สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

วิทยานิพนธ์ทางการออกแบบเรื่อง

โครงการออกแบบปรับปรุงเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ ชนิดพกพา สำหรับผู้ป่วย

(DESIGN DEVELOPMENT OF ECG TELEPHONIC PORTABLE)

โดย

นาย ศศิวัฒ บุษยพันธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชา ศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2534

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 86667

วัน,เดือน,ปี 30 S.A. 2551

.b 10858377

.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ชนิดพกพาสำหรับผู้ป่วย เป็นเครื่องมือที่แปลงสัญญาณคลื่นไฟฟ้าของหัวใจมาเป็นสัญญาณคลื่นเสียง แล้วส่งผ่านมาทางโทรศัพท์ไปยังสถานพยาบาล โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ ที่มีเครื่องรับโดยจะแปลงคลื่นที่ได้จากทางโทรศัพท์มาเป็น คลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยฝ่ายวงจรที่เรียกว่า DEMOT จากนั้นก็ผ่านเข้าเครื่องอิเลคโตรคคาร์ดิโอกราฟ แปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้ออกเป็นกราฟเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์

เครื่องนี้ส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ 3 LEAD คือ V1, V5, aVF โดยส่งได้ครั้งละ 1 LEAD แพทย์ที่ปลายทางจะเป็นผู้บอกว่าจะทำการวัด LEAD ใด โดยผู้ป่วยจะได้ยินคำสั่งของแพทย์ทางหูฟัง จากนั้น จึงปรับ SELECTOR SWITCH ไปยัง LEAD ที่แพทย์ต้องการ ในการส่งสัญญาณแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้นอัตราการเต้นของหัวใจเร็วหรือช้า (ครั้ง/นาที) ในการตรวจวัดแต่ละ LEAD แพทย์ต้องการเพียง 10-15 BEAT เท่านั้น

จากคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ส่งไปให้แพทย์นี้ จะทำให้แพทย์สามารถวิเคราะห์ได้ว่า สาเหตุของอาการแน่นหน้าอกนั้นเกิดขึ้นจากอะไร

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์เดิม สามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือ

1. <u>ปัญหาของตัวเครื่อง</u> ได้แก่ ขนาดที่ใหญ่เกินกว่าที่จะพกพา ระบายความร้อนที่มากเกินความจำเป็น จุดศูนย์กลางของเครื่อง ลำโพงของเครื่อง อยู่ห่างจากหูผู้ใช้แป้นวางหูโทรศัพท์ มีขนาดที่ตายตัว ทำให้ใช้ได้กับโทรศัพท์บางรุ่นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

1. นายแพทย์ สมชาติ โลจายะ ผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับโรคหัวใจ และการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้เครื่อง
2. อาจารย์ บุญเจริญ วงศ์กิติศึกษา ให้ความรู้เกี่ยวกับวงจรและข้อมูลประกอบตัวเครื่อง
3. คุณ สุทธินัน (วราเชอร์กิต) ผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับวงจรและอุปกรณ์ทางอีเลคทรอนิกส์ต่าง ๆ เป็นผู้ที่ช่วยให้วงจรต่าง ๆ มีขนาดเล็กลง
4. อาจารย์ บุญสนอง รัตนสุนทรากุล อาจารย์ที่ปรึกษา
5. คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวของผมเอง ซึ่งให้การสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์และการเรียนตลอดมา
6. กิ๊ม สถ.5 หนูปุ้ม น้องเหม น้องหมู น้องแซม ศอ.4 น้องอ๊อป ศอ.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุมัติ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต

....
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ .... ประธานกรรมการ
.... กรรมการ
.... กรรมการ
.... กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

....
อาจารย์บุญสนอง รัตน์สุนทรากุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเก็บอุปกรณ์ประกอบ ไม่มีส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบ ซึ่งได้แก่ LEAD WIRE CONECTOR, FRED DOT, สำลี, BENZOID, ALCHOHOL อย่างเป็นระเบียบ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

3. GRAPHIC ไม่มีกราฟฟิค บอกตำแหน่งการติด FRED DOT ซึ่งมีความสำคัญมากต้องใช้ความแม่นยำสูง, ข้อมูลของผู้ป่วย ที่ใช้รายงานให้แพทย์ทราบก่อนที่จะทำการส่งสัญญาณ

4. ความสวยงาม รูปทรงโดยรวมขาดความสวยงามแก่ผู้พบเห็น ซึ่งได้แก่ แพทย์ ซึ่งเป็นผู้ที่จะตัดสินใจว่าจะซื้อเครื่องนี้หรือไม่ ผู้ป่วยที่จะทำการพกพาเครื่องไปยังที่ต่าง ๆ

แนวทางการศึกษาวิจัย ได้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การค้นคว้าข้อมูลพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ ทางด้านการใช้งาน การวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นตัวเครื่อง และเทคนิคทางการออกแบบ

2. การวิเคราะห์และสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำมาวางแนวทางในการออกแบบ

3. การออกแบบและวิเคราะห์ เพื่อเลือกแบบที่เหมาะสม

4. การทำหุ่นจำลองเพื่อหาจุดบกพร่อง

5. การแก้ไข ปรับปรุงและการทำผลงานจริง

จากขั้นตอนในการทำการวิจัยทั้งหมด ผลของการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ด้านอุปกรณ์ที่ใช้กับเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1.1 แผงวงจร (PRINT CURCUIT BOARD) ใช้แผ่นวงจรระบบ PLATE THROUGHT HOLD ขนาด 2.8" X 3.0" จำนวน 2 แผ่น วางซ้อนกันหันด้านอุปกรณ์ออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ถาดแสดงผลอยู่ในตำแหน่งที่ชัดเจนและมีฝาปิดเมื่อไม่ใช้งาน

2.4 มีสายรัดหูโทรศัพท์ที่ช่วยกดให้หูโทรศัพท์แนบกับแป้น

2.5 มีส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบอย่างเป็นระเบียบ และสามารถเก็บตัวเครื่องไว้กับชุดเก็บอุปกรณ์ได้ด้วย โดยที่สามารถใช้เครื่องได้ในขณะที่ตัวเครื่องอยู่ติดกับชุดเก็บ

2.6 สายสะพาย, หูหนีบ เพื่อช่วยในการพกพาในรูปแบบต่าง ๆ ตัวเครื่องส่วนใหญ่ใช้วัสดุที่เป็นพลาสติก ABS เพื่อลดน้ำหนัก และมีการออกแบบลักษณะภายในที่เสริมความแข็งแรงให้กับตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้ขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้น อัตราการเต้นของหัวใจเร็วหรือช้า (ครั้ง/นาที) ในการตรววาวัดแต่ละ LEAD แพทย์ต้องการเพียง 10-15 BEAT เท่านั้น

จากคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ส่งไปให้แพทย์นี้ จะทำให้แพทย์สามารถวิเคราะห์ได้ว่า สาเหตุของอาการแน่นหน้าอกนั้นเกิดขึ้นจากอะไร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ช่วยให้แพทย์สามารถรับทราบคลื่นไฟฟ้าหัวใจของผู้ป่วย ขณะเกิดอาการแน่นหน้าอก
- มีส่วนช่วยในการวิเคราะห์อาการแน่นหน้าอกโดยไม่ทราบสาเหตุและโรคหัวใจ
- ผู้ป่วยไม่ต้องหยุดอยู่กับบ้าน สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามปกติได้
- สามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก เพื่อรอรับความต้องการของผู้ป่วย
- สามารถผลิตขึ้นเองภายในประเทศ เป็นการทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ
- ส่งเสริมการสร้างสรรงานด้านการออกแบบอุปกรณ์ทางการแพทย์พื่อเป็นประโยชน์แก่สังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่เกิดขึ้น

1. ขนาดสัดส่วนภายนอกของเครื่อง ECG TELEPHONIC ของภาควิชาอุปกรณ์ชีวแพทย์ ของมหาวิทยาลัยมหิดล มีขนาดใหญ่ (......................) ไม่สามารถพกพาได้ เนื่องจากมีแผ่นวงจรหลายชิ้น (4 ชิ้น) วางกันอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้การเดินสายไฟ ระหว่างแผ่นยุ่งยากสลับซับซ้อน มีรูระบายความร้อนมากเกินความจำเป็น อยู่ส่วนบนของตัวเครื่องทำให้ฝุ่นละอองและน้ำเข้าไปในตัวเครื่องได้ง่าย ทั้งที่เครื่องนี้มีความร้อนเกิดขึ้นน้อยมากไม่มีการป้องกันส่วนที่บอบบาง เช่น JACK เสียบ LEAD WIRE ที่ยื่นออกมาจากหน้ากาก เมื่อเกิดการกระทบกระแทกจะทำให้เกิดความเสียหายได้ง่าย ไม่มีจุดศูนย์ถ่วงของเครื่อง ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของตัวเครื่องมีโอกาสตากระทบพื้นได้เท่า ๆ กัน

2. ลำโพงคำสั่งติดอยู่กับตัวเครื่องขณะใช้งาน ตัวเครื่องจะวางอยู่ห่างจากผู้ใช้ ทำให้การฟังไม่ชัดเจน เพราะถูกรบกวนจากเสียงต่าง ๆ บริเวณนั้น ช่องลำโพงที่อยู่ด้านบนของตัวเครื่อง ทำให้น้ำ และฝุ่นละอองเข้าไปในตัวเครื่องได้

3. แป้นวางหูโทรศัพท์ ทำจากแผ่น ACBILIC นำมาซ้อนกัน จึงมีน้ำหนักมาก ระยะระหว่างไมค์ และลำโพง ของเครื่องเป็นระยะที่แน่นอนตายตัว ทำให้วางหูโทรศัพท์ได้บางรุ่นเท่านั้น ด้านบนของแป้นวางหูโทรศัพท์เป็นแผ่นเรียบแข็ง ทำให้ไม่กระชับกับหูโทรศัพท์ ซึ่งมีหลายแบบ โดยเฉพาะโทรศัพท์มือถือ ไม่สามารถแนบกับส่วนไมค์และลำโพงของตัวเครื่อง มีเพียงสายหนังที่คอยประคองหูโทรศัพท์ไม่สามารถรัดให้หูโทรศัพท์แนบกับแป้นวางได้

4. สาย LEAD WIRE มีทั้งหมด 6 สาย 5 JACK (2 CCHEST LL, BA, LA, RL) การใช้งานยุ่งยากสลับซับซ้อน ความยาวของ LEAD WIRE เท่ากันหมดทุกเส้น แต่ระยะห่างจากจุดรวมสาย (บริเวณเอว)ไปยังจุดต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ทำให้มีสายรุงรังไม่เป็นระเบียบ เครื่องนี้สามารถส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ครั้งละ 1 Chanal เท่านั้น การเปลี่ยน Chanal ที่จะทำการส่ง ต้องย้าย Electrode ไปตามจุดต่างของร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

อนุมัติผล

รายการตารางประกอบ

รายการภาพประกอบ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 บทนำ 1

1.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 7

1.4 แนวทางการแก้ปัญหา 9

1.5 แนวทางการศึกษาวิจัย 18

บทที่ 2 การค้นคว้าและสรุปผลข้อมูล

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหัวใจ

2.1.1 โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ 20

2.1.2 คลื่นไฟฟ้าหัวใจและการบันทึก 22

2.2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์

2.2.1 ความเป็นมาและหลักการทำงาน 26

2.2.2 หลักการทำงานของเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 27

2.2.3 การควบคุมและการส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 สรุปหลักการทำงานของระบบ 31

2.3 อุปกรณ์และส่วนประกอบของเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ -

2.3.1 อุปกรณ์ภายนอก 33

2.3.2 อุปกรณ์ภายใน 33

2.3.3 อุปกรณ์ประกอบ 35

2.3.4 วงจรอิเลคทรอนิกส์ภายใน 35

2.4 การศึกษาด้านพฤติกรรม

2.4.1 พฤติกรรมผู้ใช้เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ 54

2.4.2 พฤติกรรมผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง 56

2.4.3 สรุปพฤติกรรมการใช้งาน 61

2.5 อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 อุปกรณ์ภาคแสดงผล 64

2.5.2 อุปกรณ์ป้อนสัญญาณ 70

2.5.3 ขั้วเสียบสาย 75

2.5.4 ชนิดของสายไฟฟ้า 78

2.5.5 แบตเตอรี่ 79

2.5.6 หูโทรศัพท์ 81

2.5.7 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง 86

2.5.8 การวิเคราะห์อุปกรณ์ประกอบ 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์

2.6.1 ลักษณะมุมมอง 91

2.6.2 พื้นที่ใช้งานขนาดของอุปกรณ์และตัวอักษร 93

2.6.3 การใช้งานและการควบคุมอุปกรณ์ 94

2.6.4 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์ 96

2.7 การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.7.1 วัสดุที่ใช้ทำตัวเครื่อง 97

2.7.2 วัสดุที่ใช้ทำซอง และสายสะพาย 101

2.7.3 การวิเคราะห์เกี่ยวกับวัสดุ 116

2.8 สีและแนวทางการใช้สี

2.8.1 จิตวิทยาการใช้สี 120

2.8.2 เทคนิคการใช้สี 122

2.8.3 อิทธิพลของสีต่อความรู้สึก 123

2.8.4 สรุปแนวทางของสีที่จะใช้ในการออกแบบ 126

2.9 สรุปการศึกษาข้อมูลและสรุปผลการวิเคราะห์ 127

บทที่ 3 การพัฒนาการออกแบบ

3.1 ขั้นตอนการออกแบบและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ 133

3.1.1 การหารูปเบื้องต้นและการจัดวางอุปกรณ์ภายใน 134

3.1.2 ตำแหน่งของส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล 136

3.1.3 วิธีการวางหูโทรศัพท์เข้ากับตัวเครื่อง 139

3.1.4 การขยายขนาดของแป้นวางหูโทรศัพท์ 144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การเก็บสายสูฟัง 148

3.1.6 การปรับขนาดและการเก็บสายรัดหูโทรศัพท์ 153

3.1.7 ตำแหน่งของตัวเครื่องมือประกอบกับส่วนเก็บอุปกรณ์ 154

3.1.8 ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ การใช้งาน และการเก็บ 155

3.2 แบบร่าง 160

3.3 แบบปรับปรุง 163

3.4 สรุปผลการวิเคราะห์เพื่อการออกแบบ 164

บทที่ 4 การเสนอผลงานการออกแบบ

4.1 แผ่นเสนองาน 166

4.2 ภาพถ่ายงานจริงและหุ่นจำลอง 174

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุปผลการออกแบบ และข้อเสนอแนะนักศึกษา 179

5.2 สรุปผลการออกแบบ และข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา 180

บรรณานุกรม

ภาคผนวกประวัตินักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ชนิดพกพาสำหรับผู้ป่วย เป็นเครื่องมือที่แปลงสัญญาณคลื่นไฟฟ้าของหัวใจมาเป็นสัญญาณคลื่นเสียง แล้วส่งผ่านมาทางโทรศัพท์ไปยังสถานพยาบาล โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ ที่มีเครื่องรับโดยจะแปลงคลื่นที่ได้จากทางโทรศัพท์มาเป็น คลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยฝ่ายวงจรที่เรียกว่า DEMOT จากนั้นก็ผ่านเข้าเครื่องอิเลคโตรคคาร์ดิโอกราฟ แปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้ออกเป็นกราฟเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์

เมื่อผู้ป่วยมีอาการแน่นหน้าอกโดยไม่ทราบสาเหตุ เดินทางมาพบแพทย์ แพทย์จะทำการตรวจด้วยวิธีต่าง ๆ รวมทั้งการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจซึ่งจำเป็นจะต้องทำการตรวจวัดในขณะที่ผู้ป่วยมีอาการแน่นหน้าอกเท่านั้น แพทย์อาจจะให้ผู้ป่วยทำ EXERCISE แต่อาการแน่นหน้าอกผิดปกติให้ผู้ป่วยใช้เครื่องนี้ ส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านทางโทรศัพท์ไปยังแพทย์โดยทันที

เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์นี้ ใช้ง่าย ไม่ซับซ้อน เริ่มต้นโดยการติด ELECTRODE ตามจุดต่าง ๆ ตามที่แพทย์กำหนด แล้วพกเครื่องนี้ติดตัวไปทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามปกติ เมื่อเกิดอาการแน่นหน้าอก จงมองหาโทรศัพท์ที่ใกล้ตัวมากที่สุด โทรศัพท์ไปยังศูนย์ หรือ โรงพยาบาล รายงานตัวให้เรียบร้อยนำหูฟังมาเหน็บไว้ที่หู จากนั้นนำหูโทรศัพท์มาแนบกับเครื่อง

เครื่องนี้ส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจได้ 3 LEAD คือ V1, V5, aVF โดยส่งได้ ครั้งละ 1 LEAD แพทย์ที่ปลายทางจะเป็นผู้บอกว่าจำทำการวัด LEAD ใด โดยผู้ป่วยจะได้ยินคำสั่งของแพทย์ทางหูฟัง จากนั้น จึงปรับ SELECTOR SWITCH ไปยัง LEAD ที่แพทย์ต้องการในการส่งสัญญาณแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 นาที ทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. GRAPHIC ต่าง ๆ บนตัวเครื่องไม่ชัดเจน ไม่สามารถมองได้ เมื่อตัวเครื่องอยู่ในตำแหน่งของการพกพา การติด Electrode ตามจุดต่าง ๆ ของร่างกาย ต้องติดให้ถูกต้อง แต่ไม่มี GRAPHIC บอกตำแหน่งการติด Electrode หมายเลขโทรศัพท์ของโรงพยาบาล หมายเลขประจำตัวคนไข้ เป็นสิ่งที่ยาก ถ้าจะต้องนึกให้ได้ในขณะที่ร่างกายไม่ปกติ ไม่มี GRAPHIC บอกหมายเลขโทรศัพท์ และหมายเลขประจำตัวคนไข้

6. การใช้งานขณะที่ตัวเครื่องอยู่ในตำแหน่งที่พกพา ทำได้อย่างยากลำบาก เพราะรูปทรงโดยรวมไม่เหมาะสม ไม่มีส่วนช่วยในการพกพา ซึ่งอาจจะเป็นเข็มขัดคาดเอว หรือสายสะพาย ขนาดที่ใหญ่เกินความจำเป็น ทำให้ขาดความสวยงามแก่ผู้พบเห็น

7. วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นโลหะแผ่น การขึ้นรูปทรงต่าง ๆ ทำได้อย่างมีขีดจำกัด การประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ต้องใช้ น๊อต สกรู เป็นหลัก ทำให้เสียเวลาและค่าแรงในการประกอบ สีสันต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจะเป็นการ FINNISHING เหล็กเมื่อเกิดการกระทบกระแทกจะทำให้เกิดรอยสีถลอก เครื่องจะดูเก่าเร็ว วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นโลหะแผ่น พับขึ้นรูป ไม่สามารถทำ BIB,BOSS ในตัวได้ การเดินสายไฟในตัวเครื่อง สามารถทำได้ยาก ทำให้สายไฟไม่เป็นระเบียบ การประกอบแผ่นวงจร จึงช้าไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ความเป็นไปได้ของโครงการ</u>

1. ด้านนโยบาย

เป็นไปตามนโยบาย "โครงการสร้างเครื่องต้นแบบ เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์" ของศูนย์พัฒนาอุปกรณ์ชีวแพทย์ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหิดล โดยคำนึงถึงความต้องการและความจำเป็นในการใช้งาน ทั้งนี้ได้ข้อมูลและคำปรึกษาโครงการเป็นอย่างดี

2. ด้านเศรษฐกิจ

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยเราต้องสั่งซื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์จากต่างประเทศ เป็นจำนวนมาก ปีละหลายร้อยล้านบาทในงบประมาณอันจำกัด จึงไม่สามารถตอบสนองความต้องการของเครื่องได้มากนัก โครงการนี้เป็นการออกแบบเครื่องให้มีการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิตให้เหมาะสมกับเทคโนโลยีในประเทศให้ เหมาะสมกับเงินที่จ่ายไปอย่างคุ้มค่า โดยเครื่องนี้ ถ้าผลิตภายในประเทศจะถูกกว่าของต่างประเทศหลายเท่า และยังเป็นการทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อเป็นการลดดุลการค้าอีกด้วย

3. ด้านสังคมและสภาพแวดล้อม

โครงการนี้ เป็นการตอบสนองความเจริญก้าวหน้าของการแพทย์และการสาธารณสุขของประเทศให้มีคุณภาพในการบำบัดรักษา และมีโอกาสที่จะมีเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ไว้ใช้ได้อย่างทั่วถึง ทำให้ผู้ป่วยมีโอกาสรอดชีวิตมากขึ้น เพื่อเป็นกำลังอันสำคัญในการพัฒนาประเทศต่อไป

4. ด้านการออกแบบ

เทคโนโลยีในประเทศไทยในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้เจริญขึ้นทางด้านระบบและขั้นตอนในการผลิตจึงสามารถที่จะใช้วัสดุอุปกรณ์เครื่องมือและเทคนิคที่มีอยู่ในประเทศได้ ดังนั้นการออกแบบจึงต้องมีความจำเป็นอย่างมาก เพื่อให้สอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คล้องกับเทคโนโลยีและวัสดุภายในประเทศ รวมถึงความสวยงามและความสะดวกสบายในการใช้งานของเครื่อง

5. ด้านเทคโนโลยีของระบบ

อุปกรณ์เครื่องมืออิเลคโทรนิคส์ในการทำงานของเครื่องนี้ได้รับการพัฒนาปรับปรุงให้มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพในการทำงาน และมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้อย่างเรียบร้อยแล้ว ในโครงการนี้มีการดำเนินงานที่ประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านอิเล็คทรอนิคส์ทางการแพทย์รับรองในด้านข้อมูลและการทำงานของเครื่องตลอดโครงการ คือ อาจารย์บุญเจริญ วงศ์กิติศึกษา และผู้ร่วมโครงการอีกหลายท่าน

โดยสรุปแล้ว จะเห็นได้ว่าโครงการนี้ สามารถที่จะดำเนินการผลิตและออกแบบได้ทั้งนี้ได้สอดคล้องกับสภาวะการผลิต ทางนโยบาย ทางเศรษฐกิจ ทางสังคม และสภาพแวดล้อมด้านการออกแบบ และทางด้านเทคโนโลยีของระบบ ตลอดจนความต้องการของการแพทย์ และการสาธารณสุขของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขอบเขตของโครงการ</u>

1. ออกแบบปรับปรุงเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ โดยมีส่วนประกอบดังนี้
   - POWER SWITCH เป็น SWITCH เปิดปิดการใช้งาน
   - SELECTOR SWITCH ลักษณะเป็นปุ่มหมุนเร็ว LEAD ที่จะทำการส่ง
   - SOCKET ของ ELECTRODE จำนวน 1 ตัว
   - สัญญาณไฟที่บอกให้ทราบว่าขณะนี้กำลังส่ง LEAD ใดอยู่
   - SOCKET สำหรับเก็บ EAR PHONE

   การวางตำแหน่งปุ่มปรับต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมแก่การใช้งาน

2. ใช้สำหรับพกติดตัว
   - ซองสำหรับใส่เครื่องเพื่อพกพาไปในที่ต่าง ๆ
   - สายสะพาย สำหรับสะพายไหล่ หรือ แขวนในที่ต่าง ๆ
   - ห่วง สำหรับร้อยกับเข็มขัด
   - จุดรวมสายไฟจาก 6 เป็น 1 ให้สามารถติดกับขอบกางเกงหรือกระโปรง

3. ส่วนที่ป้องกันตัวเครื่อง
   - ซองที่สามารถลดแรงกระแทกที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่อง
   - ซองที่สามารถกันน้ำได้ในบางกรณี

4. แป้นวางโทรศัพท์
   - ส่วนที่ใช้ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก
   - สามารถใช้กับโทรศัพท์ได้หลายรุ่น
   - การวางตำแหน่งของไมค์และลำโพงอยู่ในตำแหน่งที่รับ ส่ง ได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

- ส่วนเก็บ BATTABY PACKAGE 12 V
- ส่วนเก็บสาย ELECTRODE
- ส่วนเก็บอะไหล่ของ LEAD SPOT และชิ้นส่วนที่ไม่ต้องการใช้
- ส่วนเก็บสาย EAR PHONE
- ส่วนเก็บสายสะพาย มีส่วนเก็บข้อมูลของผู้ป่วย เช่น บัตรเลขประจำตัว เบอร์โทรศัพท์ โรงพยาบาล

6. GRAPHIC

- มี GRAPHIC บอกตำแหน่งการติด ELECTRODE
- ออกแบบ GRAPHIC ของเครื่องโดยรวมให้สวยงาม

7. ออกแแบบรูปทรงทั้งหมดโดยคำนึงถึง ERGONOMICS เช่น สาย ELECTRODE ปุ่มปรับต่าง ๆให้อยู่ในตำแหน่งที่สะดวกแก่การใช้งาน

8. ใช้วัสดุอุปกรณ์และระบบการผลิตเหมาะสมกับเทคโนโลยีภายในประเทศ

9. สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
<u>BODY</u>	
1. ขนาดสัดส่วนของเครื่องใหญ่เกินกว่าที่จะพกพาได้ เนื่องจากการวางแผ่นวงจรไม่เป็นระเบียบ	วางแผ่นวงจรให้เป็นระเบียบอยู่ในรูปทรงที่จะพกพาได้สะดวกคล้ายกับแป้นวางโทรศัพท์
2. รูระบายความร้อนมีมากเกินความจำเป็นทำให้ฝุ่นละอองและน้ำเข้าไปในเครื่องได้ง่าย	เนื่องจากเครื่องนี้ขณะใช้งานมีความร้อนเกิดขึ้นน้อยมากจึงลดรูระบายความร้อนลงและให้อยู่ในตำแหน่งที่น้ำเข้าได้ยาก เช่น ด้านล่างของเครื่องหรือเปลี่ยนไปแผ่นระบายความร้อนแทน
3. ไม่มีการป้องกันที่ดีสำหรับส่วนที่บอบบาง เช่น SOCKET ที่ยื่นออกมาจากหน้ากาก เมื่อเกิดการกระทบกระแทกจะเสียหายได้ง่าย	ออกแบบเพื่อป้องกันการกระทบกระแทกในส่วนที่บอบบาง เช่น ออกแบบให้ SOCKET อยู่ลึกเข้าไปในตัวหน้ากากเพื่อป้องกันการกระทบกระแทก
4. ไม่มีจุดศูนย์ถ่วงที่ดีเมื่อเกิดพลาดทำหล่นลงมาทุกส่วนมีโอกาสกระแทกพื้นได้เท่ากัน	วางตำแหน่งของเครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีจุดศูนย์ถ่วงที่ดีโดยให้ส่วนที่มีความแข็งแรงมากกว่ากระทบพื้นก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
<u>ลำโพงคำสั่ง</u>	
5. ลำโพงติดอยู่ที่ตัวเครื่องซึ่งห่างจากหูผู้ใช้ทำให้การฟังไม่ชัดเจนเพราะจะถูกรบกวนด้วยเสียงต่าง ๆ ในบริเวณนั้น	เปลี่ยนจากลำโพงเป็นหูฟังทำให้การฟังชัดเจนขึ้นไม่ถูกรบกวนโดยเสียงต่าง ๆ ในบริเวณนั้น
6. ช่องลำโพงอยู่ที่ตัวเครื่องทำให้น้ำสามารถเข้าไปในเครื่องโดยทางนี้ได้	เปลี่ยนจากลำโพงเป็นหูฟัง
<u>แป้นวางโทรศัพท์</u>	
7. แป้นวางโทรศัพท์มีน้ำหนักมากเพราะทำจากแผ่น ACRYLIC นำมาซ้อนกัน	ออกแบบให้เป็นชิ้นงานพลาสติกให้มีรูปทรงสวยงามและน้ำหนักเบา
8. ระยะระหว่างไมค์และลำโพงมีระยะที่ตายตัว ทำให้วางโทรศัพท์ได้บางรุ่นเท่านั้น	ออกแบบให้ระยะระหว่างไมค์กับลำโพงสามารถปรับได้พอสมควรจะทำให้สามารถใช้กับโทรศัพท์ได้หลายรุ่นกว่า
9. ด้านบนของแป้นวางโทรศัพท์เป็นแผ่นเรียบแข็งทำให้ไม่กระชับซึ่งมีมากมายหลายแบบทำให้เสียงจากภายนอกเข้ารบกวนได้	ใช้วัสดุที่สามารถหยุ่นตัวได้ เช่น ฟองน้ำทำให้สามารถกระชับกับโทรศัพท์กว่า เพื่อป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
10.ไม่มีสายรัดให้หูโทรศัพท์แนบกับแป้น	ออกแบบให้สายรัดหูโทรศัพท์แนบติดอยู่กับแป้นโดยไม่ต้องใช้มือคอยประคอง
ELECTRODE	
11.มีสาย ELECTRODE ทั้งหมด 6 สาย 5 SOCKET (2 CHEST LL RL LA RA) ทำให้การใช้งานซับซ้อนยุ่งยาก	มีจุดรวมสายที่รวมสายทั้ง 6 เป็นเส้นเดียวทำให้รูทั้ง 5 (5 SOCKET) มีเหลือเพียง 1 รู ที่จุดรวมสาย ออกแบบให้สามารถเหน็บที่ขอบกางเกง หรือกระโปรงได้เพื่อเป็นการจัดสายให้เป็นระเบียบก่อนที่ผ่านออกมาจากเสื้อไปยังเครื่อง
12.สายของ ELECTRODE มีลักษณะและความยาวเท่ากันหมดทุกเส้น แต่ระยะห่างจากจุดรวมสาย (บริเวณเอว) ไปยังจุดต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ทำให้มีสายที่มีความยาวเกินทำให้รุงรังไม่เป็นระเบียบ	กำหนดความยาวของสายแต่ละเส้นให้พอดีเฉพาะจุดที่จะทำการติดและกำหนดสีของสายแต่ละเส้นให้แตกต่างกัน เช่น สีเขียวติดเฉพาะซี่โครงซี่สุดท้ายทางขวามือเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
13.เนื่องจากเครื่องส่งนี้สามารถทำการส่งได้ทีละ 1 CHANAL เท่านั้น (ส่งทีละ 1 LEAD การเปลี่ยน CHANAL จำต้องย้ายจุดของ ELECTRODE เป็นการไม่สะดวกเมื่อต้องล้วงมือเข้าไปในเสื้อ	ใช้ SELECTORช่วยเมื่อต้องการเปลี่ยน CHANAL แทนการย้าย ELECTRODE และจัดวางปุ่ม SELECTOR ให้อยู่ในตำแหน่งที่สะดวก
CASING, POCKET, PROTECTION	
14.ไม่มีระบบกันสะเทือนหรือลดรงกระแทกที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องในทิศทางต่าง ๆ	ออกแบบซองให้มีฟองน้ำหรือยางบุอยู่ภายในเพื่อป้องกันการกระทบกระแทกในทิศทางต่าง ๆ โดยเฉพาะจุดที่ต้องกระทบพื้นก่อน
15.ไม่สามารถป้องกันน้ำได้ในกรณีที่พกไปแล้วฝนตกลงมาหรือน้ำหกใส่และกรณีอื่น ๆ (เว้นเครื่องตกน้ำทั้งเครื่อง)	ซองทำด้วยวัสดุที่ไม่ดูดซึมน้ำ น้ำเปียกแล้วแห้งเร็ว เช่น หนัง ผ้าไนล่อน ผ้าใบ ลักษณะของการห่อหุ้มเครื่องสามารถป้องกันน้ำไหลเข้าเครื่องในทิศทางที่มีโอกาสเกิดขึ้น (ยกเว้นทำเครื่องตกน้ำ) เช่น กรณีที่ฝนตก
16.ไม่มีส่วนสำหรับเก็บอุปกรณ์ประกอบ เช่น สายหูฟัง,LEAD SPOT, ELECTRODE	ออกแบบซองให้สามารถเก็บอุปกรณ์ประกอบและมีการพับหรือม้วนสายอย่างเป็นระเบียบสะดวกต่อการเก็บและเมื่อต้องการนำออกมาใช้อีกครั้งมีช่องสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
	เก็บสำรอง LEAD SPOT จำนวนพอสมควรและสามารถเก็บชิ้นส่วนของที่ไม่ใช้งานใน กรณีที่บริเวณนั้นไม่มีที่ทิ้งขยะ ตำแหน่งที่ใช้เก็บสายหูฟังต้องสามารถหยิบมาใช้ได้อย่างสะดวกและรวดเร็วเพราะใน 1 วันอาจต้องส่งสัญญาณหลายครั้ง
<u>GRAPHIC</u>	
17.ไม่มี GRAPHIC บอกตำแหน่งการติด ELECTRODE ซึ่งยากแก่การจดจำ	นอกจากสีที่แตกต่างกันของ ELECTRODE แล้วยังต้องมี GRAPHIC แสดงตำแหน่งการติดอาจอยู่บริเวณเดียวกับที่เก็บสาย ELECTRODE หรือ LEAD SPOT
18.GRAPHIC บนตัวเครื่องมองได้ไม่ชัดเจน เมื่ออยู่ในตำแหน่งของการพกพา	GRAPHIC ต่าง ๆ อยู่บนด้านที่สามารถมองเห็นได้ง่ายขณะพกพา ตัวอักษรต่าง ๆ อาจจะต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น
19.ไม่มี GRAPHIC แสดงข้อมูลส่วนตัวของคนไข้หรือเบอร์โทรศัพท์ของโรงพยาบาล	มี GRAPHIC แสดงข้อมูลของคนไข้และเบอร์โทรศัพท์ของโรงพยาบาลอาจอยู่ส่วนใดส่วนหนึ่งของซอง เช่น เข็มขัดรัดหูโทรศัพท์ด้านใน เมื่อบอกข้อมูลเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
	ประจำตัวที่อยู่บนเข็มขัดเรียบร้อยแล้ว จึงเอาหูโทรศัพท์แนบกับเครื่อง
<u>ERGONOMICS</u>	
20. รูปทรง ขนาดสัดส่วนไม่เหมาะแก่การพกพา และใช้งานขณะพกพา	ออกแบบให้พกพาได้และใช้งานได้สะดวกขณะพกพา เนื่องจากเครื่องนี้มีสาย ELECTRODE จากหน้าอกมายังตัวเครื่อง จึงไม่เหมาะที่จะพกเครื่องเอาไว้ที่แขน ขา – **พกพาโดยเป็นเข็มขัดคาดเอว** รูปทรงของเครื่องจะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางตามแนวนอน ด้านในเป็นส่วนโค้งเพื่อจะได้แนบกระชับกับร่างกาย ปุ่มปรับทั้งหลายอาจจะอยู่ด้านบน หรือด้านหน้าซึ่งเป็นตำแหน่งควบคุมได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
	– สายสะพาย รูปทรงของเครื่องเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า หอยแนวตั้งจะสะดวกกวา ตาแหน่งของ ปุ่มปรับอาจจะอยู่ด้านบนหรือด้านหน้า ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สามารถควบคุมได้สะดวก
21.สายของ ELECTRODE มีลักษณะและความยาวเท่ากันหมดทุกเส้น แต่ระยะห่างจากจุดรวมสาย (บริเวณเอว) ไปยังจุดต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ทำให้มีสายที่มีความยาวเกินทำให้รุงรังไม่เป็นระเบียบ	กำหนดความยาวของสายแต่ละเส้นให้พอดีเฉพาะจุดที่จะทำการติดและกำหนดสีของสายแต่ละเส้นให้แตกต่างกัน เช่น สีเขียวติดเฉพาะซี่โครงซี่สุดท้ายทางขวามือเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
<u>ความสวยงาม</u>	
22. รูปทรงโดยรวมขาดความสวยงามแก่ผู้พบเห็น (ผู้ซื้อ-แพทย์ ผู้ใช้-ผู้ป่วย)	- ผู้ซื้อ คือแพทย์ ควรออกแบบให้เรียบทันสมัยน่าเชื่อถือในสายตาของแพทย์ ลักษณะของสีที่ใช้ อาจจะเป็นสีครีม-ฟ้า ซึ่งเป็นสีที่นิยมใช้กันในอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ทางการแพทย์ที่ทันสมัย - ผู้ใช้ คือ ผู้ป่วย ซึ่งต้องพกพาเครื่องนี้ไปยังที่ต่าง ๆ จึงควรออกแบบรูปทรงให้ทันสมัยน่าพกพาคล้ายกับว่าเป็นเครื่องมือสื่อสารชนิดหนึ่ง โดยส่วนมากแล้วขณะพกพา ตัวเครื่องจะอยู่ในซอง ลักษณะของซอง เช่น สีที่ใช้ จะเป็นสีกลาง ๆ ที่สามารถเข้ากันได้กับเสื้อผ้าหลายสี ดูแล้วกลมกลืนกันพอสมควร เช่นสีเทา, น้ำตาล, ดำ, ครีม เป็นต้น
<u>วัสดุ</u>	
23. วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นโลหะซึ่งเป็นเหล็กแผ่นเป็นส่วนใหญ่ การขึ้นรูปทรงต่าง ๆ ทำให้จำกัด	พลาสติกเป็นวัสดุที่สามารถทำเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้มากกว่า และสวยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
24.สีที่เกิดขึ้นบนแผ่นเหล็กเป็นสีที่เกิดจากการ FINISH ผิว สีเหล่านั้นสามารถถลอกได้ง่ายเมื่อเกิดการกระทบกระแทก	สีของพลาสติกเป็นสีของเนื้อพลาสติกเองนั้นการถลอกของสีจึงไม่เกิดขึ้นและยังคงความสวยงามได้นานกว่า
<u>ด้านการผลิต</u>	
25.วัสดุส่วนใหญ่เป็นเหล็กการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันจึงใช้น๊อต สกรูเป็นหลัก	พลาสติกสามารถฉีดให้เป็นรูปร่างต่างๆได้ เช่น แป้นวางโทรศัพท์ สามารถฉีดเป็นชิ้นเดียวกันกับฝาเครื่อง ช่วยลดขั้นตอนการประกอบลง
26.วัสดุส่วนใหญ่เป็นเหล็กเมื่อขึ้นรูปเรียบร้อยแล้วต้องผ่านกระบวนการ FINISHING ก่อน จึงจะประกอบได้	พลาสติกหลังจากฉีดเป็นรูปต่าง ๆ แล้วสามารถประกอบได้เลย
27.วัสดุที่ใช้เป็นเหล็กแผ่นไม่สามารถทำ RIB หรือ BOSS, PIN เพื่อช่วยในการเกี่ยวหรือล๊อคสายไฟ ทำให้การเดินสายไฟช้าและไม่เป็นระเบียบ การประกอบวงจรจึงช้าไปด้วย	ชิ้นงานที่เป็นพลาสติกสามารถทำปุ่มทำแง่ ตะขอ เพื่อช่วยในการเดินสายไฟทำให้การเดินสายไฟเป็นระเบียบ การประกอบวงจรเข้าตัวเครื่องจึงง่ายกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

<u>แนวทางการออกแบบ</u>

เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ส่งสัญญาณได้ 3 คือ V_1 V_5 AVF ที่ผู้ป่วยสามารถพกพาติดตัวไปในที่ต่าง ๆ ได้ มีขนาดกระทัดรัดพกพกได้หลายลักษณะแล้วแต่อิริยาบท หรือกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้ใช้

ลักษณะทางโครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรงสามารถปกป้องอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในเครื่องและบนตัวเครื่องได้ตามความเหมาะสม ในกรณีที่เครื่องนี้บังเอิญตกลงพันโดยมีการจัดศูนย์ถ่วงของเครื่องให้ส่วนที่แข็งแรงกว่ากระทบถูกพื้นก่อน

มีซองสำหรับใส่เครื่องและสามารถปกป้องเครื่องได้ สามารถลดแรงกระแทกที่อาจจะเกิดกับเครื่องในทิศทางต่าง ๆ วัสดุที่ใช้เป็นวัสดุที่กันน้ำ เมื่อเปียกแล้วแห้งเร็ว เช่น ผ้าใบ ผ้าไนล่อน วิธีการใช้เครื่องนี้จะพยายามให้เครื่องอยู่ในซองตลอดเวลา เพื่อความปลอดภัย

ส่วนที่เป็นแป้นสำหรับวางหูโทรศัพท์ สามารถวางหูโทรศัพท์ได้หลายรุ่น ระยะระหว่างหูฟังกับไมค์สามารถปรับได้เล็กน้อย ด้านบนของแป้นเป็นวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ เช่น ฟองน้ำ เพื่อจะได้แนบสนิทกับหูโทรศัพท์แบบต่าง ๆ ได้มากแบบขึ้นอีกทั้งยังสามารถห้องกันเสียงรบกวนจากภายนอกอีกด้วย มีเข็มขัดรัดหูโทรศัพท์ให้แนบกับเครื่องโดยไม่ต้องใช้มือคอยประคอง

มีสายหูฟังเพื่อรับคำสั่งจากแพทย์เมื่อแพทย์ต้องการให้เปลี่ยน LEAD หูฟังนี้ยังสามารถแก้ปัญหาเสียงรบกวนจากภายนอกได้ด้วย

86667

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีจุดรวมสายของ ELECTRODE ทั้ง 6 มาเป็นสายเดียวแล้วจึงเสียบเข้า SOCKET

มีที่สำหรับเก็บอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เช่น LEAD SPOT สายหูฟัง สาย ELECTRODE สายสะพาย สามารถเก็บได้อย่างเป็นระเบียบและสะดวก เมื่อต้องการนำออกมาใช้ครั้งต่อไป

GRAPHIC ต่าง ๆ บนตัวเครื่องสามารถมองเห็นได้ชัดเจนขณะที่เครื่องอยู่ในตำแหน่งของการพกพา มี GRAPHIC บอกตำแหน่งของการติด ELECTRODE มีสัญญาณไฟบอกว่าขณะนี้เครื่องกำลังส่ง LEAD อยู่ตำแหน่งของปุ่มปรับต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งที่ใช้งานได้สะดวก

รูปทรงโดยรวมสวยงามน่าพกพาชิ้นส่วนต่าง ๆ จะเป็นพลาสติกเป็นส่วนใหญ่เพราะสามารถสร้างรูปทรงได้หลากหลายกว่า และยังง่ายต่อการประกอบและสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหัวใจ

2.1.1 โครงสร้างและการทำงานของหัวใจ

1. ลักษณะโครงสร้างของหัวใจ

หัวใจมีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อสูบฉีดขนาดเท่ากำปั้น มีน้ำหนักประมาณ 10 ออนซ์ หัวใจจะต้องเต้นประมาณ 40 ล้านครั้งต่อปี จึงจะสามารถทำให้ชีวิตดำรงอยู่ได้ มันมีหน้าที่ส่งเลือดไปตามอวัยวะและเนื้อเยื่อทุกส่วนในร่างกาย ซึ่งรวมทั้งตัวมันเองด้วย หัวใจจะไม่ได้รับเลือดมาหล่อเลี้ยงในขณะที่เลือดไหลผ่านไปตามห้องต่าง ๆ ในหัวใจ แต่กล้ามเนื้อหัวใจจะรับเลือดของมันเองและส่งออกซิเจนผ่านเข้าทางเส้นเลือดแดงสองเส้น ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางตามขวางยาวประมาณเกือบหนึ่งนิ้ว เส้นเลือดแดงเหล่านี้เราเรียกว่า โคโรนารี อาเทอรีส์ และจะเริ่มต้นจากช่องทางออกใหญ่ของหัวใจ ซึ่งมีชื่อว่า ออร์ทา การไหลย้อนกลับของเลือดจากเส้นเลือดแดงเหล่านี้ไปสู่หัวใจจะถูกป้องกันไว้โดยลิ้นปิดเปิดของหลอดเลือดดงใหญ่มีชื่อว่า ออร์ติค วาลฟ์

หัวใจประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ 3 ส่วน คือ :

1. กล้ามเนื้อซึ่งมีหน้าที่บีบตัวและสูบฉีดเลือด

2. ลิ้นปิดเปิดต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้เลือดไหลผ่านเข้าและออกจากหัวใจ

3. หลอดเลือดต่าง ๆ (โคโรนารี อาเทอรีส์) ที่ช่วยลำเลียงออกซิเจนและสิ่งหล่อเลี้ยงมายังกล้ามเนื้อหัวใจ

หัวใจประกอบด้วยห้องสี่ห้อง คือ ห้องล่างซ้าย และห้องล่างขวา กับห้องบนซ้ายและห้องบนขวา ผนังของหัวใจทั้ง 4 ห้องนี้มีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 คลื่นไฟฟ้าหัวใจและการบันทึก

1. คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ELECTROCARDIOGRAPHY)

การทำงานของกล้ามเนื้อทุกอย่างในร่างกายเกิดจากการที่มีศักดามากระตุ้น และเมื่อกล้ามเนื้อทำงาน (หดหรือคลายตัว) ก็จะมีศักดาไฟฟ้าเกิดขึ้นด้วย

กล้ามเนื้อที่ถูกกระตุ้นกับส่วนที่ไม่ถูกกระตุ้น จะมีความต่างศักย์เกิดขึ้นเปรียบเสมือนเป็นวงจรของขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว ร่างกายของคนเรามีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้า เราสามารถวัดสัญญาณต่าง ๆ ของการทำงานของอวัยวะภายในร่างกายได้โดยการนำขั้วไฟฟ้า (ELECTRODE) ไปวางที่ผิวหนังของร่างกาย

หัวใจก็เช่นเดียวกัน เราสามารถวัดการทำงานของหัวใจออกมาเป็นกราฟได้ โดยติด ELECTRODE ที่ผิวหนังบริเวณหน้าอก (ดังโครงการนี้) หรือติดที่แขนและขา

<u>ลักษณะคลื่นไฟฟ้าหัวใจ</u>

ในคนปกติไม่ว่าหัวใจจะเต้นด้วยอัตรากี่ครั้ง/นาที ก็ตาม สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่วัดได้ จะออกมาเป็นพารามิเตอร์ (PARAMETER) ต่าง ๆ คงที่เสมอ (ดังรูป)

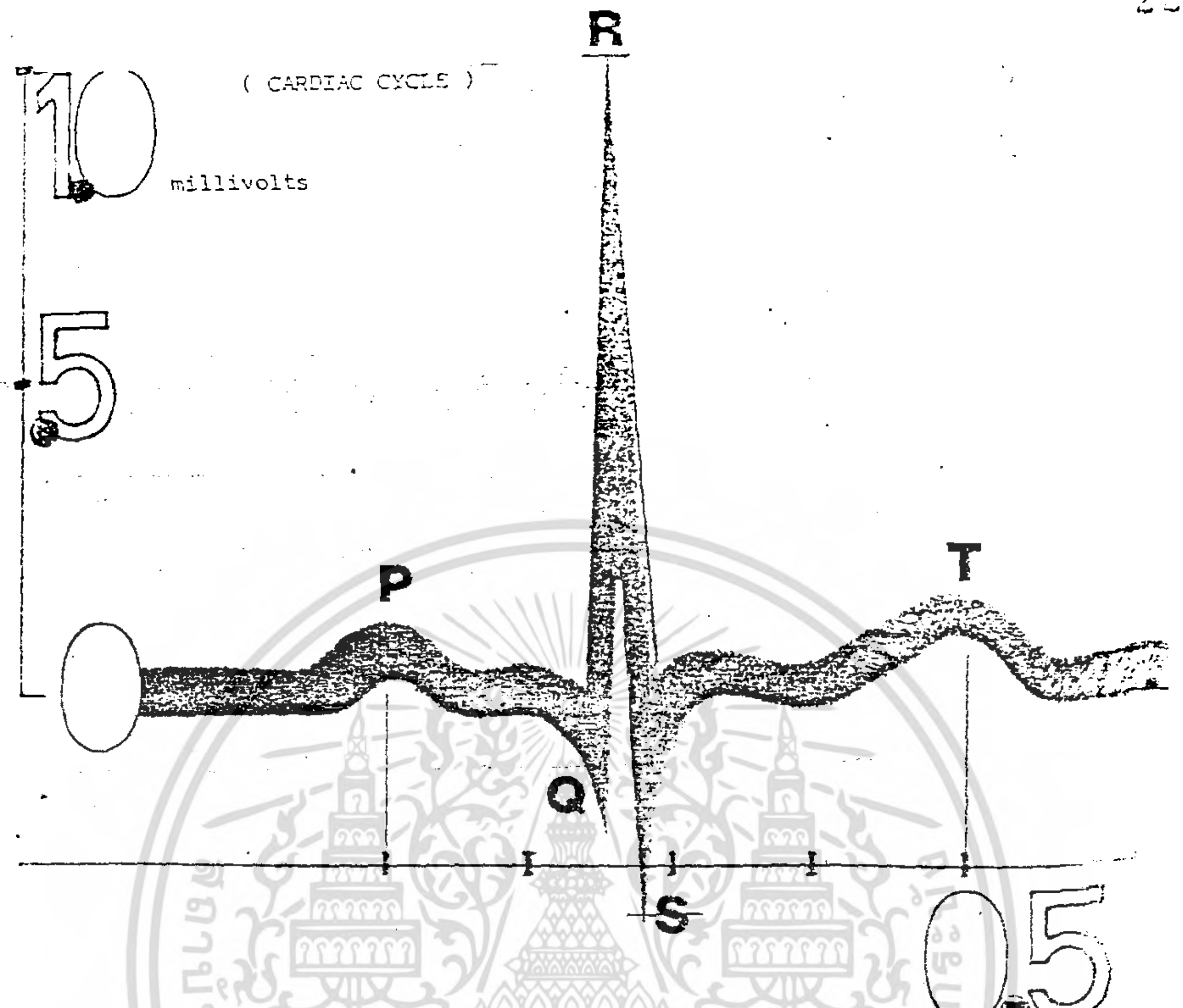
สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่วัดออกมา จะแบ่งเป็นช่วง ๆ มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันออกไป คือ

P Wave หัวใจ 2 ห้องบนบีบตัว ให้เลือดไหลลงไปหัวใจห้องล่าง การบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องบนทั้งสอง ศักดาไฟฟ้าที่วัดจะไม่มาก สังเกตได้จากคลื่นที่วัดได้

QRS Wave หัวใจ 2 ห้องล่างบีบตัวเพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายละปอด ช่วงนี้กล้ามเนื้อหัวใจจะบีบตัวมากที่สุด คลื่นจะขึ้นไปสูงที่สุดและจะค่อย ๆ ตกลง

T Wave เป็นช่วงที่หัวใจคลายตัวและเตรียมที่จะทำงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



P Wave CONTRACTION OF ATRIAL

หัวใจ 2 ห้องบน (ซ้าย,ขวา) บีบตัว ให้เลือดไหลลงไปห้องล่าง

QRS Wave CONTRACTION OF VENTRICLES

หัวใจ 2 ห้องล่างบีบตัว ส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและปอด

T Wave RELAXATION OF VENTRICLES

ระยะที่คลายตัวและตรียมที่จะทำงานใหม่

<u>สรุป</u> : ในการเต้นของหัวใจครบวงจรแต่ละครั้ง จะใช้เวลา 0.5 วินาที และให้พลังไฟฟ้า วัดได้ 10 millivolts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (ELECTROCADIOGRAPHY)

การบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ คือ การตรวจการเปลี่ยนแปลงในความต่างศักย์ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจ รวมทั้ง De Polarization และ Re Polarization ในระยะต่าง ๆ ของระบบการทำงานของหัวใจ ซึ่งจะเห็นได้จากเรื่องที่ได้กล่าวมาข้างต้นล้วว่า หัวใจทำงานได้เกิดจากระบบสื่อนำ โดยมีศักดาไฟฟ้าเป็นตัวกระตุ้นในการทำงาน ฉนั้นร่างกายของมนุษย์จะมีปฎิกิริยาเกิดขึ้นตลอดเวลา และเกิดอิออนซึ่งมีอำนาจทางไฟฟ้าส่งไปทั่วร่างกาย

อิเลคทรอนิคส์ช่วยให้เราวัดหรือมีวิธีการตรวจขนาดของสัญญาณที่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ซึ่งมีค่าต่ำมาก ๆ (เช่น 10 MV) ได้

วิธีการตรวจวัดโดยทั่วไปจะนำขั้วไฟฟ้า (ELECTRODE) ติดที่ผิวหนังบริเวณใด ก็ได้แล้วแต่ คุณสมบัติของเครื่องและวิธีการบันทึก,ตำแหน่ง

เช่น วิธีการติดที่ตำแหน่งต่าง ๆ 5 ตำแหน่งด้วยกัน คือที่ แขนทั้งสองขาทั้งสอง ละที่หน้าอกอีก 1 ขั้ว วิธีการตรวจนี้แบ่งออกได้หลายวิธีคือ

1. <u>Bipolar limb lead</u> เป็นวิธีดั้งเดิมที่นำมาใช้ตรวจการเปลี่ยนแปลงไฟฟ้าโดยใช้ขั้วไฟฟ้าต่อเข้ากับแขนขวา แขนซ้าย และขาซ้าย ในการบันทึกก็แยกเป็นคู่ ๆ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เช่นที่ lead II จะเป็นการเปลี่ยนแปลง ที่บันทึกจากขั้วไฟฟ้าที่วาง tricular node ซึ่งอยู่ในทิศทางของขั้วไฟฟ้า และโดยอาศัยการนำไฟฟ้าของ tissue fluid ซึ่งเป็น volume conductor แต่ได้ผลไม่แน่นอนนักเพราะขั้วไฟฟ้าอยู่ไกลและคลื่นไฟฟ้าที่ได้บ่งถึงการเปลี่ยนแแปลงเฉพาะส่วนน้อยไป นอกจากนี้คลื่นไฟฟ้ายังผิดรูปไปจากการกระจายผ่านเนื้อเยื่อในร่างกาย การเกิด wave form ใน lead อื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน โดยคิดตามการกระจายของพลังสื่อนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BIPOLAR LIMP LEADS สามารถวัดออกมาได้ 3 แบบ คือ

LEAD I วัดระหว่างแขนขวา (RA) และแขนซ้าย (LA)

LEAD II วัดระหว่างแขนขวา (RA) และขาซ้าย (LL)

LEAD III วัดระหว่างแขนซ้าย (LA) และขาซ้าย (LL)

2. <u>Unipolar limb lead</u> โดยต่อขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งซึ่งใช้เป็น exploring electrode ไว้ที่แขนหรือขา และอีกขั้วหนึ่งเป็น indifferent electrode ซึ่งใช้ต่อกับแขนและขา นำมารวมกันโดยผ่านความต้านทาน lead ที่ได้เรียกชื่อว่า aVR, aVL และ aVF โดยวิธีนี้คลื่นไฟฟ้าที่บันทึกได้จะละเอียดกว่าใช้ bipolar limb lead แต่ก็ยังไม่ละเอียดพอ

UNIPOLAR LIMP LEADS วัดออกมาได้ 3 แบบ คือ

LEAD AVR วัดระหว่างแขนขวา (RA) และจุด Equivalent Neutral ของแขนซ้าย (LA) และ ขาซ้าย (LL)

LEAD AVL วัดระหว่างแขนซ้าย (LA) และจุด Equivalent Neutral ของแขนขวา (RA) และ ขาซ้าย (LL)

LEAD AVF วัดระหว่างขาซ้าย (LL) และจุด Equivalent Neutral ของแขนขวา (RA) และ แขนซ้าย (LA)

3. <u>Unipolar chest lead</u> วิธีนี้บันทึกการเปลี่ยนแปลงไฟฟ้าโดยใช้ exploring electrode วางไว้ใกล้บริเวณต่าง ๆ ของหัวใจ โดยวางไว้ที่ผนังหน้าอก จะได้การเปลี่ยนแปลงไฟฟ้าของหัวใจเป็นส่วน ๆ ใกล้เคียงกับการบันทึกที่หัวใจโดยตรง โดยใช้ตัวย่อว่า V_1,V_2,V_3,V_4,V_5,V_6 ตามลำดับ ส่วน indifferent electrode ก็ใช้เช่นเดียวกับ unipolar limb lead

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์

2.2.1 ความเป็นมาและหลักการทำงาน

1. ปัญหาและความเป็นมาทางการแพทย์

เนื่องจากในปัจจุบันเครื่องบันทึกสัญญาณ ECG มีราคาสูงมากทางราชการไม่สามารถจัดซื้อ เครื่องบันทึกสัญญาณ ECG ไปประจำทุกโรงพยาบาลทั่วประเทศได้ และเนื่องจากยังไม่มีบุคคลากร และแพทย์ผู้ชำนาญทางการวินิจฉัยสัญญาณ ECG ยังมีไม่เพียงพอที่ประจำโรงพยาบาล เล็ก ๆ เช่น โรงพยาบาลประจำอำเภอ จึงทำให้การตรวจพยาธิสภาพด้วยวิธีนี้ จึงทำไม่ได้ในโรงพยาบาล ที่ไม่มีเครื่องบันทึกสัญญาณ ECG ดังนั้นเครื่อง ECG TELEPHONIC จึงถูกสร้างขึ้นมาเพื่อมาแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยไม่จำเป็นที่จะต้องส่งผู้ป่วยมายังโรงพยาบาลศูนย์ หรือส่งผู้ป่วยมายังศูนย์ตรวจโรคหัวใจ เพื่อที่จะนำข้อมูล สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มาทำการวินิจฉัย การกระทำดังกล่าวผู้ป่วยสามารถอยู่ที่บ้านก็กระทำเองได้ โดยนำเอาเครื่องส่งสัญญาณไฟฟ้า ECG TELEPHONIC ต่อเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ ที่บ้านของผู้ป่วยหรือโรงพยาบาลที่ไม่มี เครื่องบันทึกสัญญาณ ECG แล้วทำการส่งข้อมูลของผู้ป่วยผ่านเครื่อง ECG TELEPHONIC ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งเข้าไปในสายโทรศัพท์ไปยังเครื่องรับที่อยู่โรงพยาบาลศูนย์ที่มีแพทย์ ที่ชำนาญทางโรคนี้ประจำอยู่ ทำการวินิจฉัยต่อไป

เครื่อง ECG TELPHONIC นี้สามารถส่งสัญญาณ ECG ทั้ง 10 LEAD และสามารถให้แพทย์ตอบกลับมาจากปลายทางได้ จึงทำให้ประหยัดทั้งเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางของผู้ป่วยลง เครื่องนี้มีผู้สามารถเข้าใจการใช้งานได้เองสะดวกในการพกพาไปยังทุกที่ของผู้ป่วยเอง

เพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีของปัจจุบันเครื่องนี้ สามารถใช้กับโทรศัพท์มือถือได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 หลักการทำงานของเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

การทำงานเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ สามารถแบ่งการทำงานออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนขยายคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
2. ส่วนรับคำสั่งและส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1. **ส่วนขยายคลื่นไฟฟ้าหัวใจ** จะทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าหัวใจจากผิวหนังของผู้ป่วยผ่าน electrode มายังภาค buffer จากภาค buffer จะทำการขยายสัญญาณกระแสและส่งมายังภาค differential amp. ภาคนี้จะรวมสัญญาณจากภาค buffer amp. ตามหลักการขั้วจับทางการแพทย์ ผลรับที่ได้จากภาคนี้จะเป็น Lead ทางการแพทย์ประกอบด้วย Lead I, Lead II, Lead III, AVR, AVL, AVF และ V Lead Lead ต่าง ๆ จะถูกส่งไปยังภาค AC amp. เพื่อตัดสัญญาณ DC ที่มากับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ที่เกิดจากประจุด้านที่ผิวหนังกับแผ่น electrode ออก เพื่อให้สัญญาณทุก Lead มาอยู่ที่เส้น base line จะมีภาคการทำงานของวงจร AC amp.เท่ากับวงจร different amp. สัญญาณที่ผ่านวงจร AC amp. จะถูกส่งไปรอที่ภาค อนาลอกสวิตช์มัลติเพลกเซอร์ จะรอคำสั่งจากเครื่องรับคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ที่จะส่งคำสั่ง มาเลือก Lead สัญญาณที่ถูกเลือก จะถูกมอดูเลทด้วย FM mod. เพื่อทำการมอดูเลทที่ความถี่ 2.5 KHz สัญญาณที่ถูกมอดูเลท จะเป็นสัญญาณสี่เหลี่ยม สัญญาณสี่เหลี่ยมนี้จะส่งผ่านไปยังภาค optoisolator ส่งไปยังภาคควบคุมสัญญาณ ซึ่งจะส่งผ่านเข้าระบบหูฟังโทรศัพท์ ส่วนนี้สามารถแยกเป็นภาคต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ภาค บัฟเฟอร์ แอมป์ (buffer amp.)
1.2 ภาค ดิฟเฟอเรนเชียล แอมป์ (Differential amp.)
1.3 ภาค เอซี แอมป์ (AC amp.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ภาค 1 mV อ้างอิง (1 mV ref.)

1.5 ภาค อานาลอก มัลติเพลกเซอร์ (Analog multiplixer)

1.6 ภาค ปรับ offset และ FM modulate

1.7 ภาค isolated power supply

2. ส่วนรับค่าสั่งและส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

สัญญาณการควบคุมจะรับได้ที่ลำโพง ของหูฟังโทรศัพท์ ถูกขยายและส่งมายังภาค DTMF reciever ภาคนี้ จะถอดสัญญาณ DTMF เป็นรหัส Binary ขนาด 4 bits จะส่งต่อไปยังภาค buffer เพื่อสามารถจ่ายให้ opto Ioslator ได้ เมื่อสัญญาณส่วนนี้ถูกส่งย้อนกลับไปควบคุม Lead ในการส่งสัญญาณที่ buffer แล้ว จะส่งไปให้ภาค indicator และภาคควบคุมสัญญาณ จะทำการตรวจสอบหมายเลข 9 เพื่อหยุดการส่งสัญญาณ คลื่นไฟฟ้าหัวใจ ไปยังภาค audio ที่จะออกไปยังลำโพง และเข้า ไมค์ ของหูฟังโทรศัพท์

ส่วนนี้สามารถแยกเป็นภาคการทำงานต่าง ๆ ได้ดังนี้

2.1 ภาคขยายสัญญาณ ไมค์

2.2 ภาค DTMF Reciever และ buffer

2.3 ภาค opto isolator

2.4 ภาคควบคุมสัญญาณที่จะส่งออก

2.5 ภาค indicator

2.6 ภาค audio amp. และ Demodulator

2.7 ภาคแสดง QRS pulse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การมอดูเลทด้วย FM นี้มีข้อดีดังต่อไปนี้ คือ

1. แม้นว่าสัญญาณจะถูกส่งไปในระบบที่มีช่วงการตอบสนองความถี่ไม่ดี อย่างระบบโทรศัพท์จะทำให้การรับสัญญาณที่มีช่วงของ duty cycle เปลี่ยนแปลงได้ หลังจากการสวิตช์ชิ่งสัญญาณ แต่ความถี่ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงสามารถถอดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจย้อนกลับด้วยวงจร F to V โดยยังคงได้ขนาดสัญญาณที่แน่นอน โดยไม่ขึ้นกับ duty cycle แต่จะขึ้นกับความถี่เท่านั้น

2. การมอดูเลทแบบ FM นั้นทำได้ง่ายใช้อุปกรณ์ไม่มากสามารถปรับความถี่ได้ง่ายมีช่วงการทำงานเป็นเชิงเส้นที่กว้างในการเปลี่ยนจาก V to F มีค่าเปอร์เซนต์ความผิดพลาดต่ำและมีค่า duty cycle ใกล้เคียง 50 % ตลอดช่วงกวรทำงาน

3. การมอดูเลทแบบ FM และมี duty cycle ใกล้เคียง 50 % นี้จะมีข้อดีมากต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงเพราะลำโพง audio โดยทั่วไปจะทำงานตอบสนองความถี่ sine wave ได้ดีนั่นหมายความว่าพลังงานช่วงบวกและ ช่วงลบมีค่าเท่ากันแต่ถ้ามีพลังงานช่วงบวกและลบไม่เท่ากัน (เป็นการมอดูเลทบบ pulse width mod) พลังงานเสียงที่ได้ อาจจะขาดช่วงได้จาก minimum watt powerresponse ของลำโพง

4. คุณสมบัติที่สำคัญอีกอันหนึ่งของอุปกรณ์มอดูเลทแบบ FM คือมีการเปลี่ยนแปลงความถี่ต่อค่า Voltage ที่ มอดูเลท ได้อย่างต่อเนื่อง (Sweep rate สูง) ไม่ขาดช่วง ถ้าค่าความถี่ การมอดูเลท ขาดช่วงจะทำให้มีปัญหาต่อการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียงเพราะขณะที่สัญญาณไฟฟ้าขาดช่วงจากการตอบสนองต่อ Valtage ที่ทำการมอดูเลทไม่ทันสัญญาณอาจจะปรากฏใหญ่ขึ้นในการเปลี่ยนเป็นสัญญาณเสียง และจะทำให้การผิดเพี้ยนเกิดขึ้นสูงกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การควบคุมการส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ในการติดต่อระหว่างผู้ป่วยและแพทย์ จะมีการควบคุมการส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และการพูดติดต่อ สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ออกจากภาค opto Isolator จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณการพูดติดต่อ (หมายเลข) สัญญาณนี้จะทำการปิดสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ที่จะออกไปยังลำโพงเพื่อให้แพทย์ สามารถพูดย้อนมาได้ โดยไม่มีสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มารบกวนการพูดติดต่อ ที่เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจนี้ยังมีภาคการทำงานอีก 4 ภาค ที่ทำหน้าที่ช่วยการทำงานให้มีความสะดวก และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น คือ

1. ภาคดีมอดูเลท (Demodulate)
2. ภาคแสดง Lead และการพูดติดต่อ
3. ภาค indicate สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
4. ภาค Audio Monitor

ภาค Audio Monitor จะมีประโยชน์ต่อผู้ป่วย จะทำหน้าที่แทน Monitor ที่ต้นทางและภาคดีมอดูเลทเตอร์มีประโยชน์ในกาดตรวจสอบการทำงานของเครื่อง ภาคแสดง Lead และการพูดติดต่อภาคนี้จะทำหน้าที่บอกให้ผู้ป่วยทราบว่าขณะนี้แพทย์ทำการเลือกการวัดสัญญาณ Lead ใดอยู่และ ภาคนี้ยังช่วยการตรวจสอบการทำงานในการ ควบคุมสัญญาณว่าการควบคุมสัญญาณสามารถทำได้ดีหรือไม่อีกด้วย แพทย์อาจจะติดต่อว่า ต้องการตรวจสอบการควบคุม Lead จะทำการควบคุมสัญญาณการส่งสัญญาณหมายเลข 1,3,5 และ 7 หรือ 2,4,6 และ 8 ว่าเป็นตามที่ควบคุมหรือไม่ ผู้ป่วยสามารถทำการปรับ gain ของไมค์ ช่วยได้ อีกวิธีหนึ่งที่ง่ายคือการใช้หมายเลข 8 และ 9 ตรวจสอบดูว่าสามารถเปลี่ยนจาก 8 มาเป็น 9 ได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค Indicator สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จะเป็นหลอดไป LED ที่จะกระพริบตามจังหวะการเต้นของหัวใจ ถ้า LED นี้ไม่กระพริบเป็นช่วง ๆ ตามจังหวะการเต้นของหัวใจ แต่ปรากฏอาการติดตลอดเวลาแสดงว่า ขณะนั้นอาจมีสัญญาณ 50 Hz หรือความผิดปกติเกิดขึ้นอย่างมากต่อการส่ง ซึ่งจะไม่ปรากฏคลื่นไฟฟ้าหัวใจ มี output ของเครื่องส่ง

ภาค Audio Monitor ภาคนี้ จะรับสัญญาณจากภาคขยาย ไมค์ ภาคนี้จะทำงานเมื่อแพทย์ส่งสัญญาณเลข 9 ผู้ป่วยสามารถรู้ได้จาก LED indicator และได้ยินเสียงจาก audio monitor ซึ่งผู้ป่วยสามารถฟังเสียงได้ถ้าต้องการ ภาคนี้จะทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ที่จะตัดการส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ชั่วขณะ ทำให้ขณะทำการติดต่อพูดคุย ไม่มีการเปลี่ยนสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจรบกวน ภาคดีมอดูเลทจะมีประโยชน์ในการตรวจสอบการทำงานของเครื่อง ในขณะที่นำมาทำการตรวจซ่อมเครื่อง

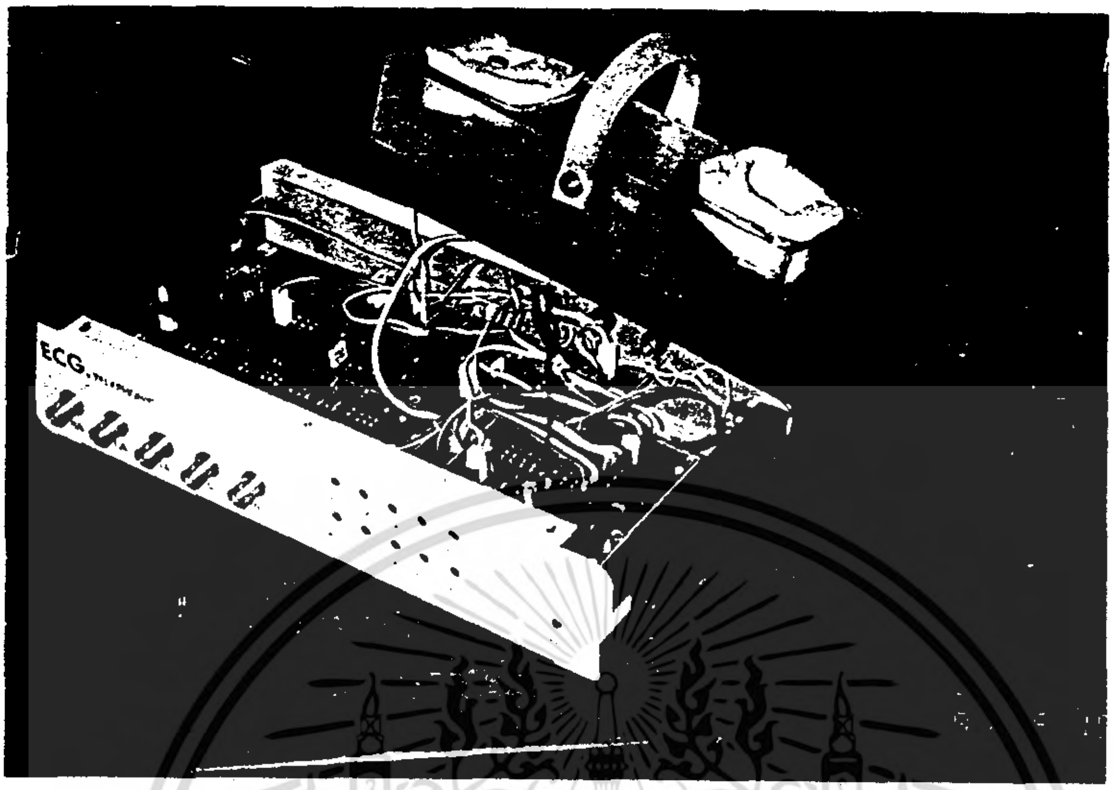
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 สรุปหลักการทำงานของระบบ

ภาคส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะทำหน้าที่รับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจากตัวผู้ป่วย โดยสัญญาณผ่านทาง ELECTRODE เข้ามายังภาค BUFFER AMP. และที่ภาค BUFFER AMP. จะขยายสัญญาณกระแสส่งต่อไปยังภาค DIFFERENTIAL AMP. เพื่อจับขั้วสัญญาณตามหลักทางการแพทย์ ที่ภาคนี้จะตัดสัญญาณรบกวน 50 Hz สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้ จะเป็นสัญญาณไฟฟ้าแต่ละขั้วสัญญาณออกมา (7 LEAD) จะส่งต่อไปยังภาค AC AMP. จะทำการกำจัดสัญญาณ DC ที่เกิดจากประจุตกค้างที่ผิวหนัง สัญญาณที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังภาค ANALOG MULTIPLEXER และด้วยการควบคุมจาก c ที่อยู่ปลายทางสัญญาณที่ถูกเลือกจะส่งไปยังภาค FM.MODULATION จะสร้างสัญญาณพาร์ (CARRIER) ที่มีความถี่ 2.5 KHz และการแกว่งของสัญญาณจะมีช่วงการทำงานอยู่ระหว่าง 2 KHz-3 KHz จากภาคนี้สัญญาณจะถูก ISOLATE แหล่งจ่ายไฟด้วย OPTO ISOLATOR และถูกขยายออกจากลำโพง การควบคุมการเลือก LEAD สัญญาณที่ทำการควบคุมจะถูกส่งจากแพทย์ที่ทางด้านเครื่องรับคลื่นไฟฟ้าหัวใจซึ่งจะเป็นสัญญาณ DTMF และขยายส่งต่อไปยัง DTMF reciver จะแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณ BINARY โดยสัญญาณ BINARY นี้จะส่งต่อไปยังภาค OPTO ISOLATOR ไปควบคุม ANALOG MULTEPLEXER ที่เครื่องส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจนี้ยังมีภาค AUDIO Amp.

เพื่อให้ผู้ป่วยได้ยินเสียงที่ทำการส่ง เพื่อทราบว่าขณะนี้ส่งสัญญาณชัดเจนหรือไม่ ภาค INDICATOR นี้จะแสดงการทำงานว่าอยู่ในสภาวะใดและภาค DEMODULATOR เป็นภาคที่ทำหน้าที่ตรวจสอบเครื่องจะมีประโยชน์ เมื่อนำเครื่องกลับมาตรวจสอบหลังจากการใช้งานเป็นระยะเวลานาน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **ผนังด้านหลัง** เป็นที่ติดตั้ง OPERATE SWITH ส่วนรับ POWER ส่วนรับ POWER SUPPLY 12 Vdc FUSE

2.3.3 อุปกรณ์ประกอบ

สายนำสัญญาณ (LEAD WIRE) มีสายจำนวน 5 เส้น ปลายด้านหนึ่งเป็น ELECTRODE ติดอยู่ตามร่างกายผู้ป่วย คอยรับคลื่นไฟฟ้าจากหัวใจซึ่งส่งผ่านมายังผิวหนัง ปลายอีกด้านหนึ่งเป็น PLUG นำไปเสียบเข้ากับตัวเครื่อง

2.3.4 วงจรอีเลคทรอนิคส์ภายใน

การทำงานของวงจรอีเลคทรอนิกส์ส่วนต่าง ๆ

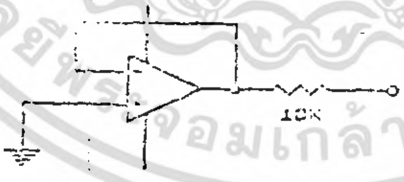
1. ภาคบัฟเฟอร์ (BUFFER AMP.)

ภาคนี้จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณกระแส (TRANSFER IMPEDANCE) ให้ภาคถัดไปทำงานได้โดยไม่ LOAD สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจของร่างกาย ในภาคนี้ยังประกอบไปด้วย DIODE 2 ตัวที่ต่อลับขั้วไว้กลับแหล่งจ่ายไฟที่ภาค INPUT ของวงจร DIODE 2 ตัวนี้ทำหน้าที่ป้องกันการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าซึ่งจะเป็นอันตรายกับผู้ป่วยและป้องกันวงจร

ในภาคนี้สายนำสัญญาณ LA หรือ REFERENCE (GROUND) จะต่อด้วยวงจร GROUND DRIVE ซึ่งทำหน้าที่เสมือน GROUND ผู้ป่วยอิสระจาก GROUND ของแหล่งจ่ายไฟมากยิ่งขึ้น ภาคนี้จะประกอบด้วยวงจร BUFFER จำนวน 4 ชุดและวงจร GROUND DRIVE 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป แสดงวงจรภาคบัฟเฟอร์ (BUFFER AMP.)

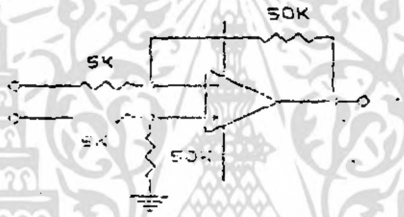


รูปที่ 3 แสดงวงจร GROUND DRIVE

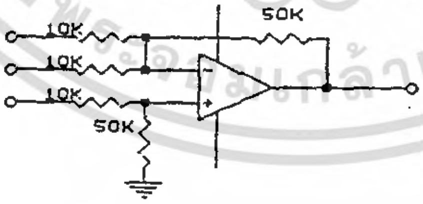
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาคดิฟเฟอร์เรนเชียลแอมป์ (DIFFERENTIAL AMP.)

ภาคนี้จะทำหน้าที่ตัดสัญญาณรบกวนที่เข้ามาในสายนำสัญญาณ โดยเฉพาะสัญญาณ 50 Hz ภาคนี้จะตัดสัญญาณ 50 Hz ที่เข้ามาให้ลดลงซึ่งขึ้นอยู่กับค่า CMRR ของวงจรและสัญญาณ 50 Hz ว่ามีค่าที่แตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้าแตกต่างกันน้อยมากก็จะทำให้สัญญาณ 50Hz มีค่าต่ำตามไปด้วย อัตราการขยายของภาคนี้มีค่า 10 เท่าและมีค่า CMRR ประมาณ 10 dB มีวงจรการทำงานดังรูป

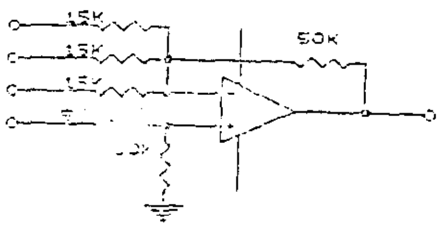


รูป แสดงวงจรขั้วจับ L1, L2, L3 (BIPOLAR LIMB LEADS)



รูปแสดงวงจรขั้วจับ ARV,AVL,AVF,(UNIPOLAR LIMP LEADS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

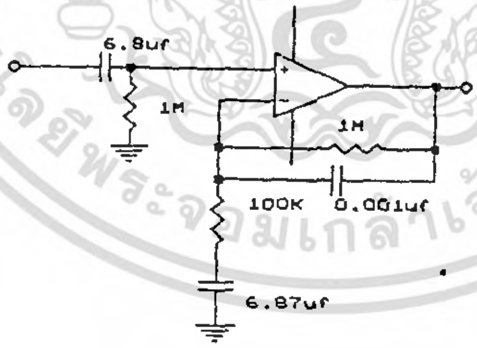


รูปแสดงวงจรจับขั้ว V(CCHEST PRECORDIAL LEADS

<u>หมายเหตุ</u> ภาค DIFFERENTIAL AMP.ต่อตามหลักการทางการแพทย์

3. <u>ภาคขยายสัญญาณ เอ ซี (A.C.AMP)</u>

ภาคนี้จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณช่วงความถี่สูงกว่า 0.04Hz -400 Hz โดยจะทำหน้าที่ตัดสัญญาณ DC ที่เกิดจากประจุตกค้างที่ผิวหนัง (HALF CELL POTENTIAL) ออกจากสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ภาคนี้จะมีอัตราการขยายสัญญาณประมาณ 10 เท่าและจะมีจำนวนวงจรเท่ากับจำนวนวงจรของภาค DIFFERENTIAL AMP. (7 ชุด) มีวงจรการทำงานดังรูป

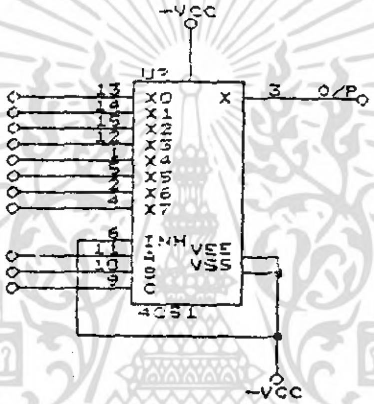


รูปแสดงวงจร ภาคขยายสัญญาณ เอ ซี (A.C.AMP.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคอนาลอกมัลติเพลกซ์เซอร์ (ANALOG MULTIPLEXER)

ภาคนี้จะทำการเลือกสัญญาณที่จะทำการส่ง การเลือกจะถูกควบคุมจากปลายทางผ่านทางหูฟังโทรศัพท์จะเป็นสัญญาณ DTMF จะถูกแบ่งเป็น BINARY 4 BITS แต่ใช้เพียง 3 BITS เป็นการเลือกสัญญาณ 8 ตัวคือ 7 LEAD (สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ) และสัญญาณ 1 mV ref. สัญญาณควบคุมนี้ จะเข้าขาควบคุม ABC จะได้สัญญาณมาจากภาค OPTO ISOLATOR แและสัญญาณ OUTPUT จะออกที่ X จะส่งต่อไปยังภาค FM.MODULATION มีวงจรการทำงานดังรูป

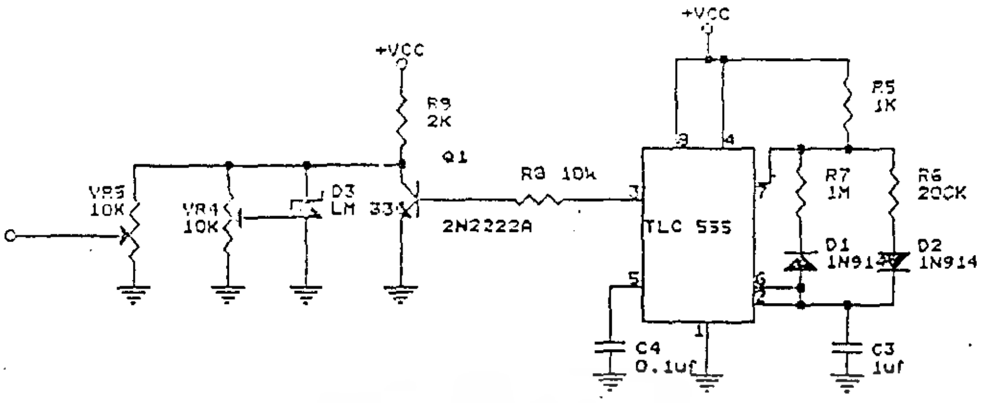


รูปแสดงวงจรภาคอนาลอกมัลติเพลกซ์เซอร์(ANALOG MULTIPLEXER)

5. ภาค 1 มิลลิโวลท์ (1 mV ref)

ภาคนี้จะสร้างสัญญาณ 1 mV ref. เป็นสัญญาณอ้างอิง ขนาดของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจวงจรในภาคนี้ ประกอบด้วยภาค OSCILATOR ที่ออกแบบให้มีค่า DUTY CYCLE ไม่เท่ากันคือประมาณ 200 mS และวงจร VOLTAGE ref. จะถูกควบคุมจากภาค OSCILATOR จะให้สัญญาณที่มีขนาดคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงวงจรภาค 1 มิลลิโวลท์อ้างอิง (1mV ref)

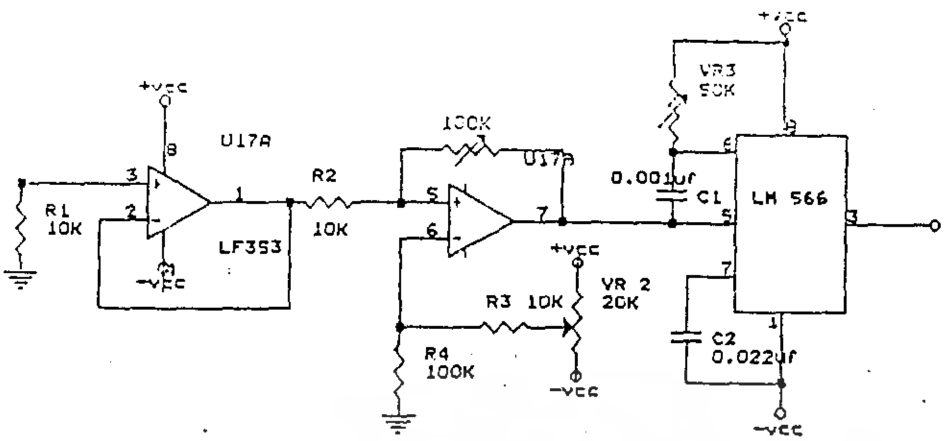
6. <u>ภาคมอดูเลชั่น (modulation)</u>

ภาคนี้จะรับสัญญาณจาก ANALOG MULTIPLEXER และจะทำการมอดูเลทสัญญาณ โดยมีสัญญาณพาร์ที่ความถี่ 2.5 KHz ภาคนี้ประกอบด้วย

1. ภาค BUFFER สัญญาณจาก ANALOG MULTIPLEXER
2. ภาคปรับ OFFSET
3. ภาค FM MOD.

ภาค OFFSAT VOLTAGE จะทำหน้าที่ปรับสัญญาณ คลื่นหัวใจไฟฟ้าไปอยู่ที่ 3/4 ของแหล่งจ่ายไฟ เพื่อให้การทำงานของ FM MOD อยู่ในช่วงที่เป็นเชิงเส้น ค่า R ปรับค่า 50K จะเป็นตัวทำหน้าที่ปรับความถี่ให้ได้ 2.5 KHz (ในขณะที่ไม่มีสัญญาณ INPUT) มีวงจรการทำงานดังรูป

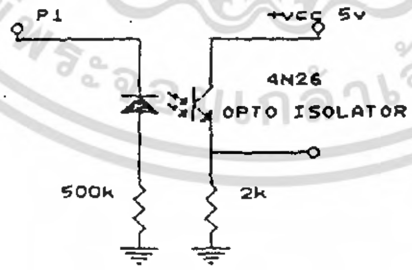
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงวงจรภาคมอดูเลชั่น (MODULATION)

7. ภาคไอโซเลเตอร์ (ISOLATOR)

ภาคนี้จะทำหน้าที่แยกสัญญาณที่ต่อกับระบบไฟ AC กับระบบไปที่จะจ่ายให้กับผู้ป่วยออกจากกันตามหลักความปลอดภัยทางการแพทย์ ในที่นี้ใช้วงจร OPTO ISOLATOR ภาคนี้มี 4 ชุด โดยชุดที่ 1 จะเป็นการส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ที่มอดูเลทแล้วผ่านไปยังภาค DTMF reciver ผ่านไปยังภาค ANALOG MULTIPLEXER

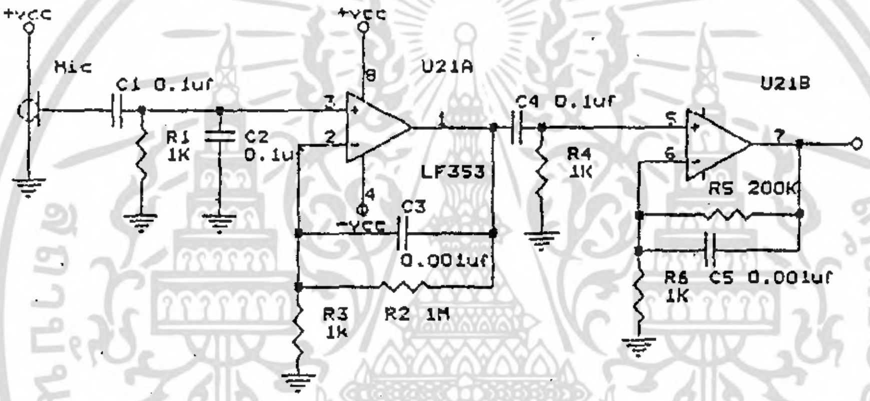


รูปแสดงวงจร OPTO ISOLATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. <u>ภาคขยายสัญญาณไมค์</u>

ภาคนี้จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณจาก CONDENSOR MIC เป็นสัญญาณควบคุมและเสียงที่ส่งมาจากปลายทาง (เครื่องรับคลื่นหัวใจไฟฟ้า) ภาคนี้จะขยายสัญญาณเพื่อส่งต่อไปยังภาค DTMF reciver จะทำหน้าที่ถอดรหัสส่งผ่านไปยังภาค BUFFER และ OPTO ISOLATOR ต่อไป

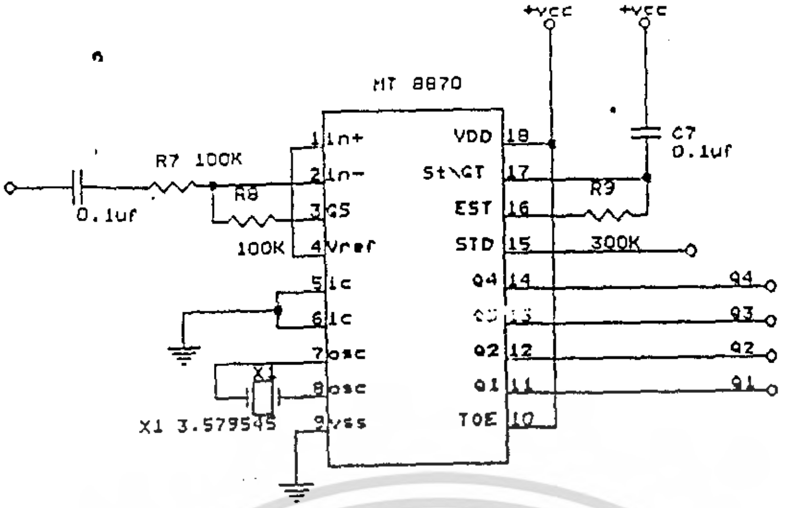


รูปแสดงวงจรภาคขยายสัญญาณไมค์

9. <u>ภาคถอดรหัสสัญญาณ ดีทีเอ็มเอฟ (DTMF receiver)</u>

ภาคนี้ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกมาเป็นสัญญาณ BINARY 4 BITS สัญญาณที่ได้นี้จะเป็นสัญญาณที่ใช้ควบคุม LEAD ที่ต้องการตามคำสั่งปลายทาง วงจรนี้สามารถปรับความไวของสัญญาณด้วยการตรวจรอบช่วงเวลาของสัญญาณ DTMF ที่ต่อเนื่องว่าเป็นสัญญาณ DTMF จริงหรือไม่มีวงจรการทำงานดังรูป

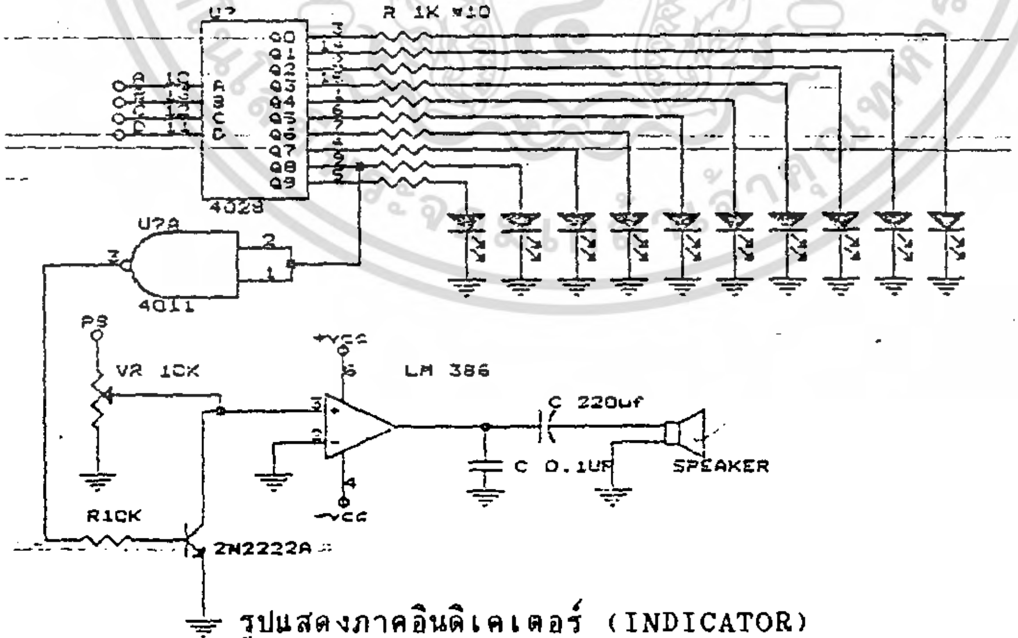
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงวงจรภาคถอดรหัสสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ (DTMF receiver)

10. ภาคอินดิเคเตอร์ (INDICATOR)

ภาคนี้จะทำหน้าที่ถอดสัญญาณฐานสอง (BINARY) เป็นฐานสิบ (DEC.) และแสดงผลออกโดย LED เพื่อผู้ป่วยรู้ว่าขณะนี้ปลายทางทำการเลือกจับสัญญาณตัวใดอยู่ หรือต้องการติดต่อโดยที่ x1 - x7 เป็น LEAD สัญญาณต่าง ๆ และ x8 เป็นสัญญาณ 1 mV ref ส่วนเลข 5 จะเป็นการพูดติดต่อ มีวงจรดังรูป

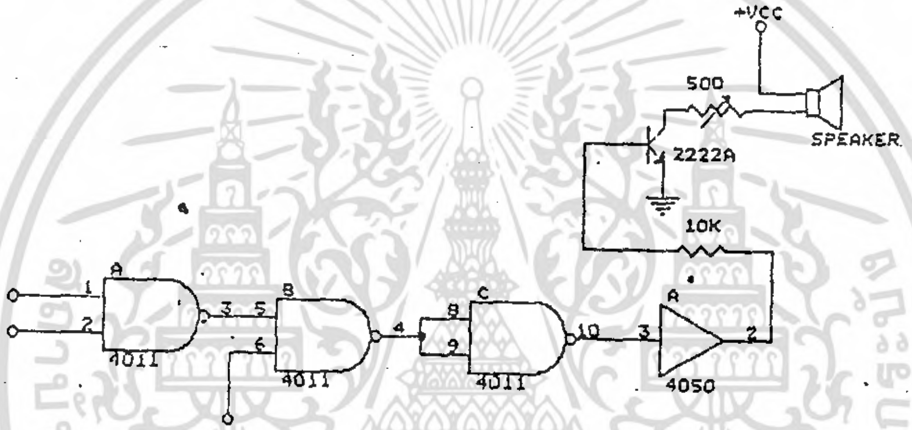


รูปแสดงภาคอินดิเคเตอร์ (INDICATOR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

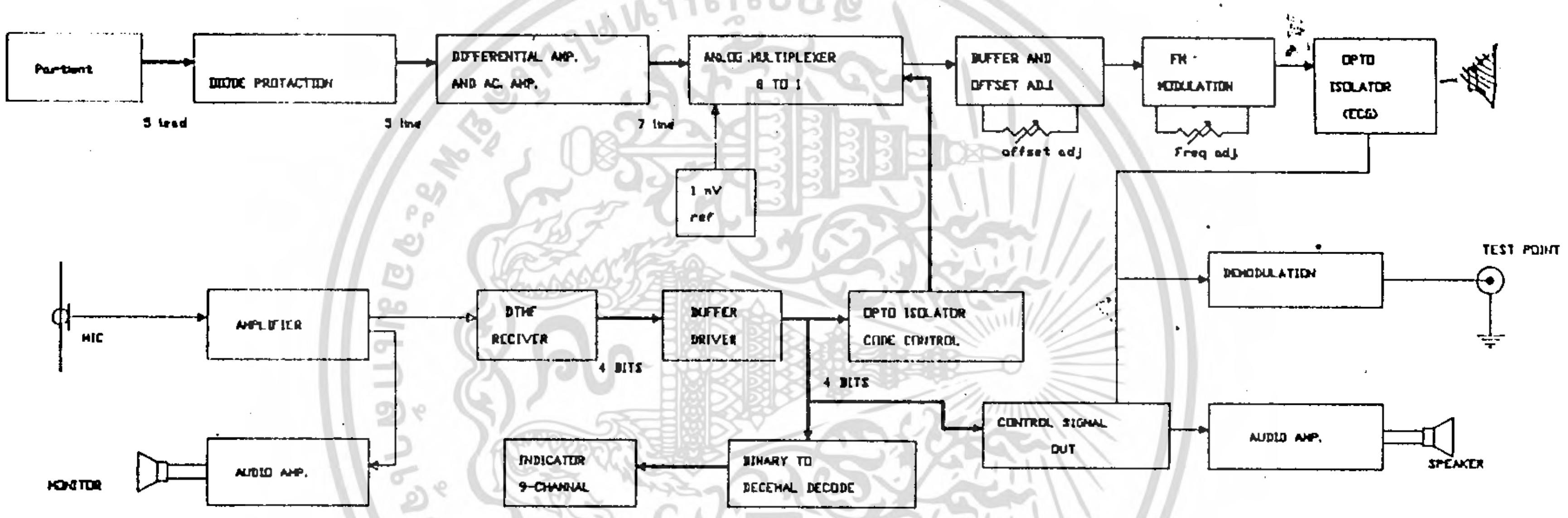
11. ภาคควบคุมการขยายสัญญาณออกลำโพง (AUDIO AMP.)

ภาคนี้จะทำการสวิทชิ่ง (SWITCHING) สัญญาณที่ได้จาก OPTO ISOLATOR จะเป็นสัญญาณ SQUARE WAVE ภาคนี้จะทำการตรวจสอบว่า CODE ที่ส่งเป็น เลข 5 หรือไม่ ถ้าเป็นจะหยุดการส่งสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ MODULATE ถ้าไม่จะขยายสัญญาณส่งออกลำโพงเพื่อเข้าหูฟังโทรศัพท์ วงจรนี้จะปรับระดับเสียงให้มีความเหมาะสมกับระบบการส่ง ดังแสดงรูป



รูปแสดงวงจรภาคควบคุมการขยายสัญญาณออกลำโพง (AUDIO AMP.)

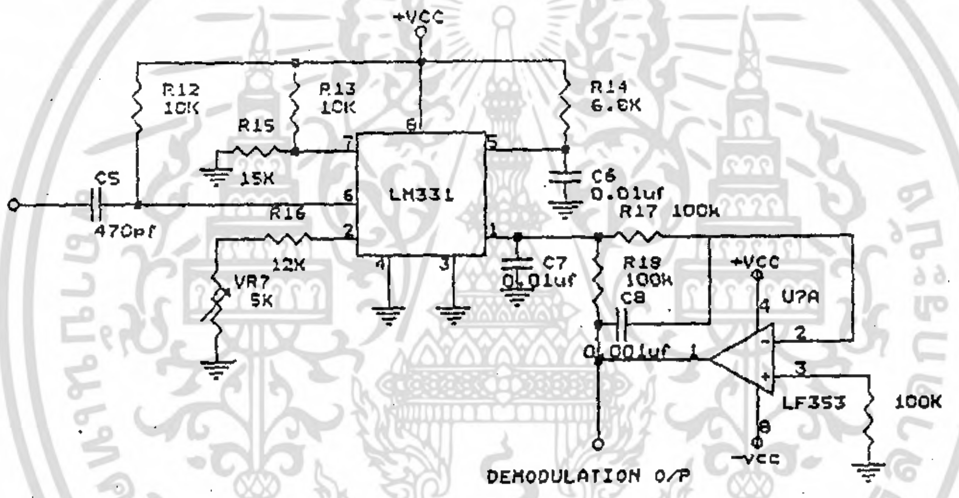
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

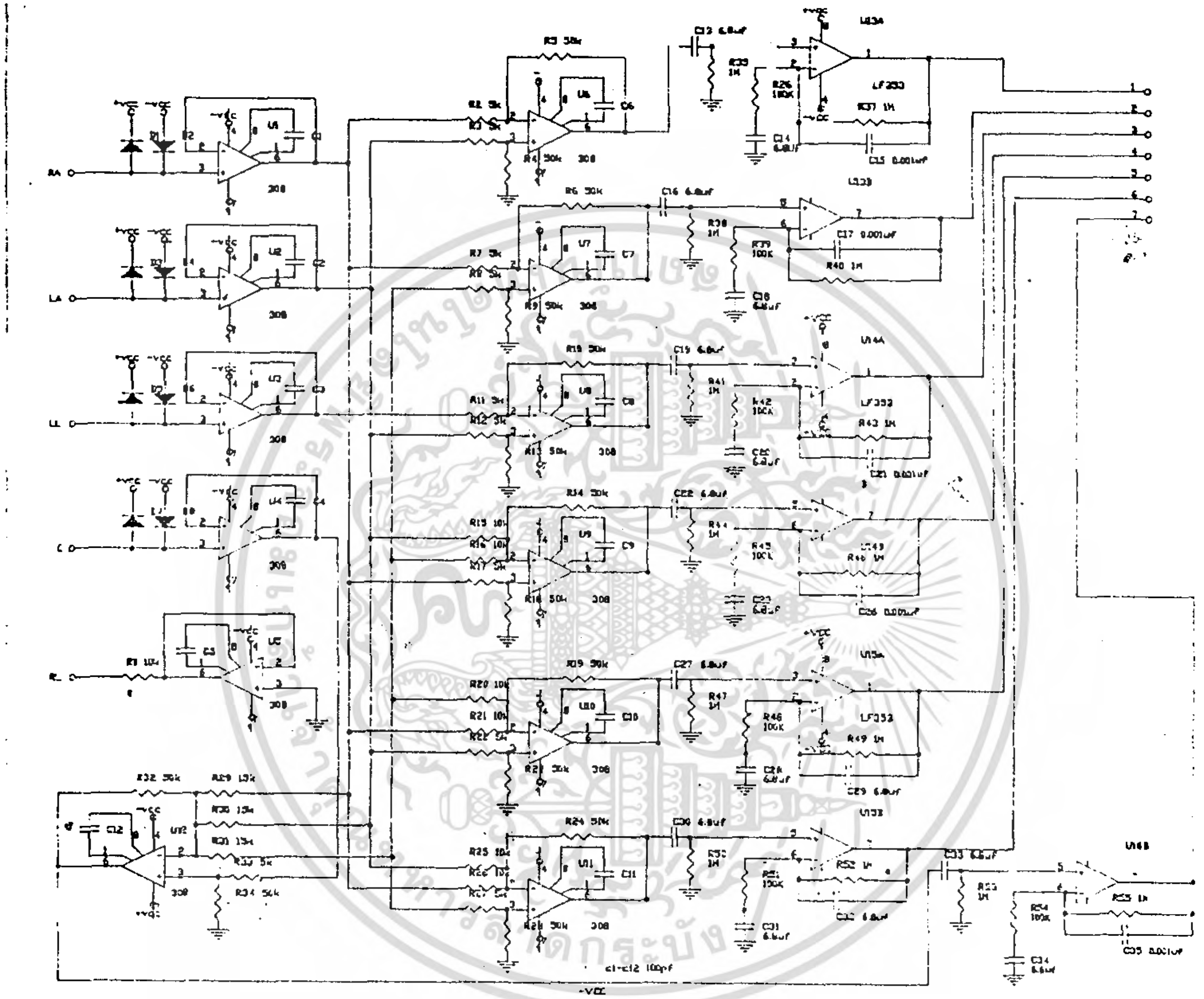
12. ภาคดีมอดูเลชั่น (DEMODULATION)

ภาคนี้จะทำหน้าที่ DEMODULATION สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ MODULATE ออกมาเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจอีกครั้งส่วนนี้เป็น OPTION ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบการทำงานของเครื่องเท่านั้น ดังรูป



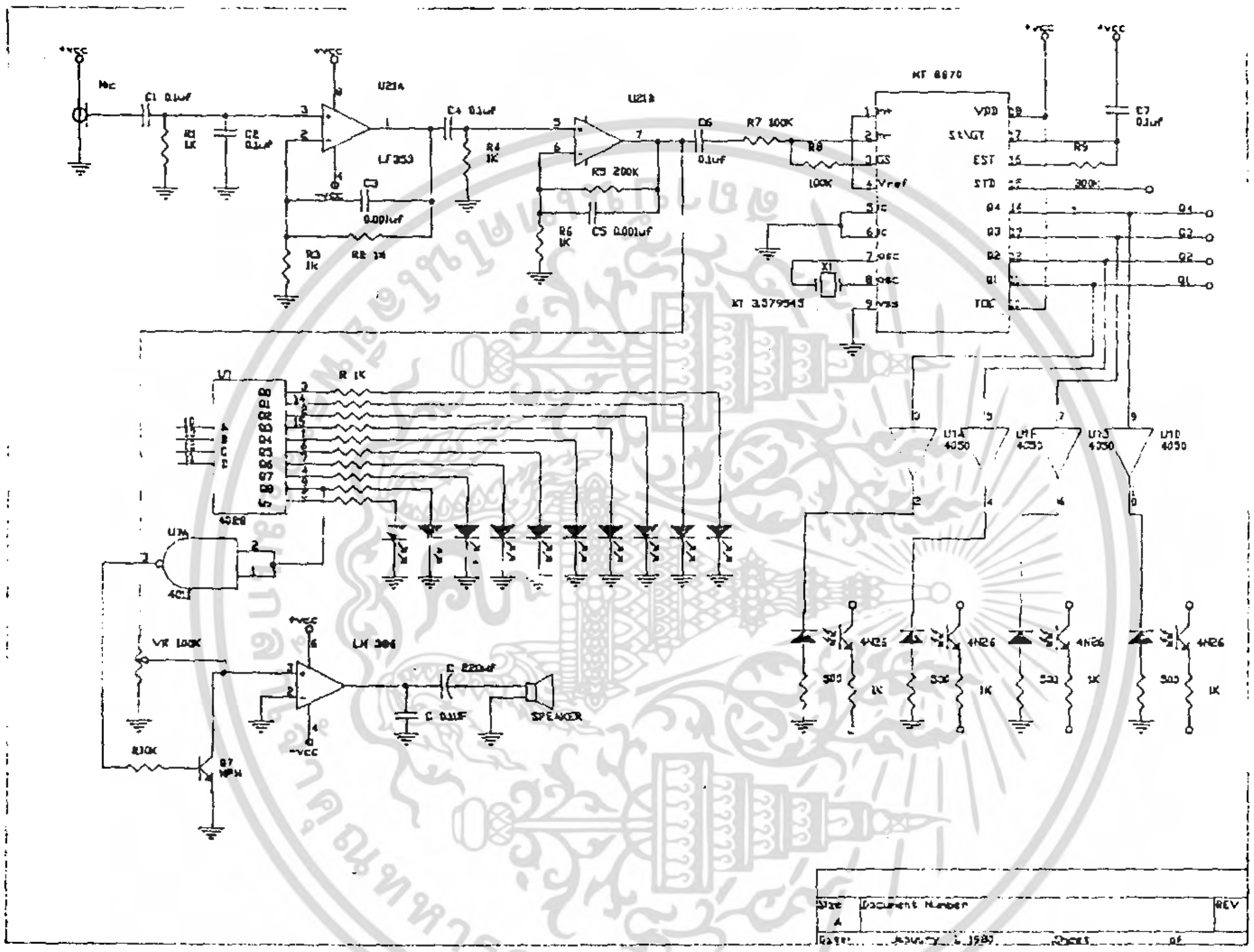
รูปแสดงวงจร ภาคดีมอดูเลชั่น (DEMODULATION)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



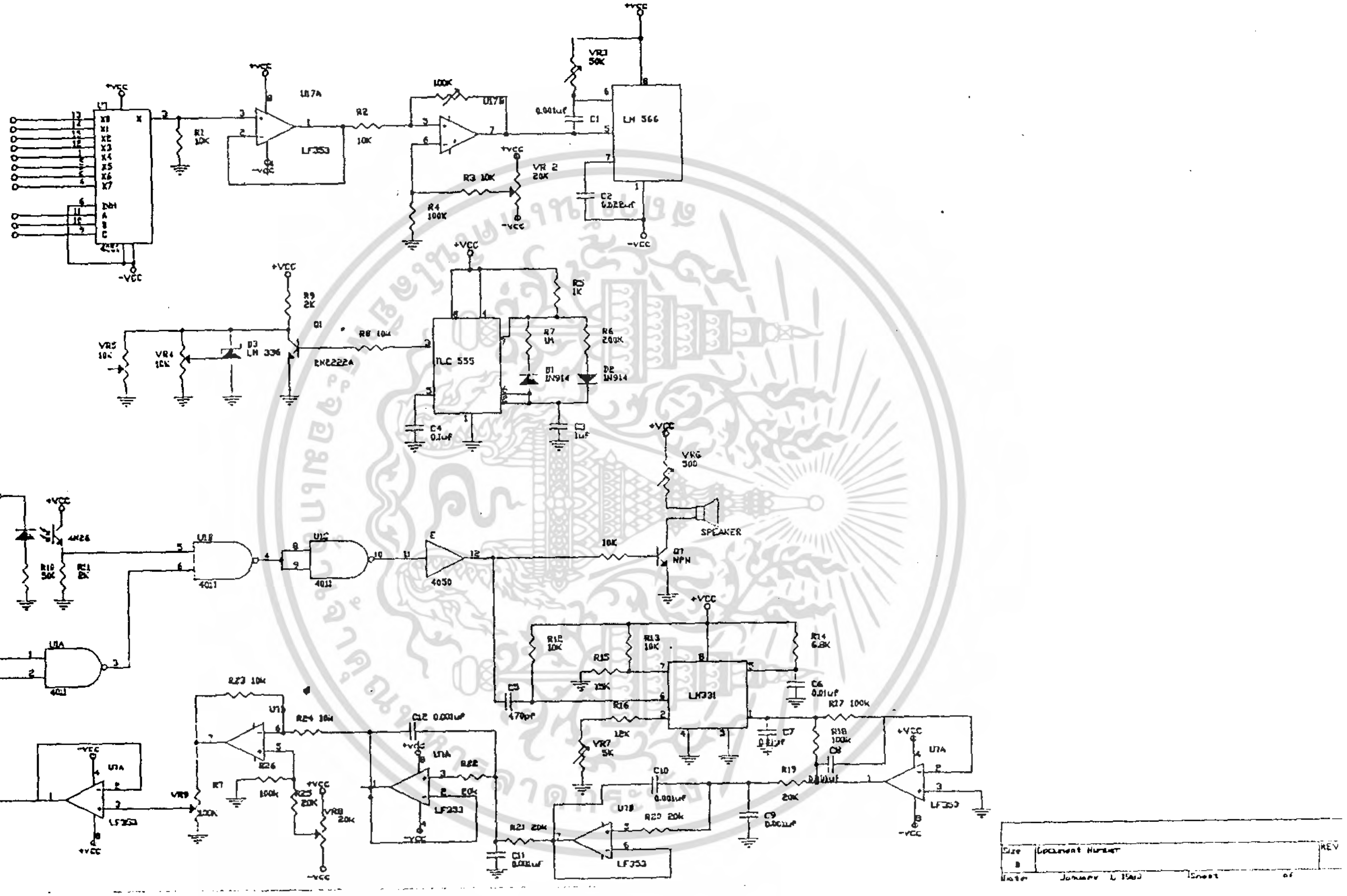
รูปแสดง วงจรเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



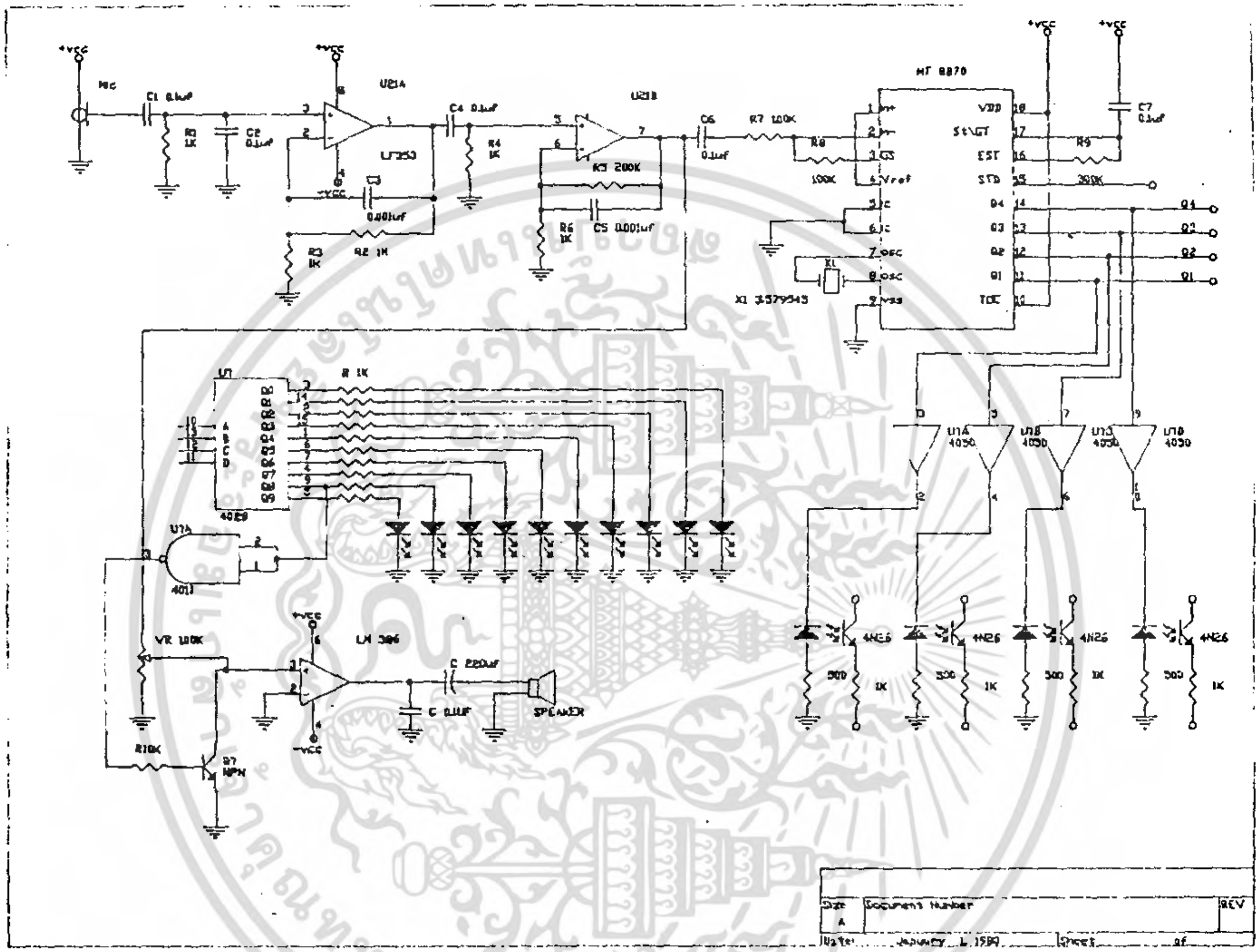
รูปแสดง วงจรเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดง วงจรเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

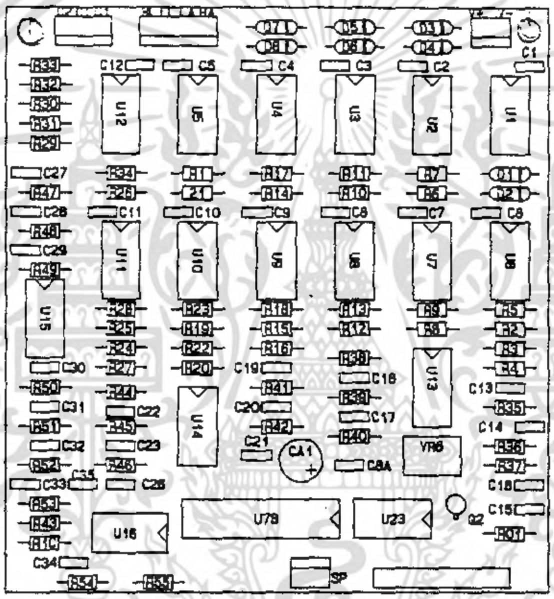


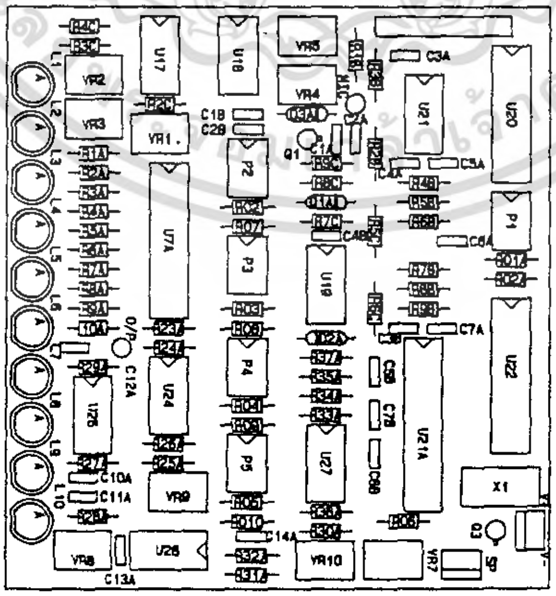
รูปแสดง วงจรเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

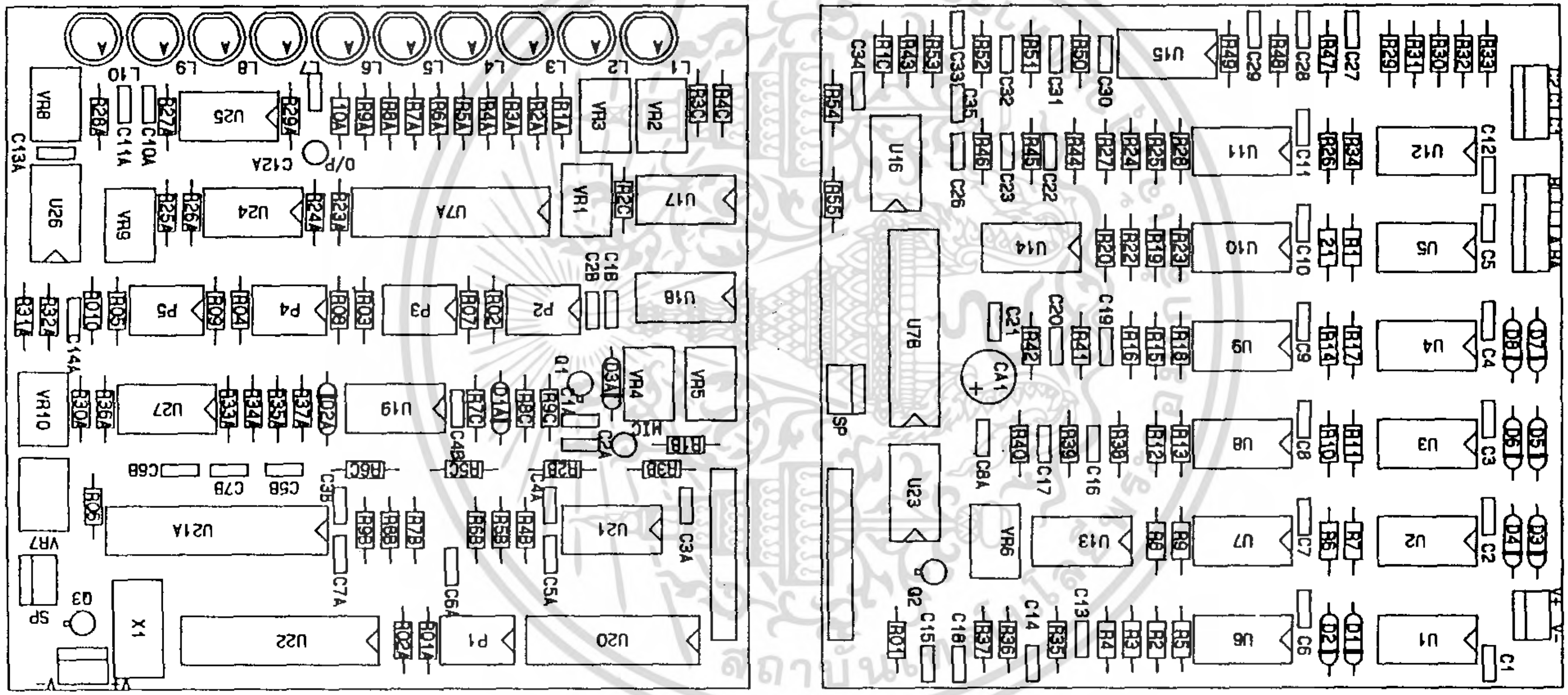
จากวงจรอีเลคทรอนิคส์ที่ได้แสดงไว้ สามารถนำไปจัด LAY-OUT ใหม่ ในระบบ PLATE THROUGH HOLD ทำให้แผ่นวงจรทั้งหมดมีขนาดเล็กลงเหลือ 2.3x3.0 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น ซึ่งมีผลดีเกิดขึ้นหลายประการ

- ทำให้ตัวเครื่องโดยรวมมีขนาดเล็กลง สามารถพกมาได้สะดวก
- จำนวนแผ่นวงจรมีน้อยลง การเดินสายไฟเชื่อมวงจรแต่ละแผ่น กระทำได้ง่ายขึ้น
- ขั้นตอนการประกอบแผ่นวงจรลงเครื่องลดน้อยลง



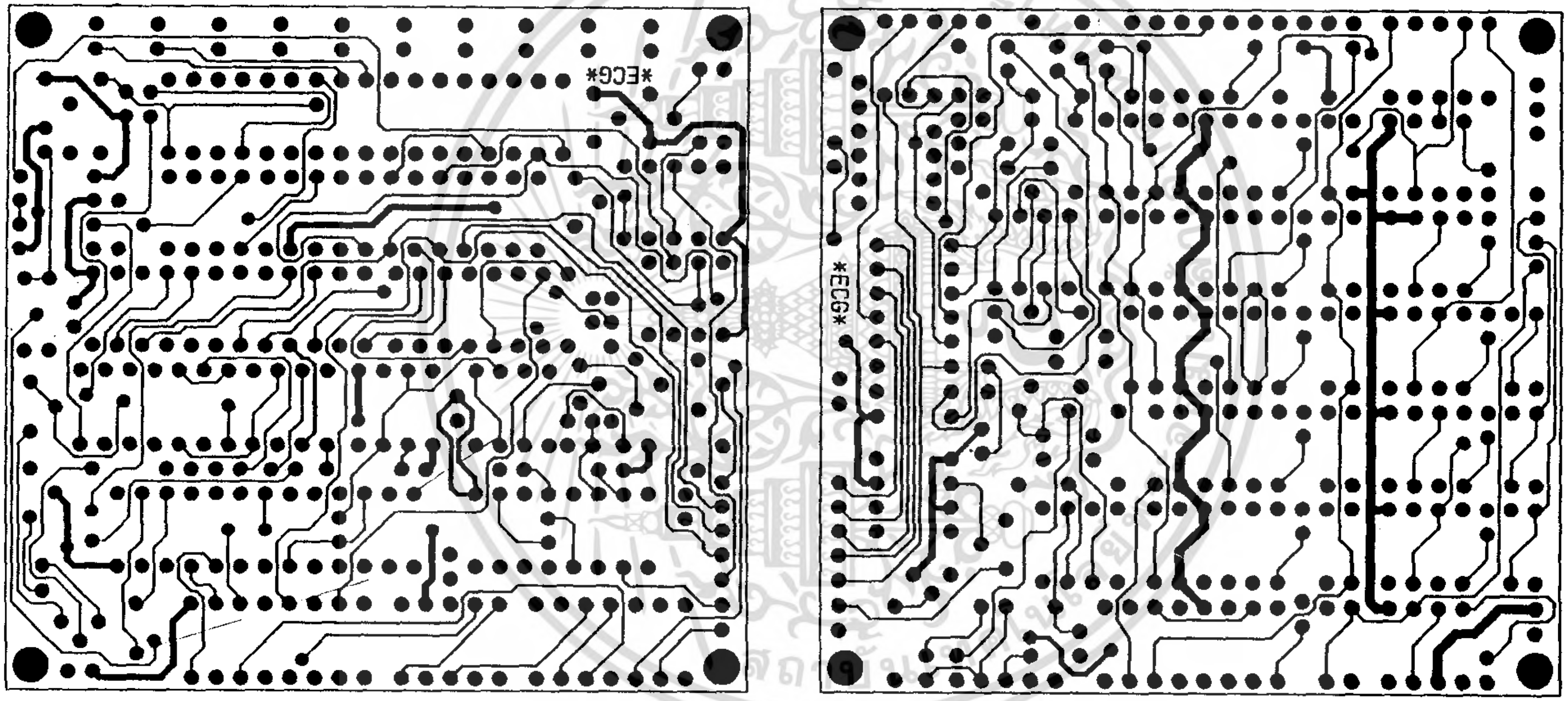


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- รูปแสดงการจัดเรียงอุปกรณ์อีเลคทรอนิกส์บนแผ่นวงจรระบบ Plate Through Hold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- รูปแสดง wiring ด้านหน้าของแผ่นวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อุปกรณ์และส่วนประกอบของเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์

2.3.1 อุปกรณ์ภายนอก

1. **ด้านหน้า** ประกอบด้วย JACK ที่ใช้เสียบสายนำสัญญาณทั้ง 5 เส้นที่เชื่อมต่อจากตัวผู้ป่วย ภาคแสดงผลการเลือกระบบการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งควบคุมจากเจ้าหน้าที่ปลายทาง แสดงเป็น LED 10 อัน และภาคแสดงการทำงานของเครื่อง แสดงเป็น LED 1 ตัว OPERATE

2. **ด้านบน** ประกอบด้วย ลำโพงที่ผู้ส่งสัญญาณสามารถได้ยินเสียงพูดของเจ้าหน้าที่ปลายทาง แป้นวางหูโทรศัพท์ ด้านหนึ่งมี CONDENSOR MIC คอยรับสัญญาณ DTMF จากเจ้าหน้าที่ปลายทาง ส่งสัญญาณมาควบคุมระบบการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ อีกด้านหนึ่งเป็นลำโพงทำหน้าที่ส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้ทำการเลือกแล้ว ในรูปของสัญญาณ DTMF

3. **ด้านหลัง** ประกอบด้วย SWITH OPERATE ส่วนรับ POWER SUPPLY 12 Vdc FUSE

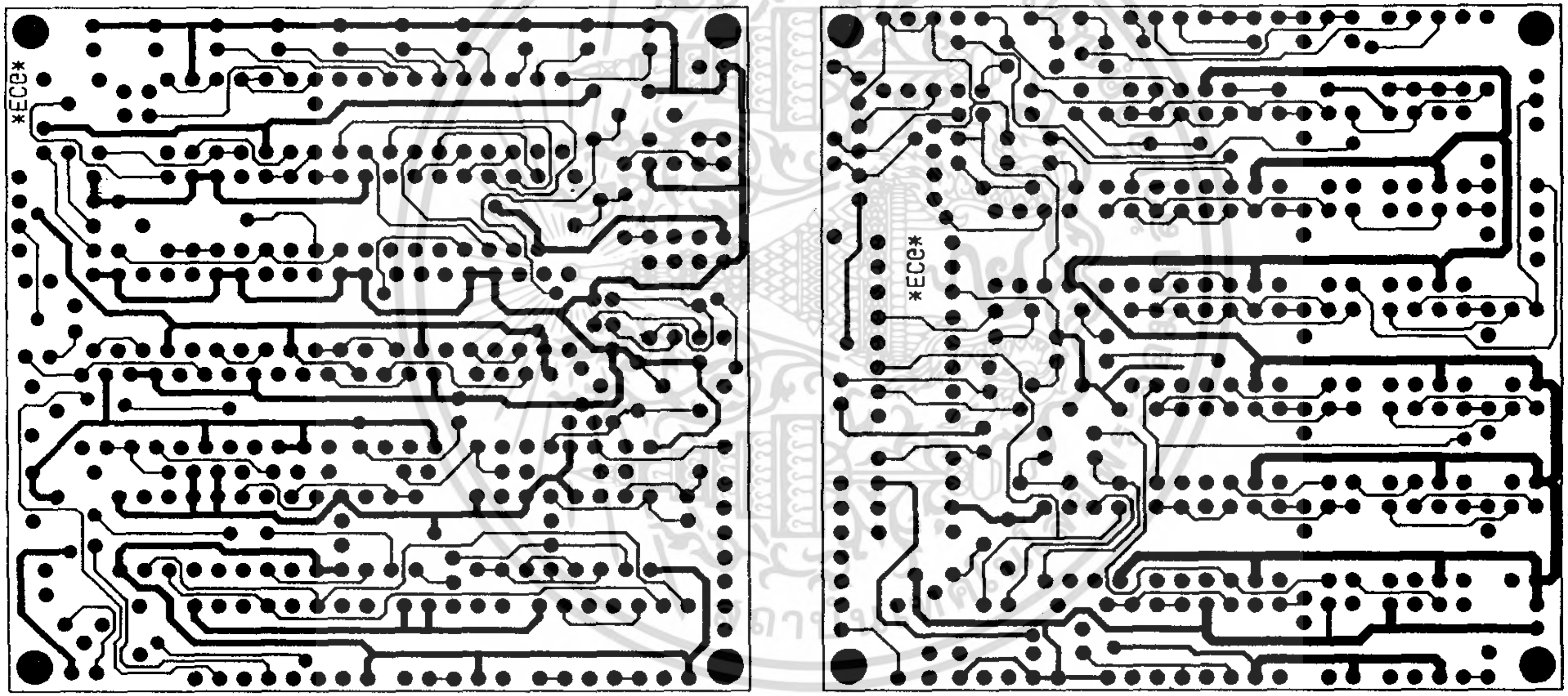
2.3.2 อุปกรณ์ภายใน

1. **พื้นด้านล่าง** เป็นที่ติดตั้งแผ่นวงจร 4 ผ่น ซ้อนกันไปมา และมีการเชื่อมโยงสายไฟระหว่างแผ่น

2. **ผนังด้านหน้า** เป็นที่ติดตั้ง JACK ของสายนำสัญญาณทั้ง 5 และ LED แสดงระบบการวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จำนวน 10 อัน ภาคสดง OPERATE เป็น LED 1 อัน

3. **เพดานกล่อง** เป็นที่ติดตั้งลำโพง เป็นที่โยงสายไฟจาก CONDENSOR MIC และลำโพงของแป้นวางหูโทรศัพท์ ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านนอกมาสู่แผ่นวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- รูปภาพแสดง การจัด wiring ด้านหลังของแผ่นวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การศึกษาด้านพฤติกรรม

2.4.1 พฤติกรรมผู้ใช้เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์

ผู้ใช้คือเจ้าหน้าที่ ผู้ถูกใช้คือผู้ป่วย โดยมีขั้นตอนการใช้งานดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการติด ELECTRODE

- เจ้าหน้าที่ทำความสะอาดตำแหน่งที่จะทำการติดด้วยแอลกอฮอล์
- ทาเจลที่ ELECTRODE
- ติด ELECTRODE ตามจุดต่าง ๆ บนตัวผู้ป่วย

ขั้นตอนการส่งสัญญาณ

- ทำการโทรศัพท์ที่ปลายทาง พร้อมรายงานข้อมูลเบื้องต้นของผู้ป่วย
- นำหูโทรศัพท์มาวางที่แป้นโดยให้ด้านที่เป็นหูฟังของโทรศัพท์ตรงกับลำโพงของแป้นวาง

การเลือก Lead ที่จะทำการส่งการกระทำโดยแพทย์ปลายทางคือ Lead I, Lead II, Lead III aVL aVR aVF และ C การตรวจ Unipolar Chest Lead นั้น เจ้าหน้าที่ปลายทางเป็นผู้กำหนดให้ผู้ส่งสัญญาณเลื่อนตำแหน่งอีเลคโทรดไปตามจุดต่าง ๆ บนหน้าอกด้านซ้ายของผู้ป่วย ผู้ทำหน้าที่ส่งสัญญาณจะได้ยินคำสั่งของเจ้าหน้าที่ปลายทางจากลำโพงที่ติดอยู่ด้านในของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพทย์ (นั่ง)

ผู้ป่วย (นอน)

ทำความสะอาดบริเวณที่จะทำการติด

ทาเจลที่ ELECTRODE

ติด ELECTRODE ตามจุด

เสียบ PLUG ELECTRODE เข้ากับเครื่อง

โทรหาเจ้าหน้าที่

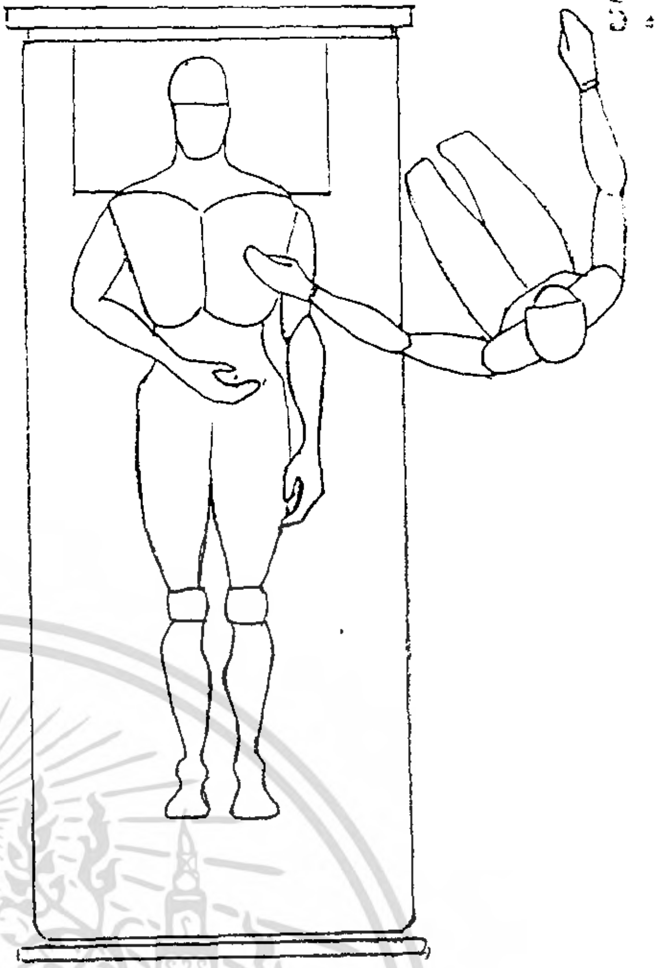
เปิดเครื่อง

นำหูโทรศัพท์แนบกับเครื่อง

เลื่อน ELECTRODE ตามจุดต่าง ๆ

ปิดสวิทช์

วางหูโทรศัพท์



ปลด ELECTRODE ตามจุดต่าง ๆ

ปลด PLUG ELECTRODE

ทำความสะอาดผิวหนัง

ทำความสะอาด ELECTRODE

เก็บ ELECTRODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ขั้นตอนหลังการส่งสัญญาณ</u>

- เมื่อทำการส่งสัญญาณเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่นำหูโทรศัพท์ออกจากเครื่องไปวาง
- เจ้าหน้าที่ปลด ELECTRODE ออกจากตัวผู้ป่วย
- ทำความสะอาดตัวผู้ป่วย ทำความสะอาด ELECTRODE
- เก็บสายนำสัญญาณเข้าที่เดิม

ตลอดทุกขั้นตอนการใช้งานของเครื่อง เครื่องจะวางอยู่บนโต๊ะใกล้โทรศัพท์ เจ้าหน้าที่จะนั่งอยู่ตรงข้ามคนไข้ตลอดเวลา การเคลื่อนย้ายทำได้ลำบาก ไม่มีส่วนช่วยในการนำมา ไม่มีส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบ เนื่องจาก POWER SUPPLY เป็นไฟ 12 Vdc ที่ได้รับการแปลงจาก 220 Vac จึงใช้งานได้เฉพาะที่ที่มีไฟฟ้าเท่านั้น

2.4.2 พฤติกรรมผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง

อุปกรณ์ประกอบเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

1. ตัวเครื่อง Recorder พร้อมเข็มขัด	1 เครื่อง
2. Lead Cable	1 ชุด
3. Battery Duracell 9 Volt	1 ก้อน
4. Red dot	7 อัน
5. ตลับเทปแม่เหล็ก TDK	1 ตลับ
6. ใบ Request DCG	1 แผ่น
7. สมุด Diary	1 เล่ม
8. สำลี, ผ้ากอซ, Cotton Bud	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. แอลกอฮอล์ 1 ขวด

10. Benzoid 1 ขวด

11. อะซิโตน 1 ขวด

หลักการทำงาน

เป็นเครื่องบันทึกคลื่นหัวใจไฟฟ้าลงในเทปแม่เหล็ก เครื่องจะทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจตลอด 24 ชม. จากนั้นนำเทปมาถอดรหัสออกมาเป็น GRAPH ECG โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

การบันทึก

เครื่องจะทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจพร้อมกัน 3 Lead คือ V_1,V_5 aVF ซึ่งเป็น Lead ที่นิยมในการตรวจวัดของแพทย์ โดยจะบันทึกเป็น Modified Lead

การใช้งาน

- เจ้าหน้าที่ทำความสะอาดจุดที่ต้องการติด Eletrode ด้วยอะซิโตน
- ทา Benzoid บริเวณที่จะทำการติดเพื่อป้องกันเหงื่อ
- ติด Electrode เข้ากับ Red dot
- นำ Red dot ไปติดตามจุดต่าง ๆ ของร่างกาย
- นำ Lead wire ทั้ง 7 มาเสียบกับ Conector
- นำ PLUG ของ conector มาเสียบที่ตัวเครื่องที่ใส่ถ่านและเทปแม่เหล็กเรียบร้อยแล้ว
- เปิดเครื่อง ผู้ป่วยจะพกเครื่องนี้ไปตลอด 24 ชั่วโมง จนกระทั่งกลับมาหาเจ้าหน้าที่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เจ้าหน้าที่ทำการปิดเครื่อง ถอด PLUG Conector ออก
- ถอด Electrode ออกจากตัวผู้ป่วย ทำความสะอาดเจลบนตัวผู้ป่วย
- เก็บเครื่องและอุปกรณ์ประกอบเข้ากระเป๋า

เครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจนี้เป็นเครื่องที่ละเอียดอ่อนมาก ขั้นตอนต่าง ๆ ในการเปิดปิดเครื่อง การติด Electrode ต้องกระทำโดยเจ้าหน้าที่เท่านั้น เพราะถ้าหากทำผิดขั้นตอนเพียงนิดเดียว คลื่นไฟฟ้าหัวใจทั้งหมดที่ทำการบันทึกมาตั้งแต่ต้นจะถูกรบกวนทั้งหมดจนไม่สามารถถอดรหัสได้

เมื่อผู้ป่วยทำการพกเครื่องนี้ ผู้ป่วยห้ามอาบน้ำ ห้างถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ด้วยตัวเองแม้แต่ชิ้นเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพทย์ (นั่ง) — ผู้ป่วย (นอน)

ทำความสะอาดบริเวณที่จะทำการติด

ติด ELECTRODE

เสียบ LEAD WIRE เข้ากับ CONNECTOR

เสียบ PLUG CONNECTOR

เปิดสวิทช์

ผู้ป่วยพกพาเครื่องติดตัวตลอด 24 ชม.

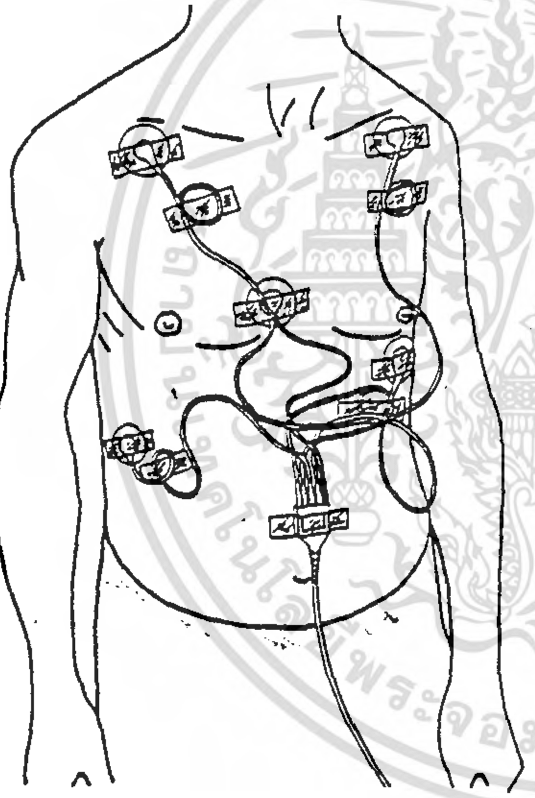
เดินทางไปพบแพทย์เพื่อทำการถอดเครื่อง

ทำการถอดเครื่อง

ปลด ELECTRODE ออกจากร่างกาย

ทำความสะอาด

เก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการปรับ Selector ตามคำบอกของเจ้าหน้าที่ปลายทางสามาระได้ยินจาก ear phone

- เมื่อเจ้าหน้าที่ปลายทางทำการบันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้วจะบอกให้ผู้ส่งทราบทาง ear phone

- ปิด switch วางหูโทรศัพท์เก็บ ear phone เข้าที่เดิม

การใช้เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์นี้ อาจไม่จำเป็นต้องพกเครื่องติดกับตัวตลอดเวลาก็ได้ เพียงแต่ติด ELECTRODE ไว้ที่ตัวล้วถอด PLUG Conector ออก แล้วเอาเครื่องวางไว้, แขวนไว้ใกล้ ๆ ตัว เมื่อเกิดอาการแน่นหน้าอกจึงค่อยนำ PLUG Conector ไปเสียบที่ตัวเครื่องแล้วค่อยส่งสัญญาณ (ตัวเครื่องอาจนำมาวางบนโต๊ะใกล้ ๆ โทรศัพท์) จะช่วยให้การเคลื่อนไหวอิสระขึ้นกว่าการที่ต้องพกพาติดตัวตลอดเวลา เช่น เวลานอนก็นำเครื่องวางไว้บนโต๊ะหัวเตียงก็จะสามารถพลิกตัวไปมาได้อย่างสะดวก

4. **ลักษณะการนำพาอุปกรณ์**

- เป็นเข็มขัดผูกเอว, เป็นหูร้อยเข็มขัด, เป็นตะขอเกี่ยวกับเข็มขัดวิธีนี้สะดวก กระชับและรัดกุมมาก โดยเฉพาะชุดที่เป็นกางเกงที่มีเข็มขัดทั้งผู้หญิงและผู้ชาย ชุดกระโปรงที่มีเข็มขัด จะแนบเนียนมากถ้ามีเสื้อคลุมหรือเสื้อนอก

- เป็นสายสะพาย, สะพายเฉียง สามารถถอดไปแขวนได้สะดวก ในกรณีที่จะนั่งรับประทานอาหารก็สามารถนำมาแขวนที่เก้าอี้ ขณะเข้าห้องน้ำจะสะดวกกว่าแบบที่เป็นหูเข็มขัด

ทั้ง 2 วิธีเป็นวิธีพกพาที่ดี แต่วิธีไหนจะดีกว่ากันขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้น ทำอะไรอยู่ ขณะนั้นแต่งกายอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 สรุปพฤติกรรมการใช้งาน

พฤติกรรมการใช้งานของเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ชนิดพกพาสำหรับผู้ป่วยมีลักษณะคล้ายเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจในเวลาเดียวกัน

1. หลักการทำงาน

ส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านทางโทรศัพท์ไปยังเจ้าหน้าที่ปลายทาง

2. การควบคุม

ควบคุมระบบการวัดคลื่น (Lead) โดยเจ้าหน้าที่ปลายทางโดยผู้ส่งจะทำการปรับ selector ตามที่เจ้าหน้าที่กำหนด

3. การใช้งาน ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดจะกระทำโดยผู้ป่วย (ผู้ส่งสัญญาณ)

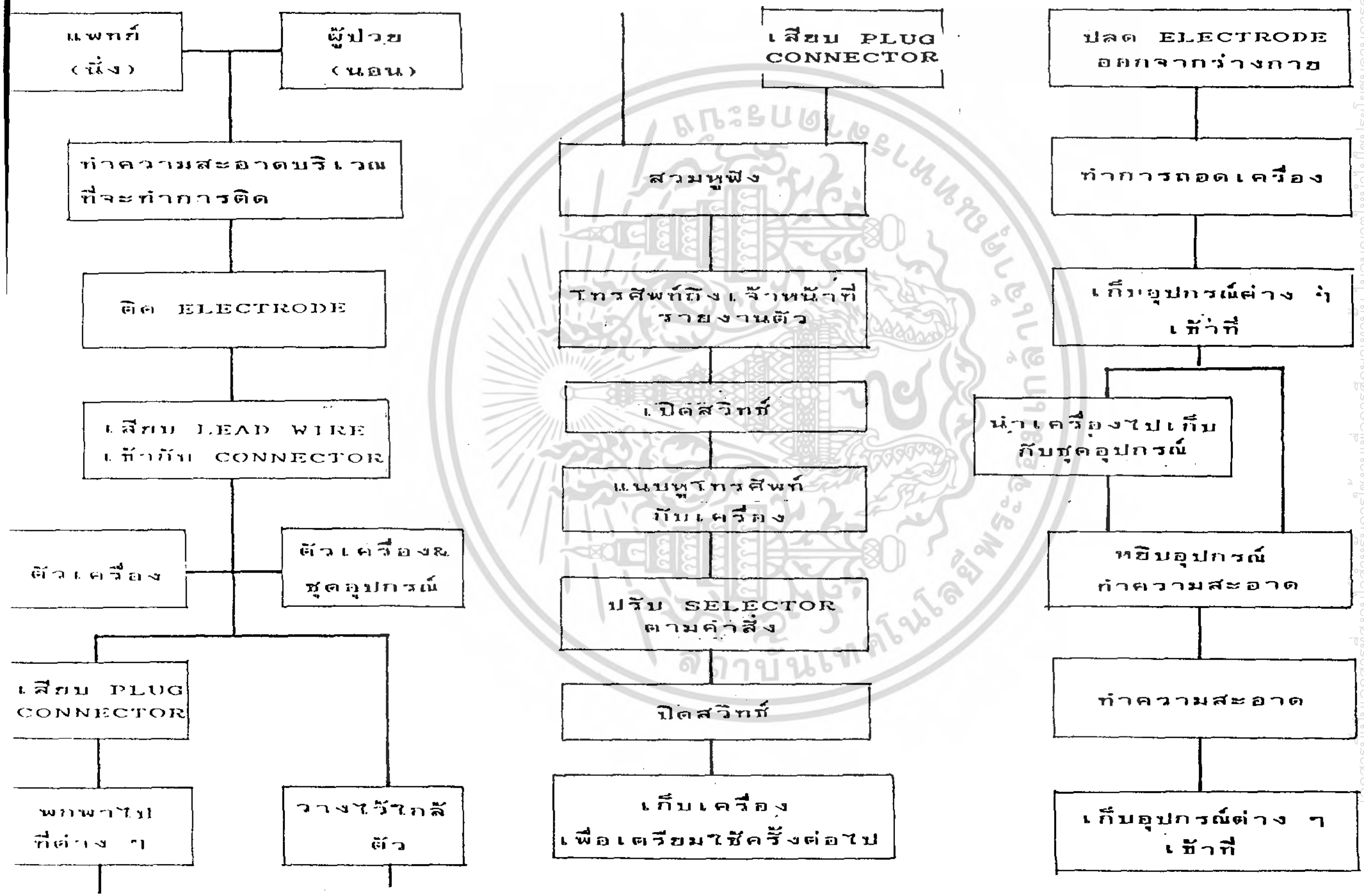
<u>ขั้นตอนการติด ELECTRODE</u> (อาการปกติ)

- ทำความสะอาดบริเวณที่จะทำการติดด้วยแอลกอฮอล์
- ทา Benzoid บริเวณที่จะทำการติดเพื่อป้องกันเหงื่อ
- นำ Electrode มาติดกับ Red dot จากนั้นนำไปติดตามจุดต่าง ๆ บนร่างกาย
- นำสาย ELECTRODE ทั้ง 6 มาเสียบที่ Conector ตามตำแหน่ง
- นำ PLUG ของ Conector มาเสียบที่ตัวเครื่อง
- พกเครื่องติดตัว หรืออยู่ใกล้ตัวที่สามารถส่งสัญญาณได้ทันท่วงที

<u>ขั้นตอนการส่งสัญญาณ</u> (เมื่อเกิดอาการแน่นหน้าอกผิดปกติ)

- เปิด switch หยิบ ear phone มาแนบกับหู
- โทรศัพท์ไปยังเจ้าหน้าที่ปลายทางพร้อมกับรายงานตัว
- นำหูโทรศัพท์มาแนบกับเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแอลอีดี ดังนั้นการใช้งานในที่สว่างมาก ๆ จะทำให้แสงจากภายนอกสามารถกลบแสงของแอลอีดีได้ ดังนั้นจึงควรใช้งานในที่ที่ไม่ค่อยมีแสงสว่างจากภายนอกมารบกวน

2. **แอลอีดี 7 ขีด (7-SEGMENT LED)** เป็นอุปกรณ์แสดงผลในรูปของตัวเลขที่นิยมใช้กันมากที่สุด ลักษณะของแอลอีดีแบบ 7 ขีดนี้จะมีขีดยาววางเรียงกันเป็นรูปของ เลข 8 แอลอีดีแต่ละดวงนี้จะเรียกว่า ขีดหรือเซกเมนต์ (SEGMENT) เมื่อบังคับให้บางขีดติดสว่างตามแบบที่กำหนดไว้ ก็จะสามารถมองเห็นเป็นรูปของเลข 0-9 ได้ ดังนั้นจึงใช้ในการแสดงผลเป็นตัวเลขในวงจรดิจิตอลทั่ว ๆ ไป

หลักการของแอลอีดีแบบ 7 ขีดนี้เป็นแบบเดียวกับแอลอีดีธรรมดาทั่วไป คือใช้หลักของการคายพลังงาน ของอิเลคตรอนที่บริเวณรอยต่อ แต่ที่เราสามารถมองเห็นเป็นตัวเลขนั้นเพราะมีแอลอีดีที่ประกอบกันจำนวน 7 ดวงด้วยกัน โดยที่มีขาของแอลอีดีกันที่เป็นขาร่วมหรือขาที่ต่อถึงกัน

แอลอีดีแบบ 7 ขีดที่พบเห็นมากที่สุดจะเป็นสีแดง นอกจากนี้ยังมีสีเขียวและสีเหลืองซึ่งก็คล้ายกับแอลดีดีแบบธรรมดาเช่นกัน ขนาดของแอลอีดีที่ขายกันในท้องตลาดจะมีขนาดความสูงของตัวเลขตั้งแต่ 5-15 mm. แบบที่ใหญ่ขึ้นมามากจะมีขนาดถึง 25 mm. และยังมีแบบที่จัดไว้ให้แสดงอักษรพิเศษ เช่น +, - เป็นต้น บางแบบก็รวมเอาแอลอีดี 7 ขีด 2 ตัวมาอยู่รวมกัน (หมายถึงสามารถแสดงเลขได้สองหลัก) หรือบางแบบก็จะเอาแอลอีดี 7 ขีดหลาย ๆ ตัว มาต่อเรียงกันทำให้สามารถแสดงผลได้หลายหลัก รูปที่เป็นแบบต่าง ๆ ของแอลอีดี 7 ขีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากแอลอีดีมีลักษณะที่เป็นไดโอดชนิดหนึ่ง จึงมีขาสำหรับต่อวงจร 2 ขาคือ แอโนด (ANODE) และแคโทด (CATHOD) ดังนั้นการแบ่งลักษณะของแอลอีดี 7 ขีดจึงแบ่งตามชนิดของขาร่วม (COMMON ANODE) ซึ่งมีลักษณะการต่อสายภายในแอลอีดี ดังรูปที่ ชนิดของแคโทดร่วมจะต่อขาร่วมกับขาแคโทดของแอลอีดีทุกขีด ในขณะที่แบบแอโนดร่วมจะต่อขาแอโนดร่วมกับขั้วแอโนดของแอลอีดีทุกขีด แอลอีดีทุกดวงหรือขีดจะมีชื่อเรียกกำกับไว้ เช่น ขีด a,b จนถึงขีด 9 เป็นต้น แต่ละขีดจะวางไว้เป็นมาตรฐานเหมือนกันหมด ดังรูปที่ เช่นกัน ส่วนดวงที่เรียกว่า Dp เป็นจุดทศนิยม (DICIMAL POINT) เพื่อใช้ในการแสดงเลขทศนิยม

การใช้งานแอลอีดี 7 ขีดนั้น ปกติมักใช้ร่วมกับไอซีที่ใช้ถอดรหัสที่มีชื่อว่า BCD to 7 Segment decoder/driver คือเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงรหัส BCD เป็นรหัสของ 7 ขีด และในขณะเดียวกันจะเป็นตัวขับกระแสให้แอลอีดีสว่างด้วย ไอซีที่ใช้ในการถอดรหัสนี้มี 2 แบบ เช่นเดียวกับชนิดของขาร่วม คือ ชนิดที่ใช้กับแคโทดร่วม และชนิดที่ใช้กับแอโนดร่วม แบบที่ใช้กับแคโทดร่วมนั้นจะให้เอาต์พุตเป็น "0" เมื่อต้องการให้แอลอีดีขีดที่ต่ออยู่สว่าง วิธีการใช้จะต้องต่อขาร่วมของแอลอีดีเข้าที่แหล่งจ่ายไฟ และต่อขาของแอลอีดีแต่ละขีดเข้าที่เอาต์พุดของไอซีที่มีชื่อตรงกัน ดังแสดงในรูปที่ การต่อแบบนี้เรียกว่าการต่อแบบรับกระแสไหลเข้า ไอซีที่นิยมใช้ คือ TTL เบอร์ SN 7447 N

สำหรับการขับ แอลอีดีแบบแอโนดร่วมมักจะใช้วิธีการจ่ายกระแสออกตามรูปที่ ไอซีที่ใช้จะให้เอาต์พุตเป็น "1" เมื่อต้องการให้ขีดที่ต่ออยู่สว่างขั้วร่วมของแอลอีดีจะต่อลงกราวน์เพื่อให้กระแสเดินครบวงจร ไอซีที่นิยมใช้จะเป็นแบบ CMOS เบอร์ MC 14511 B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลอดตัวเลข(NIXIE TUBE) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดงผลเป็นตัวเลขที่นิยมใช้กันมากก่อนที่จะมีแอลอีดี เครื่องคิดเลขหรือเครื่องมือดิจิตอลทั่วไปในสมัยก่อนจะใช้หลอดตัวเลขในการแสดงผล

หลักการทำงานของหลอดตัวเลขจะคล้ายกับหลอดไฟนีออน ที่ใช้ในการโฆษณา ภายในหลอดจะอัดก๊าซไว้ เมื่อเกิดการดิสชาร์จ อิเลคตรอนจะวิ่งชนโมเลกุลของก๊าซ ทำให้เกิดการเปล่งแสงเป็นสีต่าง ๆ ปกติจะใช้ไฟขนาดแรงดัน 150-300 VDC. ในการจุดหลอดให้ติด ทำให้เป็นข้อเสียอย่างมากสำหรับวงจรอิเลคทรอนิกส์ซึ่งปกติจะใช้แรงดันต่ำ แต่มีข้อดีคือ สามารถมองเห็นได้ชัดในเวลากลางวัน และสามารถตัดขั้วหลอดให้เปล่งแสงออกมาได้อย่างสวยงาม

การขับหลอดตัวเลข ต้องใช้ไอซีถอดรหัส ชนิด BCD เป็นเลขฐานสิบดังแสดงในรูปที่ โดยใช้ไอซีเบอร์ SN 74141 N ซึ่งเป็ไอซีที่สามารถทนแรงดันได้สูงและสามารถทนกระแสที่ไหลผ่านได้ 2-7 มิลลิแอมป์ ซึ่งเป็นขนาดที่ไหลผ่านหลอดตัวเลขเช่นเดียวกัน

4. LCD (Liquid Crystal Display) เป็นอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลขที่ใช้ผลึกเหลว กินไฟน้อยมากและสามารถสร้างให้เป็นตัวเลขหรือตัวอักษรได้หลายรูปแบบ นิยมใช้ในอุปกรณ์ทางดิจิตอลที่มีขนาดเล็ก เช่น นาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เป็นต้น

การขับ LCD ให้แสดงตัวเลขนั้นยุ่งยากกว่า LED มากเนื่องจากใช้ไฟกระแสสลับในการขับ โครงสร้างของ LCD จะเป็นกระจก 2 แผ่นวางประกบกันโดยมีผลึกเหลวบรรจุอยู่ แผ่นกระจกจะวางผลึกกันแน่นจนอากาศไม่สามารถเข้าไปได้ ด้านในของกระจกจะมีขั้วไฟฟ้าชนิดใสปะอยู่ทั้งสองด้าน ขั้วไฟฟ้าด้านล่างจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่าแบคเพลน (BACK PLANE) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า BP มีขนาดกว้างใหญ่พอกับกระจก ส่วนขั้วไฟฟ้าที่ฉาบติดกับแผ่นกระจกด้านหน้าจะมีรูปร่างตามแบบตัวอักษรหรือตัวเลขที่ต้องการแสดง เรียกว่า เซกเมนต์ (Segment) แผ่นเซกเมนต์จะมีรูปร่างอย่างไรก็ได้ตามที่เราจะออกแบบ ดังนั้นจึงสามารถแสดงเป็นรูปภาพได้อีกด้วย เช่น ในเครื่องเล่นเกมกด เป็นต้น

ถ้ามีแรงดันมาคร่อมระหว่าง BP และ Segment สนามไฟฟ้าจะทำให้ผลึกเหลวเปลี่ยนคุณสมบัติทางด้านแสงไป เช่น เปลี่ยนดัชนีหักเห หรือ เปลี่ยนดัชนีการสะท้อน เมื่อมอง LCD ทางด้านหน้าจึงเห็นเป็นตัวเลขลอยออกมาเด่นชัด แต่ LCD จะไม่เปล่งแสงออกมาจากตัวของมันเอง ถ้าใช้แรงดันไฟตรงคร่อมขั้วไฟฟ้านาน ๆ จะทำให้ผลึกเหลวแยกตัวทางไฟฟ้า ทำให้เสื่อมคุณภาพได้ ดังนั้นการใช้ LCD ที่ถูกต้องจึงต้องใช้ ไฟกระแสสลับที่มีคลื่นเป็น สี่เหลี่ยม (PULSE) ในการขับ มีความถี่ตั้งแต่ 20-200 Hz. ขนาดแรงดัน 3-30 V.

ในการขับ LCD ให้แสดงผลเป็นตัวเลขนี้ แทบจะไม่ต้องใช้กระแสเลย ใช้แต่เพียงแรงดันเท่านั้น ทำให้ LCD กินไฟน้อยมาก ประมาณ 1-5 ไมโครวัตต์ต่อพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร เท่านั้น

LCD มีข้อดีและข้อเสีย พอที่จะสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. LCD ไม่เปล่งแสงจึงไม่สามารถมองเห็นได้ในที่มืด แต่ในที่สว่างจะสามารถมองเห็นได้ชัดเจน แม้จะสว่างมากเพียงไรก็ตาม ซึ่งจะตรงข้ามกับ LED ที่เห็นได้ชัดเจนในที่มืดมากกว่าที่สว่าง

2. กินไฟน้อยมาก จึงสามารถใช้กับถ่านขนาดเล็กได้นาน

3. จะเสื่อมคุณภาพ ถ้าถูกแรงดันไฟกระแสตรงตกคร่อม หรือถูกแสงแดดส่องทางด้านหน้าโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถ้าอากาศเย็นเกินไป LCD จะแข็งตัว ถ้าร้อนเกินไปจะเสื่อมคุณภาพ

5. การใช้กระจกเป็นแผงแสดง จึงแตกง่ายและบอบบาง

6. สามารถแสดงรูปแบบอักษรและภาพได้อย่างอิสระ

7. การขับต้องใช้ไฟกระแสสลับ ทำให้วงจรซับซ้อน

8. ผลตอบสนองช้า เมื่อเทียบกับ LCD

จะเห็นว่า LCD มีทั้งผลดีและผลเสียในตัวเอง ในปัจจุบันไม่มีการผลิตในรูปของตัวเลขโดด ๆ ส่วนมากจะใช้ในงานเฉพาะด้าน เช่น แผงของนาฬิกา เครื่องคิดเลข เครื่องวัดดิจิตอล เป็นต้น นอกจากนี้ไอซีที่ใช้ในการขับ LCD จะเป็นไอซีที่ผลิตออกมาสำเร็จรูปเฉพาะงาน และมีวงจรขับอยู่ภายในเรียบร้อยแล้ว

5. หลอดตัวเลขฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Display) เป็นอุปกรณ์แสดงผลแบบตัวเลข ที่นิยมใช้ในเครื่องคิดเลขขนาดใหญ่และเครื่องเก็บเงิน เนื่องจากตัวเลขมีสี เขียวสวย ดูแล้วสบายตา ขนาดของตัวเลขมีขนาดใหญ่เท่ากับแอลอีดี 7 ขีด กินไฟไม่มากนัก

โครงสร้างของจะมีไส้ ฟิลาเมนต์ (Filament) เมื่อมีกระแสไหลผ่านจะปล่อยอิเลคตรอนหลุดออกมาแล้ววิ่งไปชนขั้วหลอดด้านแอโนด ที่ฉาบสารฟลูออเรสเซนต์ไว้ จึงเปล่งแสงออกมาเป็นสีเขียวสวยงามและเด่นชัด ขั้วแอโนดจะเป็นขีดของตัวอะกษรหรือสัญลักษณ์ แรงดันที่คร่อมฟิลาเมนต์จะมีประมาณ 0.8-3 V. และมีกระแสไหลผ่านหลายสิบมิลลิแอมป์จึงค่อนข้างที่จะกินไฟ อันเป็นข้อเสียของหลอดแสดงผลแบบตัวเลขนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กริดจะเป็นตัวรวบรวมอิเลคตรอนจากฟิลาเมนต์พุ่งเข้าชนแอโนด ถ้าแรงดันที่กริดนี้เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ความเข้มของแสงเปลี่ยนไปด้วย การขับหลอดฟลูออเรสเซนต์นี้มักใช้ร่วมกับ ไอซีชนิด CMOS ที่ใช้แรงดันไฟขนาด 12-20 V. โดยที่ไอซีสามารถขับหลอดตัวเลขได้โดยตรง

2.5.2 อุปกรณ์ป้อนสัญญาณ (INPUT DEVICE)

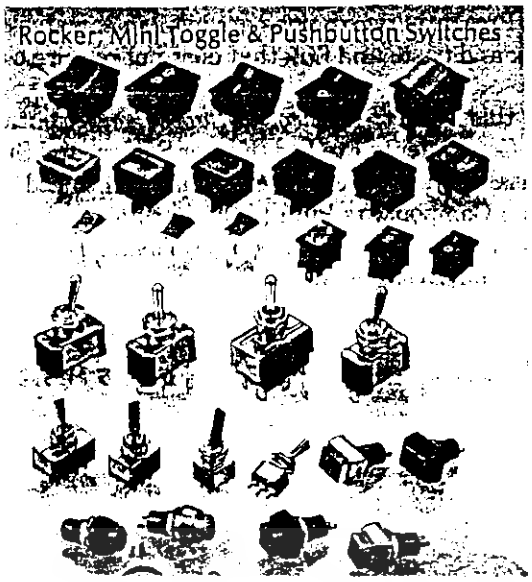
ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า วงจรอิเลคทรอนิกส์ทั่วไป จะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ แหล่งจ่ายไฟ อินพุต และเอาต์พุตการทำการทดลองเกี่ยวกับดิจิตอลก็เช่นกัน อุปกรณ์ที่ใช้ป้อนสัญญาณมีความจำเป็นอย่างมากในการทดลองวงจร เนื่องจากบางครั้งเราไม่สามารถใช้กรณีจริง เพื่อเป็นอุปกรณ์แสดงผลได้ด้วยเหตุผลใด ๆ ก็ตาม จึงต้องใช้อุปกรณ์ป้อนสัญญาณเพื่อทำให้เกิดเป็นกรณีสมมติขึ้นในการทำการทดลอง

อุปกรณ์ป้อนสัญญาณที่ใช้ในการทดลองเกี่ยวกับดิจิตอลทั่วไปมีดังต่อไปนี้

1. สวิทช์ (SWITCH) การต่อสวิทช์เข้ากับวงจรดิจิตอลก็เพื่อเป็นการป้อนสัญญาณให้กับวงจรทดลอง การเปิดสวิทช์จะเป็นการป้อนสัญญาณ "1" ให้กับวงจร การปิดสวิทช์จะเป็นการป้อนสัญญาณ "0" ให้กับวงจร

ธรรมดาทั่วไปสวิทช์จะทำหน้าที่ในการตัดหรือต่อวงจร เพื่อให้กระแสเดินหรือขาดช่วงตามความต้องการ ระบบภายในของสวิทช์จะเป็นกลไกระบบแมคคานิกส์ คือการบังคับให้หน้าสัมผัสสองหน้ามาแตะหรือแยกออกจากกัน รูปแบบของสวิทช์มีมากมายหลายชนิด แล้วแต่หน้าที่การทำงานหรือการเปิดปิดวงจร ซึ่งมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



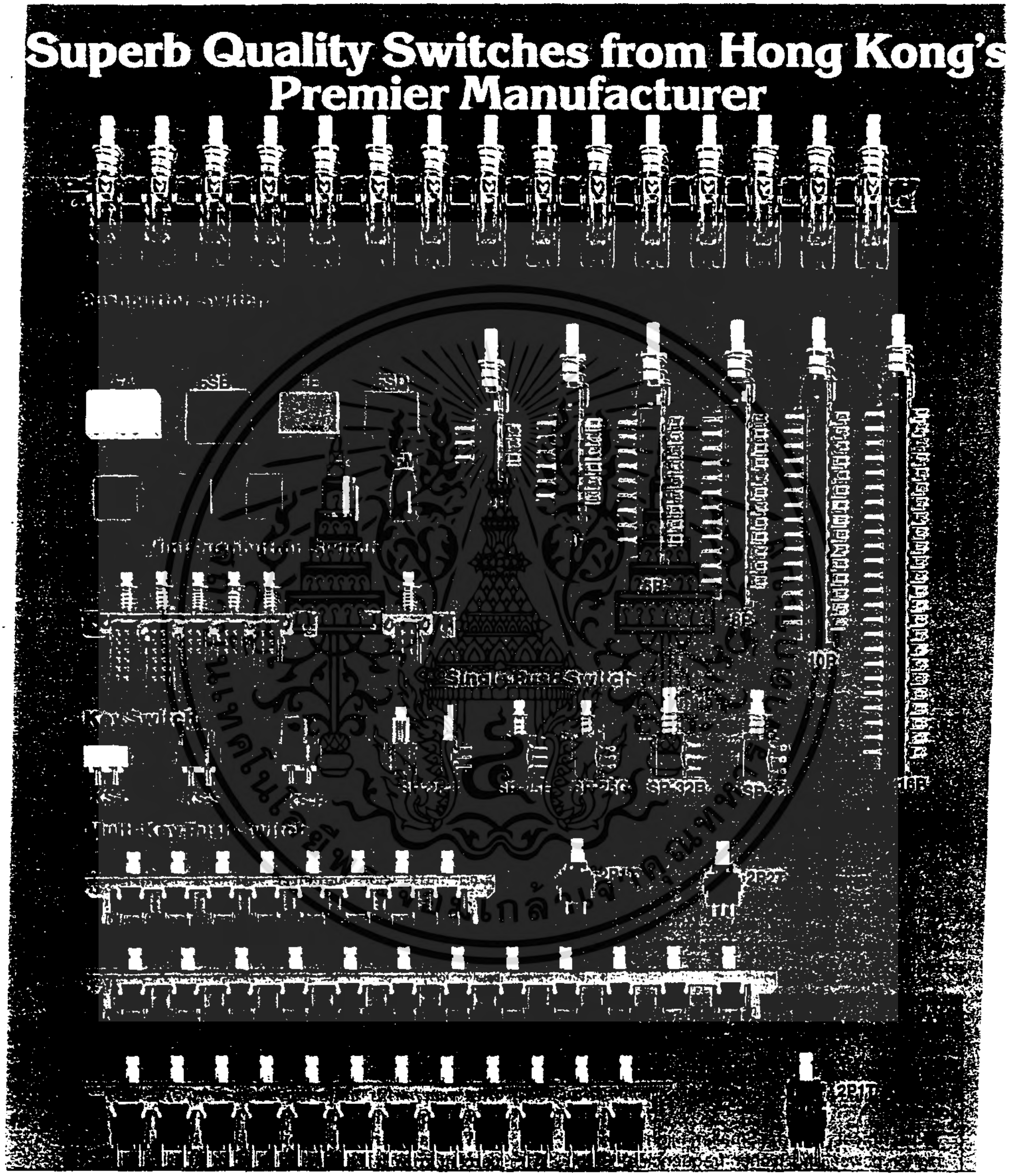
1.1 สวิทช์กด (PUSH BUTTON SWITCH) ทำงานโดยการใช้มือกดเพื่อให้วงจรต่อถึงกัน สามารถแบ่งออกเป็นแบบย่อย ๆ ได้ 2 แบบ คือ

1. <u>สวิทช์กดติดปล่อยดับ (MOMENTARY SWITCH)</u> เป็นสวิทช์ที่มีขั้วอินพุต หรือเอาต์พุต ทั้งแบบขั้วเดียวหรือหลายขั้ว เมื่อกดปุ่มสวิทช์จะทำให้วงจรเปิด (ต่อถึงกัน) เฉพาะชั่วขณะที่กดเท่านั้น เมื่อปล่อยมือก็จะทำให้วงจรปิด ตัวอย่างของสวิทช์แบบนี้คือ สวิทช์ของกริ่งประตูหน้าบ้าน เป็นต้น การใช้งานของสวิทช์กด ติดปล่อยกับเหมาะสำหรับการปิดวงจรชั่วขณะหนึ่งแต่ต้องการเปิดวงจรตลอดเวลา

2. <u>สวิทช์กดติดกดดับ (LOCK SWITCH)</u> เป็นสวิทช์ที่เมื่อกดจะทำให้วงจรปิด และเมื่อกดอีกครั้งจะทำให้วงจรเปิด ปกติแล้วสวิทช์แบบนี้เมื่อกดปุ่มเพื่อปิดวงจรแล้ว ตำแหน่งของปุ่มเปิดวงจรจะทำให้หลอดไฟสว่าง เพื่อที่จะได้รู้ว่าเครื่องมือกำลังทำงาน เมื่อกดอีกครั้งวงจรก็จะดับ สวิทช์แบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์

1.2 สวิทช์โยก (TOGGLE SWITCH) ลักษณะการใช้งานเป็นการโยกก้านของสวิทช์ที่โผล่ออกมาจากตัวถังสวิทช์ ให้เปิดหรือปิดวงจร สวิทช์โยกในบางชนิดจะสามารถโยกได้ 3 ทาง กล่าวคือ ตำแหน่งกลางเป็นตำแหน่งที่วงจรเปิด ตำแหน่งที่โยกไปทางด้านหน้าหรือด้านหลังเป็นตำแหน่งที่ปิดวงจร ขาอินพุต, เอาต์พุต มีมากกว่า 2 ขา ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สวิทช์เลื่อน (SLIDING SWITCH) ใช้งานด้วยการเลื่อนปุ่มสวิทช์ไปมา บางชนิดอาจมีจังหวะการเลื่อนหลายช่วง จึงมีขาอินพุต,เอาต์พุตได้หลายขา

1.4. สวิทช์หมุน (SELECTOR SWITCH or ROTARY SWITCH) เป็นสวิทช์ที่ใช้ในการหมุนเลือกช่องหรือทางเดินไฟฟ้าหลาย ๆ ทาง เช่น การเลือกชนิดของคลื่นวิทยุ เป็นต้น มีจำนวนช่องให้เลือกได้หลายช่อง และมีขาให้เลือกได้ตามความต้องการ

1.5 แดมเปอร์สวิทช์ (DAMPER SWITCH) เป็นสวิทช์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในการเปิดปิดหลอดไฟภายในบ้านนั่นเอง ลักษณะของการเปิดปิดจะเป็นการกดปุ่มสวิทช์ให้กระดกขึ้นลง หรือซ้ายขวา ปกติแล้วจะมีขาเพียงสองขาเท่านั้น

1.6 ไมโครสวิทช์ (MICRO SWITCH) เป็นสวิทช์ที่มีความเชื่อถือในการใช้งานได้สูง สามารถทนแรงดันและกระแสได้มาก ส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสทำด้วยเงินหรือทองซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี สวิทช์จะทำงานโดยการกดที่คานหรือปุ่มของสวิทช์ แต่โดยปกติแล้วจะต้องมีกลไกที่จะมากดปุ่มนั้น เนื่องจากมีขนาดที่เล็กเกินไปที่มือจะใช้งานได้ถนัด ขาสำหรับอินพุตและเอาต์พุตมีตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไป ไมโครสวิทช์ส่วนมากจะออกแบบมาให้ใช้กับงานเฉพาะอย่างจึงมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปดังรูปที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 อุปกรณ์ภาคแสดงผล (DISPLAY DEVICE)

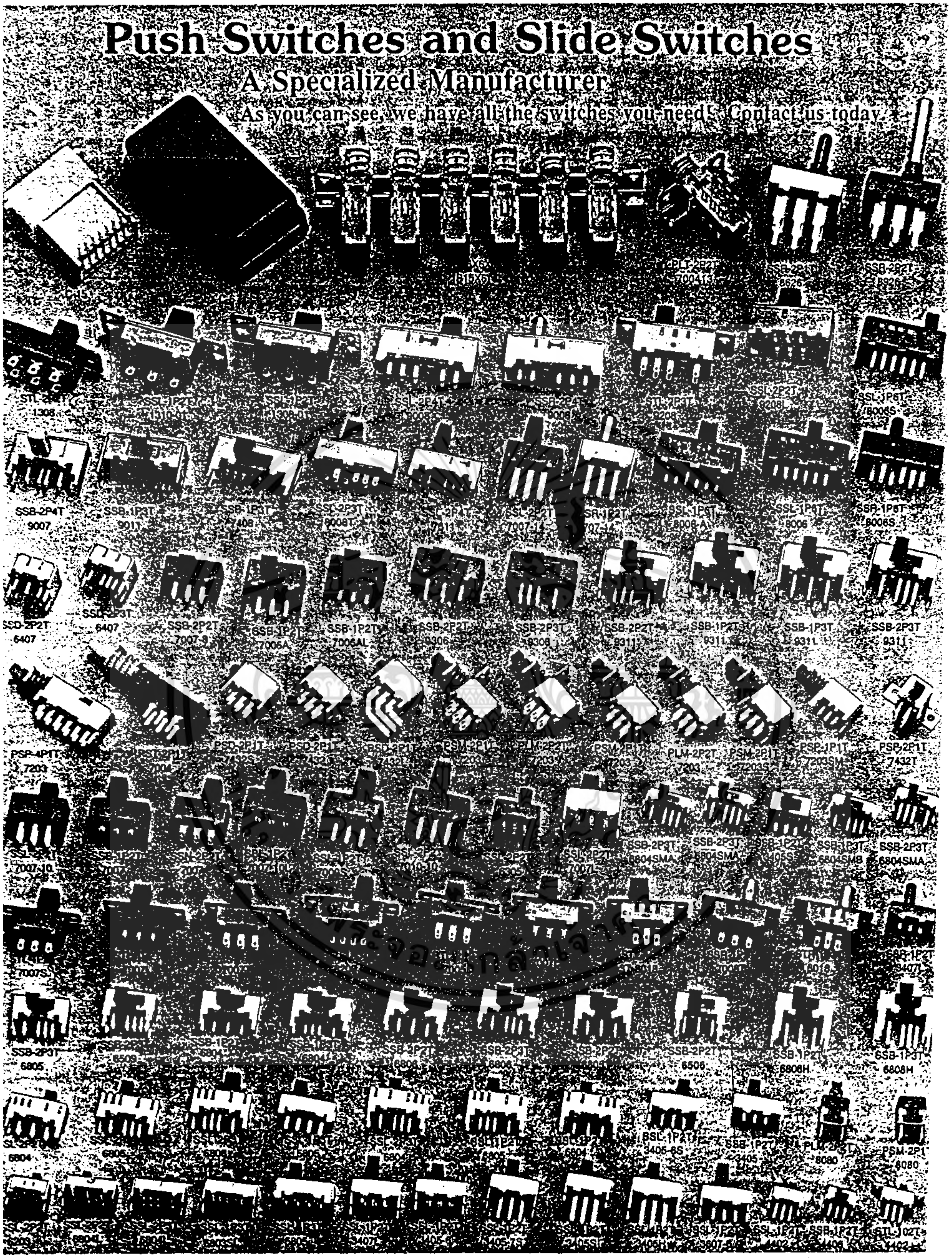
อุปกรณ์ภาคแสดงผลเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลของวงจรอุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจรทั่ว ๆ ไปมีดังต่อไปนี้ คือ

1. ไดโอดเปล่งแสง (LED-Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากที่สุด ส่วนใหญ่แล้วจะใช้ในการแสดงผลเกี่ยวกับสภาวะทางลอจิกระหว่าง HIGH และ LOW LED นี้มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเป็นไดโอดชนิดหนึ่งคือจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียว แต่เมื่อมีกระแสไหลผ่านแล้วจะมีแสงเปล่งออกมาจากตัวไดโอด แสงที่เปล่งออกมามีหลายสี เช่น สีแดง สีขาว สีเขียว เป็นต้น ในการแสดงผลทั่วไปจะให้งานแอลดีดีแสดงสภาวะต่าง ๆ ด้วยการแบ่งแยกสี ซึ่งเป็นที่เข้าใจกันในวงการอิเลคทรอนิกส์ว่าสีแดงกับสภาวะ "HIGH" สีเขียวกับสภาวะ "LOW" สีเหลืองกับสภาวะ "PULSE" หรือในบางครั้งจะใช้แอลอีดีดับจะแสดงสภาวะ "LOW" และกระพริบแสงจะเป็นสภาวะ "PULSE"

แอลอีดีแตกต่างจากหลอดไฟที่ใช้ไส้หลอดทั่วไป เนื่องจากหลอดไฟแบบมีไส้จะใช้หลักการที่กระแสไหลผ่านไส้หลอด แล้วเกิดความร้อนจนไส้หลอดเปล่งแสงออกมา แต่แอลอีดีจะ อาศัยคุณสมบัติของการคายพลังงานของตัวอิเลคตรอนที่บริเวณรอยต่อ และเป็นผลให้ส่วนของพลังงานที่คายออกมานั้น อยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตาสามารถมองเห็น

ในรูปที่เป็นโครงสร้างภายในของ แอลดีดี ซึ่งคล้ายกับไดโอดธรรมดาตัวหนึ่ง โดยทั่วไปแล้วกระแสที่ไหลผ่านแอลอีดีจะมีค่าไม่มากนักก็เพียงพอที่จะทำให้สว่างได้ อย่างไรก็ตามความเข้มของแสงจะขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสที่ไหลผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ขั้วเสียบสาย (JACK or PLUG)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า จากภาคหนึ่งของวงจรไปยังอีกภาคหนึ่ง เพื่อให้กระแสไฟฟ้าเดินถึงกันได้ ขั้วเสียบสวยเป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการเชื่อมต่อแบบไม่ ถาวร สามารถถอดเข้าออกได้สะดวก ปกติแล้วขั้วเสียบสายจะมีตัวเสียบและตัวรับที่เป็นมาตรฐานเดียวกันเท่านั้น แบบอื่น ๆ ไม่สามารถใช้งานได้ ขั้วเสียบสายแบบต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

1. EARPHONE JACK เป็นขั้วเสียบสายที่ใช้เสียบหูฟัง ลักษณะเป็นแกนเดียวแต่จะมีสองขั้ว ที่มีฉนวนกั้นกลาง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-3.5 mm. ส่วนมากจะใช้กับไมโครโฟนขนาดเล็ก หรือหูฟังสำหรับวิทยุทรายซิสเตอร์ บางชนิดจะมีขั้ว 3 ขั้วสำหรับการใช้งานในวิทยุแบบ STEREO

2. DC. JACK เป็นขั้วเสียบสายที่ใช้เสียบต่อจากภาคจ่ายไฟเข้ามาสู่เครื่อง เช่น เครื่องคิดเลขขนาดตั้งโต๊ะ วิทยุกระเป๋าหิ้ว มีรูตรงกลาง มีสองขั้วเช่นเดียวกับ EARPHONE JACK ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 mm.

3. ANTENNA JACK เป็นขั้วเสียบสาย ที่ใช้ในการต่อสายอากาศเข้าสู่โทรทัศน์ ปกติจะมีขั้วเดียว ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 mm.

4. MICROPHONE JACK มีลักษณะที่เหมือนกับ EARPHONE JACK แต่มีขนาดที่ใหญ่กว่า คือมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 mm. ใช้งานกับไมโครโฟนขนาดใหญ่ และหูฟังที่มีขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. RCA JACK เป็นขั้วเสียบสายที่เป็นมาตรฐานของบริษัท RCA ส่วนมากใช้งานเกี่ยวกับเครื่องเสียง

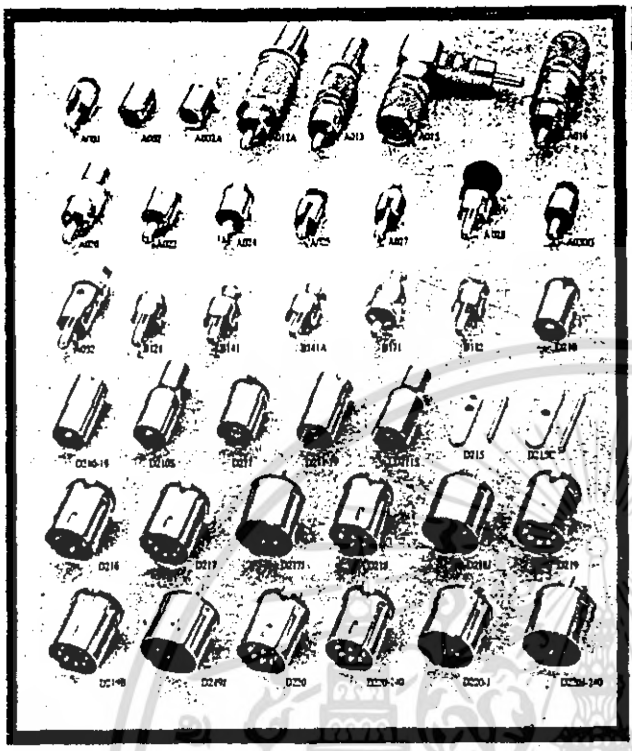
6. DIN JACK เป็นขั้วเสียบสาย ที่มีลักษณะเป็นขา 5 ขา ยื่นออกมา ส่วนมากใช้งานเกี่ยวกับเครื่องเสียง

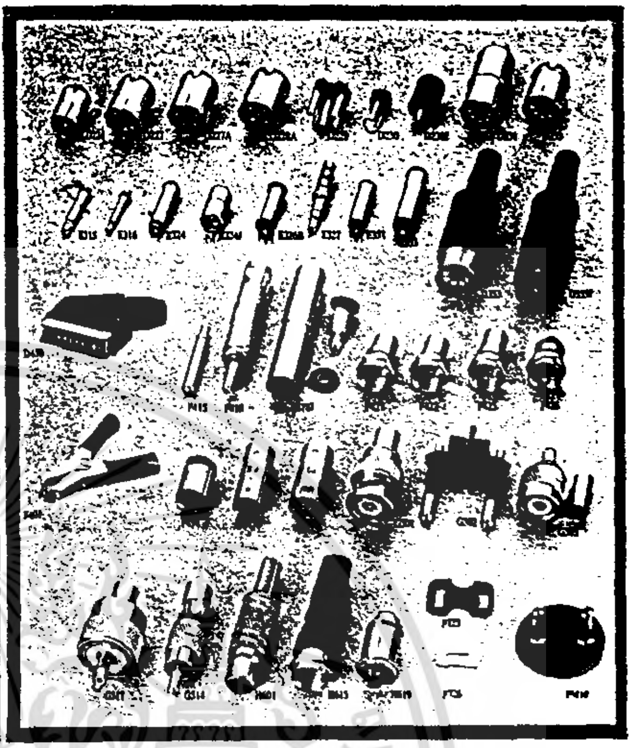
7. BANANA JACK เป็นขั้วเสียบสายที่ส่วนใหญ่ใช้ในงานทดลองมากที่สุดเพราะมีความแน่นอนของหน้าสัมผัสมาก เนื่องจากที่ปลายของขั้วเสียบจะมีลักษณะที่เป็นสปริงดันตัวเองให้สัมผัสกับช่องของตัวรับอย่างแน่นหนา มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0 mm. ขั้วเดียว และมีรูปแบบของตัวขั้วเสียบให้เลือกหลายแบบ เช่น แบบขั้วเป็นแฉก ขั้วเป็นเหล็กสปริงแผ่นเดียวเป็นต้น

8. BNC JACK เป็นขั้วเสียบสายที่ใช้ในเครื่องมือวัดแบบต่าง ๆ มากที่สุด เนื่องจากมีความแน่นหนาและมีหน้าสัมผัสที่ดี ตัวของ JACK จะมีขายื่นออกมาเสมอกับขอบของขั้วสำหรับขันเกลียวให้เข้ากับตัวรับ

9. AC. PLUG เป็นขั้วเสียบสายสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดัน 110-220 V. บางชนิดจะมีขั้วสำหรับต่อลงดินให้ด้วย ส่วนใหญ่ใช้กับเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายไปในที่ต่าง ๆ บ่อย และต้องการถอดสายออกมาจากตัวเครื่องได้ด้วย เช่นสายไปของเครื่องรับวิทยุ-เทปกระเป๋าหิ้ว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 ชนิดของสายไฟฟ้า

1. **ชนิดที่ไม่มีฉนวนหุ้มภายนอก (BARE WIRE)** โดยทั่วไปเรียกว่าสายเปลือย ใช้เป็นสายแรงสูง หรือแรงต่ำมาก ๆ ไม่เหมาะสำหรับการเดินสายภายในอาคาร ในกรณีที่ใช้เดินสายไฟฟ้าแรงสูง จะวางพาดไว้บนเสาสูง ๆ เพื่อความปลอดภัยและเพื่อให้สัมผัสกับลมตลอดเวลาเนื่องจากมีความร้อนเกิดขึ้นสูงมาก ในกรณีที่ใช้กับแรงดันต่ำจะนำไปอาบ น้ำยาเพื่อนำไปพันมอเตอร์และหม้อแปลงต่าง ๆ

2. **สายที่มีฉนวนหุ้มห่อ (INSULATED WIRE)** เป็นสายที่นิยมใช้กันอย่างทั่วไปในบ้านเรือนหรือวงจรอิเลคทรอนิกส์ต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากให้ความปลอดภัย ป้องกันความชื้น บางชนิดสามารถกันความร้อนได้ มีหลายชนิดดังนี้

1. <u>สายหุ้มยาง (RUBBER INSULATED WIRE)</u> เป็นสายหุ้มยางมีทั้งแบบที่ทนความร้อน และแบบทนความร้อน สายชนิดนี้มีอายุใช้งานไม่นาน เนื่องจากยางจะเปื่อยและเสื่อมคุณภาพ ปัจจุบันไม่นิยมใช้

2. <u>สายที่ห่อหุ้มด้วยด้ายถัก (COTTON BRAIDS)</u> ได้แก่สายที่ห่อหุ้มด้วยยางตามข้อ ก. แต่ภายนอกมีด้ายถักหุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง บางแบบมีด้ายถักหุ้มอยู่หลายชั้น ไม่ค่อยนิยมใช้กันมากนักนอกจากอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความร้อนเช่น เตารีด เป็นต้น

3. <u>สายหุ้ม PVC</u> ชนิดนี้ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ ไม่ติดไฟ ทนความร้อน แข็ง เหนียว ไม่เปื่อยง่าย นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน

4. <u>สายหุ้มพลาสติกธรรมดา</u> เป็นสายอ่อนเส้นเล็ก ภายในมีสายหลายเส้น เป็นสายที่ไม่ถาวร ติดไฟได้ง่าย

5. <u>สายที่มีเปลือกโลหะหุ้ม</u> นิยมใช้ฝังกำแพงตึก หรือฝังดิน เนื่องจากมีการห่อหุ้มที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 แบตเตอรี่ (Battery)

คุณสมบัติของแบตเตอรี่ที่ต้องการคือ ขนาด 14 V. และใช้งานได้นาน 2 ช.ม.มีการจ่ายไฟเรียบคงที่ น้ำหนักเบา กับเนื้อที่น้อย อายุการใช้งาน ชนิดของแบตเตอรี่โดยทั่วไปอาจแบ่งได้ดังนี้

1.แบบชาร์จไม่ได้ (Unchargeable Batt.) -ใช้หมดแล้วทิ้ง ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่บ่อย ขนาด 12 V. ต้องใช้หลายเซลต่อกัน ถ้าต้องการความจุกระแสมาก และมีน้ำหนักมากด้วย

2.แบบชาร์จได้ (Rechargeable Battery) -มีขนาดเล็กกว่า มีน้ำหนักเบา เมื่อเปรียบเทียบต่ออายุการใช้งานแล้วแบตเตอรี่แบบชาร์จได้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายต่ำกว่า สามารถติดตั้งอุปกรณ์ชาร์จไฟ ภายในเครื่องได้ สะดวกต่อการชาร์จ แบบชาร์จได้แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.1 แบบเติมน้ำกลั่น (Lead Acid Battery) -ต้องการบำรุงรักษา คือ เติมน้ำกลั่นและชาร์จกระแสอยู่เสมอ น้ำกลั่นจะทำปฏิกิริยากับตะกั่วกรด แล้วให้ค่าศักดาไฟฟ้ามีอายุการใช้งาน 1-2 ปี

2.2 แบบไม่เติมน้ำกลั่น (Maintanance Batterry) -มีมากมาย หลายชนิด เช่น
1.Nikel - Cadmium Batterry
2.Sealed Lead Acid Battery
3.Nikle - Iron Battery
4.Zinc - Silver Battery

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.Cadmium - Silver Battery

6.Automative Battery

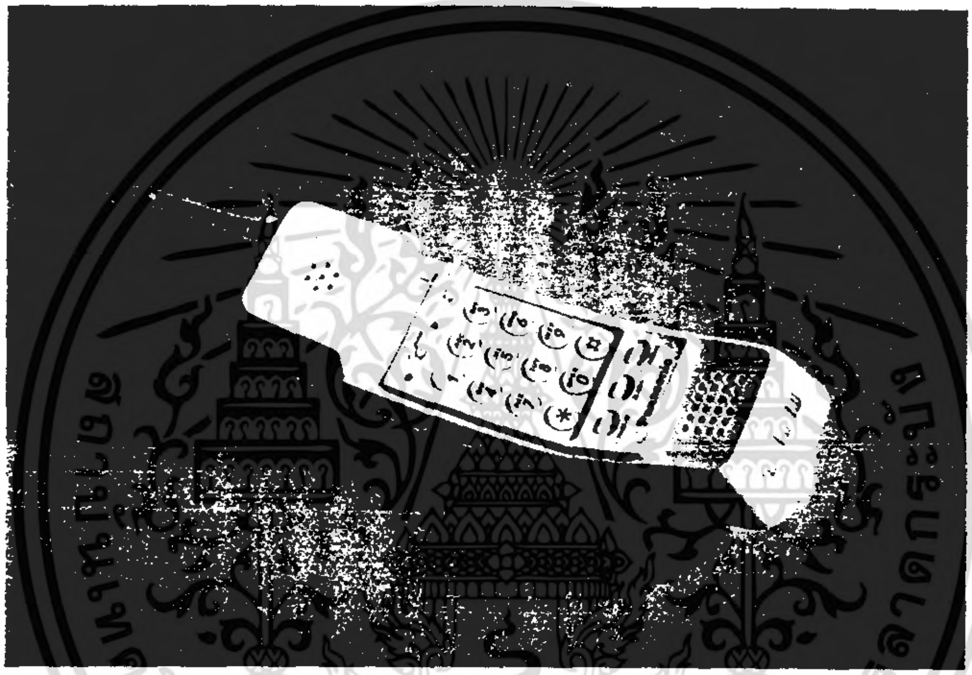
<u>สรุป</u> เลือกใช้แบตเตอรี่แบบชาร์จได้ ชนิดไม่ต้องเติมน้ำกลั่น โดยเลือกเอา Nikel - Cadmium Battery นำมาพิจารณาเปรียบเทียบ เพราะสามารถหาซื้อได้ทั่วไปภายในประเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

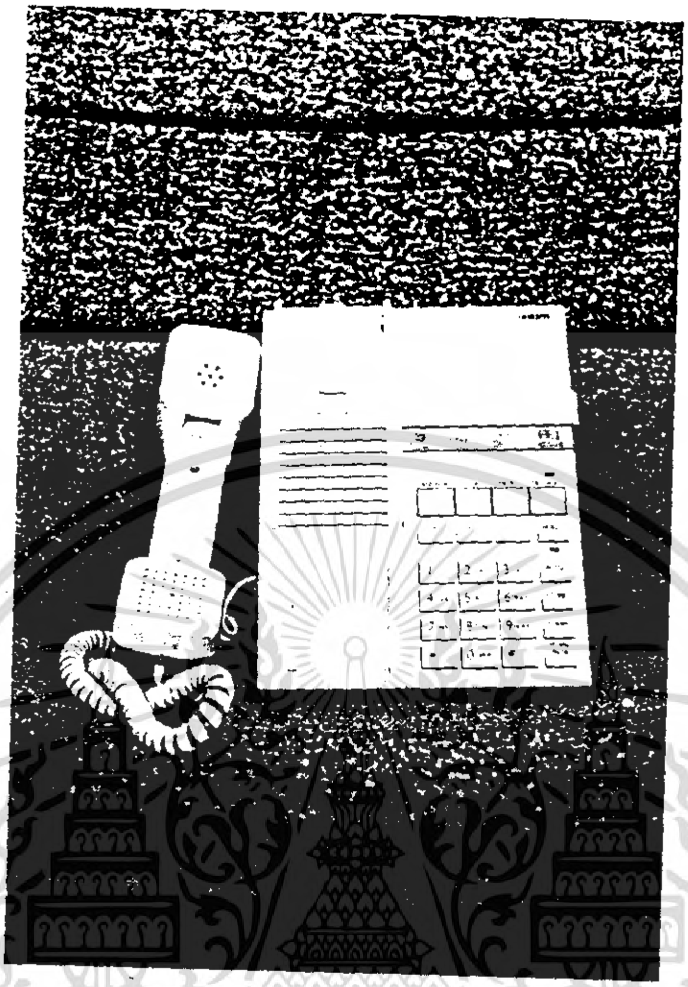
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

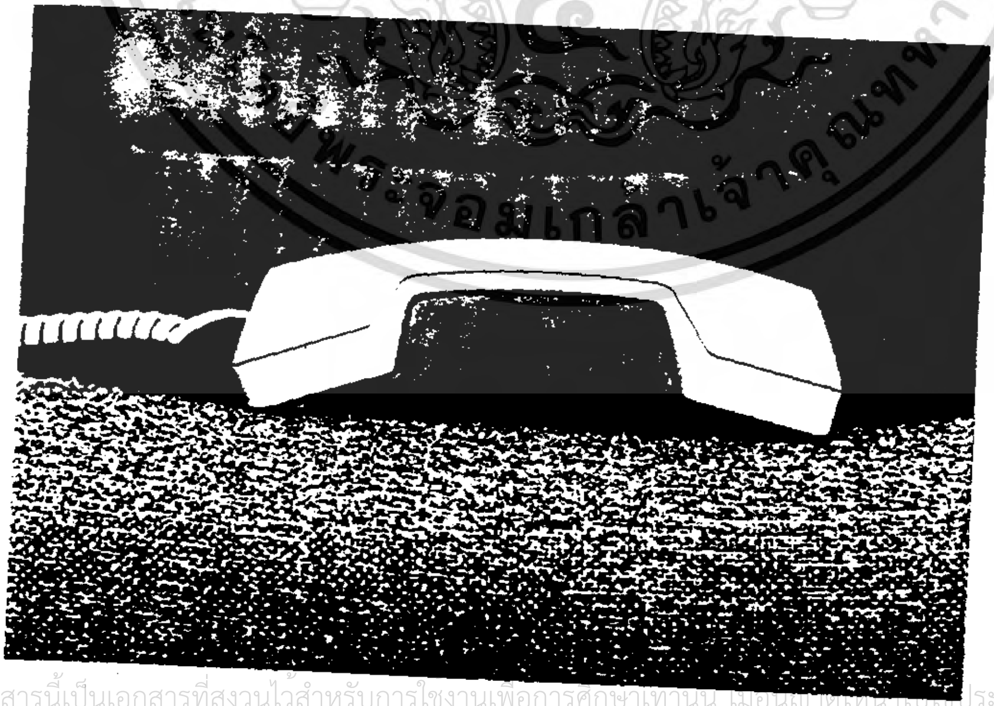
2.5.6 หูโทรศัพท์

เนื่องจากเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์จำต้องใช้โทรศัพท์เป็นสื่อกลาง เครื่องจะใช้ได้อย่างกว้างขวางแพร่หลายได้ก็ต่อเมื่อสามารถใช้กับหูโทรศัพท์ได้หลายชนิด จึงต้องทำการศึกษาโทรศัพท์รูปแบบต่าง ๆ เพื่อหาระยะมิติต่าง ๆ ของโทรศัพท์เพื่อใช้ประกอบในการออกแบบแป้นวางหูโทรศัพท์บนตัวเครื่องโดยจะทำการศึกษาดังนี้

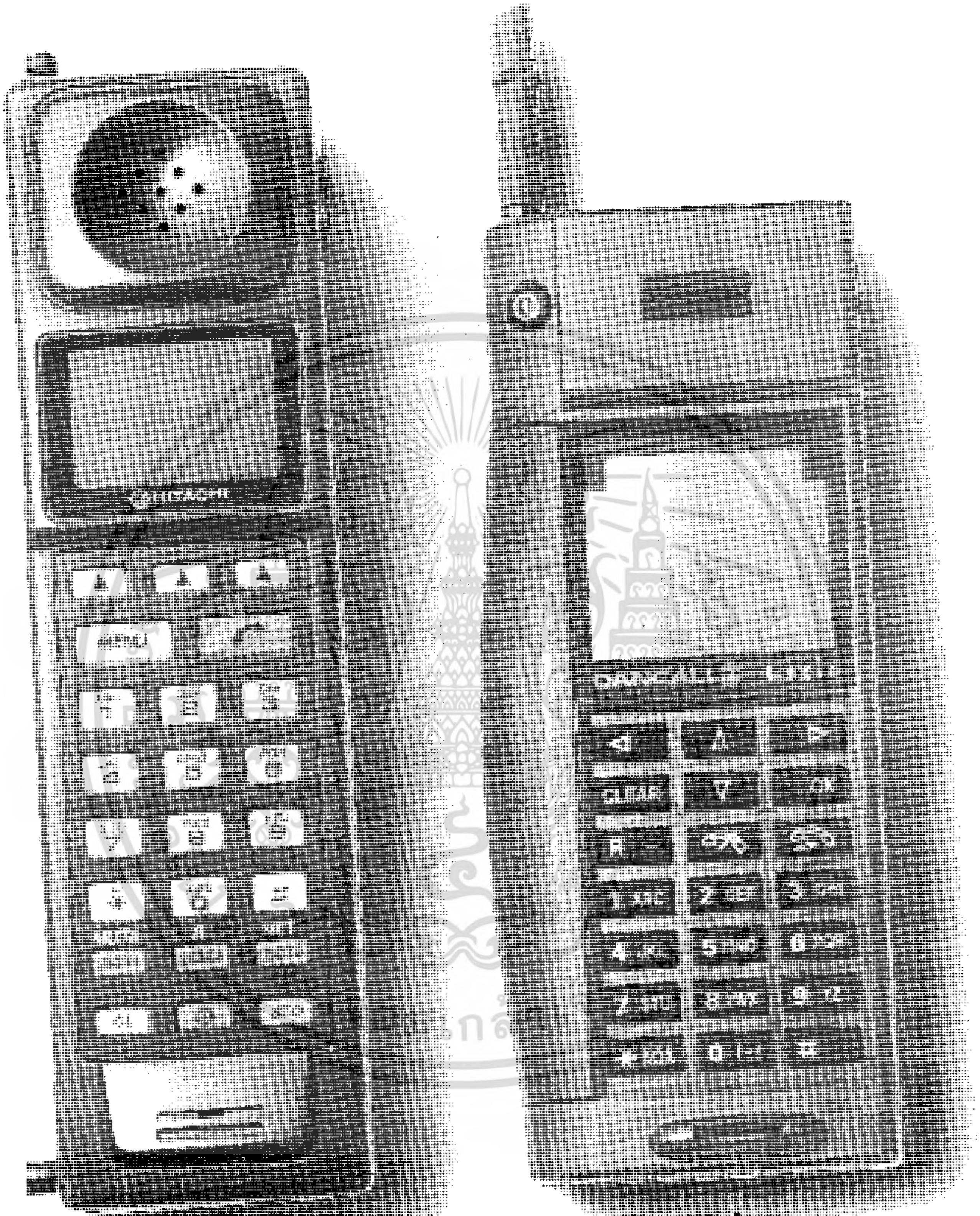


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



HITACHI DANCALL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ERICSSON NOKIA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mobile Telephone Registeration Records

During January - September 1991

BRAND	AMPS	TOTAL	%
1. Nokia	561	10,819	32.03%
2.Motorola	1,692	9,754	28.88%
3.Ericson	349	3,755	11.12%
4.Uniden	1,722	1,722	6.10%
5.Dancall	535	1,675	4.96%
6.Oki	1,087	1,087	3.22%
7.Mitsubishi	801	801	2.37%
8.Philips	0	776	2.30%
9.Benefon	-	774	2.29%
10.Technophone	632	632	1.87%
11.Toyocom/Telecall	614	614	1.82%
12.C-Com	-	397	1.18%
13.Hitachi	341	341	1.01%
14.NEC	330	330	0.83%
15.Panasonic	219	293	0.87%
16.Sumsung	209	209	0.62%
17.Kukosai	179	179	0.53%
18.Cetelco	-	130	0.38%
19.JRC	116	116	0.34%
20.Emtel/CMT	95	95	0.28%
21.Telco	-	24	0.07%
22.Clarion	9	9	0.03%
23.Redio Shack	5	5	0.01%
24.Novatel	3	3	0.01%
25.Sanyo	0	0	0.00%
26.Diamond	0	0	0.00%
27.Toshiba	(1)	(1)	0.00%
28.CAT/2525/Province	(143)	(143)	-0.42%
29.G.E./Novatel	(619)	(619)	-1.83%
TOTAL	8,936	33,777	100.00%

แต่เนื่องจากโทรศัพท์มีมากมายหลายแบบ จึงไม่สามารถออกแบบให้ใช้ได้กับโทรศัพท์ทุกแบบให้ใช้ได้กับโทรศัพท์ทุกแบบทุกรุ่น โดยจะพยายามออกแบบให้สามารถใช้ได้กับโทรศัพท์ทั่ว ๆ ไปที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1. **ลำโพง** ทำหน้าที่ส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ในรูปของสัญญาณ DTMF ผ่านสายโทรศัพท์ไปยังเครื่องรับปลายทาง เลือกใช้ลำโพงที่มีขนาดเล็ก

2. **ไมโครโฟน** ทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF จากปลายทางไปควบคุม Lead ที่ทำการส่ง เลือกใช้ Condensor MIC

3. **Monitoring Electrode** มีลักษณะเป็นแผ่นกาวที่มีเจลในตัวไว้สำหรับติดตามร่างกายในตำแหน่งที่ถูกต้อง คลื่นไฟฟ้าหัวใจจะถูกส่งผ่านผิวหนังมายัง Monitoring Electrode เพื่อส่งต่อไปยัง Lead wire อีกทีหนึ่งเลือกใช้ 3M Red dot 2239

4. **Lead Wire** รับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจาก Moinitoring Electrode ส่งผ่านไปยังเครื่อง

5. **Lead Cable** มี Connector รวม Lead wire ทั้ง 6 มาเป็นสายเดียวโดยมี DIN Jack 6 PINS ต่อเข้ากับตัวเครื่อง

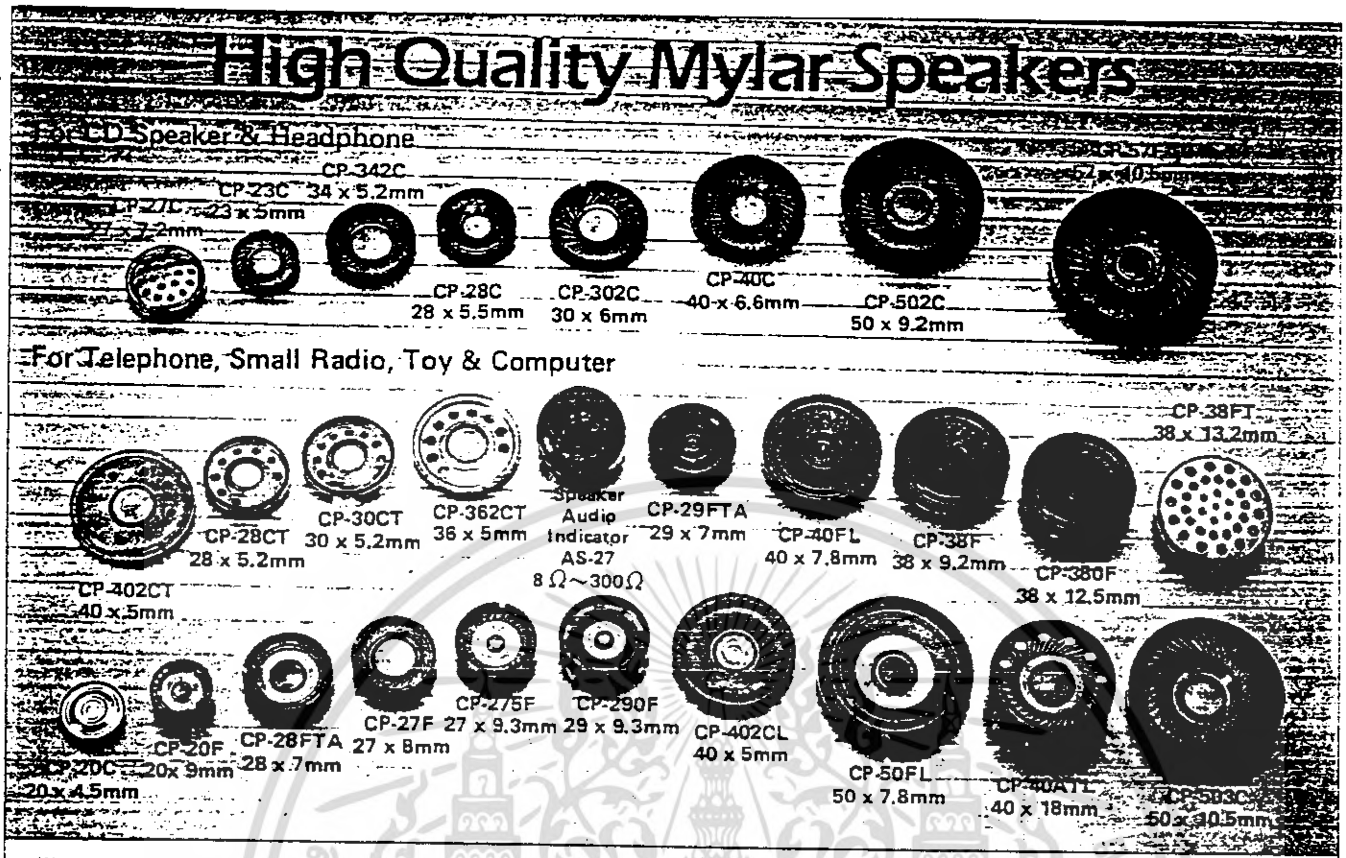
6. **Alchohol** เป็นแอลกอฮอล์ชนิดเข้มข้น ใช้ทำความสะอาดผิวหนังและไขมันบนผิวหนัง ในบริเวณที่จะทำการติด Electrode และใช้ทำความสะอาดผิวหนังหลังจากปลด Red dot ออกแล้ว

7. **Benzoid** เป็นยาน้ำสีน้ำตาล ใช้ทาบริเวณที่จะทำการติด Red dot เพื่อป้องกันเหงื่อ เพราะเหงื่อจะทำให้กาว Red dot หมดสภาพ

8. **สำลี** มี 2 ชนิด คือ แผ่น ใช้กับแอลกอฮอล์

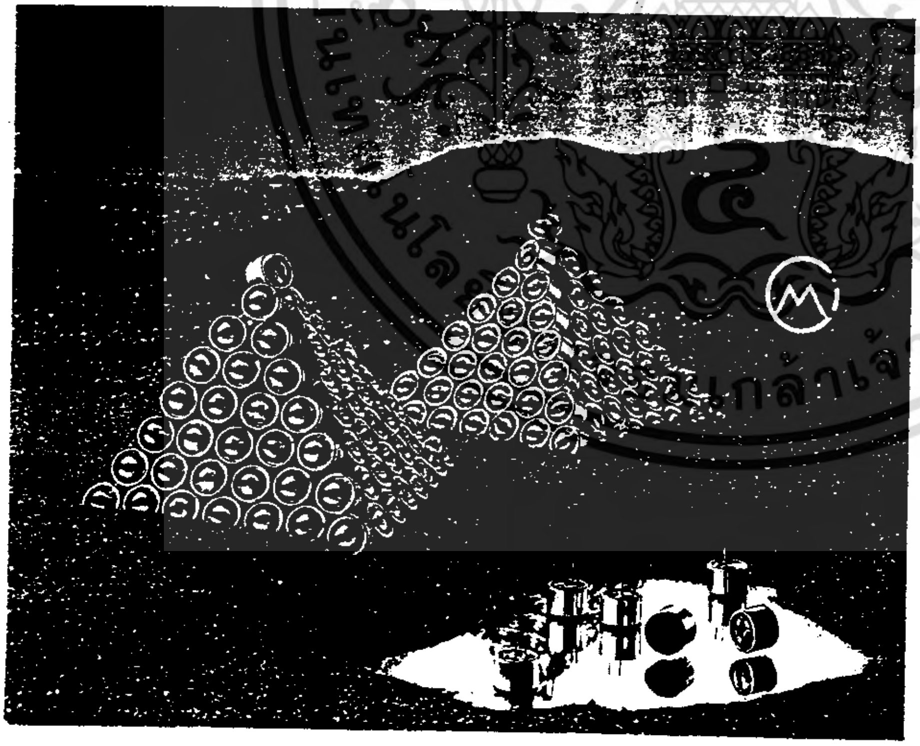
พันปลายไม้ ใช้ทา Benzoid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



We are specialists in manufacturing mylar speakers, always enforcing strict QC and assuring reasonable prices. Your own designs and samples are most welcome. Send today for more information!

CHIA PING ENTERPRISE CO., LTD.
8, Chang Chun Rd., Hsin Tien, Taipei Hsien, Taiwan, R.O.C. Tel: (02) 2173496.
Telex: 32516 CHIAPING. Fax: 886-2-217-2151.



Condenser microphone units specialist

Applications:
* Telephone and telephone answering devices
* Built-in microphones for tape recorders
* Intercoms
* Modems for computers
* Complete microphones for recorders, testing and monitoring equipment
* Hearing aids
* Sonic controlled toys and sensors
* Others

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 การวิเคราะห์อุปกรณ์ประกอบ

1. การแสดงผล (DISPLAY DEVICE)

เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ มีความต้องการในการใช้ภาคแสดงผลอยู่ 2 แบบคือ

- แสดงให้ผู้ส่งสัญญาณทราบว่า ขณะนี้กำลังทำการส่ง Lead ใดอยู่ถูกต้องตามที่เข้าหน้าที่ปลายทางกำหนดหรือไม่ Lead ที่จะทำการส่งมีอยู่ 3 Lead คือ V_1 V_5 aVF ภาคแสดงผลใช้ LED 3 ตัว

- บอกสภาวะของเครื่องว่ากำลังทำงานอยู่หรือพร้อมที่จะใช้งาน (POWER ON) ภาคแสดงผลเลือกใช้ LED 1 ตัว

สรุป เลือก LED สำหรับภาคแสดงPOWERONและ LEAD ที่ทำการส่งเพราะไม่ต้องทำการดัดแปลงวงจรเลย มีความทนทานสูง มีความสว่างสามารถมองเห็นได้ในที่มืด

2. อุปกรณ์ป้อนสัญญาณ (INPUT DEVICE)

อุปกรณ์ป้อนสัญญาณที่ใช้ในเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์มี 2 แบบ คือ

- แบบที่ต่อวงจรตลอดเวลา เป็นสวิทช์ที่ทำการเปิดปิดเครื่อง ในขณะที่ผู้ป่วยทำการใช้เครื่อง ผู้ป่วยจะอยู่ในอาการแน่นหน้าอกผิดปกติ ดังนั้น สวิทช์ดังกล่าว ควรมีขนาดที่พอเหมาะ ใช้งานได้สะดวก มองเห็นหรือสัมผัสได้ง่าย มีทิศทางการใช้งานที่แน่นอน จากการศึกษาข้อมูลพบว่า สวิทช์ กดติดกดดับ (LOCK SWITCH) เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบเลือก Lead ที่จะทำการส่ง สามารถใช้งานได้ง่าย มีความแม่นยำ สามารถเลือกได้ทันทีโดยไม่มีการเรียงลำดับ 1 2 3 และกดเพียงครั้งเดียว มีรูปแบบที่เข้ากับตัวเครื่องได้ดี มีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กเกินไป ทำให้ใช้งานไม่สะดวก หรือใหญ่เกินไปจนขาดความสวยงาม กะทัดรัด จากการศึกษาพบว่า สวิทช์กดเลือกช่อง (SELECTOR PUSH BOOTON SWITCH) เหมาะสมที่สุด

3. อุปกรณ์เชื่อมต่อสาย (JACK ,PLUG AND CONNECTION DEVICE)

เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ มีความต้องการใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อสาย 2 ชนิด คือ

- แบบที่ 1 เป็น PLUG, JACK ต่อสายหูฟัง ใช้ EAR PHONE JACK
- แบบที่ 2 เป็น PLUG, JACK ต่อ LEAD CABLE เข้ากับตัวเครื่อง เลือก DIN JACK 6 PINS

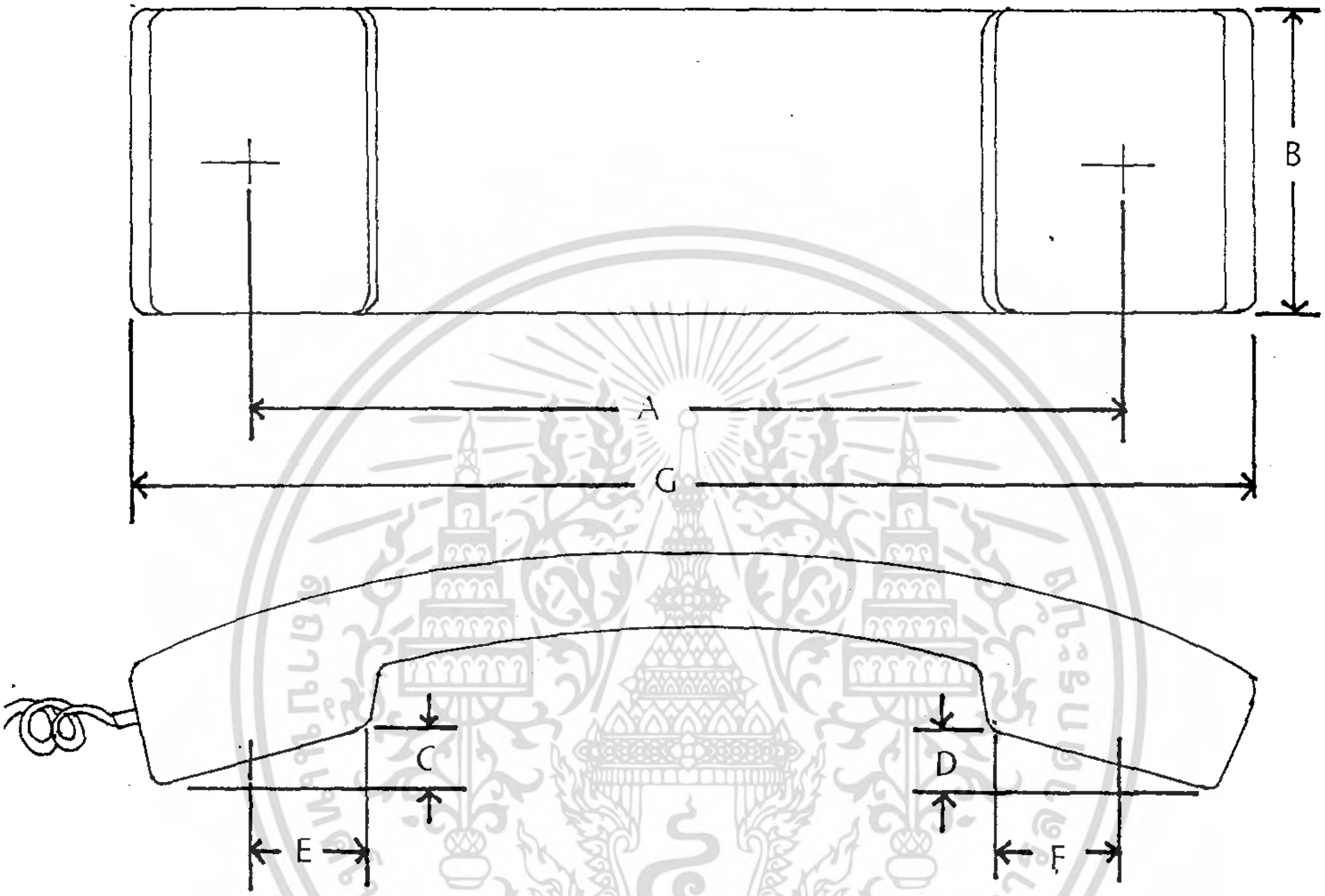
4. แบตเตอรี่ (Battery)

เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ ใช้ POWER SUPPLY 12 Vdcc 0.1 Ah โดยเลือกใช้ NIKLE CADMIUM RECHARGEABLE 1.25 V จำนวน 8 ก้อน เนื่องจากเครื่องนี้ต้องพกพาไปในที่ต่าง ๆ ขนาดจึงมีความสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้ BATTERY โดยมีข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หูโทรศัพท์

ขนาดเฉลี่ยของหูโทรศัพท์ ที่นำมาใช้ในการออกแบบแป้นวางหูโทรศัพท์มีดังต่อไปนี้



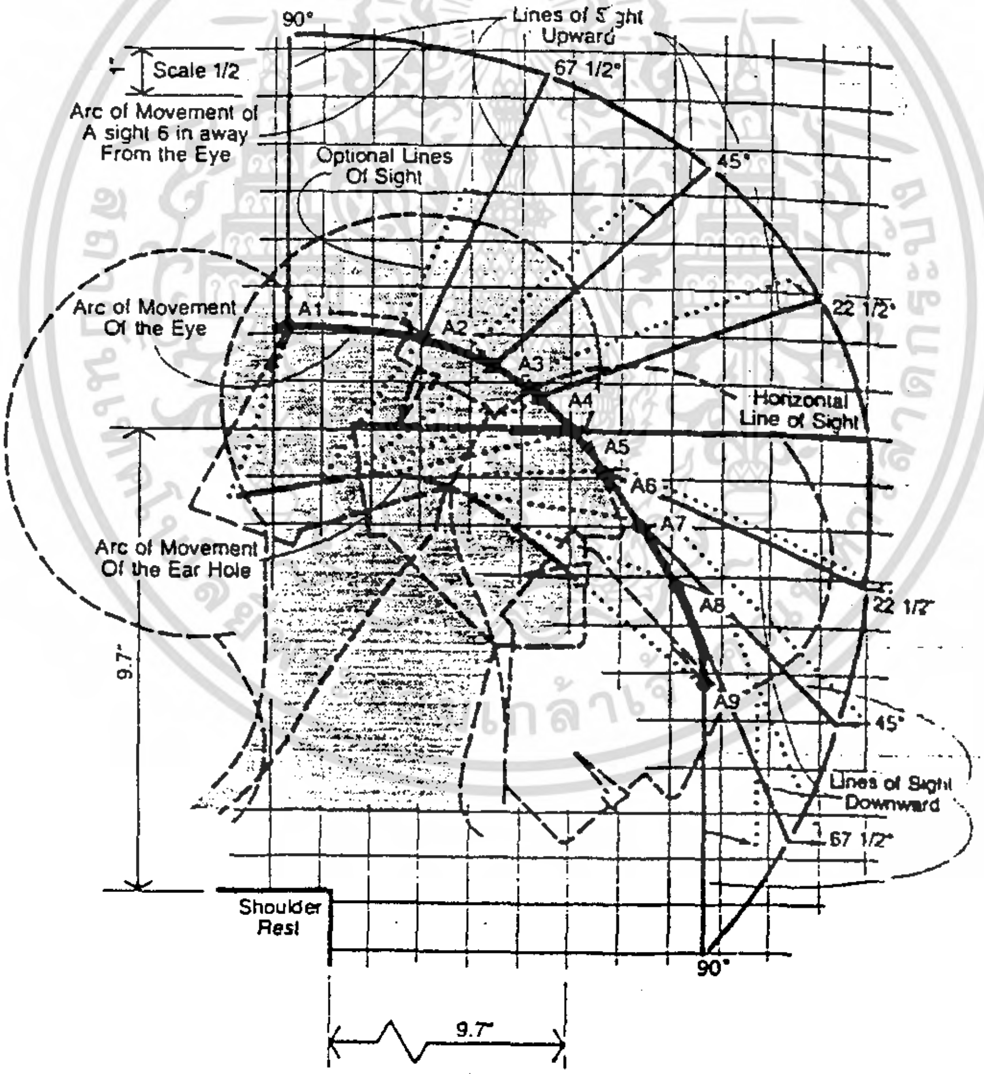
A	ระยะระหว่าง MIC และ SPEAKER	140–158	mm
B	ความกว้างของหูโทรศัพท์	MAX 70	mm
C	ความลึกของ MIC	MAX 15	mm
D	ความลึกของ SPEAKER	avg 10	mm
E	ตำแหน่งของ MIC	avg 20	mm
F	ตำแหน่งของ SPEAKER	MIN 10	mm
G	ความยาวรวมของหูโทรศัพท์	MAX 200	mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์

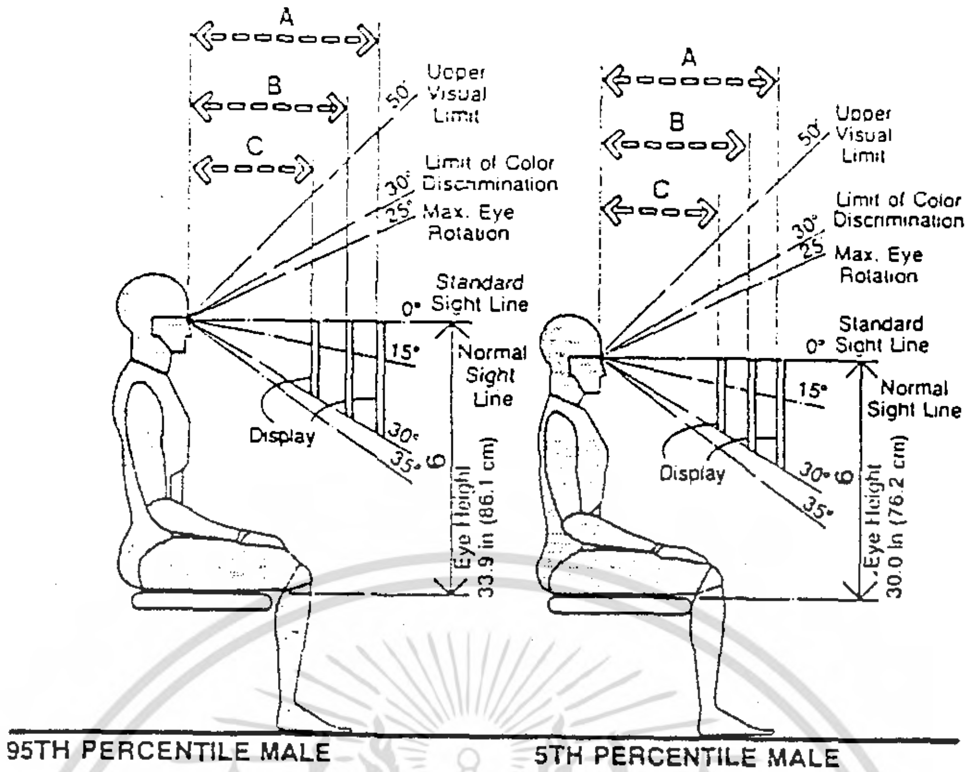
2.6.1 ลักษณะมุมมอง

การศึกษาลักษณะมุมมองของมนุษย์ และการเคลื่อนไหวของศีรษะ เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการหามุมที่เหมาะสมในการออกแบบ โดยเฉพาะการมองหน้าปัด และการมองเป็นอุปสรรครอบข้าง ในรูปเป็นการเคลื่อนไหวของศีรษะและเป็นมุมมองของมนุษย์ขณะนั่ง

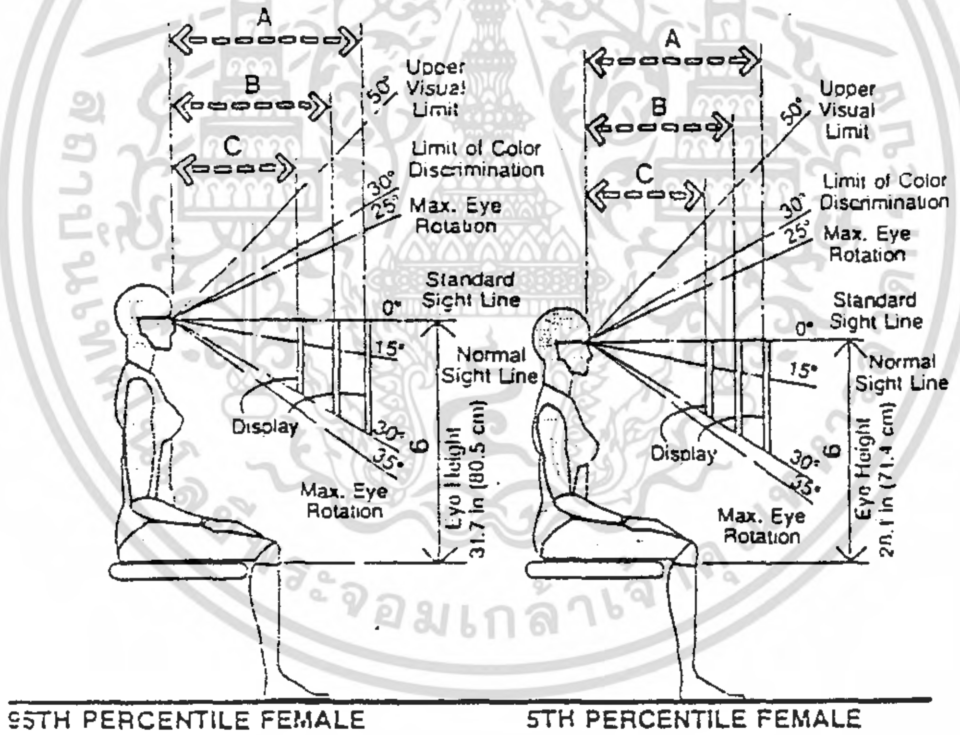


รูปแสดงการเคลื่อนไหวของศีรษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



THE SEATED MALE VIEWER / WORKSTATION DISPLAY



THE SEATED FEMALE VIEWER / WORKSTATION DISPLAY

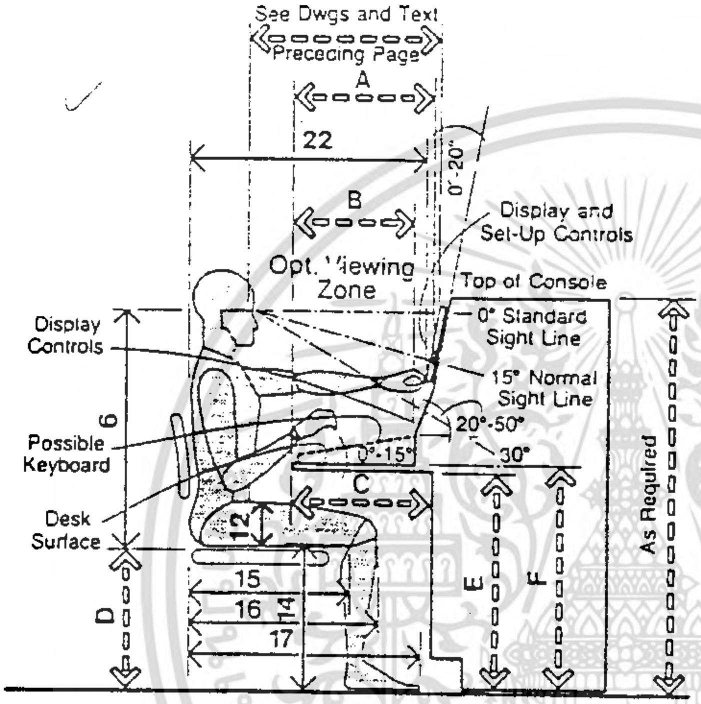
	in	cm
A	28–29	71.1–73.7
B	18–22	45.7–55.9
C	13–16	33.0–40.6

รูปแสดงมุมมองในขณะนั่งปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 พื้นที่ใช้งาน ขนาดของอุปกรณ์ และขนาดของอักษร

ขนาดของพื้นที่ใช้งานและมิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นไปดังรูป



	in	cm
A	16–18	40.6–45.7
B	16 min.	40.6 min.
C	18 min.	45.7 min.
D	15–18 adjust.	38.1–45.7
E	26.5 min.	67.3 min.
F	30	76.2

รูปแสดง พื้นที่ใช้งานและมิติที่เกี่ยวข้อง

การหาขนาดของตัวอักษรที่จะใช้บนหน้าปัทม์

จากสูตร ขนาดของตัวอักษร = ระยะทาง x 0.25

= 0.60x0.25

= 0.15 cm.

ระยะทางการมองที่ไกลที่สุด = 60 cm.

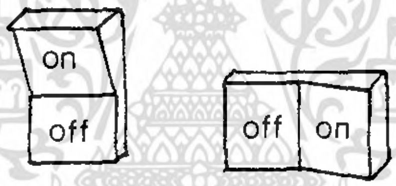
รูปแสดงขนาดของตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

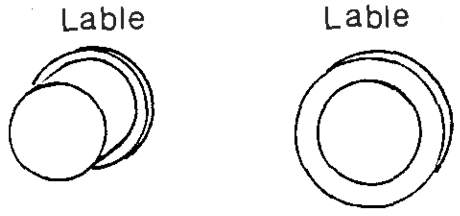
2.6.3 การใช้งาน และควบคุมอุปกรณ์

การแสดงสัญลักษณ์เพื่อให้รู้ถึงการใช้งานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้าเป็นไปได้ ควรจะแสดงไว้ที่ตัวปุ่มนั้น ๆ เครื่องหมายหรือค่าที่ใช้ควรแสดงให้สามารถอ่านได้ถนัดที่สุด คำที่ใช้ควรจะสั้นที่สุด แต่ไม่ทำให้เข้าใจผิดได้ง่าย คำที่มีความยาวมากจนไม่อาจที่จะแสดงได้หมด ควรใช้คำย่อที่เป็นมาตรฐานสากล

ในปุ่มควบคุมที่มีการเลือกใช้ระหว่าง 2 ตำแหน่ง ควรมีเครื่องหมายที่เป็นไปตามธรรมชาติ ในการใช้งานด้วย เช่น การกดไปข้างบน หรือทางด้านขวา สำหรับการเปิดการกดไปทางด้านล่าง หรือทางด้านซ้าย สำหรับการปิดเป็นต้น

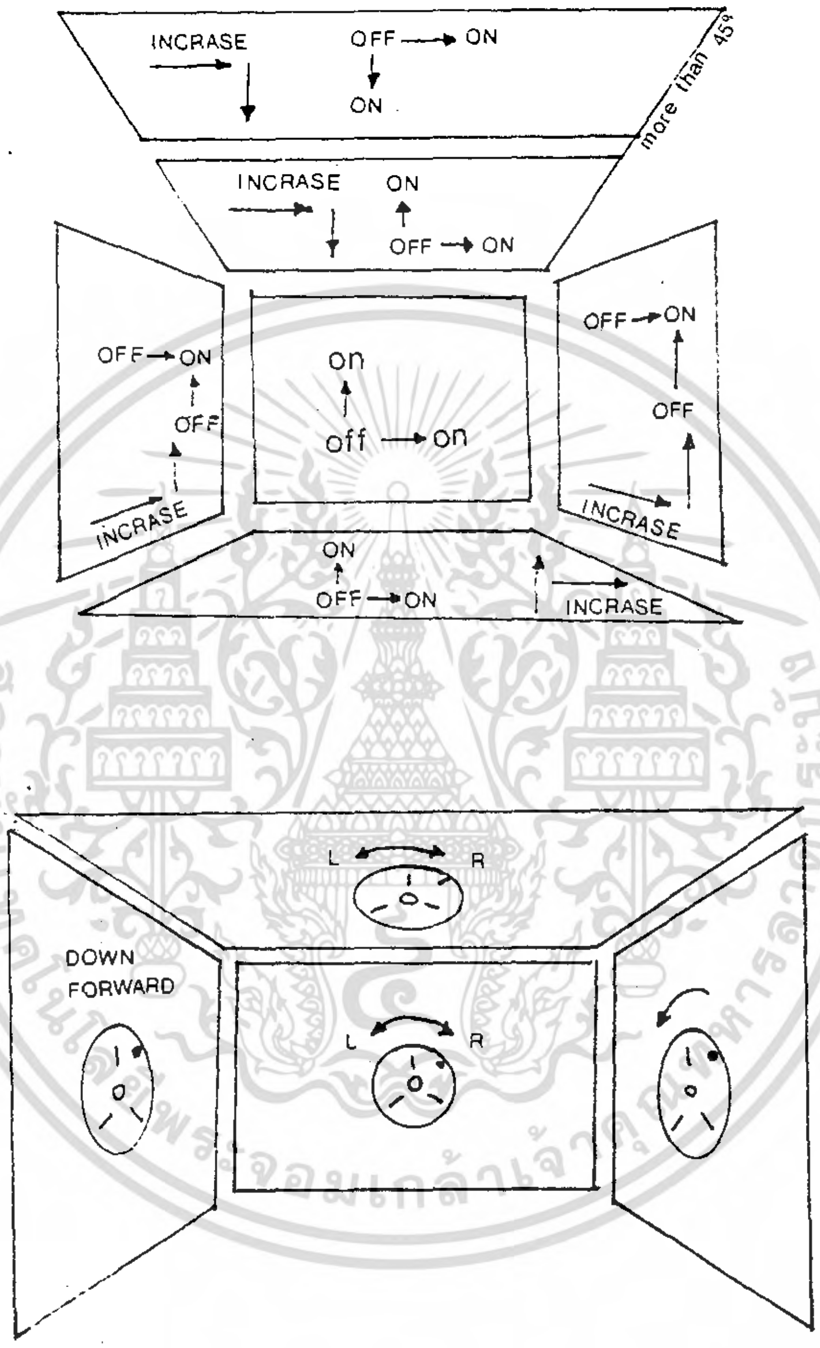


ปุ่มควบคุมที่มีขนาดเล็กมาก จนไม่อาจแสดงเครื่องหมายบนตัวปุ่มได้ ควรวางตำแหน่งของเครื่องหมาย ที่เป็นไปในทางเดียวกัน เช่น วางไว้ทางด้านล่างของปุ่มเหมือนกันทั้งหมด เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการหมุนปุ่มควบคุม ควรมีการแสดงเครื่องหมายดังภาพ



รูปแสดงการจัดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดวางอุปกรณ์ การจัดตำแหน่งในส่วนแสดงผล และควบคุมควรจัดในตำแหน่งที่ผู้ใช้จะไม่บังมุมมองของตนเอง ในการทำงานและในการมองผลปกติแล้วส่วนแสดงผลจะอยู่ในตำแหน่งกลางของเครื่อง ในระดับสายตาและจัดส่วนควบคุมอุปกรณ์อยู่โดยรอบ

การจัดส่วนควบคุมและการวางอุปกรณ์ จะต้องตรวจสอบดูว่าจัดวางอุปกรณ์ไว้ตามธรรมชาติของการใช้งานหรือไม่ เพื่อป้องกันการสับสนและผิดพลาดในการใช้งานดังรูป

2.6.4 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนมนุษย์

1. การก้มเงยของศีรษะปกติเท่ากับ 30 องศาจากแนวระดับ
2. ศีรษะสามารถก้มได้มากที่สุดเท่ากับ 70-80 องศาและสามารถเงยได้มากที่สุด 50-55 องศาจากแนวระดับ
3. ระยะการมองหน้าปัทม์ที่เห็นได้ดีที่สุด คือ 20-28 นิ้ว ศีรษะอยู่ในแนวดิ่ง จะมองเห็นได้ดี ในช่วง 30 องศาต่ำจากแนวระดับ
4. ปุ่มควบคุมควรมีขนาดดังต่อไปนี้
   - สวิทช์กด 10x10 mm อยู่ห่างกัน 10 mm
   - สวิทช์หมุน 50mm DIA
5. ตัวหนังสือควรมีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2.7.1 วัสดุที่ใช้ทำตัวเครื่อง

เนื่องจากวัสดุที่มีอยู่มีมากมายหลายชนิด จึงทำการศึกษาเฉพาะวัสดุที่สามารถจัดหาได้ภายในประเทศ และเป็นวัสดุที่บริษัทผู้ผลิตสามารถผลิตได้ง่าย รวมถึงเป็นวัสดุที่มีความเป็นไปได้ในการทำ

วัสดุที่ศึกษามีดังต่อไปนี้ คือ

1. เหล็ก

เป็นวัสดุที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรม การผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ทางอิเลคทรอนิกส์จำนวนไม่มากชิ้น หรือ มีรูปร่างที่ไม่ซับซ้อน มักจะใช้เหล็กแผ่น ซึ่งสามารถขึ้นรูปได้ด้วยการปั๊มขึ้นรูป เหล็กแผ่นที่นำมาใช้ผลิตนี้มีความหนาพอสมควร มีความแข็งแรงสูง เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี หดตัวหรือขยายตัวน้อย และมีราคาพอสมควร แต่มีข้อเสียที่มีน้ำหนักมาก นอกจากนี้ยังเกิดสนิม เพื่อใช้งานได้ดีขึ้นจึงมีการตกแต่งผิวเพื่อกันสนิม เช่น พ่นสี ชุบพลาสติก ฯลฯ

ประเภทของเหล็กเมื่อแบ่งกันตามการผลิตแล้วจะมี 2 ประเภท คือ เหล็กรีดร้อน และเหล็กรีดเย็น เหล็กรีดร้อนส่วนใหญ่จะใช้ในงานก่อสร้างเนื่องจากมีราคาถูก ส่วนเหล็กรีดเย็นจะใช้ในงานทั่วไป เช่น ทำเฟอร์นิเจอร์เหล็ก เป็นต้นเนื่องจากมีผิวหน้าที่เรียบ อย่างไรก็ตามการใช้งานจริงแล้วก็ต้องมีการตกแต่งผิวเพื่อป้องกันสนิมทั้งสองประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดความหนามาตรฐานของเหล็กแผ่นมีดังต่อไปนี้คือ 1/32 ,1/24, 1/16 นิ้ว มีขนาดกว้างยาว 4 x 8 ฟุต ซึ่งเป็นขนาดของเหล็กที่นำมาใช้ในการทำเครื่องมือเครื่องใช้ทางอิเลคทรอนิกส์

2. อลูมิเนียมและอลูมิเนียมผสม

2.1 อลูมิเนียม

อลูมิเนียมนับว่าเป็นโลหะที่มีผู้นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบาและไม่เป็นสนิม การศึกษาถึงอลูมิเนียมนั้น เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาเลือกใช้ในการออกแบบ เนื่องจากวัสดุอลูมิเนียมนี้ มีคุณสมบัติบางประการที่เหมาะกับการออกแบบ เช่น น้ำหนักเบา สามารถตกแต่งให้มีสีสรรสวยงาม ฯลฯ

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอลูมิเนียมมีดังนี้คือ

1. เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา
2. โลหะผสมบางอย่างของอลูมิเนียมมีความแข็งแรง เช่น เหล็กเหนียธรรมดามีคุณสมบัติในการดัดโค้ง บิดงอได้เป็นอย่างดี
3. ทนต่อการกัดกร่องของสารเคมีต่าง ๆ
4. ในสถานะปกติไม่มีสีของเกลือและสารพิษปรากฏอยู่
5. อลูมิเนียมบริสุทธิ์เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าและความร้อนที่ดี
6. อลูมิเนียมเป็นโลหะที่ไม่มีประกายไฟและไม่เป็นสื่อแม่เหล็ก
7. สามารถทำเป็นรูปต่าง ๆ ได้ เช่น แผ่น เส้นฟรอยด์ ฯลฯ ได้โดยวิธีการหล่อ รีด ปั้นรูป ปั๊มดึง กลึงตกแต่งได้
8. สามารถตกแต่งให้มีสีสรรต่าง ๆ ได้โดยการชุบสี
9. อลูมิเนียมบริสุทธิ์หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1220 องศาฟาเรนไฮต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อลูมิเนียมผสม หรือ อลูมิเนียมอัลลอยด์

อลูมิเนียมผสมเป็นอลูมิเนียมที่มีส่วนผสมของสารชนิดอื่น ๆ ที่มีจุดหลอมเหลวระหว่าง 900 - 1220 องศาฟาเรนไฮต์ ส่วนผสมที่ผสมลงไปมีส่วนทำให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป ในเรื่องความแข็งแรง ความทนต่อการรับน้ำหนัก สารที่นิยมผสมลงไปได้แก่ ซิลิกอน แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง มังกานีส อลูมิเนียมอัลลอยด์ในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายร้อยชนิดที่นิยมนำมาใช้ทำชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ในเมืองไทยมีอยู่ไม่กี่ชนิด แต่ละชนิดก็ใช้งานที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการสำหรับงานนั้น ๆ

อลูมิเนียมอัลลอยด์ที่ประเทศไทยใช้กันอยู่ ได้สั่งซื้อเข้ามานั้นเป็นอลูมิเนียมที่สั่งซื้อมาจากประเทศออสเตรเลีย ซึ่งนับว่าเป็นประเทศที่มีอลูมิเนียมที่มากที่สุดในโลก อลูมิเนียมที่กล่าวมานั้นนิยมเรียกชื่อกันเป็นเบอร์ ซึ่งเป็นที่เข้าใจในหมู่ผู้ประกอบอุตสาหกรรม

การยึดประกอบของอลูมิเนียม

การยึดประกอบอลูมิเนียม มีลักษณะที่พอจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. <u>การยึดแบบ Knock down</u> เป็นการยึดโดยอาศัยตัวล็อค ประกอบโดยใช้วิธีสแนปป์(Snapped) การยึดแบบนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่นำไปใช้ในการออกแบบ Section ของอลูมิเนียมได้อย่างดี ตัวอย่าง การยึดแบบนี้จะเห็นได้ชัด ในงานประกอบวงกบหน้าต่างอลูมิเนียม ตามอาคาร ร้านค้า ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. <u>การยึดแบบตัวต่อตัว</u> ลักษณะการยึดแบบนี้แบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ

2.1 การใช้สกรู การยิงรีเว็ต การตอกตะปูย้ำ การยึดแบบนี้จะมีความแข็งแรงมากขึ้น ถ้ามีการทำฉากรองรับสกรู หรือรีเว็ต วิธีนี้ไม่จำเป็นต้องใช้คนที่มีความชำนาญมาก ทำได้สะดวกรวดเร็ว ต้นทุนไม่สูง ตัวอย่างเช่น การทำบันได โต๊ะรีดผ้า เป็นต้น

3. พลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุประเภทอโลหะประเภทหนึ่ง มีอยู่สองประเภทคือ เทอร์โมเซตติ้ง (THERMOSETTING) และ เทอร์โมพลาสติก (THERMO PLASTIC) ชนิดที่ใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้ทางอิเลคทรอนิกส์คือ เทอร์โมพลาสติก กรรมวิธีในการผลิตส่วนใหญ่จะใช้วิธีการแบบฉีด เนื่องจากสามารถผลิตได้ง่ายและมีจำนวนมาก

ชนิดของพลาสติกมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้ทั่วไป และสามารถจัดหาได้ในประเทศมีดังต่อไปนี้

3.1 โปลีเอททีลีน (POLYETHYLENE) คุณสมบัติคือ มีน้ำหนักเบามาก เนื่องจากมีความถ่วงจำเพาะ 0.92 เท่านั้น ในรูปที่เป็นแผ่นสามารถพับงอได้ดีเมื่อมีความหนามากขึ้นจะคงรูป รับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย มีความยืดตัวสูงถึง 50% ฉีกขาดยาก ทนความร้อนได้น้อย เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก ทนกรดด่างอ่อน แต่ไม่ทนต่อน้ำมันและไขมัน ไม่ดูดความชื้น แต่ยอมให้น้ำผ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปจะมีลักษณะใสเมื่อมีแผ่นบาง และจะมีสีขุ่นเมื่อมีความหนามากขึ้น สามารถทำเป็นสีต่างได้ตามความต้องการและไม่ควรใช้ภายนอก

โปลีเอททีลีนมีปริมาณการใช้สูงสุดในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติ แม้ว่าจะมีราคาไม่ถูกที่สุด แต่เนื่องจากมีน้ำหนักที่เบาจึงสามารถผลิตปริมาณได้มาก

นิยมใช้ทำถุงพลาสติกบรรจุอาหารและเสื้อผ้า ตุ๊กตาเด็กเล่น ดอกไม้เทียม สายไฟ และของใช้พลาสติกราคาถูกมากมาย

3.2 **โปลีโปรปีลีน (POLYPROPYLENE)** เป็นพลาสติกที่นำมาใช้หลังจากโปลีเอททีลีน มีคุณสมบัติทั่วๆไปคล้ายกัน แต่มีความทนทานและแข็งแรงกว่า ทั้งที่มีความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าคือ 0.90 ทนความร้อนได้ดีกว่า สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิ 300 ฟาเรนไฮต์ สามารถรับแรงดึงได้ดี มีราคาแพงกว่า โปลีเอททีลีน

โปลีโปรปิลีนใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆได้มากมาย เช่น ถุงบรรจุอาหารร้อนพลาสติกหุ้มซองบุหรี่ เชือกพลาสติก กล่องแบตเตอรี่ ถังตักน้ำ หมวกกันกระแทก กระเป๋าใส่ของ ฯลฯ

3.3 **โปลีสไตรีน (POLYSTYRENE)** เป็นพลาสติกที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุดและมีการใช้งานมาก และด้วยความต้องการที่จะให้มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆจึงมีการผสมวัตถุอื่นๆเข้าไปกลายเป็นพลาสติกชนิดใหม่ขึ้นมา เช่น

ABS (Acrylonitrile - Butadiene - Styrene)

SAN (Styrene Acrylonitrile)

SMM (Styrene Metal Methrrylate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปลีสไตลีนเป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาที่สุดในพลาสติกชนิดแข็ง (RIGID PLASTIC) มีความถ่วงจำเพาะ 0.89 - 1.1 มีความหดตัวน้อยมาก

มีความคงรูปได้ดีแต่จะเปราะ สามารถทำเป็นสีต่างๆได้ มีทั้งเป็นแบบใส ขุ่น และทึบ ไม่มีรสและกลิ่น เป็นฉนวนไฟฟ้าได้ดี มีความดูดซึมน้ำต่ำ ไม่เหมาะกับการใช้ภายนอก ทนกรดด่างชนิดอ่อนได้ ไม่ทนต่อ ทินเนอร์ น้ำมันสน เบนซิน

ใช้ทำกล่องบรรจุอาหารชนิดใส กล่องบรรจุเครื่องใช้อื่น ๆ แปรงสีฟัน ของเด็กเล่น ไม้บรรทัด ตู้โทรทัศน์ วิทยุ ฯลฯ ในรูปโฟม เรียกว่า สไตโรโฟม (STYROFOAM) ใช้ทำป้ายและสิ่งประดับต่าง ๆ วัสดุกันแตกในกล่องบรรจุของ เป็นต้น

3.4 เอบีเอส (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) เป็นสไตรีนที่ได้ปรับปรุงขึ้นมาใหม่ให้มีคุณสมบัติที่ดีขึ้น โดยที่สามารถรับแรงกระทบได้ดีกว่า ทนความร้อนได้ถึง 212 ฟาเรนไฮต์ ทนกรดด่างได้ดี เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีมาก และสามารถชุบโครเมี่ยมได้คล้ายกับโลหะ

ส่วนใหญ่แล้วใช้ทำหมวกกันกระแทก ผนังตู้เย็น เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ชิ้นส่วนในรถยต์ ฯลฯ

คุณสมบัติทางกายภาพได้แสดงอยู่ในตาราง

2.7.2 วัสดุที่ใช้ทำซอง, สายสะพาย

1. หนังสัตว์

หนังสัตว์เป็นผลพลอยได้จากสัตว์ ซึ่งมนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์มาตั้งแต่โบราณ โดยใช้เป็นเครื่องนุ่งห่ม ในครั้งแรกนั้นการเก็บรักษาหนังและใช้วิธีตากแห้งหรือรมควัน ต่อมาจึงรู้จักการตอกด้วยเนื้อไม้ หลายพันปีต่อมามนุษย์รู้จักวิธีย้อมสีหนังด้วยสีสกัดจากพืชผล ซึ่งปัจจุบันสีเหล่านี้ยังใช้อยู่เป็นบางส่วน เมื่อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ ของ POLYETHYLENE			
	Low Density	Intermediate Density	High Density
ความถ่วงจำเพาะ	0.91—0.925	0.926—0.925	0.941—0.965
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	30.25	29.8	29.2
ทนแรงดึง	1000—2300	1200—3500	3100—5500
ทนแรงกระทบ	ไม่ฉีกขาด	0.5—16.0	0.8—20.0
ทนความร้อน	180—212 °ฟ	220—250 °ฟ	250 °ฟ
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	0.015	0.01	0.01
ความง่ายต่อการติดไฟ (นิ้ว/นาที)	1.04	1.02	1.02
ทนแสงแดด	ชนิดสีดำทนได้พอสมควรชนิดอื่นควรใช้แผงป้องกันแสงอุลตราไวโอเลทและตัว Antioxidants		
ทนกรดอ่อน	เลว	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ไม่ทน Oxidizing Acids	จะถูกทำลายอย่างช้าๆจาก Oxidizing Acids	
ทนด่างอ่อน—แก่	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย (Organic Solvents)	ได้ถ้าต่ำกว่า 140 °ฟ		ได้ถ้าต่ำกว่า 170 °ฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ
ของ POLYPROPYLENE

	Uumodified	Copolymer	Impact Type
ความถ่วงจำเพาะ	0.904	0.90	0.91
ปริมาตร ลบ. นิ้ว/ปอนด์	30.6	31.0	30.5
ทนแรงดึง	5500	4500	4400
ทนแรงอัด	8000	7000	6000
ทนแรงกระทบ	1.5	10	15
ทนความร้อนโดยปกติ	275 ํฟ	220 ํฟ	210 ํฟ
ความใส	โปร่งใส	โปร่งแสง	ทึบ
ทนแสงแดด	พอใช้	พอใช้	พอใช้
ทนกรดอ่อน	ได้	ได้	ได้
ทนกรดแก่	ถูกทำลายอย่างช้า ๆ จาก Oxidizing Acids		
ทนด่าง	ได้	ได้	ได้
ทนสารละลาย	ทนได้ถ้าต่ำกว่า 175 ํฟ		ถูกทำลายโดย Hydrocarbons

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ ของ POLYSTYRENE	
ความถ่วงจำเพาะ	1.04—1.10
ปริมาตร ลบ.นิ้ว/ปอนด์	25.2—28
ทนแรงดึง	1,500—12,000
ทนแรงอัด	4,000—16,000
ทนแรงกระทบ	0.25—11.0
ทนความร้อน	150—180 °ฟ
ความใส	ใส—ทึบ
ทนแสงแดด	เหลือง
ทนกรด	ทนชนิดอ่อนได้ ถูกทำลายโดย Oxidizing Acids
ทนด่าง	ได้
ทนสารละลาย	ละลายได้ใน Aromatic และ Chlorinated Hydrocarbons

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางกายภาพ
ของ ABS (Acrylonitrile–Butadiene–Styrene)

กรรมวิธีการผลิต	Injection, Extrusion, Electrostatic
อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต	380—550°ฟ
ความหดตัวหลังการผลิต	0.003—0.008 นิ้ว/นิ้ว
ความถ่วงจำเพาะ	1.02—1.08
ทนแรงดึง	4,000—9,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงอัด	7,000—12,000 ปอนด์/ตร. นิ้ว
ทนแรงกระแทก	2—8 ที่ 70°ฟ
ความแข็ง	0.8—3.5 ที่ —40°ฟ
ทนความร้อนโดยปกติ	R 75—R115
ความดูดซึมน้ำ (24 ชม.)	140—230°ฟ
ทนกรด	0.2—0.45
	ดี แต่ไม่ทนกรดแก่ชนิด Oxidizing
ทนด่าง	ดีมาก
ทนสารละลาย	ดี แต่ยกเว้น Ketones, Esters, Chlorinated Hydrocarbons
ทนแสงแดด	ดี—ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญมีมากขึ้น มนุษย์ได้พัฒนาวัสดุอื่นขึ้นเพื่อใช้แทนหนังสัตว์ แต่ยังไม่มีวัสดุใด ๆ ที่มีคุณภาพทัดเทียมหนังสัตว์ได้ ทั้งนี้ โดยเฉพาะคุณภาพด้านการดูดและการถ่ายเทไอน้ำ ซึ่งคุณภาพดีเด่นทางด้านนี้ของหนัง ทำให้ผู้สวมรองเท้าหนังรู้สึกว่าเท้าสบายกว่าการสวมใส่รองเท้าที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์ (หนังเทียม) มาก หนังสัตว์จึงยังคงเป็นที่นิยมในปัจจุบัน และได้มีการพัฒนาด้านการฟอกหนัง โดยใช้เคมีภัณฑ์สังเคราะห์ประเภทต่าง ๆ เพิ่มจากการใช้วัสดุจากธรรมชาติ ทั้งนี้ เพื่อปรับปรุงคุณภาพหนังให้ดีขึ้น และเหมาะกับการใช้งานของหนังแต่ละประเภท

<u>คุณสมบัติของหนังสัตว์</u>

1. หนังแท้มีเอกลักษณ์และลวดลายของผิวโดยธรรมชาติ
2. สามารถดูดซึมเหงื่อได้ดี
3. สามารถถ่ายเทอากาศและความชื้นได้
4. มีความยืดหยุ่นตัวดี สร้างความรู้สึกสะดวกสบายในการใช้งาน
5. มีอายุการใช้งานนาน
6. มีคุณสมบัติในการรักษารูปทรง
7. มีความเหนียวไม่ฉีกขาดง่าย

2. หนังเทียม

เนื่องจากในปัจจุบัน หนังดิบมีราคาแพงขึ้น จึงทำให้ขาดแคลนหนังดิบที่จะนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์หนังแท้ จึงทำให้ผู้ใช้หันมาใช้หนังเทียมแทนหนังแท้ ซึ่งมีราคาถูกกว่ากันมากขึ้น ประกอบกับหนังเทียมมีคุณภาพและลักษณะใกล้เคียงกับหนังแท้ สามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้อย่างดีและมีราคาถูกกว่า ทั้งยังสามารถปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น หรือนำมาดัดแปลงให้เหมาะสมกับการใช้ได้มากกว่าหนังแท้ จึงมีผู้นิยมใช้หนังเทียมแทนหนังแท้เพิ่มขึ้นตามลำดับ

หนังเทียมเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติก (polyvinyl chloride) สำเร็จรูปชนิดหนึ่ง นิยมใช้ทำเบาะรถยนต์ กระเป๋า เข็มขัด รองเท้า เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ใช้แทนหนัง หนังเทียมมีหลายชนิด โดยแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท

1. <u>pvc leather</u> แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1.1 pvc leather cloth คือหนังเทียมที่ประกอบด้วยชั้น 2 ชั้น ชั้นนอกเป็นชั้นของหนังเทียม ชั้นในเป็นชั้นผ้า มักนิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์จำพวก กระเป๋าต่าง ๆ ของชำร่วย

1.2 sponge leather cloth คือหนังเทียมที่ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ 3 ชั้นคือ ชั้นหนังเทียม ชั้นฟองน้ำตรงกลาง และชั้นผ้า มักนิยมใช้ทำเครื่องเฟอร์นิเจอร์ เบาะรถยนต์

หนังเทียมชนิด pvc leather ดังกล่าวมานี้เป็นหนังเทียมชนิดที่มีหลังผ้าซึ่งมีประโยชน์ในการเสริมความเหนียวให้แก่หนังเทียม ไม่ฉีกขาดง่าย

2. <u>pvc film & sheet</u> แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

2.1 pvc film มีลักษณะใส โปร่งบาง มีหลายสีและมีความต่าง ๆ กัน นิยมใช้ทำเป็นแผ่นพลาสติกหุ้มสมุด หนังสือ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 pvc sheet มีลักษณะทึบแสง มีทั้งชนิดหนาและบาง ชนิดบางนิยมใช้ทำรองเท้า ชนิดหนาใช้ทำเข็มขัด ผ้าใบ ผ้าเต็นท์ และผ้าปูโต๊ะ เป็นต้น

หนังเทียมชนิด pvc film & sheet ดังกล่าวนี้ไม่มีหลังผ้า มีเพียงชั้นของหนังเทียม เพียงชั้นเดียว ดังนั้นจึงมักฉีกขาดได้ง่ายเมื่อโดนรอยขีดข่วน

คุณสมบัติโดยทั่วไป

1. หนังเทียมเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา
2. สามารถกันน้ำได้ แต่จะมีรูเล็ก ๆ ที่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้
3. สามารถซักล้างทำความสะอาดได้ง่าย
4. หนังเทียมเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงยืดหยุ่นได้พอควร
5. สามารถผลิตให้มีสีต่าง ๆ พื้นผิว และพิมพ์ให้มีลวดลายต่าง ๆ ได้ตามต้องการ
6. มีราคาถูก เมื่อเทียบกับวัสดุอื่น ๆ

ขนาดของหนังเทียม

หนังเทียมที่ขายตามท้องตลาดปัจจุบันจะขายเป็นม้วน ซึ่งมีหน้ากว้างต่าง ๆ กันดังนี้ คือหน้ากว้าง 36" 40" 54" และ 60" ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประกอบเข้ารูปทรง

pvc leather cloth สามารถประกอบเข้ารูปทรงเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้โดยการเย็บ ซึ่งจักรที่ใช้ในการเย็บจะต้องเป็นจักรที่สามารถเย็บหนังเทียมได้ เพราะหนังเทียมชนิดนี้มีความหนามากกว่าผ้าธรรมดา และไม่สามารถเข้ารูปทรงได้โดยโดยการอัดด้วยความร้อนเพราะนอกจากจะทำให้เนื้อหนังเทียมไหม้จนขาดได้

pvc film & sheet สามารถประกอบเข้ารูปทรงได้ทั้งการเย็บเข้ารูปและการทำให้ติดตะเข็บติดกันโดยอัดด้วยความร้อน แต่เนื่องจากไม่มีหลังคาผ้า ความเหนียวทนทานมีน้อยทำให้รอยเย็บมักฉีกขาดได้ง่าย

3. ผ้าใบ

ผ้าใบหมายถึง ผ้าฝ้ายที่ทอแบบลายขัด (PLAIN WEAVE) มีเนื้อแน่นและแข็งแรง มีน้ำหนักต่อตารางเมตรตั้งแต่ 200 - 1700 กรัม เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งที่ใช้ทออาจเป็นเส้นด้ายเดียวหรือหลายเส้นควบกัน (DOUBLED YARN) หรือตีเกลียวกัน (TWISTED YARN)

คุณสมบัติโดยทั่วไปของผ้าใบมีดังนี้คือ

1. มีเนื้อแน่นและแข็งแรง
2. มีน้ำหนักค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับผ้าชนิดอื่น คือน้ำหนักต่อตารางเมตร ตั้งแต่ 200 - 1700 กรัม
3. ทนต่อการขีดข่วนและแรงดึง ซึ่งความคงทนขึ้นกับขนาดเส้นด้ายและสายทอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อนำมาเย็บประกอบเข้ารูปทรงเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แล้วจะมีความคงรูป

5. มีการตกแต่งย้อมสีได้หลากสี สามารถทำความสะอาดได้โดยการซักล้าง ผ้าใบได้ถูกนำไปใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่ต้องการความคงทนแข็งแรงหรือการรับน้ำหนัก เช่น เก้าอี้ผ้าใบ กระเป๋าผ้าใบ ถุงผ้าบรรจุของ ฯลฯ นับว่าเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมอย่างมากอย่างหนึ่ง แต่มีข้อเสียคือสีมักจะซีดลงไปเมื่อถูกแสงอุลตราไวโอเล็ต

4. ผ้าพลาสติก

ผ้าพลาสติกมีลักษณะคล้ายคลึงกับหนังเทียมชนิด PVC LEATHER CLOTH แต่จะแตกต่างตรงที่ผ้าพลาสติกนั้นประกอบด้วยวัสดุผ้าเป็นหลัก ส่วนหนังเทียมนั้นประกอบด้วยวัสดุหนังเทียมเป็นหลัก

ผ้าพลาสติกโดยขบวนการ 2 วิธีรวมกัน โดยการนำผ้าชนิดต่าง ๆ อาจเป็นผ้าอัดเส้นใย ผ้าทอ หรือผ้าถักก็ได้ แล้วนำพลาสติกเหลวมาเคลือบผิวเพื่อป้องกันมิให้หดและยับ ทั้งยังเป็นการเสริมความแข็งแรงทนทานของผ้าอีกด้วย ซึ่งมีทั้งการเคลือบเพียงบาง ๆ น้ำสามารถซึมผ่านได้เพียงเล็กน้อย หรือเคลือบหนา ๆ จนสามารถกันน้ำได้ ซึ่งกรรมวิธีดังกล่าวนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "การตกแต่งผ้า" แบ่งเป็น 2 วิธีด้วยกันคือ

1. ใช้ในลักษณะผงแห้งอัดติดบนผ้ารองพื้น
2. ละลายให้เป็นของเหลวแล้วพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติโดยทั่วไป คือ อ่อนพับไปมาได้เช่นเดียวกับผ้า ไม่ดูดน้ำ ผิวเรียบ ไม่ใคร่เปื้อนง่าย สามารถทำความสะอาดได้โดยการซักล้าง

5. ผ้าร่ม

ทอมาจากเส้นใยโพลีอาไมด์ (ไนลอน) หรือพวกโพลีเอสเตอร์ล้วน มีด้วยกันทุกสี เหนียวทนทานดี ทนต่อความร้อน แสงแดด อายุใช้งานนาน มีน้ำหนักที่เบา เมื่อใช้ไปนาน ๆ ไม่มีการเกิดรอยแตก ผ้าร่มมีด้วยกัน 2 แบบ คือ

-แบบสะท้อนน้ำ ซึ่งหากน้ำตกมาถูกจะสะท้อนออกไป แต่ก็มีบางส่วนตกค้างอยู่เมื่อสะท้อนไปนาน ๆ น้ำจะค่อย ๆ ซึมเป็นเม็ดเข้ามา

-แบบกันน้ำ โดยปกติมี น.น. 69 กรัม/ต.ร.ม. ทนแรงดึงได้ไม่น้อยกว่า 510 ติวตันในแนวด้ายพุ่ง และ 550 นิวตันในแนวด้ายยืน สามารถทนแรงดันน้ำที่เพิ่มขึ้น 10 +-0.5 ซม./นาที ได้ไม่น้อยกว่าระดับน้ำถึง 20 ซ.ม.

6.ผ้าใบไนล่อน

เป็นผ้าใบที่ทอจากเส้นใยไนล่อน ซึ่งมีคุณสมบัติที่มีความเหนียว ทนทาน และมีน้ำหนักเบา ไม่ดูดซึมน้ำ ซึ่งเมื่อนำเอาเส้นใยไนล่อนนี้มาทำการทอเป็นผ้าใบ จะทำให้มีคุณสมบัติดังนี้คือ

1. มีสีสันมากมายตามความต้องการ และสีไม่ตก
2. มีความเหนียวมากกว่าผ้าใบธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีความต้องการราผ้า และการเสียดสี ต้านทานการถูกเก็บหมักหมมนาน ๆ ได้เป็นอย่างดี
4. มีน้ำหนักเบา
5. มีความลื่นน้ำได้ดี ไม่ดูดซึมน้ำเมื่อเปียกน้ำจะแห้งเร็ว ฉะนั้นเมื่อซักผ้าแล้วไม่จำเป็นต้องตากแดด

7.ผ้าใบไนล่อนอาบน้ำยา

เป็นผ้าใบที่มีการทอขึ้นมาเหมือนผ้าใบไนล่อน เพียงแต่เส้นเป็นเส้นใยไนล่อนที่ผ่านการผสมสารเคมี แต่มีคุณสมบัติเบื้องต้นเหมือนกับผ้าใบไนล่อน ซึ่งเมื่อทอเป็นผ้าใบไนล่อนแล้วจึงนำมาทำการเคลือบสารเคมี ซึ่งสารเคมีเคลือบหรืออาบนี้จะมีคุณสมบัติช่วยให้ผ้าใบไนล่อนมีคุณเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษ ซึ่งแล้วแต่สารเคมีที่เคลือบ เช่น ในการใช้สำหรับงานที่ต้องการความทนทานและกันน้ำ มักจะเคลือบด้วยซิลิโคน และโพลียูเทน ซึ่งทำให้ผ้าใบไนล่อนชนิดนี้มีความทนทานและกันน้ำได้เป็นอย่างดี

8. ฟองน้ำ

8.1 ฟองน้ำยาง (Later form)

ฟองน้ำยางรวมทั้งชนิดยางที่ได้จากธรรมชาติ และยางสังเคราะห์ หรือทั้งสองชนิดผสมกับ ฟองน้ำยางยังคงเป็นวัตถุที่ให้ความนุ่มอย่างดีสำหรับงานบุ **และคุณลักษณะพิเศษของ ความยืดหยุ่นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ใช้กันอย่างกว้างขวาง แม้ว่าราคาจะค่อนข้างสูง ฟองน้ำชนิดนี้มักทำเป็นฟองน้ำแบบ (mould foam) ที่มีช่องว่าง เพื่อให้น้ำหนักความแข็งสัมพันธ์กัน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 ฟองน้ำวิทยาศาสตร์ (polyurethane foam)

เป็นฟองน้ำที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง มีใช้ในลักษณะเป็นแผ่นและหล่อเป็นแบบตามความต้องการ ฟองน้ำเป็นแบบแผ่นซึ่งได้จากการตัดชิ้นฟองน้ำออกเป็นขนาดที่ใช้งาน มักไม่มีรูกลวง ดังนั้นอัตราส่วนความหนาแน่นกับความแข็งแรงเปลี่ยนแปลงได้ตามสารเคมี ส่วนฟองน้ำแบบหล่อนั้นในกาผลิตเครื่องเรือนโดยทั่ว ๆ ไป ไม่ค่อยได้ใช้ เนื่องจากราคาในการทำแบบสูง

8.3 ฟองน้ำชนิดแข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำ (cold cured foam)

เป็นฟองน้ำโพลียูเรเทนที่ได้ค้นคว้ากรรมวิธีการผลิตขึ้นใหม่ ทำให้ได้ฟองน้ำที่ให้ความรู้สึกคล้ายฟองน้ำยาง แต่มีความทนทานต่อการฉีกขาดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้ฟองน้ำวิทยาศาสตร์

เนื่องจากฟองน้ำวิทยาศาสตร์มีกรรมวิธีการผลิตที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาหลายระดับ การเลือกซื้อฟองน้ำ จึงจะต้องพิจารณาลักษณะดังนี้

- <u>ความหนาแน่น</u> เป็นน้ำหนักของฟองน้ำต่อหน่วยปริมาตร, กก./ลบ.ม. ฟองน้ำวิทยาศาสตร์ที่ผลิตออกขายจะมีความหนาแน่นต่างกันตามความต้องการของลูกค้า ฟองน้ำที่มีความหนาแน่นมากจะสามารถรับแรงสลับได้ดีโดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่าง และมีความยืดหยุ่นได้ดีกว่าฟองน้ำ ที่มีความหนาแน่นน้อย ปกติฟองน้ำที่ใช้ทำเบาะสำหรับเครื่องเรือนคุณภาพต่ำ ความหนาแน่นของฟองน้ำจะเป็น 20-23 กก./ลบ.ม. คุณภาพปานกลาง 27-70 กก./ลบ.ม. คุณภาพสูง 30-37 กก./ลบ.ม. ส่วนฟองน้ำทำเบาะพิง สำหรับเครื่องเรือนคุณภาพต่ำ 14-17 กก./ลบ.ม. คุณภาพปานกลาง 19-21 กก./ลบ.ม. และคุณภาพสูง 22-27 กก./ลบ.ม.

- <u>ความแข็ง</u> เป็นค่าที่จะบอกว่าความรู้สึกฟองน้ำนั้นแข็งหรืออ่อน ค่าความแข็งนี้จะไม่ขึ้นกับความหนาแน่น ความแข็งสำหรับฟองน้ำทำเบาะนั่ง 1202130 ส่วนฟองน้ำสำหรับทำพนักพิง 73-80

นอกจากนี้ยังจะต้องพิจารณาถึงราคา การทนต่อการดึง การยืดตัว การยุบตัว การรับแรงสลับ การห่อหุ้ม การทำแบบ การถ่ายเทของอากาศ การติดไฟ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 การวิเคราะห์เกี่ยวกับวัสดุ

1. วัสดุที่ใช้ทำตัวเครื่อง

เนื่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ตามโครงการนี้ เป็นงานออกแบบผลิตภัณฑ์ประเภทอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิกส์ที่มีการใช้งานนอกสถานที่ (ที่มีโทรศัพท์) ดังนั้นการเลือกหาวัสดุที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์จึงต้องคำนึงถึงความสามารถที่จะใช้วัสดุนั้น ๆ ได้ตามจุดประสงค์ข้างต้น

วัสดุที่จะนำมาใช้ควรมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เป็นฉนวนไฟฟ้า
2. ไม่เป็นตัวนำความร้อน
3. ทนต่อสารเคมี เช่น กรด ด่างที่ใช้ภายในบ้าน
4. วัสดุมีความแข็งแรงทนทาน
5. มีต้นทุนในกากรผลิตต่ำ
6. สามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ
7. สะดวกต่อการจัดหาวัสดุ
8. สามารถออกแบบเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้
9. มีน้ำหนักเบา
10. ทำความสะอาดได้ง่าย
11. ทนความร้อนได้ดี
12. วัสดุไม่เป็นพิษ
13. สามารถตกแต่งผิวได้ง่าย
14. ไม่ทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศ

จากการศึกษาถึงชนิดของวัสดุพบว่า วัสดุที่จะใช้ในการทำตัวถัง และส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบสามารถใช้วัสดุดังต่อไปนี้ได้ คือ เหล็ก อลูมิเนียม และพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัสดุที่ใช้ทำสายสะพาย

วัสดุที่เลือกนำมาวิเคราะห์คือ 1.หนังแท้ 2.หนังเทียม 3.ผ้าใบไนล่อน

ความต้องการ	CREDIT	1	2	3
ทำความสะอาดง่าย	2	2	2	3
น้ำหนักเบา	2	2	3	4
ราคาถูก	1	1	3	4
ทำได้หลายสี	1	2	3	4
ทนแรงดึงได้ดี	1	4	3	4
โค้งงอดี ปรับความยาวง่าย	2	1	3	4
รวม		15	25	34

สรุป จากตารางวิเคราะห์เพื่อหาวัสดุที่เหมาะสมแก่การทำสายสะพายเลือก ผ้าใบไนล่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ในการเลือกใช้วัสดุทำตัวเครื่อง และส่วนเก็บอุปกรณ์ สรุปว่าเลือกใช้พลาสติก เนื่องจากชนิดของพลาสติกมีมากมาย และต่างกันไปตามประเภทและชนิดที่ใช้ ดังนั้น เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่สอดคล้องกับความต้องการมากที่สุด จึงทำการวิเคราะห์เพื่อหาชนิดพลาสติกที่ตรงกับความต้องการ ชนิดของพลาสติกที่นำมาวิเคราะห์ คือ PS ABS PP

ความต้องการ	PS	ABS	PP
ทนต่อการขูดขีด	3	3	2
ทนแรงกระแทก	2	3	2
น้ำหนักเบา	3	3	3
ทนกรดอย่างอ่อน	3	3	2
รวม	11	12	9

สรุป เลือกพลาสติก ABS เป็นวัสดุทำตัวเครื่องและส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาวัสดุที่ใช้ทำตัวเครื่อง

ความต้องการ	PLASTIC	AL	METAL
แข็งแรงทนทาน	2	3	3
น้ำหนักเบา	3	2	1
ไม่นำความร้อน	3	1	1
สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย	3	3	3
วัสดุไม่เป็นพิษ	3	3	3
ทำความสะอาดได้ง่าย	3	2	2
สามารถผลิตเป็นจำนวนมาก	3	3	3
ต้นทุนในการผลิตต่ำ	3	2	2
ทนต่อสารเคมีอย่างอ่อน	3	1	1
ไม่เกิดปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศ	3	2	1
สามารถตกแต่งผิวได้ง่าย	3	2	2
เป็นฉนวนไฟฟ้า	3	0	0
สามารถขึ้นรูปทรงได้สะดวก	3	1	1
รวม	38	25	23

สรุป เลือกใช้พลาสติกเป็นวัสดุที่ใช้ทำตัวเครื่องและส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือเครื่องใช้ทางไฟฟ้าแรงสูงจะใช้สีแสด เป็นข้อเตือนอันตราย เป็นต้น ดังนั้น การตกแต่งผิวของผลิตภัณฑ์นอกจากจะต้องคำนึงในด้านความงามแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงการใช้สีให้เป็นประโยชน์อีกด้วย

สมาคมความปลอดภัยระหว่างชาติ ได้กำหนดการใช้สีแทนสัญลักษณ์ ดังนี้

- สีเหลือง สำหรับการเตือนภัยให้ระวัง
- สีแดง เครื่องมือป้องกันอัคคีภัย
- สีน้ำเงิน วัตถุหรือสารอันตราย
- สีเขียว วัตถุไม่เป็นอันตราย รวมไปถึงสีเทาหรือดำ
- สีม่วง วัตถุมีค่า งานพิเศษ

สีที่จะช่วยให้เกิดทัศนวิสัยที่ดีที่สุด เมื่อนำมาใช้มีดังต่อไปนี้

- สีอ่อนตัดกับสีแก่
- สีสดใสกับสีสดใส
- สีอุ่นตัดกับสีเย็น

สีที่ตัดกันเองอยู่แล้วตามปรกติ เช่น

- สีดำบนพื้นเหลือง
- สีเหลืองบนพื้นดำ
- สีแดงบนพื้นขาว
- สีเหลืองบนพื้นน้ำเงิน

นอกจากนี้แล้ว เรายังสามารถใช้สีให้เกิดความรู้สึกใกล้หรือไกลได้ตามปรกติแล้ว สีอุ่น เช่น สีเหลือง จะให้ความรู้สึกที่อยู่ใกล้ตัวผู้ดู ส่วนสีเย็น เช่น สีน้ำเงิน ให้ความรู้สึกที่ห่างออกไปจากผู้ดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สีในเนื้อที่มาก ๆ แล้วบางครั้งอาจดูไม่ดี ถ้ามีการลดให้ใช้แต่เพียงเล็กน้อย อาจทำให้เสริมความน่าดูให้กับสีอื่นได้

หลักในเรื่องความเด่นของสีมีอยู่ว่า ควรจะต้องใช้สีให้มีความเด่นออกมาเพียงสีเดียว จะเป็นสีเย็นหรือสีอุ่นก็แล้วแต่ การใช้สีที่ไม่น่าดูก็คือ การใช้สีที่มีปริมาณเท่ากันทั้งหมด ถ้ามีการปรับให้เนื้อที่ของสีเปลี่ยนไป สีที่กินเนื้อที่มากย่อมเด่นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าความสดใสของสีอีกด้วย

2.8.2 เทคนิคการใช้สี

1. <u>สีกับรูปร่าง</u> สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับสิ่งของที่มีรูปร่างต่างกัน จะให้ความรู้สึกที่ไม่เหมือนกัน เช่น ทรงกลมหรือทรงกระบอกจะมีสีเข้มกว่าลูกบาศก์ เนื่องจากความสามารถในการสะท้อนแสงของทรงกลมดีกว่า

2. <u>สีกับผิว</u> ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวขรุขระ ถ้าไม่ต้องการให้เห็นพื้นผิวอย่างนั้นควรใช้สีด้าน หรือสีอ่อน ส่วนเครื่องจักรที่มีการเคลื่อนไหวไม่ควรใช้สีมัน เพราะจะทำให้เคืองสายตาและทำงานไม่สะดวก

การพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของจริง เช่น การใช้พลาสติกเป็นลายไม้ ไม่ควรจะกระทำ

3. <u>สีกับวัสดุ</u> วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมีดังต่อไปนี้

3.1 สีต่าง ๆ แลคเกอร์ละสีเคลือบ มีหลายสี

3.2 สีโลหะ จำพวกชุบโครเมี่ยม นิเกิล ทอง มีสีแตกต่างกันไป

3.3 พลาสติก มีสีต่าง ๆ ให้ใช้มากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. <u>เครื่องมือทดสอบสี</u> ในบางครั้ง การออกแบบต้องมีการกำหนดสี ดังนั้นจึงควรมีเครื่องมือที่ช่วยเลือกสี เช่น ตัวอย่างสี เครื่องมือเทียบสี เป็นต้น เพื่อความคล่องตัวในการทำงาน

5. การกำหนดสี

2.8 สีและแนวทางการใช้สี

2.8.1 จิตวิทยาการใช้สี

ในทฤษฎีสีเรามีม่สีอยู่ 3 สี คือ สีแดง สีเหลือง สีน้ำเงิน และเมื่อผสมแม่สีทั้งสาม จะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น และเมื่อนำสีที่ผสมได้มาเรียงกัน ตามหลักทฤษฎีของ MUNSEL จะสามารถแบ่งประเภทของสี ได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ สีร้อน และสีเย็น

- สีร้อน เป็นสีที่ดึงดูดความรู้สึก มีความสะดุดตาเมื่อมองไกล ๆ และเป็นสีที่ให้ความกระชุ่มกระชวย
- สีเย็น เป็นสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตาเมื่อมอง และสามารถมองได้นาน ๆ

การใช้สีตกแต่งผิว นอกจากจะเพื่อความสวยงาม ในลักษณะของสุนทรียภาพและเพื่อการชักจูงให้เกิดการประทับใจ เพื่อผลในการขาย ความสะดุดตาและความงามทั้งหลายเพื่อประโยชน์ในการขายแล้ว การตกแต่งผิวยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีก เช่น การป้องกันสนิม การกันน้ำ หรือช่วยในการต่อต้านการทำลายจากสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่จะมีต่อผลิตภัณฑ์นั้นด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด นอกจากจะต้องการความงดงามแล้ว สียังเป็นตัวที่ช่วยที่จะบอกถึงจุดประสงค์ในการใช้งานได้อีกด้วย เช่น อาจเป็นสัญลักษณ์ช่วยเตือนใจ หรือข้อบ่งให้ต่าง ๆ เป็นต้น โดยมีการกำหนดความหมายของสีตามความรู้สึก และการกำหนดตามมาตรฐานสากล เช่น เครื่องจักรที่เคลื่อนที่ช้า เครื่องบรรทุกหนัก ควรใช้สีเหลืองเทา หรือใช้สีเหลืองทาที่บริเวณกันชน หรือรถรับส่งนักเรียนตามมาตรฐานสากลมักใช้สีในกลุ่มแดงหรือเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปนี้เป็นอิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก โดยแบ่งตามสกุลของสีจำพวกใหญ่ ๆ คือ

- สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงจะให้ความรู้สึกเร้าใจ ในทางการใช้สีนี้ในโรงงาน หมายถึงอันตราย เป็นสีต้องห้าม และการระมัดระวังการใช้สีสกุลแดงนี้แต่เพียงเล็กน้อยจะทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปอาจทำให้เกิดความรู้สึกปวดหัว ตาลาย และสับสน

- สีส้ม เป็นสีที่สดใสมองเห็นได้แต่ไกล แสดงความรู้สึกเตือนตลอดเวลา เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้รู้สึกสะอาดดูเบาขึ้น

- สีเหลือง เป็นสีที่สามารถอยู่ได้ 2 วรรณะ โดยทั่วไปทำให้เกิดความสดชื่นร่าเริง สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด มีความสว่าง แต่ถ้ามีสีเหลืองมากเกินจะทำให้เกิดความหงุดหงิดได้

- สีเขียวเหลือง ช่วยให้เกิดความรู้สึกเย็นสบาย แต่อย่างไรก็ตามสีเหลืองดูสกปรกได้ง่าย แต่ถ้ามีการลดความจ้าของสีแล้วก็จะทำให้ดีขึ้น

- สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะ เช่นเดียวกับสีเหลือง โดยทั่วไปให้ความรู้สึกง่วง เศร้า และลึกลับ แต่ก็เป็นสีของความสง่างาม ทำให้ดูมีคุณค่า เช่นสีม่วงอ่อน

- สีน้ำเงิน จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินให้ความรู้สึก สงบ มีสมาธิ เป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ถ่อมตน หนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเล จะให้ความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อย สามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นได้

- สีเขียว ให้ความรู้สึกสดชื่น เป็นที่พักสายตา กระชุ่มกระชวย สีใบไม้หรือสีเขียวเข้มใช้ในการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงความสงบเสงี่ยม

- สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความรู้สึกพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะให้ความสลดหดหู่ใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- <u>สีเทา</u> ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดี ใช้ได้ในเนื้อที่กว้าง ๆ สามารถใช้เป็นสีกลางของสีได้ทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนได้ง่าย

- <u>สีขาว</u> ให้ความรู้สึกสะอาด บริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยวให้ความรู้สึกเย็น สามารถให้เป็นสีของส่วนฐานเพื่อเน้นให้ชัดเจนขึ้นได้ดี

สีที่กล่าวมานี้ เป็นสีที่เกิดมาจากการตกแต่งที่ผิวของวัสดุเพื่อให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ แต่นอกจากนี้แล้วยังมีสีที่เกิดจากผิวของวัสดุเองอีกด้วย เช่น อลูมิเนียมจะให้สีเทา เป็นต้น สำหรับสีขาว เทา ดำ เป็นสีที่เรียกว่า สีเอกรงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 สรุปแนวทางของสีที่จะใช้ในการออกแบบ

อิทธิพลของสีที่จะใช้กับเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ มีผลกับคน 2 กลุ่มคือ

1.ผู้ใช้ คือ ผู้ป่วย,คนไข้

ผู้ป่วยจะใช้เครื่องนี้ในการส่งสัญญาน ในขณะเกิดอาการแน่นหน้าอกผิดปกติ เพราะฉะนั้น ลักษณะของสีที่จะใช้กับส่วนควบคุม ปุ่มปรับต่าง ๆ ควรจะทำให้ผู้ป่วย รู้สึกผ่อนคลาย อบอุ่น เกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์

ในการที่ผู้ป่วยต้องพกพาเครื่องนี้ไปในที่ต่าง ๆ สีของเครื่องโดยรวมควรจะเข้าได้กับเสื้อผ้าหลายสี แสดงถึงความภูมิฐาน มีรสนิยม ทันสมัย ต่อผู้พบเห็น ลักษณะของสีที่ใช้ ควรจะเป็นสีกลาง ๆ เช่น เทา,ดำ,น้ำตาล,

2.ผู้ซื้อ คือแพทย์

สีที่ใช้จะเป็นสีที่ทำให้แพทย์เกิดความเชื่อมั่นดูแล้วสะอาดตา ทันสมัย นอกจากจะเลือกใช้สี ตามหลักทฤษฎีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังต้อง มองถึงลักษณะของสีที่นิยมใช้กับเครื่องมือแพทย์ "ไฮเทค" ราคาแพง อีกด้วย เช่น คู่สีฟ้า-ขาว คู่สีเทา-ขีดครีม

สรุปการเลือกใช้สีในการออกแบบ เลือกคู่สีเทา-ขาวเป็นหลัก

<u>สีเทา</u> ให้ความรู้สึกภูมิฐาน สุภาพเรียบร้อย สามารถใช้เป็นสีกลางของสีได้ทุกสี ทำให้เกิดความกลมกลืนได้ง่าย

<u>สีขาว</u> ให้ความรู้สึก สะอาด บริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 พฤติกรรมของผู้ใช้เครื่อง

พฤติกรรมการใช้งานของเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ชนิดพกพาสำหรับผู้ป่วยมีลักษณะคล้ายเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจในเวลาเดียวกัน

1. หลักการทำงาน

ส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจผ่านทางโทรศัพท์ไปยังเจ้าหน้าที่ปลายทาง

2. การควบคุม

ควบคุมระบบการวัดคลื่น (Lead) โดยเจ้าหน้าที่ปลายทางโดยผู้ส่งจะทำการปรับ selector ตามที่เจ้าหน้าที่กำหนด

3. การใช้งาน ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดจะกระทำโดยผู้ป่วย (ผู้ส่งสัญญาณ)

<u>ขั้นตอนการติด ELECTRODE</u> (อาการปกติ)

- ทำความสะอาดบริเวณที่จะทำการติดด้วยแอลกอฮอล์
- ทา Benzoid บริเวณที่จะทำการติดเพื่อป้องกันเหงื่อ
- นำ Electrode มาติดกับ Red dot จากนั้นนำไปติดตามจุดต่าง ๆ บนร่างกาย
- นำสาย ELECTRODE ทั้ง 6 มาเสียบที่ Conector ตามตำแหน่ง
- นำ PLUG ของ Conector มาเสียบที่ตัวเครื่อง
- พกเครื่องติดตัว หรืออยู่ใกล้ตัวที่สามารถส่งสัญญาณได้ทันท่วงที

<u>ขั้นตอนการส่งสัญญาณ</u> (เมื่อเกิดอาการแน่นหน้าอกผิดปกติ)

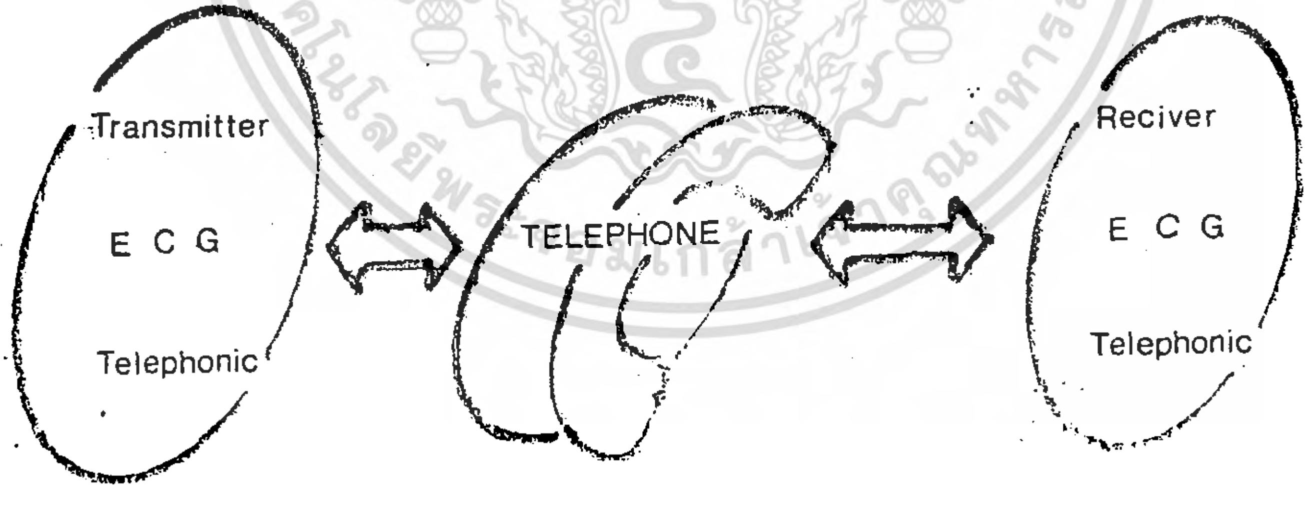
- เปิด switch หยิบ ear phone มาแนบกับหู
- โทรศัพท์ไปยังเจ้าหน้าที่ปลายทางพร้อมกับรายงานตัว
- นำหูโทรศัพท์มาแนบกับเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 สรุปการศึกษาข้อมูลและสรุปผลการวิเคราะห์

2.9.1 หลักการทำงานของระบบ

เมื่อผู้ป่วยรู้สึกมีอาการผิดปรกติจะทำการติดต่อมายังโรงพยาบาล เพื่อทำการส่งข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ แพทย์ที่อยู่โรงพยาบาลจะทำการ HOLD สายโทรศัพท์ที่เครื่องรับเพื่อทำการติดต่อ เมื่อการติดต่อพร้อมที่จะทำการส่งข้อมูลของผู้ป่วย ผู้ป่วยจะทำการติด LEAD เข้ากับตัวผู้ป่วย และวางหูโทรศัพท์เข้ากับเครื่องส่ง โดยจะมี MIC AND SPEAKER เป็นตัวรับข้อมูลและส่งข้อมูล แพทย์ที่อยู่ปลายทาง จะทำการควบคุมการเลือก LEAD ตามที่ต้องการ สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจจะถูก MODULATE ส่งผ่านระบบเสียงเข้าหูฟังโทรศัพท์ และส่งมายังเครื่องรับคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ทางด้านเครื่องรับจะทำการ DEMODULATE ก็จะได้สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ และจะส่งสัญญาณต่อไปยังตัวแสดงผล อาจจะเป็น SCOPE หรือ RECORDER



รูปแสดงหลักการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการปรับ Selector ตามคำบอกของเจ้าหน้าที่ปลายทางสามารถได้ยินจาก ear phone

- เมื่อเจ้าหน้าที่ปลายทางทำการบันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้วจะบอกให้ผู้ส่งทราบทาง ear phone

- ปิด switch วางหูโทรศัพท์เก็บ ear phone เข้าที่เดิม

การใช้เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์นี้ อาจไม่จำเป็นต้องพกเครื่องติดกับตัวตลอดเวลาก็ได้ เพียงแต่ติด ELECTRODE ไว้ที่ตัวแล้วถอด PLUG Conector ออก แล้วเอาเครื่องวางไว้, แขวนไว้ใกล้ ๆ ตัว เมื่อเกิดอาการแน่นหน้าอกจริงค่อยนำ PLUG Conector ไปเสียบที่ตัวเครื่องแล้วค่อยส่งสัญญาณ (ตัวเครื่องอาจนำมาวางบนโต๊ะใกล้ ๆ โทรศัพท์) จะช่วยให้การเคลื่อนไหวอิสระขึ้นกว่าการที่ต้องพกพาติดตัวตลอดเวลา เช่น เวลานอนก็นำเครื่องวางไว้บนโต๊ะหัวเตียงก็จะสามารถพลิกตัวไปมาได้อย่างสะดวก

4. ลักษณะการนำพาอุปกรณ์

- เป็นเข็มขัดผูกเอว, เป็นหูร้อยเข็มขัด, เป็นตะขอเกี่ยวกับเข็มขัดวิธีนี้สะดวก กระชับและรัดกุมมาก โดยเฉพาะชุดที่เป็นกางเกงที่มีเข็มขัดทั้งผู้หญิงและผู้ชาย ชุดกระโปรงที่มีเข็มขัด จะแนบเนียนมากถ้ามีเสื้อคลุมหรือเสื้อนอก

- เป็นสายสะพาย, สะพายเฉียง สามารถถอดไปแขวนได้สะดวก ในกรณีที่จะนั่งรับประทานอาหารก็สามารถนำมาแขวนที่เก้าอี้ ขณะเข้าห้องน้ำจะสะดวกกว่าแบบที่เป็นหูเข็มขัด

ทั้ง 2 วิธีเป็นวิธีพกพาที่ดี แต่วิธีไหนจะดีกว่ากันขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้น ทำอะไรอยู่ ขณะนั้นแต่งกายอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 วงจรภายในและอุปกรณ์ประกอบ

1. แผงวงจร (PRINT CURCUIT BOARD) ใช้แผ่นวงจรระบบ PLATE THROUGHT HOLD ขนาด 2.8"x 3.0" จำนวน 2 แผ่น วางซ้อนกันหันด้านอุปกรณ์ออกจากกัน

2. ภาคแสดงผล (DISPLAY DEVICE) เลือก LED สำหรับแสดง POWER และ LEAD ที่จะทำการส่ง เพราะไม่ต้องทำการดัดแปลงวงจรเลย มีความทนทานสูง สามารถมองเห็นได้ในที่ที่มีแสงสว่างน้อย หรือที่มืด

3. อุปกรณ์ป้อนสัญญาณ (INPUT DEVICE) POWER เลือกใช้สวิทช์กดติดกดดับ (LOCK SWITCH) SELECTOR เลือกใช้ปุ่มกดเลือกช่อง (SELECTOR PUSH BOTTON SWITCH)

4. อุปกรณ์เชื่อมต่อสาย (JACK, PLUG AND CONNECTION DEVICE) สายหูฟังใช้ EAR PHONE JACK สายนำสัญญาณ LEAD CABLE ใช้ DIN JACK 6 PINS

5. แบตเตอรี่ (BATTERY) เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ ใช้ POWER SUPPLY 12 Vdc 0.1 Ah โดยเลือกใช้ NICKLE CADMIUM BECHARGEABLE MODEL CAT NO. 23-121 SIZE "N" 0.15 Ah RECHARGE RATE 15 m ∆ 14 HOUR

6. หูโทรศัพท์ (HAND SET)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 สัดส่วนมนุษย์ (ERGONOMICS)

1. การก้มเงยของศีรษะปกติเท่ากับ 30 องศาจากแนวระดับ
2. ศีรษะสามารถก้มได้มากที่สุดเท่ากับ 70-80 องศาและสามารถเงยได้มากที่สุด 50-55 องศาจากแนวระดับ
3. ระยะการมองหน้าปัทม์ที่เห็นได้ดีที่สุด คือ 20-28 นิ้ว ศีรษะอยู่ในแนวดิ่ง จะมองเห็นได้ดี ในช่วง 30 องศาต่ำจากแนวระดับ
4. ปุ่มควบคุมควรมีขนาดดังต่อไปนี้
   - สวิทช์กด 10x10 mm อยู่ห่างกัน 10 mm
   - สวิทช์หมุน 50mm DIA
5. ตัวหนังสือควรมีขนาดไม่ต่ำกว่า 1.5mm

2.9.5 วัสดุ (MATERIAL) วัสดุที่ใช้ทำตัวเครื่องคือ ABS วัสดุที่ใช้ทำ ซอง สายสะพาย และสายรัดหูโทรศัพท์ เลือกใช้ผ้าใบไนล่อนอาบน้ำยา

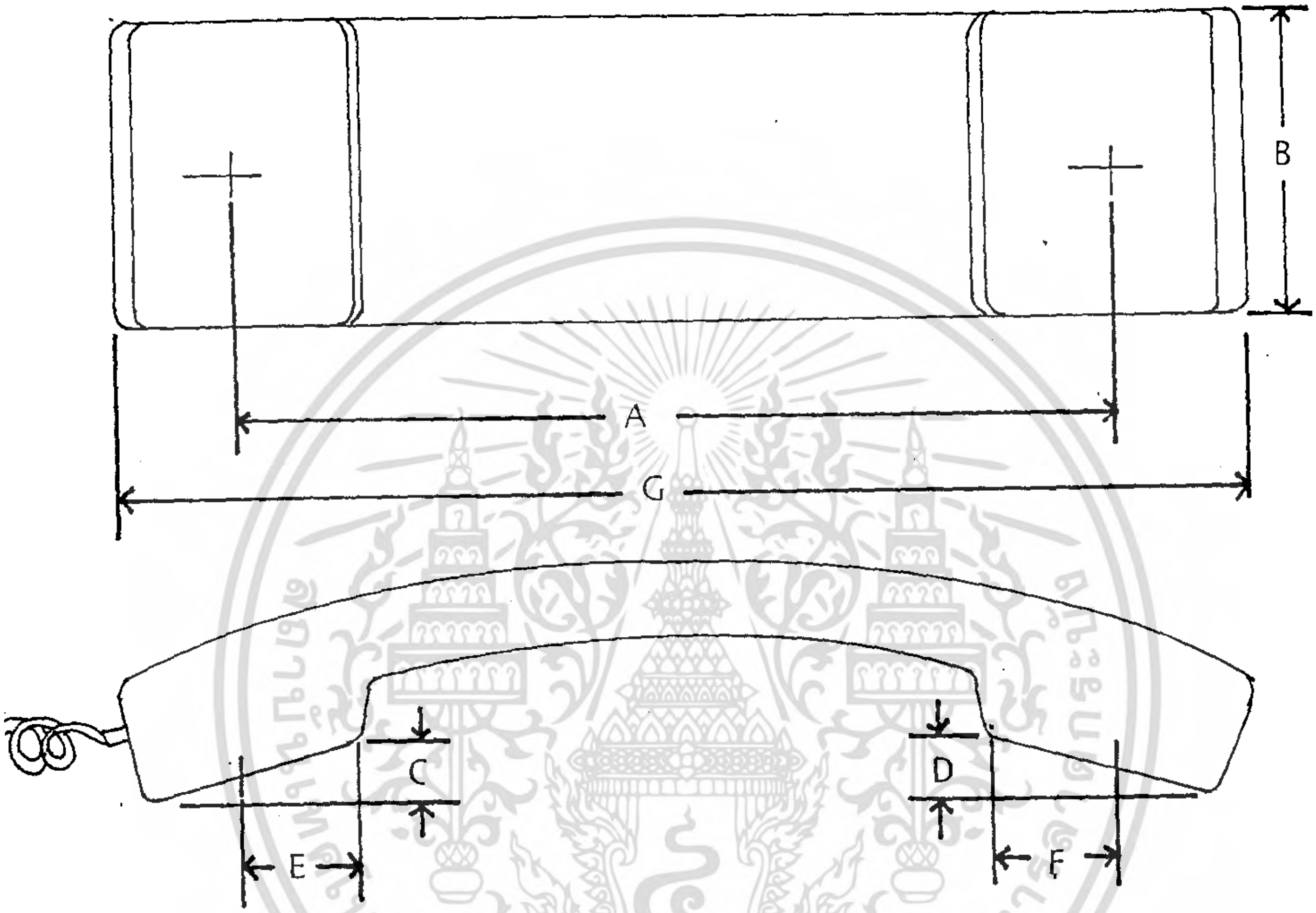
2.9.6 สีและแนวทางการใช้สี (COLOR & USAGE) แนวทางการเลือกใช้สีสำหรับเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ คือ คู่สีเทา-ขาวเป็นหลัก

สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน สุภาพเรียบร้อย สามารถใช้เป็นสีกลางของสีได้ทุกสี ทำให้เกิดความกลมกลืนได้ง่าย

สีขาว ให้ความรู้สึก สะอาด บริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดเฉลี่ยของหูโทรศัพท์ ที่นำมาใช้ในการออกแบบแป้นวางหูโทรศัพท์ มีดังต่อไปนี้



A	ระยะระหว่าง MIC และ SPEAKER	140—158	mm
B	ความกว้างของหูโทรศัพท์	MAX 70	mm
C	ความลึกของ MIC	MAX 15	mm
D	ความลึกของ SPEAKER	avg 10	mm
E	ตำแหน่งของ MIC	avg 20	mm
F	ตำแหน่งของ SPEAKER	MIN 10	mm
G	ความยาวรวมของหูโทรศัพท์	MAX 200	mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ขั้นตอนการออกแบบและการวิเคราะห์เพื่อการออกแบบ

จากบทที่ 2 เป็นการหาข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางการออกแแบบ จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้มานั้น สามารถวางนวทางในการออกแบบโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้คือ

ส่วนตัวเครื่อง

3.1.1 การหารูปทรงเบื้องต้น และการจัดวางอุปกรณ์ภายใน

3.1.2 ตำแหน่งของส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล

3.1.3 วิธีการวางหูโทรศัพท์เข้ากับตัวเครื่อง

3.1.4 การขยายขนาดของแป้นวางหูโทรศัพท์

3.1.5 การเก็บสายหูฟัง

3.1.6.

ส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบ

3.1.6 ตำแหน่งของตัวเครื่องเมื่อประกอบกับส่วนเก็บอุปกรณ์

3.1.7 ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ การใช้งาน และการเก็บ

การวางจุดประสงค์ในการออกแบบ (DESIGN CONCEPT)

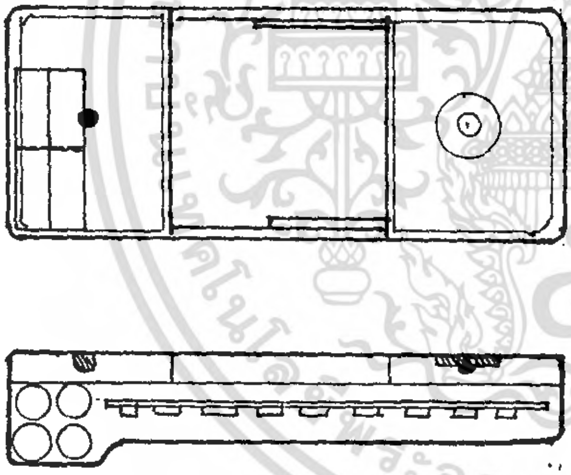
ออกแบบให้มีรูปทรงที่ทันสมัยสวยงาม พกพาได้อย่างสะดวกใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในขณะพกพา โดยเน้นขนาดของเครื่องเล็กลง สามารถส่งสัญญาณได้ชัดเจน โดยมีการป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก สามารถใช้กับหูโทรศัพท์ได้หลายรุ่น มีส่วนใช้เก็บอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ อย่างมีระเบียบ และสามารถหยิบใช้งานได้อย่างสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 รูปทรงเบื้องต้นและการจัดวางอุปกรณ์ภายใน

สิ่งสำคัญประการแรก ในการจัดวางตำแหน่งต่าง ๆ ของอุปกรณ์คือการกำหนดรูปทรงเบื้องต้นของตัวถังเครื่อง เนื่องจากรูปแบบของตัวถังเครื่อง จะเป็นตัวกำหนดการออกแบบแผ่นวงจรภายใน และการจัดวางอุปกรณ์ภายใน โดยจะยึดพฤติกรรม ของผู้ใช้เป็นหลัก

การใช้งานของเครื่อง ผู้ส่งสัญญาณ (ผู้ป่วย) จะต้องนำหูโทรศัพท์มาแนบไว้กับเครื่อง เพราะฉะนั้น ตัวเครื่องจะทำหน้าที่คล้ายกับแป้นวางหูโทรศัพท์ รูปทรงโดยรวมจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่สามารถปรับระหว่างไมค์และลำโพงได้ รูปทรงเบื้องต้นและการจัดวางอุปกรณ์ภายในที่เป็นไปได้มี 2 แบบคือ



Scale 1:2.5

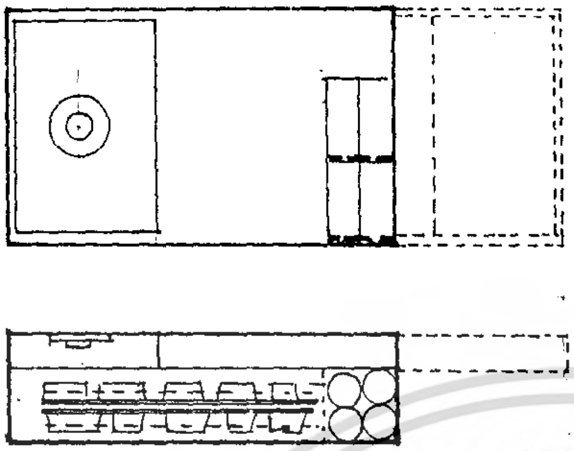
1. แผ่นวงจร 1 แผ่น

อุปกรณ์ภายในประกอบด้วยแผ่น PCB ขนาด 6"x2.8" จำนวน 1 แผ่น Battery 1.25 V จำนวน 8 ก้อน ด้านบนของเครื่องมีลักษณะเป็นแป้นวางหูโทรศัพท์ที่สามารถปรับระยะระหว่างไมค์และลำโพงได้ ขนาดของเครื่องโดยประมาณกว้าง 8cm ยาว 18.2 หนา 2-3.5 cm

2. แผ่นวงจร 2 แผ่น

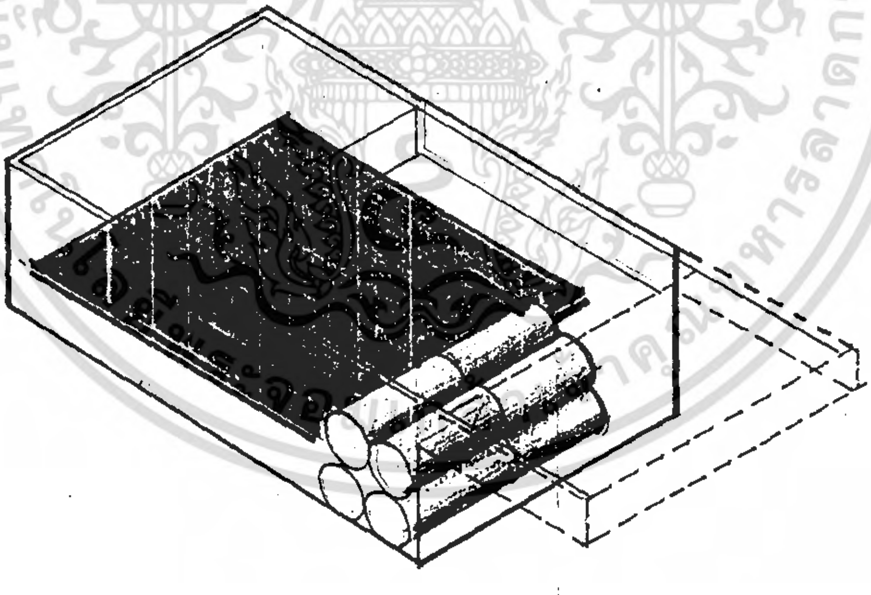
อุปกรณ์ภายในประกอบด้วยแผ่น PCB ขนาด 3"x2.8" จำนวน 2 แผ่น Battery 1.25V จำนวน 8 ก้อน ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ของเครื่องเป็นแป้นวางหูโทรศัพท์ที่สามารถปรับระยะระหว่างไมค์และลำโพงได้ ขนาดของเครื่องสามารถปรับได้ เมื่อต้องการใช้งานและพับเก็บเมื่อไม่ใช้งาน ขนาดของเครื่องโดยประมาณกว้าง 8cm ยาว 13cm เมื่อไม่ใช้งานยาว 18.5cm เมื่อใช้วางหูโทรศัพท์หนา 3.5cm

ในการพิจารณารูปทรงพื้นฐานและการจัดวางอุปกรณ์ภายในของเครื่อง จะพิจารณาถึงขนาดของตัวเครื่องเป็นหลัก เพราะเครื่องนี้จำต้องพกพาไปในที่ต่าง ๆ ถ้าเครื่องเกิดมีขนาดใหญ่ ถึงแม้จะสามารถพกพาได้ แต่ก็จะทำให้ผู้พกพาเสียบุคลิก เพราะฉะนั้นจึงเลือกรูปทรงเบื้องต้นและการจัดวางอุปกรณ์ภายในแบบที่ 2 เพราะมีขนาดเล็กกะทัดรัด



120

รูปแสดงการจัดวางแผ่น PCB และ BATTERY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ตำแหน่งของส่วนควบคุมและส่วนแสดงผล

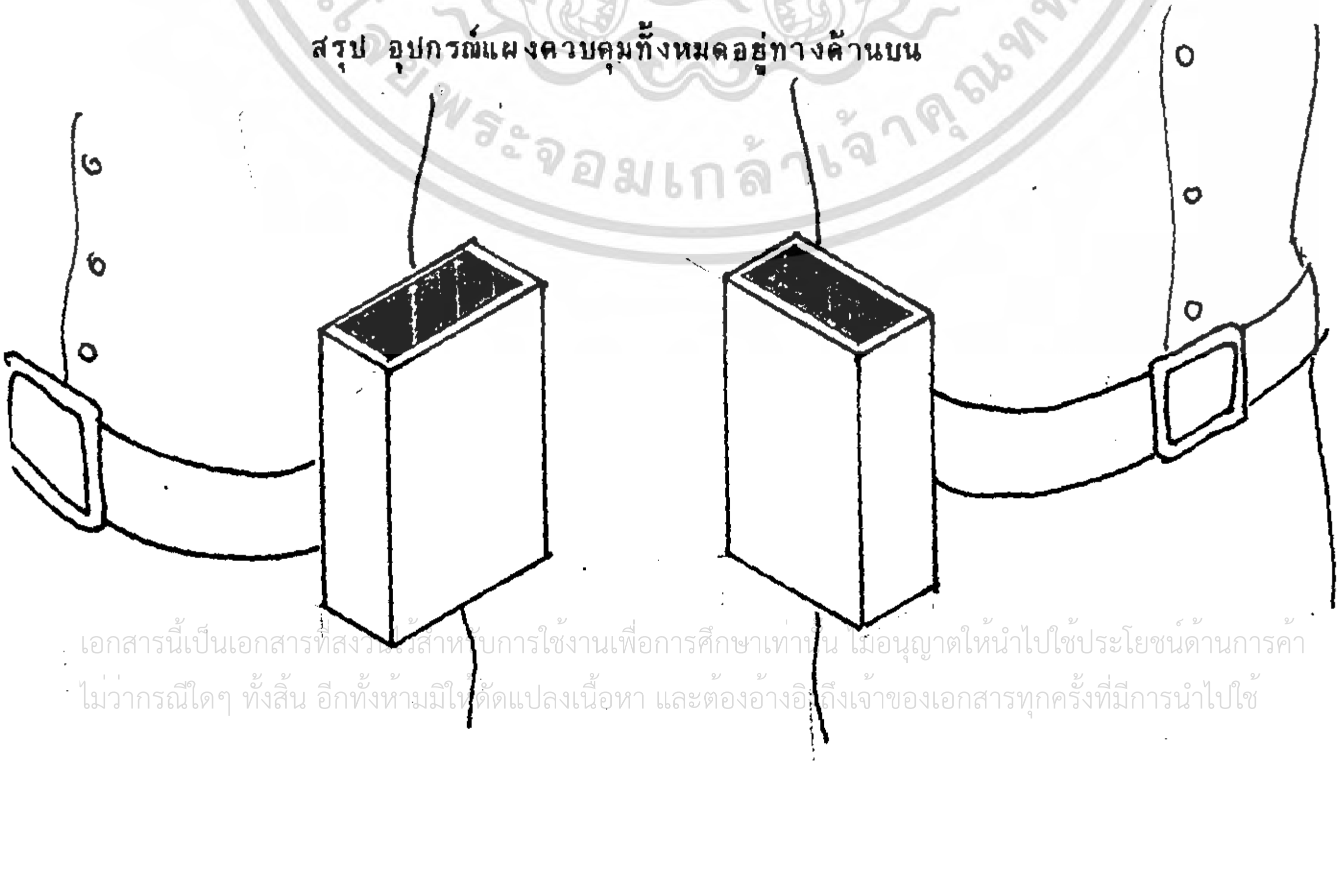
ในการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ บนตัวเครื่องจะพิจารณาถึงพฤติกรรมของผู้ใช้และ ERGONOMICS เป็นหลักโดยจะทำการพิจารณาอุปกรณ์ต่าง ๆ ทีละชิ้น

1.POWER SWITCH ควรจะอยู่ในตำแหน่งที่ใช้งานได้สะดวกไม่ว่าจะพกเครื่องอยู่ทางด้านซ้ายหรือขวา เพราะฉะนั้นตำแหน่งของ POWER SWITCH ที่เหมาะสมคือด้านบนของตัวเครื่อง

2.SELECTOR PUSH BOTTON SWITCH ควรจะอยู่ในตำแหน่งที่มองเห็นได้อย่างชัดเจน เพราะต้องเลือกกดให้ถูกต้อง สามารถใช้งานได้สะดวกเมื่อพกเครื่องอยู่ทางซ้ายหรือขวา ตำแหน่งที่เหมาะสม คือ ด้านบน

3.ช่องเสียบ Lead Cadle สามารถใช้ได้สะดวกทั้งพกทางด้านซ้ายและขวา ตำแหน่งที่เหมาะสมคือ ด้านบน

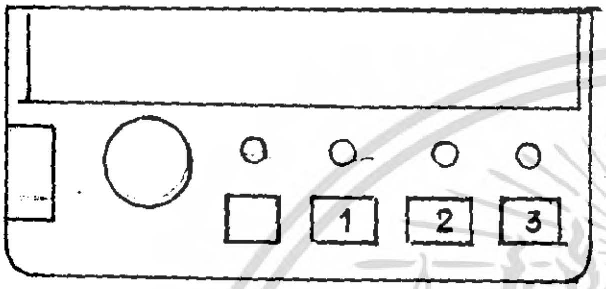
สรุป อุปกรณ์แผงควบคุมทั้งหมดอยู่ทางด้านบน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาการจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ

แบบที่ 1

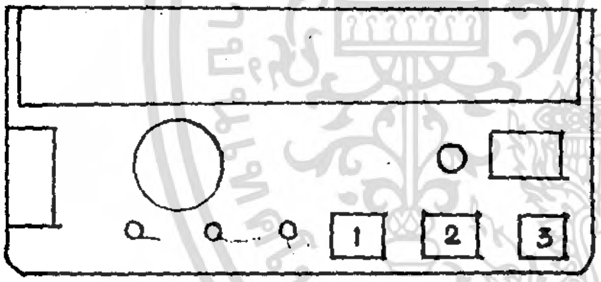


-ขณะทำการกดปุ่มขณะพกพามืออาจจะบัง LED ทำให้มองไม่เห็น

-ปุ่ม POWER SELECTOR วางเรียงกันอยู่ให้ความต่อเนื่องและลำดับการใช้งานแต่อาจจะทำให้กดพลาด

-JACK อยู่ทางมุมด้านซ้าย ในการพกพาทางด้านซ้ายสายอาจจะมาพาดกับปุ่มทำให้การใช้งานไม่สะดวก

แบบที่ 2

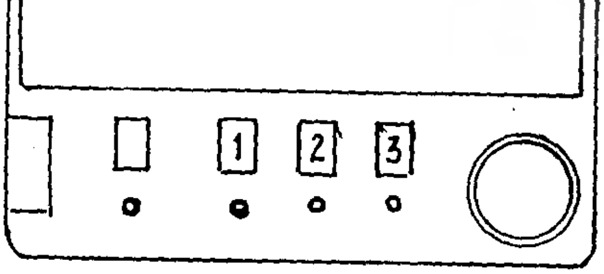


-ปุ่ม Selector,Power แยกออกจากกันทำให้การกดแม่นยำมากขึ้น

-LED อยู่ทางด้านข้างของปุ่ม ไม่ถูกบังเมื่อกด Selector

-ช่องเสียบ Lead Cable อาจบังปุ่ม Selector

แบบที่ 3



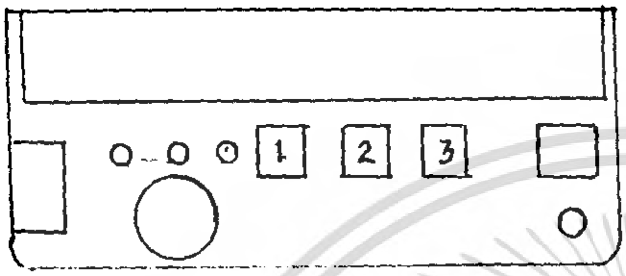
-Selector,Power แยกกันทำให้การกดแม่นยำขึ้น

-LED อยู่ด้านล่างเมื่อกดปุ่มมือจะไม่บัง

-ช่องเสียบ Lead อยู่ด้านล่าง ไม่บังปุ่ม แต่อาจบัง LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 4



-Selector และ Power อยู่บรรทัดเดียวกัน แต่ห่างกัน การกดแม่นยำ

-LED อยู่ด้านบน (บรรทัดเดียวกัน) ตอนกดปุ่ม มือไม่บัง LED

-ช่องเสียบ Lead Cable อยู่ด้านล่าง Lead Cable ไม่บังปุ่ม และ LED

สรุป การจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ แบบที่ 3 เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 วิธีการวางหูโทรศัพท์เข้ากับตัวเครื่อง

เครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ จะทำการแปลงคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นสัญญาณเสียงส่งออกมาทางลำโพงของเครื่อง เข้าสู่ MIC ของหูโทรศัพท์ เพราะรับสัญญาณการควบคุมเครื่องจากปลายทาง เข้าทาง MIC ของตัวเครื่อง หลักการสำคัญในการออกแบบแป้นวางหูโทรศัพท์ คือทำให้ MIC ของเครื่องแนบกับลำโพงของหูโทรศัพท์และลำโพงของเครื่องแนบกับ MIC ของหูโทรศัพท์มากที่สุด เพื่อป้องกันสัญญาณเสียงรบกวนจากภายนอกซึ่งจะทำให้คลื่นที่ส่งออกไปถูกรบกวน

โทรศัพท์ที่ใช้กันโดยทั่วไป มีขนาดของงหูโทรศัพท์ที่แตกต่างกันออกไป การออกแบบแป้นวางหูโทรศัพท์และวิธีการวางหูโทรศัพท์ให้แนบกับตัวเครื่องโดยใช้กับหูโทรศัพท์ได้หลายรุ่น มีวิธีการที่สามารถจะเป็นไปได้อยู่ 4 วิธีคือ

แบบที่ 1 <u>ลักษณะ</u> -ไมล์และลำโพงจะยึดติดกับตัวเครื่องตลอดเวลา

-ระยะห่างระหว่างไมล์และลำโพงสามารถปรับได้

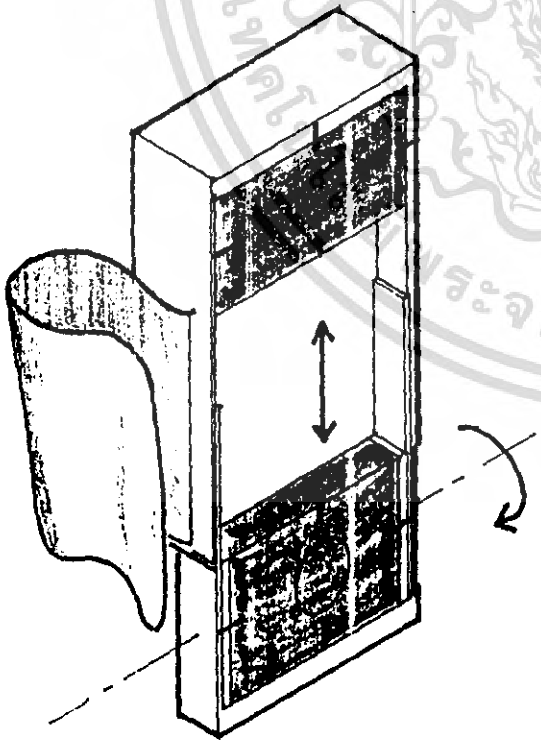
-มีฟองน้ำรองรับ DEPT ของหูโทรศัพท์เพื่อป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก

-มีเข็มขัด,สายรัดช่วยรัดให้หูโทรศัพท์แนบกับเครื่องแทน

การใช้มือกด

-มีกราฟฟิกช่วยในการบอกตำแหน่งของไมล์และลำโพง

-ส่วนที่เป็นลำโพงของเครื่องสามารถปรับระนาบความเอียงได้

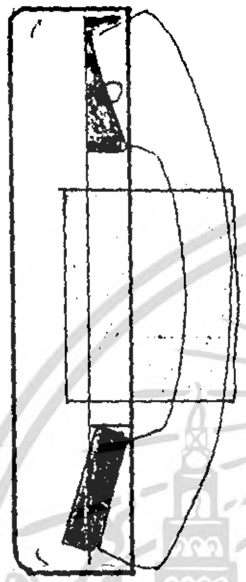


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>วิธีการ</u> (โดยละเอียด)

1.ดึงสายวัดออกขยายขนาดแป้นวาง

2.นำหูโทรศัพท์มาทาบกับเครื่อง ปรับระยะของไมค์และลำโพง



3.นำหูโทรศัพท์แนบไปที่แป้นโดยใช้ GRAPHIC ช่วยกะตำแหน่งของลำโพงและไมล์

4.รัดเข็มขัดให้หูโทรศัพท์แนบกับเครื่องแทนการใช้มือกด

ทำการส่งสัญญาน

5.ดึงสายรัดออก

6.นำหูโทรศัพท์ออกจากแป้น,วางหูโทรศัพท์

7.SLIDE,พับ แป้นเข้าที่เดิม เก็บสายรัดเข้าที่เดิม

แบบที่ 2

วิธีที่ 2 TWO MOVE

<u>ลักษณะ</u> -ส่วนที่เป็นไมล์และลำโพงมีลักษณะเป็นห่วงนำไปรัดกับหูโทรศัพท์

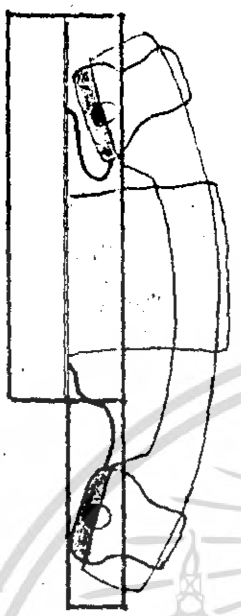
-แป้นวางหูโทรศัพท์สามารถปรับความยาวได้

-บริเวณไมล์และลำโพงที่ห่วงรัดมีฟองน้ำช่วยป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก

-มีห่วงรัดมีกราฟฟิกช่วยในการกะตำแหน่ง

-มีเข็มขัด,สายรัดช่วยประคองหูโทรศัพท์ให้อยู่กับตัวเครื่องแทนการใช้มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีการ (ขั้นตอนโดยละเอียด)

1. ขยายขนาดของแป้นวางหูโทรศัพท์

2. หยิบห่วงรัดไปรัดกับไมล์ของหูโทรศัพท์

3. หยิบห่วงรัดไปรัดกับลำโพงของหูโทรศัพท์

4. นำหูโทรศัพท์รัดไว้กับตัวเครื่องแทนการถือ

ทำการส่งสัญญาณ

5. ปลดสายรัดออก หยิบหูโทรศัพท์ออกมา

6. ถอดห่วงรัด ทั้ง 2 ออกจากหูโทรศัพท์

7. วางหูโทรศัพท์

8. เก็บห่วงรัดทั้ง 2 เข้าที่เดิม

9. SLIDE, พับแป้นเข้าที่เดิม เก็บสายรัดเข้าที่

แบบที่ 3

<u>ลักษณะ</u> -ส่วนไมล์ของเครื่องยึดติดกับแป้นวาง

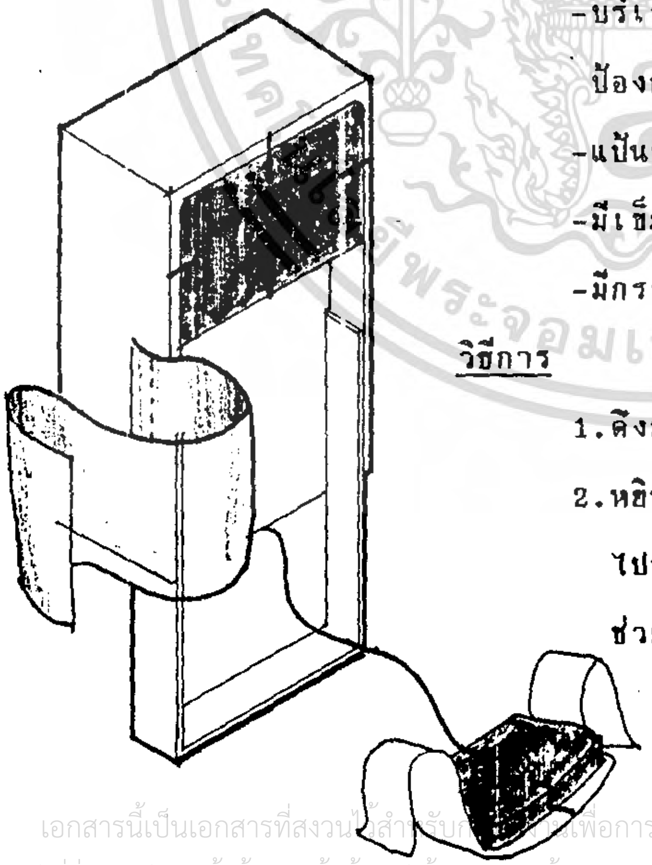
-ส่วนลำโพงของเครื่องเป็นห่วงรัด

-บริเวณไมล์และลำโพงของเครื่องมีฟองน้ำ ป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก

-แป้นวางหูโทรศัพท์สามารถปรับความยาวได้

-มีเข็มขัดรัดประคองหูโทรศัพท์แทนการใช้มือ

-มีกราฟฟิกช่วยในการกะตำแหน่ง

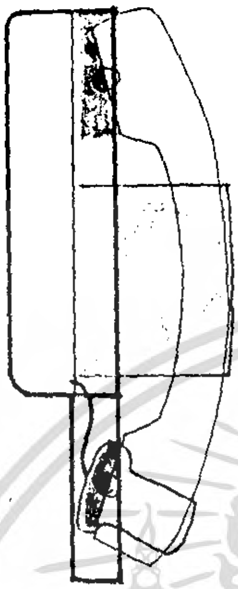


<u>วิธีการ</u>

1. ดึงสายรัดออกขยายขนาดแป้นวางหูโทรศัพท์

2. หยิบส่วนลำโพงของเครื่องซึ่งเป็นห่วงรัด ไปรัดกับไมล์ของหูโทรศัพท์ โดยใช้กราฟฟิกช่วยในการกะตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.นำหูโทรศัพท์มาแนบกับแป้นโดยใช้กราฟ
ฟิกช่วยในการกะตำแหน่งให้ไมล์ของเครื่อง
ตรงกับลำโพงของหูโทรศัพท์

4.รัดเข็มขัดให้หูโทรศัพท์แนบกับแป้น

ทำการส่งสัญญาน

5.ดึงสายรัดออกนำหูโทรศัพท์ออกจากแป้นวาง

6.ปลดห่วงรัดออกจากไมล์ของหูโทรศัพท์

7.วางหูโทรศัพท์

8.เก็บห่วงรัดเข้าที่

9.พับ,SLIDE แป้นวางเข้าที่เดิม เก็บสายรัดเข้าที่

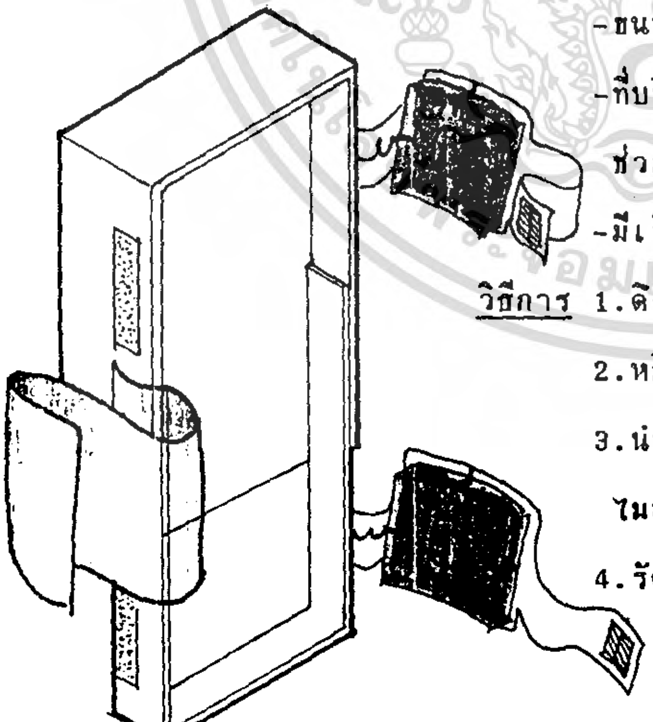
แบบที่ 4.

<u>ลักษณะ</u> -ไมล์และลำโพงของตัวเครื่องมีลักษณะเป็นสายรัดที่ปลายข้างหนึ่งยึดติดกับแป้นวางหูโทรศัพท์

-ขนาดของแป้นวางสามารถปรับได้

-ที่บริเวณลำโพงและไมล์ของตัวเครื่องมีฟองน้ำช่วยป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก

-มีเข็มขัด,สายรัดช่วยประคองหูโทรศัพท์แทนการถือ



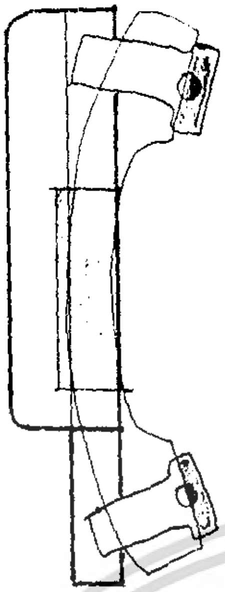
<u>วิธีการ</u> 1.ดึงสายรัดออกขยายแนวแป้นวางหูโทรศัพท์

2.หยิบไมล์และลำโพงออกจากแป้นวาง

3.นำหูโทรศัพท์มาวางที่แป้นโดยหันด้านที่เป็นไมล์และลำโพงออก

4.รัดเข็มขัดให้หูโทรศัพท์ติดกับแป้นแทนการถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



5. วัดส่วนที่เป็นไมล์และลำโพงกับหูโทรศัพท์

ทำการส่งสัญญาน

6. ปลดสายวัดไมล์และลำโพงออกจากหูโทรศัพท์

7. ปลดสายรัดหูโทรศัพท์ออก หยิบโทรศัพท์ไปวาง

8. เก็บสายวัดไมด์และลำโพงเข้าที่เดิม

9. พับแป้นวางหูโทรศัพท์เข้าที่เดิม เก็บสายวัดเข้าที่

ตารางการวิเคราะห์วิธีการวางหูโทรศัพท์

REQUIREMENT	CRADIT	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4
การป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก	3	3	3	4	4
ความแม่นยำในการประกบไมด์กับลำโพง	3	3	4	3	4
จำนวนขั้นตอนการใช้งาน	1	4	1	3	2
ความยากง่ายในการใช้เงิน	1	4	1	3	2
ความสะดวกในการใช้งานบนโต๊ะ	1	4	1	3	2
ความสะดวกในการใช้งานขณะพกพา	2	4	2	3	3
การเดินสายไมล์ลำโพง	1	4	2	3	3
	รวม	46	33	42	39

4 ดีมาก 3 ดี 2 ปานกลาง 1 พอใช้

สรุป เลือกวิธีการวางหูโทรศัพท์ แบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การขยายแป้นวางหูโทรศัพท์

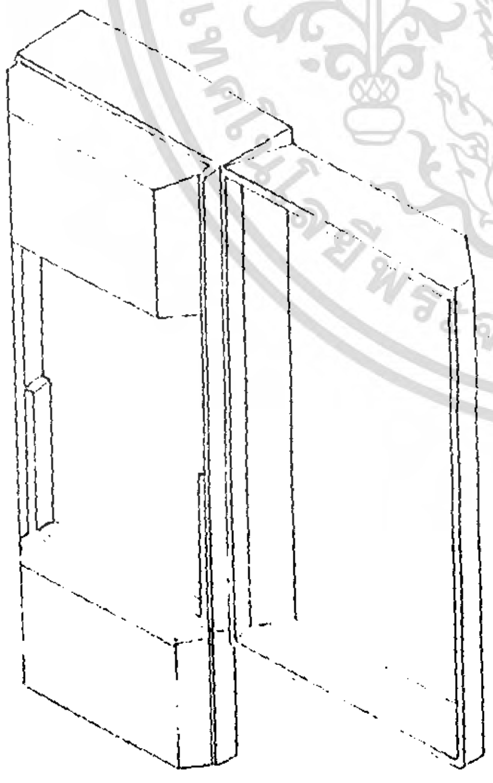
การขยายของแป้นวางหูโทรศัพท์ ให้สามารถวางหูโทรศัพท์ได้ เมื่อต้องการใช้งานและพับให้มีขนาดเล็กกระทัดรัดเมื่อไม่ใช้งาน นอกจากจะออกแบบให้ใช้งานได้สะดวกแล้ว ยังสามารถป้องกันละโพงและไมค์จากฝุ่นละอองและการกระทบกระแทกจากภายนอกอีกด้วย

หลักในการออกแบบคือ พื้นที่ระหว่างไมค์และลำโพงของแป้นวางต้องเป็นที่ว่าง

-เพราะโทรศัพท์มือถือส่วนใหญ่จะมี FACE เป็นเส้นตรง

-การที่ช่องว่างนี้มีระดับที่ต่ำไม่พอ อาจจะไปค้ำกับบริเวณของปุ่มโทรศัพท์ ทำให้การวางหูโทรศัพท์กับแป้นไม่แนบสนิทเท่าที่ควร

แบบที่ 1



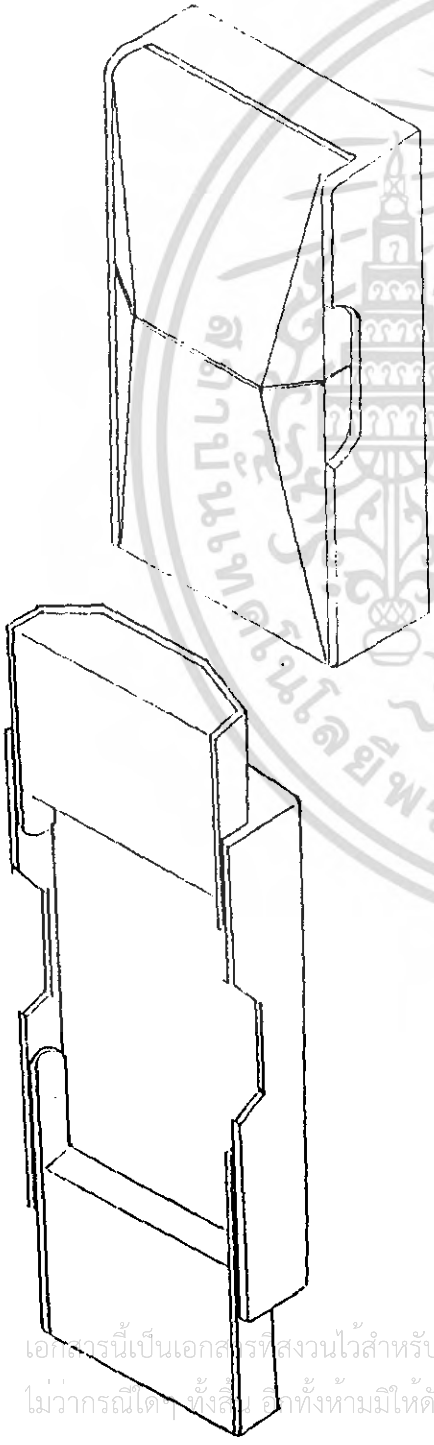
เป็นการขยายขนาดแป้นวางหูโทรศัพท์โดยการเลื่อน (SLIDE) ส่วนที่เป็นลำโพงออกจากตัวเครื่อง มีส่วนปิดไมล์และลำโพงอยู่ทางด้านข้าง เป็นบานเปิด (SWIG) โดยเปิดออกทางด้านข้าง

ขั้นตอนการใช้งาน เริ่มจากเลื่อนส่วนที่เป็นลำโพงออกจากตัวเครื่อง เปิดฝาครอบไมค์และลำโพง นำหูโทรศัพท์มาแนบโดยปรับระยะของไมค์และลำโพงของเครื่องให้ตรงกับหูโทรศัพท์ วิธีนี้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดินสายไฟไปยังไมด์และลำโพงทำได้ง่าย แต่ชิ้นส่วนประกอบมีมาก การใช้งานมีหลายขั้นตอน

แบบที่ 2

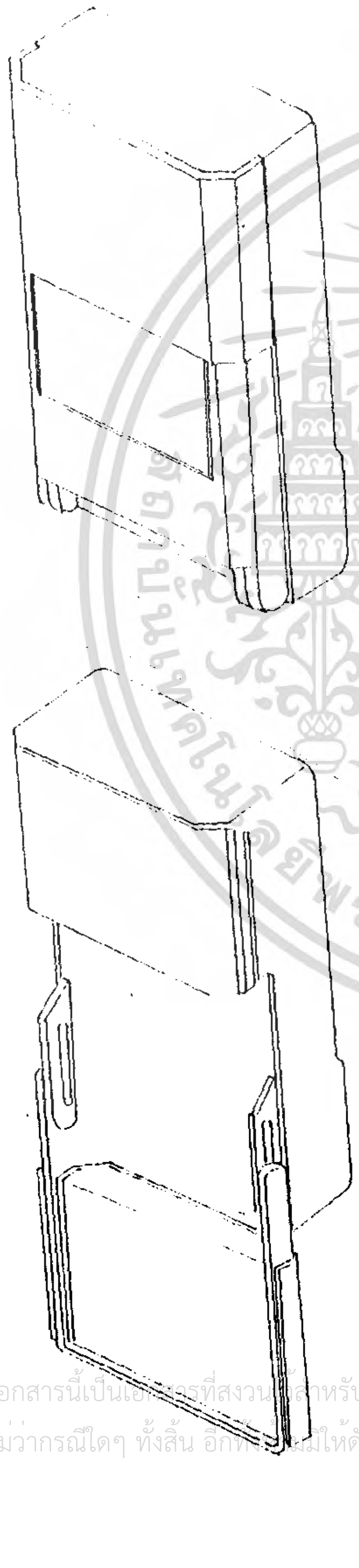


เป็นการขยายขนาดแป้นวางหูโทรศัพท์ โดยการพับส่วนที่เป็นไมด์และลำโพงของเครื่องออกจากกัน ส่วนที่เป็นไมด์จะกางขึ้นข้างบน ส่วนที่เป็นลำโพงกางลงข้างล่าง การพับทั้ง 2 ส่วนนี้ เป็นการพับเก็บไมด์และลำโพงไปในตัว

ขั้นตอนการใช้งาน กางส่วนที่เป็นไมด์และลำโพงออกจากกัน หูโทรศัพท์มาแนบกับตัวเครื่องให้ตรงกับตำแหน่งของไมด์และลำโพง โดยการปรับความยาวของแป้นโทรศัพท์ (บานพับส่วนลำโพงสามารถเลื่อนเข้าออกได้) วิธีนี้ขั้นตอนการใช้งานน้อยกว่าวิธีแรก ชิ้นส่วนประกอบยังมีจำนวนมากอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 3



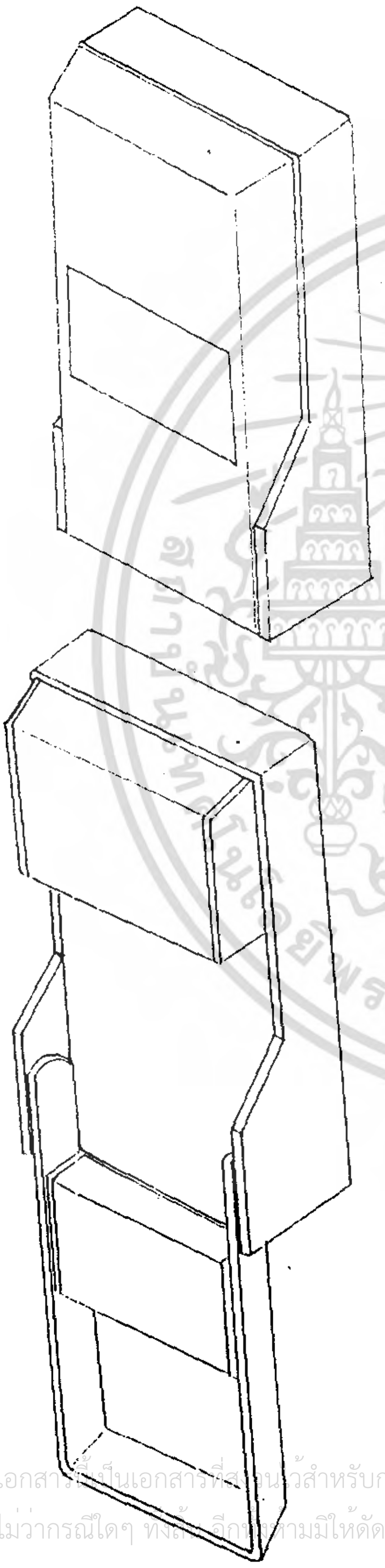
เป็นการขยายขนาดโดยการพับ กางส่วนที่เป็นลำโพงเท่านั้น ส่วนที่เป็นลำโพงนี้ยังสามารถเลื่อนเข้าออกตัวเครื่องได้ด้วย ส่วนฝาครอบไมค์จะเป็นบานเลื่อนอยู่ใต้ส่วนที่เป็นลำโพง เมื่อพับส่วนที่เป็นลำโพงขึ้นมาจะเป็นการพับซ่อนลำโพงไปในตัว จากนั้นก็จะถูกเลื่อนขึ้นไปปิดส่วนที่เป็นไมค์ทางด้านข้างของไมค์จะเป็นรางเลื่อนที่เชื่อมต่อกับด้านข้างของส่วนลำโพง

ขั้นตอนการใช้งาน เลื่อนฝาครอบไมค์ลงไปอยู่ในส่วนลำโพง จากนั้นก็ถากส่วนลำโพงด้านล่าง ปรับระยะให้พอดีกับหูโทรศัพท์ แล้วค่อยเจาะหูโทรศัพท์มาแนบให้สนิท

วิธีการที่ 3 นี้ใช้งานได้สะดวกคล่องตัว การเคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากการเคลื่อนไหวของฝาครอบส่วนบนของเครื่องได้ ส่วนปิดด้านบนบางส่วน ไมค์จึงต้องเป็นขอบสูงขึ้นมาจากตัวเครื่อง ส่วนนี้เองที่อาจจะค้ำกับหูโทรศัพท์ ทำให้ส่วนที่เป็นลำโพงทำให้การแนบไม่สนิทเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 4



เป็นการขยายขนาดแป้นวาง โดยการพับ,กางออก เฉพาะส่วนที่เป็นลำโพง และสามารถเลื่อนเข้าออกเพื่อปรับระยะได้ด้วยเพื่อให้ปรับระยะของไมค์ ตัด(ต่อ) จากส่วนลำโพงลงไปด้านล่าง(เมื่อกางออก) การพับลำโพงชิ้นส่วนฝาครอบนี้จะไปครอบส่วนที่เป็นไมค์พอดี ส่านครอบนี้ยังครอบถึงด้านบนของไมค์ด้วยเป็นการแก้ปัญหาจาก แบบที่ 3

ขั้นตอนการใช้งานสะดวก คือการออกจังหวะเดียวก็พร้อมจะใช้งาน แต่ขนาดของเครื่องเมื่อกางออกจะมีความยาวมากกว่าแบบอื่น เครื่องนี้จะกางก็ต่อเมื่อใช้งาน ตอนที่ใช้งานนั้นก็จะไม่มีการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนย้ายไปไหน ความยาวที่เกิดขึ้นจึงไม่เป็นผลกระทบแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REQUIREMENT	CREDIT	1	2	3	4
ขั้นตอนการใช้งาน	3	1	2	3	4
จำนวนชิ้นส่วนประกอบ	2	2	3	3	4
ความสะดวกในการควบคุมเมื่อทำการขยายขนาด	1	4	2	2	4
ความสามารถในการรับแสง	2	4	3	3	3
รวม		15	17	22	30

สรุป เลือกวิธีการขยายขนาดของแป้นวางหูโทรศัพท์แบบที่ 4

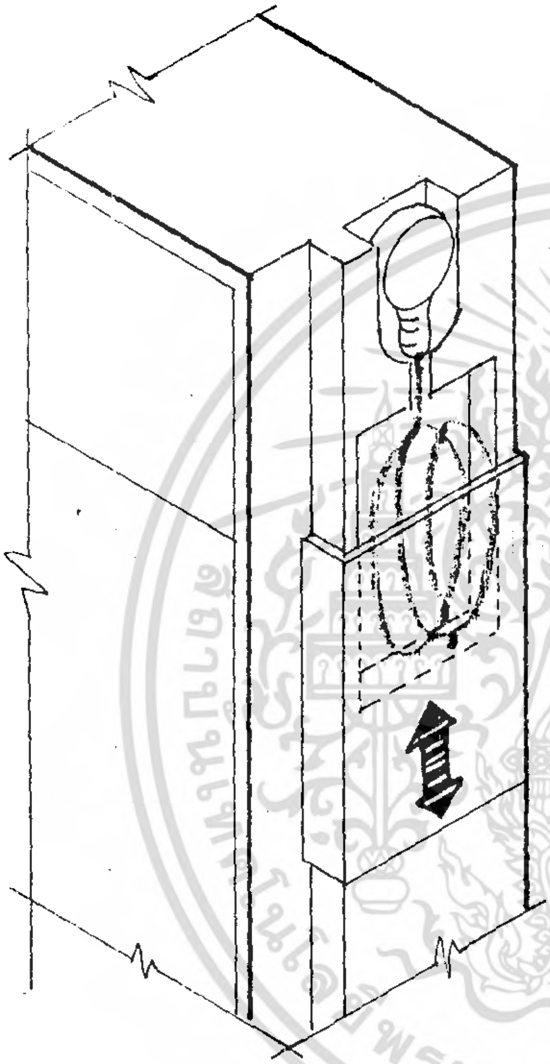
3.1.5 ตำแหน่งและวิธีการทับสายหูฟัง

ในการออกแบบส่วนเก็บสายหูฟังของเครื่องนี้จะเน้นพฤติกรรมการใช้งานเป็นหลัก เนื่องด้วยผู้ป่วยจะมีรายการปกติ ขณะทำการส่งสัญญาณดังนั้นจึงพยายามที่จะออกแบบให้ใช้งานได้ง่ายและสลับซับซ้อนน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังคำนึงถึงการใช้งานในที่แสงสว่างน้อยและยังคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การเดินสายไฟ ชิ้นส่วนประกอบ

วิธีการเก็บสายหูฟังและวิธีการหยิบใช้ที่สามารถตอบสนองความต้องการข้างต้นมีด้วยกัน 4 แนวทาง ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 1



ตำหน่งของการเก็บจะอยู่ทางด้านข้างของตัวเครื่อง มีลักษณะเป็นช่องพับแบบมีฝาเลื่อนเปิด ปิด ส่วนที่เป็นหูฟังจะเหน็บอยู่ทางด้านบน สายหูฟังจะม้วนเก็บอยู่ในช่องด้านล่าง

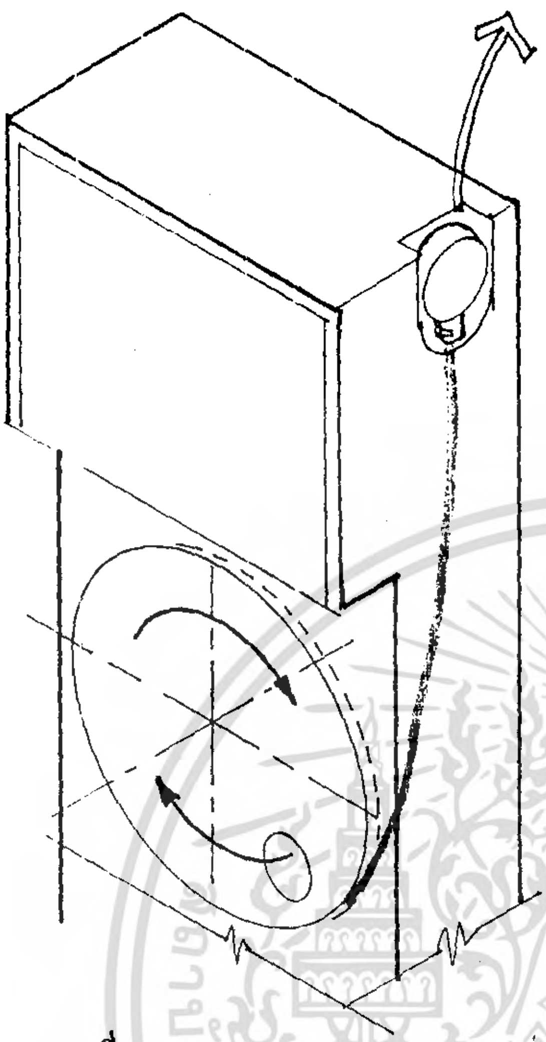
ขั้นตอนการใช้งาน หยิบหูฟังที่เหน็บอยู่ทางด้านบน ดึงขึ้นมาไว้ที่หูได้ทันทีที่ต้องการใช้งาน ส่วนการเก็บนั้นจะนำสายมาพันกับนิ้วทั้ง 3 แล้วดึงนิ้วออก จะได้ขดสายไฟ เปิดช่องเก็บสายไฟโดยการเลื่อนลง นำเอาขดสายเก็บเข้าไปในช่องเอาหูฟังเหน็บไว้ในร่องเก็บ

วิธีการแบบที่ 1 นี้สามารถใช้งานทันที รวดเร็วแต่ตอนเก็บค่อนข้างยากนิดนึง เพราะต้องใช้มือหนึ่งเป็นแกนอีกมือหนึ่งพันแล้วพันได้แค่ไหนจึงจะพอดี

แบบที่ 2

ตำแหน่งการเก็บสายหูฟังอยู่บริเวณแป้นวางหูโทรศัพท์ ส่วนหูฟังจะเหน็บอยู่ด้านข้างค่อนไปทางตอนบนของตัวเครื่อง

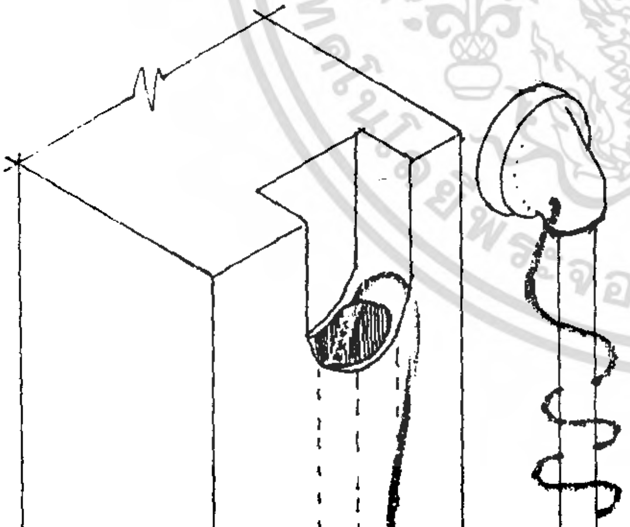
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขั้นตอนการใช้งาน หยิบหูฟังที่เหน็บอยู่ทางด้านบนดึงขึ้นมาเหน็บไว้ที่หูได้ทันที ส่วนการเก็บนั้นก็ปลดลำโพงออกจากหู หมุนกว้าง (วงล้อ) บริเวณแป้นหูโทรศัพท์จนสุด ไม่สามารถหมุนต่อได้ แล้วนำหูฟังเหน็บไว้ที่เดิม

วิธีนี้ใช้งานง่าย การเก็บก็ง่าย เพียงมือเดียวก็สามารถใช้งานได้ ทุกขั้นตอน แต่ชิ้นส่วนจะมาก การเดินสายซับซ้อนสักนิด

แบบที่ 3



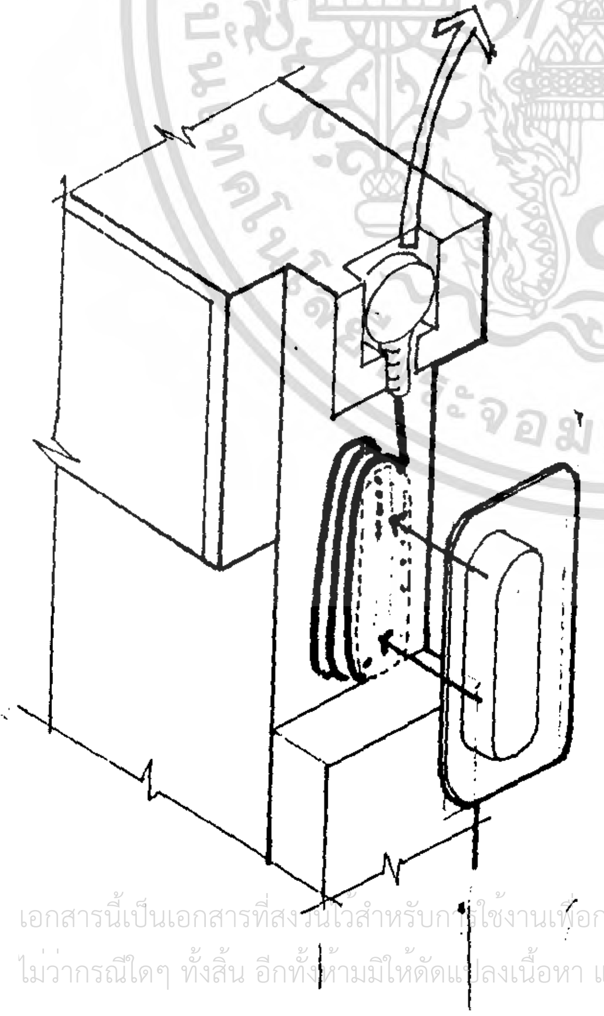
ตำแหน่งการทับสายหูฟังจะอยู่ทางด้านข้าง ที่หูฟังจะมีแกนสำหรับพันสายไฟในลักษณะการพันแบบเป็นเกลียวรอบแกน มีช่องในแนวตั้งสำหรับเสียบแกนนี้ลงไปและหูฟังนี้เองจะทำหน้าที่ปิดฝาของช่องนี้พอดี

ขั้นตอนการใช้งาน หยิบหูฟังขึ้นมาตรง ๆ ไปเหน็บที่หูได้เลย ตอนเก็บก็เอาสายหูฟังพันเป็นเกลียวรอบแกนและเสียบลงไปในช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการนี้ สมาชิกหยิบไปได้รวดเร็ว คล่องตัว ขั้นตอนการเก็บง่ายกว่าแบบที่ 1 แต่ยากกว่าแบบที่ 2 ชิ้นส่วนประกอบมีน้อย การพันนั้นต้องพันไล่กันไปบนแกน จากบน (ส่วนที่ใกล้หูฟัง) ลงล่าง ถ้าพันทับกันที่เดิม อาจทำให้มีขนาดใหญ่จนเสียบลงช่องไม่ได้ แกนที่จะให้พันรอบก็มีขนาดเล็กทำให้ต้องพันหลายรอบ

แบบที่ 4



ตำแหน่งของการเก็บสายอยู่ทางด้านข้างของตัวเครื่อง มีแกนพันสายติดอยู่กับตัวเครื่องที่เหน็บหูฟังอยู่ด้านข้างตอนบน

ขั้นตอนการใช้งาน ดึงแกนพันสายออก แล้วหยิบหูฟังจากที่เหน็บดึงขึ้นมาตรง ๆ มาเหน็บที่หู การเก็บจะนำแกนพันสายออก แล้วหยิบหูฟังจากที่เหน็บดึงขึ้นมาตรง ๆ มาเหน็บที่หู การเก็บจะนำแกนพันสายเสียบเข้าที่เดิมแล้วเอาสายมาพันรอบแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการนี้ การหยิบใช้เป็น 2 ขั้นตอนคือดึงแกนออกแล้วดึงชั้น การเก็บสายก็ 2 ขั้นตอน และยังต้องพันสายหลายรอบกว่าจะเรียบร้อย ถ้าเกิดต้องพกพาส่วนพันสายหันไปทางด้านหลังของผู้ใช้จะทำงานลำบาก แต่ชิ้นส่วนประกอบน้อย การเดินสายไฟ ง่าย เก็บสายได้เป็นระเบียบพอสมควร

ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งและการเก็บสายไฟ

REQUIREMENT	CREDIT	1	2	3	4
ความคล่องตัวในการใช้งาน	3	4	4	4	3
ความสะดวกในการเก็บสายเมื่อพกพา	3	2	4	3	2
ตำแหน่งที่เหมาะสมเมื่อใช้ขณะพกพา (การเก็บ)	2	2	4	3	2
ความสะดวกเมื่อใช้ในที่แสงสว่างน้อย	3	2	4	3	2
ความสะดวกในการเก็บสายเมื่อเครื่องวางบนโต๊ะ	2	3	4	3	3
จำนวนชิ้นส่วนประกอบ	1	3	2	4	4
การเดินสายในตัวเครื่อง	1	4	2	3	4
รวม		41	62	49	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 <u>การขยายขนาดของสายรัดหูโทรศัพท์</u>

เนื่องจากโทรศัพท์แต่ละรุ่นมีขนาดที่แตกต่างกัน ทำให้ความยาวของสายรัดต้องแตกต่างกันไปด้วย ความยาวของสายรัดที่ต้องการคือ 15 cm แต่สายรัดตัวเครื่องมีความยาว 8 cm เพราะฉะนั้นจะต้องทำการเก็บสายที่เหลืออีก 10 cm เมื่อไม่ต้องการใช้งาน

โดยจะเลือกวิธีการเก็บสาย 2 วิธีมาพิจารณา

1. <u>โดยวิธีการพับ</u> การเก็บสายจะทำการพับสายเป็น 2 ชิ้นกลับไปมา โดยจะมีจุดที่ยึดกับตัวแป้นวางหูโทรศัพท์โดยใช้เวลโครเทป เพื่อให้การพับสายเป็นระเบียบและสะดวกแก่การใช้งาน

2. <u>โดยใช้กว้านสปริง</u> การเก็บสายจะมีกระเป๋าะเก็บสายที่มีแกนเป็นสปริงก้นหอย ที่จะคอยดึงสายมาม้วนเก็บในกระเปาะ คล้ายกับตลับเมตรแกนกลางที่ใช้ ถ้ามีขนาดรัศมี 5 mm จะต้องทำการพันสายรอบแกน 3 รอบ โดยแต่ละรอบจะมีความยาวประมาณ 3.14 cm ทำให้กระเปาะส่วนนี้มีขนาดประมาณ (เส้นผ่าศูนย์กลาง) 16 mm

3. <u>สายรัดยางยืด</u> โดยอาศัยคุณสมบัติของยางยืดที่สามารถปรับความยาวได้ตามต้องการและรัดแนบกับส่วนโค้งของหูโทรศัพท์ได้เป็นอย่างดี โดยการดึงเวลโครเทปทางด้านซ้ายออกแล้วนำหูโทรศัพท์มาวาง จากนั้นรัดสายโดยนำเวลโครเทปมาติดที่เดิม

REQUIREMENT	RD	1	2	3
ความสะดวกในการใช้งาน	2	1	3	2
การถอดทำความสะอาด	1	2	1	3
ขนาดของตัวเครื่อง	1	2	1	3
จำนวนชิ้นส่วนประกอบ	1	2	1	2
การซ่อมบำรุง	1	2	1	2
		10	10	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุป</u> เลือกการเก็บสายแบบที่ 3

3.1. ตำแหน่งของตัวเครื่องเมื่ออยู่กับชุดอุปกรณ์ประกอบ

ส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบนี้ใช้กับ Lead cable, Lead wire, สำลี, Red dot, แอลกอฮอล์, Benzoid ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการติด Electrode ตามจุดต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล ผู้ป่วยจะได้รับชุดเครื่องส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจทางโทรศัพท์ ตัวเครื่องจะติดอยู่ที่ชุดอุปกรณ์ประกอบ เมื่อผู้ป่วยเกิดอาการแน่นหน้าอกผิดปกติ ต้องการใช้เครื่องก็สามารถใช้ได้ทันที

การพิจารณาตำแหน่งของเครื่องจะพิจารณาจากตัวเครื่องเป็นหลัก

ด้านบน เป็นตำแหน่งของ ภาคควบคุม และภาค DISPLAY

ด้านหน้า เป็นตำแหน่งของแป้นวางหูโทรศัพท์

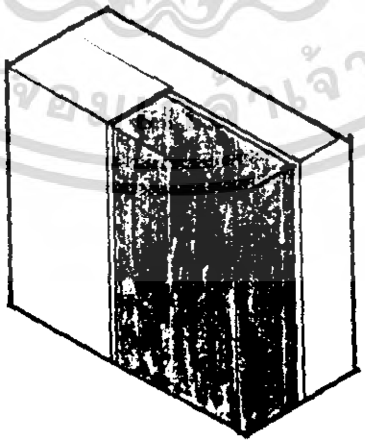
ด้านซ้าย เป็นตำแหน่งของปลาย FIX ของสายรัด

ด้านขวา เป็นตำแหน่งปลาย MOVE ของสายรัด

ด้านล่าง เป็นตำแหน่งที่ขยายขนาดของแป้นวางลงมา

ด้านหลัง เป็นตำแหน่งตะขอเกี่ยวกับหูเข็มขัด

จากการพิจารณาพบว่า ตำแหน่งของอุปกรณ์ประกอบที่เหมาะสมคือด้านหลัง ด้านซ้ายเท่านั้น ตำแหน่งอื่นเป็นตำแหน่งที่มีการใช้งาน การพกพาเครื่องออกจากโรงพยาบาล จะใช้สายสะพายตรง หรือสะพายเฉียง



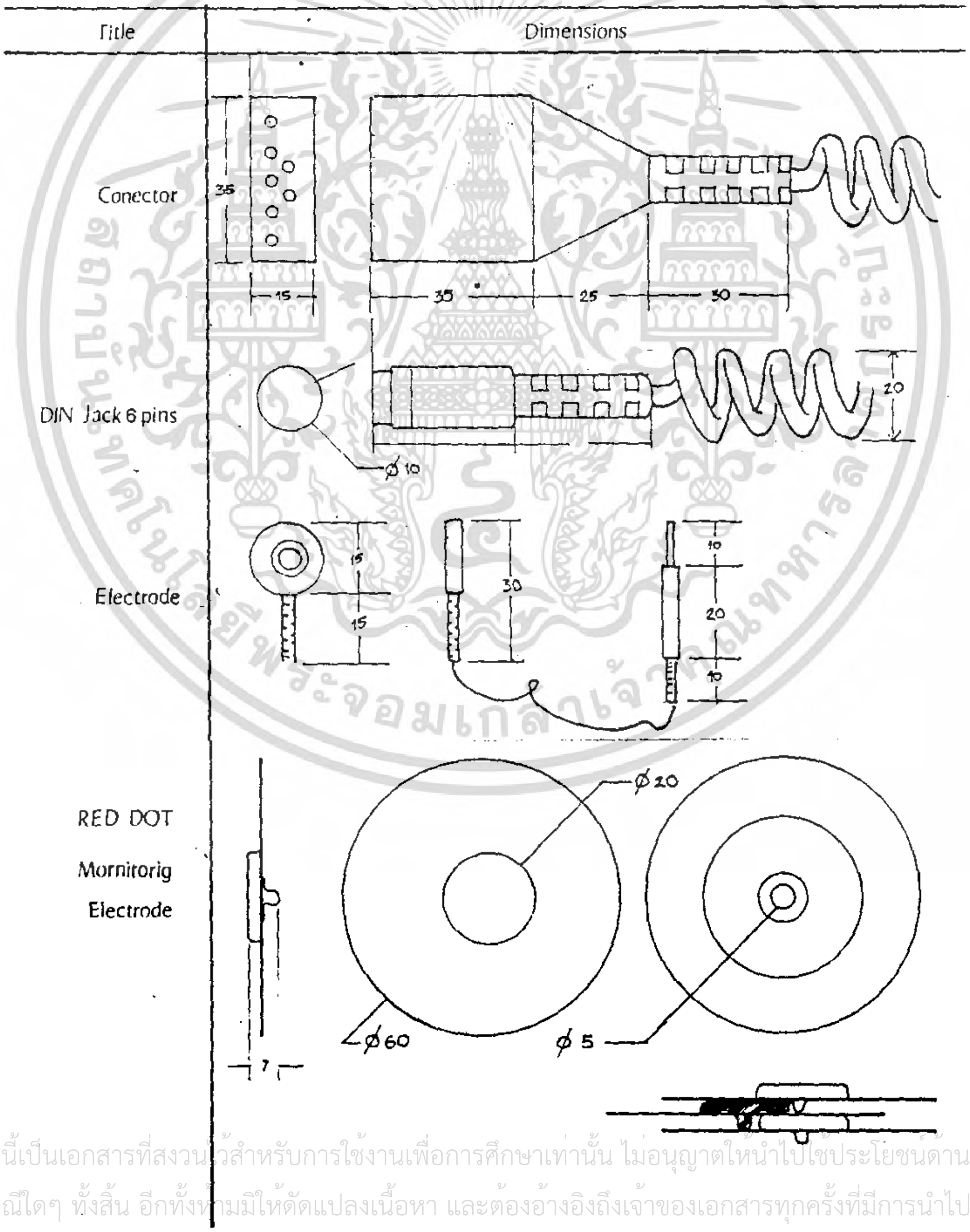
รูปแสดง ตำแหน่งของเครื่องที่เหมาะสมเมื่อติดกับชุดเก็บอุปกรณ์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

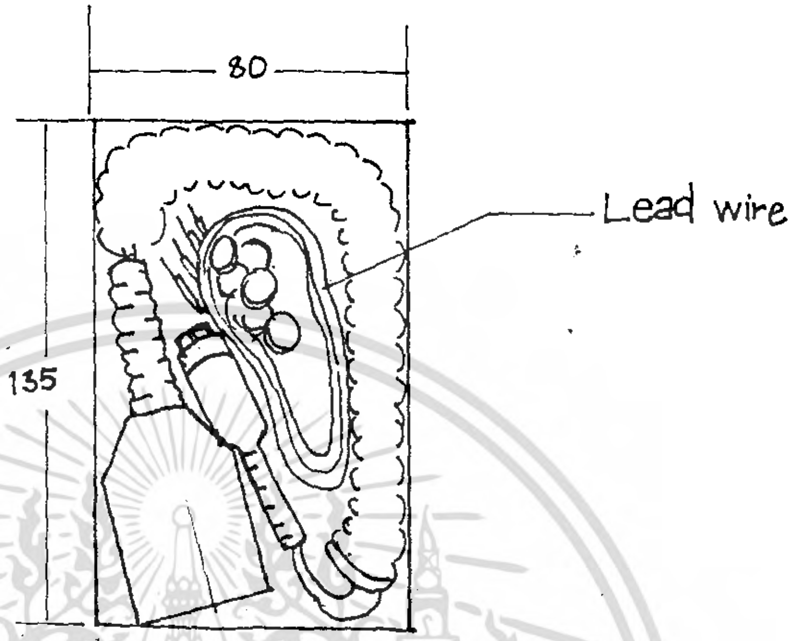
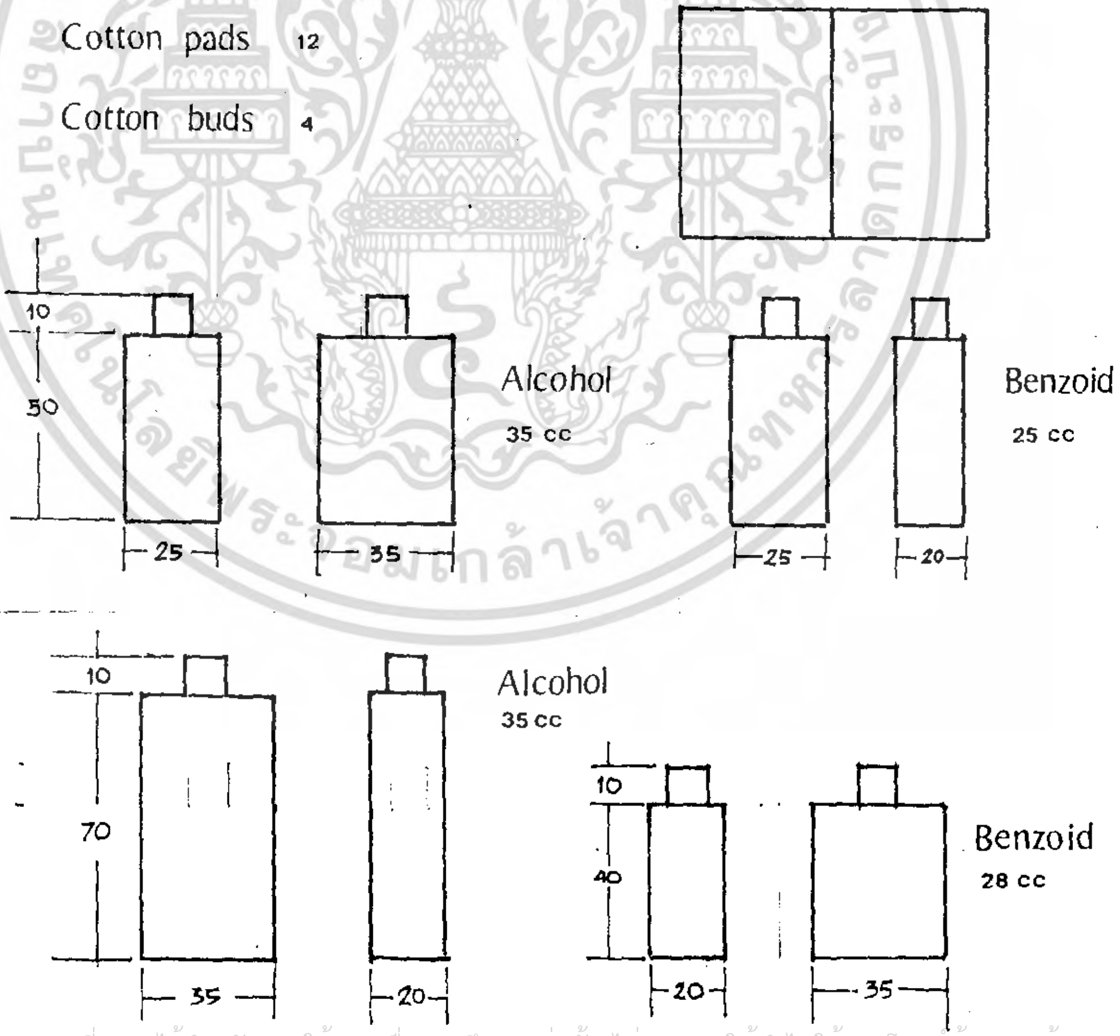
3.1. ตำแหน่งของการเก็บอุปกรณ์ประกอบ

ในการจัดวางอุปกรณ์ประกอบ จะยึดหลักว่า ของที่มีน้ำหนักมากกว่าจะเคลื่อนที่น้อยกว่า ในการเก็บสายไฟ จะต้องเกิดการพับงอน้อยที่สุดเพื่อเป็นการรักษาสาย ให้สามารถใช้งานได้นาน ๆ โดยวิธีการม้วนเก็บเป็นวงกลม (แผ่น)

อุปกรณ์ประกอบด้วย Lead wire, Lead cable, แอลกอฮอล์, Benzoid (รวมเรียกว่าน้ำยา), Red dot, สำลี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

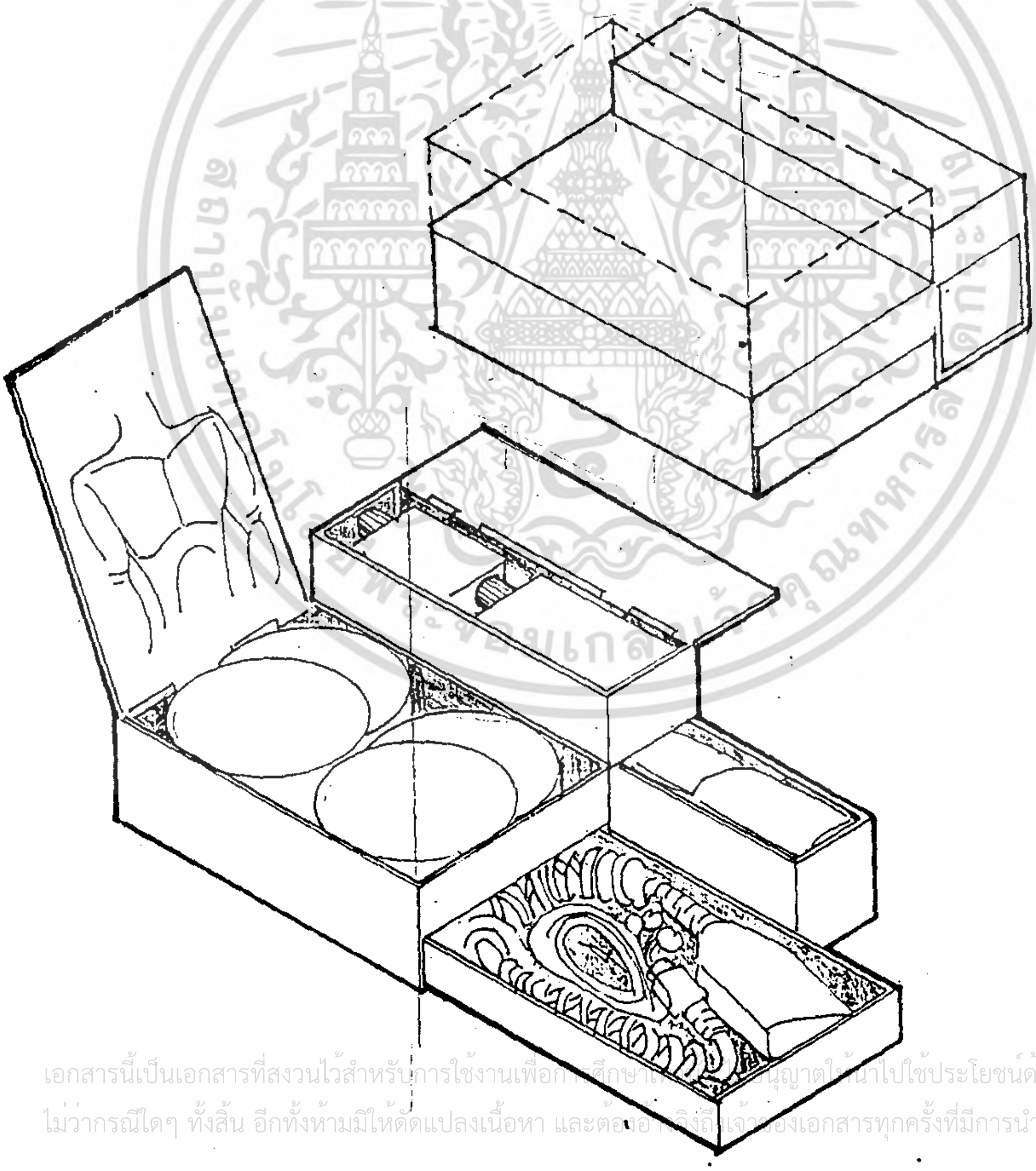
Title	Dimensions
Packing Size	
Cleaning set	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2

Red dot จะอยู่ด้านหลังเครื่อง เมื่อเปิดฝา Red dot จะพบภาพแสดงตำแหน่งการติด Electrode อยู่ใต้ฝา Lead Cable Lead wire จะเก็บอยู่ในลิ้นชักใต้ Red dot ด้านซ้ายเป็นช่องเก็บ 2 ชั้น ด้านบนเก็บน้ำยา ด้านล่างเป็นลิ้นชักเก็บสำลี

การใช้งาน เปิดฝากล่องพบ Red dot และภาพแสดงตำหน่งดึงลิ้นชักออกพบ Lead Cable, Lead Wire ด้านซ้ายเปิดฝาพบน้ำยา ดึงลิ้นชักด้านล่างออกพบสำลี

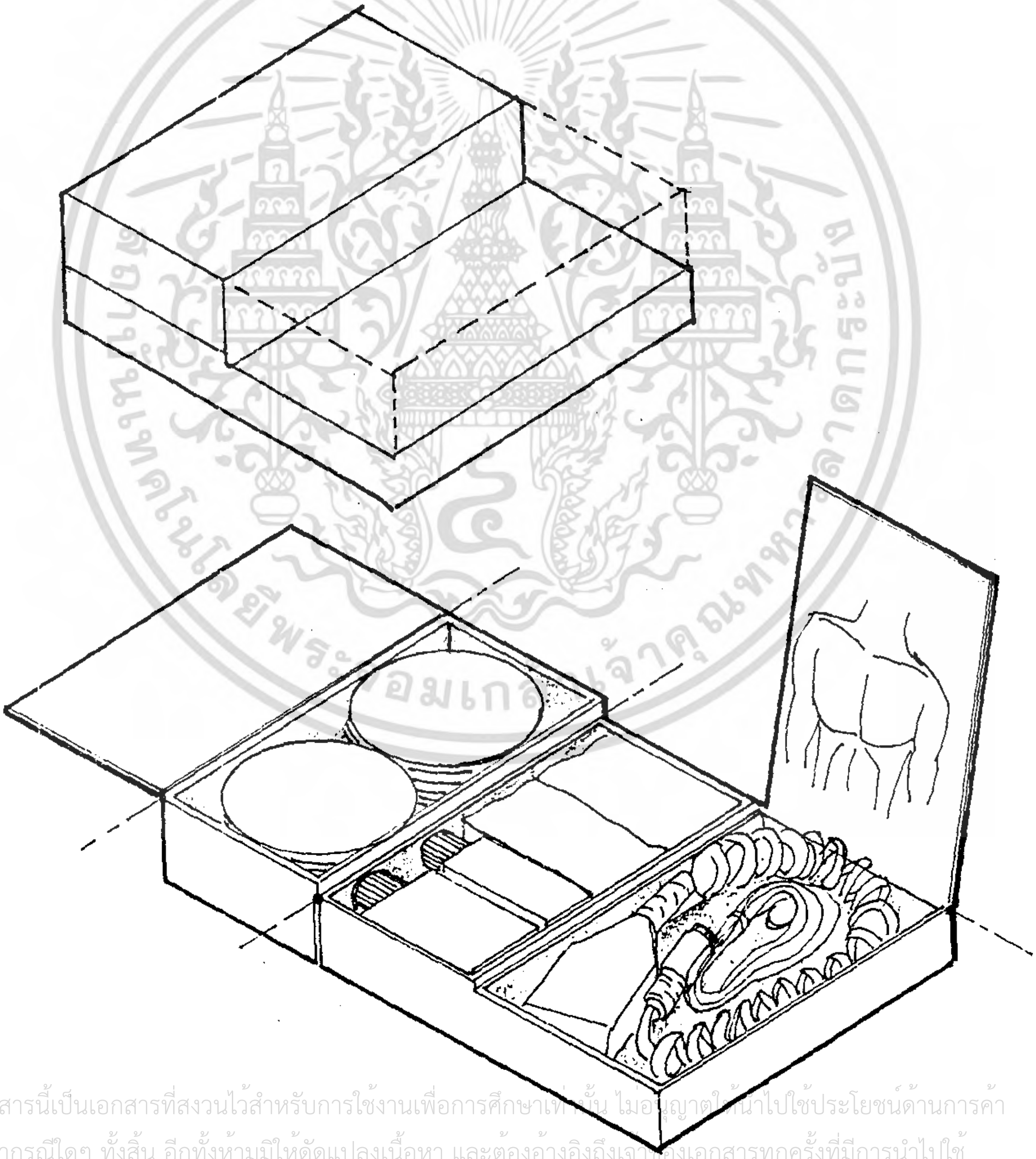


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ... อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 1

Lead cable จะอยู่ทางด้านหลังของเครื่อง เมื่อทำการเปิดฝา ที่ใต้ฝาจะเป็นตำหน่งของภาพแสดงการติด Electrode ทางด้านซ้าย เป็นช่องเก็บ 2 ชั้น พับซ้อนกัน ส่วนบนเป็นที่เก็บ Red dot ส่วนล่างเก็บน้ำยา, สำลี

การใช้งาน เปิดฝากล่องออกพบ Lead Cable, Lead wire กางส่วนเก็บ Red dot ออกจะพบส่วนเก็บสำลี, น้ำยา อยู่ทางด้านล่าง เปิดฝา Red dot Joint ทั้งหมดเป็นบานพับ



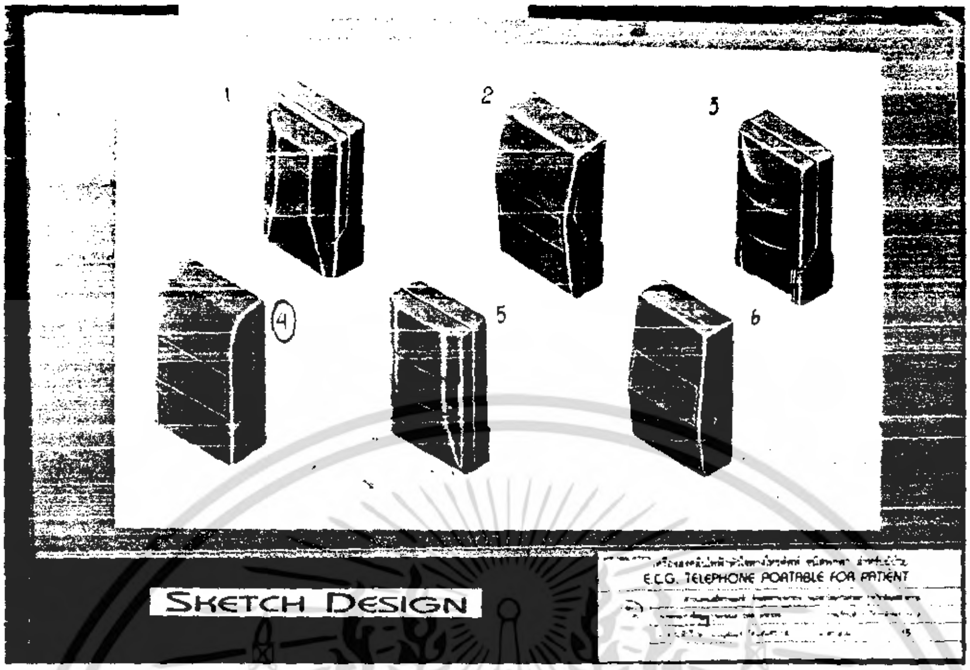
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

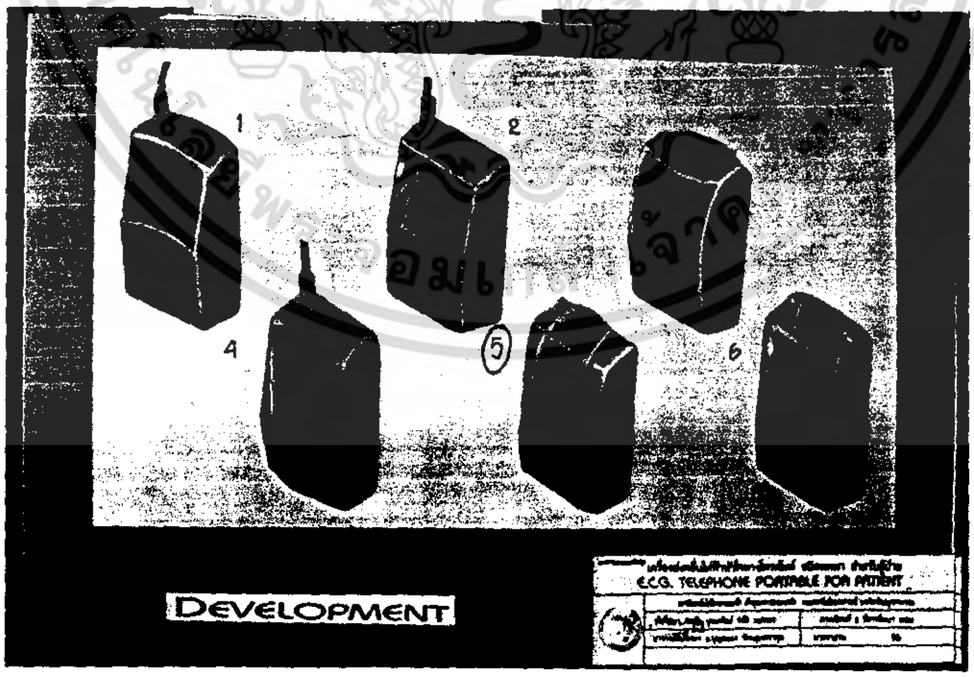
ตารางวิเคราะห์ตำแหน่งและวิธีการเก็บอุปกรณ์ประกอบ

ความต้องการ	1	2
1. ความสะดวกในการใช้งาน	✓	
2. ความเป็นไปได้ในการผลิต	✓	✓
3. พื้นที่ใช้งานเมื่อกางออก	✓	
4. การหยิบอุปกรณ์ต่าง ๆ	✓	
5. ขนาดที่เหมาะแก่การพกพา	✓	

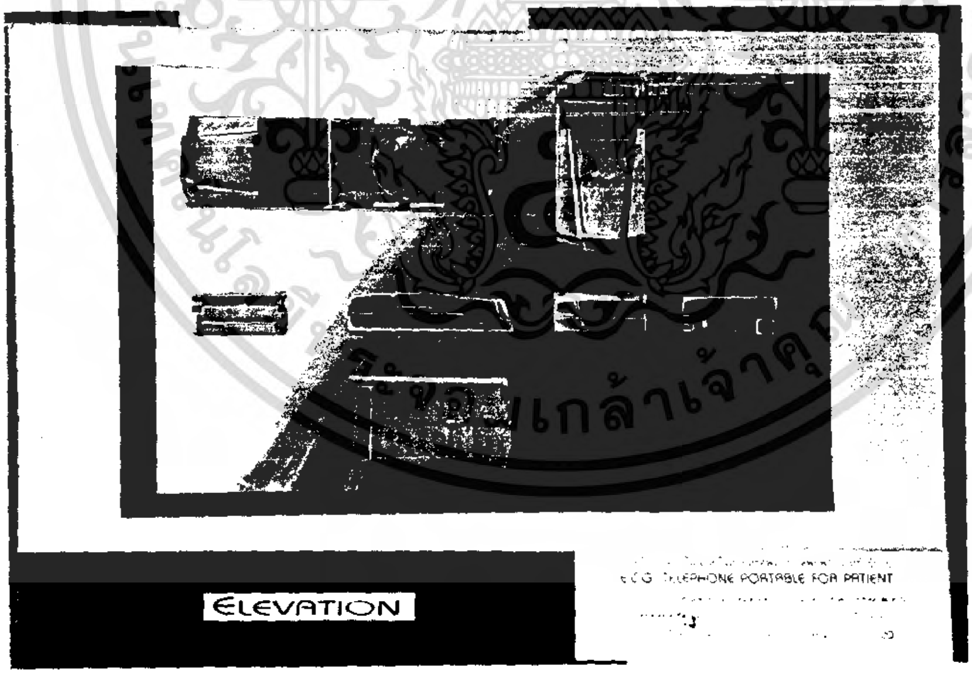
สรุป การจัดวางอุปกรณ์ประกอบและการเก็บอุปกรณ์ แบบที่ 1 เป็นแบบที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

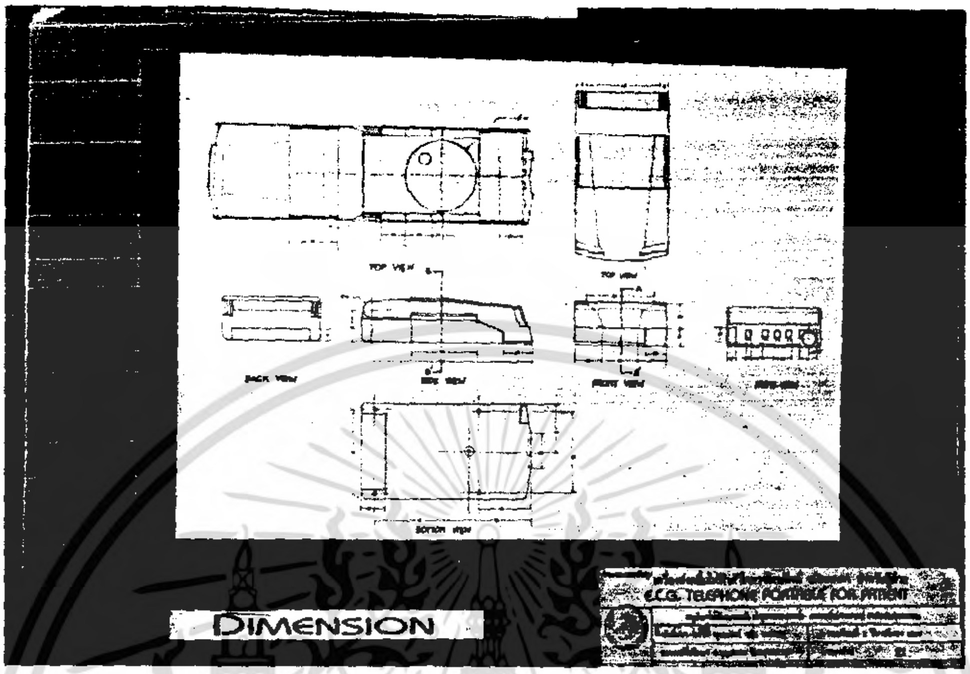


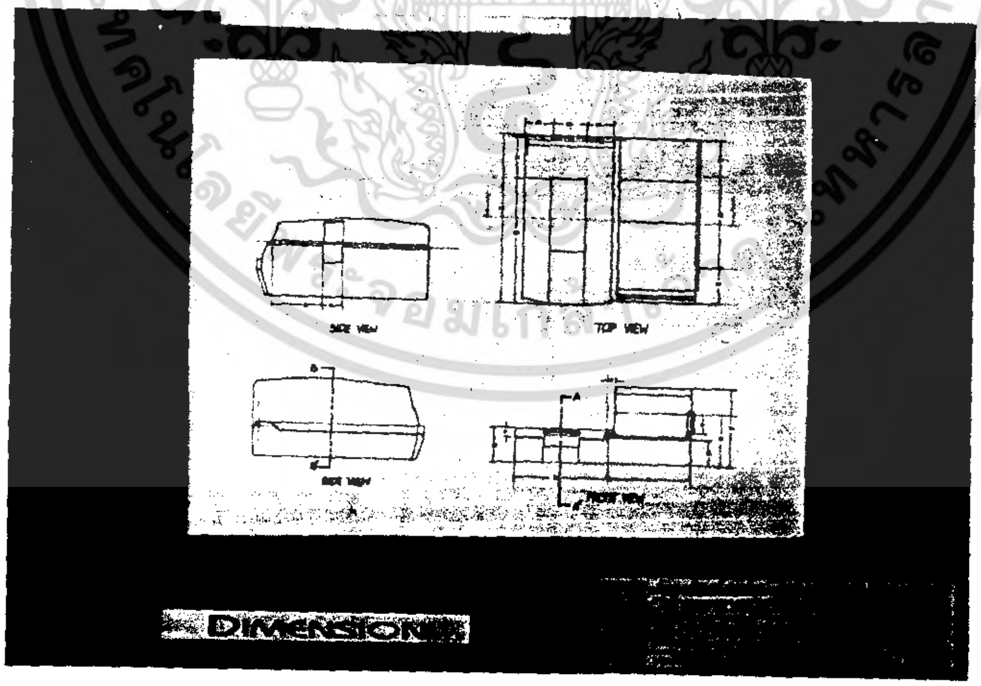


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 แบบปรับปรุง

จากขั้นตอนการทำแบบร่างทั้งหมด ซึ่งมีที่มาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อการออกแบบในหัวข้อที่ 3.1 ผลที่ได้จะเป็นรูปร่าง ลักษณะการจัดงาน และอุปกรณ์ประกอบ เพื่อให้ได้ผลงานการออกแบบที่ดีขึ้น จึงทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของคณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

ข้อแนะนำและการปรับปรุง

1. การติดตั้งเพื่อใช้กับผู้ป่วยได้เร็วเท่าไร
2. มีผู้ช่วยได้หรือไม่
3. กล่องและตัวเครื่องออกแบบไม่กลมกลืนกัน
4. บานพับ DESIGN ใหม่
5. ขาด GRAPHIC ON PRODUCT
6. SKETCH DESIGN น้อยเกินไป
7. DETAIL ทางโครงสร้างนำเสนอน้อยเกินไป
8. รูป FORM ยังไม่สัมพันธ์กันทั้ง SET
9. ชิ้นส่วน COMPLICATE มากเกินไป
10. พยายามลดวิธีการและขั้นตอนลงเท่าที่จะทำได้
11. ไม่ควร SHOW บานพับที่ไม่สวยงาม
12. LEAD WIRE ที่ติดตามร่างกาย ควรรวมสายทั้งหมดจาก 5 เป็น 1 และให้มีขนาดเล็กลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 สรุปผลการวิเคราะห์การออกแบบ

1. รูปทรงเบื้องต้น เป็นแป้นวางหูโทรศัพท์ที่สามารถพับได้เพื่อความกระชับรัดในการพกพา

2. การจัดวางอุปกรณ์ภายใน แผ่น PCB ขนาด 2.9 X 3 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น วางซ้อนกันโดยหันถานที่วางอุปกรณ์ ออกจากกัน BATTERY 8 ก้อนวางซ้อนกัน 2 ชั้น อยู่ทางตอนท้าย ต่อจาก PCB

3. ตำแหน่งของส่วนควบคุมและแสดงผล มีช่องเก็บสายหูฟังอยู่ทางด้านซ้ายสุดต่อมาเป็น POWER SELECTOR 1 2 3 ตามลำดับ ทางด้านขวาสุดเป็น CONECTOR PLUS โดยมี LED 3 ตัว วางอยู่ทางถานของปุ่ม

4. การวางหูโทรศัพท์กับตัวเครื่องโดยการประกบหูโทรศัพท์เข้ากับตัวเครื่องให้ส่วนที่เป็นหูฟังอยู่ด้านบน ปากพูดอยู่ด้านล่าง

5. การขยายขนาดของแป้นวางหูโทรศัพท์ ใช้วิธีพับส่วนที่เป็นลำโพงของแป้นขึ้นมาประกบส่วนที่เป็นไมค์ของแป้น

6. การเก็บสายหูฟัง เป็นกว้านสายอยู่ระหว่างไมค์และลำโพงของแป้นวาง

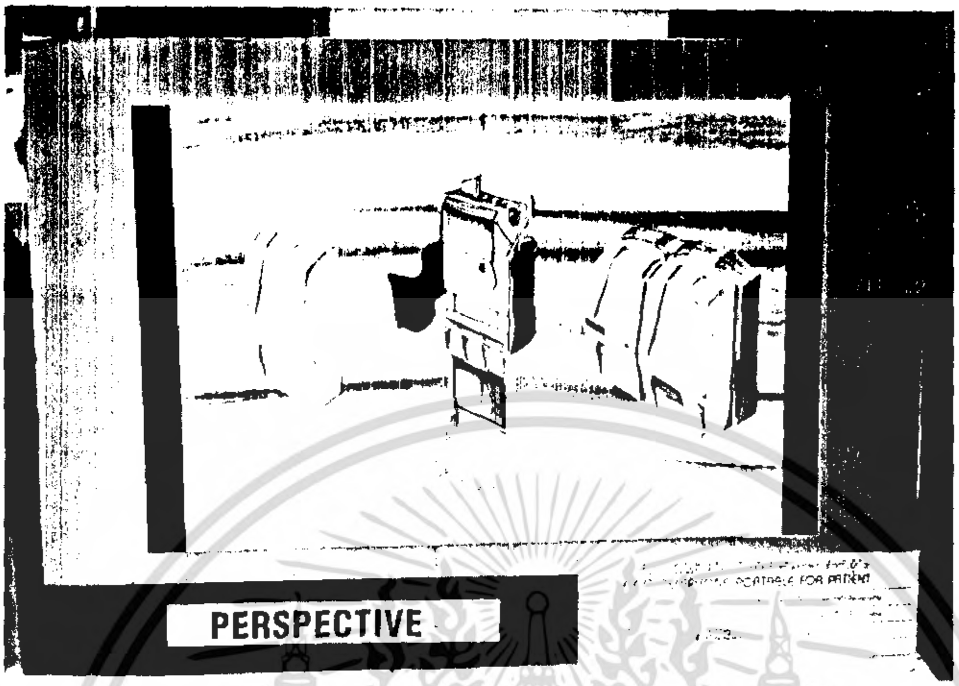
7. การเก็บสายรัดหูโทรศัพท์ใช้วิธีพับสาย

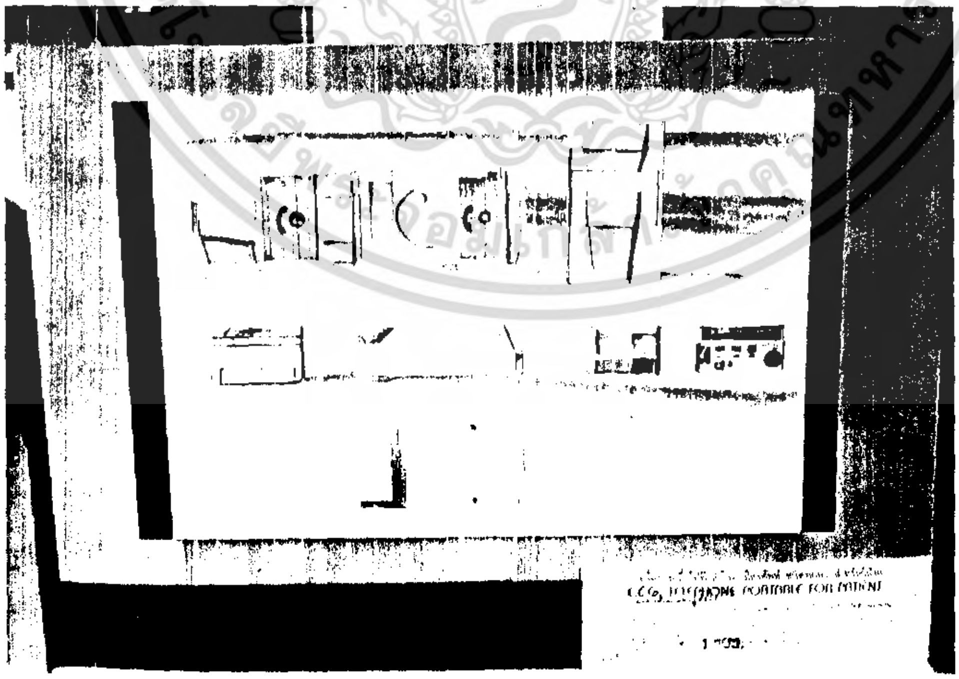
8. ตำแหน่งของเครื่องเมื่อติดตั้งอยู่กับชุดเก็บอุปกรณ์ประกอบอยู่ทางด้านบนซ้ายของชุดเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

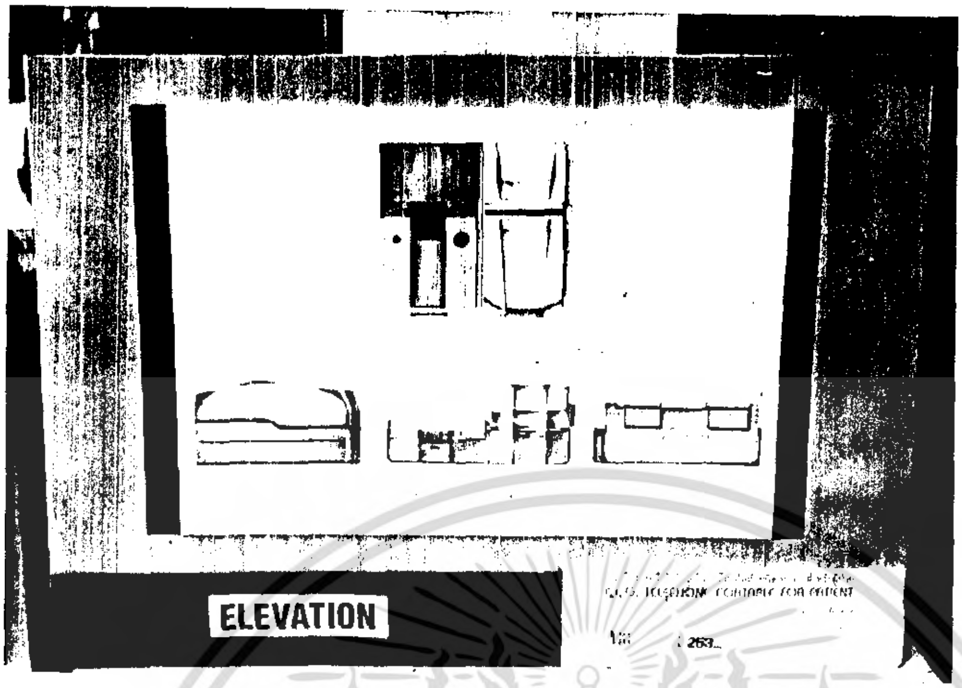
๙. ตำแหน่งการเก็บอุปกรณ์ประกอบ LEAD WIRE, CONECTOR อยู่ทางด้านล่างซ้ายของชุดเก็บ RED DOT อยู่ทางด้านบนขวา สำลีและน้ำยาทำความสะอาดอยู่ทางด้านล่างขวา

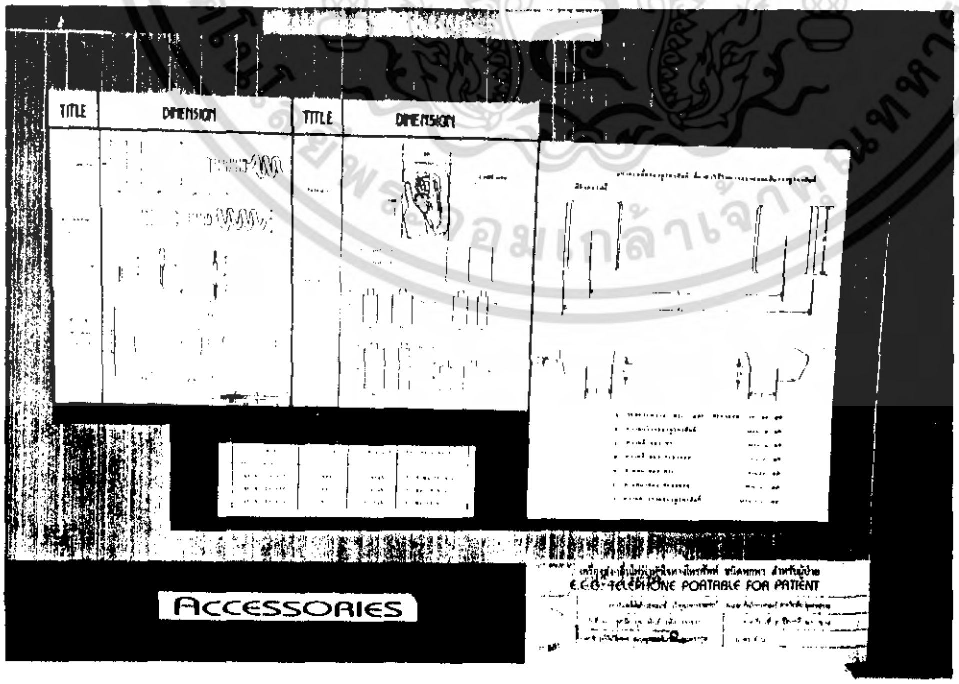
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



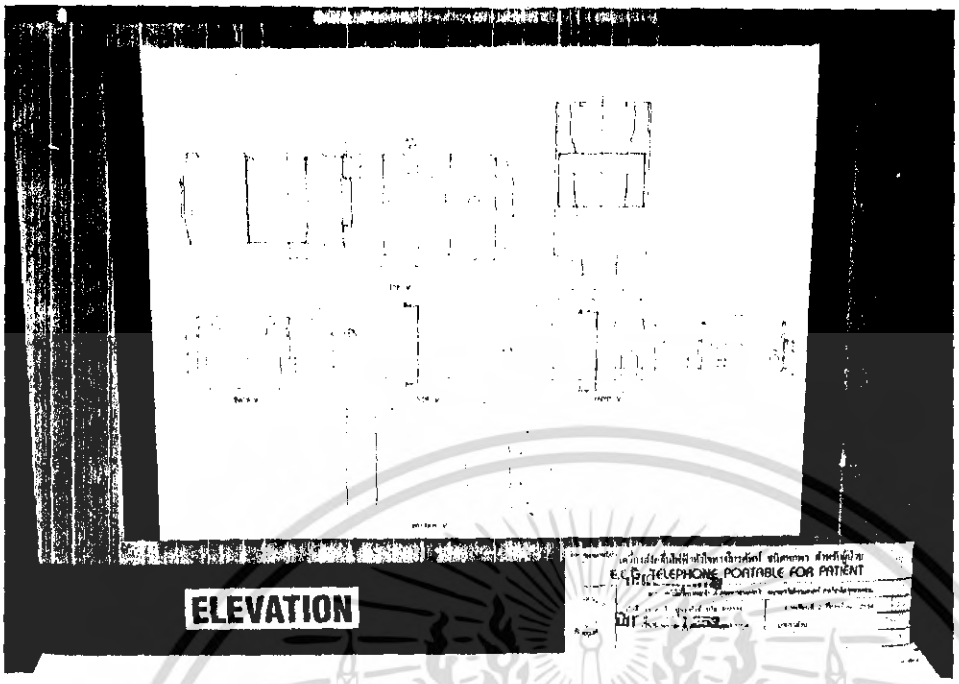


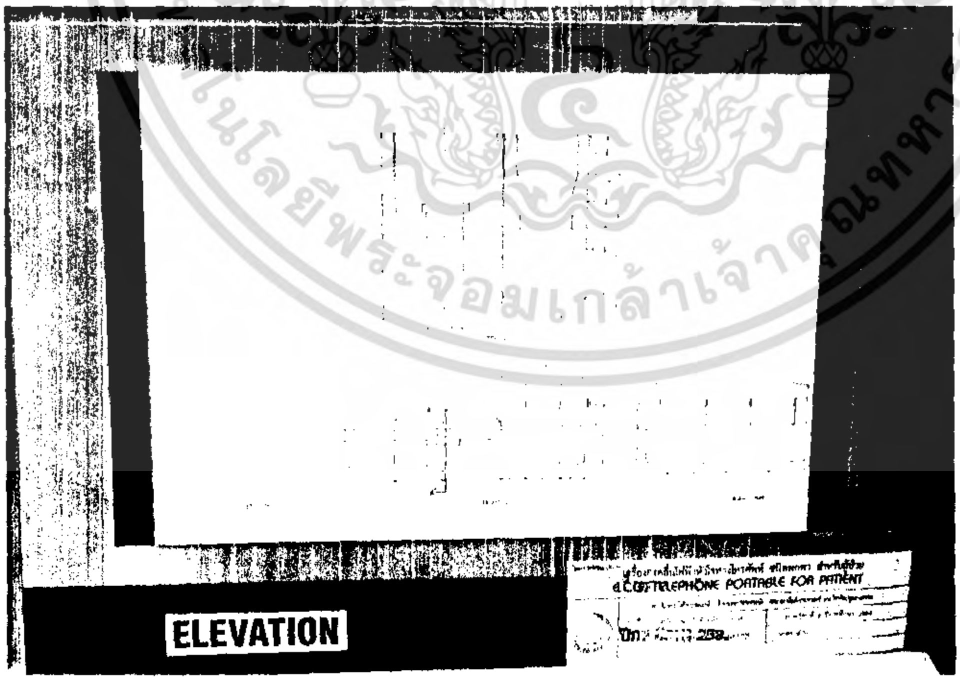
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



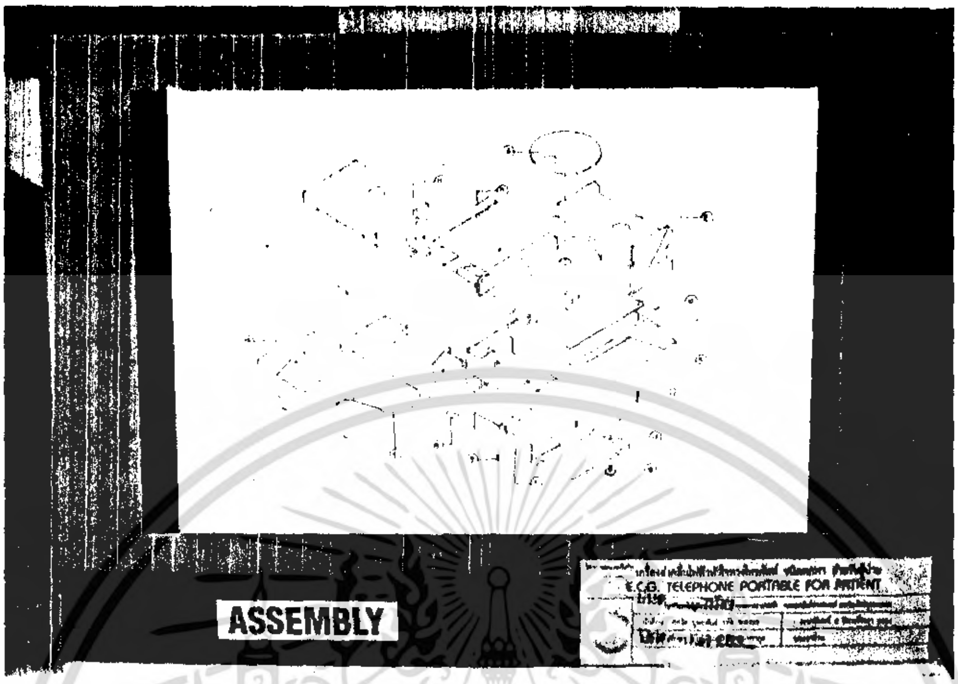


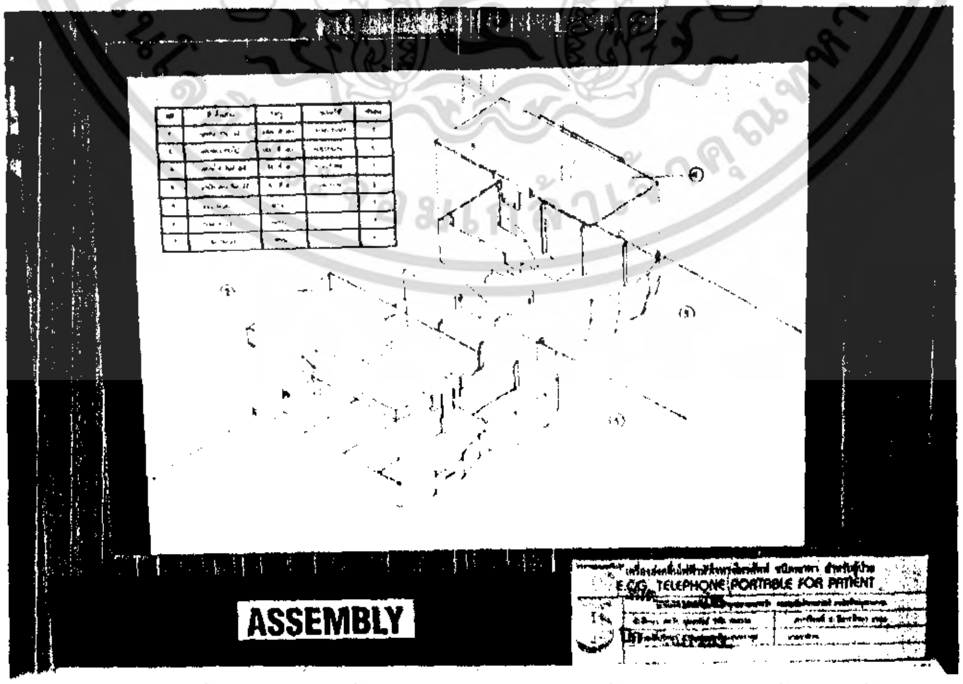
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



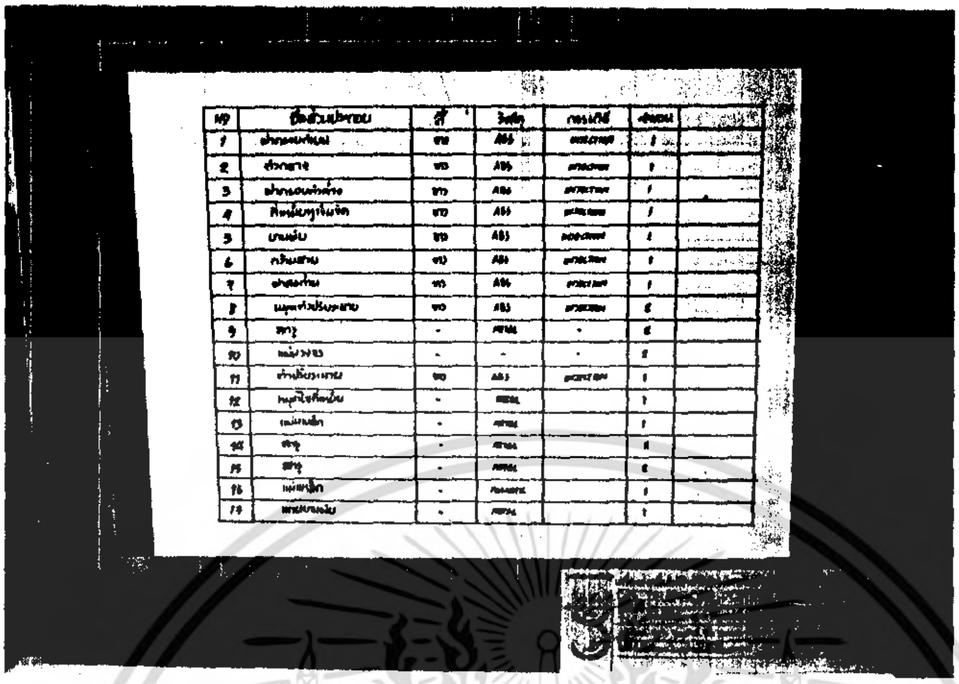


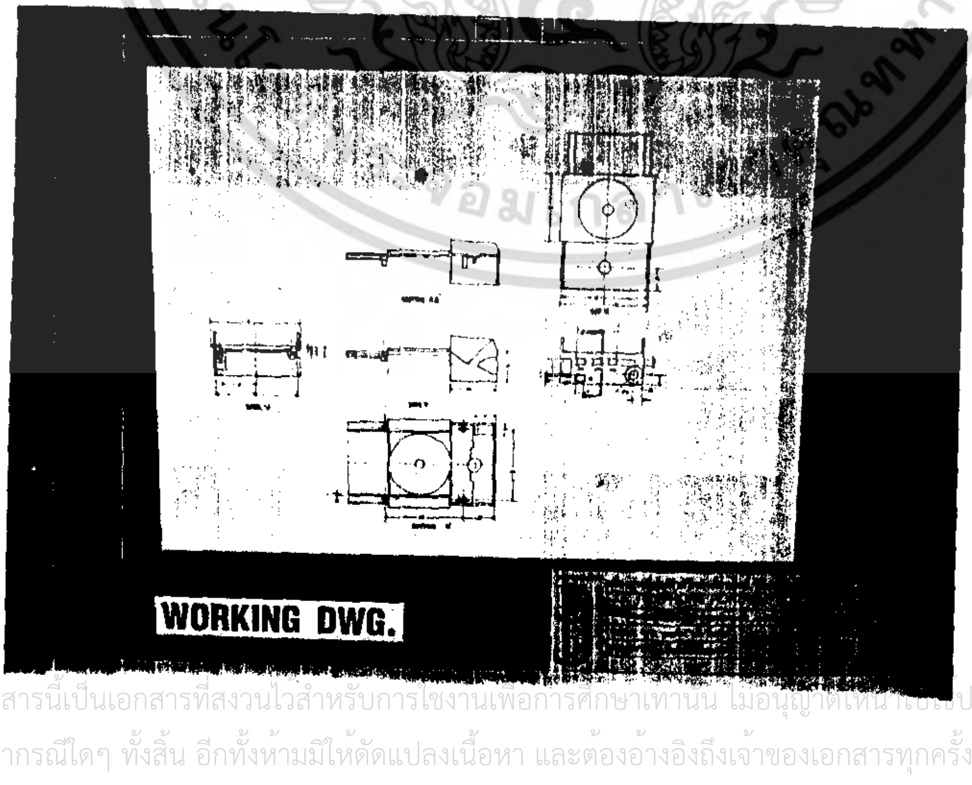
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



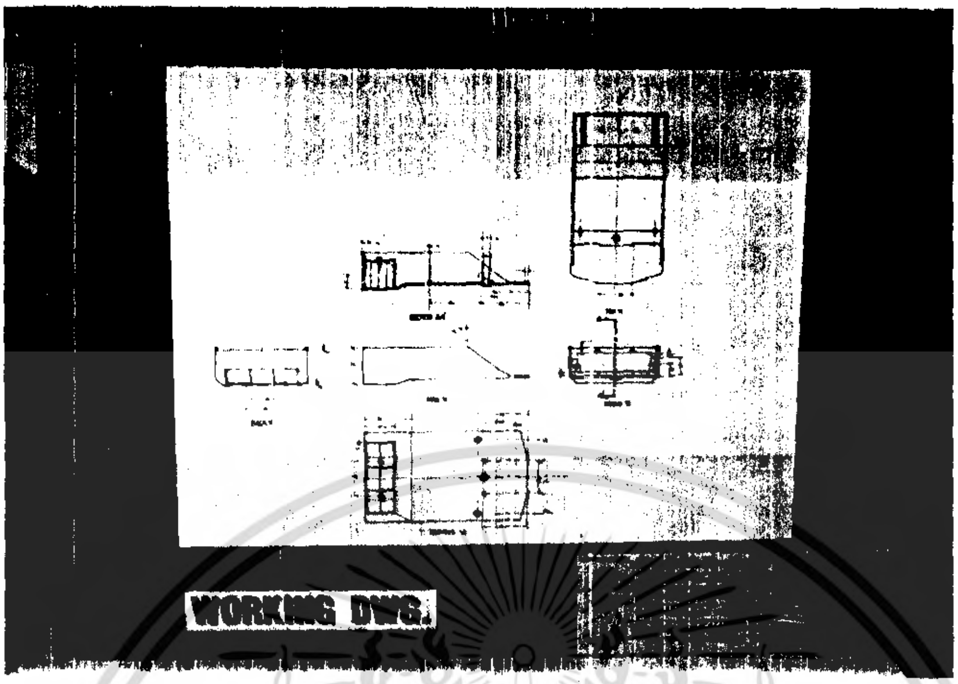


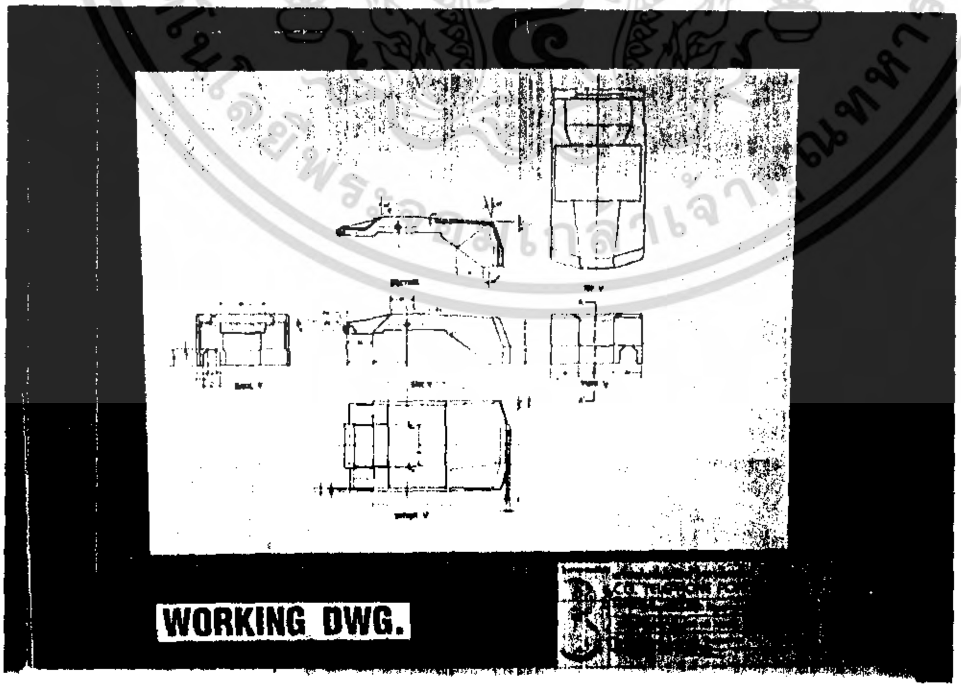
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



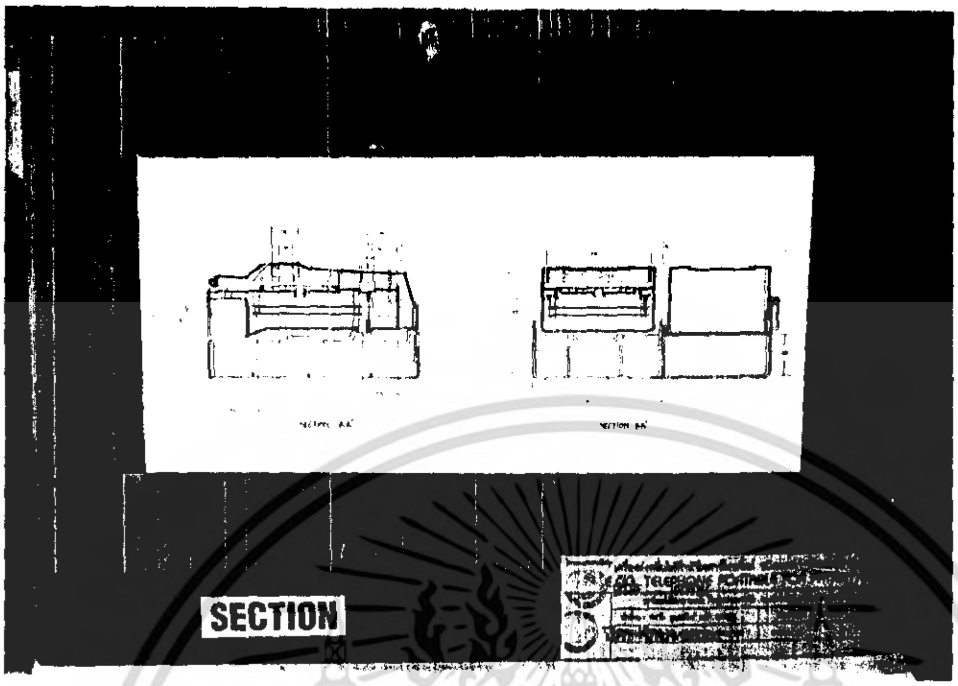


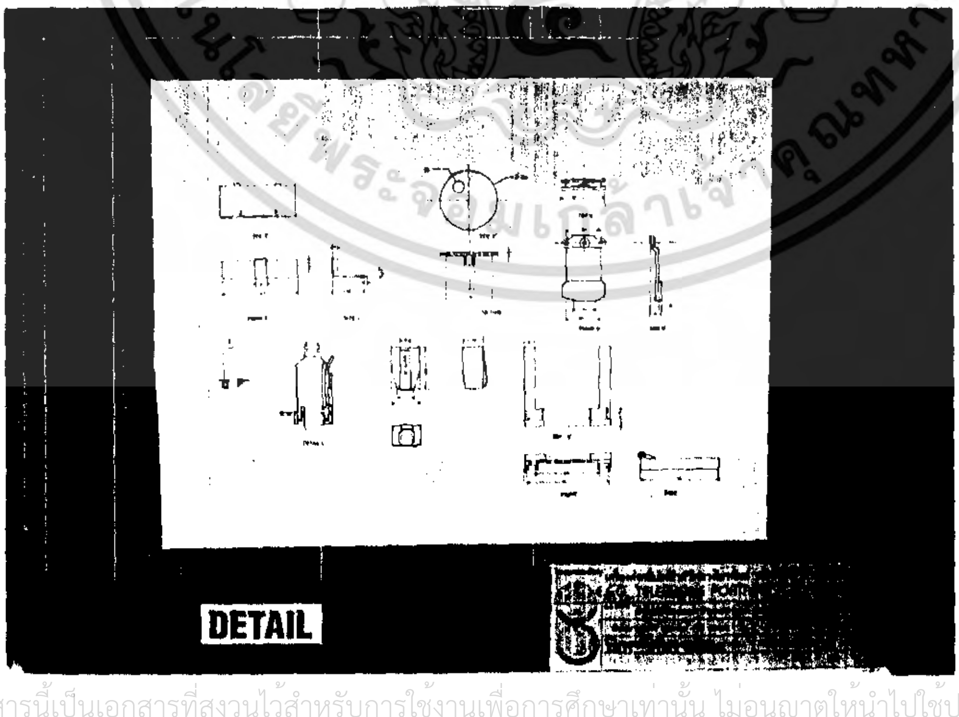
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



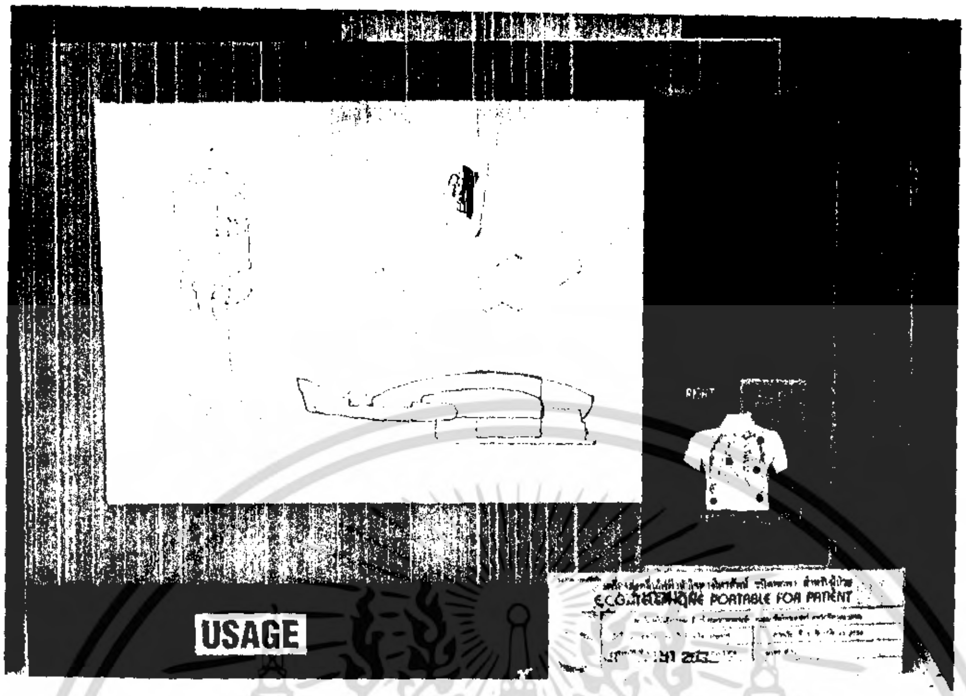


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

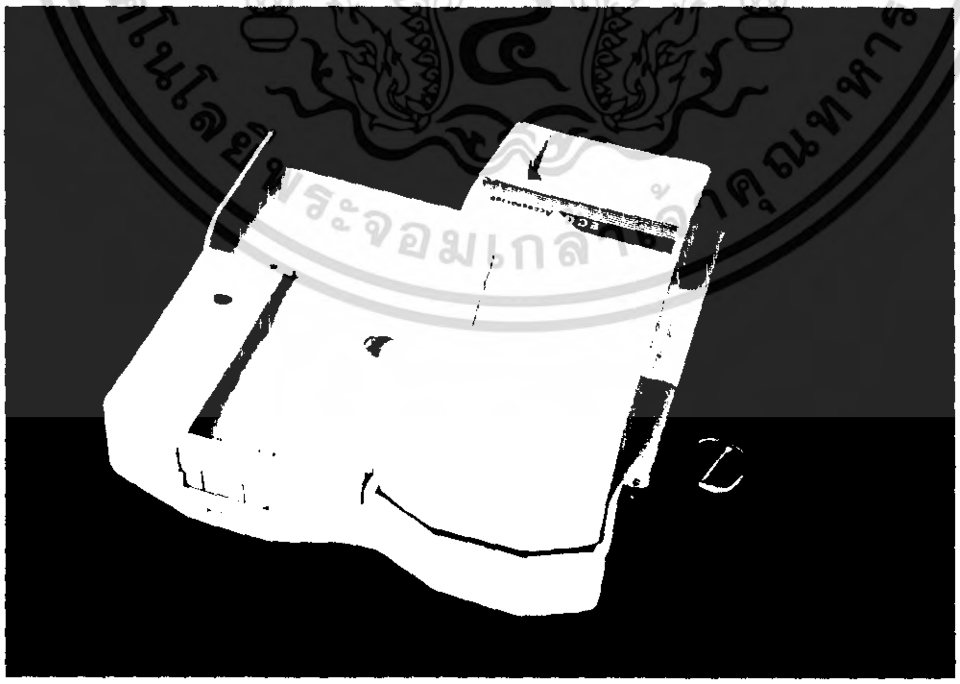




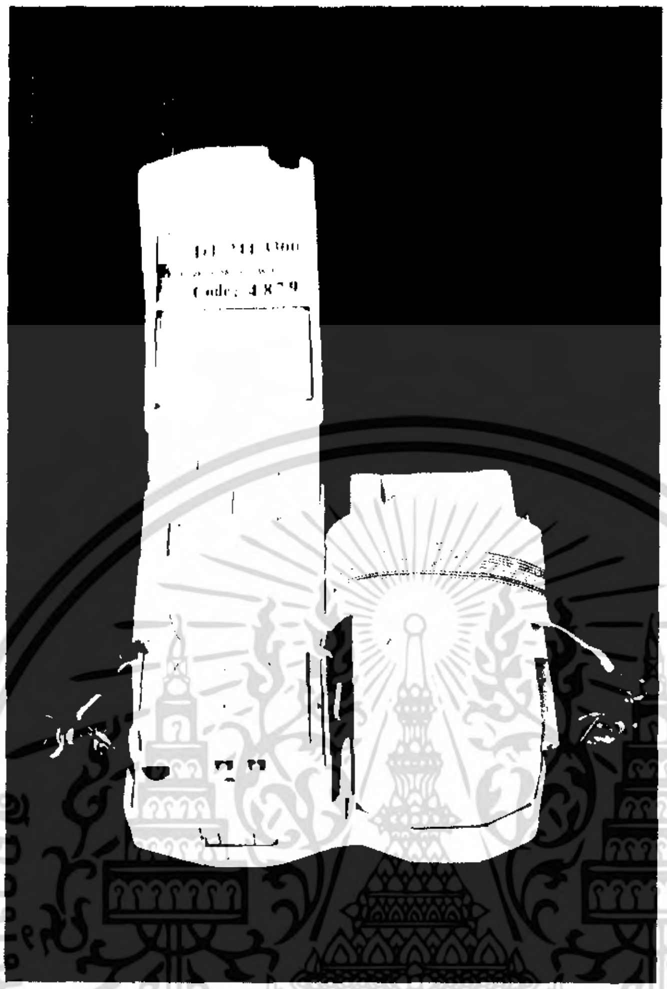
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้ ยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

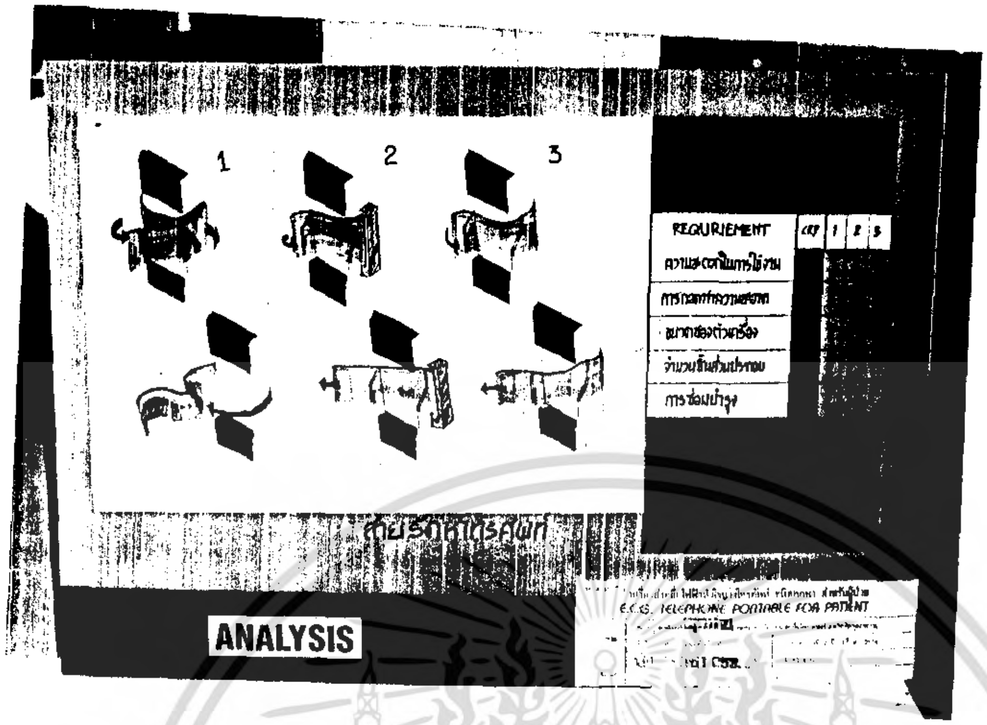


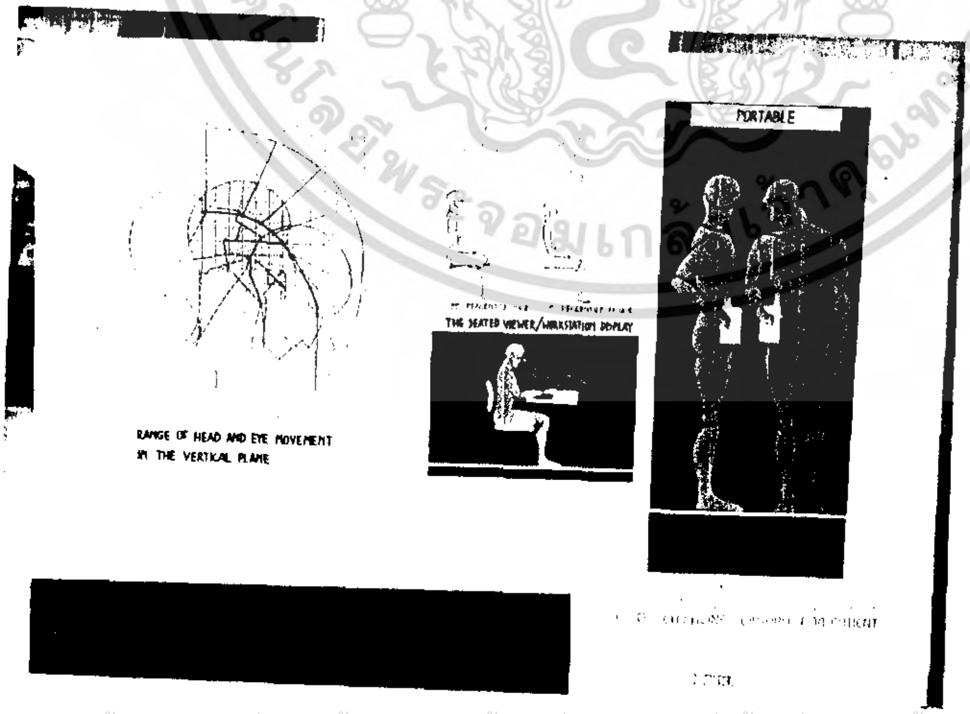
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



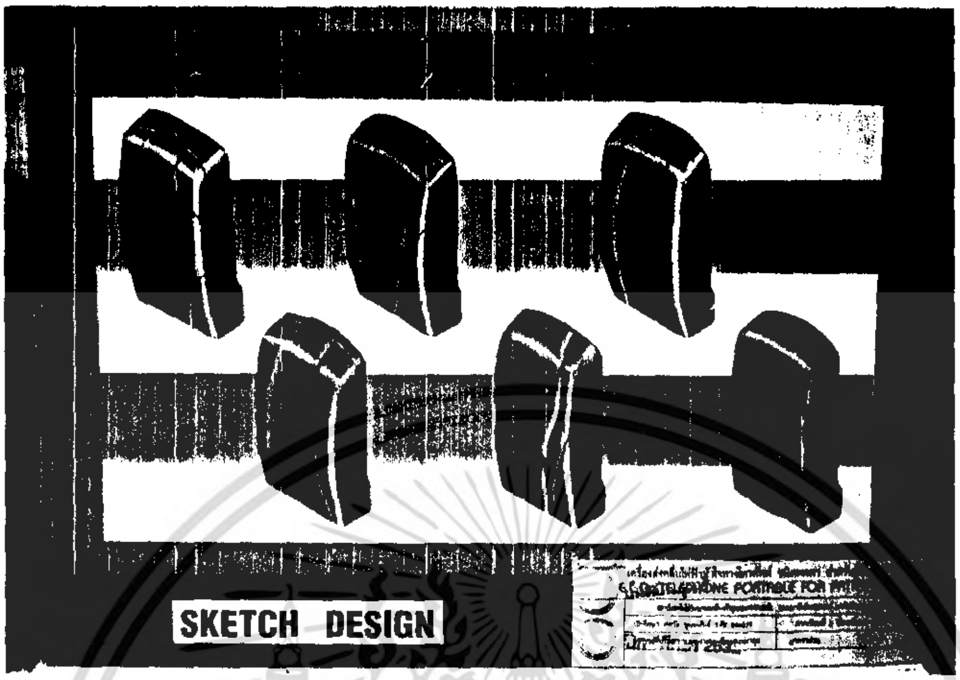
เอกส ... ระโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

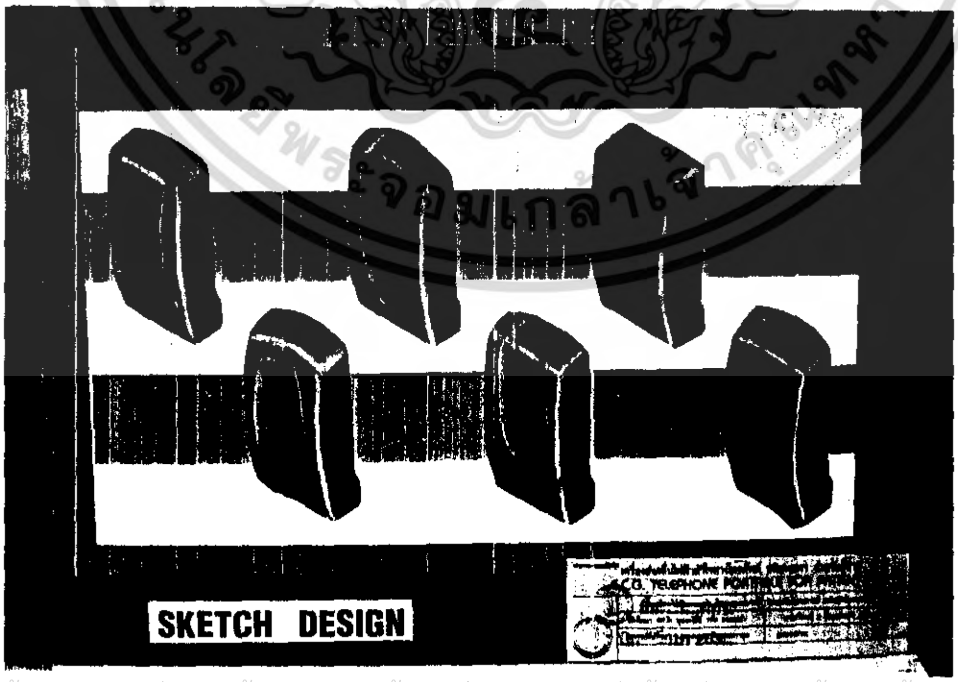
4.1 แผ่นเสนองาน



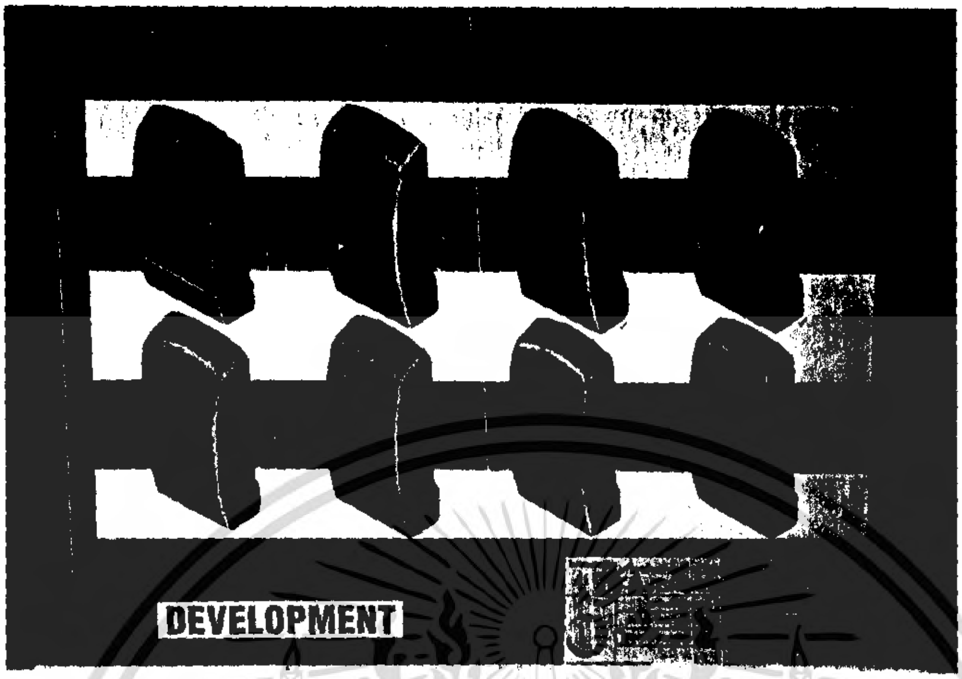


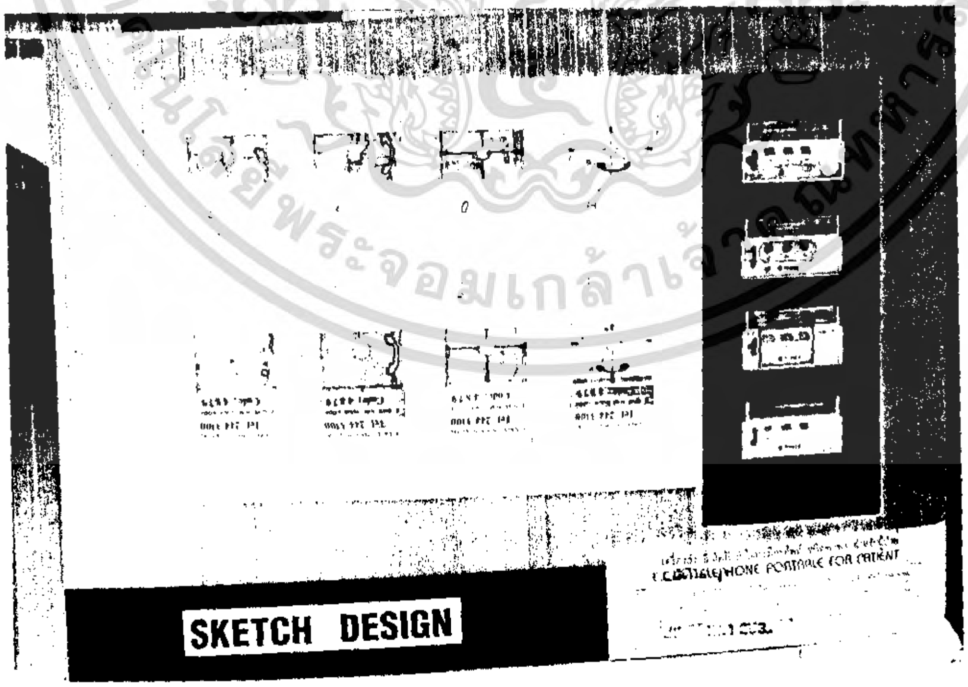
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 <u>สรุปผลการออกแบบ</u> และข้อเสนอแนะของนักศึกษา

ข้อเสนอแนะนักศึกษา

1. เครื่องมือนี้หน้าที่ของมันคือ ใช้ในการสื่อสาร ส่งข้อมูล อีกทั้งต้องพกพาไปในที่ต่าง ๆ อิมเมจ ควรจะเป็นเครื่องมือสื่อสารที่ทันสมัย สามารถกลมกลืนกับชุดที่ผู้ป่วยแต่งอยู่ขณะนั้น

2. อุปกรณ์ประกอบไม่จำเป็นจะต้องมีมากถึงขนาดนี้ อุปกรณ์พวก สำลี สำลีพันปลายไม้ และแอลกอฮอร์ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถหาซื้อได้ง่าย และมีประจำทุกบ้านอยู่แล้ว ไม่จำเป็นต้องทำที่เก็บให้กับมัน เพราะทำให้เปลืองต้นทุนและทำให้ดูเทคะทะ

3. ส่วนเก็บอุปกรณ์ประกอบควรจะทำเป็น SOFT PACK จะลดต้นทุนในการผลิตลงได้มาก

(นาย ศศวัต บุษยพันธ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1. การวิเคราะห์เรื่องสีของผลิตภัณฑ์ ควรจะสร้างทางเลือกของสีผลิตภัณฑ์ให้เกิดทางเลือกมากกว่านี้ เพราะโดยการใช้เครื่องนี้ไม่ได้ใช้เฉพาะในบริเวณโรงพยาบาลเท่านั้น ผู้ใช้ยังมีโอกาสใช้ติดตัวไปยังที่ต่าง ๆ ฉะนั้นสีของผลิตภัณฑ์ ควรจะมีทางเลือกมากกว่านี้

2. ส่วนรับหูโทรศัพท์ ถ้ามีการพัฒนาต่อไป ควรตั้งคำถามของการออกแบบใหม่ว่า ทำอย่างใด เพื่อให้การใช้ส่วนรับหูโทรศัพท์นี้ ได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด

(อ.บุญสนอง รัตนสุนทรากุล)
อาจารย์ที่ปรึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- วิชาอุปกรณ์การแพทย์ เรื่อง อุปกรณ์การแพทย์และหลักการออกแบบสำหรับไปใช้งาน ของ อาจารย์ สุศักดิ์ เวชแพทย์
- อิเลคทรอนิกส์ทางการแพทย์
  นายแพทย์ สุศักดิ์ เวชแพทย์ พ.บ., Ph.D.Neurophystology (Edenurgh)
- วิทยานิพนธ์ การออกแบบเครื่องวัดการเต้นหัวใจในโรงพยาบาลเด็ก
  ของนาย วิทยา กตัญญู การศึกษา 2526-2527
- วิทยานิพนธ์ โครงการออกแบบปรับปรุง ชุดฝึกทดลองดิจิตอล
  ของบริษัท ซี เอ็ดยูเคชั่น จำกัด
  ของนาย เปมินท์ เศวตศิลา ปีการศึกษา 2531-2532
- หนังสือ "พลาสติก" ของอาจารย์ พิชิ เลี่ยมพิพัฒน์
- HUMAN ENGINEERINGGUIDE FOR EQUIPMENT DESIGNERS .
  BY WOODSON AND CONOVER, CUNIVERSITACT CALIFORNEA PRESS.
- เอกสารประกอบวิชา ERGONOMICS สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม
  โดยอาจารย์คนต์ รัตนทัศนีย์ , อาจารย์สมชัย จันทร์รุจิพัฒน์
- วิทยานิพนธ์ เครื่องนับเม็ดยาสำหรับโรงพยาบาล
  ของ นาย สุมานิตย์ ผอบเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษา

อนุบาล	โรงเรียนสมถวิล
ประถมศึกษา	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อุดมศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษา

อนุบาล	โรงเรียนสมถวิล
ประถมศึกษา	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อุดมศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้