หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

เครื่องพิมพ์บรรทัดและการอินเตอร์เฟสกับหน่วยประมวลผลกลาง

เครื่องพิมพ์บรรทัดที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ไซเบอร์ 18-20 เป็นชนิดแบนด์ รุ่น CT-10x มีชุดตัวอักษรให้เลือก 4 แบบคือ 48, 64, 96 และ 128 ตัวอักษร จำนวนคอลัมน์ในการพิมพ์ 132 คอลัมน์ ความเร็วในการพิมพ์เมื่อใช้แบนด์ 64 ตัวอักษร ขึ้นกับรุ่นซึ่งมีให้เลือก 3 รุ่นคือ 900,600 และ 300 บรรทัดต่อนาที ความแตกต่างในความเร็วขึ้นกับจำนวนแฮมเมอร์ (hammer) ซึ่งจะมี 132, 66 และ 33 อันตามลำดับ ในกรณีที่จำนวนแฮมเมอร์น้อยกว่าคอลัมน์ จะมีการเลื่อนตำแหน่งแฮมเมอร์ตามแนวนอน เข้าช่วยโดยแฮมเมอร์ อันหนึ่งจะพิมพ์ 2 คอลัมน์ ในรุ่น 600 บรรทัดต่อนาที และ 4 คอลัมน์ในรุ่น 300 บรรทัดต่อนาที การอินเตอร์เฟสกับหน่วยประมวลผลกลางจะผ่านแผ่นวงจรอินเตอร์เฟสที่สามารถต่อกับเครื่องพิมพ์บรรทัดและเครื่องอ่านบัตรได้อย่างละ 1 เครื่อง การสื่อสารระหว่างวงจรอินเตอร์เฟสกับเครื่องพิมพ์บรรทัดเป็นแบบพาราลแลล

เครื่องพิมพ์บรรทัด[9]

เครื่องพิมพ์บรรทัดเป็นเครื่องพิมพ์ชนิดแบนด์ กล่าวคือแม่พิมพ์ตัวอักษรอยู่บนแถบโลหะแบนแคบทบเป็นวงกลมที่เรียกว่าแบนด์ ซึ่งหมุนด้วยความเร็ว 246 นิ้วต่อวินาที คงที่ตามแนวนอน ผ้าหมึก หมุนอยู่ในแนวเฉียงข้างหน้าแบนด์ ถัดจากผ้าหมึกเป็นกระดาษซึ่งเคลื่อนที่ตามแนวตั้งและด้านหลังกระดาษเป็นแฮมเมอร์ ซึ่งวางเรียงเป็นแนวนอนตรงกับแบนด์ ในการพิมพ์ตัวอักษรแฮมเมอร์จะตีลงบนด้านหลังกระดาษให้ไปกระแทกกับผ้าหมึกและแม่พิมพ์ตัวอักษรตัวที่ต้องการ ซึ่งอยู่ตรงกับตำแหน่งพิมพ์พอดี

ลักษณะของแบนด์ แบนด์ประกอบด้วยแนวตามยาว 3 แนว แนวกลางเป็นแม่พิมพ์ตัวอักษร แนวบนและล่างเป็นเส้นนูนตรงตามขวางเป็นระยะ ๆ สม่ำเสมอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวของแม่พิมพ์ตัวอักษร บนแบนด์ 1 รอบจะมีแม่พิมพ์ตัวอักษรทั้งสิ้น 384 ตัว โดยแบ่งเป็นชุด ๆ ที่เหมือนกัน แต่ละชุดเรียกว่าคาแร็กเตอร์เซท (character set) ในชุดหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน ซึ่งมีให้เลือกใช้ 4 แบบคือ 48, 64, 96 และ 128 ตัวอักษร

ก) แบนด์ชนิด 48 คาแร็กเตอร์เซท ประกอบด้วยตัวเลข 10 ตัว ตัวอักษรใหญ่ 26 ตัว และตัวอักษรพิเศษ 12 ตัว บนแบนด์ทั้งเส้นจะมีคาแร็กเตอร์เซทอยู่รวม 8 ชุด

ข) แบนด์ชนิด 64 คาแร็กเตอร์เซท ประกอบด้วยตัวเลข 10 ตัว ตัวอักษรใหญ่ 26 ตัว และตัวอักษรพิเศษ 28 ตัว บนแบนด์ทั้งเส้นจะมีคาแร็กเตอร์เซทอยู่รวม 6 ชุด

ก) แบนด์ชนิด 96 คาแร็กเตอร์เซท ประกอบด้วยตัวเลข 10 ตัว ตัวอักษรใหญ่ 26 ตัว ตัวอักษรเล็ก 26 ตัว และตัวอักษรพิเศษ 34 ตัว บนแบนด์ทั้งเส้นจะมีคาแร็กเตอร์เซทอยู่รวม 4 ชุด

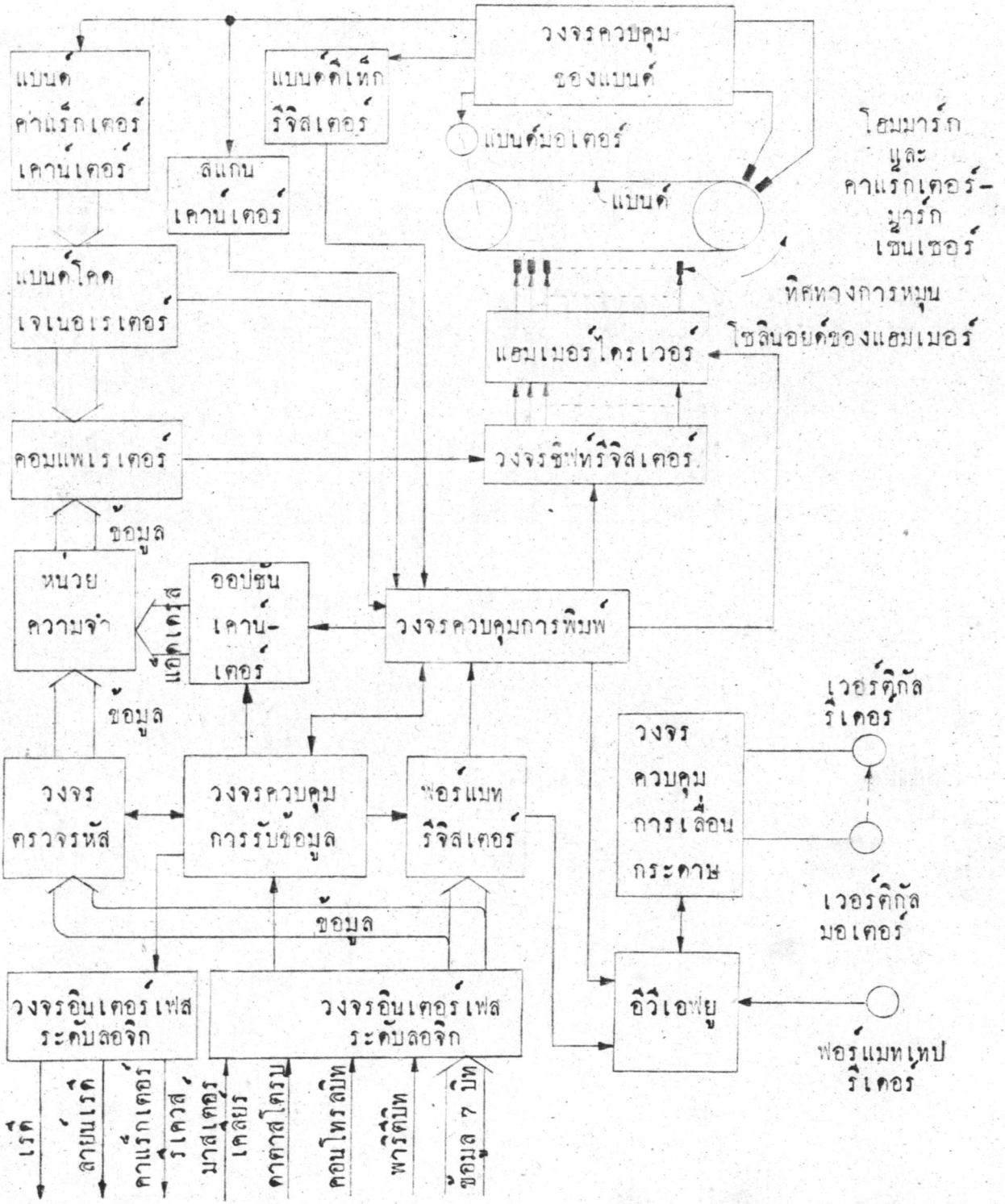
ง) แบนด์ชนิด 128 คาแร็กเตอร์เซท เป็นแบนด์สำหรับ 2 ภาษา หรือภาษาอื่นที่ไม่ใช่ภาษาอังกฤษหรือภาษาที่คล้ายคลึงภาษาอังกฤษ บนแบนด์ทั้งเส้นจะมีคาแร็กเตอร์เซทอยู่รวม 3 ชุด

แนวเส้นตรงนูนตามขวางข้างบนของแม่พิมพ์ตัวอักษรมีชื่อเรียกว่าโฮมมาร์ก (home mark) จะมี 1 เส้นทุก ๆ คาแร็กเตอร์เซท มีไว้บอกจุดเริ่มต้นของชุด ส่วนแนวตามด้านล่างจะมี 1 เส้นทุก ๆ แม่พิมพ์ตัวอักษร เรียกว่าคาแร็กเตอร์-มาร์ก (character mark) มีไว้เพื่อบอกตำแหน่งของตัวอักษร ควบคุมความเร็วของแบนด์ และถ้าประกอบกับโฮมมาร์กก็จะสามารถระบุชนิดของแบนด์ได้

การทำงานของเครื่องพิมพ์บรรทัด เครื่องพิมพ์บรรทัดมี ผังการทำงาน ดังรูปที่ 5 ในการทำงานขณะออนลายน์จะแบ่งเป็น 3 ช่วงใน 1 รอบคือ ช่วงรับข้อมูลเข้า

รูปที่ 5

ผังการทำงานของเครื่องพิมพ์บรรทัด



ช่วงพิมพ์ และช่วงเลื่อนกระดาษ รายละเอียดการทำงานในวงจรแต่ละส่วนมีดังนี้

1. วงจรอินเตอร์เฟสระดับลอจิก ข้อมูลที่เครื่องพิมพ์บรรทัดรับส่งกับวงจรอินเตอร์เฟส ซึ่งเป็นแบบพาราลเลลนั้นเป็นชนิดบาลานซ์ลายน์ (balanced line) ระดับแรงดัน + 12 และ - 12 โวลท์ จะถูกเปลี่ยนให้เป็นระดับลอจิก 5 โวลท์ในภาครับและกลับกันในภาคส่ง ระบบการรับส่งเป็นแบบแฮนด์เชค (handshake) โดยมีสายสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้

ก) ข้อมูล 7 บิทและพาริตีบิท เป็นสายข้อมูลที่ส่งจากวงจรอินเตอร์-เฟสมาพิมพ์ พร้อมด้วยพาริตีบิท

ข) กอนโทรลบิท (control bit) เป็นสัญญาณควบคุมจากวงจรอินเตอร์เฟสเพื่อระบุว่าข้อมูล 7 บิทที่ส่งมานั้นเป็นรหัสควบคุมการพิมพ์หรือไม่

ค) ดาตาสโตรบ (data strobe) เป็นสัญญาณควบคุมจากวงจรอินเตอร์เฟสเพื่อบอกวงจรควบคุมการรับข้อมูลว่าข้อมูลนั้นพร้อมที่เครื่องพิมพ์จะรับเข้าไปได้

ง) มาสเตอร์เคลียร์ (master clear) เป็นสัญญาณควบคุมจากวงจรอินเตอร์เฟส เพื่อเคลียร์วงจรภายในของเครื่องพิมพ์บรรทัดทั้งหมด

จ) เรดี (ready) เป็นสัญญาณควบคุมจากเครื่องพิมพ์บรรทัดเพื่อบอกให้วงจรอินเตอร์เฟสทราบว่าเครื่องพิมพ์บรรทัดพร้อมที่จะทำงาน

ฉ) ลายน์เรดี (line ready) เป็นสัญญาณควบคุมจากเครื่องพิมพ์บรรทัดเพื่อบอกให้วงจรอินเตอร์เฟสทราบว่าเครื่องพิมพ์บรรทัดกำลังอยู่ในช่วงรับข้อมูลเข้า

ช) คาแร็กเตอร์รีเควส (character request) เป็นสัญญาณจากเครื่องพิมพ์บรรทัดเพื่อบอกให้วงจรอินเตอร์เฟสส่งข้อมูลมาได้

2. ฟอร์แมทรีจิสเตอร์ (format register) เป็นรีจิสเตอร์ 7 บิท ใช้เก็บรหัสควบคุมการเลื่อนหน้ากระดาษของเครื่องพิมพ์บรรทัด

3. วงจรตรวจรหัส เป็นวงจรประกอบด้วยเกท (gate) ทำหน้าที่ตรวจข้อมูลที่รับเข้ามาว่าเป็นรหัสควบคุมที่มีคอนโทรลบิทกำกับมาด้วยหรือไม่ รหัสควบคุมที่จะรับรู้ด้วยวงจรนี้มีอยู่ 4 รหัสคือ การ์ริเอจรีเทอน (OD_{16}) ลายน์ฟีด (OA_{16}) ฟอร์มฟีด (OC_{16}) และเวอร์ติกัลแท็บ (vertical tap - OB_{16}) ถ้าไม่มีคอนโทรลบิทกำกับมาด้วย วงจรตรวจรหัสจะปล่อยให้ผ่านไปเหมือนกับข้อมูลธรรมดา พร้อมกับกำเนิดข้อมูลให้อีก 1 บิท เรียกว่าปรินท์เอเบิลโคด (printable code) แต่ถ้ามีคอนโทรลบิทกำกับวงจรตรวจรหัสจะรายงานให้วงจรควบคุมการรับข้อมูลทราบ

4. หน่วยความจำ เป็นแร็มชนิด 8 บิทจำนวน 256 แอ็ดเดรส ใช้เก็บข้อมูลที่จะพิมพ์และปรินท์เอเบิลโคดที่ผ่านมาจากวงจรตรวจรหัส

5. ออปชันเคาน์เตอร์ เป็นเคาน์เตอร์ 8 บิท ใช้ในการกำหนดแอ็ดเดรสของหน่วยความจำในการนำข้อมูลเข้าเก็บ หรืออ่านออกไปใช้ในการพิมพ์ของช่วงพิมพ์ ช่วงของคำที่ใช้ในการนับจะเป็น จำนวนคอลัมน์ทั้งหมดที่จะพิมพ์ นั่นคือจะนับจาก 120 ถึง 255

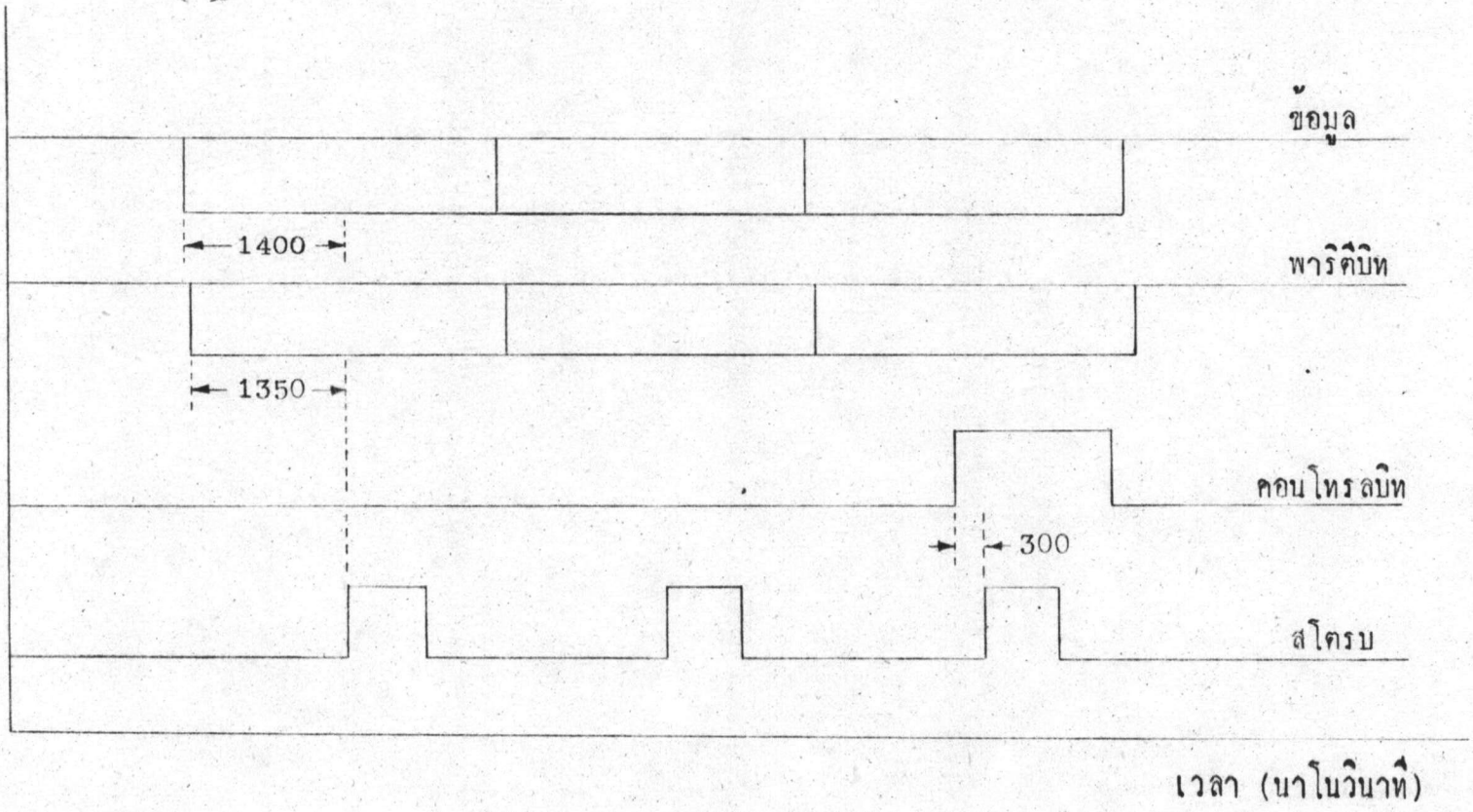
6. วงจรควบคุมการรับข้อมูล เป็นวงจรที่ประกอบด้วยไอซีประเภทที่ทีแอลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในช่วงรับข้อมูลทั้งหมด มีรายละเอียดในการทำงานดังนี้ (ดูรูปที่ 6 ประกอบ)

เมื่อเปิดเครื่องพิมพ์บรรทัดแล้วทำให้เครื่องเรดีหรือเมื่อเครื่องพิมพ์บรรทัดพิมพ์เสร็จ 1 บรรทัดแล้ว เครื่องพิมพ์จะส่งสัญญาณลายน์เรดีค้างไว้ แล้วส่งสัญญาณคาแร็กเตอร์รีเควส วงจรอินเตอร์เฟสจะส่งข้อมูลมาให้ 1 ตัวอักษร เมื่อข้อมูลสเตเบิลแล้ววงจรอินเตอร์เฟสจะส่งสัญญาณดาตาสโตรบมาให้ เครื่องพิมพ์บรรทัดจะหยุดส่งสัญญาณคาแร็กเตอร์รีเควส แล้วส่งข้อมูลไปตรวจที่วงจรตรวจรหัส ถ้าเป็นข้อมูลธรรมดาจะผ่านไปยังหน่วยความจำ พร้อมกับกำเนิดปรินท์เอเบิลโคดมีค่าเป็นหนึ่ง เพื่อเก็บไว้ จากนั้นจะเพิ่มแอ็ดเดรสของหน่วยความจำ แล้วส่งสัญญาณคาแร็กเตอร์รีเควสเพื่อรับข้อมูลตัวถัดไป

ถ้าข้อมูลที่ส่งไปวงจรตรวจรหัสเป็นรหัสควบคุม วงจรควบคุมการรับ

รูปที่ 6

ไทมิงของสัญญาณจากคอนโทรลเลอร์ไปยังเครื่องพิมพ์บรรทัด



ข้อมูลจะนำรหัสควบคุมนั้นไปเก็บไว้ในฟอร์แมทรีจิสเตอร์ แล้วหยุดส่งสัญญาณลายน์เรดี จากนั้นจะส่งรหัส $(00)_{16}$ (ปริ้นท์เอเบิลโคดมีค่าเป็นศูนย์) ไปใส่ไว้ในหน่วยความจำที่เหลือทั้งหมด แล้วผ่านการควบคุมไปให้วงจรควบคุมการพิมพ์เพื่อเริ่มช่วงพิมพ์ต่อไป

7. วงจรควบคุมของแบนด์ ทำหน้าที่ 3 อย่างคือ ควบคุมความเร็วของแบนด์ หาชนิดของแบนด์ว่าเป็นชนิดกี่คาแร็กเตอร์เซท และควบคุมการนับของสแกนเคาน์เตอร์กับแบนด์คาแร็กเตอร์เคาน์เตอร์ (band character counter)

ก) การควบคุมความเร็วของแบนด์ ใช้ระบบเซอร์โวเฟสล็อกลูป (servo phase lock loop) โดยอ่านความเร็วของแบนด์จากคาแร็กเตอร์มาร์กเซนเซอร์ (character mark sensor) มาเปรียบเทียบกับสัญญาณคล็อกมาตรฐาน 1 เมกะเฮิตซ์ ที่กำเนิดจากคริสตัล แล้วนำเออเรอร์โวลเตจ (error voltage) ไปลดหรือเร่งความเร็วของมอเตอร์จนได้ตามที่ต้องการ

ข) การหาชนิดของแบนด์ เมื่อเริ่มเปิดสวิทช์ของเครื่อง วงจรนี้จะรอจนได้สัญญาณจากโฮมมาร์กเซนเซอร์ (home mark sensor) อันแรกก็จะส่งสัญญาณจากคาแร็กเตอร์มาร์กเซนเซอร์ไปให้วงจรแบนด์คาแร็กเตอร์ เคาน์เตอร์นับ โดยเริ่มจาก 0 จนกระทั่งได้สัญญาณจากโฮมมาร์กเซนเซอร์อันที่สอง ค่าที่นับได้จะผ่านวงจรดีโคดเดอร์ไปเก็บไว้ในแบนด์ดีเท็กรีจิสเตอร์ (band detect register) เพื่อระบุว่าเป็นแบนด์ชนิด 48, 64, 96, หรือ 128 คาแร็กเตอร์เซท

ค) ควบคุมการนับของสแกนเคาน์เตอร์และแบนด์คาแร็กเตอร์เคาน์เตอร์ วงจรนี้จะส่งสัญญาณจากคาแร็กเตอร์มาร์กเซนเซอร์ไปให้วงจรเคาน์เตอร์ทั้งสองนับ พร้อมทั้งกำหนดค่าเริ่มต้นและค่าสุดท้ายให้ โดยกำหนดจากบิทในแบนด์ดีเท็กรีจิสเตอร์

8. แบนด์คาแร็กเตอร์เคาน์เตอร์ เป็นวงจรนับ 8 บิท ควบคุมการนับจากวงจรควบคุมของแบนด์ โดยมีการนับอยู่ 2 ลักษณะ คือในลักษณะแรก เมื่อเริ่มเปิดเครื่องจะถูกรีเซทเป็น 0 แล้วเริ่มนับคาแร็กเตอร์พัลซ์ หลังจากที่ได้รับโฮมพัลซ์ลูกแรก จนกระทั่งได้รับโฮมพัลซ์ลูกที่สอง ค่าที่นับได้จะผ่านการดีโคดไปเก็บไว้ในแบนด์ดีเท็กรีจิสเตอร์ เมื่อ

ทราบว่าเป็นแบนด์ชนิดใดแล้ววงจรนี้จะทำงานในลักษณะที่สอง คือถูกกำหนดช่วงการนับตามชนิดของแบนด์ โดยจะนับจาก 32 ถึง 79 หรือ 32 ถึง 95 หรือ 32 ถึง 127 หรือ 0 ถึง 128 ตามแบนด์ชนิด 48, 64, 96 หรือ 128 คาแร็กเตอร์เซทตามลำดับ ค่าที่อยู่ในวงจรนี้จะเป็นรหัสของตัวอักษรบนแบนด์ก่อนหน้าตำแหน่งพิมพ์คอลัมน์แรก 1 ตัวเสมอ

9. แบนด์ดีเท็กรีจิสเตอร์ เป็นรีจิสเตอร์ 4 บิท ประจำชนิดของแบนด์ 4 แบบ จะมีเพียงบิทเดียวเท่านั้นที่เซท เพื่อบอกวงจรควบคุมการพิมพ์

10. สแกนเคาน์เตอร์ เป็นวงจรนับ 8 บิท ควบคุมจากวงจรควบคุมของแบนด์ เพื่อใช้นับจำนวนครั้งในการพิมพ์ครบ 1 บรรทัด ซึ่งก็คือจำนวนตัวอักษรทั้งหมดใน 1 คาแร็กเตอร์เซท สแกนเคาน์เตอร์จะอาศัยค่าในแบนด์ดีเท็กรีจิสเตอร์ในการกำหนดค่าที่จะเริ่มนับ โดยจะนับถึง 255 เสมอ ค่าที่จะเริ่มนับก็คือ 207 หรือ 191 หรือ 159 หรือ 127 ตามแบนด์ชนิด 48, 64, 96 หรือ 128 คาแร็กเตอร์เซทตามลำดับ

11. แบนด์โคดเจเนอเรเตอร์ เป็นวงจรนับ 8 บิท ควบคุมจากวงจรควบคุมการพิมพ์ ในการเทียบค่ารีเซ็ทค่าและโหลดค่า ซึ่งจะโหลดข้อมูลมาจากแบนด์ ช่วงของค่าที่จะนับขึ้นกับชนิดของแบนด์ โดยจะนับในช่วง 32 ถึง 79 หรือ 32 ถึง 95 หรือ 32 ถึง 127 หรือ 0 ถึง 127 ตามชนิดของแบนด์คือ 48, 64, 96 หรือ 128 คาแร็กเตอร์เซทตามลำดับ

12. คอมแพเรเตอร์ เป็นวงจรที่ใช้เปรียบเทียบค่าจากหน่วยความจำกับค่าจากแบนด์โคดเจเนอเรเตอร์แล้วส่งให้วงจรชีฟท์รีจิสเตอร์

13. วงจรชีฟท์รีจิสเตอร์ มีจำนวนบิทเท่ากับแฮมเมอร์ ทำหน้าที่ชีฟท์ข้อมูลจากคอมแพเรเตอร์แล้วโหลดให้วงจรแฮมเมอร์ไดรเวอร์ (hammer driver) แบบพาราลแลล

14. วงจรแฮมเมอร์ไดรเวอร์ มีจำนวนเท่ากับแฮมเมอร์ แต่ละวงจรประกอบด้วยวงจรไทเมอร์ (timer) และวงจรขยายกระแสเพื่อกระตุ้นโซลินอยด์ (solinoid) ของแฮมเมอร์ เมื่อวงจรชีฟท์รีจิสเตอร์โหลดข้อมูลให้วงจรแฮมเมอร์

ไดรเวอร์ โซลินอยด์ประจำแฮมเมอร์ที่รับข้อมูลซึ่งเป็น 1 จะทำงานเป็นเวลา 1.1 มิลลิวินาที

15. วงจรควบคุมการพิมพ์ ประกอบด้วยไอซีประเภทที่ทีแอล ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดในช่วงพิมพ์ ซึ่งเริ่มเมื่อวงจรควบคุมการรับข้อมูลผ่านการควบคุมมาให้ วงจรควบคุมการพิมพ์จะนำค่าในแบนด์คาแร็กเตอร์เคาน์เตอร์ (ค่าที่ใช้แทนตัวอักษรบนแบนด์ตัวที่อยู่ก่อนตำแหน่งพิมพ์คอลัมน์แรก 1 ตำแหน่ง) มาโหลดลงในแบนด์โคดเจเนอเรเตอร์ ขณะเดียวกันก็โหลดค่าแอ็ดเดรสของหน่วยความจำที่เก็บรหัสตัวแรกในบรรทัดลงในออปชันเคาน์เตอร์ แล้วนำข้อมูลจากหน่วยความจำมาเปรียบเทียบกับค่าในแบนด์โคดเจเนอเรเตอร์ที่วงจรคอมแพเรเตอร์ ถ้าเท่ากันจะได้สัญญาณออกมาเป็น 1 ถ้าไม่เท่าจะได้สัญญาณออกมาเป็น 0 ค่าที่ได้จากคอมแพเรเตอร์จะโหลดลงชีฟท์รีจิสเตอร์ทางด้านซีเรียลอินพุท จากนั้นวงจรควบคุมการพิมพ์จะส่งสัญญาณไปยังวงจรชีฟท์รีจิสเตอร์ให้ชีฟท์ข้อมูลเข้าไป 1 บิท พร้อมกับให้แบนด์โคดเจเนอเรเตอร์และออปชันเคาน์เตอร์นับขึ้นอีก 1 แล้วเปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยความจำกับค่าของแบนด์โคดเจเนอเรเตอร์ ส่งไปวงจรชีฟท์รีจิสเตอร์ ชีฟท์ข้อมูลเข้าแล้วเพิ่มค่าในแบนด์โคดเจเนอเรเตอร์กับออปชันเคาน์เตอร์ทำเช่นนี้จนครบ 136 ครั้ง (ช่วงเวลาทั้งหมดที่ใช้จะเท่ากับเวลาที่แบนด์หมุนเคลื่อนไป 1 ตัวอักษรพอดี) แล้วสั่งให้โหลดข้อมูลแบบพาราลแลลจากชีฟท์รีจิสเตอร์เข้าไปในวงจรแฮมเมอร์ไดรเวอร์ โซลีนอยด์ตัวที่มีข้อมูลเป็นหนึ่ง จะทำงานโดยดันแฮมเมอร์ไปกระแทกกระดาษเข้าชนผ้าหมึกและแม่พิมพ์ตัวอักษรทันที ออปชันเคาน์เตอร์จะถูกรีเซทกลับเป็นค่าเริ่มต้น สแกนเคาน์เตอร์จะเปลี่ยนเพิ่มอีกหนึ่ง แล้วโหลดค่าในแบนด์คาแร็กเตอร์เคาน์เตอร์ซึ่งนับค่าเพิ่มขึ้นหนึ่งไปแล้วลงในแบนด์โคดเจเนอเรเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลเดิมในหน่วยความจำอีก ทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งสแกนเคาน์เตอร์รีเซทตัวเองกลับเป็นค่าเริ่มต้นก็จะสิ้นสุดช่วงพิมพ์

16. อีวีเอฟยู (EVFU - Electronic Vertical Format Unit) ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งพิมพ์ตามแนวตั้งให้เป็นไปตามฟอร์แมทที่กำหนดไว้ด้วยฟอร์แมทเทป 12 แชนแนล วงจรทั้งหมดควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor)

เบอร์ 8080 A

เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง อีวีเอฟยูจะโหลดข้อมูลจากฟอร์แมทเทปผ่านฟอร์แมทเทปรีเดอร์ (format tape reader) โดยอัตโนมัติ มาเก็บไว้ในหน่วยความจำของตัวเองแล้วเวอริฟาย (verify) ให้แน่ใจว่าถูกต้อง จากนั้นจะเข้าควบคุมการเลื่อนกระดาษตามรหัสในฟอร์แมทรีจิสเตอร์ โดยใช้ข้อมูลในหน่วยความจำของตัวเอง เมื่อพิมพ์ถึงบรรทัดสุดท้ายในหน้ากระดาษหรือมีการเลือกใช้เวอร์ติกัลแท็ป

17. วงจรควบคุมการเลื่อนกระดาษ รับคำสั่งการเลื่อนกระดาษมาจากอีวีเอฟยู ทำหน้าที่เลื่อนกระดาษให้เร็วที่สุดและหยุดในตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยควบคุมเวอร์ติกัลมอเตอร์ (vertical motor) ให้หมุนเลื่อนกระดาษ ส่วนการหยุดกระดาษหรือนับบรรทัดที่เลื่อนนั้น ตรวจสอบจากเวอร์ติกัลรีเดอร์ (vertical reader) ซึ่งเป็นจานกลมเจาะรู ยึดติดอยู่กับกลไกการเลื่อนกระดาษ อ่านด้วยแสงอินฟราเรด

การเลื่อนกระดาษจะทำทันทีที่หมดช่วงพิมพ์และอยู่ในขณะเดียวกับที่วงจรควบคุมการรับข้อมูล รับข้อมูลบรรทัดใหม่เข้ามาเก็บไว้ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เครื่องพิมพ์ทำงานได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตามช่วงพิมพ์จะต้องไม่เริ่มก่อนที่การเลื่อนกระดาษจะสิ้นสุดลง

จากการทำงานทั้งหมดของเครื่องพิมพ์บรรทัดสรุปได้ว่า วงจรภายในเครื่องพิมพ์บรรทัดจะถือว่ารหัสที่รับเข้ามาเพื่อพิมพ์จะสมนัยกับตำแหน่งของตัวอักษรบนแบนด์ ตัวอย่างเช่น แบนด์ชนิด 64 กาแร็กเตอร์เซท ซึ่งแบนด์โคดเจเนอเรเตอร์นับจาก $(20)_{16}$ ถึง $(5F)_{16}$ ตัวอักษรบนแบนด์จะเรียงตามลำดับรหัสจาก $(20)_{16}$ ถึง $(5F)_{16}$ ด้วยเช่นกัน ซึ่งก็คือตัวอักษรจากช่องว่างถึง _ (ขีดเส้นใต้) เรียงลำดับตามชุดรหัสเอเอสซีไอไอ

วงจรอินเตอร์เฟสเครื่องพิมพ์บรรทัดกับหน่วยประมวลผลกลาง[10]

เครื่องพิมพ์บรรทัดจะอินเตอร์เฟสกับหน่วยประมวลผลกลางโดยใช้แผ่นวงจรที่มีชื่อว่า ซีอาร์/แอลพี คอนโทรลเลอร์ (CR/LP controller) ซึ่งเสียบอยู่ในสล็อตชนิด

เอ/ดิวของหน่วยประมวลผลกลาง คอนโทรลเลอร์นี้จะใช้กับเครื่องอ่านบัตร 1 เครื่อง และเครื่องพิมพ์บรรทัด 1 เครื่อง เพราะวงจรในแต่ละส่วนมีน้อย และอุปกรณ์เพอริเฟอรัลทั้งสองเป็นคนละชนิดคืออันหนึ่งเป็นอินพุทดีไวซ์ และอีกอันหนึ่งเป็นเอาท์พุทดีไวซ์ ซึ่งทำให้สามารถโปรแกรมในลักษณะทดสอบการทำงานแบบออฟลายน์ของคอนโทรลเลอร์ทั้งสองส่วนไปพร้อมกันได้ โดยวิธีลูปแบ็ก (loop back) เมื่อต้องการ อย่างไรก็ตามคอนโทรลเลอร์ทั้งสองจะทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกันในกรณีออนลายน์ เพราะมีอีดริปเมนท์นัมเบอร์เป็นคนละค่า

คอนโทรลเลอร์ในส่วนของเครื่องพิมพ์บรรทัดประกอบด้วยไอซีต่าง ๆ ประเภทที่ทีแอลชนิดแอลเอสไอ เอ็มเอสไอ สามารถทำงานแบบเอดีทีได้ การขอเวลาจากหน่วยประมวลผลกลางใช้วิธีอินเตอร์รับ ซึ่งมีทั้งการอินเตอร์รับระดับแมโครและไมโคร

<u>การทำงานของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด</u> จากผังการทำงานในรูปที่ 7 รีซีฟเวอร์และทรานสมิตเตอร์เป็นวงจรเปลี่ยนระดับและชนิดของลอจิกเพื่อให้สัญญาณต่าง ๆ อยู่ในรูปแบบที่จะอินเตอร์เฟสกับบัสหรือลายน์ได้ ส่วนอื่น ๆ ของวงจรมีรายละเอียดดังนี้

1. <u>ดาตารีจิสเตอร์</u> เป็นรีจิสเตอร์ 8 บิท เพื่อเก็บค่าของข้อมูลที่หน่วยประมวลผลกลางจะส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์บรรทัด

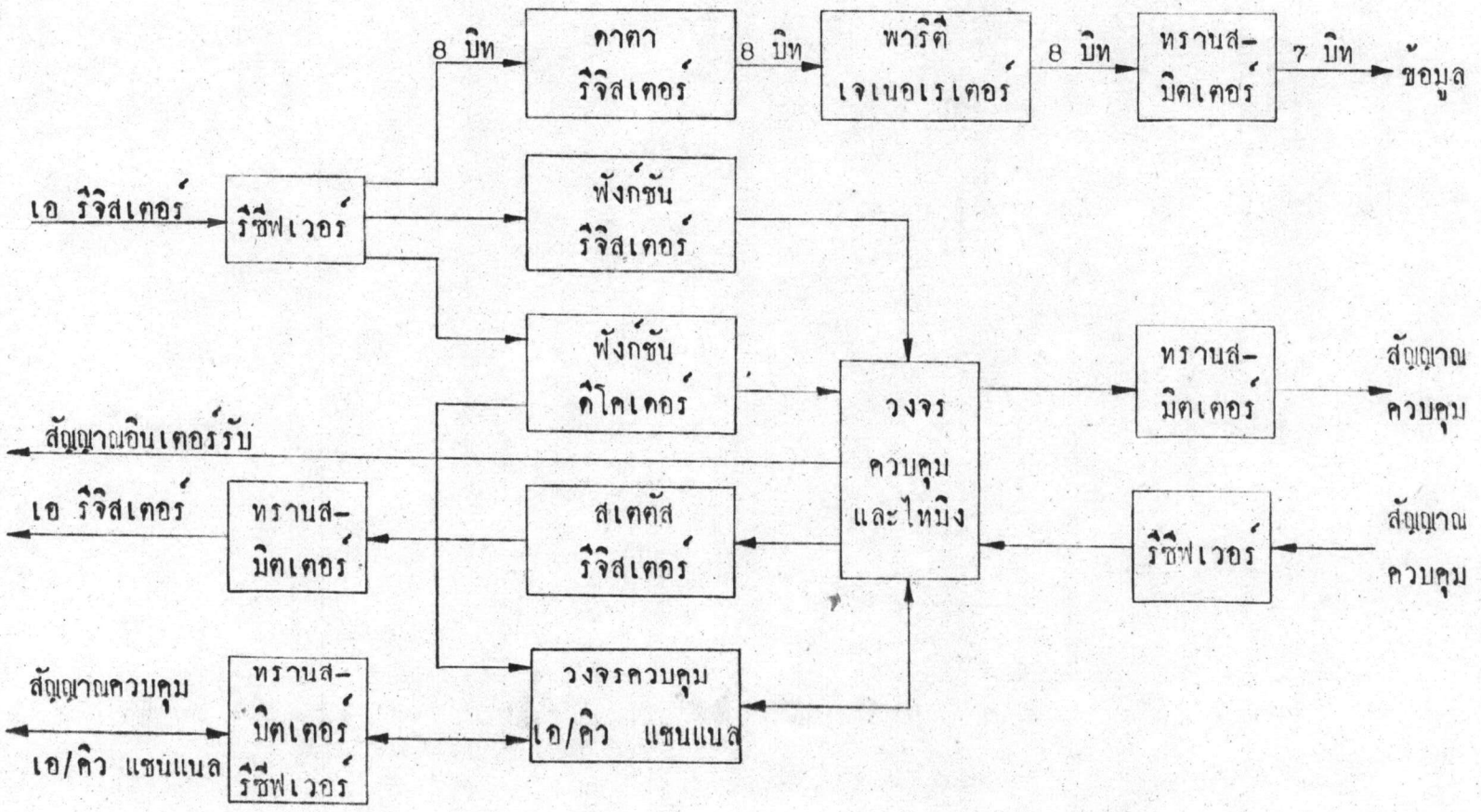
2. <u>พาริตีเจเนอเรเตอร์</u> เป็นไอซีสำหรับกำเนิดพาริตีบิทจากข้อมูล 8 บิท ที่ส่งมาจากดาตารีจิสเตอร์ ดังนั้นจำนวนสายสัญญาณข้อมูลทั้งหมดจะประกอบด้วยตัวข้อมูล 8 สัญญาณ และพาริตีอีก 1 สัญญาณ ชนิดของพาริตีสามารถเลือกได้จากการเลือกจัมเปอร์ (jumper)

3. <u>ฟังก์ชันรีจิสเตอร์ (function register)</u> เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บฟังก์ชันการทำงานของคอนโทรลเลอร์ ซึ่งรับมาจากหน่วยประมวลผลกลาง

4. <u>ฟังก์ชันดีโคเดอร์ (function decoder)</u> เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ดีโคดฟังก์ชันตามที่ระบุ ออกมาเป็นสัญญาณควบคุมวงจรภายในของคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 7

ผังการทำงานของคอนโทรลเลอร์ของเครื่องพิมพ์บรรทัด



5. วงจรควบคุมและไทมิง เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมส่วนต่าง ๆ ภายในคอนโทรลเลอร์และรับรู้สัญญาณควบคุม เพื่อกำเนิดสัญญาณควบคุมอันอื่น ๆ ในการสื่อสารระหว่างคอนโทรลเลอร์กับเครื่องพิมพ์บรรทัดตามแบบแฮนด์เชคกิง (ดูรายละเอียดในเครื่องพิมพ์บรรทัด)

6. สเตตัสรีจิสเตอร์ (status register) เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บสเตตัสต่าง ๆ ของคอนโทรลเลอร์และเครื่องพิมพ์บรรทัด ซึ่งพร้อมจะส่งให้หน่วยประมวลผลกลางทราบเมื่อต้องการ

7. วงจรควบคุมเอ/ดิวแชนแนล เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมการรับส่งข้อมูลระหว่างคอนโทรลเลอร์กับหน่วยประมวลผลกลาง

ความแตกต่างที่น่าสังเกตในสายสัญญาณระหว่างคอนโทรลเลอร์กับเครื่องพิมพ์บรรทัดก็คือ คอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูล 8 บิท พร้อมกับพาริตีไปให้เครื่องพิมพ์บรรทัด แต่เครื่องพิมพ์บรรทัดรับข้อมูลเพียง 7 บิทพร้อมกับพาริตี ซึ่งเป็นไปได้ที่พาริตีของสัญญาณจะเป็นอันเดียวกัน เมื่อข้อมูลบิทที่ 8 มีค่าเป็นศูนย์เสมอ