ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

Physical Therapy Equipment for Lower Body Paralysis Child

ชื่อนักศึกษา 1. นายธีระวัชร์ ประนอม รหัสประจำตัว 47035523

2. นางสาวพัฒนาพร รอดเจริญ รหัสประจำตัว 47035530

3. นายอับดุลเล๊าะ เซ็ง รหัสประจำตัว 47035552

4. นางสาวอินทิรา นาดบำรุง รหัสประจำตัว 47035554

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.พิชญ์สินี มะโน

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.กิติพงศ์ มะโน

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อ.สุระชัย พิมพ์สาลี	
2. อ.พิชญ์สินี มะโน	
3. อ.พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
4. อ.ประเสริฐ เคนพันค้อ	
5. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 24 เดือนเมษายน พ.ศ. 2549 เวลา 9.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 1 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2549

<BT482042>

เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

PHYSICAL THERAPY EQUIPMENT FOR LOWER BODY PARALYSIS CHILD

ธีระวัชร์ ประนอม

พัฒนาพร รอดเจริญ

อับดุลเล๊าะ เซ็ง

อินทิรา นาคบำรุง

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 66724

วัน,เดือน,ปี - 8 พ.ย. 2549

b 11660843

i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

Physical Therapy Equipment for Lower Body Paralysis Child

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง
2. เพื่อออกแบบเครื่องมือช่วยบำบัดเบื้องต้นสำหรับผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง
3. เพื่อสร้างเครื่องมือการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง
4. เพื่อทดสอบผู้ป่วยในการเคลื่อนไหวและช่วยเหลือตนเองในการนั่ง และยืน
5. เพื่อนำไปใช้จริงสำหรับผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับผู้ป่วยเด็กพิการท่อนล่าง และเครื่องมือที่ใช้ในการบำบัดผู้ป่วยอัมพาตท่อนล่าง
2. ได้ออกแบบเครื่องมือในการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง
3. ได้เครื่องมือในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง
4. ได้ทดสอบการเคลื่อนไหวและช่วยเหลือตนเองในการฝึกนั่ง และยืน ของผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง
5. ได้นำเครื่องมือทำกายภาพบำบัดเด็กพิการท่อนล่างไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง	
นักศึกษา	นายธีระวัชร์	ประนอม
	นางสาวพัฒนาพร	รอดเจริญ
	นายอับดุลเล๊าะ	เซ็ง
	นางสาวอินทิรา	นาคบำรุง
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พิชญ์สินี	มะโน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.กิติพงค์	มะโน
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2548	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างประกอบไปด้วยส่วนช่วยในการปรับผู้ป่วยจากนั่งเป็นยืน โดยโครงสร้างได้ออกแบบให้พอดีกับขนาดของผู้ป่วย โดยมีแถบรัดที่ยืดหยุ่นได้ เพื่อช่วยพยุงตัวและมีสายรัดที่ขาที่ออกแบบให้มีความนุ่มนวล นอกจากนี้ยังมีส่วนที่ช่วยผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างในการออกกำลังกายที่ปลายเท้า โดยการกระดกเท้าขึ้นลง รวมทั้งการแกว่งขาและการออกกำลังกายขาโดยการปั่นจักรยาน ซึ่งฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ สามารถควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จากทดลองพบว่าเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างนี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Physical Therapy Equipment for Lower Body Paralysis Child	
Students	Mr.Teerawat	Pranom
	Miss Pattanaporn	Rodcharoen
	Mr. Abdulloh	Seng
	Miss Intira	Nakbamroong
Advisor	Mrs.Pitsini	Mano
Co-Advisor	Asst.Prof. Kitipong	Mano
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2005	

ABSTRACT

This thesis presents the design and constructs the Physical Therapy Equipment for Lower Body Paralysis Child. It has a Sitting to Standing Frame and Custom built frame to fit the child. The stretchy straps are supplied for support on the torso. The leg blocks straps are of real soft. The feet exercise part also include for the child to exercise his or her feet to stretch them by moving them from up and down. This equipment also include the leg swing and another leg exercise bicycle. The microcontroller has been used as the control unit. As the results of the operating experiments, the effectiveness of the Physical Therapy Equipment for Lower Body Paralysis Child was confirmed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ ขอขอบคุณนักกายภาพบำบัดโรงพยาบาลลาดกระบังที่อนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง และการทำกายภาพบำบัดอย่างถูกวิธี สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 จุดมุ่งหมายของโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 เด็กพิการอัมพาตท่อนล่างและการดูแลรักษา	4
2.2.1 แนวคิดในการสร้างอุปกรณ์กายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตชนิดฝึกยืนและฝึกนั่ง	5
2.2.2 การออกกำลังกายเพื่อการรักษา	6
2.2.3 เวชศาสตร์ฟื้นฟูเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	6
2.2.4 วิธีการบำบัดรักษาเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	7
2.2.5 อุปกรณ์กายภาพบำบัดผู้พิการอัมพาตท่อนล่าง	8
2.2.6 อุปกรณ์ในการออกกำลังกายผู้พิการอัมพาตท่อนล่าง	9
2.2.7 วิธีการรักษาและการฟื้นฟูเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	9
2.2.8 วิธีการ รูปแบบและอุปกรณ์การทำกายภาพบำบัด	11
2.2.9 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	13
2.2.10 งานการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์กายภาพบำบัด	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	17
2.3.1 คุณสมบัติของ MCS-51	17
2.3.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	18
2.3.3 ตำแหน่งขาของ MCS-51	18
2.3.4 โครงสร้างภายในของ MCS-51	22
2.3.5 รีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ	24
2.3.6 รีจีสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป	24
2.3.7 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์	26
2.3.8 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	26
2.3.9 โครงสร้างการอินเตอร์รัปต์	26
2.4 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	27
2.5 มอเตอร์กระแสตรง	29
2.5.1 การแยกประเภทของดีซีมอเตอร์	30
2.5.2 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	33
2.5.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง	35
2.5.4 วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM	35
2.6 เฟือง	36
2.6.1 หลักการทำงานของเฟือง	36
2.6.2 ชนิดของเฟือง	37
2.6.3 ความเร็วของเฟือง	39
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง การทำงาน	44
3.1 กล่าวนำ	44
3.2 การออกแบบและการสร้างเครื่องทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	44
3.2.1 การออกแบบและการสร้างเก้าอี้ฝึกนั่งและยืน	44
3.2.2 การออกแบบและการสร้างส่วนขา	46
3.2.3 การออกแบบและการสร้างส่วนบำบัดเท้า	47
3.3 วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	48
3.3.1 หลักการออกแบบโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.2 การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์	49
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	51
4.1 กล่าวนำ	51
4.2 การทดลองส่วนของการฝึกนั่งและฝึกยืน	51
4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง	51
4.2.2 ผลการทดลอง	52
4.2.3 สรุปผลการทดลอง	53
4.3 การทดลองส่วนของการแกว่งขา	53
4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง	53
4.3.2 ผลการทดลอง	54
4.3.3 สรุปผลการทดลอง	54
4.4 การทดลองส่วนของการกระดกเท้า	54
4.4.1 ขั้นตอนการทดลอง	55
4.4.2 ผลการทดลอง	55
4.4.3 สรุปผลการทดลอง	56
4.5 การทดลองส่วนของการปั่นจักรยาน	56
4.5.1 ขั้นตอนการทดลอง	56
4.5.2 ผลการทดลอง	57
4.5.3 สรุปผลการทดลอง	57
บทที่ 5 บทสรุป	58
5.1 สรุป	58
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	58
5.3 แนวทางการพัฒนา	59
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	61
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	64
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	68
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก จ แผนผังการทำงาน	85
ภาคผนวก ฉ รหัสต้นฉบับของโปรแกรม	88
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งาน	100
ประวัติผู้แต่ง	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนยกลำตัวขึ้นในท่ายืน	52
4.2 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนลดระดับลำตัวลงสู่ท่านั่ง	52
4.3 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนแกว่งขาไปหน้า	54
4.4 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนแกว่งขากลับหลัง	54
4.5 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนกระดกเท้าขึ้น	55
4.6 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนกระดกเท้าลง	56
4.7 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนปั่นจักรยาน	57
ค.1 รายการอุปกรณ์ส่วนโครงสร้างเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง	69
ค.2 รายการอุปกรณ์ส่วนควบคุมเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง	70
ช.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น	105
ช.2 ข้อมูลจำเพาะ	106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 อุปกรณ์ต้นแบบที่ช่วยในการฝึกยืนของเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	6
2.2 อุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้พิการอัมพาตท่อนล่าง	10
2.3 การจับต้องทำการควบคุม Handing	11
2.4 อุปกรณ์ชนิดฝึกยืนและฝึกนั่งที่พัฒนาจากแนวคิดของ Migicain	15
2.5 อุปกรณ์ชนิดฝึกยืนที่พัฒนาจากแนวคิดของ Girafee	16
2.6 ตำแหน่งของขา MCS-51	19
2.7 การต่อสัญญาณนาฬิกาที่ขา XTAL1 และXTAL2	19
2.8 การต่อสัญญาณรีเซต	20
2.9 โครงสร้างภายในของชิป MCS-51	22
2.10 การเลือกรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 แต่ละกลุ่ม	25
2.11 ตำแหน่งหน่วยความของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์แต่ละชนิดใน MCS-51	27
2.12 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของวงจรรักษาระดับคงที่แบบอนุกรม	28
2.13 วงจรจำกัดกระแสอย่างง่าย	29
2.14 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง	30
2.15 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์	34
2.16 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน	34
2.17 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางมอเตอร์กระแสตรง	35
2.18 ความกว้างพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิลของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่	36
2.19 เฟือง	37
2.20 เฟืองตรง	38
2.21 เฟืองหนอน	38
2.22 เฟืองดอกจอก	38
2.23 การหมุนของฟันเฟือง	39
2.24 การขบของเฟือง	39
2.25 ฟันตรงสองตัวขบกัน	40
2.26 เฟือง 3 ตัวขบกัน	41
2.27 ชุดเฟืองทดหลายตัว	42
2.28 ชุดเฟืองหนอน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 โครงสร้างส่วนการฝึกนั่งตัวตรง	44
3.2 ส่วนการฝึกยืนตัวตรง	45
3.3 กลไกเพื่อใช้ในการยกลำตัวให้ยืน	45
3.4 ส่วนการแกว่งขา	46
3.5 ส่วนการปั่นจักรยาน	46
3.6 ส่วนการกระดกเท้า	47
3.7 สวิตช์ควบคุมการทำงาน	47
3.8 วงจรการควบคุมมอเตอร์จากการสั่งงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	48
3.9 วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์	49
4.1 การทำงานส่วนการฝึกนั่ง	51
4.2 การทำงานส่วนการฝึกยืน	52
4.3 การทำงานส่วนของการแกว่งขา	53
4.4 การทำงานส่วนของการกระดกเท้า	55
4.5 การทำงานส่วนของการปั่นจักรยาน	57
ก.1 โครงสร้างเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง	62
ก.2 เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดส่วนของการฝึกปั่นจักรยาน	63
ก.3 ส่วนของสวิตช์ควบคุมการทำงานเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	63
ข.1 วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	65
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	66
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	66
ข.4 วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์	66
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์	67
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์	67
จ.1 แผนผังการทำงานของเครื่องทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	86
ช.1 โครงสร้างและส่วนประกอบเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง	96
ช.2 สวิตช์ควบคุมและไฟแสดงสถานะการทำงาน	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเครื่องมือที่ใช้ในการทำกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง นั้นยังมีใช้งานอยู่อย่างจำกัดเฉพาะในโรงพยาบาล หรือสถานบริการ รวมถึงความสะดวกในการทำกายภาพบำบัด และความสม่ำเสมอในการทำกายภาพบำบัด หากผู้ป่วยต้องเดินทางไปรับการทำกายภาพบำบัดยังสถานบริการหรือในโรงพยาบาลแม้กระทั่งสภาพจิตใจของผู้ป่วยที่ต้องเดินทางเข้าออกโรงพยาบาลอยู่บ่อยครั้ง หากมีเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ช่วยบำบัดให้แก่ผู้พิการในขั้นพื้นฐานได้สะดวกและส่งผลดีแก่ผู้ป่วยยิ่งขึ้น

1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน

ในการทำกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วยเด็กที่พิการท่อนล่าง โดยการสร้างเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำกายภาพบำบัดแก่ผู้ป่วยแบบบูรณาการ คือจะประกอบด้วยโครงสร้างที่มีความแข็งแรง สามารถเคลื่อนย้ายได้เพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนที่และติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการบำบัดท่อนล่าง โดยอาศัยการเคลื่อนไหวตามหลักการทำกายภาพบำบัด สามารถควบคุมจังหวะและเวลาได้

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง ได้ใช้เครื่องมือในการทำกายภาพบำบัดนี้แล้ว จะส่งผลให้ผู้ป่วยได้ฝึกการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนล่างในการขยับเท้าและขาทั้งสองส่วน คือขาส่วนบนและส่วนล่างร่วมกับการออกกำลังกายขาด้วยวิธีการนั่งปั่นจักรยานโดยใช้ระบบสั่งการผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องจะเป็นตัวควบคุมให้เกิดจังหวะการเคลื่อนไหวร่างกายที่เหมาะสมตามหลักการทำกายภาพบำบัด ซึ่งในการทำกายภาพบำบัดนี้ยังอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้เชี่ยวชาญด้านกายภาพบำบัด

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. ใช้กับผู้ป่วยอายุ 3-6 ขวบ ที่ความสูงไม่เกิน 120 เซนติเมตร น้ำหนักไม่เกิน 30 กิโลกรัม
2. สามารถขยับเท้าในลักษณะกระดกเท้าขึ้นลงได้โดยระบบควบคุมอัตโนมัติ
3. สามารถขยับขาในลักษณะการนั่งแกว่งขาได้โดยระบบควบคุมอัตโนมัติ
4. สามารถนั่งในลักษณะตัวตรงในลักษณะนั่งเก้าอี้มีพนักพิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สามารถเป็นเครื่องช่วยพยุงตัวให้ผู้ป่วยยืนในลักษณะตัวตรง โดยการบล็อกร่างกายและยกตัวยืนขึ้น

6. สามารถออกกำลังกายขาทั้งส่วนบนและส่วนล่างในลักษณะการนั่งปั่นจักรยาน โดยระบบควบคุมอัตโนมัติ

7. สามารถปรับระดับความสูงของเครื่องทำกายภาพบำบัดส่วนขา เพื่อให้เหมาะสมกับร่างกายผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างได้

1.5 ขั้นตอนการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบขึ้นด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ซึ่งการทำงานในระยะแรกต้องเริ่มต้นจากการทำศึกษาลักษณะร่างกายผู้ป่วยและโครงสร้างของตัวเครื่องมือส่วนที่มีการเคลื่อนไหวมีความถูกต้องเหมาะสมกับสภาพร่างกายผู้ป่วยที่ได้ทำการศึกษามาแล้วในแต่ละส่วน หลังจากนั้นจึงเริ่มต้นในส่วนของซอร์ฟแวร์ที่ใช้ในการควบคุม เมื่อในแต่ละส่วนสมบูรณ์เรียบร้อยดีแล้วจึงดำเนินการประกอบเป็นชิ้นงานที่สมบูรณ์

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ รวมถึงขีดความสามารถที่เกี่ยวข้องในการทำงานของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง ลักษณะอาการ วิธีการบำบัดรักษาผู้ป่วยและเครื่องมือพื้นฐานในการทำกายภาพบำบัด ระบบกลไก ระบบควบคุมอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับวิธีการทำงานของโครงงาน วงจรต่างๆ ที่ใช้ทำโครงงาน วงจรที่ถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นส่วนโครงสร้างพื้นฐานในการทำกายภาพบำบัดให้กับเด็กที่พิการอัมพาตท่อนล่าง ระบบกลไกและการควบคุมการทำงานของเครื่อง

บทที่ 4 ประกอบด้วยการทดลองการทำงานของเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดในแต่ละส่วนในขณะที่เครื่องทำงานครบทุกสภาวะ ไม่ว่าจะเป็นการฝึกนั่ง ฝึกยืน ฝึกแกว่งขา ฝึกกระดกเท้าและฝึกออกกำลังกายด้วยวิธีการนั่งปั่นจักรยาน

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างทำโครงงานและแนวทางแก้ไข รวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข แสดงรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงานทั้งส่วนโครงสร้างและวงจรควบคุม

ภาคผนวก ง แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่สำคัญในโครงงาน

ภาคผนวก จ แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องและแผนผังการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ควบคุม

ภาคผนวก ฉ แสดงรหัสต้นฉบับของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง

ภาคผนวก ช แสดงคู่มือการใช้งานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในบทที่กล่าวถึงและทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในโครงงานนี้ ซึ่งจะประกอบด้วยลักษณะอาการเจ็บป่วยของผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง รวมทั้งการดูแลป้องกันรักษาและการทำกายภาพบัดด้วยเทคนิควิธีการต่างๆ โดยการนำระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการสร้างเครื่องมือทำกายภาพบำบัด ซึ่งจะกล่าวถึงคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ภาคแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า มอเตอร์กระแสตรง และกลไกเฟืองของมอเตอร์ ซึ่งเป็นรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปนี้

2.2 เด็กพิการอัมพาตท่อนล่างและการดูแลรักษา

เด็กที่มีภาวะพิการอัมพาตท่อนล่างนั้น นอกจากมีความผิดปกติทางร่างกาย และมีความบกพร่องทางสติปัญญาแล้วยังมีสภาพจิตใจและอารมณ์ที่ไม่มั่นคงด้วย เด็กที่มีความพิการอัมพาตท่อนล่างนั้นไม่สามารถรักษาได้โดยวิธีหนึ่งวิธีใดโดยเฉพาะ เพียงเพื่อรักษาตามอาการให้ทุเลาลงได้ฉะนั้นการดูแลเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างเป็นสิ่งที่สำคัญ ปัจจุบันการให้การศึกษาแก่เด็กพิการอัมพาตท่อนล่างหรือเด็กที่มีภาวะปัญญาอ่อน มีการจัดตั้งโรงเรียนพิเศษสำหรับเด็กพิการขึ้นเพื่อฝึกฝนและเรียนรู้ช่วยเหลือเขาให้มีโอกาสเช่นเดียวกับคนปกติ นอกจากจะลดและป้องกันความพิการอัมพาตท่อนล่างของเด็กยังหมายถึงการป้องกันปัญหาอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับเด็กที่พิการอัมพาตท่อนล่าง

การทำกายภาพบำบัดจึงเป็นหัวใจในการเสริมพัฒนาการให้ตัวเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง โดยอุปกรณ์ฝึกยืนฝึกนั่งจะเป็นการวางรากฐานสำหรับการดำรงชีวิตประจำวันในการช่วยเหลือตัวเองเบื้องต้น ซึ่งอุปกรณ์ฝึกยืนและฝึกนั่งนี้ในปัจจุบันยังมีลักษณะที่ไม่สามารถกระตุ้นให้เด็กอยากที่จะฝึก ทั้งยังทำให้เกิดความเบื่อหน่ายที่จะฝึกอีกด้วย ดังนั้นสำหรับอุปกรณ์ฝึกยืนของเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างจะใช้ฝึกยืนและนั่งได้จะต้องเน้นเรื่องการทรงตัว และการจัดท่าทางที่ถูกต้อง รวมไปถึงการถ่ายน้ำหนักสู่ขา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการฝึกยืนฝึกนั่งเป็นเป้าหมายหลัก เพราะเด็กเหล่านี้หากยังไม่มีการฝึกท่าทางที่ถูกต้องแล้วเขาจะมีท่าทางที่ผิดปกติไปตลอด เช่น ยืนตัวบิด ขาแบะออก หรือลำตัวงอ เป็นต้น

เด็กพิการอัมพาตท่อนล่างมีความจำเป็นจะต้องอาศัยความร่วมมือประสานงานกันหลายฝ่ายที่ร่วมกันในการดูแล การกระตุ้นเด็กให้มีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะยิ่งพัฒนาเร็วขึ้น จึงควรมีการจัดสภาพแวดล้อมและการเล่นเพื่อการกระตุ้นการรับรู้พัฒนาการเด็ก การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับเด็กจะส่งผลดีต่อตัวเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่า การรักษาทางกายภาพบำบัดโดยมีนักกายภาพบำบัดเป็นผู้ให้การรักษาจะช่วยให้เด็กที่พิการอัมพาตท่อนล่างสามารถมีชีวิตที่ดีขึ้น

การดูแลเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง ซึ่งมีความผิดปกติด้านการเคลื่อนไหวและการทรงตัวนั้น จะต้องอาศัยความร่วมมือ ความอดทน และความเข้าใจระหว่างทีมผู้รักษาและผู้ปกครองในการลดปัญหาทางกายและมีการกระตุ้นการพัฒนาตามขั้นตอน เพื่อให้เด็กสามารถที่จะเติบโตไปอย่างมีคุณภาพมากที่สุด การให้การวินิจฉัยและรักษาตั้งแต่ระยะแรกจะทำให้เด็กสามารถที่จะช่วยตนเองได้มากขึ้น รวมถึงสิ่งสำคัญในการรักษาเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างทุกคนคือ การให้โอกาสในการศึกษาและการทำกายภาพบำบัดเท่าที่เด็กจะสามารถทำได้เพื่อให้เด็กสามารถช่วยเหลือตนเองและประกอบอาชีพต่อไปได้

2.2.1 แนวคิดในการสร้างอุปกรณ์กายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตชนิดฝึกยืนและฝึกนั่ง

2.2.1.1 แนวคิดทางการออกแบบอุปกรณ์กายภาพบำบัดที่ดี

แนวการออกแบบอุปกรณ์กายภาพบำบัดที่ดีนั้นย่อมเกิดจากการออกแบบที่ดีและมีคุณภาพ ฉะนั้น การออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่คำนึงนั้นคือ

1. หน้าที่การใช้สอย (Function)
2. ความปลอดภัย (Safety)
3. ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomics)
4. วัสดุและกรรมวิธีในการผลิต (Material and Production)

2.2.1.2 แนวคิดทางเทคนิคกลไกและเทคโนโลยีในการประยุกต์กับอุปกรณ์กายภาพบำบัด

อุปกรณ์กายภาพบำบัดโดยทั่วไปต้องมีความพิเศษมากกว่าอุปกรณ์อย่างอื่น อันเนื่องจากอุปกรณ์นั้นจะต้องทำการสัมผัสกับผู้ป่วยโดยตรงและอุปกรณ์กายภาพบำบัดมีระบบกลไกการผ่อนแรง ที่มีการนำมาใช้กับอุปกรณ์กายภาพบำบัด จะต้องคำนึงหลักคือ

1. ความแม่นยำของระบบกลไกในการใช้งาน
2. ความคงทนในการใช้งาน
3. ความปลอดภัยต้องสูง

2.2.1.3 แนวคิดในการเปรียบเทียบด้านการลดอาการเกร็งส่วนขาและลักษณะท่าทางการยืน

แนวคิดทางการกายภาพบำบัดและการพยาบาลซึ่งการดำเนินการศึกษาเพื่อการพัฒนาในส่วนของการกายภาพบำบัดและการพยาบาลโดยการรักษาเด็กพิการอัมพาตส่วนล่างด้วยเทคนิค มีหลักอยู่ 19 ท่า ที่คำนึงในการพัฒนานำมา 2 ท่า ประกอบด้วย

1. การจัดท่านั่งจะต้องมีองศาของการเคลื่อนไหวคือ ข้อสะโพกควรกาง 90 องศา งอเข่ากาง 90 องศา ข้อเท้ากาง 90 องศา ซึ่งจะสามารถที่จะลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อของเด็กขณะนั่ง
2. การจัดท่ายืนจะต้องมีองศาของการเคลื่อนไหวคือ ข้อสะโพกกาง 90 องศา ข้อเข่ากาง 90 องศา ข้อเท้ากาง 90 องศาซึ่งจะสามารถลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อเด็กขณะยืนได้

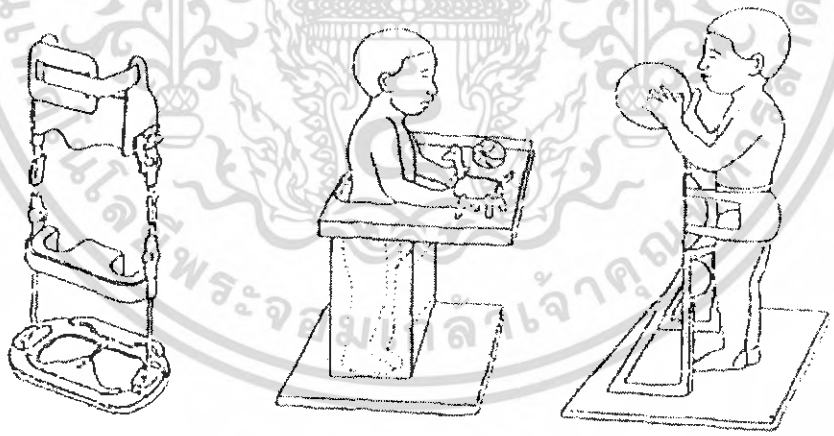
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การออกกำลังกายเพื่อการรักษา

ภาวะข้ออักเสบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวกลศาสตร์ของข้อกระดูกและโครงสร้างรอบๆ หลายประการ ได้แก่ พิสัยการเคลื่อนไหวของข้อลดลง กล้ามเนื้อเหี่ยวลีบและอ่อนแรงเนื่องจากไม่ได้ใช้งาน มีน้ำในข้อ ข้อขาดความมั่นคงและการรับน้ำหนักของข้ออื่นๆ เปลี่ยนไป ซึ่งจะส่งผลให้มีท่าทางการเดินที่ผิดปกติ จึงใช้พลังงานในการเดินมากขึ้น ทำให้รู้สึกล้าง่าย

การจัดท่าทางที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคข้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคข้อเรื้อรังเนื่องจากอาการเจ็บปวดของโรคข้ออักเสบ ผู้ป่วยจึงมักมีแนวโน้มที่จะอยู่ในท่างอเข่า งอตะโพก หลังโก่ง ไหล่ห่อและก้มหน้า การฝึกท่ายืนและท่านั่งที่เหมาะสมจะสามารถแก้ไขสภาวะข้อติดในท่าเหล่านี้ได้ แก่

1. ท่ายืน ให้ตัวตรง ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้า อกผายไหล่ผึ่ง ตามองตรงไปข้างหน้าและหายใจเข้าออกลึกๆ
2. ท่านั่ง ให้นั่งตัวตรง วางเท้าทั้งสองข้างราบกับพื้น จัดความสูงของอุปกรณ์ให้เหมาะสม ควรหลีกเลี่ยงการนั่งที่ติดต่อกันเป็นเวลานานๆ เพราะจะทำให้ข้อนั้นฝืดแข็ง ข้อเข่าและข้อตะโพกติดอยู่ในท่างอ แนะนำให้ลูกยืน เดิน เป็นระยะๆ เพื่อที่จะคงสภาพการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ สามารถยืนและเดินได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ต้นแบบที่ช่วยในการฝึกยืนของเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

2.2.3 เวชศาสตร์ฟื้นฟูเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

เวชศาสตร์ฟื้นฟู หมายถึง วิชาแพทย์แขนงหนึ่งซึ่งมุ่งที่จะให้การบำบัดรักษาและฟื้นฟูสมรรถภาพแก่คนพิการ ที่อาจเกิดจากผลของโรคหรือจากอุบัติเหตุต่างๆ เพื่อช่วยให้ผู้ป่วยเหล่านั้นกลับคืนสู่สภาพใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับปกติมากที่สุดทั้งในด้านสภาพร่างกาย สภาพจิตใจ การประกอบอาชีพและการอยู่ในสังคมอย่างมีความสุขพอสมควรแก่อัตภาพ ในการบำบัดรักษาผู้ป่วยที่พิการนั้นจะต้องใช้เครื่องมือทางฟิสิกส์อันได้แก่ เครื่องมือที่ให้ความร้อน แสง เสียง ไฟฟ้า ทำนองเดียวกันกับหลักการทางชีวะกลศาสตร์ ก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำมาใช้กับกับผู้ป่วยพิการด้วย เช่น การออกกำลังกายเพื่อการบำบัดรักษา การดึงและการดัด สามารถที่จะแบ่งการฟื้นฟูเป็น 5 ระยะ ดังนี้

1. Promotive Medicine คือ การส่งเสริมสุขภาพ
2. Preventive Medicine คือ เนื่องจากโรคภัยไข้เจ็บที่เกิดขึ้นในร่างกายมนุษย์นั้นมีจำนวนมากทีเดียวที่จะสามารถป้องกันได้ การแพทย์ขนานนี้จึงมีความสำคัญมากพอสมควรเพราะถ้าการป้องกันโรคทำได้ดีการเจ็บป่วยจะน้อยลง สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรักษาลงได้อย่างมาก
3. Curative Medicine คือ เมื่อทำการส่งเสริมป้องกันไม่สำเร็จโรคจะเกิดขึ้น จึงต้องนำวิธีทางการแพทย์ในระยะที่สาม เป็นระยะที่จะต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก การแพทย์ระยะนี้เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป ประกอบด้วยการวินิจฉัยแรกเริ่ม
4. Disability Limitation คือ การจำกัดหรือป้องกันความพิการไม่ให้เพิ่มขึ้นจากเดิมที่เป็นอยู่
5. Rehabilitation Medicine คือ การจำกัดความพิการหรือการฟื้นฟูสมรรถภาพของคนพิการประเภทไม่สามารถที่จะรักษาให้หายได้ ผู้ป่วยบางรายจึงมีอาการเจ็บป่วยเรื้อรังบางรายก็จะมีความพิการบางอย่างเกิดขึ้น

2.2.4 วิธีการบำบัดรักษาเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

ขบวนการบำบัดจะสามารถแบ่งวิธีการรักษาออกเป็น 3 ระยะ ตามอาการผู้ป่วย ดังนี้

2.2.4.1 ระยะเริ่มแรก

ระยะเริ่มแรกจะเริ่มรักษาด้วยการนวดบริหารส่วนที่เป็นอัมพาตต่างๆ จะอ่อนเปลี้ยไม่มีกำลัง ไม่มีความรู้สึก ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมของร่างกาย ดังนั้นในขั้นแรกจึงทำการรักษาด้วยการบีบนวด ดัดให้กล้ามเนื้อเกิดการยืดหดและทำให้การไหลเวียนของโลหิตเป็นไปได้โดยสะดวก เพราะทิ้งไว้กล้ามเนื้อเมื่อไม่ได้มีการเคลื่อนไหวจะค่อยๆ ลีบลงเส้นโลหิตกล้ามเนื้อในช่วงนั้นหรือส่วนนั้นจะตายในที่สุด

2.2.4.2 ระยะที่สอง

ระยะที่สองเป็นระยะที่กล้ามเนื้อไม่ได้ผ่านการบำบัดรักษาในระยะแรกมาก่อน กล้ามเนื้อนั้นยังคงอ่อนเปลี้ยอยู่และจะมีลักษณะที่แข็งเกร็ง แต่ถ้าผ่านการดัดนวดมาแล้วกล้ามเนื้อก็จะพอมีกำลังขึ้นมาบ้าง แต่ก็อาจจะมีอาการแข็งเกร็งอยู่ ระยะนี้จะทำการรักษาด้วยการนวดควบคู่กันไปกับการใช้อุปกรณ์ต่างๆ เข้าช่วยโดยการหัดให้ผู้ป่วยหยิบหรือกระดิกร่างกายในส่วนที่เป็นอัมพาตนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.3 ระยะที่สาม

ระยะที่สามเป็นระยะที่กำลังจะหายหลังจากที่ผู้ป่วยได้ผ่านการรักษามาจนถึงระยะที่สามแล้ว พวกกล้ามเนื้อต่างจะพอมีพละกำลัง ความรู้สึกดีขึ้นมาก อาการเกร็งของกล้ามเนื้อจะหายไปแต่ยังไม่หมดสิ้นนัก ระยะนี้แพทย์หรือนักกายภาพบำบัดจะใช้อุปกรณ์เข้าช่วยในการรักษาเป็นส่วนใหญ่ ทั้งจะเป็นการฝึกบริหารร่างกายเพื่อให้เกิดพละกำลังกับกล้ามเนื้อโดยตรง อาทิเช่น ให้หัดยืนทรงตัวเองโดยการยืนเกาะบาร์ขนานในระยะแรกผู้ป่วยจะมีอาการขาสั่น อ่อนเปลี้ยและทรุดลง แต่หลังจากการหัดยืนมานานพอสมควรแล้วก็สามารถที่จะยืนได้เอง จากนั้นก็จะหัดให้ผู้ป่วยก้าวเดินโดยมีนักกายภาพบำบัดช่วยพยุงและแนะนำการลงน้ำหนักเท้า

ในระยะนี้ถ้าผู้ป่วยได้รับการรักษาหรือแนะนำการลงน้ำหนักเท้าจางหายแล้วจะเป็นไปอย่างไม่ถูกต้องตลอดไป อาทิเช่น ถ้าระหว่างหัดเดินปลายเท้าผู้ป่วยแบะออกแต่แพทย์หรือนักกายภาพบำบัดไม่ใช้อุปกรณ์ที่บังคับปลายเท้าให้ตรง ภายหลังจากผู้ป่วยเดินได้แล้ว คือหายเป็นปกติแล้วผู้ป่วยคนนั้นก็จะเดินแบะปลายเท้าตลอดไป

2.2.5 อุปกรณ์กายภาพบำบัดผู้พิการอัมพาตท่อนล่าง

สามารถที่จะแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.2.5.1 การรักษาด้วยการออกกำลัง (Exercise)

การรักษาด้วยการออกกำลัง (Exercise) ได้แก่ การบริหารกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยการใช้พละกำลังของกล้ามเนื้อส่วนนั้นๆเช่น การถีบจักรยาน ฯลฯ

2.2.5.2 การรักษาด้วยระบบไฟฟ้า (Electro Therapy)

การรักษาด้วยระบบไฟฟ้า (Electro Therapy) เช่นการอบนวดหรือการกระตุกไฟฟ้าใช้สำหรับอาการรักษาอัมพาตของกล้ามเนื้อโดยใช้กำลังไฟฟ้าจี้ตามกล้ามเนื้อ เพื่อกระตุกให้กล้ามเนื้อตอบสนองต่อความรู้สึกได้บ้าง โดยการใช้กระแสไฟฟ้าผ่านแผ่นโลหะทำให้เกิดความร้อนวางทาบไปบนกล้ามเนื้อเพื่อช่วยในการทำให้กระแสโลหิตไหลเวียนดีขึ้น

2.2.5.3 การรักษาด้วยน้ำ (Hydro Therapy)

การรักษาด้วยน้ำ (Hydro Therapy) โดยการให้กระแสน้ำซึ่งทำให้เกิดการหมุนเวียนไหลมากระทบกับกล้ามเนื้อ เพื่อช่วยในการกระตุ้นให้ระบบหมุนเวียนของโลหิตไหลดีขึ้นนอกจากนี้ก็มีการอบไอน้ำ การประคบผ้าที่ผ่านการนึ่งหรือต้ม อันทำให้เกิดความร้อนด้วย

จากอุปกรณ์ทั้งสามประเภทดังกล่าว จากการศึกษาพบว่าวงการแพทย์นิยมใช้ในการรักษากันมากที่สุดและมีประโยชน์ต่อกล้ามเนื้อของผู้ป่วยมากที่สุดก็คือ การรักษาด้วยการออกกำลัง (Exercise) เพราะเป็นการรักษาที่เกิดประโยชน์โดยตรงแก่ผู้ป่วยในทุกกรณี ผลจากการออกกำลังกายจะทำให้กล้ามเนื้อมีพละกำลังที่เพิ่มขึ้น การไหลเวียนของกระแสโลหิตต่างๆ ก็จะเป็นไปได้โดยธรรมชาติ ไม่เหมือนการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Electro Therapy) หรือการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับน้ำ (Hydro Therapy) เพราะเป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อ และการหมุนเวียนของโลหิตทำงานโดยไม่ต้องออกแรงแต่อย่างไรเพียงแต่นอนหรือนั่งเฉยๆ เพียงเท่านั้นอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านวิทยาศาสตร์ทั้งสองอย่างนี้จะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อมีผู้ป่วยเป็นจำนวนมากๆในระยะ Flaccid Stage คือ การใช้การนวดด้วยมือและอีกด้านหนึ่งก็คืออุปกรณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์จะส่งผลต่อสภาวะทางด้านจิตใจของผู้ป่วยที่มีความฝังใจเชื่อมั่นว่า เมื่อใช้อุปกรณ์ชนิดนี้แล้วจะหายเร็วขึ้น ก็จะทำให้ผู้ป่วยมีกำลังใจที่จะรักษาตัวเองต่อไปได้ดี แต่อย่างไรก็ตามผู้ป่วยที่ได้ผ่านการรักษาจากอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองแบบนี้แล้ว ก็จะต้องมารับการรักษาด้วยการออกกำลังอีกเสมอไป

2.2.6 อุปกรณ์ในการออกกำลังกายผู้พิการอัมพาตท่อนล่าง

ประกอบด้วยรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1. รอก ใช้สำหรับให้ผู้ป่วยดึงเพื่อออกกำลังกายแขนและขา
2. จักรยาน ใช้สำหรับการกำลังส่วนขา
3. บาร์ขนาน ใช้สำหรับการฝึกหัดเดิน และการทรงตัว
4. บันได ใช้สำหรับการฝึกหัดเดินขึ้นลง และการทรงตัว
5. สปริงต้าน ใช้สำหรับออกกำลังกายส่วนมือ แขน ไหล่
6. แป้นหมุน ใช้สำหรับหมุนเพื่อการบริหารแขนและไหล่
7. บันไดติดฝา ใช้สำหรับการบีบ โหนและการทรงตัว
8. สปริง ใช้สำหรับการออกกำลังส่วนแขน
9. ตารางฝึก Co Ordinate โดยการเขียนรูปเท้าติดกับพื้นห้องในลักษณะต่างกันแล้วให้ผู้ป่วยเดินตามรอยเท้านั้น
10. Quadricep Board การบริหารกล้ามเนื้อขา Walker หรือ Cane ที่สำหรับหัดเดิน
11. เตียงปรับระดับ เพื่อการฝึกหัดยืนและหัดการทรงตัว

ตัวอย่างอุปกรณ์ในการออกกำลังกายสำหรับผู้พิการท่อนล่าง ดังแสดงในรูปที่ 2.2

2.2.7 วิธีการรักษาและการฟื้นฟูเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

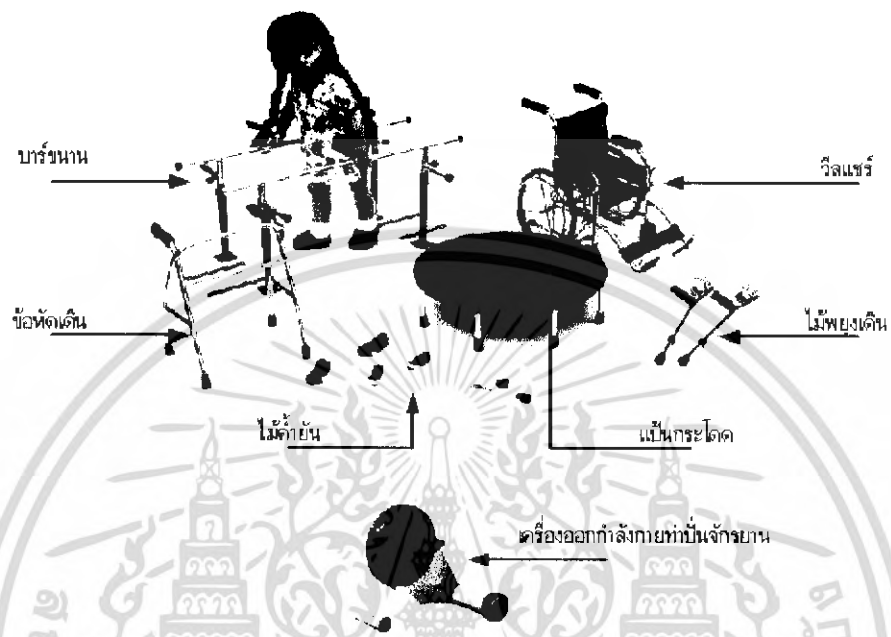
กิจกรรมบำบัดสำหรับเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง เป็นกลุ่มอาการระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ในการรักษาจะทำการรักษาจะทำการรักษาตามกลุ่มอาการของโรค เรียกว่าการฟื้นฟูสมรรถภาพหรือเวชศาสตร์ฟื้นฟู ซึ่งประกอบด้วยหน่วยงานต่างๆ ข้างต้น สำหรับวิธีการของกิจกรรมบำบัดสำหรับเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง มีดังนี้

2.2.7.1 พยายามให้อาการอัมพาตน้อยลง

พยายามให้อาการอัมพาตน้อยลง เช่น เกร็ง ให้ผ่อนคลายของกล้ามเนื้อสำหรับผู้ป่วยที่เสียการทรงตัวก็ให้พยายามที่จะทรงตัวให้ได้ โดยพยายามให้เด็กสามารถที่จะใช้อวัยวะซึ่งมีอาการเกร็ง พยายามบริหารกล้ามเนื้อให้มีความผ่อนคลาย รวมถึงวิธีการแบ่งขอบเขตการฝึกการทำกายภาพบำบัดและกิจกรรมบำบัดคือ กายภาพบำบัดด้วยความร้อน ความเย็นเพื่อให้กล้ามเนื้อมีความหดตัว ส่วนกิจกรรมบำบัดโดยเครื่องมือที่ช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการรักษาเช่นการขัดกระดาษทราย การหัดรับประทานอาหาร เป็นต้น ก่อนที่จะรับผู้ป่วยมารักษาแผนกกิจกรรมบำบัดจะต้องทำการทดสอบกล้ามเนื้อ



รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับผู้พิการอัมพาตท่อนล่าง

2.2.7.2 พยายามดัดแปลงเพื่อช่วยลดอาการอัมพาตให้น้อยลง

พยายามดัดแปลงเพื่อช่วยลดอาการอัมพาตให้น้อยลง เช่น เกร็ง ให้การผ่อนคลายของกล้ามเนื้อสำหรับพวกที่เสียความทรงตัวก็ให้พยายามทรงตัวให้ได้ ประสานงานระหว่างอวัยวะซึ่งมีอาการเกร็งพยายามบริหารกล้ามเนื้อให้มีความผ่อนคลาย โดยใช้วิธีการแบ่งขอบเขตการทำกายภาพบำบัดและกิจกรรมบำบัดคือ กายภาพบำบัดด้วยความร้อน ความเย็น เพื่อให้กล้ามเนื้อมีการหดตัว ส่วนกิจกรรมบำบัดโดยเครื่องมือช่วยในการรักษา เช่น การขัดกระดาษทราย การหัดรับประทานอาหารเป็นต้น ก่อนที่จะรับผู้ป่วยมารักษาแผนกกิจกรรมบำบัดต้องทดสอบกล้ามเนื้อ ในส่วนของอาการแบบ Normal Grade เช่นเกร็งแขนซ้ายให้ยกมือขวา สอนท่าทางให้เป็นของการทำงานแบบ Function และในส่วนของอาการแบบ Step By Step เช่นการลุกนั่งจากท่านอน จากท่านั่งเป็นท่ายืน ฝึกให้สามารถช่วยตนเองได้

ในผู้ป่วยที่มีความพิการอัมพาตท่อนล่างจะได้เริ่มรักษาทางกิจกรรมบำบัดเมื่ออายุประมาณ 4 เดือน เรื่อยไปตราบเป็นผู้ใหญ่ดังนั้นจึงเป็นการแบ่งงานบำบัดนี้ออกเป็นสองช่วง คือ

1. กิจกรรมบำบัดเพื่อการช่วยเหลือตนเอง (Sele Help Skill) เกี่ยวกับการทำกิจวัตรประจำวัน
2. อาชีวะบำบัด (Vocational Therapy) การให้การฝึกฝนให้ผู้ป่วยสามารถที่จะช่วยประกอบอาชีพได้ในภายหน้า เช่น ฝึกทอผ้า การขัดไม้ด้วยกระดาษทราย เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฝึกสมรรถภาพร่างกายของผู้ป่วยพอจะฝึกได้และมีอายุมากพอแล้ว เป็นสิ่งที่จำเป็นต้องฝึกให้ผู้ป่วย เพื่อให้เขาสามารถมีชีวิตดำรงอยู่ได้ด้วยตนเอง ซึ่งช่วยลดภาระทางสังคมได้และสร้างให้เขาต่างจากคนปกติธรรมดา

2.2.8 วิธีการ รูปแบบและอุปกรณ์การทำกายภาพบำบัด

2.2.8.1 การจับต้องทำการควบคุม Handing

การจับต้องทำการควบคุม Handing เป็นการควบคุมดูแลและวิธีในการจับเด็ก จะช่วยเสริมการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องในส่วนศีรษะ ลำตัว และแขนขาซึ่งทำให้การดูแลเด็กทำได้ง่ายขึ้นวิธีการมีดังนี้

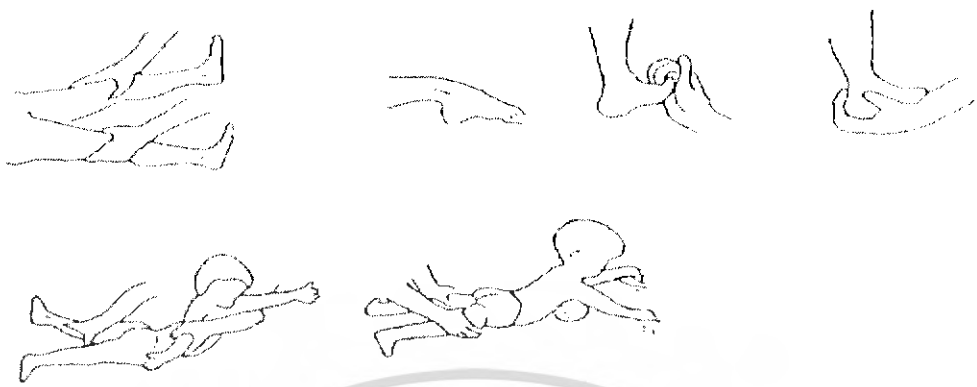
1. Handing the Head คือ วิธีการใช้มือประคับประคองศีรษะให้ตั้งตรงและเคลื่อนไหวได้ในท่าปกติ คอไม่ก้มตก หรือแหงนหน้าขึ้นตลอดเวลา
2. Handing the Body คือ วิธีการใช้มือช่วยในการประคับประคองร่างกายทุกส่วนให้จัดวางและเคลื่อนไหวที่ปกติ ไม่ผิดรูปร่างและลักษณะการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็นการนอน การคลาน การคว่ำและการหงายร่างกาย ดังแสดงในรูปที่ 2.3

ก. การควบคุมแบบ Handing the Body

ข. การควบคุมแบบ Handing the Arms and Hands

รูปที่ 2.3 การจับต้องทำการควบคุม Handing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ค. การควบคุมแบบ Handing the Legs

รูปที่ 2.3 (ต่อ) การจับต้องทำการควบคุม Handing

2.2.8.2 การรักษาด้วยการจัดท่าทาง (Preventing deformities)

การรักษาด้วยการจัดท่าทาง (Preventing deformities) เป็นการป้องกันภาวะแทรกซ้อนต่างๆ โดยเฉพาะป้องกันการยึดติดของข้อต่อเป็นสำคัญ การป้องกันความพิการซ้ำซ้อนควรจะทำการจัดท่าทางให้ถูกต้อง และมีความเหมาะสมกับร่างกายเด็ก ในการจัดท่าทางสามารถที่จะป้องกันการหดสั้นและผิดรูปของกระดูกได้ สามารถกระตุ้นให้เด็กมีรูปแบบการเคลื่อนไหวอย่างปกติได้อาจต้องใช้เครื่องมือพิเศษ เช่นหมอนรูปลิ่ม หมอนทรงกลม หรือทรงเหลี่ยมต่างๆ เก้าอี้รูปแบบต่างๆหรือเครื่องมืออื่นๆ เพื่อการจัดท่าทางต่างๆได้ เช่น ท่านอนตะแคง ท่านั่ง ท่ายืน

2.2.8.3. การฝึกหัดการเคลื่อนไหว

การฝึกหัดการเคลื่อนไหว โดยการกระตุ้นพัฒนาการต่างๆ ตามสภาพร่างกาย วิธีการมีดังนี้ ฝึกหัดการควบคุมศีรษะ และฝึกการพลิกตะแคงตัว ฝึกการทรงตัวในท่านั่ง ฝึกการลุกนั่งฝึกการใช้มือและการเล่น ฝึกการลุกยืน ฝึกการยืนทรงตัว ฝึกการเดิน

อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างชนิดอื่นๆ ได้แก่

1. เบาะหรือฟูก (Mat) สำหรับทำการจับต้องควบคุมในท่าต่างๆ
2. เครื่องไต่บริเวณไหล่ (Shoulder Ladder)
3. ล้อหมุนบริหารไหล่ (Shoulder Wheel)
4. บันได (Step)
5. ทางลาด (Ramp)
6. ราวหัดยืน (Parallel Bars)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กระจก (Posture Mirror) สำหรับช่วยให้นักกายภาพเห็นและควบคุมการทำกายภาพบำบัดได้อย่างถูกต้อง และให้เด็กได้ช่วยเรียนรู้การช่วยบำบัดตนเอง

8. กรรเชียงบก (Rowing Machine)

9. เครื่องช่วยพยุงดึงน้ำหนักติดผนัง

2.2.8.4 ความสำคัญของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการทำกายภาพบำบัด

สภาพแวดล้อมทางกายภาพ หมายถึง สิ่งต่างๆ ทั้งปวงทางกายภาพไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่ในธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้น ในส่วนของการจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพมีเป้าหมายอย่างหนึ่งเพื่อก่อให้เกิดการตอบสนองตามความต้องการด้านหน้าที่ใช้สอยคือ การทำให้เกิดพฤติกรรมของบุคคลหรือการจัดกิจกรรมของบุคคลหรือกลุ่มบุคคลภายในสภาพแวดล้อมทางกายภาพนั้นๆ

มนุษย์นั้นไม่สามารถแยกออกจากสภาพแวดล้อมได้โดยเด็ดขาด ดังนั้นวิชาชีพกายภาพบำบัดจึงให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือช่วยชนิดหนึ่งซึ่งใช้การรักษาฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายและจิตใจ รวมถึงให้ความหมายของสภาพแวดล้อมที่ไม่ใช่มนุษย์ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่โดยรอบตัวเรายกเว้นมนุษย์ อุปกรณ์หรือเครื่องใช้ต่างๆ ถือเป็นสภาพแวดล้อมที่เป็นเครื่องมือในการรักษาให้สามารถที่จะปรับเปลี่ยนไปตามความเหมาะสมในการรักษาของเด็กแต่ละคน

สิ่งสำคัญประการแรกของนักกายภาพบำบัด คือ การกำหนดหรือจัดสถานที่สภาพแวดล้อมเพื่อการรักษาให้เหมาะสม เพื่อผู้รับบริการได้รับความพึงพอใจ หรือสามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างเต็มที่ ได้ให้ความสำคัญของสภาพแวดล้อมนี้ไว้ คือสถานที่เป็นส่วนที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกอยากที่จะกระทำหรือเข้าร่วม

2.2.9 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

สภาพแวดล้อมทางกายภาพ หมายถึง สิ่งของ วัตถุ ขนาด รูปร่าง สี ตำแหน่งความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ซึ่งการจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพสำหรับเด็กที่ต้องเข้ามาใช้บริการในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคยและกิจกรรมที่แตกต่างจากชีวิตประจำวัน ควรที่จะต้องมีการคำนึงถึงเรื่องต่างๆ ที่เหมาะสมกับความต้องการของเด็ก

เด็กพิการอัมพาตท่อนล่างไม่สามารถที่จะสำรวจสภาพแวดล้อมได้ด้วยตนเอง ในขณะที่การได้รับความช่วยเหลือดูแลให้ได้เห็น สัมผัส รู้สึก และมีประสบการณ์ในสถานการณ์ที่มีความแตกต่างกัน เช่น ในตู้ข้างฝาผิวเนื้อสิ่งของที่แตกต่างกันสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถช่วยให้เด็กมีส่วนในประสบการณ์นั้นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อสมาธิ อันเนื่องจากเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างมีความบกพร่องด้านสมาธิสั้นเพราะสมองส่วนหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวนั้นถูกทำลาย ในขณะที่มักจะพบคือเด็กพิการจะสูญเสียสมาธิรวมถึงความตั้งใจจะทำอะไรนานๆ การสร้างสภาพแวดล้อมให้เด็กพิการมีสมาธิในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้สำเร็จจึงเป็นสิ่งสำคัญ ดังคำกล่าวที่ว่า “สมาธิเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันหากเราไม่มีสมาธิ เราคงทำงานไม่ได้ นอกจากนี้กิจกรรมเล็กๆ น้อยๆ ในชีวิตประจำวันก็คงจะมีปัญหาไปด้วย”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเด็กทุกคนแล้วสมาธิเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากเนื่องจากเป็นปัจจัยให้เด็กสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัวได้ สาเหตุของการไม่มีสมาธิมีหลายอย่างที่พบบ่อยๆ ที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ได้แก่

1. สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สถานที่ที่มีสิ่งเร้ามากเกินไป วุ่นวาย เสียงดัง ทำให้ไม่มีสมาธิเพราะไม่รู้ว่าจะเลือกสนใจสิ่งใด แม้พยายามจดจ่ออยู่กับสิ่งเดียว
2. สภาพแวดล้อมที่มีการกระตุ้นมากเกินไป เช่นห้องที่มีของเล่นมากเกินไป ส่งเสียงดังให้เด็กมีความกล้วมากเกินไป และสมาธิไม่ดี

ดังนั้นสภาพแวดล้อมก่อให้เกิดสมาธิซึ่งมีส่วนสำคัญในการช่วยทำกิจกรรมต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพ สภาพแวดล้อมมองในแง่ของสมาธิคือ สถานที่อยู่ห่างไกลเสียง จะช่วยให้เด็กมีสมาธิที่ดีและตั้งใจทำกิจกรรมนั้นๆได้ดี มีสุขภาพกายที่ดีและมีสติปัญญาแจ่มใส ในการคิดแก้ปัญหาต่างๆ

2.2.10 งานการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์กายภาพบำบัด

สำหรับงานที่ออกแบบเกี่ยวข้องกับงานกายภาพบำบัดนั้นเป็นตัวอุปกรณ์ที่ได้มาจากการศึกษาในส่วนของการออกแบบที่เป็นสากลจากต่างประเทศ เนื่องจากงานการออกแบบที่เป็นลักษณะเพื่อคนพิการที่ทำเป็นลักษณะของงานวิจัยนี้ยังมีน้อยมากในประเทศไทยยังไม่สามารถที่จะมองเห็นภาพในการที่พัฒนาได้มากนักจึงได้นำผลการออกแบบที่เป็นสากลมากล่าวอ้าง ดังข้อมูลต่อไปนี้

2.2.10.1 อุปกรณ์ช่วยในการฝึกยืนท่านอนคว่ำโดย Mr.Theradapt

Theradapt กล่าวว่า สำหรับอุปกรณ์ช่วยฝึกท่ายืนคว่ำนี้ ทำการศึกษาและพัฒนาจากเด็กเป็นสำคัญ มีความเหมาะสมที่จะช่วยเหลือและพยุงน้ำหนักของร่างกายเด็กที่มีอาการผิดปกติในส่วนล่างของร่างกาย เพื่อช่วยเป็นพื้นฐานในการฝึกท่าทางต่างๆต่อไป จากการชี้แนะมากสุด คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในส่วนล่างของร่างกาย และใช้ในเด็กที่ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวในส่วนของลำตัวส่วนล่าง อุปกรณ์ชนิดนี้จะมีการปรับองศาด้านหลังและมีแผ่นรองแผ่นหลังเด็กซึ่งสามารถปรับมุมองศา 5-35 องศา จากการตั้งตรงหรือตั้งฉากกับพื้น สามารถปรับมุมและมีการเคลื่อนย้ายที่รวดเร็ว สามารถปรับแผ่นรองรับบริเวณทรวงอก มีแผ่นรองรับบริเวณเชิงกราน และมีแผ่นรองรับบริเวณหัวเข่าเพื่อช่วยในการประคองเข่าไม่ให้มีความผิดรูปในการจะรับน้ำหนักของร่างกายที่กดทับลงมา

2.2.10.2 ระบบช่วยฝึกยืนและนั่งของ Migicain

Migicain กล่าวว่า การออกแบบระบบช่วยฝึกนั่งนั้นมีความเหมือนหรือมีลักษณะคล้ายกับระบบการช่วยฝึกยืน เกี่ยวกับผู้ป่วยที่มีการเปลี่ยนท่านั่งไปท่ายืนซึ่งถือว่าเป็นวิทยาศาสตร์แบบประยุกต์แบบหนึ่ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงท่าที่รวดเร็วและง่าย รวมถึงยังเป็นการช่วยเหลือเด็กพิการอัมพาตส่วนล่างอย่างเต็มที่ในระหว่างที่เปลี่ยนจากท่านั่งเป็นยืนนี้ ระบบของ Migicain จะเป็นลักษณะของโต๊ะที่เขียนหนังสือแบบยืนและนั่ง และมีครูหรือผู้ดูแลเพื่อให้การนั่งและการยืนได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกลักษณะท่าทางในการยืนและนั่ง เด็กสามารถที่จะใช้รถด้วยตัวเองได้เมื่อเด็กเห็นความสำคัญของการเคลื่อนย้าย อุปกรณ์รองรับที่อยู่ด้านหลังและด้านข้างบริเวณหัวเข่าต้องมีการศึกษารูปแบบของการนั่งและยืน เป็นสิ่งที่ง่ายที่จะเปลี่ยนแปลงท่าทางบนรถเข็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ป่วยพิการอัมพาตส่วนล่างต่อไปถึงการยืนและนั่งที่ง่ายสำหรับการเคลื่อนย้าย อีกทั้งเป็นการดีที่เด็กจะได้มีพัฒนาการ อุปกรณ์ชนิดนี้เหมาะกับเด็กที่มีความสูง 32 นิ้ว ถึง 56 นิ้ว (82-143 ซม.) ล้อคู่ที่ใช้จะมิล็อค อยู่สูงกว่าพรมและพื้น 4 นิ้ว (10 ซม.) ขนาดอุปกรณ์ชนิดนี้มีดังนี้ ส่วนกว้างของด้านหน้า 23 นิ้ว (59 ซม.) ความกว้างของส่วนหลัง 15 นิ้ว (38 ซม.) และมีความยาว 32.5 นิ้ว (83 ซม.) โดยรูปแบบที่พัฒนามี ดังรูปที่ 2.4

ก. อุปกรณ์ขณะใช้ฝึกนั่ง ข. อุปกรณ์ขณะใช้ฝึกยืน

รูปที่ 2.4 อุปกรณ์ชนิดฝึกยืนและฝึกนั่งที่พัฒนาจากแนวคิดของ Migicain

2.2.10.3 อุปกรณ์ช่วยในการฝึกยืนคว่ำและยืนหงายในท่าตรง ของ Girafee

Girafee กล่าวว่า โครงสร้างฐานบริเวณเท้าจะสามารถล็อคได้โดยการใช้สายรัดและสามารถที่จะปลดได้ อีกทั้งยังสามารถยืดออกได้อีกตามต้องการ เป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากรถเข็น และมีแผ่นรองรับบริเวณหัวเข่า บริเวณเท้า บริเวณเชิงกราน และบริเวณหน้าอก แผ่นรับร่างกายจะเป็นแผ่นและสามารถยืดได้ มีการปรับแผ่นรองรับด้านข้างนั้นเป็นสายหนัง

ชนิดของแผ่นรองรับที่แบ่งตามอายุได้ ดังนี้

1. เด็กเล็ก 1 ½ ปี – 6 ปี	ขนาด 48 X 50 ซม.
2. เด็กประถม 5 ปี – 14 ปี	ขนาด 60 X 60 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เด็ก 10 ปี – ผู้ใหญ่ ขนาด 60 X 70 ซม.

โดยประกอบด้วย ท่าคว่ำ ท่าหงาย และแบบตั้งตรง สามารถใช้กับเด็กที่สูงระหว่าง 18 นิ้ว ถึง 60 นิ้ว (46-152 cm) มีน้ำหนักที่หนัก 90 ปอนด์ขึ้นไป อุปกรณ์ชนิดนี้มีความสะดวกสบายและมีความปลอดภัย สามารถที่จะใช้แผ่นกระดานปรับองศาได้ 40 องศา สามารถเลื่อนไปข้างหน้าและถอยหลัง และบริเวณรับเท้าจะมีแผ่นโลหะรางเลื่อนได้มีความมั่นคง เมื่อเกิดการหดของขาฐานและมีขนาด 34-41 นิ้ว (86-105 ซม.) บริเวณที่รองรับศีรษะและไหล่เกิดอาการตึงซึ่งสามารถที่จะปรับได้ บริเวณเข่าก็มีการปรับออกแบบให้มีความเหมาะสมกับความกว้าง ยาว หนา ในบริเวณรองรับร่างกาย โดยด้านกว้างจะมีความกว้าง 6 นิ้ว ถึง 11 นิ้ว และแผ่นรองรับที่เท้าจะมีความสูงจากพื้น 6.5 นิ้ว (17 ซม.) และจะเกิดการสลับระหว่างตัวเรือนและโครงสร้างด้านข้าง เพื่อเกิดการพัฒนาให้เด็กยืน แสดงดังรูปที่ 2.5

รายละเอียดความยาวของตัวเรือนกับความสูงของเด็ก

1. 24 นิ้ว เหมาะสำหรับเด็ก 46 – 118 ซม.
2. 36 นิ้ว เหมาะสำหรับเด็ก 46 – 140 ซม.
3. 36 นิ้ว เหมาะสำหรับเด็ก 46 – 145 ซม.

รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ชนิดฝึกยืนที่พัฒนาจากแนวคิดของ Giralee

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.3.1 คุณสมบัติของ MCS-51

คุณสมบัติที่สำคัญๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

1. ต้องมีแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว
2. ต้องมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิปจำนวน 4 กิโลไบต์ (เบอร์ 8031 เบอร์ 8032 ไม่มีหน่วยความจำส่วนนี้ ส่วนเบอร์ 8052 มีหน่วยความจำส่วนนี้ 8 กิโลไบต์ และสำหรับเบอร์ 83C51FB จะมีหน่วยความจำส่วนนี้รวมทั้งสิ้น 16 กิโลไบต์) มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) อยู่ภายในชิปจำนวน 128 ไบต์ (ในเบอร์ 8031 และเบอร์ 8051) หรือ 256 ไบต์ (ในเบอร์ 8032และเบอร์ 8052)
3. สามารถที่จะใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม และข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้อย่างละ 64 กิโลไบต์ แยกจากกัน
4. คำสั่งส่วนใหญ่มักใช้เวลาในการทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลที่ความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์
5. มีพอร์ตที่สามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิต หรือสามารถใช้งานเป็นพอร์ตขนาด 1 บิตแยกจากกัน ทำให้มีพอร์ต 1 บิตใช้งานรวมทั้งสิ้น 32 พอร์ต
6. การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับและส่งข้อมูล (Baud Rate) ได้ตั้งแต่ 300 - 375 กิโลบิตต่อวินาที
7. จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ 2 ระดับ
8. รีจีสเตอร์สำหรับที่ใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ ซึ่งใช้เพื่อเป็นตัวนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิป หรือนับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้สำหรับนับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา (ในเบอร์ 8052 จะมี 3 ตัว)
9. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบต์และระดับบิตเพื่อในการออกแบบโปรแกรมและควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น
10. มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิตในตัวเอง
11. สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ
12. ใช้โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ที่จัดว่าเป็นพื้นฐานของตระกูลนี้คือ เบอร์ 8051 เบอร์ 8751 และ เบอร์ 8031 ซึ่งมีจำนวนขาภายนอก 40 ขาเท่ากัน ใช้เวลาและสัญญาณในการปฏิบัติคำสั่งเท่ากัน ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน สิ่งที่แตกต่างกันระหว่างเบอร์ทั้งสามคือ ขนาดของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป ซึ่งมีไว้เพื่อตอบสนองความต้องการที่ไม่เหมือนกัน ดังจะกล่าวต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
66724

เบอร์ 8051 หลังจากทดสอบโปรแกรมไม่ผิดพลาดแล้ว จะเป็นช่วงของการผลิตจริงซึ่งต้องพิจารณาต้นทุนเป็นอันดับแรก ในการผลิตจริงจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 ซึ่งมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบต์แทน เพราะราคาต่ำกว่ามาก แต่มีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมที่ได้บรรจุไปแล้วไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม

2.3.2 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีสมาชิกในตระกูลหลายเบอร์ด้วยกัน แต่ละเบอร์จะมีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างแตกต่างกัน เช่นมีหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายในชิปเพิ่มขึ้น มีวงจรเปลี่ยนค่าสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลในตัว สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัพต์ได้หลายชนิด ทำขบวนการ DMA (Direct Memory Access) ได้ในตัว มีรีจีสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์เพิ่มขึ้น คุณสมบัติที่แตกต่างกันของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์ในตระกูลนี้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นับได้ว่าเป็นพื้นฐานสำหรับตระกูล MCS-51 นี้ได้แก่ เบอร์8051 เบอร์ 8031และเบอร์ 8751 โดยเบอร์ 8051 จัดเป็นสมาชิกตัวแรกในตระกูล ซึ่งมีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในเป็น ROM ขนาด 4 กิโลไบต์ และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายใน MCS-51(RAM)เองจำนวน 128 ไบต์และมีพอร์ตขนาด 8 บิต 4 พอร์ต ซึ่งมีรีสเตอร์สำหรับใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตรวม 2 ตัว รับสัญญาณอินเตอร์รัพต์จากภายนอกได้ 2 ชนิด สามารถรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม มีวงจรออสซิสเลเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาควบคุมการทำงานในตัวเอง

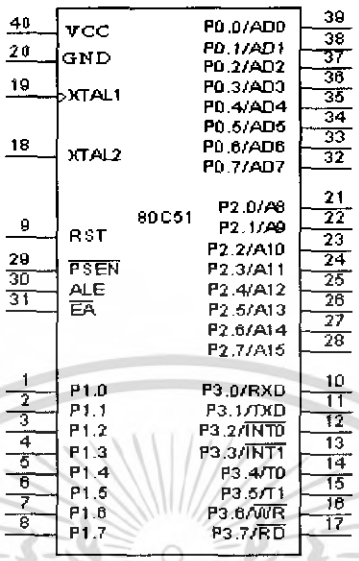
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์ใช้แรงดันไฟฟ้าเพียง 5 โวลต์ในการทำงานส่วนกระแสไฟฟ้าที่ใช้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต เบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ที่มีตัวอักษร C อยู่ตรงกลางเบอร์ เช่น เบอร์ 80C31และเบอร์ 80C51 จะเป็นเบอร์ที่ชิปที่ผลิตโดยอาศัยเทคโนโลยี CHMOS ซึ่งใช้พลังงานในการทำงานน้อยกว่าและสามารถควบคุมการใช้พลังงานของตัวชิปได้จากโปรแกรมเพื่อการประหยัดพลังงานในระบบ

MCS-51 เป็นตระกูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากตระกูล MCS-48 ดังนั้นจึงมีความสามารถหลายอย่าง แต่จะเปรียบเทียบให้เห็นข้อดีของMCS-51 สามารถใช้ความถี่ได้ถึง 12 เมกะเฮิรตซ์ หรือสำหรับบางเบอร์ในตระกูลสามารถใช้ได้ถึง 16 เมกะเฮิรตซ์ ทำให้ช่วงเวลาในการทำงานแต่ละคำสั่งน้อยกว่า เมื่อใช้ความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์ คำสั่งที่ใช้น้อยที่สุดจะใช้เพียง 1 ไมโครวินาที ส่วนคำสั่งที่ใช้เวลามากที่สุดจะใช้เวลาเพียง 4 ไมโครวินาทีเท่านั้น

2.3.3 ตำแหน่งของขา MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกันดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ตำแหน่งของขา MCS-51

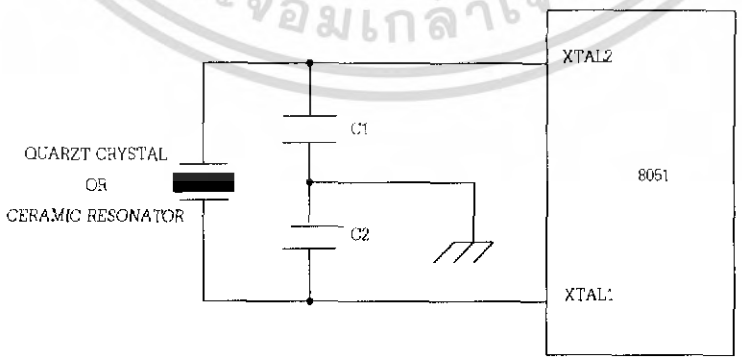
หน้าที่และการใช้งานของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้

1.VCC (ขา 40) สำหรับต่อกับไฟเลี้ยง 5 โวลต์

2. VSS (ขา 20) สำหรับต่อกับกราวด์

3. XTAL1 (ขา 18) เป็นอินพุตของวงจรภาคขยายสัญญาณแบบอินเวิรส์ ให้กับวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกา

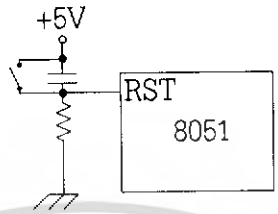
4. XTAL2 (ขา 19) เป็นเอาต์พุตของภาคขยายสัญญาณแบบอินเวิรส์ ให้กับวงจรที่ทำหน้าที่ผลิตสัญญาณนาฬิกา โดยการต่อใช้งานของขา XTAL1 และ XTAL2 เพื่อใช้สร้างเป็นวงจรผลิตสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้คริสตอลสามารถทำได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การต่อสัญญาณนาฬิกาที่ขา XTAL1และXTAL2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. RET (ขา 9) สัญญาณรีเซต โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกรีเซตเมื่อสัญญาณที่ขานี้ มีค่าเป็นลอจิก 1 นานไม่ต่ำกว่า 2 แมชชีนไซเกิล การต่อขารีเซตทำได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การต่อสัญญาณรีเซต

6. ALE /PROG : (Address Latch Enable) (ขา 30) เป็นสัญญาณเอาต์พุต ซึ่งไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งออกไปเป็นพัลส์เพื่อแลทช์ค่าตำแหน่งไบต์ต่ำที่พอร์ต P0 ในขณะที่กำลังติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกสัญญาณนี้จะถูกส่งออกไปด้วยอัตราคงที่คือ 1/6 เท่าของความถี่สัญญาณนาฬิกาซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับอุปกรณ์ภายนอกได้

7. PSEN (Program Store Enable) (ขา 29) เป็นเอาต์พุตสำหรับใช้ส่งสัญญาณสโตรป (พัลส์ต่ำ) เพื่ออ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) ขณะที่ซีพียูอ่านรหัสคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก จะส่งสัญญาณสโตรปออกมา 2 ครั้งใน 1 แมชชีนไซเกิล

8. EA (External Access) (ขา 31) เป็นสัญญาณอินพุต ใช้สำหรับควบคุมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เลือกติดต่อกับโปรแกรม ที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำโปรแกรมภายในหรือโปรแกรมที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์หากให้ค่าลอจิก 1 ที่ขานี้จะเป็นการเลือกติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายใน ซึ่งหากต้องการให้ซีพียูติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกต้องต่อสัญญาณเข้ากับลอจิก 0

9. Port 0 (ขา 32-39) มี 8 ขา ขนาด 8 บิต (P0.0-P0.7) เป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไป แบบ Open drain หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสภาวะถูกปล่อยลอย (มีสถานะ High Impedance) นอกจากจะใช้งานเป็น อินพุตเอาต์พุตพอร์ตแล้ว พอร์ต 0 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิปด้วย โดยการส่งค่าแอดเดรสบัสไบต์ต่ำ (A0-A7) จากหน่วยความจำภายนอกจากการเขียนหรืออ่านข้อมูลโดยมีวงจรพูลอัพภายใน

10. Port 1 (ขา 1-8) มี 8 ขา ขนาด 8 บิต (P1.0-P1.7) เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ตทั่วไป หากต้องการเป็นอินพุตพอร์ตต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะเป็น High Impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีวงจรพูลอัพภายในขา P1.0,P1.1 ในเบอร์8052 จะใช้งานในหน้าที่อย่างอื่นนอกเหนือจากใช้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปด้วย

11. Port 2 (ขา 21-28) มี 8 ขา ขนาด 8 บิต (P2.0-P2.7) เป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปแบบ Open drain หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ในสถานะ High Impedance นอกจากจะใช้เป็นอินพุตเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปแล้ว พอร์ต 2 ยังใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกด้วย โดยใช้สำหรับค่าแอดเดรสบัสไบต์สูง (A8-A15)

12. Port 3 (ขา 10-17) มี 8 ขา ขนาด 8 บิต (P3.0-P3.7) เป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตทั่วไปแบบ Open drain หากต้องการใช้งานเป็นอินพุตพอร์ต ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้ เพื่อให้มีสถานะ High Impedance โดยใช้วงจรพูลอัพภายใน นอกจากนี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ อีกหลายอย่างดังนี้

12.1 ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

12.2 ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม

12.3 ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 0

12.4 ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุตเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 1

12.5 ขา P3.4 สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0

12.6 ขา P3.5 สัญญาณอินพุตให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 1

12.7 ขา P3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมในการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

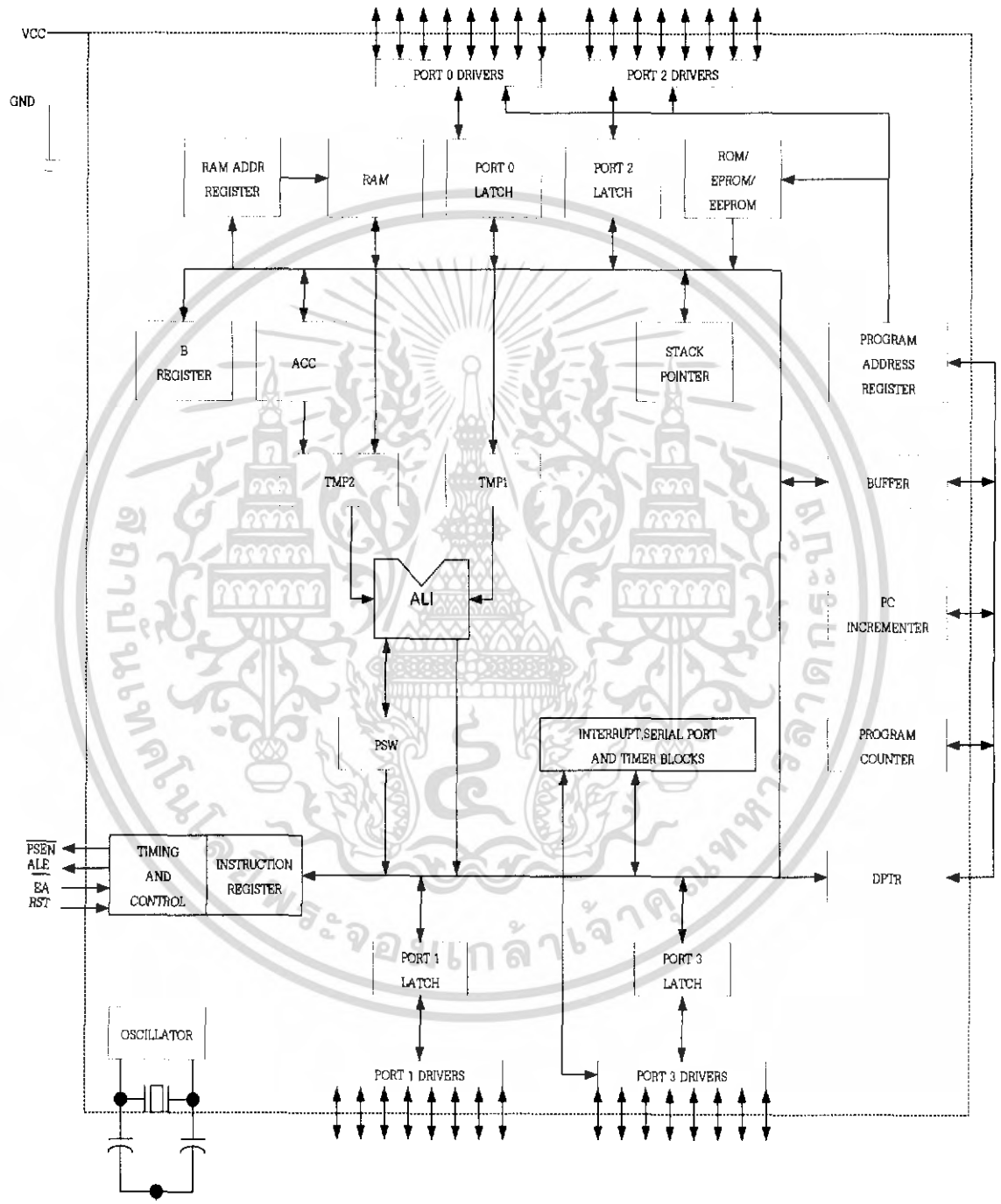
12.8 ขา P3.7 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมในการอ่านของข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิป

การใช้งานพอร์ต 3 ในหน้าที่พิเศษดังกล่าวนี้จะต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะใช้ก่อนทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 โครงสร้างภายในของ MCS-51

โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในของชิป MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51 ไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.3.4.1 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory)

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บชุดคำสั่งต่างๆ และข้อมูลที่โปรแกรมใช้งาน หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ (Internal Program Memory) และหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมได้ 4 กิโลไบต์ ซึ่งหน่วยความจำจะเป็นลักษณะของ ROM (เบอร์8052 มี 8 กิโลไบต์) ในการใช้งานสามารถเก็บโปรแกรมเข้าในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทำให้ประหยัดการใช้งานหน่วยความจำภายนอก สำหรับเบอร์ 8031 และเบอร์8032 จะไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นการใช้งานเบอร์8031 และเบอร์8032 ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกเป็นตัวเก็บโปรแกรม

2.3.4.2 หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูล สามารถอ่านและเขียนข้อมูลได้ หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลของ MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 สวนคือ

1. หน่วยความจำข้อมูลภายใน สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ส่วนเบอร์ 8052 มีขนาด 256 ไบต์ โดยหน่วยความจำ 128 ไบต์แรกเป็นหน่วยความจำที่ใช้ทั่วไปอยู่ที่ตำแหน่ง 00H-7FH ซึ่งหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่ง 00H-7FH สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อยดังนี้
   - 1.1 รีจีสเตอร์แบงก์ (Register Bank) อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 00H-1FH แบ่งได้เป็น 4 แบงก์ (Bank) ใน 1 แบงก์จะประกอบด้วยรีจีสเตอร์ขนาด 8 บิต 8 ตัว คือรีจีสเตอร์ R0 - R7 ในการใช้งานสามารถใช้งานรีจีสเตอร์ได้ทีละ 1 แบงก์เท่านั้น โดยสามารถเลือกใช้รีจีสเตอร์ในแบงก์ต่างได้จากการกำหนดจากบิต RS0 และ RS1 ของรีจีสเตอร์ PSW
   - 1.2 หน่วยความจำที่ใช้อ่านคำสั่งและเขียนเกี่ยวกับบิตได้ (Bit Addressble Area) เป็นหน่วยความจำในตำแหน่ง 20H-2FH มีขนาด 128 บิต สามารถอ้างถึงหน่วยความจำบริเวณนี้ได้ในลักษณะของไบต์ข้อมูลหรือบิตข้อมูลได้โดยตรง
   - 1.3 หน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไป (General Purpose RAM) เป็นหน่วยความจำในช่วงตำแหน่ง 30H-7FH มีจำนวน 80 ไบต์ นำมาใช้งานได้อย่างอิสระ โดยสามารถอ้างถึงได้เฉพาะในลักษณะของไบต์ข้อมูลเท่านั้น
2. หน่วยความจำข้อมูลภายนอกมีขนาด 64 กิโลไบต์ ซึ่งเราจะต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกเพิ่มขึ้นเมื่อเราต้องการใช้งานพื้นที่ในการเก็บข้อมูล โดยในขณะที่โปรแกรมทำงานจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกอยู่ที่ 0000H-FFFFH ในการใช้งานราสามารถแบ่งส่วนหนึ่งของพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกมาใช้งานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้

2.3.5 รีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ

เนื่องจาก MCS-51 ถูกออกแบบไว้สำหรับใช้ควบคุมระบบโดยเฉพาะ จึงทำให้มีความสามารถเฉพาะตัวหลายอย่าง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยวงจรภายในชิปที่เพิ่มขึ้นจากไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป การควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์จะกระทำผ่านรีจีสเตอร์ที่ถูกกำหนดหน้าที่ไว้แล้ว ดังนั้นหากต้องการใช้ MCS-51 ให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบหน้าที่การทำงานของรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะแต่ละตัวให้ละเอียด ซึ่งรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะทั้งหมดจะอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปบริเวณที่ใช้เป็นรีจีสเตอร์

ในส่วนของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปจะเป็นส่วนความจำที่อยู่ภายชิป MCS-51 ซึ่งผู้ใช้จะต้องติดตั้งเพิ่มเอง การติดต่อระหว่าง MCS-51 กับหน่วยความจำทั้งสองจะใช้ขา 32 ถึง 39 (พอร์ต 0) เป็นตัวส่งค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) และใช้รับส่งข้อมูลกับหน่วยความจำด้วย (ใช้กับดาต้าบัส) ส่วนค่าแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15) จะใช้ขา 21-28 (พอร์ต 2) ดังนั้นเมื่อพอร์ต 0 และพอร์ต 2 ถูกใช้ติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก (ทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล) จะทำให้เหลือพอร์ตสำหรับใช้งานอื่นๆ น้อยลง

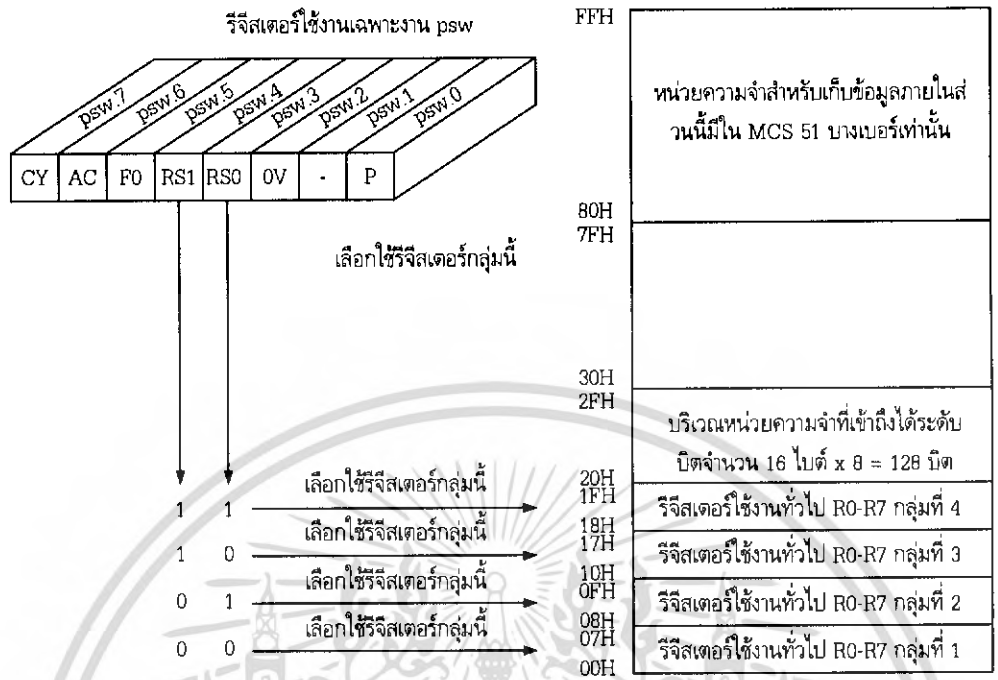
2.3.6 รีจีสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป

MCS-51 มีรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถนำมาใช้งานได้คือ รีจีสเตอร์ A,B (อยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจีสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะ แต่นับเป็นรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไปเพราะไม่ถูกกำหนดหน้าที่ใช้งานโดยตรง) และรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบต์แรก รีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 มีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยรีจีสเตอร์จำนวน 8 ตัว (R0-R7) ซึ่งมีชื่อเรียกเหมือนกัน ดังนั้นจำนวนรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ใน MCS-51 จึงมีทั้งหมด 32 ตัว ในการทำงานขณะใดๆ รีจีสเตอร์ทั้ง 4 กลุ่ม (R0-R7) จะถูกเลือกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น การเลือกใช้งานรีจีสเตอร์ R0-R7 กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 4 กลุ่มกระทำโดยการเซตหรือเคลียร์บิต RS0,RS1 ในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW ดังแสดงในรูปที่ 2.10

รีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไปทั้ง R0-R7 จะอยู่ในกลุ่มรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไปทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งจะถูกเลือกใช้งานเพียงกลุ่มเดียวในขณะใดขณะหนึ่ง ค่าที่เปลี่ยนแปลงไปในรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไปที่ถูกเลือกใช้งานในขณะนั้นจะไม่มีผลต่อการใช้งานรีจีสเตอร์ทั่วไปที่มีชื่อเดียวกันแต่อยู่คนละกลุ่มเลย โครงสร้างเช่นนี้ทำให้มีความสะดวกในการเขียนโปรแกรมเป็นอันมาก โดยเฉพาะกับการเขียนโปรแกรมที่มีการเรียกใช้โปรแกรมย่อย

โครงสร้างพอร์ต MCS-51 ทุกเบอร์จะมีพอร์ตขนาด 8 บิตจำนวน 4 พอร์ต (P0, P1, P2, P3) โดยสามารถกำหนดให้ทำงานแบบพอร์ตขนานขนาด 8 บิตจำนวน 4 พอร์ต หรือจะใช้เป็นพอร์ตขนาด 1 บิตได้ถึง 32 พอร์ต ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถกำหนดให้แต่ละพอร์ตใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตหรือเอาต์พุตพอร์ตอย่างใดอย่างหนึ่งได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การเลือกรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 แต่ละกลุ่ม

ในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการใช้หน่วยความจำภายนอก ไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลหรือสำหรับเก็บโปรแกรมพอร์ต 0 จะถูกกำหนดใช้งานเป็นดาต้าบัสและแอดเดรสไบต์ต่ำ ส่วนพอร์ต 2 จะถูกกำหนดการใช้งานเป็นตัวส่งค่าแอดเดรสไบต์สูง และบางส่วนของพอร์ต 3 จะถูกใช้ส่วนสัญญาณควบคุมหรือคอนโทรลบัส (สัญญาณที่ใช้ควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูล) แต่หากหน่วยความจำที่ใช้ภายนอกต้องการไม่ถึง 64 กิโลไบต์ พอร์ต 2 ที่ใช้เป็นแอดเดรสบัสไบต์สูงจะไม่ถูกนำมาใช้ทั้งหมด แต่พอร์ต 0 จะถูกใช้หมดทั้ง 8 เส้น เพราะต้องใช้เป็นดาต้าบัส ส่วนพอร์ต 3 จะมาใช้ติดต่อกับหน่วยความจำด้วยหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับหน่วยความจำที่ใช้ภายนอกว่ามีหน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลด้วยหรือไม่ (ต้องการควบคุมสัญญาณการอ่านหรือเขียนข้อมูลหรือไม่นั้นเอง) ดังนั้นในการออกแบบระบบ หากต้องการใช้หน่วยความจำภายนอกมากขึ้นเพียงใดก็จะทำให้เหลือจำนวนพอร์ตที่จะนำมาใช้งานลดลง ในการออกแบบจึงต้องพยายามลดขนาดของหน่วยความจำภายนอกให้น้อยที่สุด

พอร์ต 3 ซึ่งมีขนาด 8 บิต นอกจากจะใช้ส่งสัญญาณสำหรับการอ่านหรือเขียนข้อมูลในการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิปแล้ว มันยังจะถูกใช้เป็นตัวรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ (INT0, INT1) สัญญาณอินพุตที่ต้องการนับสำหรับเคาน์เตอร์ (T0, T1) รวมทั้งใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ภายนอก (รับและส่งข้อมูลผ่านขา RXD, TXD) อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในแต่ละพอร์ตที่ใช้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตผู้ใช้สามารถกำหนดให้ทำงานเป็นอินพุตพอร์ตได้อย่างอิสระ โดยอาศัยการควบคุมจากโปรแกรม ซึ่งสามารถควบคุมให้แต่ละพอร์ตถูกใช้เป็นอินพุตในช่วงเวลาหนึ่งและเป็นเอาต์พุตในช่วงเวลาหนึ่งได้

2.3.7 ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

ในMCS-51 จะมีรีจีสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะที่สามารถที่จะนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาหรือแมชชีนไซเกิลของวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน (ทำงานเป็นไทม์เมอร์) หรือนับจำนวนครั้งของการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอก (นับจำนวนพัลส์ภายนอก) ที่ขา T0, T1 ของพอร์ต 3 (ทำงานเป็นเคาน์เตอร์) รีจีสเตอร์ที่ใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์มีขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว คือรีจีสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 และรีจีสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ (ในเบอร์ 8052 มีรีจีสเตอร์ไทม์เมอร์ 2 เพิ่มให้อีก 1 ตัว) เมื่อต้องการใช้ไทม์เมอร์ 0 หรือไทม์เมอร์ 1 จะต้องโหลดค่าที่ต้องการนับไปไว้ในรีจีสเตอร์ไทม์เมอร์ 0 หรือรีจีสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 และเมื่อนับได้ครบจำนวนที่ตั้งไว้จะมีสัญญาณอินเตอร์รัปต์เพื่อบอกให้ซีพียูทราบ

การควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์ สามารถควบคุมได้จากวงจรภายนอก (ควบคุมด้วยสัญญาณที่ขา INT0, INT1) หรือควบคุมจากคำสั่งในโปรแกรม ดังนั้นรีจีสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์ใน MCS-51 จะสามารถวัดช่วงห่างของเวลา วัดความกว้างของพัลส์หรือนับจำนวนครั้งของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายนอกที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแล้ว แม้กระทั่งใช้การกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่คาบเวลาแน่นอนได้

2.3.8 พอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

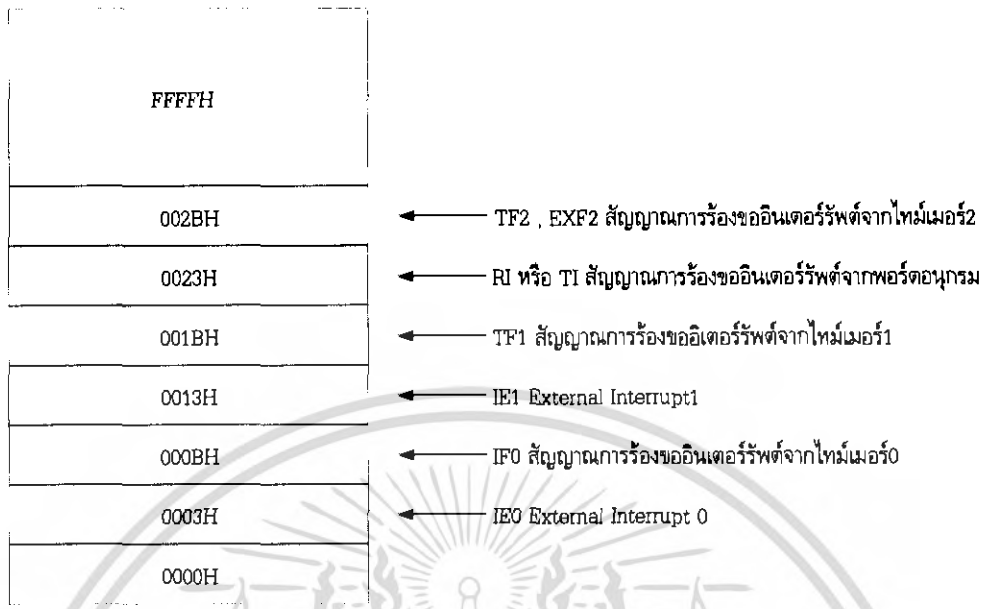
MCS-51 สามารถที่จะรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้โดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ แต่อย่างใด ในด้านอัตราเร็วของการรับส่งข้อมูลก็จะสามารถกำหนดค่าได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยสามารถเลือกอัตราของการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) มาตรฐานได้ตั้งแต่ 110, 1.2k, 2.4k, 4.8k, 9.6k, 19.2k และ 350k ตามมาตรฐานของ UART

2.3.9 โครงสร้างการอินเตอร์รัปต์

MCS-51 สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ถึง 5 ชนิด โดยจะเป็นสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดจากภายนอก 2 ชนิด และที่เกิดจากภายในชิป 3 ชนิด เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น MCS-51 จะละการทำงานที่โปรแกรมกำลังทำงานอยู่และข้ามไปทำงานโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Service Routine) ที่อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่งต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ดังแสดงในรูปที่ 2.11

เราสามารถเลือกใช้ซีพียูใน MCS-51 ถูกอินเตอร์รัปต์โดยสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นได้ โดยการกำหนดค่าในรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ของ MCS-51 ได้ด้วยรีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ตำแหน่งหน่วยความจำของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์แต่ละชนิดใน MCS-51

2.4 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

วิธีการรักษาระดับแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ภายใต้สภาวะของการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากไฟฟ้าตามบ้าน อุณหภูมิ และของภาระทางไฟฟ้า หรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ โดยการใช้วงจรเรกูเลเตอร์ (Regulator) รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่หรือไม่ให้ต่ำหรือสูงกว่าย่านที่กำหนดไว้ วงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่ (Regulator Power Source)

ไอซีเรกูเลเตอร์ส่วนใหญ่จะเป็นวงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่ แบบที่มีอยู่ในไอซีเรกูเลเตอร์สามารถแบ่งย่อยได้เป็น 4 ส่วน

1. วงจรสร้างแรงดันอ้างอิง (Voltage Regulate Power Circuit) เป็นส่วนที่ทำงานวงจรทำงานอย่างอิสระไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่จ่ายให้กับวงจร รวมถึงไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของกระแสที่จ่ายให้กับโหลด กล่าวคือมีความเที่ยงตรงสูงมาก

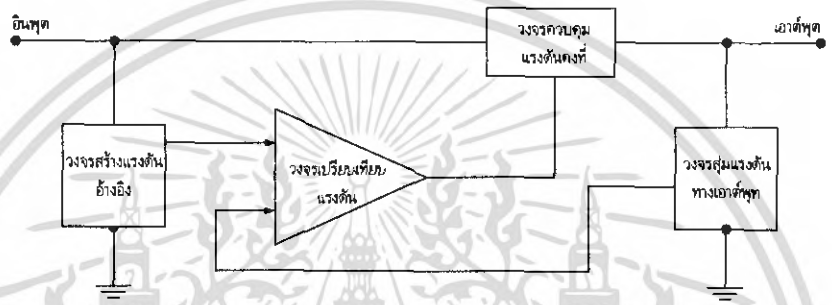
2. วงจรสุ่มแรงดันทางเอาต์พุต (Sampling Circuit) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตรวจจับ และนำเอาค่าทางเอาต์พุตบางส่วนมาเข้าวงจรเปรียบเทียบ

3. วงจรเปรียบเทียบแรงดันหรือวงจรขยายความผิดพลาด (Error Amplifier Circuit) ทำหน้าที่เปรียบเทียบแรงดันอ้างอิงกับแรงดันที่ได้จากวงจรสุ่มแรงดัน แล้วนำไปควบคุมวงจรส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันเอาต์พุตให้คงที่

4. วงจรควบคุมแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันขาออกให้คงที่ตลอดเวลา โดยนำเอาค่าผิดพลาดที่ได้จากการเปรียบเทียบมาปรับให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ตลอดเวลาการทำงานของวงจร เมื่อป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟตรงที่ยังไม่คงที่ให้กับวงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่ แล้วแรงดันที่ออกทางเอาต์พุตส่วนหนึ่งจะถูกป้อนมายังอินพุตโดยวงจรสุ่มแรงดัน โดยที่แรงดันต่ำได้จากวงจรสุ่มแรงดันจะเป็นสัดส่วนที่ออกทางเอาต์พุต ถ้าระดับแรงดันที่สุ่มมามีค่ามากกว่าระดับแรงดันอ้างอิง ในวงจรขยายความผิดพลาดก็จะลดระดับการขยายสัญญาณ ทำให้วงจรควบคุมแรงดันทางเอาต์พุตจ่ายกระแสลดลง เป็นผลทำให้แรงดันทางเอาต์พุตที่จ่ายให้กับโหลดลดลงด้วย และถ้าแรงดันที่สุ่มมามีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิง วงจรขยายแรงดันผิดพลาดจะเพิ่มระดับการขยายสัญญาณ ทำให้วงจรควบคุมแรงดันเอาต์พุตจ่ายกระแสเพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้แรงดันทางเอาต์ที่จ่ายให้กลับเพิ่มขึ้นด้วย การกระทำแบบนี้จะทำให้แรงดันที่ได้ทางเอาต์พุตมีค่าคงที่ค่าหนึ่ง



รูปที่ 2.12 แผนผังการทำงานของวงจรรักษาระดับคงที่แบบอนุกรม

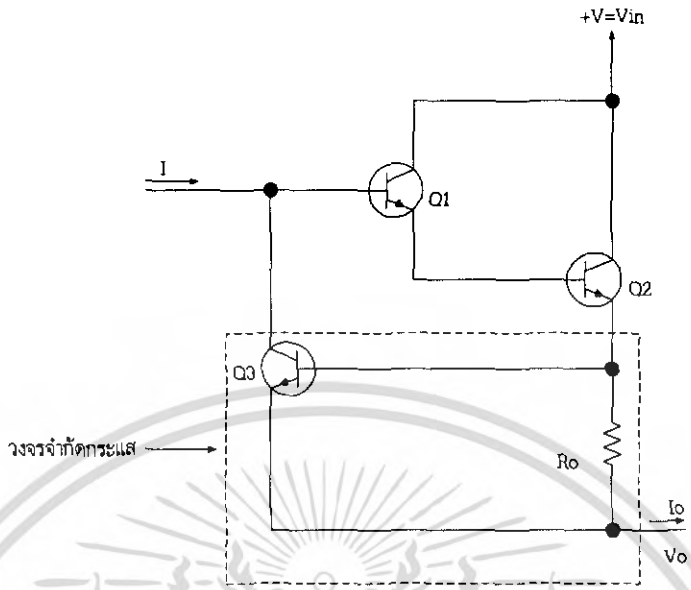
วงจรจำกัดกระแสหรือวงจรป้องกันการลัดวงจรทางเอาต์พุตตามปกติ ในส่วนของการควบคุมแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ เมื่อนำไปใช้งานจริงทำให้เกิดกำลังสูญเสียภายในตัวเอง (Power Dissipation = PD) กำลังสูญเสียเสียส่วนใหญ่จะเป็นความร้อน โดยกำลังสูญเสียที่เกิดขึ้นจะแปรผันโดยตรงกับกระแสที่ไหลผ่านตัวมัน เพราะฉะนั้นในส่วนของวงจรควบคุมแรงดัน แรงดันเอาต์พุตจะมีโอกาสเสียหายหรือพังได้ง่ายที่สุดเพราะเป็นส่วนที่จ่ายกระแสให้กับภาระทางไฟฟ้าจึงเกิดกำลังสูญเสียมากที่สุด กำลังสูญเสียสามารถหาได้จากสมการ

$$PD = (V_{in} - V_O) \times I_O \qquad (2.1)$$

เมื่อ	PD	คือกำลังสูญเสียที่เกิดขึ้น	หน่วยเป็น วัตต์
	V_{in}	คือแรงดันที่ป้อนให้ทางอินพุต	หน่วยเป็น โวลต์
	V_O	คือแรงดันที่ออกทางเอาต์พุต	หน่วยเป็น โวลต์
	I_O	คือกระแสที่จ่ายออกทางเอาต์พุต	หน่วยเป็น แอมป์

ในกรณีที่แรงดันเอาต์พุตมีค่าเท่ากับ 0 โวลต์ หรือเอาต์พุตเกิดการลัดวงจรจะทำให้เกิดการสูญเสียเนื่องจากแรงดันอินพุตจะตกคร่อมในวงจรส่วนที่ควบคุมแรงดันเอาต์พุตทั้งหมด ทำให้เกิดกำลังงานสูญเสียหรือเกิดความร้อนมากที่สุด ด้านวิธีป้องกันก็คือสร้างวงจรจำกัดกระแสให้เหมาะสมโดยไม่ทำให้วงจรควบคุมแรงดันเอาต์พุตเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 วงจรจำกัดกระแสอย่างง่าย

จากรูปที่ 2.13 ได้แสดงวงจรจำกัดกระแสอย่างง่ายโดยที่Q1 และQ2 เป็นทรานซิสเตอร์ที่มีอยู่ในส่วนของวงจรควบคุมแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ส่วนQ3 เป็นวงจรจำกัดกระแส จากรูปที่ 2.13 สามารถหากระแสที่เหมาะสมที่ไหลผ่านQ3 ได้ โดยนำค่ากำลังสูญเสียสูงสุด ($PD_{(max)}$) ของทรานซิสเตอร์ที่ยังสามารถทำงานได้โดยไม่พัง นำมาหารด้วยแรงดันที่ป้อนให้กับวงจรเรกูเลเตอร์ทางอินพุต

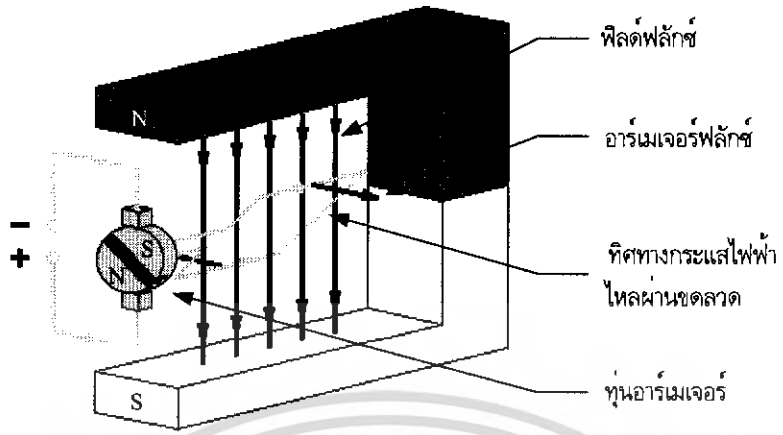
$$I_{ci} = \frac{PD_{(max)}}{V_{in}} \qquad (2.2)$$

จากสมการจะได้กระแสที่เอาต์พุตสูงที่สุดซึ่งไม่ทำให้ทรานซิสเตอร์พัง จากวงจรในรูปที่ 2.13 เมื่อไอซีเรกูเลเตอร์จ่ายกระแสตามปกติไม่เกิดค่าที่สามารถทำได้ Q3จะไม่ทำงานและไม่สามารถที่จะดึงกระแสที่จ่ายให้กับขาเบสของQ1 ได้เลย แต่ถ้ามีการลัดวงจรหรือภาระทางไฟฟ้าดึงกระแสมากเกินไป จะทำให้แรงดันตกคร่อมRLCจนถึงค่าๆ หนึ่งซึ่งจะเป็นไบอัสให้กับQ3ทำงานได้ Q3ก็จะทำหน้าที่ดึงกระแสที่ไหลเข้าขาเบสของQ1ลดลงเป็นผลให้กระแสที่ไหลผ่านQ1 และQ2 ซึ่งเป็นกระแสที่จ่ายทางเอาต์พุตด้วย

2.5 มอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรงจะมีหลักการทำงานโดยวิธีการผ่านกระแสให้กับขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก โดยส่วนของแรงนี้จะขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 โครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง

จากในรูปทางเดินของฟลักซ์แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ 2 ชิ้นที่ขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็กด้วย ซึ่งส่งผลให้ฟลักซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวร จึงเกิดเป็นแรงบิดเพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ ให้หมุนไปในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในทุ่นโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวดนั้นเอง

2.5.1 การแยกประเภทของดีซีมอเตอร์

ดีซีมอเตอร์สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับลักษณะวิธีการสร้างสนามแม่เหล็กของตัวมอเตอร์และขึ้นอยู่กับพื้นฐานการออกแบบโครงสร้างของอาร์เมเจอร์ การแบ่งประเภทการจ่ายสนามแม่เหล็กแยกออกเป็น 2 แบบคือ

1. ดีซีมอเตอร์แบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้
2. ดีซีมอเตอร์เส้นแรงแม่เหล็กมีค่าคงที่

ถ้าเราพิจารณาแยกประเภทตามลักษณะการออกแบบโครงสร้างอาร์เมเจอร์สามารถแยกออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์เป็นแกนเหล็ก
2. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์ที่มีขอลวดพัน
3. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์ที่มีขอลวดหมุน

นอกจากนี้ดีซีมอเตอร์ชนิดพิเศษอีกแบบหนึ่งคือ แบบไม่มีแปลงถ่าน (Brushless DC Motor) ซึ่งมีหลักการทางเทคโนโลยีเหมือนกับดีซีมอเตอร์ชนิดแปรงถ่านยกเว้นการคอมมิวเทชั่น กระทำโดยเทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์แทนที่กระทำโดยวิธีการเชิงกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.1 ดีซีมอเตอร์แบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้

ดีซีมอเตอร์แบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้ยังแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1. แบบขดลวดสนามแม่เหล็กต่ออนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์
2. แบบขดลวดสนามแม่เหล็กแยกกระตุ้น

ดีซีมอเตอร์แบบขดลวดแม่เหล็กต่ออนุกรมจะมีเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนกับกระแสดังนั้นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กจึงสามารถปรับค่าได้ และเราได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว และแรงบิดเป็นนอนลิเนียร์ การต่อมอเตอร์แบบดังกล่าวจะใช้งานในภาวะเฉพาะ เมื่อต้องการแรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ และแรงบิดต่ำที่ความเร็วสูง

2.5.1.2 มอเตอร์แบบเส้นแรงแม่เหล็กคงที่

ระบบการกระตุ้นฟิลด์ของมอเตอร์ โดยทั่วไปในปัจจุบันมักใช้เป็นแบบแม่เหล็กถาวร ในระบบนี้เส้นแรงของฟิลด์จะมีค่าคงที่ ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์ และแรงบิดจะมีค่าคงที่ ดังสมการที่ 2.3

$$T = K_t \times I \tag{2.3}$$

เมื่อ T คือแรงบิดของเพลา หน่วยเป็น นิวตัน-เมตร
I คือกระแสไฟฟ้า หน่วยเป็น แอมป์
K_t คือตัวคงที่

ดังนั้นแรงบิดของเพลาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลของเส้นแรงแม่เหล็กและกระแส เมื่อขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กก็จะทำให้เกิดโวลต์เตจตกคร่อมตัวมันเอง โวลต์เตจที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นสัดส่วนกับความเร็วของเพลามอเตอร์และต้านการไหลของกระแส ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์เตจย้อนกลับและความเร็วของเพลามอเตอร์คือ

$$E = K_t \times \omega \tag{2.4}$$

เมื่อ E คือโวลต์เตจที่ป้อนให้กับมอเตอร์ หน่วยเป็น โวลต์
ω คือความเร็วของมอเตอร์ หน่วยเป็น เรเดียน/วินาที

ระบบนี้จะให้ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์แรงบิดและความเร็วอยู่ในลักษณะลิเนียร์ฉะนั้นสมการทางไฟฟ้าของดีซีมอเตอร์แบบนี้เขียนได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V = K_e\omega + L\frac{di}{dt} + R_i \qquad (2.5)$$

เมื่อ V คือโวลต์ที่ป้อนให้กับมอเตอร์ หน่วยเป็น โวลต์
K_e คือค่าคงที่ของโวลต์เตจย้อนกลับ
L คืออินดัคแตนซ์ของอาร์เมเจอร์ หน่วยเป็น เฮนรี่
R คือความต้านทานที่ขั้วของมอเตอร์ หน่วยเป็น โอห์ม

สมการไดนามิกของมอเตอร์คือ

$$T_g = \frac{J\omega}{dt} + B\omega + T_f + T_L \qquad (2.6)$$

เมื่อ T_g คือแรงบิดที่กำหนดโดยมอเตอร์
J คือผลรวมของโมเมนต์ของแรงเฉื่อยของมอเตอร์และโหลด
B คือสัมประสิทธิ์ของวิสคอสแดมพ์ปิ้ง
T_f คือแรงบิดเสียดทานภายใน
T_L คือแรงบิดโหลด

สมการต่างๆ ของมอเตอร์แบบแยกกระตุ้นฟิลด์จะเหมือนกับแรงกระตุ้นฟิลด์คงที่ อย่างไรก็ตาม ข้อดีของมอเตอร์แบบฟิลด์ถาวรซึ่งดีกว่ามอเตอร์แบบมีโครงสร้างของฟิลด์ด้วยการพันของขดลวดคือ ไม่มีกำลังสูญเสียในฟิลด์มีประสิทธิภาพสูงกว่าและมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับมอเตอร์ที่มีแรงม้าเท่ากัน นอกจากนั้นความสัมพันธ์เชิงเส้นยังให้ค่ากระแสที่สูงกว่าดีซีมอเตอร์แบบฟิลด์เป็นขอลวด การประยุกต์ใช้งานเหมาะกับระบบที่ต้องการแรงบิดของโหลดสูง

2.5.1.3 ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์เป็นแกนเหล็ก

โครงสร้างของดีซีมอเตอร์แบบนี้มีโมเมนต์ของแรงเฉื่อยสูงที่สุด รวมทั้งมีค่าอินดัคแตนซ์ของโรเตอร์สูงที่สุด ดังนั้นมอเตอร์นี้จึงมีปริมาณความจุความร้อนได้สูงและสามารถทนการโอเวอร์โหลดได้ในระยะเวลาที่ยาวนานโดยไม่ทำให้มอเตอร์เสียหาย

2.5.1.4 ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์มีขดลวดพันอยู่บนพื้นผิว

การออกแบบของโรเตอร์ที่มีขดลวดพันอยู่บนพื้นผิว โดยไม่มีสล็อตทำให้ได้อินดัคแตนซ์ของโรเตอร์*ต่ำกว่าแบบแกนเหล็ก ข้อเสียคือทำให้ขนาดของมอเตอร์แบบนี้ใหญ่ขึ้นและราคาแพงกว่าแบบแกนเหล็กด้วย*

2.5.1.5 ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดหมุน

มอเตอร์แบบขดลวดหมุนนี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้มีโมเมนต์ของแรงเฉื่อยน้อยมากและรูปลักษณ์โครงสร้างภายนอกและโครงสร้างของแม่เหล็กมอเตอร์แบบนี้จะมีช่องว่างอากาศ (Airgap) ระหว่างแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่ามอเตอร์ทั้งสองแบบที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องออกแบบโครงสร้างแม่เหล็กให้ใหญ่ขึ้นเพื่อให้ได้ช่องว่างของอากาศระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กที่เท่ากันกับมอเตอร์ทั้งสองแบบดังกล่าว นอกนั้นโครงสร้างของมอเตอร์มีความจุความร้อนต่ำมาก ถ้าหากเกิดการโอเวอร์โหลดก็จะทำให้มอเตอร์เสียหายได้ง่าย และโรเตอร์ลักษณะนี้จะมีค่าของอินดัคแตนซ์ต่ำมากคือน้อยกว่า 10 ไมโครเฮนรี่

มอเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่อีกลักษณะหนึ่งซึ่งมีโครงสร้างของอาร์เมเจอร์เป็นรูปร่างจาน ซึ่งทำขึ้นจากขดลวดตัวนำซ้อนขึ้นหลายๆ ชั้น ซึ่งเรามักเรียกว่า (Printed Motor) ตัวอย่างอีกอันหนึ่งของมอเตอร์แบบขดลวดเคลื่อน ซึ่งเป็นมอเตอร์ขนาด 7 แรงม้า ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานเครื่องมือกลได้อย่างดี สามารถให้แรงบิดได้สูงสุดถึง 100 ft-lb และพัลส์กระแสได้ถึง 800 แอมแปร์ ในปัจจุบันดีซีมอเตอร์แบบโรเตอร์เป็นขดลวดหมุนนี้ให้ประสิทธิภาพการทำงานดีเยี่ยม เหมาะสำหรับเป็นตัวขับเคลื่อนในระบบการบังคับตำแหน่ง และยังให้อัตราส่วนระหว่างแรงบิดและแรงเฉื่อยได้สูง และมีค่าอินดัคแตนซ์ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับมอเตอร์แบบอื่นๆ นอกจากความสามารถในการเพิ่มอัตราเร่งกระทำได้สูง 10^6 เรเดียน/วินาที ^{2}

2.5.1.6 ดีซีมอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่าน

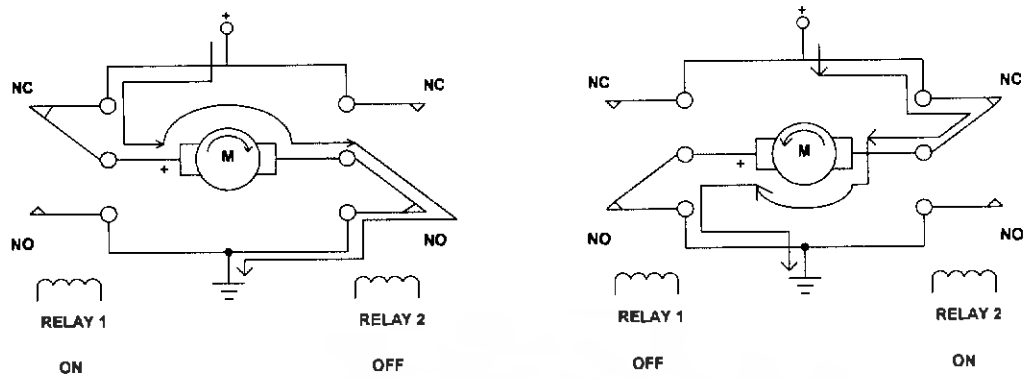
ดีซีมอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่านจะมีความแตกต่างจากดีซีมอเตอร์แบบที่ได้กล่าวมาแล้ว การคอมมิวเทชั่นกระแสอาร์เมเจอร์จะใช้วิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้โครงสร้างของมอเตอร์แบบนี้จะมีโรเตอร์เป็นแม่เหล็กแบบยึด (Back Iron) และขอลวดคอมมิวเตทจะอยู่ภายนอกส่วนของโรเตอร์ (เปรียบเทียบกับดีซีมอเตอร์ทั่วไปแล้วจะมีโครงสร้างที่มีส่วนประกอบกลับกัน) ในการประยุกต์ใช้งานของดีซีมอเตอร์แบบไม่มีแปรงถ่านนี้มักจะใช้ในระบบที่ต้องการโมเมนต์ของแรงเฉื่อยต่ำ เนื่องด้วยโครงสร้างของโรเตอร์ของมอเตอร์แบบนี้สร้างขึ้นด้วยสารแม่เหล็กพิเศษ เพื่อให้เป็นมอเตอร์ชนิดที่มีโมเมนต์แรงเฉื่อยต่ำ

2.5.2 การขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

ในการใช้ไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น เราจะต้องมีส่วนของวงจรที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) และในส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์นั้นสามารถที่จะใช้รีเลย์ต่อวงจร สวิตช์เพื่อกลับทิศทางของขั้วไฟกระแสตรงหรืออาจใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เป็นวงจรขับกำลังเช่น ทรานซิสเตอร์ มอสเฟตแล้วแต่วิธีที่เราจะเลือกใช้งาน

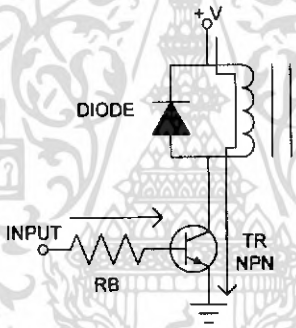
จากรูปที่ 2.15 เป็นการใช้รีเลย์ควบคุมการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมการปิด- เปิดที่รีเลย์ 2 ตัว ซึ่งจะทำหน้าที่กลับทิศทางของขั้วไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ โดยการสลับการทำงานของรีเลย์ เช่นให้รีเลย์ตัวที่ 1 ทำงาน (ON) และรีเลย์ตัวที่ 2 หยุดทำงาน (OFF) จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย และในทำนองเดียวกันถ้าหากรีเลย์ตัวที่ 1 หยุดทำงาน (OFF) และรีเลย์ตัวที่ 2 ทำงาน (ON) ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา ข. มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

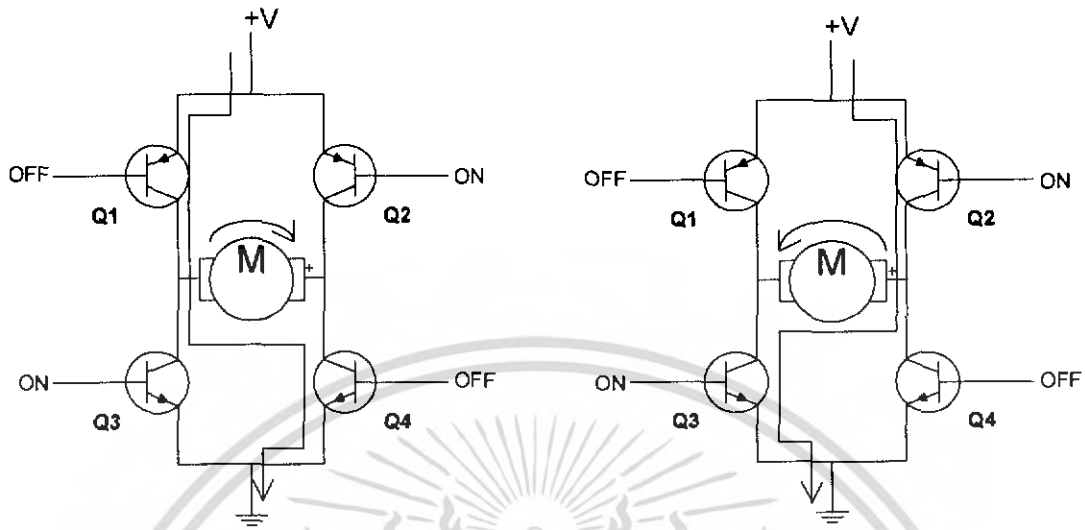
รูปที่ 2.15 การกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์



รูปที่ 2.16 การใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน

จากรูปที่ 2.16 เป็นวงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่ขยายกระแส ด้วยเหตุผลเพราะไม่สามารถจะใช้ขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนกระแสไฟที่ขดลวดของรีเลย์โดยตรงได้ เนื่องจากว่ากระแสที่จ่ายออกมาจากขาเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าน้อยเกินไป ดังนั้นเราจึงต้องมีส่วนของวงจรทรานซิสเตอร์เพื่อที่จะทำการขยายกระแสให้เพียงพอในการป้อนให้กับขดลวดของรีเลย์ ส่วนไดโอดนำมาต่อไว้สำหรับป้องกันแรงดันย้อนกลับที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กในขณะเกิดการยุบตัว ซึ่งอาจจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. ทรานซิสเตอร์ขับมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา ข. ทรานซิสเตอร์ขับมอเตอร์หมุนทวนเข้มนาฬิกา

รูปที่ 2.17 การใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

จากรูปที่ 2.17 เป็นวงจรลิเนียร์บริดจ์แอมป์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยทรานซิสเตอร์กำลัง 4 ตัวที่ทำหน้าที่ขับ และควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ถ้าหากกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และQ4 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านทรานซิสเตอร์จากซ้ายไปขวา โดยผ่านมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา ในทำนองเดียวกันถ้าหากเราทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และQ3 อยู่ในสภาวะทำงาน (Active) กระแสไฟฟ้าก็จะไหลจากทางขวาไปทางซ้ายซึ่งจะส่งผลให้มอเตอร์กลับทิศทางการหมุนจากทางขวาไปทางซ้าย

2.5.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงมีหลายวิธี ซึ่งอาจจะใช้วิธีการควบคุมแบบพื้นฐานทั่วไป เช่นการควบคุมด้วยวิธีการใช้ตัวต้านทานปรับค่าโดยต่ออนุกรมกับมอเตอร์ หรือใช้วิธีการการควบคุมโดยการเปลี่ยนค่าของระดับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ แต่การควบคุมในวิธีดังกล่าวถึงแม้ว่าจะควบคุมความเร็วมอเตอร์ให้คงที่ได้ แต่ที่ความเร็วต่ำจะส่งผลให้แรงบิดต่ำไปด้วย ดังนั้นเราจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์ให้เป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วง ซึ่งเราเรียกว่าวิธีการของการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ Pulse Width Modulation (PWM)

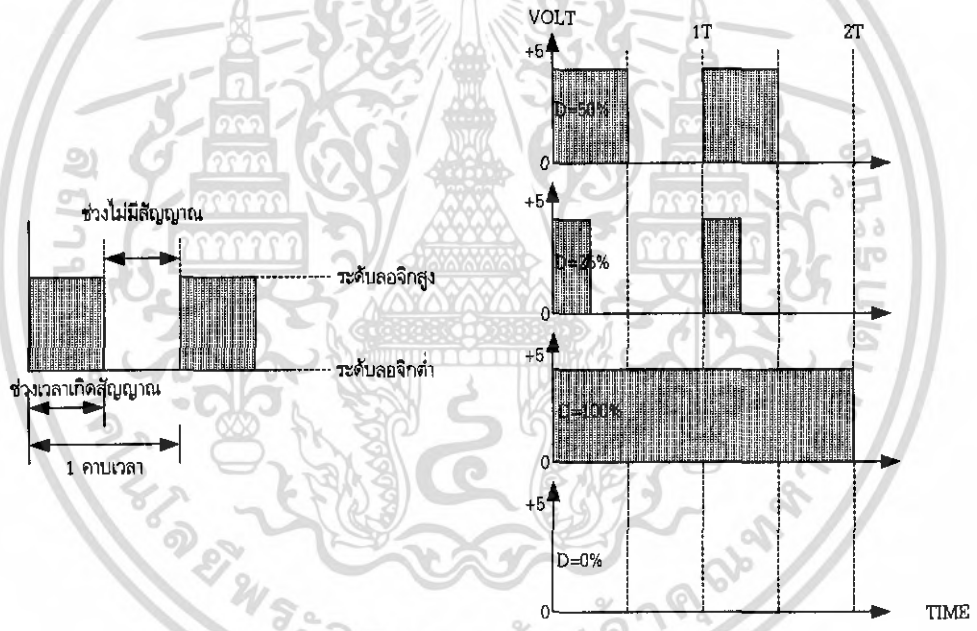
2.5.4 วิธีการมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ PWM

การมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ Pulse Width Modulation (PWM) จะเป็นการปรับเปลี่ยนที่สัดส่วน และความกว้างของสัญญาณพัลส์ โดยความถี่ของสัญญาณพัลส์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ค่าของดิวตี้ไซเกิล (duty cycle) นั้นเอง ซึ่งค่าของดิวตี้ไซเคิลคือช่วงความกว้างของพัลส์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีสถานะลอจิกสูง โดยคิดสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นจากความกว้างของพัลส์ทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับเท่ากับ 50% ก็หมายถึงใน 1 รูปสัญญาณพัลส์จะมีช่วงของสัญญาณที่เป็นสถานะลอจิกสูงอยู่ครึ่งหนึ่ง และสถานะลอจิกต่ำอยู่อีกครึ่งหนึ่ง ดังรูป 2.14 และในทำนองเดียวกัน ถ้าหากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่ามากหมายความว่าความกว้างของพัลส์ที่เป็นสถานะลอจิกสูงจะมีความกว้างมากขึ้น หากค่าดิวตี้ไซเคิลมีค่าเท่ากับ 100% ก็หมายความว่าจะไม่มีสถานะลอจิกต่ำเลย ซึ่งค่าดิวตี้ไซเคิลสามารถจะหาได้จากค่าความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ค่าดิวตี้ไซเกิล} = \left(\frac{\text{ช่วงของสัญญาณพัลส์}}{\text{คาบเวลาทั้งหมดของสัญญาณ}} \right) \times 100 \qquad (2.7)$$



รูปที่ 2.18 ความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าดิวตี้ไซเคิลของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่

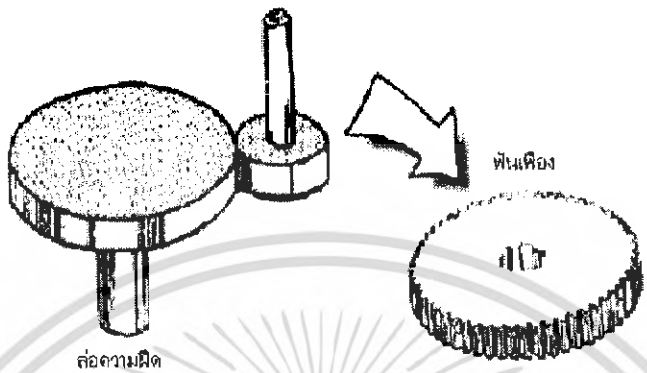
2.6 เฟือง

2.6.1 หลักการทำงานของเฟือง

การถ่ายทอดการหมุนจากต้นกำลังนั้น ทำได้หลายวิธี เช่น ด้วยการใช้สายพาน โซ่ ล้อความฝืด เป็นต้น ล้อความฝืดก็คือล้อสองล้อที่ถูกกดให้ติดกัน เมื่อล้อหนึ่งหมุนหรือเป็นล้อขับก็จะทำให้อีกล้อหนึ่งหมุนตาม เพราะผิวหน้าของล้อทั้งสองเกิดความฝืด เนื่องจากการสัมผัส แต่ถ้าหากมีภาระมากๆ เช่น มีการส่งกำลังสูงๆ จะทำให้เกิดการลื่นไถล การส่งกำลังจึงไม่แม่นยำ เพื่อที่จะแก้ไขข้อเสียเหล่านี้จึงได้มีการนำเอาฟันเฟืองมาติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ที่ผิวของล้อโดยรอบล้อ จึงมีลักษณะเป็นล้อฟันเฟือง ซึ่งต่อๆมาเราจึงเรียกว่า "เฟือง" ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถส่งกำลังหรือถ่ายทอดการหมุนได้แม่นยำเที่ยงตรง และไม่มีการลื่นไถล ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 เฟือง

2.6.2 ชนิดของเฟือง

2.6.2.1 เฟืองตรง (Spur gear)

เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นล้อทรงกระบอก มีฟันขนานกับแกนของตัวเฟือง มีหน้าตัดของฟันเฟืองขนานเท่ากัน และเหมือนกันตลอดทั้งเฟือง ดังรูปที่ 2.20

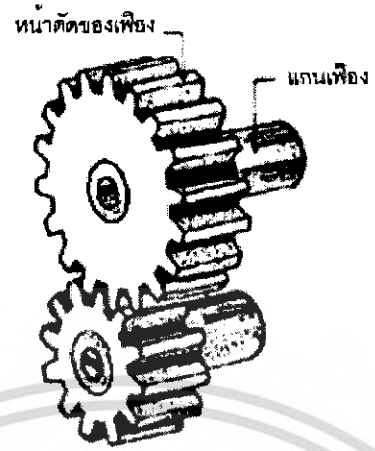
2.6.2.2 เฟืองหนอน (Worm gear)

เฟืองชุดนี้จะประกอบด้วยตัวเกลียวหนอนและเฟืองหนอน โดยเกลียวหนอนจะส่งกำลังหมุนไปขับให้เฟืองหนอนหมุนตาม ดังรูปที่ 2.21 เฟืองชนิดนี้นิยมใช้กับการทดรอบความเร็วสูงๆ ให้เป็นความเร็วต่ำมากๆ เช่น ในกรณีของการทดรอบจากมอเตอร์ซึ่งมีความเร็วสูง เป็นต้น

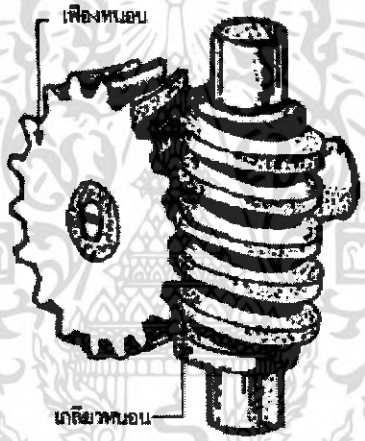
2.6.2.3 เฟืองดอกจอก (Bevel gear)

เฟืองชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างเป็นรูปทรงกรวย (Cone) ฟันของเฟืองจะอยู่โดยรอบผิวของทรงกรวยและขนานกับแกนของเฟือง ดังรูปที่ 2.22 เฟืองดอกจอกจะใช้สำหรับเปลี่ยนทิศทางการส่งกำลังระหว่างเพลาของล้อที่ตั้งฉากกัน เช่น การส่งกำลังไปยังเพลาของล้อรถ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 เฟืองตรง



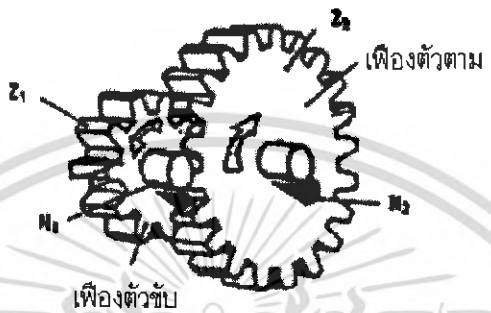
รูปที่ 2.21 เฟืองหนอน

รูปที่ 2.22 เฟืองดอกจอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

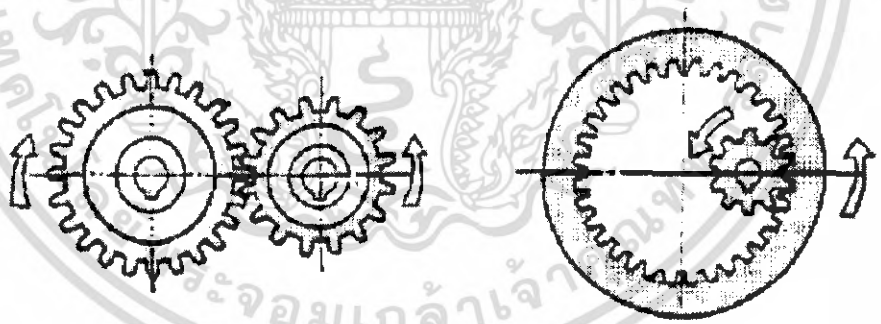
2.6.3 ความเร็วของเฟือง

การส่งกำลังจากเฟืองตัวขับไปยังเฟืองตัวตามนั้น ต้องมีการขบกันของเฟือง ส่วนอัตราเร็วของเฟืองจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนฟันเฟืองของเฟือง ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง และการเคลื่อนที่ของเฟืองตัวขับ จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่สวนกัน ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 การหมุนของฟันเฟือง

เมื่อเฟืองตัวขับเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟัน ก็จะขับให้เฟืองตัวตามเคลื่อนที่ไปหนึ่งฟันด้วยและการขบกันของเฟืองอาจขบกันภายนอกหรือภายในก็ได้ ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 การขบของเฟือง

เฟืองเป็นส่วนประกอบของเครื่องจักรกลที่ถ่ายทอดกำลังจากเพลาอันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่ง ดังนั้นการถ่ายทอดกำลังจึงขึ้นอยู่กับอัตราเร็วและจำนวนฟันของเฟืองจำเป็นจะต้องทราบ คือชนิดของฟันเฟือง ความสัมพันธ์ของจำนวนฟันเฟือง (Z) และอัตราเร็วของเฟือง (N) โดยทั่วๆ ไปหน่วยอัตราความเร็วของเฟือง มักนิยมบอกเป็นจำนวนรอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

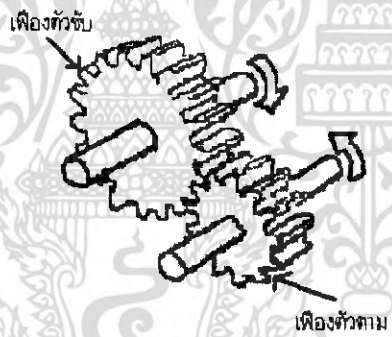
สิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน คือ ถ้าสมมุติให้

- อัตราเร็วของเฟืองตัวขับ = N_1
- อัตราเร็วของเฟืองตัวตาม = N_2
- จำนวนฟันของเฟืองตัวขับ = Z_1
- จำนวนฟันของเฟืองตัวตาม = Z_2

ดังนั้นอัตราเร็วของเฟืองตัวขับคูณด้วยจำนวนฟันของเฟืองตัวขับเท่ากับอัตราเร็วของเฟืองตัวตามคูณด้วยจำนวนฟันของเฟือง หรือเขียนง่ายได้ดังนี้

$$N_1Z_1 = N_2Z_2 \tag{2.8}$$

ตัวอย่างที่ 1 มีเฟืองตัวหนึ่ง ฟันตรงสองตัวขบกันดังรูปที่ 2.25 ส่งกำลังเฟืองที่ติดกันกับแกนของมอเตอร์เฟืองตัวขับมี 30 ฟันเฟืองตัวตามมี 60 ฟัน มอเตอร์หมุนด้วยความเร็ว 1,200 รอบ/นาที จงหาอัตราความเร็วของเฟืองตัวตาม



รูปที่ 2.25 ฟันตรงสองตัวขบกัน

จาก $N_1Z_1 = N_2Z_2$

เพราะฉะนั้น $$N_2 = \frac{N_1Z_1}{Z_2}$$

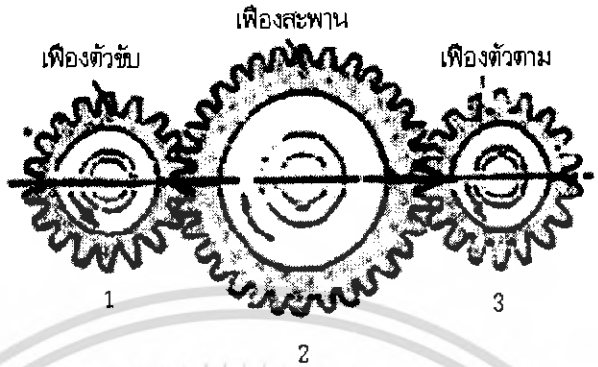
$$= 1200 \times (30/60)$$

คำตอบ อัตราความเร็วขอเฟืองตัวตามเท่ากับ 600 รอบ ต่อนาที

ในบางครั้งอาจพบเฟือง ดังรูปที่ 2.26 ซึ่งเป็นการส่งกำลังด้วยเฟือง 3 ตัว เฟืองตัวกลางจะทำหน้าที่เป็นเฟืองสะพาน ไม่มีส่วนที่ทำให้เฟืองตัวขับและเฟืองตัวตามเปลี่ยนแปลงอัตราเร็ว แต่จะเปลี่ยนทิศทางการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมุนของเฟืองเท่านั้น ซึ่งสามารถหาอัตราเร็วของเฟืองตัวขับ หาอัตราเร็วของเฟืองตัวตามได้เช่นกันดังตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 2.26 เฟือง 3 ตัวขบกัน

ในความเป็นจริงแล้ว การถ่ายทอดกำลังงานมักจะมีการใช้เฟืองเป็นชุด ซึ่งจะเป็นการส่งกำลังด้วยเฟืองทดหลายเฟือง คือ อัตราเร็วของเฟืองตัวขับตัวแรกคูณด้วยจำนวนฟันของเฟืองตัวขับทุกเฟืองเท่ากับอัตราวามเร็วของเฟืองตัวตามตัวสุดท้ายคูณด้วยจำนวนฟันของเฟืองตัวตามทุกเฟือง

$$N_1Z_1 = N_2Z_2$$

$$N_2 = \frac{N_1Z_1}{Z_2}$$

$$N_3Z_3 = N_4Z_4$$

$$N_3 = \frac{N_4Z_4}{Z_3}$$

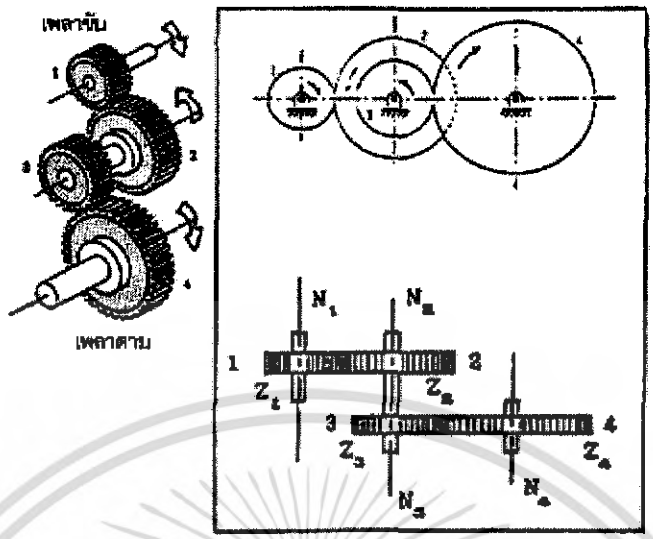
เนื่องจาก $N_2 = N_3$ เพราะอยู่บนเพลาอันเดียวกัน

$$\frac{N_1Z_1}{Z_2} = \frac{N_4Z_4}{Z_3}$$

นั่นคือ $N_1Z_1Z_3 = N_4Z_2Z_4$

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปที่ 2.27 ให้ N_1 = 1,200 รอบต่อนาที เฟือง 1,2,3 และ 4 มีจำนวนฟัน 20,60,40 และ 80 ตามลำดับ จงหาอัตราความเร็วของเฟืองตัวสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 ชุดเฟืองทดหลายเฟือง

จาก $N_1Z_1Z_3 = N_4Z_2Z_4$

ดังนั้น $N_4 = \frac{N_1Z_1Z_3}{Z_2Z_4}$

$$= 1,200 \times \left(\frac{20}{60} \times \frac{40}{80} \right)$$

คำตอบ อัตราเร็วของเฟืองตัวสุดท้ายเท่ากับ 200 รอบต่อนาที

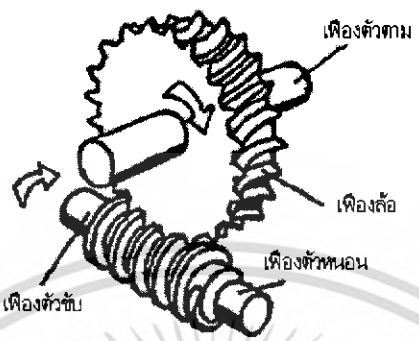
นอกจากนี้ยังมีชุดเฟืองหนอน ซึ่งเป็นเฟืองที่มีอัตราทดสูง จะประกอบด้วยเกลียวหนอน หรือเฟืองตัวหนอนเป็นตัวขับและเฟืองล้อเป็นเฟืองตัวตามเฟืองตัวหนอนอาจจะมีจำนวนเกลียวแบบเกลียวหนึ่งปากหรือมีจำนวนเกลียวสองปากหรือมากกว่า

ถ้าสมมุติให้

จำนวนสันเกลียวที่อยู่บนเฟืองตัวหนอน		=	G
จำนวนฟันเฟืองบนล้อตัวตาม		=	Z
อัตราเร็วของเฟืองตัวหนอน		=	N1
อัตราเร็วของเฟืองตัวตาม		=	N2
ดังนั้น จำนวนเกลียวที่เฟืองตัวหนอนหมุนไป		=	จำนวนฟันเฟืองบนล้อตัวตาม
นั่นคือ	N1G	=	N2Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 3 จากรูปที่ 2.28 เฟืองชุดหนึ่งมีเกลียว 3 ปาก หมุนด้วยความเร็ว 600 รอบต่อนาที จำนวนฟันบนล้อตัวตาม 60 ฟัน หาอัตราเร็วบนเฟืองล้อตัวตาม



รูปที่ 2.28 ชุดเฟืองหนอน

จาก $N_1G = N_2Z$

ดังนั้น $N_2 = \frac{N_1G}{Z}$

$= 600 \times (3/60)$

คำตอบ อัตราเร็วบนล้อตัวตามเท่ากับ 30 รอบต่อนาที

จะเห็นได้ว่า เราสามารถคำนวณหาอัตราเร็วของเฟืองต่างๆ ได้ด้วยวิธีง่ายๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การที่เราทราบอัตราเร็วของเฟืองนั้นจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้งาน เช่นถ้าเราต้องการให้ของเล่นบางชนิดหมุนเร็ว เราก็ใช้เฟืองช่วยขยายอัตราความเร็วหรือบางครั้งถ้าต้องการให้หมุนช้าเราก็ใช้เฟืองช่วยทดอัตราความเร็วลง เป็นต้น ในวงการอุตสาหกรรมใหญ่ๆ เช่นการผลิตเกียร์รถยนต์หรือการผลิตเครื่องจักรกลต่างๆ การคำนวณเปลี่ยนปรับอัตราเร็วของเฟืองเป็นสิ่งจำเป็นมาก เพราะมีความละเอียดอ่อนและยุ่งยากในการผลิตเฟืองจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและชวนติดตามอยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

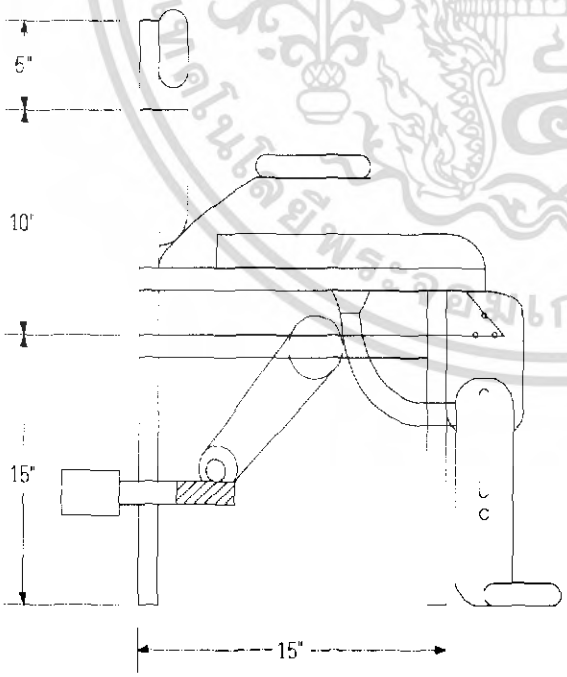
3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างเครื่องช่วยทำกายภายบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการออกแบบและการสร้างเครื่องทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างวงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการทำงานของทั้ง 2 ส่วนจะต้องทำงานสัมพันธ์กัน ในส่วนการสร้างอุปกรณ์เพื่อทำกายภาพบำบัดร่างกายส่วนล่างด้วยวิธีการฝึกนั่ง ยืนตัวตรง บำบัดขาด้วยการแกว่งขาปั่นจักรยานและการกระดกเท้า เพื่อให้การออกแบบและการสร้างถูกต้องตามหลักการแพทย์และปลอดภัยต่อผู้ป่วยที่สุด

3.2 การออกแบบและการสร้างเครื่องทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

3.2.1 การออกแบบและการสร้างส่วนเก้าอี้ฝึกนั่งและยืน

การออกแบบและการสร้างส่วนเก้าอี้ฝึกนั่งและยืนเพื่อช่วยผู้ป่วยเด็กที่พิการอัมพาตท่อนล่างให้เรียนรู้วิธีการนั่ง และยืนลักษณะตัวตรงอย่างถูกต้อง และปลอดภัย ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

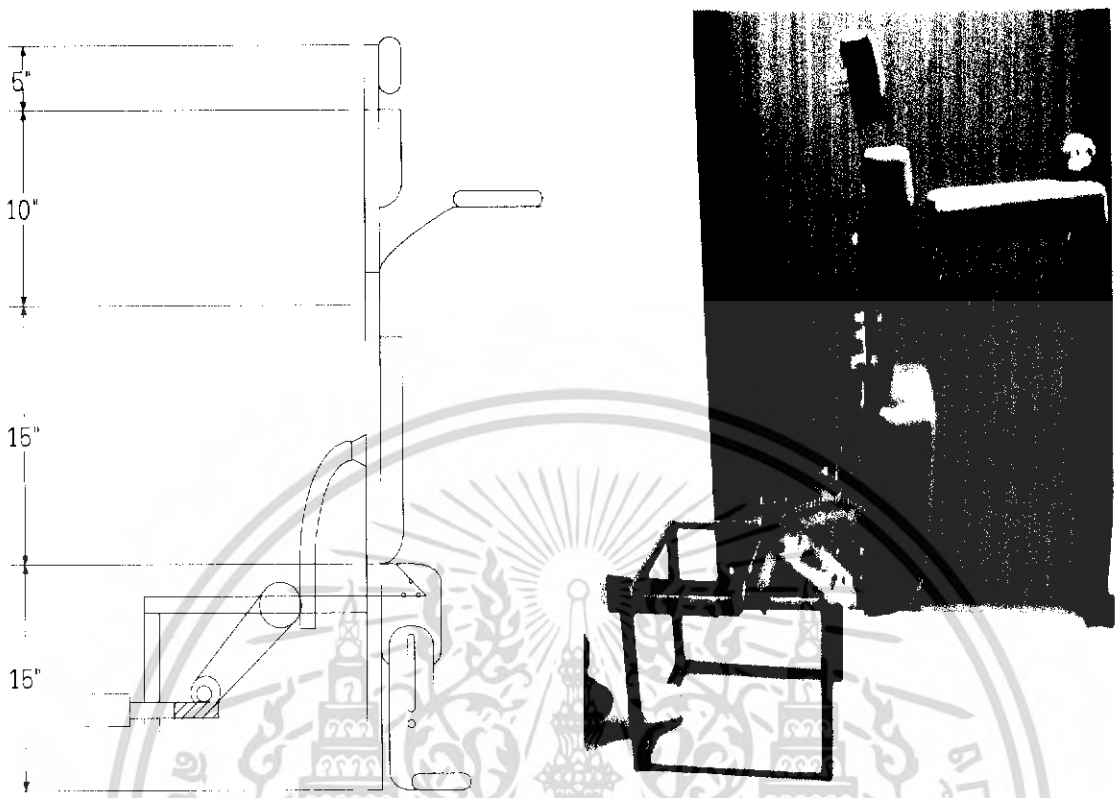


ก. โครงร่างส่วนการฝึกนั่ง

ข. โครงสร้างจริงส่วนการฝึกนั่ง

รูปที่ 3.1 โครงสร้างส่วนการฝึกนั่งตัวตรง

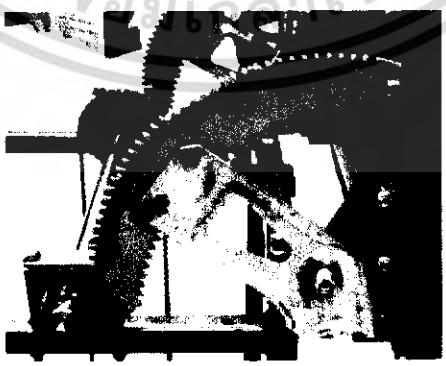
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. โครงร่างส่วนการฝึกยืนตัวตรง ข. โครงสร้างจริงส่วนการฝึกยืนตัวตรง

รูปที่ 3.2 ส่วนการฝึกยืนตัวตรง

การออกแบบการทำงานของกลไกส่วนของการฝึกนั่งและยืน ใช้วิธีการดันส่วนสะโพกของผู้ป่วยโดยการใช้ขับเฟืองด้วยมอเตอร์ดันลำตัวให้ยืนขึ้นตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 กลไกเพื่อใช้ในการยกลำตัวให้ยืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบและสร้างส่วนขา

การออกแบบและสร้างส่วนขา แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการแกว่งขา และการปั่นจักรยาน การแกว่งขาจะให้ประโยชน์กับขาส่วนล่าง และออกกำลังขาส่วนบนและส่วนล่างด้วยการปั่นจักรยาน การทำงานทุกส่วนจะทำงานอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ป่วยเรียนรู้การเคลื่อนไหวส่วนขาดังรูปที่ 3.4 รูปที่ 3.5และรูปที่ 3.6

ก. รูปโครงร่างส่วนแกว่งขา ข. โครงสร้างจริงส่วนแกว่งขา

รูปที่ 3.4 ส่วนการแกว่งขา

ก. รูปโครงร่าง ข. โครงสร้างจริงส่วนจักรยาน

รูปที่ 3.5 ส่วนการปั่นจักรยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบและสร้างส่วนบำบัดเท้า

การออกแบบและสร้างส่วนบำบัดเท้าเป็นลักษณะการทำงานของกลไกควบคุมด้วยมอเตอร์และวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยการทำงานในกษณะการกระดกเท้าขึ้นลง ให้ประโยชน์ในการเคลื่อนไหวของข้อเท้าและฝ่าเท้าทั้งสอง

รูปที่ 3.6 ส่วนการกระดกเท้า

การทำงานของระบบกลไกเครื่องทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กพิการท่อนล่างในส่วนของการยกตัวยืนตรง การนั่งตัวตรง การแกว่งขา และการกระดิกปลายเท้าใช้ระบบการสั่งการจากส่วนควบคุมส่วนเดียวกัน แต่จะทำงานได้ทีละส่วน โดยจะมีสวิตช์ควบคุม 4 ตัว ดังรูปที่ 3.7 ซึ่งแต่ละตัวจะมีหน้าที่ดังนี้

รูปที่ 3.7 สวิตช์ควบคุมการทำงาน

สวิตช์ SELECT เป็นสวิตช์เลือกโหมดการทำงานว่าจะใช้งานส่วนใด โดยจะมีไฟแสดงสถานะการทำงานให้เห็นว่าผู้ใช้เลือกการทำงานในส่วนการฝึกนั่งและยืน ส่วนการแกว่งขา ส่วนการกระดกเท้าหรือการปั่นจักรยาน

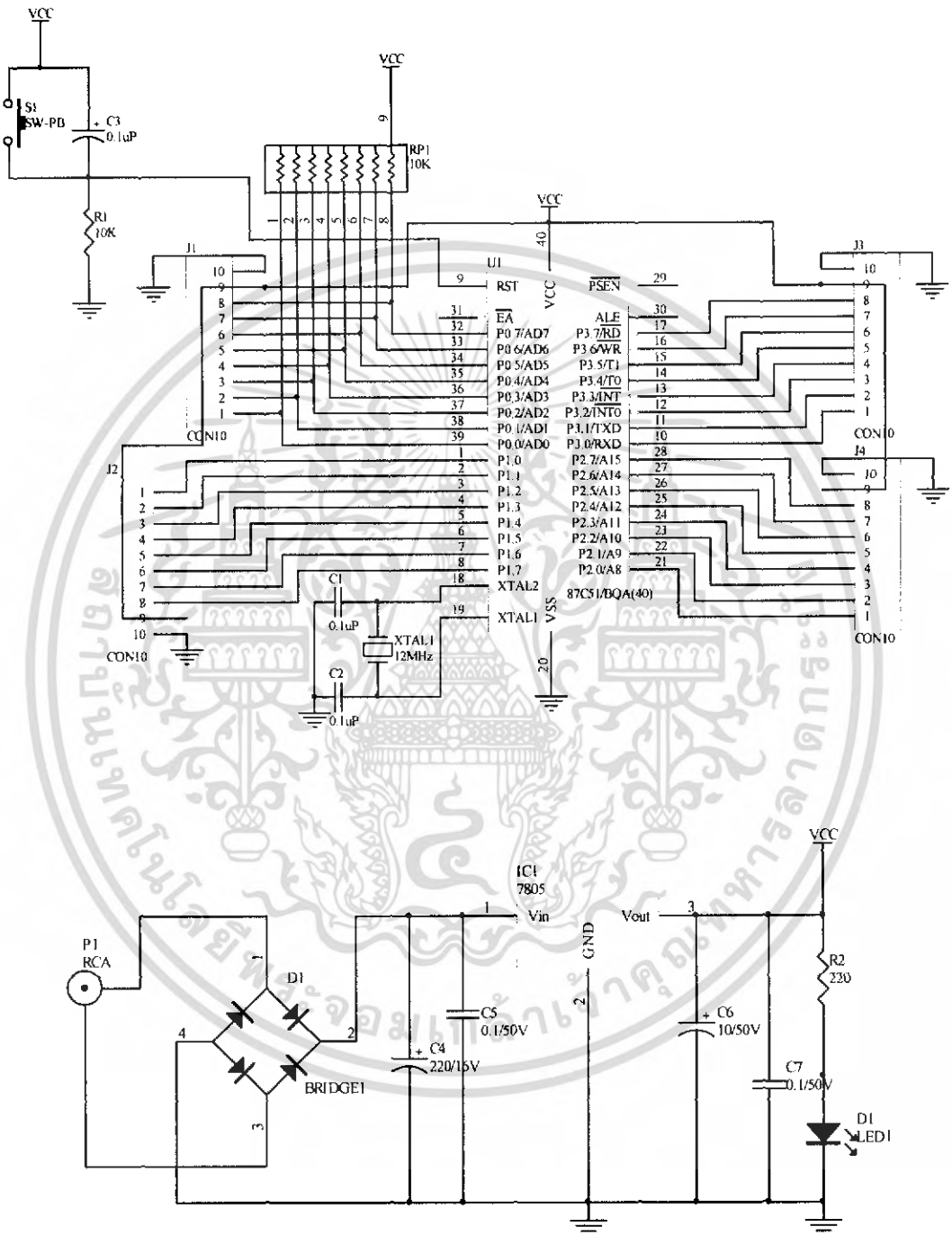
สวิตช์ O.K. เป็นสวิตช์ยืนยันการทำงานของโหมดที่ได้เลือก

สวิตช์ CANCEL เป็นสวิตช์เพื่อยกเลิกการทำงาน

สวิตช์ TEST เป็นสวิตช์เพื่อทดสอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



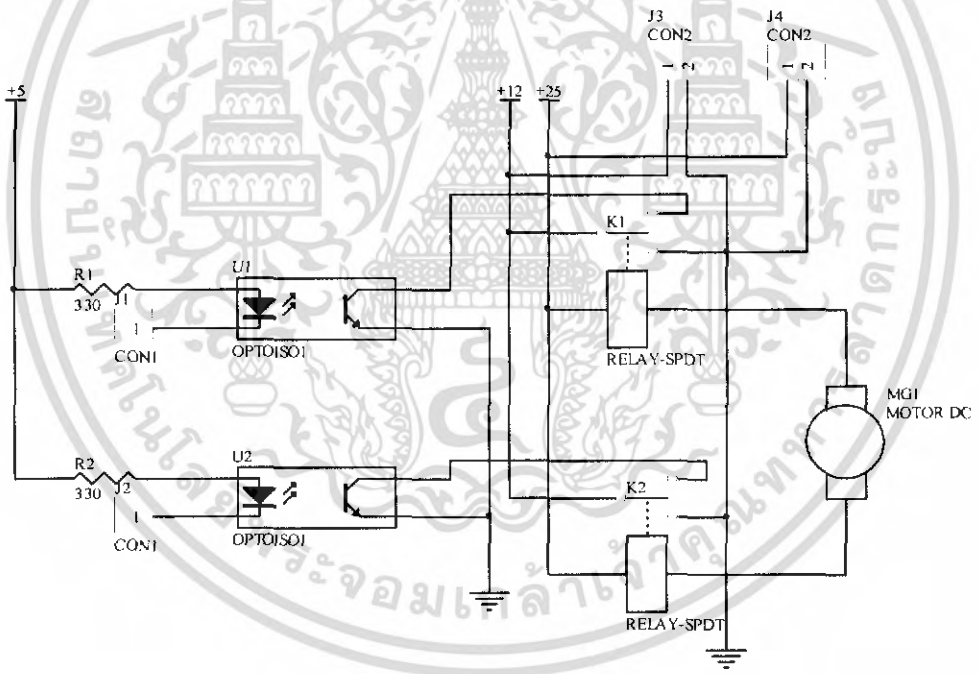
รูปที่ 3.8 วงจรการสั่งงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 หลักการออกแบบโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

หลักการทำงานของโปรแกรม เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมโดยการรีเซตค่าต่างใน Parameter ในแต่ละส่วน เพื่อให้กลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นและเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการทำงานของชุดอุปกรณ์และผู้ใช้งาน

เมื่อทำการรีเซตค่าแล้วข้างต้น สัญญาณไฟในส่วนที่บอกการทำงานจะกระพริบบอกให้เลือกโหมดการทำงาน เมื่อทำการเลือกโหมดการทำงานแล้วก็ตอบตกลง โดยกดปุ่มตกลงโปรแกรมก็จะนำค่าไปเก็บไว้แล้วทำกรรับค่าของระดับการทำงานว่าจะเลือกระดับ 1 หรือ 2 เมื่อทำการเลือกระดับการทำงานแล้วโปรแกรมก็จะเก็บค่าการทำงานให้ผู้ใช้ตอบตกลงอีกครั้ง โปรแกรมจะนำค่าโหมดที่ทำการกดมาเทียบใน Loop ย่อยว่าผู้ใช้ได้กดเลือกโหมดใดและเริ่มทำงานในส่วนของโหมดแกว่งเท้า จะมีการนับในการแกว่งเท้าจะนับ 15 ชุดในการทำ 1 ครั้ง เมื่อทำการอยู่สามารถกดปุ่มยกเลิกเพื่อยกเลิกการทำงานของทุกส่วนได้ เมื่อทำงานครบตามขั้นตอนโปรแกรมจะแสดงไฟว่าขบวนการทำงานเสร็จสิ้นและกลับไปรับคำสั่งการทำงานต่อไป



รูปที่ 3.9 วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์

3.3.2 การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์

การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ใช้การสั่งการจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสั่งการให้รีเลย์ทำงานควบคุมมอเตอร์ให้หมุน มอเตอร์แต่ละตัวจะต้องใช้รีเลย์ในการสั่งการ 2 ตัว ผ่านการตรวจสอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยลิมิตสวิตช์ที่ได้ทำการติดตั้งไว้ที่ตัวเครื่อง เพื่อหมุนมอเตอร์ไปและกลับให้สัมพันธ์กับสภาวะการทำงานของเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดที่ได้ทำงานออกแบบไว้และการทำงานที่สมบูรณ์ที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในส่วนของบทนี้กล่าวถึง การทดลองการทำงานของกลไกแต่ละส่วนที่ได้รับการควบคุมการทำงานด้วยมอเตอร์ผ่านทางโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 ซึ่งจะประกอบด้วยการทำงานส่วนการฝึกนั่งและยืน การออกกำลังกายขาด้วยการแกว่งขาและปั่นจักรยาน และการกระดกเท้า ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการทดลองและการทำงานของระบบการทำงานแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

4.2 การทดลองการทำงานส่วนของการฝึกนั่งและยืน

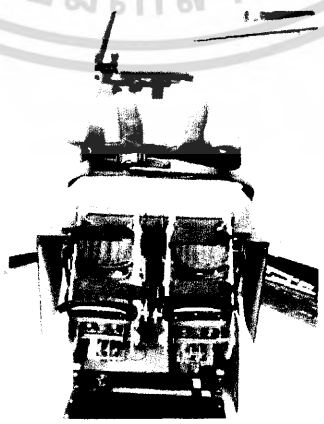
การทดลองการทำงานส่วนของการฝึกนั่งและฝึกยืนตัวตรง ใช้สวิตช์เลือกโหมดการทำงานในโหมดที่ 1 ลักษณะการทำงานโดยรวมของการทำงานส่วนนี้จะเป็นการบังคับการทรงตัวของผู้ป่วยให้อยู่ในท่านั่งตัวตรงและท่ายืนตัวตรง ในท่ายืนตัวตรงจะใช้การขับเคลื่อนมอเตอร์ส่งผ่านแรงหมุนสู่เฟืองเพื่อทำหน้าที่ยกลำตัวโดยวิธีการค่อยๆ ดันสะโพกของผู้ป่วยขึ้นเรื่อยจนสามารถยืนในท่าตรงได้ หลังจากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นท่านั่งอีกครั้ง

4.2.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เลือกโหมดการทำงานโดยการกดสวิตช์ SELECT หนึ่งครั้งเพื่อเลือกการทำงานในโหมด 1 ซึ่งจะทำงานในส่วนของการฝึกนั่งและยืน

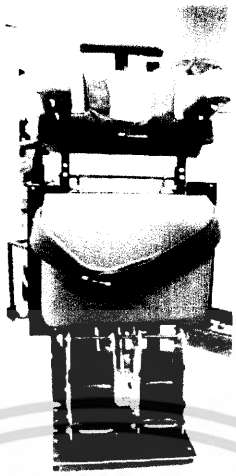
2. กดสวิตช์ O.K. เพื่อยืนยันการทำงานในโหมด 1 และเริ่มการทำงานให้มอเตอร์หมุนเฟืองเพื่อดันสะโพกและยกตัวผู้ป่วยขึ้น พร้อมจับเวลาและบันทึกผลในตารางที่ 4.1

3. กดสวิตช์ CANCEL เพื่อยกเลิกการทำงานให้มอเตอร์หยุดหมุน ถ้าหากต้องการลดระดับเบาะให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านั่งก็โดยการกดสวิตช์ CANCEL อีกครั้ง พร้อมจับเวลาและบันทึกผลในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.1 การทำงานส่วนของการฝึกนั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การทำงานส่วนของการฝึกยืน

4.2.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนยกลำตัวขึ้นในท่ายืน

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)
1	2.40
2	2.45
3	2.43
4	2.40
5	2.40

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนลดระดับลำตัวลงสู่ท่านั่ง

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (นาที)
1	2.30
2	2.33
3	2.30
4	2.31
5	2.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 สรุปผลการทดลอง

การสั่งการทำงานของเครื่องต้องเริ่มจากการเคลื่อนไหวอย่างช้าๆ เพื่อเป็นการสร้างความเคยชินแก่ผู้รับการทำกายภาพบำบัด ในขณะนั่งน้ำหนักส่วนใหญ่ของผู้ป่วยจะตกอยู่ที่สะโพกทั้งสองข้าง ซึ่งไม่มีปัญหามากนัก แต่ในขณะทำกายภาพบำบัดในท่ายืนต้องอาศัยทักษะในการทรงตัว ในผู้ที่ไม่สามารถยืนหรือเดินได้ด้วยตนเองถือว่าเป็นเรื่องยากลำบาก จึงต้องกระทำอย่างระมัดระวังโดยการใช้สายรัดลำตัวให้มีความกระชับ ไม่ควรจะยกตัวผู้ป่วยให้ยืนขึ้นทีเดียวในการฝึกครั้งแรก ควรจะเริ่มต้นฝึกครั้งละนิด เช่นเริ่มต้นจากการยกลำตัวขึ้นประมาณครั้งละ 10 องศา แล้วจึงค่อยเพิ่มระดับการยกตัวขึ้นเรื่อยๆตามความเหมาะสมของร่างกายผู้ป่วย

4.3 การทดลองการทำงานส่วนของการแกว่งขา

การทดลองการทำงานส่วนของการแกว่งขา ใช้การขับมอเตอร์ให้หมุนเฟืองควบคุมขาให้สามารถแกว่งไปหน้าและหลังได้ในระดับที่เหมาะสม คือแกว่งไปหน้าและหลังได้ประมาณ 10 องศา ซึ่งจะช่วยให้ผู้ป่วยคุ้นเคยกับการเคลื่อนไหวขาส่วนล่าง

4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เลือกโหมดการทำงานโดยการกดสวิตช์ SELECT สองครั้งเพื่อเลือกการทำงานในโหมด 2 ซึ่งจะทำงานในส่วนของการฝึกแกว่งขา

2. กดสวิตช์ O.K. เพื่อยืนยันการทำงานในโหมด 2 และเริ่มทำงานให้มอเตอร์หมุนเฟืองเพื่อดันให้ส่วนควบคุมขาแกว่งไปหน้าและหลัง พร้อมจับเวลาและบันทึกผลในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4

3. กดสวิตช์ CANCEL เพื่อยกเลิกการทำงานให้มอเตอร์หยุดหมุน ให้ขาส่วนล่างตั้งตรงทำมุมกับขาส่วนบน 90 องศา

รูปที่ 4.3 การทำงานส่วนของการแกว่งขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนแกว่งขาไปหน้า

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10
2	15
3	11
4	11
5	11

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนแกว่งขากลับหลัง

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	12
2	11
3	12
4	12
5	11

4.3.3 สรุปผลการทดลอง

การทดลองการแกว่งขาใช้หลักการเคลื่อนไหวของขาส่วนล่างให้ผู้ป่วยได้ออกกำลังในส่วนเข่าและขาท่อนล่าง เครื่องจะสั่งให้มอเตอร์หมุนเพื่อดันให้ขาทั้งสองข้างเคลื่อนไหวในระดับที่ได้เลือกไว้ ในช่วงแรกๆ ควรเลือกระดับที่ไม่เร็วมากนัก ให้ผู้ป่วยเกิดความเคยชินกับการเคลื่อนไหวร่างกายส่วนขาแล้วจึงเพิ่มระดับขึ้น

4.4 การทดลองการทำงานส่วนของการกระดกเท้า

การทดลองการทำงานส่วนของการกระดกเท้า ใช้การขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อหมุนเฟืองให้ดันปลายเท้าขึ้นลงในลักษณะกระดกเท้าขึ้นลงประมาณ 10 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เลือกโหมดการทำงานโดยการกดสวิตช์ SELECT หนึ่งครั้งเพื่อเลือกการทำงานในโหมด 3 ซึ่งจะทำงานในส่วนของการฝึกกระดกเท้า

2. กดสวิตช์ O.K. เพื่อยืนยันการทำงานในโหมด 3 และเริ่มทำงานให้มอเตอร์หมุนเฟืองเพื่อดันส่วนปลายเท้าขึ้นลง พร้อมจับเวลาและบันทึกผลในตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

3. กดสวิตช์ CANCEL เพื่อยกเลิกการทำงานให้มอเตอร์หยุดหมุน ให้เท้าตั้งตรงขนานกับพื้น

มอเตอร์พร้อมเฟืองหมุนเพื่อกระดกเท้า

รูปที่ 4.4 การทำงานส่วนการของการกระดกเท้า

4.4.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนกระดกเท้าขึ้น

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	5
2	5
3	6
4	5
5	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนกระดกเท้าลง

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	5
2	4
3	5
4	6
5	5

4.4.3 สรุปผลการทดลอง

การทำงานส่วนของการกระดกเท้าใช้การหมุนเฟืองด้วยมอเตอร์ดันให้ปลายเท้ากระดกขึ้นลง มอเตอร์ทำงานสองระดับ ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยเพราะการกระดกเท้าจะใช้การเคลื่อนไหวส่วนของปลายเท้าไม่เกิน 10 องศา และไม่ทำให้เกิดการแทรกซ้อนทางด้านร่างกายใดๆทั้งสิ้น

4.5 การทดลองการทำงานส่วนของการปั่นจักรยาน

การทดลองการทำงานส่วนของการใช้วิธีการออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยาน เป็นการนำเอาวิธีการออกกำลังกายที่ให้ประโยชน์กับขาทั้งส่วนบนและส่วนล่างรวมถึงเท้าด้วย โดยการควบคุมให้มอเตอร์หมุนอย่างช้าๆ ที่ขาของผู้ป่วยให้มีการบล็อกเท้าและขาเพื่อป้องกันการเลื่อนหลุดเนื่องจากผู้ป่วยไม่สามารถบังคับการทรงตัวและการเคลื่อนไหวได้

4.5.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. เลือกโหมดการทำงานโดยการกดสวิตช์ SELECT หนึ่งครั้งเพื่อเลือกการทำงานในโหมด 4 ซึ่งจะทำงานในส่วนของการฝึกกระดกเท้า

2. กดสวิตช์ O.K. เพื่อยืนยันการทำงานในโหมด 3 และเริ่มทำงานให้มอเตอร์หมุนเฟืองเพื่อดันส่วนปลายเท้าขึ้นลง พร้อมจับเวลาและบันทึกผลในตารางที่ 4.7

3. กดสวิตช์ CANCEL เพื่อยกเลิกการทำงานให้มอเตอร์หยุดหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 การทำงานส่วนการของการปั่นจักรยาน

4.5.2 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองใช้มอเตอร์หมุนปั่นจักรยาน

ครั้งที่	เวลาที่ใช้ (รอบ/นาที)
1	4
2	4
3	4
4	4
5	4

4.5.3 สรุปผลการทดลอง

มอเตอร์หมุนเฟืองขับให้โซ่หมุนไดปั่นจักรยานอย่างช้าๆ ผู้ป่วยสามารถเคลื่อนไหวส่วนขาตามการหมุนของไดปั่นจักรยานในจังหวะที่ไม่เร็วเพียงเล็กน้อย พร้อมทั้งมีส่วนที่ช่วยในการบล็อกขาเพื่อป้องกันการเกิดเจ็บปวด รวมถึงการเคลื่อนไหวผิดรูปของขาและเท้าในขณะทำการกายภาพบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง เป็นอุปกรณ์การทำกายภาพบำบัดร่างกายท่อนล่างในด้านการฟื้นฟูและการสร้างความเคยชินด้วยการออกกำลังกาย หรือเคลื่อนไหวร่างกายโดยเฉพาะขาส่วนบน ขาส่วนล่าง และส่วนเท้า ในลักษณะการควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ที่ควบคุมการทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยการสั่งผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ในการขับเคลื่อนเฟืองแต่ละส่วนให้ทำงานกันอย่างสัมพันธ์กัน

การทำงานของอุปกรณ์มี 5 ส่วนสำคัญคือ ควบคุมผู้ป่วยให้นั่งตัวตรง 90 องศา ลักษณะหลังพิงพนักเก้าอี้ ยกตัวผู้ป่วยให้ยืนขึ้น 180 องศา โดยใช้ลักษณะการดันสะโพกผ่านการขับกลไกของเฟืองให้ยืนขึ้น การนั่งแกว่งเท้าไปมา การออกกำลังกายขาส่วนบนและล่างด้วยการปั่นจักรยาน และการกระดกเท้าขึ้นลงเป็นจังหวะ การทำงานจะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ

การนำมาใช้งานกับผู้ป่วยที่พิการอัมพาตท่อนล่างควรให้การบำบัดอย่างค่อยเป็นค่อยไป การรักษาด้วยการทำกายภาพบำบัดด้วยเครื่องมือชนิดนี้ควรใช้งานทีละส่วนเพื่อประสิทธิภาพการทำงานและประโยชน์สูงสุดรวมถึงไม่สร้างอาการเจ็บป่วยหรือภาวะแทรกซ้อนเพิ่มแก่ผู้ป่วย ซึ่งต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ช่วยทำกายภาพบำบัด ศักยภาพของอุปกรณ์จะดีมากน้อยเพียงไรจะขึ้นอยู่กับความพยายามและอดทนของผู้ป่วยด้วย

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

จากการดำเนินการออกแบบโครงสร้าง และการทดลองการทำงานของอุปกรณ์กายภาพบำบัดแต่ละส่วนปรากฏว่ามีปัญหาหลายประการ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความล่าช้าในการออกแบบเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง เนื่องจากต้องอาศัยความรู้ทางด้านการออกแบบ และโครงสร้างร่างกายผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง มิให้การออกแบบเป็นการสร้างที่มีอันตรายต่อตัวผู้ป่วย

   วิธีการแก้ไข ศึกษาข้อมูลผู้ป่วยเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่างที่มีใช้ในปัจจุบัน แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ
2. การจัดสร้างต้องประกอบด้วยระบบกลไกที่มีด้วยกันหลายส่วน ความซับซ้อนทำให้การจัดวางโครงสร้างให้มีความเหมาะสมและแข็งแรงเป็นเรื่องยากลำบาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการแก้ไข ออกแบบและสร้างกลไกที่ใช้ทำงานแต่ละส่วนก่อนการติดตั้งจริงและทดลองใช้

3. การทำงานส่วนของการยกลำตัวยืนขึ้นทำได้ยาก เนื่องจากต้องใช้มอเตอร์ที่กำลังการขับกลไกมากเพียงพอที่จะดันตัวผู้ป่วยขึ้นยืนในท่าตัวตรงได้ น้ำหนักตัวที่ทิ้งลงบนตัวเครื่องจะยิ่งเพิ่มภาระการทำงานนอกเหนือจากที่จะต้องยกเฉพาะส่วนโครงเพียงอย่างเดียว
   วิธีการแก้ไข ควรเลือกใช้มอเตอร์ที่กำลังการขับเคลื่อนมาก รวมถึงการคำนวณระดับน้ำหนักรวมทั้งตัวผู้ป่วยและตัวเครื่องส่วนที่ต้องการยกขึ้นท่ายืน
4. การทำกายภาพบำบัดหลายรูปแบบในอุปกรณ์กายภาพตัวเดียวกัน ส่งผลการทำกายภาพบัดแต่ละส่วนจะไม่ได้ผลดีแก่ผู้ป่วยเท่าที่ควร รวมถึงความซับซ้อนในการเริ่มต้นใช้งาน
   วิธีการแก้ไข ควรแยกรูปแบบการทำกายภาพบำบัดแต่ละส่วนออกจากกัน เพื่อประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. การออกแบบจัดสร้างควรแยกฟังก์ชั่นการทำงาน แต่ละส่วนออกจากกัน เพื่อความสะดวกในการใช้งาน และศักยภาพสูงสุดในการทำกายภาพบำบัด
2. การจัดสร้างมีผู้เชี่ยวชาญทางด้านการแพทย์หรือกายภาพบำบัดคอยให้คำปรึกษาและแนะนำสม่ำเสมอ รวมถึงการได้ทดลองกับผู้ป่วยจริง
3. พัฒนาตัวเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดให้ผู้ป่วยสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยตัวเอง ด้วยวิธีการบังคับอัตโนมัติลักษณะของรถเข็น
4. นำระบบไฮดรอลิกเข้ามาใช้ในการทำงาน อาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คำนึง บุญละเอียด, รุ่งเรือง โอภาประกาศิต. 2544. **เครื่องช่วยกายภาพบำบัดส่วนขา.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จักรยานกายภาพบำบัดผู้พิการท่อนล่าง. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.rehab-ms.com

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา. 2547. **การศึกษาและพัฒนาอุปกรณ์กายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตส่วนล่างชนิดฝึกยืนและฝึกนั่ง.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสิทธิ์ รุจิเรจเรืองรอง. 2543. **เฟืองและความเร็วเฟือง.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ipst.ac.th/design/article.

โยธิน เปรมปราณีรัชต์. **ระบบเซอร์โวและอิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลมอเตอร์.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารสำรวจร่างกายท่านั่ง. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.mobility4kids.com/client%20seating%20works.pdf

เอกสารสำรวจร่างกายท่ายืน. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.mobility4kids.com/client%20standing%20works.pdf

อุดม จีนประดับ. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 โครงสร้างเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.2 เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดส่วนของการฝึกปั่นจักรยาน

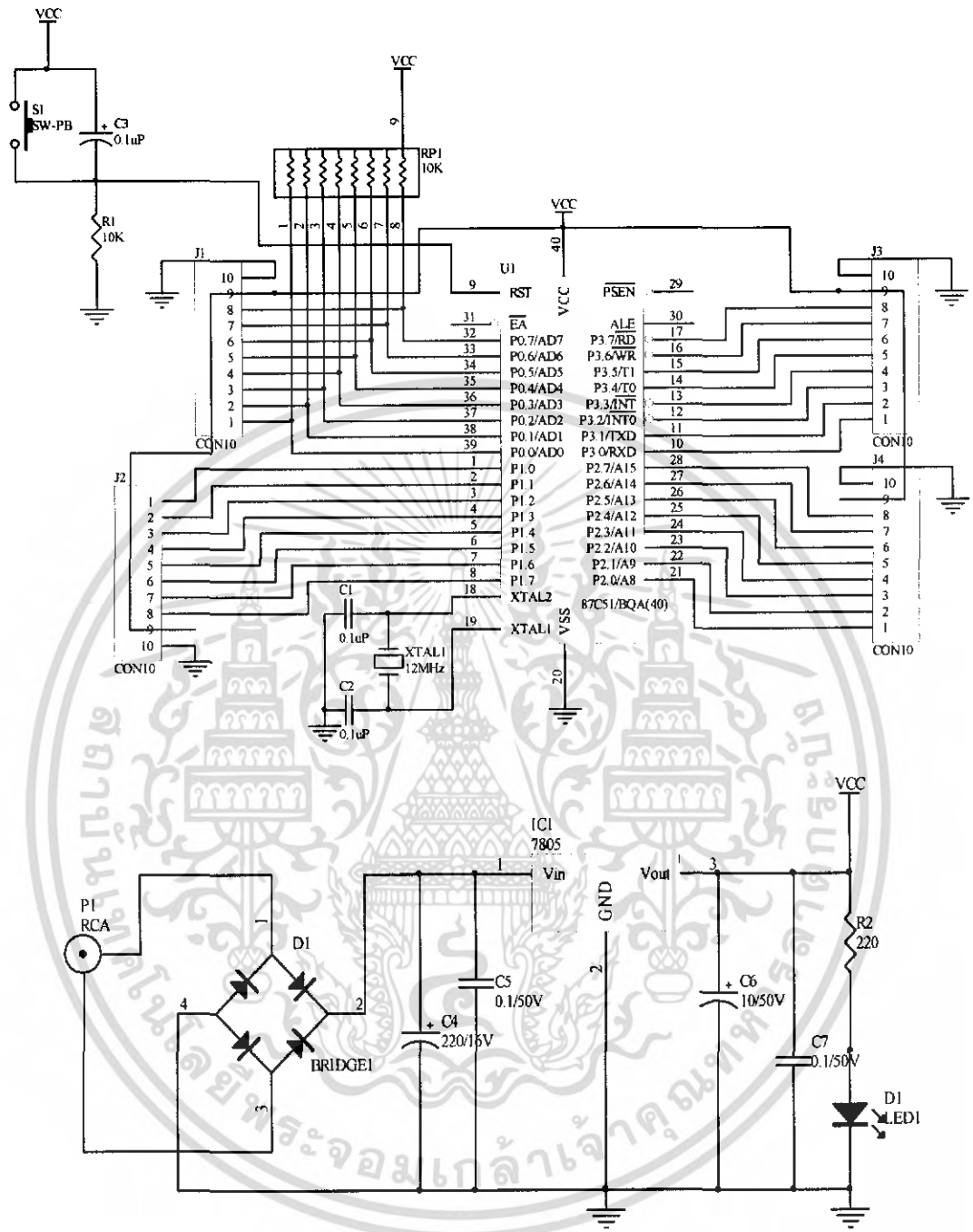
รูปที่ ก.3 ส่วนของสวิตช์ควบคุมการทำงานเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

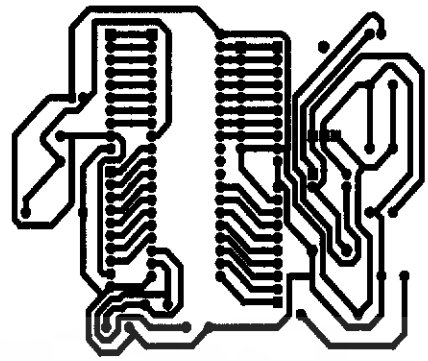
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

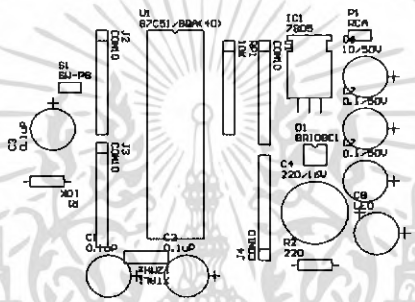


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

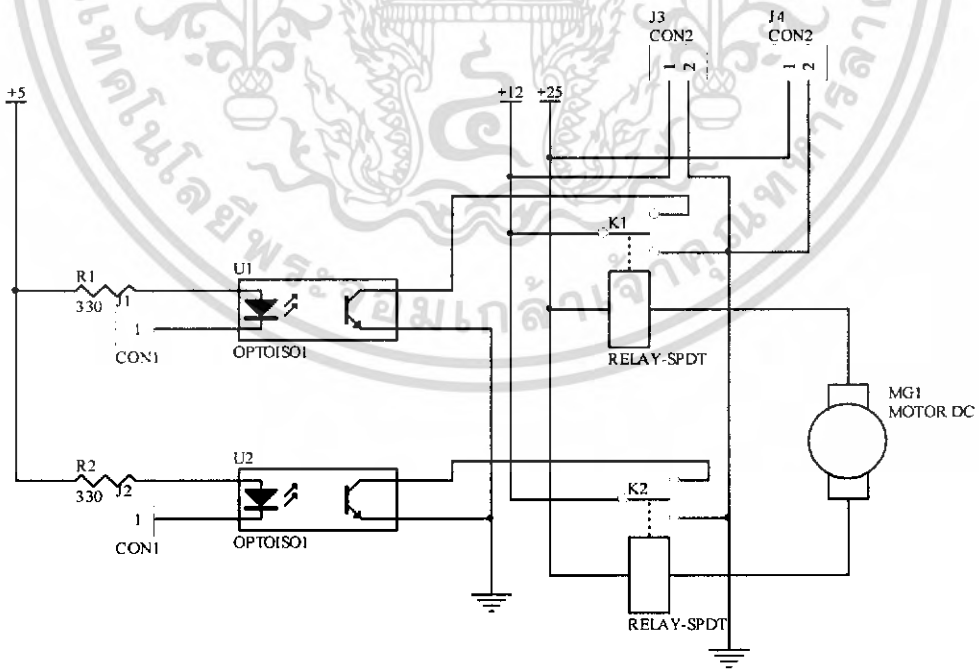
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

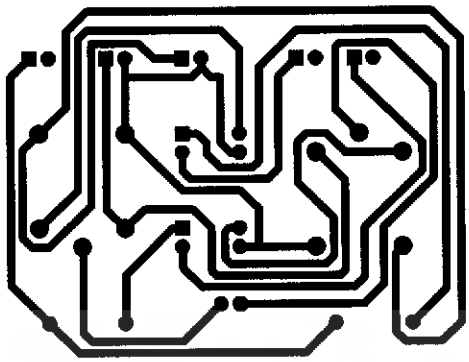


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

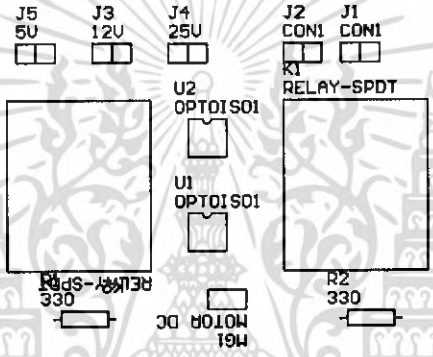


รูปที่ ข.4 วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์



รูปที่ ข.6 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ส่วนโครงสร้างเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
โครงสร้าง		
เหล็ก	เหล็กเหลี่ยมขนาด 6 หุน	2 เมตร
	เหล็กฉากขนาด 6 หุน	2 เมตร
อะลูมิเนียม	อะลูมิเนียมแผ่น ขนาด 0.125 นิ้ว X 4 นิ้ว	8 เมตร
	อะลูมิเนียมแผ่น 1 มิลลิเมตร	1 เมตร
	อะลูมิเนียมฉาก 1 นิ้ว	1 เมตร
ไดปั่นรถจักรยาน	ไดปั่นรถจักรยานสำหรับเด็ก เส้นผ่านศูนย์กลางแกน 6 เซนติเมตร	1 อัน
เฟือง		
เฟืองขับเคลื่อนจักรยาน	8 ฟันเฟือง เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร	1 ตัว
	24 ฟันเฟือง เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร	1 ตัว
เฟืองยกลำตัว	เฟืองขับเคลื่อนกระจกรถยนต์ 40 ฟันเฟือง	2 ตัว
	15 ฟันเฟือง เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร	2 ตัว
เฟืองตัวหนอน	เส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร	1 ตัว
เฟืองทดมอเตอร์ยืน	เฟืองทดรุ่น 20 TM1	1 ตัว
	เฟืองทดรุ่น 36 T	1 ตัว
	เฟืองทดรุ่น 24 T	1 ตัว
เพลาและเกลียว		
เพลาเพื่อแกว่งขา	เพลาเหล็กยาว 15 นิ้ว	2 อัน
เกลียวกระดกเท้า	เกลียวยาว 4 นิ้ว	2 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ส่วนควบคุมเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
หน่วยโปรแกรมควบคุม MCS - 51	ไมโครคอนโทรลเลอร์ 40 ขา เบอร์ 89S52 ยี่ห้อ ATMEL	1 ตัว
มอเตอร์ M1-M6	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V DC 450 rpm มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V DC 135 rpm มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V DC 83 rpm มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V DC 135 rpm	1 ตัว 2 ตัว 2 ตัว 1 ตัว
ทรานซิสเตอร์ Q1 - Q5	BD139 MJ2955 C2458	2 ตัว 2 ตัว 1 ตัว
ไดโอดเปล่งแสง LED1 - LED11	สีแดง	11 ดวง
ไดโอด D1	ไดโอดบริดจ์	1 ตัว
ตัวต้านทาน R1 - R14 R15 - R24 R25	10 kΩ 330 Ω 10 kΩ	14 ตัว 10 ตัว 1 ตัว
ตัวเก็บประจุ C1 - C2 C3 C4 - C5	33 pF 10 μF 2200 μF 35 โวลต์	2 ตัว 1 ตัว 2 ตัว
คริสตอล X1	คริสตอล 12 MHz	1 ตัว
สวิตช์ SW1 - SW6	สวิตช์ก้านยาว 2 ทาง	6 ตัว
รีเลย์ รีเลย์ควบคุมมอเตอร์	รีเลย์ 12 โวลต์ 5 ขา	10 ขา
แบตเตอร์รี่ แบตเตอรี่ 1 - แบตเตอรี่ 4	12 VDC 1.3 Amp	4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ส่วนควบคุมเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ไอซีเรกูเลเตอร์		
IC1	IC 7805	1 ตัว
IC2	IC 7812	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by BD135/D

Plastic Medium Power Silicon NPN Transistor

BD135
BD137
BD139

. . . designed for use as audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi complementary circuits.

- DC Current Gain — h_{FE} = 40 (Min) @ I_C = 0.15 Adc
- BD 135, 137, 139 are complementary with BD 136, 138, 140

1.5 AMPERE
POWER TRANSISTORS
NPN SILICON
45, 60, 80 VOLTS
10 WATTS

CASE 77–08
TO–225AA TYPE

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Type	Value	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 80	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 100	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}		5	Vdc
Collector Current	I_C		1.5	Adc
Base Current	I_B		0.5	Adc
Total Device Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D		1.25 10	Watts mW/°C
Total Device Dissipation @ T_C = 25°C Derate above 25°C	P_D		12.5 100	Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}		−55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	θ_{JC}	10	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Ambient	θ_{JA}	100	°C/W

REV 7

© Motorola, Inc. 1995

MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BD135 BD137 BD139

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_C = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Type	Min	Max	Unit
Collector–Emitter Sustaining Voltage* (I_C = 0.03 Adc, I_B = 0)	BV_{CEO}*	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 80	— — —	Vdc
Collector Cutoff Current (V_{CB} = 30 Vdc, I_E = 0) (V_{CB} = 30 Vdc, I_E = 0, T_C = 125°C)	I_{CBO}		— —	0.1 10	μAdc
Emitter Cutoff Current (V_{BE} = 5.0 Vdc, I_C = 0)	I_{EBO}		—	10	μAdc
DC Current Gain (I_C = 0.005 A, V_{CE} = 2 V) (I_C = 0.15 A, V_{CE} = 2 V) (I_C = 0.5 A V_{CE} = 2 V)	h_{FE}*		25 40 25	— 250 —	—
Collector–Emitter Saturation Voltage* (I_C = 0.5 Adc, I_B = 0.05 Adc)	$V_{CE(sat)}$*		—	0.5	Vdc
Base–Emitter On Voltage* (I_C = 0.5 Adc, V_{CE} = 2.0 Vdc)	$V_{BE(on)}$*		—	1	Vdc

*Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%.

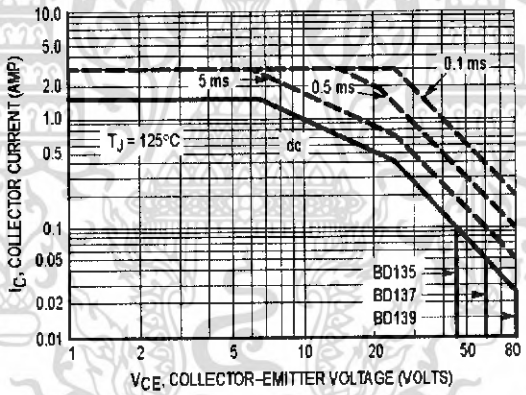
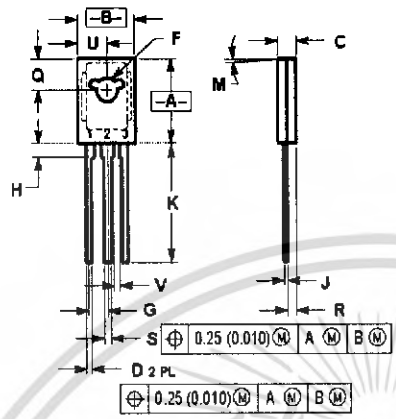


Figure 1. Active–Region Safe Operating Area

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.425	0.435	10.80	11.04
B	0.295	0.305	7.50	7.74
C	0.095	0.105	2.42	2.66
D	0.020	0.026	0.51	0.66
F	0.115	0.130	2.93	3.30
G	0.094 BSC		2.39 BSC	
H	0.050	0.095	1.27	2.41
J	0.015	0.025	0.39	0.63
K	0.575	0.655	14.61	16.63
M	5° TYP		5° TYP	
Q	0.148	0.158	3.78	4.01
R	0.045	0.055	1.15	1.39
S	0.025	0.035	0.64	0.88
U	0.145	0.155	3.69	3.93
V	0.040	—	1.02	—

STYLE 1
PIN 1. EMITTER
2. COLLECTOR
3. BASE

CASE 77–08
TO–225AA TYPE
ISSUE V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC123/PC123F

European Safety Standard Approved Type Long Creepage Distance Photocoupler

※ DIN-VDE0884 approved type (**PC123Y/PC123FY**) is also available as an option.

■ Features

1. Conform to European Safetty Standard
2. Internal isolation distance:0.4mm or more
3. High collector-emitter voltage (V_{CEO}:70V)
4. Long creepage distance type
5. Recognized by UL (No. E64380)
   Approved by VDE (DIN-VDE83601)
   Approved by BSI
   (BS415 No. 7087, BS7002 No. 7409)
   Approved by SEMCO (No. 9216212)
   Approved by DEMCO (No. 108954)
   Approved by EI (No. 155030)
   Recognized by CSA (No. CA95323)

■ Model Line-up

Model No.	*Creepage distance	*Clearance distance
PC123	6.4mm or more	6.4mm or more
PC123F	8mm or more	8mm or more

* Between input and output

■ Applications

1. Power supplies
2. OA equipment

■ Absolute Maximum Ratings

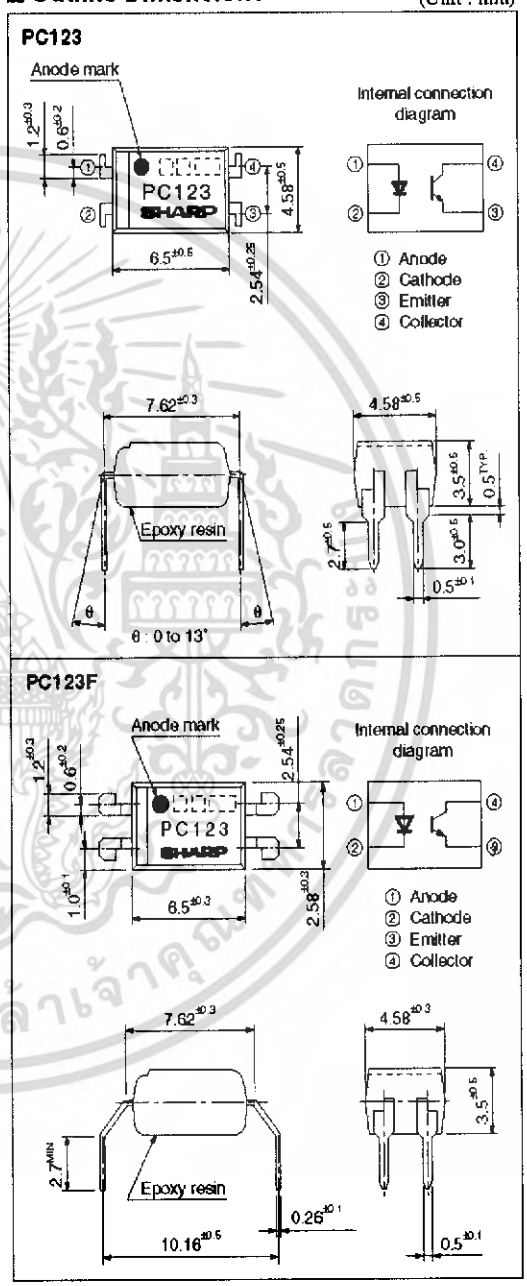
(T_a=25°C)

	Parameter	Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I_F	50	mA
	*1 Peak forward current	I_{FM}	1	A
	Reverse voltage	V_R	6	V
	Power dissipation	P	70	mW
Output	Collector-emitter voltage	V_{CEO}	70	V
	Emitter-collector voltage	V_{ECO}	6	V
	Collector current	I_C	50	mA
	Collector power dissipation	P_C	150	mW
Total power dissipation		P_{tot}	200	mW
*2 Isolation voltage		$V_{iso\ (rms)}$	5	kV
Operating temperature		T_{opr}	−30 to+100	°C
Storage temperature		T_{stg}	−55 to +125	°C
*3 Soldering temperature		T_{sol}	260	°C

*1 Pulse width≤100μs, Duty ratio:0.001
*2 40 to 60%RH, AC for 1 minute
*3 For 10s

■ Outline Dimensions

(Unit : mm)



Notice In the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that may occur in equipment using any SHARP devices shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest device specification sheets before using any SHARP device.
Internet: Internet address for Electronic Components Group http://sharp-world.com/ecg/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ Electro-optical Characteristics

(T_a=25°C)

	Parameter		Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Input	Forward voltage		V_F	I_F=20mA	–	1.2	1.4	V
	Reverse current		I_R	V_R=4V	–	–	10	μA
	Terminal capacitance		C_t	V=0, f=1kHz	–	30	250	pF
Output	Collector dark current		I_{CEO}	V_{CE}=50V, I_F=0	–	–	100	nA
	Collector-emitter breakdown voltage		BV_{CEO}	I_C=0.1mA, I_F=0	70	–	–	V
	Emitter-collector breakdown voltage		BV_{ECO}	I_E=10μA, I_F=0	6	–	–	V
Transfer characteristics	Collector current		I_C	I_F=5mA, V_{CE}=5V	2.5	–	20	mA
	Collector-emitter saturation voltage		$V_{CE(sat)}$	I_F=20mA, I_C=1mA	–	0.1	0.2	V
	Isolation resistance		R_{ISO}	DC500V, 40 to 60%RH	5×10^{10}	10^{11}	–	Ω
	Floating capacitance		C_f	V=0, f=1MHz	–	0.6	1.0	pF
	Cut-off frequency		f_c	V_{CE}=5V, I_C=2mA, R_L=100Ω, -3dB	–	80	–	kHz
	Response time	Rise time	t_r	V_{CE}=2V, I_C=2mA, R_L=100Ω	–	4	18	μs
		Fall time	t_f		–	3	18	μs

■ Rank Table

(I_F=5mA, V_{CE}=5V, T_a=25°C)

Model No.	Rank mark	I_C (mA)
PC123 / PC123Y / PC123F / PC123FY	A, B, S or no mark	2.5 to 20.0
PC123A / PC123Y1 / PC123F1 / PC123FY1	A	2.5 to 7.5
PC123B / PC123Y2 / PC123F2 / PC123FY2	B	5.0 to 12.5
PC123C / PC123Y5 / PC123F5 / PC123FY5	no mark	10.0 to 20.0
PC123S / PC123YS / PC123FS / PC123FY8	S	5.0 to 10.0

Fig.1 Forward Current vs. Ambient Temperature

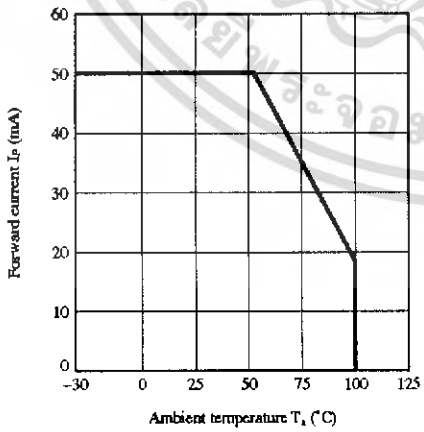
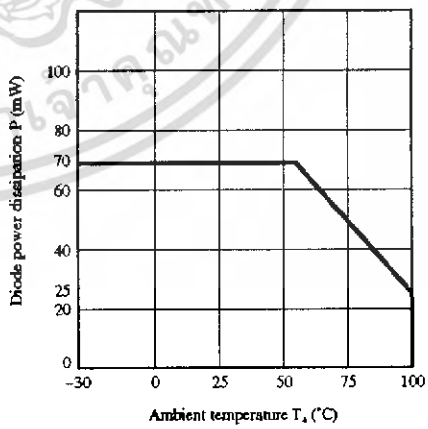


Fig.2 Diode Power Dissipation vs. Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig.3 Collector Power Dissipation vs. Ambient Temperature

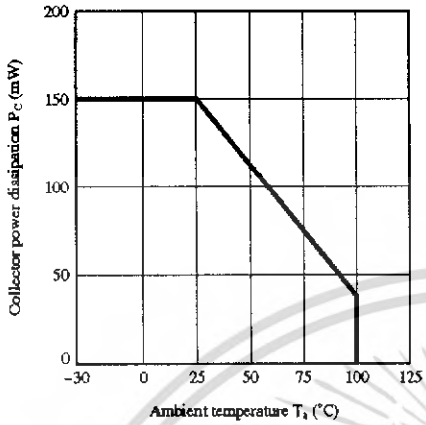


Fig.4 Power Dissipation vs. Ambient Temperature

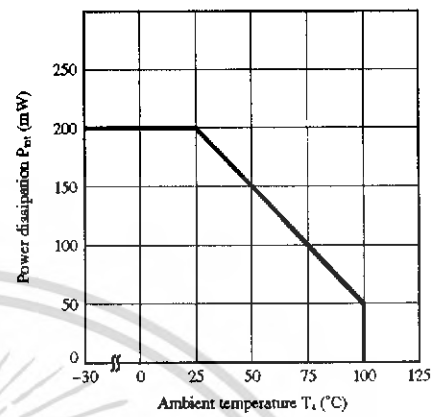


Fig.5 Peak Forward Current vs. Duty Ratio

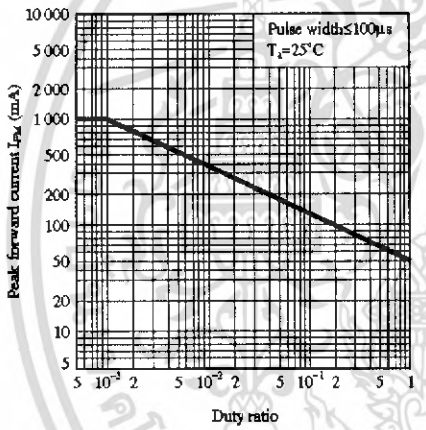


Fig.6 Forward Current vs. Forward Voltage

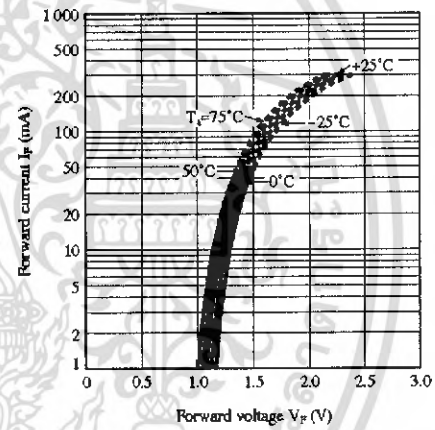


Fig.7 Current Transfer Ratio vs. Forward Current

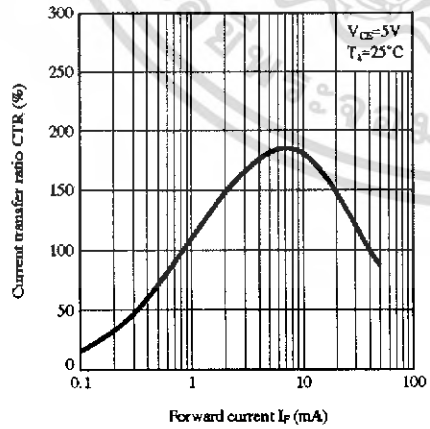
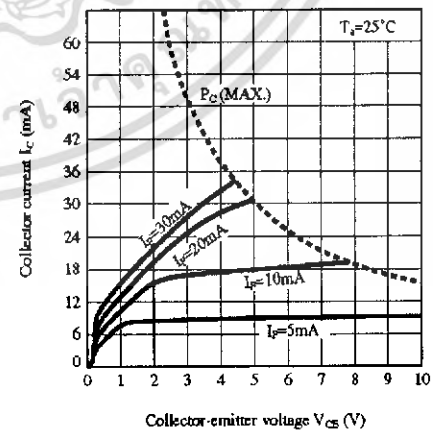


Fig.8 Collector Current vs. Collector-emitter Voltage



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig.9 Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature

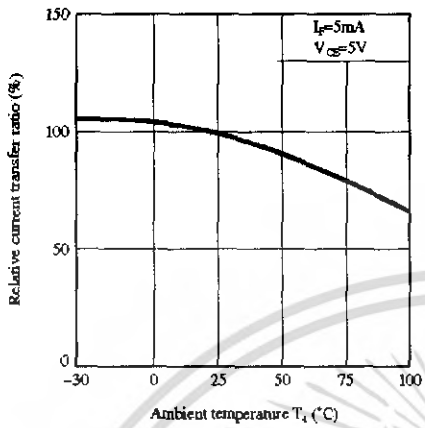


Fig.10 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Ambient Temperature

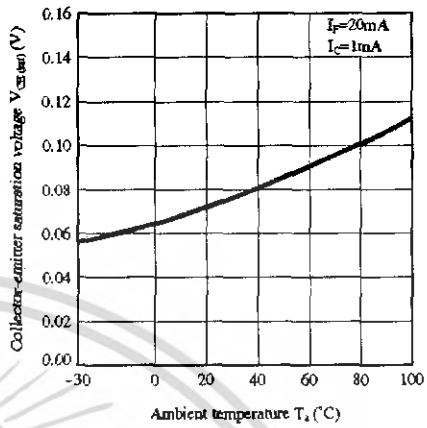


Fig.11 Collector Dark Current vs. Ambient Temperature

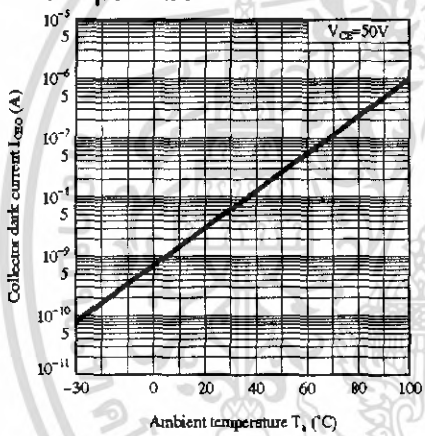


Fig.12 Response Time vs. Load Resistance

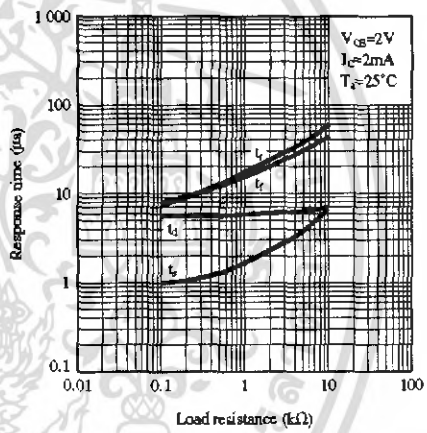


Fig.13 Frequency Response

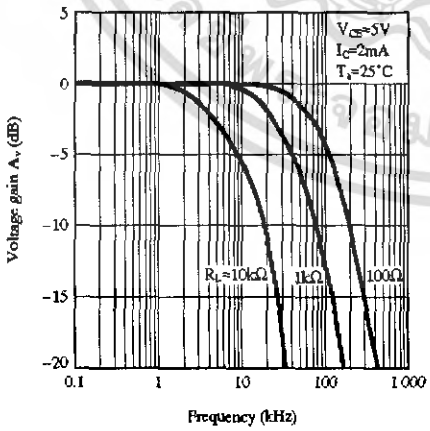
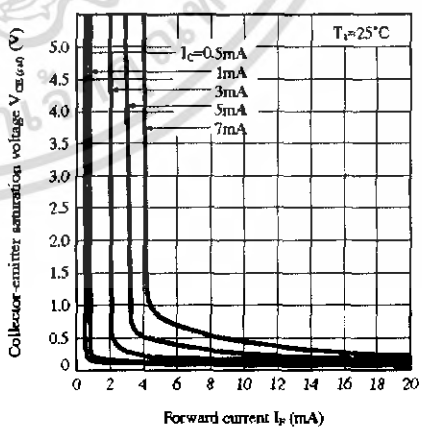


Fig.14 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Forward Current

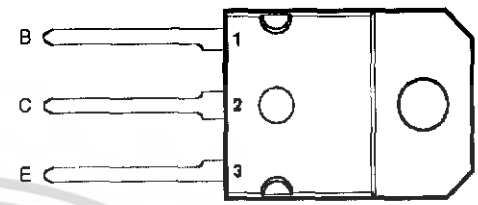


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOURNS®

- **Designed for Complementary Use with the *TIP2955 Series***
- **90 W at 25°C Case Temperature**
- **15 A Continuous Collector Current**
- **Customer-Specified Selections Available**

SOT-93 PACKAGE
(TOP VIEW)



Pin 2 is in electrical contact with the mounting base.

MDTRAAA

absolute maximum ratings at 25°C case temperature (unless otherwise noted)

RATING	SYMBOL	VALUE	UNIT
Collector-base voltage (I_E = 0)	V_{CBO}	100	V
Collector-emitter voltage (I_B = 0) (see Note 1)	V_{CER}	70	V
Emitter-base voltage	V_{EBO}	7	V
Continuous collector current	I_C	15	A
Continuous base current	I_B	7	A
Continuous device dissipation at (or below) 25°C case temperature (see Note 2)	P_{tot}	90	W
Continuous device dissipation at (or below) 25°C free air temperature (see Note 3)	P_{tot}	3.5	W
Unclamped inductive load energy (see Note 4)	$½LI_C^2$	62.5	mJ
Operating junction temperature range	T_j	-65 to +150	°C
Storage temperature range	T_{stg}	-65 to +150	°C
Lead temperature 3.2 mm from case for 10 seconds	T_L	260	°C

NOTES: 1. This value applies when the base-emitter resistance R_{BE} = 100 Ω.
2. Derate linearly to 150°C case temperature at the rate of 0.72 W/°C.
3. Derate linearly to 150°C free air temperature at the rate of 28 mW/°C.
4. This rating is based on the capability of the transistor to operate safely in a circuit of: L = 20 mH, $I_{B(on)}$ = 0.4 A, R_{BE} = 100 Ω, $V_{BE(off)}$ = 0, R_S = 0.1 Ω, V_{CC} = 10 V.

PRODUCT INFORMATION

DECEMBER 1970 - REVISED SEPTEMBER 2002
Specifications are subject to change without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

electrical characteristics at 25°C case temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_{(BR)CEO}$	Collector-emitter breakdown voltage	I_C = 30 mA	I_B = 0	(see Note 5)	60			V
I_{CER}	Collector-emitter cut-off current	V_{CE} = 70 V	R_{BE} = 100 Ω				1	mA
I_{CEO}	Collector cut-off current	V_{CE} = 30 V	I_B = 0				0.7	mA
I_{CEV}	Voltage between base and emitter	V_{CE} = 100 V	V_{BE} = -1.5 V				5	mA
I_{EBO}	Emitter cut-off current	V_{EB} = 7 V	I_C = 0				5	mA
h_{FE}	Forward current transfer ratio	V_{CE} = 4 V V_{CE} = 4 V	I_C = 4A I_C = 1.0A	(see Notes 5 and 6)	20 5		70	
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter saturation voltage	I_B = 0.4 A I_B = 3.3 A	I_C = 4A I_C = 1.0A	(see Notes 5 and 6)			1.1 3	V
V_{BE}	Base-emitter voltage	V_{CE} = 4 V	I_C = 4 A	(see Notes 5 and 6)			1.8	V
h_{fe}	Small signal forward current transfer ratio	V_{CE} = 10 V	I_C = 0.5 A	f = 1 kHz	15			
$\|h_{fe}\|$	Small signal forward current transfer ratio	V_{CE} = 10 V	I_C = 0.5 A	f = 1 MHz	3			

NOTES: 5. These parameters must be measured using pulse techniques, t_p = 300 µs, duty cycle ≤ 2%.
6. These parameters must be measured using voltage-sensing contacts, separate from the current carrying contacts.

thermal characteristics

	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNIT
$R_{\theta JC}$	Junction to case thermal resistance			1.39	°C/W
$R_{\theta JA}$	Junction to free air thermal resistance			35.7	°C/W

resistive-load-switching characteristics at 25°C case temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS †			MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{on}	Turn-on time	I_C = 6 A	$I_{B(on)}$ = 0.6 A	$I_{B(off)}$ = -0.6 A		0.6		µs
t_{off}	Turn-off time	$V_{BE(off)}$ = -4 V	R_L = 5 Ω	t_p = 20 µs, dc ≤ 2%		1		µs

† Voltage and current values shown are nominal; exact values vary slightly with transistor parameters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

TYPICAL DC CURRENT GAIN
vs
COLLECTOR CURRENT

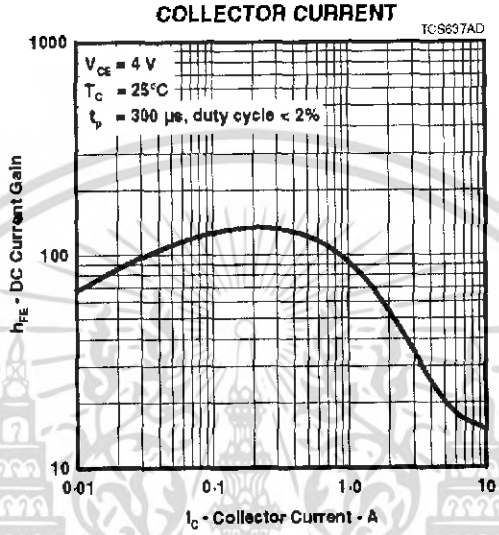


Figure 1.

MAXIMUM SAFE OPERATING REGIONS

MAXIMUM FORWARD-BIAS
SAFE OPERATING AREA

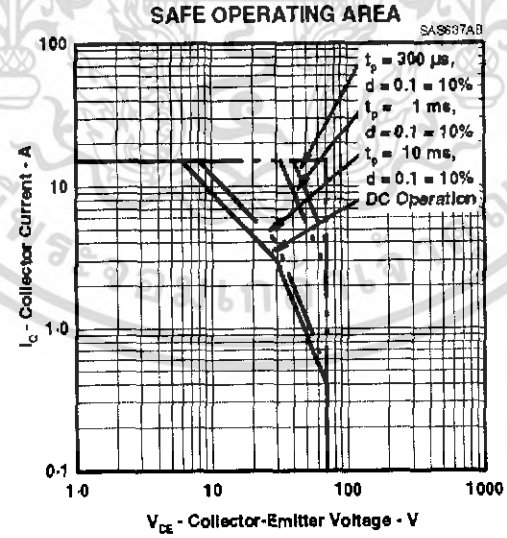


Figure 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL INFORMATION

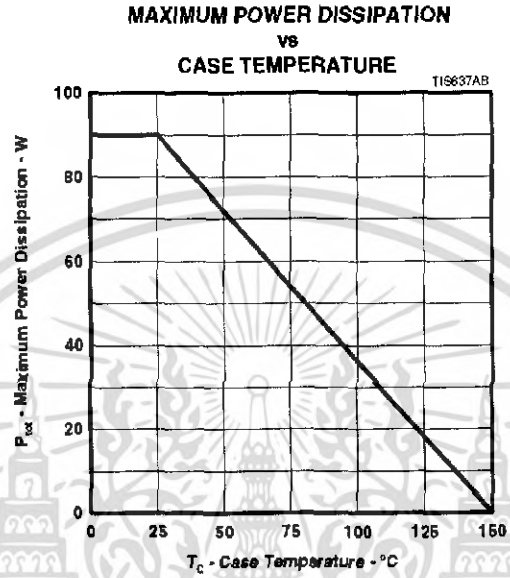


Figure 3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

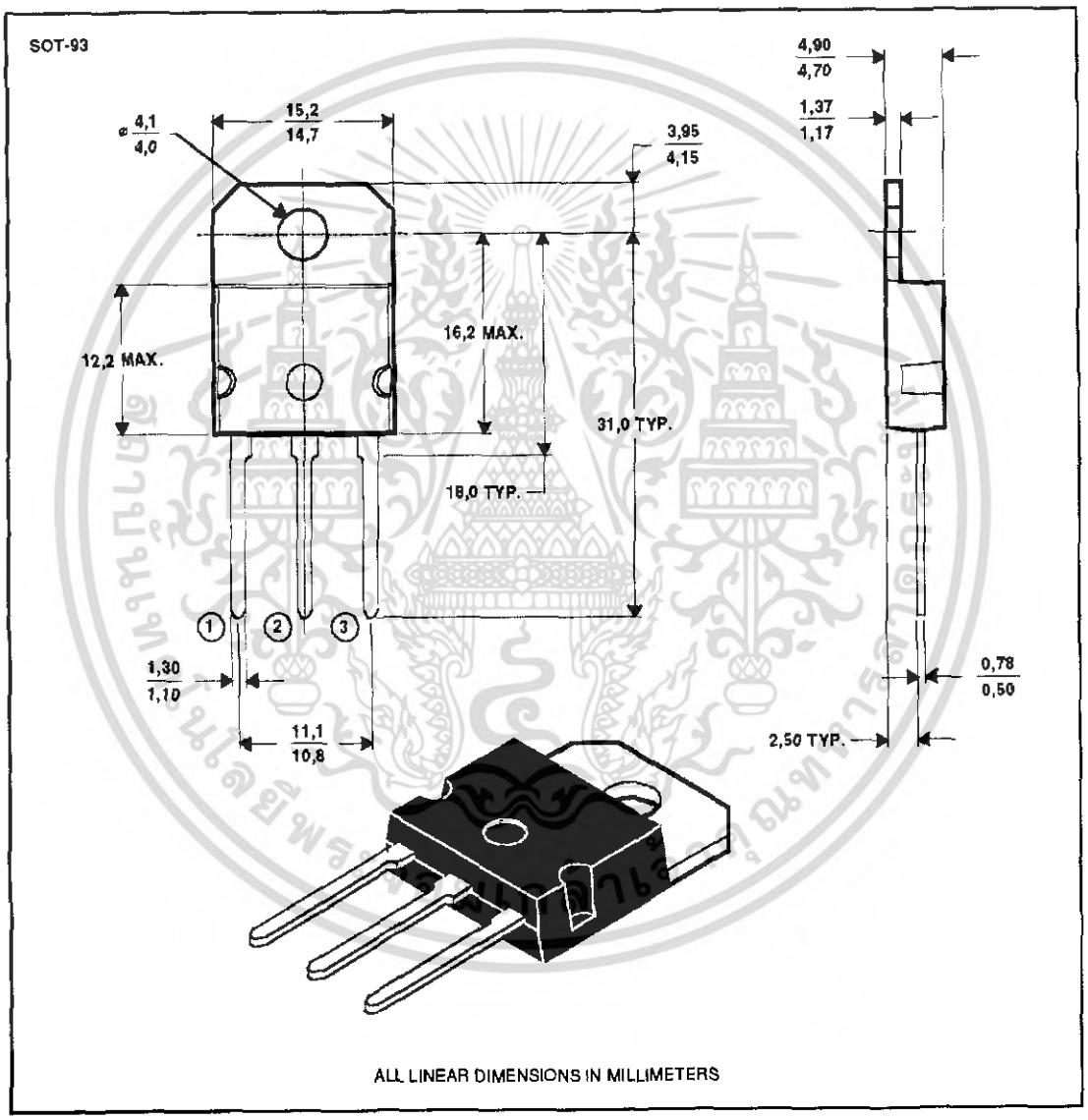
BOURNS®

MECHANICAL DATA

SOT-93

3-pin plastic flange-mount package

This single-in-line package consists of a circuit mounted on a lead frame and encapsulated within a plastic compound. The compound will withstand soldering temperature with no deformation, and circuit performance characteristics will remain stable when operated in high humidity conditions. Leads require no additional cleaning or processing when used in soldered assembly.



NOTE A: The centre pin is in electrical contact with the mounting tab.

MDXXAW

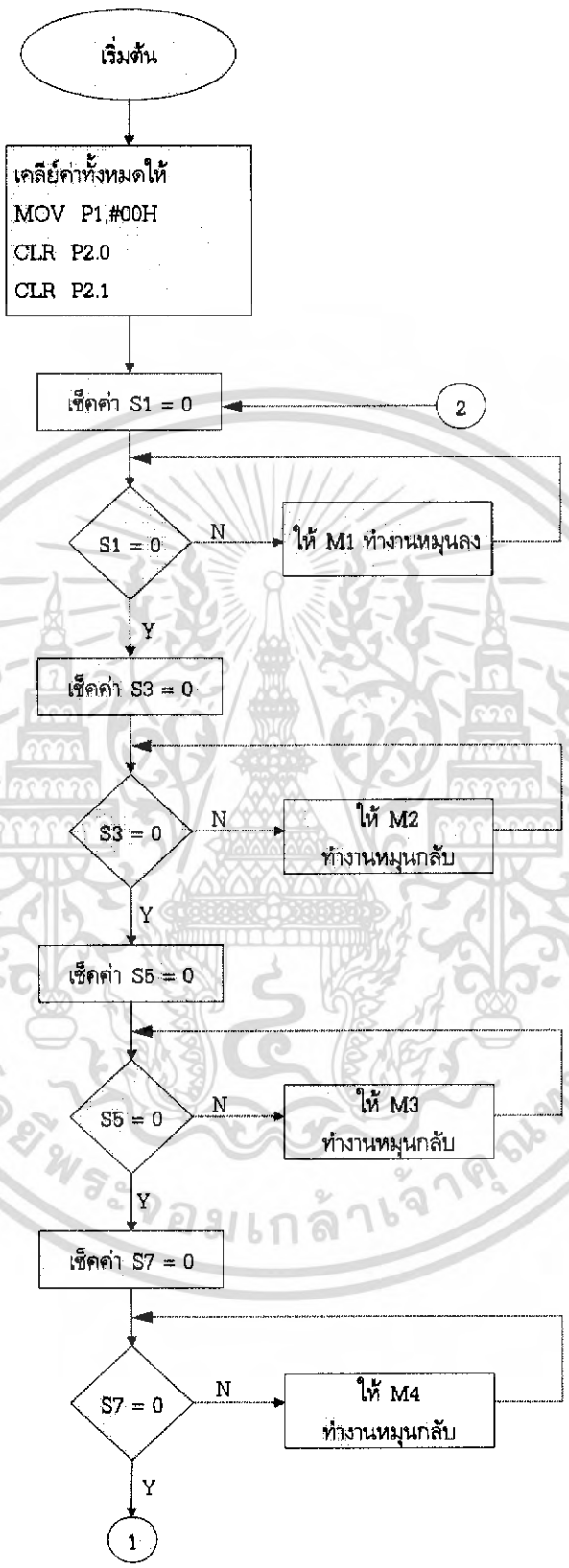
PRODUCT INFORMATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

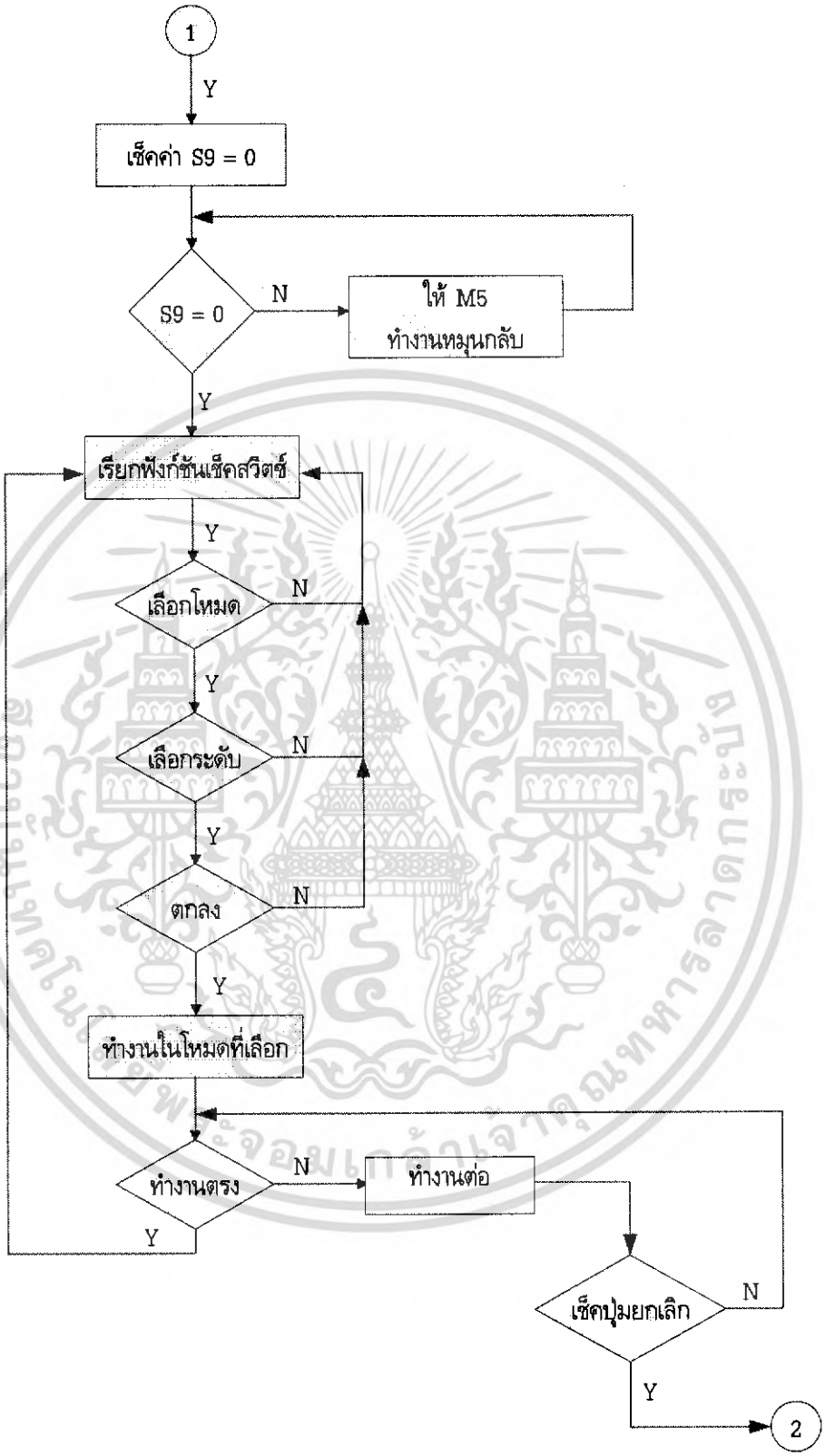
แผนผังการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.1 แผนผังการทำงานของเครื่องทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของเครื่องทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รหัสต้นแบบของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

```
            ORG    0000H
            JMP    STRAT

            ORG    0080H
STRAT:
SELEC_MOD   EQU    B
            MOV    SELEC_MOD,#00H

CLR_DATA:   MOV    A,#00H
            MOV    B,#00H
            MOV    R1,#00H
            MOV    R2,#00H
            MOV    R3,#00H
            MOV    R4,#00H
            MOV    R5,#00H
            MOV    R6,#00H
            MOV    R7,#00H

            MO_1A BIT    P0.0
            MO_1B BIT    P0.1
            MO_2A BIT    P0.2
            MO_2B BIT    P0.3
            MO_3A BIT    P0.4
            MO_3B BIT    P0.5
            MO_4A BIT    P0.6
            MO_4B BIT    P0.7
            MO_5A BIT    P1.0
            MO_5B BIT    P1.1
            MO_6  BIT    P1.2
            S_1   BIT    P1.6
            S_2   BIT    P1.7
            S_3   BIT    P2.0
            S_4   BIT    P2.1
            S_5   BIT    P2.2
            S_6   BIT    P2.3
            S_7   BIT    P2.4
            S_8   BIT    P2.5
            S_9   BIT    P2.6
            S_10  BIT    P2.7

            ENNABLE      BIT    P1.3

;************************ SW ******************************
            ENTER BIT    P3.0
            CANCEL       BIT    P3.1
            SELEC BIT    P3.2
            TEST  BIT    P3.3
;**********************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            MOV   P1,#0FFH
            MOV   P2,#0FFH
            MOV   P3,#0FFH
            MOV   P0,#0FFH

            CLR   P3.5
            CALL  DELAY1
            CALL  CLR_DATA1
            SETB  P3.5
            CALL  DELAY1

            CLR   P3.6

            CALL  DELAY1
            CLR   P1.4
            CLR   P1.5
            CLR   P1.3

;********************************* MAIN ******************
MAIN:       CALL  CK_SW
            CLR   ENNABLE
            JMP   MAIN

;********************************* DELAY *****************
DELAY1:     MOV   R1,#00H
DEL1:       MOV   R2,#00H
DE1:        NOP
            NOP
            DJNZ  R2,DE1
            DJNZ  R1,DEL1
            RET

DELAY2:     MOV   R1,#00H
DEL2:       NOP
            DJNZ  R1,DEL2
            RET

;******************************* CLR DATA ****************
CLR_DATA1:  JNB   S_1,NE_CLR1
            JMP   CLR_MOTOR5

NE_CLR1:    JNB   S_3,NE_CLR2
            JMP   CLR_MOTOR4

NE_CLR2:    JNB   S_5,NE_CLR3
            JMP   CLR_MOTOR3

NE_CLR3:    JNB   S_7,NE_CLR4
            JMP   CLR_MOTOR2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
NE_CLR4:     JNB    S_9,NE_CLR5
             JMP    CLR_MOTOR1

NE_CLR5:     CALL   DELAY1
             RET
CLR_MOTOR1:  CLR    MO_1B
             JB     S_9,$
             SETB   MO_1B
             CALL   DELAY1
             JMP    CLR_DATA1

CLR_MOTOR2:  CLR    MO_2B
             JB     S_7,$
             SETB   MO_2B
             CALL   DELAY1
             JMP    CLR_DATA1

CLR_MOTOR3:  CLR    MO_3B
             JB     S_5,$
             SETB   MO_3B
             CALL   DELAY1
             JMP    CLR_DATA1

CLR_MOTOR4:  CLR    MO_4B
             JB     S_3,$
             SETB   MO_4B
             CALL   DELAY1
             JMP    CLR_DATA1

CLR_MOTOR5:  CLR    MO_5B
             JB     S_1,$
             SETB   MO_5B
             CALL   DELAY1
             JMP    CLR_DATA1

;*************************** CASK SWIT ******************

CK_SW:       NOP
             JB     P3.0,N_1
             JMP    ENTER_MOD

N_1:         JB     P3.1,N_2
             JMP    RETUN_MAIN

N_2:         JB     P3.2,N_3
             JMP    INC_MOD

N_3:         JB     P3.3,N_4
             JMP    MOD_TEST

N_4:         NOP
             ;CALL  DELAY2
             RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RETUN_MAIN: MOV   A,#00H
            MOV   SELEC_MOD,#00H
            ;CALL DELAY2
            JMP   MAIN

;************************** FUNGTION MOD ****************
ENTER_MOD:  MOV   A,SELEC_MOD
            JMP   OK_PROGRAM
            JMP   CK_SW

INC_MOD:    INC   A
            CJNE  A,#04H,NEXT_S
            MOV   A,#00H

NEXT_S:     MOV   SELEC_MOD,A
            CALL  D_P
            JMP   CK_SW

OK_PROGRAM: NOP

N_MOD1:     CJNE  A,#00H,N_MOD2
            JMP   MOD_1

N_MOD2:     CJNE  A,#01H,N_MOD3
            JMP   MOD_2

N_MOD3:     CJNE  A,#02H,N_MOD4
            JMP   MOD_3

N_MOD4:     CJNE  A,#03H,N_MOD_RERROR
            JMP   MOD_4

            JMP   MAIN

N_MOD_RERROR:     CLR   P3.5
            JMP   $

;******************************** DIS PAYE **************

D_P:        MOV   A,SELEC_MOD
            CJNE  A,#00H,D_P1
            CLR   P1.4
            CLR   P1.5
            CALL  DELAY1
            JMP   D_P4

D_P1:       CJNE  A,#01H,D_P2
            CLR   P1.5
            SETB  P1.4
            CALL  DELAY1
            JMP   D_P4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D_P2:         CJNE   A,#02H,D_P3
              SETB   P1.5
              CLR    P1.4
              CALL   DELAY1
              JMP    D_P4

D_P3:         CJNE   A,#03H,D_P4
              SETB   P1.5
              SETB   P1.4
              CALL   DELAY1
              JMP    D_P4

D_P4:         NOP
              RET

;******************************** MOD 1 ******************
MOD_1:        MOV    SELEC_MOD,#00H
              CLR    P3.7
              CALL   DELAY1

              CALL   UP_FUNGTION
              CLR    P3.7
              CALL   DELAY1

              CLR    MO_5A
NO_MOD1:      CALL   D_P
              JB     ENTER,RETURN1_MOD1
              JMP    PAUSE1_MOD1

RETURN1_MOD1:JB      CANCEL,N1_MOD1
              SETB   MO_5A
              SETB   P3.7
              CALL   DELAY1
              JMP    CANCEL_MOD1 ;ADD CANCEL MOD1 BECOUS  PROGRAM CANCEL
BACK COME TO MAIN

N1_MOD1:      JB     S_2,NO_MOD1
              JMP    WAIT_CANCLE

WAIT_CANCLE:SETB     MO_5A
              SETB   P3.7
              JB     CANCEL,$
CANCEL_MOD1:CLR      P3.7
              JMP    CLR_MOD1
CLR_MOD1:     CLR    MO_5B
              JNB    ENTER,PAUSE2_MOD1

RETURN2_MOD1:JB      S_1,CLR_MOD1
              JMP    OK_CLR_MOD1

OK_CLR_MOD1:SETB     MO_5B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SETB  P3.7
            NOP
            CALL  DELAY1
            CALL  DOWS_FUNGTION
            CALL  DELAY1
            MOV   SELEC_MOD,#00H
            JMP   MAIN                ;RETURN MAIN MOD1

;*************************** PAUSE1 *********************
PAUSE1_MOD1:SETB  MO_5A
            SETB  P3.7
            CALL  DELAY1              ; ADD DELAY1 WAIT TIME ENTER
N0_P_MOD1:  JB    ENTER,N1_P_MOD1
            JMP   N2_P_MOD1

N1_P_MOD1:  JB    CANCEL,N0_P_MOD1
            CALL  DELAY1
            JMP   CANCEL_MOD1

N2_P_MOD1:  CALL  DELAY1
            CLR   P3.7
            CLR   MO_5A
            JMP   N0_MOD1

;************************* PAUSE2 ***********************

PAUSE2_MOD1:SETB  P1.1
            SETB  P3.7
            CALL  DELAY1

            JB    P3.0,$
            CALL  DELAY1

            CLR   P3.7
            CLR   P1.1
            JMP   RETURN2_MOD1
;******************************** MOD 2 *****************

MOD_2:

UP_L:       CLR   P3.7
            CALL  DELAY1
            CLR   P0.0

N0_UP_L:    JB    P2.7,N1_UP_L
            SETB  P0.0
            SETB  P3.7
            JMP   OK_UP_L                 ; OK MOD

N1_UP_L:    JB    P3.0,N2_UP_L
            SETB  P0.0
            SETB  P3.7
            JMP   PAUSE_UP_L
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
N2_UP_L:     JB     P3.1,N0_UP_L
             SETB   P0.0
             CLR    P3.7
             JMP    CLR_UP_L

OK_UP_L:     SETB   P0.0
             SETB   P3.7
             CALL   DELAY1
             RET                        ; MAIN UP L


PAUSE_UP_L:  SETB   P3.7
             SETB   P0.0
             CALL   DELAY1
             CALL   DELAY1
             JB     P3.0,$
             CALL   DELAY1
             CLR    P3.7
             CLR    P0.0
             CALL   DELAY1
             JMP    N0_UP_L

CLR_UP_L:    CLR    P3.7
             CALL   DELAY1
             CLR    P0.1
             JB     P2.6,$
             SETB   P0.1
             SETB   P0.1
             CALL   DELAY1
             JMP    OK_UP_L
;********************** DOWS L FUNTION ******************
DOWS_L:      CLR    P3.7
             CALL   DELAY1

             CLR    P0.1

N0_DOWS_L:   JB     P2.6,N1_DOWS_L
             SETB   P0.1
             SETB   P3.7
             CALL   DELAY1
             JMP    OK_DOWS_L

N1_DOWS_L:   JB     P3.0,N2_DOWS_L
             SETB   P0.1
             SETB   P3.7
             CALL   DELAY1
             JMP    PAUSE_DOWS_L

N2_DOWS_L:   JB     P3.1,N0_DOWS_L
             SETB   P0.1
             SETB   P3.7
             CALL   DELAY1
             JMP    CLR_L_MOD2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PAUSE_DOWS_L:SETB P3.7
             SETB  P0.1
             CALL  DELAY1
             JB    P3.0,$
             CALL  DELAY1
             CLR   P3.7
             CLR   P0.1
             JMP   N0_DOWS_L

OK_DOWS_L:   NOP
             SETB  P0.1
             SETB  P3.7
             CALL  DELAY1
             RET                ;RETURN MAIN

CLR_L_MOD2:  SETB  P0.1
             SETB  P3.7
             CALL  DELAY1
             CLR   P3.7
             CLR   P0.1
             JB    P2.6,$
             SETB  P0.1
             CALL  DELAY1
             JMP   OK_DOWS_L

;********************** UP R FUNGTION **********************
UP_R:        CLR   P3.7
             CALL  DELAY1
             CLR   P0.2

N0_UP_R:     JB    P2.5,N1_UP_R
             SETB  P0.2
             SETB  P3.7
             JMP   OK_UP_R                  ; OK MOD

N1_UP_R:     JB    P3.0,N2_UP_R
             SETB  P0.2
             SETB  P3.7
             JMP   PAUSE_UP_R

N2_UP_R:     JB    P3.1,N0_UP_R
             SETB  P0.2
             CLR   P3.7
             JMP   CLR_UP_R

OK_UP_R:     SETB  P0.2
             SETB  P3.7
             CALL  DELAY1
             RET                        ; MAIN UP R

PAUSE_UP_R:  SETB  P3.7
             SETB  P0.2
             CALL  DELAY1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            CALL   DELAY1
            JB     P3.0,$
            CALL   DELAY1
            CLR    P3.7
            CLR    P0.2
            CALL   DELAY1
            JMP    N0_UP_R

CLR_UP_R:   CLR    P3.7
            CALL   DELAY1
            CLR    P0.3
            JB     P2.4,$
            SETB   P0.3
            SETB   P3.7
            CALL   DELAY1
            JMP    OK_UP_R
            RET

;********************* DOWS R FUNGTION ******************
DOWS_R:     CLR    P3.7
            CALL   DELAY1

            CLR    P0.3
N0_DOWS_R:  JB     P2.4,N1_DOWS_R
            SETB   P0.3
            SETB   P3.7
            CALL   DELAY1
            JMP    OK_DOWS_R

N1_DOWS_R:  JB     P3.0,N2_DOWS_R
            SETB   P0.3
            SETB   P3.7
            CALL   DELAY1
            JMP    PAUSE_DOWS_R

N2_DOWS_R:  JB     P3.1,N0_DOWS_R
            SETB   P0.3
            CALL   DELAY1
            JMP    CLR_DOWS_R


OK_DOWS_R:  SETB   P0.3
            SETB   P3.7
            CALL   DELAY1
            RET    ;RETURN MAIN MOD2

PAUSE_DOWS_R:SETB  P0.3
            SETB   P3.7
            CALL   DELAY1
            JB     P3.0,$
            CALL   DELAY1
            CLR    P3.7
            CLR    P0.3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            JMP   NO_DOWS_R
CLR_DOWS_R: SETB  P0.3
            CALL  DELAY1
            CLR   P0.3
            CLR   P3.7
            JB    P2.4,$
            SETB  P0.3
            CALL  DELAY1
            JMP   OK_DOWS_R

            RET
;******************************** MOD 3 ******************

MOD_3:

            RET
;******************************** MOD 4 ******************

MOD_4:

            RET

;******************************** MOD TEST ***************

MOD_TEST:

            RET

;******************** DELAY ABOUT 24 S *******************
DELAY_24S:  MOV   R0,#50
DEL_24_1:   MOV   R1,#200
DEL_24_2:   MOV   R3,#0E6H
DEL_24_3:   NOP
            NOP
            NOP
            NOP
            NOP
            NOP
            NOP
            DJNZ  R3,DEL_24_3
            DJNZ  R1,DEL_24_2
            DJNZ  R0,DEL_24_1
            RET
; ************************ UP & DOWS ********************

UP_FUNGTION:CLR   P3.7
            CALL  DELAY1

            CLR   MO_1A
            CLR   MO_2A
            CALL  DELAY_24S
            SETB  MO_1A
            SETB  MO_2A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SETB  P3.7
              CALL  DELAY1
              RET

DOWS_FUNGTION:     CLR   P3.7
              CALL  DELAY1

              CLR   MO_1B
              CLR   MO_2B

              JB    S_9,$
              JB    S_7,$

              SETB  MO_1B
              SETB  MO_2B
              SETB  P3.7
              CALL  DELAY1
              RET

              END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง

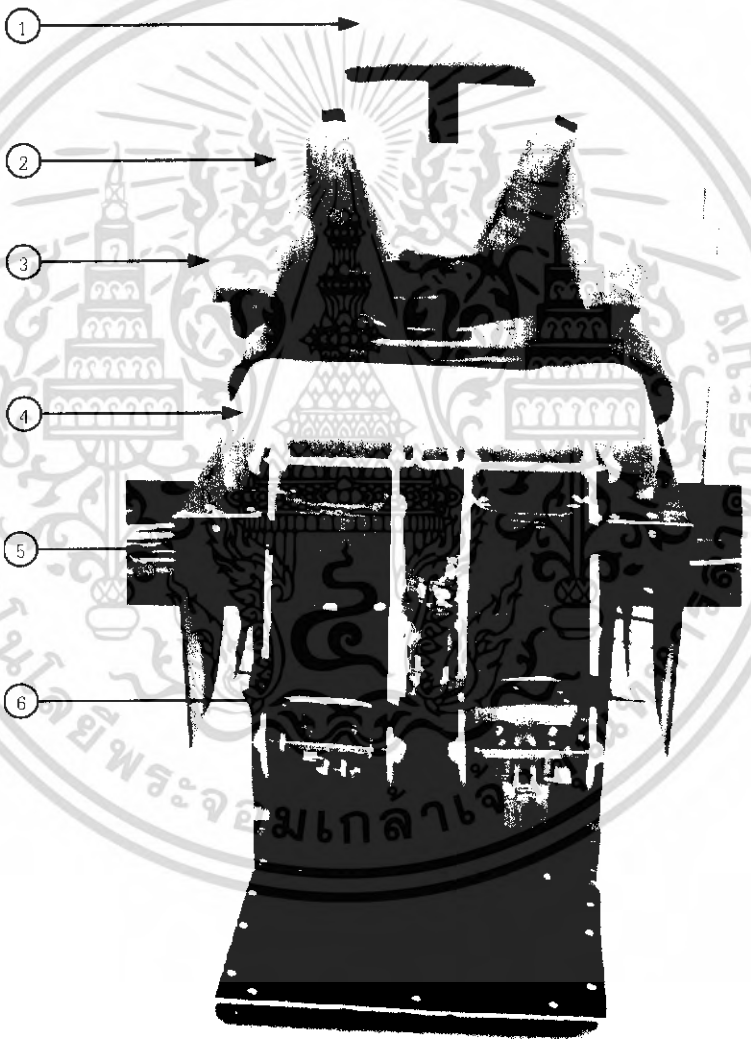
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนใช้งานเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง ผู้ป่วยตลอดจนผู้ดูแลและช่วยเหลือในการทำกายภาพบำบัดควรทำการศึกษาคู่มือการใช้งานให้เข้าใจ เพื่อการใช้งานอย่างปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ป่วย

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



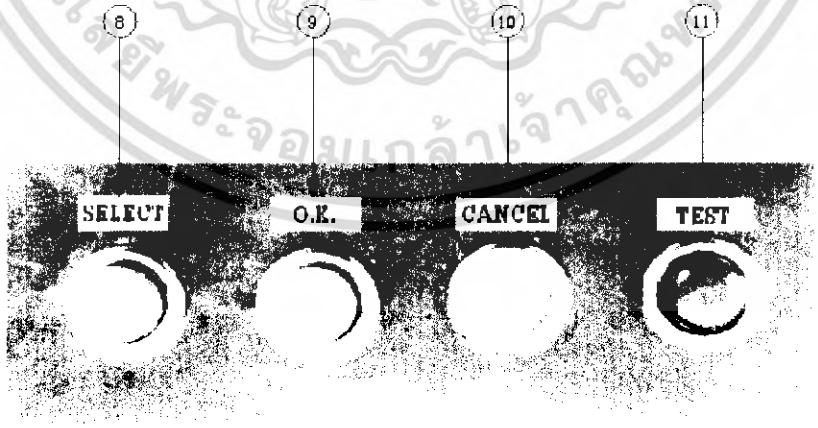
ก. โครงสร้างส่วนการฝึกนั่ง ยืน แกว่งเท้าและกระดกเท้า

รูปที่ ช.1 โครงสร้างและส่วนประกอบเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. โครงสร้างส่วนของการฝึกปั่นจักรยาน

รูปที่ ช.1 (ต่อ) โครงสร้างและส่วนประกอบเครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กพิการอัมพาตท่อนล่าง



รูปที่ ช.2 สวิตช์ควบคุมและไฟแสดงสถานะการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ช.1 และ ช.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ที่พักศีรษะ
2. พนักพิงหลัง
3. ที่วางแขน
4. เบาะนั่ง
5. ส่วนบล็อกขา
6. ส่วนบล็อกเท้า
7. ไดปั่นจักรยาน
8. สวิตช์ SELECT เพื่อใช้เลือกโหมดการทำงาน
9. สวิตช์ O.K. เพื่อใช้ยืนยันการเลือกโหมดการทำงาน
10. สวิตช์ CANCEL เพื่อใช้ยกเลิกโหมดการทำงาน
11. สวิตช์ TEST เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของเครื่อง

3. การติดตั้งและการใช้งาน

การใช้งานส่วนของการฝึกนั่ง ฝึกยืน แกว่งเท้าและกระดกเท้า

1. จัดท่านั่งให้ลำตัวตรงพร้อมใช้สายรัดยึดทุกส่วนของร่างกายให้ติดกับเครื่องทำกายภาพบำบัด
2. กดสวิตช์เปิดเครื่อง
3. กดสวิตช์ SELECT เพื่อเลือกโหมดการทำงาน (หมายเลข 8)
   - 3.1 โหมด 1 เลือกทำกายภาพบำบัดด้วยการฝึกนั่งและยืน
   - 3.2 โหมด 2 เลือกทำกายภาพบำบัดด้วยการแกว่งเท้า
   - 3.3 โหมด 3 เลือกทำกายภาพบำบัดด้วยการกระดกเท้า
   - 3.4 โหมด 4 เลือกทำกายภาพบำบัดด้วยการปั่นจักรยาน
4. กดสวิตช์ O.K. เพื่อยืนยันการทำงาน (หมายเลข 9) พร้อมไฟแสดงสถานะการทำงานในโหมดที่เลือกไว้
   - 4.1 ไฟสีเหลือง ยืนยันสถานะทำงาน
   - 4.2 ไฟสีเขียว ยืนยันสถานะพร้อมทำงาน
   - 4.3 ไฟสีแดง ยืนยันสถานะไม่พร้อมทำงาน
5. กดสวิตช์ CANCEL เพื่อยกเลิกการทำงาน (หมายเลข 10)
6. กดสวิตช์ TEST เมื่อต้องการทดสอบการทำงานของเครื่อง (หมายเลข 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานส่วนของการฝึกทำกายภาพบำบัดด้วยวิธีการปั่นจักรยาน

1. จัดผู้ป่วยให้อยู่ในท่านั่งปกติ พร้อมใช้สายรัดลำตัว
2. ใช้สายรัดส่วนขาและเท้าติดกับไดปั่นจักรยาน
3. กดสวิตช์เปิดเครื่องเพื่อหมุนปั่นจักรยานช้าๆ
4. กดสวิตช์ปิดเครื่องเมื่อหยุดการทำงาน

หมายเหตุ

1. เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่างใช้ได้กับเด็กอายุ 3-6 ขวบ ความสูงไม่เกิน 120 เซนติเมตร และน้ำหนักไม่เกิน 30 กิโลกรัม
2. เลือกโหมดการทำงานทีละโหมด
3. เลือกระดับการทำงานของเครื่องจากช้าสู่เร็วกรณีเริ่มใช้งาน
4. ควรใช้สายรัดลำตัวทุกครั้ง
5. ควรมีผู้ช่วยเหลือดูแลในการทำกายภาพบำบัด

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

ตารางที่ ช.1 การแก้ปัญหาเบื้องต้น

อาการ	สาเหตุและวิธีแก้ไข
เครื่องไม่ทำงานกรณีกดสวิตช์เปิดเครื่องแล้ว	ไม่ได้เสียบปลั๊กหรือภาคจ่ายไฟชำรุดเสียหายแจ้งให้ผู้ที่ชำนาญการตรวจซ่อม
เครื่องไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ เช่น เคลื่อนไหวได้ช้าหรือหยุดชะงัก	ตรวจสอบภาคจ่ายไฟ และระบบกลไกซึ่งอาจเกิดการสึกหรอได้หากใช้งานเป็นเวลานาน
ผู้รับการทำกายภาพบำบัดเกิดอาการเจ็บปวดตามร่างกาย	ผู้ป่วยอาจไม่เคยชินกับการเคลื่อนไหวร่างกายควรหยุดหรือทำการเคลื่อนไหวร่างกาย ควรหยุดหรือเริ่มต้นทำกายภาพบำบัดอย่างช้าๆ

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

1. ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟก่อนใช้งานทุกครั้ง
2. ตรวจสอบจุดหมุนและระบบกลไกให้อยู่ในสภาพเดิมเสมอ
3. หากเครื่องทำงานผิดจากปกติให้เรียกผู้ชำนาญการในการตรวจสอบจุดบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หากผู้ป่วยเกิดอาการเจ็บป่วยแทรกซ้อนควรหยุดใช้งานทันที

5.2 ข้อควรระวัง

1. อย่าใช้เครื่องช่วยทำกายภาพบำบัดสำหรับเด็กที่ป่วยเป็นอัมพาตท่อนล่าง ที่ไม่ได้อยู่ในเกณฑ์สัดส่วนร่างกายที่ได้กำหนดไว้
2. ไม่หักโหมในการมาใช้งานกับผู้ป่วยในระยะเริ่มต้น
3. การเคลื่อนร่างกายของผู้ป่วยอาจไม่เคยชิน ควรจัดให้มีผู้ดูแลช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

6. ข้อมูลจำเพาะ

ตารางที่ ช.2 ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
การยกลำตัวจากท่านั่งเป็นท่ายืน	ใช้การทำงานของมอเตอร์หมุนเฟืองดันส่วนของสะโพกเพื่อยกตัวยืนขึ้น
การแกว่งเท้า	ใช้การทำงานของมอเตอร์หมุนเฟืองบังคับให้ส่วนขาเคลื่อนไปมา
การกระดกเท้า	ใช้การทำงานของมอเตอร์หมุนเฟืองบังคับให้ส่วนเท้ากระดกขึ้นและลง
การปั่นจักรยาน	ใช้การทำงานของมอเตอร์หมุนเฟืองบังคับให้ไดปั่นจักรยานหมุนเพื่อขาจะได้เคลื่อนไหวตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายธีระวัชร์ ประนอม
วัน เดือน ปีเกิด	8 พฤศจิกายน พ.ศ.2526
ภูมิลำเนา	54 วชิราซอย 18 อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 94000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเทศบาล 1 จังหวัดสงขลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเทศบาล 1 จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยสารพัดช่างสงขลา จังหวัดสงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ จังหวัดสงขลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	สิ่งที่ยิ่งใหญ่ คือสิ่งที่ยิ่งใหญ่กว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวพัฒนาพร รอดเจริญ
วัน เดือน ปีเกิด	4 ธันวาคม พ.ศ.2525
ภูมิลำเนา	26/9 ถนนเทศบาล 2 ตำบลสะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000
	โทรศัพท์ 0-7321-7295, โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-7823-2088
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนนิบงชนูปถัมภ์ จังหวัดยะลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสตรียะลา จังหวัดยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ก้าวเท้าให้มั่นแล้วเดินต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายอับดุลเล๊าะ เซ็ง

วัน เดือน ปีเกิด 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2525

ภูมิลำเนา 2 หมู่ 3 ตำบลกรงปินัง กิ่งอำเภอกรงปินัง จังหวัดยะลา 95000

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-4861-3685

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านตาโล๊ะซูแม จังหวัดยะลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบันนังสตาวิทยา จังหวัดยะลา
มัธยมศึกษาตอนปลาย	ศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียนอำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	โรงเรียนสงขลาเทคโนโลยี จังหวัดสงขลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ความพยายามเป็นทางไปสู่ความสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาวอินทิรา นาคบำรุง
วัน เดือน ปีเกิด	10 เมษายน พ.ศ.2526
ภูมิลำเนา	51 หมู่ 5 ตำบลบางงอน อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84130
	โทรศัพท์เคลื่อนที่ 0-6746-2270
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดตรณาราม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมัธยมบ้านทำเนียบ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ จังหวัดสงขลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	จะดีจะชั่ว อยู่ที่ตัวเราทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้