



เทเลเทกซ์ดีโคเดอร์
(TELETEXT DECODER)



โดย
นาย เอกวิทย์ วรพระราช
นาย โอภาส ฐานสิทธพงษ์
นางสาว ปิยะมาภรณ์ คำปาน

ปริญญาโท เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2535

ภาควิชา เทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขา เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องรับสัญญาณเทเลเทกซ์

ผู้จัดทำ

[1] นาย เอกวิทย์ วรณราช 34131182

[2] นาย โอภาส ญาณสิทธิ์พงษ์ 34131183

[3] น.ส. ปิยะมาภรณ์ คำปาน 34131161

----- อาจารย์ที่ปรึกษา

[รศ.ดร. มนัส สิงวรศิลป์]

----- อาจารย์ที่ปรึกษา

[อ. กฤดากร กล่อมการ]

----- กรรมการ

[]

----- กรรมการ

[]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032761

เครื่องรับสัญญาณเทเลเท็กซ์

นาย เอกวิทย์ วรรณราชู
นาย โอภาส ญาณสิทธิพงษ์
น.ส. ปิยะมาภรณ์ คำปาน
อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์
อ. กฤษดากร กล่อมการ

บทคัดย่อ

เทเลเท็กซ์เป็นการให้บริการทางข้อมูลชนิดหนึ่งที่สถานีส่งวิทยุโทรทัศน์จัดให้ใช้ซึ่งในปัจจุบันมีให้บริการโดยทางสถานีกองทัพบกช่อง 5 โดยที่ผู้ชมมีโอกาสเลือกชมรายการโทรทัศน์ปกติหรือทำการเลือกชมเทเลเท็กซ์ในหน้าที่ต้องการได้ การที่จะทำเช่นนี้ได้ จะต้องนำอุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่องถอดรหัสสัญญาณเทเลเท็กซ์ไปแทรกระหว่างเครื่องรับโทรทัศน์และสายอากาศของโทรทัศน์

บทความนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาทาง ฮาร์ดแวร์และทางซอฟต์แวร์ของเครื่องถอดรหัสสัญญาณเทเลเท็กซ์ ที่ใช้ต่อร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยจะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถอดรหัสสัญญาณเทเลเท็กซ์เข้าไประหว่างสัญญาณภาพ นอกจากนี้และยังกล่าวถึงรูปแบบของรหัสภายในที่เก็บไว้ในสัญญาณเทเลเท็กซ์อีกด้วย โดยฮาร์ดแวร์ที่ทำการพัฒนานี้จะใช้ออกแบบวงจรในลักษณะ ดีสครีต โดยแยกวงจรเป็นส่วน ๆ ในส่วนของซอฟต์แวร์ก็ทำการพัฒนาโดยใช้โปรแกรมปาลคาส

TELETEXT DECODER

MR. EAKWIT WANRACHUE

MR. OPAS YANSITTIPONG

MISS. PIYAMAPORN KHAMPAN

ADVISOR :

Dr. MANUS SANGWORASIL

MR. KITDAKORN KLOMKANR

ABSTRACT

TELETEXT IS A KIND OF INFORMATION SERVICE THAT CAN BE OFFERED BY A BROADCASTING TELEVISION STATION. CURRENTLY, AVAILABLE ON CHANNEL 5; THE BETWEEN HAS AN OPTION TO VIEW EITHER A NORMAL TELEVISION PROGRAM OR SELECTABLE TEXT INFORMATION PAGE. SUCH AN OPTION CAN BETWEEN A NORMAL TELEVISION SET AND ITS RECEIVING ANTENNA.

THIS PAPER PRESENTS A HARDWARE DEVELOPMENT OF A TELETEXT DECODER WITH A COMPUTER. THE THEORETICAL CONCEPT ABOUT HOW TELETEXT SIGNAL ARE INSERTED IN BETWEEN NORMAL TELEVISION FROM SIGNAL ARE DESCRIBED. IT ALSO DESCRIBER THE INTENAL CODE FORMAT STORED IN EACH TELETEXT SIGNAL. THE DEVELOPMENT HARDWARE USE DISCRETE CIRCUIT DESIGN AND THE SOLFWARE DEVOLOPMENT BY PASCAL LANGUAGES.

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1-1
บทที่ 2	แนวความคิดและลักษณะสัญญาณเทเลเทกซ์	2-1
	2.1 แนวความคิด	2-1
	2.2 องค์ประกอบของสัญญาณเทเลเทกซ์	2-3
	2.3 ลักษณะของสัญญาณเทเลเทกซ์	2-5
	2.4 สัญญาณเทเลเทกซ์	2-7
	2.5 รายละเอียดโครงสร้างของข้อมูลเทเลเทกซ์	2-11
บทที่ 3	การออกแบบและการสร้างวงจร	3-1
	3.1 โครงสร้างของวงจรทั้งหมด	3-1
	3.2 วงจรแยกสัญญาณเชิงคี่	3-2
	3.3 วงจรแยกสัญญาณเทเลเทกซ์ออกจากสัญญาณภาพ	3-3
	3.4 วงจรคาล์วสไลเซอร์	3-7
	3.5 วงจร Clock Synchronisation	3-8
	3.6 วงจร Clock Synthesis	3-11
	3.7 วงจรแปลงข้อมูลจากอนุกรมเป็นแบบขนานและ วงจรตรวจจับรหัสเฟรมมิ่ง	3-16
	3.8 วงจรการเก็บข้อมูลเทเลเทกซ์	3-19
	3.9 วงจรอินเตอร์เฟส	3-21
	3.10 การทำงานของซอฟต์แวร์	3-24
บทที่ 4	ผลการทดลองการรับเทเลเทกซ์	4-1
	แสดงผลการทดลอง	4-2
	วิจารณ์และสรุป	4-16
	กิตติกรรมประกาศ	
	เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

- บล็อกไดอะแกรมและวงจรถ่ายทอดงานของเทคโนโลยี

ภาคผนวก ข

-โปรแกรมผลการทดลอง

ภาคผนวก ค

-ข้อมูลเพิ่มเติมจาก บริษัทเทคโนโลยีฟอเมชั่น

ภาคผนวก ง

-Data Sheet



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ (INTRODUCTION)

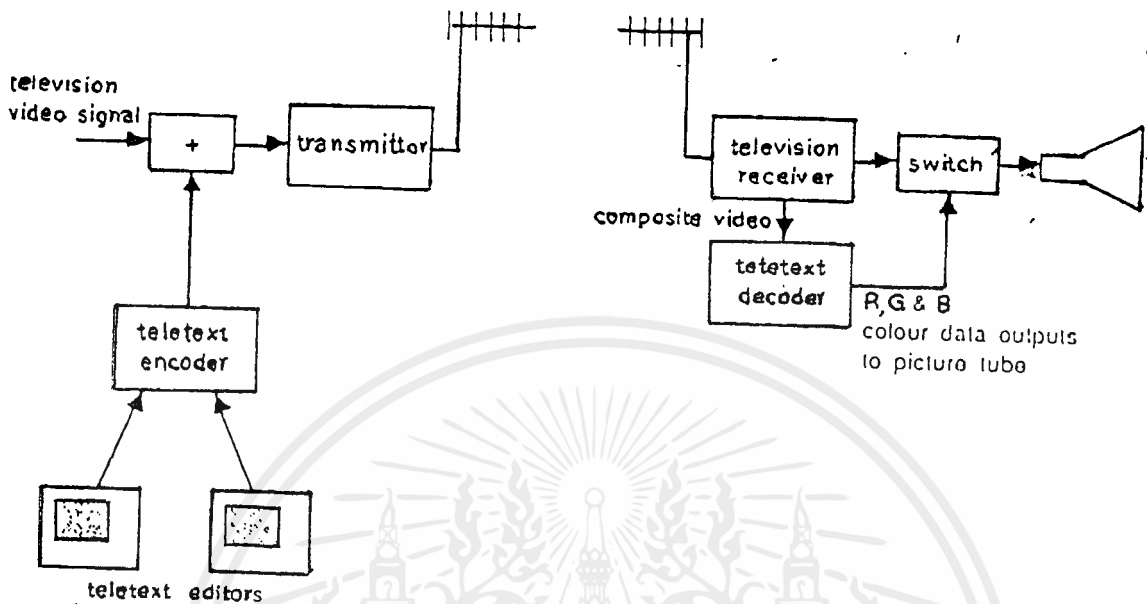
ความหมายของเทเลเท็กซ์

ระบบเทเลเท็กซ์คือ ระบบที่สามารถรับข้อมูลข่าวสารโดยอาศัยคลื่นวิทยุโทรทัศน์ ในขณะที่ออกอากาศรายการตามปกติซึ่งข้อมูลข่าวสารในแต่ละหน้าสามารถเรียกออกมาดูได้ตามความต้องการของผู้ชมแต่ละบุคคลผู้ที่มีเครื่องรับชมรายการจะสามารถรับข้อมูลข่าวสารพวกนี้ได้ โดยติดตั้งแผ่นวงจรพิเศษกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ของระบบเทเลเท็กซ์และข้อมูลข่าวสารจะถูกรวบรวมขึ้นจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ของระบบเทเลเท็กซ์ และ ข้อมูลข่าวสารพวกนี้จะมีทั้งข่าวสารทางราชการ ทางธุรกิจตลาดหุ้นการท่องเที่ยว และอื่นๆ

เทเลเท็กซ์จะมีข้อได้เปรียบกว่าการส่งข่าวสารแบบอื่น เนื่องจากมีความรวดเร็ว ที่จะทำการเลือกดูข่าวสารได้ตามต้องการเมื่อเปรียบเทียบกับข่าวสารชนิดอื่นหรือระบบเทเลเท็กซ์คือ วิธีการส่งข่าวสารไปกับสัญญาณโทรทัศน์ โดยจะไม่ไปรบกวนรายการโทรทัศน์ปกติ เครื่องรับโทรทัศน์ที่ถูกดัดแปลงมาใช้เพื่อการนี้ สามารถที่จะรับข่าวสารเทเลเท็กซ์ และเสนอข่าวสารให้ทราบได้ไม่ว่าจะแยกหรือรับข่าวสาร พร้อม ๆ กับรายการโทรทัศน์ปกติ

สำหรับทางด้านเครื่องส่งแล้ว เทเลเท็กซ์คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้สร้างข่าวสารเทเลเท็กซ์ทั้งหมดโดยผ่านภาคแสดงผล (แป้นพิมพ์ จอภาพ) เครื่องคอมพิวเตอร์จะบันทึกข่าวสารข้อมูลเทเลเท็กซ์และไว้ในหน่วยความจำดังนั้น ข่าวสารทั้งหมดที่ถูกเก็บไว้จะส่งเข้าเครื่องรับโทรทัศน์ ในวงจรที่ต่อเนื่องกันอย่างเป็นลำดับโดยอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามในการส่งนั้นสัญญาณเทเลเท็กซ์ จะถูกนำมารวมกับสัญญาณโทรทัศน์ และในลำดับต่อมาจะถูกส่งผ่านทางช่องรายการโทรทัศน์ เหมือนกับการส่งรายการโทรทัศน์ปกติ

ระบบเทเลเท็กซ์โดยทั่ว ๆ ไปจะแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ระบบเทเลเทกซ์ที่ใช้กับโทรทัศน์ทั่ว ๆ ไป

ประวัติของระบบเทเลเทกซ์

ระบบเทเลเทกซ์ได้เริ่มครั้งแรกในประเทศอังกฤษ เมื่อปี ค.ศ.1970 โดย มร.แซม เฟริดา ซึ่งทำงานอยู่ในห้องปฏิบัติการสื่อสารของประเทศอังกฤษ เขาได้เสนอโครงการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องเทเลเทกซ์จนกระทั่งส่งออกอากาศได้ โดยส่งออกอากาศที่สถานีโทรทัศน์ BBC และ IBC ซึ่งเรียกระบบนี้ว่า ออร์สเคิล ["ORACLE" OPTIONAL RECEPTION OF ANNOUNCEMENTS BY CODE BY LINE ELECTRONIC] และระบบเทเลเทกซ์ได้ถูกพัฒนาต่อไปจนสามารถเป็นระบบสื่อสารในทางการค้าในประเทศอังกฤษ และหลังจากนั้นในปี ค.ศ.1974 BBC, ITA ก็ได้ทำการกำหนดคุณสมบัติ โดยให้ชื่อว่า "UNIFUD TELETEXT SYSTEM" จนกระทั่งเมื่อปี ค.ศ.1976 ก็ทำเป็นระบบที่สมบูรณ์ โดยมีการทำงานของหลาย ๆ หน้าที่

- 1) แสดงแบบ DUBLE HEIGHT CHARACTERS
- 2) ทำ BACKGROUND เป็นพื้นสี
- 3) ทำการส่ง MAGAZINE แบบอนุกรมโดยให้ COMMON FBI หรือ MAGAZINE แบบขนาน โดยให้ SEPARATE

และในปี ค.ศ. เดียวกันนี้เอง ที่ฝรั่งเศสก็ทำการออกแบบ TELETEXT โดยให้ชื่อว่า ANTIOPE และในประเทศแคนนาดาก็ทำการสร้างระบบ TELETEXT โดยมีชื่อว่า TELIDON จากนั้นในปี ค.ศ. 1984 ระบบเทเลเทกซ์ ก็ได้ทำการพัฒนาไปอย่างมากโดยที่ UK TELETEXT ได้ทำการพัฒนาให้เป็นระบบมาตรฐานที่เรียกว่า "WORLD SYSTEM TELETEXT" [WST] โดยที่ระบบ WST นี้ปัจจุบันนี้ใช้อยู่ด้วยกันทั่วโลก และระบบ WST นี้ได้นำมาใช้กับโทรทัศน์สีด้วย โดยให้ใช้ได้กับทุก ๆ ระบบ (PAL, SECAM, NTSC) ซึ่งสามารถทำงานได้โดยอิสระของแต่ละระบบ ซึ่งระบบ WST ก็ถูกพัฒนามาเรื่อย ๆ จนกระทั่งปัจจุบันนี้



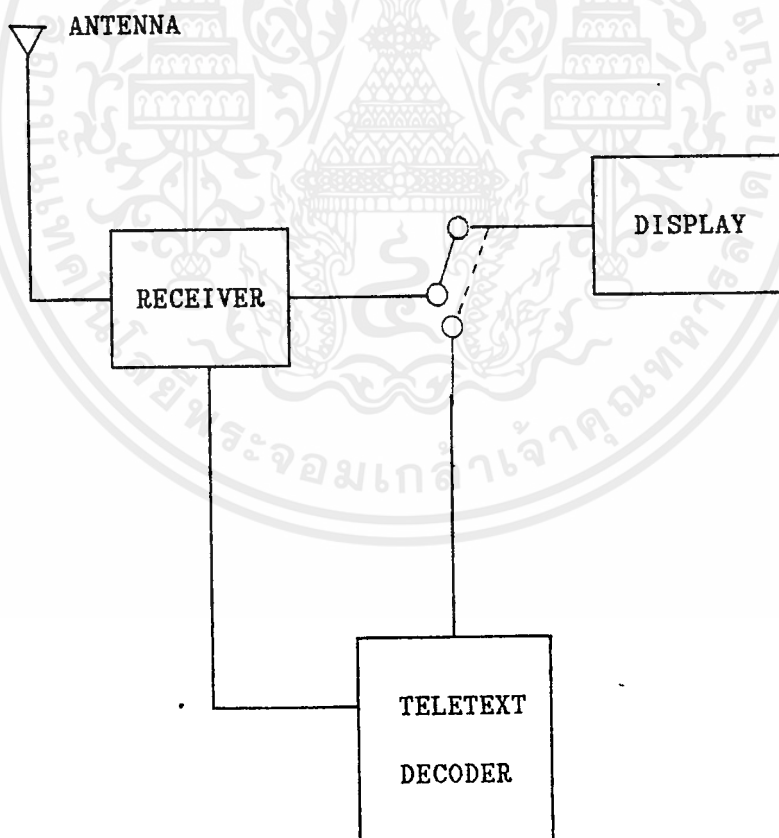
รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างเทเลเทกซ์ ของ ARMTEXT

บทที่ 2

แนวความคิดและลักษณะสัญญาณโทรเลข

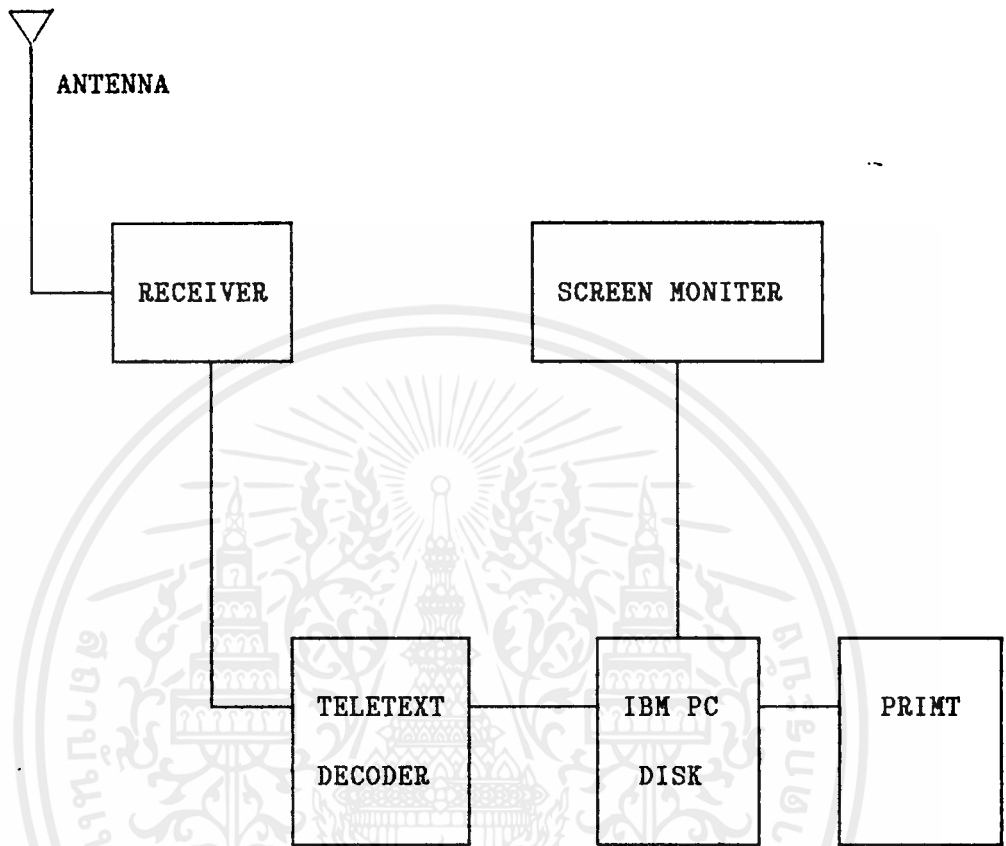
2.1 แนวความคิด จากระบบโทรเลขธรรมดาที่ทุกอย่างไปเราได้ทำการประยุกต์และออกแบบเป็นแบบ เครื่องรับสัญญาณโทรเลขที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ (TELETEXT DECODER WITH IBM PC) ซึ่งสามารถนำเอาข้อมูลและข่าวสารต่างๆที่ส่งมาทางเครื่องส่ง มาแสดงผลบน คอมพิวเตอร์ ได้พร้อมทั้งสามารถที่จะทำการเก็บข้อมูลข่าวสารนั้นไว้บนแผ่นเก็บข้อมูล (DISKTES) ได้อีกด้วย และสามารถทำการพิมพ์ออกมายังปริ้นเตอร์ (PRINTER) ได้อีกด้วยทำให้มีความสะดวกกว่าระบบโทรเลขที่ใช้กับโทรศัพท์ทั่ว ๆ ไป ซึ่งโทรศัพท์ทั่ว ๆ ไปนั้นไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลข่าวสารนั้นไว้ได้

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการทำงานของระบบโทรเลข โดยทั่ว ๆ ไปกับระบบโทรเลขที่ได้ทำการออกแบบไว้



รูปที่ 2.1 แสดงระบบโทรเลขที่ใช้โดยทั่ว ๆ ไปกับโทรศัพท์

จากรูปเมื่อรับสัญญาณจากสายอากาศมายังเครื่องรับ จะแบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของโทรทัศน์และส่วนของสัญญาณเทเลเท็กซ์ดีโคเดอร์ โดยสามารถทำการเลือกผ่านทางรีโมตคอนโทรล ว่าต้องการจะเลือกอะไร และทำการแสดงผลออกทางจอโทรทัศน์



รูปที่ 2.2 แสดงเทเลเท็กซ์ที่ใช้กับ เครื่องคอมพิวเตอร์

จากรูป จะเป็นบล็อกไดอะแกรมของวงจรเทเลเท็กซ์ ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเมื่อรับสัญญาณเข้ามาทางสายอากาศ และผ่านเข้ามาทาง TV Tuner Receiver เพื่อที่จะได้สัญญาณวิดีโอ ออกมาและเข้ามายังเครื่องรับสัญญาณเทเลเท็กซ์ และหลังจากนั้นก็ส่งเข้ามายังเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะทำการส่วนข้อมูลต่าง ๆ ออกไปยังจอภาพหรืออาจจะทำการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ หรือแม้กระทั่งการจัดการเกี่ยวกับ แผ่นเก็บข้อมูล (DISK)

2.2 องค์ประกอบของสัญญาณเทเลเท็กซ์

(2.2.1) การรวบรวมข่าวสารและการผลิตข้อมูล

ข้อมูลข่าวสารส่วนหนึ่งถูกส่งตรงมาจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ โดยผ่านทางสายโทรศัพท์ จะถูกแปลงให้เป็นข้อมูลเดิวกันเก็บไว้ ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์กลาง ซึ่งข่าวสารที่รวบรวมมานี้จะต้องเป็นข่าวสารที่ทันต่อเหตุการณ์ ดังนั้น จะต้องมียุคข่าวที่ดี มีระบบการออนไลน์ที่ดี

(2.2.2) การส่งข้อมูล

ข้อมูลที่พร้อมจะเผยแพร่จะถูกเปลี่ยนเป็น สัญญาณโทรทัศน โดยเครื่องเอ็นทีดีเคอร์ และส่งไปพร้อมกับ สัญญาณโทรทัศน ประกอบไปด้วยเส้นจำนวนหลายร้อยเส้น แต่มีเส้นส่วนหนึ่งที่สำรองไว้สำหรับ สัญญาณเทเลเท็กซ์ เทเลเท็กซ์ระบบ UK จะทำการส่งข้อมูลในช่วงแบลนด์กิ้งซึ่งเป็นช่วงที่ไม่ได้ใช้งานของสัญญาณโทรทัศน ซึ่งในช่วงนี้จะมีเส้นสแกนอยู่ประมาณ 16 เส้นต่อฟิลด์ ส่วนการใช้งานจะให้เพียง 2 เส้นเท่านั้น แต่ละเส้นข้อมูลจะถูกทำให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมโดยการเข้ารหัสแบบ NRZ และมีบิตเรตประมาณ 6.9375 Mb/s รูปคลื่นของข้อมูลจะซิงโครไนซ์ เพื่อสะดวกต่อการคืนตัวบิต และ บิตข้อมูลโดยจะประกอบไปด้วยแอดเดรสของแถวอักษร คำสั่งควบคุมและโค้ดของอักขระของเทเลเท็กซ์

รูปคลื่นของสัญญาณ จะถูกจัดให้เหมาะสมด้วยฟิตเตอร์เพื่อลดทอนการแทรกสอดของสัญญาณในเส้นทางการส่งและให้มีความคงทนต่อสัญญาณรบกวนที่ดีที่สุด

ในรูปแบบการเข้ารหัสสัญญาณไบนารีแบบต่างๆนั้น พิจารณาที่ความเร็วในการส่งและความสะดวกในการถอดรหัสแล้วเราเลือกโค้ดแบบ NRZ เนื่องจากมีบิตเรตที่สูงมาก แบนวิดท์กว้างและมีรูปแบบที่ง่ายต่อการดีโค๊ดที่เครื่องรับ

การมีบิตเรตสูงๆนั้นจะทำให้มีการ Access Time ที่สั้น และจากการทดลองภาคสนามในปี 1974 พบว่าที่ความเร็วดังใช้งานอยู่มีความเหมาะสมกับแบนวิดท์ 5.5 MHz และ 5 MHz ที่ใช้ในยุโรปบางประเทศของระบบโทรทัศนมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้มีการปรับปรุงภาคเครื่องรับ เช่น การใช้ SAF (Surface Acoustic Filter) ซิงโครไนส์ดีเทคเตอร์และการปรับปรุงเครื่องถอดรหัส) ทำให้ความเชื่อถือได้ของระบบมีมากขึ้น เพื่อลดทอนความผิดพลาดที่อาจเกิดจากสัญญาณรบกวน และการผิดเพี้ยนของข้อมูลแอดเดรสของอักขระและคำสั่งควบคุมจะถูกเข้ารหัสแบบแอมมิงโค้ด ซึ่งจะทำการแก้ไขการผิดพลาดครั้งแรก และทำการตรวจ

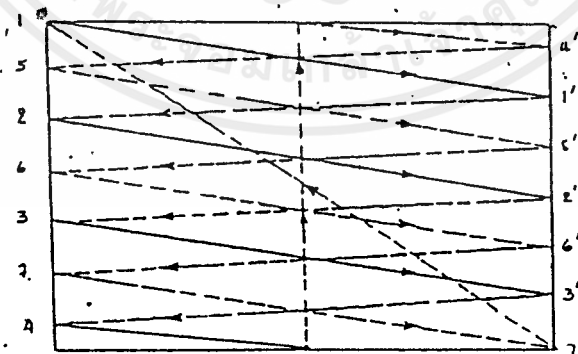
ข้อผิดพลาดครั้งที่ 2 ให้อีกครึ่งส่วนการตรวจสอบของข้อมูลจะใช้ไบต์ของพาวิตีที่ขนาด 128 ไบต์ สำหรับโค้ดของข้อมูล 123 ตัว การใช้พาวิตีนี้เป็นรูปแบบการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลแบบง่าย ๆ ที่นำมาใช้ หากโค้ดข้อมูลและพบว่าพาวิตีที่ผิดพลาดก็จะไม่นำไบต์ของอักขระตัวนี้ไปเก็บโคสจะแทนตำแหน่งนั้นด้วยอักขระว่างเราจะใช้ วิธีเช่นนี้กับการแก้ไขข้อผิดพลาดของโคดอักขระ 256 ตัว ที่ใช้ในระบบเทเลเทกซ์ และเนื่องจากระบบจะใช้การส่งข้อมูลวนเวียนกันมาดังนั้น ข้อมูลที่ถูกต้องจะถูกส่งวนมาอีกครั้ง

(2.2.3) การรับข้อมูล

เครื่องรับโทรททัศน์ ที่สามารถรับสัญญาณเทเลเทกซ์ได้นั้นจะต้องมีเครื่องดีโคเดอร์ ซึ่งทำหน้าที่ในการแยกสัญญาณโทรททัศน์ที่เป็นส่วนของสัญญาณเทเลเทกซ์ออกจากสัญญาณภาพโทรททัศน์ นอกจากนั้นดีโคเดอร์ยังมีหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บข้อมูลไว้

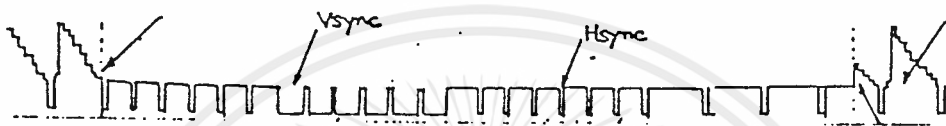
ข้อมูลในแต่ละหน้าจะถูกส่งไปยังเครื่องรับโทรททัศน์ และวนเวียนตั้งแต่หน้าแรกไปจนถึงหน้าสุดท้าย จะวิ่งวนเวียนอยู่อย่างนี้ด้วยความเร็วสูง

ในการปรากฏภาพบนจอโทรททัศน์ให้เราเห็นนั้น เกิดจากการสแกนของหลอดภาพจำนวน 25 ภาพใน 1 วินาที และในระบบ 625 เส้น โคสวิซีสแกนนั้นจะแบ่ง 1 ภาพเป็น 2 ฟิลด์ (1 FLAME : 2 FIELD) ฟิลด์ละ $625/2 = 314.5$ เส้น ฟิลด์หนึ่งจะสแกนเฉพาะเส้นคู่ อีกฟิลด์หนึ่งจะสแกนเฉพาะเส้นคี่ ดังภาพ



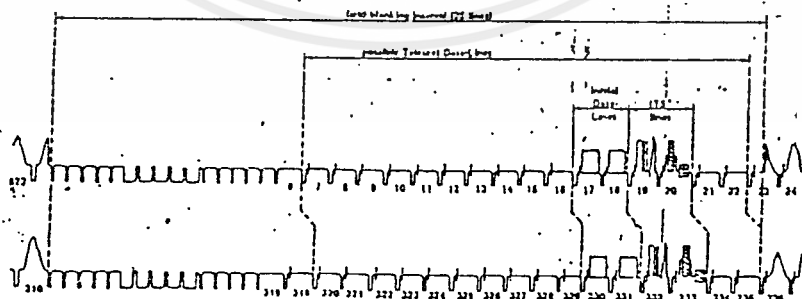
รูปที่ 2.3 การสแกนแบบสลับเส้น

ดังนั้นสัญญาณภาพที่สถานีส่งมาจะแบ่งเป็นเส้น ๆ โดยมีสัญญาณที่เรียกว่า สัญญาณซิงค์ทางแนวนอน (Horizontal Synchronizing : Hsync) เป็นตัวบอก มีสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง (Vertical Synchronizing : Vsync) เป็นตัวบอกการสแกนแต่ละฟิลด์



รูปที่ 2.4 แสดงสัญญาณซิงค์ทางแนวตั้ง และ สัญญาณซิงค์ทางแนวนอน

ในช่วง สัญญาณเวอร์แบลิ่งคิงค์ หรือ ฟิลด์แบลิ่งคิงค์ นั้นจะมีเส้นว่าง ๆ ที่ไม่มีสัญญาณภาพอยู่ 25 เส้นเรียกว่า เส้นแบลิ่งคิงค์ เพื่อให้เป็นช่วงเวลาของการกลับไปเริ่มต้นฟิลด์ใหม่ของหลอดภาพ



รูปที่ 2.5 แสดงเส้นแบลิ่งคิงค์ที่อยู่ในแบลิ่งคิงค์ทางแนวตั้ง

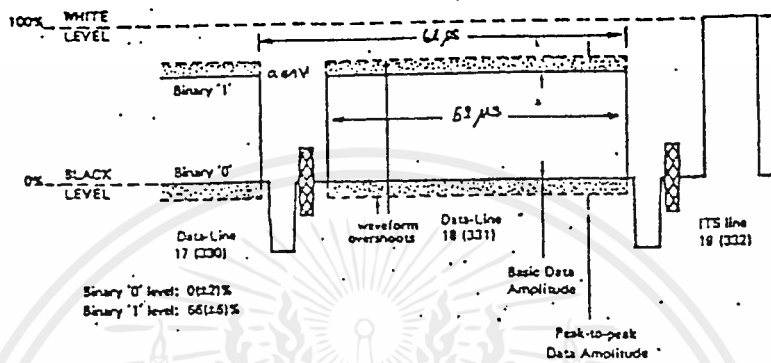
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ลักษณะของสัญญาณเทเลเท็กซ์

ในช่วงเส้นแบลงกิ้ง 25 เส้น [line] คือช่วงเส้นที่ 625.5 ถึง 22.5 ของพิวล์แรก และเส้นที่ 311 ถึง 335 ของพิวส์หลัง เราสามารถใส่สัญญาณใดๆได้ทุกเส้นแต่เส้นที่เหมาะสมที่สุดคือ เส้นที่ 7-22 และ 320-335 ซึ่งสัญญาณที่ทำการใส่ลงไปนั้นจะเป็นสัญญาณ ทางดิจิทัล เกิดจากการเข้ารหัสของข้อมูลซึ่งในหนึ่งเส้นสามารถทำการบรรจุข้อมูลได้ถึง 45 ไบต์ หรือ 360 บิต ขนาดข้อมูล 45 ไบต์นี้ จะใช้ในการแสดงผลในหนึ่งบรรทัดของจอภาพ และในหนึ่งจอภาพจะมีข้อมูลอยู่ 24 บรรทัด[0-23] ซึ่งเรากำหนดเป็นหนึ่งหน้าข้อมูล[page] ซึ่งในระบบของเทเลเท็กซ์แล้วจะทำการส่งข้อมูลเป็นแม็กกาซีน [magazine] และแม็กกาซีนอาจมีตั้งแต่ 1-8 แม็กกาซีน และภายในหนึ่งแม็กกาซีนอาจมีจำนวนหน้าหลายหน้าด้วยกันเช่น 00-99[ของ ททบ. 5]

ในการที่จะนำข้อมูลใส่ลงไปสัญญาณเทเลเท็กซ์ ขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องส่งกับเครื่องรับ และระบบเทเลเท็กซ์ของแต่ละสถานีโทรทัศน์ ถึงแม้ว่าเส้นที่ใช้ในการส่ง คือ เส้นที่ 7-22 และ 320-335 แต่เส้นที่ดีที่สุดในการส่งก็คือ เส้นที่ 17-18 และเส้นที่ 330-331 ดังนั้นถ้าใช้เส้นในการส่งมากเท่าใด โอกาสที่จะส่งข้อมูลผิดพลาดก็จะมีมากขึ้น แต่ถ้าทำการส่งเฉพาะเส้นที่ 17-18 และ 330-331 ในการส่งข้อมูลให้ครบหนึ่งแม็กกาซีนก็จะใช้เวลานานมาก เพราะการส่งสัญญาณจะเป็น 50 พิลด์/วินาทีคงที่ และถ้าหากใช้ 2 เส้น ก็จะส่งข้อมูลได้ 100 บรรทัดต่อวินาที ถ้าข้อมูลมีหลายเส้นผู้ชมก็ต้องรอรับข้อมูลนาน ดังนั้นการเลือกจำนวนเส้นในการส่งข้อมูลก็จะขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่จะทำการส่งด้วย

ในส่วนของประเทศไทยนั้น สถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5 ได้ทำการส่งสัญญาณเทเลเท็กซ์โดยมีชื่อว่าอาร์เท็กซ์ [Armtext] โดยมีจำนวนข่าวสาร 8 แม็กกาซีน โดยมีแม็กกาซีนละ 100 หน้าคือส่งตั้งแต่ 100-899 และใช้เส้นในการส่ง 8 เส้นต่อฟิลด์ โดยใช้เส้นที่ 11-16 และ 19-20 ในกรณีของฟิลด์ที่ 1 ส่วนในกรณีของฟิลด์ที่ 2 จะใช้เส้นที่ 324-329 และ 330-331 และในเส้นที่ 17-18 และ 330-331 ทางสถานีจะใช้ในการส่งสัญญาณทดสอบ และในปัจจุบันนี้ทาง ททบ 5 ได้ทำการส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเส้นคือเส้นที่ 21(332) ทำให้การรับข้อมูลมีความเร็วเพิ่มขึ้นอีกระดับหนึ่ง

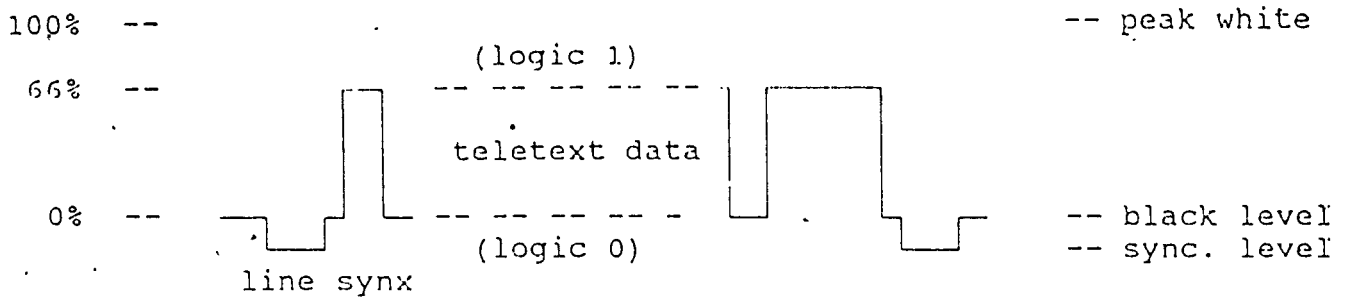


รูปที่ 2.6 แสดงสัญญาณโทรทัศนใน 1 เส้น

2.4 สัญญาณเทเลเทกซ์

ในหัวข้อนี้เราจะกล่าวถึงสัญญาณเทเลเทกซ์ โดยเมื่อทางเครื่องส่งได้ทำการส่งสัญญาณเทเลเทกซ์มา ในทางเครื่องรับจะต้องทำการดีโคดเอาสัญญาณนั้นออกมา ซึ่งลักษณะของสัญญาณก็จะมีดังต่อไปนี้

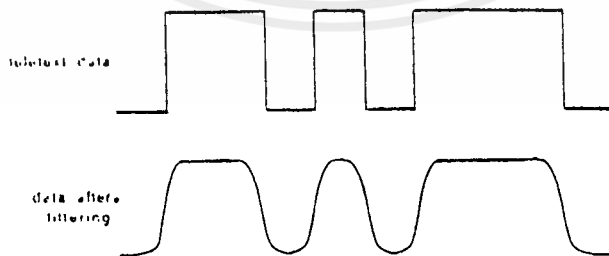
(2.4.1) ในการส่งสัญญาณเทเลเทกซ์นั้นจะส่งรวมมากับสัญญาณโทรทัศน์. แต่สัญญาณเทเลเทกซ์นั้นจะเป็นสัญญาณแบบดิจิทัล [Digital Signal] ซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมในลักษณะของสัญญาณซิงโครนัส [Synchronous Serial Data Signal] โดยมีสัญญาณลอจิก 1 เท่ากับ 66% ของระดับขาว หรือระดับสูงสุดของสัญญาณภาพ และระดับลอจิก 0 เท่ากับ ระดับดำ หรือระดับต่ำสุดของสัญญาณภาพ



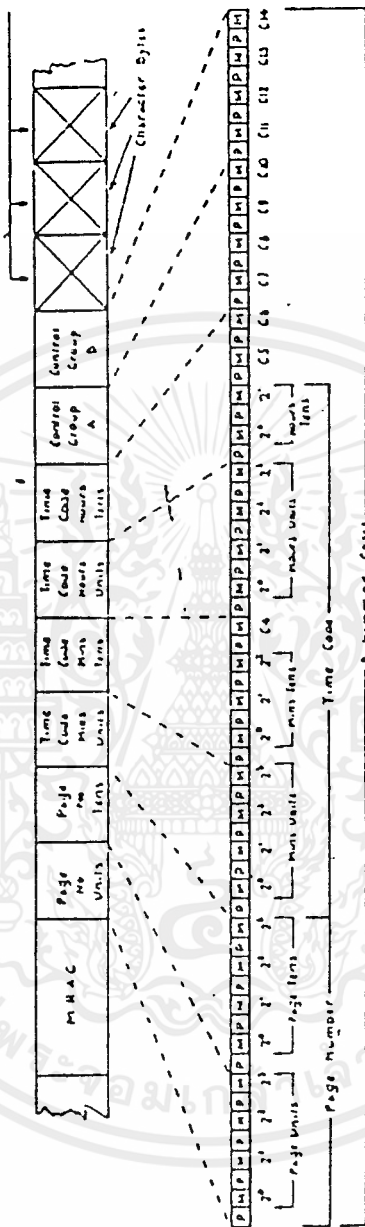
รูปที่ 2.7 แสดงระดับสัญญาณเทเลเทกซ์ กับระดับสัญญาณภาพ

[2.4.2] เส้นสแกน[scan line] ซึ่งมีความถี่เท่ากับ 15625 Hzหรือมีคาบเวลา 64 ไมโครวินาที แต่เราใช้สัญญาณเทเลเทกซ์ที่มีคาบเวลาเท่ากับ 52 ไมโครวินาที ดังนั้นจึงมีข้อมูลทั้งหมด 45 ไบต์ หรือ 360 บิตต่อเส้น อัตราการส่งข้อมูลจึงเป็น 6.9375เมกะบิตหรือ 1 บิตมีค่าเท่ากับ 144 นาโนวินาที

[2.4.3] รูปร่างของสัญญาณเทเลเทกซ์ ในการส่งสัญญาณเทเลเทกซ์ รวมมากับสัญญาณโทรททัศน์ ซึ่งจะทำให้สัญญาณเทเลเทกซ์มีความเพี้ยนเกิดขึ้น มีรูปร่างคล้ายกับสัญญาณ sine wave ดังนั้นเราจึงต้องมีการปรับแต่งสัญญาณให้กลับคืนมาอยู่ในลักษณะเช่นเดิม คือในลักษณะของสัญญาณดิจิทัล [Digital] ดังรูป



รูปที่ 2.8 แสดงสัญญาณเทเลเทกซ์ทางเครื่องส่ง(a)และเครื่องรับ(b)

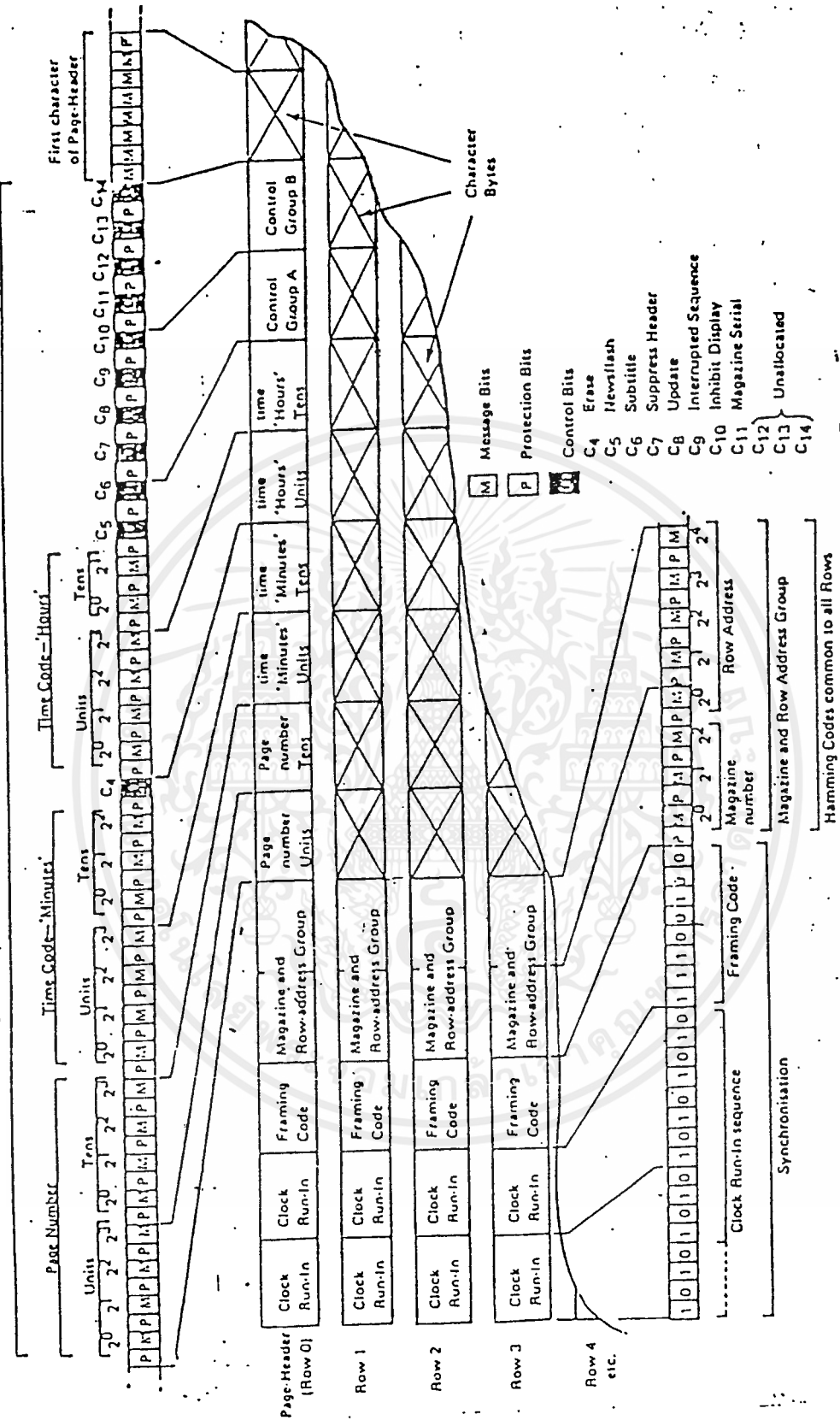


รูปที่ 2.9 แสดงเส้นเทเลเท็กซ์ในหนึ่งบรรทัด

[2.4.4] ข้อมูลหนึ่งเส้นซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 45 ไบต์จะแทนข้อมูลในหนึ่งบรรทัดและจะมีข้อมูล

เป็นมาตรฐาน

Eight Hamming Codes peculiar to Page-Header



รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างมาตรฐานของระบบтелетекซ์

2.5 รายละเอียดโครงสร้างของเส้นข้อมูลเทเลเท็กซ์

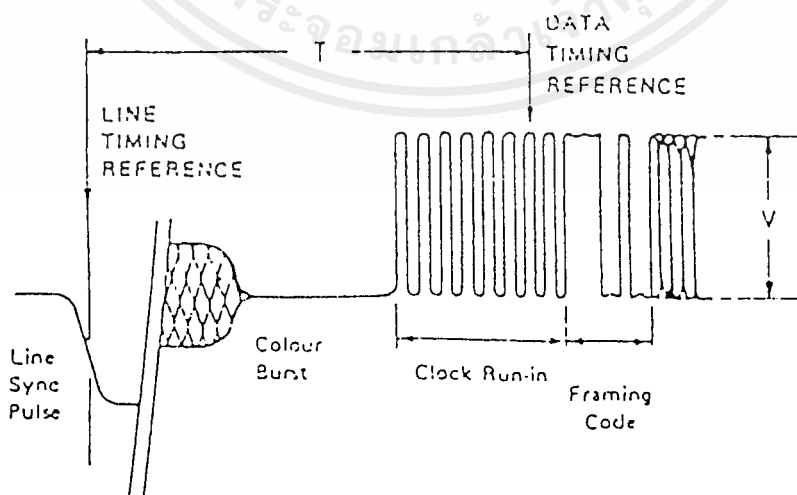
โครงสร้างของคาต้าไลน์

แต่ละคาต้าไลน์จะประกอบด้วยชุดข้อมูล 360 บิต หรือ 45 ไบท์ (ไบท์ละ 8 บิต) 3 ไบท์แรกจะมีพาริตีคู่ใช้สำหรับซิงโครไนซ์บิตและคืนตัวไบท์ข้อมูลในเครื่องรับอีก 42 ไบท์ซึ่งมีพาริตีคู่ใช้ส่งแอดเดรสและข่าวสารเพื่อการควบคุมรวมถึงไค้คของแถวข้อมูลในการส่งรูปคลื่นข้อมูลจะใช้พาริตีระหว่างส่วนภายใน คาต้าไลน์ไม่มากกว่า 14 บิต ซึ่งจะทำให้การคืนตัวของบิตเรตคล็อกทำได้ง่าย

สำหรับการส่งแอดเดรสและข่าวสารเพื่อการควบคุมจะใช้แรมมิ่งไค้คเพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในเครื่องรับ

[2.5.1] คล็อกรันอิน [Clock Run In] โดย 2 ไบท์แรกของทุกเส้นข้อมูล จะเป็นคล็อกรันอิน จะมีลักษณะข้อมูลดังต่อไปนี้ 1010101010101010 เพื่อใช้ในการบอกอัตราเร็วของบิตข้อมูลเทเลเท็กซ์ เพื่อใช้ในการถอดรหัสสร้างสัญญาณนาฬิกา [clock] ที่ตรงกับข้อมูลอนุกรมที่ส่งมาสร้างขึ้นเพื่อเป็นสัญญาณซิงโครไนซ์ กับความถี่ออสซิลเลเตอร์ วงจรถอดรหัสเทเลเท็กซ์ จะผลิตความถี่ 6.9375 เมกเฮิรตซ์

[2.5.2] รหัสแฟรมมิ่ง [Framing Code] ซึ่งไบท์ที่ 3 ของข้อมูลจะเป็นข้อมูล 1110 0100 เสมอเรียกว่า F.C ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลตรงกันของไบต์ข้อมูล [byte synchronous] ของตัวถอดรหัสว่าได้ข้อมูลหนึ่งไบต์ ได้ตรงกับข้อมูลที่ส่งมาหรือไม่



รูปที่ 2.11 สัญญาณของคล็อกรันอินและแฟรมมิ่งไค้ค

[2.5.3] แม็กกาซีนและกลุ่มบล็อกแถว [Magazine And Row Address Group] โดยไบต์ที่ 4 และ 5 ของทุกเส้นข้อมูล จะเป็นข้อมูลบอกแม็กกาซีนและความเหมาะสมบรรทัดข้อมูลว่าเส้นนั้นเป็นแม็กกาซีนที่เท่าไรและเป็นเส้นที่เท่าไรในจอโทรทัศน์ ซึ่งเทเลเทกซ์ระบบหนึ่งมีได้ 8 แม็กกาซีน มีหน้าได้ (000-111) และข้อมูลหนึ่งหน้าจะมีได้ 24 บรรทัด [0000-10111] ส่วน [11000-11111] จะไม่ได้ใช้

M&R-A.G. เป็นข้อมูลเข้ารหัสแบบรหัสแฮมมิง [Hamming Code] โดยมีรูปแบบดังนี้

p	m	p	m	p	m	p	m
---	---	---	---	---	---	---	---

รหัสแฮมมิง จะทำการแบ่งข้อมูลหนึ่งไบต์ เป็นบิตป้องกัน 4 บิต (0 2 4 6) และบิตข้อมูลอีก 4 บิต ซึ่งข้อดีของรหัสแบบนี้คือ ทางฝ่ายรับสามารถทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลว่าถูกต้องหรือไม่ และหากข้อมูลที่ได้รับผิดพลาดการฝ่ายรับก็ สามารถที่จะแก้ไขให้ถูกต้องได้ แต่ก็มีข้อเสียคือสามารถเข้ารหัสได้เพียง 16 ตัว เพราะใน 1 ไบต์ จะถูกใช้เป็นพาริตีบิตเสียครึ่งหนึ่ง ซึ่งจะได้บิตข้อมูลเพียง 4 บิต

รหัสแฮมมิงที่ใช้ในระบบเทเลเทกซ์ ใช้หลักการของนาย RW Hamming กำหนดพาริตีเป็นแบบคู่ [Odd Parity] คือถ้ามี 1 ในไบต์นั้นเป็นจำนวนคี่ ถ้ามีข้อมูลผิดพลาดเพียง 1 บิต จะสามารถตรวจสอบตำแหน่งที่ผิด และแก้ไขให้ถูกต้องได้ แต่ถ้าหากข้อมูลผิดพลาดมากกว่า 1 บิต ก็จะไม่ยอมรับข้อมูลนั้น โดยมีการตรวจสอบข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

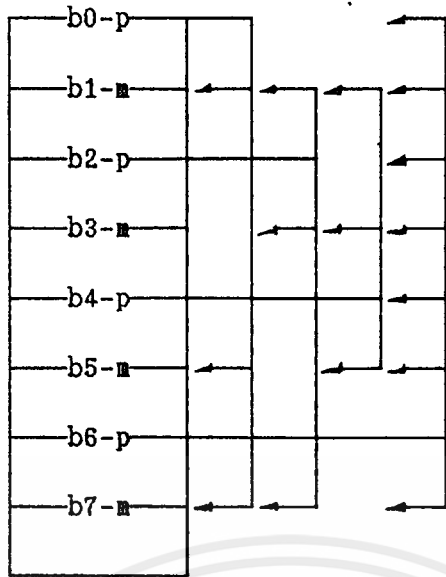
[1] บิต 0 จะเป็นพาริตีของบิต 1 5 7

บิต 2 จะเป็นพาริตีของบิต 1 3 7

บิต 4 จะเป็นพาริตีของบิต 1 3 5

บิต 6 จะเป็นพาริตีของบิต 0 1 2 3 4 5 7

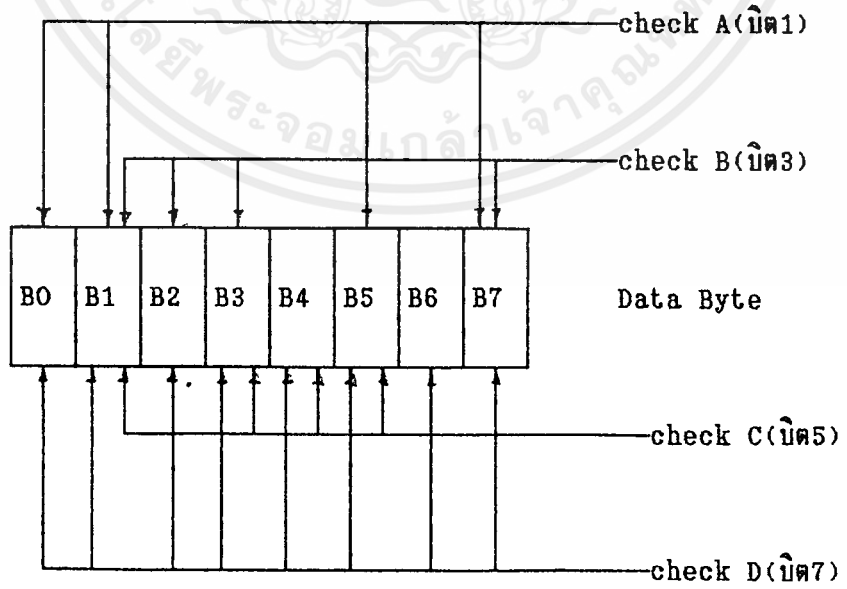
พาริตีจะเป็น 0 เมื่อ 1 ในบิตของมันเป็นจำนวนคี่



รูปที่ 2.12 แสดงพาริตีของรหัสแฮมมิง

- [2] เมื่อได้ข้อมูล 1 ไบต์จะมีการตรวจสอบพาริตี 4 แบบ คือ
- 2.1 ตรวจสอบบิต 0 1 5 7
 - 2.2 ตรวจสอบบิต 1 2 3 7
 - 2.3 ตรวจสอบบิต 1 3 4 5
 - 2.4 ตรวจสอบบิต 0 1 2 3 4 5 7

ถ้าตรวจสอบว่ามี 1 ไบต์ที่เข้รวมเป็นจำนวนคี่ก็จะแสดงผลเป็น 0 แต่ถ้ามี 1 เป็นจำนวนคู่ ก็จะให้ผลลัพธ์เป็น 1 จะให้ผลเป็นหนึ่งพาริตีแบบคี่



รูปที่ 2.13 แสดงการตรวจสอบพาริตีของรหัสแฮมมิง

[2] นำผลการตรวจสอบไปวิเคราะห์ดังในตาราง

A	B	C	D	ACTION REQUIRED
0	0	0	0	DATA IS CORRECT
1	0	0	0	REJECT DATA TWO OR MORE ERRORS DETECTED IN BYTE.
0	1	0	0	
1	1	0	0	
0	0	1	0	
1	0	1	0	
0	1	1	0	
1	1	1	0	
0	0	0	1	INVERT BIT 6
1	0	0	1	INVERT BIT 0
0	1	0	1	INVERT BIT 2
1	1	0	1	INVERT BIT 7
0	0	1	1	INVERT BIT 4
1	0	1	1	INVERT BIT 5
0	1	1	1	INVERT BIT 3
1	1	1	1	INVERT BIT 1

0 = Parity test O.K.
1 = Error detected

ตาราง แสดงผลการทดสอบพาริตีและการกลับบิตที่ผิด

ตัวอย่างการส่งข้อมูล 1101 เมื่อใส่พาริตีแต่ละตำแหน่งจะได้

M1	M3	M5	M7
1	0	1	1

ดังนั้นจะได้พาริตีดังนี้

P0	P2	P4	P6
0	1	1	0

ดังนั้นจะได้ข้อมูลทั้งหมดเป็นดังนี้

P0	M1	P2	M3	P4	M5	P6	M7
0	1	1	0	1	1	0	1

และถ้าเราทำการส่งข้อมูลมีค่าดังนี้ 10110110 และทางด้านรับได้ข้อมูลเป็น 10010110
ซึ่งจะเห็นได้ว่าบิตที่ 5 ผิด เมื่อนำไปตรวจสอบจะได้ว่า

A=1 บิต 0 1 5 7

B=0 บิต 1 2 3 7

C=1 บิต 1 3 4 5

D=1 บิต 0 1 2 3 4 5 7

ในเมื่อทั้ง 8 บิตมีการผิดพลาดที่ [D] แต่ บิต 1 2 3 7 ถูกต้อง แสดงว่าบิตที่ผิด
ต้องอยู่ใน บิต 0 4 5 6 แต่ D=1 แสดงว่าบิตที่ผิดต้องมีจำนวนบิตคือ เพราะถ้าหากผิด 2 บิต
เมื่อทำการเช็คพาริตีแบบคู่ทุกตัวจะต้องได้ค่า D=0 แต่ในที่นี้ D=1 ดังนั้นบิตของ A กับ C ก็คือ
1,5 ดังนั้นจึงพบว่าบิตที่ 5 ผิด เช่นเดียวกับการตรวจดูจากตาราง

[2.5.4] ไบต์ตัวอักษร[CHARACTER BYTES]มีตัวกัน 40ไบต์ของแต่ละเส้นจะเป็นไบต์
อักขระ 1 ไบต์ แทนอักขระหนึ่งตัวและแทนตัวอักษรได้ 128 ตัวคือ เป็นข้อมูลขนาด 7 บิตและ
พาริตีอีก 1 บิต สำหรับใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาด ของข้อมูล แบบพาริตีซึ่งการส่งบิต
เหล่านี้จะส่งตามลำดับ b1 ถึง b7

- เกี่ยวกับเพจและแถวอักขระ
- แอดเดรส
- จำนวนแมกกาซีนและแอดเดรสของแถวหลัก

ทุกคำคำไลน์จะมีแรมมิ่งโค้ดขนาด 3 บิต เป็นหมายเลขของแมกกาซีนและอีก 5 บิต เป็น
แอดเดรสของแถว หมายเลขของแมกกาซีนจะอยู่ในย่าน 1-8 โดยแมกกาซีนที่ 8 จะมีหมายเลข
หน้าเป็น 000 ส่วนแมกกาซีนอื่นๆ จะมีหมายเลขหน้าตามบิตเรท

[2.5.5] เพจเฮดเดอร์ [Page Header]ในคำคำไลน์แอดเดรสของแถวที่ 0 จะเป็นของ
เพจหลักซึ่งเป็นแรมมิ่งโค้ดขนาด 8 บิตกับข่าวสารเกี่ยวกับเพจประกอบด้วยหมายเลขเพจขนาด 2
หลัก และไทม์โค้ดขนาด 4 หลัก ส่วนฟังก์ชันการแสดงผลและควบคุมของบิตข่าวสาร มีรายละเอียด
ดังนี้

- ชื่อแม็กกาซีน 1-8
- หมายเลขหน้า 00-99
- วัน เดือน ปี
- เวลา
- บทความ

การกำหนดเพจ และโทมโค้ด

เพจจะกำหนดได้โดยหมายเลขแม็กกาซีนขนาด 1 หลัก (1-8) และหมายเลขเพจขนาด 2 หลัก (00-99) เพจต่างกันแม็กกาซีนอาจเลือกหมายเลขได้ โดยการเลือกโทมโค้ดขนาด 4 หลัก ซึ่งจะกำหนดหมายเลขเพจได้ถึง 3200 แบบ โดยเวลาของโทมโค้ดนี้จะไม่เกี่ยวข้องกับคล็อกโทม โทมโค้ดจะกำหนดได้เป็นหลักสิบของชั่วโมง (0-3) และของนาที (0-7)

การเลือกเพจ

เราอาจเลือกเพจได้โดยหมายเลขของเพจกับแม็กกาซีน หรือ เลือกแม็กกาซีนที่เท่าไร และจะเลือกเพจที่เท่าไร

1 การส่ง

-เพจ การส่งจะเริ่มต้นที่เพจหลักของมันและจบด้วยเพจหลักของเพจหลักของเพจต่อไป ระหว่างคาต้าไลน์ จะมีการส่งหมายเลขของแม็กกาซีนสำหรับให้เลือกเพจ ซึ่งเพจที่ส่งนั้นจะส่งลำดับไหนก่อนก็ได้ บางโอกาสอาจส่งเพจไม่สมบูรณ์เนื่องจากอาจมีการส่งแถวอักขระของเพจอื่นสอดแทรกมาด้วย

-แถวอักขระของเพจจะส่งลำดับใดมาก็ได้ แถวอักขระอาจส่งซ้ำมากับเพจหลัก เมื่อเกิดการผิดพลาดของข้อมูลขึ้นโดยแถวอักขระที่ส่งมานี้จะเป็นแถวอักขระก่อนหน้าแถวที่ผิดพลาด ในการส่งข้อมูลนั้นแถวที่ว่างจะไม่มีกรส่งไป

-การลบช่วงระหว่างเพจ ในการส่งแถวอักขระจะมีการส่งคาบของฟิลด์ ระหว่างเพจหลักกับแถวอักขระที่ส่งครบเพจ การรับเพจอาจลบคาบการแสดงผลนี้ได้ถ้าจำเป็น

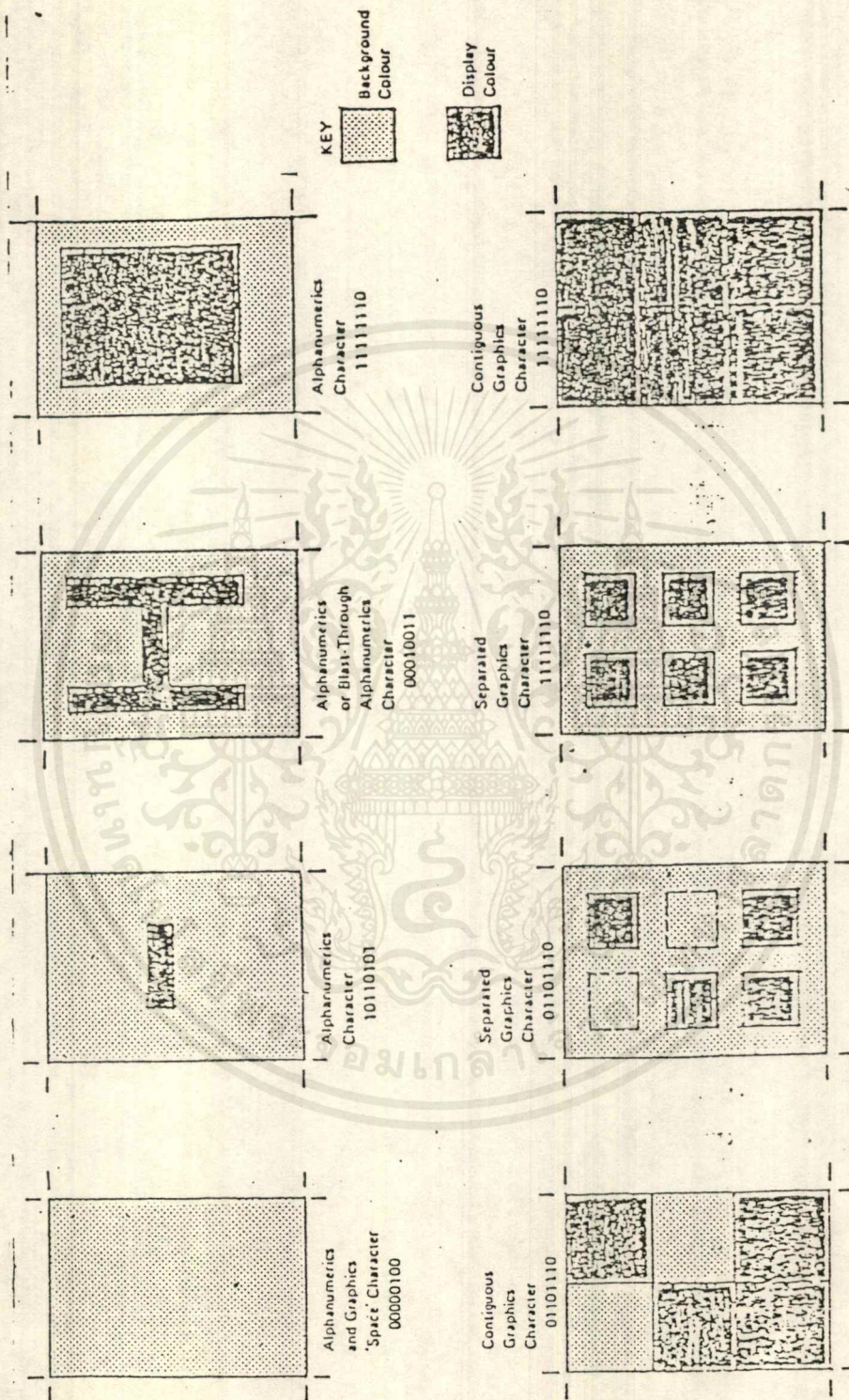
2 โครงสร้างของเพลงหลัก

เพลงหลักของคอร์ดไลน์จะประกอบไปด้วย แฮ้มมิ่งโค้ดขนาด 8 บาร์ ใน 8 อักขระแรก ดังนั้นจะมีโค้ดอักขระ 32 ตัว ในเพลงหลักนี้ใช้สำหรับแสดงข้อมูลต่างๆ ไป เช่นหมายเลขของแมกกาซีนและเพจ วัน เวลา และที่มาของข้อมูล โดย 8 อักขระสุดท้ายจะกันไว้สำหรับแสดงผลสัญญาณนาฬิกา ตัวอย่างของเพลงหลักตำแหน่งของแอดเดรส และข่าวสารสำหรับควบคุม 32 ตำแหน่ง ซึ่งเป็นแฮ้มมิ่งโค้ดขนาด 8 บิตในเพลงหลัก

บิตควบคุม

- C4 - ลบเพจ บิตควบคุมนี้จะถูกเซตให้เป็นหนึ่ง เมื่อข่าวสารที่ส่งต่างจากของเพจก่อนหน้าในแมกกาซีนเดียวกัน ซึ่งในกรณีที่มีเพจมากกว่า 2 เพจ ข่าวสารก็จะไม่ปะปนกัน บิตนี้จะใช้ในกรณีเช่น การลบช่วงระหว่างเพจ
- C5 - เพจการแสดงผลแบบกระพริบ บิตควบคุมนี้จะถูกเซตให้เป็นหนึ่ง เมื่อเพจถูกออกแบบให้เป็นเพจการแสดงผลแบบภาพกระพริบ หรือแสดงผลข่าวสารจะแสดงในรอบข่าวสาร
- C6 - เพจการแสดงผลไตเติ้ลย่อ บิตควบคุมนี้จะถูกเซตให้เป็น 1 เมื่อเพจถูกออกแบบให้เป็นเพจแสดงผลแบบไตเติ้ลย่อ การแสดงผลข่าวสารจะแสดงผลในเพจข่าวสาร
- C7 - บิตเพจ บิตควบคุมนี้จะถูกเซตให้เป็น 1 เมื่อเพจนี้แสดงผลโดยไม่มีอักขระของเพลงหลัก
- C8 - การปรับปรุงเพจ บิตควบคุมนี้จะถูกเซตให้เป็น 1 เมื่อส่วนหนึ่งหรือทั้งเพจนั้นมีข้อมูลเปลี่ยนแปลงอาจทำโดยเปลี่ยนแปลงในแถวอักขระเป็นต้น
- C9 - การขัดจังหวะเพจ บิตควบคุมนี้จะถูกเซตให้เป็น 1 เมื่อเพจที่ส่งนั้นถูกจัดลำดับความสำคัญสูง เช่นเพจไตเติ้ลย่อ หรือมีความถี่ในการส่งมากเช่น เพจดัชนี กรณีนี้เมื่อจะส่งเพจวนเวียนจะต้องตัดเพลงหลักออกเพื่อให้ส่งได้ต่อเนื่องไม่ถูกขัดจังหวะด้วยการแสดงผลเลขเพจ
- C10 - การจัดการแสดงผล บิตควบคุมนี้จะถูกเซตให้เป็น 1 ไม่สามารถตีความข้อมูลที่เก็บในเพจได้ สามารถที่จะใช้จัดการแสดงผลที่ไม่สำคัญได้
- C11 - แสดงแมกกาซีน บิตควบคุมนี้จะถูกเซตให้เป็น 1 เมื่อจะเลือกแสดงผลเพลงหลักทั้งหมด
- C12-C14 สงวนไว้สำหรับฟังก์ชันควบคุมในอนาคต

[2.5.6] รหัสกราฟิกและสี [GRAPHIC CODEING AND COLOUR] นอกจากข้อมูลของ
 เทเลเท็กซ์จะแสดงเป็นตัวอักษรแล้ว ยังสามารถที่จะแสดงเป็นกราฟิก ได้อีกโดยมีรหัสของข้อมูล
 ดังตาราง



Note: Character Bytes are listed as transmitted from b₁ to b₈

รูปที่ 2.14 แสดงสัญลักษณ์และรหัสทางด้านกราฟิกและตัวควบคุม

[2.5.7] การเข้ารหัสตัวอักษร (Character Coding)

ตัวหนังสือ (Teletext Character) ที่จะถูกนำเสนอขึ้นบนจอได้ถูกเก็บเอาไว้ในรอม (ROM) ถัดจากคล็อกกรีนอินและแฟรมมิ่งโค้ดจะตามด้วย 2 ไบท์ซึ่งเป็นตัวแสดงถึงตำแหน่งเลขแม็กกาซีนและเลขแถว สำหรับเลขแม็กกาซีนจะอยู่ในช่วง 1-8 บิต ดังนั้นจะใช้ 3 บิตแรกโดยเลข 000 คือเลขแม็กกาซีนที่ 8 ส่วนโรว์แอดเดรส มีค่าตั้งแต่ 0-23 จึงใช้ 5 บิตถัดมาสำหรับเลขแถวและใช้ค่าตรงกับค่าไบนารี

7 6 5 4 3 2 1 0		0 ₀	0 ₁	0 ₂	0 ₃	0 ₄	0 ₅	0 ₆	0 ₇	1 ₀	1 ₁	1 ₂	1 ₃	1 ₄
		0	1	2	2c	3	3c	4	5	6	6a	7	7c	
0	0000	Null ^C	DLT ^C			0		E	P			0		
1	0001	Alpha Red	Graphics Red	1		1		A	Q	a		q		
2	0010	Alpha Green	Graphics Green	"		2		B	R	b		r		
3	0011	Alpha Yellow	Graphics Yellow	"		3		C	S	c		s		
4	0100	Alpha Blue	Graphics Blue	3		4		D	T	d		t		
5	0101	Alpha Magenta	Graphics Magenta	"		5		E	U	e		u		
6	0110	Alpha Cyan	Graphics Cyan	"		6		F	V	f		v		
7	0111	Alpha White	Graphics White	"		7		G	W	g		w		
8	1000	Flash	Conceal Display	1		8		H	X	h		x		
9	1001	Steady ^C	Continuous Graphics	1		9		I	Y	i		y		
10	1010	End Box ^C	Separated Graphics	"		:		U	Z	u		z		
11	1011	Start Box ^C	ISS ^C	"		"		K		k				
12	1100	Normal height	Black Background	1		<		L	0	l		0		
13	1101	Double height	New Background	-		"		M		m				
14	1110	SL ^C	Hold Graphics	"		>		N	1	n		1		
15	1111	SI ^C	Inverse Graphics	/		7		O	#	o		#		

รูปที่ 2.15 แสดงสัญลักษณ์ตัวอักษรของระบบเทเลเทกซ์

สำหรับแม็กกาซีนและโรว์แอดเดรสจะมีการป้องกันอาจเกิดขึ้น ขณะส่งด้วยแฮมมิงโค้ด โดยมีบิตป้องกันแทรกอยู่ในข้อมูล ความผิดพลาดที่โรว์แอดเดรสจะมีผลทำให้ตำแหน่งของตัวอักษรที่จอจอผิดไป หลังจากการเช็คตัวพาริตี 4 ครั้งแล้วรหัสแฮมมิงโค้ดจะสามารถแก้ความผิดพลาดแบบที่ผิดเพียงหนึ่งตำแหน่งได้ ถ้าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งตำแหน่งแล้วข้อมูลในแถวนั้นจะถูกตัดออก

ส่วนต้นของแถวแรกของหน้า

ถัดจากบล็อกอื่นใน แฟรมมิ่งโค้ดและกลุ่มแม่กาซีนโรว์แอดแตรสแล้ว จะมีอีก 8 ไบท์พิเศษซึ่งจะมีเฉพาะในแถวแรกของหน้าเท่านั้น ไบท์เหล่านี้จะทำหน้าที่เก็บหมายเลขหน้า ไทม์โค้ด และข้อมูลควบคุมตัวอักษรที่ส่งอย่างถาวร และจะถูกนำขึ้นจอเมื่อมีโค้ดที่ตรงกันเข้ามา ดังนั้นเราจะสามารถกำหนดได้ $2^7 = 128$ สัญลักษณ์ จากสัญลักษณ์เหล่านี้ 96 สัญลักษณ์จะถูกใช้เป็นสัญลักษณ์ทางตัวหนังสือ และอีก 32 โค้ดใช้เป็นรหัสควบคุม นอกจากนี้จะยังมีรหัสทางกราฟิกอีก 64 โค้ดเพิ่มจากปกติ ดังนั้นจะต้องมีโค้ดที่ทำหน้าที่เปลี่ยนไปมาระหว่างตัวหนังสือและกราฟิก

87	0	0	0	0	0	1	1	1	1
86	0	0	1	1	0	0	1	1	1
85	0	1	0	1	0	1	0	1	1
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	1	1	0	0	0	0
82	0	0	1	0	0	1	0	0	0
81	0	0	1	1	0	0	0	0	0
80	0	1	0	0	0	0	0	0	0
79	0	1	0	1	0	0	0	0	0
78	0	1	1	0	0	0	0	0	0
77	0	1	1	1	0	0	0	0	0
76	0	1	0	0	0	0	0	0	0
75	0	1	0	1	0	0	0	0	0
74	0	1	1	0	0	0	0	0	0
73	0	1	1	1	0	0	0	0	0
72	0	1	0	0	0	0	0	0	0
71	0	1	0	1	0	0	0	0	0
70	0	1	1	0	0	0	0	0	0
69	0	1	1	1	0	0	0	0	0
68	0	1	0	0	0	0	0	0	0
67	0	1	0	1	0	0	0	0	0
66	0	1	1	0	0	0	0	0	0
65	0	1	1	1	0	0	0	0	0
64	0	1	0	0	0	0	0	0	0
63	0	1	0	1	0	0	0	0	0
62	0	1	1	0	0	0	0	0	0
61	0	1	1	1	0	0	0	0	0
60	0	1	0	0	0	0	0	0	0
59	0	1	0	1	0	0	0	0	0
58	0	1	1	0	0	0	0	0	0
57	0	1	1	1	0	0	0	0	0
56	0	1	0	0	0	0	0	0	0
55	0	1	0	1	0	0	0	0	0
54	0	1	1	0	0	0	0	0	0
53	0	1	1	1	0	0	0	0	0
52	0	1	0	0	0	0	0	0	0
51	0	1	0	1	0	0	0	0	0
50	0	1	1	0	0	0	0	0	0
49	0	1	1	1	0	0	0	0	0
48	0	1	0	0	0	0	0	0	0
47	0	1	0	1	0	0	0	0	0
46	0	1	1	0	0	0	0	0	0
45	0	1	1	1	0	0	0	0	0
44	0	1	0	0	0	0	0	0	0
43	0	1	0	1	0	0	0	0	0
42	0	1	1	0	0	0	0	0	0
41	0	1	1	1	0	0	0	0	0
40	0	1	0	0	0	0	0	0	0
39	0	1	0	1	0	0	0	0	0
38	0	1	1	0	0	0	0	0	0
37	0	1	1	1	0	0	0	0	0
36	0	1	0	0	0	0	0	0	0
35	0	1	0	1	0	0	0	0	0
34	0	1	1	0	0	0	0	0	0
33	0	1	1	1	0	0	0	0	0
32	0	1	0	0	0	0	0	0	0
31	0	1	0	1	0	0	0	0	0
30	0	1	1	0	0	0	0	0	0
29	0	1	1	1	0	0	0	0	0
28	0	1	0	0	0	0	0	0	0
27	0	1	0	1	0	0	0	0	0
26	0	1	1	0	0	0	0	0	0
25	0	1	1	1	0	0	0	0	0
24	0	1	0	0	0	0	0	0	0
23	0	1	0	1	0	0	0	0	0
22	0	1	1	0	0	0	0	0	0
21	0	1	1	1	0	0	0	0	0
20	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	0	1	0	1	0	0	0	0	0
18	0	1	1	0	0	0	0	0	0
17	0	1	1	1	0	0	0	0	0
16	0	1	0	0	0	0	0	0	0
15	0	1	0	1	0	0	0	0	0
14	0	1	1	0	0	0	0	0	0
13	0	1	1	1	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	1	0	0	0	0	0
10	0	1	1	0	0	0	0	0	0
9	0	1	1	1	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	1	0	1	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	0	0
5	0	1	1	1	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	1	0	0	0	0	0
2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0

DISPLAY MODE	SET AT	SET AFTER	COMPLEMENTARY DISPLAY MODE	SET AT	SET AFTER	SEE SECTION			
ALPHANUMERIC	Row Start	0/4 0/1 0/2 0/3 0/5 0/6 0/7	GRAPHICS	-	1/4 1/1 1/2 1/3 1/5 1/6 1/7	3.1.1.			
CONTIGUOUS	Row Start 1/9*	1/9*	SEPARATED	1/10*	1/10*	3.1.1.			
DISPLAY COLOUR	Includes RED Row Start 1/7	0/1 0/3 0/5 0/7 1/1 1/3 1/5 1/7	DISPLAY COLOUR	excludes RED -	0/2 0/4 0/6 1/2 1/4 1/6	1.1.2.			
					Includes GREEN Row Start 1/2		0/2 0/3 0/6 0/7 1/2 1/3 1/6 1/7	excludes GREEN -	0/1 0/1 0/5 1/1 1/1 1/5
									Includes BLUE Row Start 1/4
BLACK BACKGROUND	Row Start 1/12	-	NEW BACKGROUND	1/13**	-	3.1.3.			
REVEAL	Row Start 1/8 Control***	0/4 0/1 0/2 0/3 0/5 0/6 0/7 1/1 1/2 1/3 1/4 1/5 1/6 1/7	CONCEAL	1/8	-	3.1.4.			
STEADY	Row Start 0/9	-	FLASH	-	0/8	3.1.4.			
UIBOXED	Row Start 0/10****	0/10****	BOXED	0/11****	0/11****	3.1.6.			
NORMAL HEIGHT	Row Start 0/12	-	DOUBLE HEIGHT	-	0/13	3.1.6.			
RELEASE	Row Start	1/15	HOLD	1/14	-	3.1.7.			

รูปที่ 2.16 ตารางแสดงรหัสตัวอักษรและรหัสควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

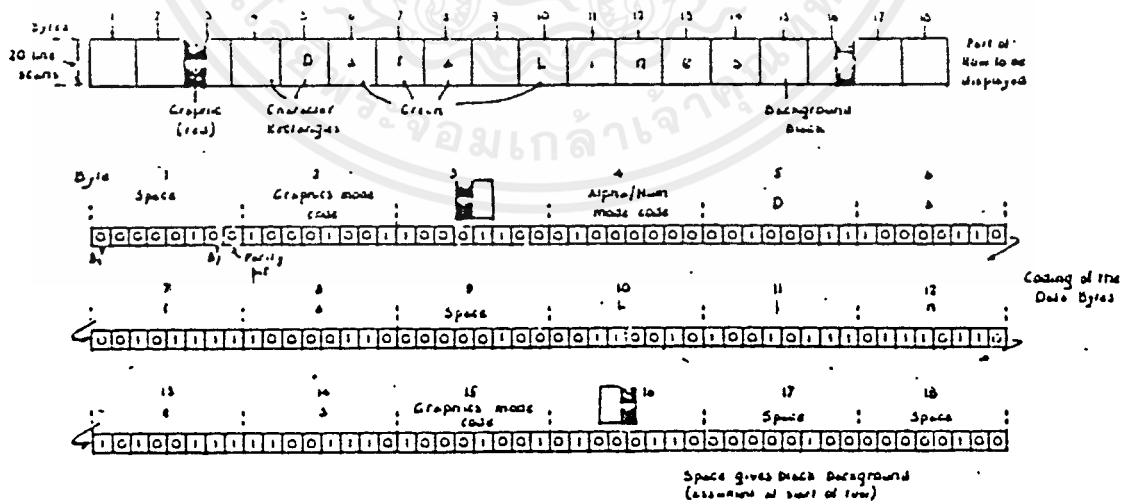
จากรูปเป็นตารางที่แสดงถึง ตัวอักษรทั้งหมดที่ใช้ในระบบเทเลเท็กซ์ สัญลักษณ์ในตารางจะ ถูกเรียกได้จากการอ้างของเลขแถวแนวนอน (ROW NUMBER) บิต 1-4 และเลขแถวแนวดิ่ง (Column Number) บิต 5-7 ยกตัวอย่างเช่น

B1....B7

Uppercase A.....1000001

Lowercase C.....1100011

จะสังเกตเห็นว่ามีตัวอักษรบางตัวจะใช้โค้ดร่วมกันอยู่ เช่น 1000011 เป็นโค้ดของ lowercase A และเป็นโค้ดของสัญลักษณ์ทางกราฟิกด้วย ที่ตัวถอดรหัสจะแยกแยะว่าเป็นตัวหนังสือ หรือ เป็นโค้ดทางกราฟิก (row 1-0 column 0 and 1-7 column 11) เมื่อต้องการ แสดงตัวหนังสือ (text character) ก็ต้องเลือกเข้าไปโหมดของตัวหนังสือ (alpha numerics) graphic) และถ้าต้องการเข้าสู่โหมดของกราฟิก (graphic symbol) ก็จะต้องมีโหมดโค้ด (mode code) ของกราฟิกส่งไปก่อนที่จะส่งสัญลักษณ์กราฟิก (alpha numeric) และถ้าต้องการแสดงตัวอักษรอีก ก็ต้องกลับเข้าสู่โหมดของตัวหนังสือ (alpha numeric) นำไปก่อนเช่นกัน ตัวอย่างง่าย ๆ ในการใช้การเข้ารหัสตัวอักษรดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการเข้ารหัสของตัวอักษร

[2.5.7] คำจำกัดความของเทเลเทกซ์

Access Time - เวลาระหว่างการเลือกเพจที่เครื่องรับและเมื่อได้รับเพจสมบูรณ์

Alphanumerics Character-หนึ่งใน 96 อักขระแสดงผลและแสดงในคอลัมภ์ 2-7

Alphanumerics Mode - โหมดแสดงผลซึ่งแสดงผลอักขระในชุดตัวอักษร

Alphanumerics Set - ชุดของอักขระแสดงผล 96 ตัวประกอบด้วยอักขระตัวอักษรทั้งหมด

Background Colour - สีที่เดิมในบล็อกอักขระเป็นคุณละสีกับของตัวอักษร สีนี้อาจเป็นสีค่าหรือ 1 ใน 7 สีแสดงผลอาจเปลี่ยนแปลงได้โดยอักขระควบคุม

Blast-through Aiphanumerics - เป็นอักขระ 32 ตัวในคอลัมภ์ที่ 4 และ 5 ในตารางของโหมดกราฟฟิก

Boxed Mode - โหมดแสดงผลซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ใช้ อักขระจะถูกใส่แทนหรือร่วมกับภาพจากสัญญาณโทรทัศน์ เมื่อส่งภาพสว่างหรือไคเติลย้อย การทำงานจะเป็นไปโดยอัตโนมัติภายใต้การควบคุมของบิตควบคุม

Broadcast Teletext - ระบบข่าวสารซึ่งได้อธิบายในเรื่องนี้

Byte - กลุ่มของบิตข้อมูลขนาด 8 บิตซึ่งใช้สร้างหรือเก็บข้อมูล

Character Byte - ไบท์ซึ่งรวมพาร์บิตในโค้ดอักขระ

Character Code - บิตทางไบนารีขนาด 7 บิต ซึ่งเป็นหนึ่งในเซตของอักขระแสดงผลหรืออักขระควบคุม

Character Rectangle - หนึ่งใน 960 หน่วยของเมตริกขรรรมดาของแถวอักขระ 24 แถว ซึ่งแต่ละแถวจะมี 40 ตัวที่สร้างขึ้นในเพจเพื่อใช้แสดงผล

Character Row - คำจำกัดความในแถวอักขระ

Clock Run In-อนุกรมของการสลับบิตของคาต้าไลน์เพื่อซิงโครไนซ์บิตที่เครื่องรับ

Conceal - โหมดการแสดงผลซึ่งอักขระทั้งหมดจะเก็บในเครื่องรับและจะแสดงผลเป็นภาพว่าง ๆ บนจอจนกระทั่งผู้เลือเลือกแสดงผล

Contiguous Graphics Set - กลุ่มของอักขระแสดงผล 96 ตัว จะมีอักขระกราฟฟิกติดซึ่งแสดงในคอลัมภ์ 2a, 3a, 6a และ 7a ประกอบด้วยตัวอักษร Blast - through 32 ตัว ในคอลัมภ์ที่ 4 และ 5

Contiguous Mode - โหมดการแสดงผลซึ่งเซลล์ 6 เซลล์ ของอักขระกราฟฟิก จะถูกเติมในบล็อกอักขระ

Control Bits - แต่ละเพจหลักจะเก็บบิตควบคุมไว้ 11 บิตเพื่อแสดงผลเพจ และเพจหลักเอง

Control Character - หนึ่งในอักขระ 32 ตัวซึ่งแสดงผลในคอลัมน์ 0 และมี 5 ที่ส่งงานไว้เพื่อโค้ดข้อมูลอื่น ๆ ส่วนตัวที่เหลือใช้ในโหมดแสดงผลปกติจะแสดงผลเป็นช่องว่าง

Data Line - หนึ่งในเส้นที่ไม่ได้ใช้งานของฟิลด์แบงคิงซึ่งใช้ส่งข้อมูลเทเลเท็กซ์ หนึ่งแถวคาตาไลน์จะมีบล็อกรันอินตามด้วยเฟรมมิงโค้ดที่เวลาที่เหมาะสมในเส้นในช่วงฟิลด์

Display Character - หนึ่งในอักขระ 222 อักขระแตกต่างกันซึ่งสามารถ สร้างในบล็อกอักขระที่เป็นส่วนประกอบของเพจ จะมีตัวอักษรที่ให้ตัวอักษรและอักขระกราฟฟิกซึ่งเป็นข่าวสารเป็นรูปภาพมีด้วยกัน 2 เซตคือ เซตของตัวอักษร เซตกราฟฟิกติด และเซตของ กราฟฟิกแยก แต่ละเซตจะมีอักขระแสดงผลอักขระ 96 ตัว

Display Colour - หนึ่งใน 7 สี (ขาว เหลือง เขียว ฟ้า ชมพู แดง น้ำเงิน) ซึ่งใช้แสดงผลของอักขระ สีแสดงผลอักขระอาจจะเปลี่ยนแปลงได้โดยอักขระควบคุม

Display Mode - วิถีซึ่งโค้ดอักขระตอบสนองกับการแสดงผลอักขระโดยจะแปลไป แสดงผลในโหมดแสดงผล โดยการควบคุมของอักขระที่ส่งมาก่อนหน้าแล้ว ในโหมดนี้อาจมีการ เปลี่ยนแปลงในแถวอักขระการกำหนดโหมดทำได้โดยการกำหนดแถวเริ่มแสดงผล

Flash - โหมดแสดงผลซึ่งอักขระแสดงผลทั้งหมดจะแสดงผลสลับกันไป หรืออาจ แสดงผลในลักษณะอื่น ๆ หรือเป็นช่องว่างภายใต้การควบคุมของอุปกรณ์เวลาในเครื่องรับ

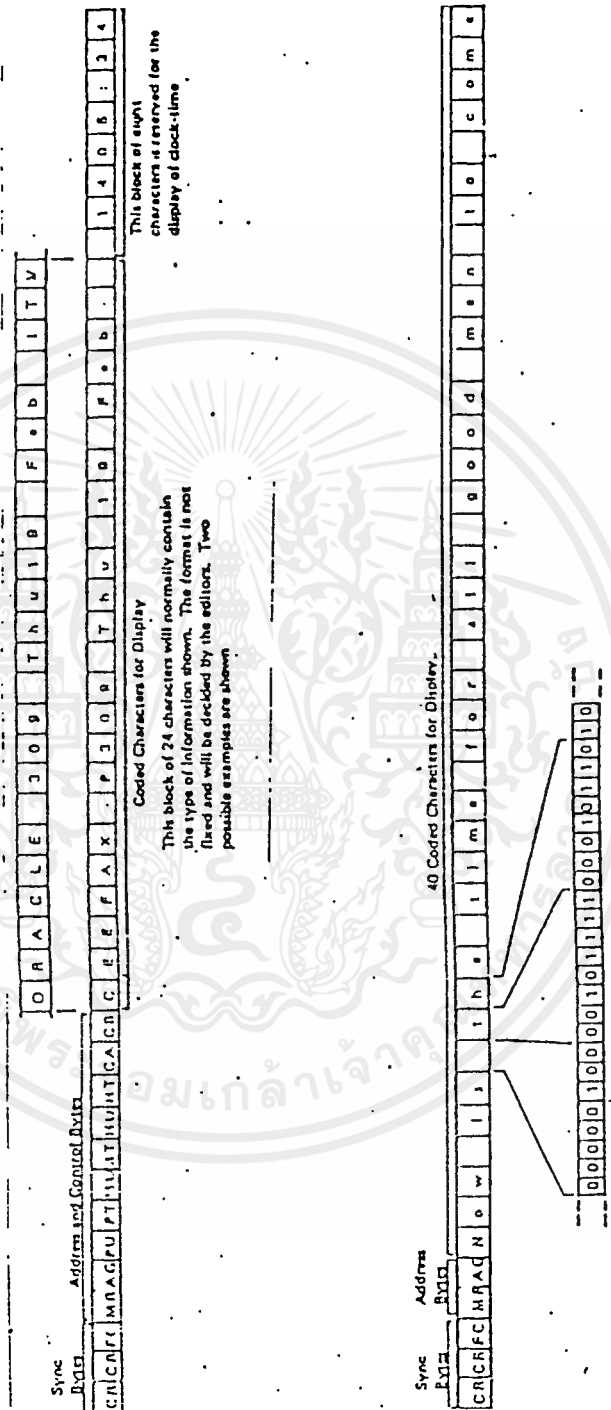
Framing Code - ไบท์ข้อมูลหลังบล็อกรันอินเครื่องรับจะทำการซิงโครไนซ์ไบท์ถ้า มีบิตหนึ่งบิตใดของมันผิดพลาดไป

Graphics Character - หนึ่งในอักขระแสดงผล 127 ซึ่งมี 6 เซลล์ ในแต่ละ บล็อกอักขระเซลล์เหล่านี้อาจติดกันหรือแยกกันอยู่ การตอบสนองของโค้ดอักขระนี้จะมี $b_6 = 1$ จะ มีการตอบสนองโดยตรงระหว่างบิตที่ 6 ของโค้ดและสภาวะของเซลล์ทั้ง 6 ในบล็อกอักขระ

Graphics Mode - โหมดแสดงผลซึ่งแสดงผลหนึ่งในอักขระในเซลล์กราฟฟิกขึ้นอยู่กับว่าจะเลือกโหมดติดหรือโหมดแยก

Graphics Set - คู่มือในชุดของกราฟิกแบบติดและแบบแยก

Row - ในเพจจะมีแถวของอักขระ 40 แถว เมื่อแสดงผลบนจอโทรทัศน์ แต่ละแถวใช้เส้นแสดงผลของโทรทัศน์ 20 เส้น



รูปที่ 2.18 แสดงมาตรฐานของบันทึกแรกของ 1 หน้า텔레เท็กซ์ และมาตรฐานของบรรทัดอื่น

บทที่ 3

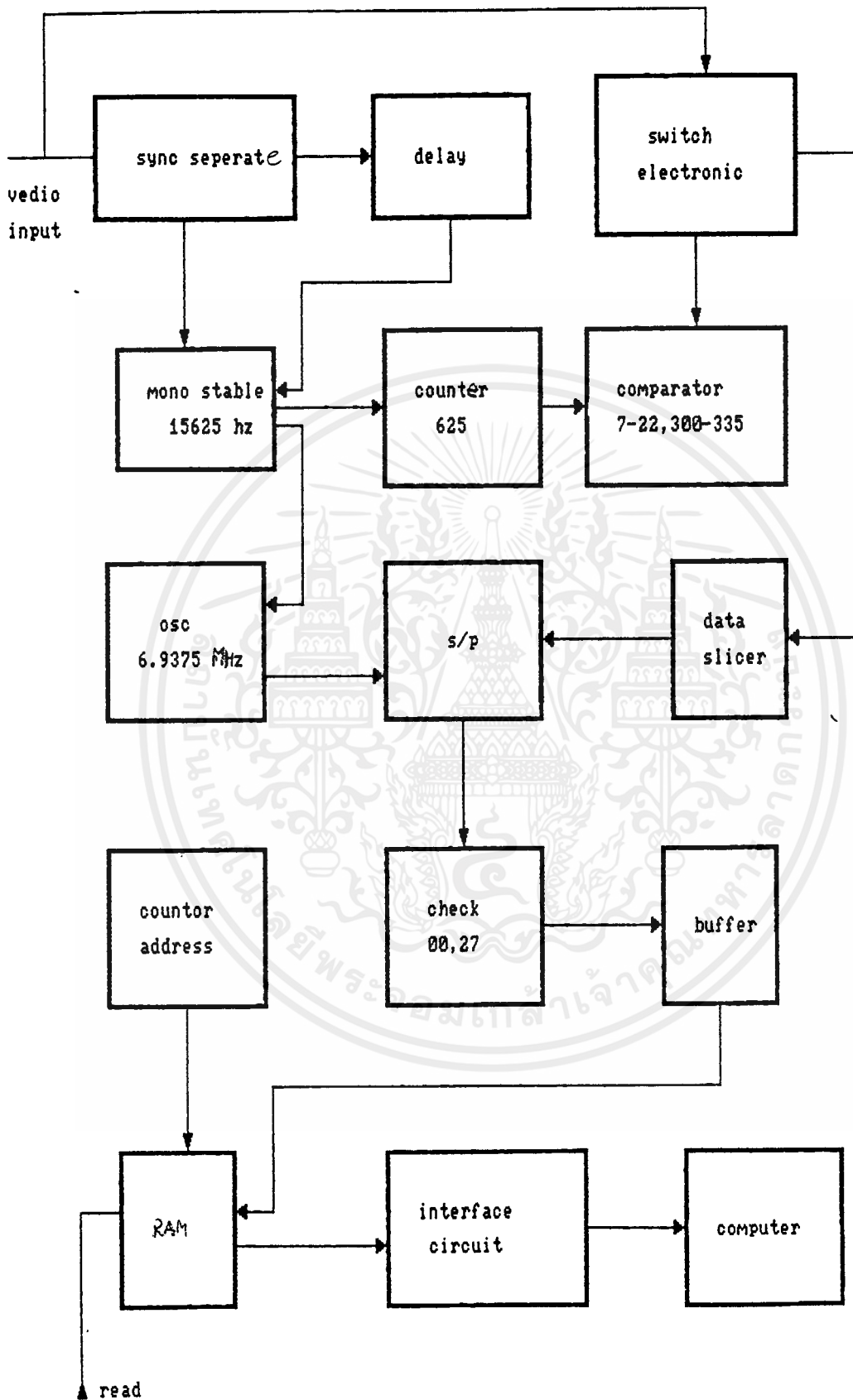
การออกแบบและการสร้างวงจร

3.1) โครงสร้างของวงจรทั้งหมด

โครงสร้างของวงจรสามารถแสดงเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งจะแสดงส่วนต่าง ๆ ของวงจรซึ่งได้แยกออกมาเป็นบล็อกแล้ว เพื่อที่จะได้สะดวกในการดู

1. วงจรแยกสัญญาณซิงค์
2. วงจรแยกสัญญาณเทเลเทกซ์ออกจากสัญญาณภาพ
3. วงจรคาต้าสไลเซอร์
4. วงจร Clock Synchronisation
5. วงจร Clock Synthesis
6. วงจรแปลงข้อมูลจากอนุกรมเป็นแบบขนาน
7. วงจรตรวจจับรหัสแฟรมมิ่ง
8. วงจรการเก็บข้อมูลเทเลเทกซ์
9. วงจรอินเตอร์เฟส
10. ตัวคอมพิวเตอร

ซึ่งจะได้แสดงรายละเอียดของแต่ละบล็อกในหน้าถัดไป

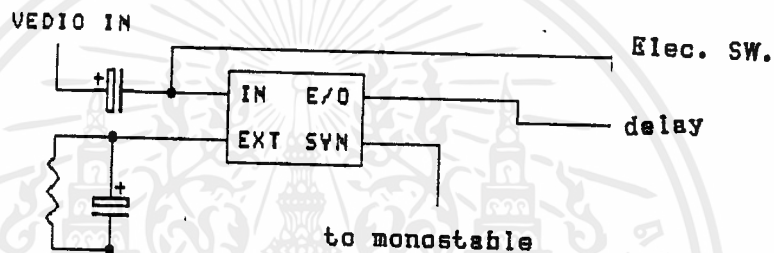


รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมทั้งหมดของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

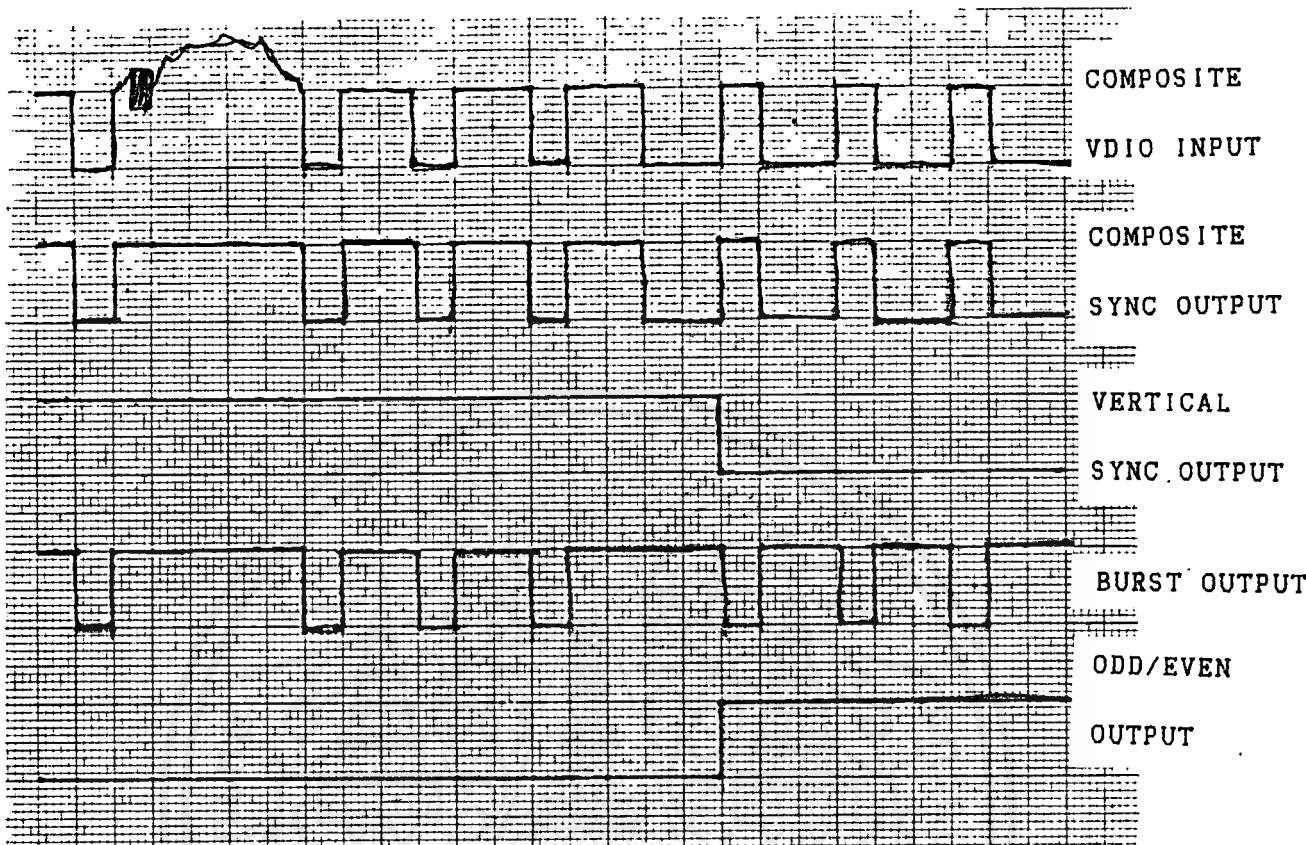
3.1) วงจรแยกสัญญาณซิงค์ [Sync Separator]

ในการแยกสัญญาณต่าง ๆ ออกจากสัญญาณภาพนั้น ในที่นี้เราจะทำการแยกสัญญาณซิงค์ออกจากสัญญาณภาพโดยทำการใช้ ไอซี LM1881 ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษต่างๆในการแยกสัญญาณภาพได้ทั้งระบบ NTSC และ ระบบ PALโดยสิ่งที่เราต้องการในการแยกสัญญาณในที่นี้ก็คือสัญญาณภาพรวมคู่/คี่ (Composit Sync Odd/Even Signal)



รูปที่ 3.2 วงจรแยกสัญญาณซิงค์

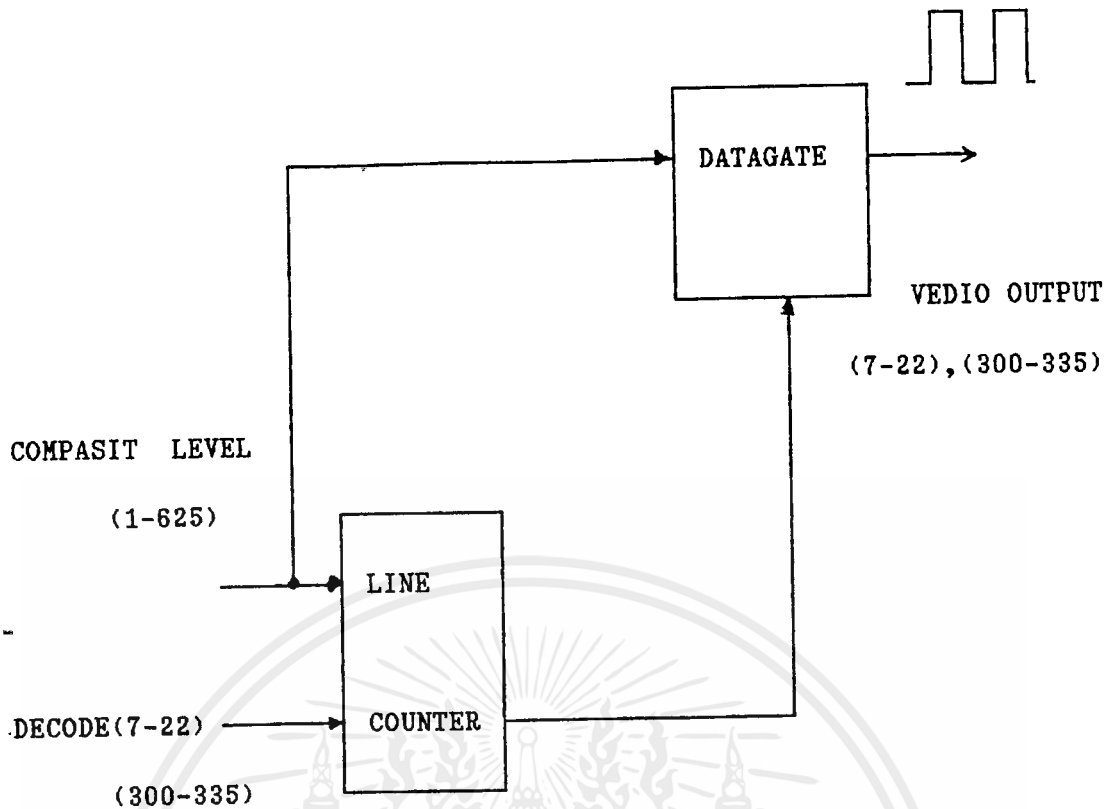
และเราจะนำเอาสัญญาณคอมโพสิทซิงค์ และสัญญาณ คู่/คี่ มาใช้ในการสร้างสัญญาณซิงค์ทางแนวนอน [15625Hz] เพื่อใช้ในการนับเส้นสแกนของสัญญาณภาพ เนื่องจากสัญญาณเทเลเท็กซ์มิได้มีมากทุกเส้น จึงต้องมีการเลือกมาเพียงบางเส้นเพื่อที่จะทำให้เกิดวงจรไลน์ซีเลคเตอร์ (Line Slector)



รูปที่ 3.3 WAVE FORM วงจรแยกสัญญาณซิงค์

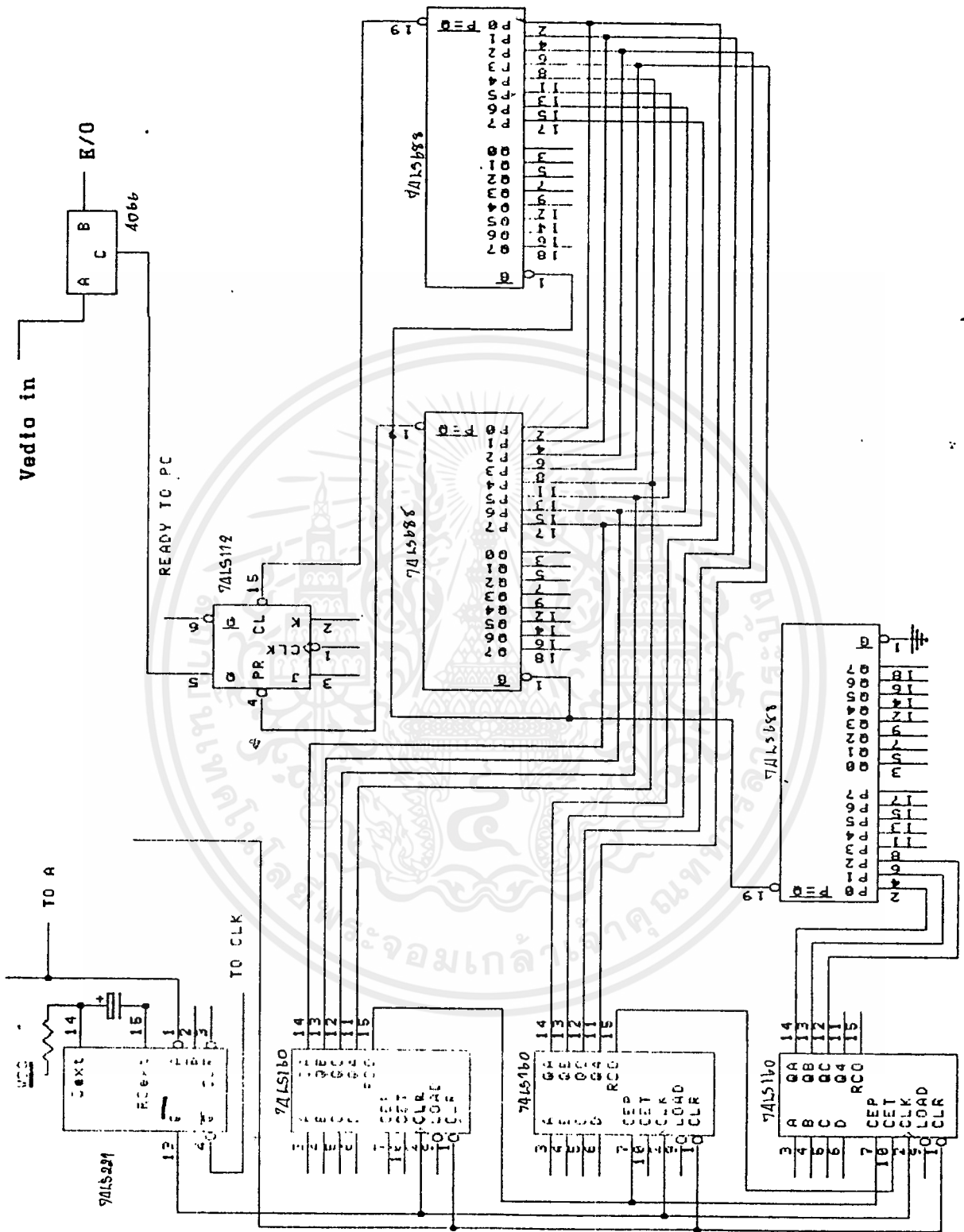
3.2 วงจรแยกสัญญาณเทเลเทกซ์ออกจากสัญญาณภาพ

จากการที่เราได้ทำการแยกสัญญาณซิงค์ ออกจากสัญญาณภาพรวมโดยใช้ไอซี LM1881 ได้แล้ว จะทำการนำสัญญาณซิงค์ตัวนี้ มาทำการสร้างเป็นสัญญาณนาฬิกา ให้แก่วงจร Monostable เพื่อที่จะทำการสร้างความถี่ 15625 Hz โดยที่ค่า RC ของวงจรสามารถที่จะทำการคำนวณได้ดังต่อไปนี้



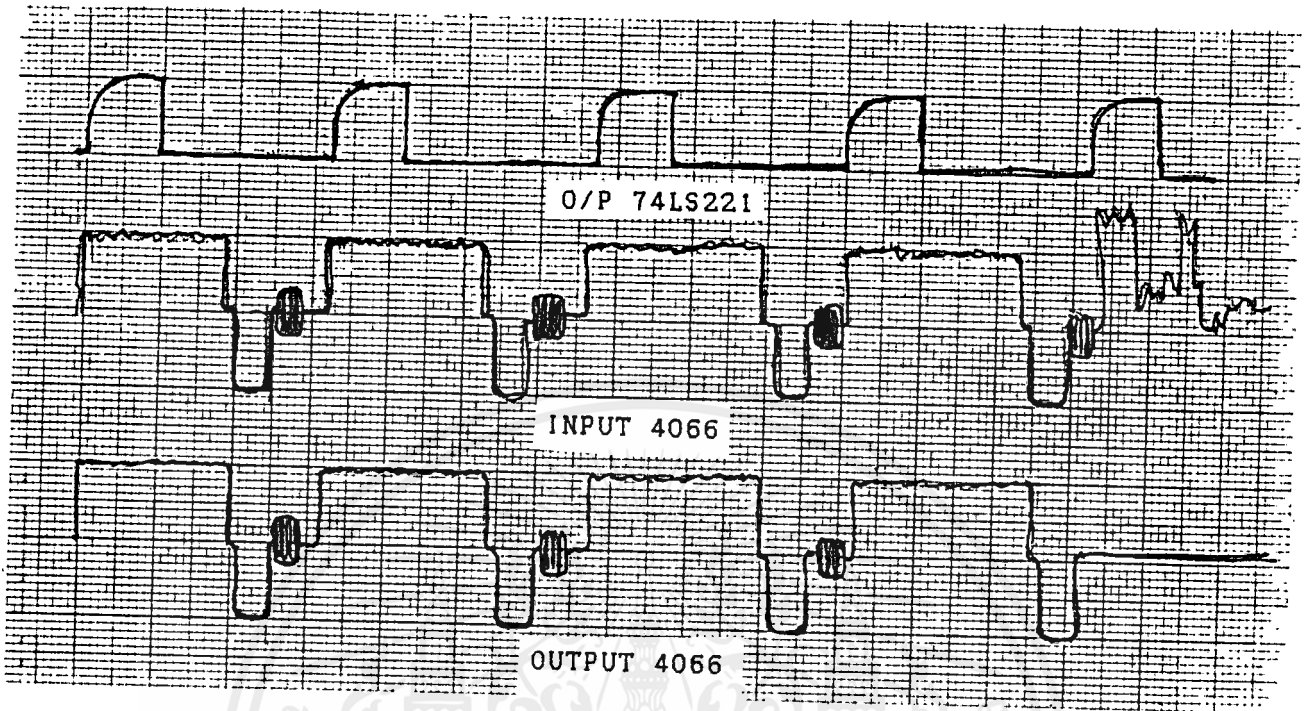
รูปที่ 3.4 Block Diagram การแยกสัญญาณเทเลเท็กซ์ออกจากสัญญาณภาพ

หลังจากได้ทำการสร้างความถี่ 15625 Hz ออกมาได้แล้ว ก็ทำการนำความถี่ตัวนี้มาทำเป็น Clock ให้แก่วงจรนับ [Counter] เพื่อที่จะทำการดีโค็ดเอาเฉพาะเส้นที่มีแต่สัญญาณเทเลเท็กซ์ออกมาคือเส้นที่ 7 ถึง 22 โดยทำการโปรแกรม Ic 74LS688 โดยทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบ โดยตั้งไว้ที่ เส้นที่ 7 และเส้นที่ 22 เพื่อที่จะทำการส่งสัญญาณไปเปิด Gate ของไอซี อะนาลอกสวิทซ์ ซีมอส [4066] เพื่อที่จะให้สัญญาณภาพในช่วงนี้ผ่านไปได้แต่ในความเป็นจริงจะต้องทำการสร้างวงจรมีสองชุดเพื่อที่จะทำการเก็บข้อมูลในช่วงของฟิลด์ที่ 2 คือเส้นที่ 300 ถึง 335 แต่ในวงจรที่ได้ทำการออกแบบจะมีสัญญาณ CLR มาจากไอซี LM1881 ในแต่ละฟิลด์ที่จะทำการเก็บข้อมูลทับกันพอดี จึงสามารถทำการเก็บสองฟิลด์ในวงจรชุดเดียวกันดังรูป



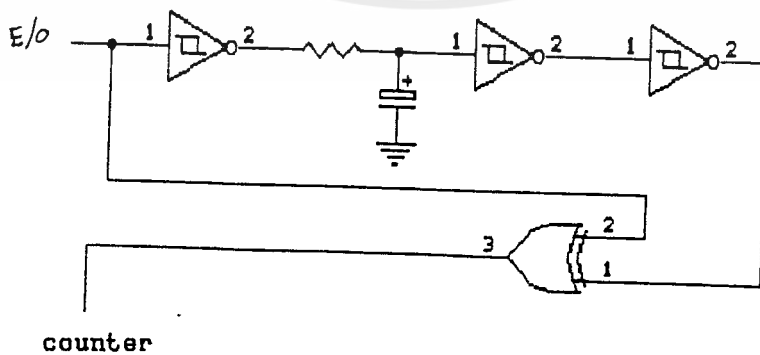
รูปที่ 3.5 วงจรแยกสัญญาณเทเลเทร็อกจากสัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดง Wave Form แสดงการแยกสัญญาณเทเลเท็กซ์ออกจากสัญญาณภาพ

ส่วนวงจรที่ทำหน้าที่ในการ CLR ในแต่ละฟิลด์จะมีวงจรที่ทำหน้าที่ในการ ในการทำการ Delay ไปประมาณ 20ns โดยใช้ 74LS14 เพื่อทำให้เฟสของสัญญาณเคลื่อนออกไปเล็กน้อย แล้วนำไปทำการ XOR ดังรูป

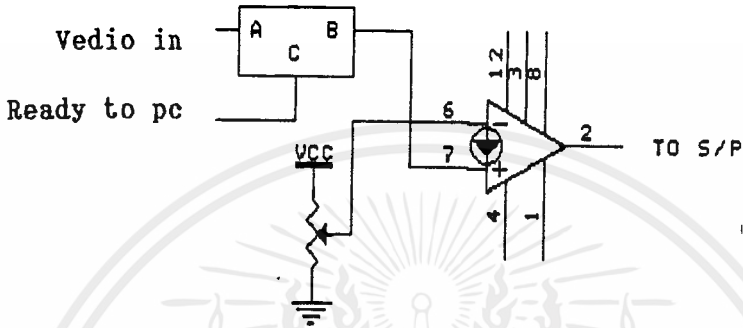


รูปที่ 3.7 แสดงวงจรในส่วนของ DELAY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจร DATA SLICER

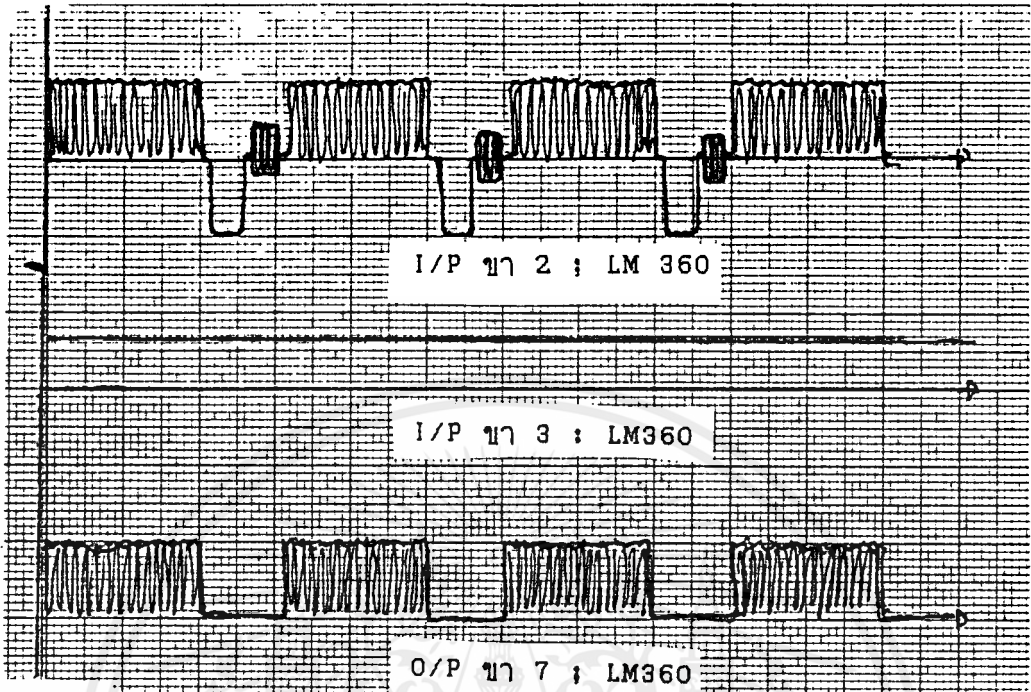
เมื่อสัญญาณผ่านจากวงจรอนุบาลอกสวิทช์ 4066 จะเป็นสัญญาณเฉพาะเส้นที่เราต้องการ คือเส้นที่ 7 ถึงเส้นที่ 22 แต่จะมีสัญญาณอยู่บางเส้นจะมีการส่งสัญญาณทดสอบมาจากสถานีส่งดังรูป



รูปที่ 3.8 แสดง วงจรของ Data Slicer

ซึ่งสัญญาณในช่วงจะถูกกำจัดออกไป โดยจะทำการตรวจสอบส่วนหัว (Header) ซึ่งเป็นรหัสที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณเทเลเท็กซ์แต่ถ้าหากไม่มีสัญญาณทดสอบตัวนี้แสดงว่า สัญญาณตัวนี้ สัญญาณที่ทางเครื่องส่งที่ใช้ในการส่งสัญญาณทดสอบ ดังนั้นเราจะไม่ทำการเก็บข้อมูลในส่วนนี้ ซึ่งสัญญาณที่ผ่านออกมาจากวงจรอนุบาลอก สวิทช์ สัญญาณที่ผ่านออกมายังเป็นลักษณะของสัญญาณ อนุบาลอกอยู่ดังนั้นเราจึงต้องทำการเปลี่ยนสัญญาณตัวนี้ให้เป็นสัญญาณทางดิจิทัล (Digital) ก่อน ที่จะทำการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำ

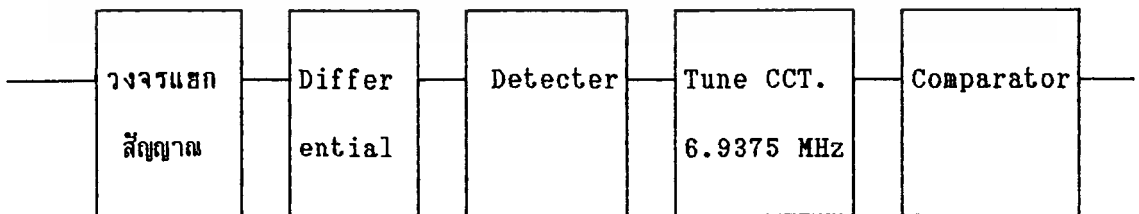
โดยวงจรที่ทำการออกแบบจะใช้ไอซี LM360 ซึ่งเป็น High Speed Differential เพื่อใช้ในการเลือก สัญญาณโดยต่อวงจรในลักษณะของวงจร Comparator High Speed โดยทำงานที่ความถี่ 6.9375 MHz โดยใช้ R ปรับค่าอย่างละเอียดเพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น ดังรูปซึ่งจากสัญญาณในส่วนนี้จะถูกนำมาใช้ในการสร้างสัญญาณนาฬิกาให้แก่ระบบ



รูปที่ 3.9 แสดง Wave Form ของวงจรค้ำสไลเซอร์

3.4 CLOCK SYNCHONISATION

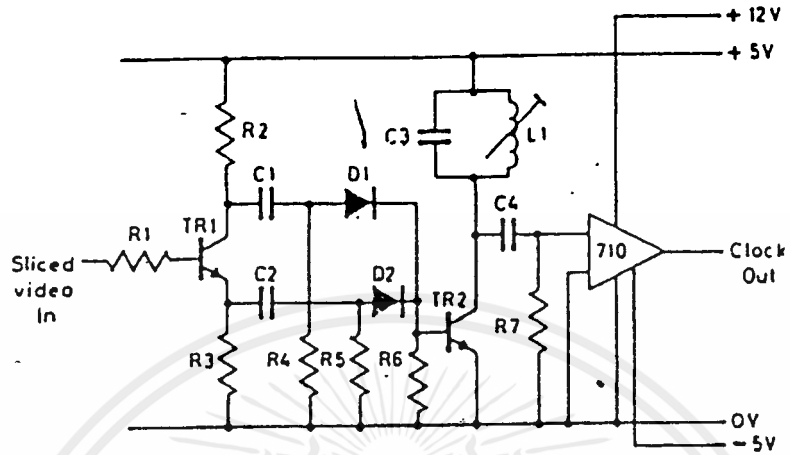
จากสัญญาณที่ได้จากวงจรค้ำสไลเซอร์ มาแล้วซึ่งสัญญาณตัวนี้จะเป็นลักษณะของสัญญาณแบบ NRZ โดยที่สัญญาณแต่ละเส้นของข้อมูลของสัญญาณเทเลเท็กซ์จะมีสัญญาณคล็อกกันอื่น ทำหน้าที่ในการที่จะตรวจว่าสัญญาณที่ทำการสร้างจากเครื่องส่งและทางเครื่องรับตรงกันหรือไม่ดังรูปที่



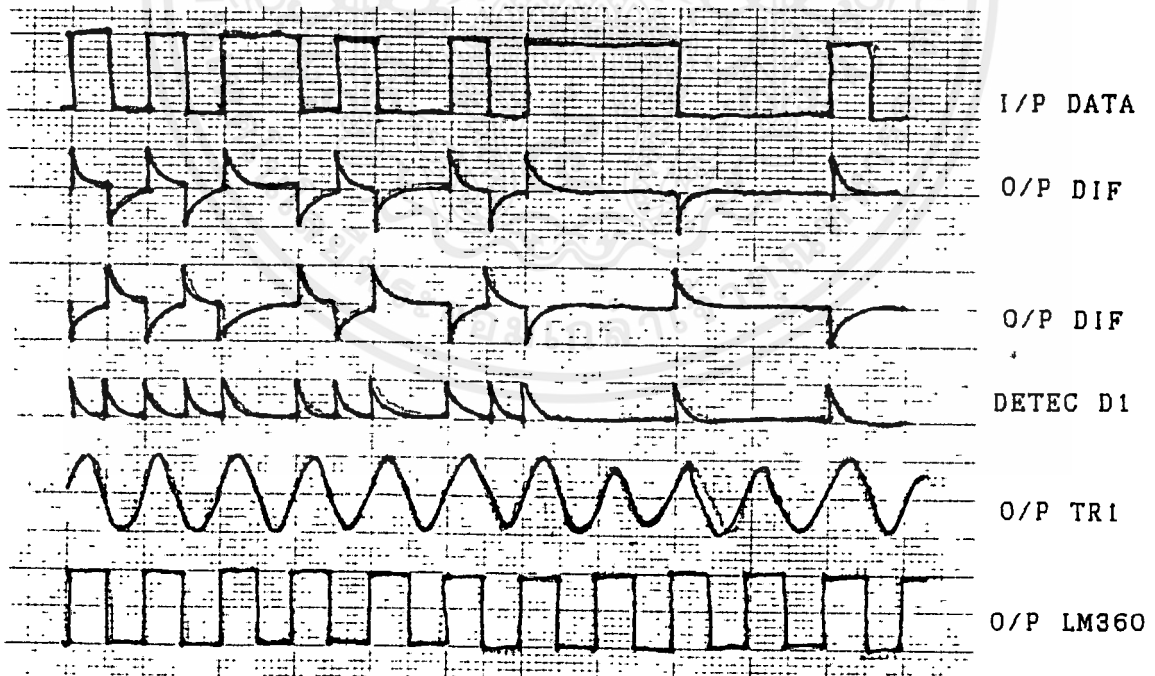
รูปที่ 3.10 แสดงบล็อกไดอะแกรม ของ CLOCK SYNCHONISATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 3-8
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากสัญญาณตัวนี้เราจะนำมาทำการเป็นตัวกำเนิด (GENERATE) วงจร LC CIRCUIT
 เพื่อที่จะทำการซิงค์โครไนเซชัน ระหว่างทางเครื่องส่งและเครื่องรับดังรูป



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรสัญญาณนาฬิกาแบบซิงโครไนเซชัน



รูปที่ 3.12 แสดง รูปคลื่นสัญญาณนาฬิกาแบบซิงโครไนเซชัน

การทำงานของวงจรเมื่อสัญญาณที่ได้จากวงจร selected video in เข้ามายัง TR1 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรสวิทช์ ทรานซิสเตอร์ เพื่อทำการขยายสัญญาณหรือทำการแยกเฟสของสัญญาณออกด้วยให้มีค่าต่างกัน 180 องศา จากนั้นก็จะถูกส่งเข้ามายังวงจร differantial C1 C2 R4 R5 เพื่อที่จะทำการจับขอบของสัญญาณ ซึ่งเราสามารถทำการคำนวณค่าได้ดังนี้

$$T = RC \quad ; \quad T=1/F=6.9375Mz$$

โดยให้ค่า C=27 pF ดังนั้นจะได้ค่า R=5.338 KOhm

ส่วนไดโอด D1 D2 R6 ทำหน้าที่เป็นวงจร แยกสัญญาณเฉพาะซีกบวก เพื่อที่จะทำการจับขอบขาขึ้น และ ขอบขาดลงของสัญญาณที่ผ่านจากวงจรแยกสัญญาณ เพื่อที่จะนำมาเป็นสัญญาณกระตุ้นวงจร Tuned LC ให้ทำการออสซิเลทที่ความถี่ 6.9375 Mz ตามสัญญาณอินพุทที่เข้ามาโดยที่ LC สามารถทำการคำนวณดังสมการต่อไปนี้

$$f = 1/2\pi\sqrt{LC} \quad ; \quad Q = L/R$$

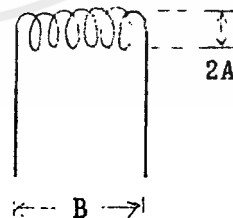
โดยให้ค่า C=15.03 pF ดังนั้นจะได้ค่า L=35 uH

การคำนวณหาค่าจำนวนรอบในการพันขดลวดเมื่อได้ทำการคำนวณค่า INDUCTOR ออกมาได้

$$L(uH) = \frac{A^2 N^2}{9A+10B}$$

$$M = \frac{\sqrt{L(9A+10B)}}{A}$$

$$= 35 uF(9)$$



ส่วนค่าอัตราขยายของวงจรสามารถที่จะทำการคำนวณได้ดังสูตร $A_{n+1}/A_n = Q$ และนอกจากนี้แล้วยังขึ้นอยู่กับค่า VCC อีกด้วย และจากที่ได้ออกแบบดังที่กล่าวมาแล้วก็จะได้สัญญาณความถี่ออกมาตามที่ต้องการ จากนั้นก็จะส่งสัญญาณส่วนนี้ให้แก่วงจรเปรียบเทียบ เพื่อที่จะทำการเปลี่ยนสัญญาณจากอะนาล็อก ให้เป็นสัญญาณ DIGITAL และจากในส่วนนี้จะใช้ LM 360 ทำหน้าที่เป็นวงจร COMPARATOR ดังรูปคลื่นที่แสดงไว้

3.5 CLOCK SYNTHESIS

ในวงจรในส่วนนี้จะทำการออกแบบโดยออกแบบเป็นวงจรเฟสล็อก โดยการนำเอาสัญญาณ 15625 มาทำการคูณ 444 เพื่อที่จะให้ได้ความถี่ 6.9375Mz ดังแสดงในบล็อกไดอะแกรม

กำหนดให้ K_p =PHASE DETECTOR GAIN

K_f =AMPLIFIER/FITTER GAIN

K_v =VCO GAIN

f_{OUT} =6.9375Mz

f_{IN} =15625Hz

N =444

C_x =33pF

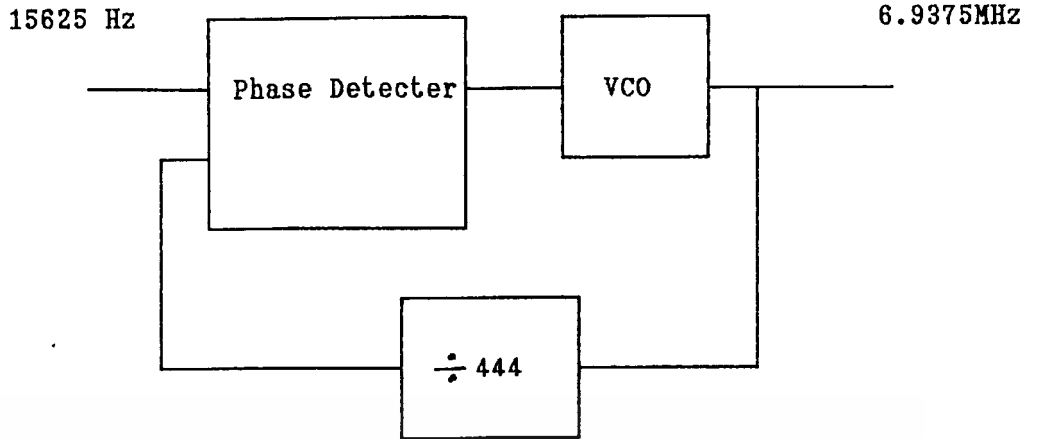
K_v =20*10 rad/s/v

B =0.1 เมื่อ R_1 =1 K

C = 220nF

R_2 =1.5 K

ค่าของ C_x สามารถที่จะทำการพิจารณาจากตาราง แล้วทำการทดลองดูช่วงความถี่ให้ได้ตามต้องการดังรูป

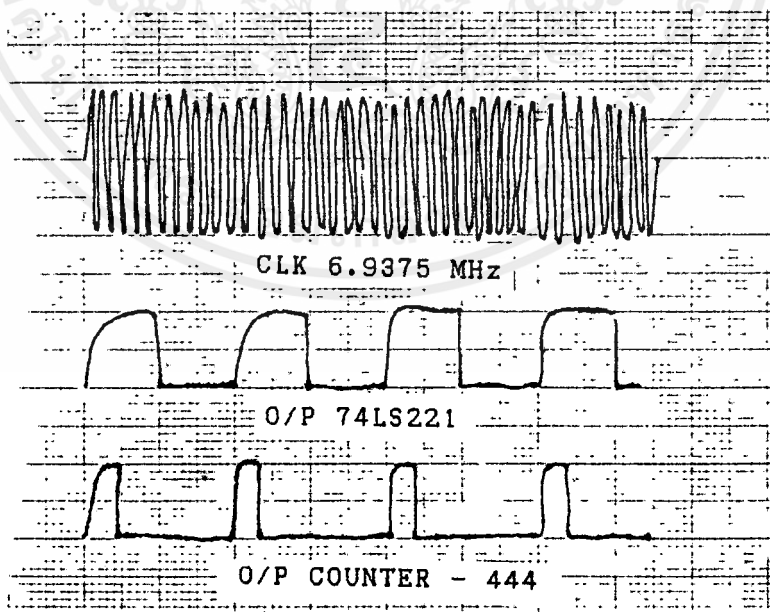


รูปที่ 3.13 แสดง BLOCK DIAGRAM CLOCK SYNTHESIS

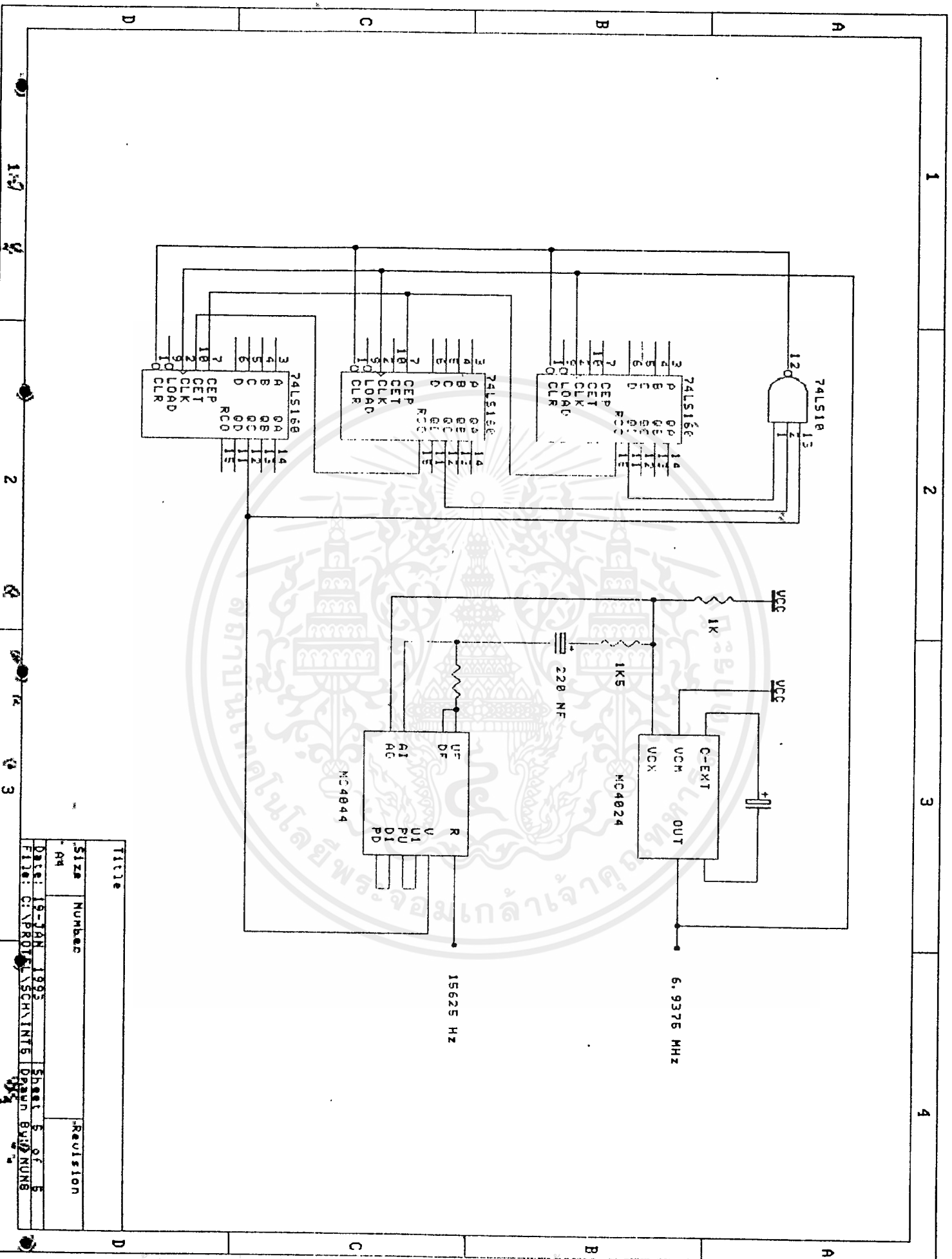
หาค่า Kv จากการทดลองข้างต้น

$$K_v = 2 \text{ f/volt}$$

กำหนดให้ $\phi = 0.8$ และ $n = 4.5 \times 10^{-4}$, $C = k \text{ kv/N}$, R_1 , $R_2 = 2\phi n / nC$



รูปที่ 3.14 แสดงรูปคลื่นสัญญาณพิกษาของ Synthesis

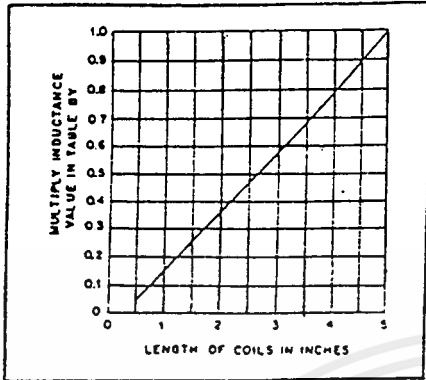


Title		Revision	
Size	Number	Sheet	of
A4		5	5
Date:	19-10-1995	Drawn By: NUNG	
File:	C:\PROG1\SCH\INT5.DWG		

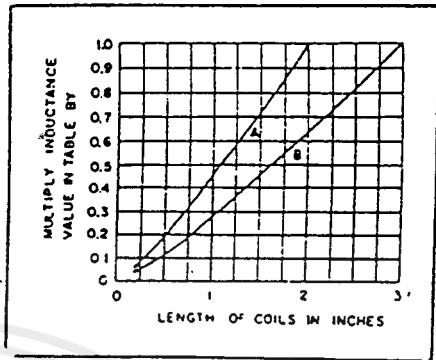
ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของตวคเกิดอบน้ำยาเบอร์ต่าง ๆ

เบอร์ตวค AWG	เบอร์ตวค SWG ที่ใกล้เคียง	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	จำนวนรอบ/นิ้ว	จำนวนรอบ ต่อ ค.ว นิ้ว	ค่า Ω/1000 ฟุต ที่ 25 °ซ
1	1	7.348	-	-	0.1264
2	3	6.544	-	-	0.1593
3	4	5.827	-	-	0.2009
4	5	5.189	-	-	0.2533
5	7	4.621	-	-	0.3195
6	8	4.115	-	-	0.4028
7	9	3.665	-	-	0.5080
8	10	3.264	7.6	57	0.6405
9	11	2.906	8.6	72	0.8077
10	12	2.588	9.6	90	1.018
11	13	2.305	10.7	113	1.284
12	14	2.053	12.0	141	1.619
13	15	1.828	13.5	177	2.042
14	16	1.628	15.0	221	2.575
15	17	1.450	16.8	277	3.247
16	18	1.291	18.9	348	4.094
17	18	1.150	21.2	437	5.163
18	19	1.024	23.6	548	6.510
19	20	0.912	26.4	681	8.210
20	21	0.812	29.4	852	10.35
21	22	0.723	33.1	1065	13.05
22	23	0.644	37.0	1340	16.46
23	24	0.573	41.3	1665	20.76
24	25	0.511	46.3	2100	26.17
25	26	0.455	51.7	2630	33.00
26	27	0.405	58.0	3320	41.62
27	29	0.361	64.9	4145	52.48
28	30	0.321	72.7	5250	66.17
29	31	0.286	81.6	6510	83.44
30	33	0.255	90.5	8175	105.2
31	34	0.227	101	10,200	132.7
32	36	0.202	113	12,650	167.3
33	37	0.180	127	16,200	211.0
34	38	0.160	143	19,950	266.0
35	38-39	0.143	158	25,000	335
36	39-40	0.127	175	31,700	423
37	41	0.113	198	39,600	533
38	42	0.101	224	49,100	673
39	43	0.090	248	62,600	848
40	44	0.080	282	77,600	1070

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2



รูป 3

เส้น A สำหรับคอยล์ที่มี (A)
เส้น B สำหรับคอยล์ที่มี (B)

Ø คอยล์เป็นนิ้ว รอบค่อนิ้ว ค่า L ของคอยล์ยาว 1 นิ้ว

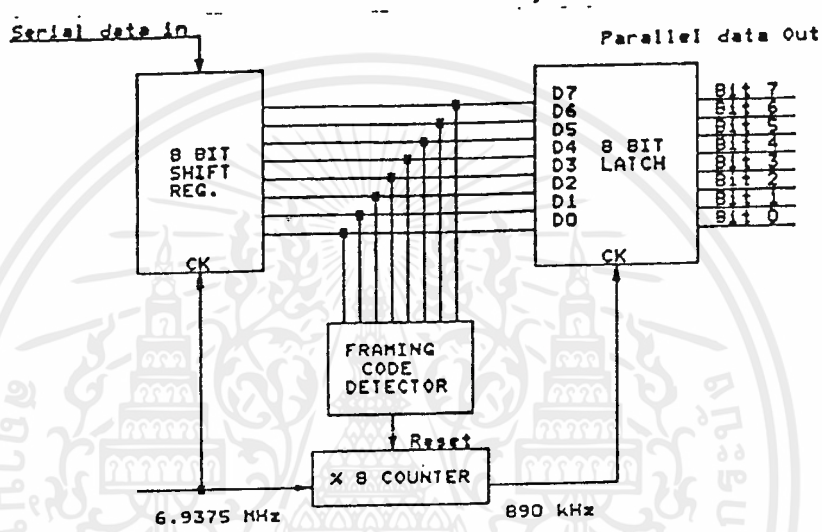
Coll Dia Inches	Turns Per Inch	Inductance In μH
1/4	4	2.75
	6	6.3
	8	11.2
	10	17.5
	16	42.5
1/2	4	3.9
	6	8.8
	8	15.6
	10	24.5
	16	63
3/4	4	5.2
	6	11.8
	8	21
	10	33
	16	85
2	4	6.6
	6	15
	8	28.5
	10	42
	16	108
2 1/2	4	10.2
	6	23
	8	41
	10	64
	3	4
6		31.5
8		56
10		89

Ø คอยล์เป็นนิ้ว รอบค่อนิ้ว ค่า L ของคอยล์ยาว 1 นิ้ว

Coll Dia Inches	Turns Per Inch	Inductance In μH
1/2 (A)	4	*0.18
	6	0.40
	8	0.72
	10	1.12
	16	2.9
	32	12
5/8 (A)	4	0.28
	6	0.62
	8	1.1
	10	1.7
	16	4.4
	32	18
3/4 (B)	4	0.6
	6	1.35
	8	2.4
	10	3.8
	16	9.9
	32	40
1 (B)	4	1.0
	6	2.3
	8	4.2
	10	6.5
	16	16.9
	32	68

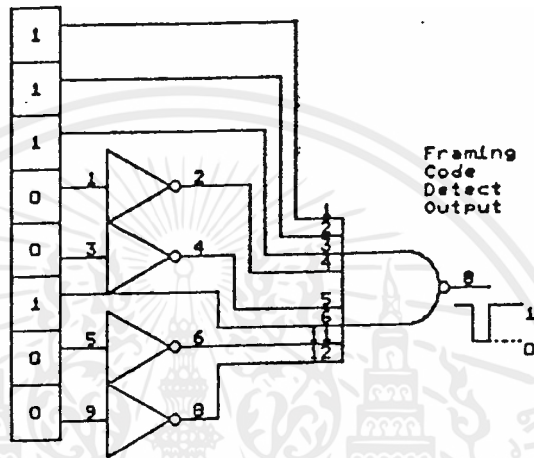
3.6 วงจรแปลงข้อมูลจากอนุกรมเป็นขนาน และวงจรตรวจจับเฟรมมิ่ง

ในส่วนการแปลงข้อมูลนี้จะทำการใช้ 74LS164 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลจากอนุกรมเป็นขนานดังรูป



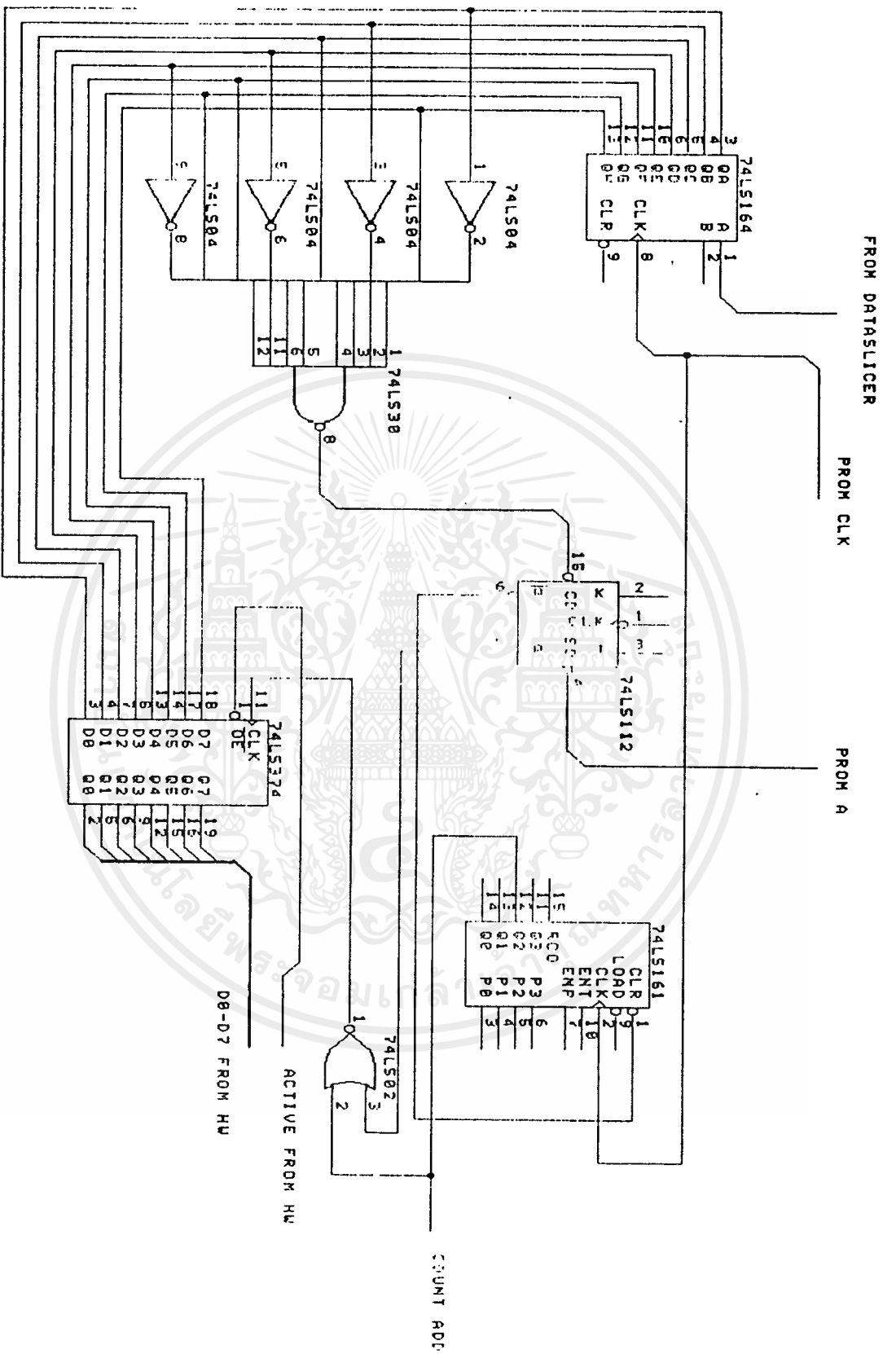
รูปที่ 3.15 แสดงวงจรแปลงข้อมูลจากอนุกรมเป็นขนาน

จากวงจรจะเห็นได้ว่าข้อมูลจะเข้ามาทาง A_i และจะถูกแปลงข้อมูลออกไปทาง Q_a-Q_h และเมื่อได้ข้อมูลครบ 1 ไบต์ก็จะถูกนำไปเก็บในหน่วยความจำ แต่ก่อนที่จะนำไปเก็บก็จะต้องมีการทำการตรวจสอบข้อมูลชุดนั้นเป็นข้อมูลของสัญญาณเทเลเท็กซ์หรือไม่ โดยทำการตรวจสอบสัญญาณเฟรมมิ่งโค๊ดดังวงจรที่ได้แสดงไว้



รูปที่ 3.16 แสดงวงจรตรวจจับเฟรมมิ่ง

และถ้าหากว่าไม่สามารถที่จะทำการตรวจจับเฟรมมิ่งได้ สัญญาณในส่วนนี้ก็จะไม่ทำการถูกเก็บลงสู่หน่วยความจำ นั่นก็หมายความว่าข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นสัญญาณทดสอบที่ทางเครื่องส่งส่งมา การทำงานในส่วนของการตรวจจับเฟรมมิ่งโดยมีรหัสดังนี้ 11100100 เราจะเอาบิต 0 มาทำการผ่าน not gate เพื่อที่จะทำการแปลงสัญญาณให้เป็น 1 แล้วนำมา nand gate เพราะเมื่อได้ข้อมูลออกมา ก็จะได้สัญญาณออกมาดังแสดงในรูป 3.16 และสัญญาณเทเลเทกซ์จะมีเพียงบางช่วงเท่านั้นซึ่งช่วงที่ไม่มีสัญญาณเทเลเทกซ์จะไม่ทำการเก็บข้อมูลลงไป

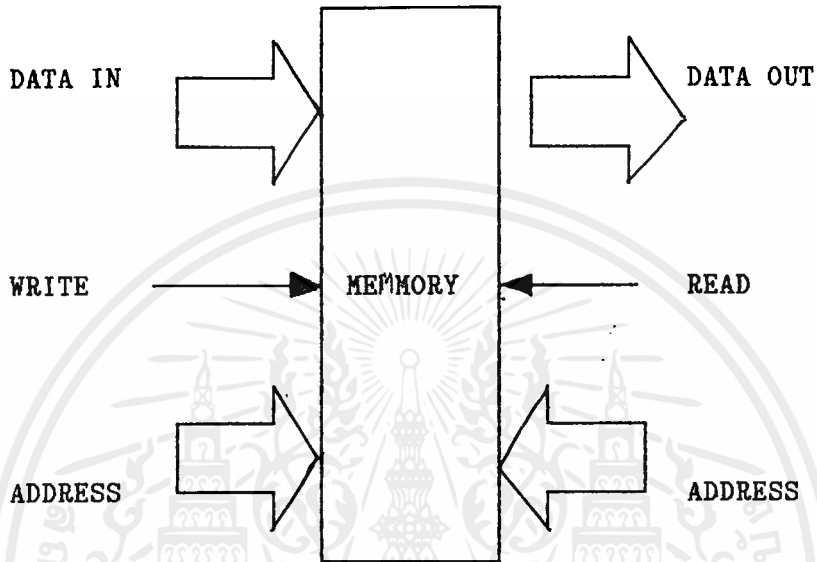


1 2 3 4

Title	
Size	Number 2
A4	Revision

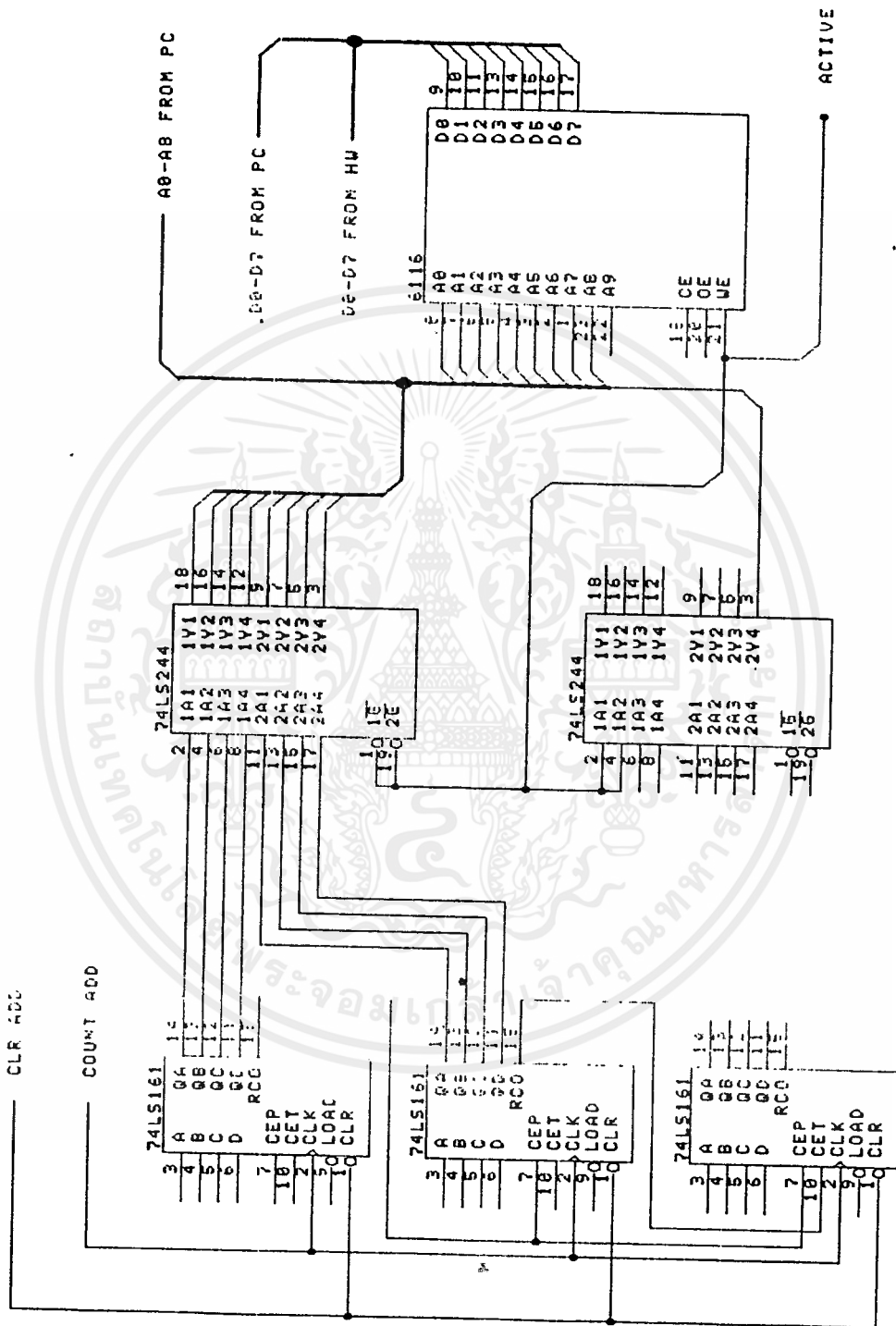
3.7 วงจรการเก็บข้อมูลเทเลเทกซ์ [ADDRESS COUNTER AND RAM]

จากวงจรในส่วนของวงจรการเก็บข้อมูลของสัญญาณเทเลเทกซ์ และ แรม (RAM) มีหน้าที่ในการนำข้อมูลที่ทำการตรวจจับเฟรมมิ่งเรียบร้อยแล้วเก็บลงสู่หน่วยความจำจากวงจรจะใช้ LS161 ทั้งหมด 3 ตัวในการทำการนับ (COUNTER)



รูปที่ 3.17 แสดงบล็อกไดอะแกรม การเก็บข้อมูลเทเลเทกซ์

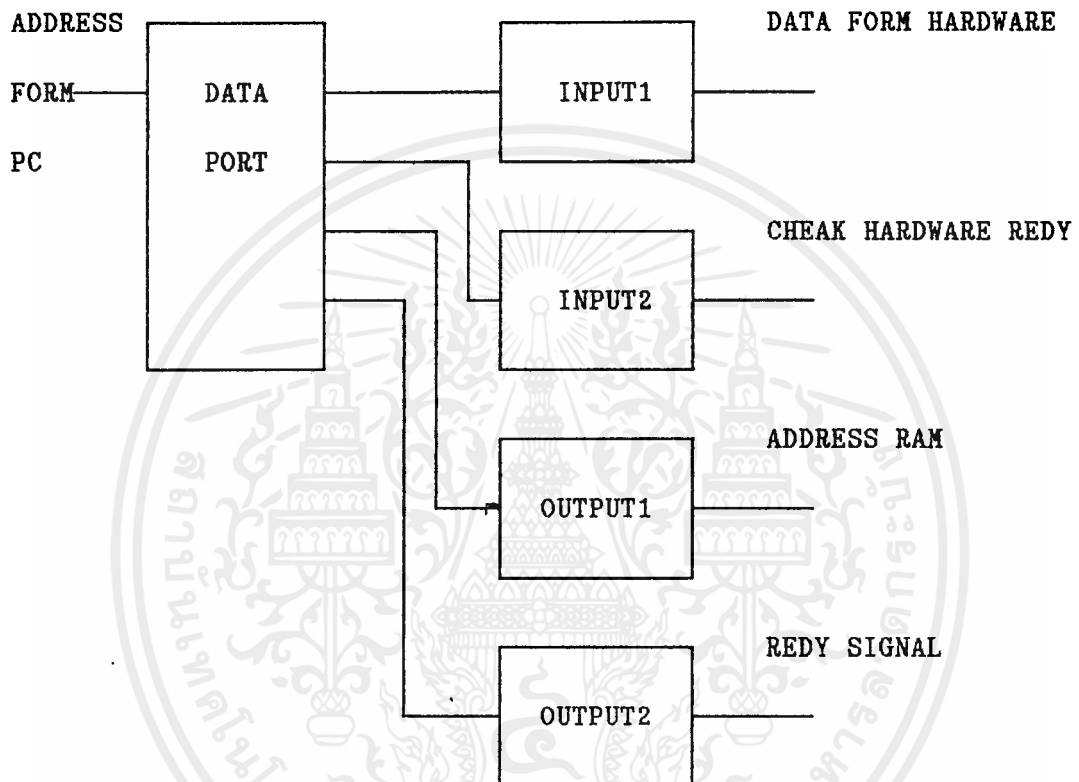
ค่าของแอดเดรส ในแต่ละ Filed เมื่อเก็บข้อมูลลงในแรม (RAM) และเมื่อนับ ครบ 1 Filed ก็จะถูก CLR เพื่อที่จะเริ่มนับใหม่เพื่อที่จะเก็บข้อมูลใน FILED ที่ 2 ต่อไป ซึ่งจะทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีการอ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ มาโดยที่จะส่งสัญญาณActiveเพื่อที่จะทำการติดต่อกับส่วนของ PL ในการจะเอาค่าตัวที่อยู่ในแรม ไปทำการแสดงผลแบบ ต่าง ๆ หรือเก็บข้อมูลลงบนแผ่นบันทึกข้อมูล ฯลฯ



รูปที่ 3.18 แสดงวงจรการเก็บข้อมูลเทเลเท็กซ์

3.8 วงจรการติดตั้งระหว่าง ฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) กับ คอมพิวเตอร์ (COMPUTER)

โดยการทำงานในวงจรอินเทอร์เฟส (INTERFACEING CIRCUIT) นี้จะเป็นการติดต่อระหว่างฮาร์ดแวร์ (HARDWARE) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะนำเอาข้อมูลต่างๆมาทำการเข้าสู่ขบวนการเทเลเท็กซ์ ซอฟแวร์ ในการดีโค๊ดสัญญาณต่าง ๆ ของการจัดการเกี่ยวกับดิสค์หรือจอภาพ โดยวงจรในส่วนนี้จะอธิบายได้ดัง บล็อกไดอะแกรม ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.19 แสดงบล็อกไดอะแกรม การติดตั้งวงจรระหว่างฮาร์ดแวร์ กับ คอมพิวเตอร์

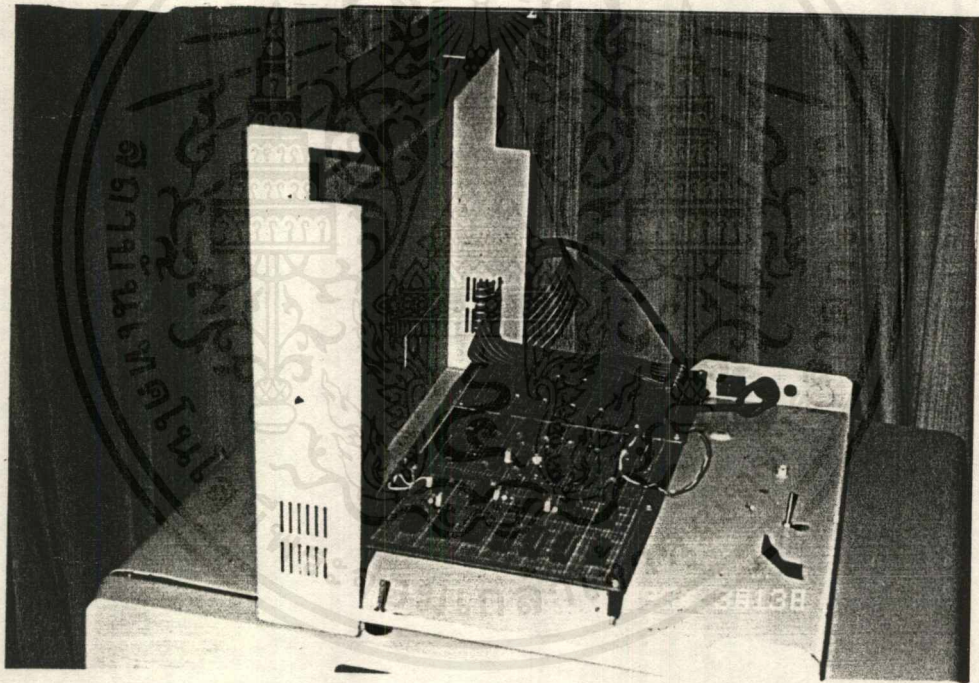
โดยที่จะทำการดีโค๊ดแอดเดรส ของพอร์ท ที่ 2B0-2B3 ซึ่งหมายเลขนี้จะเป็นอินพุทพอร์ทของ สล็อต เกม (Slot Game) โดยแบ่งออกเป็นอินพุท 2 พอร์ท และ เอาท์พุท 2 พอร์ท โดยอินพุท 1 มีหน้าที่ในการที่จะรับข้อมูลจาก RAM ที่ได้ทำการอ่านเข้ามา

อินพุท 2 มีหน้าที่ในการรับสัญญาณการตอบรับจากฮาร์ดแวร์ว่าฮาร์ดแวร์ พร้อมแล้ว หรือยังในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์

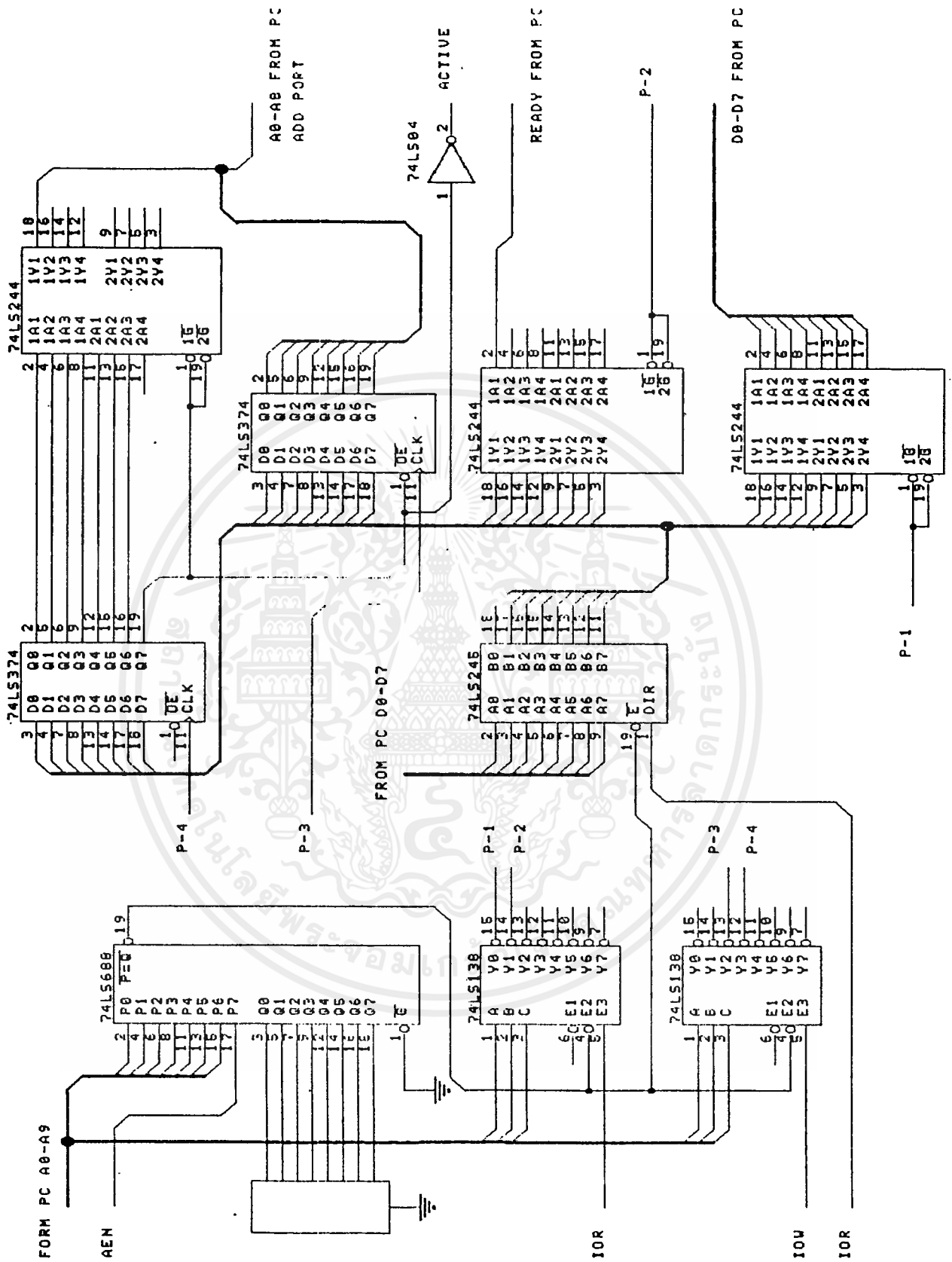
เอาท์พุท 1 มีหน้าที่ในการอ่านค่าแอดเดรส แรม ออกไปเพื่อที่จะอ่านเอาข้อมูล เข้า
มาทาง พอร์ต อินพุท 1

เอาท์พุท 2 มีหน้าที่ในการส่งสัญญาณอ่าน (READ) ไปให้แก่ฮาร์ดแวร์เพื่อที่จะทำการบอก
ว่า คอมพิวเตอร์ ต้องการจะติดต่อกับ ฮาร์ดแวร์

ซึ่งจาก บล็อกไดอะแกรมในส่วนนี้เราสามารถทำการออกแบบเป็นวงจรได้ดังรูปที่ 3.21
ซึ่งจะแสดงในหน้าต่อไป



รูปที่ 3.20 แสดงโครงการงานที่ทำ



รูปที่ 3.21 แสดงวงจรอินเทอร์เฟซ (INTERFACING CIRCUIT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 กาททำงานของซอฟต์แวร์

จะแบ่งการทำงานออกได้เป็นดังนี้ โดยมีทางเลือกเมนูดังนี้

1. File จะทำหน้าที่ใ้การจัดการเกี่ยวกับระบบ File ทั้งหมดเช่น เรียกข้อมูล(Load) หรือ(จัดเก็บข้อมูล (Save) ข้อมูลต่าง ๆ ของเทเลเทกซ์

2. Edit จะทำหน้าที่ในการสร้าง รูปแบบตัวอักษร (Font) ของข้อมูลเทเลเทกซ์ โดยทำการออกแบบ ตัวอักษร แบบต่างๆ ดังจะเห็นได้จากผลที่ได้จาก เมนูเช่น คำสั่ง

Draw ทำหน้าที่ในการออกแบบ

Erass ทำหน้าที่ในการลบ Font ที่ทำการออกแบบหรือแม้กระทั่งมีการจัดการเกี่ยวกับการ Save ข้อมูลลงในหน่วยความจำ หรือทำการเก็บข้อมูลลงในแผ่นข้อมูล

3. Display ทำหน้าที่ในการจัดการเกี่ยวกับการแสดงผลข้อมูลต่างๆ บนจอภาพ เช่นคำสั่ง Data จะทำการแสดงข้อมูลดิบ ๆ ที่ได้ผ่านเข้ามาจากหน่วยความจำ โดยตรงก่อนที่จะทำการเช็คพาริตีบิต นอกจากนี้แล้วคำสั่ง Parity จะทำหน้าที่ในการแสดงผลที่ได้ทำการตรวจเช็ค พาริตี แล้วนำมาทำการแสดงผลที่จอมอนิเตอร์

4. Get จะทำหน้าที่ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำมาทำการแสดงผลที่จอมอนิเตอร์ ซึ่งในส่วนของฟังก์ชัน Get นี้จะประกอบด้วยสองส่วน คือ ส่วนของ ข้อมูลคือจะแสดงเฉพาะ ส่วนของข้อมูลที่เป็นเลขฐานสิบหกบนจอมอนิเตอร์ และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นการแสดงผลที่แสดงในรูปที่เป็นรหัสแอสกี

5. Directory เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการจัดการเกี่ยวกับการจัดรากของข้อมูล

6. Quit เป็นฟังก์ชันที่ทำหน้าที่ในการออกจากโปรแกรมเพื่อเข้าสู่ระบบ DOS

ซึ่งนอกจากนี้ยังมีการนำ Key Funtion มาใช้ในการทำงานของโปรแกรกดังนี้

F2 = Save

F3 = Load

F5 = Display

F7 = Print ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์

F8 = อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ

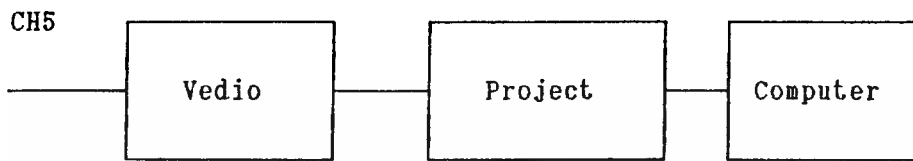
F10 = ออกจากโปรแกรม

ESC = เข้าสู่เมนูหลัก

บทที่ 4 /

ผลการทดลองการรับเทเลเท็กซ์

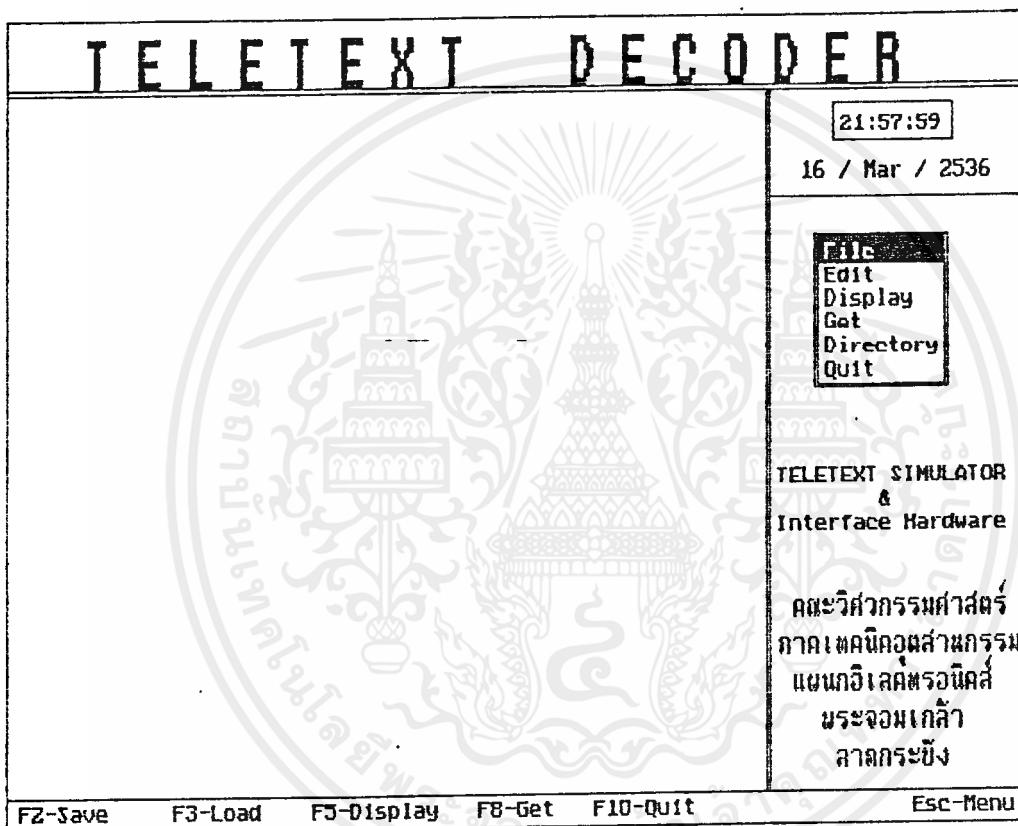
รูปแบบของการรับสัญญาณเทเลเท็กซ์ด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงการ

จากรูปเป็นบล็อกไดอะแกรมของโครงการ โดยจะทำการรับสัญญาณจากช่อง 5 นำมาเข้ายังวิดีโอ โดยจะปรับสัญญาณวิดีโอไว้ที่ช่อง 5 และต่อมายัง โครงการของเราซึ่งในนี้จะมีวงจรต่างดังได้อธิบายไว้แล้วในบทต้นๆ ซึ่งจะมีชุดอินเตอร์เฟสต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ด้วย เพื่อแสดงผลการทดลอง

ซึ่งจะแสดงผลการทดลองต่าง ๆ ได้ดังรูป



รูปที่ 4.2 * แสดงรูปแบบเมนูหลัก

TELETEXT DECODER																																									
60	E3	2F	86	FD	78	E7	60	FC	E7	6E	FC	68	20	4C	7F	6E	61	F2	21:57:59																						
60	CD	EF	6E	FC	68	69	2C	60	ED	E1	E3	68	20	D3	E5	70	F4	E5	16 / Mar / 2536																						
60	68	E5	F2	8C	00	27	64	00	96	E9	73	20	61	20	F4	F2	61	64	Load																						
E9	F4	E9	EF	6E	61	EC	20	6D	E3	F2	E9	F4	AD	6D	61	68	E9	6E	Save																						
67	20	EF	E3	E3	61	73	E9	EF	6E	20	00	27	A1	D0	86	E6	EF	F2	Del																						
20	F4	68	E5	20	62	E5	6E	E5	E6	E9	F4	20	EF	E6	20	64	E5	61																							
64	20	61	6E	E3	E5	73	F4	EF	F2	73	20	F7	68	E5	6E	8C	00	27																							
64	C7	86	EF	76	E3	F2	20	61	20	E6	E9	E6	F4	E5	E3	6E	AD	64																							
61	79	20	70	E5	F2	E9	EF	64	2C	20	E6	EF	EF	64	20	20	20	20																							
20	20	20	20	00	27	A1	C7	86	EF	E6	E6	E5	F2	E9	6E	67	73	20																							
61	F2	E5	20	6D	61	64	E5	20	F4	EF	20	C2	75	64	64	68	E9	73																							
F4	20	6D	EF	6E	68	73	AE	20	20	00	27	A1	96	83	9D	20	20	20																							
20	20	20	20	20	20	20	20	04	43	4F	CE	54	49	CE	D5	45	85																								
85	85	85	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	00	27	2F																								
1D	73	15	02	D0	15	15	38	02	83	C1	D2	CD	54	45	58	54	20	37																							
B0	B5	02	46	F2	E9	20	31	32	20	CD	61	F2	20	31	B5	BA	B3	B0																							
BA	B5	B5	00	27	2F	15	73	15	02	D0	15	15	38	02	83	C1	52	CD																							
54	45	58	54	20	37	B0	B5	02	46	F2	E9	20	31	32	20	CD	61	F2																							
20	31	B5	BA	B3	B0	BA	B5	B5	00	00	B5	B5	00	00	EA	07	B3	B6																							
B0	2C	B0	B0	B0	20	00	00	EF	71	73	20	20	00	00	B0	BA	B5	34																							
																				TELETEXT SIMULATOR & Interface Hardware																					
																				คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาคเทคโนโลยีอุตสาหกรรม แผนกอิเล็กทรอนิกส์ พระจอมเกล้า ลาดกระบัง																					
F2-Save							F3-Load							F5-Display							F8-Get							F10-Quit							Esc-Menu						

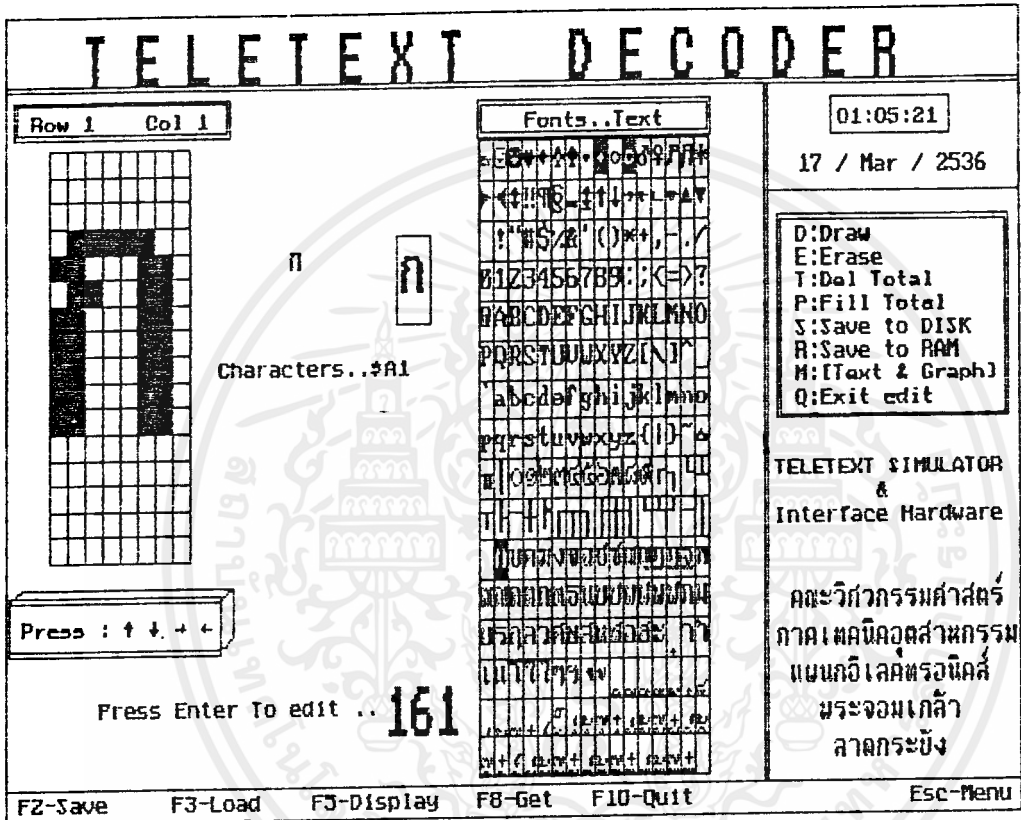
รูปที่ 4.3 แสดงส่วนของข้อมูลซึ่งเป็นเลขฐาน 16

TELETEXT DECODER	
Magazine : 4 Row : 16 is a traditional merit-making occasio	21:57:59 16 / Mar / 2536
Magazine : 4 Row : 17 fP for the benefit of dead ancestors who	Data Family
Magazine : 4 Row : 18 dG over a fifteen-day period, food	
Magazine : 4 Row : 19 fG offerings are made to Buddhist monks.	
Magazine : 4 Row : 23 f+ *	
Magazine : 7 Row : 0 Page : 05 Time 01: P 8 ARMTEXT 785 Fri 12 Mar 15:30	TELETEXT SIMULATOR & Interface Hardware
Magazine : 7 Row : 0 Page : 05 Time 01: P 8 ARMTEXT 785 Fri 12 Mar 15:30	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาคเทคนิคอุตสาหกรรม แผนกอิเล็กทรอนิกส์ พระจอมเกล้า ลาดกระบัง
F2-Save F3-Load F5-Display F8-Get F10-Quit	Esc-Menu

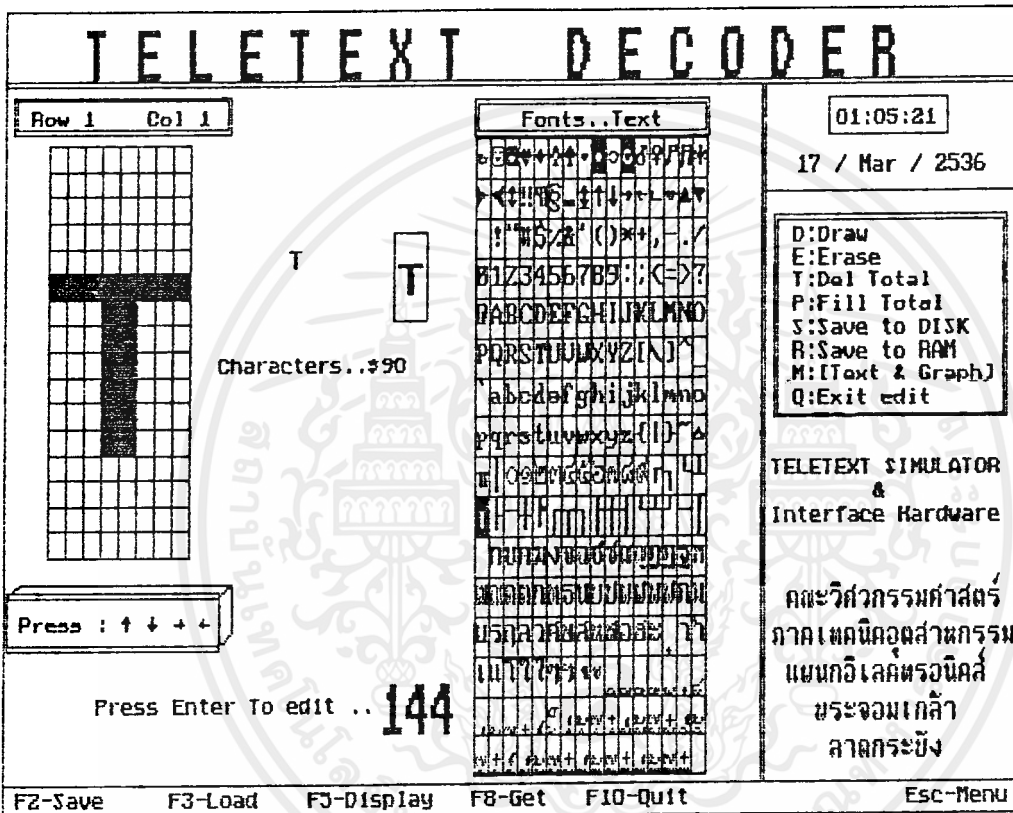
รูปที่ 4.4 แสดงข้อมูลที่ได้รับได้

TELETEXT DECODER																											
00	49	73	86	4A	E1	D0	E1	CE	20	31	B8	B8	01	D9	45	CE	20	20	23:24:33								
07	20	3A	39	AF	34	BD	B6	32	B5	30	20	20	B5	3A	39	AE	37	39	16 / Mar / 2536								
B7	3A	B5	30	20	00	27	49	38	86	CF	C1	CC	C1	F9	F3	49	C3	01	Load								
CF	E4	61	60	60	60	07	60	20	B9	AE	B7	39	B6	36	B7	20	60	20	Save								
85	21	F9	AE	39	36	20	20	60	20	20	00	27	8C	38	86	D3	49	CE	Del								
C7	C1	F0	4F	52	45	01	D3	A4	20	20	20	D7	20	31	B5	AE	32	38	TELETEXT SIMULATOR								
38	37	B5	20	20	20	05	31	B5	AE	B5	B6	38	37	B5	20	20	00	27	&								
49	2F	86	C2	32	03	CE	43	49	01	C2	A4	20	20	20	20	20	20	07	Interface Hardware								
20	31	B5	AE	32	38	38	37	B5	20	20	20	85	31	B5	AE	B5	B6	38	คณะวิศวกรรมศาสตร์								
37	B5	20	20	00	27	8C	2F	86	D0	C8	49	4C	49	D0	D0	49	CE	45	ภาคเทคนิคอุตสาหกรรม								
D3	01	D0	45	D3	4F	07	20	31	AE	B0	31	37	B5	20	20	20	20	85	แขนงอิเล็กทรอนิกส์								
20	31	AE	B0	B3	32	B3	20	20	20	00	27	49	D0	86	49	CE	C4	4F	ระจวมเกล้า								
CE	45	D3	49	C1	20	20	20	20	20	07	20	31	32	AE	32	38	31	ลาดกระบัง									
32	B5	20	20	20	85	31	32	AE	34	37	B6	32	B5	20	20	00	27	8E	F2-Save								
D0	04	9D	97	20	78	F0	B9	B9	70	20	70	B9	78	20	70	F0	B9	70	F3-Load								
F0	B8	70	F0	B8	F0	B9	36	78	F0	B8	38	F0	83	8D	04	20	94	B8	F5-Display								
30	20	20	00	27	7C	9E	DE	F1	87	ED	FF	F5	D7	C3	F7	F5	D7	F1	F8-Get								
83	FD	F9	83	AD	B8	81	FD	B7	F5	FC	F7	87	EF	E7	8D	1D	7C	72	F10-Quit								
86	B3	F9	93	01	01	01	00	20	00	00	C7	C7	20	C8	4F	D5	D3	45	Esc-Menu								
C8	4F	4C	C4	20	C7	4F	4F	C4	D3	20	20	20	20	20	20	20	20	20									

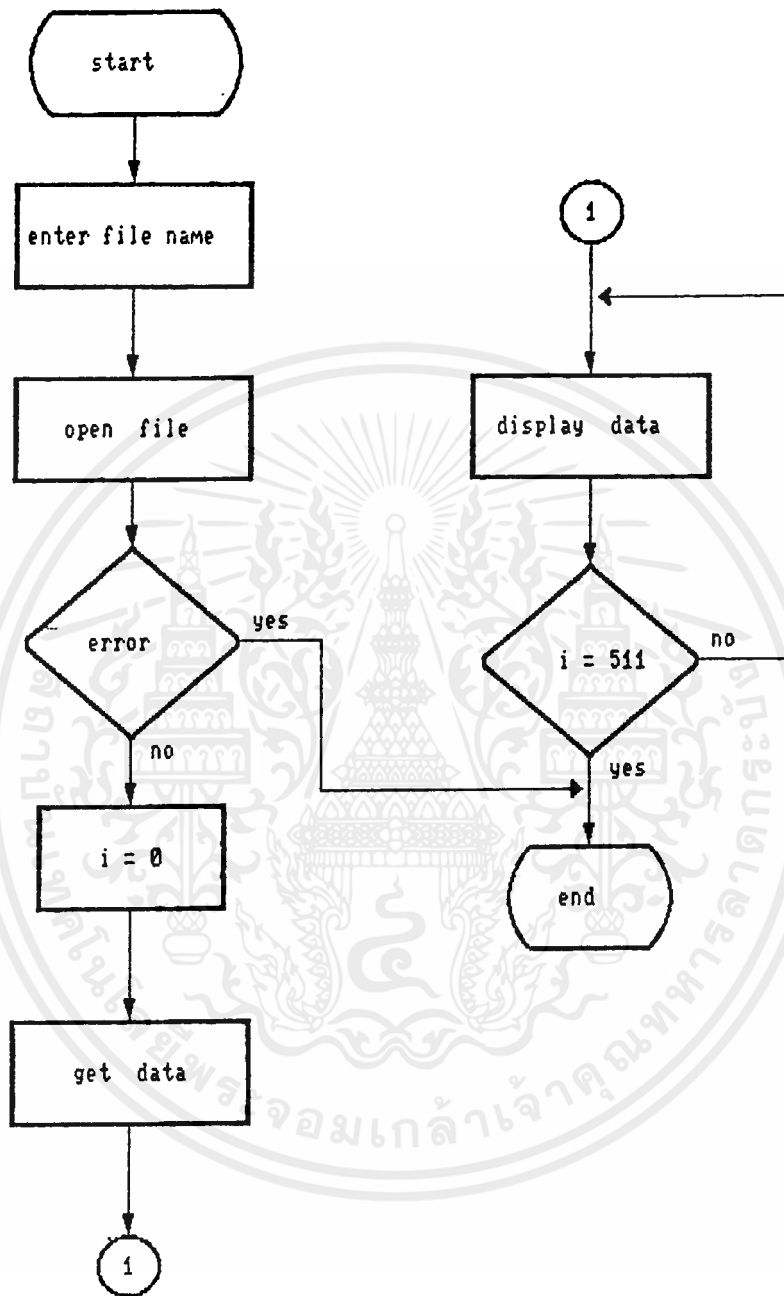
รูปที่ 4.5 แสดงส่วนของข้อมูลซึ่งเป็นเลขฐาน 16



รูปที่ 4.7 แสดงรูปแบบตัวอักษรภาษาไทย

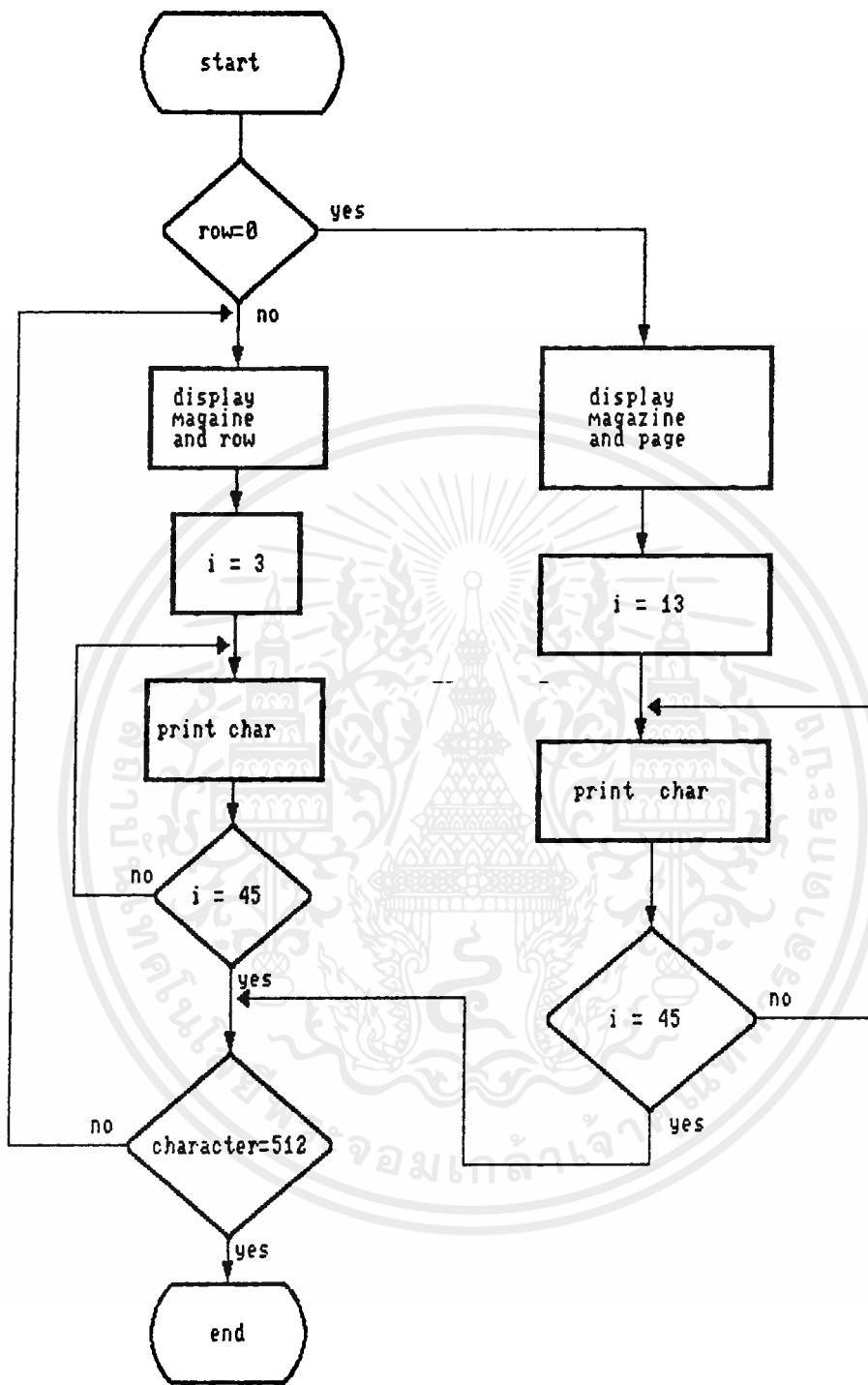


รูปที่ 4.8 แสดงรูปแบบตัวอักษรภาษาอังกฤษ



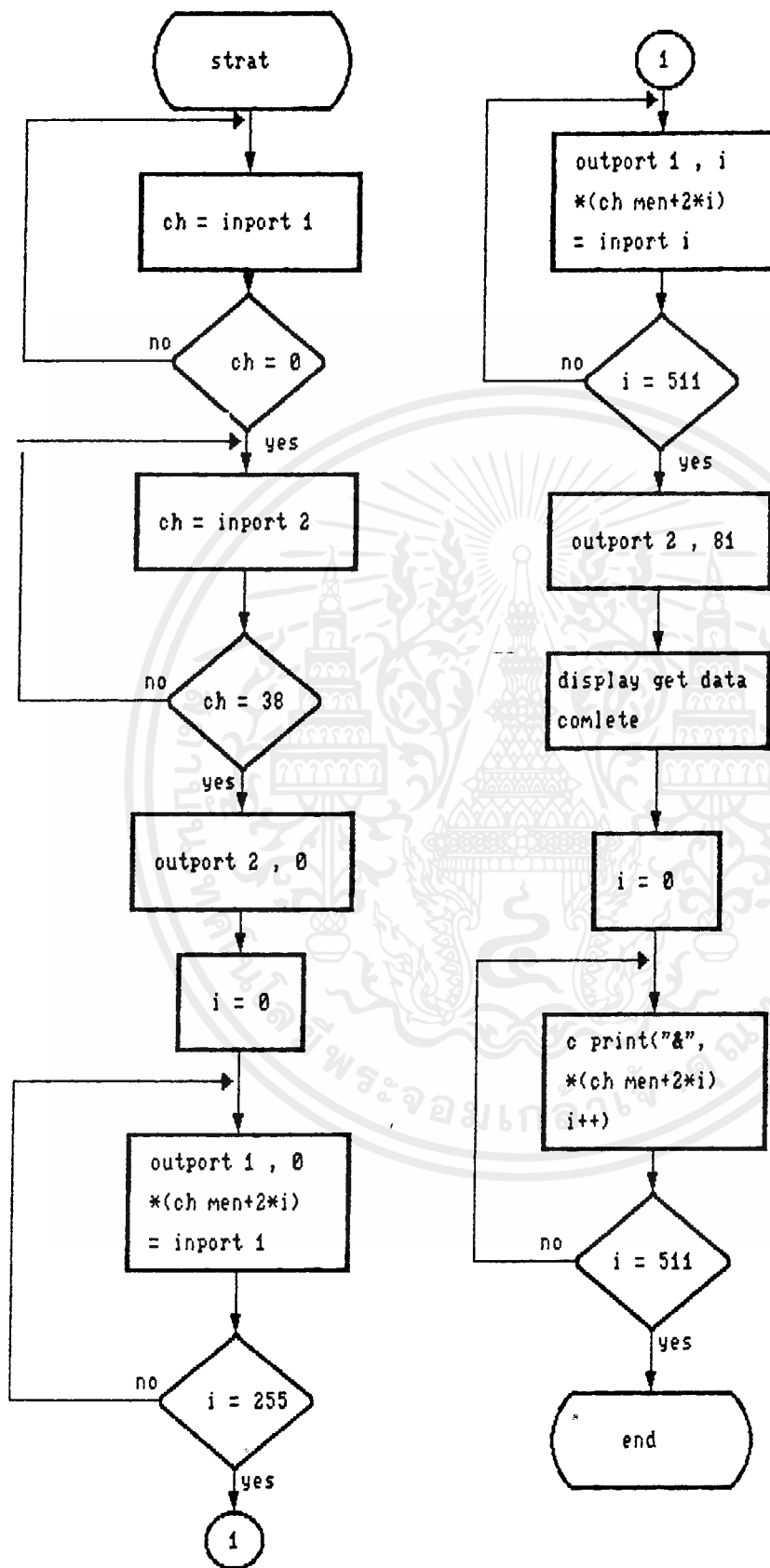
flow chart of read data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



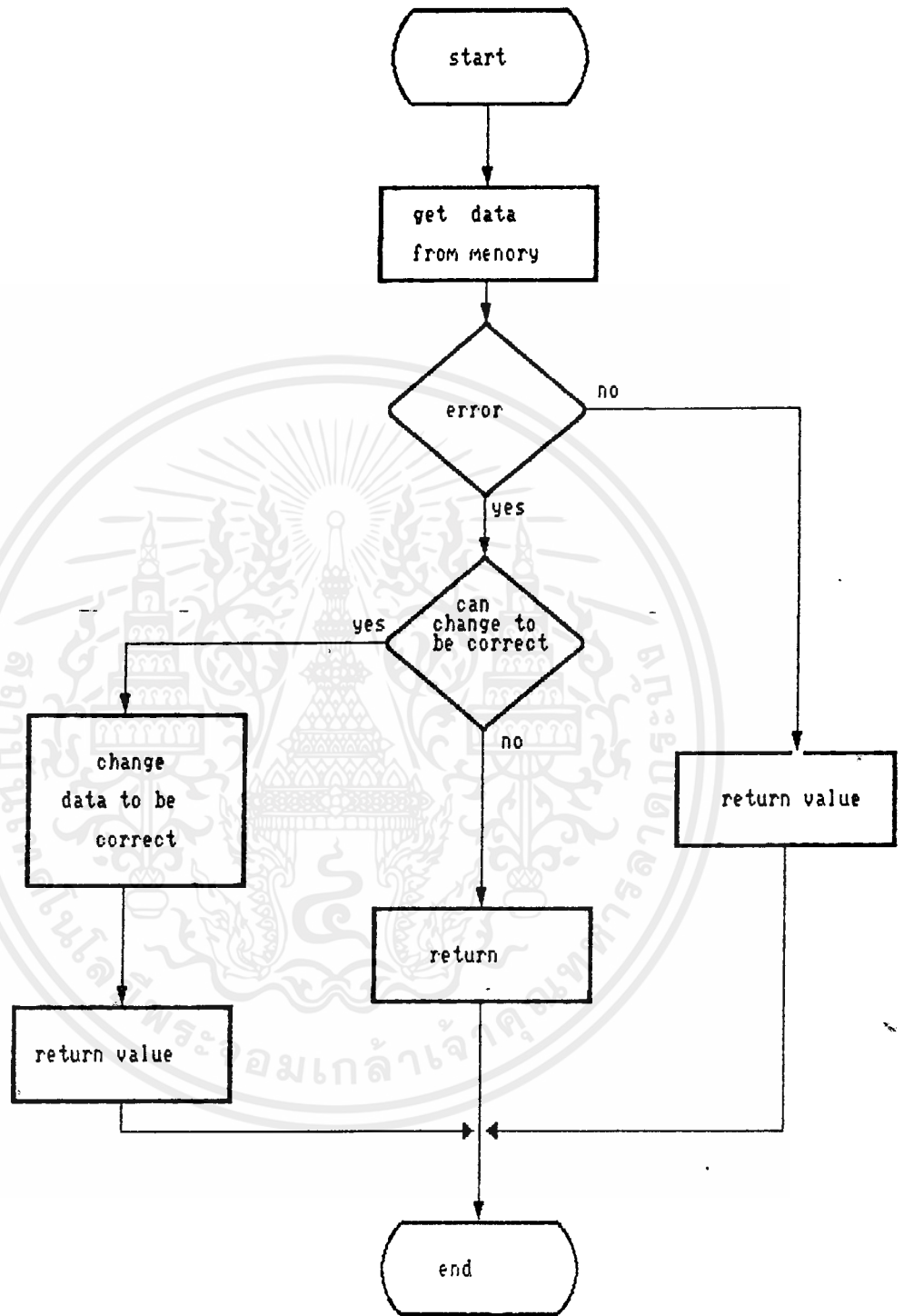
flow chart of display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการเรียนเท่านั้น 4-10 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



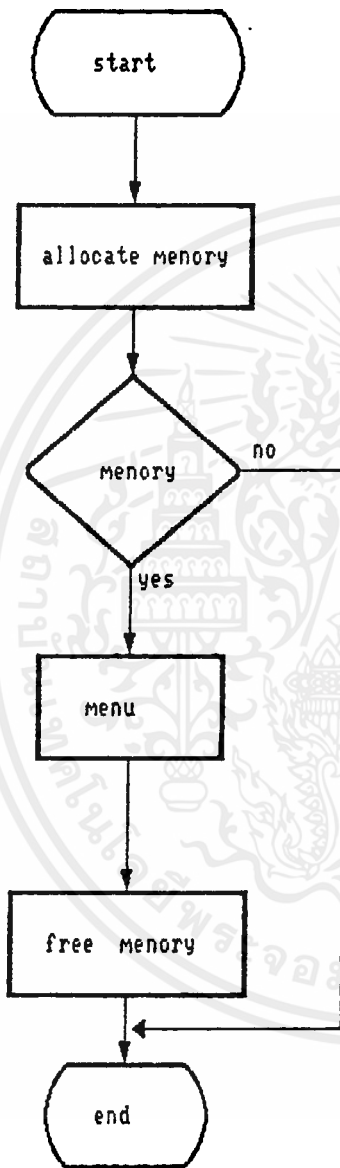
flow chart of get data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง 4-11 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

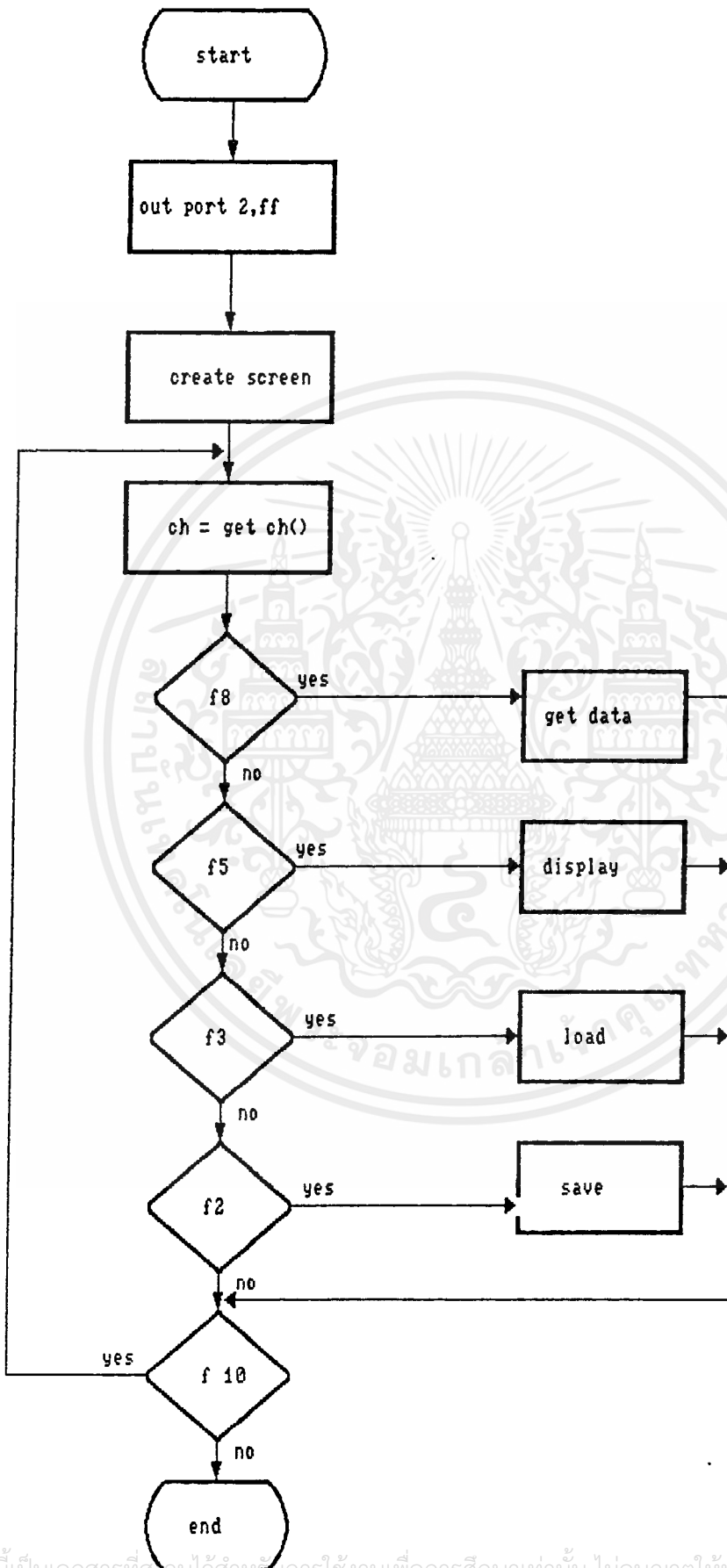


flow chart funtion check-bit

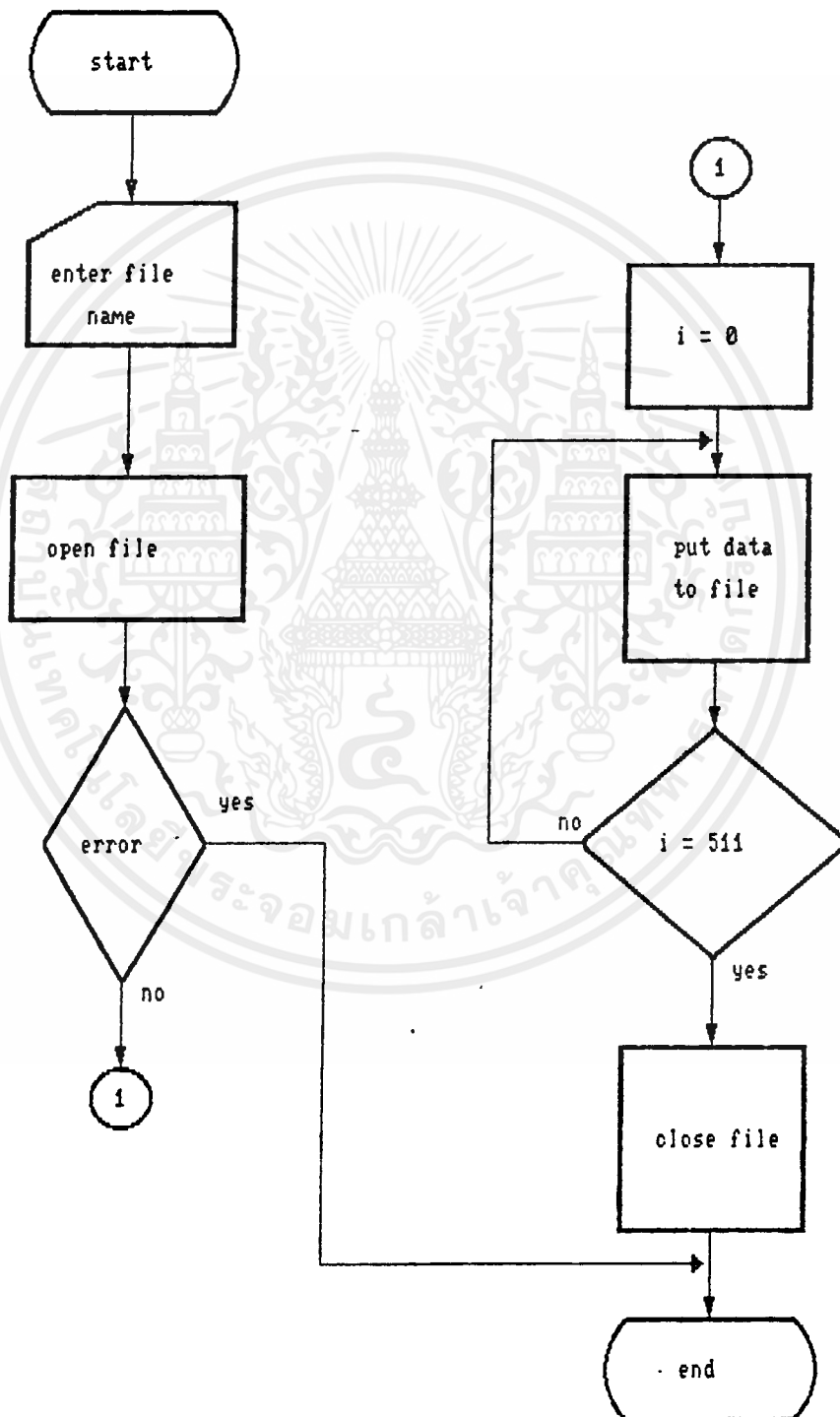
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 4-12
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



flowchart of main()



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม **flow chart of menu** และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



flow chart funtion save

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์และสรุป

จากการทดลองที่ให้การออกแบบวงจรถอดรหัสสัญญาณเทเลเท็กซ์ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจโดยเราสามารถทำการแยกสัญญาณเทเลเท็กซ์ออกจากสัญญาณ composit video signal ได้ พร้อมทั้งสามารถที่จะทำการตรวจสอบสัญญาณที่ถอดออกมาแล้วว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องโดยที่ข้อมูลที่ได้ออกมานั้นสามารถที่จะทำการเก็บลงสู่หน่วยความจำที่ออกแบบไว้ ซึ่งมีลักษณะการเก็บข้อมูลที่หมุนเวียนตลอดเวลา และสามารถที่จะทำการนำข้อมูลที่ได้ออกมานี้มาทำการถอดรหัสข้อมูลโดยขบวนการทางซอฟต์แวร์เพื่อทำการแสดงผลบนหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่จากทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ก็ยังมีบางส่วนที่ยังผิณฑลอยู่ ดังเห็นได้จากผลการทดลอง โดยมีสาเหตุมาจากการทำงานของสัญญาณนาฬิกาของวงจร ซึ่งวงจรที่ได้ทำการออกแบบจะเป็นการออกแบบที่ใช้อุปกรณ์แบบพื้นฐานแทนที่จะใช้ชิปไอซีสำเร็จรูป

เครื่องถอดรหัสสัญญาณชุดนี้จะเป็นการเน้นหนักไป ในการออกแบบเสียเป็นส่วนใหญ่ ทั้งทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ โดยละเอียดซึ่งวงจรที่ได้ออกแบบมา นี้ก็ยังไม่สมบูรณ์เท่าใดนัก หากจะทำการพัฒนาที่สามารถที่จะทำการพัฒนา ในส่วนของการออกแบบรหัสภาษาไทย และการปรับปรุงทางด้านฮาร์ดแวร์ดังนั้นผลงานในการวิจัย ในส่วนนี้หวังว่าคงจะเป็นแนวทางในการศึกษา และพัฒนาระบบเทเลเท็กซ์ต่อไปในภายภาคหน้า

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความสนับสนุนจากหลายฝ่าย คณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณ บริษัทเทเลอินโฟเมชั่น จำกัด ที่ได้ให้คำแนะนำและเอกสาร อ.ประภากร สุวรรณะที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง รศ.ดร มนัส สังวรศิลป์ อ. กฤตากร กล่อมการ ที่ช่วยให้คำแนะนำและเอกสารต่างๆที่ใช้ในการทดลองวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

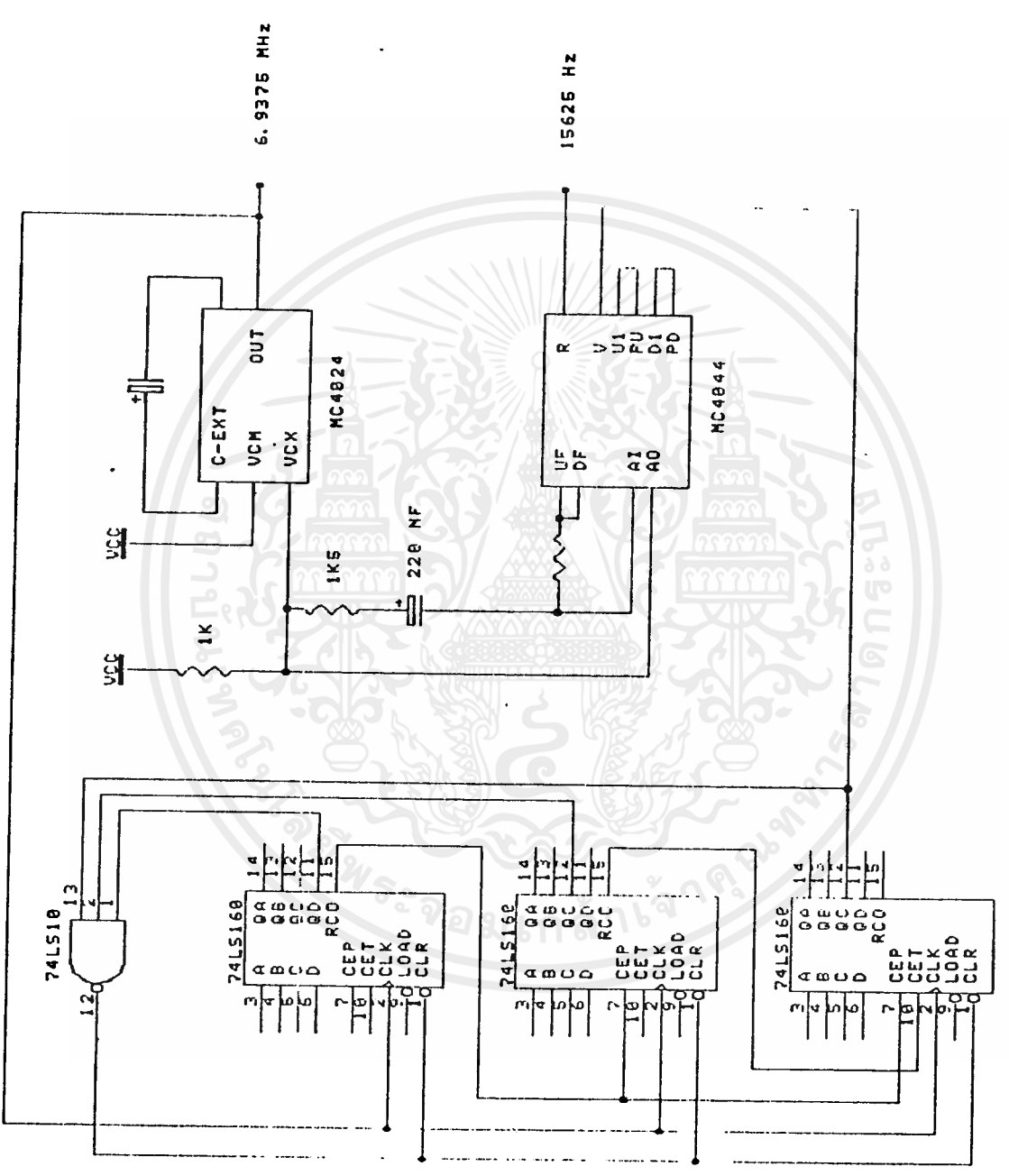
เอกสารอ้างอิง

1. STEVE A MONEY T, ENG(CEI), MBCS, MITE "TELETEXT AND VIEWDATA"
2. THOMSOM TECHNICAL TRAINING PROGRAM "CLOSED CAPTIONG AND TELETEXT"
7th AND 8th JANUARY 1993.
3. ELECTRONICS AUSTRALIA "NEW, IMPRORVED TELETEXT DECODER-1"
JUNE 1989.
4. ELECTRONICS AUSTRALIA, "BUILD A TELETEXT DECODER", AUGUST 1984.
5. ELECTRONICS AUSTRALIA, "THE COLOUR TV SET AS A DAILY NEWSPAPER
SEPTEMBER, 1977.
6. SID GHOSH TRW VIDAR CARP MOUNTAINVIEW, DESIGNNGR'S HANDBOOK OF
INTEGRATED CIRCUIT "PHASE LOCKED LOOPS" ARTHUR B. WILLIAMS, EDITER
IN CHIEF
7. IEEE TERNATIONS ON BROADCASTING "PERFORMANCE EVALUATION OF A
TELETEXT SYSTEM", VOL, 38, NO. 1, MARCH 1992.
8. IEEE TERNATIONS ON BROADCASTING "PRFORMANCE OF AN ERROR CORRECTION
SCHEME FOR PAL-TV TELETEXT", VOL, 38, NO. 1 MARCH 1992.
9. IEEE "A MALTISTADARD TELETEXT PROCESSOR" MANUCRIPT RECEIVED
JUNE 5, 1992.
10. IEEE "TEST TELETEXT EDITOR SYSTEM WITH TRANSMITTER" MANUSCRIPT
RECEIVED JUNE 5, 1992.
11. IEEE "NEW DEVICES FOR UCR CONTROL USING TELETEXT SERVICES"
MANUSCRIPT RECEIVED JUNE 5, 1992.
12. CONTRIBUTED PAPER "USE OF A NON-STANDARD SERIAL BUS TO TRANSFER TV
TELETEXT DATA A PERSONAL COMPUTER" MANUSCRIPT RECEIUED
NOVERMBER 29, 1991.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

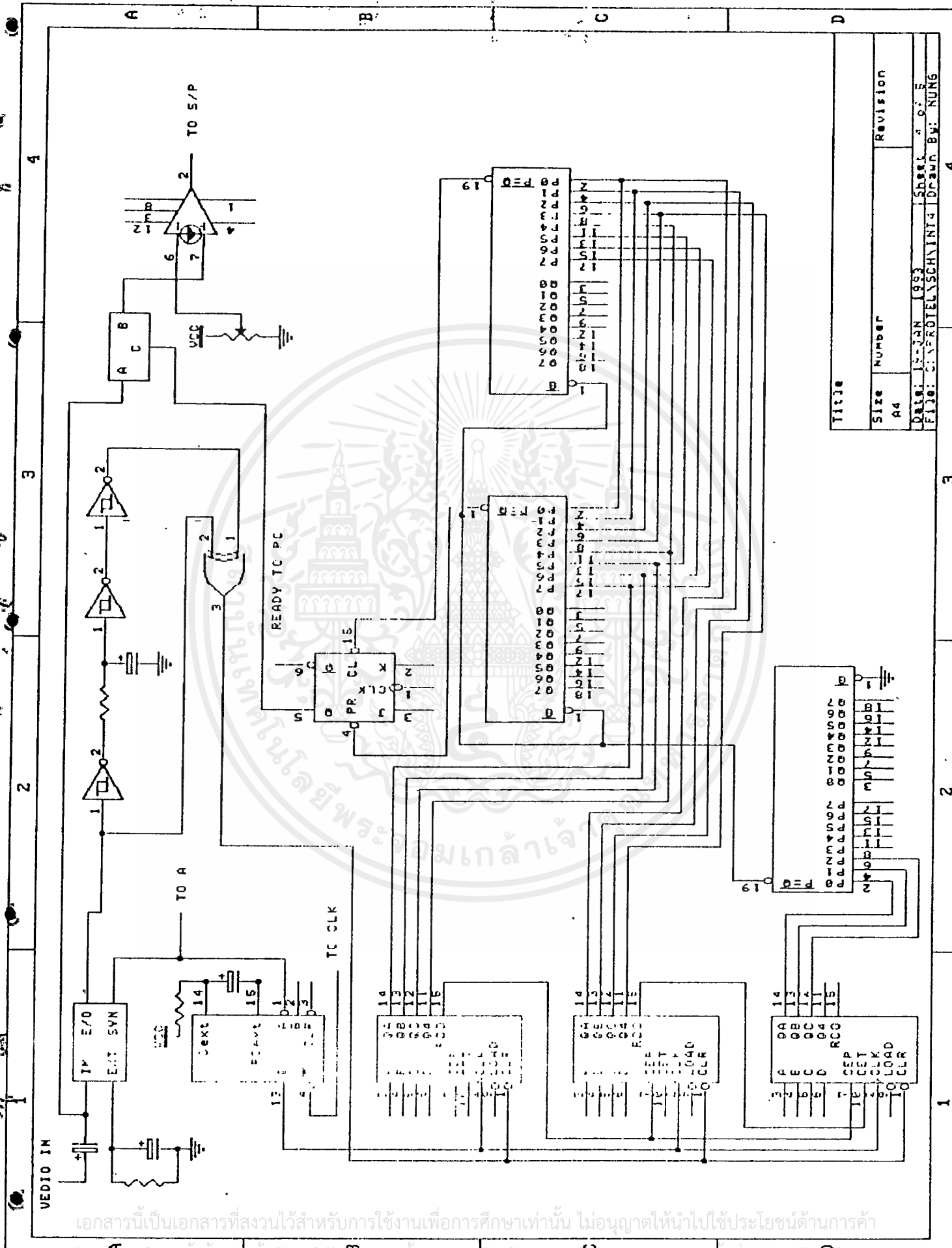


Title	
Size	Number
A4	
Revision	
Date: 19-JAN-1993	Sheet 5 of 8
File: C:\PROTELSCH\INTS\IDrawn BW: NUNG	

1 2 3 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

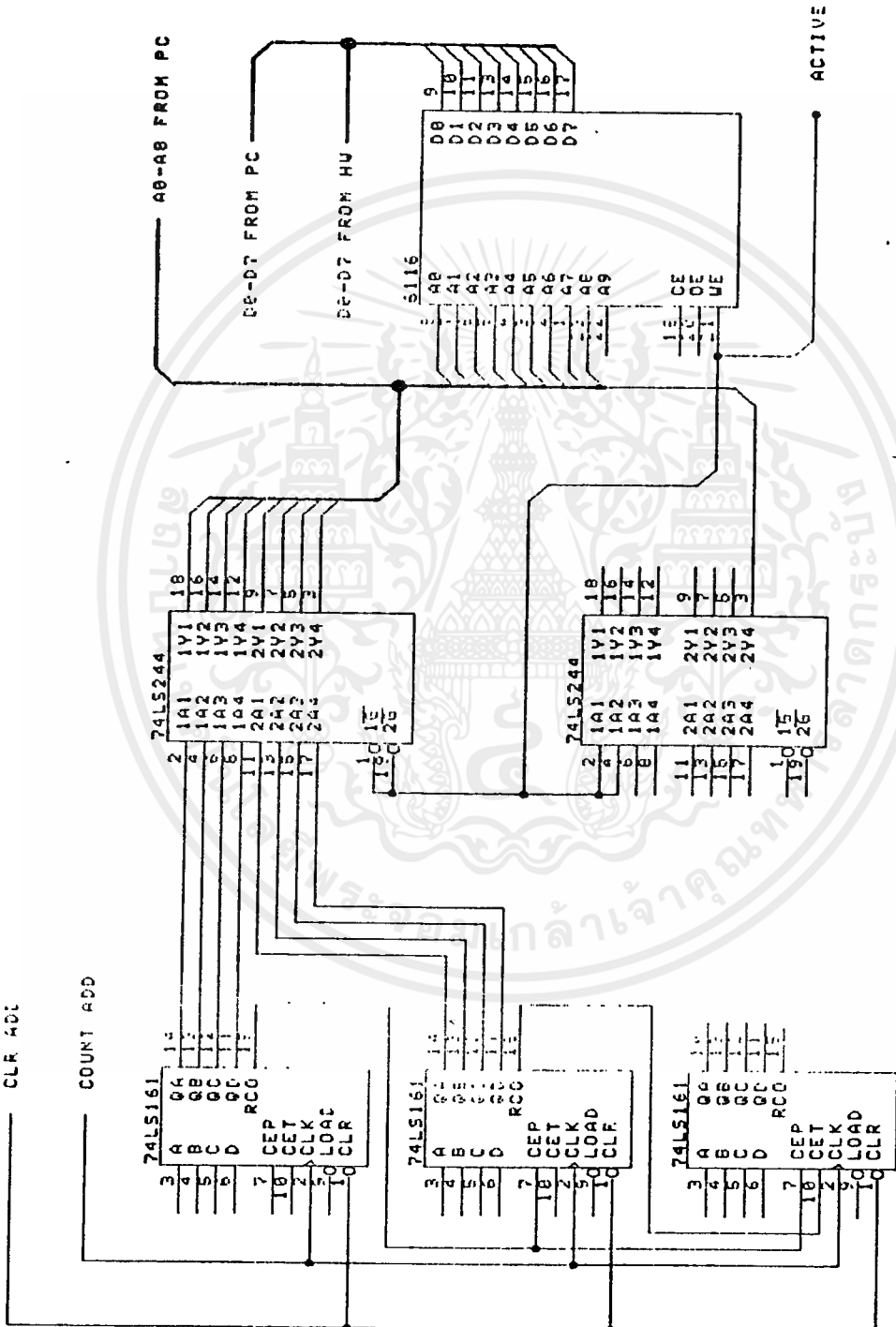
ไม่มีการเผยแพร่ หงส์ต้น อีกที่ทางด้านล่างที่เปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงแหล่งเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข



Title	
Size	Number
A4	
DATE: 15-JAN-1993 SHEET: 1 OF 5	
FILE: C:\PROTEL\SCH\INT4.DRAW BY: NUNG	

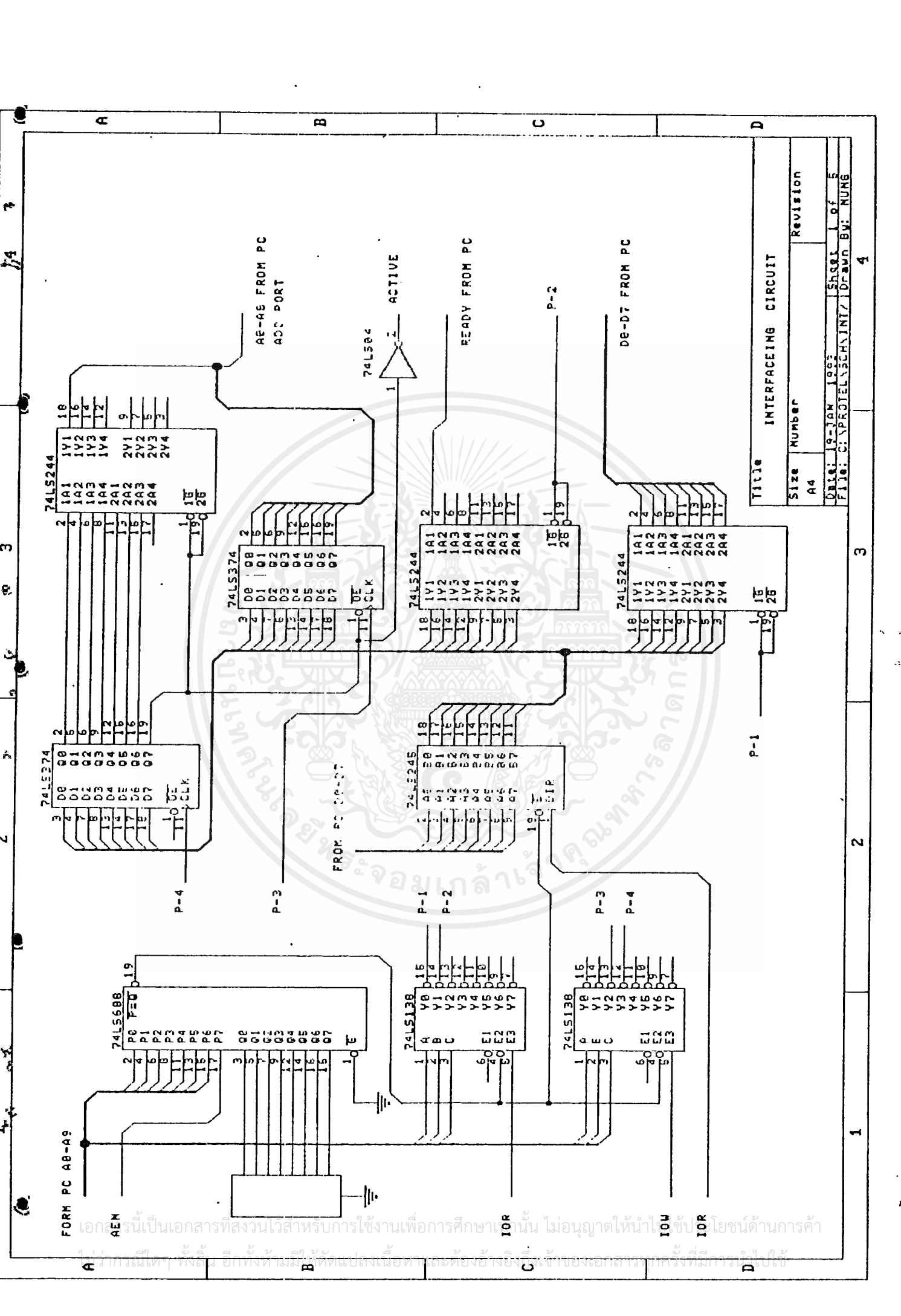
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามลอกเลียนแบบหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้ออกเอกสารชุดนี้



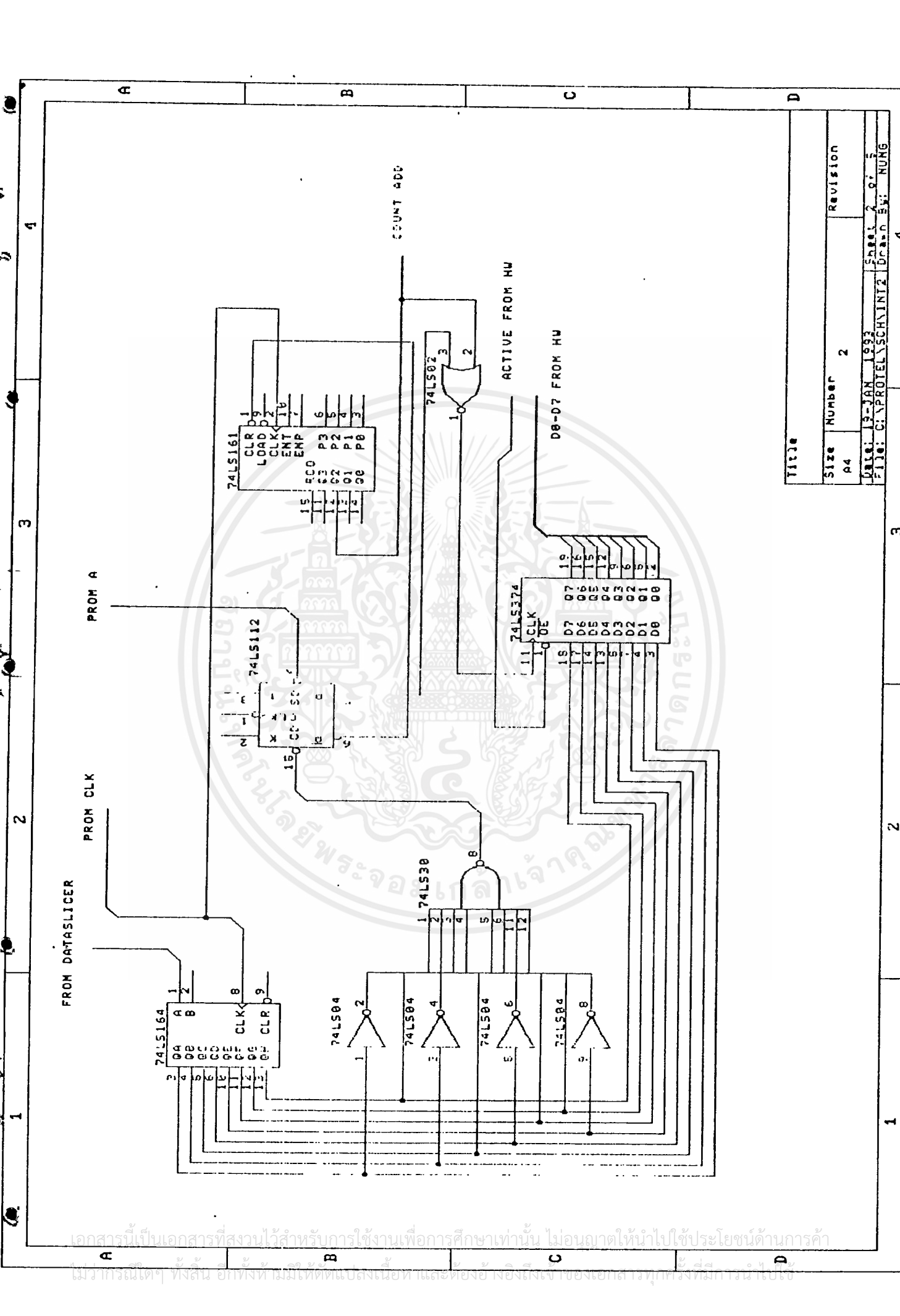
Title	
Size	Revision
A4	
Date: 19-JAN-1993	Sheet 3 of 5
File: C:\PROTEL\SCH\INTE	Drawn By: NUNG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



Title		INTERFACING CIRCUIT
Size	Number	Revision
A4		
Date: 19-10-1992		Sheet 1 of 5
File: C:\PROJTEL\SEHINT\		Drawn By: RUNG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เชิงพาณิชย์โดยไม่ขออนุญาต
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เชิงพาณิชย์โดยไม่ขออนุญาต



Title	
Size	Revision
A4	2
DATE: 19-JAN 1993	DRAWN BY: MUNG
FILE: C:\PROTEL\SCH\INT2	SHEET 2 OF 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม้ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่แบบสงวนสิทธิ์และที่ยังมีลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

uses dos,crt,graph,parity;
const memory=511;
type
  data=array[0..memory] of byte;
var
  datas:data;
  datafile: file of data;

```

```

{-----}
type
  pict=array[0..15] of byte;
  picfa=array[0..1,0..255] of pict;
var picf:picfa;
  picfile:file of picfa;
{-----variable characters-----}
var choice:byte;
  lastchoice:array[0..5] of byte;
  pmenu,savemenu:pointer;
var mono,vgamono,tismode:boolean;
color:byte;
procedure opengraph;
var
  graphdriver,graphmode:integer;
begin
  mono:=false;
  vgamono:=false;
  color:=3;
  detectgraph(graphdriver,graphmode);
  case graphdriver of

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

7:begin
mono:=true;
color:=1;
end;
9:graphmode:=1;
end;
Initgraph(graphdriver,graphmode,'');
end;
procedure setcolors(color:byte);
begin
setcolor(color);
if mono then setcolor(1);
if vgamono then setcolor(3);
end;
procedure copytopnt(con:string);
var regs:registers;
b:byte;
begin
for b:=1 to length(con) do
begin
regs.ah:=0;
regs.al:=ord(con[b]);
regs.dx:=pred(1);
intr($17,regs);
end;
end;
procedure hardcopy;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

scanx,endscan:integer;
var scanline:integer;
n1,n2:byte;
procedure copy8line;
const
bits:array[0..7] of byte=(128,64,32,16,8,4,2,1);
var
bit,printbyte:byte;
x,y:integer;
begin
scanx:=getmaxx;
y:=scanline shl 3;
repeat
printbyte:=0;
for bit:=0 to 7 do
if getpixel(scanx,y+bit)<>0 then
printbyte:=printbyte+bits[bit];
if printbyte=0 then dec(scanx);
until (printbyte<>0) or (scanx< 0);
if scanx>=0then
begin
n1:=lo(succ(scanx));
n2:=hi(succ(scanx));
copytopnt.('#27'*'#1+chr(n1)+chr(n2));
repeat
printbyte:=0;
for bit:=0 to 7 do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
printbyte:=printbyte+bits[bit];
```

```
copytopnt(chr(printbyte));
```

```
inc(x);
```

```
until (x>scanx);
```

```
end;
```

```
copytopnt(#10);
```

```
end;
```

```
begin
```

```
endscan:=getmaxy;
```

```
copytopnt(#27'3'#24#27'J'#3);
```

```
for scanline:=0 to (endscan div 8) do
```

```
copy8line;
```

```
copytopnt(#27'<');
```

```
end;
```

```
procedure box(x1,y1,x2,y2:integer;pattern,color:byte);
```

```
begin
```

```
    setfillstyle(1,pattern);
```

```
    bar(x1-5,y1-5,x2+5,y2+5);
```

```
    setcolors(color);
```

```
rectangle(x1,y1,x2,y2);
```

```
rectangle(x1-2,y1-2,x2+2,y2+2);
```

```
end;
```

```
procedure mainmenu;
```

```
begin
```

```
box(510,97,590,159,15,3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
setcolor(5);
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

outtextxy(515,100,'File');
    outtextxy(515,110,'Edit' );
        outtextxy(515,120,'Display');
            outtextxy(515,130,'Get');
                outtextxy(515,140,'Directory');
                    outtextxy(515,150,'Quit');
                        setcolors(15);

```

```

end;

```

```

procedure menu1;

```

```

begin

```

```

box(510,97,580,129,15,3);

```

```

setcolors(0);

```

```

    outtextxy(520,100,'Load');

```

```

    outtextxy(520,110,'Save');

```

```

    outtextxy(520,120,'Del');

```

```

    setcolors(15);

```

```

end;

```

```

procedure menu2;

```

```

begin

```

```

box(510,97,580,119,15,3);

```

```

setcolors(0);

```

```

    outtextxy(520,100,'Data');

```

```

    outtextxy(520,110,'Fonts' );

```

```

    setcolors(15);

```

```

end;

```

```

procedure menu3;

```

```

begin

```

เอกสาร (510,97,592,139,15,3) เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

setcolors(0);
    outtextxy(520,100,'Data');
    outtextxy(520,110,'Parity' );
    outtextxy(520,120,'No parity');
    outtextxy(520,130,'No chars');
    setcolors(15);

end;

procedure menu4;
begin
box(510,97,580,119,15,3);
setcolors(0);
    outtextxy(520,100,'Data');
    outtextxy(520,110,'Display' );
    setcolors(15);
end;

procedure clrgraph(x1,y1,x2,y2:word);
    begin
        setfillstyle(0,0);
        bar(x1,y1,x2,y2);
        setfillstyle(1,1);
    end;

procedure openfilecharacters;
var
f:file;
begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารผลงานวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการศึกษานานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น; ห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

blockread(f,picf,8191);

        close(f);

        assign(picfile,'teleTEXT.yan');

reset(picfile);

close(picfile);

end;

procedure charthai(x,y:integer;ascii,typefont,colors:byte);
var n,yy,xx:byte;
xpic:integer;
    bit:array [0..7] of byte;
procedure binary(hex:byte);
var z1:byte;
begin
    z1:=0;
    repeat
        bit[z1]:=hex mod 2;
        hex:=hex div 2;
        z1:=z1+1;
    until (z1 >7);

end;

begin
setfillstyle(1,colors);

    for yy:= 0 to 15 do
        begin
            binary(picf[typefont][ascii][yy]);

            xpic:=x;

            for xx:=0 to 7 do

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามคัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if bit[xx] <>0 then
            bar(xpic,y,xpic,y);
            inc(xpic,1);
        end;
    inc(y,1);
end;
end;

{-----}
procedure editfont;
var
    sizefile:integer;
xc1,yc1,xct1,yct1:integer;
    asciichar:integer;
    ascx,ascy,pt:byte;

    ch:char;
    pic:integer;
    pc,pf:pointer;
    st:string;

sizec,sizef:word;
    n:byte;
    nn:pict;
    x1,x2,y1,y2,xdraw,ydraw,xpix1,xpix2,ypix1,ypix2:integer;
    row,col:integer;
    typefont:byte;
procedure table;
var n:byte;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        setcolors(15);
    for n:=0 to 14 do
        line(29,70+n*11,117,70+11*n);
    for n:=0 to 6 do
        line(40+11*n,59,40+11*n,235);
    end;
procedure picbig(x,y,z,s:integer);
var xx,yy,xpic,l:integer;
    dd:real;
begin
    if z=11 then
    table;
    setfillstyle(1,10);
    n:=0;
        for yy:= ypix1 to ypix2 do
            begin
                xpix:=x;
                l:=0;
                dd:=0;
                for xx:=xpix1 to xpix2 do
                    begin
                        if getpixel(xx,yy) <>0 then
                            begin
                                bar(xpic,y,xpic+z-s,y+z-s);
                                dd:=exp(l*ln(2))+dd;
                            end;
                                inc(xpic,z);
                    end;
                end;
            end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        end;
        l:=round(dd);
        nn[n]:=l;
        inc(y,z); n:=n+1;
    end;
end;
procedure showedit;
begin
        charthai(xpix1,ypix1,asciichar,typefont,10);
        picbig(30,60,11,2);
        picbig(250,100,2,1);
end;
procedure clcredit(start,color:byte);
begin
        setfillstyle(start,color);
        bar(xpix1,ypix1,xpix2,ypix2);
        bar(250,ypix1,250+(row*2)-1,ypix1+(col*2)-1);
        bar(30,60,116,234);
        end;
procedure choisepic(x,y:integer);
var x1,y1,x2,y2:integer;
    xxx,yyx:integer;
procedure listchar;
var n:byte;
begin
    x1:=x-1;
    y1:=y+1;

```

```

y2:=y+((col+1)*16);
        clrgraph(x,y,x2-1,y2-1);
        setcolors(15);
rectangle(x1,y,x2,y2);
    for n:=0 to 15 do
        line(x1,(n*(col+1)+y),x2,y+((1+col)*n));
        for n:=0 to 15 do
            line((x+row)+(((row+1)*n)),y1,x+row+(((row+1)*n)),y2);
xxx:=x;
yyx:=y1;
for n:=0 to 255 do
begin
    charthai(xxx,yyx,n,typefont,10);
xxx:=xxx+row+1;
if xxx>=x2 then
begin
    xxx:=x;
    yyx:=yyx+col+1;
end;
end;

        GETIMAGE(Xct1,Yct1,Xct1+row-1,Yct1+col-1,Pf^);
end;
begin
    clrgraph(3,240,160,280);
listchar;
    repeat
        PUTIMAGE(Xct1,Yct1,Pf^,4);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        bar(240,150,260,160);
        bar (240,285,290,315);
        setcolors(14);
        asciichar:=ascx+(ascy*16)-17;
        str(asciichar,st);
        outtextxy(240,150,dectohex(asciichar));
setcolor(12);
        settextstyle(defaultfont,0,2);        outtextxy(240,290,st)
        settextstyle(defaultfont,0,1);
showedit;
        ch:=readkey;
clcredit(0,1);
        if upcase(ch)='M' then
            begin
                typefont:=typefont+1;
                typefont:=typefont mod 2;
                if typefont=1 then
                    begin
box(300,42,442,53,15,3);
                outtextxy(320,45,' Fonts..Text');
                    end
                else
                    begin
box(300,42,442,53,15,3);
                outtextxy(320,45,' Fonts..Graph');
                    end;
listchar;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ฟรีสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end;
IF CH =#0 THEN BEGIN
    ch:=readkey;
    PUTIMAGE(Xct1,Yct1,Pf^,0);
CASE CH OF
#77 :begin
    IF ascx < 16 THEN begin
        ascx:=ascx+1;
        Xct1 := Xct1+row+1
    end
    else
        begin ascx:=1;
        xct1:=x1+1;
    end;
    END;
#75 :
begin
IF ascX>1 THEN BEGIN
    ascx:=ascx-1;
    Xct1 :=Xct1-(row+1);
    END else
    begin
ascx:=16;
    xct1:=x2-row;(END)
    end;
    end;
#80 :
begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IF Yct1< (y2-col) THEN BEGIN
ascy:=ascy+1;
    Yct1 :=Yct1+(col+1) ;
    END
    else
    begin
        ascy:=1;
        yct1:=y+1;
    end;
end;
#72 :
begin
    IF Yct1> (y+col) THEN BEGIN
ascy:=ascy-1;
        Yct1 :=Yct1-(col+1);
        END
        else
        begin
            ascy:=16;
            yct1:=y2-col;
        end;
    end;
#71:  begin ascx:=1;
        xct1:=x1+1;{HOME}
        end;
#73:
begin
    ascy:=1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

yct1:=y+1;
end;{PDUP}
#81:begin
ascy:=16;
yct1:=y2-col;
end;
#79: begin
ascx:=16;
xct1:=x2-row;{END}
end;
end;
GETIMAGE(Xct1,Yct1,Xct1+row-1,Yct1+col-1,Pf^);
end;
until (ch=#13)or ((upcase(ch)='Q')and (ch<>#81)) or (ch=#27);
end;
{-----}
procedure intiedit;
begin
X1 := 30; Y1 := 60;
GETIMAGE(X1,Y1,X1+9,Y1+9,PC^);
XDRAW :=xpix1;YDRAW :=ypix1;
END;
procedure writeedit(x,y,color:integer);
begin
setcolors(color);
rectangle(x-8,y-10,x+124,y+15);
setfillstyle(1,11);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 bar3d(x-8,y-8,x+124,y+13,8,topon);
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        setcolors(1);

    outtextxy(x,y,'Press : '+chr(24)+' '+chr(25)+' '+chr(26)+' '+chr(
end;

procedure editmenu;
    begin
        choisepic(300,61);

        writeedit(12,260,11);
        showedit;
        intiedit;
    end;

procedure savechar;
    var x,y:byte;
        begin
            reset(picfile);
            picbig(180,100,1,1);
            picf[typefont][asciichar]:=nn;
            write(picfile,picf);
            close(picfile);
        end;

editmenu;

        end;

procedure savetoram;
        var x,y:byte;
        begin
            picbig(180,100,1,1);
            picf[typefont][asciichar]:=nn;
        end;

editmenu;

        end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 begin (MAIN)
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clrgraph(3,35,477,getmaxy-17);
    typefont:=1;
        row:=8;
        col:=16;
        xpix1:=180;
        ypix1:=100;
            xpix2:=xpix1+row-1;
            ypix2:=ypix1+col-1;
            Xct1 :=300; Yct1 :=62;
            ascx:=1;ascy:=1;
            rectangle(247,ypix1-3,250+(row*2)+2,ypix1+(col*2)+2);
                RECTANGLE(29,59,117,235);
            box(300,42,442,53,15,3);
                outtextxy(320,45,' Fonts..Text');
                setcolors(14);
                outtextxy(135,150,'Characters..$');
            box(488,92,getmaxx-10,175,15,3);
                setcolors(4);
                OUTTEXTXY(490,95, ' D:Draw');
                OUTTEXTXY(490,105,' E:Erase');
                OUTTEXTXY(490,115,' T:Del Total');
                OUTTEXTXY(490,125,' P:Fill Total');
                OUTTEXTXY(490,135,' S:Save to DISK');
                OUTTEXTXY(490,145,' R:Save to RAM');
                OUTTEXTXY(490,155,' M:[Text & Graph]');
            setcolors(11);
                outtextxy(60,295,'Press Enter To edit ..');

```

เอกสารนี้ SIZEc::=IMAGE SIZE(0,0,10,10);
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

GETMEM(PC,SIZEc);

SIZEf := IMAGESIZE(0,0,row,col);

GETMEM(Pf,SIZEf);

setfillstyle(1,15);

bar(9,40,140,55);

setcolors(4);

outtextxy(18,44,'Row 1   Col 1');

{-----load file-----}

editmenu;

    setcolors(1);

OUTTEXTXY(490,165,' Q:Exit edit');

setfillstyle(1,15);

bar(9,40,140,55);

    repeat

setfillstyle(1,15);

bar(9,40,140,55);

setcolors(4);

str(xdraw-179,st);

outtextxy(18,44,'Row '+st);

str(ydraw-99,st);

outtextxy(90,44,'Col '+st);

        PUTIMAGE(X1,Y1,Pc^,4);

        CH := READKEY;

        if ch=#27 then

        begin

        clcredit(0,1);editmenu;

        end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไขใดๆทั้งสิ้น IF UPCASE(CH) = 'D' THEN ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

BEGIN
    SETFILLSTYLE(1,10);
    BAR(X1,Y1,X1+9,Y1+9);
    PUTPIXEL(XDRAW,YDRAW,10);
bar(250+(xdraw-180)*2,100+(ydraw-100)*2,251+(xdraw-180)*2,101+(y
    GETIMAGE(X1,Y1,X1+9,Y1+9,PC^);
    END;
    IF UPCASE(CH) = 'E' THEN
        BEGIN
            SETFILLSTYLE(1,0); BAR (X1,Y1,X1+9,Y1+9);
            GETIMAGE(X1,Y1,X1+9,y1+9,PC^);
            PUTPIXEL(XDRAW,YDRAW,0);
bar(250+(xdraw-180)*2,100+(ydraw-100)*2,251+(xdraw-180)*2,101+(y
            END;
        IF UPCASE(CH) = 'T' THEN
            BEGIN
                clredit(0,1);
                table;

                intiedit;
            end;
        IF UPCASE(CH) = 'P' THEN
            begin
                clredit(1,10);
                table;
            end;
        if upcase(ch)='M' then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        typefont:=typefont+1;
        typefont:=typefont mod 2;
        if typefont=1 then
            begin
                box(300,42,442,53,15,3);
                outtextxy(320,45,' Fonts..Text');
                end
            else
                begin
                    box(300,42,442,53,15,3);
                    outtextxy(320,45,' Fonts..Graph');
                end;
                editmenu;
            end;

            if upcase(ch)='S' then    savechar;
            if upcase(ch)='R' then    savetoram;

```

```

IF CH =#0 THEN BEGIN  ch:=readkey;
    PUTIMAGE(X1,Y1,PC^,0);
CASE CH OF
    #65:hardcopy;
    #77 :begin
        IF Xdraw < (xpix1+row-1) THEN BEGIN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น เมื่อผู้ยาดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามคัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

x1:=30;xdraw:=180;

end;

end;

#75 :begin

IF Xdraw> xpix1 THEN BEGIN

X1 :=X1-11;XDRAW :=XDRAW-1;

END

else begin

x1:=107; xdraw:=xpix2;

end;

end;

#80 :begin

IF Y1 < (10*col)+(60-1) THEN BEGIN

Y1 :=Y1+11 ; YDRAW := YDRAW+1;

END else

begin

y1:=60; ydraw:=ypix1;

end;

end;

#72 : begin

IF Y1>60 THEN BEGIN

Y1 :=Y1-11; YDRAW := YDRAW-1;

END

else

begin

y1:=225; ydraw:=ypix2;

end;

end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

END;

GETIMAGE(X1,Y1,X1+9,Y1+9,PC^);

END;

until (upcase(ch)='Q');

clrgraph(3,35,477,getmaxy-17);

clrgraph(481,85,getmaxx-5,200);

end;

{-----}

procedure time;

const month:array [1..12] of string[3]=

('Jan','Feb','Mar','Apr','May','Jun','Jul','Aug',
'Sep','Oct','Nov','Dec');

var year,mon,date,day:word;

var sth,stm,sts:string;

h,m,s,f:word;

begin

getdate(year,mon,date,day);

setfillstyle(1,7);

bar(481,35,getmaxx-2,79);

setcolors(4);

str(year,sth);

str(date,stm);

outtextxy(500,60,stm+' / '+month[mon]+' / '+sth);

gettime(h,m,s,f);

str(h,sth);

str(m,stm);

str(s,sts);

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากมีข้อสงสัย กรุณาติดต่อฝ่ายลิขสิทธิ์และเผยแพร่ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

outtextxy(525,45,sth+':'+stm+':'+sts);

```

setcolors(15);
end;

procedure title;
begin
    setbkcolor(1);
    setfillstyle(1,9);
    bar(2,2,getmaxx-1,32);
    rectangle(2,2,getmaxx-1,getmaxy-1);
        settextstyle(defaultfont,0,2);
        setcolors(10);
    outtextxy(20,10,' T E L E T E X T   D E C O D E R');
        settextstyle(defaultfont,0,1);
    bar(3,getmaxy-14,getmaxx-2,getmaxy-2);
    outtextxy(10,getmaxy-12,'F2-Save      F3-Load      F5-Display      F8-Get
+
          Esc-Menu');
    setcolors(15);
    LINE(2,getmaxy-15,getmaxx-2,getmaxy-15);
    LINE(2,32,getmaxx-2,32);
    LINE(2,34,getmaxx-2,34);
    line(480,34,480,getmaxy-16);
    line(478,34,478,getmaxy-16);
time;
    line(481,80,getmaxx-2,80);

end;

```

```

var
    inp:byte;
    i:word;
    datat:data;
const
    IN1=$2B0;
    IN2=$2B1;
    OUT1=$2B2;
    OUT2=$2B3;
begin
    port[out2]:=$0FF;
    repeat
        inp:=port[IN2];
    until INp=00;
    repeat
        inp:=port[IN2];
    until inp=$80;
    port[out2]:=$00;
    i:=$00;
    repeat
        port[out1]:=i;
        datas[i]:=port[in1];
        i:=i+1;
    until i=$100;

        port[out2]:=$07E;
    repeat
        port[out1]:=i;
        datas[i]:=port[in1];

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        i:=i+1;
until i=388;

        port[out2]:=$081;

end;
{-----}
procedure displaydata;
var i,n,j:byte;
begin
setcolors(14);
clrgraph(3,35,477,getmaxy-17);
i:=0;
for n:=0 to 17 do
for j:=0 to 18 do
begin
    outtextxy(8+(25*j),40+(n*10),dectohex(datas[i]));
    i:=i+1;
end;
end;
{-----}
function READSTR(VAR NAME:STRING):byte;
var
ch:char;
n:byte;
begin
box(490,150,628,169,15,3);
setcolors(6);

        bar(520,145,602,159);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

n:=0;
name:='';
repeat
ch:=readkey;
if ord(ch)>32 then
begin
outtextxy(492+(n*8),155,ch);
name:=name+ch;
end;
n:=n+1;
until (ch=#13)or(n=17)or(ch=#27);
if (name='')or (ch=#27) then
readstr:=1 else readstr:=0;

```

END;

```

procedure loadfile;

```

```

var

```

```

f:file;

```

```

NAME:STRING;

```

```

begin

```

```

if READSTR(NAME)=0 then

```

```

begin

```

```

    ASSIGN(f,name);

```

```

    {$I-}      REset(f,1);      {$I+}

```

```

    if (IOResult= 0) then

```

```

    begin

```

```

    blockread(f,datas,380);

```

```

    close(f);

```

```

    displaydata;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม ห้ามนำไปตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end
else
begin
    bar(491,155,628,165);
    outtextxy(500,155,'File not found');
    delay(2000);
end;
end;
setfillstyle(0,1);
bar(485,142,633,174);
end;
procedure SAVEfile;
var
f:file;
NAME:STRING;
ch:char;
begin
if READSTR(NAME)=0 then
begin
ch:='Y';
ASSIGN(datafile,name);
{$I-}      RSet(datafile);      {$I+}
if (IOResult= 0) then
begin
bar(491,155,628,165);
outtextxy(500,155,'Overwrite (Y/N)?');
repeat

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ หวังว่าหากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยและต้องอ้ออิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        until (ch in ['Y','N','y','n']) or(ch=#27);
    end;
if (upcase(ch)='Y') then
    begin
        bar(491,155,628,165);
        outtextxy(500,155,' Saveing File ');
        rewrite(datafile);
    write(datafile,datas);
    close(datafile);
    end;
end;
    setfillstyle(0,1);
        bar(485,142,633,174);
    end;
procedure DELfile;
var
    f:file;
    NAME:STRING;
begin
    if READSTR(NAME)=0 then
        begin
            ASSIGN(f,name);
            {$I-}          REset(f,1);          {$I+}
            if (IOResult= 0) then
                begin
                    bar(491,155,628,165);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        outtextxy(500,155,' Delete File ');
erase(f);
```

```
end
```

```
else
```

```
begin
```

```
        bar(491,155,628,165);
```

```
        outtextxy(500,155,'File not found');
```

```
delay(2000);
```

```
end;
```

```
end;
```

```
setfillstyle(0,1);
```

```
        bar(485,142,633,174);
```

```
end;
```

```
Procedure changedir;
```

```
var
```

```
    path:string[70];
```

```
    io:word;
```

```
    ch:char;
```

```
    ss:string;
```

```
n:byte;
```

```
begin
```

```
    setfillstyle(1,15);
```

```
        bar(485,142,633,174);
```

```
        setcolor(3);
```

```
rectangle(489,150,629,170);
```

```
rectangle(487,148,631,172);
```

```
setcolor(5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

bar(510,144,602,159);

getdir(0,Ss);

outtextxy(515,144,ss);

```

```

n:=0;
path:='';
repeat
ch:=readkey;
if ord(ch)>32 then
begin
outtextxy(491+(n*8),155,ch);
path:=path+ch;
end;
n:=n+1;
until (ch=#13)or(n=17)or(ch=#27);
  {si-} chdir(path); {si+}
  io:=ioresult;
  if io<> 0 then
  begin
    bar(491,155,628,165);

    outtextxy(490,155,' path does not ');
    delay(1000);
  end;

  setfillstyle(0,1);

  bar(485,142,633,174);

end;

{-----}

```

```

function checkparity(n,m:integer):integer;
var st1,st2:string[2];

    const  colors:array[0..7] of byte=
        (9,12,10,14,0,13,11,15);
var      fonts,types,color:byte;
        j:byte;
begin
if (paritybit(datas[n],0)=1) or (paritybit(datas[n+1],1)=1) then
    outtextxy(40,50+(16*m),'Magazine :*      Row :**')
        else
        begin
            str(bitstodec(2,0),st1);
            str(bitstodec(7,3),st2);
            outtextxy(40,50+(16*m),'Magazine : '+st1+'      Row : '+st2);
        end;
        if bitstodec(7,3)=0 then
        begin
            (-----Page-----)
            if (paritybit(datas[n+2],0)=1) or (paritybit(datas[n+3],1)=1) th
                outtextxy(270,50+(16*m),'Page : ** ')
                    else
                        begin
                            str(bitstodec(7,4),st1);
                            str(bitstodec(3,0),st2);
                            outtextxy(270,50+(16*m),'Page : '+st1+st2);
                        end;

```

```

begin
    str(bitstodec(5,4),st1);
    str(bitstodec(3,0),st2);
    outtextxy(370,50+(16*m),'Time '+st1+st2+':');
end;
if (paritybit(datas[n+4],0)=1) or (paritybit(datas[n+5],1)=1) th
    outtextxy(442,50+(16*m),'**')
else
    begin
        str(bitstodec(6,4),st1);
        str(bitstodec(3,0),st2);
        outtextxy(442,50+(16*m),+st1+st2);
    end;
    i:=n+7;
    {-----end time-----}
for j:=0 to 33 do
begin
    fonts:=ascii(datas[i]);
    if fonts<>0 then
    begin
        if (fonts in [0..7] )then
            begin
                types:=1;
                color:=colors[fonts];
            end else
        if (fonts in [810..817] )then
            begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        color:=colors[fonts-32];
        end else
charthai(10*j+70,60+(16*m),fonts,types,color);
end;
i:=i+1;
end;
end else
begin
i:=n+2;
for j:=0 to 39 do
begin
fonts:=ascii(datas[i]);
if fonts<>0 then
begin
if (fonts in [0..7] )then
begin
types:=1;
color:=colors[fonts];
end else
if (fonts in [810..817] )then
begin
types:=0;
color:=colors[fonts-32];
end else
charthai(10*j+70,60+(16*m),fonts,types,color);
end;
i:=i+1;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 end;
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end;
checkparity:=i;
    end;
begin
setfillstyle(1,0);
bar(3,35,477,getmaxy-17);
setfillstyle(1,1);
    n:=0;
    m:=0;
    repeat
        if (datas[n]=00)and(datas[n+1]=$27) then
        begin
            n:=checkparity(n+2,m);
            m:=m+2
        end
        else n:=n+1;
    until n >= 388 ;
end;
procedure displayno;
var n,m,i:integer;
function checkparity(n,m:integer):integer;
var st1,st2:string[2];
    j:byte;
begin
    if (paritybit(datas[n],0)=1) or (paritybit(datas[n+1],1)=1) then
        outtextxy(40,50+(16*m),'Magazine :*      Row :**')
        else
            begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        str(bitstodec(2,0),st1);
        str(bitstodec(7,3),st2);
    outtextxy(40,50+(16*m),'Magazine : '+st1+'      Row : '+st2);
end;
if bitstodec(7,3)=0 then
begin
    {-----Page-----}
    if (paritybit(datas[n+2],0)=1) or (paritybit(datas[n+3],1)=1) then
        outtextxy(270,50+(16*m),'Page : ** ')
    else
        begin
            str(bitstodec(7,4),st1);
            str(bitstodec(3,0),st2);
            outtextxy(270,50+(16*m),'Page : '+st1+st2);
        end;
    {-----Time-----}
    if (paritybit(datas[n+6],0)=1) or (paritybit(datas[n+7],1)=1) then
        outtextxy(370,50+(10*m),'Time **:')
    else
        begin
            str(bitstodec(5,4),st1);
            str(bitstodec(3,0),st2);
            outtextxy(370,50+(16+m),'Time '+st1+st2+' ');
        end;
    if (paritybit(datas[n+4],0)=1) or (paritybit(datas[n+5],1)=1)
        outtextxy(442,50+(16*m),'**')
    else

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        str(bitstodec(6,4),st1);
        str(bitstodec(3,0),st2);
    outtextxy(442,50+(16*m),+st1+st2);
end;
    i:=n+7;
    (-----end time-----)
for j:=0 to 34 do
begin
    charthai(10*j+70,60+(16*m),(datas[i]),1,10);
    i:=i+1;
end;
end else
begin
    i:=n+2;
    for j:=0 to 39 do
    begin
        charthai(10*j+30,60+(16*m),(datas[i]),1,10);
        i:=i+1;
    end;
    end;
    checkparity:=i;
    end;
begin
clrgraph(3,35,477,getmaxy-17);
    n:=0;
    m:=0;
    repeat

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 if (datas[n]=00)and(datas[n+1]=\$27) then
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

begin
    n:=checkparity(n+2,m);
    m:=m+2
end
else n:=n+1;
until n >= 388 ;
end;
procedure displaychar;
var i,x,y:integer;
begin
i:=0;
clrgraph(3,35,477,getmaxy-17);
for y:=0 to 9 do
for x:=0 to 42 do
begin
    charthai(10*x+20,60+(16*y),(datas[i]),1,10);
    i:=i+1;
end;
end;
procedure menu(x1,x2,y1:integer;max:byte);
var ch:char;
begin
getimage(x1,y1+(choice-1)*10,x2,y1+(choice*10),pmenu^);
repeat
    putimage(x1,y1+(choice-1)*10,pmenu^,4);
    ch:=readkey;
    if ch=#0 then
begin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

putimage(x1,y1+(choice-1)*10,pmenu^,0);
ch:=readkey;
case ch of
  #60:begin
    getimage(500,92,600,195,savemenu^);
savefile;
    putimage(500,92,savemenu^,0);
    end;
    #61:begin
    getimage(500,92,600,195,savemenu^);
loadfile;
    putimage(500,92,savemenu^,0);
    end;
    #63:begin
    getimage(500,92,600,195,savemenu^);
      case lastchoice[3] of
        1:displaydata;
        2:displayparity;
        3:displayno;
        4:displaychar;
      end;
    putimage(500,92,savemenu^,0);
    end;
    #65:hardcopy;
    #66:begin
    getimage(500,92,600,195,savemenu^);

```

```

      lastchoice[4]:=choice;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

1:begin
  getdata;
  displaydata;
end;

2:begin
  getdata;
  displayparity;
end;

end;

putimage(500,92,savemenu^,0);
end;

#72:begin
choice:=choice-1;
if choice=0 then choice:=max;
end;

#80:begin
choice:=choice+1;
if choice>max then choice:=1;
end;

end;

getimage(x1,y1+(choice-1)*10,x2,y1+choice*10,pmenu^);
end;

until (ch=#13) or (ch=#27) or (ch=#68);
if ch=#27 then
  choice:=max+1;
if ch=#68 then
  choice:=0;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ว่าการถือลิขสิทธิ์นี้ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{-----
begin          ( MAIN TELETEXT )
openfilecharacters;
opengraph;
    getmem(pmenu, imagesize(0,0,100,120));
    getmem(savemenu, imagesize(0,0,100,120));
title;
lastchoice[1]:=1;
lastchoice[2]:=1;
lastchoice[3]:=1;
lastchoice[4]:=1;
Mainmenu;
choice:=1;
repeat
    getimage(500,92,600,195,savemenu^);
    menu(511,589,98,6);
    if choice<7 then
    begin
        case choice of
            1:begin
                clrgraph(500,92,600,195);
                repeat
                    choice:=lastchoice[1];
                    menu1;
                    menu(511,579,98,3);
                    if choice<4 then

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ปฏิบัติงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ `lastchoice[1]:=choice;` ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        case lastchoice[1] of
            1:loadfile;
            2:savefile;
            3:delfile;
        end;
    end;

    until (choice=4) or (choice=0);
if choice<> 0 then    choice:=1;
    end;
    2:begin
        clrgraph(500,92,600,195);
            repeat
                choice:=lastchoice[2];
                menu2;
                menu(511,579,98,2);
                if choice<3 then
                    begin
                        lastchoice[2]:=choice;
                        case lastchoice[2] of
                            {
                                1:editdata;}
                                2:editfont;
                            end;
                        end;
                    until (choice=3) or (choice=0);
                if choice<> 0 then    choice:=2;
                    end;
                3:begin

```

```

repeat
choice:=lastchoice[3];
menu3;
menu(511,591,98,4);
if choice<5 then
begin
lastchoice[3]:=choice;
case lastchoice[3] of
1:displaydata;
2:displayparity;
3:displayno;
4:displaychar;
end;
end;
until (choice=5) or (choice=0);
if choice<> 0 then choice:=3;
end;
4:begin
clrgraph(500,92,600,195);
repeat
choice:=lastchoice[4];
menu4;
menu(511,579,98,2);
if choice<3 then
begin
lastchoice[4]:=choice;
case lastchoice[4] of

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 1:begin
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        getdata;
        displaydata;
    end;

    2:begin
        getdata;
        displayparity;
    end;

end;

end;

until (choice=3) or (choice=0);
if choice<> 0 then    choice:=4;
end;
5:changedir;
end;
end else
if choice<>0 then
choice:=choice-1;
putimage(500,92,savemenu^,0);
until (choice=6)or (choice=0);
freemem(pmenu,imagesize(0,0,100,120));
        freemem(savemenu,imagesize(0,0,100,120));

closegraph;

end.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ได้เพิ่มเติมมาจากบทที่ 5

การแนะนำระบบเทเลเท็กซ์มาตรฐาน

ระบบเทเลเท็กซ์ (TELETEXT) คือ ระบบส่งข้อมูลและข่าวสารโดยอาศัยคลื่นวิทยุหรือโทรทัศน์ สามารถส่งออกอากาศได้ในเวลาเดียวกันกับที่มีการออกอากาศของรายการโทรทัศน์ตามปกติ ข้อมูลและข่าวสารจะส่งออกอากาศเป็นหน้าว เหมือนหน้าหนังสือทั่วๆไปซึ่งผู้ชมสามารถเข้า รีโมทคอนโทรล (Remote control) สั่งให้ค้นหาข้อมูลและเรียกออกมาดูได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ผู้ชมยังจะสามารถดูรายการโทรทัศน์ปกติพร้อมกันกับดูข้อมูลและข่าวสารในระบบเทเลเท็กซ์ได้อีกด้วย

ระบบเทเลเท็กซ์ต่างกับระบบวีดิโอเท็กซ์ (VIDEO TEXT) ที่มีปรากฏอยู่ในปัจจุบัน กล่าวคือ ระบบวีดิโอเท็กซ์ผลิตด้วยอักษรโดยอาศัยโปรแกรมเวิร์กเบรชเชสเวอร์และส่งออกอากาศในลักษณะเดียวกันกับรายการโทรทัศน์ปกติ ผู้ชมจึงไม่สามารถค้นหาหรือเลือกข้อมูลและข่าวสารที่ต้องการได้ แต่จะต้องรอ ไปจนกว่าข้อมูลที่ต้องการจะปรากฏขึ้นมาเองซึ่งต้องใช้เวลานาน เมื่อข้อมูลที่ต้องการปรากฏขึ้นมาแล้ว ผู้ชมจะต้องรีบอ่าน จดจำหรือคัดลอกให้ได้ทันเวลาก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นข้อมูลอย่างอื่น ทั้งนี้เป็นเพราะผู้ชมไม่สามารถหยุดข้อมูลที่ปรากฏบนจอโทรทัศน์ได้นานตามความพอใจนั่นเอง นอกจากนี้การออกอากาศในระบบวีดิโอเท็กซ์จะต้องหยุดลง เมื่อถึง เวลาการออกอากาศรายการโทรทัศน์ปกติ ทำให้การส่งข้อมูลและข่าวสารต้องถูกตัดขาด เป็นการชั่วคราว หรือวนทางกลับกัน เมื่อออกอากาศรายการระบบวีดิโอเท็กซ์ก็จะต้องหยุดออกรายการโทรทัศน์ปกติ ระบบวีดิโอเท็กซ์จึงเป็นระบบส่งข้อมูลและข่าวสารที่มีประสิทธิภาพและความสามารถจำกัด น่าอาจพัฒนาให้ดีขึ้นไปกว่าเดิมได้

ระบบтелеเททซ์ เป็นระบบส่งหรือกระจายข้อมูลและข่าวสาร ที่มีขีดความสามารถสูง ซึ่งมีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและสามารถสูงขึ้นเรื่อยๆ ความเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาระบบรับและส่งสัญญาณтелеเททซ์ที่ควบคู่ไปกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software) ของระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นข้อดีได้จากข้อดีที่สามารถส่งออกอากาศได้พร้อมทั้งรายการโทรทัศน์ปกติที่ผู้ชมก็สามารถเลือกดูข้อมูลที่มีเป็นพัน ๆ หน้าได้ตามความต้องการของแต่ละบุคคลและยังสามารถดูข้อมูลและข่าวสารได้ทันทีได้ สามารถกล่าวได้ว่า ผู้ชมแต่ละท่านน่าจะจำเป็นต้องดูข้อมูลที่มีหน้าเกี่ยวข้องเลย เพราะมีอิสระเสรีที่จะดูหน้าใดก็ได้ตามความพอใจ

รายละเอียดของโครงการพัฒนาภาษาไทยในระบบтелеเททซ์

การพัฒนาระบบтелеเททซ์มาตรฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันให้สามารถส่งและรับข้อมูลเป็นภาษาไทยได้นั้น จะต้องพัฒนาและสร้างระบบขึ้นมาใหม่ซึ่งประกอบด้วย

1. การบ่อนข้อมูลเป็นภาษาไทยด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี

บริษัทฯ มีความเห็นว่าการพัฒนาให้บ่อนข้อมูลเป็นภาษาไทยด้วยเครื่องเทอร์มินัลจะมีอุปสรรคมากและมีต้นทุนสูง เกินความจำเป็นบริษัทจึงเลือกใช้เครื่องคอมพิวเตอร์พีซีมาใช้ในการพัฒนาแทนการพัฒนาเทอร์มินัล เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี มีความเหมาะสมในด้านต้นทุนและซอฟต์แวร์ที่สามารถ เปลี่ยนอักษรจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยได้อยู่แล้วจึง เป็นการสะดวก และง่ายกว่าที่จะนำมาใช้ในการบ่อนข้อมูลภาษาไทยในระบบтелеเททซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี ที่เลือกใช้เป็นรุ่น PC/AT 286 หรือ 386 ส่วนของซอฟต์แวร์หลักที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ WINDOW 3.0 ซึ่งต้องพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมในส่วนของการสร้างตัวอักษรภาษาไทย ระบบโอนข้อมูลเป็นภาษาไทยแบบหนึ่งที่สามารถใช้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ หรือจะนำข้อมูลกราฟิกำในหน้าเดียวกัน ระบบที่สร้างขึ้นมานี้ จะกำหนดหน้าและจำนวนตัวอักษรบนแต่ละหน้าให้เท่ากับหน้าและจำนวนตัวอักษรในระบบเทเลเท็กซ์ เพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน แต่ภาษาไทยต้องเข้าถึง 3 บรรทัดภาษาในระบบเทเลเท็กซ์ หน้าภาษาไทยจึงมีข้อมูลได้เพียง 11 บรรทัดต่อหน้า ในขณะที่ระบบเทเลเท็กซ์มาตรฐานเดิมจะมีได้ 24 บรรทัดต่อหน้า

ส่วนตัวอักษรไทยแต่ละตัวจะประกอบด้วยจุดทางด้านขวา 12 จุดและสูง 10 จุด สามารถเปลี่ยนสีได้ 8 สี และแทรกภาษาอังกฤษได้ ส่วนการพิมพ์โอนข้อมูลมีส่วนคล้ายคลึงกับการพิมพ์ด้วยเครื่องภาษาไทยทั่วไป แต่ละบรรทัดจะมีตัวอักษร 40 ตัวและบนแต่ละหน้าจะมีตัวอักษรอยู่ทั้งหมด 11 บรรทัด

2. การเปลี่ยนข้อมูลให้เป็นรหัสเทเลเท็กซ์

ข้อมูลภาษาไทยที่โอนเข้ามานั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี จะถูกเก็บไว้ในรูปของรหัสคอมพิวเตอร์ พีซี ซึ่งจะต้องแปลงให้เป็นรหัสเทเลเท็กซ์เสียก่อน จึงจะนำเอาเก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลางได้

วิธีการแปลงรหัสซอฟต์แวร์ภาษาไทยบนเครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี ำให้เป็นรหัสของระบบเทเลเท็กซ์จะใช้ตาราง เปรียบเทียบตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษเป็นหลักผลลัพธ์คือ ตัวอักษรภาษาไทยบนเครื่อง พีซี เมื่อเปลี่ยนเป็นอักษรในระบบเทเลเท็กซ์จะ

ปรากฏเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษเรียงกันแต่อ่านไม่รู้เรื่อง ส่วนอักษรภาษาไทยที่เป็นสระและวรรณยุกต์ที่ค้องอยู่บรรทัดบนและล่าง เช่นตัวไม่มีเอกหรือตัวสระอู จะปรากฏเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษในบรรทัดบนและล่างของหน้าานเทเลเท็กซ์แทนที่จะเป็นเพียงบรรทัดเดี่ยว วิธีการดังกล่าว ทำให้ค้องพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นมาใหม่โดยเฉพาะ ส่วนการเชื่อมโยงข้อมูลที่จะส่งจาก เครื่องคอมพิวเตอร์ พีซี มายัง เครื่องมินิคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง PDP 11/73 จะทำได้ทั้งทางตรงหรือจะผ่านระบบทรคมนาคม เช่น การใช้ระบบโทรศัพท์ เป็นคั้น ผลก็คือการสร้าง เครือข่ายการป้อนข้อมูล และข่าวสารสามารถทำได้ทั้งสองภาษาอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าค้สถานที่ ผู้ป้อนข้อมูลอาจจะอยู่ที่ไหนก็ได้ ก็จะอาศัยซอฟต์แวร์ดังกล่าวส่งข้อมูลเป็นรหัสเทเลเท็กซ์ เข้ามาเก็บไว้ใน เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลางของระบบเทเลเท็กซ์ ได้เลย

3. การพัฒนาภาษาไทยในเครื่องถอดรหัสเทเลเท็กซ์ (TELETEXT DECODE) สำหรับเข้ติดค้กับเครื่องรับรหัสค้

เครื่องรับรหัสค้ที่รับสัญญาณเทเลเท็กซ์แล้วสามารถแสดงอักษรภาษาไทยและอักษรภาษาอังกฤษ ได้บนจอภาพนั้น จะค้องอาศัยเครื่องถอดรหัสหรือเครื่องตีรหัสค้ (DECODER) มาต่อหรือติดค้ตั้งอยู่ภายในเครื่องรับรหัสค้ทัวบ โดยจะค้องแปลงและจัดตัวอักษรถึง 2 ภาษาค้ด้วยกัน ค้ นั้นจึงค้องมีการพัฒนาและออกแบบวงจรภายในเครื่องตีรหัสค้เคอร์ค้ดังกล่าวขึ้นมาใหม่ทั้งหมด บริษัท เทเล อินฟอร์เมชัน จาคัด มีเทคโนโลยีที่สำคัญและผู้เชี่ยวชาญระบบเทเลเท็กซ์อยู่แล้วจึงได้ทำการทดลองวิจัยถึงความเป็นไปได้ โดยบริษัทใช้ทีมบุคคลทางด้านวิชาการที่มีอยู่แล้วและได้ว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศมาร่วมงานวิจัยและออกแบบเพิ่มเติม ขณะนี้ได้ค้ดำเนินการไปบางส่วนและประสบความสำเร็จเป็นที่หน้าพอใจ เมื่อได้ทำการทดลองจนสามารถผลิต เครื่องตีรหัสค้เคอร์ค้แบบได้ เป็นผลสำเร็จแล้ว

สำหรับเครื่องทีล็คเตอร์นี้จะมี ระบบการสร้างภาพจอขึ้นใหม่โดยมีตัวอักษรภาษาไทยซึ่งประกอบไปด้วยจุดทางก้านขวาง 12 จุดและสูง 10 จุดเช่นเดียวกับตัวอักษรไทยที่เข้าในการผลิตและป้อนข้อมูลทุกประการทำให้ผู้ป้อนสามารถดูข้อมูล หรือออกแบบกราฟิกได้จาก เครื่องคอมพิวเตอร์โดยที่ข้อมูลจากจอเครื่องรับโทรทัศน์อีกทีหนึ่ง ข้อที่ส่วนนี้นอกจากจะเพิ่มความรวดเร็วในการป้อนข้อมูลแล้ว ยังช่วยในการแปลและส่งข้อมูลเป็นไปได้อย่างอัตโนมัติอีกด้วย อนึ่ง เครื่องทีล็คเตอร์ยังได้รับการพัฒนามาถึงระดับที่จะให้ผู้ชมสามารถเลือกเก็บข้อมูลได้เองด้วย เครื่องทีล็คเตอร์จะกลายเป็นสื่อกลางการส่งข้อมูลและการส่งข่าวสารเข้าสู่เครื่อง โทรทัศน์หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยอัตโนมัติหรือออกแบบเครื่องทีล็คเตอร์ใหม่

4. การกระจายข้อมูลภาษาไทยไปยังส่วนภูมิภาค

เนื่องจากบริษัทฯ เล็งเห็นว่าจุดประสงค์สำคัญส่วนหนึ่งของโครงการนี้คือการกระจายข้อมูลและข่าวสารภาษาไทยมาที่ประชาชนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในส่วนภูมิภาค อันจะก่อให้เกิดโครงการพัฒนาระบบภาษาไทยในระบบเทเลเทกซ์ที่มีประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด แต่สัญญาณเทเลเทกซ์ที่ถูกส่งไปจากสถานีวิทยุโทรทัศน์ส่วนกลางจะต้องผ่านการถ่ายทอดผ่านดาวเทียมมายังสถานีย่อยในต่างจังหวัด ซึ่งมีระยะทางขึ้นและลงจากดาวเทียมไกลมากสัญญาณเทเลเทกซ์อาจมีกำลังอ่อนลงได้ มีผลทำให้สัญญาณเทเลเทกซ์ที่รับในที่ห่างไกลหรือในเครื่องต่างจังหวัดจะไม่มีค่าเงินเท่าที่ควรหรือ อาจมีการขาดหายของสัญญาณเกิดขึ้นได้ จึงต้องมีการติดตั้ง เครื่องตรวจภาพสัญญาณ (TELETEXT MONITOR) พร้อมกับเครื่องปรับปรุงสัญญาณและ เครื่องขยาย (TELETEXT SIGNAL REGENERATOR) ตามสถานีย่อยในต่างจังหวัด เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่เหล่านั้นสามารถรับสัญญาณรหัสเทเลเทกซ์ได้อย่างชัดเจน

จะเห็นว่า การพัฒนาวิทยุภาษาไทยในระบบเทเลเทกซ์นั้น จำเป็นจะต้องพัฒนาทั้งในส่วนของการรับส่งข้อมูลภาษาไทย ระบบเสีรหัสและส่งสัญญาณ ระบบกระจายสัญญาณและระบบรับสัญญาณให้ครบวงจร จึงจะเกิดผล ถ้าขาดการพัฒนาในระบบใดระบบหนึ่งแล้ว ข้อมูลภาษาไทยก็ไม่สามารถส่งไปถึงผู้ชมทั่วไปได้ก็อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ ดังนั้น การพัฒนาทุกระบบจะต้องมีความสัมพันธ์และดำเนินการไปพร้อมกันจึงจะประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ได้วางไว้

โครงการพัฒนาวิทยุภาษาไทยในระบบเทเลเทกซ์จึงได้รวมการติดตั้ง เครื่องตรวจภาพสัญญาณ(TELETEXT MONITOR) และ เครื่องขยายและปรับปรุงสัญญาณ(TELETEXT SIGNAL REGENERATOR) ในเขตจังหวัดต่าง ๆ ในระยะเริ่มต้นดังต่อไปนี้

1. จังหวัด เชียงใหม่
2. จังหวัด เชียงราย
3. จังหวัด นครสวรรค์
4. จังหวัด นครราชสีมา
5. จังหวัด ขอนแก่น
6. จังหวัด อุตรดิตถ์
7. จังหวัด ระยอง
8. จังหวัด ภูเก็ต
9. จังหวัด สุราษฎร์ธานี
10. จังหวัด สงขลา

จังหวัดอื่น ๆ นอกเหนือจากจังหวัดดังกล่าวข้างต้น จะติดตั้งในโครงการระยะต่อไป

ปัญหาและข้อควรรู้ในการใช้ 텔레เททซ์

1. วิธีการตรวจสอบเครื่องรับโทรศัพท์ที่มีระบบ텔레เททซ์ เพื่อการรับ텔레เททซ์ที่สมบูรณ์

1.1 เปิดเครื่องรับโทรศัพท์ดูภาพรายการปกติ ช่อง 5 ให้ชัดเจน ถ้ามองชัดค่าปรับเสาอากาศจนชัดเจน

1.2 สังเกตดูภาพคนหรือตราเครื่องหมายช่อง 5 ว่ามีเงาซ้อนหรือมัว ถ้ามีให้ปรับเสาอากาศจนไม่มีหรือให้มีน้อยที่สุด เพราะเงาของภาพนี้จะทำให้ระบบ텔레เททซ์ทำงานไม่ได้หรือ มีคิ้วหนังสือขากหาย

หมายเหตุ เงาของภาพเกิดจากสัญญาณช่อง 5 ส่งมาจากสถานีสะท้อนคิกหรือวัตถุอื่นเข้ามาซ้อนสัญญาณที่ส่งตรงมาจาก ช่อง 5 จึงทำให้เกิดภาพขึ้นหลายภาพซ้อนกัน วิธีแก้คือปรับทิศทางเสาอากาศให้รับสัญญาณตรงจาก ช่อง 5

1.3 เมื่อรับภาพจนรายการปกติของ ช่อง 5 ชัดเจนและไม่มีเงาแล้วจึงกดปุ่ม텔레เททซ์ จะเห็นว่าภาพรายการปกติหายและมามีภาพข้อมูล텔레เททซ์เข้ามาแทนที่ (เปิดไปที่หน้า 799 เพื่อดูความสมบูรณ์ของภาพถ้ามีอักษร A ครอบทุกบรรทัดแสดงว่าการรับข้อมูล텔레เททซ์สมบูรณ์)

1.4 สังเกตดูตัวเลข นาฬิกาซึ่งปรากฏอยู่ที่ขวามือด้านบนสุดให้ดูว่าตัวเลข ชั่วโมง นาที และวินาที เกินสะดวกหรือมัว มีกระพริบหรือตัวอักษรอื่น เข้ามาแทรกหรือมัว

ถ้าตัวเลข นาที และวินาที เกินปกติ แสดงว่าสัญญาณในการรับ텔레เททซ์เป็นปกติ ภาพ텔레เททซ์ทุกหน้าควรจะชัดและสมบูรณ์

ถ้าตัวเลข ชั่วโมง นาทีและวินาที เกินมัวปกติ หรือมีการกระพริบหรือตัว

อักษรแรก แสดงว่าสัญญาณโทรเลขยังไม่ดีพอหรือมีคลื่นความถี่ต่ำ ๆ
รบกวน จะต้องหาสาเหตุและแก้ไขที่เสาอากาศ

1.5 งานกริดที่เสนาฬิกาเดินเป็นปกติและภาพ ช่อง 5 ชัดเจนแต่ภาพโทรเลข
ไม่สมบูรณ์ แสดงว่าเครื่องรับโทรเลขเครื่องนั้นมีปัญหา

2. ปัญหาและคำตอบที่ผู้ใช้งานบ่อย ๆ

2.1 ทานภาพช่อง 5 ชัดเจนแต่รับโทรเลขไม่สมบูรณ์

คำตอบ ความชัดเจนของภาพจะต้องรวมไปถึงภาพมีเงา ถ้าภาพมีเงาแสดงว่าสัญญาณ
ตกได้มาจากการสะท้อน ซึ่งจะเผลอในการรับโทรเลข หลายแห่งที่พบ
เกิดจากกิ่งสูงบังสัญญาณ เทเวอร์ที่ก่อสร้างคามตึกต่าง ๆ คลื่นรบกวน
สถานีวิทยุ หรือวิทยุคิดคามทั่วก็อาจเป็นสาเหตุได้

2.2 การเปิดหน้าของโทรเลขทานต้องรอให้ตัวเลขหน้าหมุนไปจนกว่าจะพบหน้า
ที่ต้องการ ผู้ชมสามารถบังคับให้เลขหน้าหมุนกลับได้หรือให้ผู้ชมสามารถเร่ง
เวลาให้การหมุนนี้เร็วขึ้นก็ได้หรือไม่

คำตอบ การทำงานของโทรเลขที่ทั่วโลกมีข้อจำกัด ที่ไม่สามารถบังคับการหมุนหน้า
าให้กลับแบบกลับมือหรือเร่งความเร็วในการปรากฏของข้อมูลได้ เพราะข้อมูลที่
ส่งออกอากาศมีจำนวนมากเป็น พัน ๆ หน้า แต่ส่วนที่นำสัญญาณโทรเลขที่มี
ความจุน้อย

อย่างไรก็ตามเวลาที่ผู้ชมคิดว่ามีมากนั้น สูงสุดไม่เกิน 40 วินาที บางครั้งอาจ
เร็วเพียงเสี้ยววินาที ขึ้นอยู่กับว่าเลือกหน้าใด งานรหัสค้นบางรุ่นที่มีหน่วย
ความจำ 4 หน้า จะสามารถเลือกหน้าทั้ง 4 หน้าได้ในทันที

2.3 ทานัมโทรเลขทบทวนบางครั้ง เปลี่ยนหน้าเองโดยผู้สมัครเข้าศึกษา

คำขอบ หน้าที่เปลี่ยนเองโดยผู้สมัครเข้าศึกษาเลือก เรียกว่าหน้าต่อเนื่องทุก ๆ หน้าที่ผู้สมัครเลือก สามารถมีหน้าต่อเนื่องได้ถึง 99 หน้า ซึ่งหน้าต่อเนื่องนี้จะปรากฏขึ้นเองแต่ถ้าต้องการให้หยุดหน้าต่อเนื่องใด ผู้สมัครก็สามารถทำได้โดยยกปุ่มหยุดหน้า (HOLD) และถ้าต้องการให้หมุนเวียนต่อไป ก็กดปุ่มนี้อีกครั้งหรือเลือกหน้าใหม่

2.4 ขอบเขตของการส่งโทรเลขทบทวน

คำขอบ ทุกแห่งที่รับสัญญาณภาพของ ททบ. 5 ได้ชี้จะสามารถรับโทรเลขทบทวนได้เวลาที่มี 25 สถานีถ่ายทอดของ ททบ. 5 อยู่ทั่วประเทศ แม้แต่ผู้รับชมภาพของช่อง 5 จากดาวเทียมโดยตรงก็สามารถรับโทรเลขทบทวนได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Comparing the High Speed Comparators

National Semiconductor--
Application Note 87
Interface
Development Group



INTRODUCTION

Several integrated circuit voltage comparators exist which were designed with high speed and complementary TTL outputs as the main objectives. The more common applications for these devices are high speed analog to digital (A to D) converters, tape and disk-file read channels, fast zero-crossing detectors, and high speed differential line receivers. This note compares the National Semiconductor devices to similar devices from other manufacturers.

The product philosophy at National was to create pin-for-pin replacement circuits that could be considered as second-sources to the other comparators, while simultaneously containing the improvements necessary to make a more op-

timum device for the intended usage. Optimized parameters include speed, input accuracy and impedance, supply voltage range, fanout, and reliability. The LM160/LM260/LM360 are replacement devices for the μ A760, while the LM161/LM261/LM361 replace the SE/NE529. Tables I and II compare the critical parameters of the National commercial range devices to their respective counterparts.

SPEED

Throughout the universe the subject of speed must be approached with caution; the same holds true here. Speed (propagation delay time) is a function of the measurement

TABLE I. LM360/ μ A760C Comparison $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$, $V^+ = +5.0\text{V}$, $V^- = -5.0\text{V}$

Parameter	LM360	μ A760C	Units
Input Offset Voltage	5.0	6.0	mV max
Input Offset Current	3.0	7.5	μ A max
Input Bias Current	20	60	μ A max
Input Capacitance	4.0	8.0	pF typ
Input Impedance	17	5.0	k Ω typ @ 1 MHz 25°C
Differential Voltage Range	± 5.0	± 5.0	V typ
Common Mode Voltage Range	± 4.0	± 4.0	V typ
Gain	3.0	3.0	V/mV typ 25°
Fanout	4.0	2.0	74 Series TTL Loads
Propagation Delays:			
(1) 30 mVp-p 10 MHz Sinewave in	25	30	ns max 25°
(2) 2.0 Vp-p 10 MHz Sinewave in	20	25	ns max 25°
(3) 100 mV Step + 5.0 mV Overdrive	14	22	ns typ 25°

TABLE II. LM261/NE529 Comparison $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$, $V^+ = +10\text{V}$, $V^- = -10\text{V}$, $V_{CC} = +5.0\text{V}$

Parameter	LM261	NE529	Units
Input Offset Voltage	3.0	10	mV max
Input Offset Current	3.0	15	μ A max
Input Bias Current	20	50	μ A max
Input Impedance	17	5.0	k Ω typ @ 1 MHz 25°C
Differential Voltage Range	± 5.0	± 5.0	V typ
Common Mode Voltage Range	± 6.0	± 6.0	V typ
Gain	3.0	4.0	V/mV typ 25°
Fanout	4.0	6.0	74 Series TTL Loads
Propagation Delay - 50 mV Overdrive	20	22	ns max 25°

technique. The earlier "standard" of using a 100 mV input step with 5.0 mV overdrive has given way to seemingly endless variations. To be meaningful, speed comparisons must be made with identical conditions. It is for this reason that the speed conditions specified for the National parts are the same as those of the parts replaced.

Probably the most impressive speed characteristic of the six National parts is the fact that propagation delay is essentially independent of input overdrive (Figure 1); a highly desirable

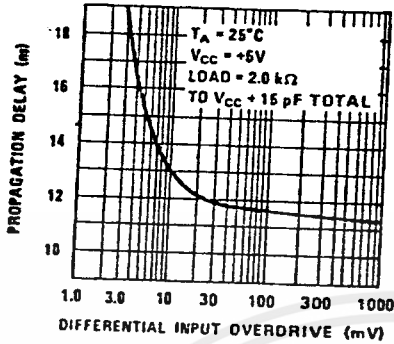


FIGURE 1. Delay vs Overdrive TL/H/7407-1

characteristic in A to D applications. Their delay typically varies only 3 ns for overdrive variations of 5.0 mV to 500 mV, whereas the other parts have a corresponding delay variation of two to one. As can be seen in Tables I and II, the National parts have an improved maximum delay specification. Further, the 20 ns maximum delay is meaningful since it is specified with a representative load: a 2.0 kΩ resistor to +5.0V and 15 pF total load capacitance. Figure 2 shows typical delay variation with temperature.

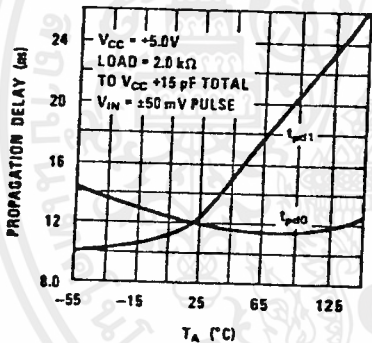


FIGURE 2. Delay vs Temperature TL/H/7407-2

INPUT PARAMETERS

The A to D, level detector, and line receiver applications of these devices require good input accuracy and impedance. In all these cases the differential input voltage is relatively

large, resulting in a complete switch of input bias current as the input signal traverses the reference voltage level. This effect can give rise to reduced gain and threshold inaccuracy, dependent on input source impedances and comparative input bias currents. Tables I and II show that the National parts have a substantially lower maximum bias current to ease this problem. This was done without resorting to Darlington input stages whose price is higher offset voltages and longer delay times. The lower bias currents also raise input resistance in the threshold region. Lower input capacitance and higher input resistance result in higher input impedance at high frequencies.

Even with low source impedances, input accuracy is still dependent on offset voltage. Since none of the devices under discussion has internal offset null capability, ultimate accuracy was improved by designing and specifying lower maximum offset voltage. Refer to Figure 3 for typical offset voltage drift with temperature.

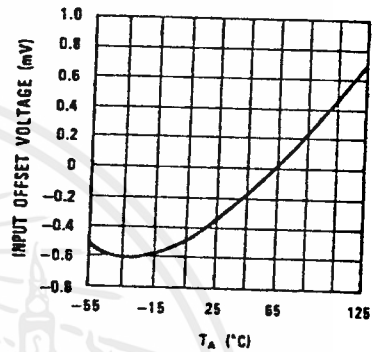


FIGURE 3. Offset Temperature Coefficient TL/H/7407-3

OTHER PERFORMANCE AREAS

In the case of the LM160/LM260/LM360, fanout was doubled over the previous device. For the LM161/LM251/LM361, operating supply voltage range was extended to

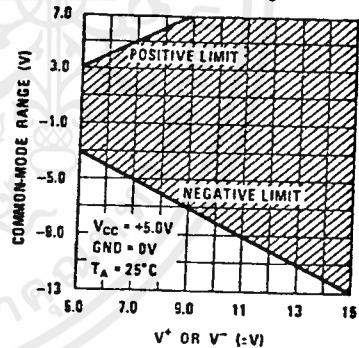


FIGURE 4. LM161 Common Mode Range TL/H/7407-4

±15V op amp supplies which are often readily available where such a comparator is used. Figure 4 reveals the common mode range of the latter device.

The performance improvements previously mentioned were the result of circuit design (Figures 5 and 6) and device processing. Schottky clamping, which can give rise to reliability problems, was not used. Gold doping, which results in propagation dependent speeds and low transistor beta, was not used. Instead a non-gold-doped process with high breakdown voltage, high beta, and high f_T (≈ 1.5 GHz) was se-

lected which produced remarkably consistent performance independent of normal process variation. The higher breakdown voltage allows the LM161/LM261/LM361 to operate on $\pm 15V$ supplies and results in lower transistor capacitance; higher beta provides lower input bias currents; and higher f_T helps reduce propagation time.

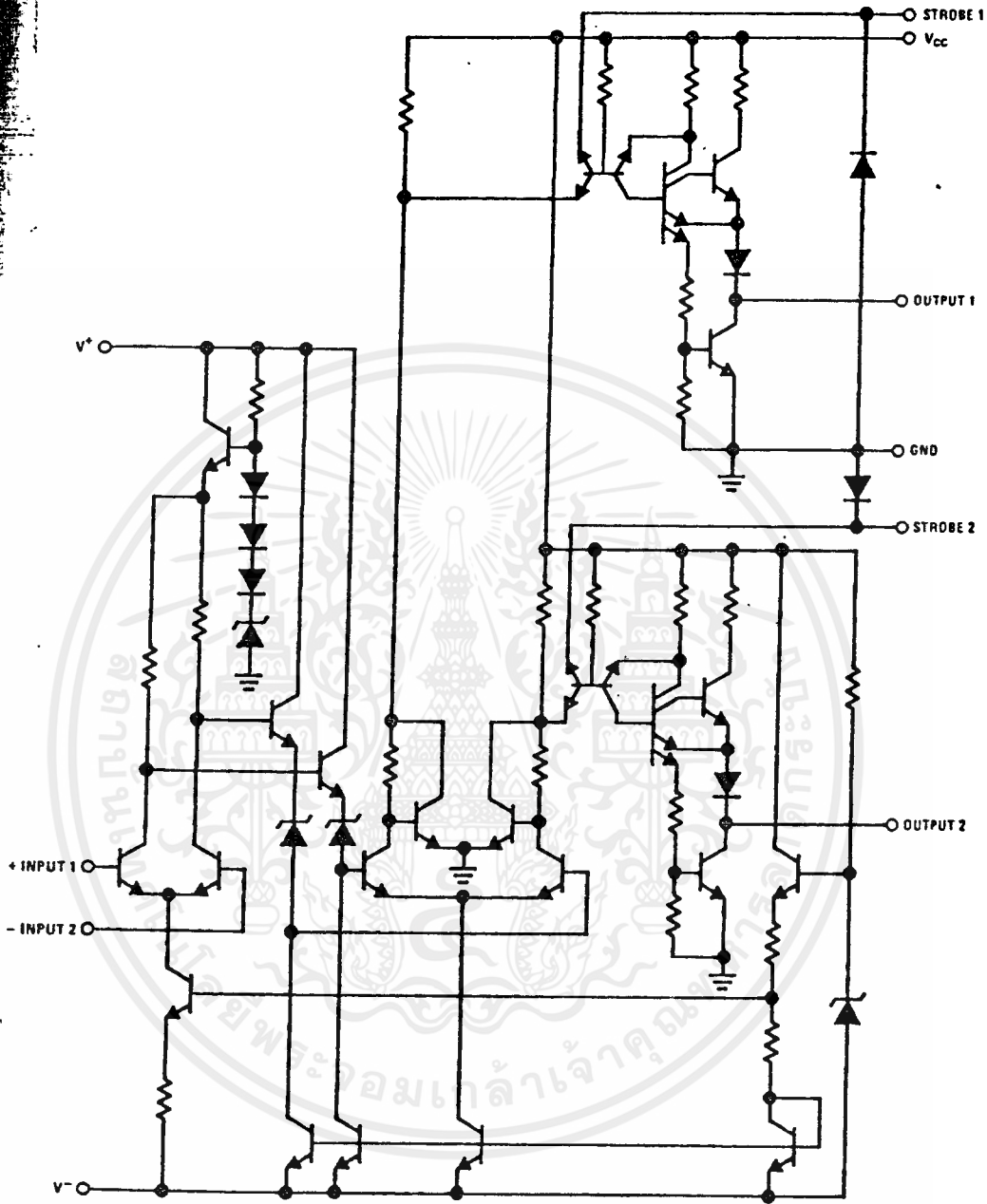


FIGURE 5. LM161 Schematic Diagram

TL/H/7407-5

TL/H/7407-3
nt
was dou-
/LM261/
ended to

TL/H/7407-4
ge
y available
s the com-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

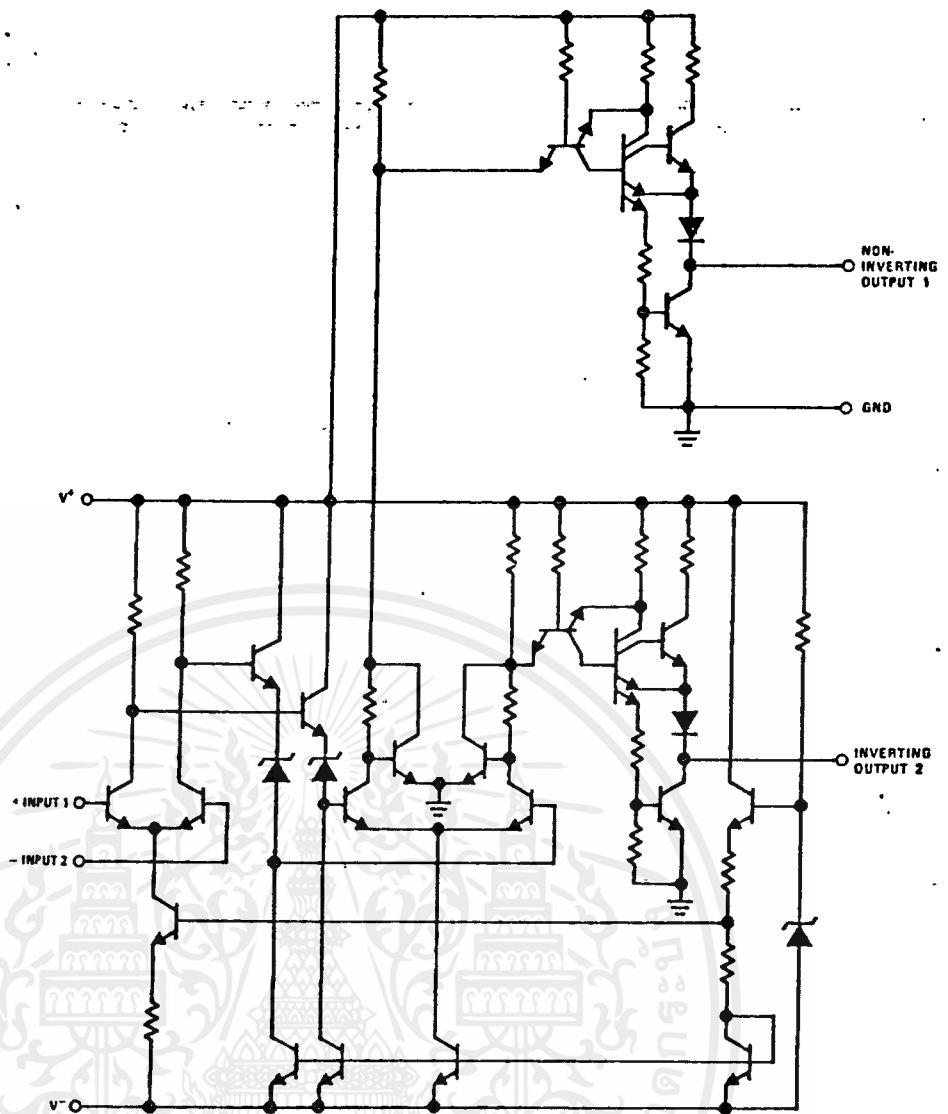


FIGURE 6. LM160 Schematic Diagram

TL/H/7407-6

APPLICATIONS

Typical applications have been mentioned previously. The LM160 and LM161 may be combined as in *Figure 7* to create a fast, accurate peak detector for use in tape and diskfile read channels. A 3-bit A to D converter with 21 ns typical conversion time is shown in *Figure 8*. Although primarily in-

tended for interfacing to TTL logic, direct connection may be made to ECL logic from the LM161 by the technique shown in *Figure 9*. When used this way the common mode range is shifted from that of the TTL configuration. Finally level detectors or line receivers may be implemented with hysteresis in the transfer characteristic as seen in *Figure 10*.

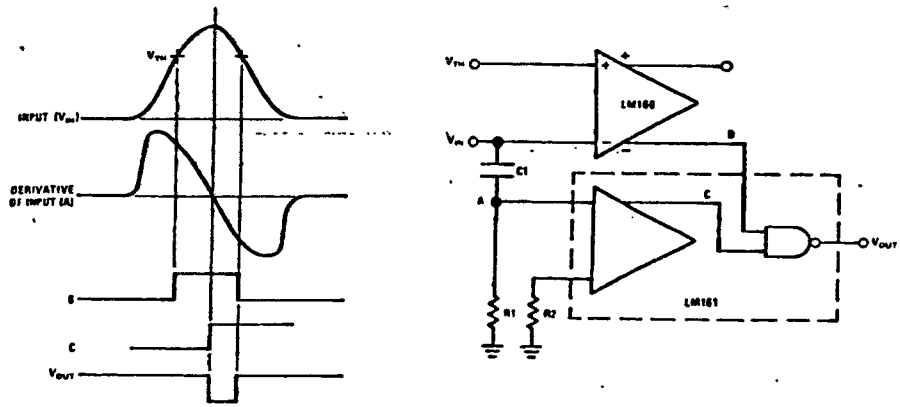


FIGURE 7. Peak Detector

TL/H/7407-7

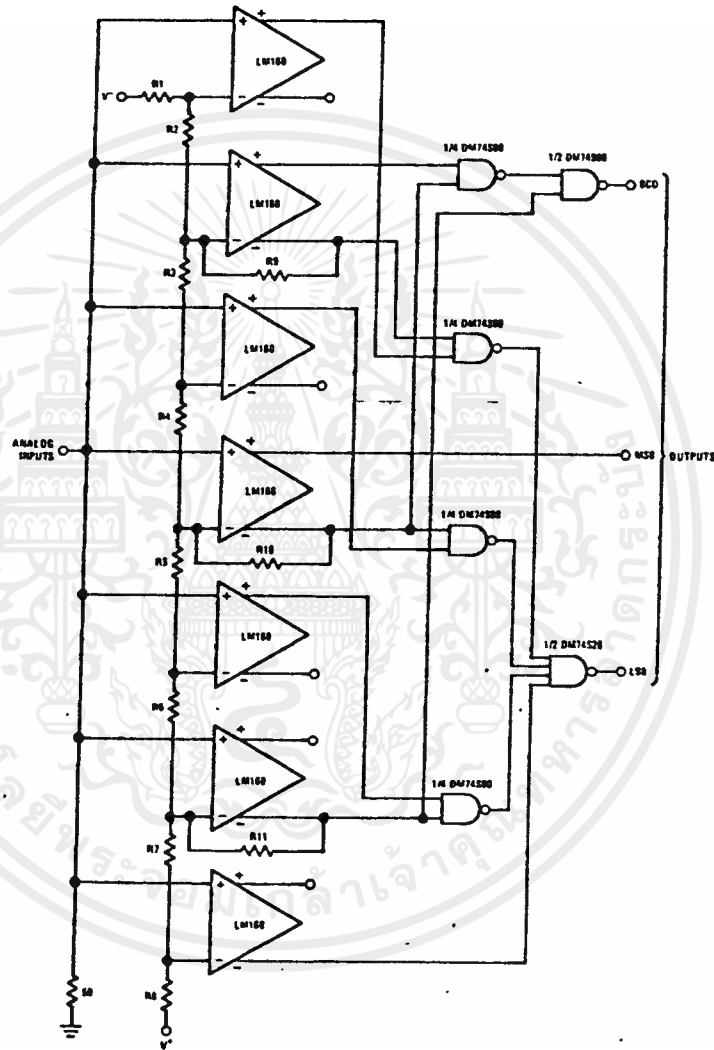


FIGURE 8. High Speed 3-bit A to D Converter

TL/H/7407-8

TING IT 1

TING IT 2

TL/H/7407-6

ection may e technique nmon mode tion. Finally mented with in Figure 10.

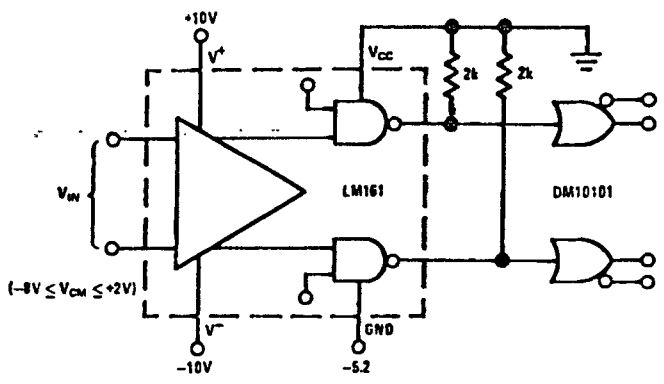
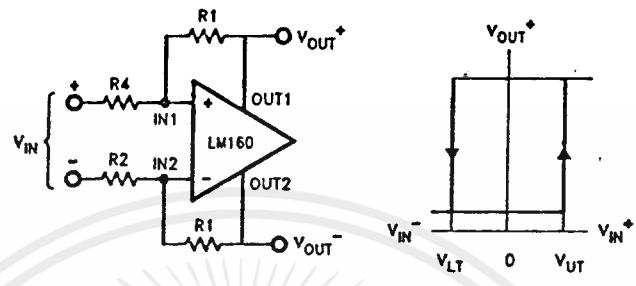


FIGURE 9. Direct Interfacing to ECL

TL/H/7407-9

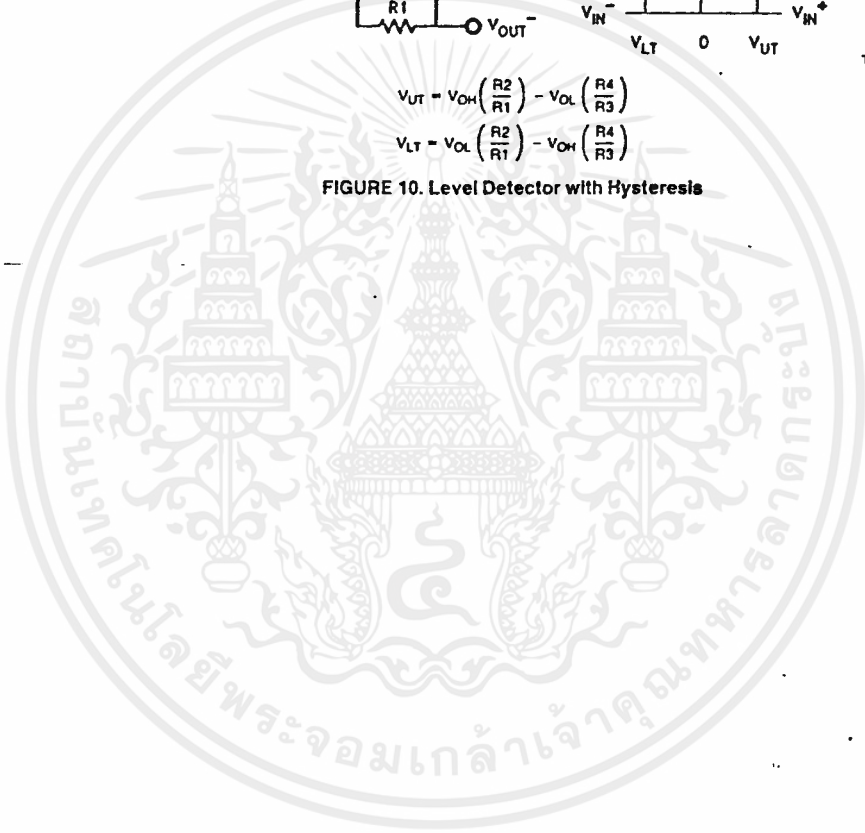


$$V_{UT} = V_{OH} \left(\frac{R_2}{R_1} \right) - V_{OL} \left(\frac{R_4}{R_3} \right)$$

$$V_{LT} = V_{OL} \left(\frac{R_2}{R_1} \right) - V_{OH} \left(\frac{R_4}{R_3} \right)$$

FIGURE 10. Level Detector with Hysteresis

TL/H/7407-10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESCRIPTION — Each multivibrator of the LS221 features a negative-transition-triggered input and a positive-transition-triggered input either of which can be used as an inhibit input.

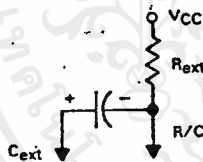
Pulse triggering occurs at a voltage level and is not related to the transition time of the input pulse. Schmitt-trigger input circuitry for B input allows jitter-free triggering for inputs as slow as 1 volt/second, providing the circuit with excellent noise immunity. A high immunity to VCC noise is also provided by internal latching circuitry.

Once triggered, the outputs are independent of further transitions of the inputs and are a function of the timing components. The output pulses can be terminated by the overriding clear. Input pulse width may be of any duration relative to the output pulse width. Output pulse width may be varied from 35 nanoseconds to a maximum of 70 s by choosing appropriate timing components. With $R_{ext} = 2\text{ k}\Omega$ and $C_{ext} = 0$, a typical output pulse of 30 nanoseconds is achieved. Output rise and fall times are independent of pulse length.

Pulse width stability is achieved through internal compensation and is virtually independent of VCC and temperature. In most applications, pulse stability will only be limited by the accuracy of external timing components.

Jitter-free operation is maintained over the full temperature and VCC ranges for greater than six decades of timing capacitance (10pF to 10 μ F), and greater than one decade of timing resistance (2 to 70 k Ω for the SN54LS221, and 2 to 100 k Ω for the SN74LS221). Pulse width is defined by the relationship: $t_w(\text{out}) = C_{ext}R_{ext} \ln 2 \approx 0.7 C_{ext}R_{ext}$. If pulse cutoff is not critical, capacitance up to 1000 μ F and resistance as low as 1.4 k Ω may be used. The range of jitter-free pulse widths is extended if VCC is 5 V and 25°C temperature.

- SN54LS221 and SN74LS221 IS A DUAL HIGHLY STABLE ONE-SHOT
- OVERRIDING CLEAR TERMINATES OUTPUT PULSE
- PIN OUT IS IDENTICAL TO SN54LS/74LS123

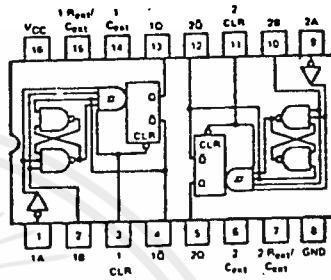


SN54/74LS221

DUAL MONOSTABLE MULTIVIBRATORS WITH SCHMITT-TRIGGER INPUTS

LOW POWER SCHOTTKY

(TOP VIEW)



positive logic Low input to clear resets Q low and Q high regardless of d.c. levels at A or B inputs

J Suffix — Case 620-09 (Ceramic)
N Suffix — Case 648-08 (Plastic)

FUNCTION TABLE
(EACH MONOSTABLE)

CLEAR	INPUTS		OUTPUTS	
	A	B	Q	\bar{Q}
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	\uparrow	\uparrow	$\bar{\uparrow}$
H	\downarrow	H	$\bar{\downarrow}$	$\bar{\downarrow}$
\uparrow	L	H	$\bar{\uparrow}$	$\bar{\uparrow}$

TYPE	TYPICAL POWER DISSIPATION	MAXIMUM OUTPUT PULSE LENGTH
SN54LS221	23 mW	49 s
SN74LS221	23 mW	70 s

FAST AND LS TTL DATA

5

Once in the pulse trigger mode, the output pulse width is determined by $t_{W} = R_{ext}C_{ext} \ln 2$, as long as R_{ext} and C_{ext} are within their minimum and maximum values and the duty cycle is less than 50%. This pulse width is essentially independent of V_{CC} and temperature variations. Output pulse widths varies typically no more than $\pm 0.5\%$ from device to device.

If the duty cycle, defined as being $100 \cdot \frac{t_W}{T}$ where T is the period of the input pulse, rises above 50%, the output pulse width will

become shorter. If the duty cycle varies between low and high values, this causes the output pulse width to vary in length, or jitter. To reduce jitter to a minimum, R_{ext} should be as large as possible. (Jitter is independent of C_{ext}). With $R_{ext} = 100K$, jitter is not appreciable until the duty cycle approaches 90%.

Although the LS221 is pin-for-pin compatible with the LS123, it should be remembered that they are not functionally identical. The LS123 is retriggerable so that the output is dependent upon the input transitions once it is high. This is not the case for the LS221. Also note that it is recommended to externally ground the LS123 C_{ext} pin. However, this cannot be done on the LS221.

The SN54LS/74LS221 is a dual, monolithic, non-retriggerable, high-stability one shot. The output pulse width, t_W can be varied over 9 decades of timing by proper selection of the external timing components, R_{ext} and C_{ext} .

Pulse triggering occurs at a voltage level and is, therefore, independent of the input slew rate. Although all three inputs have this Schmitt-trigger effect, only the B input should be used for very long transition triggers ($\geq 1.0 \mu V/s$). High immunity to V_{CC} noise (typically 1.5 V) is achieved by internal latching circuitry. However, standard V_{CC} bypassing is strongly recommended.

The LS221 has four basic modes of operation.

Clear Mode: If the clear input is held low, irregardless of the previous output state and other input states, the Q output is low.

Inhibit Mode: If either the A input is high or the B input is low, once the Q output goes low, it cannot be retriggered by other inputs.

Pulse Trigger

Mode: This occurs when none of the other modes are in effect and the Q output is low. A proper transition by either the CLR, A or B input, as shown in the truth table, will cause the Q output to go high and remain high for the pulse time t_W .

Once triggered, as long as the output remains high, all input transitions (except for Clear, see Note 4) are ignored.

Overriding

Clear Mode: If the Q output is high, it may be forced low by bringing the clear input low.

GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
V _{CC}	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I _{OH}	Output Current — High	54,74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54,74			4.0 8.0	mA

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V _{T+}	Positive-Going Threshold Voltage at A Input		1.0	2.0	V	V _{CC} = MIN
V _{T-}	Negative-Going Threshold Voltage at A Input	54	0.7	1.0	V	V _{CC} = MIN
		74	0.8	1.0	V	
V _{T+}	Positive-Going Threshold Voltage at B Input		1.0	2.0	V	V _{CC} = MIN
V _{T-}	Negative-Going Threshold Voltage at B Input	54	0.7	0.9	V	V _{CC} = MIN
		74	0.8	0.9	V	
V _{IK}	Input Clamp Voltage			-1.5	V	V _{CC} = MIN, I _{IN} = -18 mA
V _{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.4	V	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX
		74	2.7	3.4	V	
V _{OL}	Output LOW Voltage	54	0.25	0.4	V	I _{OL} = 4.0 mA
		74	0.35	0.5	V	I _{OL} = 8.0 mA
I _{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 2.7 V
				0.1	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 7.0 V
I _{IL}	Input LOW Current Input A Input B Clear			-0.4	mA	V _{CC} = MAX, V _{IN} = 0.4 V
				-0.8		
				-0.8		
I _{OS}	Short Circuit Current	-20		-100	mA	V _{CC} = MAX
I _{CC}	Power Supply Current Quiescent Triggered		4.7	11	mA	V _{CC} = MAX
			19	27		

FAST AND LS TTL DATA

5-194

5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC CHARACTERISTICS: $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

SYMBOL	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LIMITS			UNIT	TEST CONDITIONS
			MIN	TYP	MAX		
t_{PLH}	A	Q		45	70	ns	$C_L = 15\text{ pF}$, See Figure 1
	B	Q		35	55		
t_{PHL}	A	\bar{Q}		50	80	ns	
	B	\bar{Q}		40	65		
t_{PHL}	Clear	Q		35	55	ns	
t_{PLH}	Clear	\bar{Q}		44	65	ns	
$t_{W(out)}$	A or B	Q or \bar{Q}	70	120	150	ns	$C_{ext} = 80\text{ pF}$, $R_{ext} = 2\text{ k}\Omega$
			20	47	70		$C_{ext} = 0$, $R_{ext} = 2\text{ k}\Omega$
			600	670	750		$C_{ext} = 100\text{ pF}$, $R_{ext} = 10\text{ k}\Omega$
			6	6.9	7.5		$C_{ext} = 1\text{ }\mu\text{F}$, $R_{ext} = 10\text{ k}\Omega$

AC SETUP REQUIREMENTS $V_{CC} = 5.0\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	
		MIN	TYP	MAX		
dv/dt	Rate of Rise or Fall of Input Pulse					
		Schmitt, B	1.0			V/ μs
	Logic Input, A	1.0			V/ μs	
t_W	Input Pulse Width	A or B, $t_{W(in)}$	40			ns
		Clear, $t_{W(clear)}$	40			
t_s	Clear-Inactive-State Setup Time	15			ns	
R_{ext}	External Timing Resistance	54	1.4	70	k Ω	
		74	1.4	100		
C_{ext}	External Timing Capacitance	0		1000	μF	
	Output Duty Cycle			50	%	
		$R_T = 2.0\text{ k}\Omega$ $R_T = \text{MAX } R_{ext}$		90		

FAST AND LS TTL DATA

5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LM1881 Video Sync Separator

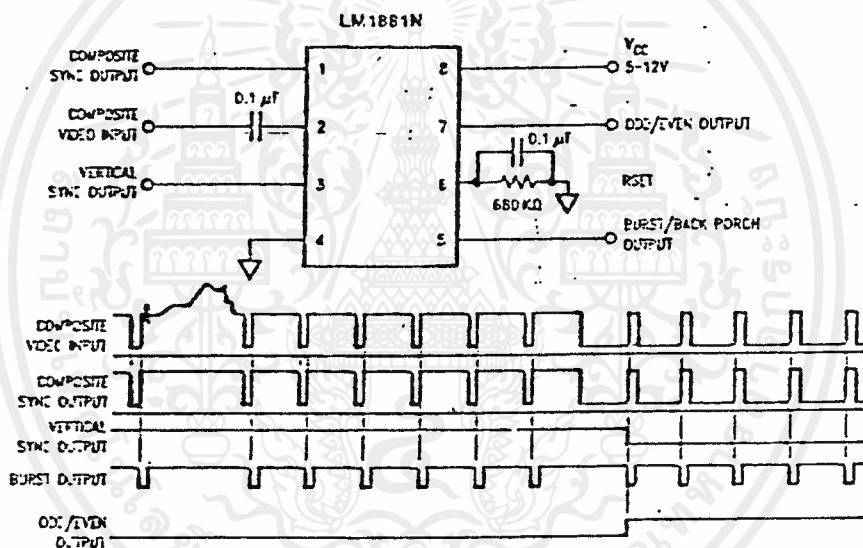
General Description

The LM1881 Video sync separator extracts timing information including composite and vertical sync, burst/back porch timing, and odd/even field information from a standard negative going sync NTSC video signal with amplitude from 0.5 to 2V p-p. The integrated circuit is also capable of providing sync separation for non-standard, faster horizontal rate video signals by changing an external horizontal scan rate setting resistor. The vertical output is produced on the rising edge of the first serration in the vertical sync period. A default vertical output is produced after a time delay if the rising edge mentioned above does not occur within the internally set delay period, such as might be the case for a non-standard video signal.

Features

- AC coupled composite input signal
- > 10 k Ω input resistance
- < 10 mA power supply drain current
- Composite sync and vertical outputs
- Odd/even field output
- Burst gate/back porch output
- Resistor programmable horizontal scan rate (up to 64 kHz)
- Edge triggered vertical output
- Default triggered vertical output for non-standard video signal (video games-home computers)

Connection Diagram



Order Number LM1881M or LM1881N
See NS Package Number M06A or N06E

TJ/TA=150°C

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	13.2V
Input Voltage	3 Vp-p
Output Sink Currents; Pins 1, 3, 5	5 mA
Output Sink Current; Pin 7	2 mA
Package Dissipation (Note 1)	1100 mW
Operating Temperature Range	0°C - 70°C

Storage Temperature Range -65°C to +150°C

ESD Susceptibility (Note 2) 2 kV

Soldering Information		
Dual-In-Line Package (10 sec.)		260°C
Small Outline Package		215°C
Vapor Phase (60 sec.)		220°C
Infrared (15 sec.)		220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics

V_{CC} = 5V; R_{SET} = 680 kΩ; T_A = 25°C; Unless otherwise specified

Parameter	Conditions	Typ	Tested Limit (Note 3)	Design Limit (Note 4)	Units (Limits)
Supply Current	V _{CC} = 5V; Outputs at Logic 1	5.2	10		mA _{max}
	V _{CC} = 12V; Outputs at Logic 1	5.5	12		mA _{max}
DC Input Voltage	Pin 2	1.5	1.3		V _{min}
			1.8		V _{max}
Input Threshold Voltage	Note 5	70	55		mV _{min}
			85		mV _{max}
Input Discharge Current	Pin 2; V _{IN} = 2V	11	6		μA _{min}
			16		μA _{max}
Input Clamp Charge Current	Pin 2; V _{IN} = 1V	0.8	0.2		mA _{min}
R _{SET} Pin Reference Voltage	Pin 6; Note 6	1.22	1.10		V _{min}
			1.35		V _{max}
Composite Sync. & Vertical Outputs	I _{OL} = 40 μA; Logic 1	4.5	4.0		V _{min}
	I _{OL} = 1.6 mA; Logic 1	3.6	2.4		V _{min}
Burst Gate & Odd/Even Outputs	I _{OL} = 40 μA; Logic 1	4.5	4.0		V _{min}
Composite Sync. Output	I _{OL} = -1.6 mA; Logic 0; Pin 1	0.2	0.8		V _{max}
Vertical Sync. Output	I _{OL} = -1.6 mA; Logic 0; Pin 3	0.2	0.8		V _{max}
Burst Gate Output	I _{OL} = -1.6 mA; Logic 0; Pin 5	0.2	0.8		V _{max}
Odd/Even Output	I _{OL} = -1.6 mA; Logic 0; Pin 7	0.2	0.8		V _{max}
Vertical Sync Width		230	190		μs _{min}
			300		μs _{max}
Burst Gate Width	2.7 kΩ from Pin 5 to V _{CC}	4	2.5		μs _{min}
			4.7		μs _{max}
Vertical Default: Time	Note 7	65	32		μs _{min}
			90		μs _{max}

Note 1: For operation in ambient temperatures above 25°C, the device must be operated based on a 150°C maximum junction temperature and a package thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient.

Note 2: ESD susceptibility test uses the "human body model, 100 pF discharged through a 1.5 kΩ resistor".

Note 3: These parameters are guaranteed and 100% production tested.

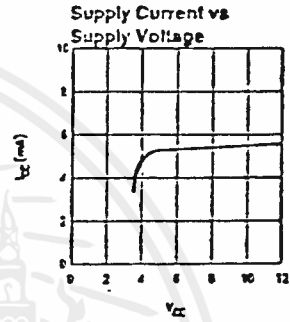
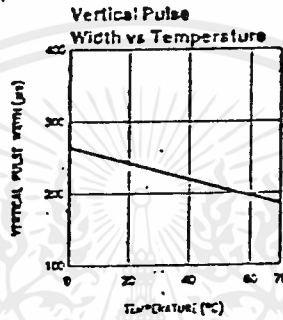
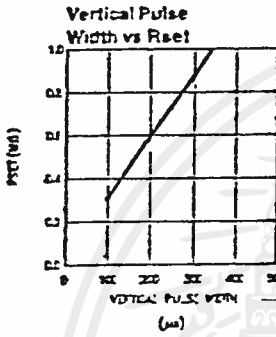
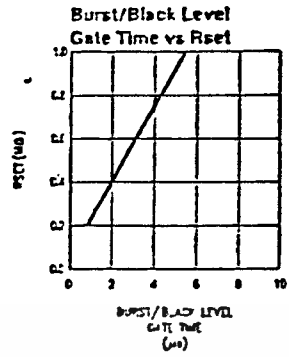
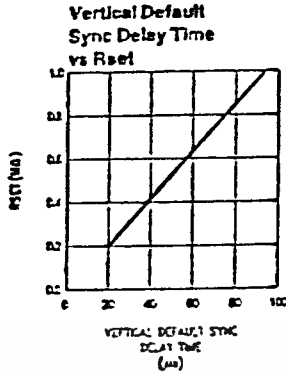
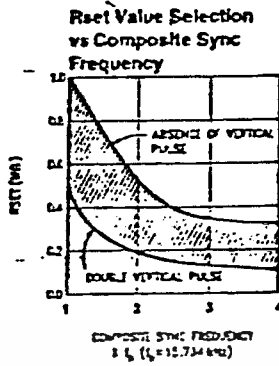
Note 4: Design Limits are guaranteed but not 100% production tested. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 5: Relative difference between the input clamp voltage and the minimum input voltage which produces a horizontal output pulse.

Note 6: Careful attention should be made to prevent parasitic capacitance coupling from any output pin (Pins 1, 3, 5, and 7) to the R_{SET} pin (Pin 6).

Note 7: Delay time between the start of vertical sync (at input) and the vertical output pulse.

Typical Performance Characteristics



TLH/9152-2

Application Notes

The LM1881 is designed to strip the synchronization signals from composite video sources that are in, or similar to, the N.T.S.C. format. Input signals with positive polarity video (increasing signal voltage signifies increasing scene brightness) from 0.5V (p-p) to 2V (p-p) can be accommodated. The LM1881 operates from a single supply voltage between 5V DC and 12V DC. The only required external components beside power supply and set current decoupling are the input coupling capacitor and a single resistor that sets internal current levels, allowing the LM1881 to be adjusted for source signals with line scan frequencies differing from 15.734 kHz. Four major sync signals are available from the I/C: composite sync including both horizontal and vertical scan timing information; a vertical sync pulse; a burst gate or back porch clamp pulse, and an odd/even output. The odd/even output level identifies which video field of an interlaced video source is present at the input. The outputs from the LM1881 can be used to gen-lock video cameras/VTR signals with graphics sources, provide identification of video fields for memory storage, recover suppressed or contaminated sync signals, and provide timing references for the extraction of coded or uncoded data on specific video scan lines.

To better understand the LM1881 timing information and the type of signals that are used, refer to *Figure 2(a-e)* which shows a portion of the composite video signal from the end of one field through the beginning of the next field.

COMPOSITE SYNC OUTPUT

The composite sync output, *Figure 2(b)*, is simply a reproduction of the signal waveform below the composite video black level, with the video completely removed. This is obtained by clamping the video signal sync tips to 1.5V DC at Pin 2 and using a comparator threshold set just above this voltage to strip the sync signal, which is then buffered out to Pin 1. The threshold separation from the clamped sync tip is nominally 70 mV which means that for the minimum input level of 0.5V (p-p), the clipping level is close to the halfway point on the sync pulse amplitude (shown by the dashed line on *Figure 2(e)*). This threshold separation is independent of the signal amplitude, therefore, for a 2V (p-p) input the clipping level occurs at 11% of the sync pulse amplitude. The charging current for the input coupling capacitor is 0.8 mA, whereas the discharge current is only 11 μ A typically. This allows relatively small capacitor values to be used—0.1 μ F is generally recommended.

Normally the signal source for the LM1881 is assumed to be clean and relatively noise-free, but some sources may have excessive video peaking, causing high frequency video and chroma components to extend below the black level reference. Some video discs keep the chroma burst pulse present throughout the vertical blanking period so that the burst actually appears on the sync tips for three line periods instead of at black level. A clean composite sync signal can be generated from these sources by filtering the input signal. When the source impedance is low, typically 75 Ω , a 620 Ω resistor in series with the source and a 510 pF capacitor to ground will form a low pass filter with a corner frequency of 500 kHz. This bandwidth is more than sufficient to pass the sync pulse portion of the waveform; however, any subcarrier content in the signal will be attenuated by almost 16 dB, effectively taking it below the comparator threshold. Filtering will also help if the source is contaminated with thermal noise. The output waveforms will become delayed

from between 40 ns to as much as 200 ns due to this filter. This much delay will not usually be significant but it does contribute to the sync delay produced by any additional signal processing. Since the original video may also undergo processing, the need for time delay correction will depend on the total system, not just the sync stripper.

VERTICAL SYNC OUTPUT

A vertical sync output is derived by internally integrating the composite sync waveform (*Figure 3*). Horizontal sync pulses are not able to charge the integrating capacitor sufficiently because of their short duty cycle, but when the vertical retrace interval is reached, the broad serrated pulse charges the capacitor past a fixed threshold. Once the threshold is reached, the next serration in the sync waveform triggers an R-S flipflop and starts the vertical output pulse at Pin 3. Simultaneously an internal oscillator begins clocking a counter. When a count of eight is reached the vertical output pulse is terminated and the circuit resets. Both the time required to reach the integrator threshold and the period of the oscillator are programmed by an external resistor at Pin 6. For an N.T.S.C. signal with 32 μ s between serrations, a 650 k Ω resistor will ensure the vertical output pulse will start coincident with the leading edge of the first vertical serration (*Figure 2(c)*). If the resistor value gets too small it becomes possible for the oscillator circuit to time out before the input vertical sync period has ended. When this is the case, the sequence will repeat and a double vertical output pulse will appear. Therefore, the resistor value for a given horizontal scan rate is chosen small enough to trigger the vertical output pulse on the first serration yet not so small as to give a double pulse, rather than attempting to choose a value that gives a specific output pulse width. If the incoming vertical sync is not serrated, the integrating capacitor is allowed to charge to a second threshold which automatically initiates the vertical output pulse sequence. In this instance, the start of the vertical pulse as well as the pulse period will be dependent on the resistor value.

ODD/EVEN FIELD PULSE

An unusual feature of LM1881 is an output level from Pin 7 that identifies the video field present at the input to the LM1881. This can be useful in frame memory storage applications or in extracting test signals that occur only in alternate fields. For a composite video signal that is interlaced, one of the two fields that make up each video frame or picture must have a half horizontal scan line period at the end of the vertical scan—i.e., at the bottom of the picture. This is called the "odd field" or "field 1". The "even field" or "field 2" has a complete horizontal scan line at the end of the field. An odd field starts on the leading edge of the first equalizing pulse, whereas the even field starts on the leading edge of the second equalizing pulse of the vertical retrace interval. *Figure 2(a)* shows the end of the even field and the start of the odd field.

To detect the odd/even fields the LM1881 again integrates the composite sync waveform (*Figure 3*). A capacitor is charged during the period between sync pulses and discharged when the sync pulse is present. The period between normal horizontal sync pulses is enough to allow the capacitor voltage to reach a threshold level of a comparator that clears a flipflop which is also being clocked by the sync waveform. When the vertical interval is reached, the shorter integration time between equalizing pulses prevents this

Application Notes (Continued)

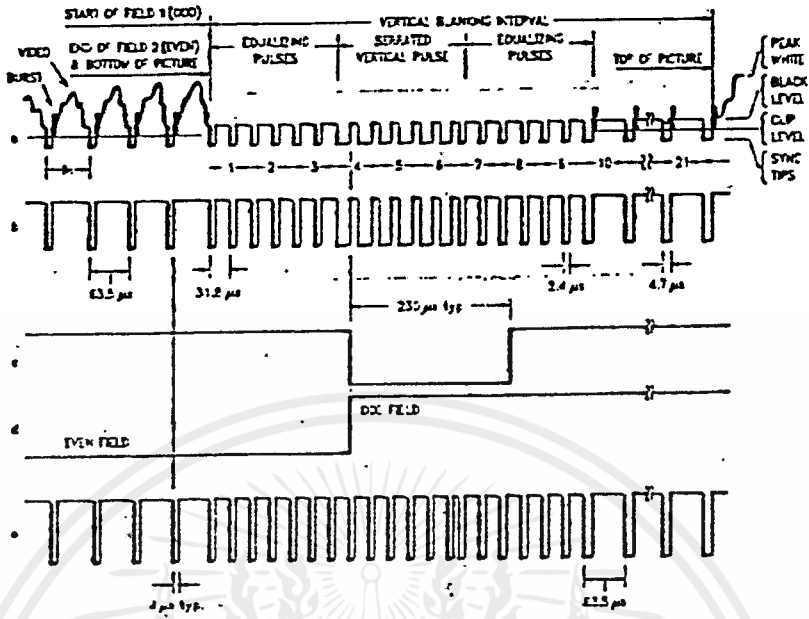
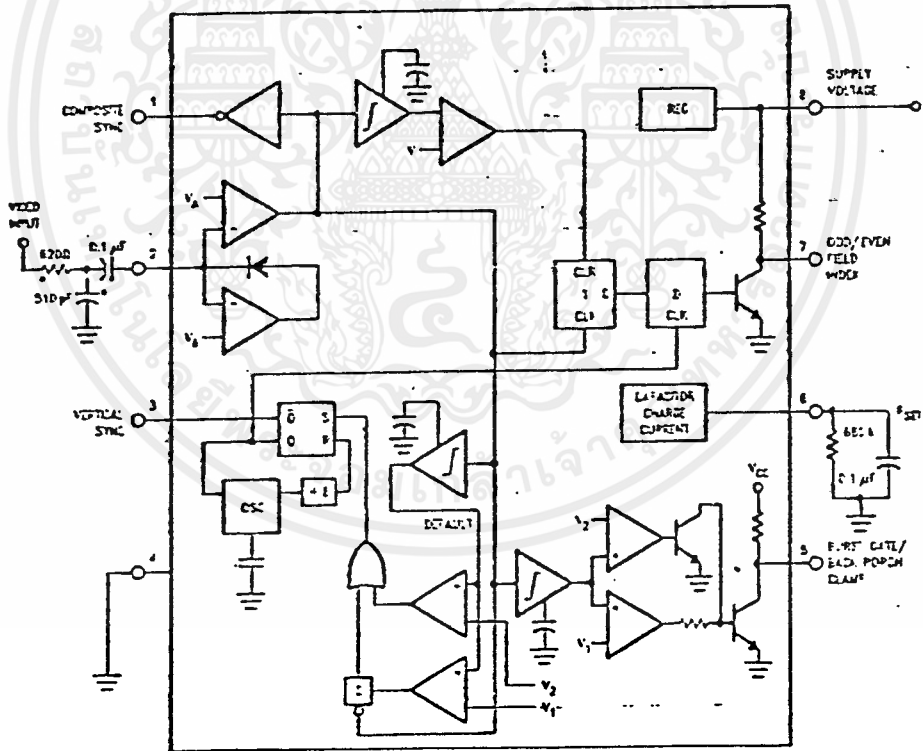


FIGURE 2 (a) Composite Video; (b) Composite Sync; (c) Vertical Output Pulse; (d) Odd/Even Field Index; (e) Burst Gate/Back Porch Clamp

TL/18150-3



*Components Optional Set Test

FIGURE 3

TL/18150-4

Application Notes (Continued)

threshold from being reached and the Q output of the flip-flop is toggled with each equalizing pulse. Since the half line period at the end of the odd field will have the same effect as an equalizing pulse period, the Q output will have a different polarity on successive fields. Thus by comparing the Q polarity with the vertical output pulse, an odd/even field index is generated. Pin 7 remains low during the even field and high during the odd field.

BURST/BACKPORCH OUTPUT PULSE

In a composite video signal, the chroma burst is located on the backporch of the horizontal blanking period. This period, approximately $4.8 \mu\text{s}$ long, is also the black level reference for the subsequent video scan line. The LM1881 generates a pulse at Pin 5 that can be used either to retrieve the chroma burst from the composite video signal (thus providing a subcarrier synchronizing signal) or as a clamp for the DC restoration of the video waveform. This output is obtained simply by charging an internal capacitor starting on the trailing edge of the horizontal sync pulses. Simultaneously the output of Pin 5 is pulled low and held until the capacitor charge circuit times out— $4 \mu\text{s}$ later. A shorter output burst gate pulse can be derived by differentiating the burst output using a series C-R network. This may be necessary in applications which require high horizontal scan rates in combination with normal (60–120 Hz) vertical scan rates.

APPLICATIONS

Apart from extracting a composite sync signal free of video information, the LM1881 outputs allow a number of interesting applications to be developed. As mentioned above, the burst gate/backporch clamp pulse allows DC restoration of the original video waveform for display or remodulation on an R.F. carrier, and retrieval of the color burst for color synchronization and decoding into F.G.B. components. For frame memory storage applications, the odd/even field level allows identification of the appropriate field ensuring the correct read or write sequence. The vertical pulse output is particularly useful since it begins at a precise time—the rising edge of the first vertical serration in the sync waveform. This means that individual lines within the vertical blanking period (or anywhere in the active scan line period) can easily be extracted by counting the required number of transitions in the composite sync waveform following the start of the vertical output pulse.

The vertical blanking interval is proving popular as a means to transmit data which will not appear on a normal T.V. receiver screen. Data can be inserted beginning with line 10 (the first horizontal scan line on which the color burst appears) through to line 21. Usually lines 10 through 13 are not used which leaves lines 14 through 21 for inserting signals, which may be different from field to field. In the U.S., line 19 is normally reserved for a vertical interval reference

signal (VIRS) and line 21 is reserved for closed caption data for the hearing impaired. The remaining lines are used in a number of ways. Lines 17 and 18 are frequently used during studio processing to add and delete vertical interval test signals (VITS) while lines 14 through 18 and line 20 can be used for Videotex/Teletext data. Several institutions are proposing to transmit financial data on line 17 and cable systems use the available lines in the vertical interval to send decoding data for descrambler terminals.

Since the vertical output pulse from the LM1881 coincides with the leading edge of the first vertical serration, sixteen positive or negative transitions later will be the start of line 14 in either field. At this point simple counters can be used to select the desired line(s) for insertion or deletion of data.

VIDEO LINE SELECTOR

The circuit in Figure 4 puts out a single video line according to the binary coded information applied to line select bits b0–b7. A line is selected by adding two to the desired line number, converting to a binary equivalent and applying the result to the line select inputs. The falling edge of the LM1881's vertical pulse is used to load the appropriate number into the counters (MM74C193N) and to set a start count latch using two NAND gates. Composite sync transitions are counted using the borrow out of the desired number of counters. The final borrow out pulse is used to turn on the analog switch (CD4066BC) during the desired line. The falling edge of this signal also resets the start count latch, thereby terminating the counting.

The circuit, as shown, will provide a single line output for each field in an interlaced video system (television) or a single line output in each frame for a non-interlaced video system (computer monitor). When a particular line in only one field of an interlaced video signal is desired, the odd/even field index output must be used instead of the vertical output pulse (invert the field index output to select the odd field). A single counter is needed for selecting lines 3 to 14; two counters are needed for selecting lines 15 to 253; and three counters will work for up to 2046 lines. An output buffer is required to drive low impedance loads.

MULTIPLE CONTIGUOUS VIDEO LINE SELECTOR WITH BLACK LEVEL RESTORATION

The circuit in Figure 5 will select a number of adjoining lines starting with the line selected as in the previous example. Additional counters can be added as described previously for either higher starting line numbers or an increased number of contiguous output lines. The back porch pulse output of the LM1881 is used to gate the video input's black level through a low pass filter (10 k Ω , 10 μF) providing black level restoration at the video output when the output selected line(s) is not being gated through.

Typical Applications

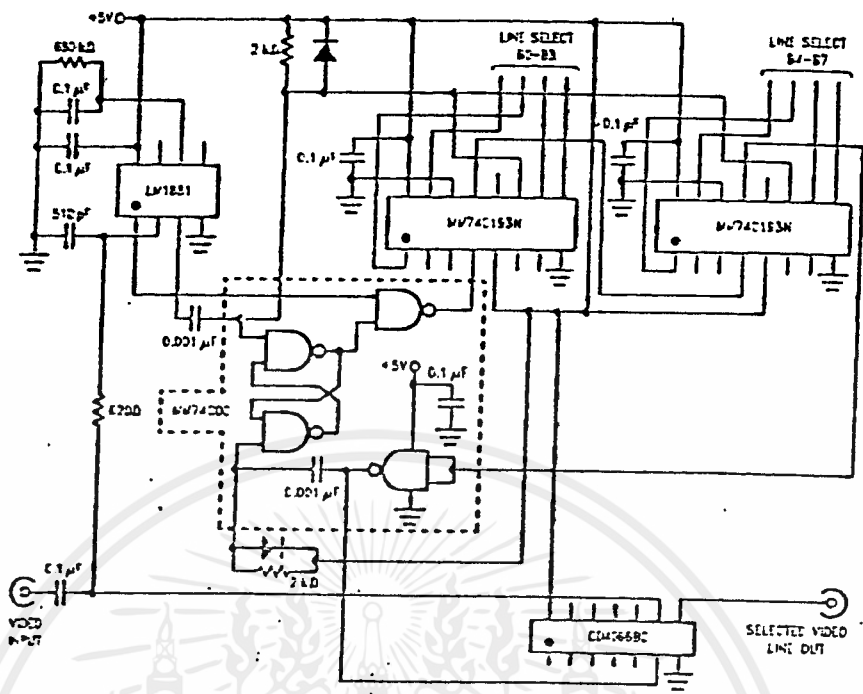


FIGURE 4. Video Line Selector

TL74018-4

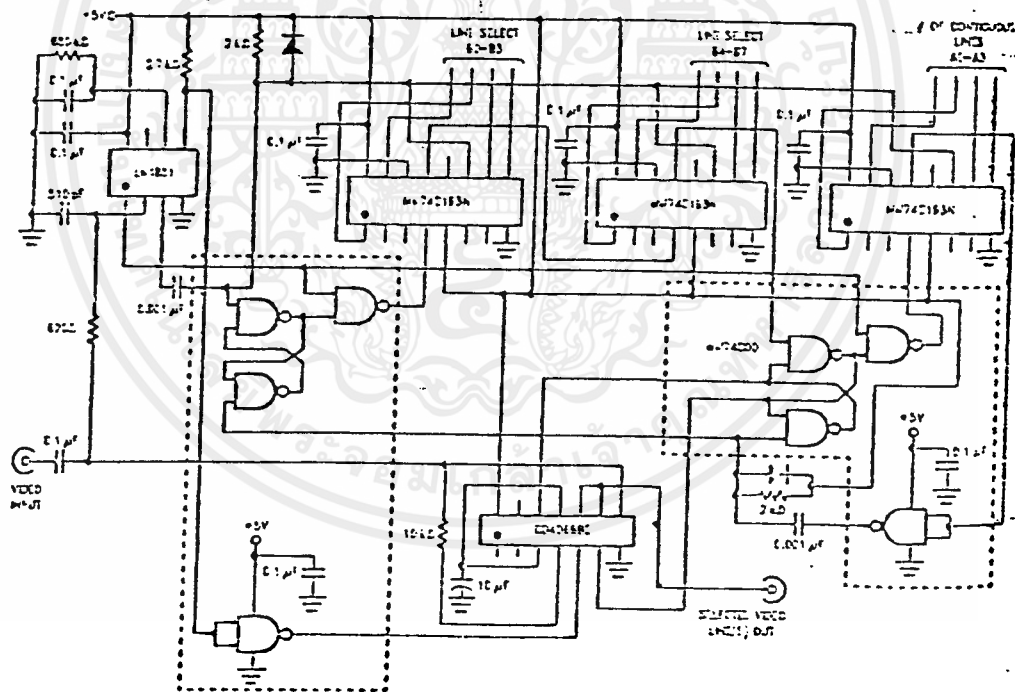


FIGURE 5. Multiple Contiguous Video Line Selector With Exact Level Restoration

TL74018-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MC4344/ MC4044

PHASE-FREQUENCY DETECTOR

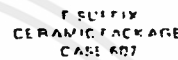
The MC4344/4044 consists of two digital phase detectors, a charge pump, and an amplifier. In combination with a voltage controlled multivibrator (such as the MC4324/4024 or MC1648), it is useful in a broad range of phase-locked loop applications. The circuit accepts TTL waveforms at the R and V inputs and generates an error voltage that is proportional to the frequency and/or phase difference of the input signals. Phase detector #1 is intended for use in systems requiring zero frequency and phase difference at lock. Phase detector #2 is used if quadrature lock is desired. Phase detector #2 can also be used to indicate that the main loop, utilizing phase detector #1, is out of lock.

Input Loading Factor: R, V = 3
 Output Loading Factor (Pin 8) = 10
 Total Power Dissipation = 85 mW typ/pkg
 Propagation Delay Time = 9.0 ns typ
 (thru phase detector)

PHASE-FREQUENCY DETECTOR



L SUFFIX
 CERAMIC PACKAGE
 CASE 632
 (TO-116)

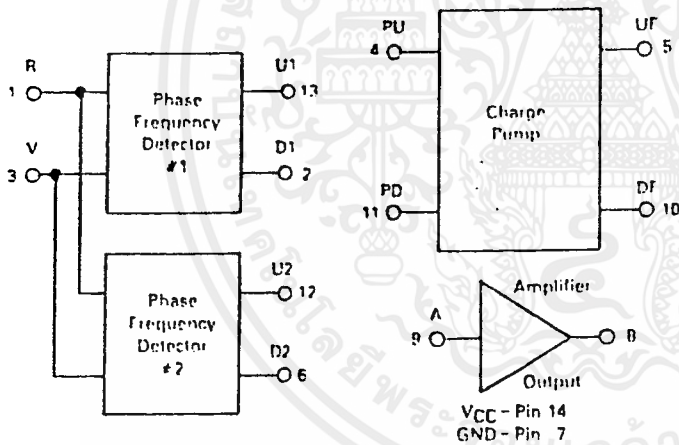


F SUFFIX
 CERAMIC PACKAGE
 CASE 607

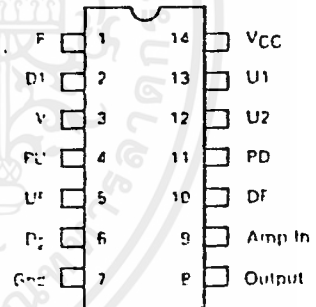


P SUFFIX
 PLASTIC PACKAGE
 CASE 646
 MC4344 only

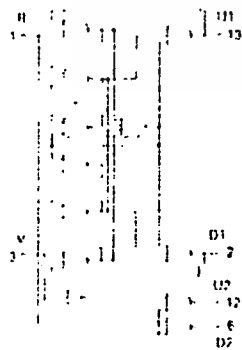
LOGIC DIAGRAM



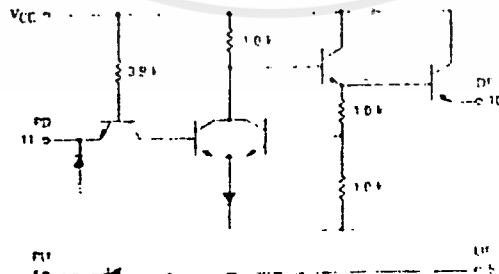
PIN ASSIGNMENT



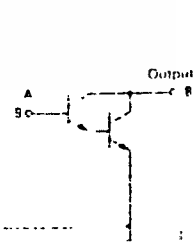
PHASE DETECTOR



CHARGE PUMP



AMPLIFIER



instance, outputs U1 and D1 remain unchanged. The input states next become R-V = 0-1; moving horizontally to the R-V = 0-1 column, stable state (2) is indicated. At this point there is still no change in U1 or D1. The next input change shifts operation to the R-V = 0-0 column where unstable state 5 is indicated. Moving vertically to stable state (5), the outputs now change state to U1-D1 = 1-1. The next input change, R-V = 1-0, drives the circuitry to stable state (8), with no change in U1 or D1. The next input, R-V = 1-1, leads to stable state (7) with no change in the outputs. The next two input state changes cause U1 to go low between the negative transitions of R and V. As the inputs continue to change, the circuitry moves repeatedly through stable states (2), (5), (8), (7), (2), etc., as shown, and a periodic waveform is obtained on the U1 terminal while D1 remains high.

A similar result is obtained if V is leading with respect to R, except that the periodic waveform now appears on D1 as shown in rows e-h of the timing diagram of Figure 2. In each case, the average value of the resulting waveform is proportional to the phase difference between the two inputs. In a closed loop application, the error signal for controlling the VCO is derived by translating and filtering these waveforms.

The results obtained when R and V are separated by a fixed frequency difference are indicated in rows i-l of the timing system. For this case, the U1 output goes low when R goes low and stays in that state until a negative transition on V occurs. The resulting waveform is similar

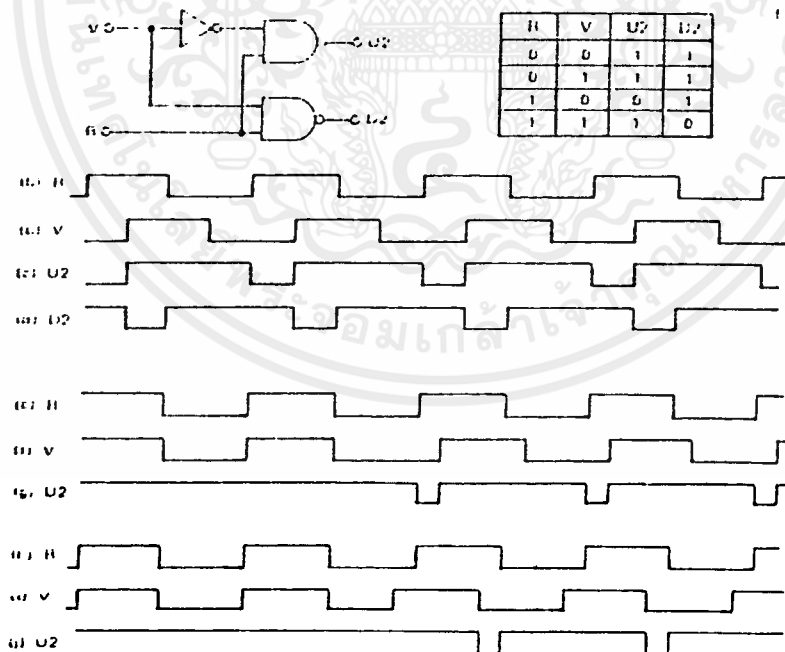
to the fixed phase difference case, but now the duty cycle of the U1 waveform varies at a rate proportional to the difference frequency of the two inputs, R and V. It is this characteristic that permits the MC4344/4044 to be used as a frequency discriminator; if the signal on R has been frequency modulated and if the loop bandwidth is selected to pass the deviation frequency but reject R and V, the resulting error voltage applied to the VCO will be the recovered modulation signal.

Phase detector #2 consists only of combinatorial logic, therefore its characteristics can be determined from the simple truth table of Figure 3. Since circuit operation requires that both inputs to the charge pump either be high or have the same duty cycle when lock occurs, using this phase detector leads to a quadrature relationship between R and V. This is illustrated in rows a-d of the timing diagram of Figure 3. Note that any deviation from a fifty percent duty cycle on the inputs would appear as phase error.

Waveforms showing the operation of phase detector #2 when phase detector #1 is being used in a closed loop are indicated in rows e-j. When the main loop is locked, U2 remains high. If the loop drifts out of lock in either direction a negative pulse whose width is proportional to the amount of drift appears on U2. This can be used to generate a simple loss-of-lock indicator.

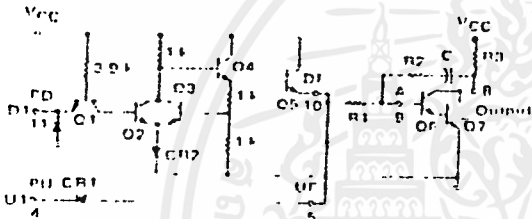
Operation of the charge pump is best explained by considering it in conjunction with the Darlington amplifier included in the package (see Figure 4). There will be

FIGURE 3 — PHASE DETECTOR #2 OPERATION



a pulsed waveform on either PD or PU, depending on the phase-frequency relationship of R and V. The charge pump serves to invert one of the input waveforms (D1) and translates the voltage levels before they are applied to the loop filter. When PD is low and PU is high, O1 will be conducting in the normal direction and O2 will be off. Current will be flowing through O3 and CR2; the base of O3 will be two V_{BE} drops above ground or approximately 1.5 volts. Since both of the resistors connected to the base of O3 are equal, the emitter of O4 (base of O5) will be approximately 3.0 volts. For this condition, the emitter of O5 (DF) will be on V_{BE} below this voltage, or about 2.25 volts. The PU input to the charge pump is high (> 2.4 volts) and CR1 will be reverse biased. Therefore O5 will be supplying current to O6. This will tend to lower the voltage at the collector of O7, resulting in an error signal that lowers the VCO frequency as required by a "pump down" signal.

FIGURE 4 — CHARGE PUMP OPERATION



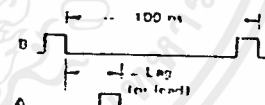
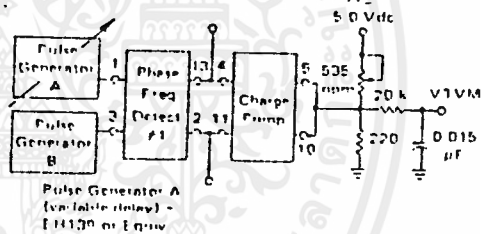
When PU is low and PD is high, CR1 is forward biased and UF will be approximately one V_{BE} above ground (neglecting the $V_{CE(sat)}$ of the driving gate). With PD high, O1 conducts in the reverse direction, supplying base current for O2. While O2 is conducting, O4 is prevented from supplying base drive to O5; with O5 cut off and UF low there is no base current for O6 and the voltage at the collector of O7 moves up, resulting in an increase in the VCO operating frequency as required by a "pump up" signal.

If both inputs to the charge pump are high (zero phase difference), both CR1 and the base-emitter junction of O5 are reverse biased and there is no tendency for the error voltage to change. The output of the charge pump varies between one V_{BE} and three V_{BE} as the phase difference of R and V varies from minus 2π to plus 2π . If this signal is filtered to remove the high-frequency components, the phase detector transfer function, K_{ϕ} , of approximately 0.12 volt/radian is obtained (see Figure 5).

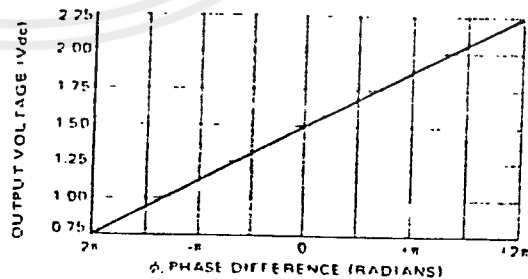
The specified gain constant of 0.12 volt/radian may not be obtained if the amplifier/filter combination is improperly designed. As indicated previously, the charge pump delivers pump commands of about 2.25 volts on the positive swings and 0.75 volt on the negative swings for a mean no-pump value of 1.5 volts. If the filter amplifier is biased to threshold "on" at 1.5 volts, then the pump up

and down voltages have equal effects. The pump signals are established by V_{BE} s of transistors with milliamperes of current flowing. On the other hand, the transistors included for use as a filter amplifier will have very small currents flowing and will have correspondingly lower V_{BE} s — on the order of 0.6 volt each for a threshold of 1.2 volts. Any displacement of the threshold from 1.5 volts causes an increase in gain in one direction and a reduction in the other. The transistor configuration provided is hence not optimum but does allow for the use of an additional transistor to improve filter response. This addition also results in a non-symmetrical response since the threshold is now approximately 1.8 volts. The effective positive swing is limited to 0.45 volt while the negative swing below threshold can be greater than 1.0 volt. This means that the loop gain when changing from a high frequency to a lower frequency is less than when changing in the opposite direction. For type two loops this tends to increase overshoot when going from low to high and increases damping in the other direction. These problems and the selection of external filter components are intimately related to system requirements and are discussed in detail in the filter design section.

FIGURE 5 — PHASE DETECTOR TEST



Shown for positive phase angle Reverse A and B for negative phase angle



PHASE-LOCKED LOOP COMPONENTS

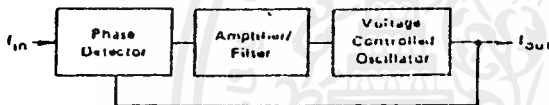
General

A basic phase-locked loop, when operating properly, will acquire ("lock on") an input signal, track it in frequency, and exhibit a fixed phase relationship relative to the input. In this basic loop, the output frequency will be identical to the input frequency (Figure 6). A fundamental loop consists of a phase detector, amplifier/filter, and voltage-controlled oscillator (Figure 7). It appears and acts like a unity gain feedback loop. The controlled variable is phase; any error between f_{in} and f_{out} is amplified and applied to the VCO in a corrective direction.

FIGURE 6 — BASIC PHASE-LOCKED LOOP FREQUENCY RELATIONSHIP



FIGURE 7 — FUNDAMENTAL PHASE-LOCKED LOOP



Simple phase detectors in digital phase-locked loops usually put out a series of pulses. The average value of these pulses is the "gain constant," K_{ϕ} , of the phase detector — the volts out for a given phase difference, expressed as volts/radian.

The VCO is designed so that its output frequency range is equal to or greater than the required output frequency range of the system. The ratio of change in output frequency to input control voltage is called "gain constant," K_V . If the slope of f_{out} to V_{in} is not linear (i.e., changes greater than 25%) over the expected frequency range, the curve should be piece-wise approximated and the appropriate constant applied for "best" and "worst" case analysis of loop performance.

System dynamics when in lock are determined by the amplifier/filter block. Its gain determines how much phase error exists between f_{in} and f_{out} , and filter characteristics shape the capture range and transient performance. This will be discussed in detail later.

Loop Filter

Fundamental loop characteristics such as capture range, loop bandwidth, capture time, and transient response are controlled primarily by the loop filter. The loop behavior is described by gains in each component block of Figure 8. The output to input ratio reflects a second order low pass filter in frequency response with a static gain of N:

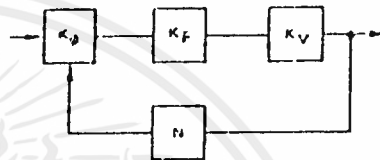
$$\frac{U_O(s)}{\theta_1(s)} = \frac{K_{\phi}K_FK_V}{s + \frac{K_{\phi}K_FK_V}{N}} \quad (1)$$

where: $K_F = \frac{1 + T_1s}{T_2s}$ (2)

$T_1 = R_2C$ and $T_2 = R_1C$ of Figure 4. Therefore,

$$\frac{U_O(s)}{\theta_1(s)} = \frac{N(1 + T_1s)}{s^2NT_2 + T_1s + 1} \quad (3)$$

FIGURE 8 — GAIN CONSTANTS



K_{ϕ} - Phase Detector Gain (volts/radian)
 K_F - Amplifier/Filter Gain
 K_V - VCO Gain (radians/second/volt)
 N - Integer Divider

Both ω_n (loop bandwidth or natural frequency) and ζ (damping factor) are particularly important in the transient response to a step input of phase or frequency (Figure 9), and are defined as:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K_{\phi}K_V}{NT_2}} \quad (4)$$

$$\zeta = \sqrt{\frac{K_{\phi}K_V}{NT_2} \left(\frac{T_1}{2} \right)} \quad (5)$$

Using these terms in Equation 3,

$$\frac{U_O(s)}{\theta_1(s)} = \frac{N(1 + T_1s)}{\omega_n^2 + \frac{2\zeta s}{\omega_n} + 1} \quad (6)$$

In a well defined system controlling factors such as ω_n and ζ may be chosen either from a transient basis (time domain response) or steady state frequency plot (roll-off point and peaking versus frequency). Once these two design goals are defined, synthesis of the filter is relatively straight-forward.

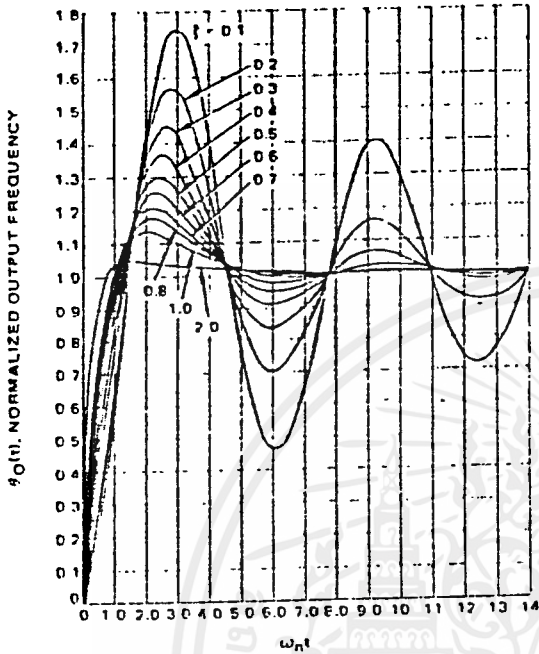
Constants K_{ϕ} , K_V , and N are usually fixed due to other design constraints, leaving T_1 and T_2 as variables to set ω_n and ζ . Since only T_2 appears in Equation 4, it is the easiest to solve for initially.

$$T_2 = \frac{K_{\phi}K_V}{N\omega_n^2} \quad (7)$$

From Equation 5, we find

$$T_1 = \frac{2\zeta}{\omega_n} \quad (8)$$

FIGURE 9 — TYPE 2 SECOND ORDER STEP RESPONSE



Using relationships 7 and 8, actual resistor values may be computed:

$$R_1 = \frac{K_d K_V}{N \omega_n^2 C} \quad (9)$$

$$R_2 = \frac{2\zeta}{\omega_n C} \quad (10)$$

Although fundamentally the range of R_1 and R_2 may be from several hundred to several thousand ohms, sideband considerations usually force the value of R_1 to be set first, and then R_2 and C computed.

$$C = \frac{K_d K_V}{N \omega_n^2 R_1} \quad (11)$$

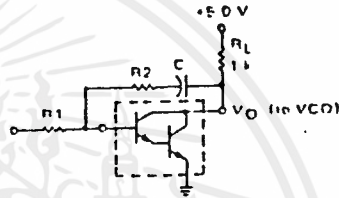
Calculation of passive components R_2 and C (in synthesizers) is complicated by incomplete information on N , which is variable, and the limits of ω_n and ζ during that variance. Equally important are changes in K_V over the output frequency range. Minimum and maximum values of ω_n and ζ can be computed from Equations 4 and 5 when the appropriate worst case numbers are known for all the factors.

Amplifier/filter gain usually determines how much phase error exists between f_{in} and f_{out} , and the filter characteristic shapes capture range and transient performance. A relatively simple, low gain amplifier may usually be used in the loop since many designs are not constrained so much by phase error as by the need to make f_{in} equal f_{out} . Unnecessarily high gains can cause

problems in linear loops when the system is out of lock if the amplifier output swing is not adequately restricted since integrating operational amplifier circuits will latch up in time and effectively open the loop.

The internal amplifier included in the MC4344/4044 may be used effectively if its limits are observed. The circuit configuration shown in Figure 10 illustrates the placement of R_1 , R_2 , C , and load resistor R_L (1 k Ω). Due to the non-infinite gain of this stage ($A_V \approx 30$) and other non-ideal characteristics, some restraint must be placed on passive component selection. Foremost is a lower limit on the value of R_2 and an upper limit on R_1 . Placed in order of priority, the recommendations are as follows: (a) $R_2 > 50 \Omega$, (b) $R_2/R_1 \leq 10$, (c) $1 \text{ k}\Omega < R_1 < 5 \text{ k}\Omega$.

FIGURE 10 — USING MC4344/4044 LOOP AMPLIFIER



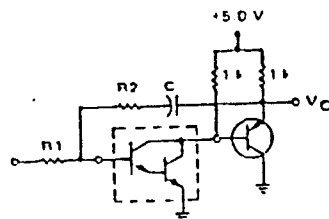
Limit (c) is the most flexible and may be violated with either higher sidebands and phase error ($R_1 > 5 \text{ k}\Omega$) or lower phase detector gain ($R_1 < 1 \text{ k}\Omega$). If limit (b) is exceeded, loop bandwidth will be less than predicted and may not have any similarity to the prediction. For an accurate reproduction of calculated loop characteristics one should go to an operational amplifier which has sufficient gain to make limit (b) readily satisfied. Limit (a) is very important because T_1 in Equation 5 is in reality composed of three elements:

$$T_1 = C \left(R_2 - \frac{1}{g_m} \right) \quad (12)$$

where g_m = transconductance of the common emitter amplifier.

Normally g_m is large and T_1 nearly equals $R_2 C$, but resistance values below 50 Ω can force the phase-compensating "zero" to infinity or worse (into the right half plane) and give an unstable system. The problem can be circumvented to a large degree by buffering the feedback with an emitter follower (Figure 11). Inequality (a) may then be reduced by at least an order of magnitude ($R_2 > 5 \Omega$) keeping in mind that electrolytic capacitors used

FIGURE 11 — AMPLIFIER CAPABLE OF HANDLING LOWER R_2



as C may approach this value by themselves at the frequency of interest (ω_n).

Larger values of R_1 may be accommodated by either using an operational amplifier with a low bias current ($I_b < 1.0 \mu A$) as shown in Figure 12 or by buffering the internal Darlington pair with an FET (Figure 13). It is vitally important, however, that the added device be operated at zero V_{GS} . Source resistor R_4 should be adjusted for this condition (which amounts to I_{DSS} current for the FET). This insures that the overall amplifier input threshold remains at the proper potential of approximately two base-emitter drops. Use of an additional emitter follower instead of the FET and R_4 (Figure 14) gives a threshold near the upper limit of the phase detector charge pump, resulting in an extremely unsymmetrical phase detector gain in the pump up versus pump down mode. It is not unusual to note a 5:1 difference in K_p for circuits having the bipolar buffer stage. If the initial design can withstand this variation in loop gain and remain stable, the approach should be considered since there are no critical adjustments as in the FET circuit.

FIGURE 12 — USING AN OPERATIONAL AMPLIFIER TO EXTEND THE VALUE OF R_1

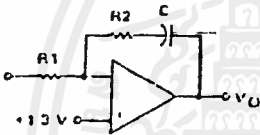


FIGURE 13 — FET BUFFERING TO RAISE AMPLIFIER INPUT IMPEDANCE

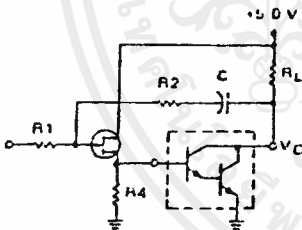
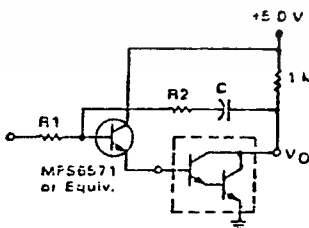


FIGURE 14 — EMITTER FOLLOWER BUFFERING OF AMPLIFIER INPUT



DESIGN PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS

Dynamic Range

A source of trouble for all phase-locked loops, as well as most electronics is simply overload or lack of sufficient dynamic range. One limit is the amplifier output drive to the VCO. Not only must a designer note the outside limits of the dc control voltage necessary to give the output frequency range, he must also account for the worst case of overshoot expected for the system. Relatively large damping factors ($\zeta = 0.5$) can contribute significant amounts of overshoot (30%). To be prepared for the worst case output swing the amplifier should have as much margin to positive and negative limits as the expected swing itself. That is, if a two-volt swing is sufficient to give the desired output frequency excursion, there should be at least a two-volt cushion above and below maximum expected steady-state values on the control line.

This increase in range, in order to be effective, must of course be followed by an equivalent range in the VCO or there is little to be gained. Any loss in loop gain will in general cause a decrease in ζ and a consequent increase in overshoot and ringing. If the loss in gain is caused by saturation or near saturation conditions, the problem tends to accelerate towards a situation where the system settles in not only a slow but oscillator manner as well.

Loss of amplifier gain may not be due entirely to normal system damping considerations. In loops employing digital phase detectors, an additional problem is likely to appear. This is due to amplifier saturation during a step input when there is a maximum phase detector output simultaneous with a large transient overshoot. The phase detector square wave rides or, top of the normal transient and may even exceed the amplifier output limits imposed above. Since the input frequency will exceed the R_2C time constant, gain K_f for these annoying pulses will be R_2/R_1 . Ordinarily this ratio will be less than 1, but some circumstances dictate a low loop gain commensurate with a fairly high ω_n . For these cases, R_2/R_1 may be higher than 10 and cause pulse-wise saturation of the amplifier. Since the dc control voltage is an average of phase detector pulses, clipping can be translated into a reduction in gain with all the "benefits" already outlined, i.e., poor settling time. An easy remedy to apply in many cases is a simple RC low pass section preceding or together with the integrator-lag section. To make transient suppression independent of amplifier response, the network may be imbedded within the input resistor R_1 (Figure 15) or be implemented by placing a feedback capacitor across R_2 (Figure 16). Besides rounding off and inhibiting pulses, these networks add an additional pole to the loop and may cause further overshoot if the cutoff frequency (ω_c) is too close to ω_n . If at all possible the cutoff point should be five to ten times ω_n . How far ω_c can be placed from ω_n depends on the input frequency relationship to ω_n since f_{in} is, after all, what is being filtered. A side benefit of this simple RC pulse "flattener" is a reduction in f_{in} sidebands around f_{out} for synthe-

sizers with $N > 1$. However, a series of RC filters is not recommended for either extended pulse suppression or sideband improvement as excess phase will begin to build up at the loop crossover ($\approx \omega_n$) and tend to cause instability. This will be discussed in more detail later.

FIGURE 15 — IMPROVED TRANSIENT SUPPRESSION WITH $R1 - C_c$

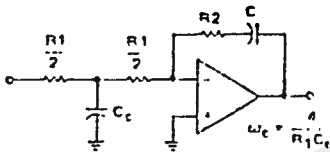
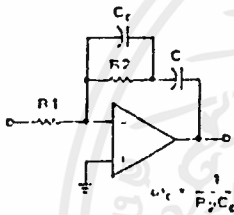


FIGURE 16 — IMPROVED TRANSIENT SUPPRESSION WITH $R2 - C_c$



Spurious Outputs

Although the major problem in phase-locked loop design is defining loop gain and phase margin under dynamic operating conditions, high-quality synthesizer designs also require special consideration to minimize spurious spectral components — the worst of which is reference-frequency sidebands. Requirements for good sideband suppression often conflict with other performance goals — loop dynamic behavior, suppression of VCO noise, or suppression of other in-loop noise. As a result, most synthesizer designs require compromised specifications. For a given set of components and loop dynamic conditions, reference sidebands should be predicted and checked against design specifications before any hardware is built.

Any steady-state signal on the VCO control will produce sidebands in accordance with normal FM theory. For small spurious deviations on the VCO, relative sideband-to-carrier levels can be predicted by:

$$\frac{\text{sidebands}}{\text{carrier}} \approx \frac{V_{ref}K_V}{2\omega_{ref}} \tag{13}$$

where V_{ref} = peak voltage value of spurious frequency at the VCO input.

Unwanted control line modulation can come from a variety of sources, but the most likely cause is phase detector pulse components feeding through the loop fil-

ter. Although the filter does establish loop dynamic conditions, it leaves something to be desired as a low pass section for reference frequency components.

For the usual case where ω_{ref} is higher than $1/T_2$, the K_f function amounts to a simple resistor ratio:

$$K_f(j\omega) \Big|_{\omega = \omega_{ref}} \approx - \frac{R_2}{R_1} \tag{14}$$

By substitution of Equations 9 and 10, this signal transfer can be related to loop parameters.

$$K_f(j\omega) \Big|_{\omega = \omega_{ref}} \approx \frac{2iN\omega_n}{K_\phi K_V} - \frac{V_{ref}}{V_\phi} \tag{15}$$

where V_{ref} = peak value of reference voltage at the VCO input, and
 V_ϕ = peak value of reference frequency voltage at the phase detector output.

Sideband levels relative to reference voltage at the phase detector output can be computed by combining Equations 13 and 15:

$$\frac{\text{sideband level}}{\text{out level}} = V_\phi \left(\frac{2iN\omega_n}{\omega_{ref}K_\phi} \right) \tag{16}$$

From Equation 16 we find that for a given phase detector, a given value of R_1 (which determines V_ϕ), and given basic system constraints (N, f_{ref}), only ζ and ω_n remain as variables to diminish the sidebands. If there are few limits on ω_n , it may be lowered indefinitely until the desired degree of suppression is obtained. If ω_n is not arbitrary and the sidebands are still objectionable, additional filtering is indicated.

One item worthy of note is the absence of K_V in Equation 16. From Equation 15 it might be concluded that decreasing K_V would be another means for reducing spurious sidebands, but for constant values of ζ and ω_n this is not a free variable. In a given loop, varying K_V will certainly affect sideband voltage, but will also vary ζ and ω_n .

On the other hand, the choice of ω_n may well effect spectral purity near the carrier, although reference sideband levels may be quite acceptable.

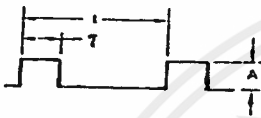
In computing sideband levels, the value of V_ϕ must be determined in relation to other loop components. Residual reference frequency components at the phase detector output are related to the dc error voltage necessary to supply charge pump leakage current and amplifier bias current. From these average voltage figures, spectral components of the reference frequency and its harmonics can be computed using an approximation that the phase detector output consists of square waves τ seconds

wide repeated at 1 second intervals (Figure 17). A Fourier analysis can be summarized for small ratios of τ/T by:

- (1) the average voltage (V_{avg}) is $A(\tau/T)$
- (2) the peak reference voltage value (V_ϕ) is twice V_{avg} and
- (3) the second harmonic ($2f_{ref}$) is roughly equal in amplitude to the fundamental.

By knowing the requirements for (1) due to amplifier bias and leakage currents, values for (2) and (3) are uniquely determined.

FIGURE 17 — PHASE DETECTOR OUTPUT



An example of this sideband approximation technique can be illustrated using the parameters specified for the synthesizer design included in the applications information section.

$$\begin{aligned}
 N_{max} &= 30 & \omega_n &= 4500 \text{ rad/s} \\
 K_V &= 11.2 \times 10^6 \text{ rad/s/V} & R_1 &= 2 \text{ k}\Omega \\
 K_\phi &= 0.12 \text{ V/rad} & f_{ref} &= 100 \text{ kHz} \\
 \zeta &= 0.8
 \end{aligned}$$

Substituting these numbers into Equation 16:

$$\frac{\text{sideband}}{f_{out}} = V_\phi \frac{(0.8)(30)(4500)}{2\pi(10^5)(0.111)} \quad (17)$$

$$= V_\phi (1.55) \quad (18)$$

The result illustrates how much reference feedthrough will affect sideband levels. If 1.0 mV peak of reference appears at the output of the phase detector, the nearest sideband will be down 56.2 dB.

If the amplifier section included in the MC4344/4044 is used, with $R_L = 1 \text{ k}\Omega$, some approximations of the value of V_ϕ can be made based on the input bias current and the value of R_1 . The phase detector must provide sufficient average voltage to supply the amplifier bias current, I_b , through R_1 ; when the bias current is about 5.0 μA and R_1 is 2 k Ω , V_{avg} must be 10 mV. From the assumptions earlier concerning the Fourier transform, and with the help of Figure 18, we can see that the phase detector duty cycle will be about 1.7% ($A = 0.6 \text{ V}$), giving a fundamental (reference) of 20 mV peak. If this value for V_ϕ is substituted into Equation 18, the resulting sideband ratio represents 30 dB suppression due to this component alone.

In addition to the amplifier bias current, another factor to consider is transistor Q5 reverse leakage current I_L flowing into pin 10 of the MC4344/4044 charge pump. I_L is generally less than 1.0 μA and is no more than 5.0 μA over the temperature range. A typical design value for 25°C is 0.1 μA . Both I_L and amplifier bias current I_b are

in a direction to deplete the charge on filter capacitor C. A second charge pump leakage, I_L' , attributed by diode CR1 flows out of pin 5. This current, however, is in a direction to help supply I_b and I_L and thus tends to minimize the discharge of C. Typically I_L' is much less than I_L and, since it is also in a direction to minimize discharge of the filter capacitor, it will be ignored in the following discussion. The total charge removed from C must be replaced by current supplied by the charge pump during the next update opportunity. This current flows through R_1 . To minimize the effects of I_b and I_L a relative small value of R_1 should be chosen. A minimum value of 1 k Ω is a good choice.

FIGURE 18 — OUTPUT ERROR CHARACTERISTICS

DUTY CYCLE (%)	PHASE ERROR (Deg)	V_{avg} (mV)	V_ϕ (peak) (mV)
0.1	0.36	0.6	1.2
0.2	0.72	1.2	2.4
0.3	1.08	1.8	3.6
0.4	1.44	2.4	4.8
0.5	1.80	3.0	6.0
0.6	2.16	3.6	7.2
0.7	2.52	4.2	8.4
0.8	2.88	4.8	9.6
0.9	3.24	5.4	10.8
1.0	3.60	6.0	12.0
2.0	7.2	12.0	24.0
3.0	10.8	18.0	36.0
4.0	14.4	24.0	48.0
5.0	18.0	30.0	60.0
6.0	21.6	36.0	72.0
7.0	25.2	42.0	84.0
8.0	28.8	48.0	96.0
9.0	32.4	54.0	108.0
10.0	36.0	60.0	120.0

After values for C and R_2 have been computed on the basis of loop dynamic properties, the overall sideband to f_{out} ratio computation can be simplified.

Since

$$\begin{aligned}
 V_\phi &= 2 V_{avg} \\
 V_{avg} &= (I_b + I_L) R_1 \\
 V_\phi &= 2 (I_b + I_L) R_1 = 2R_1 (I_b + I_L) \left(\frac{R_2}{R_1}\right)
 \end{aligned}$$

$$V_{ref} = V_\phi \left(\frac{R_2}{R_1}\right) = 2R_2 (I_b + I_L)$$

we find that

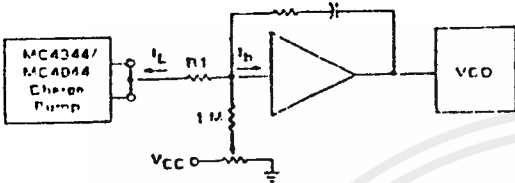
$$\frac{\text{sideband}}{f_{out}} = \frac{V_{ref} K_V}{2\omega_{ref}} \quad (19)$$

$$\frac{\text{sideband}}{f_{out}} = \frac{2R_2(I_b + I_L) K_V}{2\omega_{ref}} \quad (20)$$

Equation 20 indicates that excellent suppression could be achieved if the bias and leakage terms were nulled by current summing at the amplifier input (Figure 19). This has indeed proved to be the case. Experimental results indicate that greater than 60 dB rejection can routinely

be achieved at a constant temperature. However when nulling fairly large values ($> 100 \text{ nA}$), the rejection becomes quite sensitive since leakages are inherently a function of temperature. This technique has proved useful in achieving improved system performance when used in conjunction with good circuit practice and reference filtering.

FIGURE 19 — COMPENSATING FOR BIAS AND LEAKAGE CURRENT



Additional Loop Filtering

So far, only the effects of fundamental loop dynamics on resultant sidebands have been considered. If further sideband suppression is required, additional loop filtering is indicated. However, care must be taken in placement of any low pass rolloff with regard to the loop natural frequency (ω_n). On one hand, the "corner" should be well below (lower than) ω_{ref} and yet far removed (above) from ω_n . Although no easy method for placing the roll-off point exists, a rule of thumb that usually works is:

$$\omega_c = 5\omega_n \quad (21)$$

Reference frequency suppression per pole is the ratio of ω_c to ω_{ref} .

$$SB_{dB} = n \cdot 20 \log_{10} \left(\frac{\omega_c}{\omega_{ref}} \right) \quad (22)$$

where n is the number of poles in the filter.

Equation 22 gives the additional loop suppression to ω_{ref} ; this number should be added to whatever suppression already exists.

For non-critical applications, simple RC networks may suffice, but if more than one section is required, loop dynamics undergo undesirable changes. Loop damping factor decreases, resulting in a high percentage of overshoot and increased ringing since passive RC sections tend to accumulate phase shift more rapidly than signal suppression and part of this excess phase subtracts from the loop phase margin. Less phase margin translates into a lower damping factor and can, in the limit, cause outright oscillation.

A suitable alternative is an active RC section, Figure 20, compatible with the existing levels and voltages. An active two pole filter (second order section) can realize a more gradual phase shift at frequencies less than the cutoff point and still get nearly equal suppression at frequencies above the cutoff point. Sections designed with a slight amount of peaking ($\zeta > 0.5$) show a good compromise between excess phase below cutoff (ω_c), without peaking enough to cause any danger of raising the loop gain for frequencies above ω_n . A fairly non-critical section may simply use an emitter follower as the active device

with two resistors and capacitors completing the circuit (Figure 21). This provides a -12 dB/octave (-40 dB/decade) rolloff characteristic above ω_n , though the attenuation may be more accurately determined by Equation 22. If the sideband problem persists, an additional section may be added in series with the first. No more than two sections are recommended since at that time either (1) the constraint between ω_n and ω_{ref} is too close, or (2) reference voltage is modulating the VCO from a source other than the phase detector through the loop amplifier.

FIGURE 20 — OPERATIONAL AMPLIFIER LOW PASS FILTER

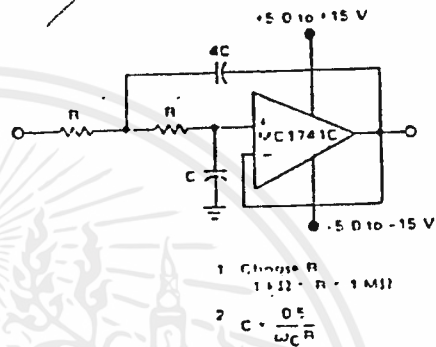
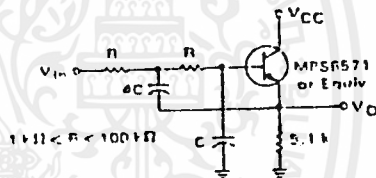


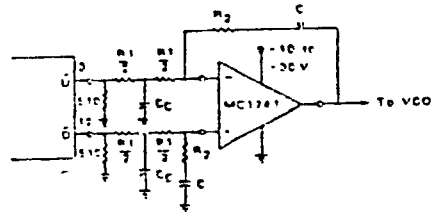
FIGURE 21 — EMITTER FOLLOWER LOW PASS FILTER



Operation without charge pump phase detector #1 of the MC4344/4044 can be implemented quite successfully in many applications without using the charge pump and internal darlington amplifier approach. An operational amplifier filter can be used to process the error information appearing at U1 and D1 (pins 13 and 2) directly (Figure 22). This phase detector/filter approach offers a potentially superior performing system because:

- a. Charge pump delay time is eliminated.
- b. Charge pump input signed threshold level need not be overcome before error information is obtained. This can result in a substantial improvement in the

FIGURE 22 — TYPICAL FILTER AND SUMMING NETWORK



4044's transfer function linearity in the vicinity of zero phase error between the R and V inputs.

- c. The filter amplifier ground location can be separated from the phase detector ground.
- d. An "optimum" filter amplifier input threshold of approximately two diode drops need not be established.

The filter discussions and relationships developed for integrator-log filter sections can be applied to the system of Figure 22 and the previously derived equations can be used to determine values for R1, R2 and C.

It may be desirable to split each of the R1 resistors and incorporate a capacitor to ground in a manner similar to that shown in Figure 15. This should improve transient suppression and provide integration of the U1 and D1 signals to better enable the operational amplifier to develop corrective error information from very narrow U1 and D1 pulse widths.

Phase error for the circuit in Figure 22 will result from input offset voltage in the operational amplifier, resistor mismatch and mismatch between the phase detector output states appearing at U1 and D1. Phase error can be trimmed to zero initially by adjusting either the amplifier input offset or one of the R1 resistors.

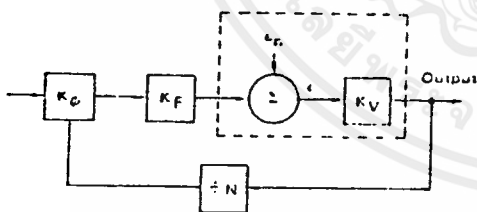
VCO Noise

Effects of noise within the VCO itself can be evaluated by considering a closed loop situation with an external noise source, e_n , introduced at the VCO (Figure 23). Resultant modulation of the VCO by error voltage, e , is a second order high pass function:

$$\frac{e}{e_n} = \frac{S^2}{S^2 + \frac{ST_1K_dK_V}{T_2N} + \frac{K_dK_V}{T_2N}} \quad (23)$$

$$= \frac{S^2}{S^2 + 2\zeta\omega_n S + \omega_n^2}$$

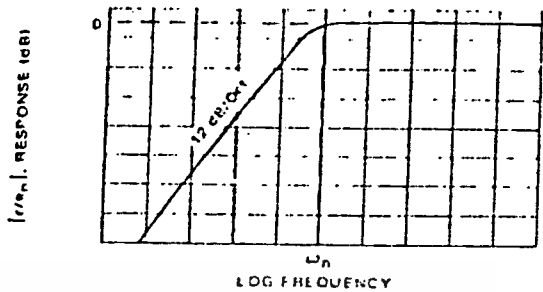
FIGURE 23 — EFFECTS OF VCO NOISE



$$\frac{e}{e_n} = \frac{S^2}{S^2 + 2\zeta\omega_n S + \omega_n^2}$$

This function has a slope of 12 dB/octave at frequencies less than ω_n (loop natural frequency), as shown in Figure 24. This means that noise components in the VCO above ω_n will pass unattenuated and those below will have some degree of suppression. Therefore choice of loop natural frequency may well rest on VCO noise quality.

FIGURE 24 — LOOP RESPONSE TO VCO NOISE

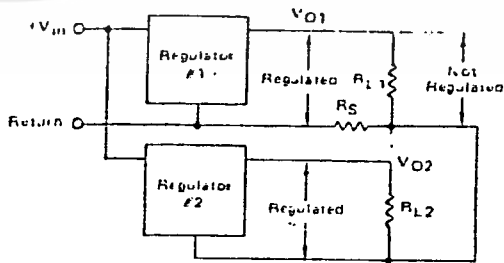


Other Spurious Responses

Spurious components appearing in the output spectrum are seldom due to reference frequency feedthrough alone. Modulation of any kind appearing on the VCO control line will cause spurious sidebands and can come in through the loop amplifier supply, bias circuitry in the control path, a translator, or even the VCO supply itself. Some VCOs have a relatively high sensitivity to power supply variation. This should be investigated and its effects considered. Problems of this nature can be minimized by operating all devices except the phase detector, charge pump, and VCO from a separate and well isolated supply. A common method uses a master supply of about 10 or 12 volts and two regulators to produce voltages for the PLL — one for all the logic (including the phase detector) and the other for all circuitry associated with the VCO control line.

Sideband and noise performance is also a function of good power supply and regulator layout. As mentioned earlier, extreme care should be exercised in isolating the control line voltage to the VCO from influences other than the phase detector. This not only means good voltage regulation but ac bypassing and adherence to good grounding techniques as well. Figure 25 shows two separate regulators and their respective loads. Resistor R_S is a small stray resistance due to a common thin ground return for both R_{L1} and R_{L2} . Any noise in R_{L2} is now reproduced (in a suppressed form) across R_{L1} . Load current from R_{L1} does not affect the voltage across R_{L2} . Even though the regulators may be quite good, they can hold V_O constant only across their outputs, not necessarily across the load (unless remote sensing is used).

FIGURE 25 — LOOP VOLTAGE REGULATION



One solution to the ground-coupled noise problem is to lay out the return path with the most sensitive regulated circuit at the farthest point from power supply entry as shown in Figure 26.

Even for regulated subcircuits, accumulated noise on the ground bus can pose major problems since although the cross currents do not produce a differential load voltage directly, they do produce essentially common mode noise on the regulators. Output differential load noise then is a function of the input regulation specification. By far the best way to sidestep the problem is to connect each subcircuit ground to the power supply entry return line as shown in Figure 27.

FIGURE 26 — REGULATOR LAYOUT

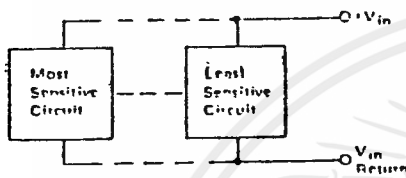
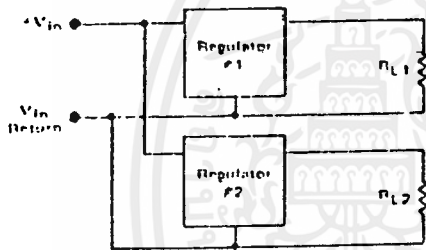
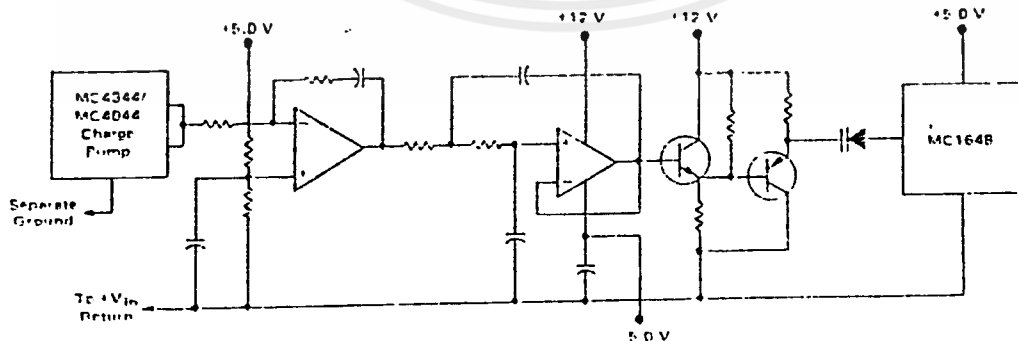


FIGURE 27 — REGULATOR GROUND CONNECTION



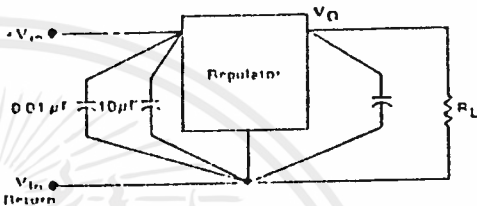
In Figures 25 and 27, R_{L1} and R_{L2} represent component groups in the system. The designer must insure that all ground return leads in a specific component group are returned to the common ground. Probably the most overlooked components are bypass capacitors. To minimize sidebands, extreme caution must be taken in the area immediately following the phase detector and through the VCO. A partial schematic of a typical loop amplifier and filter is shown in Figure 28 to illustrate the common grounding technique.

FIGURE 28 — PARTIAL SCHEMATIC OF LOOP AMPLIFIER AND FILTER



Bypassing in a phase-locked loop must be effective at both high frequencies and low frequencies. One capacitor in the 1.0-to-10 μF range and another between 0.01 and 0.001 μF are usually adequate. These can be effectively utilized both at the immediate circuitry (between supply and common ground) and the regulator if it is some distance away. When used at the regulator, a single electrolytic capacitor on the output and a capacitor pair at the input is most effective (Figure 29). It is important, again, to note that these bypasses go from the input/output pins to as near the regulator ground pin as possible.

FIGURE 29 — SUGGESTED BYPASSING PROCEDURE

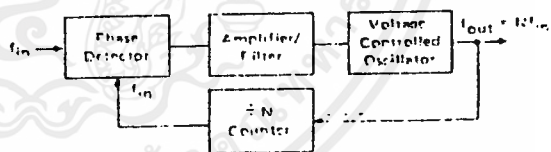


APPLICATIONS INFORMATION

Frequency Synthesizers

The basic PLL discussed earlier is actually a special case of frequency synthesis. In that instance, $f_{out} = f_{in}$, although normally a programmable counter in the feedback loop insures the general rule that $f_{out} = Nf_{in}$ (Figure 30). In the synthesizer f_{in} is usually constant (crystal controlled) and f_{out} is changed by varying the programmable divider ($= N$). By stepping N in integer increments, the output frequency is changed by f_{in} per increment. In com-

FIGURE 30 — PHASE-LOCKED LOOP WITH PROGRAMMABLE COUNTER



munication use, this input frequency is called the "channel spacing" or, in general, it is the reference frequency.

There is essentially no difference in loop dynamic problems between the basic PLL and synthesizers except that synthesizer designers must contend with problems peculiar to loops where N is variable and greater than 1. Also, sidebands or spectral purity usually require special attention. These and other aspects are discussed in greater detail in AN-535. The steps for a suitable synthesis procedure may be summarized as follows:

Synthesis Procedure

1. Choose input frequency. (f_{ref} = channel spacing)
2. Compute the range of digital division:

$$N_{max} = \frac{f_{max}}{f_{ref}}$$

$$N_{min} = \frac{f_{min}}{f_{ref}}$$

3. Compute needed VCO range:

$$(2f_{max} - f_{min}) < f_{VCO} < (2f_{min} - f_{max})$$

4. Choose minimum ζ from transient response plot, Figure 9. A good starting point is $\zeta = 0.5$.
5. Choose ω_n from needed response time (Figure 9):

$$\omega_n = \frac{\omega_n^1}{t}$$

6. Compute C :

$$C = \frac{K_d K_V}{N_{max} \omega_n^2 R_1}$$

7. Compute R_2 :

$$R_2 = \frac{2\zeta_{min}}{\omega_n C}$$

8. Compute ζ_{max} :

$$\zeta_{max} = \zeta_{min} \sqrt{\frac{N_{max}}{N_{min}}}$$

9. Check transient response of ζ_{max} for compatibility with transient specification.
10. Compute expected sidebands:

$$\frac{\text{sideband}}{f_{out}} = \frac{(I_D + I_L) R_2 K_V}{\omega_{ref}} \quad (A)$$

(I_L is about 100 nA at $T_J = 25^\circ\text{C}$.)

11. If step 10 yields larger sidebands than are acceptable, add a single pole at the loop amplifier by splitting R_1 and adding C_C as shown in Figure 15:

$$C_C = \frac{0.8}{R_1 \omega_n}$$

Added sideband suppression (dB) is:

$$\text{dB} = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\omega_{ref}^2}{25(\omega_n)^2}}} \quad (B)$$

12. If step 11 still does not give the desired results, add a second order section at $\omega_c = 5 \omega_n$ using either the configuration of Figure 20 or 21. The expected improvement is twice that of the single pole in step 11.

$$\text{dB} = 40 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\omega_{ref}^2}{25(\omega_n)^2}}} \quad (C)$$

Total sideband rejection is then the total of $20 \log_{10}(A) + (B) + (C)$.

Design Example (Figure 31)

Assume the following requirements:

- Output frequency, $f_{out} = 2.0 \text{ MHz}$ to 3.0 MHz
- Frequency steps, $f_{in} = 100 \text{ kHz}$
- Lockup time between channels (to 5%) = 1.0 ms
- Overshoot < 20%.
- Minimum sideband suppression = -30 dB

From the steps of the synthesis procedure:

1. $f_{ref} = f_{in} = 100 \text{ kHz}$
2. $N_{max} = \frac{f_{max}}{f_{ref}} = \frac{3.0 \text{ MHz}}{0.1 \text{ MHz}} = 30$
 $N_{min} = \frac{f_{min}}{f_{ref}} = \frac{2.0 \text{ MHz}}{0.1 \text{ MHz}} = 20$

3. VCO range:

The VCO output frequency range should extend beyond the specified minimum-maximum limits to accommodate the overshoot specification. In this instance f_{out} should be able to cover an additional 20% on either end. End limits on the VCO are:

$$f_{out,max} = 3.0 + 0.2(1.0) = 3.2 \text{ MHz}$$

$$f_{out,min} = 2.0 - 0.2(1.0) = 1.8 \text{ MHz}$$

This VCO range ($\pm 1.8:1$) is realizable with the MC4324 4024 voltage controlled multivibrator. From Figure 7 of the MC4324 4024 data sheet we find the required tuning capacitor value to be 120 pF and the VCO gain, K_V , typically $11 \times 10^6 \text{ rad/s/v}$.

4. From the step response curve of Figure 9, $\zeta = 0.8$ will produce a peak overshoot less than 20%.
5. Referring to Figure 9, overshoot with $\zeta = 0.8$ will settle to within 5% at $\omega_n t = 4.5$. Since the required lock-up time is 1.0 ms,

$$\omega_n = \frac{\omega_n^1}{t} = \frac{4.5}{t} = \frac{4.5}{0.001} = (4.5)(10^3) \text{ rad/s}$$

6. In order to compute C, phase detector gain and R1 must be selected. Phase detector gain, K_d , for the MC4344/4044 is approximately 0.1 volt/radian with $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$. Therefore,

$$C = \frac{(0.1)(11 \times 10^6)}{(30)(4.5 \times 10^3)^2(10^3)} = 1.8 \mu\text{F}$$

7. At this point, R_2 can be computed:

$$R_2 = \frac{2\zeta_{\min}}{\omega_n C} = \frac{1.6}{(4.5 \times 10^3)(1.8 \times 10^{-6})} = 200 \Omega$$

$$\zeta_{\max} = \zeta_{\min} \sqrt{\frac{N_{\max}}{N_{\min}}} = 0.98$$

9. Figure 9 shows that $\zeta = 0.98$ will meet the settling time requirement.

10. Sidebands may be computed for two cases: (1) with I_L (charge pump leakage current) nominal (100 nA), and (2) with I_L maximum (5.0 μA). A value of 5 μA will also be assumed for the amplifier bias current, I_b .

$$\left. \frac{\text{sideband}}{I_{\text{out}}} \right|_{\max} = \frac{(10 \times 10^{-6})(200)(11 \times 10^6)}{6.28 \times 10^5} \approx 35 \times 10^{-3}$$

The sideband-to-center frequency ratio nominally will be:

$$\left. \frac{\text{sideband}}{I_{\text{out}}} \right|_{\text{nom}} = \frac{5.1}{10} \approx 35 \times 10^{-3}$$

$$= 20 \log_{10}(17.85 \times 10^{-3}) \approx -35 \text{ dB}$$

If desired additional sideband filtering can be obtained as noted in steps 11 and 12.

11. By splitting R_1 and C_C , further attenuation can be gained. The magnitude of C_C is approximately:

$$C_C = \frac{0.8}{R_1 \omega_n} = \frac{0.8}{(10^3)(4.5)(10^3)} \approx 0.18 \mu\text{F}$$

Improvement in sidebands will be:

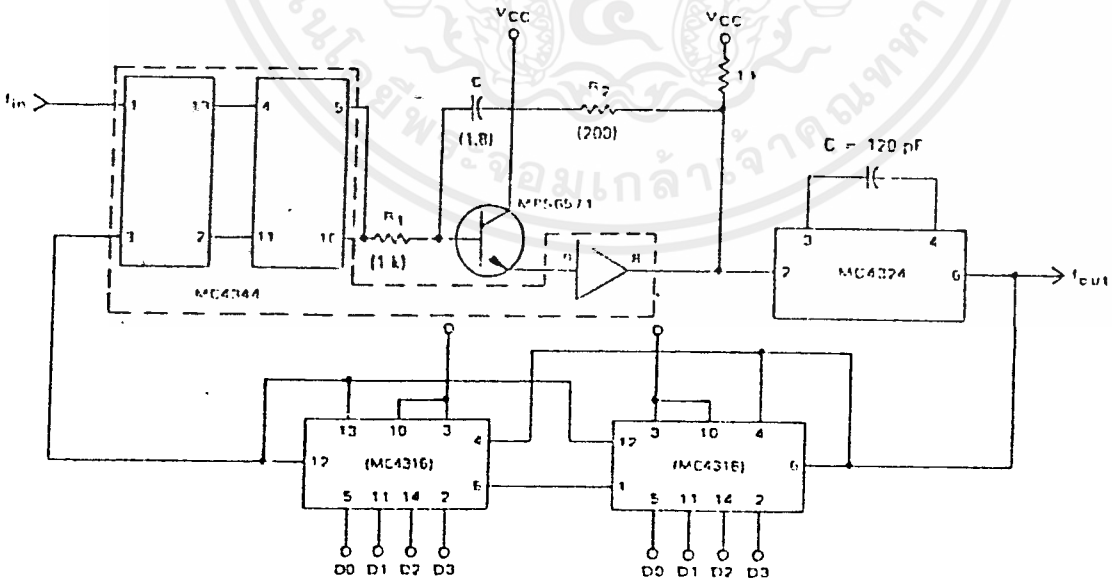
$$20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{(2\pi \times 10^5)^2}{25(4.5 \times 10^3)^2}}} = -28 \text{ dB}$$

Nominal suppression is now -63 dB. Worst-case is 6 dB higher than nominal suppression of -57 dB. This is well within the -30 dB design requirement, step 12 is included for completeness only.

12. Attenuation of a second order filter is double that of the single order filter section described in step 11. The calculations for a second order filter indicate an additional -56 dB of sideband rejection. Figures 20 and 21 show two second order filter configurations. If R is assigned a value of 10 k Ω then C may be calculated.

$$C = \frac{0.1}{\omega_n R} = \frac{0.1}{(4.5 \times 10^3)(10^4)} = 0.0022 \mu\text{F}$$

FIGURE 31 — CIRCUIT DIAGRAM OF TYPE 2 PHASE-LOCKED LOOP



Clock Recovery from Phase-Encoded Data

The electro-mechanical system used for recording digital data on magnetic tape often introduces random variations in tape speed and data spacing. Because of this and the encoding technique used, it is usually necessary to regenerate a synchronized clock from the data during this read cycle. One method for doing this is to phase-lock a voltage controlled multivibrator to the data as it is read (Figure 32).

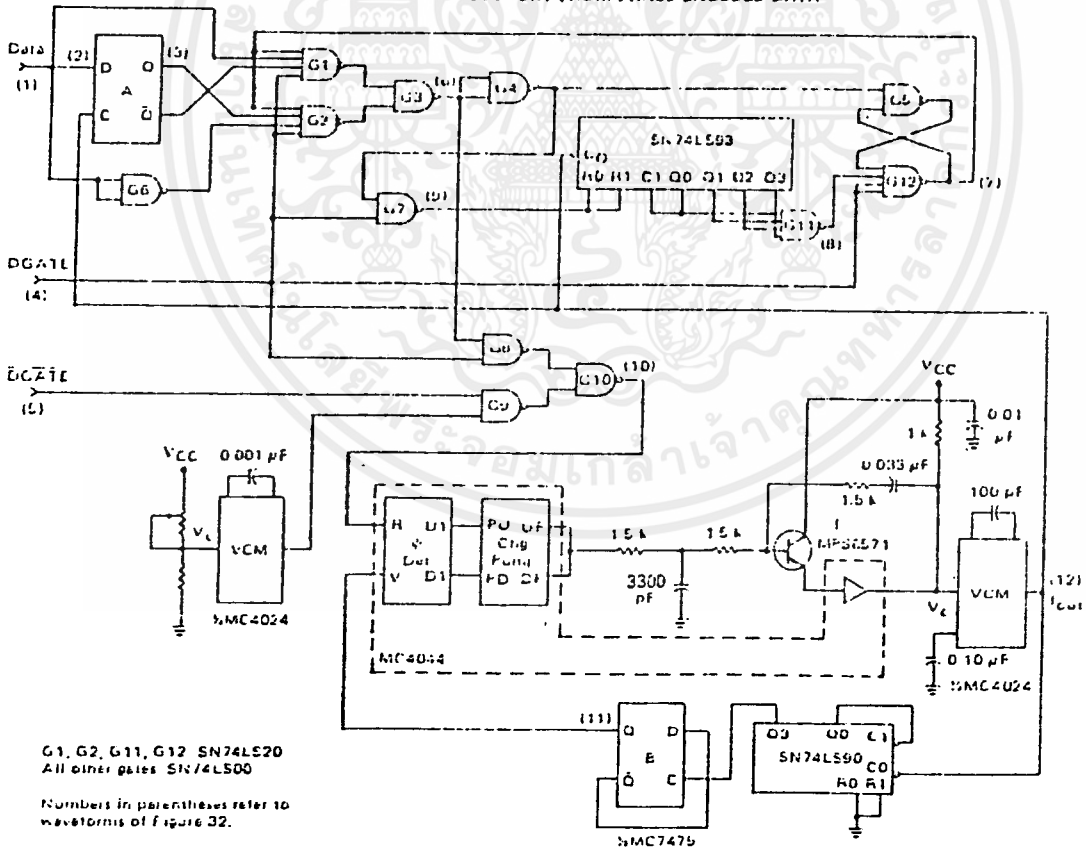
A typical data block using the phase encoded format is shown in row 1 of Figure 33. The standard format calls for recording a preamble of forty "0"s followed by a single "1"; this is followed by from 18 to 2048 characters of data and a postamble consisting of a "1" followed by forty "0"s. The encoding format records a "0" as a transition from low to high in the middle of a data cell. A "1" is indicated by a transition from high to low at the data cell midpoint. When required, phase transitions occur at the end of data cells. If a string of either consecutive "0"s or consecutive "1"s is recorded, the format duplicates the original clock; the clock is easily recovered by straight forward synchronization with a phase-locked loop. In the general case, where the data may appear in any order, the phase-encoded data must be processed to obtain a single pulse during each data cell before it is applied to the phase detector. For example, if the data

consisted only of alternating "1"s and "0"s, the phase-encoded format would result in a waveform equal to one-half the original clock frequency. If this were applied directly to the loop, the VCM would of course move down to that frequency. The encoding format insures that there will be a transition in the middle of each data time. If only these transitions are sensed they can be used to regenerate the clock. The schematic diagram of Figure 32 indicates one method of accomplishing this.

The logic circuitry generates a pulse at the midpoint of each data cell which is then applied to the reference input of the phase detector. The loop VCM is designed to operate at some multiple of the basic clock rate. The VCM frequency selected depends on the decoding resolution desired and other system timing requirements. In this example, the VCM operates at twenty-four times the clock rate (Figure 33, Row 12).

Referring to Figure 32 and the timing diagram of Figure 33, the phase-encoded data (Figure 33, Row 1) is combined with a delayed version of itself (output of flip flop A row 3) to provide a positive pulse out of G3 for every transition of the input signal. Portions of the data block are shown expanded in row 2 of Figure 33. Flip-flop A delays the incoming data of one-half of a VCM clock period. Gates G1, G2 and G3 implement the logic Exclusive OR of waveforms 1 and 3 except when inhibited by DGATE (row 4) or the output of G12 (row 7). DGATE and

FIGURE 32 — CLOCK RECOVERY FROM PHASE-ENCODED DATA



Its complement, \overline{DGATE} , serve to initialize the circuitry and insure that the first transition of the data block (a phase transition) is ignored. The MC7493 binary counter and the G5-G12 latch generate a suitable signal for gating out G3 pulses caused by phase transitions at the end of a data cell, such as the one shown dashed in row 6.

The initial data pulse from G3 sets G12 low and is combined with \overline{DGATE} in G7 to reset the counter to its zero state. Subsequent VCM clock pulses now cycle the counter and approximately one-third of the way through the next data cell the counter's full state is decoded by G11, generating a negative transition. This causes G12 to go high, removing the inhibit signal until it is again reset by the next data transition. This pulse also resets the counter, continuing the cycle and generating a positive pulse at the midpoint of each data cell as required.

Acquisition time is reduced if the loop is locked to a frequency approximately the same as the expected data rate during inter-block gaps. In Figure 32, this is achieved by operating the remaining half of the dual VCM at slightly less than the data rate and applying it to the reference input of the phase detector via the G8-G9-G10 data selector. When data appears, \overline{DGATE} and \overline{DGATE} cause the output of G3 to be selected as the reference input to the loop.

The loop parameters are selected as a compromise between fast acquisition and jitter-free tracking once synchronization is achieved. The resulting filter component values indicated in Figure 32 are suitable for recovering the clock from data recorded at a 120 kHz rate, such as would result in a tape system operating at 75 i.p.s. with a recording density of 1600 b.p.i. Synchronization is achieved by approximately the twenty-fourth bit time of the preamble. The relationship between system requirements and the design procedure is illustrated by the following sample calculation:

Assume a -3.0 dB loop bandwidth much less than the input data rate (= 120 kHz), say 10 kHz. Further, assume a damping factor of $\zeta = 0.707$. From the expression for loop bandwidth as a function of damping factor and undamped natural frequency, ω_n , calculate ω_n as:

$$\omega_{-3\text{ dB}} = \omega_n \left(1 + 2\zeta^2 + \sqrt{2 + 4\zeta^2 + 4\zeta^4} \right)^{1/2} \quad (24)$$

or for $\omega_{-3\text{ dB}} = (2\pi)10^4$ rad/s and $\zeta = 0.707$:

$$\omega_n = \frac{(2\pi)10^4}{2.06} = (3.05)10^4 \text{ rad/s}$$

As a rough check on acquisition time, assume that lockup should occur not later than half-way through a 40-bit preamble, or for twenty 8.34 μ s data periods.

$$\omega_n t = (3.05)10^4 (20)(8.34)10^{-6} = 5.1 \quad (26)$$

From Figure 9, the output will be within 2 to 3% of its final value for $\omega_n t = 5$ and $\zeta = 0.707$. The filter components are calculated by:

$$\frac{K_d K_V}{R_1 C N} = \omega_n^2 \quad (27)$$

and

$$\frac{K_d K_V R_2}{R_1 N} = 2\zeta \omega_n \quad (28)$$

where $K_d = 0.115$ v/rad
 $K_V = (18.2) 10^6$ rad/s/volt
 $N = 24 =$ Feedback divider ratio
 $\omega_n = (3.05) 10^4$ rad/s
 $\zeta = 0.707$

$$\frac{K_d K_V}{N} = \frac{(0.115)(18.2)10^6}{24} = (8.72)10^4$$

From Equation 27:

$$R_1 C = \frac{K_d K_V}{N \omega_n^2} = \frac{(8.72)10^4}{(3.05)^2 10^8} = (9.34)10^{-5}$$

From Equation 28:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{2\zeta \omega_n N}{K_d K_V} = \frac{2(0.707)(3.05)10^4}{(8.72)10^4} = 0.494 = 1/2$$

Let $R_1 = 3.0$ k Ω ; then $R_2 = 1.5$ k Ω and

$$C = \frac{(9.34)10^{-5}}{(3.0)10^3} = (3.1)10^{-8}$$

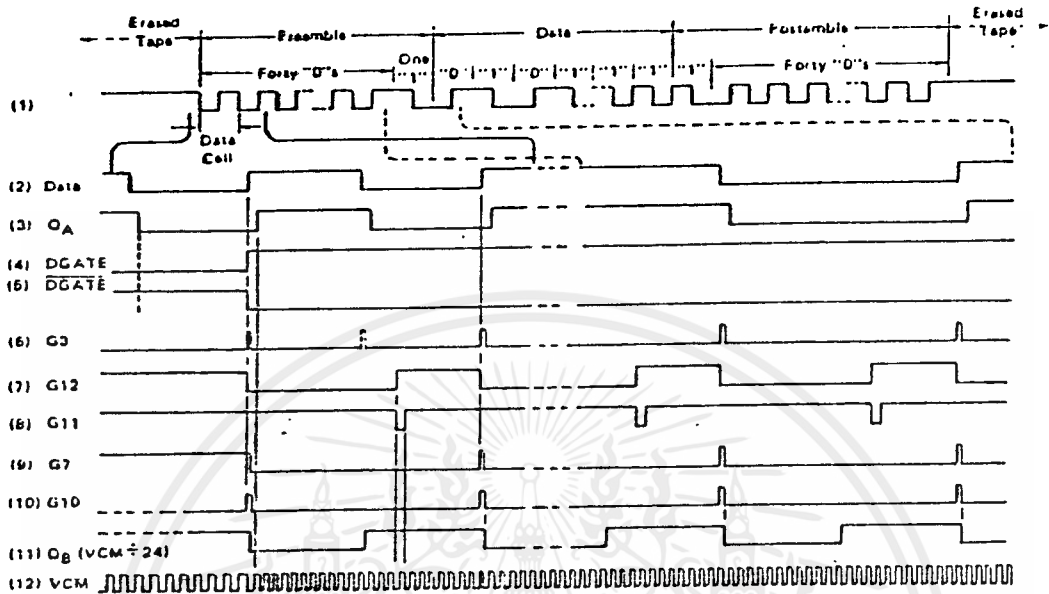
or using a close standard value, use $C = 0.033$ μ F. Now add the additional prefiltering by splitting R_1 and selecting a time constant for the additional section so that it is large with respect to $R_2 C$.

$$10(1/2 R_1) C = R_2 C$$

or

$$C_C = \frac{2R_2 C}{10R_1} = \frac{2(1.5)10^3(3.3)10^{-8}}{10(3.0)10^3} = 3300 \text{ pF}$$

FIGURE 33 — TIMING DIAGRAM — CLOCK RECOVERY FROM PHASE-ENCODED DATA





**MC4324/
MC4024**

DUAL VOLTAGE-CONTROLLED MULTIVIBRATOR

The MC4324/4024 consists of two independent voltage-controlled multivibrators with output buffers. Variation of the output frequency over a 3.5-to-1 range is guaranteed with an input dc control voltage of 1.0 to 5.0 voltage.

Operating frequency is specified at 25 MHz at 25°C. Operation to 15 MHz is possible over the specified temperature range. For higher frequency requirements, see the MC1648 (203 MHz) or the MC1658 (125 MHz) data sheet.

This device was designed specifically for use in phase-locked loops for digital frequency control. It can also be used in other applications requiring a voltage-controlled frequency, or as a stable fixed frequency oscillator (3.0 MHz to 15 MHz) by replacing the external control capacitor with a series mode crystal.

Maximum Operating Frequency - 25 MHz Guaranteed
at 25°C
Power Dissipation - 150 mW typ/pkg
Output Loading Factor = 7

**DUAL
VOLTAGE-CONTROLLED
MULTIVIBRATOR**



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 637
(10 116)



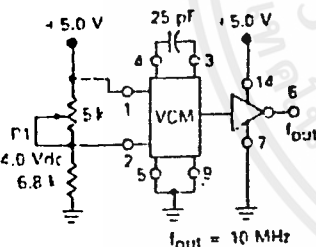
F SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 607



F SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646
(MC4024 only)

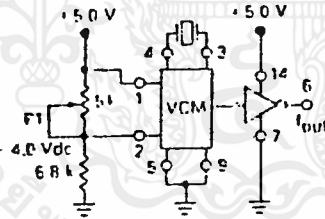
TYPICAL APPLICATIONS

FIGURE 1 — ASTABLE MULTIVIBRATOR



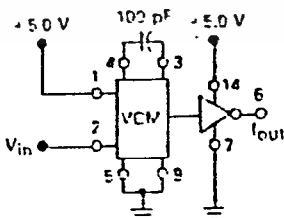
$f_{out} = 10 \text{ MHz}$

FIGURE 2 — CRYSTAL CONTROLLED MULTIVIBRATOR



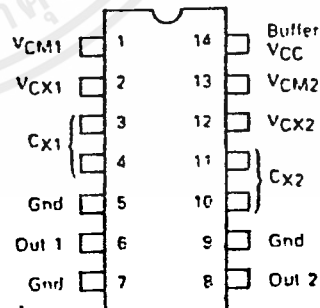
Crystal frequency can be pulled slightly by adjusting P1

FIGURE 3 — VOLTAGE-CONTROLLED MULTIVIBRATOR



$V_{in} = 2.5 \text{ V to } 5.5 \text{ V}$
 $f_{out} = 1.0 \text{ MHz min, } 5.0 \text{ MHz max}$

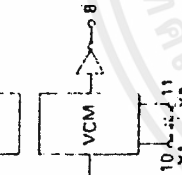
PIN ASSIGNMENT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

VCC: VCM = 1, 13
 Output Buffer = 14
 Gnd: VCM = 5, 9
 Output Buffer = 7
 External Capacitor for
 Frequency Range Determination

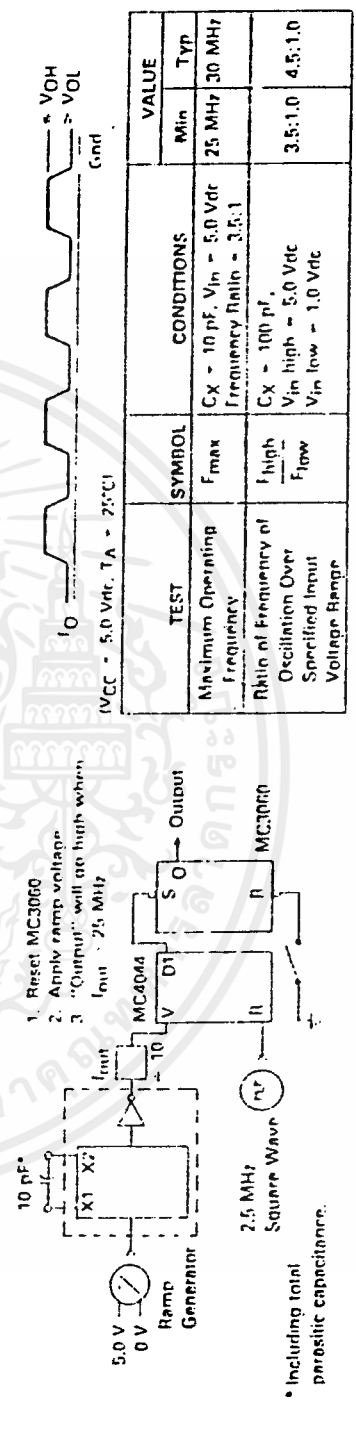


TEST CURRENT/VOLTAGE VALUES					
mA		Vrms			
VOH	VOH	VHI	VCC	VECL	VCEH
9.4	11.2	1.6	5.0	4.5	5.5
9.4	11.2	-1.6	5.0	4.5	5.5
9.4	11.2	-1.6	5.0	4.5	5.5
9.4	11.2	-1.6	5.0	4.5	5.5
9.4	11.2	-1.6	5.0	4.75	5.25
9.4	11.2	-1.6	5.0	4.75	5.25
9.4	11.2	-1.6	5.0	4.75	5.25

TEST CURRENT/VOLTAGE APPLIED TO PINS LISTED BELOW.

Characteristic	Symbol	MC4324 Test Limits		MC4024 Test Limits		Unit	Notes
		Min	Max	Min	Max		
Input Forward Current	I _{in}	100	100	100	100	μA	100
Output Output Voltage	VOH	0.4	0.4	0.4	0.4	V _{DC}	7
	VOL	0.4	0.4	0.4	0.4	V _{DC}	12
	VOM	7.4	7.4	7.4	7.4	V _{DC}	2
Short-Circuit Current (Total Device)	I _{OS}	-20	-65	-20	-65	mA	12
	I _{CC}	-20	-65	-20	-65	mA	12
Power Supply Drain	I _{CC}	1.3	1.4	37	37	mA	2, 4, 10, 12

FIGURE 4 — AC TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 5 — FREQUENCY-CAPACITANCE PRODUCT

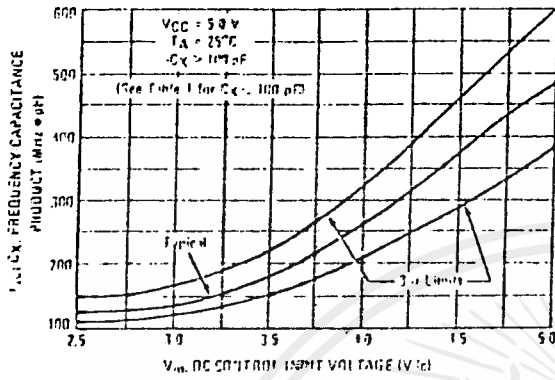


FIGURE 6 — FREQUENCY-VOLTAGE GAIN CHARACTERISTICS

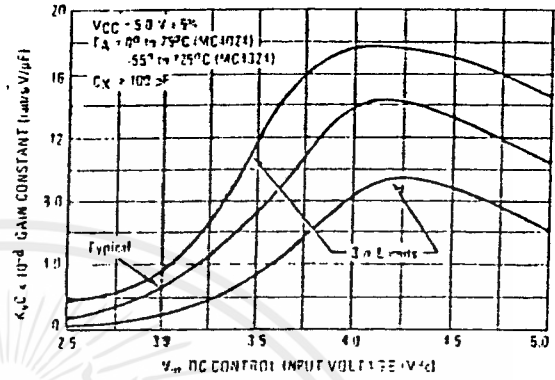


FIGURE 7 — TYPICAL FREQUENCY DEVIATION versus SUPPLY VOLTAGE

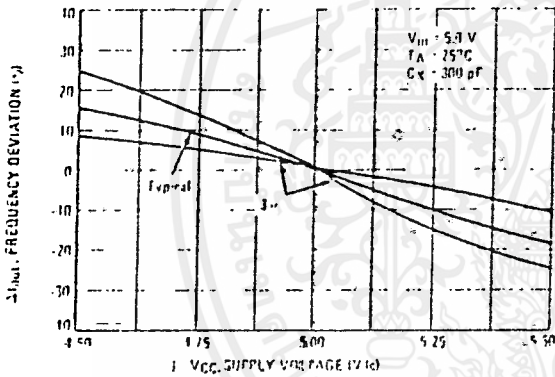


FIGURE 8 — TYPICAL FREQUENCY DEVIATION versus SUPPLY VOLTAGE

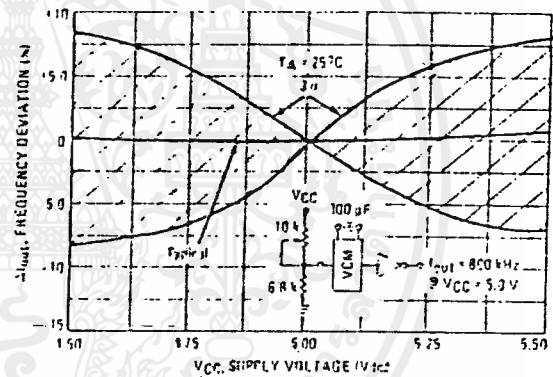


FIGURE 9 — FREQUENCY DEVIATION versus AMBIENT TEMPERATURE

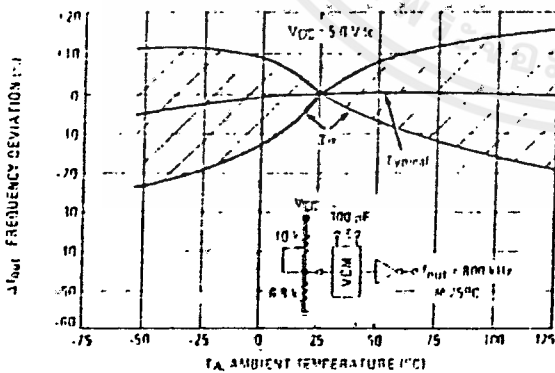
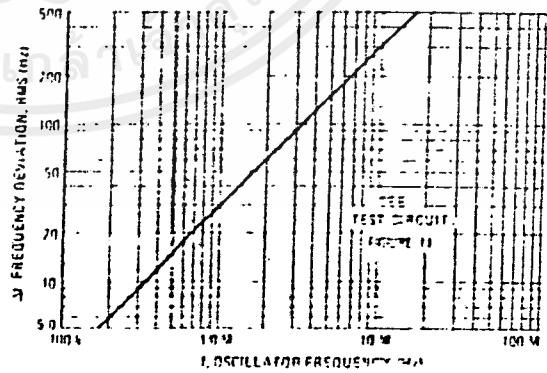


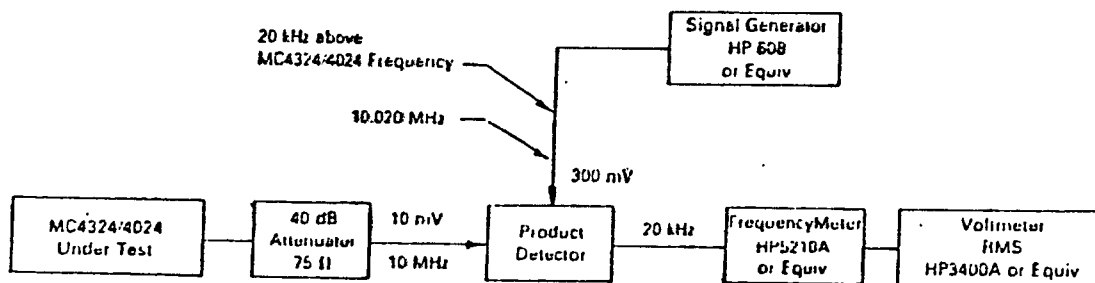
FIGURE 10 — RMS NOISE DEVIATION versus OSCILLATOR FREQUENCY



NOTE: Curves labeled as 3-sigma limits denote that 99.7% of the devices tested fell within these limits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 11 — NOISE DEVIATION TEST CIRCUIT



$$\text{Frequency Deviation} = \frac{[\text{HP5210A output voltage}] (\text{Full Scale Frequency})}{1.0 \text{ Volt}}$$

NOTE: Frequency deviation values of either the signal generator or power supply should be determined prior to testing

APPLICATIONS INFORMATION

Suggested Design Practices

Three power supply and three ground connections are provided in this circuit (each multivibrator has separate power supply and ground connections, and the output buffers have common power supply and ground pins). This provides isolation between VCM's and minimizes the effect of output buffer transients on the multivibrators in critical applications. The separation of power supply and ground lines also provides the capability of disabling one VCM by disconnecting its VCC pin. However, all ground lines must always be connected to insure substrate grounding and proper isolation.

General design rules are:

1. Ground pins 5, 7, and 9 for all applications, including those where only one VCM is used.
2. Use capacitors with less than 50 nA leakage at plus and minus 3.0 volts. Capacitance values of 15 pF or greater are acceptable.
3. When operated in the free running mode, the minimum voltage applied to the DC Control input should be 60% of VCC for good stability. The maximum voltage at this input should be VCC + 0.5 volt.
4. When used in a phase-locked loop, the filter design should have a minimum DC Control input voltage of 1.0 volt and a maximum voltage of VCC + 0.5 volt. The maximum restriction may be waived if the output impedance of the driving device is such that it will not source more than 10 mA at a voltage of VCC + 0.5 volt.
5. The power supply for this device should be bypassed with a good quality RF-type capacitor of 500 to 1000 pF. Bypass capacitor lead lengths should be kept as short as possible. For best results, power

supply voltage should be maintained as close to +5.0 V as possible. Under no conditions should the design require operation with a power supply voltage outside the range of 5.0 volts \pm 10%.

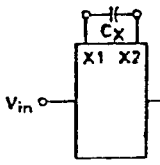
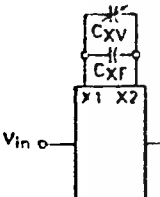
External Control Capacitor (C_X) Determination (See Table 1)

The operating frequency range of this multivibrator is controlled by the value of an external capacitor that is connected between X1 and X2. A tuning ratio of 3.5-to-1 and a maximum frequency of 25 MHz are guaranteed under ideal conditions (VCC = 5.0 volts, T_A = 25°C). Under actual operating conditions, variations in supply voltage, ambient temperature, and internal component tolerances limit the tuning ratio (see Figures 7 thru 12). An improvement in tuning ratio can be achieved by providing a variable tuning capacitor to facilitate initial alignment of the circuit.

Figures 5 through 9 show typical and suggested design limit information for important VCM characteristics. The suggested design limits are based on operation over the specified temperature range with a supply voltage of 5.0 volts \pm 5% unless otherwise noted. They include a safety factor of three times the estimated standard deviation.

Figures 5 and 6 provide data for any external control capacitor value greater than 100 pF. With smaller capacitor values, the curves are effectively moved downward. For example, a typical curve of frequency versus control voltage would be very nearly identical to the lower suggested design limit of Figure 5 if a 15 pF capacitor is used. To use Figure 5 divide on the ordinate by the capacitor

TABLE 1 — EXTERNAL CONTROL CAPACITOR VALUE DETERMINATION

CONFIGURATION	T _A	V _{CC}	VALUES OF K				
			K1	K2	K3	K4	K5
 <p>With $C_x = \frac{K_1}{f_{OH}} - 5$ $f_{OL} \leq \frac{K_2}{C_x}$</p>	25°C ± 3°C	5.0 V	385	150	600	110	1.0
		5.0 V ± 5%	325	175	680	125	1.14
		5.0 V ± 10%	290	190	750	140	1.25
 <p>$C_x = C_{xV} + C_{xF}$</p> <p>Choose C_{xF} and C_{xV} such that C_x can be adjusted to: $\frac{K_1}{f_{OH}} - 5 \leq C_x \leq \frac{K_3}{f_{OH}} - 5$</p> <p>With $V_{in} = V_{CC} = 5.0$ V, adjust C_x to obtain: $f_{out} = K_5 (f_{OH})$ Then: $f_{OL} \leq \frac{K_4}{K_1} f_{OH}$</p>	0°C to 75°C	5.0 V	335	165	660	120	1.10
		5.0 V ± 5%	280	190	750	140	1.25
	5.0 V ± 10%	250	200	840	150	1.40	
	-55°C to 125°C	5.0 V	300	175	690	125	1.15
		5.0 V ± 5%	260	200	780	145	1.30
		5.0 V ± 10%	230	210	860	155	1.45

Definitions: f_{OH} = Output frequency with $V_{in} = V_{CC}$
 f_{OL} = Output frequency with $V_{in} = 2.5$ V
 (Frequencies in MHz, C_x in pF)

value in picofarads to obtain output frequency in megahertz. In Figure 6 the ordinate axis is multiplied by the capacitor value in picofarads to obtain the gain constant (K_y) in radians/second/volt.

Frequency Stability

When the MC4324/4024 is used as a fixed-frequency oscillator (V_{in} constant), the output frequency will vary slightly because of internal noise. This variation is indicated by Figure 10 for the circuit of Figure 11. These variations are relatively independent (< 10%) of changes in temperature and supply voltage.

10-to-1 Frequency Synthesizer

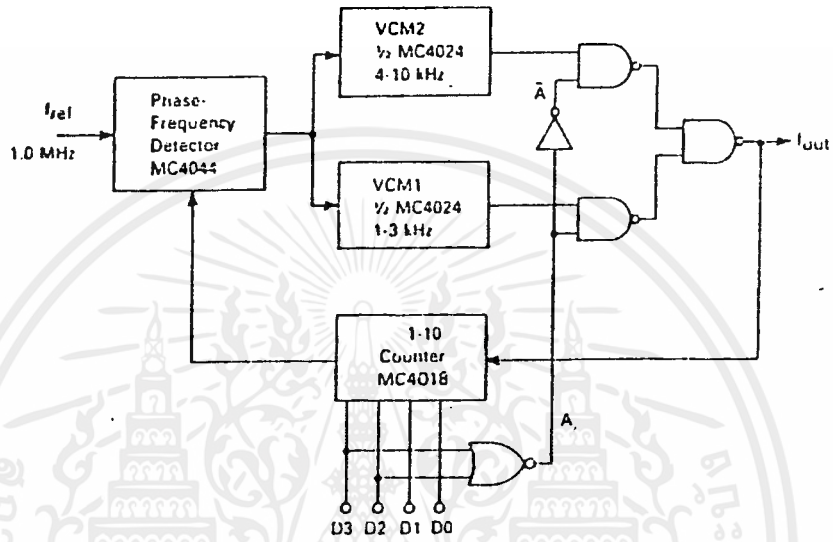
A frequency synthesizer covering a 10-to-1 range is shown in Figure 14. Three packages are required to complete the loop: The MC4344/4044 phase-frequency detector, the MC4324/4024 dual voltage-controlled multi-vibrator, and the MC4318/4018 programmable counter.

Two VCM's (one package) are used to obtain the required frequency range. Each VCM is capable of operating over a 3-to-1 range, thus VCM1 is used for the lower portion of the times ten range and VCM2 covers the upper end. The proper divide ratio is set into the programmable counter and the VCM for that frequency is selected by control gates. The other VCM is left to be free running since its output is gated out of the feedback path.

Normally with a single VCM the loop gain would vary over a 10-to-1 range due to the range of the counter ratios. This affects the bandwidth, lockup time, and damping ratio severely. Utilizing two VCM's reduces this change in loop gain from 10-to-1 to 3-to-1 as a result of the different sensitivities of the two VCM's due to the different frequency ranges. This change of VCM sensitivity (3-to-1) is of such a direction to compensate for loop gain variations due to the programmable counter.

The overall concept of multi-VCM operation can be expanded for ranges greater than 10-to-1. Four VCM's (two packages) could be used to cover a 100-to-1 range.

FIGURE 12 — 10-TO-1 FREQUENCY SYNTHESIZER



N	Input				A	VCM1 kHz	VCM2 kHz	f _{out} kHz
	D3	D2	D1	D0				
1	0	0	0	1	1	1	X	1
2	0	0	1	0	1	2	X	2
3	0	0	1	1	1	3	X	3
4	0	1	0	0	0	X	4	4
5	0	1	0	1	0	X	5	5
6	0	1	1	0	0	X	6	6
7	0	1	1	1	0	X	7	7
8	1	0	0	0	0	X	8	8
9	1	0	0	1	0	X	9	9
10	1	0	1	0	0	X	10	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้