

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าอาศกษะ

**การพัฒนาเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของ
ซีลวดล้อรถจักรยานยนต์**



RCH
TL
440
ว ๗๙๔๓

เลขหา.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

83686

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
งานวิจัยฉบับนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัย
ที่มุ่งเน้นผลิตนักวิจัยหน้าใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีงบประมาณ 2547

ISBN 974-15-1169-8

๖. ๗๙ ๘๒๐๕๖
๗.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A DEVELOPMENT OF BREAKING STRENGTH
METER FOR MOTORCYCLE SPOKES**



**DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2004

ISBN 974-15-1169-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย	:	การพัฒนาเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีลวดล้อย รถจักรยานยนต์
ผู้ดำเนินการวิจัย	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
หน่วยงาน	:	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีงบประมาณ	:	2547

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีลวดล้อยรถจักรยานยนต์ เครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วยชุดดึงซีล้อย วงจรแปลงสัญญาณ วงจรจำกัดการกดสวิทช์ วงจรประมวลผล วงจรแสดงผล และวงจรจ่ายไฟ ในส่วนชุดดึงซีล้อยใช้ระบบไฮดรอลิกส์ในการจ่ายแรงดึง และใช้ทรานส์คิวเซอร์แปลงค่าแรงดันการไหลของน้ำมันในระบบเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิต โดยวงจรแปลงสัญญาณ ส่งต่อไปยังวงจรประมวลผล ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C51 เพื่อแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลที่จะไปแสดงผลในหน่วยนิวตัน

ผลการวิจัยที่ได้จากการทดสอบเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้ โดยการทดลองดึงซีล้อยรถจักรยานยนต์เบอร์มาตรฐาน 9 10 11 และ 12 จำนวนตัวอย่างเบอร์ละ 50 อัน พบว่าค่าความต้านแรงดึงขนาดเฉลี่ยของซีล้อยที่ได้จากการทดสอบมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมทั้งหมด เท่ากับ 0.71 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความต้านแรงดึงสูงสุด ที่เป็นผลการทดสอบมาตรฐาน โดยศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้น้อยกว่าค่าที่ตั้งสมมติฐานไว้ คือ ไม่เกิน ± 5 เปอร์เซ็นต์ เครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้จึงมีคุณภาพในการใช้ทดสอบ

II

Research Title : A Development of Breaking Strength Meter for Motorcycle Spokes
Researcher : Assistant Professor Wisuit Atipornatum
Department : Engineering Education, Faculty of Industrial Education
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year : 2004

ABSTRACT

The objectives of this research were to development and to test in operation of the Breaking Strength Meter for Motorcycle Spokes. The meter consisted of spokes pulling set, converter circuit, switch push limit circuit, processing circuit, display circuit and supply circuit. The spokes pulling set used the hydraulic system for supply a pulling force and used the transducer for translate a oil flow pressure of the system to a electric signal. The converter circuit convert a electric signal to a 8 bits digital signal. The 89C51 microcontroller - processing circuit translate a 8 bits digital signal to a data for display in the Newton unit.

The research results of testing with 50 motorcycle spokes in each standard number (number 9, 10, 11 and 12) found that the total average error value of the average breaking strength values was 0.71 percentages that compared with the standard breaking strength values from tested by the Material Properties Analysis and Development Centre, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, Ministry of Science and Technology, which was lower than the standard criteria error of ± 5 percentages and showed that the quality of the meter was responded to the hypothesis.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนี้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จลุล่วงด้วยดีนั้น เพราะผู้วิจัยได้รับการสนับสนุน ความร่วมมือ และช่วยเหลือจากหน่วยงาน และบุคคลต่างๆ ผู้วิจัยขอกล่าวขอบคุณ ดังนี้ คือ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้เงินอุดหนุนการวิจัย ตามโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตภัณฑ์ใหม่โดยใช้เงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ 2547

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัททีทีเคอินดัสเตรียล จำกัด บริษัทเม็กนาอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด บริษัทขนาดาอีคิวพีเมนท์ จำกัด บริษัทแสงชัยมิเตอร์ จำกัด ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอาจารย์ปิยะ สุภวราสุวรรณ ที่ได้กรุณาให้การช่วยเหลือด้านข้อมูล อุปกรณ์ วัสดุ การทดสอบ และคำแนะนำ และขอขอบใจนายธนิศร ก้อนกลีบ นายสันต์ สมดีบ นายวิกรม พวงจิตร และนายสมเกียรติ วงศ์กาญจนฉัตร ที่ได้กรุณาให้การช่วยเหลือด้านการสร้าง ประกอบ ติดตั้ง และทดสอบ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม และเจ้าหน้าที่ประจำสำนักงานคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การช่วยเหลือด้านข้อมูลและเอกสารต่างๆ

นายวิสุทธิ อธิพรรณม

กันยายน 2547

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 ขอบเขตการวิจัย	2
1.6 ตัวแปรที่ศึกษา	2
1.7 คำนียามศัพท์	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีลอร์ถจักรยานยนต์	4
2.2.1 ขอบข่าย	4
2.2.2 บทนิยาม	5
2.2.3 รูปร่าง มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	5
2.2.4 วัสดุและการทำ	6
2.2.5 คุณลักษณะที่ต้องการ	7
2.2.6 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน	8
2.2.7 การทดสอบ	9
2.3 การทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง	10
2.3.1 ขอบข่าย	10
2.3.2 บทนิยาม	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.3 สัญลักษณ์และความหมาย	10
2.3.4 การทดสอบ	11
2.4 หลักการเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์	13
2.4.1 ความดันของของไหล	14
2.4.2 การส่งกำลัง	14
2.4.3 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์	15
2.4.4 ความเร็วของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	15
2.5 ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	16
2.5.1 โครงสร้างของวงจรไฮดรอลิกส์	17
2.5.2 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	18
2.6 อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์	21
2.6.1 ปัมป์ไฮดรอลิกส์	21
2.6.2 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์	25
2.6.3 วาล์วควบคุมทิศทาง	29
2.6.4 วาล์วนิรภัยหรือรีลิววาล์ว	30
2.6.5 วาล์วควบคุมอัตราการไหล	31
2.6.6 วาล์วกักเก็บหรือเช็ควาล์ว	33
2.6.7 ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์	33
2.6.8 กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์	35
2.6.9 เกจวัดความดัน	36
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	37
3.1 กล่าวนำ	37
3.2 ชุดคั้งซีล	38
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	38
3.2.2 การทำงาน	41
3.3 วงจรแปลงสัญญาณ	42

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.2 การทำงาน	43
3.4 วงจรจำกัดการกดสวิตช์	44
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	44
3.4.2 การทำงาน	45
3.5 วงจรประมวลผล	46
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	46
3.5.2 การทำงาน	48
3.6 วงจรแสดงผล	48
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	48
3.6.2 การทำงาน	48
3.7 วงจรจ่ายไฟ	49
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	49
3.7.2 การทำงาน	50
3.8 โครงสร้างของตัวเครื่อง	50
3.8.1 การออกแบบโครงที่วางระบบ	50
3.8.2 การออกแบบเป็นจับชีลล์	51
3.8.3 การออกแบบกล่องแผงควบคุม	53
3.8.4 การออกแบบติดตั้งชุดจำกัดการกดสวิตช์	55
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	56
4.1 กล่าวนำ	56
4.2 วงจรจ่ายไฟ	56
4.2.1 การทดลอง	56
4.2.2 ผลการทดลอง	56
4.3 วงจรแปลงสัญญาณ	57
4.3.1 การทดลอง	57
4.3.2 ผลการทดลอง	57
4.4 วงจรจำกัดการกดสวิตช์	58

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4.1 การทดลอง	58
4.4.2 ผลการทดลอง	58
4.5 ชุดคั้งซี่ล้อ	59
4.5.1 การทดลอง	59
4.5.2 ผลการทดลอง	60
4.6 วงจรประมวลผลและแสดงผล	60
4.6.1 การทดลอง	60
4.6.2 ผลการทดลอง	61
4.7 การทดสอบ และผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
4.7.1 การทดสอบการทำงาน	61
4.7.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	67
5.1 สรุปผลการวิจัย	67
5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	67
5.1.2 ขอบเขตการวิจัย	67
5.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	67
5.1.4 สรุปผลการวิจัย	68
5.2 อภิปรายผล	68
5.3 ข้อเสนอแนะ	69
5.3.1 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	69
5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป	70
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	72
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	76
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	85
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	90

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก จ ผลการทดสอบแรงดิ่งขนาดที่ลวดล้อรถจักรยานยนต์ โดยสถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	100
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	103
ภาคผนวก ช รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	109
ประวัติผู้เขียน	142



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของซี่ลวด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)	5
2.2 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแป้นเกลียว (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)	6
2.3 ขนาดของพิตช์ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)	7
2.4 แรงดึงของซี่ลวด	8
2.5 แผนการชักตัวอย่าง	8
2.6 เปรียบเทียบปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดต่างๆ	21
2.7 ความสัมพันธ์ของขนาดกระบอกสูบและความดัน	27
3.1 แรงดึงขาดสูงสุดของซี่ล้อ (ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ, 2546)	39
3.2 ลักษณะการทำงานจากคู่มือ ไอซีADC0804	44
4.1 ผลการทดลองวงจรจ่ายไฟ	56
4.2 ผลการทดลองวงจรแปลงสัญญาณ	57
4.3 ผลการทดลองวงจรจำกัดการกดสวิทช์	59
4.4 ผลการทดลองชุดดึงซี่ล้อ	60
4.5 ผลการทดสอบหาค่าความต้านแรงดึงขาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์	63
4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาด ของซี่ลวดรถจักรยานยนต์	65
ค.1 รายการอุปกรณ์ของชุดดึงซี่ล้อ	86
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณ	86
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรจำกัดการกดสวิทช์	87
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล	88
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล	89
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ	89
ฉ.1 อาการปัญหาขัดข้อง วิธีการตรวจสอบและแก้ไข	107
ฉ.2 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซี่ลวดรถจักรยานยนต์	108

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปร่างและมิติของซีลวด	5
2.2 รูปร่างและมิติของแป้นเกลียว	6
2.3 อุปกรณ์ทดสอบ	9
2.4 ลักษณะชิ้นทดสอบเหล็กกล้า	11
2.5 หลักการความดันของไหล	13
2.6 ความดันของของไหล	14
2.7 การส่งกำลัง	14
2.8 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมัน ไฮดรอลิกส์	15
2.9 ความเร็วของกระบอกสูบ	15
2.10 พื้นฐานระบบไฮดรอลิกส์	16
2.11 วงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	17
2.12 อุปกรณ์ในวงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	17
2.13 ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	18
2.14 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์และทิศทางของน้ำมัน	19
2.15 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์และทิศทางของน้ำมัน	20
2.16 ปัมแบบเฟือง	22
2.17 ปัมแบบเวน	22
2.18 จังหวะปัมแบบลูกสูบ	23
2.19 ปัมแบบลูกสูบชนิดลูกสูบอยู่ในแนวเดียวกับเพลาลำดับ	24
2.20 ปัมแบบลูกสูบชนิดลูกสูบทำเป็นมุมเอียงกับเพลาลำดับ	24
2.21 การวางชุดลูกสูบในมุมต่างๆ	24
2.22 กระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์ขนาดต่างๆ	25
2.23 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์และสัญลักษณ์	26
2.24 กราฟใช้หาแรงของกระบอกสูบ	28
2.25 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางชนิดต่างๆ	29
2.26 วาล์วที่เปลี่ยนตำแหน่ง โดยการทำงานของโซลินอยด์	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 ตัวอย่างวาล์วในระบบไฮดรอลิกส์	30
2.28 วาล์วนิรภัย	30
2.29 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน	31
2.30 วาล์วควบคุมอัตราการไหลที่มีเช็ควาล์ว	32
2.31 เช็ควาล์วชนิดต่อตรงและชนิดต่อเป็นมุมฉาก	33
2.32 โครงสร้างของถังน้ำมัน	34
2.33 ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์	34
2.34 การกรองน้ำมัน	35
2.35 กรองน้ำมันจังหวะไหลกลับ	36
2.36 เกจวัดความดัน	36
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดค่าความดันแรงดึงขาดของซีลวาล์วรถจักรยายนต์	37
3.2 ชุดดิ่งซีล	38
3.3 วาล์ว $\frac{1}{2}$ ทำงานด้วยโซลินอยด์ทั้งสองด้าน	40
3.4 รูปแบบการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์	41
3.5 วงจรแปลงสัญญาณ	43
3.6 วงจรจำกัดการกดสวิทช์	45
3.7 ส่วนประกอบของวงจรประมวลผล	46
3.8 วงจรประมวลผล	47
3.9 วงจรแสดงผล	48
3.10 วงจรจ่ายไฟ	49
3.11 โครงสร้างถังน้ำมัน (หน่วย:เซนติเมตร)	50
3.12 โครงสร้างการวางระบบทั้งหมด (หน่วย:เซนติเมตร)	51
3.13 โครงสร้างเป็นจับซีล	52
3.14 โครงสร้างแทนตัวจับซีล (หน่วย:เซนติเมตร)	52
3.15 โครงสร้างแทนตัวดิ่งซีล (หน่วย:เซนติเมตร)	52
3.16 โครงสร้างแทนตัวยึด (หน่วย:เซนติเมตร)	53
3.17 ลักษณะโครงสร้าง 3 มิติ ของแทนตัวยึด	53

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.18 กล่องแพคเกจควบคุม (หน่วย:เซนติเมตร)	54
3.19 กล่องแพคเกจควบคุม	55
3.20 การติดตั้งชุดจำกัดการกดสวิตช์ (หน่วย:เซนติเมตร)	55
4.1 การติดตั้งลิมิตสวิตช์กับ โครงที่วางระบบ	58
4.2 การต่อวาล์วควบคุมทิศทางกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	59
4.3 วงจรประมวลผลเชื่อมต่อกับวงจรแสดงผล	61
4.4 การวางซีล่อนบนแท่นตั้งซีล่อ	62
4.5 การวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีล่อ	62
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์	73
ก.2 ภาพด้านหลังของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์	73
ก.3 ภาพวงจรรวมของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์	74
ก.4 ภาพแผงหน้าจอบนจอควบคุมและจอแสดงผล	74
ก.5 ภาพด้านบนของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์	75
ก.6 ภาพภายในของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์	75
ข.1 วงจรแปลงสัญญาณ	77
ข.2 แผ่วงจรพิมพ์ของวงจรแปลงสัญญาณ	77
ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณ	77
ข.4 วงจรจำกัดการกดสวิตช์	78
ข.5 แผ่วงจรพิมพ์ของวงจรจำกัดการกดสวิตช์	79
ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรจำกัดการกดสวิตช์	79
ข.7 วงจรประมวลผล	80
ข.8 แผ่วงจรพิมพ์ของวงจรประมวลผล	81
ข.9 การวางอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล	81
ข.10 วงจรแสดงผล	82
ข.11 แผ่วงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผล	82
ข.12 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล	82
ข.13 วงจรจ่ายไฟ	83

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรจ่ายไฟ	83
ข.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ	84
ง.1 ฟังก์ชันโปรแกรมลบข้อมูลที่หน้าจอแสดงผล	91
ง.2 ฟังก์ชันโปรแกรมตรวจสอบการกดสวิตช์ลบข้อมูลและเปรียบเทียบข้อมูลทางอินพุต	92
ง.3 ฟังก์ชันโปรแกรมแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ	93
ง.4 ฟังก์ชันโปรแกรมแปลงข้อมูลเพื่อแสดงผล	94
ฉ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมตัวเครื่องทั้งหมด	105
ฉ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม	105
ฉ.3 การวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็น	106



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องจากซีล้อรถจักรยานยนต์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของรถจักรยานยนต์ ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานความปลอดภัยของรถจักรยานยนต์ต่อผู้ใช้ โดยเฉพาะค่าความต้านแรงดึงสูงสุด ผู้ผลิตซีล้อรถจักรยานยนต์จะต้องมีการทดสอบวัสดุ ทั้งแบบการทดสอบประจำ และการทดสอบรับรอง ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และต้องทำการทดสอบค่าความต้านแรงดึงขาดด้วย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2523 : 12-13) และในปัจจุบันรถจักรยานยนต์เป็นยานพาหนะที่มีผู้ใช้กันมากทั้งในเขตเมืองและชนบท ประกอบกับปัจจุบันมีผู้ผลิตซีล้อรถจักรยานยนต์หลายราย โดยมีผู้ผลิตภายในประเทศ 5 ราย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547) (Internet). ซีล้อรถจักรยานยนต์ที่ผลิตออกมาจึงต้องมีการทดสอบอย่างถูกต้องให้ได้มาตรฐานเดียวกัน ทั้งนี้ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีล้อรถจักรยานยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. ๓๒๔-๒๕๒๒ ไว้แล้ว เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้ใช้และเกี่ยวข้อง ทั้งในด้านชีวิตและทรัพย์สิน และเพื่อเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจของประเทศด้วย มาตรฐานดังกล่าวนี้ได้กำหนดข้อกำหนดด้านต่างๆ และกำหนดค่าแรงดึงอย่างต่ำที่สุดของซีลวดที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 4 ขนาด ไว้ ดังนี้ ซีลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 2.6 2.9 3.2 และ 3.5 มิลลิเมตร จะต้องมีค่าแรงดึง ไม่น้อยกว่า 3,000 3,300 3,500 และ 4,200 นิวตัน ตามลำดับ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2523 : 9) ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานที่มีการใช้และผลิตในอุตสาหกรรมนั่นเอง การทดสอบค่าความต้านแรงดึงขาดของซีล้อรถจักรยานยนต์ โรงงานอุตสาหกรรมต้องการเครื่องมือวัดทดสอบเฉพาะด้าน ที่ได้มาตรฐาน ให้ค่าที่ถูกต้อง เทียบตรง และสะดวกต่อการใช้งาน ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและจำเป็นดังกล่าวนี้ จึงต้องการพัฒนาเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ โดยจะใช้ระบบไฮดรอลิกส์ในดึงซีล้อ และนำค่าแรงดันการไหลของน้ำมันในระบบไปเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล และประมวลผลเพื่อแสดงผลเป็นตัวเลขในหน่วยนิวตัน โดยอ้างอิงกับค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และเปรียบเทียบกับผลการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชีลวดล่อรถจักรยานยนต์
2. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชีลวดล่อรถจักรยานยนต์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชีลวดล่อรถจักรยานยนต์ที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณภาพในการทำงานทดสอบ โดยค่าความต้านแรงดึงขาดที่ทดสอบได้มีค่าความผิดพลาดโดยเฉลี่ยรวมไม่เกิน ± 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน คือ ค่าความต้านแรงดึงสูงสุด (ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ. 2546)

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

ข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชีล่อรถจักรยานยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. ๓๒๔-๒๕๒๒ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2523)

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1. สามารถดึงชีล่อรถจักรยานยนต์ได้โดยระบบไฮดรอลิกส์แบบกึ่งอัตโนมัติ
2. สามารถแสดงผลค่าความต้านแรงดึงขาดได้เป็นหน่วยนิวตัน (N)
3. สามารถแสดงค่าแรงดันและแรงดึงของระบบได้
4. สามารถวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชีล่อรถจักรยานยนต์ เบอร์ 9 10 11 และ 12 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชีล่อรถจักรยานยนต์ได้
5. ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชีลวดล่อรถจักรยานยนต์ โดยการทดลองดึงชีล่อรถจักรยานยนต์จำนวนตัวอย่างเบอร์ละ 50 อัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชีล่อรถจักรยานยนต์

1.6 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย คือ คุณภาพการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชีลวดล่อรถจักรยานยนต์ที่พัฒนาขึ้น โดยพิจารณาจากค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมของค่าที่วัดได้ในการทดสอบการทำงาน เป็นค่าร้อยละ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความต้านแรงดึงสูงสุดมาตรฐาน

1.7 คำนิยามศัพท์

1. ซีล้อ หมายถึง ซีล้อรถจักรยานยนต์ ซึ่งประกอบด้วยซีลวด และเป็นเกลียวของซีลวด โดยเบอร์ซีล้อตามมาตรฐานการผลิต และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของซีลวดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีล้อรถจักรยานยนต์ เป็นดังนี้ เบอร์ 9 คือ ขนาด 3.5 มิลลิเมตร เบอร์ 10 คือ ขนาด 3.2 มิลลิเมตร เบอร์ 11 คือ ขนาด 2.9 มิลลิเมตร และเบอร์ 12 คือ ขนาด 2.6 มิลลิเมตร

2. ค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ หมายถึง ค่าแรงดึงสูงสุดที่จ่ายให้กับซีล้อจนกระทั่งซีล้อขาดออกจากกัน แสดงเป็นหน่วยนิวตัน (Newton (N)) ซึ่งได้มาจากค่าแรงดันการไหลของน้ำมันที่จ่ายให้ในระบบการดึงแบบไฮดรอลิกส์ โดยแรงดึงนี้อ้างอิงกับค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

3. การทดสอบประจำ หมายถึง การทดสอบประจำของโรงงานในระหว่างการทำให้โรงงาน

4. การทดสอบรับรอง หมายถึง การทดสอบลวดจากตัวอย่างวัสดุที่ชักได้ตามข้อกำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีล้อรถจักรยานยนต์

5. ความเค้น (ปรากฏ) (Re) หมายถึง ค่าความเค้นที่สมนัยกับแรงที่กระทำ ซึ่งเครื่องทดสอบแสดงการชะงักหรือลดลงครั้งแรก ค่าของแรงนี้ ปกติจะอ่านได้จากเครื่องบันทึกค่าสูงสุดหรือจากเข็มลอย

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลอร์ดจักรยานยนต์นี้ มีเป้าหมายเพื่อต้องการนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบคุณภาพของซีลอร์ดจักรยานยนต์ที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยการทดสอบวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลอร์ดจักรยานยนต์ให้เป็นไปตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด เครื่องวัดนี้ใช้ระบบการดึงแบบไฮดรอลิกส์ และนำค่าแรงดันการไหลของน้ำมันในระบบไปเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อประมวลผลและแสดงผลเป็นค่าแรงดึงขาดเป็นตัวเลขบนตัวแสดงผลแบบแอลอีดี 7 ส่วน ในหน่วยนิวตัน

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีลอร์ดจักรยานยนต์ การทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง หลักการเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์ ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น และอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์

2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีลอร์ดจักรยานยนต์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2523 : (3)-(4), 1-14) ได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีลอร์ดจักรยานยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. ๓๒๔-๒๕๒๒ ไว้ อันเนื่องจากซีลอร์ดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของรถจักรยานยนต์ จึงกำหนดมาตรฐานเพื่อความปลอดภัย ป้องกันความเสียหายอันเกิดแก่ผู้ใช้ และเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจของประเทศ ส่วนมาตรฐานที่เกี่ยวข้องและได้ประกาศไว้ คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวงล้อรถจักรยานยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. ๓๐๖-๒๕๔๑

2.2.1 ขอบข่าย

1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดรูปร่าง มิติ เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ การสร้าง คุณลักษณะที่ต้องการ การทำเครื่องหมาย การชักตัวอย่าง เกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบซีลอร์ดจักรยานยนต์

2) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะซีลอร์ดจักรยานยนต์ที่ประกอบด้วยซีลวดและเป็นเกลียวที่ใช้กับวงล้อรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 1) **ซี่ล้อ** หมายถึง ซี่ล้อรถจักรยานยนต์ ซึ่งประกอบด้วย
 - 1.1) ซี่ลวด (spoke)
 - 1.2) เป็นเกลียว (nipple) ของซี่ลวด
- 2) **เส้นผ่านศูนย์กลางระบุงของวงล้อรถจักรยานยนต์** หมายถึง ขนาดระบุงของเส้นผ่านศูนย์กลางวงล้อ กำหนดให้ใช้คู่กับความกว้างระบุงของวงล้อ ในการทำเครื่องหมายขนาดของวงล้อ
- 3) **การทดสอบประจำ (routine test)** หมายถึง การทดสอบประจำของโรงงานในระหว่างการทำที่โรงงาน

2.2.3 รูปร่าง มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

- 1) **รูปร่าง มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของซี่ลวด** สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางระบุงของวงล้อรถจักรยานยนต์ ซึ่งกำหนดตาม มอก. ๓๐๖-๒๕๕๑ ให้เป็นไปตามรูปที่ 2.1 และตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.1 รูปร่างและมิติของซี่ลวด

ตารางที่ 2.1 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของซี่ลวด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุงวงล้อรถจักรยานยนต์	มิติ					
	D ₁	D ₂	L	R ₁	R ₂	a องศา
17	2.60 ± 0.01	5.2 ⁰ -0.30	12.00 ⁰ -0.30	2.10 ⁰ -0.30	4.50 ± 0.50	105 ± 2
17, 18	2.90 ± 0.01	5.8 ⁰ -0.30	12.00 ⁰ -0.30	2.20 ⁰ -0.30	5.50 ± 0.50	105 ± 2
16, 17, 18, 19, 21	3.20 ± 0.01	6.5 ⁰ -0.30	13.50 ⁰ -0.30	2.10 ⁰ -0.30	5.90 ± 0.05	105 ± 2
18	3.50 ± 0.01	7.5 ⁰ -0.30	14.00 ⁰ -0.30	3.00 ⁰ -0.30	6.50 ± 0.50	105 ± 2

2) รูปร่าง มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแป้นเกลียว ให้เป็นไปตามรูปที่ 2.2 และ ตารางที่ 2.2

2.2.4 วัสดุและการทำ

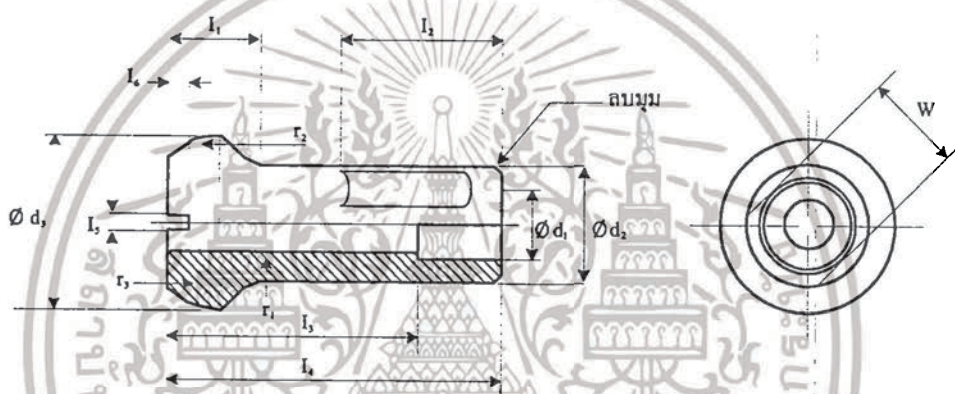
1) วัสดุ

1.1 ความต้านแรงดึง (tensile strength) สูงสุดของลวด

1.1.1) ลวดที่นำมาทำซี่ลวดต้องมีความต้านแรงดึงไม่ต่ำกว่า 1,100 เมกะปาสกาล

1.1.2) ลวดที่นำมาทำเป็นแป้นเกลียวต้องมีค่าความต้านแรงดึงไม่ต่ำกว่า 385 เมกะปาส

กาล



รูปที่ 2.2 รูปร่างและมิติของแป้นเกลียว

ตารางที่ 2.2 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแป้นเกลียว (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของซี่ลวด D_1	แป้นเกลียว												
	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	d_1	d_2	d_3	w	r_1	r_2	r_3
2.6	3.00 ±0.30	6.70 ±1.00 0	10.00 ±0.50	14.00 ±0.50 0	1.10 ±0.10	1.20 0 -0.30	3.10 +0.10 0	5.00 +0.20 0	8.00 0 -0.30	4.30 +0.20 0	0.75 ±0.25	3.00 ±0.10	4.80 ±0.10
2.9	3.00 ±0.30	6.70 ±1.00 0	10.00 ±0.50	14.00 ±0.50 0	1.25 ±0.10	1.20 0 -0.30	3.50 +0.10 0	5.00 +0.20 0	8.00 0 -0.30	4.30 +0.20 0	0.75 ±0.25	3.00 ±0.10	4.80 ±0.10
							4.70 +0.10 0	5.80 +0.20 0	9.00 0 -0.30	4.90 +0.20 0		3.70 ±0.10	5.30 ±0.60
3.2	3.25 ±0.30	7.75 ±1.00 0	11.00 ±0.30	15.00 ±0.50 0	1.50 ±0.10	1.30 0 -0.30	3.70 +0.10 0	5.80 +0.20 0	9.25 0 -0.30	4.90 +0.20 0	0.75 ±0.25	3.60 ±0.10	5.80 ±0.60
2.6	3.25 ±0.30	7.75 ±1.00 0	11.00 ±0.30	15.00 ±0.50 0	1.50 ±0.10	1.30 0 -0.30	3.70 +0.10 0	5.80 +0.20 0	9.25 0 -0.30	4.90 +0.20 0	0.75 ±0.25	3.60 ±0.10	5.80 ±0.60

1.2) ความต้านแรงดัดโค้งแบบดัดกลับ (reversed bending strength) ลวดที่นำมาทำเป็นซี่ลวดและเป็นเกลียว ต้องทนการดัดกลับได้ไม่น้อยกว่า 8 ครั้ง โดยไม่แตกร้าว

2) เกลียว รูปร่างและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเกลียวบนซี่ลื้อ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกลียวสำหรับรถจักรยานยนต์ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม JIS B 0225) โดยให้ใช้ขนาดพิตช์ตามตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ขนาดของพิตช์ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของซี่ลวด D_1	พิตช์
2.6	0.454
2.9	0.577
3.2	0.635
3.5	0.635

3) การชุบผิว

3.1) ซี่ลวดต้องชุบด้วยสังกะสีและต้องมีผิวเรียบปราศจากรอยตำหนิที่เห็นได้ชัด ความหนาของสังกะสีที่ชุบต้องไม่น้อยกว่า 12 ไมโครเมตร การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการชุบผิวด้วยโลหะ

3.2) เป็นเกลียวต้องชุบด้วยสังกะสีหรือนิกเกิล ต้องปราศจากรอยตำหนิที่สามารถเห็นได้ชัด ถ้าชุบสังกะสีจะทำกานต์ (passivation) ให้มีสีหรือไม่มีก็ได้

3.2.1) ความหนาของสังกะสีที่ชุบต้องไม่น้อยกว่า 12 ไมโครเมตร

3.2.2) ความหนาของนิกเกิลที่ชุบต้องไม่น้อยกว่า 10 ไมโครเมตร

3.3) ความหนาของผิวชุบไม่ครอบคลุมถึงผิวของส่วนที่เป็นมุมหรือเกลียวและส่วนอื่นที่มองไม่เห็นเมื่อประกอบเข้าด้วยกัน

4) ระยะเชิงศูนย์ระหว่างเป็นเกลียวกับรูเกลียว ต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร

2.2.5 คุณสมบัติที่ต้องการ

1) ความต้านแรงดึงขาด (breaking strength) ต้องสามารถทนแรงดึงไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดตามตารางที่ 2.4

2) ความคงทนของผิวโลหะ เมื่อทดสอบตามข้อกำหนดแล้ว ซี่ลวดต้องมีความคงทนโดยไม่มีรอยแตกร้าวหรือลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แรงดึงของซี่ลวด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของซี่ลวด (มิลลิเมตร)	แรงดึงไม่น้อยกว่า (นิวตัน)
2.6	3,000
2.9	3,300
3.2	3,500
3.5	4,200

2.2.6 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

หากมิได้มีการตกลงไว้เป็นอย่างอื่น การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสินให้เป็นไปตามที่กำหนดดังนี้

1) การชักตัวอย่างวัสดุ ให้ตัดลวดจากปลายทั้งสองของขดลวด 3 ขด จากแต่ละรุ่นที่ทางโรงงานส่งมาและผ่านการตรวจสอบประจำแล้ว

2) แผนการชักตัวอย่างซี่ลวด

2.1) รุ่น หมายถึง ซี่ลวดจำนวนที่มีขนาดเดียวกัน ทำมาจากวัสดุเดียวกัน โดยกรรมวิธีเดียวกัน และต่อเนื่องกัน

2.2) การชักตัวอย่างซี่ลวด จากรุ่นเดียวกัน โดยทำการสุ่มตัวอย่างซี่ลวด เพื่อใช้ตรวจสอบและทดสอบในแต่ละรายการ ตามแผนการชักตัวอย่างในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แผนการชักตัวอย่าง

ขนาดรุ่น (อัน)	การทดสอบมิติของซี่ลวด รูปร่างและเกณฑ์ความ คลาดเคลื่อนของเกลียว		การทดสอบการชุบผิวของ ซี่ลวด และความคงทนของ ผิวโลหะชุบของซี่ลวด		การทดสอบความต้าน แรงดึงขาดของซี่ลวด	
	ขนาด ตัวอย่าง (อัน)	เลขจำนวน ที่ยอมรับ (อัน)	ขนาด ตัวอย่าง (อัน)	เลขจำนวน ที่ยอมรับ (อัน)	ขนาด ตัวอย่าง (อัน)	เลขจำนวน ที่ยอมรับ (อัน)
ไม่เกิน 3,200	50	5	20	2	20	1
3,201 ถึง 10,000	80	7				
10,001 ถึง 35,000	125	10				
35,001 ถึง 150,000	200	14	32	3	32	2
เกิน 150,000	315	21				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เกณฑ์การตัดสินใจ ถ้าจำนวนตัวอย่างที่นำมาทดสอบ มีคุณภาพที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งในแต่ละหัวข้อก็มีจำนวนไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับได้ สำหรับรายการของการทดสอบ ให้ถือว่าข้อล่อนั้นเป็นไปตามมาตรฐาน

2.2.7 การทดสอบ

- 1) การทดสอบทั่วไป ตรวจสอบรอยร้าว รอยแตก หรือรอยตำหนิอื่นๆ ที่มองเห็นด้วยสายตา
- 2) การวัดมิติ การใช้เครื่องวัดที่ได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย
- 3) การทดสอบวัสดุ

3.1) การทดสอบประจำ เป็นการทดสอบลวดทุกชุดก่อนที่จะนำมาทำเป็นซี่ลวดและเป็นเกลียวตามรายการต่อไปนี้

3.1.1) ความต้านแรงดึงสูงสุด

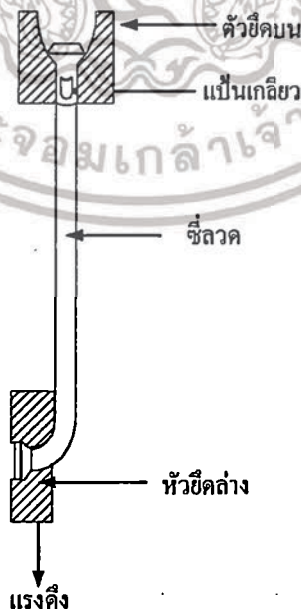
3.1.2) ความต้านแรงดัด โค้งแบบดัดกลับ

3.2) การทดสอบรับรอง การทดสอบลวดจากตัวอย่างที่ชักมา ตามการทดสอบการชักตัวอย่างวัสดุตามรายการต่อไปนี้

3.2.1) ความต้านแรงดึงสูงสุด

3.2.2) ความต้านแรงดัด โค้งแบบดัดกลับ

4) ความต้านแรงดึงขาด ให้ใช้อุปกรณ์ดังรูปที่ 2.3 โดยค่อยๆ เพิ่มแรงดึงให้กับซี่ลวดจนถึงค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.4 แรงดึงขาดของซี่ลวด



รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ความคงทนของผิวโลหะชุบ การนำซีลวดตัวอย่างมาตัดส่วนที่ไม่เป็นเส้นตรงออก นำมาพันรอบแกนทรงกระบอกเหล็กตันที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับศูนย์กลางของซีลวด จำนวน 8 รอบ แล้วตรวจสอบผิวโลหะที่ชุบด้วยตาเปล่า

2.3 การทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง

การทดสอบลวดเหล็กและเหล็กกล้าโดยการดึงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. ๒๔๔ เล่ม ๗-๑๔๓๔ ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2525) ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 ขอบข่าย

การทดสอบผลิตภัณฑ์ลวดเหล็กโดยการดึง โดยปกติลวดเหล็กกล้าจะต้องผ่านงานแปรรูป เย็นมาแล้วและมีภาคตัดสม่ำเสมอซึ่งอาจจะเป็นรูปกลม จัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือรูปพรรณอื่น มิติของภาคตัดขวางเล็กมากเมื่อเทียบกับความยาวของเหล็กที่ผลิตออกมา สำหรับลวดเหล็ก สี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือรูปพรรณอื่น อัตราส่วนของความกว้างต่อความหนาโดยทั่วไปแล้วต้องน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางหรือมิติแสดงคุณลักษณะอื่นๆ ของภาคตัดขวางต้องไม่เกิน 10 มิลลิเมตร

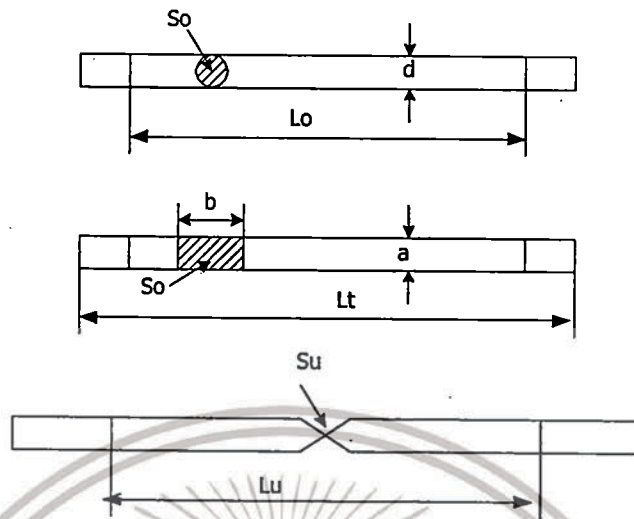
2.3.2 บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตามข้อกำหนดให้เป็นไปตามนี้คือ ความเค้น (ปรากฏ) (Re) หมายถึง ค่าความเค้นที่สมนัยกับแรงที่กระทำซึ่งเครื่องทดสอบแสดง การชะงัก หรือลดลงครั้งแรก ค่าของแรงนี้ปกติจะอ่านได้จากเครื่องบันทึกค่าสูงสุดหรือจากเข็มลอย

2.3.3 สัญลักษณ์และความหมาย

สัญลักษณ์และความหมายในมาตรฐานให้เป็นไปตาม มอก.๒๔๔ ยกเว้นสัญลักษณ์รูปดังต่อไปนี้

- a คือ ความหนาของลวดเหล็กกล้าแบน
- b คือ ความกว้างของลวดเหล็กกล้าแบน
- d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดเหล็กกล้ากลมหรือมิติ



รูปที่ 2.4 ลักษณะข้อบกพร่องบนเหล็กกล้า

2.3.4 การทดสอบ

- 1) ภาวะทดสอบ นอกจากจะมีข้อกำหนดดังที่กล่าว จึงควรทำการทดสอบที่อุณหภูมิของห้อง
- 2) เครื่องทดสอบและเครื่องมืออื่นๆ ต้องเป็นเครื่องมือที่ได้รับการปรับให้ถูกต้องตามมาตรฐานเครื่องนั้นๆ

3) วิธีทดสอบ

3.1) การทดสอบการกระทำโดยใช้แรงดึงขึ้นทดสอบ เป็นการกระทำให้เกิดความเครียดในชิ้นทดสอบโดยทั่วไปแล้วจะทำจนขึ้นทดสอบขาด เพื่อเป็นการหาคุณสมบัติทางกลอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

3.2) วิธียืดขึ้นทดสอบ จะต้องยืดขึ้นทดสอบด้วยวิธีเหมาะสม เช่น ใช้ลิ้มพินดีน ถ้าเป็นลวดเหล็กขนาดเล็ก อาจใช้คาร์โบรันดัม (Carborundum) เคลือบด้วยโลหะอ่อนรองหัวจับด้านที่ปลายสัมผัสของลวด หากลวดเหล็กเล็กมากใช้วิธีดังกล่าวไม่ได้ให้ใช้วิธีม้วนปลายหรือวิธีการที่คล้ายคลึงเข้าช่วย เมื่อจะหาความเค้นครากหรือความเค้นพิสูจน์ การยืดขึ้นทดสอบจะต้องพยายามอย่างดีที่สุดที่จะให้แรงที่กระทำอยู่ในแนวแกน

3.3) การหาคุณสมบัติต่างๆ ที่ต้องการหาจะปรากฏอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดว่าด้วยวัสดุของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นๆ การหาคุณสมบัติเหล่านี้จะต้องเป็นไปตามวิธีที่กล่าวไว้ในเรื่องการหาความเค้นคราก

หมายเหตุ การระบุความเค้นต้องพิสูจน์ต่างๆ ควรให้ถูกต้องตาม มอก. ๒๔๔

3.4) การหาความเค้นคราก สำหรับลวดเหล็กที่มีปรากฏการณ์คราก การหาความเค้นคราก (Re) ให้เป็นไปตามอัตราของแรงที่กระทำในช่วงของการยืดหยุ่นต้องไม่เกิน 30 เมกาปาสกาลต่อวินาที

3.5) การหาความเค้นพิสูจน์โดยทั่วไป การหาความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดที่ไม่ได้สัดส่วน (Rp) หรือการหาความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดรวม (Rt) อัตราการเพิ่มความเค้นต้องไม่เกิน 30 เมกาปาสกาลต่อวินาที และอยู่ในช่วง 3 ถึง 30 เมกาปาสกาลต่อวินาที อัตราการเพิ่มความเครียดของชิ้นทดสอบ ขณะหาความเค้นพิสูจน์ทั้งสองนี้ต้องใช้เครื่องวัดการยืด ความเครียดหรือความยืดรวมเป็นร้อยละ ที่ใช้หาความเค้นพิสูจน์ต้องระบุไว้ในเกณฑ์กำหนดว่าด้วยวัสดุของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นๆ หรือแล้วแต่จะตกลงกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.6) ความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดที่ไม่ได้สัดส่วน ความเค้นพิสูจน์นี้หาได้จากแผนภาพของแรงกับการยืด โดยการลากเส้นขนานกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของเส้นแสดงความสัมพันธ์ให้มีระยะห่างเท่ากับค่าความยืดที่ไม่ได้สัดส่วนที่ต้องการ เช่น ที่ระยะห่างเท่ากับค่าความยืดที่ไม่ได้สัดส่วนที่ต้องการ เช่น ที่ร้อยละ 0.2 จุดที่เส้นที่ขนานนี้ตัดเส้นแสดงความสัมพันธ์เป็นค่าของแรงที่จะนำไปคำนวณหาความเค้นพิสูจน์ที่ต้องการ

3.7) การหาความเค้นเปลี่ยนรูปถาวร เมื่อกำหนดค่าความเค้นที่เปลี่ยนรูปถาวรแล้วให้เริ่มดึงชิ้นทดสอบ เริ่มแรกดึงขึ้นเล็กน้อยตามที่ระบุไว้ในเกณฑ์กำหนดว่าด้วยวัสดุ ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นๆ แล้วจึงเพิ่มแรงคืบขึ้นไปจนได้ค่าความเค้นเปลี่ยนรูปถาวรที่กำหนดและให้คงไว้ที่ค่านั้นนาน 10 ถึง 15 วินาที หลังจากนั้นให้ลดลงมาจนกระทั่งต่ำกว่าความเค้นเริ่มแรกแล้วจึงเพิ่มกลับขึ้นไปจนถึงค่าความเค้นเริ่มแรก ในกรณีที่ใช้เครื่องวัดการยืด ต้องทำการตรวจสอบว่ายืดถาวรที่เกิดขึ้นไม่เกินกว่าพิสัยที่เครื่องวัดการยืดกำหนดไว้

3.8) การหาค่าความเค้นดึงสูงสุด ถ้าต้องการความเค้นพิสูจน์ ในระหว่างการทดสอบความเค้นดึงสูงสุด อัตราของการเพิ่มความเค้นจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานจนกระทั่งได้ค่าความเค้นพิสูจน์ที่ต้องการแล้วจึงเพิ่มอัตราการเพิ่มความเค้นให้สูงขึ้นแต่ต้องไม่เกิน 100 เมกาปาสกาลต่อวินาที เมื่อต้องการหาค่าความเค้นดึงสูงสุดเพียงอย่างเดียว อัตราการเพิ่มความเค้นระหว่างการทดสอบต้องไม่เกิน 100 เมกาปาสกาลต่อวินาที เช่นกัน และในกรณีที่การทดสอบขาดที่หัวจับ ยอมให้ทดสอบใหม่

3.9) การหาค่าความยืด ความยืดที่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้นั้นต้องไม่เกิน ± 0.5 มิลลิเมตร และการรายงานผลการทดสอบหาความยืด ต้องระบุความยาวพิสัยของชิ้นทดสอบ ค่าความยืดหลังจากที่ขาดจะได้ค่าเต็มที ก็ต่อเมื่อชิ้นทดสอบขาดระหว่างจุดพิสัยทั้งสอง และตำแหน่งที่ขาดจะต้องมีระยะห่างเพียงพอจากจุดพิสัยที่อยู่ใกล้ ในการวัดความยาวระหว่างจุดพิสัยหลังจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาด ต้องระมัดระวังให้ชิ้นส่วนที่ขาดของชิ้นทดสอบต่อกันได้สนิท โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการวัด ชิ้นทดสอบที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็กและชิ้นทดสอบที่มีค่าความยืดต่ำ ในการวัดความยาวพิคัดที่ เพิ่มขึ้นให้วางชิ้นทดสอบไว้บนบรรทัดเรียบ และอาจจะยึดเส้นลวดให้อยู่กับที่โดยใช้น้ำมัน สำหรับ ลวดที่มีค่าความยืดต่ำ การวัดควรใช้เวอร์เนีย

3.10) เกณฑ์การตัดสิน

3.10.1) ในกรณีที่ผลการทดสอบได้ค่าความยืดจะต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ ให้ถือว่าวัสดุนั้นเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด โดยไม่ต้องคำนึงตำแหน่งที่ชิ้นทดสอบขาด

3.10.2) ในกรณีที่ผลการทดสอบได้ค่าความยืดที่น้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ และตำแหน่งที่ขาดอยู่ห่างจากจุดพิคัดที่อยู่ใกล้มากกว่า $2d$ ให้ถือว่าวัสดุนั้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

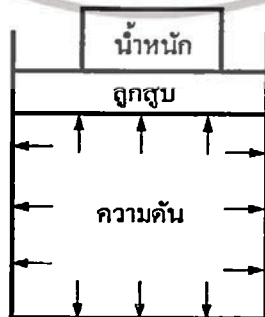
3.10.3) ในกรณีที่ผลการทดสอบได้ค่าความยืดน้อยกว่าค่าที่ระบุ และตำแหน่งที่ขาดอยู่ห่างจากจุดพิคัดที่อยู่ใกล้น้อยกว่า $2d$ ให้ยกเลิกผลการทดสอบนี้แล้วทำการทดสอบใหม่

2.4 หลักการเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์ (2542) ระบบไฮดรอลิกส์ คือ ระบบที่ทำการส่งและควบคุมแรง และการเคลื่อนที่โดยของไหล โดยของไหลในที่นี้คือ น้ำมันไฮดรอลิกส์

คำว่า “ไฮดรอลิกส์” (Hydraulic) มาจากคำว่า “Hydor” ซึ่งเป็นภาษากรีก แปลว่าน้ำ (Water) ระบบไฮดรอลิกส์ เป็นระบบที่ใช้หลักการของนักวิทยาศาสตร์ท่านหนึ่งที่มีชื่อว่า ปาสกาล (Pascal) ซึ่งได้อธิบายหลักการไว้ว่าความดันของไหลจะมีคุณสมบัติดังนี้คือ

- 1) ความดันของของไหลจะกระทำดังฉากกับพื้นที่ที่กระทำ
- 2) ความดันที่เกิดขึ้นในภาชนะนั้นมีค่าเท่ากันทุกจุด

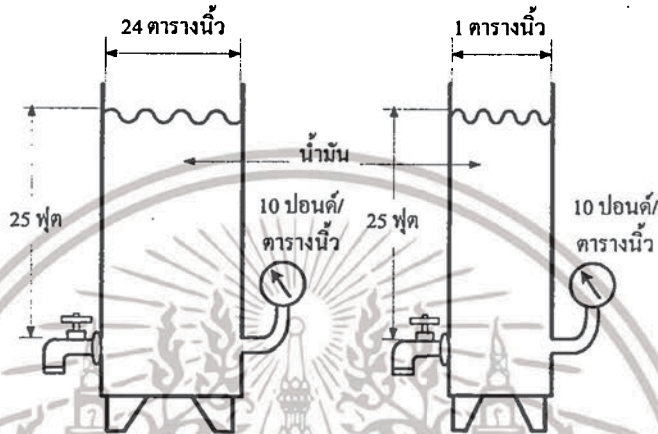


รูปที่ 2.5 หลักการความดันของไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ความดันของของไหล

น้ำหนักของน้ำมันที่ความสูง 25 ฟุต จะทำให้เกิดความดันขึ้นเท่ากับ 10 ปอนด์/ตารางนิ้ว โดยไม่คำนึงถึงขนาดของภาชนะว่าเท่ากันหรือไม่ (ความสูง 1 ฟุต ทำให้เกิดความดัน 0.4 PSI) แสดงดังรูปที่ 2.6



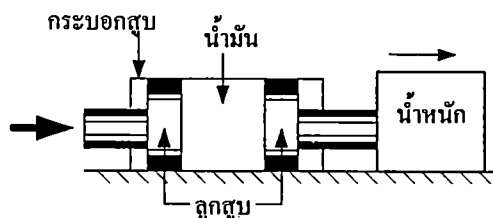
รูปที่ 2.6 ความดันของของไหล

2.4.2 การส่งกำลัง

ตามกฎของบอยล์ (Boyle's Law) กล่าวว่าการส่งแรงและกำลังสามารถที่จะส่งผ่านทางแก๊สหรือของไหลเหมือนกับการส่งผ่านทางท่อเหล็ก



การส่งน้ำมันด้วยระบบกลไก

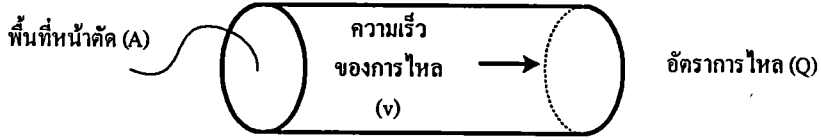


การส่งน้ำมันด้วยระบบของไหล

รูปที่ 2.7 การส่งกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์



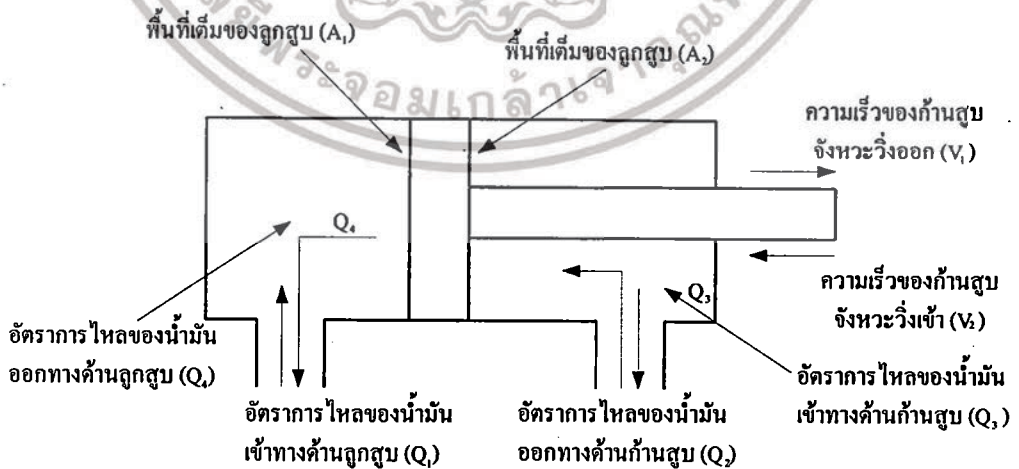
รูปที่ 2.8 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์

เมื่อน้ำมันไฮดรอลิกส์ไหลในท่อที่มีพื้นที่หน้าตัด (A) จะได้ความเร็ว (v) และอัตราการไหล (Q) สัมพันธ์กันดังสมการที่ 2.1

$$v = \frac{Q}{A} \tag{2.1}$$

โดยที่ Q หมายถึง อัตราการไหล (ลูกบาศก์เซนติเมตร/วินาที) (cm^3/sec)
 v หมายถึง ความเร็ว (เมตร/วินาที) (m/sec)
 A หมายถึง พื้นที่หน้าตัด (ตารางเซนติเมตร) (cm^2)

2.4.4 ความเร็วของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์



รูปที่ 2.9 ความเร็วของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ความเร็วของก้านสูบจังหวะวิ่งออก (v}_1\text{)} = \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำมันเข้าทางด้านลูกสูบ (Q}_1\text{)}}{\text{พื้นที่เต็มของลูกสูบ (A}_1\text{)}} \quad (2.2)$$

$$\text{ความเร็วของก้านสูบจังหวะวิ่งเข้า (v}_2\text{)} = \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำมันเข้าทางด้านลูกสูบ (Q}_2\text{)}}{\text{พื้นที่เต็มของลูกสูบ (A}_2\text{)}} \quad (2.3)$$

2.5 ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น



รูปที่ 2.10 พื้นฐานระบบไฮดรอลิกส์

มีกระบอกสูบ 2 ตัว ขนาดต่างกัน คือ กระบอกสูบตัวเล็ก (ปั๊ม) ใช้แรง F_1 กระทำบนลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด a ทำให้เกิดความดัน P ไปยังลูกสูบตัวใหญ่ที่มีพื้นที่หน้าตัด A จะทำให้เกิดแรงยกเท่ากับ F_2 ซึ่งสูตรการหาค่า F P และ A สามารถหาได้ดังสมการที่ 2.4

$$F = PA \quad (2.4)$$

โดยที่ F หมายถึง แรง มีหน่วยเป็น กิโลกรัมแรง (kgf) ปอนด์แรง (lbf) หรือนิวตัน (N)

P หมายถึง ความดัน มีหน่วยเป็น กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm²)

ปอนด์แรง/ตารางนิ้ว (lbf/in²) หรือนิวตัน/ตารางเมตร (N/m²)

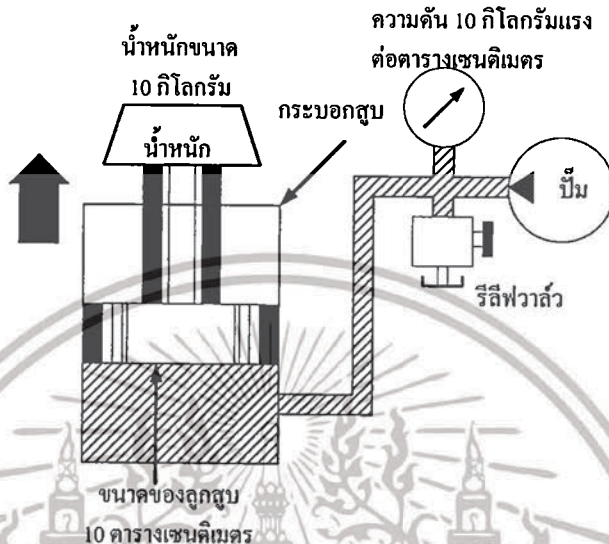
A หมายถึง พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น ตารางเซนติเมตร (cm²) ตารางนิ้ว (in²) หรือตารางเมตร (m²)

ถ้าใช้แรงขนาด 10 kgf กดไปที่ลูกสูบ a ที่มีพื้นที่ 1 cm² จะทำให้ลูกสูบ A ซึ่งมีพื้นที่ 10 cm²

ยกน้ำหนักได้ 100 kgf \approx 1000 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์หรือการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

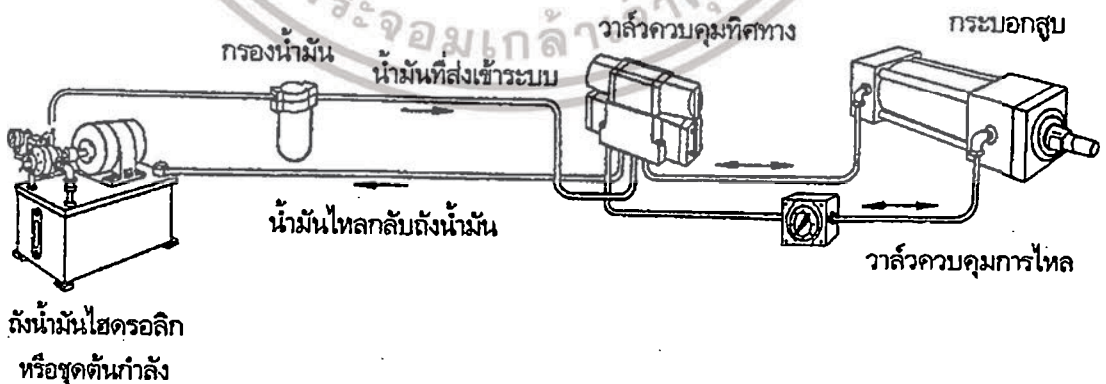
ค่าความดัน $1 \text{ lbf/in}^2 = 0.07 \text{ kgf/cm}^2$
 $1 \text{ kgf/cm}^2 = 14.22 \text{ lbf/in}^2$



รูปที่ 2.11 วงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

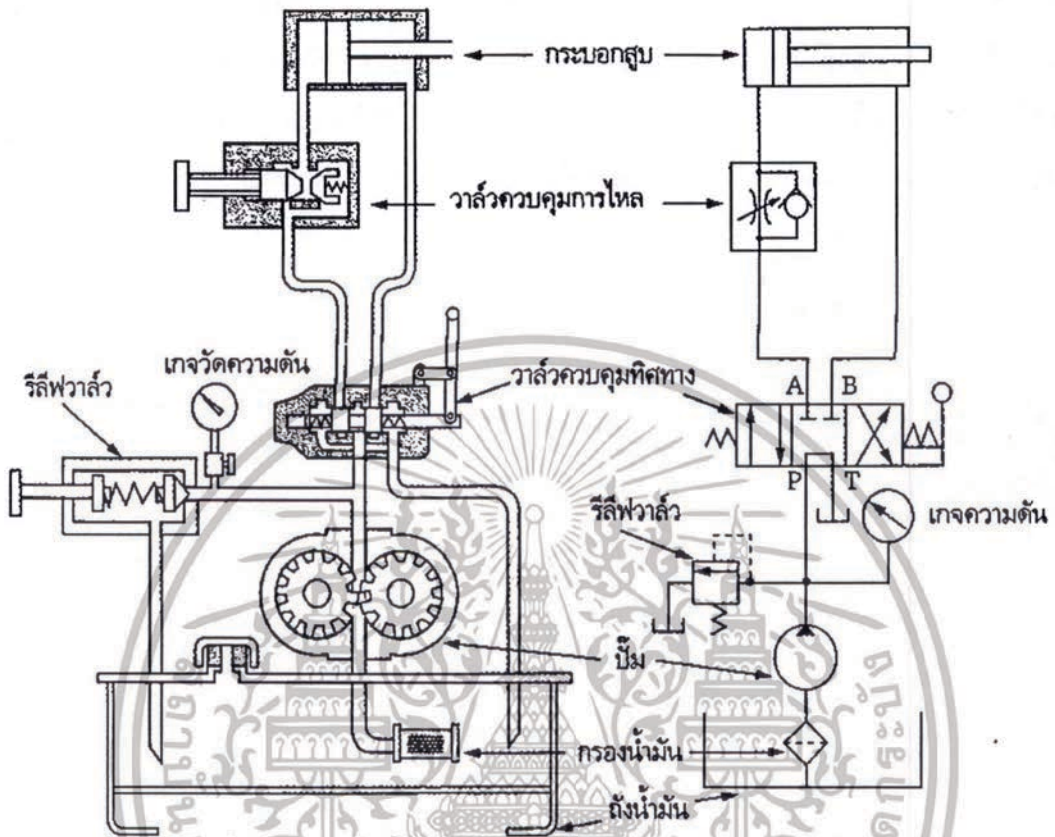
จากรูปที่ 2.10 ที่กล่าวมาแล้ว เปลี่ยนให้เป็นวงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้นด้วยการใช้ปั๊มไฮดรอลิกส์แทนปั๊มมือโยก นอกจากนั้นยังมีเกจวัดความดันและวาล์วนิรภัยทำหน้าที่ควบคุมความดัน

2.5.1 โครงสร้างของวงจรไฮดรอลิกส์



รูปที่ 2.12 อุปกรณ์ในวงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

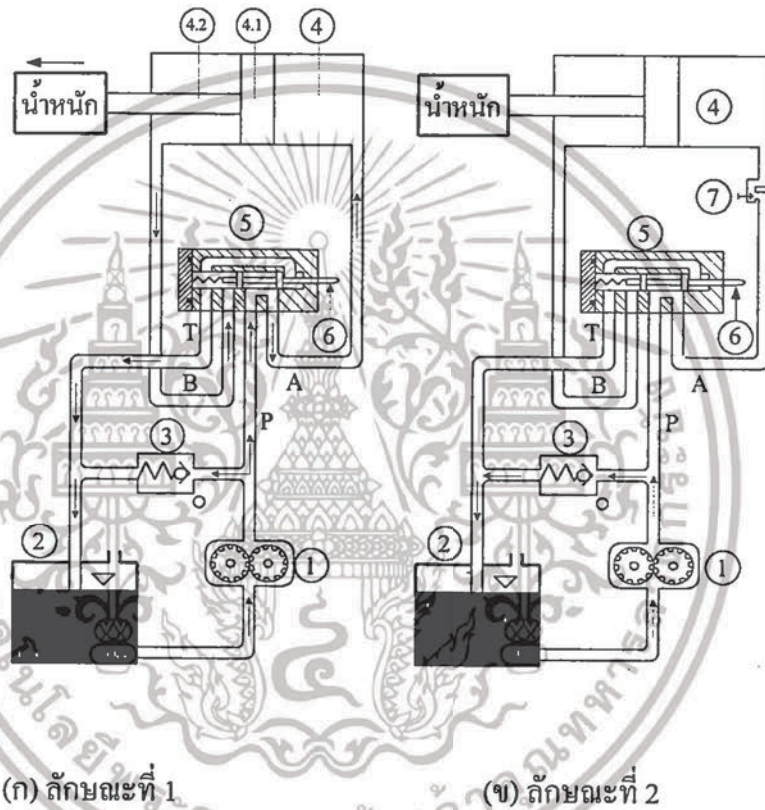
2.5.2 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

จากรูปที่ 2.13 เริ่มการทำงานจากถังน้ำมัน ไฮดรอลิกส์จะมีที่ดูดน้ำมันของปั๊มไฮดรอลิกส์ จุ่มอยู่ในถังน้ำมัน ที่ปลายของท่อดูดจะมีที่กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ ซึ่งจะทำหน้าที่กรองน้ำมันให้สะอาดก่อนที่จะส่งเข้าไปยังปั๊มไฮดรอลิกส์ เมื่อปั๊มไฮดรอลิกส์หมุน (ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้า) ก็จะถูกดูดน้ำมันแล้วส่งน้ำมันที่ดูดได้มาที่วาล์วควบคุมทิศทางหรือส่งเข้าไปในระบบ และอีกทิศทางหนึ่งส่งไปยังวาล์วควบคุมความดัน โดยผ่านเกจวัดความดันน้ำมัน

เมื่อน้ำมันถูกส่งมาที่วาล์วควบคุมทิศทางก็จะไหลจากช่อง P กลับไปยังถังน้ำมันทางช่อง T จึงทำให้ปั๊มส่งน้ำมันโดยไม่มีไหลคมากระทำกับน้ำมันไฮดรอลิกส์ แต่เมื่อโยกวาล์วควบคุมทิศทางทำให้น้ำมันจากช่อง P ต่ออยู่กับช่อง A และ B ต่ออยู่กับ T จะทำให้กระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์วิ่งออก เมื่อกระบอกลูกสูบวิ่งออก จะทำให้แรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ด้านก้านสูบไหลออกทางด้านช่อง B ผ่านช่อง T และกลับถังน้ำมันเหมือนอย่างเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข หรือต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของวาล์วควบคุมแรงดัน จะทำหน้าที่เปิดให้ความดันน้ำมันที่ส่งมาจากปั๊มไหลออก กลับไปยังถังน้ำมันตามเดิม ถ้าความดันของน้ำมันนั้นสามารถชนะแรงสปริงของวาล์วนี้ได้ ดังนั้น ถ้าขันมือปรับของวาล์วควบคุมความดันนี้ให้สปริงมีความแข็งมากขึ้น ความดันของน้ำมันก็จะมากตามไปด้วย ต่อไปนี้จะอธิบายการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้นที่แสดงทิศทางของน้ำมันไฮดรอลิกส์ว่าผ่านอุปกรณ์อะไรบ้างตามรูปที่ 2.14 (ก)

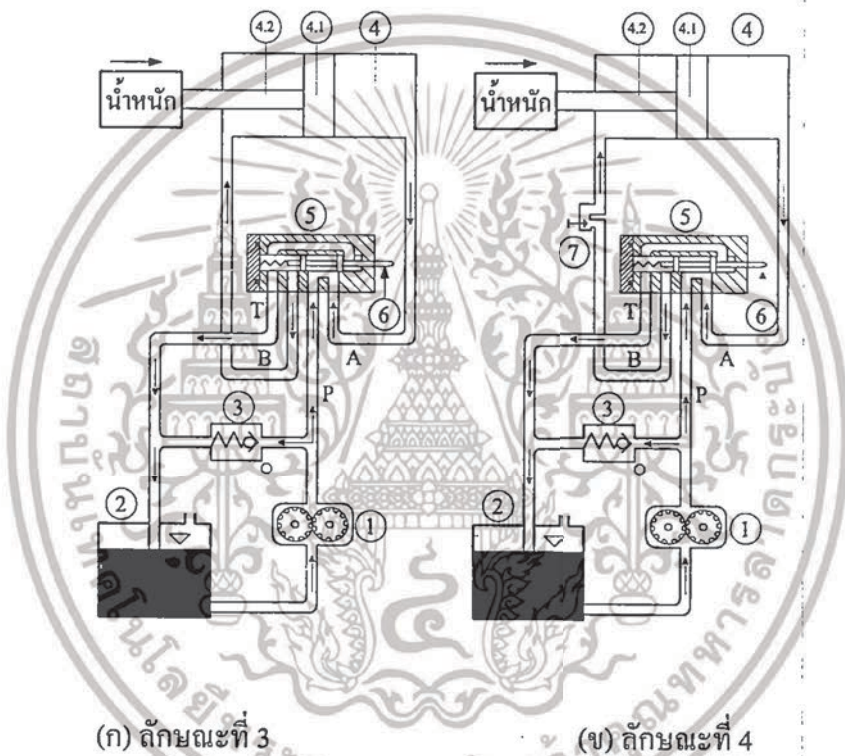


รูปที่ 2.14 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์และทิศทางของน้ำมัน

จากรูปที่ 2.14 (ก) เมื่อปั๊ม ① ทำงาน ทำให้น้ำมันถูกปั๊มดูดเข้ามาที่ในปั๊ม และส่งออกไปเข้าวาล์วนิรภัย ③ เข้าวาล์วควบคุมทิศทาง ⑤ แต่เนื่องจากวาล์วนิรภัย ③ นี้มีสปริงดันให้วาล์วปิดอยู่ ทำให้น้ำมันไปเข้าวาล์วที่ ⑤ อย่างเดียว จะเห็นว่าวาล์ว ⑤ เปิดให้น้ำมันออกมาในช่อง A แล้วเข้าไปในกระบอกสูบ ④ ให้ก้านสูบ 4.2 วิ่งออกดันให้น้ำมันเคลื่อนที่ ถ้าพิจารณาน้ำมันที่อยู่ในกระบอกสูบ ④ ทางด้านก้านสูบว่ามีทิศทางไหนบ้าง จะได้ว่าน้ำมันเมื่อถูกดันนั้นจะวิ่งออกไปเข้าวาล์ว ⑤ ทางช่อง B แล้วไหลออกทางช่อง T ลงถังน้ำมัน เพื่อนำกลับมาใช้งานใหม่ต่อไป

จากรูปที่ 2.14 (ข) ในกรณีที่ปั๊มส่งน้ำมันออกไปเข้าระบบตามรูปที่ 2.14 (ก) นั้น ถ้าวาล์วนิรภัย ③ เปิด เนื่องจากความดันของน้ำมันจากระบบขณะแรงสปริงของวาล์ว ③ จะทำให้น้ำมันผ่านวาล์ว ③ แล้วไหลกลับลงถังน้ำมันอย่างเดิม

เมื่อวาล์ว ③ เปิด แสดงว่าความดันในระบบสูงเกินที่กำหนด ทำให้ความดันที่สูงเกินไปนี้ถูกระบายออกลงถังน้ำมัน ทำให้ระบบไม่เสียหาย จึงเรียกวาล์ว ③ นี้ ว่า วาล์วนิรภัย



รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์และทิศทางของน้ำมัน

จากรูปที่ 2.15 (ก) เมื่อกระบอกสูบ ④ วิ่งออกสุดช่วงชักแล้ว จังหวะที่ให้ถอยหลังนั้น ทำได้โดยโยกคันโยก ⑥ ให้อยู่ในตำแหน่งที่ให้น้ำมันปั๊ม ① เข้าที่ช่อง P และไหลออกทางช่อง B ไปเข้าที่กระบอกสูบด้านสูบและดันให้ก้านสูบหดกลับโดยให้น้ำมันจากด้านลูกสูบผ่านวาล์ว ⑤ ทางช่อง A ไปออกช่อง T และไหลลงถังน้ำมันต่อไป

การทำงานของรูปที่ 2.15 (ก) นี้จะต่อเนื่องจากรูปที่ 2.15 (ข) คือ จังหวะถอยกลับของกระบอกสูบ ④ ที่ต้องการควบคุมความเร็ว ทำได้โดยติดตั้งวาล์วควบคุมความเร็ว ⑦ เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันที่ผ่านวาล์วนี้ให้ผ่านได้น้อยลง ทำให้ก้านสูบ 4.2 เคลื่อนที่ช้าลง ถ้าเปิดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าว ⑦ ให้กว้างขึ้น ทำให้น้ำมันผ่านไปได้มากขึ้น เป็นผลให้กำหนดยุบ 4.2 มีความเร็วรอบมากขึ้นตามไปด้วย

2.6 อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์

ในระบบไฮดรอลิกส์มีขอบเขตการทำงานที่ต่ำ คือ ระหว่าง 60-70 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับระบบลมอัด พบว่าระบบลมอัดมีความสามารถในการใช้งานโดยที่อุณหภูมิสูงถึง 180 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทางเลือกอุปกรณ์การทำงานที่เหมาะสม พื้นฐานที่สำคัญของเครื่องมือในระบบไฮดรอลิกส์ประกอบด้วย

2.6.1 ปั๊มไฮดรอลิกส์

ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานของไหล หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ปั๊ม คือ อุปกรณ์ที่สร้างการไหลของน้ำมัน เมื่อน้ำมันไหลแล้วมีสิ่งกีดขวางจะทำให้เกิดความดัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- 1) ปั๊มแบบเฟือง
- 2) ปั๊มแบบเวน
- 3) ปั๊มแบบลูกสูบ

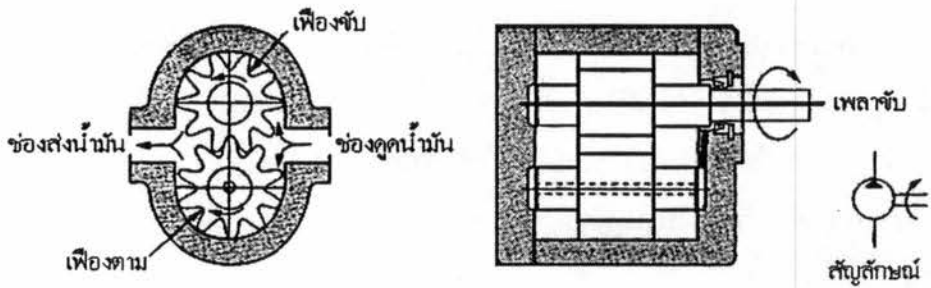
ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดต่างๆ

ชนิด	ความดัน กิโลกรัมแรง/ตร.ซม. (kgf/cm ²)	อัตราการจ่ายน้ำมัน ลิตร/นาที (l/min)	ความเร็วสูงสุด รอบ/นาที (RPM)	ประสิทธิภาพรวม (%)
ปั๊มแบบเฟือง	20 – 210	7 – 570	1,800 – 7,000	75 – 90
ปั๊มแบบเวน	20 – 210	2 – 950	2,000 – 4,000	75 – 90
ปั๊มแบบลูกสูบ	70 – 350	2 – 1,700	600 – 6,000	85 – 95

1) ปั๊มแบบเฟือง

หลักการการทำงานของปั๊มแบบเฟือง ตามรูปที่ 2.16 จะเห็นว่าปั๊มแบบเฟืองประกอบด้วยเฟือง 2 ตัว ขบกันอยู่ภายในห้องเฟือง โดยเฟืองตัวหนึ่งต่ออยู่กับเพลาขับที่ยื่นออกมาจากตัวเรือน ปั๊มเพลาที่ยื่นออกมานี้จะถูกต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้าหรือต่อกับเครื่องยนต์ก็ได้ ใช้สำหรับขับให้เฟืองที่ขบกันนี้หมุนเพื่อดูดและส่งน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ปัมแบบเฟือง

เมื่อเฟืองขับหมุน จะทำให้เฟืองอีกตัวหนึ่ง คือ เฟืองตามหมุนตามไปด้วย ในขณะที่เฟือง 2 ตัว หมุนนั้น จะทำให้เกิดสูญญากาศตรงบริเวณที่อดูด ทำให้น้ำมันถูกดูดเข้ามาในบริเวณที่อดูดได้ หลังจากนั้นจะถูกเฟืองทั้งสองตัวพาออกไปในช่องทางส่งน้ำมันต่อไป

ปั๊มแบบเฟืองจะมี โครงสร้างค่อนข้างง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งจากจุดเด่นนี้และ ประกอบกับมีความทนทานสูงต่อฝุ่นผง จึงทำให้ปั๊มชนิดนี้มีใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องจักร ก่อสร้างและเครื่องจักรอุตสาหกรรมต่างๆ ไป

2) ปั๊มแบบเวน ส่วนประกอบของปั๊มแบบเวน

- 2.1) ช่องน้ำมันเข้า สำหรับต่อท่อดูดน้ำมันจากถังน้ำมัน
- 2.2) ช่องน้ำมันออก สำหรับต่อท่อเพื่อส่งน้ำมันเข้าในระบบ
- 2.3) ตัวเรือนของปั๊ม สำหรับประกอบอุปกรณ์ต่างๆ
- 2.4) โรเตอร์ ใช้สำหรับเสียบใบเวน
- 2.5) ใบเวน ทำหน้าที่กวาดน้ำมันจากช่องดูดน้ำมัน และส่งออกในช่องส่งน้ำมัน
- 2.6) เพลาคับ ทำหน้าที่ขับให้โรเตอร์หมุน

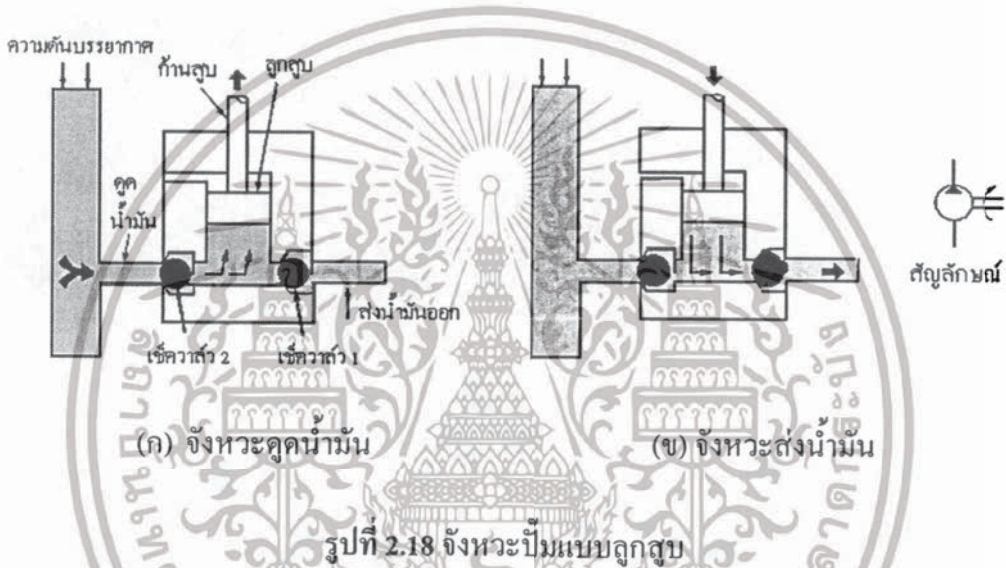


รูปที่ 2.17 ปั๊มแบบเวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการการทำงานของปั๊มแบบเวน เมื่อเพลลาขับถูกขับให้หมุนจะทำให้โรเตอร์หมุนตามไปด้วย แต่เนื่องจากจุดศูนย์กลางของโรเตอร์กับจุดศูนย์กลางของตัวเรือนปั๊ม ไม่ได้อยู่ในจุดศูนย์กลางเดียวกัน (มีช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับตัวเรือนปั๊ม) เป็นผลให้ใบเวนถูกสลัดออกจากช่องโรเตอร์ไปแตะกับตัวเรือนปั๊มด้านใน และกวาดน้ำมันจากช่องคูดไปส่งในช่องส่งน้ำมัน และจะทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ ทุกใบ ทำให้ได้น้ำมันจากช่องทางออกต่อเนื่องกันไป ส่วนสาเหตุว่าทำไมหมอน้ำมันจึงไหลเข้าช่องคูดน้ำมันได้ คำตอบ คือ เพราะที่ช่องทางคูดนั้นเกิดสุญญากาศเมื่อเพลลาขับหมุน

3) ปั๊มแบบลูกสูบ

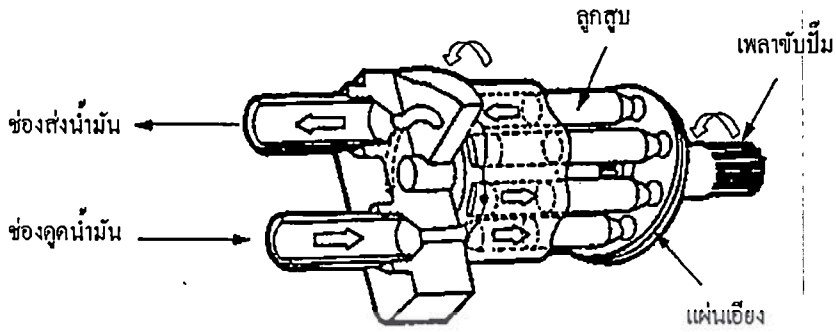


รูปที่ 2.18 จังหวะปั๊มแบบลูกสูบ

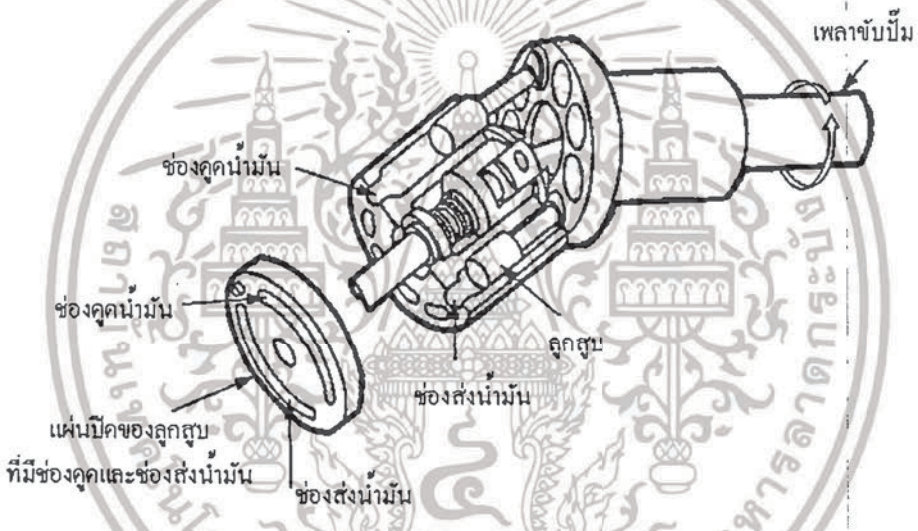
หลักการการทำงานของปั๊มแบบลูกสูบ เริ่มจากให้ลูกสูบบยกขึ้นตามรูปที่ 2.18 (ก) ทำให้เกิดสุญญากาศภายในห้องสูบ น้ำมันจึงถูกดูดเข้ามาทางช่องคูดน้ำมัน โดยผ่านทางเซ็ควาล์วหมายเลข 2 เข้ามาสะสมภายในห้องสูบ เมื่อลูกสูบบยกขึ้นสุดช่วงชักแล้วก็จะเริ่มเคลื่อนลงตามรูปที่ 2.18 (ข) โดยน้ำมันจะออกทางเซ็ควาล์วหมายเลข 1 และส่งออกไปทางช่องน้ำมันต่อไป หลักการทำงานของปั๊มที่อธิบายมานี้เป็นหลักการพื้นฐานที่มีจำนวนเป็นลูกสูบเพียงลูกสูบเดียว แต่ปั๊มที่ใช้งานจริงๆ จะมีจำนวนลูกสูบบมากกว่านี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.19 และ 2.20

การทำงานของรูปที่ 2.19 จะเห็นได้ว่าเมื่อเพลลาขับหมุน จะทำให้แผ่นเอียงและชุดของลูกสูบบหมุนตามไปด้วย แต่เนื่องจากชุดลูกสูบบยึดติดกับแผ่นเอียง จึงทำให้เกิดการดูดและส่งน้ำมันของลูกสูบบขึ้น ถ้าหากแผ่นเอียงมีมุมเอียงมาก จะทำให้การดูดและการส่งน้ำมันมากขึ้นด้วย แต่ถ้าแผ่นเอียงนี้ตั้งเป็นมุมฉากหรือไม่มีมุมเอียง ปั๊มจะไม่ดูดและไม่ส่งน้ำมัน ส่วนรูปที่ 2.20 เป็นปั๊มแบบลูกสูบบที่มีชุดลูกสูบบกับแผ่นเอียงและเพลลาขับทำมุมเอียงกันอยู่แล้ว ถ้าปรับการเอียงของมุมเอียง จะทำให้การดูดและส่งน้ำมันมากขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.21

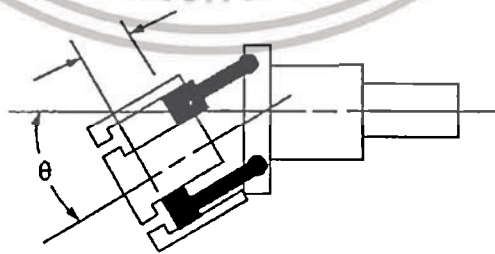
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ปั๊มแบบลูกสูบชนิดลูกสูบอยู่ในแนวเดียวกับเฟลาขับปั๊ม



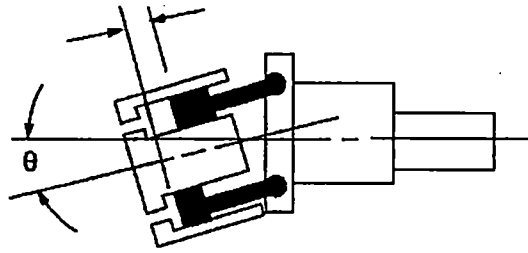
รูปที่ 2.20 ปั๊มแบบลูกสูบชนิดลูกสูบทำเป็นมุมเอียงกับเฟลาขับปั๊ม



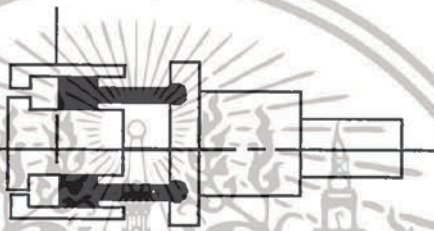
(ก) ชุดลูกสูบที่มีมุมเอียงสูงสุด

รูปที่ 2.21 การวางชุดลูกสูบในมุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



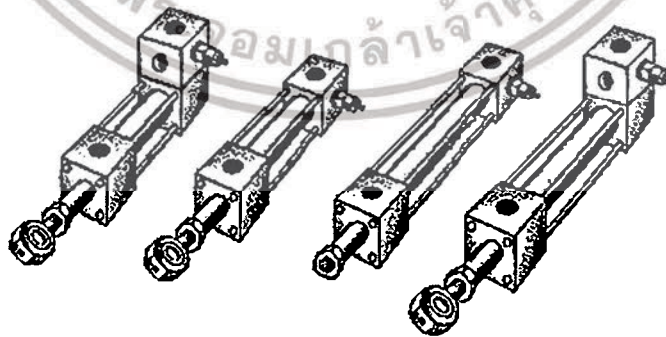
(ข) ชุดลูกสูบที่มีมุมเอียงลดน้อยลง



(ค) ชุดลูกสูบอยู่ในแนวตั้งฉากไม่มีมุมเอียงและไม่มีการดูดและการส่ง

รูปที่ 2.21 (ต่อ) การวางชุดลูกสูบในมุมต่างๆ

2.6.2 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์

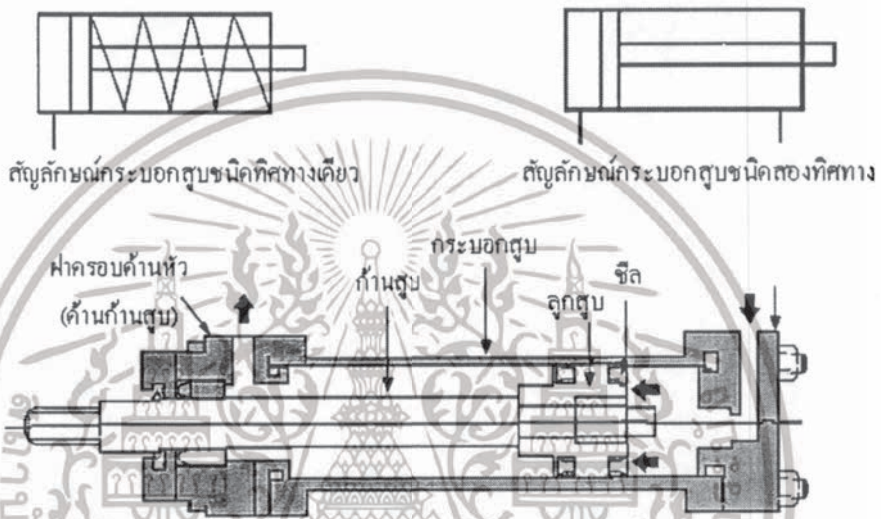


รูปที่ 2.22 กระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์ขนาดต่างๆ

กระบอกสูบไฮดรอลิกส์สามารถที่จะแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ๆได้ 2 ชนิด คือ กระบอกสูบทำงานทิศทางเดียว และกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง สำหรับในระบบไฮดรอลิกส์แล้ว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาก็เท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนมากจะใช้กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทางกันมากกว่าชนิดที่ทำงานทิศทางเดียวข้อพิจารณาเกี่ยวกับกระบอกสูบ มีดังต่อไปนี้ คือ

- 1) ขนาดของกระบอกสูบ
- 2) แรงของกระบอกสูบ
- 3) ความเร็วของกระบอกสูบ



รูปที่ 2.23 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์และสัญลักษณ์

1) ขนาดของกระบอกสูบ ขนาดของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ จะสัมพันธ์กับขนาดช่วงชักของก้านสูบ ต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างขนาดกระบอกสูบและขนาดช่วงชัก (ในทางปฏิบัติงานจริงๆ แล้วสามารถที่จะสั่งให้ผู้ผลิตสร้างตามความต้องการได้)

เปรียบเทียบค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและช่วงชักของกระบอกสูบ

1.1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ

40 50 63 80 100 125 160

1.2) ขนาดช่วงชักของกระบอกสูบที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบต่างๆ ในข้อ 1.1)

สามารถเลือกได้หลายขนาด

40 50 80 100 125 200 250 400 500

ขนาดของช่วงชัก ตั้งแต่ 40-500 มม. ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ ตั้งแต่ 40-160 มม.

เช่น กระบอกสูบขนาด 40 มม. สามารถมีช่วงชักได้ตั้งแต่ 40-500 มม. เป็นต้น

2) แรงของกระบอกสูบ การหาแรงของกระบอกสูบสามารถหาได้ 3 วิธี ได้แก่ (1) โดยใช้สูตรคำนวณ (2) ใช้ตารางสำเร็จรูป (3) ใช้กราฟ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1) การหาแรงของกระบอกสูบสามารถหาได้จากสมการที่ 2.3

$$\text{การหาแรงของกระบอกสูบ} \quad F = PA \quad (2.3)$$

$$\text{การหาพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ} \quad A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.4)$$

โดย F หมายถึง แรงของกระบอกสูบ, (กิโลกรัมแรง) (kgf)

P หมายถึง ความดันของน้ำมัน, (กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร) (kgf/cm²)

A หมายถึง พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ, (ตารางเซนติเมตร) (cm²)

D หมายถึง ขนาดแกนกระบอกสูบ, (เซนติเมตร) (cm)

2.2) การหาแรงของกระบอกสูบจากตารางที่ 2.7 (คิดที่ประสิทธิภาพ 100%)

ตารางที่ 2.7 ความสัมพันธ์ของขนาดกระบอกสูบและความดัน

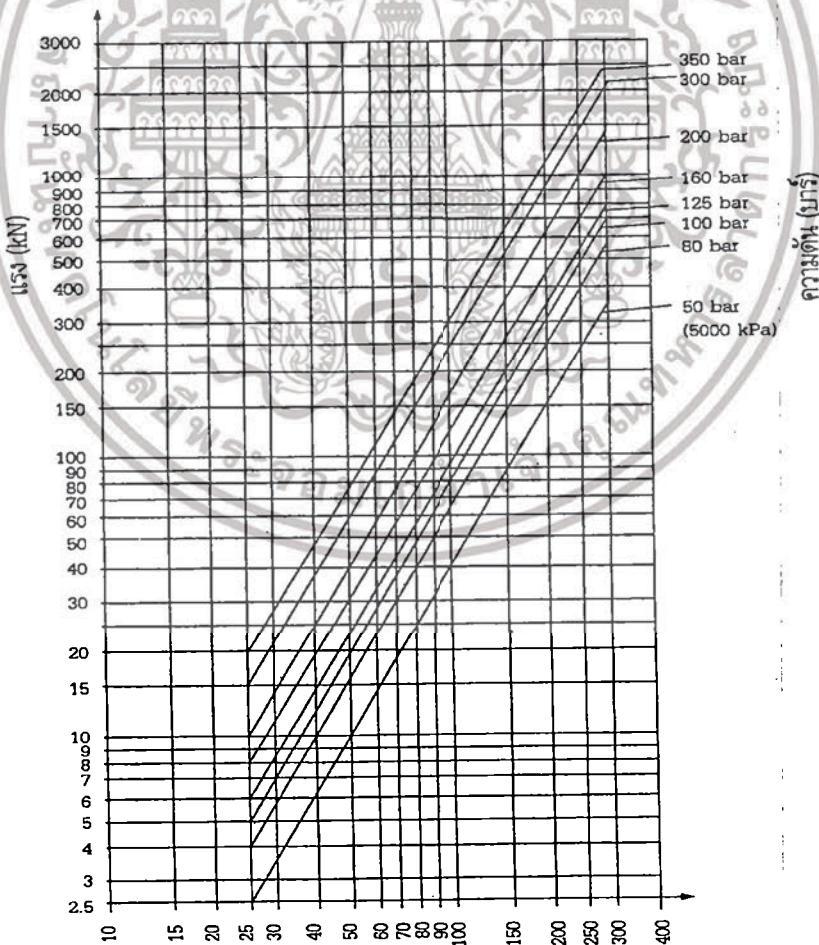
ขนาดของกระบอกสูบ (มม.)	ความดัน(กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร)				
	50	100	150	200	210
40	628	1,256	1,884	2,512	2,637
50	981	1,962	2,943	3,925	4,121
63	1,557	3,115	4,673	6,231	6,542
80	2,512	5,024	7,536	10,048	10,550
100	3,925	7,850	11,775	15,700	16,326
125	6,133	12,265	18,398	24,531	25,291
160	10,048	20,096	30,144	40,192	41,652

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) การหาแรงของกระบอกสูบจากกราฟ

กราฟนี้สามารถใช้หาค่าต่างๆ ได้ 3 ค่าด้วยกัน คือ (1) หาค่าแรงของกระบอกสูบ เมื่อทราบค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบและค่าความดันใช้งาน (2) หาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ เมื่อทราบค่าแรงและค่าความดัน และ (3) หาค่าความดันในระบบ เมื่อทราบค่าแรงดันและเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ ตัวอย่างเช่น จงหาแรงของกระบอกสูบเมื่อเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบเท่ากับ 100 มม. และความดันใช้งาน 100 บาร์ คำตอบคือ 78 kN หรือเท่ากับ 78,000 N หรือเท่ากับ 7,800 kgf ซึ่งใกล้เคียงกับค่าในตารางที่ 2.7

หน่วย 10 N = 1 kgf
 1 kN = 1,000 N
 100 kN = 100,000 N = 10,000 kgf

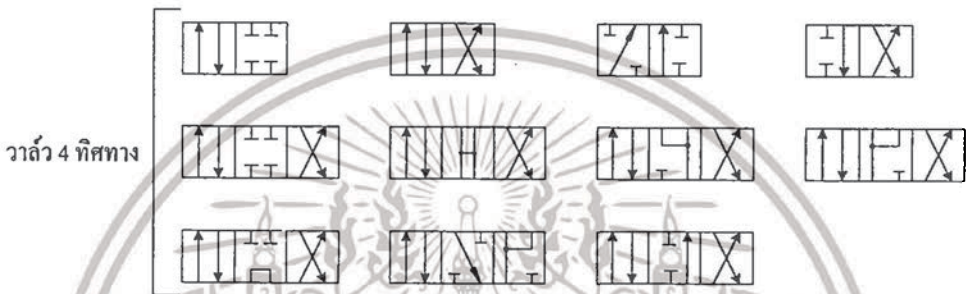
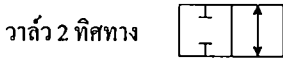


รูปที่ 2.24 กราฟใช้หาแรงของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

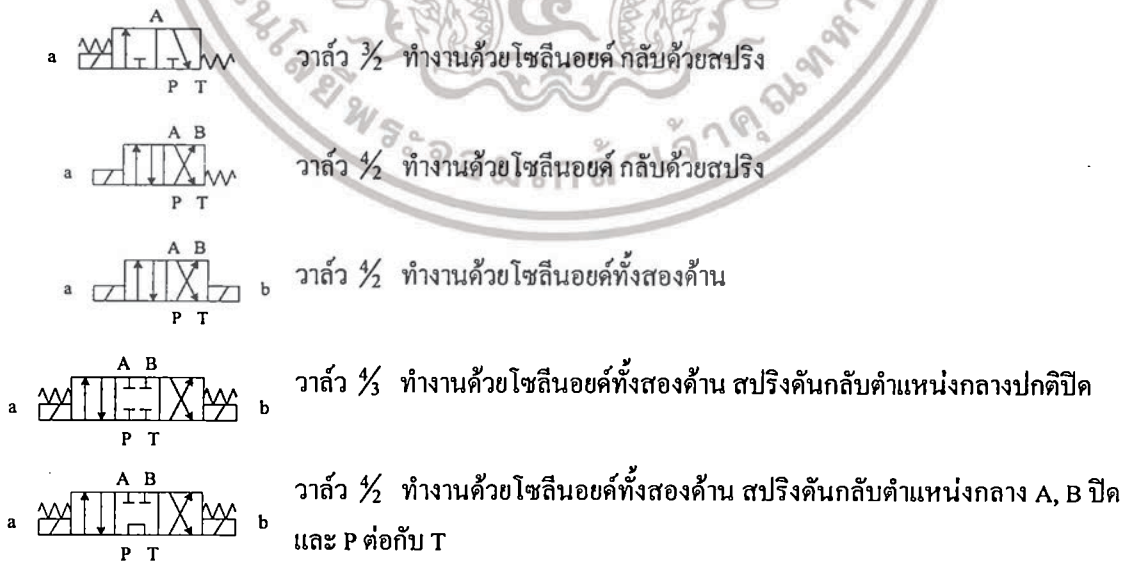
2.6.3 วาล์วควบคุมทิศทาง

วาล์วควบคุมทิศทางที่ใช้ในระบบไฮดรอลิกสัณั้มีด้วยกันหลายชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.25 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางชนิดต่างๆ

การเปลี่ยนตำแหน่งวาล์วของระบบไฮดรอลิกสัณั้มักจะเปลี่ยนตำแหน่งของวาล์วโดยการทำงานของโซลินอยด์และการทำงานของมนุษย์ เช่น คันโยก มือกด เป็นต้น



รูปที่ 2.26 วาล์วที่เปลี่ยนตำแหน่งโดยการทำงานของโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

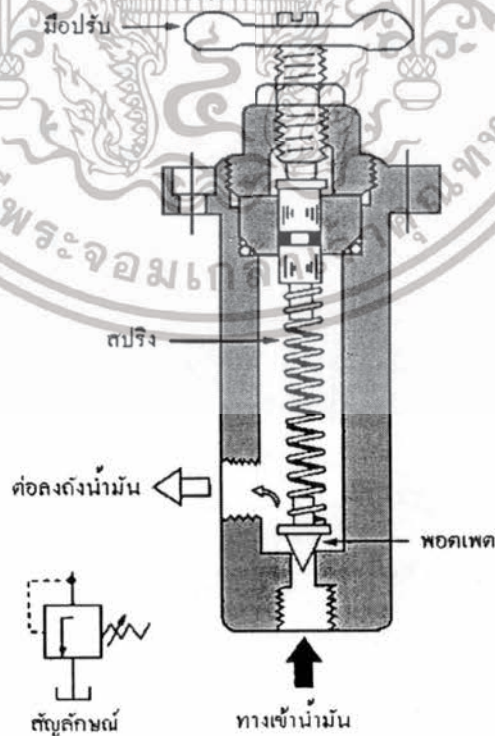
การกำหนดวาล์วด้วยพยัญชนะตามมาตรฐาน DIN ISO 1219

ในระบบไฮดรอลิกส์ใช้พยัญชนะกำกับรูวาล์วดังต่อไปนี้

- P หมายถึง รูน้ำมันจ่ายเข้าวาล์ว
- A หมายถึง รูน้ำมันจ่ายออกจากวาล์วเพื่อใช้งาน
- B หมายถึง รูน้ำมันจ่ายออกจากวาล์วเพื่อใช้งาน
- T หมายถึง รูน้ำมันที่ต่อลงถึงน้ำมัน
- L หมายถึง รูน้ำมันระบายออกเมื่อรั่วไหล

2.6.4 วาล์วนิรภัยหรือรีลิววาล์ว

รูปที่ 2.27 ตัวอย่างวาล์วในระบบไฮดรอลิกส์

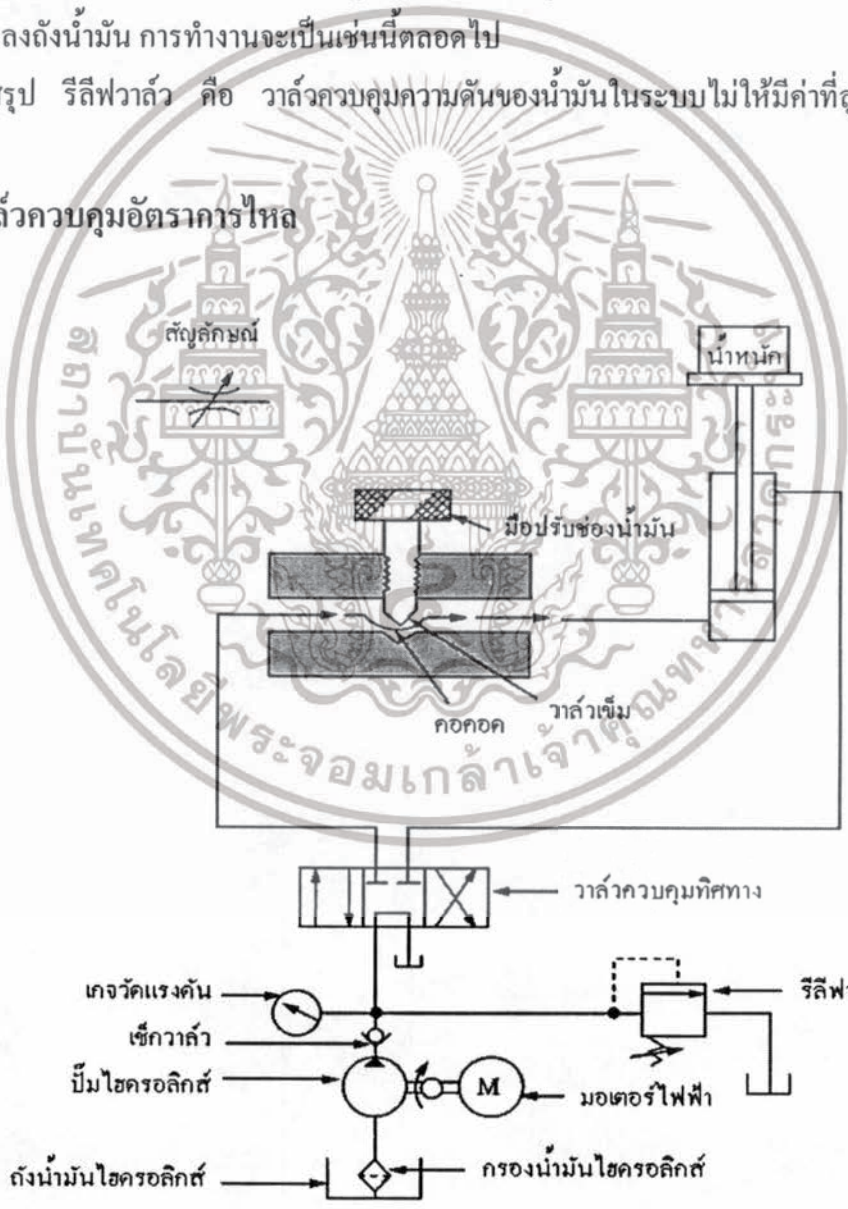


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **รูปที่ 2.28 วาล์วนิรภัย** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทางานของรีลิวาล์ว ส่วนประกอบที่สำคัญๆ มี 5 ส่วน คือ มือปรับ สปริง พอพเพด รูน้ำมันเข้า และรูน้ำมันออก เริ่มแรกสุด ให้ปรับมือปรับเพื่อให้สปริงถูกกด และดันให้พอพเพดปิดทางเข้าของน้ำมันไฮดรอลิกส์ ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์สามารถที่จะดันให้พอพเพดเปิดออกได้ แสดงว่าความดันของน้ำมันสูงกว่าค่าสปริงที่ปรับตั้งเอาไว้ ทำให้น้ำมันไหลออกทางช่องทางออก ซึ่งต่อไปยังถังน้ำมัน เมื่อน้ำมันถูกส่งกลับไปถังน้ำมัน ทำให้ความดันของระบบลดต่ำลง ความดันของระบบจะลดต่ำกว่าค่าของสปริง ทำให้สปริงดันพอพเพดให้ปิดทางเข้าของน้ำมันอีกครั้งหนึ่ง เมื่อความดันของน้ำมันเริ่มที่จะสูงขึ้นอีก และถ้าสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด จะทำให้พอพเพดเปิดน้ำมันลงถังน้ำมัน การทำงานจะเป็นเช่นนี้ตลอดไป

สรุป รีลิวาล์ว คือ วาล์วควบคุมความดันของน้ำมันในระบบไม่ให้มีค่าที่สูงเกินกว่าค่าที่กำหนด

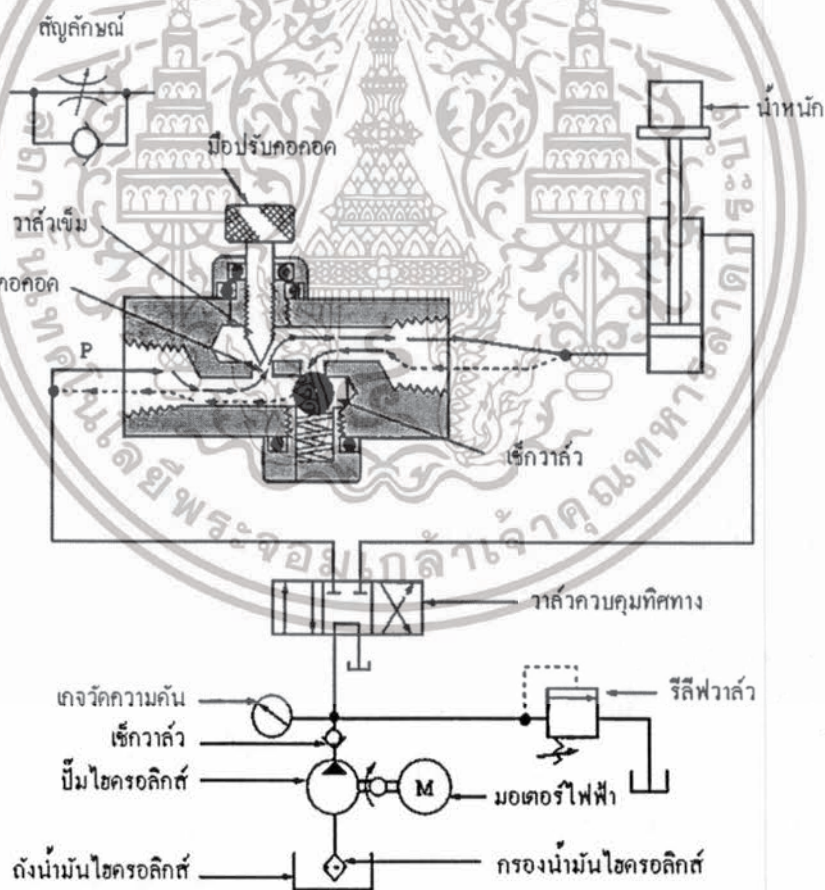
2.6.5 วาล์วควบคุมอัตราการไหล



รูปที่ 2.29 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่สำคัญของวาล์วควบคุมอัตราการไหลน้ำมันไฮดรอลิกส์ คือ มือปรับ วาล์วเข็ม รูน้ำมัน และรูน้ำมันออก จุดประสงค์ของวาล์วนี้ เพื่อให้ควบคุมน้ำมันที่ไหลออกให้มากหรือน้อยตามความต้องการ จากรูปที่ 2.29 จะเห็นได้ว่าเมื่อปั๊มส่งน้ำมันออกไปเข้าที่วาล์วควบคุมทิศทางทำให้วาล์วควบคุมทิศทางเปลี่ยนตำแหน่ง โดยเอาตำแหน่งทางซ้ายมือไปแทนที่ตำแหน่งกลาง ทำให้น้ำมันไหลออกไปเข้าที่วาล์วควบคุมอัตราการไหลในช่องทางน้ำมันเข้า น้ำมันที่เข้าไปนี้จะผ่านคอคอดซึ่งถูกปรับด้วยมือ ถ้าปรับมือให้คอคอดกว้างขึ้น น้ำมันจะออกได้มากขึ้น ความเร็วของกระบอกสูบจะเร็วตามไปด้วย แต่ถ้าต้องการให้ความเร็วของกระบอกสูบช้าลง ต้องปรับให้คอคอดแคบลง ทำให้น้ำมันออกน้อยลง วาล์วควบคุมอัตราการไหลชนิดนี้ จะควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันทั้งสองทิศทาง คือ ทั้งซ้ายมือและขวามือ แต่ถ้าต้องการควบคุมอัตราการไหลเพียงทิศทางเดียว จะต้องเลือกวาล์วชนิดที่มีเข็มวาล์ว ซึ่งมีส่วนประกอบแสดงดังรูปที่ 2.30

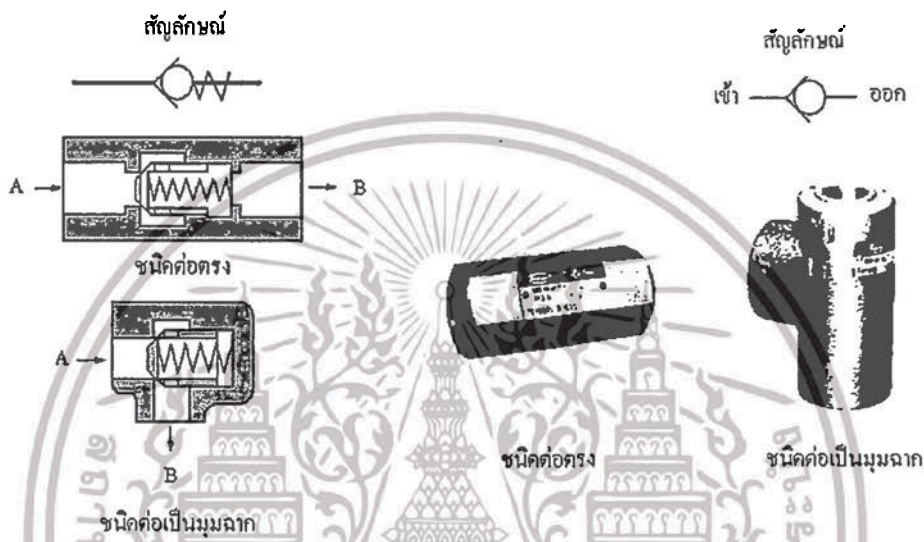


รูปที่ 2.30 วาล์วควบคุมอัตราการไหลที่มีเข็มวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 วาล์วกับกัลป์หรือเช็ควาล์ว

เช็ควาล์ว ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันให้ไหลได้เพียงทิศทางเดียวเท่านั้น จากรูปที่ 2.31 น้ำมันจะไหลในทิศทาง A ไป B (ขณะแรงสปริง) แต่น้ำมันจะไหลในทิศทาง B ไป A ไม่ได้ เช็ควาล์วมี 2 แบบ คือ แบบต่อตรง และชนิดต่อเป็นมุมฉาก



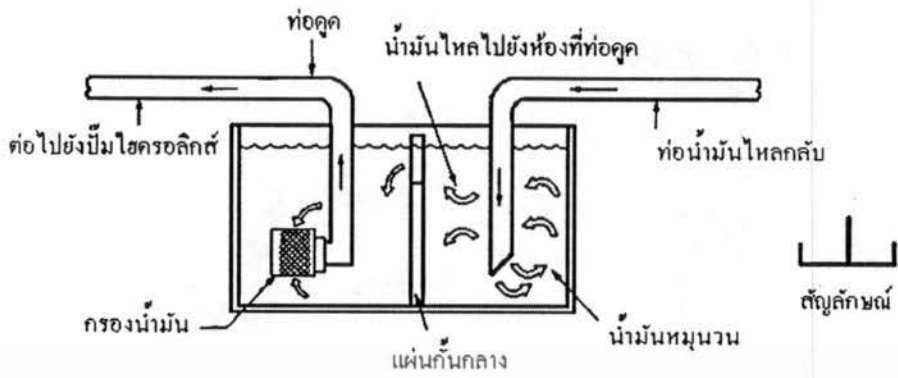
รูปที่ 2.31 เช็ควาล์วชนิดต่อตรงและชนิดต่อเป็นมุมฉาก

2.6.7 ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์

ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ทำหน้าที่เก็บน้ำมันที่ใช้ในวงจร และระบายความร้อนออกจากน้ำมันไฮดรอลิกส์ นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่สะสมสิ่งสกปรกที่เกิดจากระบบเพื่อจะได้นำกำจัดทิ้งต่อไป ส่วนประกอบของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ประกอบด้วยท่อสูดน้ำมัน ท่อน้ำมันไหลกลับ แผ่นเหล็กกั้นระหว่างท่อสูดและท่อน้ำมันไหลกลับ กรองน้ำมัน ช่องเติมน้ำมันและช่องระบายอากาศ ที่วัดระดับน้ำมันและวัดอุณหภูมิ และช่องเปิดถังน้ำมัน

น้ำมันที่ปั๊มดูดเข้าไปนั้นจะผ่านการกรองจากน้ำมันที่ท่อสูด เรียกว่า สเตรเนอร์ ส่วนน้ำมันที่ใช้งานมาแล้ว ก่อนที่จะไหลกลับถังน้ำมันจะต้องผ่านกรองน้ำมันเสียก่อน กรองน้ำมันตัวนี้เรียกว่า กรองน้ำมันจิ้งหะไหลกลับ น้ำมันที่ไหลกลับถังน้ำมันนั้นจะถูกแผ่นกั้นเอาไว้ เพื่อไม่ให้ปั๊มดูดเข้าไปใช้งานได้ทันทีทันใด ส่วนสิ่งที่สกปรกที่ติดมากับน้ำมันจะสะสมอยู่ด้านล่าง เมื่อเปิดช่องถังน้ำมันเพื่อทำความสะอาดถังน้ำมันและเอาสิ่งสกปรกที่สะสมอยู่ด้านล่างออกไปด้วย การถ่ายน้ำมันทิ้งหรือเปลี่ยนน้ำมันใหม่สามารถที่จะถอดปลั๊กออกซึ่งอยู่บริเวณจุดต่ำสุดของถังน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

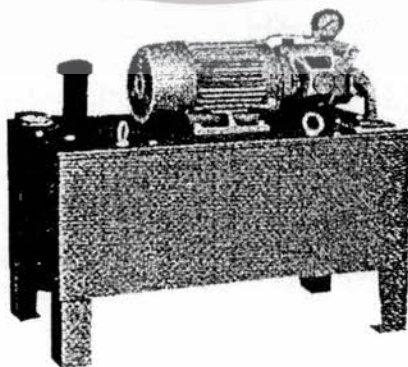


(ก) โครงสร้างของถังน้ำมัน



(ข) โครงสร้างของถังน้ำมันเมื่อต่อใช้งานจริง

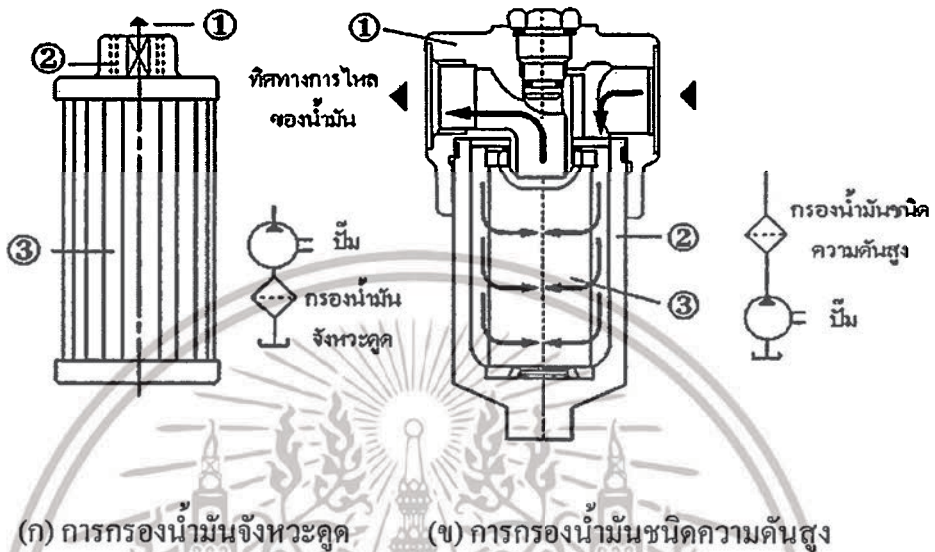
รูปที่ 2.32 โครงสร้างของถังน้ำมัน



รูปที่ 2.33 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8 กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์



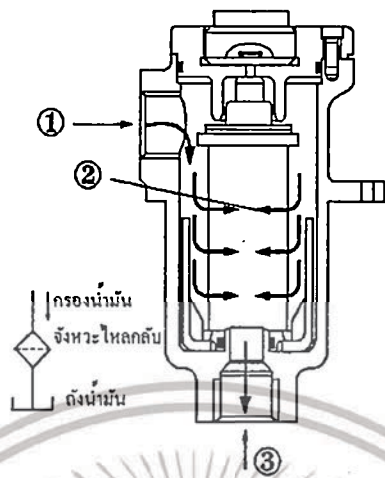
รูปที่ 2.34 การกรองน้ำมัน

การกรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Filters) น้ำมันไฮดรอลิกส์ที่ใช้ในระบบนั้นจะต้องผ่านการกรองเสียก่อน เพื่อให้มีความสะอาด สามารถที่จะแบ่งการกรองออกได้ 3 ชนิด คือ

1) การกรองน้ำมันจิ้งหะคูด ตำแหน่งของการติดตั้งของกรองน้ำมันตัวนี้จะอยู่ในถังน้ำมัน จากรูปที่ 2.34 (ก) หมายเลข ① คือ ทิศทางการไหลของน้ำมัน หมายเลข ② คือ เกลียวต่อท่อคูด หมายเลข ③ เป็นไส้กรอง

2) การกรองน้ำมันชนิดความดันสูง ตำแหน่งการติดตั้ง จะอยู่ในทิศทางส่งน้ำมันออกจากปั๊ม ไฮดรอลิกส์ตามรูปที่ 2.34 (ข) หมายเลข ① เป็นตัวเรือนของกรองน้ำมัน หมายเลข ② เป็นปลอกหุ้มไส้กรอง หมายเลข ③ คือ ไส้กรอง คุณสมบัติพิเศษของกรองน้ำมันชนิดนี้คือ ต้องทนความดันได้สูง

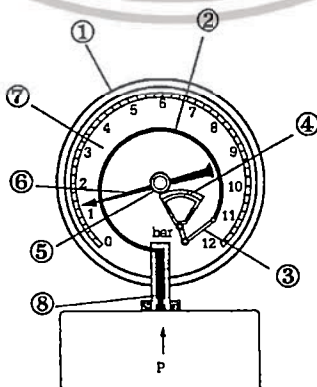
3) กรองน้ำมันจิ้งหะไหลกลับ ตำแหน่งการติดตั้งจะอยู่ในส่วนของท่อน้ำมันที่ไหลกลับถึงน้ำมัน โดยผ่านการกรองด้วยไส้กรอง ② ดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 กรองน้ำมันจิ้งหะไหลกลับ

2.6.9 เกจวัดความดัน

จากรูปที่ 2.36 ส่วนประกอบของเกจวัดความดันมีดังต่อไปนี้ หมายเลข ① ตัวเรือน หมายเลข ② ท่อสปริง หมายเลข ③ แขนต่อ หมายเลข ④ เฟือง หมายเลข ⑤ เฟืองหูดเข็ม หมายเลข ⑥ เข็มชี้ หมายเลข ⑦ สเกล และหมายเลข ⑧ ช่องต่อน้ำมัน หลักการทำงาน เมื่อมีความดันของน้ำมันเข้ามาทางท่อ P จะเข้าไปยังท่อสปริง ② ทำให้ท่อสปริงยืดตัวออกตามหลักการความแตกต่างของพื้นที่ ยิ่งมีความดันเข้าไปมากก็ยิ่งทำให้สปริงยืดตัวออกมาก ผลของการยืดตัวของสปริงนี้ทำให้เฟือง ④ และเฟืองหูดเข็ม ⑤ เคลื่อนที่พาให้เข็มชี้ ⑥ ไปตามสเกล ⑦ เพื่ออ่านค่าความดันที่เกิดขึ้นตามความดันที่เข้ามาทางท่อ P



รูปที่ 2.36 เกจวัดความดัน

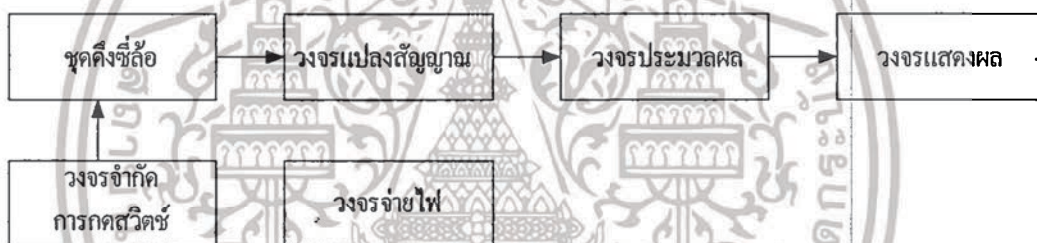
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กล่าวนำ

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์นี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการทํางาน วิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างภาคต่างๆ ของเครื่อง แยกเป็น 6 ภาค คือ ชุดคิ่งซีล้อ วงจรแปลงสัญญาณ วงจรจำกัดการกดสวิทช์ วงจรประมวลผล วงจรแสดงผล และวงจรจ่ายไฟ และประกอบภาคต่างๆ เข้าด้วยกันดังแสดงเป็นแผนผังการทํางานในรูปที่ 3.1

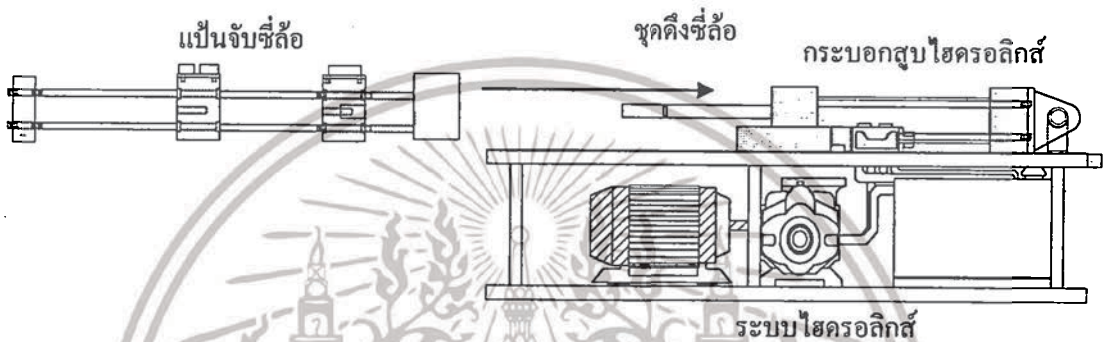


รูปที่ 3.1 แผนผังการทํางานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์

รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการทํางานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ โดยหลักการทํางานเริ่มต้นที่ชุดคิ่งซีล้อ ซึ่งใช้ระบบไฮดรอลิกส์ในการออกแรงคิ่งซีล้อ ในการทดสอบซีลวดล้อรถจักรยานยนต์แต่ละครั้ง จะมีการจำกัดพื้นที่ของการคิ่งด้วยวงจรจำกัดการกดสวิทช์ ในระหว่างที่ระบบเริ่มทำการทดสอบซีล้อ ทรานส์ดิวเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบไฮดรอลิกส์ ทำการเปลี่ยนค่าแรงดันในระบบเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปเข้าวงจรแปลงสัญญาณเพื่อแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วส่งต่อไปยังวงจรประมวลผล หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้จากวงจรประมวลผล ซึ่งประมวลผลเป็นค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ในหน่วยนิวตัน จะนำมาแสดงที่วงจรแสดงผล ส่วนวงจรจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับให้กับภาคต่างๆ รายละเอียดการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของแต่ละภาค และ โครงสร้างของตัวเครื่อง แสดงดังต่อไปนี้

3.2 ชุดดึงซีล

ชุดดึงซีลในเครื่องนี้ใช้ระบบไฮดรอลิกส์ เพื่อต้องการแรงดันที่สูงและเหมาะสมมากกระทำกับซีลรถจักรยานยนต์จนขาด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าชุดดึงซีล คือ ระบบไฮดรอลิกส์นั่นเอง ส่วนที่กระทำกับซีล คือ ครอบสูบจะถูกยึดติดกับแป้นจับซีล ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ชุดดึงซีล

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

ระบบไฮดรอลิกส์เป็นระบบที่ทำการส่ง ควบคุมแรง และการเคลื่อนที่โดยการไหลของน้ำมัน ซึ่งมีลักษณะเด่นของการทำงานที่สามารถอธิบายการทำงานได้ 2 ส่วน ดังนี้

1) ระบบขับเคลื่อน การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงทำได้ง่าย การปรับกำลังขับของระบบสะดวก มีความคงที่ของความเร็วสูง ให้การตอบสนองของกำลังและมีอิสระของการติดตั้งสูง

2) ระบบการควบคุม สามารถคำนวณออกแบบระบบได้ง่าย มีผลกระทบต่อความชื้นในอากาศต่ำ

ขั้นตอนของการออกแบบชุดดึงซีลมีดังนี้

1) กำหนดค่าแรงดึงสูงสุด ที่สามารถกระทำให้ซีลรถจักรยานยนต์ขาดได้ตามตารางที่

3.1

2) นำค่าแรงดึงขาดของซีลรถจักรยานยนต์ที่สูงสุดมาใช้ในการคำนวณ คือ ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 3.5 มิลลิเมตร หรือเบอร์ 9 ซึ่งมีแรงดึงขาดสูงสุดเท่ากับ 7,930 นิวตัน

3) เพื่อไม่ให้ระบบไฮดรอลิกส์มีขนาดใหญ่จนเกินไป จึงเลือกใช้ความดันของน้ำมันอยู่ในช่วง 20 – 210 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แรงดึงขาดสูงสุดของซีลื้อ (ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ. 2546)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของซีลื้อ (มิลลิเมตร)	เบอร์ซีลื้อรถจักรยานยนต์ ตามมาตรฐานการผลิต	แรงดึงขาดสูงสุด (นิวตัน)
2.6	12	6,104
2.9	11	5,974
3.2	10	7,004
3.5	9	7,930

4) การเลือกปั๊ม เนื่องจากระบบไฮดรอลิกส์ที่ใช้เป็นระบบขนาดเล็ก จึงควรใช้ปั๊มแบบเฟือง (gear pump) ขนาด 2 ลิตร/นาที ซึ่งเป็นปั๊มขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการใช้งาน

5) การเลือกมอเตอร์ สำหรับมอเตอร์ที่ใช้ขับปั๊มจะใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบจำนวน 1,450 รอบ/นาที เพื่อให้ได้แรงดันของน้ำมันที่สูงจึงเลือกใช้ที่มีแรงของมอเตอร์เท่ากับ 3 แรง

6) ขนาดของกระบอกสูบ ในการหาขนาดของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ สามารถหาได้จากแรงที่ต้องการใช้ในระบบ ซึ่งสามารถหาได้ 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 จากสมการที่ 2.3

การหาแรงของกระบอกสูบ

$$F = PA$$

โดย F หมายถึง แรงของกระบอกสูบ, (กิโลกรัมแรง) (kgf)

P หมายถึง ความดันของน้ำมัน, (กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร) (kgf/cm²)

A หมายถึง พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ, (ตารางเซนติเมตร) (cm²)

โดยระบบไฮดรอลิกส์ที่ใช้จะกำหนดให้แรงดันใช้งานอยู่ที่ 100 (kgf/cm²) และขนาดของระบบไม่ต้องการให้มีขนาดใหญ่เกินไป จึงเริ่มต้นเลือกใช้ที่ขนาดกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 40 มิลลิเมตร นำค่าทั้งสองมาทำการคำนวณหาแรงจากกระบอกจากสมการที่ 2.4

การหาพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

แทนค่าในสูตร

$$A = \frac{3.14 \times 4\text{cm} \times 4\text{cm}}{4}$$

$$A = 2.56 \text{ cm}^2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสมการที่ 2.3 $F = PA$

$$F = 100 \text{ kgf/cm}^2 \times 12.56 \text{ cm}^2$$

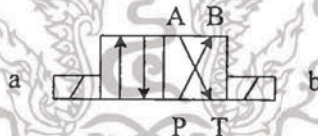
แรงของกระบอกสูบ ; $F = 1,256 \text{ kgf}$

หรือประมาณ ; $F = 12,560 \text{ N}$

จะเห็นว่าที่ได้จากการคำนวณจากความดัน 100 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร กับกระบอกสูบขนาด 40 มิลลิเมตร นั้นมีค่าสูงกว่าค่าที่ต้องการ ดังนั้น จึงถือได้ว่ากระบอกสูบที่มีขนาดเท่ากับ 40 มิลลิเมตร นี้ สามารถใช้งานในระบบที่ความดัน 100 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร ค่าความดันนี้คือค่าความดันที่ใช้งานไม่ใช่ค่าสูงสุดที่ระบบสามารถทำงานได้ ฉะนั้นในการใช้งานจริง ระบบจึงสามารถให้แรงของกระบอกได้สูงกว่าค่าที่คำนวณได้

สำหรับวิธีที่ 2 การหาแรงของกระบอกสูบสามารถหาได้จากตารางที่ 2.7 และวิธีที่ 3 การหาแรงของกระบอกสูบจากกราฟรูปที่ 2.24 เช่นเดียวกัน

7) การเลือกใช้อวาล์วควบคุมทิศทาง จะเลือกใช้แบบไฟฟ้าที่ใช้การทำงานของโซลินอยด์ โดยวาล์วที่ใช้เป็นแบบวาล์วแบบ 4 ทิศทาง มีการเปลี่ยนตำแหน่งแบบ $\frac{1}{2}$ ทำงานด้วยโซลินอยด์ทั้งสองด้าน สปริงดันกลับตำแหน่งกลาง A, B และ P ต่อกับ T ตามสัญลักษณ์ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วาล์ว $\frac{1}{2}$ ทำงานด้วยโซลินอยด์ทั้งสองด้าน

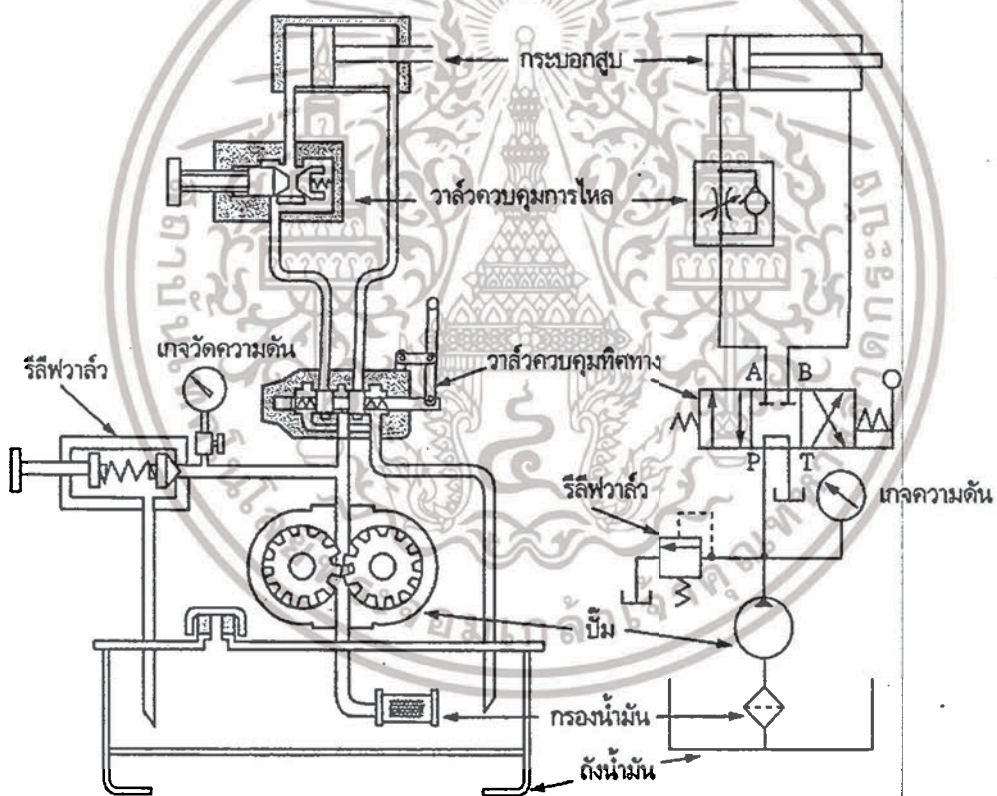
สาเหตุที่ต้องใช้แบบไฟฟ้าเพื่อความสะดวกในการควบคุมการใช้งานและที่ต้องใช้แบบ P ต่อกับ T เนื่องจากในสภาวะปกติ เมื่อระบบการจ่ายน้ำมันเริ่มทำงาน เมื่อยังไม่มีมีการเปลี่ยนตำแหน่งของวาล์ว ตัววาล์วควบคุมทิศทางชนิดนี้จะสามารถช่วยให้รักษาสมดุลของระบบไว้ได้ โดยจะมีการไหลย้อนกลับลงถึงน้ำมัน นอกจากนี้ยังต้องมีการติดตั้งวาล์วนิรภัยไว้ เพื่อป้องกันระบบในกรณีที่มีการจ่ายน้ำมันที่มีความดันสูงมากเกินไป ซึ่งอาจก่อให้เกิดการชำรุดเสียหายกับอุปกรณ์อื่นๆได้ และเพื่อควบคุมความเร็วในการทำงานของกระบอกสูบในการเลื่อนเข้าออกให้มีความเร็วอยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงต้องมีการติดตั้งวาล์วควบคุมอัตราการไหลเข้าไปในระบบเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) การเลือกขนาดของถังน้ำมันไฮดรอลิก การออกแบบถังจะกำหนดให้มีการใช้น้ำมันไฮดรอลิกในระบบประมาณ 3 ลิตร ดังนั้น จึงสำรองน้ำมันในระบบเพิ่มเป็น 10 ลิตร เพื่อใช้ในการระบายความร้อนของระบบ และให้เกิดการไหลเวียนภายในระบบที่ดียิ่งขึ้น โดยน้ำมันที่ใช้เป็นน้ำมันไฮดรอลิกเกรด 20 เพราะเหมาะสมกับสภาพอุณหภูมิของประเทศไทย

10) เลือกทรานส์คิวเซอร์มาใช้งานเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ในการตรวจสอบความดันของเหลวหรือน้ำมัน คุณสมบัติจะต้องมีความเป็นเชิงเส้นสูง ย่าน 0-160 บาร์ มีความทนทานต่อความชื้นสูงของอากาศและสภาพการใช้งาน จึงเลือกใช้ทรานส์คิวเซอร์เบอร์ PA-100SBR14-A-ZVG/US PA3022 เป็นทรานส์คิวเซอร์ที่จะให้เอาต์พุตออกมาเป็นกระแส 4-20 มิลลิแอมป์

3.2.2 การทำงาน



รูปที่ 3.4 รูปแบบการทำงานของระบบไฮดรอลิก

จากรูปที่ 3.4 เริ่มการทำงานจากถังน้ำมันไฮดรอลิกจะมีท่อดูดน้ำมันของปั๊มไฮดรอลิกต่ออยู่กับถังน้ำมัน ที่ปลายของท่อดูดจะมีท่อกรองน้ำมันไฮดรอลิก ซึ่งจะทำหน้าที่กรองน้ำมันให้สะอาดก่อนที่จะส่งเข้าระบบ เมื่อปั๊มไฮดรอลิกหมุนหรือมอเตอร์ไฟฟ้าหมุน น้ำมันก็จะถูกดูดมาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่วาล์วนิรภัย ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นวาล์วควบคุมความดันของน้ำมันในระบบไม่ให้มีค่าที่สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดและวาล์วนิรภัยจะทำการส่งน้ำมันออก 2 ทาง ทางแรกจะส่งกลับถึงทางที่สองจะต่อเข้ากับวาล์วควบคุมทิศทางหรือส่งเข้าไปในระบบ

การทำงานของวาล์วการควบคุมทิศทางจะใช้โซลินอยด์ในการควบคุมทิศทางจากโครงสร้างภายในโดยการควบคุมจะใช้แรงดันไฟฟ้า +12 โวลต์ การกำหนดให้น้ำมันไปทางซ้ายหรือทางขวาก็อยู่ที่การกดสวิทช์ที่แผงควบคุม ในช่วงที่ไม่มีการควบคุมน้ำมันหรือไม่มีการกดสวิทช์ น้ำมันที่ถูกส่งมาเข้าวาล์วควบคุมทิศทางจะไหลจากช่อง P กลับไปยังถังน้ำมันทางช่อง T ไม่มีการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ ในขณะเดียวกัน ป้อนส่งน้ำมันก็จะไม่มีไหลมากระทำกับน้ำมันไฮดรอลิกส์ สมมุติเมื่อวาล์วควบคุมทิศทางมีทิศทางไปทางซ้าย ก็จะให้น้ำมันจากช่อง P ต่ออยู่กับช่อง A และ B ต่ออยู่กับ T จะทำให้วาล์วควบคุมทิศทางเปลี่ยนตำแหน่ง โดยเอาตำแหน่งทางซ้ายมือไปแทนที่ตำแหน่งกลาง ให้น้ำมันไหลออกไปเข้าที่วาล์วควบคุมอัตราการไหลในช่องทางน้ำมันเข้า น้ำมันที่เข้าจะถูกปรับด้วยมือ ถ้าปรับมือให้วาล์วควบคุมอัตราการไหลมากขึ้น น้ำมันที่ออกก็จะออกได้มากขึ้น ความเร็วของกระบอกสูบก็จะเร็วตามไปด้วย แต่ถ้าต้องการให้ความเร็วของกระบอกสูบช้าลง ก็ต้องปรับให้วาล์วควบคุมอัตราการไหลน้อยลง ซึ่งน้ำมันถูกส่งออกมาจะทำให้กระบอกสูบวิ่งออก เมื่อกระบอกสูบวิ่งออก จะทำให้แรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ด้านก้านสูบไหลออกทางด้านช่อง B ผ่านช่อง T และกลับถึงถังน้ำมันเหมือนอย่างเดิม แต่ในทางกลับกันเมื่อวาล์วควบคุมทิศทางมีทิศทางไปทางขวา ก็จะให้น้ำมันจากช่อง P ต่ออยู่กับช่อง B และ A ต่ออยู่กับ T จะให้น้ำมันถูกส่งไปที่กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ ทำให้กระบอกสูบวิ่งเข้า เมื่อกระบอกสูบวิ่งเข้าจะทำให้แรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ด้านก้านสูบไหลเข้าทางด้านช่อง A ผ่านช่อง T และกลับถึงถังน้ำมันเหมือนอย่างเดิม

3.3 วงจรแปลงสัญญาณ

วงจรแปลงสัญญาณจะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่มาจากทรานส์ดิวเซอร์ของชุดดิ่งซีลแล้วมาทำให้เป็นสัญญาณดิจิทัลที่มีขนาดของข้อมูล 8 บิต แล้วส่งออกไปยังส่วนของชุดวงจรประมวลผล

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบสามารถที่จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ ดังรูปที่ 3.5 ส่วนแรกเป็นส่วนของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และส่วนที่สองเป็นส่วนของการปรับระดับสัญญาณหรือกรองสัญญาณให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ลักษณะการทำงานจากคู่มือไอซี ADC0804

เลขฐาน 16	รหัส ไบนารี	ส่วนของไบนารี		แรงดันเอาต์พุต $V_{ref}/2 = 2.56 \text{ Vdc}$	
		MS Group	LS Group	VMS Group	VLS Group
F	1111	15/16	15/256	4.800	0.300
E	1110	7/8	7/128	4.480	0.280
D	1101	13/16	13/256	4.160	0.260
C	1100	3/4	3/64	3.840	0.240
B	1011	11/16	11/256	3.520	0.220
A	1010	5/8	5/128	3.200	0.200
9	1001	9/16	9/256	2/880	0.180
8	1000	1/2	1/32	2/560	0.160
7	0111	7/16	7/256	2.240	0.140
6	0110	3/8	3/128	1.920	0.120
5	0101	5/16	2/256	1.600	0.100
4	0100	1/4	1/64	1/280	0.080
3	0011	3/16	3/256	0.960	0.060
2	0010	1/8	1/128	0.640	0.040
1	0001	1/16	1/256	0.320	0.020
0	0000	0	0	0	0

หมายเหตุ ขา 11 ถึง ขา 14 เป็นช่วง VMS, ขาที่ 15-18 เป็นช่วง VLS

3.4 วงจรจำกัดการกดสวิตช์

ในช่วงของการทำงานของชุดคั้งซีลวด การควบคุมการกดสวิตช์ถือเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยในการกำหนดระยะเวลาของการคั้งซีลวด หากมีการกดสวิตช์เกินค่าที่กำหนดไปแล้วช่วงเวลาของการทดสอบแต่ละครั้งก็จะสูญเสียไป แม้ว่าที่เกินจากค่าที่กำหนดไม่เกิดความเสียหายกับระบบก็ตาม เพราะมีวาล์วนิรภัยเป็นอุปกรณ์คอยช่วยป้องกันแรงดันน้ำมันเกินภายในระบบอยู่แล้ว

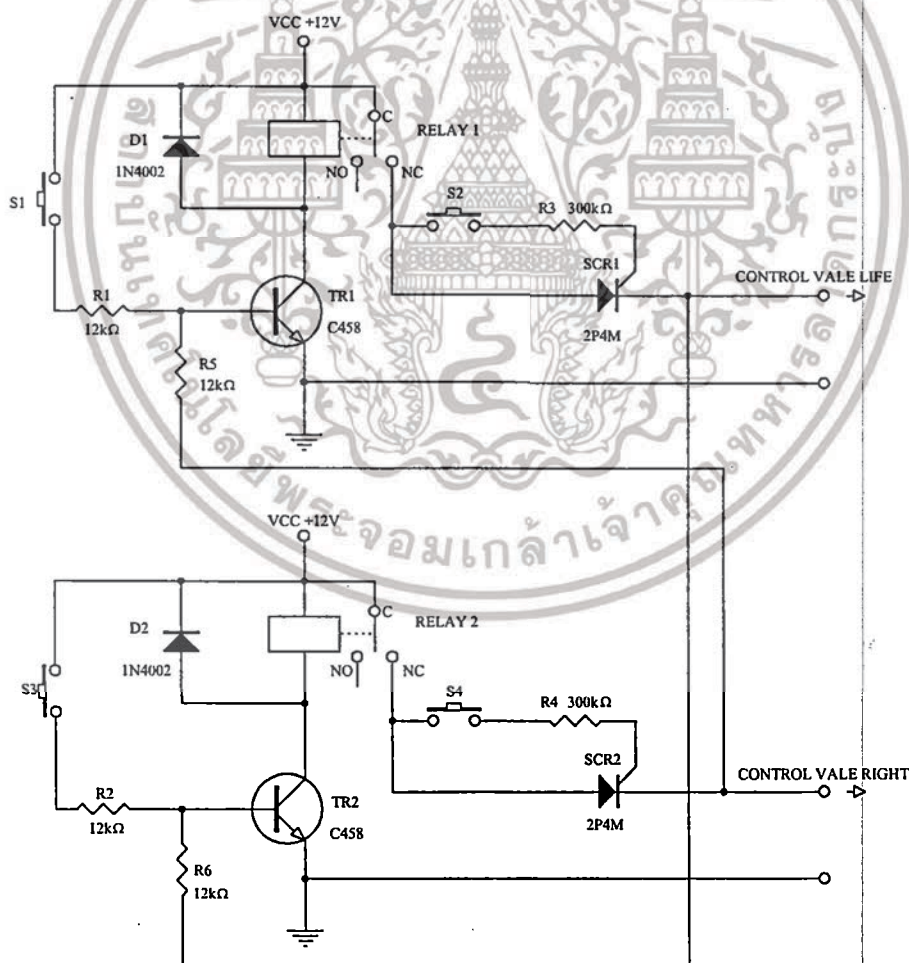
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

การจำกัดการกดสวิตช์ของชุดคั้งซีลวดสามารถจำกัดโดยตั้งลิมิตสวิตช์ไว้ตำแหน่งที่ต้องการกำหนดให้อยู่ในช่วงของการออกแรงคั้งขาดพอดี การติดตั้งมี 2 ตำแหน่ง คือ ช่วงจังหวะการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและช่วงจังหวะการเคลื่อนที่ไปทางขวา ช่วงที่จะทำงานเป็นช่วงที่ระบบเคลื่อนที่ไปโดยตำแหน่งนั้นพอดี โดยกำหนดให้มีการทำงานของการทดสอบซีลวดเพียงกดสวิตช์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบ (TEST SWITCH) 1 ครั้ง เมื่อเครื่องวัดความต้านแรงดึงขาดของซีลวาล์วรถจักรยานยนต์ทำการทดสอบซีลวาล์วรถจักรยานยนต์ แล้วซีลวาล์วขาดเป็นคิงซีลวาล์วของระบบจะหยุดทำงาน และเมื่อต้องการทดสอบอีกครั้งจะต้องทำการกดสวิทซ์ตั้งค่า (SET SWITCH) เป็นคิงซีลวาล์วของระบบก็จะกลับเข้าที่ตำแหน่งเดิมเพื่อเตรียมการทดสอบใหม่ ในช่วงของการตัดต่อระบบการทำงานจะใช้คุณสมบัติของเอสซีอาร์และรีเลย์มาประยุกต์ใช้ในวงจรจำกัดสวิทซ์

3.4.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.6 เมื่อทำการกดสวิทซ์ทดสอบ (S2) SCR1 จะทำการจ่ายแรงดันให้กับวาล์วควบคุมทิศทางด้านซ้ายทำให้เป็นคิงซีลวาล์วเคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายจนกระทั่งกระทบกับสวิทซ์ S1 ซึ่งเป็นลิมิตสวิทซ์ ทำให้มีกระแสไหลมายังขาเบสของทรานซิสเตอร์ TR1 ทรานซิสเตอร์นำกระแส



รูปที่ 3.6 วงจรจำกัดการกดสวิทซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

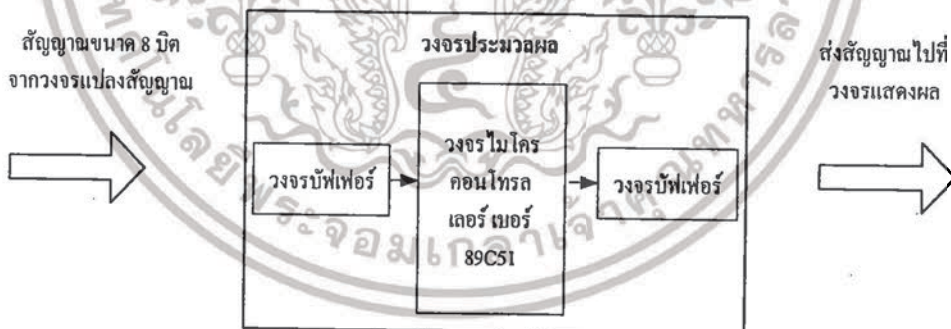
Relay1 ทำการเปลี่ยนสถานะเป็น NO ไม่มีแรงดันส่งไปที่วาล์วควบคุมทิศทาง ทำให้เป็นคั้งหยุดทำงานและเมื่อทำการกดสวิทช์ตั้งค่า (S4) SCR2 ก็จะจ่ายแรงดันให้กับวาล์วควบคุมทิศทางด้านขวา ทำให้เป็นคั้งซึ่งลวดเคลื่อนที่ไปทางด้านขวาจจนกระทั่งกระทบกับสวิทช์ S3 ซึ่งเป็นลิมิตสวิทช์ ทำให้มีกระแสไหลมายังขาเบสของทรานซิสเตอร์ TR2 ทรานซิสเตอร์นำกระแส Relay2 ทำการเปลี่ยนสถานะเป็น NO ไม่มีแรงดันส่งไปที่วาล์วควบคุมทิศทาง ทำให้เป็นคั้งหยุดทำงาน ภายในวงจรยังมีการป้องกันการกดสวิทช์ทดสอบและสวิทช์ตั้งค่าพร้อมกัน โดยนำค่าของสัญญาณที่ออกจาก SCR1 และ SCR2 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้ทรานซิสเตอร์ TR1 และ TR2 เพื่อให้การทำงานมีเสถียรภาพเพิ่มขึ้น

3.5 วงจรประมวลผล

วงจรประมวลผลเป็นวงจรในการนำข้อมูลขนาด 8 บิต ที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณมาคำนวณเพื่อแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลที่ต้องการ ก่อนที่จะส่งข้อมูลดังกล่าวไปที่วงจรแสดงผล

3.5.1 การออกแบบและการสร้าง

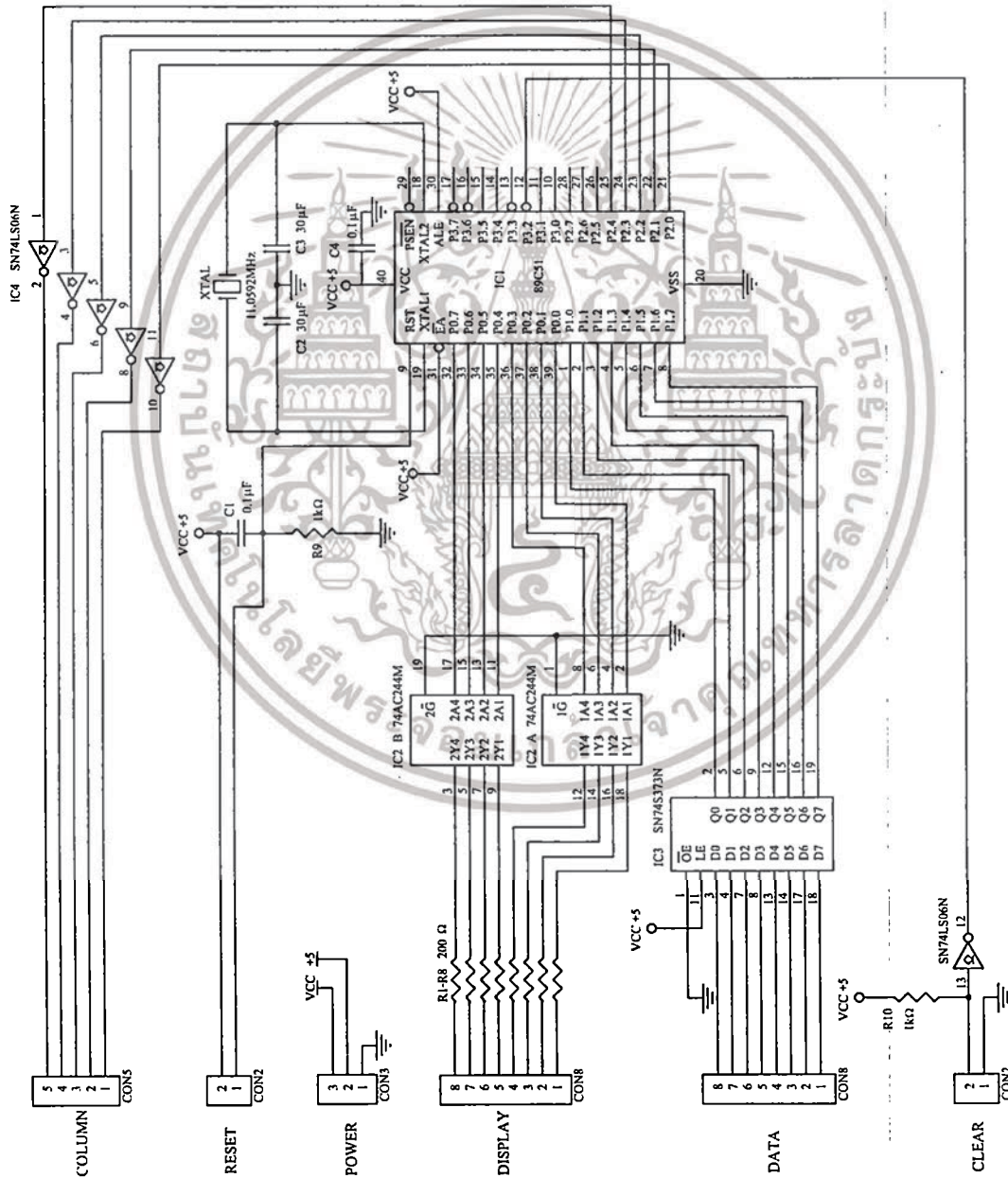
ภายในวงจรประมวลผลประกอบด้วยวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 89C51 และวงจรบัฟเฟอร์ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ส่วนประกอบของวงจรประมวลผล

วงจรทั้งสองวงจรจะสัมพันธ์กันในการรับข้อมูลเข้ามาและส่งข้อมูลออกไป แต่หัวใจหลักของการควบคุมข้อมูลที่จะส่งออกไปนั้นอยู่ที่การเขียนโปรแกรมที่จะอยู่ภายในของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ จากรูปที่ 3.8 การสร้างชุดประมวลผลจะมีสายต่อใช้งานจากคอนเน็คเตอร์ออกจากวงจร 6 ชุดด้วยกัน คือ

- 1) Column Connector (COLUMN) ใช้สำหรับเชื่อมต่อวงจรแสดงผลเช่นเดียวกับ Display Connector แต่จะใช้ข้อมูลในการส่งข้อมูลการสแกนหลักของวงจรแสดงผลแบบเจ็ดส่วนครึ่งหนึ่งหลัก
- 2) Reset Connector (RESET) ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์สวิตซ์สำหรับการรีเซตโปรแกรม
- 3) Power Connector (POWER) สำหรับต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรคือ + 5 โวลต์
- 4) Data Connector (DATA) ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับวงจรแปลงสัญญาณเพื่อนำสัญญาณเข้ามายังอินพุตของวงจร



รูปที่ 3.8 วงจรประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเชิงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Display Connector (DISPLAY) ใช้สำหรับเชื่อมต่อวงจรแสดงผล

6) Clear Display Connector (CLEAR) เป็นการลบข้อมูลที่มีอยู่ของการแสดงผลที่หน้าจอ

3.5.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.8 การทำงานจะเริ่มจากการตรวจสอบข้อมูลที่รับเข้ามาผ่านไอซี 74LS373 ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ปรับระดับสัญญาณให้ดีขึ้นและส่งต่อไปยังพอร์ต 1 ของ 89C51 ข้อมูลที่รับเข้ามาจะถูกประมวลผลข้อมูล ซึ่งการประมวลผลของข้อมูลที่ได้รับเป็นหน้าที่ของโปรแกรมภายใน หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้ จะถูกส่งข้อมูลออกที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 ผ่านวงจรบัฟเฟอร์ก่อนต่อไปยังวงจรแสดงผล

3.6 วงจรแสดงผล

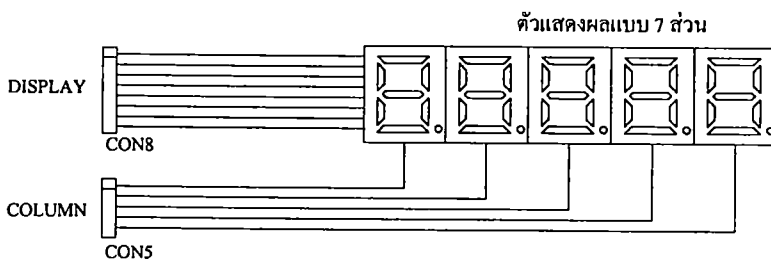
วงจรแสดงผลถือเป็นวงจรสุดท้ายที่จะรับค่าจากวงจรประมวลผลมาแสดงเป็นตัวเลข แล้วแสดงตัวเลขเป็นหน่วยของนิวตัน

3.6.1 การออกแบบและการสร้าง

การแสดงผลจำนวนของหลักตัวเลขที่ต้องการมีทั้งหมด 5 หลัก เพื่อให้การแสดงผลสามารถรับค่าได้สูงขึ้น คือ ได้ถึง 99999 สำหรับ 5 หลัก การแสดงผลใช้ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน แบบแคโทดมาใช้ในการรับค่าจากวงจรประมวลผล

3.6.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.9 เมื่อระบบเริ่มทำงาน วงจรแสดงผลจะรับค่าจากเอาต์พุตของวงจรประมวลผลที่คอนเน็คเตอร์ดิสเพลย์ ซึ่งมีข้อมูลขนาด 8 บิต มาที่วงจรแสดงตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน จะไม่สามารถติดสว่างได้ถึงแม้จะมีสัญญาณมาแล้วก็ตาม จนกว่าจะมีสัญญาณที่คอนเน็คเตอร์คอลัมน์ส่งไปที่วงจรแสดงผล สัญญาณที่ออกจากคอนเน็คเตอร์ดิสเพลย์ จะถูกกำหนดโดยค่าโปรแกรมภายในวงจรประมวลผล



รูปที่ 3.9 วงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

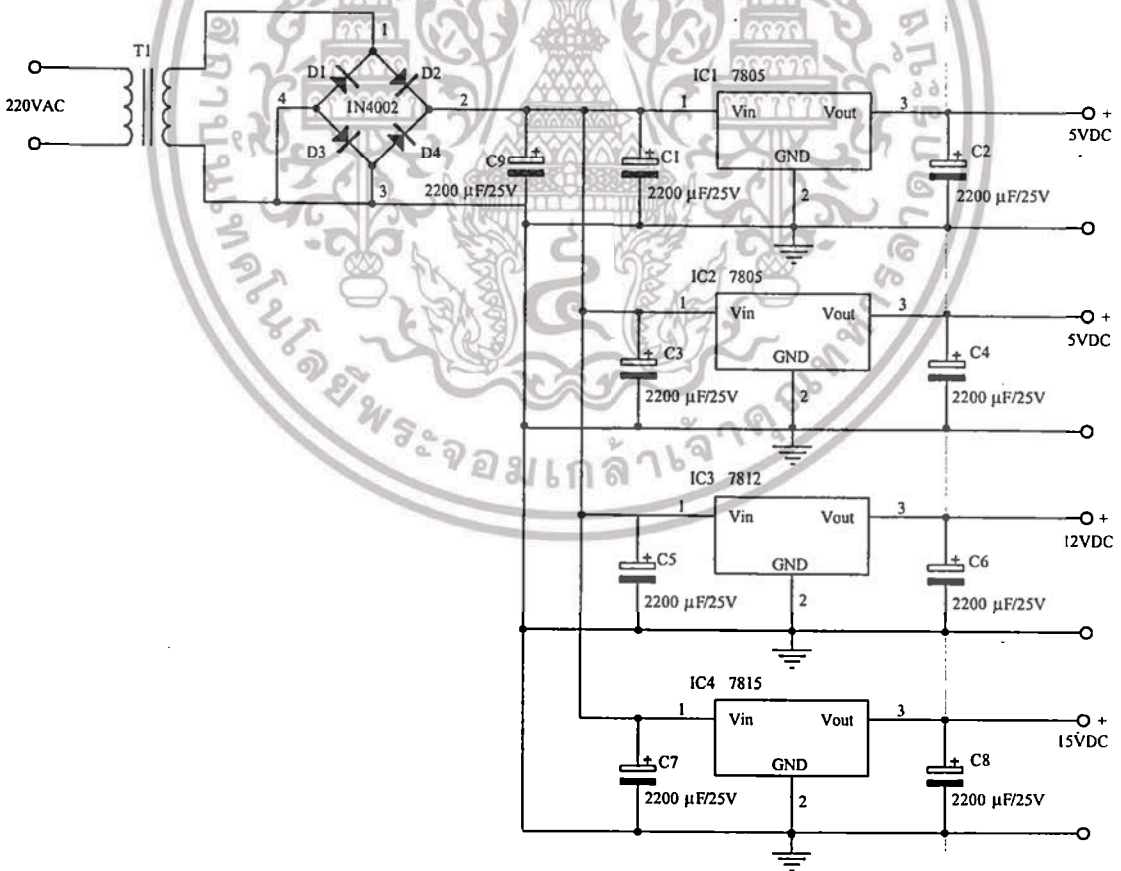
3.7 วงจรจ่ายไฟ

วงจรจ่ายไฟสามารถแบ่งชุดการทำงานสำคัญในการจ่ายไฟได้ 2 ชุด คือ ชุดแรกเป็นวงจรจ่ายไฟสำหรับเลี้ยงวงจร มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์, +12 โวลต์ และ +15 โวลต์ ชุดที่สองจ่ายไฟให้กับระบบคิงซ์ลวดมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ทั้งสองชุดจะมีความสัมพันธ์ร่วมกันในส่วนของกรวดค่าแรงดึงขนาดของซีลวด

3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

1) วงจรจ่ายไฟจะให้แรงดันเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง คือ จะใช้วงจรรักษาระดับแรงดันคงที่โดยใช้ไอซี 7805 รักษาระดับแรงดันไฟให้ได้ +5 โวลต์ ไอซี 7812 จะรักษาระดับแรงดันไฟให้ได้ +12 โวลต์ และไอซี 7815 จะรักษาระดับแรงดันไฟให้ได้ +15 โวลต์

2) วงจรจ่ายไฟที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับระบบคิงซ์ลวด เปรียบเสมือนการควบคุมการจ่ายไฟที่จะจ่ายให้กับปั๊มของชุดคิงซ์ลวด



รูปที่ 3.10 วงจรจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

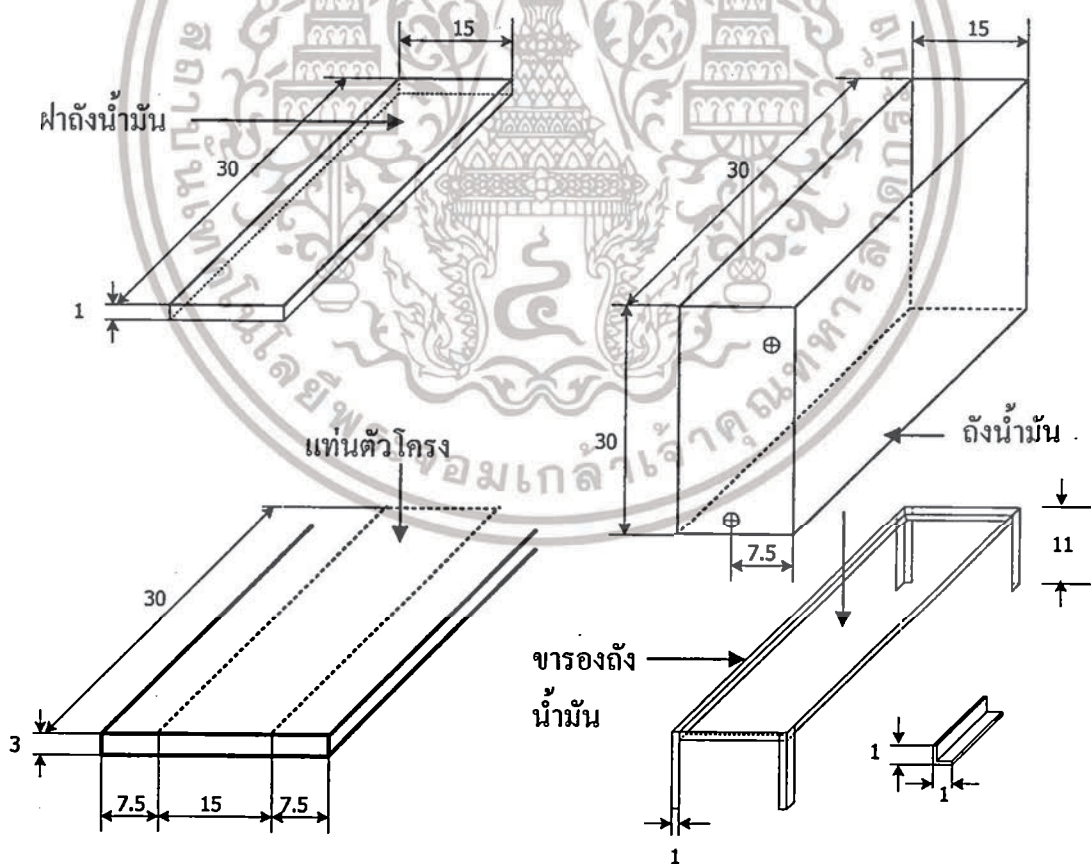
3.7.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.10 เมื่อป้อนแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ผ่านทรานส์ฟอร์มเมอร์ T, เข้าวงจรบริดจ์เรกติไฟร์ ซึ่งมีไดโอดเบอร์ 1N4002 ต่ออยู่หลังจากนั้นแรงดันที่ได้จะถูกส่งแยกไปยังไอซี 7805, ไอซี 7812 และไอซี 7815 เพื่อให้ได้ระดับแรงดัน +5 โวลต์, +12 โวลต์ และ +15 โวลต์ ตามลำดับ

3.8 โครงสร้างของตัวเครื่อง

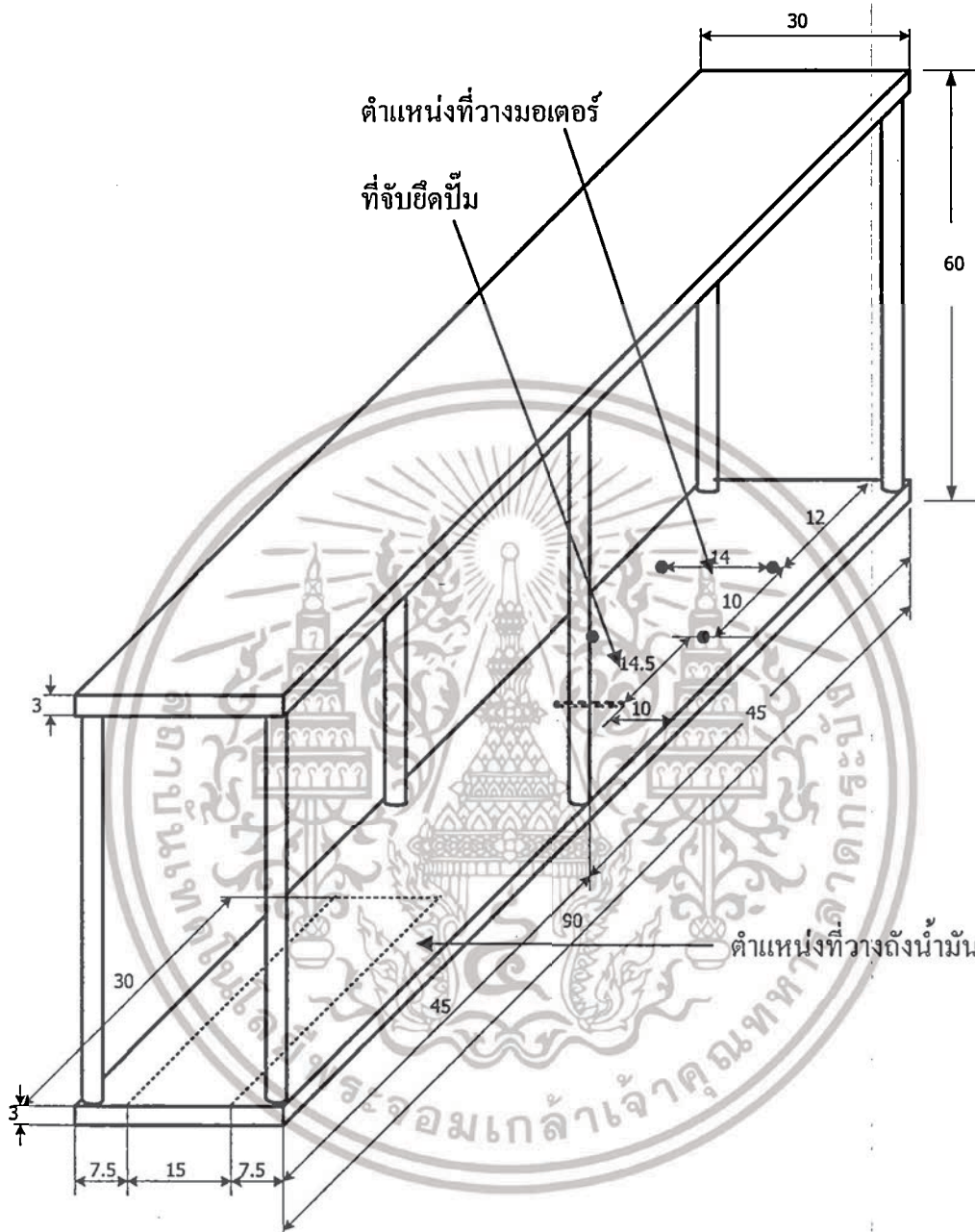
3.8.1 การออกแบบโครงที่วางระบบ

เมื่อได้อุปกรณ์ในส่วนของระบบไฮครอลิกส์และวงจรต่างๆ ก็สามารถทราบขนาดในการออกแบบเนื่องจากการติดตั้งดังรูป 3.11 ลักษณะ โครงถึงน้ำมันขนาด 10 ลิตร และรูปที่ 3.12 เป็นโครงที่วางระบบ



รูปที่ 3.11 โครงสร้างถังน้ำมัน (หน่วย:เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

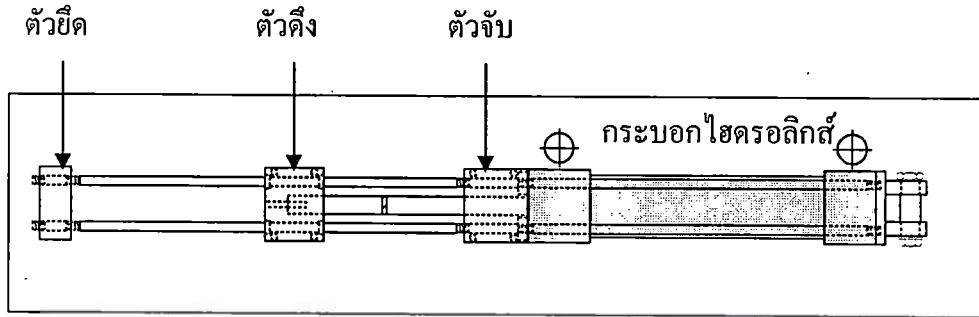


รูปที่ 3.12 โครงสร้างการวางระบบทั้งหมด (หน่วย:เซนติเมตร)

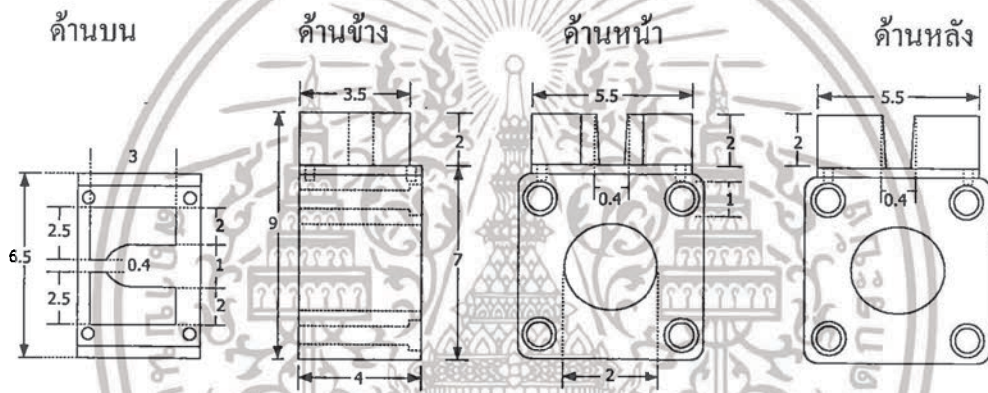
3.8.2 การออกแบบเป็นจับซี่ล้อ

การออกแบบเป็นจับซี่ล้อ เป็นไปตามข้อกำหนดการทดสอบในมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซี่ล้อรถจักรยานยนต์ ดังกล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 3.13

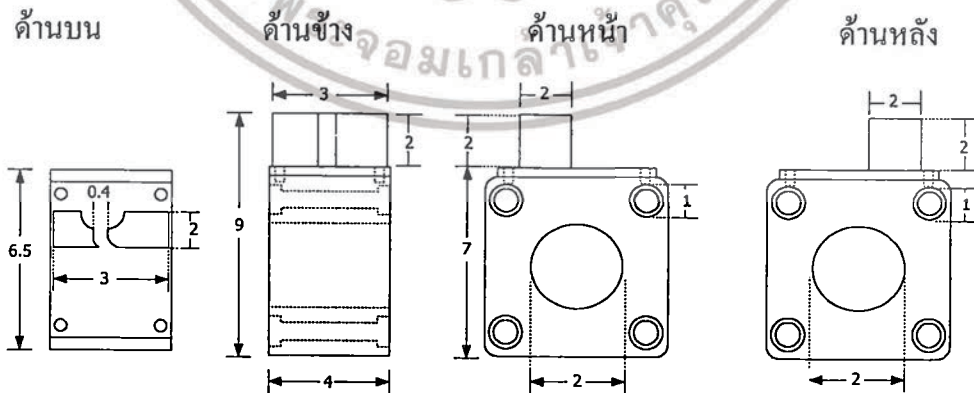
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 โครงสร้างเป็นจับซี่ล้อ

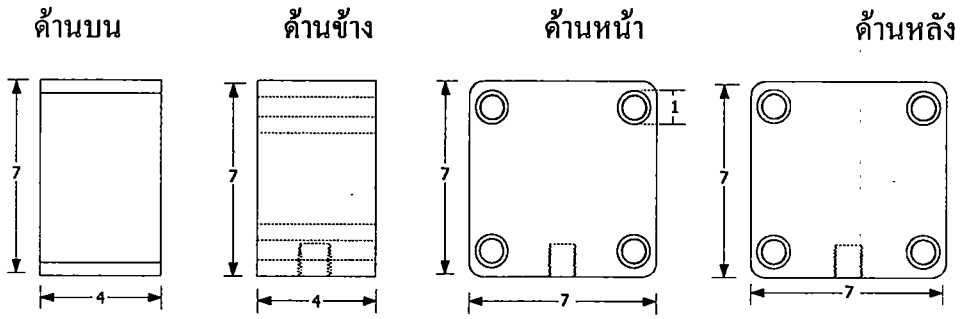


รูปที่ 3.14 โครงสร้างแทนตัวจับซี่ล้อ (หน่วย:เซนติเมตร)



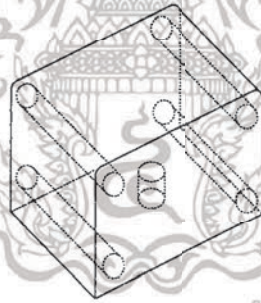
รูปที่ 3.15 โครงสร้างแทนตัวค้ำซี่ล้อ (หน่วย:เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 โครงสร้างแทนตัวยึด (หน่วย:เซนติเมตร)

จากรูปเป็นลักษณะของเป็นจับซึ่งมีอยู่ 3 ส่วน ส่วนแรก คือ ตัวจับ จะเป็นแทนที่ยึดติดกับกระบอกไฮดรอลิก ดังรูปที่ 3.14 จุดนี้ถือได้ว่าเป็นจุดอ้างอิงในการตั้งซีลรถจักรยานยนต์ ส่วนที่สอง คือ ตัวดึง เป็นชุดจับซึ่งถือที่อาศัยระบบไฮดรอลิกในการเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 3.15 มีการยึดติดกับแทน เพียงแต่มีชุดประครอง 4 จุด ที่มุมทั้ง 4 มุม ส่วนสุดท้าย คือ ตัวยึด ใช้ในการออกแรงดึง ดังรูปที่ 3.16 หากไม่มีการยึด จะทำให้ชุดประครอง โครงบิดเบี้ยวผิดส่วนไป



รูปที่ 3.17 ลักษณะ โครงสร้าง 3 มิติ ของแทนตัวยึด

3.8.3 การออกแบบกล่องแผงควบคุม

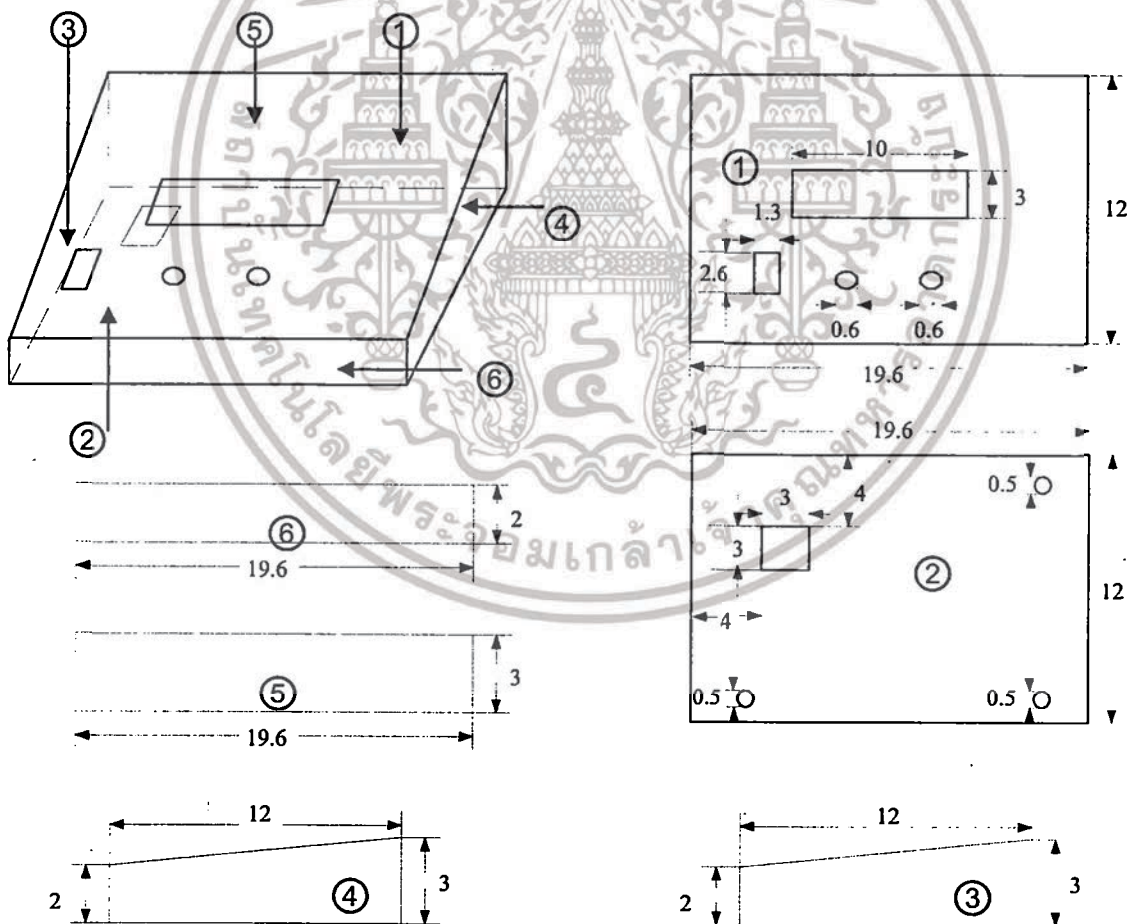
การออกแบบกล่องแผงควบคุม ซึ่งใช้ในการควบคุมวงจรและระบบภายใน คือ

- 1) มีการแสดงผลบนแอลอีดีเจ็ดส่วน สำหรับค่าความต้านแรงดึงขาดในหน่วยเป็นนิวตัน
- 2) มีสวิทช์ควบคุมการทดสอบวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลรถจักรยานยนต์
- 3) มีการเริ่มต้นค่าตัวเลขทุกครั้งที่ต้องการทดสอบ
- 4) มีการควบคุมการเปิดปิดเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลรถจักรยานยนต์
- 5) การควบคุมสั่งการอยู่บนแผงเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) มีรูปแบบในการใช้งานที่สามารถเข้าใจได้ง่าย
สำหรับกล่องแพคเกจนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 6 ชิ้น นำมาประกอบเข้าด้วยกัน ดัง
แสดงในรูปที่ 3.18

- ① ด้านบนของกล่องแพคเกจ
- ② ฐานกล่องแพคเกจ
- ③ ด้านซ้ายของกล่องแพคเกจ
- ④ ด้านขวาของกล่องแพคเกจ
- ⑤ ด้านหลังของกล่องแพคเกจ
- ⑥ ด้านหน้าของกล่องแพคเกจ



รูปที่ 3.18 กล่องแพคเกจ (หน่วย:เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



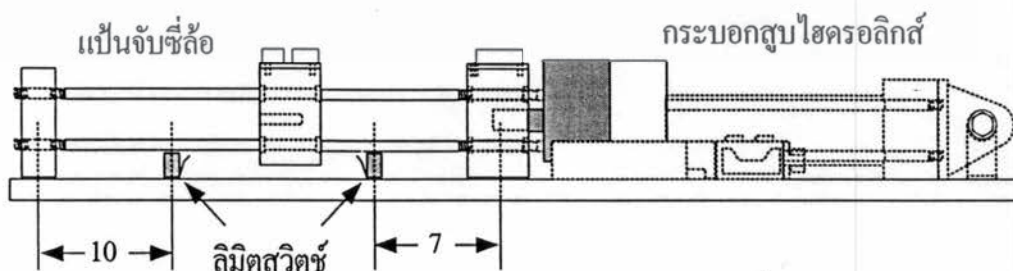
รูปที่ 3.19 กล่องแผงควบคุม

หน้าที่ของปุ่มใช้งานบนกล่องแผงควบคุมมีดังนี้

- ① จอแสดงผล หน้าที แสดงตัวเลขค่าความต้านแรงดึงของซี่ล้อ
- ② สวิตช์กำลัง (POWER) หน้าที ควบคุมการเปิด-ปิด การจ่ายกำลังไฟฟ้า
- ③ สวิตช์ตั้งค่า (SET) หน้าที เตรียมพร้อมก่อนการทดสอบซี่ล้อรถจักรยานยนต์
- ④ สวิตช์ทดสอบ (TEST) หน้าที ทดสอบซี่ล้อรถจักรยานยนต์

3.8.4 การออกแบบติดตั้งชุดจำกัดการกดสวิตช์

การติดตั้งวงจรจำกัดการกดสวิตช์ จะมีลิมิตสวิตช์ 2 ตัว ในการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการควบคุม ได้กล่าวไว้เบื้องต้นแล้ว การออกแบบและติดตั้งแสดงดังรูปที่ 3.20 ช่วงของระยะที่ติดตั้งนี้เป็นตำแหน่งที่ซี่ล้อรถจักรยานยนต์เกิดแรงกระทำสูงสุดหรือก่อนขาดออกจากกัน



รูปที่ 3.20 การติดตั้งชุดจำกัดการกดสวิตช์ (หน่วย:เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 กล่าวนำ

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในบทนี้เป็นผลการทดลองของแต่ละภาค และผลการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ ดังต่อไปนี้

4.2 วงจรจ่ายไฟ

จากวงจรจ่ายไฟดังที่แสดงในรูปที่ 3.10 แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่จ่ายไฟให้กับวงจรอื่นๆ และส่วนที่จ่ายไฟให้กับระบบดึงซีล้อ

4.2.1 การทดลอง

- 1) ป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เข้าวงจรจ่ายไฟตามรูปที่ 3.10
- 2) เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ตำแหน่งเอาต์พุตของ IC1 และ IC2 ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 4.1
- 3) เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ตำแหน่งเอาต์พุตของ IC3 และ IC4 ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 4.1

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรจ่ายไฟ

ตำแหน่งที่วัด	ระดับแรงดันที่วัดได้
เอาต์พุต IC1	5 โวลต์
เอาต์พุต IC2	5 โวลต์
เอาต์พุต IC3	12 โวลต์
เอาต์พุต IC4	15 โวลต์

จากผลการทดลองค่าระดับแรงดันเอาต์พุตของ IC1 และ IC2 มีค่าแรงดันเท่ากับ 5 โวลต์ ตรงกับคุณสมบัติของไอซี 7805 ค่าระดับแรงดันเอาต์พุตของ IC3 มีค่าแรงดันเท่ากับ 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรงกับคุณสมบัติของไอซี 7812 และค่าระดับแรงดันเอาต์พุตของ IC4 มีค่าแรงดันเท่ากับ 15 โวลต์ ตรงกับคุณสมบัติของไอซี 7815

4.3 วงจรแปลงสัญญาณ

เพื่อให้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ ได้นำแอลอีดี (LED) ต่อที่ขาเอาต์พุตของ วงจรแปลงสัญญาณ ตามรูปที่ 3.5 และทำการทดลองดังนี้

4.3.1 การทดลอง

- 1) ทำการต่อสัญญาณเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์เข้ากับอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณ
- 2) ในขณะที่เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ทำการทดสอบซีลื้อ พบว่าทรานซิสเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสในช่วง 4-20 มิลลิแอมแปร์ และเมื่อใช้โวลต์ มิเตอร์วัดที่ขาเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณทั้ง 8 ขา ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 4.2
- 3) พบว่าค่าระดับแรงดันที่สภาวะลอจิก 1 ได้ค่าประมาณ 3.5 โวลต์ ค่าระดับแรงดันที่สภาวะ ลอจิก 0 ได้ค่าประมาณ 0.8 โวลต์

4.3.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองของวงจรแปลงสัญญาณ พบว่าเมื่อ LED แสดงลักษณะสว่างหรือดับ ตามระดับสภาวะลอจิก 1 หรือ 0 ค่าระดับแรงดันที่วัดได้อยู่ในช่วงระดับที่เหมาะสม และถูกต้อง ซึ่ง แสดงว่าวงจรแปลงสัญญาณทำงานได้ถูกต้อง และเหมาะสมตามต้องการ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรแปลงสัญญาณ

ตำแหน่ง	สภาวะลอจิก 1	ลักษณะ LED	สภาวะลอจิก 0	ลักษณะ LED
	แรงดันที่ได้ (โวลต์)		แรงดันที่ได้ (โวลต์)	
ขา 18	3.5	สว่าง	0.8	ดับ
ขา 17	3.5	สว่าง	0.8	ดับ
ขา 16	3.5	สว่าง	0.8	ดับ
ขา 15	3.5	สว่าง	0.8	ดับ
ขา 14	3.5	สว่าง	0.8	ดับ
ขา 13	3.5	สว่าง	0.8	ดับ
ขา 12	3.5	สว่าง	0.8	ดับ
ขา 11	3.5	สว่าง	0.8	ดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วงจรจำกัดการกดสวิทช์

การจำกัดการกดสวิทช์จะสัมพันธ์กันโดยตรงกับแผงควบคุมและวาล์วควบคุมทิศทางของชุดคิงซ์ลือ

4.4.1 การทดลอง

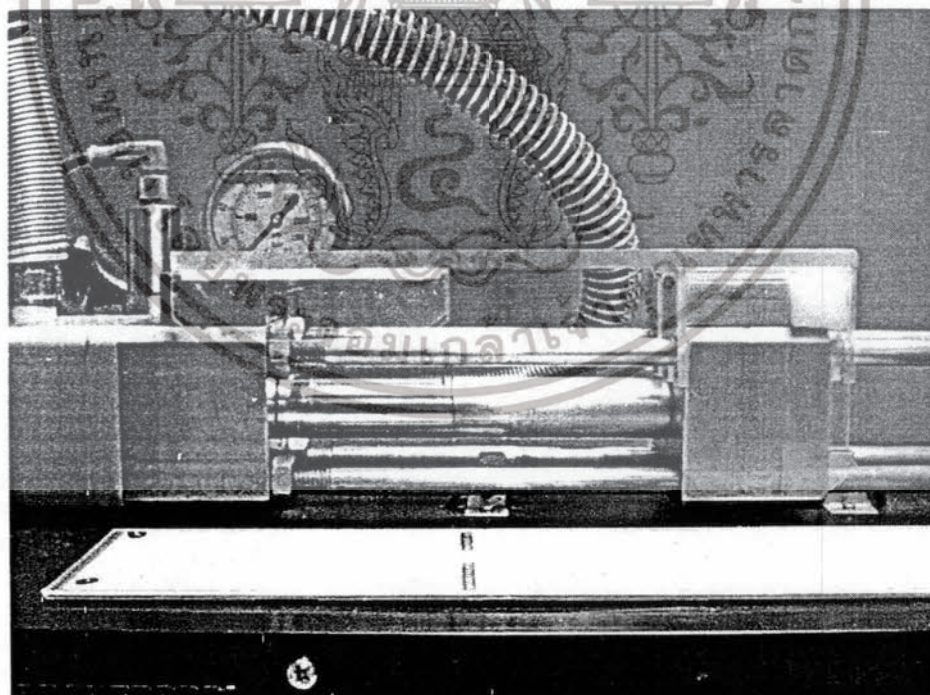
1) จากวงจรจำกัดการกดสวิทช์ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ทำการติดตั้งสวิทช์ S1 ทางด้านซ้าย และ S3 ทางด้านขวาของโครงที่วางระบบตามรูปที่ 4.1

2) กดสวิทช์ทดสอบ (S2) ทำให้เป็นจับซี่ลือเคลื่อนที่ไปทางขวาจนกระทั่งกระทบกับสวิทช์ S1 ผลการทดลองที่สังเกตได้แสดงในตารางที่ 4.3

3) กดสวิทช์ตั้งค่า (S4) ทำให้เป็นจับซี่ลือเคลื่อนที่ไปทางซ้ายจนกระทั่งกระทบกับสวิทช์ S3 ผลการทดลองที่สังเกตได้แสดงในตารางที่ 4.3

4.4.2 ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าวงจรจำกัดการกดสวิทช์สามารถทำงานได้ถูกต้อง โดยการหยุดการทำงานโดยใช้ลิมิตสวิทช์ในการตัดวงจรได้



รูปที่ 4.1 การติดตั้งลิมิตสวิทช์กับโครงที่วางระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรจำกัดการกดสวิตช์

การทดลอง	ผลการทดลอง
เป็นจับซีลวดเคลื่อนที่ไปทางขวา จนกระทั่งกระทบกับสวิตช์ S1	เป็นจับซีลวดจะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปทางขวาได้เมื่อ กระทบกับสวิตช์ S1 แต่สามารถเคลื่อนที่ไปทางซ้ายได้
เป็นจับซีลวดเคลื่อนที่ไปทางซ้าย จนกระทั่งกระทบกับสวิตช์ S3	เป็นจับซีลวดจะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปทางซ้ายได้เมื่อ กระทบกับสวิตช์ S3 แต่สามารถเคลื่อนที่ไปทางขวาได้

4.5 ชุดดึงซีลื้อ

4.5.1 การทดลอง

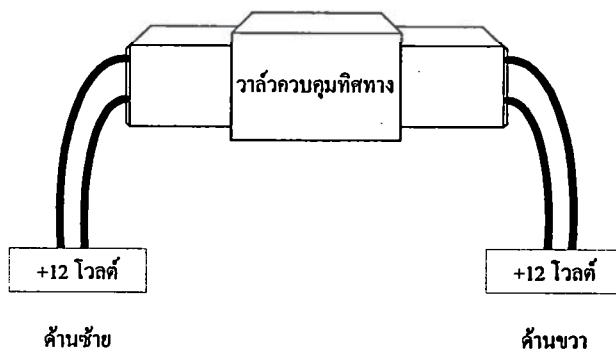
- 1) ประกอบระบบไฮดรอลิกส์ตามรูปที่ 3.4
- 2) ป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าที่มอเตอร์ เพื่อเปิดการทำงานชุดดึงซีลวด
- 3) ตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำมัน
- 4) ต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +12 โวลต์ ให้กับวาล์วควบคุมทิศทางการไหลด้านซ้าย ดังรูปที่

4.2 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

5) ต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +12 โวลต์ ให้กับวาล์วควบคุมทิศทางการไหลด้านขวา ดังรูปที่ 4.2 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

6) ค่อยๆ ทำการปรับวาล์วควบคุมการไหลให้ “ปิด” แต่ไม่ปิดสุดทาง เพราะจะสร้างความเสียหายกับระบบได้ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

7) ค่อยๆ ทำการปรับวาล์วควบคุมการไหลให้ “เปิด” ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 4.2 การต่อวาล์วควบคุมทิศทางกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบขึ้นด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ค่อยๆ ทำการปรับวาล์วนิรภัยให้ “ปิด” ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

9) ค่อยๆ ทำการปรับวาล์วนิรภัยให้ “เปิด” ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.4

4.5.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองชุดดิ่งซีลล์

การทดลอง	ผลการทดลอง
กรณีที่ไม่มีการควบคุม	น้ำมันไหลย้อนกลับลงถึงน้ำมัน
วาล์วควบคุมทิศทางไปทางซ้าย	กระบอกสูบไฮดรอลิกส์เคลื่อนที่ไปทางขวา
วาล์วควบคุมทิศทางไปทางขวา	กระบอกสูบไฮดรอลิกส์เคลื่อนที่ไปทางซ้าย
ค่อยๆ ปรับวาล์วควบคุมการไหล “ปิด”	การเคลื่อนของกระบอกสูบค่อยๆ ช้าลง
ค่อยๆ ปรับวาล์วควบคุมการไหล “เปิด”	การเคลื่อนของกระบอกสูบค่อยๆ เร็วขึ้น
ค่อยๆ ทำการปรับวาล์วนิรภัยให้ “ปิด”	ยังปิดมาก การป้องกันเมื่อมีแรงดันภายในสูงสามารถทนความดันน้ำมัน ได้น้อยลง
ค่อยๆ ทำการปรับวาล์วนิรภัยให้ “เปิด”	ยังเปิดมาก การป้องกันเมื่อมีแรงดันภายในสูงสามารถทนความดันน้ำมัน ได้สูงขึ้น

จากผลการทดลองชุดดิ่งซีลล์ แสดงว่าสามารถทำงานได้ถูกต้อง การบังคับซีลล์ทำได้เหมาะสม ไม่เร็วเกินไป เมื่อปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหลให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

4.6 วงจรประมวลผลและแสดงผล

จากรูปที่ 3.8 วงจรประมวลผลจะรับสัญญาณดิจิทัลอินพุตจากวงจรแปลงสัญญาณส่งผลข้อมูลเอาต์พุตไปแสดงที่วงจรแสดงผล และทำการตรวจสอบการกดสวิทช์เคลียร์ตัวเลขบนจอแสดงผล เพื่อลบข้อมูลที่แสดงผลก่อนหน้านี้

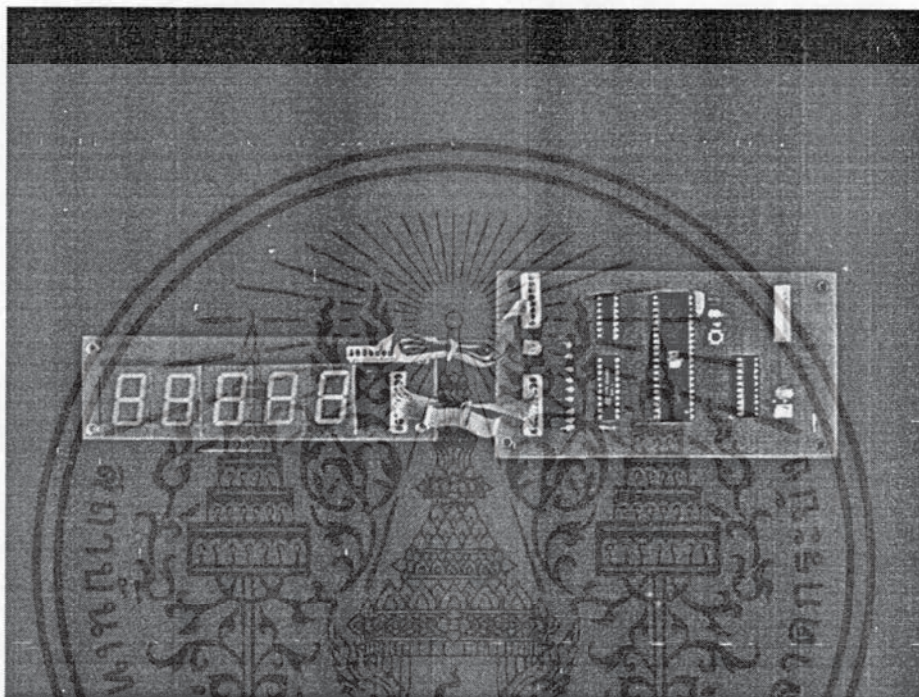
4.6.1 การทดลอง

- 1) เชื่อมต่อวงจรประมวลผลเข้ากับวงจรแสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 4.3
- 2) ป้อนแรงดันอ้างอิงเข้าที่วงจรแปลงสัญญาณแทนสัญญาณจากทรานส์ดิวเซอร์ ได้ผลข้อมูลแสดงที่วงจรแสดงผล
- 3) ทำการปรับแรงดันอ้างอิง ได้ผลข้อมูลเปลี่ยนแปลงที่วงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ผลการทดลอง

ข้อมูลมีการแสดงผลเป็นตัวเลข ระดับของข้อมูลจะเปลี่ยนแปลงมากขึ้นอยู่กับแรงดันอ้างอิง หากแรงดันอ้างอิงสูง ตัวเลขที่แสดงจะสูง แต่ถ้าแรงดันอ้างอิงต่ำลง ตัวเลขที่แสดงจะต่ำลงตาม



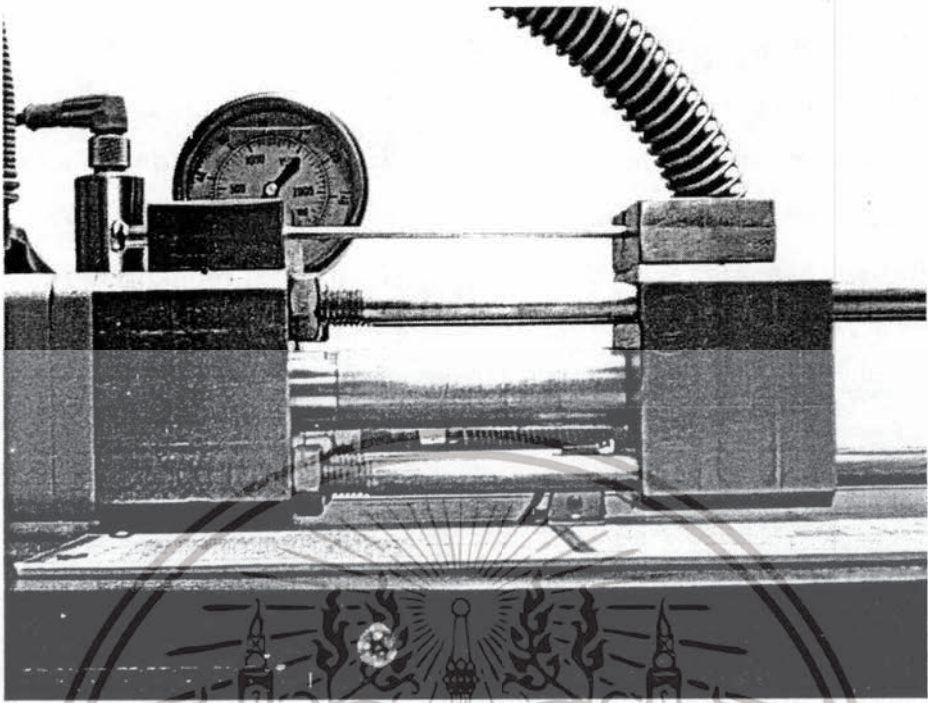
รูปที่ 4.3 วงจรประมวลผลเชื่อมต่อกับวงจรแสดงผล

4.7 การทดสอบ และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

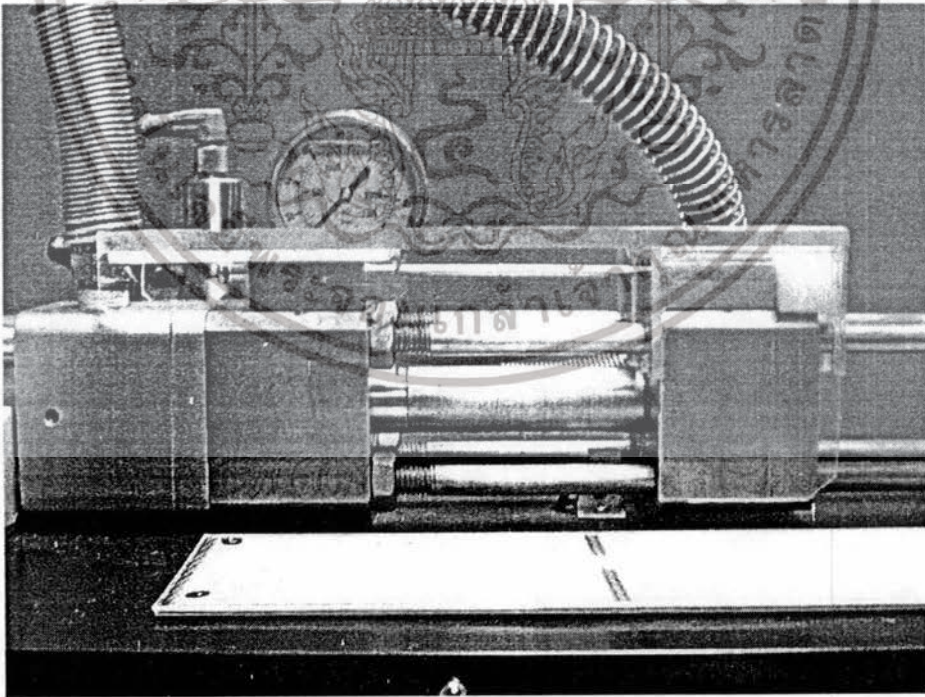
4.7.1 การทดสอบการทำงาน

- 1) โยกเปิดสวิตช์เบรกเกอร์
- 2) เปิดสวิตช์กำลัง (POWER) บนกล่องแผงควบคุม
- 3) ถอดอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นที่เป็นดิ่งซีล้อออก
- 4) วางซีล้อรถจักรยานยนต์ที่ต้องการทดสอบบนแป้นดิ่งซีล้อ ดังแสดงในรูปที่ 4.4
- 5) วางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีล้อกลับเข้าตำแหน่งเดิม ดังแสดงในรูปที่ 4.5
- 6) กดสวิตช์ทดสอบ (TEST) บนกล่องแผงควบคุม
- 7) เมื่อซีล้อรถจักรยานยนต์ขาด อ่านค่าความต้านแรงดิ่งขาดที่แสดงบนตัวแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การวางซี่ล้อบนแท่นตั้งซี่ล้อ



รูปที่ 4.5 การวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซี่ล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ทดสอบวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีล้อรรถจักรยานยนต์ เบอร์ 9 10 11 และ 12 จำนวนเบอร์ละ 50 อัน ผลทดลองแสดงในตารางที่ 4.5

9) คำนวณหาค่าเฉลี่ยรวมของค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีล้อรรถจักรยานยนต์แต่ละเบอร์ ที่ทดสอบตามข้อ 8) ผลแสดงในตารางที่ 4.5

10) คำนวณหาค่าความผิดพลาด คำนวณเป็นค่าร้อยละ โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยรวมที่ได้จากข้อ 9) กับค่าความต้านแรงดึงสูงสุด ที่ทดสอบโดยศูนย์พัฒนาและวิจัยสมบัติของวัสดุ ผลแสดงในตารางที่ 4.6

4.7.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบหาค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีล้อรรถจักรยานยนต์

ลำดับอันที่ทดสอบ	ค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีล้อรรถจักรยานยนต์ (นิวตัน)			
	เบอร์ 9	เบอร์ 10	เบอร์ 11	เบอร์ 12
1	7,849	6,733	6,121	6,087
2	7,841	6,845	6,040	6,141
3	7,828	6,768	6,058	6,086
4	7,852	7,154	6,039	6,085
5	7,850	7,145	6,057	6,084
6	7,829	7,234	6,120	6,140
7	7,874	7,097	6,056	6,186
8	7,828	7,153	6,038	6,139
9	8,032	7,096	6,037	6,083
10	7,851	7,152	6,036	6,082
11	7,849	6,844	6,055	6,185
12	7,779	7,151	6,119	6,302
13	7,827	7,095	6,035	6,184
14	7,850	7,150	6,054	6,301
15	8,131	7,094	6,034	6,081
16	7,680	7,079	6,118	6,183

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ผลการทดสอบหาค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลอร์ถจักรยานยนต์

ลำดับอันที่ทดสอบ	ค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลอร์ถจักรยานยนต์ (นิวตัน)			
	เบอร์ 9	เบอร์ 10	เบอร์ 11	เบอร์ 12
17	7,925	6,843	6,033	6,080
18	7,934	7,093	6,053	6,182
19	7,916	7,149	6,032	6,181
20	7,826	7,092	6,031	6,079
21	7,849	7,096	6,052	6,300
22	7,825	7,091	6,051	6,180
23	7,873	7,148	6,030	6,078
24	7,824	6,842	6,117	6,101
25	7,872	7,090	6,050	6,092
26	7,848	7,089	6,029	6,155
27	7,871	7,147	6,116	6,179
28	7,870	7,088	6,028	6,138
29	7,847	7,087	5,963	6,077
30	7,846	7,146	5,919	6,137
31	7,845	7,086	5,962	6,076
32	7,844	6,841	6,049	6,178
33	7,823	6,840	6,027	6,136
34	7,822	7,145	6,115	6,177
35	7,824	6,839	6,026	6,135
36	7,933	7,085	5,918	6,075
37	7,887	7,084	6,025	6,176
38	7,848	6,838	6,048	6,074
39	7,821	7,083	5,961	6,134
40	7,869	6,837	5,917	6,073
41	7,843	7,082	6,047	6,133
42	7,868	7,144	6,024	6,132
43	7,867	6,836	5,916	6,102
44	7,842	7,081	5,915	6,131
45	7,820	6,835	6,023	6,175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาคู่เท่านั้น ไม่ควรนำออกนอกพื้นที่
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ผลการทดสอบหาค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลลอร์รถจักรยานยนต์

ลำดับอันที่ทดสอบ	ค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลลอร์รถจักรยานยนต์ (นิวตัน)			
	เบอร์ 9	เบอร์ 10	เบอร์ 11	เบอร์ 12
46	7,866	7,080	5,914	6,101
47	7,819	7,143	6,114	6,072
48	7,841	7,079	6,046	6,100
49	7,818	6,834	6,022	6,071
50	7,817	7,142	6,021	6,130
รวม	392,793	351,725	301,611	306,689
ค่าเฉลี่ยรวม	7,855.86	7,034.50	6,032.22	6,133.78

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลลอร์รถจักรยานยนต์

เบอร์ซีลลอร์	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุมของซีลลอร์ (มิลลิเมตร)	ค่าความต้านแรงดึงขาดเฉลี่ยรวมจากการทดสอบ (นิวตัน)	ค่าความต้านแรงดึงสูงสุด (*) (นิวตัน)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)
9	3.5	7,855.86	7,930	-0.93
10	3.2	7,034.50	7,004	0.44
11	2.9	6,032.22	5,974	0.97
12	2.6	6,133.78	6,104	0.49
ค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวม				0.71

หมายเหตุ (*) ผลการทดสอบโดยศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (2546)

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลลอร์รถจักรยานยนต์ โดยการเปรียบเทียบระหว่างค่าความต้านแรงดึงขาดเฉลี่ยรวมจากการทดสอบ (จากตารางที่ 4.5) กับค่าความต้านแรงดึงสูงสุด ที่ได้มาจากผลการทดสอบโดยศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อ้างอิงเป็นค่ามาตรฐานในที่นี้ พบว่าซีลลอร์เบอร์ 9 มีค่าความผิดพลาด -0.93 เปอร์เซ็นต์ เบอร์ 10 มีค่าความผิดพลาด 0.44 เปอร์เซ็นต์ เบอร์ 11 มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาด 0.97 เปอร์เซ็นต์ และเบอร์ 12 มีค่าความผิดพลาด 0.49 เปอร์เซ็นต์ และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมทุกเบอร์ซึ่งลือ เท่ากับ 0.71 เปอร์เซ็นต์ (คิดเฉพาะขนาดของค่าความผิดพลาดในแต่ละเบอร์ ไม่คิดเครื่องหมาย) แสดงว่าค่าความผิดพลาดของเครื่องนี้ในการทดสอบซึ่งลือแต่ละเบอร์ และเมื่อเฉลี่ยรวมทุกเบอร์ น้อยกว่า ± 5 เปอร์เซ็นต์ ตามสมมติฐานที่ได้กำหนดไว้ จึงแสดงว่าเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณภาพในการนำไปใช้งานทดสอบจริง ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาด คือ การวางตำแหน่งซึ่งลือบนแท่น หากวางตำแหน่งเอียงเพียงเล็กน้อยจะเกิดค่าความผิดพลาดขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประเภทวิจัยและพัฒนา แบบเชิงทดลอง เรื่องการพัฒนาเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ โดยได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากโครงการสนับสนุนงานวิจัยที่มุ่งเน้นผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่โดยใช้งบรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ 2547 ในบทนี้เสนอสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์
2. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์

5.1.2 ขอบเขตการวิจัย

1. สามารถดึงซีล้อรถจักรยานยนต์ได้โดยระบบไฮดรอลิกส์แบบกึ่งอัตโนมัติ
2. สามารถแสดงผลค่าความต้านแรงดึงขาดได้เป็นหน่วยนิวตัน (N)
3. สามารถแสดงค่าแรงดันและแรงดึงของระบบได้
4. สามารถวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีล้อรถจักรยานยนต์ เบอร์ 9 10 11 และ 12 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีล้อรถจักรยานยนต์ได้
5. ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ โดยการทดลองดึงซีล้อรถจักรยานยนต์จำนวนตัวอย่างเบอร์ละ 50 อัน ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีล้อรถจักรยานยนต์

5.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลหาคุณภาพการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ที่พัฒนาขึ้น โดยพิจารณาจากค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมของค่าที่วัดได้ในการทดสอบการทำงานเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับค่าแรงดึงขาดสูงสุดมาตรฐาน

ที่อ้างอิงมาจากผลการทดสอบ โดยศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5.1.4 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนพัฒนา แล้วนำไปทดสอบหาคุณภาพการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์นี้ โดยการทดสอบกับซีล้อรถจักรยานยนต์ ทั้ง 4 เบอร์ ตามมาตรฐาน จำนวนตัวอย่างเบอร์ละ 50 อัน พบว่าค่าความต้านแรงดึงขาดเฉลี่ยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความต้านแรงดึงสูงสุด ที่อ้างอิงเป็นมาตรฐาน ซึ่งเป็นผลการทดสอบโดยศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ เมื่อทดสอบซีล้อเบอร์ 9 มีค่าความผิดพลาด 0.93 เปอร์เซ็นต์ เบอร์ 10 มีค่าความผิดพลาด 0.44 เปอร์เซ็นต์ เบอร์ 11 มีค่าความผิดพลาด 0.97 เปอร์เซ็นต์ และเบอร์ 12 มีค่าความผิดพลาด 0.49 เปอร์เซ็นต์ และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวมทุกเบอร์เท่ากับ 0.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความผิดพลาดของเครื่องนี้ในการทดสอบซีล้อแต่ละเบอร์ และเมื่อเฉลี่ยรวมทุกเบอร์ น้อยกว่าค่าที่ตั้งสมมติฐานไว้ที่ ± 5 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้มีคุณภาพในการทำงาน สามารถนำไปใช้งานทดสอบได้

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่าเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถใช้ทดสอบวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีล้อรถจักรยานยนต์ได้ค่าที่มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยรวม เพียง 0.71 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับค่าความต้านแรงดึงสูงสุดมาตรฐาน ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้น้อยกว่าค่าที่ตั้งสมมติฐานไว้และเป็นค่าที่ยอมรับกันทั่วไป คือ ± 5 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเครื่องวัดนี้มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ในการทดสอบค่าความต้านแรงดึงขาดของซีล้อรถจักรยานยนต์ที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ ผลการวิจัยที่ได้เป็นเช่นนี้เป็นผลอันเนื่องจากการดำเนินการวิจัยเป็นไปตามขั้นตอน ดังนี้ มีการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างละเอียด วิเคราะห์ และออกแบบวงจรในภาคต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องวัดนี้อย่างถูกต้อง เลือกใช้วัสดุ และอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ เหมาะสม และค่าผิดพลาดต่ำที่สุด อาทิเช่น ระบบไฮดรอลิกส์ที่ใช้ในภาคดึงซีล้อ ซึ่งเป็นภาคที่สำคัญ ที่เป็นส่วนที่ทำการส่งแรง ควบคุมแรง และการเคลื่อนที่โดยอาศัยระดับการไหลของน้ำมัน เป็นระบบที่มีคุณสมบัติที่ดีในการควบคุมให้เคลื่อนที่แบบเส้นตรงได้ อย่างง่าย การปรับกำลังขับของระบบทำได้อย่างสะดวก มีความคงที่ของความเร็วสูง ให้การตอบสนองของกำลังและมีอิสระของการติดตั้งสูง และระบบควบคุมสามารถคำนวณออกแบบระบบได้ง่าย และมีผลต่อความชื้นในอากาศต่ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

จากการดำเนินการวิจัยพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ และผู้วิจัยได้แก้ไขไปแล้ว ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา เมื่อระบบชุดคั้งซึ่งลวดทำงาน บริเวณข้อต่อปั้มและมอเตอร์เกิดเสียงที่ดังมาก
แนวทางการแก้ไข ทำการใส่เพลาช่งปั้มและมอเตอร์ เพื่อทำให้เกิดการยึดหยุ่นระหว่างแกนกลางของมอเตอร์และปั้ม

2. ปัญหา ขณะที่ปรับวาล์วควบคุมทิศทาง บริเวณข้อต่อของสายไฮดรอลิกส์มีน้ำมันรั่วเกิดขึ้น

แนวทางการแก้ไข นำเทปพันเกลียวพันช่วงของข้อต่อของสายไฮดรอลิกส์ แล้วขันเข้าไปให้แน่น

3. ปัญหา ยางซีลภายในปั้มไฮดรอลิกส์แตก ทำให้น้ำมันรั่วซึมออกมา
แนวทางการแก้ไข ทำการเปลี่ยนยางซีลภายในปั้มไฮดรอลิกส์ให้ตรงขนาด พร้อมทั้งตรวจสอบทิศทางไหลของน้ำมันว่าถูกต้องหรือไม่

4. ปัญหา การต่อแกนกลางกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์กับก้านจับซึ่งลวดล้อรถจักรยานยนต์ช่วงระยะต่อสั้นเกินไป ไม่สามารถที่จะประกอบได้

แนวทางการแก้ไข ทำการกลึงแกนกลางกระบอกลูกสูบให้มีความยาวเพิ่มขึ้น

5. ปัญหา การประกอบระบบไฮดรอลิกส์ของวาล์วนิรภัยและวาล์วควบคุมไม่สัมพันธ์กัน
แนวทางการแก้ไข ศึกษาการประกอบวงจรไฮดรอลิกส์ใหม่ รวมถึงการตรวจสอบตำแหน่งการทำงาน

6. ปัญหา การแสดงผลของวงจรแสดงผลมีจังหวะที่ช้าเกินไป ไม่สามารถตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของช่วงการดึงคันตามกำหนดได้

แนวทางการแก้ไข ทำการปรับเปลี่ยนค่าในโปรแกรมที่วงจรประมวลผลให้มีการทำงานที่เร็วยิ่งขึ้น

7. ปัญหา แรงดันที่เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณในช่วงสภาวะ โลกจิก 1 และสภาวะ โลกจิก 0 ไม่ได้ช่วงของระดับแรงดันที่ต้องการ

แนวทางการแก้ไข ทำการศึกษาการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณ และทดลองปรับค่าแรงดันที่ V_{ref} ของวงจรให้มีแรงดันไฟตรงเท่ากับ 2.56 โวลต์

8. ปัญหา ขณะทดสอบวงจรประมวลผล เมื่อทดสอบสวิตช์ทดสอบ เกิดการรบกวนของ สัญญาณไฟฟ้า ตัวเลขที่วงจรแสดงผลไม่ได้จึงหวั่งการทำงานที่ต้องการ

แนวทางการแก้ไข ต่อตัวเก็บประจุค่า $0.1 \mu\text{F}$ 50 V ที่ขาของ V_{cc} ของไมโครคอนโทรลเลอร์

9. ปัญหา เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ไม่สามารถดึงซีลวด ล้อรถจักรยานยนต์ขาดได้

แนวทางการแก้ไข ทำการเปลี่ยนมอเตอร์ เพื่อสร้างแรงดันให้มีค่าสูงกว่าเดิม และตรวจเช็ค อุปกรณ์ระบบไฮดรอลิกส์ทุกตัว

10. ปัญหา เมื่อเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์เริ่มทำการ ทดสอบซีล้อรถจักรยานยนต์ โครงเครื่องเกิดการสั่นสะเทือนกับพื้นล่างเสียงดัง

แนวทางการแก้ไข ทำการใส่แผ่นยางเพื่อลดเสียงที่เกิดขึ้นขณะการทำงาน

11. ปัญหา เมื่อเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ทำการทดสอบ ซีล้อรถจักรยานยนต์ ขณะที่ซีล้อขาดออกจากกัน ซีล้อที่ขาดหลุดออกจากเป็นจับซีลวด

แนวทางการแก้ไข ทำการใส่อุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีล้อเพื่อป้องกันอันตราย

12. ปัญหา เมื่อเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ทำการดึงซีล้อ รถจักรยานยนต์ ในจังหวะกลับทำให้เกิดแรงดันของน้ำมันขึ้นที่เกจวัดความดันของระบบดึงซีล้อ ซึ่ง เป็นค่าที่ไม่ต้องการแสดงผล

แนวทางการแก้ไข หลังจากทำการดึงซีล้อรถจักรยานยนต์ ในช่วงจังหวะกลับมาที่ตำแหน่ง ตั้งค่า ให้ทำการคลายค่าแรงดันของระบบ โดยการเคลื่อนที่ย้อนกลับไปที่ตำแหน่งทดสอบใน ระยะทางที่สั้นๆประมาณ 3-5 มิลลิเมตร

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถทำงาน ได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัยแล้ว แต่ยังสามารถที่จะเพิ่มขีด ความสามารถของระบบให้สูงขึ้นได้อีก ผู้วิจัยขอเสนอแนะไว้เพื่อการวิจัยต่อไป ดังนี้

1. พัฒนาโครงสร้างเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ให้มี ขนาดที่เล็กลง
2. พัฒนาช่วงกำลังการดึงให้สูงขึ้นและมีความเร็วในการตรวจสอบสูงขึ้น นอกจากนี้ยัง สามารถลดเวลาที่ตรวจสอบให้น้อยลง
3. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานได้กว้างขึ้น เช่น หน่วยของการวัดมีหลายระบบ และ สามารถบันทึกข้อมูลการตรวจสอบได้ เป็นต้น

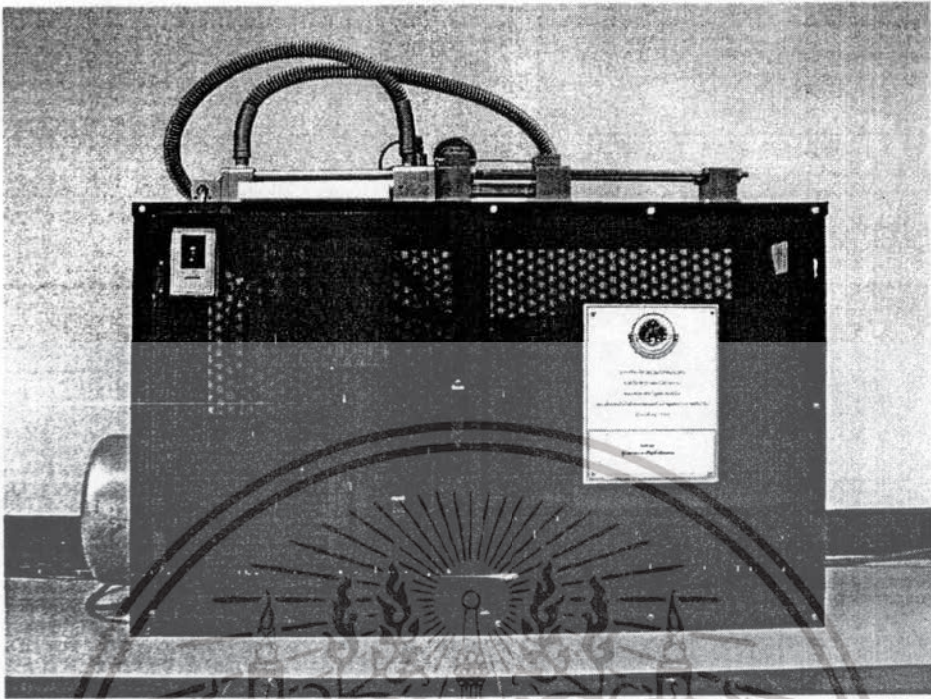
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

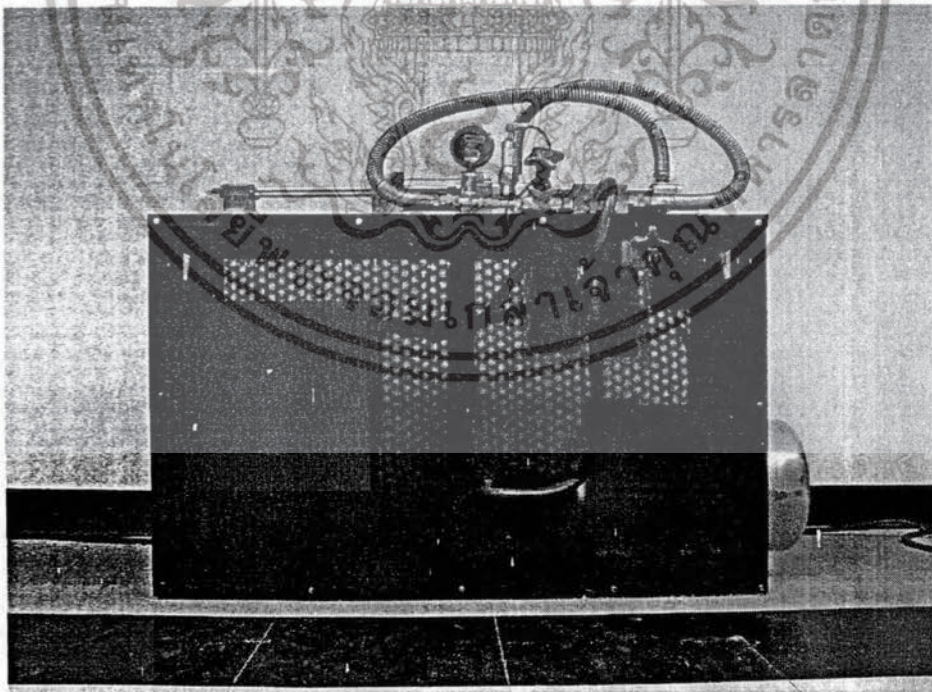
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. ข้อมูลโรงงานตามประเภทโรงงานอุตสาหกรรม. [Online]. Available : http://www.diwgo.th/editwebdesign/html/versionthai/data/Download_fac2.asp.
- ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. 2542. นิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วรพงษ์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. 2541. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟลช. กรุงเทพฯ : อินโนเวติฟอิเล็กทรอนิกส์.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2523. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซีลอร์ดจักษ์ยานยนต์ มอก. ๓๒๔-๒๕๒๒. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะกรรมการฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2525. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า มอก. ๒๔๔ เดิม ๗-๑๔๓๔. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สำนักเลขาธิการคณะกรรมการฯ.
- ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ. 2546. “รายงานผลการทดสอบแรงดึงของซีลวดลืออร์ดจักษ์ยานยนต์.” กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.
- อุดม จินประดับ. 2541. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

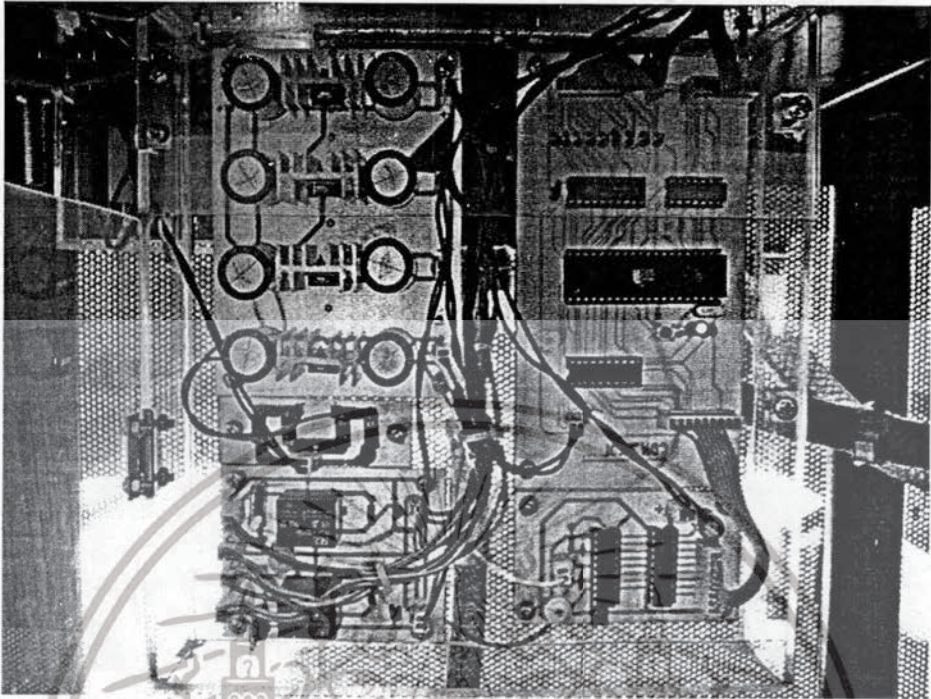


รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดิ่งขนาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์



รูปที่ ก.2 ภาพด้านหลังของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดิ่งขนาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

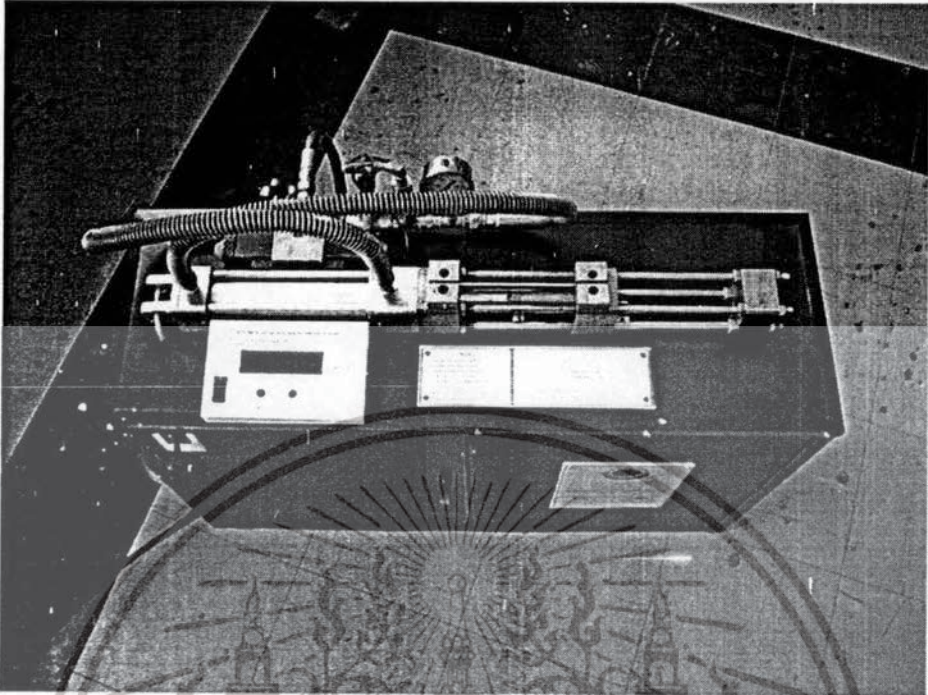


รูปที่ ก.3 ภาพวงจรรวมของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อครัทซ์กรยานยนต์

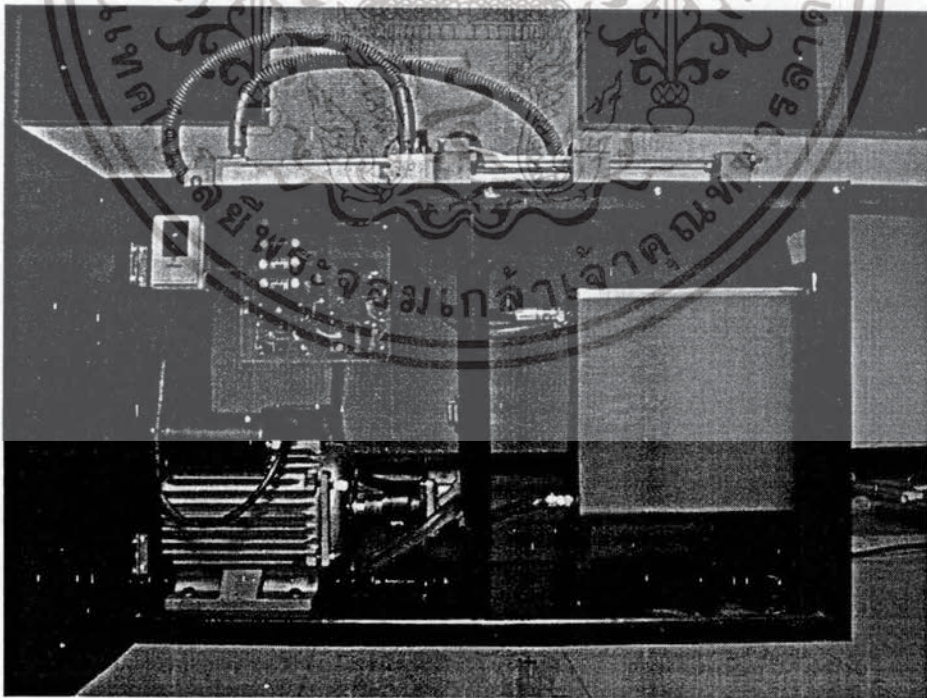


รูปที่ ก.4 ภาพแผงหน้าจอกควบคุมและจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 ภาพด้านบนของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีลวดถ้อรถจักรยานยนต์

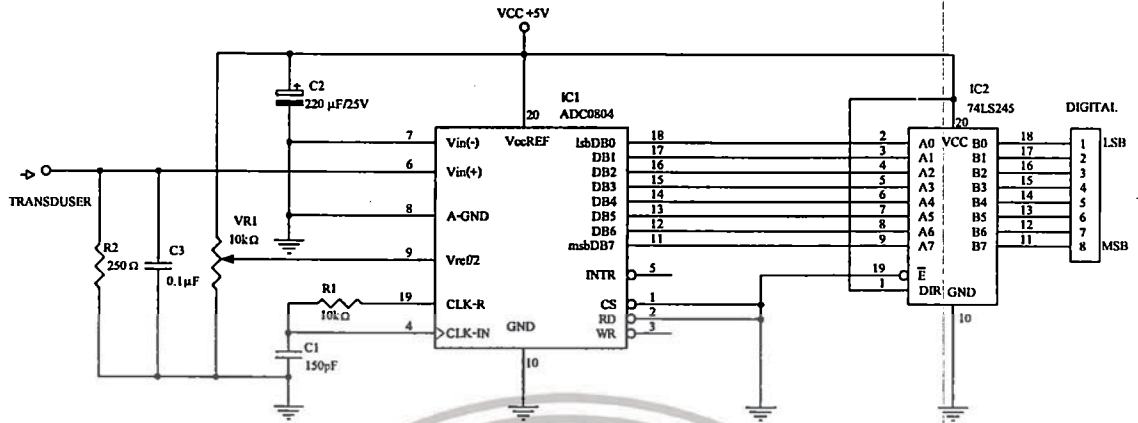


รูปที่ ก.6 ภาพภายในของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีลวดถ้อรถจักรยานยนต์

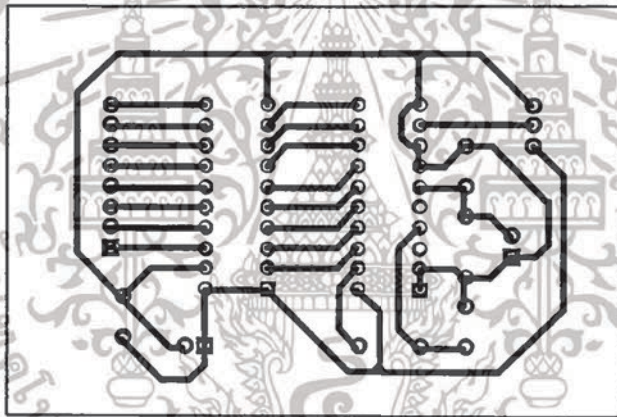
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



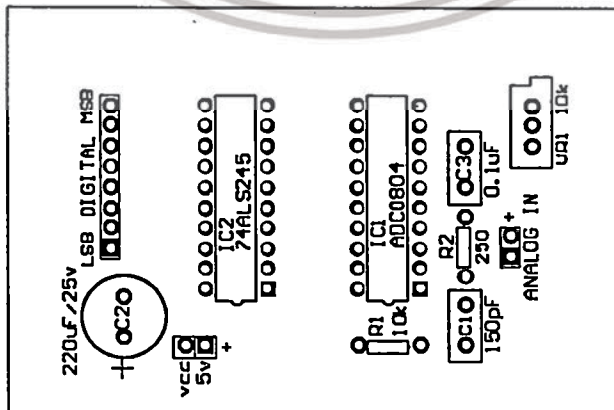
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรแปลงสัญญาณ

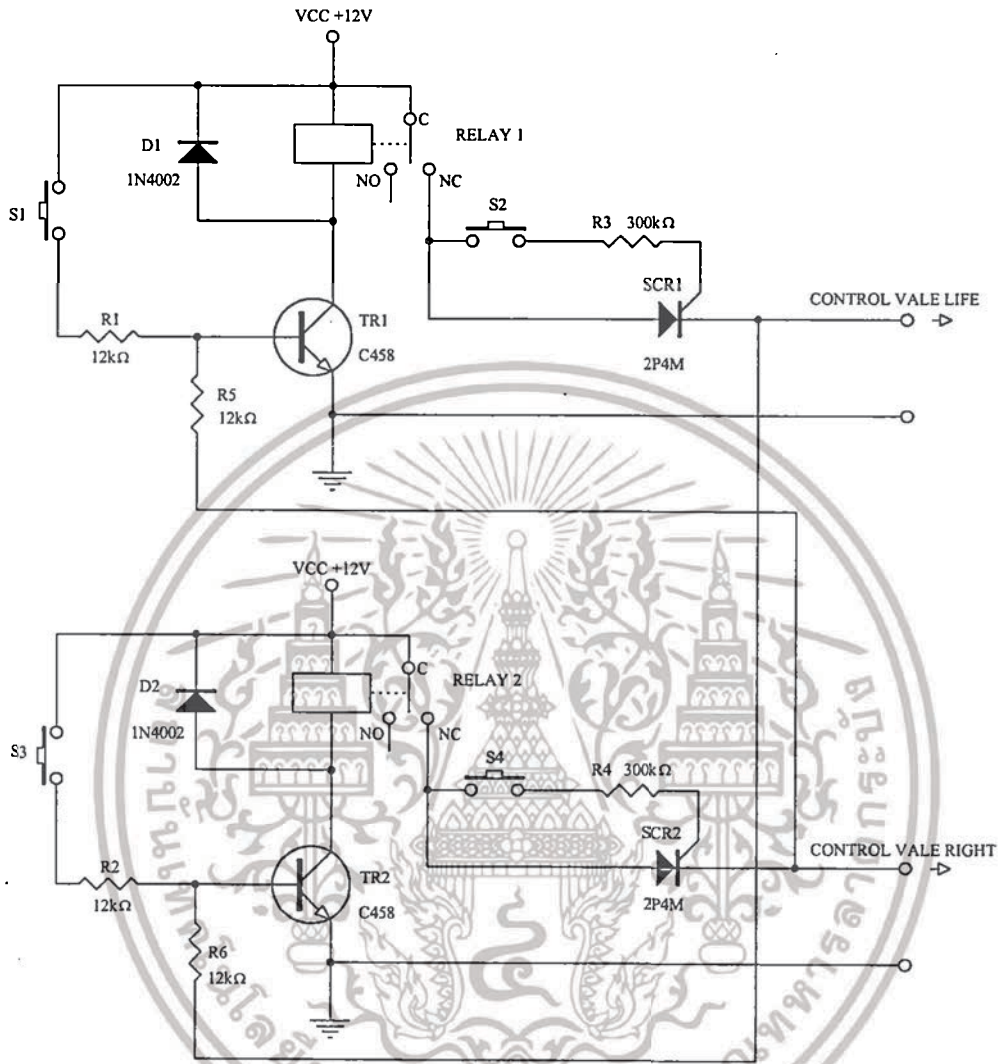


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแปลงสัญญาณ



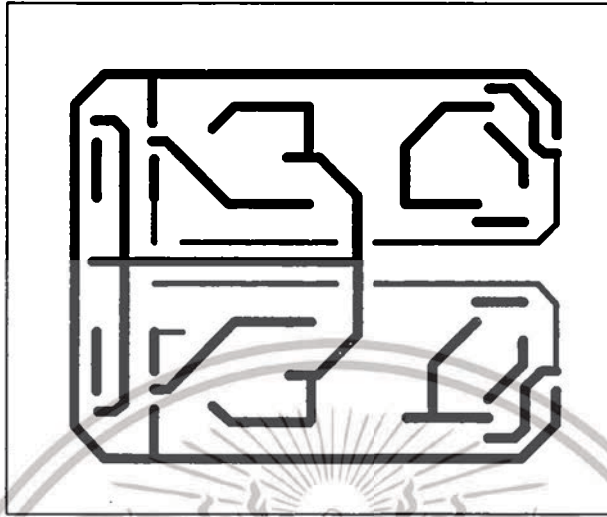
รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

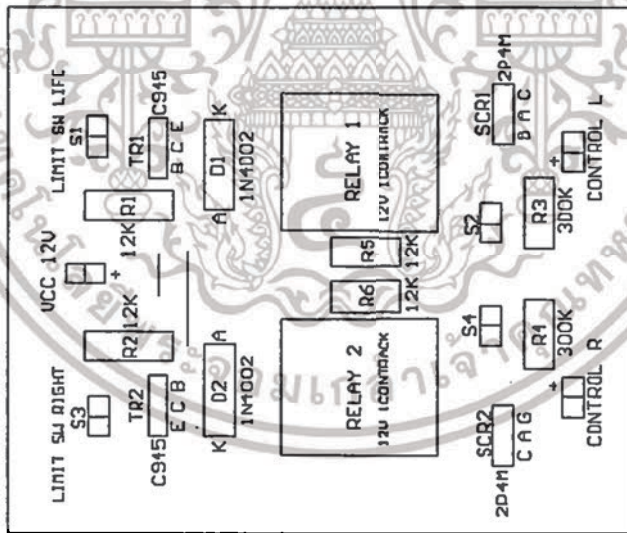


รูปที่ ข.4 วงจรจำกัดการกดสวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

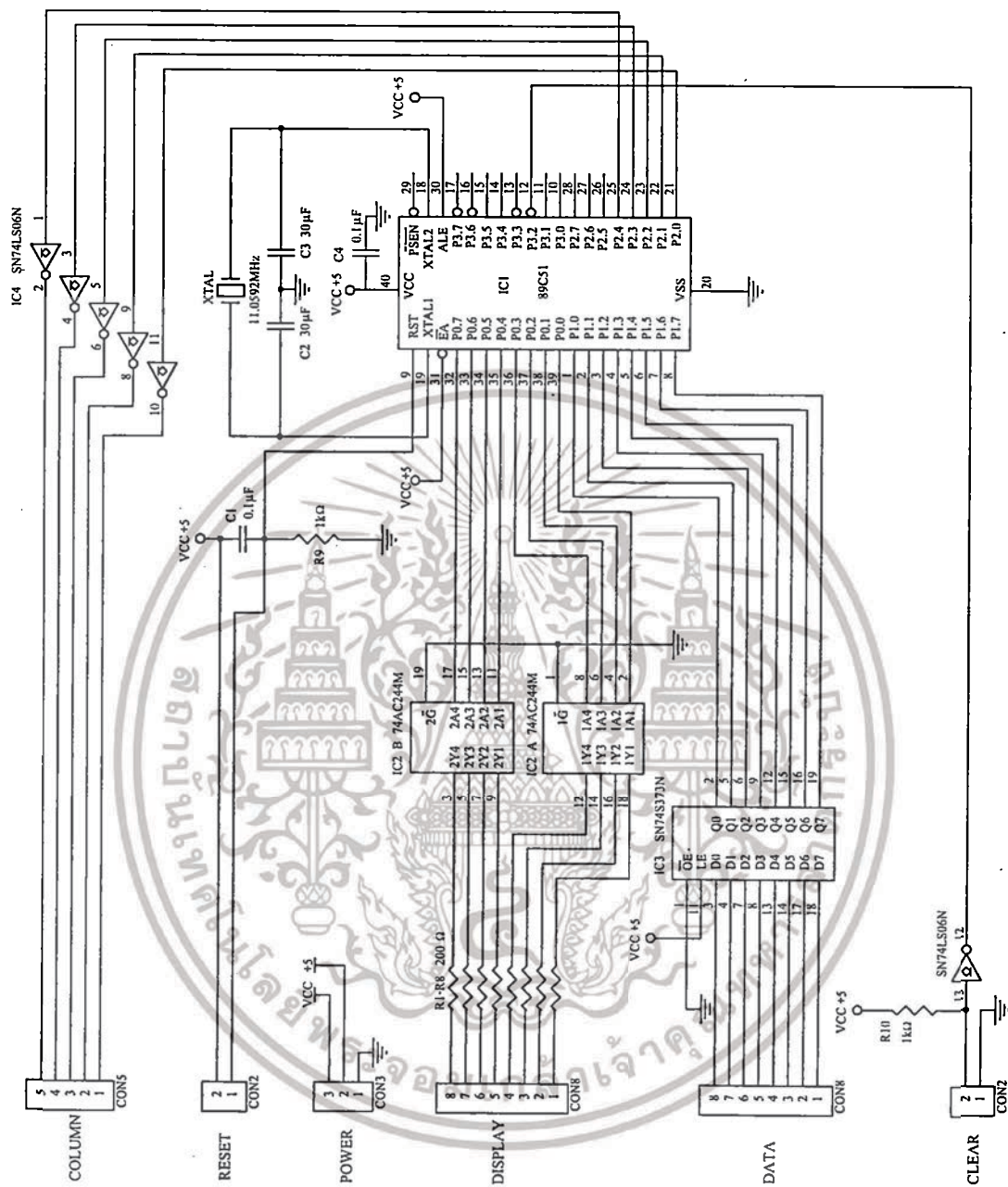


รูปที่ ข.5 แผงวงจรพิมพ์ของวงจรจำกัดการกดสวิตช์



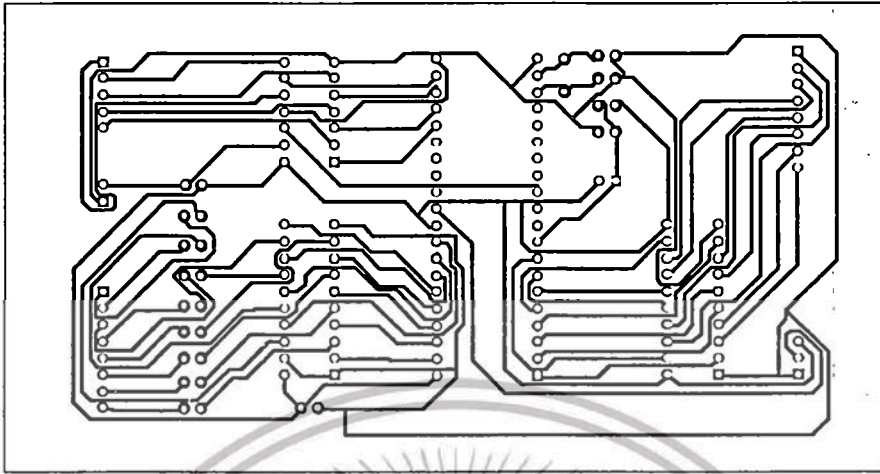
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรจำกัดการกดสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

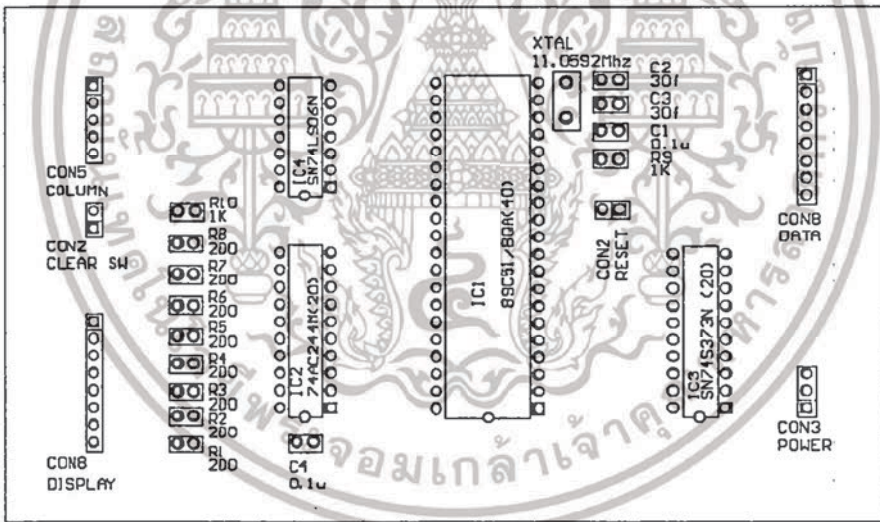


รูปที่ ข.7 วงจรประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

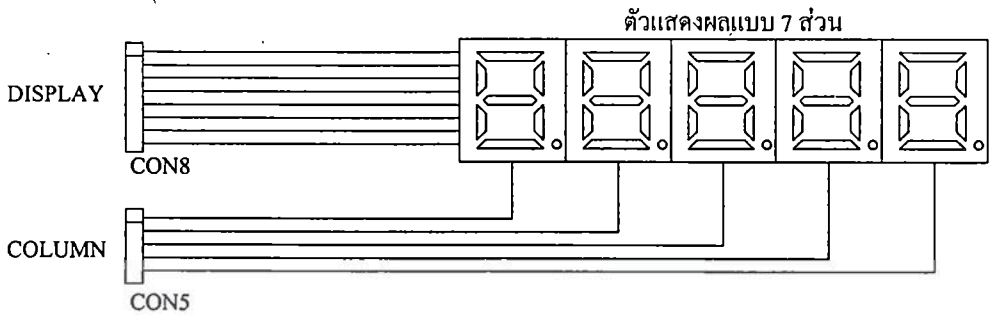


รูปที่ ข.8 แผงวงจรพิมพ์ของวงจรประมวลผล

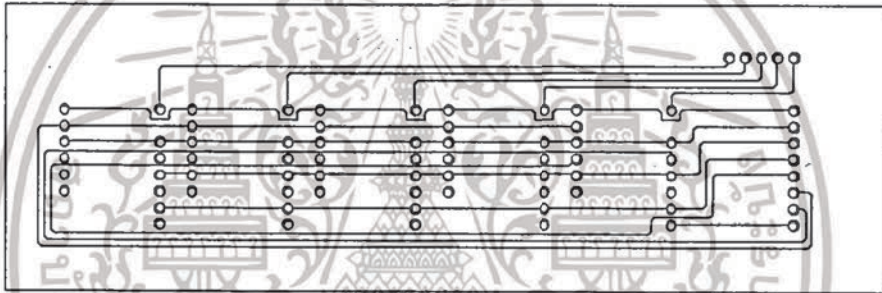


รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล

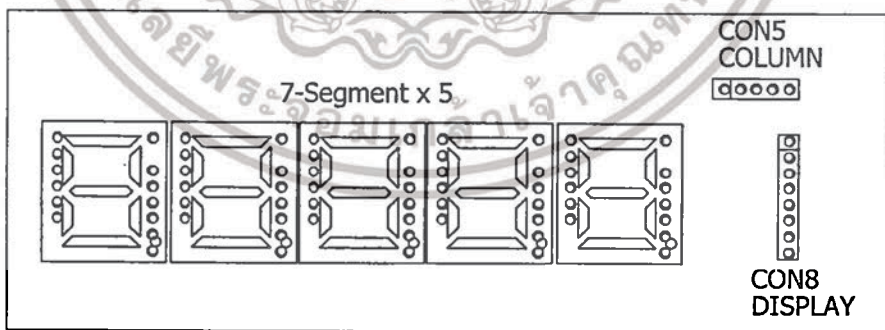
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.10 วงจรแสดงผล

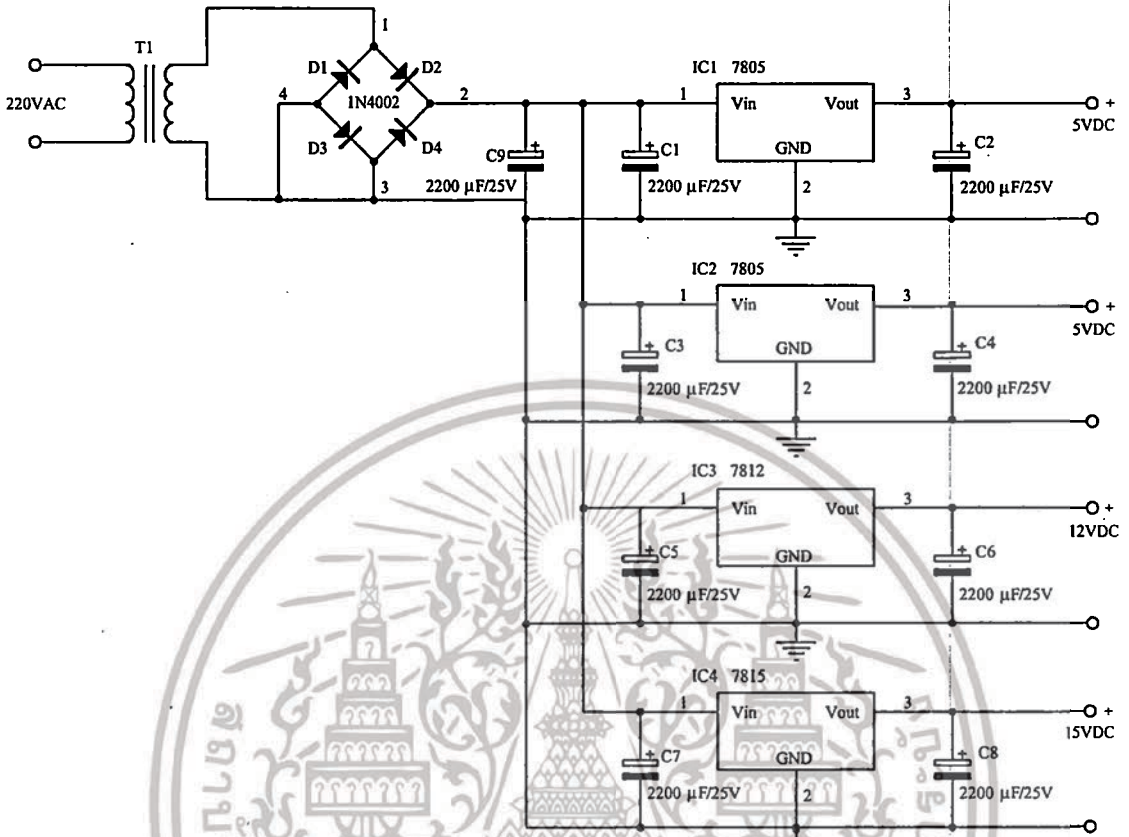


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผล

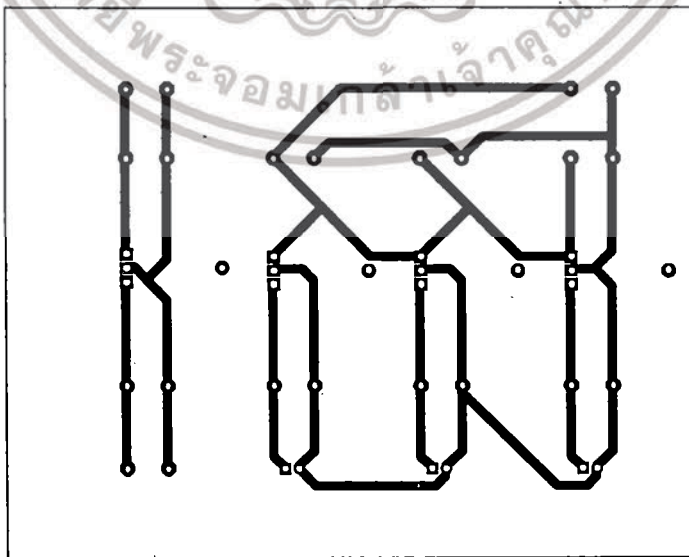


รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล

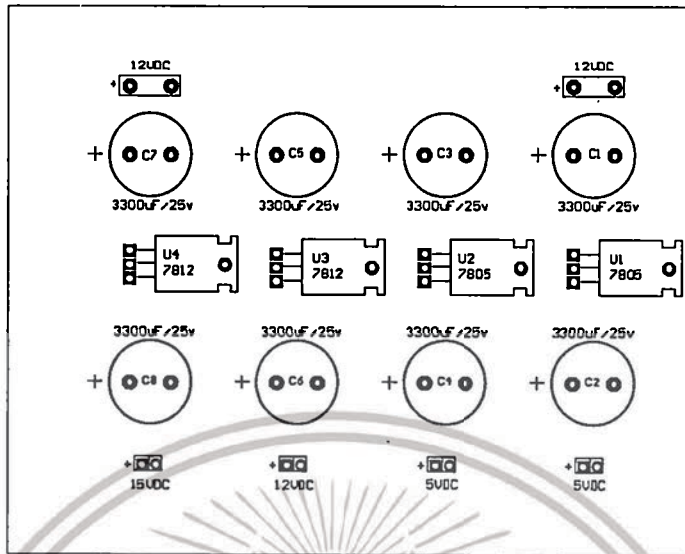
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.13 วงจรจ่ายไฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรจ่ายไฟ ตีให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของชุดคิงซีลื้อ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์ระบบไฮดรอลิกส์		
กระบอกสูบไฮดรอลิกส์	สโตก 200 mm เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm	1 ตัว
วาล์วควบคุมอัตราการไหล		1 ตัว
วาล์วนิรภัย		1 ตัว
วาล์วควบคุมทิศทาง	แบบ โซลินอยด์วาล์ว	1 ตัว
มอเตอร์	3 แรง 1450 รอบ	1 ตัว
ปั๊มแบบเฟือง	ขนาด 2 ลิตร/นาที	1 ตัว
สายไฮดรอลิกส์	สายอ่อน	6 เส้น
เกจวัดความดัน	0-160 บาร์	1 ตัว
ขอยด์	SP 28	1 ตัว
สายไฟ AC 220V	ยาว 3 เมตร	1 เส้น
น้ำมันไฮดรอลิกส์	ISO 68 .ON 20	1 ถัง
ทรานส์ดีวเซอร์	PA-100SBR14-A-ZVG/US PA3022	1 ตัว
ซีลกันทรานส์ดีวเซอร์	E1090	1 เส้น
ถังน้ำมัน	ขนาดความจุ 10 ลิตร	1 ถัง

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	ADC0804	1 ตัว
IC2	74LS245	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	150 pF เซรามิก	1 ตัว
C2	220 μ F 25V	1 ตัว
C3	0.1 μ F 50V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1	10 k Ω 1/4 W	1 ตัว
R2	250 Ω 1/4 W	1 ตัว
VR1	10 k Ω แบบนอน	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1, J2	IDE Connector 2 pin	2 ตัว
J3	IDE Connector 8 pin	1 ตัว
J4, J5	Socket 20 pin	2 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรจำกัดการกดสวิทช์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1, D2	1N4002	2 ตัว
TR1, TR2	C458	2 ตัว
SCR1, SCR2	2P4M	2 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1, R2, R5, R6	12 k Ω 1/4 W	4 ตัว
R3, R4	300 k Ω 1/4 W	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
SW1, SW3	ลิมิตสวิทช์	2 ตัว
SW2, SW4	สวิทช์กดติดปล่อยดับ	2 ตัว
RELAY1, RELAY2	รีเลย์ 12 โวลต์	2 ตัว
J1, J2	IDE Connector 2 pin	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
IC2	74LS244	1 ตัว
IC3	74HC373	1 ตัว
IC4	HD74LS06P	1 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1-R8	200 Ω 1/4 W	8 ตัว
R9, R10	1 kΩ 1/4 W	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C2, C3	30 pF เซรามิก	2 ตัว
C1	0.1 μF 50 V	1 ตัว
อุปกรณ์กำเนิดความถี่		
X-TAL	11.0592 MHz	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	Socket 40 pin	1 ตัว
J2, J3	Socket 20 pin	2 ตัว
J4	Socket 14 pin	1 ตัว
J5	ID Connector 5 pin	1 ตัว
J6, J7	ID Connector 2 pin	2 ตัว
J8	ID Connector 3 pin	1 ตัว
J9, J10	ID Connector 8 pin	9 ตัว
SW1-SW3	กดติดปล่อยดับ	3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ LED1-LED5	7-Segment สีแดง แคโทดร่วม ขนาด 1 นิ้ว	5 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	IDE Connector 8 pin	1 ตัว
J2	IDE Connector 9 pin	1 ตัว

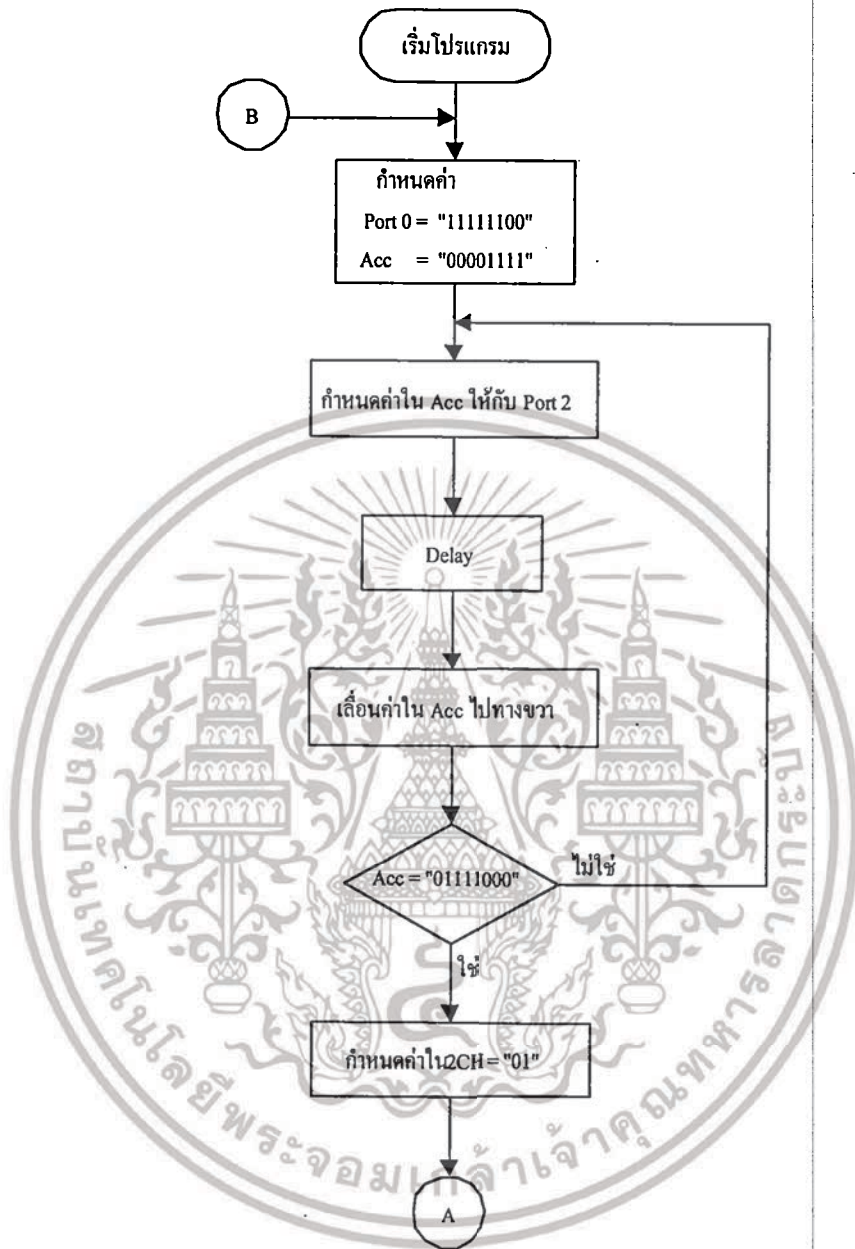
ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม IC1, IC2	7805CT	2 ตัว
IC3	7812CT	1 ตัว
IC4	7815CT	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ D1-D4	1N4002	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ C1-C8	2200 μ F 25 V	6 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1	หม้อแปลง 220 / 0-12 3A	1 ตัว
F1	ฟิวส์ 3 A	1 ตัว
SW1	เบรกเกอร์ 30 A / 250V	1 ตัว
SW2	สวิตช์ 220 VAC 15 A	1 ตัว
S1-S4	แผ่นระบายความร้อน	4 ตัว
J1-J5	IDE Connector 2 pin	5 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

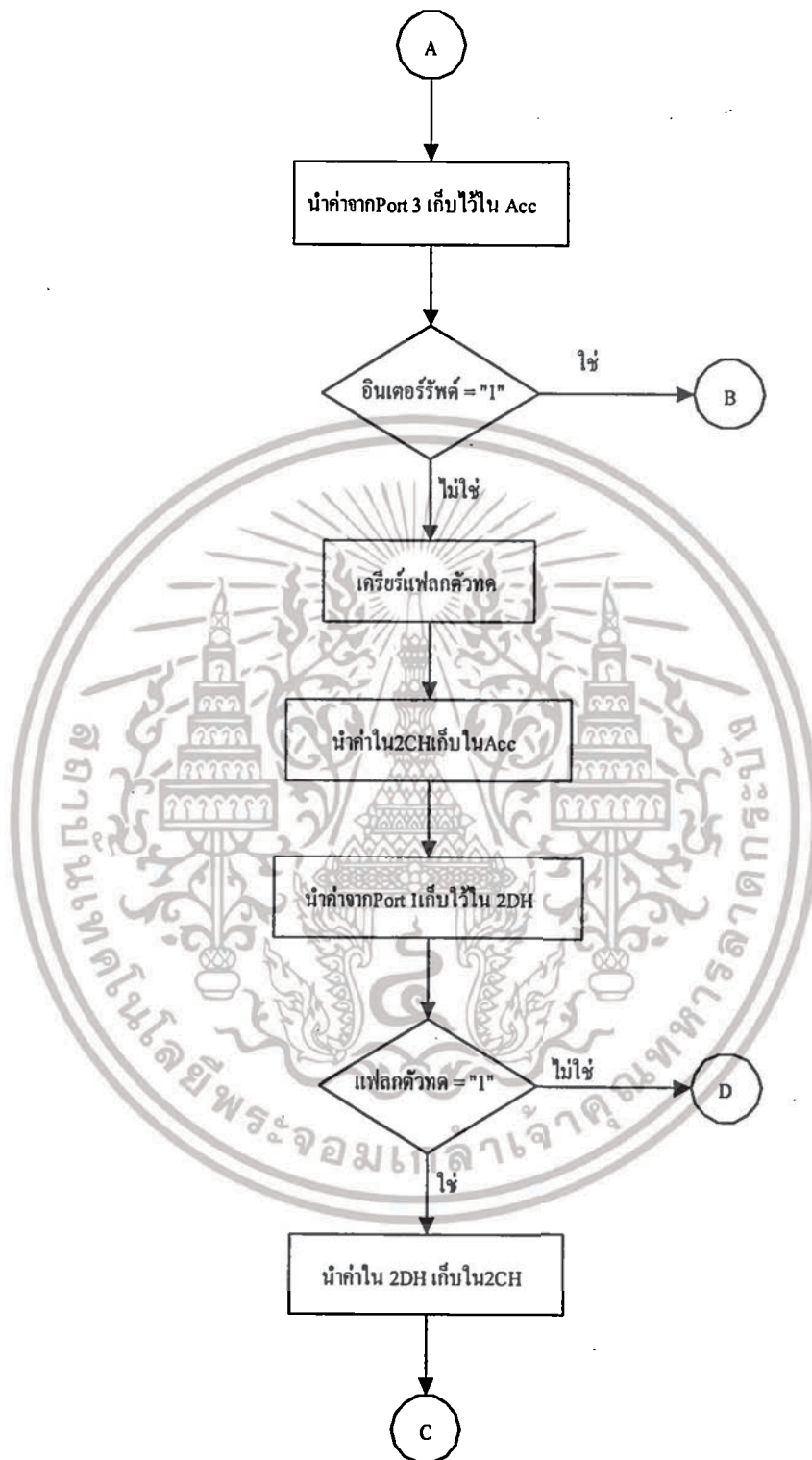


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



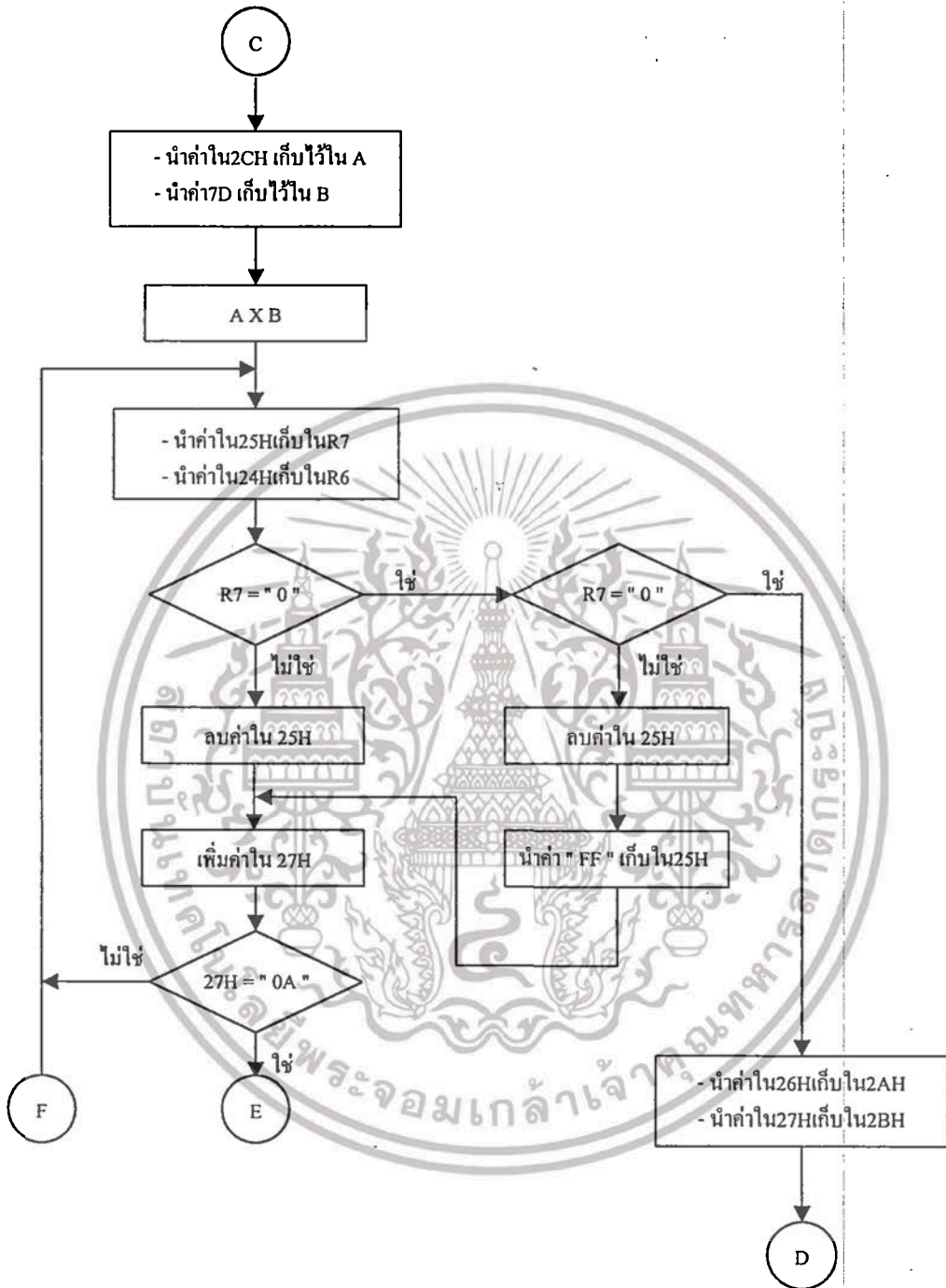
รูปที่ ง.1 ผังงาน โปรแกรมลบข้อมูลที่หน้าจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



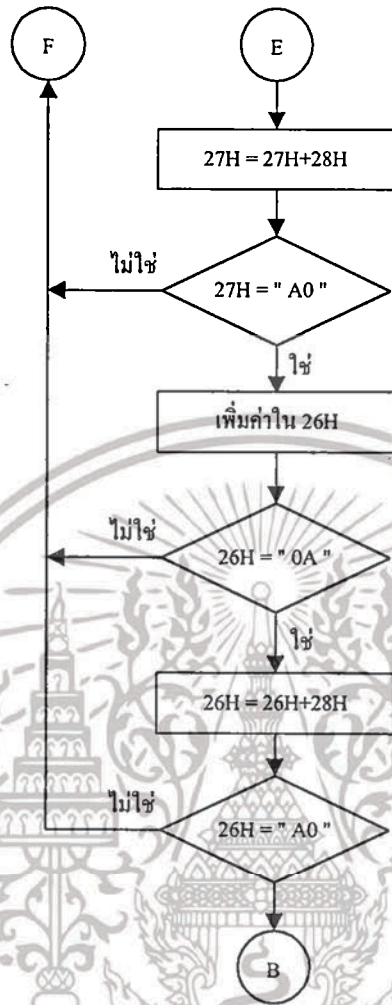
รูปที่ ง.2 ฟังงาน โปรแกรมตรวจสอบการกดสวิตช์ลบข้อมูลและเปรียบเทียบข้อมูลทางอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

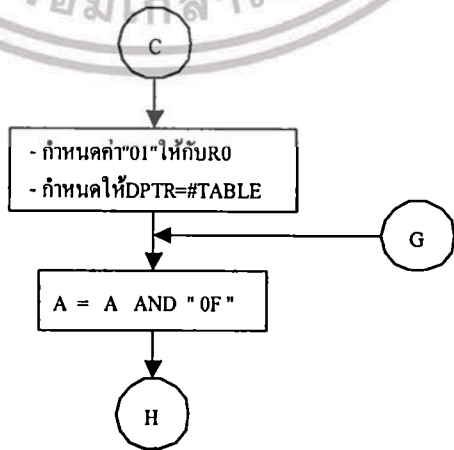


รูปที่ ง.3 ฟังงาน โปรแกรมแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

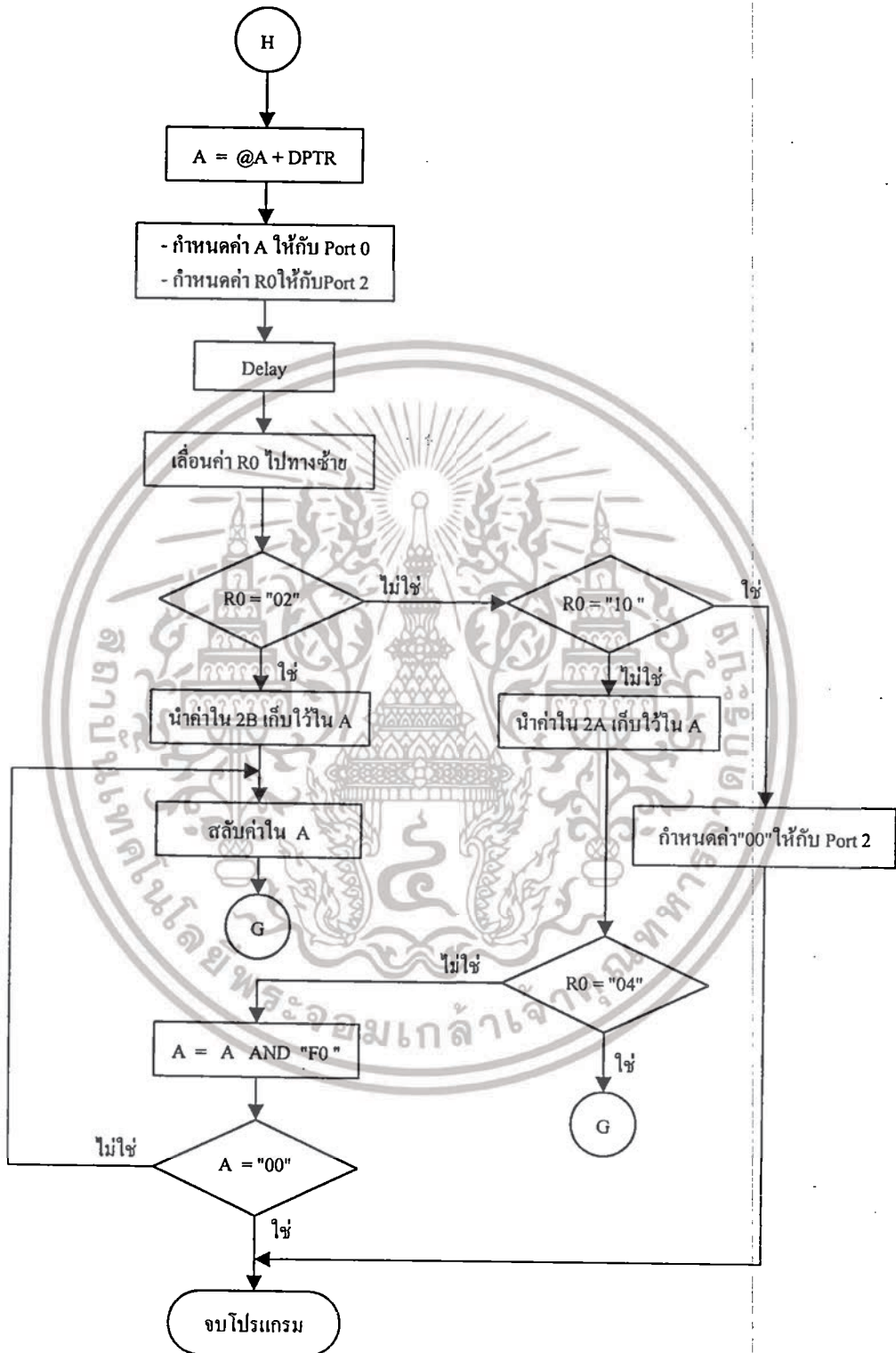


รูปที่ ง.3 (ต่อ) ผังงาน โปรแกรมแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ



รูปที่ ง.4 ผังงาน โปรแกรมแปลงข้อมูลเพื่อแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.4 (ต่อ) ผังงาน โปรแกรมแปลงข้อมูลเพื่อแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมประมวลผลการทำงาน

```

;*****
; SPOKE BRAKING STRENG WITH MOTORCYCLE METER
;*****
      ORG      0000H
STARTDIS:
      MOV      A,#00001111B
      MOV      P0,#0FCH
RELOOP:
      MOV      P2,A
      LCALL    DELAY1
      RR       A
      CJNE     A,#01111000B,RELOOP
STANDBY:
      MOV      P0,#0FDH
      MOV      P2,#00000001B
      LCALL    DELAY1
      MOV      2CH,#00H

;*****
;CHECK SWITCH CLEAR AND COMPARATOR MAX-MIN
;*****
CHKLEFT:
      MOV      A,P3
      ANL      A,#00001000B
      CJNE     A,#08H,NORM
RUN:
      MOV      A,#00000001B
RESHO:
      MOV      P0,#01100010B
      MOV      P2,A
      LCALL    DELAY1
      RL       A
      CJNE     A,#00100000B,RESHO
      MOV      A,P3
      ANL      A,#00001000B
      CJNE     A,#00H,RUN
      MOV      R1,#03H
RELOAD:
      MOV      A,#0FH
CDOWN:
      MOV      P0,#0EH
      MOV      P2,A
      LCALL    DELAY1
      LCALL    DELAY1
      RR       A
      CJNE     A,#01111000B,CDOWN
      DEC      R1
      CJNE     R1,#00H,RELOAD
      AJMP     STANDBY
NORM:
      MOV      2EH,P1
      MOV      A,#44H
      SUBB     A,2EH

```

```

MOV      A, 0D0H
ANL      A, #10000000B
CJNE     A, #10000000B, STANDBY
CHKCLEAR:
MOV      A, P3
ANL      A, #00000100B
CJNE     A, #00H, STARTDIS
COMPARAT:
CLR      C
MOV      A, 2CH
MOV      2DH, P1
SUBB     A, 2DH
MOV      A, 0D0H
ANL      A, #10000000B
CJNE     A, #10000000B, LED7SEG
MOV      2CH, 2DH
;*****
;PROCESSING-AND-DICIMAL ADJUST FROM HEX CODE
;*****
MAIN:
MOV      A, 2CH
MOV      B, #27H
MUL      AB
MOV      24H, B
MOV      25H, A
MOV      26H, #00H
MOV      27H, #00H
MOV      28H, #10H
LOOP:
MOV      R7, 25H
MOV      R6, 24H
CJNE     R7, #00H, LOOP1
CJNE     R6, #00H, LOOP3
MOV      2AH, 26H
MOV      2BH, 27H
AJMP     LED7SEG
RET
LOOP1:
DEC      25H
LOOP2:
INC      27H
MOV      A, 27H
ANL      A, #00001111B
CJNE     A, #0AH, LOOP
ANL      27H, #11110000B
MOV      A, 27H
ADD      A, 28H
MOV      27H, A
ANL      A, #11110000B
CJNE     A, #10100000B, LOOP
ANL      27H, #00001111B
INC      26H
MOV      A, 26H
ANL      A, #00001111B
CJNE     A, #0AH, LOOP
ANL      26H, #11110000B
MOV      A, 26H

```

```

ADD      A,28H
MOV      26H,A
ANL      A,#11110000B
CJNE     A,#10100000B,LOOP
AJMP     STARTDIS

LOOP3:
DEC      24H
MOV      25H,#11111111B
AJMP     LOOP2

;*****
;ADJUST TO LED 7 SEGMENT DISPLAY
;*****
LED7SEG:
MOV      R0,#00000001B
MOV      DPTR,#TABLE
LOWBIT:
MOV      A,2BH
AJMP     DISPLAY
CHKOVER:
CJNE     R0,#00010000B,HIGBIT
MOV      P2,#00000000B
MOV      A,P3
ANL      A,#00001000B
CJNE     A,#00H,GO
AJMP     CHKCLEAR
GO:
AJMP     RUN
HIGBIT:
MOV      A,2AH
CJNE     R0,#00000100B,CHKZERO
DISPLAY:
ANL      A,#00001111B
MOVC     A,@A+DPTR
MOV      P0,A
MOV      P2,R0
LCALL    DELAY0
MOV      A,R0
RL       A
MOV      R0,A
CJNE     R0,#00000010B,CHKOVER
MOV      A,2BH
CONV:
SWAP     A
AJMP     DISPLAY
CHKZERO:
ANL      A,#11110000B
CJNE     A,#00H,CONV
AJMP     CHKLEFT
DELAY0:
MOV      R6,#05H
DEL1:
MOV      R7,#50H
DEL2:
DJNZ     R7,DEL2
DJNZ     R6,DEL1
RET
DELAY1:

```

	MOV	R4, #00H
DL1:	MOV	R3, #00H
DL2:	MOV	R2, #02H
DL3:	DJNZ	R2, DL3
	DJNZ	R3, DL2
	DJNZ	R4, DL1
	RET	
TABLE:	DB	0FDH
	DB	061H
	DB	0DBH
	DB	0F3H
	DB	067H
	DB	0B7H
	DB	0BFH
	DB	0E1H
	DB	0FFH
	DB	0F7H
	END	





ภาคผนวก จ
ผลการทดสอบแรงดึงขาดซีลวดล้อรถจักรยานยนต์โดย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วท.

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

คำขอบริการที่ : 422/46

วันที่ : 11 มีนาคม 2546

วันที่ขอบริการ : 11 มีนาคม 2546

หน้า : 1 / 2

รายงานผลการวิเคราะห์ / ทดสอบ

ให้แก่

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อ. ฉลองกรุง แขวงลำประเทวี เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

การทดสอบ/วิเคราะห์ประเมินผล : ซิลิโคนดีกรีดีกรีชานยนต์

วิธีทดสอบ/วิเคราะห์ประเมินผล : ทดสอบแรงดึงตามคู่มือเครื่อง Universal Testing Machine RSA 250

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์ประเมินผล :

รายละเอียดผลการวิเคราะห์ตามเอกสารแนบ

ผู้ทดสอบ/วิเคราะห์ประเมินผล

ผู้รับรอง

- 1.
2. _____
3. _____
4. _____



(นายประวิทย์ อภิชาติ)

รักษาการแทนในตำแหน่ง

ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

ผู้ตรวจสอบ

(นายศุภมณฑล มิคะเสน)

รักษาการแทนหัวหน้าห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณสมบัติวัสดุ

รายงานนี้ประกอบด้วย 2 หน้า

FS-MPAD-GEN-510-1 Rev.1

หมายเหตุ : ผลการทดสอบ/วิเคราะห์ รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบ/วิเคราะห์เท่านั้น
ห้ามนำผลการทดสอบ/วิเคราะห์ ไปโฆษณาโดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก วท.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สำนักงานใหญ่

พ.ศ. ๒๕๒๖ จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๒๐๐
โทร : ๐๒๒๖-๕๙๙๑๒๑-๑๐, ๕๙๙๕๙๙๕, ๕๙๙๖๑๑๑ ๕๙๙๕๙๑๑
โทรสาร : ๐๒๒๖-๕๖๖๙๙๙๙, ๕๙๙๕๙๑๑

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

ศาลาใหม่ คลองห้า คลองหลวง ปทุมธานี ๑๒๑๒๐
โทร : (๐๒๒) ๕๙๙๕๙๙๑-๖๐
โทรสาร : (๐๒๒) ๕๙๙๕๙๑๑-๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วท.

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (ศทว.)
ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุ

เลขที่คำขอบริการ : 422/46

วันที่ : 11 มีนาคม 2546

รายงาน

หน่วยงาน : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หน้า : 2 / 2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มอบหมายให้ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (ศทว.), สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ทำการทดสอบแรงดึงของชิ้นงาน ชีวลดถอร์ดจักรยานยนต์

ผลการทดสอบดังนี้

วันที่ทำการทดสอบ : 11 มีนาคม 2546

อุณหภูมิขณะทดสอบ : 26 °C

ผลการทดสอบแรงดึงของ

ชีวลดถอร์ดจักรยานยนต์

ตัวอย่างที่	ความต้านแรงดึงสูงสุด (N)
เบอร์ 9	7,930
เบอร์ 10	7,004
เบอร์ 11	5,974
เบอร์ 12	6,104



FS-MPAD-MAL-510-1 Rev.1

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สำนักงานใหญ่

19. พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐
โทร. (๐๖๒) ๕๙๑๖๒-๐๐, ๕๙๙๙๘๙, ๕๙๑๐๘๐, ๕๙๑๕๓๖
โทรสาร (๐๖๒) ๕๖๔๙๓๖, ๕๙๕๘๕๐

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

ศาลโอรณิ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปทุมธานี ๑๒๑๒๐
โทร. (๐๖๖) ๕๙๓๙๐๕๙-๖๖
โทรสาร (๐๖๖) ๕๙๓๙๐๖๖-๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



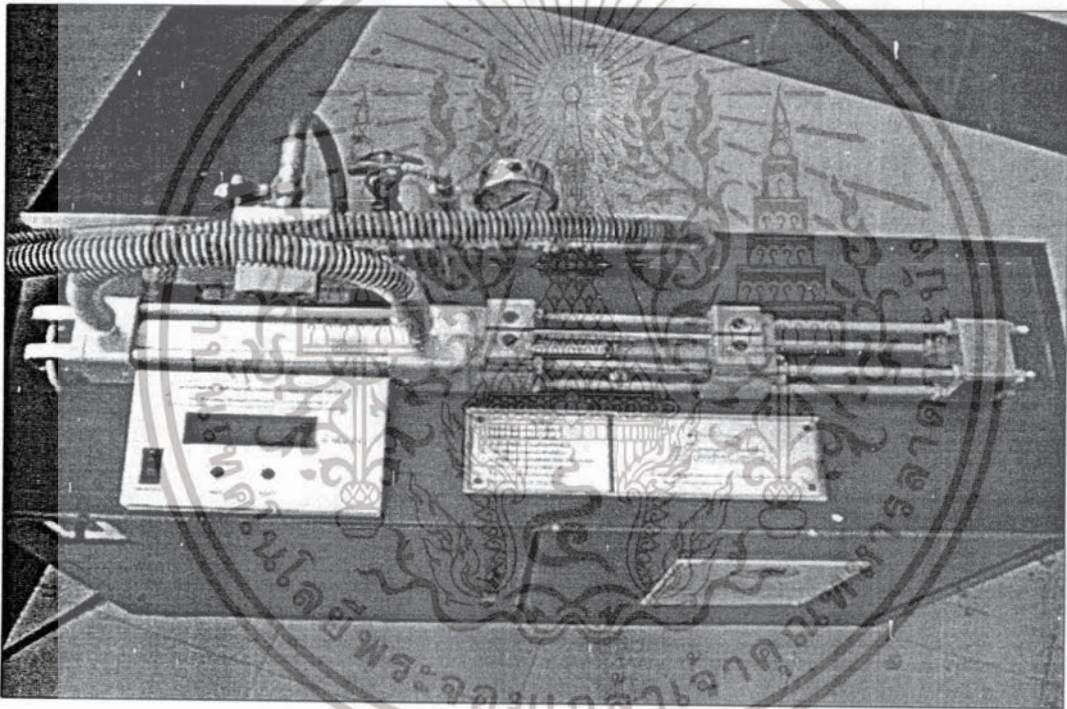
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชีลวดล้อรถจักรยานยนต์

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ อธิพรธรรม



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

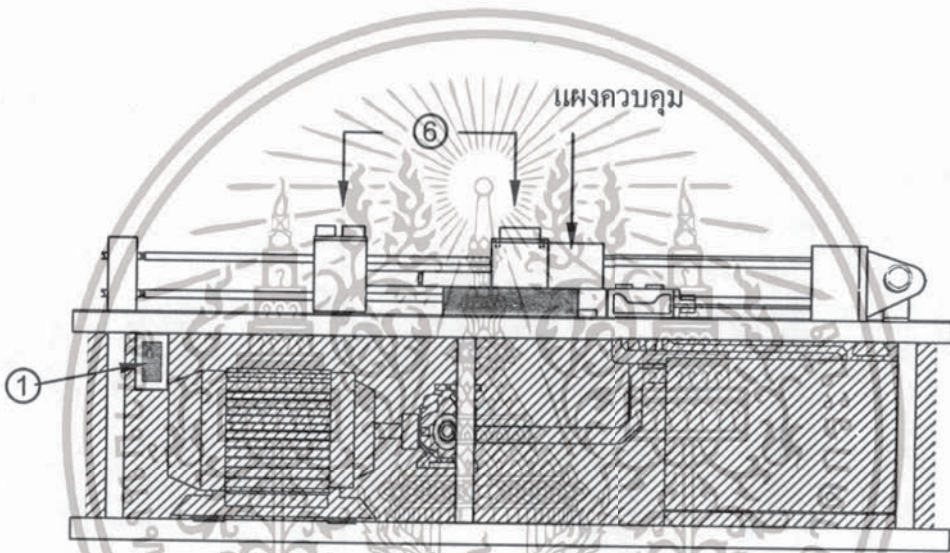
ปีงบประมาณ 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

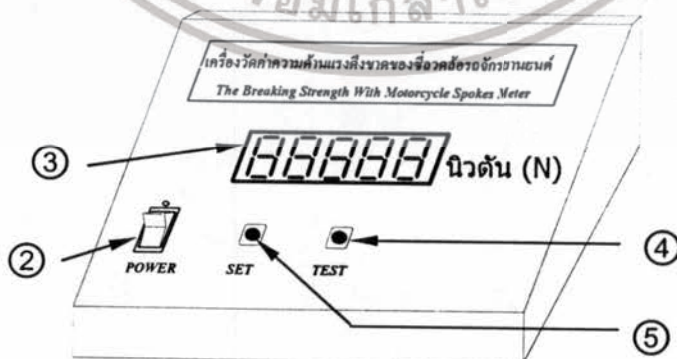
1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนใช้งานเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์นี้ ผู้ใช้งานควรศึกษาการใช้งานจากคู่มือการใช้งานนี้ให้เข้าใจ เพื่อให้ผลของการวัดมีความถูกต้อง เป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ใช้งาน และป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ ๑.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมตัวเครื่องทั้งหมด



รูปที่ ๑.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

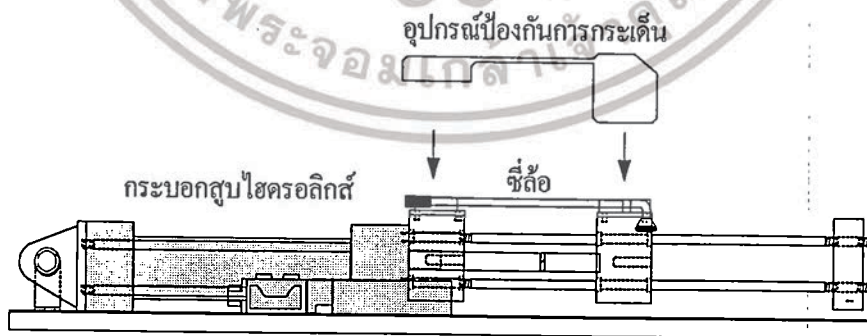
จากรูปที่ ฅ.1 และรูปที่ ฅ.2 มีรายละเอียดดังนี้

- ① สวิตช์เบรกเกอร์ (BREAKER) ของระบบดิ่งชั้ลลือ
- ② สวิตช์กำลั้ง (POWER) ของแผงควบคุมการทำงาน
- ③ จอแสดงผลค้ำความด้าแรงดิ่งชั้ลลือ หน่วยเป็นนิวตัน
- ④ สวิตช์ทดสอบ (TEST) ทำการทดสอบชั้ลลือรถจักรยานยนต์
- ⑤ สวิตช์ดั้งค้ำ (SET) เตรียมพร้อมก่อนการทดสอบชั้ลลือรถจักรยานยนต์
- ⑥ เป็นดิ่งชั้ลลือรถจักรยานยนต์

3. การดิดดั้งและใช้งาน

การดิดดั้งและการใช้งานมีขั้นตอนดั้งนี้

1. การดิดดั้งควรเลือกลูกสถานีที่แห้้ง ไม่ขั้นหรือร้อนจนเกินไป มีอากาศถ่ายเทสะดวก
2. โยกลสวิตช์เบรกเกอร์ ① ที่ด้าหน้าของตัวเครื่อง
3. หลังจกนั้นเปิดการทำงาน โดยกดสวิตช์กำลั้ง ② ที่แผงควบคุม
4. ก่อนวางชั้ลลือ ให้ถอดอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นที่เป็นดิ่งชั้ลลือ ⑥
5. นำชั้ลลือรถจักรยานยนต์ที่ต้องการทดสอบ วางบนเป็นดิ่งชั้ลลือในด้าแหน่งที่พอเหมาะ กับร่องชั้ลลือบนเครื่อง



รูปที่ ฅ.3 การวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อวางซีลล์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้ครอบอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีลล์กลับเข้าตำแหน่งเดิมดังรูปที่ ฉ.3

7. เมื่อวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ให้กดสวิตช์ทดสอบ ④ เครื่องจะทำการดึงซีลล์ที่นำมาทดสอบ

8. เมื่อซีลล์ขาดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ระบบจะหยุดทำงาน ให้อ่านค่าที่จอแสดงผล ซึ่งค่าที่แสดงผล คือ ค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลล์ลวดล้อรถจักรยานยนต์ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

9. เมื่ออ่านค่าเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้นำซีลล์ที่ขาดออกจากเป็นดึงซีลล์

10. ถ้าต้องการทดสอบซีลล์ลวดอันต่อไป ให้กดสวิตช์ตั้งค่า ⑤ เพื่อเข้าสู่การเตรียมการทดสอบครั้งต่อไป

4. การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

เมื่อผู้ใช้งานประสบปัญหา เกิดข้อขัดข้องในการใช้งานเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลล์ลวดล้อรถจักรยานยนต์นี้ ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบหาสาเหตุ และดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นตามอาการที่ปรากฏในตารางที่ ฉ.1

ตารางที่ ฉ.1 อาการปัญหาขัดข้อง วิธีการตรวจสอบและแก้ไข

อาการ	วิธีการตรวจสอบและแก้ไข
จอแสดงผลดับสนิท	ตรวจสอบขั้วต่อสายไฟ พิวส์ หรือไม่ได้เปิดสวิตช์หน้าเครื่อง
มีเสียงผิดปกติในการดึงซีลล์	ตรวจสอบว่าลวดควบคุมการไหล และน้ำมันในถัง
ความเร็วในการดึงสูง หรือ ความเร็วในการดึงช้า	ตรวจสอบการปรับวาล์วควบคุมการไหล
ไม่สามารถดึงซีลล์ได้	ตรวจสอบการปรับวาล์วนิรภัย หากปรับต่ำเกินไป แรงดันจะสูญเสียไปที่วาล์วนิรภัย ผลคือ มีน้ำมันไหลกลับย้อนลงถัง
น้ำมันซึมหรือรั่วที่รอยต่อ	ขันยึดให้แน่นขึ้น หรือถอดออกมาพันด้วยเทปพันเกลียวใหม่อีกครั้ง แล้วติดตั้งเข้าที่เดิม

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ก่อนเริ่มใช้งานทดสอบ ควรเปิดเครื่องไว้ประมาณ 1 นาที เพื่อให้ น้ำมันไหลในระบบก่อน เพื่อเป็นการไล่อากาศที่ตกค้างให้ออกไป
2. ควรทำความสะอาดแท่นตั้งซีลและระบบเครื่องหลังใช้งานเสร็จ เพื่อป้องกันความเสียหายและความผิดพลาด และเกิดความสะอาดในการใช้งานครั้งต่อไป
3. น้ำมันของระบบไม่ควรต่ำจนเกินไป เพราะอาจทำให้ระบบทำงานไม่เต็มศักยภาพ
4. เมื่อไม่ใช้งาน ควรใช้ผ้าหรือพลาสติกคลุมที่ตัวเครื่อง เพื่อป้องกันฝุ่นละอองเข้าไปภายในเครื่อง

5.2 ข้อควรระวัง

1. ควรตรวจสอบน้ำมันในถังน้ำมันทุกๆ 1 เดือน หากมีสิ่งสกปรกตกค้างในน้ำมัน อาจสร้างความเสียหายต่อระบบการทำงานภายในได้
2. การทดสอบซีลอุดจักรยานยนต์แต่ละครั้ง ต้องครอบอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นทุกครั้ง เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ใช้งาน
3. ไม่ควรวางเครื่องในบริเวณที่มีน้ำหรือน้ำมันขัง และควรวางบนพื้นที่มีความแข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักของตัวเครื่องได้เป็นอย่างดี

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ ๑.2 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลอุดจักรยานยนต์

รายการ	คุณลักษณะ
หน่วยของการแสดงผล	นิวตัน (N)
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแบบแอลอีดี 7 ส่วน จำนวน 5 หลัก ความสูง 1 นิ้ว
ความสูง	60 เซนติเมตร
ความกว้าง	95 เซนติเมตร
น้ำมันภายในระบบ	น้ำมันไฮดรอลิกส์ เกรด 20 ปริมาณ 10 ลิตร
มอเตอร์	1,450 รอบ/นาที 3 แรงม้า
ความผิดพลาด	± 5 %
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADC0801/ADC0802/ADC0803/ADC0804/ADC0805 8-Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 and ADC0805 are CMOS 8-bit successive approximation A/D converters that use a differential potentiometric ladder—similar to the 256R products. These converters are designed to allow operation with the NSC800 and INS8080A derivative control bus with TRI-STATE[®] output latches directly driving the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

Differential analog voltage inputs allow increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

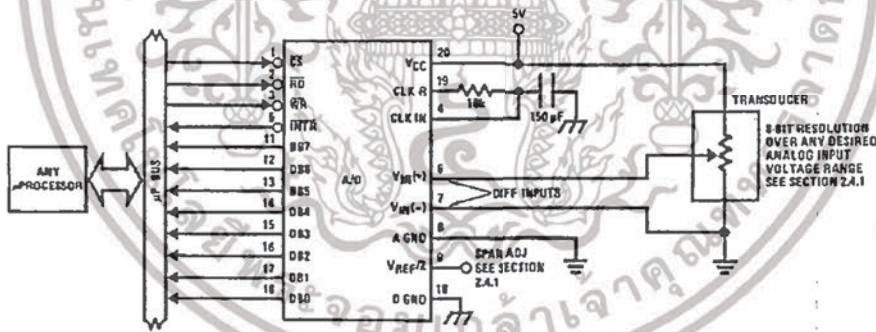
- Compatible with 8080 μ P derivatives—no interfacing logic needed - access time - 135 ns
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet both MOS and TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package
- 20-pin molded chip carrier or small outline package
- Operates ratiometrically or with 5 V_{DC}, 2.5 V_{DC}, or analog span adjusted voltage reference

Key Specifications

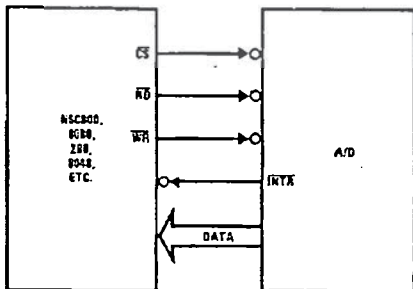
- Resolution 8 bits
- Total error $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time 100 μ s

Typical Applications



TL/H/5671-1

8080 Interface



TL/H/5671-31

Error Specification (Includes Full-Scale, Zero Error, and Non-Linearity)

Part Number	Full-Scale Adjusted	V _{REF/2} = 2.500 V _{DC} (No Adjustments)	V _{REF/2} = No Connection (No Adjustments)
ADC0801	$\pm 1/4$ LSB		
ADC0802		$\pm 1/2$ LSB	
ADC0803	$\pm 1/2$ LSB		
ADC0804		± 1 LSB	
ADC0805			± 1 LSB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3)	6.5V
Logic Control Inputs	-0.3V to +18V
At Other Input and Outputs	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	
Dual-In-Line Package (plastic)	260°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	300°C
Surface Mount Package	
Vapor Phase (60 seconds)	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Package Dissipation at $T_A = 25^\circ\text{C}$	875 mW
ESD Susceptibility (Note 10)	800V

Operating Ratings (Notes 1 & 2)

Temperature Range	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$
ADC0801/02LJ, ADC0802LJ/883	$-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$
ADC0801/02/03/04LCJ	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$
ADC0801/02/03/05LCN	$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$
ADC0804LCN	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
ADC0802/03/04LCV	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
ADC0802/03/04LCWM	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$
Range of V_{CC}	4.5 V_{DC} to 6.3 V_{DC}

Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{DC}$, $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ and $f_{CLK} = 640$ kHz unless otherwise specified.

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/4$	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			$\pm 1/2$	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj. (See Section 2.5.2)			$\pm 1/2$	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2 = 2.500 V_{DC}$			± 1	LSB
ADC0805: Total Unadjusted Error (Note 8)	$V_{REF}/2$ -No Connection			± 1	LSB
$V_{REF}/2$ Input Resistance (Pin 9)	ADC0801/02/03/05 ADC0804 (Note 9)	2.5 0.75	8.0 1.1		k Ω k Ω
Analog Input Voltage Range	(Note 4) $V(+)$ or $V(-)$	$Gnd - 0.05$		$V_{CC} + 0.05$	V_{DC}
DC Common-Mode Error	Over Analog Input Voltage Range		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB
Power Supply Sensitivity	$V_{CC} = 5 V_{DC} \pm 10\%$ Over Allowed $V_{IN}(+)$ and $V_{IN}(-)$ Voltage Range (Note 4)		$\pm 1/16$	$\pm 1/8$	LSB

AC Electrical Characteristics

The following specifications apply for $V_{CC} = 5 V_{DC}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
T_C	Conversion Time	$f_{CLK} = 640$ kHz (Note 6)	103		114	μs
T_C	Conversion Time	(Note 5, 6)	66		73	$1/f_{CLK}$
f_{CLK}	Clock Frequency Clock Duty Cycle	$V_{CC} = 5V$, (Note 5) (Note 5)	100 40	640	1460 60	kHz %
CR	Conversion Rate in Free-Running Mode	INTR tied to WR with $\overline{CS} = 0 V_{DC}$, $f_{CLK} = 640$ kHz	8770		9708	conv/s
$t_{W(WR)L}$	Width of WR Input (Start Pulse Width)	$\overline{CS} = 0 V_{DC}$ (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of RD to Output Data Valid)	$C_L = 100$ pF		135	200	ns
t_{1H}, t_{0H}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of RD to Hi-Z State)	$C_L = 10$ pF, $R_L = 10k$ (See TRI-STATE Test Circuits)		125	200	ns
t_{WI}, t_{RI}	Delay from Falling Edge of WR or RD to Reset of INTR			300	450	ns
C_{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs			5	7.5	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)			5	7.5	pF

CONTROL INPUTS (Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)

$V_{IN}(1)$	Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 5.25 V_{DC}$	2.0	15	V_{DC}
-------------	-------------------------------------------------	------------------------	-----	----	----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics (Continued)

The following specifications apply for $V_{CC} = 5V_{DC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CONTROL INPUTS [Note: CLK IN (Pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately]						
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	$V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.8	V_{DC}
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 5 V_{DC}$		0.005	1	μA_{DC}
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current (All Inputs)	$V_{IN} = 0 V_{DC}$	-1	-0.005		μA_{DC}
CLOCK IN AND CLOCK R						
V_{T+}	CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	V_{DC}
V_{T-}	CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	V_{DC}
V_H	CLK IN (Pin 4) Hysteresis (V_{T+}) - (V_{T-})		0.6	1.3	2.0	V_{DC}
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" CLK R Output Voltage	$I_O = 360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4	V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" CLK R Output Voltage	$I_O = -360 \mu A$ $V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
DATA OUTPUTS AND INTR						
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage Data Outputs INTR Output	$I_{OUT} = 1.6 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$ $I_{OUT} = 1.0 mA, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$			0.4 0.4	V_{DC} V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -360 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	2.4			V_{DC}
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	$I_O = -10 \mu A, V_{CC} = 4.75 V_{DC}$	4.5			V_{DC}
I_{OUT}	TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	$V_{OUT} = 0 V_{DC}$ $V_{OUT} = 5 V_{DC}$	-3		3	μA_{DC} μA_{DC}
I_{SOURCE}		V_{OUT} Short to Gnd, $T_A = 25^\circ C$	4.5	6		$m A_{DC}$
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC} , $T_A = 25^\circ C$	9.0	16		$m A_{DC}$
POWER SUPPLY						
I_{CC}	Supply Current (Includes Ladder Current) ADC0801/02/03/04LCJ/05 ADC0804LCN/LCV/LCWM	$f_{CLK} = 640 kHz$, $V_{REF/2} = NC$, $T_A = 25^\circ C$ and $CS = 5V$			1.1 1.9	1.8 2.5 mA mA

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its specified operating conditions.

Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the D Gnd.

Note 3: A zener diode exists, internally, from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of $7 V_{DC}$.

Note 4: For $V_{IN(-)} > V_{IN(+)}$ the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause this input diode to conduct—especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full-scale. The spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 V_{DC} to 5 V_{DC} input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of $4.950 V_{DC}$ over temperature variations, initial tolerance and loading.

Note 5: Accuracy is guaranteed at $f_{CLK} = 640 kHz$. At higher clock frequencies accuracy can degrade. For lower clock frequencies, the duty cycle limits can be extended so long as the minimum clock high time interval or minimum clock low time interval is no less than 275 ns.

Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process. The start request is internally latched, see Figure 2 and section 2.0.

Note 7: The CS input is assumed to bracket the WR strobe input and therefore timing is dependent on the WR pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the WR pulse (see timing diagrams).

Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and Figure 5.

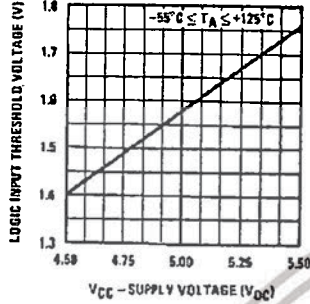
Note 9: The $V_{REF/2}$ pin is the center point of a two-resistor divider connected from V_{CC} to ground. In all versions of the ADC0801, ADC0802, ADC0803, and ADC0805, and in the ADC0804LCJ, each resistor is typically 16 k Ω . In all versions of the ADC0804 except the ADC0804LCJ, each resistor is typically 2.2 k Ω .

Note 10: Human body model, 100 pF discharged through a 1.5 k Ω resistor.

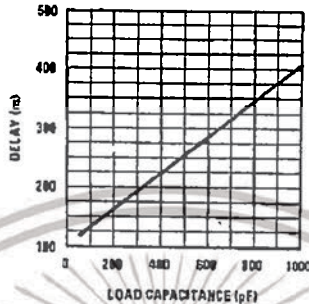
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

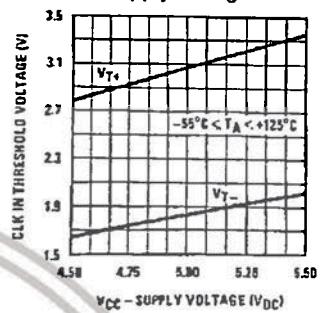
Logic Input Threshold Voltage vs. Supply Voltage



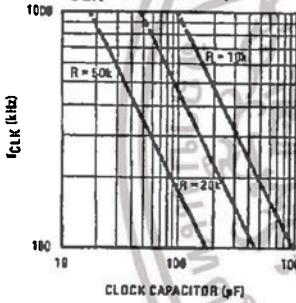
Delay From Falling Edge of RD to Output Data Valid vs. Load Capacitance



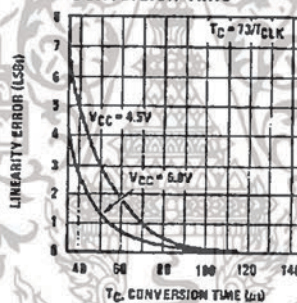
CLK IN Schmitt Trip Levels vs. Supply Voltage



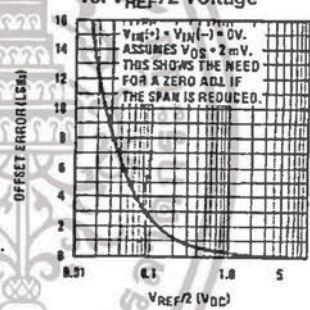
fCLK vs. Clock Capacitor



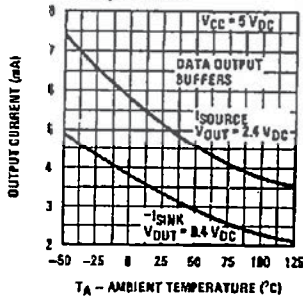
Full-Scale Error vs Conversion Time



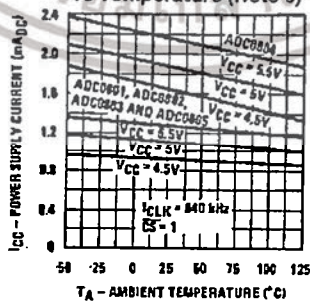
Effect of Unadjusted Offset Error vs. VREF/2 Voltage



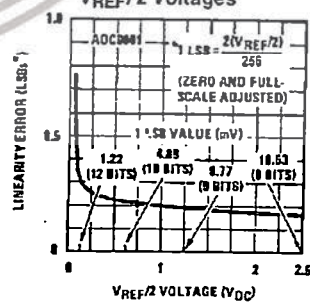
Output Current vs Temperature



Power Supply Current vs Temperature (Note 9)



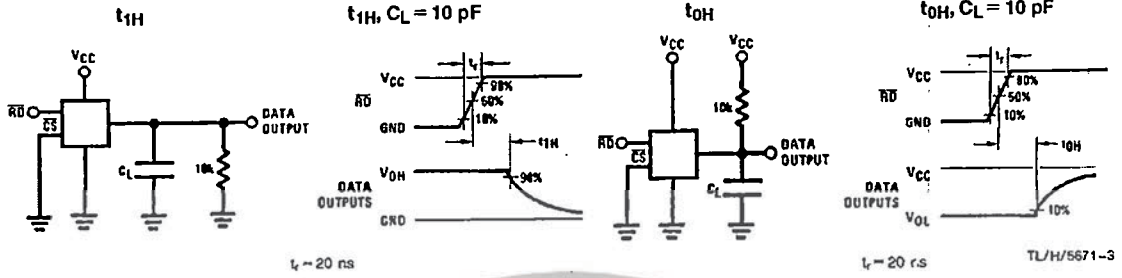
Linearity Error at Low VREF/2 Voltages



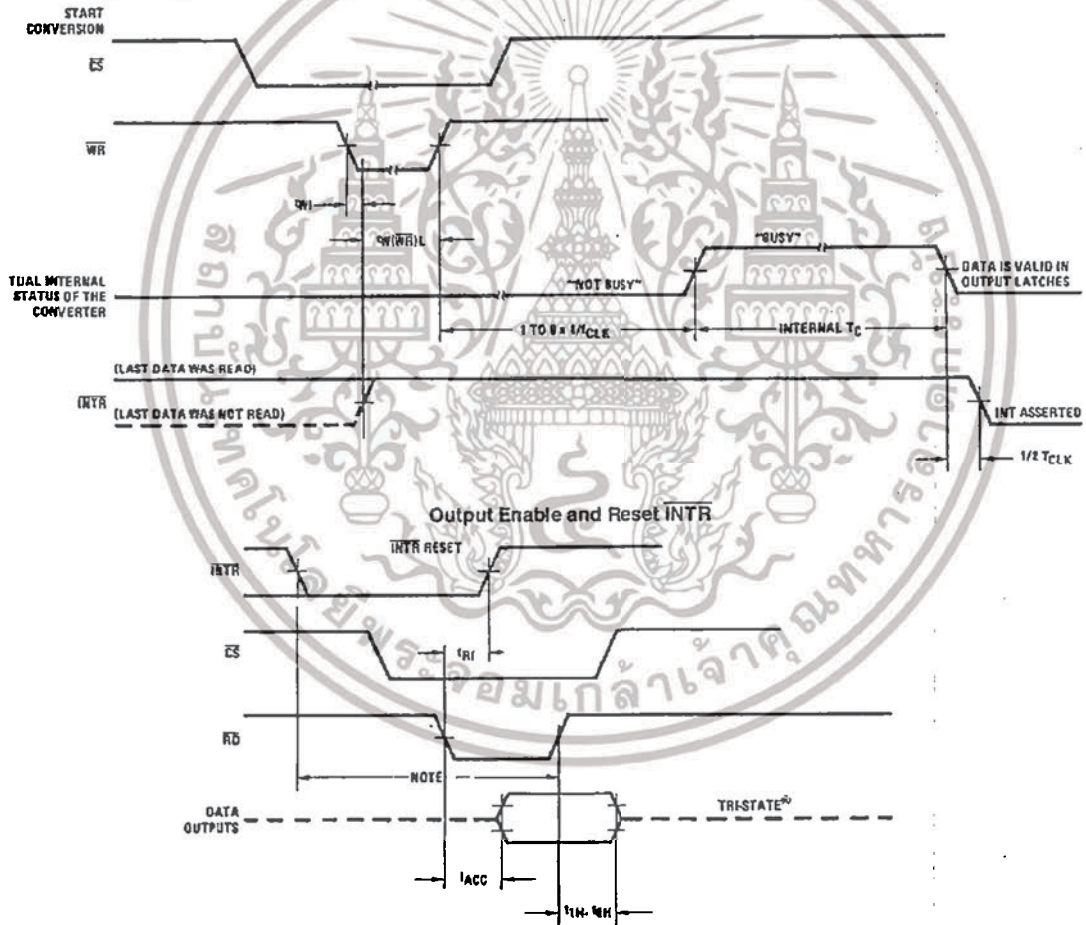
TU/H/5671-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRI-STATE Test Circuits and Waveforms



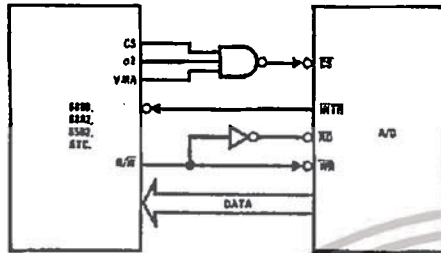
Timing Diagrams (All timing is measured from the 50% voltage points)



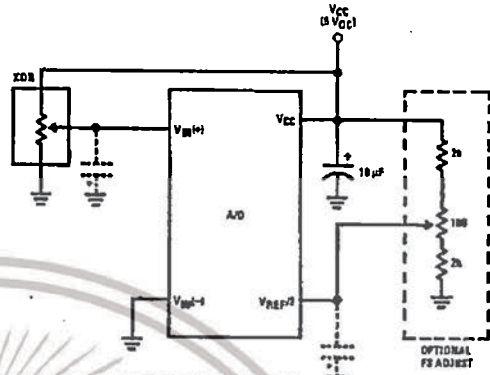
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

6800 Interface

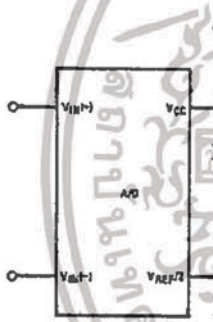


Ratiometric with Full-Scale Adjust



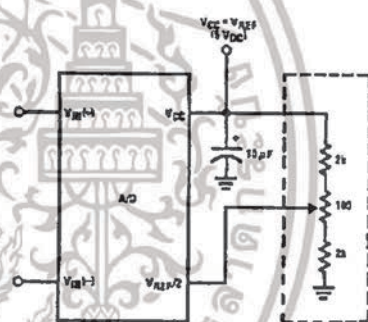
Note: before using caps at V_{IN} or $V_{REF}/2$, see section 2.3.2 Input Bypass Capacitors.

Absolute with a 2.500V Reference

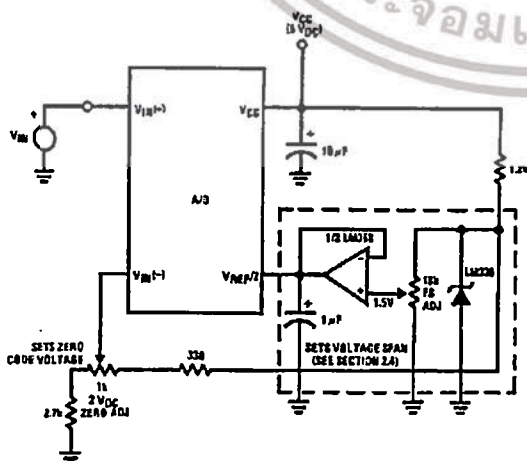


*For low power, see also LM385-2.5

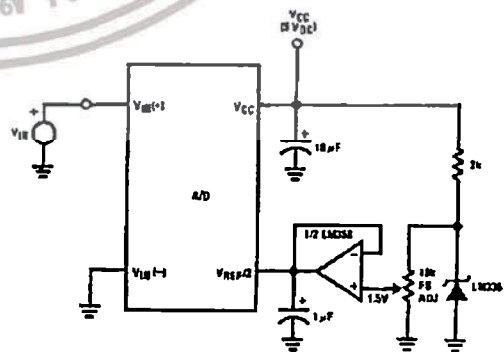
Absolute with a 5V Reference



Zero-Shift and Span Adjust: $2V \leq V_{IN} \leq 5V$



Span Adjust: $0V \leq V_{IN} \leq 3V$

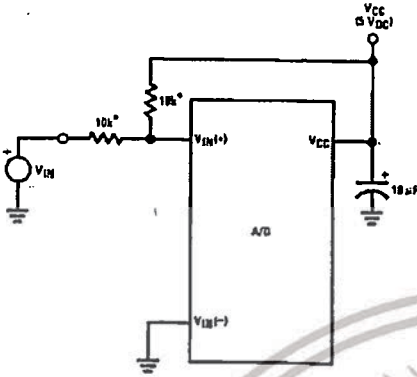


TL/H/5671-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

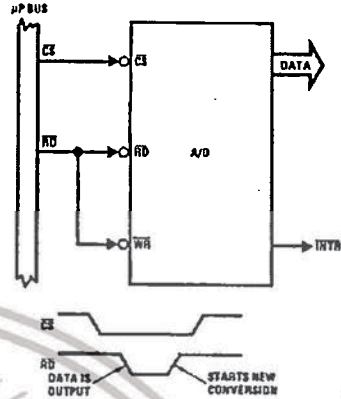
Handling $\pm 5V$ Analog Inputs



TL/H/5671-33

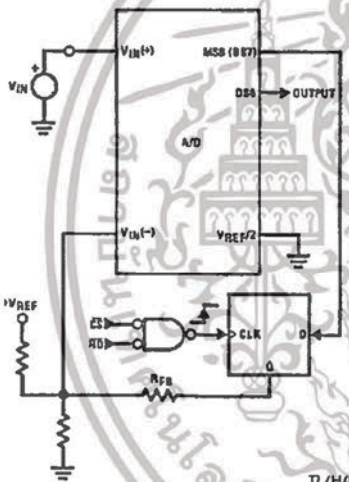
*Beckman Instruments # 694-3-R10K resistor array

Read-Only Interface



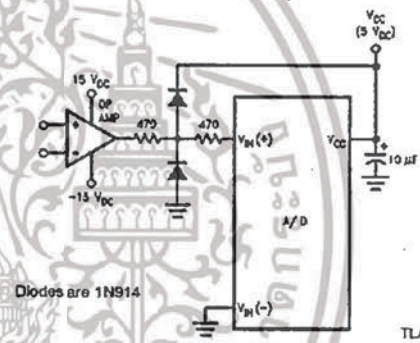
TL/H/5671-34

μP Interfaced Comparator with Hysteresis



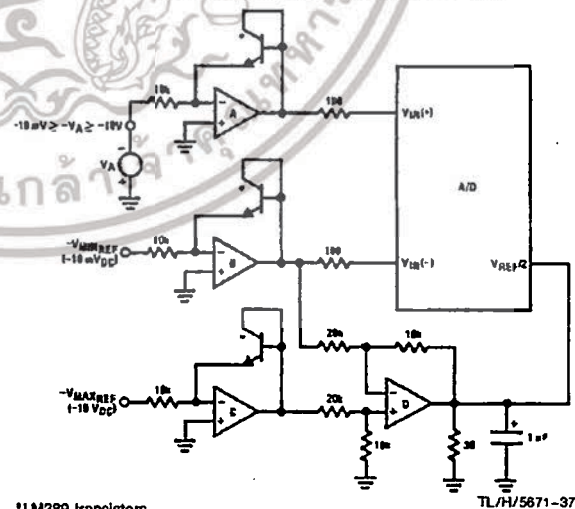
TL/H/5671-35

Protecting the Input



TL/H/5671-9

A Low-Cost, 3-Decade Logarithmic Converter

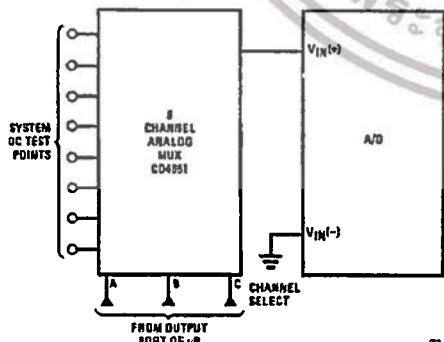


TL/H/5671-37

*LM389 transistors

A, B, C, D = LM324A quad op amp

Analog Self-Test for a System



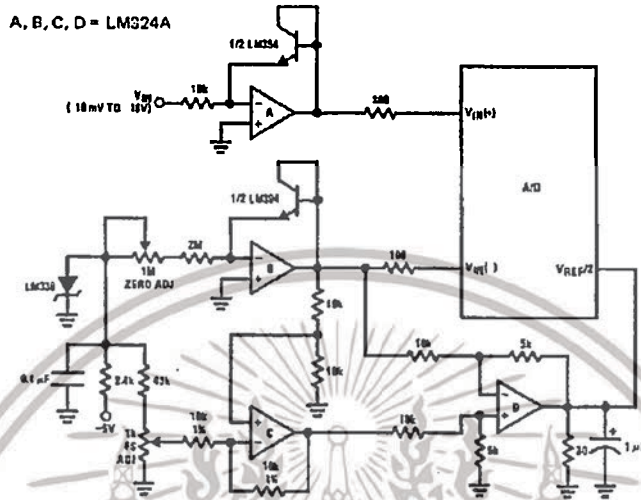
TL/H/5671-36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

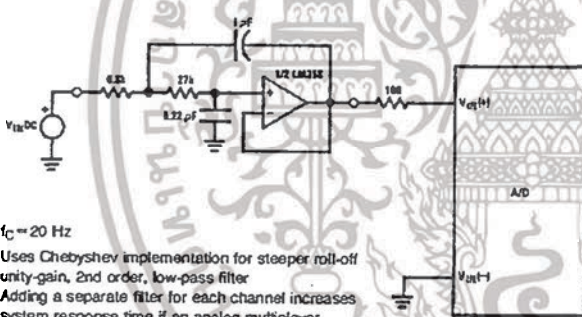
Typical Applications (Continued)

3-Decade Logarithmic A/D Converter

A, B, C, D = LM324A



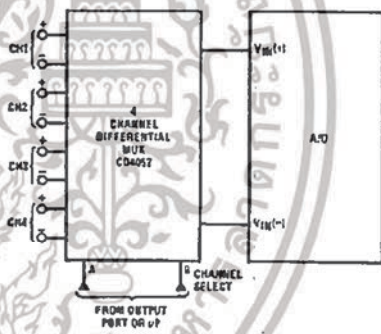
Noise Filtering the Analog Input



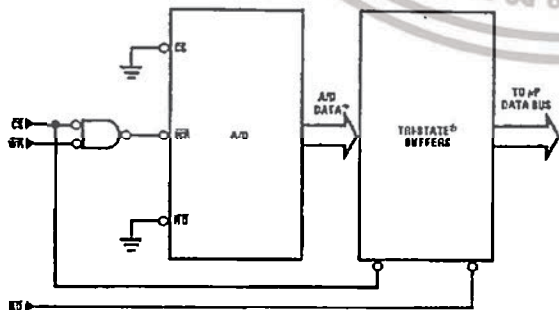
$f_c \approx 20$ Hz

Uses Chebyshev implementation for steeper roll-off unity-gain, 2nd order, low-pass filter
Adding a separate filter for each channel increases system response time if an analog multiplexer is used

Multiplexing Differential Inputs

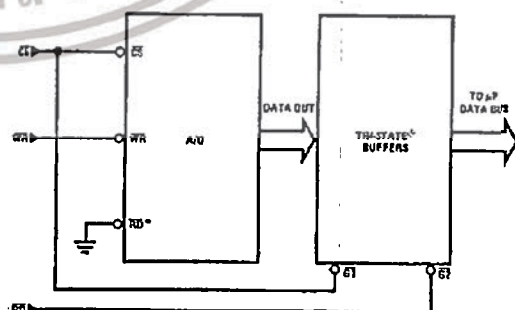


Output Buffers with A/D Data Enabled



*A/D output data is updated 1 CLK period prior to assertion of INTR

Increasing Bus Drive and/or Reducing Time on Bus



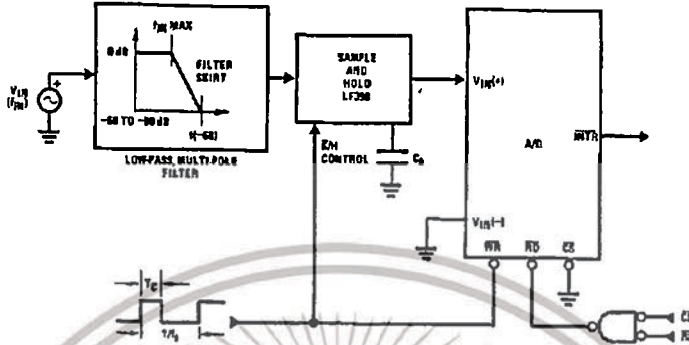
*Allows output data to set-up at falling edge of CS

TL/H/5671-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

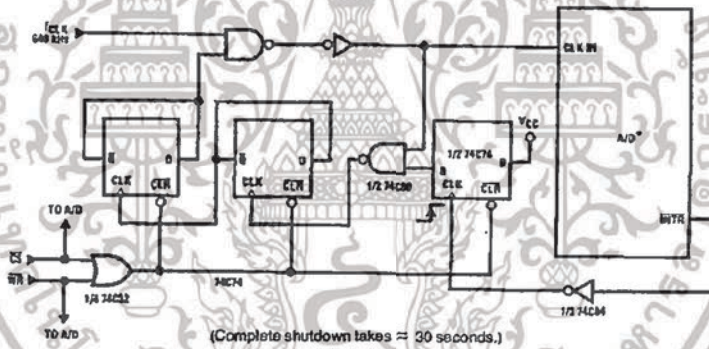
Typical Applications (Continued)

Sampling an AC Input Signal

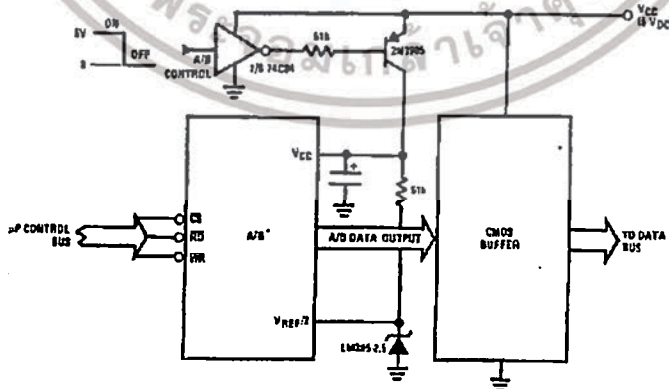


Note 1: Oversample whenever possible (keep $f_s > 2f(-60)$) to eliminate input frequency folding (aliasing) and to allow for the skirt response of the filter.
 Note 2: Consider the amplitude errors which are introduced within the passband of the filter.

70% Power Savings by Clock Gating



Power Savings by A/D and V_{REF} Shutdown



*Use ADC0801, 02, 03 or 05 for lowest power consumption.
 Note: Logic Inputs can be driven to V_{CC} with A/D supply at zero volts.
 Buffer prevents data bus from overdriving output of A/D when in shutdown mode.

TL/H/5671-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

1.0 UNDERSTANDING A/D ERROR SPECS

A perfect A/D transfer characteristic (staircase waveform) is shown in *Figure 1a*. The horizontal scale is analog input voltage and the particular points labeled are in steps of 1 LSB (19.53 mV with 2.5V tied to the $V_{REF}/2$ pin). The digital output codes that correspond to these inputs are shown as $D-1$, D , and $D+1$. For the perfect A/D, not only will center-value ($A-1$, A , $A+1$,) analog inputs produce the correct output digital codes, but also each riser (the transitions between adjacent output codes) will be located $\pm 1/2$ LSB away from each center-value. As shown, the risers are ideal and have no width. Correct digital output codes will be provided for a range of analog input voltages that extend $\pm 1/2$ LSB from the ideal center-values. Each tread (the range of analog input voltage that provides the same digital output code) is therefore 1 LSB wide.

Figure 1b shows a worst case error plot for the ADC0801. All center-valued inputs are guaranteed to produce the correct output codes and the adjacent risers are guaranteed to be no closer to the center-value points than $\pm 1/4$ LSB. In

other words, if we apply an analog input equal to the center-value $\pm 1/4$ LSB, we guarantee that the A/D will produce the correct digital code. The maximum range of the position of the code transition is indicated by the horizontal arrow and it is guaranteed to be no more than $1/2$ LSB.

The error curve of *Figure 1c* shows a worst case error plot for the ADC0802. Here we guarantee that if we apply an analog input equal to the LSB analog voltage center-value the A/D will produce the correct digital code.

Next to each transfer function is shown the corresponding error plot. Many people may be more familiar with error plots than transfer functions. The analog input voltage to the A/D is provided by either a linear ramp or by the discrete output steps of a high resolution DAC. Notice that the error is continuously displayed and includes the quantization uncertainty of the A/D. For example the error at point 1 of *Figure 1a* is $+1/2$ LSB because the digital code appeared $1/2$ LSB in advance of the center-value of the tread. The error plots always have a constant negative slope and the abrupt upside steps are always 1 LSB in magnitude.

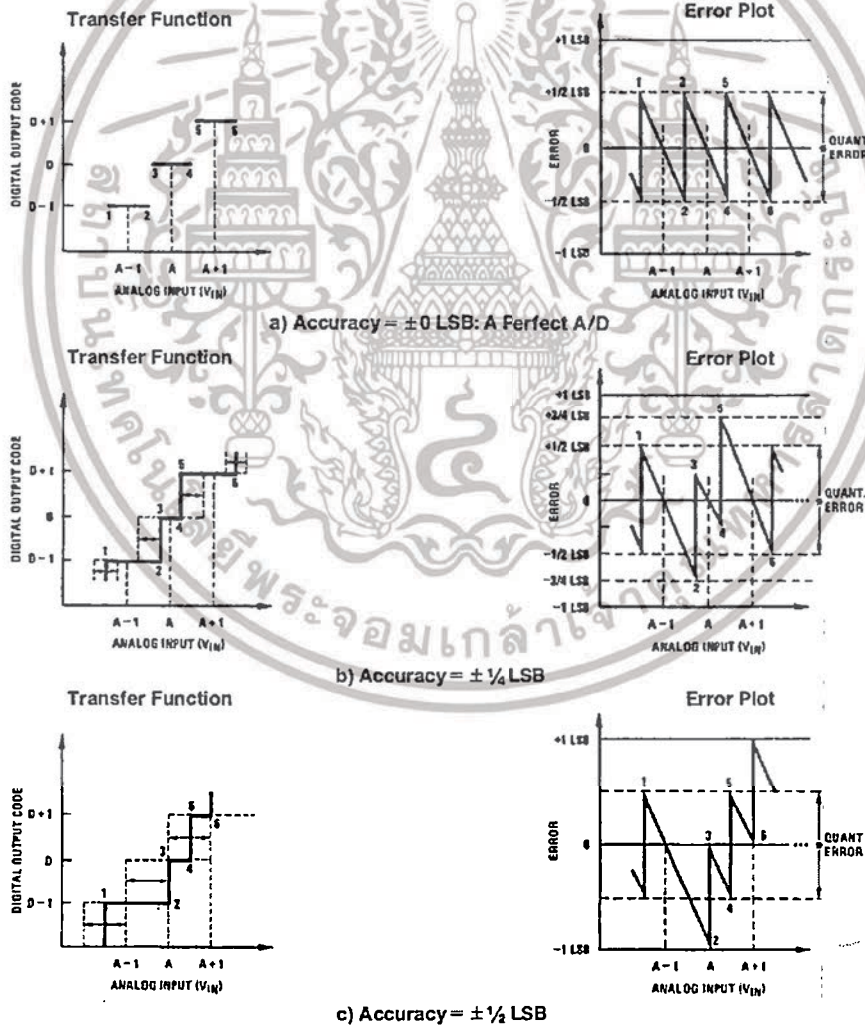


FIGURE 1. Clarifying the Error Specs of an A/D Converter

TL/H/5671-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

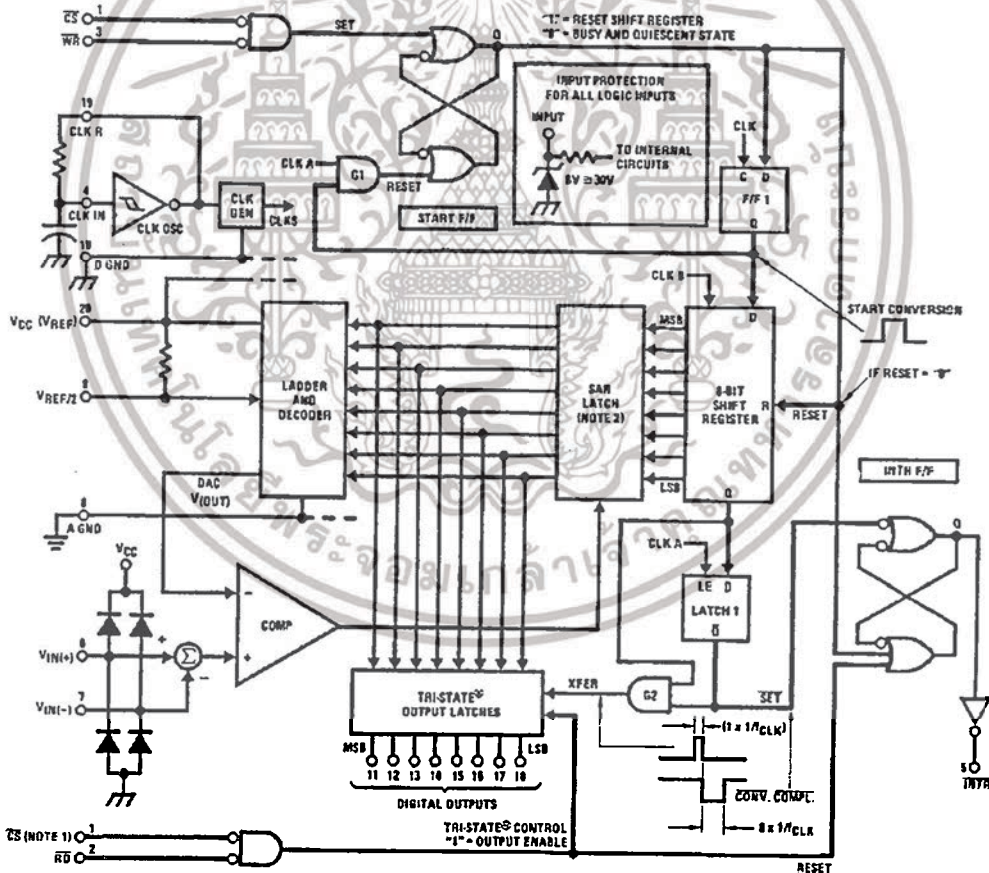
2.0 FUNCTIONAL DESCRIPTION

The ADC0801 series contains a circuit equivalent of the 256R network. Analog switches are sequenced by successive approximation logic to match the analog difference input voltage $[V_{IN}(+) - V_{IN}(-)]$ to a corresponding tap on the R network. The most significant bit is tested first and after 8 comparisons (64 clock cycles) a digital 8-bit binary code (1111 1111 = full-scale) is transferred to an output latch and then an interrupt is asserted (INTR makes a high-to-low transition). A conversion in process can be interrupted by issuing a second start command. The device may be operated in the free-running mode by connecting INTR to the WR input with CS = 0. To ensure start-up under all possible conditions, an external WR pulse is required during the first power-up cycle.

On the high-to-low transition of the WR input the internal SAR latches and the shift register stages are reset. As long as the CS input and WR input remain low, the A/D will remain in a reset state. Conversion will start from 1 to 8 clock periods after at least one of these inputs makes a low-to-high transition.

A functional diagram of the A/D converter is shown in Figure 2. All of the package pinouts are shown and the major logic control paths are drawn in heavier weight lines.

The converter is started by having CS and WR simultaneously low. This sets the start flip-flop (F/F) and the resulting "1" level resets the 8-bit shift register, resets the Interrupt (INTR) F/F and inputs a "1" to the D flop, F/F1, which is at the input end of the 8-bit shift register. Internal clock signals then transfer this "1" to the Q output of F/F1. The AND gate, G1, combines this "1" output with a clock signal to provide a reset signal to the start F/F. If the set signal is no longer present (either WR or CS is a "1") the start F/F is reset and the 8-bit shift register then can have the "1" clocked in, which starts the conversion process. If the set signal were to still be present, this reset pulse would have no effect (both outputs of the start F/F would momentarily be at a "1" level) and the 8-bit shift register would continue to be held in the reset mode. This logic therefore allows for wide CS and WR signals and the converter will start after at least one of these signals returns high and the internal clocks again provide a reset signal for the start F/F.



Note 1: CS shown twice for clarity.
 Note 2: SAR = Successive Approximation Register.

FIGURE 2. Block Diagram

TL/H/5671-13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

After the "1" is clocked through the 8-bit shift register (which completes the SAR search) it appears as the input to the D-type latch, LATCH 1. As soon as this "1" is output from the shift register, the AND gate, G2, causes the new digital word to transfer to the TRI-STATE output latches. When LATCH 1 is subsequently enabled, the Q output makes a high-to-low transition which causes the INTR F/F to set. An inverting buffer then supplies the INTR input signal.

Note that this SET control of the INTR F/F remains low for 8 of the external clock periods (as the internal clocks run at 1/8 of the frequency of the external clock). If the data output is continuously enabled (CS and RD both held low), the INTR output will still signal the end of conversion (by a high-to-low transition), because the SET input can control the Q output of the INTR F/F even though the RESET input is constantly at a "1" level in this operating mode. This INTR output will therefore stay low for the duration of the SET signal, which is 8 periods of the external clock frequency (assuming the A/D is not started during this interval).

When operating in the free-running or continuous conversion mode (INTR pin tied to WR and CS wired low—see also section 2.8), the START F/F is SET by the high-to-low transition of the INTR signal. This resets the SHIFT REGISTER which causes the input to the D-type latch, LATCH 1, to go low. As the latch enable input is still present, the Q output will go high, which then allows the INTR F/F to be RESET. This reduces the width of the resulting INTR output pulse to only a few propagation delays (approximately 300 ns).

When data is to be read, the combination of both CS and RD being low will cause the INTR F/F to be reset and the TRI-STATE output latches will be enabled to provide the 8-bit digital outputs.

2.1 Digital Control Inputs

The digital control inputs (CS, RD, and WR) meet standard T2L logic voltage levels. These signals have been renamed when compared to the standard A/D Start and Output Enable labels. In addition, these inputs are active low to allow an easy interface to microprocessor control busses. For non-microprocessor based applications, the CS input (pin 1) can be grounded and the standard A/D Start function is obtained by an active low pulse applied at the WR input (pin 3) and the Output Enable function is caused by an active low pulse at the RD input (pin 2).

2.2 Analog Differential Voltage Inputs and Common-Mode Rejection

This A/D has additional applications flexibility due to the analog differential voltage input. The VIN(-) input (pin 7) can be used to automatically subtract a fixed voltage value from the input reading (tare correction). This is also useful in 4 mA–20 mA current loop conversion. In addition, common-mode noise can be reduced by use of the differential input. The time interval between sampling VIN(+) and VIN(-) is 4-1/2 clock periods. The maximum error voltage due to this

slight time difference between the input voltage samples is given by:

$$\Delta V_e(\text{MAX}) = (V_p) (2\pi f_{cm}) \left(\frac{4.5}{f_{CLK}} \right),$$

where:

- ΔV_e is the error voltage due to sampling delay
- V_p is the peak value of the common-mode voltage
- f_{cm} is the common-mode frequency

As an example, to keep this error to 1/4 LSB (~5 mV) when operating with a 60 Hz common-mode frequency, f_{cm}, and using a 640 kHz A/D clock, f_{CLK}, would allow a peak value of the common-mode voltage, V_p, which is given by:

$$V_p = \frac{[\Delta V_e(\text{MAX})] (f_{CLK})}{(2\pi f_{cm}) (4.5)}$$

or

$$V_p = \frac{(5 \times 10^{-3}) (640 \times 10^3)}{(6.28) (60) (4.5)}$$

which gives

$$V_p \approx 1.9V.$$

The allowed range of analog input voltages usually places more severe restrictions on input common-mode noise levels.

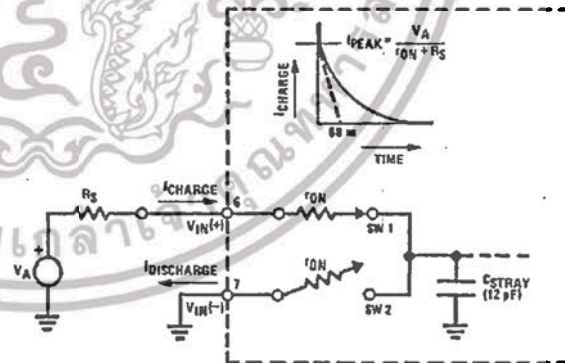
An analog input voltage with a reduced span and a relatively large zero offset can be handled easily by making use of the differential input (see section 2.4 Reference Voltage).

2.3 Analog Inputs

2.3.1 Input Current

Normal Mode

Due to the internal switching action, displacement currents will flow at the analog inputs. This is due to on-chip stray capacitance to ground as shown in Figure 3.



TLH/5671-14

r_{ON} of SW 1 and SW 2 ≈ 5 kΩ

t = r_{ON} C_{STRAY} ≈ 5 kΩ × 12 pF = 60 ns

FIGURE 3. Analog Input Impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

The voltage on this capacitance is switched and will result in currents entering the $V_{IN}(+)$ input pin and leaving the $V_{IN}(-)$ input which will depend on the analog differential input voltage levels. These current transients occur at the leading edge of the internal clocks. They rapidly decay and *do not cause errors* as the on-chip comparator is strobed at the end of the clock period.

Fault Mode

If the voltage source applied to the $V_{IN}(+)$ or $V_{IN}(-)$ pin exceeds the allowed operating range of $V_{CC} + 50$ mV, large input currents can flow through a parasitic diode to the V_{CC} pin. If these currents can exceed the 1 mA max allowed spec, an external diode (1N914) should be added to bypass this current to the V_{CC} pin (with the current bypassed with this diode, the voltage at the $V_{IN}(+)$ pin can exceed the V_{CC} voltage by the forward voltage of this diode).

2.3.2 Input Bypass Capacitors

Bypass capacitors at the inputs will average these charges and cause a DC current to flow through the output resistances of the analog signal sources. This charge pumping action is worse for continuous conversions with the $V_{IN}(+)$ input voltage at full-scale. For continuous conversions with a 640 kHz clock frequency with the $V_{IN}(+)$ input at 5V, this DC current is at a maximum of approximately 5 μ A. Therefore, *bypass capacitors should not be used at the analog inputs or the $V_{REF}/2$ pin* for high resistance sources (> 1 k Ω). If input bypass capacitors are necessary for noise filtering and high source resistance is desirable to minimize capacitor size, the detrimental effects of the voltage drop across this input resistance, which is due to the average value of the input current, can be eliminated with a full-scale adjustment while the given source resistor and input bypass capacitor are both in place. This is possible because the average value of the input current is a precise linear function of the differential input voltage.

2.3.3 Input Source Resistance

Large values of source resistance where an input bypass capacitor is not used, *will not cause errors* as the input currents settle out prior to the comparison time. If a low pass filter is required in the system, use a low valued series resistor (≤ 1 k Ω) for a passive RC section or add an op amp RC active low pass filter. For low source resistance applications, (≤ 1 k Ω), a 0.1 μ F bypass capacitor at the inputs will prevent noise pickup due to series lead inductance of a long wire. A 100 Ω series resistor can be used to isolate this capacitor—both the R and C are placed outside the feedback loop—from the output of an op amp, if used.

2.3.4 Noise

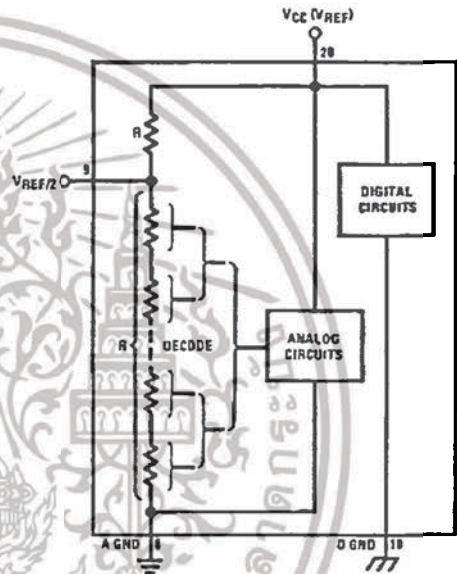
The leads to the analog inputs (pin 6 and 7) should be kept as short as possible to minimize input noise coupling. Both noise and undesired digital clock coupling to these inputs can cause system errors. The source resistance for these inputs should, in general, be kept below 5 k Ω . Larger values of source resistance can cause undesired system noise pickup. Input bypass capacitors, placed from the analog inputs to ground, will eliminate system noise pickup but can create analog scale errors as these capacitors will average the transient input switching currents of the A/D (see section 2.3.1.). This scale error depends on both a large source

resistance and the use of an input bypass capacitor. This error can be eliminated by doing a full-scale adjustment of the A/D (adjust $V_{REF}/2$ for a proper full-scale reading—see section 2.5.2 on Full-Scale Adjustment) with the source resistance and input bypass capacitor in place.

2.4 Reference Voltage

2.4.1 Span Adjust

For maximum applications flexibility, these A/Ds have been designed to accommodate a $5 V_{DC}$, $2.5 V_{DC}$ or an adjusted voltage reference. This has been achieved in the design of the IC as shown in Figure 4.



TL/HV/5671-15

FIGURE 4. The $V_{REFERENCE}$ Design on the IC

Notice that the reference voltage for the IC is either $1/2$ of the voltage applied to the V_{CC} supply pin, or is equal to the voltage that is externally forced at the $V_{REF}/2$ pin. This allows for a ratiometric voltage reference using the V_{CC} supply, a $5 V_{DC}$ reference voltage can be used for the V_{CC} supply or a voltage less than $2.5 V_{DC}$ can be applied to the $V_{REF}/2$ input for increased application flexibility. The internal gain to the $V_{REF}/2$ input is 2, making the full-scale differential input voltage twice the voltage at pin 9.

An example of the use of an adjusted reference voltage is to accommodate a reduced span—or dynamic voltage range of the analog input voltage. If the analog input voltage were to range from $0.5 V_{DC}$ to $3.5 V_{DC}$, instead of 0V to $5 V_{DC}$, the span would be 3V as shown in Figure 5. With $0.5 V_{DC}$ applied to the $V_{IN}(-)$ pin to absorb the offset, the reference voltage can be made equal to $1/2$ of the 3V span or $1.5 V_{DC}$. The A/D now will encode the $V_{IN}(+)$ signal from 0.5V to 3.5 V with the 0.5V input corresponding to zero and the $3.5 V_{DC}$ input corresponding to full-scale. The full 8 bits of resolution are therefore applied over this reduced analog input voltage range.

Functional Description (Continued)

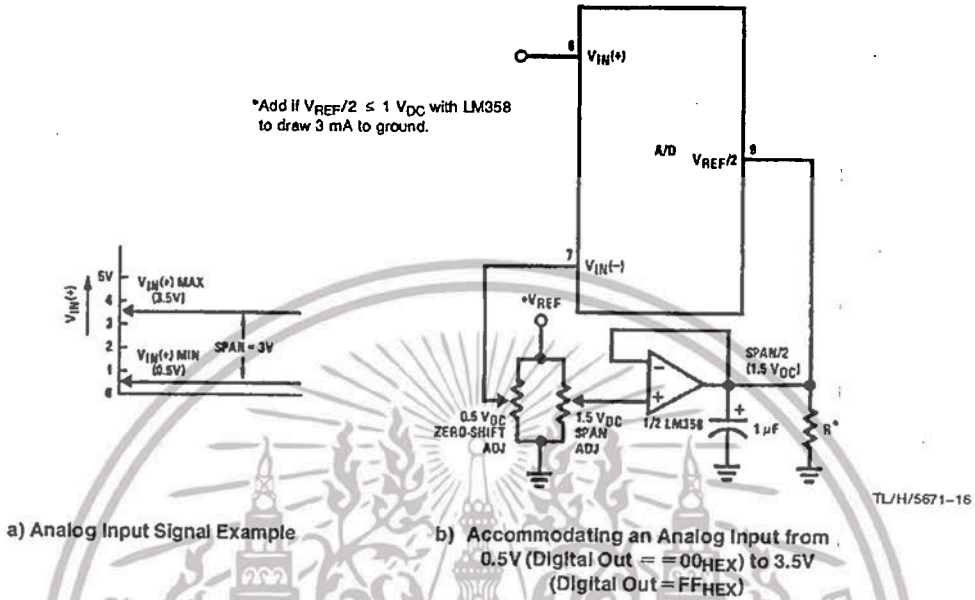


FIGURE 5. Adapting the A/D Analog Input Voltages to Match an Arbitrary Input Signal Range

2.4.2 Reference Accuracy Requirements

The converter can be operated in a ratiometric mode or an absolute mode. In ratiometric converter applications, the magnitude of the reference voltage is a factor in both the output of the source transducer and the output of the A/D converter and therefore cancels out in the final digital output code. The ADC0805 is specified particularly for use in ratiometric applications with no adjustments required. In absolute conversion applications, both the initial value and the temperature stability of the reference voltage are important factors in the accuracy of the A/D converter. For $V_{REF/2}$ voltages of 2.4 V_{DC} nominal value, initial errors of ± 10 mV_{DC} will cause conversion errors of ± 1 LSB due to the gain of 2 of the $V_{REF/2}$ input. In reduced span applications, the initial value and the stability of the $V_{REF/2}$ input voltage become even more important. For example, if the span is reduced to 2.5V, the analog input LSB voltage value is correspondingly reduced from 20 mV (5V span) to 10 mV and 1 LSB at the $V_{REF/2}$ input becomes 5 mV. As can be seen, this reduces the allowed initial tolerance of the reference voltage and requires correspondingly less absolute change with temperature variations. Note that spans smaller than 2.5V place even tighter requirements on the initial accuracy and stability of the reference source.

In general, the magnitude of the reference voltage will require an initial adjustment. Errors due to an improper value of reference voltage appear as full-scale errors in the A/D transfer function. IC voltage regulators may be used for references if the ambient temperature changes are not excessive. The LM336B 2.5V IC reference diode (from National Semiconductor) has a temperature stability of 1.8 mV typ (6 mV max) over $0^{\circ}C \leq T_A \leq +70^{\circ}C$. Other temperature range parts are also available.

2.5 Errors and Reference Voltage Adjustments

2.5.1 Zero Error

The zero of the A/D does not require adjustment. If the minimum analog input voltage value, $V_{IN(MIN)}$, is not ground, a zero offset can be done. The converter can be made to output 0000 0000 digital code for this minimum input voltage by biasing the A/D $V_{IN(-)}$ input at this $V_{IN(MIN)}$ value (see Applications section). This utilizes the differential mode operation of the A/D.

The zero error of the A/D converter relates to the location of the first riser of the transfer function and can be measured by grounding the $V_{IN(-)}$ input and applying a small magnitude positive voltage to the $V_{IN(+)}$ input. Zero error is the difference between the actual DC input voltage that is necessary to just cause an output digital code transition from 0000 0000 to 0000 0001 and the ideal $1/2$ LSB value ($1/2$ LSB = 9.8 mV for $V_{REF/2} = 2.500 V_{DC}$).

2.5.2 Full-Scale

The full-scale adjustment can be made by applying a differential input voltage that is $1 1/2$ LSB less than the desired analog full-scale voltage range and then adjusting the magnitude of the $V_{REF/2}$ input (pin 9 or the V_{CC} supply if pin 9 is not used) for a digital output code that is just changing from 1111 1110 to 1111 1111.

Functional Description (Continued)

2.5.3 Adjusting for an Arbitrary Analog Input Voltage Range

If the analog zero voltage of the A/D is shifted away from ground (for example, to accommodate an analog input signal that does not go to ground) this new zero reference should be properly adjusted first. A $V_{IN(+)}$ voltage that equals this desired zero reference plus $\frac{1}{2}$ LSB (where the LSB is calculated for the desired analog span, $1 \text{ LSB} = \text{analog span}/256$) is applied to pin 6 and the zero reference voltage at pin 7 should then be adjusted to just obtain the 00HEX to 01HEX code transition.

The full-scale adjustment should then be made (with the proper $V_{IN(-)}$ voltage applied) by forcing a voltage to the $V_{IN(+)}$ input which is given by:

$$V_{IN(+)} \text{ fs adj} = V_{MAX} - 1.5 \left[\frac{V_{MAX} - V_{MIN}}{256} \right]$$

where:

V_{MAX} = The high end of the analog input range and

V_{MIN} = the low end (the offset zero) of the analog range. (Both are ground referenced.)

The $V_{REF}/2$ (or V_{CC}) voltage is then adjusted to provide a code change from FEHEX to FFHEX. This completes the adjustment procedure.

2.6 Clocking Option

The clock for the A/D can be derived from the CPU clock or an external RC can be added to provide self-clocking. The CLK IN (pin 4) makes use of a Schmitt trigger as shown in Figure 6.



FIGURE 6. Self-Clocking the A/D

Heavy capacitive or DC loading of the clock R pin should be avoided as this will disturb normal converter operation. Loads less than 50 pF, such as driving up to 7 A/D converter clock inputs from a single clock R pin of 1 converter, are allowed. For larger clock line loading, a CMOS or low power TTL buffer or PNP input logic should be used to minimize the loading on the clock R pin (do not use a standard TTL buffer).

2.7 Restart During a Conversion

If the A/D is restarted (\overline{CS} and \overline{WR} go low and return high) during a conversion, the converter is reset and a new conversion is started. The output data latch is not updated if the

conversion in process is not allowed to be completed, therefore the data of the previous conversion remains in this latch. The \overline{INTR} output simply remains at the "1" level.

2.8 Continuous Conversions

For operation in the free-running mode an initializing pulse should be used, following power-up, to ensure circuit operation. In this application, the \overline{CS} input is grounded and the \overline{WR} input is tied to the \overline{INTR} output. This \overline{WR} and \overline{INTR} node should be momentarily forced to logic low following a power-up cycle to guarantee operation.

2.9 Driving the Data Bus

This MOS A/D, like MOS microprocessors and memories, will require a bus driver when the total capacitance of the data bus gets large. Other circuitry, which is tied to the data bus, will add to the total capacitive loading, even in TRI-STATE (high impedance mode). Backplane bussing also greatly adds to the stray capacitance of the data bus.

There are some alternatives available to the designer to handle this problem. Basically, the capacitive loading of the data bus slows down the response time, even though DC specifications are still met. For systems operating with a relatively slow CPU clock frequency, more time is available in which to establish proper logic levels on the bus and therefore higher capacitive loads can be driven (see typical characteristics curves).

At higher CPU clock frequencies time can be extended for I/O reads (and/or writes) by inserting wait states (8080) or using clock extending circuits (6800).

Finally, if time is short and capacitive loading is high, external bus drivers must be used. These can be TRI-STATE buffers (low power Schottky such as the DM74LS240 series is recommended) or special higher drive current products which are designed as bus drivers. High current bipolar bus drivers with PNP inputs are recommended.

2.10 Power Supplies

Noise spikes on the V_{CC} supply line can cause conversion errors as the comparator will respond to this noise. A low inductance tantalum filter capacitor should be used close to the converter V_{CC} pin and values of 1 μF or greater are recommended. If an unregulated voltage is available in the system, a separate LM340LAZ-5.0, TO-92, 5V voltage regulator for the converter (and other analog circuitry) will greatly reduce digital noise on the V_{CC} supply.

2.11 Wiring and Hook-Up Precautions

Standard digital wire wrap sockets are not satisfactory for breadboarding this A/D converter. Sockets on PC boards can be used and all logic signal wires and leads should be grouped and kept as far away as possible from the analog signal leads. Exposed leads to the analog inputs can cause undesired digital noise and hum pickup, therefore shielded leads may be necessary in many applications.

Functional Description (Continued)

A single point analog ground that is separate from the logic ground points should be used. The power supply bypass capacitor and the self-clocking capacitor (if used) should both be returned to digital ground. Any $V_{REF}/2$ bypass capacitors, analog input filter capacitors, or input signal shielding should be returned to the analog ground point. A test for proper grounding is to measure the zero error of the A/D converter. Zero errors in excess of $1/4$ LSB can usually be traced to improper board layout and wiring (see section 2.5.1 for measuring the zero error).

3.0 TESTING THE A/D CONVERTER

There are many degrees of complexity associated with testing an A/D converter. One of the simplest tests is to apply a known analog input voltage to the converter and use LEDs to display the resulting digital output code as shown in Figure 7.

For ease of testing, the $V_{REF}/2$ (pin 9) should be supplied with 2.560 V_{DC} and a V_{CC} supply voltage of 5.12 V_{DC} should be used. This provides an LSB value of 20 mV.

If a full-scale adjustment is to be made, an analog input voltage of 5.090 V_{DC} ($5.120 - 1/2$ LSB) should be applied to the $V_{IN}(+)$ pin with the $V_{IN}(-)$ pin grounded. The value of the $V_{REF}/2$ input voltage should then be adjusted until the digital output code is just changing from 1111 1110 to 1111 1111. This value of $V_{REF}/2$ should then be used for all the tests.

The digital output LED display can be decoded by dividing the 8 bits into 2 hex characters, the 4 most significant (MS) and the 4 least significant (LS). Table I shows the fractional binary equivalent of these two 4-bit groups. By adding the voltages obtained from the "VMS" and "VLS" columns in Table I, the nominal value of the digital display (when

$V_{REF}/2 = 2.560V$) can be determined. For example, for an output LED display of 1011 0110 or B6 (in hex), the voltage values from the table are $3.520 + 0.120$ or $3.640 V_{DC}$. These voltage values represent the center-values of a perfect A/D converter. The effects of quantization error have to be accounted for in the interpretation of the test results.

For a higher speed test system, or to obtain plotted data, a digital-to-analog converter is needed for the test set-up. An accurate 10-bit DAC can serve as the precision voltage source for the A/D. Errors of the A/D under test can be expressed as either analog voltages or differences in 2 digital words.

A basic A/D tester that uses a DAC and provides the error as an analog output voltage is shown in Figure 8. The 2 op amps can be eliminated if a lab DVM with a numerical subtraction feature is available to read the difference voltage, "A-C", directly. The analog input voltage can be supplied by a low frequency ramp generator and an X-Y plotter can be used to provide analog error (Y axis) versus analog input (X axis).

For operation with a microprocessor or a computer-based test system, it is more convenient to present the errors digitally. This can be done with the circuit of Figure 9, where the output code transitions can be detected as the 10-bit DAC is incremented. This provides $1/4$ LSB steps for the 8-bit A/D under test. If the results of this test are automatically plotted with the analog input on the X axis and the error (in LSB's) as the Y axis, a useful transfer function of the A/D under test results. For acceptance testing, the plot is not necessary and the testing speed can be increased by establishing internal limits on the allowed error for each code.

4.0 MICROPROCESSOR INTERFACING

To discuss the interface with 8080A and 6800 microprocessors, a common sample subroutine structure is used. The microprocessor starts the A/D, reads and stores the results of 16 successive conversions, then returns to the user's program. The 16 data bytes are stored in 16 successive memory locations. All Data and Addresses will be given in hexadecimal form. Software and hardware details are provided separately for each type of microprocessor.

4.1 Interfacing 8080 Microprocessor Derivatives (8048, 8085)

This converter has been designed to directly interface with derivatives of the 8080 microprocessor. The A/D can be mapped into memory space (using standard memory address decoding for \overline{CS} and the \overline{MEMR} and \overline{MEMW} strobes) or it can be controlled as an I/O device by using the $\overline{I/O \overline{R}}$ and $\overline{I/O \overline{W}}$ strobes and decoding the address bits A0 \rightarrow A7 (or address bits A8 \rightarrow A15 as they will contain the same 8-bit address information) to obtain the \overline{CS} input. Using the I/O space provides 256 additional addresses and may allow a simpler 8-bit address decoder but the data can only be input to the accumulator. To make use of the additional memory reference instructions, the A/D should be mapped into memory space. An example of an A/D in I/O space is shown in Figure 10.

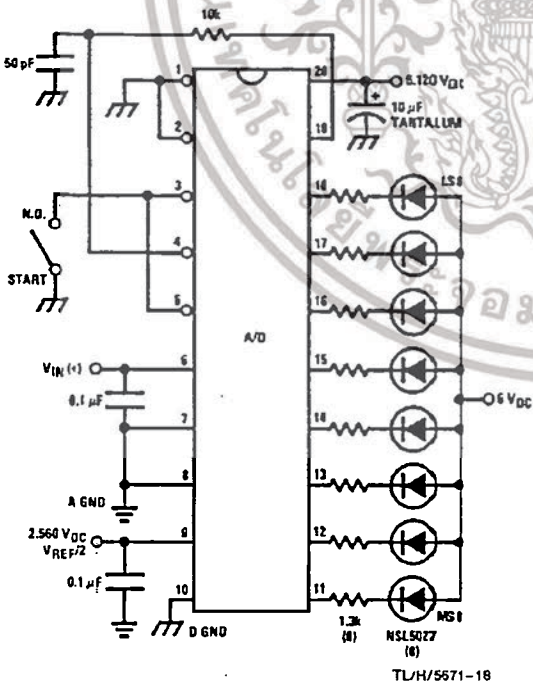


FIGURE 7. Basic A/D Tester

Functional Description (Continued)

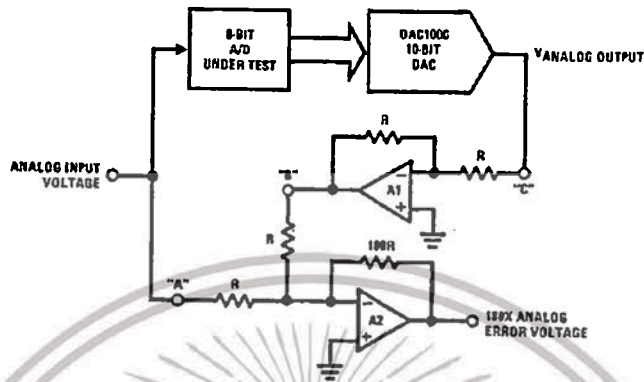


FIGURE 8. A/D Tester with Analog Error Output



FIGURE 9. Basic "Digital" A/D Tester

TU/H/5671-19

TABLE I. DECODING THE DIGITAL OUTPUT LEDs

HEX	BINARY	FRACTIONAL BINARY VALUE FOR		OUTPUT VOLTAGE CENTER VALUES WITH $V_{REF}/2 = 2.560 V_{DC}$	
		MS GROUP	LS GROUP	VMS GROUP*	VLS GROUP*
F	1 1 1 1	15/16	15/256	4.800	0.300
E	1 1 1 0	7/8	7/128	4.480	0.280
D	1 1 0 1	13/16	13/256	4.160	0.260
C	1 1 0 0	3/4	3/64	3.840	0.240
B	1 0 1 1	11/16	11/256	3.520	0.220
A	1 0 1 0	5/8	5/128	3.200	0.200
9	1 0 0 1	9/16	9/256	2.880	0.180
8	1 0 0 0	1/2	1/32	2.560	0.160
7	0 1 1 1	7/16	7/256	2.240	0.140
6	0 1 1 0	3/8	3/128	1.920	0.120
5	0 1 0 1	5/16	2/256	1.600	0.100
4	0 1 0 0	1/4	1/64	1.280	0.080
3	0 0 1 1	3/16	3/256	0.960	0.060
2	0 0 1 0	1/8	1/128	0.640	0.040
1	0 0 0 1	1/16	1/256	0.320	0.020
0	0 0 0 0			0	0

*Display Output = VMS Group + VLS Group

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

The standard control bus signals of the 8080 CS, RD and WR can be directly wired to the digital control inputs of the A/D and the bus timing requirements are met to allow both starting the converter and outputting the data onto the data bus. A bus driver should be used for larger microprocessor systems where the data bus leaves the PC board and/or must drive capacitive loads larger than 100 pF.

4.1.1 Sample 8080A CPU Interfacing Circuitry and Program

The following sample program and associated hardware shown in Figure 10 may be used to input data from the converter to the INS8080A CPU chip set (comprised of the INS8080A microprocessor, the INS8228 system controller and the INS8224 clock generator). For simplicity, the A/D is controlled as an I/O device, specifically an 8-bit bi-directional port located at an arbitrarily chosen port address, E0. The TRI-STATE output capability of the A/D eliminates the need for a peripheral interface device, however address decoding is still required to generate the appropriate CS for the converter.

It is important to note that in systems where the A/D converter is 1-of-8 or less I/O mapped devices, no address decoding circuitry is necessary. Each of the 8 address bits (A0 to A7) can be directly used as CS inputs—one for each I/O device.

4.1.2 INS8048 Interface

The INS8048 interface technique with the ADC0801 series (see Figure 11) is simpler than the 8080A CPU interface. There are 24 I/O lines and three test input lines in the 8048. With these extra I/O lines available, one of the I/O lines (bit 0 of port 1) is used as the chip select signal to the A/D, thus eliminating the use of an external address decoder. Bus control signals RD, WR and INT of the 8048 are tied directly to the A/D. The 16 converted data words are stored at on-chip RAM locations from 20 to 2F (Hex). The RD and WR signals are generated by reading from and writing into a dummy address, respectively. A sample interface program is shown below.

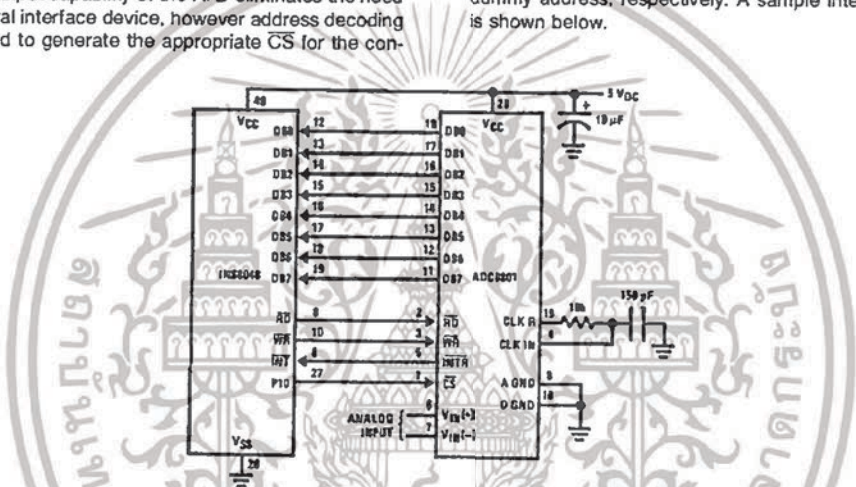


FIGURE 11. INS8048 Interface
SAMPLE PROGRAM FOR FIGURE 11 INS8048 INTERFACE

```

04 10          JMP      10H          ; Program starts at addr 10
04 50          ORG      3H           ;
04 50          JMP      50H          ; Interrupt jump vector
99 FE          ORG      10H          ; Main program
81             ANL      P1, #0FEH    ; Chip select
81             MOVX    A, @R1       ; Read in the 1st data
89 01          START:  ORL      P1, #1 ; to reset the intr
B8 20          MOV      RO, #20H     ; Set port pin high
B9 FF          MOV      R0, #0FFH    ; Data address
BA 10          MOV      R1, #0FFH    ; Dummy address
23 FF          AGAIN:  MOV      R2, #10H ; Counter for 16 bytes
99 FE          MOV      A, #0FFH     ; Set ACC for intr loop
91             ANL      P1, #0FEH    ; Send CS (bit 0 of P1)
05             MOVX    @R1, A        ; Send WR out
96 21          LOOP:   EN           ; Enable interrupt
EA 1B          JNZ     LOOP          ; Wait for interrupt
00             DJNZ    R2, AGAIN      ; If 16 bytes are read
00             NOP                    ; go to user's program
81             ORG      50H
A0             MOVX    A, @R1        ; Input data, CS still low
18             MOV      @RO, A       ; Store in memory
89 01          INC     RO            ; Increment storage counter
27             ORL     P1, #1        ; Reset CS signal
93             CLR     A            ; Clear ACC to get out of
          RETR                    ; the interrupt loop
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

4.2 Interfacing the Z-80

The Z-80 control bus is slightly different from that of the 8080. General \overline{RD} and \overline{WR} strobes are provided and separate memory request, \overline{MREQ} , and I/O request, \overline{IORQ} , signals are used which have to be combined with the generalized strobes to provide the equivalent 8080 signals. An advantage of operating the A/D in I/O space with the Z-80 is that the CPU will automatically insert one wait state (the \overline{RD} and \overline{WR} strobes are extended one clock period) to allow more time for the I/O devices to respond. Logic to map the A/D in I/O space is shown in Figure 13.

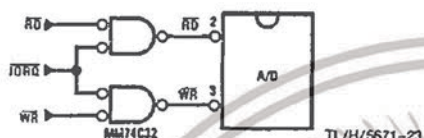


FIGURE 13. Mapping the A/D as an I/O Device for Use with the Z-80 CPU

Additional I/O advantages exist as software DMA routines are available and use can be made of the output data transfer which exists on the upper 8 address lines (A8 to A15) during I/O input instructions. For example, MUX channel selection for the A/D can be accomplished with this operating mode.

4.3 Interfacing 6800 Microprocessor Derivatives (6502, etc.)

The control bus for the 6800 microprocessor derivatives does not use the \overline{RD} and \overline{WR} strobe signals. Instead it employs a single R/W line and additional timing, if needed, can be derived from the $\phi 2$ clock. All I/O devices are memory mapped in the 6800 system, and a special signal, VMA, indicates that the current address is valid. Figure 14 shows an interface schematic where the A/D is memory mapped in the 6800 system. For simplicity, the \overline{CS} decoding is shown using $\frac{1}{2}$ DM8092. Note that in many 6800 systems, an al-

ready decoded $\overline{4/5}$ line is brought out to the common bus at pin 21. This can be tied directly to the \overline{CS} pin of the A/D, provided that no other devices are addressed at HX ADDR: 4XXX or 5XXX.

The following subroutine performs essentially the same function as in the case of the 8080A interface and it can be called from anywhere in the user's program.

In Figure 15 the ADC0801 series is interfaced to the M6800 microprocessor through (the arbitrarily chosen) Port B of the MC6820 or MC6821 Peripheral Interface Adapter, (PIA). Here the \overline{CS} pin of the A/D is grounded since the PIA is already memory mapped in the M6800 system and no \overline{CS} decoding is necessary. Also notice that the A/D output data lines are connected to the microprocessor bus under program control through the PIA and therefore the A/D \overline{RD} pin can be grounded.

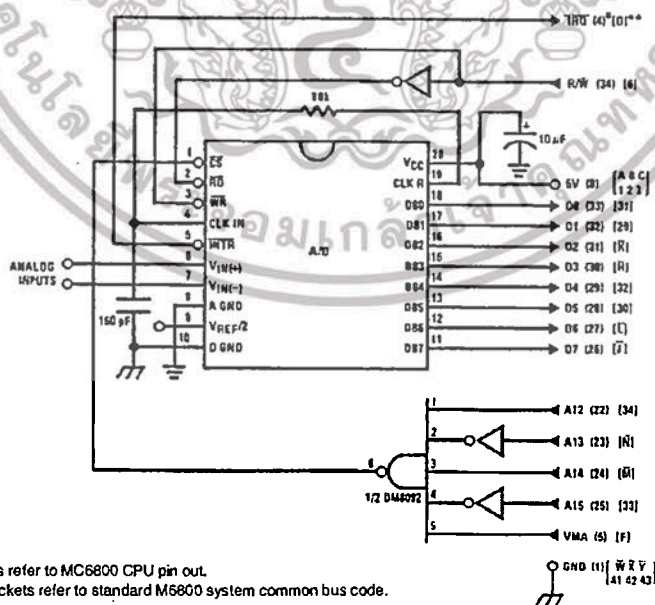
A sample interface program equivalent to the previous one is shown below Figure 15. The PIA Data and Control Registers of Port B are located at HEX addresses 8006 and 8007, respectively.

5.0 GENERAL APPLICATIONS

The following applications show some interesting uses for the A/D. The fact that one particular microprocessor is used is not meant to be restrictive. Each of these application circuits would have its counterpart using any microprocessor that is desired.

5.1 Multiple ADC0801 Series to MC6800 CPU Interface

To transfer analog data from several channels to a single microprocessor system, a multiple converter scheme presents several advantages over the conventional multiplexer single-converter approach. With the ADC0801 series, the differential inputs allow individual span adjustment for each channel. Furthermore, all analog input channels are sensed simultaneously, which essentially divides the microprocessor's total system servicing time by the number of channels, since all conversions occur simultaneously. This scheme is shown in Figure 16.



Note 1: Numbers in parentheses refer to MC6800 CPU pin out.
 Note 2: Number or letters in brackets refer to standard M6800 system common bus code.

FIGURE 14. ADC0801-MC6800 CPU Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

SAMPLE PROGRAM FOR FIGURE 14 ADC0801-MC6800 CPU INTERFACE

```

0010    DF 36      DATAIN    STX      TEMP2      ; Save contents of X
0012    CE 00 2C      LDX      #$002C      ; Upon IRQ low CPU
0015    FF FF F8      STX      $FFF8      ; jumps to 002C
0018    B7 50 00      STAA     $5000      ; Start ADC0801
001B    0E           CLI           ;
001C    3E           CONVRT    WAI           ; Wait for interrupt
001D    DE 34      LDX      TEMP1
001F    8C 02 0F      CPX      #$020F      ; Is final data stored?
0022    27 14      BEQ      ENDP
0024    B7 50 00      STAA     $5000      ; Restarts ADC0801
0027    08           INX
0028    DF 34      STX      TEMP1
002A    20 F0      BRA      CONVRT
002C    DE 34      INTRPT    LDX      TEMP1
002E    B6 50 00      LDAA     $5000      ; Read data
0031    A7 00      STAA     X           ; Store it at X
0033    3B           RTI
0034    02 00      TEMP1    FDB     $0200      ; Starting address for
                                ; data storage
0036    00 00      TEMP2    FDB     $0000
0038    CE 02 00      ENDP    LDX     #$0200      ; Reinitialize TEMP1
003B    DF 34      STX      TEMP1
003D    DE 36      LDX      TEMP2
003F    39           RTS           ; Return from subroutine
                                ; To user's program
    
```

Note 1: In order for the microprocessor to service subroutines and interrupts, the stack pointer must be dimensioned in the user's program.

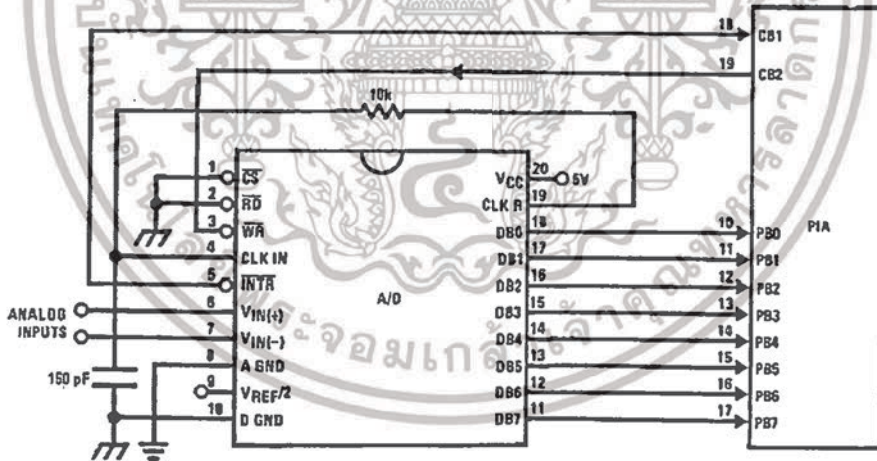
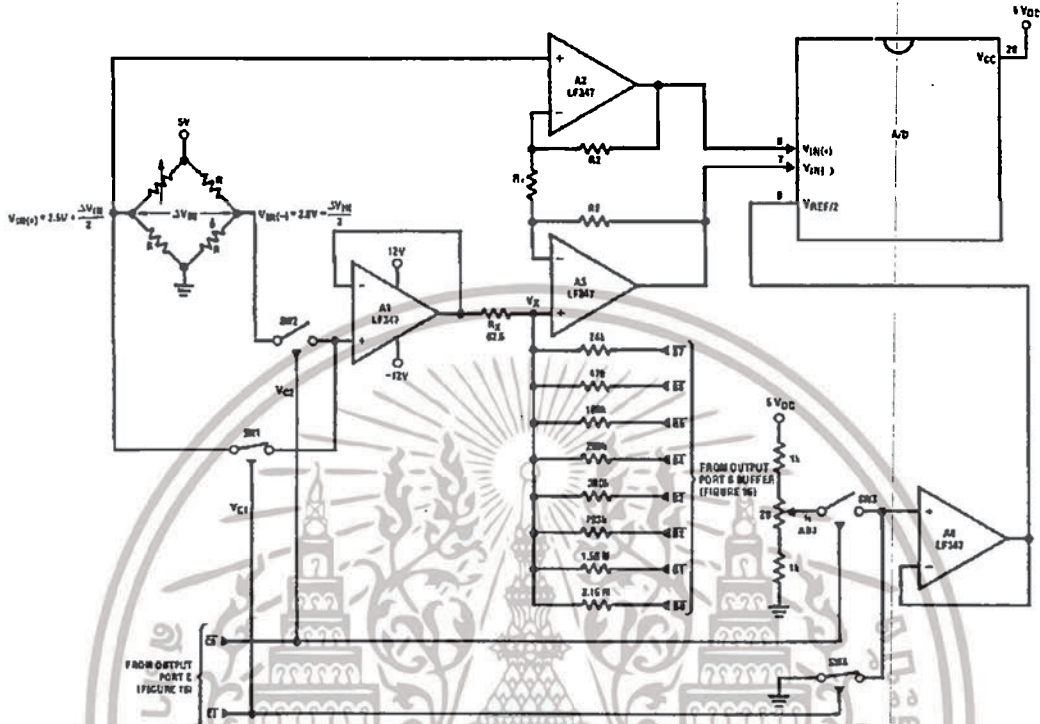


FIGURE 15. ADC0801-MC6820 PIA Interface

TL/H/5871-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)



- Note 1: $R2 \approx 49.5 R1$
- Note 2: Switches are LMC13334 CMOS analog switches.
- Note 3: The 9 resistors used in the auto-zero section can be $\pm 5\%$ tolerance.

FIGURE 17. Gain of 100 Differential Transducer Preamp

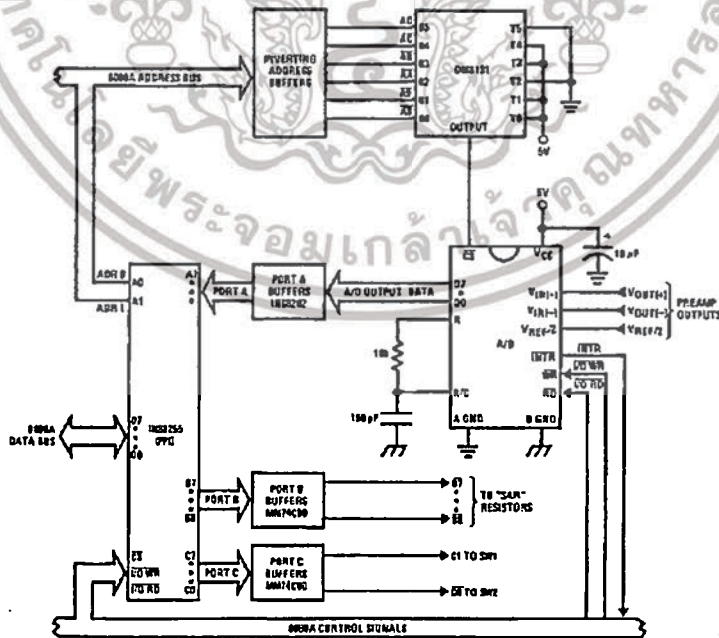


FIGURE 18. Microprocessor Interface Circuitry for Differential Preamp

TL/H/5671-27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

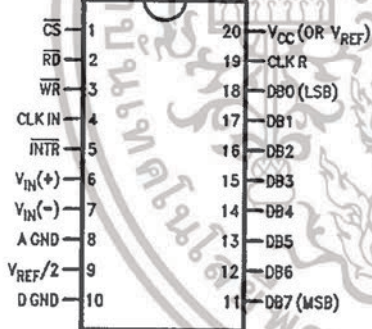
Ordering Information

TEMP RANGE		0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	0°C TO 70°C	-40°C TO +85°C
ERROR	± ¼ Bit Adjusted				ADC0801LCN
	± ½ Bit Unadjusted	ADC0802LCWM	ADC0802LCV		ADC0802LCN
	± ½ Bit Adjusted	ADC0803LCWM	ADC0803LCV		ADC0803LCN
	± 1Bit Unadjusted	ADC0804LCWM	ADC0804LCV	ADC0804LCN	ADC0805LCN
PACKAGE OUTLINE		M20B—Small Outline	V20A—Chip Carrier	N20A—Molded DIP	

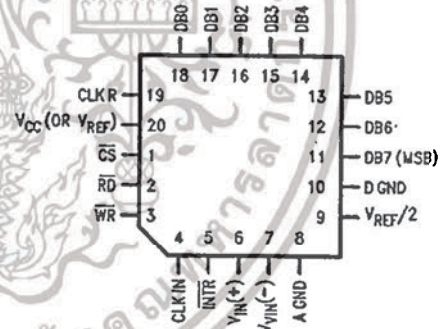
TEMP RANGE		-40°C TO +85°C	-55°C TO +125°C
ERROR	± ¼ Bit Adjusted	ADC0801LCJ	ADC0801LJ
	± ½ Bit Unadjusted	ADC0802LCJ	ADC0802LJ
	± ½ Bit Adjusted	ADC0803LCJ	ADC0802LJ/863
	± 1Bit Unadjusted	ADC0804LCJ	
PACKAGE OUTLINE		J20A—Cavity DIP	J20A—Cavity DIP

Connection Diagrams

ADC080X
Dual-In-Line and Small Outline (SO) Packages



ADC080X
Molded Chip Carrier (PCC) Package



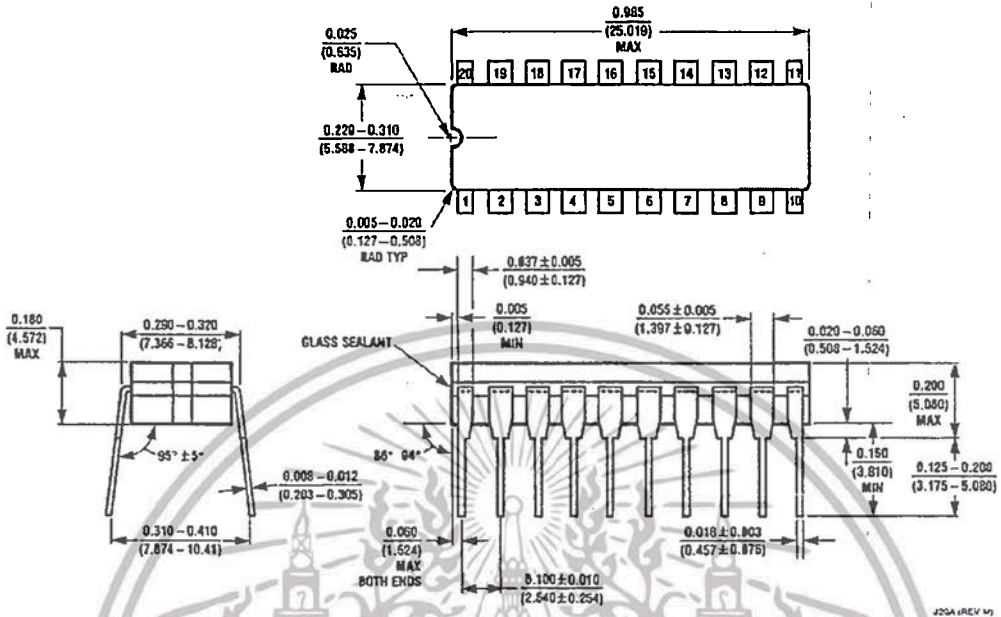
TL/H/5671-30

TL/H/5671-32

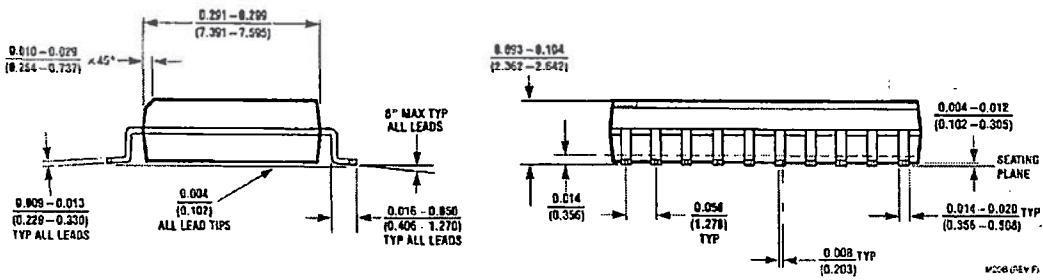
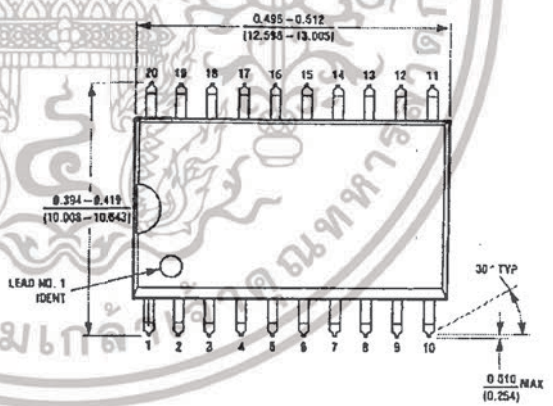
See Ordering Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)



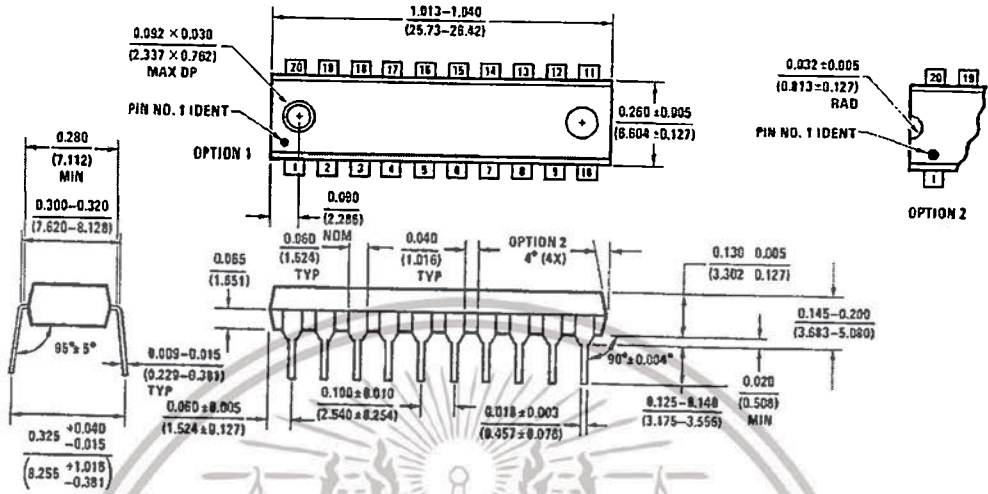
Dual-In-Line Package (J)
 Order Number ADC0801LJ, ADC0802LJ, ADC0801LCJ,
 ADC0802LCJ, ADC0803LCJ or ADC0804LCJ
 ADC0802LJ/883 or 5962-9096601MRA
 NS Package Number J20A



SO Package (M)
 Order Number ADC0802LCWM, ADC0803LCWM or ADC0804LCWM
 NS Package Number M20R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

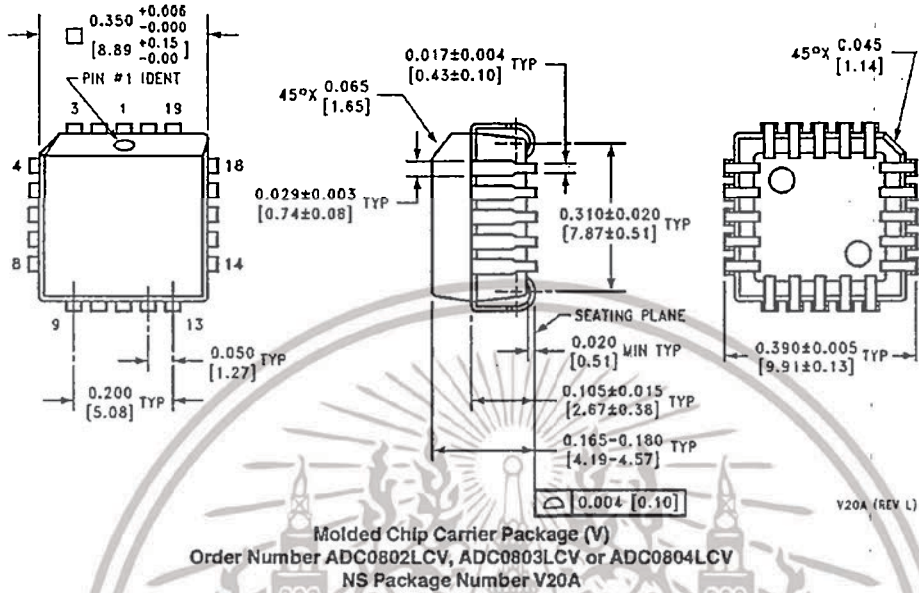
Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number ADC0801LCN, ADC0802LCN,
ADC0803LCN, ADC0804LCN or ADC0805LCN
NS Package Number N20A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
 1111 West Bardin Road
 Arlington, TX 76017
 Tel: 1(800) 272-9959
 Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
 Fax: (+49) 0-180-530 85 86
 Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
 Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
 Français Tel: (+49) 0-180-532 83 58
 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

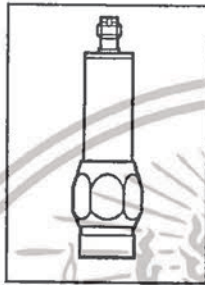
National Semiconductor Hong Kong Ltd.
 13th Floor, Straight Block,
 Ocean Centre, 5 Canton Rd.
 Tsimshatsui, Kowloon
 Hong Kong
 Tel: (852) 2737-1600
 Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-043-299-2309
 Fax: 81-043-299-2408

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

etectors

Elektronischer Drucksensor
Electronic pressure sensor
Capteur de pression électronique
PA



Sachnr. 701573/02 09/01

Sicherheitshinweise

Lesen Sie vor der Inbetriebnahme des Gerätes die Produktbeschreibung. Vergewissern Sie sich, daß sich das Produkt uneingeschränkt für die betreffende Applikationen eignet.

Die Mißachtung von Anwendungshinweisen oder technischen Angaben kann zu Sach- und/oder Personenschäden führen.

Prüfen Sie in allen Applikationen die Verträglichkeit der Produktwerkstoffe (s. Technische Daten) mit den zu messenden Druckmedien.

Bei gasförmigen Druckmedien ist der Einsatzbereich generell auf max. 25 bar begrenzt.

Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Drucksensor erfaßt den Systemdruck und setzt ihn in ein analoges Ausgangssignal um.

- 4 ... 20 mA (PA3xxx)
- 0 ... 10 V (PA9xxx)

Einsatzbereich

Bestellnummer	Meßbereich	Zulässiger Überlastdruck	Berstdruck
PAxxx0	0 ... 400 bar	600 bar	1000 bar
PAxxx1	0 ... 250 bar	400 bar	850 bar
PAxxx2	0 ... 100 bar	300 bar	650 bar
PAxxx3	0 ... 25 bar	100 bar	350 bar
PAxxx4	0 ... 10 bar	50 bar	150 bar
PAxxx6	0 ... 2,5 bar	20 bar	50 bar
PAxxx7	0 ... 1 bar	10 bar	30 bar
PAxxx9	-1 ... 0 bar	10 bar	30 bar

Vermeiden Sie statische und dynamische Überdrücke, die den angegebenen Überlastdruck überschreiten. Schon bei kurzzeitiger Überschreitung des Berstdrucks kann das Gerät zerstört werden (Verletzungsgefahr).

Montage

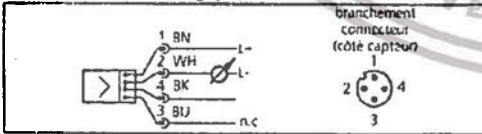
⚠ Avant de monter / démonter le capteur, s'assurer que la pression n'est pas appliquée au circuit.
 Monter le capteur de pression à l'aide d'un montage process approprié (voir étiquette "Port Size").

Raccordement électrique

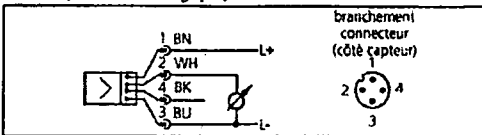
⚠ L'appareil doit être monté par un électricien.
 Les règlements nationaux et internationaux relatifs à l'installation de matériel électrique doivent être respectés.
 Alimentation selon EN50178, TBTS, IBTP.

Mettez l'installation hors tension avant le raccordement.
 Schema de branchement:

PA3xxx (4 ... 20mA analogique)



PA9xxx (0 ... 10V analogique)



Couleurs des fils conducteurs des connecteurs femelles itm:
 1 = BN (brun), 2 = WH (blanc), 3 = BU (bleu), 4 = BK (noir),
 n.c. = non raccordé.

Données techniques

Sortie analogique PA3xxx	4 ... 20 mA
Charge [D]	max. (UB - 10,8) x 50; 660 à UB = 24V
Sortie analogique PA9xxx	0 ... 10 V
Charge [I]	min. 5000
Tension d'alimentation PA3xxx [V]	10,8 ... 30 DC
Tension d'alimentation PA9xxx [V]	16 ... 30 DC
Exactitude signal analogique [%]	< ± 1,0
Répétabilité [%]	< ± 0,1
Dérive / température [% de l'étendue de mesure/par 10°C]	< ± 0,3
dans la plage de température [°C]	-25 ... +80
Température ambiante [°C]	-25 ... +80
Température du fluide [°C]	-25 ... +80
Protection PAxxx0 ... PAxxx2	IP 67 III*
Protection PAxxx3 ... PAxxx9	IP 65 III**
Résistance d'isolation [MΩ]	> 100 (500 V DC)
Tenue aux chocs [g]	50 (DIN / CEI 68-2-27, 11ms)
Tenue aux vibrations [g]	20 (DIN / CEI 68-2-6, 10 - 2000 Hz)
Boîtier	FPM (Viton); PA; Poca; INOX 304
Matières en contact avec le fluide	FPM (Viton); céramique; INOX 303

*Protection renforcé (IP 68) avec connecteur IP68.
 **Protection renforcé (IP 68) avec connecteur IP68 et accessoires de montage (No de commande E30039).

FRANÇAIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Safety instructions

Please read the product description prior to installing the unit. Please check that the product is suitable for your application without any restrictions.

If the operating instructions or the technical data are not adhered to, personal injury and/or damage to property may occur.

Please check in all applications that the product materials (see Technical data) are compatible with the media to be measured.

For gaseous media the application is limited to max. 25 bar.

Function and features

The pressure sensor detects the system pressure and converts it into an analog output signal.

- 4 ... 20 mA (PA3xxx)
- 0 ... 10 V (PA9xxx)

Applications:

Order no.	Measuring range	Permissible overl. pressure	Bursting pressure
PAxxx0	0 ... 400 bar	600 bar	1000 bar
PAxxx1	0 ... 250 bar	400 bar	850 bar
PAxxx2	0 ... 100 bar	300 bar	650 bar
PAxxx3	0 ... 25 bar	100 bar	350 bar
PAxxx4	0 ... 10 bar	50 bar	150 bar
PAxxx6	0 ... 2,5 bar	20 bar	50 bar
PAxxx7	0 ... 1 bar	10 bar	30 bar
PAxxx9	-1 ... 0 bar	10 bar	30 bar

⚠ Avoid static and dynamic overpressure exceeding the given overload pressure. Even if the bursting pressure is exceeded only for a short time the unit can be destroyed (danger of injuries)

Technical data

Analog output PA3xxx	4 ... 20 mA
Load [Ω]	max. (UB - 10.8) x 50; 660 at UB = 24V
Analog output PA9xxx	0 ... 10 V
Load [Ω]	min. 5000
Operating voltage PA3xxx [V]	10.8 ... 30 DC
Operating voltage PA9xxx [V]	16 ... 30 DC
Characteristics deviation [%]	< ± 1.0
Repeatability [%]	< 0.1
Temperature drift [% of value of measuring range / 10 K]	< ± 0.3
in the temperature range [°C]	-25 ... +80
Operating temperature [°C]	-25 ... +80
Medium temperature [°C]	-25 ... +80
Protection PAxxx0 ... PAxxx2	IP 67*
Protection PAxxx3 ... PAxxx9	IP 65**
Protection class	II
Insulation resistance [MΩ]	> 100 (500 V DC)
Shock resistance [g]	50 (DIN / IEC 68-2-27, 11ms)
Vibration resistance [g]	20 (DIN / IEC 68-2-6, 10 - 2000 Hz)
Housing material	FPM (Viton); PA; POCAN; stainless steel (304S15)
Materials (wetted parts)	FPM (Viton); ceramics; stainless steel (303S22)

*Increased protection (IP 68) with IP68 connector.
 **Increased protection (IP 68) with IP68 connector and mounting accessories (Order no. E30039).

Installation

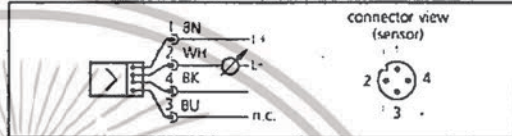
⚠ Before mounting and removing the sensor, make sure that no pressure is applied to the system. Mount the pressure sensor on a suitable process connection (see type label "Port Size").

Electrical connection

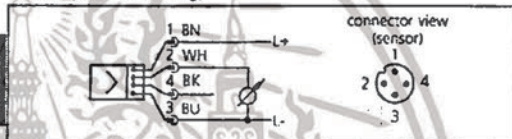
⚠ The unit must only be connected by an electrician. The national and international regulations for the installation of electrical equipment must be observed. Voltage supply to EN50178, SELV, PELV.

Disconnect power before connecting the unit. Wiring:

PA3xxx (4 ... 20mA analog)



PA9xxx (0 ... 10V analog)



Core colours of rim sockets:
 1 = BN (brown); 2 = WH (white); 3 = BU (blue); 4 = BK (black);
 n.c. = not connected.

Remarque sur la sécurité

Avant la mise en service de l'appareil, veuillez lire la description du produit. Assurez-vous que le produit est approprié pour l'application concernée sans aucune restriction d'utilisation. Le non-respect des remarques ou des données techniques peut provoquer des dommages matériels et/ou corporels. Pour toutes les applications, veuillez vérifier la compatibilité des matières du produit (voir données techniques) avec les fluides sous pression à mesurer. Pour les fluides gazeux sous pression, l'emploi est toujours limité à 25 bar maximum.

Fonctionnement et caractéristiques

Le capteur de pression détecte la pression du circuit et la convertit en un signal de sortie analogique

- 4 ... 20 mA (PA3xxx)
- 0 ... 10 V (PA9xxx)

Applications:

N° de commande	Etendue de mesure	Surpression admissible	Pression d'éclatement
PAxxx0	0 ... 400 bar	600 bar	1000 bar
PAxxx1	0 ... 250 bar	400 bar	850 bar
PAxxx2	0 ... 100 bar	300 bar	650 bar
PAxxx3	0 ... 25 bar	100 bar	350 bar
PAxxx4	0 ... 10 bar	50 bar	150 bar
PAxxx6	0 ... 2,5 bar	20 bar	50 bar
PAxxx7	0 ... 1 bar	10 bar	30 bar
PAxxx9	-1 ... 0 bar	10 bar	30 bar

⚠ Eviter les pics de pression statiques et dynamiques qui dépassent la valeur de surpression indiquée. Même si la pression d'éclatement est dépassée brièvement l'appareil peut être détruit (danger de blessures)!

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Montage

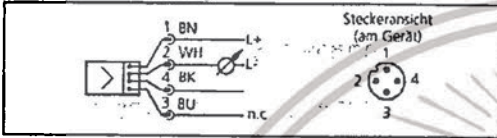
⚠ Stellen Sie vor Ein- und Ausbau des Sensors sicher, daß die Anlage druckfrei ist.
Befestigen Sie den Drucksensor an einem entsprechenden Prozeßanschluß (s. Typaufkleber "Port Size").

Elektrischer Anschluß

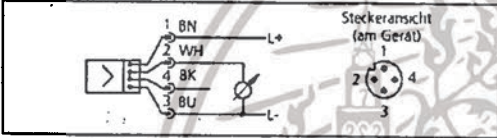
⚠ Das Gerät darf nur von einer Elektrofachkraft installiert werden. Befolgen Sie die nationalen und internationalen Vorschriften zur Errichtung elektrotechnischer Anlagen.
Spannungsversorgung nach EN50178, SELV, PELV.

Schalten Sie die Anlage spannungsfrei und schließen Sie das Gerät folgendermaßen an:

PA3xxx (4 ... 20mA analog)



PA9xxx (0 ... 10V analog)



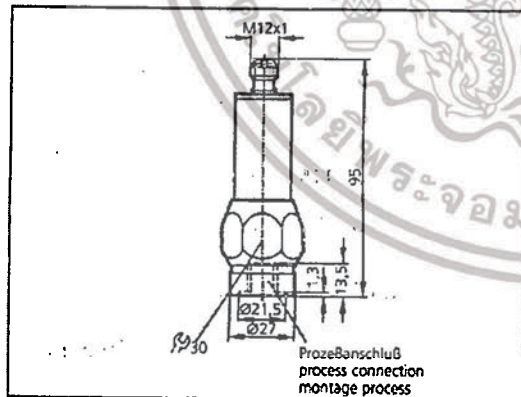
Aderfarben bei ifm-Kabeldosen:
1 = BN (braun), 2 = WH (weiß), 3 = BU (blau), 4 = BK (schwarz)
n.c. = nicht belegt.

Technische Daten

Analogausgang PA3xxx	4 ... 20 mA
Bürde [Ω]	max. (UB - 10,8) × 50; 660 bei UB = 24V
Analogausgang PA9xxx	0 ... 10 V
Bürde [Ω]	min. 5000
Betriebsspannung PA3xxx [V]	10,8 30 DC
Betriebsspannung PA9xxx [V]	16 30 DC
Kennlinienabweichung [%]	< ± 1,0
Wiederholgenauigkeit [%]	< 0,1
Temperatureinfluß [% vom Meßbereichsendwert/pro 10 K]	< ± 0,3
im Temperaturbereich [°C]	-25 ... +80
Umgebungstemperatur [°C]	-25 ... +80
Mediumtemperatur [°C]	-25 ... +80
Schutzart PAxxx0 ... PAxxx2	IP 67*
Schutzart PAxxx3 ... PAxxx9	IP 65**
Schutzklasse	II
Isolationswiderstand [MΩ]	> 100 (500 V DC)
Schockfestigkeit [g]	50 (DIN / IEC 68-2-27, 11ms)
Vibrationsfestigkeit [g]	20 (DIN / IEC 68-2-6, 10 - 2000 Hz)
Gehäusewerkstoffe	FPM (Viton); PA; PBTP (Pocan); V2A (1.4301)
Werkstoffe im Kontakt mit dem Medium	FPM (Viton); Keramik; V2A (1.4305)

* Erhöhte Schutzart (IP 68) mit IP-68-Steckverbinder.
** Erhöhte Schutzart (IP 68) mit IP-68-Steckverbinder und Montagezubehör (Bestell-Nr. E30039).

**Maßzeichnung
Scale drawing
Dimensions**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายวิสุทธิ อธิพรธรรม
วัน-เดือน-ปีเกิด	8 สิงหาคม 2509
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
ที่อยู่ปัจจุบัน	132/36 หมู่บ้านศิรินทรา หมู่ที่ 4 ถนนร่มเกล้า แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง กทม. 10520
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กทม. 10520
ตำแหน่ง	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2531 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2536 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	แต่งตำรา พ.ศ. 2539 วิชาวิศวกรรมแม่เหล็กไฟฟ้า และ พ.ศ. 2546 วิชา วิศวกรรมสาขาอากาศ งานวิจัย พ.ศ. 2542 เรื่องการสำรวจความต้องการของตลาดแรงงานในด้าน ความรู้ทางวิชาชีพของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ บทความวิจัย พ.ศ. 2539 เรื่อง “Cooperation Between Vocational Schools and Engineering Education in Classroom and Laboratory Teaching Practice,” ใน International Conference on Engineering Education of A Mid-Term Conference of AEESEAP. , April 23-26, Chiba, Japan. 1996. และ พ.ศ. 2546 เรื่อง “การสำรวจความต้องการของตลาดแรงงานในด้าน ความรู้ทางวิชาชีพของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้