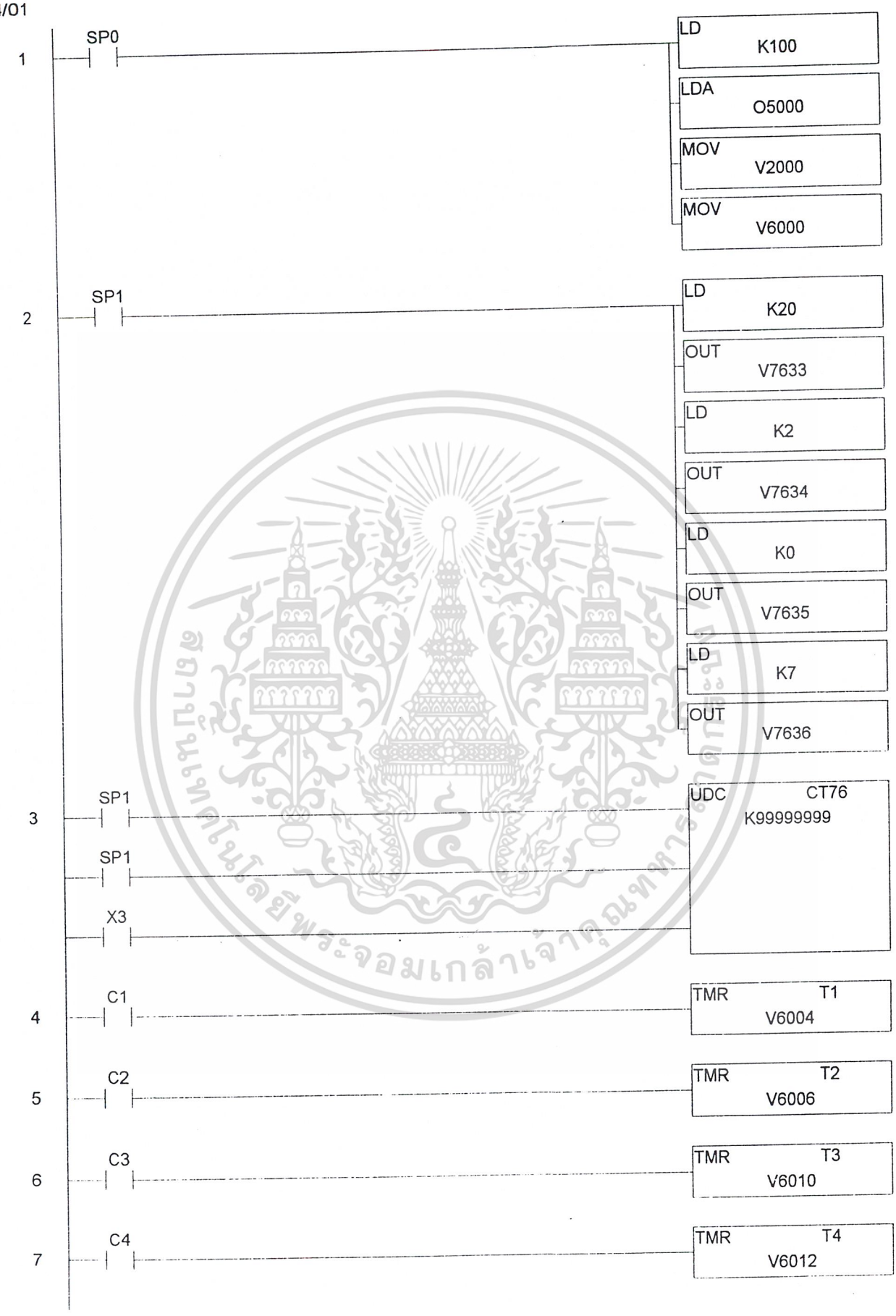


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

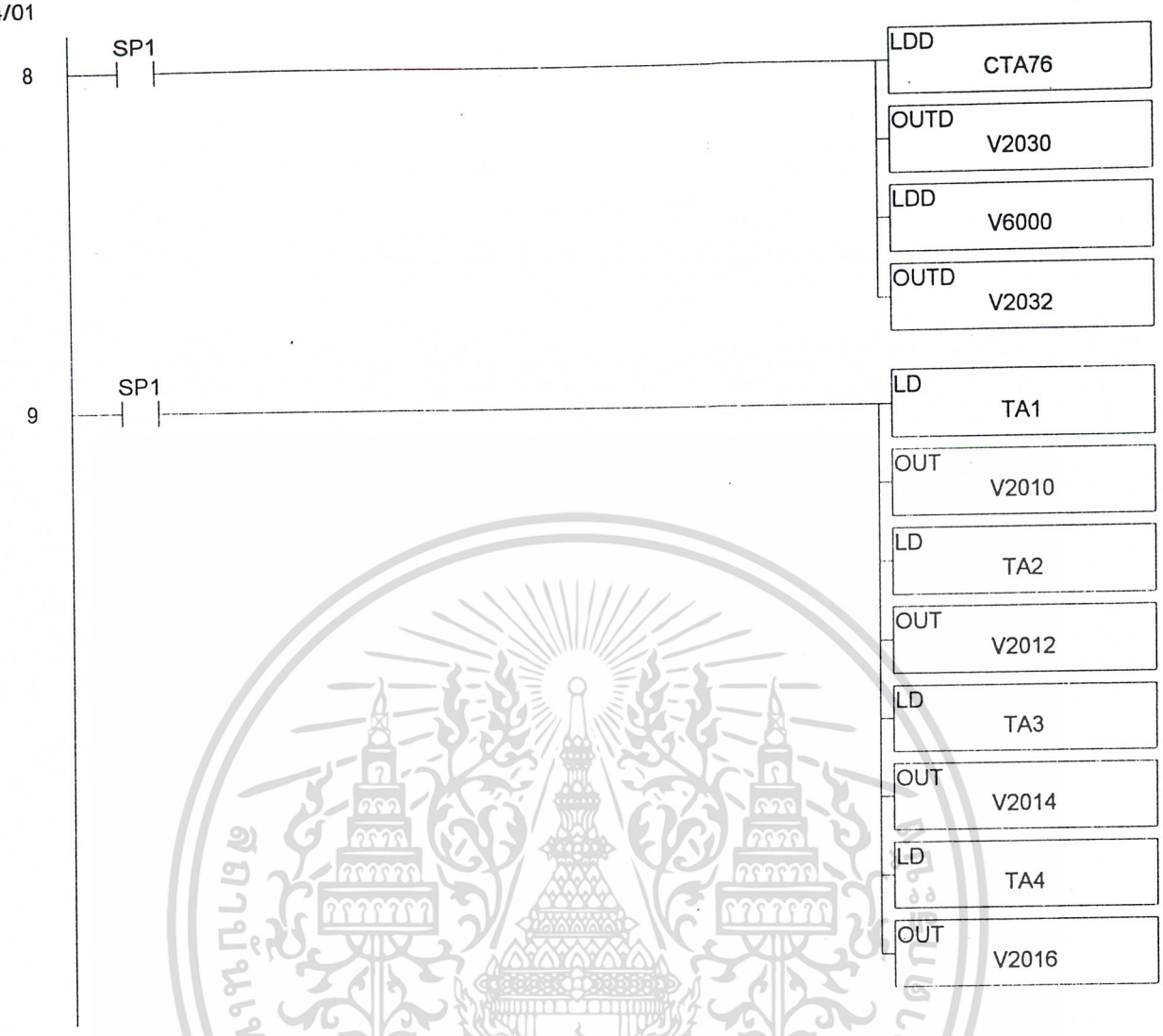


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

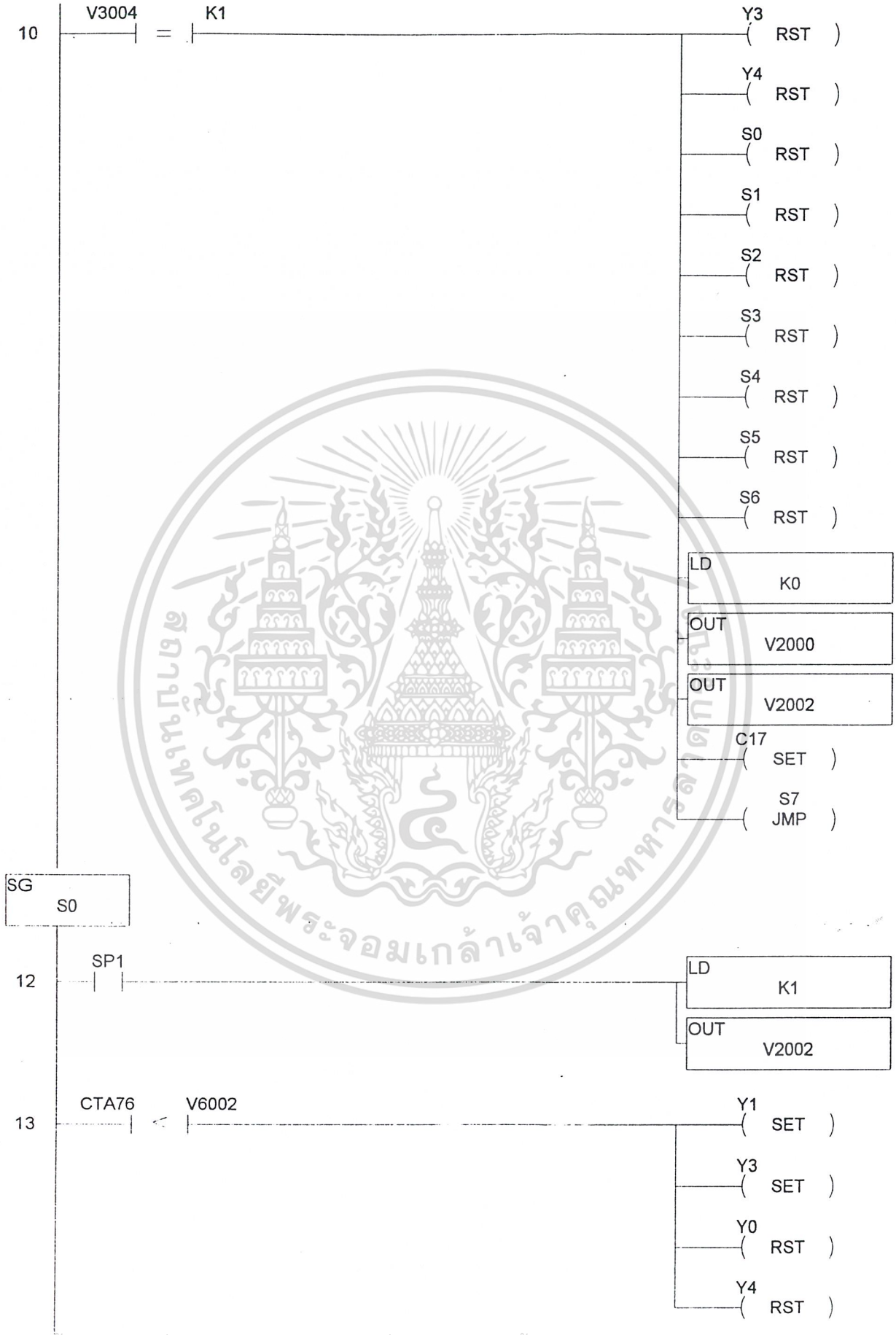
10/4/01



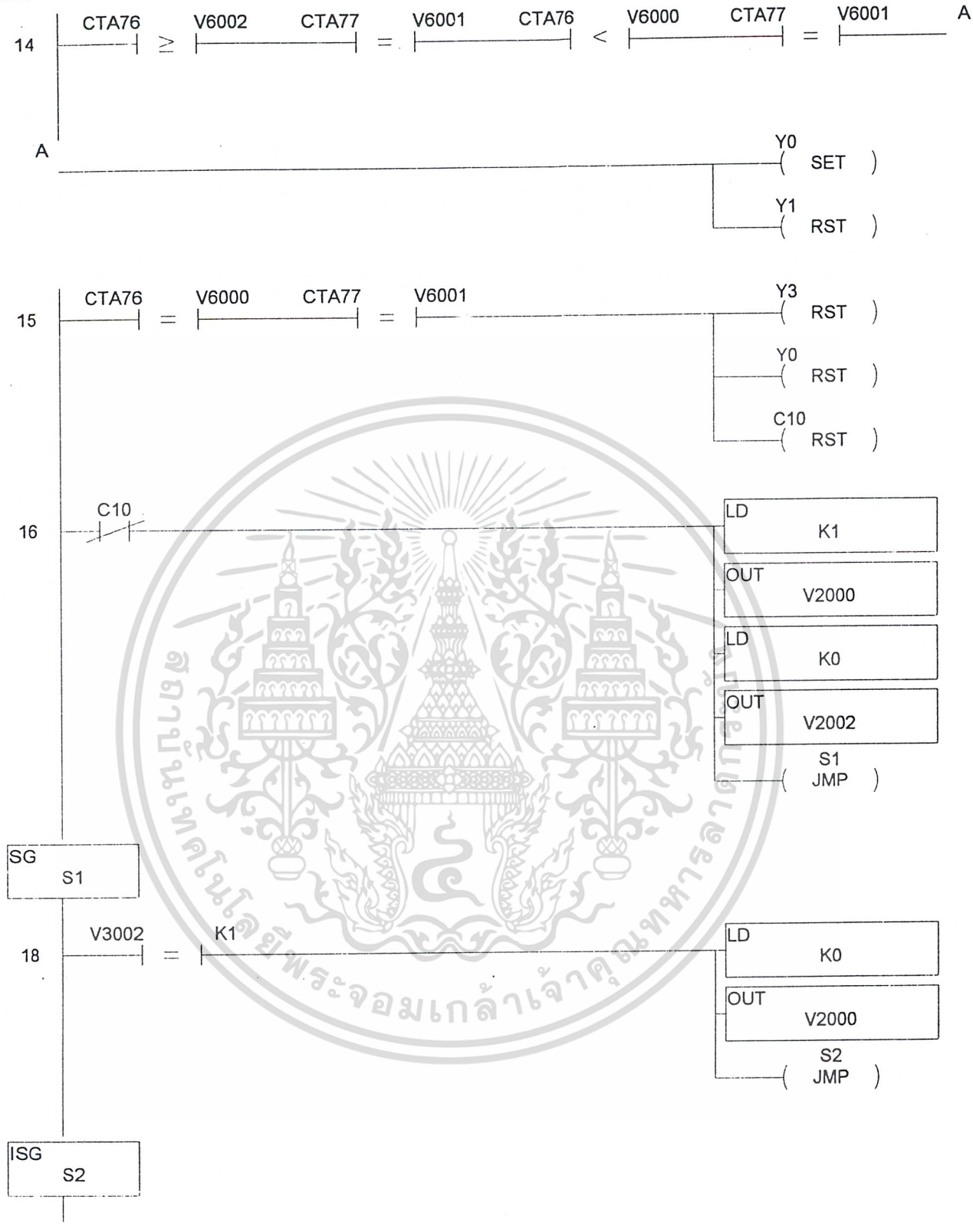
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



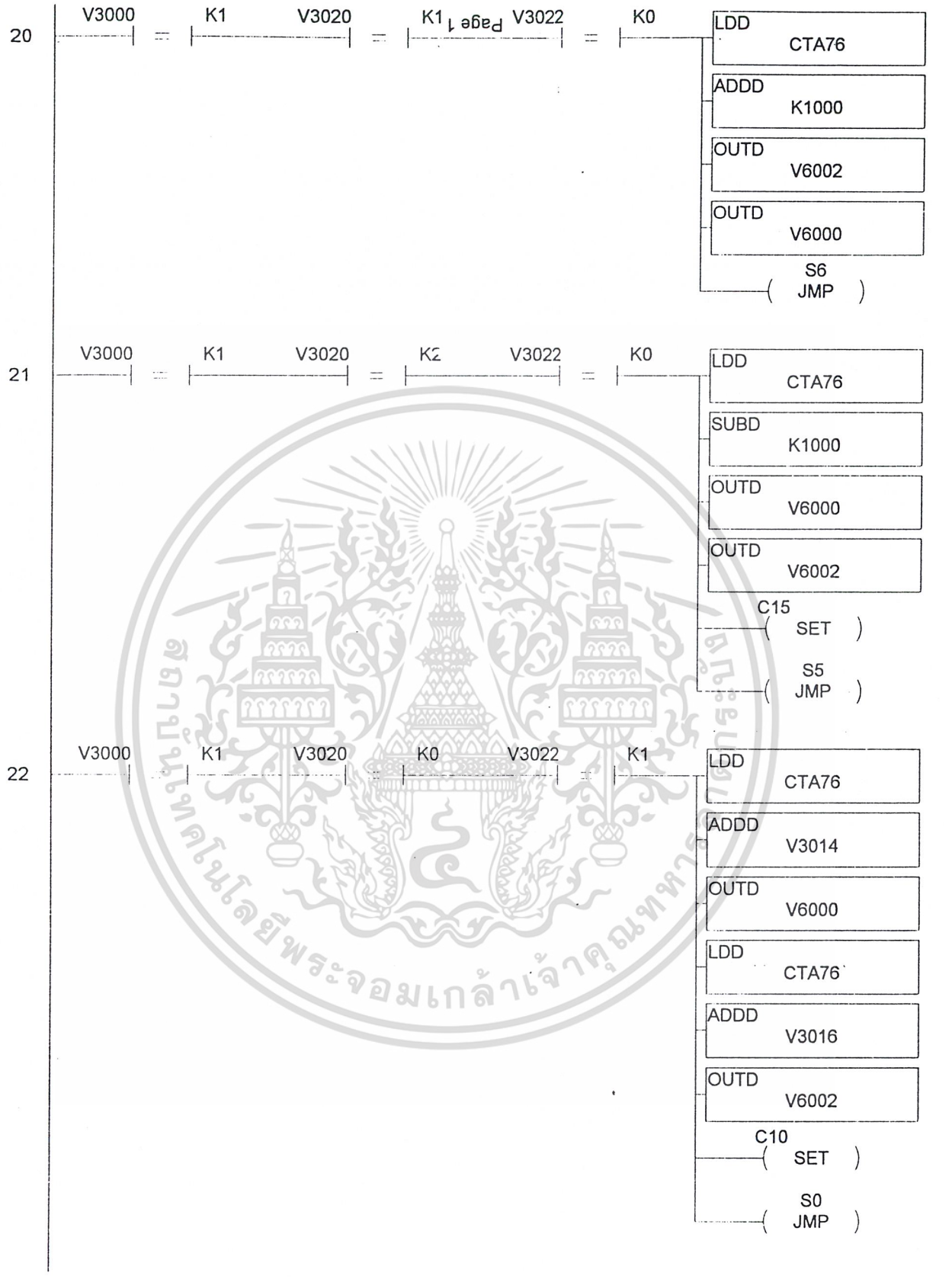
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



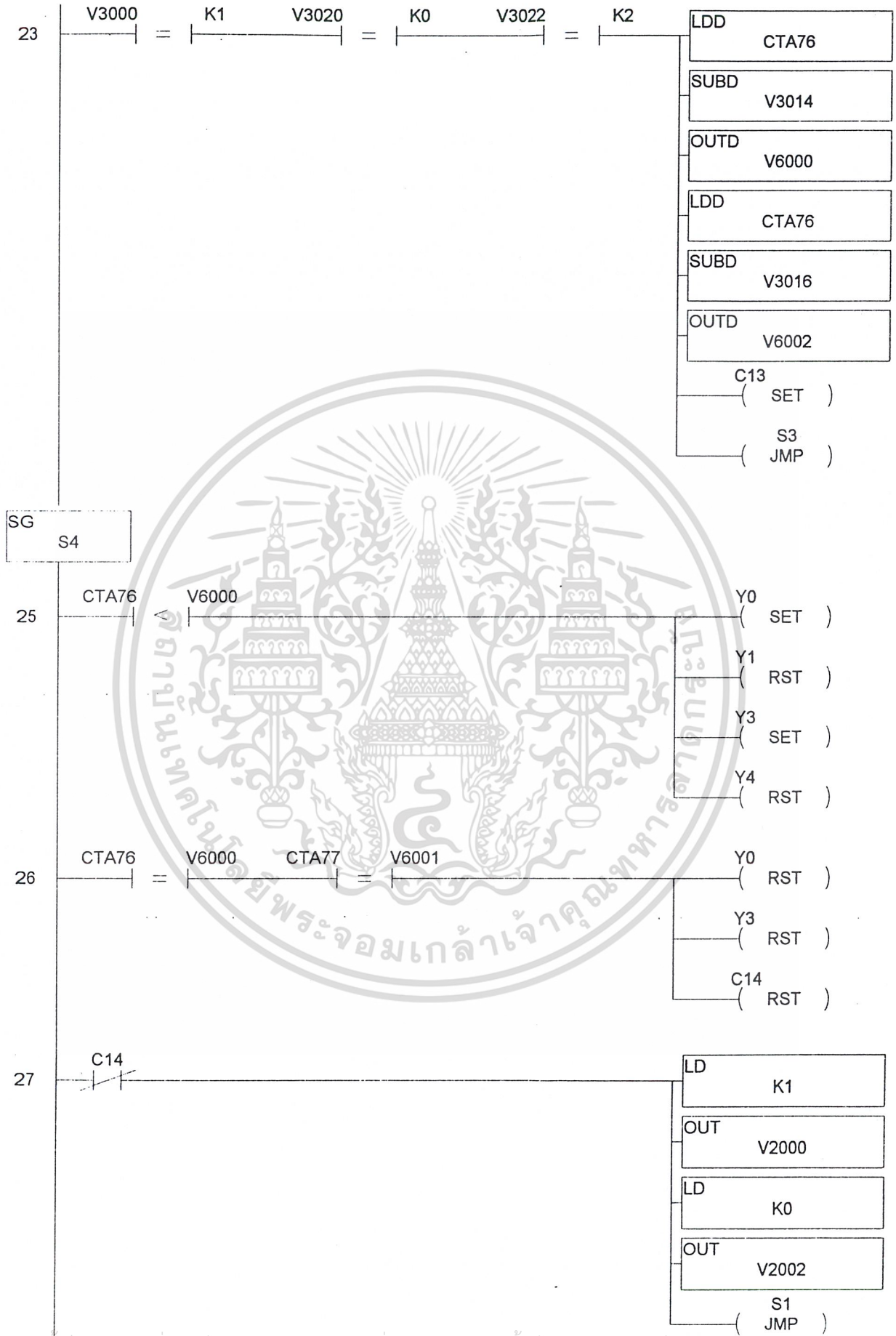
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



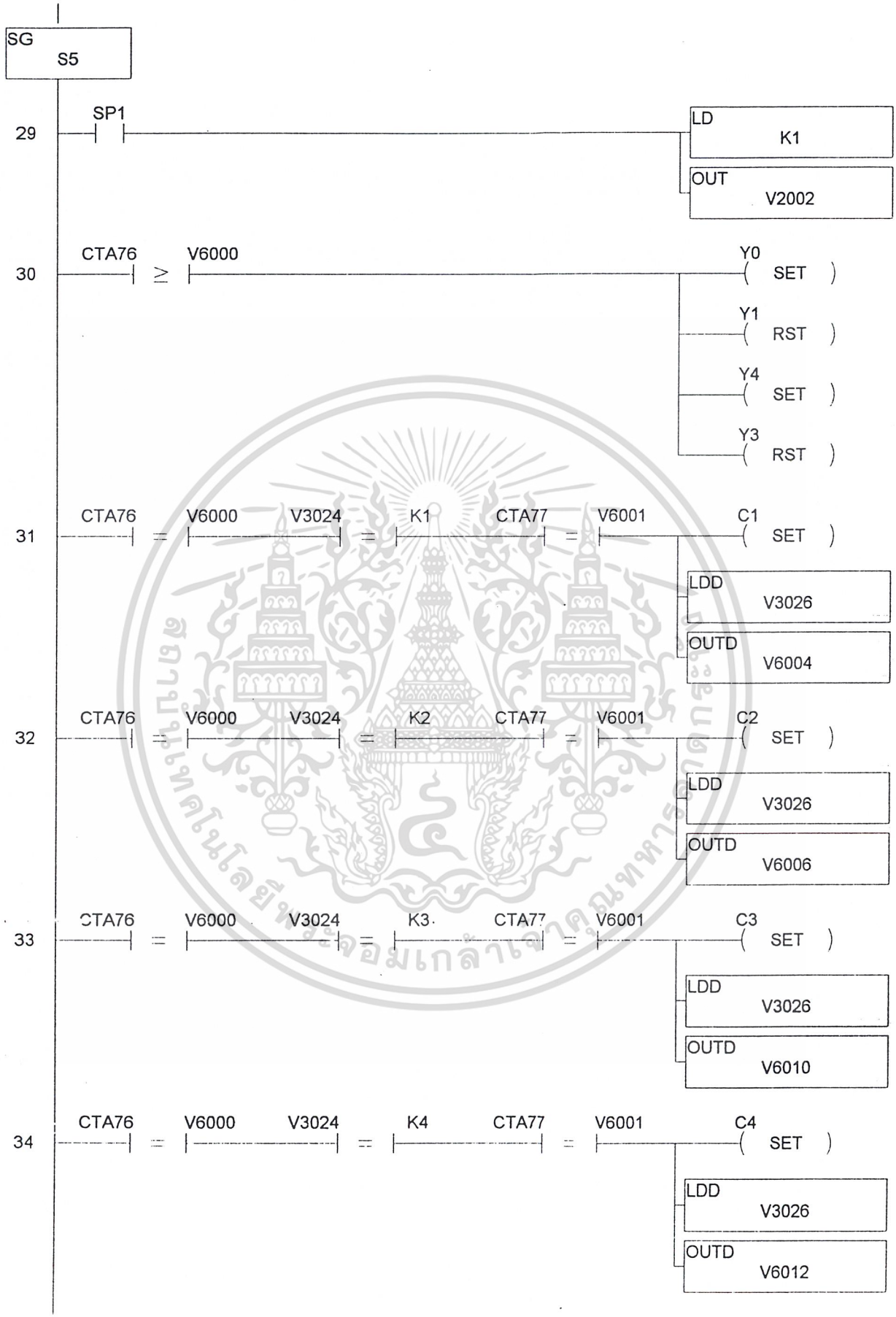
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



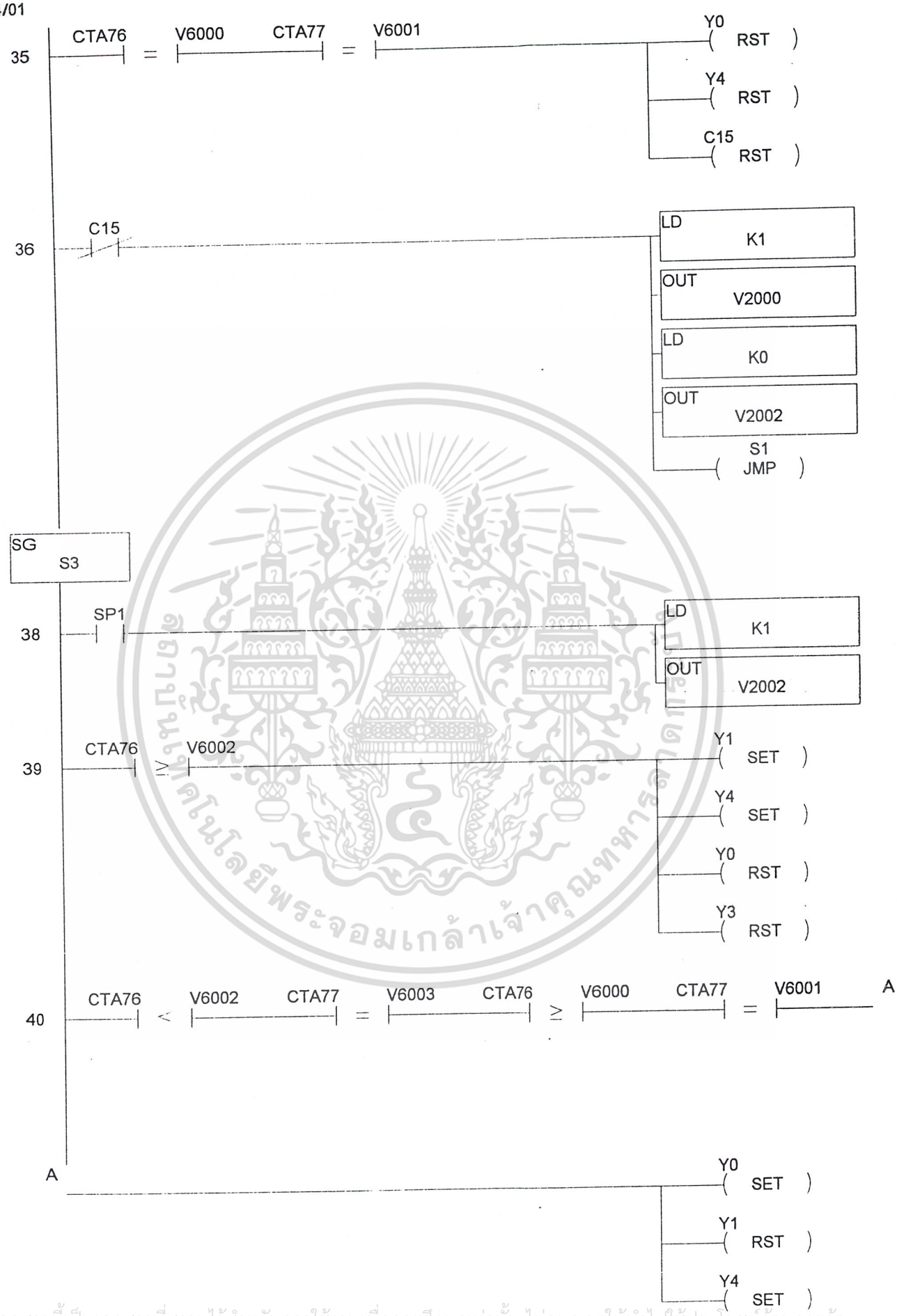
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



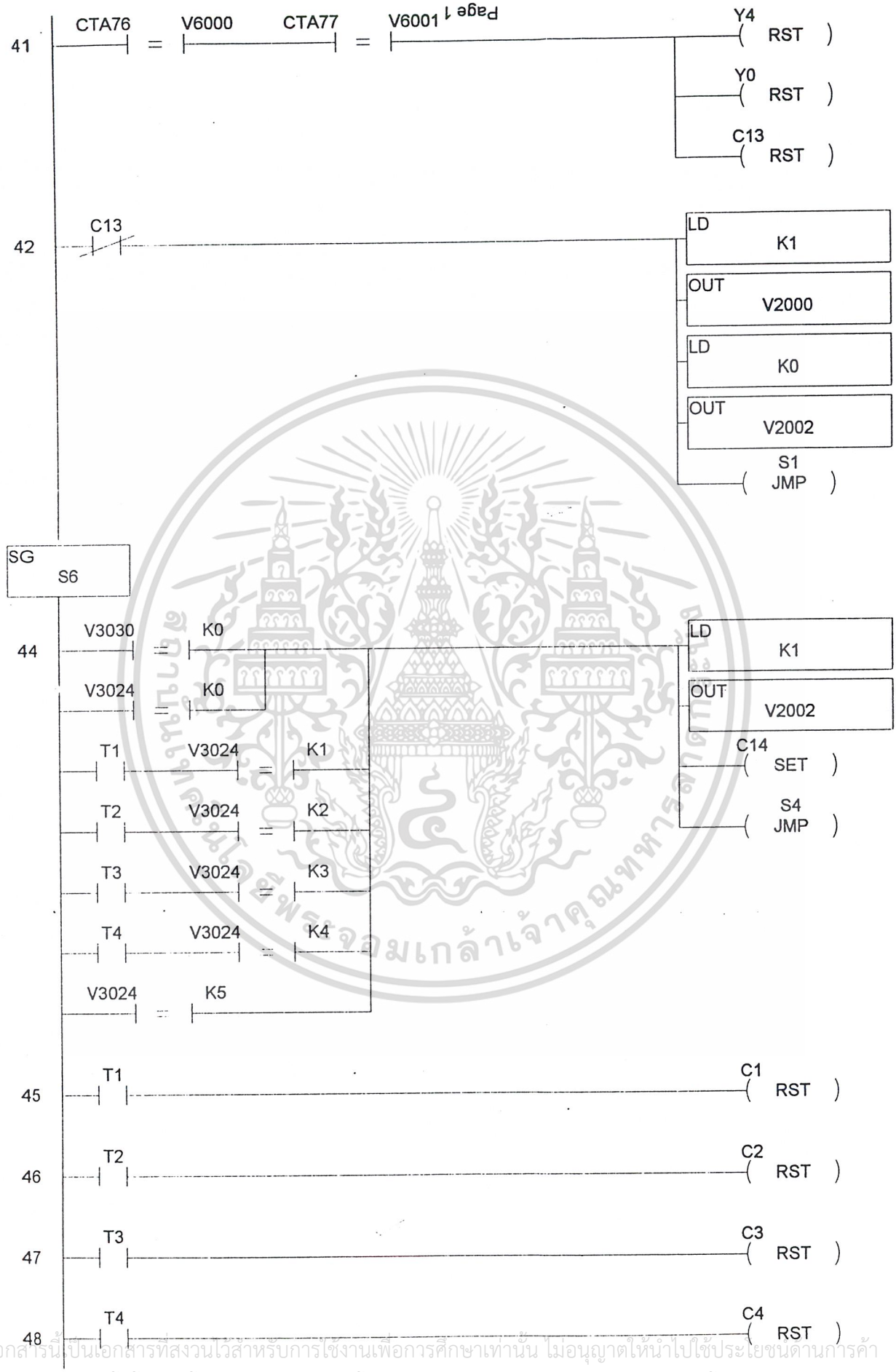
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



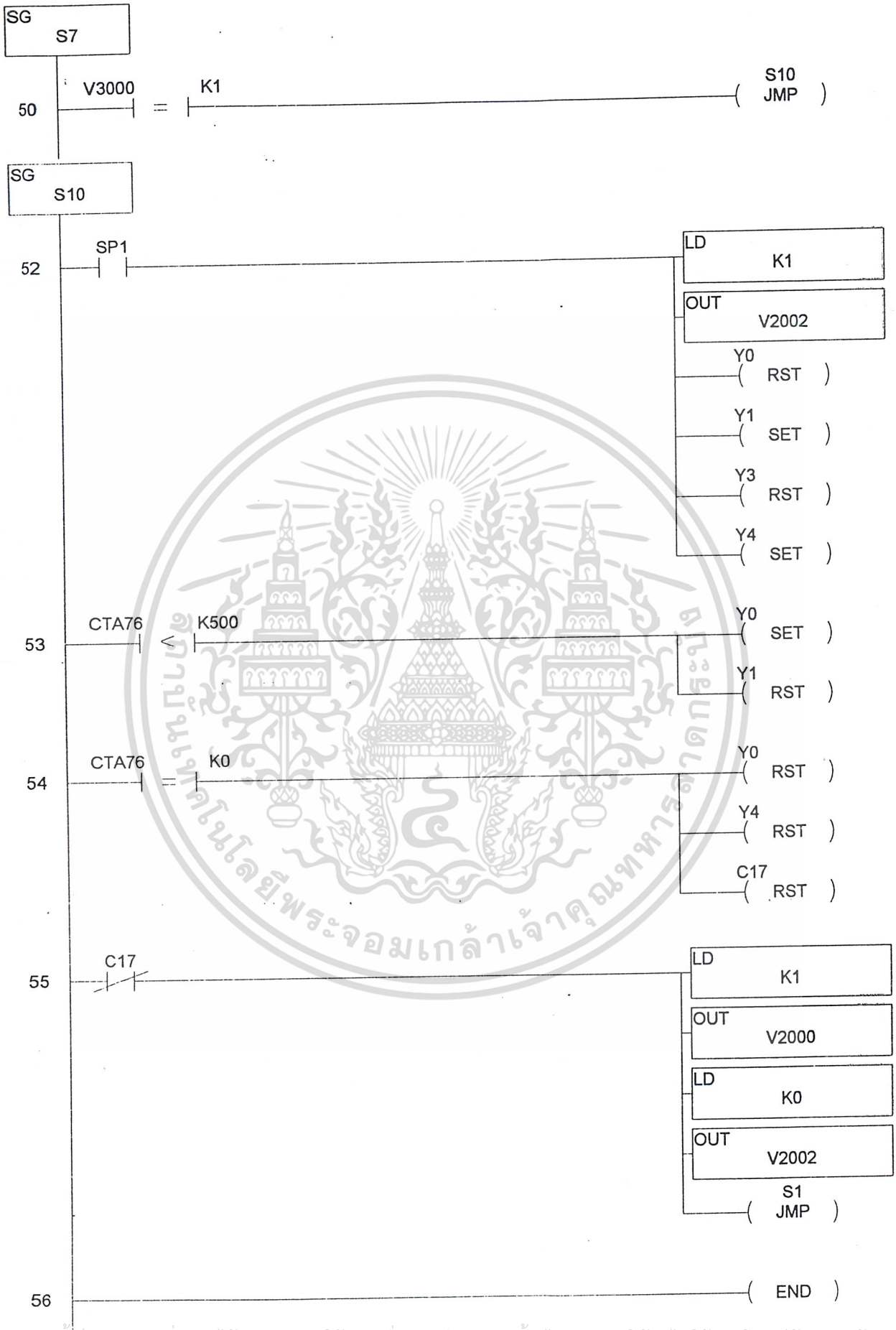
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้