สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรด

# AN INFRARED THERMAL IMARING CAMERA CONTROLLER.

โดย

นาย กฤษดา เปี่ยมศรีนวล

นายณัฐวุฒิ พยายาม

นางสาวระวีวรรณ สีโท

ปพ.
ก2815
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82428
วัน,เดือน,ปี 11 ก.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

b 11946945
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรด

# AN INFRARED THERMAL IMARING CAMERA CONTROLLER.


โดย

นาย กฤษดา เปี่ยมศรีนวล รหัส 48015151

นายณัฐวุฒิ พยายาม รหัส 48015161

นางสาวระวีวรรณ สีโท รหัส 48015177

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. ศิริเดช บุญแสง


ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรด


ผู้จัดทำ

| | | |
|---|---|---|
| นาย กฤษดา | เปี่ยมศรีนวล | รหัส 48015151 |
| นายณัฐวุฒิ | พยายาม | รหัส 48015161 |
| นางสาวระวีวรรณ | สีโท | รหัส 48015187 |

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ศิริเดช บุญแสง)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรด

นายกฤษดา เปี่ยมศรีนวล รหัส 48015151
นายณัฐวุฒิ พยายาม รหัส 48015161
นางสาวระวีวรรณ สีโท รหัส 48015177
ดร.ศิริเดช บุญแสง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

**บทคัดย่อ**

รายงานฉบับนี้ อธิบายการออกแบบและการสร้าง ระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อน โดยที่การทำงานของระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อนดังกล่าวนี้ ประกอบด้วยสามส่วนหลัก คือ วงจรควบคุมระบบการหมุนของมอเตอร์ วงจรขับมอเตอร์ และส่วนแสดงผลภาพที่ได้จากกล้องตรวจจับความร้อน ระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อนนี้สามารถที่จะบังคับทิศทางของกล้องในทิศทางต่าง ๆ ทางด้านซ้าย-ขวา บน-ล่าง การลดระยะภาพและการเพิ่มระยะภาพ ระบบกล้องตรวจจับความร้อนนี้สามารถแยกแยะอุณหภูมิระหว่างสิ่งแวดล้อมกับมนุษย์ ทำให้เหมาะสำหรับการตรวจการรักษาการรอบๆบริเวณฐานปฏิบัติการของหน่วยทหารสามารถตรวจสอบการเคลื่อนไหวของบุคคลและยานพาหนะจากฝ่ายตรงข้าม ขณะออกลาดตระเวนเวลากลางคืน ซึ่งจะเป็นการลดอัตราเสี่ยงของการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน และสามารถผลิตเองได้ภายในประเทศ ซึ่งมีราคาต่ำกว่าเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นส่วนสำคัญของการศึกษาและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการป้องกันแก่บุคคลากรของเหล่าทัพ.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# An Infrared Thermal Imaging Camera Controller.


Mr.Kritsada Piamsrinuan ID 48015151

Mr.Nuttawut Payayam ID 48015161

Ms.Raweewan Sito ID 48015177

Dr.Siridet Boonsang Advisor


Education Year 2005


**Abstract**

This report describes a design and construction of Thermal Imaging Camera Controller. The three main parts of this controller are motors rotating circuit, motor driving circuit and a display section from the thermal imaging camera. This Thermal Imaging Camera Controller can be controlled in various directions, up, down, left and right. It also can be zoom in, out. This Thermal Imaging Camera Controller can identify the human thermal from the surrounding which makes it suitable for guarding the army bases. It can be used to detect the movements of invaders and vehicles while patrolling at night. This will help reduce the lost of lives and properties. This controller can be built domestically and cheaper than the imported technology. This also be an important factor for military education.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรดนี้ เป็นโครงงานที่มุ่งเน้นการศึกษาการทำงานของโปรแกรมและการออกแบบส่วนระบบควบคุมกล้องอินฟาเรด ซึ่งโครงงานนี้จะสำเร็จไม่ได้เลยหากขาดอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ศิริเดช บุญแสง ซึ่งได้ให้คำปรึกษาในเรื่องของโปรแกรม ความเข้าใจหลักการทำงานของกล้องอินฟาเรด และขอขอบคุณรุ่นพี่นักศึกษาปริญญาโทที่ได้ให้คำแนะนำ และขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่เคยให้ความรู้จนโครงงานนี้สามารถประสบความสำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณมาไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

นายกฤษดา เปี่ยมศรีนวล 48015151

นายณัฐวุฒิ พยายาม 48015161

นางสาวระวีวรรณ สีโท 48015177

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ค |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ง |
| กิตติกรรมประกาศ | จ |
| สารบัญ | ฉ |
| สารบัญภาพประกอบ | ฌ |
| สารบัญตาราง | ฎ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ | |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการ | 1 |
| 1.4 แผนการดำเนินงาน | 2 |
| 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| 1.6 แผนการดำเนินงาน | 4 |
| 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 ไอซี MAX232 | 5 |
| 2.1.1 คุณสมบัติของไอซี MAX 232 | 5 |
| 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ | 6 |
| 2.2.1 ภาษาของ Micro-Controller | 7 |
| 2.3 คีย์แพด (4x4) | 8 |
| 2.4 การผสมสีแสง | 10 |
| 2.4.1คุณสมบัติของสี | 10 |
| 2.5 การสแกนภาพ | 11 |
| 2.6 กระบวนการเกิดภาพในโทรทัศน์ | 13 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)


| | |
|---|---|
| 3.1.1 การออกแบบ Schematic Diagram | 48 |
| 3.1.1.2 การออกแบบลายวงจร | 49 |
| 3.1.1.3 การขึ้นลายและการทำแผ่นพีซีบี | 49 |
| 3.1.1.4 การประกอบอุปกรณ์ | 50 |
| 3.2การออกแบบวงจรรับส่ง-ข้อมูลไร้สาย | 52 |
| 3.2.1.1การออกแบบ Schematic Diagram | 52 |
| 3.2.1.2การออกแบบลายวงจร | 52 |
| 3.2.1.3 การขึ้นลายและการทำแผ่นพีซีบี | 53 |
| 3.2.1.4 การประกอบอุปกรณ์ | 54 |
| 4.การทดลองและผลการทดลอง | 56 |
| 4.1 ผลการทดลองแสดงผลการทำงานของเมนูต่างๆ | 57 |
| 4.2 ผลการทดลองการแสดงผลออกทางจอภาพโดยใช้โปรแกรม Visual DSP++ | 63 |
| 5. บทวิจารณ์และสรุปผล | 70 |
| บรรณานุกรม | ฐ |
| ภาคผนวก | |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)


| | |
|---|---|
| 2.7 ระบบโปรเกรสซีฟสแกน | 14 |
| 2.8 ภาพจากกล้องถ่ายวิดีโอ | 15 |
| 2.9 คอมโพสิตวิดีโอและสัญญาณ Y/C (X-VIDEO) | 17 |
| 2.10 มาตรฐานโทรทัศน์สีแบบต่างๆ | 18 |
| 2.10.1 มาตรฐาน ( THE NATIONAL TELEVISION SYSTEM COMMITTEE ) | 18 |
| 2.10.2 มาตรฐาน PAL ( PHASE ALTERNATION BY LINE ) | 19 |
| 2.10.3 มาตรฐาน SECAM ( SEQUENTIAL COLOUR A MEMORY ) | 20 |
| 2.11 มอนิเตอร์ LCD | 22 |
| 2.12 บอร์ด ADSP-BF 561 ตระกูล Blackfin | 22 |
| 2.12.1 สถาปัตยกรรม ADSP – BF561 | 26 |
| 2.12.2 โครงสร้างของหน่วยความจำ | 28 |
| 2.12.3 หน่วยความจำภายใน | 29 |
| 2.12.4 หน่วยความจำภายนอก | 30 |
| 2.12.5 ที่ว่างของหน่วยความจำอินพุต/เอาต์พุต | 30 |
| 2.13 Zigbee | 31 |
| 2.14 การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอล (Analog To Digital Converter) | 32 |
| 2.14.1 Counting Converter | 33 |
| 2.14.2 Successive Approximation | 34 |
| 2.14.3 Dual-Slope ADC | 36 |
| 2.14.4 Flash Converter | 39 |
| 2.15 มอเตอร์กระแสสลับ | 40 |
| 2.15.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว | 40 |
| 3. การออกแบบและสร้างชุดควบคุมกล้อง | 48 |
| 3.1 การออกแบบโครสร้างระบบ | 48 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพประกอบ


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| รูปที่ 2.1 MAX 232 Pin Configuration และโครงสร้างภายใน | 5 |
| รูปที่ 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ( Microcontroller) | 6 |
| รูปที่ 2.3 แสดง Key pad ขนาด 4x4 | 8 |
| รูปที่ 2.4 คีย์แพดที่มีมากกว่า 1 จุด ในรูปแบบ 4X4 จุด | 9 |
| รูปที่ 2.5 การสแกนทางแนวนอน | 11 |
| รูปที่ 2.6 การสแกนทางแนวตั้ง | 12 |
| รูปที่ 2.7 ระบบการสแกนภาพแบบอินเทอร์เลซสแกน | 14 |
| รูปที่ 2.8 ระบบการโปรเกรสซีฟสแกน | 15 |
| รูปที่ 2.9ระบบการสแกน | 16 |
| รูปที่ 2.10 บอร์ด ADSP-BF 561 ตระกูล Blackfin | 22 |
| รูปที่ 2.11 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของบอร์ด ADSP-BF 561 | 23 |
| รูปที่ 2.12แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ ADSP – BF561 Core | 27 |
| รูปที่ 2.13 แสดงหน่วยความจำภายในและหน่วยความจำภายนอกของ ADSP-BF561 | 29 |
| รูปที่ 2.14 แสดงหลักการของ ADC | 33 |
| รูปที่ 2.15 แสดงแรงดันทางด้าน Output | 34 |
| รูปที่ 2.16 แสดงลำดับขั้นของ Successive Approximation | 35 |
| รูปที่ 2.17 แสดงหลัก Dual-slope | 36 |
| รูปที่ 2.18 แสดงรูปสัญญาณจากหลักการ Dual slope | 37 |
| รูปที่ 2.19 แสดง Dual slope A/D Converter – Full Circuit | 38 |
| รูปที่ 2.20 แสดงกราฟ Dual slope A/D Converter – Zero Offze | 28 |
| รูปที่ 2.21 แสดงวงจร Flash Converter | 39 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)


รูปที่ 2.22 มอเตอร์เฟสเดียว 40

รูปที่ 2.23 การสั่นหรือการกระเพื่อมของสนามแม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กหมุน 41

รูปที่ 2.24 ภาพตัดของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว 42

รูปที่ 2.25 คุณลักษณะแรงบิดความเร็วของมอเตอร์เฟสเดียว 42

รูปที่ 2.26 วงจรเสมือนของโรเตอร์ 43

รูปที่ 2.27 คุณลักษณะ แรงบิด-ความเร็ว 44

รูปที่ 2.28 รูปคลื่นของแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้า 44

รูปที่ 2.29 วงจรเสมือนของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว 45

รูปที่ 3.1 แสดง Block Diagrams โครงสร้างระบบ 48

รูปที่ 3.2 ลักษณะการวางของอุปกรณ์ในส่วนของวงจรควบคุม 49

รูปที่ 3.3 ลายวงจรที่ Route เสร็จแล้ว 50

รูปที่ 3.4 บอร์ดวงจรควบคุมที่ประกอบอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว 50

รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมหลักโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์PIC18F458 51

รูปที่ 3.6 ลักษณะการวางของอุปกรณ์ในส่วนของวงจรควบคุม 52

รูปที่ 3.7ลายวงจรที่ Route เสร็จแล้ว 53

รูปที่ 3.8 บอร์ดวงจรควบคุมที่ประกอบอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว 54

รูปที่ 3.9 Schematic Diagramของวงจรรับส่ง-ข้อมูลไร้สาย 55

รูปที่ 3.9 แสดงอุปกรณ์บังคับและการแสดงผล 56

รูปที่ 3.10 แสดงเครื่องที่ได้ใช้งาน 56

รูปที่ 4.1 แสดงผลการทำงาน Menu : 1 57

รูปที่ 4.2 แสดงผลการทำงาน Menu : 2 57

รูปที่ 4.3 แสดงผลการทำงาน Menu : 3 58

รูปที่ 4.4 แสดงผลการทำงาน Menu : 4 58




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)


รูปที่ 4.5 แสดงผลการทำงาน Menu : 5 59

รูปที่ 4.6 แสดงผลการทำงาน Menu : 6 59

รูปที่ 4.7แสดงปุ่มควบคุม 59

รูปที่ 4.8 แสดงผลการตั้งค่า Palette = 1 60

รูปที่ 4.9 แสดงผลการตั้งค่า Palette = 2 60

รูปที่ 4.10 แสดงผลการตั้งค่า Palette = 3 60

รูปที่ 4.11แสดงผลการตั้งค่า Palette = 4 61

รูปที่ 4.12 แสดงผลการตั้งค่า Palette = 5 61

รูปที่ 4.13 แสดงผลการตั้งค่า Palette = 6 61

รูปที่ 4.14 แสดงผลการตั้งค่า Palette = 7 62

รูปที่ 4.15 แสดงผลการตั้งค่า Palette = 8 62

รูปที่ 4.16 แสดงผลการตั้งค่า Palette = 9 62

รูปที่ 4.17 แสดงผลเมื่อไม่มีสัญญาณเข้าที่บอร์ด ADSP-BF 561 63

รูปที่ 4.18 แสดงผลของตัวอักษรบนหน้าจอด้านมุมขวาของจอภาพ 64

รูปที่ 4.19 แสดงการเปลี่ยนตำแหน่งตัวอักษรด้านบน 65

รูปที่ 4.20 แสดงผลการเปลี่ยนตำแหน่งตัวอักษรด้านล่าง 66

รูปที่ 4.21 ทดลองส่วนของ Video in และVideo out 67

รูปที่ 4.22 แสดงผลตัวอักษรที่ต้องการผ่านจอภาพ 68

รูปที่ 4.23 แสดงการต่อใช้งาน Video in และVideo out 69




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน | 3 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ปัจจุบันเทคโนโลยีของกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรดมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ทำให้ภาพที่ได้จากกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรด ที่ใช้ในที่มืดสนิท จึงสามารถแยกแยะอุณหภูมิระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมได้ดีที่ระยะทางไกลๆได้ ทำให้เหมาะสมกับการตรวจการณ์รักษาความปลอดภัยบริเวณฐานปฏิบัติการหรือจุดตรวจกึ่งถาวรของหน่วยทหารที่ต้องมีการรักษาการณ์และตรวจสอบการเคลื่อนไหวของบุคคลและยานพาหนะเพื่อป้องกันการบุกรุกจากฝ่ายตรงข้าม โดยกล้องจะถูกติดตั้งในมุมที่ตายตัว ซึ่งขอบเขตของการเก็บภาพจะอยู่เฉพาะที่บริเวณที่ตั้งกล้องไว้ และไม่สามารถเก็บบันทึกในตำแหน่งอื่นได้ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องมุมมองที่จำกัดของกล้อง ดังนั้นเพื่อเพิ่มความสามารถของระบบติดตามวัตถุในภาพให้มากขึ้น โครงงานนี้จึงเป็นการพัฒนากล้องที่สามารถจับภาพและติดตามวัตถุได้โดยใช้ทั้งซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์สำหรับควบคุมกล้องร่วมกัน ทำให้ขีดความสามารถของระบบติดตามวัตถุในภาพมากขึ้น โครงการนี้เป็นการพัฒนากล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรดที่สามารถปรับมุมกล้องโดยใช้อุปกรณ์เชิงกลโดยการสั่งการให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานให้กล้องจับภาพได้ตามต้องการและติดตามวัตถุซึ่งสามารถควบคุมการลดระยะภาพและเพิ่มระยะภาพได้แต่การควบคุมกล้องยังคงเป็นหน้าที่ของผู้ใช้ ในการจับภาพเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพเพื่อสะดวกแก่การใช้งานในการออกลาดตระเวนเวลากลางคืน

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. พัฒนาระบบกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรดที่สามารถติดตามวัตถุตามที่ผู้ใช้ควบคุมภาพได้

2. พัฒนาฮาร์ดแวร์ในการควบคุมการหมุนของกล้องให้หมุนได้ทั้ง 2 แกนอย่างอิสระทั้งในแนวระนาบและแนวตั้ง

3. พัฒนาซอฟต์แวร์ในการติดตามวัตถุในภาพ และควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้อง

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการนี้จะใช้กล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรดเป็นตัวจับภาพ และสั่งการให้ฮาร์ดแวร์ควบคุมกล้องทำงานโดยใช้ชุดควบคุม การปรับมุมของกล้องจะปรับโดยใช้สเต็ปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2ตัวโดยมีขอบเขตในการปรับมุมแอซิมัท (azimuth) หรือมุมในแนวระนาบ ระหว่าง 0 ถึง 360 องศา และมุมเอียง(inclination) หรือมุมเงยระหว่าง -45 ถึง 90 องศา

ใช้กล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรดเป็นตัวจับภาพ และแสดงผลการควบคุมกล้องอินฟาเรดผ่านจอภาพ โดยใช้โปรแกรม Visual DSP++บนบอร์ด ADSP - BF561 Blackfin

**1.4 แผนการดำเนินงาน**

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลของกระบวนการต่างๆที่ใช้ในโครงการ เช่น รายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ลักษณะการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ และรายละเอียดเกี่ยวกับวงจรขับสเต็ปมอเตอร์ ( stepping motor )

2. ทดลองวงจรขับเคลื่อนสเต็ปมอเตอร์ที่ออกแบบบนบอร์ดทดลอง ทำการออกแบบลายวงจร และจัดทำเป็นบอร์ดมาประกอบเป็นวงจรที่ใช้จริง และทดสอบการทำงานของวงจร

3. ศึกษาวิธีการควบคุมและสั่งการอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ให้ทำตามคำสั่ง เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์และบนบอร์ดวงจรขับมอเตอร์ และทดลองติดต่อสื่อสารกันผ่านทางพอร์ตอนุกรมโดยทดลองการรับส่งค่าและทดลองการสั่งงานวงจรควบคุมมอเตอร์

4. ศึกษาการทำงานของกระบวนการวิเคราะห์ภาพและทดลองใช้งาน ค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับอัลกอริทึมที่ใช้จะในโปรแกรม

5. เขียนโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพ นำความรู้ต่างๆที่ได้ศึกษามาแล้วมารวบรวมแล้วเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจจับภาพโดยอาศัยอัลกอริทึมที่ศึกษามา

6. ศึกษาการทำงานร่วมกันของกระบวนการวิเคราะห์ภาพและการควบคุมทางด้านฮาร์ดแวร์ เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์และบนบอร์ดวงจรขับมอเตอร์ และทดลองติดต่อสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยทดลองการรับส่งค่าและทดลองให้ทำตามคำสั่ง

7. ประกอบส่วนของกล้องและอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้าด้วยกันและทดลองโปรแกรมตรวจจับภาพสั่งการให้กล้องเคลื่อนจับภาพตามการเคลื่อนไหววัตถุ

8. สรุปผลและทดลองการทำงาน

9. จัดทำรายงานและเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ได้เครื่องต้นแบบระบบถ่ายภาพเคลื่อนไหวติดตามวัตถุที่ประกอบด้วยกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรดติดตั้งบนแท่นหมุนที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์และควบคุมการติดตามวัตถุด้วยชุดควบคุม
2. ได้เรียนรู้การทำงานและการควบคุมฮาร์ดแวร์ การเขียนซอฟต์แวร์เพื่อใช้ควบคุมระยะภาพ
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการสแกนภาพของจอภาพ
5. สามารถสร้างไลบารี่การเข้ารหัส ถอดรหัส สัญญาณภาพได้
6. ได้เรียนรู้การทำงานและการควบคุมฮาร์ดแวร์ การเขียนซอฟต์แวร์เพื่อใช้ควบคุม

**1.6 แผนการดำเนินงาน**

**ตารางที่ 1.1** แผนการดำเนินงาน

| ลำดับที่ | กิจกรรม | เดือน | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | มิถุนายน | กรกฎาคม | สิงหาคม | กันยายน |
| 1. | ศึกษาและรวบรวมข้อมูล | | | | |
| | ออกแบบและทดสอบวงจรควบคุม | | | | |
| 2. | การเคลื่อนที่ | | | | |
| | ออกแบบและทดลองชุดสอบคุม | | | | |
| 3. | กล้อง | | | | |
| | ออกแบบและทดสอบวงจรแสดงผล | | | | |
| 4. | ควบคุมด้วย MCU/PIC 18F458 | | | | |
| | ประกอบระบบควบคุมกล้อง | | | | |
| 5. | ตรวจจับความร้อนด้วยแสงอิน | | | | |
| | ฟาเรด | | | | |
| | ทดสอบการใช้งานจริงและแก้ไข | | | | |
| 6. | ข้อบกพร่อง | | | | |
| 7. | สรุปผลและรายงานขั้นสุดท้าย | | | | |

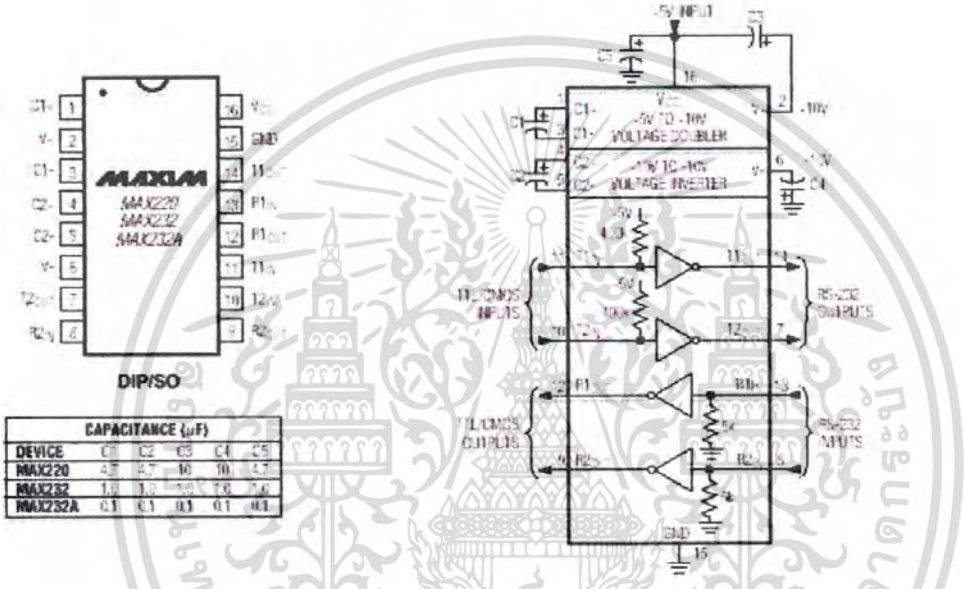
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ลำดับที่ | กิจกรรม | เดือน | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. |
| 8. | ศึกษาและรวบรวมข้อมูลบอร์ด ดีเอส พี ตระกูล Blackfin | | | | |
| 9. | ออกแบบและศึกษาหลักการทำงานสแกนภาพ | | | | |
| 10. | ออกแบบและเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C | | | | |
| 11. | ตรวจสอบแก้ไขโปรแกรม | | | | |
| 12. | ทดสอบการใช้งานจริงและแก้ไขข้อบกพร่อง | | | | |
| 13. | สรุปผลและรายงานขั้นสุดท้าย | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

**2.1 ไอซี MAX232** เป็นไอซีที่แปลงระดับสัญญาณของ RS-232 มาเป็นระดับ TTL และในทำนองเดียวกันก็แปลงระดับสัญญาณ TTL ไปเป็นระดับสัญญาณ RS-232




**รูปที่ 2.1**MAX 232 Pin Configuration และโครงสร้างภายใน

เป็นไอซีขนาด 16 ขา ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลท์ ภายในมีวงจรแปลง RS232 เป็น TTL สองชุด และวงจร แปลง TTL เป็น RS232 อีกสองชุด รองรับมาตรฐาน RS232 ตามข้อกำหนด EIA/TIA และ V.28 มันกินไฟน้อย (ในโหมดพลังงานต่ำกินกระแสไฟเพียงห้าไมโครวัตต์) จึงเหมาะที่จะใช้ในโครงงานที่ใช้ถ่ายไฟฉายด้วย ภายใน MAX232 มีวงจรทวีแรงดัน และวงจรกลับขั้วแรงดันซึ่งต้องอาศัยอีเลคโทรไลติก คาปาซิเตอร์ ภายนอกสี่ตัวจึงจะทำงานได้ถูกต้อง

### 2.1.1 คุณสมบัติของไอซี MAX 232

Operates With Single 5-V Power Supply

- LinBiCMOS. Process Technology

- Two Drivers and Two Receivers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 30-V Input Levels

- Low Supply Current . . . 8 mA Typical

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28

- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232

- ESD Protection Exceeds JESD 22 2000-V Human-Body Model (A114-A)

- Applications TIA/EIA-232-F, Battery-Powered, Systems Terminals, Modems, Computers

- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW, NS) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

**2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ( Microcontroller )** คือ ตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือขบวนการต่างๆ ซึ่งอาจทำขึ้นมาจากวงจรไฟฟ้ากลไก PLC ฯลฯ Micro-Controller ก็คือ อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวบรวมฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ไว้ภายในตัวของมันเอง มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับตัวมัน โดยเน้นความสมบูรณ์ภายในตัวของมันเองและง่ายต่อการนำไปใช้งานหรือแก้ไขดัดแปลง

**รูปที่ 2.2** ไมโครคอนโทรลเลอร์ ( Microcontroller)

Microcontroller ทั่วๆ ไปประกอบด้วย

• CPU (Central Processing Unit)

• RAM (Random Access Memory)

• EPROM/PROM/ROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• I/O (Input/Output) - serial and parallel

• Timers

• Interrupt Controller

และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น Analog to Digital Convertor, Pluse Width Modulator ฯลฯ ซึ่งขึ้นกับผู้ผลิตที่จะใส่เข้าไป เพื่อเพิ่มความสามารถของ Microcontroller และจุดประสงค์ในการใช้งาน ความแตกต่างของ Microcontroller และ Microcomputer คือ Microcomputer นั้นต้องการอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก เช่น หน่วยความจำ I/O ฯลฯ ส่วน Microcontroller นั้นมีสมบูรณ์ภายในตัวของมันเอง

**2.2.1 ภาษาของ Micro-Controller**

ภาษาที่ใช้กับ Microcontroller นั้นจะแตกต่างกันตาม Microcontroller ของแต่ละตระกูลแต่ประเภทของภาษาที่ใช้สามารถแบ่งออกเป็น

**• ภาษาเครื่อง/ภาษา Assembly**

ภาษาเครื่อง(Machine Language) คือโปรแกรมที่ Microcontroller สามารถเข้าใจมัน แต่มันไม่ง่ายสำหรับ มนุษย์ที่จะอ่านได้ ภาษา Assembly คือ รูปแบบของภาษาเครื่องที่มนุษย์สามารถอ่านออกได้ ภาษา assembly เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการแปลงจากคำสั่งที่มนุษย์อ่านออกได้ไปเป็นภาษาเครื่อง ซึ่งแปลงคำสั่ง/คำสั่ง โปรแกรมที่เขียนโดยภาษา assembly จะทำงานเร็วและมีขนาดเล็ก เพราะว่ามันสามารถเข้าถึง Hardware ได้โดยตรง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเขียนของผู้เขียนด้วย

**• Interpreters**

interpreter คือ ภาษาระดับสูงซึ่งใกล้เคียงกับภาษาของมนุษย์ โดยจะฝังตัวอยู่ในหน่วยความจำ และทำหน้าที่อ่านคำสั่งจากโปรแกรมขึ้นมาทีละคำสั่งแล้วปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ตัวอย่างของ interpreter ที่รู้จักกันดีคือ ภาษา BASIC ข้อเสียของ interpreter คือ ทำงานได้ช้า เนื่องจากต้องแปลคำสั่งทีละคำสั่ง

**• Compilers**

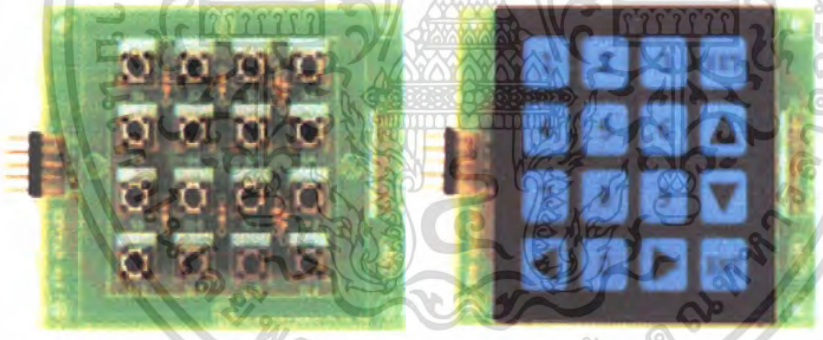
compiler คือ ภาษาระดับสูงซึ่งทำหน้าที่แปลโปรแกรมที่เขียนขึ้นให้เป็นภาษาเครื่อง จากนั้นจึงนำเอาโปรแกรมที่แปลเสร็จแล้วเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ ทำให้การทำงานเร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาษา C เป็นต้น

**2.3 Keypad 4×4** วงจรของสวิตซ์อีกลักษณะหนึ่งคือ **ต่อวงจรแบบเมตริกซ์ (matrix switch)** ดังในรูปที่ 11-2 สวิตซ์จะถูกต่อกันในแนวแกนตั้งและแกนนอน จะเรียกแนวตั้งว่าหลักหรือคอลัมน์

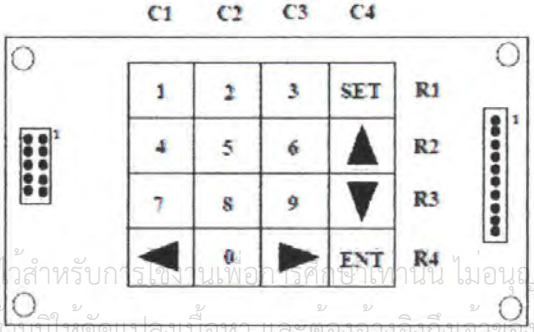
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Column) ในขณะที่แนวนอนจะเรียกว่า แถวหรือโรว์ (Row) ดังนั้นค่าของสวิตซ์จะต้องประกอบด้วยตำแหน่งในแนวหลักและแถว กระบวนการที่จะทำให้ได้มาซึ่งค่าของสวิตซ์มีขั้นตอนซับซ้อนพอสมควร แต่วงจรของสวิตซ์แบบนี้มีข้อดีคือสามารถรองรับการเพิ่มของสวิตซ์ได้อย่างสะดวก เพียงเพิ่มเติมจำนวนสวิตซ์และแก้ไขซอฟต์แวร์อีกเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้วงจรสวิตซ์แบบเมตริกซ์เป็นที่นิยมใช้มากในระบบควบคุมอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติที่มีจำนวนสวิตซ์มากกว่า 8 ตัว ในการใช้งานทั่วไปจะเรียกสวิตซ์แบบเมตริกซ์นี้ว่า **คีย์แพด (Keypad)**

วงจร Keypad 4×4 เป็น Matrix Switch ขนาด 4×4 มีปุ่มใช้งานทั้งหมด 16 ปุ่ม รูปวงจรภายในแสดงดังรูปที่ 2.14 นอกจากนี้ตำแหน่งขาของคอนเน็คเตอร์สามารถใช้งานกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยต่อร่วมกับพอร์ต IDC-10 ตามมาตรฐานของทาง MRT ได้ทันที เช่น MCT-02-A, MCT-2000/2000P เป็นต้น

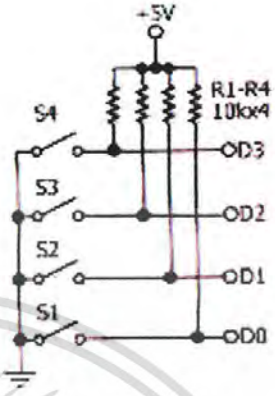


**รูปที่ 2.3** แสดง Key pad ขนาด 4x4

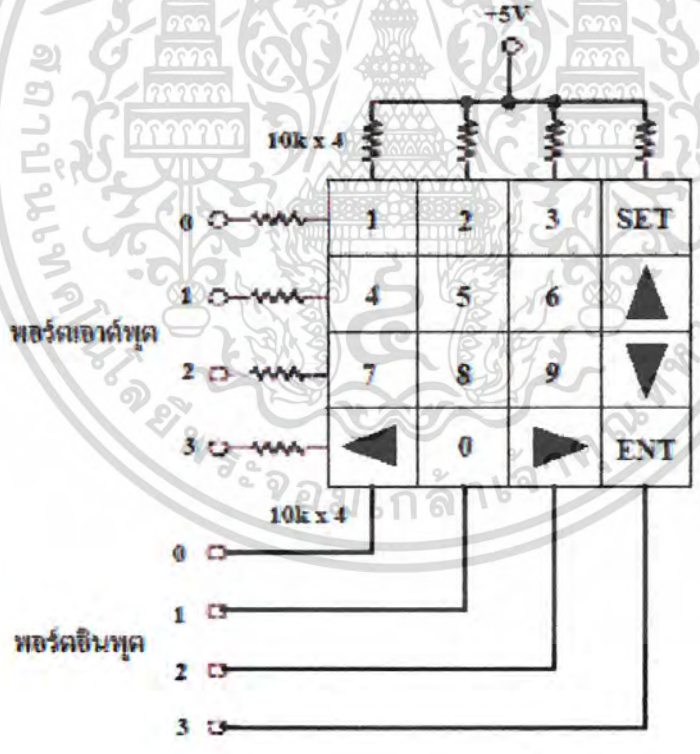



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสวิตซ์แบบต่อเข้ากับไฟเลี้ยงและกราวน์




วงจรของสวิตซ์แบบเมตริกซ์หรือคีย์แพด




**รูปที่ 2.4** คีย์แพดที่มีมากกว่า 1 จุด ในรูปแบบ 4X4 จุด

**2.4 การผสมสีแสง** แสงที่มองเห็นเป็นสิ่งต่าง ๆนั้น มีความถี่หรือความยาวคลื่นไม่เท่ากัน การที่ตาเรามองเห็นสีสันก็คือเรามองเห็นแสงวามถี่ต่าง ๆ กัน แสงจึงเป็นพื้นฐานของเรื่องสีในโทรทัศน์สีการสร้างภาพสีและการกำเนิดสัญญาณภาพสีอาศัยการผสมสีแสง โดยมีแม่สีแสงที่มีอยู่สามสีคือ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน เรานิยมเขียนย่อ ๆ ดังนี้คือ สีแดง (red) เขียนว่า R สีเขียว (green) เขียนว่า G และสีน้ำเงิน (blue) เขียนว่า B การผสมสีแสงจากแม่สีทั้งสามจะเกิดการรวมตัวกันได้เป็นความถี่ที่เกิดจากผลรวมระหว่างแสงของแม่สีทั้งสองซึ่งมีความถี่ผิดไปจากเดิม ดังนั้นเมื่อแสงความถี่นี้พุ่งเข้าตาจึงทำให้ประสาทตาเกิดความรู้สึกมองเห็นเป็นสีอื่น การสร้างสีองค์ประกอบจากการผสมแม่สีจะได้ดังนี้

แดง + เขียว = เหลือง

เขียว + น้ำเงิน = ฟ้าซีด หรือเรียกว่าไซอัน

แดง + น้ำเงิน = ม่วงอมแดง หรือที่เรียกว่า มาเจนต้า

แดง + เขียว + น้ำเงิน = ขาว

เราสามารถสร้างสีต่าง ๆ ได้มากมายโดยการผสมสีแม่สีทั้งสามคือ แดง เขียว น้ำเงิน โดยการปรับความเข้มหรือส่วนผสมแม่สี

**2.4.1คุณสมบัติของสี**

1. สีสันหรือว่าฮิว (hue) หมายถึงสิ่งที่ตาเรามองเห็นเช่น เมื่อเรามองเห็นวัตถุสีแดงเราก็จะรู้สึกว่า วัตถุนั้นมีสีสันหรือฮิวเป็น
2. สีแดง กล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าฮิวกำหนดโดยความถี่ของแสงจากวัตถุที่ให้ความรู้สึกแก่ตาเรา
3. ความเข้มสี (saturation) สีที่เรามองเห็นนั้นจะมีความเข้มสีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนผสมของแสงสีขาวเช่น สีแดงอ่อน
4. หรือสีชมพูก็คือสีที่มีส่วนประกอบของสีขาวอยู่
5. ความสว่าง (brightness)เป็นการวัดความสว่างของแสงที่ตาเรารู้สึกต่อสี เช่นตาเราจะรู้สึกว่าสีเหลืองสว่างกว่าสีแดงและสีน้ำเงิน

สรุปว่าแสงที่มีพลังงานเท่ากัน แต่ว่ามีความถี่ไม่เท่ากัน (คนละสี) ตาเราจะรู้สึกว่ามีความสว่างไม่เท่ากันแสดงว่าความสว่างขึ้น อยู่ที่พลังงานของแสง (photo energy) ส่วนสีสันขึ้นอยู่กับความถี่ของแสง สำหรับความเข้มของสีขึ้นอยู่กับว่าแสงนั้นมีส่วนผสม ของสีขาวอยู่มากหรือน้อยเพียงใด

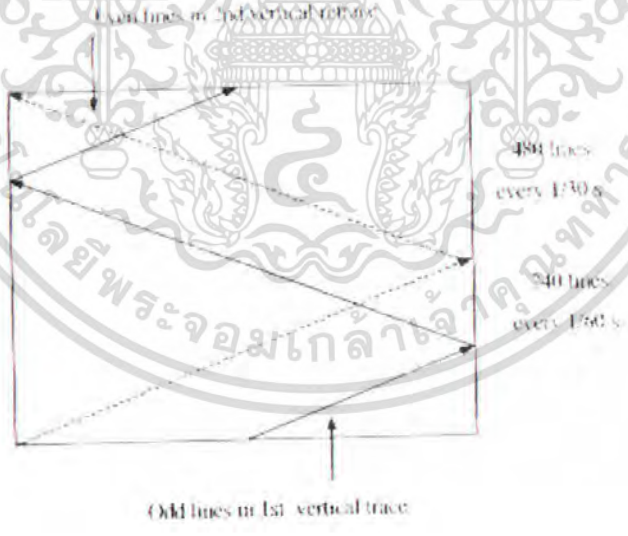
**2.5 การสแกน**

การสแกนคือการนำเอาสัญญาณภาพที่อยู่ไรรูปของของสัญญาณไฟฟ้านำมาเรียงกันให้เกิดเป็นภาพโดยการกวาดเป็นเส้นภาพที่ หน้าจอโดยตัวที่มีหน้าที่สำคัญคือหลอดภาพ หลอดภาพมีโครงสร้างคล้ายกับกับหลอดสุญญากาศทั่ว ๆ ไปที่ปล่อยอิเล็กตรอนมาจาก คาโถด แล้วมีการดึงลำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กตรอนให้วิ่งเป็นลำกระทบเข้ากับหน้าจอหรือ อะโหนด การสแกนมี 2วิธีคือ การสแกนแบบเดินหน้า (progressive scnning) กับการสแกนแบบสลับเส้น (interlaced scanning) (18) การที่จะทำให้การสแกนมีความต่อเนื่องขององค์ประกอบภาพต้องคำนึงถึงหลัก 3 ประการ คือ

1. ลำอิเล็กตรอนที่กวาดไปทางแนวนอน (horizontal scanning) ในแต่ละครั้งจะต้องครอบคลุมองค์ประกอบภาพทั้งหมดของ
   เส้นนั้น
2. ในแต่ละเส้นของการสแกนลำอิเล็กตรอน ลำแสงต้องกวาดกลับด้วยความเร็วสูงไปยังด้านซ้ายเพื่อเริ่มการสแกนในลำดับต่อ
   ไป เวลาของการสบัดกลับเราเรียกว่ารีเทรซ (retrace) หรือฟลายแบ็ค (flyback) ในกรณีดังกล่าวจะต้องไม่มีข้อมูลภาพใด ๆ เพราะ
   หลอดภาพจะเกิดการแบลงค์เอาท์ (blank out) ในขณะนั้น
3. ในขณะที่เส้นสแกนสบัดกลับมาเพื่อเริ่มต้นทางซ้านใหม่ตำแหน่งทางแนวตั้งต้องต่ำกว่าตำแหน่งเดิมเพื่อทำให้การสแกนเส้น
   ต่อไปไม่ทับกันทั้งนี้โดยการควบคุมทางแนวตั้ง (vertical scanning)

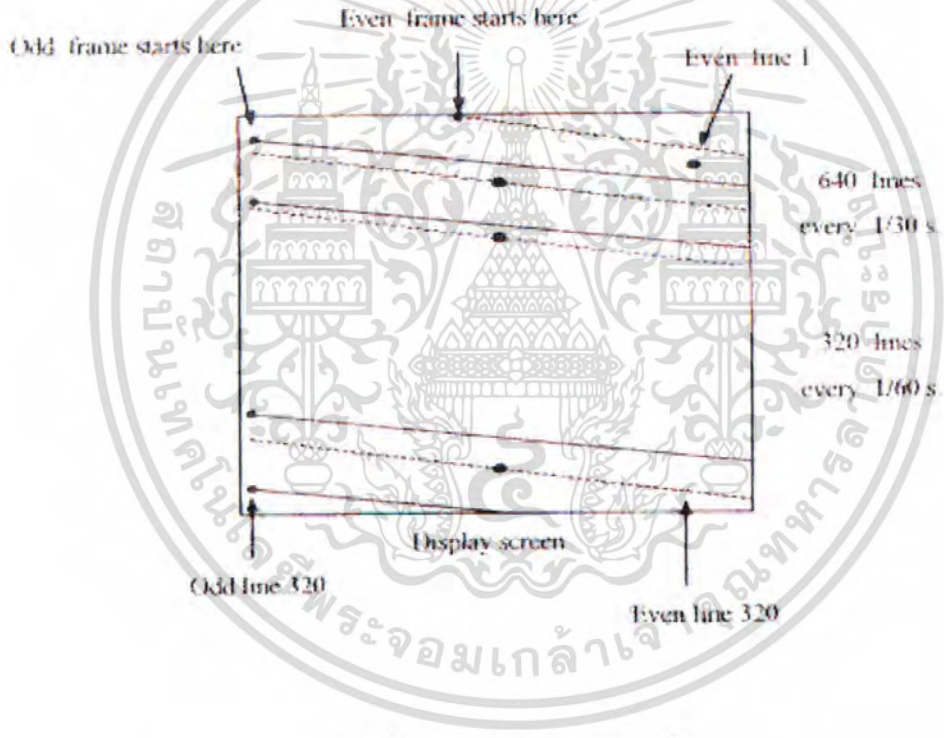



**รูปที่ 2.5** การสแกนทางแนวนอน

การสแกนที่ใช้ในจอมอนิเตอร์ต้องใช้การเรียงภาพ 30 ถึง 60 ภาพต่อวินาทีจึงจะเกิดเป็นภาพที่ต่อเนื่องแต่ก็ยังมีการกระพริบ (fricker) เนื่องจากว่าการสแกนเริ่มจากขอบบนลงมาด้านล่างแสงทางด้านบนเริ่มมืดลงกว่าด้านล่างจึงมองเห็นว่ามันกระพริบ และเวลาที่ลำแสงการสแกนวกกลับไปด้านบนด้านล่างก็เกิดปัญหาเช่นเดียวกันความรู้สึกต่อกรณีนี้ก็คือ เกิดแสงกระพริบหรือวูบวาบขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะเกิดขึ้นในการสแกนแบบเดินหน้า (progressive scanning) ซึ่งเป็นการสแกนพื้นฐาน เพื่อแก้ปัญหาการกระพริบจึงต้องใช้การสแกนสลับเส้นหรือการสแกนแบบสอดแทรก (interlaced scanning) โดยครั้งแรกจะสแกนที่ฟิลด์คี่ (odd line trace) และครั้งต่อไปจะสแกนแบบฟิลด์คู่ (even line trace) เป็นการสแกนแบบเส้นเว้นเส้น หมายความว่าการที่จะได้ภาพ1 ภาพหรือ 1 เฟรมต้องใช้การสแกนแนวตั้ง 2 ครั้งหรือ 2 ฟิลด์ (field) มาตรฐานของจอ VGA จะใช้เส้นสแกน320เส้นทางแนวนอนและ240เส้นทางแนวตั้งเริ่มต้นการสแกนสมมุติว่าจากเส้นสแกนคี่ทางแนวนอนโดยเริ่มจากทางซ้ายแล้วกวาดไปทางขวานับเป็นเส้นสแกนที่ 1 แล้วจึงสแกนเส้นที่ 3, 5, 7, 9 และต่อๆไป จนได้เส้นสแกนครบ 320 เส้นดังแสดงรูปด้านล่าง (ในส่วนที่เป็นเส้นทึบ)




**รูปที่ 2.6** การสแกนทางแนวตั้ง

ที่จุดสิ้นสุดการสแกนเส้นคี่ทางแนวนอนนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นการสแกนทางแนวตั้งของฟิลด์คี่ซึ่งเราเรียกว่าการสแกนทางแนวตั้งว่าเวอร์ติคอลรีเทรซ (vertical retace) หรือสัญญาณฟลายแบ็ค (flyback) เพื่อดึงกลับไปยังด้านบนของจอภาพในตำแหน่งนี้เพื่อให้เริ่มต้นการสแกนเส้นคู่ต่อไปที่กล่าวมาทั้งหมดคือการสแกนในหนึ่งฟิลด์ แสดงในรูปที่ 2.6 (ในส่วนที่เป็นเส้นทึบ) เวลาของการรีเทรซ (retrace timse) ทั้งทางแนวนอนและแนวตั้งเป็นเวลาสั้น ๆ ถึงอย่างไรก็ตามเราไม่ต้องการให้เส้นสแกนของช่วงที่เป็นการสบัดกลับเข้ามารบกวนให้เกิดภาพในส่วนนี้จึงต้องทำการลบเส้นสบัดกลับเวลาของการรีเทรซจะใช้เวลาประมาณ 10 – 16 เปอร์เซ็นต์ของเวลาทั้งหมดในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

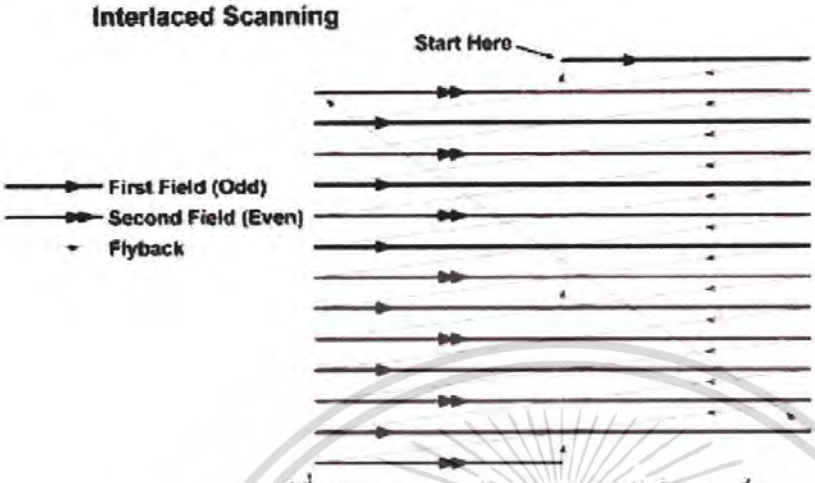
สแกน การสแกนของเส้นคู่ก็เป็นในทำนองเดียวกันต่างกันที่จุดเริ่มต้นเท่านั้น โดยจะเริ่มที่จุดสุดท้ายของขั้นตอนก่อนหน้านี้ และก็จะสลับกันเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

**2.6 กระบวนการเกิดภาพในโทรทัศน์**

ภาพที่เกิดในจอ เกิดจากจุดหลายๆจุดต่อกัน เหมือนกับเม็ดสกรีนของภาพพิมพ์ การต่อกันจะเป็นลายเส้นขีดต่อกันจากบนลงล่าง โดยขีดเส้นเว้นเส้นก่อนจนสุดด้านล่าง แล้วเริ่มขีดเส้นที่ว่างจนเต็ม เมื่อมองโดยรวมก็จะเห็นภาพปรากฏแก่สายตา การขีดเส้นเพื่อให้เกิดภาพนั้นจะขีดจากซ้ายไปขวาทีละเส้นจากบนลงล่าง เมื่อสัญญาณโทรทัศน์ถูกรับเข้ามา เครื่องรับจะตัดกรองคลื่นวิทยุที่ผสมออกมา ให้เหลือแต่สัญญาณภาพและส่งผ่านเข้าไปยังหลอดภาพจะไปบังคับหลอดภาพให้ปล่อยอิเล็กตรอนออกมา โดยลอดภาพจะมีตังยิงอิเล็กตรอนออกไปให้เป็นจุดเล็กๆ เพื่อขยายภาพให้พุ่งไปปรากฏบนจอภาพที่ฉายไว้ด้วยสารเรืองแสง ลำอิเล็กตรอนจะขีดเป็นเส้นๆ เช่นเดียวกับเครื่องส่ง จะปรากฏเป็นภาพตามที่เครื่องส่งส่งมา เส้นที่ขีดบนจอเครื่องรับ โทรทัศน์จะมีสีขาวบ้างดำบ้างหรืออาจมีสีเทาตามลักษณะของภาพ อย่างไรก็ตามภาพที่เกิดนี้ จะต้องให้เป็นจังหวะเดียวกันกับทางเครื่องส่ง มิฉะนั้นแล้วภาพของเครื่องรับอาจจะล้มได้ หรือ เลื่อนขึ้นลง หรืออาจจะปรากฏเป็นเส้นลาย บางครั้งอาจจะไม่ปรากฏเป็นภาพเลย จึงต้องมีสัญญาณ ที่ทำหน้าที่เริ่มต้นและหยุดภาพพร้อมๆกัน เรียกว่า ซิโครไนซ์ หรือเรียกสั้นๆว่า สัญญาณซิงค์

ระบบการสแกนภาพที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จะเป็นการสแกนภาพแบบสลับเส้น ซึ่งเรียกว่า อินเทอร์เลซสแกน(Interlace Scan) เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นเมื่อ 50 ปีก่อน มีหลักการทำงานคือ ภาพ 1 เฟรมจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ฟิลด์ คือ ฟิลด์ A และ ฟิลด์ B โดยฟิลด์ A จะมีเฉพาะเส้นสแกนเลขคี่ (เส้นที่ 1,3,5.....) และฟิลด์ B เฉพาะเส้นสแกนเลขคู่ (เส้นที่ 2,4,6.....) การสแกนภาพจะเริ่มจากสแกนฟิลด์ A (สแกนเฉพาะเส้นเลขคี่) แล้วจึงมาสแกนฟิลด์ B (สแกนเฉพาะเส้นเลขคู่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.7** ระบบการสแกนภาพแบบอินเทอร์เลซสแกน

ระบบ NTSC จะมีการสแกน 60 ฟิลด์ใน 1 วินาที หรือ 30เฟรม ใน 1 วินาที และในระบบ PAL จะมีการสแกน 50 ฟิลด์ ใน 1 วินาที หรือ 25 เฟรม ใน 1 วินาที ซึ่งเพียงพอต่อการรับชมภาพในอดีต เนื่องจากยังไม่มีแหล่งรายการที่มีความคมชัดสูง และขนาดของจอแสดงผลยังไม่มีขนาดใหญ่มากนัก แต่ในปัจจุบัน เมื่อขนาดจอภาพที่ทุกคนเลือกซื้อมักมีขนาดใหญ่ขึ้น ประกอบกับมีเครื่องเล่น DVD ซึ่งมีความคมชัดสูง จึงทำให้สังเกตเห็นข้อด้อย ของระบบการสแกนภาพแบบอินเทอร์เลซสแกน ได้อย่างชัดเจน

**2.7 ระบบโปรเกรสซีฟสแกน**

คือระบบการสแกนภาพแบบใหม่ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องของอินเทอร์เลซสแกน โดยการสแกนภาพจะต่อเนื่องเรียงไปทีละเส้นภาพ (สแกนเส้นที่ 1,2,3,4,5,.....ต่อเนื่องกันไป) ดังนั้นจึงให้ความคมชัด, รายละเอียดของภาพที่ดีกว่า มองไม่เห็นเส้นสแกนภาพ, ขอบของวัตถุที่ราบเรียบ ไม่มีรอยหยัก และยังลดการกระพริบของภาพลง ทำให้รู้สึกสบายตาขึ้น เนื่องจากมีจำนวนภาพใน 1 วินาทีสูงมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การทำงานของระบบโปรเกรสซีฟสแกน**

**รูปที่ 2.8** ระบบการโปรเกรสซีฟสแกน

เนื่องจากข้อมูลภาพที่บันทึกมาในแผ่น DVD ก็จะอยู่ในรูปแบบของอินเทอร์เลซสแกน ดังนั้น เครื่องเล่น DVD แบบโปรเกรสซีฟสแกน จึงต้องมีการแปลงจากอินเทอร์เลซสแกน ไปเป็นโปรเกรสซีฟสแกน การแปลงมีอยู่หลายวิธี ซึ่งพอจะจำแนกระบบการแปลงที่เหมาะสมกับภาพจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ได้ดังนี้

**2.8 ภาพจากกล้องถ่ายวิดีโอ**

แผ่น DVD คอนเสิร์ต ส่วนใหญ่จะบันทึกภาพโดยใช้กล้องถ่ายวิดีโอ ซึ่งจะบันทึกภาพมาในแบบแยกภาพออกเป็นฟิลด์ภาพ ดังนั้นการแปลงเป็นโปรเกรสซีฟสแกน จะอาศัยข้อมูลจากฟิลด์ภาพเหล่านี้ มีวิธีการสร้างภาพหลายรูปแบบคือ

**-BOB** ใช้ข้อมูลเส้นภาพจากฟิลด์เดียว แล้วสร้างเส้นภาพเทียมขึ้นแทรกในส่วนที่ว่างอยู่โดยการ INTERPOLATE ระบบนี้จะง่ายที่สุด แต่คุณภาพของภาพจะลดลง

**-WEAVE** จะนำข้อมูลภาพจากฟิลด์เส้นคู่ และฟิลด์เส้นคี่มาซ้อนกัน จะได้ภาพที่ค่อนข้างสมบูรณ์ แต่ถ้าวัตถุในภาพมีการเคลื่อนไหวเร็วๆ จะเกิด COMBING คือเห็นวัตถุซ้อนกันไม่สนิท แบ่งเป็นซี่ๆ เหมือนฟันหวี

**-VERTICAL TEMPORAL** ทำงานในแบบ WEAVE แต่ถ้ามีการเคลื่อนไหว จะลดรายละเอียดในแนวตั้งลง เพื่อกลบเกลื่อนการเกิด COMBING

**-MOTION ADAPTIVE FILTER** จะทำงานผสมกันทั้งแบบ BOB และ WEAVE โดยในส่วนของภาพที่ไม่มีการเคลื่อนไหว จะทำงานแบบ WEAVE และในส่วนที่มีการเคลื่อนไหวจะทำงานแบบBOB

**-MOTION COMPENSATION** จะทำงานโดยมีการตรวจสอบการเคลื่อนไหวและทิศทางจากฟิลด์ก่อนหน้า แล้วเลื่อนส่วนที่มีการเคลื่อนไหวไปยังตำแหน่งที่พอดีกับฟิลด์ใหม่ ซึ่งระบบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดเป็นระบบที่ก้าวหน้าที่สุด และให้คุณภาพดีที่สุดในปัจจุบันนี้

1. ระบบ NTSC เส้นสแกนทางแนวนอน 525เส้น หักช่วงสะบัดกลับเหลือเส้นภาพที่มองเห็น 480เส้น ถ้าเป็นอินเทอร์เลซสแกน จะแทนด้วย 480i ถ้าเป็นโปรเกรสซีฟสแกนจะแทนด้วย 480p

2. ระบบ PAL เส้นสแกนทางแนวนอน 625เส้น หักช่วงสะบัดกลับเหลือเส้นภาพที่มองเห็น 576เส้น ถ้าเป็นอินเทอร์เลซสแกน จะแทนด้วย 576i ถ้าเป็นโปรเกรสซีฟสแกนจะแทนด้วย 576p

ทั้งสองกรณีจะระบุตัวเลขว่าเส้นสแกนในภาพ 1ภาพจะเท่าเดิม ต่างกันที่ตัวอักษรตัวท้าย ที่ระบุวิธีการสแกนภาพ คือ i หมายถึงอินเทอร์เลซสแกน และ p หมายถึงโปรเกรสซีฟสแกน

**รูปที่ 2.9** ระบบการสแกน

ดังนั้น การระบุว่าเครื่องเล่น DVD โปรเกรสซีฟสแกน สามารถเพิ่มเส้นภาพขึ้นจึงไม่ถูกต้อง เพราะวงจรโปรเกรสซีฟสแกนในเครื่อง DVD ปัจจุบันนี้ เทียบเท่าเครื่อง LINE DOUBLER ซึ่งไม่มีการเพิ่มเส้นภาพแต่ประการใด ถ้าหากว่าเป็นเครื่อง SCALERS หรือ QUAD DOUBLER จึงจะมีการสร้างเส้นสแกนภาพเพิ่มเข้าไป ซึ่งจะระบุตัวเลขเส้นสแกนที่เพิ่มขึ้น เช่น 720p, 960p เป็นต้น ที่ถูกต้องคือ เครื่องเล่น DVD โปรเกรสซีฟสแกน สแกนเส้นภาพเพิ่มเป็น 2เท่าในช่วงเวลาเท่ากัน แต่การใช้งานระบบ PROGRESSIVE SCAN นั้น เครื่อง TV, PROJECTOR ต้องสามารถรองรับระบบนี้ด้วย ซึ่ง TV ที่รองรับระบบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**2.9 คอมโพสิตวิดีโอและสัญญาณ Y/C (X-VIDEO)**

YUES Faroudja เป็นผู้แรกที่แนะนำฟอร์แมทสัญญาณ Y/C ขึ้นมาเพื่อปรับปรุงข้อด้อยของสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอโดยที่ไม่ต้องอาศัยระบบคอมโพเนนท์วิดีโอที่ต้องการตัวกลางสายนำสัญญาณถึงเส้น โดยในฟอร์แมท Y/C นี้สัญญาณความต่างสีทั้งสอง (U,V) จะถูกรวมเข้าเป็นสัญญาณสีตัวเดียวกัน (Chrominance : C) ซึ่งแยกอิสระจากสัญญาณลูมิแนนซ์ (Y) ทำให้ช่วยเพิ่มคุณภาพของสัญญาณวิดีโอได้เหนือกว่าระบบสัญญาณคอมโพสิตอย่างชัดเจนถึงแม้ว่าจะไม่ดีเทียบเท่ากับระบบคอมโพเนนท์วิดีโอที่ได้เปรียบกว่าในเรื่องรายละเอียด (เพราะแบนด์วิดธ์กว้างกว่าฟอร์เมท Y/C) แต่สิ่งที่สัญญาณ Y/C ได้เปรียบสัญญาณคอมโพสิตอย่างเห็นได้ชัดคือลดปัญหาด้านการรบกวนจากสัญญาณสีกับสัญญาณส่องสว่างออกไปได้ (ลด CROSS COLOR EFFECT) เพราะสัญญาณ Y และ C จะถูกแยกกันมาตั้งแต่ต้นทาง และปลายทางก็ไม่ต้องอาศัยวงจรแยกสี (Y/C SEPERATION) เช่นวงจร comb filter ที่ก่อให้เกิดการลดทอนคุณภาพของสัญญาณภาพได้

Y/C FREQUENCY INTERLEAVING และวงจร COMB FILTER เนื่องจากสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอเป็นสัญญาณที่มี PERIODIC ในตัวของมันเอง เพราะผลของการสแกนทางด้านแนวนอน (Horizontal) และแนวตั้ง (Vertical) เมื่อนำฮาร์โมนิกที่เกิดจากการสแกนนิ่งเหล่านี้มาวิเคราะห์ดูแล้ว การแยกสัญญาณ Y และ C อาจจะกระทำได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่นในระบบ NTSC ความถี่พาห์ของสัญญาณสี (Fsc) คือ 3.579545 MHz ซึ่งเท่ากับฮาร์โมนิกอันดับที่ 455 ของความถี่เส้นสแกนทางแนวนอน (Fh) หารด้วยสอง Fh = 15,734.26 Hz Fsc = 455xFh/2 = 3.579545 MHz

ในระบบ NTSC นั้น จะมีเส้นสแกนแนวนอน 525 เส้น แต่ละเฟรมจะมี 2 ฟิลด์ (FIELD) ดังนั้นในแต่ละฟิลด์จะมีเส้นสแกนทางแนวนอนเป็น 262.5 เส้น ดังนั้นความถี่ของฟิลด์แนวตั้งคือ Fv = Fh/262.5 = 59.94 Hz

เนื่องจาก 2 ฟิลด์จะประกอบเป็นภาพ 1 เฟรม ดังนั้นความถี่ของภาพที่เกิดขึ้นคือ Fv/2 = 29.9 Hz ดังที่กล่าวแล้วว่าสัญญาณวิดีโอมีลักษณะโดยธรรมชาติเป็น PERIODIC และการกระจายตัวของแถบสเปคตรัมความถี่ของสัญญาณจะเป็นกลุ่ม ๆ แยกห่างกัน 15,734 kHz หรือเท่ากับความถี่ของการสแกนแนวนอนในแต่ละกลุ่มฮาร์โมนิกนี้จะมีไซด์แบนด์ (SIDEBAND) หรือช่องว่างเป็น 59.94 และ 29.97 Hz ดังนั้นสัญญาณลูมิแนนซ์ (Y) จะไม่กระจายตัวต่อเนื่องเต็มพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82428

แบนด์วิดธ์ทั้ง 4.2 MHz และจะประกอบด้วยความถี่เป็นช่อง ๆ โดยแต่ละช่วงจะมีช่องว่างของสัญญาณอยู่

ส่วนสัญญาณสี (C) ก็มีลักษณะโดยธรรมชาติเป็น PERIODIC อีกเช่นกัน โดยจะปรากฏขึ้นมาทุก ๆ เส้นสแกนภาพแนวนอนแล้วจะหยุดไปในช่วงสะบัดกลับ (BLANKING) ดังนั้นมันจึงมีพลังงานที่กระจายตัวเป็นกลุ่ม ๆ ห่างกัน 15,734 kHz เช่นกันแต่ถ้าแบนด์วิดธ์ในช่วง 2.1 MHz จนถึง 4.2 MHz และถ้าเรานำความถี่คลื่นพาห์ของสี (Fsc) เฉพาะฮาร์โมนิกคี่ของมันคือ 455 ของ Fh สัญญาณสีนี้จะแทรกตัวลงไปตรงช่องวางระหว่างกลางของฮาร์โมนิกสัญญาณ Y ได้โดยไม่ซ้อนทับกัน ดังนั้นสัญญาณ Y และ C จึงใช้แถบความถี่เดียวกันได้โดยวิธีการสอดแทรกความถี่ หรือ FREQUENCY INTERLEAVING

สามารถนำหลักการของการสอดแทรกความถี่นี้มาออกแบบวงจร COMB FILTER ที่ใช้สำหรับแยกสัญญาณ Y และ C ออกจากกันได้โดยวงจร comb filter สามารถจะถูกจูนให้ผ่านสัญญาณในช่วงแบนด์วิดธ์แคบ ๆ ได้ เช่นถ้าเราออกแบบปรับค่าความถี่ของ comb filter ไว้ที่ 15,734 kHz เท่ากับความถี่ของเส้นสแกนในแนวนอน มันจะผ่านสัญญาณ Y ไปได้และแยกสัญญาณ C ทิ้งไป และในทำนองเดียวกัน ความสัมพันธ์ระหว่างการตอบสนองความถี่ของวงจร comb filter และสัญญาณสอดแทรกความถี่ Y/C

ในอุปกรณ์วิดีโอที่มีขายตามท้องตลาดทั่ว ๆ ไปนั้น จะมีใช้ตั้งแต่อะนาลอก comb filter ราคาถูกซึ่งจะมีปัญหาในการที่ไม่สามารถแยก CROSS-COLOR และ GROSS-LUMI-NANCE ได้อย่างเด็ดขาด วงจร comb filter แบบดิจิตอลรุ่นใหม่ ๆ ได้พัฒนาขึ้นเป็น 2-D 3-D adaptive come filter ที่ใช้ในอุปกรณ์ราคาแพงขึ้น แต่ก็ยังไม่สามารถขจัดปัญหาให้หมดไปทีเดียว แต่ก็ช่วยปรับปรุงคุณภาพให้ใกล้เคียงกับต้นฉบับและความเป็นจริงได้กว่าแต่ก่อนอย่างแน่นอน

## 2.10 มาตรฐานสัญญาณโทรทัศน์สีแบบต่าง ๆ( COLOUR TELEVISION SIGNAL STANDARD )

มาตรฐานของการก่อรูปสัญญาณโทรทัศน์สีในปัจจุบันมีอยู่ 3 มาตรฐาน ได้แก่

### 2.10.1 มาตรฐาน NTSC ( THE NATIONAL TELEVISION SYSTEM COMMITTEE )

มาตรฐานนี้สร้างขึ้นโดยคณะกรรมการระบบโทรทัศน์แห่งชาติของอเมริกา ได้นำออกแสดงให้ประชาชนชมครั้งแรกเมื่อเดือนตุลาคม ค.ศ. 1953 ( พ.ศ. 2496 ) มาตรฐานนี้เป็นพื้นฐานของการส่งสัญญาณโทรทัศน์สีมาตรฐานอื่น ๆ สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถใช้ร่วมช่องเดียวกับสัญญาณโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาวดำระบบ 525 เส้น ( FCC. ) ของอเมริกาซึ่งมีความถี่เบี่ยงเบนแนวตั้ง 60 Hz ความถี่ในการเบี่ยงเบนทางแนวนอน 15,750 Hz แถบความถี่ของภาพจะถูกกำหนดไว้เท่ากับ 4.2 MHz และมีความกว้างของช่อง 6 MHz ระบบนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในอเมริกาต่อมาได้ถูกนำไปใช้ใน ญี่ปุ่น, ฟิลิปปินส์ ฯลฯ

**2.10.1.1 รายละเอียดมาตรฐาน NTSC ระบบ M**

| | | |
|---|---|---|
| จำนวนเส้นต่อภาพ | 525 | เส้น |
| จำนวนภาพต่อวินาที | 30 | ภาพ |
| จำนวนฟิลด์ต่อวินาที | 60 | ฟิลด์ |
| ความถี่การหักเหทางแนวนอน | 15,750 | Hz |
| แบนด์วิดท์สัญญาณภาพลูมิแนนซ์ | | |
| รายการขาวดำ | 4.2 | MHz |
| รายการสี | 3.2 | MHz |
| แบนด์วิดท์สถานี ( RF. ) | 6 | MHz |
| จุดห่างระหว่างคลื่นพาหะเสียงกับภาพ | 4.5 | MHz |
| เฟสของสัญญาณภาพที่ผสมกับคลื่นพาหะ | ช่วงลบ | |
| ไซด์แบนด์ RF ด้านต่ำ | 0.75 | MHz |
| ลักษณะการผสมสัญญาณเสียงกับคลื่นพาหะ | FM | |
| ความถี่ของซับแคเรีย | 3.579545 | MHz |
| ลักษณะการผสมซับแคเรียกับสัญญาณความต่างสี | AM ซัพเพรสแคเรีย | |
| แบนด์วิดท์สัญญาณ I | + 0.4 – 1.3 MHZ | |
| แบนด์วิดท์สัญญาณ Q | + - 0.4MHz | |

ย่านความถี่ที่ใช้ส่งระบบอเมริกา ( US / SYSTEM ) ยกเว้นญี่ปุ่นใช้ย่านความถี่ระบบญี่ปุ่น

**2.10.2 มาตรฐาน PAL ( PHASE ALTERNATION BY LINE )**

ปรับปรุงมาจากมาตรฐาน NTSC โดย DR. WALTER BRUCH วิศวกรแห่งบริษัทเทเลฟุงเก้น ประเทศเยอรมันและตอนหลังได้ถูกดัดแปลงเพื่อใช้งานจริง ๆ โดย B.D. LOUGHLIN ( บี.ดี. ลาร์ฟลิน )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห่งห้องทดลอง HAZELTINE LABORATORY เมื่อ ค.ศ. 1967 ( พ.ศ. 2510 ) นี้สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของมาตรฐาน NTSC และเพื่อให้ใช้ร่วมกับระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ขาวดำในเยอรมันซึ่งเป็นระบบ 625 เส้น ( CCIR. ) ซึ่งมีความถี่เบี่ยงเบนแนวตั้ง 50 Hz ความถี่ในการเบี่ยงเบนทางแนวนอน 15,625 Hz มีใช้ในเยอรมัน, เนเธอร์แลนด์ และอีกหลายประเทศในยุโรป รวมทั้งประเทศไทยด้วย

**2.10.2 .1 รายละเอียดมาตรฐาน PAL ระบบ B ( ที่ใช้ในเมืองไทย )**

| | |
|---|---|
| จำนวนเส้นต่อภาพ | 625 เส้น |
| จำนวนภาพต่อวินาที | 25 ภาพ |
| จำนวนฟิลด์ต่อวินาที | 50 ฟิลด์ |
| ความถี่การหักเหทางแนวนอน | 15,625 Hz |
| แบนด์วิดท์สัญญาณภาพลูมิแนนซ์ | |
| รายการขาวดำ | 5 MHz |
| รายการสี | 4 MHz |
| แบนด์วิดท์สถานี ( RF. ) | 7 MHz |
| จุดห่างระหว่างคลื่นพาหะเสียงกับภาพ | 5.5 MHz |
| เฟสของสัญญาณภาพที่ผสมกับคลื่นพาหะ | ช่วงลบ |
| ไซด์แบนด์ RF ด้านต่ำ | 1.25 MHz |
| ลักษณะการผสมสัญญาณเสียงกับคลื่นพาหะ | FM |
| ความถี่ของซับแคเรีย | 4.43361875 MHz |
| ลักษณะการผสมซับแคเรียกับสัญญาณความต่างสี | AM ซัพเพรสแคเรีย |
| แบนด์วิดท์สัญญาณ V | + - 0.5 MHz |
| แบนด์วิดท์สัญญาณ U | + - 0.5 MHz |

ย่านความถี่ที่ใช้ออกอากาศใช้ระบบยุโรป ( CCIR )

**2.10.2 .2 มาตรฐาน SECAM ( SEQUENTIAL COLOUR A MEMORY )**

ระบบนี้ได้ถูกดัดแปลงโดย HENRI DE FRANCE ชาวฝรั่งเศสเมื่อ ค.ศ. 1967 ( พ.ศ. 2510 ) และถูกปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยบริษัท THE COMPAGNIE FRANCAISE DE TE¢ LE¢ VISION ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปารีสและมีใช้แต่ในฝรั่งเศสเท่านั้น ระบบ SECAM แบบเก่าเรียกว่าแบบ SECAM-V ปัจจุบันได้ดัดแปลงเพื่อใช้กับระบบโทรทัศน์ขาวดำ 625 เส้น เรียกว่าระบบ SECAM-H ใช้ในประเทศแถบตะวันออกกลาง

**2.10.2 .3 รายละเอียดมาตรฐาน SECAM ( H ) ระบบ K**

| | |
|---|---|
| จำนวนเส้นต่อภาพ | 625 เส้น |
| จำนวนภาพต่อวินาที | 25 ภาพ |
| จำนวนฟิลด์ต่อวินาที | 50 ฟิลด์ |
| ความถี่การหักเหทางแนวนอน | 15,625 Hz |
| แบนด์วิดท์สัญญาณภาพลูมิแนนซ์ | |
| รายการขาวดำ | 0 - 5 MHz |
| รายการสี | 0 - 4 MHz |
| แบนด์วิดท์สถานี ( RF. ) | 7 MHz |
| จุดห่างระหว่างคลื่นพาหะเสียงกับภาพ | 5.5 MHz |
| เฟสของสัญญาณภาพที่ผสมกับคลื่นพาหะ | ช่วงลบ |
| ไซด์แบนด์ RF ด้านต่ำ | 1.25 MHz |
| ลักษณะการผสมสัญญาณเสียงกับคลื่นพาหะ | FM |
| ความถี่ของซับแคเรีย | |
| R – Y = 4.40625 MHz ( 282fh ) | |
| B – Y = 4.250 MHz ( 272fh ) | |
| ลักษณะการผสมซับแคเรียกับสัญญาณความต่างสี | FM |
| แบนด์วิดท์สัญญาณที่ผสมกับซับแคเรียแล้ว | |
| R – Y = + - 0.5 Hz | |
| B – Y = + - 0.5 MHz | |

ย่านความถี่ที่ใช้ออกอากาศใช้ระบบยุโรป ( CCIR )

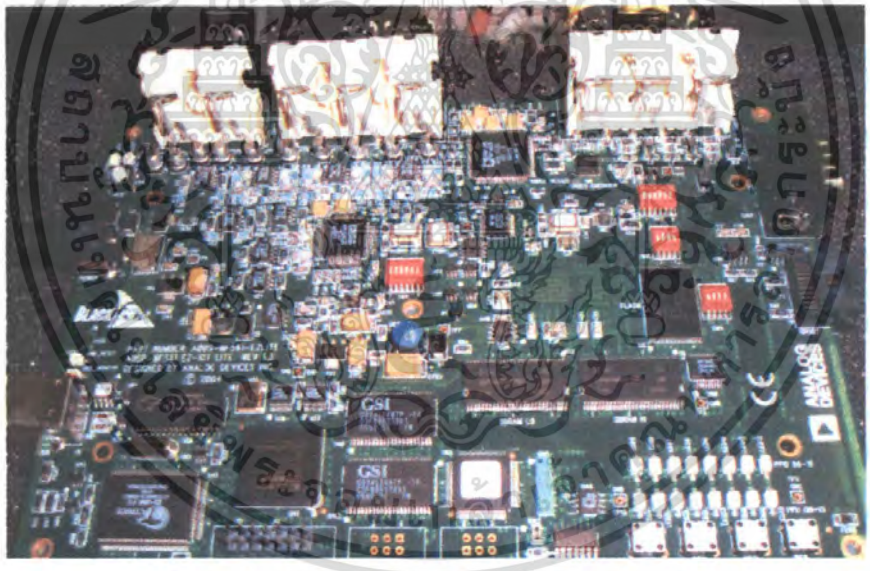
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.11 มอนิเตอร์ LCD

จอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันในปัจจุบันเป็นจอแบบ CRT : ( Cathode Ray Tube ) และจอแบบ LCD : ( Liquid Crystal Display ) จอ CRT นั้นสามารถผลิตได้ด้วยต้นทุนต่ำ คุณสมบัติการใช้งานก็นับว่าดีทีเดียว ภาพคมชัด สีสันสมจริงให้ความละเอียดสูง แต่ก็มีข้อเสียเปรียบ เช่นกัน

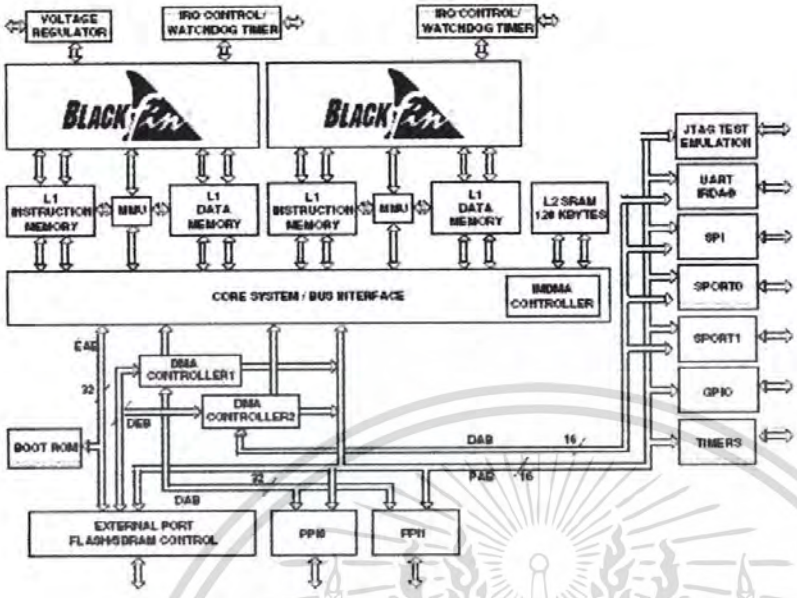
1. จอ CRT ประกอบขึ้นด้วยวงจรไฟฟ้าจำนวนมาก
2. มีการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากหน้าจอค่อนข้างสูงซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน
3. มีขนาดค่อนข้างใหญ่

## 2.12 บอร์ด ADSP-BF 561 ตระกูล Blackfin



**รูปที่ 2.10** บอร์ด ADSP-BF 561 ตระกูล Blackfin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.11** บล็อกไดอะแกรมการทำงานของบอร์ด ADSP-BF 561

EZ-KIT Lite for Analog Devices

ADSP-BF561 Blackfin Processor

**คุณสมบัติ**

- ใช้ Blackfin Processor รุ่น ADSP-BF561
- หน่วยความจำ SDRAM 64MB (16M*16-bit*2)
- หน่วยความจำแบบ FLASH 8MB (4M*16-bit)
- การประมวลผลทางเสียงใช้ AD1836 Multichannel
  - 2*2 RCA jacks สำหรับการรับระบบเสียงสองทิศทางสองชุด
  - 3*2 RCA jacks สำหรับการส่งระบบเสียงสองทิศทางสามชุด
- การถอดรหัส ใช้ ADV7183A สามารถพัฒนาในการถอดรหัสสัญญาณ Video ได้ถึง 10 bit
  - 3 RCA jacks สำหรับ Composite (CVBS) Differential Component (YUV)

  หรือ (Y/C) Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีระบบการรับส่งข้อมูล UART Line driver/receiver
- USB-based debugger interface
- JTAG ICE 14-pin header
- ใช้ระบบการประมวลชุดข้อมูล VisualDSP++ ในการพัฒนา
- ใช้ประโยชน์จากหน่วยความจำแบบ Flash ในการ boot code
- 16 general-purpose LED สำหรับการบอกสภาวะ และ 4 general-purpose สำหรับการรับค่า switch
- จุดต่อขยาย 3 ชุด สำหรับ การพัฒนาติดต่อกับการประมวลผล
- CE-Certified

The ADSP-BF561 EZ-KIT Lite ได้มีกระบวนการในการพัฒนาสำหรับวิธีการในการใช้งานให้ได้ประโยชน์ เพื่อพัฒนาการประมวลผลคุณสมบัติทางสัญญาณเสียงและภาพ ซึ่งใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง สาย USB การประมวลสัญญาณ Analog จะใช้ AD1836 Mulitichannel 96 KHz ร่วมกันในการวิเคราะห์สัญญาณเสียง สำหรับในการวิเคราะห์สัญญาณภาพนั้น ADV7183A ที่พัฒนาได้ถึง 10 bit ในการถอดรหัส และ ADV7189 เป็นตัว chip Scale ระหว่างระบบ NTSC กับระบบ PAL ในการเข้ารหัส คุณสมบัติตัวกล่าวของอุปกรณ์เหล่านี้สามารถที่จะนำชุดข้อมูลเข้ามาและส่งออกไป โดยผ่านกระบวนการประมวลผลของ ADSP-BF561 ซึ่งสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ Dual core ทำงานร่วมกัน

VisualDSP++ นี้จะเป็นตัวพัฒนาและตรวจสอบคล้ายกับการตรวจสอบแบบติดต่อกับ USB-based ซึ่งสามารถทำได้ถึง 12Mbits/second ทำให้ผู้ใช้งานกำหนดค่าที่เลือกใช้งานต่าง ๆ (อย่างเช่นการอ่านและเขียนในหน่วยความจำ, การอ่านและเขียนข้อมูลต่าง ๆ ลงใน Register ,set และ clear breakpoint ,และ การทำงานของโปรแกรมเป็นลำดับขั้น สำหรับ code ต่าง ๆ Assembly,c และ c++ ) แต่ในการพัฒนาของรุ่นนี้ ได้กำหนดเครื่องมือทาง Software ได้กำหนดได้ใช้สำหรับ EZ-KIT Lite. สำหรับการพัฒนาและตรวจสอบแบบไม่จำกัดทางด้านความเร็วนั้น ในตระกูลของที่เหนือกว่า JTAG และ Version เต็มของ VisualDSP++ เป็นการใช้ประโยชน์ทางด้านนี้ที่มาจาก Analog Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับ Analog Device ในตระกูลของ Blackfin EZ-Extender เป็นอุปกรณ์เสริมที่ใช้งานร่วมกับ ADSP-BF561 EZ-KIT Lite ใช้สำหรับต่อจุดขยายออก 3 ชุดและสามารถใช้จุดเชื่อมต่อแบบประมวลผลความเร็วได้ Hi Speed Converter (HSC) พัฒนาบอร์ดและ OV6630 OmniVision ในการใช้งานร่วมกับ EZ-KIT Lite

ADSP-BF561 EZ-KIT Lite เป็นส่วนหนึ่งของ Analog Device CROSSCORE เป็นเครื่องมือส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แต่ละกระบวนการครอบคลุมการตั้งค่าในการพัฒนา เตรียมไว้สำหรับนำมาใช้งานให้เหมาะสมกับการพัฒนาระบบต่อไป

ส่วนประกอบอุปกรณ์ใน CROSSCORE

- VisualDSP++
- EZ-KIT Lite evalution kits
- EZ-Extender daughter boards
- Emulators

การใช้ VisualDSP++ เป็นการใช้งานที่ง่าย ซึ่งจะเป็นตัวรวมกระบวนการในพัฒนา การตรวจสอบระบบให้มีความเล็กลงแต่มีความเร็วที่สูงขึ้น นั่นคือทำให้มันดีขึ้น EZ-KIT Lite เป็นตัวที่นำไปสู่ประสิทธิภาพของ Analog Device ในส่วนของการประมวลผลแบบ Embedded อีกทั้งในส่วนย่อย DSP EZ-Extender ที่จะเข้าไปพัฒนาระบบให้มีความสามารถที่หลากหลายเพื่อใช้ในการ Interface จาก Analog Device ที่มาจากทั้งสามระบบ ในการต่อใช้งานระบบนั้นทำได้ทั้งสองทางคือ ทั้ง PCI และทาง USB ผ่านทาง Platforms ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วผ่านทาง Chip อุปกรณ์ทาง analog เหล่านี้ทำให้ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง จะทำให้การที่นำไปใช้งานได้ง่ายมากขึ้นและสะดวกสะบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.12.1 สถาปัตยกรรม ADSP – BF561**

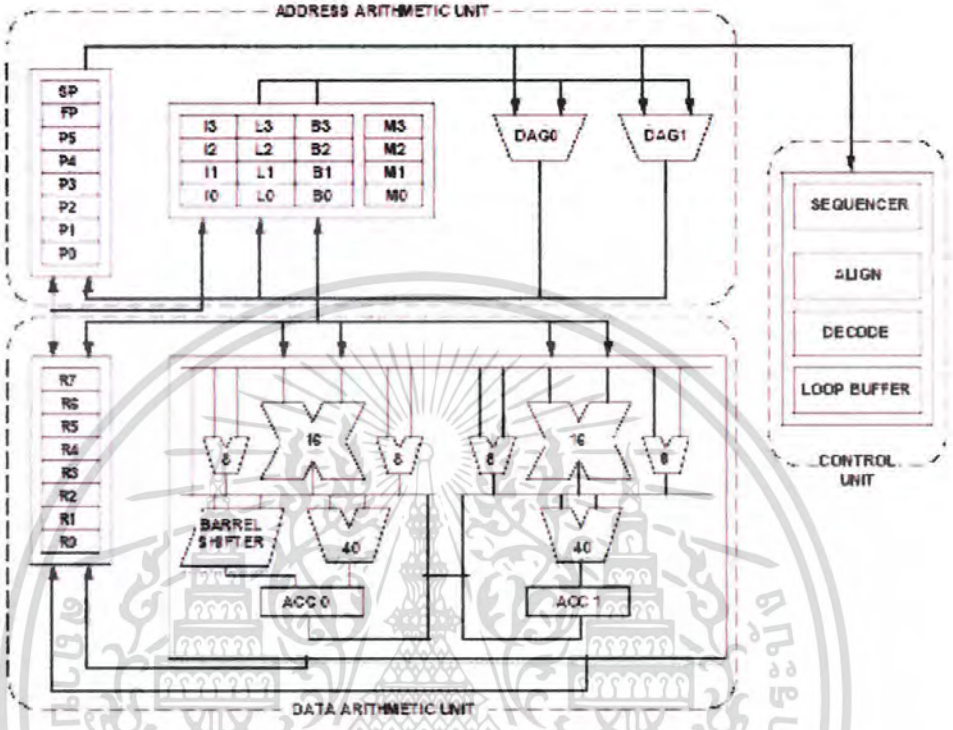
ADSP – BF561 Blackfin มี core อยู่สองตัวและแต่ละตัวจะมีตัวคูณอยู่ 16 บิต, หน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์ 40 บิต, หน่วยประมวลสัญญาณภาพ 8 บิตและตัวเลื่อนตำแหน่ง 40 บิต จากรูปจะแสดง Core ของแต่ละยูนิต โดยมีรีจิสเตอร์เก็บข้อมูลของการคำนวณมีขนาด 8, 16, 40 บิต การทำงานของแต่ละ Core จะอธิบายดังด้านล่างนี้

การเก็บข้อมูลรีจิสเตอร์การคำนวณมีทั้งหมด 32 บิตจะประกอบด้วยตัวละ 8 บิต เมื่อดำเนินการคำนวณข้อมูลที่ได้จะมี 16 บิต ซึ่งการเก็บข้อมูลรีจิสเตอร์จะเป็นอิสระต่อกันทั้ง 16 บิต การกระทำการคำนวณสามารถนำมาติดต่อกับที่เก็บข้อมูลรีจิสเตอร์ได้หลายทางและขอบเขตของข้อมูลต้องคงที่

โดยแต่ละหน่วยประมวลผลมี 16 บิต และจะเพิ่มขึ้นที่หลายเท่าต่อไซเคิล ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลทางคณิตศาสตร์นี้จะมีถึง 40 บิต ซึ่งจะเหมาะแก่การใช้งานกับฟังก์ชั่น Sign และ Unsign, การหารปัดเศษ

หน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์พื้นฐานจะจัดการตัวเลขและผลลัพธ์จากการคำนวณที่ข้อมูล 16บิตหรือ 32 บิต คำสั่งที่สำคัญมากจะอยู่ในส่วนของการคำนวณนี้จะประกอบด้วยหลายส่วน เช่นการดึงข้อมูลทั้งหมด การนับจำนวน การคูณและหารเบื้องต้น การปัดเศษ เลขชี้กำลัง เป็นต้น ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ การจัดการสัญญาณภาพสามารถจัดเรียงเป็นขั้นตอนได้ ใช้หาเวคเตอร์และยังใช้เปรียบเทียบค่าได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.12** แสดงสถาปัตยกรรมภายในของ ADSP – BF561 Core

ซึ่งเราสามารถใช้งานบางส่วนของรีจิสเตอร์ 16 บิตของหน่วยประมวลผลทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้งานได้ในเวลาเดียวกัน โดยการจับคู่กันของ 16 บิตต่ำและ 16 บิตสูงของรีจิสเตอร์ที่ใช้คำนวณ

ตัวเลื่อนตำแหน่ง 40 บิต สามารถฝากข้อมูลไว้ได้ ใช้ในการเลื่อนข้อมูล การสับเปลี่ยน การทำให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และการดึงข้อมูลออกมาใช้ การทำงานที่ดีควรที่จัดลำดับการควบคุมโปรแกรม เช่น การจัดเรียงที่ถูกตำแหน่งและการถอดรหัสข้อมูล สำหรับการควบคุมโปรแกรมต้องจัดลำดับอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เหมาะสมกับตัวประมวลผล และการกระโดดตามเงื่อนไขโดยอ้อม การเรียกโปรแกรมย่อย ต้องทำให้เหมาะสมกับฮาร์ดแวร์ โดยจะขึ้นกับการเชื่อมต่อที่ถูกต้อง ถ้าเชื่อมต่อไม่ดีจะมีผลกระทบเกิดขึ้นเมื่อทำตามคำสั่งของโปรแกรม

แอดเดรสที่ใช้คำนวณมี 2 แอดเดรสซึ่งสามารถทำงานได้พร้อมกันและยังสามารถนำข้อมูลจากหน่วยความจำไปยังหน่วยประมวลผลกลางได้อีกด้วย โดยมันจะจำกัดช่องทางการเก็บข้อมูล

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของรีจิสเตอร์ซึ่งจะใช้ 4 ตัวประกอบกันคือ ครรชนี 32 บิต, การเปลี่ยนแปลง, ช่วงเวลารีจิสเตอร์พื้นฐาน, และรีจิสเตอร์ 8 บิต จะเพิ่มได้ถึง 32 บิต

Blackfin สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของหน่วยความจำ หน่วยประมวลผลกลางจะทำงานได้เต็มที่ที่หน่วยความจำ(L1) ซึ่งจะใช้ควบคุมข้อมูลหน่วยความจำ เพื่อทำให้สามารถใช้หน่วยความจำในสแต็กและข้อมูลตัวแปรเฉพาะ

ชั้นของหน่วยความจำ(L1) จะมีโครงสร้างที่ใช้ร่วมกันของ SRAM และหน่วยความจำแคช (Cache) การใช้หน่วยความจำจะต้องป้องกันแบบตัวต่อตัวของ Core จะสามารถใช้ป้องกันระบบของรีจิสเตอร์ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ด้วย

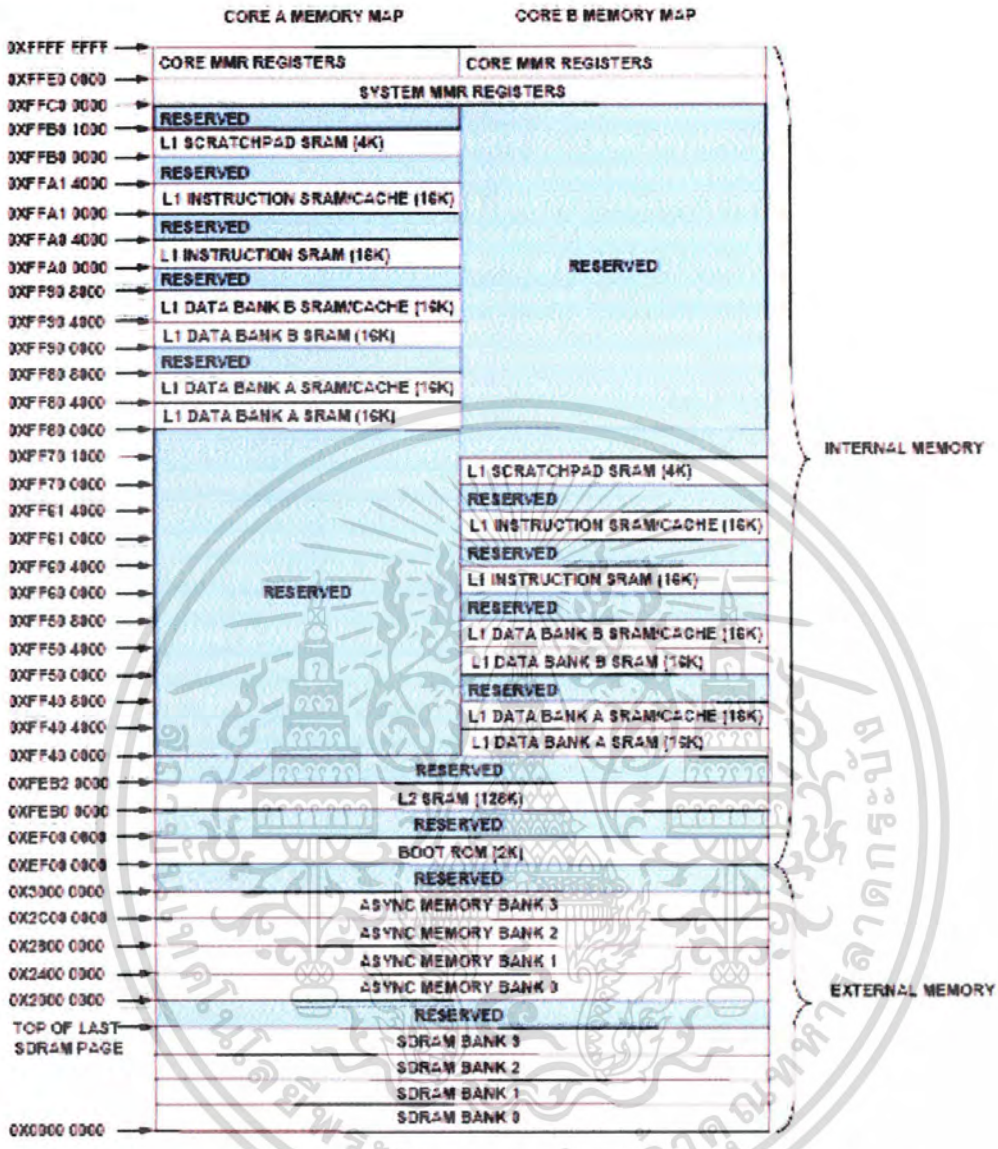
บอร์ด ADSP – BF561 dual core จะมีส่วนหนึ่งของหน่วยความจำ(L2) ซึ่งทำให้สามารถเข้าถึง SRAM ได้เร็วขึ้นบางส่วนยังมีส่วนที่สัมพันธ์กับแบงค์ของหน่วยความจำ(L1) ด้วย หน่วยความจำ(L2) จะทำให้หน่วยความจำข้อมูลสามารถควบคุมการรวมกันของโค้ดและข้อมูลที่ต้องการออกแบบแก่ระบบ

### 2.12.2 โครงสร้างของหน่วยความจำ

โครงสร้างหน่วยความจำเดี่ยวมีที่ว่างอยู่ 4 จิกะไบท์ ใช้งานได้ 32 บิต ทั้งหมดนี้จะประกอบไปด้วย หน่วยความจำภายใน, หน่วยความจำภายนอก, รีจิสเตอร์ที่ใช้ควบคุมอินพุต/เอาต์พุต ซึ่งจะแยกส่วนกันและสามารถใช้ร่วมกันในที่ว่างของแอดเดรส ส่วนหน่วยความจำของที่ว่างของแอดเดรสจะใช้การจัดการระดับชั้นโครงสร้างเพื่อให้เหมาะสมและรวดเร็ว ค่าแฝงในตัวต่ำ เมื่อใช้หน่วยความจำเหมือนกับหน่วยความจำแคชหรือ SRAM จะมีขนาดใหญ่, ลดการสิ้นเปลืองและความสามารถจะต่ำลงเมื่อไม่ได้ใช้ระบบในหน่วยความจำดังแสดงในรูป

หน่วยความจำ DMA จะต้องใช้ช่วงความถี่สูงในการเคลื่อนย้ายข้อมูลซึ่งจะทำให้สามารถดำเนินการส่งผ่านรหัสหรือข้อมูลระหว่างหน่วยความจำภายในและที่ว่างของหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.13** แสดงหน่วยความจำภายในและหน่วยความจำภายนอกของ ADSP-BF561

### 2.12.3 หน่วยความจำภายใน

แต่ละCore ของ ADSP-BF561 มี 3 ส่วนของการใช้หน่วยความจำจะต้องใช้ช่วงความถี่สูง จึงจะสามารถเข้าถึง Core ได้

- หน่วยความจำ(L1) ประกอบด้วย SRAM 32 กิโลไบท์ ซึ่งจะใช้ 16 กิโลไบท์เป็นองค์ประกอบของการเชื่องโยงของหน่วยความจำแคช นั่นคือการเข้าถึงหน่วยความจำของหน่วยประมวลผลได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยความจำ(L1) จะมีอยู่ 2 แบงค์ โดยแต่ละแบงค์มีขนาด 32 กิโลไบท์โดยในแบงค์แบงค์หนึ่งจะต้องมี SRAM เป็นองค์ประกอบเสมอมีอยู่สองทางที่จะเข้าถึงหน่วยความจำแคชได้

- หน่วยความจำ(L1) จะมีหน่วยความจำชั่วคราวใช้เก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณอยู่ 4 กิโลไบท์ ซึ่งเมื่อหน่วยประมวลผลทำงานเต็มที่ จะทำให้เข้าถึงข้อมูล SRAM แต่ไม่สามารถใช้หน่วยความจำแคชได้

บอร์ด ADSP – BF561 dual core จะมีค่าแฝงภายในตัวต่ำ, ใช้ช่วงความถี่สูงในการใช้งาน หน่วยความจำ(L2) โดยจะใช้หน่วยความจำตามลำดับกับหน่วยความจำ(L1) ซึ่งเราจะให้ความสำคัญของ(L1) มากกว่า การใช้หน่วยความจำ(L2) คือ SRAM ซึ่งสามารถทำได้สองอย่างพร้อมกันคือการใช้งานและการเข้าถึงข้อมูล

**2.12.4 หน่วยความจำภายนอก**

หน่วยความจำภายนอกสามารถเข้าถึงได้โดยการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับคอมพิวเตอร์ จะมี 32 บิตในการเชื่อมต่อซึ่งสามารถเชื่อมต่อได้ 4 แบงค์ และจะมี DRAM(SDRAM) อยู่ภายในและอีก 4 แบงค์จะเป็นหน่วยความจำอะซิงโครนัส(Asynchronous), อีพรอม(EPROM), รอม (ROM), SRAM, หน่วยความจำอินพุต/เอาต์พุต ของอุปกรณ์

การควบคุม SDRAM ควบคุมได้โดยการ โปรแกรมเชื่อมต่อได้ถึง 512 เมกะไบท์ ของ SDRAM การควบคุมส่วนหน่วยความจำอะซิงโครนัส(Asynchronous), ขึ้นอยู่กับ 4 แบงค์ของอุปกรณ์ โดยแต่ละแบงค์จะมีขนาด 1 เมกะไบท์ ส่วนขนาดของอุปกรณ์เจะไม่คำนึงถึง ดังนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาด 1 เมกะไบท์ ของหน่วยความจำเท่านั้น

**2.12.5 ที่ว่างของหน่วยความจำอินพุต/เอาต์พุต**

Blackfin จะไม่ได้กำหนดที่ว่างของหน่วยความจำอินพุต/เอาต์พุตไว้ แต่ทั้งหมดจะมีแอดเดรสว่างอยู่ 32 บิต ในการใช้ตัวเก็บข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตของอุปกรณ์ สามารถควบคุมด้วยรีจิสเตอร์ โดยเข้าไปในรีจิสเตอร์หน่วยความจำที่แอดเดรสใกล้เคียงหรืออยู่บนที่ว่างของแอดเดรส 4 จิกะไบท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.13 Zigbee**

**Performance**

| | |
|---|---|
| Indoor/urban Range: | up to 300' (100 m) |
| Outdoor line-of-sight | Range: up to 1 mile (1.6 km) |
| Transmit Power Output: | 100 mW (20 dBm) EIRP |
| Power-down Current: | < 10 μA |
| Operating Frequency: | 2.4 GHz |
| RF Data Rate: | 250,000 bps |

**Power Requirements**

| | |
|---|---|
| Supply Voltage | 2.8 – 3.4 V |
| Transmit Current (typical) | 215 mA (@ 3.3 V, 18 dBm) |
| Idle / Receive Current (typical) | 55 mA (@ 3.3 V) |
| Power-down Current | < 10 μA |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zigbee เป็นมาตรฐานสำหรับเครือข่ายไร้สายสำหรับพื้นที่ส่วนบุคคล (Wireless Personal Area Network:WPAN) ซึ่งถูกออกแบบสำหรับอุปกรณ์ไร้สายที่มีอัตราข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานน้อย มีระยะเวลาการใช้งานที่นานและราคาถูก เช่นในระบบAutomation และอุปกรณ์ควบคุมระยะไกล Zigbee ประกอบด้วย Physical Layer และ Medium Access Control (MAC) Layer ซึ่งอ้างอิงบนมาตรฐาน 802.15.4 Network Layer และ Application Support Layer จะถูกกำหนดโดย Zigbee Alliance ซึ่งผู้ผลิตอุปกรณ์แต่ละรายสามารถที่จะพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ของตนเองได้บนชุดพัฒนาของผู้พัฒนาโปรโตคอล Zigbee กำหนดย่านความถี่ตามมาตรฐาน IEEE 802.15.4 มีสองช่วง คือ ย่านความถี่ 2.4 GHz หรือ 868/915 MHz โดยในย่านความถี่ที่ 2.4 GHz จะมีอัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 250 kbps ส่วนย่านความถี่ 915 MHz จะมีอัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุด 40 kbps และที่ย่านความถี่ 868 MHz จะรับส่งข้อมูลได้สูงสุด 20 kbps ที่ความถี่สูงจะสามารถส่งข้อมูลได้รวดเร็วกว่าแต่มีพื้นที่ครอบคลุมแคบกว่าการใช้ย่านความถี่ต่ำ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ย่านความถี่ได้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและเหมาะสมกับการจัดสรรคลื่นความถี่ของประเทศนั้นๆเครือข่าย Zigbee สามารถปรับเปลี่ยนและผสมผสานทอพอโลยีหลายแบบเพื่อให้เหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานของระบบต่าง ๆ การเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ปลายทาง (End point) กับอุปกรณ์จัดเส้นทางจะใช้ทอพอโลยีแบบ Star ซึ่งอุปกรณ์จัดเส้น ทางจะเป็นศูนย์กลางการควบคุมการรับส่งข้อมูล และอุปกรณ์จัดเส้นทางแต่ละตัวกับ Coordinator จะเชื่อมโยงกันแบบจุดต่อจุด ทำให้เครือข่าย Zigbee มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานและเป็นเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพ

## 2.14 การแปลงสัญญาณอนาล็อก-ดิจิตอล (Analog To Digital Converter.)

สัญญาณที่ใช้ในอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ มี 2 ชนิด คือ สัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิตอล สัญญาณอนาล็อก จะใช้ใน อุปกรณ์ทั่วๆ ไป และใช้ในการควบคุมแบบเก่า

ในปัจจุบันมีไมโครโปรเซสเซอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ามาช่วยในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย ซึ่งทำให้การควบคุมนั้นทำได้ง่าย และรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่ในการควบคุมนั้นเราจำเป็นต้องใช้ สัญญาณดิจิตอลในการติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ในความเป็นจริงนั้น เราใช้สัญญาณอนาล็อกในการควบคุม ดังนั้นเราจึงจำเป็น ต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วจึงนำสัญญาณนั้นเข้ามาสู่ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ควบคุมระบบต่อไป

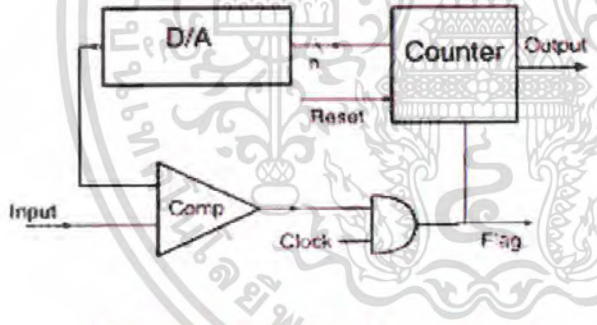
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ว่าสัญญาณอนาล็อกนั้นมีความแน่นอน และแม่นยำสูง แต่สัญญาณอนาล็อกนั้นก็ควบคุมได้ยาก เนื่องจากในสภาพแวดล้อม มีสัญญาณรบกวนอยู่มาก และการที่จะทำให้ การควบคุมแบบอนาล็อก มีความสามารถควบคุม เท่ากับการควบคุมแบบดิจิตอลนั้น ทำได้ยาก เนื่องจากวงจรควบคุมแบบ อนาล็อกจะต้องมีความซับซ้อนสูง

อย่างไรก็ตาม สัญญาณดิจิตอลก็ไม่สามารถทดแทนความละเอียดของสัญญาณอนาล็อกได้อย่างสมบูรณ์ แต่ทำให้การควบคุมนั้นทำให้ง่าย และสะดวกยิ่งขึ้น

### 2.14.1 Counting Converter

Counting Converter เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดของการแปลงสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยใช้อัลกอริทึม การนับค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แล้วนำผลที่ได้จากการนับไปเปรียบเทียบกับค่าที่ต้องการที่ตั้งไว้ ลักษณะการทำงานเป็นดังรูป




**รูปที่ 2.14** แสดงหลักการของ ADC

จากวงจร Counter เป็นอุปกรณ์นับค่าที่เพิ่มขึ้นทีละหนึ่ง แล้วส่งค่าที่ได้ให้ D/A มีขา Reset รับสัญญาณ Reset เมื่อต้องการให้เริ่มนับใหม่

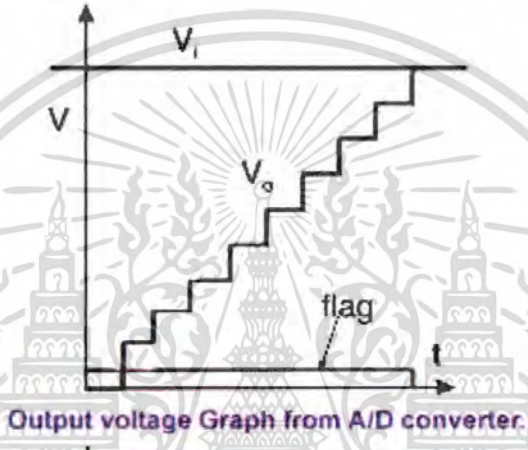
D/A เมื่อรับค่าที่นับเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งจากตัวนับ ก็แปลงค่าให้เป็นสัญญาณ อนาล็อกที่มีค่าความต่างศักย์ค่าๆ หนึ่ง แล้วส่งต่อเข้าไปที่อุปกรณ์ตัวเปรียบเทียบ(Comparator)

Comparator จะเป็นอุปกรณ์ตัวเปรียบเทียบค่าความต่างศักย์ ของอินพุต และค่าจากที่ตัวนับ ถ้าหากทั้งสองสัญญาณมีค่าเท่ากันส่งค่าความต่างศักย์ 0 โวลต์ออกมา(ลอจิก 0) ถ้าไม่เท่ากันก็จะส่งความต่างศักย์ที่ไม่ใช่ 0 โวลต์ออกมา(ลอจิก 1)

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่าความต่างศักย์ที่ออกมา จะนำมาเข้าลอจิกเกต "และ" กับ สัญญาณนาฬิกา จะได้ค่าลอจิกออกมา ถ้าผลลัพธ์ออกมาเป็นสัญญาณนาฬิกาแสดงว่ายังไม่ได้ผลลัพธ์เท่าที่ต้องการ สัญญาณนาฬิกาก็จะไปทำให้ตัวนับนับเพิ่มขึ้นต่อไป และเมื่อได้ค่าผลลัพธ์ดิจิตอลที่ต้องการแล้ว ค่าที่ได้จากตัวเปรียบเทียบจะให้ค่าความต่างศักย์เป็น 0 (ลอจิก 0) ซึ่งเมื่อนำมาเข้าลอจิกเกต "และ" กับสัญญาณนาฬิกาแล้ว ก็จะให้ลอจิก 0 ซึ่งทำให้ตัวนับไม่นับเพิ่มอีก ก็จะได้ค่าดิจิตอลจากตัวนับที่ต้องการ

จากคำอธิบายข้างต้นจะได้กราฟของ V0 ดังนี้




**รูปที่ 2.15** แสดงแรงดันทางด้าน Output

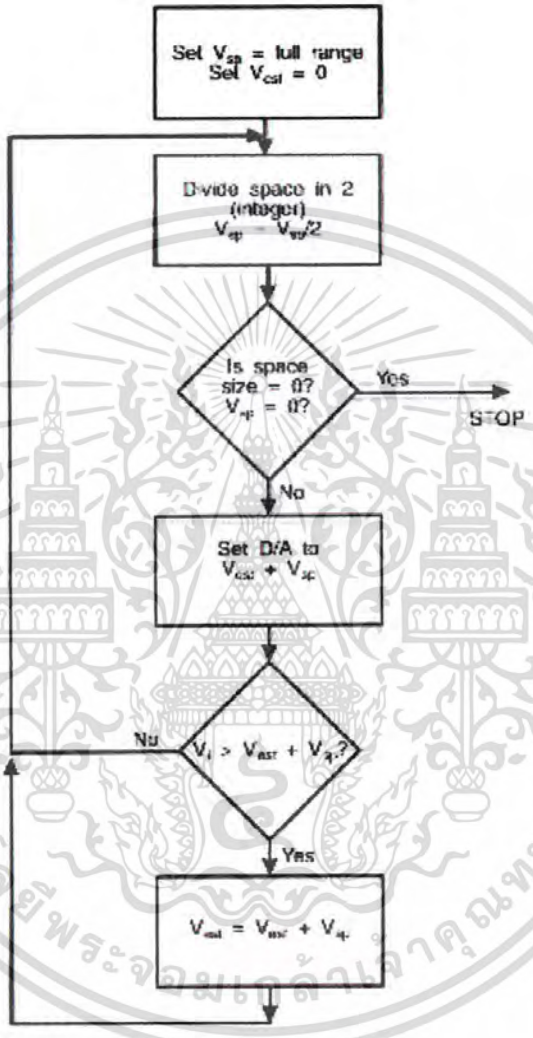
ข้อเสียของวิธีนี้ คือ การนับต้องเริ่มนับที่ 0 เสมอ และนับเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ช้า เอาท์พุตที่ได้จะมี delay จึงไม่ค่อยนิยมใช้เท่าที่ควร จึงได้เปลี่ยนตัวนับเป็นแบบนับลงได้ด้วย ซึ่งจะอ้างอิงระดับจากระดับเก่า ทำให้ไม่จำเป็นต้องนับ 0 ใหม่ เมื่อมีการเปลี่ยนอินพุตใหม่ แต่ให้อ้างอิงกับผลลัพธ์เดิม ทำให้ได้ผลลัพธ์เร็วขึ้น

### 2.14.2 Successive Approximation

ใช้หลักการของ "binary search" ในการหาคำตอบ โดยนำค่าผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกับค่ากึ่งกลางของช่วง เพื่อให้ทราบว่า ค่านั้นๆ มากกว่า หรือน้อยกว่า โดยจะปรับช่วงให้แคบลงมาเรื่อยๆ แล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์กับค่ากึ่งกลางของช่วงไปเรื่อยๆ จนได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น เลขที่เป็นคำตอบคือ 3 จากช่วงของคำตอบที่ 0-7 ครั้งแรกเอาค่า (0+7)/2 = 4 มาเปรียบเทียบ ได้ผลว่า คำตอบที่ต้องการอยู่ในช่วงที่น้อยกว่า 4 ครั้งที่ 2 ก็เลือกค่า (0+4)/2 = 2 มาเปรียบเทียบ ได้ผลว่าคำตอบที่ต้องการอยู่ในช่วงที่มากกว่า 2 แต่น้อยกว่า 4 ครั้งที่ 3 ก็เลือกค่า (2+4)/2 = 3 มาเปรียบเทียบ ได้ผลว่าคำตอบที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการที่กล่าวมาอาจเขียน flow chart ได้ดังนี้




**Binary Search Strategy**

**รูปที่ 2.16** แสดงลำดับขั้นของ **Successive Approximation**

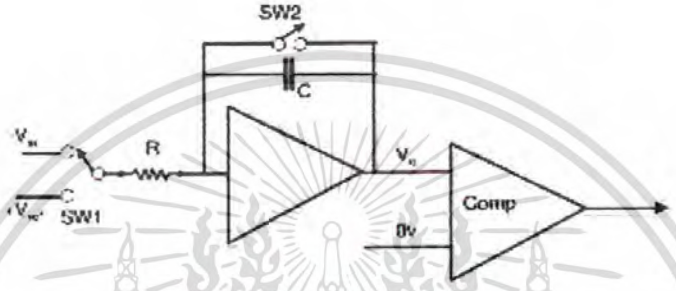
ข้อดีของวิธีนี้ คือ เวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ n รอบ แน่นอน (สำหรับ n bit converter ซึ่งอ้างอิงได้ $2^n$ ระดับ และระดับ Vin ที่คงที่) ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าแบบ "Counting Algorithm"

แต่มีข้อเสีย คือถ้า $V_{in}$ เปลี่ยนทันทีทันใด ขณะที่กำลังทำ binary search อยู่นั้น คำตอบที่ได้จะผิดพลาด ตัวอย่างเช่น เปลี่ยน $V_{in}$ จาก 5 Volt เป็น 2 Volt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.14.3 Dual-Slope ADC**

ใช้หลักการของวงจร Integrater ทำงานร่วมกับตัว Comparater ดังรูป




Dual Slope A/D converter .

**รูปที่2.17** แสดงหลัก Dual-slope

Input Voltage มี 2 ตัว คือ ค่าความต่างศักย์อนาล็อกที่ต้องการแปลงเป็นดิจิตอล ($-V_{in}$) และความต่างศักย์ที่คงที่ค่าหนึ่ง ($V_{ref}$) และมีสวิตช์ SW1 ซึ่งทำหน้าที่เลือกค่าสัญญาณ

จากวงจรตอนเริ่มต้นสวิตช์ SW2 ทำหน้าที่คายประจุของตัวเก็บประจุ C แล้วจึงเปิด SW2 ออก

เมื่อสวิตช์ SW1 สับมาที่ $-V_{in}$ จากวงจร Intergrater จะพิสูจน์สมการได้ดังนี้

$$I=C\frac{dV_0}{dt}$$

$$-V_{in} + iR - V_0 + V_0 = 0$$

$$-Vin + RC\frac{dV_0}{dt} = 0$$

$$V_{in} = RC\frac{dV_0}{dt}$$

$$\int dV_0 = \int \frac{V_{in}}{RC} dt$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_0 = \frac{V_{in}(t)}{RC}$$

slope มีค่าเท่ากับ $\frac{V_{in}}{RC}$

ค่า t ที่ใช้มีค่าคงที่ $t_m$

เมื่อ t เพิ่มจากศูนย์ถึง $t_m$ ให้SW1 สับไปที่ $V_{ref}$

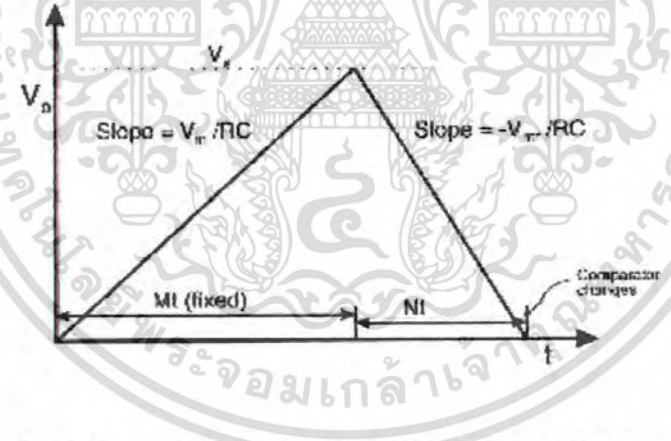
$$V_0 = \frac{V_{ref}(t)}{RC}$$

จะได้สมการ

slope มีค่า $\frac{V_{ref}}{RC}$

สมมติ ช่วงเวลาตั้งแต่ความต่างศักย์ที่ $t_m$ จนความต่างศักย์เป็น 0 มีค่าเท่ากับ $t_n$

ได้ดังแสดงในกราฟ




**Dual Slope A/D Converter Output and Timing**

**รูปที่ 2.18** แสดงรูปสัญญาณจากหลักการ Dual slope

$$V_{in} = V_{ref} \frac{t_n}{t_m}$$

จากหลักของสามเหลี่ยมคล้าย จะได้สมการ

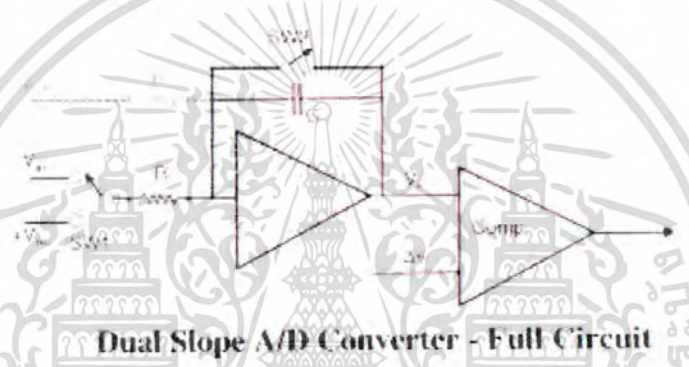
เนื่องจาก $V_{ref}$ และ $t_n$ มีค่าคงที่ สัญญาณอนาล็อกขึ้นกับค่า $t_n$ เพราะการควบคุมการเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอล ที่ขึ้นกับค่า $t_n$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลจะทำโดยจับคู่ค่า $t_n$ กับเอาต์พุตค่าๆ หนึ่ง ตามความเหมาะสมสำหรับ $V_{ref}$ นั้นๆ เหมือนการเทียบค่าในตาราง

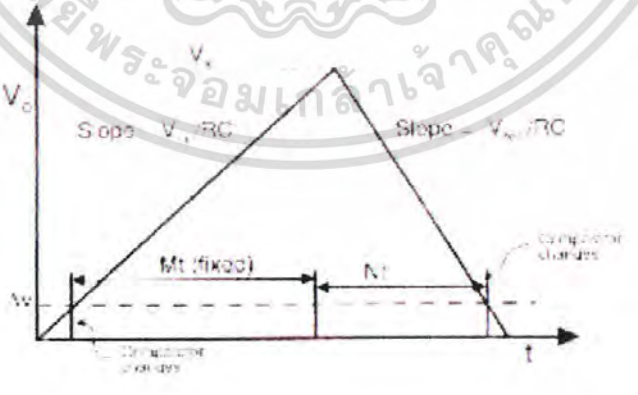
ความเร็วของการแปลงสัญญาณแบบนี้ ขึ้นอยู่กับ $V_{in}$ และ Slope ของวงจร integrater

โดยธรรมชาติแล้ว ลักษณะของตัวเปรียบเทียบเองนั้น จะไม่เป็นอุดมคติ คือจะมีผลต่างของความต่างศักย์อยู่ V โวลต์ แม้ว่าจะต่ออินพุตทั้งสองลงกราวด์แล้วก็ตาม ซึ่งถ้า $V_{ref}$ ที่ใช้อยู่นั้นมีค่าน้อยกว่าค่าผลต่างของความต่างศักย์ที่เกิดจากตัวเปรียบเทียบ ความชันก็จะน้อย ทำให้เวลา $t_m$ ใช้เวลานานมาก กว่าที่จะพ้นค่าความต่างศักย์ที่เกิดจากตัวเปรียบเทียบ เราจึงต้องนำค่าความต่างศักย์มาเพิ่มให้กับ $V_{ref}$ เพื่อหาผลลัพธ์ ดังรูป



Dual Slope A/D Converter - Full Circuit

**รูปที่ 2.19** แสดง Dual slope A/D Converter – Full Circuit

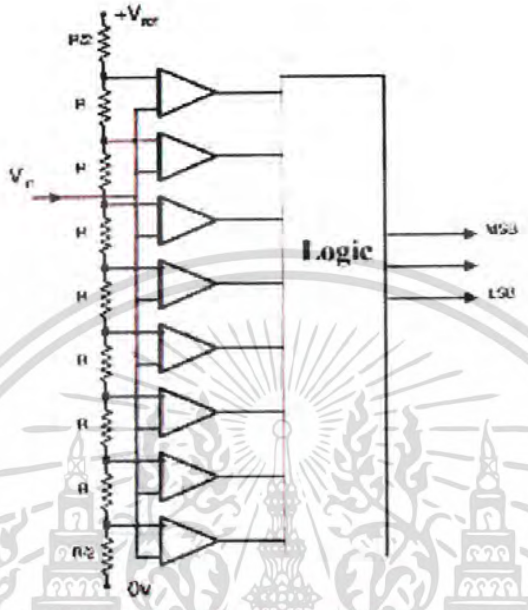



Dual Slope A/D Converter - Zero Offset

**รูปที่ 2.20** แสดงกราฟ Dual slope A/D Converter – Zero Offze

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.14.4 Flash Converter**




**รูปที่ 2.21** แสดงวงจร Flash Converter

หลักการของ Flash Converter คือการใช้การแบ่งแรงดันเป็น Voltage หลายๆ ค่า แล้วเปรียบเทียบกับ Vin เป็นคู่ๆ พร้อมกัน แล้วกระทำการทาง logic จากรูปมี Voltage เปรียบเทียบ 8 bit

ค่าความต่างศักย์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากค่าความต้านทานที่ต่อเพิ่มขึ้น ความต่างศักย์ที่ได้นั้นเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ Vin แล้วมากกว่าก็จะปล่อยลอจิกออกมา ถ้ามากกว่าก็จะให้ลอจิก 1 ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากันก็จะให้ลอจิก 0 วิธี Flash Converter นี้จะเร็วที่สุด แต่ใช้อุปกรณ์ทาง Hardware มากกว่าแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.15 มอเตอร์กระแสสลับ (Alternating Current mortor)** หมายถึง มอเตอร์ที่ต้องใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ (A.C.) ให้ไหลไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ มอร์เตอร์กระแสสลับมีลักษณะและส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนไดนาโมกระแสสลับ ต่างกันแต่วิธีใช้เท่านั้น โดยที่กระแสไฟฟ้าสลับมีทิศทางการไหลสลับกลับไปกลับมาอยู่ตลอดเวลา

**2.15.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว (Single Phase induction motors)**

สำหรับส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์การทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวแบบกรงกระรอกที่มีขดลวดสเตเตอร์ถูกวางแบบกระจาย โดยที่ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ดังกล่าวนั้นไม่สามารถเริ่มต้นหมุนได้ อย่างไรก็ตามถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปได้จำเป็นต้องมีวิธีการช่วยเพื่อให้มอเตอร์เริ่มต้นในการหมุน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

มอเตอร์เฟสเดียว มอเตอร์ชนิดนี้จะใช้กับแรงดัน 220 โวลท์ มีสายไฟเข้าไปยังตัวมอเตอร์ 2 เส้น มีแรงม้าไม่สูงมากนัก แยกย่อยออกไปได้อีกเป็น

-เช็ดโปลมอเตอร์

-สปีดเฟสมอเตอร์

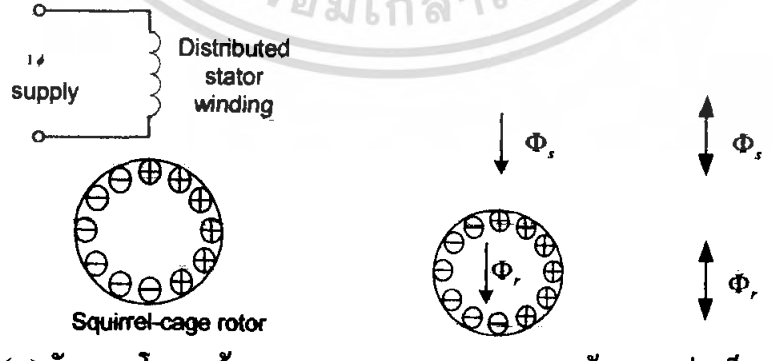
-คาปาซิเตอร์มอเตอร์

-ยูนิเวอร์ซัลมอเตอร์

-รีพัลชั่นมอเตอร์

**2.15.1.1** ทฤษฎีสนามแม่เหล็กหมุนคู่ (Double revolving field theory)

การทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวสามารถแสดงและวิเคราะห์โดยอาศัยทฤษฎีสนามแม่เหล็กหมุนคู่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้




(ก) ลักษณะโครงสร้าง (ข) เส้นแรงแม่เหล็ก

**รูปที่ 2.22** มอเตอร์เฟสเดียว

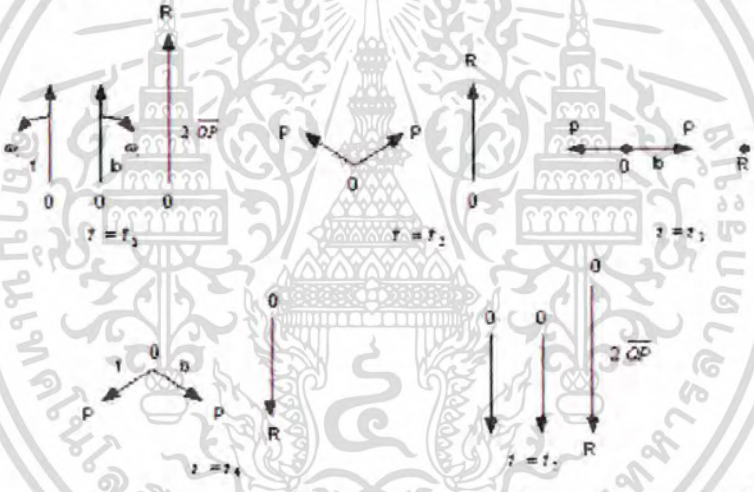
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.15.1.2 โรเตอร์ขณะหยุดนิ่ง**

การพิจารณาโรเตอร์ขณะอยู่นิ่งและขดลวดสเตเตอร์ถูกต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับในลักษณะเช่นนี้เนื่องจากเส้นแรงที่สเตเตอร์และโรเตอร์ซึ่งมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงข้ามกันจึงมุมระหว่างเส้นแรงทั้งสองเป็นศูนย์ส่งผลทำให้ไม่เกิดแรงบิดเริ่มต้นหมุนในมอเตอร์

**2.15.1.3 โรเตอร์ขณะหมุน**

ถ้าสมมุติให้โรเตอร์หมุน (หรือทำงาน) การหมุนของโรเตอร์เกิดขึ้นได้นั้นจำเป็นต้องมีวงจรช่วยเริ่มต้นหมุน มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวสามารถทำให้เกิดแรงบิดเริ่มต้นหมุนได้



**รูปที่ 2.23** การสั่นหรือการกระเพื่อมของสนามแม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กหมุน

จากรูปที่2.23 การสั่นของสนามแม่เหล็กหมุนสามารถแยกสนามแม่เหล็กหมุนออกออกเป็น 2 องค์ประกอบที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกันและหมุนที่ความเร็วเดียวกันคือ ความเร็วซิงโครนัสสนามแม่เหล็กดังกล่าวนั้นพิสูจน์ได้ โดยการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์หรือใช้กราฟมาทำการวิเคราะห์

สมการทางคณิตศาสตร์สำหรับการกระจายของขดลวดสเตเตอร์ในรูปสัญญาณไซนูซอยคอล์ย แรงเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้าในตำแหน่งมุม θ กำหนดได้ดังนี้ คือ

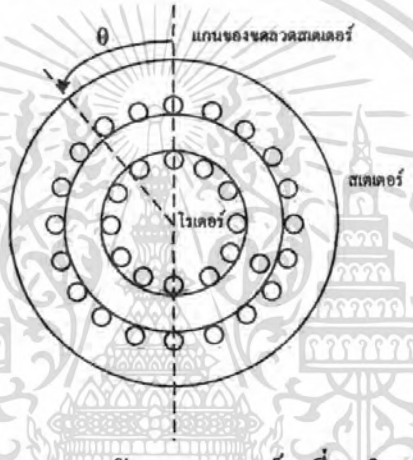
$$F(\theta) = Ni\cos\theta \tag{2.1}$$

โดยที่ $i = I_{\max}\cos\omega t$ ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F(\theta,t) = Nt_{\max}\cos\theta\cos\omega t$$
$$= \frac{NI_{\max}}{2}\cos(\omega t-\theta)+\frac{NI_{\max}}{2}\cos(\omega t+\theta)$$
$$= F_f + F_b \qquad (2.2)$$

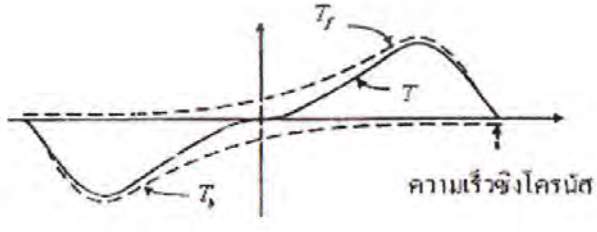
เมื่อ $F_f$ คือ แรงเคลื่อนแม่เหล็กหมุนตามทิศทางของมุม θ และ $F_b$ แทนแรงเคลื่อนแม่เหล็กตามทิศทางตรงข้ามกับ $F_f$




**รูปที่ 2.24 ภาพตัดของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว**

**2.15.1.4 สลิป (Slip)**

สมมุติว่าโรเตอร์หมุนตามทิศทางของสนามแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้าที่ความเร็ว $n_s$ รอบต่อนาที ดังนั้นค่าสลิปของสนามแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้า




**รูปที่ 2.25 คุณลักษณะแรงบิดความเร็วของมอเตอร์เฟสเดียว**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_f = \frac{N_s - N_m}{N_s} = S \tag{2.3}$$

การหมุนของโรเตอร์ในทิศทางตรงข้ามกับสนามแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้า เรียกว่าสนามแม่เหล็กหมุนถอยหลัง และค่าสลิปกำหนดได้ดังนี้ คือ

$$S_b = \frac{N_s - (-N_m)}{N_s}$$

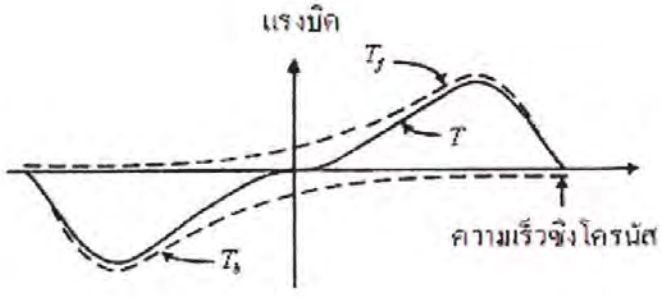
$$= 2 - s \tag{2.4}$$

(ก) เส้นแรงแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้า (ข) สำหรับเส้นแรงแม่เหล็กหมุนถอยหลัง

**รูปที่ 2.26** วงจรเสมือนของโรเตอร์

สำหรับวงจรโรเตอร์เส้นแรงแม่เหล็กหมุนไปข้าหน้า และเส้นแรงแม่เหล็กหมุนถอยหลัง ขณะโรเตอร์อยู่นิ่งอิมพีแดนซ์เนื่องจากเส้นแรงแม่เหล็กหมุนทั้งสองมีค่าเท่ากัน ซึ่งส่งผลให้กระแสเนื่องจากเส้นแรงแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้าและเส้นแรงแม่เหล็กหมุนถอยหลังเท่ากันซึ่ง $I_{2f} = I_{2b}$ ผลก็คือแรงเคลื่อนแม่เหล็กทั้งสองมีขนาดเท่ากับแรงเคลื่อนแม่เหล็กที่สเตเตอร์(ทิศทางตรงกันข้าม) ดังนั้นเส้นแรงแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้าและเส้นแรงแม่เหล็กหมุนถอยหลังในช่องว่างอากาศจึงมีขนาดเท่ากันด้วย อย่างไรก็ตามในขณะที่มอเตอร์หมุนอิมพีแดนซ์ของวงจรโรเตอร์ นั้นไม่เท่ากัน และกระแสโรเตอร์ $I_{2b}$ มีค่าสูงมากกว่า $I_{2f}$ แรงเคลื่อนแม่เหล็กทั้งสองซึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงเคลื่อนแม่เหล็กที่สเตเตอร์ส่งผลทำให้เส้นแรงแม่เหล็กหมุนถอยหลังลดลง ซึ่งคุณลักษณะแรงบิด-ความเร็ว

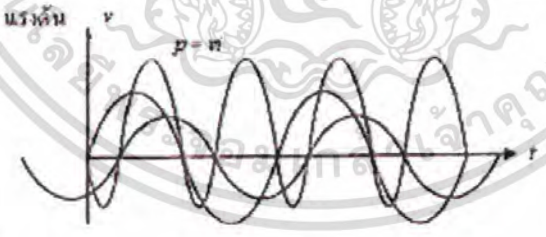
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.27** คุณลักษณะ แรงบิด-ความเร็ว ค่าจริงของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวจากการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นเส้นจากแรงแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้า และเส้นแรงแม่เหล็กหมุนถอยหลัง

**2.15.1.5 การสั่นหรือการกระเพื่อมของแรงบิด (Torque Pulsation)**

มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว การสั่นของกำลังชั่วขณะเกิดขึ้นที่ความถี่เป็นสองเท่าเมื่อเทียบกับแหล่งจ่าย จากเหตุผลดังกล่าวนี้การสั่นของแรงบิดจึงจะเกิดขึ้นที่ความถี่สเตเตอร์เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าด้วยเช่นกันซึ่งการสั่นของแรงบิดที่เกิดขึ้นไม่ทำให้เกิดค่าแรงบิดเฉลี่ยแต่ทำให้เกิดเสียงดังที่เรียกว่า Humming effect ผลจากการสั่นของแรงบิดทำให้ลดน้อยลงได้โดยใช้แผ่นยางรองหรือวัสดุที่เป็นยางรองได้



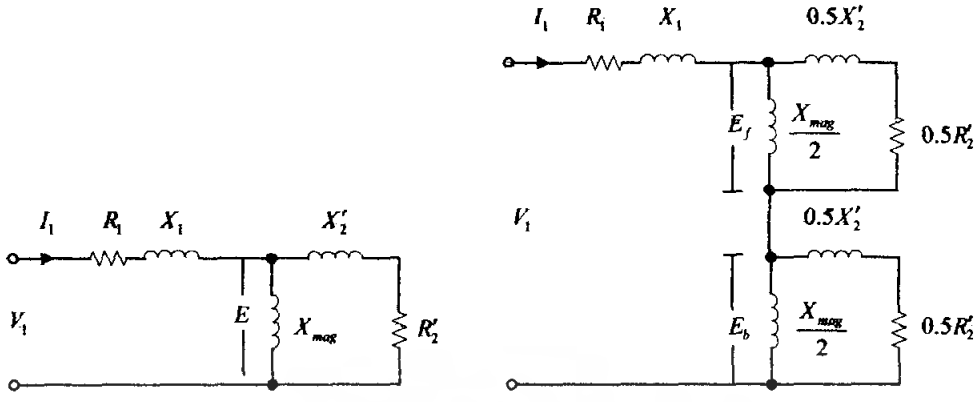

**รูปที่ 2.28** รูปคลื่นของแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรกลเหนี่ยวนำเฟสเดียว

**2.15.1.6 วงจรเสมือนของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว**

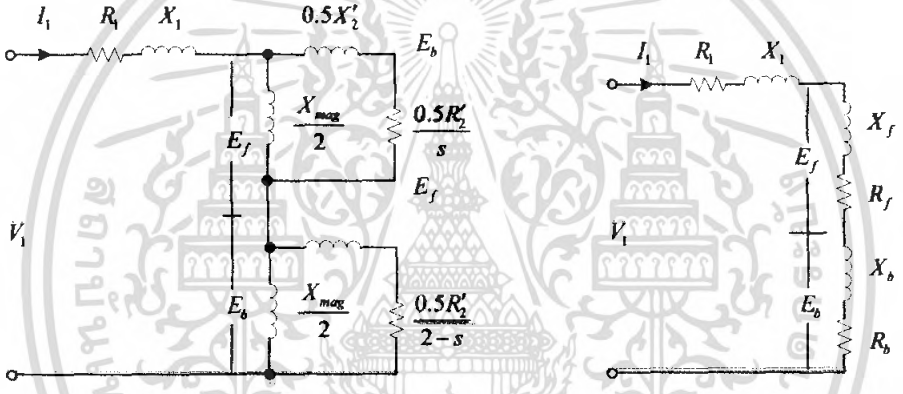
**(Equivalent Circuit of Single Induction Motor)**

สำหรับคุณลักษณะและสมรรถนะของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวจะพิจารณาและวิเคราะห์โดยอาศัยทฤษฎีสนามแม่เหล็กหมุนคู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




(ก) ขณะโรเตอร์หยุดนิ่ง (ข) ขณะโรเตอร์หยุดนิ่ง




(ค) ขณะโรเตอร์หมุน (ง) ขณะโรเตอร์หมุน

**รูปที่ 2.29 วงจรเสมือนของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว**

**โดยกำหนดให้**

$R_1$ **คือ ความต้านทานของลวดสเตเตอร์**

$X_1$ **คือ รีแอคแตนซ์ของขดลวดสเตเตอร์**

$X_{mag}$ **คือ รีแอคแตนซ์ทางแม่เหล็ก**

$X_2$ **คือ รีแอกแตนซ์ของครเตอร์ที่ถ่ายโอนไปทางด้านสเตเตอร์**

$R_2$ **คือ ความต้านทานของโรเตอร์ที่ถ่ายโอนไปทางด้านสเตเตอร์**

$V_1$ **คือ แรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้า**

$E$ **คือ แรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดสเตเตอร์**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$E = 4.44 f N \Phi \tag{2.5}$$

เมื่อ $\Phi$ คือ เส้นแรงในช่องว่างอากาศ

จากทฤษฎีแม่เหล็กหมุนคู่ วงจรเสมือนสามารถแยกภายในได้เป็นสองส่วน โดยแทนด้วยผลของสนามแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้าและสนามแม่เหล็กหมุนถอยหลัง นั่นคือ

$$E_f = 4.44 f N \Phi_f \tag{2.6}$$

$$E_b = 4.44 f N \Phi_b \tag{2.7}$$

ขณะโรเตอร์หยุดนิ่ง $\Phi_f = \Phi_b$ และ $E_f = E_b$

$$Z_f = R_f + jX_f = \frac{j0.5X_{mag}\left(j0.5x_2 + 0.5R_2/s\right)}{0.5R_2/s + j0.5\left(X_{mag} + X_2\right)}$$

$$Z_b = S_b + jX_b = \frac{j0.5X_{mag}\left(j0.5X_2 + 0.5R_2/(2-s)\right)}{0.5R_2/(2-s) + j0.5\left(X_{mag} + X_2\right)}$$

กำลังในช่องว่างอากาศที่กำหนดโดยสนามแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้าและถอยหลัง คือ

$$P_{ag} = I_1^2 R_f \tag{2.8}$$

$$P_{ag} = I_1^2 R_b \tag{2.9}$$

**2.15.1.7 การเริ่มต้นหมุนของมอเตอร์เฟสเดียว**

จากที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ว่าการเริ่มต้นหมุนของมอเตอร์จะไม่เกิดขึ้นถ้ามีขดลวดที่สเตเตอร์เพียงชุดเดียวเท่านั้น เนื่องจากมอเตอร์ไม่สามารถสร้างแรงบิดเริ่มต้นหมุนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการที่มอเตอร์จะเริ่มหมุนได้ต้องทำตามข้อกำหนดบางประการซึ่งมีผลทำให้เกิดแรงบิดเริ่มต้นหมุน และวิธีง่ายที่สุดในการทำให้มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวเริ่มต้นหมุนได้คือใส่ขดลวดช่วยเริ่มต้นหมุนเพิ่มเข้าไปที่สเตเตอร์โดยที่ขดลวดทั้งสองวางห่างกัน 90 องศาทางไฟฟ้า โดยที่วิธีการเริ่มต้นหมุนที่กล่าวนั้นอธิบายได้โดยสมการ คือ

$$i_m = \sqrt{2} I_m \cos \omega t \tag{2.10}$$

$$i_a = \sqrt{2} I_a \cos(\omega t + \theta) \tag{2.11}$$

โดยที่ $I_m$ คือกระแสที่ไหลในขดลวดหลัก และ $I_a$ คือ กระแสไหลในขดลวดช่วย ถ้ากำหนดให้จำนวนรอบของขดลวดหลักและขดลวดช่วยคือ $N_m$ และ $N_s$ และเมื่อพิจารณาผลของรูปคลื่นแรงเคลื่อนแม่เหล็กที่สเตเตอร์ที่กำหนดโดยตำแหน่งมุม $\theta$ ดังนั้น

$$\begin{aligned} F(\theta,t) = \frac{1}{\sqrt{2}}[(N_m I_m - N_a I_a \sin\theta_a)\cos(\omega t + \theta)] \\ + \frac{1}{\sqrt{2}}[(N_m I_m + N_a I_a \sin\theta_a)\cos(\omega t - \theta)] \\ + (N_a I_a \cos\theta_a)\sin(\omega t - \theta) \end{aligned} \tag{2.12}$$

เทอมของแรงเคลื่อนแม่เหล็กหมุนถอยหลังหายไปเหลือเฉพาะเทอมของแรงเคลื่อนแม่เหล็กหมุนไปข้างหน้าคือ

$$F_f(\theta,t) = \sqrt{2} N_m I_m \cos(\omega t - \theta) \tag{2.13}$$

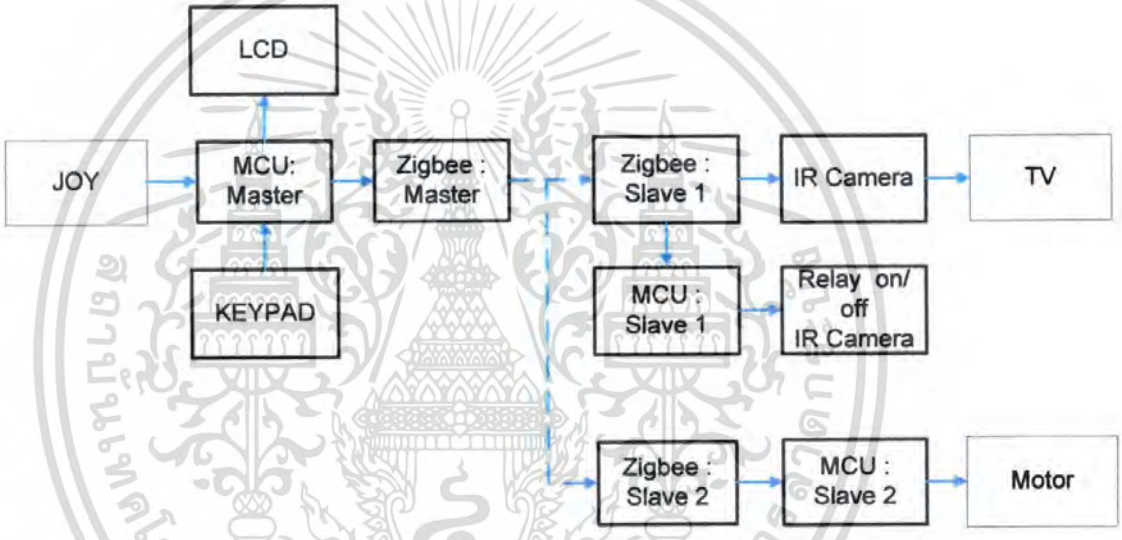
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การออกแบบและสร้างชุดควบคุมกล้อง

## 3.1 การออกแบบโครสร้างระบบ

จะประกอบด้วยส่วนที่ใช้ควบคุมจอแสดงผล LCD 16x2 และควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC 18F458 เป็นตัวควบคุมหลักไร้สาย




**รูปที่ 3.1** แสดง Block Diagrams โครงสร้างระบบ

### 3.1.1 การออกแบบ Schematic Diagram

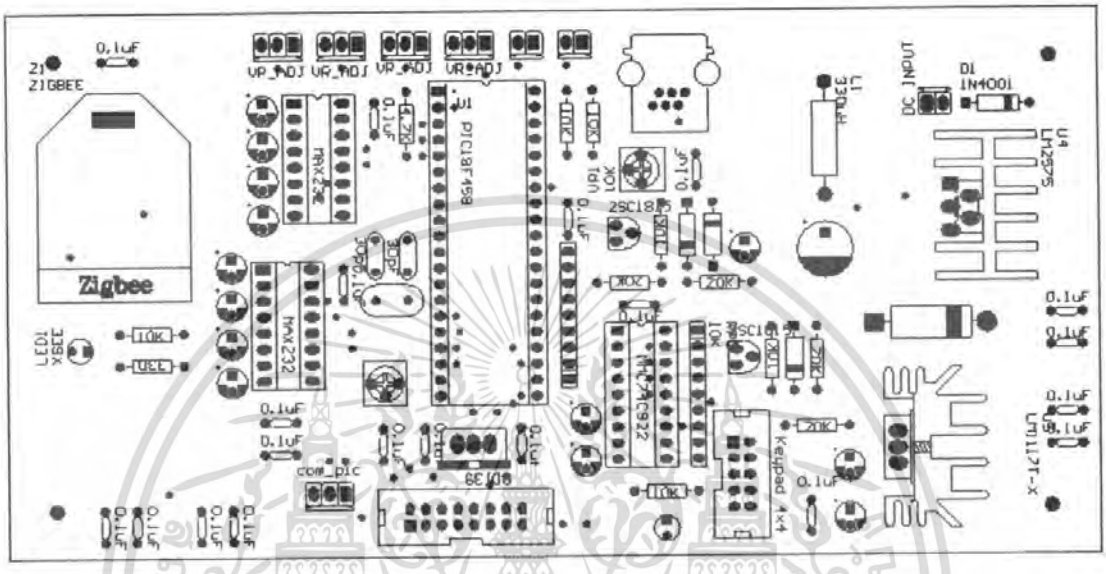
เมื่อได้ข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆแล้ว ข้อมูลของตัวถังอุปกรณ์รวมถึงการวางขาของอุปกรณ์ต่างๆจะถูกนำมาออกแบบเป็น schematic diagram การออกแบบจะทำในโปรแกรมออกแบบลายวงจร โดยเชื่อมต่อขาต่างๆเข้าด้วยกันตามที่ได้ออกแบบไว้

1. การกำหนด footprint ให้แก่อุปกรณ์แต่ละตัวถูกต้องหรือไม่
2. ตำแหน่งขาของอุปกรณ์และ footprint ตรงกันหรือไม่
3. มีขาที่ยังไม่ถูกต่อหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1.2 การออกแบบลายวงจร

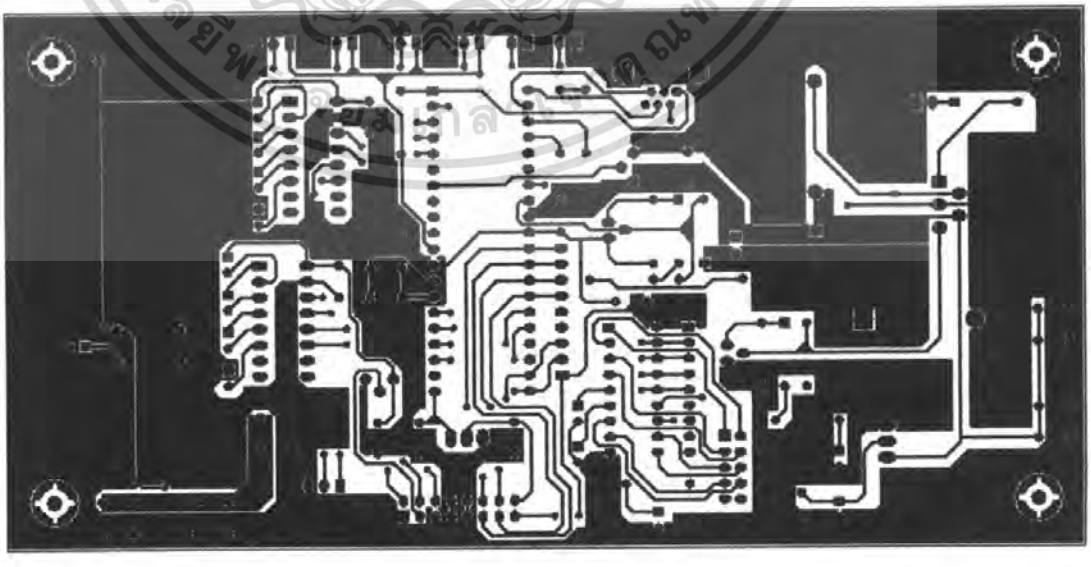
Schematic Diagram ที่ถูกออกแบบเรียบร้อยแล้วถูกจะนำมาสร้างเป็นลายวงจร การออกแบบจะเริ่มจากการวางอุปกรณ์ต่างๆ ในตำแหน่งที่เหมาะสม ดังรูปที่ 3.1



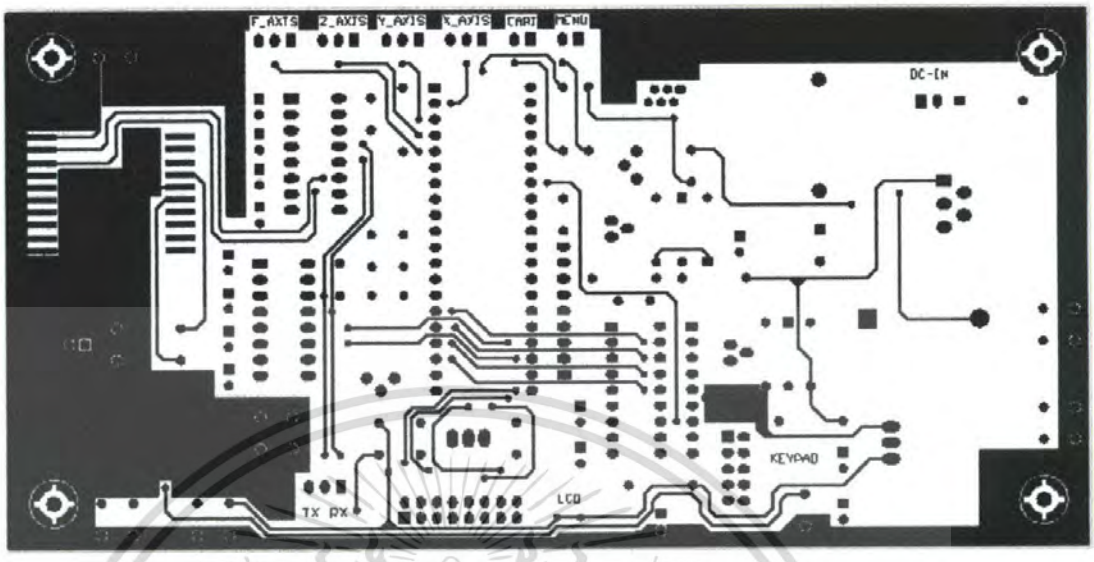

รูปที่ 3.2 ลักษณะการวางของอุปกรณ์ในส่วนของวงจรควบคุม

### 3.1.1.3 การขึ้นลายและการทำแผ่นพีซีบี

เมื่อออกแบบลายวงจรเสร็จแล้วขั้นต่อไปคือการขึ้นลายบนแผ่นพีซีบี โดยใช้ dry film และกัดลายด้วยกรดกัดปริ๊นซึ่งวงจรนี้จะเป็นการทำแผ่นพีซีบีแบบ 2 หน้า



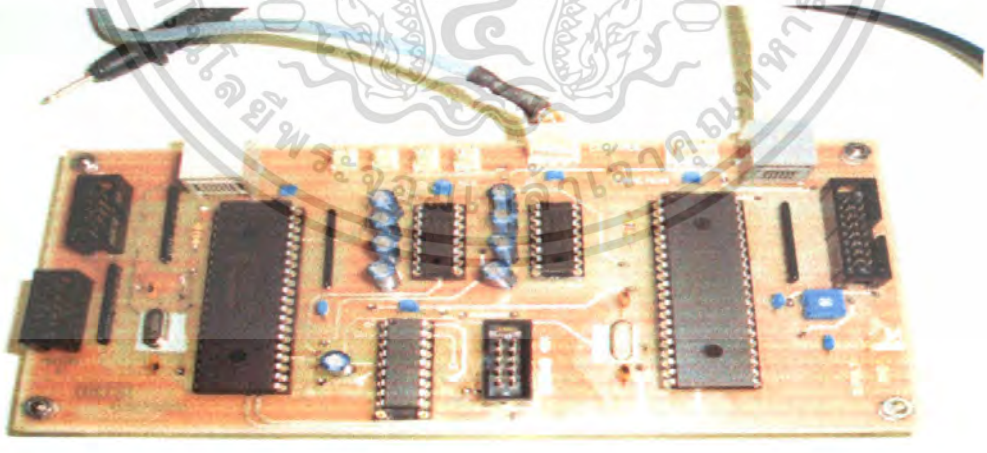
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.3** ลายวงจรที่ Route เสร็จแล้ว

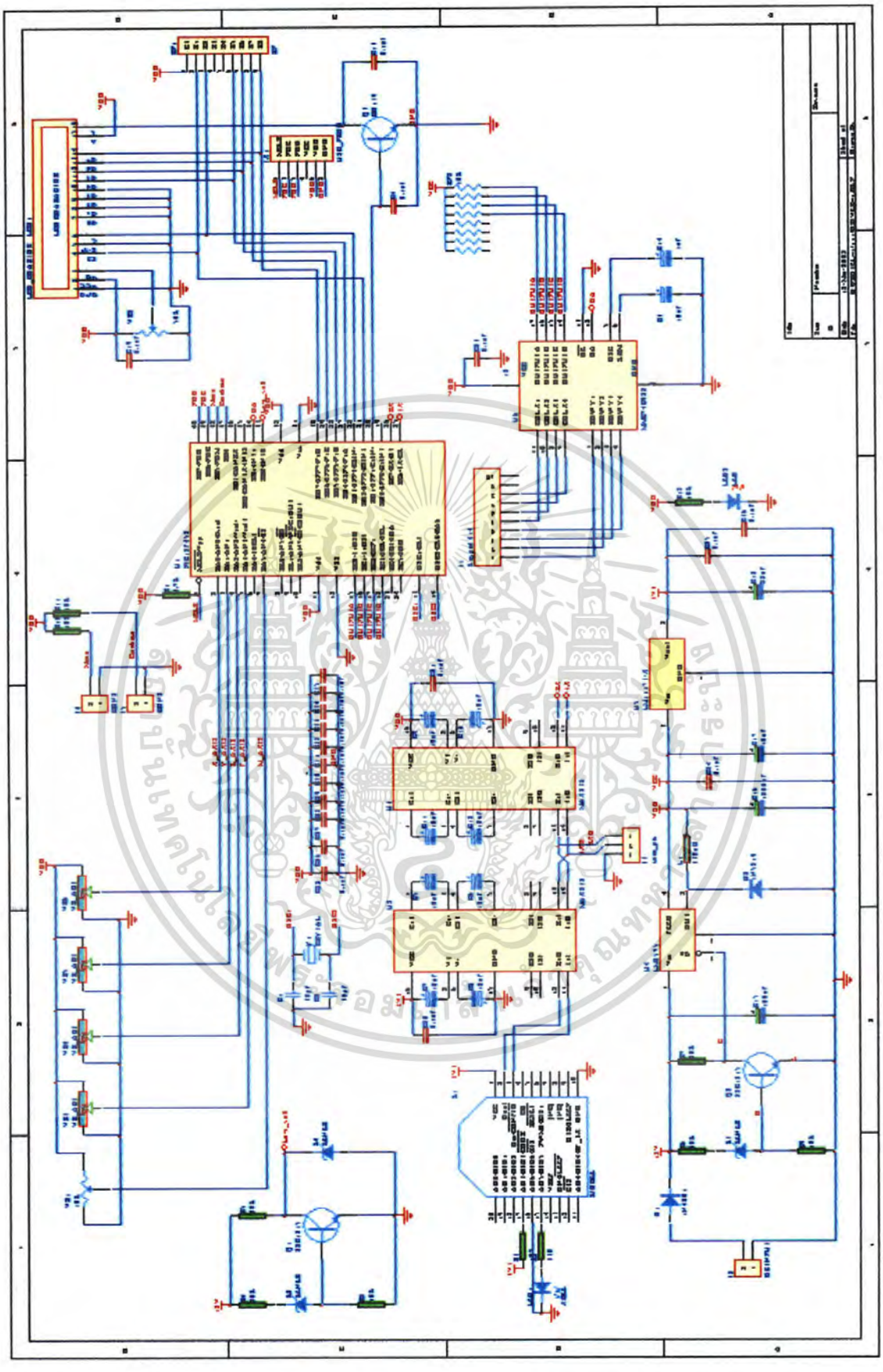
**3.1.1.4 การประกอบอุปกรณ์**

เมื่อทำแผ่นพีซีบีเสร็จเรียบร้อยแล้วขั้นตอนถัดมาคือการประกอบอุปกรณ์ โดยการประกอบจะเริ่มจากภาคแหล่งจ่ายไฟ เพราะต้องตรวจสอบว่ามีการลัดวงจรหรือไม่ หลังจากนั้นจึงดำเนินการประกอบในส่วนอื่นต่อไป เมื่อประกอบเสร็จจะได้วงจร ดังรูปที่ 3.4



**รูปที่ 3.4** บอร์ดวงจรควบคุมที่ประกอบอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.5** วงจรควบคุมหลักโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์PIC18F458

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2 การออกแบบวงจรรับส่ง-ข้อมูลไร้สาย**

จะประกอบไปด้วยกระบวนการในส่งจำนวนชุดของข้อมูล ไร้สาย โดยมีภาคส่งที่รับมาจากวงจรควบคุม และในวงจรรับเพื่อไปส่งการทำงานให้กับ กล้อง

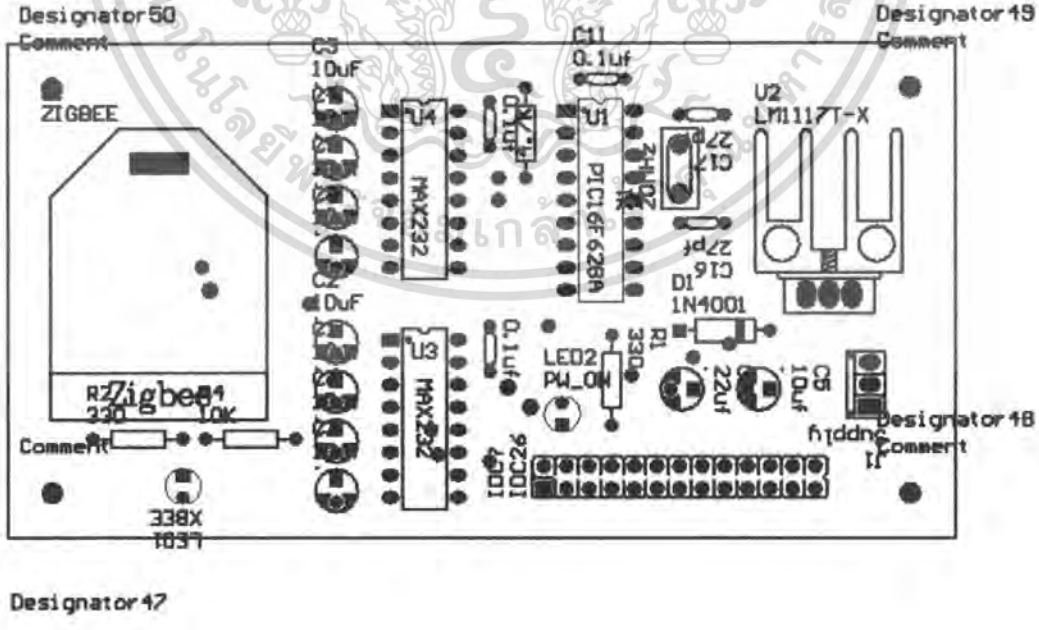
**3.2.1.1การออกแบบ Schematic Diagram**

เมื่อได้ข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆแล้ว ข้อมูลของตัวถังอุปกรณ์รวมถึงการวางขาของอุปกรณ์ต่างๆจะถูกนำมาออกแบบเป็น schematic diagram การออกแบบจะทำในโปรแกรมออกแบบลายวงจร โดยเชื่อมต่อขาต่างๆเข้าด้วยกันตามที่ได้ออกแบบไว้

1. การกำหนด footprint ให้แก่อุปกรณ์แต่ละตัวถูกต้องหรือไม่
2. ตำแหน่งขาของอุปกรณ์และ footprint ตรงกันหรือไม่
3. มีขาที่ยังไม่ถูกต่อหรือไม่

**3.2.1.2การออกแบบลายวงจร**

Schematic Diagram ที่ถูกออกแบบเรียบร้อยแล้วถูกจะนำมาสร้างเป็นลายวงจร การออกแบบจะเริ่มจากการวางอุปกรณ์ต่างๆ ในตำแหน่งที่เหมาะสม

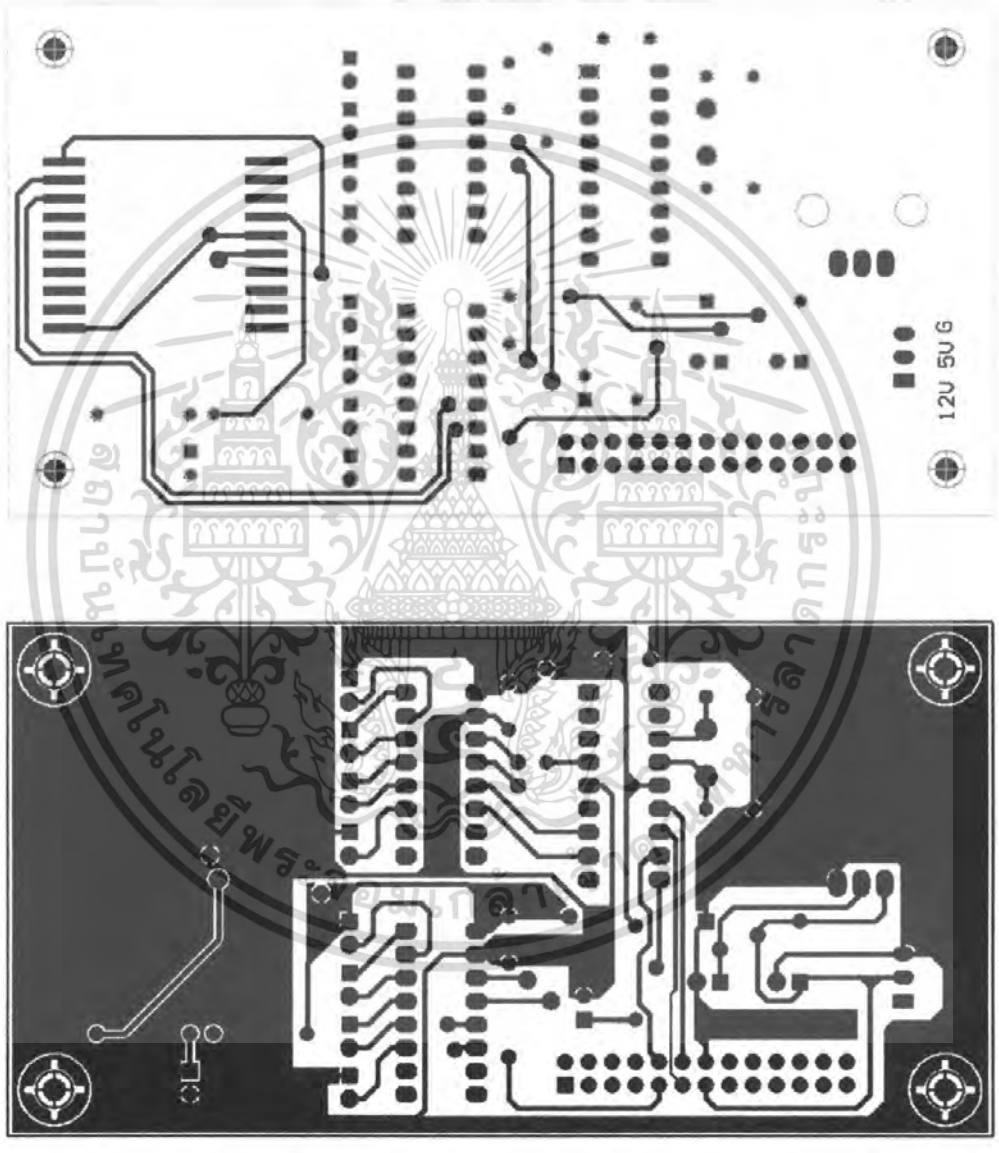



**รูปที่ 3.6** ลักษณะการวางของอุปกรณ์ในส่วนของวงจรรับ-ส่งไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1.3 การขึ้นลายและการทำแผ่นพีซีบี

เมื่อออกแบบลายวงจรเสร็จแล้วขั้นต่อไปคือการขึ้นลายบนแผ่นพีซีบี โดยใช้ dry film และกัดลายด้วยกรดกัดปริ๊นซึ่งวงจรนี้จะเป็นการทำแผ่นพีซีบีแบบ 2 หน้า




**รูปที่ 3.7** ลายวงจรที่ Route เสร็จแล้ว

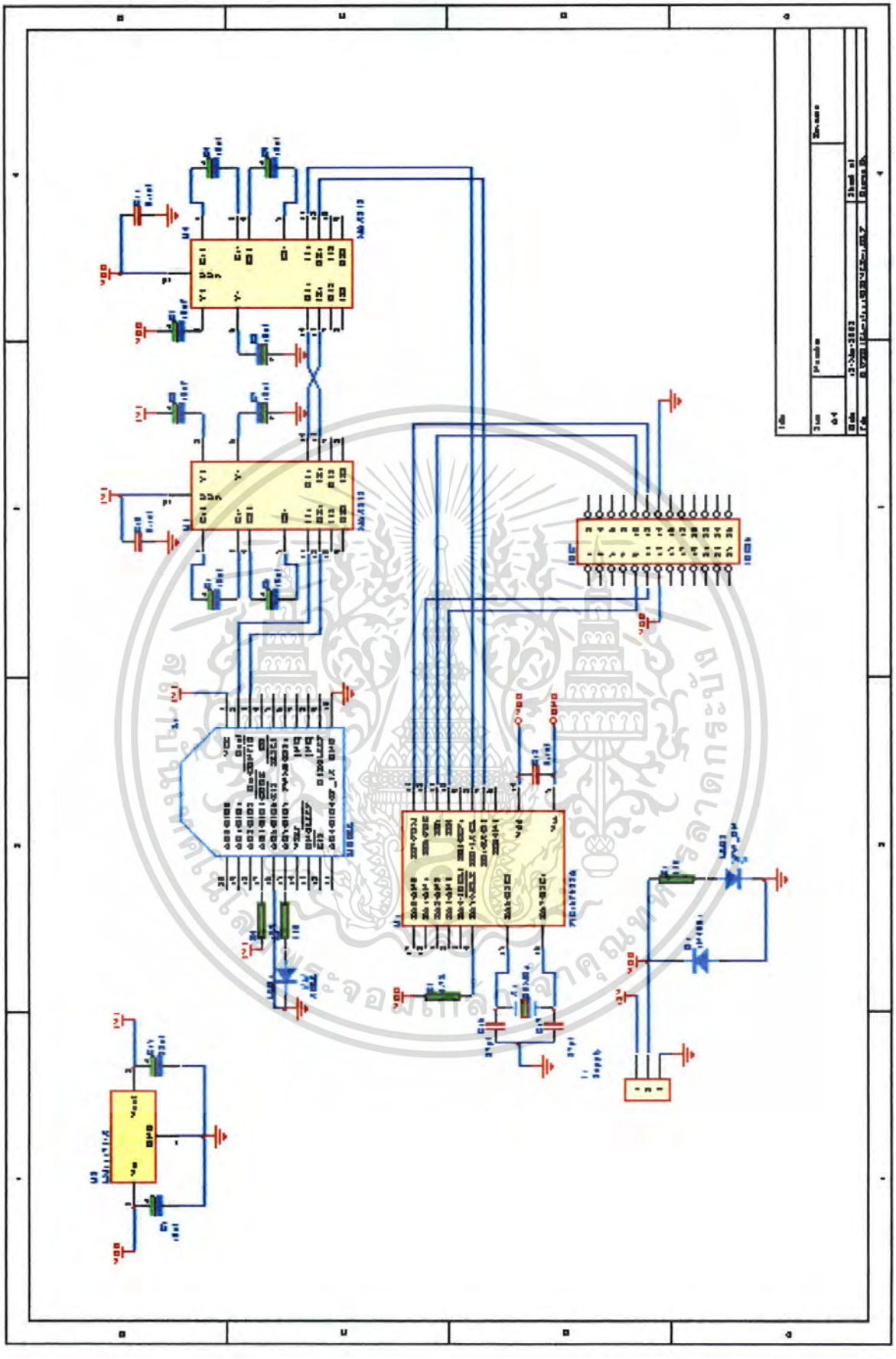
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.1.4 การประกอบอุปกรณ์**

เมื่อทำแผ่นพีซีบีเสร็จเรียบร้อยแล้วขั้นตอนถัดมาคือการประกอบอุปกรณ์ โดยการประกอบจะเริ่มจากภาคแหล่งจ่ายไฟ เพราะต้องตรวจสอบว่ามีการลัดวงจรหรือไม่ หลังจากนั้นจึงดำเนินการประกอบในส่วนอื่นต่อไป เมื่อประกอบเสร็จจะได้วงจร ดังรูปที่ 3.8

**รูปที่ 3.8** บอร์ดวงจรควบคุมที่ประกอบอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 3.9** Schematic Diagramของวงจรรับ-ส่งไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.10** แสดงอุปกรณ์บังคับและการแสดงผล

**รูปที่ 3.11** แสดงเครื่องที่ได้ใช้งาน

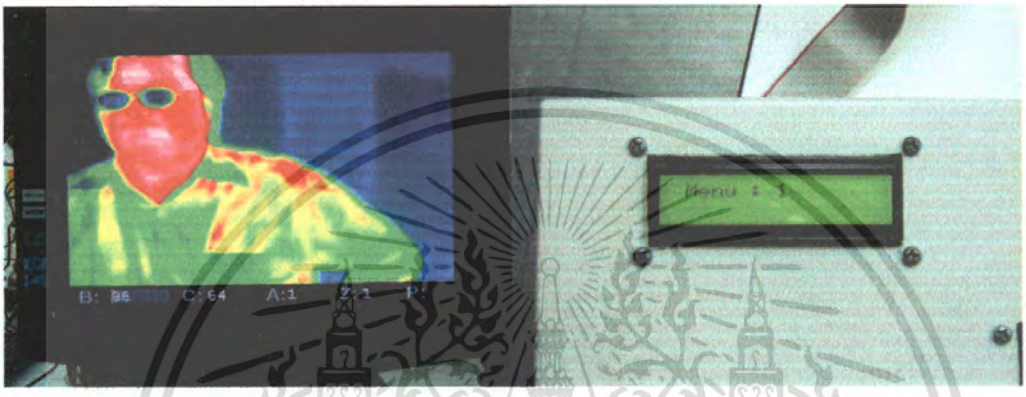
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

## การทดลองและผลการทดลอง

Key : Menu ครั้งที่ 1 เป็นกำหนดค่าของ Brightness จะมีรูปภาพขึ้นที่ Monitor

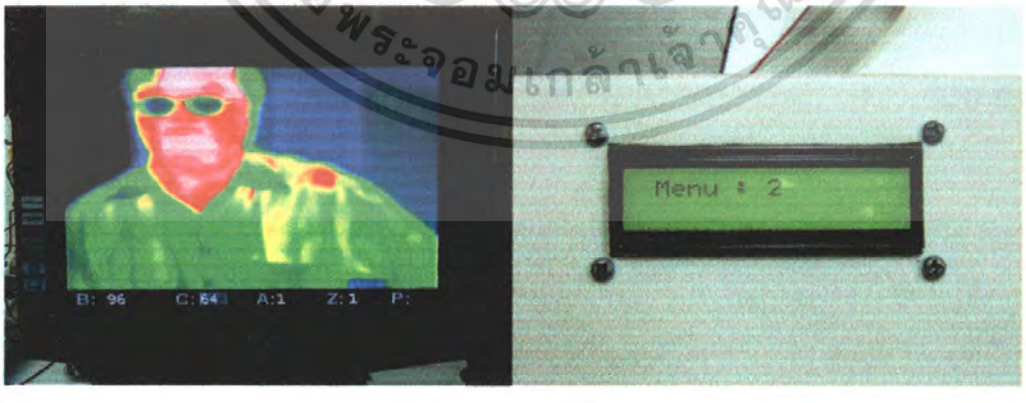
และจะมีข้อความขึ้นที่ LCD




**รูปที่ 4.1** แสดงผลการทำงาน Menu :1

Key : Menu ครั้งที่ 2 เป็นกำหนดค่าของ Contrast จะมีรูปภาพขึ้นที่ Monitor

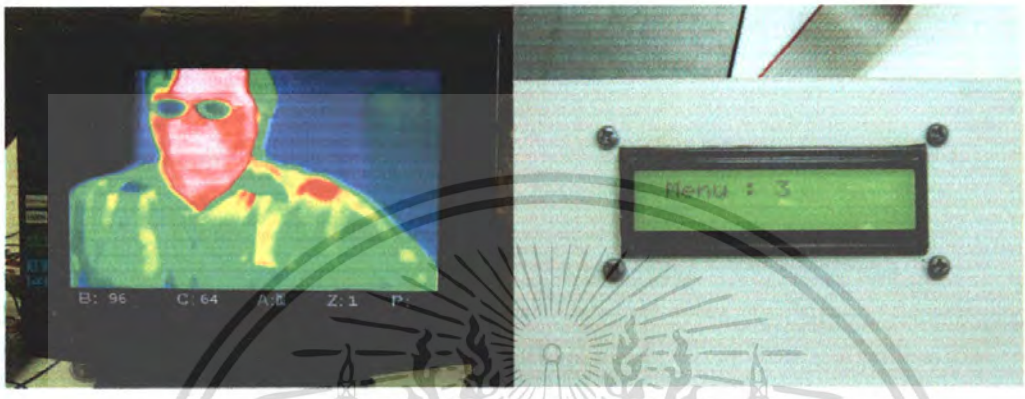
และจะมีข้อความขึ้นที่ LCD




**รูปที่ 4.2** แสดงผลการทำงาน Menu : 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key : Menu ครั้งที่ 3 เป็นกำหนดค่าของ Brightness และ Contrast แบบ Auto หรือ Manual จะมีรูปภาพขึ้นที่ Monitor และจะมีข้อความขึ้นที่ LCD



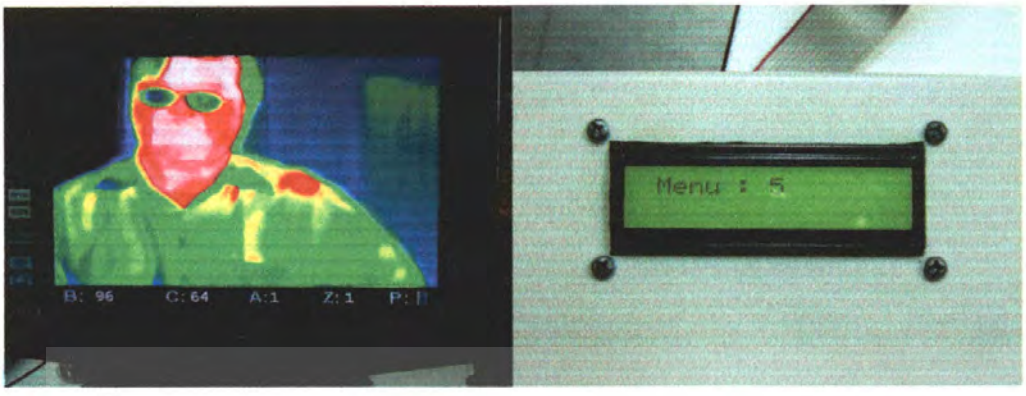

**รูปที่ 4.3** แสดงผลการทำงาน Menu : 3

Key : Menu ครั้งที่ 4 เป็นกำหนดค่า การ Zoom จะมีรูปภาพขึ้นที่ Monitor และจะมีข้อความขึ้นที่ LCD

**รูปที่ 4.4** แสดงผลการทำงาน Menu : 4

Key : Menu ครั้งที่ 5 เป็นกำหนดค่า การ Palette จะมีรูปภาพขึ้นที่ Monitor และจะมีข้อความขึ้นที่ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

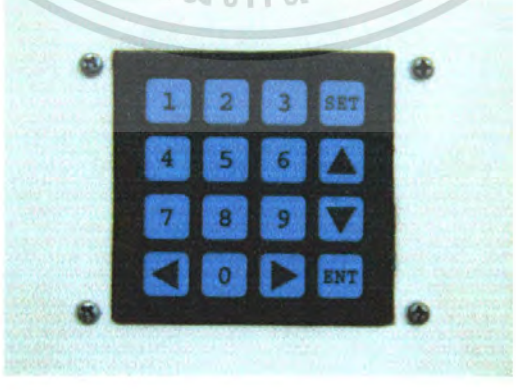



**รูปที่ 4.5** แสดงผลการทำงาน Menu : 5

Key : Menu ครั้งที่ 6 จะมีรูปภาพขึ้นที่ Monitor และจะมีข้อความขึ้นที่ LCD

**รูปที่ 4.6** แสดงผลการทำงาน Menu : 6

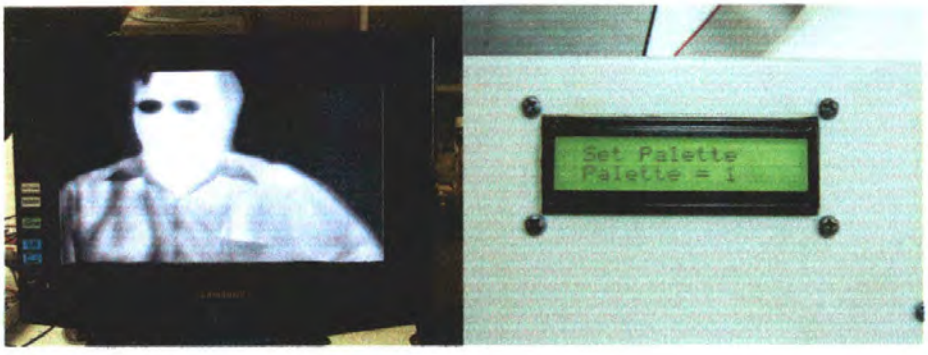
การใช้งานปุ่มควบคุม




**รูปที่ 4.7**แสดงปุ่มควบคุม

**เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 1 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 1**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.8** แสดงผลการตั้งค่า Palette = 1

เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 2 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 2

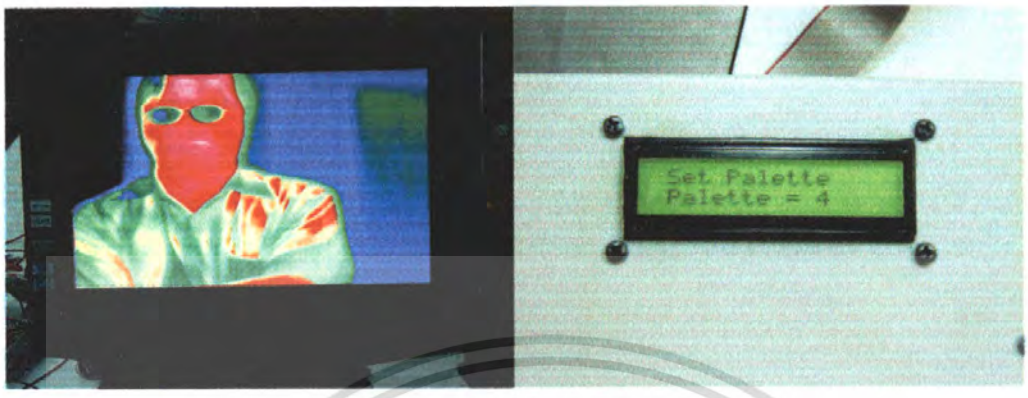
**รูปที่ 4.9** แสดงผลการตั้งค่า Palette = 2

เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 3 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 3

**รูปที่ 4.10** แสดงผลการตั้งค่า Palette = 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 4 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 4




**รูปที่ 4.11**แสดงผลการตั้งค่า Palette = 4

เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 5 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 5

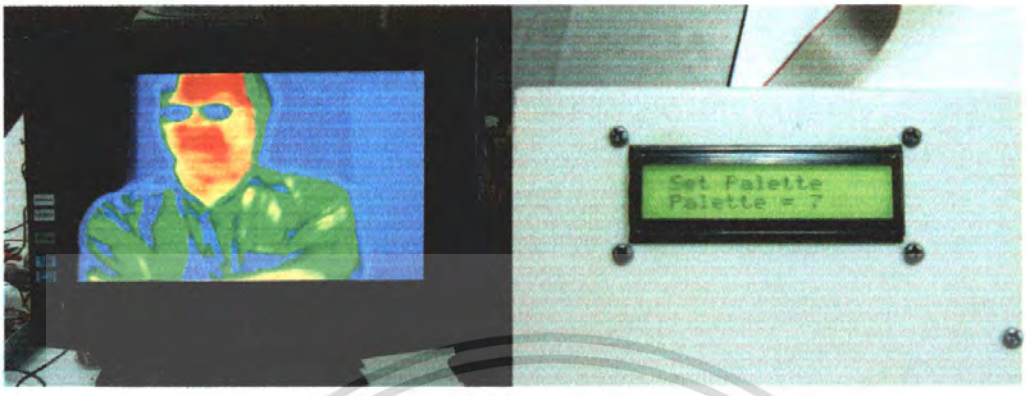
**รูปที่ 4.12** แสดงผลการตั้งค่า Palette = 5

เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 6 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 6

**รูปที่ 4.13** แสดงผลการตั้งค่า Palette = 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 7 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 7




**รูปที่ 4.14** แสดงผลการตั้งค่า Palette = 7

เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 8 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 8

**รูปที่ 4.15** แสดงผลการตั้งค่า Palette = 8

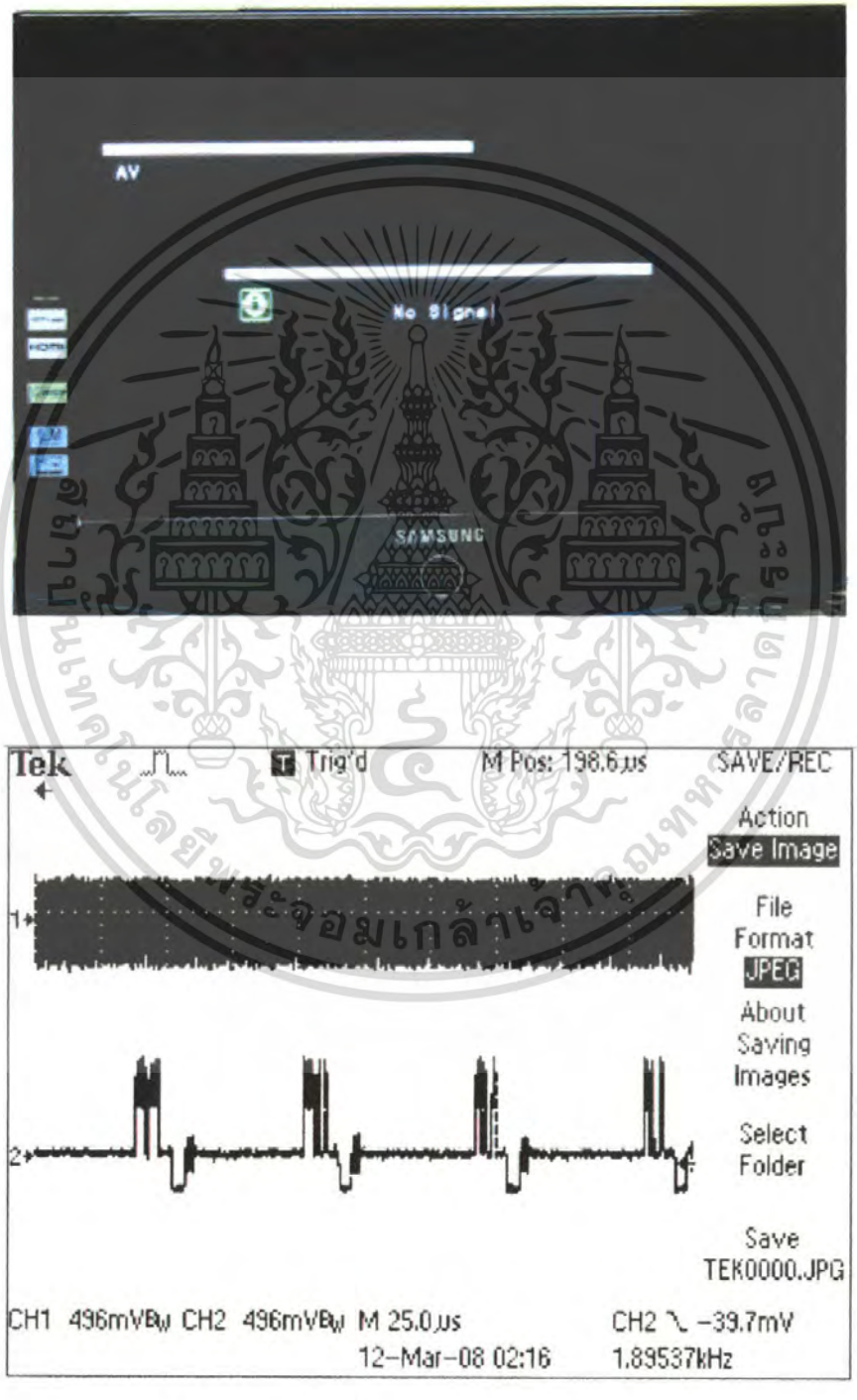
เมื่อกด ปุ่มหมายเลข 9 เป็นการกำหนดให้เป็น Palette = 9

**รูปที่ 4.16** แสดงผลการตั้งค่า Palette = 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

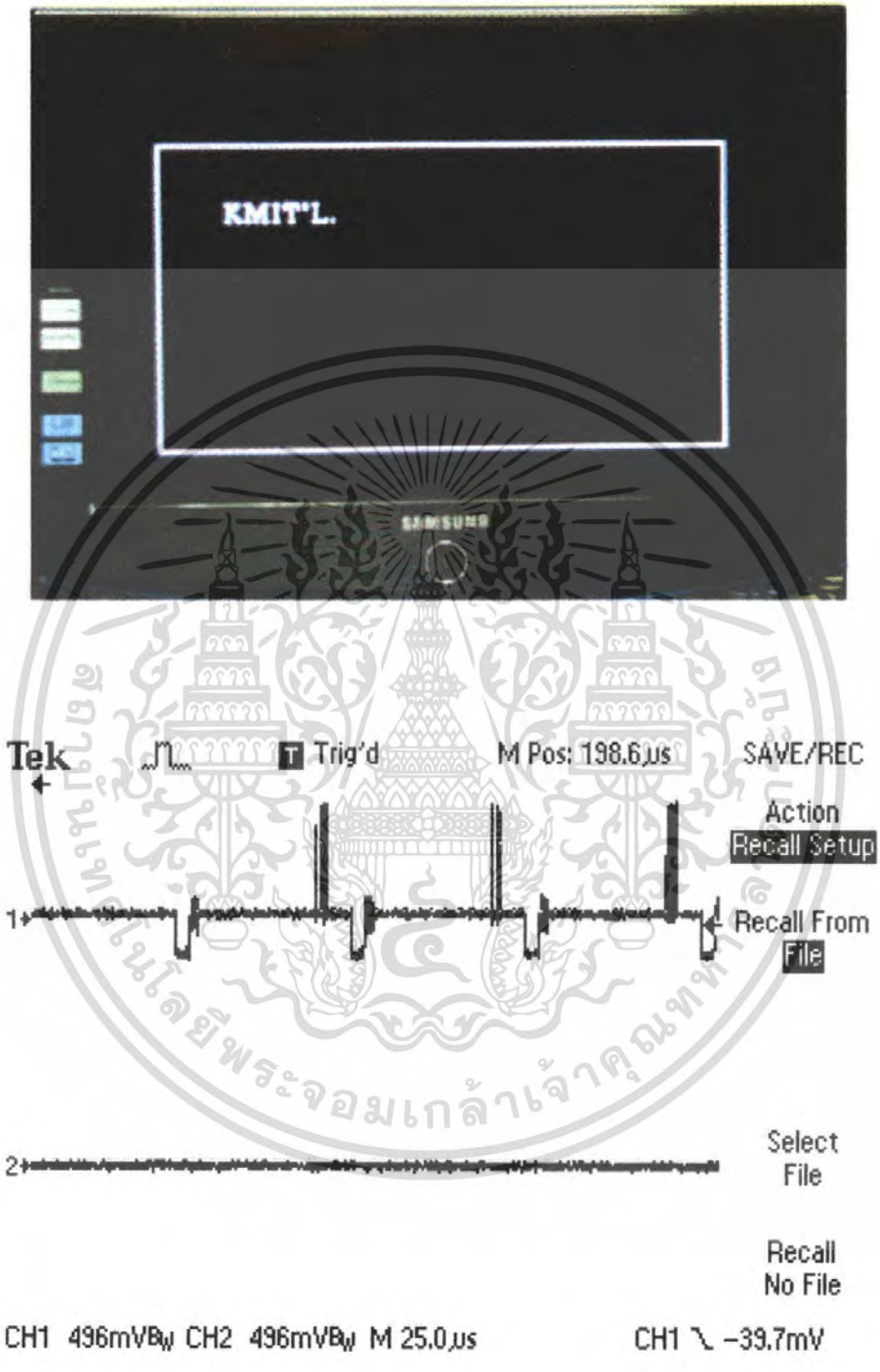
**ผลการทดลองการแสดงผลออกทางจอภาพ**

ในการทำโครงงานนี้ได้ทำการทดลองโดยการใช้โปรแกรม Visual DSP++ ของ Blackfin Borad ซึ่งได้ทำการรันโปรแกรมที่ออกแบบมีการแสดงผลออกมาดังนี้



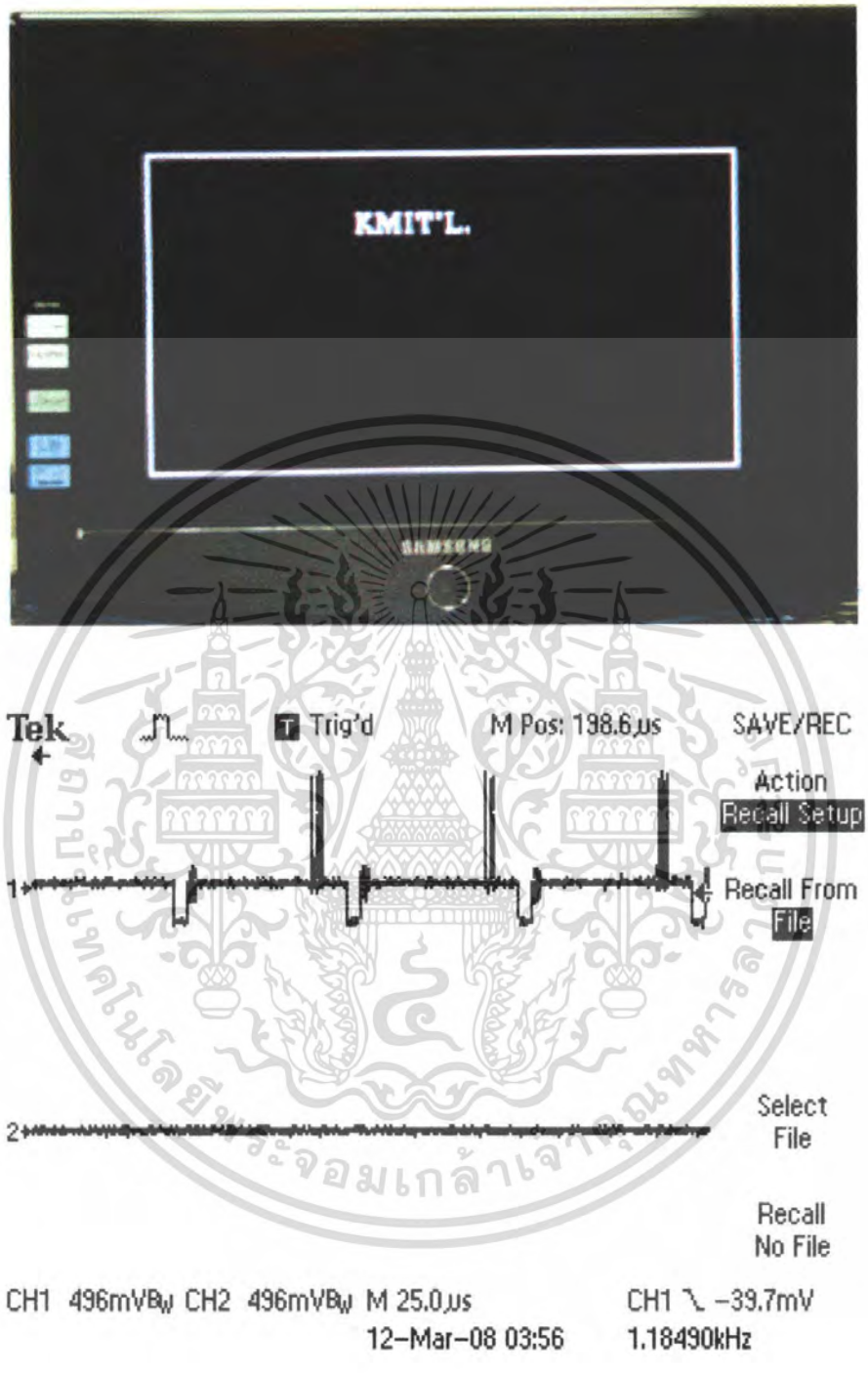

**รูปที่ 4.17** แสดงผลเมื่อไม่มีสัญญาณเข้าที่บอร์ด ADSP-BF 561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



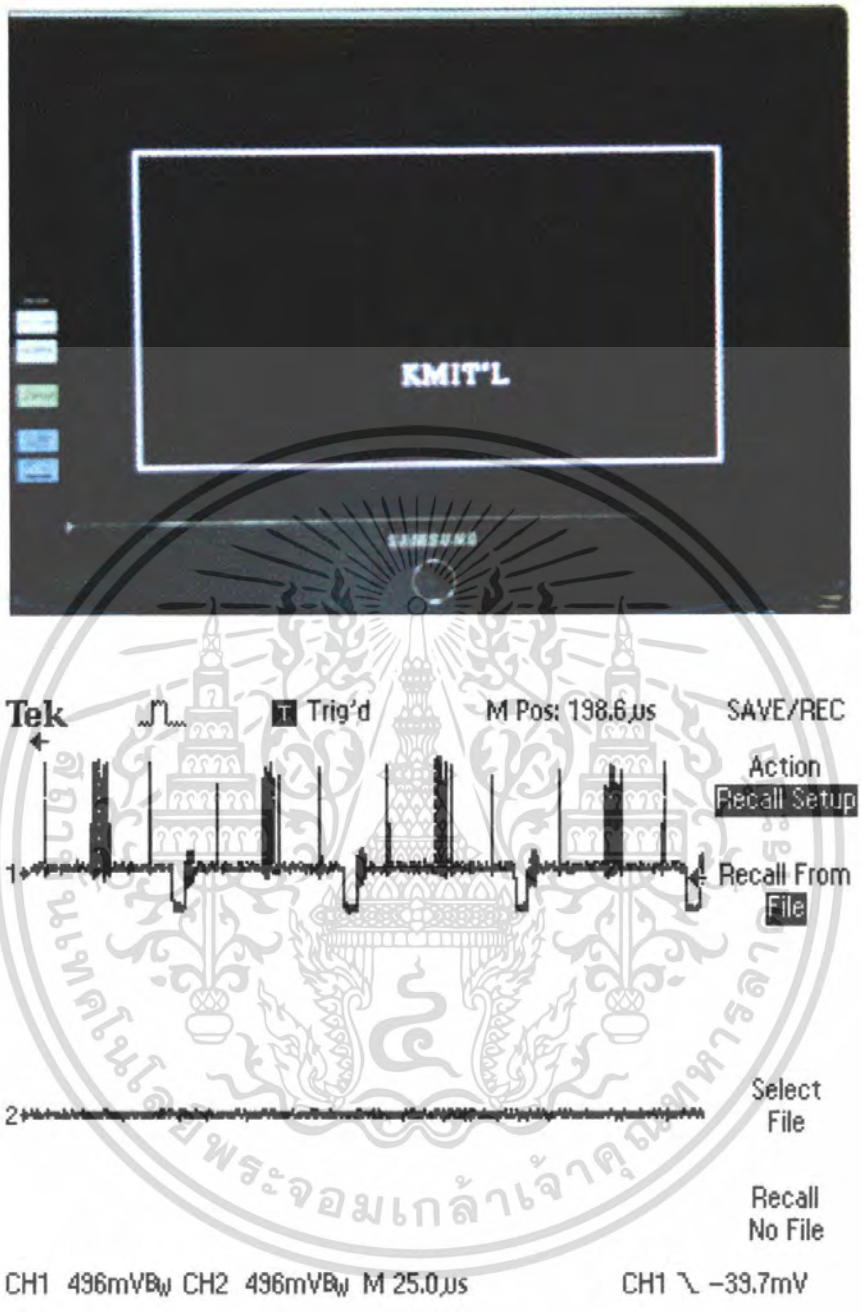

**รูปที่ 4.18** แสดงผลของตัวอักษรบนหน้าจอด้านมุมขวาของจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



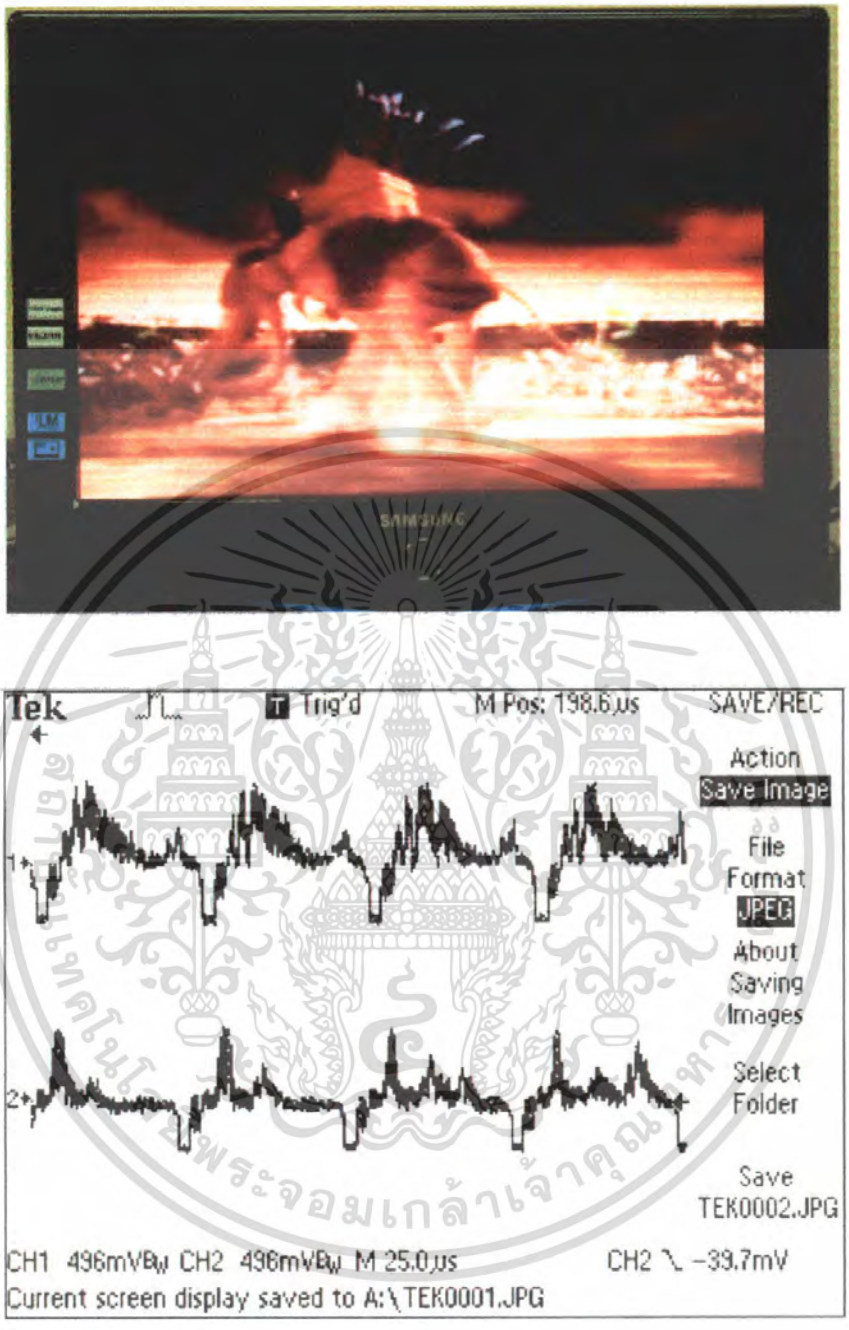

**รูปที่ 4.19** แสดงการเปลี่ยนตำแหน่งตัวอักษรด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



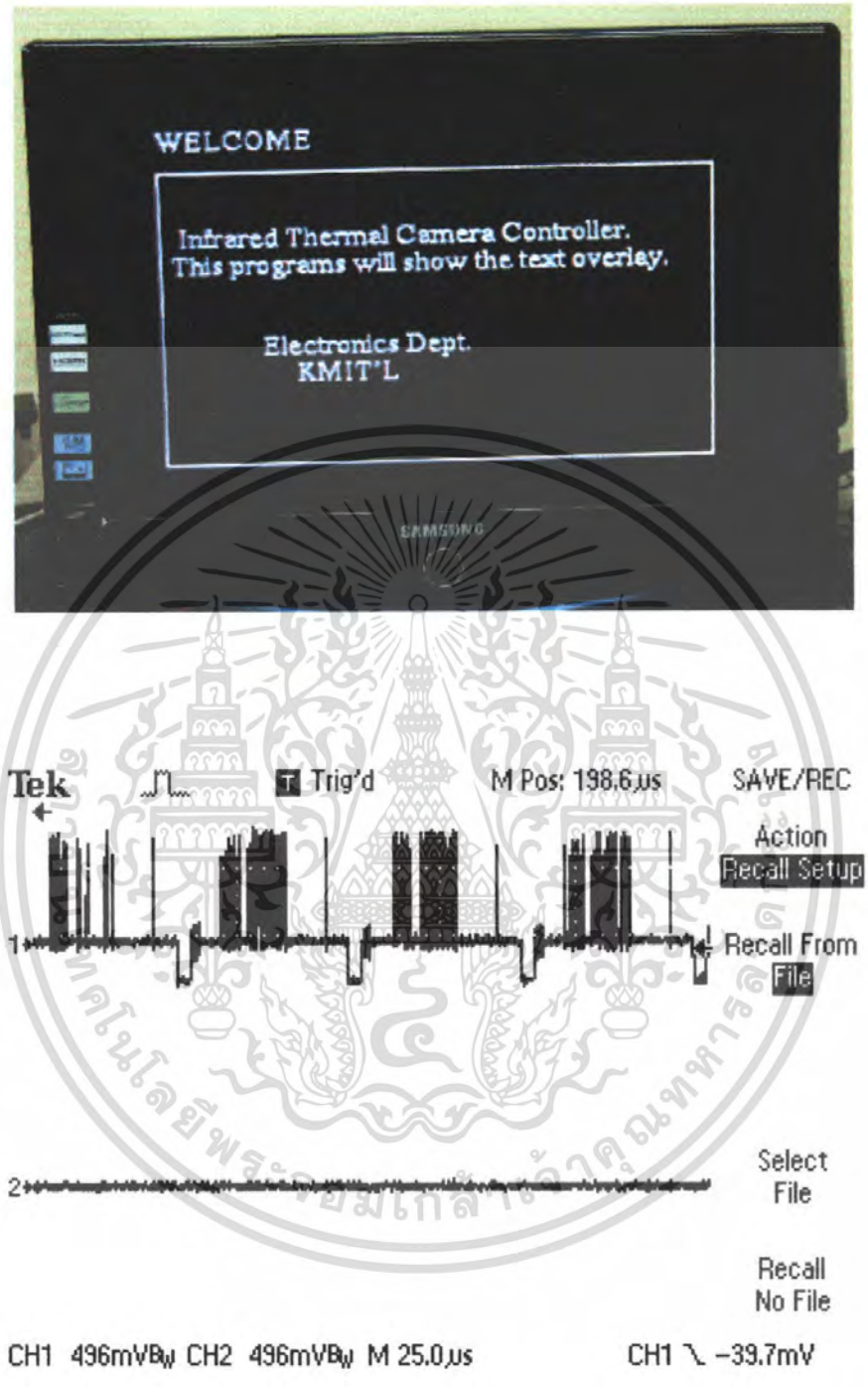

**รูปที่ 4.20** แสดงผลการเปลี่ยนตำแหน่งตัวอักษรด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.21** ทดลองส่วนของ Video in และVideo out

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.22** แสดงผลตัวอักษรที่ต้องการผ่านจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่4.23** แสดงการต่อใช้งาน Video in และVideo out

**รูปที่4.24** แสดงการทำงานของโปรแกรมกับจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# บทสรุป

จากการออกแบบและสร้างระบบควบคุมกล้องตรวจจับความร้อนด้วยแสงอินฟาเรด ในส่วนแรกนั้นเป็นการสร้างชุดควบคุมเพื่อสั่งให้ กล้องนั้นหมุนไปในทิศทางต่าง ๆ ตามที่ได้ใช้อุปกรณ์ควบคุม ควบคุมเพื่อให้กล้องไปในทิศทางต่าง ๆ โดยใช้ Microcontroller เป็นตัวควบคุมการทำงาน

การพัฒนาส่วนการแสดงผลการควบคุมให้สามารถแสดงผลผ่านจอภาพ โดยใช้หลักการของ Text Overlay บนสัญญาณภาพได้ โดยทำการควบคุมด้วยโปรแกรม Visual DSP++ บนบอร์ด ADSP-BF 561 ตระกูล Blackfin ด้วยภาษา C ซึ่งจากการศึกษาและทำการทดลองพบปัญหาเหล่านี้คือ

1.การทำงานในส่วนของโปรแกรมย่อยค่อนข้างที่จะซับซ้อน

2.การจัดเก็บข้อมูลของสัญญาณภาพมีจำนวนของข้อมูลมาก ทำให้เกิดความซับซ้อนในการจัดเก็บ

**แนวทางแก้ไขปัญหา**

1.ศึกษาโปรแกรมย่อยของแต่ละโปรแกรมให้เหมาะสมก่อนเรียกใช้งานใน main programs

2.ศึกษาลักษณะของการส่งผ่านและจัดเก็บข้อมูล ทำให้ติดต่อไปที่หน่วยความจำได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม

1 เดชฤทธิ์ มณีธรรม, สำเริง เต็มราม. "ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC". ซีเอ็ดยูเคชั่น ,2549

2 ทิพย์วรรณ คำน้ำนอง."ไมโครคอนโทรลเลอร์". สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี

(ไทย-ญี่ปุ่น), 2548

3 ปรัชญนันท์ นิลสุข. "ทฤษฎีและการทำงานเครื่องรับโทรทัศน์เบื้องต้น". ซีเอ็ดยูเคชัน,

2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

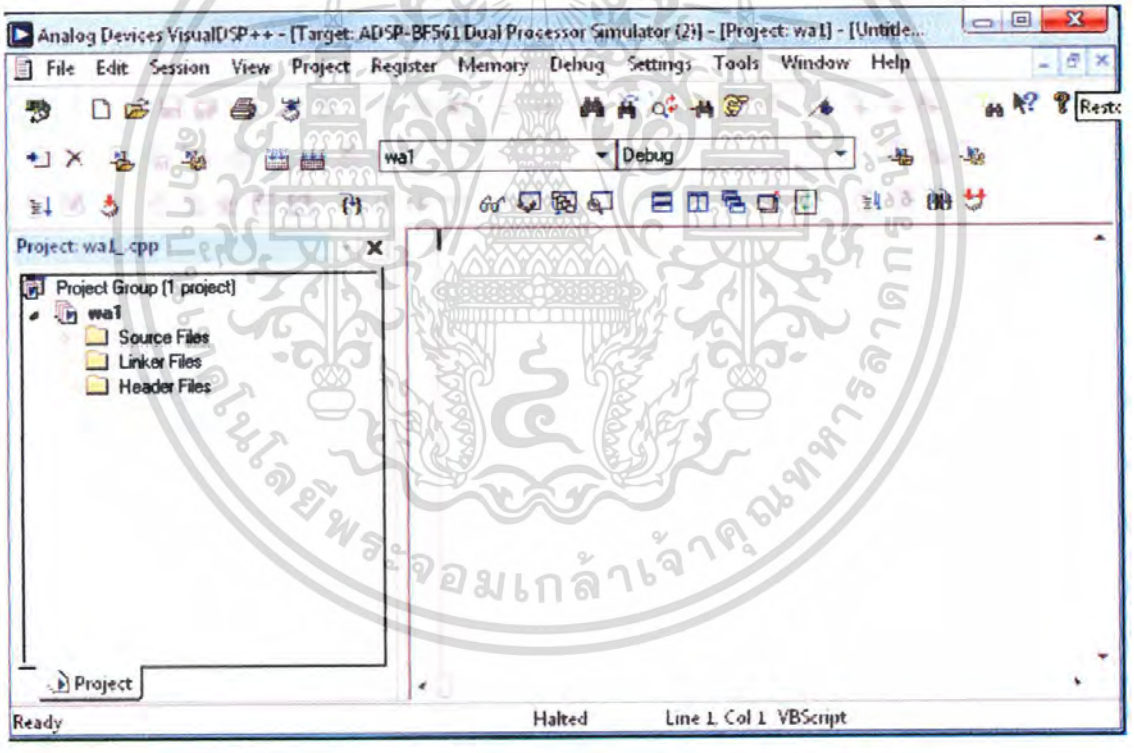
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# คู่มือผู้ใช้

ในโครงงานนี้ได้ใช้โปรแกรม Visual DSP ของ Analog Device ในการจำลองการทำงานของ Blackfin DSP Board ซึ่งสามารถทำการจำลองได้ทั้งในส่วนของการคอมไพล์ รัน บันทึกโพรไฟล์ และการทำงานต่างๆเปรียบเสมือนการทำงานบนบอร์ด DSP จริงๆ ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายถึงวิธีการใช้งานโปรแกรม Visual DSP ของ Analog Device ตั้งแต่ขั้นเริ่มต้นจนถึงการใช้งานในโครงงานนี้

**เริ่มต้นโปรแกรม**

เมื่อทำการเปิดโปรแกรม จะมีลักษณะดังรูป



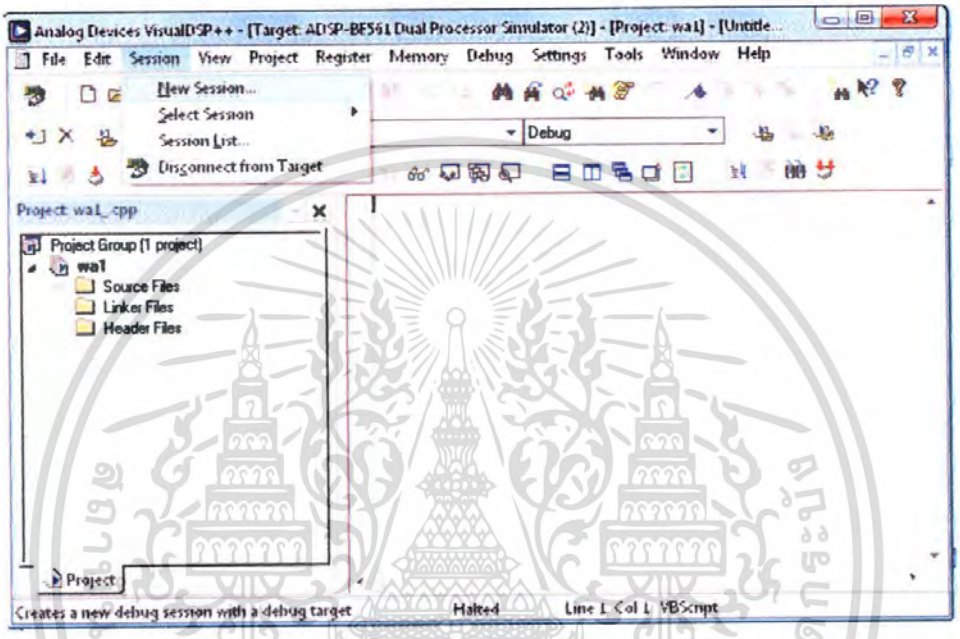

**รูปที่ 1** แสดงหน้าจอเมื่อทำการเปิดโปแกรม Visual DSP ของ Analog Device

โดยจะเป็น Project ที่ว่างเปล่าและจะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นการทำงานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

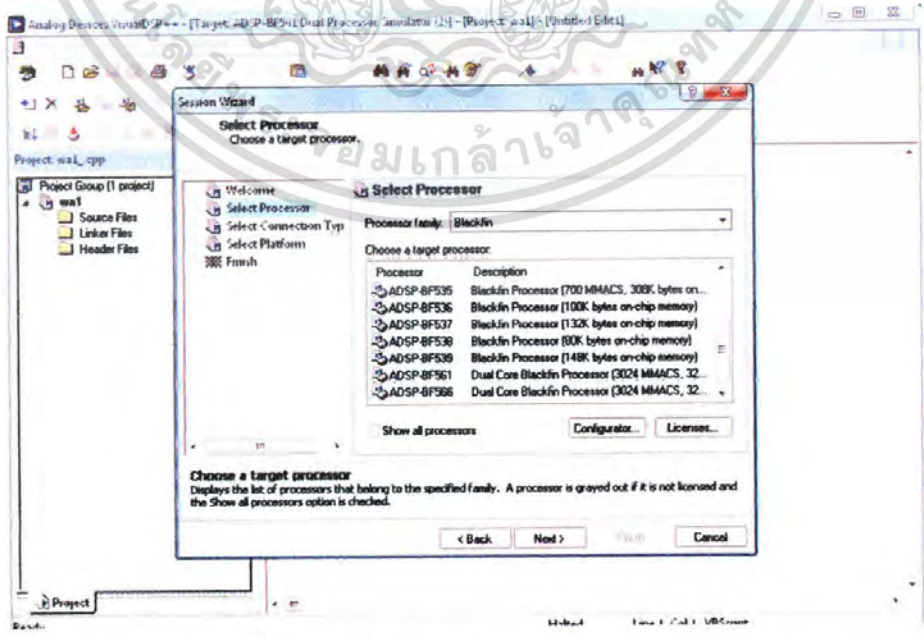
**การเลือก Session**

เป็นการเลือกชนิดของ DSP Board และรุ่นที่จะใช้ของ DSP Board นั้นๆ ทำได้โดยการเลือกคำสั่ง Session ที่เมนูบาร์ และเลือก New ในกรณีที่ไม่เคยเลือก Session มาก่อน แต่ถ้ายังเลือก Session ที่มีอยู่ก็ใช้คำสั่ง Select Session เพื่อเลือก Session ที่มีอยู่เดิมได้




**รูปที่ 2** การทำ New Session

เมื่อทำการเลือก New Session แล้วจะปรากฏหน้าจอดังรูป



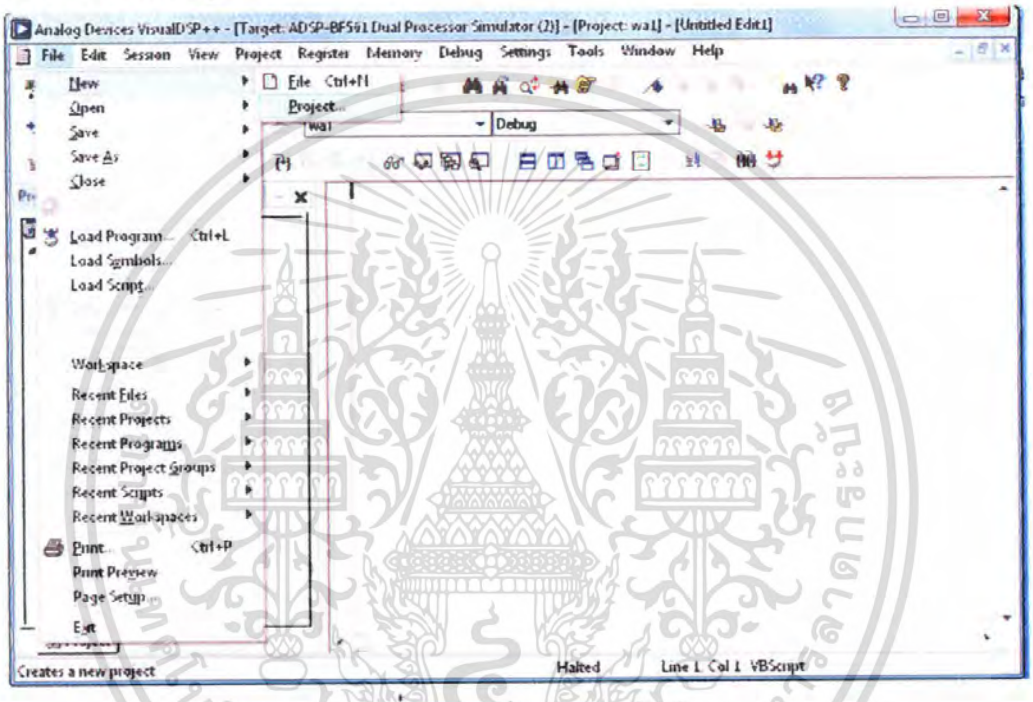

**รูปที่ 3** การเลือกรุ่นของ Blackfin DSP Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ ADSP-BF561 โดยกำหนด Debug Target เป็น Blackfin Family Compiled Simulator ในการจำลองการทำงานของโปรแกรมบน Blackfin DSP Board

**การสร้าง Project**

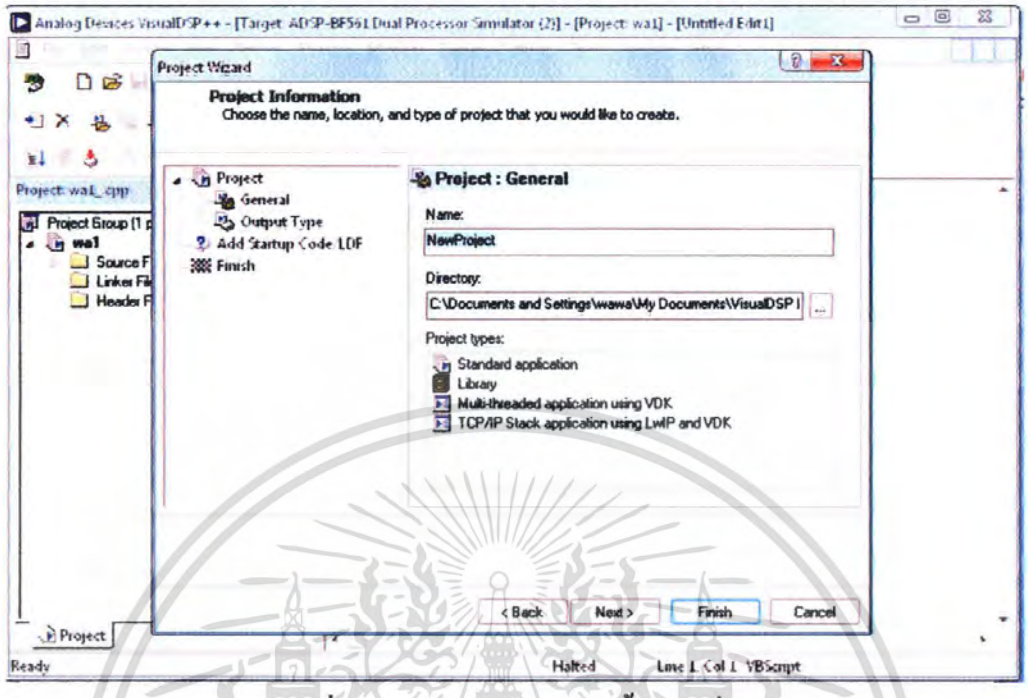
เมื่อทำการเลือก Session แล้ว จึงทำการสร้าง Project โดยทำการเลือก คำสั่ง File ->New-> Project Wizard บนเมนูบาร์




**รูปที่ 4** การสร้าง Project ใหม่

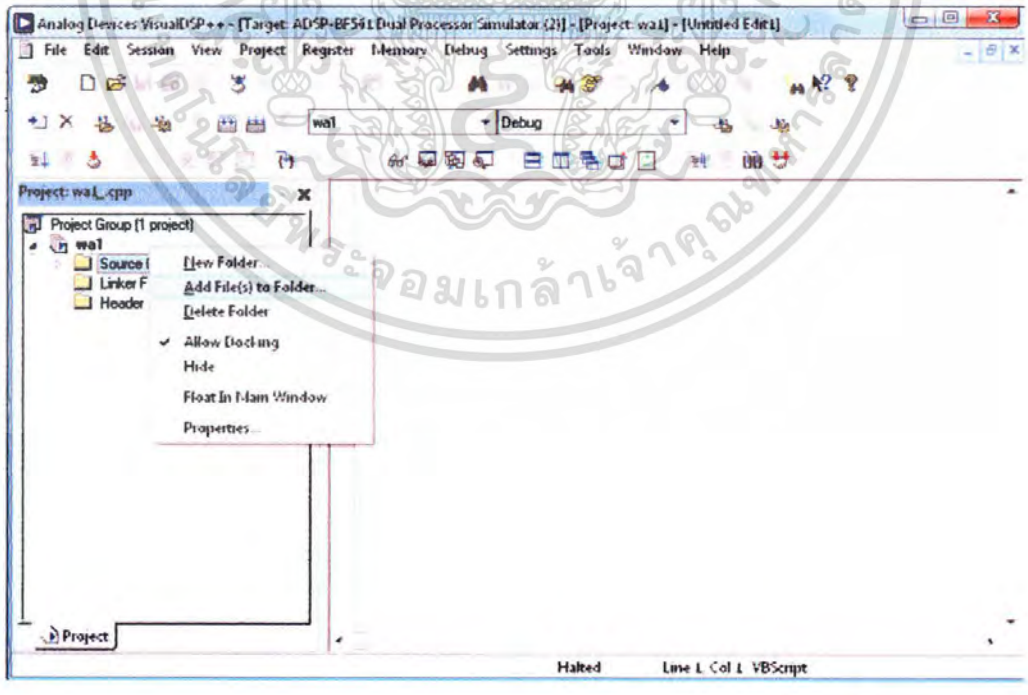
เมื่อเลือกแล้วจะปรากฏหน้าจอเพื่อทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆของ Project ใหม่เมื่อทำการกำหนดทุกอย่างครบตามต้องการแล้วจึงกดปุ่ม Finish

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 5** การสร้าง Project ใหม่ขั้นตอนที่ 2

เมื่อสร้าง Project ได้แล้วก็จะปรากฏ Project เปล่าขึ้นว่างมาจากนั้นทำการ Add Source Code ที่ต้องการจะนำมาจำลองการทำงานบน DSP Board นี้



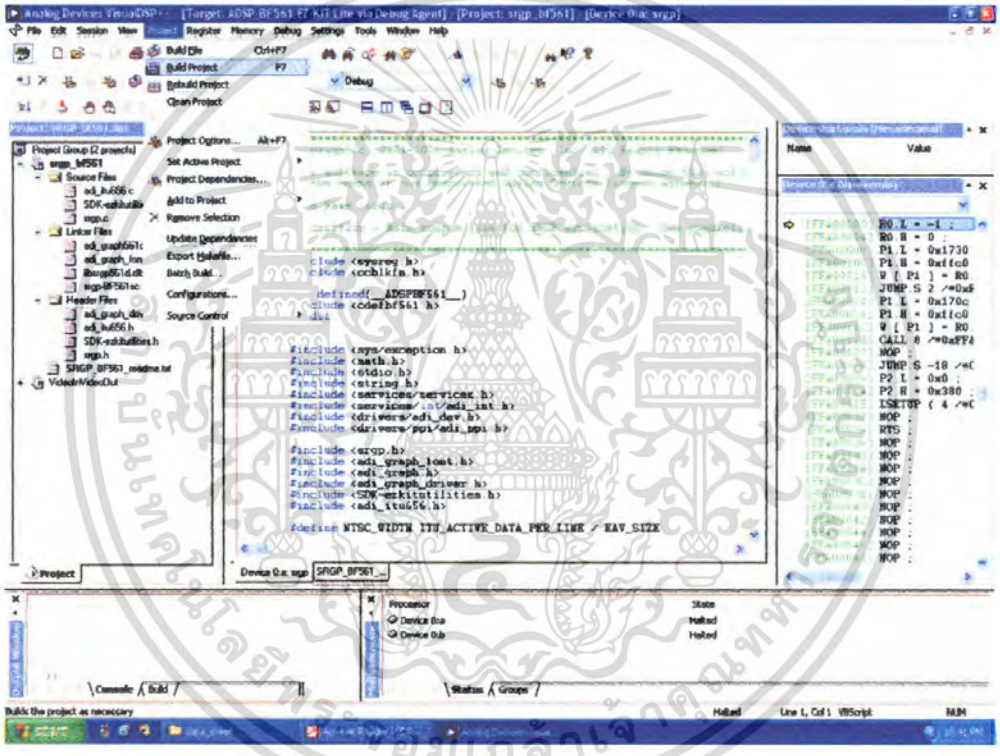

**รูปที่ 6** การเพิ่มไฟล์ Souce Code ลงใน Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการ Add นี้ให้ทำการแยกชนิดของ File ด้วย เช่นในส่วนของตัว Source Code ก็เก็บไว้ที่ Source File ในส่วนของ Header ก็เก็บไว้ที่ Header File และในส่วนของ Linker File นั้นจะทำการเก็บไฟล์ที่กำหนดค่าของหน่วยความจำต่างเอาไว้ ซึ่งมีได้เพียงไฟล์เดียวในการทำงานเท่านั้น

**การรันโปรแกรม**

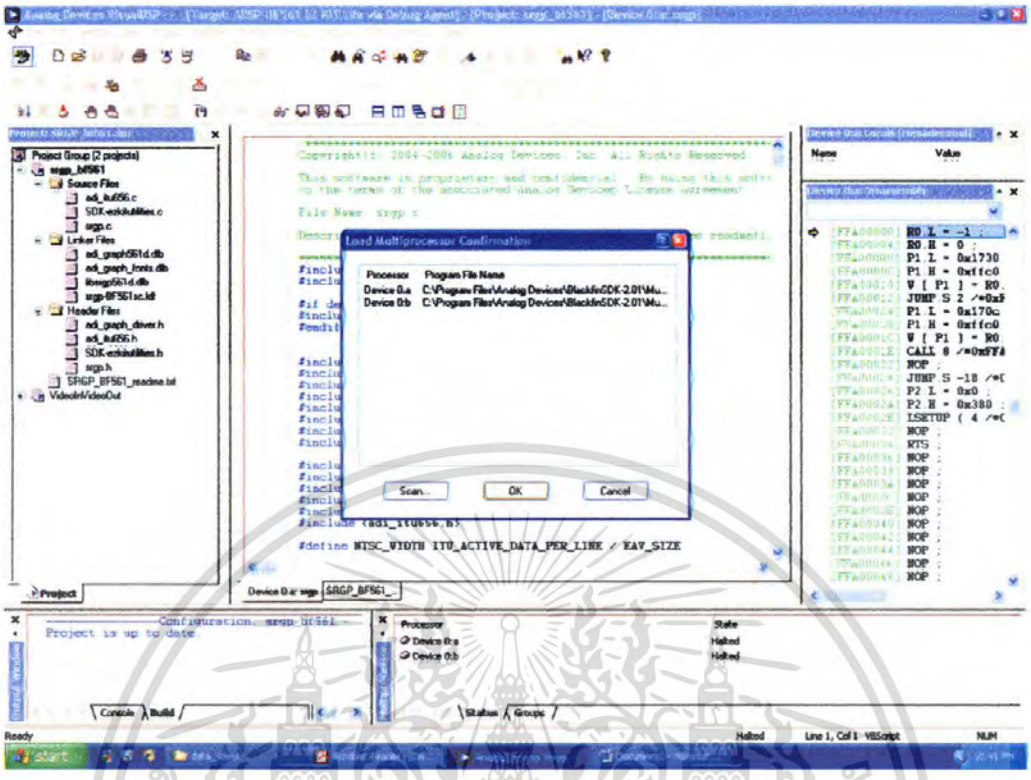
**เริ่มจากทำการ Build Project ก่อนดังรูป**




รูปที่ 7 การ Build Project

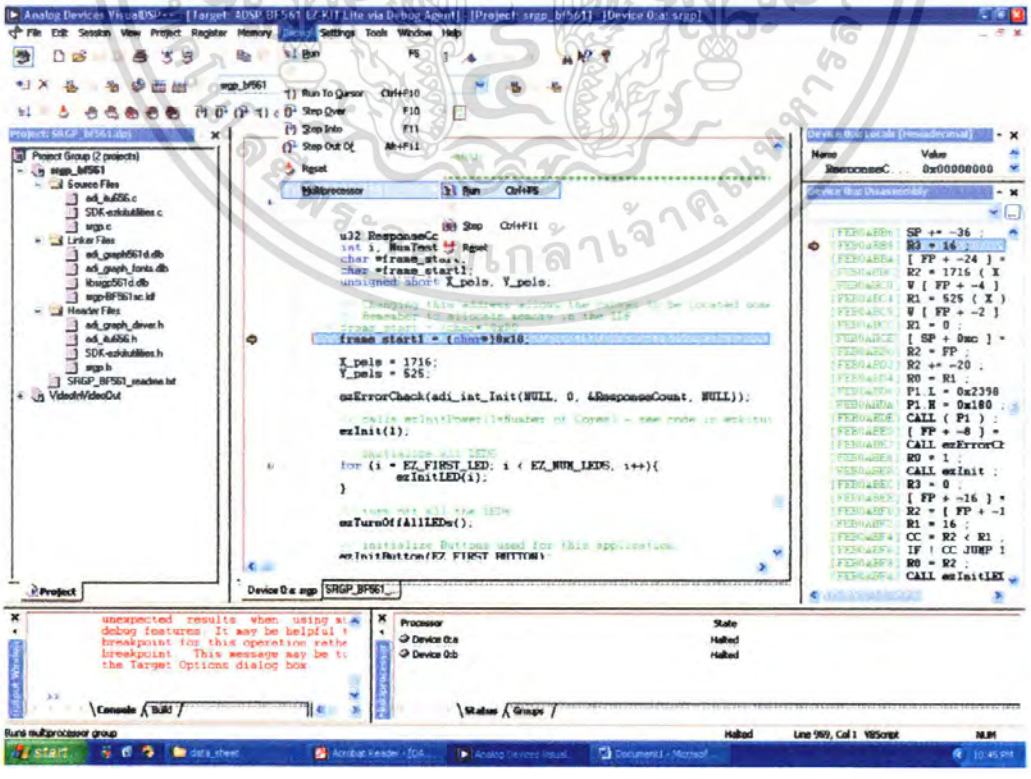
**จากนั้นทำการ Run Project ดังรูป**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

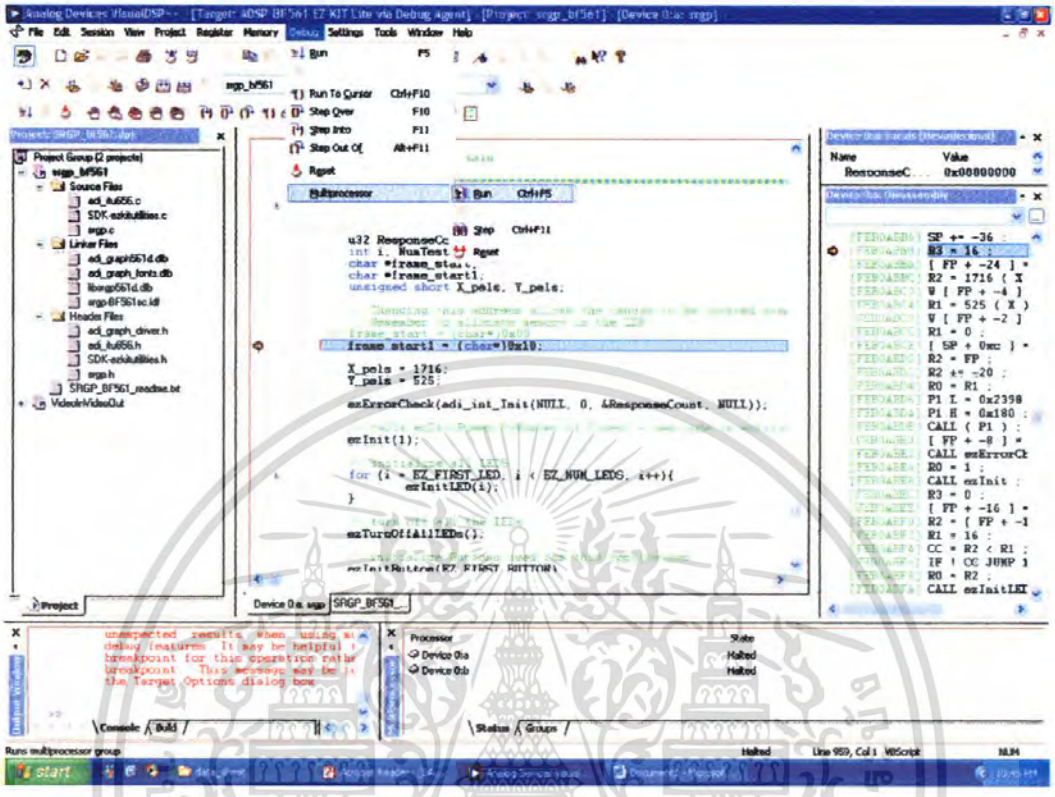


รูปที่ 8 การ Run Project

จะได้การแสดงผลการรันดังนี้



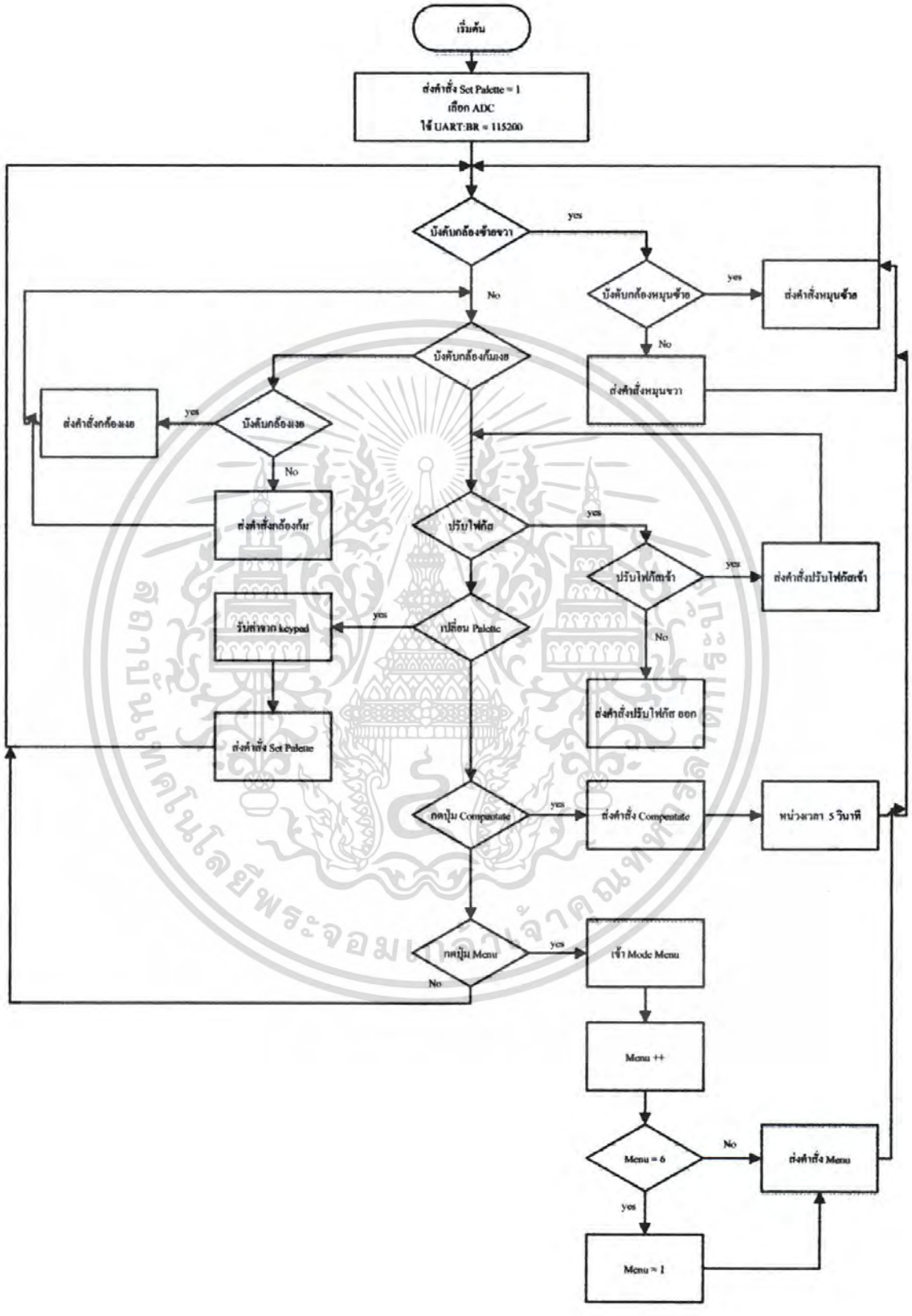
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 9 แสดงผลการรันโปรแกรม**

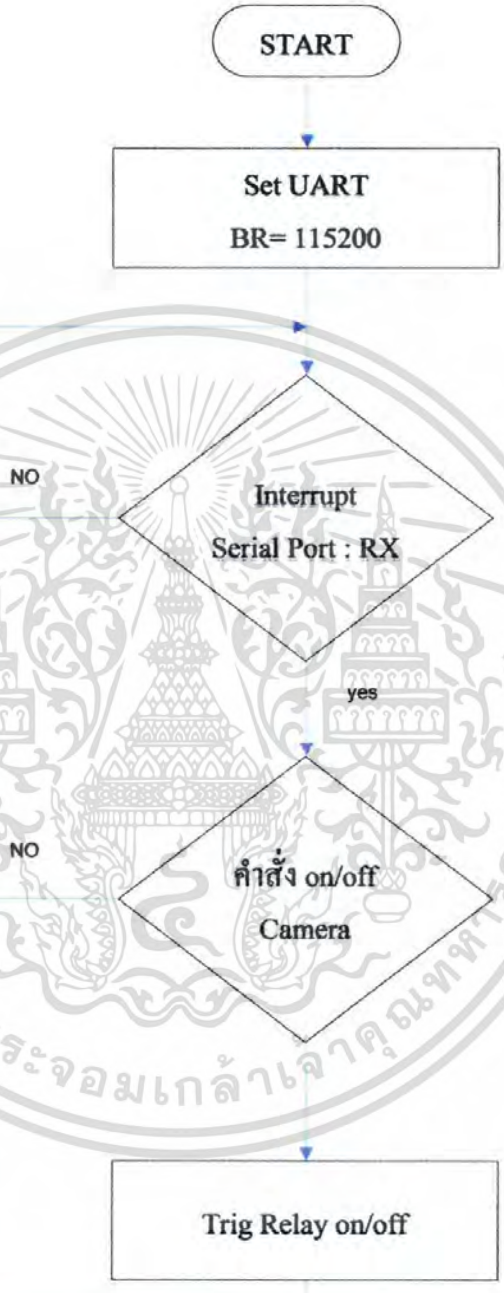
**ซึ่งการทำงานของโปรแกรม Visual DSP Board ของ Analog Device ที่ใช้ในโครงงานก็มีหลักการทำงานคร่าวๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



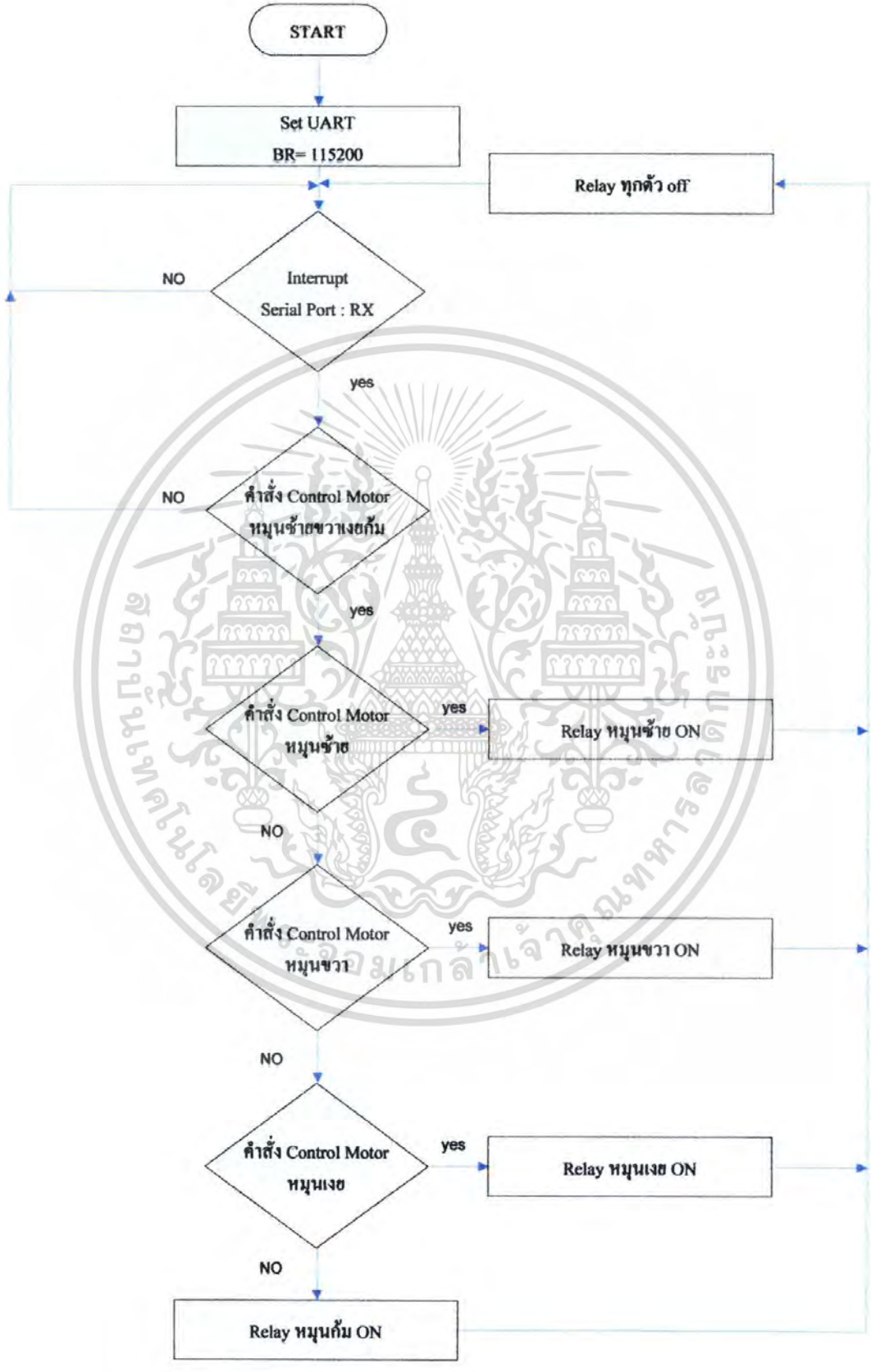

**รูปที่ 10 โฟล์วชาร์ตแสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F458 ควบคุมฟังก์ชั่นต่างๆ**

เอกสาร ... ค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 11** Flow Chart แสดงการทำงานของ Controller PIC ที่ทำหน้าที่ on/off กล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

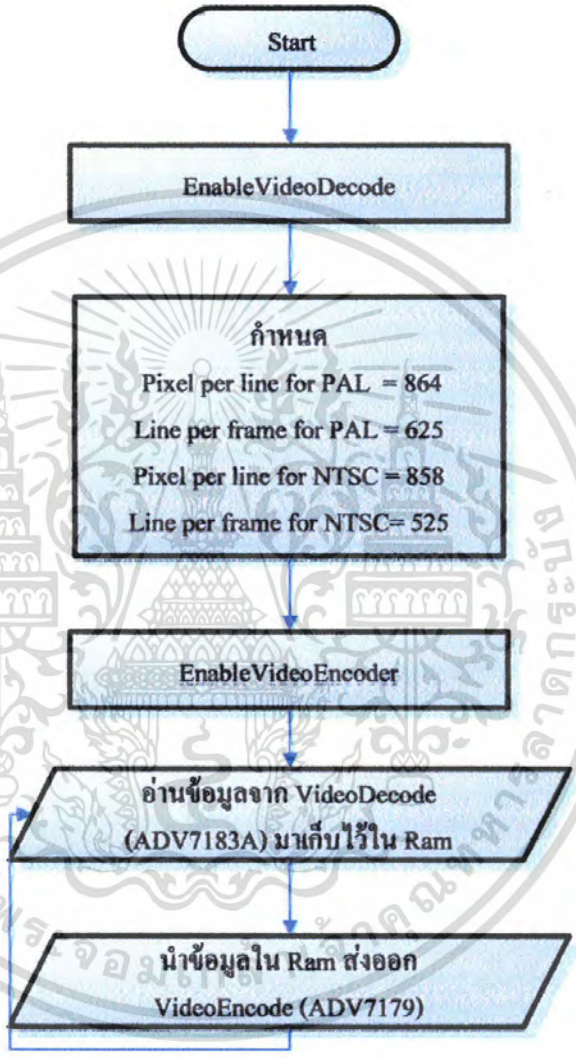



**รูปที่ 12 โฟล์วชาร์ต แสดงการทำงานของ Controller PIC ที่ทำหน้าที่ หมุน กล้อง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 13** โฟลว์ชาร์ตแสดงFunctionส่งคำส่งออกทาง UART และแสดงผลออกทาง LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 14** โฟล์วชาร์ต แสดงการทำงานในส่วนของ SRGP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 15** โฟล์วชาร์ตแสดงการทำงานในส่วน Video in และ Video out

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้