หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ระบบจอภาพและการอินเตอร์เฟสกับหน่วยประมวลผลกลาง

ระบบจอภาพ[5]

ระบบจอภาพที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18 - 20 เป็นรุ่น 752 สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่หน่วยแสดงภาพ (vidio display unit) และคีย์บอร์ด (keyboard) ซึ่งอาจแยกออกวางห่างกันได้โดยมีสายเคเบิลต่อถึงกัน ระบบจอภาพสื่อสารกับวงจรอินเตอร์เฟสของหน่วยประมวลผลกลางได้ด้วยการรับและส่งข้อมูลแบบซีเรียลซิงโครนัส โดยใช้มาตรฐานอาร์เอส-232 ซี (RS-232 C) และซีซีไอทีที วี.24 (C.C.I.T.T. V.24)[7]

หน่วยแสดงภาพ ได้แก่ส่วนที่รับรหัสแล้วนำไปกำเนิดภาพที่สมนัยกันขึ้นบนหลอดภาพ (cathode ray tube) ขนาด 12 นิ้ว ซึ่งสามารถบรรจุตัวอักษรได้ 24 บรรทัดๆละ 80 ตัวอักษร ในพื้นที่บนจอกว้างประมาณ 7.8 นิ้ว และสูงประมาณ 5 นิ้ว ตัวอักษรแต่ละตัวประกอบด้วยจุดต่างๆ 7 จุดตามแนวนอนและ 9 จุดตามแนวตั้ง (แมทริกซ์ 7 x 9) โดยเว้นระยะห่างระหว่างตัวอักษร 2 จุด และระหว่างบรรทัด 1 จุด การเลือกให้เป็นตัวอักษรใด ๆ นั้นขึ้นอยู่กับการเลือกให้จุดต่างๆ สว่างหรือมืด โดยมีแพ็ตเทอน (pattern) ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วจำนวน 128 แบบ ซึ่งสมนัยกับรหัส 128 ตัวของตัวอักษรที่มีอยู่ในชุดรหัสเอเอ็นเอสไอ (ANSI - American National Standard Institute)

โดยทั่วไปแล้วหน่วยแสดงภาพสามารถจะถูกเลือกให้ตอบสนองรหัสควบคุม 13 รหัส และมีรับรู้รหัสควบคุมส่วนที่เหลืออีก 19 รหัส รวมทั้งใช้รหัสอีกตัวหนึ่งในการบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าเกิดการผิดพลาดขึ้นในการรับข้อมูล จึงเหลือตัวอักษรที่แสดงบนจอได้อย่างถูกต้อง 95 ตัวอักษร ได้แก่ตัวเลข 10 ตัว ตัวอักษรใหญ่ 26 ตัว ตัวอักษรเล็ก 26 ตัว และตัวอักษรพิเศษ 33 ตัว รหัสทั้งหมดที่หน่วยแสดงภาพตอบสนองได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

รหัสที่ใช้งานในระบบจอภาพ

3 บิทแรก / 4 บิทหลัง	0	1	2	3	4	5	6	7
0	---	---	SP	0	@	P	`	p
1	---	---	!	1	A	Q	a	q
2	---	---	"	2	B	R	b	r
3	---	---	#	3	C	S	c	s
4	---	---	$	4	D	T	d	t
5	---	→	%	5	E	U	e	u
6	---	ลบภาพในบรรทัด	&	6	F	V	f	v
7	อลาร์ม	ภาพกระพริบ	'	7	G	W	g	w
8	←	ลบภาพทั้งจอ	(	8	H	X	h	x
9	---	รีเซ็ท	)	9	I	Y	i	y
A	↓	↑	*	:	J	Z	j	z
B	---	กำหนดเคอร์เซอร์	+	;	K	[	k	{
C	---	---	,	<	L	\	l	|
D	ควรีเอจรีเทอน	---	-	=	M	]	m	}
E	ภาพจาง	---	.	>	N	^	n	~
F	หมดการเขนภาพ	---	/	?	O	_	o	DEL

ในหน่วยแสดงภาพยังประกอบด้วยวงจรที่ใช้สื่อสารกับส่วนแป้นอักษรเครื่องพิมพ์แบบจุดแมทริกซ์ และวงจรอินเตอร์เฟสกับหน่วยประมวลผลกลางหรือโมเด็ม (modem) ในกรณีที่ต้องใช้สื่อสารระยะไกล

<u>คีย์บอร์ด</u>[5] ได้แก่ส่วนที่เป็นแป้นตัวอักษรซึ่งวางรูปไว้เหมือนกับแป้นพิมพ์ดีด มีหน้าที่เปลี่ยนการกดแป้นให้เป็นรหัสที่สมนัยกันแล้วส่งไปยังหน่วยแสดงภาพนอกจากนี้ยังมีแป้นและสวิทช์เพื่อใช้ควบคุมระบบจอภาพบางส่วนอีกด้วย

คีย์บอร์ด สามารถกำเนิดรหัสได้ทั้ง 128 รหัส โดยใช้แป้นอักษรรวม 64 แป้น พร้อมทั้งแป้นตัวเลขล้วน ๆ แบบเครื่องคำนวณอีก 13 แป้น และยังสามารถส่งตัวอักษรตัวใดตัวหนึ่งต่อเนื่องไปด้วยอัตรา 15 ตัวอักษรต่อวินาทีด้วย

<u>การทำงานของหน่วยแสดงภาพ</u>

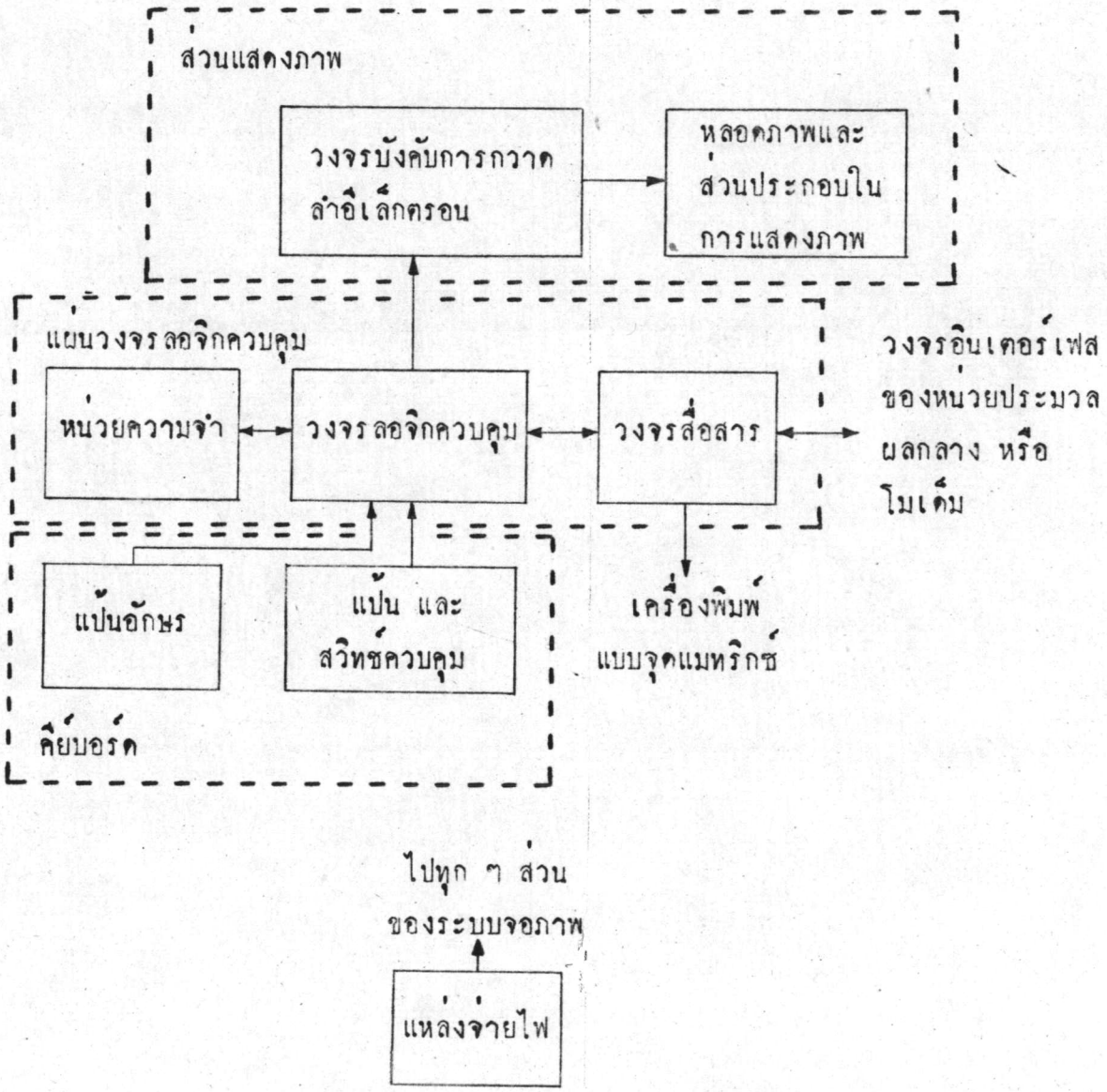
หน่วยแสดงภาพประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่แผ่นวงจรลอจิกควบคุม (control logic printed wiring assembly) ส่วนแสดงภาพ (vidio display assembly) และแหล่งจ่ายไฟ (power supply) ซึ่งเขียนเป็นผังคร่าว ๆ ได้ดังรูปที่ 1

<u>แผ่นวงจรลอจิกควบคุม</u> เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่ประกอบด้วยไอซี (IC-Integrated Circuit) และชิ้นส่วนอีเล็คทรอนิคส์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบจอภาพซึ่งสามารถเขียนผังการทำงานได้ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2

1. <u>วงจรออสซิลเลเตอร์</u> (Oscillator) เป็นวงจรชนิดเฟสล็อก (phase lock) จะกำเนิดสแควร์เวฟ (square wave) ความถี่ 14.5962 เมกะเฮิตซ์ (Megahertz) โดยใช้วงจรมัลติไวเบรเตอร์ (multivibrator) ชนิดควบคุมด้วยแรงกันซึ่งได้มาจากการเปรียบเทียบเฟสระหว่างสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ 50 เฮิตซ์ กับสัญญาณเวอร์ติกัลซิงค์ (Vertical sync) ของภาพที่ได้มาจากวงจรเวอร์ติกัลคอนโทรล

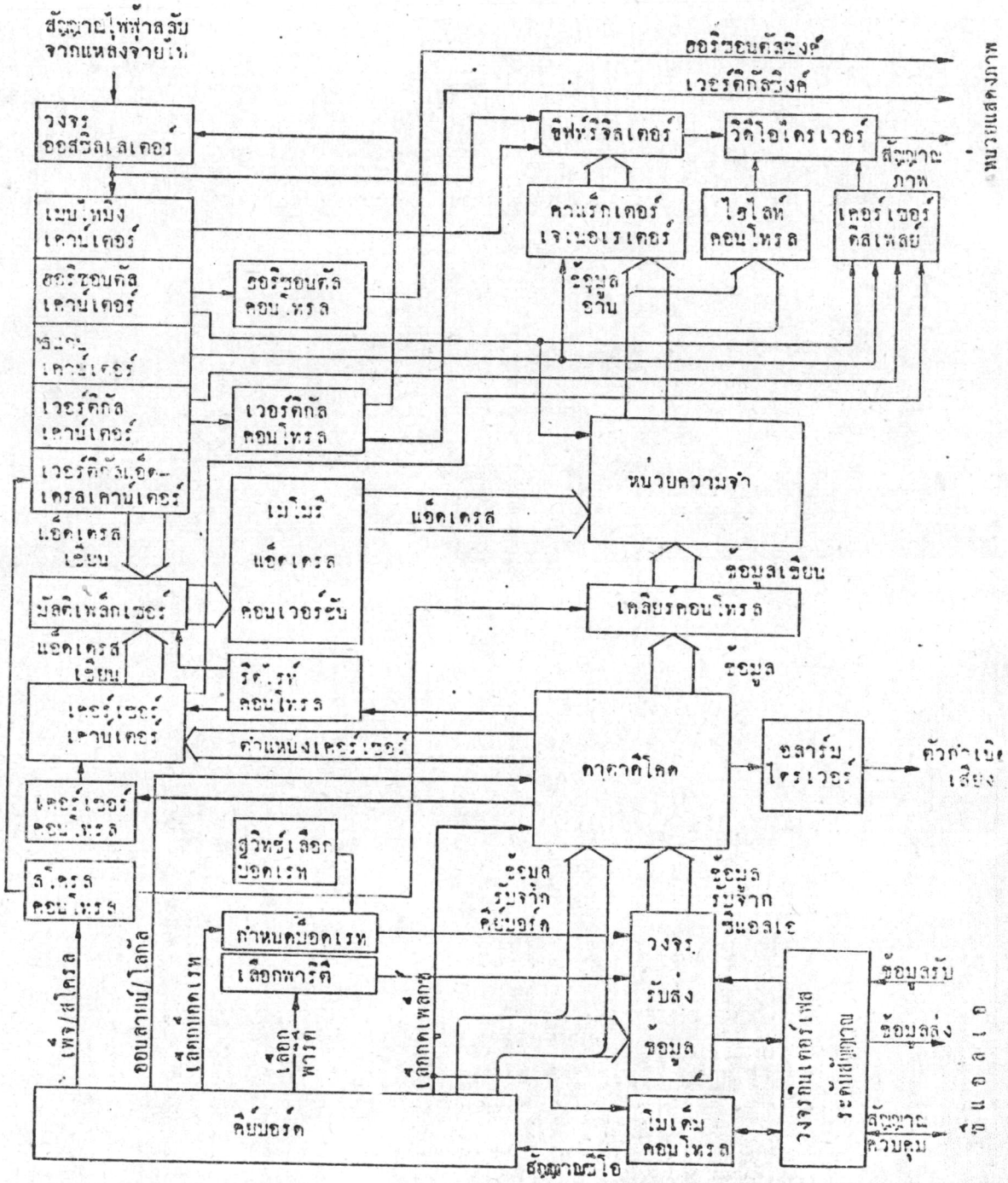
รูปที่ 1

ผังการทำงานของระบบจอภาพ



รูปที่ 2

ผังการทำงานของแผ่นวงจรลอจิกควบคุม



(vertical control) เพื่อล็อกภาพไม่ให้เป็นคลื่น สแควร์เวฟ 14.5962 เมกะเฮิตซ์ นี้จะนำไปหารแล้วใช้ในส่วนต่าง ๆ ของวงจรลอจิกควบคุมทั้งหมด

2. วงจรไทมิง (timing) สแควร์เวฟจากวงจรออสซิลเลเตอร์จะถูกนำมาหารตามลำดับโดยใช้วงจรเคาน์เตอร์ (counter) 4 ชุด

ก) เมนไทมิงเคาน์เตอร์ (main timing counter) รับความถี่ 14.5962 เมกะเฮิตซ์มาสร้างสัญญาณสแควร์เวฟ 9 สัญญาณโดยใช้ชีฟท์รีจิสเตอร์ (shift register) 9 บิท สัญญาณแต่ละสัญญาณจะเป็นพัลซ์ (pulse) ที่มีช่วงกว้าง (width) 68.51 นาโนวินาที และมีจุดเริ่มต้นไล่หลังกันตามลำดับ โดยจะครบคาบ (period) ในเวลา 616.6 นาโนวินาที ช่วงเวลา 68.51 นาโนวินาทีนี้ คือเวลาที่ใช้ในการแสดงภาพของจุด 1 จุดบนจอภาพ

ข) ฮอริซอนตัลเคาน์เตอร์ (horizontal counter) เป็นวงจรเคาน์เตอร์ขนาด 16 บิท (หารด้วย 256) โดยจะนับ (count) สัญญาณอันหนึ่งของเมนไทมิงเคาน์-เตอร์ ฮอริซอนตัลเคาน์เตอร์นี้จะนับจาก 0 ไปถึง 101 แล้วจะถูกรีเซ็ท (reset) เป็น 0 โดยสัญญาณจากวงจรฮอริซอนตัลคอนโทรล (horizontal control) การนับแต่ละครั้งก็คือการสแกน (scan) 9 จุดบนจอตามแนวนอน ซึ่งเป็นช่วง 1 เส้นของตัวอักษร ดังนั้น การนับ 80 ครั้ง จาก 2 ถึง 81 จะได้ส่วนของตัวอักษร 80 ตัว ตามความกว้างของจอ ส่วนที่เหลือจากการนับอีก 22 ครั้ง ก็คือการรีเทรซ (retrace) ตามแนวนอนของลำอีเล็คตรอน และการรอให้อีเล็คตรอนเริ่มต้นสแกนเส้นใหม่ สัญญาณจากวงจรนับนี้จะส่งไปให้วงจรฮอริซอนตัลคอนโทรลเพื่อใช้ควบคุมภาพตามแนวนอน และยังส่งไปยังวงจรเมโมรีแอ็ดเดรสคอนเวอชัน (memory address conversion) อีกด้วย

ค) วงจรสแกนเคาน์เตอร์ (scan counter) เป็นวงจรนับ 10 ที่นับต่อมาจากวงจรฮอริซอนตัลเคาน์เตอร์การนับ 10 นี้ จะเป็นการนับ 9 ครั้งสำหรับเส้นสแกน 9 เส้นบนจอ ซึ่งก็คือภาพตัวอักษร 1 บรรทัด และอีก 1 ครั้ง สำหรับใช้เป็นเส้นของการแสดงภาพเคอร์เซอร์ ดังนั้นเมื่อนับครบสิบแล้วจะได้ภาพบนจอครบ 80 ตัวอักษร จำนวน 1 บรรทัด สัญญาณจากวงจรสแกนเคาน์เตอร์จะใช้ในการเลือกส่วนของตัวอักษรตัวหนึ่ง ๆ ออกไปแสดงทีละเส้นบนจอทีละส่วนจนครบ 9 เส้น ของตัวอักษรนั้น

ง) วงจรเวอร์ติกัลเคาน์เตอร์ (vertical counter) เป็นวงจรนับ 32 ซึ่งนับสัญญาณต่อจากวงจรสแกนเคาน์เตอร์ วงจรนับนี้จะถูกรีเซ็ทที่นับครั้งที่ 23 ด้วยสัญญาณจากวงจรเวอร์ติกัลคอนโทรล (vertical control) การนับแต่ละครั้งก็คือการกวาดภาพตัวอักษรแต่ละบรรทัดบนจอ สัญญาณที่ได้จะส่งไปยังวงจรเวอร์ติกัลคอลโทรลเพื่อใช้ควบคุมภาพตามแนวตั้ง

จ) วงจรเวอร์ติกัลแอ็ดเดรสเคาน์เตอร์ (vertical address counter) เป็นวงจรนับ 32 และรีเซ็ทที่นับครั้งที่ 24 เช่นเดียวกับวงจรเวอร์ติกัลเคาน์เตอร์แต่จะนับสัญญาณจาก 2 แหล่ง คือ ปกติจะนับตามสัญญาณจากวงจรสแกนเคาน์เตอร์และเมื่อเลือกให้เครื่องทำงานแบบสโครล (scroll) วงจรนับนี้จะเพิ่มค่าอีก 1 ทุก ๆ การขึ้นบรรทัดใหม่บนจอภาพ สัญญาณจากวงจรเวอร์ติกัลแอ็ดเดรสเคาน์เตอร์นี้จะส่งไปยังวงจรเมมโมรีแอ็ดเดรสคอนเวอร์ชัน โดยนำไปประกอบกับสัญญาณจากวงจรฮอริซอนตัลเคาน์เตอร์ เพื่อกำหนดแอ็ดเดรสของหน่วยความจำในการอ่านค่าออกไปสร้างภาพตัวอักษรบนจอต่อไป

3. วงจรฮอริซอนตัลคอนโทรล เป็นร็อมขนาด 256 × 4 (มีแอ็ดเดรส 256 ค่า ส่งข้อมูลออกได้ 4 บิท) รับสัญญาณจากวงจรฮอริซอนตัลเคาน์เตอร์มากำหนดเวลาของสัญญาณฮอริซอนตัลซิงค์ (horizontal sync) สัญญาณแบล็งกิง (blanking) และสร้างสัญญาณรีเซทวงจรฮอริซอนตัลเคาน์เตอร์

4. วงจรเวอร์ติกัลคอนโทรล เป็นร็อมขนาด 256 x 4 รับสัญญาณจากวงจรฮอริซอนตัลเคาน์เตอร์ และวงจรสแกนเคาน์เตอร์มากำหนดเวลาของสัญญาณเวอร์ติกัลซิงค์ สัญญาณแบล็งกิง สร้างสัญญาณรีเซทวงจรเวอร์ติกัลเคาน์เตอร์ และส่งสัญญาณไปให้ล็อกเฟสที่วงจรออสซิลเลเตอร์

5. หน่วยความจำเป็นแร็ม ขนาด 1024 x 1 (มีแอ็ดเดรส 1024 ค่า อ่านและเขียนข้อมูลได้ 1 บิท) จำนวน 14 ตัว ประกอบกันขึ้นเป็นหน่วยความจำขนาด 2048 x 7 จึงสามารถเก็บข้อมูลขนาด 7 บิทได้ 2048 ค่า ข้อมูลแต่ละค่าจะเป็นข้อมูลสำหรับแสดงตัวอักษรบนจอภาพ 1 ตัวอักษร เนื่องจากตัวอักษรบนจอภาพมีได้มากที่สุด 1920 ตัว (จำนวน 24 บรรทัด ๆ ละ 80 ตัวอักษร) จึงใช้หน่วยความจำเก็บค่าเพียง

1920 ค่าเท่านั้น

6. <u>วงจรเมมโมรีแอ็ดเดรสกอนเวอร์ชัน</u> เป็นวงจรที่ใช้กำหนดแอ็ดเดรสในการอ่าน และเขียนหน่วยความจำซึ่งใช้แอ็ดเดรส 11 บิท (จำนวนบิทน้อยที่สุดที่จะแทนตัวอักษรทั้งหมดบนจอ 1920 ตัว) ขณะที่อ่านค่าจากหน่วยความจำ วงจรนี้จะรับแอ็ดเดรสมาจากวงจรยอริซอนตัลเคาน์เตอร์ 7 บิท (จำนวนบิทน้อยที่สุดที่จะแทนแอ็ดเดรส 80 ค่าของตัวอักษรทั้งหมดบนจอ 80 ตัวตามแนวนอน) และจากวงจรเวอร์ติกัลแอ็ดเดรสเคาน์เตอร์อีก 5 บิท (จำนวนบิทน้อยที่สุดที่จะแทนแอ็ดเดรส 24 ค่าของตัวอักษร 24 บรรทัดตามแนวตั้ง) รวมเป็น 12 บิท ซึ่งจะต้องลดลงให้เหลือเพียง 11 บิท วงจรนี้จะส่งแอ็ดเดรสส่วนล่าง 4 บิทของวงจรออริซอนตัลเคาน์เตอร์ไปยังหน่วยความจำโดยตรง แล้วนำอีก 3 บิทที่เหลือกับอีก 5 บิทจากวงจรเวอร์ติกัลแอ็ดเดรสเคาน์เตอร์ มาเข้าร็อมเพื่อเปลี่ยนให้เหลือเพียง 7 บิท แล้วส่งไปเป็นแอ็ดเดรสของหน่วยความจำต่อไป สำหรับตอนที่จะเขียนลงหน่วยความจำ จะตัดการรับแอ็ดเดรสจากวงจรเวอร์ติกัลแอ็ดเดรสเคาน์เตอร์ออกทั้ง 5 บิท แล้วนำแอ็ดเดรสจากวงจรเคอร์เซอร์ เคาน์เตอร์ (cursor counter) เข้ามาแทนโดยใช้มัลติเพล็กเซอร์ (multiplexer) ขนาด 5 บิท ควบคุมด้วยสัญญาณจากวงจรรีดไรท์คอนโทรล (read-write control)

7. <u>วงจรคาแร็กเตอร์ เจเนอเรเตอร์</u> (character generator) ประกอบด้วยร็อมขนาด 2048x7 บิท กับชิฟท์รีจิสเตอร์ 9 บิท ค่าในร็อมเป็นข้อมูลที่เก็บลักษณะของตัวอักษรต่าง ๆ กัน 128 ตัวอักษร ซึ่งตัวอักษรหนึ่ง ๆ จะมีข้อมูลอยู่ 63 บิท โดยแบ่งเป็น 9 ชุดๆละ 7 บิท ซึ่งก็คือลักษณะตัวอักษรที่เป็นจุดแมทริกซ์ 7 x 9 นั่นเอง การเลือกข้อมูลที่เป็นลักษณะของตัวอักษรทำโดยการนำเอาสัญญาณจากวงจรสแกนเคาน์เตอร์ ซึ่งมี 4 บิท มาเลือกว่าจะสแกนเส้นใดใน 9 เส้นซึ่งประกอบกันขึ้นเป็นตัวอักษร 1 บรรทัด ขณะเดียวกันก็นำข้อมูลของตัวอักษรตรงตำแหน่งที่จะสร้างภาพจากหน่วยความจำอีก 7 บิท มาเลือกว่าเป็นส่วนของตัวอักษรใด ข้อมูลของภาพที่ได้จากร็อมจะเป็นข้อมูล 7 บิท ซึ่งเป็นลักษณะของตัวอักษรตัวนั้นจำนวน 7 จุดตามแนวนอนของจอภาพตรงตำแหน่งที่สมนัยกันบนจอภาพกับในหน่วยความจำ และอยู่ในเส้นสแกนภาพ 1 ใน 9 เส้น ที่นับมาจากวงจรสแกนเคาน์เตอร์จากนั้นข้อมูล 7 บิท จากร็อมจะถูกพาราลแลลโหลด (parallel load) ลงในชิฟท์รีจิสเตอร์ บิทที่ 2

ถึง 8 โดยที่บิท 1 และ 9 กำหนดไว้ตายตัวให้เป็นค่าศูนย์ (คือจุดมืด 2 จุดที่คั่นระหว่างตัวอักษร) แล้วข้อมูลทั้ง 9 บิทจะถูกชิฟท์ให้เป็นข้อมูลแบบซีเรียล ส่งไปยังวงจรวิดีโอไดรเวอร์ (vidio driver) ข้อมูลที่เป็น 1 จะแสดงขึ้นเป็นจุดสว่างบนจอภาพและข้อมูลที่เป็นศูนย์จะไม่มีจุดสว่างเกิดขึ้น

8. <u>วงจรไฮไลท์คอนโทรล</u> (highlight control) เป็นวงจรที่ใช้สร้างการเน้นตัวอักษรโดยวิธีกระพริบหรือลดความเข้มของตัวอักษรที่อยู่ในฟิลด์ ซึ่งบอกโดยมีรหัสของตัวอักษรควบคุมแทรกไว้ในหน่วยความจำ ซึ่งได้แก่รหัสดังต่อไปนี้

ก) <u>รหัส $(17)_{16}$</u> ใช้นำหน้าฟิลด์เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของฟิลด์ที่เป็นตัวอักษรกระพริบ

ข) <u>รหัส $(0E)_{16}$</u> ใช้นำหน้าฟิลด์เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของฟิลด์ที่ลดความเข้มของตัวอักษร

ค) <u>รหัส $(0F)_{16}$</u> ใช้นำหน้าฟิลด์เพื่อเป็นจุดสิ้นสุดของฟิลด์ที่ลดความเข้มหรือตัวอักษรกระพริบ

วงจรประกอบด้วยร็อมขนาด 256 x 4 รับรหัสตัวอักษรจากหน่วยความจำมาพร้อม ๆ กับวงจรคาแร็กเตอร์ เจเนอเรเตอร์ เพื่อตรวจว่าเป็นตัวใดตัวหนึ่งใน 3 ตัว หรือไม่ถ้าเป็น $(0E)_{16}$ ก็จะไปเซทฟลิป-ฟล็อป (flip-flop) เพื่อส่งสัญญาณไปยังวงจรขับภาพให้ลดแรงดันของสัญญาณภาพ และจะรีเซทเมื่อพบรหัส $(0F)_{16}$ หรือกวาดภาพสุดจอทางด้านขวา หรือถ้าพบว่าเป็น $(17)_{16}$ ก็จะนำสัญญาณที่ใช้กระพริบเคอร์เซอร์มาหาร 2 แล้วป้อนกลับไปร็อมเพื่อสร้างภาพปกติสลับกับภาพลดความเข้ม

9. <u>วงจรวิดีโอไดรเวอร์</u> ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ต่อแบบคอลเล็คเตอร์รวมเพื่อขยายกระแส มีสัญญาณเข้าเป็นระดับลอจิก 5 โวลท์ 2 สัญญาณ คือสัญญาณจุดปกติ ถ้าเป็นระดับ 1 จะทำให้เกิดจุดสว่างและกลับกัน ส่วนอีกสัญญาณหนึ่งเป็นสัญญาณควบคุมความเข้ม ถ้าเป็นระดับ 1 ภาพจะสว่างตามปกติ ถ้าเป็นระดับ 0 ภาพจะลดความเข้มลง

10. <u>วงจรรับส่งข้อมูล</u> (transmitter & receiver) ประกอบด้วยแอลเอสไอ (LSI-Large Scale Integrated Circuit) ที่มีชื่อว่ายูอาร์ท (UART-Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูล

แบบอนุกรม การส่งข้อมูลทำโดยนำข้อมูลแบบพาราลแลลจากแป้นอักษรมาเรียงให้เป็นแบบซีเรียล พร้อมกับกำเนิดพาริตีบิท (parity bit) สตาร์ทบิท (start bit) กับสต็อปบิท (stop bit) ให้ล่วงก่อนที่จะส่งออกไปส่วนการรับข้อมูล ทำโดยการนำข้อมูลแบบซีเรียลที่รับได้มาตัดสตาร์ทบิทและสต็อปบิทออก เปลี่ยนข้อมูลให้เป็นแบบพาราลแลลแล้วตรวจสอบพาริตี (parity)

ยูอาร์ท นี้สามารถจะเลือกให้มีตัวมาตรต่าง ๆ กันได้ โดยการใส่ข้อมูลที่มีระดับลอจิกเข้าไปที่ขาต่าง ๆ ดังนี้

ก) <u>เลือกความยาวของข้อมูล</u> (word length) สามารถเลือกได้ว่าข้อมูลที่รับส่งมี 5, 6, 7 หรือ 8 บิท ซึ่งโดยทั่วไปสายไว้แล้วให้เป็น 7 บิท

ข) <u>เลือกพาริตีในการรับส่ง</u> สามารถเลือกให้พาริตีเป็นคู่หรือคี่ หรือไม่มีพาริตี

ค) <u>เลือกจำนวนสต็อปบิท</u> สามารถเลือกให้มี 1 บิท 1.5 บิท หรือ 2 บิท

ส่วนที่เป็นภาครับและส่งจะมีทางเดินของข้อมูลแยกกันเป็นอิสระโดยมีส่วนควบคุมร่วมกัน ระดับลอจิกทั้งหมดเป็นระดับแรงดัน 5 โวลท์ โดยมีบ็อดเรท (baud rate) ที่กำหนดจากคล็อก (clock) ภายนอกซึ่งมีความถี่สูงกว่าบ็อดเรท 16 เท่า

11. <u>วงจรบ็อดคล็อก</u> (baud clock) ใช้คริสตัล (crystal) ขนาด 6.745 เมกะเฮิรตซ์ สร้างความถี่สแควร์เวฟมาตรฐานในการรับส่งข้อมูลให้กับวงจรบ็อด-เคาน์เตอร์ (baud counter)

12. <u>วงจรบ็อดเคาน์เตอร์และสวิทช์เลือกความถี่</u> วงจรบ็อดเคาน์เตอร์เป็นวงจรนับ 16 จำนวน 3 ตัว ซึ่งสามารถตั้งให้นับในการหารความถี่ 6.745 เมกะเฮิรตซ์ลงมาเป็นความถี่ที่เป็น 16 เท่าของบ็อดเรท เพื่อส่งให้ยูอาร์ท สวิทช์เลือกความถี่จะมีอยู่ 2 ชุด ๆ ละ 4 ตัว ตั้งอยู่ภายในแผนวงจรลอจิก แต่ละชุดใช้เลือกความถี่ 1 ค่า ใน 10 ค่า เพื่อกำหนดบ็อดเรทค่าใดค่าหนึ่งใน 10 ค่า ซึ่งได้แก่ 110, 150, 200, 300, 600, 1200, 1800 2400, 4800 หรือ 9600 การเลือกว่าจะใช้สวิทช์เลือกความถี่ชุดใดทำได้โดยตั้งสวิทช์คีย์บอร์ด ซึ่งตั้งได้ 3 แบบ คือ สูง, ต่ำ และต่ำ เมื่อเลือกสูงหรือต่ำ สัญญาณจากคีย์บอร์ดจะป้อนเข้าสู่ไอซีมัลติเพล็กเซอร์ ขนาด 4 บิท เพื่อเลือกว่าจะใช้การตั้งสวิทช์เลือกความถี่

ชุดใดใน 2 ชุด และเมื่อเลือกสวิทช์ที่แป้นอักษรเป็น 300 วงจรกำหนดบ็อดเรทจะกำหนดสายตัวให้เลือกความถี่ที่จะสร้างบ็อดเรท 300 บ็อด

นอกจากนี้วงจรบ็อดเจนเนอเรเตอร์ ยังกำเนิดสัญญาณเพื่อกำหนดจำนวนสต็อปบิทอีกด้วย กล่าวคือถ้าเลือกบ็อดเรท 110 จะมีสต็อปบิท 2 บิท ส่วนบ็อดเรทอื่น ๆ จะมี 1 บิท

13. วงจรเลือกพาริตี เป็นวงจรที่ประกอบด้วยเกท เพื่อใช้ถ่ายทอดการควบคุมจากสวิทช์เลือกพาริตีที่คีย์บอร์ด ให้ส่งสัญญาณลอจิกไปยังยูอาร์ทเพื่อกำหนดพาริตีในการรับส่งข้อมูล

14. วงจรอินเตอร์เฟสกับภายนอก ทำหน้าที่รับข้อมูลแบบซีเรียลจากยูอาร์ทมาเปลี่ยนระดับลอจิกให้เป็น + 12 กับ -12 โวลท์ เพื่อส่งออกภายนอกตามมาตรฐานการรับส่งแบบอาร์เอส-232 ซี และรับข้อมูลแบบซีเรียลจากภายนอกมาเปลี่ยนระดับลอ จิกเพื่อส่งให้ยูอาร์ท

15. วงจรโมเด็มคอนโทรล (modem control) เป็นวงจรที่ใช้ในการสร้างสัญญาณสื่อสารระหว่างระบบจอภาพกับโมเด็ม และยอมให้สัญญาณจากโมเด็มควบคุมระบบรับส่งสัญญาณตามมาตรฐานของ ซีซีไอทีที

16. วงจรเลือกดูเพล็กซ์ (duplex) ใช้เลือกดูเพล็กซ์ของระบบรับส่งจากสวิทช์ที่แป้นอักษร ถ้าใช้ระบบฟูลดูเพล็กซ์ (full duplex) ข้อมูลจากแป้นอักษรจะส่งออกไปภายนอกระบบจอภาพ และข้อมูลที่รับจะตรงเข้าหน่วยความจำโดยตรงนั่นคือคีย์บอร์ดกับหน่วยแสดงภาพทำงานแยกกันโดยอิสระ แต่ถ้าเลือกระบบฮาร์ฟดูเพล็กซ์ (half duplex) ข้อมูลจากคีย์บอร์ดจะถูกส่งไปยังหน่วยความจำพร้อม ๆ กับที่ส่งออกไปภายนอกระบบจอภาพ และข้อมูลที่รับเข้ามาจะยังคงส่งไปหน่วยความจำ

ในลักษณะเดียวกัน วงจรเลือกออนลายน์ (on-line) หรือโลกัล (local) ที่รับการควบคุมมาจากสวิทช์ที่คีย์บอร์ด จะทำให้ข้อมูลผ่านจากคีย์บอร์ดไปยังหน่วยความจำโดยไม่มีการส่งข้อมูลออกภายนอก เมื่อเลือกเป็นโลกัล แต่ยังคงส่งข้อมูลออกไปทางสายที่ต่อกับเครื่องพิมพ์แบบจุดเมทริกซ์ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการทดสอบเครื่องพิมพ์หรือตัวระบบจอภาพเอง

17. วงจรถอดรหัสข้อมูล (data decode) ใช้ตรวจรหัสก่อนที่จะส่งไปหน่วยความจำ ซึ่งถ้าเป็นรหัสควบคุมแล้วจะไม่ยอมให้ผ่านไปลงหน่วยความจำ (ยกเว้น รหัสควบคุมการแสดงภาพ 3 รหัส) นอกจากนี้ยังตรวจหารหัสควบคุมการทำงานของระบบจอภาพอีก 10 รหัส เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของระบบจอภาพต่อไป ดังนี้

ก) รหัส $(07)_{16}$ ใช้ในการสร้างเสียงเตือน

ข) รหัส $(08)_{16}$ ใช้เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ให้ถอยหลัง 1 ตัวอักษร

ค) รหัส $(0A)_{16}$ ใช้เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ให้ต่ำลง 1 บรรทัด

ง) รหัส $(0B)_{16}$ ใช้เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ให้กลับไปขึ้นต้นบรรทัดนั้น

จ) รหัส $(15)_{16}$ ใช้เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ให้ข้ามไป 1 ตัวอักษร

ฉ) รหัส $(16)_{16}$ ใช้ลบภาพตั้งแต่ตำแหน่งของเคอร์เซอร์จนสุดบรรทัดนั้น

ช) รหัส $(18)_{16}$ ใช้ลบภาพทั้งจอและรีเซทตำแหน่งเคอร์เซอร์ไปอยู่ที่ตำแหน่งโฮม (บรรทัดแรกตัวอักษรแรกเมื่อเลือกให้แสดงภาพแบบเพจ หรือบรรทัดสุดท้ายตัวอักษรแรกเมื่อเลือกแบบสโครล)

ซ) รหัส $(19)_{16}$ ใช้รีเซทตำแหน่งเคอร์เซอร์โดยไม่ลบภาพ

ฌ) รหัส $(1A)_{16}$ ใช้เลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ขึ้นข้างบน 1 บรรทัด

ญ) รหัส $(1B)_{16}$ ตามด้วยรหัส $(31)_{16}$ ใช้บอกว่ารหัสอีก 2 รหัสที่ตามมาจะเป็นค่าของตำแหน่งเคอร์เซอร์ตามแนวนอนและแนวตั้ง (ไม่ใช้ในกรณีที่เลือกให้แสดงภาพแบบสโครล)

18. วงจรเคลียร์คอนโทรล (clear control) ทำหน้าที่ลบภาพบนจอโดยการเขียนรหัส $(20)_{16}$ ต่อเนื่องกันลงในหน่วยความจำตามสัญญาณควบคุมจากวงจรส่วนอื่น การลบภาพมีอยู่ 3 แบบ โดยการควบคุมจากวงจร 2 วงจรคือ

ก) เคลียร์ (clear) คือ การลบภาพทั้งจอ เกิดจากวงจรเคลียร์คอนโทรล ตรวจพบรหัส $(10)_{16}$ เช่น รหัสที่เกิดจากการกดแป้นเคลียร์ (CLEAR key) เป็นต้น

ข) ลายน์เคลียร์ (line clear) คือการลบภาพตั้งแต่ตำแหน่งของเคอร์เซอร์จนสุดบรรทัด เกิดจากวงจรตรวจรหัสควบคุมตรวจพบรหัส $(16)_{16}$ เช่นรหัสที่เกิดจาก

การกดแป้นคอนโทรล (CONTROL key) พร้อมกับแป้นอักษรวี

ค) ลบภาพบรรทัดสุดท้ายบนจอภาพ เกิดจากวงจรควบคุมการสโครลทำงานอยู่ในแบบสโครล เมื่อบรรทัดสุดท้ายมีตัวอักษรเต็มภาพจะเลื่อนขึ้น 1 บรรทัด บรรทัดล่างสุดจะถูกลบทิ้ง วงจรนี้จะใช้สัญญาณเวอร์ติกัลซิงค์ และฮอริซอนตัลซิงค์เป็นตัวบอกช่วงเวลาที่จะเขียนค่า $(20)_{16}$ ลงในหน่วยความจำซึ่งทำโดยการปลดสายสัญญาณข้อมูลที่จะเขียนลงในหน่วยความจำ 4 บิทล่าง และ 2 บิทบนออก (กลายเป็นระดับสัญญาณ 0) พร้อมกับทำให้สายสัญญาณข้อมูลบิทที่ 5 เป็นระดับสัญญาณ 1

19. วงจรเคอร์เซอร์คอนโทรล (cursor control) ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งของเคอร์เซอร์บนจอภาพและส่งแอ็ดเดรสที่จะเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำไปให้วงจรเมโมรีแอ็ดเดรสคอนเวอร์ชัน วงจรประกอบด้วยวงจรนับ 2 ชุด และร็อม 2 ตัว สำหรับตำแหน่งเคอร์เซอร์ตามแนวตั้งกับแนวนอนพร้อมด้วยเกทต่าง ๆ และวงจรคอมแพเรเตอร์ (comparator) ซึ่งใช้ควบคุมช่วงเวลาในการเขียนลงหน่วยความจำวงจรนับทั้งสองสามารถควบคุมได้ดังนี้

ก) ตามแนวนอน ตามปกติจะเพิ่มค่าเองเมื่อมีการเขียนลงหน่วยความจำโดยจะเพิ่มค่าไปทีละหนึ่งจาก 0 จนถึง 79 แล้วจะหดไปเพิ่มค่าตามแนวตั้งหรือกระตุ้นให้วงจรสโครลคอนโทรล (scroll control) ทำงานพร้อมกับรีเซทตัวเองกลับเป็น 0 แต่เมื่อได้รับสัญญาณจากวงจรดาต้าดีโคด ก็จะสามารถเพิ่มค่าทีละหนึ่ง โดยไม่เปลี่ยนภาพบนจอภาพ (รหัส $(15)_{16}$) ลดค่าทีละหนึ่ง (รหัส $(08)_{16}$) รีเซทกลับเป็น 0 (รหัส $(0D)_{16}$ หรือ $(18)_{16}$ หรือ $(19)_{16}$) และเปลี่ยนเป็นค่าใหม่ตามที่ต้องการ (รหัส $(1B)_{16}$ ตามด้วย $(31)_{16}$ ตามด้วยค่าที่ใช้กำหนดตำแหน่งใหม่ตามแนวนอน) ก็ได้

ข) ตามแนวตั้ง ตามปกติจะนับจาก 0 ถึง 23 ไปเองทีละหนึ่งตามสัญญาณที่หดมาจากวงจรตามแนวนอน แต่เมื่อได้รับสัญญาณจากวงจรดาต้าดีโคด ก็สามารถจะเพิ่มค่าทีละหนึ่ง (รหัส $(0A)_{16}$) ลดค่าทีละหนึ่ง (รหัส $(1A)_{16}$) รีเซทตัวเองเป็น 0 (รหัส $(18)_{16}$ หรือ $(19)_{16}$) และเปลี่ยนเป็นค่าใหม่ตามต้องการ (ค่าของรหัสตัวที่ 2 ซึ่งตามหลัง $(31)_{16}$ ที่นำด้วย $(1B)_{16}$) ก็ได้

นอกจากนี้เมื่อเครื่องทำงานแบบฮาร์ดูเพล็กซ์จะกำเนิดสัญญาณส่งไปให้วงจรกำเนิดสัญญาณเสียง เมื่อเขียนลำในคอลัมน์ 72 แล้วด้วย

20. วงจรเคอร์เซอร์ดีสเพลย์ (cursor display) ทำหน้าที่แทรกภาพของเคอร์เซอร์ลงไปในเส้นกวาดที่ 10 ของบรรทัดที่จะมีการเขียนข้อมูลหน่วยความจำตรงตำแหน่งตามแนวนอนบนจอภาพที่สัมพันธ์กัน โดยรับสัญญาณเปรียบเทียบจากวงจรเคอร์เซอร์คอนโทรลมากำหนดเวลาที่จะแทรกภาพ

21. วงจรรีดไรท์คอนโทรล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมหน่วยความจำเพื่อเลือกว่าจะอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยปกติจะควบคุมให้อ่านอยู่เสมอเพื่อนำข้อมูลไปแสดงบนจอภาพเป็นภาพต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา การควบคุมให้เขียนจะเกิดขึ้น 2 กรณี คือ

ก) รับข้อมูลจากวงจรรับส่งข้อมูล เมื่อวงจรรับส่งข้อมูลรับข้อมูลเข้ามาและตรวจด้วยวงจรดาทาดีโคด แล้วว่าเป็นรหัสที่ยอมให้เขียนลงหน่วยความจำได้

ข) มีการกดแป้นอักษร รหัสที่เกิดจากการกดแป้นอักษรจะเขียนลงหน่วยความจำได้ต่อเมื่อ เลือกให้ระบบจอภาพทำงานในแบบฮาร์ดูเพล็กซ์ หรือโลคัล ทั้งนี้ก่อนเขียนลงหน่วยความจำจะต้องถูกตรวจก่อนเช่นเดียวกัน

เมื่อข้อมูลพร้อมที่จะเขียนลงในหน่วยความจำแล้ว วงจรรีดไรท์คอนโทรล จะรอให้ได้ช่วงเวลาที่เหมาะสม แล้วจึงส่งสัญญาณไปให้หน่วยความจำและวงจรเมมโมรีแอ็กเกรสคอนเวอร์ชัน เพื่อเปลี่ยนแอ็ดเดรสจากการอ่านเป็นแอ็ดเดรสของการเขียนแทน

22. วงจรสโครลคอนโทรล (scroll control) เป็นวงจรที่ใช้เลือกการแสดงภาพบนจอว่าเป็นแบบเพจ (page) คือ ข้อมูลที่รับเข้ามาจะแสดงบนจอตามลำดับจากซ้ายมาขวา บนลงล่าง เมื่อถึงบรรทัดสุดท้ายตัวอักษรสุดท้าย แล้วจะกลับไปแสดงข้อมูลต่อไปที่บรรทัดแรกตัวอักษรแรก หรือแสดงภาพแบบสโครลคือข้อมูลที่รับเข้ามาจะแสดงบนจอจากซ้ายมาขวาของบรรทัดสุดท้ายจนกระทั่งหมดบรรทัดแล้วภาพจะเลื่อนขึ้นข้างบน 1 บรรทัด บรรทัดบนสุดหายไป ข้อมูลตัวต่อไปจะแสดงบนจอตรงบรรทัดสุดท้ายตัวอักษร อีก โดยมีการลบภาพบนบรรทัดสุดท้ายรอไว้ให้เสมอ

วงจรสโครลคอนโทรล จะรับสัญญาณจากสวิทช์ที่แป้นอักษรเพื่อเลือกวิธีการทำงานว่าเป็นแบบเพจหรือสโครล ถ้าเลือกให้ทำงานแบบเพจวงจรเวอร์ติกัลเคาน์เตอร์ กับวงจรเวอร์ติกัลแอ็ดเดรสเคาน์เตอร์จะนับตามกันไปพร้อม ๆ กัน ทำให้ตำแหน่งที่สมนัยกันของภาพตัวอักษรกับรหัสในหน่วยความจำเป็นตำแหน่งเดิมเสมอ แต่ถ้าเลือกทำงานแบบสโครล ทุกครั้งที่มีการขึ้นบรรทัดใหม่บนจอภาพครั้งหนึ่ง ค่าที่นับในวงจรเวอร์ติกัลแอ็ดเดรสเคาน์เตอร์จะมากกว่าค่าที่อยู่ในวงจรเวอร์ติกัลเคาน์เตอร์อีกหนึ่ง ผลที่ได้ก็คือ รหัสที่อยู่ในแอ็ดเดรสเดิมจะย้ายตำแหน่งบนจอภาพสูงขึ้นจากเดิม 1 บรรทัด พร้อมกันนั้นก็ส่งสัญญาณไปให้วงจรเคลียร์คอนโทรล ทำการเขียนข้อมูลที่เป็นช่องว่างลงในหน่วยความจำที่สมนัยกับบรรทัดใหม่นั้น และส่งสัญญาณให้วงจรเคอร์เซอร์คอนโทรลเปลี่ยนตำแหน่งมาอยู่ที่บรรทัดล่างตัวอักษรแรกด้วย

23. วงจรอลาร์มไดรเวอร์ (alarm driver) ทำหน้าที่ส่งพัลซ์กว้าง 250 มิลลิวินาทีไปยังตัวกำเนิดเสียง เมื่อได้รับสัญญาณจากวงจรต่อไปนี้

ก) วงจรดาตาดีโคด ตรวจพบรหัส (07)$_{16}$

ข) วงจรเคอร์เซอร์เคาน์เตอร์ มีการเปลี่ยนตำแหน่งของเคอร์เซอร์จากคอลัมน์ที่ 72 มาที่ 73 เมื่อเครื่องทำงานแบบฮาร์ฟดูเพล็กซ์

ค) วงจรรับส่งข้อมูล ตรวจพบเฟรมมิงเออเรอร์ (framing error) ขณะรับข้อมูล หรือมีการกดแป้นเบรค (BREAK key) เพื่อหยุดการส่งข้อมูล

ส่วนแสดงภาพ เป็นแผ่นวงจรพิมพ์ที่ประกอบด้วยไอซี ทรานซิสเตอร์และชิ้นส่วนอีเล็คทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อผลิตสัญญาณที่ใช้บังคับการกวาดลำอีเล็คตรอนในหลอดภาพส่งไปให้โยค (yoke) โดยจะรับสัญญาณเวอร์ติกัลซิงค์และฮอริซอนตัลซิงค์ มาควบคุมอีกต่อหนึ่ง นอกจากนี้ยังสร้างแรงดันไฟสูง (high voltage) ให้กับหลอดภาพด้วย

แหล่งจ่ายไฟ เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนแรงดันให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละส่วน พร้อมด้วยวงจรเร็กติฟายเออร์ (rectifier) วงจรฟิลเตอร์ (filter) และวงจรเรกูเลเตอร์ (regulator) เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงต่าง ๆ ดังนี้

1. + 5 โวลท์ เป็นแรงดันสำหรับไอซีประเภททีทีแอล (TTL-Transistor-Transistor Logic) จ่ายกระแสได้สูงสุด 6 แอมแปร์

2. +12 โวลท์ เป็นแรงดันสำหรับไอซี ที่ใช้ในการเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณที่เป็นข้อมูลให้เป็นไปตามมาตรฐานอาร์เอส-232 ซีและใช้กับไอซี สำหรับกำเนิดตัวอักษร จ่ายกระแสได้สูงสุด 0.2 แอมแปร์

3. -12 โวลท์ เป็นแรงดันที่ใช้งานเหมือนกับ + 12 โวลท์ และยังใช้สำหรับยูอาร์ทอีกด้วย สามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 0.2 แอมแปร์

4. + 15 โวลท์ ใช้จ่ายให้กับส่วนแสดงภาพเพื่อควบคุมการสแกนลำอีเล็กตรอน จ่ายกระแสได้สูงสุด 1.5 แอมแปร์

นอกจากนี้ยังจ่ายแรงดันกระแสสลับ 19 โวลท์ เพื่อใช้กับวงจรเฟส-ล็อคอีกด้วย โดยจ่ายกระแสได้สูงสุด 0.1 แอมแปร์

การทำงานของคีย์บอร์ด

คีย์บอร์ดสามารถจะพิจารณาแยกออกได้เป็น 2 ภาค ได้แก่ภาคคีย์บอร์ดเอ็นโคเดอร์ (keyboard encoder) และภาคควบคุมหน่วยแสดงภาพ

ภาคคีย์บอร์ดเอ็นโคเดอร์ ทำหน้าที่กำเนิดรหัสตัวอักษร 7 บิท จากการกดแป้นที่สมนัยกัน ซึ่งสามารถกำเนิดรหัสได้ 128 รหัส โดยมีอักษร 2 ชุด คือแป้นอักษรหลัก และแป้นตัวเลข

ก. แป้นอักษรหลัก มีลักษณะคล้ายกับแป้นของเครื่องโทรพิมพ์ (teletypewriter) มาตรฐาน แป้นอักษรมีทั้งสิ้น 67 แป้น แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ

1. แป้นตัวอักษร มีทั้งสิ้น 49 แป้น สามารถกำเนิดรหัสของตัวอักษรได้ครบทั้ง 96 ตัวอักษร พร้อมด้วยรหัสควบคุมอีก 26 รหัส โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ระดับปกติกำเนิดรหัสได้ 49 ตัว ได้แก่ รหัสของตัวอักษรเล็ก 26 ตัว ตัวเลข 10 ตัว และตัวอักษรพิเศษอีก 13 ตัว ระดับที่สองใช้กำเนิดรหัสได้อีก 49 ตัว ได้แก่รหัสของตัวอักษรใหญ่ 26 ตัว และตัวอักษรพิเศษอีก 23 ตัว ส่วนระดับสุดท้ายใช้กำเนิดรหัสควบคุมได้ 26 ตัว

2. แป้นควบคุมการทำงานของแป้นอักษร มีทั้งสิ้น 6 แป้น ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของแป้นอักษร ได้แก

I16316345

ก) แป้นยกแคร่ (SHIFT key) มีทั้งสิ้น 3 แป้น ทำหน้าที่ยกระดับตัวอักษรจากระดับปกติเป็นระดับที่สอง เมื่อกดแป้นนี้พร้อมกับแป้นอักษรที่ต้องการยกระดับ ซึ่งหนึ่งในจำนวนนั้นจะล็อกตัวเองเมื่อกด คือแป้นชิฟท์ล็อก (SHIFT LOCK key) เพื่อประโยชน์เมื่อใช้ระดับที่สองแบบต่อเนื่อง

ข) แป้นกอนโทรล (CONTROL key) ทำหน้าที่ยกระดับตัวอักษรจากระดับปกติเป็นระดับสุดท้าย เมื่อกดพร้อมกับแป้นอักษร เอ ถึง แซ็ด แป้นใดแป้นหนึ่งเพื่อกำเนิดรหัสควบคุมตัวใดตัวหนึ่งใน 26 ตัว

ค) แป้นรีพีท (REPEAT key) ใช้กดพร้อมกับแป้นซึ่งต้องการกำเนิดรหัสนั้นซ้ำ ๆ กันต่อเนื่องไปโดยกำเนิดรหัสที่ต้องการในอัตราประมาณ 15 รหัสต่อวินาที

ง) แป้น 96/64 เป็นแป้นที่ใช้เลือกการกำเนิดรหัสว่าจะกำเนิดรหัสของตัวอักษรเล็กและตัวอักษรพิเศษอีก 4 ตัวด้วยหรือไม่ ถ้าเลือก 64 แป้นอักษรจะกำเนิดรหัสของตัวอักษรใหญ่และตัวอักษรพิเศษในชุดของตัวอักษรใหญ่ 4 ตัว แทนรหัสของตัวอักษรเล็กและตัวอักษรพิเศษในชุดของตัวอักษรเล็ก 4 ตัวนั้น ลักษณะอันนี้มีขึ้นเพื่อความสะดวกในการใช้งานระบบจอภาพกรณีที่ไม่ต้องการใช้ตัวอักษรเล็กเช่น การป้อนข้อมูลที่เป็นโปรแกรมในภาษาฟอร์แทรน โคบอล อาร์พีจี เป็นต้น

3. แป้นกำเนิดรหัสควบคุมโดยเฉพาะ มีทั้งสิ้น 9 แป้น ทำหน้าที่กำเนิดรหัสควบคุมโดยไม่จำเป็นต้องกดแป้นควบคุมควบไปด้วย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นรหัสควบคุมเคอร์เซอร์

ก) แป้นเคลียร์ ทำหน้าที่กำเนิดรหัส $(18)_{16}$ ซึ่งใช้ในการลบภาพทั้งจอ รหัสนี้อาจกำเนิดได้อีกวิธีหนึ่งโดยการกดแป้นควบคุมพร้อมกับแป้นตัวอักษรเอ็กซ์

ข) แป้นอีทีเอ็กซ์ (ETX key) ทำหน้าที่กำเนิดรหัสควบคุม $(03)_{16}$ ซึ่งเป็นรหัสที่ใช้บ่งบอกจบข้อความ (end of text) ในวิธีรับส่งข้อมูลบางวิธีที่มีใช้อยู่เช่น ระบบบีเอสซี (Byte Synchronous Communication)

ค) แป้นรีเซท (RESET key) ทำหน้าที่กำเนิดรหัส $(19)_{16}$ ซึ่งใช้ในการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์มาอยู่ที่มุมบนซ้ายสุดหรือล่างซ้ายสุด รหัสนี้อาจกำเนิดได้อีกวิธีหนึ่งโดยการกดแป้นควบคุมพร้อมกับแป้นอักษรวาย

ง) แป้นอีเอสซี (ESC key) ทำหน้าที่กำเนิดรหัส $(1B)_{16}$ ซึ่งใช้

นำในการกำหนดตำแหน่งของเคอร์เซอร์บนจอ

จ) แป้นแคร์รีเอ็จรีเทอน (CARRIAGE RETURN key) ทำหน้าที่กำเนิดรหัส $(0D)_{16}$ ซึ่งใช้ในการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์จากตำแหน่งเดิมมาอยู่ที่ต้นบรรทัดนั้น

ฉ) แป้นลายน์ฟีด (LINE FEED key) ใช้กำเนิดรหัส $(0A)_{16}$ ซึ่งใช้ในการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์จากตำแหน่งเคอร์เซอร์จากตำแหน่งเดิมลงมาข้างล่างหนึ่งบรรทัด

ช) แป้น ↑ ใช้กำเนิดรหัส $(1A)_{16}$ ซึ่งใช้ในการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์จากตำแหน่งเดิมขึ้นไปข้างบนหนึ่งบรรทัด รหัสนี้อาจกำเนิดได้อีกวิธีหนึ่ง โดยการกดแป้นควบคุมพร้อมกับแป้นตัวอักษรแช็ค

ซ) แป้น ← ใช้กำเนิดรหัส $(08)_{16}$ ซึ่งใช้ในการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์จากตำแหน่งเดิมถอยหลังกลับไปหนึ่งตัวอักษร

ฌ) แป้น → ใช้กำเนิดรหัส $(15)_{16}$ ซึ่งใช้ในการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์จากตำแหน่งเดิมไปทางขวาหนึ่งตัวอักษร รหัสนี้อาจกำเนิดได้อีกวิธีหนึ่งโดยการกดแป้นควบคุมพร้อมกับแป้นตัวอักษรยู

2. แป้นตัวเลข มีลักษณะคล้ายกับแป้นของเครื่องคำนวนเลขมีทั้งสิ้น 13 แป้น คือเลข 0 ถึง 9 จุดทศนิยม และแป้นสำหรับกำเนิดรหัสควบคุมอีก 2 แป้น คือ เอ็นเตอร์+ (ENTER+ key) และเอ็นเตอร์- (ENTER- key) ซึ่งจะกำเนิดรหัสควบคุม $(1C)_{16}$ และ $(1D)_{16}$ ตามลำดับ แป้นของตัวเลขชุดนี้จะไม่ขึ้นกับการควบคุมแป้นชุดแรกแต่อย่างใด และสามารถกำเนิดรหัสได้ 13 รหัส ๆ ละแป้นอักษร

การกดแป้นอักษรแต่ละครั้ง ไม่ว่าจะอยู่ในชุดใด จะทำให้ภาคคีย์บอร์ดเอ็นโคเดอร์สร้างรหัส 7 บิท ขึ้นพร้อมสัญญาณสโตรบ (strobe) โดยกำหนดลำดับก่อนหลังของการกดแป้นด้วยระบบเอ็นกีย์โรลโอเวอร์ (N-key rollover) กล่าวคือแป้นอักษรซึ่งถูกกดใหม่เท่านั้นที่สามารถส่งรหัสออกไปได้โดยไม่คำนึงถึงแป้นอักษรอื่น ๆ กี่แป้นก็ตามที่กดค้างอยู่ รหัสของตัวอักษรที่สมนัยกับแป้นสุดท้ายที่กดจะรออยู่ที่สายข้อมูลไปยังหน่วยแสดงภาพ ซึ่งเมื่อ

ข้อมูลสเตเบิล (stable) แล้วภาคคีย์บอร์ดเอ็นโคเดอร์จะส่งสัญญาณสโตรบ ที่มีช่วงกว้างของพัลซ์ 16 ไมโครวินาที ไปยังหน่วยแสดงภาพ เพื่อให้รับข้อมูลไปได้ สัญญาณสโตรบจะเกิดขึ้นหลังจากข้อมูลเปลี่ยนไปแล้วเป็นเวลา 17 ไมโครวินาที การกดแป้นรีพีทก็คือการส่งสัญญาณสโตรบต่อเนื่องกันไปนั่นเอง (ดูรูปที่ 3)

วงจรของแป้นอักษรประกอบด้วย แอลเอสไอ ประกอบกับสวิทช์ต่าง ๆ เกท และโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ (monostable multivibrator) อีกเล็กน้อยเพื่อเป็นบัฟเฟอร์ และตัวกำเนิดความถี่ในการส่งรหัสตัวอักษรซ้ำ ๆ ต่อเนื่องกัน

ภาคควบคุมหน่วยแสดงภาพ ประกอบด้วยแป้นอักษร 3 แป้น และสวิทช์โยก 4 อัน ซึ่งมีสายสัญญาณต่อโดยตรงไปเข้าหน่วยแสดงภาพเพื่อเลือกวิธีการทำงานในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ก. แป้นเบรก ใช้กดในกรณีที่ต้องการหยุดส่งข้อมูลใด ๆ ชั่วระยะเวลาหนึ่ง สัญญาณจากแป้นนี้จะส่งไปยังวงจรอินเตอร์เฟสกับภายนอกของหน่วยแสดงภาพเพื่อหยุดการส่งข้อมูลเป็นเวลา 260 นาโนวินาที

ข. แป้นเพ็จ (PAGE key) ทำหน้าที่เป็นสวิทช์เพื่อเลือกวิธีการแสดงภาพบนจอ โดยการส่งสัญญาณไปที่วงจรควบคุมการสโครล ให้เลือกแสดงภาพแบบเพ็จหรือสโครล

ค. แป้นซีโอ (CO key) ทำหน้าที่เป็นหลอดสัญญาณโดยต่อมาจากวงจรโมเด็มกอนโทรลใช้แสดงวาระบบจอภาพได้รับสัญญาณแคร์เรียร์ออน (carrier on) จากภายนอก

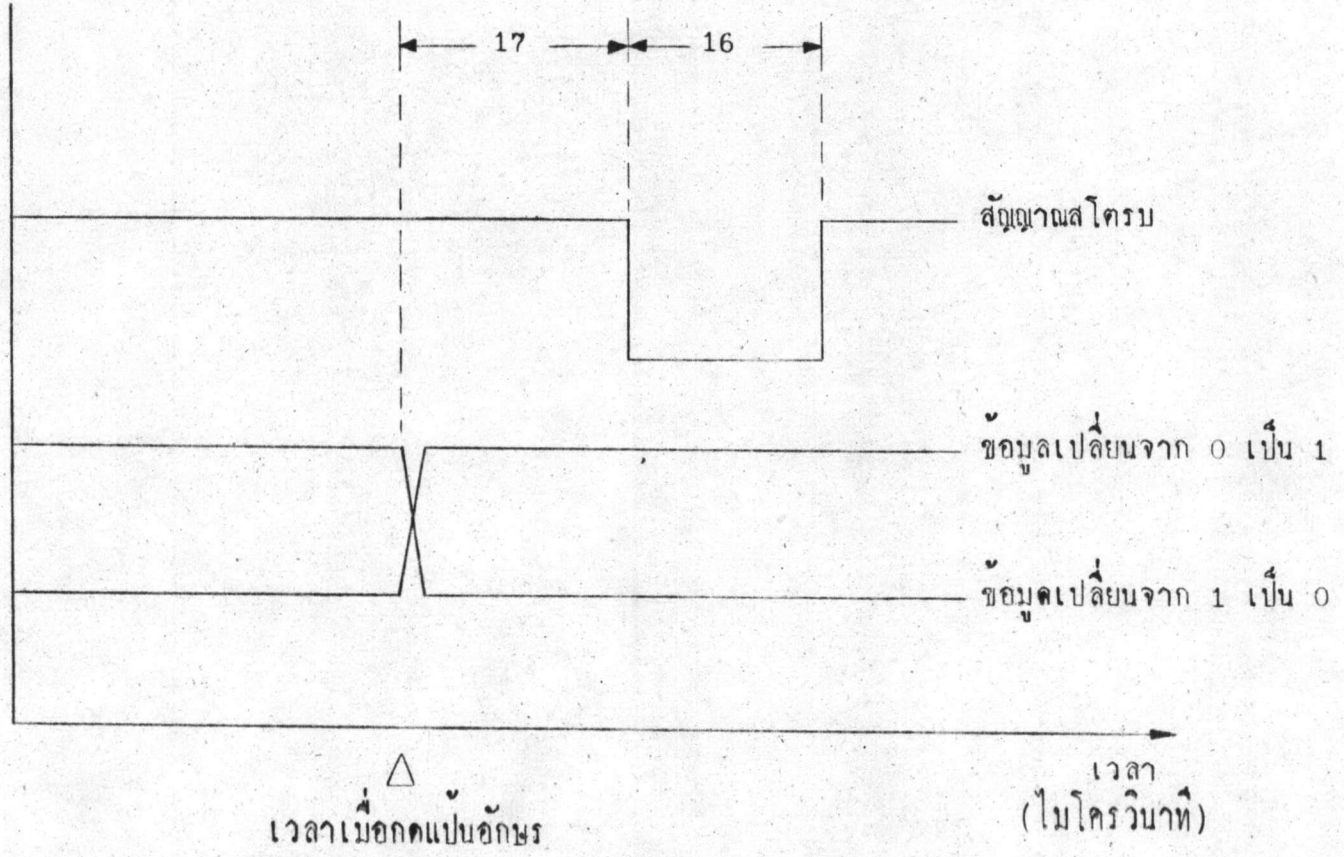
ง. สวิทช์เลือกพาริตี เป็นสวิทช์โยก 3 ตำแหน่ง ใช้ในการเลือกพาริตีของการรับส่งข้อมูล โดยการส่งสัญญาณเข้าสู่วงจรเลือกพาริตีซึ่งจะเปลี่ยนสัญญาณเหล่านี้ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมก่อนที่จะส่งไปควบคุมวงจรรับส่งข้อมูล

จ. สวิทช์เลือกดูเพล็กซ์ เป็นสวิทช์โยกเพื่อควบคุมระบบจอภาพให้ทำงานในระบบฟูลดูเพล็กซ์หรือฮาร์ฟดูเพล็กซ์ โดยส่งสัญญาณควบคุมไปที่วงจรเลือกดูเพล็กซ์

ฉ. สวิทช์เลือกโลคัลหรือออนลายน์ เป็นสวิทช์โยกเพื่อเลือกให้ระบบจอภาพส่งข้อมูลออกไปยังหน่วยประมวลผลกลาง หรือให้แสดงบนจอโดยไม่ส่งสัญญาณจากสวิทช์นี้จะส่งไปยังวงจรโมเด็มกอนโทรลและวงจรเลือกดูเพล็กซ์

รูปที่ 3

ไทมิงของสัญญาณจากคีย์บอร์ด



๔. สวิทช์เลือกบ็อดเรท เป็นสวิทช์โยกเพื่อกำหนดบ็อดเรทในการรับส่งข้อมูล ซึ่งสามารถเลือกได้ 3 แบบ คือสูง, 300 และต่ำ สัญญาณจากสวิทช์จะส่งไปเข้าวงจรกำหนดบ็อดเรทของหน่วยแสดงภาพ บ็อดเรทสูงและต่ำจะเป็นค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับสวิทช์ภายในวงจรนี้ 2 ชุด ซึ่งเลือกตั้งได้เป็นอิสระค่าใดค่าหนึ่งใน 10 ค่า

การอินเตอร์เฟสระบบจอภาพกับหน่วยประมวลผลกลาง(8)

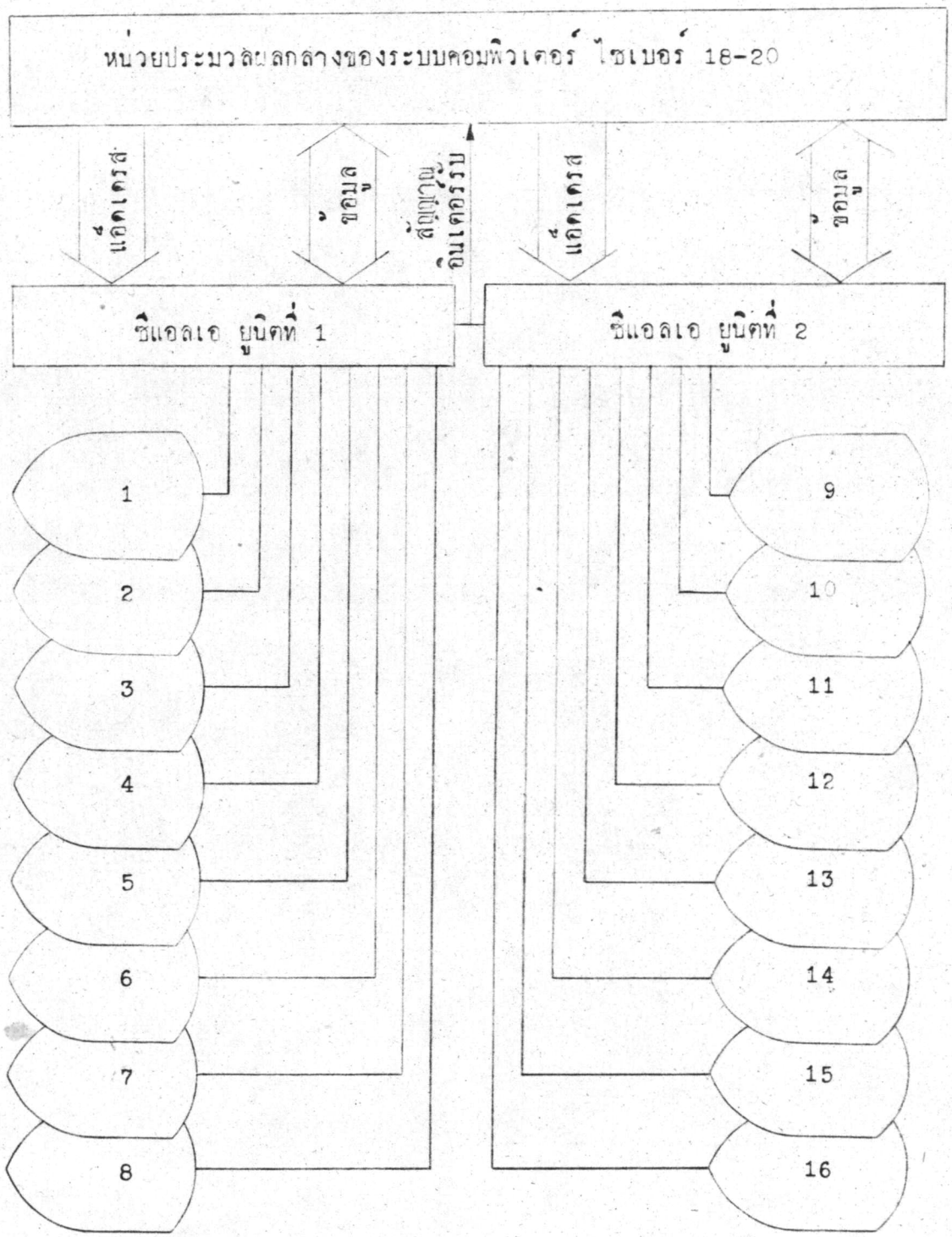
การอินเตอร์เฟสระหว่างระบบจอภาพกับหน่วยประมวลผลกลางของระบบคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18 - 20 จะทำได้โดยผ่านวงจรอินเตอร์เฟสที่มีชื่อว่า ซีแอลเอ (CLA-Communication Line Adapter) ซึ่งเป็นแผ่นวงจรอันประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนทางอีเล็กทรอนิกส์มาตรฐานประเภท ทีทีแอล และมอส เสียบอยู่ในสล็อตของหน่วยประมวลผลกลาง โดยที่สามารถจะมีอยู่ได้ 2 แผ่นวงจร ซึ่งแต่ละแผ่นจะต่อกับระบบจอภาพได้ 8 ระบบ (ดูรูปที่ 4)

ซีแอลเอ จะส่งผ่านข้อมูลกับหน่วยประมวลผลกลางแบบพาราลแลลโดยต่ออยู่กับบัสชนิดเอกิว และส่งผ่านข้อมูลกับระบบจอภาพแต่ละระบบแบบซีเรียลชนิดอซิงโครนัส ใช้มาตรฐานอาร์เอส-232 ซี ตัวมาตรต่าง ๆ ในการรับส่งข้อมูลของ ซีแอลเอ สามารถจะกำหนดได้โดยซอฟท์แวร์ (กรณีนี้คือโปรแกรมไดรเวอร์ของโปรแกรมควบคุมการทำงาน) กับการตั้งสวิทช์ภายใน เพื่อความคล่องตัวในการใช้งาน ซึ่งทำให้สามารถต่อเข้ากับระบบจอภาพได้หลายแบบ ระบบการรับส่งเลือกได้ว่าจะเป็นฟูลดูเพล็กซ์หรือฮาร์ฟดูเพล็กซ์ บ็อดเรทเลือกได้ 9 ค่า ตั้งแต่ 75 ถึง 9600 บ็อด ซึ่งจะใช้คล็อคในตัวเองหรือซิงโครไนซ์ (synchronize) กับภายนอกก็ได้ พาริตีและความยาวของข้อมูลสามารถเลือกได้ การต่อเข้ากับโมเด็มทำได้โดยตรงพร้อมด้วยการอินเตอร์ล็อก (interlock) นอกจากนี้ยังมีวงจรเพื่อใช้ทดสอบได้เมื่อใช้ซอฟท์แวร์ที่เหมาะสม

การกำหนดตัวมาตรของซีแอลเอ สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ กำหนดโดยการตั้งสวิทช์ภายในแผ่นวงจร และกำหนดโดยการใช้ซอฟท์แวร์

รูปที่ 4

ทางเดินของข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับระบบจอภาพทั้งหมด



ก. การตั้งสวิทช์ภายในแผ่นวงจร สวิทช์ในแผ่นวงจรสามารถเลือกตัวมาตร
ดังต่อไปนี้

1. เลือกอีควิปเมนท์นัมเบอร์ (equipment number) เป็นสวิทช์ที่
ใช้เลือกบิท 4 บิท เพื่อกำหนดว่าซีแอลเอ มีอีควิปเมนท์นัมเบอร์อะไรเมื่อหน่วยประมวล
ผลกลางต้องการติดต่อด้วย การตั้งสวิทช์ชุดนี้จะต้องสัมพันธ์กับโปรแกรมควบคุมการทำงาน

2. เลือกยูนิท (unit) เนื่องจาก ซีแอลเอ มีอยู่ในสล็อตของหน่วย
ประมวลผลกลางได้ 2 แผ่นวงจร สวิทช์อันนี้จะใช้ในการเลือกว่าเป็นแผ่นวงจรใด

3. เลือกบ็อดเรทในการรับส่งข้อมูล สวิทช์จะมีอยู่ 2 ชุด เพื่อกำหนด
บ็อดเรทชุดละ 4 ลายน์ บ็อดเรทที่สามารถเลือกได้ คือ 9600, 4800, 2400, 1200, 600
300, 150, 110 และ 75 บ็อด

4. เลือกดูเพล็กในการรับส่งข้อมูล จะมีสวิทช์อยู่ 8 ชุด ประจำสายสื่อ-
สารแต่ละสายเพื่อเลือกว่าจะรับส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์ หรือฮาร์ฟดูเพล็กซ์

ข. การใช้ซอฟแวร์ควบคุม การใช้ซอฟแวร์สามารถควบคุมตัวมาตรต่าง ๆ
ดังนี้

1. ความยาวของข้อมูล 1 ตัวอักษร สามารถเลือกได้ 4 ค่า คือ
5, 6, 7 หรือ 8 บิท

2. จำนวนสต็อปบิท สามารถเลือกให้มี 1, 1.5 หรือ 2 บิท

3. ชนิดของพาริตี สามารถเลือกให้เป็น คู่ คี่ หรือไม่มีเลยก็ได้

การทำงานของ ซีแอลเอ

การทำงานของ ซีแอลเอ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือเมื่อซีแอลเอรับข้อมูลจาก
หน่วยประมวลผลกลางเพื่อส่งให้ระบบจอภาพ และรับข้อมูลจากระบบจอภาพส่งให้หน่วยประมวล
ผลกลาง

ซีแอลเอ รับข้อมูลจากหน่วยประมวลผลกลางส่งให้ระบบจอภาพ โปรแกรม
ไดรเวอร์ในโปรแกรมควบคุมการทำงานจะกำหนดให้หน่วยประมวลผลกลางส่งอีควิปเมนท์นัมเบอร์

ของซีแอลเอ พร้อมกับข้อมูลในการขอใช้งานไปตามแอ็คเครสบัสซีแอลเอจะส่งสัญญาณรีพลาย (reply) หรือรีเจ็กท์ (reject) อย่างใดอย่างหนึ่งกลับมาให้หน่วยประมวลผลกลาง โดยขึ้นกับข้อมูลในการขอใช้งานว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าส่งสัญญาณรีเจ็กท์ หรือไม่มีสัญญาณตอบกลับมาภายในเวลาที่กำหนด โปรแกรมไดรเวอร์จะรายงานความผิดปกติของซีแอลเอให้ออเปอเรเตอร์ทราบโดยทางมาสเตอร์คอนโซล เพื่อให้รับรู้ และหาทางแก้ไข แต่ถ้าซีแอลเอส่งสัญญาณรีพลายกลับไปยังหน่วยประมวลผลกลางโปรแกรมไดรเวอร์ก็จะสามารถทราบสเตตัส (status) ของซีแอลเอ แล้วกำหนดตัวมาตรต่าง ๆ และหมายเลขของระบบจอภาพแล้วส่งให้ ซีแอลเอพันที่ซีแอลเอพร้อมที่จะทำงานให้ จากนั้นจึงจะส่งข้อมูลผ่านไปให้ระบบจอภาพที่ต้องการ เมื่อซีแอลเอ รับข้อมูลจากหน่วยประมวลผลกลางแล้ว ก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นไปแปลแล้วแยกไปตามส่วนต่าง ๆ เพื่อควบคุมวงจรในส่วนนั้น ๆ ซึ่งถ้าเป็นข้อมูลที่จะส่งออกระบบจอภาพซีแอลเอจะเลือกหมายเลขของระบบจอภาพให้แล้วผ่านข้อมูลไปให้ยูอาร์ทประจำหมายเลขระบบจอภาพนั้น เพื่อส่งไปยังระบบจอภาพที่ต้องการต่อไป

<u>ซีแอลเอส่งข้อมูลจากระบบจอภาพให้หน่วยประมวลผลกลาง</u> ซีแอลเอจะทำการตรวจสัญญาณที่ระบุว่า มีข้อมูลเข้ามาเต็มอยู่บัฟเฟอร์ของยูอาร์ททั้ง 8 ตัว อยู่ตลอดเวลา โดยไล่ไปตามลำดับที่ละตัวทุก ๆ 3.2 ไมโครวินาที เมื่อตรวจพบว่ายูอาร์ทตัวใดมีข้อมูลพร้อมที่จะส่งไปหน่วยประมวลผลกลาง ซีแอลเอจะหยุดการตรวจชั่วคราวพร้อมกับส่งสัญญาณอินเตอร์รัปไปให้หน่วยประมวลผลกลางแล้วรอจนกระทั่งหน่วยประมวลผลกลางส่งสัญญาณขอข้อมูลกลับมายังซีแอลเอ ซีแอลเอก็จะผ่านข้อมูลจากยูอาร์ทตัวที่มีข้อมูลไปให้พร้อมกับสเตตัสของข้อมูล เช่น มีการผิดพลาดอะไรในการรับส่งข้อมูลกับระบบจอภาพหรือไม่ และพร้อมกันนี้ซีแอลเอจะส่งหมายเลขของระบบจอภาพไปให้ด้วยเพื่อโปรแกรมไดรเวอร์จะได้จัดการนำข้อมูลส่งกลับไปยังโปรแกรมของผู้ใช้ได้อย่างถูกต้องต่อไป