สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดรักษาความปลอดภัยผ่านอินเตอร์เน็ต

SECURITY CAMERAS SYSTEM OVER IP

โดย

นายชาญณวัฒน์ ชาญเวชช์

นายณัฐ จูฑะวนิช

นายวิมุกติ์ เศรษฐนันท์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับหนังสือ
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....54986
วัน,เดือน,ปี.....- 4 มิ.ย. 2548

b.....
i.....

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดรักษาความปลอดภัยผ่านอินเตอร์เน็ต

SECURITY CAMERAS SYSTEM OVER IP

โดย

นายชาญณวัฒน์ ชาญเวชช์ 43010099

นายณัฐ จูฑะวนิช 43010122

นายวิมุคติ์ เศรษฐนันท์ 43010401

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดรักษาความปลอดภัยผ่านอินเตอร์เน็ต

Security Camera System over IP

โดย นายชาญณวัฒน์ ชาญเวชช์ 43010099

นายณัฐ จูฑะวนิช 43010122

นายวิมุกติ์ เศรษฐนันท์ 43010401

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดรักษาความปลอดภัยผ่านอินเตอร์เน็ต (Security Camera System over IP) โดยรับสัญญาณภาพจากกล้องรักษาความปลอดภัยสี่ตัวแล้วทำการมัลติเพล็กซ์สัญญาณเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุม จากนั้นทำการเชื่อมต่อและส่งข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ตโปรโตคอลระหว่างคอมพิวเตอร์ควบคุมกับคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง คอมพิวเตอร์ทางภาครับจะมีโปรแกรมรับสัญญาณและทำการแบ่งหน้าจอเป็นสี่ส่วนแสดงภาพจากกล้องรักษาความปลอดภัยทั้งสี่ตัว

Abstract

This project presents a security camera system over Internet protocol (IP). Console computer receives the multiplexed signal from four security cameras. The multiplexed signal is transferred between the computers. Terminal computer has a program for receiving multiplexed signal and dividing monitor for four parts in order to display the images from four security cameras.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดรักษาความปลอดภัยผ่านอินเตอร์เน็ต**

SECURITY CAMERAS SYSTEM OVER IP

ผู้จัดทำ

1. นายชาญณวัฒน์ ชาญเวชช์ **43010099**
2. นายณัฐ จูฑะวนิช **43010122**
3. นายวิมุกติ์ เศรษฐนันท์ **43010401**

.....ปราโมทย์..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
	1.2 โครงสร้างของโครงงาน	1
	1.3 หน้าที่ของ Server และ Client	1
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการ	
	2.1 ตัวมัลติเพล็กซ์ (Multiplexer)	2
	- การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามความถี่	3
	- การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามเวลา	4
	2.2 ฟลิบฟลอบ (Flip flop)	4
	- ฟลิบฟลอบขั้นพื้นฐาน	5
	- เจ เค ฟลิบฟลอบ (J K flip flop)	7
	2.3 ลักษณะของสัญญาณภาพ	9
	2.4 องค์ประกอบของภาพ	12
	2.5 การสแกนภาพและเรื่องที่เกี่ยวข้อง	12
	2.6 อินเทอร์เน็ต (Internet)	16
	2.7 โปรโตคอล (Protocol)	16
	2.8 โปรโตคอล TCP/IP	16
	2.9 IP คืออะไร	17
	2.10 IP Address คืออะไร	17
	2.11 Address แบบ Static และแบบ Dynamic แตกต่างกันอย่างไร	18
	2.12 Domain Name ใน Internet	19
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	
	3.1 วงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณ	20
	3.2 โปรแกรม Borland Delphi 6	23
	3.3 โปรแกรม Visual Basic 6.0	24
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	
	4.1 การทดลองที่ 1 ทดลองวงจรมัลติเพล็กซ์	27
	4.2 การทดลองที่ 2 ทดลองโปรแกรม Borland Delphi	32
	4.3 การทดลองที่ 3 ทดลองโปรแกรม Visual Basic	33
บทที่ 5	บทวิจารณ์และบทสรุป	
	5.1 อุปสรรคที่พบในการทำโครงงาน	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานนี้ 38
5.3 แนวทางการพัฒนา 38
ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
เอกสารอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบ	1
รูปที่ 2.1 หลักการมัลติเพล็กซ์	2
รูปที่ 2.2 การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่ *FDM*	3
รูปที่ 2.3 การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามเวลา	4
รูปที่ 2.4 วงจรฟลิบฟลอบเบื้องต้น	5
รูปที่ 2.5 วงจรที่มีการเซทและรีเซทได้	6
รูปที่ 2.6 การทำงานของอาร์เอส เอสอาร์ฟลิบฟลอบที่ทำงานขึ้นกับสัญญาณ	6
รูปที่ 2.7 โครงสร้างของ เจ เค ฟลิบฟลอบ และตารางการทำงาน	8
รูปที่ 2.8 ลักษณะของสัญญาณของสัญญาณทางด้านแนวนอน	9
รูปที่ 2.9 ลักษณะของสัญญาณของสัญญาณทางด้านแนวตั้ง	9
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณทางด้านแนวนอน และแนวตั้ง	10
รูปที่ 2.11 เวลาในการสุ่มสำหรับเส้นสแกนทางแนวนอน ของสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ	11
รูปที่ 2.12 การสแกนจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง	13
รูปที่ 2.13A จุดเริ่มต้นสแกนครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2	14
รูปที่ 2.13B สัญญาณสแกนในแนวตั้ง บนลงล่าง	14
รูปที่ 2.13C สัญญาณสแกนในแนวนอน ซ้ายไปขวา	14
รูปที่ 2.14 รูปที่เกิดจากการสแกนฟิลด์คู่ (Even line trace)	15
รูปที่ 2.15 รูปที่เกิดจากการสแกนฟิลด์คี่ (Odd line trace)	15
รูปที่ 2.16 การรวมฟิลด์ 1 และฟิลด์ 2	15
รูปที่ 2.17 แสดงการแบ่งเลขไอพีออกเป็น 4 ชุด	18
รูปที่ 2.18 การเขียนเลขไอพีเป็นเลขฐาน 2 และ ฐาน 10	18
รูปที่ 2.19 ระบบเครือข่ายโดเมนเนม	19
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรมัลติเพล็กเซอร์	20
รูปที่ 3.2 ไอซีที่มี 8 อินพุต และ 1 เอาต์พุต	20
รูปที่ 3.3 แสดงค่าวิธีการจัดเรียงเกตต่างๆในการต่อเพื่อควบคุมอินพุต	21
รูปที่ 3.4 การต่อวงจรใช้ซีมอสเทคโนโลยี	21
รูปที่ 3.5 วงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณ	22
รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรมจับภาพอัตโนมัติ	23
รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของโปรแกรมผู้ใช้	24
รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์	25
รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของการส่งข้อมูลภาพ	26
รูปที่ 4.1 สัญญาณ *Clk* ที่ขา 1 ของ ไอซี 7476	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 ผลการทดลองสัญญาณที่จุด TP4 28
รูปที่ 4.3 ผลการทดลองสัญญาณที่จุด TP5 28
รูปที่ 4.4 ผลการทดลองสัญญาณที่ขา 3 เมื่อวงจรนับนับ 1 29
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองสัญญาณที่ขา 3 เมื่อวงจรนับนับ 2 30
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองสัญญาณที่ขา 3 เมื่อวงจรนับนับ 3 30
รูปที่ 4.7 ผลการทดลองสัญญาณที่ขา 4 เมื่อวงจรนับนับ 4 31
รูปที่ 4.8 ภาพหน้าจอโปรแกรมจับภาพอัตโนมัติที่สร้าง 32
รูปที่ 4.9 ภาพหน้าจอโปรแกรมจับภาพอัตโนมัติที่เรียกเปิด 33
รูปที่ 4.10 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านเซิร์ฟเวอร์ ขณะยังไม่ได้เชื่อมต่อกัน 34
รูปที่ 4.11 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านเซิร์ฟเวอร์ ขณะได้เชื่อมต่อกันแล้ว 34
รูปที่ 4.12 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านเซิร์ฟเวอร์ ขณะส่งข้อมูล 34
รูปที่ 4.13 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะยังไม่ได้เชื่อมต่อกัน 34
รูปที่ 4.14 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะได้เชื่อมต่อกันแล้ว 34
รูปที่ 4.15 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะรับข้อมูลใน Mode 'Recently' 35
รูปที่ 4.16 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ แสดงผลข้อมูล 4 ภาพใน Mode 'Recently' 35
รูปที่ 4.17 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้เมื่อยกเลิก Mode 'Recently' หลังกดปุ่ม Abort 36
รูปที่ 4.18 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะระบุกล้อง 1 เวลา 11-57-08 ใน Mode 'Request' 36
รูปที่ 4.19 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะรับข้อมูลใน Mode 'Request' 36
รูปที่ 4.20 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ แสดงผลข้อมูลภาพที่ระบุกล้องและเวลา ใน Mode 'Request' 37
รูปที่ 4.21 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้เมื่อยกเลิก Mode 'Request' หลังกดปุ่ม Abort 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การทำงานของฟลิบฟลอบรูปที่ 2.7	8
ตารางที่ 2.2 คลาสต่างๆของเลข ไอพี	19
ตารางที่ 4.1 บิตเอาท์พุทของ 7476	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

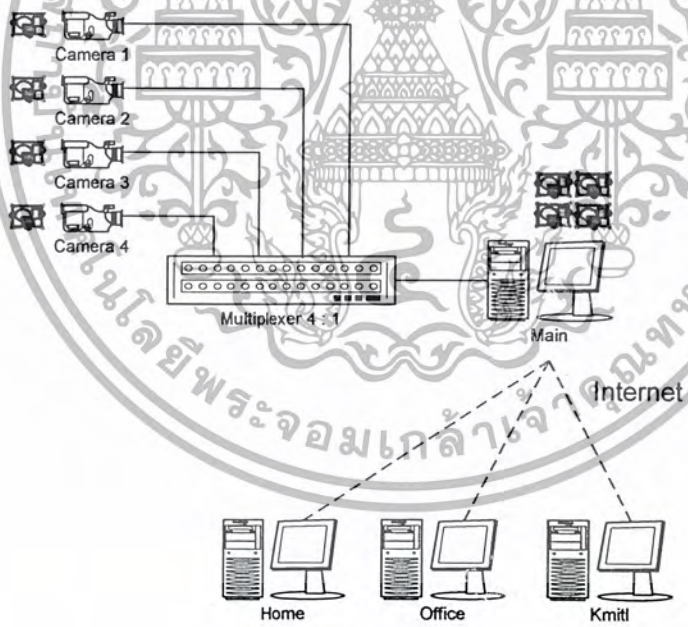
บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีส่วนสำคัญมากในการสื่อสาร เพราะเป็นการสื่อสารที่เชื่อมต่อกันได้จากทุกส่วนของโลก ด้วยเหตุนี้เองโครงงานนี้จึงได้นำเอาประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์เข้ากับการรักษาความปลอดภัย เพื่อไม่ว่าจะอยู่ที่ใดในโลกถ้าติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็สามารถดูภาพจากกล้องรักษาความปลอดภัยได้ โดยสัญญาณภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดสี่ตัวจะถูกมัลติเพล็กซ์สัญญาณเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้วซึ่งพร้อมที่จะทำการเชื่อมต่อ และเมื่อคอมพิวเตอร์ปลายทางที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำการติดต่อเข้ามา ก็จะส่งข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ตโปรโตคอลระหว่างคอมพิวเตอร์ควบคุมกับคอมพิวเตอร์ปลายทาง โดยคอมพิวเตอร์ปลายทางจะมีโปรแกรมรับสัญญาณ และทำการแบ่งหน้าจอเป็นสี่ส่วนแสดงภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดทั้งสี่ตัว

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการสื่อสารผ่าน IP (Internet Protocol)
2. เพื่อศึกษาการมัลติเพล็กซ์สัญญาณ

1.2 โครงสร้างของโครงงาน



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบ

1.3 หน้าที่ของ Server และ Client

- ด้านเซิร์ฟเวอร์ (Server)	- ด้านผู้ใช้ (Client)
1. รอการเชื่อมต่อ (Wait)	1. เชื่อมต่อเข้าสู่ เซิร์ฟเวอร์ (Connect to Server)
2. จับภาพ (Capture)	2. รับภาพ (Receiving Data)
3. ส่งภาพให้ผู้ใช้ (Sending Data)	3. แสดงผล เป็น 4 หน้าจอ (Display)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ตัวมัลติเพล็กซ์ (Multiplexer)

ในการเชื่อมโยงการสื่อสารกันระหว่างผู้รับและผู้ส่งคือการเชื่อมโยงแบบจุดต่อจุด และการเชื่อมโยงที่ยุ่งยากกว่าแต่ให้ประโยชน์และประหยัดกว่าก็คือการเชื่อมต่อแบบหลายจุด ซึ่งผู้ส่งคนเดียวสามารถส่งข้อมูลไปยังผู้รับได้หลายๆคน โดยใช้สายสื่อสารเดียวร่วมกัน และหลักการในการร่วมใช้สายสื่อสารเดียวกันนั้นเองคือจุดประสงค์หลักการของการใช้อุปกรณ์ตัวมัลติเพล็กซ์ (Multiplexer หรือเรียกสั้นๆว่า *Mux*) จากรูป 2.1 แสดงถึงลักษณะการทำงานของตัวมัลติเพล็กซ์ ทางซ้ายมืออุปกรณ์มัลติเพล็กเซอร์จะรับสัญญาณข้อมูลจากผู้ส่งข้อมูลจากแหล่งต้นทางต่างๆกัน n ต้นทาง ซึ่งต้องการจะส่งข้อมูลไปยังปลายทางในที่ต่างๆกัน n ปลายทาง ในทางด้านขวามือแต่ละคู่การสื่อสารข้อมูลคือ 1 ช่องทางสื่อสาร (Channel) ดังนั้นสัญญาณข้อมูลทั้ง n ช่องทางมาถึงตัวมัลติเพล็กซ์ซึ่งเรียกว่า อุปกรณ์ดีมัลติเพล็กซ์ (Demultiplexer) อีกเครื่องทางปลายทาง สัญญาณทั้ง n ช่องทางก็จะถูกแยก (ดีมัลติเพล็กซ์) ออกจากกันไปตามเครื่องรับปลายทางของแต่ละช่องทาง สายส่งข้อมูลที่ใช้ในการส่งข้อมูลจะต้องมีความจุสูงจึงจะสามารถรองรับปริมาณข้อมูลจำนวนมากที่ถูกส่งผ่านมาพร้อมๆกันได้ สายส่งดังกล่าวได้แก่ สายโคแอกเชียล สายไฟเบอร์ออปติค คลื่นไมโครเวฟ และคลื่นดาวเทียม

รูปที่ 2.1 หลักการมัลติเพล็กซ์

วิธีการรวมช่องทางการสื่อสารข้อมูลหรือการมัลติเพล็กซ์ที่จะกล่าวถึงในที่นี้มีอยู่ 3 วิธีคือ

1. การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามความถี่ (Frequency Division Multiplexing) หรือ *FDM* ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดโดยเฉพาะด้านวิทยุและโทรทัศน์

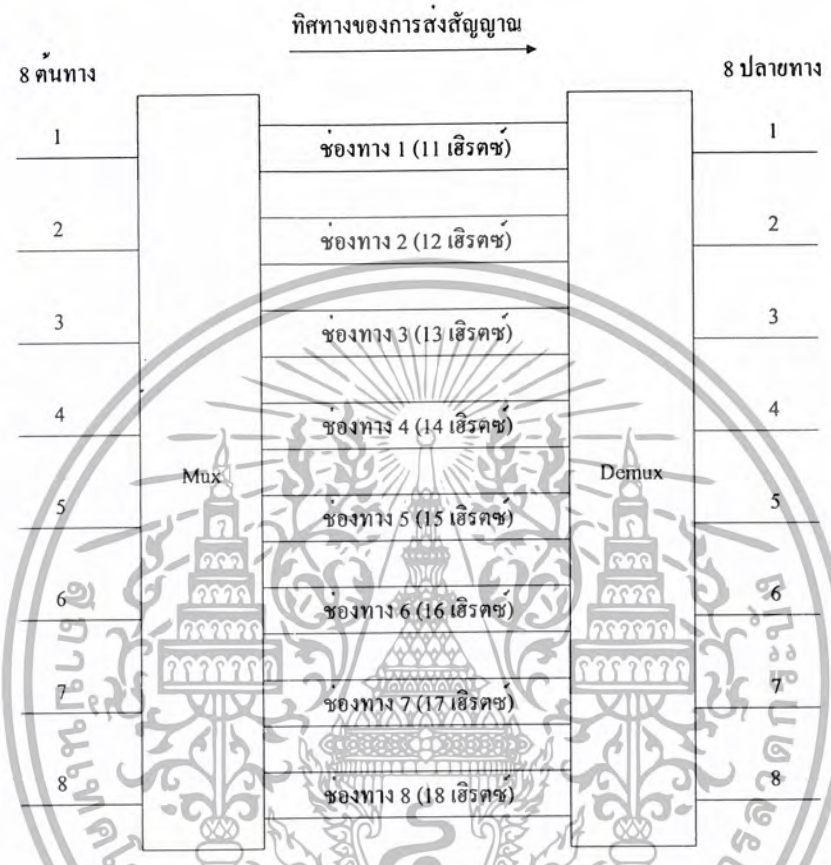
2. การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามเวลา (Time Division Multiplexing) หรือ *TDM* ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อของซิงโครนัส *TDM* (Synchronous TDM) ส่วนใหญ่จะใช้ในการมัลติเพล็กซ์สัญญาณเสียงดิจิตอล

3. การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามเวลาด้วยสถิติ (Statistical Time Division Multiplexing) หรือ *STDM* ซึ่งมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อะซิงโครนัส *TDM* (Asynchronous TDM) หรือ อินเทลลิเจนท์ *TDM* (Intelligent TDM) ในที่นี้เราจะใช้เรียกชื่อสั้นๆว่า *STDM* สำหรับ *STDM* เป็นวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มัลติเพล็กซ์ที่ปรับปรุงการทำงานมาจากวิธีซิงโครนัส *TDM* ให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้นเพื่อรองรับจำนวนช่องทางให้ได้มากขึ้น

การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามความถี่



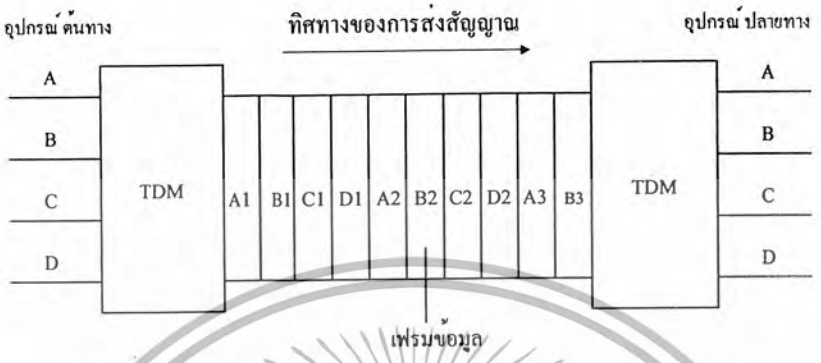
รูปที่ 2.2 การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งความถี่ *FDM*

จากรูป 2.2 สัญญาณข้อมูลของแต่ละอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ 8 สัญญาณจะถูกส่งมาด้วยความถี่ต่างๆกัน แต่ส่งเข้ามาในเวลาเดียวกัน ในแต่ละแถบความถี่หรือแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของแต่ละอุปกรณ์จะต้องแยกออกจากกันไม่ซ้อนกันสู่อุปกรณ์มัลติเพล็กซ์ *FDM* แต่ละสัญญาณจะถูกมอดูเลตเข้ากับคลื่นพาห์ที่ความถี่ต่างกัน (f1, f2, ..., f8)ความถี่ของคลื่นพาห์จะต้องมีแบนด์วิดท์ หรือ 8 ช่องทาง จากนั้น *FDM* ก็จะทำหน้าที่เป็น ดีมัลติเพล็กซ์ เพื่อแยกแต่ละสัญญาณข้อมูลออกจากช่องทางทั้ง 8 ให้เหมือนกับสัญญาณเดิมก่อนส่งผ่านตัวมัลติเพล็กซ์ต้นทาง ตัวอย่างของอุปกรณ์ *FDM* ได้แก่กล่องรับสัญญาณเคเบิลทีวีที่ทำหน้าที่แยกช่องสถานีที่ส่งสัญญาณทีวีละหลายๆช่องพร้อมกันในสายเคเบิลเดียว ข้อเสียของ *FDM* คือแต่ละช่องทางที่มีแบนด์วิดท์ที่ตายตัว ทำให้ต้องส่งข้อมูลในเฉพาะที่อยู่ในย่านของความถี่ที่มีเท่านั้น นอกจากนั้นยังสามารถเกิดการไขว้แทรก (Crosstalk) หรือการผิดพลาดของสัญญาณ อันเกิดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรบกวนจากคลื่นความถี่จากช่องความถี่ข้างเคียงได้ ดังนั้นยิ่งแบ่งช่องความถี่ออกมามากเท่าใด การรบกวนก็ยิ่งเกิดขึ้นได้มากเท่านั้น

การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามเวลา



รูปที่ 2.3 การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามเวลา

การมัลติเพล็กซ์แบบแบ่งตามเวลา *TDM* หรือบางทีเรียกว่า ซิงโครนัส *TDM* เป็นวิธีการรับ-ส่งข้อมูลจากที่ต่างอุปกรณ์กันในเวลาเดียวกันรวมส่งผ่านช่องทางเดียวกัน แต่มีการแบ่งเวลาการใช้สายสื่อสารให้แต่ละอุปกรณ์ในลักษณะหมุนเวียนกันไป ในแต่ละช่วงเวลา หรือ Time Slot อาจจะเท่ากับ 1 บิตเวลา หรือ 1 บล็อก ของไบต์ข้อมูลก็ได้

ข้อสำคัญอย่างหนึ่งของการมัลติเพล็กซ์แบบ *TDM* คือสายส่งสัญญาณจะต้องมีอัตราเร็วในการส่งข้อมูล (บางทีเรียกว่า แบนด์วิดท์) มากกว่าอัตราเร็วของข้อมูลของสัญญาณข้อมูลทั้งหมด เช่น ในรูปที่ 2.3 ถ้าให้แต่ละสัญญาณที่เข้าสู่ TDM มีอัตราเร็วข้อมูลเท่ากับ 1,200 บิตต่อวินาที ดังนั้นสายส่งสัญญาณจะต้องมีอัตราส่งข้อมูลมากกว่า 1,200 x 4 หรือ 4,800 บิตต่อวินาที (รวมทั้งบิตส่วนหัว หรือ Overhead ด้วย)

ในขั้นตอนการส่งสัญญาณ *TDM* ตัวมัลติเพล็กซ์จะดึง (Poll) เอาอักขระทีละหนึ่งอักขระจากอุปกรณ์ต้นทางแต่ละเครื่องตามลำดับจากนั้นจะนำอักขระเหล่านั้นมารวมกันเป็นเฟรม (Frame) แล้วส่งออกไปด้วยอัตราเร็วสูง ตัวอย่างเช่น แต่ละอุปกรณ์อาจจะส่งข้อมูลมาด้วยอัตราเร็ว 1,200 บิตต่อวินาที แต่เมื่อผ่าน *TDM* ไปแล้วข้อมูล (เป็นบิตเฟรม) สามารถถูกส่งออกไปด้วยอัตราเร็ว 4,800 บิตต่อวินาที หรือมากกว่าได้ ในกรณีที่ไม่มีการส่งข้อมูลมาจากอุปกรณ์ต้นทาง *TDM* จะมีการใส่สัญญาณดัมมี (Dummy) เข้าไปแทนในช่วงเวลานั้น ตัวมัลติเพล็กซ์แบบ *TDM* จะให้ประสิทธิภาพการส่งสัญญาณข้อมูลรวมทั้งลดความผิดพลาดได้ดีกว่าแบบ FDM

2.2 ฟลิบฟลอบ (Flip flop)

ในระบบซีเควียนเชียล (Sequential System) ที่ใช้ทางด้านดิจิตอลนั้นมีข้อแตกต่างกับวงจรในระบบคอมไบเนชั่นและที่เด่นชัดที่สุดก็คือวงจรซีเควียนเชียลจะต้องมีการทำงานที่ขึ้นอยู่กับสัญญาณนาฬิกา หรือเวลานั้นก็คือทุกครั้งของการทำงานของวงจรซีเควียนเชียลจะขึ้นอยู่กับการทริกด้วยพัลซ์

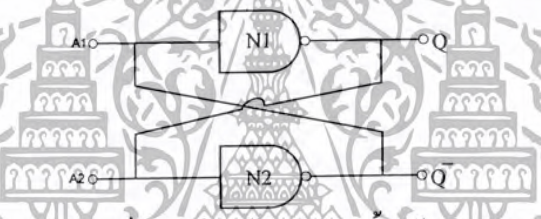
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการทำงานของวงจรจึงมีตัวแปรกับเวลาหรือตามลำดับก่อนหลังของการทริกด้วยพัลซ์นั้นเอง โดยปกติการทำงานของวงจรเหล่านี้จะอาศัยฟลิบฟลอบเป็นสำคัญ

ฟลิบฟลอบขั้นพื้นฐาน

เมื่อก่อนนี้เทคโนโลยีทางด้านไอซียังไม่เจริญก้าวหน้า เราใช้วงจรไบสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ทำงานในระบบซีเควียนเชียล แต่เนื่องจากระบบนี้ต้องใช้ฟลิบฟลอบเป็นจำนวนมากทำให้ลักษณะของวงจรยุ่งยากและใหญ่โตมาก แต่ในปัจจุบันไอซีทางดิจิตอลเป็นที่แพร่หลาย เรามีไอซีต่างๆมากมาย การใช้งานก็สะดวกง่ายดาย ฟลิบฟลอบจึงเป็นที่แพร่หลาย

ฟลิบฟลอบพื้นฐานที่จะกล่าวมานี้เป็นวงจรที่เบื้องต้นมากเพราะประกอบด้วย *NAND* เกตสองตัว ประกอบดังรูปที่ 2.4 เอาต์พุตของเกตแต่ละตัวจะป้อนกลับเข้ายังอินพุตของอีกตัวหนึ่ง โดยที่ *NAND* เกต แต่ละตัวจะมีอินพุตเดียวคือทำตัวเสมือนเป็นอินเวอร์เตอร์ จากลักษณะของฟลิบฟลอบก็คือเอาต์พุตที่ได้จะต้องมีสถานะเสถียรอยู่ได้นั้นคือ $Q=1$ $(\overline{Q}=0)$ หรือ $Q=0\,(\overline{Q}=1)$ กรณีที่ $Q=1$ เราก็เรียกว่าฟลิบฟลอบอยู่ในสภาวะ "1" ถ้า $Q=0$ เราก็เรียกว่าฟลิบฟลอบอยู่ในสภาวะ "0"

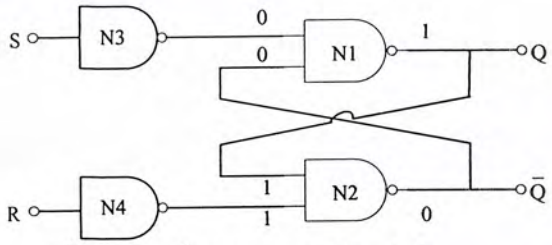


รูปที่ 2.4 วงจรฟลิบฟลอบเบื้องต้น

การดำรงสถานะของฟลิบฟลอบจะดำรงได้อย่างเสถียรภาพ ขอให้พิจารณาจากรูปที่ 2.4 เมื่อเอาต์พุต Q อยู่ในสถานะ "1" ก็จะป้อนมายังอินพุตของ N_2 ด้วยสถานะ "1" ทำให้เอาต์พุตของ N_2 มีค่าเป็นลอจิก "0" ป้อนกลับให้กับอินพุตของเกต N_1 การคงรงสถานะจะคงที่เช่นนี้ ครั้นถ้าเราต้องการเปลี่ยนสถานะฟลิบฟลอบก็ทำได้ด้วยวิธีการทริก การทริกก็คือการทำให้ฟลิบฟลอบเปลี่ยนสถานะ วิธีการทริกที่คือย่างหนึ่งก็คือการเติมเกต N_3 และ N_4 ให้กับวงจร โดยอินพุตของเกต N_3 เรียกว่าอินพุตเซท ส่วนอินพุตเกตของ N_4 ก็เรียกว่ารีเซท คำว่าเซทมีความหมายว่าทำให้ฟลิบฟลอบอยู่ในสถานะ "1" $(Q=1)$ คำว่ารีเซทมีความหมายตรงข้ามคือทำให้ฟลิบฟลอบอยู่ในสถานะ "0" $(Q=0)$ เรามาดูว่าทำไมเมื่อเราเซทแล้ว ฟลิบฟลอบอยู่ในสถานะ "1" $(Q=1)$ ขอให้พิจารณาจากรูป เมื่อเราป้อนลอจิก "1" เข้าที่อินพุตเซท ส่วนอินพุตรีเซทเราป้อนด้วยลอจิก "0" เอาต์พุตของ N_3 จะเป็น "0" เอาต์พุตของ N_4 จะเป็น "1" การที่อินพุตของเกต N_1 มีค่าลอจิก "0" อยู่หนึ่งอินพุตจะทำให้เอาต์พุตมีค่าเป็น "1" นั้นคือ $Q=1$ และจะป้อนมายังอินพุตของเกต N_2 เป็นผลทำให้เอาต์พุตของเกต N_2 มีค่าลอจิก "0" ฟลิบฟลอบจะคงสถานะอยู่เช่นนี้

ฟลิบฟลอบที่มีการเซทและรีเซทได้เราเรียกว่า เอสอาร์ฟลิบฟลอบ (S-R flip flop) เอสเป็นคำย่อของคำว่า เซท ส่วนอาร์เป็นคำย่อของคำว่า รีเซท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 วงจรที่มีการเซทและรีเซทได้

เอสอาร์ฟลิบฟลอบที่ทำงานขึ้นกับสัญญาณนาฬิกา ในระบบซีเควียนเชียลรามักจะทำให้การทำงานของวงจรขึ้นกับสัญญาณนาฬิกา หรือขึ้นตามจังหวะของพัลส์ การเพิ่มวงจรให้ทำงานขึ้นกับสัญญาณพัลส์ เราทำได้ไม่ยากนักเพียงการเพิ่มอินพุตที่ส่วนของ *NAND* เกต N_3 และ N_4 เป็นส่วนของอินพุตของสัญญาณนาฬิกาดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 การทำงานของอาร์เอส เอสอาร์ฟลิบฟลอบที่ทำงานขึ้นกับสัญญาณ

สังเกตว่าระหว่างช่วงของสัญญาณนาฬิกาเมื่อที่ขา *Clk* เป็น ลอจิก "0" เอาต์พุตของเกต N_3 และ N_4 จะเป็น "1" เสมอ ดังนั้นฟลิบฟลอบจะคงสถานะไม่ขึ้นกับ R หรือ S นั้นคือไม่ว่าเราจะป้อน R หรือ S มาอย่างไรเอาต์พุต Q และ $\bar{Q}$ ก็จะไม่เปลี่ยนแปลงแต่อย่างไรก็ตามที่ขา *Clk* มีสัญญาณเข้ามาด้วยลอจิก "1" เอาต์พุตของเกต N_3 และ N_4 จะขึ้นกับขาอินพุต R และ S ทันที นั้นคือขา *Clk* จะควบคุมการทำงานของวงจรอีกชั้นหนึ่งเรามาพิจารณากันอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าสมมุติให้ $Clk = 1$ และถ้า $S = 0$ และ $R = 0$ เอาต์พุตของเกต N_3 และ N_4 จะเป็น "1" และจากหัวข้อก่อนจะเห็นว่าเอาต์พุตของ Q และ $\overline{Q}$ จะไม่เปลี่ยนแปลง ในสัญญาณนาฬิกาพัลส์นี้ตารางการทำงานเขียนได้ดังรูปที่ 2.6

ครั้นให้ $S = 1$ และ $R = 0$ และเมื่อมีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาหรือ $Clk = 1$ ลักษณะของวงจรก็จะทำให้เอาต์พุตของเกต N_3 เป็น "0" และ N_4 เป็น "1" ผลลัพธ์ที่จะได้ทำให้ Q เปลี่ยนสถานะมาเป็น "1" และ $\overline{Q}$ เป็น "0"

ในทำนองเดียวกันถ้าให้ขา S เป็น "0" และ R เป็น "1" ครั้นเมื่อมีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาหรือ Clk เป็น "1" ชั่วขณะจะทำให้เอาต์พุต Q เปลี่ยนมาเป็น "0" และ $\overline{Q}$ เป็น "1" การดำรงสถานะจะคงที่เช่นนี้เรื่อยไป ถ้าขา Clk เป็น "0" แต่ถ้าขา Clk เป็น "1" การเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุตจะตามอินพุต R และ S ทันที

สิ่งหนึ่งที่ควรพิจารณาก็คือ ถ้าเรากำหนดให้ S และ R เป็น "1" ทั้งคู่และเมื่อ $Clk = 1$ เอาต์พุตของเกต N_3 และ N_4 จะเป็น "0" ทั้งคู่ นั้นคือ อินพุต B_1 และ B_2 ของเกต N_1 และ N_2 จะเป็น "0" ทั้งคู่ เป็นผลทำให้เอาต์พุตของ $NAND$ เกต N_1, N_2 เป็น "1" จากเงื่อนไขนี้การทำงานของวงจรจึงไม่ใช่ฟลิบฟลอบคือดำรง "1" ทั้งคู่ไม่ได้ และการป้อนกลับจะทำให้เกิดผลลัพธ์ Q และ $\overline{Q}$ ตรงข้าม แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุตของ Q และ $\overline{Q}$ ถ้าตัวใดเปลี่ยนแปลงก่อนมันก็จะดำรงสถานะนั้นได้ การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้จึงทำให้เอาต์พุตที่ได้ไม่แน่นอนเราจึงไม่ใช้ที่สภาวะนี้ และเราหลีกเลี่ยงสถานะที่ S และ R เป็น 1 ทั้งคู่

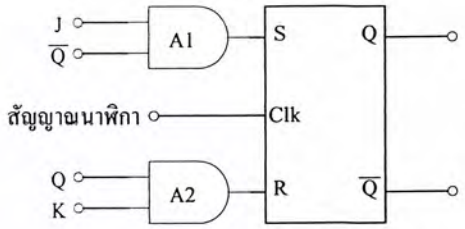
เจ เค ฟลิบฟลอบ (J K flip flop)

จากตารางการทำงานของเอสอาร์ฟลิบฟลอบจะเห็นว่าเมื่ออินพุตที่เข้ามามีค่าเป็น "1" ทั้งคู่ เอาต์พุตที่ได้จะไม่แน่นอน ทำให้การใช้ประโยชน์จากสถานะนี้เป็นไปไม่ได้ซึ่งเราจะต้องหลีกเลี่ยงการใช้งานในสภาวะนี้ด้วย

เจ เค ฟลิบฟลอบเป็นฟลิบฟลอบชนิดหนึ่งที่พัฒนามาจากเอสอาร์ฟลิบฟลอบ โดยการทำงาน จะเพิ่มสภาวะขณะที่อินพุตเป็น 1 ทั้งคู่ โดยขณะที่อินพุตเจและเคเป็นหนึ่งทั้งคู่เอาต์พุตจะขึ้นกับสัญญาณนาฬิกา โดยการทำงานจะทำตัวเสมือนทอกเกิ้ลสวิตช์ (Toggle switch) นั้นคือถ้าเดิมเอาต์พุต Q แสดงลอจิก "1" $\overline{Q}$ แสดงลอจิก "0" เมื่อมีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาลูกแรก เอาต์พุต Q จะเปลี่ยนไปเป็น "0" และ $\overline{Q}$ เป็น "1" ครั้นมีพัลส์เข้ามาอีกลูก เอาต์พุต Q จะเปลี่ยนกลับไปเป็น "1" และ $\overline{Q}$ จะเป็น "0" สลับไปเช่นนี้เรื่อยไป

โครงสร้างของเจ เค ฟลิบฟลอบ ก็คือ เอสอาร์ฟลิบฟลอบที่เพิ่ม AND เกต A_1 และ A_2 ดังแสดงในรูปที่ 2.7 โดยอินพุตของ AND เกตแต่ละเกตจะมีอยู่สองอินพุตโดยเกต A_1 จะมีอินพุต J และการป้อนกลับจาก $\overline{Q}$ มาเป็นอินพุตด้วย ส่วนเกต A_2 มีอินพุต K และการป้อนกลับจากเอาต์พุต Q มาเป็น อินพุตของเกต A_2 นั้นเองคือ $S = J \cdot \overline{Q}$ และ $R = K \cdot Q$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Jn	Kn	Qn+1
0	0	Qn
1	0	1
0	1	0
1	1	Qn

รูปที่ 2.7 โครงสร้างของ เจ เค ฟลิบฟลอบ และตารางการทำงาน

จากลักษณะการทำงานของวงจรเราเขียนเป็นตารางได้ดังรูปที่ 2.6 การทำงานของวงจรก็ยังขึ้นอยู่กับสัญญาณนาฬิกานั้นเอง หรือกล่าวได้ว่าเอาต์พุตจะเปลี่ยนสถานะได้จะต้องขึ้นอยู่กับสัญญาณนาฬิกา เพื่อเข้าใจการทำงานได้ดียิ่งขึ้น เราแสดงการทำงานเมื่ออินพุตที่เข้ามาในรูปแบบต่างๆกันได้ดังตารางที่ 1

คอลัมน์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8
แถวที่	J_n	K_n	Q_n	Q_n	S_n	R_n	Q_{n+1}	
1	0	0	0	1	0	0	Q_n	Q_n
2	0	0	1	0	0	0	Q_n	
3	1	0	0	1	1	0	1	1
4	1	0	1	0	0	0	Q_n	
5	0	1	0	1	0	0	Q_n	0
6	0	1	1	0	0	1	0	
7	1	1	0	1	1	0	1	Q_n
8	1	1	1	0	0	1	0	

ตารางที่ 2.1 การทำงานของฟลิบฟลอบรูปที่ 2.7

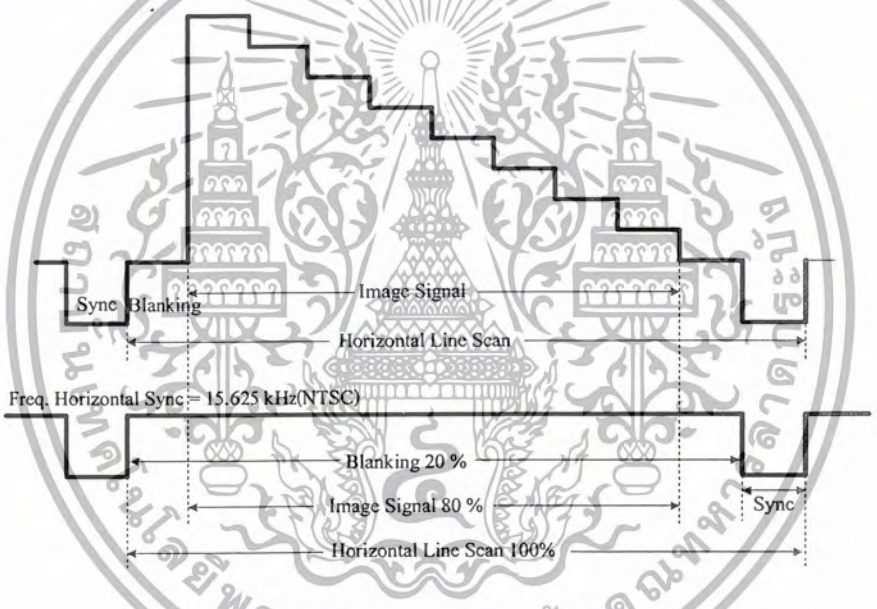
ในการอธิบายการทำงานเราสมมุติให้ว่าในสถานะที่ยังไม่ได้ป้อนสัญญาณนาฬิกาเราใช้ตัวห้อย n หรือกล่าวว่าเป็นสถานะเวลา n ครั้นเมื่อป้อนสัญญาณนาฬิกาเข้าไปเป็นพัลส์ เอาต์พุตจะเปลี่ยน ผลของเอาต์พุตที่เปลี่ยนจะเกิดในสถานะถัดไปเรียกว่า $n+1$ จากการตั้งเงื่อนไขดังกล่าวเราเขียนตารางการทำงานได้ดังตารางที่ 1 จากแถวที่ 1 และ 2 เราให้ อินพุต J และ K เป็น “0” ทั้งคู่ ส่วนแถว 1 เราให้ เอาต์พุต Q อยู่ในภาวะลอจิก “0” ส่วน $\overline{Q}$ อยู่ในภาวะ “1” และเอาต์พุตจาก AND เกต S และ R จะเป็น “0” ทั้งคู่การทำงานของเอสอาร์ฟลิบฟลอบเมื่อมีสัญญาณนาฬิกาจึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุต หรือภาวะเมื่อพัลส์ผ่านไปไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

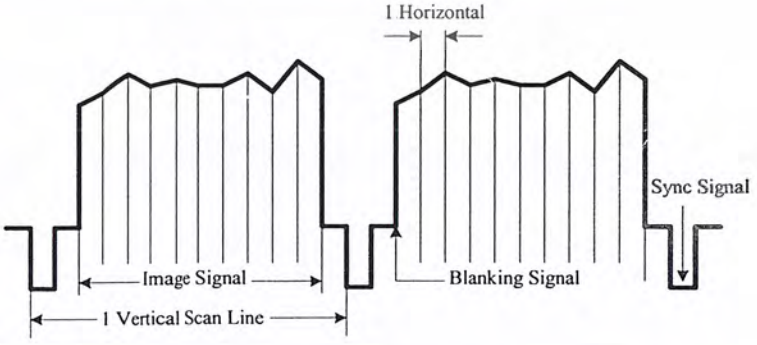
ในทำนองเดียวกันในแถวที่ 3 จะให้ผลลัพธ์ S และ R เป็นลอจิก “1” และ “0” ตามลำดับ ทำให้ฟลิบฟลอบให้เอาต์พุตเมื่อมีสัญญาณนาฬิกาป้อนเข้ามาเป็น “1” แต่ในแถวที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้จาก AND เกต เป็นผลทำให้ S และ R เป็นลอจิก “0” ทั้งคู่ เอาต์พุต Q จึงดำรงตามสถานะเดิม นั้นคือเป็น “1” นั้นเอง ในแถวที่ 7 และ 8 เป็นการกำหนดให้อินพุต J และ K เป็น “1” จะเห็นว่า ถ้าในถาวะเดิม Q_n เป็น “1” ครั้นเมื่อสัญญาณนาฬิกาป้อนเข้าอินพุต เอาต์พุตใหม่ Q_{n+1} จะเป็น “0” ถ้าเดิม Q_n เป็น “0” Q_{n+1} ก็จะได้เป็น “1”

2.3 ลักษณะของสัญญาณภาพ

สัญญาณภาพโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ (Composite Video) คือ จะประกอบไปด้วยข้อมูล สัญญาณภาพ (Image Signal), สัญญาณซิงค์ (Sync Signal) และสัญญาณแบลงกิ้ง (Blanking Signal) โดยลักษณะของสัญญาณดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 2.8

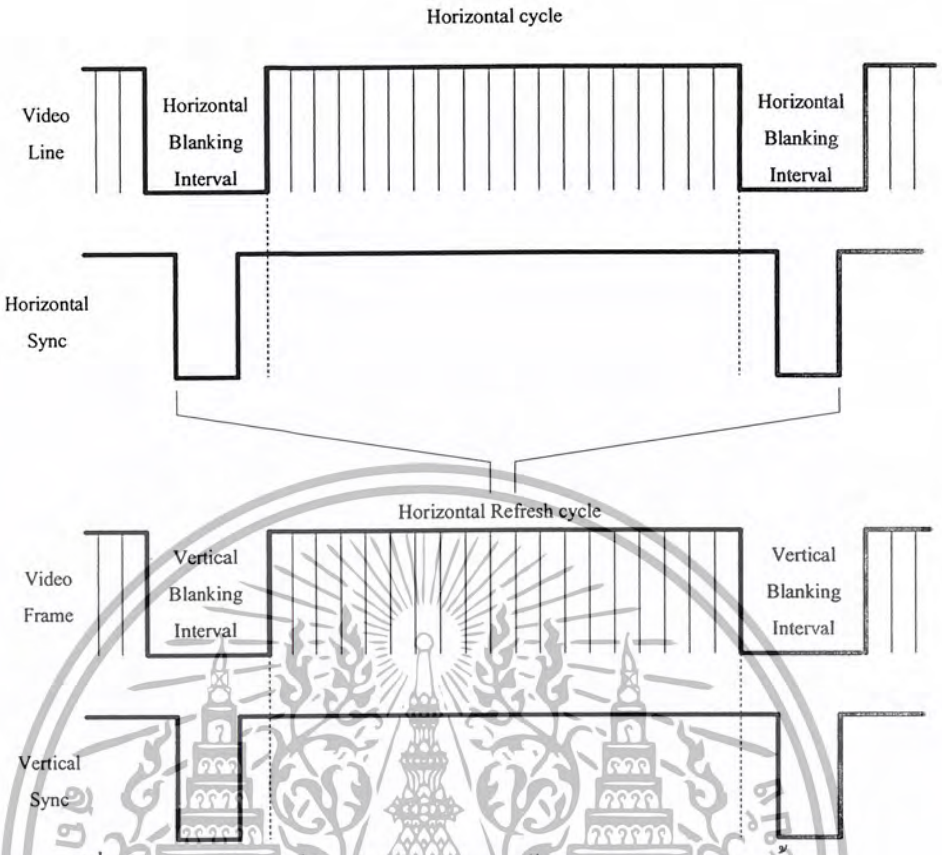


รูปที่ 2.8 ลักษณะของสัญญาณของสัญญาณทางด้านแนวนอน



รูปที่ 2.9 ลักษณะของสัญญาณของสัญญาณทางด้านแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณทางด้านแนวนอน และแนวตั้ง

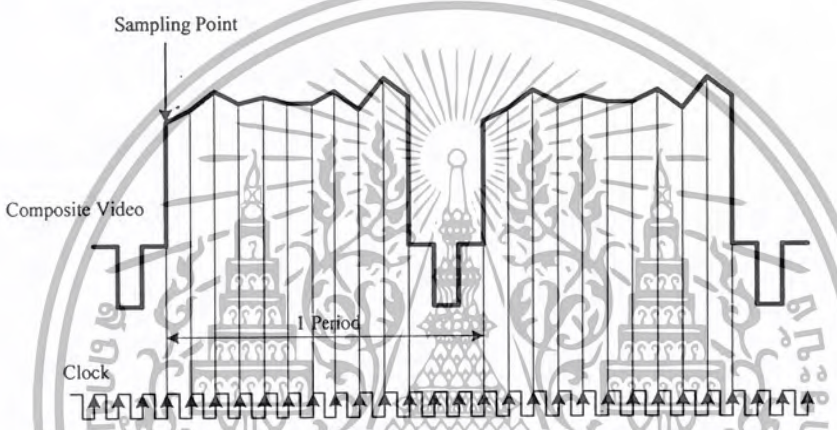
สัญญาณภาพที่แสดงข้างบนดังในรูปที่ 2.10 จะเป็นสัญญาณภาพรวมที่ประกอบด้วย เส้นสแกนทางแนวนอน และเส้นสแกนทางแนวตั้ง โดยเส้นสแกนทั้งสองจะประกอบด้วยสัญญาณซิงค์ สัญญาณแบลงกิ้ง และสัญญาณภาพ สัญญาณดังกล่าวจะถูกส่งไปยังมอนิเตอร์ ทำให้เกิดการสแกนที่หน้าจอมอนิเตอร์ ซึ่งจะทำให้ปรากฏเป็นภาพขึ้นมา

การจัดเก็บสัญญาณภาพจากคอมโพสิทวีดีโอ ซึ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณอนาล็อกเข้าไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำ ซึ่งมีจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการแปลงสัญญาณภาพดังกล่าว จากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อให้สามารถที่จะจัดเก็บเข้าไปยังหน่อยความจำได้ ในการแปลงสัญญาณอนาล็อกนั้นก็ต้องประกอบด้วย ส่วนของการสุ่มตัวอย่างสัญญาณ และการควอนไตซ์สัญญาณ (Quantization) หรือการจัดระดับสัญญาณ ซึ่งการจัดระดับสัญญาณนั้น กระทำโดยการนำสัญญาณที่ผ่านการสุ่มสัญญาณแล้วนำมาทำการแปลงให้เป็นสัญญาณทางดิจิตอล โดยสัญญาณภาพที่ถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วสามารถที่จะถูกจัดเก็บลงในหน่วยความจำได้ แต่ในการสแกนทางด้านแนวนอนของสัญญาณภาพนั้น จะใช้เวลาในการสแกนที่สั้นมาก ดังนั้นจึงทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนของการเปลี่ยนสัญญาณภาพจากสัญญาณอนาล็อก ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter) รวมทั้งการเขียนข้อมูลเข้าไปเก็บยังหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาแรก คือ ปัญหาในเรื่องของการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล การที่สัญญาณภาพมีเวลาที่ใช้ในการสแกนทางด้านแนวนอนที่สั้นมาก ในการจัดเก็บเพื่อให้ได้ความละเอียดของภาพคงเดิม ดังเช่นที่แสดงทางหน้าจอมอนิเตอร์ จำเป็นจะต้องใช้วงจรแปลงสัญญาณ อนาล็อกเป็นดิจิตอลที่มีอัตราในการสุ่มตัวอย่างที่สูงเพียงพอกับสัญญาณดังกล่าว

ปัญหาที่สองนั้น เกิดจากข้อมูลที่ถูกแปลงแล้วจะนำไปเขียนยังหน่วยความจำ ซึ่งในการเขียนข้อมูลดังกล่าวนี้จะต้องมีการจัดเวลาอย่างเหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นในตอนของการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำในการจัดเก็บข้อมูลภาพลงสู่หน่วยความจำนั้นจะอาศัยหลักการจัดเก็บภาพลงหน่วยความจำแบบแอดเดรสเป็นแบบต่อเนื่อง ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 เวลาในการสุ่มสำหรับเส้นสแกนทางแนวนอน ของสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ

จากรูปที่ 2.11 ถ้าหากเป็นสัญญาณภาพที่ได้รับจากสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอทั่วๆไปตัวอย่างเช่น สัญญาณวีดีโอในระบบ *NTSC* (The National Television System Committee) จะพบว่าใน 1 เส้นสแกนทางแนวนอนจะใช้เวลาทั้งสิ้น 64 ไมโครวินาที แต่เนื่องจากส่วนที่เป็นสัญญาณภาพจริงๆจะประมาณ 80% ของสัญญาณทั้งหมดคือ 64 x 0.8 = 51.2 ไมโครวินาที ส่วนที่เหลือดังกล่าวจะเป็นสัญญาณในช่วงแบลงกิ้ง และถ้าหากต้องการที่จะทำการจัดเก็บสัญญาณในแต่ละเส้นสแกนทางแนวนอนให้มีจุดภาพทั้งสิ้น 512 จุภาพ ก็จำเป็นต้องใช้เวลาในการเขียนข้อมูลภาพแต่ละจุดภาพลงสู่หน่วยความจำเท่ากับ

$$\text{เวลาในการเขียนข้อมูลภาพแต่ละจุดภาพ} = \frac{51.2\mu S}{512}$$

$$= 100nS$$

เวลาดังกล่าวเป็นค่า ACESS TIME ของหน่วยความจำที่นำมาใช้ โดยค่าความจุของหน่วยความจำที่ใช้จะมีค่าเท่ากับผลคูณของจำนวนเส้นสแกนต่อหนึ่งเฟรมกับจุดภาพในหนึ่งเส้นสแกนทางแนวนอน คือ

ความจุของหน่วยความจำ = จำนวนเส้นสแกนxจำนวนจุดภาพในหนึ่งเส้นสแกนทางแนวนอน

$$= 512 \times 512$$

$$= 256kByte$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 องค์ประกอบของภาพ

หากเราตัดภาพจากหนังสือพิมพ์สักภาพหนึ่ง แล้วขยายขึ้นด้วยกล้อง หรือ แว่นขยาย จะพบว่าภาพมีองค์ประกอบมาจากจุดสีขาวแล้วดำมากมาย มาเรียงกันประกอบขึ้นเป็นภาพ จุดเหล่านี้เองที่เรียกว่าเป็นองค์ประกอบของภาพ หรือ พิคเจอร์ อิลีเมนต์ (Picture Element) หรือ พิกเซล (Pixel) ทำนองเดียวกันภาพที่ปรากฏทางจอภาพก็เอามาจากหลักการนี้ ภาพที่เกิดขึ้นบนจอภาพ หรือจอโทรทัศน์ประกอบด้วยเส้นขวางเล็กๆ ในแนวนอนเป็นจำนวนมาก แต่ละเส้นนั้นมีทั้งส่วนที่ดำสนิท ส่วนที่จาง และส่วนที่สว่างรวมกัน เส้นเหล่านี้เราได้มาจากการกวาดลำแสง (Scan) ความแตกต่างกันบนเส้นกวาดลำแสงหรือเส้นสแกนเหล่านี้เองที่เราจัดว่าเป็นองค์ประกอบภาพ

ระบบสแกน 525 เส้นเราจะแบ่งส่วนแนวตั้งได้ 700 เส้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าหากจะหาจำนวนขององค์ประกอบภาพในระบบการสแกน 525 เส้นแล้ว จะได้เท่ากับ 525 X 700 เท่ากับ 367,500 พิกเซล ยิ่งภาพมีจำนวนเส้นมากเท่าไรรายละเอียดภาพก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น จอภาพที่มีจำนวนเส้นสแกนมากย่อมได้รายละเอียด หรือความชัดเจนของภาพมากกว่า แต่การออกแบบวงจรจะยากตามไปด้วย เนื่องจากแบนด์วิดท์ ของความถี่จะต้องกว้างขึ้นด้วย จากที่กล่าวมาว่าองค์ประกอบของภาพมีหลายพิกเซล แต่ในความเป็นจริงแล้วเรามองเห็นได้ไม่ครบทุกพิกเซล เนื่องจากมีบางส่วนหายไประหว่างการสแกน จากการทดสอบจะพบว่าภาพที่พอดูได้จะมีองค์ประกอบไม่ต่ำกว่า 200,000 พิกเซล

ระบบที่ใช้อยู่ในประเทศไทย ปัจจุบันเราใช้ระบบการสแกน 625 เส้น 25 ภาพต่อวินาที จึงทำให้แบนด์วิดท์ต้องกว้างถึง 7 เมกะเฮิรตซ์ ในขณะที่ระบบ 525 เส้น กว้างเพียง 6 เมกะเฮิรตซ์เท่านั้น อย่างไรก็ตามองค์ประกอบภาพจะมีความละเอียดมากขึ้น โดยสามารถหาองค์ประกอบภาพได้จากค่าจำนวนสแกน 625 เส้นคูณกับจำนวนจุดหรือองค์ประกอบตามแนวตั้ง 852 เส้นได้เท่ากับ 531,875 พิกเซล

ปัจจุบันส่วนที่เรียกว่าองค์ประกอบภาพได้ถูกนำเอาไปใช้งานอย่างเป็นจริงมากขึ้น ในส่วนโทรทัศน์ หรือเครื่องเล่นวีดีโอคาสเซตเร็คคอร์เดอร์ ซึ่งจะมีการนำเอาพิกเซลเหล่านี้เก็บไว้ในหน่วยความจำ เพราะข้อมูลที่เป็นพิกเซลเท่านั้นที่ระบบดิจิตอลจะจัดการข้อมูลได้ เราจะพบว่าวิธีการนี้ในโทรทัศน์ระบบดิจิตอล, โทรทัศน์ระบบคอมพิวเตอร์, โทรทัศน์จอภาพแอลซีดี, ดิจิตอล วีซีอาร์, โทรทัศน์หรือวีซีอาร์ ระบบซ้อนภาพ ฯลฯ

ในปัจจุบันสำหรับโทรทัศน์ธรรมดาเราจะพบว่ามีการเพิ่มเส้นภาพให้มากขึ้น และแน่นอนว่าจำนวนพิกเซลย่อมมากขึ้นด้วย อย่างโทรทัศน์จอใหญ่หรือโทรทัศน์ที่ต้องการรายละเอียดสูงอย่าง HDTV อาจจะต้องใช้เส้นสแกนมากกว่า 625 เส้น เช่นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน คือ 725 เส้น หรือ อย่างเครื่องฉายวีดีโอโปรเจคเตอร์จะใช้เส้นภาพ 2,200 เส้นภาพ และหากเป็นจอใหญ่หลายร้อยนิ้วจะต้องเพิ่มรายละเอียดมากขึ้นอีก นั้นคือการเพิ่มพิกเซลอีลิเมนต์นั้นเอง

2.5 การสแกนภาพและเรื่องที่เกี่ยวข้อง

ภาพบนจอหลอดภาพของเครื่องรับโทรทัศน์สีโดยทั่วไป จะประกอบด้วยเส้นขวางเล็กๆในแนวนอนเป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละเส้นเหล่านี้ มีทั้งส่วนที่ดำสนิทหรือมีสีเข้ม ส่วนที่ดำจางหรือมีสีจาง และส่วนที่สว่างมากปะปนกันอยู่ เส้นขวางเล็กๆในแนวนอนเหล่านี้ มีชื่อเรียกว่า เส้นสแกน เส้นเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบไปด้วยจุดเล็กๆซึ่งมีทั้งมืดละสว่างปะปนกันอยู่ ภาพที่ปรากฏบนจอหลอดภาพจึงประกอบด้วยจุดเล็กๆ ที่มีระดับของความสว่างแตกต่างกันเป็นจำนวนมาก จุดเล็กๆเหล่านี้เรียกว่าส่วนประกอบของภาพหรือ พิกเจอร์ อีลิเมนต์ ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความละเอียดของภาพเช่นเดียวกับจุดดำหรือจุดเล็กๆ ในรูปภาพของสิ่งตีพิมพ์ ภาพที่เห็นบนจอหลอดภาพจะเห็นละเอียดน่าดู หากจำนวนจุดเล็กๆ หรือจำนวนเส้นสแกนในแนวนอนมากเพียงพอ อย่างไรก็ตามภาพที่เห็นบนหลอดจอภาพจะมองละเอียดหรือหยาบไม่น่าดูอย่างไรนั้น ยังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบอีกหลายอย่าง เช่น ความสว่างของภาพและระยะทางที่มองดูภาพเป็นต้น สำหรับโทรทัศน์ระบบ อเมริกัน ซึ่งมีจำนวนเส้นสแกนน้อยกว่า แต่ถ้ามองดูภาพในระยะห่างประมาณ 4-8 เท่าของความสูงของภาพแล้ว ก็จะรู้สึกว่าภาพพอใช้ได้เหมือนกัน จุดที่เห็นสว่างในหลอดภาพของจอภาพ เกิดขึ้นเพราะ อิเล็กตรอนที่หลุดออกจากแคโทด และถูกดึงดูดให้วิ่งเป็นลำไปกระทบแอโนดหรือจอหลอดภาพ ซึ่งฉาบวัสดุเรืองแสงบางชนิดเอาไว้ การสแกนหลอดภาพมี 2 วิธี คือ

1. การสแกนแบบก้าวหน้า (Progressive scanning)
2. การสแกนแบบสลับเส้น (Interlaced scanning)

รูปที่ 2.12 การสแกนจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง

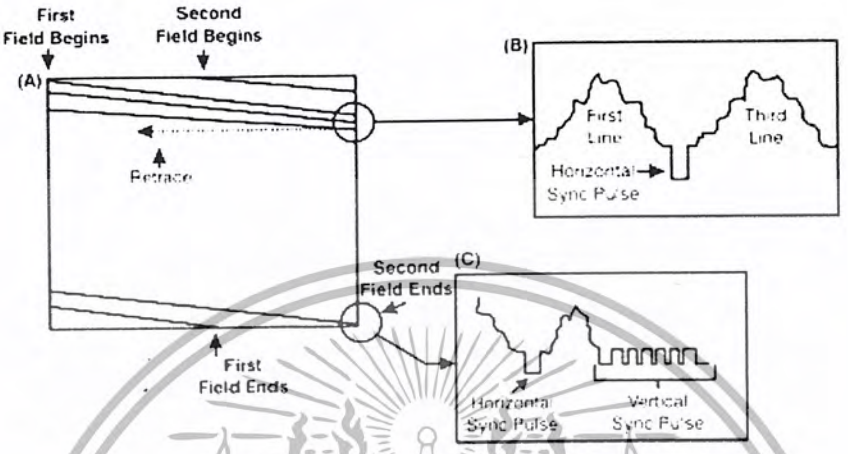
การที่จะให้การสแกนมีความต่อเนื่องขององค์ประกอบภาพดังที่กล่าวมาแล้วจะต้องคำนึงถึงหลัก 3 ประการคือ

1.ลำอิเล็กตรอนที่กวาดในแนวนอน (Horizontal scanning) ในแต่ละครั้งจะต้องครอบคลุมองค์ประกอบภาพทั้งหมดของเส้นนั้นๆ

2.ในแต่ละเส้นของการสแกนลำอิเล็กตรอน ลำแสงจะต้องกวาดกลับไปยังด้านซ้ายเพื่อเริ่มต้นเส้นภาพทางแนวนอนลำดับต่อไป เวลาของการสะบัดกลับเราเรียกว่า “รีเทรซ” (Retrace) หรือ ฟลายแบ็ค (Flyback) ในกรณีดังกล่าวจะต้องไม่มีข้อมูลภาพใดๆ เพราะว่าทั้งกล้องถ่ายและหลอดภาพจะเกิดอาการแบลงค์เอาท์ (Blank Out) ในขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ในขณะที่เส้นสแกนสะบัดกลับมาเพื่อเริ่มต้นทางซ้ายใหม่ ตำแหน่งทางแนวตั้งต้องต่ำกว่าตำแหน่งเดิมเพื่อทำให้การสแกนเส้นต่อไปไม่ทับกัน ทั้งนี้โดยการควบคุมของสัญญาณในแนวตั้ง (Vertical scanning)



รูปที่ 2.13A จุดเริ่มต้นสแกนครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2

รูปที่ 2.13B สัญญาณสแกนในแนวตั้ง บนลงล่าง

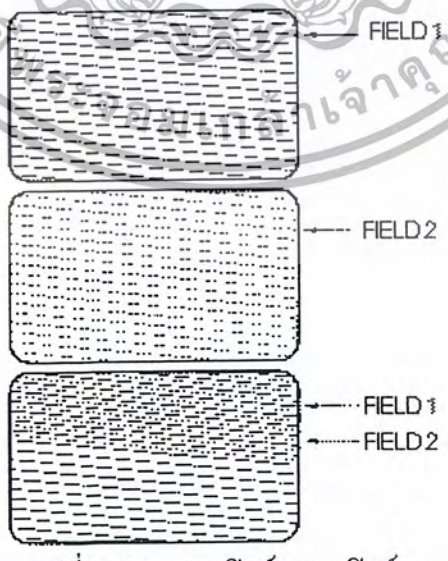
รูปที่ 2.13C สัญญาณสแกนในแนวนอน ซ้ายไปขวา

การสแกนที่ใช้ในเครื่องรับโทรทัศน์ ถึงแม้เราจะพบว่าหากให้มีการเรียงภาพเกินกว่า 16 ภาพต่อวินาทีแล้ว สายตาก็จะเห็นเป็นภาพต่อเนื่อง จากการทดลองเส้นภาพเราพบว่าแม้ภาพที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้น 24 ภาพต่อวินาทีแล้วก็ตาม ก็ยังมีการกระพริบ (Flicker) เกิดขึ้นเนื่องจากว่าในขณะที่การสแกนเริ่มจากขอบบนลงมาด้านล่าง (ซึ่งคล้ายกับการเขียนหนังสือเริ่มจากซ้ายไปขวา บนลงล่าง) เมื่อเส้นสแกนลงมาถึงขอบด้านล่างแสงทางด้านบน ในความรู้สึกของมนุษย์จะเริ่มมืดกว่าด้านล่างเวลาที่ลำแสงการสแกนวกกลับไปด้านบน ด้านล่างก็เกิดปัญหาเช่นเดียวกัน ความรู้สึกต่อกรณีนี้ก็คือ เกิดแสงกระพริบหรือวูบวาบขึ้น จึงต้องใช้การสแกนสลับเส้น หรือบางคนเรียกว่าการสแกนแบบสอดแทรก โดยครั้งแรกจะสแกนฟิลด์คู่ (Even line trace) เป็นการสแกนแบบเส้นเว้นเส้น นั่นหมายถึงว่า การได้ภาพหนึ่งภาพ หรือที่เรียกว่าภาพหนึ่งเฟรม ต้องใช้การสแกนถึง 2 ครั้ง หรือ 2 ฟิลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 รูปที่เกิดจากการสแกนฟิลด์คู่ (Even line trace)

รูปที่ 2.15 รูปที่เกิดจากการสแกนฟิลด์คี่ (Odd line trace)



รูปที่ 2.16 การรวมฟิลด์ 1 และฟิลด์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 อินเทอร์เน็ต (Internet)

อินเทอร์เน็ต คือ เครือข่ายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกัน มาจากคำว่า Inter Connection Network อินเทอร์เน็ต เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่มีขนาดใหญ่ เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องทั่วโลก สามารถติดต่อสื่อสารถึงกัน ได้โดยใช้มาตรฐาน ในการรับส่งข้อมูลที่เป็นหนึ่งเดียว หรือที่เรียกว่าโปรโตคอล (Protocol) ซึ่งโปรโตคอล ที่ใช้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีชื่อว่า ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ลักษณะของระบบอินเทอร์เน็ต เป็นเสมือนใยแมงมุม ที่ครอบคลุมทั่วโลก ในแต่ละจุดที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตนั้น สามารถสื่อสารกันได้หลายเส้นทาง ตามความต้องการ โดยไม่กำหนดตายตัว และไม่จำเป็นต้องไปตามเส้นทางโดยตรง อาจจะผ่านจุดอื่น ๆ หรือ เลือกไปเส้นทางอื่นได้หลาย ๆ เส้นทาง การติดต่อสื่อสาร ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นั้นอาจเรียกว่า การติดต่อสื่อสารแบบไร้มิติ หรือ Cyberspace

ในการใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไปหรือในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตก็ตาม จะมีการส่งผ่านข้อมูลไปมาระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายหรือข้ามเครือข่ายออกไป ระบบคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ในแต่ละเครือข่ายอาจจะใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน ดังนั้นการที่จะส่งผ่านข้อมูลถึงกันและตีความได้อย่างถูกต้องจะต้องทำข้อกำหนดร่วมกันในการสื่อสารเสียก่อน เรียกว่าจะต้องกำหนดระเบียบวิธีในการติดต่อให้ตรงกัน เปรียบเสมือนกับการสื่อสารกันของมนุษย์เรา ถ้าเราต้องการจะติดต่อกับผู้คนต่างเชื้อชาติต่างภาษาให้เข้าใจได้ถูกต้องตรงกัน ก็จะต้องตกลงกันเสียก่อนว่าจะติดต่อสื่อสารกันได้อย่างไร ด้วยภาษาใดถึงจะเข้าใจกันได้ เช่น ปัจจุบันภาษาอังกฤษถูกใช้เป็นภาษากลางในการติดต่อกันมาก ทำให้เราพูดได้ว่าภาษาอังกฤษเปรียบเสมือนเป็นภาษามาตรฐานในการสื่อสารของมนุษย์ ถ้าพูดในแง่การสื่อสารข้อมูล เราก็พูดได้ว่า ภาษาอังกฤษเป็นโปรโตคอลในการสื่อสารของมนุษย์ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เช่นเดียวกันกับโปรโตคอล TCP/IP เป็นโปรโตคอลหลักที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2.7 โปรโตคอล (Protocol)

จากที่กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่า โปรโตคอล คือ ระเบียบวิธีที่กำหนดขึ้นสำหรับสื่อสารข้อมูล โดยสามารถส่งผ่านข้อมูลไปยังปลายทางได้อย่างถูกต้อง ในปัจจุบันโปรโตคอลในการสื่อสารข้อมูลก็มีอยู่หลายโปรโตคอล นอกเหนือจาก TCP/IP คล้ายกับภาษาต่างๆที่นอกเหนือจากภาษาอังกฤษแล้วยังมีภาษาจีน เยอรมัน ญี่ปุ่น เช่น โปรโตคอล IPX/SPX, โปรโตคอล NetBEUI แต่ในรายงานนี้จะขอกล่าวถึงเพียง โปรโตคอล TCP/IP

2.8 โปรโตคอล TCP/IP

โปรโตคอล TCP/IP เป็นชื่อเรียกของชุดโปรโตคอลที่สำคัญ มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายตามการขยายตัวของของอินเตอร์เน็ต/อินทราเน็ต โดยมีคำเต็มว่า Transmission Control Protocol / Internet Protocol เป็นโปรโตคอล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่รับส่งระหว่าง เซิร์ฟเวอร์ และ ผู้ใช้

แนวความคิดหลักของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็คือ การเชื่อมโยงอุปกรณ์เข้าด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการ (หรือบางทีเรียกว่า Host) และอุปกรณ์ในเครือข่ายอื่นๆ เช่น เครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เพื่อให้สามารถแชร์การใช้อุปกรณ์ร่วมกันได้ หรือสามารถส่งผ่านข้อมูลไปมาระหว่างกันได้ถูกต้อง เมื่อมีการเชื่อมต่อกันแล้วก็จำเป็นต้องมีการกำหนดหรือระบุเลขหมายของอุปกรณ์ทุกชนิดในเครือข่าย เพื่อให้อ้างอิงได้โดยไม่ซ้ำกันแล้วการรับส่งข้อมูลอาจจะไม่ถึงมือผู้รับปลายทางได้อย่างถูกต้อง เลขหมายดังกล่าวจะเรียกว่า แอดเดรส (Address) หรือเลขหมายประจำตัวที่มีข้อกำหนดเป็นมาตรฐาน ซึ่งในการใช้งานโปรโตคอล TCP/IP ที่เชื่อมโยงเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนี้ เลขหมายที่ใช้อ้างถึงกันจะใช้เป็นตัวเลขที่เรียกว่า IP Address (Internet Protocol Address)

2.9 IP คืออะไร

IP ย่อมาจาก "Internet Protocol" เปรียบเทียบได้กับภาษากลางที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปใช้บนอินเทอร์เน็ต เป็นโปรโตคอลเพื่อควบคุมชุดข้อมูล (Packet of Data) จาก จุดสู่จุด (Node to Node) อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้ควรรู้เกี่ยวกับ IP สักเล็กน้อย เพื่อที่จะสามารถทำความเข้าใจต่อได้ถึงวิธีการในการสร้างความปลอดภัยให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ได้แก่ เรื่อง IP Address, Address แบบ Static และแบบ Dynamic

2.10 IP Address คืออะไร

IP Address มีลักษณะคล้ายคลึงกับหมายเลขโทรศัพท์ เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ต้องการจะโทรหาใครสิ่งแรกที่จะต้องทราบคือเบอร์โทรศัพท์ของเขาคือเบอร์อะไร เช่นเดียวกัน เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดบนอินเทอร์เน็ตต้องการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นก็จำเป็นจะต้องทราบว่า IP Address ของเครื่องดังกล่าวคืออะไร โดยทั่วไปแล้ว IP Address จะถูกแสดงด้วยตัวเลข 4 จำนวนคั่นระหว่างกันด้วยจุด (.) เช่น 10.24.254.3 และ 192.168.62.231 เป็นต้นในระบบโทรศัพท์ หากผู้ใช้ต้องการติดต่อหาใครแต่ทราบเฉพาะชื่อของคนๆ นั้น ผู้ใช้สามารถค้นหาเบอร์โทรศัพท์ได้จากสมุดโทรศัพท์ (หรือบริการสอบถามหมายเลขโทรศัพท์) สำหรับระบบอินเทอร์เน็ตนั้น การค้นหารายการผู้ใช้จะผ่านบริการที่เรียกว่า Domain Name Service หรือที่เรียกสั้นๆ ว่า DNS ถ้าหากผู้ใช้ทราบชื่อเครื่องให้บริการ เช่น www.kmitl.ac.th และพิมพ์ชื่อนี้ลงในเว็บบราวเซอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์ไปสอบถามเครื่องให้บริการ DNS ว่าตัวเลข IP Address ที่เกี่ยวข้องกับชื่อนี้คืออะไรเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมี IP Address ไว้ใช้งานซึ่งค่าดังกล่าวนี้เป็นค่าเฉพาะที่ใช้ในการบอกว่าเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องไหน อย่างไรก็ตาม ค่า Address นี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระยะเวลาหนึ่ง ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์มีการใช้งานดังนี้

- การติดต่อผ่านการ Dial เข้าไปยังผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
- เชื่อมต่ออยู่ด้านหลังไฟร์วอลล์
- ติดต่อไปยังบริการแบบ Broadband โดยใช้ IP Address แบบ Dynamic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54986

2.11 Address แบบ Static และแบบ Dynamic แตกต่างกันอย่างไร

IP Address แบบ Static เกิดขึ้นเมื่อผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตแจก IP Address ให้กับผู้ใช้แต่ละคนอย่างถาวร ทำให้ Address เหล่านี้จะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะใช้งานไปนานเท่าใด อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการแจก IP Address แบบ Static ไปให้ผู้ใช้แล้ว IP Address นั้นไม่ได้ถูกใช้งาน จะทำให้สูญเสีย IP Address นั้นไปโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตแต่ละรายมีจำนวน IP Address ที่ให้ใช้งานอยู่จำกัด จึงจำเป็นจะต้องทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน IP Address

IP Address แบบ Dynamic เป็นวิธีที่ทำให้ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตใช้ประโยชน์จาก IP Address ที่มีได้ประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากระบบ IP Address แบบ Dynamic นี้จะทำให้ IP Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้แต่ละคนเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา ถ้าหาก Address ใดไม่ถูกใช้งานก็จะสามารถนำไปแจกต่อให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่ต้องการใช้งานต่อไปได้

ภายใต้มาตรฐาน TCP/IP เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อกัน จะต้องมีหมายเลขประจำตัวไว้อ้างอิงให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ได้ทราบ เช่นเดียวกับเลขประจำตัวประชาชนของบุคคลแต่ละคน โดยหมายเลขอ้างอิงนี้ จะเป็นหมายเลขตำแหน่งของระบบ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า IP network number หรือหมายเลข IP หมายเลขต่าง ๆ ต้องไม่ซ้ำกัน ดังนั้นจึงถูกควบคุมโดยหน่วยงาน (InterNIC - Internet Network Information Center) ขององค์กร Network Solution Incorporated (NSI) สหรัฐอเมริกา หรือจาก ISP ผู้ให้บริการทั่วไป ซึ่งได้ขอจาก InterNIC มาก่อนหน้านี้แล้ว

IP number ประกอบด้วยเลขฐานสองจำนวน 4 ชุด ๆ ละ 8 บิต (รวม 32 บิต) สามารถแทนค่าได้ 256^4 หรือ 4,294,967,296 ค่า จาก 000.000.000.000 ถึง 255.255.255.255

รูปที่ 2.17 แสดงการแบ่งเลขไอพีออกเป็น 4 ชุด

เขียนเป็นเลขฐานสิบ 4 ชุด แต่ละชุดคั่นด้วยเครื่องหมายจุด (dot)

เลขฐานสอง	11111111.00000000.11111111.00000000
เลขฐานสิบ	255 . 0 . 255 . 0

รูปที่ 2.18 การเขียนเลขไอพีเป็นเลขฐาน 2 และ ฐาน 10

และสามารถแบ่งเป็นกลุ่ม เรียกว่า คลาส (Class) ได้ 5 คลาส ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Class	Range		
A	0.0.0.0	ถึง	127.255.255.255
B	128.0.0.0	ถึง	191.255.255.255
C	192.0.0.0	ถึง	223.255.255.255
D	224.0.0.0	ถึง	239.255.255.255
E	240.0.0.0	ถึง	247.255.255.255

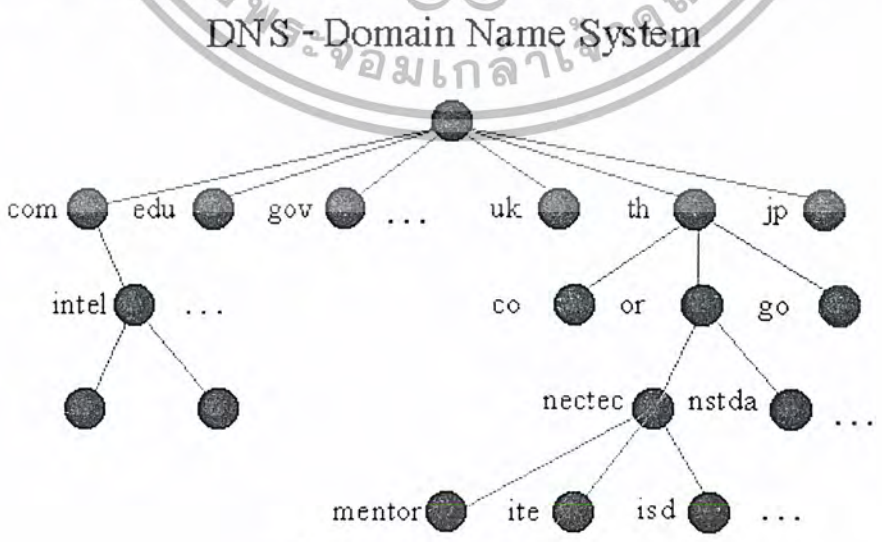
ตารางที่ 2.2 คลาสต่างๆของเลขไอพี

2.12 Domain Name ใน Internet

ชื่อโดเมน (Domain Name) หมายถึง ชื่อที่ถูกเรียกแทนการเรียกเป็นหมายเลขอินเทอร์เน็ต (IP Address) เนื่องจากการจดจำหมายเลข IP ทำให้ยุ่งยาก และไม่สามารถจำได้เวลาท่องเที่ยวไปในระบบอินเทอร์เน็ต จึงนำชื่อที่เป็นตัวอักษรมาใช้แทน ซึ่งมักจะเป็นชื่อที่สื่อความหมายถึงหน่วยงาน หรือเจ้าของเว็บไซต์นั้นๆ เช่น เว็บไซต์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีหมายเลข IP คือ 161.246.10.21 ซึ่งยากต่อการจดจำ (ในกรณีที่ต้องจำหลายเว็บไซต์) ดังนั้นจึงมีการกำหนดชื่อเรียกใหม่เป็น www.kmitl.ac.th ซึ่งก็คือ "ชื่อโดเมน" นั่นเอง

ชื่อโดเมน เป็นชื่อที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลต่อบุคคล แต่การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย ยังใช้ IP Address ดังนั้น ระบบจึงมีการติดตั้งโปรแกรม และเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นตัว Lookup หรือดัชนี ในการเปิดดูบัญชีหมายเลข จากชื่อที่เป็นตัวอักษร หรือเรียกว่า Domain Name โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่นี้เรียกว่า Domain Name Server หรือ Domain Server

ชื่อโดเมน เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้าง และถือว่าเป็นทรัพย์สินทางปัญญา โดยแต่ละประเทศจะมีหน่วยงานรับผิดชอบการจดทะเบียนชื่อโดเมน เช่น ประเทศไทย รับผิดชอบโดย "ศูนย์สารสนเทศเครือข่ายประเทศไทย - THNIC: Thailand Network Information Center"



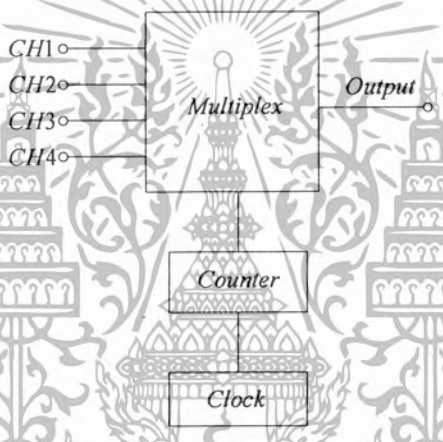
รูปที่ 2.19 ระบบเครือข่ายโดเมนเนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

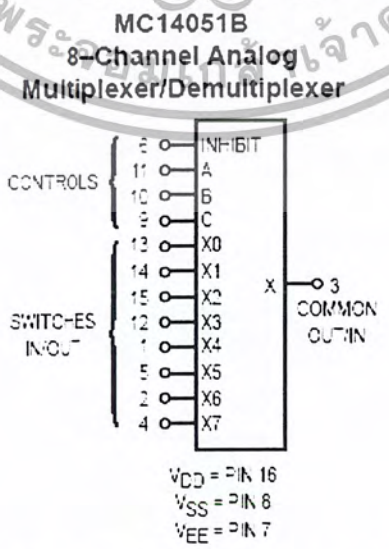
บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 วงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณ

ในการทดลองนี้ได้ใช้ไอซีอนาล็อก สวิตช์ซึ่งเป็นตัวสวิตช์ทำการมัลติเพล็กซ์สัญญาณ เป็นไอซีเบอร์ *MC*14051 ควบคุมโดยระบบดิจิตอล ถูกใช้เพื่อการแซมปิ้งสัญญาณอนาล็อกที่อินพุต แล้วส่งออกไปยังเอาต์พุต ไอซี *MC*14051 เป็นแบบขั้วเดียว 8 ตำแหน่ง ตัวมัลติเพล็กซ์มี 8 Input อยู่ที่ขา 13, 14, 15, 12, 1, 5, 2, และ 4 ส่วนเอาต์พุตของชิพจะออกทางขา 3 อัตราโลจิกแซมปลิ้งสำหรับแต่ละช่องสัญญาณ จะถูกสร้างขึ้นโดยผ่านทางอินพุตคอนโทรล A , B , C ตัวชิพนี้สามารถใช้สวิตช์ความถี่สูงถึง $65Mhz$ เมื่อช่องสัญญาณ (เกตหรือสวิตช์) "ON" มันจะมีความต้านทานต่ำกว่า 60 โอห์ม

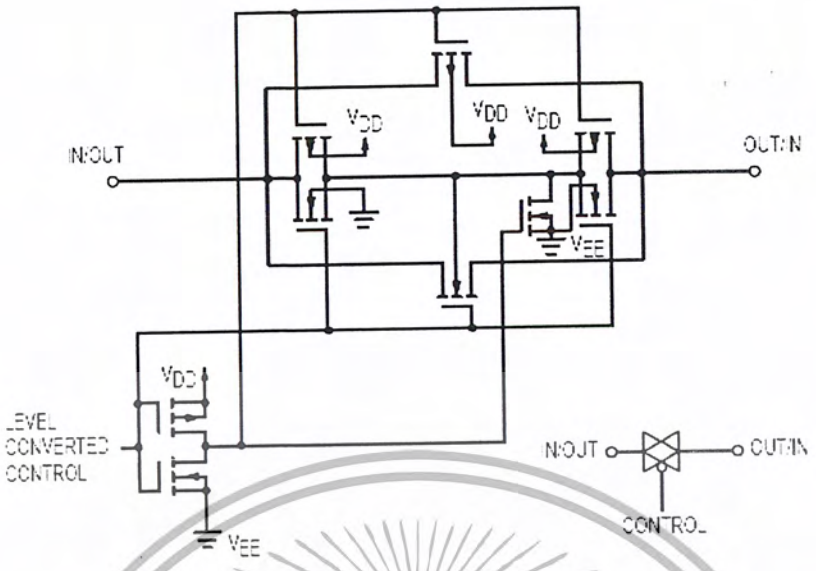


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรมัลติเพล็กเซอร์

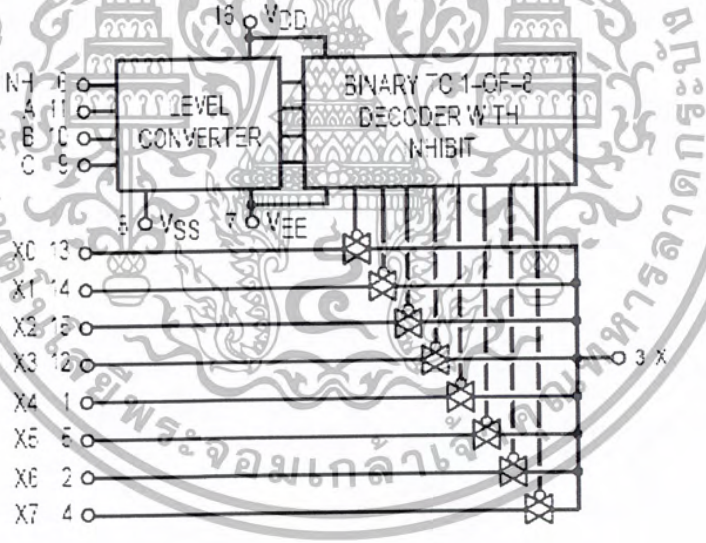


รูปที่ 3.2 ไอซีที่มี 8 อินพุต และ 1 เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



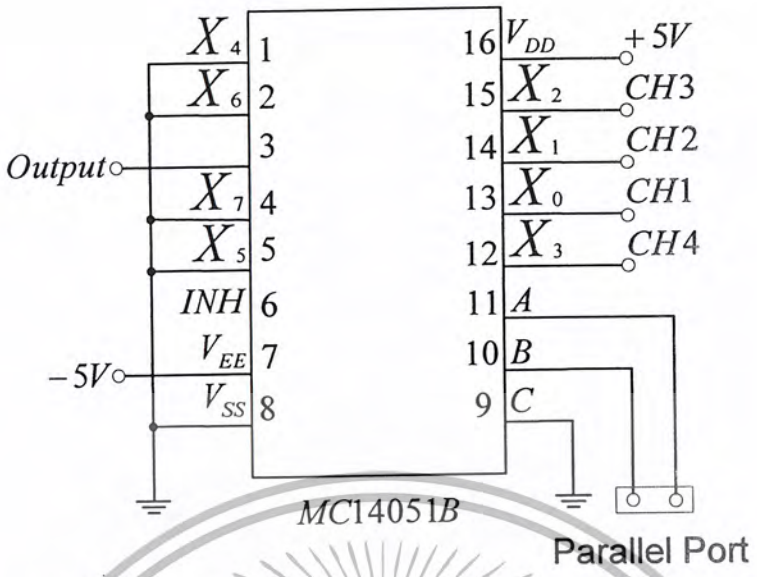
รูปที่ 3.3 แสดงค่าวิธีการจัดเรียงเกตต่างๆในการต่อเพื่อควบคุมอินพุต



รูปที่ 3.4 การต่อวงจรใช้ซีมอสเทคโนโลยี

ซึ่งการทำงานของระบบมัลติเพล็กซ์ สามารถอธิบายได้จากวงจรทดลองดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



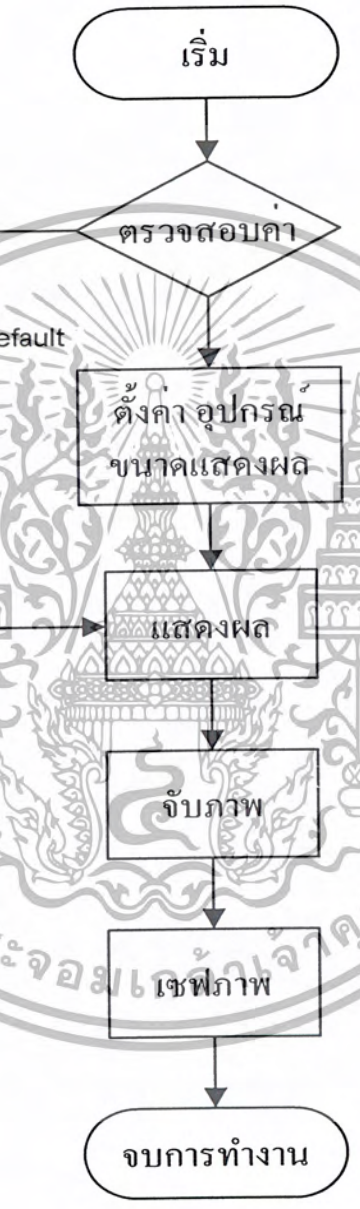
รูปที่ 3.5 วงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณ

วงจรของตัวมัลติเพล็กซ์ ตัวชิพ *MC*14051 ที่มี 8 อินพุตจะใช้เพียง 4 อินพุต อินพุตทั้ง 4 ของตัวส่งจะเป็นช่องสัญญาณ 1-4 และมันสามารถรับแหล่งจ่ายไฟที่เป็นได้ทั้งสัญญาณอนาล็อกหรือดิจิตอลที่มีขนาด 5 โวลต์ สัญญาณที่ออกที่ขา 3 จะเป็นเอาต์พุตส่งออก ตัวไอซีเบอร์ 7476 เป็น ไบนารี่เคาท์เตอร์ ไอซีนี้จะผลิตสัญญาณดิจิตอลแซมปลิ้งพัลส์ ผ่านเข้าไปควบคุมอินพุตของ *MC*14051 และ 7476 นี้ยังเป็นตัวลอจิกไดรเวอร์ (Logic driver) ที่ควบคุม 2 อินพุต A, B ของไอซี *MC*14051 (โดยอินพุต C ต่อลงกราวนด์) ตัวไบนารี่เคาท์เตอร์ จะถูกต่อให้นับเพียงแค่ 4 ซึ่งเป็นการควบคุมการปิด-เปิดของสวิตช์ทั้ง 4 ตัวตามลำดับ เมื่อนับ 4 แล้วตัว 7476 จะเริ่มต้นกลับมานับหนึ่งใหม่ อัตราแซมปลิ้งของ 7476 จะถูกควบคุมโดยสัญญาณนาฬิกา (*Clk*) ที่ผลิตโดย 555 ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา (*Clk*) ซึ่งไม่ได้เจาะจงตายตัวแน่นอน มันอาจจะมีผลถึงแบนด์วิดท์ของระบบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โปรแกรม Borland Delphi 6

ในส่วนจับภาพ (Capture) เพื่อป้อนให้กับเซิร์ฟเวอร์ (Server) เราใช้โปรแกรม Borland Delphi 6 ภาษา Object Pascal เขียนโดยจะมีโครงสร้างดังนี้



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรมจับภาพอัตโนมัติ

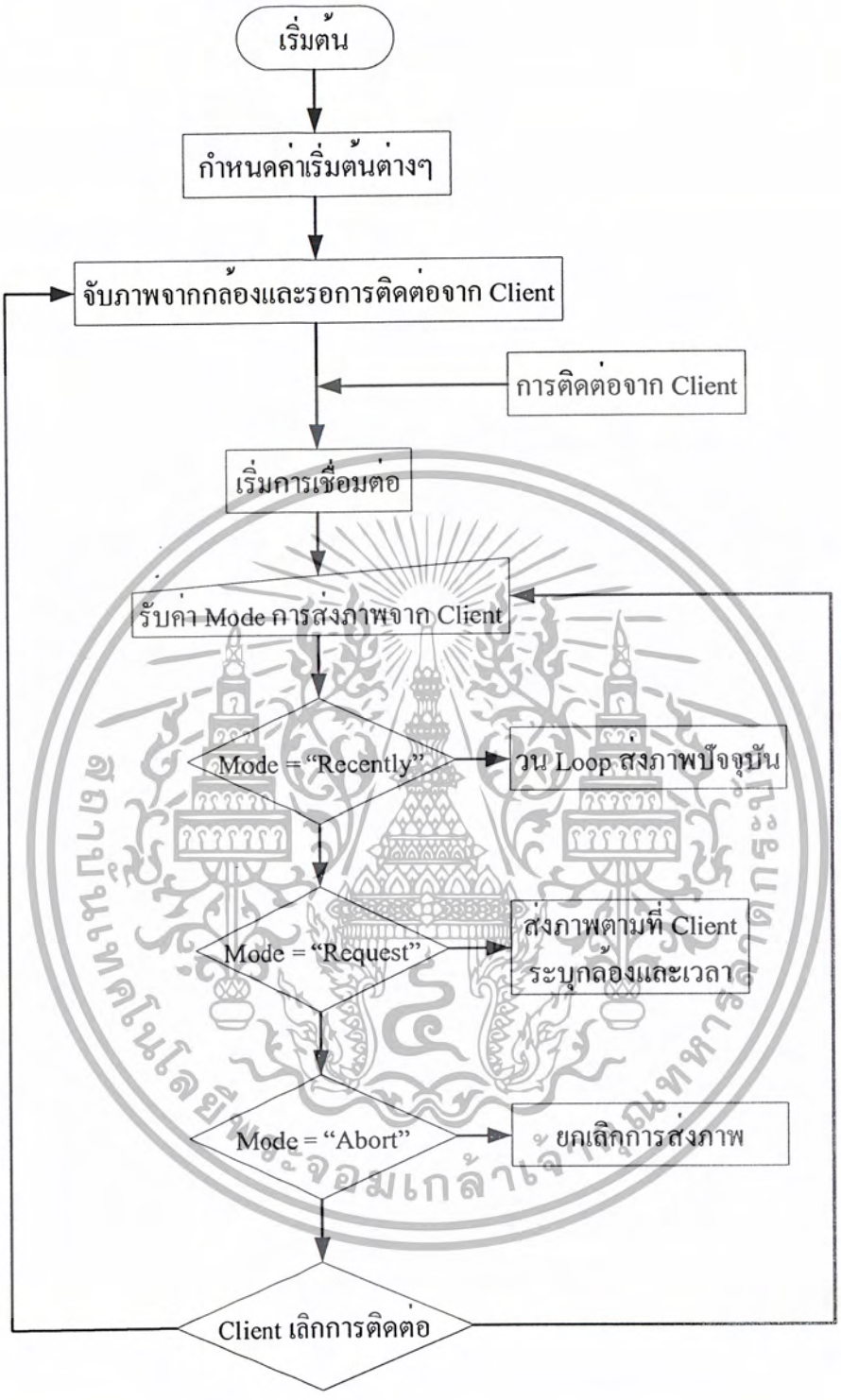
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โปรแกรม Visual Basic 6.0

ในส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้(Client) กับเซิร์ฟเวอร์ (Server) เราใช้ ภาษา Basic เขียนเพื่อกำหนดการเชื่อมต่อและรับส่งข้อมูลกัน โดยโปรแกรมที่เขียนขึ้นจะประกอบด้วยส่วนผู้ใช้และเซิร์ฟเวอร์

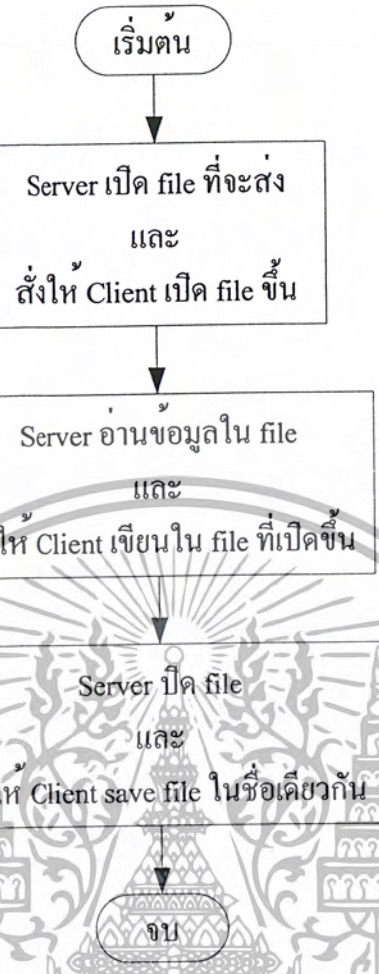
รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของโปรแกรมผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของการส่งข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ทดลองวงจรมัลติเพล็กซ์

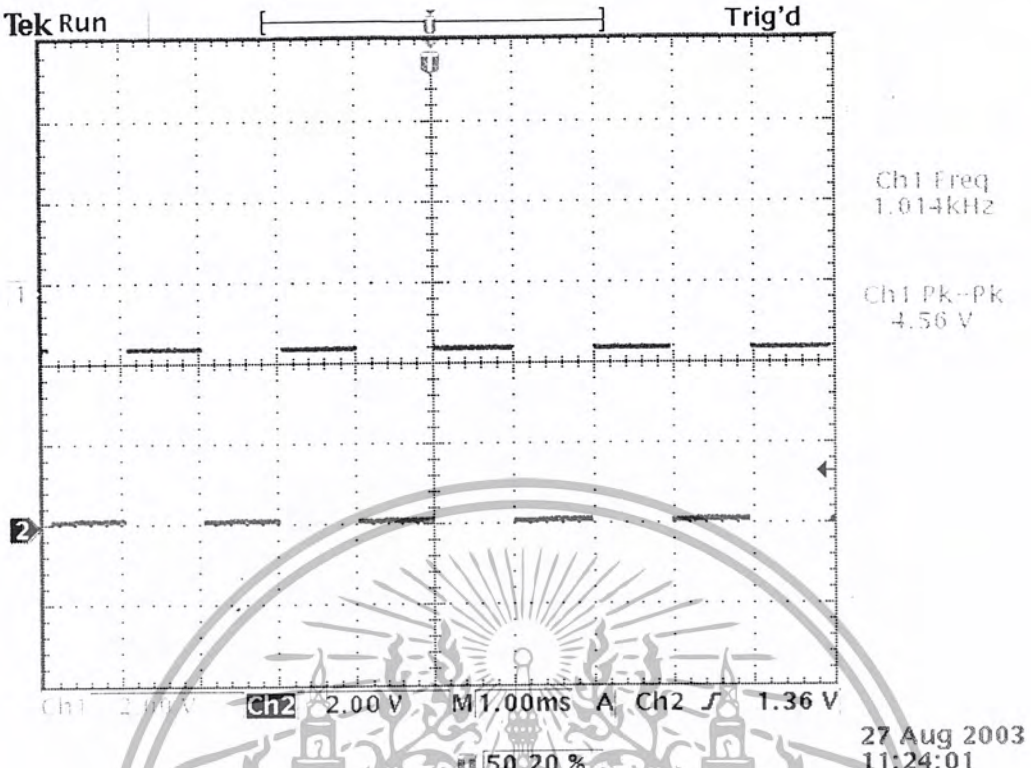
ลำดับการทดลอง

1. ต่อวงจรมัลติเพล็กซ์ตามรูปที่ 3.5
2. นำออสซิลโลสโคป CH1 วัดสัญญาณ *Clk* ที่ป้อนให้กับวงจรที่ขา1 ของไอซี *DM*7476
3. นำออสซิลโลสโคป CH1, CH2 วัดสัญญาณ ที่ขา 10, 11 ของไอซี *MC*14051 เพื่อดูบิตไบนารี่เคาท์เตอร์และนำเอาต์พุตไปเขียนตาราง
4. นำออสซิลโลสโคป CH2 วัดสัญญาณเอาต์พุต ที่ขา 3 ของไอซี *MC*14051

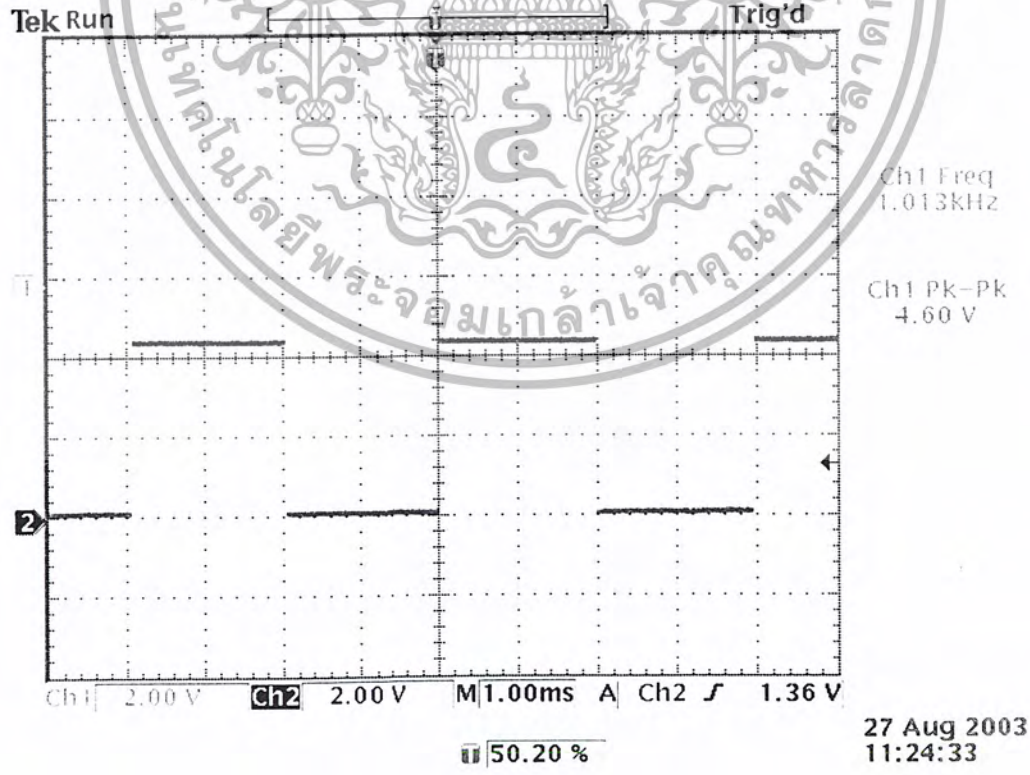
ผลการทดลอง

รูปที่ 4.1 สัญญาณ *Clk* ที่ขา 1 ของ ไอซี 7476

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองสัญญาณที่จุด TP4

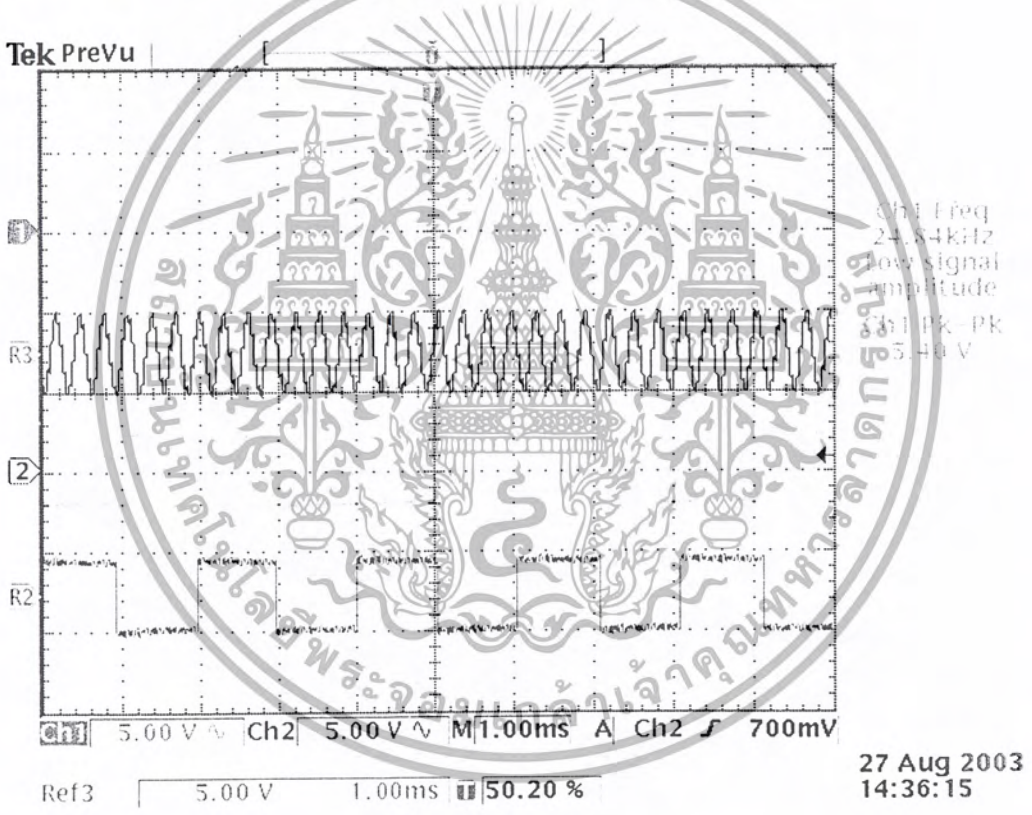


รูปที่ 4.3 ผลการทดลองสัญญาณที่จุด TP5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

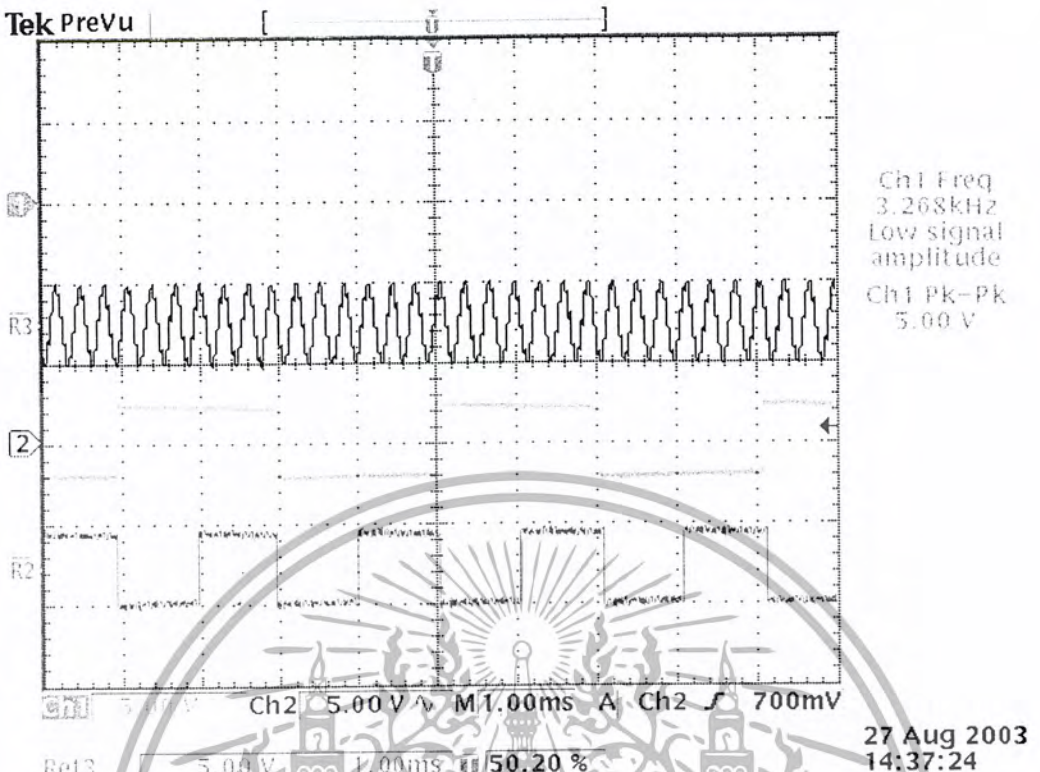
Q_2	Q_1
0	0
0	1
1	0
1	1

ตารางที่ 4.1 บิตเอาต์พุตของ 7476

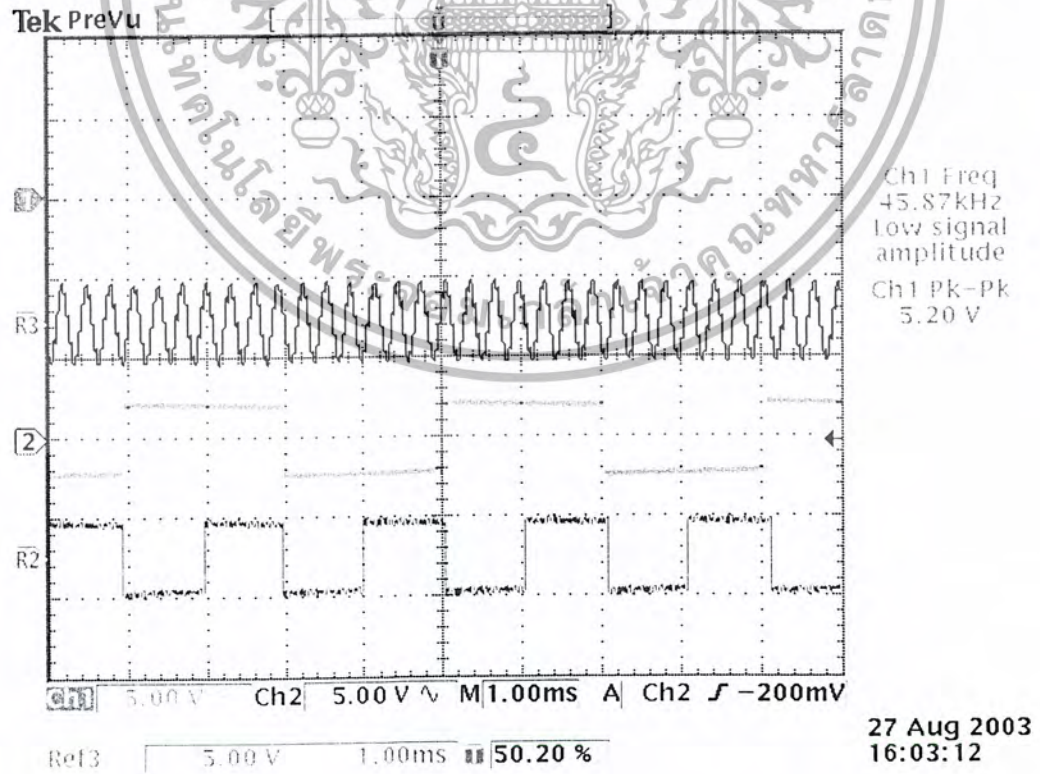


รูปที่ 4.4 ผลการทดลองสัญญาณที่ขา 3 เมื่อวงจรนับนับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

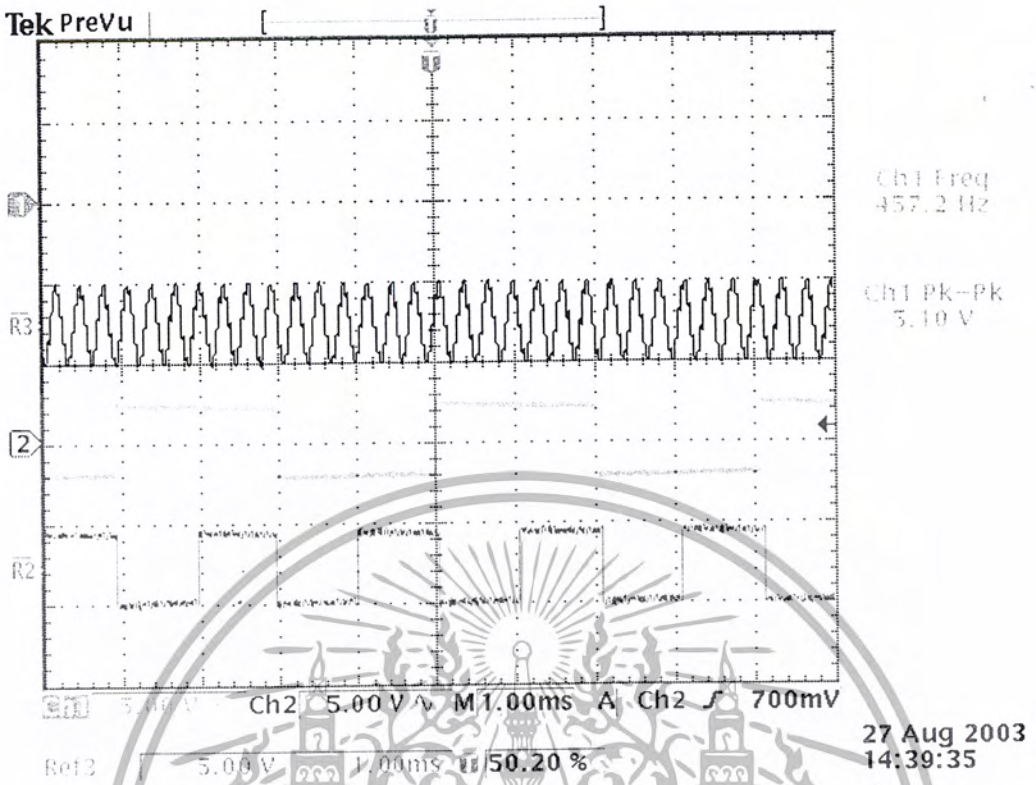


รูปที่ 4.5 ผลการทดลองสัญญาณที่ขา 3 เมื่อวงจรนับนับ 2



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองสัญญาณที่ขา 3 เมื่อวงจรนับนับ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ผลการทดลองสัญญาณที่ขา 4 เมื่อวงจรนับนับ 4

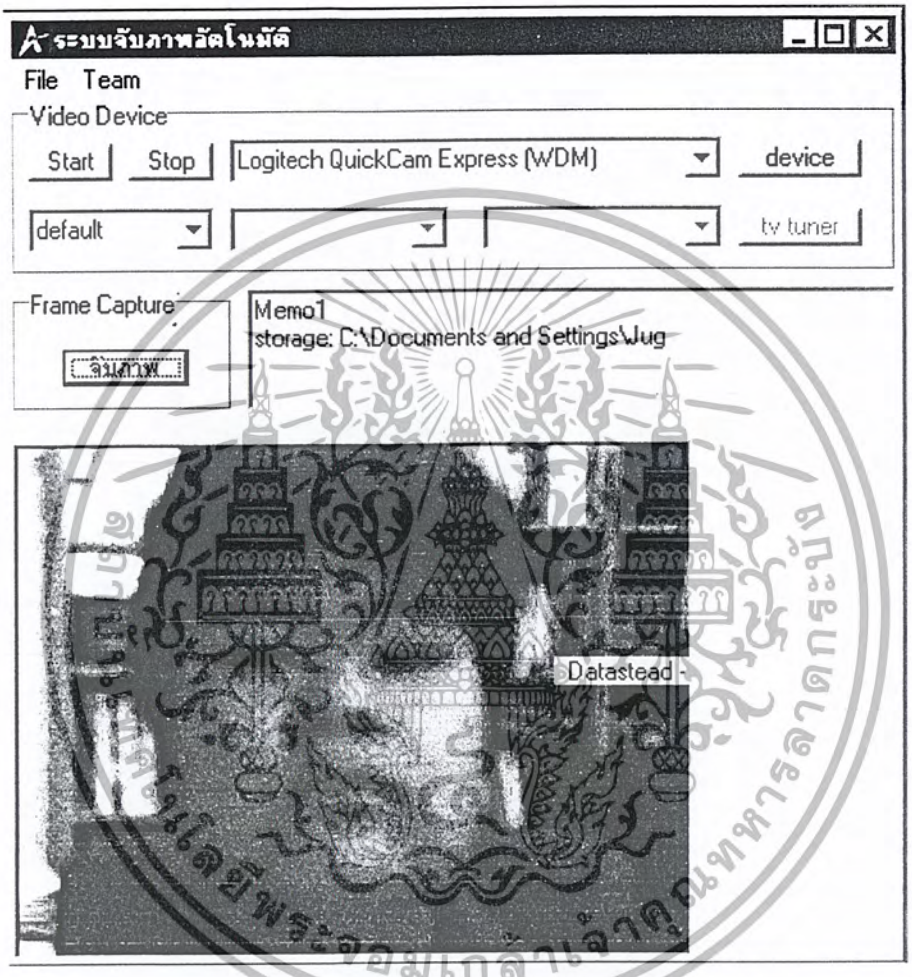
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 ทดลองโปรแกรม Borland Delphi

ลำดับการทดลอง

1. จับภาพกล้องและเซฟภาพอัตโนมัติ

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.8 ภาพหน้าจอโปรแกรมจับภาพอัตโนมัติที่สร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่ 3 ทดลองโปรแกรม Visual Basic

ลำดับการทดลอง

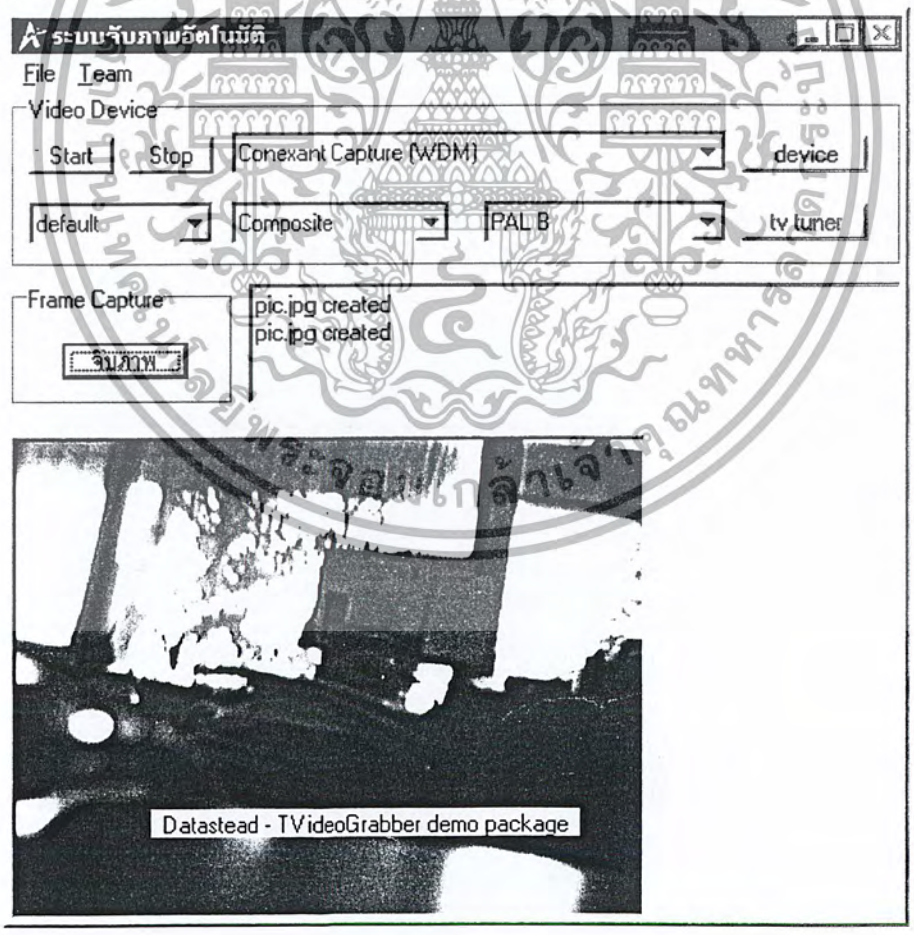
ด้านเซิร์ฟเวอร์

1. **เรียกโปรแกรมจับภาพอัตโนมัติ**
2. **รอการติดต่อจากผู้ใช้**
3. **จัดส่งข้อมูลภาพสู่เครื่องผู้ใช้**

ด้าน ผู้ใช้

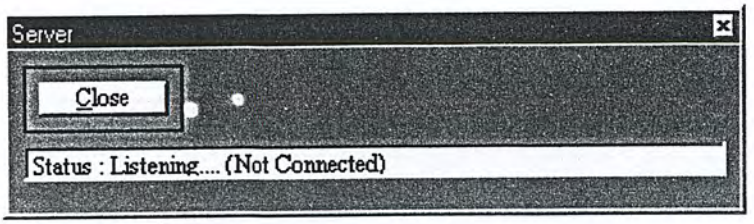
1. ระบุ IP Address เครื่องเซิร์ฟเวอร์
2. คอนเน็คเข้าเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์
3. เลือก Mode การส่งแบบ 'Recently'
4. รับข้อมูลและแสดงผล 4 ภาพ
5. เลือก Mode การส่งแบบ 'Request' ระบุกล้อง และเวลาเป็น ชั่วโมง-นาที-วินาที
6. รับข้อมูลและแสดงผลภาพตามที่ระบุ

ผลการทดลอง

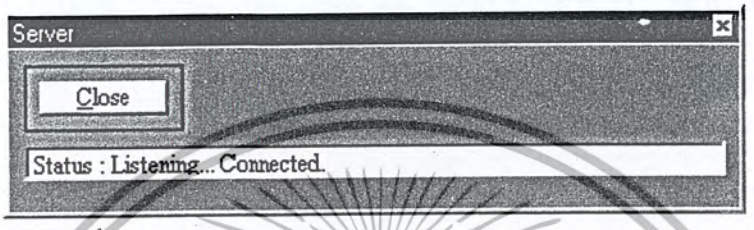


รูปที่ 4.9 ภาพหน้าจอโปรแกรมจับภาพอัตโนมัติที่เรียกเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

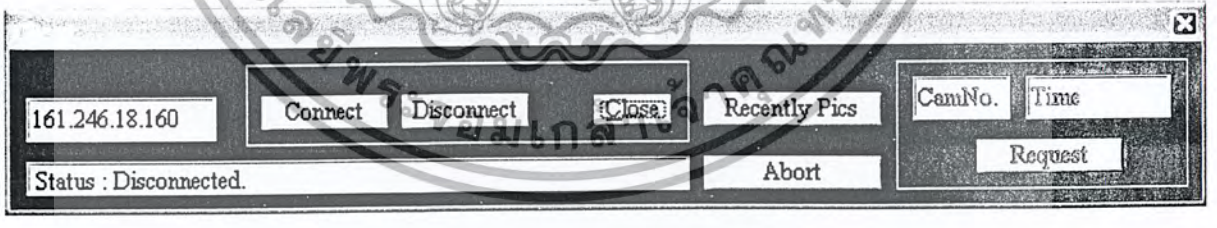


รูปที่ 4.10 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านเซิร์ฟเวอร์ ขณะยังไม่ได้เชื่อมต่อกัน

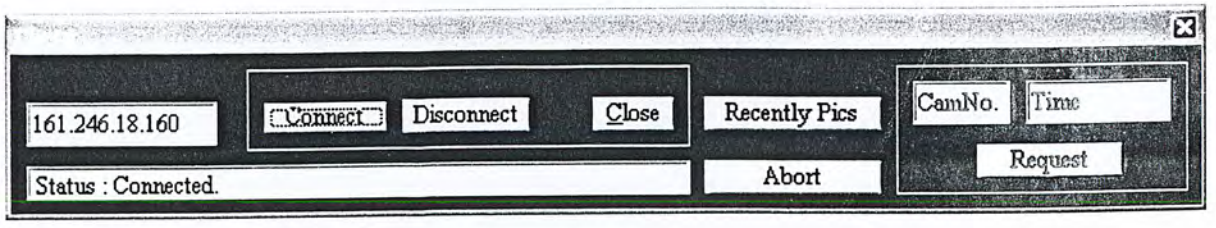


รูปที่ 4.11ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านเซิร์ฟเวอร์ ขณะได้เชื่อมต่อกันแล้ว

รูปที่ 4.12 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านเซิร์ฟเวอร์ ขณะส่งข้อมูล

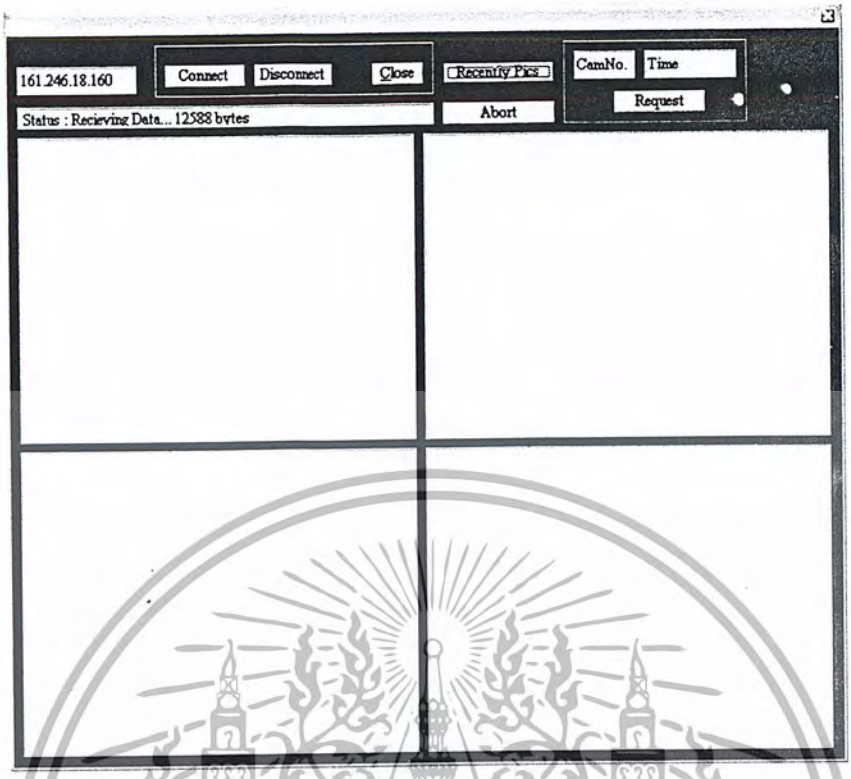


รูปที่ 4.13 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะยังไม่ได้เชื่อมต่อกัน

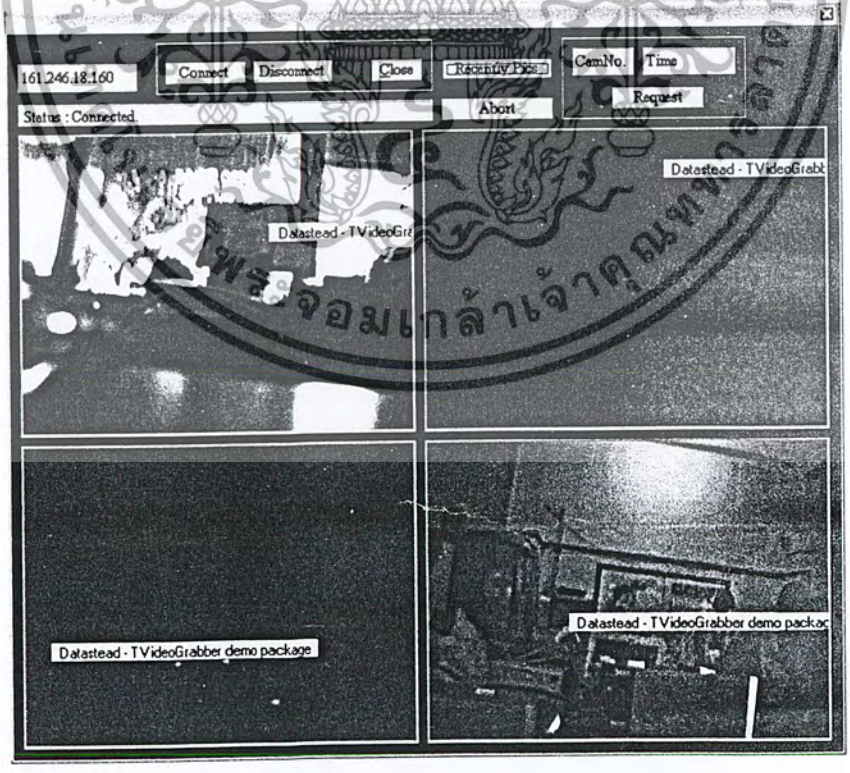


รูปที่ 4.14 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะได้เชื่อมต่อกันแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

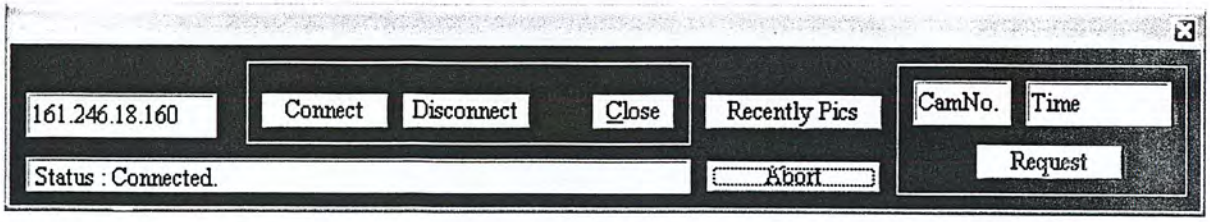


รูปที่ 4.15 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะรับข้อมูลใน Mode 'Recently'

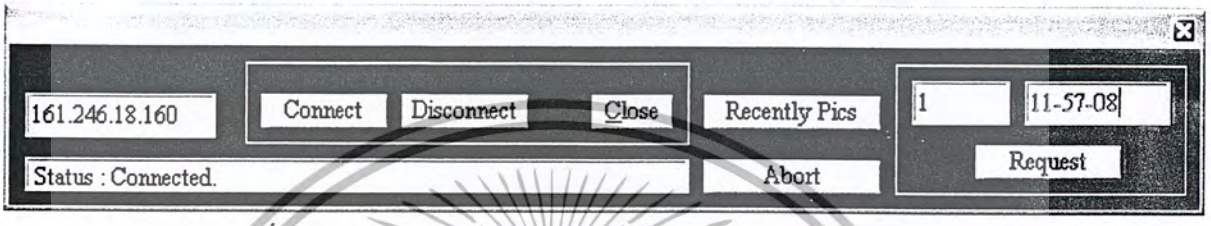


รูปที่ 4.16 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ แสดงผลข้อมูล 4 ภาพใน Mode 'Recently'

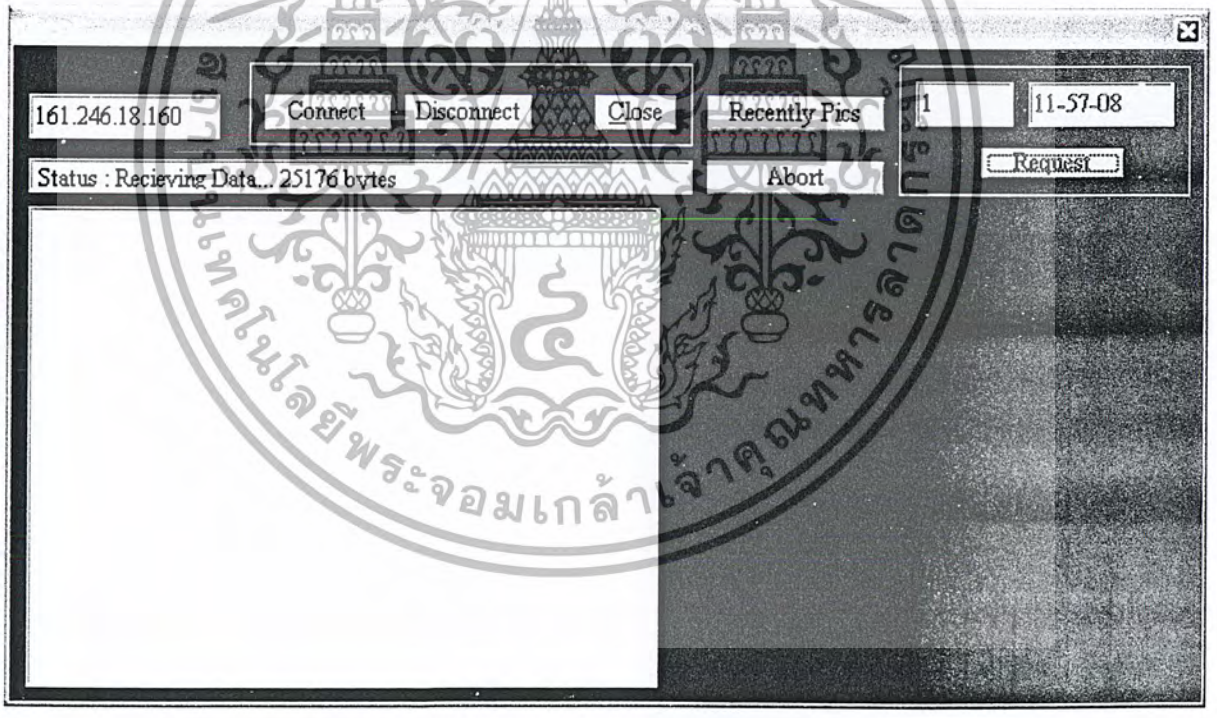
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้เมื่อยกเลิก Mode 'Recently' หลังกดปุ่ม Abort

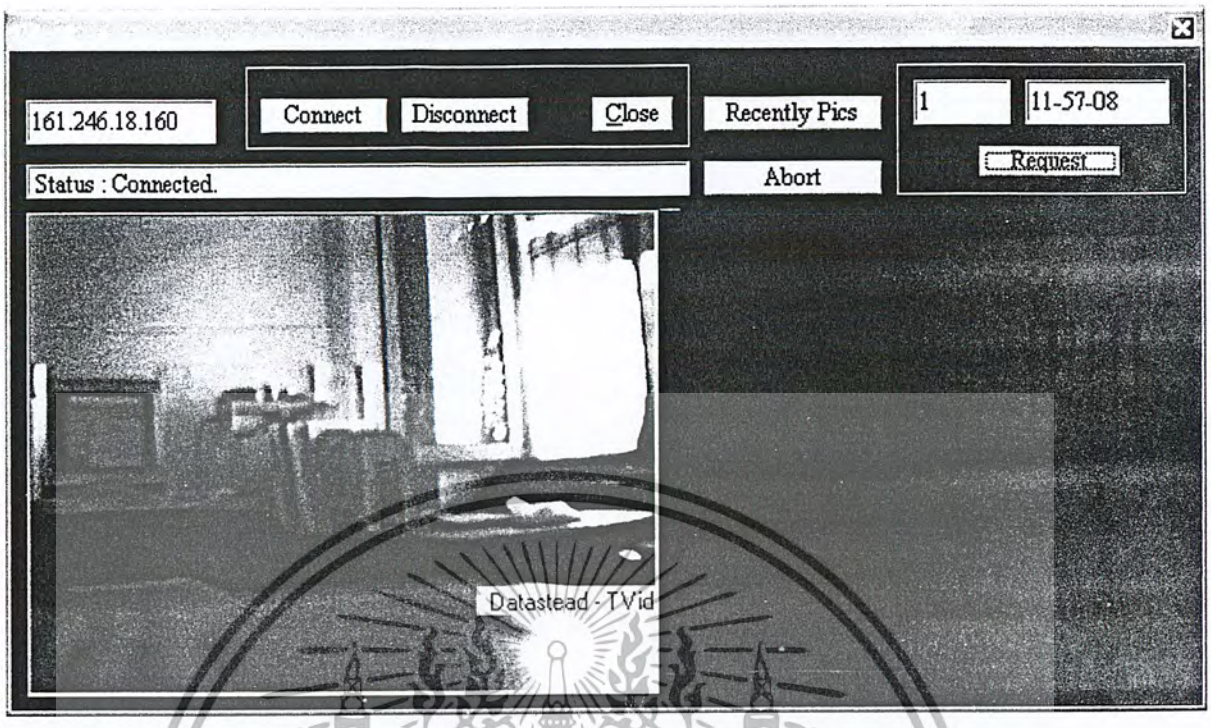


รูปที่ 4.18 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะระบุกล้อง 1 เวลา 11-57-08 ใน Mode 'Request'

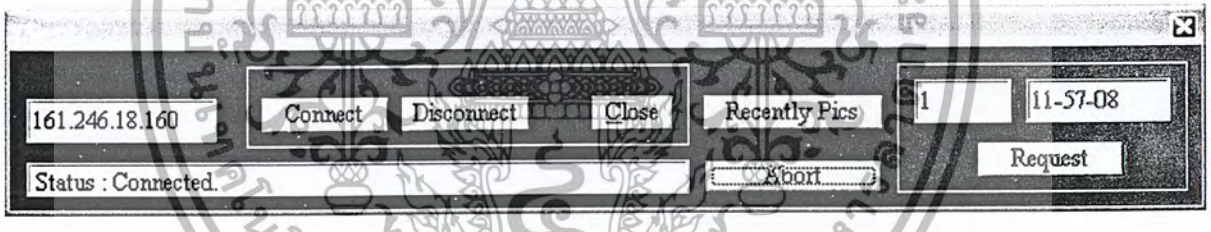


รูปที่ 4.19 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ ขณะรับข้อมูลใน Mode 'Request'

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้ แสดงผลข้อมูลภาพที่ระบุกล้องและเวลา ใน Mode 'Request'



รูปที่ 4.21 ภาพหน้าจอโปรแกรมด้านผู้ใช้เมื่อยกเลิก Mode 'Request' หลังกดปุ่ม Abort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

โครงงานนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดรักษาความปลอดภัยโดยใช้หลักการมัลติเพล็กซ์แบบ *TDM* แล้วส่งสัญญาณมายังคอมพิวเตอร์ควบคุม และทำการส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางผ่านทาง IP

5.1 อุปสรรคที่พบในการทำโครงงาน

1. ผลที่ได้ไม่เป็นไปตามทฤษฎีหรือที่ออกแบบไว้โดยตรง เพราะอาจเกิดจากตัวแปรหลายอย่าง เช่น สัญญาณรบกวน การเชื่อมต่ออุปกรณ์ เครื่องมือ หรือความผิดพลาดของผู้ทดลองเอง
2. มัลติเพล็กซ์ สัญญาณจากกล้อง USB ไม่ได้ เนื่องจากแบนด์วิดท์สายUSBไม่พอ

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานนี้

1. ทำให้สามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์ต่างๆในวงจรได้ดี
2. ทำให้เข้าใจการติดต่อสื่อสารผ่าน IP
3. ทำให้เข้าใจถึงภาษา Basic มากยิ่งขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. สามารถเพิ่มจำนวนกล้องโทรทัศน์วงจรปิดเพื่อการมองเห็นที่เพิ่มมากขึ้น
2. สามารถเพิ่มระบบเสียงเพื่อความปลอดภัยที่มากยิ่งขึ้น
3. สามารถให้มีการบีบอัดข้อมูลก่อนส่งเพื่อการส่งข้อมูลที่เร็วยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานและรายงานฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ท่าน รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน ที่ให้คำปรึกษา คอยกวดขัน เอาใจใส่ และคำชี้แนะตลอดเวลา ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้จัดทำโครงงานที่ให้ความอุปการะเลี้ยงดูและให้การศึกษา และขอขอบคุณพี่ๆเพื่อนๆทั้งภายในภาควิชาโทรคมนาคมและนอกภาควิชาที่ให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ผศ. ยืน ภู่วรวรรณ ," ทฤษฎีและการใช้การใช้งาน อิเลคทรอนิคส์ เล่ม 3 " ซีเอ็ดยูเคชั่น , 199-203
2. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, " ศัพท์เทคนิควิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร " โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539
3. กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, จำลอง ครูอุตสาหะ, " Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์ " บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด, บริษัท เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด 2542
4. สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ, ต้น ตัณฑ์สุทธวงศ์, สุพจน์ ปุณณชัยยะ, " เปิดโลก TCP/IP และโปรโตคอลของอินเตอร์เน็ต " บริษัท โปรวิชั่น จำกัด 2545
5. กนก กุสุมาลย์นุกูล, ไกลวุฒิ มั่นเสถียรสิน, " คู่มือการใช้งานโปรแกรม Borland Delphi 5 " บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด 2543
6. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, จักรพงษ์ สุขประเสริฐ, " เริ่มต้นอย่างมืออาชีพด้วย Delphi 5 " บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด 2543
7. www.nectec.or.th
8. www.thaiio.com
9. www.howstuffworks.com
10. www.datastead.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Delphi

```
unit FrameCapture_;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs,
  StdCtrls, ExtCtrls, ComCtrls, Menus, VidGrab;

type
  TForm1 = class(TForm)
    Image1: TImage;
    Edit1: TEdit;
    CheckBox1: TCheckBox;
    GroupBox1: TGroupBox;
    GroupBox2: TGroupBox;
    ComboBox1: TComboBox;
    ComboBox2: TComboBox;
    ComboBox3: TComboBox;
    ComboBox4: TComboBox;
    Button1: TButton;
    Button2: TButton;
    Button3: TButton;
    Button4: TButton;
    Button5: TButton;
    VideoGrabber1: TVideoGrabber;
    Memo1: TMemo;
    MainMenu1: TMainMenu;
    File1: TMenuItem;
    Exit1: TMenuItem;
    Member  : TMenuItem;
    Jug: TMenuItem;
    Nat: TMenuItem;
    Fluke: TMenuItem;

    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure Button5Click(Sender: TObject);
    procedure VideoGrabber1ChangeVideoDevice(Sender: TObject);
    procedure ComboBox1Change(Sender: TObject);
    procedure ComboBox2Change(Sender: TObject);
    procedure ComboBox3Change(Sender: TObject);
    procedure ComboBox4Change(Sender: TObject);
    procedure VideoGrabber1FrameCaptureCompleted(Sender: TObject;
      const FrameData: TFrameData; DestType: TFrameCaptureDest;
      FileName: String; Success: Boolean);
    procedure VideoGrabber1ResizeVideo(Sender: TObject; SourceWidth,
      SourceHeight: Integer);
    procedure TForm1.CheckBox1Click(Sender: TObject);
    procedure exit1Click(Sender: TObject);
       private
  public
  end;

var
  Form1: TForm1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
implementation

{$R *.DFM}
//---------------------------------------------------------------------
----------

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin

   ComboBox1.Items.Text := VideoDevices;
   ComboBox1.ItemIndex := VideoGrabber1.VideoDevice;

   Memo1.Lines.Add ('storage: ' + VideoGrabber1.StoragePath);
end;
//---------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
   VideoGrabber1.StartPreview;
end;
//---------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
   VideoGrabber1.StopPreview;
end;
//---------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
   VideoGrabber1.ShowDialog (dlg_Device);
end;
//---------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
   VideoGrabber1.ShowDialog (dlg_TVTuner);
end;
//---------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.Button5Click(Sender: TObject);
begin
   if CheckBox1.Checked then begin
      VideoGrabber1.CaptureFrameTo (fc_JpegFile);
   end
   else begin
      VideoGrabber1.CaptureFrameTo (fc_JpegFile, Edit1.Text);
   end;
end;
//---------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.VideoGrabber1ChangeVideoDevice(Sender: TObject);
begin
   ComboBox1.Items.Text := VideoDevices;
   ComboBox1.ItemIndex := VideoGrabber1.VideoDevice;

   ComboBox2.Items.Text := VideoGrabber1.VideoSizes;
   ComboBox2.ItemIndex := integer (VideoGrabber1.VideoSize);

   ComboBox3.Items.Text := VideoGrabber1.VideoCrossbarInputs;
   ComboBox3.ItemIndex := integer (VideoGrabber1.VideoCrossbarInput);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   ComboBox3.Enabled := VideoGrabber1.IsVideoCrossbarAvailable;

   ComboBox4.Items.Text := VideoGrabber1.AnalogVideoStandards;
   ComboBox4.ItemIndex := integer
(VideoGrabber1.AnalogVideoStandard);
   ComboBox4.Enabled := VideoGrabber1.IsAnalogVideoDecoderAvailable;

   Button4.Enabled := VideoGrabber1.IsTVTunerAvailable;
end;
//----------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.ComboBox1Change(Sender: TObject);
begin
   VideoGrabber1.VideoDevice := ComboBox1.ItemIndex;
end;
//----------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.ComboBox2Change(Sender: TObject);
begin
   VideoGrabber1.VideoSize := ComboBox2.ItemIndex;
end;
//----------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.ComboBox3Change(Sender: TObject);
begin
   VideoGrabber1.VideoCrossbarInput := ComboBox3.ItemIndex;
end;
//----------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.ComboBox4Change(Sender: TObject);
begin
   VideoGrabber1.AnalogVideoStandard := ComboBox4.ItemIndex;
end;
//----------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.VideoGrabber1FrameCaptureCompleted(Sender: TObject;
  const FrameData: TFrameData; DestType: TFrameCaptureDest;
  FileName: String; Success: Boolean);
begin
   case DestType of
      fc_BmpFile, fc_JPEGFile: begin
        Memo1.Lines.add (FileName + ' created!');
      end;

   end;
end;
//----------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.VideoGrabber1ResizeVideo(Sender: TObject;
SourceWidth,
  SourceHeight: Integer);
var
   NewWidth: longint;
begin
   Image1.Picture.Assign (nil);
   Image1.Left := VideoGrabber1.Left + VideoGrabber1.Width + 20;
   Image1.Width := VideoGrabber1.VideoWidth;
   Image1.Height := VideoGrabber1.VideoHeight;
   NewWidth := Image1.Left + VideoGrabber1.Width + 20;
   if NewWidth < GroupBox3.Width + 20 then begin
      NewWidth := GroupBox3.Width + 20;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    end;
    Height := VideoGrabber1.Top + VideoGrabber1.Height + 75;
    Width := NewWidth;
end;
//---------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.CheckBox1Click(Sender: TObject);
begin
    Edit1.Enabled := not CheckBox1.Checked; // ใช้pic
end;
//---------------------------------------------------------------------

procedure TForm1.exit1Click(Sender: TObject);
begin
      Close;
end;

end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Visual Basic ด้าน Server

```
Option Explicit

Private Sub cmdClear_Click()
    txtView = ""
    txtFileName = ""
End Sub

Private Sub cmdClose_Click()
    Unload Me
End Sub

Private Sub Form_Load()
    ' connect to the port
    tcpServer.LocalPort = Port
    ' Listen for incoming data
    tcpServer.Listen
    Timer1.Enabled = False
    bInconnection = False

    Status "Listening.... (Not Connected)"
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    SendData "ServerClosed,"
    Pause 500
    tcpServer.Close
    End
End Sub

Private Sub tcpServer_Close()
    If tcpServer.State <> sckClosed Then tcpServer.Close
    Form_Load ' resume listening

End Sub

Private Sub tcpServer_ConnectionRequest(ByVal requestID As Long)

     On Error GoTo IDERROR
     If tcpServer.State <> sckClosed Then tcpServer.Close ' close
Connection
     tcpServer.Accept requestID    'Make the connection

     bInconnection = True
     Status "Listening... Connected."
     SendData "Accepted,"
     Timer1.Enabled = True
     Timer1.Interval = 12000
Exit Sub

IDERROR:
     MsgBox Err.Description, vbCritical
End Sub

Private Sub tcpServer_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)
    '
    Dim Command      As String
    Dim NewArrival   As String
    Dim Data         As String
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Static DataCnt   As Long

    tcpServer.GetData NewArrival$, vbString

    Command = EvalData(NewArrival$, 1)
    Data$ = EvalData(NewArrival$, 2)

    Select Case Command$

        Case "OpenFile"  ' open the file
           Dim Fname As String
           Fname$ = App.Path & "\" & Data$
           Open Fname$ For Binary As #1
           ' open file to recieve input
           Status "File opened.... " & Data$

        Case "Clientclosed"
           Form_Load
           tcpServer.Close

        Case "CloseFile" ' close file
           Close #1
           Status "File Transfer complete..."
           Pause 3000
           Status "Listening... (Connected)"

        Case Else
           ' opened file
           Put #1, , NewArrival$

           txtView = txtView & NewArrival$
           DataCnt& = DataCnt& + 1
           Status "Recieving Data... " & (MAX_CHUNK * DataCnt&) & "
bytes"

    End Select

End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
Dim Fname As String
    Fname = "1.jpg"
    SendFile Fname$
    Pause 3000

    Fname = "2.jpg"
    SendFile Fname$
    Pause 3000

    Fname = "3.jpg"
    SendFile Fname$
    Pause 3000

    Fname = "4.jpg"
    SendFile Fname$

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Visual Basic ด้าน Client

```
Option Explicit

Private Sub cmdClear_Click()
    txtView = ""
    txtFileName = ""
End Sub

Private Sub cmdClose_Click()
    End
End Sub

Private Sub cmdConnect_Click()

    bReplied = False
    tcpClient.Connect Text1.Text, 1256

    lTIme = 0

    While (Not bReplied) And (lTIme < 100000)
        DoEvents
        lTIme = lTIme + 1
    Wend

    If lTIme >= 100000 Then
        MsgBox "Unable to connect to remote server", vbCritical,
"Connection Error"

        tcpClient.Close
        Exit Sub
    End If

End Sub

Private Sub cmdDisconnect_Click()
    SendData "Clientclosed"
    tcpClient.Close
    Form_Load
End Sub

Private Sub cmdSend_Click()
    Dim FName_Only As String

    If txtFileName = "" Then
       MsgBox "No file selected to send...", vbCritical
    Else ' send the file, if connected
       If tcpClient.State <> sckClosed Then
          FName_Only$ = GetFileName(txtFileName)
          SendFile FName_Only$
       End If
    End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
    Status "Disconnected."
    bReplied = False
End Sub

Private Sub tcpClient_Close()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    If tcpClient.State <> sckClosed Then tcpClient.Close

End Sub

Private Sub tcpClient_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)

    Dim Command      As String
    Dim NewArrival   As String
    Dim Data         As String
    Static DataCnt   As Long
    On Error GoTo IDERROR
    tcpClient.GetData NewArrival$, vbString

    Command$ = EvalData(NewArrival$, 1)
    Data$ = EvalData(NewArrival$, 2)

    Select Case Command
        Case "Accepted"          ' server accepted connection
            bReplied = True
            Status "Connected."

        Case "ServerClosed"
            Form_Load
            tcpClient.Close

        Case "OpenFile" ' open the file
           Dim Fname As String
           Fname$ = App.Path & "\" & Data$
           Open Fname$ For Binary As #1
           ' open file to recieve input
           Status "File opened..... " & Data$

        Case "CloseFile" ' close the file
           Close #1
           Status "File Transfer complete..."
           Pause 3000
           Status "Connected."
        Picture1.Picture = LoadPicture("1.jpg")
        Picture2.Picture = LoadPicture("2.jpg")
        Picture3.Picture = LoadPicture("3.jpg")
        Picture4.Picture = LoadPicture("4.jpg")

        Case Else
           ' write the incoming chunk of data to the
           ' opened file
           Put #1, , NewArrival$
           txtView = txtView & NewArrival$
           DataCnt& = DataCnt& + 1
           Status "Recieving Data... " & (MAX_CHUNK * DataCnt&) & "
bytes"

    End Select

Exit Sub
IDERROR:
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14051B, MC14052B, MC14053B

Analog Multiplexers/Demultiplexers

The MC14051B, MC14052B, and MC14053B analog multiplexers are digitally–controlled analog switches. The MC14051B effectively implements an SP8T solid state switch, the MC14052B a DP4T, and the MC14053B a Triple SPDT. All three devices feature low ON impedance and very low OFF leakage current. Control of analog signals up to the complete supply voltage range can be achieved.

- Triple Diode Protection on Control Inputs
- Switch Function is Break Before Make
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Analog Voltage Range ($V_{DD} - V_{EE}$) = 3.0 to 18 V
  Note: V_{EE} must be $\leq V_{SS}$
- Linearized Transfer Characteristics
- Low–noise – 12 nV/$\sqrt{\text{Cycle}}$, f ≥ 1.0 kHz Typical
- Pin–for–Pin Replacement for CD4051, CD4052, and CD4053
- For 4PDT Switch, See MC14551B
- For Lower R_{ON}, Use the HC4051, HC4052, or HC4053 High–Speed CMOS Devices

MAXIMUM RATINGS (Note 1.)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}	DC Supply Voltage (Referenced to V_{EE}, $V_{SS} \geq V_{EE}$)	–0.5 to +18.0	V
V_{in}, V_{out}	Input or Output Voltage Range (DC or Transient) (Referenced to V_{SS} for Control Inputs and V_{EE} for Switch I/O)	–0.5 to V_{DD} + 0.5	V
I_{in}	Input Current (DC or Transient) per Control Pin	±10	mA
I_{SW}	Switch Through Current	±25	mA
P_D	Power Dissipation, per Package (Note 2.)	500	mW
T_A	Ambient Temperature Range	–55 to +125	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	–65 to +150	°C
T_L	Lead Temperature (8–Second Soldering)	260	°C

1. Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
2. Temperature Derating:
   Plastic "P and D/DW" Packages: – 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high–impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range $V_{SS} \leq (V_{in}$ or $V_{out}) \leq V_{DD}$.

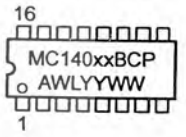
Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS}, V_{EE} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

ON Semiconductor

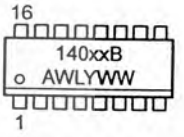
http://onsemi.com

MARKING DIAGRAMS

PDIP–16
P SUFFIX
CASE 648

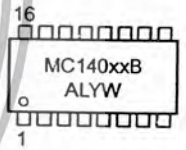


SOIC–16
D SUFFIX
CASE 751B



TSSOP–16
DT SUFFIX
CASE 948F

SOEIAJ–16
F SUFFIX
CASE 966



xx	= Specific Device Code
A	= Assembly Location
WL, L	= Wafer Lot
YY, Y	= Year
WW, W	= Work Week

ORDERING INFORMATION

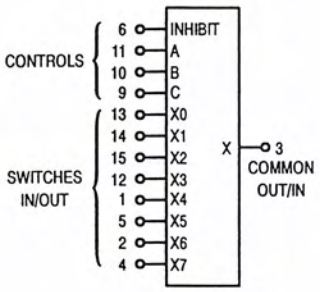
See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 12 of this data sheet.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2000
August, 2000 – Rev. 4

Publication Order Number:
MC14051B/D

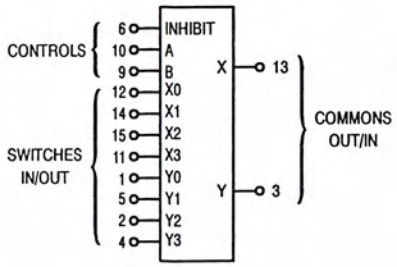
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14051B
8–Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer



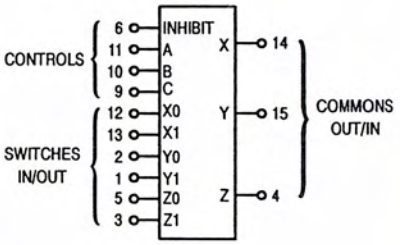
V_{DD} = PIN 16
V_{SS} = PIN 8
V_{EE} = PIN 7

MC14052B
Dual 4–Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer



V_{DD} = PIN 16
V_{SS} = PIN 8
V_{EE} = PIN 7

MC14053B
Triple 2–Channel Analog Multiplexer/Demultiplexer

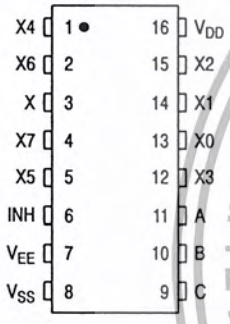


V_{DD} = PIN 16
V_{SS} = PIN 8
V_{EE} = PIN 7

Note: Control Inputs referenced to V_{SS}, Analog Inputs and Outputs reference to V_{EE}. V_{EE} must be ≤ V_{SS}.

PIN ASSIGMENT

MC14051B



MC14052B

MC14053B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	V_{DD}	Test Conditions	−55°C Min	−55°C Max	25°C Min	25°C Typ (3.)	25°C Max	125°C Min	125°C Max	Unit
SUPPLY REQUIREMENTS (Voltages Referenced to V_{EE})											
Power Supply Voltage Range	V_{DD}	—	$V_{DD} - 3.0 \geq V_{SS} \geq V_{EE}$	3.0	18	3.0	—	18	3.0	18	V
Quiescent Current Per Package	I_{DD}	5.0 10 15	Control Inputs: $V_{in} = V_{SS}$ or V_{DD}, Switch I/O: $V_{EE} \leq V_{I/O} \leq V_{DD}$, and $\Delta V_{switch} \leq 500$ mV (4.)	— — —	5.0 10 20	— — —	0.005 0.010 0.015	5.0 10 20	— — —	150 300 600	μA
Total Supply Current (Dynamic Plus Quiescent, Per Package	$I_{D(AV)}$	5.0 10 15	$T_A = 25°C$ only (The channel component, $(V_{in} - V_{out})/R_{on}$, is not included.)	Typical			(0.07 μA/kHz) f + I_{DD} (0.20 μA/kHz) f + I_{DD} (0.36 μA/kHz) f + I_{DD}				μA
CONTROL INPUTS — INHIBIT, A, B, C (Voltages Referenced to V_{SS})											
Low–Level Input Voltage	V_{IL}	5.0 10 15	R_{on} = per spec, I_{off} = per spec	— — —	1.5 3.0 4.0	— — —	2.25 4.50 6.75	1.5 3.0 4.0	— — —	1.5 3.0 4.0	V
High–Level Input Voltage	V_{IH}	5.0 10 15	R_{on} = per spec, I_{off} = per spec	3.5 7.0 11	— — —	3.5 7.0 11	2.75 5.50 8.25	— — —	3.5 7.0 11	— — —	V
Input Leakage Current	I_{in}	15	$V_{in} = 0$ or V_{DD}	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	1.0	μA
Input Capacitance	C_{in}	—		—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
SWITCHES IN/OUT AND COMMONS OUT/IN — X, Y, Z (Voltages Referenced to V_{EE})											
Recommended Peak–to–Peak Voltage Into or Out of the Switch	$V_{I/O}$	—	Channel On or Off	0	V_{DD}	0	—	V_{DD}	0	V_{DD}	V_{PP}
Recommended Static or Dynamic Voltage Across the Switch (4.) (Figure 5)	ΔV_{switch}	—	Channel On	0	600	0	—	600	0	300	mV
Output Offset Voltage	V_{OO}	—	$V_{in} = 0$ V, No Load	—	—	—	10	—	—	—	μV
ON Resistance	R_{on}	5.0 10 15	$\Delta V_{switch} \leq 500$ mV (4.) $V_{in} = V_{IL}$ or V_{IH} (Control), and V_{in} = 0 to V_{DD} (Switch)	— — —	800 400 220	— — —	250 120 80	1050 500 280	— — —	1200 520 300	Ω
ΔON Resistance Between Any Two Channels in the Same Package	ΔR_{on}	5.0 10 15		— — —	70 50 45	— — —	25 10 10	70 50 45	— — —	135 95 65	Ω
Off–Channel Leakage Current (Figure 10)	I_{off}	15	$V_{in} = V_{IL}$ or V_{IH} (Control) Channel to Channel or Any One Channel	—	±100	—	±0.05	±100	—	±1000	nA
Capacitance, Switch I/O	$C_{I/O}$	—	Inhibit = V_{DD}	—	—	—	10	—	—	—	pF
Capacitance, Common O/I	$C_{O/I}$	—	Inhibit = V_{DD} (MC14051B) (MC14052B) (MC14053B)	 — — —	 — — —	 — — —	 60 32 17	 — — —	 — — —	 — — —	pF
Capacitance, Feedthrough (Channel Off)	$C_{I/O}$	— —	Pins Not Adjacent Pins Adjacent	— —	— —	— —	0.15 0.47	— —	— —	— —	pF

3. Data labeled "Typ" is not to be used for design purposes, but is intended as an indication of the IC's potential performance.
4. For voltage drops across the switch (ΔV_{switch}) > 600 mV (> 300 mV at high temperature), excessive V_{DD} current may be drawn, i.e. the current out of the switch may contain both V_{DD} and switch input components. The reliability of the device will be unaffected unless the Maximum Ratings are exceeded. (See first page of this data sheet.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS [5.] (C_L = 50 pF, T_A = 25°C) ($V_{EE} \le V_{SS}$ unless otherwise indicated)

Characteristic	Symbol	$V_{DD} - V_{EE}$ Vdc	Typ [6.] All Types	Max	Unit
Propagation Delay Times (Figure 6) Switch Input to Switch Output (R_L = 10 kΩ)	t_{PLH}, t_{PHL}				ns
MC14051					
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 ns/pF) C_L + 26.5 ns		5.0	35	90	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 ns/pF) C_L + 11 ns		10	15	40	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 ns/pF) C_L + 9.0 ns		15	12	30	
MC14052					ns
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 ns/pF) C_L + 21.5 ns		5.0	30	75	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 ns/pF) C_L + 8.0 ns		10	12	30	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 ns/pF) C_L + 7.0 ns		15	10	25	
MC14053					ns
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.17 ns/pF) C_L + 16.5 ns		5.0	25	65	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.08 ns/pF) C_L + 4.0 ns		10	8.0	20	
t_{PLH}, t_{PHL} = (0.06 ns/pF) C_L + 3.0 ns		15	6.0	15	
Inhibit to Output (R_L = 10 kΩ, V_{EE} = V_{SS}) Output "1" or "0" to High Impedance, or High Impedance to "1" or "0" Level	t_{PHZ}, t_{PLZ}, t_{PZH}, t_{PZL}				ns
MC14051B		5.0	350	700	
		10	170	340	
		15	140	280	
MC14052B		5.0	300	600	ns
		10	155	310	
		15	125	250	
MC14053B		5.0	275	550	ns
		10	140	280	
		15	110	220	
Control Input to Output (R_L = 10 kΩ, V_{EE} = V_{SS})	t_{PLH}, t_{PHL}				ns
MC14051B		5.0	360	720	
		10	160	320	
		15	120	240	
MC14052B		5.0	325	650	ns
		10	130	260	
		15	90	180	
MC14053B		5.0	300	600	ns
		10	120	240	
		15	80	160	
Second Harmonic Distortion (R_L = 10KΩ, f = 1 kHz) V_{in} = 5 V_{PP}	—	10	0.07	—	%
Bandwidth (Figure 7) (R_L = 1 kΩ, V_{in} = 1/2 (V_{DD}–V_{EE}) p–p, C_L = 50pF 20 Log (V_{out}/V_{in}) = – 3 dB)	BW	10	17	—	MHz
Off Channel Feedthrough Attenuation (Figure 7) R_L = 1KΩ, V_{in} = 1/2 (V_{DD} – V_{EE}) p–p f_{in} = 4.5 MHz — MC14051B f_{in} = 30 MHz — MC14052B f_{in} = 55 MHz — MC14053B	—	10	– 50	—	dB
Channel Separation (Figure 8) (R_L = 1 kΩ, V_{in} = 1/2 (V_{DD}–V_{EE}) p–p, f_{in} = 3.0 MHz	—	10	– 50	—	dB
Crosstalk, Control Input to Common O/I (Figure 9) (R_1 = 1 kΩ, R_L = 10 kΩ Control t_{TLH} = t_{THL} = 20 ns, Inhibit = V_{SS})	—	10	75	—	mV

5. The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.
6. Data labelled "Typ" is not lo be used for design purposes but In intended as an indication of the IC's potential performance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

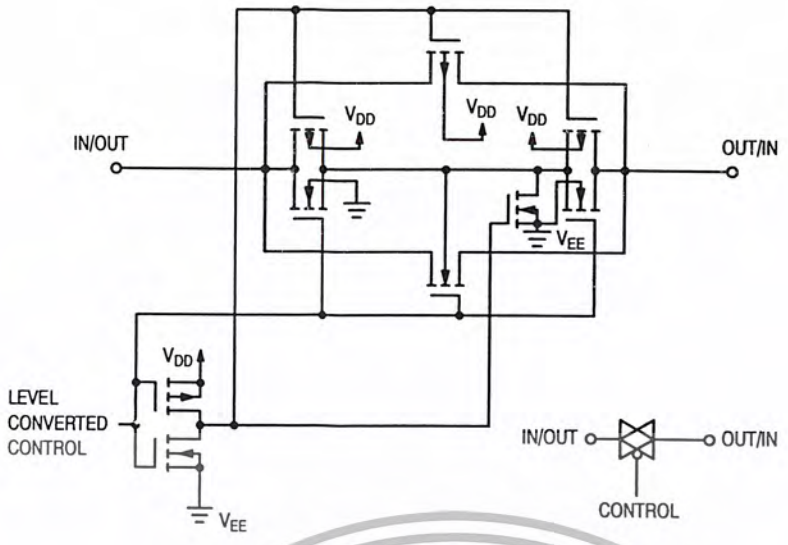


Figure 1. Switch Circuit Schematic

TRUTH TABLE

Control Inputs				ON Switches					
	Select								
Inhibit	C*	B	A	MC14051B	MC14052B		MC14053B		
0	0	0	0	X0	Y0	X0	Z0	Y0	X0
0	0	0	1	X1	Y1	X1	Z0	Y0	X1
0	0	1	0	X2	Y2	X2	Z0	Y1	X0
0	0	1	1	X3	Y3	X3	Z0	Y1	X1
0	1	0	0	X4			Z1	Y0	X0
0	1	0	1	X5			Z1	Y0	X1
0	1	1	0	X6			Z1	Y1	X0
0	1	1	1	X7			Z1	Y1	X1
1	x	x	x	None	None		None		

*Not applicable for MC14052
x = Don't Care

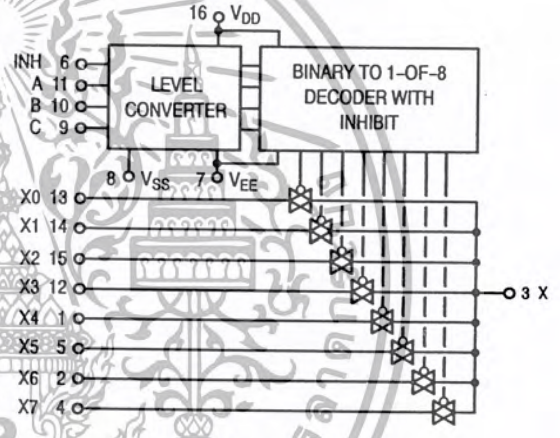


Figure 2. MC14051B Functional Diagram

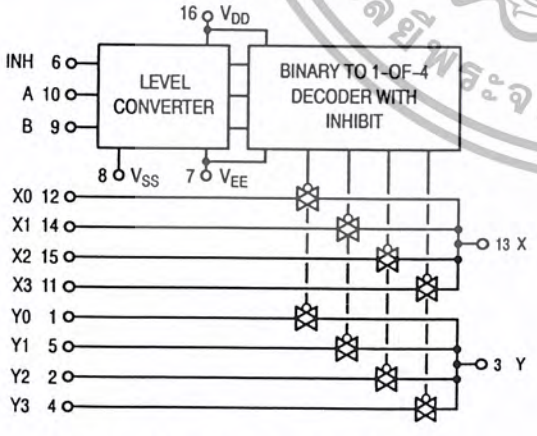


Figure 3. MC14052B Functional Diagram

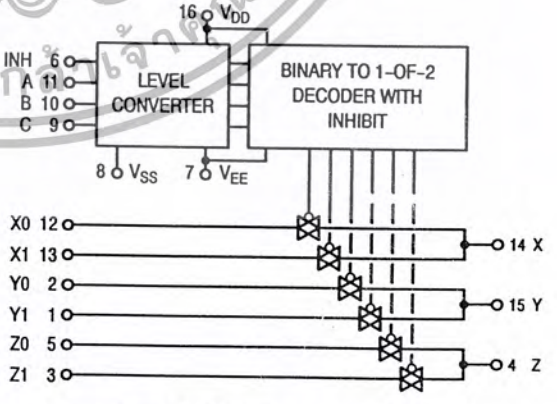


Figure 4. MC14053B Functional Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

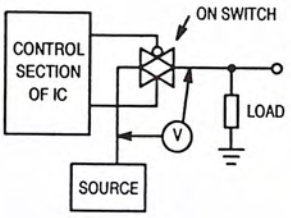


Figure 5. ΔV Across Switch

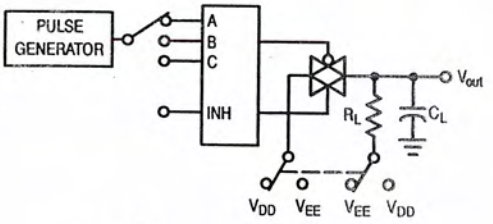


Figure 6. Propagation Delay Times, Control and Inhibit to Output

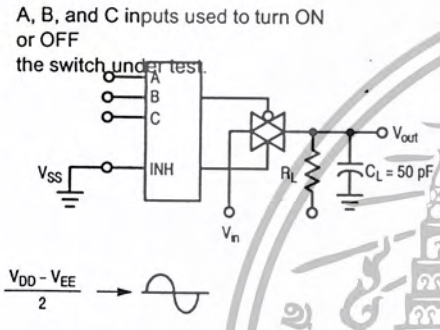


Figure 7. Bandwidth and Off–Channel Feedthrough Attenuation

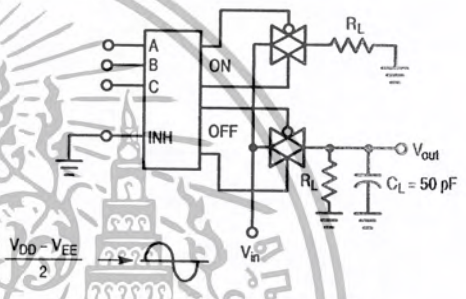


Figure 8. Channel Separation (Adjacent Channels Used For Setup)

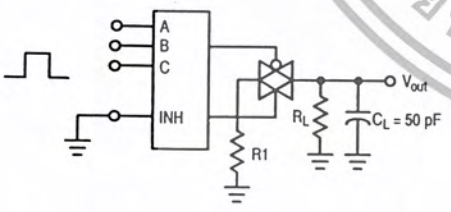


Figure 9. Crosstalk, Control Input to Common O/I

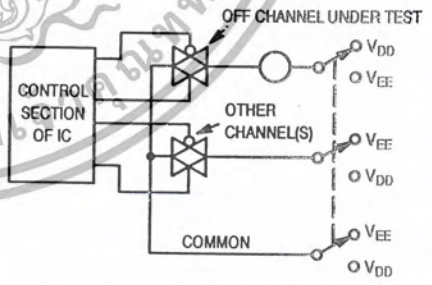


Figure 10. Off Channel Leakage

NOTE: See also Figures 7 and 8 in the MC14016B data sheet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

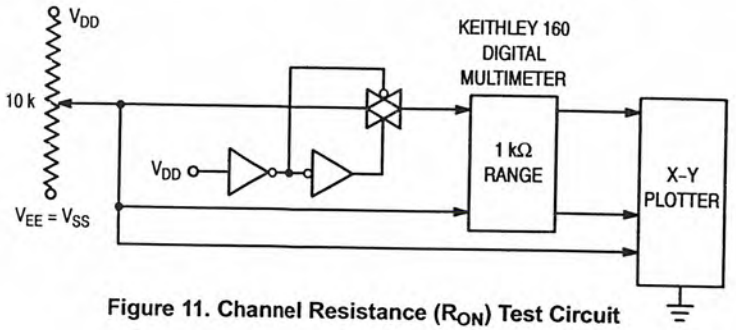


Figure 11. Channel Resistance (R_{ON}) Test Circuit

TYPICAL RESISTANCE CHARACTERISTICS

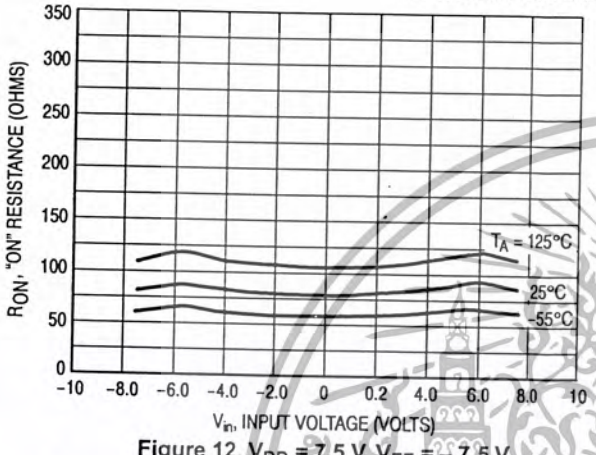


Figure 12. V_{DD} = 7.5 V, V_{EE} = – 7.5 V

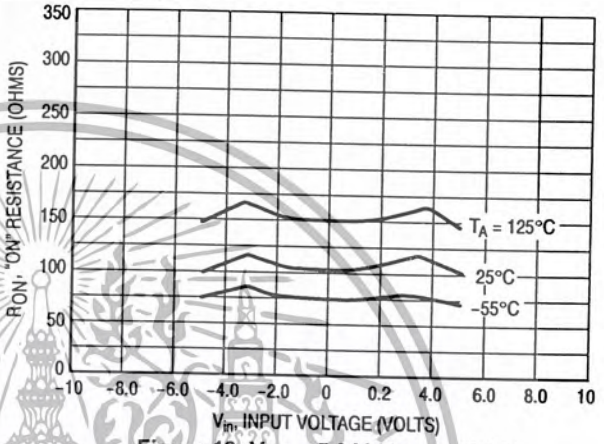


Figure 13. V_{DD} = 5.0 V, V_{EE} = – 5.0 V

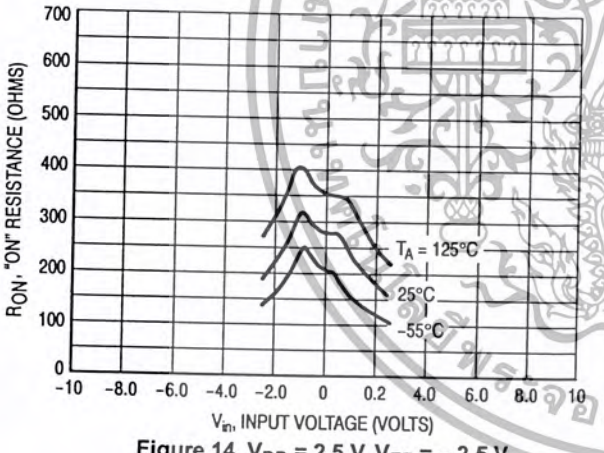


Figure 14. V_{DD} = 2.5 V, V_{EE} = – 2.5 V

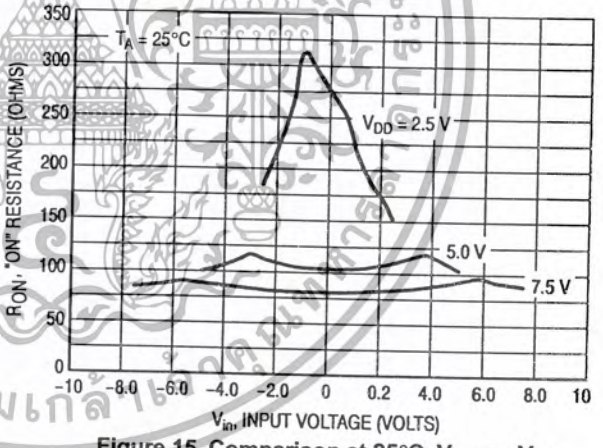


Figure 15. Comparison at 25°C, V_{DD} = –V_{EE}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS INFORMATION

Figure A illustrates use of the on–chip level converter detailed in Figures 2, 3, and 4. The 0–to–5 V Digital Control signal is used to directly control a 9 V_{p-p} analog signal.

The digital control logic levels are determined by V_{DD} and V_{SS}. The V_{DD} voltage is the logic high voltage; the V_{SS} voltage is logic low. For the example, V_{DD} = + 5 V = logic high at the control inputs; V_{SS} = GND = 0 V = logic low.

The maximum analog signal level is determined by V_{DD} and V_{EE}. The V_{DD} voltage determines the maximum recommended peak above V_{SS}. The V_{EE} voltage determines the maximum swing below V_{SS}. For the example, $V_{DD} - V_{SS}$ = 5 V maximum swing above V_{SS}; $V_{SS} - V_{EE}$ = 5 V maximum swing below V_{SS}. The example shows a ± 4.5 V signal which allows a 1/2 volt margin at each peak. If voltage transients above V_{DD} and/or below V_{EE} are anticipated on the analog channels, external diodes (Dx) are recommended as shown in Figure B. These diodes should be small signal types able to absorb the maximum anticipated current surges during clipping.

The *absolute* maximum potential difference between V_{DD} and V_{EE} is 18.0 V. Most parameters are specified up to 15 V which is the *recommended* maximum difference between V_{DD} and V_{EE}.

Balanced supplies are not required. However, V_{SS} must be greater than or equal to V_{EE}. For example, V_{DD} = + 10 V, V_{SS} = + 5 V, and V_{EE} – 3 V is acceptable. See the Table below.

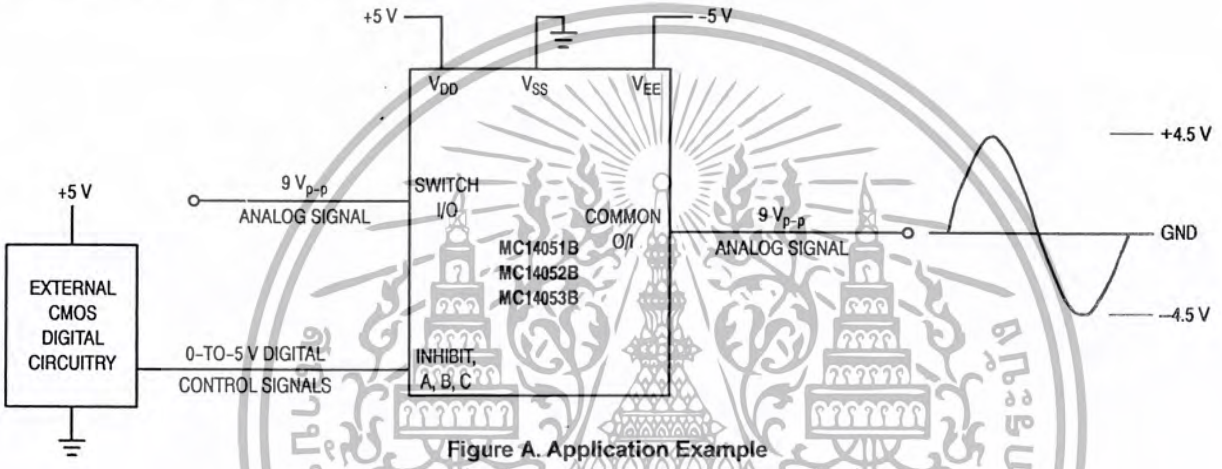


Figure A. Application Example

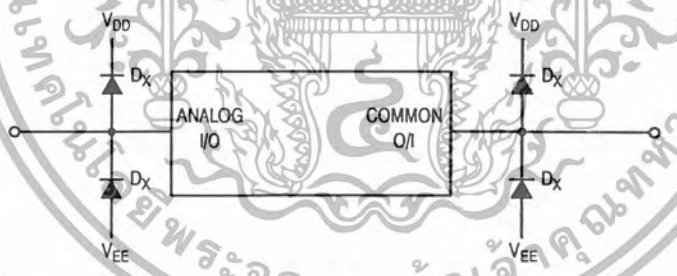


Figure B. External Germanium or Schottky Clipping Diodes

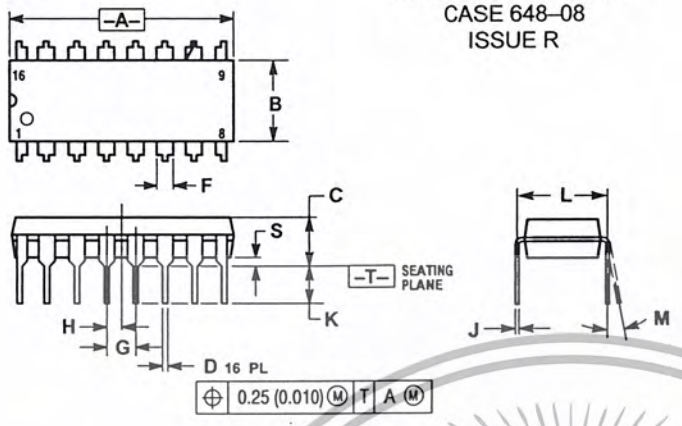
POSSIBLE SUPPLY CONNECTIONS

V_{DD} In Volts	V_{SS} In Volts	V_{EE} In Volts	Control Inputs Logic High/Logic Low In Volts	Maximum Analog Signal Range In Volts
+ 8	0	– 8	+ 8/0	+ 8 to – 8 = 16 V_{p-p}
+ 5	0	– 12	+ 5/0	+ 5 to – 12 = 17 V_{p-p}
+ 5	0	0	+ 5/0	+ 5 to 0 = 5 V_{p-p}
+ 5	0	– 5	÷ 5/0	+ 5 to – 5 = 10 V_{p-p}
+ 10	+ 5	– 5	+ 10/ + 5	+ 10 to – 5 = 15 V_{p-p}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

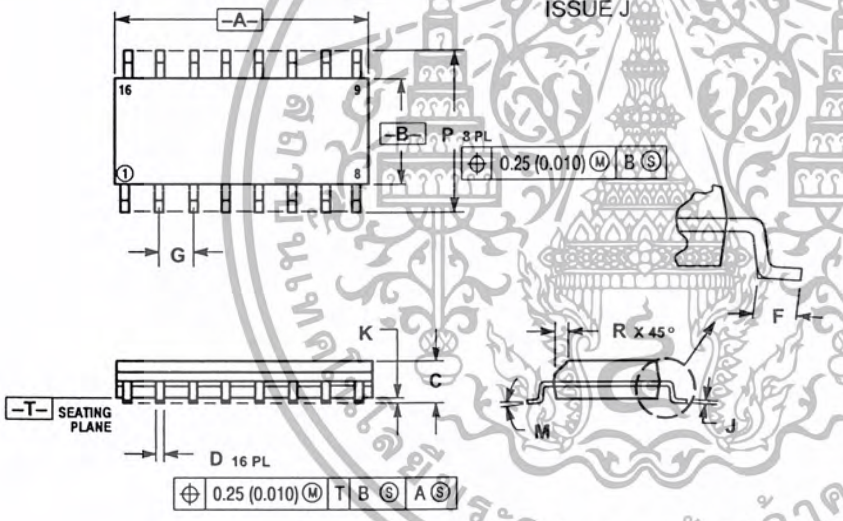
PDIP–16
P SUFFIX
PLASTIC DIP PACKAGE
CASE 648–08
ISSUE R



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.740	0.770	18.80	19.55
B	0.250	0.270	6.35	6.85
C	0.145	0.175	3.69	4.44
D	0.015	0.021	0.39	0.53
F	0.040	0.70	1.02	1.77
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.050 BSC		1.27 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.110	0.130	2.80	3.30
L	0.295	0.305	7.50	7.74
M	0°	10°	0°	10°
S	0.020	0.040	0.51	1.01

SOIC–16
D SUFFIX
PLASTIC SOIC PACKAGE
CASE 751B–05
ISSUE J



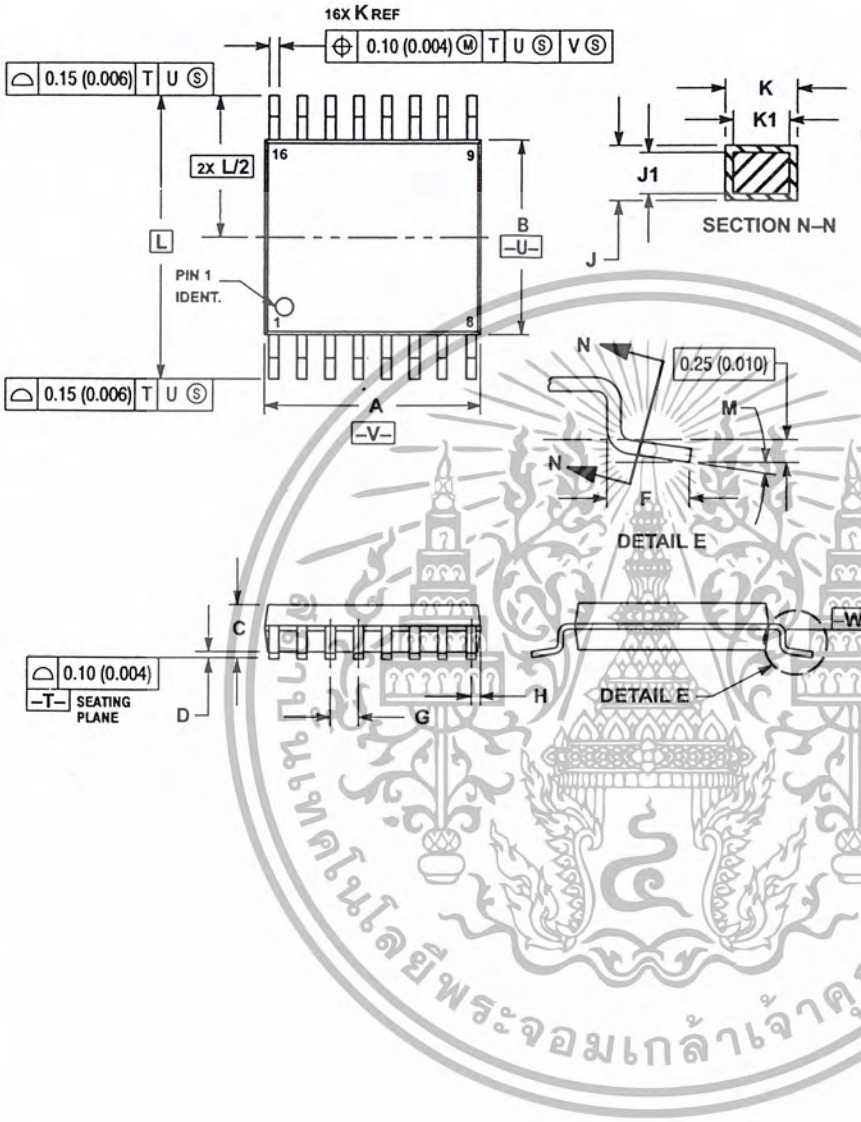
NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.80	10.00	0.386	0.393
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

TSSOP–16
DT SUFFIX
PLASTIC TSSOP PACKAGE
CASE 948F–01
ISSUE O



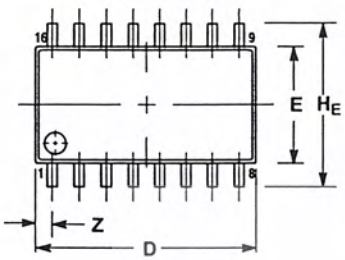
NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSION A DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH. PROTRUSIONS OR GATE BURRS. MOLD FLASH OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.006) PER SIDE.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION. INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION SHALL NOT EXCEED 0.25 (0.010) PER SIDE.
5. DIMENSION K DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.08 (0.003) TOTAL IN EXCESS OF THE K DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
6. TERMINAL NUMBERS ARE SHOWN FOR REFERENCE ONLY.
7. DIMENSION A AND B ARE TO BE DETERMINED AT DATUM PLANE -W-.

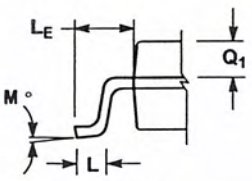
	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.90	5.10	0.193	0.200
B	4.30	4.50	0.169	0.177
C	----	1.20	----	0.047
D	0.05	0.15	0.002	0.006
F	0.50	0.75	0.020	0.030
G	0.65 BSC		0.026 BSC	
H	0.18	0.28	0.007	0.011
J	0.09	0.20	0.004	0.008
J1	0.09	0.16	0.004	0.006
K	0.19	0.30	0.007	0.012
K1	0.19	0.25	0.007	0.010
L	6.40 BSC		0.252 BSC	
M	0°	8°	0°	8°

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

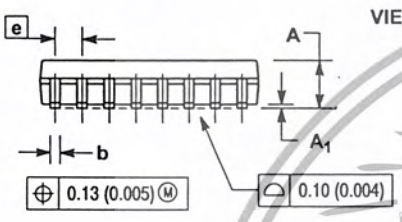
PACKAGE DIMENSIONS

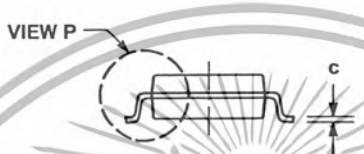
SOEIAJ–16
F SUFFIX
PLASTIC EIAJ SOIC PACKAGE
CASE 966–01
ISSUE O





DETAIL P





NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS D AND E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS AND ARE MEASURED AT THE PARTING LINE. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.006) PER SIDE.
4. TERMINAL NUMBERS ARE SHOWN FOR REFERENCE ONLY.
5. THE LEAD WIDTH DIMENSION (b) DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.08 (0.003) TOTAL IN EXCESS OF THE LEAD WIDTH DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION. DAMBAR CANNOT BE LOCATED ON THE LOWER RADIUS OR THE FOOT. MINIMUM SPACE BETWEEN PROTRUSIONS AND ADJACENT LEAD TO BE 0.46 (0.018).

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	----	2.05	----	0.081
A_1	0.05	0.20	0.002	0.008
b	0.35	0.50	0.014	0.020
c	0.18	0.27	0.007	0.011
D	9.90	10.50	0.390	0.413
E	5.10	5.45	0.201	0.215
e	1.27 BSC		0.050 BSC	
H_E	7.40	8.20	0.291	0.323
L	0.50	0.85	0.020	0.033
L_E	1.10	1.50	0.043	0.059
M	0 °	10 °	0 °	10 °
Q_1	0.70	0.90	0.028	0.035
Z	----	0.78	----	0.031

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERING & SHIPPING INFORMATION:

Device	Package	Shipping
MC14051BCP	PDIP–16	2000 Units per Box
MC14051BD	SOIC–16	48 Units per Rail
MC14051BDR2	SOIC–16	2500 Units / Tape & Reel
MC14051BDT	TSSOP–16	96 Units per Rail
MC14051BDTEL	TSSOP–16	2000 Units / Tape & Reel
MC14051BDTR2	TSSOP–16	2500 Units / Tape & Reel
MC14051BF	SOEIAJ–16	See Note 7.
MC14051BFEL	SOEIAJ–16	See Note 7.
MC14052BCP	PDIP–16	2000 Units per Box
MC14052BD	SOIC–16	48 Units per Rail
MC14052BDR2	SOIC–16	2500 Units / Tape & Reel
MC14052BDT	TSSOP–16	96 Units per Rail
MC14052BDTR2	TSSOP–16	2500 Units / Tape & Reel
MC14052BF	SOEIAJ–16	See Note 7.
MC14052BFEL	SOEIAJ–16	See Note 7.

ORDERING & SHIPPING INFORMATION:

MC14053BCP	PDIP–16	2000 Units per Box
MC14053BD	SOIC–16	48 Units per Rail
MC14053BDR2	SOIC–16	2500 Units / Tape & Reel
MC14053BDT	TSSOP–16	96 Units per Rail
MC14053BDTEL	TSSOP–16	2000 Units / Tape & Reel
MC14053BDTR2	TSSOP–16	2500 Units / Tape & Reel
MC14053BF	SOEIAJ–16	See Note 7.
MC14053BFEL	SOEIAJ–16	See Note 7.

7. For ordering information on the EIAJ version of the SOIC packages, please contact your local ON Semiconductor representative.

ON Semiconductor and ◡ are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

NORTH AMERICA Literature Fulfillment:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303–675–2175 or 800–344–3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303–675–2176 or 800–344–3867 Toll Free USA/Canada
Email: ONlit@hibbertco.com
Fax Response Line: 303–675–2167 or 800–344–3810 Toll Free USA/Canada

N. American Technical Support: 800–282–9855 Toll Free USA/Canada

EUROPE: LDC for ON Semiconductor – European Support
German Phone: (+1) 303–308–7140 (Mon–Fri 2:30pm to 7:00pm CET)
Email: ONlit–german@hibbertco.com
French Phone: (+1) 303–308–7141 (Mon–Fri 2:00pm to 7:00pm CET)
Email: ONlit–french@hibbertco.com
English Phone: (+1) 303–308–7142 (Mon–Fri 12:00pm to 5:00pm GMT)
Email: ONlit@hibbertco.com

EUROPEAN TOLL–FREE ACCESS*: 00–800–4422–3781
*Available from Germany, France, Italy, UK

CENTRAL/SOUTH AMERICA:
Spanish Phone: 303–308–7143 (Mon–Fri 8:00am to 5:00pm MST)
Email: ONlit–spanish@hibbertco.com

ASIA/PACIFIC: LDC for ON Semiconductor – Asia Support
Phone: 303–675–2121 (Tue–Fri 9:00am to 1:00pm, Hong Kong Time)
Toll Free from Hong Kong & Singapore:
001–800–4422–3781
Email: ONlit–asia@hibbertco.com

JAPAN: ON Semiconductor, Japan Customer Focus Center
4–32–1 Nishi–Gotanda, Shinagawa–ku, Tokyo, Japan 141–0031
Phone: 81–3–5740–2745
Email: r14525@onsemi.com

ON Semiconductor Website: http://onsemi.com

For additional information, please contact your local Sales Representative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้