



ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซี่ล้อรถจักรยานยนต์

The Breaking Strength with Motorcycle Spokes Meter

ชื่อนักศึกษา	1. นายธนิศร	ก่อนกลีบ	รหัสประจำตัว	44035243
	2. นายวสันต์	สมดีบ	รหัสประจำตัว	44035264
	3. นายวิกรม	พวงจิตร	รหัสประจำตัว	44035265
	4. นายสมเกียรติ	วงศ์กาญจนฉัตร	รหัสประจำตัว	44035267

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์	
2. ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม	
3. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
4. อาจารย์พงษ์เกียรติ เศรษฐพิทักษ์สกุล	
5. อาจารย์อำพล ทองระอา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2546 เวลา 15:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม)



[BT4501172]

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลัง... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า... วันที่ 25 เดือน ๕ พ.ศ. 46

เครื่องวัดค่าความต้านทานแรงดึงขาของซี่ล้อรถจักรยานยนต์... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกพิมพ์ใหม่ให้ตัดแบบลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาบัตร

เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์

THE BREAKING STRENGTH WITH MOTORCYCLE SPOKES METER



นายนิสร ก้อนกลีบ
นายวสันต์ สมดีบ
นายวิกรม พวงจิตร
นายสมเกียรติ วงศ์กาญจนจิตร

เลขที่.....
เลขทะเบียน 48357
วัน, เดือน, ปี 15 ต.ค. 2546

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

ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์

The Breaking Strength with Motorcycle Spokes Meter

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการทํางานส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์
2. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบวงจรคำนวณค่าแรงดึงของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์
3. เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์
4. เพื่อทดสอบระบบการทํางานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์
5. เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้วัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์ต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถอธิบายหลักการทํางานส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์
2. ได้วงจรถ่ายค่าแรงดึงของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์
3. ได้เครื่องต้นแบบของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์
4. ได้ผลการทดสอบเป็นค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์
5. เป็นแนวทางในการนำไปใช้วัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์	
นักศึกษา	นายธนิศร	ก้อนกลีบ
	นายวสันต์	สมติบ
	นายวิกรม	พวงจิตร
	นายสมเกียรติ	วงศ์กาญจนฉัตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศศ.วิสุทธิ	อิทธิพรธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะ	ศุภวาราสุวัฒน์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2545	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ เพื่อใช้ในการตรวจสอบซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ โดยการตรวจสอบจะวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์เบอร์ 9, เบอร์ 10, เบอร์ 11 และเบอร์ 12 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวงล้อรถจักรยานยนต์ เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์นี้ใช้ระบบการดึงแบบไฮดรอลิก และนำค่าแรงดันการไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิกไปคำนวณหาค่าแรงดึงของระบบออกมาเทียบกับมาตรฐานทางอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้และสามารถแสดงผลที่ได้ออกมาเป็นหน่วยเป็นนิวตัน โดยผลที่ได้จากการตรวจสอบการดึงซีลวดจะมีค่าผิดพลาดสูงสุด ± 5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Breaking Strength with Motorcycle Spokes Meter	
Students	Mr.Thanisorn	KonKleep
	Mr.Wasan	Somtib
	Mr.Vikrom	Phoungjit
	Mr.Somkeat	Wongkanjanachat
Advisor	Assist.Prof.Wisuit	Atiporn tum
Co-Advisor	Mr.Piya	Supavarasuwat
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2002	

ABSTRACT

This thesis presents “The Breaking Strength with Motorcycle Spoke Meter” which is check motorcycle spoke type no 9, 10, 11 and 12 by International Standard Industrial. This project used hydraulic pulling system. As a result of checking, the oil pressure in the system is computed and its data source is compared with industry product standard and can be shown in Newton (N) unit. From the result of checking by motorcycle spoke find it has been max errors for ± 5 percentages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน และคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์ และอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมรวมถึงเจ้าหน้าที่บริษัท บีเทค อินดัสเตรียล จำกัด, บริษัทเม็กนาอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, บริษัทซานาดาคีควิปเมนท์ จำกัด, บริษัทแสงชัยมิเตอร์, ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (ศพว.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ทุกท่านเป็นอย่างมากที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนถึงข้อมูล สถานที่ และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงานและในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล ขอขอบใจเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ด้วยดีเสมอมา สุดท้ายที่ควรระลึกอย่างยิ่งคือ บิดาและมารดา ที่ท่านเป็นผู้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทั้งทางด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจในยามที่ท้อแท้ด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของ โครงการงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 มาตรฐานชี้วัดด้อยระดับจักรยานยนต์	3
2.2.1 ขอบข่าย	3
2.2.2 บทนิยาม	4
2.2.3 รูปร่าง	4
2.2.4 วัสดุและการทำ	5
2.2.5 คุณลักษณะที่ต้องการ	6
2.2.6 การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน	7
2.2.7 การทดสอบ	8
2.3 การทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง	9
2.3.1 ขอบข่าย	9
2.3.2 บทนิยาม	9
2.3.3 สัญลักษณ์และความหมาย	9
2.3.4 การทดสอบ	10
2.4 หลักการเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์	12
2.4.1 ความดันของของไหล	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ ไม่เห็นแต่แต่เพียงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4.2 การส่งกำลัง	13
2.4.3 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์	14
2.4.4 ความเร็วของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	14
2.5 ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	15
2.5.1 โครงสร้างของวงจรไฮดรอลิกส์	16
2.5.2 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	17
2.6 อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์	20
2.6.1 ปัมไฮดรอลิกส์	20
2.6.2 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์	24
2.6.3 วาล์วควบคุมทิศทาง	28
2.6.4 วาล์วนิรภัย	29
2.6.5 วาล์วควบคุมอัตราการไหล	30
2.6.6 วาล์วกับกลับหรือเช็ควาล์ว	32
2.6.7 ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์	32
2.6.8 กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์	34
2.6.9 เกจวัดความดัน	35
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	36
3.1 กล่าวนำ	36
3.2 ชุดตั้งซีลวด	37
3.2.1 การออกแบบและการสร้าง	37
3.2.2 การทำงาน	40
3.3 วงจรแปลงสัญญาณ	41
3.3.1 การออกแบบและการสร้าง	41
3.3.2 การทำงาน	42
3.4 วงจรจำกัดการกดสวิทช์	43
3.4.1 การออกแบบและการสร้าง	43
3.4.2 การทำงาน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่ มีมติเห็นด้วยแล้วแต่ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.5 วงจรประมวลผล	45
3.5.1 การออกแบบและการสร้าง	45
3.5.2 การทำงาน	46
3.6 วงจรแสดงผล	47
3.6.1 การออกแบบและการสร้าง	47
3.6.2 การทำงาน	47
3.7 วงจรจ่ายไฟ	48
3.7.1 การออกแบบและการสร้าง	48
3.7.2 การทำงาน	49
3.8 โครงสร้างของตัวเครื่อง	49
3.8.1 การออกแบบโครงที่วางระบบ	49
3.8.2 การออกแบบเป็นจับชี้ลวด	50
3.8.3 การออกแบบแผงควบคุม	52
3.8.4 การออกแบบติดตั้งชุดจำกัดการกดสวิตช์	54
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	55
4.1 กล่าวนำ	55
4.2 วงจรจ่ายไฟ	55
4.2.1 การทดลอง	55
4.2.2 ผลการทดลอง	55
4.3 วงจรแปลงสัญญาณ	56
4.3.1 การทดลอง	56
4.3.2 ผลการทดลอง	56
4.4 วงจรจำกัดการกดสวิตช์	57
4.4.1 การทดลอง	57
4.4.2 ผลการทดลอง	58
4.5 ระบบดึงชี้ลวด	58
4.5.1 การทดลอง	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่มิได้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.5.2 ผลการทดลอง	59
4.6 วงจรประมวลผลและแสดงผล	59
4.6.1 การทดลอง	60
4.6.2 ผลการทดลอง	60
4.7 เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล่อรถจักรยานยนต์	60
4.7.1 การทดลอง	60
4.7.2 ผลการทดลอง	62
บทที่ 5 บทสรุป	65
5.1 สรุป	65
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	65
5.3 แนวทางการพัฒนา	67
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	69
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	73
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	82
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	87
ภาคผนวก จ ผลการทดสอบแรงดึงขาดซีลวดล่อรถจักรยานยนต์ โดยสถาบันวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย	97
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	100
ภาคผนวก ช รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	106
ประวัติผู้แต่ง	139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 มิติเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของซีลวด	4
2.2 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเส้นเกลียว	5
2.3 ขนาดของพิตช์	6
2.4 แรงดึงขาดของซีลวด	7
2.5 แผนการชักตัวอย่าง	7
2.6 เปรียบเทียบปริมไฮดรอลิกสัณนิคต่างๆ	20
2.7 ความสัมพันธ์ของขนาดกระบอกสูบและความดัน	26
3.1 แรงดึงขาดสูงสุดของซีลวด	38
3.2 ลักษณะการทำงานจากคู่มือไอซีADC0804	43
4.1 ผลการทดลองวงจรจ่ายไฟ	55
4.2 ผลการทดลองวงจรแปลงสัญญาณ	56
4.3 ผลการทดลองวงจรจำกัดการกดสวิทช์	58
4.4 ผลการทดลองระบบดึงซีลวด	59
4.5 ผลการทดลองแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์	62
4.6 สรุปผลการทดลองแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์	64
ค.1 รายการอุปกรณ์ของชุดดึงซีลวด	83
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณ	83
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรจำกัดการกดสวิทช์	84
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล	85
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล	86
ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปร่างและมิติของซี่ลวด	4
2.2 รูปร่างและมิติของแป้นเกลียว	5
2.3 อุปกรณ์ทดสอบ	8
2.4 ลักษณะชิ้นทดสอบเหล็กกล้า	10
2.5 หลักการความดันของไหล	12
2.6 ความดันของของไหล	13
2.7 การส่งกำลัง	13
2.8 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์	14
2.9 ความเร็วของกระบอกสูบ	14
2.10 พื้นฐานระบบไฮดรอลิกส์	15
2.11 วงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	16
2.12 อุปกรณ์ในวงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	16
2.13 ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	17
2.14 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์และทิศทางของน้ำมัน	18
2.15 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์และทิศทางของน้ำมัน	19
2.16 ป้อนแบบเฟือง	21
2.17 ป้อนแบบเวน	21
2.18 จังหวะป้อนแบบลูกสูบ	22
2.19 ป้อนแบบลูกสูบชนิดลูกสูบอยู่ในแนวเดียวกับเพลลาขับ	23
2.20 ป้อนแบบลูกสูบชนิดลูกสูบทำเป็นมุมเอียงกับเพลลาขับ	23
2.21 การวางชุดลูกสูบในมุมต่างๆ	23
2.22 กระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์ขนาดต่างๆ	24
2.23 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์และสัญลักษณ์	25
2.24 กราฟแสดงการหาแรงของกระบอกสูบ	27
2.25 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางชนิดต่างๆ	28
2.26 วาล์วที่เปลี่ยนตำแหน่งโดยการทำงานของโซลินอยด์	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 ตัวอย่างวาล์วในระบบไฮดรอลิกส์	29
2.28 วาล์วนิรภัย	29
2.29 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน	30
2.30 วาล์วควบคุมอัตราการไหลที่มีเซ็นเซอร์	31
2.31 เซ็นเซอร์ที่ชนิดต่อตรงและต่อเป็นมุมฉาก	32
2.32 โครงสร้างของถังน้ำมัน	33
2.33 ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์	33
2.34 การกรองน้ำมัน	34
2.35 กรองน้ำมันจังหวะไหลกลับ	35
2.36 เกจวัดความดัน	35
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดค่าความดันแรงดึงขาดของซีลวาล์วรถจักรยานยนต์	36
3.2 ชุดดึงซีลวาล์ว	37
3.3 วาล์ว $\frac{1}{2}$ ทำงานด้วยโซลินอยด์ทั้งสองด้าน	39
3.4 รูปแบบการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์	40
3.5 วงจรแปลงสัญญาณ	42
3.6 วงจรจำกัดการกดสวิทช์	44
3.7 ส่วนประกอบของวงจรประมวลผล	45
3.8 วงจรประมวลผล	46
3.9 วงจรแสดงผล	47
3.10 วงจรจ่ายไฟ	48
3.11 โครงสร้างถังน้ำมัน	49
3.12 โครงสร้างการวางระบบทั้งหมด	50
3.13 โครงสร้างเป็นจับซีลวาล์ว	51
3.14 โครงสร้างแทนจับซีลวาล์ว	51
3.15 โครงสร้างแทนดึงซีลวาล์ว	51
3.16 โครงสร้างแทนตัวยึด	52
3.17 ลักษณะ โครงสร้าง 3 มิติ ของแทนตัวยึด	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.18 กล้องแฟลชควบคุม	53
3.19 แฟลชควบคุม	54
3.20 การติดตั้งชุดจำกัดการกดสวิตช์	54
4.1 การติดตั้งลิมิตสวิตช์กับโครงที่วางระบบ	57
4.2 การต่อวาล์วควบคุมทิศทางกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	58
4.3 วงจรประมวลผลเชื่อมต่อกับวงจรแสดงผล	60
4.4 การวางซีลวคบนแท่นดึงซีลวค	61
4.5 การวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีลวค	61
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงต้านของซีลวคล้อรถจักรยานยนต์	70
ก.2 ภาพด้านหลังของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงต้านของซีลวคล้อรถจักรยานยนต์	70
ก.3 ภาพวงจรรวมของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงต้านของซีลวคล้อรถจักรยานยนต์	71
ก.4 ภาพแผงหน้าจอบนและแสดงผล	71
ก.5 ภาพด้านบนของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงต้านของซีลวคล้อรถจักรยานยนต์	72
ก.6 ภาพภายในของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงต้านของซีลวคล้อรถจักรยานยนต์	72
ข.1 วงจรแปลงสัญญาณ	74
ข.2 แผ่วงจรพิมพ์ของวงจรแปลงสัญญาณ	74
ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณ	74
ข.4 วงจรจำกัดการกดสวิตช์	75
ข.5 แผ่วงจรพิมพ์ของวงจรจำกัดการกดสวิตช์	76
ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรจำกัดการกดสวิตช์	76
ข.7 วงจรประมวลผล	77
ข.8 แผ่วงจรพิมพ์ของวงจรประมวลผล	78
ข.9 การวางอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล	78
ข.10 วงจรแสดงผล	79
ข.11 แผ่วงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผล	79
ข.12 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล	79
ข.13 วงจรจ่ายไฟ	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรจ่ายไฟ	80
ข.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ	81
ง.1 ผังงานโปรแกรมลบข้อมูลที่หน้าจอแสดงผล	88
ง.2 ผังงานโปรแกรมตรวจสอบการกดสวิตช์ลบข้อมูลและเปรียบเทียบข้อมูลทางอินพุต	89
ง.3 ผังงานโปรแกรมแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ	90
ง.4 ผังงานโปรแกรมแปลงข้อมูลเพื่อแสดงผล	91
ฉ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมตัวเครื่องทั้งหมด	102
ฉ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม	102
ฉ.3 การวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็น	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในระบบโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่ มาพัฒนากระบวนการทำงานเพื่อลดเวลาที่สูญเสียไป และเกิดประโยชน์ให้ได้เป็นผลกำไรออกมา ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมามีปริมาณค่อนข้างสูงตามความต้องการของตลาด ดังนั้น จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามแต่ประเภท ซึ่งถูกกำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ยกตัวอย่างในการผลิตซีลวอเตอร์จังก์ชันยานยนต์จะมีการตรวจสอบซีลวอเตอร์จังก์ชันยานยนต์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ในประเภทซีลวอเตอร์จังก์ชันยานยนต์ เลขที่ มอก.๓๐๖-๒๕๒๒ การตรวจสอบซีลวอเตอร์จังก์ชันยานยนต์ ซึ่งใช้เครื่องมือตรวจสอบที่มีราคาค่อนข้างสูง ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากตามไปด้วย

ดังนั้น การตรวจสอบวัดค่าความดันแรงดึงขาดของซีลวอเตอร์จังก์ชันยานยนต์ให้ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น มีหลักการที่สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้โดยใช้ระบบการดึงแบบไฮดรอลิกและนำค่าแรงดันการไหลของน้ำมันในระบบไปคำนวณหาค่าแรงดึงเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ โดยเครื่องวัดค่าความดันแรงดึงขาดของซีลวอเตอร์จังก์ชันยานยนต์นี้เป็นเครื่องวัดที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในประเทศไทย

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถดึงซีลวอเตอร์จังก์ชันยานยนต์ได้ด้วยระบบไฮดรอลิก
2. สามารถแสดงค่าผลแรงดึงขาดได้
3. สามารถแสดงค่าของแรงดันและแรงดึงของระบบได้
4. สามารถวัดค่าความดันแรงดึงขาดของซีลวอเตอร์จังก์ชันยานยนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.6, 2.9, 3.2 และ 3.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญญาฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญญาฉบับนี้ ชี้ความสามารถของโครงการ และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับมาตรฐานชี้วัดลัทธิธรรมาภิบาล มาตรฐานการทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง ทฤษฎีหลักการการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ และอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงการ ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น ชุดดึงชี้วัด วงจรแปลงสัญญาณ วงจรจำกัดการกดสวิทช์ วงจรประมวลผล วงจรแสดงผล วงจรจ่ายไฟ โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของชุดดึงชี้วัด วงจรแปลงสัญญาณ วงจรจำกัดการกดสวิทช์ วงจรจ่ายไฟ และวงจรแสดงผล

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงการ ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและ โปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงการ

ภาคผนวก จ การทดสอบแรงดึงขนาดชี้วัดลัทธิธรรมาภิบาล โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ภาคผนวก ฉ เป็นคู่มือการใช้เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของชี้วัดลัทธิธรรมาภิบาลได้

ภาคผนวก ช แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล่อรถจักรยานยนต์จัดสร้างขึ้น เพื่อต้องการตรวจสอบคุณภาพของซีลวดล่อรถจักรยานยนต์ที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยการตรวจวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล่อรถจักรยานยนต์ให้ได้มาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนดนั้นจะต้องนำมาตรวจสอบกับเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล่อรถจักรยานยนต์ เครื่องวัดนี้ประกอบด้วยระบบการดึงแบบไฮดรอลิก และนำค่าแรงดันการไหลของน้ำมันในระบบ ไปคำนวณหาค่าแรงดึงเทียบกับมาตรฐานทางอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ โดยเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล่อรถจักรยานยนต์นี้ เป็นเครื่องวัดที่ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในประเทศไทย

ทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบในโครงการนี้ประกอบด้วย มาตรฐานซีลวดล่อรถจักรยานยนต์ การทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกเบื้องต้น และอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิก

2.2 มาตรฐานซีลวดล่อรถจักรยานยนต์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานของซีล่อรถจักรยานยนต์อันเนื่องมาจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของรถจักรยานยนต์ จึงกำหนดมาตรฐานเพื่อความปลอดภัย ป้องกันความเสียหายอันเกิดแก่ผู้ใช้ และเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจของประเทศ โดยมาตรฐานดังกล่าวได้ประกาศไปแล้ว คือ มอก.๓๐๖-๒๕๒๒ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวงล่อรถจักรยานยนต์

2.2.1 ขอบข่าย

1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด รูปร่าง, มิติ, เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน, วัสดุ, การสร้าง, คุณลักษณะที่ต้องการ, การทำเครื่องหมาย, การชักตัวอย่าง, เกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบซีล่อรถจักรยานยนต์

2) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ครอบคลุมเฉพาะซีล่อรถจักรยานยนต์ที่ประกอบด้วยซีล่อรถจักรยานยนต์ที่ประกอบด้วยซีลวดและเป็นเกลียวที่ใช้กับวงล่อรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

1) **ซี่ล้อ** หมายถึง ซี่ล้อรถจักรยานยนต์ ซึ่งประกอบด้วย

1.1) ซี่ลวด

1.2) แป้นเกลียวของซี่ลวด

2) **เส้นผ่านศูนย์กลางระนาบของวงล้อรถจักรยานยนต์** หมายถึง ขนาดระนาบของเส้นผ่านศูนย์กลางวงล้อ กำหนดให้ใช้คู่กับความกลางระนาบของวงล้อ ในการทำเครื่องหมายขนาดของวงล้อ

3) **การทดสอบประจำ** หมายถึง การทดสอบประจำของโรงงานในระหว่างการทำให้โรงงาน

2.2.3 รูปร่าง

1) **รูปร่าง มิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของซี่ลวด** สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางระนาบของวงล้อรถจักรยานยนต์ ซึ่งกำหนดตาม มอก.๓๐๖ ให้เป็นไปตามรูปที่ 2.1 และตารางที่ 2.1

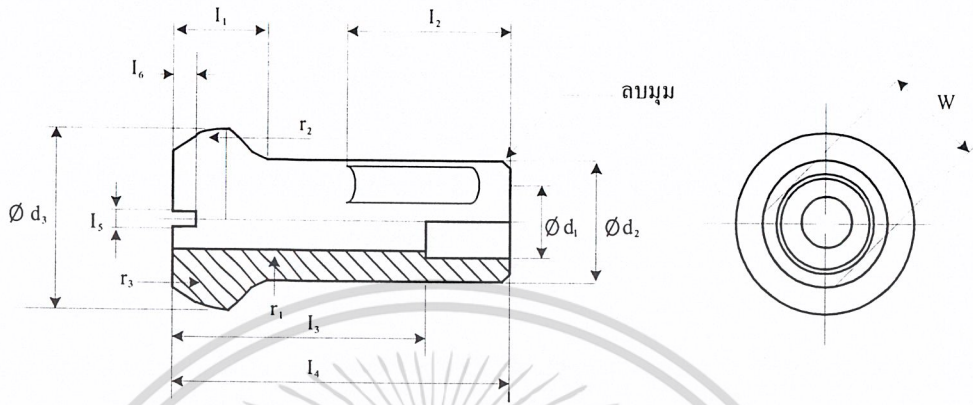


รูปที่ 2.1 รูปร่างและมิติของซี่ลวด

ตารางที่ 2.1 มิติเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของซี่ลวด

เส้นผ่านศูนย์กลางระนาบ วงล้อรถจักรยานยนต์	มิติ					
	D_1	D_2	L	R_1	R_2	a องศา
17	2.60 ± 0.01	$5.2 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	$12.00 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	$2.10 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	4.50 ± 0.50	105 ± 2
17, 18	2.90 ± 0.01	$5.8 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	$12.00 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	$2.20 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	5.50 ± 0.50	105 ± 2
16, 17, 18, 19, 21	3.20 ± 0.01	$6.5 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	$13.50 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	$2.10 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	5.90 ± 0.05	105 ± 2
18	3.50 ± 0.01	$7.5 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	$14.00 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	$3.00 \begin{matrix} 0 \\ -0.30 \end{matrix}$	6.50 ± 0.50	105 ± 2

2) รูปร่าง มิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแป้นเกลียว ให้เป็นไปตามรูปที่ 2.2 และ ตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.2 รูปร่างและมิติของแป้นเกลียว

ตารางที่ 2.2 มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของแป้นเกลียว

เส้นผ่านศูนย์กลาง กลางระนาบของ ซี่ลวด D_1	มิติ												
	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_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 $+ 0.10$	5.00 $+ 0.20$	8.00 0 - 0.30	4.30 $+ 0.20$ 0	0.75 ± 0.25	3.00 ± 0.10	4.80 ± 0.10
							4.70 $+ 0.10$	5.80 $+ 0.20$	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

2.2.4 วัสดุและการทำ

1) ความต้านทานแรงดึงสูงสุดของลวด

1.1) ลวดที่นำมาทำซี่ลวดต้องมีความต้านทานแรงดึงไม่ต่ำกว่า 1,100 เมกาปาสกาล

1.2) ลวดที่นำมาทำเป็นแป้นเกลียวจะมีความต้านทานแรงดึงไม่ต่ำกว่า 385 เมกาปาสกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้เฉพาะการศึกษาระดับชั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ความต้านทานดัดโค้งแบบกลับ ลวดที่นำมาทำเป็นซี่ลวดและเป็นเกลียว ต้องทนการดัดกลับได้ไม่น้อยกว่า 8 ครั้ง โดยไม่แตกร้าว

3) เกลียว รูปร่างและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเกลียวบนซี่ลวด ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกลียวสำหรับรถจักรยานยนต์ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมให้ใช้ขนาดตามพิตช์ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขนาดของพิตช์

เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของซี่ลวด D_1	พิตช์
2.6	0.454
2.9	0.577
3.2	0.635
3.5	0.635

4) การชุบผิว

4.1) ซี่ลวดต้องชุบด้วยสังกะสีและต้องมีผิวเรียบปราศจากรอยตำหนิที่เห็นได้ชัด ความหนาของสังกะสีที่ชุบต้องไม่น้อยกว่า 12 ไมโครเมตร การทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการชุบผิวด้วยโลหะ

4.2) เป็นเกลียวต้องชุบด้วยสังกะสีหรือนิกเกิล ต้องปราศจากรอยตำหนิที่สามารถเห็นได้ชัด ถ้าชุบสังกะสีจะทำสากส้านต์ (Passivation) ให้มีสีหรือไม่มีก็ได้

4.2.1) ความหนาของสังกะสีที่ชุบต้องไม่น้อยกว่า 12 ไมโครเมตร

4.2.2) ความหนาของนิกเกิลที่ชุบต้องไม่น้อยกว่า 10 ไมโครเมตร

4.3) ความหนาของผิวชุบไม่ครอบคลุมถึงผิวของส่วนที่เป็นมุมหรือเกลียวและส่วนอื่นที่มองไม่เห็นเมื่อประกอบเข้าด้วยกัน

5) ระยะเยื้องศูนย์กลางระหว่างแป้นเกลียวกับรูเกลียว ต้องไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร

2.2.5 คุณสมบัติที่ต้องการ

1) ความต้านแรงดึงขาด ต้องสามารถทนแรงดึงไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดตามตารางที่ 2.4

2) ความคงทนของผิวโลหะ เมื่อทดสอบตามกระบวนการ ซี่ลวดต้องมีความคงทน โดยไม่มีรอยแตกร้าวหรือลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แรงดึงขาดของชีลวด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุของชีลวด (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 จากแต่ละรุ่นที่ทางโรงงานสั่งมาและผ่านการตรวจสอบประจำแล้ว

2) แผนการชักตัวอย่างชีลื้อ

2.1) รุ่น หมายถึง ชีลื้อจำนวนที่มีขนาดเดียวกันทำมาจากวัสดุเดียวกันโดยกรรมวิธีเดียวกัน และต่อเนื่องกัน

2.2) การชักตัวอย่างชีลื้อ จากรุ่นเดียวกันโดยทำการสุ่มตัวอย่างชีลื้อ เพื่อใช้ตรวจสอบและทดสอบในแต่ละรายการ ตามแผนการชักตัวอย่างในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แผนการชักตัวอย่าง

ขนาดรุ่น (อัน)	การทดสอบมิติของชีลื้อ รูปร่างและเกณฑ์ความ คลาดเคลื่อนของเกลียว		การทดสอบการชุบผิวของ ชีลื้อ และความคงทนของ ผิวโลหะชุบของชีลวด		การทดสอบความต้าน แรงดึงขาดของชีลื้อ	
	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				

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เกณฑ์การตัดสิน ถ้าจำนวนตัวอย่างที่นำมาทดสอบ มีคุณภาพที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งในแต่ละหัวข้อมีจำนวนไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับได้ สำหรับรายการของการทดสอบให้ถือว่าซีลอรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐาน

2.2.7 การทดสอบ

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

3.1) การทดสอบประจำ เป็นการทดสอบลวดทุกจุดก่อนที่จะนำมาทำเป็นซี่ลวดและเป็นเกลียวตามรายการต่อไปนี้

3.1.1) ความต้านแรงดึงสูงสุด

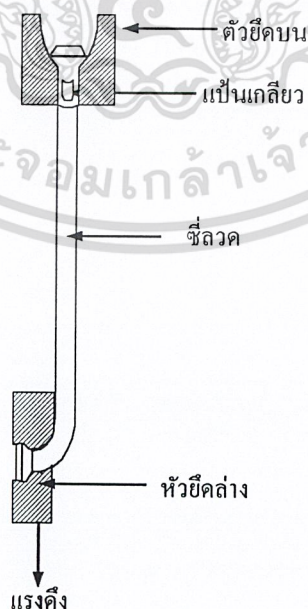
3.1.2) ความต้านแรงดัดโค้งแบบดัดกลับ

3.2) การทดสอบรับรอง การทดสอบลวดจากตัวอย่างที่ซึกมา ตามการทดสอบการชักตัวอย่างวัสดุตามรายการต่อไปนี้

3.2.1) ความต้านแรงดึงสูงสุด

3.2.2) ความต้านแรงดัดโค้งแบบดัดกลับ

4) ความต้านทานแรงดึงขาด ให้ใช้อุปกรณ์ดังรูปที่ 2.3 โดยค่อยๆ เพิ่มแรงดึงให้กับซี่ลวดจนถึงค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.4 แรงดึง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ทดสอบ

5) ความคงทนของผิวโลหะชุบ การนำซีลวดตัวอย่างมาตัดส่วนที่ไม่เป็นเส้นตรงออก นำมาพันรอบแกนทรงกระบอกเหล็กตันที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับศูนย์กลางของซีลวด จำนวน 8 รอบ แล้วตรวจดูผิวโลหะที่ชุบด้วยตาเปล่า

2.3 การทดสอบลวดเหล็กกล้าโดยการดึง

การทดสอบลวดเหล็กและเหล็กกล้าโดยการดึงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เลขที่ มอก.๒๔๔ เด็ม ๗-๑๔๓๔ ไว้ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 ขอบข่าย

การทดสอบผลิตภัณฑ์ลวดเหล็ก โดยการดึง โดยปกติลวดเหล็กกล้าจะต้องผ่านงานแปรรูปขึ้นมาแล้วและมีภาคตัดสม่ำเสมอซึ่งอาจจะเป็นรูปกลม จตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือรูปพรรณอื่น มิติของภาคตัดขวงเล็กมากเมื่อเทียบกับความยาวของเหล็กที่ผลิตออกมา สำหรับลวดเหล็กสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือรูปพรรณอื่น อัตราส่วนของความกว้างต่อความหนาโดยทั่วไปแล้วต้องน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางหรือมิติแสดงคุณลักษณะอื่นๆ ของภาคตัดขวงต้องไม่เกิน 10 มิลลิเมตร

2.3.2 บทนิยาม

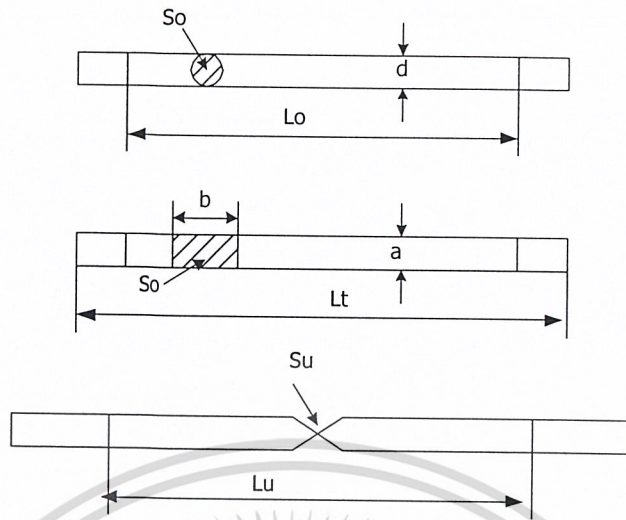
ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตามข้อกำหนดให้เป็นไปตามนี้คือ ความเค้น (ปรากฏ) (Re) หมายถึง ค่าความเค้นที่สมนัยกับแรงที่กระทำซึ่งเครื่องทดสอบแสดงการชะงัก หรือลดลงครั้งแรก ค่าของแรงนี้ปกติจะอ่านได้จากเครื่องบันทึกค่าสูงสุดหรือจากเข็มลอย

2.3.3 สัญลักษณ์และความหมาย

สัญลักษณ์และความหมายในมาตรฐานให้เป็นไปตาม มอก.๒๔๔ ยกเว้นสัญลักษณ์รูปดังต่อไปนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ลักษณะชิ้นทดสอบเหล็กกล้า

2.3.4 การทดสอบ

- 1) ภาวะทดสอบ นอกจากจะมีข้อกำหนดดังที่กล่าว จึงควรทำการทดสอบที่อุณหภูมิของห้อง
- 2) เครื่องทดสอบและเครื่องมืออื่นๆ ต้องเป็นเครื่องมือที่ได้รับการปรับให้ถูกต้องตามมาตรฐานเครื่องนั้นๆ
- 3) วิธีทดสอบ

3.1) การทดสอบการกระทำโดยใช้แรงดึงขึ้นทดสอบ เป็นการกระทำให้เกิดความเครียดในชิ้นทดสอบโดยทั่วไปแล้วจะทำงานขึ้นทดสอบขาด เพื่อเป็นการหาคุณสมบัติทางกลอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

3.2) วิธียึดชิ้นทดสอบ จะต้องยึดชิ้นทดสอบด้วยวิธีเหมาะสม เช่น ใช้ลิ่มพันต้น ถ้าเป็นลวดเหล็กขนาดเล็ก อาจใช้คาร์โบรันดัม (Carborundum) เคลือบด้วยโลหะอ่อนรองหัวจับด้านที่ปลายสัมผัสของลวด หากลวดเหล็กเล็กมากใช้วิธีดังกล่าวไม่ได้ให้ใช้วิธีม้วนปลายหรือวิธีการที่คล้ายคลึงเข้าช่วย เมื่อจะหาความเค้นครากหรือความเค้นพิสูจน์ การยึดชิ้นทดสอบจะต้องพยายามอย่างดีที่สุดที่จะให้แรงที่กระทำอยู่ในแนวแกน

3.3) การหาคุณสมบัติต่างๆ ที่ต้องการหาจะปรากฏอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดด้วยวัสดุของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นๆ การหาคุณสมบัติเหล่านี้จะต้องเป็นไปตามวิธีที่กล่าวไว้ในเรื่องการหาความเค้นคราก

หมายเหตุ การระบุความเค้นต้องพิสูจน์ต่างๆ ควรให้ถูกต้องตาม มอก.๒๔๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4) การหาความเค้นความเค้นคราก สำหรับลวดเหล็กที่มีปรากฏการณ์คราก การหาความเค้นคราก (R_c) ให้เป็นไปตามอัตราของแรงที่กระทำในช่วงของการยืดหยุ่นต้องไม่เกิน 30 เมกาปาสกาลต่อวินาที

3.5) การหาความเค้นพิสูจน์โดยทั่วไป การหาความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดที่ไม่ได้สัดส่วน (R_p) หรือการหาความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดรวม (R_t) อัตราการเพิ่มความเค้นต้องไม่เกิน 30 เมกาปาสกาลต่อวินาที และอยู่ในช่วง 3 ถึง 30 เมกาปาสกาลต่อวินาที อัตราการเพิ่มความเครียดของชิ้นทดสอบ ขณะหาความเค้นพิสูจน์ทั้งสองนี้ต้องใช้เครื่องวัดการยืด ความเครียดหรือความยืดรวมเป็นร้อยละที่ใช้หาความเค้นพิสูจน์ต้องระบุไว้ในเกณฑ์กำหนดว่าด้วยวัสดุของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นๆ หรือแล้วแต่จะตกลงกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.6) ความเค้นพิสูจน์สำหรับความยืดที่ไม่ได้สัดส่วนความเค้นพิสูจน์นี้หาได้จากแผนภาพของแรงกับการยืดโดยการลากเส้นขนานกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของเส้นแสดงความสัมพันธ์ ให้มีระยะห่างเท่ากับค่าความยืดที่ไม่ได้สัดส่วนที่ต้องการ เช่น ที่ระยะห่างเท่ากับค่าความยืดที่ไม่ได้สัดส่วนที่ต้องการ เช่น ที่ร้อยละ 0.2 จุดที่เส้นที่ขนานนี้ตัดเส้นแสดงความสัมพันธ์เป็นค่าของแรงที่จะนำไปคำนวณหาความเค้นพิสูจน์ที่ต้องการ

3.7) การหาความเค้นเปลี่ยนรูปถาวร เมื่อกำหนดค่าความเค้นที่เปลี่ยนรูปถาวรแล้วให้เริ่มดึงชิ้นทดสอบ เริ่มแรกดึงขึ้นเล็กน้อยตามที่ระบุไว้ในเกณฑ์กำหนดว่าด้วยวัสดุ ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นๆ แล้วจึงเพิ่มแรงดันขึ้นไปจนได้ค่าความเค้นเปลี่ยนรูปถาวรที่กำหนด และให้คงไว้ที่ค่านี้นาน 10 ถึง 15 วินาที หลังจากนั้นให้ลดลงมาจนกระทั่งต่ำกว่าความเค้นเริ่มแรก แล้วจึงเพิ่มกลับขึ้นไปจนถึงค่าความเค้นเริ่มแรก ในกรณีที่ใช้เครื่องวัดการยืด ต้องทำการตรวจสอบว่ายืดถาวรที่เกิดขึ้นไม่เกินกว่าพิสัยที่เครื่องวัดการยืดกำหนดไว้

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมการมาตรฐานแห่งชาติแห่งประเทศไทย เพื่อการบริการเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระมัดระวังให้ชิ้นส่วนที่ขาดของชิ้นทดสอบต่อกันได้สนิท โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการวัดชิ้นทดสอบที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็กและชิ้นทดสอบที่มีค่าความยืดต่ำ ในการวัดความยาวพิคคที่เพิ่มขึ้นให้วางชิ้นทดสอบไว้บนบรรทัดเรียบและอาจจะยึดเส้นลวดให้อยู่กับที่โดยใช้น้ำมัน สำหรับลวดที่มีค่าความยืดต่ำการวัดควรใช้เวอร์เนีย

3.10) เกณฑ์การตัดสิน

3.10.1) ในกรณีที่ผลการทดสอบได้ค่าความยืดจะต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ ให้ถือว่าวัสดุนั้นเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดโดยไม่ต้องคำนึงตำแหน่งที่ชิ้นทดสอบขาด

3.10.2) ในกรณีที่ผลการทดสอบได้ค่าความยืดที่น้อยกว่าค่าที่ระบุไว้และตำแหน่งที่ขาดอยู่ห่างจากจุดพิคคที่อยู่ใกล้มากกว่า $2d$ ให้ถือว่าวัสดุนั้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

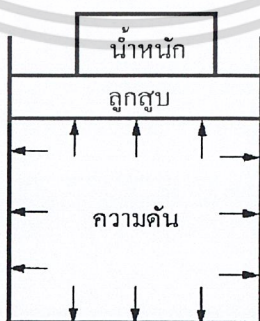
3.10.3) ในกรณีที่ผลการทดสอบได้ค่าความยืดน้อยกว่าค่าที่ระบุไว้ และตำแหน่งที่ขาดอยู่ห่างจากจุดพิคคที่อยู่ใกล้น้อยกว่า $2d$ ให้ยกเลิกผลการทดสอบนี้แล้วทำการทดสอบใหม่

2.4 หลักการเบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกส์

ระบบไฮดรอลิกส์ คือ ระบบที่ทำการส่งและควบคุมแรงและการเคลื่อนที่โดยของไหล โดยของไหลในที่นี้คือน้ำมันไฮดรอลิกส์

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

- 1) ความดันของของไหลจะกระทำตั้งฉากกับพื้นที่ที่กระทำ
- 2) ความดันที่เกิดขึ้นในภาชนะนั้นมีค่าเท่ากันทุกจุด

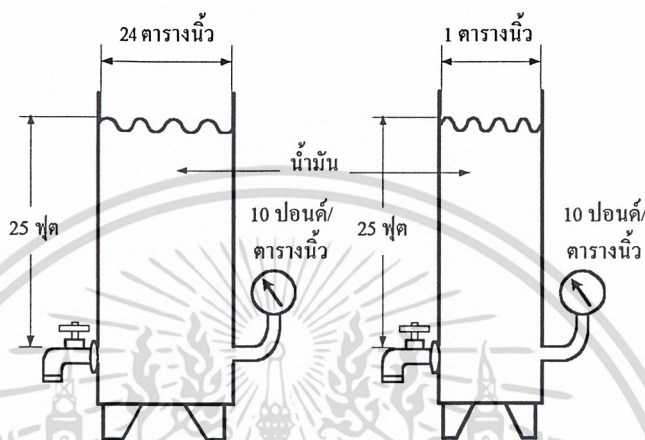


รูปที่ 2.5 หลักการความดันของไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ความดันของของไหล

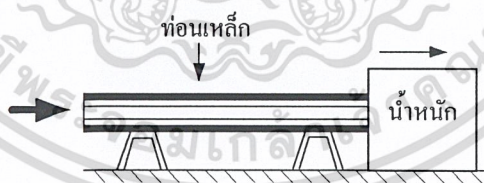
น้ำหนักของน้ำมันที่ความสูง 25 ฟุต จะทำให้เกิดความดันขึ้นเท่ากับ 10 ปอนด์/ตารางนิ้ว โดยไม่คำนึงถึงขนาดของภาชนะว่าเท่ากันหรือไม่ (ความสูง 1 ฟุต ทำให้เกิดความดัน 0.4 PSI) แสดงดังรูปที่ 2.6



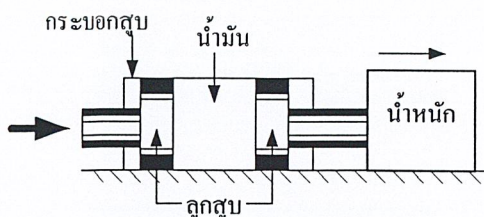
รูปที่ 2.6 ความดันของของไหล

2.4.2 การส่งกำลัง

ตามกฎของบอยล์ (Boyle's Law) กล่าวว่าการส่งแรงและกำลังสามารถที่จะส่งผ่านทางแก๊สหรือของไหลเหมือนกับการส่งผ่านทางท่อเหล็ก



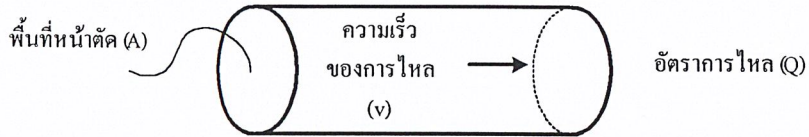
การส่งน้ำมันด้วยระบบกลไก



การส่งน้ำมันด้วยระบบของไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานรูปที่ 2.7 การส่งกำลัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์



รูปที่ 2.8 อัตราการไหลและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกส์

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

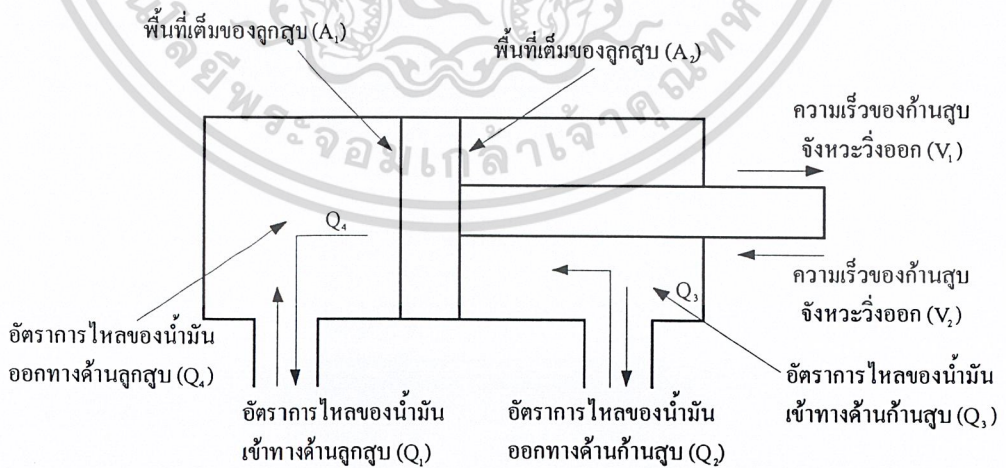
$$v = \frac{Q}{A} \tag{2.1}$$

โดยที่ Q หมายถึง อัตราการไหล (ลูกบาศก์เซนติเมตร/วินาที) (cm³/sec)

v หมายถึง ความเร็ว (เมตร/วินาที) (m/sec)

A หมายถึง พื้นที่หน้าตัด (ตารางเซนติเมตร) (cm²)

2.4.4 ความเร็วของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์



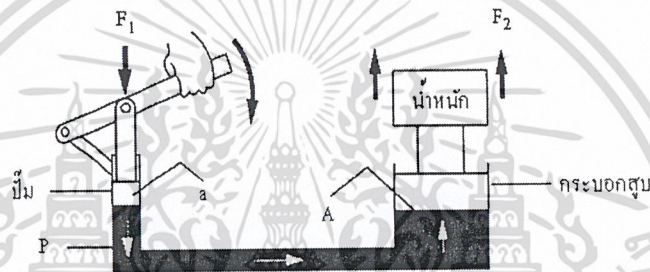
รูปที่ 2.9 ความเร็วของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ความเร็วของก้านสูบจังหวะวิ่งออก} (v_1) = \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำมันเข้าทางด้านลูกสูบ} (Q_1)}{\text{พื้นที่เต็มของลูกสูบ} (A_1)} \quad (2.2)$$

$$\text{ความเร็วของก้านสูบจังหวะวิ่งเข้า} (v_2) = \frac{\text{อัตราการไหลของน้ำมันเข้าทางด้านลูกสูบ} (Q_2)}{\text{พื้นที่เต็มของลูกสูบ} (A_2)} \quad (2.3)$$

2.5 ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น



รูปที่ 2.10 พื้นฐานระบบไฮดรอลิกส์

มีกระบอกลูกสูบ 2 ตัว ขนาดต่างกัน คือ กระบอกลูกสูบตัวเล็ก (บี้ม) ใช้แรง F_1 กระทำบนลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด a ทำให้เกิดความดัน P ไปยังลูกสูบตัวใหญ่ที่มีพื้นที่หน้าตัด A จะทำให้เกิดแรงยกเท่ากับ F_2 ซึ่งสูตรการหาค่า F , P และ A สามารถหาได้ดังสมการที่ 2.2

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

โดยที่ F หมายถึง แรง มีหน่วยเป็น กิโลกรัมแรง (kgf), ปอนด์แรง (lbf), นิวตัน (N) เป็นต้น

P หมายถึง ความดัน มีหน่วยเป็น กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2), ปอนด์/ตารางนิ้ว (lb/in^2), นิวตัน/ตารางเมตร (N/m^2) เป็นต้น

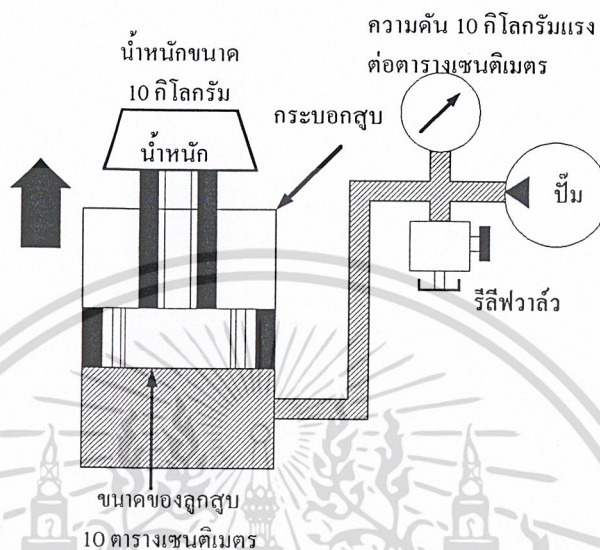
A หมายถึง พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น ตารางเซนติเมตร (cm^2), ตารางนิ้ว (in^2), ตารางเมตร (m^2)

ถ้าใช้แรงขนาด 10 kgf กดไปที่ลูกสูบ a ที่มีพื้นที่ 1 cm^2 จะทำให้ลูกสูบ A ซึ่งมีพื้นที่ 10 cm^2

เอกสารนี้ยกน้ำหนักได้ $100 \text{ kgf} \approx 1000 \text{ N}$ ซึ่งงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

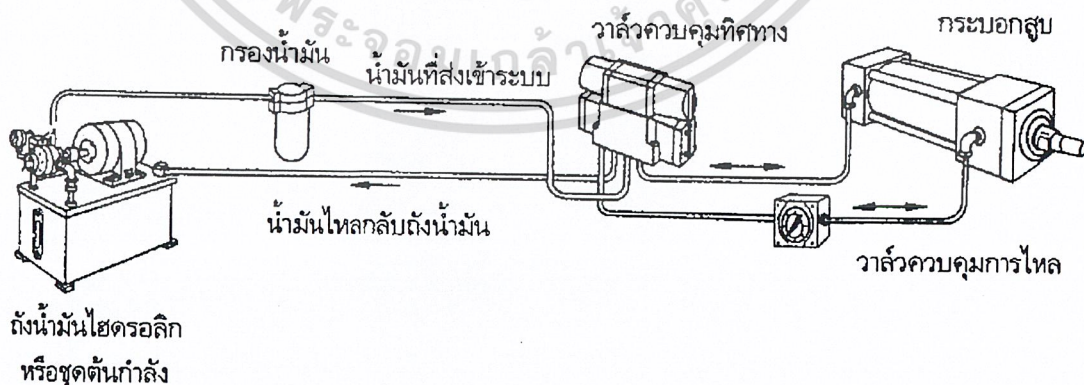
$1 \text{ kgf/cm}^2 = 14.22 \text{ lb/in}^2$



รูปที่ 2.11 วงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

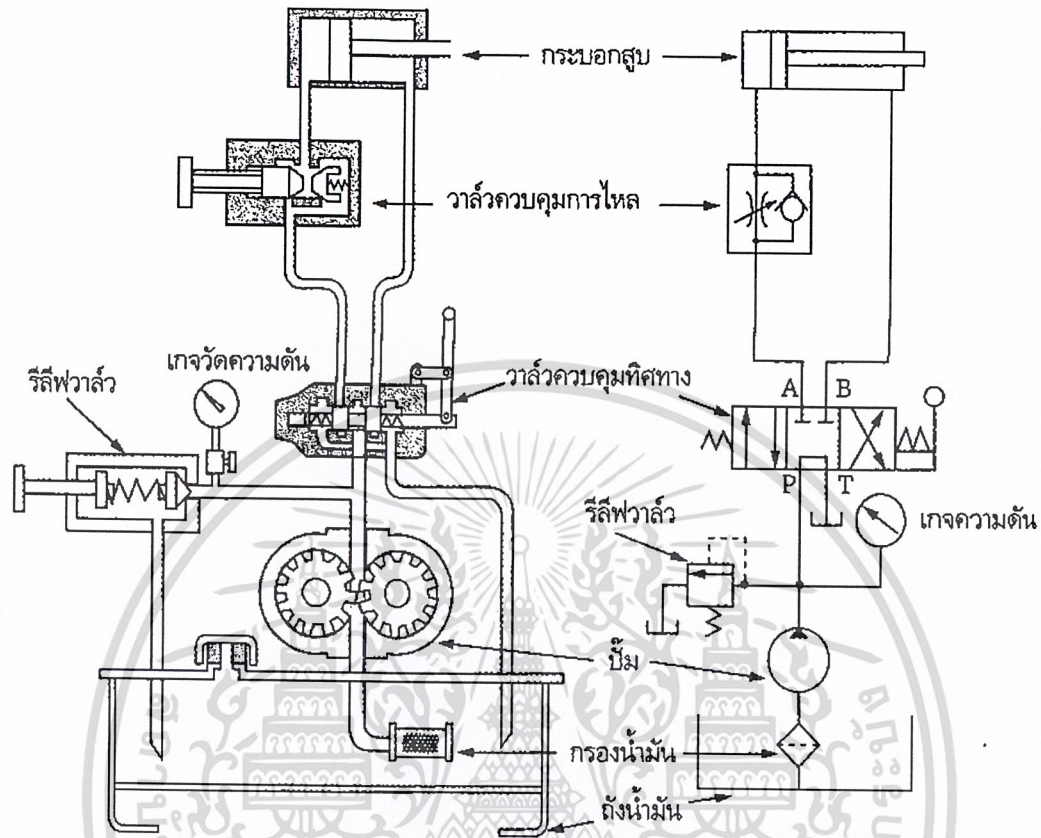
จากรูปที่ 2.10 ที่กล่าวมาแล้ว เปลี่ยนให้เป็นวงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้นด้วยการใช้ปั๊มไฮดรอลิกส์แทนปั๊มมือโยก นอกจากนั้นยังมีเกว้ดความดันและวาล์วนิรภัยทำหน้าที่ควบคุมความดัน

2.5.1 โครงสร้างของวงจรไฮดรอลิกส์



รูปที่ 2.12 อุปกรณ์ในวงจรไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ให้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

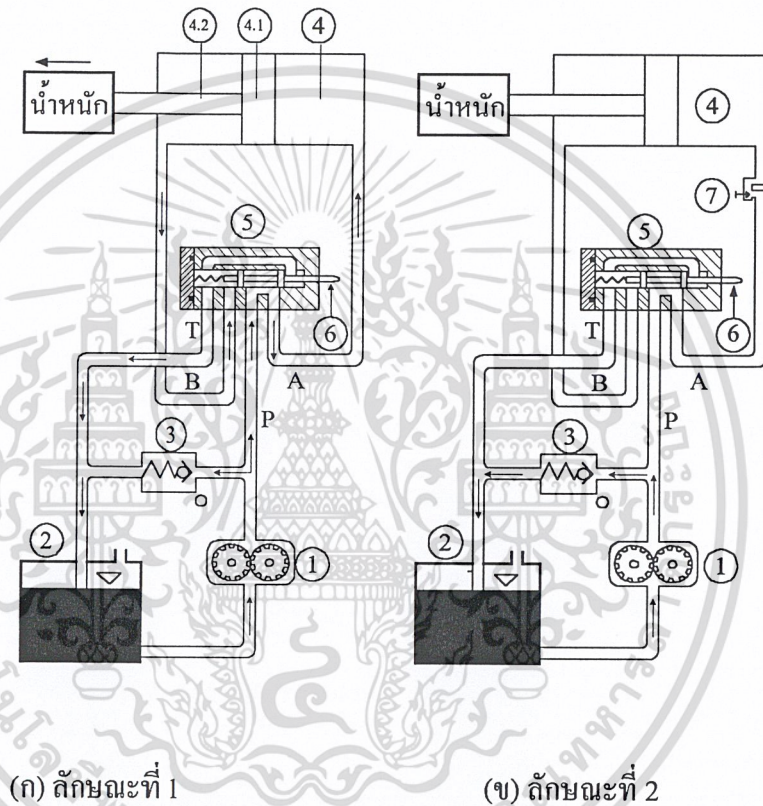
2.5.2 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น

จากรูปที่ 2.13 เริ่มการทำงานจากถังน้ำมันไฮดรอลิกส์จะมีที่ดูดน้ำมันของปั๊มไฮดรอลิกส์จุ่มอยู่ในถังน้ำมัน ที่ปลายของท่อดูดจะมีที่กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ ซึ่งจะทำหน้าที่กรองน้ำมันให้สะอาดก่อนที่จะส่งเข้าไปยังปั๊มไฮดรอลิกส์ เมื่อปั๊มไฮดรอลิกส์หมุน (ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า) ก็จะถูกดูดน้ำมันแล้วส่งน้ำมันแล้วส่งน้ำมันที่ดูดได้มาที่วาล์วควบคุมทิศทางหรือส่งเข้าไปในระบบและอีกทิศทางหนึ่งส่งไปยังวาล์วควบคุมความดันโดยผ่านเกจวัดความดันน้ำมัน

เมื่อน้ำมันถูกส่งมาที่วาล์วควบคุมทิศทางก็จะไหลจากช่อง P กลับไปยังถังน้ำมันทางช่อง T จึงทำให้ปั๊มส่งน้ำมันโดยไม่มีไหลคมากระทำกับน้ำมันไฮดรอลิกส์ แต่เมื่อโยกวาล์วควบคุมทิศทางทำให้น้ำมันจากช่อง P ต่ออยู่กับช่อง A และ B ต่ออยู่กับ T จะทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกส์วิ่งออกเมื่อกระบอกสูบวิ่งออก จะทำให้แรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ด้านก้านสูบไหลออกทางด้านช่อง B ผ่าน

เอกสา ช่อง T และกลับถังน้ำมันเหมือนอย่างเดิม เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ของวาล์วควบคุมแรงดัน จะทำหน้าที่เปิดให้ความดันน้ำมันที่ส่งมาจากปั๊มไหลออกกลับไปยังถังน้ำมันตามเดิม ถ้าความดันของน้ำมันนั้นสามารถชนะแรงสปริงของวาล์วนี้ได้เพราะฉะนั้นถ้าขันมือปรับของวาล์วควบคุมความดันนี้ให้สปริงมีความแข็งมากขึ้น ความดันของน้ำมันก็จะมากตามไปด้วย ต่อไปนี้จะอธิบายการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้นที่แสดงทิศทางของน้ำมันไฮดรอลิกส์ว่าผ่านอุปกรณ์อะไรบ้างตามรูปที่ 2.14 (ก)



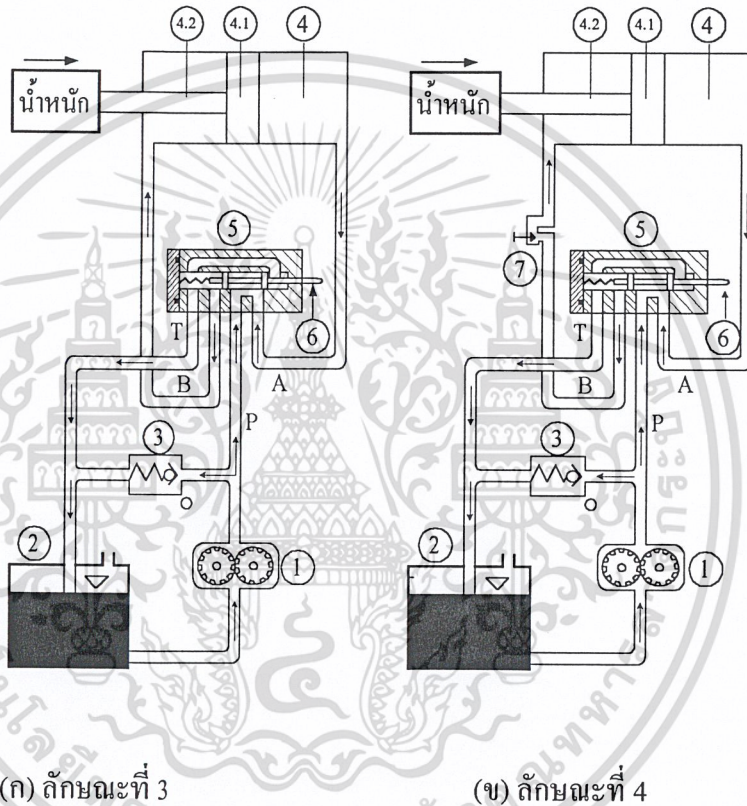
รูปที่ 2.14 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์และทิศทางของน้ำมัน

จากรูปที่ 2.14 (ก) เมื่อปั๊ม ① ทำงานทำให้น้ำมันถูกปั๊มดูดเข้ามาที่ในปั๊มและส่งออกไปเข้าวาล์วนิรภัย ③ เข้าวาล์วควบคุมทิศทาง ⑤ แต่เนื่องจากวาล์วนิรภัย ③ นี้มีสปริงดันให้วาล์วปิดอยู่ทำให้น้ำมันไปเข้าวาล์วที่ ⑤ อย่างเดียวจะเห็นว่าวาล์ว ⑤ เปิดให้น้ำมันออกมาในช่อง A แล้วเข้าไปในกระบอกสูบ ④ ให้ก้านสูบ 4.2 วิ่งออกดันให้น้ำมันเคลื่อนที่ ถ้าพิจารณาน้ำมันที่อยู่ในกระบอกสูบ ④ ทางด้านก้านสูบว่ามีทิศทางไหนบ้าง จะได้น้ำมันเมื่อถูกดันนั้นจะวิ่งออกไปเข้าวาล์ว ⑤ ทางช่อง B แล้วไหลออกทางช่อง T ลงถึงน้ำมันเพื่อนำกลับมาใช้งานใหม่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

เมื่อกวาล์ว ③ เปิดก็แสดงว่าความดันในระบบสูงเกินที่กำหนด ทำให้ความดันที่สูงเกินไปนี้ ถูกระบายออกลงถึงน้ำมัน ทำให้ระบบไม่เสียหายจึงเรียกวาล์ว ③ ว่าวาล์วนิรภัย



รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์และทิศทางของน้ำมัน

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

การทำงานของรูปที่ 2.15 (ก) นี้จะต่อเนื่องจากรูปที่ 2.15 (ข) คือจังหวะถอยกลับของกระบอกสูบ ④ ที่ต้องการควบคุมความเร็ว ทำได้โดยติดตั้งวาล์วควบคุมความเร็ว ⑦ เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันที่ผ่านวาล์วนี้ให้ผ่านได้น้อยลง ทำให้ก้านสูบ 4.2 เคลื่อนที่ช้าลง ถ้าเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรในหน่วยงานที่สังกัดเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมายและต้องรับผิดชอบต่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าตัว ⑦ ให้กว้างขึ้นก็ทำให้น้ำมันผ่านไปได้มากขึ้น เป็นผลให้ก้านสูบ 4.2 มีความเร็วรอบมากขึ้นตามไปด้วย

2.6 อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์

ในระบบไฮดรอลิกส์มีขอบเขตการทำงานที่ต่ำ คือ ระหว่าง 60-70 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับระบบลมอัดด้วยแล้ว ระบบลมอัดมีความสามารถในการใช้งานโดยที่อุณหภูมิสูงถึง 180 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทางเลือกอุปกรณ์การทำงานที่เหมาะสม พื้นฐานที่สำคัญของเครื่องมือในระบบไฮดรอลิกส์ประกอบด้วย

2.6.1 ปัมไฮดรอลิกส์

ปั้มน้ำมันไฮดรอลิกส์ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานของไหลหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ปั้ม คืออุปกรณ์ที่สร้างการไหลของน้ำมันเมื่อน้ำมันไหลแล้วมีสิ่งกีดขวางทำให้เกิดความดันสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- 1) ปั้มแบบเฟือง
- 2) ปั้มแบบเวน
- 3) ปั้มแบบลูกสูบ

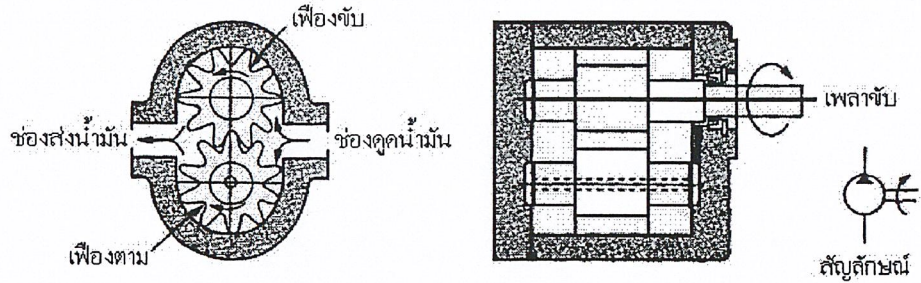
ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบปั้มไฮดรอลิกส์ชนิดต่างๆ

ชนิด	ความดัน กิโลกรัมแรง/ตร.ซม. (kgf/cm^3)	อัตราการจ่ายน้ำมัน ลิตร/นาที (l/min)	ความเร็วสูงสุด รอบ/นาที (RPM)	ประสิทธิภาพรวม (%)
ปั้มแบบเฟือง	20 - 210	7 - 570	1,800 - 7,000	75 - 90
ปั้มแบบเวน	20 - 210	2 - 950	2,000 - 4,000	75 - 90
ปั้มแบบลูกสูบ	70 - 350	2 - 1,700	600 - 6,000	85 - 95

1) ปั้มแบบเฟือง

หลักการการทำงานของปั้มแบบเฟือง ตามรูปที่ 2.14 (ก) จะเห็นว่าปั้มแบบเฟืองประกอบด้วยเฟือง 2 ตัว ขบกันอยู่ภายในห้องเฟือง โดยเฟืองตัวหนึ่งต่อกับเพลาคับที่ยื่นออกมาจากตัวเรือนปั้มเพลาคับที่ยื่นออกมานี้จะถูกต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้าหรือต่อกับเครื่องยนต์ก็ได้ ใช้สำหรับขับให้เฟืองที่ขบกันนี้หมุนเพื่อดูดและส่งน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



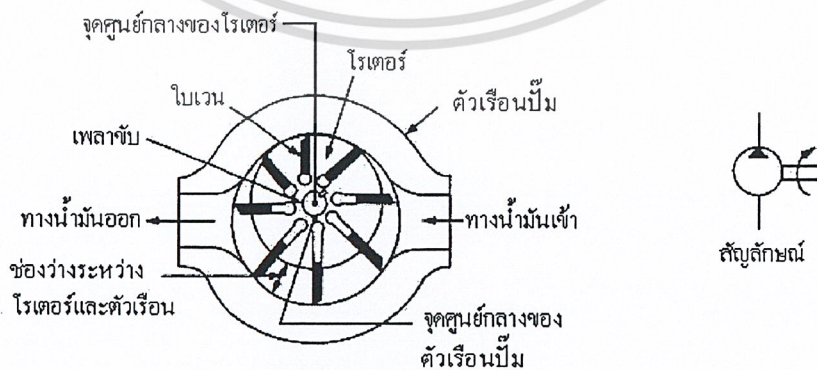
รูปที่ 2.16 ปัมแบบเฟือง

เมื่อเฟืองขับหมุนจะทำให้เฟืองอีกตัวหนึ่งเรียกว่า เฟืองตาม หมุนตามไปด้วยในขณะที่เฟือง 2 ตัวหมุนนั้น จะทำให้เกิดสูญญากาศตรงบริเวณที่ดูด ทำให้น้ำมันถูกดูดเข้ามาในบริเวณที่ดูดได้ หลังจากนั้นจะถูกเฟืองทั้งสองตัวพาออกไปในช่องทางส่งน้ำมันต่อไป

ปั๊มแบบเฟืองจะมีโครงสร้างค่อนข้างง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งจากจุดเด่นนี้และประกอบกับมีความทนทานสูงต่อฝุ่นผง จึงทำให้ปั๊มชนิดนี้มีใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องจักรก่อสร้างและเครื่องจักรอุตสาหกรรมทั่วไป

2) ปั๊มแบบเวน ส่วนประกอบของปั๊มแบบเวน

- 2.1) ช่องน้ำมันเข้า สำหรับต่อท่อดูดน้ำมันจากถังน้ำมัน
- 2.2) ช่องน้ำมันออก สำหรับต่อท่อเพื่อส่งน้ำมันเพื่อส่งน้ำมันเข้าในระบบ
- 2.3) ตัวเรือนของปั๊ม สำหรับประกอบอุปกรณ์ต่างๆ
- 2.4) โรเตอร์ ใช้สำหรับเสียบใบเวน
- 2.5) ใบเวน ทำหน้าที่กวาดน้ำมันจากช่องดูดน้ำมันและส่งออกในช่องส่งน้ำมัน
- 2.6) เฟลาขับ ทำหน้าที่ขับให้โรเตอร์หมุน

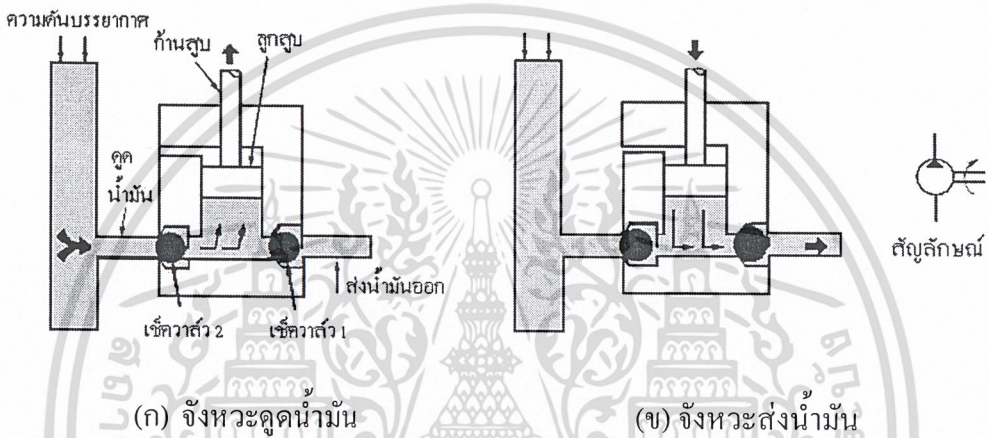


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ระบุว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 ปั๊มแบบเวน

หลักการการทำงานของปั๊มแบบเวน เมื่อเพลลาขับถูกขับให้หมุนจะทำให้โรเตอร์หมุนตามไปด้วย แต่เนื่องจากจุดศูนย์กลางของโรเตอร์กับจุดศูนย์กลางของตัวเรือนปั๊มไม่ได้อยู่ในจุดศูนย์กลางเดียวกัน (มีช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับตัวเรือนปั๊ม) เป็นผลให้ใบเวนถูกสลัดออกจากช่องโรเตอร์ไปแตะกับตัวเรือนปั๊มด้านในและกวาดน้ำมันจากช่องดูดไปส่งในช่องส่งน้ำมันและจะทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ ทุกใบ ทำให้ได้น้ำมันจากช่องทางออกต่อเนื่องกันไป ส่วนสาเหตุว่าทำไมน้ำมันจึงไหลเข้าช่องดูดน้ำมันได้คำตอบก็คือเพราะว่าที่ช่องทางดูดนั้นเกิดสุญญากาศเมื่อเพลลาขับหมุน

3) ปั๊มแบบลูกสูบ

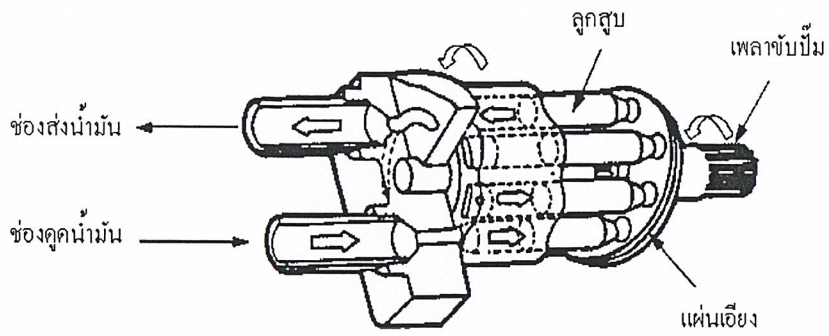


รูปที่ 2.18 จังหวะปั๊มแบบลูกสูบ

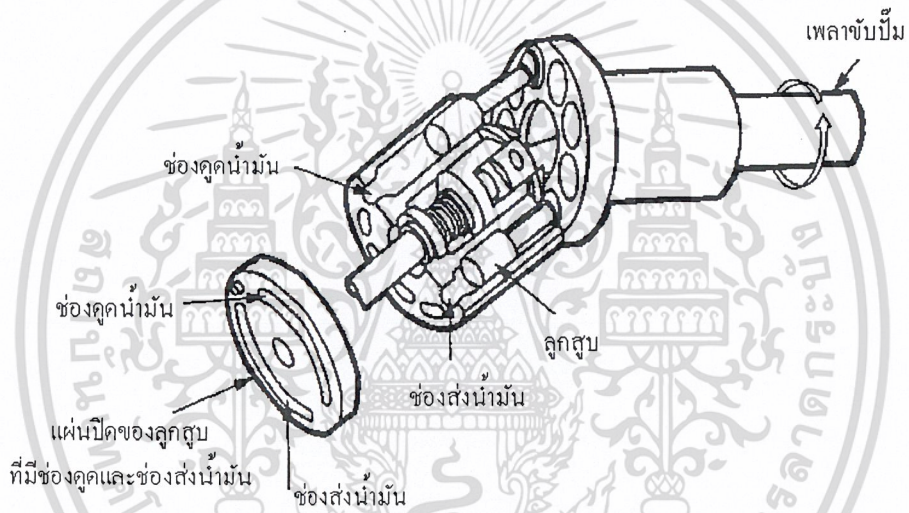
หลักการการทำงานของปั๊มแบบลูกสูบ เริ่มจากให้ลูกสูบยกขึ้นตามรูปที่ 2.18 (ก) ทำให้เกิดสุญญากาศภายในห้องสูบ น้ำมันจึงถูกดูดเข้ามาทางช่องดูดน้ำมัน โดยผ่านทางเช็ควาล์วหมายเลข 2 เข้ามาสะสมภายในห้องสูบ เมื่อลูกสูบยกขึ้นสุดช่วงชักแล้วก็จะเริ่มเคลื่อนลงตามรูปที่ 2.18 (ข) โดยน้ำมันจะออกทางเช็ควาล์วหมายเลข 1 และส่งออกไปทางช่องน้ำมันต่อไป หลักการทำงานของปั๊มที่อธิบายมานี้เป็นหลักการพื้นฐานที่มีจำนวนเป็นลูกสูบเพียงลูกสูบเดียว แต่ปั๊มที่ใช้งานจริงๆ จะมีจำนวนลูกสูบมากกว่านี้ดังแสดงในรูปที่ 2.19 และ 2.20

การทำงานของรูปที่ 2.19 จะเห็นได้ว่า เมื่อเพลลาขับหมุนจะทำให้แผ่นเอียงและชุดของลูกสูบหมุนตามไปด้วย แต่เนื่องจากชุดลูกสูบยึดติดกับแผ่นเอียง จึงทำให้เกิดการดูดและส่งน้ำมันของลูกสูบขึ้น ถ้าหากแผ่นเอียงมีมุมเอียงมากก็จะทำให้การดูดและการส่งน้ำมันมากขึ้นด้วย แต่ถ้าแผ่นเอียงนี้ตั้งเป็นมุมฉากหรือไม่มีมุมเอียงปั๊มก็จะไม่ดูดและไม่ส่งน้ำมัน ส่วนรูปที่ 2.20 เป็นปั๊มแบบลูกสูบที่มีชุดลูกสูบกับแผ่นเอียงและเพลลาขับทำมุมเอียงกันอยู่แล้ว ถ้าปรับการเอียงของมุมเอียงก็จะทำให้การดูดและส่งน้ำมันมากขึ้นตามไปด้วย ดังรูปที่ 2.21

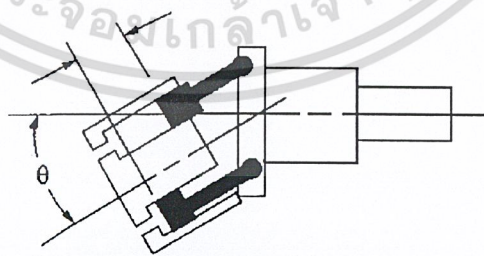
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ปุ่มแบบลูกสูบชนิดลูกสูบอยู่ในแนวเดียวกับเพลาลับมีม



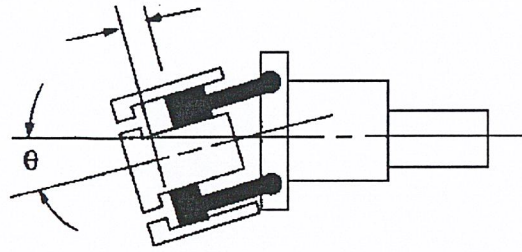
รูปที่ 2.20 ปุ่มแบบลูกสูบชนิดลูกสูบทำเป็นมุมเอียงกับเพลาลับมีม



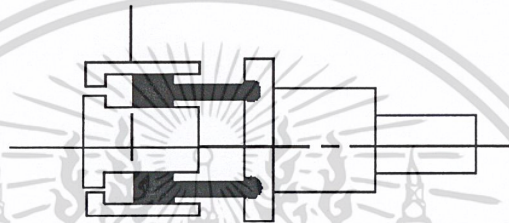
(ก) ชุดลูกสูบที่มีมุมเอียงสูงสุด

รูปที่ 2.21 การวางชุดลูกสูบในมุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



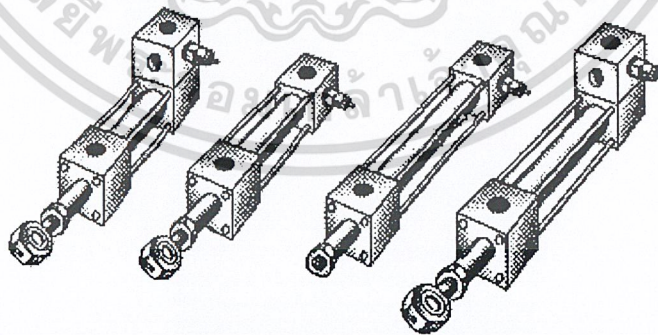
(ข) ชุดลูกสูบที่มีมุมเอียงลดน้อยลง



(ค) ชุดลูกสูบอยู่ในแนวตั้งฉาก ไม่มีมุมเอียงและไม่มีการดูดและการส่ง

รูปที่ 2.21 (ต่อ) การวางชุดลูกสูบในมุมต่างๆ

2.6.2 ครอบอกสูบไฮดรอลิกส์



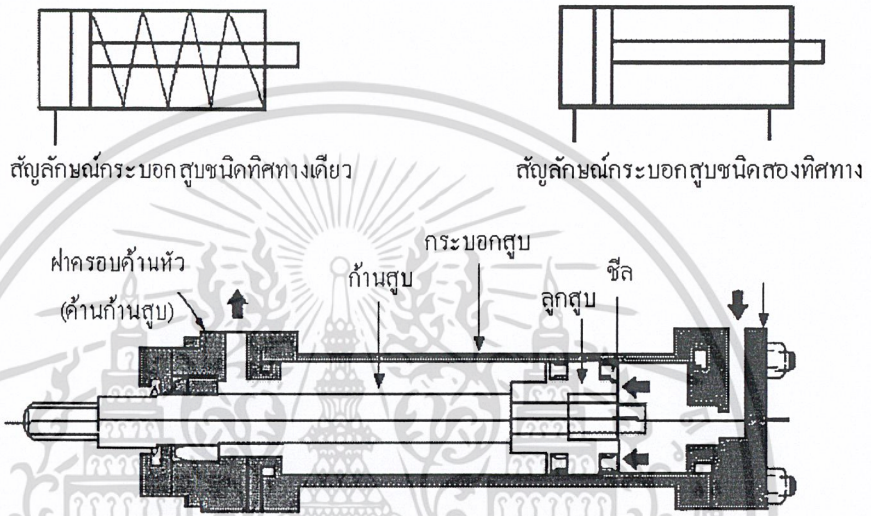
รูปที่ 2.22 ครอบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์ขนาดต่างๆ

ครอบอกสูบไฮดรอลิกส์สามารถที่จะแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ๆ ได้ 2 ชนิด คือ ครอบอกสูบ

ทำงานทิศทางเดียว และครอบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง สำหรับในระบบไฮดรอลิกส์แล้วส่วน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ของนักศึกษาที่เรียนวิชานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่น การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มักจะใช้กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทางกันมากกว่าชนิดที่ทำงานทิศทางเดียว ข้อพิจารณาเกี่ยวกับกระบอกสูบ มีดังต่อไปนี้ คือ

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



รูปที่ 2.23 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์และสัญลักษณ์

1) ขนาดของกระบอกสูบ ขนาดของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ จะสัมพันธ์กับขนาดช่วงชักของก้านสูบ ต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างขนาดกระบอกสูบและขนาดช่วงชัก (ในทางปฏิบัติงานจริงๆ แล้วสามารถที่จะตั้งให้ผู้ผลิตสร้างตามความต้องการได้)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

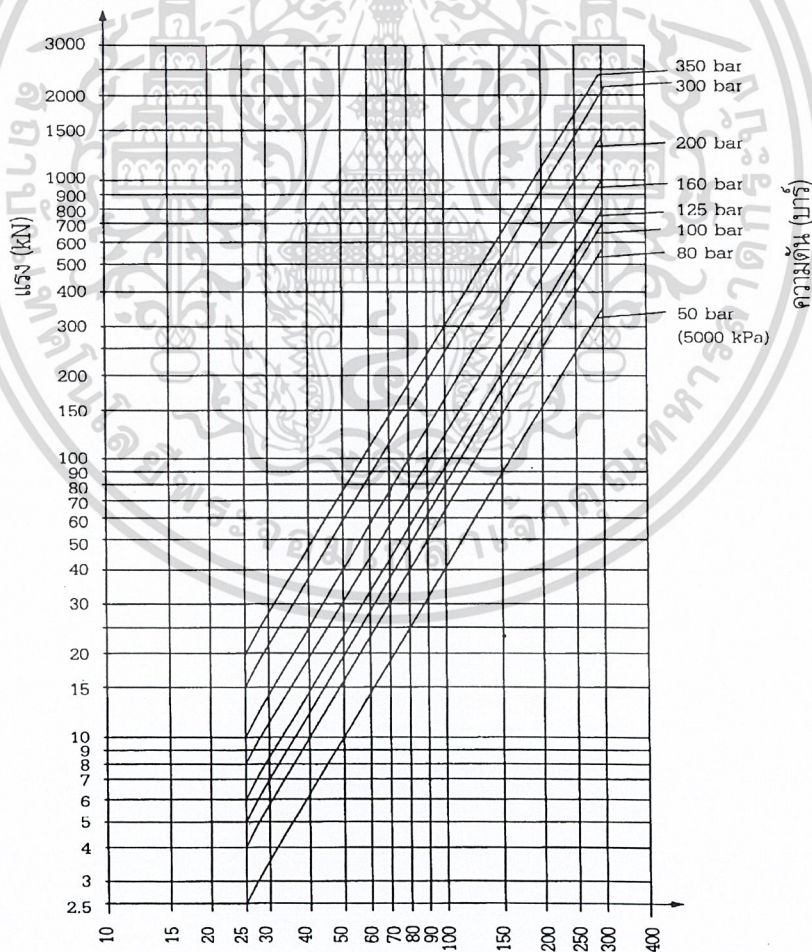
ขนาดของกระบอกสูบ (มม.)	ความดัน(กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร)				
	50	100	150	200	210
40	628	1,256	1,884	2,512	2,637
50	981	1,962	2,943	3,925	4,121
63	1,557	3,115	4,673	6,231	6,542
80	2,512	5,024	7,536	10,048	10,550
100	3,925	7,850	11,775	15,700	16,425
125	6,133	12,265	18,398	24,531	25,642
160	10,048	20,096	30,144	40,192	42,604

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) การหาแรงจากกระบอกสูบจากกราฟ

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

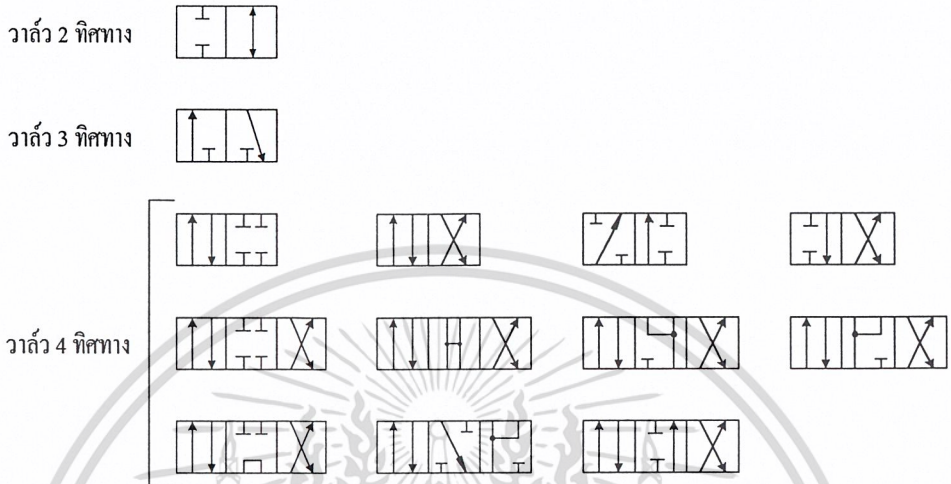
หน่วย 10 N = 1 kgf
 1 kN = 1,000 N
 100kN = 100,000 N = 10,000 kgf



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **รูปที่ 2.24** การหาแรงของกระบอกสูบ ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

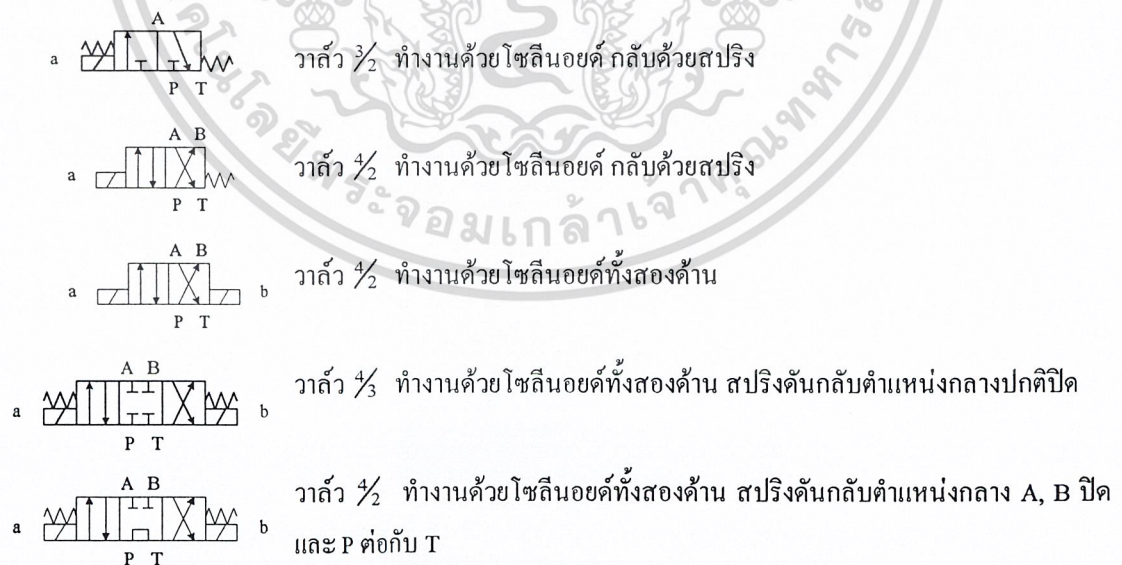
2.6.3 วาล์วควบคุมทิศทาง

วาล์วควบคุมทิศทางที่ใช้ในระบบไฮดรอลิกนั้นมีด้วยกันหลายชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.25 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางชนิดต่างๆ

การเปลี่ยนตำแหน่งวาล์วของระบบไฮดรอลิกมักจะมีเปลี่ยนตำแหน่งของวาล์วโดยการทำงานของโซลินอยด์และการทำงานของมนุษย์ เช่น คันโยก มือกด เป็นต้น



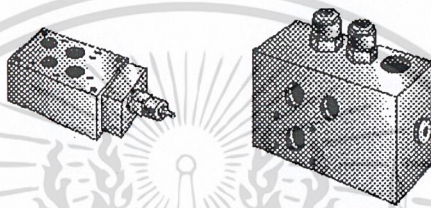
รูปที่ 2.26 วาล์วที่เปลี่ยนตำแหน่งโดยการทำงานของโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดวาล์วด้วยพยัญชนะตามมาตรฐาน DIN ISO 1219

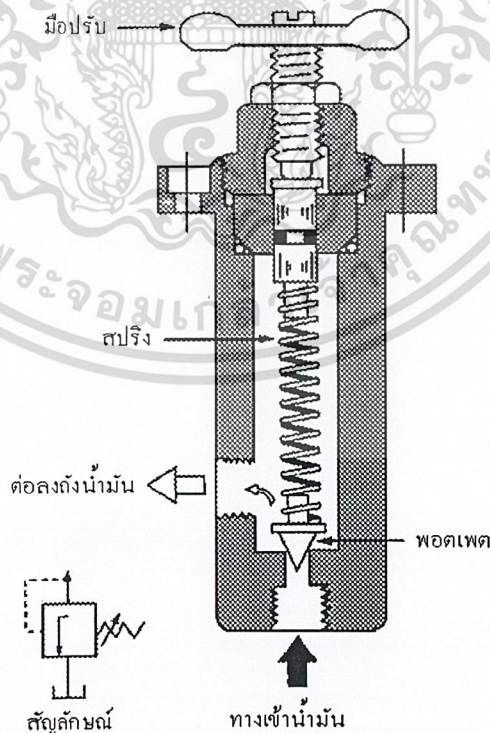
ในระบบไฮดรอลิกที่ใช้พยัญชนะกำกับรูวาล์วดังต่อไปนี้

- P หมายถึง ฐานน้ำมันจ่ายเข้าวาล์ว
- A หมายถึง ฐานน้ำมันจ่ายออกจากวาล์วเพื่อใช้งาน
- B หมายถึง ฐานน้ำมันจ่ายออกจากวาล์วเพื่อใช้งาน
- T หมายถึง ฐานน้ำมันที่ต่อลงถึงน้ำมัน
- L หมายถึง ฐานน้ำมันระบายออกเมื่อรั่วไหล



รูปที่ 2.27 ตัวอย่างวาล์วในระบบไฮดรอลิก

2.6.4 วาล์วนิรภัยหรือรีลิววาล์ว



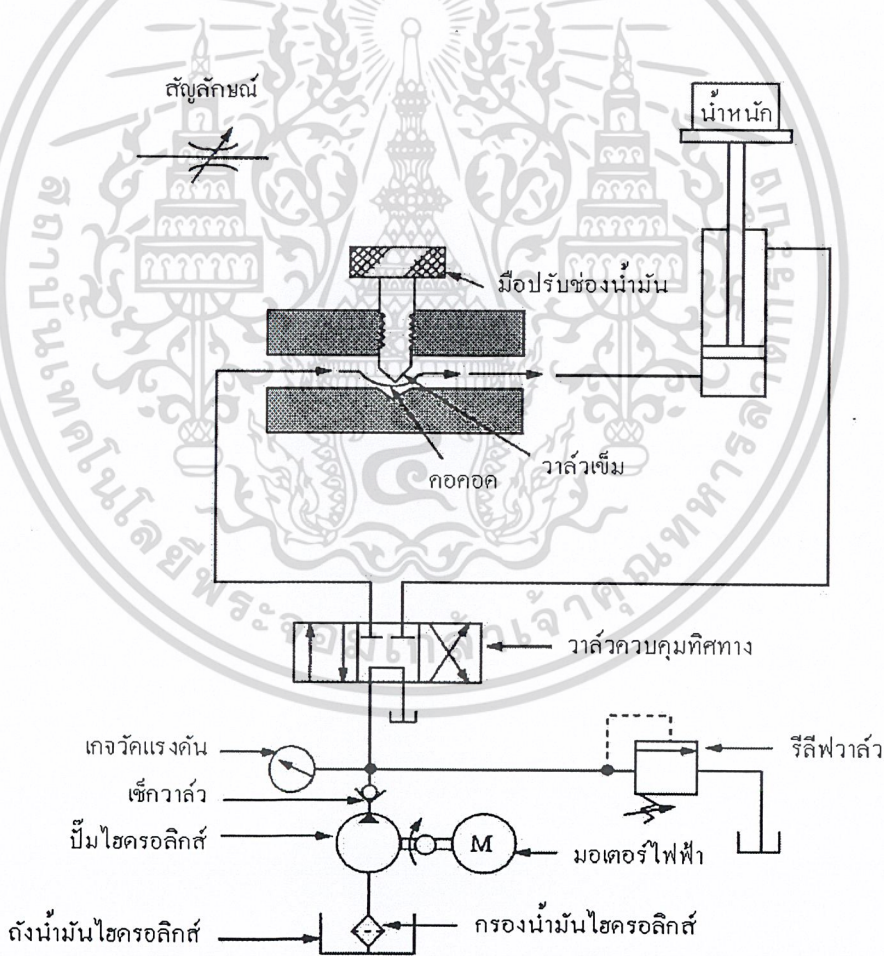
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.28 วาล์วนิรภัย

หลักการการทำงานของรีลิวาล์ว ส่วนประกอบที่สำคัญๆมี 5 ส่วน คือ มือปรับ, สปริง, พอพเพด, ฐานน้ำมันเข้า, ฐานน้ำมันออก เริ่มแรกสุดให้ปรับมือปรับเพื่อให้สปริงถูกกดและดันให้พอพเพดปิดทางเข้าของน้ำมันไฮดรอลิกส์ ถัดน้ำมันไฮดรอลิกส์สามารถที่จะดันให้พอพเพดเปิดออกได้ก็ แสดงว่าความดันของน้ำมันสูงกว่าค่าสปริงที่ปรับตั้งเอาไว้ ทำให้น้ำมันไหลออกทางช่องทางออก ซึ่งต่อไปยังถึงน้ำมัน เมื่อถึงน้ำมันถูกส่งกลับไปถึงน้ำมัน ทำให้ความดันของระบบลดต่ำลงความดันของระบบจะลดต่ำกว่าค่าของสปริง ทำให้สปริงดันพอพเพดให้ปิดทางเข้าของน้ำมันอีกครั้งหนึ่ง เมื่อความดันของน้ำมันเริ่มที่จะสูงขึ้นอีกและถ้าสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดจะทำให้พอพเพดเปิดน้ำมันลงถึงน้ำมัน การทำงานจะเป็นเช่นนี้ตลอดไป

สรุป รีลิวาล์วคือวาล์วควบคุมความดันของน้ำมันในระบบไม่ให้มีค่าที่สูงเกินกว่าค่าที่กำหนด

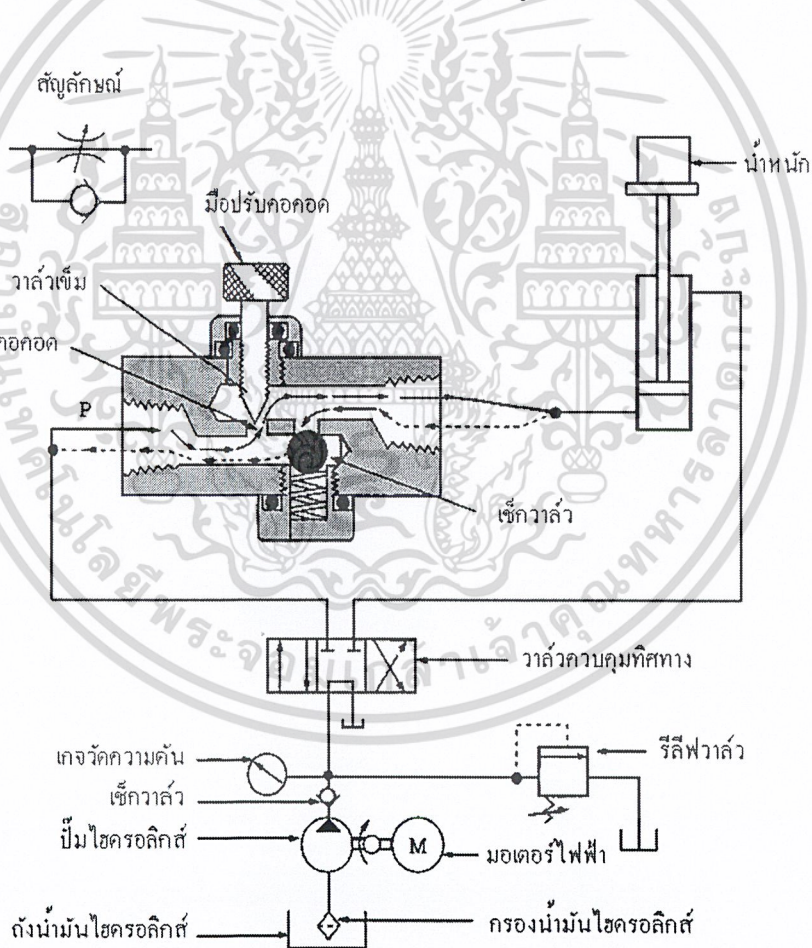
2.6.5 วาล์วควบคุมอัตราการไหล



รูปที่ 2.29 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่สำคัญของวาล์วควบคุมอัตราการไหลน้ำมันไฮดรอลิกส์ คือ มือปรับ, วาล์วเข็ม, ฐานน้ำมัน, ฐานน้ำมันออก จุดประสงค์ของวาล์วนี้เพื่อให้ควบคุมน้ำมันที่ไหลออกให้มากหรือน้อยตามความต้องการ จากรูปที่ 2.29 จะเห็นได้ว่าเมื่อปั๊มส่งน้ำมันออกไปเข้าที่วาล์วควบคุมทิศทาง ทำให้วาล์วควบคุมทิศทางเปลี่ยนตำแหน่ง โดยเอาตำแหน่งทางซ้ายมือไปแทนที่ตำแหน่งกลางทำให้น้ำมันไหลออกไปเข้าที่วาล์วควบคุมอัตราการไหลในช่องทางน้ำมันเข้า น้ำมันที่เข้าไปนี้ก็จะผ่านคอคอดซึ่งถูกปรับด้วยมือ ถ้าปรับมือให้คอคอดกว้างขึ้น น้ำมันที่ออกก็จะออกได้มากขึ้น ความเร็วของกระบอกสูบก็จะเร็วตามไปด้วย แต่ถ้าต้องการให้ความเร็วของกระบอกสูบช้าลง ก็ต้องปรับให้คอคอดแคบลงทำให้น้ำมันออกน้อยลง วาล์วควบคุมอัตราการไหลชนิดนี้จะควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันทั้งสองทิศทาง คือ ทั้งซ้ายมือและขวามือ แต่ถ้าต้องการควบคุมอัตราการไหลเพียงทิศทางเดียว จะต้องเลือกวาล์วชนิดที่มีเช็ควาล์วซึ่งมีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.30

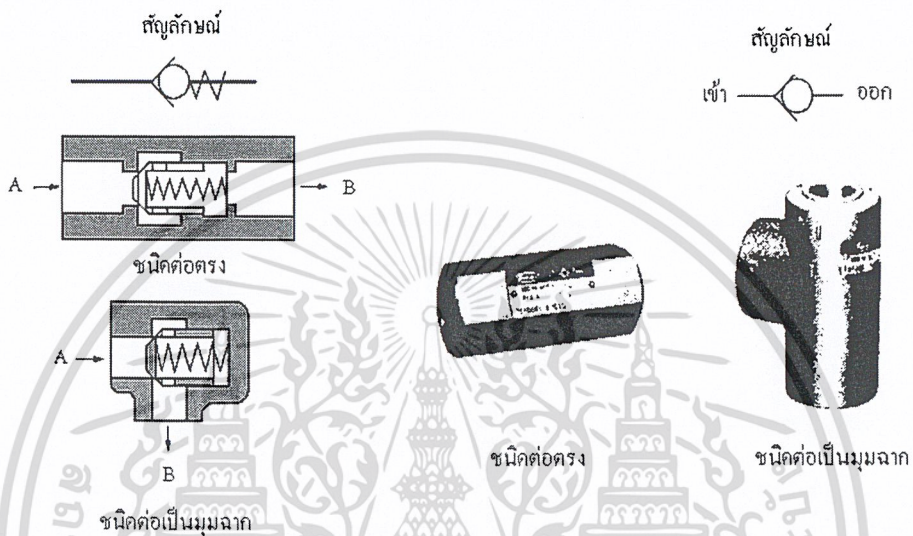


รูปที่ 2.30 วาล์วควบคุมอัตราการไหลที่มีเช็ควาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 วาล์วกับกลับหรือเช็ควาล์ว

เช็ควาล์ว ทำหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันให้ไหลได้เพียงทิศทางเดียวเท่านั้น จากรูปที่ 2.31 น้ำมันจะไหลไปในทิศทาง A ไป B (ขณะแรงสปริง) แต่น้ำมันจะไหลในทิศทาง B ไป A ไม่ได้ เช็ควาล์วมี 2 แบบ คือ แบบต่อตรงและชนิดต่อเป็นมุมฉาก



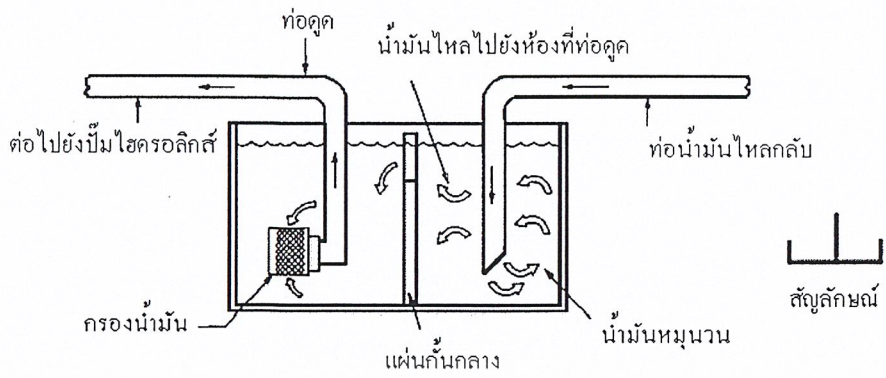
รูปที่ 2.31 เช็ควาล์วทั้งชนิดต่อตรงและต่อเป็นมุมฉาก

2.6.7 ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์

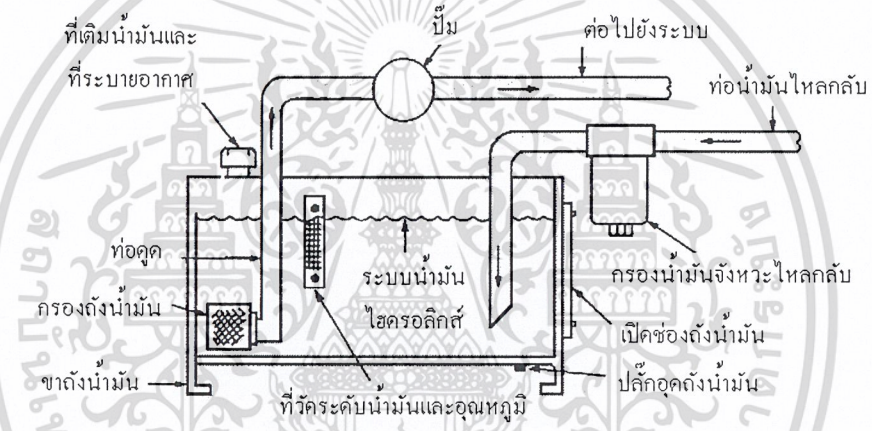
ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ทำหน้าที่เก็บน้ำมันที่ใช้ในวงจรและระบายความร้อนออกจากน้ำมันไฮดรอลิกส์ นอกจากนี้แล้วยังทำหน้าที่สะสมสิ่งสกปรกที่เกิดจากระบบเพื่อจะได้กำจัดทิ้งต่อไป ส่วนประกอบของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ประกอบด้วย ท่อดูดน้ำมัน, ท่อน้ำมันไหลกลับ, แผ่นเหล็กกั้นระหว่างท่อดูดและท่อน้ำมันไหลกลับ, กรองน้ำมัน, ช่องเติมน้ำมันและช่องระบายอากาศ, ที่วัดระดับน้ำมันและวัดอุณหภูมิ, ช่องเปิดถังน้ำมัน

น้ำมันที่ปั๊มดูดเข้าไปนั้นจะผ่านการกรองจากน้ำมันที่ท่อดูดเรียกว่า สเตรเนอร์ ส่วนน้ำมันที่ใช้งานมาแล้ว ก่อนที่จะไหลกลับถังน้ำมันจะต้องผ่านกรองน้ำมันเสียก่อน กรองน้ำมันตัวนี้เรียกว่า กรองน้ำมันจังหวะไหลกลับ น้ำมันที่ไหลกลับถังน้ำมันนั้นจะถูกแผ่นกั้นเอาไว้ เพื่อให้ไม่ให้น้ำมันเข้าไปใช้งานได้ทันทีทันใด ส่วนสิ่งที่สกปรกที่ติดมากับน้ำมันก็จะสะสมอยู่ด้านล่าง เมื่อเปิดช่องถังน้ำมันเพื่อทำความสะอาดถังน้ำมันและเอาสิ่งสกปรกที่สะสมอยู่ด้านล่างออกไปด้วย การถ่ายน้ำมันทิ้งหรือเปลี่ยนน้ำมันใหม่สามารถที่จะถอดปลั๊กอุดซึ่งอยู่บริเวณจุดต่ำสุดของถังน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

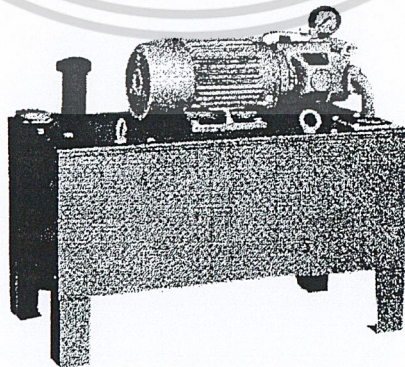


(ก) โครงสร้างของถังน้ำมัน



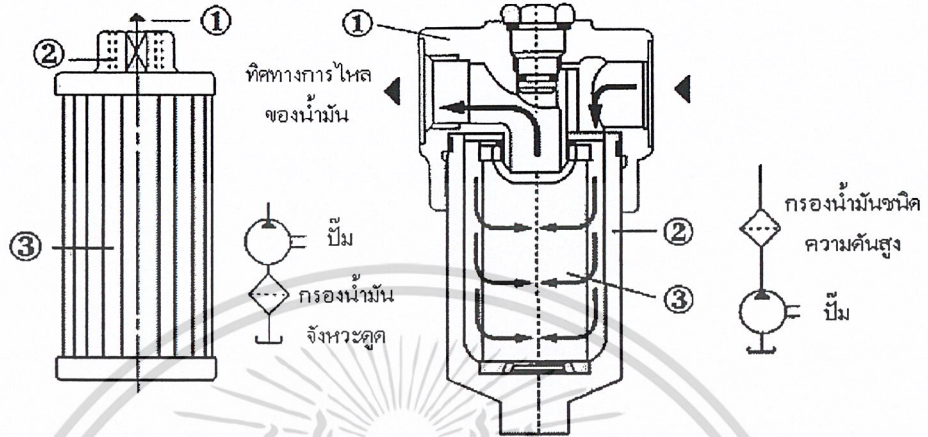
(ข) โครงสร้างของถังน้ำมันเมื่อต่อใช้งานจริง

รูปที่ 2.32 โครงสร้างของถังน้ำมัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 2.33 ถังน้ำมันไฮดรอลิกที่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8 กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์



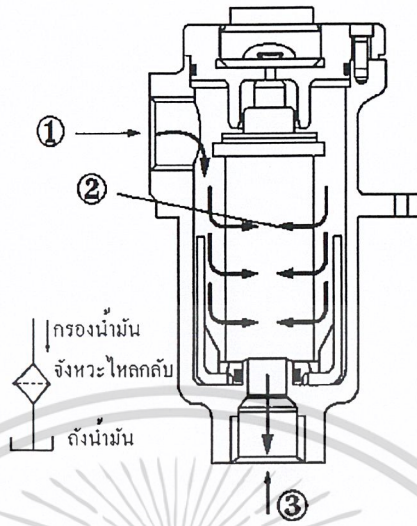
(ก) การกรองน้ำมันจิ้งหะดูด (ข) การกรองน้ำมันชนิดความดันสูง

รูปที่ 2.34 การกรองน้ำมัน

การกรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Filters) ที่ใช้ระบบนั้นจะต้องผ่านการกรองเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้ น้ำมันไฮดรอลิกส์มีความสะอาด สามารถที่จะแบ่งกรองออกได้ 3 ชนิดคือ

- 1) กรองน้ำมันจิ้งหะดูด ตำแหน่งของการติดตั้งของกรองน้ำมันตัวนี้จะอยู่ในถังน้ำมันจากรูปที่ 2.34 (ก) หมายเลข ① คือทิศทางการไหลของน้ำมัน หมายเลข ② คือ เกลียวต่อท่อดูด หมายเลข ③ เป็นไส้กรอง
- 2) กรองน้ำมันชนิดความดันสูง ตำแหน่งการติดตั้ง จะอยู่ในทิศทางส่งน้ำมันออกจากปั๊มไฮดรอลิกส์ตามรูปที่ 2.34 (ข) หมายเลข ① เป็นตัวเรือนของกรองน้ำมัน หมายเลข ② เป็นปลอกหุ้มไส้กรอง หมายเลข ③ คือไส้กรอง คุณสมบัติพิเศษของกรองน้ำมันชนิดนี้ คือ ต้องทนความดันได้สูง
- 3) กรองน้ำมันจิ้งหะไหลกลับ ตำแหน่งการติดตั้งจะอยู่ในส่วนของท่อน้ำมันที่ไหลกลับถึงน้ำมัน โดยผ่านการกรองด้วยไส้กรอง ② ดังรูปที่ 2.35

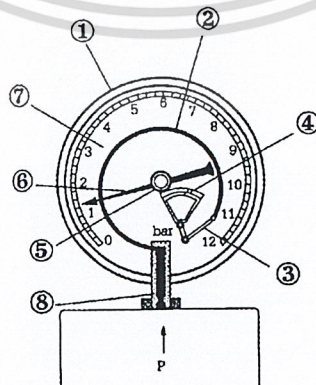
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 กรองน้ำมันจิงหะไหลกลับ

2.6.9 เกจวัดความดัน

จากรูปที่ 2.36 ส่วนประกอบของเกจวัดความดันมีดังต่อไปนี้ หมายเลข ① ตัวเรือน หมายเลข ② ท่อสปริง หมายเลข ③ แขนต่อ หมายเลข ④ เฟือง หมายเลข ⑤ เฟืองหมุดเข็ม หมายเลข ⑥ เข็มชี้ หมายเลข ⑦ สเกล และหมายเลข ⑧ ช่องต่อน้ำมัน สำหรับหลักการทำงานนั้นเมื่อมีความดันของน้ำมันเข้ามาทางท่อ P จะเข้าไปยังท่อสปริง ② ทำให้ท่อสปริงยืดตัวออกตามหลักการความแตกต่างของพื้นที่ ยิ่งมีความดันเข้าไปมากก็ยิ่งทำให้สปริงยืดตัวออกมาก ผลของการยืดตัวของสปริงนี้ทำให้เฟือง ④ และเฟืองหมุดเข็ม ⑤ เคลื่อนที่พาให้เข็มชี้ ⑥ ชี้ไปตามสเกล ⑦ เพื่ออ่านค่าความดันที่เกิดขึ้นตามความดันที่เข้ามาทางท่อ P



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 2.36 เกจวัดความดัน
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องขออนุญาตเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบ การสร้าง และการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์นี้มีส่วนการทำงานที่สำคัญอยู่ 6 ส่วน ดังรูปที่ 3.1 คือ

- 1) ชุดดึงซีลวด
- 2) วงจรแปลงสัญญาณ
- 3) วงจรจำกัดการกดสวิทช์
- 4) วงจรประมวลผล
- 5) วงจรแสดงผล
- 6) วงจรจ่ายไฟ



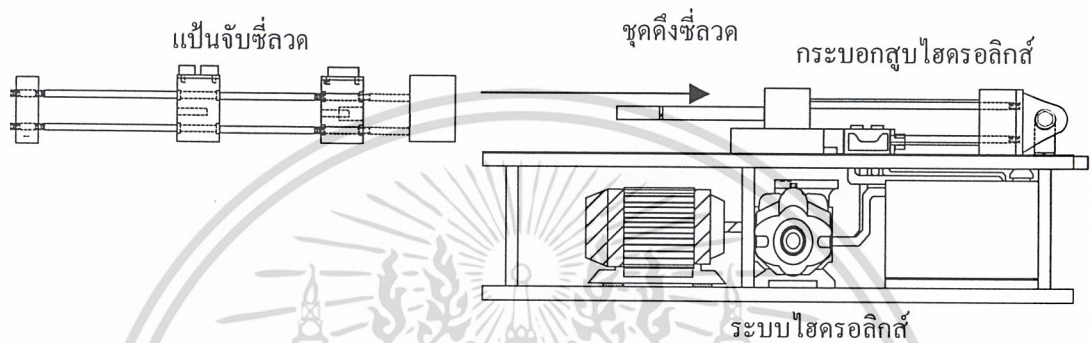
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์

จากแผนผังการทำงานของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ จะเริ่มต้นที่ชุดดึงซีลวด ซึ่งจะใช้ระบบไฮดรอลิกส์ในการออกแรงดึงซีลวด ในการทดสอบซีลวด ล้อรถจักรยานยนต์แต่ละครั้งจะมีการจำกัดพื้นที่ของการดึงด้วยวงจรจำกัดการกดสวิทช์ ในระหว่าง ที่ระบบเริ่มทำการทดสอบซีลวด ทรานส์ดิวเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบไฮดรอลิกส์จะส่ง สัญญาณไฟฟ้าไปเข้าวงจรแปลงสัญญาณไฟฟ้าเพื่อทำให้เป็นสัญญาณดิจิทัลแล้ว ผ่านต่อไปยังวงจร ประมวลผล หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้อีกจะเข้าวงจรประมวลผลและถูกส่งออกมาแสดงผลการทดสอบ ของซีลวดในค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ที่วงจรแสดงผล การแสดงผลจะ

เอกสารนี้แสดงหน่วยเป็นนิวตัน การทำงานทั้งหมดสามารถอธิบายอย่างละเอียดได้ดังนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ชุดดึงซีลวด

ชุดดึงซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ ใช้ระบบการทำงานเป็นระบบไฮดรอลิกส์เพื่อต้องการแรงที่จะมากระทำกับซีลวดล้อรถจักรยานยนต์แล้วขาดหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าชุดดึงซีลวด คือ ระบบไฮดรอลิกนั่นเอง ส่วนที่กระทำกับซีลวด คือ กระบอบอกสูบจะถูกยึดติดกับแป้นจับซีลวด ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ชุดดึงซีลวด

3.2.1 การออกแบบและการสร้าง

ระบบไฮดรอลิกส์เป็นระบบที่ทำการส่ง ความคุมแรง และการเคลื่อนที่โดยการไหลของน้ำมันซึ่งมีลักษณะเด่นของการทำงานที่สามารถอธิบายการทำงานได้ 2 ส่วน ดังนี้

- 1) ระบบขับเคลื่อน การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงทำได้ง่าย การปรับกำลังขับเคลื่อนของระบบสะดวก มีความคงที่ของความเร็วสูง ให้การตอบสนองของกำลังและมีอิสระของการติดตั้งสูง
- 2) ระบบการควบคุม สามารถคำนวณออกแบบระบบได้ง่าย มีผลกระทบต่อความชื้นในอากาศต่ำ

ขั้นตอนของการออกแบบชุดดึงซีลวดล้อรถจักรยานยนต์มีดังนี้

- 1) กำหนดค่าแรงกระทำสูงสุด ที่สามารถกระทำให้ซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ขาดได้ตามตารางที่ 3.1
- 2) นำค่าแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ที่สูงสุดมาใช้ในการคำนวณ คือ ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 3.5 มิลลิเมตร หรือเบอร์ 9 ซึ่งมีแรงดึงขาดสูงสุดเท่ากับ 7,930 นิวตัน
- 3) เพื่อไม่ให้ระบบไฮดรอลิกส์มีขนาดใหญ่จนเกินไป จึงเลือกใช้ความดันของน้ำมันอยู่ในช่วง 20 – 210 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แรงดึงขาดสูงสุดของซีลวด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของซีลวด (มิลลิเมตร)	เบอร์ซีลวดล้อยรถจักรยานยนต์ 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

$$\text{การหาแรงของกระบอกสูบ} \quad F = PA$$

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

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

$$\text{แทนค่าในสูตร} \quad = \frac{3.14 \times 4 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}}{4}$$

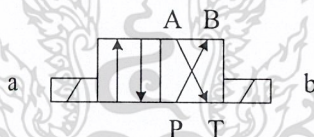
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าในสมการที่ 2.3	$F = PA$	
		$= 100 \text{ kgf/cm}^2 \times 12.56 \text{ cm}^2$
แรงของกระบอกสูบ	$= 1,256 \text{ kgf}$	
หรือประมาณ	$= 12,560 \text{ N}$	

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

สำหรับวิธีที่ 2 การหาแรงของกระบอกสูบสามารถหาได้จากตารางที่ 2.7 และวิธีที่ 3 การหาแรงของกระบอกสูบจากกราฟรูปที่ 2.24 เช่นเดียวกัน

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



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

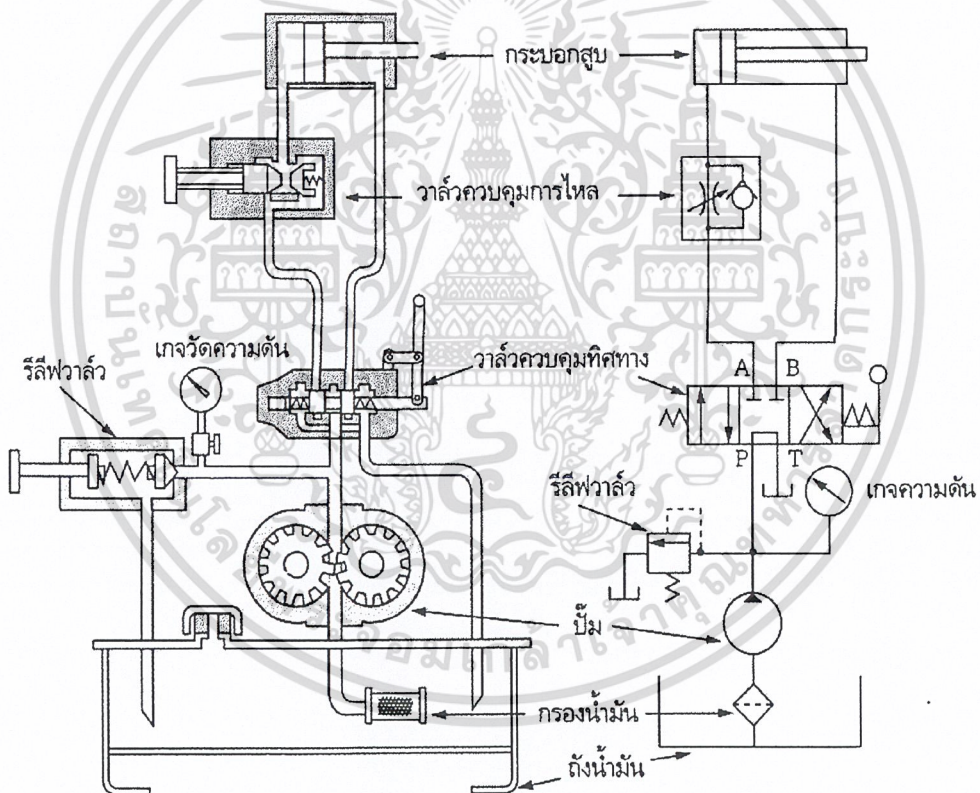
สาเหตุที่ต้องใช้แบบไฟฟ้าเพื่อความสะดวกในการควบคุมการใช้งานและที่ต้องใช้แบบ P ต่อกับ T เนื่องจากในสภาวะปกติ เมื่อระบบการจ่ายน้ำมันเริ่มทำงาน เมื่อยังไม่มีมีการเปลี่ยนตำแหน่งของวาล์ว ตัววาล์วควบคุมทิศทางชนิดนี้จะสามารถช่วยให้รักษาสมดุลย์ของระบบไว้ได้ โดยจะมีการไหลย้อนกลับลงถึงน้ำมัน นอกจากนี้ยังต้องมีการติดตั้งวาล์วนิรภัยไว้ เพื่อป้องกันระบบในกรณีที่มีการจ่ายน้ำมันที่มีความดันสูงมากจนเกินไป ซึ่งอาจก่อให้เกิดการชำรุดเสียหายกับอุปกรณ์อื่นๆได้ และเพื่อควบคุมความเร็วในการทำงานของกระบอกสูบในการเลื่อนเข้าออกให้มีความเร็วอยู่ในระดับที่เหมาะสม จึงต้องมีการติดตั้งวาล์วควบคุมอัตราการไหลเข้าไปในระบบเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของ บริษัท อีทีซี จำกัด เมื่อผู้ใช้งานเอกสารนี้โดยไม่ขออนุญาตจากบริษัทฯ ถือว่าผิดกฎหมาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) การเลือกขนาดของถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ การออกแบบถังจะกำหนดให้มีการใช้น้ำมันไฮดรอลิกส์ในระบบประมาณ 3 ลิตร ดังนั้น จึงสำรองน้ำมันในระบบเพิ่มเป็น 10 ลิตร เพื่อใช้ในการระบายความร้อนของระบบ และให้เกิดการไหลเวียนภายในระบบที่ดียิ่งขึ้น โดยน้ำมันที่ใช้เป็นน้ำมันไฮดรอลิกส์เกรด 20 เพราะเหมาะกับสภาพอุณหภูมิของประเทศไทย

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 รูปแบบการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์

จากรูปที่ 3.4 เริ่มการทำงานจากถังน้ำมันไฮดรอลิกส์จะมีท่อดูดน้ำมันของปั๊มไฮดรอลิกส์ต่ออยู่กับถังน้ำมัน ที่ปลายของท่อดูดจะมีท่อกรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ ซึ่งจะทำหน้าที่กรองน้ำมันให้สะอาดก่อนที่จะส่งเข้าระบบ เมื่อปั๊มไฮดรอลิกส์หมุนหรือมอเตอร์ไฟฟ้าหมุน น้ำมันก็จะถูกดูดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ขออนุญาตจากอาจารย์ผู้ดูแล หรืออาจารย์ผู้สอน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่วาล์วนิรภัย ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นวาล์วควบคุมความดันของน้ำมันในระบบไม่ให้มีค่าที่สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดและวาล์วนิรภัยจะทำการส่งน้ำมันออก 2 ทาง ทางแรกจะส่งกลับถึงทางที่สองจะต่อเข้ากับวาล์วควบคุมทิศทางหรือส่งเข้าไปในระบบ

การทำงานของวาล์วการควบคุมทิศทางจะใช้โซลินอยด์ในการควบคุมทิศทางจากโครงสร้างภายในโดยการควบคุมจะใช้แรงดันไฟฟ้า +12 โวลต์ การกำหนดให้น้ำมันไปทางซ้ายหรือทางขวาก็อยู่ที่การกดสวิทช์ที่แผงควบคุม ในช่วงที่ไม่มีการควบคุมน้ำมันหรือไม่มีการกดสวิทช์ น้ำมันที่ถูกส่งมาเข้าวาล์วควบคุมทิศทางจะไหลจากช่อง P กลับไปยังถังน้ำมันทางช่อง T ไม่มีเกิดการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ ในขณะเดียวกัน ปัมส่งน้ำมันก็จะไม่มีไหลมากระทำกับน้ำมันไฮดรอลิกส์ สมมุติเมื่อวาล์วควบคุมทิศทางมีทิศทางไปทางซ้าย ก็จะทำให้ให้น้ำมันจากช่อง P ต่ออยู่กับช่อง A และ B ต่ออยู่กับ T จะทำให้วาล์วควบคุมทิศทางเปลี่ยนตำแหน่ง โดยเอาตำแหน่งทางซ้ายมือไปแทนที่ตำแหน่งกลาง ให้น้ำมันไหลออกไปเข้าที่วาล์วควบคุมอัตราการไหลในช่องทางน้ำมันเข้า น้ำมันที่เข้าจะถูกปรับด้วยมือ ถ้าปรับมือให้วาล์วควบคุมอัตราการไหลมากขึ้น น้ำมันที่ออกก็จะออกได้มากขึ้น ความเร็วของกระบอกสูบก็จะเร็วตามไปด้วย แต่ถ้าต้องการให้ความเร็วของกระบอกสูบช้าลง ก็ต้องปรับให้วาล์วควบคุมอัตราการไหลน้อยลง ซึ่งน้ำมันถูกส่งออกมาจะทำให้กระบอกสูบวิ่งออก เมื่อกระบอกสูบวิ่งออก จะทำให้แรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ด้านก้านสูบไหลออกทางด้านช่อง B ผ่านช่อง T และกลับถึงน้ำมันเหมือนอย่างเดิม แต่ในทางกลับกันเมื่อวาล์วควบคุมทิศทางมีทิศทางไปทางขวา ก็จะทำให้ให้น้ำมันจากช่อง P ต่ออยู่กับช่อง B และ A ต่ออยู่กับ T จะทำให้ให้น้ำมันถูกส่งไปที่กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ ทำให้กระบอกสูบวิ่งเข้า เมื่อกระบอกสูบวิ่งเข้า จะทำให้แรงดันน้ำมันไฮดรอลิกส์ด้านก้านสูบไหลเข้าทางด้านช่อง A ผ่านช่อง T และกลับถึงน้ำมันเหมือนอย่างเดิม

3.3 วงจรแปลงสัญญาณ

วงจรแปลงสัญญาณจะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่มาจากทรานส์ควิเซอร์ของชุดดิ่งซึ่งวัดแล้วมาทำให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่มีขนาดของข้อมูล 8 บิต แล้วส่งออกไปยังส่วนของชุดวงจรประมวลผล

3.3.1 การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบสามารถที่จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญ ดังรูปที่ 3.5 ส่วนแรกเป็นส่วนของการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล และส่วนที่สองเป็นส่วนของการปรับระดับสัญญาณ

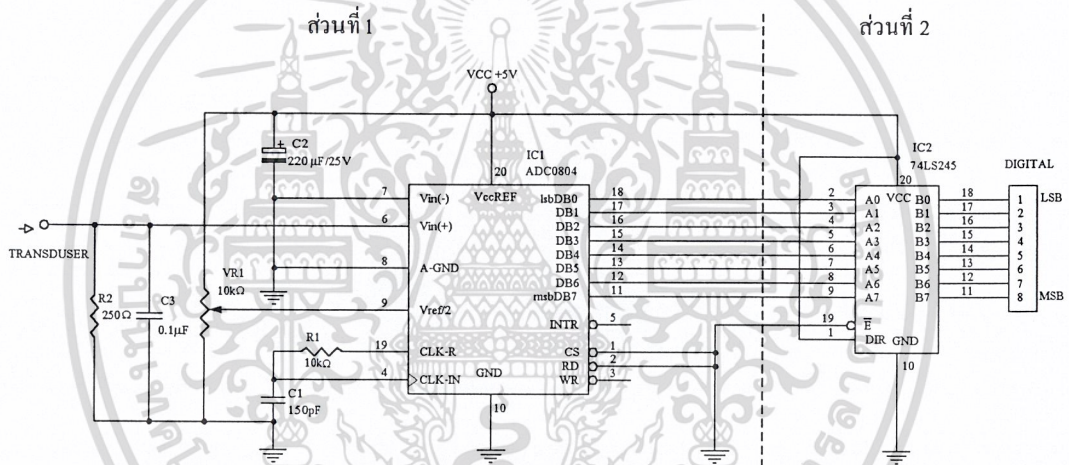
หรือกรองสัญญาณให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแปลงสัญญาณจะกำหนดให้สัญญาณที่ออกมามีความละเอียด 256 ระดับ ซึ่งจะต้องใช้ข้อมูลที่มีขนาด 8 บิต โดยจะใช้ไอซี ADC0804 ซึ่งมีคุณสมบัติแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลสัญญาณที่ถูกแปลงออกมาจะถูกส่งผ่านไปยัง 74LS245 ทางด้านอินพุตที่เป็นวงจรบัฟเฟอร์ ภายในเป็นบัฟเฟอร์ที่มีอินพุต 8 บิต และเอาต์พุตที่ออกมา 8 บิต เช่นเดียวกันกับสัญญาณที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังวงจรประมวลผลต่อไป

3.3.2 การทำงาน

เมื่อทรานสดิวเซอร์ทำงานก็ส่งจะมีสัญญาณไฟฟ้าในรูปแบบของสัญญาณแอนะล็อกเข้าอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณมีตัวเก็บประจุ C3 ทำหน้าที่กรองสัญญาณก่อนเข้าขา 6 ของไอซีเบอร์ ADC0804LNC หลังจากนั้นข้อมูลก็จะถูกส่งออกที่ DB0 – DB7



รูปที่ 3.5 วงจรแปลงสัญญาณ

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นได้ว่าขา 6 ของไอซี ADC0804 จะเป็นขาอินพุตเพื่อนำสัญญาณที่ได้มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลออกที่ขา 11 ถึง 18 (จากตารางที่ 3.2 ขา 11-14 เป็นช่วง VMS และขา 15-18 เป็นช่วง VLS) สิ่งสำคัญของสัญญาณเอาต์พุตที่ออกมา คือ การปรับค่า $V_{ref/2}$ ให้กับวงจรที่ VR ทั้งนี้กำหนดให้มีแรงดัน 2.56 V ค่าที่เอาต์พุตที่จะต้องได้ค่าที่กำหนดตามตารางที่ 3.2 ซึ่งจะแสดงค่าไบนารี (Binary) ตั้งแต่ 0000 ไปจนถึง 1111 และค่าของแรงดันในช่วงของเอาต์พุตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ช่วง VMS Group และช่วง VLS Group ค่าที่ได้ทั้งสองค่ารวมกันและเปรียบเทียบแรงดันทางด้านอินพุตจะได้ค่ามากหรือน้อยอยู่ที่การปรับค่า $V_{ref/2}$ ค่าเอาต์พุตจะถูกส่งไปที่ไอซี 74LS245 ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์ของวงจรแปลงสัญญาณ ทำหน้าที่ปรับระดับของสัญญาณให้มีความเป็นเสถียรภาพมากยิ่งขึ้นก่อนส่งไปยังวงจรประมวลผลต่อไป

ตารางที่ 3.2 ลักษณะการทำงานจากคู่มือ ไอซี 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 วงจรจำกัดการกวดสวิตช์

ในช่วงของการทำงานของชุดคั้งซีลวด การควบคุมการกวดสวิตช์ถือเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยในการกำหนดระยะของการคั้งซีลวด หากมีการกวดสวิตช์เกินค่าที่กำหนดไปแล้วช่วงเวลาของการทดสอบแต่ละครั้งก็จะสูญเสียไป แม้ว่าสิ่งที่เกินจากค่าที่กำหนดไม่เกิดความเสียหายกับระบบก็ตามเพราะมีวาล์วนิรภัยเป็นอุปกรณ์คอยช่วยป้องกันแรงดันน้ำมันเกินภายในระบบอยู่แล้ว

3.4.1 การออกแบบและการสร้าง

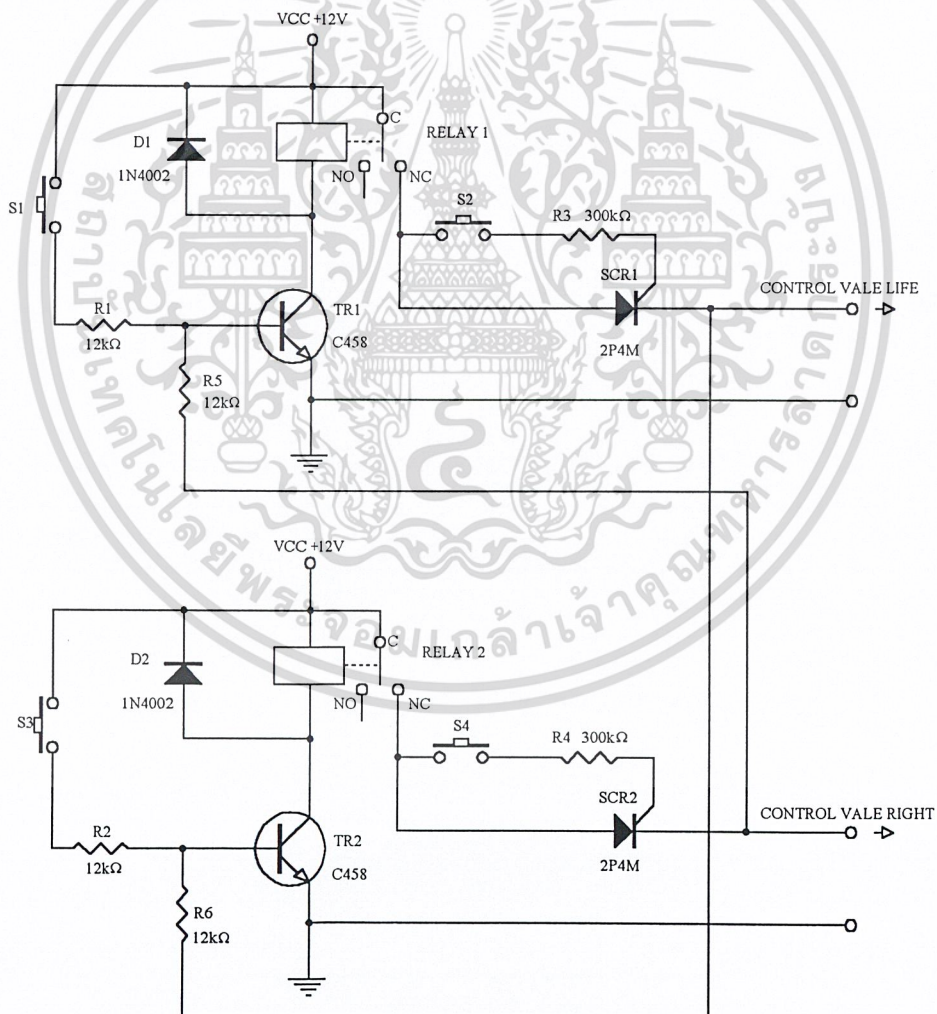
การจำกัดการกวดสวิตช์ของชุดคั้งซีลวดสามารถจำกัด โดยตั้งลิมิตสวิตช์ไว้ตำแหน่งที่ต้องการกำหนดให้อยู่ในช่วงของการออกแรงคั้งขาดพอดี การติดตั้งมี 2 ตำแหน่ง คือ ช่วงจังหวะการเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและช่วงจังหวะการเคลื่อนที่ไปทางขวา ช่วงที่จะทำงานเป็นช่วงที่ระบบเคลื่อนที่ไปโดยตำแหน่งนั้นพอดี โดยกำหนดให้มีการทำงานของการทดสอบซีลวดเพียงกวดสวิตช์

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบ (TEST SWITCH) 1 ครั้ง เมื่อเครื่องวัดความดันแรงดึงขนาดของซึ่งลวดล้อรถจักรยานยนต์ทำการทดสอบซึ่งลวดล้อรถจักรยานยนต์ แล้วซึ่งลวดขนาดเป็นดิ่งซึ่งลวดของระบบจะหยุดทำงาน และเมื่อต้องการทดสอบอีกครั้งจะต้องทำการกดสวิทซ์ตั้งค่า (SET SWITCH) เป็นดิ่งซึ่งลวดของระบบก็จะกลับเข้าที่ตำแหน่งเดิมเพื่อเตรียมการทดสอบใหม่ ในช่วงของการตัดต่อระบบการทำงานจะใช้คุณสมบัติของเอสซีอาร์และรีเลย์มาประยุกต์ใช้ในวงจรจำกัดสวิทซ์

3.4.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.6 เมื่อทำการกดสวิทซ์ทดสอบ (S2) SCR1 จะทำการจ่ายแรงดันให้กับวาล์วควบคุมทิศทางด้านซ้ายทำให้เป็นดิ่งซึ่งลวดเคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายจนกระทั่งกระทบกับสวิทซ์ S1 ซึ่งเป็นลิ้มิตสวิทซ์ ทำให้มีกระแสไหลมายังขาเบสของทรานซิสเตอร์ TR1 ทรานซิสเตอร์นำกระแส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาพที่ 3.6 วงจรจำกัดการกดสวิทซ์ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

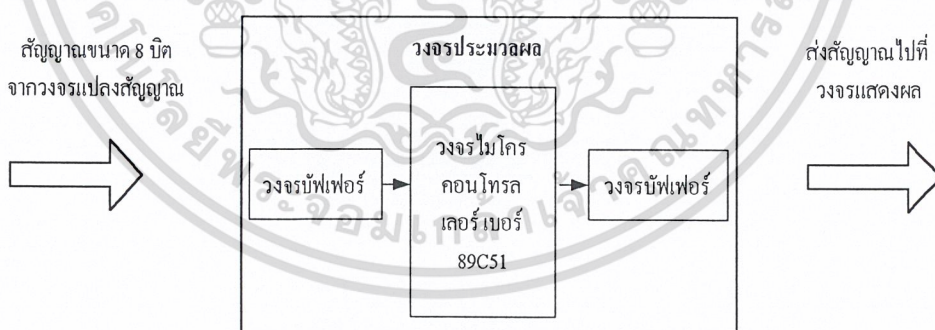
Relay1 ทำการเปลี่ยนสถานะเป็น NO ไม่มีแรงดันส่งไปที่วาล์วควบคุมทิศทาง ทำให้เป็นคั้งหยุดทำงานและเมื่อทำการกดสวิทช์ตั้งค่า (S4) SCR2 ก็จะจ่ายแรงดันให้กับวาล์วควบคุมทิศทางด้านขวา ทำให้เป็นคั้งซึ่งลวดเคลื่อนที่ไปทางด้านขวาจนกระทั่งกระทบกับสวิทช์ S3 ซึ่งเป็นลิมิตสวิทช์ ทำให้มีกระแสไหลมายังขาเบสของทรานซิสเตอร์ 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

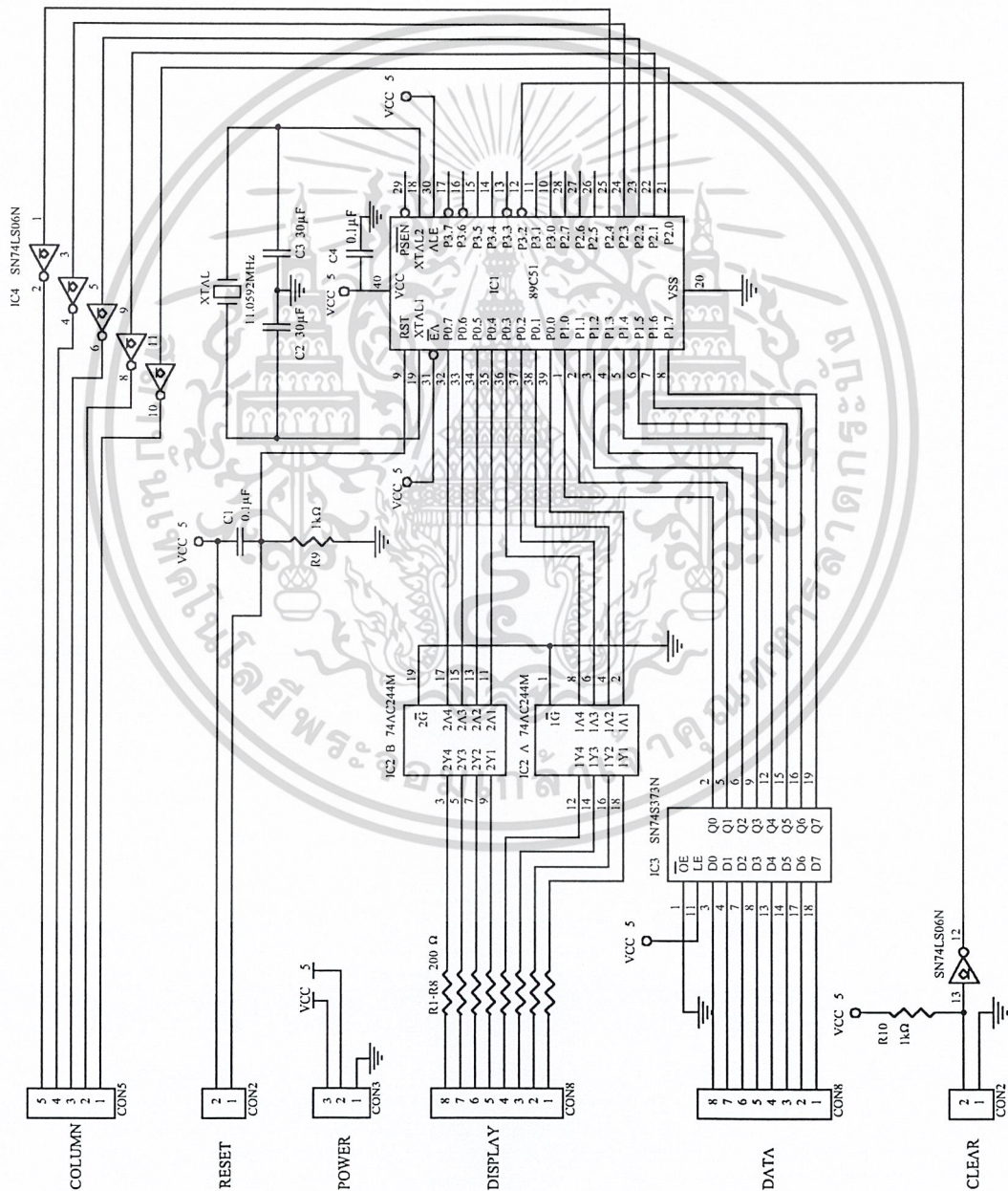


รูปที่ 3.7 ส่วนประกอบของวงจรประมวลผล

วงจรทั้งสองวงจรจะสัมพันธ์กันในการรับข้อมูลเข้ามาและส่งข้อมูลออกไป แต่หัวใจหลักของการควบคุมข้อมูลที่จะส่งออกไปนั้นอยู่ที่การเขียนโปรแกรมที่จะอยู่ภายในของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ จากรูปที่ 3.8 การสร้างชุดประมวลผลจะมีสายต่อใช้งานจากคอนเน็คเตอร์ออกจากวงจร 6 ชุดด้วยกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) Column Connector (COLUMN) ใช้สำหรับเชื่อมต่อวงจรแสดงผลเช่นเดียวกันกับ Display Connector แต่จะใช้ข้อมูลในการส่งข้อมูลการสแกนหลักของวงจรแสดงผลแบบเจ็ดส่วนครึ่งละหนึ่งหลัก
- 2) Reset Connector (RESET) ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์สวิตช์สำหรับการรีเซ็ตโปรแกรม
- 3) Power Connector (POWER) สำหรับต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรคือ + 5 โวลต์
- 4) Data Connector (DATA) ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับวงจรแปลงสัญญาณเพื่อนำสัญญาณเข้ามายังอินพุตของวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 วงจรประมวลผล

5) Display Connector (DISPLAY) ใช้สำหรับเชื่อมต่อวงจรแสดงผล

6) Clear Display Connector (CLEAR) เป็นการลบข้อมูลที่มีอยู่ของการแสดงผลที่หน้าจอ

3.5.2 การทำงาน

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

3.6 วงจรแสดงผล

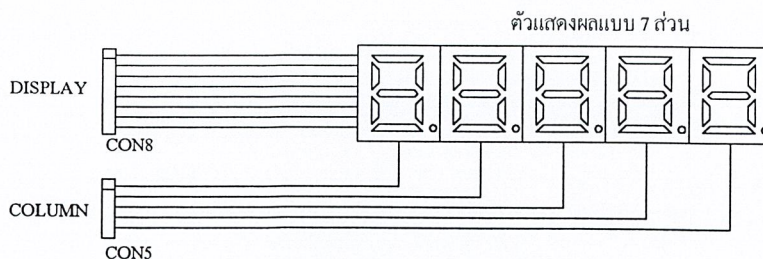
วงจรแสดงผลถือเป็นวงจรสุดท้ายที่จะรับค่าจากวงจรประมวลผลมาแสดงเป็นตัวเลข แล้วแสดงตัวเลขเป็นหน่วยของนิวตัน

3.6.1 การออกแบบและการสร้าง

การแสดงผลจำนวนของหลักตัวเลขที่ต้องการมีทั้งหมด 5 หลัก เพื่อให้การแสดงผลสามารถรับค่าได้สูงขึ้น คือ ได้ถึง 99999 สำหรับ 5 หลัก การแสดงผลใช้ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน แบบแคโอด มาใช้ในการรับค่าจากวงจรประมวลผล

3.6.2 การทำงาน

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



รูปที่ 3.9 วงจรแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

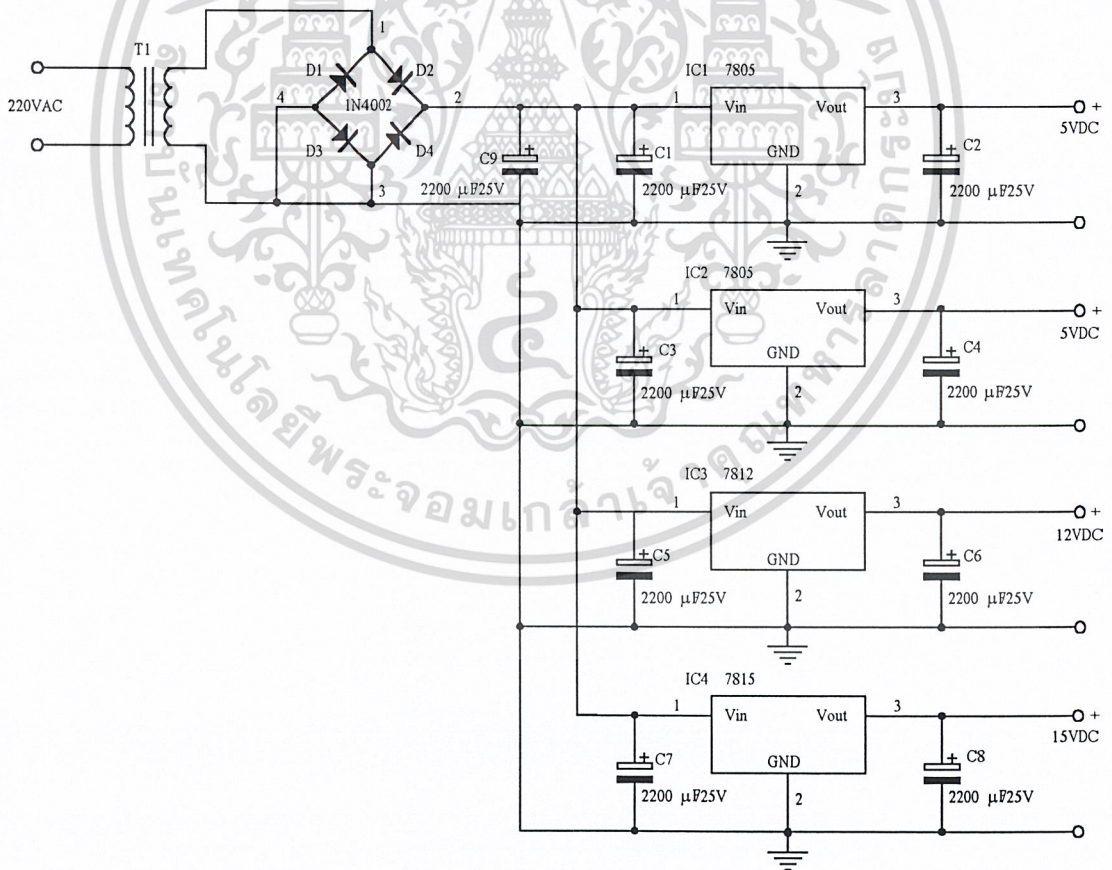
3.7 วงจรจ่ายไฟ

วงจรจ่ายไฟสามารถแบ่งชุดการทำงานสำคัญในการจ่ายไฟได้ 2 ชุด คือ ชุดแรกเป็นวงจรจ่ายไฟสำหรับเลี้ยงวงจร มีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +5 โวลต์, +12 โวลต์ และ +15 โวลต์ ชุดที่สองจ่ายไฟให้กับระบบดึงซึ่งลวดมีแรงดันไฟฟ้ากระแสกลับ 220 โวลต์ ทั้งสองชุดจะมีความสัมพันธ์ร่วมกันในส่วนของการวัดค่าแรงดึงขนาดของซึ่งลวด

3.7.1 การออกแบบและการสร้าง

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

2) วงจรจ่ายไฟที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับระบบดึงซึ่งลวด เปรียบเสมือนการควบคุมการจ่ายไฟที่จะจ่ายให้กับป้อนของชุดดึงซึ่งลวด



รูปที่ 3.10 วงจรจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

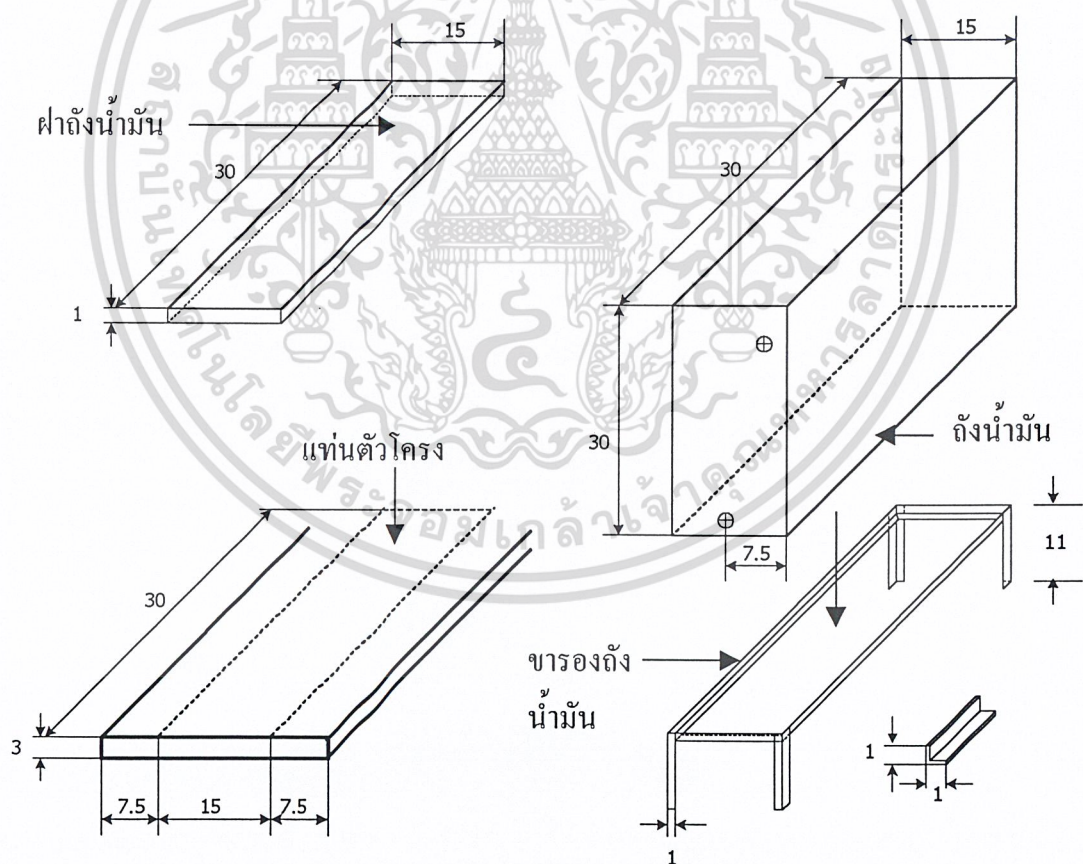
3.7.2 การทำงาน

จากรูปที่ 3.10 เมื่อป้อนแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ผ่านทรานส์ฟอร์มเมอร์ T_1 เข้าวงจรบริดจ์เรกติไฟร์ ซึ่งมีไดโอดเบอร์ 1N4002 ต่ออยู่หลังจากนั้นแรงดันที่ได้จะถูกส่งแยกไปยังไอซี 7805, ไอซี 7812 และไอซี 7815 เพื่อให้ได้ระดับแรงดัน +5 โวลต์, +12 โวลต์ และ +15 โวลต์ ตามลำดับ

3.8 โครงสร้างของตัวเครื่อง

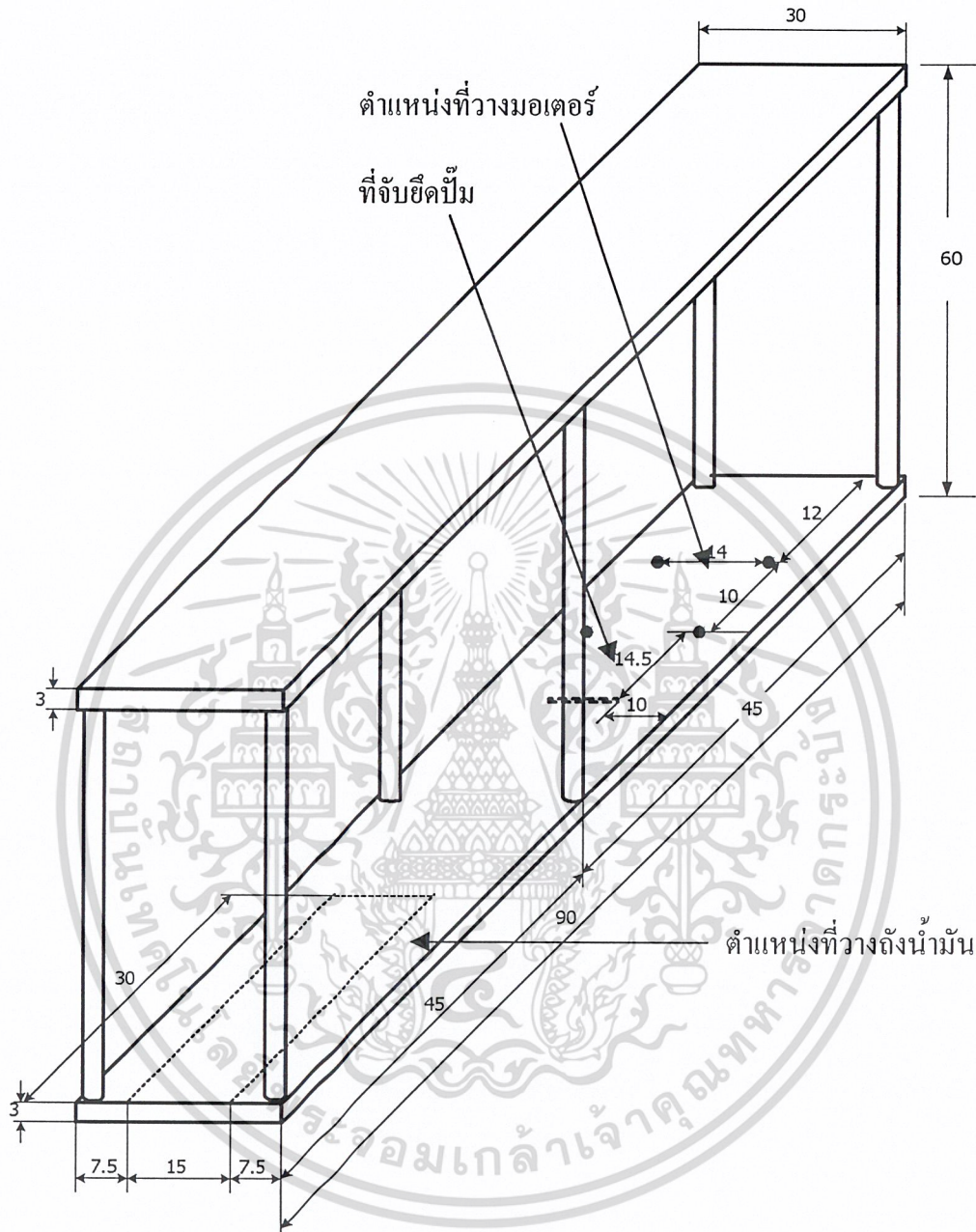
3.8.1 การออกแบบโครงที่วางระบบ

เมื่อได้อุปกรณ์ในส่วนจากระบบไฮดรอลิกส์และวงจรต่างๆ ก็สามารถทราบขนาดในการออกแบบเนื่องจากการติดตั้งดังรูป 3.11 ลักษณะโครงถังน้ำมันขนาด 10 ลิตร และรูปที่ 3.12 เป็นโครงที่วางระบบ



รูปที่ 3.11 โครงสร้างถังน้ำมัน (หน่วย:เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



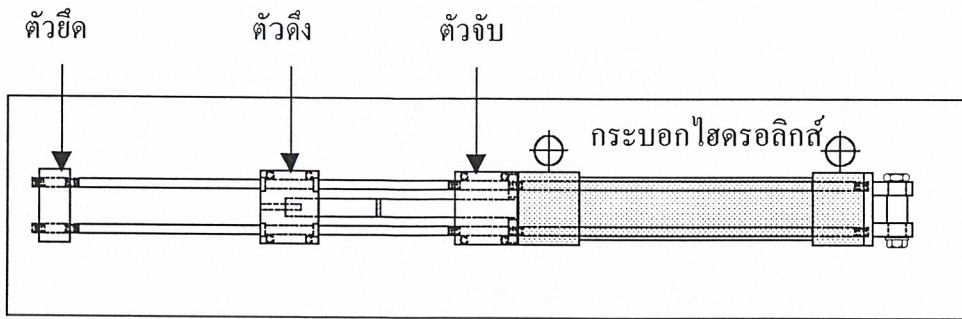
รูปที่ 3.12 โครงสร้างการวางระบบทั้งหมด (หน่วย:เซนติเมตร)

3.8.2 การออกแบบเป็นจับซี่ลวด

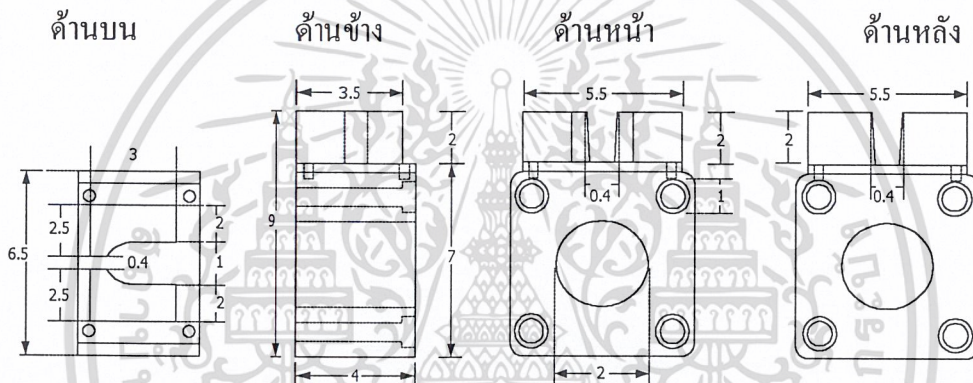
การออกแบบเป็นจับซี่ลวดใช้รูปแบบที่ได้จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจากบทที่ 2

ได้โดยออกแบบดังรูปที่ 3.14

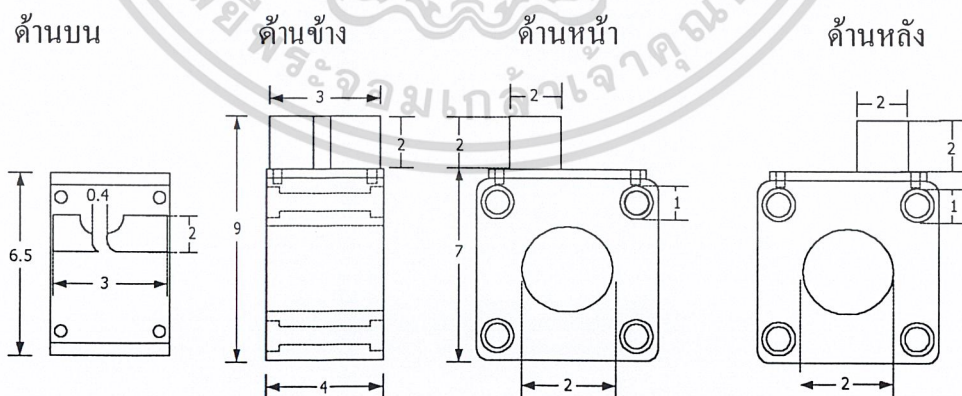
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 โครงสร้างแป้นจับซีลวด

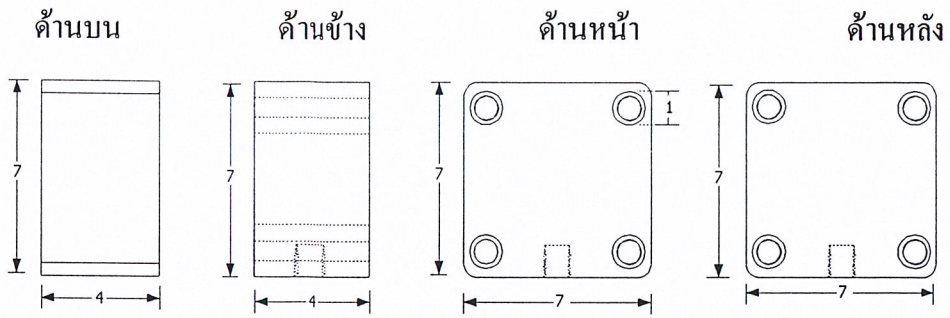


รูปที่ 3.14 โครงสร้างแทนตัวจับซีลวด (หน่วย:เซนติเมตร)



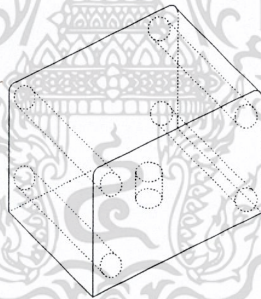
รูปที่ 3.15 โครงสร้างแทนตัวตั้งซีลวด (หน่วย:เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 โครงสร้างแท่นตัวยึด (หน่วย:เซนติเมตร)

จากรูปเป็นลักษณะของแป้นจับชี้ลวดซึ่งมีอยู่ 3 ส่วน ส่วนแรก คือ ตัวจับจะเป็นแท่นที่ยึดติดกับกระบอกไฮดรอลิกดังรูปที่ 3.14 จุดนี้ถือได้ว่าเป็นจุดอ้างอิงในการตั้งชี้ลวดล้อรถจักรยานยนต์ ส่วนที่สอง คือ ตัวตั้งเป็นชุดจับชี้ลวดที่อาศัยระบบไฮดรอลิกสำหรับการเคลื่อนที่ดังรูปที่ 3.15 มีการยึดติดกับแท่น เพียงแต่มีชุดประคอง 4 จุดที่มุมทั้ง 4 มุม ส่วนสุดท้าย คือ ชุดยึดในการออกแรงตั้งดังรูปที่ 3.16 หากไม่มีการตั้งจะทำให้ชุดประคองโครงบิดเบี้ยวผิดส่วนไป



รูปที่ 3.17 ลักษณะโครงสร้าง 3 มิติ ของแท่นตัวยึด

3.8.3 การออกแบบแผนควบคุม

การออกแบบแผนควบคุมซึ่งใช้ในการควบคุมวงจรและระบบภายใน คือ

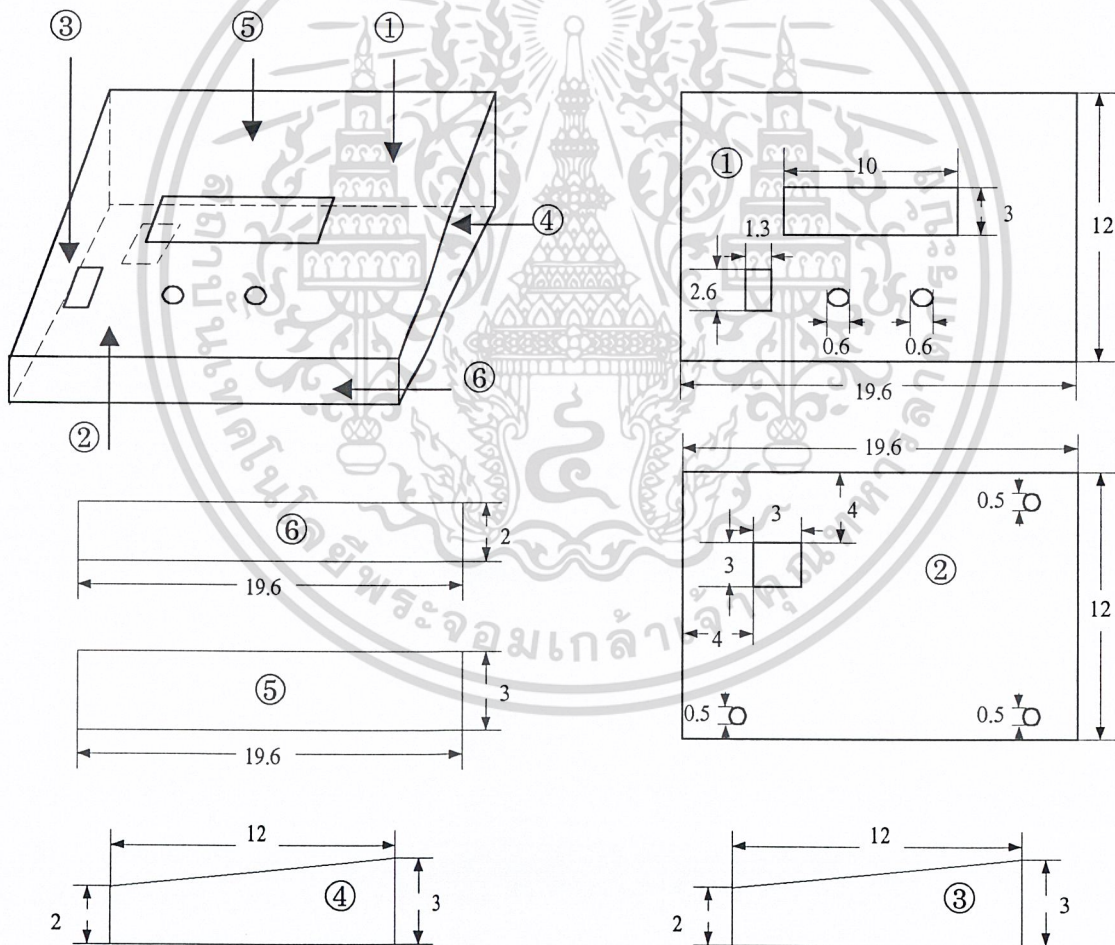
- 1) ต้องมีการแสดงผลแอลอีดีเจ็ดส่วนสำหรับค่าความต้านแรงดึงขาด โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน
- 2) มีสวิทช์ควบคุมการตรวจสอบวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชี้ลวดล้อรถจักรยานยนต์
- 3) มีการเริ่มต้นค่าตัวเลขทุกครั้งที่ต้องการตรวจสอบ
- 4) มีการควบคุมการเปิดปิดเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชี้ลวดล้อรถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) มีรูปแบบการทำงานที่สามารถเข้าใจการได้ง่าย

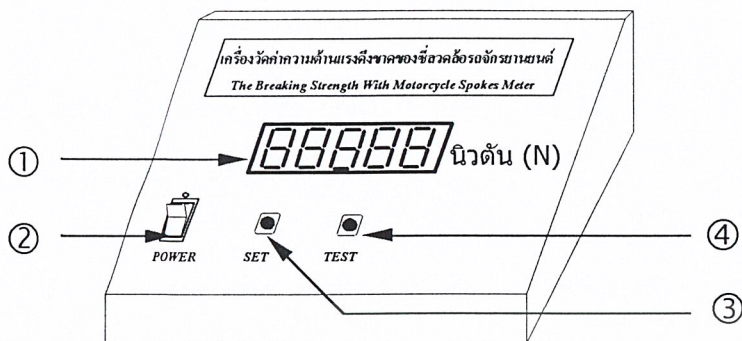
สำหรับการออกแบบกล่องแผงควบคุมจะประกอบขึ้นส่วนสำคัญ 6 ชิ้น นำมาประกอบเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3.18

- ① ด้านบนของกล่องแผงควบคุม
- ② ฐานกล่องแผงควบคุม
- ③ ด้านซ้ายของกล่องแผงควบคุม
- ④ ด้านขวาของกล่องแผงควบคุม
- ⑤ ด้านหลังของกล่องแผงควบคุม
- ⑥ ด้านหน้าของกล่องแผงควบคุม



รูปที่ 3.18 กล่องแผงควบคุม (หน่วย:เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



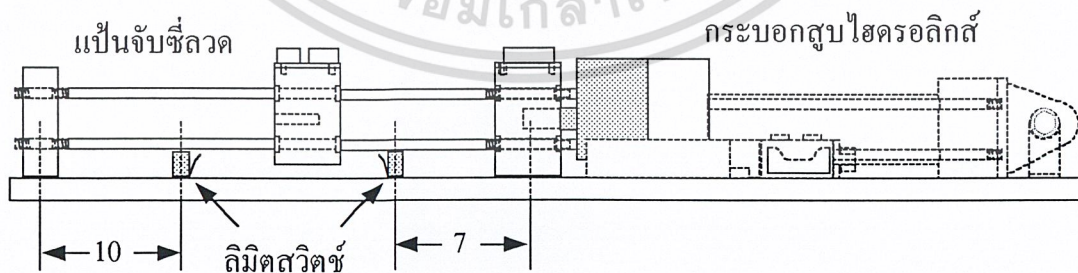
รูปที่ 3.19 แผงควบคุม

หน้าที่ของปุ่มใช้งานบนแผงควบคุมมีดังนี้

- ① จอแสดงผล หน้าที แสดงตัวเลขของค่าความต้านแรงดึงขาด
- ② สวิตช์กำลัง (POWER) หน้าที ควบคุมการเปิด-ปิด การจ่ายกำลังไฟฟ้า
- ③ สวิตช์ตั้งค่า (SET) หน้าที เตรียมพร้อมก่อนการทดสอบซี่ลวดล้อรถจักรยานยนต์
- ④ สวิตช์ทดสอบ (TEST) หน้าที ทดสอบซี่ลวดล้อรถจักรยานยนต์

3.8.4 การออกแบบติดตั้งชุดจำกัดการกดสวิตช์

การติดตั้งวงจรจำกัดการกดสวิตช์ จะมีลิมิตสวิตช์ 2 ตัว ในการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการควบคุมดังที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้น การออกแบบการติดตั้งสามารถทำได้ดังรูปที่ 3.19 ช่วงของระยะที่ติดตั้งนั้น เป็นตำแหน่งที่ซี่ลวดล้อรถจักรยานยนต์เกิดแรงกระทำสูงสุดหรือก่อนขาดออกจากกัน



รูปที่ 3.20 การติดตั้งชุดจำกัดการกดสวิตช์ (หน่วย:เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

การทดลองและผลการทดลองของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ในแต่ละส่วนวงจรและจากการนำแต่ละภาคของการทำงานเข้ามาต่อร่วมกัน เพื่อทำการทดสอบ วัดประสิทธิภาพการทำงาน

4.2 วงจรจ่ายไฟ

จากวงจรจ่ายไฟในรูปที่ 3.10 มีอยู่ 2 ส่วน คือ วงจรจ่ายไฟที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร และวงจรจ่ายไฟที่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับระบบดึงซีลวด

4.2.1 การทดลอง

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

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรจ่ายไฟ

การทดลอง	ระดับแรงดันเอาต์พุตที่วัดได้
เอาต์พุต IC1	5 โวลต์
เอาต์พุต IC2	5 โวลต์
เอาต์พุต IC3	12 โวลต์
เอาต์พุต IC4	15 โวลต์

จากการทดลองค่าระดับแรงดันเอาต์พุตของ IC1 และ IC2 มีค่าแรงดันเท่ากับ 5 โวลต์ ตรงกับคุณสมบัติของไอซี 7805, ค่าระดับแรงดันเอาต์พุตของ IC3 มีค่าแรงดันเท่ากับ 12 โวลต์

ตรงกับคุณสมบัติของไอซี 7812 และค่าระดับแรงดันเอาต์พุตของ IC4 มีค่าแรงดันเท่ากับ 15 โวลต์ ตรงกับคุณสมบัติของไอซี 7815

4.3 วงจรแปลงสัญญาณ

เพื่อให้สามารถเห็นค่าของการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ โดยให้นำแอลอีดีต่อที่ขาเอาต์พุตของวงจร และทำการทดลองตามรูปที่ 3.5 ดังนี้

4.3.1 การทดลอง

- 1) ทำการต่อสัญญาณเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์ เข้ากับอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณ
- 2) ในขณะที่เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ทำการตรวจสอบ ทรานซิสเตอร์จะมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสในช่วง 4-20 มิลลิแอมป์ ให้ใช้โวลต์มิเตอร์วัดที่ขาเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณทั้ง 8 ขา ของวงจร พร้อมทั้งบันทึกผลลงตารางที่ 4.2
- 3) ค่าระดับแรงดันที่ลอจิก 0 ต้องเท่ากับหรือประมาณ 0.8 โวลต์ และที่ระดับแรงดันที่ลอจิก 1 ต้องเท่ากับหรือประมาณ 3.5 โวลต์

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรแปลงสัญญาณ

ตำแหน่ง	สถานะลอจิก 1	ลักษณะ LED	สถานะลอจิก 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

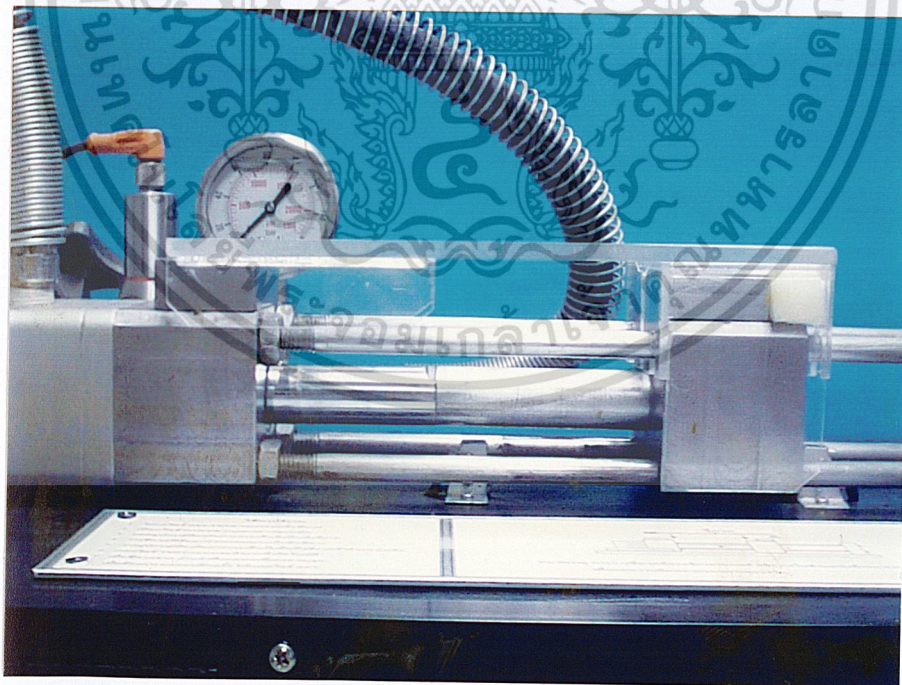
จากการทดลองการแปลงสัญญาณที่ได้ค่าระดับแรงดันที่ต้องการ มีความเหมาะสมอยู่ในช่วงที่ต้องการ คือ ช่วงระดับลอจิก 1 เท่ากับ 3.5 โวลต์ การแสดงผลของแอลอีดีสว่างและช่วงระดับลอจิก 0 เท่ากับ 0.8 โวลต์ การแสดงผลของแอลอีดีดับ

4.4 วงจรจำกัดการกดสวิตช์

การจำกัดการกดสวิตช์จะสัมพันธ์กัน โดยตรงกับแผงควบคุมและวาล์วควบคุมทิศทางของชุดดึงซีลวด

4.4.1 การทดลอง

- 1) จากวงจรรูปที่ 3.6 ทำการติดตั้งสวิตช์ S1 ทางด้านซ้ายและ S3 ทางด้านขวาของโครงที่วางระบบตามรูปที่ 4.1
- 2) กดสวิตช์ทดสอบ (S2) ให้เป็นจับซีลวดเคลื่อนที่ไปทางขวาจนกระทั่งกระทบกับสวิตช์ S1 สังเกตและบันทึกผลลงตารางที่ 4.3
- 3) กดสวิตช์ตั้งค่า (S4) ให้เป็นจับซีลวดเคลื่อนที่ไปทางซ้ายจนกระทั่งกระทบกับสวิตช์ S3 สังเกตและบันทึกผลลงตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.1 การติดตั้งลิ้มิตสวิตช์กับโครงที่วางระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าการหยุดการทำงานด้วยวงจรจำกัดการกดสวิตช์ โดยใช้ลิมิต สวิตช์ในการตัดวงจรสามารถใช้งานได้

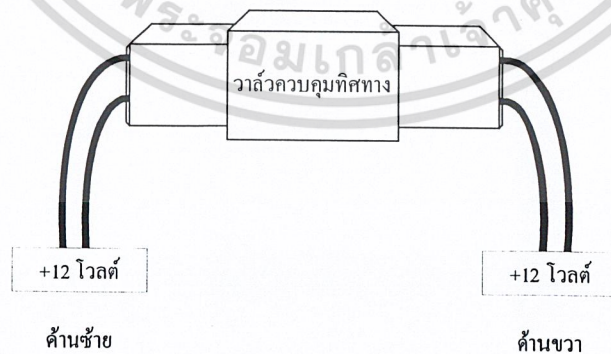
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวงจรจำกัดการกดสวิตช์

การทดลอง	ผลการทดลอง
เป็นดิ่งเคลื่อนที่ไปทางขวาจนกระทั่ง กระทบกับสวิตช์ S1	เป็นดิ่งจะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปทางขวาได้เมื่อกระทบกับ สวิตช์ S1 แต่สามารถเคลื่อนที่ไปทางซ้ายได้
เป็นดิ่งเคลื่อนที่ไปทางซ้ายจนกระทั่ง กระทบกับสวิตช์ S3	เป็นดิ่งจะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปทางซ้ายได้เมื่อกระทบกับ สวิตช์ S3 แต่สามารถเคลื่อนที่ไปทางขวาได้

4.5 ระบบดิ่งชั้ววด

4.5.1 การทดลอง

- 1) ประกอบระบบไฮดรอลิกส์ตามรูปที่ 3.4
- 2) ป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าที่มอเตอร์เพื่อเปิดการทำงานระบบดิ่งชั้ววด
- 3) ตรวจสอบทิศทางการไหลของน้ำมัน
- 4) ต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +12 โวลต์ ให้กับวาล์วควบคุมทิศทางทางด้านซ้ายดังรูปที่ 4.2 พร้อมทั้งบันทึกผลลงตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.2 การต่อวาล์วควบคุมทิศทางกับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5) ต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง +12 โวลต์ ให้กับวาล์วควบคุมทิศทางทางด้านขวาดังรูปที่ 4.2 พร้อมทั้งบันทึกผลลงตารางที่ 4.4
- 6) ค่อยๆทำการปรับวาล์วควบคุมการไหลให้ “ปิด” แต่ไม่ปิดสุดทางเพราะจะสร้างความเสียหายกับระบบได้
- 7) ค่อยๆทำการปรับวาล์วควบคุมการไหลให้ “เปิด” สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- 8) ค่อยๆทำการปรับวาล์วนิรภัยให้ “ปิด” สังเกตการเปลี่ยนแปลง
- 9) ค่อยๆทำการปรับวาล์วนิรภัยให้ “เปิด” สังเกตการเปลี่ยนแปลง

4.5.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองระบบดิ่งชี้ลวด

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

จากการทดลองวงจรมอเตอร์ชี้ลวดสามารถทำงานได้ตามต้องการ การบังคับชี้ลวดที่เหมาะสมจะต้องไม่เร็วเกินไป จึงควรปรับวาล์วควบคุมอัตราการไหลให้อยู่ตำแหน่งที่เหมาะสม

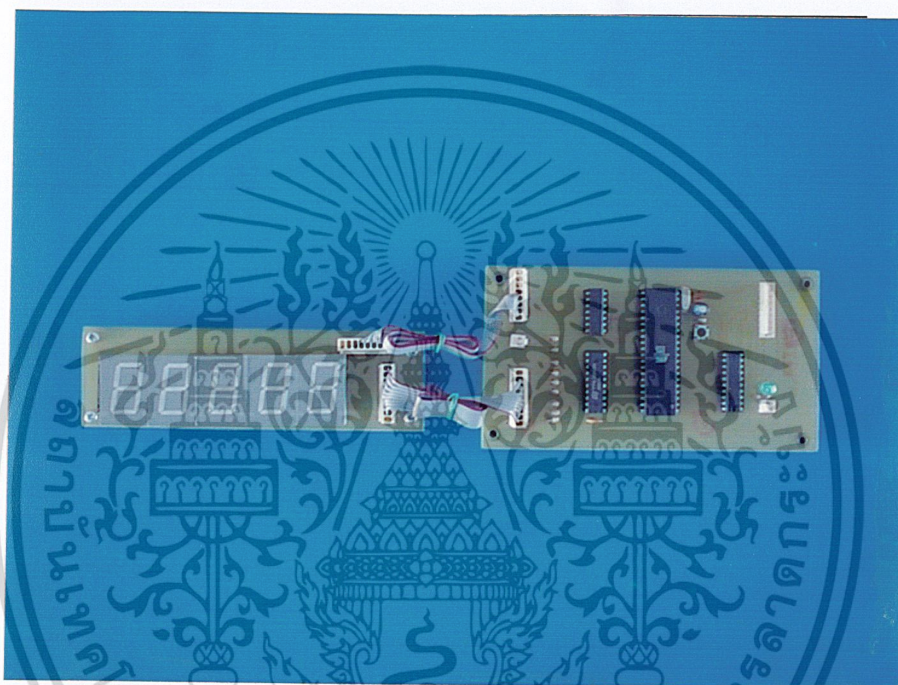
4.6 วงจรประมวลผลและแสดงผล

จากรูปที่ 3.8 วงจรประมวลผลจะรับสัญญาณที่ผ่านวงจรแปลงสัญญาณเข้าที่อินพุตของวงจรประมวลผล ส่งต่อไปยังวงจรแสดงผล ระหว่างนั้นจะทำการตรวจสอบการกดสวิทช์เคลียร์ของตัวเลขบนจอแสดงผลเพื่อลบข้อมูลที่แสดงผลก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1 การทดลอง

- 1) ประกอบวงจรประมวลผลร่วมกับวงจรแสดงผลดังรูปที่ 4.3
- 2) ป้อนแรงดันอ้างอิงเข้าที่วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ซึ่งเกิดผลการเปลี่ยนแปลงที่วงจรแสดงผล
- 3) ทำการปรับแรงดันอ้างอิง สังเกตผลการเปลี่ยนแปลงที่วงจรแสดงผล



รูปที่ 4.3 วงจรประมวลผลเชื่อมต่อกับวงจรแสดงผล

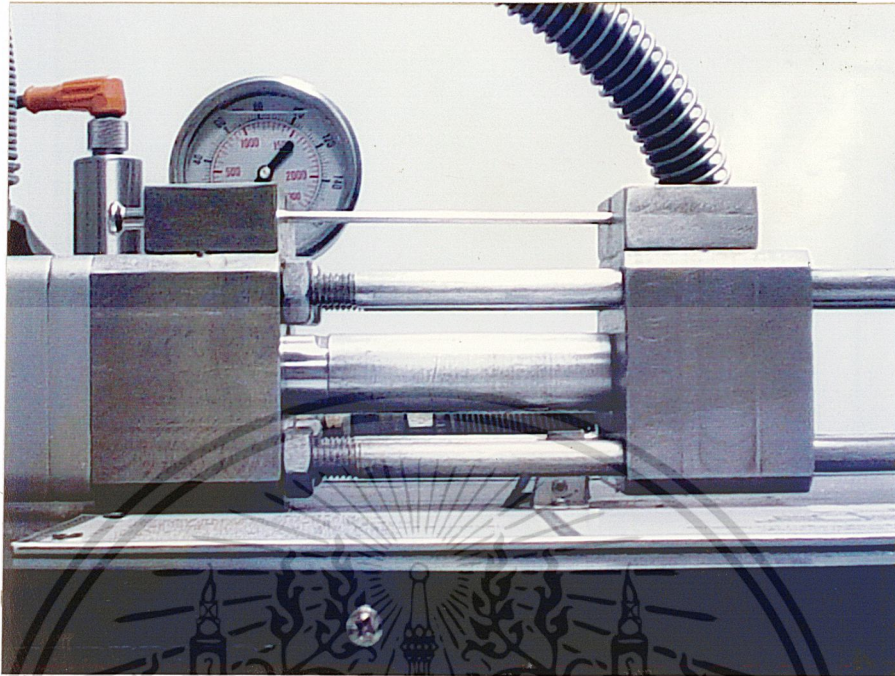
4.6.2 ผลการทดลอง

ข้อมูลมีการแสดงผลเป็นตัวเลข ระดับของข้อมูลจะเปลี่ยนแปลงมากขึ้นอยู่กับแรงดันอ้างอิง หากแรงดันอ้างอิงสูง ตัวเลขที่แสดงก็จะสูงตามและหากแรงดันอ้างอิงต่ำ ตัวเลขที่แสดงก็จะต่ำลงไปด้วย

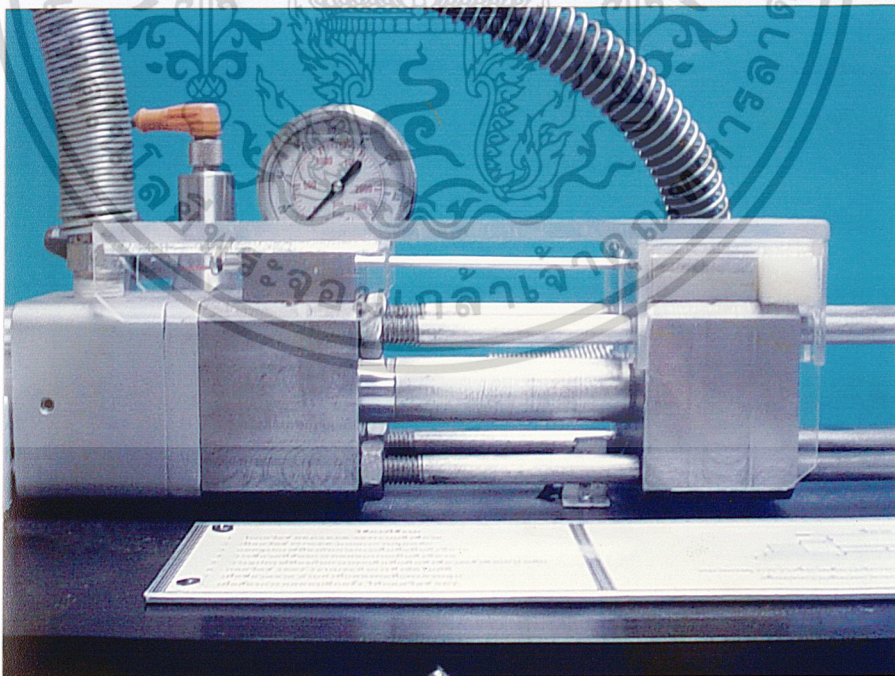
4.7 เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์

4.7.1 การทดลอง

- 1) ทำการโยกสวิตช์เบรกเกอร์ของระบบดึงซีลวดนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
- 2) เปิดสวิตช์กำลังของเครื่องวัดที่แผงควบคุมอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การวางซีลวดบนแท่นตั้งซีลวด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนรูปที่ 4.5 การวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีลวดไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ถอดอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นที่เป็นดิ่งซีลวด
- 4) ทำการวางซีลวดที่ต้องการทดสอบบนเป็นดิ่งซีลวดดั่งรูปที่ 4.4
- 5) วางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีลวดดั่งรูปที่ 4.5
- 6) กดสวิทซ์ทดสอบของเครื่องที่แผงควบคุม
- 7) เมื่อซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ขาด ให้ทำการอ่านค่าที่แสดงผลที่แผงควบคุม
- 8) ทำการทดลองวัดค่าความต้านแรงดิ่งขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์แต่ละขนาดให้ได้ 50 เส้น แล้วทำการบันทึกผลลงตารางที่ 4.5
- 9) ทำการเฉลี่ยค่าการทดลองซีลวดเบอร์ 9, 10, 11 และ 12 บันทึกผลลงตารางที่ 4.6

4.7.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองแรงดิ่งขาของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์

ครั้งที่ทดสอบ	แรงดิ่งขาของเบอร์ซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ตามมาตรฐานการผลิต (นิวตัน)			
	เบอร์ 9	เบอร์ 10	เบอร์ 11	เบอร์ 12
1	7,800	6,764	6,194	6,118
2	7,778	6,878	6,080	6,194
3	7,750	6,800	6,118	6,118
4	7,790	7,220	6,080	6,118
5	7,802	7,224	6,118	6,118
6	7,752	7,314	6,194	6,194
7	7,828	7,144	6,118	6,252
8	7,752	7,220	6,080	6,194
9	8,000	7,144	6,080	6,118
10	7,790	7,220	6,080	6,118
11	7,802	6,878	6,118	6,252
12	7,700	7,220	6,194	6,380
13	7,752	7,144	6,080	6,252
14	7,790	7,220	6,118	6,380
15	8,100	7,144	6,080	6,118
16	7,600	7,124	6,194	6,252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ผลการทดลองแรงดึงขาดของซีเมนต์ล่อรถจักรยานยนต์

ครั้งที่ทดสอบ	แรงดึงขาดของเบอร์ซีเมนต์ล่อรถจักรยานยนต์ตามมาตรฐานการผลิต (นิวตัน)			
	เบอร์ 9	เบอร์ 10	เบอร์ 11	เบอร์ 12
17	7,890	6,878	6,080	6,118
18	7,900	7,144	6,118	6,252
19	7,880	7,220	6,080	6,252
20	7,752	7,144	6,080	6,118
21	7,790	7,142	6,118	6,380
22	7,752	7,144	6,118	6,252
23	7,828	7,220	6,080	6,118
24	7,752	6,878	6,194	6,150
25	7,828	7,144	6,118	6,140
26	7,790	7,144	6,080	6,200
27	7,828	7,220	6,194	6,252
28	7,828	7,144	6,080	6,194
29	7,790	7,144	6,000	6,118
30	7,790	7,220	5,950	6,194
31	7,790	7,144	6,000	6,118
32	7,790	6,878	6,118	6,252
33	7,752	6,878	6,080	6,194
34	7,752	7,220	6,194	6,252
35	7,760	6,878	6,080	6,194
36	7,900	7,144	5,950	6,118
37	7,850	7,144	6,080	6,252
38	7,798	6,878	6,118	6,118
39	7,752	7,144	6,000	6,194
40	7,828	6,878	5,950	6,118
41	7,790	7,144	6,118	6,194
42	7,828	7,220	6,080	6,194
43	7,828	6,878	5,950	6,152
44	7,790	7,144	5,950	6,194
45	7,752	6,878	6,080	6,252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ผลการทดลองแรงดึงขาดของซีเมนต์ลวดล้อรถจักรยานยนต์

ครั้งที่ทดสอบ	แรงดึงขาดของเบอร์ซีเมนต์ล้อรถจักรยานยนต์ตามมาตรฐานการผลิต (นิวตัน)			
	เบอร์ 9	เบอร์ 10	เบอร์ 11	เบอร์ 12
46	7,828	7,144	5,950	6,152
47	7,752	7,220	6,194	6,118
48	7,790	7,144	6,118	6,152
49	7,752	6,878	6,080	6,118
50	7,752	7,220	6,080	6,194
รวม	390,018	354,460	304,386	309,444
ค่าเฉลี่ยรวม	7,800.36	7,089.20	6,087.72	6,188.88

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการทดลองผลการทดลองแรงดึงขาดของซีเมนต์ลวดล้อรถจักรยานยนต์

ซีเมนต์เบอร์	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง กลางของซีเมนต์	แรงดึงขาดสูงสุด (นิวตัน)	เฉลี่ยจากการทดลอง (นิวตัน)	คิดเป็น เปอร์เซ็นต์
9	3.5 มิลลิเมตร	7,930	7,800.36	1.29
10	3.2 มิลลิเมตร	7,004	7,089.20	0.85
11	2.9 มิลลิเมตร	5,974	6,087.72	1.13
12	2.6 มิลลิเมตร	6,104	6,188.88	0.85

หมายเหตุ ค่าแรงดึงขาดสูงสุดอ้างอิงจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

จากการทดลองสามารถที่จะสรุปได้ออกมาเป็นตารางที่ 4.6 ค่าของซีเมนต์เบอร์ 9 มีค่าความผิดพลาด 1.29 เปอร์เซ็นต์, ซีเมนต์เบอร์ 10 มีค่าความผิดพลาด 0.85 เปอร์เซ็นต์, ซีเมนต์เบอร์ 11 มีค่าความผิดพลาด 1.13 เปอร์เซ็นต์ และซีเมนต์เบอร์ 12 มีค่าความผิดพลาด 0.85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความผิดพลาดรวมของระบบจะอยู่ในช่วง ± 5 เปอร์เซ็นต์ เหตุผลที่จะสนับสนุนให้เกิดความผิดพลาด คือ การวางตำแหน่งซีเมนต์บนแท่น หากวางตำแหน่งเอียงเพียงเล็กน้อยก็จะเกิดค่าความผิดพลาดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปัญหา การประกอบระบบไฮดรอลิกส์ของวาล์วนิรภัยและวาล์วควบคุมไม่สัมพันธ์กัน
 แนวทางการแก้ไข ศึกษาการประกอบวงจรไฮดรอลิกส์ใหม่รวมถึงการตรวจสอบตำแหน่งการทำงาน

6. ปัญหา การแสดงผลของวงจรแสดงผลมีจังหวะที่ช้าเกินไป ไม่สามารถตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของช่วงการดึงทันตามกำหนด

แนวทางการแก้ไข ทำการปรับเปลี่ยนค่าในโปรแกรมที่วงจรประมวลผลให้มีการทำงานที่เร็วยิ่งขึ้น

7. ปัญหา แรงดันที่เอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณในช่วงสภาวะโลจิก 1 และสภาวะโลจิก 0 ไม่ได้ช่วงของระดับแรงดันที่ต้องการ

แนวทางการแก้ไข ทำการศึกษาการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณและทดลองปรับค่าแรงดันที่ V_{ref} ของวงจรให้มีแรงดันไฟตรงเท่ากับ 2.56 โวลต์

8. ปัญหา ขณะทดสอบวงจรประมวลผลเมื่อกดสวิทช์ทดสอบเกิดการรบกวนของสัญญาณไฟฟ้าตัวเลขที่วงจรแสดงผลไม่ได้จังหวะการทำงานที่ต้องการ

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

9. ปัญหา เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ไม่สามารถดึงซีลวดรถจักรยานยนต์ขาดได้

แนวทางการแก้ไข ทำการเปลี่ยนมอเตอร์เพื่อสร้างความดันให้มีค่าสูงกว่าเดิมและตรวจเช็คอุปกรณ์ระบบไฮดรอลิกส์ทุกตัว

10. ปัญหา เมื่อเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์เริ่มทำการทดสอบซีลวด โครงเครื่องเกิดการสั่นสะเทือนกับพื้นล่างเสียงดัง

แนวทางการแก้ไข ทำการใส่แผ่นยางเพื่อลดเสียงที่เกิดขึ้นขณะการทำงาน

11. ปัญหา เมื่อเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ทำการทดสอบซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ ขณะที่ซีลวดขาดออกจากกัน ซีลวดที่ขาดหลุดออกจากเป็นจับซีลวด

แนวทางการแก้ไข ทำการใส่อุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีลวดเพื่อป้องกันอันตราย

12. ปัญหา เมื่อเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ทำการดึงซีลวดในจังหวะกลับทำให้เกิดแรงดันของน้ำมันขึ้นที่เกจวัดความดันของระบบดึงซีลวด ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ต้องการแสดงผล

แนวทางการแก้ไข หลังจากทำการดึงซีลวดในช่วงจังหวะกลับไปที่ตำแหน่งตั้งค่า ให้ทำการคลายค่าความดันของระบบโดยการเคลื่อนที่ย้อนกลับไปทางตำแหน่งทดสอบในระยะทางที่สั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารส่วนบุคคลสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ประมาณ 3-5 มิลลิเมตร
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนา

เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีเมนต์ล้อยกรจักรยานยนต์ นอกจากการทำงานที่ได้ตามขีดความสามารถที่กำหนดแล้ว ยังสามารถที่จะเพิ่มขีดความสามารถของระบบออกไปอีกให้สูงขึ้นกว่าเดิมได้ ดังต่อไปนี้

1. พัฒนาโครงสร้างเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีเมนต์ล้อยกรจักรยานยนต์ให้มีขนาดที่เล็กลง
2. พัฒนาช่วงกำลังการดึงให้สูงขึ้นและมีความเร็วในการตรวจสอบสูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถลดเวลาที่ตรวจสอบให้น้อยลง
3. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำงานได้กว้างขึ้น เช่น หน่วยของการวัดมีความหลากหลาย และสามารถบันทึกข้อมูลการตรวจสอบก่อนหน้าได้ เป็นต้น
4. พัฒนารูปแบบการแสดงผลที่หน้าจอแผงควบคุมให้มีรูปแบบที่สวยงาม และอ่านง่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

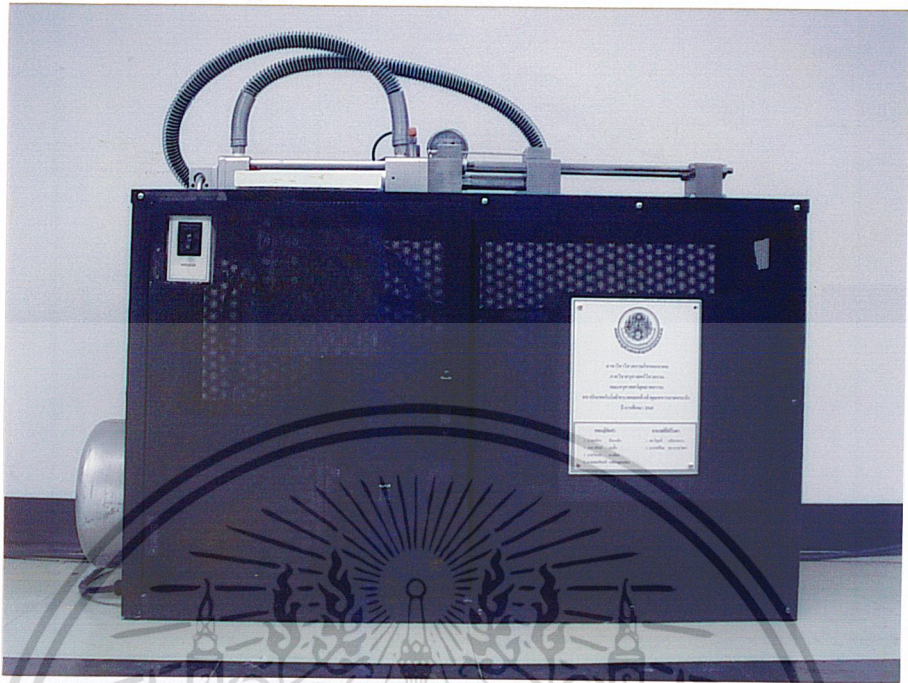
บรรณานุกรม

- ณรงค์ ตันชีวะวงศ์,นิเวตติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น.พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัชวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟลช. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์เมนท์.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.). THAILAND INSTITUTE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH (TISTR). [Online]. Available : <http://www.tistr.or.th>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซีล้อรรถจักรยานยนต์. มอก.๓๒๔-๒๕๒๒. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม :2523
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า. มอก.๒๔๔ เล่มที่7. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม. 2525
- อุดม จีนประดับ.ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพฯ :สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



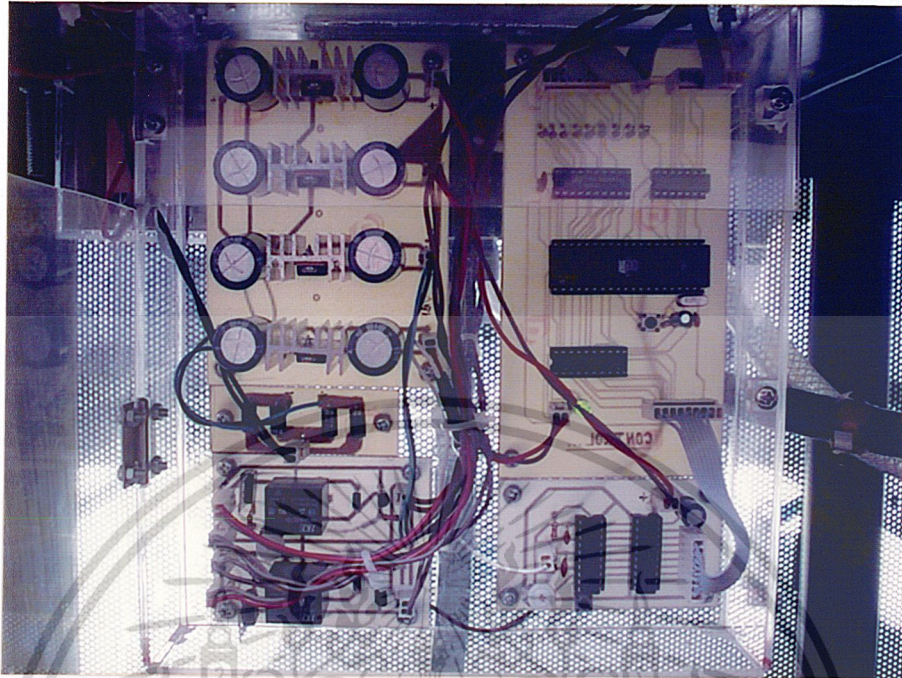
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์



รูปที่ ก.2 ภาพด้านหลังของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขนาดของซีลวดล้อรถจักรยานยนต์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

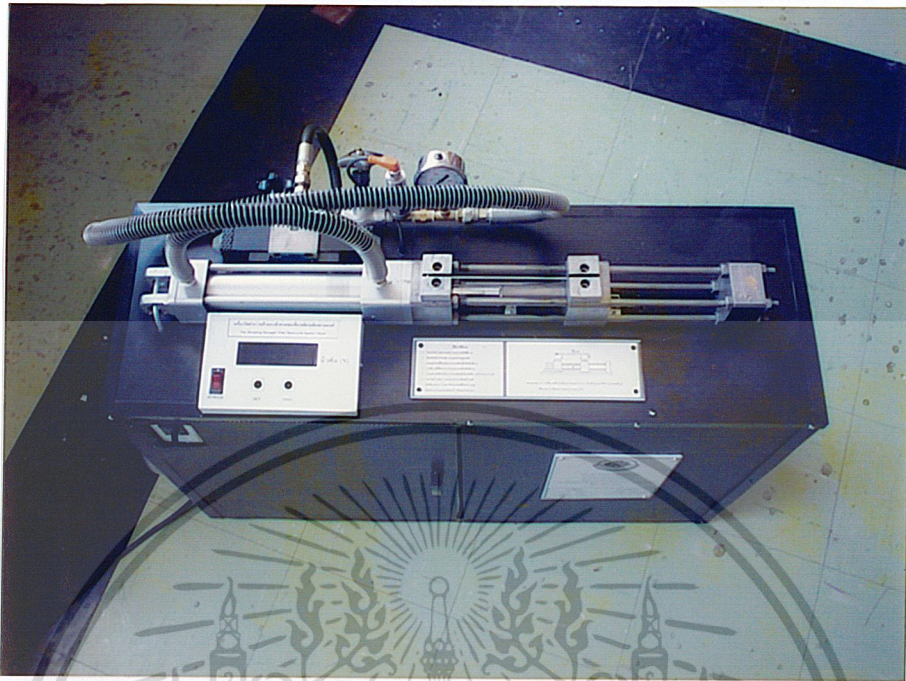


รูปที่ ก.3 ภาพวงจรรวมของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์

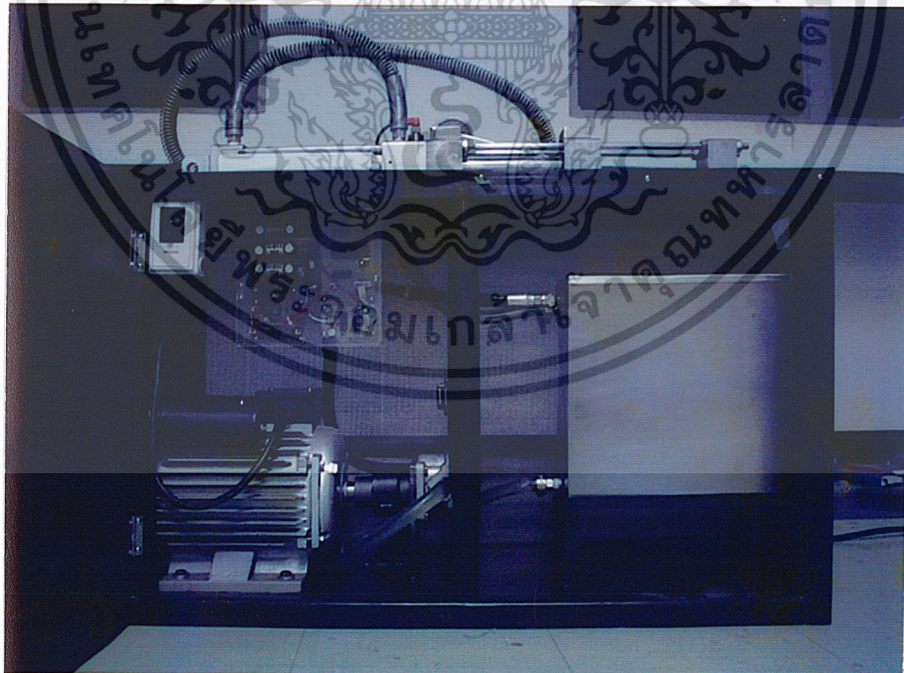


รูปที่ ก.4 ภาพแผงหน้าจอบควบคุมและแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 ภาพด้านบนของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวอเตอร์จักรยานยนต์

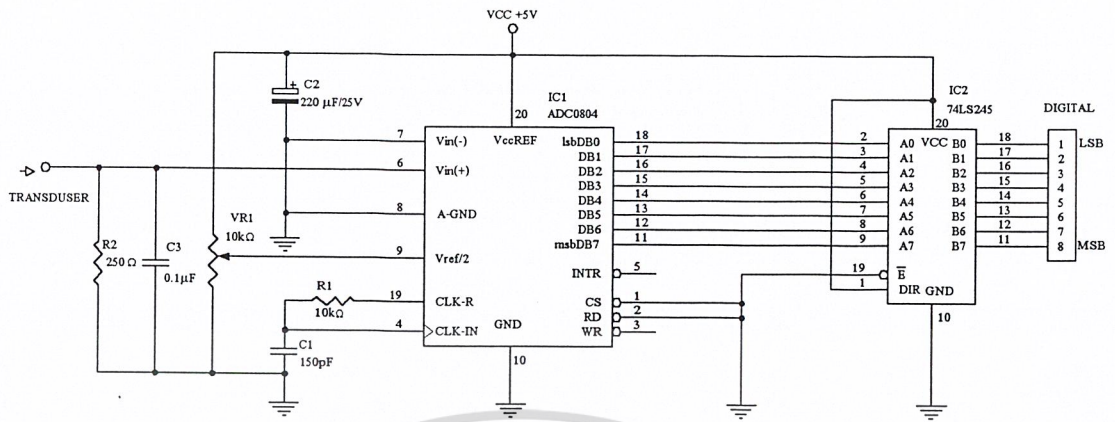


รูปที่ ก.6 ภาพภายในของเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซีลวอเตอร์จักรยานยนต์
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

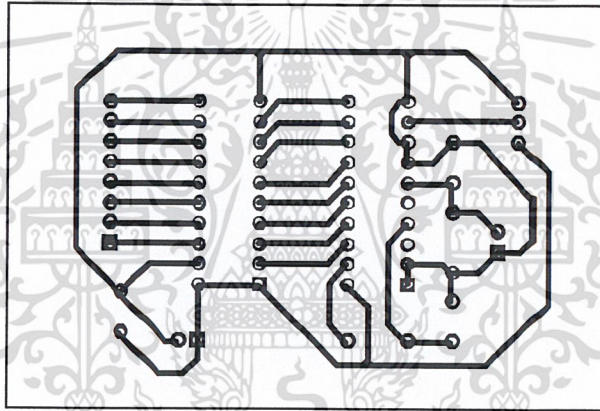


ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

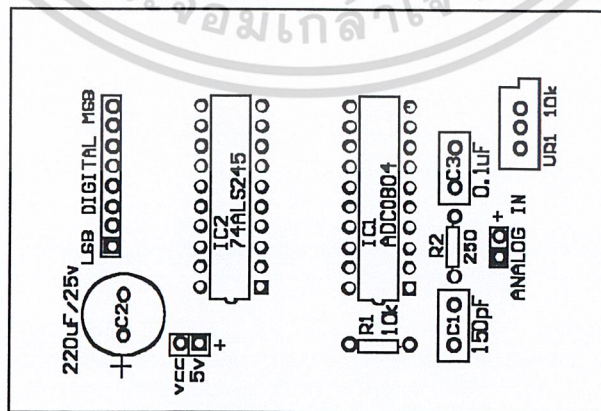
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรแปลงสัญญาณ

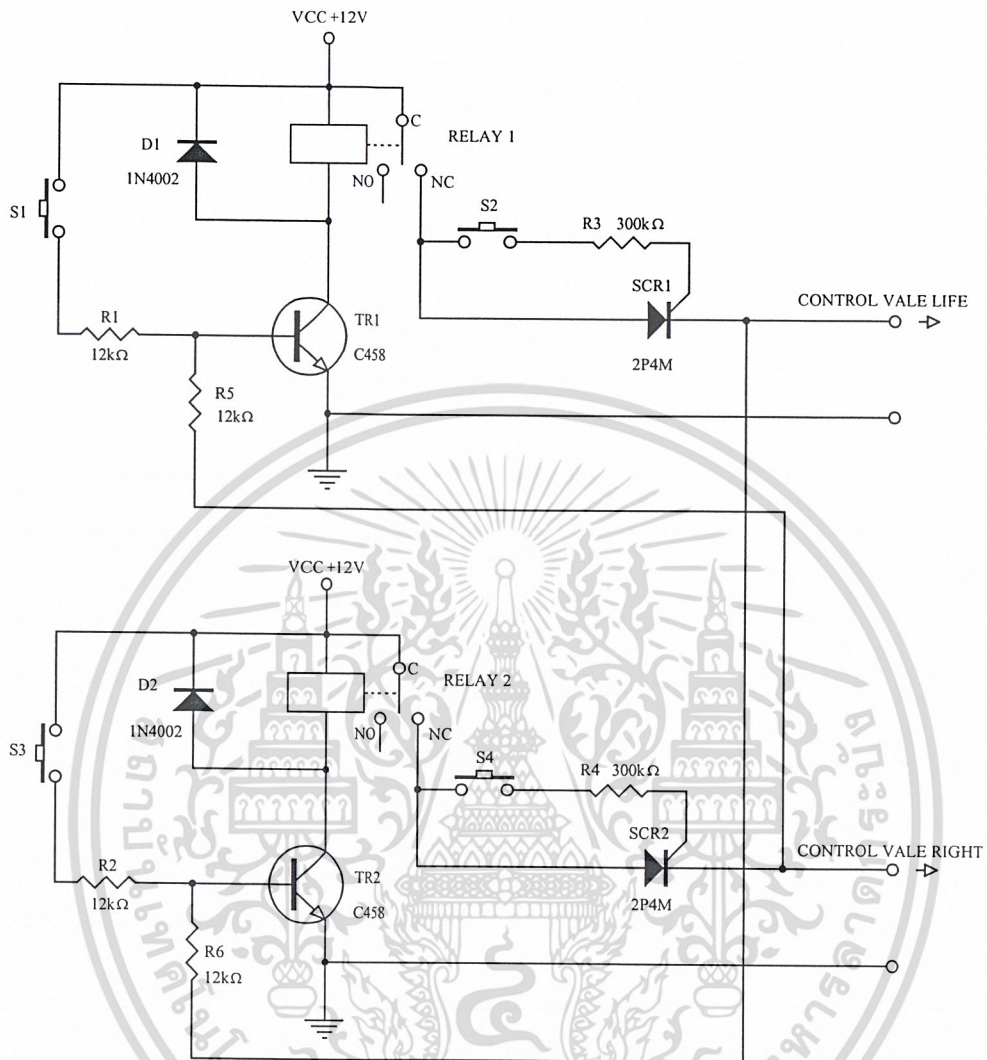


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแปลงสัญญาณ



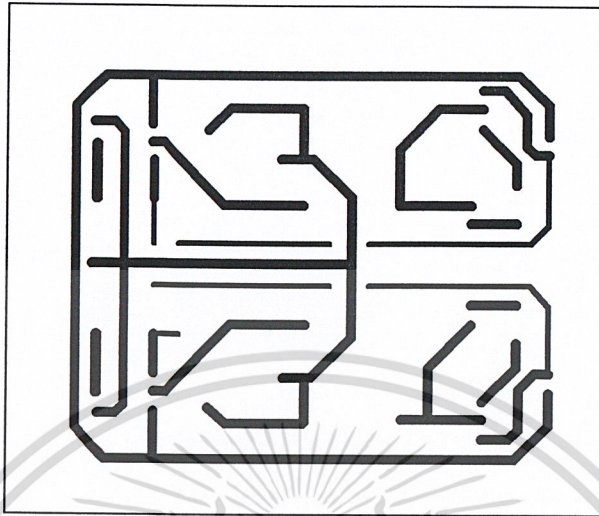
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น การนำออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ของวงจรแปลงสัญญาณ

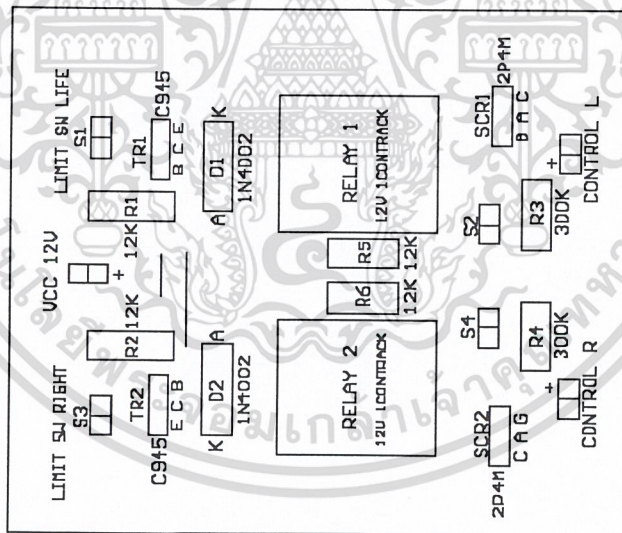


รูปที่ ข.4 วงจรจำกัดการกดสวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

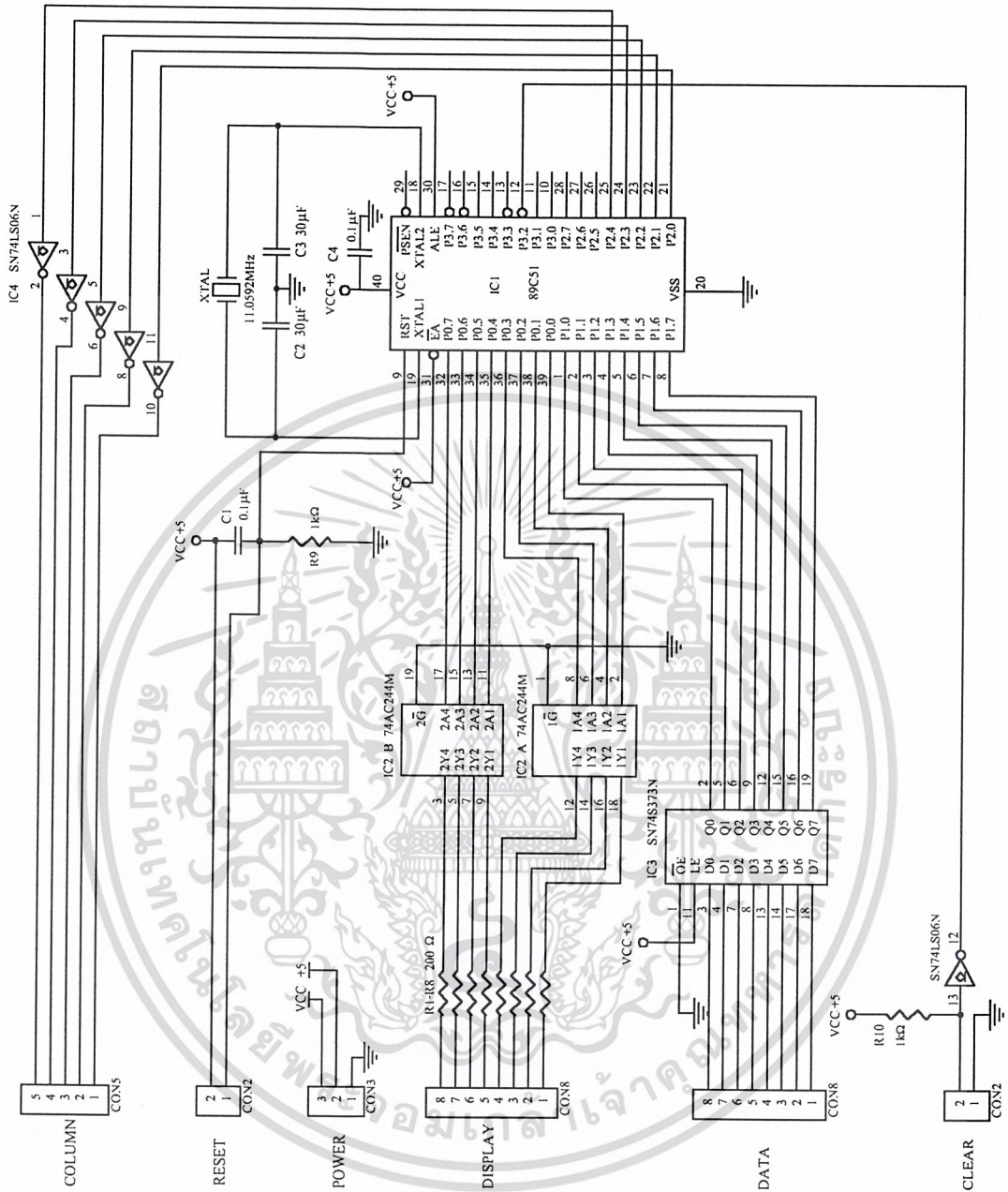


รูปที่ ข.5 แผงวงจรพิมพ์ของวงจรจำกัดการกดสวิทช์



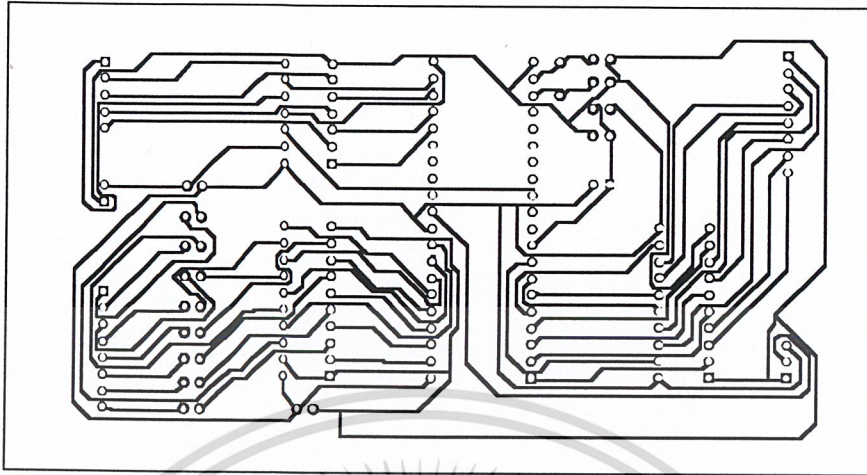
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ของวงจรจำกัดการกดสวิทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

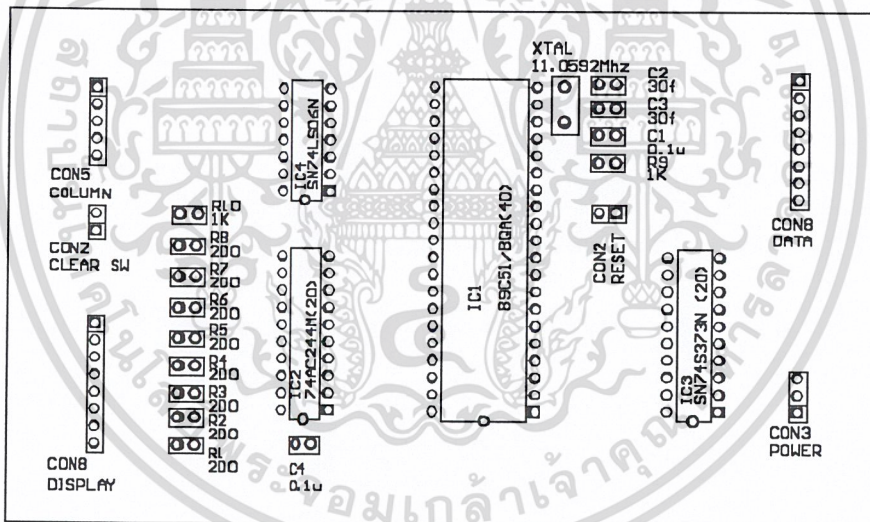


รูปที่ ข.7 วงจรประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

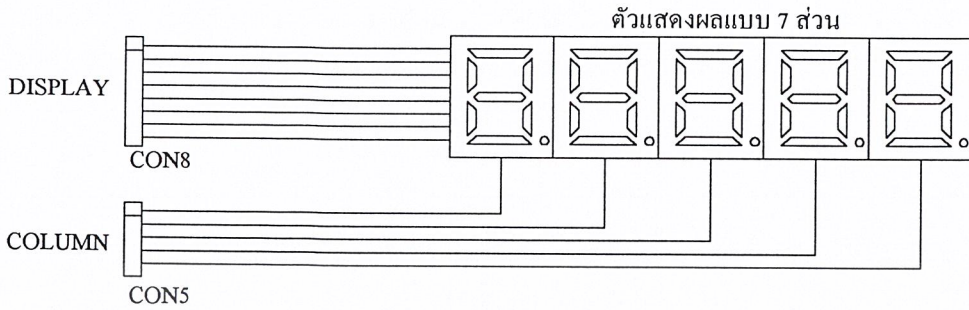


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรประมวลผล

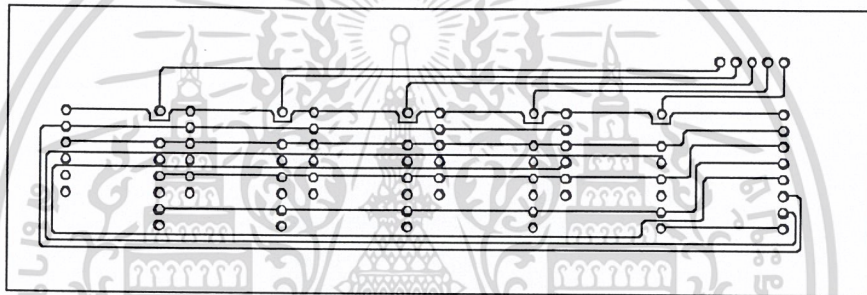


รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์ของวงจรประมวลผล

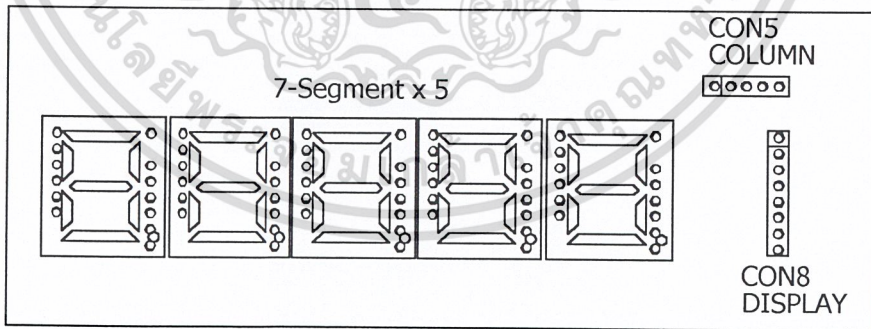
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.10 วงจรแสดงผล

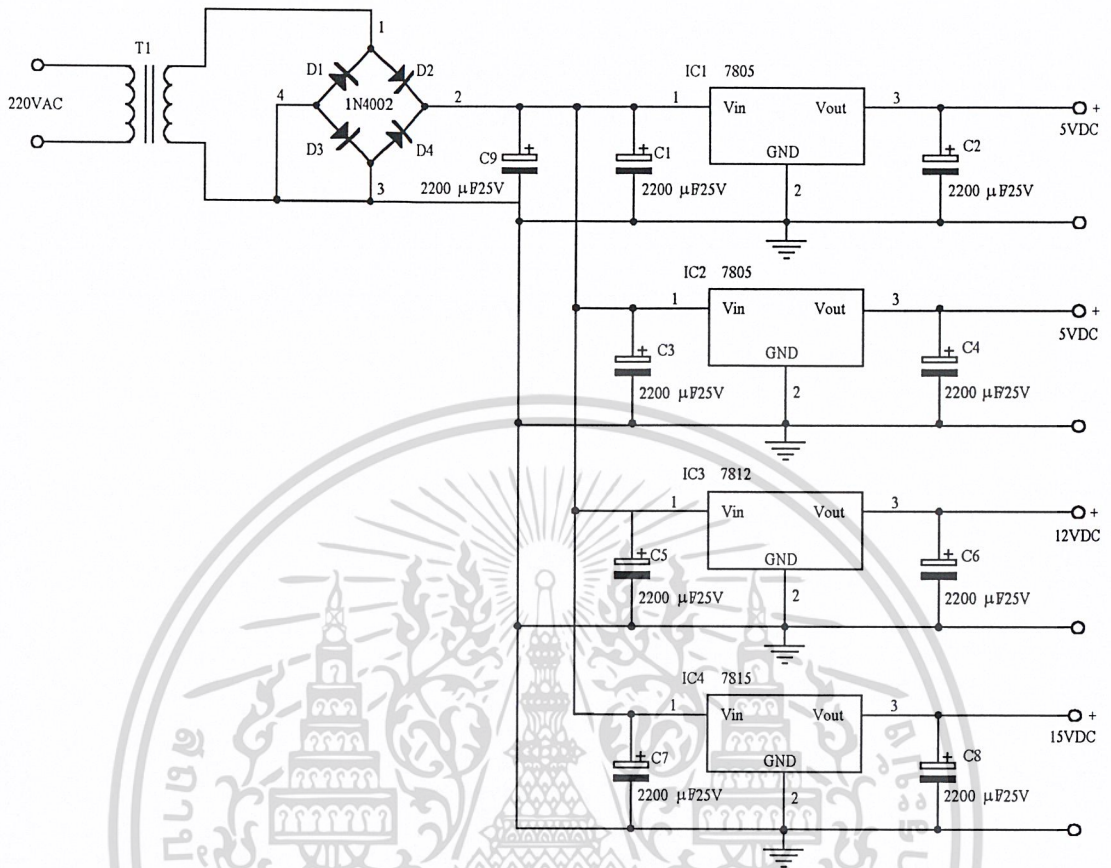


รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผล

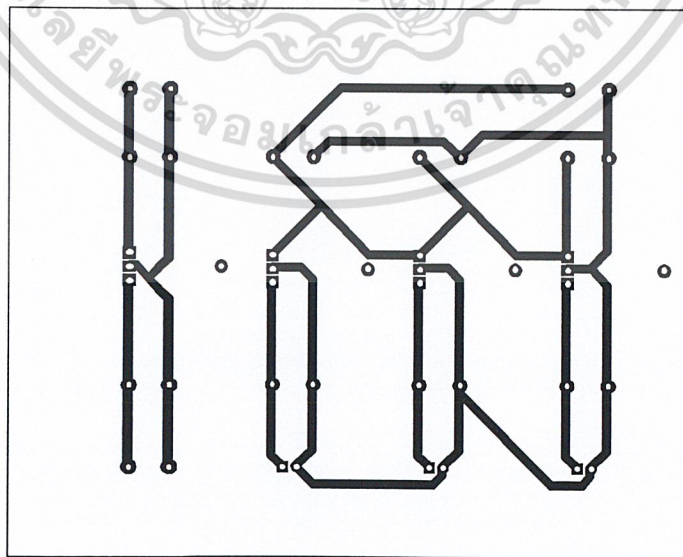


รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล

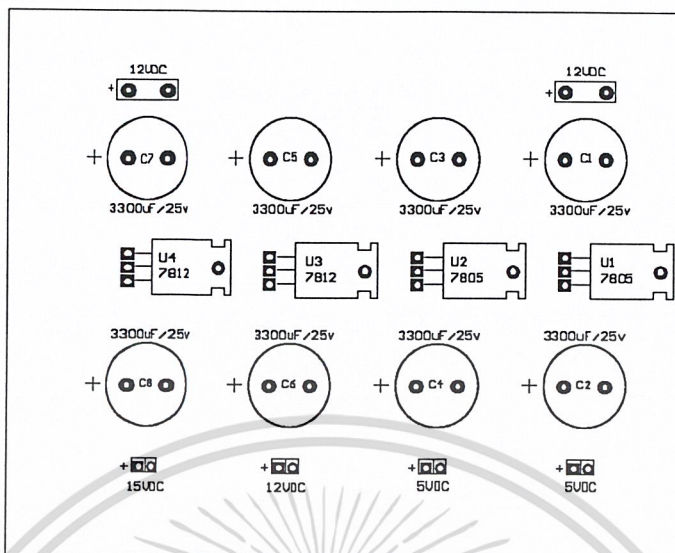
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.13 วงจรจ่ายไฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของชุดคั้งชี้ลวด

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์ระบบไฮดรอลิกส์		
กระบอกสูบไฮดรอลิกส์	สโตก 200 mm เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm	1 ตัว
วาล์วควบคุมอัตราการไหล		1 ตัว
วาล์วนิรภัย		1 ตัว
วาล์วควบคุมทิศทาง	แบบโซลินอยด์วาล์ว	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
ทรานส์ดิวเซอร์	PA-100SBR14-A-ZVG/US PA3022	1 ตัว
ซี็อกเก็ตทรานส์ดิวเซอร์	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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรแสดงผล

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

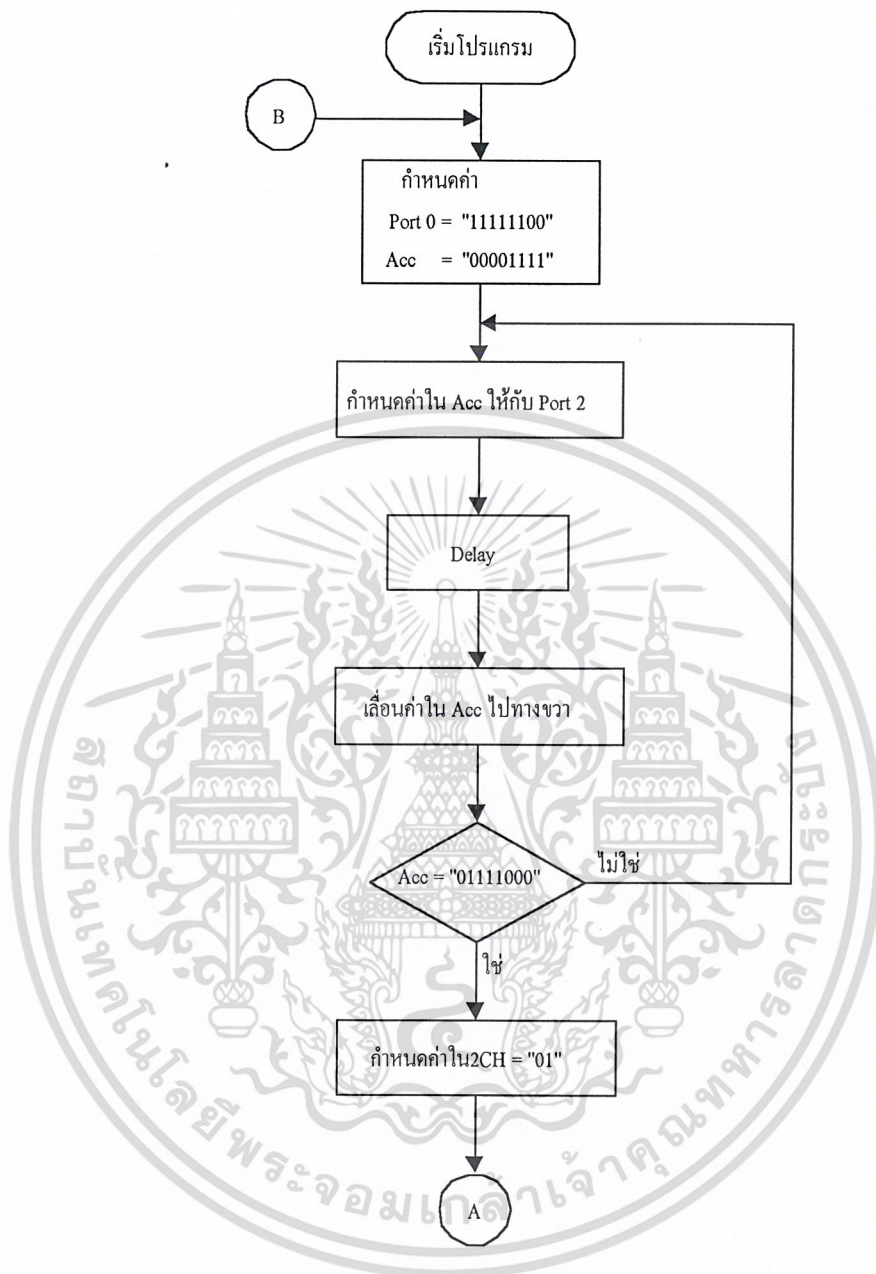
ตารางที่ ค.6 รายการอุปกรณ์ของวงจรจ่ายไฟ

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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

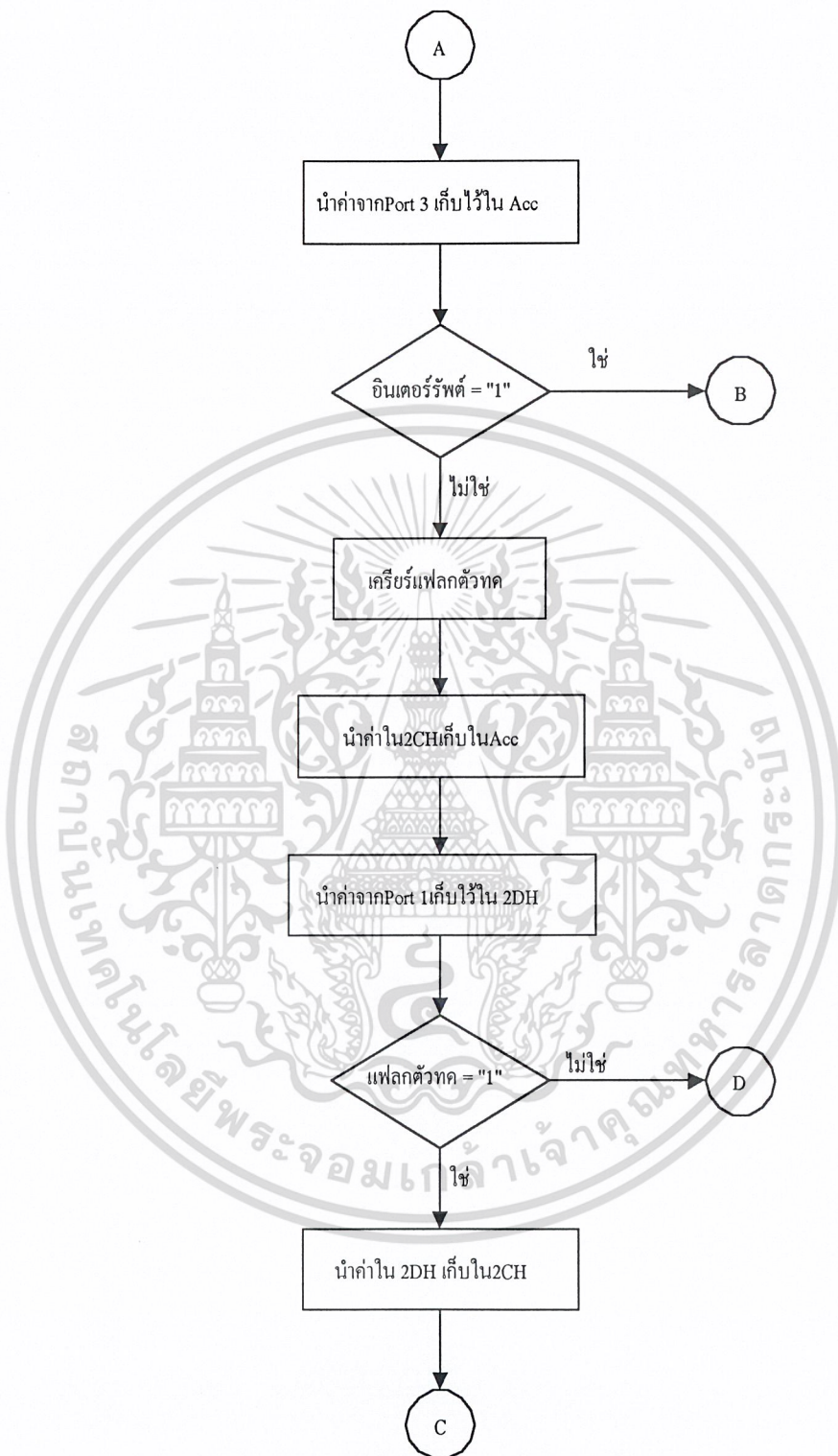


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



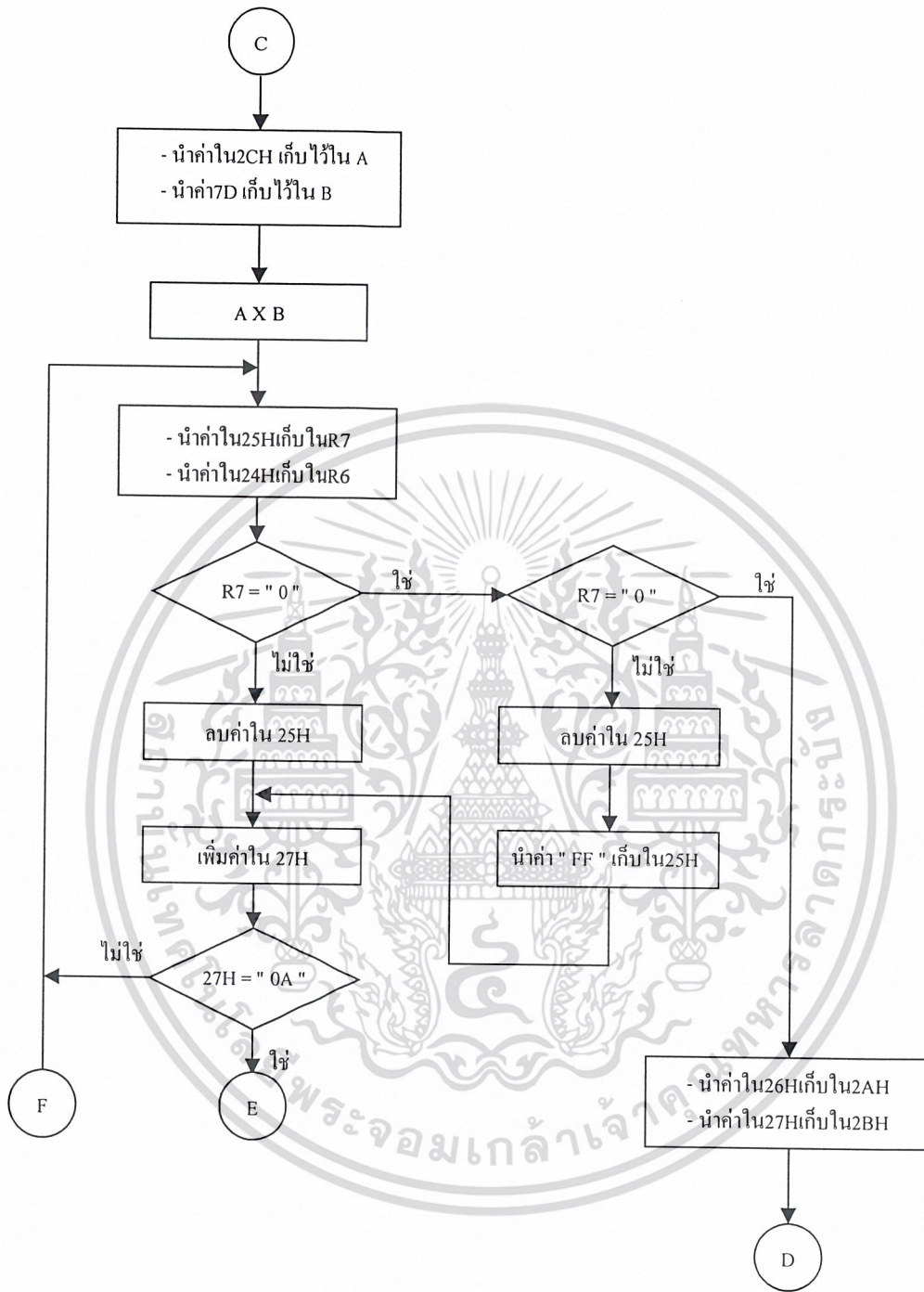
รูปที่ ง.1 ฟังงาน โปรแกรมลบข้อมูลที่หน้าจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



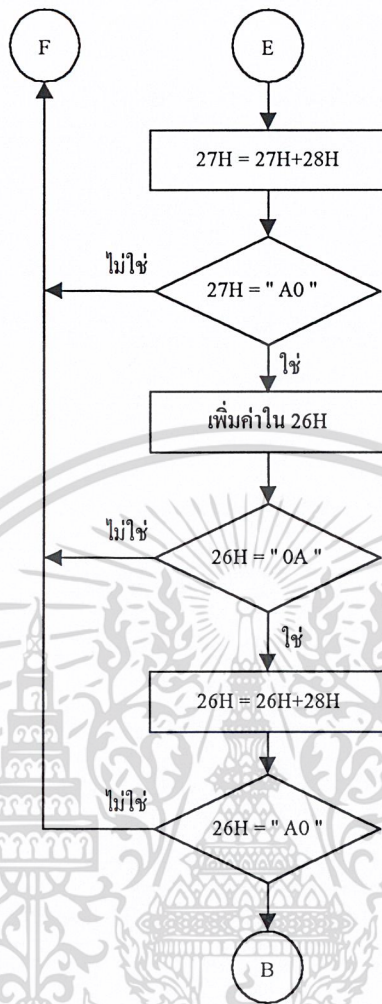
รูปที่ ง.2 ฟังงาน โปรแกรมตรวจสอบการกดสวิทช์ลบข้อมูลและเปรียบเทียบข้อมูลทางอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

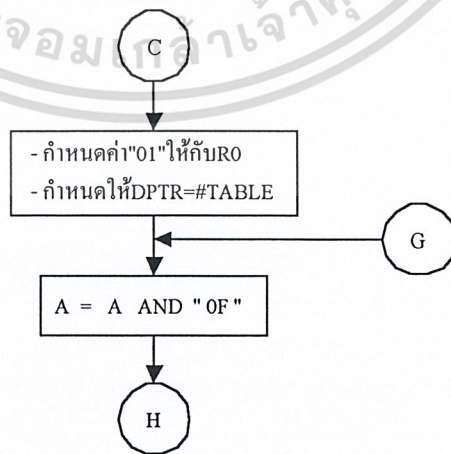


รูปที่ 3.3 ฟังงาน โปรแกรมแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

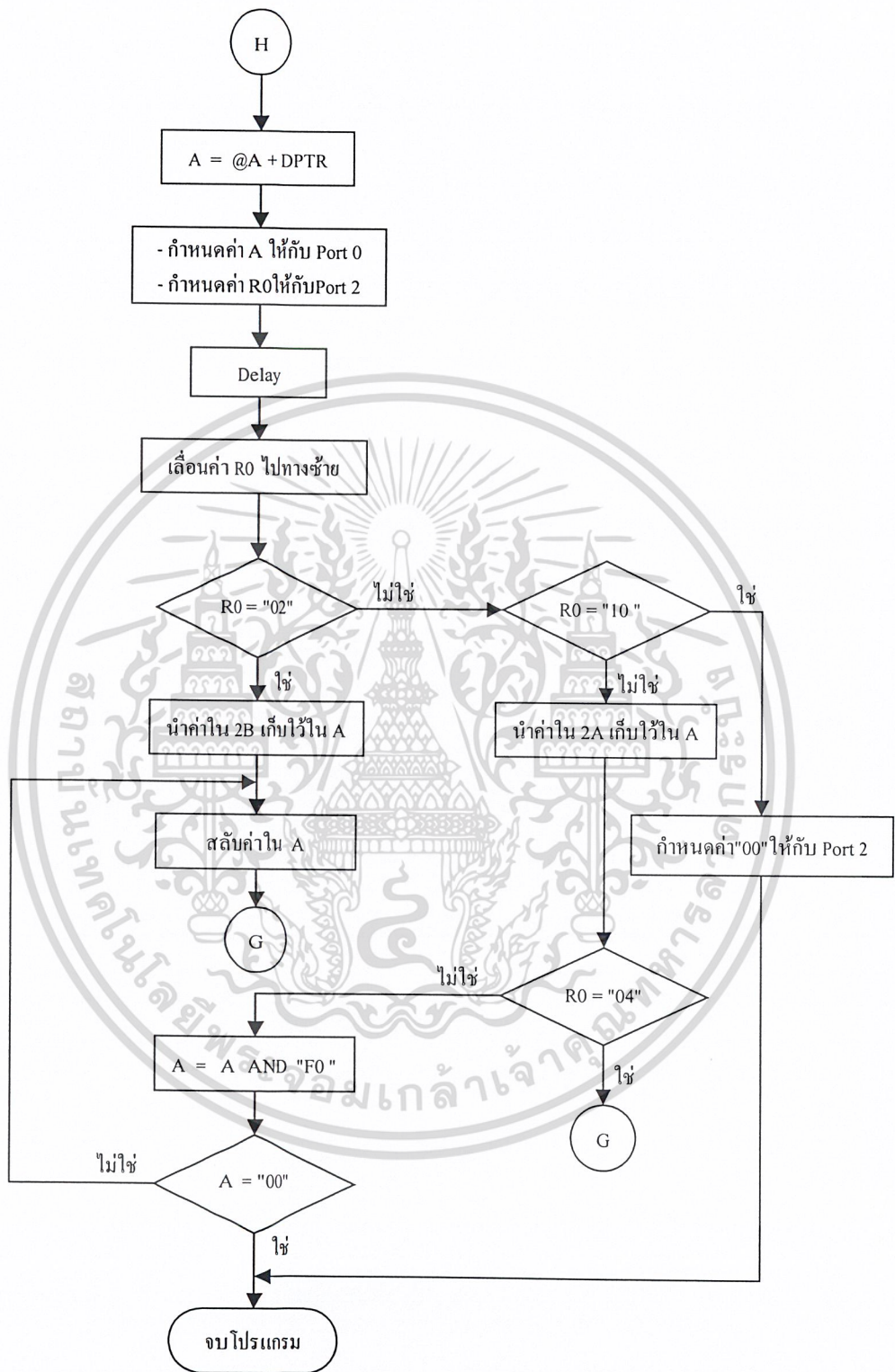


รูปที่ ง.3 (ต่อ) ผังงานโปรแกรมแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ



รูปที่ ง.4 ผังงานโปรแกรมแปลงข้อมูลเพื่อแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาระดับปริญญาโทไปจนถึงอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาระดับปริญญาเอกเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.4 (ต่อ) ผังงาน โปรแกรมแปลงข้อมูลเพื่อแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
ผลการทดสอบแรงดึงขาดซีลวดล้อรถจักรยานยนต์โดย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

คำขอบริการที่ : 422/46

วันที่ : 11 มีนาคม 2546

วันที่ขอบริการ : 11 มีนาคม 2546

หน้า : 1 / 2

รายงานผลการวิเคราะห์ / ทดสอบ

ให้แก่

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถ. ลาดกระบัง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

การทดสอบ/วิเคราะห์/ประเมินผล : ซึลวดลัดอรรถกรยานยนต์

วิธีทดสอบ/วิเคราะห์/ประเมินผล : ทดสอบแรงดึงสามคู่มือเครื่อง Universal Testing Machine RSA 250

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์/ประเมินผล : -

รายละเอียดผลการวิเคราะห์ตามเอกสารแนบ

ผู้ทดสอบ/วิเคราะห์/ประเมินผล

ผู้รับรอง

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



(นายประทีป อังคะเนตร)

รักษาการแทนในตำแหน่ง

ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

ผู้ตรวจสอบ

.....

(นายสมคม เทพ มีละเสม)

รักษาการแทนหัวหน้าห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณสมบัติวัสดุ

รายงานนี้ประกอบด้วย 2 หน้า

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

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

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สำนักงานใหญ่

196 ทศบาลใหม่ จตุจักร กรุงเทพฯ 10600

โทร. (0-26) 5555111-20, 5555111, 5555112, 5555113

โทรสาร (0-26) 5555114, 5555115

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

ภาคในเขต กอ.ลพ. กอ.ลพ. ปทุมธานี 12120

โทร. (0-26) 5555111-20

โทรสาร (0-26) 5555114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วท.

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (ศพว.)
ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุ

เลขที่คำขอบริการ : 422/46

วันที่ : 11 มีนาคม 2546

รายงาน

หน่วยงาน : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หน้า : 2 / 2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มอบหมายให้ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (ศพว.), สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ทำการทดสอบแรงดึงของชิ้นงาน ซีลวดถักรถจักรยานยนต์

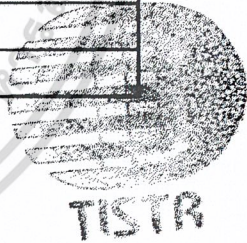
ผลการทดสอบดังนี้

วันที่ทำการทดสอบ : 11 มีนาคม 2546

อุณหภูมิขณะทดสอบ : 26 °C

ผลการทดสอบแรงดึงของ
ซีลวดถักรถจักรยานยนต์

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

สถาบันวิจัย วัสดุและเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สำนักงานใหญ่

1% ถนนโตริน จตุจักร กรุงเทพฯ 10600

โทร (๖๖๒) ๕๗๖๑๒๑-๓๐, ๕๗๕๕๕๑-๕, ๕๗๕๐๕๐, ๕๗๕๖๖๓

โทรสาร (๖๖๒) ๕๖๕๗๗๑, ๕๗๕๕๕๓๑

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

เทคโนโลยี คลังท่า กอองหวง ปทุมธานี ๑๒๑๒๐

โทร (๖๖๒) ๕๗๕๑๕๑-๖

โทรสาร (๖๖๒) ๕๗๗๕๖๐-๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



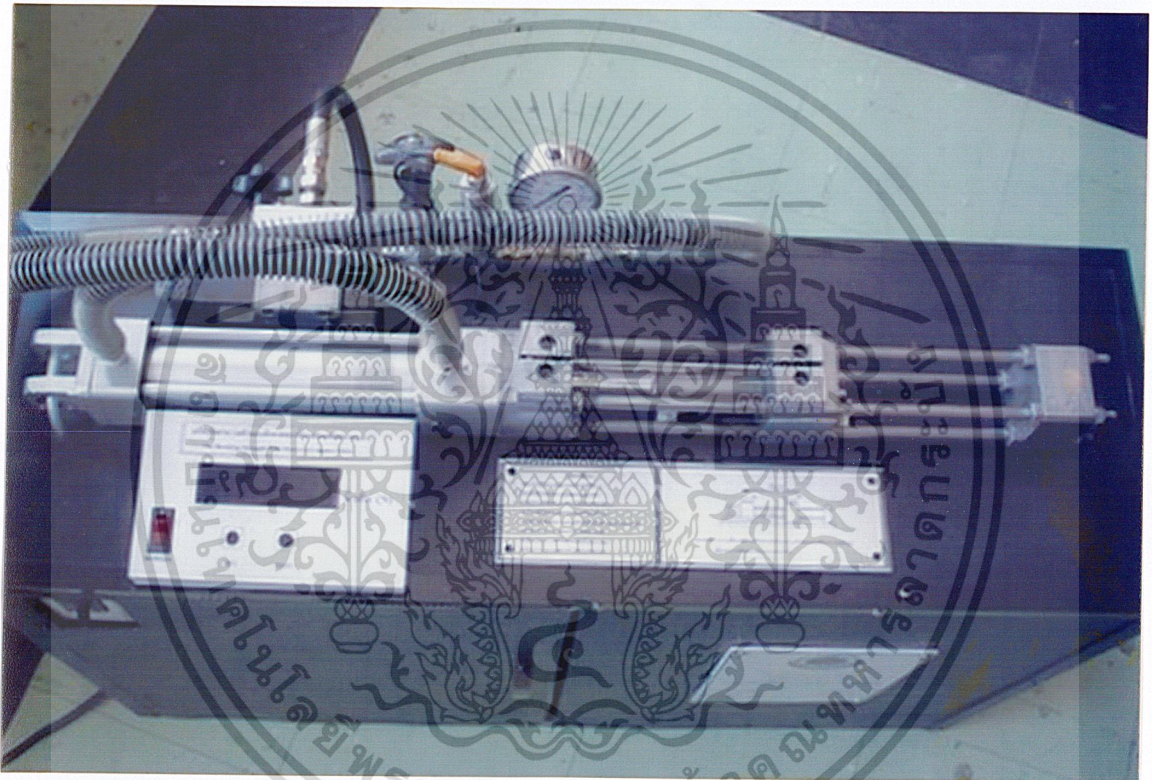
ภาคผนวก ฉ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

เครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชีลวดล้อรถจักรยานยนต์



สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

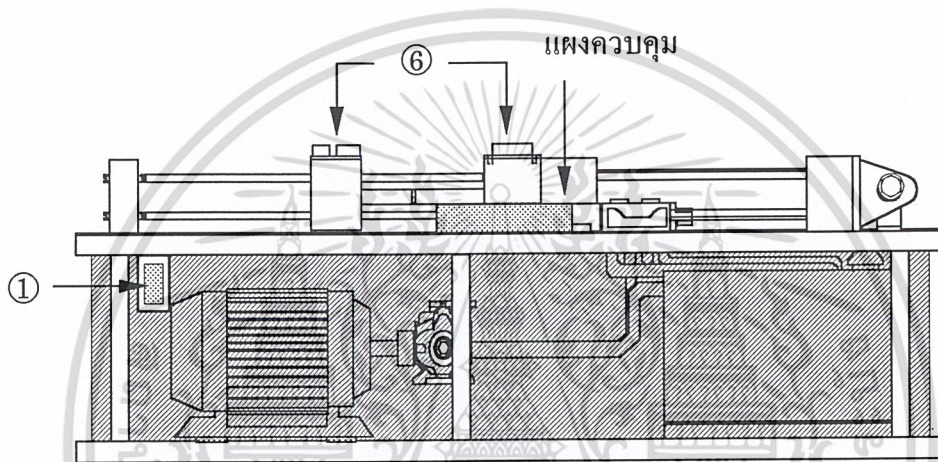
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **ปีการศึกษา 2545** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

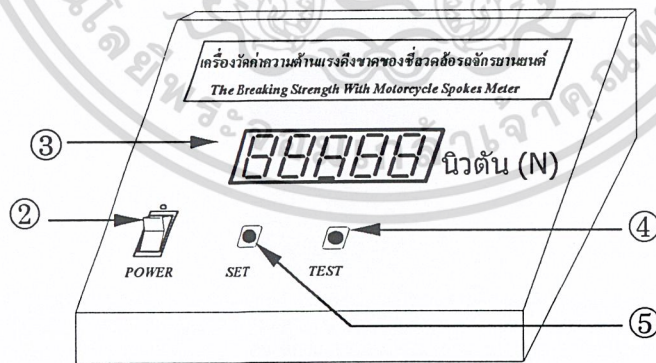
1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนลงมือใช้งานเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์ ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อให้ผลของการวัดมีความถูกต้องและเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของซี่ล้อรถจักรยานยนต์

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ ๑.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมตัวเครื่องทั้งหมด



รูปที่ ๑.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

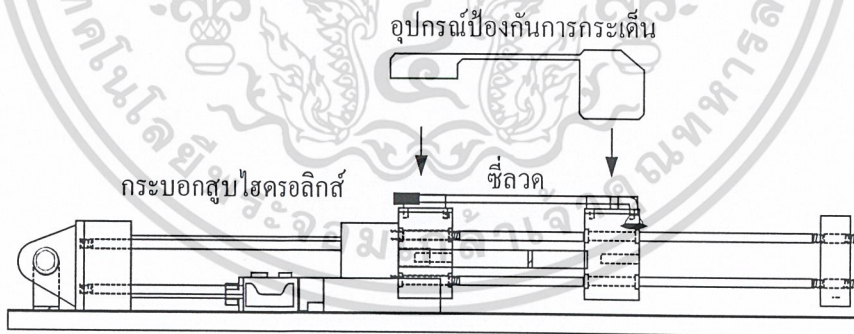
จากรูปที่ ฉ.1 และรูปที่ ฉ.2 มีรายละเอียดดังนี้

- ① สวิตช์เบรกเกอร์ (BREAKER) ของระบบดิ่งซีลวด
- ② สวิตช์กำลัง (POWER) ของแผงควบคุมการทำงาน
- ③ จอแสดงผลค่าความต้านแรงดิ่งขาด หน่วยเป็นนิวตัน
- ④ สวิตช์ทดสอบ (TEST) ทำการทดสอบซีลวดล้อรถจักรยานยนต์
- ⑤ สวิตช์ตั้งค่า (SET) เตรียมพร้อมก่อนการทดสอบซีลวดล้อรถจักรยานยนต์
- ⑥ เป็นดิ่งซีลวดล้อรถจักรยานยนต์

3. การติดตั้งและใช้งาน

การติดตั้งและการใช้งานมีดังนี้ คือ

- 3.1 การติดตั้งควรเลือกสถานที่แห้ง ไม่ชื้นหรือร้อนจนเกินไป มีอากาศถ่ายเทสะดวก
- 3.2 ทำการโยกสวิตช์เบรกเกอร์ ① ที่ด้านหน้าของตัวเครื่อง
- 3.3 หลังจากนั้นทำการเปิดการทำงานที่จอแสดงผลโดยกดสวิตช์กำลัง ② ที่แผงควบคุม
- 3.4 ก่อนวางซีลวด ถอดอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นที่เป็นดิ่งซีลวด ⑥
- 3.5 นำซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ที่ต้องการทดสอบวางบนแป้นดิ่งซีลวดในตำแหน่งที่พอเหมาะ กับช่องซีลวด



รูปที่ ฉ.3 การวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็น

- 3.6 เมื่อวางซีลวดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นของซีลวด กลับเข้าตำแหน่งเดิมดังรูป ฉ.3
- 3.7 เมื่อวางอุปกรณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการกดสวิตช์ทดสอบ ④ เครื่องจะทำการดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารซีลวดล้อรถจักรยานยนต์ที่นำมาทดสอบเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.8 เมื่อชี้วัดล้อรถจักรยานยนต์ขาดเป็นที่เรียบร้อย ระบบจะหยุดทำงานให้ทำการอ่านค่าที่จอแสดงผล ซึ่งค่าที่แสดงผลจะถือเป็นค่าสูงสุดที่กระทำกับชี้วัดล้อรถจักรยานยนต์แล้วขาดมีหน่วยเป็นนิวตัน
- 3.9 เมื่ออ่านค่าเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการนำชี้วัดล้อรถจักรยานยนต์ที่ขาดออกจากเป็นดิ่งชี้วัด
- 3.10 ถ้าต้องการทดสอบอีกครั้งให้ทำการกดสวิทช์ตั้งค่า ⑤ เพื่อเข้าสู่การเตรียมการทดสอบครั้งต่อไป

4. การแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องวัดค่าความต้านแรงดึงขาดของชี้วัดล้อรถจักรยานยนต์ ท่านสามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
จอแสดงผลดับสนิท	ตรวจสอบข้อต่อสายไฟ, ฟิวส์, ไม่ได้เปิดสวิทช์หน้าเครื่อง
มีเสียงผิดปกติในการดิ่งชี้วัด	ตรวจสอบว่าล้อควบคุมการไหล, น้ำมันในถัง
ความเร็วในการดิ่งสูง, ความเร็วในการดิ่งช้า	ตรวจสอบการปรับวาล์วควบคุมการไหล
ไม่สามารถดิ่งชี้วัดได้	ตรวจสอบการปรับวาล์วนิรภัย หากปรับต่ำไปแรงดันก็จะสูญเสียไปที่วาล์วนิรภัย ผลคือมีน้ำมัน ไหลกลับย้อนลงถึง
น้ำมันซึม, รั่วที่รอยต่อ	ขันยึดให้แน่นขึ้นหรือถอดออกมาพันด้วยเทปพันเกลียวใหม่อีกครั้ง แล้วติดตั้งเข้าที่เดิม

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ก่อนเริ่มการตรวจสอบควรเดินเครื่องระบบให้น้ำมันไหล เพื่อเป็นการไล่อากาศที่ตกค้างให้ออกไป
- ควรทำความสะอาดแท่นดิ่งชี้วัดและระบบเครื่องหลังใช้งานเสร็จ เพื่อความสะดวกในการใช้งานครั้งต่อไป
- น้ำมันของระบบไม่ควรต่ำจนเกินไป เพราะอาจทำให้ระบบทำงานไม่เต็มศักยภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อไม่ใช้งาน ควรใช้ผ้าหรือพลาสติกคลุมที่ตัวเครื่องเพื่อป้องกันฝุ่นละอองเข้าไปภายใน

5.2 ข้อควรระวัง

- ควรตรวจสอบน้ำมันในถังน้ำมันทุก 1 เดือน หากมีสิ่งสกปรกตกค้างในน้ำมัน อาจเกิดอันตรายต่อระบบภายในได้
- การตรวจสอบซึ่งตัวคัลเลอร์จักรยานยนต์แต่ละครั้งควรวางอุปกรณ์ป้องกันการกระเด็นเพื่อป้องกันอันตรายจากการตรวจสอบของผู้ใช้งาน
- ไม่ควรวางแท่นเครื่องในบริเวณที่ใกล้น้ำหรือน้ำมัน และควรวางในพื้นที่ที่มีความแข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักของตัวเครื่องได้เป็นอย่างดี

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
หน่วยของการวัด	แสดงรายละเอียดเป็นนิวตัน
ส่วนแสดงผล	จอแสดงผลแบบแอลอีดี 7 ส่วน จำนวน 5 หลัก ความสูง 1 นิ้ว
ความสูง	60 เซนติเมตร
ความกว้าง	95 เซนติเมตร
น้ำมันภายในระบบ	น้ำมันไฮดรอลิกส์ 10 ลิตร เกรด 20
มอเตอร์	1450 รอบ / 3 แรง
ความผิดพลาด	± 5 %
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิร์ตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 INS8060A 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.

- 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

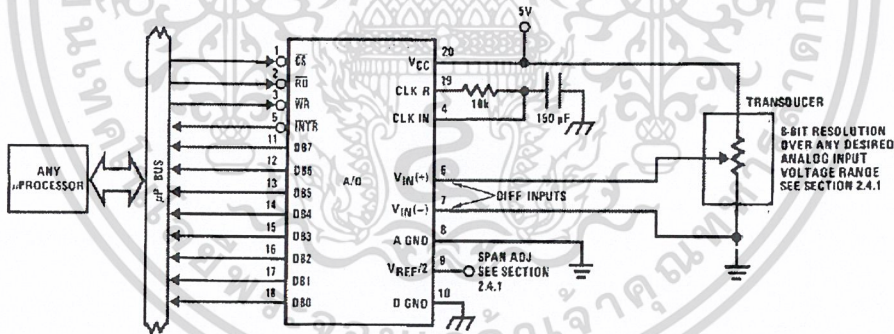
Features

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

Key Specifications

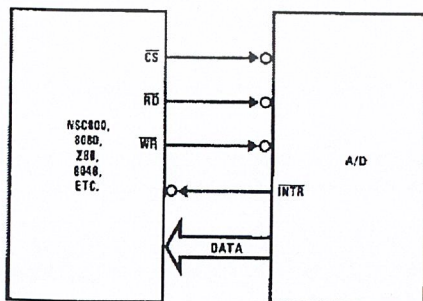
- Resolution 8 bits
- Total error $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time 100 μ s

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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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
All Other Input and Outputs	-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)	260°C
Dual-In-Line Package (plastic)	300°C
Dual-In-Line Package (ceramic)	
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		$k\Omega$ $k\Omega$
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	\overline{INTR} tied to \overline{WR} with $CS = 0 V_{DC}$, $f_{CLK} = 640$ kHz	8770		9708	conv/s
$t_{W(WR)L}$	Width of \overline{WR} Input (Start Pulse Width)	$\overline{CS} = 0 V_{DC}$ (Note 7)	100			ns
t_{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of \overline{RD} to Output Data Valid)	$C_L = 100$ pF		135	200	ns
t_{1H}, t_{0H}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of \overline{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 \overline{WR} or \overline{RD} to Reset of \overline{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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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		mA_{DC}
I_{SINK}		V_{OUT} Short to V_{CC} , $T_A = 25^\circ C$	9.0	16		mA_{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).

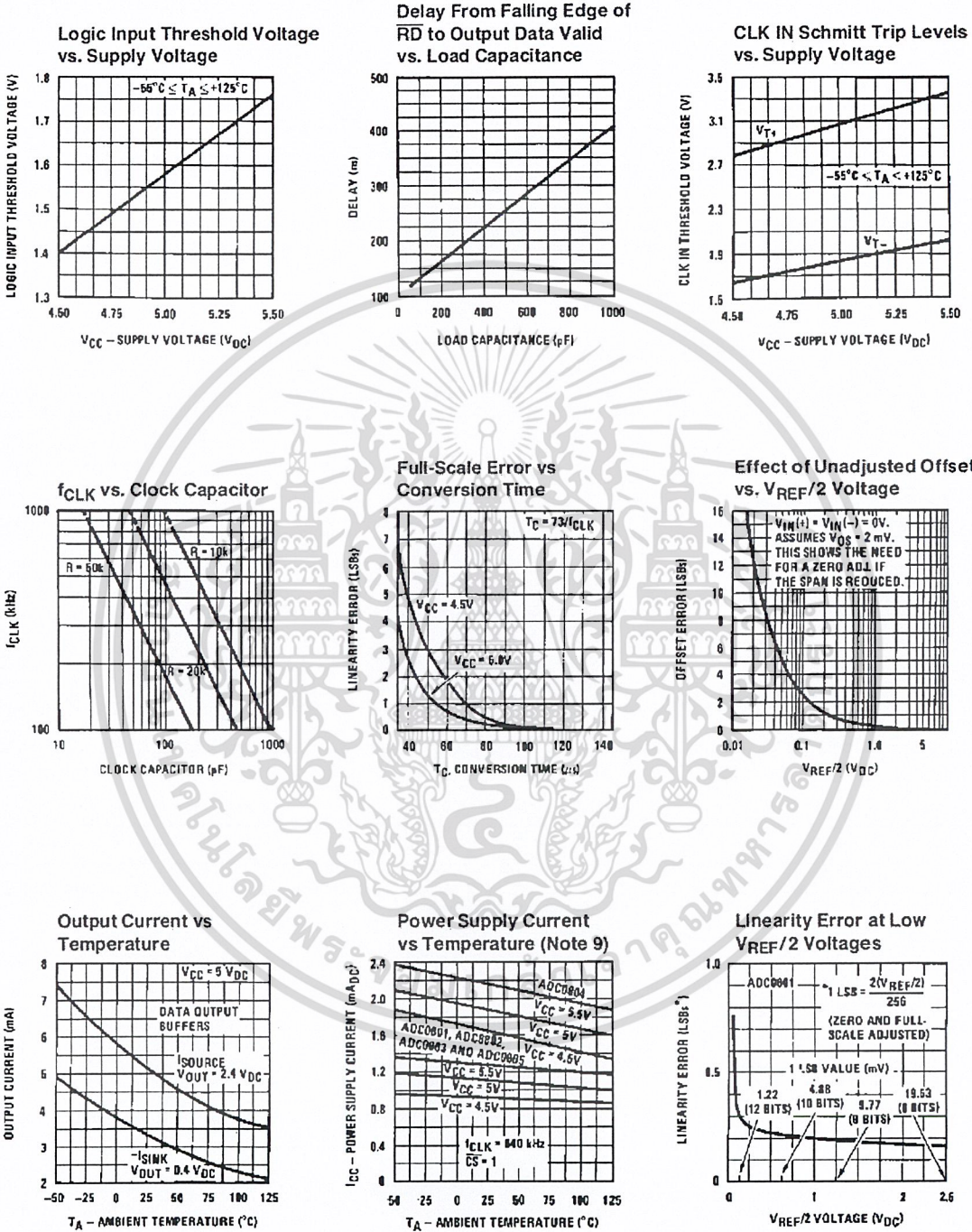
Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust (see section 2.5.1). To obtain zero code at other analog input voltages see section 2.5 and Figure 5.

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.

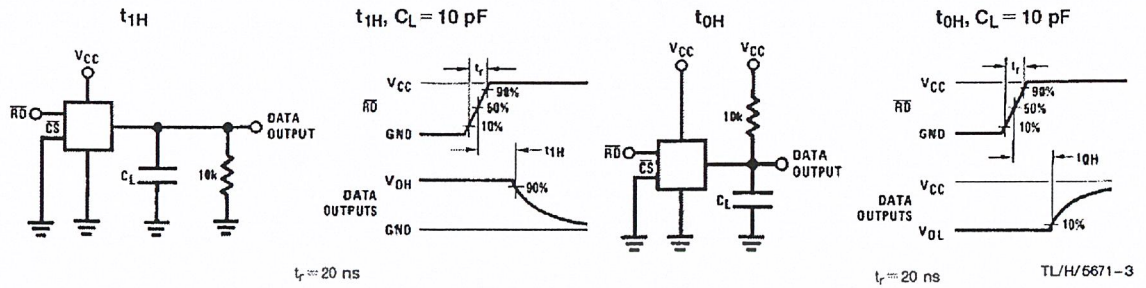
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

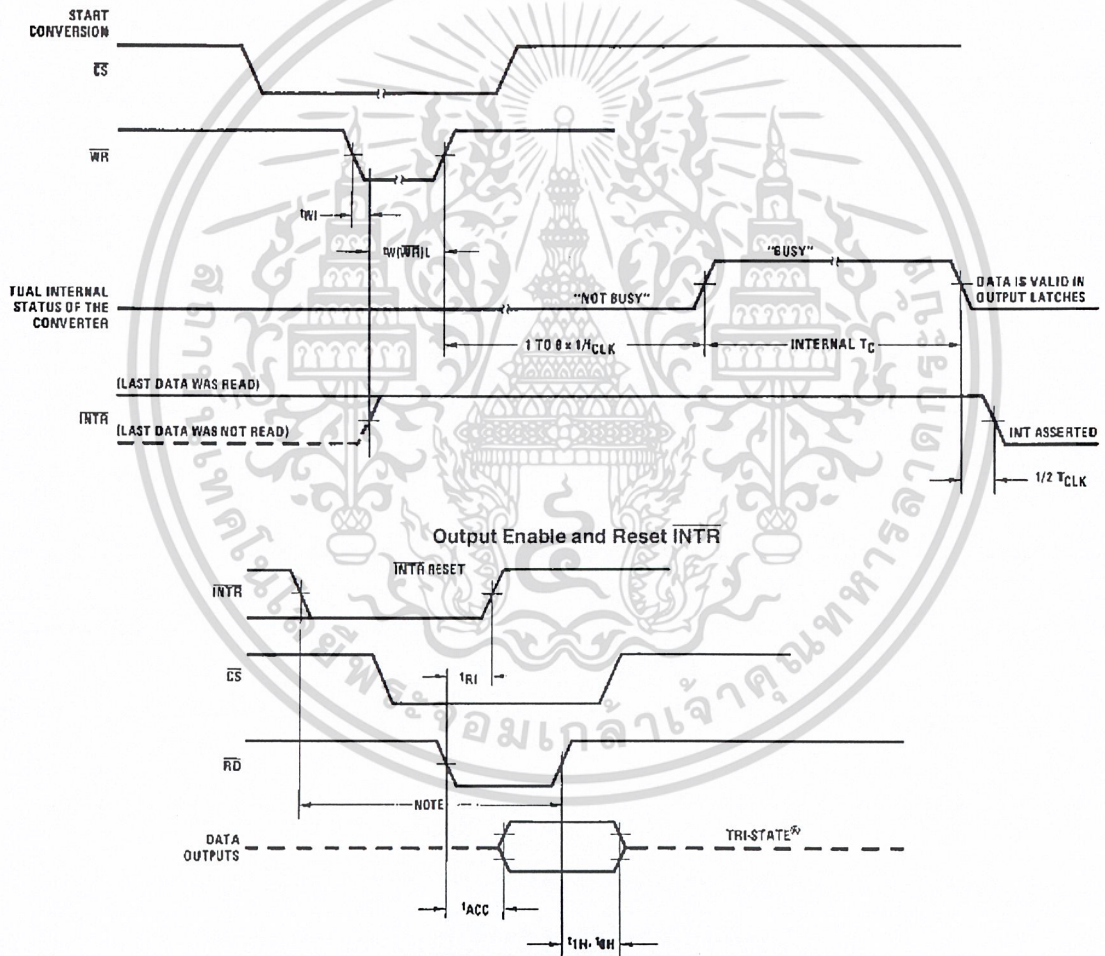


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRI-STATE Test Circuits and Waveforms



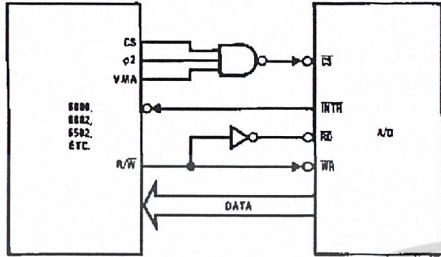
Timing Diagrams (All timing is measured from the 50% voltage points)



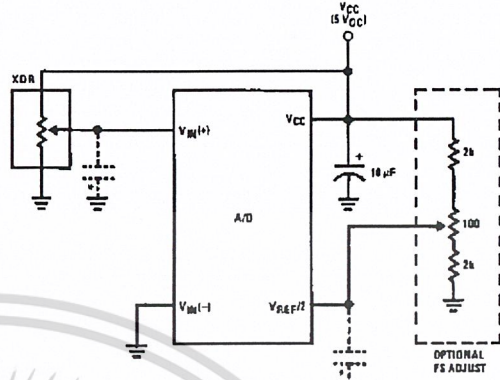
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

6800 Interface

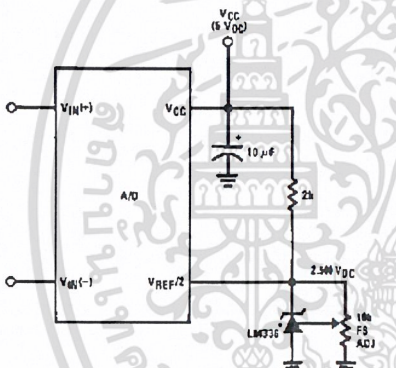


Ratiometric with Full-Scale Adjust



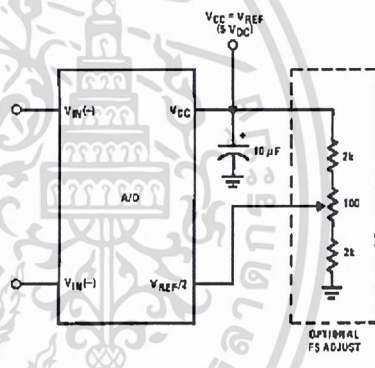
Note: before using caps at V_{IN} or $V_{REF/2}$, see section 2.3.2 Input Bypass Capacitors.

Absolute with a 2.500V Reference

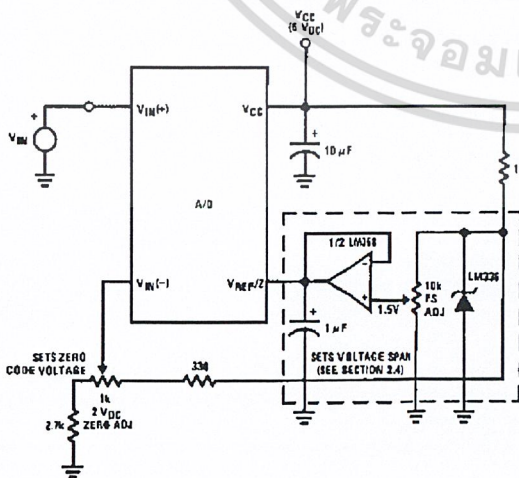


*For low power, see also LM385-2.5

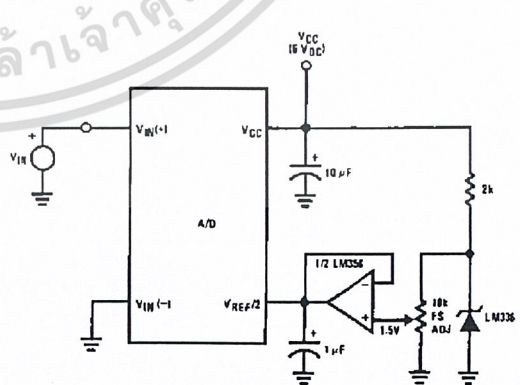
Absolute with a 5V Reference



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



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

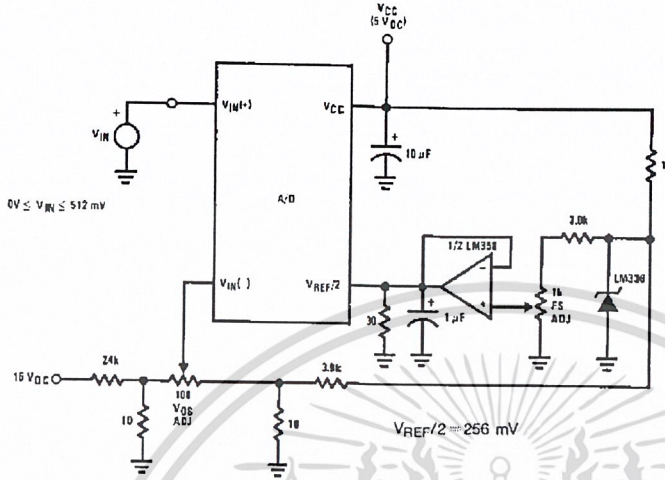


TL/H/5671-5

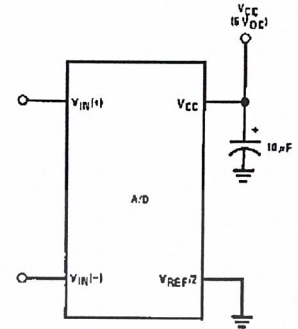
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

Directly Converting a Low-Level Signal

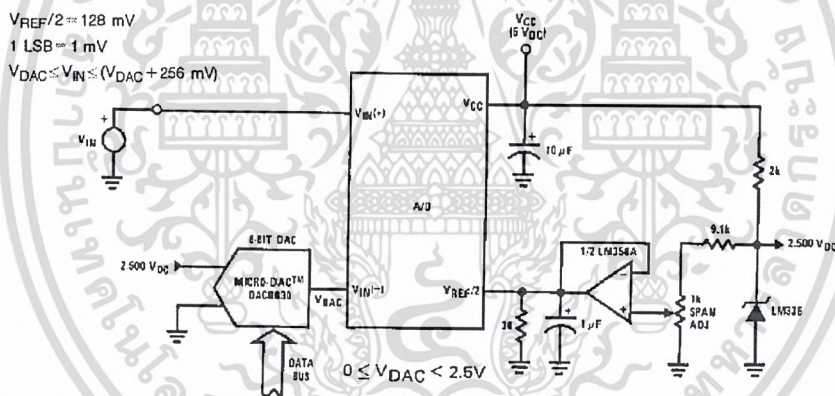


A μ P Interfaced Comparator

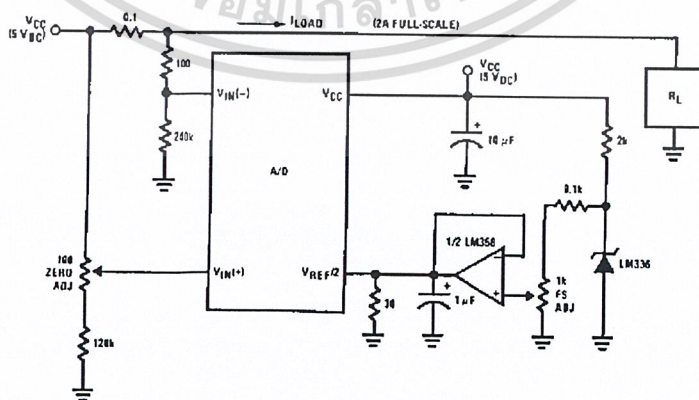


For: $V_{IN(+)} > V_{IN(-)}$
Output = FF_{HEX}
For: $V_{IN(+)} < V_{IN(-)}$
Output = 00_{HEX}

1 mV Resolution with μ P Controlled Range



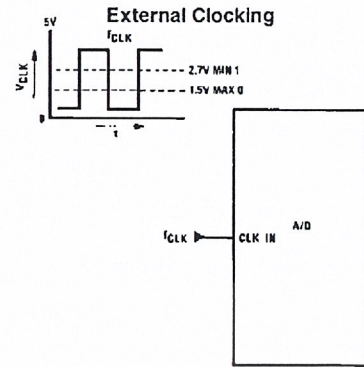
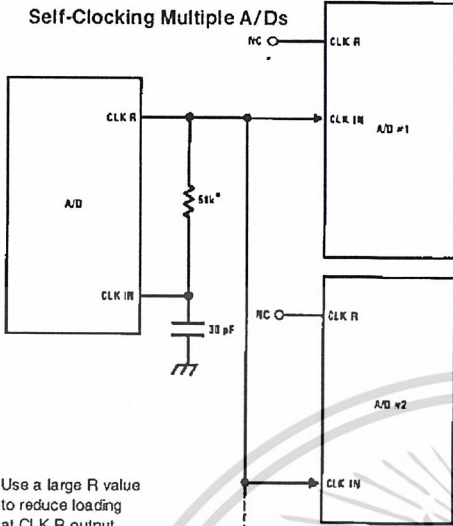
Digitizing a Current Flow



TL/H/5671-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

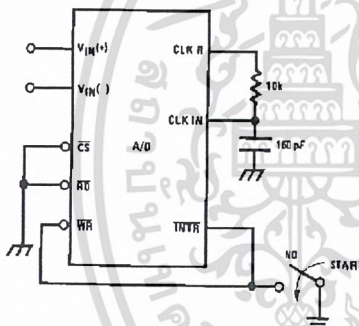


$100 \text{ kHz} \leq f_{\text{CLK}} \leq 1460 \text{ kHz}$

*Use a large R value to reduce loading at CLK R output.

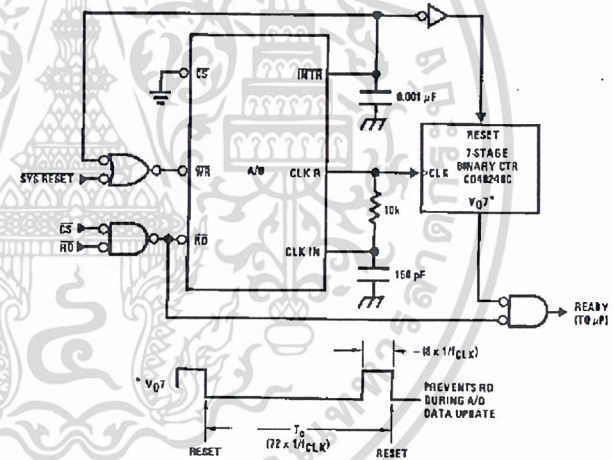
IF MORE THAN 8 ADDITIONAL A/Ds, USE A CMOS BUFFER (NOT T²L)

Self-Clocking in Free-Running Mode

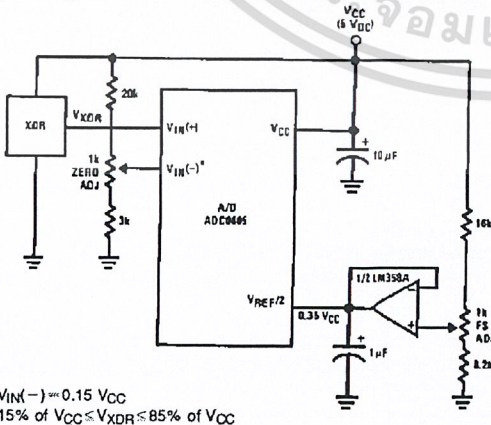


*After power-up, a momentary grounding of the WR input is needed to guarantee operation.

μP Interface for Free-Running A/D

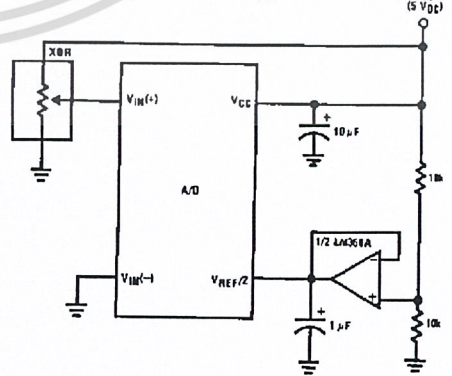


Operating with "Automotive" Ratiometric Transducers



* $V_{\text{IN}(-)} = 0.15 V_{\text{CC}}$
 $15\% \text{ of } V_{\text{CC}} \leq V_{\text{XDR}} \leq 85\% \text{ of } V_{\text{CC}}$

Ratiometric with V_{REF/2} Forced

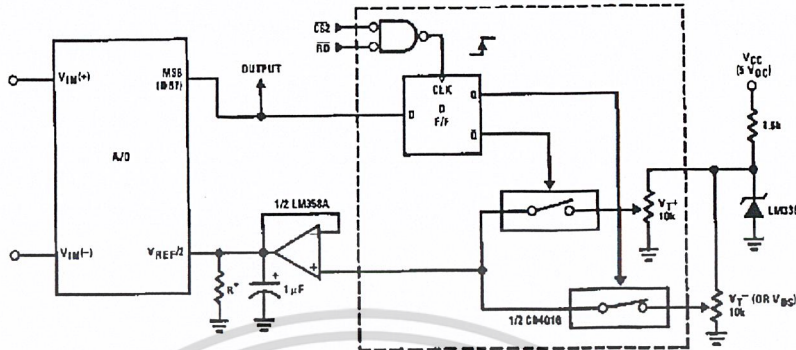


TL/H/5671-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

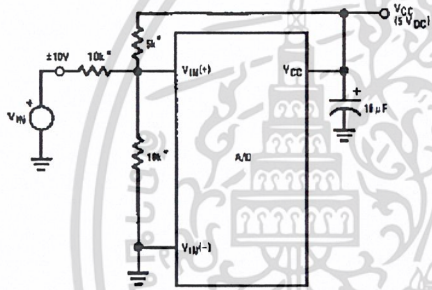
Typical Applications (Continued)

μP Compatible Differential-Input Comparator with Pre-Set V_{OS} (with or without Hysteresis)



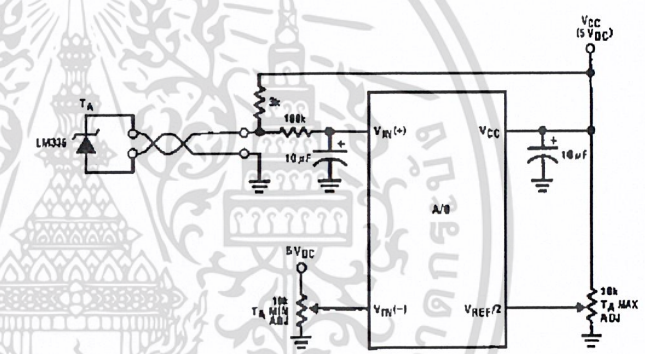
*See Figure 5 to select R value
 DB7 = "1" for $V_{IN(+)} > V_{IN(-)} + (V_{REF}/2)$
 Omit circuitry within the dotted area if hysteresis is not needed

Handling ±10V Analog Inputs

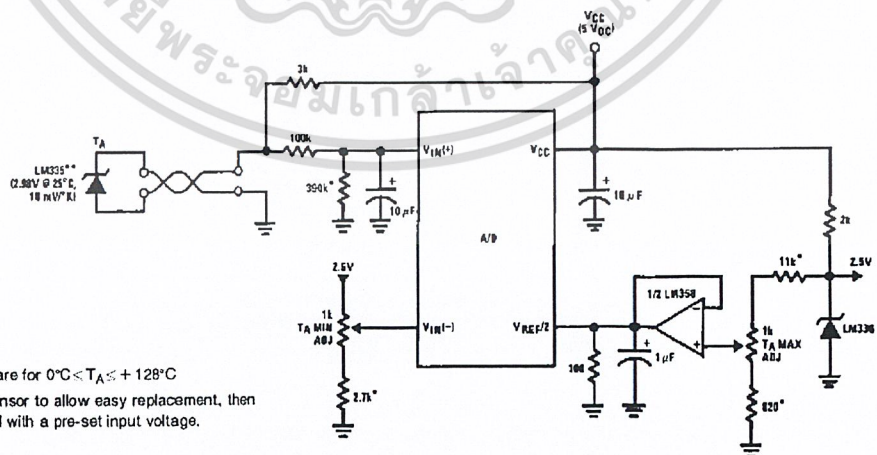


*Beckman Instruments #694-3-R10K resistor array

Low-Cost, μP Interfaced, Temperature-to-Digital Converter



μP Interfaced Temperature-to-Digital Converter

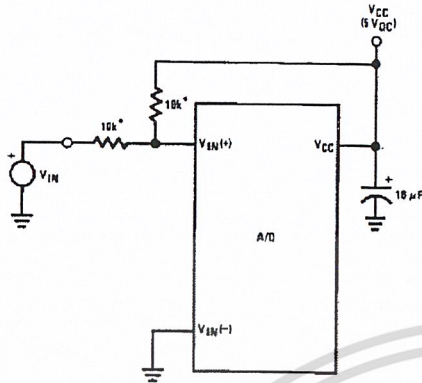


*Circuit values shown are for $0^{\circ}\text{C} < T_A \leq +128^{\circ}\text{C}$
 **Can calibrate each sensor to allow easy replacement, then A/D can be calibrated with a pre-set input voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

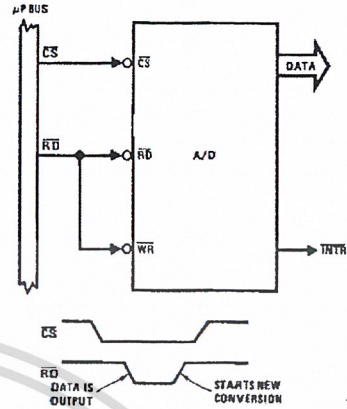
Handling $\pm 5V$ Analog Inputs



TL/H/5671-33

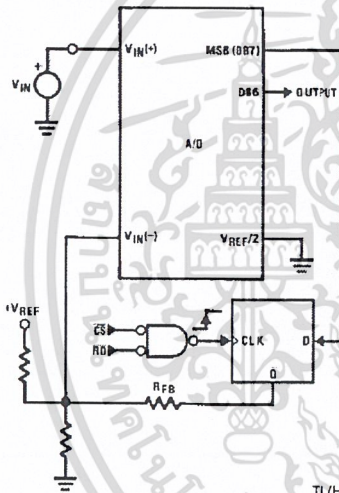
*Beckman Instruments # 694-3-R10K resistor array

Read-Only Interface



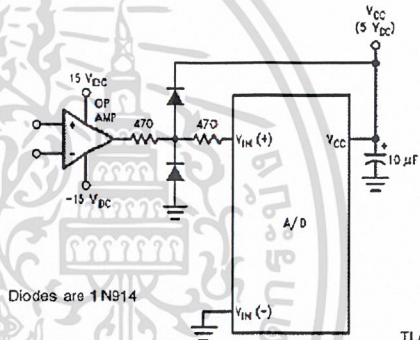
TL/H/5671-34

μP Interfaced Comparator with Hysteresis



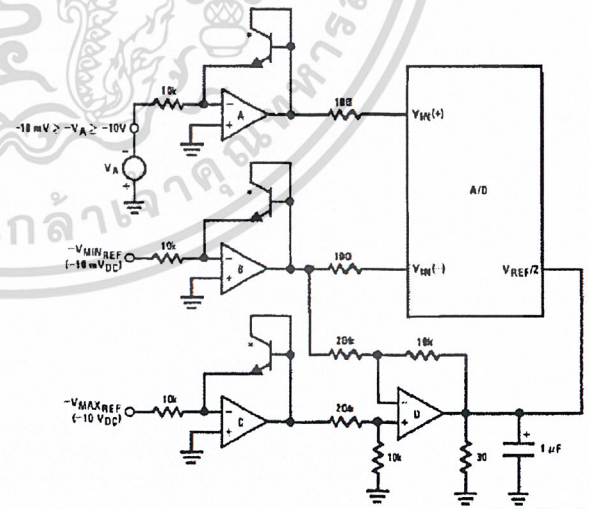
TL/H/5671-35

Protecting the Input



TL/H/5671-9

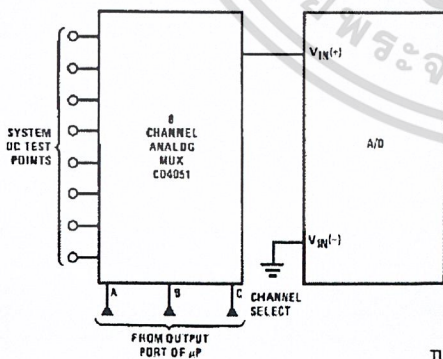
A Low-Cost, 3-Decade Logarithmic Converter



TL/H/5671-37

*LM389 transistors
A, B, C, D = LM324A quad op amp

Analog Self-Test for a System

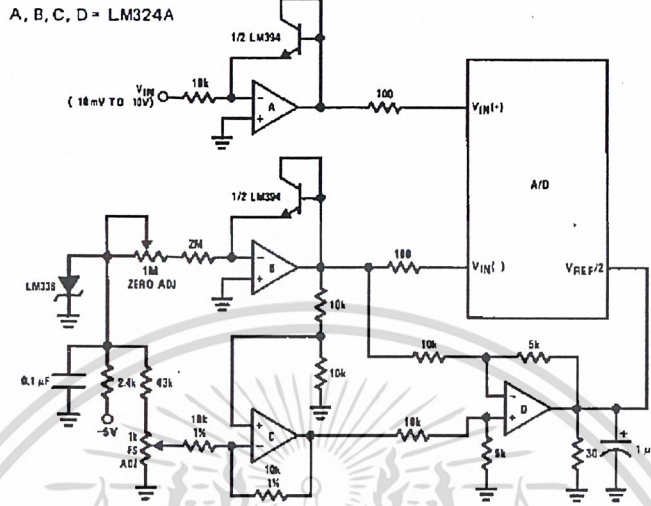


TL/H/5671-36

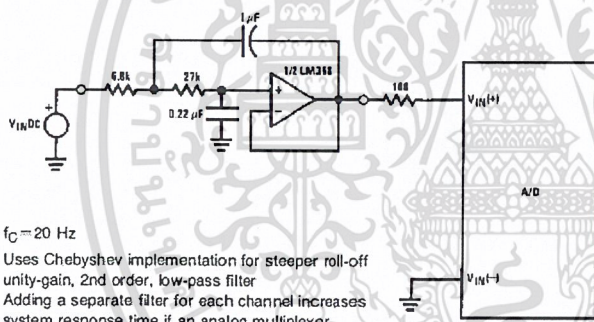
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

3-Decade Logarithmic A/D Converter

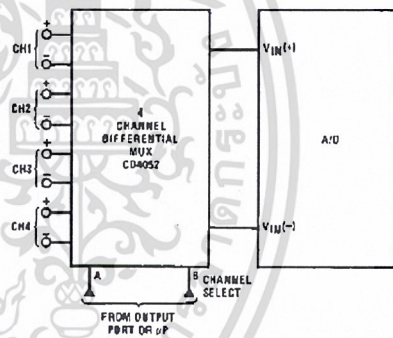


Noise Filtering the Analog Input

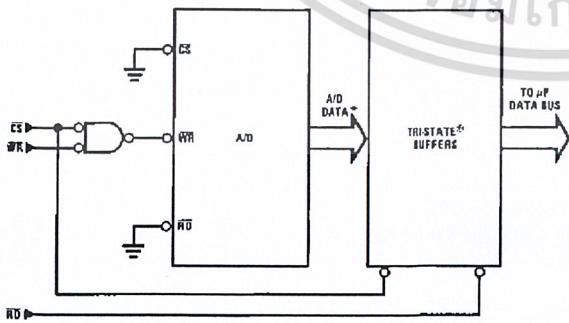


$f_C = 20 \text{ Hz}$
 Uses Chebyshev implementation for steeper roll-off unity-gain, 2nd order, low-pass filter
 Adding a separate filter for each channel increases system response time if an analog multiplexer is used

Multiplexing Differential Inputs

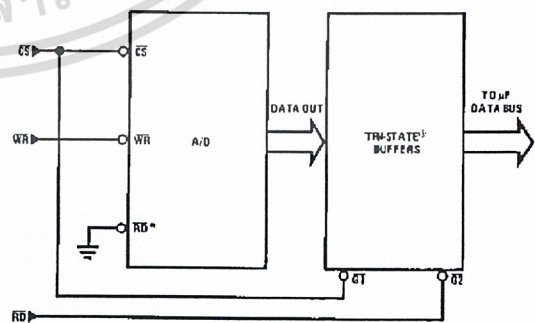


Output Buffers with A/D Data Enabled



*A/D output data is updated 1 CLK period prior to assertion of $\overline{\text{INTR}}$

Increasing Bus Drive and/or Reducing Time on Bus



*Allows output data to set-up at falling edge of $\overline{\text{CS}}$

TL/H/5671-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

1.0 UNDERSTANDING A/D ERROR SPECS

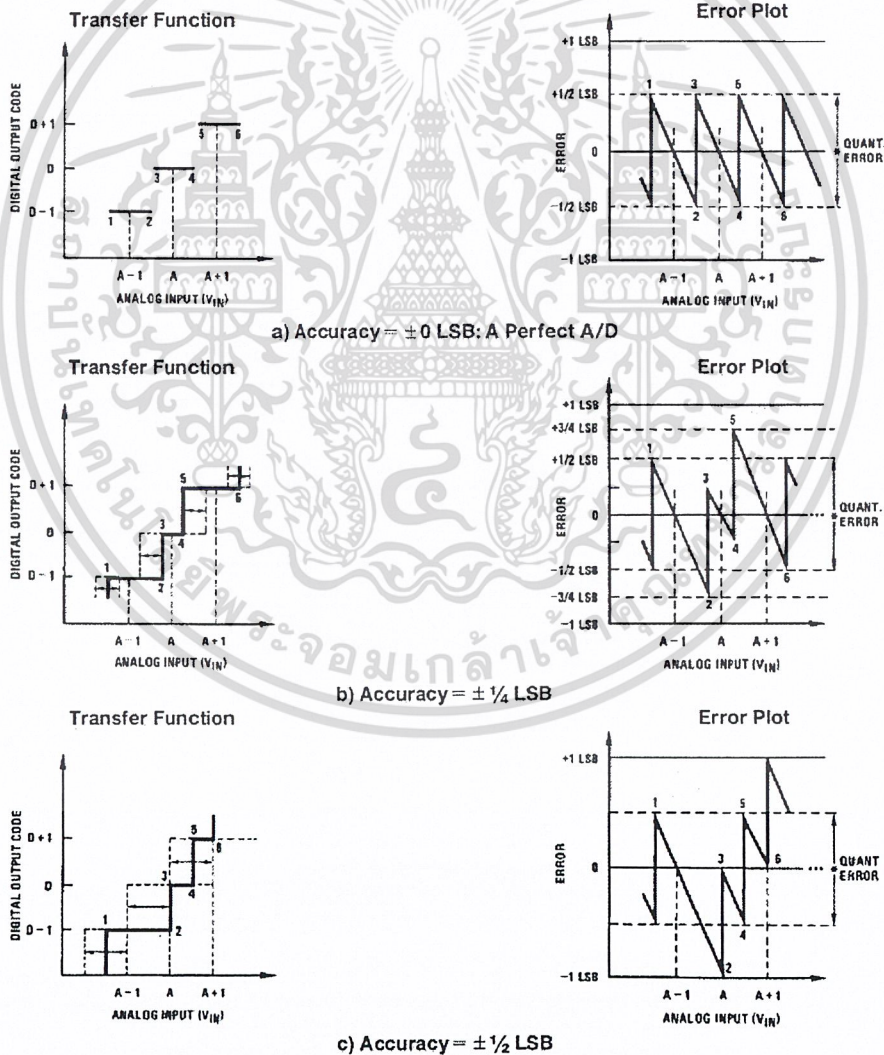
A perfect A/D transfer characteristic (staircase waveform) is shown in *Figure 1a*. The horizontal scale is analog input voltage and the particular points labeled are in steps of 1 LSB (19.53 mV with 2.5V tied to the $V_{REF}/2$ pin). The digital output codes that correspond to these inputs are shown 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.



TL/H/5671-12

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

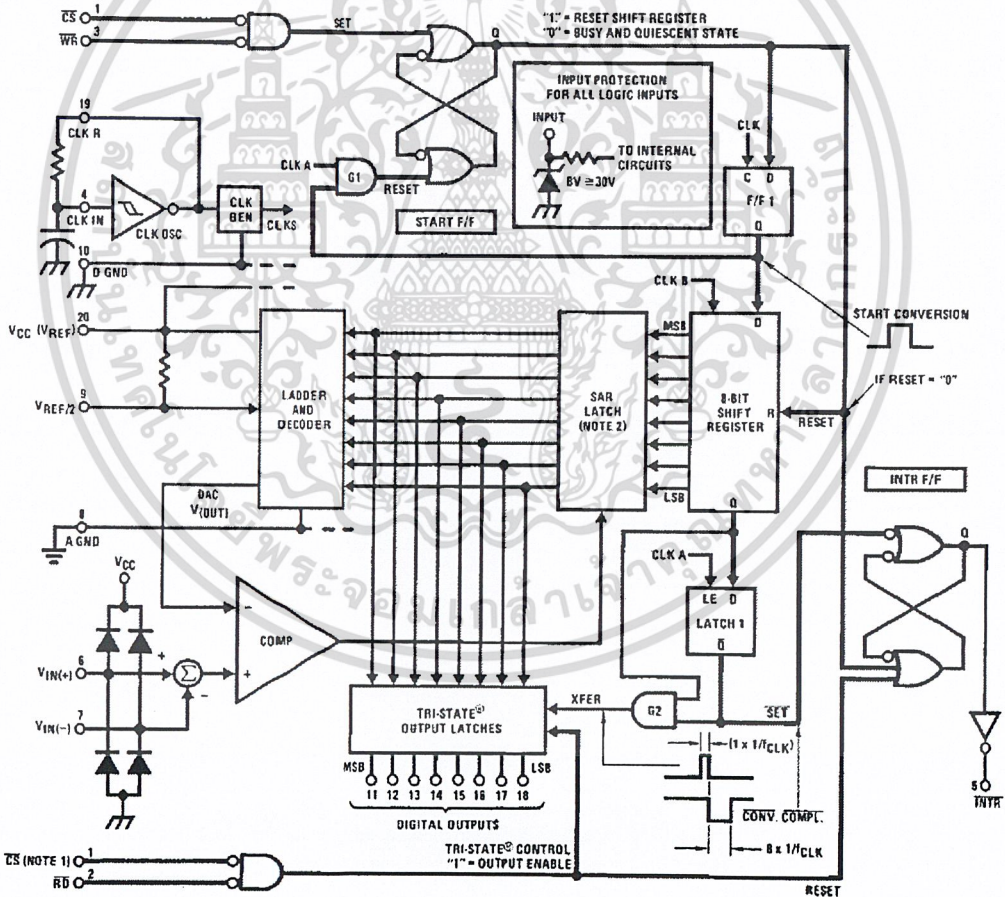
2.0 FUNCTIONAL DESCRIPTION

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/F 1, 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/F 1. 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 $\overline{\text{INTR}}$ input signal.

Note that this $\overline{\text{SET}}$ control of the INTR F/F remains low for 8 of the external clock periods (as the internal clocks run at $\frac{1}{8}$ of the frequency of the external clock). If the data output is continuously enabled ($\overline{\text{CS}}$ and $\overline{\text{RD}}$ both held low), the $\overline{\text{INTR}}$ output will still signal the end of conversion (by a high-to-low transition), because the $\overline{\text{SET}}$ 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 $\overline{\text{INTR}}$ 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 $\overline{\text{CS}}$ and $\overline{\text{RD}}$ 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 ($\overline{\text{CS}}$, $\overline{\text{RD}}$, and $\overline{\text{WR}}$) 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 $\overline{\text{CS}}$ input (pin 1) can be grounded and the standard A/D Start function is obtained by an active low pulse applied at the $\overline{\text{WR}}$ input (pin 3) and the Output Enable function is caused by an active low pulse at the $\overline{\text{RD}}$ 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 $V_{\text{IN}}(-)$ 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 $V_{\text{IN}}(+)$ and $V_{\text{IN}}(-)$ is $4\frac{1}{2}$ clock periods. The maximum error voltage due to this

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

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

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 $\frac{1}{4}$ 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:

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

or

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

which gives

$$V_p \approx 1.9\text{V.}$$

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

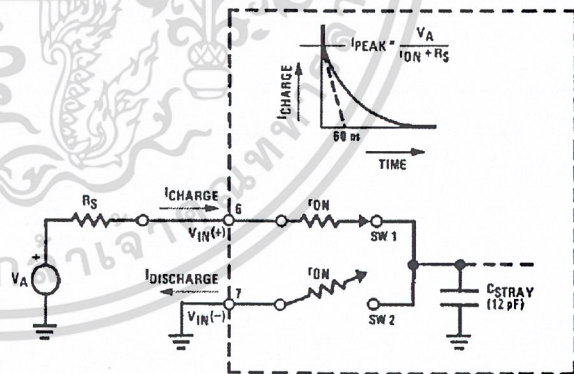
An analog input voltage with a reduced span and a relatively large zero offset can be handled easily by making use of the differential input (see section 2.4 Reference Voltage).

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.



TL/H/5671-14
 r_{ON} of SW 1 and SW 2 ≈ 5 k Ω
 $t = r_{\text{ON}} C_{\text{STRAY}} \approx 5$ k $\Omega \times 12$ pF = 60 ns

FIGURE 3. Analog Input Impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 $5 \mu\text{A}$. Therefore, *bypass capacitors should not be used at the analog inputs or the $V_{REF}/2$ pin* for high resistance sources ($> 1 \text{ k}\Omega$). 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 ($\leq 1 \text{ k}\Omega$) for a passive RC section or add an op amp RC active low pass filter. For low source resistance applications, ($\leq 1 \text{ k}\Omega$), a $0.1 \mu\text{F}$ bypass capacitor at the inputs will prevent noise pickup due to series lead inductance of a long wire. A 100Ω 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

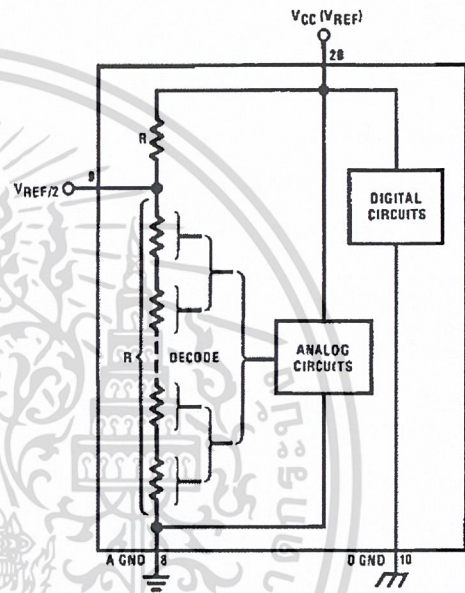
The leads to the analog inputs (pin 6 and 7) should be kept as short as possible to minimize input noise coupling. Both noise and undesired digital clock coupling to these inputs can cause system errors. The source resistance for these inputs should, in general, be kept below $5 \text{ k}\Omega$. Larger 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/H/5671-15

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

Notice that the reference voltage for the IC is either $\frac{1}{2}$ 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 $\frac{1}{2}$ of the 3V span or $1.5 V_{DC}$. The A/D now will encode the $V_{IN}(+)$ signal from 0.5V to 3.5V 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

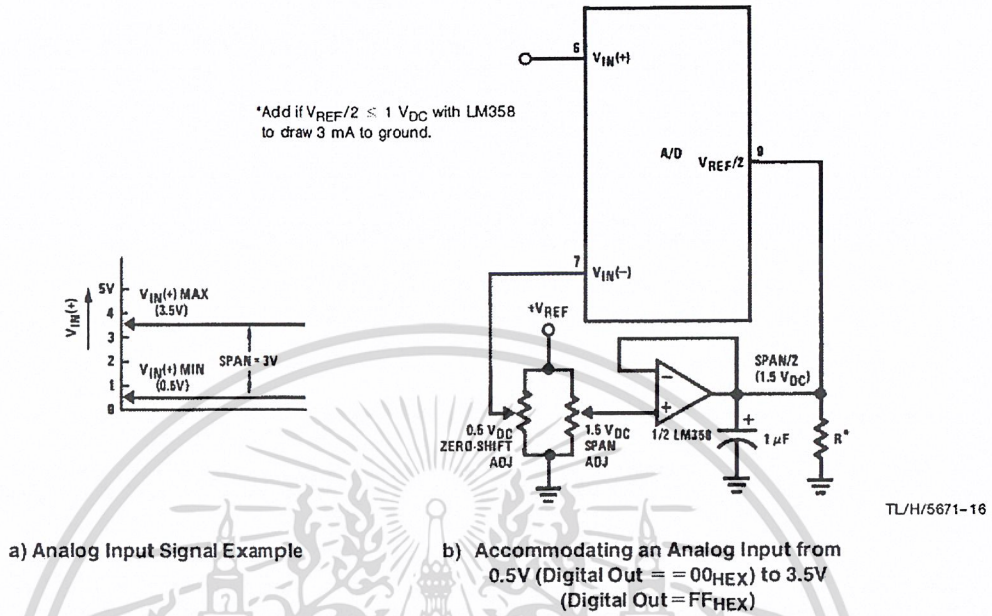


FIGURE 5. Adapting the A/D Analog Input Voltages to Match an Arbitrary Input Signal Range

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 00_{HEX} to 01_{HEX} 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 FE_{HEX} to FF_{HEX}. 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.

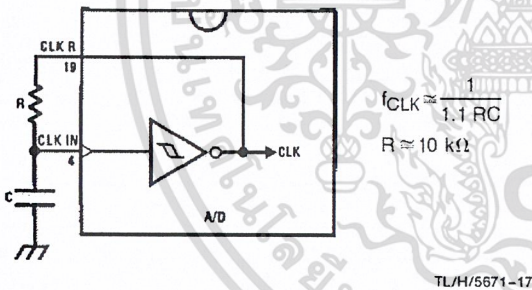


FIGURE 6. Self-Clocking the A/D

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 μ F 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 output (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 $\overline{I/O R}$ and $\overline{I/O W}$ 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.

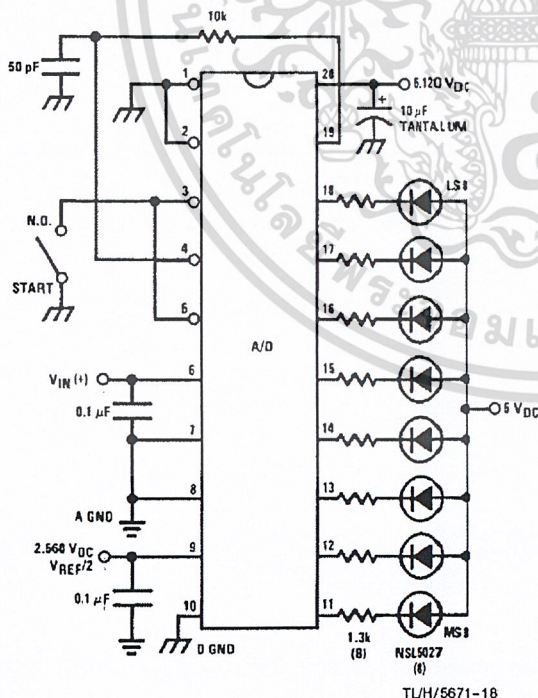


FIGURE 7. Basic A/D Tester

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

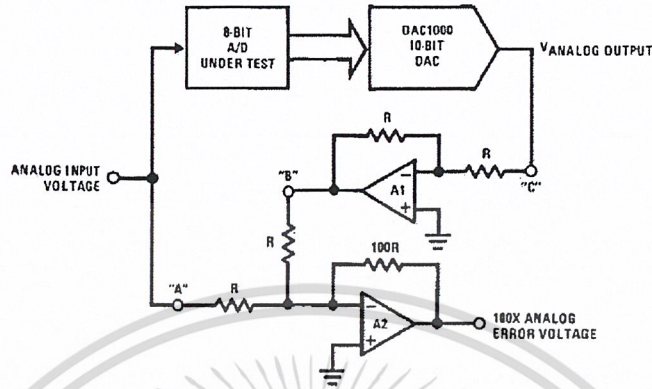


FIGURE 8. A/D Tester with Analog Error Output



FIGURE 9. Basic "Digital" A/D Tester

TL/H/5571-19

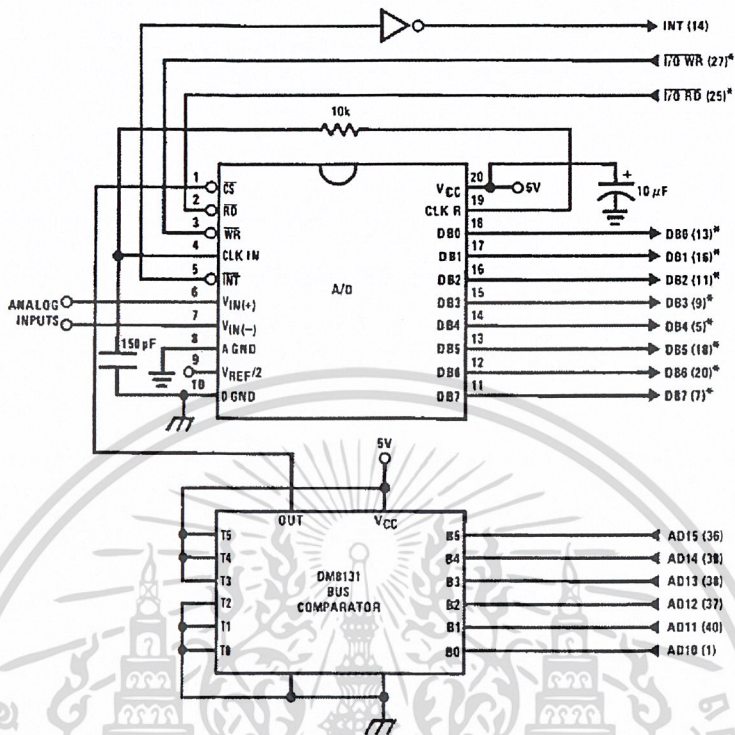
TABLE I. DECODING THE DIGITAL OUTPUT LEDs

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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)



Note 1: *Pin numbers for the DP8228 system controller, others are INS8080A.

Note 2: Pin 23 of the INS8228 must be tied to +12V through a 1 kΩ resistor to generate the RST 7 instruction when an interrupt is acknowledged as required by the accompanying sample program.

FIGURE 10. ADC0801-INS8080A CPU Interface

SAMPLE PROGRAM FOR FIGURE 10 ADC0801-INS8080A CPU INTERFACE

```

0038 C3 00 03 RST 7: JMP LD DATA
.
.
0100 21 00 02 START: LXI H 0200H ;HL pair will point to
; data storage locations
0103 31 00 04 RETURN: LXI SP 0400H ; Initialize stackpointer (Note 1)
0106 7D MOV A, L ; Test # of bytes entered
0107 FE 0F CPI 0FH ; If # = 16. JMP to
0109 CA 13 01 JZ CONT ; user program
010C D3 E0 OUT E0H ; Start A/D
010E FB EI ; Enable interrupt
010F 00 LOOP: NOP ; Loop until end of
0110 C3 0F 01 JMP LOOP ; conversion
0113 . CONT: .
. . .
. . . (User program to
. . . process data)
. . .
. . .
0300 DB E0 LD DATA: IN E0 H ; Load data into accumulator
0302 77 MOV M, A ; Store data
0303 23 INX H ; Increment storage pointer
0304 C3 03 01 JMP RETURN
    
```

Note 1: The stack pointer must be dimensioned because a RST 7 instruction pushes the PC onto the stack.

Note 2: All address used were arbitrarily chosen.

TL/H/5671-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description (Continued)

The standard control bus signals of the 8080 (\overline{CS} , \overline{RD} and \overline{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.

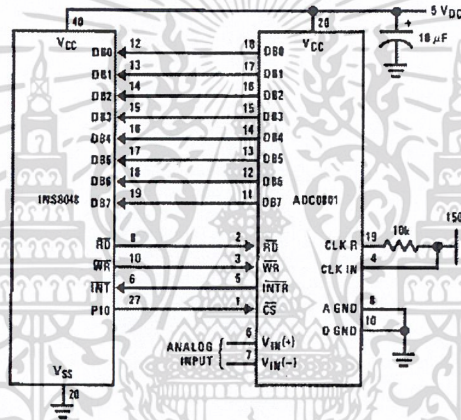
4.1.1 Sample 8080A CPU Interfacing Circuitry and Program

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 \overline{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 \overline{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 \overline{RD} , \overline{WR} and \overline{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 \overline{RD} and \overline{WR} signals are generated by reading from and writing into a dummy address, respectively. A sample interface program is shown below.



TL/H/5671-21

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

```

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

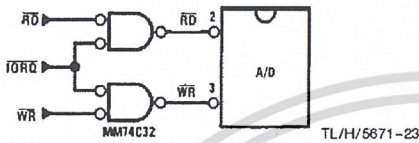


FIGURE 13. Mapping the A/D as an I/O Device for Use with the Z-80 CPU

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.

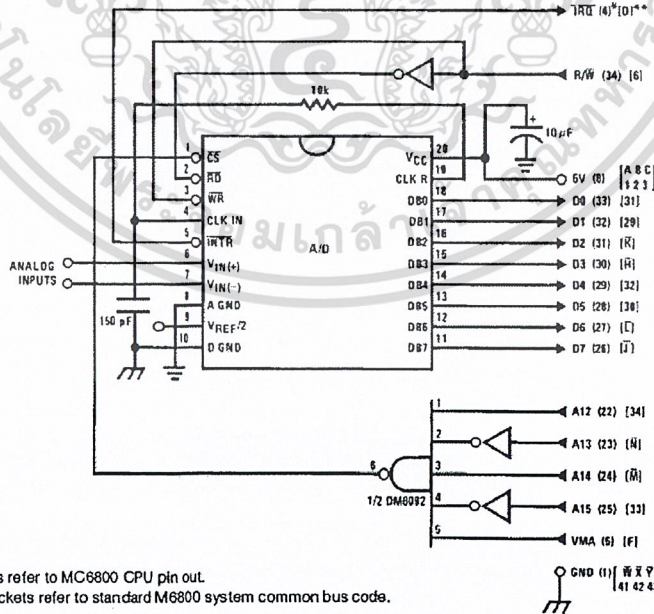
A sample interface program to the previous one is shown below Figure 15. The PIA Data and Control Registers of Port B are located at HEX addresses 8006 and 8007, respectively.

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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

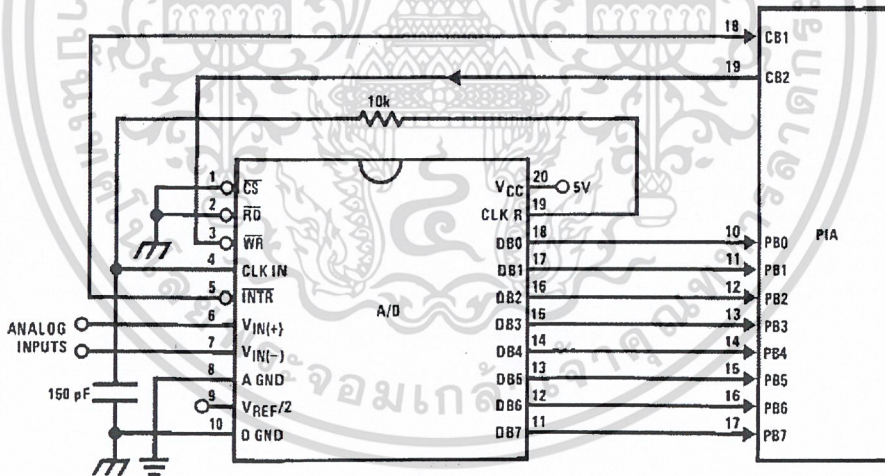


FIGURE 15. ADC0801-MC6820 PIA Interface

TL/H/5671-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

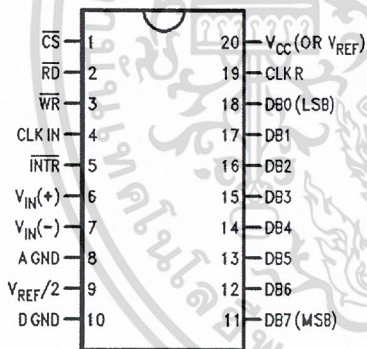
Ordering Information

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
	± 1 Bit Unadjusted	ADC0804LCWM	ADC0804LCV	ADC0804LCN	ADC0805LCN
PACKAGE OUTLINE		M20B—Small Outline	V20A—Chip Carrier	N20A—Molded DIP	

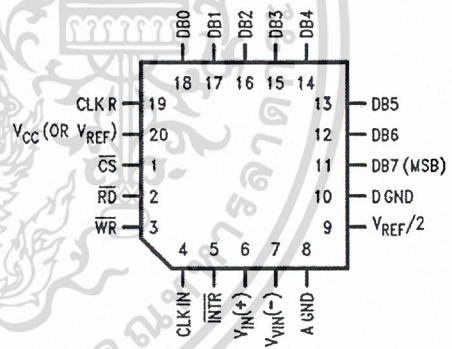
TEMP RANGE		-40°C TO +85°C	-55°C TO +125°C
ERROR	± ¼ Bit Adjusted	ADC0801LCJ	ADC0801LJ
	± ½ Bit Unadjusted	ADC0802LCJ	ADC0802LJ
	± ½ Bit Adjusted	ADC0803LCJ	ADC0802LJ/883
	± 1 Bit Unadjusted	ADC0804LCJ	
PACKAGE OUTLINE		J20A—Cavity DIP	J20A—Cavity DIP

Connection Diagrams

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



ADC080X
Molded Chip Carrier (PCC) Package



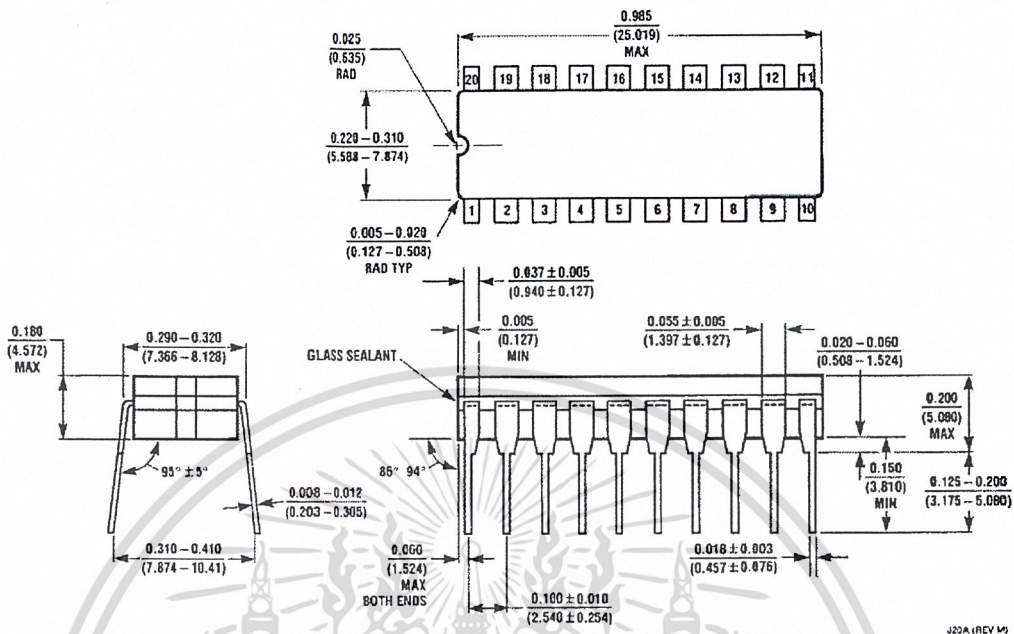
TL/H/5671-30

TL/H/5671-32

See Ordering Information

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

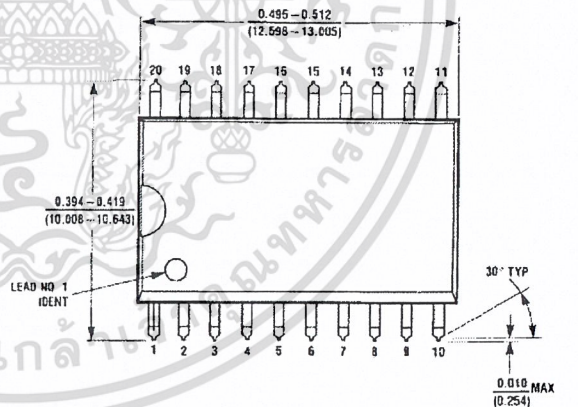
Physical Dimensions inches (millimeters)



Dual-In-Line Package (J)

Order Number ADC0801LJ, ADC0802LJ, ADC0801LCJ,
ADC0802LCJ, ADC0803LCJ or ADC0804LCJ
ADC0802LJ/883 or 5962-9096601MRA
NS Package Number J20A

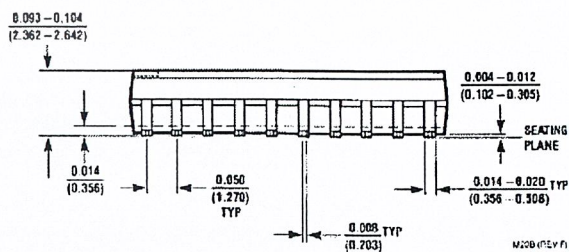
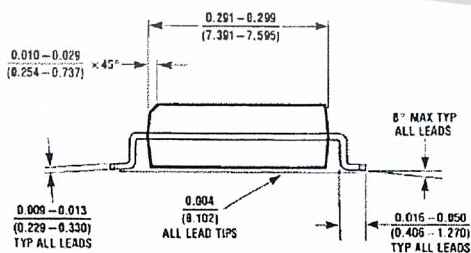
J20A (REV M)



SO Package (M)

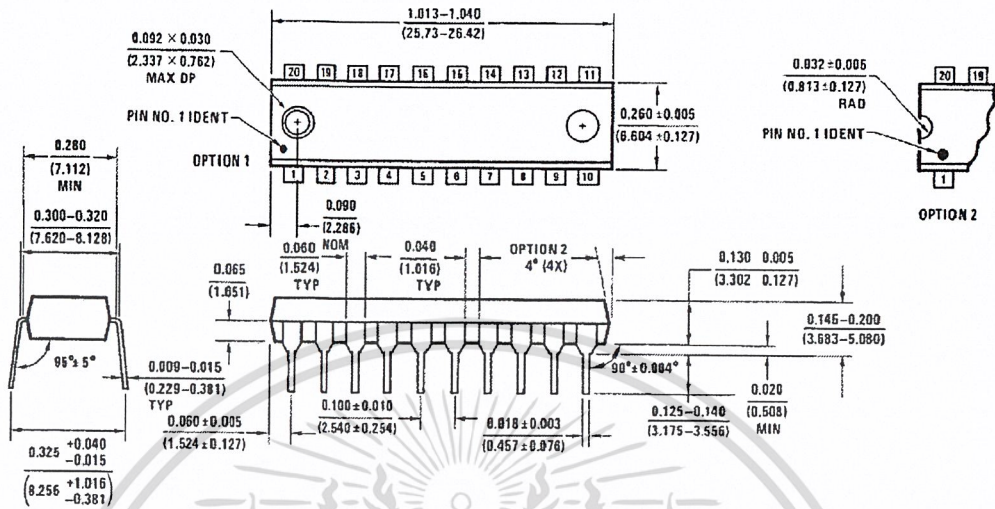
Order Number ADC0802LCWM, ADC0803LCWM or ADC0804LCWM
NS Package Number M20R

M20R (REV F)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)

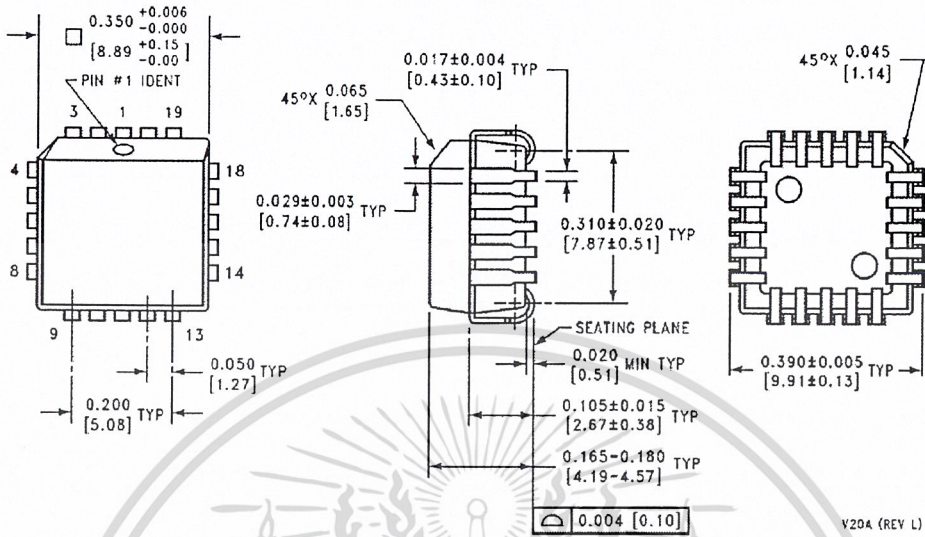


Molded Dual-In-Line Package (N)
 Order Number ADC0801LCN, ADC0802LCN,
 ADC0803LCN, ADC0804LCN or ADC0805LCN
 NS Package Number N20A

N20A (REV 0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Molded Chip Carrier Package (V)
 Order Number ADC0802LCV, ADC0803LCV or ADC0804LCV
 NS Package Number V20A

V20A (REV L)

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 93 58
 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

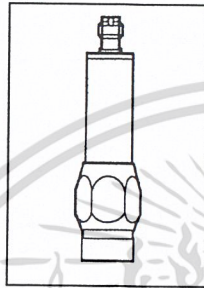
National Semiconductor Hong Kong Ltd.
 13th Floor, Straigt Block,
 Ocean Centre, 5 Canton Rd.
 Tsimshatsui, Kowloon
 Hong Kong
 Tel: (852) 2737-1600
 Fax: (852) 2736-9960

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

efectors

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 erlaubt 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 ... 75 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

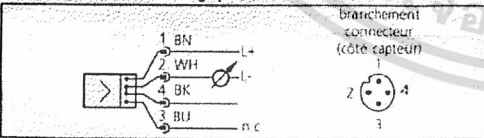
Avant de monter / démonter le capteur, s'assurer que la pression n'est pas appliquée au circuit.
 Monter le capteur de pression à l'aide d'un montage process approprié (voir étiquette "Port Size").

Raccordement électrique

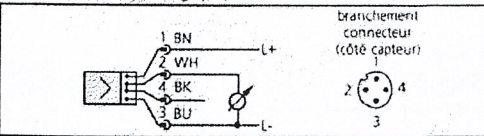
L'appareil doit être monté par un electricien.
 Les règlements nationaux et internationaux relatifs à l'installation de matériel électrique doivent être respectés.
 Alimentation selon EN50178, TBTS, TBTP.

Mettre 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 (mm):
 1 = BN (brun), 2 = WH (blanc), 3 = BU (bleu), 4 = BK (noir),
 n.c. = non raccordée

Données techniques

Sortie analogique PA3xxx	4 ... 20 mA
Charge [Ω]	max. (UB - 10,8) x 50; 660 à UB = 24V
Sortie analogique PA9xxx	0 ... 10 V
Charge [Ω]	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; Pocan; 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
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

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] in the temperature range [°C]	< ± 0.3 -25 ... +80
Operating temperature [°C]	-25 ... +80
Medium temperature [°C]	-25 ... +80
Protection PAxxx0 ... PAxxx2	IP 67*
Protection PAxxx3 ... PAxxx9	IP 65**
Protection class	III
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

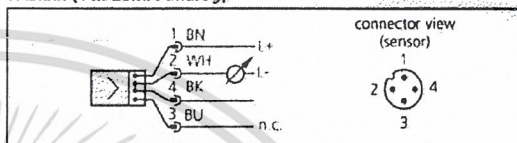
! Before mounting and removing the sensor, make sure that no pressure is applied to the system. Mount the pressure sensor on a suitable process connection (see type label "Port Size").

Electrical connection

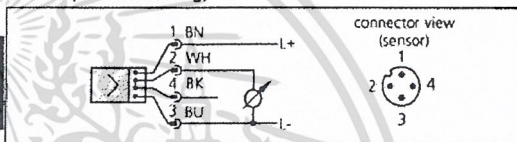
! The unit must only be connected by an electrician. The national and international regulations for the installation of electrical equipment must be observed. Voltage supply to EN50178, SELV, PELV.

Disconnect power before connecting the unit. Wiring.

PA3xxx (4 ... 20mA analog)



PA9xxx (0 ... 10V analog)



Core colours of ifm 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

FRANÇAIS

! 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Montage

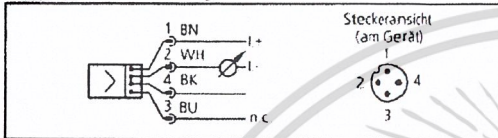
⚠ Stellen Sie vor Ein- und Ausbau des Sensors sicher, daß die Anlage druckfrei ist.
Befestigen Sie den Drucksensor an einem entsprechenden Prozeßanschluß (s. Typaufkleber "Port Size").

Elektrischer Anschluß

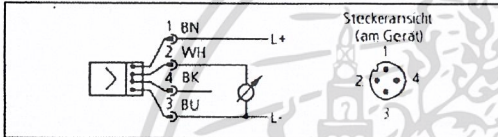
⚠ Das Gerät darf nur von einer Elektrofachkraft installiert werden.
Befolgen Sie die nationalen und internationalen Vorschriften zur Errichtung elektrotechnischer Anlagen.
Spannungsvorsorgung nach EN50178, SELV, PELV.

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

PA3xxx (4 ... 20mA analog)



PA9xxx (0 ... 10V analog)



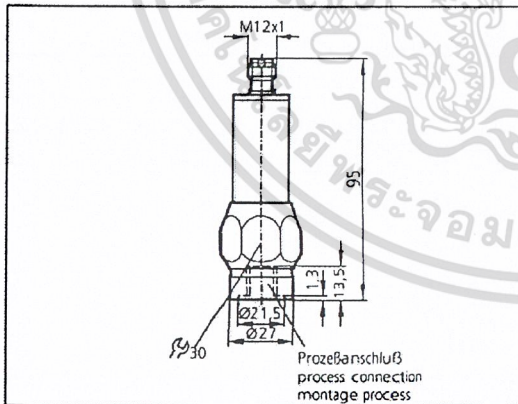
Adernfarben bei ifm-Kabeldosen:
1 = BN (braun), 2 = WH (weiß), 3 = BU (blau), 4 = BK (schwarz)
n.c. = nicht belegt.

Technische Daten

Analogausgang PA3xxx	4 ... 20 mA
Bürde [Ω]	max (UB · 10,8) x 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	III
Isolationswiderstand [MΩ]	> 100 (500 V DC)
Schockfestigkeit [g]	50 (DIN / IEC 68-2-27, 1ms)
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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายธนิศร ก้อนกลีบ
วัน เดือน ปีเกิด	30 ธันวาคม พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	257/1 หมู่ 3 ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000 โทรศัพท์ 0-5544-1604
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลอุดรดิตถ์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอุดรดิตถ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคอุดรดิตถ์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมวิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	การทำงาน คือ การแสดงออกซึ่งคุณภาพของคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายวสันต์ สมตึบ
วัน เดือน ปีเกิด	6 กันยายน พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	1669/389 หมู่บ้านปิ่นเจริญ1 ถนนสรงประภา แขวงสีกัน เขตดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพฯ 10210 โทรศัพท์ 0-2565-0208
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนมาลากุดยวิทยุ จังหวัดกรุงเทพฯ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสีกัน(วัฒนานันท์อุปถัมภ์) จังหวัดกรุงเทพฯ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพฯ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพฯ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจต.
คติพจน์	จงใช้โอกาสที่ได้รับให้คุ้มค่าเพราะนั่นอาจเป็นครั้งเดียว และครั้งสุดท้ายที่เราได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายวิกรม พวงจิตร
วัน เดือน ปีเกิด	19 ธันวาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	46/6 ถนนนริศร ตำบลตลาดใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000 โทรศัพท์ 0-7621-4784
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนกาญจนาวัฒน์วิทยา จังหวัดภูเก็ต
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านตลาดเหนือ (วันครู 2502) จังหวัดภูเก็ต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ผลงานที่ได้รับรางวัล	สิ่งประดิษฐ์หุ่นยนต์แขนกล ประเภทอุปกรณ์เพื่อการประกอบ อาชีพ การประกวดสิ่งประดิษฐ์คนรุ่นใหม่ ระดับภาคใต้ ครั้งที่ 10 ปี 2542, การแข่งขันตอบปัญหาวิทยาศาสตร์ งานศิลปหัตถกรรม นักเรียนภาคใต้ ครั้งที่ 52 ปี 2543
ทุนการศึกษา	ทุนเยาวชนดีเด่นบำเพ็ญประโยชน์แห่งชาติ ปี 2543
คติพจน์	อยู่ให้มีความและจริงใจจริงใจกับงานที่ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายสมเกียรติ วงศ์กาญจนฉัตร
วัน เดือน ปีเกิด	30 กันยายน พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	52 หมู่ 7 ตำบลหมอนนาง อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี 20140 โทรศัพท์ 0-3878-7610
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดนาคาศาสตร์ จังหวัดชลบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพนัสนิคมวิทยาคาร จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	เอาชนะความลำบากด้วยความอดทน เอาชนะใจคนด้วยความดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้