

# การพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

สารนิพนธ์  
ของ  
ว่าที่ ร.ต. สุขสันต์ เชิดสูงเนิน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา  
พฤษภาคม 2543  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุม และ คณะกรรมการการสอบได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว  
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน  
( รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ สิกขามันต์ )

.....กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ อยู่ถนอม )

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน  
( รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ สิกขามันต์ )

.....กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ อยู่ถนอม )

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิลาศ เกื้อมี )

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษานุมัติให้สารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษาของมหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ

.....หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
( รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ สิกขามันต์ )

วันที่ 11 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2543

## ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ สิกขามันจิต รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ อยู่ถนอม รับเป็นประธาน และกรรมการควบคุมการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ รวมทั้งกรุณารับเป็นประธานและกรรมการสอบปากเปล่าสารนิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พิลาศ เกื้อมี ที่ให้ความกรุณารับเป็น กรรมการสอบปากเปล่าเพิ่มเติม ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญยฤทธิ์ คงคาเพชร ที่ได้ ให้คำปรึกษาในเบื้องต้น และ รองศาสตราจารย์ สมหวัง คุรุรัตน์ ที่กรุณาอนุญาตให้คำปรึกษา แนะนำต่าง ๆ ตลอดระยะเวลาของการศึกษาในสถาบันแห่งนี้ด้วยดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ อันเป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยมีความรู้ความก้าวหน้าในด้านการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์ ศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ เดชอำไพ ศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร บุญ-หลง และ รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา ที่ให้ความกรุณารับเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้คำปรึกษาแนะนำด้านการออกแบบและโครงสร้างทางวิศวกรรม

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เสาวณีย์ สิกขามันจิต รองศาสตราจารย์สม หวัง คุรุรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญยฤทธิ์ คงคาเพชร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมศักดิ์ เจียมทะวงษ์ และ อาจารย์ อลิศรา ตันชนสิน ที่ให้ความกรุณารับเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้คำแนะนำด้านการนำไปใช้ ทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณภัทรภรณ์ จงเฟื่องปริญญา หัวหน้างานบริการห้องสมุดและเทคโนโลยี ทางการศึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่เพื่อการทดลองในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา รุ่นปีการศึกษา 2538 ทุกคนที่ให้อำลั ง คอยชี้แนะการทำโครงการวิจัย รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

ความดีและประโยชน์อันพึงจะได้รับในครั้งนี้ ขอมอบให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วน เกี่ยวข้องให้อำลั งใจ และส่งเสริมสนับสนุนแก่ผู้ทำโครงการวิจัย ด้วยดีเสมอมา

ว่าที่ ร.ต. สุขสันต์ เชิดสูงเนิน

## สารบัญ

| บทที่                                                                   | หน้า      |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 บทนำ.....</b>                                                      | <b>1</b>  |
| ภูมิหลัง.....                                                           | 1         |
| ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....                                     | 3         |
| ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....                                        | 3         |
| ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....                                           | 3         |
| รูปแบบของการศึกษาค้นคว้า.....                                           | 4         |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                                    | 5         |
| <b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>                            | <b>7</b>  |
| แนวคิดนักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน..... | 7         |
| การวิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน.....                                 | 13        |
| ทฤษฎีทั่วไปของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ.....                 | 18        |
| การนำไปประยุกต์ใช้งาน.....                                              | 28        |
| โครงงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                    | 31        |
| <b>3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....</b>                                 | <b>32</b> |
| เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน.....                                     | 32        |
| การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ.....                              | 35        |
| การดำเนินการทดลอง.....                                                  | 38        |
| การดำเนินการทดลอง ครั้งที่ 1.....                                       | 38        |
| การดำเนินการทดลอง ครั้งที่ 2.....                                       | 39        |
| การดำเนินการทดลอง ครั้งที่ 3.....                                       | 40        |
| การวิเคราะห์ข้อมูล.....                                                 | 40        |
| สถิติที่ใช้.....                                                        | 41        |
| <b>4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>                                        | <b>42</b> |
| ผลการทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 1.....       | 43        |
| ผลการทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 2.....       | 44        |
| ผลการทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 3.....       | 45        |

| บทที่                                                         | หน้า |
|---------------------------------------------------------------|------|
| 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....                           | 52   |
| จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....                            | 52   |
| ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....                              | 52   |
| การดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....                                 | 53   |
| สรุปผลการทำโครงการวิจัย.....                                  | 53   |
| อภิปรายผล.....                                                | 52   |
| ข้อเสนอแนะ.....                                               | 54   |
| บรรณานุกรม.....                                               | 57   |
| ภาคผนวก.....                                                  | 59   |
| ภาคผนวก ก บล็อกไดอะแกรมของเครื่องควบคุมสปีดอัตโนมัติ.....     | 59   |
| ภาคผนวก ข วงจรไฟฟ้าของเครื่องควบคุมสปีดอัตโนมัติ.....         | 61   |
| ภาคผนวก ค คู่มือการใช้เครื่องควบคุมสปีดอัตโนมัติ.....         | 66   |
| ภาคผนวก ง แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องควบคุมสปีดอัตโนมัติ..... | 82   |
| ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์.....                        | 90   |
| ประวัติผู้วิจัย.....                                          | 95   |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                                              | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ และการจำของกายเ.....                                                         | 10   |
| 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ และความแตกต่างระหว่างการวิจัยการศึกษา<br>กับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา..... | 15   |
| 3 โครงสร้างภายในของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์.....                                                       | 19   |
| 4 แสดงตัวอย่างการเขียนสัญลักษณ์ของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ ...                                         | 21   |
| 5 แสดงผลการทดสอบตัวรับตัวหนึ่ง.....                                                                    | 22   |
| 6 แสดงการอัดและขยายตัวของโมเลกุลอากาศ.....                                                             | 24   |
| 7 แสดง การแทรกสอดของเสียง(Interference) .....                                                          | 27   |
| 8 แสดงเมื่อคลื่นเสียงผ่านรูแคบๆจะทำตัวเสมือนแหล่งกำเนิดตัวใหม่.....                                    | 27   |
| 9 แสดงการสะท้อนของคลื่นเสียง.....                                                                      | 28   |
| 10 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ.....                                       | 34   |
| 11 แผนภูมิแสดงการสร้างเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ.....                                        | 36   |
| 12 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ.....                                           | 59   |
| 13 วงจรไฟฟ้าของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ.....                                               | 61   |
| 14 ลักษณะภายในของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ.....                                             | 62   |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                                                      | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แสดงช่วงคลื่นและชนิดของคลื่น.....                                                                        | 26   |
| 2 แสดงความเร็วของเสียงผ่านตัวกลาง.....                                                                     | 27   |
| 3 แสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน<br>แบบอัตโนมัติ จากการทดลอง ครั้งที่ 1..... | 42   |
| 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะ<br>ด้านลักษณะทางกายภาพทั่วไป.....                     | 45   |
| 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะ<br>ด้านลักษณะการใช้งาน โดยอาศัยคู่มือ.....            | 46   |
| 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะ<br>ด้านลักษณะการบำรุงรักษา.....                       | 47   |
| 7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะ<br>ด้านสมรรถนะในการใช้งานอย่างเป็นระบบ.....           | 48   |
| 8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะ<br>ด้านความเหมาะสมด้านนำไปใช้ .....                   | 49   |
| 9 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะในทุกด้าน.....                                          | 50   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

เทคโนโลยีนั้นเป็นส่วนที่เสริมหรือตัวการพิเศษในระบบการดำรงอยู่ของมนุษย์ ซึ่งเราสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการที่เป็นประโยชน์ เพื่อพัฒนาศักยภาพและคุณภาพชีวิตเราได้เนื่องจากเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือขยายวิสัยแห่งอินทรีย์ของมนุษย์ (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 5) ในการเรียนการสอนหรือการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้นั้นเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เทคนิคและวิธีการสอนหลายประการ ซึ่งต้องใช้เทคนิคและวิธีการสอนแต่ละอย่างนั้นที่มีความเหมาะสมตามสถานการณ์และเนื้อหาที่แตกต่างกัน ไม่มีเทคนิคและวิธีการใดที่สามารถใช้เหมาะสมกับทุกสภาพการณ์อย่างใดก็ตามเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า การเรียนการสอนที่มีวัสดุอุปกรณ์ตลอดจนเครื่องมือช่วยอย่างเหมาะสม จะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์มากกว่าการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนฟังคำพูดจากครูเพียงคนเดียว (เป็รื่อง ภูมิท. 2520)

เทคโนโลยีทางการศึกษานั้นเป็นการประยุกต์เอาเทคนิควิธีการ แนวความคิด อุปกรณ์ และเครื่องมือใหม่ ๆ มาใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษา ทั้งในด้านการขยายงานและด้านการปรับปรุงคุณภาพของการเรียนการสอน ตามนัยนี้เทคโนโลยีการศึกษาจึงครอบคลุมเรื่องต่าง ๆ 3 ด้าน คือ การนำเอาเครื่องมือใหม่ๆ มาใช้ในการเรียนการสอน การผลิตวัสดุการสอนแนวใหม่ และการใช้เทคนิคหรือวิธีการใหม่ๆ (วิจิตร ศรีสะอ้าน. 2517 : 120-121) จากความหมายดังที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีการศึกษาเป็นการประยุกต์เอาเทคนิควิธีการ แนวความคิด วัสดุอุปกรณ์ และสิ่งต่างๆ อันสืบเนื่องมาจากเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษา เทคโนโลยีเหล่านั้นถึงแม้ว่าในบางครั้งจะเป็นการคิดค้นขึ้นเพื่อใช้ในวงการอื่นๆ โดยเฉพาะก็ตามแต่สามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในวงการศึกษาก็ได้ อาทิ เช่น คอมพิวเตอร์ซึ่งประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อใช้ในการคิดคำนวณและในวงการธุรกิจก็ยังสามารถนำมาใช้ในการบริหารสถาบันการศึกษา และช่วยในการเรียนการสอนได้ หรือการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์เพื่อพิมพ์เอกสาร และตำราทางวิชาการต่างๆ การใช้โทรทัศน์ที่คิดค้นขึ้นเพื่อความบันเทิง ก็สามารถนำมาใช้เพื่อการศึกษาได้เช่นกัน ตลอดจนการใช้ระบบโทรคมนาคมประเภทต่างๆ เช่น ระบบโทรศัพท์ หรือการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม เพื่อใช้ในการศึกษาและการเรียนการสอนเหล่านี้เป็นต้น (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 5)

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างรวดเร็วมาก ซึ่งได้มีการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ปฏิบัติการแปลกๆ ใหม่ ๆ หรือพัฒนาของเดิมให้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น โดยที่ขั้นตอนเหล่านี้ได้อาศัยเทคโนโลยีเป็นเครื่องช่วยจนสามารถคิดค้นวัสดุอุปกรณ์ และเทคนิควิธีการ เพื่อช่วยให้การ

ดำรงชีวิต ธุรกิจ และการทำงานแขนงต่างๆ เช่นเดียวกับวงการศึกษาก็ได้มีการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ รวมไปถึงการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น โดยที่ขั้นตอนเหล่านี้ได้อาศัยเทคโนโลยีเป็นเครื่องช่วยจนสามารถคิดค้นวัสดุ อุปกรณ์ และเทคนิควิธีการ รวมไปถึงการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นและช่วยเสริมให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม และเกิดแรงจูงใจในการเรียนจากสิ่งประดิษฐ์ที่ได้มีการพัฒนาประสิทธิภาพขึ้นมาใหม่ เช่น CD-ROM, CD-I เป็นต้น ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าการศึกษาในปัจจุบันนี้เป็นการศึกษาที่อาศัยการเรียนการสอนด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นหลัก หรือที่เรียกว่า “Electronic Learning” (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 203)

จากแนวความคิดดังกล่าวนี้เอง ทำให้เกิดแนวความคิดที่ว่าปัจจุบันการจัดการศึกษา เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างแท้จริงนั้น จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องยนต์กลไกต่างๆ เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ แต่การนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือหรือสื่อในวงการศึกษาจะพบว่าจะเกิดปัญหาในการใช้ เช่น วิธีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการนำเสนอที่ใช้ในการเรียนการสอนในสาขาวิชาต่างๆ กันในทุกระดับชั้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เนื่องจากประสบการณ์ในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่เท่าเทียมกันในแต่ละบุคคล จึงทำให้เด็กนักเรียน นิสิต นักศึกษา และบุคคลอื่นๆ ที่สนใจในเนื้อหาสาระความรู้ โดยผ่านอุปกรณ์สื่อที่ตนเองไม่คุ้นเคยหรือรู้จัก ทำให้พลาดโอกาสที่จะเรียนรู้หรือศึกษด้วยตนเอง ผ่านอุปกรณ์สื่อชนิดต่างๆ เหล่านี้ค่อนข้างน่าเสียดาย

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้ทำโครงการจึงได้ทำการศึกษาออกแบบเพื่อพัฒนาเครื่องควบคุมสไลด์ทัศน์แบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ถูกประกอบลงในกล่องโลหะแข็งแรง และออกแบบมาอย่างดี ความสามารถของอุปกรณ์ดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

1. สามารถควบคุมชุดเล่นเทปวีดิทัศน์ให้ทำการเล่น(Play)โดยอัตโนมัติ เมื่อมีนิสิต นักศึกษา หรือบุคคลทั่วไปที่สนใจมาอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ เช่น หน้าจอฉายหรือที่อื่นๆ เครื่องเล่นเทปวีดิทัศน์จะเริ่มเล่น(Play) ไปจนจบเนื้อหาของสื่อเรื่องนั้นๆ แล้วจึงหยุดการเล่น(Stop) และกรอเนื้อหาสื่อกลับ(Rewind)ไปที่จุดเริ่มต้น เพื่อเตรียมพร้อมที่จะทำงานครั้งต่อไปเมื่อมีผู้สนใจมาขึ้นอยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้อีกรอบหนึ่ง

2. สามารถควบคุมการบันทึกเทปวีดิทัศน์ (Video Cassete Recorder -VCR) ได้อย่างต่อเนื่อง

3. สามารถควบคุมการเล่นหรือบันทึกเสียงของเทปคาสเซต ให้หยุดการเล่นหรือบันทึกเสียงได้ชั่วขณะ(Pause) เมื่อไม่ได้ยินเสียงพูดหรือเสียงอื่นๆ ในเวลาที่กำหนดไว้ และจะเริ่มทำการบันทึกใหม่อีกครั้งหนึ่งเมื่อได้ยินเสียงพูดหรือเสียงบรรยาย ซึ่งความสามารถของอุปกรณ์ในส่วนนี้

ช่วยสามารถแก้ปัญหาในการคอยเปิด/ปิดเครื่องเล่นหรือบันทึกเสียงเทปคาสเซต ในการบันทึกเทป จะช่วยลดการสิ้นเปลืองเนื้อเทปคาสเซตในขณะที่ไม่มีเสียงพูดหรือเสียงบรรยาย

2. สามารถควบคุมการเปิด/ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แรงดัน 220 โวลต์ ขนาดไม่เกิน 1000 วัตต์ ให้สัมพันธ์กับเวลาที่กำหนด อาทิเช่น จอมอนิเตอร์ไฟฟ้า หรือระบบแสงสว่างต่าง ๆ

อุปกรณ์ดังกล่าวจำเป็นต้องเชื่อมโยงเข้ากับระบบภายนอก เช่น เครื่องเล่นเทปวิทยุทัศน์ (เฉพาะรุ่นกดปุ่ม) เครื่องเล่นเทปคาสเซต อุปกรณ์ดังกล่าวถูกออกแบบอยู่ในกล่องโลหะ มีความแข็งแรง ขนาดพอเหมาะใช้งานง่าย โดยศึกษาจากคู่มือการใช้ มีความปลอดภัย จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในวงการศึกษา เช่น ชุดแสดง (Display) หรือตู้นิทรรศการต่างๆ ตลอดจนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้วงการศึกษาได้มีการพัฒนาอุปกรณ์หรือเครื่องมือใหม่ๆ อยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อให้วงการศึกษาของเรามีการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ให้ทันสมัยทัดเทียมหรือดีกว่าประเทศต่างๆ ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะอันเป็นกำลังสำคัญที่มีคุณภาพของชาติต่อไป

### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติตามเกณฑ์ที่กำหนดในการยอมรับได้คือ 3.50 ขึ้นไป อยู่ในระดับ ดี

### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ได้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีทางการศึกษา หรือวงการอื่นๆ ต่อไป

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

#### ประชากร

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้ทำโครงการได้ทดลองกับนิสิต คณาจารย์ และผู้สนใจทั่วไป ที่มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

#### กลุ่มตัวอย่าง

การทดลองครั้งนี้ ผู้ทำโครงการได้ดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ประกอบด้วยนิสิตจำนวน 10 คน อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์จำนวน 10 ท่าน และผู้สนใจทั่วไปจำนวน 10 คน ที่มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

### รูปแบบของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อให้การพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติบรรลุตามจุดมุ่งหมาย ผู้ทำโครงการจึงได้กำหนดรูปแบบของการศึกษาดังนี้

#### 1. เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

##### 1.1 สามารถควบคุมการเล่นเทปวิดีโอได้ด้วยตนเองโดยอัตโนมัติ

กระบวนการทำงาน โดยใช้วงจรอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ เช่น คน เมื่อผ่านมายังจุดตรวจจับวงจรก็จะเริ่มส่งสัญญาณให้ชุดควบคุมเวลาและชุดควบคุมการเล่นเริ่มทำงานจนจบความยาวของเนื้อหาสื่อเรื่องนั้นที่ได้กำหนดเวลาเอาไว้ เช่น 20 นาที หรือ 1 ชั่วโมง เป็นต้น เมื่อจบเนื้อหาสื่อหรือเวลาที่กำหนดเอาไว้ ชุดควบคุมเวลาจะส่งสัญญาณให้ชุดควบคุมการเล่น หยุดการเล่น(Stop) และสั่งให้กรอกลับ(Rewind) กลับไปเริ่มต้นเตรียมการเล่นใหม่อีกครั้งหนึ่ง

##### 1.2 สามารถควบคุมการบันทึกเทปวิดีโอ (Video Cassette Recorder - VCR) ได้อย่างต่อเนื่อง

กระบวนการทำงาน โดยใช้วงจรอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์(Ultrasonic Transducer) ตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุเช่น คน เมื่อผ่าน ณ จุดตรวจจับ วงจรเริ่มส่งสัญญาณไปที่ภาคควบคุมสัญญาณรวม แล้วส่งต่อไปที่ภาคควบคุมการบันทึก จากนั้นจะสั่งให้ปุ่มบันทึก(Record)ของเครื่องบันทึกเทปวิดีโอทำงานทันที กล้องวิดีโอจะส่งสัญญาณภาพไปที่เครื่องบันทึกเทปวิดีโอทำการบันทึกเทปวิดีโอไปเรื่อยๆอย่างต่อเนื่อง จนถึงระยะเวลาหนึ่งที่ไม่มียวัตถุผ่านมายังจุดตรวจจับประมาณ 30 วินาที วงจรควบคุมการบันทึกเทปวิดีโอจะสั่งให้หยุดการบันทึกเทป โดยจะส่งสัญญาณไปควบคุมปุ่มหยุดการบันทึก(Stop) และจะเริ่มทำการบันทึกใหม่เมื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวได้อีกครั้งหนึ่ง

##### 1.3 สามารถควบคุมการเล่นหรือบันทึกเสียงจากเทปคาสเซตได้อย่างต่อเนื่อง (Sound Cassette Play and Recorder)

กระบวนการทำงาน โดยใช้ไมโครโฟนเป็นตัวรับสัญญาณเสียงแล้วส่งผ่านเข้าวงจรกรองความถี่ให้อยู่ในย่านความถี่ประมาณ 1 กิโลเฮิรตซ์(KHz) ซึ่งเป็นความถี่ของเสียงพูดหรือเสียงสนทนาส่งให้วงจรควบคุมสัญญาณรวม เพื่อส่งสัญญาณต่อไปยังวงจรควบคุมการเล่นหรือบันทึกเสียง(Sound Play and Recorder Control) ซึ่งค่ออยู่กับเครื่องเทปคาสเซต เครื่องจะทำการการเล่นหรือบันทึกเสียงไปอย่างต่อเนื่องและจะหยุดเล่นหรือบันทึกเสียงเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่ได้รับสัญญาณเสียงพูดหรือสนทนาส่งผ่านมายังวงจรควบคุมประมาณ 15 วินาที ซึ่งนั่นก็คือหยุดพูด

แล้วจึงจะส่งสัญญาณให้ทำการหยุดการเล่นหรือบันทึกเสียงชั่วคราว(Pause) และจะเริ่มทำการเล่นหรือบันทึกใหม่อีกครั้งเมื่อได้รับสัญญาณเสียงพูดหรือเสียงอื่นๆ ส่งให้วงจรควบคุมใหม่อีกครั้ง

#### 1.4 ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายนอกให้สามารถเปิดและปิดตามเวลาที่กำหนด

กระบวนการทำงาน เมื่อวงจรอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์(Ultrasonic Transducer) ตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ เช่น คน ผ่านมายังจุดตรวจจับวงจรก็จะเริ่มส่งสัญญาณมายังภาคควบคุมสัญญาณรวม แล้วส่งต่อให้ภาคเชื่อมโยงอุปกรณ์ภายนอกซึ่งเป็นวงจรตั้งเวลา(Timer) ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายนอกที่ใช้แรงดัน 220 โวลต์ ขนาดไม่เกิน 1000 วัตต์ เปิด/ปิดเองโดยอัตโนมัติ สามารถตั้งเวลาให้สัมพันธ์กับการใช้งานได้ ตั้งแต่ 3 นาที จนถึง 180 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาวงจรจะสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมโยงนั้นปิดเองโดยอัตโนมัติ และพร้อมจะเริ่มทำงานใหม่อีกครั้งเมื่อได้รับสัญญาณใหม่อีกครั้ง

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สื่อโสตทัศนฯ หมายถึง สื่อการสอนที่นำเสนอในลักษณะของภาพและเสียง โดยอาศัยโสตทัศนูปกรณ์เป็นเครื่องมือในการนำเสนอ เช่น ชุดเล่นเทปวีดิทัศน์ สไลด์ประกอบเสียง เป็นต้น
2. เครื่องควบคุม หมายถึง อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ควบคุมระบบหรือขั้นตอนการสั่งการและหยุดการทำงานได้เอง โดยใช้วัสดุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ประกอบขึ้นเป็นเครื่องควบคุม
3. เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนฯแบบอัตโนมัติ หมายถึง อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ควบคุมสื่อโสตทัศนฯ ให้ทำงานเองโดยอัตโนมัติ เมื่อมีผู้สนใจเข้ามาใกล้หรือได้ยินเสียงในรัศมีของการสั่งการของเครื่อง และหยุดการทำงานเองเมื่อครบเวลาที่กำหนดเอาไว้ และกลับไปเริ่มต้นใหม่พร้อมที่จะทำงานรอบต่อไปหรือหยุดการทำงานทันที เมื่อไม่เห็นผู้ชมเข้ามาใกล้หรือได้ยินเสียงอย่างต่อเนื่องในเวลาที่กำหนด
4. การวิจัยและพัฒนา หมายถึง การพัฒนาการศึกษาโดยอาศัยพื้นฐานการวิจัย เป็นกลยุทธ์หรือวิธีการสำคัญวิธีหนึ่งที่ใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักเหตุผลเป็นกระบวนการในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตทางการศึกษา
5. การหาประสิทธิภาพ หมายถึง การตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนฯแบบอัตโนมัติ ที่สามารถควบคุมการทำงานของสื่อโสตทัศนฯได้ตามต้องการ มีความปลอดภัยสูงขณะใช้งาน บำรุงรักษาและใช้งานได้สะดวก คล่องตัว ตามเกณฑ์ที่กำหนดในการยอมรับได้คือ 3.50ขึ้นไป อยู่ในระดับดี ซึ่งสามารถจัดกลุ่มคุณสมบัติของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนฯแบบอัตโนมัติได้ 5 ลักษณะ ดังนี้

5.1 ความเที่ยงตรงและถูกต้อง หมายถึง การสั่งการของเครื่องให้เริ่มทำงานและหยุดการทำงานได้อย่างเที่ยงตรงและถูกต้อง

5.2 ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ขนาดของเครื่องควบคุมอุปกรณ์โสตทัศนแบบอัตโนมัติ กระทบต้วร็ด สวยงาม มีความแข็งแรงและปลอดภัยขณะใช้งาน

5.3 ลักษณะการใช้งาน หมายถึง การประกอบเข้ากับอุปกรณ์โสตทัศนต่างๆ สามารถทำได้ง่ายโดยอาศัยคู่มือในการใช้

5.4 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ หมายถึง ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ก็สามารถใช้งานได้ โดยนำไปติดตั้งในห้องเรียน ห้องนิทรรศการของสถานศึกษา และสามารถแยกส่วนประกอบเพื่อเคลื่อนย้ายได้สะดวก

5.5 การบำรุงรักษา หมายถึง การตรวจเช็คระบบการทำงานและส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องได้ทำสะดวก การต่อประกอบเข้ากับอุปกรณ์เสริมภายนอกต่างๆ ไม่ก่อให้เกิดการชำรุดเสียหาย การซ่อมแซมทำได้สะดวกและรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะอุปกรณ์ทุกชิ้นหามาทดแทนได้ง่าย

6. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ 5 ปีขึ้นไป

6.1 ด้านวิศวกรรมศาสตร์ เป็นวิศวกรผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิชาการและทางด้านการวิศวกรรม

6.2 ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา เป็นนักเทคโนโลยีการศึกษาผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวิชาการและด้านเทคโนโลยีการศึกษา

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำโครงงานครั้งนี้ ผู้ทำโครงงานได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแยกออกเป็นลำดับดังนี้

1. แนวคตินักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน
2. หลักการวิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน
3. ทฤษฎีทั่วไปของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ
  - 3.1 ทฤษฎีและหลักการทำงานของอุตตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์
    - 3.1.1 ความหมายของอุตตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์
    - 3.1.2 หลักการทำงานของอุตตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์
    - 3.1.3 ข้อควรระวังในการใช้งานอุตตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์
  - 3.2 ทฤษฎีและหลักการทำงานของชาวด์ทรานสดิวเซอร์
    - 3.2.1 ความหมายของคลื่นเสียง
    - 3.2.2 คุณสมบัติของคลื่นเสียง
    - 3.2.3 หลักการทำงานของชาวด์ทรานสดิวเซอร์
4. การนำไปประยุกต์การใช้งานต่างๆ
5. โครงงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

#### 1. แนวคตินักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอน เป็นการบูรณาการแนวความคิดของนักจิตวิทยาการเรียนรู้ เนื่องจากในความหมายทางจิตวิทยากลุ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ คือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มนี้ คือพฤติกรรมนั่นเอง เช่น ทฤษฎีสั่งเร้า และการตอบสนอง(Stimulus - Responses) การเรียนรู้ในทัศนะนี้เกิดจากกระบวนการตอบสนองเมื่อมีการเสนอสิ่งเร้า องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้มี 4 ประการ คือ

1.1 แรงขับ(Drive) หมายถึง ความต้องการของผู้เรียนในบางสิ่งบางอย่างแล้วจึง(Motivated) ให้ผู้เรียนหาหนทางสนองตามความต้องการนั้น สิ่งเร้า(Stimulus) เมื่อมีสิ่งเร้าผู้เรียนจะได้รับความรู้(Message) หรือการชี้แนะ(Cue) ทันทีทันใดจากสิ่งเร้านั้นก่อนที่จะตอบสนอง

1.2 การตอบสนอง(Response) หมายถึง การที่ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งอธิบายได้ด้วยพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก

การเสริมแรง (Reinforcement) หมายถึง การให้รางวัล เช่น การชมเชยผู้เรียนในกรณีที่ผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 61-62)

### จิตวิทยาการเรียนรู้กับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

ภารกิจของผู้สอนในการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมผู้สอนจะต้องกำหนดความมุ่งหมายอย่างแน่ชัดก่อนว่าต้องการก่อให้เกิดพฤติกรรมเช่นใดขึ้นในตัวผู้เรียน แล้วจึงจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมตามลำดับที่ต้องการนำผู้เรียนให้ตอบสนอง เมื่อผู้เรียนตอบสนองถูกต้องก็ให้การเสริมแรง

ตัวอย่างการนำทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมมาเป็นหลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีการศึกษาที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด คือ บทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Instruction) เช่น บทเรียนโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยสิ่งเร้าสั้นๆ เรียกว่า กรอบหรือเฟรม (frames) การจูงใจและเร้าใจผู้เรียนให้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วม ได้ตอบสนอง และได้รับการเสริมแรงเมื่อผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง

ในทางปฏิบัติ ปัจจุบันทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมมีอิทธิพลมากและเป็นที่ยอมรับมาเป็นหลักการพื้นฐานของการออกแบบการสอนแบบโปรแกรมประเภทต่างๆ หลายรูปแบบ นับตั้งแต่การสอนโดยใช้สื่อธรรมดา และกระบวนการสื่อสาร ไปจนถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาในระบบหรือนอกระบบโรงเรียนก็ตาม

#### 1. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

ในการนำเอาหลักจิตวิทยาการเรียนรู้เข้ามาใช้ประกอบในการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดของนักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ

1.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของ กาเย่ (Gagne.1985) กาเย่ได้นิยามการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพ (Capability) หรือความสามารถของมนุษย์ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมบางประการที่แสดงออกมา การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการที่มนุษย์ได้รับประสบการณ์ จากสภาพการณ์การเรียนรู้ในระยะเวลาหนึ่ง กาเย่ ได้จำแนกประเภทการเรียนรู้พื้นฐานออกเป็น 8 ลักษณะ เรียงตามลำดับก่อนหลังดังนี้

1.1.1 การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานที่สุด เกิดขึ้นโดยผู้เรียนมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นเงื่อนไข อย่างทันทีทันใด และจะเกิดการเรียนรู้เมื่อกระทำซ้ำหลายๆ ครั้งบนเงื่อนไขเดียวกัน การเรียนรู้สัญญาณเป็นประเภทเดียวกันกับทฤษฎีการวางเงื่อนไขของพาฟลอฟ (Pavlov)

1.1.2 การเรียนรู้จากสิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimulus - Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างตั้งใจหรือจำเพาะเจาะจงโดย 1. กระทำซ้ำบ่อยๆ 2. ตอบสนองให้ถูกต้องเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ 3. การควบคุมสิ่งเร้าจะเพิ่มความถูกต้องของการตอบสนองได้มากขึ้น และ 4. การเสริมแรงหรือการให้รางวัลมีความจำเป็น การเรียนรู้ประเภทนี้ เป็นประเภทเดียวกันกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบอาการกระทำ (Operant Conditioning) ของสกินเนอร์ และทฤษฎีการเรียนรู้ (Instrumental Conditioning Learning) ของธอร์นไดค์

1.1.3 การเรียนรู้เชื่อมโยง (Simple Chaining Learning) เป็นการเรียนรู้ที่จะต้องมีการกระทำเชื่อมโยงต่อเนื่องระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองตั้งแต่สองคู่ขึ้นไป โดยมากเป็นการเรียนรู้ด้านทักษะ (Motor Learning)

1.1.4 การเรียนรู้โดยใช้ภาษา (Verbal Association Learning) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของการใช้ถ้อยคำหรือภาษาตอบสนองสิ่งเร้า จนเกิดเป็นภาษาขึ้นมาเรียกสิ่งต่างๆ การเรียนรู้ประเภทนี้เป็นลักษณะเดียวกับการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง (Connection Learning) ของเอบบิงฮอส (Ebbinghaus)

1.1.5 การเรียนรู้ความแตกต่าง (Discrimination Learning) เป็นการเรียนรู้ที่จะต้องมีความเข้าใจอย่างกว้างขวางลึกซึ้งตามลำดับขั้นต่างๆ ที่จะเรียนรู้ จนสามารถจำแนกความแตกต่างที่มีอยู่ของสิ่งเร้าทั้งหลายได้ เช่น สามารถแยกชื่อต่างๆ ของพืชและสัตว์ได้ และเรียกได้ถูกต้อง

1.1.6 การเรียนรู้มโนทัศน์ (Concept Learning) โดยทั่วไปมโนทัศน์จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ มโนทัศน์แบบรูปธรรมและมโนทัศน์แบบนามธรรม มโนทัศน์แบบรูปธรรมเกิดจากการสังเกตและร่วมกิจกรรมจากสภาพการณ์ที่จัดเป็นแบบรูปธรรม ส่วนมโนทัศน์แบบนามธรรมนั้นเป็นมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับสัญลักษณ์หรือสิ่งแทนของจริงต่างๆ เช่น สีเหลือง สามเหลี่ยม ความร้อน เป็นต้น ดังนั้น การเรียนรู้มโนทัศน์จึงเกิดขึ้นได้ตามจุดมุ่งหมายที่เราตั้งใจ โดยเรียนรู้ผ่านทางสภาพการณ์การเรียนรู้เพื่อให้เกิดการตอบสนอง จนสามารถสรุปหลักการและจุดมุ่งหมายจากสิ่งแวดล้อมได้

1.1.7 การเรียนรู้กฎ (Rule Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการนำเอามโนทัศน์จำนวนหนึ่งมาสัมพันธ์กันอย่างมีลำดับต่อเนื่องกันและชัดเจน แล้วสร้างเป็นข้อสรุปหรือกฎที่มีความหมายใหม่ขึ้นมา และสามารถนำไปใช้อธิบายกับเหตุการณ์ต่างๆ ได้

1.1.8 การเรียนรู้การแก้ปัญหา (Problem - Solving Learning) เป็นการเรียนรู้ขั้นสูงที่สุด ที่เกิดจากการนำกฎหรือหลักการเบื้องต้นต่างๆ ที่สร้างขึ้นมาจากหลักการก็จะนำไปสู่กระบวนการคิดใหม่ๆ เกิดการคิดและขยายแนวคิดจนสามารถนำหลักการนั้นไปใช้อย่างสร้างสรรค์ และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ จนกระทั่งได้ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

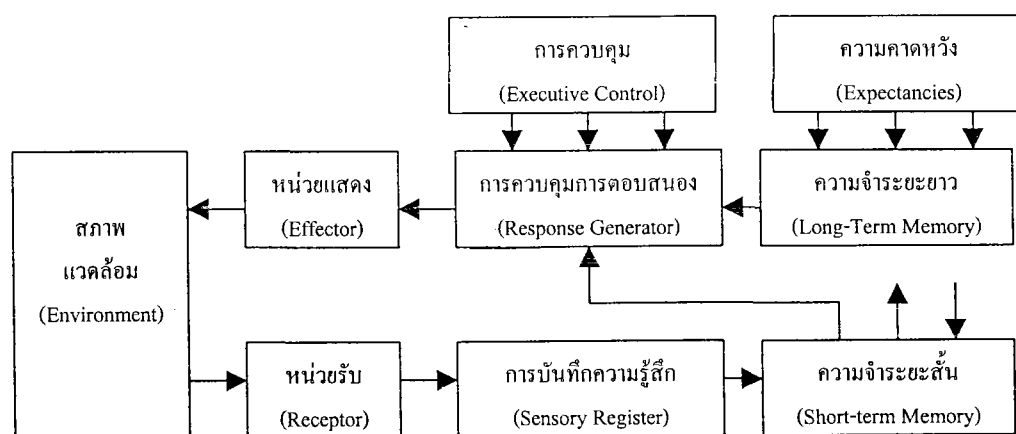
1.2 จากลักษณะการเรียนรู้ดังกล่าว กาเย่ได้กล่าวว่าผู้เรียนจะเกิดความสามารถซึ่งเป็นผลของการเรียนรู้ (Learning Outcomes) และผลการเรียนรู้ที่ถ่มองในมุมหนึ่ง ก็คือจุดมุ่งหมายของการศึกษาและการเรียนการสอนนั่นเอง

ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่กับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน จากทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ ดังได้กล่าวมาแล้วนั้น จะได้เห็นว่าเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่สามารถประยุกต์เข้าสู่เหตุการณ์การเรียนการสอน (Instructional Event) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนากระบวนการสอน ซึ่งก็คือเทคโนโลยีการสอนนั่นเอง

ในเรื่องนี้ กาเย่ และคนอื่นๆ (Gagne and others. 1988 : 8-14) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลจะมีสิทธิเสรีภาพเพียงใดนั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ

1. สภาพการเรียนรู้(Conditions of Learning) เป็นความพร้อมภายในตัวผู้เรียน (Internal Conditions) ด้านความสามารถที่มีอยู่ก่อนเรียน (พฤติกรรมเบื้องต้น) และสภาพภายนอก (External Conditions) ที่จัดให้แก่ผู้เรียน

2. เหตุการณ์ในการเรียนรู้ (Events of Learning) หมายถึง กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้ กาเย่ได้เสนอรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้และการจำ (A Basic Model of Learning and Memory) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ตั้งอยู่บนทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มความรู้ความเข้าใจยุคใหม่ [Modern Cognitive (Information Processing) Theories ] ดังนี้



ภาพประกอบ 1 รูปแบบกระบวนการเรียนรู้และการจำของกาเย่

เมื่อมีสิ่งเร้าจากสภาพแวดล้อมมากระตุ้นหน่วยรับ ประสาทสัมผัสจะรับสิ่งเร้าส่งไปทำการบันทึกความรู้สึก และจะได้รับการกลั่นกรองจากกระบวนการความตั้งใจ การเลือกการรับรู้เลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นจะส่งต่อไปยังหน่วยความจำระยะสั้น โดยอาศัยสื่อ (ภาพหรือเสียง)

และบางส่วนถูกส่งไปยังหน่วยความจำระยะยาว และเรียกมาใช้งานได้ด้วยกระบวนการเสาะหา และการระลึก ผลจากกระบวนการนี้ทำให้มีการปฏิบัติโดยอาศัยหน่วยแสดงเป็นการตอบสนอง เมื่อได้ทราบผลการปฏิบัติก็จะเกิดการเรียนรู้ การทราบผลการปฏิบัติเป็นกระบวนการข้อมูลย้อนกลับ ส่วนการควบคุมประสิทธิภาพการเรียนรู้ นั้น จะขึ้นอยู่กับกระบวนการควบคุมและความคาดหวัง กระบวนการควบคุมที่สำคัญคือ ยุทธศาสตร์การคิด

ดังนั้น รูปแบบการเรียนรู้และการจำของกาเย่ นี้จึงเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวของทฤษฎีใหม่ของกลุ่มความรู้ความเข้าใจ ที่เน้นในเรื่องของกระบวนการเรียนรู้ (Information Processing)

จากรูปแบบการเรียนรู้และการจำ กาเย่ และคนอื่นๆ (Gagne and others. 1988 : 180-181) ได้นำมาประยุกต์เป็นลำดับขั้นของกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องกันเป็น 8 ลำดับขั้น คือ

1. ความตั้งใจ (Attention) เป็นลักษณะและธรรมชาติของมนุษย์ในการรับรู้สิ่งเร้า
2. การเลือกรับรู้ (Selective Perception) เป็นการเลือกรับรู้ความรู้ต่างๆ เพื่อนำไปเก็บในหน่วยความจำระยะสั้น
3. จัดข้อมูลความรู้ (Rehearsal) ในหน่วยความจำระยะสั้น
4. จัดรหัสความรู้ (Semantic Encoding) เพื่อนำเก็บในหน่วยความจำระยะยาว
5. นำออกมาใช้ (Retrieval) รวมการเสาะหาการนำความรู้เก็บไว้ในความจำการทำงานหรือหน่วยการตอบสนอง
6. การตอบสนอง (Responses Organization) เป็นการเลือกและการจัดการปฏิบัติ
7. การป้อนกลับ (Feedback) เป็นเหตุการณ์ภายนอกในลักษณะของการเสริมแรง
8. การควบคุมกระบวนการเรียนรู้ (Executive Control Processes) เป็นการใช้ยุทธศาสตร์การคิด และอื่นๆ เป็นกระบวนการภายในตัวผู้เรียนที่จะควบคุมกระบวนการเรียนรู้

จากหลักการเรียนรู้เป็นลำดับขั้นดังกล่าว กาเย่ได้เสนอไปสู่การจัดการเรียนการสอนซึ่งจะต้องมีวัตถุประสงค์แน่ชัดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และพฤติกรรมที่จะให้เด็กแสดงออกนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 อย่าง คือ (บุญสืบ พันธุ์ดี. 2537 : 26-29 ; พรณี ช. เจริญจิต. 2528 ; กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. 2525 ; Gagne. 1970)

1. ทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skills) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถจำแนกแยกแยะเรียนรู้มโนคติทั้งรูปธรรมและนามธรรม ตลอดจนการเรียนรู้กฎเกณฑ์ หลักการ และการแก้ปัญหา

2. ยุทธศาสตร์การคิด (Cognitive Strategies) เป็นกระบวนการภายในของมนุษย์ซึ่งควบคุมการเรียนรู้ การคิด ที่จะแก้ปัญหายุทธศาสตร์การคิดเป็นทักษะเกี่ยวกับ

- ความสนใจ ความตั้งใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนควบคุมตนเองให้ตั้งใจกับสิ่งที่กำลังเรียน

- ความจำเป็นในการแปลความสิ่งต่างๆ ที่เรียนให้เป็นของผู้เรียนเอง เพื่อช่วยให้จำได้นานเป็นการใส่รหัสข้อมูลเพื่อเก็บไว้ในความจำ

- การเรียกข้อมูล เป็นการเรียกข้อมูลที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา
- การแก้ปัญหา

3. การเรียนรู้ข้อสนเทศทางวาจา (Verbal Information) เป็นการเรียนรู้ข้อสนเทศหรือข้อเท็จจริงต่างๆ โดยใช้วาจา เป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถบอกข้อเท็จจริง ความคิด หรือการเรียกสิ่งต่างๆ ในรูปของหลักการหรือทฤษฎีได้ โดยที่ผู้เรียนมีมโนคติเกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมา

4. ทักษะการเคลื่อนไหว (Motors Skills) เป็นความสามารถในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ในการทำกิจกรรม กล่าวคือในการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ต้องมีการทำงานประสานสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ และต้องมีสติปัญญาในการคิดขั้นตอนการทำงานใดควรทำก่อนหลัง

5. เจตคติ (Attitudes) เป็นเรื่องที่ซับซ้อนและมีความรู้สึกด้านอารมณ์เกี่ยวข้องซึ่งมองไม่เห็น เป็นตัวกำหนดบุคคลให้มีการกระทำต่างๆ แล้วแต่ความเชื่อ ค่านิยม และความรู้สึกของเขาในการจัดการเรียนการสอน นอกจากจะคำนึงถึงสมรรถภาพที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงออกแล้ว ยังต้องคำนึงถึงเจตคติในการกระทำสิ่งต่างๆ ด้วย

กาเยได้เน้นบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมต่างๆ และได้เสนอแนวทางในการจัดลำดับชั้นการสอนเป็น 9 ชั้น ดังนี้

1. การเรียกความสนใจ (Gaining Attention) เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนโดยการเลือกสิ่งเร้า เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ การใช้คำถาม การสาธิต และนำเสนอสิ่งเร้านั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ

2. การบอกให้ผู้เรียนทราบวัตถุประสงค์การสอน (Informing the Learner of the Objective) เพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอน และเป็นแนวทางไปสู่จุดประสงค์นั้น การบอกจุดประสงค์อาจบอกให้ทราบโดยตรงหรือบอกโดยใช้คำถามก็ได้

3. การกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกความรู้เดิมที่ต้องมีก่อน (Stimulating Recall of Prerequisite Learning) อาจใช้คำถามหรือบรรยายเพื่อทบทวนความรู้เดิม แล้วนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่มีความพร้อมที่จะเรียนต่อไป

4. การเสนอสิ่งเร้าที่ใช้ประกอบการสอน (Presenting the Stimulus Material) ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการสอนอื่นๆ

5. การชี้แนะการเรียนรู้ (Providing Learning Guidance) อาจใช้คำถามนำไปสู่การเรียนรู้ การแนะนำการใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

6. จัดให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรม (Eliciting the Performance) คือ ให้ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรมปฏิบัติ การทดลอง ผู้สอนคอยให้ความสะดวก จัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติการ

7. ให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม (Providing Feedback) เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่า การทำกิจกรรมหรือปฏิบัติการทดลองได้ผลถูกต้องดีหรือต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

8. การวัดผลการเรียน (Assessing the Performance) การวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในการทำกิจกรรมอาจทำได้โดยการใช้คำถาม ให้ทำแบบฝึกหัดหรือทำข้อสอบ วัดได้ในขณะเรียน และเมื่อสิ้นสุดการเรียนเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้

9. การทำให้ผู้เรียนคงทนต่อการเรียนรู้และการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer) คือการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำๆ กัน เพื่อให้มีความคงทนของความรู้ ให้มีการทบทวน และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เพื่อฝึกการถ่ายโยงการเรียนรู้

กาเยได้เสนอแนวคิดไว้เป็นแนวทางในการสอนว่า การสอนให้เรียนรู้เนื้อหาสำคัญกว่าเรียนรู้กระบวนการ และมีความเห็นว่าการนำวิธีการสอนแบบค้นพบไปสอนนั้นจะไม่ช่วยให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง นอกจากจะต้องสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่แน่นอนและเป็นลำดับขั้นให้ผู้เรียนจึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์

การสอนทั้ง 9 ขั้นดังกล่าว เป็นประโยชน์ต่อนักเทคโนโลยีการศึกษาในการออกแบบและพัฒนาการสอนในเชิงปฏิบัติ ทฤษฎี และหลักการเรียนรู้ตามแนวของกาเย ได้รับความสนใจและนำมาใช้ในงานด้านเทคโนโลยีการสอนอย่างกว้างขวาง (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 66)

## 2. หลักการวิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

การพัฒนาคุณภาพทางการศึกษามีความจำเป็นต้องวิเคราะห์การผลิตและการนำไปใช้ซึ่งอำนาจ ช่างเรียน (2532 : 24 – 28) ได้กล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาการศึกษาไว้ว่า การวิจัยการศึกษามุ่งค้นหาหาความรู้โดยการวิจัยพื้นฐานหรือมุ่งหาคำตอบที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงานโดยการวิจัยประยุกต์และตรวจสอบคุณภาพผลผลิตทางการศึกษา แม้ว่าการพัฒนาผลผลิตทางการศึกษา เช่น การวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการสอนหรืออุปกรณ์การสอน ผู้วิจัยอาจจะพัฒนาสื่อหรือผลผลิตทางการศึกษาสำหรับการสอนในแต่ละระบบ แต่ผลผลิตเหล่านี้ได้ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยแต่ละครั้งเท่านั้นไม่ได้พัฒนาไปสู่การใช้สำหรับโรงเรียนทั่วไป

ในเรื่องการนำไปใช้ การวิจัยการศึกษามีช่องว่างระหว่างผลการวิจัยกับการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง คือ ผลของการวิจัยการศึกษาจำนวนมากอยู่ในตู้ไม่ได้รับการพิจารณานำไปใช้

อย่างไรก็ตามการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษามีใช้สิ่งที่จะทดแทนการวิจัยการศึกษา แต่เป็นเทคนิควิธีที่จะเพิ่มศักยภาพของการวิจัยการศึกษาให้มีผลต่อการศึกษา คือเป็นตัวเชื่อมเพื่อแปลงไปสู่ผลผลิตทางการศึกษาที่ใช้ประโยชน์ได้จริงโดยทั่วไป

บอร์กและกอลล์ (Borg and Gall, 1979 : 771 - 789 ; Morrish, 1987 ; พงษ์ศิริบรรณพิทักษ์, 2531 : 21-24) ได้กล่าวถึงหลักการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาไว้ดังนี้

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา (Educational Research and Development หรือ R&D) เป็นการพัฒนาการศึกษาโดยพื้นฐานการวิจัย (Research Based Education Development) เป็นกลยุทธ์หรือวิธีการสำคัญวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักเหตุผลและตรรกวิทยาเป้าหมายหลัก คือใช้เป็นกระบวนการในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ของผลผลิตทางการศึกษา (Education Product) อันหมายถึง วัสดุอุปกรณ์ทางการศึกษาได้แก่ หนังสือแบบเรียน ฟิล์ม สไลด์ เทปเสียง เทปโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.1 การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาแตกต่างจากการวิจัยทางการศึกษาใน 2 ประการคือ

2.1.1 เป้าประสงค์ (Goal) การวิจัยทางการศึกษามุ่งค้นคว้าหาความรู้ใหม่ โดยการวิจัยพื้นฐานหรือมุ่งหาคำตอบเกี่ยวกับการปฏิบัติงานโดยการวิจัยประยุกต์ แต่การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษามุ่งพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพผลผลิตทางการศึกษา แม้ว่าการวิจัยประยุกต์ทางการศึกษาหลายโครงการ หรืออุปกรณ์การสอนผู้วิจัยอาจพัฒนาสื่อหรือผลผลิตทางการศึกษา สำหรับการสอนแต่ละแบบแต่ละผลผลิตเหล่านี้ ได้ใช้สำหรับการทดสอบสมมุติฐานของการวิจัยแต่ละครั้งเท่านั้น ไม่ได้พัฒนาไปสู่การใช้สำหรับโรงเรียนทั่วไป

2.1.2 การนำไปใช้ การวิจัยการศึกษามีช่องว่างระหว่างผลการวิจัยกับการนำไปใช้จริงอย่างกว้างขวาง กล่าวคือผลการวิจัยทางการศึกษาจำนวนมากอยู่ในตู้ไม่ได้รับการพิจารณานำไปใช้ นักการศึกษาและนักวิจัยจึงหาทางลดช่องว่างดังกล่าวโดยวิธีที่เรียกว่า “การวิจัยและพัฒนา” อย่างไรก็ตามการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษามีใช้สิ่งที่จะทดแทนการวิจัยทางการศึกษาแต่เป็นเทคนิควิธีที่จะเพิ่มศักยภาพของการวิจัยการศึกษาให้มีผลต่อการจัดการทางการศึกษา คือ เป็นตัวเชื่อมเพื่อแปลงไปสู่ผลผลิตทางการศึกษาที่ใช้ประโยชน์ได้จริงในโรงเรียนทั่วไป ดังนั้นการใช้กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการศึกษาจึงเป็นการใช้ผลจากการวิจัยทางการศึกษา(ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยพื้นฐานหรือการวิจัยประยุกต์)ให้เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้นสามารถสรุปความสัมพันธ์และความแตกต่างดังแผนภูมิต่อไปนี้

| การวิจัยพื้นฐาน                                                  | การวิจัยประยุกต์                                                              | การวิจัยและพัฒนา                                                                            |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| ความรู้พื้นฐาน<br>- ทฤษฎีการเรียนรู้<br>- ทฤษฎีการสื่อสาร<br>ฯลฯ | ความรู้ประยุกต์บางส่วน<br>- เครื่องมือทดสอบ<br>- วัสดุอุปกรณ์ หลักสูตร<br>ฯลฯ | นวัตกรรมที่ผ่านการทดลอง<br>ใช้ได้ผลดี<br>- หลักสูตรใหม่<br>- วิธีการสอนใหม่<br>- ครูแนวใหม่ |

ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างการวิจัยการศึกษากับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

## 2.2 สถานภาพของการวิจัยและพัฒนา

ตั้งแต่ปี ค.ศ.1963 มีการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา 11 แห่งทั่วสหรัฐอเมริกา วัตถุประสงค์ของศูนย์เหล่านี้คือ ผนึกกำลังนักวิชาการสาขาต่างๆเพื่อทำงานวิจัยและพัฒนาในปัญหาการศึกษา ศูนย์แต่ละแห่งจะต้องทำการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับ การวิจัยและพัฒนาที่ศูนย์มีความสนใจ หรือมุ่งหมายจะดำเนินการเป็นพิเศษโดยทั่วไปศูนย์ การวิจัยและพัฒนาจะตั้งชื่อศูนย์สื่อจนถึงเรื่องที่ต้องการเน้นในการวิจัยและพัฒนาไปต่าง ๆ กัน เช่น ศูนย์พัฒนาและการจัดการศึกษา แห่งโอเรกอน (Center for Advanced Study of Educational Administration of Oregon) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสอนแห่งสแตนฟอร์ด (Stanford Center for Research and Development in Teaching of Stanford University) ศูนย์สำหรับการศึกษาการวัดผลและประเมินผลบทเรียนโปรแกรม แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย (Center for the Study of the Evaluation of Instructional Programs (University of California at Los Angeles) ฯลฯ

ศูนย์การวิจัยและพัฒนาเหล่านี้มักจะมีเจ้าหน้าที่ประจำจำนวนน้อย ส่วนใหญ่จะมีอาจารย์มาช่วยงาน และมีนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาที่รับทุนมาช่วยผู้วิจัยเป็นผู้ช่วยปฏิบัติงานนับว่าศูนย์การวิจัยและพัฒนามีส่วนช่วยฝึกประสบการณ์ภาคปฏิบัติในการวิจัยและพัฒนาของนักศึกษาระดับสูงมากทีเดียว

นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการทางการศึกษาภูมิภาค (Regional Educational Laboratories) ก็มีการทำวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาอยู่ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา

### 2.3 การดำเนินการวิจัยและพัฒนา มี 11 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดผลผลิตทางการศึกษาที่จะทำการพัฒนา ขั้นตอนที่จำเป็นที่สุดคือ ต้องกำหนดให้ชัดว่าผลผลิตทางการศึกษาที่จะวิจัยและพัฒนาคือ อะไร โดยต้องกำหนด

1.ลักษณะทั่วไป 2.รายละเอียดของการใช้ และ 3.วัตถุประสงค์ของการใช้เกณฑ์ในการเลือกกำหนดผลผลิตการศึกษาที่จะวิจัยและพัฒนาอาจมี 4 ข้อ คือ

1. ตรงกับความต้องการอันจำเป็นหรือไม่
2. ความก้าวหน้าทางวิชาการมีพอเพียงในการที่จะพัฒนาผลผลิตที่กำหนดหรือไม่
3. คลากรที่มีอยู่มีทักษะความรู้และประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการวิจัย และพัฒนานั้นหรือไม่

4. ผลผลิตนั้นจะพัฒนาขึ้นในเวลาอันสมควรได้หรือไม่

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยการสังเกตภาคสนามซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ผลผลิตการศึกษาที่กำหนดถ้ามีความจำเป็นผู้ทำการวิจัยและพัฒนาอาจต้องทำการศึกษาวิจัยขนาดเล็ก เพื่อหาคำตอบซึ่งงานวิจัยและทฤษฎีที่มีอยู่ไม่สามารถตอบได้ ก่อนที่จะเริ่มทำการพัฒนาต่อไป

ขั้นที่ 3 วางแผนการวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วย

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้ผลผลิต
2. ประมาณการค่าใช้จ่าย กำลังคน และระยะเวลาที่ต้องใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้

3. พิจารณาผลสืบเนื่องจากผลผลิต

ขั้นที่ 4 พัฒนารูปแบบขั้นต้นของผลผลิต ขั้นนี้เป็นขั้นการออกแบบและจัดทำผลผลิตการศึกษาตามที่วางไว้ เช่น ถ้าเป็นโครงการวิจัย และพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นก็จะต้องออกแบบหลักสูตร เตรียมวัสดุหลักสูตร คู่มือผู้ฝึกอบรม เอกสารในการฝึกอบรม และเครื่องมือการประเมินผล

ขั้นที่ 5 ทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 1 โดยนำผลผลิตที่ออกแบบจัดเตรียมไว้ในขั้นที่ 4 ไปทดลองใช้เพื่อทดสอบคุณภาพ ขั้นต้นของผลผลิตในโรงเรียนจำนวน 1-3 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเล็ก 6-12 คน ประเมินผลโดยการใช้แบบสอบถาม การสังเกตและการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงผลผลิตครั้งที่ 1 นำข้อมูลและผลจากทดลองใช้จากขั้นตอนที่ 5 มาพิจารณาปรับปรุง

ขั้นที่ 7 ทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 2 ขั้นนี้นำผลผลิตที่ปรับปรุงไปทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพผลผลิตตามวัตถุประสงค์ โรงเรียนจำนวน 5-15 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 30-100 คน ประเมินผลเชิงปริมาณในลักษณะ Pre-test นำผลไปเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ของการใช้ผลผลิต อาจมีกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองถ้าจำเป็น

ขั้นที่ 8 ปรับปรุงผลผลิตครั้งที่ 2 นำข้อมูลและผลจากการทดลองใช้จากขั้นที่ 7 มาพิจารณาปรับปรุง

ขั้นที่ 9 ทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 3 ขั้นนี้นำผลผลิตที่ปรับปรุงไปทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพการใช้งานของผลผลิต โดยใช้ตามลำพังในโรงเรียน 10-30 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 40-200 คน ประเมินผลโดยการใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

ขั้นที่ 10 ปรับปรุงผลผลิตครั้งที่ 3 นำข้อมูลและผลการทดลองขั้นที่ 9 มาพิจารณาปรับปรุง เพื่อผลิตและเผยแพร่ต่อไป

ขั้นที่ 11 เผยแพร่ เสนอรายงานเกี่ยวกับผลการวิจัยและพัฒนาผลผลิตในที่ประชุม สัมมนาทางวิชาการหรือวิชาชีพ ส่งไปลงเผยแพร่ในวารสารทางวิชาการ และติดต่อหน่วยงานทางการศึกษาเพื่อจัดทำผลผลิตทางการศึกษา เผยแพร่ไปใช้ในโรงเรียนต่างๆ หรือติดต่อบริษัทเพื่อผลิตจำหน่ายต่อไป

#### 2.4 โอกาสในการทำการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาในโครงการใหญ่ๆ อาจต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก และนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาสามารถหาแหล่งทุนสนับสนุนได้ไม่ยากนัก อย่างไรก็ตามนักวิจัยและนักศึกษาก็สามารถจัดทำโครงการวิจัยและพัฒนาขนาดเล็กได้ ตัวอย่างเช่น การวิจัยและพัฒนาเกมสำหรับใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์ของนักเรียน การวิจัยและพัฒนากิจกรรมสำหรับการฝึกวินัยในตนเองของนักเรียน การวิจัยและพัฒนากิจกรรมสำหรับเพิ่มวุฒิภาวะ (Maturity) ของนักเรียน ถ้าวิจัยและพัฒนาเกมหรือกิจกรรมที่มีประสิทธิผลแล้ว ก็เผยแพร่ให้ใช้ในโรงเรียนทั่วไปได้ เป็นโครงการที่มุ่งเป้าหมายเฉพาะอย่างใช้วัสดุต่างๆ ค่าใช้จ่ายไม่สูง และใช้เวลาไม่มากนัก

โดยสรุปแล้วการวิจัยและพัฒนาเป็นรูปแบบการวิจัย ที่จะทำให้การวิจัยการศึกษา ทั้งการวิจัยพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ได้รับการนำไปใช้ในการปรับปรุงหรือพัฒนาการศึกษามากยิ่งขึ้น เพราะการวิจัยและพัฒนานั้นการพัฒนาผลผลิตทางการศึกษา ที่ใช้ในการจัดการศึกษาได้อย่างกว้างขวาง ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่เหมือนขั้นตอนการวิจัยการศึกษาและขั้นตอนที่ 7 เหมือนการวิจัยเชิงประเมินผล (Evaluation Research) อีกด้วย การที่จะส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาในเมืองไทย จึงไม่เป็นสิ่งที่ยากเกินไป เพราะการวิจัยการศึกษาได้เจริญก้าวหน้า

หน้าในประเทศไทยเป็นเวลานาน หน่วยราชการระดับสูงหลายแห่งมีการทำวิจัยการศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้น และเป็นกิจลักษณะในทางการศึกษานั้นก็มีการเปิดสอนการวิจัยการศึกษากันถึงระดับปริญญาเอก ดังนั้น หากการวิจัยการศึกษาไทยจะหันมาสนใจ การวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้นก็จะเป็นการทำให้มีการนำผลการวิจัยการศึกษาไปใช้กันกว้างขวางและเด่นชัดยิ่งขึ้นในอนาคต (บุญสืบพันธุ์ดี. 2537 : 84-85)

### 3. ทฤษฎีทั่วไปของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมสื่อโสตทัศนนี้ให้ทำงานเองโดยอัตโนมัติ เมื่อมีวัตถุเคลื่อนไหวเข้ามาใกล้ในรัศมีของการตั้งการของเครื่องหรือได้ยินเสียง และจะหยุดการทำงานเองเมื่อไม่เห็นวัตถุหรือเสียงอย่างต่อเนื่องในเวลาที่กำหนดและครบเวลาที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งประกอบด้วยหลักการทำงานของส่วนต่างๆ ดังนี้

#### 3.1 ทฤษฎีและหลักการทำงานของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์

3.1.1 ความหมายของอุลตราโซนิก (Ultrasonic) หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 กิโลเฮิรตซ์ (KHz) เท่านั้น แต่พวกที่อายุยังน้อยๆ อาจจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่านี้ได้ ดังนั้นโดยปกติแล้วคำว่าอุลตราโซนิกจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์(KHz) ขึ้นไปจะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้ (ยืน ภู่วรรณ. 2521 : 153-183 )

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอุลตราโซนิกมาใช้ก็เพราะว่า เป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นเสียงอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นั้น เช่น คลื่นความถี่ 300 กิโลเฮิรตซ์(KHz) ในอากาศ จะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงมากมาย คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่นแต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอุลตราโซนิก อย่างเช่น 40 กิโลเฮิรตซ์(KHz) จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียงประมาณ 8 มม. เท่านั้น ซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มากๆ คลื่นเสียงจะไม่มีมีการเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียกว่า มีทิศทาง นั่นเอง

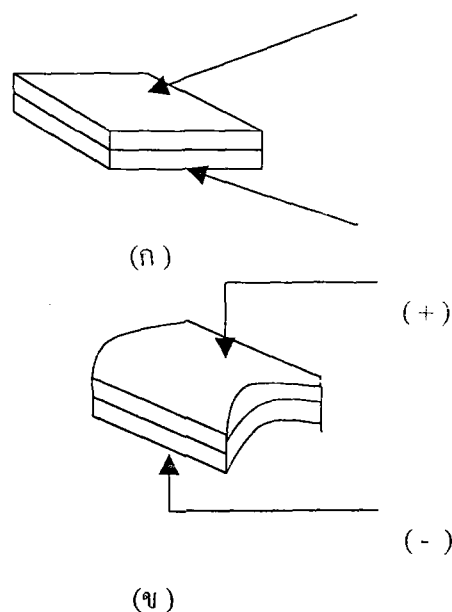
การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิกทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล(Ultrasonic Remote Control) เครื่องล้างอุปกรณ์(Ultrasonic Cleaner) โดยให้น้ำสันที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยส่งเกดระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนใน

ร่างกาย ใช้ทดสอบการรับรู้ของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นกับการใช้งาน เช่น ถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้นๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 เมกกะเฮิรตซ์ (MHz) ถึง 10 เมกกะเฮิรตซ์ (MHz)

อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกกระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นได้นั้น มีชื่อเรียกเป็นภาษาเทคนิคว่า อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ในปัจจุบันอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นกับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมากได้แก่

แบบเพียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์ (Piezo Electric Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทางกล โดยมีความถี่เรโซแนนซ์คงที่อยู่ค่าหนึ่ง

แบบแมกนีโตสตริกทีฟทรานสดิวเซอร์ (Magnetostrictive Transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานทางกล ภายในอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ แบบเพียโซอิเล็กทริก แบบที่ใช้กันในปัจจุบันซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นมาในระดับหนึ่งแล้วจะประกอบด้วยชั้นสารเซรามิกสี่เหลี่ยมซึ่งมีผิวโลหะเงินฉาบอยู่ทั้ง 2 หน้า เพื่อให้ต่อสายไฟออกมาเป็นขา 2 ขา ชั้นสารเซรามิกนี้ประกอบขึ้นจากสารเซรามิก 2 ชั้น ประกบกันอยู่ โดยวางให้ขั้วโคโพลทางไฟฟ้าภายในอะตอมของมันมีทิศทางตรงข้ามกัน ดังแสดงเป็นลูกศรในภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 (ก) โครงสร้างภายในอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ แบบเพียโซอิเล็กทริกที่ใช้สารเซรามิก  
(ข) เมื่อป้อนแรงดันให้ตัวมัน จะทำให้เกิดการโก่งงอไปมาเกิดคลื่นเสียงในอากาศ

ชั้นสารเซรามิกถูกยึดติดภายในตัวถังอย่างดีเพื่อไม่ให้เกิดการสั่นขณะที่มีมันทำงานอยู่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากภายนอก ตัวถังมักจะเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางและมีความสูงประมาณ 1 ถึง 2.5 ซม. ด้านหน้าทำเป็นช่องเปิดมีตะแกรงติดอยู่เพื่อให้คลื่นอุลตราโซนิกเข้ามาหรือออกจากช่องเปิดได้โดยสะดวก ถ้าตัวถังทำมาจากโลหะควรต่อตัวถังลงกราวด์เพื่อทำหน้าที่ชิลด์ สำหรับบางยี่ห้อเขาจะต่อขาหนึ่งติดกับตัวถังมาให้กราวด์ เมื่อพลิกดูขาทั้ง 2 ขาที่โผล่ออกมาจากตัวถังจะเห็นมีขาหนึ่งติดกับตัวถัง

เมื่อมีสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมขั้วทั้งสองของชั้นสารเซรามิก ดังภาพประกอบ 3 (ข) จะทำให้ชั้นสาร โกงงอมากหรือน้อยหรือในทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณนั้นๆ ทำให้เกิดการกดอัดอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เดียวกับสัญญาณนั้นออกไป โดยทั่วไปกำลังเอาต์พุตที่ออกมาจะตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไป แต่กำลังเอาต์พุตจะสูงสุดที่ค่าประมาณนี้ ต่อเมื่อความถี่เรโซแนนซ์ซึ่งเป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชั้นสารเซรามิกนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆ กำลังเอาต์พุตจะลดลงกว่านี้มาก

ในการทำงานกลับกันเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ของชั้นสารเซรามิก เข้ามาจะทำให้ชั้นสาร โกงงอไปมาและเกิดสัญญาณแรงดัน ซึ่งมีขนาดเล็กที่ขั้วทั้งสองของตัวสารเซรามิก คุณสมบัติโดยทั่วไปของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเพียโซอิเล็กทริกก็คือมีความต้านทานไฟฟ้าตรงสูงมากอาจสูงถึง 100 เมกกะโอห์ม( $M\Omega$ ) แต่ในขณะที่มันทำงานความต้านทานทางด้านไฟฟ้าจะลดลง

จากหลักการนี้เราจึงสามารถนำไปใช้เป็นตัวรับและส่งความถี่เสียงได้ จากความถี่ที่เข้ามาตรงกับคุณสมบัติของอุลตราโซนิก (Ultrasonic) จะทำให้มีแรงดันตกคร่อมสูงมาก

### 3.1.2 หลักการทำงานของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์

อุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเพียโซอิเล็กทริก ที่ใช้สารเซรามิกหรือบางทีเรียกว่า อุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเซรามิก จะมีอยู่ 2 อย่าง คือตัวส่ง (Transmitter) และตัวรับ (Receiver)

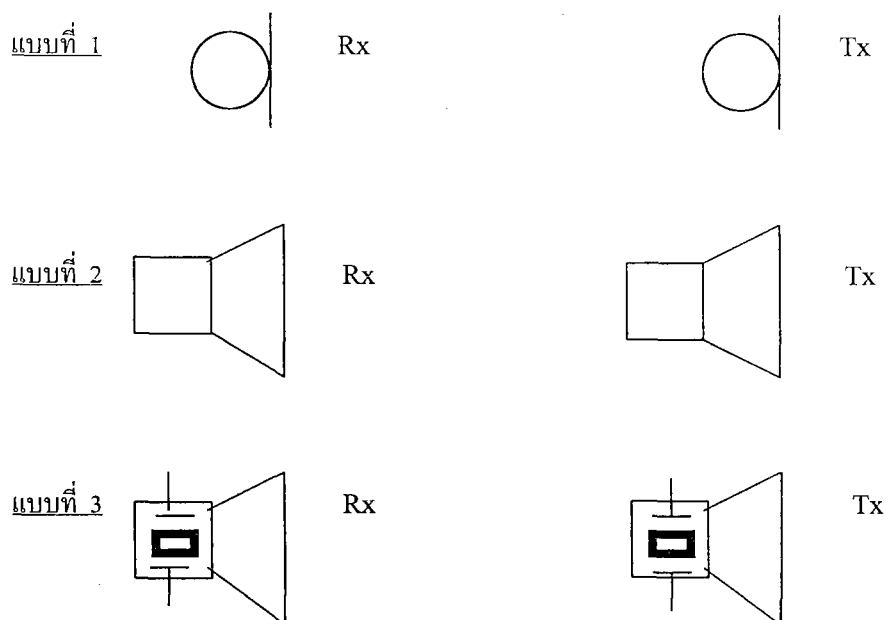
ตัวส่ง (Transmitter) คืออุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้แปลงคลื่นสัญญาณไฟฟ้าให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิก หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้ายๆกับเป็นลำโพง

ตัวรับ(Receiver) คืออุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิกที่มากกระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ของตัวรับจึงคล้ายๆ กับเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้เวลาเขียนสัญลักษณ์ของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของมันคือถ้าเป็นตัวส่งก็เขียนสัญลักษณ์เป็นลำโพง ถ้าเป็นตัวรับก็เขียนสัญลักษณ์เป็นไมโครโฟน ดังแบบที่ 1 ในภาพประกอบ 4 แต่ก็มีหนังสือบางเล่มเขียนสัญลักษณ์ของทั้งตัวรับ

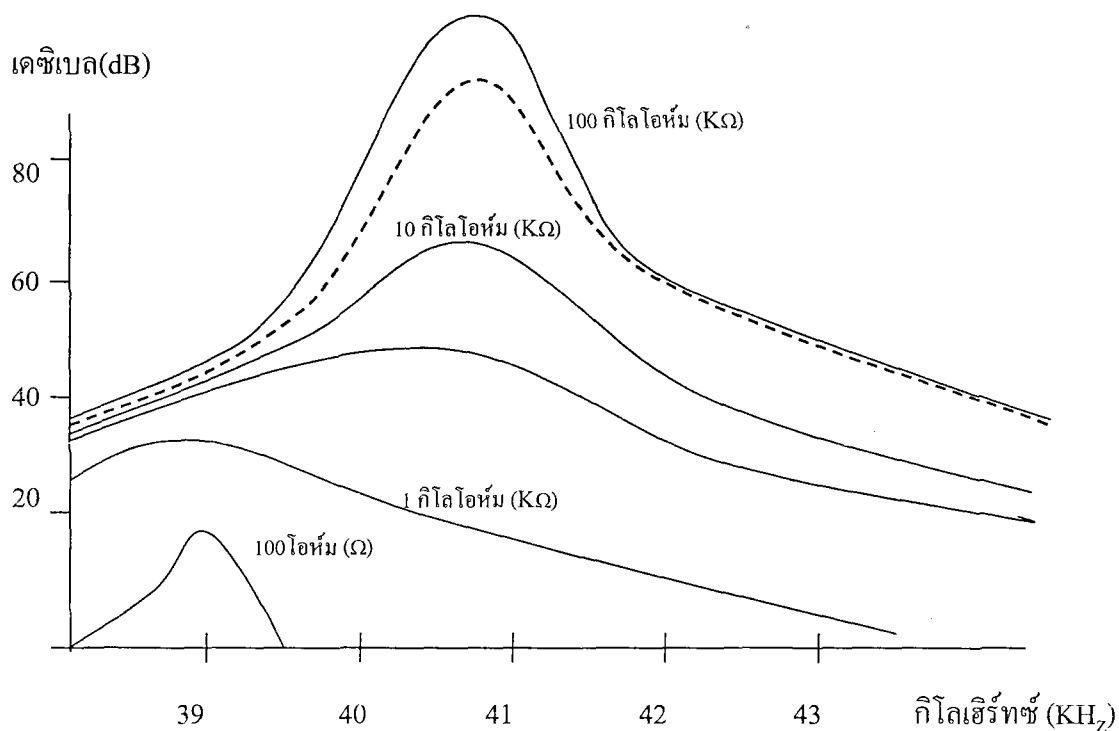
และตัวส่งเป็นไมโครโฟนหรือเป็นลำโพงอย่างใดอย่างหนึ่งไปเลย ดังแบบที่ 2 และ 3 แต่เขียนตัวอักษรย่อว่า Tx (ย่อมาจากคำว่า Transmitter) และ Rx (ย่อมาจาก Receiver) กำกับอยู่ด้วย หรืออาจจะใช้คำพูดกำกับให้ชัดเจน สัญลักษณ์ที่ใช้ก็เหมือนกันเพราะว่าหน้าตาของตัวรับและตัวส่งที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กันจะมีหน้าตาเหมือนกันทุกกระเปาะนี้ แต่ว่ามีเบอร์บอกมาที่ด้านข้างให้รู้ว่าตัวใดเป็นตัวส่งและตัวรับ และมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันมากจนสามารถนำมาใช้งานแทนกันได้โดยตรงในหลายๆการใช้งาน บางครั้งก็เขียนรายละเอียดภายในตัวไมโครโฟนหรือภายในตัวลำโพงให้มีสัญลักษณ์ของผลึกแร่ (Crystal) กำกับอยู่ด้วย

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมสวิตเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริกไม่ได้จำกัดว่าสารที่ใช้จะต้องเป็นผลึกแร่ดังสมัยก่อน เราใช้วิธีการเขียนสัญลักษณ์ตามแบบที่ 1 โดยมีอักษรย่อหรือคำพูดกำกับอยู่เพื่อไม่ให้ไปสับสนกับไมโครโฟนธรรมดา

อุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) แบบเซรามิกที่มีจำหน่ายกันจะมีค่าความถี่เรโซแนนท์ให้เลือกตั้งแต่ 23 กิโลเฮิรท์ซ (KHz) ขึ้นไป จนถึง 40 กิโลเฮิรท์ซ (KHz) แต่ที่ใช้มากคือ 23 กิโลเฮิรท์ซ (KHz), 25 กิโลเฮิรท์ซ (KHz) และ 40 กิโลเฮิรท์ซ (KHz) โดยความถี่ 40 กิโลเฮิรท์ซ (KHz) เป็นรุ่นที่นิยมใช้มากที่สุด เพราะมีทิศทางที่ดีกว่า



ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างการเขียนสัญลักษณ์ของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer)



ภาพประกอบ 5 แสดงผลการทดสอบตัวรับตัวหนึ่ง

### 3.1.3 ข้อควรรู้ในการใช้งานอุปกรณ์โซนิกทรานสดิวเซอร์

เนื่องจากสเปกตรัมของสัญญาณเสียงของอุปกรณ์โซนิกทรานสดิวเซอร์หาได้ยาก ดังนั้นจึงได้สรุปสิ่งที่ควรระวังในขั้นต้นเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานดังนี้

3.1.3.1 ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เสียหาย

3.1.3.2 ทรานสดิวเซอร์ที่ใช้กันโดยทั่วไปจะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกิน 14.34 โวลต์โดยประมาณ ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่จะป้อนให้กับตัวทรานสดิวเซอร์ก็ควรจะต้องอยู่ในขีดจำกัดอันนี้

3.1.3.3 ความถี่เรโซแนนซ์ (ความถี่ที่ตัวมันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของตัวทรานสดิวเซอร์ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz) ที่ใช้กันโดยทั่วไปจะผลิตออกไปไม่เกินความถี่ 4.5 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz) สำหรับตัวส่ง และมีแถบความถี่ประมาณ 5 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz) สำหรับตัวรับ

แถบความถี่จะกว้างกว่าของตัวส่งอยู่เล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกมาจากตัวส่งได้

3.1.3.4 อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานสดิวเซอร์ควรอยู่ในช่วง  $20^{\circ}\text{C}$  ถึง  $60^{\circ}\text{C}$

3.1.3.5 ในตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือ ที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10 เดซิเบล(dB) ในทำนองเดียวกันถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงเบนไปจากแนวแกนของตัวรับไปประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกมาก็ลดลงไปประมาณ 10 เดซิเบล(dB)ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่งแจ้งจึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้มากกว่า เพราะคลื่นเสียงอัลตราโซนิกสามารถสะท้อนกับกำแพงขึ้นและวัตถุที่อยู่ในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง

3.1.3.6 ในกรณีที่เรานำอัลตราโซนิก (Ultrasonic) เป็นตัวรับจำเป็นที่เราจะต้องมีตัวความต้านทานต่อขนานกับตัวรับ เพื่อทำหน้าที่เป็นโหลดให้สัญญาณจากตัวรับไม่สูงมากเกินไป ตามปกติแล้วตัวต้านทานอยู่ในช่วงจาก 10 โอห์ม( $\Omega$ ) ถึงค่าความต้านทานประมาณ 100 กิโลโอห์ม( $k\Omega$ ) จากการทดลองพบว่า ถ้าเราเปลี่ยนโหลดจากค่าความต้านทาน 100 กิโลโอห์ม( $k\Omega$ )มาเป็นค่าความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม( $k\Omega$ ) ความไวจะลดลงถึงประมาณ 10 เดซิเบล(dB) ถึง 12 เดซิเบล(dB) แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ค่าความต้านทานต่ำลงไปอีกค่าความถี่เรโซแนนซ์ (ความถี่กลาง)จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีค่าความต้านทานมาก เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีความถี่แคบ ดังภาพประกอบ 5

3.1.3.7 ตามปกติแล้วเราสามารถนำเอาอัลตราโซนิก (Ultrasonic) ตัวรับและตัวส่งมาใช้งานแทนกันได้ในการใช้งานส่วนใหญ่ และตัวส่งหรือตัวรับยี่ห้อใด รุ่นใดก็สามารถนำมาแทนกันได้ เพียงแต่ให้มีความถี่เดียวกันกับความถี่ที่ใช้งานเท่านั้น อย่างไรก็ตามเราจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานทางด้านไฟฟ้าสลับ เพื่อให้ผลตอบสนองทางด้านความถี่มีลักษณะการตอบสนองความถี่ให้สอดคล้องกับของเดิม

เมื่อเราทราบคุณสมบัติต่างๆที่ควรรู้ในทางปฏิบัติแล้ว ก็จะมากล่าวถึงวงจรใช้งานจริงๆ แต่เพื่อความสะดวกและง่ายต่อความเข้าใจในการอ่านจึงจะขอแบ่งหัวข้อออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่

วงจรภาคส่ง ซึ่งจะอธิบายว่าจะป้อนสัญญาณแรงดันให้แก่ทรานสดิวเซอร์ตัวส่งอย่างไร จึงจะทำให้เกิดคลื่นอัลตราโซนิกออกไปในอากาศ

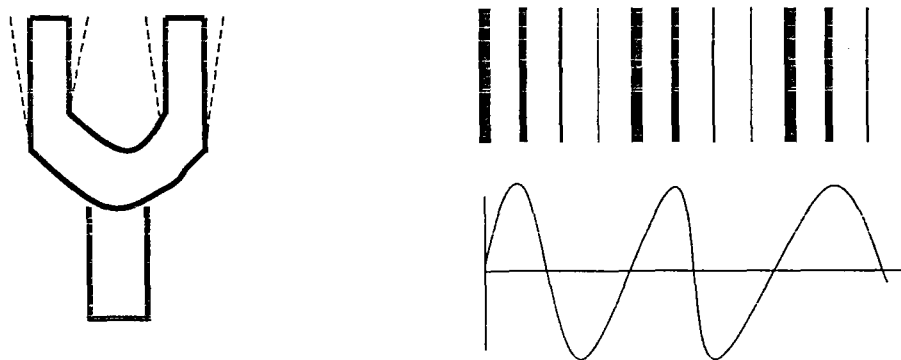
วงจรภาครับ ซึ่งจะอธิบายวิธีการนำเอาสัญญาณแรงดันที่ได้จากทรานสดิวเซอร์ตัวรับมาขยายและใช้งานได้อย่างไร สำหรับหัวข้อสุดท้ายคือการใช้งานจะอธิบายวิธีการเอาวงจรพื้นฐานทั้ง

หลายที่ได้อธิบายตั้งแต่ตอนต้นมารวมกัน เพื่อเอาไปใช้งานจริงๆ ตลอดจนวงจรพิเศษอื่นๆที่ใช้  
อุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (ทง โชติสรยุทธ์. 2524 : 58-73 )

### 3.2 ทฤษฎีและหลักการทำงานของ ชาวด์ทรานสดิวเซอร์

#### 3.2.1 ความหมายของคลื่นเสียง

คลื่นเสียง(Sound Wave) เป็นคลื่นตามยาว(Longitudinal Wave) หมายถึง การเคลื่อนที่ของคลื่นทำให้อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ไปมาในแนวเดียวกับทิศทางของการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง สามารถเดินทางผ่านไปในสารตัวกลางที่เป็นของแข็ง ของเหลวและก๊าซได้ ระบบประสาทหูของมนุษย์สามารถรับฟังคลื่นเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 20 เฮิรตซ์(Hz)ถึง 20000 เฮิรตซ์ (Hz)ช่วงความถี่ที่มนุษย์ฟังได้ยินนี้เรียกว่า “ออดิเบิ้ล”(Audible) คลื่นความถี่ที่ต่ำกว่าออดิเบิ้ลเรียกว่า “อินฟราซาวนด์”(Infrasound) และคลื่นความถี่ที่สูงกว่าออดิเบิ้ลเรียกว่า “อุลตราซาวนด์” (Ultrasound) คลื่นตามยาว (Longitudinal Waves) คือคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางที่มีการเคลื่อนที่ไปมาในทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเช่น คลื่นเสียง คลื่นที่เกิดจากการอัดและขยายตัวของสปริง และส้อมเสียง เป็นต้น ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงการอัดและขยายตัวของโมเลกุลอากาศ

| ความถี่              | ความยาวคลื่น           |                                   | ความถี่              |
|----------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| $2 \times 10^3$      | อินฟราโซนิก            | $3 \times 10^4$                   | วิทยุ                |
| $1 \times 10^3$      | -                      | $3 \times 10^2$                   |                      |
| $2 \times 10^4$      | -----                  | 3                                 | ไมโครเวฟ             |
| $10^7$               | อุลตราโซนิก            | $3 \times 10^{-2}$                | -----                |
| $10^9$               | -----                  | $3 \times 10^{-4}$                |                      |
| $10^{11}$            | ไฮเปอร์โซนิก           | $3 \times 10^{-6}$                | -----แสงสว่าง-----   |
| $10^{13}$            | -                      | $3 \times 10^{-8}$                | อุลตราไวโอเลต        |
|                      | การสั่นของผลึก         | $3 \times 10^{-10}$               | รังสีเอ็กซ์          |
| เฮิรท์ซ<br>( $H_z$ ) | สเปกตรัมของคลื่น<br>กล | เซนติเมตร                         | รังสีแกมมา           |
|                      |                        | สเปกตรัมของคลื่น<br>แม่เหล็กไฟฟ้า | เฮิรท์ซ<br>( $H_z$ ) |

ตาราง 1 แสดงช่วงคลื่นและชนิดของคลื่น

คลื่นเสียง (Sound Wave) เกิดจากการสั่นของวัตถุ การสั่นนี้จะถูกส่งไปในรูปของคลื่นตามยาว ในลักษณะส่วนอัดและส่วนขยายผ่านตัวกลางให้การรับเสียงเกิดผลได้ แหล่งกำเนิดของคลื่นเสียงแบ่งตามลักษณะของวัตถุต้นกำเนิดได้ 3 ประเภท คือ

1. เกิดจากการสั่นของสายหรือแท่ง ได้แก่ เครื่องสายต่างๆ ส้อมเสียง
2. เกิดจากการสั่นของผิว เช่น ไดอะแฟรมของลำโพง เสียงฉิ่ง ฆ้อง กลอง
3. เกิดจากการสั่นของลำอากาศ ได้แก่ เครื่องเป่าต่างๆ

ลักษณะของคลื่นเสียงในตัวกลางใดๆ คือความถี่ของการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียงนั้น ความถี่ที่มนุษย์ฟังได้มีค่าตั้งแต่ 20 - 20,000 เฮิรท์ซ( $H_z$ ) ความถี่ที่หูมนุษย์ฟังได้เรียกว่า “ออดิเบิ้ล”

(Audible Frequency) ความถี่ต่ำกว่าหูมนุษย์รับได้เรียกว่า “อินฟราซาวนด์” (Infrasound) และความถี่ที่สูงกว่าหูมนุษย์ได้ยินเรียกว่า “อัลตราซาวนด์” (Ultrasound Frequency) อัตราเร็วของเสียง/อัตราเร็วของคลื่นเสียง ย่อมแปรผันไปตามคุณสมบัติของตัวกลางในเรื่องความหนาแน่น (Density) อุณหภูมิ และความยืดหยุ่น (Elasticity) ดังตาราง 2

| ตัวกลาง  | ความเร็วของเสียง (m/s) |          |
|----------|------------------------|----------|
|          | ที่ 0°ซ                | ที่ 25°ซ |
| อากาศ    | 331.5                  | 346.0    |
| ไฮโดรเจน | 1270.0                 | 1339.0   |
| น้ำ      | 1450.0                 | 1498.0   |
| แก้ว     | 4500.0                 | 4554.0   |
| เหล็ก    | 5100.0                 | 5200.0   |

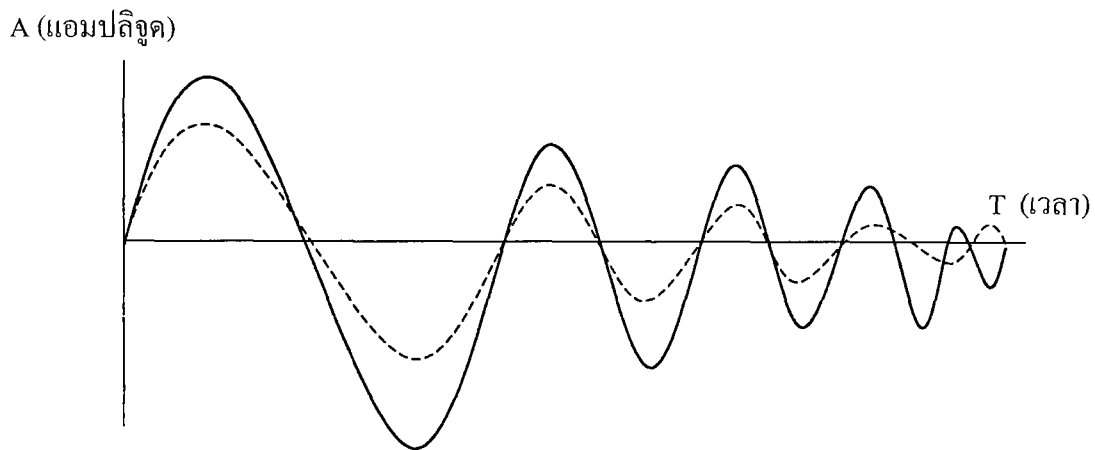
ตาราง 2 แสดงความเร็วของเสียงผ่านตัวกลาง

ถ้าอากาศเบาบางมากการถ่ายทอดพลังงานคลื่น ระหว่างโมเลกุลเป็นไปได้โดยยาก ความเร็วของเสียงจะน้อยลงและทำให้ความเข้มเสียงลดน้อยลง สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะไม่มีผลต่อมวลอากาศจึงสามารถเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศได้

### 3.2.2 คุณสมบัติของคลื่นเสียง

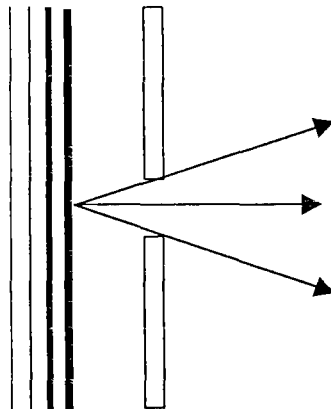
คุณสมบัติโดยทั่วไปของคลื่นเสียงจะแสดงคุณสมบัติ 4 ประการ คือ

3.2.2.1 การแทรกสอดของเสียง (Interference) เกิดจากการรวมกันของคลื่น 2 คลื่นขึ้นไปขณะเมื่อพบกันในตัวกลางเดียวกันผลของการรวมกันของคลื่นเกิดได้หลายลักษณะ เช่น การบีต (Beat) ของคลื่นเสียงเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการรวมคลื่นความถี่ต่างกันหรือต่างเฟสกัน เคลื่อนที่ไปในตัวกลางเดียวกันรวมตัวเป็นคลื่นใหม่ ทำให้แอมพลิจูดเปลี่ยนไป ดังภาพประกอบ 7



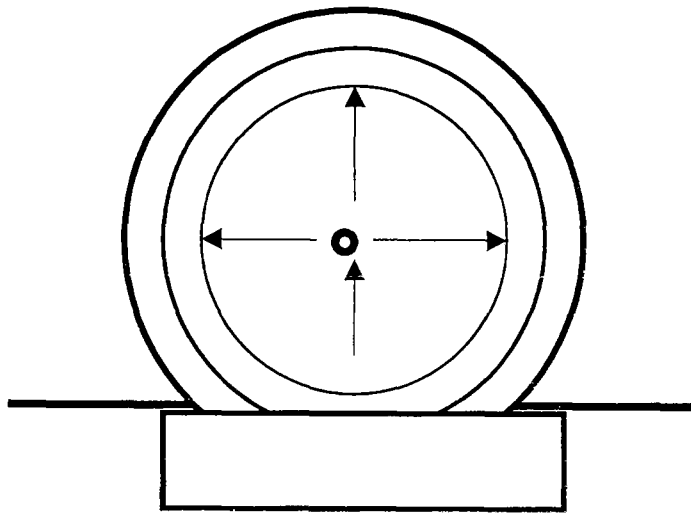
ภาพประกอบ 7 แสดงการแทรกสอดของเสียง (Interference)

3.2.2.2 การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง (Diffraction) คลื่นเสียงจะเลี้ยวเบนอ้อมสิ่งกีดขวางที่มีลักษณะเป็นมุมหรือช่องแคบ ปรากฏการณ์เช่นนี้พบในชีวิตประจำวันตลอดเวลา เช่น ในกรณีที่เราได้ยินเสียงแตรรถที่แล่นอยู่คนละถนนของมุมตึก หรือการได้ยินเสียงที่ลอดผ่านช่องเล็กๆ จากอีกห้องหนึ่ง ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงเมื่อคลื่นเสียงผ่านรูแคบๆ จะทำตัวเสมือนแหล่งกำเนิดตัวใหม่

3.2.2.3 การสะท้อนของคลื่นเสียง (Reflection) คลื่นเสียงย่อมสามารถสะท้อนได้เมื่อตกกระทบตัวกลาง โดยมีมุมตกเท่ากับมุมสะท้อนทำให้เกิดเสียงก้อง (Echo) เสียงก้องที่สะท้อนกลับมาในเวลามากกว่า 0.05 วินาที เราจะได้ยินเสียงนั้นเป็นครั้งที่สอง ดังภาพประกอบ 9 เมื่อคลื่นวงกลมกระทบฉากฉากตั้งฉาก คลื่นที่สะท้อนจะมีคลื่นลักษณะเป็นวงกลม



ภาพประกอบ 9 แสดงการสะท้อนของคลื่นเสียง

3.2.2.4 การหักเหของคลื่นเสียง(Refraction) คลื่นเสียงเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันจะเกิดการหักเหซึ่งจะให้ความเร็วของคลื่นเสียงเปลี่ยนไปโดยที่ความถี่คงที่

### 3.2.3 ทฤษฎีและหลักการทำงานของชาวนัทรานสติวเซอร์

เริ่มจากตัวรับเสียงคือไมโครโฟน แล้วนำสัญญาณมาขยายให้พอเหมาะก่อนเข้าสู่วงจรจตุรภาคคลื่นใหม่ซึ่งเป็นวงจรเรกติฟายเออร์ จตุรภาคคลื่นโดยพลิกช่วงล่างของเสียงขึ้นไปอยู่ข้างเดียวกับด้านบนหมด เพื่อให้ส่วนสูงของสัญญาณเสียงแคบลงการเปรียบเทียบระดับแรงดันของสัญญาณเสียงกับระดับแรงดันเปรียบเทียบจะได้ง่ายขึ้นในวงจรภาคต่อไป ถ้าระดับแรงดันสูงสุดของสัญญาณเสียงต่ำกว่าระดับแรงดันเปรียบเทียบสักช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งแน่ใจว่าเสียงจากการพูดหยุดแล้ว ก็ทำการสั่งให้รีเลย์หยุดการบันทึกเทปชั่วคราวของเทปคาสเซต และจะทำการบันทึกใหม่อีกครั้งเมื่อมีเสียงจากการพูดอีกครั้งหนึ่ง

## 4. การนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ

4.1 เครื่องควบคุมระยะไกล การใช้งานอุตสาหกรรมโชนิกที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายที่สุด เห็นจะได้แก่การนำมาสร้างเป็นเครื่องควบคุมระยะไกล (Remote Control) วงจรทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วทั้งภาคส่งและภาครับ สามารถนำมาสร้างเป็นเครื่องควบคุมระยะไกลอย่างง่ายได้ทั้งนั้น โดยสร้างเครื่องส่งและเครื่องรับขึ้นมา ข้อสำคัญคือทรานสดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่งจะต้องมี

ความถี่เรโซแนนท์เดียวกัน อย่างเช่น ถ้าใช้ตัวส่งเป็นความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์(KHz) ด้วยตัวรับก็จะต้องเป็นความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์(KHz) ด้วย

เมื่อเล็งตัวส่งในเครื่องส่งให้ตรงกับตัวรับในเครื่องรับ แล้วกดสวิตช์ให้เครื่องส่งส่งคลื่นอุลตราโซนิกออกไป เครื่องรับซึ่งอยู่ห่างไกลออกไปก็จะรับสัญญาณอุลตราโซนิกและส่งงานรีเลย์ให้หน้าสัมผัสไปควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง แต่เพื่อใช้ขนาดสัญญาณที่ออกจากตัวรับมีค่าสูงที่สุดจะต้องปรับแต่งความถี่ของวงจรในภาคส่งให้เหมาะสม โดยเอาเครื่องรับและเครื่องส่งมาวางชิดกันและหันหน้าชนกันหาโวลท์มิเตอร์(หรือใช้ออสซิลโลสโคป)มาวัดขนาดสัญญาณที่ออกจากภาคขยายในเครื่องรับ แล้วปรับความถี่ของเครื่องส่งจนขนาดสัญญาณที่วัดได้มีค่าสูงที่สุด

โดยทั่วไปแล้วรัศมีการควบคุมจะอยู่ในช่วงประมาณตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไป จนถึง 20 เมตรในที่โล่งแจ้ง ขึ้นอยู่กับอัตราขยายของภาคขยายที่ใช้ในเครื่องรับ โดยจะต้องเล็งตัวรับและตัวส่งให้ตรงกันโดยประมาณ แต่ถ้านำมาใช้ในห้องเล็กๆ แม้ว่าจะเล็งตัวส่งเบนไปจากตัวรับมากๆ ก็อาจทำให้ตัวรับทำงานได้ ทั้งนี้เพราะคลื่นเสียงอุลตราโซนิกที่ส่งออกไปสามารถสะท้อนกับผนังหรือวัตถุแข็งภายในห้องแล้วไปถึงตัวรับได้

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เราควบคุมส่วนใหญ่มักจะเป็นพวกวิทยุ โทรทัศน์ แต่ในต่างประเทศเขาเอาตัวส่งไปติดไว้ที่กันชนด้านหน้าของรถยนต์แล้วเอาตัวรับไปติดไว้ที่ประตูบ้าน พอขับรถกลับมาถึงบ้านประตูก็เปิดเองโดยกดสวิตช์ให้เครื่องส่งทำงาน เพื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงานเปิดประตูบ้านเองเป็นระยะเวลาหนึ่งให้นานพอที่จะขับรถเข้าไปได้ทัน แล้วจึงค่อยปิดประตูเองโดยอัตโนมัติ

มีข้อควรรู้อย่างหนึ่ง คือการคิดนิ้วมือ การตบมือ การกระทบระหว่างโลหะกับวัตถุแข็ง เสียงขี้กระดาก ก็สามารถสร้างคลื่นอุลตราโซนิก ซึ่งมีแถบความถี่กว้างๆออกมาได้ ถ้าเสียงเหล่านั้นดังพอหรือเกิดขึ้นใกล้กับตัวรับก็อาจทำให้เครื่องรับทำงานได้เหมือนกัน ดังนั้นในการใช้งานจึงต้องปรับแต่งความไวของเครื่องรับไม่ให้ไวจนเกินไปนักและควรเลือกตำแหน่งใช้งานให้ไม่ถูกรบกวนจากเสียงเหล่านี้

4.2 เครื่องฝึกสุนัข เป็นที่ทราบคืออยู่แล้วว่าสุนัขนั้นไวต่อเสียงความถี่สูงในย่านประมาณ 20 กิโลเฮิร์ตซ์ (KHz) จนถึง 25 กิโลเฮิร์ตซ์ (KHz) เราจึงอาจสร้างเครื่องส่งตามวงจรใดเพื่อสร้างความถี่ในย่านนั้นออกมาเพื่อใช้สำหรับฝึกสุนัข เช่น ฝึกให้สุนัขวิ่งกลับมาหาเจ้าของเมื่อได้ยินเสียงอุลตราโซนิกความถี่นี้

4.3 เครื่องวัดการรั่ว เนื่องจากคลื่นอุลตราโซนิกไม่สามารถผ่านทะลุวัตถุแข็งออกมาได้ เว้นแต่จะมีช่องเปิดเราจึงสามารถนำเอาอุลตราโซนิกมาใช้ตรวจหาการรั่วของภาชนะปิดทึบหรือวัตถุพวกท่อโลหะได้ตัวอย่างง่ายๆ เช่น ถ้าจะหาว่ารถยนต์มีตรงไหนรั่วให้น้ำเข้ามาได้ ก็อาจเอาเครื่องส่งไปตั้งวางไว้ในรถยนต์ ปิดกระงกให้หมดคลื่นอุลตราโซนิกจะสะท้อนไปมาภายในตัว

รถจนเต็มไปหมด ถ้ามีรูรั่วหรือรอยรั่วตรงไหนคลื่นอุลตราโซนิกก็จะรั่วออกไปภายนอกบริเวณนั้น เราก็เพียงแค่เอาเครื่องรับซึ่งมีภาคเอาต์พุตเป็นมิเตอร์มาวนไล่ไปตามรอบๆตัวรถด้านนอก ถ้าเข็มมิเตอร์ชี้สูงผิดปกติในบริเวณใดก็แสดงว่ามีรูรั่ว หรืออย่างที่ซิลบริเวณนั้นไม่ดี เป็นต้น

4.4 เครื่องฟังเสียงอุลตราโซนิก ในโลกของเรามีเสียงอุลตราโซนิกเกิดขึ้นอยู่โดยทั่วไป เพียงแต่เราไม่ได้ยินอย่างเช่นเสียงจากแมลงตัวเล็กๆ(มีความถี่ต่ำกว่าประมาณ 90 กิโลเฮิรท์ซ(KHz) ลงไป) เสียงจากค้างคาว(ประมาณ 25 กิโลเฮิรท์ซ (KHz) ขึ้นไปจนถึง 160 กิโลเฮิรท์ซ (KHz) เสียงลูกหนูอายุไม่กี่วันคุยกับแม่ เสียงไอน้ำรั่วจากท่อ เสียงที่เราเป่าลมออกมาจากไรรพิน เสียงภูมิ้อ เป็นต้น การฟังและศึกษาปรากฏการณ์เหล่านี้ ในต่างประเทศเครื่องฟังเสียงอุลตราโซนิกที่มีใช้กัน มักจะใช้ไมโครโฟนพิเศษที่รับความถี่สูงๆได้ แต่ไมโครโฟนพวกนี้มีราคาแพงมาก อย่างไรก็ตามเราสามารถนำเอาอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ราคาถูกมาใช้ฟังเสียงอุลตราโซนิกได้ แต่แถบความถี่ที่รับฟังได้จะแคบลงไป

วิธีการทำให้ได้ยินเสียงอุลตราโซนิกใช้วิธีที่เรียกว่า เฮเทอโรไดน์ (Heterodyne) อย่างที่ใช้กันในเครื่องรับวิทยุ คือมีวงจรออสซิลเลเตอร์ภายในเครื่องรับ ออสซิลเลเตอร์ทำหน้าที่สร้างความถี่สูงที่มีค่าใกล้เคียง บีต(Beat)กับสัญญาณอุลตราโซนิกที่เครื่องรับเข้ามา ทำให้เกิดสัญญาณใหม่ที่มีความถี่เท่ากับผลต่างระหว่างสัญญาณทั้งสองซึ่งช่วงความถี่นี้อยู่ในช่วงที่มนุษย์ได้ยินเราก็จะได้ยินเสียงออกมาทางลำโพงของภาคขยายเสียงภายในเครื่องรับ พูดกันง่ายๆว่าจุดมุ่งหมายของการใช้เทคนิคนี้คือ พยายามลดความถี่ของสัญญาณอุลตราโซนิกลงมาเป็นความถี่ที่มนุษย์ฟังได้ ถ้าความถี่ของสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์น้อยกว่าความถี่ที่เข้ามามากๆ ก็จะได้ยินเสียงความถี่สูงขึ้น

เครื่องเตือนภัยจากผู้บุกรุกอย่างง่าย การใช้งานอุลตราโซนิกที่นิยมกันมากอีกอย่างหนึ่งคือนำมาใช้สังเกตว่ามีผู้บุกรุกเข้ามาหรือเปล่า วิธีที่ง่ายที่สุด คือสร้างเครื่องรับและเครื่องส่งขึ้นมา เอาทั้งสองเครื่องนี้วางอยู่คนละฟากของทางเดินที่คิดว่าผู้บุกรุกจะต้องผ่านเข้ามาเช่น ใกล้ประตูหรือบริเวณทางเดินขึ้นบันได เป็นต้น ให้ตัวรับและตัวส่งอยู่ตรงกันและหันหน้าเข้าหากัน เมื่อมีผู้บุกรุกเดินเข้ามาตัดลำคลื่นอุลตราโซนิกภาคเอาต์พุตในเครื่องรับจะไปส่งงานให้รีเลย์ไปควบคุมให้หลอดไฟในห้องสว่างพริบขึ้นมาก็ได้ วิธีนี้ดีกว่าเครื่องเตือนภัย ที่ใช้ลำแสงไฟจับเพราะไม่มีแสงให้เห็นและเสียงที่ส่งออกมาก็ไม่มีใครได้ยิน ข้อสำคัญคือ ควรเลือกวงจรภาคขยายในเครื่องรับที่มีความไวไม่มากนัก เพื่อจำกัดครีสมิทำการให้อยู่ในระยะและทิศทางที่ต้องการเท่านั้น

4.5 เครื่องเตือนภัยจากผู้บุกรุกแบบดอปเปลอร์เอฟเฟค การพัฒนาเครื่องเตือนภัยที่ใช้หลักการดอปเปลอร์เอฟเฟค(Doppler Effect) ใช้หลักการโดยสร้างเครื่องรับและเครื่องส่งไว้ในเครื่องเดียวกันใช้ไฟเลี้ยงจากเรกูเลเตอร์ชุดเดียวกัน แล้วให้ตัวรับและตัวส่งหันหน้าออกไปทางเดียวกับคลื่นเสียงอุลตราโซนิกที่ออกจากตัวส่งจะสะท้อนไปสะท้อนมาจนเต็มห้องที่ต้องการจะ

ป้องกัน เครื่องรับจะรับคลื่นอุลตราโซนิกที่สะท้อนกลับเข้ามา แต่ตัวเครื่องรับจะออกแบบมาเป็นพิเศษ คือถ้าได้รับคลื่นความถี่สูงย่านอุลตราโซนิกเข้ามาภาคเอาต์พุตจะไม่ทำงาน แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนไหวในห้องนั้น เช่น มีผู้บุกรุกเดินเข้ามาความถี่ที่กระจายทั่วไปในห้องจะมีบางส่วนที่เลื่อน (อาจสูงขึ้นหรือต่ำลงก็ได้) ไปจากความถี่เดิม ทำให้สัญญาณที่ตัวรับรับเข้ามามีสัญญาณบีต(Beat) เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกับเครื่องฟังเสียงอุลตราโซนิก จึงเกิดมีความถี่ต่ำผ่านวงจรขยายเข้าไปสั่งงานให้รีเลย์หรือวงจรภาคเอาต์พุตที่ออกแบบมาทำงานได้ ส่วนความถี่อื่นๆที่อยู่ในย่านอุลตราโซนิกจะถูกกรองทิ้งไปหมดแล้ววัตถุที่เคลื่อนที่เข้ามาๆ สัญญาณบีต(Beat) ที่ออกมาอาจจะมี ความถี่ต่ำมาก (เช่นต่ำกว่า 20 กิโลเฮิรท์ซ (KH<sub>z</sub>) วงจรภาคเอาต์พุตอาจไม่ทำงาน

## 5. โครงการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทย์ อุดมทรัพย์กุล (2527) ได้สร้างเครื่องตรวจจับปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ของอุลตราซาวนด์ เพื่อการวัดการไหลเวียนของโลหิต ผลจากการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่าเครื่องต้นแบบที่ออกแบบสร้างไปวัดเปรียบเทียบกับเครื่องของต่างประเทศสามารถใช้งานได้ดี แต่ยังมีผลผิดพลาดที่วัดได้อยู่บ้าง ซึ่งต้องปรับปรุงแก้ไขในขั้นต่อไป

ยอดชัย เอื้อวนาปัญญา (2528) ได้สร้างเครื่องอุลตราโซนิกบาร์เรียร์ ผลจากการวิจัยคุณสมบัติของวงจร เครื่องอุลตราโซนิกบาร์เรียร์ ใช้ไฟสลับ 220 โวลท์ 50 เฮิรท์ซ ความถี่ของเครื่อง Ultrasonic Barrier ที่ส่ง 40 กิโลเฮิรท์ซ(KH<sub>z</sub>) ระยะทำการ 5-10 เมตร(M.)

จากรายงานผลการศึกษาค้นคว้า โครงการและงานวิจัยที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่าการนำเอา ทฤษฎีและหลักการของอุลตราโซนิก มาประยุกต์ใช้กับเครื่องตรวจจับต่าง ๆ สามารถทำได้ดีและมีประสิทธิภาพ ผู้ทำโครงการจึงคิดว่าควรจะนำเอาหลักการและทฤษฎีของอุลตราโซนิกมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของสื่อโสตทัศน เป็นเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ประกอบเข้ากับอุปกรณ์โสตทัศน ในการนำเสนอ และทำการวิจัยหาประสิทธิภาพและสมรรถนะของเครื่อง เพื่อที่จะได้เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อประกอบการนำเสนอ เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงการศึกษาต่อไป

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังรายละเอียดเป็นข้อๆ ดังนี้

1. ประชากร
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ
4. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
5. การดำเนินการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้

#### 1. ประชากร

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้ทำโครงการได้ทดลองกับนิสิต คณาจารย์ และผู้สนใจทั่วไป ที่มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร

#### 2. กลุ่มตัวอย่าง

การทดลองครั้งนี้ ผู้ทำโครงการได้ดำเนินการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ประกอบด้วยนิสิตจำนวน 10 คน อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์จำนวน 10 ท่าน และผู้สนใจทั่วไปจำนวน 10 คน ที่มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

#### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ

ในการทำโครงการครั้งนี้ เป็นการวิจัยด้วยวิธีการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ

##### 3.1 เครื่องควบคุมสื่อสตรีตทัศน์แบบอัตโนมัติ ซึ่งมีคุณสมบัติการใช้งานดังนี้

##### 3.1.1 สามารถควบคุมการเล่นเทปวีดิทัศน์ได้เองโดยอัตโนมัติ

กระบวนการทำงาน โดยใช้วงจรอุตราโซนิกทรานสดิวเซอร์(Ultrasonic Transducer) ตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ เช่นคน เมื่อผ่านมายังจุดตรวจจับวงจรก็จะเริ่มส่งสัญญาณให้ชุดควบคุมเวลาและชุดควบคุมการเล่นเริ่มทำงานจนจบความยาวของเนื้อหาสื่อเรื่องนั้นที่ได้กำหนดเวลาเอาไว้ เช่น 20 นาที หรือ 1 ชั่วโมง เป็นต้น เมื่อจบเนื้อหาสื่อหรือเวลาที่กำหนดเอาไว้ ชุดควบคุม

คุมเวลาจะส่งสัญญาณให้ชุดควบคุมการเล่น หยุดการเล่น(Stop) และสั่งให้กรอกลับ(Rewind)กลับไปเริ่มต้น เตรียมการเล่นใหม่อีกครั้งหนึ่ง

3.1.2 สามารถควบคุมการบันทึกเทปวิดีโอ (Video Cassette Recorder - VCR) ได้อย่างต่อเนื่อง

กระบวนการทำงาน โดยจะใช้วงจรอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์(Ultrasonic Transducer) ตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุเช่น คนเมื่อผ่านมายังจุดตรวจจับวงจรจะเริ่มส่งสัญญาณไปที่ภาคควบคุมสัญญาณรวม แล้วส่งต่อไปที่ภาคควบคุมการบันทึก จากนั้นจะสั่งให้ปุ่มบันทึก(Record)ของเครื่องบันทึกเทปวิดีโอทำงานทันที กล้องวิดีโอจะส่งสัญญาณภาพไปที่เครื่องบันทึกเทปวิดีโอทำการบันทึกเทปวิดีโอไปเรื่อยๆอย่างต่อเนื่อง จนถึงระยะเวลาหนึ่งที่ไม่มียวัตถุผ่านมายังจุดตรวจจับประมาณ 30 วินาที วงจรควบคุมการบันทึกเทปวิดีโอจะสั่งให้หยุดการบันทึกเทป โดยจะส่งสัญญาณไปควบคุมปุ่มหยุดการบันทึก(Stop) และจะเริ่มทำการบันทึกใหม่เมื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวได้อีกครั้งหนึ่ง

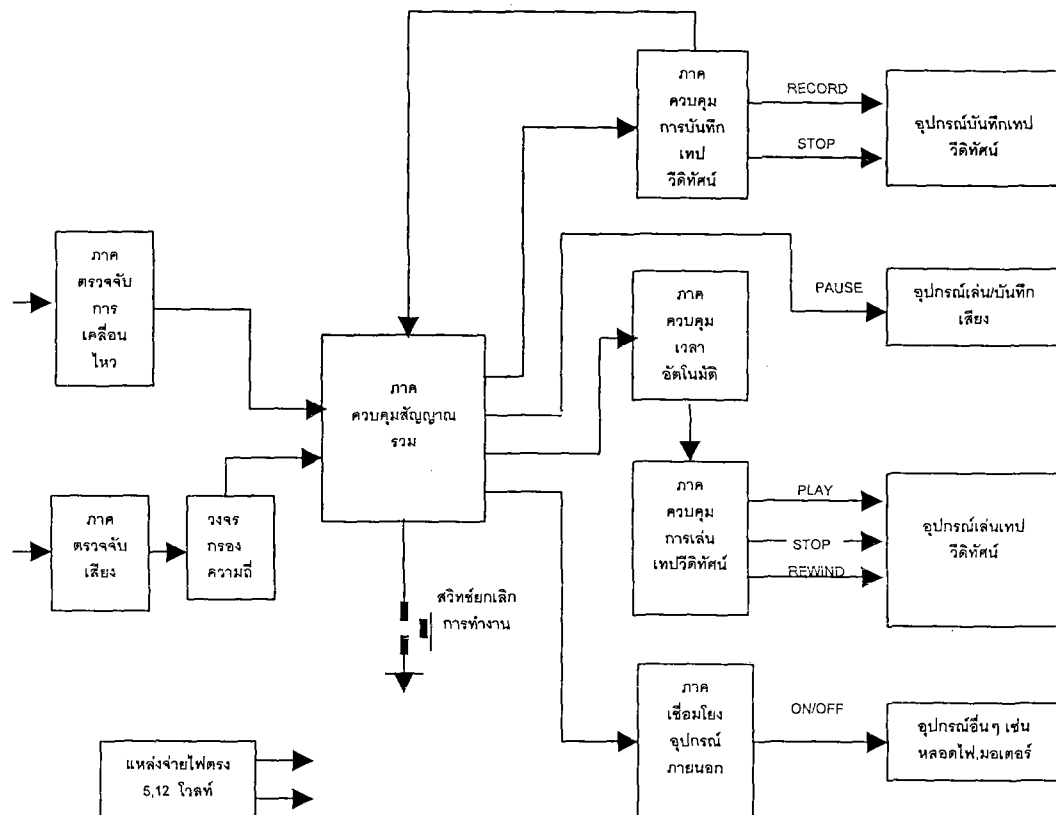
3.1.3 สามารถควบคุมการเล่นหรือบันทึกเสียงจากเทปคาสเซต ได้อย่างต่อเนื่อง (Sound Cassette Play and Recorder Control)

กระบวนการทำงาน โดยใช้ไมโครโฟน(Microphone) เป็นตัวรับสัญญาณเสียงแล้วส่งเข้า วงจรกรองความถี่ให้อยู่ในย่านความถี่ประมาณ 1 กิโลเฮิรตซ์(KHz) ซึ่งเป็นความถี่ของเสียงพูดหรือเสียงสนทนาส่งให้วงจรควบคุมสัญญาณรวม เพื่อส่งสัญญาณต่อไปยังวงจรควบคุมการเล่นหรือบันทึกเสียง(Sound Play and Recorder Control) ซึ่งต่ออยู่กับเครื่องเทปคาสเซต เครื่องจะทำการเล่นหรือบันทึกเสียงไปอย่างต่อเนื่อง และจะหยุดการเล่นหรือบันทึกเสียงเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่ได้รับสัญญาณเสียงพูดหรือสนทนาส่งผ่านมายังวงจรควบคุมประมาณ 15วินาที ซึ่งนั่นก็หมายถึงเสียงพูดหรือเสียงอื่นๆหยุดลงแล้ว ก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมรีเลย์(Relay) ให้หยุดการเล่นหรือบันทึกเสียงชั่วคราว(Pause) และจะเริ่มทำการเล่นหรือบันทึกเสียงใหม่อีกครั้งเมื่อได้รับสัญญาณเสียงพูดหรือเสียงอื่นๆ ส่งให้วงจรควบคุมการบันทึกใหม่อีกครั้งหนึ่ง

3.1.4 ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายนอกให้สามารถเปิดและปิดตามเวลาที่กำหนด

กระบวนการทำงาน เมื่อวงจรอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์(Ultrasonic Transducer) ตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ เช่น คนผ่านมายังจุดตรวจจับวงจรก็จะเริ่มส่งสัญญาณมายังภาคควบคุมสัญญาณรวม แล้วส่งต่อไปให้ภาคเชื่อมโยงอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งเป็นวงจรตั้งเวลา(Timer)ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แรงดัน 220โวลต์ ใช้กระแสไม่เกิน 1000วัตต์ เปิดเองโดยอัตโนมัติ สามารถตั้งเวลาให้สัมพันธ์กับการใช้ตั้งแต่ 3 นาที จนถึง 180 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาวงจรจะสั่งให้อุปกรณ์

ไฟฟ้าที่เชื่อมโยงนั้นปิดเองโดยอัตโนมัติ และพร้อมจะเริ่มทำงานใหม่อีกครั้งเมื่อได้รับสัญญาณ ซึ่งมีละเอียดการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

จากบล็อกไดอะแกรม การทำงานของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ที่สร้างขึ้นในโครงการวิจัยครั้งนี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- ภาคตรวจจับการเคลื่อนไหว เป็นวงจรตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic Transducer) ชนิดเซรามิก ที่มีความถี่เรโซแนนซ์ 40 กิโลเฮิรตซ์ ( $\text{KH}_2$ )
- ภาคตรวจจับเสียงพูด/สนทนา เป็นวงจรควบคุมการเล่นหรือบันทึกเสียง (Sound Play and Record Control) โดยตรวจเช็คความเข้มของเสียงพูด/สนทนาแบบอัตโนมัติ

- ภาควิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เป็นวงจรควบคุมลอจิก (Logic Control ) ซึ่งเป็นวงจรฟลิป-ฟลอป (Flip-Flop) ควบคุมการสั่งการของสัญญาณทั้งหมด

- ภาควิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เป็นภาคที่ประกอบขึ้นด้วยวงจรฟลิป-ฟลอป ซึ่งเป็นวงจรนับ ทำงานควบคู่ไปกับวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock Pulse Generator) ทำหน้าที่ควบคุมการบันทึกและหยุดการบันทึกของเครื่องบันทึกเทปวิดีโอ ตามเวลาที่กำหนด

- ภาควิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เป็นภาคที่ประกอบด้วยวงจรควบคุมเวลา (Timer ) ตามความยาวของเนื้อหาที่จะเล่น (Play) และวงจร ฟลิป-ฟลอป ซึ่งเป็นวงจรนับ จะทำงานควบคู่ไปกับวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock Pulse Generator) ทำหน้าที่ควบคุมการเล่น (Play) และการกรอกลับ ( Rewind ) อย่างเป็นระบบ

- ภาคเชื่อมโยงกับอุปกรณ์ภายนอก เป็นวงจรตั้งเวลา (Timer) ซึ่งจะทำงานสัมพันธ์กับเวลาในการเล่นเทปวิดีโอ ซึ่งสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เปิดและปิดตามเวลาที่กำหนดได้ตั้งแต่ 3 - 180 นาที

- ภาคจ่ายไฟ (Power supply) เป็นวงจรลดแรงดันไฟฟ้า (Step-Down Transformer ) จาก 220 โวลต์ เป็น 12 โวลต์ และ 5 โวลต์ กระแสตรงขนาด 1 แอมป์

### 3.2 แบบประเมินเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

#### 3.2.1 แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

#### 3.2.2 แบบประเมินสำหรับผู้ใช้

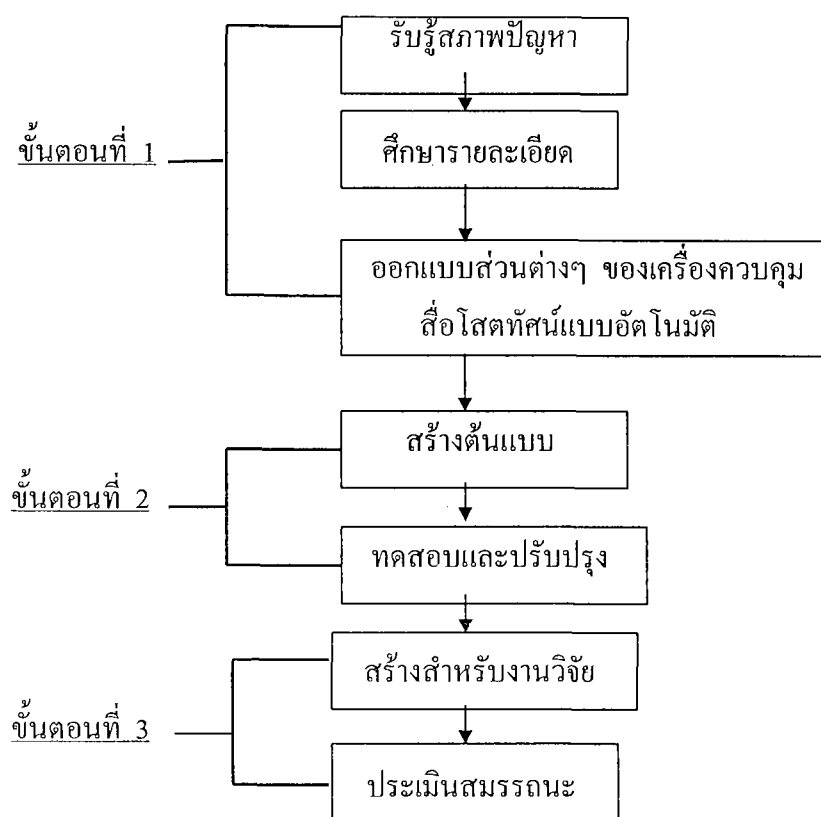
## 4. การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ในการทำโครงการครั้งนี้ ได้แบ่งกระบวนการสร้างออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วย การรับรู้ปัญหา ศึกษารายละเอียดและออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างต้นแบบ ทดสอบและปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินสมรรถนะในการสร้างเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงแผนภูมิการสร้างเครื่องควบคุมสื่อบุคคลแบบอัตโนมัติ

กระบวนการสร้างเครื่องควบคุมสื่อบุคคลแบบอัตโนมัติ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1 ศึกษาและค้นคว้าจากตำรา วารสาร และเอกสาร ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องควบคุมสื่อบุคคลแบบอัตโนมัติ

4.2 ศึกษาวงจรต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องควบคุมสื่อบุคคลแบบอัตโนมัติที่เหมาะสมสำหรับการนำมาประกอบกันในแต่ละส่วนต่างๆ เหล่านั้น

4.3 สร้างวงจรและส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องควบคุมสื่อบุคคลแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีวงจรหลักๆ ประกอบกันดังต่อไปนี้

4.3.1 วงจรตรวจจับการเคลื่อนไหว ผู้ทำโครงการใช้ระบบการตรวจจับ แบบอัลตราโซนิก(Ultrasonic) ซึ่งใช้หลักการสะท้อนของคลื่นความถี่ 40 กิโลเฮิรท์ซ (KH<sub>2</sub>) ผ่านวัตถุที่เคลื่อนที่เข้ามาใกล้ในรัศมีที่กำหนดผ่านเครื่องรับ/ส่ง

4.3.2 วงจรตรวจจับเสียง ผู้ทำโครงงานใช้วงจรการสั่งการให้เปิด/ปิดอุปกรณ์ โดยใช้คลื่นความถี่ประมาณ 1 กิโลเฮิรท์ซ (KHz) ซึ่งเป็นคลื่นความถี่เสียงพูด ในระดับความดังที่กำหนด

4.3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณพิก้า (Clock Pulse Generator) ผู้ทำโครงงานได้ใช้วงจรผลิตสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม  มาเป็นตัวควบคุมระบบและขั้นตอนการทำงานต่างๆให้เป็นไปตามระบบที่ได้ออกแบบไว้

4.3.4 วงจรตั้งเวลา ผู้ทำโครงงานใช้วงจรตั้งเวลา (Timer) ซึ่งสามารถควบคุมการปิดเครื่องเองอัตโนมัติ สามารถตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 3 วินาที จนถึง 180 นาที

4.3.5 วงจรควบคุมลอจิก (Logic Control) ผู้ทำโครงงานใช้วงจร ฟลิป-ฟล็อป ซึ่งเป็นวงจรรับ เมื่อนับจนถึงจำนวนนับที่กำหนดไว้ ก็จะไปควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามโปรแกรมที่ได้ตั้งเอาไว้ เช่น Play ,Stop หรือ Rewind

4.3.6 วงจรจ่ายไฟ(Power Supply) ผู้ทำโครงงานใช้อุปกรณ์ลดแรงดันไฟฟ้า (Step Down Transformer) ลดไฟจาก 220 V. เป็น 12 V. และ 5 V. ขนาด 1 แอมป์ แบบ Full Wave ส่งให้กับวงจรต่างๆ ของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

## 4.2 สร้างคู่มือ

### การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

การหาประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ที่ผู้ทำโครงงานได้ออกแบบและสร้างขึ้น โดยสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้สำหรับการสร้างแบบประเมินมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการและข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินสมรรถนะ
2. สร้างแบบประเมินสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ตอนที่ 1 เป็นคำชี้แจงวัตถุประสงค์ และการตอบแบบประเมินสมรรถนะ

ตอนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็น แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดค่าคะแนน(Weight) เป็น 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert Method) (พวงรัตน์ ทีวีรัตน์. 2535 : 14)

5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก

4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี

3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้

2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง

1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

สมรรถนะที่ใช้ประเมิน ประกอบด้วย 5 ด้านดังนี้

1. ลักษณะกายภาพทั่วไป
2. ลักษณะการใช้งานโดยอาศัยคู่มือ
3. ลักษณะการบำรุงรักษา
4. สมรรถนะในการใช้งานอย่างเป็นระบบของเครื่องควบคุม
5. ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 4 เป็นคำถามแบบปลายเปิด สำหรับผู้ตอบแบบประเมินแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ

3. การตรวจสอบแบบประเมิน ได้ดำเนินการดังนี้

3.1 นำแบบประเมินเสนอต่อกรรมการผู้ควบคุมสารนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในรายละเอียดต่างๆ

3.2 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 2 ด้าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

## 5. การดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่างๆของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติในด้านต่างๆดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป ความกะทัดรัดของเครื่องมือ, ความสะดวกในการประกอบ, ความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องมือ, ความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน, การออกแบบอย่างเหมาะสม

2. ลักษณะการใช้งานโดยอาศัยคู่มือ การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวก, การควบคุมในระบบต่างๆ, ประหยัดเวลาในการใช้งาน, การยกเลิกการทำงานทำได้สะดวก, การศึกษารายละเอียดจากคู่มือ

3. ลักษณะการบำรุงรักษา ความง่ายต่อการตรวจสอบก่อนการใช้งาน, ความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องมือ, ความสะดวกในการบำรุงรักษาอุปกรณ์เสริมภายนอก, ตรวจสอบระบบควบคุมอัตโนมัติได้สะดวก, การหาอะไหล่มาทดแทนได้ง่าย

4. สมรรถนะในการใช้งานอย่างเป็นระบบของเครื่อง ความสามารถตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหวได้ในรัศมี 2 เมตร, ความไวในการตรวจจับเสียงดีในระดับความดังที่กำหนด, ความเป็นระบบในการใช้งานของส่วนต่างๆ, ความแม่นยำในการหยุดการทำงานเมื่อครบเวลาที่กำหนด, การประหยัดพลังงาน

5. ความเหมาะสมด้านนำไปใช้ คนหนึ่งคนสามารถควบคุมการใช้งานได้, ความสามารถในการควบคุมการแสดงผลงานต่าง ๆ ในรูปของสื่อวิทัศน์, ความสามารถควบคุมการบันทึกเทปวิทัศน์ได้อย่างต่อเนื่องในสถานที่ต่าง ๆ, ความสามารถควบคุมการเล่นหรือบันทึกเสียงได้อย่างต่อเนื่อง, ความเหมาะสมในการใช้งานทั่วไป โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างอย่างเจาะจงจากกลุ่มนิสิต อาจารย์ และผู้สนใจทั่วไปที่มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างละ 3 คน โดยให้ศึกษาคู่มือการใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติก่อน

2. การทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ โดยให้อาจารย์ นิสิตและผู้สนใจทั่วไปที่มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ เดินผ่านเข้ามาในจุดที่กำหนดไว้หรือส่งเสียงพูดเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติจะทำงานทันที เมื่อนำเสนอจนจบเรื่องแล้วเครื่องจะสั่งให้หยุดการทำงานเองโดยอัตโนมัติ และจะกลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่อีกรอบต่อไป โดยผู้ทำโครงการจะสังเกตการทำงานและสอบถามความคิดเห็นจากนิสิต อาจารย์และผู้สนใจทั่วไป แล้วบันทึกข้อบกพร่องของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ นำข้อบกพร่องเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องมากขึ้น เป็นการปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 1

การทดลองครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่างๆของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติในด้านต่างๆและคู่มือการใช้ เช่นเดียวกับการทดลองหาข้อบกพร่องครั้งที่ 1 โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างอย่างเจาะจงจากกลุ่มนิสิต อาจารย์ และผู้สนใจทั่วไปที่มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มเดิมจากการทดลองครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างละ 5 คน เป็นตัวแทนของประชากร ทดลองและแก้ไขข้อบกพร่อง โดยศึกษาคู่มือการใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติก่อน

2. การทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ โดยให้อาจารย์ นิสิต และผู้สนใจทั่วไปที่มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ ทดลองเหมือนกับการทดลองครั้งที่ 1 เมื่อทดลองเสร็จสอบถามความคิดเห็นจากอาจารย์ นิสิต และผู้สนใจทั่วไป แล้วบันทึกข้อบกพร่องของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ นำข้อบกพร่องเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เป็นการปรับปรุงแก้ไข ครั้งที่ 2

การทดลองครั้งที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื่อบันทึกแบบอัตโนมัติและคู่มือการใช้เครื่องควบคุมสื่อบันทึกแบบอัตโนมัติ โดยได้ดำเนินการดังนี้

1. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งที่ 3 เป็นผู้ที่มาใช้ห้องสมุดเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 30 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เป็นอาจารย์ จำนวน 10 ท่าน นิสิตทั่วไปจำนวน 10 คน ผู้สนใจทั่วไปจำนวน 10 คน โดยศึกษาคู่มือการใช้เครื่องควบคุมสื่อบันทึกแบบอัตโนมัติก่อน

2. การทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อบันทึกแบบอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นควบคุมการเล่นเทปวีดิทัศน์ และเปิดปิดแสงสว่างบริเวณสถานที่แสดง แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ในลักษณะดังนี้

2.1 นำเสนอเป็นการบรรยายเกี่ยวกับสมรรถนะทั้ง 5 ด้านของเครื่องควบคุมสื่อบันทึกแบบอัตโนมัติ จากตารางแปลความหมายเกี่ยวกับข้อมูลของผู้เชี่ยวชาญทั้งทางด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา และทางด้านวิศวกรรม

2.2 จากส่วนของข้อมูลจากคำถามปลายเปิด แสดงความคิดเห็นอิสระจากผู้มาใช้และข้อเสนอแนะมารวบรวมเรียงลำดับเสนอเป็นข้อๆจากผู้ตอบมากที่สุดไปจนถึงน้อยสุด

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบทดสอบและประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้านและผู้มาใช้เครื่องควบคุมสื่อบันทึกแบบอัตโนมัติ มาดำเนินการวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อบันทึกแบบอัตโนมัติ ดังนี้

|            |   |       |
|------------|---|-------|
| มากที่สุด  | 5 | คะแนน |
| มาก        | 4 | คะแนน |
| ปานกลาง    | 3 | คะแนน |
| น้อย       | 2 | คะแนน |
| น้อยที่สุด | 1 | คะแนน |

## 7. สถิติที่ใช้

นำคะแนนที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีการทางสถิติดังนี้

### 7.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต  
 $\sum X$  คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด  
 $n$  คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากร

### 7.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สูตร

$$S.D. = \frac{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{n(n-1)}$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $X$  คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน  
 $n$  คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างประชากร

### 7.3 กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังต่อไปนี้

(Best. 1981 : 182)

| คะแนนเฉลี่ยระหว่าง | แปลความ                         |
|--------------------|---------------------------------|
| 4.50 - 5.00        | ผลการประเมินในระดับดีมาก        |
| 3.50 - 4.49        | ผลการประเมินในระดับดี           |
| 2.50 - 3.49        | ผลการประเมินในระดับพอใช้        |
| 1.50 - 2.49        | ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง |
| 1.00 - 1.49        | ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้    |

### 7.4 กำหนดเกณฑ์ในการยอมรับได้คือ 3.50 ขึ้นไป อยู่ในระดับ ดี

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การทำโครงการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ผู้ทำโครงการวิจัยได้สร้างเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ที่สามารถใช้ควบคุมการเล่น เทปวีดิทัศน์ได้เองโดยอัตโนมัติ สามารถควบคุมการบันทึกเทปวีดิทัศน์ได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถควบคุมการเล่นและบันทึกเสียงของเทปคาสเซตได้อย่างต่อเนื่อง เสร็จแล้วนำไปทดลอง วิจัยและพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติกับคณาจารย์ นิสิต และบุคคลทั่วไปที่มา ใช้บริการห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ทั้งหมด 11 ขั้นตอน ดังรายละเอียดที่กล่าว มาแล้วในบทที่ 3

### การทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 1

มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 คน ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 3 แสดงข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ จากการทดลองครั้งที่ 1

| สมรรถนะ                           | ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง                                                           |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป          | 1. จุดต่อใช้งานต่าง ๆ สับสนเกินไป                                                       |
| 2. ลักษณะการใช้งานโดยอาศัยคู่มือ  | 2. อักษรแสดงสถานะการทำงานและปุ่มต่างๆ สื่อไม่ชัดเจน                                     |
| 3. ลักษณะการบำรุงรักษา            | 3. เวลาในการกรอกลับ(Rewind)นานเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเทปที่เล่น (Play) ไปจริง ๆ |
| 4. สมรรถนะการสั่งงานอย่างเป็นระบบ | 4. การระบายและถ่ายเทความร้อนภายในเครื่องไม่ค่อยดี                                       |
| 5. ความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้งาน | 5. ในคู่มือแนะนำการใช้ รูปภาพสื่อไม่ชัดเจน                                              |

จากตาราง 3 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่างให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่อง 5 ประการ คือ จุดต่อใช้งานสับสนเกินไป อักษรแสดงสถานะการทำงาน และปุ่มปรับต่างๆ สื่อไม่ชัดเจน เวลาที่กำหนดในการกรอกลับ(Rewind) นานเกินความเป็นจริงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์ที่เล่นไปจริง การระบายถ่ายเทความร้อนภายในเครื่องไม่ค่อยดี ในคู่มือการใช้เครื่องรูปภาพสื่อไม่ชัดเจน

### ผลการปรับปรุงแก้ไขเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 1

การปรับปรุงแก้ไขเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและมีสมรรถนะเพิ่มมากขึ้น โดยผู้ทำโครงการทดลองได้ดำเนินการแก้ไขตามความคิดเห็นที่ได้รับ ดังนี้

1. จุดต่อใช้งานสับสนเกินไป ปรับปรุงแก้ไขโดยการแบ่งประเภทของจุดต่อต่างๆ ให้เป็นหมวดหมู่ ชนิดของจุดต่อแตกต่างกันออกไปในด้านลักษณะและสีของจุดต่อแต่ละชนิดแยกจากกันอย่างชัดเจน.

2. อักษรแสดงสถานะการทำงานและปุ่มปรับต่างๆ สื่อไม่ชัดเจน ปรับปรุงแก้ไขโดยการเปลี่ยนอักษรเต็มและอักษรย่อต่าง ๆ ให้ตรงตามหลักสากลทั่วไป

3. เวลาที่กำหนดให้เครื่องสั่งกรอกลับ(Rewind) นานเกินความเป็นจริงเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์ที่เล่น (Play) ไป ปรับปรุงแก้ไขโดยการออกแบบระบบควบคุมเวลากรอกลับ(Rewind) ใหม่ ให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างเนื้อหาสื่อที่เล่นไปกับเวลาที่ใช้ในการกรอกลับ

4. การระบายและถ่ายเทความร้อนภายในเครื่องไม่ค่อยดี ปรับปรุงแก้ไขโดยการหากล่องที่จะนำมาเป็นตัวเครื่องมีช่องระบายอากาศที่พอเหมาะ และติดแผ่นระบายความร้อนให้กับภาคจ่ายไฟ เพื่อการถ่ายเทความร้อนของชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้น ๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น

5. ในคู่มือการใช้รูปภาพเข้มเกินไปสื่อไม่ชัดเจน ปรับปรุงแก้ไขโดยการเพิ่มความสว่างของรูปภาพที่เป็นภาพถ่ายแทนภาพเดิมและเน้นตัวชี้นำของเส้นให้ชัดเจน

### การทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 2

การทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ เช่นเดียวกับครั้งที่ 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน แสดงข้อคิดเห็นและจากการสังเกตของผู้ทำโครงการวิจัย กลุ่มตัวอย่างได้ให้ข้อคิดเห็นว่า ตัวแสดงสถานะการทำงานที่ตัวตรวจับการเคลื่อนไหวไม่ควรมีเพราะทำให้ผู้เข้ามาในบริเวณนั้นทราบว่ามีเครื่องตรวจับอยู่

## ผลการปรับปรุงแก้ไข เครื่องควบคุมสื้อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 2

มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของเครื่องควบคุมสื้อโสตทัศนแบบอัตโนมัติที่ได้จากการทดลองมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ถูกต้องและมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น โดยผู้ทำโครงการวิจัยได้ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อคิดเห็นที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 2 ดังนี้

1. ติดตั้งสวิทช์ เปิด/ปิด ตัวแสดงสถานะการทำงานของตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานทุกสภาวะ

## การทดลองใช้เครื่องควบคุมสื้อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 3

การทดลองใช้เครื่องควบคุมสื้อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื้อโสตทัศนแบบอัตโนมัติและคู่มือการใช้

วิธีดำเนินการทดลองใช้กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้มาใช้ห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 30 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย ( Simple Random Sampling ) แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น อาจารย์ 10 คน นิสิตทั่วไป 10 คน และผู้สนใจทั่วไป 10 คน โดยศึกษาคู่มือการใช้เครื่องควบคุมสื้อโสตทัศนแบบอัตโนมัติให้ละเอียดก่อนการใช้งาน ข้อมูลที่ได้รับจากการทดลองมาวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้เครื่องควบคุมสื้อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ครั้งที่ 3

การทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องควบคุมสื้อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ผู้ทำโครงการได้แบ่งการทดสอบและประเมินสมรรถนะออก 5 ด้านคือ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป , ลักษณะการใช้งาน , ลักษณะการบำรุงรักษา , สมรรถนะการทำงานอย่างเป็นระบบ และความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน และให้น้ำหนักความสำคัญในแต่ละหัวข้อเท่ากัน ดังต่อไปนี้

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพทั่วไปของเครื่องควบคุมสปีดโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

| รายละเอียดสมรรถนะ                     | $\bar{X}$ | S.D. | แปลความ |
|---------------------------------------|-----------|------|---------|
| 1.1 ลักษณะความกะทัดรัดของเครื่องมือ   | 4.50      | 0.50 | ดีมาก   |
| 1.2 ความสะดวก การต่อประกอบ            | 4.30      | 0.46 | ดี      |
| 1.3 ความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องมือ | 4.36      | 0.67 | ดี      |
| 1.4 ความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน        | 4.63      | 0.55 | ดีมาก   |
| 1.5 การออกแบบอย่างเหมาะสม             | 4.30      | 0.53 | ดี      |
| เฉลี่ย                                | 4.42      | 0.54 | ดี      |

จากตาราง 4 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพของเครื่องควบคุมสปีดโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ตามรายละเอียดการทดสอบและประเมินสมรรถนะดังนี้

ความกะทัดรัดของเครื่องมือ ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่าขนาดของเครื่องควบคุมสปีดโสตทัศนแบบอัตโนมัติอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.50

ความสะดวกการต่อประกอบ ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่าความสะดวกในการประกอบอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.30

ความแข็งแรงทางโครงสร้างเครื่องมือ ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่าความแข็งแรงทางโครงสร้างเครื่องมือ อยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.36

ความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่าความปลอดภัยในการนำไปใช้งานอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.63

การออกแบบอย่างเหมาะสม ข้อมูลจากตาราง 4 แสดงว่าการออกแบบอย่างเหมาะสมอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.30

จากข้อมูลในตาราง 4 นำมาหาค่าเฉลี่ยรวม แสดงการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพทั่วไปของเครื่องควบคุมสปีดโสตทัศนแบบอัตโนมัติอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.42

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการใช้งานโดยอาสาสมัคร

| รายละเอียดสมรรถนะ                | $\bar{X}$ | S.D. | แปลความ |
|----------------------------------|-----------|------|---------|
| 2.1 การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวก | 4.40      | 0.56 | ดี      |
| 2.2 การควบคุมในระบบต่างๆ         | 4.40      | 0.50 | ดี      |
| 2.3 ประหยัดเวลาในการใช้งาน       | 4.66      | 0.48 | ดีมาก   |
| 2.4 การยกเลิกการทำงานทำได้สะดวก  | 4.36      | 0.61 | ดี      |
| 2.5 การศึกษารายละเอียดจากคู่มือ  | 4.10      | 0.55 | ดี      |
| เฉลี่ย                           | 4.38      | 0.54 | ดี      |

จากตาราง 5 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการใช้งานโดยอาสาสมัคร ตามรายละเอียดการทดสอบและประเมินสมรรถนะดังนี้

การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวก ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่า การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวกอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.40

การควบคุมในระบบต่างๆ ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่าการประหยัดเวลาในการใช้งานอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.40

การประหยัดเวลาในการใช้งาน ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่าการประหยัดเวลาในการใช้งานอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.66

การยกเลิกการทำงานทำได้สะดวก ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่าการยกเลิกคำสั่งการทำงานทำได้สะดวกอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.36

การศึกษารายละเอียดจากคู่มือ ข้อมูลจากตาราง 5 แสดงว่าการศึกษารายละเอียดวิธีใช้จากคู่มือทำได้อยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.10

เมื่อนำข้อมูลแต่ละหัวข้อจากตาราง 5 มาหาค่าเฉลี่ยรวมสรุปได้ว่า การทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการใช้งานอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าทางสถิติเฉลี่ยรวม 4.38

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการบำรุงรักษา  
เครื่องควบคุมสื่อสตรีตส์แบบอัตโนมัติ

| รายละเอียดสมรรถนะ                                | $\bar{X}$ | S.D. | แปลความ |
|--------------------------------------------------|-----------|------|---------|
| 3.1 ความง่ายต่อการตรวจสอบก่อนการใช้งาน           | 4.30      | 0.48 | ดี      |
| 3.2 ความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องมือ           | 4.40      | 0.50 | ดี      |
| 3.3 ความสะดวกในการบำรุงรักษาอุปกรณ์เสริมภายนอก   | 4.43      | 0.50 | ดี      |
| 3.4 ความสะดวกในการตรวจสอบระบบควบคุมระบบอัตโนมัติ | 4.66      | 0.48 | ดีมาก   |
| 3.5 การหาอะไหล่มาทดแทนได้ง่าย                    | 4.36      | 0.61 | ดี      |
| เฉลี่ย                                           | 4.43      | 0.51 | ดี      |

จากตาราง 6 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการบำรุงรักษา เครื่องควบคุมสื่อสตรีตส์แบบอัตโนมัติ ตามรายละเอียดการทดสอบและประเมินสมรรถนะดังนี้

ความง่ายต่อการตรวจสอบก่อนการใช้งาน ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่าความง่ายต่อการตรวจสอบก่อนการใช้งานอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.30

ความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องมือ ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่าความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องมืออยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.40

ความสะดวกในการบำรุงรักษาอุปกรณ์เสริมทางภายนอก ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่าความสะดวกในการบำรุงรักษาอุปกรณ์เสริมทางภายนอกอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.43

ความสะดวกในการตรวจสอบระบบควบคุมอัตโนมัติ ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่า การตรวจสอบระบบควบคุมอัตโนมัติได้สะดวกอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.66

การหาอะไหล่มาทดแทนได้ง่าย ข้อมูลจากตาราง 6 แสดงว่าการหาอะไหล่มาทดแทนได้ง่ายอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.36

เมื่อนำข้อมูลแต่ละหัวข้อจากตาราง 6 มาหาค่าเฉลี่ยรวมสรุปได้ว่า การทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะการบำรุงรักษาเครื่องอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าทางสถิติเฉลี่ยรวม 4.43

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะ ด้านสมรรถนะในการใช้งานอย่างเป็นระบบของเครื่องควบคุมสื่อสตรีททัศนแบบอัตโนมัติ

| รายละเอียดสมรรถนะ                                     | $\bar{X}$ | S.D. | แปลความ |
|-------------------------------------------------------|-----------|------|---------|
| 4.1 ความสามารถตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหวได้ในรัศมี 2 เมตร | 4.56      | 0.50 | ดีมาก   |
| 4.2 ความไวในการตรวจจับเสียงดีในระดับความดังที่กำหนด   | 4.56      | 0.50 | ดีมาก   |
| 4.3 ความเป็นระบบในการใช้งานของส่วนต่าง ๆ              | 4.60      | 0.50 | ดีมาก   |
| 4.4 ความแม่นยำในการหยุดการทำงานเมื่อครบเวลาที่กำหนด   | 4.63      | 0.49 | ดีมาก   |
| 4.5 การประหยัดพลังงาน                                 | 4.53      | 0.57 | ดีมาก   |
| เฉลี่ย                                                | 4.58      | 0.51 | ดีมาก   |

จากตาราง 7 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะในการใช้งานอย่างเป็นระบบของเครื่องควบคุมสื่อสตรีททัศนแบบอัตโนมัติ ตามรายละเอียดการทดสอบและประเมินสมรรถนะ ดังนี้

ความสามารถตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหวได้ในรัศมี 2 เมตร ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่าความสามารถตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหวได้ในรัศมี 2 เมตร อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.56

ความไวในการตรวจจับเสียงดีในระดับความดังที่กำหนด ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่าความไวในการตรวจจับเสียงดีในระดับความดังที่กำหนดอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.56

ความเป็นระบบในการใช้งานของส่วนต่างๆ ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่าความเป็นระบบในการใช้งานของส่วนต่างๆอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.60

ความแม่นยำในการหยุดการทำงานเมื่อครบเวลาที่กำหนด ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่าลักษณะการหยุดการทำงานเมื่อครบเวลาที่กำหนด อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.60

การประหยัดพลังงานในการควบคุม ข้อมูลจากตาราง 7 แสดงว่าการประหยัดพลังงานในการควบคุมอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.53

เมื่อนำข้อมูลแต่ละหัวข้อจากตาราง 7 มาหาค่าเฉลี่ยรวมสรุปได้ว่าการทดสอบและประเมินสมรรถนะในการสั่งงานอย่างเป็นระบบของเครื่อง อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าทางสถิติเฉลี่ยรวม 4.58

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะความเหมาะสมด้านนำไปใช้ของเครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติ

| รายละเอียดสมรรถนะ                                                        | $\bar{X}$ | S.D. | แปลความ |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|------|---------|
| 5.1 ความสามารถคนหนึ่งคนควบคุมใช้งานได้                                   | 4.73      | 0.50 | ดีมาก   |
| 5.2 ความสามารถในการควบคุมการแสดงผลงานงานต่าง ๆ ในรูปของสื่อวีดิทัศน์     | 4.66      | 0.50 | ดีมาก   |
| 5.3 ความสามารถควบคุมการบันทึกเทปวีดิทัศน์ได้อย่างต่อเนื่องในสถานที่ต่างๆ | 4.70      | 0.47 | ดีมาก   |
| 5.4 ความสามารถควบคุมการบันทึกเสียงได้อย่างต่อเนื่อง                      | 4.60      | 0.50 | ดีมาก   |
| 5.5 ความเหมาะสมในการใช้งานทั่วไป                                         | 4.46      | 0.63 | ดี      |
| เฉลี่ย                                                                   | 4.63      | 0.50 | ดีมาก   |

จากตาราง 8 สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ และประเมินสมรรถนะในด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ของเครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติตามรายละเอียดการทดสอบและประเมินสมรรถนะ ดังนี้

คนหนึ่งคนสามารถควบคุมใช้งานได้ ข้อมูลจากตาราง 8 แสดงว่าคนหนึ่งคนสามารถควบคุมใช้งานได้อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.73

ความสามารถในการควบคุมการแสดงผลงานต่างๆในรูปของสื่อวีดิทัศน์ ข้อมูลจากตาราง 8 แสดงว่าความสามารถในการควบคุมการแสดงผลงานงานต่างๆในรูปของสื่อวีดิทัศน์ อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.66

ความสามารถควบคุมการบันทึกเทปวีดิทัศน์ได้อย่างต่อเนื่องในสถานที่ต่างๆ ข้อมูลจากตาราง 8 แสดงว่าความสามารถควบคุมการบันทึกเทปวีดิทัศน์ได้อย่างต่อเนื่องในสถานที่ต่างๆ อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.70

ความสามารถควบคุมการบันทึกเสียงได้อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลจากตาราง 8 แสดงว่าความสามารถควบคุมการบันทึกเสียงได้อย่างต่อเนื่อง อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.60

ความเหมาะสมในการใช้งานทั่วไป ข้อมูลจากตาราง 8 แสดงว่าความเหมาะสมในการใช้งานทั่วไป อยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.46

เมื่อนำข้อมูลแต่ละหัวข้อจากตาราง 8 มาหาค่าเฉลี่ยรวมสรุปได้ว่า การทดสอบและประเมินสมรรถนะความเหมาะสมด้านนำไปใช้ของเครื่อง อยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าทางสถิติเฉลี่ยรวม 4.63

หลังจากทราบผลการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินสมรรถนะเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติทั้ง 5 ด้าน ผู้ดำเนินการทดลองนำผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบและประเมินสมรรถนะทั้ง 5 ด้านรวมกันและหาค่าเฉลี่ยดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติ

| รายละเอียดสมรรถนะ                 | $\bar{X}$ | S.D. | แปลความ |
|-----------------------------------|-----------|------|---------|
| 1. ลักษณะทางกายภาพทั่วไป          | 4.42      | 0.54 | ดี      |
| 2. ลักษณะการใช้งาน                | 4.38      | 0.54 | ดี      |
| 3. ลักษณะการบำรุงรักษา            | 4.43      | 0.51 | ดี      |
| 4. สมรรถนะการสั่งงานอย่างเป็นระบบ | 4.58      | 0.51 | ดีมาก   |
| 5. ความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้งาน | 4.63      | 0.50 | ดีมาก   |
| เฉลี่ย                            | 4.49      | 0.52 | ดี      |

จากตาราง 9 สามารถวิเคราะห์การทดสอบและประเมินสมรรถนะเครื่องควบคุมสื่อโซเชียลมีเดียแบบอัตโนมัติได้ ดังนี้

ผลรวมค่าเฉลี่ยการทดสอบและประเมินสมรรถนะด้านลักษณะทางกายภาพทั่วไป เท่ากับ 4.42 , ลักษณะการใช้งาน เท่ากับ 4.38 , ลักษณะการบำรุงรักษา เท่ากับ 4.43 , สมรรถนะการสั่งงานอย่างเป็นระบบ เท่ากับ 4.58 , ความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้งาน เท่ากับ 4.63 , รวมค่าเฉลี่ยทั้งหมด เท่ากับ 4.49

จากการนำข้อมูลทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยรวม สรุปได้ว่า การทดสอบและประเมินสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อโซเชียลมีเดียแบบอัตโนมัติได้ผลอยู่ในระดับ ดี

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องควบคุมสปีโดสแตนท์แบบอัตโนมัติ โดยการทดสอบและทดลองใช้ เพื่อประเมินสมรรถนะ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 10 ท่าน และผู้ทดลองใช้ทั่วไปอีก 30 คน เป็นผู้ประเมินสมรรถนะ ได้ดำเนินการเป็นขั้นตอน ดังนี้

#### จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสปีโดสแตนท์แบบอัตโนมัติตามเกณฑ์ที่กำหนดในการยอมรับได้คือ 3.50 ขึ้นไป อยู่ในระดับ ดี

#### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ได้เครื่องควบคุมสปีโดสแตนท์แบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือวงการอื่น ๆ ต่อไป

#### การดำเนินการศึกษาค้นคว้าและทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าและทดลองครั้งนี้ ผู้ทำโครงการได้แบ่งกระบวนการทำออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วย การรับรู้ปัญหาวิธีการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือทางสปีโดสแตนท์ในการเรียนรู้ และการนำไปใช้ จากนั้นศึกษาค้นคว้าเอกสารและโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องควบคุมสปีโดสแตนท์แบบอัตโนมัติ และได้ทำการออกแบบ ร่างแบบ และเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงส่วนทำงานต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมสปีโดสแตนท์แบบอัตโนมัติ

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องควบคุมสปีโดสแตนท์แบบอัตโนมัติ ทดสอบการทำงานของส่วนต่าง ๆ แล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นเครื่องต้นแบบ ผู้ทำโครงการวิจัยได้นำเครื่องควบคุมสปีโดสแตนท์แบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นเครื่องต้นแบบนี้ ทำการทดสอบเพื่อปรับปรุงส่วนประกอบในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะทางด้านของวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงเครื่องต้นแบบของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ตามข้อเสนอที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญ และจากกลุ่มทดลอง

### สรุปผลการทำโครงการวิจัย

จากการดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่าง ๆ สรุปผลการทำโครงการวิจัยได้ ดังนี้ คือ การพัฒนาเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับ ดี สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

### อภิปรายผล

จากผลการศึกษาค้นคว้าและทดลองที่สรุปข้างต้น สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ในขณะดำเนินการทดลองการพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ จากการสอบถามข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ จากผู้ทดลองใช้ครั้งที่ 1 พบว่า จุดต่อใช้งานต่างๆ สับสนเกินไปทำให้ลำบากในการต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆ อักษรแสดงสถานะการทำงานและปุ่มปรับต่างๆ ล้อไม่ชัดเจน เวลาในการกรอกลับ (Rewind) นานเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหาของสื่อที่เล่น (Play) ไปจริงๆ การระบายและถ่ายเทความร้อนภายในเครื่องไม่ค่อยดี คู่มือแนะนำการใช้รูปภาพสื่อไม่ชัดเจน และตัวแสดงผลสถานะการทำงานที่ตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวไม่ควรมี เพราะอาจทำให้ผู้เข้ามาบริเวณที่มีการตรวจจับทราบว่ามีการตรวจจับอยู่ ผู้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและทดลองจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะโดยการ แบ่งประเภทจุดต่อต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่ ชนิดของจุดต่อที่แตกต่างกันในด้านลักษณะและสีที่ใช้ของจุดต่อแต่ละชนิดแยกกันอย่างชัดเจน อักษรแสดงสถานะการทำงานและปุ่มปรับต่างๆ เปลี่ยนอักษรเต็มและอักษรย่อต่างๆ ให้ตรงตามหลักสากลทั่วไป เวลาที่ใช้ในการกรอกลับนานเกินไปนั้น ได้ทำการเสริมวงจรควบคุมเวลากรอกลับใหม่จากเดิมนั้น ให้มีความสัมพันธ์กันระหว่างเนื้อหาสื่อที่เล่นไปกับเวลาที่ใช้ในการกรอกลับ การระบายและถ่ายเทความร้อนภายในเครื่อง ได้ทำการเพิ่มแผ่นระบายความร้อนให้กับภาคจ่ายไฟ และเพิ่มช่องระบายอากาศให้สามารถระบายความร้อนได้สะดวกยิ่งขึ้น รูปภาพในคู่มือแนะนำการใช้เครื่องนั้น ได้ทำการลดความเข้มของรูปภาพให้สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเพิ่มตัวชี้หน้าที่ลายเส้น เพื่อความชัดเจนในการต่อประกอบ เพิ่มสวิทช์เปิด/ปิดให้กับตัวแสดงผลสถานะการทำงานตัวตรวจจับการเคลื่อนไหวให้สามารถใช้ได้ แล้วแต่สถานะการณ์นั้นๆ

นอกจากนี้ ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าและทดลองได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดในการยอมรับได้คือ 3.50 ขึ้นไป ซึ่งอยู่ในระดับ ดี

เมื่อพิจารณาคะแนนรวมจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด หาค่าเฉลี่ยทั้งหมดแล้วได้เท่ากับ 4.49 อยู่ในระดับ ดี ซึ่งตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด

ดังนั้น เครื่องควบคุมสื้อโตทัศน์แบบอัตโนมัติ ที่ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าและทดลองสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

2.การหาประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื้อโตทัศน์แบบอัตโนมัติโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดในการยอมรับได้คือ 3.50 ขึ้นไป ซึ่งอยู่ในระดับ ดี โดยแบ่งลักษณะในการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 2.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป
- 2.2 ลักษณะการใช้งานโดยอาศัยคู่มือ
- 2.3 ลักษณะการบำรุงรักษา
- 2.4 สมรรถนะในการสั่งงานอย่างเป็นระบบ
- 2.5 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้งาน

จากการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื้อโตทัศน์แบบอัตโนมัติ โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดคือ 3.50 ขึ้นไป อยู่ในระดับ ดี พบว่า ผลการทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่าเครื่องควบคุมสื้อโตทัศน์แบบอัตโนมัติที่ผู้ศึกษาค้นคว้าและทดลองสร้างขึ้นมีการทดลองใช้และปรับปรุงเพื่อพัฒนาให้มีคุณภาพดี ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพ

3.จากการสังเกตขณะดำเนินการทดลอง ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าและทดลองเห็นว่าถ้าวิเคราะห์รายละเอียดแล้ว เครื่องควบคุมดังกล่าวยังมีจุดที่ควรปรับปรุงอยู่บางจุด เช่น การควบคุมเวลาหยุดอัตโนมัติ ซึ่งเครื่องควบคุมนี้ใช้ระบบหมุน (Dial) ถึงจะมีความเที่ยงตรงสูง แต่ถ้าปรับค่าไม่สัมพันธ์กันพอดีก็อาจจะทำให้การสั่งงานไปยังเครื่องเล่นเทปวีดิทัศน์หยุดทำงานก่อนหรือหลังจากจบเนื้อหาสื่อ เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับตำแหน่งการหมุนปุ่มควบคุมเวลา(Timer)

ส่วนในจุดที่มีสมรรถนะสูงเกินความต้องการ คือ ความไวในการตรวจจับเสียงพูด ซึ่งมีความไวเกินความต้องการ คือมีความไวในทุกย่านความถี่ตั้งแต่ 70-20,000 เฮิรท์ซ์ ( $H_z$ ) ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าและทดลองจึงได้ทำการควบคุมความไวให้อยู่ในย่านความถี่ที่ต้องการมากที่สุดคือประมาณ 1,000 เฮิรท์ซ์ ( $H_z$ ) โดยใช้วงจรกรองความถี่เข้ามาควบคุม

### ข้อเสนอแนะ

ผลการทดลอง ทำให้ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าและทดลองได้ข้อคิดหลายประการในการวิจัยและพัฒนาเครื่องควบคุมสื้อโตทัศน์แบบอัตโนมัติ โดยพบว่าเครื่องควบคุมสื้อโตทัศน์แบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถใช้แทนเจ้าหน้าที่ที่คอยควบคุมอุปกรณ์สื้อโตทัศน์ศึกษาต่างๆ ได้ใน

บางกรณี ซึ่งเป็นการช่วยแก้ปัญหาในการมีเจ้าหน้าที่ไม่เพียงพอและเครื่องควบคุมนี้ยังจะเป็นอุปกรณ์ในการลดปัญหาในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่เท่าเทียมกันในแต่ละบุคคล โดยผ่านอุปกรณ์สื่อที่ตนเองไม่คุ้นเคยได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่วงการศึกษาในการที่จะพัฒนาโดยนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในวงการศึกษาามากที่สุด

จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองที่เสนอไปแล้วนั้น ผู้ทำโครงการวิจัยมีข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองในครั้งนี้คือ การควบคุมเวลาเปิด/ปิดอัตโนมัติ นั้น ถ้าจะให้เกิดความเที่ยงตรงและแม่นยำยิ่งขึ้น ควรใช้วงจรควบคุมเวลาเปิด/ปิดอัตโนมัติด้วยระบบดิจิทัล ซึ่งสามารถสั่งการทำงานได้ในลักษณะของตัวเลข

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป ควรที่จะมีการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน ให้สามารถสั่งการทำงานของสื่อโสตทัศนต่างๆ ด้วยระบบรีโมตคอนโทรล (Remote Control) หรือใช้คลื่นความถี่วิทยุควบคุมการทำงานของสื่อโสตทัศนต่างๆ ได้ในระยะไกล ซึ่งจะช่วยให้เกิดการพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อรูปแบบใหม่ๆ ในวงการศึกษาต่อไป

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- ชวลิต เชียงกูล. การสร้างเตาหลอมละลายอลูมิเนียมขนาด 1 กิโลกรัม ปรียญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2538.
- รัชชัย สุมิตร. รีเลย์ป้องกันระบบพลังงานไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เอเชียเพลส, 2525. หน้า 1 – 62
- ทนง โชติสรยุทธ์. เทคนิคการใช้งานอุตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์. เซมิคอนดักเตอร์ อิเลคทรอนิกส์ ฉบับที่ 44 เมษายน 2524. หน้า 58 – 73
- เทพมงคล สิงห์เสถียร. อุตร้าโซนิคตามยูนิต. ปรียญานิพนธ์ปรียญบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2525.
- ปรีชา รวยภิรมย์. โซลิสเตอริเลย์. ปรียญานิพนธ์ อส.ม. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2525.
- เปื้อง กุมุท. การวิจัยสื่อและนวัตกรรมการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2531.
- ยอดชัย เอียวนาปัญญา. อุตร้าโซนิคบาร์เรียล. ปรียญบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2528.
- ยีน ภู่วรรณ. ทฤษฎีและการใช้งานอิเล็กทรอนิกส์. เล่ม 2 พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : นำอักษรการพิมพ์, พ.ศ. 2521. หน้า 1 – 24 และ 153 – 183
- วิจิตร ศรีสะอ้าน. เทคนิควิทยาทางการศึกษา. “ในการพิจารณานำนวัตกรรมเทคโนโลยีมาปรับปรุงคุณภาพการประถมศึกษา ในโรงเรียนที่มีครูไม่ครบชั้น” หน้า 102 – 106 กรุงเทพฯ : กุศลภาดาพร้าว, 2516.
- วิทย์ อุดมทรัพย์ากุล. เครื่องตรวจจับปรากฏการณ์คอปเปลอร์ของอุตร้าซาวนด์เพื่อการจัดการไหลเวียนของโลหิต. ปรียญานิพนธ์ วศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

อำนาจ ช่างเรียน. "ไปศึกษาอบรมต่างประเทศ เรื่อง การวิจัยและพัฒนาการศึกษา. กรุงเทพฯ 13 (14) : 24 – 28 ; มกราคม 2532.

อุดมศักดิ์ รัญญรักษ์. การสร้างเครื่องฉีดพลาสติกในแนวตั้งแบบใช้คันโยก. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540.

Borg, Walte R. and Merigith D. Gall Education Research. New York : Longman, 1979.

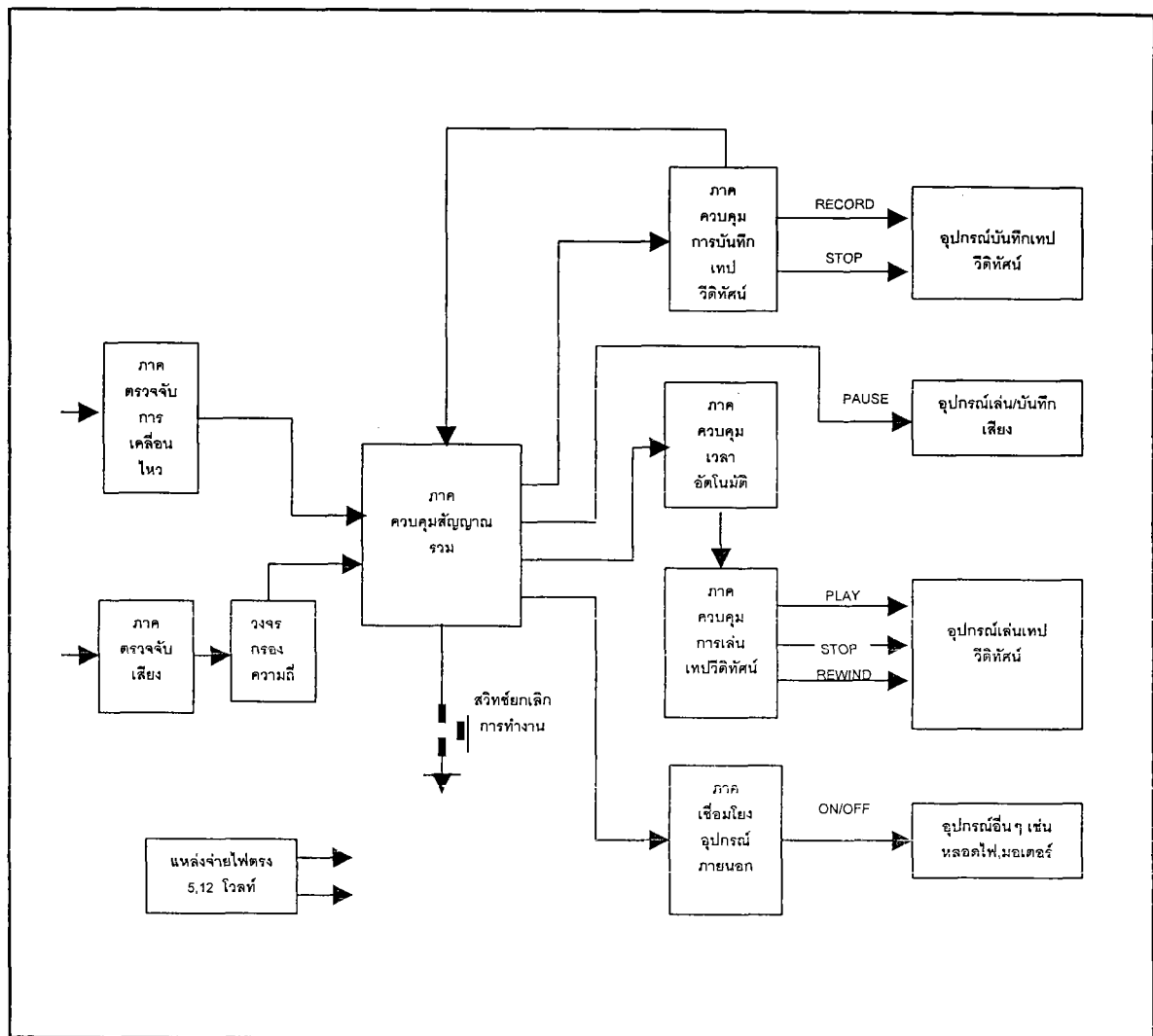
Gagne . Robert H. and Essentials of Learning for Instruction. Hinsdals : The Dryden Press, 1974.

Spencer John D. and Dale E. Pipege, The Voltage Regulator Handbook. Texas Instrument Incorporated, U.S.A., 1979.

Smith Mike National Semiconductor. 1978 ,Technical Information Center, Linear Intergrated Circuit, Motorola, Inc., U.S.A., 1979.

ภาคผนวก ก

บล็อกไดอะแกรมของเครื่องควบคุมสื่อสตรีมมิ่งแบบอัตโนมัติ



ภาพประกอบ 12 แสดงบล็อกไดอะแกรมของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติ

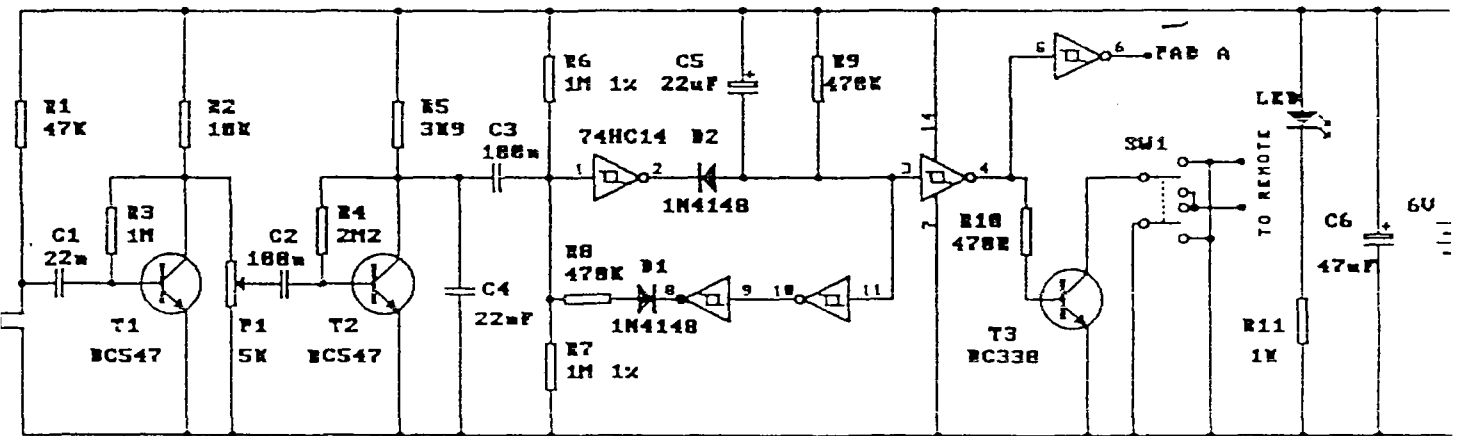
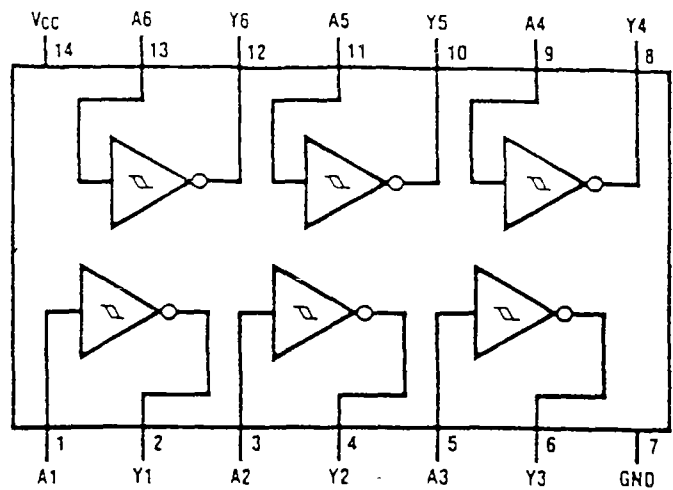
ภาคผนวก ข

วงจรไฟฟ้าของเครื่องควบคุมสปีดอัตโนมัติ

## WHAT TO LEARN FROM THIS KIT

Many VOX use an op-amp at the front end instead of cmos logic as we have done. An op-amp provides the amplification and comparator operations all in one. However, the total component count is almost the same. (We have in fact built up two other commercial Kits using op-amps and we found them to be surprisingly insensitive at lower noise levels. This lower tech. cmos circuit we have developed is the most sensitive circuit of all three.)

It is quite easy to modify the output of the PCB to attach a relay to T3 instead of the tape recorder.



## MM54HC14/MM74HC14 Hex Inverting Schmitt Trigger

### General Description

The MM54HC14/MM74HC14 utilizes advanced silicon-gate CMOS technology to achieve the low power dissipation and high noise immunity of standard CMOS, as well as the capability to drive 10 LS-TTL loads.

The 54HC/74HC logic family is functionally and pinout compatible with the standard 54LS/74LS logic family. All inputs are protected from damage due to static discharge by internal diode clamps to  $V_{CC}$  and ground.

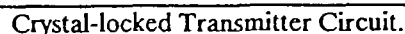
### Features

- Typical propagation delay: 13 ns
- Wide power supply range: 2–6V
- Low quiescent current: 20  $\mu$ A maximum (74HC Series)
- Low input current: 1  $\mu$ A maximum
- Fanout of 10 LS-TTL loads
- Typical hysteresis voltage: 0.9V at  $V_{CC} = 4.5V$

Resistors carbon film 1/4W, 5%.

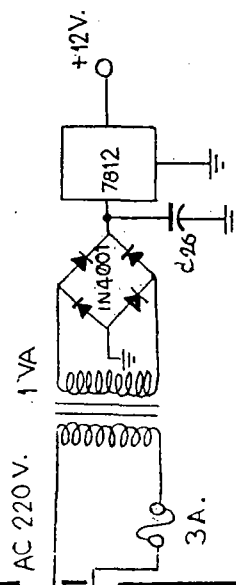
|                   |   |
|-------------------|---|
| 10K potentiometer | 1 |
| Diode 1N4148      | 5 |
| LED 5mm           | 1 |
| SPDT PCB switch   | 1 |
| LM741 IC          | 2 |
| 14049/4049 IC     | 1 |
| 16 pin IC socket  | 1 |
| 8 pin IC socket   | 2 |

|                    |   |
|--------------------|---|
| 3.3pF ceramic      | 2 |
| 1nF mylar          | 2 |
| 10nF mylar         | 1 |
| 47nF mylar         | 1 |
| 100nF mylar        | 1 |
| 4.7uF electrolytic | 2 |
| 10uF "             | 2 |
| 2.2uF "            | 1 |
| 22uF "             | 1 |
| 47uF "             | 1 |



### Receiver Circuit.

เมษายน 2543

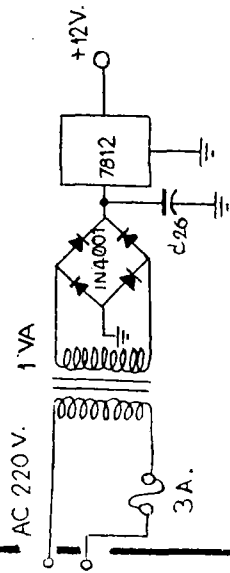
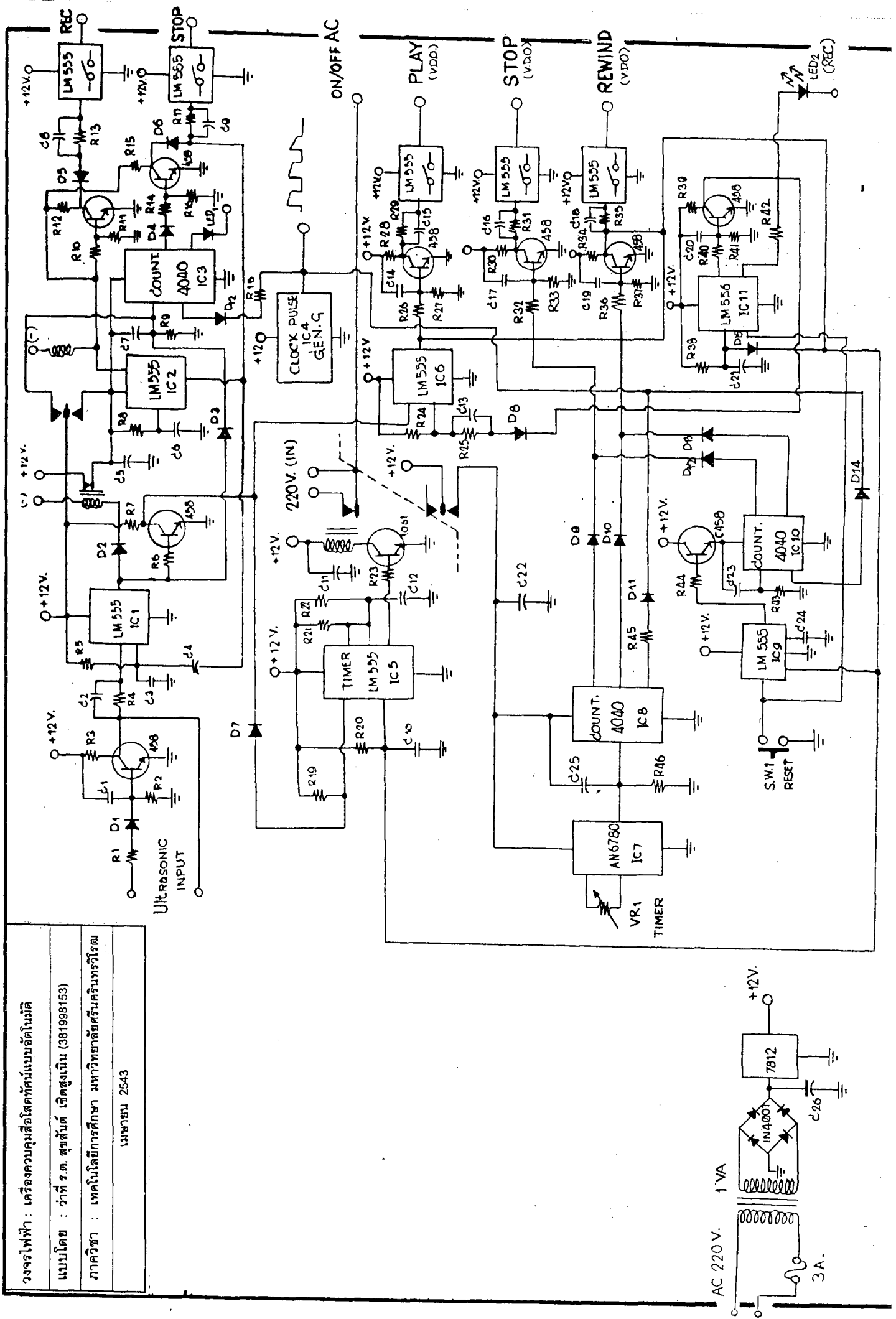


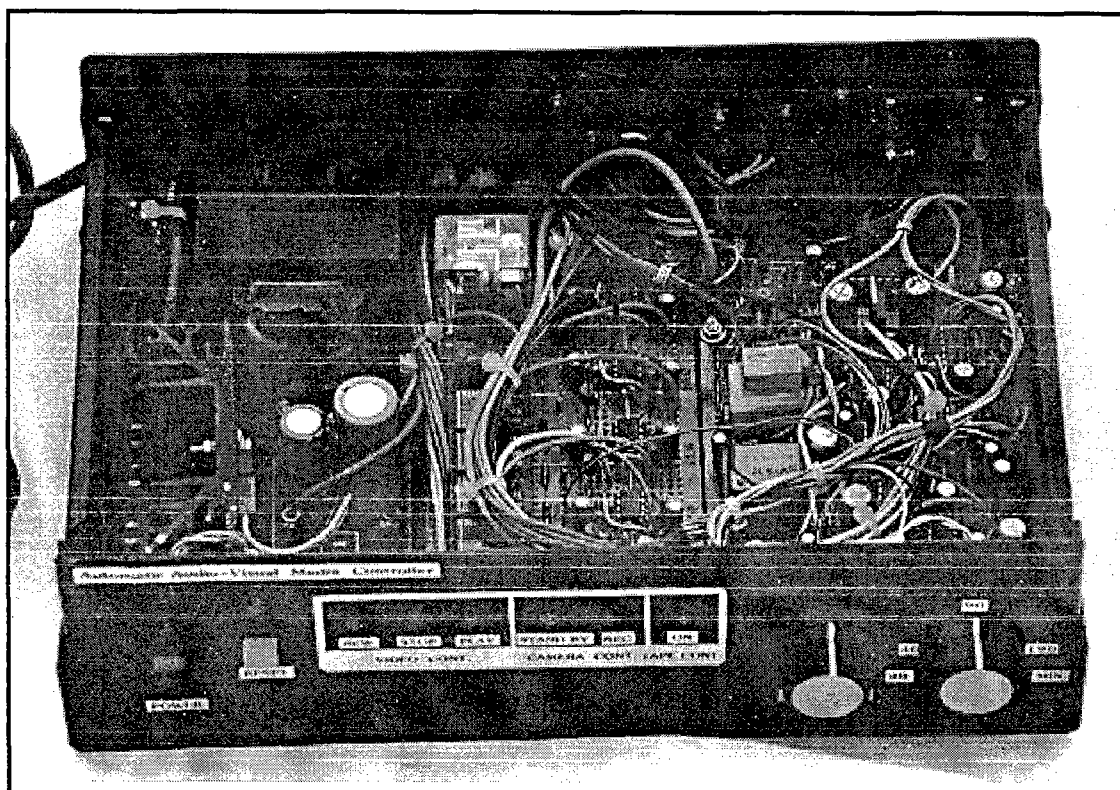
วงจรไฟฟ้า : เครื่องควบคุมสปีดพัดลมแบบอัตโนมัติ

แบบโดย : ว่าที่ ร.ต. สุขสันต์ เขียดสูงเนิน (381998153)

ภาควิชา : เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เลขาน 2543





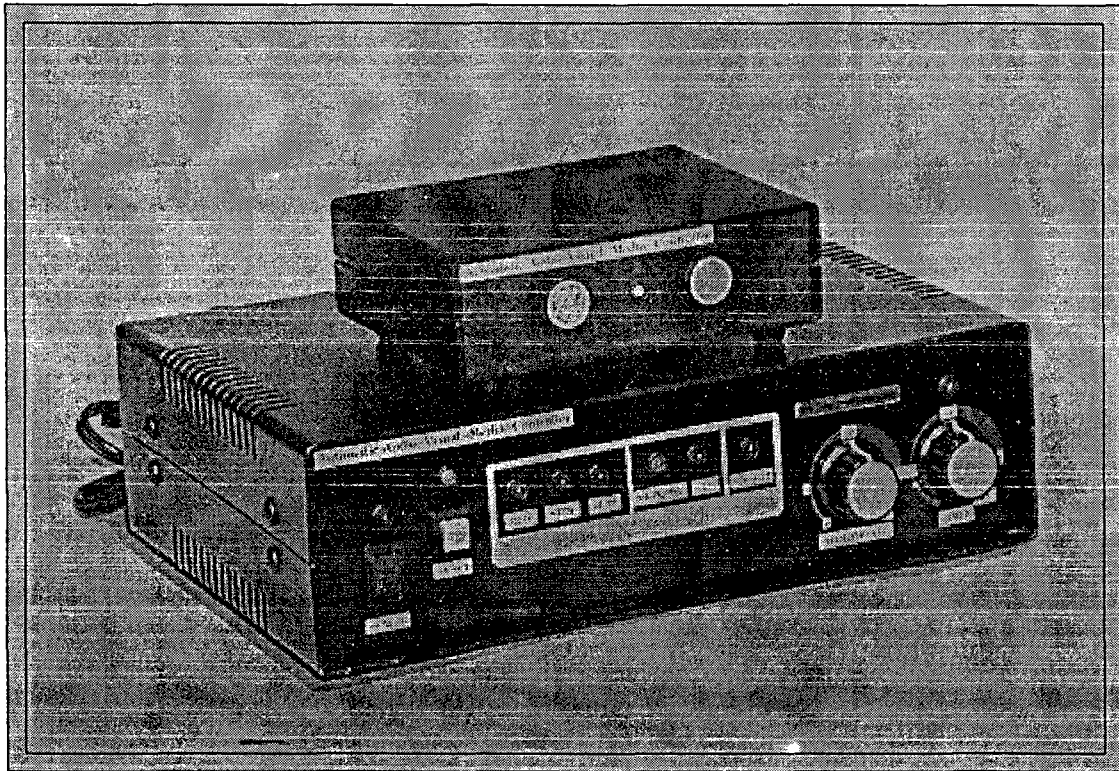
ภาพประกอบ 14 ลักษณะภายในของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติ

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้เครื่องควบคุมสื่อสารสนเทศแบบอัตโนมัติ

# คู่มือแนะนำการใช้

## เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติ



ก่อนใช้เครื่อง กรุณาอ่านคู่มือให้เข้าใจโดยละเอียด

## คำนำ

คู่มือแนะนำการใช้เครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้ได้ทำความเข้าใจในส่วนประกอบจุดต่อใช้งานและปุ่มปรับต่างๆ ในการใช้งานของเครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติ ทั้งยังอธิบายถึงการทำงานของเครื่องควบคุมอย่างละเอียด ซึ่งเมื่อผู้ใช้ได้อ่านคู่มือฉบับนี้แล้วจะสามารถใช้เครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติได้อย่างถูกต้องเต็มประสิทธิภาพและปลอดภัย

หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้เครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติได้อย่างดีเต็มประสิทธิภาพและปลอดภัย

ว่าที่ร.ต. สุขสันต์ เชิดสูงเนิน

## สารบัญ

| <u>เรื่อง</u>                                              | <u>หน้า</u> |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| ข้อมูลจำเพาะของเครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติ ..... | 70          |
| ดัชนีส่วนประกอบและตัวควบคุม.....                           | 72          |
| อุปกรณ์ต่อประกอบรวม.....                                   | 74          |
| ลำดับขั้นการตั้งควบคุมการเล่นเทปวีดิทัศน์.....             | 76          |
| ลำดับขั้นการตั้งควบคุมการบันทึกเทปวีดิทัศน์.....           | 78          |
| ลำดับขั้นการตั้งควบคุมการบันทึกเสียงเทปคาสเซต.....         | 79          |
| การดูแลรักษาและความปลอดภัยในการใช้.....                    | 81          |

## ข้อมูลจำเพาะ

### เครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติ

เครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัตินี้ ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์โทรทัศน์ศึกษา ให้สามารถทำงานได้เองเมื่อมีผู้ชมเข้ามาใกล้หรือได้ยินเสียง

| ระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหว                       |                                                                       |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ระบบ<br>ความถี่ใช้งาน<br>รัศมีการตรวจจับ          | อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์<br>40 กิโลเฮิร์ตซ์(KHz)<br>2 เมตร            |
| ระบบการตรวจรับเสียง                               |                                                                       |
| ระบบ<br>ช่วงความถี่ใช้งาน<br>รัศมีการตรวจรับเสียง | ออดิเบิลโซนิกทรานสดิวเซอร์<br>70 -10,000 เฮิร์ตซ์ (Hz)<br>ปรับตั้งได้ |

### การควบคุมการเล่นเทปวีดิทัศน์

เครื่องเล่นเทปวีดิทัศน์ : ทุกระบบ

ชนิด : กดปุ่มสั่งงาน

ตั้งเวลาควบคุมการเล่นได้ : ตั้งแต่ 3 นาที ถึง 240 นาที

### การควบคุมการบันทึกเสียงเทปคาสเซต

เครื่องบันทึกเสียงชนิดเทปคาสเซต : ทั่วไป

ตั้งเวลาการหยุดบันทึก : 15 วินาที/รอบการบันทึก

### การควบคุมการบันทึกภาพ

- กล้องบันทึกภาพวิดีโอ : ทั่วไป  
 เครื่องบันทึกเทปวิดีโอ : ทั่วไป  
 ตั้งเวลาการหยุดบันทึก : 30 วินาที / รอบการบันทึก

### การควบคุมการเปิด/ปิดไฟฟ้าอัตโนมัติ

ใช้กับแรงดันไฟฟ้าชนิด AC. ขนาด 220 โวลต์ ทนกระแสได้ 5 แอมป์

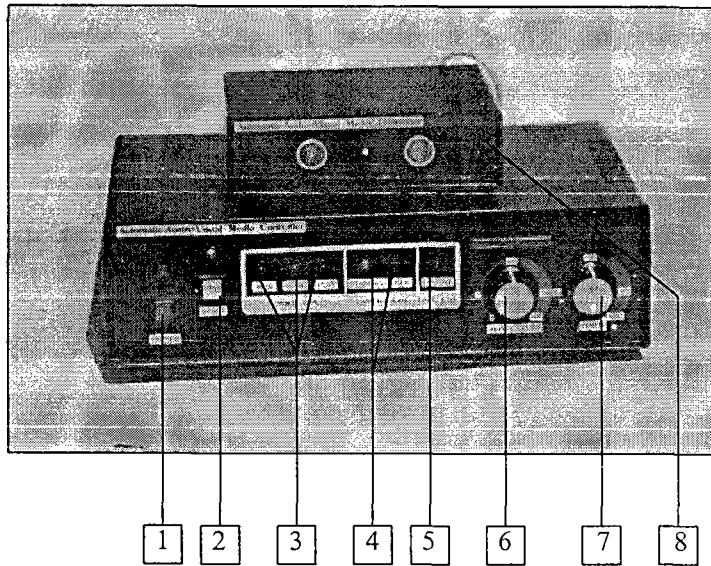
### สัญญาณเข้าและออก

- อินพุต : สัญญาณควบคุม การตรวจจับ/รับ  
 เอาท์พุท : ควบคุมการเล่นและบันทึกเทปวิดีโอ  
               : ควบคุมการบันทึกเสียงเทปคาสเซต  
               : ปลั๊กเสียบไฟ AC. 220 โวลต์ 5 แอมป์

### คุณลักษณะทั่วไป

- ใช้แรงดันไฟฟ้า : AC : 220 โวลต์ , 50 เฮิรตซ์  
 กินกำลังไฟฟ้า : 12 วัตต์  
 อุณหภูมิการทำงาน : 5 องศา° C - 40 องศา° C  
 ขนาดประมาณ : 270 x 80 x 180 มม. ( กว้าง x ยาว x ลึก )  
 น้ำหนักประมาณ : 2.4 กิโลกรัม

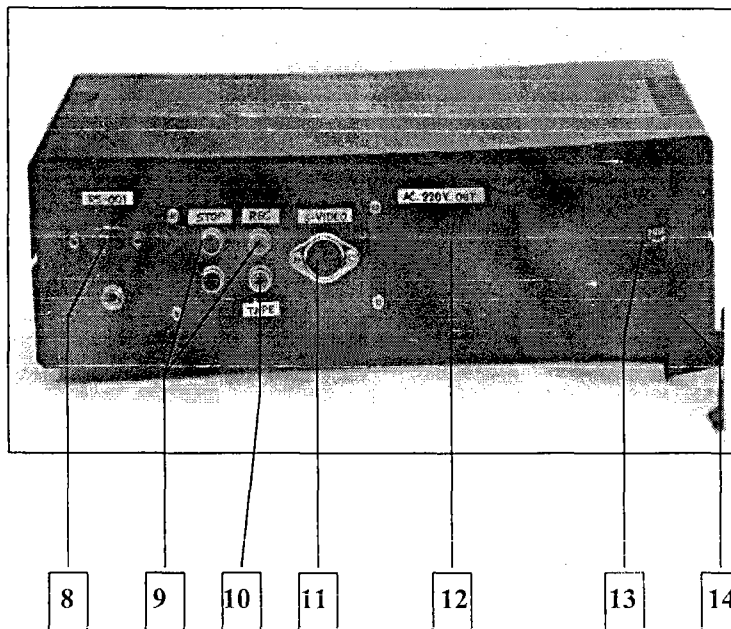
## ดัชนีส่วนประกอบและตัวควบคุม



## ดัชนีส่วนประกอบและตัวควบคุมส่วนหน้า

- 1 สวิตช์ เปิด/ปิด
- 2 ปุ่มยกเลิกการทำงาน
- 3 ตัวแสดง PLAY/ STOP/ REW
- 4 ตัวแสดง REC /STANDBY
- 5 ตัวแสดงเทป ON/OFF
- 6 ปุ่มควบคุมระดับเสียง ( AUDIO LEVEL)
- 7 ปุ่มควบคุมเวลา( TIMER)
- 8 ชุดตรวจจับการเคลื่อนไหว/เสียง

## ดัชนีส่วนประกอบและตัวควบคุม

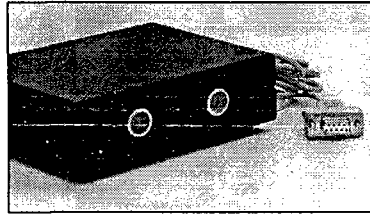


### ดัชนีส่วนประกอบและตัวควบคุมส่วนหลัง

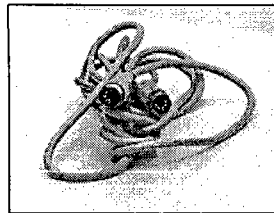
- 8 ช่องเสียบสัญญาณควบคุมการสั่งงานของตัวตรวจจับ/รับ
- 9 ช่องเสียบสวิตช์ควบคุมการบันทึกภาพ
- 10 ช่องเสียบสวิตช์ควบคุมการบันทึกเสียง
- 11 ช่องเสียบสวิตช์ควบคุมการเล่นเทปวิดีโอ
- 12 ช่องเสียบปลั๊ก ควบคุมการเปิด/ปิดไฟ AC. 220 โวลต์
- 13 ฟิวส์ (FUSE)
- 14 สายไฟเข้าเครื่อง AC. 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์

## อุปกรณ์ประกอบรวม

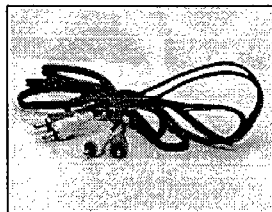
- ชุดควบคุมการตรวจจับ/รับ



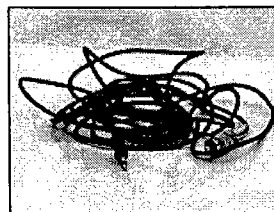
- สายสัญญาณต่างๆ



สายสัญญาณควบคุมการเล่นเทปวีดิทัศน์

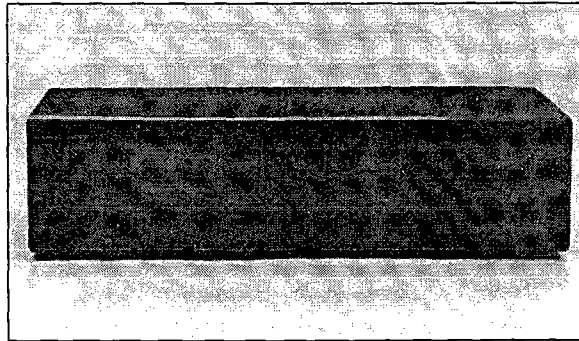


สายสัญญาณ RCA ควบคุมการบันทึกภาพ

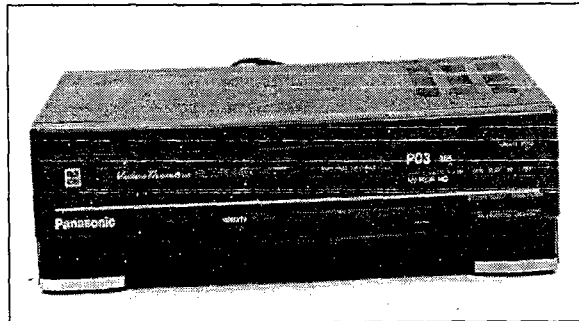


สายสัญญาณ RCA ควบคุมเครื่องเทปคาสเซต

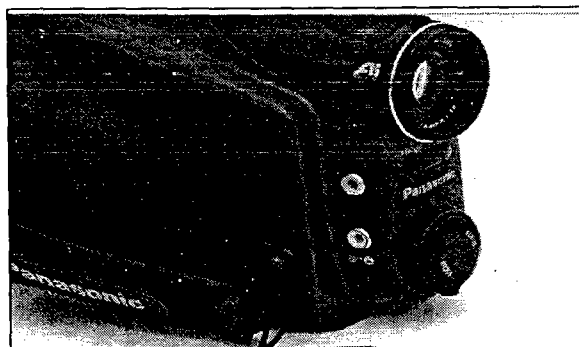
- เครื่องเล่น/บันทึกเสียงเทปคลาสเซท



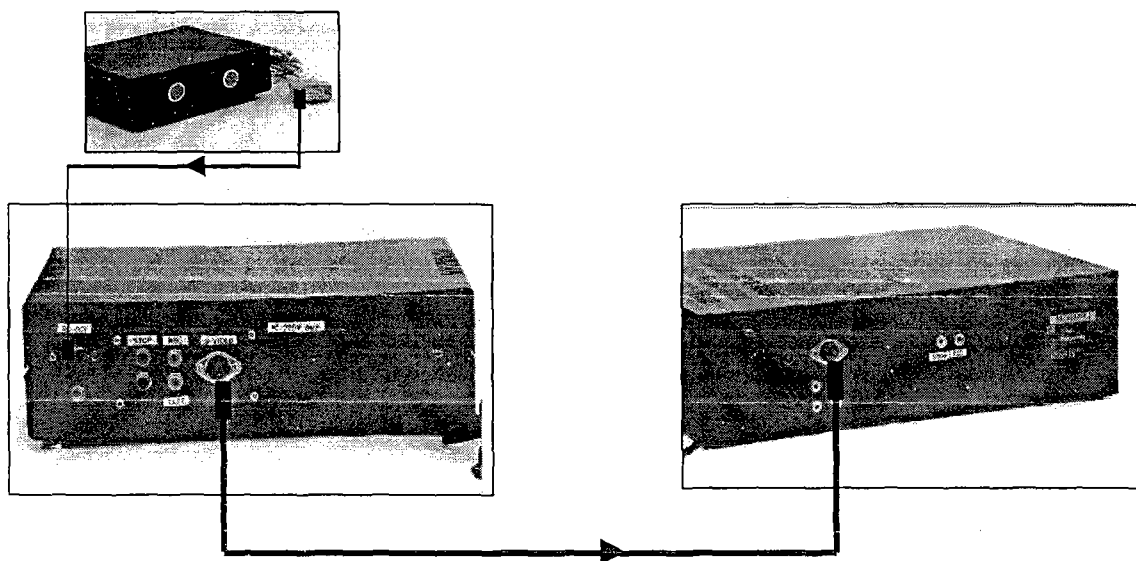
- เครื่องเล่น/บันทึกเทปวีดิทัศน์



- กล้องบันทึกภาพวีดิทัศน์

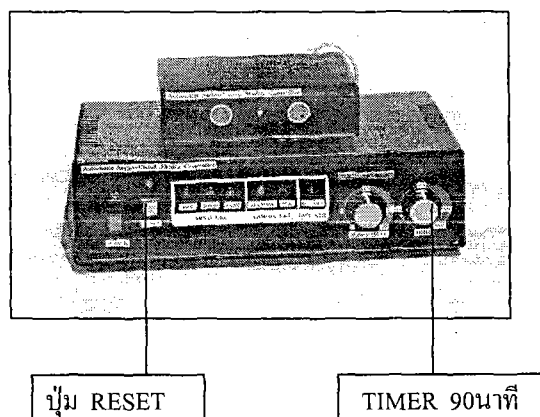


## ลำดับขั้นตอนการสังเกตควบคุมการเล่นเทปวีดิทัศน์



สายควบคุมการเล่นเทป

1. ต่อสายควบคุมการสั่งงานอัตโนมัติให้เรียบร้อย
2. ต่อสายสัญญาณควบคุมการเล่นเทปวีดิทัศน์ให้เรียบร้อย
3. ต่อปลายสายสัญญาณควบคุมการเล่นเข้ากับเครื่องเล่นเทปวีดิทัศน์



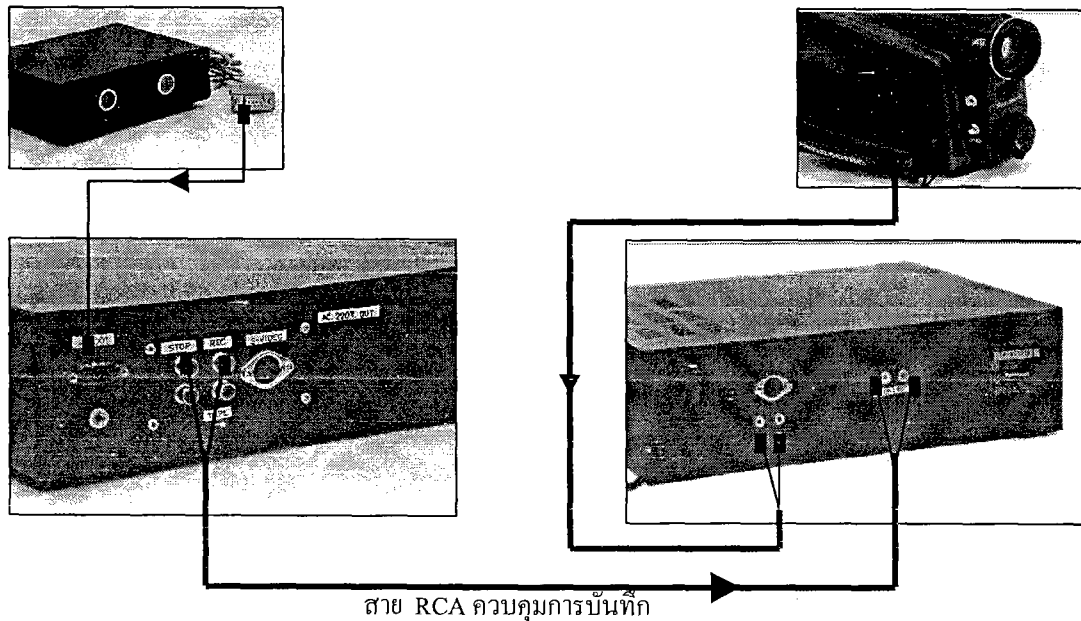
ปุ่ม RESET

TIMER 90นาที

4. ปรับปุ่มควบคุมเวลาหยุดการเล่นเทปวีดิทัศน์ (TIMER) ซึ่งสามารถปรับได้ตั้งแต่ 3-180 นาที ถ้าเนื้อหาของสื่อวีดิทัศน์มีความยาว 90 นาที ก็ปรับปุ่มควบคุมเวลาการหยุดเล่น (TIMER) ไปที่ 90 นาที

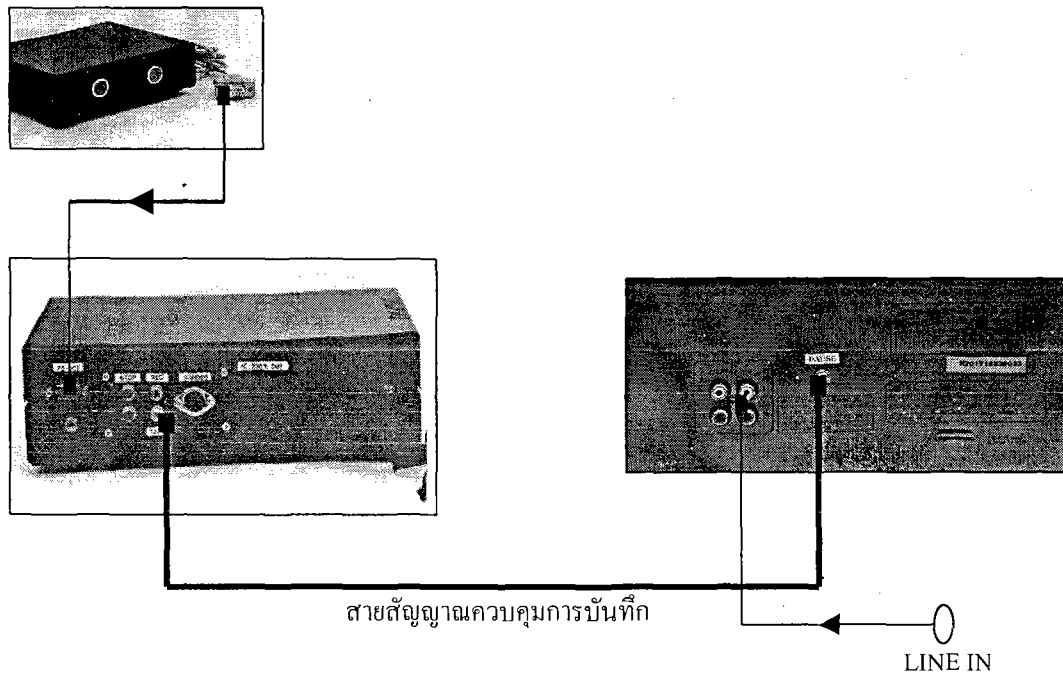
5. เปิดสวิตช์เครื่องเล่นเทปวีดิทัศน์ และเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติ
6. ครั้งแรกเครื่องจะทำกรอกลับ (REWIND) เองโดยอัตโนมัติจนครบเวลาที่ตั้งเอาไว้ (แต่ถ้าเนื้อเทปอยู่ในตำแหน่งพร้อมที่จะเล่นอยู่แล้วก็ให้ทำการกดปุ่มยกเลิกการทำงาน (RESET) 1 ครั้ง เครื่องจะยกเลิกคำสั่งกรอกลับ (REWIND) และเตรียมพร้อมที่จะทำงานทันที )
7. เมื่อผู้ชมเข้ามาใกล้ในรัศมีของการตรวจจับ เครื่องควบคุมฯ จะเริ่มสั่งให้ทำการเล่น (PLAY) และสวิตช์ควบคุมไฟอัตโนมัติจะเริ่มทำงานทันทีจนจบเนื้อหาของสื่อ ซึ่งสัมพันธ์กับเวลาที่ได้กำหนดเอาไว้ ใน ข้อ 4.
8. การยกเลิกการทำงานในขณะกำลังทำงานอยู่นั้น สามารถทำได้โดยการกดปุ่มยกเลิกการทำงาน (RESET) เครื่องจะสั่งให้หยุด (STOP) การทำงาน และจะสั่งให้เครื่องกรอกลับ (REWIND) ไปเริ่มต้นใหม่ พร้อมทั้งจะเริ่มทำงานอีกรอบหนึ่งต่อไป
9. การปิดเครื่องควบคุมฯ ทำได้โดยปิดสวิตช์ควบคุม (POWER SWITCH) ที่เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติและที่เครื่องเล่นเทปวีดิทัศน์

## ลำดับขั้นการตั้งควบคุมการบันทึกเทปวิดีโอ

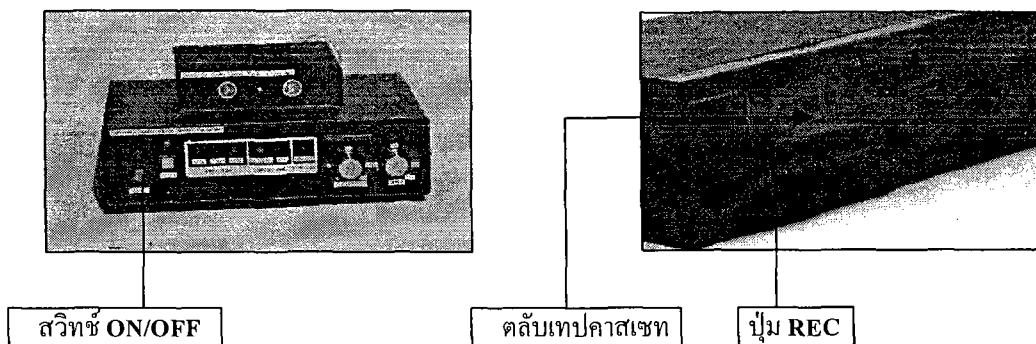


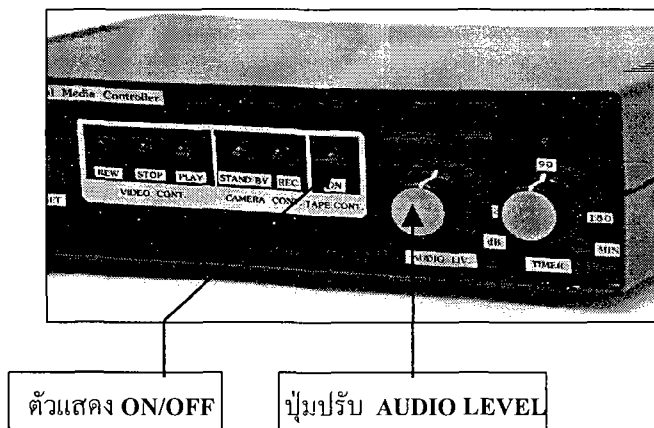
1. ต่อสายตัวควบคุมการตรวจจับให้เรียบร้อย และวางไว้ในตำแหน่งที่ต้องการ
2. ต่อสายสัญญาณ AV.OUT ของกล่องบันทึกภาพ เข้าที่ตำแหน่ง AV.IN ของเครื่องบันทึกเทปวิดีโอ
3. ต่อสายสัญญาณควบคุมการบันทึกภาพของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ เข้ากับเครื่องบันทึกเทปวิดีโอ ดังภาพ
4. เปิดสวิทช์เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ให้ทำงาน
5. นำม้วนเทปที่มีแถบป้องกันการบันทึกใส่เข้าไปในช่องเทป
6. เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ จะเริ่มทำงานทันทีเมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กับตัวตรวจจับ สัญกรณ์ไฟแสดงสถานะการบันทึก (RECORD) จะกระพริบ
7. เครื่องจะหยุดการทำงานทันทีโดยอัตโนมัติ หลังจากที่เราตรวจไม่พบการเคลื่อนของวัตถุที่ผ่านเข้ามาใกล้รัศมีอีกอย่างต่อเนื่องภายในเวลา 30 วินาที เครื่องจะหยุดทำงานทันทีและจะอยู่ในสถานะเตรียมพร้อม (STANDBY) สัญกรณ์ไฟแสดงสถานะการบันทึก (RECORD) จะดับ และไฟแสดงสถานะเตรียมพร้อม (STANDBY) จะติดแทน
7. เมื่อตรวจจับวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาอีกครั้งหนึ่ง เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติก็จะเริ่มทำงานใหม่เหมือน ข้อ 6. และข้อ 7.

## ลำดับขั้นตอนการตั้งควบคุมการบันทึกเสียงเทปคาสเซต



1. ต่อสายชุดควบคุมการสั่งงานให้เรียบร้อย
2. ต่อสายสัญญาณควบคุมการบันทึกเสียงเข้าที่ช่อง CONTROL TAPE ของเครื่องควบคุมฯ และเข้าที่ช่อง PAUSE ของเครื่องบันทึกเทปคาสเซต
3. เปิดสวิทช์ของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ และเครื่องบันทึกเทปคาสเซต
4. นำคาสเซตเทปที่มีแถบป้องกันการบันทึกเข้าเครื่องบันทึกเทปคาสเซต แล้วกดปุ่มบันทึกเสียง (RECORD)





5. หมุนปุ่มควบคุมระดับความเข้มของเสียง (AUDIO LEVEL) ให้อยู่ในตำแหน่งที่จะใช้งาน โดยสังเกตที่ไฟแสดงสถานะการบันทึก (TAPE ON) จะติด เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ก็จะเริ่มสั่งการให้ เครื่องบันทึกเทปคาสเซตทำงานและทำการบันทึกเสียง (RECORD) ไปอย่างต่อเนื่อง
6. เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ จะเริ่มสั่งให้เครื่องบันทึกเทปคาสเซตหยุดทำงานทันทีที่อยู่ในสถานะเตรียมพร้อม (PAUSE) หลังจากที่ไม่ได้ยินเสียงพูดหรือเสียงสนทนาอย่างต่อเนื่องภายในเวลา 15 วินาที สังเกตที่ไฟแสดง TAPE ON จะดับ
7. เครื่องบันทึกเทปคาสเซต จะเริ่มทำงานและทำการบันทึกเสียงใหม่อีกครั้ง เมื่อเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ ได้ตรวจจับสัญญาณเสียงใหม่ได้อีกครั้งหนึ่งเหมือน ข้อ 6.

## การดูแลรักษาและความปลอดภัย

1. ตรวจสอบปุ่มปรับต่าง ๆ และจุดต่อร่วมต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ พร้อมใช้งานทุกครั้ง
2. ถ้ามีสิ่งของเล็กๆหลุดลอดเข้าไปในเครื่อง ให้ถอดปลั๊กไฟฟ้าของเครื่องออกจากเต้ารับและให้ช่างผู้ชำนาญตรวจสอบก่อนนำไปใช้งาน
3. อย่าวางเครื่องในที่ที่ถูกฝนหรือความชื้นโดยตรง เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร
4. อย่าวางเครื่องใกล้แหล่งความร้อน เช่น เครื่องทำความร้อน หรือ วางเครื่องไว้ในที่ถูกแสงแดดโดยตรง
5. อย่าเปิดฝาเครื่องควบคุมฯ เอง ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น
6. ขณะใช้งานอย่าวางเครื่องไว้บนพรม ผ้าห่ม ซึ่งจะปิดกั้นช่องระบายลมของเครื่อง

ภาคผนวก ง

แบบประเมินสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อโซเชียลทศน์แบบอัตโนมัติ

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและด้านเทคโนโลยีการศึกษา เกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

---

ตอนที่ 1 คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง แบบประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและด้านเทคโนโลยีการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ จำนวน 25 ข้อ ดังนี้

3.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป

3.2 ลักษณะการใช้งานโดยอาศัยคู่มือ

3.3 ลักษณะการบำรุงรักษา

3.4 สมรรถนะในการใช้งานอย่างเป็นระบบของเครื่อง

3.5 ความเหมาะสมด้านการนำไปใช้

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อการปรับปรุงสมรรถนะให้ดียิ่งขึ้น

## ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาเขียนเครื่องหมาย / (ถูก) ลงในกรอบ [ ] หน้าข้อความที่ตรงกับความจริง และ/หรือ  
เติมคำหรือข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ และ อายุ

[ ] ชาย

[ ] หญิง

2. อายุ .....ปี

3. ระดับการศึกษา

[ ] ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า

[ ] ปริญญาโท หรือเทียบเท่า

[ ] ปริญญาเอก หรือเทียบเท่า

[ ] อื่น ๆ ( โปรดระบุ )

4 ประสบการณ์ด้านวิศวกรรม หรือเทคโนโลยีการศึกษา..... ปี

5. ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน .....

.....

อื่น ๆ ( โปรดระบุ ) .....

.....

.....

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา ในการทดลองใช้  
และประเมินสมรรถนะเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ

ข้อเสนอแนะในการตอบแบบประเมิน

1. แบบประเมินในตอนที่ 3 นี้ มีทั้งหมด 25 ข้อ
2. โปรดเขียนเครื่องหมาย / (ถูก) ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ  
ตามความคิดเห็นของท่าน หลังจากทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศนแบบอัตโนมัติ
3. ค่าระดับคะแนนกำหนดไว้ดังนี้
  - 5 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดีมาก
  - 4 หมายถึง ผลการประเมินในระดับดี
  - 3 หมายถึง ผลการประเมินในระดับพอใช้
  - 2 หมายถึง ผลการประเมินในระดับต้องปรับปรุง
  - 1 หมายถึง ผลการประเมินในระดับใช้ไม่ได้

ความคิดเห็น  
ของผู้ทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อสตรีตทัศน์แบบอัตโนมัติ

| ข้อที่ | รายละเอียดหัวข้อ                      | ระดับการประเมิน |       |           |                 |               |
|--------|---------------------------------------|-----------------|-------|-----------|-----------------|---------------|
|        |                                       | ดี<br>มาก       | ดี    | พอ<br>ใช้ | ควร<br>ปรับปรุง | ใช้<br>ไม่ได้ |
| 1.     | <u>ลักษณะทางกายภาพทั่วไป</u>          |                 |       |           |                 |               |
|        | 1.1 ความกะทัดรัดของเครื่องมือ         | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 1.2 ความสะดวก การต่อประกอบ            | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 1.3 ความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องมือ | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 1.4 ความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน        | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 1.5 การออกแบบอย่างเหมาะสม             | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | <u>ลักษณะการใช้งานโดยอาศัยคู่มือ</u>  |                 |       |           |                 |               |
| 2.     | 2.1 การเตรียมการใช้งานทำได้สะดวก      | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 2.2 การควบคุมในระบบต่าง ๆ             | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 2.3 ประหยัดเวลาในการใช้งาน            | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 2.4 การยกเลิกการทำงานทำได้สะดวก       | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 2.5 การศึกษารายละเอียดจากคู่มือ       | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |

| ข้อที่ | รายละเอียดหัวข้อ                                         | ระดับการประเมิน |       |           |                 |               |
|--------|----------------------------------------------------------|-----------------|-------|-----------|-----------------|---------------|
|        |                                                          | ดี<br>มาก       | ดี    | พอ<br>ใช้ | ควร<br>ปรับปรุง | ใช้<br>ไม่ได้ |
| 3.     | <b><u>ลักษณะการบำรุงรักษา</u></b>                        |                 |       |           |                 |               |
|        | 3.1 ความง่ายต่อการตรวจสอบก่อนการใช้งาน                   | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 3.2 ความสะดวกในการบำรุงรักษาเครื่องมือ                   | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 3.3 ความสะดวกในการบำรุงรักษาอุปกรณ์เสริม<br>ภายนอก       | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 3.4 ตรวจสอบระบบควบคุมอัตโนมัติได้สะดวก                   | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 3.5 การหาอะไหล่มาทดแทนได้ง่าย                            | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
| 4      | <b><u>สมรรถนะในการใช้งานอย่างเป็นระบบของเครื่อง</u></b>  |                 |       |           |                 |               |
|        | 4.1 ความสามารถตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหวได้ในรัศมี<br>2 เมตร | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 4.2 ความไวในการตรวจรับเสียงดีในระดับ<br>ความดังที่กำหนด  | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 4.3 ความเป็นระบบในการใช้งานของส่วนต่าง ๆ                 | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 4.4 ความแม่นยำในการหยุดการทำงานเมื่อครบเวลา<br>ที่กำหนด  | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 4.5 การประหยัดพลังงาน                                    | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |

| ข้อที่ | รายละเอียดหัวข้อ                                                               | ระดับการประเมิน |       |           |                 |               |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|-----------|-----------------|---------------|
|        |                                                                                | ดี<br>มาก       | ดี    | พอ<br>ใช้ | ควร<br>ปรับปรุง | ใช้<br>ไม่ได้ |
| 5.     | <u>ความเหมาะสมด้านนำไปใช้</u>                                                  |                 |       |           |                 |               |
|        | 5.1 ความสามารถหนึ่งคนควบคุมใช้งานได้                                           | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 5.2 ความสามารถในการควบคุมการแสดงผลงาน<br>ต่าง ๆ ในรูปของสื่อวีดิทัศน์          | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 5.3 ความสามารถควบคุมการบันทึกภาพเคลื่อนไหว<br>ได้อย่างต่อเนื่องในสถานที่ต่าง ๆ | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 5.4 ความสามารถควบคุมการบันทึกเสียงได้อย่างต่อ<br>เนื่อง                        | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |
|        | 5.5 ความเหมาะสมในการใช้งานทั่วไป                                               | .....           | ..... | .....     | .....           | .....         |

**ตอนที่ 4** ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อการปรับปรุงสมรรถนะให้ดียิ่งขึ้น

This image shows a full page of white paper designed for handwriting practice. It features 18 evenly spaced horizontal dotted lines running from left to right across the entire width of the page. There are no margins, text, or other markings present.

ภาคผนวก จ

หนังสือขอความอนุเคราะห์ฯ



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ      บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 258 - 4119, 664 - 1000 ต่อ 5644

ที่ ทม 1012/๐6๗5      วันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย ว่าที่ ร.ต.สุขสันต์ เชิดสูงเนิน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำสารนิพนธ์ เรื่อง “เครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติ” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต และ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม เป็นประธานควบคุมการทำสารนิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต รองศาสตราจารย์สมหวัง คุรุรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ รัชมีพรหม ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษม บุญส่ง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญฤทธิ์ คงคาเพชร เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ด้านวิศวกรรม และด้านเทคโนโลยีการศึกษา เกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องควบคุมสื่อโทรทัศน์แบบอัตโนมัติ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ ว่าที่ ร.ต.สุขสันต์ เชิดสูงเนิน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



# บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ.....บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จพร. 5644. 5646

ที่..... ทม 1012/2754..... วันที่ ๔5 กุมภาพันธ์ 2543

เรื่อง..... ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ.....

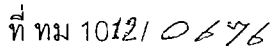
เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย ว่าที่ ร.ต.สุขสันต์ เชิดสูงเนิน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำสารนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อ วัสดุทัศนแบบอัตโนมัติ" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ศึกษาบัณฑิต และ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมศักดิ์ เจียมทะวงษ์ และ อาจารย์อสิสรา ตันธนสิน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ แบบสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมและด้านเทคโนโลยีการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่อง ควบคุมสื่อวัสดุทัศนแบบอัตโนมัติ

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็น ผู้เชี่ยวชาญให้ ว่าที่ ร.ต.สุขสันต์ เชิดสูงเนิน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ ว่าที่ ร.ต.สุขสันต์ เฑิดสูงเนิน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์)

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

13th animal

- 150/277 me

- 1000000 09777 650915 ନଂ 4 ମଧ୍ୟ

15. 5. 1984 11:24 100-100 100 100 9

- 1240 4-20-2014 7:00 PM 10/10/14

*[Signature]*  
10/12/22

ที่ ทม 1012/0559



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/ มีนาคม 2543

เรื่อง ขอบความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน หัวหน้างานบรรณสารสนเทศ (ห้องสมุด) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถาม

เนื่องด้วย ว่าที่ ร.ต.สุขสันต์ เชิงสูงเนิน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำสารนิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติ" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุรัชย์ ลิกขาบัณฑิต เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตให้อาจารย์ที่มาใช้บริการห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 10 คน นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่มาใช้บริการห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 10 คน และ บุคคลผู้สนใจทั่วไปที่มาใช้บริการห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 10 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติ ในระหว่างเดือนมีนาคม 2543

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ ว่าที่ ร.ต.สุขสันต์ เชิงสูงเนิน ได้เก็บข้อมูลในการทำสารนิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

ไพโรจน์ กลิ่นกุหลาบ

(ดร.ไพโรจน์ กลิ่นกุหลาบ)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัยฝ่ายบริหาร

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 258-4119, 664-1000 ต่อ 5644, 5664

โทรสาร. 258-4119

## ประวัติย่อผู้วิจัย

|                        |                                                                                                                                        |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ                   | ว่าที่ ร.ต. สุขสันต์ เชิดสูงเนิน                                                                                                       |
| วัน เดือน ปี เกิด      | วันที่ 16 มิถุนายน 2507                                                                                                                |
| สถานที่เกิด            | เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร                                                                                                               |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน    | 186 หมู่ที่ 16 ซอยพัฒนาการ 52 ถนนพัฒนาการ<br>ตำบล / เขต สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250                                                    |
| ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน | นักวิชาการโสตทัศนศึกษา 5 ตำแหน่งหัวหน้าหน่วยโสตทัศนศึกษา<br>สำนักงานเลขาธิการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย<br>กรุงเทพมหานคร |

## ประวัติการศึกษา

|           |                                                                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| พ.ศ. 2527 | ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (สาขาอิเล็กทรอนิกส์)<br>เซนต์จอห์นอาชีวศึกษา กรุงเทพมหานคร                       |
| พ.ศ. 2529 | ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (สาขาอิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์)<br>เซนต์จอห์นเทคนิคกรุงเทพ ฯ              |
| พ.ศ. 2535 | การศึกษามหาบัณฑิต (นวัตกรรมการและเทคโนโลยีทางการศึกษา)<br>สถาบันราชภัฏจันทรเกษม(กศ.บป.) กรุงเทพมหานคร |
| พ.ศ. 2543 | การศึกษามหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา)<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร<br>กรุงเทพมหานคร       |

การพัฒนาเครื่องควบคุมสื่อโสตทัศน์แบบอัตโนมัติ

บทคัดย่อ

ของ

ว่าที่ ร.ต. สุขสันต์ เชิดสูงเนิน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา

พฤษภาคม 2543

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จากการศึกษาค้นคว้าและพัฒนา เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื่อสตรีตทัศนแบบอัตโนมัติ โดยอาศัยคู่มือการใช้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพทั่วไป, ลักษณะการใช้งานโดยอาศัยคู่มือ, ลักษณะการบำรุงรักษา, สมรรถนะการสั่งงานอย่างเป็นระบบ, และความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้งาน

โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ทดลองใช้เครื่องควบคุมสื่อสตรีตทัศนโดยอาศัยคู่มือการใช้ประกอบ นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยทางสถิติ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลจากการศึกษาและทดลอง ปรากฏว่า ประสิทธิภาพของเครื่องควบคุมสื่อสตรีตทัศนแบบอัตโนมัติ โดยรวมจัดอยู่ในระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยทางสถิติ 4.49

THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC  
AUDIO – VISUAL MEDIA CONTROLLER

AN ABSTRACT  
BY  
SUB L.T. SUKSAN CHERDSOONGNERN

Presented in partial fulfillment of the requirements for  
Master of Education degree in Education Technology  
At Srinakharinwirot University  
May 2000

The objective of this study was to develop and find out the efficiency of an automatic audio-visual media controller and its manual. The efficiency was categorized into 5 characteristics : general physical characteristics, practical of owner's manual, maintenance characteristics, efficiency of controlling system and application suitability. Simple random sampling was applied in order to get 30 samples for this study. Data were analyzed by Mean and Standard Deviation.

The study result revealed that an efficiency of the automatic audio-visual media controller and its manual was ranked in the good level (  $\bar{X} = 4.49$  ).