ภาคผนวก ก

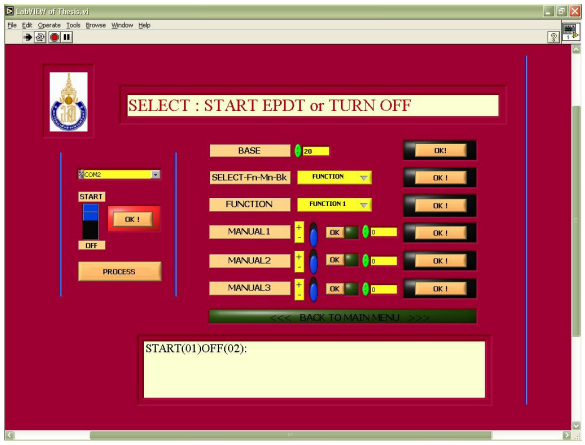
การควบคุมเตียงกายภาพด้วยคอมพิวเตอร์

การควบคุมเตียงกายภาพบำบัดสามารถควบคุมเตียงด้วยคอมพิวเตอร์มี 2 แบบคือควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตและไม่ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทั้งสองกรณีจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการสื่อสารกับผู้ใช้ แต่หากเกิดกรณีที่คอมพิวเตอร์เกิดขัดข้องก็สามารถควบคุมเตียงกายภาพได้ด้วยการสั่งการผ่านคีย์แพท (Keypad) และแสดงผลผ่านจอ LCD วิธีการนี้จะกล่าวในภาคผนวก ข ส่วนการควบคุมเตียงผ่านคอมพิวเตอร์นั้นใช้โปรแกรม LabVIEW ในการติดต่อกับผู้ใช้เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่รองรับการติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรเลอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม (RS 232) รองรับการเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต (Net DDE) และสามรถตกแต่งหน้าจอการทำงานได้สวยงามทำให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยมีวิธีการดังนี้

1. การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยไม่ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

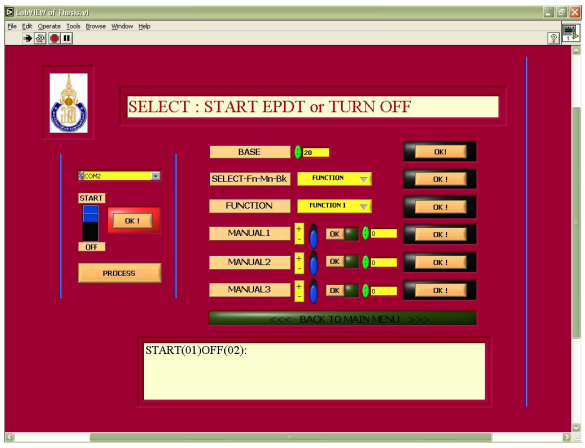
ในการควบคุมเตียงกายภาพบำบัดโดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตหรือไม่ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมีขั้นตอนที่เหมือนกันแตกต่างกันที่การเรียกใช้โปรแกรม LabVIEW ผ่านคอมพิวเตอร์สามารถเรียกได้จากซอฟแวร์ (Software) ในเครื่อง ส่วนการควบคุมเตียงกายภาพบำบัดผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตจะเรียกใช้งานจาก Server ขั้นตอนการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เป็นดังนี้

1) เปิดเครื่องชุดไมโครคอนโทรเลอร์ และรัน (Run) โปรแกรม LabVIEW ทำการซิงโครไนซ์(synchronize) ระหว่างไมโครคอนโทรเลอร์กับคอมพิวเตอร์ แสดงดังภาพประกอบ ก-1



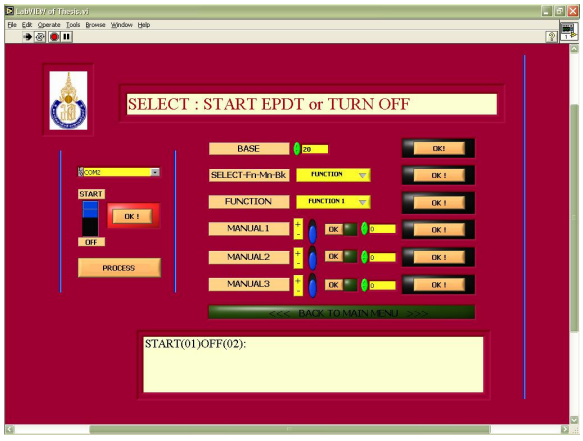
ภาพประกอบ ก-1ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

2) กระบวนการเริ่มที่ไมโครคอนโทรเลอร์โดยเลือกการควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของปุ่มหลัง START - EDN แสดงดังภาพประกอบ ก-2



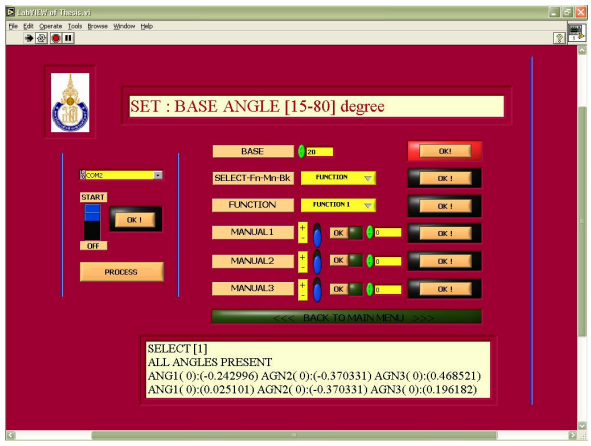
ภาพประกอบ ก-2 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

3) โปรแกรมLabVIEW พร้อมที่จะทำงานเมื่อไฟสีแดงที่ตำแหน่ง START – END ติด แสดงดังภาพประกอบ ก-3 หากต้องการเริ่มกระบวนการทำกายภาพบำบัดกดเลือก START และกดปุ่มยืนยัน (OK) เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป



ภาพประกอบ ก-3 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

4) ไฟสีแดงที่ตำแหน่ง BASE ANGLE SET ติดเพื่อให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งความสูงเตียงที่ต้องการแสดงดังภาพประกอบ ก-4 และกดปุ่มปุ่มยืนยัน (OK)

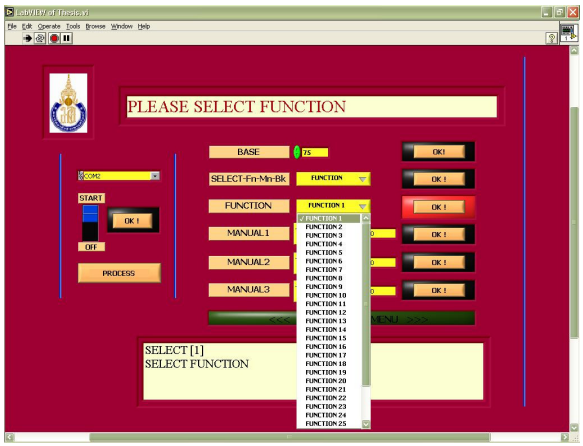


ภาพประกอบ ก-4 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

5) เมื่อเตียงกายภาพบำบัดจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งความสูงที่ต้องการไฟสีแดงที่ตำแหน่งเมนูย่อยติดแสดงดังภาพประกอบ ก-5 เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการเรียกใช้งานของเตียงมี 3 แบบ คือการเรียกใช้ฟังก์ชัน (FUNCTION) เรียกใช้ระบบระบุค่าแต่ละส่วน (MANUAL) หรือกลับสู่เมนูหลัก (BACK TO MAIN MENU) หากผู้ใช้ต้องการเลือกฟังก์ชันในการจัดท่าของเตียงสามารถกด FUNCTION ตามด้วยปุ่มยืนยัน (OK)

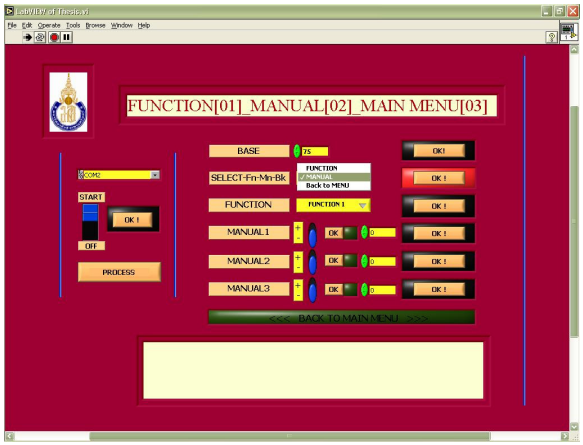
ภาพประกอบ ก-5 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

6) ระบุว่าฟังก์ชันที่ต้องการในการทำกายภาพบำบัด สามารถเรียกใช้ได้ 30 ฟังก์ชันแสดงดังภาพประกอบ ก-6 อ้างอิงจากตารางท่าในการทำกายภาพบำบัด แล้วกดปุ่มยืนยัน (OK)



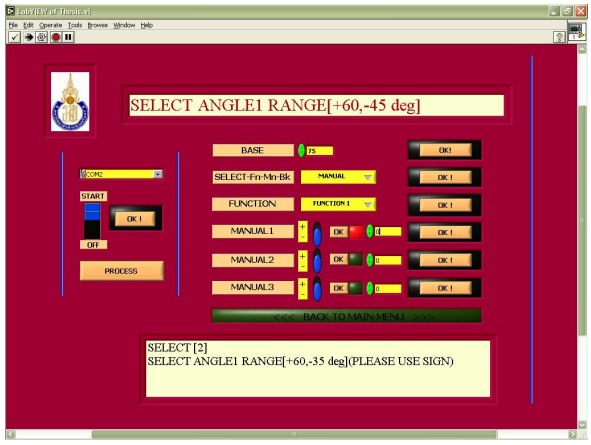
ภาพประกอบ ก-6 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

7) ส่วนต่างๆของเตียง (Head section, Middle section และ Lower section) จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการแล้วไฟสีแดงที่ตำแหน่งเมนูย่อยเพื่อให้เลือกวิธีการเรียกใช้การทำงานของเตียงอีกครั้ง หากเลือกระบุมุมแต่ละส่วนในการจัดท่าของกด MANUAL แล้วกดปุ่มยืนยัน (OK)แสดงดังภาพประกอบ ก-7



ภาพประกอบ ก-7 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

8) ไฟสีแดงที่ตำแหน่งหลัง MANUAL 1 จะติดแสดงดังภาพประกอบ ก-8 เพื่อให้เลือกเครื่องหมายบวกหรือลบของส่วนล่าง (Lower section) แล้วกดปุ่มยืนยัน (OK) เพื่อระบุทิศทางการเคลื่อนที่เตียงส่วนล่าง (Lower section) หากกดบวกเตียงส่วนล่าง (Lower section) จะเคลื่อนที่ขึ้น และหากกดลบทำให้เตียงส่วนล่าง (Lower section) เคลื่อนที่ลง

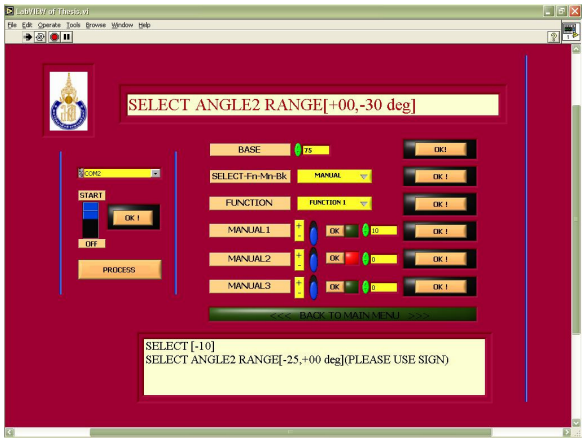


ภาพประกอบ ก-8 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

9) หลังจากกดเครื่องหมายเสร็จแล้วก็ระบุมุมการเคลื่อนที่ของส่วนล่าง (Lower section) และกดปุ่มยืนยัน (OK) แสดงดังภาพประกอบ ก-9 ขอบเขตการเคลื่อนที่ของส่วนล่าง (Lower section) อยู่ระหว่างมุม -35 องศา ถึงมุม 60 องศา

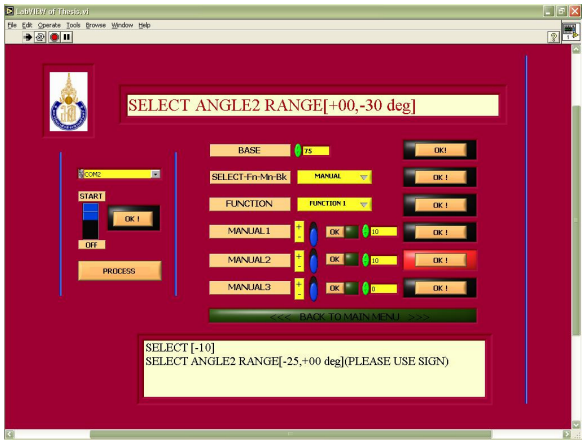
ภาพประกอบ ก-9 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

10) หลังจากนั้นไฟสีแดงที่ตำแหน่งหลัง MANUAL 2 จะติดแสดงดังภาพประกอบ ก-10 เพื่อให้เลือกเครื่องหมายบวกหรือลบของส่วนกลาง (Middle section) แล้วกดปุ่มยืนยัน (OK) เพื่อระบุทิศทางการเคลื่อนที่เตียงส่วนกลาง (Middle section)



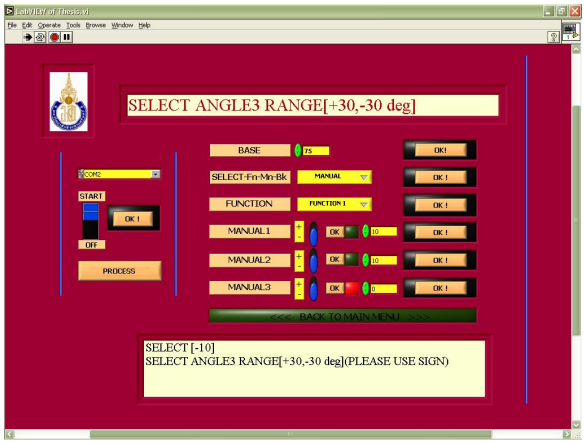
ภาพประกอบ ก-10 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

11) หลังจากกดเครื่องหมายเสร็จแล้วก็ระบุมุมการเคลื่อนที่ของส่วนกลาง (Middle section) และกดปุ่มยืนยัน (OK) แสดงดังภาพประกอบ ก-11 ขอบเขตการเคลื่อนที่ของส่วนกลาง (Middle section) อยู่ระหว่างมุม -30 องศา ถึงมุม 0 องศา



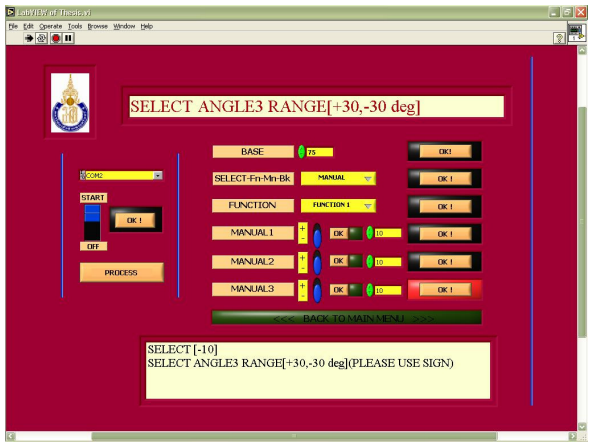
ภาพประกอบ ก-11 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

12) หลังจากนั้นไฟสีแดงที่ตำแหน่งหลัง MANUAL 3 จะติดแสดงดังภาพประกอบ ก-11 เพื่อให้เลือกเครื่องหมายบวกหรือลบของส่วนหัว (Head section) แล้วกดปุ่มยืนยัน (OK) เพื่อระบุทิศทางการเคลื่อนที่เตียงส่วนหัว (Head section)



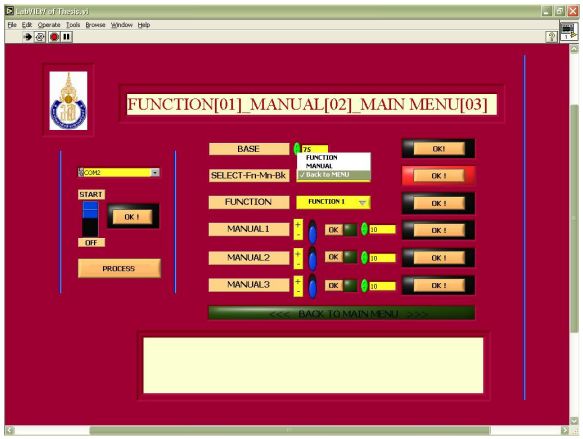
ภาพประกอบ ก-12 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

13) หลังจากกดเครื่องหมายเสร็จแล้วก็ระบุมุมการเคลื่อนที่ของส่วนหัว (Head section) และกดปุ่มยืนยัน (OK) แสดงดังภาพประกอบ ก-13 ขอบเขตการเคลื่อนที่ของส่วนหัว (Head section) อยู่ระหว่างมุม -30 องศา ถึงมุม 30 องศา



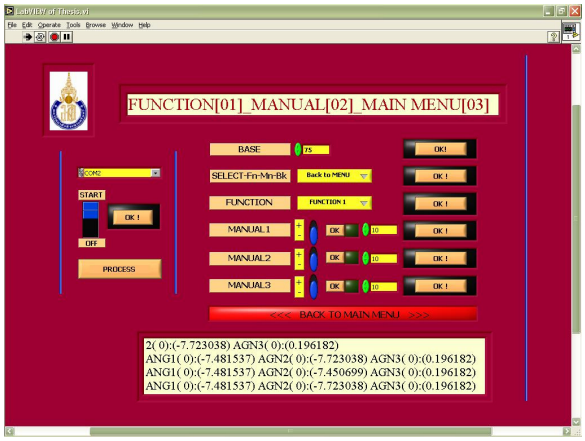
ภาพประกอบ ก-13 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

14) ส่วนต่างๆของเตียง (Head section, Middle section และ Lower section) จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการแล้วไฟสีแดงที่ตำแหน่งเมนูย่อยเพื่อให้เลือกวิธีการเรียกใช้การทำงานของเตียงอีกครั้ง หากเลือกกลับสู่เมนูหลักเพื่อจะปิดเครื่อง (Shutting down) ก็กด BACK TO MAIN MENU แสดงดังภาพประกอบ ก-14 เมื่อเลือกเสร็จกดปุ่มยืนยัน (OK)



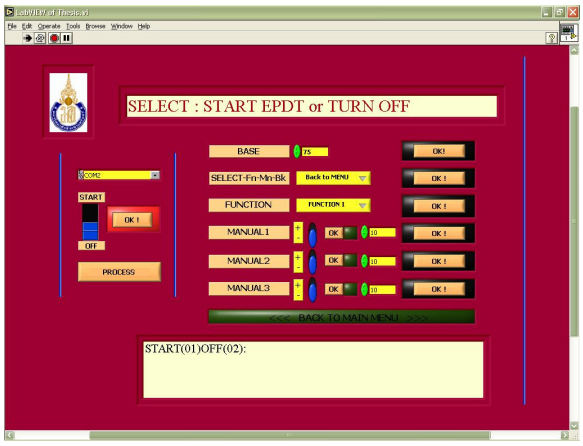
ภาพประกอบ ก-14 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

15) ไฟที่ตำแหน่ง BACK TO MAIN MENU จะติดเพื่อแสดงให้รู้ว่าระบบกำลังจะปิดเครื่อง (Shutting down) ดังแสดงดังภาพประกอบ ก-15 ในขณะเดียวกันเตียงทุกๆส่วน (Head section, Middle section และ Lower section) จะกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นที่ 0 องศา



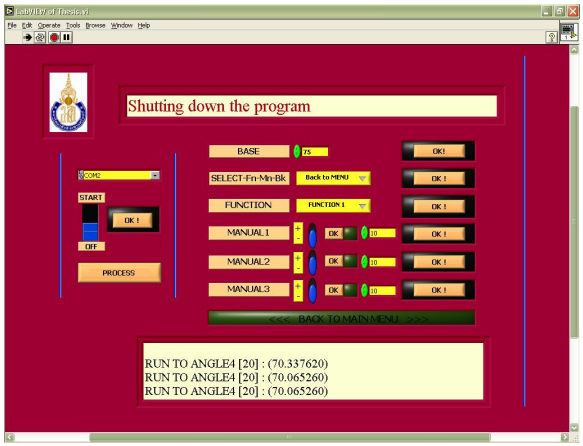
ภาพประกอบ ก-15 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

16) เมื่อเตียงกลับสู่มุม 0 องศา END เพื่อต้องการปิดระบบ (Shutting down) แล้วกดยืนยัน (OK) แสดงดังภาพประกอบ ก-16



ภาพประกอบ ก-16 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

17) ระบบจะตรวจเช็คมุมว่าทุกส่วน (Head section, Middle section และ Lower section) เป็นมุม 0 องศาอีกครั้ง แล้วระบบจะค่อยๆลดระดับความสูงของเตียงลงมายังจุดเริ่มต้นแสดงดังภาพประกอบ ก-17



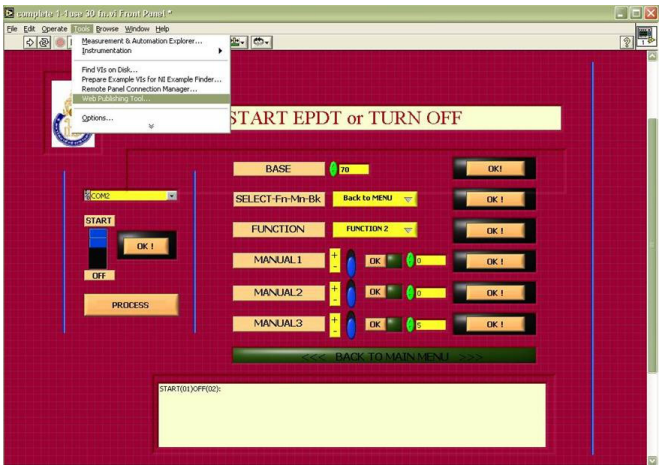
ภาพประกอบ ก-17 ขั้นตอนการควบคุมเตียงด้วยโปรแกรม LabVIEW

2. การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

DDE ย่อมาจาก Dynamic Data Exchange ซึ่งก็คือระบบ ข้อมูลที่เป็นลักษณะ Protocol ที่ตกลงกันเพื่อใช้ในสื่อสารระหว่าง 2 Application หรือมากกว่านั้น สำหรับขอดูข้อมูล หรือ ส่งคำสั่งไปเพื่อการกระทำที่จุดปลายทาง โดยจะต้องมี Data Sever Application ที่ทำหน้าที่เป็นตัวหลักที่จัดการกับ Hardware ที่ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์จะผ่าน Serial Port, TCP/IP, USB หรือช่องทางใดก็แล้วแต่ ส่วนเราจะมี User Client Application เป็นตัวเรียกและรับส่งข้อมูล

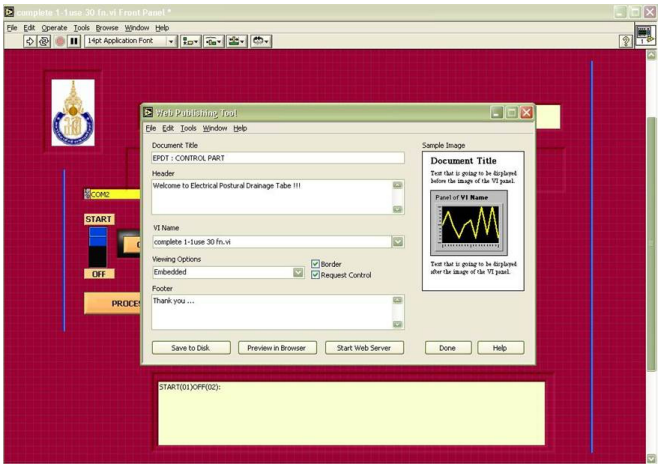
ในการตั้งค่าการควบคุมผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตของโปรแกรม LabVIEW โดยใช้การสื่อสารผ่าน Net DDE มีวิธีการตั้งค่าดังนี้

1) เปิดโปรแกรม LabVIEW แล้วเลือก Tool >> Web Publishing Tool แสดงดังภาพประกอบ ก-18



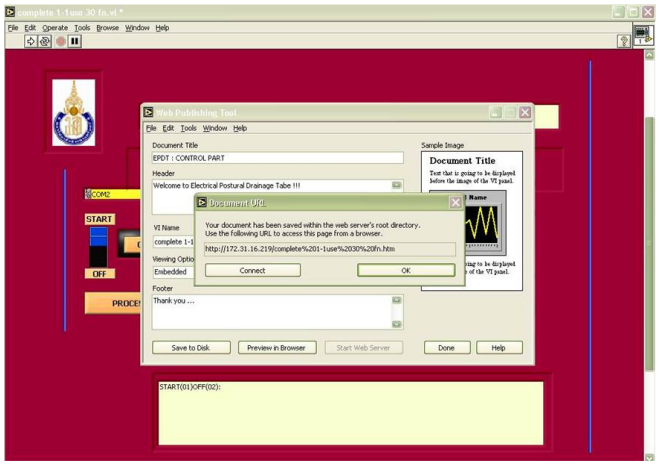
ภาพประกอบ ก-18 ขั้นตอนการตั้งค่าโปรแกรม LabVIEW

2) ในหน้าต่าง Web Publishing Tool แสดงดังภาพประกอบ ก-19 กระกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของชื่องาน (Document Title) สามารถระบุชื่อได้ในช่องด้านล่าง ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของข้อความตอนต้น (Header) สามารถระบุขั้นตอนวิธีการใช้งาน ข้อควรระวัง หรือข้อห้ามเพื่อสื่อสารกับผู้ใช้ ส่วนที่ 3 เป็นชื่อไฟล์ของ LabVIEW (VI Name) ส่วนที่ 4 เป็นการเลือกลักษณะการอนุญาตให้ใช้งานโดยสามารถเลือกการแสดงผลอย่างเดียวนั่นคือผู้ที่เรียกผ่านอินเตอร์เน็ตสามารถดูผลได้อย่างเดียวไม่สามารถควบคุมได้ หรือเลือกการแสดงผลและสามารถควบคุมการทำงานของเตียงได้ด้วย และในส่วนที่ 5 เป็นส่วนแสดงข้อความส่วนล่าง (Footer) สามารถระบุขั้นตอนวิธีการใช้งาน ข้อควรระวัง หรือข้อห้ามเพื่อสื่อสารกับผู้ใช้



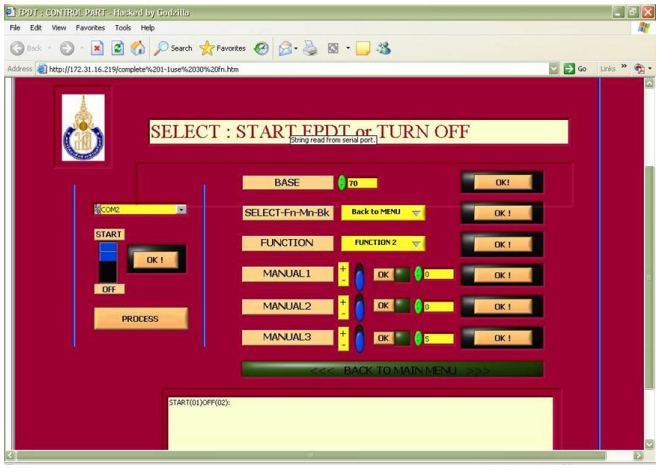
ภาพประกอบ ก-19 ขั้นตอนการตั้งค่าโปรแกรม LabVIEW

3) เมื่อกรอกข้อความสมบูรณ์ก็กด Safe to Disc เพื่อบันทึกข้อมูลลงใน Server 's root ของ LabVIEW แสดงดังภาพประกอบ ก-20 แล้วกด Connect เพื่อยืนยัน



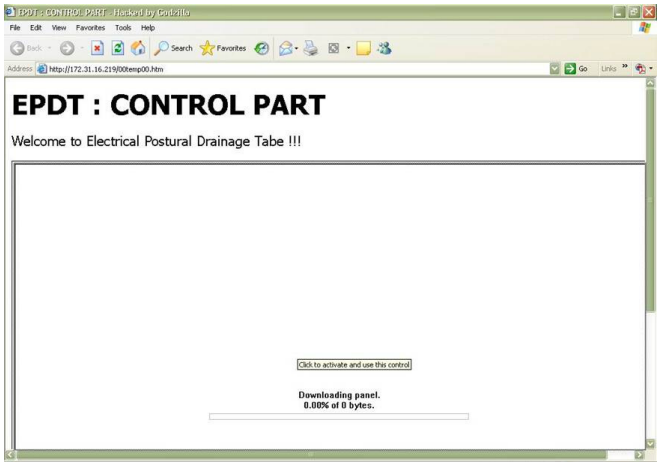
ภาพประกอบ ก-20 ขั้นตอนการตั้งค่าโปรแกรม LabVIEW

4) LabVIEW จะสร้าง Web Server ขึ้นมาแสดงดังภาพประกอบ ก-21



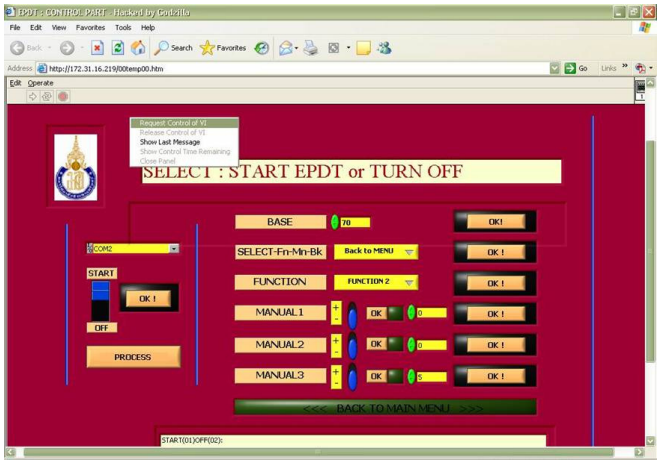
ภาพประกอบ ก-21 ขั้นตอนการตั้งค่าโปรแกรม LabVIEW

5) สร้าง Web browser โดยการกด Preview in browser จะสังเกตเห็นหน้าต่างของ Web browser ที่กำลังโหลดข้อมูลแสดงดังภาพประกอบ ก-22



ภาพประกอบ ก-22 ขั้นตอนการตั้งค่าโปรแกรม LabVIEW

6) Web browser ที่โหลดเสร็จเรียบร้อยแสดงดังภาพประกอบ ก-23 หากต้องการที่จะเรียกใช้การควบคุมทำได้โดยการคลิกขวาแล้วเลือก Request Control ทั้งนี้ต้องได้รับการอนุญาตจาก Web server ด้วย



ภาพประกอบ ก-23 ขั้นตอนการตั้งค่าโปรแกรม LabVIEW

ภาคผนวก ข

การควบคุมเตียงกายภาพด้วยคีย์แพทและแสดงผลด้วยจอ LCD

การควบคุมเตียงกายภาพบำบัดสามารถควบคุมเตียงด้วยคอมพิวเตอร์ได้แต่หากเกิดกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำงานได้ก็สามารถเรียกใช้การควบคุมผ่านคีย์แพท (Keypad) และแสดงผลผ่านจอ LCD

วิธีการควบคุมนี้สามารถควบคุมได้โดยไม่ต้องมีคอมพิวเตอร์เพียงแค่ใช้การป้อนข้อมูลผ่านคีย์แพท (Keypad) และแสดงผลผ่านจอ LCD ซึ่งจะติดตั้งอยู่กับบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์แสดงดังภาพประกอบ ข-1

ภาพประกอบ ข-1 ตัวควบคุมสำรอง : คีย์แพท (Keypad) และจอ LCD

ขั้นตอนการเลือกควบคุมผ่านคีย์แพท (Keypad) และแสดงผลผ่านจอ LCD มีขั้นตอนดังนี้

1) เปิดระบบมีข้อความยินดีต้อนรับสู่การควบคุมเตียงกายภาพบำบัดแสดงดังภาพประกอบ ข-2

WELCOM TO EPDT
****
Please wait ….
****

ภาพประกอบ ข-2 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

2) เลือกแบบควบคุมโดยมีคำถามว่าต้องการเลือกระบบควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์หรือไม่ แสดงดังภาพประกอบ ข-3 ต้องการควบคุมด้วยคีย์แพท (Keypad) กด [2]

Select control:
Control by Computer [1]
Control by Keypad [2]

ภาพประกอบ ข-3 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

3) เมื่อกดคีย์แพท (Keypad) [2] เพื่อเลือกการควบคุมด้วยคีย์แพท (Keypad) และแสดงผลผ่านจอ LCD หลังจากนั้นระบบจะให้กดเลือกเริ่มหรือปิดระบบแสดงดังภาพประกอบ ข-4 ให้กดเริ่มกระบวนการทำกายภาพบำบัดโดยกด START

Please select:
START [1]
TURN OFF [2]

ภาพประกอบ ข-4 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

4) เมื่อกดเริ่มระบบจะมีการตรวจสอบดูว่าเตียงกายภาพบำบัดอยู่ในท่าที่พร้อมที่จะทำงานหรือไม่ (ทุกๆตำแหน่งจะอยู่ในตำแหน่งศูนย์องศา) และต้องระบุความสูงของเตียงแสดงดังภาพประกอบ ข-5

Please set
ANGLE OF BASE:

ภาพประกอบ ข-5 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

5) เตียงกายภาพบำบัดเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งความสูงที่ต้องการ เมื่อระบบเคลื่อนที่เรียบร้อยจากนั้นต้องเลือกวิธีการเรียกใช้การทำงานของเตียงด้วยวิธีการเรียกใช้ฟังก์ชัน (FUNCTION) เรียกใช้ระบบระบุค่าแต่ละส่วน (MANUAL) หรือกลับสู่เมนูหลัก (BACK TO MAIN MENU) แสดงดังภาพประกอบ ข-6

PLEASE SECLECT:
FUNCTION [1]
MANUAL [2]
BACK [3]

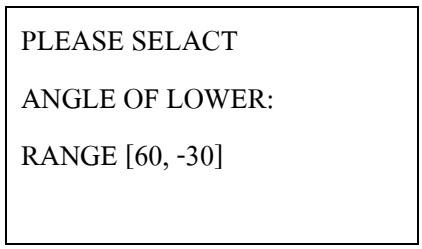
ภาพประกอบ ข-6 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

6) หากเลือกใช้ฟังก์ชันในการจัดท่าของเตียงก็กด FUNCTION จะต้องระบุว่าต้องการเลือกฟังก์ชันใดในการทำงานสามารถเรียกใช้ได้ 30 ฟังก์ชัน แสดงดังภาพประกอบ ข-7 อ้างอิงจากตารางท่าในการทำกายภาพบำบัดดัง

PLEASE FUNCTION:
FUNCTIONS [1-30]

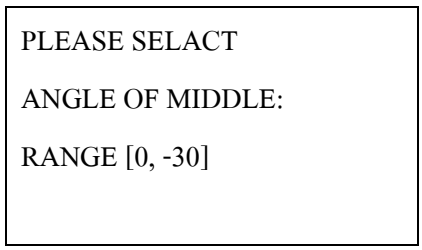
ภาพประกอบ ข-7 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

7) ระบบจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการและและจะวนกลับมาที่เมนูเลือกวิธีการเรียกใช้การทำงานของเตียงอีกครั้งหนึ่ง หากเลือกระบุมุมแต่ละส่วนก็กด MANUAL ในการจัดท่าของเตียงระบบจะให้ระบุตำแหน่งมุมของแต่ละส่วนโดยเริ่มจากส่วนล่าง (Lower section) แสดงดังภาพประกอบ ข-8



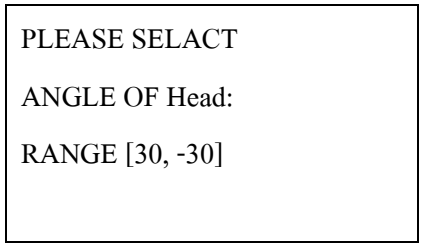
ภาพประกอบ ข-8 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

8) หลังจากระบุมุมของส่วนล่าง (Lower section) แล้วก็ระบุค่ามุมของส่วนกลาง (Lower section) แสดงดังภาพประกอบ ข-9



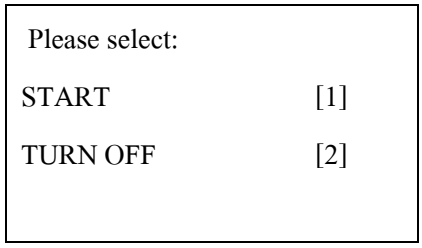
ภาพประกอบ ข-9 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

9) หลังจากระบุมุมของส่วนล่าง (Lower section) ส่วนกลาง (Middle section) แล้วก็ระบุค่ามุมของส่วนหัว (Head section) แสดงดังภาพประกอบ ข-10



ภาพประกอบ ข-10 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

10) ระบบจะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการและและจะวนกลับมาที่เมนูเลือกวิธีการเรียกใช้การทำงานของเตียงอีกครั้งหนึ่ง หากเลือกกลับสู่เมนูหลักกด Back to main menu ระบบจะตรวจเช็คดูว่าทุกส่วนอยู่ในตำแหน่งศูนย์องศาหรือไม่เพื่อเตรียมลดระดับเตียง เลือก TURN OFF เพื่อปิดระบบและลดระดับเตียงลงแสดงดังภาพประกอบ ข-11



ภาพประกอบ ข-11 ข้อความจอ LCD แสดงผลการควบเตียงกายภาพ

11) เมื่อกด TURN OFF ระบบจะเคลื่อนระดับความสูงของเตียงลงมายังจุดเริ่มต้นอีกครั้ง

ภาคผนวก ค

รายละเอียดและคุณสมบัติของบอร์ด ET-ARM7 STAMP LPC2119

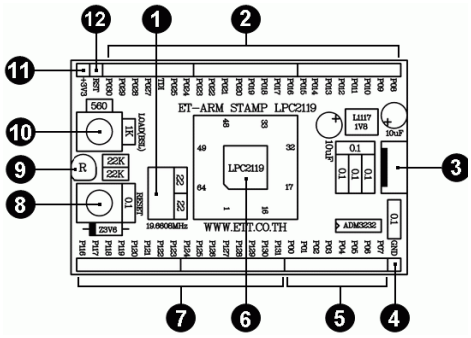
ET-ARM7 STAMP LPC2119 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล ARM 7 TDMI-S Core เลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ 16/32 บิตขนาด 64 ขาแบบใช้พลังงานต่ำ เลือกใช้ MCU เบอร์ LPC2119 ของ Philips โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องการจัดวางให้มีขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน

การจัดวางโครงสร้างของบอร์ดนำ MCU มาจัดวงจรร่วมกับอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นและจัดขาออกมาให้ใช้งานภายนอก ซึ่งการจัดเรียงขาสัญญาณจะทำการจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบเพื่อให้สามารถต่อใช้งานได้โดยสะดวก ตัวบอร์ดใช้ไฟ +3.3V สามารถรองรับ I/O ที่เป็นสัญญาณ 5V ได้ ตัวบอร์ดมี Connector UART0 (RS-232) จำนวน 1 พอร์ตสำหรับทำการ Download Hex File หรือใช้งานในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม (RS232)

คุณสมบัติของบอร์ด

1) ใช้ MCU ตระกูล ARM7TDMI-S เบอร์ LPC2119 ของ Philips มีขนาด 16/32 บิต
2) ใช้ Crystal 19.6608 MHz โดย MCU สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 58.9824 MHz เมื่อใช้งานร่วมกับ Phase-Locked Loop (PLL) ภายในตัว MCU เอง
3) รองรับการโปรแกรมแบบ In-System Programming (ISP) และ In-Application Programming (IAP) ผ่านทาง On-Chip Boot-Loader Software ผ่านทาง UART0 (RS232)
4) ใช้แรงดันไฟฟ้า +3.3V เท่านั้น (3.0V – 3.6V + 10% Error)
5) ภายใน MCU มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash ขนาด 128 KB, หน่วยความจำข้อมูล Static RAM ขนาด 16 KB
6) จำนวน GPIO สูงสุดถึง 46 I/O ขาสามารถเชื่อมต่อกับระบบ I/O ที่เป็นสัญญาณ 5V ได้ ซึ่งขาสัญญาณ GPIO จะมีการใช้งานร่วมกันของ Function อื่นๆอีก
7) ทนอุณหภูมิใช้งานระหว่าง -40 ถึง +85°C
8) ขนาดดังนี้
    - PCB ขนาด 40 x 65 มิลลิเมตร
    - ระยะขาความกว้าง 38.1 มิลลิเมตร ความยาว 63.5 มิลลิเมตร
    - ระยะระหว่างขา 2 x 25 ขา I/O Connector 2.54 มิลลิเมตร

โครงสร้างบอร์ด ET-ARM7 STAMP LPC2119 แสดงดังภาพประกอบ ค-1



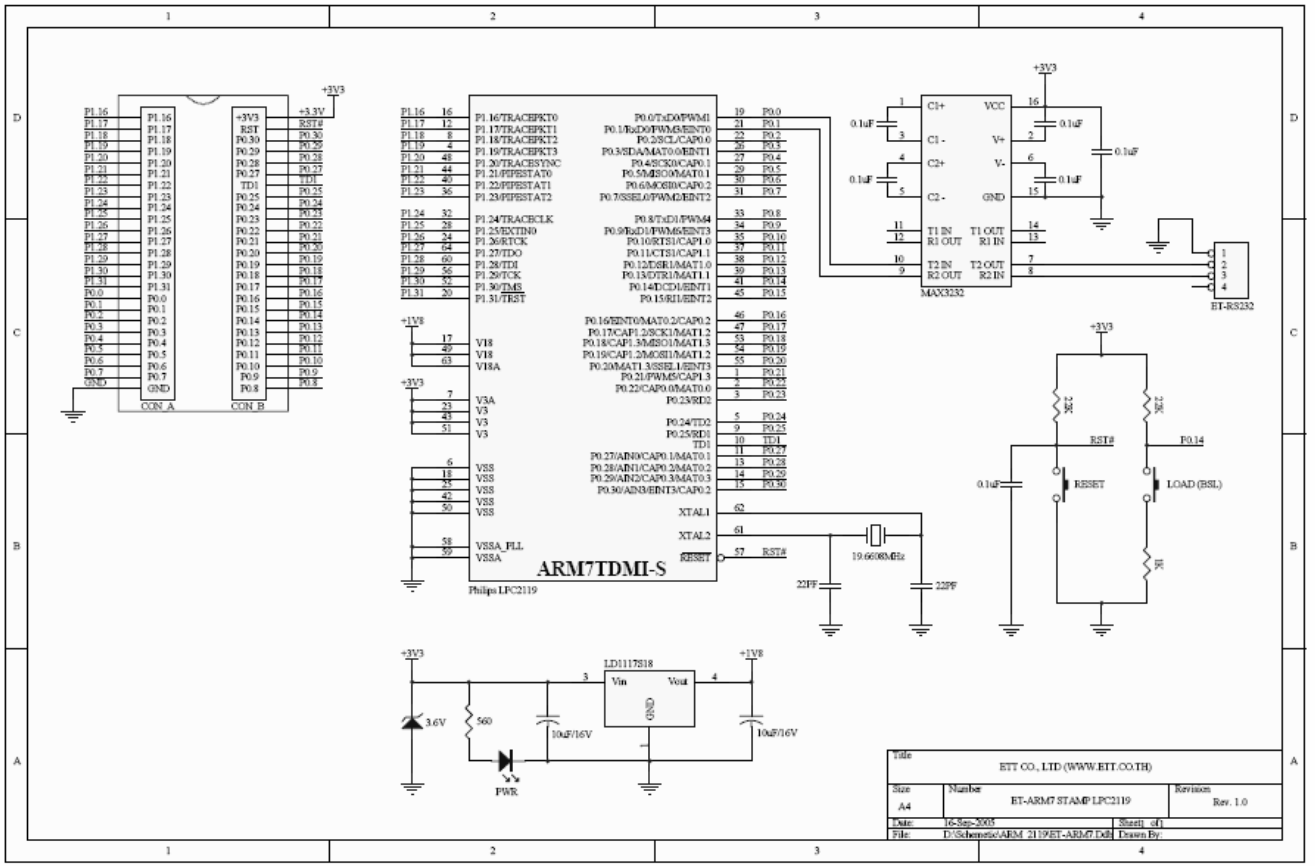
ภาพประกอบ ค-1 โครงสร้างบอร์ด ET-ARM7 STAMP LPC2119

(ที่มา : http://www.ett.co.th)

โดย

- หมายเลข 1 คือ คริสตอล 19.6608 MHz
- หมายเลข 6 คือ CPU ARM7 LPC2119 ของ Philips
- หมายเลข 2/5 คือ GPIO 0 ตั้งแต่ P0.0 – P0.25 และ P0.27 – P0.30 จำนวนทั้งหมด 30 ขาสามารถรองรับอุปกรณ์ที่มีสัญญาณ I/O เป็น 3.3V และ 5V ได้
- หมายเลข 3 คือ คือ UART 0 หรือพอร์ตอนุกรม (Serial Port) สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์มาตรฐาน RS232 และเป็น ISP Download Connector สำหรับโปรแกรม Hex file ลงบอร์ด
- หมายเลข 4 คือ จุดต่อกราวด์ (GND)
- หมายเลข 11 คือ จุดต่อแรงดัน+3.3V ของบอร์ด
- หมายเลข 7 คือ GPIO 1 ตั้งแต่ P1.16 – P1.31 จำนวนทั้งหมด 16 ขาสามารถรองรับอุปกรณ์ที่มีสัญญาณ I/O เป็น 3.3V และ 5V ได้
- หมายเลข 8 คือ สวิตช์ RESET ส่วน หมายเลข 10 คือ สวิตช์ LOAD (BSL)
- หมายเลข 9 คือ LED สีแดง แสดงสถานการณ์ทำงานของแหล่งจ่ายไฟ
- หมายเลข 12 คือ จุดต่อสัญญาณ RESET สำหรับ Reset อุปกรณ์ภายนอก

รายละเอียดของบอร์ด ET-ARM7 STAMP LPC2119 แสดงดังภาพประกอบ ค-2



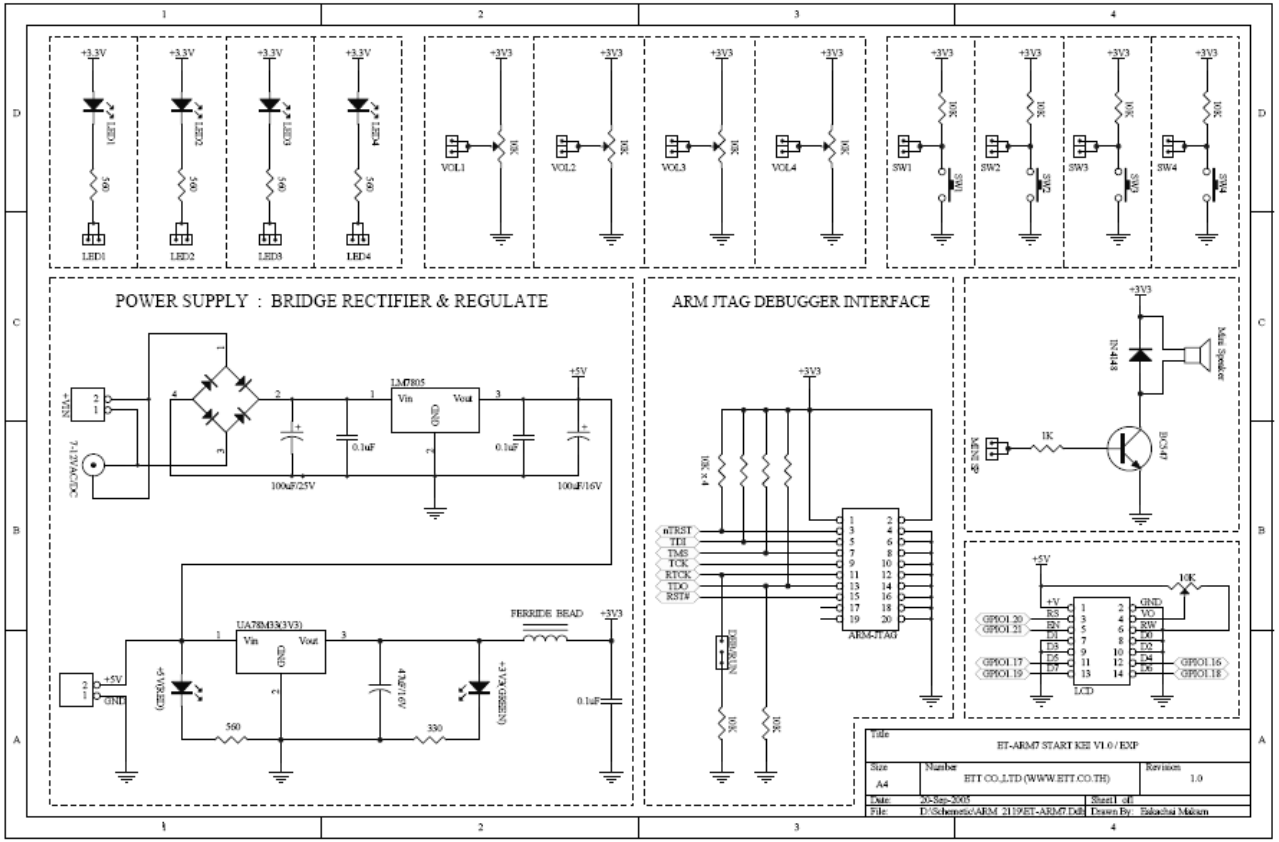
ภาพประกอบ ค-2 รายละเอียดของบอร์ด ET-ARM7 STAMP LPC2119

(ที่มา : http://www.ett.co.th)

เพื่อความสะดวกในการใช้งานบอร์ด ET ARM STAMP LPC2119 นั้นสามารถเลือกใช้ ET-ARM7 START KIT V1.0 / EXP เป็นชุด “ARM Base Socket” โดยในส่วนของชุด “ARM Base Socket” หรือ ET-ARM7 START KIT V1.0 และ ET-ARM7 START KEI V1.0 EXP ประกอบไปด้วย วงจรพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการศึกษาเรียนรู้และทดลองใช้งานทรัพยากรต่างๆ ของ MCUตระกูล ARM โดยภายในบอร์ดได้จัดเตรียมวงจรใช้งานที่จำเป็นไว้ให้ใช้งานอย่างครบถ้วนได้แก่

- วงจรแหล่งจ่ายไฟ แบบ Bridge Rectifier ขนาด 1A พร้อมวงจร Filter สามารถใช้กับแหล่งจ่ายไฟได้ทั้ง AC และ DC ขนาด 7-12V
- วงจร Regulate ขนาด +3.3V / 500mA สำหรับใช้งานเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรให้กับโมดูล “ET-ARM STAMP LPC2119” และวงจร I/O ต่างๆที่ใช้กับแหล่งจ่ายขนาด 3.3V พร้อม LED แสดงสถานะสีเขียว และจุด Connector เชื่อมต่อใช้งาน ทั้งตัวผู้และตัวเมีย
- วงจร Regulate ขนาด +5V / 1A สำหรับใช้งานเป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรให้กับจอแสดงผล LCD และอุปกรณ์ I/O ต่างๆที่ใช้กับแหล่งจ่ายขนาดขนาด +5V พร้อม LED แสดงสถานะสีแดง และจุด Connector เชื่อมต่อใช้งาน ทั้งตัวผู้และตัวเมีย
- วงจรเชื่อมต่อจอแสดงผล LCD แบบ Character พร้อม VR ปรับความสว่าง โดยใช้สัญญาณ GPIO1[16..21] ในการเชื่อมต่อวงจรกับ LCD แบบ 4 Bit Interface
- วงจร LED แสดงผลแบบ Sink Current ใช้ไฟเลี้ยง 3.3V โดยใช้ LED สีแดงขนาด 3 mm. จำนวน 4 ชุด สำหรับใช้ในการทดสอบการทำงานของ Output ต่างๆ
- วงจรปรับแรงดัน 0-3.3V โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้าแบบมีแกนปรับ จำนวน 4 ชุด สำหรับใช้ในการทดสอบการทำงานของ A/D
- วงจร Push Button Switch จำนวน 4 ชุด สำหรับใช้ทดสอบการทำงานของ Input ต่างๆ
- วงจร Mini Speaker สำหรับใช้ทดสอบการกำเนิดเสียง Beep หรือเสียงอื่นๆ
- พื้นที่สำหรับบัดกรีวงจรเพิ่มเติมขนาด 8cm x 4.5cm หรือใช้เป็นพื้นที่ติดตั้ง Photo Board รุ่น AD100 ขนาด 360 จุด
- ขั้วต่อ Header สำหรับรองรับโมดูล “ET-ARM STAMP LPC2119” หรือโมดูลอื่นๆที่มีขนาดเท่ากันพร้อม Connector สำหรับต่อไปยังวงจรทดลองต่างๆทั้งแบบตัวผู้และตัวเมีย

รายละเอียดของบอร์ด ET-ARM7 START KIT V1.0 / EXP แสดงดังภาพประกอบ ค-3



ภาพประกอบ ค-3 รายละเอียดของบอร์ด ET-ARM7 START KIT V1.0 / EXP

(ที่มา : http://www.ett.co.th)

ภาคผนวก ง

การออกแบบโครงสร้างด้วยโปรแกรม Solid EDGE

Solid Edge คือ ซอฟแวร์ออกแบบเพื่อการผลิตทางด้านวิศวกรรม ที่มีความคล่องตัวใช้งาน มีประสิทธิภาพในการออกแบบสูง ช่วยลดค่าความคลาดเคลื่อน (Error) และเพิ่ม Productivity โดยมีฟังก์ชันในการทำงานที่เด่นๆดังต่อไปนี้

1) Sketch เป็นเครื่องมือในการสร้างสเกตซ์สองมิติเพื่อนำไปเป็นหน้าตัด หรือ ทางเดิน หรือ เป็นวัตถุใดๆในการขึ้นรูปสามมิติ

2) Part Design เป็นโมดูลสำหรับงานออกแบบชิ้นส่วน โดยชุดคำสั่งเป็นคำสั่งในการสร้าง Solid Modeling

3) Sheet Metal เป็นอีกโมดูลหนึ่งที่มีการขึ้นรูปในลักษณะของโลหะแผ่น Feature ที่อยู่ในโมดูลนี้จึงเป็นคำสั่งเฉพาะงานของโลหะแผ่นเท่านั้น เช่น ตัด พับ เจาะ ทำครีบระบายความร้อน

4) Assembly Modeling เป็นการออกแบบโดยนำชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนที่ได้ออกแบบไว้มาประกอบกัน ด้วยความสัมพันธ์ที่กำหนดได้ หรือจะเป็นการออกแบบชิ้นส่วนใหม่ใน Assembly เลยก็ได้จะทำให้ตำแหน่งและการประกอบแน่นอนยิ่งขึ้น รวมถึงสามารถตรวจสอบการกินเนื้อกันของชิ้นงานที่นำมาประกอบกันได้ สามารถหาน้ำหนักรวมและพื้นที่ผิวรวมได้

5) Weldment จำลองรอยเชื่อมในสามมิติ สามารถใส่คุณสมบัติและประเภทของรอยเชื่อมตามงานจริงใด โดยรายละเอียดทั้งหมดจะไปออกใน Drawing สองมิติ สามารถนำรายละเอียดทั้งหมดไปสั่งให้ Shop เชื่อมงานตามแบบได้

6) Drafting จากการออกแบบมาทั้งหมดในระบบ 3 มิติ ซอฟแวร์ Solid Edge จะเป็นผู้ช่วยในการนำส่วนที่ต้องการออกเป็น Drawing 2 มิติ เพื่อใช้สั่งงานให้โรงงานทำงานต่อไป นอกจากนี้ในโมดูล Drafting เองยังสามารถใช้เครื่องมือในการวาดภาพสองมิติได้แบบซอฟแวร์สองมิติทั่วไปอีกด้วย

7) Motion Simulation สำหรับจำลองการเคลื่อนที่งานประกอบที่มีลักษณะเป็นงานกลไกเพื่อตรวจสอบระยะไกลสุดที่ไปได้ หรือการเคลื่อนที่แล้วไปชนกับชิ้นส่วนอื่นหรือไม่

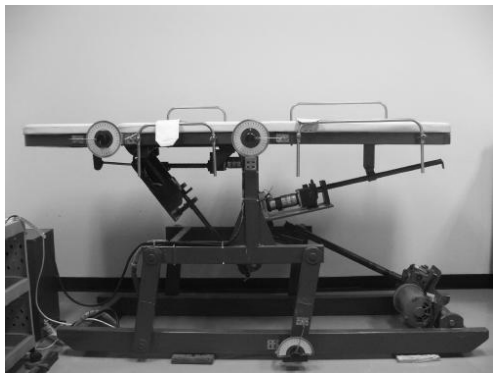
ผลการออกแบบเตียงกายภาพบำบัดด้วยโปรแกรม Solid Edge แสดงดังภาพประกอบ ง-1 ถึงภาพประกอบ ง-7

ภาคผนวก จ

ฟังก์ชันการทำงานของเตียงกายภาพบำบัด

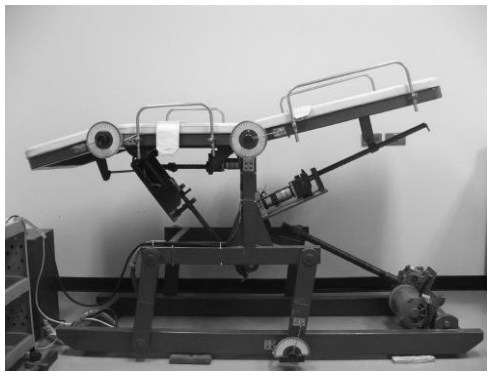
ตารางฟังก์ชันการทำงานของเตียงกายภาพบำบัดประกอบด้วย 30 ฟังก์ชัน ดังนี้

ฟังก์ชันที่ 1 มุมของส่วนหัว (0^{o}) มุมของส่วนกลา (0^{o}) มุมของส่วนล่าง (0^{o})



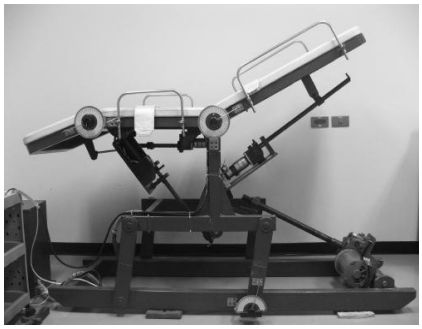
ภาพประกอบ จ-1 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 1

ฟังก์ชันที่ 2 มุมของส่วนหัว (-15^{o}) มุมของส่วนกลา (0^{o}) มุมของส่วนล่าง (15^{o})



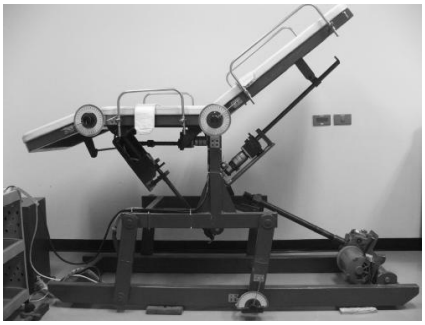
ภาพประกอบ จ-2 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 2

ฟังก์ชันที่ 3 มุมของส่วนหัว (-20^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (30^{O})



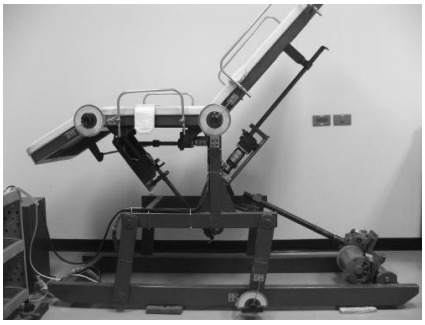
ภาพประกอบ จ-3 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 3

ฟังก์ชันที่ 4 มุมของส่วนหัว (-20^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (40^{O})



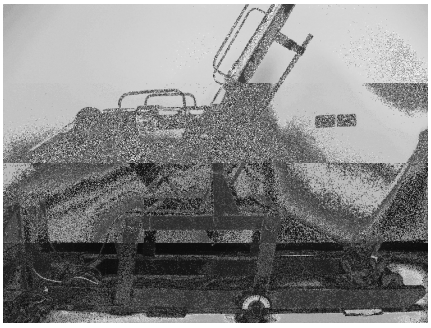
ภาพประกอบ จ-4 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 4

ฟังก์ชันที่ 5 มุมของส่วนหัว (-30^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (50^{O})



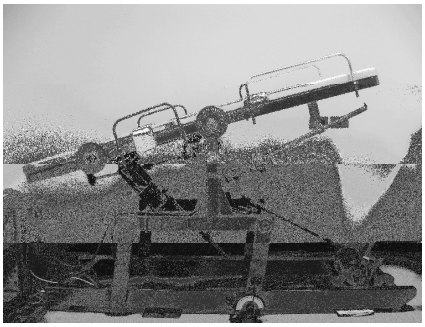
ภาพประกอบ จ-5 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 5

ฟังก์ชันที่ 6 มุมของส่วนหัว (-30^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (60^{O})



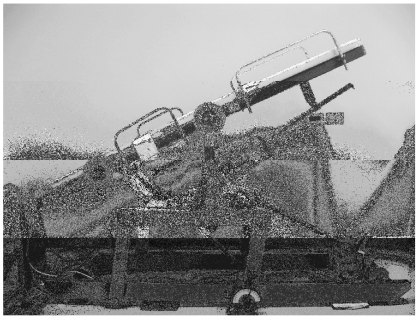
ภาพประกอบ จ-6 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 6

ฟังก์ชันที่ 7 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (-15^{O}) มุมของส่วนล่าง (15^{O})



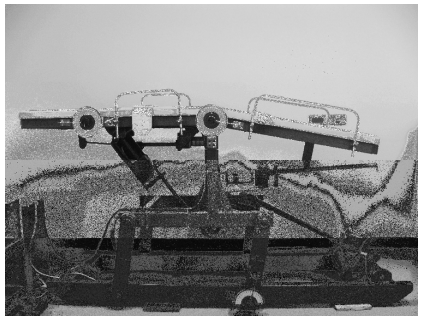
ภาพประกอบ จ-7 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 7

ฟังก์ชันที่ 8 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (-25^{O}) มุมของส่วนล่าง (25^{O})



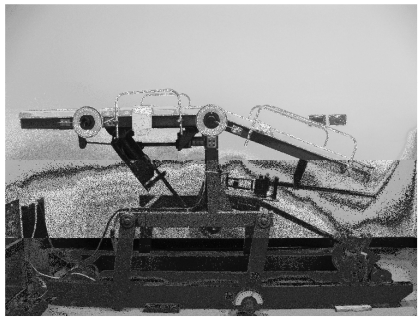
ภาพประกอบ จ-8 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 8

ฟังก์ชันที่ 9 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (-10^{O})



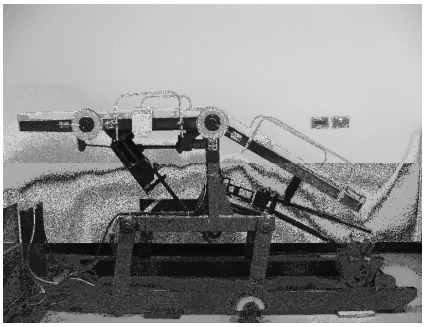
ภาพประกอบ จ-9 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 9

ฟังก์ชันที่ 10 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (-20^{O})



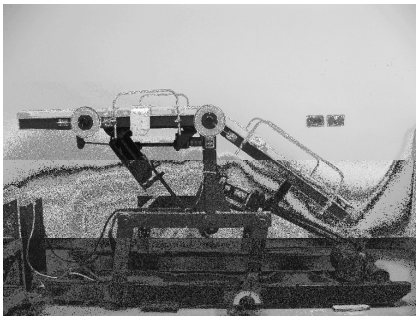
ภาพประกอบ จ-10 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 10

ฟังก์ชันที่ 11 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (-30^{O})



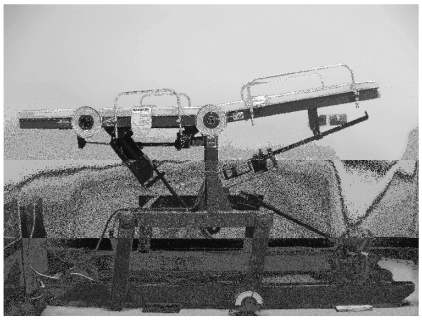
ภาพประกอบ จ-11 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 11

ฟังก์ชันที่ 12 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (-35^{O})



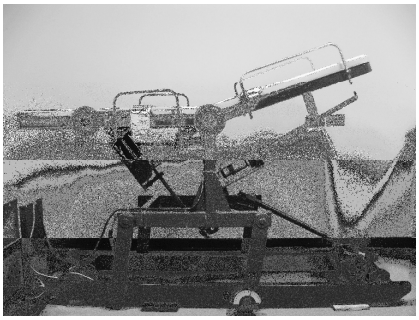
ภาพประกอบ จ-12 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 12

ฟังก์ชันที่ 13 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (10^{O})



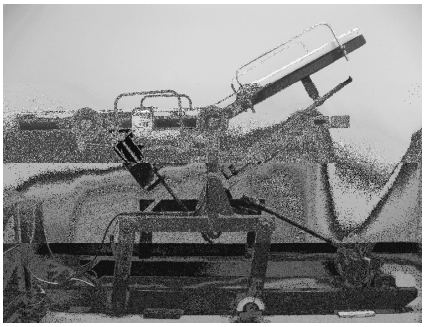
ภาพประกอบ จ-13 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 13

ฟังก์ชันที่ 14 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (20^{O})



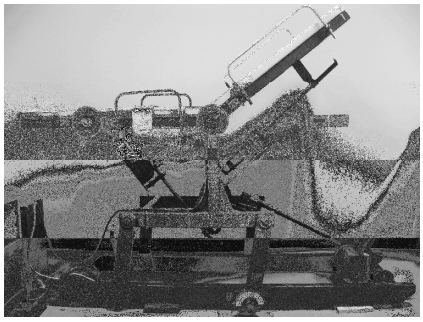
ภาพประกอบ จ-14 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 14

ฟังก์ชันที่ 15 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (30^{O})



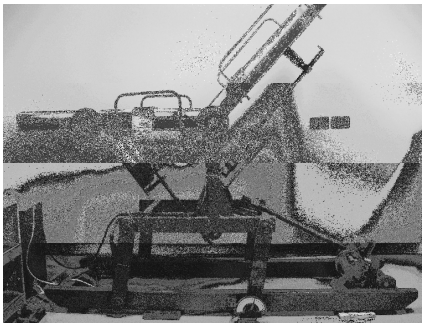
ภาพประกอบ จ-15 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 15

ฟังก์ชันที่ 16 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (40^{O})



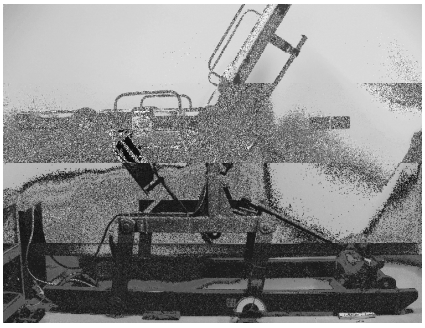
ภาพประกอบ จ-16 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 16

ฟังก์ชันที่ 17 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (50^{O})



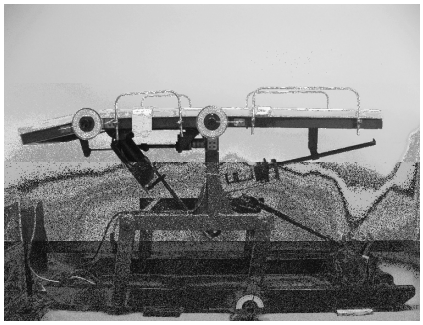
ภาพประกอบ จ-17 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 17

ฟังก์ชันที่ 18 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (60^{O})



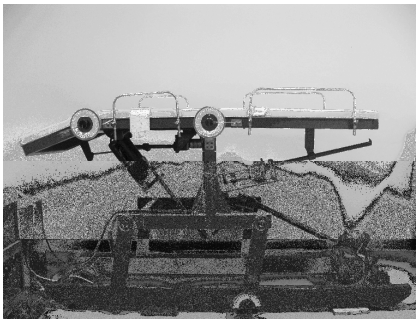
ภาพประกอบ จ-18 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 18

ฟังก์ชันที่ 19 มุมของส่วนหัว (-10^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (0^{O})



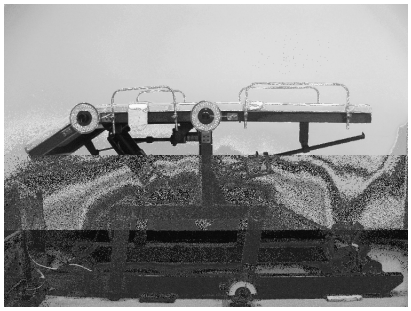
ภาพประกอบ จ-19 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 19

ฟังก์ชันที่ 20 มุมของส่วนหัว (-20^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (0^{O})



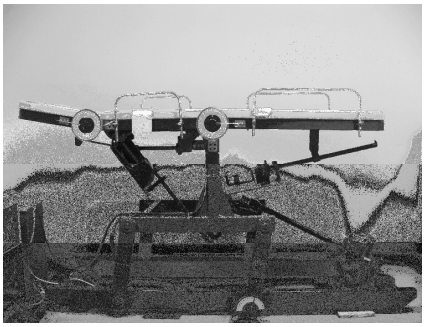
ภาพประกอบ จ-20 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 20

ฟังก์ชันที่ 21 มุมของส่วนหัว (-30^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (0^{O})



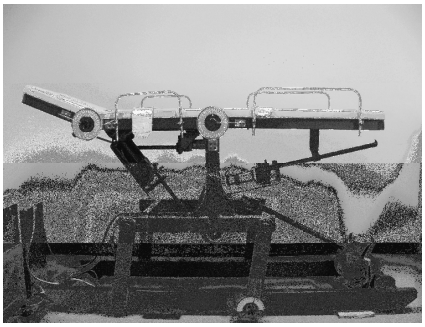
ภาพประกอบ จ-21 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 21

ฟังก์ชันที่ 22 มุมของส่วนหัว (10^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (0^{O})



ภาพประกอบ จ-22 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 22

ฟังก์ชันที่ 23 มุมของส่วนหัว (20^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (0^{O})

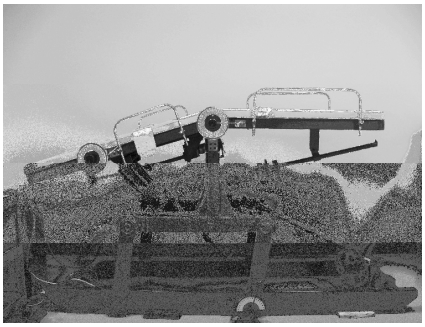


ภาพประกอบ จ-23 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 23

ฟังก์ชันที่ 24 มุมของส่วนหัว (30^{O}) มุมของส่วนกลา (0^{O}) มุมของส่วนล่าง (0^{O})

ภาพประกอบ จ-24 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 24

ฟังก์ชันที่ 25 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (-15^{O}) มุมของส่วนล่าง (0^{O})

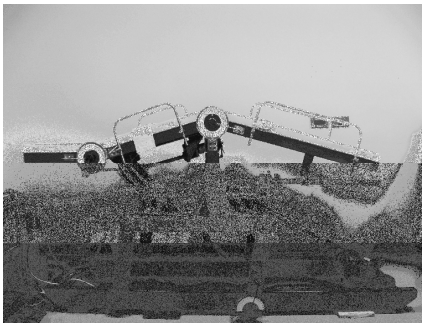


ภาพประกอบ จ-25 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 25

ฟังก์ชันที่ 26 มุมของส่วนหัว (0^{O}) มุมของส่วนกลา (-25^{O}) มุมของส่วนล่าง (0^{O})

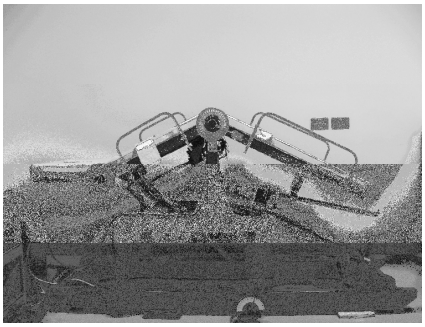
ภาพประกอบ จ-26 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 26

ฟังก์ชันที่ 27 มุมของส่วนหัว (15^{O}) มุมของส่วนกลา (-15^{O}) มุมของส่วนล่าง (-15^{O})



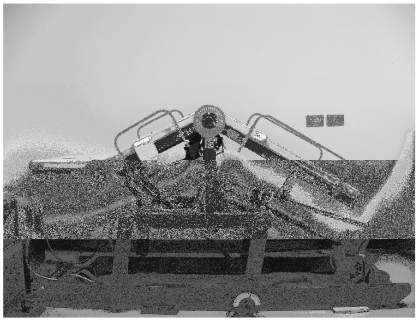
ภาพประกอบ จ-27 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 27

ฟังก์ชันที่ 28 มุมของส่วนหัว (25^{O}) มุมของส่วนกลา (-25^{O}) มุมของส่วนล่าง (-25^{O})



ภาพประกอบ จ-28 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 28

ฟังก์ชันที่ 29 มุมของส่วนหัว (25^{O}) มุมของส่วนกลา (-25^{O}) มุมของส่วนล่าง (-30^{O})



ภาพประกอบ จ-29 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 29

ฟังก์ชันที่ 30 มุมของส่วนหัว (25^{O}) มุมของส่วนกลา (-25^{O}) มุมของส่วนล่าง (-35^{O})

ภาพประกอบ จ-30 ลักษณะกายภาพของเตียงกายภาพบำบัดสำหรับฟังก์ชัน 30

ภาคผนวก ฉ

ผลการนำเตียงกายภาพไปใช้งานจริง

หลังจากการตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขระบบจนเสร็จสมบูรณ์สามารถใช้งานได้จริงก็ได้นำเตียงกายภาพบำบัดไปทดสอบการใช้งานจริง ณ งานเวชศาสตร์ฟื้นฟู (Rehabilitation Medicine) คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ภาพประกอบ ฉ-1 ถึง ฉ-13 เป็นการแสดงขั้นตอนการใช้งานเตียงกายภาพบำบัดในงานจริง

ภาพประกอบ ฉ-1 สถานที่นำเตียงไปใช้งานจริง ณ คณะแพทยศาสตร์ มอ.

ภาพประกอบ ฉ-2 สถานที่นำเตียงไปใช้งานจริง ณ ห้องกายภาพบำบัดทรวงอก

ภาพประกอบ ฉ-3 การติดตั้งเตียงกายภาพบำบัด

ภาพประกอบ ฉ-4 การติดตั้งเตียงกายภาพบำบัด

ภาพประกอบ ฉ-5 ตัวอย่างบอร์ดการจัดท่าระบายเสมหะ

ภาพประกอบ ฉ-6 การทดลองควบคุมเตียงกายภาพโดยนักกายภาพบำบัด

ภาพประกอบ ฉ-7 การทดลองควบคุมเตียงกายภาพโดยนักกายภาพบำบัด

ภาพประกอบ ฉ-8 ขั้นตอนการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยเพื่อขับเสมหะ

ภาพประกอบ ฉ-9 ขั้นตอนการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยเพื่อขับเสมหะ

ภาพประกอบ ฉ-10 ขั้นตอนการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยเพื่อขับเสมหะ

ภาพประกอบ ฉ-11 ขั้นตอนการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยเพื่อขับเสมหะ

ภาพประกอบ ฉ-12 ขั้นตอนการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยเพื่อขับเสมหะ

ภาพประกอบ ฉ-13 ขั้นตอนการทำกายภาพบำบัดผู้ป่วยเพื่อขับเสมหะ

จากผลการทดลองโดยนักกายภาพบำบัดมีความพึงพอใจเป็นอย่างมากเพราะสามารถควบคุมการทำงานของเตียงผ่านคอมพิวเตอร์และสามารถเลือกใช้ฟังก์ชันการทำงานได้ 30 ฟังก์ชัน ทำให้มีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ในการขับเคลื่อนเตียงกายภาพบำบัดนั้นใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการใช้งานเมื่อผู้ป่วยมีน้ำหนักมากก็ไม่ต้องกังวลเรื่องการปรับมุมอีกต่อไป

ผลจากการใช้เตียงกายภาพบำบัดนั้นให้มุมที่แน่นอนทำให้การจัดท่าการทำกายภาพบำบัดแม่นยำมากยิ่งขึ้นการกำจัดเสมหะก็ใช้เวลาน้อยลง กำจัดได้มากขึ้น ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทาเดินหายใจดียิ่งขึ้น

สิ่งที่ควรปรับปรุงคือควรปิดโครงสร้างของเตียงไม่ให้เห็นระบบขับเคลื่อนเพื่อให้มีความสวยงามมากยิงขึ้น ควรเก็บสายไฟวงจร ต่างๆให้มิดชิด เนื่องจากผู้ป่วยอาจจะเกิดความวิตกกังวลกลัวไฟฟ้าช็อตได้