สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริด

Hybrid Continuous Passive Motion

โดย

นายจิรายุ จันทร์โชติ

นายรัชพงศ์ อภิสิทธิ์เสรีกุล

ปพ.
ว5379ค
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....82472
วัน,เดือน,ปี.....11 ก.ค. 2551

b.....M1946890
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริด

Hybrid Continuous Passive Motion

โดย

นายจิรายุ จันทร์โชติ 47010109

นายรัชพงศ์ อภิสิทธิ์เสรีกุล 47010804

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. กิติพล ชิตสกุล

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2550

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริด

Hybrid Continuous Passive Motion

ผู้จัดทำ

1. นายจิรายุ จันทร์โชติ
2. นายรัชพงศ์ อภิสิทธิ์เสรีกุล

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. กิตินัล ชิตสกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องช่วยบริหารข้อเข่าแบบไฮบริด

นาย จิรายุ จันทร์โชติ 47010109
นาย รัชพงศ์ อภิสิทธิ์เสรีกุล 47010804
ผศ. ดร. กิตติพล ชิตสกุล (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

เครื่องช่วยบริหารข้อเข่าแบบไฮบริดเป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการทำกายภาพบำบัดข้อเข่าให้กับผู้ป่วยที่เปลี่ยนข้อเข่าเทียม ซึ่งจะช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพของกล้ามเนื้อและเอ็นข้อเข่าให้เข้าสู่สภาพปกติ

การทำงานของเครื่องช่วยบริหารข้อเข่าแบบไฮบริด ซึ่งมีการทำงาน 2 โหมด คือ โหมดใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน และโหมดใช้แรงคนขับเคลื่อน โหมดขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์มีการขับเคลื่อนสองแบบ แบบตั้งโปรแกรมให้ทำงานอัตโนมัติ และแบบกำหนดเอง โหมดใช้แรงคนขับเคลื่อนจะใช้คันโยกที่ควบคุมการโยกด้วยมือเพื่อกำหนดการทำงาน ซึ่งการทำงานทั้ง 2 รูปแบบนี้จะถูกประกอบเข้ากับชุดเฟืองที่มีความสัมพันธ์กับกล่องสไลด์ที่ทำหน้าที่ยกแกนที่ยึดติดกับขาของผู้ป่วย ให้ค่อยๆ ยกขึ้นจนข้อเข่างอทำมุมได้ตั้งแต่ 60 องศาถึง 120 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hybrid Continuous Passive Motion

Mr. Jirayu Janchot 47010109
Mr. Ratchapong Apisitsareekul 47010804
Asst. Prof. Kitiphol Chitsakul (Advisor)
Education year 2007

Abstact

Hybrid Continuous Passive Motion (Hybrid CPM) is a medical device used for the purpose of physical rehabilitation of joint knee.

The device functions by 2 modes, motor driving mode and man power driving mode. With the first mode the user can operate the device by programming or operates manually the device. For the second mode, the device is functioned by human force. This device is accompanied with a gear group to relate with slide block to lifting up axis to be connected with a patient's leg so that the leg slowly is left until locative angle be set between 60 degrees to 120 degrees.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.กิติพล ชิตสกุล (อาจารย์ที่ปรึกษา) และอาจารย์ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับโครงงานเครื่องช่วยขยับข้อเข่า และให้ยืมใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ในการทดลอง และสั่งสอนให้ความรู้จนสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในการทำโครงงานครั้งนี้

ต้องขอขอบคุณเพื่อนๆคือ นายสุรศักดิ์ สุจิเสริมกุล, นายสุเมธ จิระรุ่งสกุลเรือง และนางสาว
สิรินทิพย์ จิระเรืองฤทธิ์ ที่ช่วยสอนเทคนิคการออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks ซึ่งสามารถทำให้การออกแบบชิ้นงานได้รวดเร็วขึ้น

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้ความเป็นห่วง และให้กำลังใจพวกเราพวกเราเสมอมา ทั้งในด้านการทำงานและการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstact	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 โครงสร้างของรายงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 กายวิภาคของข้อเข่า	3
2.2 ความมั่นคงของข้อเข่า จากเอ็นใหญ่ 4 เส้น	3
2.3 ความรุนแรงของการฉีกขาดของเอ็น แบ่งได้เป็น 3 ระดับ	4
2.4 รายละเอียดการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียม	7
2.5 ส่วนประกอบของข้อเข่าเทียม	7
2.6 ภาวะแทรกซ้อน (Complication)	8
2.7 ความคุ้มค่าของข้อเข่าเทียม (Costeffectiveness of TKA)	12
2.8 ความคาดหวังที่ผู้ป่วยควรปฏิบัติได้	12
2.9 การปฏิบัติตัวทั่วไป	12
2.10 การบริหารข้อเข่าหลังจากกลับจากโรงพยาบาล	13
2.11 การบริหารกล้ามเนื้อและฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย	13
2.12 การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total Knee Arthroplasty)	15
บทที่ 3 การออกแบบ	
3.1 พื้นฐานการออกแบบโดยโปรแกรม SolidWorks ™	16
3.2 ภาพชิ้นงานที่ได้ทำการออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks™	
3.2.1 Block Slide	18
3.2.2 แกน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
3.2.3 ชิ้นงานท่อขา	19
3.2.4 ที่รองส้น	19
3.2.5 เฟือง	20
3.2.6 ชิ้นงานส่วนคันโยกรวมกับส่วนล็อกเฟือง	20
3.2.7 เครื่อง HYBRID CONTINUOUS PASSIVE MOTION	21
3.3 หลักการทำงาน	
3.3.1 ส่วนแสดงผล	22
3.3.2 ส่วนควบคุม	23
3.3.3 ส่วนเซ็นเซอร์และขับเคลื่อนกลไก	24
3.3.4 ส่วนเซนเซอร์	25
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 การทดลองที่ 1 วัดสัญญาณควบคุมมอเตอร์ที่ขาไมโครคอนโทรลเลอร์	28
4.2 การทดลองที่ 2 จอแสดงผลของเครื่อง CPM	28
4.3 การทดลองที่ 3 วัดสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ที่ความเร็วต่างๆ	29
บทที่ 5 บทสรุป	
5.1 สรุป	30
5.2 ปัญหาและอุปสรรค์	30
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	30
ภาคผนวก	32
กิตติกรรมประกาศ	58
เอกสารอ้างอิง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
บทที่ 2	
รูปที่ 2.1 ภาพข้อเข่า(1)	3
รูปที่ 2.2 ภาพข้อเข่า(2)	4
รูปที่ 2.3 ภาพกระดูกหัวเข่า	5
รูปที่ 2.4 ภาพตำแหน่งหน้าของเอ็น	6
รูปที่ 2.5 ภาพแสดงเครื่องช่วยขยับข้อเข่า (continuous passive motion; CPM)	14
บทที่ 3	
รูปที่ 3.1 โปรแกรม Solid Work 2007	16
รูปที่ 3.2 ภาพชิ้นงาน Block Slide	18
รูปที่ 3.3 ภาพชิ้นงานแกน	19
รูปที่ 3.4 ภาพชิ้นงานท่อนขา	19
รูปที่ 3.5 ภาพชิ้นงานที่รองส้น	19
รูปที่ 3.6 ภาพเฟือง	20
รูปที่ 3.7 ภาพชิ้นงานส่วนคันโยกรวมกับส่วนล็อกเฟือง	20
รูปที่ 3.8 ภาพ HYBRID CONTINUOUS PASSIVE MOTION DEVICE	21
รูปที่ 3.9 เครื่อง HYBRID CONTINUOUS PASSIVE MOTION หลังประกอบ	21
รูปที่ 3.10 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง	22
รูปที่ 3.11 บล็อกแสดงโครงสร้างของเครื่อง HYBRID CONTINUOUS PASSIVE MOTION	23
รูปที่ 3.12 วงจรควบคุม LCD3310	24
รูปที่ 3.13 การระบุตำแหน่งบนหน้าจอแสดงผลของ LCD 3310	25
รูปที่ 3.14 วงจรควบคุม A/D และ มอเตอร์	27
รูปที่ 3.15 วงจร DRIVE MOTOR	27
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 ภาพสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ความเร็ว SLOW	29
รูปที่ 4.2 ภาพสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ความเร็ว FAST	29
ภาคผนวก	
รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งต่างๆบนเครื่อง HCPM	32
รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งต่างๆบนส่วนมอเตอร์	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 วัดสัญญาณควบคุมมอเตอร์ที่ขาไมโครคอนโทรลเลอร์	28
ตารางที่ 2 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม 60°	28
ตารางที่ 3 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม 90°	28
ตารางที่ 4 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม 120°	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (TKA) คือ การผ่าตัดเอาบริเวณผิวกระดูกที่เสียของปลายกระดูก Femur ผิวของกระดูก TibiaและPatella ออกแล้วใส่ข้อเข่าเทียมที่ออกแบบเฉพาะเข้าไปทดแทน

เมื่อผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมแล้ว ภายหลังจากการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ความยืดหยุ่นตัวลดลง ความแข็งแรงกระดูกลดลง ดังนั้นจึงต้องมีการบริหารข้อเข่าหลังจากกลับจากโรงพยาบาล โดยทำการบริหารกล้ามเนื้อและฟื้นฟูสมรรถภาพของข้อเข่า เพื่อเพิ่มพิสัยในการงอข้อเข่าให้เข้าสู่ภาวะปกติ โดยใช้เครื่องช่วยขยับข้อเข่า (continuous passive motion ; CPM) ซึ่งลักษณะการทำงานของเครื่องนี้ คือ จะทำการช่วยให้ข้อเข่าของผู้ป่วยมีการเคลื่อนที่เข้าออก ด้วยความเร็วที่ช้าแบบค่อยเป็นค่อยไป ทำให้มีข้อดีที่สามารถให้ผู้ป่วยทำกายภาพบำบัดด้วยตัวเองได้ โดยทำตามคำแนะนำของนักกายภาพบำบัด จึงทำให้สะดวกต่อการรักษา แต่ข้อเสียคือเครื่องช่วยขยับข้อเข่า (CPM) มีราคาสูงมากในราคาหลักแสนบาท ซึ่งทำให้ผู้ป่วยหลายรายไม่สามารถซื้อเครื่อง CPM ไปใช้งานได้ นอกจากนี้เครื่องช่วยขยับข้อเข่าที่นำเข้าจากต่างประเทศ มักจะทำงานขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อนำไปใช้ในที่กระแสไฟฟ้าไม่เสถียร จะใช้งานไม่สะดวก

ดังนั้นจึงเกิดการทำโครงงานนี้ขึ้นเพื่อสร้างเครื่อง CPM ที่ราคาถูกกว่าหลายเท่าเมื่อเทียบกับราคาขายของต่างประเทศ และเพิ่มเติมให้สามารถใช้แรงคนได้ หากระบบฟ้าขัดข้อง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบและสามารถใช้งานได้
2. เพื่อสร้างเครื่อง Hybrid Continuous Passive Motion หรือ CPM ที่มีราคาถูก
3. เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ในด้านการควบคุมการทำงานของเครื่อง Hybrid Continuous Passive Motion ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์รวมทั้งด้านการออกแบบเครื่องกล ที่ประยุกต์เข้ากันอย่างลงตัว

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้ได้ออกแบบ และสร้างวงจรควบคุม รวมไปถึงออกแบบตัวเครื่องช่วยขยับข้อเข่า โดยตัวเครื่องสามารถงอเข่าได้มุม 60 , 90 และ 120 องศา และมีความเร็ว 2 ระดับ

1.4 โครงสร้างของรายงาน

รายงานได้รวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การออกแบบสร้าง และทดสอบ เครื่องต้นแบบโดยแบ่งเป็นบทดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การออกแบบ จะกล่าวถึง การออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมและการออกแบบรูปร่างของเครื่อง

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง จะกล่าวถึงการทดลอง และผลที่ที่ได้จากการทดลอง

บทที่ 5 สรุป และวิจารณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 กายวิภาคของข้อเข่า

ข้อเข่า ประกอบด้วย กระดูกฟีเมอร์ (Femur) กระดูกทิเบีย (Tibia) กระดูกสะบ้าด้านหน้าข้อเข่า (Patella) บริเวณที่กระดูกทั้ง 3 ชิ้น สัมผัสกันจะมีผิวข้อซึ่งเป็นกระดูกอ่อน(Articularcartilage) คลุมอยู่ และภายในข้อคลุมด้วยเยื่อบุข้อ (Synovial membrane) ระหว่างผิวข้อกระดูกฟีเมอร์ และกระดูกทิเบีย มีหมอนรองข้อเข่ารูปร่างคล้ายตัว C รองอยู่ทั้งด้านนอกและด้านใน ซึ่งทำหน้าที่ช่วยลดแรงกระแทรกบนผิวข้อเข่า และช่วยเสริมความแข็งแรงของข้อเข่า และช่วยให้น้ำหล่อลื่นข้อเข่าไปเคลือบผิวข้อได้ดีขึ้น ความมั่นคงของข้อเข่าขึ้นอยู่กักระดูกฟีเมอร์และกระดูกทิเบีย ที่ประกอบเป็นข้อเข่าที่ยังมีลักษณะปกติ ไม่แตกไม่ทรุด หมอนรองกระดูกข้อเข่าและเอ็นที่ยึดข้อเข่า รวมทั้งกล้ามเนื้อที่อยู่รอบ ๆ ข้อเข่า กล้ามเนื้อที่สำคัญ คือ กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าที่ทำหน้าที่เหยียดข้อเข่า เรียก Quadriceps muscles และกล้ามเนื้อที่อยู่ต้นขาด้านหลัง เรียก Hamstring muscles ถ้าส่วนต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งเสียไป หรือทำหน้าที่ไม่ได้ตามปกติก็จะเสียความมั่นคงของข้อเข่า

2.2 ความมั่นคงของข้อเข่า จากเอ็นใหญ่ 4 เส้น

1. เอ็นเข่าด้านนอก (Lateral collateral ligament)
2. เอ็นเข่าด้านใน (Medial collateral ligament)
3. เอ็นไขว้หน้า (Anterior cruciate ligament)
4. เอ็นไขว้หลัง (Posterior cruciate ligament)

รูปที่2.1 ภาพข้อเข่า(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เอ็นเข่าด้านนอก, ด้านใน ช่วยป้องกันไม่ให้เข่าหลวมเอียงไปด้านข้าง
- เอ็นไขว้หน้า ป้องกันไม่ให้เข่าหลวม เลื่อนไปด้านหน้า
- เอ็นไขว้หลัง ป้องกันไม่ให้เข่าหลวม เลื่อนตกไปด้านหลัง

อันตรายที่เข่าบิดอย่างรุนแรงหรือภาวะที่ทำให้เข่าเคลื่อนมากกว่าปกติ เช่น ล้ม เสียหลัก ถูกกระแทรก เข่าเหยียดจนแอ่นไปทางด้านหลังหรือด้านข้างมากเกินไป จะทำให้เอ็นใหญ่ที่ยึดข้อเข่าฉีกขาดได้ อาจจะมีการฉีกขาดเพียงอันเดียวหรือหลายอัน หรือมีการบาดเจ็บร่วมกับผิวข้อแตก, หมอนรองข้อเข่าฉีกขาดร่วมด้วยก็ได้

2.3 ความรุนแรงของการฉีกขาดของเอ็น แบ่งได้เป็น 3 ระดับ

ระดับที่ 1 มีการฉีกขาดภายในเนื้อเยื่อของเอ็น แต่เอ็นยังไม่ยืดหรือขาดให้เห็นชัดเจน

ระดับที่ 2 เอ็นฉีกขาดบางส่วน

ระดับที่ 3 เอ็นฉีกขาดแยกออกจากกันทั้งหมด

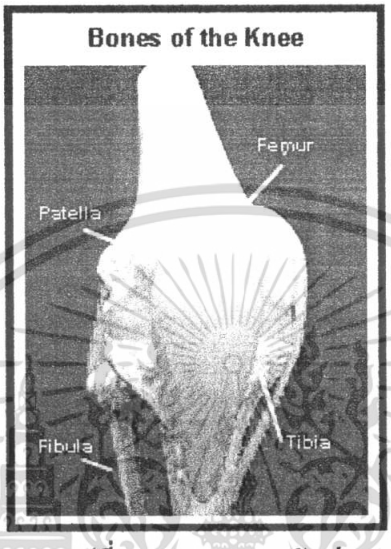
รูปที่ 2.2 ภาพข้อเข่า(2)

ข้อเข่า ควรงอได้อย่างน้อย 70 องศาจึงจะทำให้ท่าเดินเป็นปกติ ในช่วงที่ลงน้ำหนักบนขาข้างเดียว พบว่าแรงเค้นที่เกิดขึ้นในข้อเข่ามากเท่ากับ 5 เท่าของน้ำหนักตัว ซึ่งนับได้ว่าสูงมากกว่าแรงเค้นที่ข้ออื่นๆ มากมาย นอกจากนี้แรงดึงของกล้ามเนื้อมัดต่างๆ โดยรอบข้อเข่า เพื่อให้ร่างกายทรงตัวอยู่ได้ เพื่อวิ่งหรือขึ้นหรือลงบันได จะยิ่งทำให้แรงเค้นที่ข้อเข่ายิ่งสูงขึ้น เนื่องจากกล้ามเนื้อต้องออกแรงเพิ่มขึ้น ข้อเข่าที่เกหรือโก่งตัว ไม่ว่าจะเป็นโดยกำเนิด เป็นผลจากอุบัติเหตุ หรือเกิดจากโรคของข้อและกระดูกก็ตาม จะมีผลให้แรงเค้นที่เกิดขึ้นต่อผิวข้อในจุดต่าง ๆ ไม่เท่ากัน และเป็นเหตุให้ข้อเข่าเสื่อมสภาพเร็วกว่ากำหนดอย่างมาก

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของข้อเข่า ช่วยให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างและการทำหน้าที่ รวมทั้งความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้อย่างถ่องแท้ ข้อเข่าประกอบด้วยกระดูกสี่ชิ้นคือ กระดูกฟีเมอร์ femur หรือที่เรียกว่ากระดูกต้นขา กระดูกทิเบีย tibia หรือที่เรียกว่ากระดูกหน้าแข้ง กระดูกฟิบูลา fibula

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

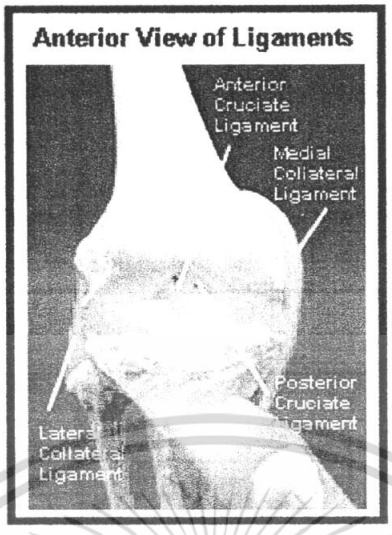
ซึ่งเป็นกระดูกชิ้นเล็กที่อยู่ข้างๆ กระดูกหน้าแข้ง และกระดูกสะบ้า patella ในท่ายืนปกตินั้นกระดูกทิเบียวางอยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้น ส่วนกระดูกฟีเมอร์นั้นเบนออกที่ข้อตะโพกเล็กน้อยไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกัน ดังนั้นจึงพบได้ว่าข้อเข่าที่ปกตินั้นเกออกเล็กน้อย มิได้ตรงทีเดียวอย่างที่เข้าใจกัน หากมุมที่แนวแกนของกระดูกทั้งสองชิ้นกระทำต่อกันน้อยว่า 7 องศา จัดว่าเป็นความผิดปกติที่เรียกว่าขาโก่ง



รูปที่ 2.3 ภาพกระดูกหัวเข่า

ในขณะที่ข้อเข่างอ จุดหมุนจะเลื่อนไปทางด้านหลังของข้อเข่าโดยอาศัยการไถลตัวของกระดูกทิเบียไปทางด้านหลัง ทั้งนี้เพื่อมิให้กล้ามเนื้อหน้าขาต้องทำงานมากนัก จุดหมุนนี้จะเลื่อนกลบมาทางด้านหน้าในขณะที่ข้อเข่าเหยียดพร้อมกับที่แกนหมุนบิดออกตามกระดูกทิเบีย จึงเห็นได้ว่าการเคลื่อนไหวของข้อเข่าซึ่งดูเหมือนข้อพับของบานประตูนั้นไม่ง่ายดังที่คิด และเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ข้อเข่าเทียมไม่ทนทาน เพราะการออกแบบไม่สามารถลอกเลียนการหมุนของข้อธรรมชาติได้ทุกประการ แผ่นกระดูกอ่อนรองข้อซึ่งมีอยู่ 2 แผ่นนั้นมีหน้าที่ทำให้เบ้าลึกลงและเป็นตัวกระจายแรงเค้นไปตามผิวข้อบริเวณต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากแผ่นกระดูกนี้ยึดติดกับกระดูกทิเบียการเคลื่อนไหวในขณะที่เข่างอและเหยียดจึงเลื่อนตามกระดูกชิ้นนี้เสมอ กระดูกอ่อนทั้งสองชิ้นนี้จึงมีโอกาสได้รับความเสียหายได้มากกว่าข้อเข่าส่วนอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแผ่นที่อยู่ด้านใน ทั้งนี้เพราะชิ้นนี้ยึดติดกับกระดูกทิเบียถึง 3 จุด จึงมีโอกาสถูกส่วนหัวของกระดูกฟีเมอร์บดเข้ากับกระดูกทิเบียได้โดยง่าย ผิดกับแผ่นนอกซึ่งยึดกับกระดูกทิเบียเพียง 2 จุด จึงมีโอกาสเลื่อนพ้นจากการถูกอัดได้ง่ายกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ภาพตำแหน่งหน้าของเอ็น

เนื่องจากหัวกระดูกทิเบียที่เป็นเบ้านั้นค่อนข้างตื้น ข้อเข่าจึงต้องอาศัยความแข็งแรงมั่นคงจากเอ็นยึดข้อและกล้ามเนื้อเป็นสำคัญ เอ็นยึดข้อชิ้นในมีขนาดใหญ่และแผ่ออกจากจุดเกาะบนกระดูกฟีเมอร์มายึดตามขอบของกระดูกทิเบียขอบด้านหลังจะประสานกับใยของเอ็นหุ้มที่ด้านใน เอ็นยึดข้อชิ้นนอกนั้นอยู่ค่อนไปทางด้านหลังของข้อเข่าและไม่มีส่วนเชื่อมต่อกับเอ็นหุ้มข้อหรือแผ่นกระดูกอ่อนรองข้อ หน้าที่สำคัญของเอ็นทั้งสองชิ้นนี้คือ การป้องกันมิให้กระดูกทิเบียขยับพลิกตะแคง ในด้านข้างได้เอ็นชิ้นในนั้นยังมีส่วนในการป้องกันไม่ให้ส่วนหัวด้านในของกระดูก ทิเบียเลื่อนไถลมาด้านหน้าด้วย ส่วนเอ็นชิ้นหลังมีหน้าที่ป้องกันมิให้กระดูกทิเบียเลื่อนไปทางด้านหลัง ทั้งนี้โดยอาศัยเอ็นซึ่งอยู่ทางด้านนอกมาช่วยเสริมความแข็งแรงทางด้านในด้วยอีกชั้นหนึ่งกระดูกสะบ้าเป็นกระดูกชิ้นเล็กทางด้านหน้าของข้อเข่า ฝังตัวอยู่ในเอ็นของกล้ามเนื้อหน้าขา และมีหน้าที่ช่วยให้กล้ามเนื้อมัดนี้เหยียดข้อเข่าได้โดยไม่ต้องใช้กำลังมากนัก โดยทำให้แนวแรงดึงอยู่ห่างจากจุดหมุนมากขึ้น การตรวจกระดูกสะบ้าโดยใช้มือจับกระดูกชิ้นนี้ให้ถูกับกระดูกพีเมอร์ หากมีอาการปวดหรือเสียวก็แสดงว่าผิวข้อของกระดูกชิ้นนี้เสื่อม ผู้ป่วยที่กระดูกสะบ้าหลุดบ่อย จะมีอาการตื่นกลัวในขณะที่แพทย์ใช้นิ้วดันกระดูกชิ้นนี้ไปทางด้านนอก เพราะเกรงว่าจะหลุดออกไป

2.4 รายละเอียดการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเทียม

เมื่อข้อเข่ามีพยาธิสภาพรุนแรงมากขึ้นจนถึงระดับที่ผิวกระดูกอ่อนถูกทำลายและกระดูกใต้กระดูกอ่อนเริ่มสึกกร่อนจะทำให้ผู้ป่วยทุกข์ทรมานจากการอาการเจ็บปวดมากขึ้น การดูแลรักษาผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total Knee Arthroplasty [TKA]) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการรักษา เพื่อให้ผู้ป่วยพ้นจากภาวะอาการเจ็บปวดและสามารถกลับไปดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ //

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ส่วนประกอบของข้อเข่าเทียม

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (TKA) คือ การผ่าตัดเอาบริเวณผิวกระดูกที่เสียของปลายกระดูก Femur, ผิวของกระดูก Tibia และ Patella ออกแล้วใส่ข้อเข่าเทียมที่ออกแบบเฉพาะเข้าไปทดแทน แบ่งเป็นส่วนประกอบใหญ่ๆ 3-4 ส่วน

1. ข้อเข่าเทียมด้านกระดูก Femur (Femoral component) เป็นส่วนประกอบที่เป็นโลหะครอบปลายทั้งหมดของ Femoral condyle ทั้งส่วน Medial และ Lateral มีรูปร่างคล้ายปลายกระดูก Femur โดยมีร่องสำหรับรองรับ Patella และส่วนล่างโค้งเพื่อไปเป็นผิวสัมผัสกับส่วน Polyethylene ด้านล่าง ผิวเป็นมันเงาเรียบเพื่อลดแรงเสียดทานและการสึกหรอ นิยมใช้โลหะผสมของ Chromcobolt เป็นส่วนใหญ่ หรืออาจเป็น Titanium ได้

2. ข้อเข่าเทียมด้านกระดูก Tibia (Tibial component) เป็นส่วนประกอบที่เป็นโลหะตั้งวางอยู่บนฐานกระดูก Tibia อาจจะมีเดือยปักลงไปใน Medullary canal ของกระดูก Tibia ร่วมด้วย ทำหน้าที่กระจายแรงสู่กระดูก Tibia ให้สม่ำเสมอและยึดติดแน่นกับ Polyethylene มักนิยมใช้โลหะ Titanium เป็นส่วนใหญ่และมีบางกรณีที่ใช้ Chromcobolt เช่น กลุ่มที่ทำให้ Polyethylene หมุนบน Tibial component ได้

3. Polyethylene เป็นสารโพลิเมอร์ (polymer) ที่มีลักษณะเป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติพิเศษ มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก (Ultra High Molecular Weight Polyethylene, UHMWPE) ทำให้ทนทานต่อการสึกกร่อน มีผิวเรียบเป็นเงาเพื่อรองรับส่วนล่างของ Femoral component มีความหนาหลายขนาดให้เลือกใช้ ขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพของผู้ป่วยและจะยึดติดกับ Tibial component อย่างแน่นหนาหรือบางกรณีที่ออกแบบให้มีการหมุนของแกน Polyethylene ได้บ้างบน Tibial component

ข้อ 2 และ 3 อาจเชื่อมเป็นชิ้นส่วนเดียวกัน หรืออาจแยกจากกันได้ และ Tibial component อาจใช้เป็น Polyethylene อย่างเดียวโดยไม่มีส่วนของโลหะได้

4. ข้อเทียมด้านกระดูก Patella (Patellar component) มีส่วนประกอบเป็น Polyethylene ที่มีรูปร่างคล้ายผิว Patella สัมผัสกับส่วนหน้าของ Femoral component ทำหน้าที่ทดแทนผิวของกระดูก Patella และเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของการเหยียดข้อเข่าออกในส่วนนี้ถ้าพยาธิสภาพมีไม่มาก เช่นในกรณีผู้ป่วยที่เป็นข้อเข่าเสื่อมปฐมภูมิ อาจไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนก็ได้

2.6 ภาวะแทรกซ้อน (Complication)

1. การบาดเจ็บของเส้นเลือดและเส้นประสาท (Neurovascular injury)

การบาดเจ็บของเส้นเลือดเป็นภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงแม้ว่าจะพบได้น้อย มีผลให้ผู้ป่วยอาจสูญเสียอวัยวะหรือพิการได้ อัตราการเกิดพบได้ร้อยละ 0.05 ถึง 0.28 มักพบในผู้ป่วยที่ต้องผ่าตัดแก้ไขเปลี่ยนข้อเทียมซ้ำ (Revision TKA), การทำ Posterior capsulectomy ตัด Capsule ด้านหลังเพื่อยืดให้เข่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหยียดตรง หรือในขณะทำการตัด Meniscuss ออก เมื่อสงสัยว่ามีอาการบาดเจ็บต่อเส้นเลือด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น Popliteal artery ควรส่งทำ Angiogram หากพบว่ามีการฉีกขาดของเส้นเลือด ควรรีบปรึกษาให้ศัลยแพทย์หลอดเลือดทำการผ่าตัดเย็บซ่อมหรือตัดต่อด้วย Vein graft

การบาดเจ็บของเส้นประสาท Peroneal พบได้บ่อยที่สุดในอัตราการบาดเจ็บต่อเส้นประสาทจากการผ่าตัด TKA มักตรวจพบได้ภายหลังผ่าตัด พบได้ร้อยละ 0.002 ถึง 1.8 มักเกิดในผู้ป่วยที่เป็นโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ หรือผู้ป่วยที่มีความผิดรูปในท่า Flexion ร่วมกับ Valgus เมื่อตรวจพบควรรีบคลาย Compressive dressing ออกแล้วจัดเข่าให้อยู่ในท่างอ ประมาณร้อยละ 50 ของผู้ป่วยจะมีอาการฟื้นคืนได้ของเส้นประสาทอย่างสมบูรณ์ ผู้ป่วยที่เป็น Incomplete palsy จะมีพยากรณ์โรคดีกว่ากลุ่ม Complete palsy และถ้าไม่มีการฟื้นคืนภายใน 2 เดือน ควรผ่าตัด Explore เส้นประสาท

2. ปัญหาของข้อ patello-femoral

เป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยที่สุด ภายหลังการผ่าตัด TKA แบ่งได้เป็น 5 ประเภท

- Patellofemoral Instability มีการเคลื่อนผิดรูปของกระดูก Patella ผู้ป่วยจะมีอาการเจ็บด้านหน้าเข่าและมีเสียง crepitus เกิดได้จากมีการเสียสมดุลย์ของกลไกการงอเหยียด (extensor mechanism) เกิดแรงดึงรั้งทางด้านนอกมากกว่าด้านใน หรืออาจเกิดจากรูปแบบของข้อเทียมออกแบบไม่ถูกต้องเหมาะสม ถ้าภาวะนี้ไม่รุนแรงแพทย์ควรแนะนำให้ผู้ป่วยฝึกหัดบริหารกล้ามเนื้อ Quadriceps หรือใส่เฝือกอ่อนประคองไว้ หากไม่สำเร็จอาจจำเป็นต้องส่องกล้องเข้าข้อเข่า (Arthroscope) เพื่อตัดพังผืดที่ดึงรั้งออกหรืออาจต้องผ่าตัดจัดแนวแรงของกล้ามเนื้อเหยียดข้อเข่าให้ตรง

- Patellar fracture พบได้ประมาณร้อยละ 0.3 มักเกิดในผู้ป่วยที่มีกระดูก patella บาง, มีการผ่าตัดเนื้อเยื่อพังผืดทางด้านนอกมากเกินไปหรืออาจเกิดจากการใส่ผิว patella เทียมหนามากเกินไป ถ้าการแตกไม่แยกจากกันมากควรใส่เฝือกอ่อนหรือ Brace ประคองไว้ 6 สัปดาห์ ถ้าผู้ป่วยไม่สามารถเหยียดเข่าได้เองหรือมีการแยกจากกันของการแตก ควรผ่าตัดยึดตรึงกระดูก Patella หรือเปลี่ยน Patellar component ใหม่

- Patellar component failure พบได้ร้อยละ 0.6 ถึง 2 มักเกิดจากการเลือกใช้ Patellar component ที่เสริมโลหะด้านหลัง การรักษาควรผ่าตัดเปลี่ยนใหม่หรือผ่าตัดเอากระดูก Patella ออก

- Patellar clunk syndrome เกิดจากการมีพังผืดไปยึดแน่นใต้ต่อกระดูก Patella แล้วไปสะดุดกับ Femoral component ผู้ป่วยจะมีอาการเจ็บขณะเหยียดเข่าและมีการสะดุดของกระดูก patella รักษาโดยการส่องกล้องและตัดเอาพังผืด ออก

- Extensor mechanism rupture มีการฉีกขาดหรือไม่ต่อเนื่องของกลไกการเหยียดของข้อเข่า ซึ่งอาจเกิดที่บริเวณกล้ามเนื้อ Quadriceps หรือ Patellar tendon ก็ได้ มักพบในการผ่าตัด Revision TKA การดัดงอเข่าผู้ป่วยหลังผ่าตัด TKA อย่างรุนแรง การรักษาสามารถทำได้โดยการเย็บซ่อมโดยตรง ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็น Hamstring มาเย็บเสริมหรืออาจใช้ Allograft patellar มาใช้ทดแทน แต่ผลการผ่าตัดแก้ไขให้ผลไม่ดี จึงควรระวังป้องกันไม่ให้เกิดภาวะนี้

3. การติดเชื้อภายหลังผ่าตัด (Infection)

เป็นภาวะแทรกซ้อนที่รักษาได้ยาก สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายมาก

- บาดแผลและผิวหนังเกิด Necrosis ถ้าเกิดในชั้นผิวน้อยกว่า 3 ซม. อาจหายเองได้หรือสามารถเย็บปิดได้ ถ้ามากกว่า 3 ซม. อาจต้องใช้ Skin graft มาซ่อม ถ้าเกิดในชั้นลึกอาจเกิดปัญหาข้อเข่าเทียมมีทางติดต่อกับอากาศโดยตรง ต้องรีบทำการผ่าตัด Debridement และทำการโยกย้ายกล้ามเนื้อหรือผิวหนังมาคลุมข้อเข่า ซึ่งอาจนำมาจากกล้ามเนื้อ Gastrocnemius โดยเฉพาะ Medial head

- การติดเชื้อภายในข้อเข่า พบได้ประมาณร้อยละ 1.6 ถึง 2 การรักษาที่ดีที่สุดคือการป้องกัน ควรให้ยาปฏิชีวนะที่คลอบคลุมเชื้อก่อนผ่าตัดเป็นวิธีที่ดี และประหยัดที่สุด สามารถลดอัตราการติดเชื้อภายหลังผ่าตัดจากร้อยละ 10 ก่อนผ่าตัดลงมาถึงร้อยละ 1 ถึง 2 สิ่งแวดล้อมในห้องผ่าตัดต้องสะอาด มีการไหลเวียนของอากาศในแนวดิ่ง อุปกรณ์การผ่าตัด เทคนิคและการผ่าตัด ต้องไม่ทำให้เนื้อเยื่อรอบเข่าบวมชอกช้ำมากหรือใช้แสง Ultraviolet จะช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศได้เป็นอย่างดี เชื้อที่พบบ่อยที่สุดคือ Staphylococcus species ตามลำดับ ยาปฏิชีวนะที่ใช้ป้องกันควรเป็น First generation cephalosporins หรือในผู้ที่แพ้ยากลุ่มเพนนิซิลิน ควรใช้ Vancomycin การบริหารยาให้ทางเส้นเลือดก่อนผ่าตัด 5 ถึง 10 นาที และให้หลังผ่าตัด 24-48 ชั่วโมง

กลุ่มผู้ป่วยที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อหลังผ่าตัด TKA ได้แก่ ผู้ป่วยโรคไขข้ออักเสบรูมาตอยด์ โดยเฉพาะในเพศชาย, ผู้ป่วยที่มีบาดแผลแยกหลังผ่าตัด, มีการซึมของน้ำในข้อจากแผลมากกว่า 6 วัน, ได้รับการผ่าตัดมาก่อน, ผู้ป่วยที่มีน้ำหนักมาก, ได้รับยา สเตียรอยด์, มีภาวะไตวายหรือเบาหวาน

ข้อควรสงสัยว่าผู้ป่วยติดเชื้อหลังผ่าตัด TKA

1. มีอาการปวดบวมของข้อเข่า โดยเฉพาะมีประวัติ หายเจ็บบวมของข้อมาระยะเวลาหนึ่ง
2. มีอาการปวดบวมแดงร้อน
3. มีอาการซึมของน้ำในข้อออกจากบาดแผลเป็นเวลานาน
4. ตรวจพบค่า ESR สูงมากกว่า 30 มม. ต่อชั่วโมงค่า CRP มากกว่า 10 มก./ลิตร
5. มีการเพิ่มขึ้น (uptake) ด้วย Tecnechium scan
6. การตรวจนับเซลล์จากน้ำเจาะเข่า พบมากกว่า 25,000 เซลล์/ลบ.มม.
7. การเจาะตรวจน้ำจากเข่าย่อมพบเชื้อ
8. ภาพถ่ายรังสีตรวจพบการทำลายกระดูกบริเวณผิวที่ติดต่อกับข้อเทียม

หลังการรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การให้ยาปฏิชีวนะเพียงอย่างเดียว ได้ผลสำเร็จน้อยมากประมาณร้อยละ 27 ที่ประสบผลสำเร็จ ควรใช้ในกรณีที่ผู้ป่วยเสี่ยงต่อการผ่าตัดเพื่อเอาข้อเทียมออก และเชื้อที่พบไม่รุนแรง การให้ยาปฏิชีวนะลักษณะนี้จำเป็นต้องให้ตลอดไป ซึ่งอาจก่อให้เชื้อเกิดการดื้อต่อยา หรือเกิดภาวะ sepsis อย่างรุนแรงได้

2. การผ่าตัดเนื้อเยื่อ และล้างข้อโดยเก็บข้อเทียมไว้ เป็นการผ่าตัดเพื่อล้างข้อและกำจัด เนื้อเยื่อที่ตายทำในกรณีที่ติดเชื้อชนิด Acute hematogenous ซึ่งจะมีระยะพักตัวประมาณ 48 ถึง 72 ชั่วโมงหรือในกรณีติดเชื้อภายหลังผ่าตัดใส่ข้อเข่าเทียมภายใน 3 สัปดาห์, เชื้อที่พบควรเป็นเชื้อที่ไม่รุนแรง และยังไม่มีการหลวมของข้อเข่าเทียม มีอัตราการสำเร็จของการรักษาประมาณร้อยละ 23 ถึง 55

3. การผ่าตัดล้างข้อเข่าและเอาข้อเข่าเทียมออก ใส่ยาปฏิชีวนะเฉพาะที่ เมื่อตรวจพบว่าปราศจากการเกิดเชื้อภายในข้อแล้วจึงใส่ข้อเทียมใหม่เข้าไป ผู้ป่วยจะมีการเคลื่อนไหวของเข่าได้ อัตราความสำเร็จของการรักษาโดยวิธีนี้สูงถึงร้อยละ 73 ถึง 97

4. การผ่าตัดเอาข้อเทียมออก โดยไม่ใส่ข้อเทียมใหม่เข้าไป ผู้ป่วยจะมีอาการเคลื่อนไหวของเข่าได้ แต่จะไม่มีความมั่นคง ต้องอาศัยอุปกรณ์พยุงเข่า เลือกใช้วิธีนี้ในกรณีผู้ป่วยมีอายุมากปลายบริเวณปลายกระดูกถูกทำลายมาก

5. การเชื่อมข้อเข่า ทำโดยการผ่าตัดล้างทำความสะอาดเอาข้อเข่าเทียมออกแล้วเชื่อมปลายกระดูกเข้าหากัน ผู้ป่วยจะมีความมั่นคงของขาข้างที่รับการผ่าตัดดีแต่ไม่สามารถงอเหยียดได้ เหมาะใช้วิธีนี้ในผู้ป่วยที่อายุน้อยหรือมีการติดเชื้อซ้ำภายหลังจากผ่าตัด Revision infected TKA อีก

6. การตัดขาข้างที่ติดเชื้อที่รุนแรง ใช้เป็นทางเลือกสุดท้ายในกรณีผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากภาวะ Sepsis ทำโดยการตัดกระดูกขาสูงเหนือข้อเข่า จากสถิติพบว่ามีการใช้วิธีนี้รักษาผู้ป่วยติดเชื้อหลังผ่าตัดประมาณร้อยละ 6

4. ข้อเข่าติดแข็งภายหลังผ่าตัด TKA (Stiffness)

ผู้ป่วยไม่สามารถงอเข่าได้ถึง 90 องศา ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น มักจะติดเชื้อในข้อเข่า การเลือกใช้ข้อเข่าเทียมที่ไม่ถูกขนาดหรือตำแหน่ง หรือการเกิดเยื่อผังผืดในข้อเข่าที่ผู้ป่วยไม่ได้ฝึกหัด การบริหารหลังผ่าตัด ภายหลังการรักษาควรกระตุ้นให้ผู้ป่วยหมั่นฝึกการงอเหยียดของข้อให้มาก หรือให้นักกายภาพบำบัดช่วยเพื่อบรรเทาอาการปวด ถ้ามากกว่า 2 เดือนแล้วไม่สามารถงอเข่าได้มากกว่า 90 องศา อาจพิจารณาตัดข้อเข่า หรือทำการส่องกล้องตัดเนื้อเยื่อผังผืดออก

5. กระดูกหักและข้อเคลื่อน (Fracture and Dislocations)

พบอัตราการเกิดกระดูกหักเหนือข้อเข่า (Supracondylar fractrue) ประมาณร้อยละ 0.2 ถึง 1 พบในกรณีผ่าตัดซ้ำ Revision มากกว่าการผ่าตัดครั้งแรก ผู้ป่วยมีภาวะกระดูกพรุน, โรคไขข้ออักเสบรูมาตอยด์ หรือในผู้ป่วยที่มีปัญหาการติดแข็งของข้อเข่าหลังผ่าตัด ในกรณีที่มีการหักแต่เคลื่อนที่ไม่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และข้อเทียมยังยึดกับกระดูกมั่นคง สามารถนำการรักษาโดยการอนุรักษ์ เช่น ใส่เฝือก แต่หากมีการเคลื่อนที่มาก และข้อเทียมยังมีความมั่นคงอยู่ สามารถผ่าตัดแล้วยึดตรึงกระดูกส่วนที่หักด้วย โลหะตามกระดูก เช่น Rush pin, Plate หรือ Nail แต่ถ้ามีการเคลื่อนของกระดูกที่หักมากและข้อเข่าเทียมหลวมจากกระดูก ให้พิจารณาผ่าตัด Revision TKA

ภาวะข้อเข่าเทียมเคลื่อนหลุด มักพบในผู้ป่วยที่รับการผ่าตัด TKA และตัดเอา PCL ออกช่องว่างระหว่างกระดูกในท่างอมีการหลวมมากกว่าในท่าเหยียด ถ้าเคลื่อนออกจากกันไม่มากสามารถดึงให้ข้อเข่าเทียมกลับเข้าที่แล้วได้ผลดี ถ้ามีการเกิดซ้ำหรือเป็นหลายครั้ง ควรพิจารณาผ่าตัดเปลี่ยนพลาสติกรองระหว่างโลหะให้หนามากขึ้น หรือผ่าตัด Revision TKA

6. ภาวะการแข็งตัวในหลอดเลือด (Thomboembolism)

อัตราการแข็งตัวในหลอดเลือดรวมทั้งการเกิด การหลุดลอยของก้อนเลือดไปในกระแสเลือด (Embolism) หลังผ่าตัด TKA ยังไม่มีรายงานจากประเทศไทย พบได้ในต่างประเทศชนิดที่เหนือต่อหัวเข่าร้อยละ 3 ถึง 20 และระดับใต้ต่อเข่าร้อยละ 40 ถึง 88 ทำให้เกิดอัตราตายร้อยละ 2 ผู้ป่วยที่มีภาวะเสี่ยงคือ สูงอายุ, มีน้ำหนักมาก, มีเส้นเลือดขอด (Varicose Vein), สูบบุหรี่, เบาหวาน, ความดันโลหิตสูง , และมีประวัติโรคหัวใจขาดเลือดมาก่อน ผู้ป่วยจะมีอาการปวดบวมบริเวณขาข้างที่รับการผ่าตัด ในกรณีที่เกิด Embolism อาจมีอาการปวดแน่นหน้าอก, หายใจถี่และหมดสติได้ ถ้าสงสัยควรส่งทำ Ultrasonography ชนิด Duplex scan หรือใช้ Pulmonary scan เพื่อตรวจค้นร่องรอยของการอุดตันในเส้นเลือด ซึ่งผู้ป่วยจะไม่เจ็บปวดจากการตรวจ การทำ Venography เป็นวิธีที่ให้การวินิจฉัยที่ถูกต้องที่สุด แต่ผู้ป่วยมักจะเกิดอาการเจ็บขณะทำการตรวจ

การป้องกันภาวะนี้ยังไม่เป็นที่สรุปได้ในปัจจุบันว่าคุ้มค่ากับผู้ป่วยในประเทศไทยหรือไม่ เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่เพียงพอและมีผลเสียจากการให้การป้องกันทุกราย นอกจากค่าใช้จ่ายแล้วยังพบอัตราการเสียเลือดหลังผ่าตัดมาก สำหรับต่างประเทศมีการใช้ Warfarin , low molecular weight heparin เป็นการป้องกันก่อนผ่าตัดทุกราย ถ้าสามารถวินิจฉัยได้ควรรักษาด้วยยา เช่น Heparin จากนั้นให้ Warferin 3 ถึง 6 เดือน เพื่อป้องกันการเกิดภาวะ Embolism ร่วมกับการรักษาโดยใช้อุปกรณ์รัดรอบขา Compression stocking หรือใช้ชนิดมีลมกดรัดรอบขา (Intermittent pneumatic compressive) ก็จะช่วยลดอัตราการเกิดปัญหานี้ได้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ความคุ้มค่าของข้อเข่าเทียม (Costeffectiveness of TKA)

ความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์มีมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน ส่งผลให้งบประมาณและค่าใช้จ่ายทางด้านการแพทย์เพิ่มมากขึ้น การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมเป็นความเจริญก้าวหน้าทางด้านการแพทย์แขนงหนึ่งซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการรักษาสูงมาก โดยเฉพาะสำหรับประเทศไทยเนื่องจากวัสดุข้อเข่าเทียมทุกชนิดจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ การศึกษาความคุ้มค่าของการรักษาโดยผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมจึงมีประโยชน์ต่อการตัดสินใจของผู้ป่วย

2.8 ความคาดหวังที่ผู้ป่วยควรปฏิบัติได้

สองสัปดาห์แรกผู้ป่วยสามารถใช้อุปกรณ์ช่วยเดินฝึกเดินได้อย่างน้อย 50-100 เมตรและสามารถงอข้อเข่าได้ 0-100 องศา และผู้ป่วยควรฝึกการทรงตัวโดยปล่อยเครื่องช่วยพยุงได้ในสัปดาห์ที่ 2-3 สามารถเดินขึ้นบันไดได้โดยการเกาะราวบันไดฝึกการขึ้นลงบันไดในช่วงแรกให้เกาะราวบันไดก่อนจนกว่าจะชินจึงปล่อยราวบันได

ความคาดหวังในช่วง 6 สัปดาห์ถึง 3 เดือนผู้ป่วยสามารถเดินได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยพยุงและผู้ป่วยสามารถงอเข่าได้ 0-120 องศา สามารถช่วยตนเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพิงคนอื่นความคาดหวังหลัง 3 เดือน ผู้ป่วยสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยวิธีการหัดเดินในสระว่ายน้ำและสามารถใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างปรกติ ผู้ป่วยสามารถเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวข้อเข่าโดยวิธีการ Self directed passive flexion และฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadricps โดยการทำ Mini-step up, Mini-knee bend, Straight leg raising เป็นต้น ทำชุดละ 10 ครั้ง 3-5 รอบผู้ป่วยสามารถฝึกความทนทานของกล้ามเนื้อ โดยการว่ายน้ำหรือปั่นจักรยานเบาะสูงระดับสะโพกและเพิ่มขึ้นวันละ 5 นาทีจนถึง 20-30 นาทีต่อวันและควรออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

2.9 การปฏิบัติตัวทั่วไป

โดยมากผู้ป่วยผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียมมักเป็นผู้สูงอายุร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ความยืดหยุ่นตัวลดลง ความแข็งแรงกระดูกลดลง จะต้องระมัดระวังมากยิ่งขึ้น ควรงดกิจกรรมที่ต้องเกร็งหรือมีการกระแทกมากเช่นการยกน้ำหนัก การวิ่งด้วยความเร็วหรือการวิ่งและเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็วเพราะอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บหรือเกิดอุบัติเหตุได้

กิจกรรมในชีวิตประจำวันควรงดการนั่งยองพับเพียบหรือนั่งพื้น ถ้าต้องเข้าวัดฟังเทศน์ควรนั่งบนเก้าอี้รวมถึงเวลาอาหาร การทำงานบ้านควรงดกิจกรรมที่ต้องมีการยกเกร็งก้มเงยหรือการนั่งยองเก้าอี้ต่ำ ใช้ไม้ถูพื้นถูบ้าน ยืนล้างจานหรือรีดผ้า ถ้าต้องยืนเป็นเวลานานอาจใช้เก้าอี้ขนาดเล็กหรือไม้รองเท้าสูงประมาณ 15-20 ซม. ยืนสลับข้างกัน ไม่ควรนั่งยองซักผ้ากับพื้นใช้เครื่องซักผ้าจะดีที่สุด การออกกำลังกายควรระมัดระวังอุบัติเหตุ งดกีฬาที่มีการปะทะ กระแทก เกร็ง สามารถออกกำลังได้ทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่นิยมได้แก่การเดินเร็ว ขี่จักรยานอยู่กับที่ ว่ายน้ำ รำไท้เก็ก ชีกง เป็นต้น อย่างน้อยวันละ 15-20 นาที สัปดาห์ละ 3-5 วันไม่ควรออกกำลังกายในวันที่มีแดดร้อนจัดหรือฝนตกพื้นเปียก

2.10 การบริหารข้อเข่าหลังจากกลับจากโรงพยาบาล

โดยมากการงอข้อเข่าในกิจวัตรประจำวันในท่าเดินขึ้นลงบันไดและการนั่งใช้พิสัยการงอข้อเข่าประมาณ 90 องศาแต่วัฒนธรรมในประเทศไทยผู้ป่วยต้องการพิสัยในการงอข้อเข่ามาก120-140 องศาเพื่อนั่งพับเพียบหรือขัดสมาธิ ผู้ป่วยจะงอเหยียดเข่าได้มากเพียงใดขึ้นอยู่กับพยาธิสภาพความรุนแรงของโรค พิสัยการงอเหยียดข้อเข่าก่อนผ่าตัด เทคนิคการผ่าตัดและความร่วมมือในการปฏิบัติตัวการทำกายภาพบำบัด โดยมากผู้ป่วยจะสามารถงอได้เท่าเดิมหรือมากขึ้นกว่าก่อนผ่าตัด การบริหารเพื่อเพิ่มพิสัยการงอข้อเข่าการบริหารจึงมีส่วนสำคัญ โดยสามารถทำได้โดยวิธีเดียวกับช่วงการบริหารระหว่างอยู่โรงพยาบาลหรือใช้วิธีการนั่งบนเก้าอี้ล้อเลื่อนหัดงอเข่า Self-directed passive flexion โดยให้ผู้ป่วยนั่งอยู่บนเก้าอี้ที่มีล้อเลื่อนใช้ขาด้านที่ผ่าตัดยันขอบโต๊ะ หรือ วัตถุที่ไม่เคลื่อนที่แล้วใช้ขาด้านที่ไม่ได้ผ่าตัดเลื่อนเก้าอี้เข้าหาขอบโต๊ะเพื่อเพิ่มพิสัยของข้อเข่าเท่าที่ผู้ป่วยสามารถทำได้

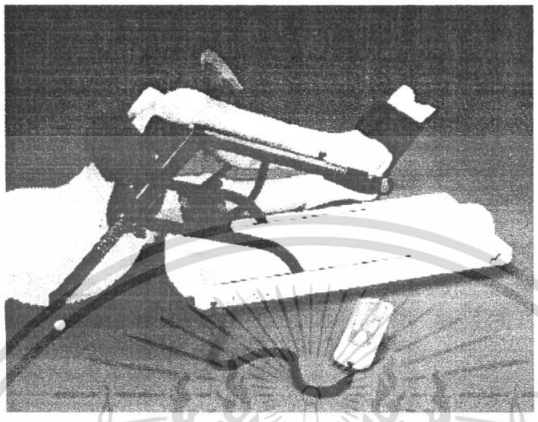
นอกจากนี้การบริหารแบบ mini-step up เพื่อเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อขาสามารถทำโดยการขึ้นขั้นสูงประมาณ 6-8 นิ้วสลับด้านกับด้านที่ไม่ได้ผ่าตัดไปและ การบริหารแบบ mini-knee bend ทำได้โดยการย่อเข่าลง 40-50 องศาและเหยียดตัวขึ้นยืดตรง

2.11 การบริหารกล้ามเนื้อและฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย

หลังผ่าตัดวันแรกภายหลังผ่าตัดส่วนขาของผู้ป่วยที่รับการผ่าตัดอยู่ภายใต้ Compressive dressing ประมาณ 48-72 ชั่วโมง แล้วนำระบายสายเลือดคั่งออก ถ้าผู้ป่วยมีอาการเจ็บปวดผิดปรกติควรรีบปรึกษาแพทย์เนื่องจากการพันผ้าอาจจะแน่นเกินไปทำให้เกิดความดันที่ขาสูงและทำให้แผลผ่าตัดเกิดปัญหาเป็นถุงน้ำหรือแผลแยก ในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับการระงับความเจ็บปวดด้วยวิธี epidural morphine หรือ spinal morphine จะมีสายปัสสาวะคาอยู่ประมาณ 48 ชั่วโมงจนกว่าผู้ป่วยจะสามารถปัสสาวะได้เอง ผู้ป่วยจะได้รับยาฆ่าเชื้อในกระแสเลือดทั้งก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัดติดต่อกัน 48 ชม. ผู้ป่วยควรเริ่มการบริหาร โดยการกระดูกข้อเท้าขึ้นลงบนเตียงและกดข้อพับเข่าให้แนบกับเตียงทำเป็นระยะเพื่อป้องกันภาวะหลอดเลือดอุดตันลดอาการบวมของปลายเท้า หลังผ่าตัด48 ชม.ผู้ป่วยอาจมีอาการไข้สูงเนื่องจากปอดไม่ขยายตัวและมีไขมันและสารยึดกระดูกเข้าสู่กระแสเลือด ควรไขเตียงนอนสูงประมาณ 45 องศา ผู้ป่วยจะต้องบริหารการขยายตัวของปอดโดยการเป่า ดูด เครื่องบริหารปอด (triflow) หลังผ่าตัดวันที่สอง ผู้ป่วยควรได้รับการเปลี่ยนผ้าพันแผลจากแพทย์โดยมากจะมีเลือดเปรอะที่บริเวณแผลผ่าตัดเล็กน้อยการทำแผลในวันที่สองเพื่อเปลี่ยนผ้าพันแผลป้องกันการติดเชื้อและภาวะ Compartment syndrome ในช่วงเวลากลางคืนแพทย์บางท่านนิยมให้ใส่เฝือกยาวรองใต้หัวเข่าในท่าเหยียดเพื่อป้องกันภาวะข้อเข่างอเหยียดไม่สุดในช่วงเวลากลางวันแพทย์บางท่านนิยมใช้เครื่องช่วยขยับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเข่า(continuous passive motion;CPM) เพื่อเพิ่มพิสัยในการงอข้อเข่าผู้ป่วยควรบริหารกล้ามเนื้อรอบเข่าโดยาการทำQuadriceps strengthening ได้โดยการกระดกข้อเท้าขึ้นและกดหลังข้อพับเข่าด้านล่างให้แนบกับเตียงผู้ป่วยวันละ10-15ครั้ง



รูปที่ 2.5 ภาพแสดงเครื่องช่วยขยับข้อเข่า (continuous passive motion; CPM)

นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มพิสัยการเคลื่อนไหวข้อเข่าแบบ Self - controlled passive flexion โดยให้ผู้ป่วยนั่งให้ขาข้างที่ผ่าตัดชิดขอบเตียงค่อย ๆ กางขาออกให้ส่วนล่างของขาและเท้าพ้นขอบเตียงน้ำหนักเท้าจะช่วยถ่วงให้เข่างอลงอย่างช้าๆโดยมีขอบเตียงพยุงไม่ให้เข่างอมากเกินไปผู้ป่วยสามารถเพิ่มการงอข้อเข่าเท่าที่ไม่เจ็บ

หลังผ่าตัดวันที่สามผู้ป่วยจะได้รับการถอดสายน้ำเกลือและสายสวนปัสสาวะผู้ป่วยจะต้องหัดงอและเหยียดหัวเข่าข้างเตียงและลุกเดินโดยเครื่องช่วยพยุงสามารถลงน้ำหนักได้บางส่วนหรือลงน้ำหนักเต็มที่ขึ้นกับข้อเข่าเทียมที่ใช้โดยมากถ้าข้อเข่าเทียมใช้สารยึดกระดูกจะสามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่ถ้าข้อเข่าเทียมเป็นชนิดไม่ใช้สารยึดกระดูกจะสามารถลงน้ำหนักได้เต็มที่หลังจาก 6 สัปดาห์ การลงเดินโดยใช้เครื่องช่วยพยุงสามารถทำได้โดยการเหยียดขาข้างที่ผ่าตัดเหยียดตรงและใช้ขาข้างที่ไม่ได้ผ่าตัดพยุงขาที่ผ่าตัดลงมาที่พื้นเหยียดขาไปด้านหน้าในเครื่องช่วยพยุง(walker)หลังจากนั้นใช้ขาข้างที่ไม่ได้ผ่าตัดเหยียบพื้นลุกขึ้นร่วมกับการออกแรงยันที่แขนแล้วจึงลากขาข้างที่ผ่าตัดถอยมาลงน้ำหนักคู่กับขาข้างที่ดี การก้าวเดินในเครื่องช่วยพยุงให้ก้าวขาข้างที่ผ่าตัดไปก่อนหลังจากนั้นให้ลงน้ำหนักไปที่ขาด้านหน้าแล้วจึงก้าวขาตามมาการหัดเดินในระยะแรกควรมีพยาบาลหรือผู้ช่วยดูแลอย่างใกล้ชิด

หลังผ่าตัดวันที่สี่ถึงห้าผู้ป่วยจะสามรถลงจากเตียงเพื่อเข้าห้องน้ำได้ด้วยตนเองโดยใช้เครื่องช่วยพยุงเพื่อป้องกันอุบัติเหตุผู้ป่วยสามารถเดินออกนอกห้องพักได้แพทย์จะจัดส่งผู้ป่วยไปทำกายภาพบำบัดและหัดเดินโดยใช้ราวและทางเดินยาวในแผนกกายภาพบำบัดในช่วงนี้ถ้าแผลมีการเปรอะเปื้อนควรได้รับการเปลี่ยนแผล นอกจากนี้ผู้ป่วยควรหัดงอและเหยียดข้อเข่าเพื่อเพิ่มพิสัยการงอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหยียดข้อเข่า วิธีการหัดการงอเข่าทำได้โดยการนั่งข้างเตียงและใช้ขาข้างที่ไม่ได้รับการผ่าตัดกดขาด้านที่ผ่าตัดลงเพื่อให้งอได้มากขึ้นและในขณะเดียวกันให้ใช้ขาข้างที่ไม่ได้รับการผ่าตัดยกขาด้านที่ผ่าตัดเพื่อให้เหยียดสุดนอกสลับกันนอกจากนี้ผู้ป่วยควรบริหารกล้ามเนื้อต้นขาและกระดกข้อเท้าขึ้นลงบ่อยๆ

หลังผ่าตัดวันที่หกถึงวันที่สิบผู้ป่วยสามารถลุกเดินได้โดยใช้เครื่องช่วยพยุงในผู้ป่วยที่ได้รับการบริหารอย่างดีก่อนผ่าตัดและมีความแข็งแรงสามารถเดินขึ้นบันไดได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องช่วยพยุง ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับกำลังและสุขภาพของผู้ป่วยแต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน อย่างไรก็ตามผู้ป่วยมักจะปล่อยเครื่องช่วยพยุงได้ประมาณ 2-3 สัปดาห์หลังผ่าตัด การบริหารกล้ามเนื้อบนเตียงสามารถทำได้โดยการชันเข่าข้างที่ไม่ได้ผ่าตัดขึ้นเพื่อป้องกันภาวะปวดหลังและใช้หมอนหรือผ้าห่มรองใต้เข่าข้างผ่าตัดสูงประมาณ15-20เซนติเมตรและเกร็งเหยียดข้อเข่าและวางลงสลับกันถ้าผู้ป่วยแข็งแรงดีและไม่เจ็บบาดแผลให้บริหารโดยการเหยียดข้อเข่าตรงยกขาสูงลอย 45-60 องศา(straight leg raising exercise) ผู้ป่วยจะได้รับการตัดไหมประมาณวันที่ 10 หลังการผ่าตัดควรป้องกันบาดแผลไม่ให้ถูกน้ำจนกว่าแผลจะหายดีและตกสะเก็ดผู้ป่วยสามารถลงสระว่ายน้ำได้หลังจากผ่าตัด 2 เดือน

2.12 การผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total Knee Arthroplasty)

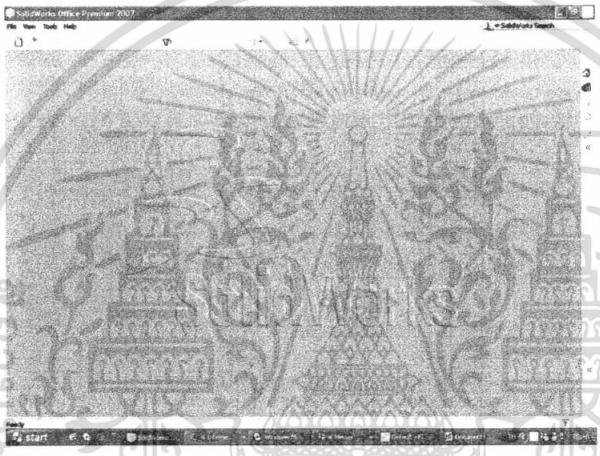
เมื่อข้อเข่ามีพยาธิสภาพรุนแรงมากขึ้นจนถึงระดับที่ผิวกระดูกอ่อนถูกทำลายและกระดูกใต้กระดูกอ่อนเริ่มสึกกร่อนจะทำให้ผู้ป่วยทุกข์ทรมานจากการอาการเจ็บปวดมากขึ้นการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม (Total Knee Arthroplasty [TKA]) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการรักษา เพื่อให้ผู้ป่วยพ้นจากภาวะอาการเจ็บปวด และสามารถกลับไปดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ

ความรู้และพัฒนาการด้านการผ่าตัดข้อเข่าเทียมมีความก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วในทศวรรษที่ผ่านมา การเรียนรู้วิธีคัดเลือกผู้ป่วย ความรู้ในการเพิ่มสมรรถภาพของข้อเทียม เทคนิคการผ่าตัดและการดูแลรักษาผู้ป่วยภายหลังผ่าตัด ตลอดจนติดตามผลการรักษาระยะยาวจะทำให้แพทย์เข้าใจและสามารถให้คำแนะนำและรักษาผู้ป่วยโดยการผ่าตัดเปลี่ยนข้อเข่าเทียม ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและสร้าง

การออกแบบเครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริดจะมีสองส่วนคือส่วนกลไก และส่วนอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม ในส่วนกลไกการเขียนแบบเป็นขั้นตอนพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการสร้างชิ้นส่วนต่าง ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การเลือกใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนแบบและออกแบบเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง และในการสร้างเครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริด นี้ได้ใช้โปรแกรมสำหรับการออกแบบและเขียนแบบที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในปัจจุบันนี้ก็คือ SolidWorks™ ในการออกแบบส่วนกลไกล



รูปที่ 3.1 โปรแกรม Solid Work 2007

3.1 พื้นฐานการออกแบบระบบกลไกโดยโปรแกรม SolidWorks™

ก่อนที่จะเริ่มต้นเรียนรู้การทำงานทั้งหมด เราจะมาทำความเข้าใจกับกระบวนการทำงานขั้นพื้นฐานของ SolidWorks™ เสียก่อน ซึ่งการศึกษาการทำงานพื้นฐานให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ทำให้สามารถใช้โปรแกรมเพื่อการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

ขั้นตอนการออกแบบ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างชิ้นงานเบื้องต้น (Parts)

จุดเริ่มต้นของการเขียนแบบและออกแบบ ก็คือการสร้างชิ้นงานเบื้องต้นที่เรียกว่า Part ขึ้นมาก่อน ซึ่ง Part จะเป็นส่วนประกอบพื้นฐานที่จะถูกนำมาประกอบรวมกันกลายเป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนขึ้น และถูกนำไปใช้ในการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นมา

การเปิดโปรแกรม (Start Program)

การสร้างชิ้นงาน (Part) ใหม่

การตั้งค่าหน่วยที่ใช้งานให้เป็นมิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสเก็ตช์ภาพ (Sketch)

การเขียนแบบสี่เหลี่ยม (Rectangle)

การกำหนดขนาดและการเปลี่ยนขนาด (Dimension)

การเพิ่มเนื้อของชิ้นงาน (Extrude)

การสเก็ตช์ภาพของแกนทรงกระบอก (Boss)

การสร้างรูทะลุโดยการตัด (Cut)

การเจาะรูให้ทะลุ โดยใช้คำสั่ง Extrude Cut

การลบเหลี่ยมและมุม โดยใช้คำสั่ง Fillet

การทำชิ้นงานให้เป็นแผ่นบาง โดยใช้คำสั่ง Shell

การเปลี่ยนขนาดของชิ้นงาน

การแสดงภาพตัด Section

การซูม การหมุน การย้าย และการแสดงภาพชิ้นงานลักษณะต่างๆ

2. ชิ้นงาน CPM ใช้การสร้างงานแบบโลหะแผ่น Sheet Metal

ในงานอุตสาหกรรมที่เป็นงานโลหะแผ่น อย่างเช่น CASE ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ กระโปรงรถยนต์ หรือแม้กระทั่งงานง่ายๆ อย่างเช่นกล่องรับจดหมาย ทั้งหลายนี้ก็จะมีการออกแบบและเขียนแบบเพื่อให้สามารถนำแผ่นโลหะไปทำการพับขึ้นรูป หรือดำเนินการผลิตในรูปแบบต่างๆ กัน แต่เนื่องด้วยการเขียนแบบคลี่นั้น มีความยุ่งยากสำหรับนักออกแบบ โปรแกรม SolidWorks™ จึงได้มีการสร้างคำสั่งเพื่อใช้สำหรับการออกแบบชิ้นงาน ที่ผลิตจากโลหะแผ่น ซึ่งสามารถออกแบบชิ้นงานได้อย่างง่ายดายในระยะเวลาอันสั้น

3. การออกแบบโดยการใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน

นักออกแบบอาจจะพบปัญหาในกรณีชิ้นงานย่อยมีจำนวนมาก อย่างเช่น เครื่องจักร มีการใช้สกรูและน็อตเป็นจำนวนมาก ทำให้การเขียนแบบสกรูและน็อตนั้นเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการออกแบบ ดังนั้นโปรแกรม SolidWorks™ จึงได้มีการสร้างชิ้นงานมาตรฐานไว้ เพื่อรองรับกับการออกแบบที่ต้องการชิ้นงานมาตรฐานเหล่านั้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งผู้ออกแบบสามารถเรียกได้จาก Library ของโปรแกรม อีกทั้งผู้ออกแบบยังสามารถสร้างชิ้นงานมาตรฐานเก็บไว้ เพื่อนำมาใช้งานได้อีกด้วย

4. การประกอบชิ้นงาน (Assembly)

ชิ้นส่วนย่อยๆ ที่ถูกเรียกว่า Part หลายชิ้นจะถูกนำมาประกอบเป็นชิ้นงานชิ้นเดียวกัน ซึ่งการนำ Part มาประกอบกันนั้นจะถูกเรียกว่าขั้นตอน Assembly และขั้นตอนการประกอบจะสำเร็จลุล่วงได้ต้องอาศัยการออกแบบชิ้นส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน และสามารถประกอบเข้ากันได้ด้วยโดยใช้หลักการที่ใช้

82472

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการจับคู่ชิ้นงานเข้าด้วยกัน เป็นหลักการที่มีความสำคัญมาก ซึ่งผลของการจับคู่ประกอบชิ้นงานย่อยนั้น จะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำงานของชิ้นงานประกอบ

5. การจับคู่เพื่อการประกอบชิ้นงาน

หลักการที่ใช้ในการจับคู่ชิ้นงานเข้าด้วยกัน เป็นหลักการที่มีความสำคัญมาก ซึ่งผลของการจับคู่ประกอบชิ้นงานย่อยนั้น จะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการทำงานของชิ้นงานประกอบ

6. การวิเคราะห์คุณสมบัติชิ้นงานและการนำเสนอชิ้นงาน

ก่อนที่ชิ้นงานจะถูกนำไปสร้างเป็นชิ้นงานจริงขึ้นมา โปรแกรม SolidWorks™ จะมีคำสั่งในการวิเคราะห์ชิ้นงาน เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถประเมินและหาจุดบกพร่องของชิ้นงานนั้นๆ ได้

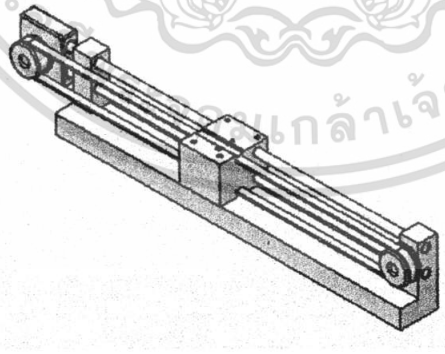
7. การสร้างภาพเขียนแบบฉาย (Drawing)

โปรแกรม SolidWorks™ จะมีความสามารถในการช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเขียนแบบภาพฉายได้ง่ายกว่าเดิม ซึ่งหลังจากการเขียนแบบภาพฉายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานก็จะสามารถตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของชิ้นงานได้อย่างละเอียด ซึ่งจะสัมพันธ์กับความถูกต้องของการออกแบบชิ้นส่วน และขั้นตอน Assembly ก่อนทำการสั่งทำชิ้นงาน CPM

3.2 ภาพชิ้นงานที่ได้ทำการออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks™

ชิ้นงานที่สำคัญมีดังนี้

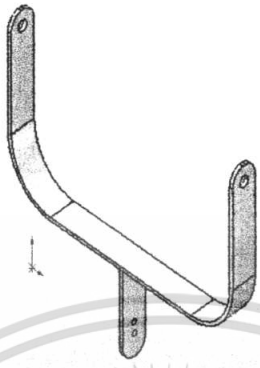
3.2.1 Block Slide เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการยกแกนที่ยึดติดกับชิ้นงานท่อนขา เพื่อยกขาของผู้ที่ได้ทำกายภาพบำบัดทำเป็นมุมองศาตามที่เราต้องการ



รูปที่ 3.2 ภาพชิ้นงาน Block Slide

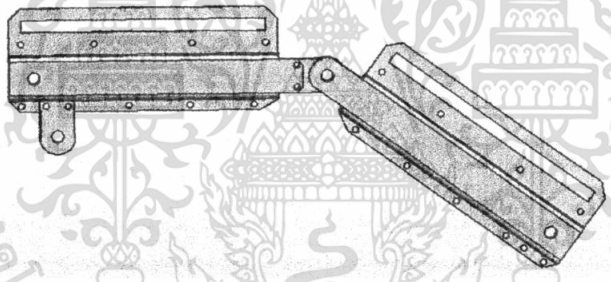
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แกน เป็นชิ้นงานที่อยู่ระหว่าง Block Slide กับ ชิ้นงานท่อนขา เพื่อใช้ยึดชิ้นงานทั้งสองให้มีการเคลื่อนที่สัมพันธ์กันตามการเลื่อนBlock Slide ในแนวราบ



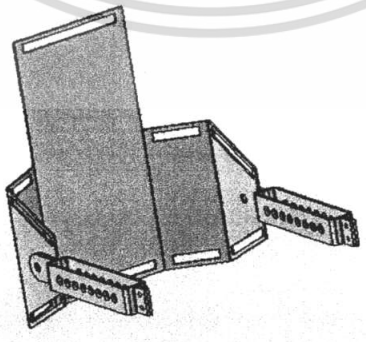
รูปที่ 3.3 ภาพชิ้นงานแกน

3.2.3 ชิ้นงานท่อนขา เป็นชิ้นงานที่ทำขึ้นมา เพื่อใช้เป็นส่วนที่รองรับขาของผู้ที่ทำกายภาพบำบัด โดยจะมีผ้าที่ลอดผ่านช่องที่เตรียมไว้สำหรับรองรับขาของผู้ที่ทำกายภาพบำบัด โดยสามารถปรับขนาดตามความยาวของขาของผู้ที่ทำกายภาพบำบัดได้



รูปที่ 3.4 ภาพชิ้นงานท่อนขา

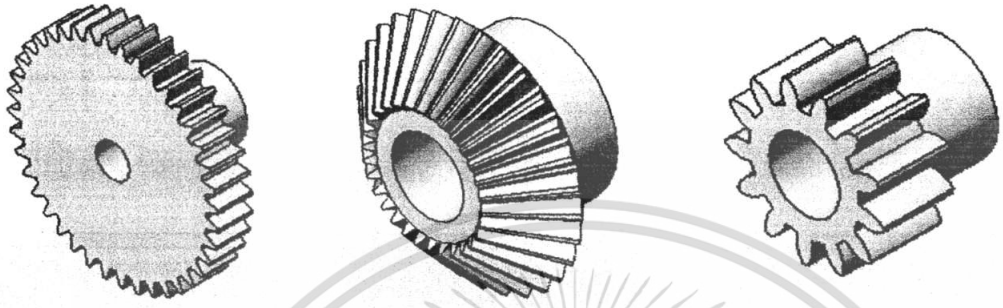
3.2.4 ที่รองส้น เป็นชิ้นงานที่ใช้สำรับรองรับส้นขาของผู้ที่ทำกายภาพบำบัด โดยจะมีผ้าที่ทำการสอดเข้าช่องที่เตรียมไว้เพื่อทำการรองรับส้นขา



รูปที่ 3.5 ภาพชิ้นงานที่รองส้น

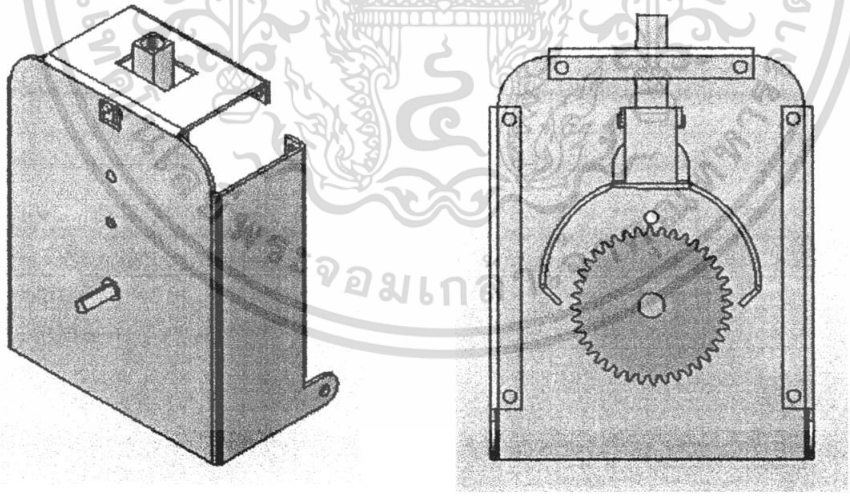
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 เฟือง เป็นชิ้นงานที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมความสัมพันธ์ของระบบต่างที่ไม่สัมพันธ์กันให้มีความสัมพันธ์กันขึ้น ตัวอย่างเช่น ใช้ยึดติดกับมอเตอร์ที่ทำการหมุนเพื่อเลื่อน Block Slide ให้เลื่อนไปโดยมีเฟืองทำหน้าที่เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างมอเตอร์และBlock Slide



รูปที่ 3.6 ภาพเฟือง

3.2.6 ชิ้นงานส่วนคันโยกรวมกับส่วนล็อกเฟือง ทำหน้าที่ในการป้องกันการไหลย้อนกลับเมื่อทำการโยกคันโยกถึงจุดๆหนึ่งแล้วทำการปล่อยมือ จากน้ำหนักของขาผู้ที่ทำการกายภาพบำบัดอาจทำให้มีการไหลย้อนกลับอย่างรวดเร็วขณะปล่อยคันโยก อาจทำให้ผู้ที่ทำการกายภาพบำบัดนั้นบาดเจ็บที่ข้อเข่าได้

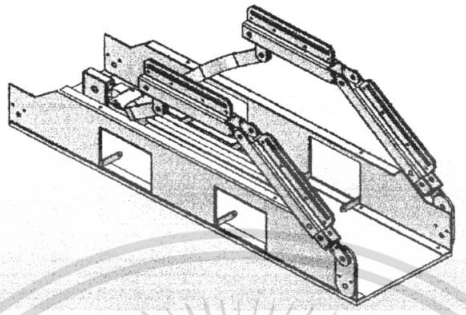


รูปที่ 3.7 ภาพชิ้นงานส่วนคันโยกรวมกับส่วนล็อกเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 โครงสร้างเครื่องช่วยขยับข้อเข่าประกอบใน SolidWorks™

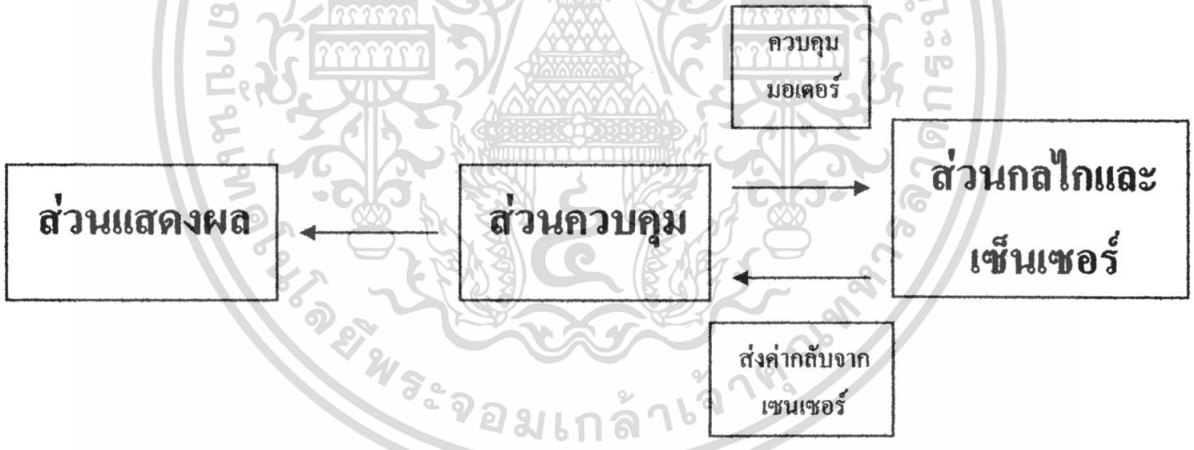
จากการประกอบชิ้นงานส่วนต่างๆที่ได้ออกแบบเข้าด้วยกันในโปรแกรม SolidWorks™จะได้โครงสร้างส่วนกลไกล ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ภาพ เครื่องช่วยขยับข้อเข่าที่เขียนแบบบน SolidWorks™

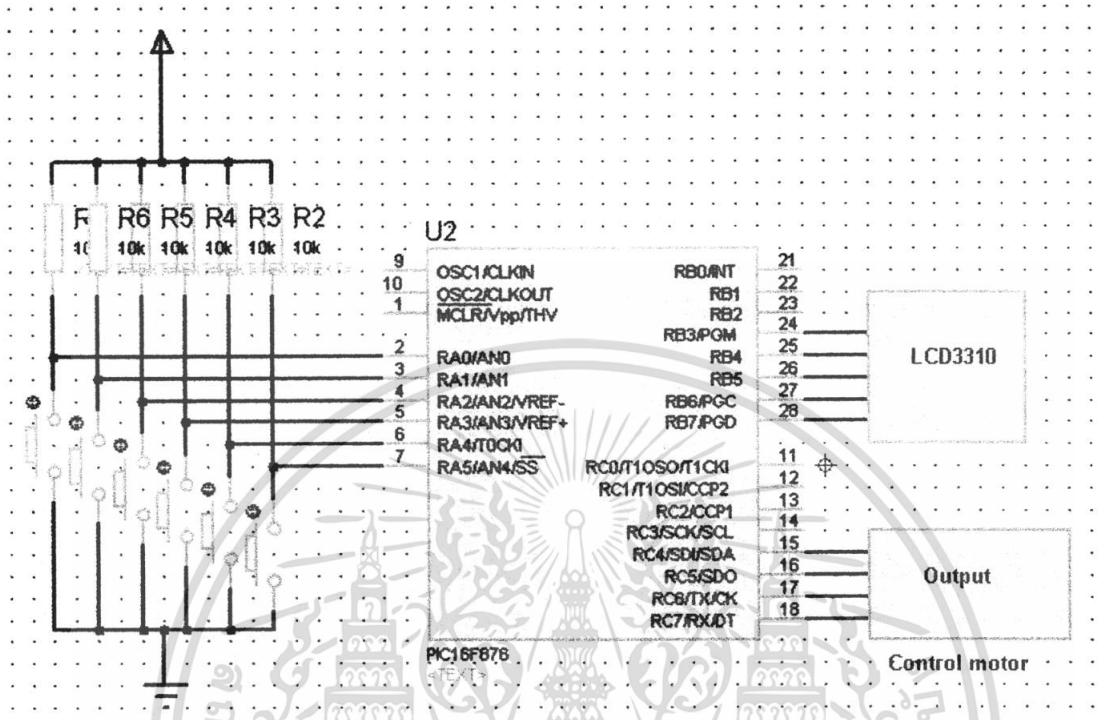
3.2.8 อิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมเครื่องช่วยขยับข้อเข่า

เครื่องช่วยขยับข้อเข่า นั้นมีโครงสร้างดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 บล็อกแสดงโครงสร้างของเครื่องช่วยขยับข้อเข่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 วงจรควบคุม LCD3310

การออกแบบวงจรแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

3.2.8.1 ส่วนแสดงผล

ทำหน้าที่รับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไปแสดงผล เพื่อให้ผู้ใช้เครื่องสามารถรับรู้ถึงสถานะการใช้งานได้โดยในส่วนแสดงผลนี้ ได้ใช้หน้าจอของโทรศัพท์มือถือ NOKIA รุ่น 3310 ซึ่งเป็นจอแสดงผลแบบกราฟฟิก ซึ่งมีการทำงานดังนี้

หลักการทำงานของ LCD 3310

แบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมด คือ command(C) โหมด กับ data(D) โหมด โดยอาศัยขาสัญญาณ D/C เพื่อเลือกโหมด มีรายละเอียดโหมด ดังนี้

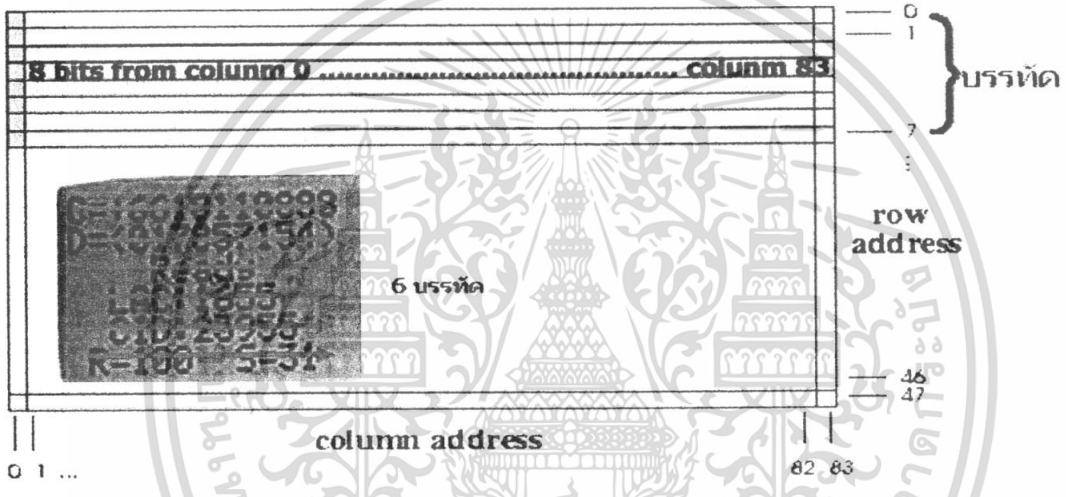
1. data(D) โหมด ใช้สำหรับ รับข้อมูล เพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลบนหน้าจอ

2. command(C) โหมด ใช้สำหรับ รับคำสั่ง (active low) เพื่อกำหนดตำแหน่งของการเริ่มต้นเขียนข้อมูล และ กำหนดค่า config ต่างๆให้แก่ LCD นอกจากนั้นยังควบคุมให้แสดงผลปกติ หรือแบบ Inverse ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบุตำแหน่งบนหน้าจอแสดงผลของ LCD 3310

หน้าจอของ LCD จะประกอบไปด้วยจำนวนจุดทั้งหมดเท่ากับ 48 x 84 pixels เป็นจำนวนคอลัมน์ (column) ได้เท่ากับ 84 คอลัมน์ และ จำนวนแถว (row) 48 แถวด้วยกัน โดยแถวทั้ง 48 แถวนั้นจะแสดงผลออกมาได้เป็น 6 บรรทัดเนื่องจากไอซี PCD8544 เก็บไฟล์ทีละ 1 byte หรือ 8 bits มาแสดงผล โดยเก็บข้อมูลจากซ้ายไปขวา บนสุดมาล่างสุด ดังนั้น 48 pixels คือ 48 bits ทำให้เรามีจำนวนบรรทัด สำหรับแสดง ผลเท่ากับ 48 / 8 = 6 บรรทัด เมื่อ LCD 3310 รับข้อมูลเพื่อแสดงผล มันจะรับแบบต่อเนื่อง จากบรรทัดแรก (บนสุด) แสดงจนครบทั้ง 84 คอลัมน์(pixels) จากซ้ายไปขวาก่อน จึงขึ้นแถวที่ 2 แล้วแสดงให้ครบทั้ง 84 คอลัมน์(pixels)ใหม่ ไปเรื่อย ๆ จนสุดท้าย บรรทัดที่ 6 ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การระบุตำแหน่งบนหน้าจอแสดงผลของ LCD 3310

3.3.8.2 ส่วนควบคุม

ในส่วนควบคุมเราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F876-20 และ PIC16F627A มาประมวลผลเพื่อรับคำสั่งจากสวิทช์ 6 อันจากรีโมท และรับค่าจากเซนเซอร์จากส่วนปฏิบัติการ 4 อัน เพื่อนำไปแสดงผลยังหน้าจอ LCD 3310 และควบคุมการทำงานของเครื่อง

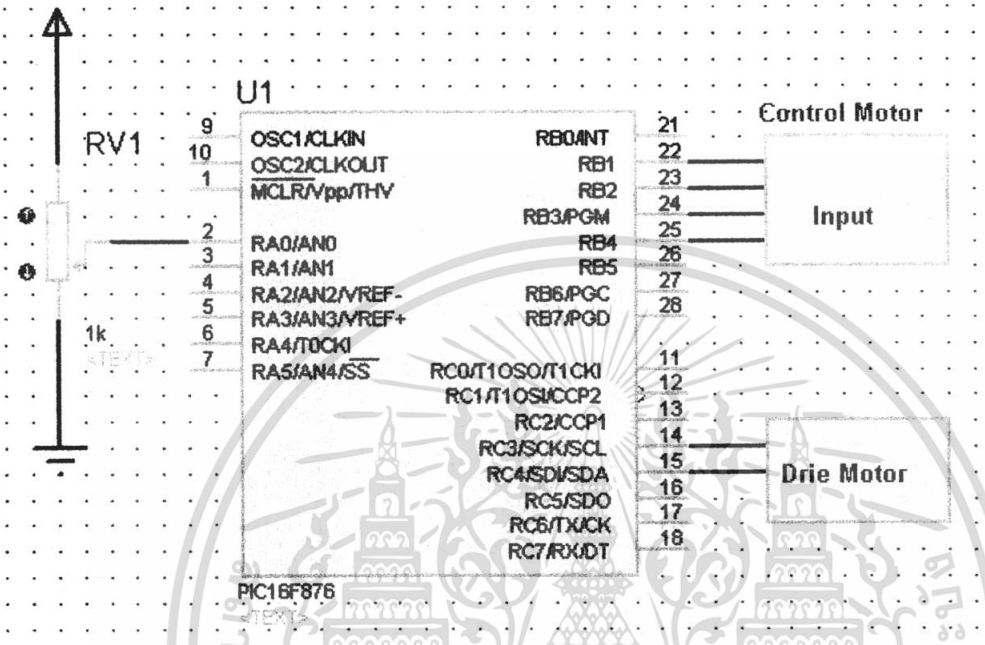
โดยสวิทช์ทั้ง 6 ในส่วนอินพุทประกอบด้วย

1. สวิทช์กดลง(DOWN) เพื่อใช้ในการเลื่อนลง
2. สวิทช์เลือก(SELECT) ใช้ในการเลือกโหมดการทำงานต่างๆให้กับเครื่อง
3. สวิทช์เคลีย(CLEAR) ใช้ในการย้อนกลับมายังหน้าจอหลัก
4. สวิทช์เริ่ม(START) ใช้ในการเริ่มการทำงาน
5. สวิทช์หยุด(STOP) ใช้ในการหยุดการทำงาน
6. สวิทช์ถอย(BACK) ใช้ในการสั่งให้เครื่องถอยหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8.3 ส่วนเซ็นเซอร์และขับเคลื่อนกลไก

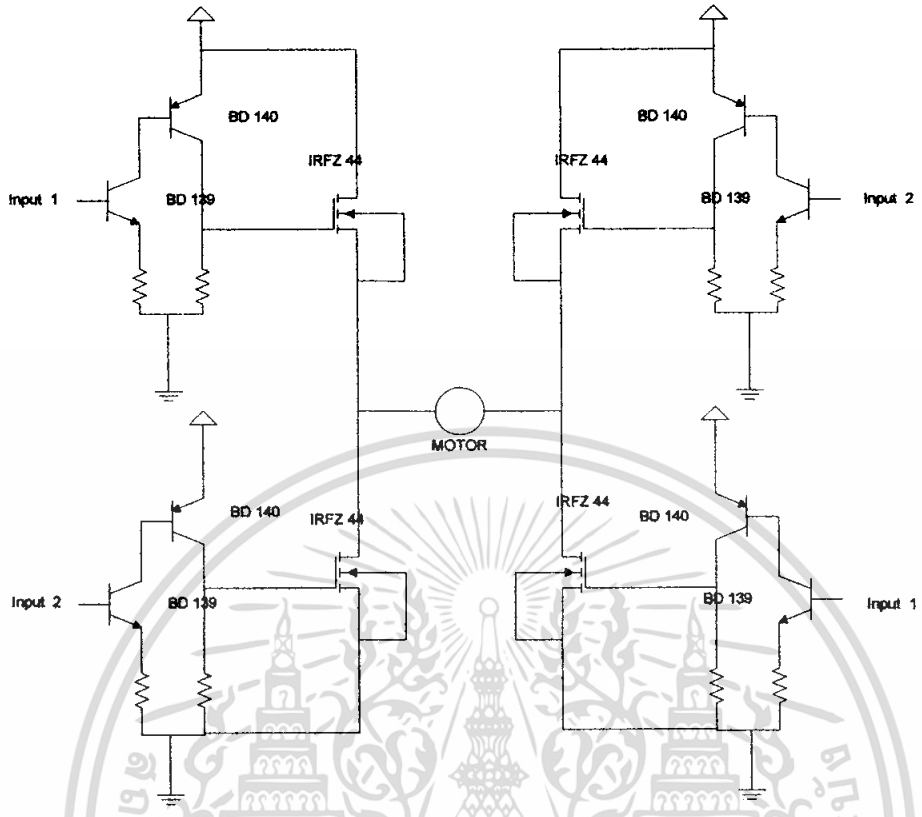
ในส่วนนี้จะเป็นที่ประกอบไปด้วยส่วนย่อยๆอีก 2 ส่วนคือ



รูปที่ 3.12 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์และเซ็นเซอร์

ก.) ส่วนควบคุมมอเตอร์จะเป็นส่วนที่รับคำสั่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะทำให้เครื่อง CPM ทำงานโดยในส่วนควบคุมมอเตอร์เราได้ใช้ ทรานซิสเตอร์ และมอสเฟสมาขับมอเตอร์ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 วงจรขับมอเตอร์

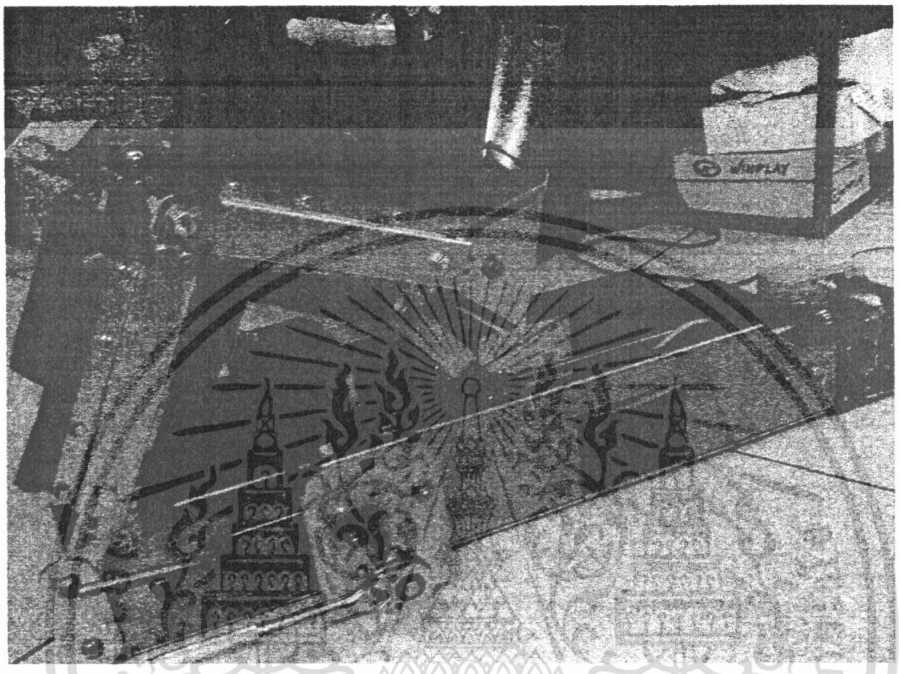
โดยที่ input จะรับค่า 0 หรือ 5 โวลต์จากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วผ่านทรานซิสเตอร์ BD139 ได้กระแสประมาณ 4.3 mA ส่งไปยัง BD140 ทำให้ BD139 เกิดการ Satulation ทำให้ไฟเข้าขาเกตของมอสเฟตประมาณ 20 โวลต์ซึ่งเป็นโวลต์ที่ทำให้มอสเฟตนำกระแสได้มากที่สุด

3.3.8.4 ส่วนเซนเซอร์

ในเครื่อง CPM จะใช้ VR ในการควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปเนื่องจากเคลื่อนที่ของเครื่อง CPM โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าแรงดันและนำมาแปลงจากอนาลอกเป็นดิจิตอลเพื่อนำไปควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่อง

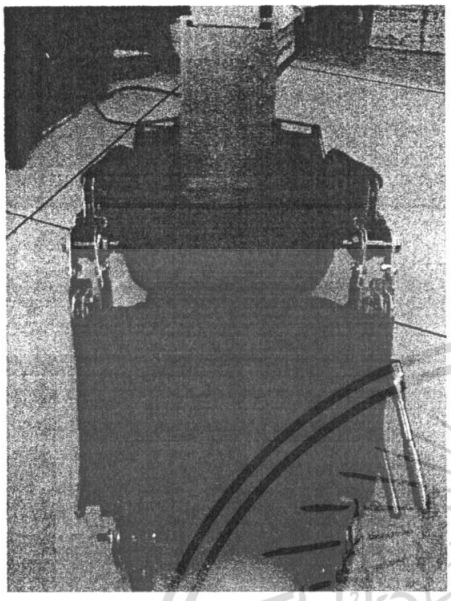
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 เครื่องช่วยขยับข้อเข่าหลังประกอบเสร็จสิ้น

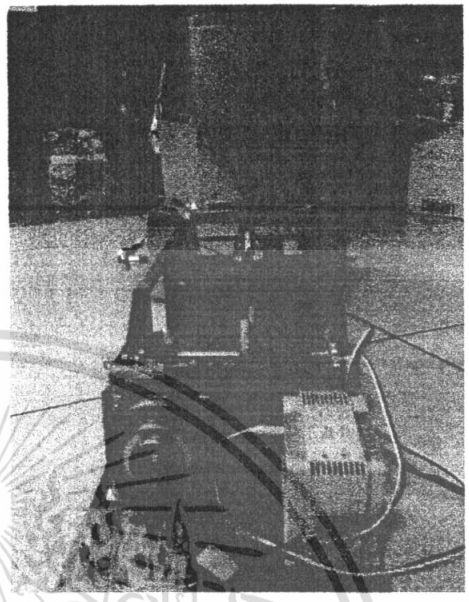


รูปที่ 3.14 ก.) เครื่องช่วยขยับข้อเข่าหลังเมื่อประกอบเสร็จแล้วแสดงคันโยกด้วยมือ

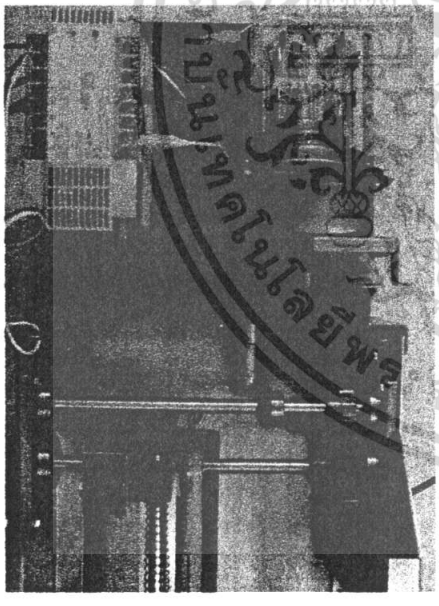
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



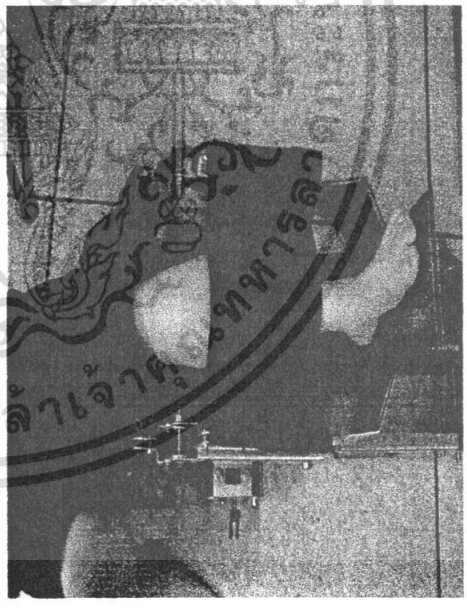
รูปที่ 3.14 ข.) ส่วนวางเท้า



รูปที่ 3.14 ค.) มอเตอร์ขับเคลื่อน



รูปที่ 3.14 ง.) กลไกขับเคลื่อน



รูปที่ 3.14 จ.) การวางเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 วัดสัญญาณควบคุมมอเตอร์ที่ขาไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วัดสัญญาณควบคุมมอเตอร์ที่ขาไมโครคอนโทรลเลอร์

สถานะ	RB1	RB2	RB3	RB4
ช้า 60^{o}	0	0	0	1
ช้า 90^{o}	0	0	1	1
ช้า 120^{o}	0	0	1	1
เร็ว 60^{o}	0	1	0	0
เร็ว 90^{o}	0	1	0	1
เร็ว 120^{o}	0	1	1	0
ถอย	1	0	0	0

4.2 การทดลอง 2 วัดองศาของเครื่อง CPM ที่มุมและความเร็วต่างๆ

ตารางที่ 2 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม 60^{o}

ความเร็ว	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	ERROR
ช้า	61.20	61.35	60.68	62.10	61.00	61.27	2.11 %
เร็ว	62.35	63.80	62.68	63.48	63.50	63.16	5.27 %

ตารางที่ 3 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม 90^{o}

ความเร็ว	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	ERROR
ช้า	91.54	91.44	92.34	92.00	91.88	91.84	2.04 %
เร็ว	92.74	92.66	93.23	93.34	92.66	92.93	3.25 %

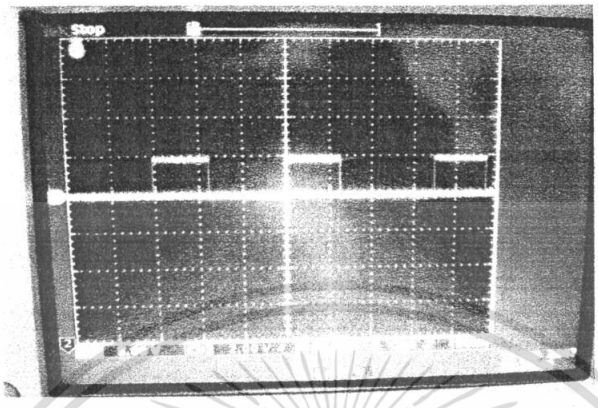
ตารางที่ 4 ทดลองการทำงานของเครื่องที่มุม 120^{o}

ความเร็ว	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	ERROR
ช้า	122.90	120.10	120.24	121.77	121.00	121.20	1.00 %
เร็ว	120.60	124.44	122.86	122.26	122.46	122.54	2.12 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

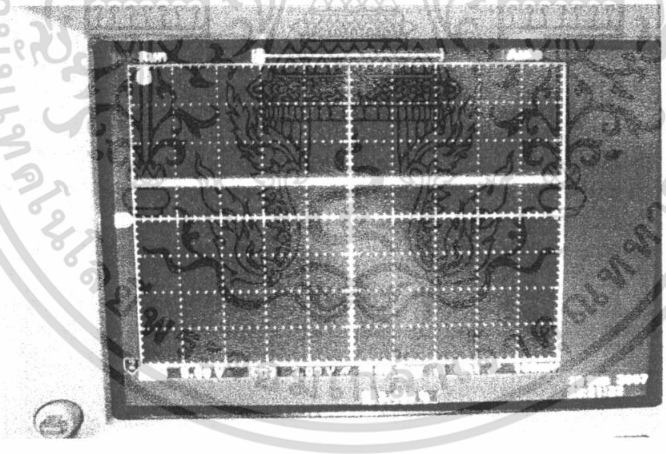
4.3 การทดลองที่ 3 วัดสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ที่ความเร็วต่างๆ

4.3.1 สัญญาณควบคุมความเร็ว SLOW



รูปที่ 4.1 ภาพสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ความเร็ว SLOW

4.3.2 สัญญาณควบคุมความเร็ว FAST



รูปที่ 4.2 ภาพสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ความเร็ว FAST

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ได้กล่าวถึงการออกแบบสร้างเครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริดเพื่อให้สามารถใช้งานได้ทั้งแบบใช้ไฟฟ้าและแรงคน การออกแบบส่วนกลไกลโปรแกรม SolidWork™ ช่วยในการออกแบบซึ่งสามารถจำลองการเคลื่อนไหวเมื่อประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องช่วยขยับข้อเข่าที่ได้ทำการสร้างและออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWork™ เมื่อนำมาใช้งานจริงจะเห็นได้ว่าที่ความเร็วช้าเครื่องจะสามารถไปถึงยังมุมองศาที่เรากำหนดได้ดีกว่าที่ความเร็วเต็มที่ ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนั้นเนื่องมาจากเมื่อเครื่องทำงานที่ความเร็วสูงสุดเมื่อถึงองศาที่กำหนดมอเตอร์ยังคงมีความหน่วงอยู่ทำให้เคลื่อนที่ไปอีกเล็กน้อย และอีกสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการรับค่าจากเซนเซอร์ที่มาจากการรับค่า A/D จากความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ เนื่องจากการหมุนความต้านทานแล้วอุปกรณ์ที่ใช้นั้นมีความคลาดเคลื่อนในการทดลอง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค์

5.2.1 ปัญหาและอุปสรรค์ทางกลในโปรแกรม SolidWork

1. มีการลองผิดลองถูกกับการออกแบบชิ้นงานมากเนื่องจากไม่เคยใช้โปรแกรมนี้ ซึ่งในการออกแบบนั้นต้องออกแบบกำหนดให้ค่าตัวเลขของขนาดชิ้นงานมีค่าที่แน่นอน เพราะมีผลต่อขั้นตอนการประกอบชิ้นงานมาก ถ้ากำหนดขนาดผิดแม้แต่นิดเดียวก็ไม่สามารถประกอบชิ้นงานได้

2. เนื่องจากการประกอบชิ้นงานเข้าไปหลายชิ้นด้วยกัน ทำให้การรันทดสอบการเคลื่อนไหวทำได้ยาก เนื่องจากแรมของคอมพิวเตอร์ผู้ใช้มีค่าน้อยเกินไปที่จะสามารถรันการทำงานที่คอนข้างซับซ้อนได้ ทำให้การรันการเคลื่อนไหวของชิ้นงาน มีการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวช้ามาก จึงแก้ปัญหาโดยแยกแต่ละชิ้นงานมาประกอบกันตามความเหมาะสมกับจำนวนชิ้นงานนั้นเพื่อลดการทำงานที่ซับซ้อนของโปรแกรมลง

5.2.2 ปัญหาและอุปสรรค์วงจรอิเล็กทรอนิกส์

1. เนื่องจากส่วนควบคุมนี้ใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ (PIC) ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรเลอร์ที่ไม่คุ้นเคยจึงต้องเสียเวลาในการศึกษาค่อนข้างมาก

2. นักศึกษาเพิ่งเคยทำการติดต่อกับหน้าจอแบบ LCD 3310 ซึ่งมีความแตกต่างจาก LCD ทั่วไปทำให้เสียเวลาในการศึกษาและออกแบบ

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

จากการศึกษาและได้ลงมือทำเครื่องช่วยขยับข้อเข่า ช่วยให้สามารถเข้าใจหลักการทำงานของไมโครคอนโทลเลอร์ (PIC) การใช้ A/D และสามารถเขียนติดต่อกับจอ LCD 3310 ซึ่งเป็นกราฟฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LCD อย่างง่าย ตลอดจนการใช้ MOSFET ในการขับมอเตอร์และการใช้โปรแกรม Solid Work ในการออกแบบได้เป็นอย่างดี

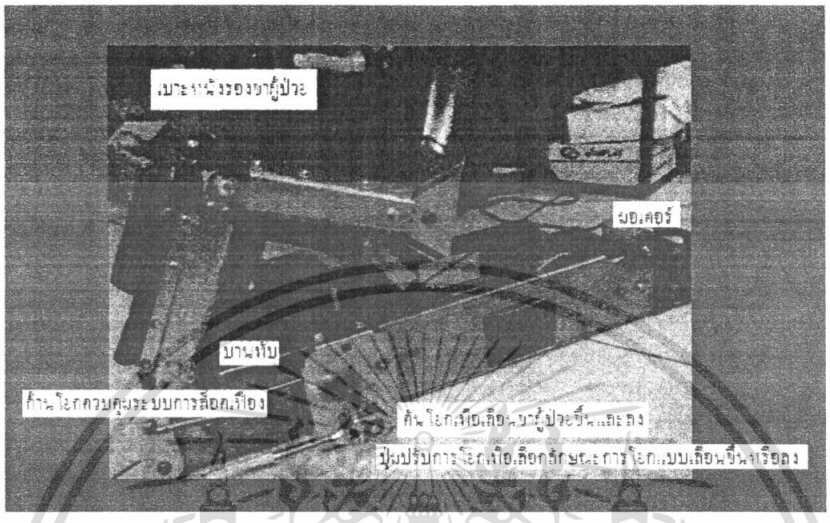
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ประจิน พลังสันติกุล , "เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพเลอร์" อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ กรุงเทพ 2548
2. ทวีศักดิ์ ศรีช่วย, โซลิดเวิร์ค แฮนด์บุค (SolidWork Handbook) : คู่มือสำหรับผู้ใช้ SolidWorks ฉบับสมบูรณ์, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพ 2549
3. http://www.bangkokhealth.com/ortho_htdoc/ortho_health_detail.asp?Number=9360
4. http://www.wara.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
คู่มือการใช้งานเครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริด



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งต่างๆบนเครื่อง HCPM

การใช้งานเครื่องช่วยขยับข้อเข่าแบบไฮบริดที่มีการทำงาน 2 ระบบ ดังนี้

1. ระบบที่ใช้แรงคนขับเคลื่อน

เลือกระบบการทำงานแบบที่ใช้แรงคนขับเคลื่อน โดยทำการเลื่อนมอเตอร์ออกจากกลุ่มเฟือง แล้วนำขาผู้ป่วยวางบนเบาะหนังที่ทำขึ้นเพื่อรองรับขาของผู้ป่วย

1.1 กรณีเลื่อนขาผู้ป่วยขึ้น

1.1.1 เก็บบานพับเข้ามา เพื่อให้ระบบล็อคทำงาน

1.1.2 จากนั้นปรับปุ่มที่ติดกับคันโยก พร้อมกับโยกช้าๆ

1.1.3 จะมีเสียงดังจากการ โยกเล็กน้อย เนื่องจากระบบล็อคทำงาน

1.1.4 ขาของผู้ป่วยจะขยับขึ้นอย่างช้าๆ ตามลักษณะการ โยก

1.2 กรณีเลื่อนขาผู้ป่วยลง

1.2.1 กางบานพับออก เพื่อปิดระบบล็อค

1.2.2 จากนั้นปรับปุ่มที่ติดกับคันโยก พร้อมกับโยกช้าๆ

1.2.3 จะไม่มีเสียงดังจากการ โยกเนื่องจากช่วงขาลงไม่ต้องใช้ระบบล็อค

1.2.4 ขาของผู้ป่วยจะขยับลงอย่างช้าๆ ตามลักษณะการ โยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบที่ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน

เลือกระบบการทำงานแบบที่ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน โดยทำการเลื่อนมอเตอร์เข้าหากลุ่มเฟือง แล้วนำขาผู้ป่วยวางบนเบาะหนังที่ทำขึ้นเพื่อรองรับขาของผู้ป่วย

2.1 กรณีแบบใช้โปรแกรมที่ตั้งไว้

2.1.1 กางบานพับออก เพื่อปิดระบบล็อค

2.1.2 จากนั้นกดปุ่ม Select ที่รีโมทเพื่อเลือกมุมและความเร็วที่ต้องการใช้งาน

2.1.3 จากนั้นกดปุ่ม Start เพื่อให้โปรแกรมทำงานตามอัตโนมัติ

2.1.4 ขาของผู้ป่วยจะขยับขึ้นและลงจนถึงมุมที่ได้กำหนดไว้

2.2 กรณีบังคับขึ้นลงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

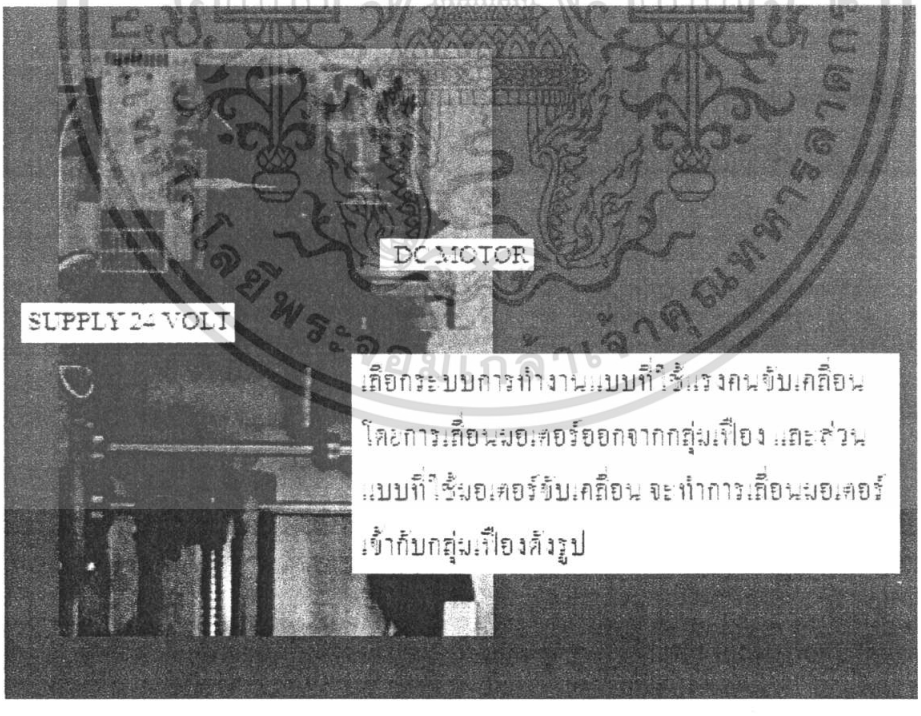
2.2.1 กางบานพับออก เพื่อปิดระบบล็อค

2.2.2 กดปุ่ม Select เพื่อเลือกโหมดการทำงานแบบกำหนดเอง

2.2.3 จากนั้นกดปุ่ม Start เพื่อเข้าสู่ระบบแบบกำหนดเอง

2.2.4 กดปุ่มขึ้นและลงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

2.2.5 ขาของผู้ป่วยจะขยับขึ้นและลงอย่างช้าๆ ตามลักษณะการกดของผู้ใช้งาน



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งต่างๆบนส่วนมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N-channel enhancement mode TrenchMOS™ transistor

IRFZ44N

GENERAL DESCRIPTION

N-channel enhancement mode standard level field-effect power transistor in a plastic envelope using 'trench' technology. The device features very low on-state resistance and has integral zener diodes giving ESD protection up to 2kV. It is intended for use in switched mode power supplies and general purpose switching applications.

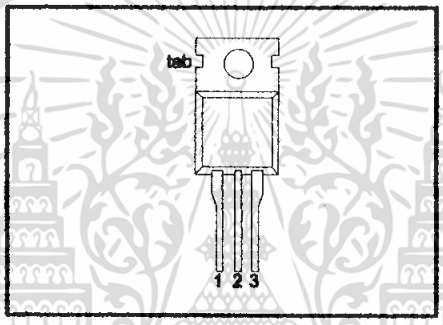
QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	UNIT
V_{DS}	Drain-source voltage	55	V
I_D	Drain current (DC)	49	A
P_{tot}	Total power dissipation	110	W
T_j	Junction temperature	175	°C
$R_{DS(ON)}$	Drain-source on-state resistance V_{GS} = 10 V	22	mΩ

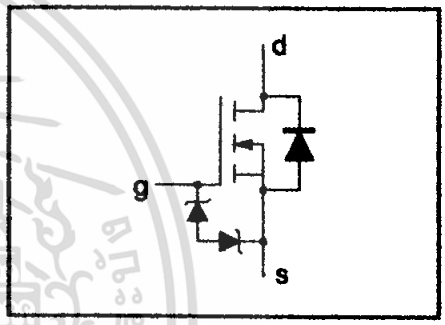
PINNING - TO220AB

PIN	DESCRIPTION
1	gate
2	drain
3	source
tab	drain

PIN CONFIGURATION



SYMBOL



LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{DS}	Drain-source voltage	-	-	55	V
V_{DGR}	Drain-gate voltage	R_{GS} = 20 kΩ	-	55	V
$\pm V_{GS}$	Gate-source voltage	-	-	20	V
I_D	Drain current (DC)	T_{mb} = 25 °C	-	49	A
I_D	Drain current (DC)	T_{mb} = 100 °C	-	35	A
I_{DM}	Drain current (pulse peak value)	T_{mb} = 25 °C	-	160	A
P_{tot}	Total power dissipation	T_{mb} = 25 °C	-	110	W
T_{stg}, T_j	Storage & operating temperature	-	- 55	175	°C

ESD LIMITING VALUE

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_C	Electrostatic discharge capacitor voltage, all pins	Human body model (100 pF, 1.5 kΩ)	-	2	kV

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th\ j\text{-}mb}$	Thermal resistance junction to mounting base	-	-	1.4	K/W
$R_{th\ j\text{-}a}$	Thermal resistance junction to ambient	in free air	60	-	K/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N-channel enhancement mode TrenchMOS™ transistor

IRFZ44N

STATIC CHARACTERISTICS

T_j = 25°C unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$V_{(BR)DSS}$	Drain-source breakdown voltage	V_{GS} = 0 V; I_D = 0.25 mA;	55	-	-	V
		T_j = -55°C	50	-	-	V
$V_{GS(TO)}$	Gate threshold voltage	V_{DS} = V_{GS}; I_D = 1 mA	2.0	3.0	4.0	V
		T_j = 175°C	1.0	-	-	V
		T_j = -55°C	-	-	4.4	
I_{DSS}	Zero gate voltage drain current	V_{DS} = 55 V; V_{GS} = 0 V;	-	0.05	10	µA
		T_j = 175°C	-	-	500	µA
I_{GSS}	Gate source leakage current	V_{GS} = ±10 V; V_{DS} = 0 V	-	0.04	1	µA
		T_j = 175°C	-	-	20	µA
$\pm V_{(BR)GSS}$	Gate source breakdown voltage	I_G = ±1 mA;	16	-	-	V
$R_{DS(ON)}$	Drain-source on-state resistance	V_{GS} = 10 V; I_D = 25 A	-	15	22	mΩ
		T_j = 175°C	-	-	42	mΩ

DYNAMIC CHARACTERISTICS

T_{mb} = 25°C unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
g_{fs}	Forward transconductance	V_{DS} = 25 V; I_D = 25 A	6	-	-	S
C_{iss}	Input capacitance	V_{GS} = 0 V; V_{DS} = 25 V; f = 1 MHz	-	1350	1800	pF
C_{oss}	Output capacitance		-	330	400	pF
C_{rss}	Feedback capacitance		-	155	215	pF
Q_g	Total gate charge	V_{DD} = 44 V; I_D = 50 A; V_{GS} = 10 V	-	-	62	nC
Q_{gs}	Gate-cource charge		-	-	15	nC
Q_{gd}	Gate-drain (miller) charge		-	-	26	nC
$t_{d\,on}$	Turn-on delay time	V_{DD} = 30 V; I_D = 25 A;	-	18	26	ns
t_r	Turn-on rise time	V_{GS} = 10 V; R_G = 10 Ω	-	50	75	ns
$t_{d\,off}$	Turn-off delay time	Resistive load	-	40	50	ns
t_f	Turn-off fall time		-	30	40	ns
L_d	Internal drain inductance	Measured from contact screw on tab to centre of die	-	3.5	-	nH
L_d	Internal drain inductance	Measured from drain lead 6 mm from package to centre of die	-	4.5	-	nH
L_s	Internal source inductance	Measured from source lead 6 mm from package to source bond pad	-	7.5	-	nH

REVERSE DIODE LIMITING VALUES AND CHARACTERISTICS

T_j = 25°C unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{DR}	Continuous reverse drain current		-	-	49	A
I_{DRM}	Pulsed reverse drain current		-	-	160	A
V_{SD}	Diode forward voltage	I_F = 25 A; V_{GS} = 0 V	-	0.95	1.2	V
		I_F = 40 A; V_{GS} = 0 V	-	1.0	-	
t_{rr}	Reverse recovery time	I_F = 40 A; -dI_F/dt = 100 A/µs;	-	47	-	ns
Q_{rr}	Reverse recovery charge	V_{GS} = -10 V; V_R = 30 V	-	0.15	-	µC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N-channel enhancement mode TrenchMOS™ transistor

IRFZ44N

AVALANCHE LIMITING VALUE

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
W_{DSS}	Drain-source non-repetitive unclamped inductive turn-off energy	I_D = 45 A; $V_{DD} \leq$ 25 V; V_{GS} = 10 V; R_{GS} = 50 Ω; T_{mb} = 25 °C	-	-	110	mJ

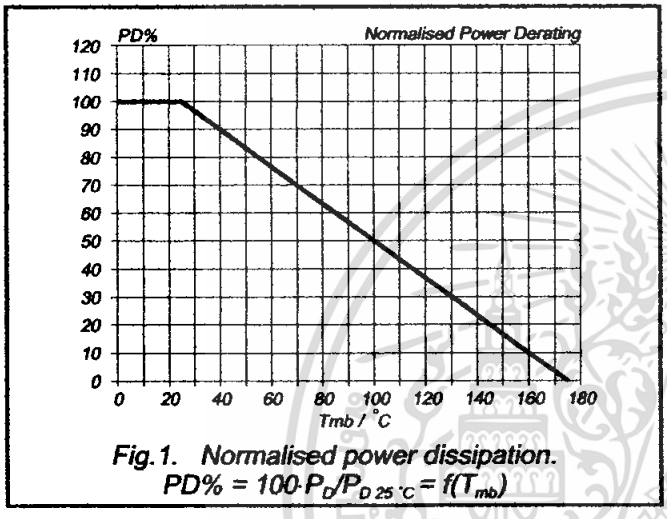


Fig.1. Normalised power dissipation.
PD% = 100·P_D/$P_{D\ 25\ °C}$ = f(T_{mb})

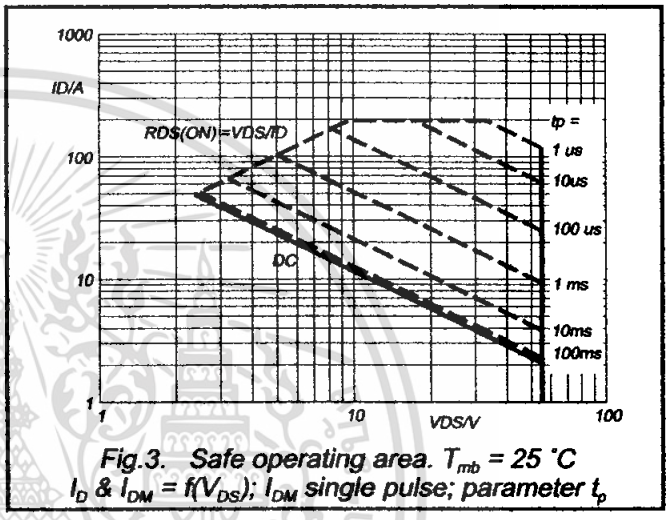


Fig.3. Safe operating area. T_{mb} = 25 °C
I_D & I_{DM} = f(V_{DS}); I_{DM} single pulse; parameter t_p

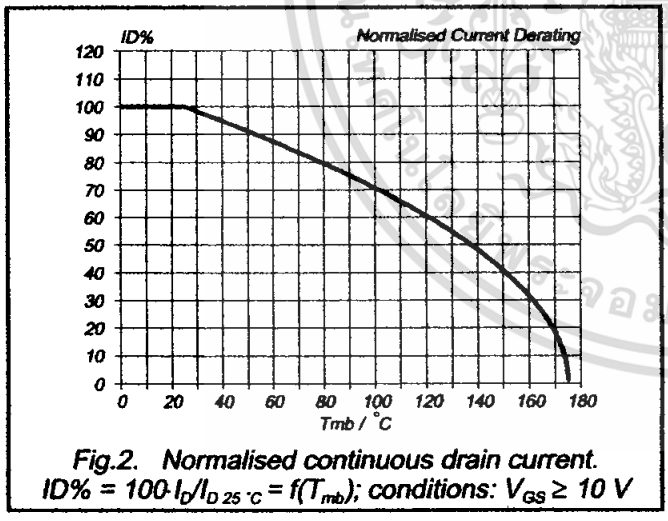


Fig.2. Normalised continuous drain current.
ID% = 100·I_D/$I_{D\ 25\ °C}$ = f(T_{mb}); conditions: $V_{GS} \geq$ 10 V

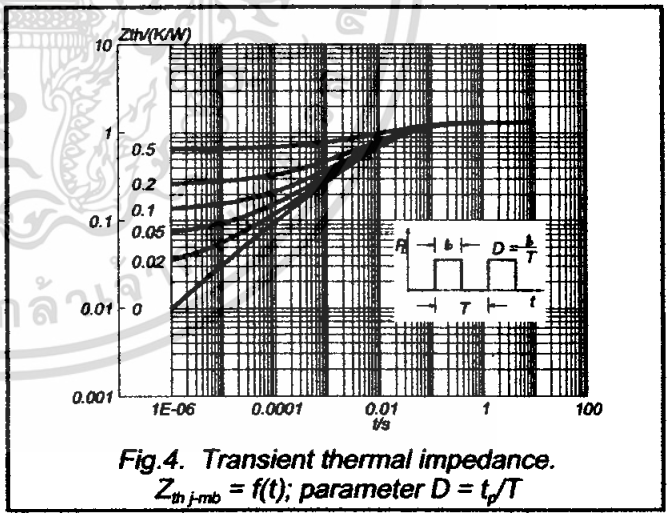


Fig.4. Transient thermal impedance.
$Z_{th\ j\text{-}mb}$ = f(t); parameter D = t_p/T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N-channel enhancement mode TrenchMOS™ transistor

IRFZ44N

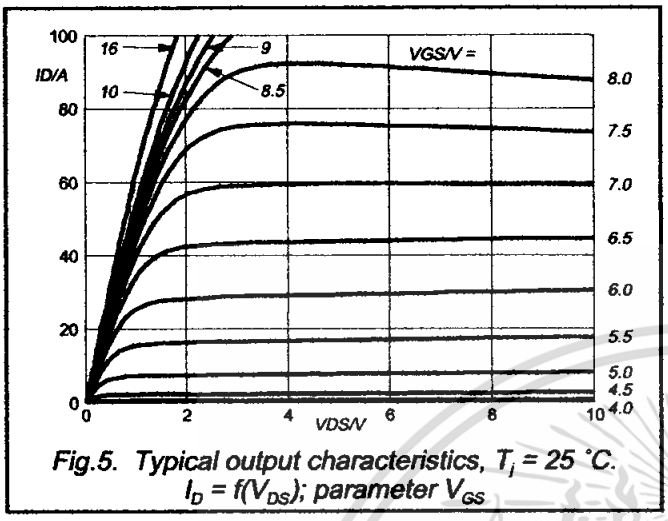


Fig.5. Typical output characteristics, T_j = 25 °C. $I_D = f(V_{DS})$; parameter V_{GS}

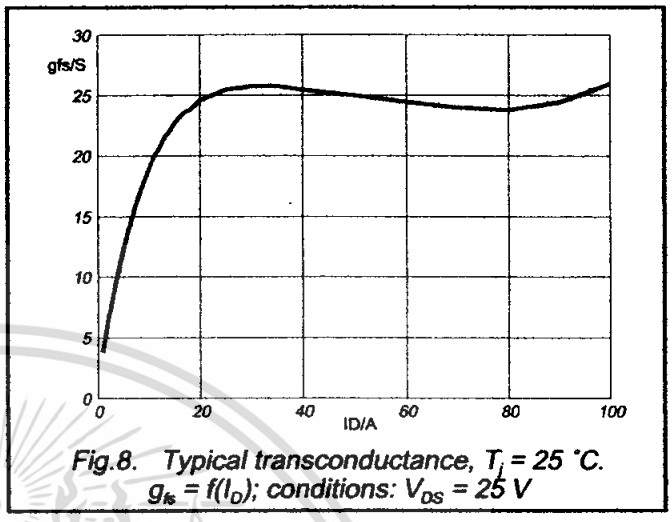


Fig.8. Typical transconductance, T_j = 25 °C. $g_{fs} = f(I_D)$; conditions: V_{DS} = 25 V

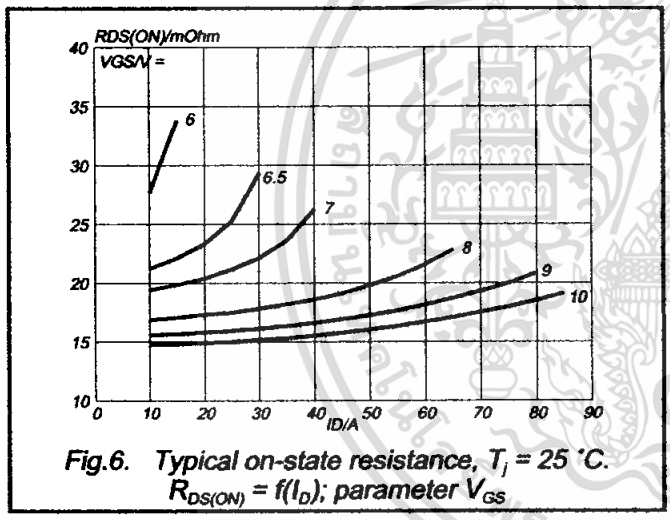


Fig.6. Typical on-state resistance, T_j = 25 °C. $R_{DS(ON)} = f(I_D)$; parameter V_{GS}

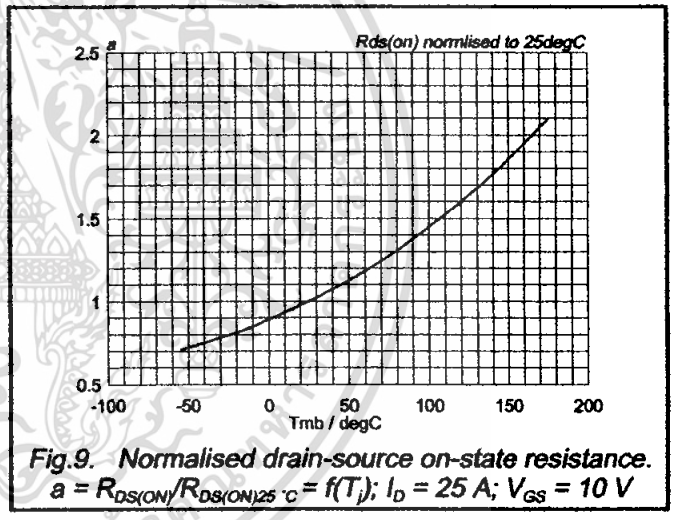


Fig.9. Normalised drain-source on-state resistance. $a = R_{DS(ON)}/R_{DS(ON)25\ °C} = f(T_j)$; I_D = 25 A; V_{GS} = 10 V

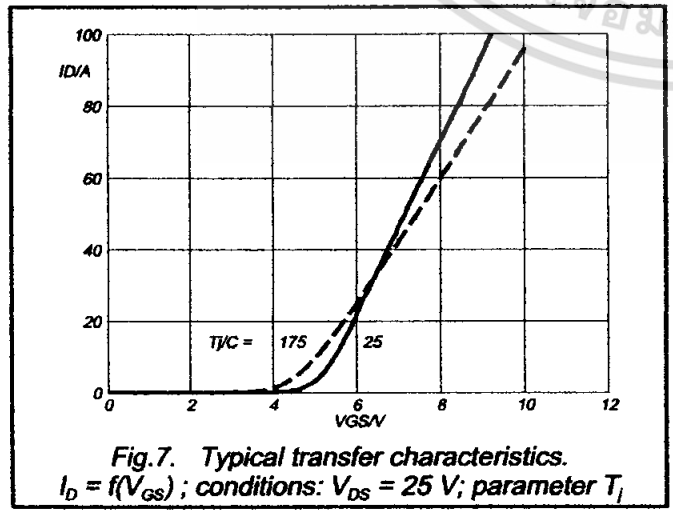


Fig.7. Typical transfer characteristics. $I_D = f(V_{GS})$; conditions: V_{DS} = 25 V; parameter T_j

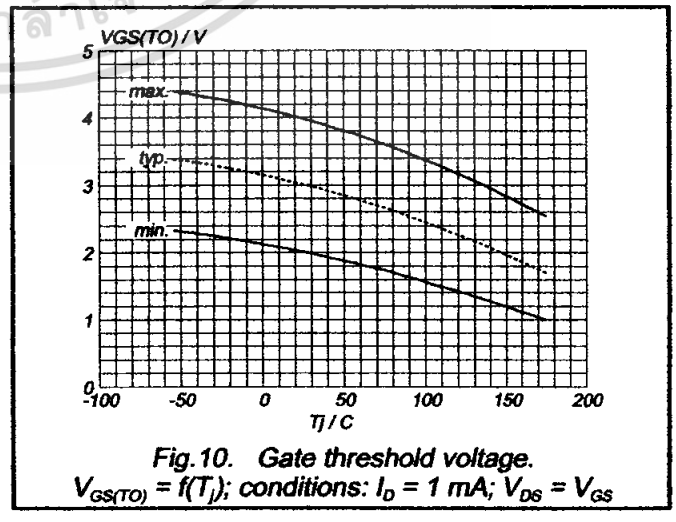


Fig.10. Gate threshold voltage. $V_{GS(TO)} = f(T_j)$; conditions: I_D = 1 mA; $V_{DS} = V_{GS}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N-channel enhancement mode TrenchMOS™ transistor

IRFZ44N

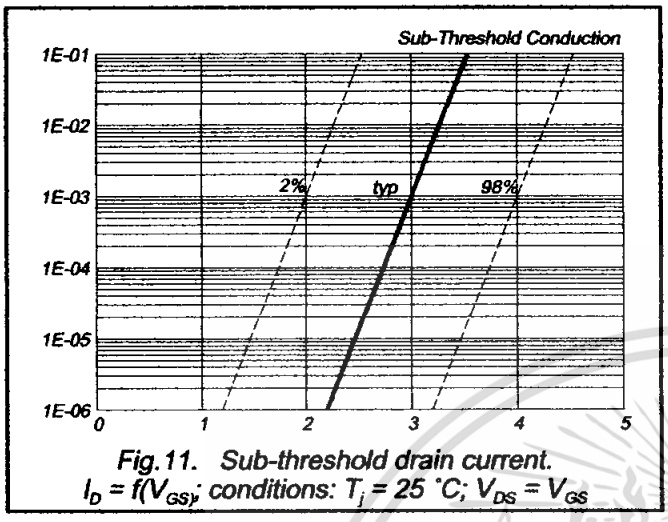


Fig.11. Sub-threshold drain current.
$I_D = f(V_{GS})$; conditions: T_j = 25 °C; $V_{DS} = V_{GS}$

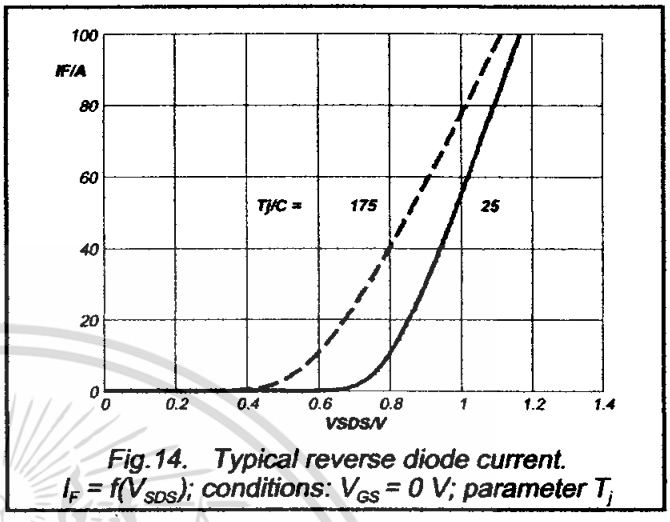


Fig.14. Typical reverse diode current.
$I_F = f(V_{SDS})$; conditions: V_{GS} = 0 V; parameter T_j

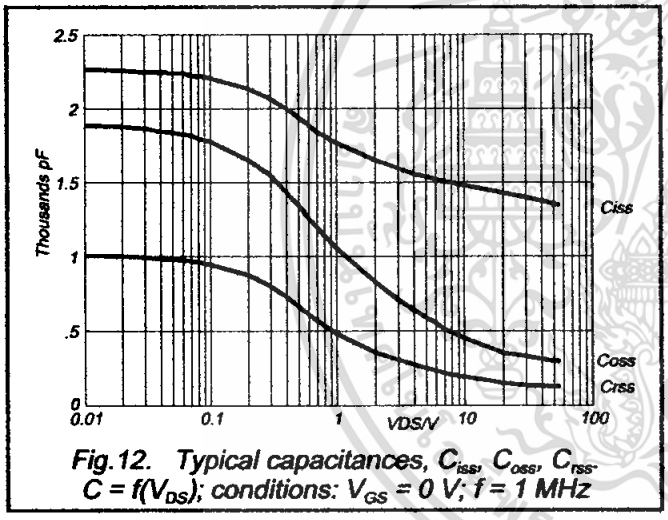


Fig.12. Typical capacitances, C_{iss}, C_{oss}, C_{rss}.
$C = f(V_{DS})$; conditions: V_{GS} = 0 V; f = 1 MHz

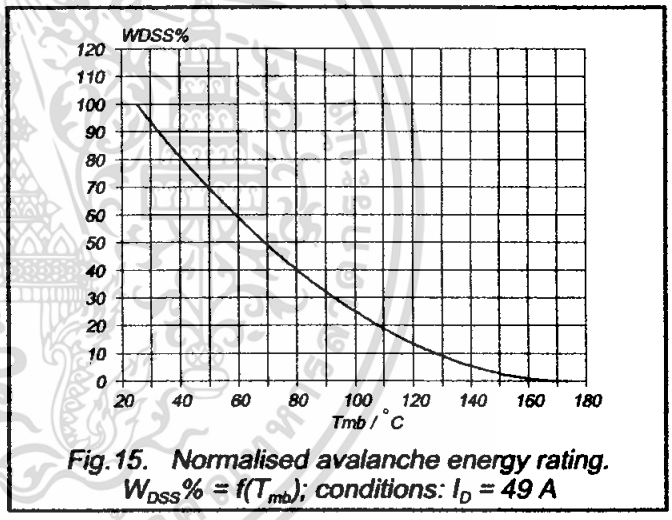


Fig.15. Normalised avalanche energy rating.
W_{DSS}% = $f(T_{mb})$; conditions: I_D = 49 A

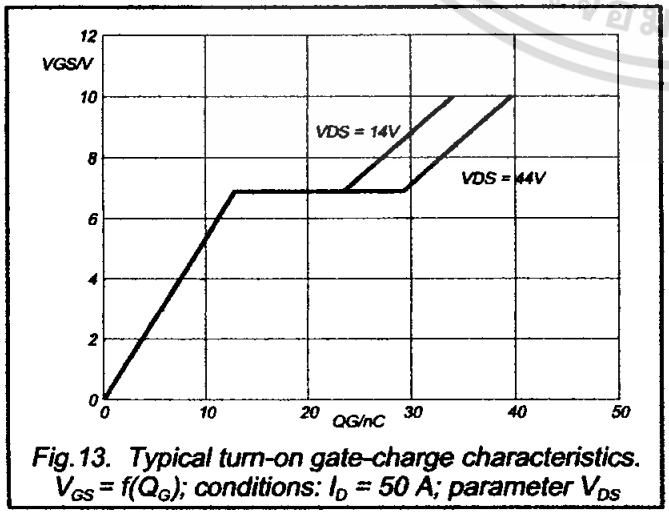


Fig.13. Typical turn-on gate-charge characteristics.
$V_{GS} = f(Q_G)$; conditions: I_D = 50 A; parameter V_{DS}

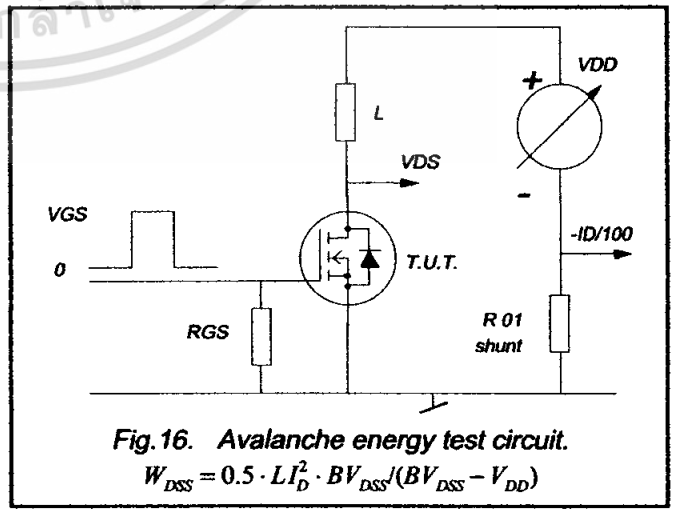


Fig.16. Avalanche energy test circuit.
$$W_{DSS} = 0.5 \cdot LI_D^2 \cdot BV_{DSS}/(BV_{DSS} - V_{DD})$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

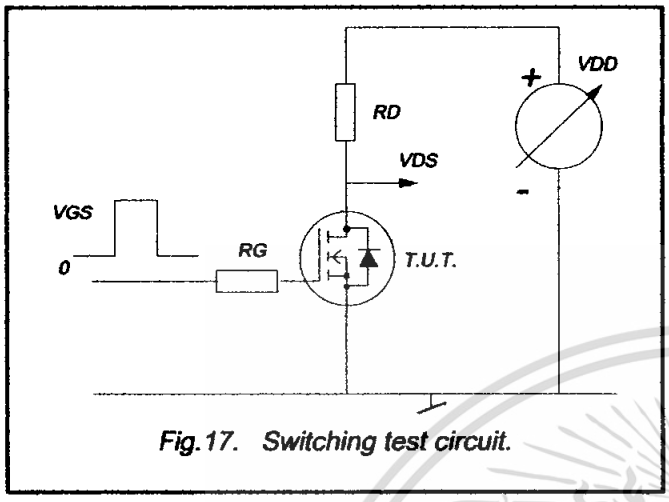


Fig.17. Switching test circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MECHANICAL DATA

Dimensions in mm

Net Mass: 2 g

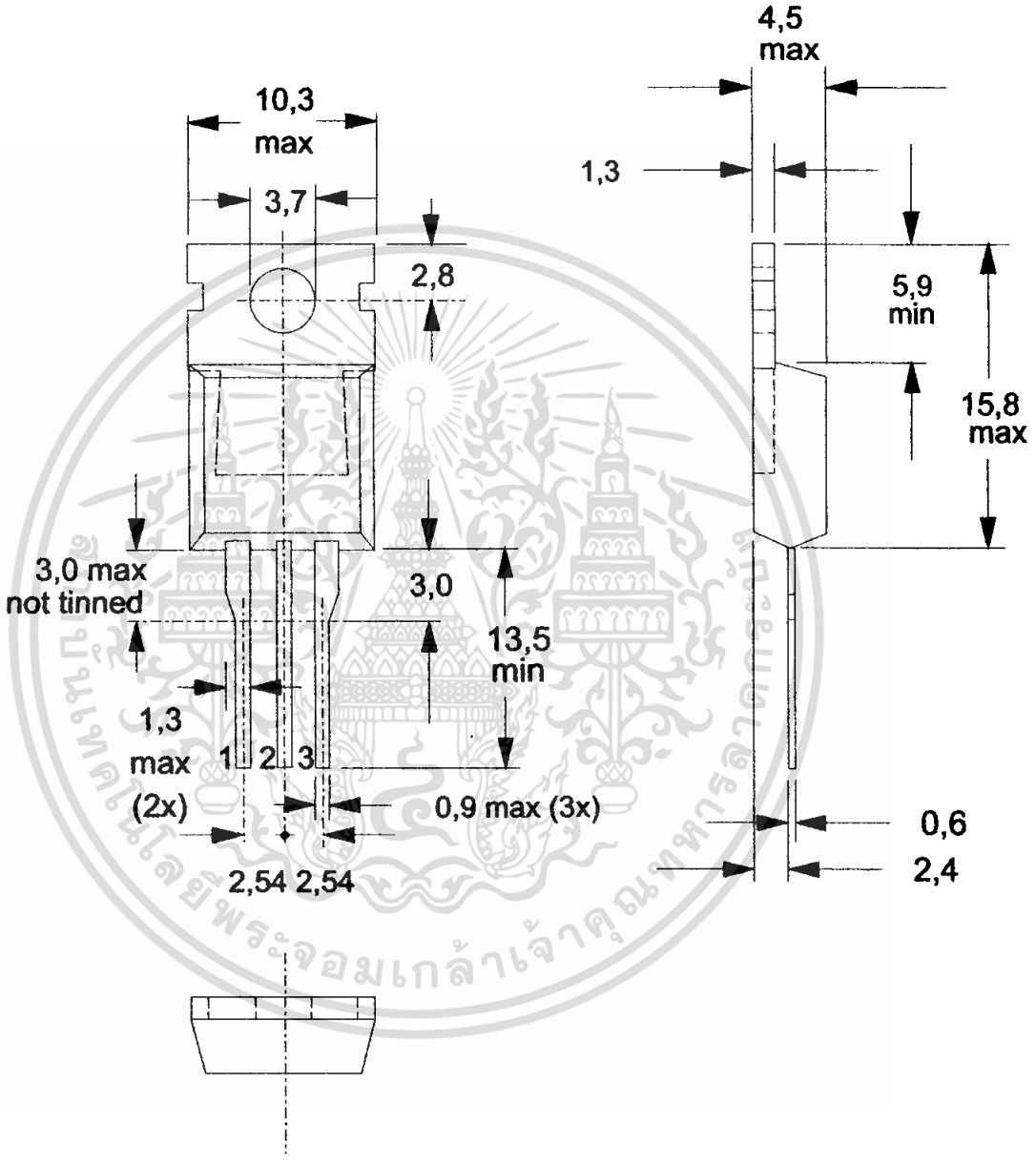


Fig.18. SOT78 (TO220AB); pin 2 connected to mounting base.

Notes

1. Observe the general handling precautions for electrostatic-discharge sensitive devices (ESDs) to prevent damage to MOS gate oxide.
2. Refer to mounting instructions for SOT78 (TO220) envelopes.
3. Epoxy meets UL94 V0 at 1/8".

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N-channel enhancement mode TrenchMOS™ transistor

IRFZ44N

DEFINITIONS

Data sheet status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values are given in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of this specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

© Philips Electronics N.V. 1999

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

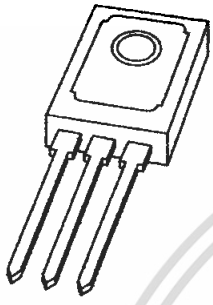
The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, it is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent or other industrial or intellectual property rights.

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices or systems where malfunction of these products can be reasonably expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET



BD135; BD137; BD139
NPN power transistors

Product specification
Supersedes data of 1997 Mar 04

1999 Apr 12

Philips Semiconductors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NPN power transistors — BD135; BD137; BD139

FEATURES

- High current (max. 1.5 A)
- Low voltage (max. 80 V).

APPLICATIONS

- Driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

DESCRIPTION

NPN power transistor in a TO-126; SOT32 plastic package. PNP complements: BD136, BD138 and BD140.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base

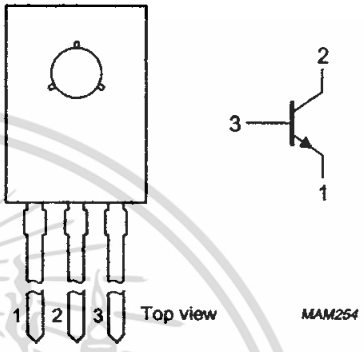


Fig.1 Simplified outline (TO-126; SOT32) and symbol.

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BD135		–	45	V
	BD137		–	60	V
	BD139		–	100	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BD135		–	45	V
	BD137		–	60	V
	BD139		–	80	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	5	V
I_C	collector current (DC)		–	1.5	A
I_{CM}	peak collector current		–	2	A
I_{BM}	peak base current		–	1	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{mb} \leq 70$ °C	–	8	W
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	150	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j\text{-}a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	100	K/W
$R_{th\ j\text{-}mb}$	thermal resistance from junction to mounting base		10	K/W

Note

1. Refer to TO-126; SOT32 standard mounting conditions.

CHARACTERISTICS

T_j = 25 °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	I_E = 0; V_{CB} = 30 V	–	–	100	nA
		I_E = 0; V_{CB} = 30 V; T_j = 125 °C	–	–	10	µA
I_{EBO}	emitter cut-off current	I_C = 0; V_{EB} = 5 V	–	–	100	nA
h_{FE}	DC current gain	V_{CE} = 2 V; (see Fig.2)				
		I_C = 5 mA	40	–	–	
		I_C = 150 mA	63	–	250	
		I_C = 500 mA	25	–	–	
	DC current gain	I_C = 150 mA; V_{CE} = 2 V;				
	BD135-10; BD137-10; BD139-10	(see Fig.2)	63	–	160	
	BD135-16; BD137-16; BD139-16		100	–	250	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	I_C = 500 mA; I_B = 50 mA	–	–	0.5	V
V_{BE}	base-emitter voltage	I_C = 500 mA; V_{CE} = 2 V	–	–	1	V
f_T	transition frequency	I_C = 50 mA; V_{CE} = 5 V; f = 100 MHz	–	190	–	MHz
$\frac{h_{FE1}}{h_{FE2}}$	DC current gain ratio of the complementary pairs	$\lvert I_C \rvert$ = 150 mA; $\lvert V_{CE} \rvert$ = 2 V	–	1.3	1.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

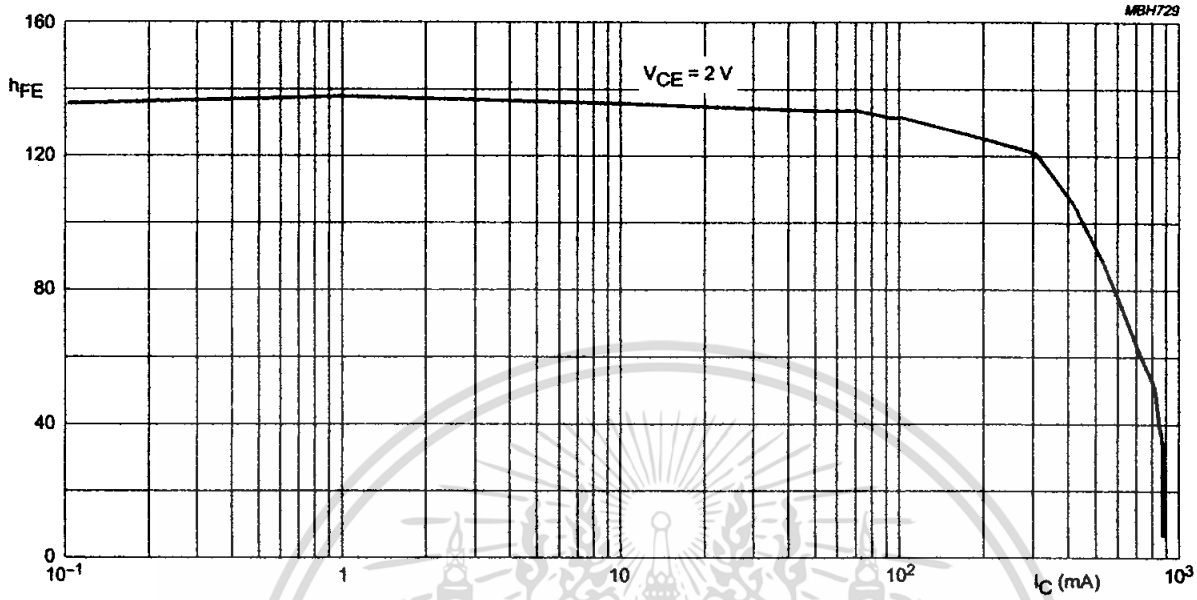
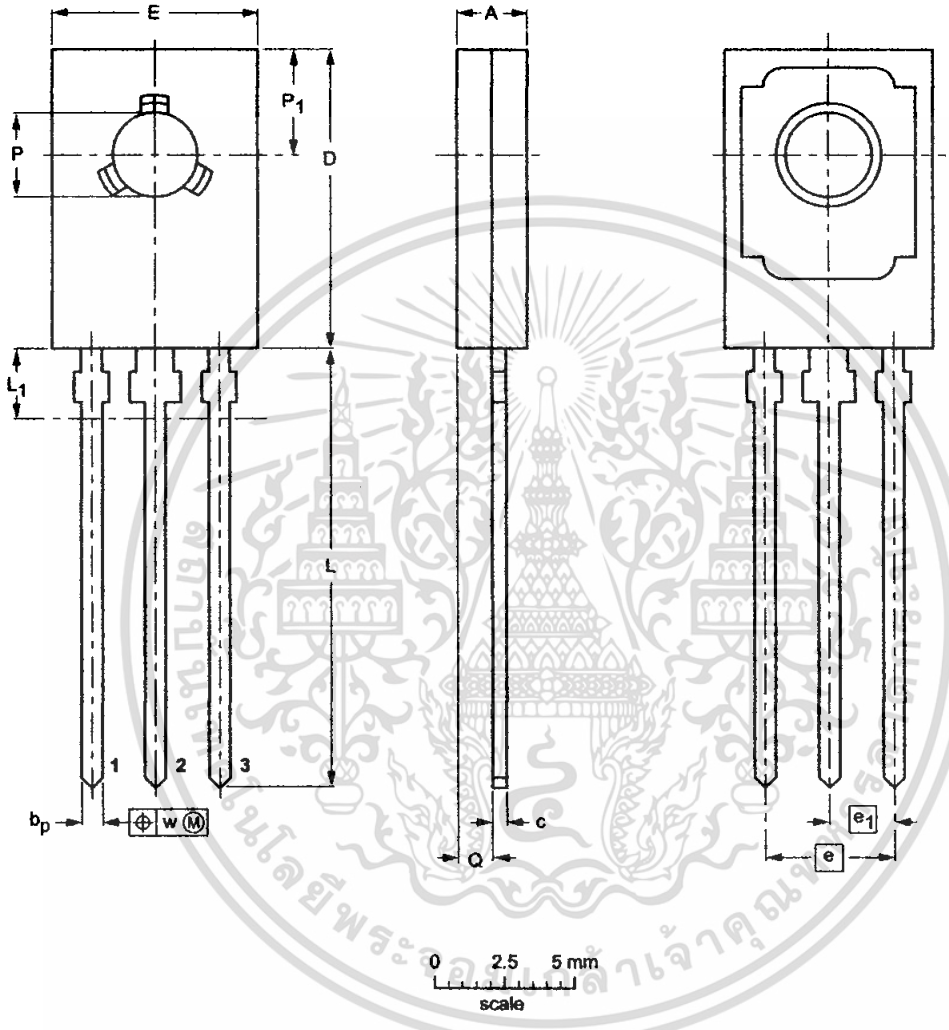


Fig.2 DC current gain; typical values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; mountable to heatsink, 1 mounting hole; 3 leads SOT32



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	A	b_p	c	D	E	e	e_1	L	L_1(1) max	Q	P	P_1	w
mm	2.7 2.3	0.88 0.65	0.60 0.45	11.1 10.5	7.8 7.2	4.58	2.29	16.5 15.3	2.54	1.5 0.9	3.2 3.0	3.9 3.6	0.254

Note

1. Terminal dimensions within this zone are uncontrolled to allow for flow of plastic and terminal irregularities.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT32		TO-126				97-03-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101 1248, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 20 0733, Fax. +375 172 20 0773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoproject, 15th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 68 9211, Fax. +359 2 68 9102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Sydhavnsgade 23, 1780 COPENHAGEN V,
Tel. +45 33 29 3333, Fax. +45 33 29 3905

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615 800, Fax. +358 9 6158 0920

France: 51 Rue Carnot, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 4099 6161, Fax. +33 1 4099 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 2353 60, Fax. +49 40 2353 6300

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Band Box Building, 2nd floor,
254-D, Dr. Annie Besant Road, Worli, MUMBAI 400 025,
Tel. +91 22 493 8541, Fax. +91 22 493 0966

Indonesia: PT Philips Development Corporation, Semiconductors Division,
Gedung Philips, Jl. Buncit Raya Kav.99-100, JAKARTA 12510,
Tel. +62 21 794 0040 ext. 2501, Fax. +62 21 794 0080

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St, PO Box 18053,
TEL AVIV 61180, Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku,
TOKYO 108-8507, Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381, Fax +9-5 800 943 0087

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Pakistan: see Singapore

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 319762,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Al. Vicente Pinzon, 173, 6th floor,
04547-130 SÃO PAULO, SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 821 2382

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 93 301 6312, Fax. +34 93 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 5985 2000, Fax. +46 8 5985 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2741 Fax. +41 1 488 3263

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2886, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 62 5344, Fax.+381 11 63 5777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors,
International Marketing & Sales Communications, Building BE-p, P.O. Box 218,
5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: http://www.semiconductors.philips.com

© Philips Electronics N.V. 1999

SCA63

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands 115002/00/03/pp8 Date of release: 1999 Apr 12 Document order number: 9397 750 05576

Let's make things better.

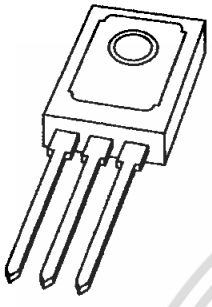
Philips Semiconductors

PHILIPS

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET



BD136; BD138; BD140
PNP power transistors

Product specification
Supersedes data of 1997 Mar 26

1999 Apr 12

Philips Semiconductors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PNP power transistors | BD136; BD138; BD140

FEATURES

- High current (max. 1.5 A)
- Low voltage (max. 80 V).

APPLICATIONS

- General purpose power applications, e.g. driver stages in hi-fi amplifiers and television circuits.

DESCRIPTION

PNP power transistor in a TO-126; SOT32 plastic package. NPN complements: BD135, BD137 and BD139.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	collector, connected to metal part of mounting surface
3	base

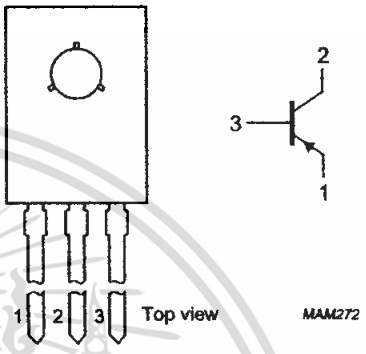


Fig.1 Simplified outline (TO-126; SOT32) and symbol.

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter			
	BD136		–	–45	V
	BD138		–	–60	V
	BD140		–	–100	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base			
	BD136		–	–45	V
	BD138		–	–60	V
	BD140		–	–80	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	–5	V
I_C	collector current (DC)		–	–1.5	A
I_{CM}	peak collector current		–	–2	A
I_{BM}	peak base current		–	–1	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{mb} \leq 70$ °C	–	8	W
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T_j	junction temperature		–	150	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th\ j\text{-}a}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	100	K/W
$R_{th\ j\text{-}mb}$	thermal resistance from junction to mounting base		10	K/W

Note

1. Refer to TO-126 (SOT32) standard mounting conditions.

CHARACTERISTICS

T_j = 25 °C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	I_E = 0; V_{CB} = –30 V	–	–	–100	nA
		I_E = 0; V_{CB} = –30 V; T_j = 125 °C	–	–	–10	µA
I_{EBO}	emitter cut-off current	I_C = 0; V_{EB} = –5 V	–	–	–100	nA
h_{FE}	DC current gain	V_{CE} = –2 V; (see Fig.2)				
		I_C = –5 mA	40	–	–	
		I_C = –150 mA	63	–	250	
		I_C = –500 mA	25	–	–	
	DC current gain	I_C = –150 mA; V_{CE} = –2 V;				
	BD136-10; BD138-10; BD140-10	(see Fig.2)	63	–	160	
	BD136-16; BD138-16; BD140-16		100	–	250	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	I_C = –500 mA; I_B = –50 mA	–	–	–0.5	V
V_{BE}	base-emitter voltage	I_C = –500 mA; V_{CE} = –2 V	–	–	–1	V
f_T	transition frequency	I_C = –50 mA; V_{CE} = –5 V; f = 100 MHz	–	160	–	MHz
$\frac{h_{FE1}}{h_{FE2}}$	DC current gain ratio of the complementary pairs	$\lvert I_C \rvert$ = 150 mA; $\lvert V_{CE} \rvert$ = 2 V	–	1.3	1.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

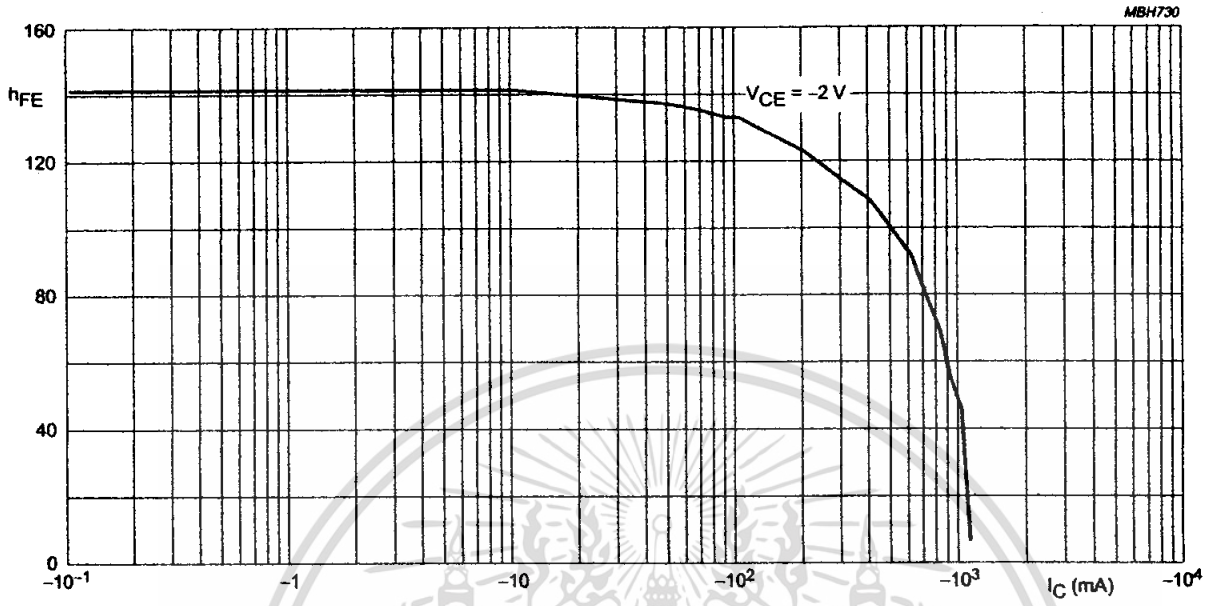
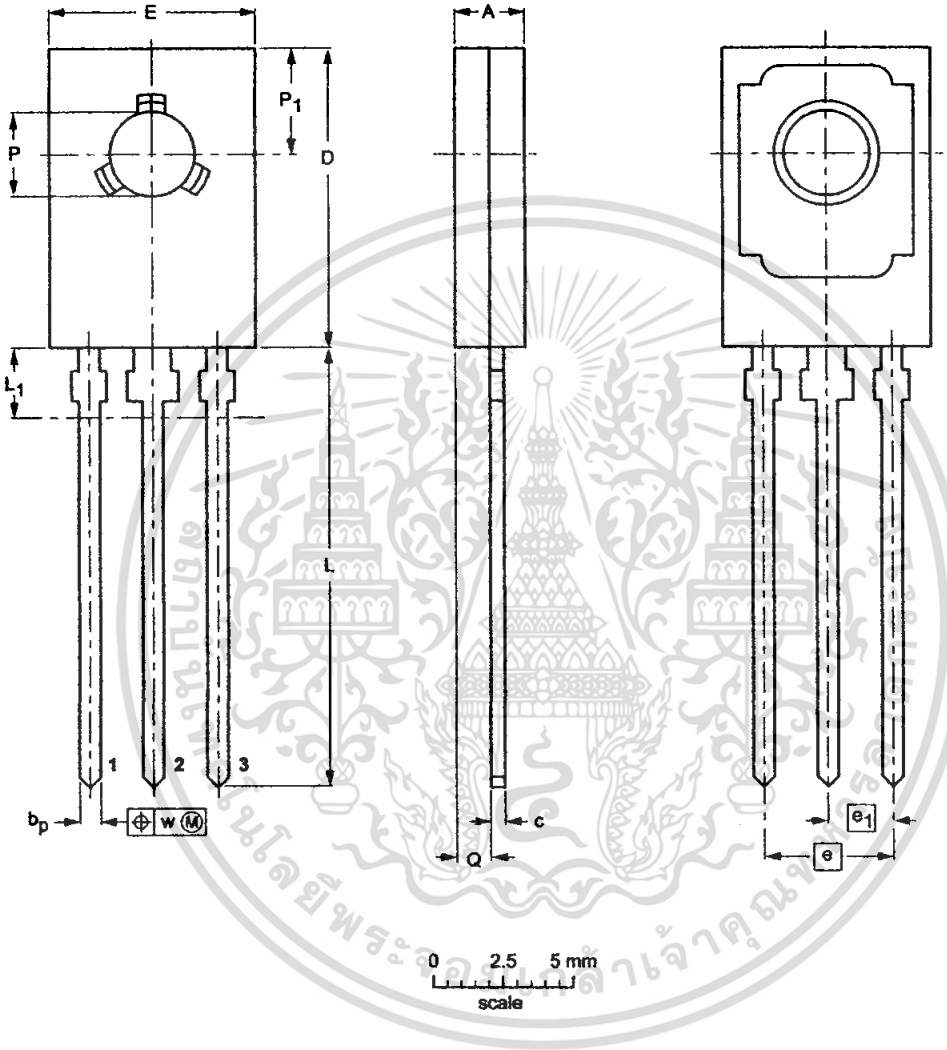


Fig.2 DC current gain; typical values.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE OUTLINE

Plastic single-ended leaded (through hole) package; mountable to heatsink, 1 mounting hole; 3 leads SOT32



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

UNIT	A	b_p	c	D	E	e	e_1	L	L_1(1) max	Q	P	P_1	w
mm	2.7 2.3	0.88 0.65	0.60 0.45	11.1 10.5	7.8 7.2	4.58	2.29	16.5 15.3	2.54	1.5 0.9	3.2 3.0	3.9 3.6	0.254

Note

1. Terminal dimensions within this zone are uncontrolled to allow for flow of plastic and terminal irregularities.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT32		TO-126				97-03-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEFINITIONS

Data Sheet Status	
Objective specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.
Limiting values	
Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.	
Application information	
Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.	

LIFE SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such improper use or sale.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOTES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101 1248, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 6,
220050 MINSK, Tel. +375 172 20 0733, Fax. +375 172 20 0773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoproject, 15th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 68 9211, Fax. +359 2 68 9102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Sydhavnsgade 23, 1780 COPENHAGEN V,
Tel. +45 33 29 3333, Fax. +45 33 29 3905

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615 800, Fax. +358 9 6158 0920

France: 51 Rue Carnot, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 4099 6161, Fax. +33 1 4099 6427

Germany: Hammerbrookstraße 69, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 2353 60, Fax. +49 40 2353 6300

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Band Box Building, 2nd floor,
254-D, Dr. Annie Besant Road, Worli, MUMBAI 400 025,
Tel. +91 22 493 8541, Fax. +91 22 493 0966

Indonesia: PT Philips Development Corporation, Semiconductors Division,
Gedung Philips, Jl. Buncit Raya Kav.99-100, JAKARTA 12510,
Tel. +62 21 794 0040 ext. 2501, Fax. +62 21 794 0080

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St, PO Box 18053,
TEL AVIV 61180, Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku,
TOKYO 108-8507, Tel. +81 3 3740 5130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381, Fax +9-5 800 943 0087

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Pakistan: see Singapore

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 319762,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Al. Vicente Pinzon, 173, 6th floor,
04547-130 SÃO PAULO, SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 821 2382

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 93 301 6312, Fax. +34 93 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 5985 2000, Fax. +46 8 5985 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2741 Fax. +41 1 488 3263

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2886, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sanpavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talatpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/ISTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 62 5344, Fax.+381 11 63 5777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors,
International Marketing & Sales Communications, Building BE-p, P.O. Box 218,
5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: http://www.semiconductors.philips.com

© Philips Electronics N.V. 1999

SCA63

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands 115002/00/03/pp8 Date of release: 1999 Apr 12 Document order number: 9397 750 05575

Let's make things better

Philips Semiconductors

PHILIPS

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้