

เครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

(ส่วนที่ ๒)

MICROCOMPUTER-BASED VEHICLE OPERATION MONITORING SYSTEM

(PART II)

๗๕ ๒ ๖ ๑

๗๕ ๒ ๖ ๑



สุชินต์ วัฒนพิทักษ์พงศ์

SUCHIN WATTANAPITACPONG

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สิทธิชัย โภคไยอุดม

ADVISOR

ASSOC. PROF. DR. SITTHICHAI POOKAIYAUDOM

วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๒๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	III
บทคัดย่อ	IV
Abstract	V
คำนำ	VI
บทที่ 1 ความมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์	1
1.1. บทนำ	1
1.2. จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์	1
1.3. คุณสมบัติของเขตของ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์	2
บทที่ 2 ระบบการอินเตอร์เฟลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์	3
2.1. บทนำ	3
2.2. ลักษณะการรับ-ส่งข้อมูล	3
2.3. การออกแบบวงจรบัฟเฟอร์	5
บทที่ 3 การออกแบบและสร้าง	9
3.1. บทนำ	9
3.2. การออกแบบ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์	9
3.3. วงจรไมโครโปรเซสเซอร์	12
3.4. ภาคแสดงผลชุดตัว เลข 7 ส่วน 6 หลัก และรับข้อมูลจากแผงสวิตช์	16
3.5. วงจร เครื่องพิมพ์ค่าผลลัพธ์	22
บทที่ 4 โปรแกรมและโฟว์ชาร์ต	26
4.1. บทนำ	26
4.2. โปรแกรมหลักควบคุมการทำงานของ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์	26
4.3. โปรแกรมแปลงตัว เลข เวลา เป็นรหัส เพื่อแสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วน	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
4.4 โปรแกรมย่อยสำหรับสแกนแฉงส์วิทย์และแสดงผลทางตัว เลขหนึ่งรอบ	27
4.5 โปรแกรมย่อยตรวจสอบ เวลาสำหรับแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน	27
4.6 โปรแกรมแปลงตัว เลขปริมาตรน้ำมันเพื่อแสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วน	27
4.7 โปรแกรมย่อยแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที	28
4.8 โปรแกรมพิมพ์ค่าผลลัพธ์	28
4.9 โปรแกรมเปลี่ยนเลขฐานสิบหก 2 ตัว เป็นรหัส ASCII	29
4.10 โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำ LINE BUFFER	29
<b>บทที่ 5 วิจัยณ์และสรุป</b>	<b>73</b>
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>76</b>
<b>ภาคผนวกที่ 1</b> รหัสคำสั่งต่างๆ ของไมโครโปร เซลล์ เซอร์ Z-80 และรายละเอียดโปรแกรมควบคุมการทำงานของ เครื่องทั้งหมด	<b>77</b>
<b>ภาคผนวกที่ 2</b> แบบพิมพ์ผลลัพธ์จากการลอบ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ บทความที่ลงพิมพ์ในวิศวกรรมสาร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฝรั่งตปรีชและวิศวกรรมลาดกระบัง	<b>98</b>
<b>ภาคผนวกที่ 3</b> ข่าวนั่งสื่อพิมพ์ต่างๆ เกี่ยวกับ เครื่องที่สร้างขึ้นนี้เพื่อใช้ตรวจสอบน้ำมัน ในรถเมล์ของ ชลิมก.	<b>112</b>

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษา และแนะนำตลอดเวลาที่ทำการวิจัย ผิดขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ. ดร. สิทธิชัย โภโคกอุดม ไว้เป็นอย่างสูง ตลอดจนอาจารย์ในสถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง และวิทยาเขตพระนครเหนือทุกๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนงานวิจัยมา โดยตลอด

นายสุฉินต์ วัฒนพิทักษ์พงศ์



## บทคัดย่อ

เครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบสร้างและทดสอบการใช้งานนี้ มุ่งเน้นการออกแบบให้สามารถนำใช้ตรวจสอบอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซล สำเหตุที่ทำการวิจัยและสร้างเครื่องมือนี้เนื่องจากมีความต้องการตรวจสอบปริมาณน้ำมันที่เข้าไปโดยรถโดยสารแต่ละคัน เพื่อให้สามารถควบคุมปริมาณการใช้น้ำมัน โดยเฉพาะรถโดยสารประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ ลักษณะการออกแบบจะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความก้าวหน้าและสะดวกในการใช้งาน ซึ่งจะใช้อุปกรณ์พวกไมโครคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดดิสก์และไมโครโพรเซสเซอร์ เครื่องมือนี้ออกแบบเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันจะติดตั้งไว้กับตัวเครื่องยนต์ในรถโดยสาร เพื่อทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ ส่วนที่สองเป็นเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ ใช้สำหรับอ่านข้อมูลที่บันทึก เพื่อให้ได้เพื่อความสมบูรณ์งานวิจัยนี้จึงแบ่งออกเป็นสองส่วน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนที่สองของงานซึ่งจะกล่าวถึง เครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ที่ออกแบบให้ใช้กับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันในส่วนแรก โดยใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ Z-80 เป็นหัวใจในระบบ ซึ่งออกแบบวงจรพีเพอร์สำหรับต่ออินเทอร์เฟส และหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลในการติดต่อ สำหรับเครื่องพิมพ์ข้อมูลจะใช้แบบหัวพิมพ์ด้วยความร้อนซึ่งมีขนาดเล็ก การแสดงค่าผลลัพธ์จะแสดงได้สองแบบ แบบแรกแสดงบนแผงตัวเลข แอล ซี ดี 7 ส่วน ขนาด 6 หลัก ซึ่งสามารถอ่านค่าการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ทำการบันทึกได้ตลอดเวลา แบบที่สองจะพิมพ์ผลลัพธ์ต่างๆ ทั้งหมดลงบนกระดาษพิมพ์เล็กๆ โดยเครื่องพิมพ์แบบความร้อน สำหรับการป้อนข้อมูลเป็นค่าเริ่มต้นให้กับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมัน ทำได้โดยป้อนผ่านแผงสวิตช์ในเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์นี้เท่านั้น

## Abstract

The Microcomputer-Based Vehicle Operation Monitoring System is designed for testing and measuring the fuel consumption of the diesel engine. This construction work is aimed to control the voluminous fuel consumption of the Bangkok Mass Transportation Bus. The system design is considered as the use of the modern electronics components which are a single chip microcomputer and also a microprocessor incorporated with the convenience of the operator. This equipment is separately designed into two parts. The first part is a recorder conjunction with the fuel supply system of the bus for recording the programed information. The second part is the fetcher-printer also used for presenting the recorded information. To have a complete matter of the subject, this research work is divided into two parts.

This thesis is a second part of the research project which is concerned with the fetcher-printer unit. The central processing unit is a composition of Z-80 microprocessor interfaced with all of the peripheral units and the memory units as a data bank. The printer is a thermal type printer. The 6 digits 7-segment display is also incorporated with the unit to facilitate the read-out information at all time. Initialization before the testing can be done through the switch board of the fetcher-printer unit.

## คำนำ

วิทยานิพนธ์เรื่อง "เครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" (Microcomputer-Based Vehicle Operation Monitoring System) มุ่งเน้นในการออกแบบติดตั้งและทดสอบ เครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์กับรถโดยสารประจำทางของขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร โครงการนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 "เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันของ เครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" (A Microcomputer-Based Fuel Consumption Monitor and Recorder for Diesel Engines) จะติดตั้งไว้ในรถโดยสารประจำทาง ขสมก. และส่วนที่สอง "เครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลสำหรับตรวจสอบการใช้น้ำมัน" (Programmer and Printer Unit for Fuel Consumption Monitors) สำหรับผู้ทำหน้าที่ตรวจสอบ เพื่อให้ได้เนื้อหาสมบูรณ์ งานวิจัยนี้ส่งแยกเขียนวิทยานิพนธ์เป็น 2 ฉบับ

ฉบับแรก "เครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" (ส่วนที่หนึ่ง) โดยนายณรงค์ อัจฉฤทธิ์ นักศึกษาปริญญาโท ปี 2524 ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการออกแบบและติดตั้งชุดตรวจวัดปริมาณน้ำมัน การแก้ไขระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันให้เหมาะสมกับการวัด การออกแบบชุดตรวจวัดระยะทางและความเร็ว ชุดไมโครคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่คำนวณข้อมูลต่างๆ และบันทึกไว้ในหน่วยความจำภายใน

ฉบับที่สอง "เครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" (ส่วนที่สอง) โดยนายสุจินต์ วัฒนพิทักษ์พงศ์ นักศึกษาปริญญาโท ปี 2524 จะเกี่ยวกับเครื่องสำหรับผู้ทำหน้าที่ตรวจสอบนำมาต่อกับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมัน ที่ติดตั้งไว้ในรถโดยสาร (ใน ส่วนที่หนึ่ง) เพื่อโปรแกรมและตรวจสอบค่าผลลัพธ์ต่างๆ โดยจะเน้นถึงการออกแบบระบบซอฟต์แวร์สำหรับการต่ออินเตอร์เฟส การออกแบบไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับแสดงค่าผลลัพธ์ วิธีการโปรแกรมค่าเริ่มต้นในการบันทึก โดยสามารถตรวจสอบข้อมูลที่โปรแกรมได้ทันทีทางชุดแสดงผล ตัวเลข 6 หลัก วิธีการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องทั้งสองและวิธีการพิมพ์ข้อมูลโดยเครื่องพิมพ์แบบหัวความร้อน

## บทที่ 1

### ความมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์

#### 1.1 บทนำ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ จะกล่าวถึงส่วนที่สี่ของเครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ โดยกล่าวถึงรายละเอียดเครื่องโปรแกรมและฟังก์ชันผลลัพธ์สำหรับใช้ต่อกับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (ในส่วนที่หนึ่ง) ดังที่กล่าวไว้ในคำนำแล้ว เครื่องโปรแกรมและฟังก์ชันผลลัพธ์นี้ใช้แสดงค่าผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่เก็บในเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ เนื่องจากในเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ จะไม่มีส่วนแสดงผลอยู่ด้วย เพราะต้องการใช้ตรวจสอบการสักรถน้ำมันไปขาย และเพื่อประหยัดพลังงานของแบตเตอรี่สำรอง เครื่องนี้เป็นเครื่องสำหรับเจ้าหน้าที่ที่ทำการตรวจสอบมาต่อกับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ที่ติดตั้งไว้กับเครื่องยนต์ที่ต้องการตรวจสอบ

#### 1.2 จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์

จุดประสงค์หลักของวิทยานิพนธ์เรื่อง "เครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" มีสรุปเป็นข้อใหญ่ ๆ ได้ดังนี้คือ

- 1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องตรวจสอบการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซล โดยอิงหาเพื่อตรวจสอบการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซลในรถโดยสารประจำทางของ ขสมก.
- 1.2.2 สามารถบันทึกปริมาตรน้ำมันที่เข้าไป ระยะทางและความเร็วสูงสุดของรถโดยสารฯ โดยแสดงค่าวันที่ และเวลาที่บันทึกด้วย
- 1.2.3 ในการออกแบบจะเน้นการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แบบฮิปเตียว ซึ่งทำให้ประหยัดอุปกรณ์ทั้งง่ายต่อการออกแบบและติดตั้ง

- 1.2.4 เพื่อความประหยัดและสะดวกในการติดตั้ง จะออกแบบเครื่องตรวจสอบ การปฏิบัติงานของยานยนต์เป็น 2 ส่วน โดยแยกส่วนแสดงผลวิธีไว้ต่างหาก ซึ่งเครื่องโปรแกรมและแสดงค่าผลลัพธ์นี้สามารถเข้ากับเครื่องบันทึก การใช้น้ำมันฯ ที่ติดตั้งในรถโดยสารฯ ได้ทุกเครื่อง
- 1.2.5 เพื่อให้สะดวกในการอ่านผลลัพธ์ และมีเอกสารประกอบการตรวจสอบ จึง ออกแบบให้มีเครื่องพิมพ์เล็ก ๆ เพื่อแสดงค่าผลลัพธ์ด้วย

### 1.3 คุณสมบัติของเขตของ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์

การออกแบบ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์นี้ เพื่อใช้สำหรับแสดงค่าผลลัพธ์ที่ บันทึกไว้ในเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ (ในส่วนที่หนึ่ง) โดยตรงเท่านั้น โดยจะใช้ไมโครโปร- เซสเซอร์ Z-80 เป็นอุปกรณ์ควบคุมการแสดงผลทั้งทางชุดแผงตัว เลข 7 ส่วน จำนวน 6 หลัก และทางเครื่องพิมพ์ด้วย โดยมีคุณสมบัติดังนี้คือ

- 1.3.1 สามารถต่ออินเตอร์เฟสเข้ากับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ซึ่งเป็นส่วนที่ หนึ่งได้โดยตรง ซึ่งการรับ-ส่งข้อมูลจะเป็นสัญญาณดิจิทัลในลักษณะขนาน
- 1.3.2 แสดงผลลัพธ์ได้สองแบบ แบบแรกแสดงผลที่บนชุดแผงตัว เลข 7 ส่วน จำนวน 6 หลัก เพื่อให้อ่านค่าข้อมูลทันทีหลังจากที่โปรแกรมค่า เริ่มต้นให้กับ เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ว่าถูกต้องหรือไม่ แบบที่สองแสดงผลผ่านทาง เครื่องพิมพ์เล็ก ๆ โดยจะพิมพ์ผลลัพธ์ทั้งหมดลงในกระดาษเล็ก ๆ เพื่อใช้เป็นเอกสารในการตรวจสอบ
- 1.3.3 สามารถป้อนค่าข้อมูลเริ่มต้นผ่านทางแผงสวิตช์ และมีลิวท์ INITIAL และ สวิตช์ RESET ควบคุมการส่งข้อมูลเริ่มต้นให้กับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ
- 1.3.4 ข้อมูล เริ่มต้นและผลลัพธ์จะ เก็บไว้ในหน่วยความจำข้อมูลที่ออกแบบ เฉพาะ ซึ่งมีแบตเตอรี่สำรอง เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหายในขณะที่ไฟดับ

## บทที่ 2

### ระบบการอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์

#### 2.1 บทนำ

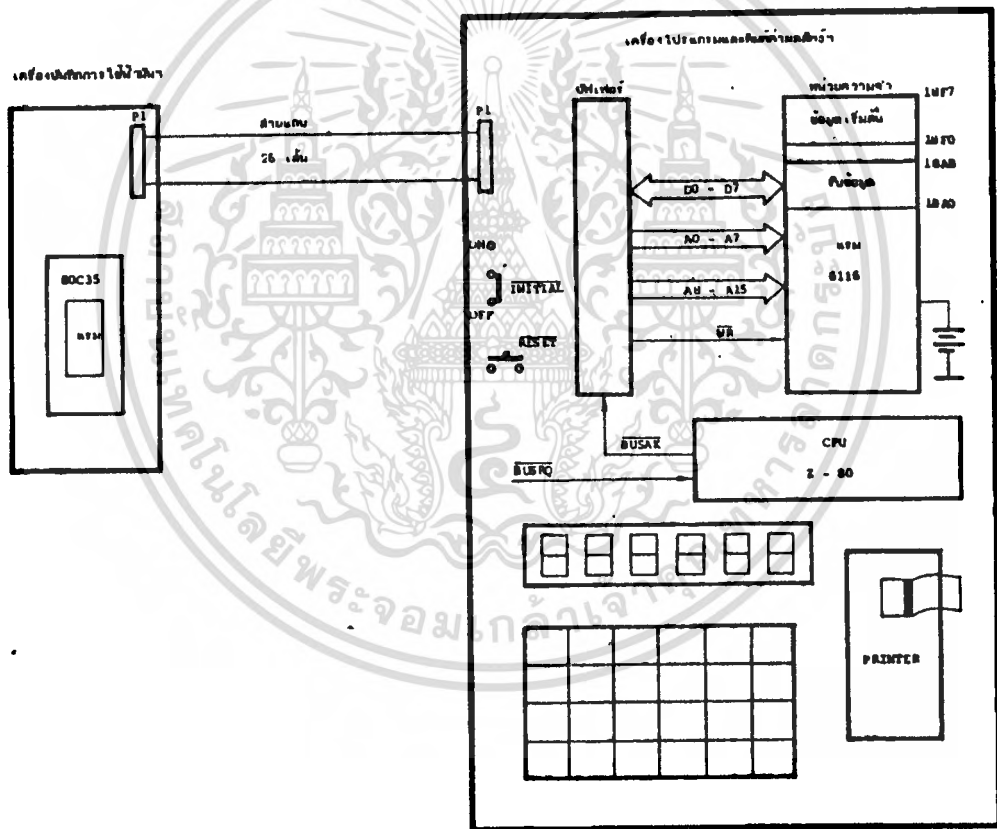
ในการติดต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง จำเป็นต้องมีการสื่อสารสำหรับเชื่อมต่อ ซึ่งมีหลาย ๆ แบบและการรับ-ส่งข้อมูลก็มีหลาย ๆ วิธี ขึ้นอยู่กับระบบและงานว่าเหมาะสมกับวิธีใด สำหรับการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างเครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่มของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์กับเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์สำหรับเครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่มที่ออกแบบนี้จะมีการรับ-ส่งข้อมูลแบบขนาน จุดประสงค์ในการเชื่อมต่อกี้เพื่อทำการรับและส่งข้อมูลเท่ากัน เพื่อความรวดเร็วในการรับ-ส่งและประหยัดอุปกรณ์ จึงเลือกวิธีส่งแบบขนาน เนื่องจากเครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่ม จะต้องสามารถทำงานต่อเฟืองกันได้อย่างน้อย 1 สัปดาห์ โดยอาศัยแบตเตอรี่สำรองภายในเครื่อง ดังนั้นส่วนต่าง ๆ ของวงจรที่สามารถออกแบบไว้ในเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ จึงถูกแยกออกมา และอุปกรณ์ ไอ.ซี. ที่ใช้ในเครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่ม จะเป็นพวก ซีโมส ซึ่งใช้พลังงานต่ำ ทั้งสองเครื่องนี้ทำงานตามโปรแกรมมอเตอร์ของตัวเองโดยอิสระ การติดต่อกันเป็นเพียงรับ-ส่งข้อมูล โดยค่าเริ่มต้นจะต้องโปรแกรมจากเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ก่อน เครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่ม จึงจะบันทึกได้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ ข้อมูลต่างๆ ที่คำนวณแล้วจะเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในตัว ไอ.ซี. ไมโครคอมพิวเตอร์ 80C35 พร้อมทั้งส่งข้อมูลเหล่านี้ออกมาทางหัวต่อแบบขนานทุก ๆ 1 วินาที โดยส่งสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ออกมาก่อน

#### 2.2 ลักษณะการรับ-ส่งข้อมูล

ตามที่กล่าวแล้วว่าการติดต่อระหว่างเครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่ม กับเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์นี้ เป็นแบบขนาน ดังนั้นชุดพีเพอร์จะต้องมีจำนวนมากเพราะมีบัลลข้อมูล DO-D7 8 เส้น บัสแอดเดรส AO-A7 รวม 8 เส้น และสายควบคุมต่าง ๆ อีก 9 เส้น รวมทั้งหมดใช้สายเคเบิลแบบแถบขนาด 25 เส้น แต่เฟืองจากไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ในเครื่อง

โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ ฟิลล์แอดเดรส A0-A15 รวม 16 เส้น จึงต้องสร้างฟิลล์แอดเดรส เทียม A8-A15 ผ่านบัฟเฟอร์ฮีก 8 เส้น เพื่อใช้เลือกตำแหน่งของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล

ลักษณะการรับ-ส่งข้อมูลใน เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ จะต้องรับข้อมูลมาจากหน่วย ความจำแอดเดรสหนึ่งที่กำหนดไว้ใน เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ ก่อนทำการบันทึกค่าต่างๆ โดยจะต้องทำการโปรแกรมข้อมูลเริ่มต้นต่างๆ ไว้ในหน่วยความจำดังกล่าวก่อน แล้วจึงส่ง เข้าไป ในหน่วยความจำภายใน ไอ.ซี.ของ เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ โดยการควบคุมสวิตช์ INITIAL และสวิตช์ RESET ดังในภาพที่ 2.1



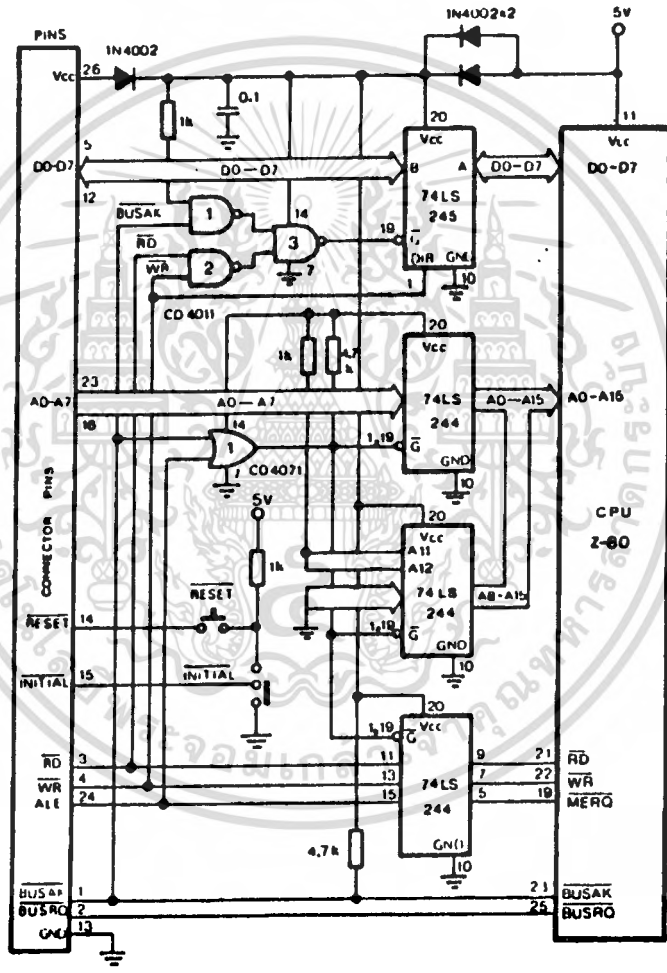
ภาพที่ 2.1 แผนผังการต่ออินเตอร์เฟสระหว่าง เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์กับ เครื่อง บันทึกการใช้น้ำมันฯ และตำแหน่งแอดเดรสที่เก็บข้อมูลเริ่มต้น และแอดเดรส เก็บข้อมูลที่รับจาก เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ

การโปรแกรมข้อมูลเริ่มต้นให้กับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ทำได้โดยการเลื่อน สวิตช์ INITIAL ไปที่ตำแหน่ง ON แล้วกดสวิตช์ RESET ข้อมูลเริ่มต้นต่าง ๆ ในหน่วยความจำแอดเดรส 18FO-18F7 ในเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ จะถูกส่งเข้าไปในหน่วยความจำภายใน ไอ.ซี. 80C35 และเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ จะเริ่มทำงานทันทีเมื่อเลื่อนสวิตช์ INITIAL มายังตำแหน่ง OFF และข้อมูลต่าง ๆ ที่คำนวณได้จะเก็บในหน่วยความจำภายใน ไอ.ซี. 80C35 อีกตำแหน่งหนึ่ง ในขณะที่เดียวกันก็จะส่งข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ออกไปยังฮาร์ดแวร์เพลททุก ๆ วินาที ดังนั้นเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์จึงสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาแสดงผลทางชุดตัวเลข 7 ส่วน 6 หลักได้ทันที เพื่อตรวจสอบค่า เริ่มต้นว่าถูกต้องหรือไม่ แผนผังการต่ออินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์กับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ดังแสดงในภาพที่ 2.1 สายสัญญาณสำหรับต่อเป็นสายแถบเรียบอนเคเบิล (Flat ribbon cable) จำนวน 26 เส้น ซึ่งรวมทั้งสายของสวิตช์ INITIAL และสวิตช์ RESET ที่แยกออกมาด้วย ทั้งนี้เพื่อป้องกันข้อมูลผิดพลาดจากการกดสวิตช์ในขณะที่ทำการบันทึกอยู่ ระบบการรับ-ส่งข้อมูลนี้กำหนดให้เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ เป็นชุดไมโครคอมพิวเตอร์หลัก กล่าวคือระบบการติดต่อจะควบคุมโดยเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ตลอดจนการกำหนดตำแหน่ง เก็บข้อมูลและเวลาในการส่งข้อมูล ข้อมูลที่รับจากเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ จะมีค่า วันที่ เดือน ปีและเวลาที่เริ่มต้นบันทึก และขณะที่กำลังอ่านค่าผลลัพธ์ ปริมาณน้ำมันที่ใช้ไป ระยะทางทั้งหมดและอัตราความเร็วสูงสุดพร้อมทั้ง เวลาขณะที่ขั้วรถด้วยอัตราความเร็วสูงสุดนั้น

2.3 การออกแบบวงจรพีเพอร์

ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์กับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ จะใช้วงจรพีเพอร์แบบ 3 สถานะ ซึ่ง เปรีียบเสมือนสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ที่หน้าตัดต่อสายสัญญาณต่าง ๆ เนื่องจากชิปคู่สองตัวจะทำงานพร้อมกันในระบบสายสัญญาณชุดเดียวกันไม่ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการตัด-ต่อสายสัญญาณ ในขณะที่เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ต้องการรับหรือส่งข้อมูลไปยังหน่วยความจำในเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ต้องส่ง

สัญญาณไปควบคุมขั้วในเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ให้บุตรทำงานก่อน แล้วจึงต่อสายสัญญาณต่าง ๆ เพื่อทำการรับหรือส่งข้อมูลได้ เมื่อเสร็จสิ้นการรับ-ส่งข้อมูลวงจรรีเฟรชเฟิร์ทก็จะตัดสายสัญญาณต่าง ๆ ออก เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสองก็สามารถทำงานตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของแต่ละเครื่องพร้อมกันได้ รายละเอียดวงจรรีเฟรชเฟิร์ทดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 วงจรรีเฟรชเฟิร์ททำหน้าที่เชื่อมต่อสายสัญญาณต่าง ๆ ระหว่างเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์กับเครื่องบันทึกการใช้นี้หน้า

สายสัญญาณที่ต้องผ่านวงจรมัลติเพล็กซ์เลอร์มีสายบัลดาต้า DO-D7 รวม 8 เส้น สายบัลแอดเดรส AO-A15 รวม 16 เส้น และสายสัญญาณควบคุมอีก 3 เส้น จึงต้อง ไอ.ซี.บัฟเฟอร์ 3 สถานะ ถึง 4 ตัวซึ่งแต่ละตัวมีวงจรมัลติเพล็กซ์เลอร์ 8 ชุด ดังในภาพที่ 2.2

การทำงานของวงจรมัลติเพล็กซ์เลอร์ วงจรมัลติเพล็กซ์เลอร์จะถูกควบคุมโดยเครื่องบันทึกการใช้หน้าจั่ว ในขณะที่ต้องการรับและส่งข้อมูล โดยจะต้องส่งสัญญาณ  $\overline{BUSERQ}$  ออกมาทางพอร์ท P10 ไปควบคุมตัว ซีพียู Z-80 ในเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ เพื่อขอใช้บัลต่างๆ เมื่อ ซีพียู Z-80 ได้รับสัญญาณขอใช้บัล ( $\overline{BUSERQ}$ ) ก็จะหยุดการทำงานและแยกตัวออกจากบัลต่างๆ โดยทำให้บัลดาต้า บัสแอดเดรส และสายสัญญาณควบคุมอยู่ในสถานะอิมพีแดนซ์สูงต่อตัวซีพียู พร้อมทั้งส่งสัญญาณ  $\overline{BUSAK}$  ไปบอกเครื่องบันทึกการใช้หน้าจั่ว ซึ่งสัญญาณ  $\overline{BUSAK}$  นี้จะใช้ควบคุมวงจรมัลติเพล็กซ์เลอร์ให้ต่อสายบัลต่างๆ ทำให้เครื่องบันทึกการใช้หน้าจั่ว สามารถติดต่อกับหน่วยความจำในเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์เพื่อรับ-ส่งข้อมูลได้

การควบคุมบัฟเฟอร์ของสายบัลดาต้า สายบัลดาต้าเป็นสายข้อมูล DO-D7 ขนาด 8 บิต สำหรับเป็นทางเดินของข้อมูลทั้งการรับและการส่ง ดังนั้นจึงต้องใช้ไอ.ซี.บัฟเฟอร์ 3 สถานะแบบสองทิศทางโดยใช้ ไอ.ซี.แบบ 74LS245 ซึ่งมีขาควบคุมทิศทางของข้อมูล (DIR) ว่าต้องการส่งจากด้าน B ไปยังด้าน A หรือส่งจากด้าน A มายังด้าน B (ดูภาพ 2.2 ประกอบ) โดยใช้สัญญาณ  $\overline{WR}$  มาควบคุมทิศทางการรับ-ส่งข้อมูล ในขณะที่มีสัญญาณ  $\overline{WR}$  จะเป็นการส่งข้อมูลเข้าไปยังหน่วยความจำในเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์และกรณีที่ไม่มีการส่งข้อมูลเข้าไปยังหน่วยความจำในเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์และกรณีที่ไม่มีการส่งข้อมูลเข้าไปยังหน่วยความจำในเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ จะเป็นการรับข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกเพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการบันทึก สำหรับการควบคุมบัฟเฟอร์ให้ตัด-ต่อสายบัลดาต้า จะต้องมียุติสัญญาณ  $\overline{BUSAK}$  มาก่อนแล้วการต่อบัลดาต้าจะเป็นไปตามสัญญาณ  $\overline{RD}$  และ  $\overline{WR}$  กล่าวคือ ในขณะที่เครื่องบันทึกการใช้หน้าจั่ว ต้องการรับข้อมูลจากภายนอกจะส่งสัญญาณ  $\overline{RD}$  ออกมาควบคุมบัฟเฟอร์ให้ต่อบัลดาต้า และกรณีส่งข้อมูลจะส่งสัญญาณ  $\overline{WR}$  ออกมาควบคุมให้บัฟเฟอร์ต่อบัลดาต้า สัญญาณ  $\overline{WR}$  นี้ยังต้องส่งเข้าไปควบคุมหน่วยความจำในเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ด้วยโดยผ่านบัฟเฟอร์ ดังนั้นสัญญาณควบคุมการตัด-ต่อของ

บัพเฟอร์บัลิตาต้าจะได้จากสัญญาณ  $\overline{BUSAK}$  ,  $\overline{RD}$  และ  $\overline{WR}$  รวมกันโดยผ่าน ไอ.ซี. CD4011  
 เข้าขาควบคุมการต่อ (G) ของบัพเฟอร์ ส่วนสัญญาณกำหนดทิศทางจะใส่สัญญาณ  $\overline{WR}$  ต่อเข้า  
 ขาควบคุมทิศทาง (DIR) ของบัพเฟอร์ได้โดยตรง

การควบคุมบัพเฟอร์ของสายบัลิตาเตอร์และสายสัญญาณควบคุม เนื่องจากสายบัลิตาเตอร์ของเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ สำหรับติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกนั้นมีเพียง 256 ไบท์เท่านั้น คือ AO-A7 ดังนั้นสายบัลิตาเตอร์ AB-A15 จึงต้องกำหนดขึ้นเพื่อทำให้เกิดสัญญาณ  $\overline{CS}$  ไปเลือกตำแหน่งหน่วยความจำได้ถูกต้อง ซึ่งจัดให้เลือกหน่วยความจำที่แอดเดรส 1800-18FF และตำแหน่งเก็บข้อมูลเริ่มต้นอยู่ที่แอดเดรส 18FO-18F7 ส่วนตำแหน่งที่รับข้อมูลอยู่ที่แอดเดรส 18AO-18AE ส่วนสายสัญญาณควบคุมหน่วยความจำต้องใช้สัญญาณ  $\overline{WR}$  และ  $\overline{MERQ}$  โดยผ่านบัพเฟอร์อีกหนึ่งตัว สายบัลิตาเตอร์และสายสัญญาณควบคุมจะเป็นการส่งสัญญาณจากเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ไปยังเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ทิศทางเดียวเท่านั้น ซึ่งสามารถใช้ ไอ.ซี. บัพเฟอร์ 3 สถานะแบบทิศทางเดียวได้โดยใช้ ไอ.ซี. 74LS244 ทั้งหมด 3 ตัว และสัญญาณควบคุมการตัด-ต่อบัพเฟอร์ทั้ง 3 ตัวนี้จะได้จากสัญญาณ  $\overline{BUSAK}$  และสัญญาณ ALE รวมกันโดยผ่าน ไอ.ซี. CD4071 เข้าขาควบคุมการต่อ (G) ของบัพเฟอร์

สำหรับสายแถบรบบอนที่ใช้ต่อระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งสอง จะต้องใช้จำนวน 26 เส้น ซึ่งเป็นสายบัลิตาต้า 8 เส้น สายบัลิตาเตอร์ 8 เส้น และสายสัญญาณควบคุมต่าง ๆ อีก 9 เส้น ประกอบด้วยสายไฟบวก 5 โวลท์ เพื่อจ่ายไฟให้กับชุดบัพเฟอร์ในกรณีที่เครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ไฟดับ เป็นการป้องกันชุดบัพเฟอร์ไหลสัญญาณ สายลวิทย์  $\overline{RESET}$  และสายลวิทย์  $\overline{INITIAL}$  ของเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ที่แยกออกมาเพื่อป้องกันการผิดพลาด เนื่องจากการกดลวิทย์ในขณะที่ทำการบันทึกข้อมูลอยู่ และสายสัญญาณควบคุมอื่น ๆ อีก 5 เส้น



## บทที่ 3

### การออกแบบและสร้าง

#### 3.1 บทนำ

ในการออกแบบและสร้างเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์นี้สามารถแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการออกแบบวงจรพีเพอร์ซึ่งได้กล่าวในบทที่ 2 แล้ว ส่วนที่สองเป็นวงจรไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 สำหรับควบคุมการแสดงผลทางชุดตัวเลข 6 หลัก และทางเครื่องพิมพ์ผลลัพธ์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

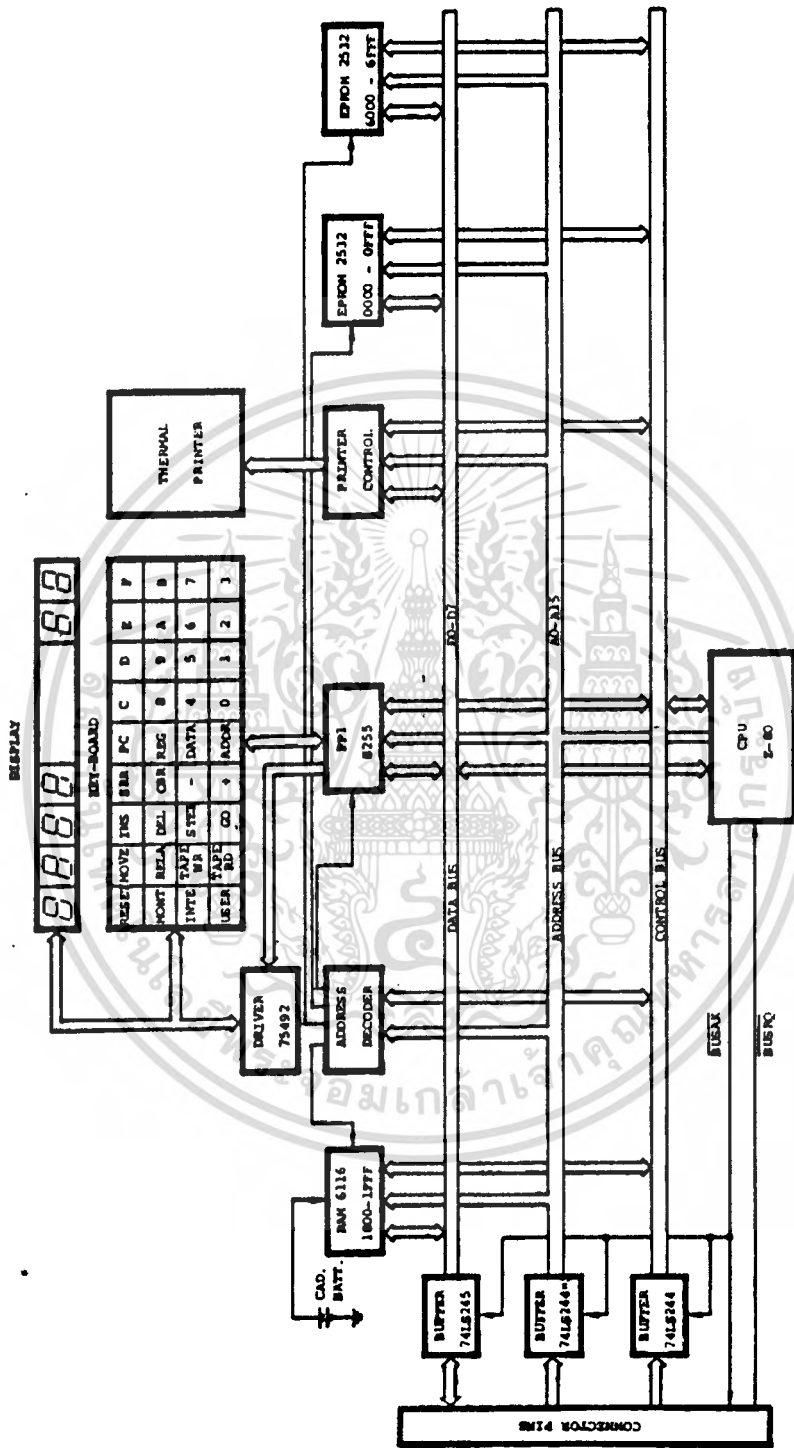
วงจรแสดงผลลัพธ์และโปรแกรมค่าเริ่มต้นนี้จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 เป็นหัวใจของระบบ ซึ่งมีรายละเอียดที่จำเป็นต่อการออกแบบดังนี้

- ซีพียู (CPU) แบบ 8 บิต
- สามารถต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้ถึง 64 กิโลไบต์
- ติดต่ออุปกรณ์อินพุท-เอาต์พุตได้ 256 พอร์ต
- ขาอินพุท  $\overline{BUSERQ}$  (bus request) เป็นสัญญาณบอกกับซีพียู เพื่อต้องการให้ซีพียูควบคุมบัส กล่าวคือต้องการให้ซีพียูทำให้บัสตาต้าและบัลแอตเตรลอยู่ในสถานะอิมพีแดนซ์สูง คือต้องการแยกซีพียูออกจากบัสนั่นเอง
- ขาเอาต์พุต  $\overline{BUSACK}$  (bus acknowledge) เป็นสัญญาณตอบจากซีพียูว่าซีพียูได้แยกตัวเองออกจากแอตเตรลบัลและบัลตาต้าเรียบร้อยแล้ว

#### 3.2 การออกแบบเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์

เครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพแผนภูมิง่าย ๆ

ในภาพที่ 3.1 โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ผลลัพธ์พร้อมทั้งซอฟต์แวร์อินเทอร์เฟซกับเครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่ม

- 3.2.1 ชุดวงจรพีเพอร์สสำหรับต่ออินเทอร์เฟสกับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ ดังรายละเอียดในบทที่ 2
- 3.2.2 ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 เป็นหัวใจของระบบเพื่อควบคุมการทำงานให้เดินไปตามโปรแกรม
- 3.2.3 อุปกรณ์อินพุท-เอาต์พุท PPI-8255 ใช้ต่อกับแผงสวิตช์อินพุทและแผงชุดแสดงผลตัวเลข 6 หลัก
- 3.2.4 หน่วยความจำโปรแกรม EPROM 2532 แอดเดรสที่ 0000-0FFF เป็นโปรแกรมควบคุมการแสดงผลทางชุดตัวเลข การอ่านอินพุทจากแผงสวิตช์และอื่น ๆ และหน่วยความจำโปรแกรม EPROM 2532 แอดเดรสที่ 6000-6FFF เป็นโปรแกรมควบคุมเครื่องพิมพ์ค่าผลลัพธ์
- 3.2.5 ชุดควบคุมเครื่องพิมพ์และตัวเครื่องพิมพ์ เป็นชุดที่ทำหน้าที่พิมพ์ข้อมูลจะเป็นการพิมพ์ข้อมูลลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ ซึ่งใช้หัวพิมพ์แบบหัวเข็มความร้อนพิมพ์ในลักษณะเป็นจุด ๆ ขนาด 5 x 7 จุดต่อตัวอักษร
- 3.2.6 หน่วยความจำข้อมูล RAM 6116 แอดเดรสที่ 1800-1FFF เป็นหน่วยความจำข้อมูลที่ใช้เก็บค่าเริ่มต้น และรับข้อมูลจากเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ และใช้เป็นหน่วยความจำของเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ในระหว่างทำงานตามโปรแกรมมอดิเตอร์ด้วย หน่วยความจำข้อมูลนี้จะต่อชุดแบตเตอรี่แบบนิเกิลแคดเมียมไว้ด้วย เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหายในขณะที่ไฟดับ
- 3.2.7 ชุดถอดรหัสแอดเดรส เป็นชุดควบคุมการเลือกอุปกรณ์อินพุท-เอาต์พุทและหน่วยความจำต่าง ๆ

สำหรับรายละเอียดของแต่ละวงจรสามารถแยกอธิบายได้เป็น 3 ส่วน คือ วงจรไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 วงจรภาคแสดงผลทางแผงตัวเลขและภาครับข้อมูลทางแผงสวิตช์ และวงจรเครื่องพิมพ์ผลลัพธ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 3.3 วงจรไมโครโปรเซสเซอร์

วงจรไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 จะประกอบด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 หน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูลรวม วงจรถอดรหัส เพื่อกำหนดตำแหน่งหน่วยความจำ วงจรควบคุมหน่วยความจำข้อมูลไม่ให้อายุในขณะไฟดับโดยมีแบตเตอรี่สำรองและวงจรถ่ายโอนสัญญาณนาฬิกา ดังรายละเอียดวงจรในภาพที่ 3.2

เนื่องด้วย ซีพียู Z-80 ไม่มีชุดวงจรออสซิลเลเตอร์ ภายในชิป ต้องอาศัยสัญญาณนาฬิกาจากวงจรออสซิลเลเตอร์ ภายนอกกำเนิดสัญญาณนาฬิกา มาควบคุมการทำงาน วงจรออสซิลเลเตอร์ประกอบด้วย ไอ.ซี. อินเวอร์เตอร์แบบขั้วมิกทริกเกอร์ 2 ตัว (74LS14) และแร่คริสตัล ความถี่ 3.58 MHz เป็นตัวกำหนดความถี่การออสซิลเลท สัญญาณเอาต์พุตจากวงจรออสซิลเลเตอร์นี้จะถูกหารสองโดย ไอ.ซี. ฟลิปฟลอป (74LS74) เหลือความถี่ 1.79 MHz บ้อนเป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับ ซีพียู Z-80 และสัญญาณเอาต์พุตจากวงจรออสซิลเลเตอร์ยังบ้อนเข้าฟลิปฟลอปอีกตัว เพื่อทำเป็นสัญญาณ RST ให้กับ ซีพียู Z-80 และเป็นสัญญาณ RST ให้กับอุปกรณ์อินพุท-เอาต์พุท PPI 8255 (ดูภาพ 3.2 ประกอบ)

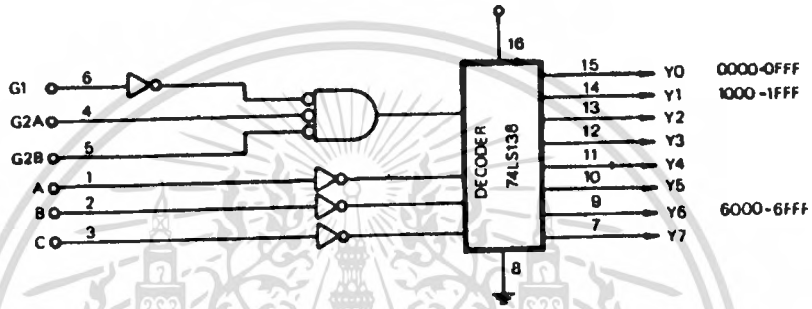
#### 3.3.1 วงจรถอดรหัสแอดเดรส

หน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูลและอุปกรณ์อินพุท-เอาต์พุท จะต้อง มีตำแหน่งประจำตัวหรือแอดเดรส ซึ่งต้องมีวงจรถอดรหัสแอดเดรส เพื่อกำหนดตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำต่างๆ เครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์นี้จะใช้หน่วยความจำโปรแกรมเพื่อควบคุมการแสดงผลทางชุดตัวเลข 7 ส่วน 6 หลัก ควบคุมการรับข้อมูลจากแผงสวิทช์ และเป็นโปรแกรมควบคุมซีพียู ให้ทำงานตามที่ต้องการซึ่งต้องใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมเหล่านี้ ขนาด 4 กิโลไบต์ กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0000-0FFF และหน่วยความจำโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์ค่าผลลัพธ์ อีก 4 กิโลไบต์ กำหนดไว้ที่แอดเดรส 6000-6FFF สำหรับหน่วยความจำข้อมูลแบบแรมกำหนดไว้ที่แอดเดรส 1800-1FFF ขนาด 2 กิโลไบต์ ใช้สำหรับ



เก็บข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลเริ่มต้นสำหรับเครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่ม และที่เก็บข้อมูลที่รับมาจากเครื่องบันทึกการใช้น้ำดื่ม

วงจรถอดรหัสแอดเดรสประกอบด้วย ไอ.ซี.ถอดรหัสแบบ 74LS138 และ 74LS139 อย่างละ 1 ตัว ไอ.ซี.ถอดรหัสแบบ 74LS138 นี้เป็นแบบถอดรหัสจาก 3 อินพุตเป็น 8 เอาท์พุท ดังรายละเอียดในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 รายละเอียดไอ.ซี.ถอดรหัส 74LS138

โดยมีขาควบคุมอีก 3 ขา คือ G1, G2A และ G2B และเมื่อต่อขาอินพุตของไอ.ซี. 74LS138 ตามตารางในภาพที่ 3.4 (ก) โดยใช้อาдрес์แอดเดรส A12-A15 มาถอดรหัสตามตารางลจิกในภาพที่ 3.4 (ข)

SV	MR	A15	A14	A13	A12	CS	ADDRESS
G1	G2A	G2B	C	B	A	L	Y0
H	L	L	L	L	L	L	0000-0FFF
H	L	L	L	L	H	L	1000-1FFF
H	L	L	L	H	L	L	2000-2FFF
H	L	L	L	H	H	L	3000-3FFF
H	L	L	H	L	L	L	4000-4FFF
H	L	L	H	L	H	L	5000-5FFF
H	L	L	H	H	L	L	6000-6FFF
H	L	L	H	H	H	L	7000-7FFF

(ก)

MR	A15	A14	A13	A12	ADDRESS
0	0	0	0	0	0000-0FFF
0	0	0	0	1	1000-1FFF
0	0	0	1	0	2000-2FFF
0	0	0	1	1	3000-3FFF
0	0	1	0	0	4000-4FFF
0	0	1	0	1	5000-5FFF
0	0	1	1	0	6000-6FFF
0	0	1	1	1	7000-7FFF

(ข)

ภาพที่ 3.4 (ก) ตารางการต่อขาอินพุตของไอ.ซี.ถอดรหัส 74LS138 เพื่อเลือกตำแหน่งหน่วยความจำ (ข) ตารางแสดงลจิกในการกำหนดแอดเดรสหน่วยความจำ

ก็จะทำให้เอาท์พุทของไอ.ซี.ถอดรหัส 74LS138 แต่ละขาสามารถกำหนดแอดเดรสหน่วยความจำได้ถึง 4 กิโลไบต์ เริ่มตั้งแต่ 0000-0FFF ถึง 7000-7FFF ซึ่งสามารถโย้ขาเอาท์พุท Y0 เป็นขาสัญญาณเลือก ( $\overline{CS}$ ) หน่วยจำโปรแกรมแบบ EPROM 2532 แอดเดรส 0000-0FFF และขาเอาท์พุท Y6 เป็นขาสัญญาณเลือกหน่วยความจำโปรแกรมควบคุมเครื่องพิมพ์ซึ่งเป็น EPROM 2532 ที่แอดเดรส 6000-6FFF ได้ สำหรับขา Y1 ซึ่งจะเลือกหน่วยความจำได้ตั้งแต่ 1000-1FFF ขนาด 4 กิโลไบต์สามารถนำไปใช้เลือกตำแหน่งแอดเดรสหน่วยความจำข้อมูลแบบแรมขนาด 2 กิโลไบต์ที่แอดเดรส 1800-1FFF ได้โดยใช้ไอ.ซี.ถอดรหัส 74LS139 ไอ.ซี.ถอดรหัสแบบ 74LS139 นี้เป็นแบบถอดรหัสจาก 2 อินพุทเป็น 4 เอาท์พุท โดยมีขาควบคุม G1 และเมื่อต่อขาอินพุทตามตารางในภาพที่ 3.5 (ก) โดยโย้ขาเอาท์พุท Y1 จากไอ.ซี.ถอดรหัส 74LS138 มาเป็นขาควบคุมเกต G1 ก็จะได้ตำแหน่งแอดเดรสดังตารางในภาพที่ 3.5 (ข)

Y1	A12	A11	$\overline{CS}$	
G1	B1	A1	L	ADDRESS
L	L	L	Y0	—
L	L	H	Y1	—
L	H	L	Y2	1000 - 17FF
L	H	H	Y3	1800 - 1FFF

(ก)

Y1	A12	A11	ADDRESS
1	0	0	—
1	0	1	—
0	1	0	1000 - 17FF
0	1	1	1800 - 1FFF

(ข)

ภาพที่ 3.5 (ก) ตารางการต่อขาอินพุท ไอ.ซี.ถอดรหัส 74LS139 เพื่อกำหนดแอดเดรสหน่วยความจำข้อมูล (ข) ตารางลอจิกแสดงแอดเดรสที่เลือกไว้

โดยขาเอาท์พุท Y2 กำหนดตำแหน่งแอดเดรส 1000-17FF และขาเอาท์พุท Y3 กำหนดตำแหน่งแอดเดรส 1800-1FFF ตำแหน่งละ 2 กิโลไบต์ ส่วนขาเอาท์พุท Y0 และ Y1 ไม่สามารถโย้ได้ ซึ่งสามารถโย้ขาเอาท์พุท Y3 ไปเป็นสัญญาณเลือก ( $\overline{CS}$ ) ของไอ.ซี.หน่วยจำแบบแรม 6116 ได้

### 3.3.2 การควบคุมข้อมูลในหน่วยความจำแบบแรมไม่ให้สูญหายในขณะไฟดับ

หน่วยความจำข้อมูลแบบแรมนี้ เมื่อป้อนข้อมูลต่างๆ ไว้แล้วเกิดไฟดับขึ้น ข้อมูลที่เก็บไว้ก็จะสูญหายหมด ; แต่มีข้อดีที่หน่วยความจำแบบแรมนี้สามารถเก็บข้อมูล อ่านข้อมูล

หรือเปลี่ยนข้อมูลที่เก็บไว้แล้วได้ ซึ่งแตกต่างจากหน่วยความจำแบบ EPROM ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ป้อนเก็บไว้แล้ว ในบางครั้งก็จำเป็นจะต้องใช้หน่วยความจำแบบแรมซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้โดยไม่สูญหายในขณะที่ไฟดับ วิธีการก็โดยใช้แบตเตอรี่ก้อนเล็กๆ แบบนิเกิลแคดเมียมเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับหน่วยความจำแบบแรมนี้ในขณะที่ไฟดับ และในขณะที่ทำงานปกติก็จะทำการประจุไฟในแบตเตอรี่นิเกิลแคดเมียมด้วย สำหรับหน่วยความจำแบบแรมที่ออกแบบให้เก็บข้อมูลโดยไม่สูญหายในขณะที่ไฟดับในเครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์เป็นไอ.ซี. 6116 ที่แอดเดรส 1800-1FFF ซึ่งใช้เป็นแอดเดรสเก็บค่าข้อมูลเริ่มต้น และรับข้อมูลจากเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันฯ

การควบคุมหน่วยความจำแบบแรมไม่ให้ข้อมูลสูญหายในขณะที่ไฟดับ ประกอบด้วยไอ.ซี. CD4071 ทำหน้าที่ควบคุมสายสัญญาณ  $\overline{CS}$  และ  $\overline{WR}$  ให้กับหน่วยความจำแบบแรม 6116 ร่วมกับทรานซิสเตอร์ 2N2222 โดยมีแบตเตอรี่นิเกิลแคดเมียมขนาด 3.6 โวลต์เป็นแหล่งจ่ายไฟ (ดูภาพที่ 3.2 ประกอบ) ซึ่งแบตเตอรี่นี้จะจ่ายไฟให้เฉพาะไอ.ซี. 6116, CD4071 และทรานซิสเตอร์ 2N2222 ในขณะที่ไฟดับเท่านั้น หน่วยความจำแบบแรม 6116 นี้เมื่ออยู่ในสภาวะเก็บข้อมูลเฉยๆ จะใช้กระแสต่ำและแรงดันไฟต่ำด้วย [9] การทำงานของวงจร เมื่อเกิดไฟดับจะต้องจัดสัญญาณควบคุม  $\overline{CS}$  และ  $\overline{WR}$  ของไอ.ซี. หน่วยความจำ 6116 ให้เป็นลอจิก "1" เพื่อกำหนดให้อยู่ในสภาวะเก็บข้อมูล โดยใช้ไอ.ซี. CD4071 ร่วมกับทรานซิสเตอร์ 2N2222 ซึ่งขาคอลเลคเตอร์จะเป็นลอจิก "1" เมื่อไม่มีไฟ 5 โวลต์จ่ายผ่าน LED มายังขาเบส และเกตตัวที่ 3 ของไอ.ซี. CD4071 จะมีเอาต์พุตเป็นลอจิก "1" ซึ่งป้อนเป็นอินพุตของเกตตัวที่ 1 และ 2 ทำให้เอาต์พุตที่ควบคุมขา  $\overline{CS}$  และ  $\overline{WR}$  ของไอ.ซี. RAM 6116 เป็นลอจิก "1" ด้วย ส่วนขณะที่ทำงานปกติ ขาคอลเลคเตอร์จะเป็นลอจิก "0" ด้วย ทำให้สัญญาณ  $\overline{CS}$  และ  $\overline{WR}$  สามารถผ่านเกตตัวที่ 1 และ 2 ไปควบคุมไอ.ซี. RAM 6116 ได้ตามปกติ

#### 3.4 ภาคแสดงผลชุดตัวเลข 7 ส่วน 6 หลักและรับข้อมูลจากแผงสวิตช์

ส่วนที่เป็นเอาต์พุตของ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์จะมีชุดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน 6 หลัก และเครื่องพิมพ์ ส่วนหน่วยอินพุตก็เป็นแผงสวิตช์ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียด



การควบคุมชุดแสดงผลตัวเลขและหน่วยรับข้อมูลจากแผงสวิตช์ และการเลือกพอร์ทของอุปกรณ์ อินพุทเอาท์พุท รายละเอียดวงจรภาคแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน 6 หลักและหน่วยรับข้อมูลจากแผงสวิตช์ดังในภาพที่ 3.6 แสดงวงจรภาคแสดงผลและรับข้อมูลจากแผงสวิตช์โดยเป็นวงจรต่อจากวงจรในภาพที่ 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

### 3.4.1 การถอดรหัสเลือกพอร์ทอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท

ชิพย Z-80 สามารถติดต่ออุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท ได้ถึง 256 พอร์ท แต่วงจรภาคแสดงผลและรับข้อมูลอินพุทจากแผงสวิตช์นี้ใช้ไอ.ซี.PPI 8255 ซึ่งมีพอร์ทการทำงานทั้งหมด 4 พอร์ท และสวิตช์พอร์ท 00-03 จึงต้องจัดวงจรถอดรหัสเพื่อเลือกพอร์ทที่ตำแหน่งนี้ สัญญาณที่ไปถอดรหัสพอร์ทของอินพุท-เอาท์พุท คือขาปัลแอตเตรส A0-A7 และสัญญาณ  $\overline{IORQ}$  วงจรถอดรหัสเลือกพอร์ทจะใช้ไอ.ซี. 74LS139 โดยจัดสัญญาณอินพุทด้วย A6-A7 และสัญญาณควบคุม G2 เป็น  $\overline{IORQ}$  ส่วน A0-A1 จะป้อนเข้าตัวไอ.ซี.PPI 8255 การจัดขาอินพุทของไอ.ซี.74LS139 ตามวงจรในภาพที่ 3.6 จะได้ขาเอาท์พุทแต่ละขาเลือกพอร์ทได้ขาละ 64 พอร์ทตามตารางในภาพที่ 3.7 (ก) และในตารางภาพที่ 3.7 (ข) แสดงตำแหน่งพอร์ทของไอ.ซี.PPI 8255 ซึ่งใช้ขาปัลแอตเตรส A0-A1 ในการถอดรหัสด้วย

$\overline{IO}$	A7	A6	$\overline{CS}$	
G2	B2	A2	L	ADDRESS
L	L	L	Y0	00—3F
L	L	H	Y1	40—7F
L	H	L	Y2	80—BF
L	H	H	Y3	C0—FF

(ก)

$\overline{IO}$	A7	A6	A1	A0	ADDRESS
0	0	0	0	0	00
0	0	0	0	1	01
0	0	0	1	0	02
0	0	0	1	1	03

(ข)

ภาพที่ 3.7 (ก) ตารางการจัดพอร์ทโดยใช้ไอ.ซี.74LS139 และขา A6, A7 และ  $\overline{IORQ}$

(ข) ตารางแสดงตำแหน่งพอร์ทของ PPI 8255

### 3.4.2 การสัตพอร์ทของไอ.ซี.PPI 8255

ไอ.ซี.PPI 8255 ที่ทำหน้าที่เป็นตัวติดต่ออุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตจะสัตพอร์ททำหน้าที่ติดต่ออุปกรณ์ภายนอก 3 พอร์ทแต่ละพอร์ทมี 8 บิต ได้แก่พอร์ท A(PA0-PA7) พอร์ท B(PB0-PB7) และพอร์ท C(PC0-PC7) ซึ่งแต่ละพอร์ทสามารถกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้ โดยการควบคุมตัวไอ.ซี.PPI 8255 ไอ.ซี.PPI 8255 สัตเป็นตำแหน่งพอร์ทอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตที่พอร์ท 00-03 ของซีพียู โดยที่พอร์ท 03 ใช้ควบคุมตัวไอ.ซี.PPI 8255 และพอร์ท 00-02 ใช้ควบคุมพอร์ท A,B และ C ของไอ.ซี.PPI 8255 ตามลำดับ

ในการออกแบบชุดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน 6 หลัก จะกำหนดให้พอร์ท B เป็นเอาต์พุตและใช้แสดงผลในส่วนเซกเมนต์ของตัวเลข ซึ่งประกอบด้วย 7 ส่วนและจุดทศนิยมอีก 1 จุด ซึ่งใช้กับพอร์ท B พอดี 8 บิต (PB0-PB7) โดยใช้ไอ.ซี.75491 จำนวน 2 ตัว ทำหน้าที่ขับกระแส (ดูภาพที่ 3.6 ประกอบ) ส่วนควบคุมตัวเลข (digit) ของแต่ละหลักจะใช้พอร์ท C เป็นเอาต์พุตจำนวน 6 บิต (PC0-PC5) เพื่อควบคุมขาคะโทด (cathode) ของตัวเลขแต่ละหลัก โดยมีไอ.ซี.75492 เป็นตัวขับกระแสให้กับชุดตัวเลขแต่ละหลัก (D1-D6)

การทำงานของชุดแสดงผลตัวเลข 7 ส่วน 6 หลักนี้จะเป็นแบบมัลติเพล็กซ์ โดยเซกเมนต์แต่ละขาของตัวเลขทุก ๆ ตัวจะใช้สายร่วมกัน แต่สายคอมมอนแคโทดของตัวเลขจะแยกกันซึ่งมีการทำงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ส่งสัญญาณตามรหัสของตัวเลขที่ต้องการออกไปยังขา เซกเมนต์ โดยเริ่มจากตัวเลขทางขวามือก่อน
2. ส่งสัญญาณดิจิทัลไปยังขาคะโทดโดยกำหนดให้ตัวเลขแสดงผลทีละตัวจากตัวเลขทางขวามือก่อน
3. หน่วงเวลาให้ตัวเลขหลักนั้นแสดงผลเป็นเวลาช่วงสั้น ๆ ประมาณ 1.5 ms. แล้วหยุดแสดงผลทุกหลักด้วยเวลาสั้นมาก ๆ
4. เริ่มขั้นตอนที่ 1 ใหม่แต่เป็นรหัสตัวเลขหลักที่ 2 จากขวามือ และขั้นตอนที่ 2

จนถึงขั้นตอนที่ 3 ซึ่งเป็นการแสดงผลตัวเลขหลักที่ 2 และทศนิยมสำหรับตัวเลขหลักที่ 3 ถึงครบหลักที่ 6

5. เมื่อแสดงผลตัวเลขที่ละหลักจากขวามือจนครบ 6 ตัว ก็จะใช้เวลาในการแสดงผลประมาณ 9 ms
6. กลับไปเริ่มทศนิยมขั้นตอนที่ 1 ถึง 5 เรื่อย ๆ

เมื่อโปรแกรมให้ชีวิตทำงานตามขั้นตอนทั้ง 6 นี้ก็จะทำให้สามารถแสดงผลทางชุดตัวเลข 6 หลักพร้อมกันได้โดยไม่มีอาการกระพริบของตัวเลข เพราะในการแสดงผลตัวเลข 6 หลักหนึ่งรอบใช้เวลาประมาณ 9 ms ดังนั้นในเวลา 1 วินาที จะแสดงตัวเลขเดิมซ้ำประมาณ 111 รอบซึ่งตามนุษย์ไม่สามารถสังเกตเห็นการกระพริบ

### 3.4.3 การรับข้อมูลจากแผงสวิตช์

หน่วยอินพุตของชีวิต Z-80 นี้จะเป็นแผงสวิตช์ซึ่งจัดแบบแมทริกซ์ (matrix) ขนาด  $6 \times 6$  สามารถต่อสวิตช์ได้ 36 ตัว โดยกำหนดพอร์ท A ทำหน้าที่เป็นอินพุตรับข้อมูลการกดสวิตช์จำนวน 6 แถวซึ่งจะใช้พอร์ท PA0-PA5 สำหรับเอาท์พุทในแกนคอลัมน์ของแมทริกซ์จะใช้พอร์ท PC0-PC5 เข้ากับที่ใช้ควบคุมทิศทางของชุดแสดงผลแต่จะใช้ในเวลาต่างกันจึงไม่มีปัญหา

หลักการทำงานทั่วไป ต้องโปรแกรมให้ชีวิตทำการสแกนชุดแมทริกซ์ของแผงสวิตช์ตามภาพที่ 3.6 โดยกำหนดลจิกให้แต่ละคอลัมน์ (เอาท์พุทพอร์ท PC0-PC5) เป็น "0" หรือ "1" ที่เวลาแตกต่างกัน เช่นคอลัมน์แรกเป็น "0" และคอลัมน์อื่นเป็น "1" หมุดแล้วทำการอ่านข้อมูลผ่านอินพุทพอร์ท (PA0-PA5) ดูว่ามี 0 ใด 0 หนึ่งทางแถวเป็น "0" หรือไม่ ถ้ามีก็จะทราบได้ว่าสวิตช์ในตำแหน่งคอลัมน์แรกที่เท่าไรถูกกด แต่ถ้าไม่มีชีวิต ก็จะสแกนไปยังคอลัมน์ถัดไปจนครบรอบไปเรื่อย ๆ ตลอดเวลา ดังนั้นการตรวจสอบสวิตช์ที่ถูกกดก็จะทราบในลักษณะคอลัมน์ที่เท่าไรและแถวที่เท่าไร เป็นสวิตช์ที่ถูกกด

### ขั้นตอนการตรวจสอบหมายเลขสวิตช์ที่ถูกกด

1. กำหนดค่า เริ่มต้น โดยให้หมายเลขสวิตช์เป็น -1 ก่อน ตัว เคาน์เตอร์มีค่าเท่ากับจำนวนคอสม์ของแผงสวิตช์ และกำหนดข้อมูลเอาต์พุตพอร์ทของแผงสวิตช์เป็น "1" หมดนอกจากบิตที่ 0 ให้เป็น "0" (111110)
2. ส่งข้อมูล (111110) ออกทางเอาต์พุตพอร์ท (PCO-PC5) เพื่อให้คอสม์สวิตช์ เป็นกราวด์หนึ่งคอสม์ตามข้อมูลที่กำหนด
3. อ่านค่าข้อมูลทางแถวผ่านพอร์ทอินพุต (PAO-PA5)
4. ถ้าแถวใดแถวหนึ่ง เป็น "0" ให้ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 8
5. เปลี่ยนตำแหน่ง "0" ของข้อมูลเอาต์พุต โดยการเลื่อนบิตที่เป็น "0" ไปทางซ้ายมือ 1 ตำแหน่ง เพื่อใช้สแกนคอสม์ถัดไป
6. บวกค่าหมายเลขสวิตช์ด้วยจำนวนของแถว เพื่อเริ่มต้นสแกนคอสม์ใหม่
7. ลดค่าตัว เคาน์เตอร์ลงหนึ่ง ถ้ายังสแกนคอสม์อื่นไม่ครบกลับไปทำขั้นตอนที่ 2 และถ้าสแกนครบทุกคอสม์ข้ามไปทำขั้นตอนที่ 10
8. บวกค่าหมายเลขสวิตช์ด้วย 1 แล้วเลื่อนข้อมูลจากพอร์ทอินพุต (PAO-PA5) ไปทางขวาผ่านแฟลกดัวรด 1 ครั้ง
9. ตรวจสอบแฟลกดัวรด ถ้าเป็น "1" กลับไปทำขั้นตอนที่ 8 และถ้า เป็น "0" จะได้ค่าหมายเลขสวิตช์ที่ถูกกด
10. สิ้นสุดการสแกนแผงสวิตช์แมทริกซ์ 1 รอบ

เมื่อเขียนโปรแกรมกำหนดให้ชิพทำตามขั้นตอนที่ 1 ถึง 10 ก็จะเป็นการตรวจสอบค่าหมายเลขของสวิตช์ที่ถูกกด 1 รอบ และต้องกำหนดให้สแกนซ้ำเรื่อย ๆ จนกว่าจะมีการกดสวิตช์ จึงจะได้หมายเลขสวิตช์ที่ถูกกด ในการสแกนแต่ละรอบจะใช้เวลาน้อยมาก ๆ จึงต้องทำการสแกนซ้ำเรื่อย ๆ ลักษณะการทำงานนี้เป็นการรับรู้ข้อมูลอินพุตจากแผงสวิตช์ว่าต้องการให้ทำอะไร ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมกำหนดหน้าที่ของแต่ละสวิตช์ เช่น เมื่อสวิตช์ใดกดข้อมูลทาง เครื่องพินที่ถูกกดชิพก็จะรับรู้และสั่งให้ เครื่องพินข้อมูลตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น

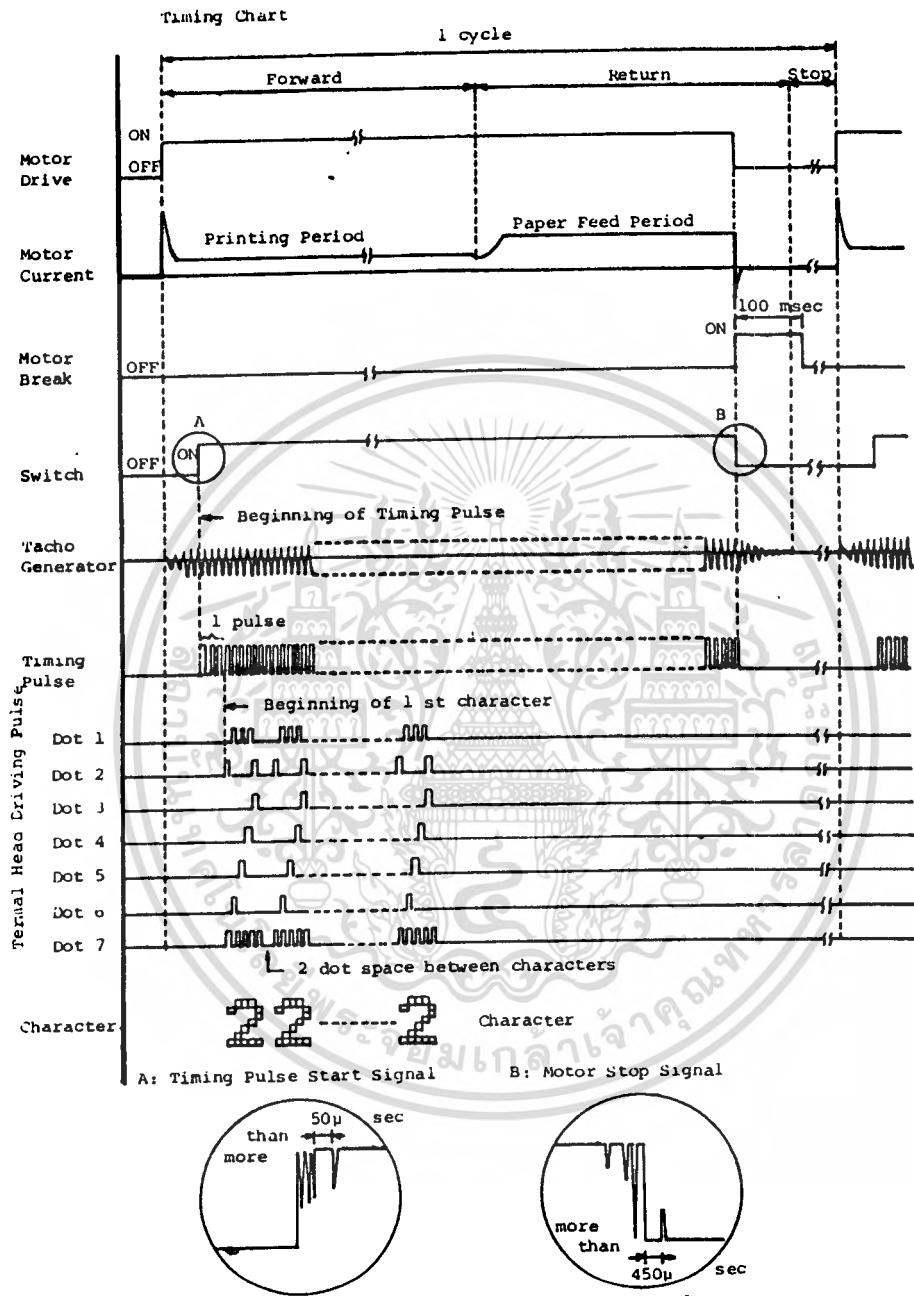
### 3.5 วงจรเครื่องพิมพ์ค่ามลพิษ

เครื่องพิมพ์ที่ใช้นี้เป็นแบบความร้อน ตัวเครื่องพิมพ์แบบความร้อนเป็นของโตนี่ไฮโกย่า รุ่น MTP 201 A ซึ่งเป็นรุ่นที่พิมพ์ได้เฉพาะตัวอักษร โดยพิมพ์แบบแมทริกซ์ตัวอักษรขนาด 5x7 จุด ซึ่งจะพิมพ์ได้ 20 ตัวอักษรต่อบรรทัด ด้วยความเร็ว 0.8 บรรทัดต่อวินาที [4] เป็นเครื่องพิมพ์ขนาดเล็ก สามารถออกแบบติดตั้งลงในแผ่นวงจรปริ้นท์ได้เลย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.5.1 หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์แบบความร้อน

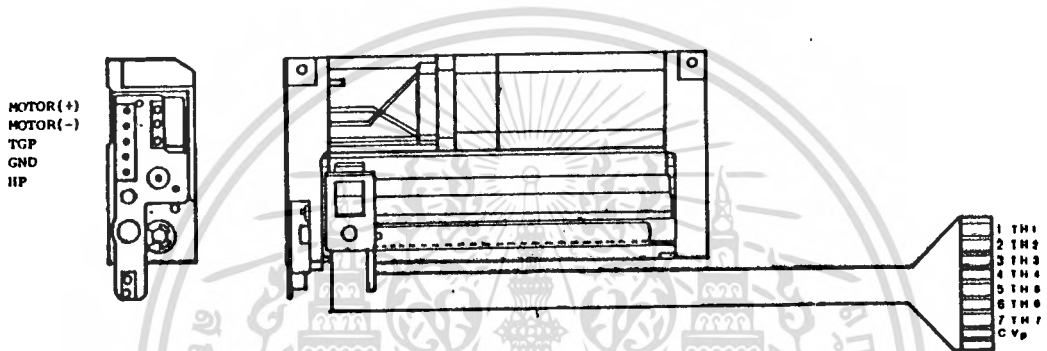
เครื่องพิมพ์แบบความร้อนจะต้องอาศัยกระดาษพิมพ์ชนิดพิเศษ ที่ไวต่อความร้อนซึ่งเมื่อกระดาษได้รับความร้อนจากหัวพิมพ์ ที่ตำแหน่งนั้นของกระดาษจะปรากฏเป็นจุดน้ำเงินขึ้นหรือจุดดำ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของกระดาษ ลักษณะของหัวพิมพ์จะมีจุดกำเนิดความร้อนเรียงกันในแนวตั้ง 7 จุด ซึ่งสามารถแสดง เวลาของการทำงานดังภาพที่ 3.8 จะเห็นว่า ขณะที่เครื่องพิมพ์ทำงานมอเตอร์จะเลื่อนหัวพิมพ์จากซ้ายไปขวา และเมื่อต้องการพิมพ์ตัวอักษรหรือตัวเลขใดๆ ไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องส่งสัญญาณมาให้หัวพิมพ์ทำงาน โดยจะส่งออกมาทีละคอสมัน เช่น ในการพิมพ์เลข 2 (ดูภาพ 3.8 ประกอบ) ซึ่งเป็นแมทริกซ์ขนาด 5x7 ดังนั้นในคอสมันแรกหัวพิมพ์จุดที่ 2 และจุดที่ 7 จะทำงาน (Dot 2 and Dot 7) เมื่อหัวพิมพ์เลื่อนไปจนถึงคอสมันที่ 2 หัวพิมพ์จุดที่ 1,6 และ 7 ทำงาน และต่อๆ ไปจนครบ 5 คอสมันก็จะได้เลข 2 ปรากฏอยู่บนกระดาษพิมพ์

เนื่องจากว่าระยะเวลาต่างๆ ในการสั่งให้หัวพิมพ์ทำงาน จะต้องมีความแม่นยำและละเอียดสัมพันธ์กับความเร็วของมอเตอร์ อีกทั้งยังต้องรู้ว่าขณะนี้หัวพิมพ์นั้นเลื่อนไปอยู่ที่ตำแหน่งใดของกระดาษ ซึ่งตัวไมโครคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมเครื่องพิมพ์สามารถรับรู้ได้จากสัญญาณสปีดที่ออกมาจากเครื่องพิมพ์เอง ซึ่งสัญญาณนี้ คือ TG (Tacho Generator) และสัญญาณที่ได้จากสปีดหัวพิมพ์เมื่อหัวพิมพ์เลื่อนไปตำแหน่งซ้ายสุดของกระดาษ และทุกครั้งหัวพิมพ์เลื่อนไปอยู่ตำแหน่งขวาสุดของกระดาษแล้ว หัวพิมพ์จะเลื่อนกลับพร้อมทั้งกระดาษจะถูกเลื่อนขึ้นเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งระบบทั้งหมดที่ทำได้อาศัยการทำงานทางกลไกทั้งสิ้น เช่น การกลิ้ง เกลียวแกนพาหัวพิมพ์ลวนทางกัน



ภาพที่ 3.8 การทำงานของหัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์แบบความร้อน

เพื่อพาให้หัวพิมพ์เลื่อนกลับไปตำแหน่งซ้ายสุด เป็นต้น โดยมีมอเตอร์ตัวเล็กๆ หมุนทางเดียวขั้วการทำงานเท่านั้น ซึ่งเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 3.6 จะเห็นว่า ขณะหัวพิมพ์เลื่อนกลับไปทางซ้ายนั้น มอเตอร์จะกินกระแสมากกว่าเมื่อเลื่อนไปทางขวาซึ่งเป็นตอนพิมพ์ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าภาระของมอเตอร์มากขึ้นกว่า เดิม เนื่องจากต้องเลื่อนหัวพิมพ์กลับด้วยความเร็วสูงกว่าตอนพิมพ์ อีกทั้งยังต้องเลื่อนกระดาษพิมพ์อีกด้วย ลักษณะของหัวพิมพ์และตัวมอเตอร์ แสดงดังภาพที่ 3.9

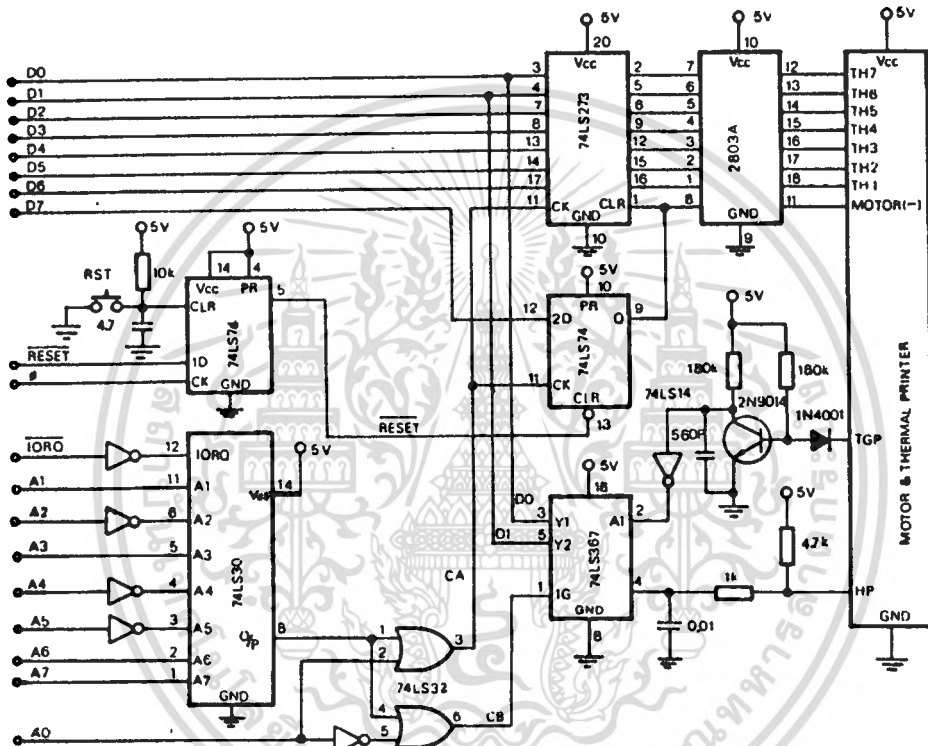


ภาพที่ 3.9 ลักษณะโครงสร้างของหัวพิมพ์และตัวมอเตอร์

3.5.2 วงจรควบคุมการทำงานของเครื่องพิมพ์แบบความร้อน

วงจรควบคุมเครื่องพิมพ์แบบความร้อนดังรายละเอียดในภาพที่ 3.10 ซึ่งขาสัญญาณต่างๆ นั้นต่อมาจากวงจรไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ในภาพที่ 3.2 และโปรแกรมควบคุมการทำงานจะอยู่ใน EPROM ขนาด 4 กิโลไบต์ที่ตำแหน่งแอดเดรส 6000-6FFF ดังรายละเอียดวงจรในภาพที่ 3.2 และกำหนดเป็นอุปกรณ์ อินพุท-เอาต์พุท ที่ตำแหน่ง CA และ CB โดยใช้ ไอ.ซี. 74LS30 และ 74LS32 เป็นตัวถอดรหัสตำแหน่ง เลือกพอร์ท อินพุท-เอาต์พุท ซึ่งพอร์ท CA จะเป็นตัวเลือก ไอ.ซี. 74LS273 ซึ่งทำหน้าที่เป็น เอาต์พุทพอร์ทส่งข้อมูลไปควบคุมหัวพิมพ์จำนวน 7 ชุด (D0-D6)

โดยมี ไอ.ซี. ULN 2830A ทำหน้าที่ขับกระแสให้กับหัวพิมพ์ ส่วนพอร์ท CB จะเป็นตัวเลือก ไอ.ซี. 74LS367 ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินพุทพอร์ท รับสัญญาณจาก TG (Tacho Generator) ดังรายละเอียดวงจรในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 รายละเอียดวงจร เครื่องพิมพ์แบบความถี่

## บทที่ 4

### โปรแกรมและโฟว์ชาร์ต

#### 4.1 บทนำ

โปรแกรมควบคุมการทำงานของ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ โปรแกรมควบคุมการทำงานจะใช้โปรแกรมในชุดบอร์ดเดี่ยว Z-80 ของไมโครโปรเฟลเซอร์ MPF-I โดยเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานเพิ่มเติม ลักษณะโปรแกรมหลักจะ เรียกใช้โปรแกรมย่อยต่างๆ ทั้งที่เขียนขึ้นใหม่ และที่มีอยู่เดิมในชุดบอร์ดเดี่ยว Z-80 โดยจะกล่าวถึง โปรแกรมการทำงานที่ใช้กับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันเท่านั้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.2 โปรแกรมหลักควบคุมการทำงานของ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์

โปรแกรมนี้อาจใช้ทำการแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วนและทาง เครื่องพิมพ์โดยแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วนก่อน เป็นค่าเวลา ปริมาตรน้ำมัน และระยะทาง ส่วนการแสดงผลทาง เครื่องพิมพ์ต้องกดลัพท์สั่งพิมพ์ (PC) ก่อน โปรแกรมนี้จะเรียกใช้โปรแกรมย่อยต่างๆ อีกมาก ลักษณะการทำงานตั้งโฟว์ชาร์ตในภาพที่ 4.1 พร้อมทั้งรายละเอียดโปรแกรม

#### 4.3 โปรแกรมแปลงตัวเลขเวลา เป็นรหัส เพื่อแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน

โปรแกรมย่อยนี้จะทำการแปลงตัวเลขบอกเวลาที่ส่งมาจากเครื่องบันทึกฯ เป็นรหัสสำหรับแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน รหัสที่แปลง เสร็จแล้วจะถูกเก็บในหน่วยความจำที่ใช้สำหรับแสดงผล (ADISPBUF) โดยไม่ทำให้ตัวเลขบอกเวลา เดิมเปลี่ยนแปลง เมื่อเรียกใช้โปรแกรมนี้ค่าเวลาใหม่จะถูกเปลี่ยนเป็นรหัส HEX 7SG และแทนที่ค่ารหัสเดิมในหน่วยความจำแสดงผล (ADISPBUF) ลักษณะโฟว์ชาร์ตการทำงานตั้งในภาพที่ 4.2 พร้อมทั้งรายละเอียดโปรแกรม

#### 4.4 โปรแกรมย่อยสำหรับสแกนแผงสวิตช์และแสดงผลทางตัว เลขหนึ่งรอบ

โปรแกรมย่อยนี้ใช้สำหรับตรวจสอบการกดสวิตช์ ซึ่งแผงสวิตช์สัดแบบแมกทริกซ์ และทำการแสดงผลทางชุดตัว เลข 7 ส่วน 6 หลัก พร้อมกันหนึ่งรอบ การตรวจสอบสวิตช์ที่กด ทำได้โดยตรวจสอบสถานะของสวิตช์ พร้อมทั้งแสดงผลทางตัว เลขที่ละหลัก จนครบ 6 แถว และ 6 หลัก เป็นการจบโปรแกรมหนึ่งรอบ เวลาที่ใช้ในการทำงานหนึ่งรอบประมาณ 10 msec (แสดงค่าตัว เลขหลักละประมาณ 1.5 msec) ดังนั้นถ้าต้องการให้เห็นค่าตัว เลขที่แสดงผลจะต้องให้โปรแกรมนี้ทำงานซ้ำๆ กันไปเรื่อยๆ เช่นถ้าต้องการให้แสดงค่า เป็นเวลา 1 วินาที จะต้องให้ทำงานซ้ำๆ ประมาณ 100 ครั้ง เป็นต้น ลักษณะของ ไฟล์ยาร์ดการทำงานดังในภาพที่ 4.3 พร้อมทั้งรายละเอียดโปรแกรม

#### 4.5 โปรแกรมย่อยตรวจสอบ เวลาสำหรับแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน

โปรแกรมนี้จะตรวจสอบเวลาที่กำหนดให้แสดงค่าปริมาตรน้ำมัน ซึ่งอาจ เป็นทุกๆ 5 วินาที แสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที หรือทุกๆ 10 วินาที แสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที โดยสามารถกำหนดได้ ถ้าเป็นเวลาที่ต้องแสดงค่าปริมาตรน้ำมันก็จะทำการแปลงตัว เลขค่าปริมาตรน้ำมัน เป็นรหัสสำหรับแสดงผล และเก็บในตำแหน่งแสดงผล (ADISPBUF) พร้อมทั้งบอกโปรแกรมหลักให้ทำการแสดงผล 1 วินาที โดยส่งรหัสให้ตรวจสอบได้ ลักษณะไฟล์ยาร์ดการทำงาน ของ โปรแกรมนี้ดังในภาพที่ 4.4 พร้อมทั้งรายละเอียดของ โปรแกรม

#### 4.6 โปรแกรมแปลงตัว เลขปริมาตรน้ำมันเพื่อแสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วน

โปรแกรมย่อยนี้จะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมตรวจสอบเวลาถ้าหากเป็นเวลาที่ต้องการแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน โดยโปรแกรมนี้จะแปลงตัว เลขปริมาตรน้ำมันที่รับเข้ามาจากเครื่องบันทึกฯ เป็นรหัสแสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วนและส่งไปเก็บในหน่วยความจำสำหรับแสดงผล (ADISPBUF) ลักษณะไฟล์ยาร์ดของ โปรแกรม ดังในภาพที่ 4.5 พร้อมทั้งรายละเอียดโปรแกรม ส่วนโปรแกรมแปลงค่าระยะทาง เป็นรหัสสำหรับแสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วนนั้นจะมีลักษณะไฟล์ยาร์ด

คล้ายๆ กับโปรแกรมแปลงตัวเลขปริมาตรน้ำมัน หลังจากแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาทีแล้ว จะแสดงค่าระยะทาง 1 วินาทีแล้วจึงกลับไปแสดงค่าเวลาปกติต่อ รายละเอียดโปรแกรมแปลงค่าระยะทางจะอยู่ต่อจากโปรแกรมแปลงค่าปริมาตรน้ำมัน

#### 4.7 โปรแกรมย่อยแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที

โปรแกรมย่อยนี้ใช้แสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที หรือจะแสดงค่าระยะทาง 1 วินาทีก็ได้ โดยก่อนเรียกใช้โปรแกรมนี้ต้องแปลงค่าตัวเลขปริมาตรน้ำมันหรือตัวเลขระยะทาง เป็นรหัสในการแสดงผลทางตัวเลขก่อน โปรแกรมนี้จะเรียกใช้โปรแกรมแสดงผลทางชุดตัวเลข 7 ส่วน 6 หลัก หนึ่งรอบเป็นจำนวนประมาณ 100 ครั้ง (หนึ่งรอบใช้เวลาประมาณ 10 msec) ลักษณะโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมนี้ดังในภาพที่ 4.6 พร้อมทั้งรายละเอียดของโปรแกรมด้วย

ในการแปลงตัวเลขฐานสิบหกให้เป็นรหัสสำหรับแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วนนั้นจะใช้โปรแกรมย่อยช่วย ประกอบด้วยโปรแกรมแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหก 2 หลัก เป็นรหัสของตัวเลข 7 ส่วน ดังโฟลว์ชาร์ตและโปรแกรมในภาพที่ 4.7 ซึ่งจะเรียกใช้โปรแกรมแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหกหลักเดียว 2 ครั้ง สำหรับโฟลว์ชาร์ตและโปรแกรมของการแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหกหลักเดียวเป็นรหัสของตัวเลข 7 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 4.8

#### 4.8 โปรแกรมพิมพ์ค่าผลลัพธ์

โปรแกรมย่อยนี้จะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมหลักเมื่อกดสวิทช์สั่งให้พิมพ์ (PC) เครื่องพิมพ์แบบความร้อนจะทำการพิมพ์ข้อมูลทั้งหมดออกมาทางกระดาษพิมพ์เล็กๆ ทั้งนี้ โปรแกรมนี้จะทำการจัดรูปแบบการพิมพ์ และแปลงข้อมูลต่างๆที่ต้องการพิมพ์ให้เป็นรหัส ASCII เพื่อใช้ในการพิมพ์ โดยเรียกใช้โปรแกรมย่อยเปลี่ยนเลขฐานสิบหก 2 ตัวเป็นรหัส ASCII เมื่อข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ได้รับการแปลงเป็นรหัส ASCII เรียบร้อยและเก็บในแอดเดรสสำหรับนำข้อมูลไปพิมพ์ ก็จะใช้โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ LINE BUFFER ทำการพิมพ์ข้อมูลทั้งหมดใน LINE BUFFER ลักษณะการทำงานดังในโฟลว์ชาร์ตภาพที่ 4.9 พร้อมทั้งโปรแกรม

#### 4.9 โปรแกรมเปลี่ยนเลขฐานสิบหก 2 ตัวเป็นรหัส ASCII

โปรแกรมย่อยนี้ ใช้เปลี่ยนตัวเลขฐานสิบหกเป็นรหัส ASCII เพื่อใช้สำหรับพิมพ์ข้อมูลโดยเครื่องพิมพ์แบบแมทริกซ์ขนาดตัวอักษร  $5 \times 7$  จุด ซึ่งใช้เปลี่ยนตัวเลขได้ครั้งละ 2 ตัว ถ้าต้องการแปลงรหัสมากกว่า 2 ตัวต้องเรียกใช้โปรแกรมนี้ซ้ำๆ ซึ่งใช้สำหรับแปลงตัวเลขค่าของเวลา ปริมาตรน้ำมัน ระยะทางและความเร็วของรถยนต์ เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นตัวเลขทั้งนั้น ลักษณะโปรแกรมการทำงานดังในภาพที่ 4.10 พร้อมด้วยรายละเอียดโปรแกรม

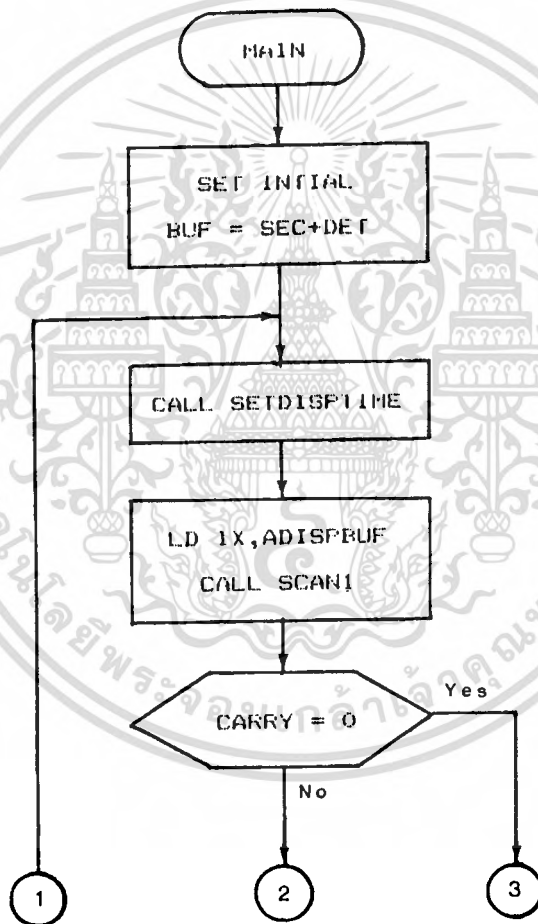
#### 4.10 โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำ LINE BUFFER

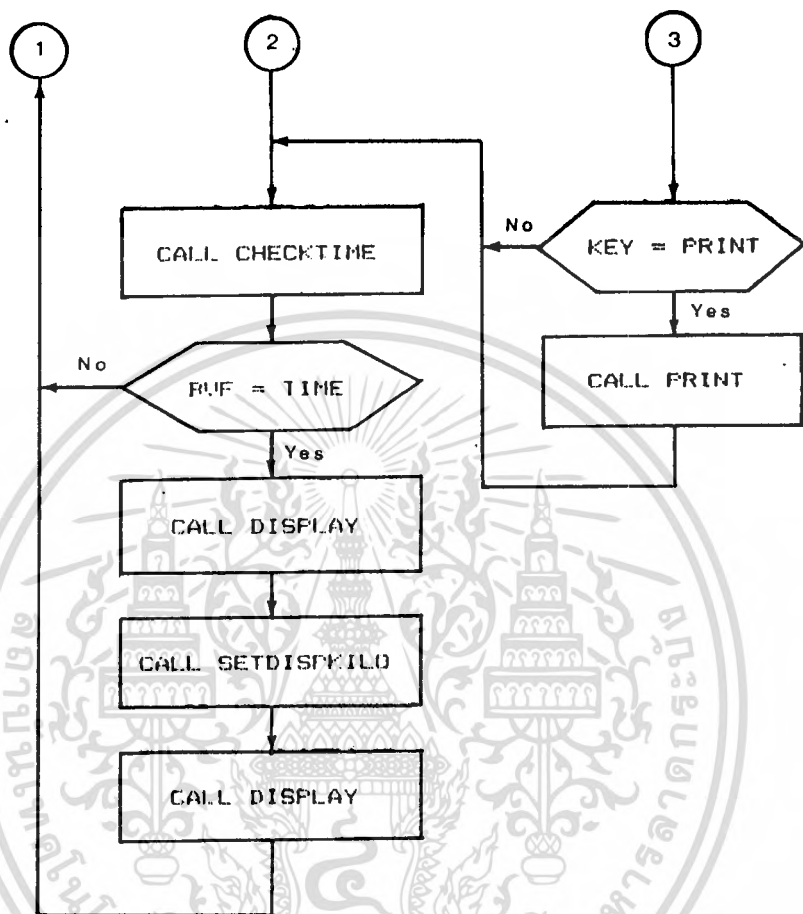
โปรแกรมนี้จะทำการพิมพ์ข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำ LINE BUFFER ซึ่ง เป็นรหัส ASCII เท่านั้น (เฉพาะ 0A,0D และ 20-5F ) โดยนำข้อมูลแต่ละตัวไปเลือกตารางควบคุมการพิมพ์หนึ่งตัวอักษรจะพิมพ์ 5 ครั้ง (5 คอสม์เป็นหนึ่งตัวอักษรและคอสม์นี้ละ 7 จุด) ดังนั้นในการพิมพ์หนึ่งตัวอักษรนั้นจะต้องส่งข้อมูลควบคุมหัวพิมพ์แบบร้อน 7 จุด 5 ครั้ง ซึ่งตัวอักษรจะมีตารางหน่วยความจำเก็บข้อมูล 5 ไบท์ การพิมพ์จะพิมพ์แถวละไม่เกิน 20 ตัวอักษร ลักษณะโปรแกรมการทำงานและโปรแกรมดังในภาพที่ 4.11 พร้อมด้วยรายละเอียดโปรแกรม

นอกจากนี้ในการพิมพ์ยังจะต้องมีการเลื่อนหัวพิมพ์และเลื่อนบรรทัดด้วย ซึ่งโปรแกรมย่อยทำหน้าที่เลื่อนหัวพิมพ์ไปทางขวาโดยสามารถกำหนดระยะที่เลื่อนได้โปรแกรมและการเลื่อนหัวพิมพ์ดังแสดงในภาพที่ 4.12 ส่วนโปรแกรมเลื่อนกระดาษขึ้นบน 1 บรรทัดนั้นมิใช่โปรแกรมการทำงานและโปรแกรมดังในภาพที่ 4.13 ส่วนรายละเอียดของรหัสโปรแกรมต่างๆ ได้รวมไว้ในภาคผนวกที่ 1

โปรแกรมหลักควบคุมการทำงานของ เครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์  
(MAIN)

โปรแกรมนี้จะควบคุม เครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์ เพื่อแสดงค่าของข้อมูล  
ต่างๆ เช่น เวลา (20.30.25) ปริมาตรน้ำมัน (9977.99) ระยะทาง (0000.00)  
และคอยตรวจสอบสวิตช์ควบคุมการพิมพ์ (PC) ซึ่งใช้สำหรับพิมพ์ข้อมูลทั้งหมด ลักษณะโปรแกรม  
ผังการดำเนินงาน เป็นดังนี้





ภาพที่ 4.1 โฟว์ชาร์ตโปรแกรมหลักควบคุมการทำงานของ เครื่อง โปรแกรม และพิมพ์ค่าผลลัพธ์

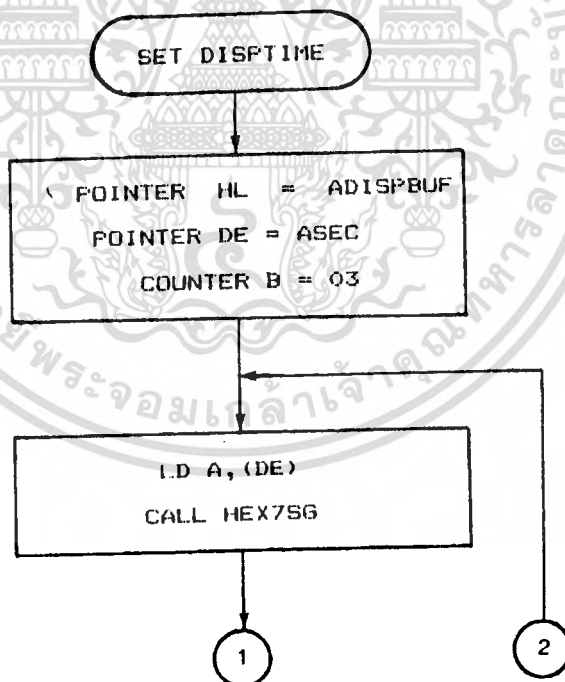
โปรแกรมหลักควบคุมการทำงานของ เครื่องโปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์  
(MAIN)

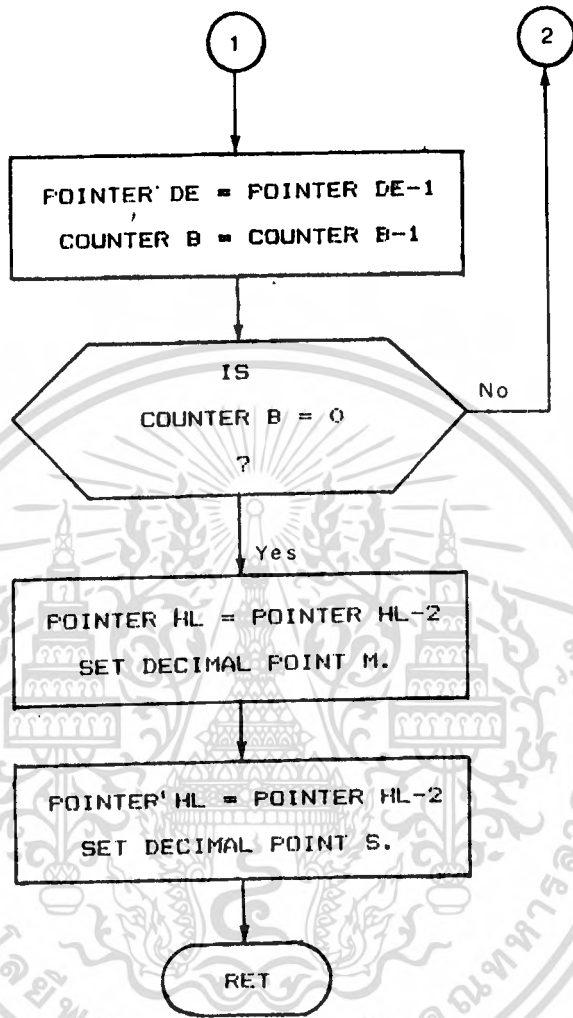
LDC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
OB00	21FC18	LD	HL,ADFT	กำหนด เวลาสำหรับแสดงผลปริมาตร
OB03	3AA318	LD	A,(ASEC)	ชั่วโมงและระยะทาง
OB06	B6	ADD	A,(HL)	
OB07	27	DAA		
OB08	FE60	CF	60	
OB0A	3803	JR	C,SET	
OB0C	D660	SUB	60	
OB0E	27	DAA		
OB0F	11FB18	SET LD	DE,ABUF	
OB12	12	TIME LD	(DE),A	
OB13	CD0008	CALL SET	DISPTIME	แปลงตัวเลข เวลาเป็นรหัส
OB16	DD21B018	LD	IX,ADISPBUF	ในการแสดงผลทางตัวเลข
OB1A	CD2406	CALL	SCAN1	7ส่วน
OB1D	3015	JR	NC,KEYPC	ตรวจสอบการกดสวิตช์ PC
OB1F	CDB008	CON CALL	CHECKTIME	ตรวจสอบ เวลาสำหรับแสดงผลปริมาตรน้ำมัน
OB22	78	LD	A,B	
OB23	FE05	CF	05	
OB25	2802	JR	Z,FUEL	ไปแสดงผลปริมาตรน้ำมัน
OB27	18E9	JR	TIME	
OB29	CD9008	FUEL CALL	DISPLAY	
OB2C	CD6008	CALL SET	DISPKILO	แปลงผลระยะทาง เป็นเวลา 1 วินาที
OB2F	CD9008	CALL	DISPLAY	
OB32	18DE	JR	TIME	แสดงค่าเวลาต่อ
OB34	FE19	KEYP CP	19	กดสวิตช์ PC หรือไม่
OB36	CC0009	CALL	Z,PRINT	ใช้ทำการพิมพ์ข้อมูล
OB39	18E4	JR	CON	กลับไปทำการแสดงค่าเวลาต่อ

**โปรแกรมแปลงตัวเลข เวลา เป็นรหัส เมื่อแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน  
(SET DISPTIME)**

โปรแกรมย่อยนี้จะแปลงตัวเลข เวลาทั้งหมด 6 หลัก (18.05.59) เป็นรหัสสำหรับ  
รับแสดงค่าตามตัวเลข 7 ส่วน โดยรหัสนี้ที่แปลงแล้วจะเก็บไว้ในแอดเดรสที่ใช้แสดงผล 6  
ไบต์ ซึ่งเมื่อเรียกใช้โปรแกรมนี้แล้วจะทำให้รหัสของ เวลาที่แปลงแล้ว เข้าไปแทนที่รหัส  
เดิมที่แสดงผลอยู่ที่นี้ ลักษณะการทำงานแสดงได้ตามโฟลว์ชาร์ตดังนี้

ADISPBUF = แอดเดรสเก็บรหัสสำหรับแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน 18B0  
ASEC = แอดเดรสเก็บค่าเวลาวินาที 2 หลักแรก 18AA  
HEX7SG = โปรแกรมย่อยนี้สำหรับแปลงตัวเลข 2 หลัก เป็นรหัสสำหรับแสดง  
ผลทางตัวเลข 7 ส่วน เริ่มแอดเดรส 067B





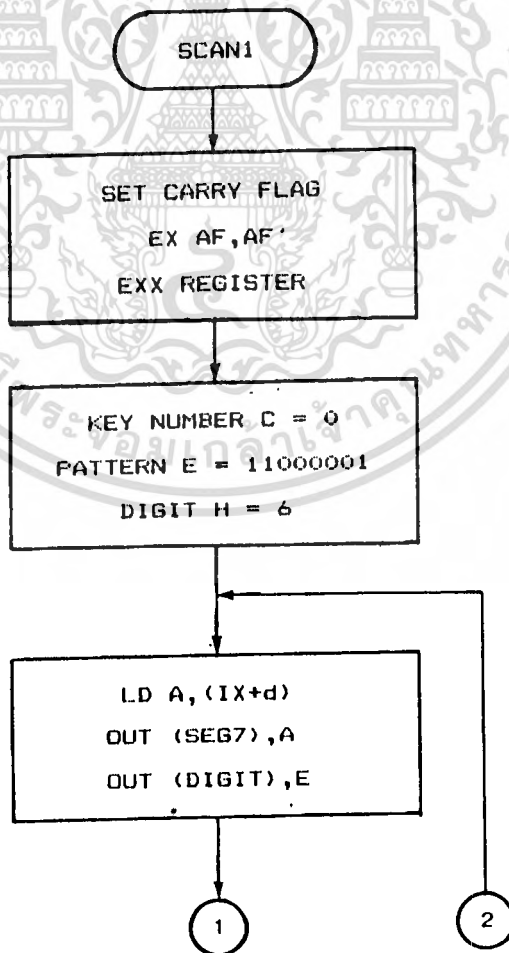
ภาพที่ 4.2 โปรแกรมแก้ไขตัว เลข เวลา เป็นรหัส เพื่อแสดงผลทาง  
ตัวเลข 7 ส่วน

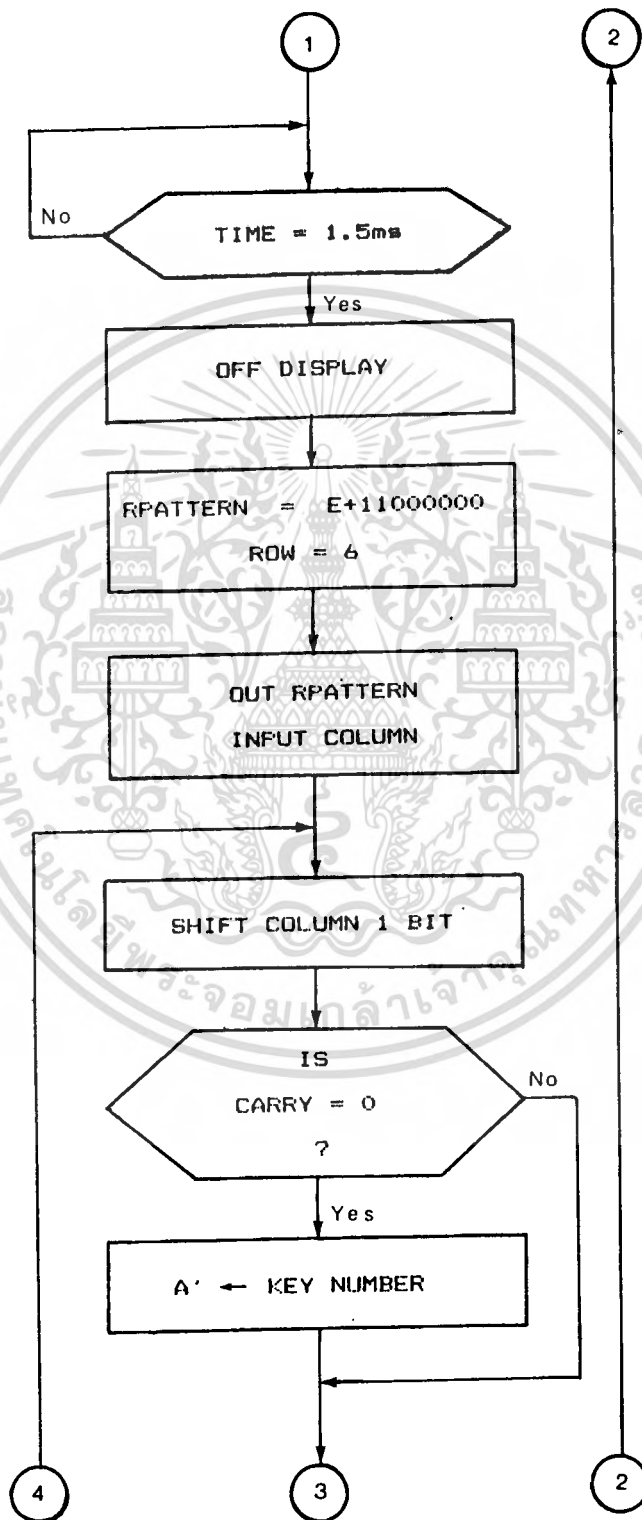
โปรแกรมแปลงตัวเลข เวลาเป็นรหัส เมื่อแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน  
(SET DISPTIME)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
0800	21B018	LD	HL,ADISPBUF	ตั้งตำแหน่ง เก็บรหัสสำหรับแสดงผล
0803	11AA18	LD	DE,ASEC	ตั้งตำแหน่ง เก็บค่าเวลาวินาที
0800	0603	LD	B,03	ตั้งเลขการทำงาน 3 รอบ
0808	1A	CON LD	A,(DE)	
0809	CD7806	CALL	HEX7SG	แปลงตัวเลข 2 หลักเป็นรหัสของ
080C	1B	DEC	DE	ตัวเลข 7 ส่วน
080D	10F9	DJNZ	CON	ถ้าแปลงไม่ครบ 6 หลักกลับไปทำต่อ
080F	2B	DEC	HL	
0810	2B	DEC	HL	
0811	CBF6	SET	6,(HL)	ตั้งจุดทศนิยมระหว่างชั่วโมงและนาที
0813	2B	DEC	HL	
0814	2B	DEC	HL	
0815	CBF6	SET	6,(HL)	ตั้งจุดทศนิยมระหว่างนาทีกับวินาที
0817	C9	RET		

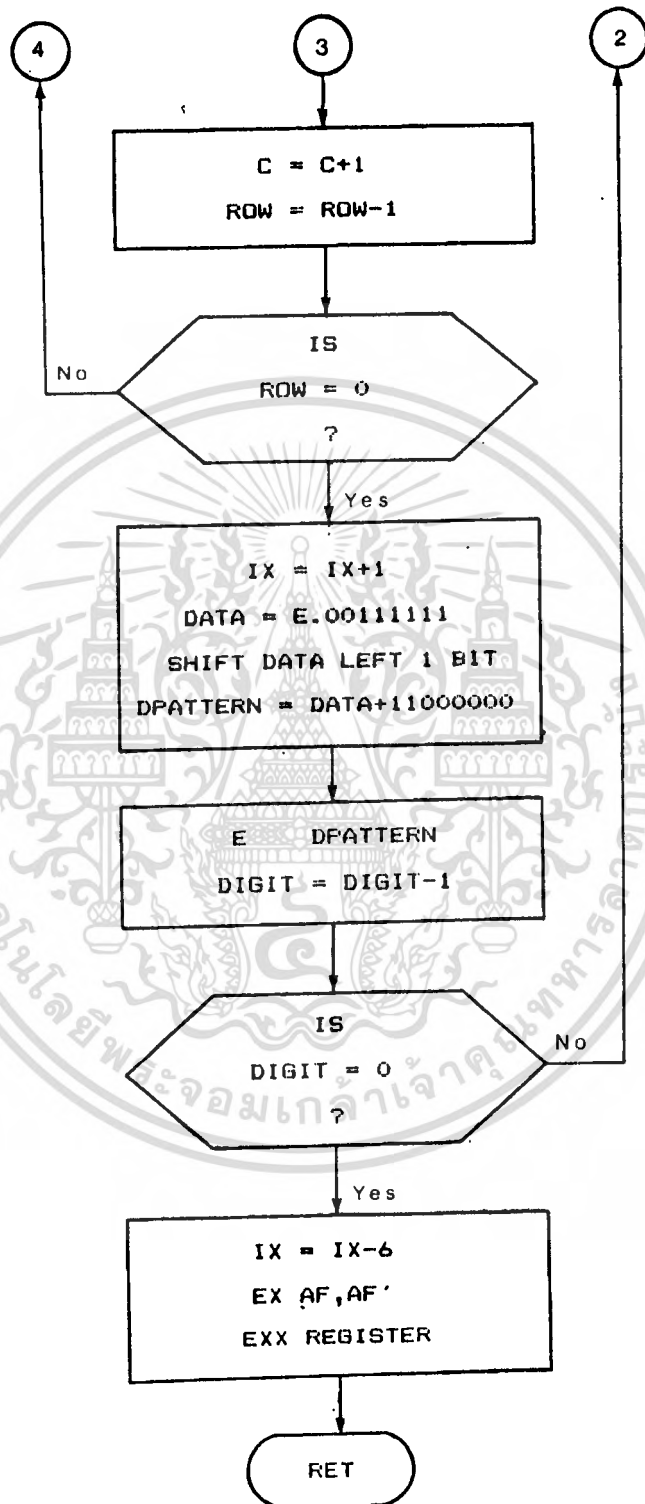
## โปรแกรมย่อยสำหรับสแกนแผงสวิทช์และแสดงผลทางตัวเลขหนึ่งรอบ (SCAN)

โปรแกรมย่อยนี้จะทำการสแกนแผงสวิทช์และแสดงผลทางชุดตัวเลข ส่วนจำนวน 6 หลักหนึ่งรอบ โดยหมายเลขของสวิทช์ที่ถูกกดจะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A และข้อมูลที่จะแสดงผลบนชุดตัวเลข ต้องแปลง เป็นรหัสการแสดงผลค่าของตัวเลข ส่วนก่อนและเก็บรหัสไว้ในหน่วยความจำขนาด 6 ไบต์สำหรับตัวเลข 6 หลัก โดยส่งแอดเดรสตำแหน่งแรกที่ได้รับรหัสที่ต้องการแสดงผลไว้ในรีจิสเตอร์ IX ก่อนเรียกใช้โปรแกรมย่อยนี้ เพื่อแสดงผล โปรแกรมย่อยนี้จะแสดงผลเพียงหนึ่งรอบเท่านั้นโดยใช้เวลาการทำงานประมาณ 10 msecs (แสดงค่าตัวเลขหลักละ 1.5 msecs) ดังนั้นเมื่อต้องการแสดงค่าข้อมูลเป็นเวลา 1 วินาทีต้องลูบให้ทำงานเข้าประมาณ 100 ครั้ง ลักษณะของโฟลว์ชาร์ตการทำงานดังในภาพที่ 4.3





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการกตลวิทย์และ  
แสดงผลทางชุดตัวเลข 7 ส่วน จำนวน 6 หลักหนึ่งรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยสำหรับสแกนแผงสวิตช์และแสดงผลทางตัว เลขหนึ่งรอบ  
(SCAN 1)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
0624	37		SCF	เซตค่าแปลงตัวทศ เป็น 1
0625	0B		EX AF,AF	
0626	D9		EXX	
0627	0E00		LD C,00	
0629	1EC1		LD E,1100,0001	รูปแบบสำหรับสแกนจากตัว เลขขวาสุด
062B	2606		LD H,06	มาทางซ้าย
062D	DD7E00	KCOL	LD A,(IX+d)	
0630	D301		OUT (SEG7),A	
0632	7B		LD A,E	
0633	D302		OUT (DIGIT),A	
0635	06C9		LD B,COLEEL	หน่วยเวลาแต่ละตัวเลข 1.5 ms
0637	10FE	HERE	DJNZ HERE	
0639	AF		XOR A	ดับตัวเลข เขกแมต
063A	D301		OUT (SEG7),A	
063C	7B		LD A,E	
063D	2F		CPL	
063E	F6C0		OR 1100,0000	
0640	D302		OUT (DIGIT),A	
0642	0606		LD B,6	แต่ละคอสัมมมี 6 สวิตช์
0644	DB00		IN A,(KIN)	
0646	57		LD D,A	เก็บค่า A ไว้ใน D
0647	CB1A	KROW	RR D	เลื่อนข้อมูลใน D ไปทางขวาจนแฟลก
0649	3B02		JR C,NOKEY	ตัวทศ 1 นิต
064B	79		LD A,C	เก็บหมายเลขสวิตช์ใน A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
064C	0B		EX AF,AF'	
064D	0C	NOKEY	INC C	
064E	10F7		DJNZ KROW	ลดค่า B ซึ่งมี 6 บิต
0650	DD22		INC IX	
0652	7B		LD A,E	
0653	E63F		AND 0011,1111	แสดงค่าตัวเลขถัดมา
0655	CB07		RLC A	
0657	F6C0		OR 1100,0000	
0659	5F		LD E,A	
065A	25		DEC H	
065B	20D0		JR NZ,KCOL	
065D	11FAFF		LD DE,-6	
0660	DD19		ADD IX,DE	เริ่มต้นเลข เดิมใหม่
0662	D9		EXX	
0663	0B		EX AF,AF'	
0664	C9		RET	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**โปรแกรมย่อยตรวจสอบ เวลาสำหรับแสดงค่าปริมาณน้ำมันทางชุดตัว เลข 6 หลัก (CHECKTIME)**

โปรแกรมนี้จะตรวจสอบเวลาในการแสดงค่าปริมาณน้ำมันว่าถึง เวลาหรือยัง อาจเป็นทุกๆ 5 วินาทีหรือ ทุกๆ 10 วินาที แสดงค่าปริมาณน้ำมัน 1 วินาทีซึ่งสามารถ กำหนดว่าต้องการอ่านค่าปริมาณน้ำมันทุกๆกี่วินาที โดยป้อนจำนวนวินาทีไว้ที่แอด เดรส 18AA ก่อน เริ่มทำงานตามโปรแกรม และโปรแกรมย่อยนี้จะถูก เรียกใช้โดยโปรแกรมหลัก โฟวาร์ดการทำงานแสดงไว้ดังภาพที่ 4.4

DFT คือ ช่วง เวลาวินาทีที่กำหนดการแสดงผลปริมาณน้ำมัน

BUF คือ เวลาวินาทีที่ใช้แสดงค่าครั้งถัดไป = SEC+DFT

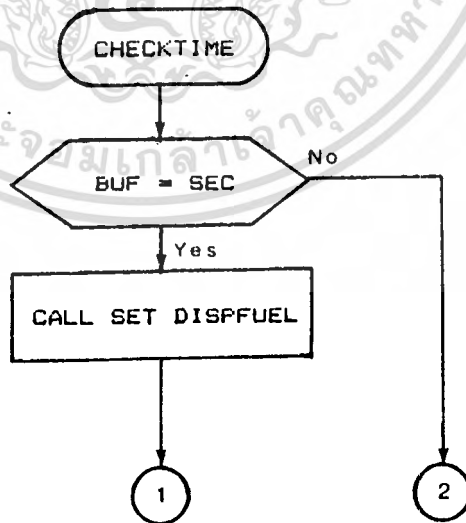
SEC คือ เวลาวินาทีที่เปลี่ยนแปลงตาม เวลาจริง.

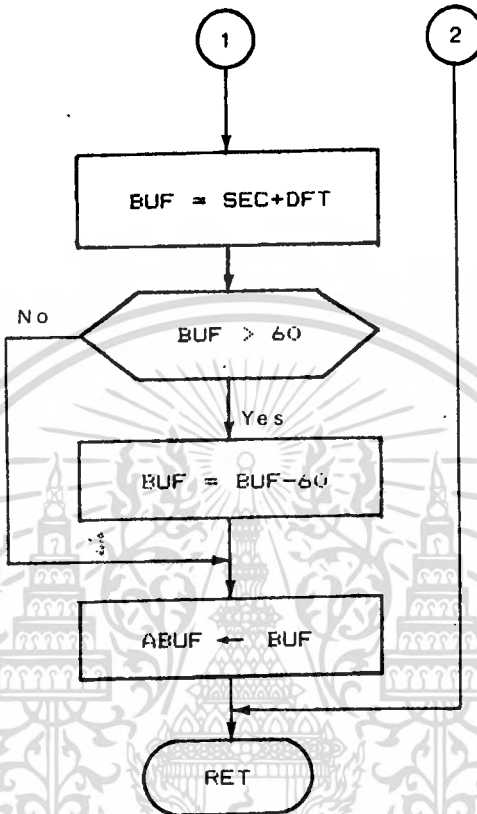
ADFT คือ 18FC เป็นแอด เดรสที่เก็บค่า DFT

ABUF คือ 18FB เป็นแอด เดรสที่เก็บค่า BUF

ASEC คือ 18AA เป็นแอด เดรสที่เก็บค่า SEC

SET DISPFUEL คือ 0830 ถึง 0845 เป็นโปรแกรมแปลงข้อมูล เป็นรหัส แสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วนของปริมาณน้ำมัน





ภาพที่ 4.4 โปรแกรมย่อยตรวจสอบเวลาสำหรับแสดงค่าปริมาณน้ำมัน  
ทางชุดตัวเลข 7 ส่วน 6 หลัก

โปรแกรมย่อยตรวจสอบ เวลาสำหรับแสดงค่าปริมาณน้ำมันทางชุดตัวเลข 6 หลัก  
(CHECKTIME)

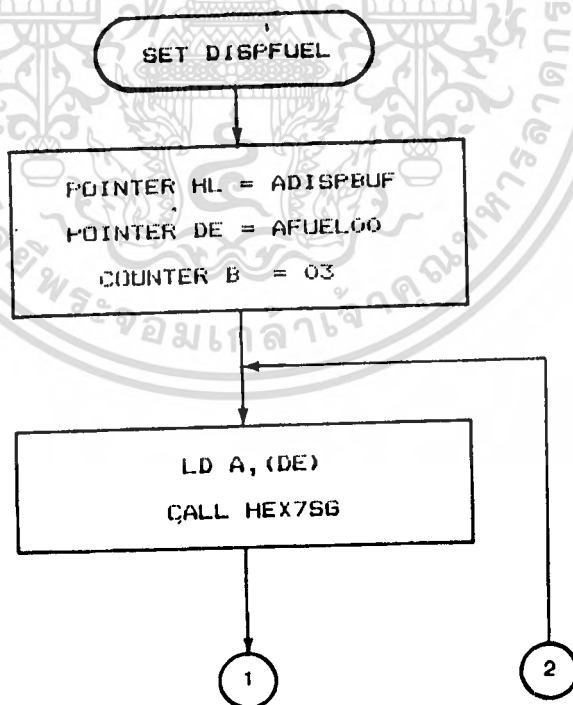
LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
08B0	21FB18	LD	HL,ABUF	ตรวจสอบเวลาแสดงค่าน้ำมันครั้งถัดไป
08B3	3AAA18	LD	A,(ASEC)	ว่าเท่ากับเวลาวิเวทหรือยัง
08B6	BE	CP	(HL)	
08B7	C0	RET	NZ	ถ้าเวลายังไม่ถึงก็กลับไปโปรแกรมเดิม
08BB	C0300B	CALL	SET DISPFUEL	เวลาตรงก็เรียกโปรแกรม SET DISPFUEL
08BB	21FC18	LD	HL,ADFT	
08BE	3AAA18	LD	A,(ASEC)	
08C1	B6	ADD	A,(HL)	กำหนดเวลาแสดงค่าน้ำมันครั้งต่อไป
08C2	27	DAA		ซึ่งเท่ากับ BUF = SEC+DFT
08C3	FE60	CP	60	ตรวจสอบเวลาแสดงค่าครั้ง
08C5	3B03	JR	C,STORE	ถัดไปว่าเกิน 60 วินาทีหรือไม่
08C7	D660	SUB	60	ถ้าเกิน 60 ต้องลบด้วย 60
08CF	27	DAA		
08CA	11FB18	STORE LD	DE,ABUF	ไม่เกิน 60 เอาไปเก็บไว้
08CD	12	LD	(DE),A	ที่แอดเดรส ABUF
08CE	0605	LD	B,05	ส่งข้อมูลบอกให้แสดงค่าน้ำมัน
08D0	C9	RET		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

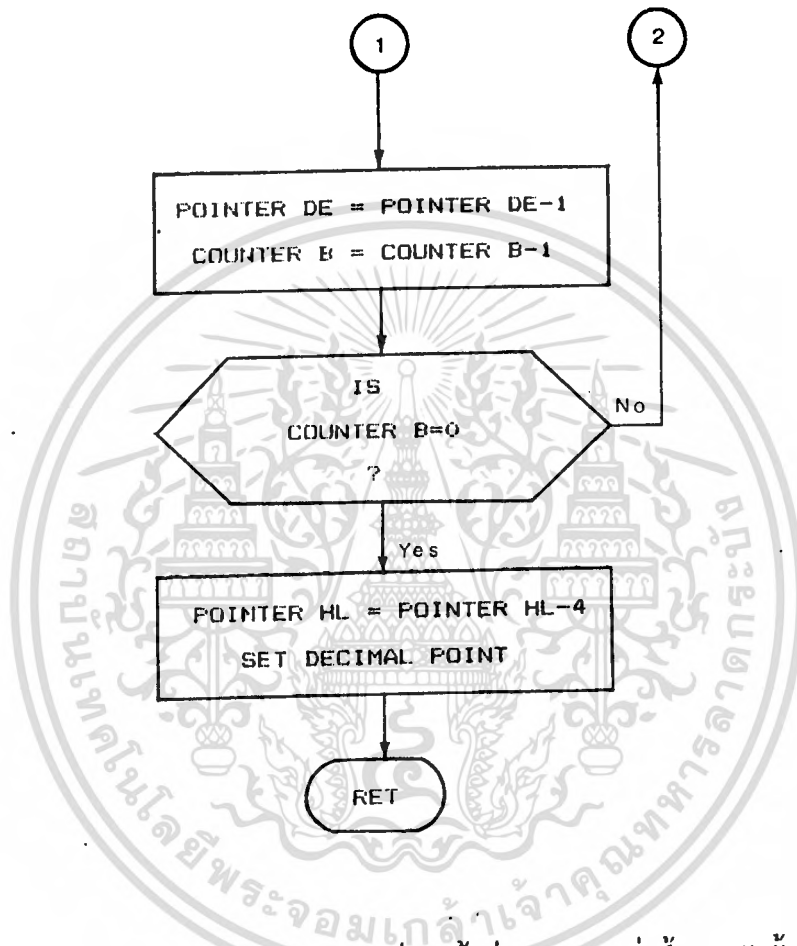
โปรแกรมแปลงตัวเลขปริมาตรน้ำมัน เพื่อแสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วน  
(SET DISPFUEL)

โปรแกรมย่อยนี้จะทำการแปลงข้อมูลปริมาตรน้ำมัน 6 หลัก (9999.99) เป็นรหัส เพื่อแสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วน และรหัสที่แปลงแล้วจะเก็บไว้ในแอดเดรสที่ใช้แสดงผล 6 igit โดยรหัสทั้งหมดนี้จะเข้าไปแทนข้อมูลเดิม ลักษณะการทำงานดังแสดงในโปรแกรมดังภาพที่ 4.5

ADISPFUF = แอดเดรสเก็บรหัสสำหรับแสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วน  
1880  
AFUELOO = แอดเดรสเก็บค่าปริมาตรน้ำ 2 หลักแรก = 18A6  
HEX7SG = โปรแกรมย่อยสำหรับแปลงตัว เลข 2 หลักเป็นรหัสเพื่อ  
แสดงผลทางตัว เลข 7 ส่วน อยู่ที่แอดเดรส 0678



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ เมื่อเรียกใช้ HEX7SG แต่ละครั้งค่า HL จะเพิ่มขึ้น 2 ดังนั้นเมื่อต้องการใส่จุดทศนิยมหน้า 2 หลักแรกจึงต้องลบ HL ด้วย 4 ก่อน

ภาพที่ 4.5 โปรแกรมแปลงตัวเลขปริมัตราฐานสิบสำหรับแสดงผลทางชุดตัวเลข 7 ส่วน 6 หลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแปลงตัวเลขปริมาตรน้ำมันเมื่อแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน  
(SET DISPFUEL)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
0830	21B018	LD	HL,ADISPFUF	ตั้งตำแหน่ง เก็บรหัสสำหรับแสดงผล
08B3	11A618	LD	DE,AFUELOO	ตั้งตำแหน่ง เก็บค่าน้ำมัน
0836	0603	LD	B,03	ตั้งอุปกรณ์ทำงานเลข เท่ากับ 3 รอบ
0838	1A	CON LD	A,(DE)	ส่งตัวเลข 2 หลักแรกไว้ใน A
0839	CD7806	CALL	HEX7SG	แปลงตัวเลข 2 หลักเป็นรหัสของ
083C	1B	DEC	DE	ตัวเลข 7 ส่วน
083D	10F9	DJWZ	CON	ถ้าไม่ครบ 6 หลักกลับไปทำต่อ
083F	2B	DEC	HL	
0840	2B	DEC	HL	
0841	2B	DEC	HL	
0842	2B	DEC	HL	
0843	CBF6	SET	6,(HL)	ตั้งจุดทศนิยมหน้า 2 หลักทวาสุด
0845	C9	RET		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**โปรแกรมแปลงตัวเลขระยะทาง เมื่อแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน  
(SET DISPKILO)**

โปรแกรมย่อยนี้จะ เรียก เมื่อต้องการนำค่าระยะทางไปแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน 6 หลัก (๙๙๙๙.๙๙) โดยโปรแกรมนี้จะทำการแปลงค่าระยะทางจาก เลขฐานสิบหก ให้เป็นรหัสสำหรับนำไปแสดงค่าโดยตัวเลข 7 ส่วน และ เก็บไว้ในหน่วยความจำขนาด 6 ไบต์ ซึ่ง เป็นหน่วยความจำของโปรแกรมแสดงผลทางตัวเลข 6 หลัก ลักษณะการทำงาน และโปรแกรมจะ เหมือนกับโปรแกรม SET DISPFUEL ทุกประการ เพียงแต่ข้อมูลที่แปลงรหัสอยู่ในหน่วยความจำที่แอดเดรสต่างกัน

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
0860	21B01B	LD	HL,ADISPBUF	HL ชี้ตำแหน่ง เก็บข้อมูลสำหรับแสดงค่า
0863	11AE1B	LD	DE,AK00	DE ชี้ตำแหน่ง เก็บข้อมูลระยะทาง
0866	0603	LD	B,03	
0868	1A	CON LD	A,(DE)	ส่งข้อมูลระยะทาง เข้าไปในรีจิสเตอร์ A
0869	CD7806	CALL	HEX7SG	แปลง เป็นรหัสแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน
086C	1B	DEC	DE	
086D	10F9	DJNZ	CON	แปลงจนครบ 6 ตัวเลขครั้งละ 2 ตัวเลข
086F	2B	DEC	HL	
0870	2B	DEC	HL	
0871	2B	DEC	HL	
0872	2B	DEC	HL	
0873	CBF6	SET	6,(HL)	กำหนดจุดทศนิยม 2 ตำแหน่งจากทางขวามือ
0875	C9	RET		

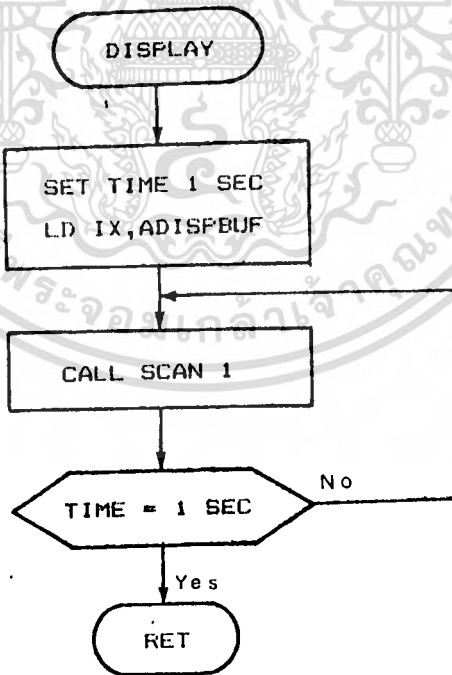
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมย่อยแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที (DISPLAY)

โปรแกรมย่อยนี้จะถูกเรียกโดยโปรแกรมหลัก เพื่อแสดงค่าน้ำมัน 1 วินาที เวลาที่ใช้กำหนดการแสดงผลค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที จะต้องกำหนดเลขการหน่วงเวลาไว้ในโปรแกรมนี้ด้วย การแสดงผลค่าทางตัวเลข 6 หลัก จะอาศัยโปรแกรมย่อย SCAN 1 ความคุมแผงตัว เลขและต้องส่งค่าแอด แรสที่เก็บข้อมูลสำหรับแสดงค่าไว้ในรีจิสเตอร์ IX ก่อน ลักษณะโฟลว์ชาร์ตโปรแกรมนี้ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.6

ADISPBUF = แอด แรสที่เก็บข้อมูลในการแสดงค่า = 18B0

SCAN1 = โปรแกรมย่อยสำหรับแสดงค่าทางตัว เลข 6 หลัก 1 รอบโดยที่รีจิสเตอร์ IX จะชี้ตำแหน่งเก็บข้อมูลสำหรับแสดงค่า โปรแกรมนี้ใช้เวลาการทำงานประมาณ 10 ms (แตรคีสตอล 3.58 M Hz) เริ่มที่แอด แรส 0624 ถึง 0664

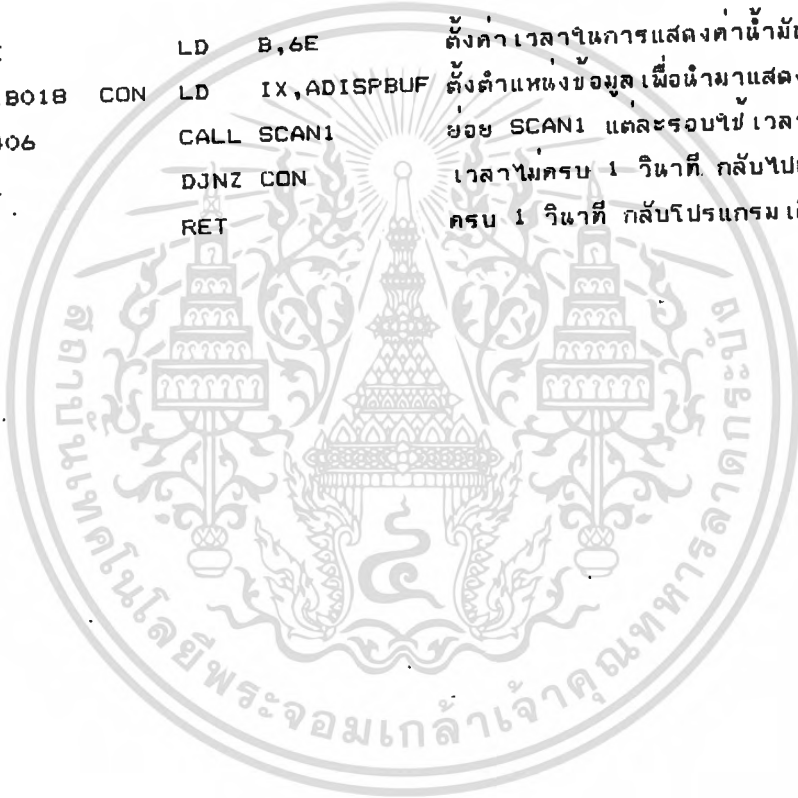


ภาพที่ 4.6 โฟลว์ชาร์ตโปรแกรมแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยแสดงค่าปริมาตรน้ำมัน 1 วินาที  
(DISPLAY)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
0890	066E	LD	B,6E	ตั้งค่าเวลาในการแสดงต่าน้ำมันประมาณ 1 วินาที
0892	DD21B01B	CON	LD IX,ADISPBUF	ตั้งตำแหน่งข้อมูล เพื่อนำมาแสดงค่าโดยใช้โปรแกรม
0896	CD2406		CALL SCAN1	ย่อย SCAN1 แต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 10 ms
0899	10F1		DJNZ CON	เวลาไม่ครบ 1 วินาที กลับไปแสดงค่าต่อ
089B	C9		RET	ครบ 1 วินาที กลับโปรแกรมเดิม



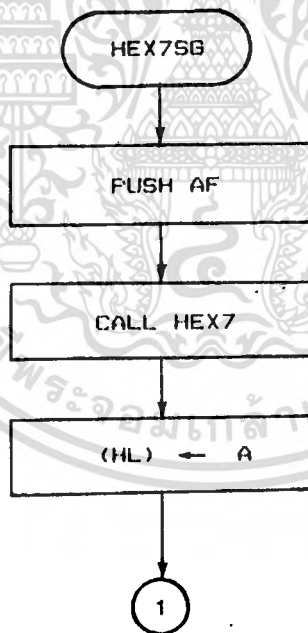
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

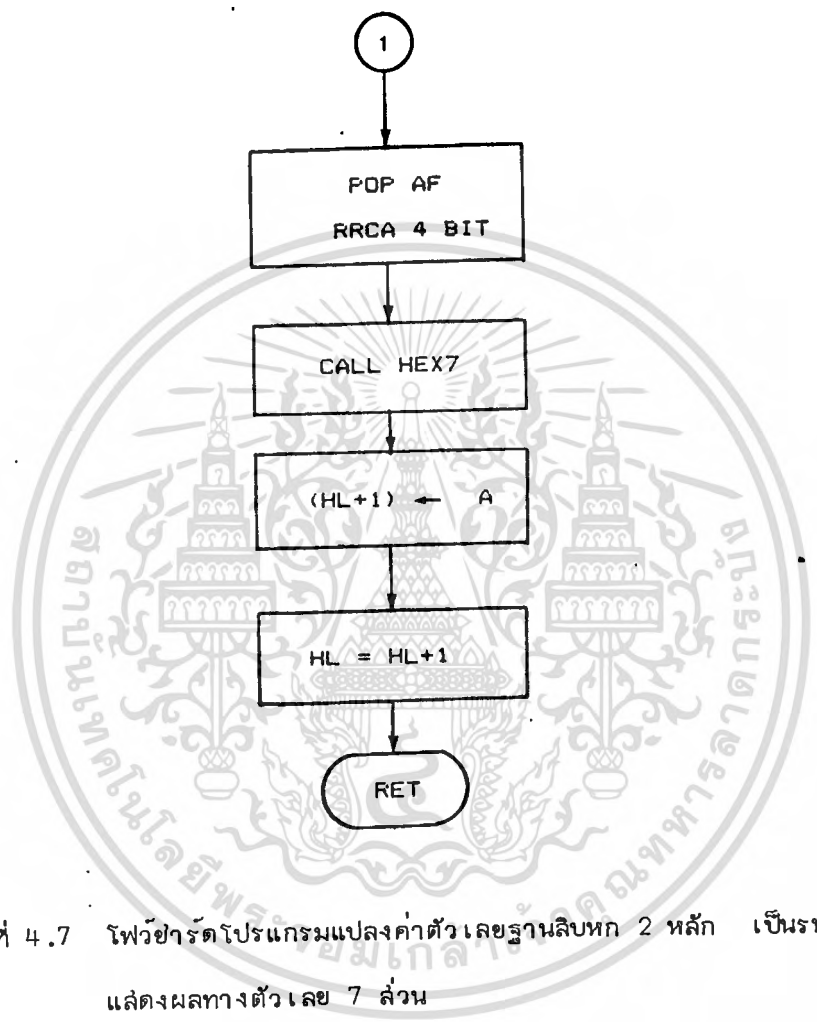
โปรแกรมย่อยแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหก 2 หลัก เป็นรหัสสำหรับแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน

(HEX75G)

โปรแกรมนี้จะแปลงตัวเลขฐานสิบหก 2 หลักที่เก็บในรีจิสเตอร์ A เป็นรหัสสำหรับแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน รหัสที่แปลงแล้วจะเก็บไว้ในแอดเดรส ซึ่งชี้โดยรีจิสเตอร์ HL และค่าของ HL จะเพิ่มขึ้น 2 ดังนั้นก่อนเรียกใช้โปรแกรมนี้จะต้องส่งตัวเลขที่ต้องการแปลง 2 หลักไว้ในรีจิสเตอร์ A และส่งค่าแอดเดรสที่จะเก็บรหัสที่แปลงแล้วในรีจิสเตอร์ HL ลักษณะการทำงานของโปรแกรมตามโฟลว์ชาร์ตเป็นดังนี้

HEX7 เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับแปลงค่าตัวเลขหลักเดียว 4 บิตจากในรีจิสเตอร์ A ให้เป็นรหัสเพื่อแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วนและเก็บรหัสที่แปลงแล้วไว้ใน A อยู่ที่แอดเดรส 0689





ภาพที่ 4.7 โปรแกรมแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหก 2 หลัก เป็นรหัสสำหรับ  
แสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

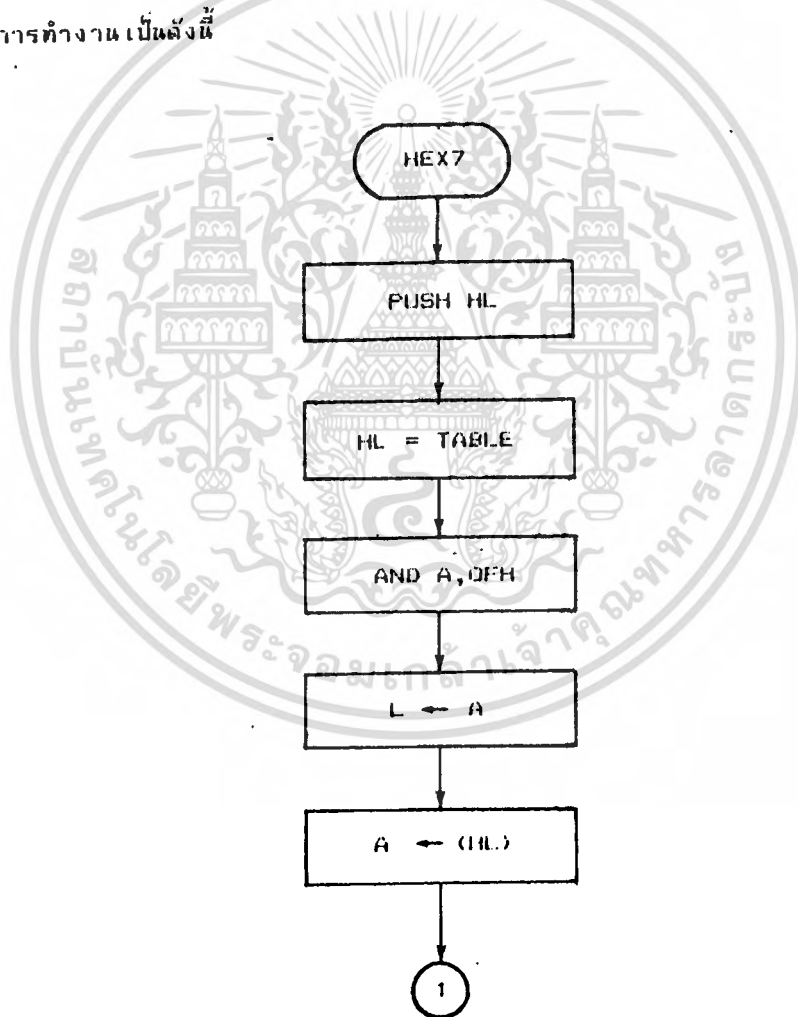
โปรแกรมย่อยแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหก 2 หลัก เป็นรหัสสำหรับแสดงผลทางตัว เลข 7  
 ส่วน  
 (HEX7SG)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
0678	F5	PUSH	AF	
0679	CD8906	HEX7		แปลงค่า HEX7 หลักแรกใน A
067C	77	LD	(HL),A	เก็บค่าที่แปลงแล้วที่แอดเดรส HL ขึ้น
067D	23	INC	HL	
067E	F1	POP	AF	
067P	0F	RRCA		
0680	0F	RRCA		
0681	0F	RRCA		
0682	0F	RRCA		
0683	CD8906	CALL	HEX7	แปลงค่า HEX7 หลักที่สองใน A
0686	77	LD	(HL),A	เก็บค่าที่แปลงแล้วที่แอดเดรส HL+1 ขึ้น
0687	23	INC	HL	เพิ่มค่า HL ขึ้น 1
0688	C9	RET		

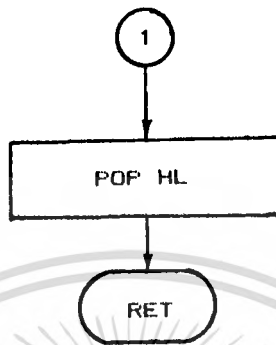
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหก 1 หลัก เป็นรหัสสำหรับแสดงผลทางตัวเลข 7 ส่วน (HEX7)

โปรแกรมนี้จะแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหกขนาด 4 บิตภายในรีจิสเตอร์ A เป็นรหัส เมื่อแสดงผลกับตัวเลขแบบ 7 ส่วน รหัสที่แปลงแล้วจะเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ A โดยใช้ตารางรหัสที่แอดเดรส 07F0 ถึง 07FF สำหรับตัวเลข 0-F ลักษณะโปรแกรมการทำงานเป็นดังนี้



ภาพที่ 4.8 โปรแกรมแปลงค่าตัวเลขฐานสิบหก 1 หลักเป็นรหัสของตัวเลข 7 ส่วน



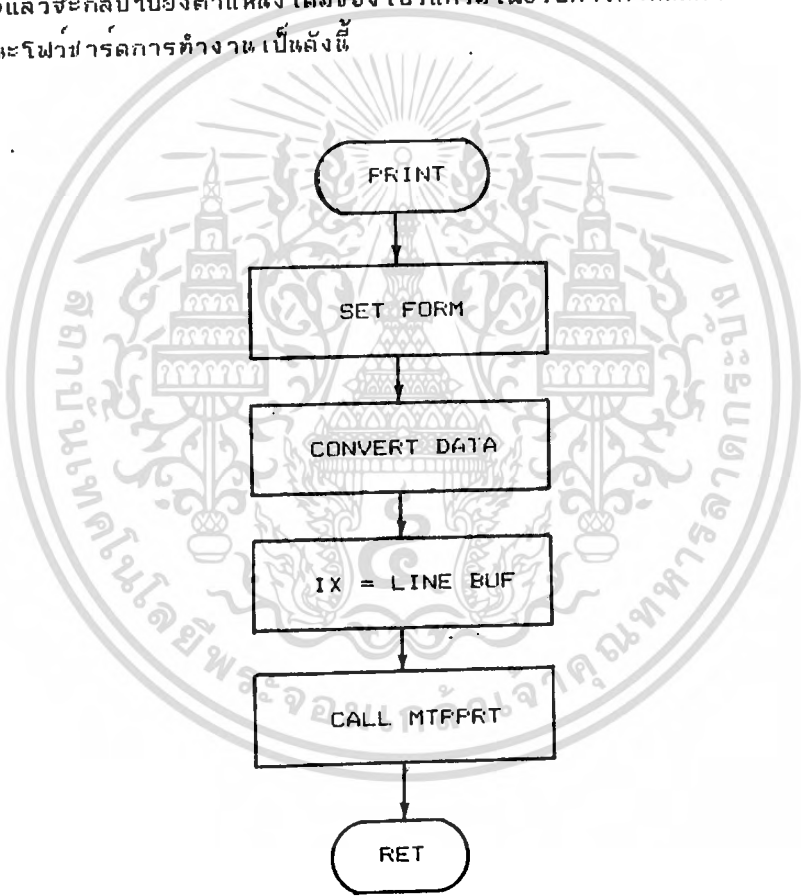
หมายเหตุ HL จะใช้เป็นที่เก็บแอดเดรสสำหรับเก็บรหัสแปลงค่าแล้ว ดังให้แจ้งต้อง PUSH HL ก่อนเข้าและตารางค่าตัวเลขฐานสิบหกจะเริ่มที่แอดเดรส 07F0 ดังนั้นสามารถนำตัวเลขหลักสุดท้ายของรหัสได้ เช่นที่ 07F5 เป็นแอดเดรสที่เก็บรหัสของเลข "5" ซึ่งตัวเลขสุดท้ายของแอดเดรส(5)จะตรงกับเลข "5" ๕๕

LOC.	OBJ. CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
0689	E5		PUSH HL	
068A	21F007		LD HL,SEGTAB	ตารางแปลงค่าตัวเลข เริ่มต้นที่ 07F0
068D	E60F		AND 0FH	
068F	85		ADD A,L	
0690	6F		LD L,A	
0691	7E		LD A,(HL)	ค่าที่แปลง เป็น HEX 7 เก็บใน A
0692	E1		POP HL	
0693	C9		RET	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### โปรแกรมพิมพ์ค่าผลลัพธ์ (PRINT)

โปรแกรมย่อยนี้จะทำการกำหนดรูปแบบการพิมพ์และแปลงรหัสข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการพิมพ์ให้เป็นรหัส ASCII แล้วทำการพิมพ์ตามโปรแกรม MTFPRT. เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วจะกลับไปยังตำแหน่ง เดิมของโปรแกรม เพื่อรับการกำหนดค่า เริ่มต้นต่อไป ลักษณะโปรแกรมการทำงาน เป็นดังนี้



ภาพที่ 4.9 โปรแกรมการทำงานตามโปรแกรมพิมพ์ค่าผลลัพธ์

โปรแกรมพิมพ์ค่าผลลัพธ์  
(PRINT)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
0900	21001B	LD	HL,LINE BUF	เก็บแอดเดรสพิมพ์ข้อมูลใน HL
0903	11000A	LD	DE,FORM	เก็บแอดเดรสข้อมูลรูปแบบใน DE
0906	0680	LD	B,B0	ตั้งจำนวนตัวอักษรที่จัด
0908	1A	CON LD	A,(DE)	รูปแบบการพิมพ์
0909	77	LD	(HL),A	
090A	23	INC	HL	
090B	13	INC	DE	
090C	10FA	DJNZ CON		ส่งไปเก็บในแอดเดรสพิมพ์ข้อมูล
090E	3AF01B	LD	A,(ADATE1)	แปลงวันที่เป็นรหัสแสดง
0911	11201B	LD	DE,1820	ค่าและเก็บวันที่ DE
0914	CDA063	CALL	GETN	แปลงรหัส
0917	11301B	LD	DE,1830	
091A	21F11B	LD	HL,AHOUR	แปลงเวลาเป็นรหัสแสดงค่า
091D	CD7009	CALL	CON3	ตั้งชั่วโมงนาทีและวินาที
0920	11401B	LD	DE,1840	
0923	21A41B	LD	HL,AFUEL22	แปลงปริมาณน้ำมันเป็น
0926	CD7009	CALL	CON3	รหัสแสดงค่า (9999.99)
0929	11501B	LD	DE,1850	
092C	21AC1B	LD	HL,AK22	แปลงระยะทางเป็นรหัส
092F	CD7009	CALL	CON3	แสดงค่า (0000.00)
0932	115A1B	LD	DE,185A	
0935	21C01B	LD	HL,ASPEED	แปลงอัตราความเร็วเป็น
0938	CD6009	CALL2		รหัสแสดงค่า (0000)
093B	11601B	LD	DE,1860	
093E	CD7009	CALL	CON3	แปลงเวลาที่เข้าความเร็วสูงสุด
0941	11701B	LD	DE,1870	(15.05.00)
0944	3AC51B	LD	A,(ADATE2)	แปลงวันที่อ่านข้อมูลเพื่อ
0947	CDA063	CALL	GETN	แสดงผลเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

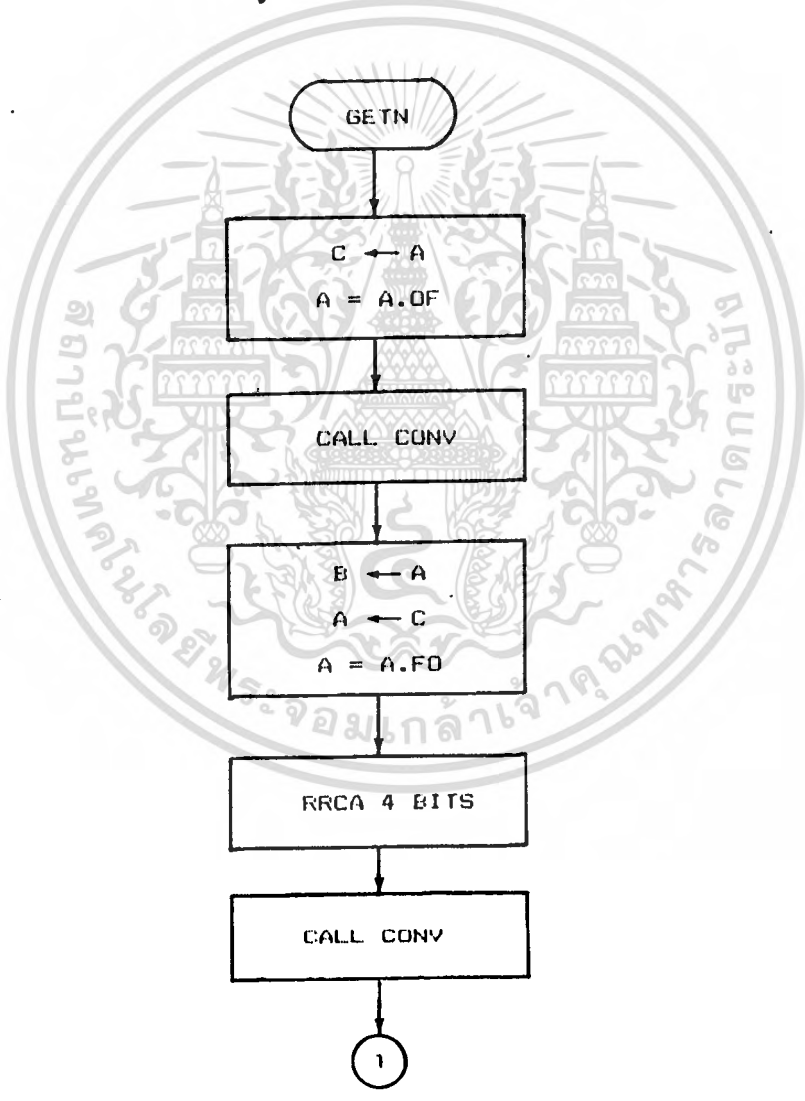
โปรแกรมพิมพ์ค่าผลลัพธ์  
(PRINT)

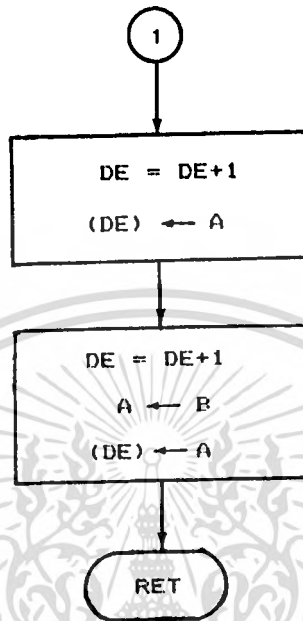
LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
094A	118B18	LD	DE,1880	
09AD	21C618	LD	HL,AHOURS	แปลง เวลาที่กำลังอ่านข้อมูล
0950	CD7009	CALL	CON3	เป็นรหัสสำหรับพิมพ์
0953	DD21001B	LD	IX,1800	กำหนดค่าแฉ่งที่จะพิมพ์
0957	CDAC65	CALL	MTFPRT	ข้อมูลและทำการพิมพ์
095A	C9	RET		เสร็จแล้วกลับโปรแกรมเดิม
0960	0602	CON2 LD	B,02	
0962	7E	NEW1 LD	A,(HL)	
0963	C5	PUSH	BC	
0964	CDA063	CALL	GETN	
0967	C1	POP	BC	
0968	23	INC	HL	
0969	13	INC	DE	
096A	10F6	DJNZ	NEW1	
096C	C9	RET		
0970	0603	CON3 LD	B,03	
0972	7E	NEW2 LD	A,(HL)	
0973	C5	PUSH	BC	
0974	CDA063	CALL	GETN	
0977	C1	POP	BC	
0978	13	INC	DE	
0979	23	INC	HL	
097A	10F6	DJNZ	NEW2	
096C	C9	RET		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### โปรแกรมเปลี่ยนเลขฐานสิบหก 2, ตัวเป็นรหัส ASCII (GEIN)

โปรแกรมย่อยนี้ใช้เปลี่ยนตัวเลขฐานสิบหกเป็นรหัส ASCII เพื่อใช้สำหรับพิมพ์ข้อมูลโดยเครื่องพิมพ์ ข้อมูลที่ต้องการเปลี่ยนเป็นรหัส ASCII ต้องส่งเข้าไปในรีจิสเตอร์ A และรหัสที่แปลงแล้วจะถูกเก็บในตำแหน่งที่ชี้โดยรีจิสเตอร์ DE ดังนั้นต้องกำหนดตำแหน่งเก็บรหัส ASCII ไว้ก่อนเรียกใช้โปรแกรมนี้ รหัสที่แปลงแล้วตัวแรกจะเก็บไว้ที่ (DE+1) - และตัวที่สองจะเก็บที่ (DE+2) ค่าของ DE จะเพิ่มขึ้น 2 โปรแกรมนี้แอดเดรสเริ่มต้นอยู่ที่ 63A0 ลักษณะโพรแกรมการทำงานเป็นดังนี้





ภาพที่ 4.10 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมเปลี่ยนเลขฐานสิบหก 2 ตัว เป็นรหัส ASCII

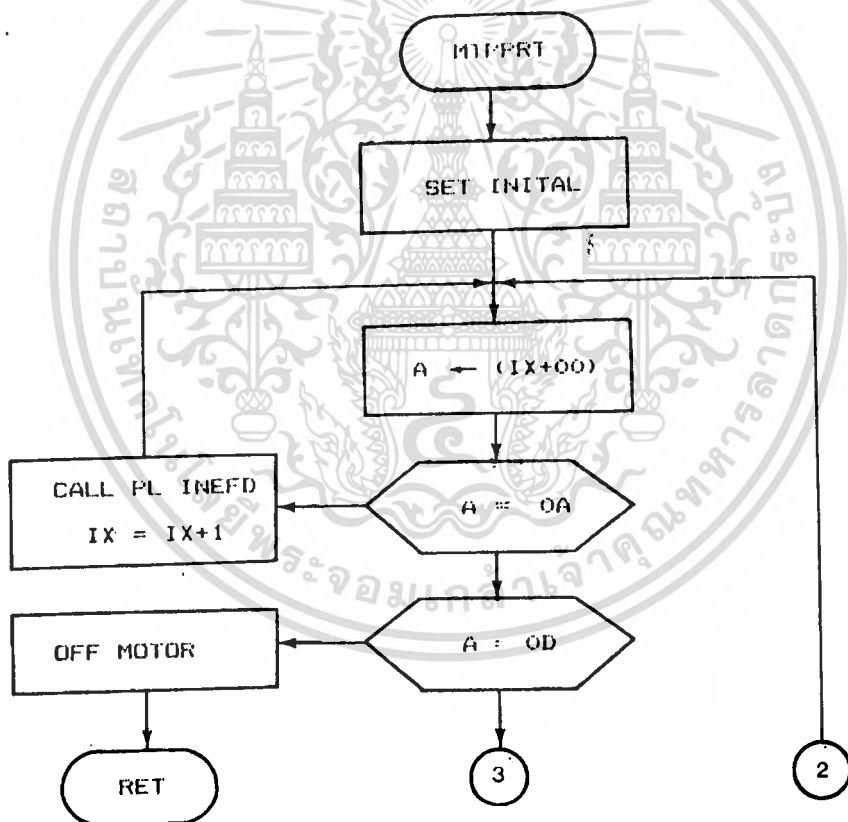
โปรแกรมเปลี่ยนเลขฐานสิบหก 2 ตัวเป็นรหัส ASCII (GEIN)

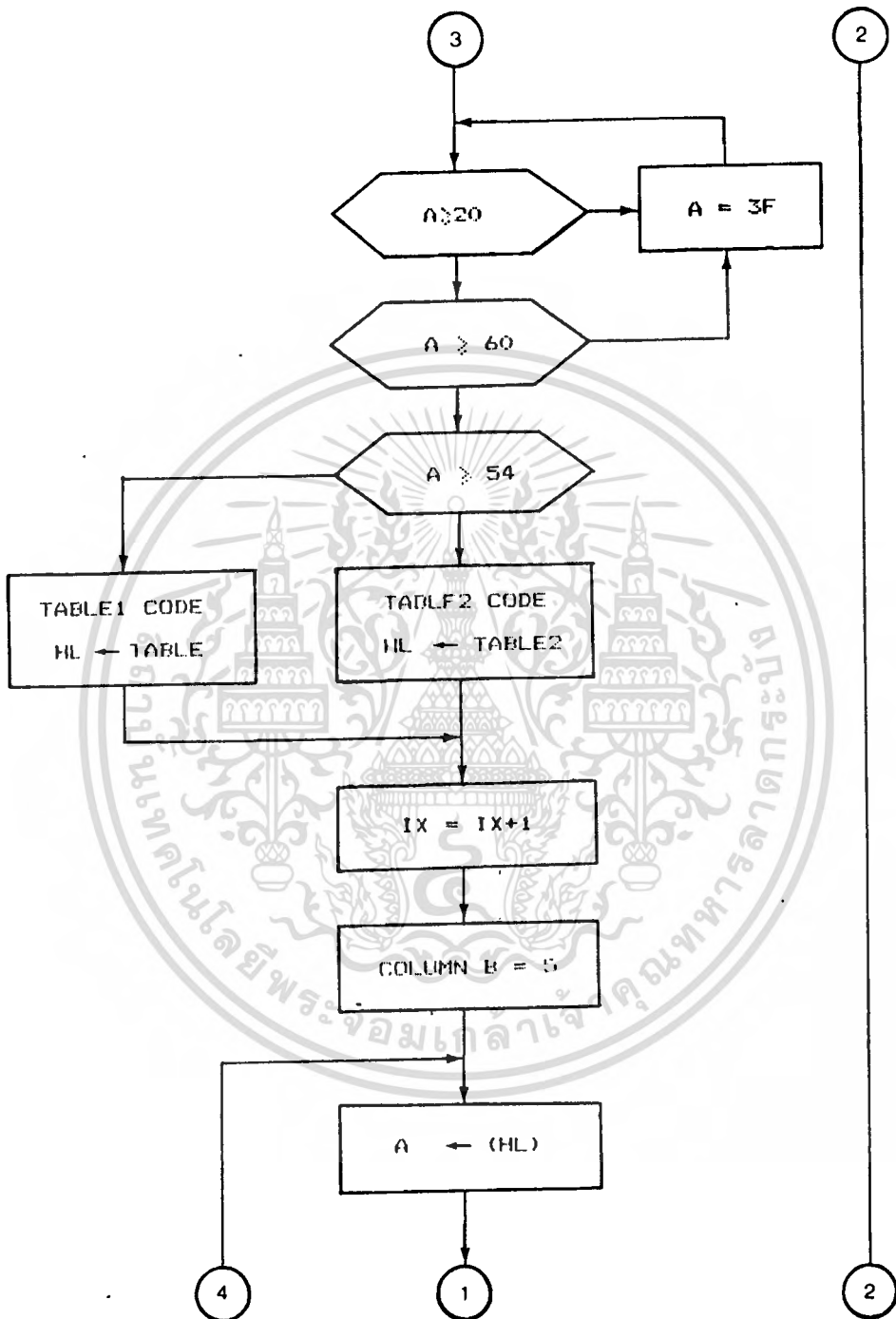
LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
63A0	4F	LD	C,A	เก็บข้อมูลในรีจิสเตอร์ A ไว้ใน C
63A1	E60F	AND	OF	แปลงรหัส 4 บิตล่างก่อน
63A3	CDB763	CALL	CONV	ทำการแปลงรหัสเป็น AS
63A6	47	LD	B,A	
63A7	79	LD	A,C	ส่งข้อมูลที่ต้องการแปลงรหัสไว้ใน A
63A8	E6F0	AND	FO	แปลงรหัส 4 บิตบน
63AA	OF	RRCA		
63AB	OF	RRCA		
63AC	OF	RRCA		
63AD	OF	RRCA		
63AE	CDB763	CALL	CONV	
63B1	13	INC	DE	
63B2	12	LD	(DE),A	เก็บรหัสตัวที่สองที่แอดเดรสชี้โดย DE+1
63B3	13	INC	DE	
63B4	78	LD	A,B	
63B5	12	LD	(DE),A	เก็บรหัสตัวที่สองที่แอดเดรสชี้โดย DE+2
63B6	C9	RET		
63B7	FE0A	CONV	CF OA	เปรียบเทียบตัวเลขน้อยกว่า 10 หรือไม่
63B9	3003	JR	NC,ASC	มากกว่า 10 เป็นตัวอักษรไปที่ ASC
63BB	F630	OR	30	เป็นตัวเลขบวกด้วย 30
63BD	1803	JR	LAST	
63BF	D609	ASC	SUB 09	เป็นตัวอักษรลบด้วย 9 แล้วบวกด้วย 40
63C1	F640	OR	40	
63C3	C9	LAST	RET	

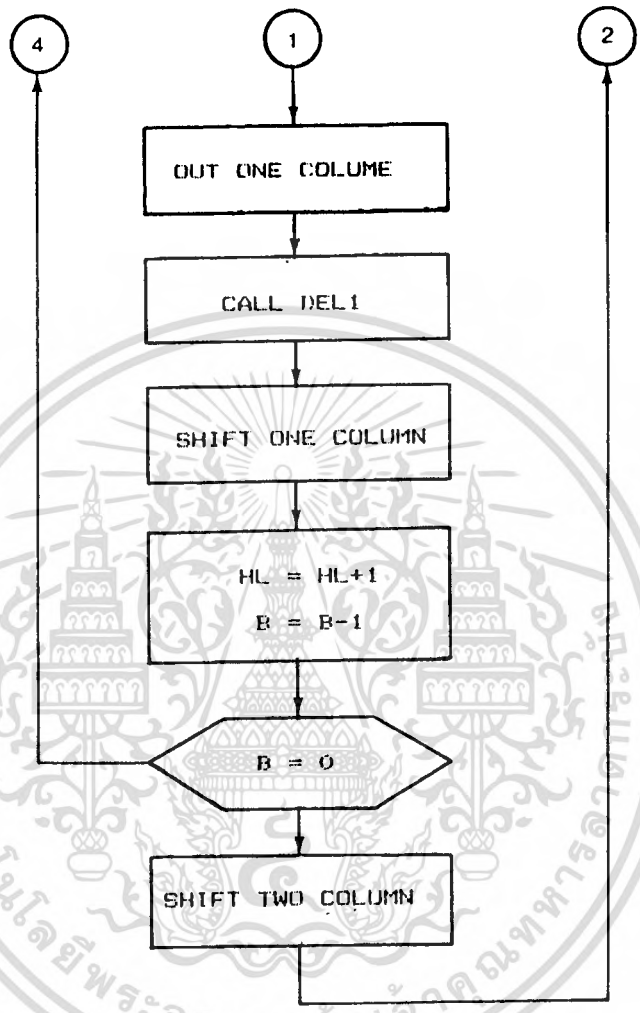
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ LINE BUFFER (MTPRT)

โปรแกรมนี้จะทำการพิมพ์ข้อมูลที่เก็บในแอดเดรส LINE BUFFER โดยข้อมูลที่พิมพ์แต่ละบรรทัดต้องไม่เกิน 20 ตัวอักษรสามารถเข้ารหัส OA ความคุมเลื่อนบรรทัดได้ ข้อมูลที่จะพิมพ์จะต้องเป็นรหัส ASCII (OA, OD และ 20-5F) เท่านั้นโดยรหัส OD ใช้แสดงว่าจบข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ จะต้องเก็บไว้ในแอดเดรสสุดท้ายของหน่วยความจำ LINE BUFFER ก่อนเรียกใช้โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลนี้ต้องกำหนดตำแหน่งแรกของข้อมูล (แอดเดรสแรกของ LINE BUFFER) ไว้ในรีจิสเตอร์ IX ก่อนโปรแกรมนี้เริ่มที่แอดเดรส 65AC และมีโปรแกรมการทำงานดังนี้







ภาพที่ 11 โปรแกรมที่เก็บหน่วยความจำ LINE BUFFER

โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ LINE BUFFER  
(MTPPRT)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
65AC	F5		PUSH AF	เก็บข้อมูลเดิมใน AF,BC,DI และ HL
65AD	C5		PUSH BC	
65AE	D5		PUSH DE	
65AF	E5		PUSH HL	
65B0	D8CB	AGIN	IN A, (CB)	
65B2	CB4F		BIT 1, A	
65B4	2B06		JR Z, ON	
65B6	3E80		LD A, 80	
65B8	D3CA		OUT (CA), A	
65BA	180A		JR TIME	
65BC	3E80	ON	LD A, 80	ควบคุมหัวพิมพ์ไปทางซ้ายสุด
65BE	D3CA		OUT (CA), A	
65C0	D8CB	READ	IN A, (CB)	
65C2	CB4F		BIT 1, A	
65C4	2BFA		JR Z, READ	
65C6	0612	TIME	LD B, 12	
65CB	10FB		DJNZ CON	
65CD	0603		LD B, 03	
65CF	CD2B66	NEW	CALL 662B	
65D2	CD3B66		CALL 663B	
65D5	10FB		DJNZ NEW	
65D7	DD7E00	ASC	LD A, (IX+00)	ส่งรหัสตัวแรกเข้าไปใน A
65DA	FE0A		CP 0A	ตรวจสอบว่าเป็น 0A หรือไม่
65DC	2007		JR NZ, CKOD	ไม่ใช่ 0A ไปยังตำแหน่ง CKOD
65DE	CDC463		CALL PL INEFD	เป็น 0A เลื่อนบรรทัด 1 บรรทัด
65E1	DD23		INC IX	เพิ่มค่า IX ขึ้นหนึ่ง
65E3	18CB		JR AGIN	กลับไปพิมพ์ตัวต่อไป
65E5	FE0D	CKOD	CP 0D	ตรวจสอบว่าเป็น 0D หรือไม่

โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ LINE BUFFER  
(MTPPRT)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
65E7	200B	JR	NZ,NEXT	กลับไป OD ไปยังตำแหน่ง NEXT
65E9	AF	XOR	A	
65EA	D3CA	OUT	(CA),A	ไปที่ OD จบการพิมพ์
65EC	E1	POP	HL	
65ED	D1	POP	DE	
65EE	C1	POP	BC	
65EF	F1	POP	AF	
65F0	C9	RET		กลับไปโปรแกรม เดิม
65F1	CD6566	NEXT CALL	6665	หาค่าแอดเดรสตารางเก็บไว้ใน HL
65F4	0605	LD	B,05	กำหนดอุปกรณ์พิมพ์เป็น 5 คอลัมน์
65F6	7E0F	DIG LD	A,(HL)	ส่งรหัสการพิมพ์ไว้ใน A
65F7	0F	RRCA		
65F8	D3CA	OUT	(CA),A	พิมพ์ตัวอักษร 1 คอลัมน์
65FA	C5	PUSH	BC	
65FB	0618	LD	B,18	
65FD	CD5366	MOR CALL	DEL1	
6500	10FB	DJNZ	MOR	
6602	C1	POP	RC	
6603	CD2B66	CALL	662B	
6606	3E80	LD	A,80	
6608	D3CA	OUT	(CA),A	
660A	CD3B66	CALL	663B	
660D	23	INC	HL	
660E	10E6	DJNZ	DIG	พิมพ์จนครบ 5 คอลัมน์
6610	0602	LD	B,02	เว้นระหว่างตัวอักษร 2 คอลัมน์
6612	CD2B66	ADD CALL	662B	
6615	CD3B66	CALL	6633	
6618	10FB	DJNZ	ADD	
661A	C3D765	JR	ASC	กลับไปพิมพ์ตัวอักษรถัดไปที่ ASC

โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ LINE BUFFER  
(MTPPRT)

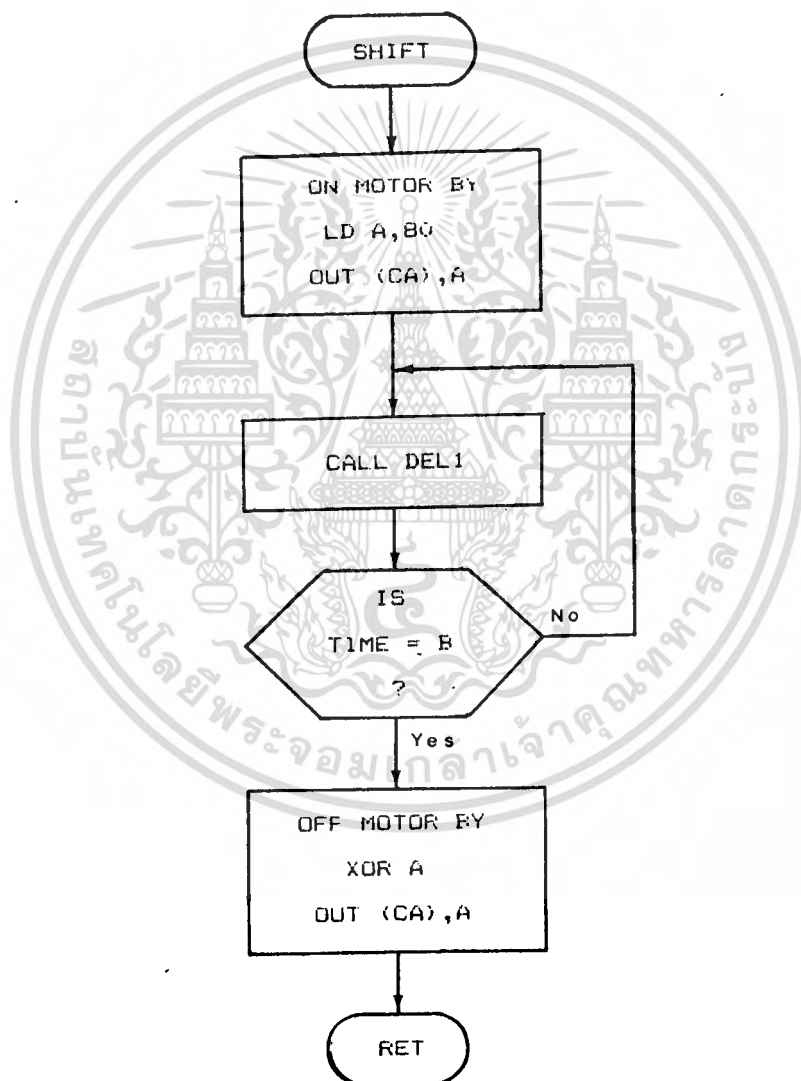
LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
6663	3E3F	STA	LD A,3F	
6665	FE20		CP 20	ตรวจว่ารหัส > 20 หรือไม่
6667	38FA	JR	C,STA	ถ้าน้อยกว่า 20 พิมพ์ค่า ?
6669	FE60		CP 60	ตรวจว่ารหัส > 60 หรือไม่
666B	30F6	JR	NC,STA	ถ้ามากกว่า 60 พิมพ์ค่า ?
666D	FE54		CP 54	ตรวจว่ารหัส > 54 หรือไม่
666F	3012	JR	NC,STA1	มากกว่า 54 ไปยังตำแหน่ง STA1
6671	A7		AND A	น้อยกว่า 54 หาค่าแอดเดรสเก็บ
6672	0E20		LD C,20	รหัสสำหรับพิมพ์จากตาราง TABLE1
6674	99		SBC A,C	
6675	47		LD B,A	
6676	87		ADD A,A	
6677	87		ADD A,A	
6678	80		ADD A,B	
6679	21		LD HL,66AD	
667C	5F	TAB2	LD E,A	
667D	1600		LD D,00	
667F	19		ADD HL,DE	
6680	DD23		INC IX	เพิ่มค่า IX ขึ้นหนึ่ง
6682	C9		RET	
6683	0E54	STA1	LD C,54	มากกว่า 54 หาค่าแอดเดรส
6685	99		SBC A,C	เก็บรหัสอักขระที่พิมพ์
6686	47		LD B,A	จากตาราง TABLE 2
6687	87		ADD A,A	
6688	87		ADD A,A	
6689	80		ADD A,B	
6684	21B167		LD HL,67B1	
668D	18ED	JR	TAB 2	ไปหาค่าแอดเดรส TABLE 2

โปรแกรมพิมพ์ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ LINE BUFFER  
(MTPPRT)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
662B	D9		EXX	
662C	0605		LD R,05	
662E	CD4B66	CON1	CALL DEL2	
6631	DBCB		IN A,(CB)	
6633	CB47		BIT 0,A	
6635	2BF7		JR Z,CON1	
6637	10F5		DJNZ CON1	
6639	D9		EXX	
663A	C9		RET	
663B	D9		EXX	
663C	0605		LD B,05	
663E	CD4B66	CON2	CALL DEL2	
6641	DBCB		IN A,(CB)	
6643	CB47		BIT 0,A	
6645	20F7		JR NZ,CON2	
6647	10F5		DJNZ CON2	
6649	D9		EXX	
664A	C9		RET	
664B	C5	DEL2	PUSH BC	
664C	0603		LD B,03	
664L	00	CON3	NOF	
664F	10FD		DJNZ CON3	
6651	C1		POP BC	
6652	C9		RET	

## โปรแกรม เลื่อนตำแหน่งหัวพิมพ์ไปทางขวามือ (SHIFT)

โปรแกรมย่อยนี้ใช้ เลื่อนตำแหน่งหัวพิมพ์ไปทางขวามือ โดยระยะที่จะเลื่อนต้องกำหนดไว้ในรีจิสเตอร์ B ก่อน ซึ่งจะใช้กำหนดตำแหน่งที่ต้องการพิมพ์ได้แอล เดรส เริ่มต้นของโปรแกรมนี้อยู่ที่ ๐๖A0 ลักษณะโปรแกรมการทำงานเป็นดังนี้



ภาพที่ 4.12 โปรแกรมเลื่อนตำแหน่งหัวพิมพ์ไปทางขวามือ

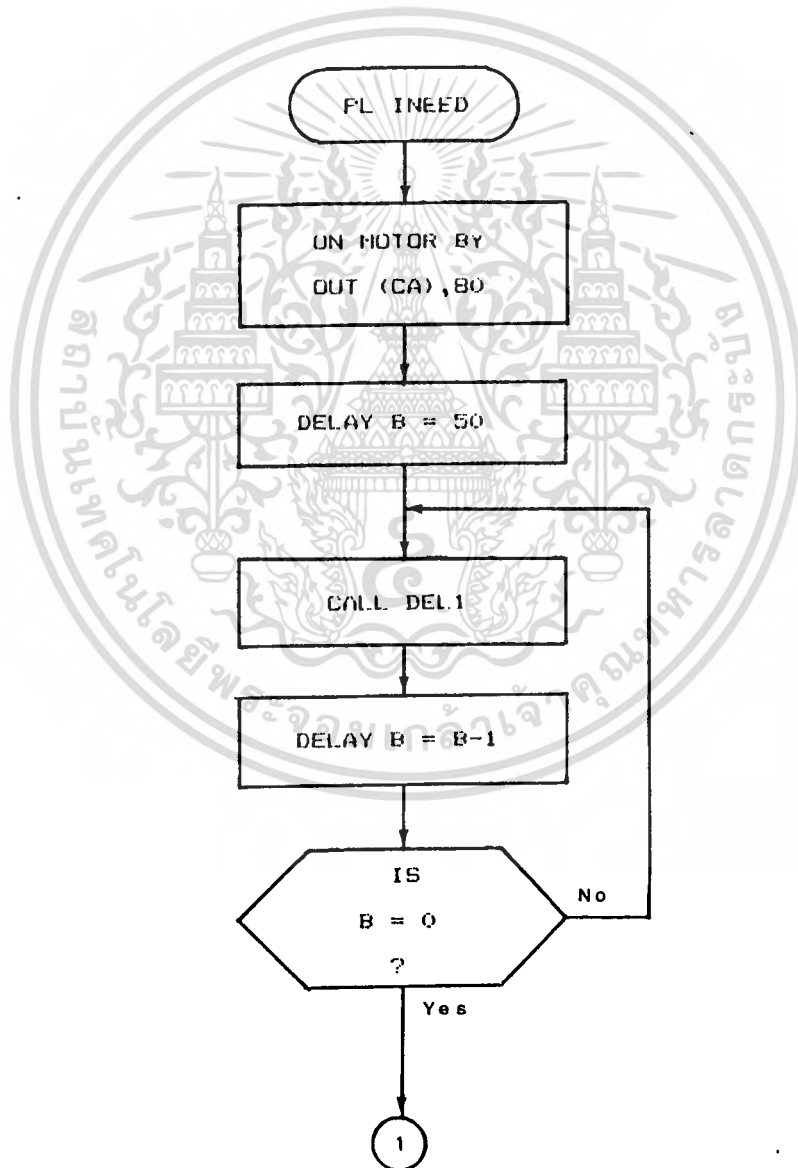
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม เลื่อนตำแหน่งหัวพิมพ์ไปทางขวามือ  
(SHIFT)

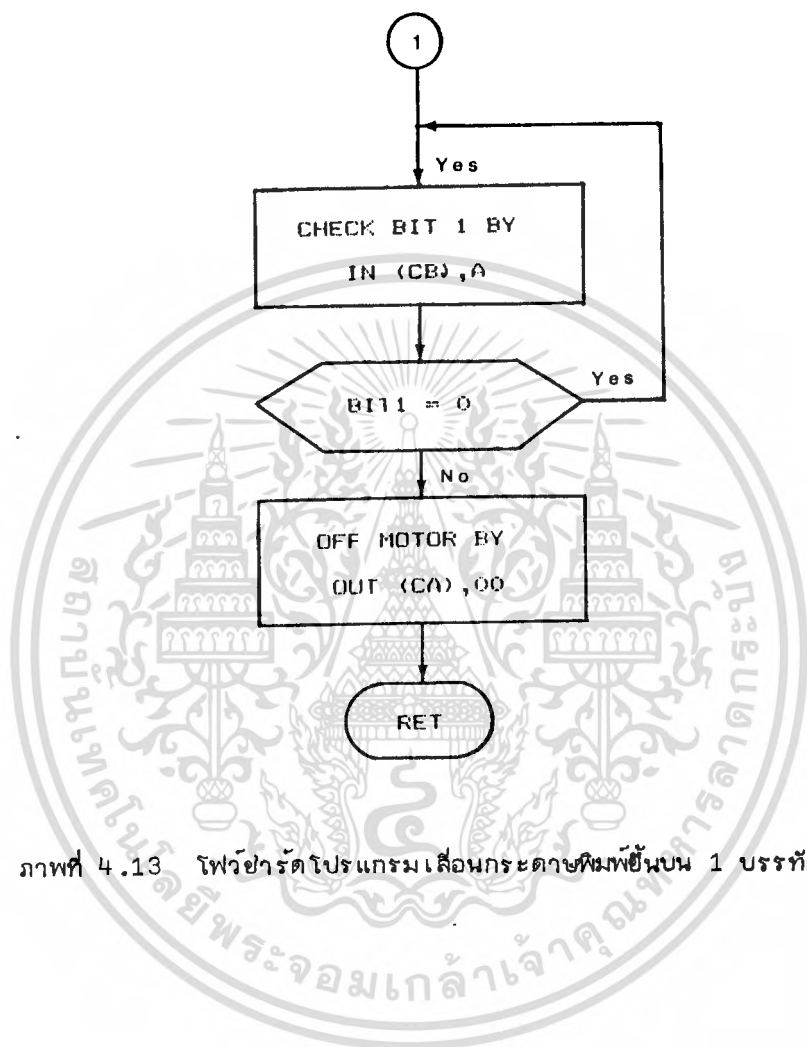
LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
66A0	3F80	LD	A,80	ส่งสัญญาณควบคุมจอ เเตอร์
66A2	D3CA	OUT	(CA),A	
66A4	CD5B66	CON	CALL DEL1	กำหนด เวลาทำงานโดย DEL1
66A7	10FB	DJNZ	CON	
66A9	AF	XOR	A	หยุดจอ เเตอร์
66AA	D3CA	OUT	(CA),A	
66AC	C9	RET		
665B	C5	DEL1	PUSH BC	
665C	06FF	LD	B,FF	กำหนด เวลาหน่วงในรีจิสเตอร์ B
665E	00	HERE	NOP	
665F	10FD	DJNZ	HERE	
6661	C1	POP	BC	
6662	C9	RET		

โปรแกรมเลื่อนกระดาษพิมพ์ชั้นแบบ 1 บรรทัด  
(PL INEFD)

โปรแกรมย่อยนี้ใช้สำหรับเลื่อนกระดาษพิมพ์ชั้นแบบ 1 บรรทัด ซึ่งใช้เปลี่ยนบรรทัดในการพิมพ์ แต่สามารถปรับรหัส OA โดยใส่ไว้หน้าข้อมูลที่ต้องการพิมพ์บรรทัดใหม่ โปรแกรมนี้เริ่มที่แอดเดรส 63C4 โดยมีลักษณะโฟลว์ชาร์ตการทำงานดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 โปรแกรมเคลื่อนกระดาดพิมพ์ขึ้นบน 1 บรรทัด

โปรแกรมเลื่อนกระดาษพิมพ์ขึ้นบน 1 บรรทัด  
(PL INEFD)

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	COMMENT
63C4	3E80		LD A,80	เปิดให้มอเตอร์ทำงาน
63C6	D3CA		OUT (CA),A	
63C8	0650		LD B,50	กำหนดเวลาการทำงาน
63CA	CD5B66	CON	CALL DEL1	
63CB	10FB		DJNZ CON	
63CF	D8CB	READ	IN A,(CB)	ตรวจการเลื่อนบรรทัดขึ้น
63D1	CB4F		BIT 1,A	J บรรทัด
63D3	28FA		JR Z,READ	
63D5	AF		XOR A	หยุดมอเตอร์
63D6	D3CA		OUT (CA),A	
63D8	C9		RET	
665B	C5	DEL1	PUSH BC	
665C	06FF		LD B,FF	
665E	00	HERE	NOP	
665F	10FD		DJNZ HERE	
6661	C1		POP BC	
6662	C9		RET	

วิจารณ์และสรุป

วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงการออกแบบสร้างและทดสอบการใช้งานเครื่องตรวจสอบการปฏิบัติงานของยานยนต์ โดยมุ่งหวังให้ใช้ได้กับรถโดยสารประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ (ขสมก.) เพื่อตรวจสอบปริมาณการใช้น้ำมัน ระยะทางและอัตราความเร็วสูงสุดพร้อมทั้ง เวลาที่ขับรถด้วยความเร็วสูงสุดนั้น ซึ่งในการสร้างได้ออกแบบเป็นสองส่วน คือเครื่องบันทึกข้อมูลกับเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ข้อมูล เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ข้อมูลซึ่งเป็นส่วนที่ 2 มีความสามารถในการทำงาน ดังนี้

1. สามารถแสดงค่าปริมาณการใช้น้ำมัน ของ เครื่องยนต์ได้สูงสุด 9999.99 ลิตร ซึ่งเป็นปริมาตรที่มากพอเพียง สำหรับการบันทึกค่าปริมาณการใช้น้ำมันของ เครื่องยนต์ต่อเนื่องกันเกิน 1 สัปดาห์
2. สามารถแสดงค่าระยะทางได้สูงสุด 9999.99 กิโลเมตร ซึ่งใช้ตรวจสอบเส้นทางวิ่งและสามารถใช้คำนวณความสิ้นเปลืองน้ำมันเฉลี่ยเป็นจำนวนกิโลเมตรต่อลิตร
3. สามารถแสดงค่าอัตราความเร็วสูงสุดของรถได้สูงถึง 999 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยจะแสดง เฉพาะค่าความเร็วสูงสุดพร้อมทั้ง เวลาที่ขับรถด้วยความเร็วสูงสุดนั้น
4. สามารถแสดงค่า เวลามาฬิกาตลอดเวลา , ซึ่งใช้บอกเวลาในการบันทึกข้อมูล ใช้คำนวณอัตราความเร็ว และสามารถแสดงค่าวันที่ เดือน ปีที่ทำการบันทึก และขณะที่กำลังอ่านค่าผลลัพธ์
5. สามารถตรวจสอบข้อมูลที่บ้านพัก โดยแสดงค่าผลลัพธ์ที่ชุดแสดงผลแบบตัวเลข 6 หลัก และพิมพ์ค่าผลลัพธ์ทั้งหมดด้วย เครื่องพิมพ์แบบหัวความร้อนเล็กๆ และสามารถโปรแกรมค่า เวลา วันที่ เดือน และปีที่เริ่มต้นทำการบันทึกทางแผง สวิตช์

6. การแสดงผลลัพธ์ที่ชุดแสดงผลแบบตัว เลข 6 หลัก จะบอกค่าเวลาเป็น ชั่วโมง. นาทิ. วินาที (12.30.45) เป็นเวลา 5 วินาทีแล้วสลับแสดงผลค่าปริมาตรน้ำมัน (0000.00) ลิตร เป็นเวลา 1 วินาที และค่าระยะทาง (0000.00) กิโลเมตร เป็นเวลาอีก 1 วินาที จึงกลับไปแสดงผลค่าเวลาต่อ เป็นลักษณะ เช่นนี้ไปเรื่อยๆ ซึ่งใช้สำหรับตรวจสอบการตั้ง เวลา เริ่มต้นการบันทึกข้อมูลว่า ถูกต้องหรือไม่
7. การแสดงผลลัพธ์ทาง เครื่องพิมพ์แบบหัวความร้อนเล็กๆ ข้อมูลที่บันทึกไว้ทั้งหมด จะพิมพ์ลงบนกระดาษเล็กๆ ที่วัดต่อความร้อนเป็นภาษาอังกฤษ ซึ่งมี วันที่ เดือน ปี และเวลาที่เริ่มทำการบันทึก ค่าปริมาตรน้ำมัน ค่าระยะทางทั้งหมด อัตราความเร็วสูงสุดพร้อมทั้ง เวลาที่ขับรถด้วยความเร็วสูงสุดนั้น และวันที่ เดือน ปี พร้อมด้วยเวลาในขณะที่กำลังอ่านค่าผลลัพธ์

จากการทดสอบเครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ข้อมูลนี้ โดยการต่ออินเตอร์เฟสเข้ากับ เครื่องบันทึกข้อมูล ปรากฏว่าสามารถทำการโปรแกรมค่า เวลา วันที่ เดือน ปีที่เริ่มต้นการบันทึก ได้ และสามารถอ่านค่าผลลัพธ์ทางชุดแสดงผลแบบตัว เลข 6 หลัก และสามารถพิมพ์ผลลัพธ์ลง บนกระดาษเล็กๆ ได้ถูกต้องตามข้อมูลที่โปรแกรมไว้ (ดูผลการทดสอบในภาคผนวกที่ 2) เครื่องมือทั้งระบบที่ออกแบบนี้จะเป็นประโยชน์มากสำหรับองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ เพื่อนำไปติดตั้งในรถโดยสารแต่ละคัน เพื่อตรวจสอบปริมาตรน้ำมันที่ใช้ไปของรถแต่ละคันและยังสามารถ ตรวจสอบ เส้นทางวิ่งและควบคุมการขับรถเกินอัตราความเร็วที่กำหนดได้ การตรวจสอบอาจจะ ตรวจสอบ เฉพาะรถโดยสารคันที่สงสัยเท่านั้น หรือใช้ตรวจสอบชั่วคราวเพื่อกำหนดจำนวนปริมาตร น้ำมันที่ใช้ไปของรถโดยสารแต่ละคัน โดยสามารถใช้เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ข้อมูลเพียง เครื่องเดียวในการตรวจสอบรถโดยสารทุกๆ คันได้ เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณ

สำหรับงบประมาณในการสร้าง เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ข้อมูลนี้ยังค่อนข้างสูง ประมาณ 7,000 บาท เนื่องจากเครื่องพิมพ์แบบหัวความร้อนราคาสูงและต้องสั่งซื้อจาก ต่างประเทศ ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ไมโครโปรเซสเซอร์ ตัว เลขแสดงผล หน่วยความจำ

สามารถหาซื้อภายในประเทศได้ คาดว่าหากมีการผลิตเป็นจำนวนมาก ราคาต่อเครื่องอาจถูกลงกว่านี้มาก

แนวความคิดในการพัฒนาต่อไป เครื่องทั้งระบบนี้สามารถเป็นแนวในการออกแบบสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์รถยนต์ โดยการรวมชุดแสดงผลพร้อมไว้ในเครื่องเดียวกัน และตัดเครื่องพิมพ์ออกไป ซึ่งจะสามารถลดอุปกรณ์ในการสร้างเป็นจำนวนมาก ทำให้งบประมาณการสร้างลดลงได้มาก และเมื่อใช้กับรถยนต์ทั่วไปซึ่งใช้เครื่องยนต์ก๊าซโซลีนจึงไม่ต้องการตัดแปลงระบบควบคุมการจ่ายน้ำมัน ทำให้สะดวกในการติดตั้งชุดตรวจวัดปริมาณน้ำมัน เพียงแต่เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ เพื่อให้แสดงข้อมูลตลอดเวลา โดยสามารถเลือกการแสดงผลข้อมูลต่างๆ ได้ตามต้องการ เช่น แสดงค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเป็นกิโลเมตรต่อลิตร ซึ่งสามารถหาค่าอัตราความเร็วที่ประหยัดน้ำมันที่สุดได้ แสดงค่าระยะทาง แสดงค่าอัตราความเร็ว หรือแสดงค่าอัตราความเร็วที่ทำให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดและบันทึกจำนวนน้ำมันที่ใช้ไปเพื่อตรวจสอบการเติมน้ำมันของสถานีบริการน้ำมัน แสดงค่าเวลาและใช้คำนวณค่าอื่นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรม ถ้าหากสามารถสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นนี้ได้ จะทำให้สามารถตรวจสภาพเครื่องยนต์ได้ และสามารถช่วยรถให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุด ทั้งยังสามารถตรวจสอบการเติมน้ำมันจากสถานีบริการน้ำมัน ว่าถูกต้องหรือไม่ และยังใช้เป็นเครื่องคำนวณต่างๆ ในรถยนต์ด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้ที่มีรถยนต์และเป็นการประหยัดรายจ่ายอันเป็นการช่วยเหลือประเทศชาติทั้งทางด้านเศรษฐกิจและเทคโนโลยี ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะ เป็นประโยชน์ในการวิจัยและสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [ 1 ] Lande A. Leventhal, Z-80 Assembly Language Programming. California: McGraw-Hill, 1979.
- [ 2 ] Z-80-CPU Technical Manual. California : Zilog, Inc., 1977.
- [ 3 ] Micro-Professor MPF-I User's Manual. Taipei : Multitech Industrial Corporation, 1981.
- [ 4 ] PRT-MPF Printer Operation Manual. Taipei : Multitech Industrial Corporation, 1981.
- [ 5 ] Logic Databook. California : National Semiconductor Corporation, 1978.
- [ 6 ] P. MacFarlane, "Car Computer," Practical Electronics, pp. 30-35, Dec. 1981 and pp. 58-61, Jan. 1982.
- [ 7 ] Lionel Taylor, "MPG Meter," Practical Electronics, pp. 26-30, Jun. 1982.
- [ 8 ] John Clarke, "Car computer," Electronics Australia, pp. 56-58 Jul, 1982. and pp. 40-53, Aug. 1982.
- [ 9 ] ยืน ภู่วรรณ "มาสร้าง ROM จาก RAM กันเถอะ" เข็มคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับเมษายน-พฤษภาคม 2525 หน้า 71-74
- [ 10 ] บ.บ้านหม้อ "มาสร้างชุดพัฒนาระบบ 8048 (8035) จากไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดียว" เข็มคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับกุมภาพันธ์-มีนาคม 2525 หน้า 70-77
- [ 11 ] ณรงค์ อาจฤทธิ์ สุจินต์ วัฒนพิทักษ์พงศ์ รศ.ดร.สิทธิชัย โภไคยอุดม "เครื่องบันทึกการใช้บ้านของเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" วิศวกรรมสาร, ฉบับเมษายน 2527 หน้า 75-83



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags						Op-Code			No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
		C	Z	V	S	N	H	76	543	210				
BIT b, r	$Z \rightarrow \overline{T}_b$	•	f	X	X	0	1	11	001	011	2	2	8	r, Reg. 000 a 001 b 010 c 011 d 100 e 101 f 111 A
								01	b	r				
BIT b, (HL)	$Z \rightarrow \overline{(HL)}_b$	•	f	X	X	0	1	11	001	011	2	3	12	b
								01	b	110				
BIT b, (IX+d)	$Z \rightarrow \overline{(IX+d)}_b$	•	f	X	X	0	1	11	011	101	4	5	20	b
								11	001	011				
								-	d	-				
								01	b	110				
BIT b, (IY+d)	$Z \rightarrow \overline{(IY+d)}_b$	•	f	X	X	0	1	11	111	101	4	5	20	b
								11	001	011				
								-	d	-				
								01	b	110				
SET b, r	$T_b - 1$	•	•	•	•	•	•	11	001	011	2	2	8	Bit Tested
								11	b	r				
SET b, (HL)	$(HL)_b - 1$	•	•	•	•	•	•	11	001	011	2	4	15	0
								11	b	110				
SET b, (IX+d)	$(IX+d)_b - 1$	•	•	•	•	•	•	11	011	101	4	6	23	1
								11	001	011				
								-	d	-				
								11	b	110				
SET b, (IY+d)	$(IY+d)_b - 1$	•	•	•	•	•	•	11	111	101	4	6	23	2
								11	001	011				
								-	d	-				
								11	b	110				
RES b, m	$S_b = 0$ $m \equiv r, (HL),$ $(IX+d),$ $(IY+d)$	•	•	•	•	•	•	10			2	2	8	3
								10						

To form new OP-code replace [ ] of SET h,m with [X]. Flags and time states for SET instruction

Notes: The notation  $S_b$  indicates bit b (0 to 7) or location s.

Flag Notations: • = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown, f = flag is affected according to the result of the operation.

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags						Op-Code			No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments	
		C	Z	V	S	N	H	76	543	210					
DAA	Converts acc. content into packed BCD following add or subtract with packed BCD operands	•	•	f	•	•	•	•	00	100	111	1	1	4	Decimal adjust accumulator
CPL	$A \rightarrow \overline{A}$	•	•	•	•	•	•	•	00	101	111	1	1	4	Complement accumulator (one's complement)
NEG	$A \rightarrow 0 - A$	f	•	V	t	•	•	•	11	101	101	2	2	8	Negate acc. (two's complement)
CCF	$CY \rightarrow \overline{CY}$	f	•	•	•	•	•	•	00	111	111	1	1	4	Complement carry flag
SCF	$CY \rightarrow 1$	1	•	•	•	•	•	•	00	110	111	1	1	4	Set carry flag
NOP	No operation	•	•	•	•	•	•	•	00	000	000	1	1	4	
HALT	CPU halted	•	•	•	•	•	•	•	01	110	110	1	1	4	
DI	$IFF \rightarrow 0$	•	•	•	•	•	•	•	11	110	011	1	1	4	
EI	$IFF \rightarrow 1$	•	•	•	•	•	•	•	11	111	011	1	1	4	
IM 0	Set interrupt mode 0	•	•	•	•	•	•	•	11	101	101	2	2	8	
IM 1	Set interrupt mode 1	•	•	•	•	•	•	•	01	000	110	2	2	8	
									01	010	110				
IM 2	Set interrupt mode 2	•	•	•	•	•	•	•	11	101	101	2	2	8	
									01	011	110				

Notes: IFF indicates the interrupt enable flip-flop  
CY indicates the carry flip-flop.

Flag Notations: • = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown, f = flag is affected according to the result of the operation.

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags						Op-Code			No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
		C	Z	V	S	N	H	76	543	210				
ADD HL, ss	HL ← HL + ss	1	0	0	0	0	X	00	ss	001	1	3	11	ss Reg. 00 BC 01 DE 10 HL 11 SP
ADC HL, ss	HL ← HL + ss + CY	1	1	V	1	0	X	11	101	101	2	4	15	
SBC HL, ss	HL ← HL - ss - CY	1	1	V	1	1	X	11	101	101	2	4	15	
ADD IX, pp	IX ← IX + pp	1	0	0	0	0	X	11	011	101	2	4	15	pp Reg. 00 BC 01 DE 10 IX 11 SP
ADD IY, rr	IY ← IY + rr	1	0	0	0	0	X	11	111	101	2	4	15	rr Reg. 00 BC 01 DE 10 IY 11 SP
INC ss	ss ← ss + 1	0	0	0	0	0	0	00	ss	011	1	1	6	
INC IX	IX ← IX + 1	0	0	0	0	0	0	11	011	101	2	2	10	
INC IY	IY ← IY + 1	0	0	0	0	0	0	11	111	101	2	2	10	
DEC ss	ss ← ss - 1	0	0	0	0	0	0	00	ss	011	1	1	6	
DEC IX	IX ← IX - 1	0	0	0	0	0	0	11	011	101	2	2	10	
DEC IY	IY ← IY - 1	0	0	0	0	0	0	11	111	101	2	2	10	

Notes: ss is any of the register pairs BC, DE, HL, SP  
pp is any of the register pairs BC, DE, IX, SP  
rr is any of the register pairs BC, DE, IY, SP.

Flag Notation: 0 = flag not affected, 1 = flag reset, V = flag set, X = flag is unknown, ? = flag is affected according to the result of the operation.

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags						Op-Code			No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
		C	Z	V	S	N	H	76	543	210				
CALL nn	(SP-1) ← PC <sub>H</sub> (SP-2) ← PC <sub>L</sub> PC ← nn	0	0	0	0	0	0	11	001	101	3	5	17	
CALL cc, nn	If condition cc is false continue, otherwise same as CALL nn	0	0	0	0	0	0	11	cc	100	3	3	10	If cc is false
											3	5	17	If cc is true
RET	PC <sub>L</sub> ← (SP) PC <sub>H</sub> ← (SP+1)	0	0	0	0	0	0	11	001	001	1	3	10	
RET cc	If condition cc is false continue, otherwise same as RET	0	0	0	0	0	0	11	cc	000	1	1	5	If cc is false
											1	3	11	If cc is true
RETI	Return from interrupt	0	0	0	0	0	0	11	101	101	2	4	14	000 NZ non zero 001 Z zero 010 NC non carry 011 C carry 100 PO parity odd 101 PE parity even 110 P sign positive 111 M sign negative
RETN	Return from non maskable interrupt	0	0	0	0	0	0	11	101	101	2	4	14	
RST p	(SP-1) ← PC <sub>H</sub> (SP-2) ← PC <sub>L</sub> PC <sub>H</sub> ← 0 PC <sub>L</sub> ← p	0	0	0	0	0	0	11	p	111	1	3	11	

Flag Notation: 0 = flag not affected, 1 = flag reset, V = flag set, X = flag is unknown, ? = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags					Op-Code				No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
		C	Z	P/V	S	N	76	543	210					
LX DE, HL	DE ← HL	•	•	•	•	•	11	101	011	1	1	4		
EX AF, AF'	AF ← AF'	•	•	•	•	•	00	001	000	1	1	4		
EXX	(BC ↔ BC') (DE ↔ DE') (HL ↔ HL')	•	•	•	•	•	11	011	001	1	1	4	Register bank and auxiliary register bank exchange	
EX (SP), HL	H ← (SP+1) L ← (SP)	•	•	•	•	•	11	100	011	1	5	19		
EX (SP), IX	IX <sub>H</sub> ← (SP+1) IX <sub>L</sub> ← (SP)	•	•	•	•	•	11	011	101	2	6	23		
EX (SP), IY	IY <sub>H</sub> ← (SP+1) IY <sub>L</sub> ← (SP)	•	•	•	•	•	11	111	101	2	6	23		
LDI	(DE) ← (HL) DE ← DE+1 HL ← HL+1 BC ← BC-1	•	•	1	•	0	11	101	101	2	4	16	Load (HL) into (DE), increment the pointers and decrement the byte counter (BC)	
LDIR	(DE) ← (HL) DE ← DE+1 HL ← HL+1 BC ← BC-1 Repeat until BC = 0	•	•	0	•	0	11	101	101	2	5	21	If BC = 0	
							10	111	000	2	4	16	If BC = 0	
LDD	(DE) ← (HL) DE ← DE-1 HL ← HL-1 BC ← BC-1	•	•	1	•	0	11	101	101	2	4	16		
LDDR	(DE) ← (HL) DE ← DE-1 HL ← HL-1 BC ← BC-1 Repeat until BC = 0	•	•	0	•	0	11	101	101	2	5	21	If BC = 0	
							10	111	000	2	4	16	If BC = 0	
CP	A ← (HL) HL ← HL+1 BC ← BC-1	•	1	1	1	1	11	101	101	2	4	16		
CPH	A ← (HL) HL ← HL+1 BC ← BC-1 Repeat until A = (HL) or BC = 0	•	1	1	1	1	11	101	101	2	5	21	If BC = 0 and A = (HL)	
							10	110	001	2	4	16	If BC = 0 or A = (HL)	
CPD	A ← (HL) HL ← HL-1 BC ← BC-1	•	1	1	1	1	11	101	101	2	4	16		
CPDR	A ← (HL) HL ← HL-1 BC ← BC-1 Repeat until A = (HL) or BC = 0	•	1	1	1	1	11	101	101	2	5	21	If BC = 0 and A = (HL)	
							10	111	001	2	4	16	If BC = 0 or A = (HL)	

Notes: ① P/V flag is 0 if the result of BC-1 = 0, otherwise P/V = 1  
 ② Z flag is 1 if A = (HL), otherwise Z = 0

Flag Notation: • = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown, 1 = flag is affected according to the result of the operation.

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags						Op-Code				No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
		C	Z	V	S	N	H	76	543	210					
RLCA		1	0	0	0	0	0	00	000	111	1	1	4	Rotate left circular accumulator	
RLA		1	0	0	0	0	0	00	010	111	1	1	4	Rotate left accumulator	
RRCa		1	0	0	0	0	0	00	001	111	1	1	4	Rotate right circular accumulator	
RRA		1	0	0	0	0	0	00	011	111	1	1	4	Rotate right accumulator	
RLC r		1	1	P	1	0	0	11	001	011	2	2	8	Rotate left circular register r	
RLC (HL)		1	1	P	1	0	0	11	001	011	2	4	15	r Reg.	
RLC (IX+d)		1	1	P	1	0	0	00	000	110	4	6	23	000 B	
		1	1	P	1	0	0	11	011	101	4	6	23	001 C	
		1	1	P	1	0	0	11	001	011	4	6	23	010 D	
RLC (IY+d)	1	1	P	1	0	0	00	000	110	4	6	23	011 E		
	1	1	P	1	0	0	11	111	101	4	6	23	100 H		
	1	1	P	1	0	0	11	001	011	4	6	23	101 L		
RLC (IY+d)	1	1	P	1	0	0	00	000	110	4	6	23	111 A		
RL m		1	1	P	1	0	0	010						Instruction format and states are as shown for RLC m. To form new OP-code replace 000 of RLC m with shown code	
RRC m		1	1	P	1	0	0	001							
RR m		1	1	P	1	0	0	011							
SLA m		1	1	P	1	0	0	100							
SRA m		1	1	P	1	0	0	101							
SRL m		1	1	P	1	0	0	111							
RLD		0	1	P	1	0	0	11	101	101	2	5	18		Rotate digit left and right between the accumulator and location (HL). The content of the upper half of the accumulator is unaffected
RRLD		0	1	P	1	0	0	01	101	111	2	5	18		

Flag Notation: 0 = flag not affected, 1 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown, 1 = flag is affected according to the result of the operation.

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags					Op-Code			No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
		C	Z	V	S	N	76	543	210				
IN A, (n)	A ← (n)	•	•	•	•	•	11	011	011	2	3	11	n to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> Acc to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
IN r, (C)	r ← (C) if r = 110 only the flags will be affected	•	1	•	•	0	11	101	101	2	3	12	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
INI	(HL) ← (C) B ← B - 1 HL ← HL + 1	X	1	X	X	1	11	101	101	2	4	16	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
INIR	(HL) ← (C) B ← B - 1 HL ← HL + 1 Repeat until B = 0	X	1	X	X	1	11	101	101	2	5 (if B ≠ 0)	21	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
IND	(HL) ← (C) B ← B - 1 HL ← HL - 1	X	1	X	X	1	11	101	101	2	4	16	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
INDR	(HL) ← (C) B ← B - 1 HL ← HL - 1 Repeat until B = 0	X	1	X	X	1	11	101	101	2	5 (if B ≠ 0)	21	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
OUT (n), A	(n) → A	•	•	•	•	•	11	010	011	2	3	11	n to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> Acc to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
OUT (C), r	(C) → r	•	•	•	•	•	11	101	101	2	3	12	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
OUTI	(C) ← (HL) B ← B - 1 HL ← HL + 1	X	1	X	X	1	11	101	101	2	4	16	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
OTIR	(C) ← (HL) B ← B - 1 HL ← HL + 1 Repeat until B = 0	X	1	X	X	1	11	101	101	2	5 (if B ≠ 0)	21	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
OUTD	(C) ← (HL) B ← B - 1 HL ← HL - 1	X	1	X	X	1	11	101	101	2	4	16	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>
OTDR	(C) ← (HL) B ← B - 1 HL ← HL - 1 Repeat until B = 0	X	1	X	X	1	11	101	101	2	5 (if B ≠ 0)	21	C to A <sub>0</sub> - A <sub>7</sub> B to A <sub>8</sub> - A <sub>15</sub>

Notes: ① If the result of B - 1 is zero the Z flag is set, otherwise it is reset.

Flag Notation: • = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,  
1 = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags						OP-Code			No. of Bytes	No. of Instruction Cycles	No. of T-Cycles	Comments
		C	Z	P/V	S	N	H	76	543	210				
LD r, r'	r ← r'	•	•	•	•	•	•	01	r	r'	1	1	4	r, r' Reg.
LD r, n	r ← n	•	•	•	•	•	•	00	r	110	2	2	7	000 B 001 C 010 D 011 E 100 H 101 L 111 A
LD r, (HL)	r ← (HL)	•	•	•	•	•	•	01	r	110	1	2	7	
LD r, (IX+d)	r ← (IX+d)	•	•	•	•	•	•	11	011	101	3	5	19	
LD r, (IY+d)	r ← (IY+d)	•	•	•	•	•	•	11	111	101	3	5	19	
LD (HL), r	(HL) ← r	•	•	•	•	•	•	01	110	r	1	2	7	
LD (IX+d), r	(IX+d) ← r	•	•	•	•	•	•	11	011	101	3	5	19	
LD (IY+d), r	(IY+d) ← r	•	•	•	•	•	•	11	111	101	3	5	19	
LD (HL), n	(HL) ← n	•	•	•	•	•	•	00	110	110	2	3	10	
LD (IX+d), n	(IX+d) ← n	•	•	•	•	•	•	11	011	101	4	5	19	
LD (IY+d), n	(IY+d) ← n	•	•	•	•	•	•	11	111	101	4	5	19	
LD A, (BC)	A ← (BC)	•	•	•	•	•	•	00	001	010	1	2	7	
LD A, (DE)	A ← (DE)	•	•	•	•	•	•	00	011	010	1	2	7	
LD A, (nn)	A ← (nn)	•	•	•	•	•	•	00	111	010	3	4	13	
LD (BC), A	(BC) ← A	•	•	•	•	•	•	00	000	010	1	2	7	
LD (DE), A	(DE) ← A	•	•	•	•	•	•	00	010	010	1	2	7	
LD (nn), A	(nn) ← A	•	•	•	•	•	•	00	110	010	3	4	13	
LD A, I	A ← I	•	1	IFF	1	0	0	11	101	101	2	2	9	
LD A, R	A ← R	•	1	IFF	1	0	0	11	101	101	2	2	9	
LD I, A	I ← A	•	•	•	•	•	•	01	011	111	2	2	9	
LD R, A	R ← A	•	•	•	•	•	•	11	101	101	2	2	9	

Notes: r, r' means any of the registers A, B, C, D, E, H, L

IFF the content of the interrupt enable (flip-flop (IFF)) is copied into the P/V flag

Flag Notation: • = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,  
: = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags					Op-Code			No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments	
		C	Z	V	S	N	76	543	210					
JP nn	PC ← nn	•	•	•	•	•	11	000	011	3	3	10		
JP cc, nn	If condition cc is true PC ← nn, otherwise continue	•	•	•	•	•	11	cc	010	1	1	10	cc Condition	
		•	•	•	•	•	000						NZ non zero	
		•	•	•	•	•	001							Z zero
		•	•	•	•	•	010							NC non carry
		•	•	•	•	•	011							C carry
JR e	PC ← PC + e	•	•	•	•	•	00	011	000	2	3	12	100 PO parity odd	
		•	•	•	•	•	101						PE parity even	
		•	•	•	•	•	110						P sign positive	
JR C, e	If C = 0, continue	•	•	•	•	•	00	111	000	2	2	7	If condition not met	
		•	•	•	•	•	111						If condition is met	
JR NC, e	If C = 1, continue	•	•	•	•	•	00	110	000	2	2	7	If condition not met	
		•	•	•	•	•	110						If condition is met	
JR Z, e	If Z = 0, continue	•	•	•	•	•	00	101	000	2	2	7	If condition not met	
		•	•	•	•	•	101						If condition is met	
JR NZ, e	If Z = 1, continue	•	•	•	•	•	00	100	000	2	2	7	If condition not met	
		•	•	•	•	•	100						If condition met	
JP (HL)	PC ← HL	•	•	•	•	•	11	101	001	1	1	4		
JP (IX)	PC ← IX	•	•	•	•	•	11	011	101	2	2	8		
		•	•	•	•	•	11	101	001					
JP (IY)	PC ← IY	•	•	•	•	•	11	111	101	2	2	8		
		•	•	•	•	•	11	101	001					
DJNZ, e	B ← B - 1 If B = 0, continue	•	•	•	•	•	00	010	000	2	2	8	If B = 0	
		•	•	•	•	•	111						If B ≠ 0	

Notes: e represents the extension in the relative addressing mode.  
 e is a signed two's complement number in the range <-126, 129>  
 e-2 in the op-code provides an effective address of pc+e as PC is incremented by 2 prior to the addition of e.

Flag Notation: • = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,  
 † = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mnemonic	Symbolic Operands	Flags					Op-Code 7b 543 210	No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments
		C	Z	V	N	H					
LD dd, aa	dd ← aa	0	0	0	0	0	00 000 001	3	3	10	dd Pair 00 BC 01 DE 10 HL 11 SP
LD IX, aa	IX ← aa	0	0	0	0	0	11 011 101 00 100 001	6	6	14	
LD IV, aa	IV ← aa	0	0	0	0	0	11 111 101 00 100 001	6	6	14	
LD HL, (aa)	H ← (aa+1) L ← (aa)	0	0	0	0	0	00 101 010	3	5	16	
LD dd, (aa)	dd <sub>H</sub> ← (aa+1) dd <sub>L</sub> ← (aa)	0	0	0	0	0	11 101 101 01 001 011	6	6	20	
LD IX, (aa)	IX <sub>H</sub> ← (aa+1) IX <sub>L</sub> ← (aa)	0	0	0	0	0	11 011 101 00 101 010	6	6	20	
LD IV, (aa)	IV <sub>H</sub> ← (aa+1) IV <sub>L</sub> ← (aa)	0	0	0	0	0	11 111 101 00 101 010	6	6	20	
LD (aa), HL	(aa+1) ← H (aa) ← L	0	0	0	0	0	00 100 010	3	5	16	
LD (aa), dd	(aa+1) ← dd <sub>H</sub> (aa) ← dd <sub>L</sub>	0	0	0	0	0	11 101 101 01 000 011	6	6	20	
LD (aa), IX	(aa+1) ← IX <sub>H</sub> (aa) ← IX <sub>L</sub>	0	0	0	0	0	11 011 101 00 100 010	6	6	20	
LD (aa), IV	(aa+1) ← IV <sub>H</sub> (aa) ← IV <sub>L</sub>	0	0	0	0	0	11 111 101 00 100 010	6	6	20	
LD SP, HL	SP ← HL	0	0	0	0	0	11 111 001	1	1	6	
LD SP, IX	SP ← IX	0	0	0	0	0	11 011 101 11 111 001	2	2	10	
LD SP, IV	SP ← IV	0	0	0	0	0	11 111 101 11 111 001	2	2	10	
PUSH qq	(SP-2) ← qq <sub>L</sub> (SP-1) ← qq <sub>H</sub>	0	0	0	0	0	11 000 101	1	3	11	qq Pair 00 BC 01 DE 10 HL 11 AF
PUSH IX	(SP-2) ← IX <sub>L</sub> (SP-1) ← IX <sub>H</sub>	0	0	0	0	0	11 011 101 11 100 101	2	6	15	
PUSH IV	(SP-2) ← IV <sub>L</sub> (SP-1) ← IV <sub>H</sub>	0	0	0	0	0	11 111 101 11 100 101	2	6	15	
POP qq	qq <sub>H</sub> ← (SP+1) qq <sub>L</sub> ← (SP)	0	0	0	0	0	11 000 001	1	3	10	
POP IX	IX <sub>H</sub> ← (SP+1) IX <sub>L</sub> ← (SP)	0	0	0	0	0	11 011 101 11 100 001	2	6	14	
POP IV	IV <sub>H</sub> ← (SP+1) IV <sub>L</sub> ← (SP)	0	0	0	0	0	11 111 101 11 100 001	2	6	14	

**Notes:** dd is any of the register pairs BC, DE, HL, SP  
 qq is any of the register pairs AF, BC, DE, HL  
 (PAIR)<sub>H</sub>, (PAIR)<sub>L</sub> refer to high order and low order eight bits of the register pair respectively.  
 E.g. BC<sub>L</sub> = C, AF<sub>H</sub> = A

**Flag Notations:** 0 = flag not affected, 0 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown,  
 ! flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mnemonic	Symbolic Operation	Flags					Op-Code			No. of Bytes	No. of M Cycles	No. of T States	Comments	
		C	Z	P	V	S	N	H	76					543
ADD A, r	A ← A + r	1	1	V	1	0	1	10	000	r	1	1	4	r
ADD A, n	A ← A + n	1	1	V	1	0	1	11	000	110	2	2	7	000 001 010 011 100 101 111
ADD A, (HL)	A ← A + (HL)	1	1	V	1	0	1	10	000	110	1	2	7	Reg.
ADD A, (IX+d)	A ← A + (IX+d)	1	1	V	1	0	1	11	011	101	3	5	19	B C D E H L A
ADD A, (IY+d)	A ← A + (IY+d)	1	1	V	1	0	1	11	111	101	3	5	19	
ADC A, s	A ← A + s + CY	1	1	V	1	0	1	10	001	s	1	1	4	m is any of r, n, (HL), (IX+d), (IY+d) as shown for ADD instruction
SUB A, s	A ← A - s	1	1	V	1	1	1	10	010	s	1	1	4	
SBC A, s	A ← A - s - CY	1	1	V	1	1	1	11	011	s	1	1	4	
AND s	A ← A & s	0	1	P	1	0	1	10	100	s	1	1	4	
OR s	A ← A   s	0	1	P	1	0	0	10	110	s	1	1	4	
XOR s	A ← A ⊕ s	0	1	P	1	0	0	10	101	s	1	1	4	The indicated bits replace the 000 in the ADD set above.
CP s	A - s	1	1	V	1	1	1	10	111	s	1	1	4	
INC r	r ← r + 1	0	1	V	1	0	1	00	r	100	1	1	4	
INC (HL)	(HL) ← (HL) + 1	0	1	V	1	0	1	00	110	100	1	3	11	
INC (IX+d)	(IX+d) ← (IX+d) + 1	0	1	V	1	0	1	11	011	101	3	6	23	
INC (IY+d)	(IY+d) ← (IY+d) + 1	0	1	V	1	0	1	11	111	101	3	6	23	
DEC m	m ← m - 1	0	1	V	1	1	1	10	d	101	1	1	4	m is any of r, (HL), (IX+d), (IY+d) as shown for INC. Same format and state as INC. Replaces 100 with 101 in OP code.

Notes: The V symbol in the P/V flag column indicates that the P/V flag contains the overflow of the result of the operation. Similarly the P symbol indicates parity. V = 1 means overflow, V = 0 means not overflow. P = 1 means parity of the result is even, P = 0 means parity of the result is odd.

Flag Notation: 0 = flag not affected, 1 = flag reset, 1 = flag set, X = flag is unknown, 1 = flag is affected according to the result of the operation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

0000 06 LD B,00
0002 10 DJNZ 0002
0004 3E LD A,90
0006 D3 OUT (03),A
0008 3E LD A,C0
000A D3 OUT (02),A
000C 31 LD SP,1FAF
000F 3A LD A,(1FE5)
0012 FE CP A5
0014 C4 CALL NZ,03C1
0017 21 LD HL,1000
001A CD CALL 05F6
001D 28 JR Z,0021
001F 26 LD H,18
0021 22 LD (1FDC),HL
0024 26 LD H,00
0026 18 JR 0032
0028 E3 EX (SP),HL
0029 2B DEC HL
002A E3 EX (SP),HL
002B 22 LD (1FE8),HL
002E 18 JR 003E
0030 18 JR 0066
0032 22 LD (1FD2),HL
0035 18 JR 0054
0037 71 LD (HL),C
0038 E5 PUSH HL
0039 2A LD HL,(1FEE)
003C E3 EX (SP),HL
003D C9 RET
003E 32 LD (1FE7),A
0041 2A LD HL,(1FE0)
0044 3A LD A,(1FE2)
0047 77 LD (HL),A
0048 3E LD H,80
004A D3 OUT (02),A
004C 3A LD A,(1FE7)
004F 2A LD HL,(1FEB)
0052 00 NOP
0053 C9 RET
0054 21 LD HL,1F9F
0057 22 LD (1FD0),HL
005A AF XOR A
005B 32 LD (1FE6),A
005E DD LD IX,079F
0062 C3 JP 00D0
0065 FF RST 36H
0066 32 LD (1FE7),A
0069 3E LD A,90
006B D3 OUT (03),A
006D 3E LD H,C0
006F D3 OUT (02),A
0071 3A LD A,(1FE7)
0074 22 LD (1FE8),HL
0077 E1 POP HL
0079 22 LD (1FDE),HL
007B 22 LD (1FDC),HL
007E 2A LD HL,(1FEB)
0081 ED LD (1FD0),SP
0085 31 LD SP,1FD0
0088 FD PUSH IY
008A DD PUSH IX
008C D9 EXX
008D E5 PUSH HL
008E D5 PUSH DE
008F C5 PUSH BC
0090 D9 EXX
0091 08 EX AF,AF
0092 F5 PUSH AF
0093 08 EX AF,AF
0094 E5 PUSH HL
0095 D5 PUSH DE
0096 C5 PUSH BC
0097 F5 PUSH AF
0099 ED LD H,I
009A 32 LD (1FD3),A
009D 3E LD A,00
009F E2 JP PD,00A4
00A2 3E LD A,01
00A4 32 LD (1FD2),A
00A7 31 LD SP,1FAF
00AA 2A LD HL,(1FD0)
00AD DD LD IX,07B5
00B1 2B DEC HL
00B2 CD CALL 05F6
00B5 20 JR NZ,00D0
00B7 2B DEC HL
00B8 CD CALL 05F6
00BB 20 JR NZ,00D0
00BD DD LD IX,07AF
00C1 00 NOP
00C2 00 NOP
00C3 11 LD DE,E062
00C6 19 ADD HL,DE
00C7 38 JR C,00D0
00C9 DD LD IX,1FB6
00CD 37 SCF
00CE 18 JR 00D4
00D0 AF XOR A
00D1 32 LD (1FE4),A
00D4 3A LD A,(1FE2)
00D7 2A LD HL,(1FE0)
00DA 77 LD (HL),A
00DB DC CALL C,040B
00DE 31 LD SP,1FAF
00E1 CD CALL 05FE
00E4 CD CALL 06CB
00E7 18 JR 00DE
00E9 FE CP 10
00EB 38 JR C,0111
00ED 21 LD HL,1FE6
00F0 CB SET 0,(HL)
00F2 D6 SUB 10
00F4 FE CP 08
00F6 21 LD HL,0737
00F9 DA JP C,03B0
00FC DD LD IX,1FB6
0100 D6 SUB 08
0102 21 LD HL,1FE4
0105 77 LD (HL),A
0106 21 LD HL,1FE3
0109 36 LD (HL),00
010B 21 LD HL,0741
010E C3 JP 03B0
0111 4F LD C,A
0112 21 LD HL,074B
0115 3A LD A,(1FE4)
0118 C3 JP 03B0
011B 21 LD HL,0757
011E 18 JR 0115
0120 21 LD HL,0763
0123 18 JR 0115
0125 21 LD HL,076F
0128 18 JR 0115
012A CD CALL 03E5
012D C2 JP NZ,03BB
0130 3E LD A,80
0132 C3 JP 02A3
0135 CD CALL 03E5
0138 20 JR NZ,013E
013A CD CALL 040B
013D C9 RET
013E FE CP 08
0140 DA JP C,03BB
0143 CD CALL 0477
0146 C9 RET
0147 CD CALL 03E5
014A C2 JP NZ,03BB
014D 2A LD HL,(1FDE)
0150 CD CALL 05F6
0153 C2 JP NZ,03BB
0156 22 LD (1FE0),HL
0159 CD CALL 040B
015C C9 RET
015D CD CALL 03E5
0160 C2 JP NZ,03BB
0163 2A LD HL,(1FDE)
0166 00 NOP
0167 22 LD (1FAF),HL
016A 23 INC HL
016B 22 LD (1FB3),HL
016E CD CALL 05F6
0171 C2 JP NZ,03BB
0174 11 LD DE,1DFE
0177 7C LD A,H
0178 FE CP 1E
017A 38 JR C,0183
017C FE CP 20
017E DA JP C,03BB
0181 16 LD D,27
0183 ED LD (1FB1),DE
0187 CD CALL 02E4
018A AF XOR A
018B 12 LD (DE),A
018C 2A LD HL,(1FB3)
018F 22 LD (1FDF),HL
0192 CD CALL 040B
0195 C9 RET
0196 CD CALL 03E5
0199 C2 JP NZ,03BB
019C 2A LD HL,(1FDE)
019F 00 NOP
01A0 22 LD (1FB3),HL
01A3 CD CALL 05F6
01A6 C2 JP NZ,03BB
01A9 11 LD DE,1E00
01AC 7C LD A,H
01AD FE CP 1E
01AF 38 JR C,01B8
01B1 FE CP 20
01B3 DA JP C,03BB
01B6 16 LD D,28
01B8 ED LD (1FB1),DE
01BC 23 INC HL
01BD 22 LD (1FAF),HL
01C0 18 JR 0187
01C2 2A LD HL,(1FDC)
01C5 22 LD (1FDE),HL
01C8 CD CALL 040B
01CB C9 RET
01CC CD CALL 03DE
01CF 22 LD (1FDE),HL
01D2 CD CALL 040B
01D5 C9 RET
01D6 DD LD IX,07CA
01DA CD CALL 04C4
01DD C9 RET
01DE CD CALL 0402
01E1 C9 RET
01E2 2A LD HL,(1FDE)
01E5 22 LD (1FAF),HL
01E9 CD CALL 043A
01EB C9 RET
01EC C3 JP 03BB
01EF 2A LD HL,(1FDE)
01F2 CD CALL 05F6
01F5 C2 JP NZ,03BB
01F8 CD CALL 03EE
01FB 79 LD A,C
01FC ED LD
01FE CD CALL 040B
0201 C9 RET

```

0202 21 LD HL,1FDE  
 0205 CD CALL 03FA  
 0208 79 LD A,C  
 0209 ED RLD  
 020B 23 INC HL  
 020C ED RLD  
 020E CD CALL 0402  
 0211 C9 RET  
 0212 79 LD A,C  
 0213 DD LD IX,1FB6  
 0217 21 LD HL,1FE3  
 021A 87 ADD A,A  
 021B 77 LD (HL),A  
 021C CD CALL 0473  
 021F C9 RET  
 0220 CD CALL 0455  
 0223 CD CALL 03FA  
 0226 79 LD A,C  
 0227 ED RLD  
 0229 23 INC HL  
 022A ED RLD  
 022C CD CALL 043A  
 022F C9 RET  
 0230 CD CALL 04BB  
 0233 CD CALL 03EE  
 0236 79 LD A,C  
 0237 ED RLD  
 0239 CD CALL 0477  
 023C C9 RET  
 023D C3 JP 03BB  
 0240 2A LD HL,(1FDE)  
 0243 23 INC HL  
 0244 22 LD (1FDE),HL  
 0247 CD CALL 040B  
 024A C9 RET  
 024B 21 LD HL,1FE3  
 024E 34 INC (HL)  
 024F CD CALL 045F  
 0252 20 JR NZ,025B  
 0254 35 DEC (HL)  
 0255 C3 JP 03BB  
 0258 CD CALL 043A  
 025B C9 RET  
 025C 21 LD HL,1FE3  
 025F 34 INC (HL)  
 0260 3E LD A,1F  
 0262 BE CP (HL)  
 0263 30 JR NC,0267  
 0265 36 LD (HL),00  
 0267 CD CALL 0477  
 026A C9 RET  
 026B C3 JP 03BB  
 026E 2A LD HL,(1FDE)  
 0271 2B DEC HL  
 0272 22 LD (1FDE),HL  
 0275 CD CALL 040B  
 0278 C9 RET  
 0279 21 LD HL,1FE3  
 027C 35 DEC (HL)  
 027D CD CALL 045F  
 0280 20 JR NZ,0286  
 0282 34 INC (HL)  
 0283 C3 JP 03BB  
 0286 CD CALL 043A  
 0289 C9 RET  
 028A 21 LD HL,1FE3  
 028D 35 DEC (HL)  
 028E 3E LD A,1F  
 0290 BE CP (HL)  
 0291 30 JR NC,0295  
 0293 36 LD (HL),1F  
 0295 CD CALL 0477  
 0298 C9 RET  
 0299 C3 JP 03BB  
 029C 2A LD HL,(1FE0)  
 029F 36 LD (HL),EF  
 02A1 3E LD A,FF  
 02A3 32 LD (1FEA),A  
 02A6 3A LD H,(1FD2)  
 02A9 CB BIT 0,A  
 02AB 21 LD HL,C9FB  
 02AE 20 JR NZ,02B2  
 02B0 2E LD L,F3  
 02B2 22 LD (1FEF),HL  
 02B5 31 LD SP,1FBC  
 02B8 F1 PDP AF  
 02B9 C1 PDP BC  
 02BA D1 PDP DE  
 02BB E1 PDP HL  
 02BC 08 EX AF,AF  
 02BD F1 PDP AF  
 02BE 08 EX AF,AF  
 02BF D9 EXX  
 02C0 C1 PDP BC  
 02C1 D1 PDP DE  
 02C2 E1 PDP HL  
 02C3 D9 EXX  
 02C4 DD PDP IX  
 02C6 FD PDP IY  
 02CA F1 LD SP,(1FD0)  
 02CC 32 LD (1FDD),A  
 02CF 3A LD A,(1FD3)  
 02D2 ED LD I,A  
 02D4 E5 PUSH HL  
 02D5 2A LD HL,(1FDE)  
 02D8 E3 EX (SP),HL  
 02D9 3A LD A,(1FEA)  
 02DC D3 OUT (02),A  
 02DE 3A LD A,(1FBD)  
 02E1 C3 JP 1FEB  
 02E4 21 LD HL,1FAF  
 02E7 CD CALL 053D  
 02EA 38 JR C,0353  
 02EC ED LD DE,(1FB3)  
 02F0 ED SBC HL,DE  
 02F2 30 JR NC,0300  
 02F4 EB EX DE,HL  
 02F5 09 ADD HL,BC  
 02F6 2B DEC HL  
 02F7 EB EX DE,HL  
 02F8 2A LD HL,(1FB1)  
 02FB ED LDDR  
 02FD 13 INC DE  
 02FE 18 JR 031C  
 0300 19 ADD HL,DE  
 0301 ED LDIR  
 0303 1B DEC DE  
 0304 18 JR 031C  
 0306 ED LD DE,(1FAF)  
 030A 13 INC DE  
 030B 13 INC DE  
 030C 2A LD HL,(1FB1)  
 030F B7 DR A  
 0310 ED SBC HL,DE  
 0312 7D LD A,L  
 0313 17 RLA  
 0314 7C LD A,H  
 0315 CE ADC A,00  
 0317 20 JR NZ,0353  
 0319 7D LD A,L  
 031A 1B DEC DE  
 031B 12 LD (DE),A  
 031C ED LD (1FDE),DE  
 0320 CD CALL 040B  
 0323 C9 RET  
 0324 CD CALL 052D  
 0327 38 JR C,0353  
 0329 32 LD (1FB5),A  
 032C 21 LD HL,0FA0  
 032F CD CALL 05DE  
 0332 21 LD HL,1FAF  
 0335 01 LD BC,0007  
 0338 CD CALL 05A7  
 033B 21 LD HL,0FA0  
 033E CD CALL 05E2  
 0341 CD CALL 053A  
 0344 CD CALL 05A7  
 0347 21 LD HL,0FA0  
 034A CD CALL 05E2  
 034D ED LD DE,(1FB3)  
 0351 18 JR 031C  
 0353 DD LD IX,07A9  
 0357 C3 JP 00D0  
 035A EA LD HL,(1FAF)  
 035D 22 LD (1FEA),HL  
 0360 3E LD A,40  
 0362 D3 OUT (01),A  
 0364 21 LD HL,03E8  
 0367 CD CALL 058C  
 036A 38 JR C,0360  
 036C 2B DEC HL  
 036D 7C LD A,H  
 036E B5 DR L  
 036F 20 JR NZ,03A7  
 0371 CD CALL 052C  
 0374 30 JR NC,0371  
 0376 21 LD HL,1FAF  
 0379 01 LD BC,0007  
 037C CD CALL 054D  
 037F 38 JR C,0360  
 0381 ED LD DE,(1FAF)  
 0385 CD CALL 0665  
 0388 06 LD B,96  
 038A CD CALL 0624  
 038D 10 DJNZ 038A  
 038F 2A LD HL,(1FEA)  
 0392 B7 DR A  
 0393 ED SBC HL,DE  
 0395 20 JR NZ,0360  
 0397 3E LD A,02  
 0399 D3 OUT (01),A  
 039B CD CALL 053A  
 039E 38 JR C,0353  
 03A0 CD CALL 054D  
 03A3 38 JR C,0353  
 03A5 CD CALL 052D  
 03A8 21 LD HL,1FB5  
 03AB BE CP (HL)  
 03AC 20 JR NZ,0353  
 03AE 18 JR 034D  
 03B0 5E LD E,(HL)  
 03B1 23 INC HL  
 03B2 56 LD D,(HL)  
 03B3 23 INC HL  
 03B4 85 ADD A,L  
 03B5 6F LD L,A  
 03B6 6E LD L,(HL)  
 03B7 26 LD H,00  
 03B9 19 ADD HL,DE  
 03BA E9 JP (HL)  
 03BB 21 LD HL,1FE6  
 03BE CB SET 7,(HL)  
 03C0 C9 RET  
 03C1 DD LD IX,07A5  
 03C5 0E LD C,07  
 03C7 06 LD B,10  
 03C9 CD CALL 0624  
 03CC 10 DJNZ 03C9  
 03CE DD DEC IX  
 03D0 0D DEC C  
 03D1 20 JR NZ,03C7  
 03D3 3E LD A,A5

03D5 C3 JP 06B3  
 03D8 21 LD HL,0066  
 03DB 22 LD (1FE6),HL  
 03DE 21 LD HL,FFFF  
 03E1 22 LD (1FE0),HL  
 03E4 C9 RET  
 03E5 3A LD A,(1FE4)  
 03E8 FE CP 01  
 03EA C8 RET Z  
 03EB FE CP 02  
 03ED C9 RET  
 03EE 3A LD A,(1FE6)  
 03F1 B7 DR A  
 03F2 C8 RET Z  
 03F3 3E LD A,00  
 03F5 77 LD (HL),A  
 03F6 32 LD (1FE6),A  
 03F9 C9 RET  
 03FA CD CALL 03EE  
 03FD C8 RET Z  
 03FE 23 INC HL  
 03FF 77 LD (HL),A  
 0400 2B DEC HL  
 0401 C9 RET  
 0402 3E LD A,01  
 0404 06 LD B,04  
 0406 21 LD HL,1FB8  
 0407 18 JR 0412  
 040B 3E LD A,02  
 040D 06 LD B,02  
 040F 21 LD HL,1FB6  
 0412 32 LD (1FE4),A  
 0415 D9 EXX  
 0416 ED LD DE,(1FDE)  
 041A CD CALL 0665  
 041D 1A LD A,(DE)  
 041E CD CALL 0671  
 0421 2A LD HL,(1FE0)  
 0424 7E LD A,(HL)  
 0425 32 LD (1FE2),A  
 0428 B7 DR A  
 0429 ED SBC HL,DE  
 042B 20 JR NZ,0433  
 042D 06 LD B,06  
 042F 21 LD HL,1FB6  
 0432 D9 EXX  
 0433 D9 EXX  
 0434 CB SET 6,(HL)  
 0436 23 INC HL  
 0437 10 DJNZ 0434  
 0439 C9 RET  
 043A CD CALL 0455  
 043D 5E LD E,(HL)  
 043E 23 INC HL  
 043F 56 LD D,(HL)  
 0440 CD CALL 0665  
 0443 21 LD HL,1FB8  
 0446 06 LD B,04  
 0448 CD CALL 0434  
 044B CD CALL 045F  
 044E 6F LD L,A  
 044F 26 LD H,02  
 0451 22 LD (1FB6),HL  
 0454 C9 RET  
 0455 3A LD A,(1FE3)  
 0458 87 ADD A,A  
 0459 21 LD HL,1FAF  
 045C 85 ADD A,L  
 045D 6F LD L,A  
 045E C9 RET  
 045F 3A LD A,(1FE4)  
 0462 D6 SUB 04  
 0464 87 ADD A,A  
 0465 87 ADD A,A  
 0466 11 LD DE,07BC  
 0469 83 ADD A,E  
 046A 5F LD E,A  
 046B 3A LD A,(1FE3)  
 046E 83 ADD A,E  
 046F 5F LD E,A  
 0470 1A LD A,(DE)  
 0471 B7 DR A  
 0472 C9 RET  
 0473 3E LD A,08  
 0475 18 JR 0479  
 0477 3E LD A,09  
 0479 32 LD (1FE4),A  
 047C 3A LD A,(1FE3)  
 047F CB RES 0,A  
 0481 47 LD B,A  
 0482 CD CALL 04AE  
 0485 78 LD A,B  
 0486 CD CALL 04BE  
 0489 5E LD E,(HL)  
 048A 23 INC HL  
 048B 56 LD D,(HL)  
 048C ED LD (1FDE),DE  
 0490 CD CALL 0665  
 0493 3A LD A,(1FE4)  
 0496 FE CP 09  
 0498 C0 RET NZ  
 0499 21 LD HL,1FB8  
 049C 3A LD A,(1FE3)  
 049F CB BIT 0,A  
 04A1 28 JR Z,04A5  
 04A3 23 INC HL  
 04A4 23 INC HL  
 04A5 CB SET 6,(HL)  
 04A7 23 INC HL  
 04A8 CB SET 6,(HL)  
 04AA CD CALL 04C4  
 04AD C9 RET  
 04AE 21 LD HL,07D0  
 04B1 85 ADD A,L  
 04B2 6F LD L,A  
 04B3 5E LD E,(HL)  
 04B4 23 INC HL  
 04B5 56 LD D,(HL)  
 04B6 ED LD (1FB6),DE  
 04BA C9 RET  
 04BB 3A LD A,(1FE3)  
 04BE 21 LD HL,1FBC  
 04C1 85 ADD A,L  
 04C2 6F LD L,A  
 04C3 C9 RET  
 04C4 3A LD A,(1FE3)  
 04C7 B7 DR A  
 04C8 1F RRA  
 04C9 FE CP 08  
 04CB 28 JR Z,04D6  
 04CD 4F LD C,A  
 04CE 21 LD HL,1FD2  
 04D1 7E LD A,(HL)  
 04D2 E6 AND 01  
 04D4 77 LD (HL),A  
 04D5 79 LD A,C  
 04D6 FE CP 0C  
 04D8 30 JR NC,04F9  
 04DA 3A LD A,(1FBC)  
 04DD CD CALL 0518  
 04E0 22 LD (1FD4),HL  
 04E3 CD CALL 0518  
 04E6 22 LD (1FD6),HL  
 04E9 3A LD A,(1FC4)  
 04EC CD CALL 0518  
 04EF 22 LD (1FD8),HL  
 04F2 CD CALL 0518  
 04F5 22 LD (1FDA),HL  
 04F8 C9 RET  
 04F9 2A LD HL,(1FD4)  
 04FC CD CALL 0523  
 04FF 2A LD HL,(1FD6)  
 0502 CD CALL 0523  
 0505 32 LD (1FBC),A  
 0508 2A LD HL,(1FD8)  
 0509 CD CALL 0523  
 050E 2A LD HL,(1FDA)  
 0511 CD CALL 0523  
 0514 32 LD (1FC4),A  
 0517 C9 RET  
 0518 06 LD B,04  
 051A 29 ADD HL,HL  
 051B 29 ADD HL,HL  
 051C 29 ADD HL,HL  
 051D 07 RLCA  
 051E ED ADC HL,HL  
 0520 10 DJNZ 051A  
 0522 C9 RET  
 0523 06 LD B,04  
 0525 29 ADD HL,HL  
 0526 29 ADD HL,HL  
 0527 29 ADD HL,HL  
 0528 29 ADD HL,HL  
 0529 17 RLA  
 052A 10 DJNZ 0525  
 052C C9 RET  
 052D CD CALL 053A  
 0530 D8 RET C  
 0531 AF XDR A  
 0532 86 ADD A,(HL)  
 0533 ED CPI  
 0535 EA JP PE,0532  
 0538 B7 DR A  
 0539 C9 RET  
 053A 21 LD HL,1FB1  
 053D 5E LD E,(HL)  
 053E 23 INC HL  
 053F 56 LD D,(HL)  
 0540 23 INC HL  
 0541 4E LD C,(HL)  
 0542 23 INC HL  
 0543 66 LD H,(HL)  
 0544 69 LD L,C  
 0545 B7 DR A  
 0546 ED SBC HL,DE  
 0548 4D LD C,L  
 0549 44 LD B,H  
 054A 03 INC BC  
 054B EB EX DE,HL  
 054C C9 RET  
 054D AF XDR A  
 054E 08 EX AF,AF'  
 054F CD CALL 055A  
 0552 73 LD (HL),E  
 0553 ED CPI  
 0555 EA JP PE,054F  
 0558 08 EX AF,AF'  
 0559 C9 RET  
 055A CD CALL 056B  
 055D 16 LD D,08  
 055F CD CALL 056B  
 0562 CB RR E  
 0564 15 DEC D  
 0565 20 JR NZ,055F  
 0567 CD CALL 056B  
 056A C9 RET  
 056B D9 EXX  
 056C 21 LD HL,0000  
 056F CD CALL 058C  
 0572 14 INC D  
 0573 15 DEC D  
 0574 20 JR NZ,0587

0576 38 JR C,057E	05F6 7E LD A,(HL)	0674 CD CALL 0678
0578 2D DEC L	05F7 2F CPL	0677 C9 RET
0579 2D DEC L	05F8 77 LD (HL),A	0678 F5 PUSH AF
057A C8 SET 0,H	05F9 7E LD A,(HL)	0679 CD CALL 0689
057C 18 JR 056F	05FA 2F CPL	067C 77 LD (HL),A
057E 2C INC L	05FB 77 LD (HL),A	067D 23 INC HL
057F C8 BIT 0,H	05FC BE CP (HL)	067E F1 POP AF
0581 28 JR Z,056F	05FD C9 RET	067F 0F RRCA
0583 C8 RL L	05FE DD PUSH IX	0680 0F RRCA
0585 D9 EXX	0600 21 LD HL,1FE6	0681 0F RRCA
0586 C9 RET	0603 C8 BIT 7,(HL)	0682 0F RRCA
0587 08 EX AF,AF'	0605 28 JR Z,0608	0683 CD CALL 0689
0588 37 SCF	0607 DD LD IX,07A5	0686 77 LD (HL),A
0589 08 EX AF,AF'	0608 06 LD B,04	0687 29 INC HL
058A D9 EXX	060D CD CALL 0624	0688 C9 RET
058B C9 RET	0610 30 JR NC,0608	0689 E5 PUSH HL
058C 11 LD DE,0000	0612 10 DJNZ 060D	068A 21 LD HL,07F0
058F DB IN A,(00)	0614 C8 RES 7,(HL)	068D E6 AND OF
0591 13 INC DE	0616 DD POP IX	068F 85 ADD A,L
0592 17 RLA	0618 CD CALL 0624	0690 6F LD L,A
0593 38 JR C,058F	061B 38 JR C,0618	0691 7E LD A,(HL)
0595 3E LD A,FF	061D 21 LD HL,077B	0692 E1 POP HL
0597 D3 OUT (02),A	0620 85 ADD A,L	0693 C9 RET
0599 DB IN A,(00)	0621 6F LD L,A	0694 21 LD HL,1800
059B 13 INC DE	0622 7E LD A,(HL)	0697 01 LD BC,0800
059C 17 RLA	0623 C9 RET	069A CD CALL 05F6
059D 30 JR NC,0595	0624 37 SCF	069D 28 JR Z,06A0
059F 3E LD A,7F	0625 08 EX AF,AF'	069F 76 HALT
05A1 D3 OUT (02),A	0626 D9 EXX	06A0 ED CPI
05A3 7B LD A,E	0627 0E LD C,00	06A2 EA JP PE,069A
05A4 FE CP 2A	0629 1E LD E,C1	06A5 C7 RST 0
05A6 C9 RET	062B 26 LD H,06	06A6 21 LD HL,0000
05A7 5E LD E,(HL)	062D 7B LD A,E	06A9 01 LD BC,0800
05A8 CD CALL 05B1	062E D3 OUT (02),A	06AC CD CALL 0531
05AB ED CPI	0630 DD LD A,(IX+00)	06AF 28 JR Z,06B2
05AD EA JP PE,05A7	0633 D3 OUT (01),A	06B1 76 HALT
05B0 C9 RET	0635 06 LD B,C9	06B2 C7 RST 0
05B1 16 LD D,08	0637 10 DJNZ 0637	06B3 32 LD (1FE5),A
05B3 B7 DR A	0639 AF XOR A	06B6 3E LD A,55
05B4 CD CALL 05C4	063A D3 OUT (01),A	06B8 32 LD (1FF0),A
05B7 CB RR E	063C 7B LD A,E	06BB 3E LD A,44
05B9 CD CALL 05C4	063D 2F CPL	06BD 32 LD (1FF1),A
05BC 15 DEC D	063E F6 DR C0	06C0 21 LD HL,1FF2
05BD 20 JR NZ,05B7	0640 D3 OUT (02),A	06C3 36 LD (HL),2F
05BF 37 SCF	0642 06 LD B,06	06C5 23 INC HL
05C0 CD CALL 05C4	0644 DB IN A,(00)	06C6 36 LD (HL),00
05C3 C9 RET	0646 57 LD D,A	06C8 C3 JP 03D8
05C4 D9 EXX	0647 CB RR D	06CB F5 PUSH AF
05C5 26 LD H,00	0649 38 JR C,064D	06CC 21 LD HL,1FF1
05C7 38 JR C,05D2	064B 79 LD A,C	06CF 4E LD C,(HL)
05C9 2E LD L,08	064C 08 EX AF,AF'	06D0 2A LD HL,(1FF2)
05CB CD CALL 05E2	064D 0C INC C	06D3 3A LD A,(1FF0)
05CE 2E LD L,02	064E 10 DJNZ 0647	06D6 FE CP 55
05D0 18 JR 05D9	0650 DD INC IX	06D8 20 JR NZ,06DD
05D2 2E LD L,04	0652 7B LD A,E	06DA CD CALL 05E4
05D4 CD CALL 05E2	0653 E6 AND 3F	06DD F1 POP AF
05D7 2E LD L,04	0655 C8 RLC A	06DE C9 JP 00E9
05D9 CD CALL 05DE	0657 F6 DR C0	
05DC D9 EXX	0659 5F LD E,A	
05DD C9 RET	065A 25 DEC H	
05DE 0E LD C,41	065B 20 JR NZ,062D	
05E0 18 JR 05E4	065D 11 LD DE,FFFA	
05E2 0E LD C,1F	0660 DD ADD IX,DE	
05E4 29 ADD HL,HL	0662 D9 EXX	
05E5 11 LD DE,0001	0663 08 EX AF,AF'	
05E8 3E LD A,FF	0664 C9 RET	
05EA D3 OUT (02),A	0665 21 LD HL,1FB8	
05EC 41 LD B,C	0668 7B LD A,E	
05ED 10 DJNZ 05ED	0669 CD CALL 0678	
05EF EE XOR 80	066C 7A LD A,D	
05F1 ED SBC HL,DE	066D CD CALL 0678	
05F3 20 JR NZ,05EA	0670 C9 RET	
05F5 C9 RET	0671 21 LD HL,1FB6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## LOC. OBJ.CODE SOURCE STATEMENT

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT						
0624	37		SCF						
0625	08		EX AF,AF'						
0626	D9		LXX					0737	1B 01 00 05
0627	0E00		LD C,00					073B	0A 0F 1A 2C
0629	1EC1		LD E,1100,0001					073F	42 7B C2 01
0629	1EC1		LD E,1100,0001					0743	00 1C 0A 14
0629	1EC1		LD E,1100,0001					0747	20 20 26 26
0629	1EC1		LD E,1100,0001					074B	EC 01 00 16
0629	1EC1		LD E,1100,0001					074F	03 26 34 34
0629	1EC1		LD E,1100,0001					0753	34 34 26 44
0629	1EC1		LD E,1100,0001					0757	3D 02 00 03
0629	1EC1		LD E,1100,0001					075B	03 00 0E 0E
0630	D301		UUY (SEG7),A					075F	0E 0E 1F 1F
0632	7B		LD A,E					0763	6B 02 00 03
0633	D302		UUT (DIGIT),A					0767	03 00 0E 0E
0635	06C9		LD B,COLEEL					076B	0E 0E 1F 1F
0637	10FE	HERE	DJNZ HERE					076F	99 02 00 03
0639	AF		XOR A					0773	03 00 4B 6D
0639	AF		XOR A					0777	8B C1 00 00
0639	AF		XOR A					077B	03 07 0B 0F
0639	AF		XOR A					077F	20 21 02 06
0639	AF		XOR A					0783	0A 0E 22 23
0639	AF		XOR A					0787	01 05 09 0D
0639	AF		XOR A					078B	13 1F 00 04
0639	AF		XOR A					078F	08 0C 12 1E
0639	AF		XOR A					0793	1A 1B 1B 19
0639	AF		XOR A					0797	17 1D 15 11
0639	AF		XOR A					079B	14 10 16 1C
0639	AF		XOR A					079F	30 02 02 0F
0639	AF		XOR A					07A3	1F A1 00 00
0639	AF		XOR A					07A7	00 00 00 00
0639	AF		XOR A					07AB	03 03 8F 02
0639	AF		XOR A					07AF	1F AE 02 AE
0639	AF		XOR A					07B3	B6 AE 1F AE
0639	AF		XOR A					07B7	02 03 03 8F
0639	AF		XOR A					07BB	00 AE 8F B3
0639	AF		XOR A					07BF	00 AE B3 00
0639	AF		XOR A					07C3	00 0F AE 8F
0639	AF		XOR A					07C7	00 0F 00 00
0639	AF		XOR A					07CB	00 02 BE 8F
0639	AF		XOR A					07CF	03 0F 3F 8D
0639	AF		XOR A					07D3	A7 8F B3 85
0639	AF		XOR A					07D7	37 4F 3F CD
0639	AF		XOR A					07DB	A7 CF B3 C5
0639	AF		XOR A					07DF	37 07 30 B6
0639	AF		XOR A					07E3	30 1F AE 0F
0639	AF		XOR A					07E7	30 37 0F 85
0639	AF		XOR A					07EB	0F 77 0F C5
0639	AF		XOR A					07EF	0F BD 30 9B
0639	AF		XOR A					07F3	BA 36 AE AF
0639	AF		XOR A					07F7	3B BF BE 3F
0639	AF		XOR A					07FB	A7 BD B3 8F
0639	AF		XOR A					07FF	0F
0658	20D0		JR NZ,KCOL						
065D	11FAFF		LD DE,-6						
0660	DD19		ADD IX,DE						
0662	D9		EXX						
0663	08		EX AF,AF'						
0664	C9		RET						

LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT
0678	F5	PUSH	AF	0830	21B018	LD	HL,ADISPBUF
0679	CD8906	HEX7		0833	11A618	LD	DE,AFUELOO
067C	77	LD	(HL),A	0836	0603	LD	B,03
067D	23	INC	HL	0838	1A	CON LD	A,(DE)
067E	F1	POP	AF	0839	CD7806	CALL	HEX75G
067P	0F	RRCA		083C	1B	DEC	DE
0680	0F	RRCA		083D	10F9	DJNZ	CON
0681	0F	RRCA		083F	2B	DEC	HL
0682	0F	RRCA		0840	2B	DEC	HL
0683	CD8906	CALL	HEX7	0841	2B	DEC	HL
0686	77	LD	(HL),A	0842	2B	DEC	HL
0687	23	INC	HL	0843	CBF6	SET	6,(HL)
0688	C9	RET		0845	C9	RET	
0689	E5	PUSH	HL				
068A	21F007	LD	HL,SPRTAR	LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT
068D	E60F	AND	0FH	0800	21B018	LD	HL,ADISPBUF
068F	85	ADD	A,L	0803	11AE18	LD	DE,AK00
0690	6F	LD	L,A	0806	0603	LD	B,03
0691	7E	LD	A,(HL)	0808	1A	CON LD	A,(DE)
0692	E1	POP	HL	0809	CD7806	CALL	HEX75G
0693	C9	RET		080C	1B	DEC	DE
				080D	10F9	DJNZ	CON
LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	080F	2B	DEC	HL
0800	21B018	LD	HL,ADISPBUF	0810	2B	DEC	HL
0803	11AE18	LD	DE,AK00	0811	CBF6	SET	6,(HL)
0806	0603	LD	B,03	0813	2B	DEC	HL
0808	1A	CON LD	A,(DE)	0814	2B	DEC	HL
0809	CD7806	CALL	HEX75G	0815	CBF6	SET	6,(HL)
080C	1B	DEC	DE	0817	C9	RET	
080D	10F9	DJNZ	CON				
080F	2B	DEC	HL	LOC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT
0810	2B	DEC	HL	0890	066E	LD	B,6E
0811	CBF6	SET	6,(HL)	0892	DD21B018	CON LD	IX,ADISPBUF
0813	2B	DEC	HL	0896	CD2406	CALL	SCAN1
0814	2B	DEC	HL	0899	10F1	DJNZ	CON
0815	CBF6	SET	6,(HL)	089B	C9	RET	
0817	C9	RET					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOC.	OBJ. CODE	SOURCE	STATEMENT	LOC.	OBJ. CODE	SOURCE	STATEMENT
0890	21FB18	LD	HL,ABUF	0938	116018	LD	DE,1860
0893	3AAA18	LD	A,(ASEC)	093E	CD7009	CALL	CUN3
0896	BE	CP	(HL)	0941	117018	LD	DE,1870
0897	CV	RET	NZ	0944	3AC518	LD	A,(ADATE2)
0898	C03008	CALL	RET DISPFUFL	0947	CD00A3	CALL	GETN
0899	21FC18	LD	HL,ADFT				
089E	3AAA18	LD	A,(ASEC)	094A	118018	LD	DE,1880
08C1	86	ADD	A,(HL)	094D	21C618	LD	HL,APRANKS
08C2	27	DAA		0950	CD7109	CALL	CUN3
08C3	FE60	CP	60	0953	DD210018	LD	IX,1800
08C5	3803	JR	C,STORE	0957	CD0065	CALL	PRINT
08C7	D660	SUB	60	095A	C9	RET	
08C7	27	DAA					
08CA	11FB18	STORE LD	DE,ABUF	0960	0602	CUN3 LD	H,02
08CD	12	LD	(DE),A	0962	7E	NEWS LD	A,(HL)
08CE	0605	LD	B,05	0963	C9	PUSH RC	
08D0	C9	RET		0964	CD0067	CALL	GETN
				0967	C1	POP HL	
				0968	27	INC HL	
				0969	13	INC DE	
				096A	10F6	DJNZ	NEWS
				096C	C9	RET	
LOC.	OBJ. CODE	SOURCE	STATEMENT				
0900	210018	LD	HL,LINE NUM	0970	0603	CUN3 LD	B,03
0903	11000A	LD	DE,FORM	0972	7E	NEWS LD	A,(HL)
0906	0680	LD	R,B0	0973	C9	PUSH RC	
0908	1A	CIN LD	A,(DE)	0974	CD0063	CALL	GETN
0909	77	LD	(HL),A	0977	C1	POP RC	
090A	23	INC	HL	0978	13	INC DE	
090b	17	INC	DE	0979	23	INC HL	
090C	10FA	DJNZ	CUN	097A	10F6	DJNZ	NEWS
090F	34F018	LD	A,(ADATE1)	096C	C9	RET	
0911	112018	LD	DE,1820				
0914	CD0063	CALL	GETN				
0917	117018	LD	DE,1830				
091A	21F118	LD	HL,ANOUR				
091D	CD7009	CALL	CUN3				
0920	114018	LD	DE,1840				
0923	21A418	LD	HL,AFUELC2				
0926	CD7009	CALL	CUN3				
0929	115018	LD	DE,1850				
092C	216018	LD	HL,AFUELC1				
092F	CD7009	CALL	CUN3				
0932	115018	LD	DE,1850				
0935	21C018	LD	HL,ASPEED				
0938	CD6009	CALL	L2				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LDC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT	LDC.	OBJ.CODE	SOURCE	STATEMENT
0B00	21FC18	LD	HL,ADFT	63A0	4F	LD	C,A
0B03	3A4C18	LD	A,(ASEC)	63A1	E60F	AND	OF
0B06	8e	ADD	A,(HL)	63A3	CDB763	CALL	CONV
0B07	27	DAA		63A6	47	LD	B,A
0B08	FE00	CP	00	63A7	79	LD	A,C
0B0A	3800	JR	C,SET	63AB	E6F0	AND	FO
0B0C	D8e4	SUB	80	63AA	0F	NRCA	
0B0E	27	DAA		63AB	0F	NRCA	
0B0F	11FK18	SET	LD DE,ABUF	63AC	0F	NRCA	
0B12	12	TIME	LD (DE),A	63AD	0F	NRCA	
0B17	CD0008	CALL	SET DISPTIME	63AE	CDB763	CALL	CONV
0B1c	DD21E018	LD	IX,AD1SPBUF	63B1	15	INC	DE
0B1A	CD2400	CALL	SCAN11	63B2	12	LD	(DE),A
0B1D	2015	JR	NC,1EYFC	63B3	17	INC	DE
0B1F	CD8008	CON	CALL CHECK TIME	63B4	78	LD	A,B
0B22	78	LD	A,B	63B5	12	LD	(DE),A
0B23	FE05	CP	05	63B6	C9	RET	
0B25	2802	JR	Z,FUEL				
0B27	18E9	JR	TIME				
0B29	CD9008	FUEL	CALL DISPLAY	63B7	FE0A	CONV	CP 0A
0B2C	CD6008	CALL	SET DISPLAY10	63B9	3003	JR	NC,ASC
0B2F	CD9008	CALL	DISPLAY	63BB	F630	OR	30
0B32	18DL	JR	TIME	63BD	180C	JR	LAST
0B34	FE19	1EYFC	CP 19	63BF	D609	ASC	SUB 09
0B36	CD0009	CALL	Z,PRINT	63C1	F640	OR	40
0B39	18E4	JR	CON	63C3	C9	LAST	RET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

63A0 4F LD C,A  
 63A1 E6 AND OF  
 63A3 CD CALL 63B7  
 63A6 47 LD B,A  
 63A7 79 LD A,C  
 63A8 E6 AND F0  
 63AA 0F RRCA  
 63AB 0F RRCA  
 63AC 0F RRCA  
 63AD 0F RRCA  
 63AE CD CALL 63B7  
 63B1 13 INC DE  
 63B2 12 LD (DE),A  
 63B3 13 INC DE  
 63B4 78 LD A,B  
 63B5 12 LD (DE),A  
 63B6 C9 RET  
 63B7 FE CP 0A  
 63B9 30 JR NC,63BF  
 63BB F6 DR 30  
 63BD 18 JR 63C3  
 63BF D6 SUB 09  
 63C1 F6 DR 40  
 63C3 C9 RET  
 63C4 3E LD A,80  
 63C6 D3 OUT (CA),A  
 63C8 06 LD 3,50  
 63CA CD CALL 665B  
 63CD 10 DJNZ 63CA  
 63CF DB IN A,(CB)  
 63D1 CB BIT 1,A  
 63D3 28 JR Z,63CF  
 63D5 AF XDR A  
 63D6 D3 OUT (CA),A  
 63D8 C9 RET  
 63D9 31 LD SP,1F7C  
 63DC 21 LD HL,688D  
 63DF CD CALL 62BF  
 63E2 21 LD HL,1FE6  
 63E3 CB SET 0,(HL)  
 63E7 DD LD IX,1FB6  
 63EB CD CALL 05FE  
 63EE CD CALL 6514  
 63F1 FE CP 10  
 63F3 DC CALL C,641B  
 63F6 FE CP 12  
 63F8 20 JR NZ,6416  
 63FA C3 JP 6469  
 63FD FF RST 38H  
 63FE FF RST 38H  
 63FF FF RST 38H  
 6400 18 JR 63D9  
 6402 CD CALL 668F  
 6405 3E LD A,FF  
 6407 32 LD (18E7),A  
 640A 21 LD HL,0800  
 640D 7E LD A,(HL)  
 640E FE CP AF  
 6410 CA JP Z,0817  
 6413 C3 JP 2017  
 6416 CD CALL 03BB  
 6419 18 JR 63E7  
 641B 4F LD C,A  
 641C 21 LD HL,1FFD  
 641F CD CALL 03EE  
 6422 79 LD A,C  
 6423 ED RLD  
 6425 3A LD A,(1FFD)  
 6428 CD CALL 0671  
 642B 21 LD HL,1FB7  
 642E 7E LD A,(HL)  
 642F FE CP 8D  
 6431 20 JR NZ,6435  
 6433 AF XDR A  
 6434 77 LD (HL),A  
 6435 21 LD HL,688F  
 6438 01 LD BC,0004  
 643B 11 LD DE,1FB8  
 643E ED LDIR  
 6440 C9 RET  
 6441 21 LD HL,6893  
 6444 11 LD DE,1F7D  
 6447 01 LD BC,000B  
 644A ED LDIR  
 644C CD CALL 6562  
 644F 18 JR 6402  
 6451 ED LD BC,(1F9D)  
 6455 DD PUSH IX  
 6457 E1 POP HL  
 6458 A7 AND A  
 6459 ED SBC HL,BC  
 645B 4D LD C,L  
 645C 44 LD B,H  
 645D 2A LD HL,(1FFE)  
 6460 09 ADD HL,BC  
 6461 22 LD (1FFE),HL  
 6464 DD LD (1F9D),IX  
 6468 C9 RET  
 6469 DD LD IX,18E8  
 646B DD LD A,(IX+FF)  
 6470 FE CP FF  
 6472 20 JR NZ,6441  
 6474 DD LD A,(IX+00)  
 6477 FE CP FF  
 6479 28 JR Z,6441  
 647B FE CP 2A  
 647D 30 JR NC,6441  
 647F 21 LD HL,1F7D  
 6482 22 LD (1FF9),HL  
 6485 DD LD A,(IX+00)  
 6488 FE CP FF  
 648A CA JP Z,6402  
 648D CB BIT 7,A  
 648F 20 JR NZ,6498  
 6491 CD CALL 6536  
 6494 DD INC IX  
 6496 18 JR 6485  
 6498 E6 AND 7F  
 649A CD CALL 6536  
 649D 3E LD A,0D  
 649F ED LD DE,(1FF9)  
 64A3 12 LD (DE),A  
 64A4 21 LD HL,1FB2  
 64A7 7E LD A,(HL)  
 64A8 FE CP 0D  
 64AA 28 JR Z,64ED  
 64AC FE CP 30  
 64AE 38 JR C,64B4  
 64B0 FE CP 3A  
 64B2 38 JR C,64B7  
 64B4 23 INC HL  
 64B5 18 JR 64A7  
 64B7 FE CP 30  
 64B9 28 JR Z,64CB  
 64BB FE CP 0D  
 64BD 28 JR Z,64ED  
 64BF FE CP 30  
 64C1 38 JR C,64B4  
 64C3 FE CP 3A  
 64C5 30 JR NC,64B4  
 64C7 23 INC HL  
 64C8 7E LD A,(HL)  
 64C9 18 JR 64B8  
 64CB 23 INC HL  
 64CC 7E LD A,(HL)  
 64CD 2B DEC HL  
 64CE FE CP 30  
 64D0 38 JR C,64D6  
 64D2 FE CP 3A  
 64D4 38 JR C,64D9  
 64D6 23 INC HL  
 64D7 18 JR 64A7  
 64D9 E5 PUSH HL  
 64DA 11 LD DE,1F9D  
 64DD A7 AND A  
 64DE E8 EX DE,HL  
 64DF ED SBC HL,DE  
 64E1 4D LD C,L  
 64E2 44 LD B,H  
 64E3 E8 EX DE,HL  
 64E4 5D LD E,L  
 64E5 54 LD D,H  
 64E6 23 INC HL  
 64E7 ED LDIR  
 64E9 E1 POP HL  
 64EA 7E LD A,(HL)  
 64EB 18 JR 64B7  
 64ED CD CALL 6562  
 64F0 3A LD A,(1FFD)  
 64F3 3D DEC A  
 64F4 32 LD (1FFD),A  
 64F7 CA JP Z,6402  
 64FA DD INC IX  
 64FC C3 JP 647F  
 64FF FF RST 38H  
 6500 18 JR 6505  
 6502 CD CALL 668F  
 6505 CD CALL 63C4  
 6508 AF XDR A  
 6509 D3 OUT (CA),A  
 650B DD LD IX,6887  
 650F CD CALL 05FE  
 6512 18 JR 6505  
 6514 F5 PUSH AF  
 6515 21 LD HL,1FFF1  
 6518 4E LD C,(HL)  
 6519 2A LD HL,(1FF2)  
 651C 3A LD A,(1FF0)  
 651F FE CP 55  
 6521 20 JR NZ,6526  
 6523 CD CALL 05E4  
 6526 F1 POP AF  
 6527 C9 RET  
 6528 ED LD DE,(1FF9)  
 652C CD CALL 63B7  
 652F 12 LD (DE),A  
 6530 13 INC DE  
 6531 ED LD (1FF9),DE  
 6535 C9 RET  
 6536 FE CP 10  
 6538 38 JR C,6528  
 653A D6 SUB 10  
 653C 6F LD L,A  
 653D 26 LD H,00  
 653F 29 ADD HL,HL  
 6540 11 LD DE,67ED  
 6543 19 ADD HL,DE  
 6544 4E LD C,(HL)  
 6545 23 INC HL  
 6546 46 LD B,(HL)  
 6547 23 INC HL  
 6548 5E LD E,(HL)  
 6549 23 INC HL  
 654A 56 LD D,(HL)  
 654B 69 LD L,C  
 654C 60 LD H,B

654D E8 EX DE,HL	65E3 18 JR 65B0	6663 3E LD A,3F
654E A7 AND A	65E5 FE CP 0D	6665 FE CP 20
654F ED SBC HL,DE	65E7 20 JR NZ,65F1	6667 38 JR C,6663
6551 ED LD DE,(1FF9)	65E9 AF XDR A	6669 FE CP 60
6555 7D LD A,L	65EA D3 OUT (CA),A	666B 30 JR NC,6663
6556 69 LD L,C	65EC E1 POP HL	666D FE CP 54
6557 60 LD H,B	65ED D1 POP DE	666F 30 JR NC,6663
6558 4F LD C,A	65EE C1 POP BC	6671 A7 AND A
6559 06 LD B,00	65EF F1 POP AF	6672 0E LD C,20
655B ED LDIR	65F0 C9 RET	6674 99 SBC A,C
655D ED LD (1FF9),DE	65F1 CD CALL 6665	6675 47 LD B,A
6561 C9 RET	65F4 06 LD B,05	6676 87 ADD A,A
6562 AF XDR A	65F6 7E LD A,(HL)	6677 87 ADD A,A
6563 32 LD (1FFC),A	65F7 0F RRCA	6678 80 ADD A,B
6566 06 LD B,16	65F8 D3 OUT (CA),A	6679 21 LD HL,666D
6568 21 LD HL,1F7D	65FA C5 PUSH BC	667C 5F LD E,A
656B 7E LD A,(HL)	65FB 06 LD B,18	667D 16 LD D,00
656C FE CP 0D	65FD CD CALL 6653	667F 19 ADD HL,DE
656E 28 JR Z,6594	6600 10 DJNZ 65FD	6680 DD INC IX
6570 23 INC HL	6602 C1 POP BC	6682 C9 RET
6571 10 DJNZ 656B	6603 CD CALL 662B	6683 0E LD C,54
6573 21 LD HL,1F92	6606 3E LD A,80	6685 99 SBC A,C
6576 11 LD DE,1F97	6608 D3 OUT (CA),A	6686 47 LD B,A
6579 01 LD BC,0005	660A CD CALL 663B	6687 87 ADD A,A
657C ED LDIR	660D 23 INC HL	6688 87 ADD A,A
657E 3E LD A,01	660E 10 DJNZ 65F6	6689 80 ADD A,B
6580 32 LD (1FFC),A	6610 06 LD B,0E	668A 21 LD HL,67B1
6583 3E LD H,0D	6612 CD CALL 662B	668D 18 JR 667C
6585 21 LD HL,1F92	6615 CD CALL 663B	668F CD CALL 63C4
6588 77 LD (HL),A	6618 10 DJNZ 6612	6692 CD CALL 63C4
6589 06 LD B,04	661A C3 JP 65D7	6695 C9 RET
658B 21 LD HL,1F93	661D CD CALL 665B	
658E 3E LD A,20	6620 CD CALL 665B	
6590 77 LD (HL),A	6623 AF XDR A	
6591 23 INC HL	6624 D3 OUT (CA),A	
6592 10 DJNZ 6590	6626 DD LD IX,(1FFA)	
6594 DD LD (1FFA),IX	662A C9 RET	
6598 DD LD IX,1F7D	662B D9 EXX	
659C CD CALL 65AC	662C 06 LD B,05	
659F 21 LD HL,1FFC	662E CD CALL 664B	
65A2 7E LD A,(HL)	6631 DB IN A,(CB)	
65A3 A7 AND A	6633 CB BIT 0,A	
65A4 28 JR Z,661D	6635 28 JR Z,662E	
65A6 35 DEC (HL)	6637 10 DJNZ 662E	
65A7 DD INC IX	6639 D9 EXX	
65A9 C3 JP 659C	663A C9 RET	
65AC F5 PUSH AF	663B D9 EXX	
65AD C5 PUSH BC	663C 06 LD B,05	
65AE D5 PUSH DE	663E CD CALL 664B	
65AF E5 PUSH HL	6641 DB IN A,(CB)	
65B0 DB IN A,(CB)	6643 CB BIT 0,A	
65B2 CB BIT 1,A	6645 20 JR NZ,663E	
65B4 28 JR Z,65BC	6647 10 DJNZ 663E	
65B6 3E LD A,80	6649 D9 EXX	
65B8 D3 OUT (CA),A	664A C9 RET	
65BA 18 JR 65C6	664B C5 PUSH BC	
65BC 3E LD A,80	664C 06 LD B,03	
65BE D3 OUT (CA),A	664E 00 NOP	
65C0 DB IN A,(CB)	664F 10 DJNZ 664E	
65C2 CB BIT 1,A	6651 C1 POP BC	
65C4 28 JR Z,65C0	6652 C9 RET	
65C6 06 LD B,12	6653 C5 PUSH BC	
65C8 CD CALL 665B	6654 06 LD B,0A	
65CB 10 DJNZ 65C8	6656 00 NOP	
65CD 06 LD B,03	6657 10 DJNZ 6656	
65CF CD CALL 662B	6659 C1 POP BC	
65D2 CD CALL 663B	665A C9 RET	
65D5 10 DJNZ 65CF	665B C5 PUSH BC	
65D7 DD LD A,(IX+00)	665C 06 LD B,FF	
65DA FE CP 0A	665E 00 NOP	
65DC 20 JR NZ,65E5	665F 10 DJNZ 665E	
65DE CD CALL 63C4	6661 C1 POP BC	
65E1 DD INC IX	6662 C9 RET	

LOC. OBJ. CODE SOURCE STATEMENT

65E7	2H00	JR	HZ,NEXT
65E9	AF	XOR	A
65EA	D3CA	OUT	(CA),A
65EC	E1	POP	HL
65ED	D1	POP	DE
65EE	C1	POP	BC
65EF	F1	POP	AF
65F0	C9	RET	
65F1	CD656A	NEXT	CALL 6665
65F4	0A05	LD	B,05
65F6	2F0F	DIG	LD A,(HL)
65F7	0F	M0CA	
65F8	D3CA	OUT	(CA),A
65FA	C5	PUSH	HL
65FB	0610	LD	H,10
65FD	CD376A	HERE	CALL DEL1
6500	10FB	DJNZ	HERE
6602	D1	POP	BC
6603	CD2D6A	CALL	662H
6606	3E80	LD	A,B0
6608	D3CA	OUT	(CA),A
660A	CD3H6A	CALL	667B
660D	23	INC	HL
660E	10E6	DJNZ	DIG
6610	0602	LD	B,02
6612	CD3H6A	CALL	667B
6615	CD3B6A	CALL	6673
6618	10FB	DJNZ	HERE
661A	CD3765	JR	ASC
65AC	F5	PUSH	AF
65AD	C5	PUSH	BC
65AE	D5	PUSH	DE
65AF	E5	PUSH	HL
65B0	D8CF	AGAIN	IN A,(CF)
65B2	CD4F	BIT	1,A
65D4	2H06	JR	Z,0IN
65F6	3E80	LD	A,B0
65FB	D3CA	OUT	(CA),A
65FA	1B0A	JR	TIME
65FC	3E80	LD	A,B0
65BE	D3CA	OUT	(CA),A
65C0	D8CF	READ	IN A,(CF)

65C2	CD4F	BIT	1,A
65C4	2HFA	JR	Z,READ
65C6	0610	TIME	LD H,10
65C8	10FB	DJNZ	CON
65CD	0603	LD	H,03
65CF	CD376A	HERE	CALL 662H
65D2	CD376A	CALL	667B
65D5	10FB	DJNZ	HERE
65D7	D87F00	ASC	LD A,(IX+00)
65DA	FE0A	CP	0A
65DC	2007	JR	HZ,CF0D
65DE	CD046A	CALL	PL INEFD
65E1	0D23	INC	IX
65E3	18CB	JR	AGAIN
65E5	FE0D	GOOD	CP 0D

LOC. OBJ. CODE SOURCE STATEMENT

65C4	3E80	LD	A,B0
65C6	D3CA	OUT	(CA),A
65C8	0650	LD	B,50
65CA	CD5F6A	CON	CALL DEL1
65CC	10FB	DJNZ	CON
65CF	D8CF	READ	IN A,(CF)
65D1	CD4F	BIT	1,A
65D3	2HFA	JR	Z,READ
65D5	AF	XOR	A
65D8	D3CA	OUT	(CA),A
65DB	C9	RET	
665E	C5	DEL1	PUSH BC
665C	06FF	LD	E,FF
665E	00	HERE	NOP
665F	10FD	DJNZ	HERE
6661	C1	POP	BC
6662	C9	RET	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


## LOC. OBJ. CODE SOURCE STATEMENT

662B	D9		EXX		6677	B7	ADD	A,A
662C	0605		LD	R,05	6678	B0	ADD	A,R
662E	CD4H66	CON1	CALL	DFL2	6679	21	LD	HL,66AD
6631	DHCB		IN	A,(CB)	667C	5F	TAB2	LD E,A
6633	CP47		RIT	0,A	667D	1600	LD	D,00
6635	2HF7		JR	7,CON1	667F	19	ADD	HL,DE
6637	10F5		DJNZ	CON1	6680	D023	INC	IX
6639	D9		EXX		6682	C9	RET	
663A	C9		RET		6683	0E54	STAB	LD C,54
					6685	99	SHC	A,C
663B	D9		EXX		6686	47	LD	R,A
663C	0605		LD	R,05	6687	H7	ADD	A,A
663E	CD4H66	CON2	CALL	DFL2	6688	B7	ADD	A,A
6641	DHCB		IN	A,(CB)	6689	B0	ADD	A,R
6643	CP47		RIT	0,A	668A	21R1A7	LD	HL,67R1
6645	2HF7		JR	7,CON1	668D	10FD	JR	TAB 2
6647	10F5		DJNZ	CON2				
6649	D9		EXX		66A0	3F80	LD	A,B0
664A	C9		RET		66A2	DCCA	OUT	(CA),A
					66A4	C05B66	CON	CALL DEL1
664U	C1	DEL1	PUSH	BC	66A7	10FB	DJNZ	CON
664L	0605		LD	R,05	66A9	AF	XOR	A
664L	H0	CON2	NDP		66AA	DCCA	OUT	(CA),A
664I	10FD		DJNZ	CON3	66AC	C9	RET	
6651	C1	H0P	HC					
6652	C9		RET		66B8	C5	DEL1	PUSH BC
					665C	06FF	LD	R,FF
6663	3E3F	ST0	LD	A,3F	665E	00	HERE	NDP
6665	FE20		CP	20	665F	10FD	DJNZ	HERE
6667	3BF0	JR	C,ST0		6661	C1	POP	BC
6669	FFA0		CP	A0	6662	C9	RET	
666B	30F6		JR	HL,ST0				
666D	FES4		CP	54				
666F	3012		JR	HL,ST01				
6671	A7		AND	A				
6672	0E20		LD	C,20				
6674	99		SHC	A,C				
6675	47		LD	R,A				
6676	B7		ADD	A,A				

## LOC. OBJ.CODE SOURCE STATEMENT

662B	D9		FXX		6677	B7	ADD	A,A
662C	0605		LD	R,05	667B	B0	AND	A,B
662E	CD4H66	CONC	CALL	DEL2	6679	21	LD	HL,66AD
6631	DFCB		IN	A,(CB)	667C	5F	TAB2	LD E,A
6633	CR47		RIT	0,A	667D	1600	LD	D,00
6635	2HF7		JR	7,CON1	667F	19	AND	HL,DE
6637	10F5		DJNZ	CON1	6680	0B23	INC	IX
6639	D9		FXX		6682	C9	RET	
663A	C9		RET		6683	0E54	STA1	LD C,54
					6685	97	SHC	A,C
663B	D9		FXX		668A	47	LD	B,A
663C	0605		LD	R,05	6687	H7	ADD	A,A
663E	CD4H66	CONC	CALL	DEL2	668B	B7	AND	A,A
6641	DFCB		IN	A,(CB)	6689	B0	AND	A,B
6643	CR47		RIT	0,A	6684	21B1A7	LD	HL,67B1
6645	2HF7		JR	7,CON1	668D	10FD	JR	TAB 2
6647	10F5		DJNZ	CON1				
6649	D9		FXX		66A0	3F80	LD	A,B0
664A	C9		RET		66A2	D3CA	OUT	(CA),A
					66A4	CD5B66	CON	CALL DEL1
664B	C1	DEL1	PUSH	BC	66A7	10FB	DJNZ	CON
664C	0605		LD	R,05	66A9	AF	INR	A
664L	00	CONC	NOP		66AA	D3CA	OUT	(CA),A
664F	10FD		DJNZ	CON3	66AC	C9	RET	
6651	C1		POP	BC				
6652	C9		RET		665B	C5	DEL1	PUSH BC
					665C	06FF	LD	R,FF
6663	3E0F	STB	LD	A,3F	665E	00	HERE	NOP
6665	FE20		CP	20	665F	10FD	DJNZ	HERE
6667	3BFA	JR	C,51A		6661	C1	POP	BC
6669	FF60		CP	60	6662	C9	RET	
666B	30FA		JR	HL,5TA				
666D	FE54		CP	54				
666F	3012		JR	HL,5TA1				
6671	A7		AND	A				
6672	0E20		LD	C,20				
6674	99		SHC	A,C				
6675	47		LD	B,A				
6676	B7		ADD	A,A				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกที่ 2  
แบบพิมพ์ผลลัพธ์จากการทดสอบ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ค่าผลลัพธ์  
บทความที่ลงพิมพ์ในวารสาร วารสาร วารสาร วารสาร วารสาร วารสาร  
วารสาร วารสาร วารสาร วารสาร วารสาร วารสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบพิมพ์ผลลัพธ์การทดสอบ เครื่อง โปรแกรมและพิมพ์ผลลัพธ์

\*\*\* BUS NO. 0201 \*\*\*

START TIME  
DATE : 30 NOV. 1984  
TIME : 23.59.55

FUEL VOLUME  
TOTAL: 0000.34 LIT.

DISTANCE  
TOTAL: 0000.00 KM.

SPEED  
HIGH : 000 KM./HR.  
TIME : 00.00.00

CHECK TIME  
DATE : 01 DEC. 1984  
TIME : 00.00.14

\*\*\*\*\*

\*\*\* BUS NO. Q201 \*\*\*

START TIME  
DATE : 30 NOV. 1984  
TIME : 23.59.55

FUEL VOLUME  
TOTAL: 0000.78 LIT.

DISTANCE  
TOTAL: 0000.08 KM.

SPEED  
HIGH : 002 KM./HR.  
TIME : 00.02.00

CHECK TIME  
DATE : 01 DEC. 1984  
TIME : 00.47.47

\*\*\*\*\*

\*\*\* BUS NO. 0201 \*\*\*

START TIME  
DATE : 17 NOV. 1984  
TIME : 17.14.00

FUEL VOLUME  
TOTAL: 0002.03 LIT.

DISTANCE  
TOTAL: 0013.78 KM.

SPEED  
HIGH : 094 KM./HR.  
TIME : 17.52.00

CHECK TIME  
DATE : 17 NOV. 1984  
TIME : 18.01.32

\*\*\*\*\*

\*\*\* BUS NO. 0201 \*\*\*

START TIME  
DATE : 17 NOV. 1984  
TIME : 17.14.00

FUEL VOLUME  
TOTAL: 0002.49 LIT.

DISTANCE  
TOTAL: 0003.95 KM.

SPEED  
HIGH : 083 KM./HR.  
TIME : 17.50.00

CHECK TIME  
DATE : 17 NOV. 1984  
TIME : 17.50.25

\*\*\*\*\*

# เครื่องบันทึก การใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซล โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ A Microcomputer-Based Fuel Consumption Monitor for Diesel Engines

นายณรงค์ อางอุทธิ์  
นายอุณิศา วัฒนพิทักษ์พงศ์  
รศ.ดร.อิทธิชัย ไก่คออคุณ

## บทคัดย่อ

บทความนี้จะเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซล พร้อมทั้งวิธีการคิดแปลงระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันของรถยนต์ดีเซล เพื่อให้ง่ายและเหมาะสมต่อการติดตั้งบนเครื่องสำหรับกรวัดปริมาณการใช้น้ำมัน โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์รับสัญญาณแบบ SUC35 ทำหน้าที่คำนวณผลการใช้น้ำมันและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ สำหรับบนเครื่องวัดปริมาณการใช้น้ำมันจะใช้เซนเซอร์การไหลแบบแสงผ่านพรพรรณในการวัดปริมาณน้ำมัน การออกแบบเครื่องนี้จะมุ่งให้ใช้กับรถโดยสารประจำทาง โดยสามารถบันทึกปริมาณน้ำมันที่ใช้อย่างต่อเนื่องได้ในน้อยกว่า 1 สัปดาห์ พร้อมทั้งมีการบันทึกอัตราการความเร็วสูงสุดของรถยนต์และในระบบจะมีชุดเวลาตรวจราวอยู่ด้วย เครื่องที่ระบบที่ออกแบบนี้ จะใช้พลังงานเพียงประมาณ 150 มิลลิวัตต์เท่านั้น

## 1. บทนำ

ปัจจุบันนี้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เรียกว่า "ไมโครโปรเซสเซอร์" ได้นำไปใช้งานอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบเครื่องมื่อวัดที่ต้องการวัดค่าหลาย ๆ จุดพร้อม ๆ กันและมีความยุ่งยากในการวัด ในบทความนี้จะเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์รับสัญญาณแบบ SUC35 ทำหน้าที่คำนวณผลและบันทึกข้อมูล ซึ่งระบบการวัดปริมาณการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์จริง ๆ ในเครื่องยนต์แบบดีเซล ยังไม่มีผู้คิดออกแบบเลย ทั้งนี้จึงได้มีแผนการออกแบบสร้างและพัฒนาเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันเพื่อใช้ตรวจสอบการใช้น้ำมันในเครื่องยนต์ดีเซล โดยสามารถตรวจสอบปริมาณน้ำมันที่ไปได้ตลอด

เวลา และสามารถทราบอัตราการใช้น้ำมันเป็นกิโลเมตร/ลิตร ที่อัตราความเร็วของรถยนต์ต่าง ๆ กัน การออกแบบเครื่องบันทึกนี้จะใช้กับระบบเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งมีระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันที่ยุ่งยากกว่าเครื่องยนต์เบนซิน โดยจะเสนอวิธีการคิดแปลงระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันในเครื่องยนต์ดีเซลให้เหมาะสมกับการวัด เนื่องจากเครื่องบันทึกนี้จะติดตั้งในรถโดยสารประจำทาง จอมก. และต้องทำการบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องกันได้น้อยกว่า 1 สัปดาห์ในการบันทึกแบบต่อเนื่องทั้งหมด จึงต้องออกแบบเครื่องบันทึกนี้ให้ใช้พลังงานต่ำสุด และให้สามารถใช้งานแบตเตอรี่สำรองภายในเครื่องบันทึกเองได้ ดังนั้นภาคแสดงผลและพิมพ์ข้อมูลจะแยกไว้ต่างหากเป็นอีกเครื่องหนึ่ง เครื่องบันทึกที่สร้างและพัฒนาขึ้นนี้จะใช้พลังงานเพียง 150 มิลลิวัตต์เท่านั้นและมีชุดคอมพิวเตอร์ดังนี้

1. เมื่อตั้งค่า เวลา วันที่และปริมาณน้ำมันเริ่มต้นแล้ว เครื่องจะเริ่มทำการบันทึกปริมาณการใช้น้ำมันไปเรื่อย ๆ โดยจะเก็บค่า เวลา วันที่เริ่มต้นการบันทึกไว้
2. ปริมาณน้ำมันที่บันทึกจะเก็บไว้ในหน่วยความจำข้อมูลในลักษณะและคมค่าไปเรื่อย ๆ ซึ่งมีค่าสูงสุด 9999.99 ลิตร โดยที่ค่า เวลา วันที่และปริมาณน้ำมันนี้สามารถตั้งค่าเริ่มต้นใหม่ได้
3. สามารถบันทึกอัตราการความเร็วสูงสุดของรถยนต์ได้ โดยจะบันทึกอัตราการความเร็วสูงสุดที่ใช้น้ำมันค่าเวลาขณะรับรถด้วย อัตราความเร็วสูงสุดนั้น ทั้งยังสามารถบันทึกระยะเวลาด้วย โดยบันทึกระยะเวลาสูงสุดได้ 9999.99 กิโลเมตร
4. การอ่านค่าจะใช้เครื่องอ่านและพิมพ์ข้อมูลซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ Z-80 มาต่ออินเทอร์เฟซ ลักษณะข้อมูลที่ได้จะมีค่า เวลา วันที่ ที่เริ่มต้นการบันทึกและขณะอ่านค่า ปริมาณน้ำ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

มัน และยังสามารถอ่านค่าการใช้น้ำมันแบบต่อเนื่อง ซึ่งสามารถคำนวณเป็นกิโลเมตร/ลิตร ตลอดจนค่าอัตราความเร็วสูงสุดและค่าเวลาขณะที่ยังรถด้วยความเร็วสูงสุดนั้น ค่าระยะทางที่ยังรถไปทั้งหมด

5. เครื่องบันทึกนี้สามารถเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ได้นานกว่า 1 สัปดาห์ในการบันทึกแบบเรียลไทม์ เพราะมีแบตเตอรี่สำรองภายในเครื่อง และเครื่องบันทึกนี้จะกินกระแสไฟเพียง 25 มิลลิแอมป์เท่านั้น

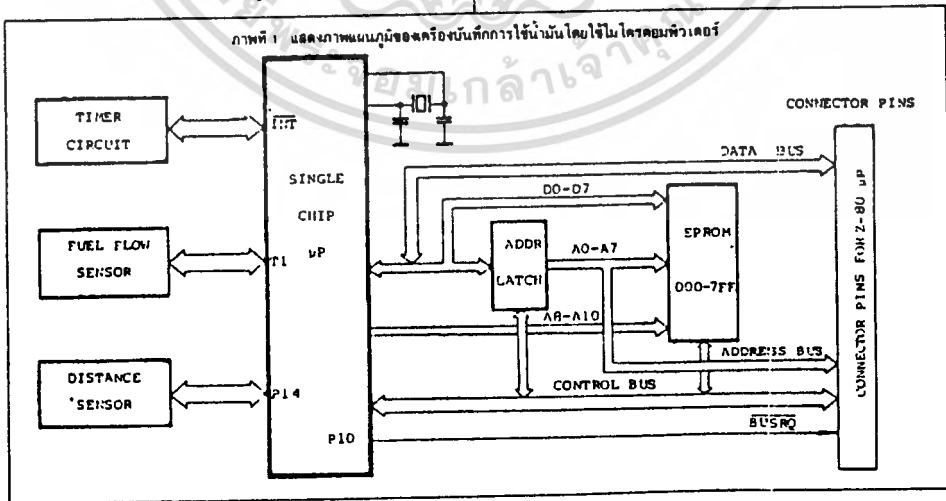
2. การออกแบบและสร้าง

ในการออกแบบและสร้างเครื่องบันทึกนี้สามารถแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการออกแบบวงจรคำนวณและบันทึกข้อมูล ส่วนที่สองจะเป็นการติดตั้งเซ็นเซอร์และวิธีการวัดแปลงระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนแรกเป็นการออกแบบวงจรคำนวณและบันทึกข้อมูล ซึ่งจะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยวแบบ 80C35 เป็นหัวใจในระบบ ซึ่งมีรายละเอียดพอสรุปได้ดังนี้

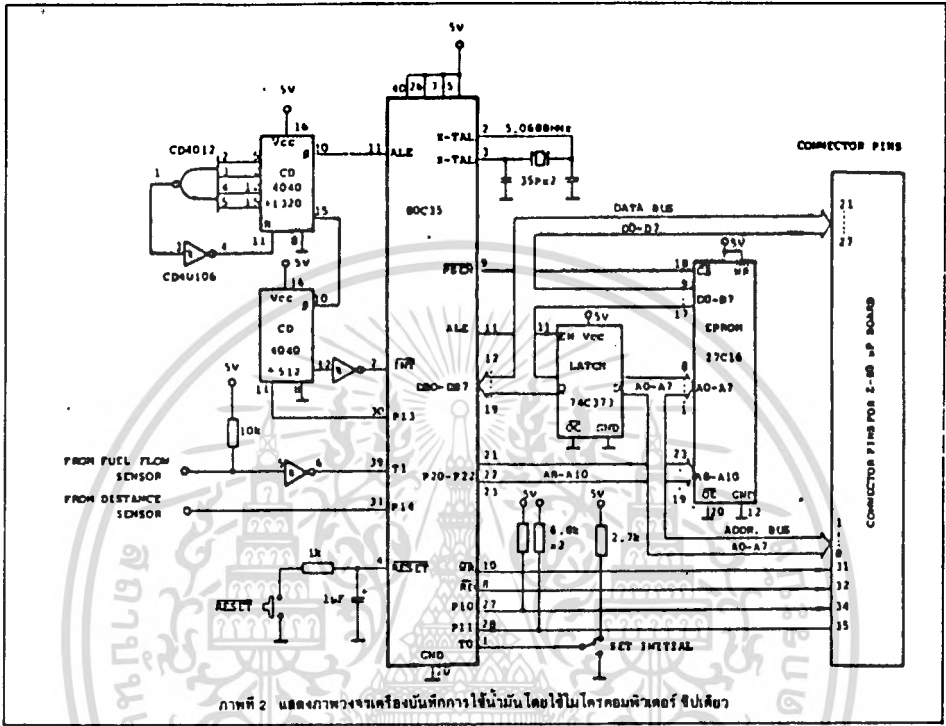
- ชิพยู (CPU) แบบ 8 บิต
- หน่วยความจำข้อมูลแบบแรม (RAM DATA MEMORY) 64 x 8 บิต
- ขาอินพุต-เอาท์พุต (I/O LINES) 27 ขา
- ไทมเมอร์-อีเวนท์เคาน์เตอร์ (TIMER/EVENT COUNTER) ขนาด 8 บิต 1 ชุด
- อินเทอร์รัพท์ (INTERRUPT)

สำหรับหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) จะต้องใช้ไอซีหน่วยความจำต่อเพิ่มอยู่ภายนอก การออกแบบเครื่องบันทึกการใช้ น้ำมันสามารถแสดงได้ดังภาพแผนภูมิง่าย ๆ ในภาพที่ 1 โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. ไมโครคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยวซึ่งมีรายละเอียดตามที่กล่าวไว้ข้างต้นสำหรับทำหน้าที่รับสัญญาณต่าง ๆ เพื่อทำการคำนวณผลดีพีแอนด์บันทึกไว้ในหน่วยความจำข้อมูลแบบแรมภายในตัวไอซี ชิพยู 80C35
2. จุดเซนเซอร์ปริมาตรการไหลของน้ำมัน ซึ่งประกอบด้วยเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ชนิดส่งอินฟราเรดทำหน้าที่วัดปริมาตรการไหลของน้ำมัน สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จะมีลักษณะเป็นพัลส์ ๆ ซึ่งมีความละเอียดมากถึง 1500-2000 พัลส์ต่อปริมาตรน้ำมัน 0.1 ลิตร
3. ชุดเวลามาตรฐาน ชุดนี้ใช้สัญญาณจากคริสตัลอสซิลิไซด์สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยวมาเป็นฐานเวลาในการแสดงค่าเวลา สัญญาณเอาท์พุตของชุดนี้จะได้จากความถี่ของแควร์คริสตัลอสซิลิไซด์ให้ความถี่ค่า เวลาที่ได้จะเกิดจากการคำนวณโดยโปรแกรมและบันทึกค่า เวลา วันที่ ไว้ในหน่วยงานความจำข้อมูลแบบแรม
4. จุดเซนเซอร์ระยะทาง ชุดนี้ใช้เซนเซอร์แบบแม่เหล็กเคลื่อนที่ติดกับคอยล์เพื่อให้เกิดสัญญาณพัลส์ซึ่งแปรผันตามระยะทาง สัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากเซนเซอร์นี้จะส่งเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยวเพื่อทำการคำนวณเป็นระยะทาง อัตราความเร็วสูงสุดและค่าเวลาขณะที่ใช้อัตราความเร็วสูงสุด โดยจะบันทึกผลดีพีต่าง ๆ ไว้ในหน่วยความจำข้อมูลแบบแรม สำหรับส่วนอื่น ๆ ก็มีส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมและตัวต่อสายอินเทอร์เฟซสำหรับใช้ส่งและรับข้อมูลต่าง ๆ กับเครื่องอ่านและพิมพ์ข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงภาพวงจรเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันโดยใช้นไมโครคอมพิวเตอร์ ชิปเดียว

ลักษณะการออกแบบบอร์ดว่า ๆ เป็นดังที่อธิบายตามภาคแผนภูมิข้างต้นสำหรับรายละเอียดวงจรส่วนต่าง ๆ ของเมกอิบบายเป็นส่วน ๆ ดังนี้

2.1 วงจรไมโครคอมพิวเตอร์ชิปเดียว 80C35 ซึ่งแสดงรายละเอียดวงจรได้ดังภาพที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยไอซีชนิดซีมอสทั้งหมดเพื่อประหยัดพลังงานให้ใช้ชนิดที่ลด ในวงจรจะใช้ทรานซิสเตอร์ความถี่ 5.0688 MHz กำหนดสัญญาณนาฬิกาให้กับ ชิพ 80C35 และใช้สัญญาณนาฬิกาจากขา ALE ของชิพซึ่งมีความถี่ 337.92 KHz ผ่านวงจรหารความถี่ขนาด 1320 x 512 เท่า ซึ่งประกอบด้วยไอซี CD 4040 2 ตัวร่วมกับไอซี CD 4012 ทำให้ได้สัญญาณเอาท์พุท มีความถี่ 0.5 Hz และป้อนเข้าขา INT ของชิพ 80C35 เพื่อใช้เป็นสัญญาณบอกเวลานาฬิกาทุก ๆ วินาที ซึ่งมีโปรแกรมทำหน้าที่คำนวณเวลาและเก็บผลลัพท์ไว้ในหน่วยความจำข้อมูล ลักษณะของโปรแกรมคำนวณเวลาพิกานี้จะเก็บข้อมูลในแบบ ชั่วโมง และวินาที สำหรับวันที่จะเปลี่ยนไปเมื่อถึงเวลา 24 นาฬิกาทุกครั้ง

สำหรับหน่วยความจำโปรแกรมจะใช้ไอซี 27C16 ซึ่งเป็น EPROM ขนาด 2 กิโลไบต์ เป็นส่วนของโปรแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมให้ชิพทำงานตามที่ต้องการเนื่องจากชิพ 80C35 นี้ใช้ขาเอาต์พุตและขาอินพุต 8 บิตต่าง (AO-A7) ร่วมกับแรมมอดลที่อีก 8

บิตนั้นจึงต้องใช้ไอซี 74C373 ทำหน้าที่แอสซิงโครนัส (AO-A7) ตามภาพที่ 2 ส่วนวงจรเซนเซอร์ปริมาตรน้ำมันและเซนเซอร์ระยะทางจะใช้แบบที่มีลักษณะสัญญาณเอาท์พุทที่ได้เป็นจำนวนพัลส์ ซึ่งจำนวนพัลส์ที่ได้จะแปรผันตามปริมาตรของน้ำมันและระยะทาง สำหรับจำนวนพัลส์ที่แปรผันตามปริมาตรการไหลของน้ำมันจะป้อนเข้าขา T1 ของชิพ 80C35 ซึ่งเป็นขาอินพุตที่ความถี่เพื่อรับจำนวนพัลส์ โดยเขียนโปรแกรมคำนวณผลเป็นจำนวนลิตรและเก็บผลลัพท์ในหน่วยความจำข้อมูลซึ่งสามารถเก็บค่าได้สูงสุด 9999.99 ลิตร ส่วนสัญญาณพัลส์ที่ได้จากเซนเซอร์ระยะทางจะป้อนเข้าขาอินพุตเอาท์พุท โดยมีโปรแกรมทำหน้าที่นับจำนวนและคำนวณเป็นระยะทาง ซึ่งจะเก็บค่าสูงสุดได้ 9999.99 กิโลเมตร และมีโปรแกรมทำหน้าที่คำนวณอัตราความเร็วของรถยนต์ทุก ๆ 1 นาที และเก็บผลลัพท์เฉพาะอัตราความเร็วสูงสุดกับค่าเวลาขณะที่ใช้อัตราความเร็วสูงสุดนั้นในหน่วยความจำข้อมูล

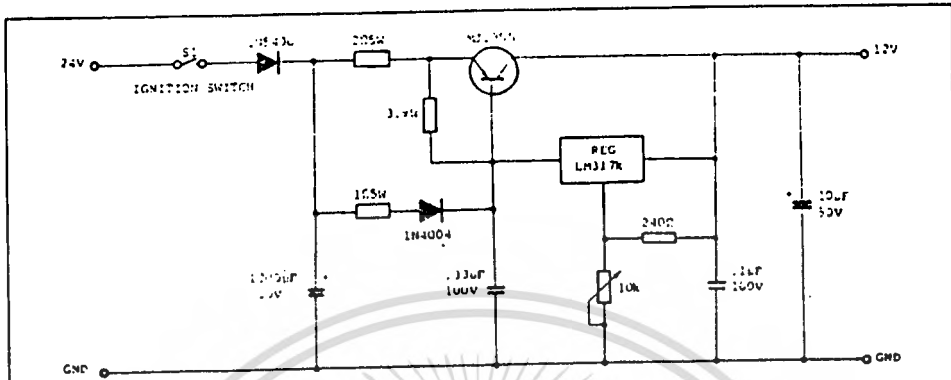
2.2 วงจรเซนเซอร์ปริมาตรจากการไหลของน้ำมัน จะประกอบด้วยส่วนของเครื่องกลและส่วนวงจรรีเลย์ทรอนิกส์ ซึ่งมีภาพวงจรดังในภาพที่ 3 หลักการออกแบบเซนเซอร์การไหลของน้ำมันนี้ จะดึงออกแบบให้ได้สัญญาณเอาท์พุทเป็นจำนวนพัลส์คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

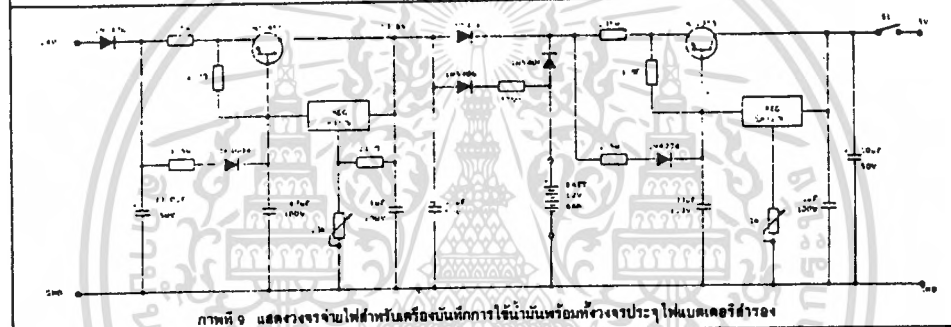








ภาพที่ 8 แสดงวงจรจ่ายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมการจ่ายน้ำมันในเครื่องยนต์ดีเซลประเภท

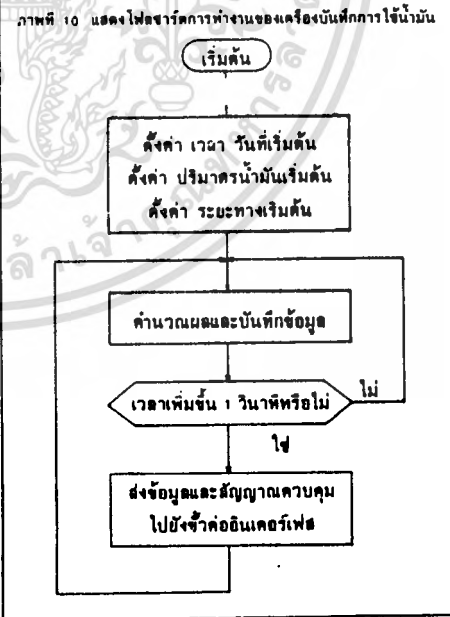


ภาพที่ 9 แสดงวงจรจ่ายไฟฟ้าสำหรับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันหรือห้วงจรประจุไฟแบตเตอรี่สำรอง

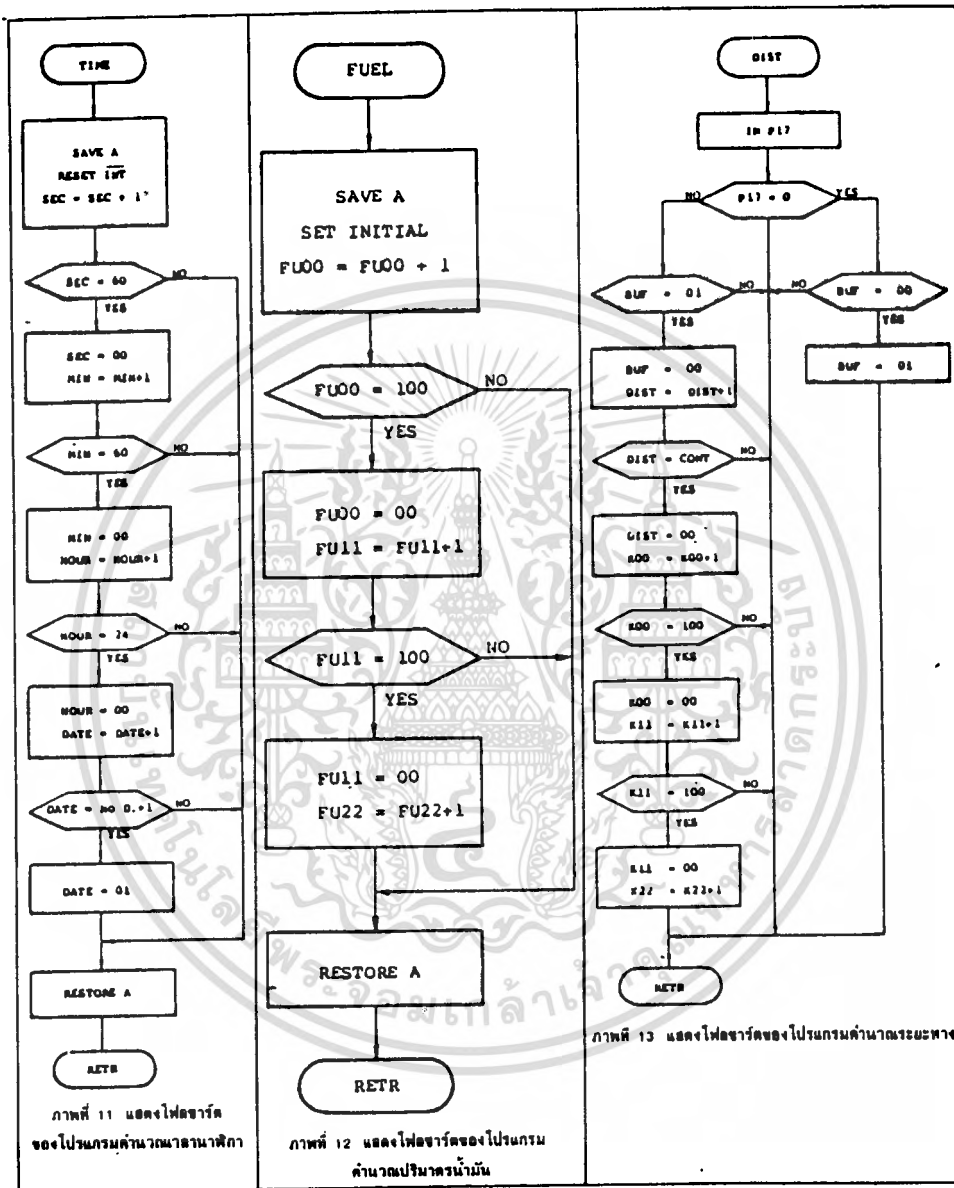
การทำงานตามโฟลชาร์ตในภาพที่ 13 จากโฟลชาร์ต BUF จะเป็นตัวแปรสำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุท ถ้าหากมีสัญญาณอินพุทเข้ามาแต่ละพอสต์ DIST จะเพิ่มค่าขึ้นทีละหนึ่งตามจำนวนพอสต์ ซึ่ง DIST นี้จะทำหน้าที่เป็นความเร็วมอเตอร์ และเมื่อจำนวนพอสต์ของ DIST มีค่าเท่ากับ CONT (ซึ่งเป็นค่าคงที่เท่ากับระยะทาง 0.01 กิโลเมตร การเก็บค่าระยะทางจะเก็บเป็นกิโลเมตร ซึ่งค่าสูงสุดที่บันทึกได้คือ 9999.99 กิโลเมตร โดยเก็บค่าไว้ในหน่วยความจำข้อมูลภายในไอซี 80C35 อีกจำนวน 3 ไบท์

สำหรับการหาค่าอัตราความเร็วสูงสุดของรถที่ใช้จึงนั้น จะมีโปรแกรมคำนวณอัตราความเร็วรถที่ใช้วิ่งทุก ๆ วินาที และเมื่อได้ค่าอัตราความเร็วรถที่สูงกว่าเดิมก็จะเอาตัวเลขนั้นไปเก็บในหน่วยความจำข้อมูลใหม่พร้อมทั้งค่าเอาขณะที่ใช้ความเร็วสูงสุดนั้น

ส่วนโปรแกรมการรับข้อมูลเริ่มต้นคือ โปรแกรมที่จะรับข้อมูลจากเครื่องอ่านและพิมพ์ข้อมูลมาเป็นค่าเริ่มต้นก่อนทำการบันทึกข้อมูล ลักษณะของโปรแกรมนี้จะต้องตั้งค่าเวลาเริ่มต้นให้ตรงตามเวลานาฬิกา ดังนั้นจึงออกแบบสวิทช์สำหรับตั้งค่าเวลาเริ่มต้นการทำงานไว้ (Set initial switch) เมื่อทำงานตามโปรแกรมแล้ว ข้อมูลต่างๆ ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำข้อมูลทั้งหมดก็จะถูกเปลี่ยนแปลงไปตามอินพุทที่เข้ามาจะมีโปรแกรมทำหน้าที่ข้อมูลทั้งหมดนั้นส่งออกไปยังจอคือ



ภาพที่ 10 แสดงโฟลชาร์ตการทำงานของเครื่องบันทึกการใช้น้ำมัน

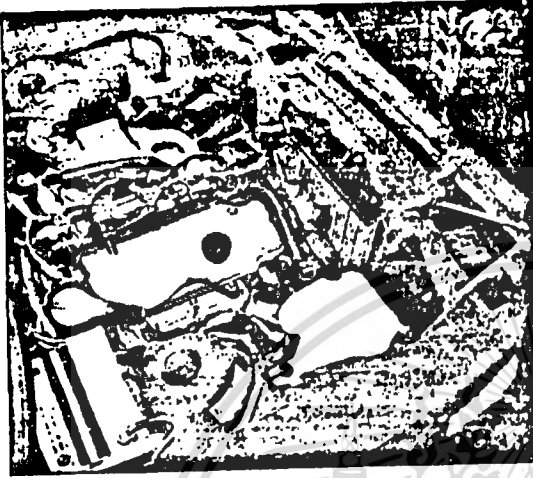


อินเตอร์เฟซพร้อมสัญลักษณ์ควบคุมทุก ๆ วินาที ดังนั้นเมื่อหน่วยเครื่องอ่านและพิมพ์ข้อมูลมาที่อินเตอร์เฟซ ข้อมูลต่างๆ ก็จะถูกส่งไปเก็บไว้ในหน่วยความจำที่จัดไว้ในเครื่องอ่านและพิมพ์ข้อมูล และเมื่อสั่งให้โปรแกรมในเครื่องอ่านและพิมพ์ข้อมูลนำข้อมูลนั้น ๆ ไปแสดงบนจอจะรู้ข้อมูลต่างๆ ที่เราต้องการได้ อาจจะทำให้แสดงทางตัวเลข 7 ส่วน

6 หลัก หรือแสดงบนกระดาษเล็ก ๆ ที่ออกจากเครื่องพิมพ์ก็ได้แล้วแต่ความต้องการ

ผลการทดลอง เราได้คิดค้นเครื่องบันทึกการใช้งานน้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซลนี้ ในรถโดยสารประจำทางของ ขสมก.ที่นำมาให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เราทดลองและทดลองวิ่งในเส้นทาง นนทบุรี-ลาดกระบัง เป็นเวลาหลายสัปดาห์ ผลการวัดปริมาณการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ปรากฏว่าได้ผลดีมาก ซึ่งผิดคาดไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการทดลองจนเป็นที่แน่ใจว่าสามารถติดตั้งในรถโดยสารประจำทางได้และวัดผลได้ถูกต้องแล้ว จึงได้นำไปเสนอให้ท่านรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคมตรวจสอบเพื่อเสนอให้ ขสมก.ทดลองใช้ในการตรวจสอบการใช้น้ำมันของรถโดยสารประจำทางซึ่งเชื่อว่าการถักลอนน้ำมัน

ไปขาย ปรากฏว่าเป็นที่พอใจของท่านรัฐมนตรีสมัคร สุนทรเวช มากและได้ให้ขบวนนักข่าวที่มาสัมภาษณ์ท่านในวันที่ 14 ธันวาคม 2526 ที่ผ่านมามีเครื่องยนต์จะมีประโยชน์มาก สามารถตรวจสอบการสิ้นเปลืองน้ำมันของเครื่องยนต์ในรถโดยสารประจำทางได้ถูกต้อง และใช้เป็นเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ในรถโดยสารเพื่อตรวจสอบการทุจริตจากการถักลอนน้ำมันไปขายได้ อันจะทำให้ ขสมก.ลดรายจ่ายจากการรั่วไหลของน้ำมันไปได้ ซึ่งจะช่วยให้ ขสมก.ลดการขาดทุนลงได้บ้าง และกล่าวไว้ว่าเป็นไปได้จะติดตั้งเครื่องบันทึกนี้ในรถโดยสารรุ่นใหม่ของ ขสมก.ทุกคัน

คณะผู้จัดทำการวิจัยเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันเครื่องยนต์ดีเซล โดยมีท่านอาจารย์ รศ.ดร.สิทธิชัย โกโดยอุดม เป็นหัวหน้าโครงการ หัวใจเป็นอย่างยิ่งว่าเครื่องยนต์จะเป็นประโยชน์แก่ประเทศชาติบ้าง ทั้งด้านความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเรา

#### เอกสารอ้างอิง

- (1) "MCS-48 MICROCOMPUTER USER'S MANUAL" Intel Corporation, 1979.
- (2) Lance A. Levenshal, "Z 80 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING" McGraw-Hill Inc., 1979.
- (3) "OPTOELECTRONICS", General Electric Company, 1982.
- (4) "CMOS INTEGRATED CIRCUITS", National Semiconductor Corporation, 1978.

# การประยุกต์ระบบคอมพิวเตอร์ใช้กับยานยนต์ในเมืองไทย

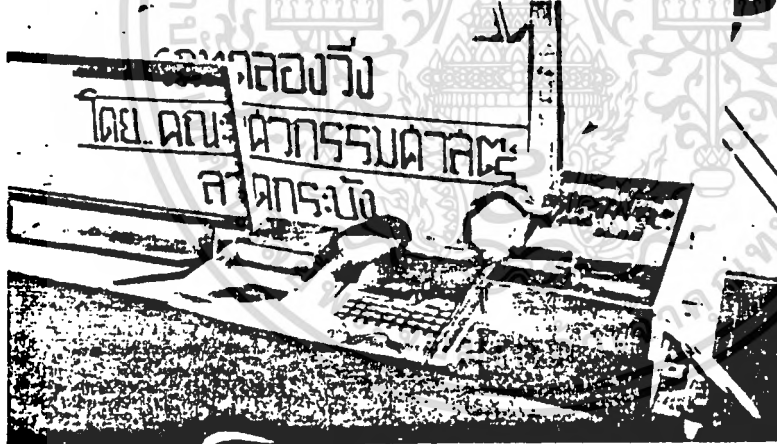
The use of computers with Automobiles.

ment has already proved successful, and the system which records, fuel usage, distance travelled and speed, will now be linked to the new buses due to arrive in Bangkok. Furthermore the system is being developed to operate in a similar capacity for automobiles too.

วิชาการในโลกปัจจุบันกำลังก้าวไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง ลอบอ้างความเชื่อในสมัยหนึ่งที่ว่า "เป็นไปได้" ให้กลายเป็นความเชื่อใหม่ๆ ว่าเป็นไปได้เกือบทุกอย่าง คราวใดที่มนุษย์ยังมีอยู่ในโลกนี้ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่ย่อมจะเกิดขึ้นมาตลอดเวลา

ที่แพร่หลายโดยนำมาประยุกต์ใช้กับงานในรูปแบบต่างๆ กัน ในข้อที่รู้จักกันว่า "คอมพิวเตอร์"

เมืองไทยเรามีนักคิด นักประดิษฐ์ และวิศวกรจำนวนมากไม่น้อยที่สร้างผลงานให้เป็นที่ยอมรับกับสายตาคนทั้งโลกมาแล้ว ผลงานหลายชิ้นที่เป็นฝีมือคนไทยแต่ขาดสิทธิให้กับต่างชาติ เพราะขาดการสนับสนุนจากในประเทศเอง ระบบคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้กับเมืองไทยมากขึ้นในกิจการต่างๆ กัน และนับวันจะขยายขอบเขตการใช้งานออกไปเรื่อยๆ ตามความสำคัญและการนิยมใช้ เป็นที่น่ายินดีว่า เมื่อเร็วๆ นี้วิศวกรเมืองไทยได้พัฒนาเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันของรถโตโตใช้กลไกจากระบบคอมพิวเตอร์ และนำมาติดตั้งกับรถเมล์ ช่วยให้ทราบถึงจำนวนน้ำมันที่ใช้ในแต่ละวัน แต่ละสัปดาห์ เพื่อคำนวณจำนวนน้ำมันในระยะยาวได้ ความเป็นมาและรายละเอียดต่างๆ นั้นได้รับความร่วมมือซึ่งแรงจากวิศวกร 3 ท่านที่ร่วมโครงการพัฒนาดังกล่าว วิศวกรทั้ง 3 ท่านก็คือ รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย โภคินอุดม กณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง เป็นหัวหน้าโครงการ ร่วมด้วย นักศึกษาระดับปริญญาโท 2 ท่าน คือคุณณรงค์ อาจฤทธิ์ และคุณสุจินต์ วัฒนศัพท์ภักษ์พงศ์ จากสถาบันเดียวกัน



เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันเมื่อนำมาติดตั้งกับรถเมล์ให้ค่าผลการเคลื่อนไหวในทันที %

Mr. Sithichai Pookayodom, Associate Professor, Dean of Engineering at King Mongkut's Institute of Technology revealed in an interview with Automot-

ive Business that his Department has developed a computer system which can solve the problem of fuel pilferage from the cities bus fleet. An experi-

เช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันหรือแม้แต่สิ่งอำนวยความสะดวกสบาย ความปลอดภัยต่างๆ ในจำนวนนี้มีเครื่องมือชนิดหนึ่งที่เป็

รูปร่าง ก่อนอื่นขอความกรุณาให้อาจารย์เล่าถึงความจำเป็นของโครงการนี้ และเหตุผล จึงเริ่มพัฒนาโครงการนี้มาใช้กับรถเมล์ขึ้นก่อน  
รศ.ดร.สิทธิชัย คือเดิมทีนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสมภ.มีปัญหาเรื่องการใช้น้ำมัน มีการรั่วไหลของน้ำมันขึ้น และเป็นสาเหตุหนึ่งกับสมภ.จากทุนอุดหนุนนี้ เป็นข้อเท็จจริงที่ควรขอยุติน้ำมันไปขาย ท่าน รว.สมัคร นำเรื่องนี้มาปรึกษา ทางสถาบันฯ จึงได้มีมติคณะกรรมการใช้เครื่องมือที่กักการใช้น้ำมันนี้กับรอมเมตก่อน รวมเวลาในการศึกษาและพัฒนาทั้งสิ้น 6 เดือน แต่ขั้นตอนที่จะต้องลงมือทำแต่ละทอดจริง ๆ นั้นประมาณ 3 เดือนเท่านั้น

ธุรกิจ เครื่องอิเล็กทรอนิกส์นี้ได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหน่วยงานในบ้าง

รศ.ดร.ดิถีรัชย์ เวินสวนหนึ่ง ได้มาจากทุนส่วนตัวของท่าน รุมนเสวีการกระทรวงมหาดไทย ซึ่งให้เป็นทุนในการพัฒนาเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันและเครื่องหลอดเทปอยู่ เมื่อจะขึ้นรอมเมตตามขุกันไป สำหรับโครงการหลังนี้กำลังเร่งดำเนินการอยู่

ธุรกิจ ลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์นี้เป็นอย่างไร มีวิธีการในการทำงานอย่างไรบ้าง รศ.ดร.ดิถีรัชย์ เป็นไมโครคอมพิวเตอร์หรือรวมๆ ซึ่งนำมาออกแบบและตั้งโปรแกรม ให้เป็นเครื่องบันทึกความจำ การทำงานก็ประกอบด้วยตัว "เซนเซอร์" เป็นชิ้นส่วนสำคัญ อีกตั้งไว้ระหว่างถังน้ำมันและปั้มน้ำมัน โดยเพิ่ม Filter ซึ่งเป็นหม้อกรองน้ำมันที่ถังเพื่อกรองสิ่งสกปรกในน้ำมัน ก่อนผ่าน "เซนเซอร์" แล้วเครื่องจะอ่านข้อมูลและบันทึกข้อมูลตามความถี่ไป

ธุรกิจ ตลอดเวลาที่ทำการพัฒนาและทดลองมีปัญหาหรือไม่ รศ.ดร.ดิถีรัชย์ เวลาสองชั่วโมง



รศ.ดร.ดิถีรัชย์ กำลังซ่อมเครื่องทำงานของเครื่องบันทึกและอ่านข้อมูลการใช้น้ำมัน



วิศวกรทั้ง 3 คนที่ร่วมโครงการ พัฒนา

กับเครื่องเบนซินและดีเซล ซึ่งปรากฏว่าเครื่องเบนซินมีปัญหาบ่อยมาก ลักษณะการไหลของน้ำมันช้า สามารถวัดปริมาตรได้แน่นอน ส่วนทางด้านเครื่องดีเซลนั้นเราพบปัญหาทางด้านเทคนิคทุกครั้งที่เร่งเครื่องน้ำมันจะถูกกระชากแรง และมีลักษณะการไหลกลับของน้ำมันด้วย สองสร้าง

ซึ่งพักน้ำมันขึ้นมาบ้างกันไม่ให้ น้ำมันจากปั้มหวดัด และบริเวณหัวฉีดไหลกลับไปใช้ใหม่โดยไม่ผ่านเซนเซอร์ จากนั้นเมื่อได้แก้ไข ปัญหาต่างๆ หมดแล้ว ก็นำเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันของเครื่องชนิดดีเซลนี้มาติดตั้งกับรถโดยสารประจำทางของสมภ. ทดลองวิ่งในเส้นทางถนนพญาฯ-ลากระบัง

เป็นเวลาหลายสัปดาห์ หลังจากการทดลองวัดปริมาณน้ำมันของเครื่องยนต์ได้ผลดีมาก มีการผิดพลาดไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ อันอาจจะเกิดจากความผิดพลาดที่ปั้มน้ำมัน เมื่อเติมน้ำมันด้วยเลขหมุนแต่น้ำมันยังไม่ไหลก็ได้ หลังจากนั้นเราก็นำไปเสนอต่อท่านรว.สมัคร ปรากฏว่าท่านก็พอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

000000 NO. 00010000

START TIME  
DATE: 2 JAN. 1984  
TIME: 4.20.10

FUEL VOLUME  
TOTAL: 0:04.52 LIT.

DISTANCE  
TOTAL: 0806.46

SPEED  
HIGH: 065 KM./HR.  
TIME: 22.05.10

STOP TIME  
DATE: 13 JAN. 1984  
TIME: 08.30.20

บนโต๊ะเครื่องพิมพ์

ธุรกิจ ประโยชน์จากเครื่องบันทึกความจำมีอะไรบ้าง

รศ.ดร.ดิถีชัย กับรศ.ดร.พรอญญา อธิบายว่า เครื่องบันทึกความจำมีประโยชน์ 3 ประการ คือ 1. ช่วยป้องกันการทำลายข้อมูลของเครื่องบันทึกความจำ 2. สามารถบันทึกอัตราความเร็วสูงสุดได้ และค่าเวลาที่ใช้บริโภคในอัตราความเร็วสูงสุดนั้น 3. สามารถบันทึกระยะเวลาของการทำงานได้ ในการอ่านค่าเหล่านี้ ออกมา จะมีเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งเรียกว่า "เครื่องอ่านและพิมพ์ข้อมูล" มาต่อ อินเทอร์เน็ตเพื่อเก็บค่าเครื่องบันทึกความจำเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ได้นานกว่า 1 สัปดาห์ ในกรณีที่แบตเตอรี่หมดก็ยังมีแบตเตอรี่สำรองไว้ในเครื่อง นอกจากนี้ก็ยังมีประโยชน์อีกด้วย เพราะกินกระแสไฟเพียง 1 มิลลิแอมป์เท่านั้น

ธุรกิจ ขนาดของเครื่องบันทึกเป็นอย่างไร อาจารย์มั่นใจแต่ไหนในประสิทธิภาพในการใช้งานของมัน

รศ.ดร.ดิถีชัย เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก แต่มีความสามารถของตัวชิปสูง ๆ มีขนาดเพียงนิ้วเดียวเหมือนตัว IC ตัวหนึ่ง เมื่อรวมกัน

ทั้งเครื่องจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะที่บริเวณตัวเครื่องทำให้เครื่องบางตัวอาจ ึ่งออกแบบเป็นกล่องขนาดใหญ่ เท่ากับทีวี 12" แต่บนกว่าเท่า ๆ กับเครื่องดีไอ ซึ่งมันมีมากกว่าเครื่องบันทึกนี้จะให้ตัวเครื่องใช้น้ำมันอย่างแท้จริง ใครจะไปตัดแปลงหรือทำตาชั่งไม่ได้หรือแม้แต่จะถอดแบตเตอรี่ออกเครื่องนี้จะบันทึกเอาไว้ทั้งหมด อย่างไรก็ตามการใช้งานจะต้องมีการตรวจเช็คปีละ 1 ครั้ง เพราะเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ไม่ว่าใครเป็นผู้ผลิตก็ต้องมีการเสื่อม จึงควรตรวจเช็คจากผู้ดูแลระยะเวลาที่กำหนดไว้

ธุรกิจ จะติดตั้งเครื่องนี้กับรถยนต์โดยสารใช้งานจริงหรือไม่ ใช่ว่าเวลาในการติดตั้งนานหรือไม่ และราคาต่อเครื่องประมาณเท่าไร

รศ.ดร.ดิถีชัย ผมคิดว่าถ้าไม่มีอะไรขัดข้อง จะติดตั้งกับรถยนต์รุ่นใหม่ของบริษัท ก็จะมีมา ใช้เวลาในการติดตั้งประมาณวันละ 1 วัน ส่วนราคาก็กำหนดแน่นอนไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนรถ ถ้าจำนวนมากราคาก็จะต่ำ ในกรณีของรถขสมก.และบขส. ถ้าจะประมาณกันคร่าว ๆ ก็ตกคันละ 5,000 บาท

ธุรกิจ การพัฒนาเครื่องบันทึกนี้ต้องใช้อะไรต่างจากต่างประเทศหรือไม่ และจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ราคาต่อเครื่องสูงขึ้นหรือไม่

รศ.ดร.ดิถีชัย ก็มีบางชิ้นส่วนที่ต้องใช้วัสดุจากต่างประเทศซึ่งราคาถูกมีขายกันทั่วไป เช่น ตัวเซนเซอร์ก็เป็นพวกพลาสติกที่ผลิตออกมาอย่างประณีต จุดสาเหตุที่ทำให้อายุสั้น ถ้าจำนวนการผลิตมากพอ เราก็ทำขึ้นมาเองได้

ธุรกิจ เครื่องบันทึกนี้สามารถนำไปใช้กับยานพาหนะอื่น ๆ ได้หรือไม่

รศ.ดร.ดิถีชัย ตอนนี้มีหลายหน่วยงานทั้งทางเอกชนและรัฐบาลที่ให้ความสนใจกับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมันนี้ เพราะการ省油ทางเชื้อเพลิงเป็นเรื่องใหญ่ ซึ่งนอกจากจะช่วยบันทึกจำนวนการใช้น้ำมันแล้ว สามารถตัดแปลงเพิ่มเติมการบันทึกในลักษณะต่าง ๆ ได้อีกเช่น รบรถ. สามารถเช็คอัตราความเร็วไม่ให้เกิน 90 กม./ชม. (ตามกฎหมายบังคับ) คนโดยสารก็มีความปลอดภัยมากขึ้น ส่วนคนขับเองก็เพิ่มความระมัดระวังในการรักษาระดับความเร็ว นอกจากนี้ก็ยังสามารถตัดแปลงและพัฒนาไปใช้กับรถยนต์และรถแท็กซี่ได้ทั้งแบบเครื่องเบนซินและดีเซล ยกเว้นเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊ส เครื่องบันทึกก็จะพัฒนามาใช้กับรถเหล่านี้จะต่างออกไปตามรุ่นและขนาดซี.ซี. ไซท์หน้าปัดรถยนต์ได้

ธุรกิจ อาจารย์คิดว่า ในการนำไปติดตั้งรถยนต์จะมีประโยชน์อย่างไรบ้าง

รศ.ดร.ดิถีชัย เราจะให้เครื่องบอกอะไรก็ได้ เพราะตัวเครื่องมีอยู่แล้ว เพียงแต่จัดการเรื่องติดตั้งใหม่ ในรถยนต์ก็เช่นกัน สามารถบอกอัตราความเร็วในเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือด้วยอัตราความเร็วก็กม./ชม., สัญญาณเตือนเมื่อรถวิ่งด้วยความเร็วสูงเกินไป, ปริมาณน้ำมันที่ใช้ และสามารถเช็คอัตราความเร็วที่ขอประหยัดน้ำมันได้มากที่สุด หรืออาจพัฒนาถึงขั้นมีเสียงบอกเวลาหรือความเร็วได้

ถ้ามีบริษัทเอกชนรายใดสนใจจะร่วมโครงการพัฒนาร่วมกันทางสถาบันฯ ก็มีครับ และเมื่อประสบความสำเร็จบริษัทเอกชนจะเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์

โดยตรง เป็นการลงทุนในขั้นตอนพัฒนา แต่ในภาคติดตั้งเจ้าของรถจะเป็นผู้จ่ายซื้อเครื่อง สมมุติว่าลงทุนในการพัฒนา 50,000 บาท ราคาคณะค้าติดตั้งประมาณเครื่องละ 3,000-4,000 บาท ปีหนึ่งมีผู้มาติดตั้ง 5,000 คน ค่าลงทุนต่อเครื่องก็เพียงเครื่องละ 10 บาทเท่านั้น

ธุรกิจ ความเห็นส่วนตัวของอาจารย์ที่เกี่ยวกับปัญหาจราจรบ้านเรา กับแนวทางการแก้ไขที่ประยุกต์เอาคอมพิวเตอร์มาใช้

รศ.ดร.ดิถีชัย ผมขอออกตัวก่อนว่าไม่มีความชำนาญในเรื่องนี้ แต่คิดว่าเทคโนโลยีไม่ให้เกิดลิดลิดนั้นคงทำได้ยาก เพราะถนนรายน้อย แครนเยอะ ครกกันข้ามห้าสภาพบ้านเมืองใครจะไม่คิดเลยถือว่าเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้ม ทำถนนกว้างกินความจำเป็น ถ้าพูดกันตามหลักเศรษฐศาสตร์แล้ว การติดตั้งบางสายก็ยังมี แต่กม.น้อยแค่นั้นจึงจะคุ้ม ส่วนระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้กับการจราจรเมืองไทยก็มีอยู่ เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบไฟจากจุดศูนย์กลางเป็นของสำนักงานตำรวจแห่งชาติเรา หัวเราะกันอยู่นานแล้ว เพราะเป็นแบบตั้งโปรแกรมตายตัว (Fixed Program) หมายความว่าเวลาที่ตั้งไว้แต่ละวันเป็นอย่างไรก็เป็นอยู่อย่างนั้น บางครั้งเกิดมีการลิดลิดมากกว่าปกติเช่นเกิดอุบัติเหตุชนกัน เครื่องนี้ก็จะไม่รู้ ก็ต้องตั้งค่าจราจรจริง ซึ่งมีน้อยอยู่แล้ว ก็ไม่ทราบว่าจะส่งเครื่องนี้เข้ามาทำไม แม้ว่าจะกินเงินเข้ามาก็ต้องคืนเขา ดังนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้กับระบบไฟจราจรควรจะเช็คได้ด้วยตัวเอง เป็นการใช้เทคโนโลยีที่ถูกต้อง เป็นการช่วยประหยัดค่าจ้างเจ้าหน้าที่จราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เขตลาดกระบัง กทม. 10520  
โทรศัพท์ 5250820, 5250160-2, 3939829


Faculty of Engineering  
King Mongkut's Institute of Techn  
Ladkrabang Campus, Ladkrabang  
Bangkok, THAILAND 10520  
Tel. 5250820, 5250160-2, 393982

๑๔ กันยายน ๒๕๖๘

เรียน คุณ สุจินต์ วัฒนพิทักษพงศ์

ต้นฉบับรายงานการวิจัย เรื่อง " เครื่องบันทึกการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ดีเซล  
โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ " และเรื่อง " เครื่องและพิมพ์ข้อมูลสำหรับเครื่องบันทึกการใช้น้ำมัน "  
ซึ่งมีผู้เขียนร่วม คือ นาย ณรงค์ อางฤทธิ และ ร.ศ.ดร. สิทธิชัย โภคโยธุม นัน ทางคณะ-  
บรรณาธิการ วิศวกรรมลาดกระบัง ได้พิจารณาแล้วและเห็นสมควรรับเรื่องลงพิมพ์ ในหนังสือวิศวกรรม  
ลาดกระบัง ฉบับประจำปี ๒๕๖๘ ซึ่งกำหนดออกประมาณเดือนธันวาคม ๒๕๖๘

จึงเรียนมาเพื่อทราบ



(นายสมเกียรติ สุภเดช)

บรรณาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ดาวดวงดี

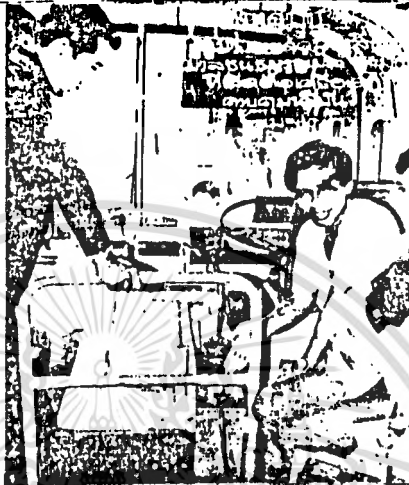
# เตลิมิเรอร์

วันที่ ๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๐ วันศุกร์ที่ ๑๘ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๐ ปีที่ ๓๑ที่ ๕.๐๐ บาท

DAILY MIRROR

**คมนาคม เตรียม  
ติดตั้งเครื่องมือ  
ตรวจสอบน้ำมัน  
ในรถเมล์ ขสมก.**

กระทรวงคมนาคม  
เตรียมนำเครื่องมือตรวจสอบ  
คุณภาพเติมน้ำมัน ผล  
งานของสถาบันเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้า วิทยาเขต  
ลาดกระบัง มาติดตั้งในรถ  
โดยสารประจำทาง ของ  
ขสมก. ทุกคัน เพื่อตรวจสอบ  
คุณภาพใช้น้ำมันให้ถูก  
ต้องและป้องกันการทุจริต



**"คมนาคม"**

เมื่อตอนสายวันดี 18 มีนาคม ๒๕๕๐ ขสมก. เตรียมติดตั้งเครื่องมือ  
ตรวจสอบน้ำมันในรถโดยสารประจำทาง ขสมก. ด้วยเครื่องมือตรวจสอบ  
คุณภาพน้ำมัน เติมน้ำมันในรถโดยสารประจำทาง ขสมก. ซึ่งได้ติดตั้ง  
เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพน้ำมันในรถโดยสารประจำทาง

รัฐมนตรีกระทรวงคมนาคม ซึ่งจะมี คนได้ใช้เงินจำนวน ๑๐,๐๐๐  
บาทต่อคันเพื่อติดตั้งเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน เติมน้ำมันในรถ  
โดยสารประจำทาง ขสมก. โดยในกรณีนี้ ขสมก. จะใช้เงินจำนวน  
๑๐,๐๐๐ บาทต่อคัน ซึ่งจะมีคนได้ใช้เงินจำนวน ๑๐,๐๐๐ บาทต่อคัน  
โดยจะมีคนได้ใช้เงินจำนวน ๑๐,๐๐๐ บาทต่อคัน

นายสมคิด จิří รมว.กระทรวงคมนาคม กล่าวว่า ขสมก. เตรียม  
นำเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน เติมน้ำมันในรถโดยสารประจำทาง  
ขสมก. ไปติดตั้งในรถโดยสารประจำทาง ขสมก. โดยในกรณีนี้ ขสมก.  
จะใช้เงินจำนวน ๑๐,๐๐๐ บาทต่อคัน ซึ่งจะมีคนได้ใช้เงินจำนวน  
๑๐,๐๐๐ บาทต่อคัน

นายสมคิด จิří รมว.กระทรวงคมนาคม กล่าวว่า ขสมก. เตรียม  
นำเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพน้ำมัน เติมน้ำมันในรถโดยสารประจำทาง  
ขสมก. ไปติดตั้งในรถโดยสารประจำทาง ขสมก. โดยในกรณีนี้ ขสมก.  
จะใช้เงินจำนวน ๑๐,๐๐๐ บาทต่อคัน ซึ่งจะมีคนได้ใช้เงินจำนวน  
๑๐,๐๐๐ บาทต่อคัน



ปีที่ ๘ ฉบับที่ 2112 ราคา 3 บาท

# มติชน

มติชน วันพฤหัสบดีที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2526

## รถเมล์ ขสมก. วางแผนใหม่ ติดเครื่องจับขโมยน้ำมัน

เตรียมคิดเครื่องใน  
ทรอคอมพิวเตอร์กับ  
รถเมล์ ขสมก. ทุก  
คัน เยาวีรจับปล้น  
กรณีแอมบิวเลนซ์น้ำมัน  
รถไปจากหาห้าพัน  
บาท นส.สมิทธ ฤทธิ  
เวจ วัฒนกุลว่า  
การกระทรวงคมนาคม  
เปิดเผยว่า



นส.สมิทธ ฤทธิเวจ

ขณะนี้ให้บริษัทของ  
ในโครงการตัวเครื่อง  
ไปติดกับรถเมล์  
องค์การขนส่งมวลชน  
กรุงเทพแต่ละ  
คันเพื่อใช้ตรวจ  
สอบการเติมน้ำมัน  
รถว่ามีารลักลอบ  
ดูดน้ำมันออกไป

ของหรือไม่  
"เครื่องชนิดนี้  
จะมีการจดบันทึก  
รายงานจำนวนตัว  
เลขน้ำมันที่เริ่มเติม  
จากปืนไว้ เมื่อนำ  
มันถูกเครื่องชนิด  
พิเศษตามตัวรถจะ  
เริ่มลดลงไป แต่กรณี  
มีการดูดน้ำมันออก

ตัวรถจะ คงอยู่  
ทั่วไปตรวจสอบได้  
ว่ามีการแอบดูด  
น้ำมันไปหรือไม่"  
นส.สมิทธกล่าว

นายสมิทธกล่าวว่า  
ว่าสร้างโดยวิศวกร  
ชาวไทเซอร์ นาย  
อรรถ อรรถ  
นารถยนต์ วิศวกร  
ที่กรุงเทพฯ นักศึกษา  
ปริญญาโท เทคโนโลยี  
บริหารของมกฉ. และ  
รองศาสตราจารย์  
อรรถ อรรถ โภค  
อุดม มูลค่าของ  
เครื่องประมาณครึ่ง  
๕๕,๐๐๐ บาท เป็น  
ค่าใช้จ่ายวัสดุใน

ประเทศประมาณ  
๕,๐๐๐ บาท อีก ๒,๐๐๐  
บาทเป็นอุปกรณ์ไป  
เจ้าจากต่างประเทศ

"หลังจากมีการ  
ทดสอบว่าใช้งานได้  
แล้ว ก็จะให้สถานี  
บันแห่งนี้งบ  
ผลิตเพื่อนำมาใช้  
ติดตั้ง ขสมก.  
ทุกคันต่อไป เพื่อ  
ป้องกันปัญหาการ  
ทุจริต เพราะมีราย  
งานจากเจ้าหน้าที่  
สำรวจ สน.พระนคร  
ได้ว่าเคยจับผู้ลัก  
ลอบดูดน้ำมันรถยนต์  
ขสมก." นส.สมิทธ  
กล่าว