



ผลการพัฒนาระบบเครือข่ายเกี่ยวกับ  
การวิเคราะห์สาเหตุขัดข้องของรถยนต์

5.1 ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการทดสอบโปรแกรม

5.1.1 ระบบที่ใช้พัฒนารูปต้นแบบ

ประกอบด้วย

1. ระบบฮาร์ดแวร์
2. ระบบซอฟต์แวร์

5.1.1.1 ระบบฮาร์ดแวร์

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ประเภทไอพีเอ็มพีซี ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางหมายเลข 80386 SX ซึ่งมีความถี่ของสัญญาณนาฬิกา 16 เมกกะเฮิรตซ์
2. หน่วยความจำหลักขนาด 640 กิโลไบต์
3. แสดงผลโดยใช้ Video Graphic Adapter (VGA) ขนาดความละเอียด 640 x 480 จุด
4. ดิสก์แบบอ่อนขนาด 5.25 นิ้ว 2 แผ่น ขนาดความจุแผ่นละ 360 กิโลไบต์
5. ดิสก์ขนาด 3.5 นิ้ว 1 แผ่น ความจุ 1.2 เมกกะไบต์

5.1.1.2 ระบบซอฟต์แวร์

1. ระบบจัดการดิสก์ (Disk Operating System) ของ เอ็มเอสดอส รุ่น 3.20
2. คอมไพเลอร์ภาษาซี ของเทอร์โบซี รุ่น 2.0
3. โปรแกรมจัดการเกี่ยวกับกราฟิกส์ Graphic Animation

System for Professionals (GRASP) รุ่น 3.0 ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับภาษาซีได้

### 5.1.2 โปรแกรมหลัก

รูปต้นแบบของโปรแกรมระบบเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิเคราะห์สาเหตุขัดข้องของรถยนต์ ประกอบด้วยโปรแกรมหลัก 2 โปรแกรม ดังนี้

1. โปรแกรมรับความรู้ ทำหน้าที่เก็บรวบรวม แก๊ซ หรือลบความรู้ ซึ่งประกอบด้วยกฎเกณฑ์ต่างจากฐานความรู้ มีขนาด 46,854 ไบต์
2. โปรแกรมการวินิจฉัย ทำหน้าที่เกี่ยวกับการวินิจฉัยหาสาเหตุขัดข้องของรถยนต์ โดยการให้เลือกระบบและอาการที่เกิดขึ้น แล้วตั้งคำถามเพื่อค้นหาสาเหตุขัดข้องเกี่ยวกับอาการนั้นๆ เพื่อไปค้นหาว่าตรงกับกฎใดในฐานความรู้ มีขนาด 55,824 ไบต์

### 5.1.3 ฐานความรู้

ในที่นี้ได้ทำการสร้างฐานความรู้ โดยจัดเก็บความรู้แบบจัดเก็บเป็นกฎ ประมาณ 1000 กฎ ซึ่งครอบคลุมการวินิจฉัยระบบต่างๆภายในรถยนต์ทั้ง 12 ระบบ ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.2

ฐานความรู้ที่ได้จัดเก็บ แบ่งเป็นแฟ้มข้อมูลได้ดังนี้

1. แฟ้มข้อมูลประเภทข้อเท็จจริง
2. แฟ้มข้อมูลดัชนี

#### 5.1.3.1 แฟ้มข้อมูลประเภทข้อเท็จจริง

ประกอบด้วย

1. แฟ้มข้อเท็จจริงของแอททริบิวท์ มีขนาด 46,592 ไบต์
2. แฟ้มข้อเท็จจริงของค่าของแอททริบิวท์ มีขนาด 6,144 ไบต์
3. แฟ้มข้อเท็จจริงของอนุประโยค มีขนาด 11,264 ไบต์
4. แฟ้มข้อเท็จจริงของกฎ มีขนาด 22,528 ไบต์
5. แฟ้มข้อมูลแสดงรายละเอียด มีขนาด 46,080 ไบต์
6. แฟ้มข้อมูลหมายเลข มีขนาด 37,376 ไบต์

### 5.1.3.2 เพิ่มข้อมูลดัชนี

ประกอบด้วย

1. เพิ่มข้อมูลดัชนีแอททริบิวต์ มีขนาด 41,984 ไบต์
2. เพิ่มข้อมูลดัชนีค่าแอททริบิวต์ มีขนาด 7,680 ไบต์
3. เพิ่มข้อมูลดัชนีกฎ มีขนาด 8,704 ไบต์

## 5.2 การทดสอบระบบเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิเคราะห์สาเหตุขัดข้องของรถยนต์

การทดสอบกระทำบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ประเภทไอบีเอ็มพีซี รุ่นที่ใช้หน่วยประมวลผลกลางหมายเลข 80386SX ซึ่งมีความถี่ของสัญญาณนาฬิกา 16 เมกกะเฮิรตซ์ การทดสอบประกอบด้วย

1. การทดสอบโปรแกรมรับความรู้
2. การทดสอบโปรแกรมการวินิจฉัย

### 5.2.1 การทดสอบโปรแกรมรับความรู้

ประกอบด้วย

1. การทดสอบกรณีการวนซ้ำ
2. การทดสอบกรณีความขัดแย้ง

#### 5.2.1.1 การทดสอบกรณีการวนซ้ำ (cyclic cases)

ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2.1.1 ว่าการวนซ้ำ เนื่องจากการใส่กฎใหม่เข้าไปผิดพลาด จะทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ต้องการได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องได้รับการพิจารณา ในที่นี้จะทดสอบโดยใส่กฎใหม่ที่จะทำให้เกิดการวนซ้ำขึ้นกับกฎใดกฎหนึ่งหรือกลุ่มของกฎในฐานความรู้ ซึ่งมีกฎประมาณ 1000 กฎ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างเพื่อทดสอบกฎใหม่ดังนี้

RULE NO. 20000

IF spark at plug none

THEN wiring from ignition switch to coil opens

โปรแกรมจะตรวจสอบกับกฎอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

RULE NO. 800

IF battery flat

THEN spark at plug none

RULE NO. 400

IF response from engine none

AND headlights go dim

AND the sp.gr. in cell less than 1.200

THEN battery flat

RULE NO. 810

IF high tension circuit defective

THEN spark at plug none

RULE NO. 1290

IF h.t wiring of coil and distributor opens

THEN high tension circuit defective

RULE NO. 1650

IF resistance of h.t wiring of coil and distributor high

THEN h.t wiring of coil and distributor opens

RULE NO. 1300

IF spark plug wiring opens

THEN high tension circuit defective

RULE NO. 1660

IF resistance of spark plug wiring high

THEN spark plug wiring opens

RULE NO. 820

IF distributor rotor defective

THEN spark at plug none

RULE NO. 1310

IF rotor worn

THEN distributor rotor defective

RULE NO. 1320

IF rotor burnt

THEN distributor rotor defective

RULE NO. 830

IF distributor cap defective

THEN spark at plug none

RULE NO. 1330

IF cap dirty

THEN distributor cap defective

RULE NO. 1340

IF cap burnt

THEN distributor cap defective

RULE NO. 1350

IF cap cracked

THEN distributor cap defective

RULE NO. 840

IF low tension circuit defective

THEN spark at plug none

RULE NO. 1360

IF wiring from battery to ammeter opens

THEN low tension circuit defective

RULE NO. 1670

IF r. of wiring from battery to ammeter high

THEN wiring from battery to ammeter opens

RULE NO. 1370

IF wiring from ammeter to ignition switch defective  
THEN low tension circuit defective

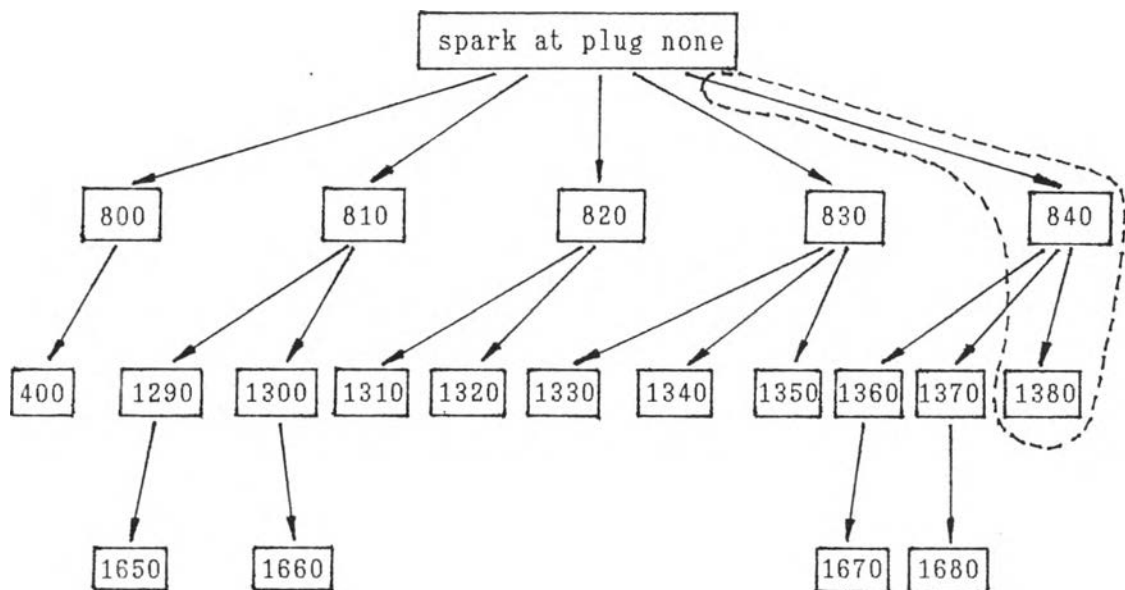
RULE NO. 1680

IF r. of wiring from ammeter to ignition switch high  
THEN wiring from ammeter to ignition switch defective

RULE NO. 1380

IF wiring from ignition switch to coil opens  
THEN low tension circuit defective

ผลการทดสอบ สามารถค้นพบเส้นทางที่ทำให้เกิดการวนซ้ำได้ตามที่แสดงดังรูป 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงเส้นทางที่ทำให้เกิดการวนซ้ำจากการทดสอบ

### 5.2.1.2 การทดสอบกรณีความขัดแย้ง (contradiction cases)

ความขัดแย้งตามที่กล่าวในหัวข้อ 3.2.1.2 จะมีผลทำให้ไม่สามารถสรุปหาคำตอบที่แน่นอนได้ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างเพื่อการทดสอบกฎใหม่ ดังนี้

RULE NO. 20010

IF drive belt loosen  
THEN ac generator noise not occurred

โปรแกรมจะตรวจสอบกฎอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

RULE NO. 2810

IF drive belt loosen  
THEN dc generator charge none

RULE NO. 2880

IF drive belt loosen  
THEN dc generator rate of charge low

RULE NO. 3010

IF drive belt loosen  
THEN ac generator charge none

RULE NO. 3110

IF drive belt loosen  
THEN ac generator rate of charge low

RULE NO. 3280

IF drive belt loosen  
THEN dc generator noise occurred

RULE NO. 3370

IF drive belt loosen  
THEN ac generator noise occurred

ผลการทดสอบ สามารถตรวจพบว่าการขัดแย้งกับกฎข้อ 3370

### 5.2.2 การทดสอบโปรแกรมการวินิจฉัย

การทดสอบกระทำโดยหาเวลาเฉลี่ยในการวินิจฉัยหาสาเหตุจากอาการทุกๆ อาการในระบบรถยนต์ทั้ง 12 ระบบ ซึ่งจำแนกได้ ดังนี้

1. ระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ มี 4 อาการ
2. ระบบจุดระเบิด มี 7 อาการ
3. ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง มี 12 อาการ
4. ระบบชาร์จไฟ มี 13 อาการ
5. ระบบหล่อเย็น มี 10 อาการ
6. ระบบหล่อลื่น มี 5 อาการ
7. ระบบตัดต่อกำลัง มี 8 อาการ
8. ระบบส่งกำลัง มี 11 อาการ
9. ระบบเพื่องท้าย มี 7 อาการ
10. ระบบเบรค มี 10 อาการ
11. ระบบล้อและยาง มี 15 อาการ
12. ระบบบังคับเลี้ยวและกันกระแทก มี 5 อาการ

รวม 12 ระบบ มีทั้งหมด 107 อาการ

ตัวอย่างอาการในระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ซึ่งมี 4 อาการ เช่น

1. engine not start คือ อาการที่มอเตอร์สตาร์ทไม่หมุน
2. engine not fire คือ อาการที่มอเตอร์สตาร์ททำงาน แต่เครื่องยนต์ไม่ยอมจุดระเบิด
3. engine backfire คือ อาการที่เครื่องยนต์หมุนย้อนกลับ
4. engine fire but fail to run คือ อาการที่เครื่องยนต์จุดระเบิดแล้วดับ

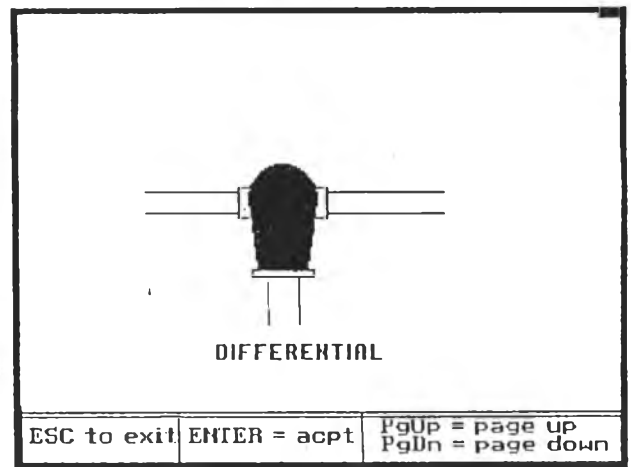
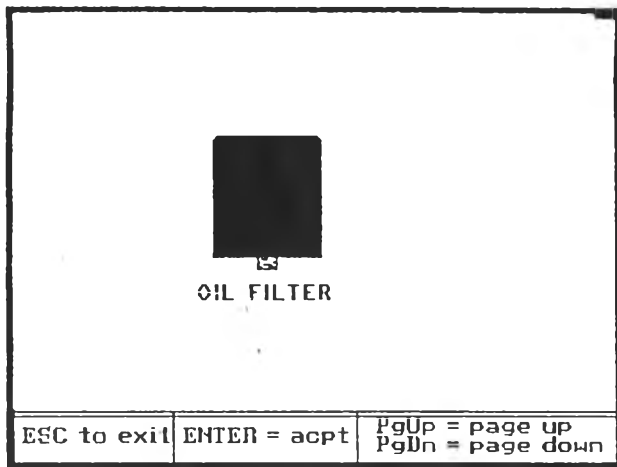
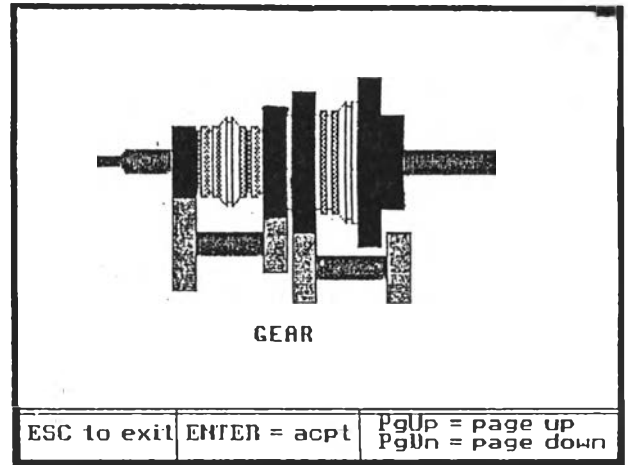
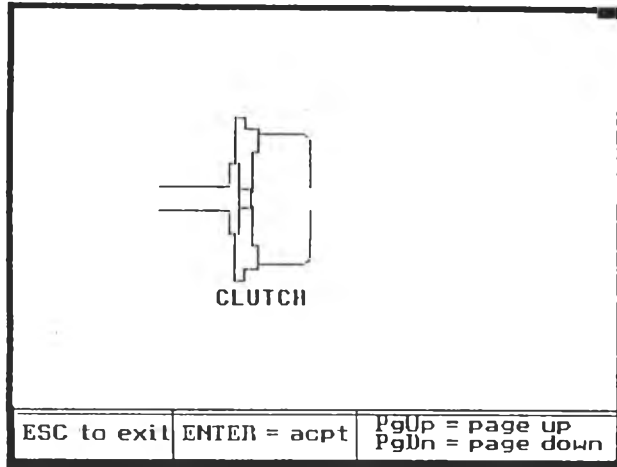
จากอาการทั้งหมด 107 อาการนั้น จะทดสอบแต่ละอาการโดยให้เลือกคำตอบ 1 ข้อ จากคำถามที่จะเกิดขึ้น โดยจัดเป็นกลุ่มตามภาพประกอบซึ่งแสดงในรูปที่ 5.2 แล้วนำคำตอบที่เลือกนั้นมาประกอบการวินิจฉัยสำหรับอาการนั้นๆ

ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5.1

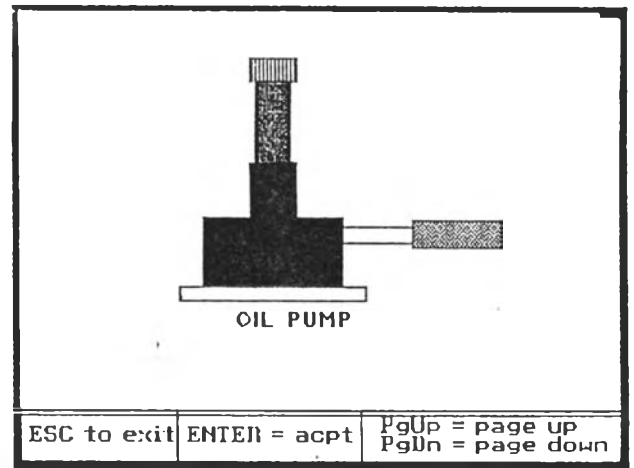
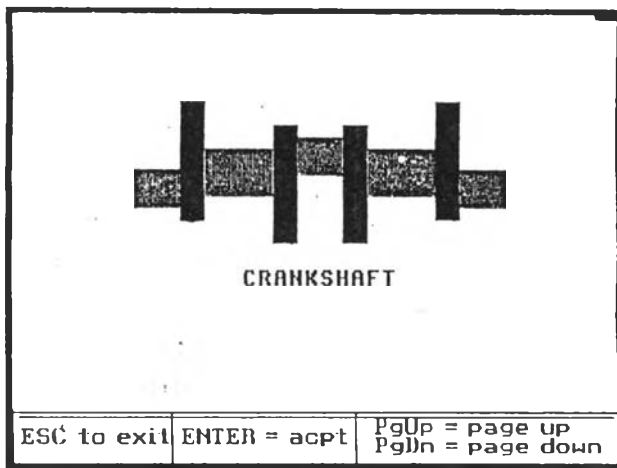
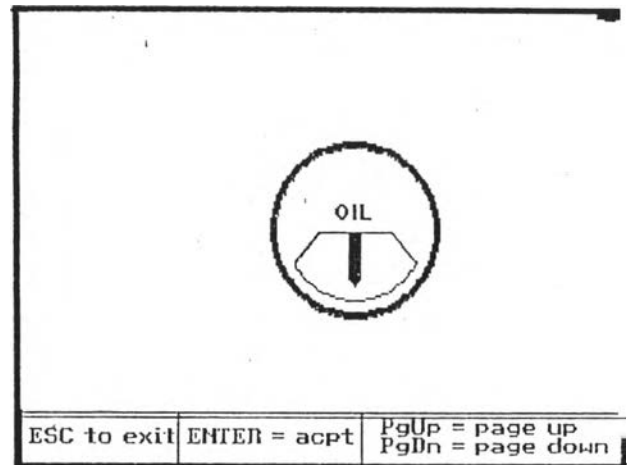
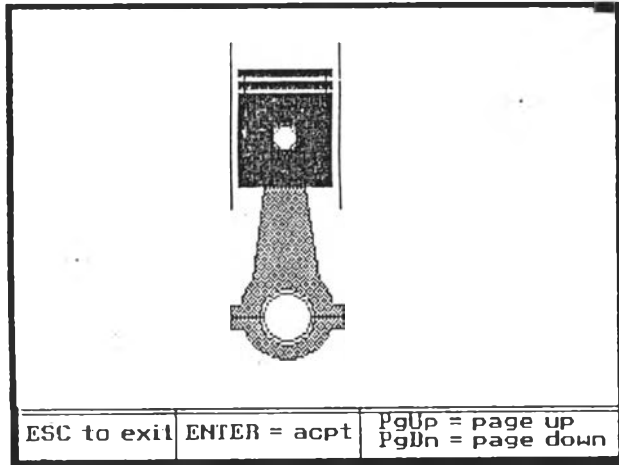


	วินาที
เวลาน้อยสุด	0.055
เวลามากสุด	3.571
เวลาเฉลี่ย	0.559

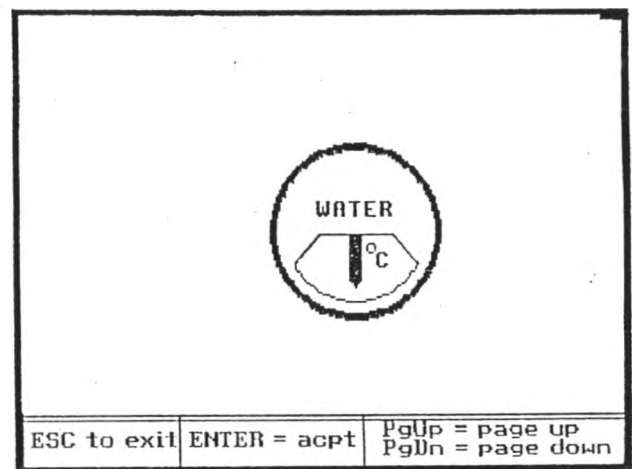
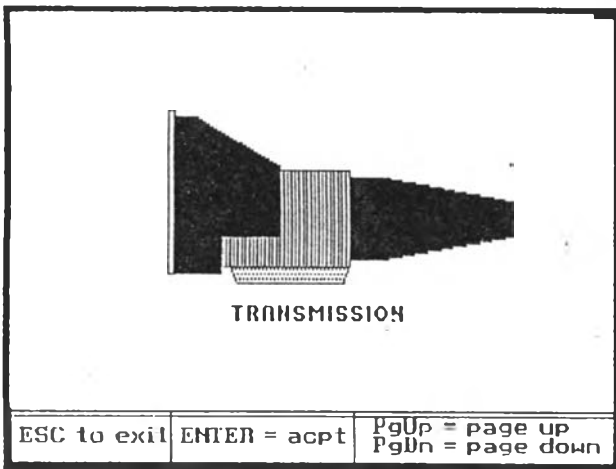
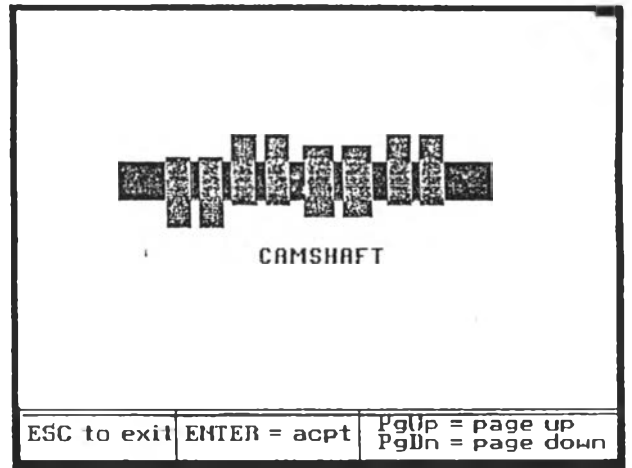
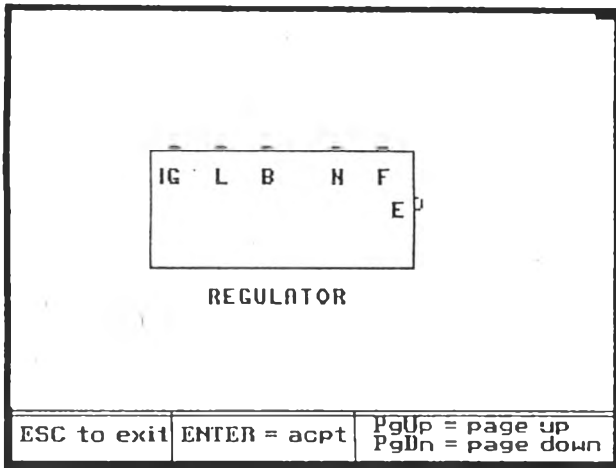
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดสอบโปรแกรมการวินิจฉัย



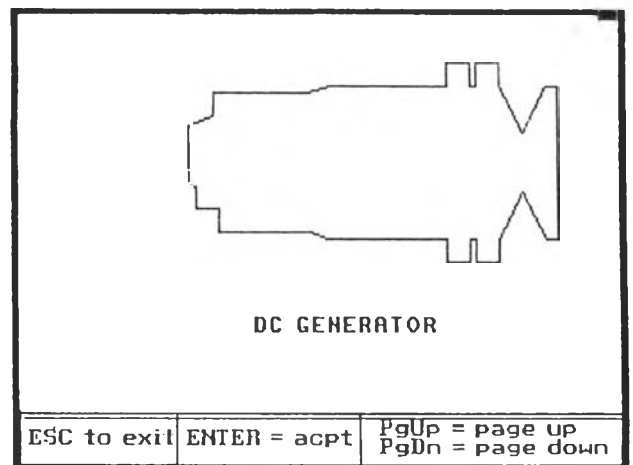
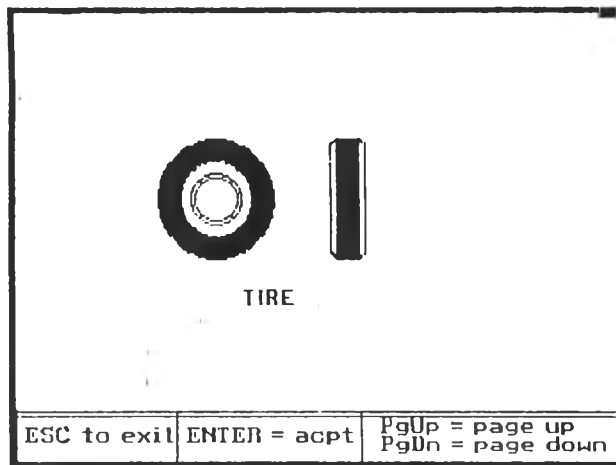
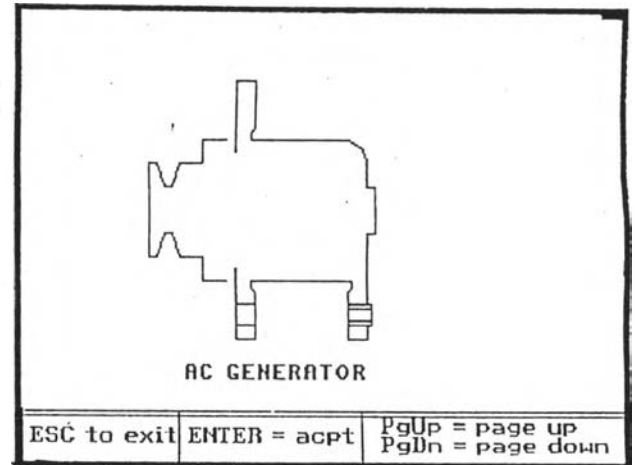
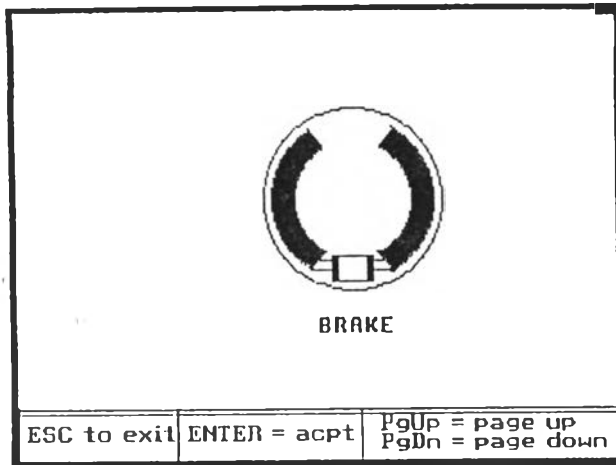
รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำถาม



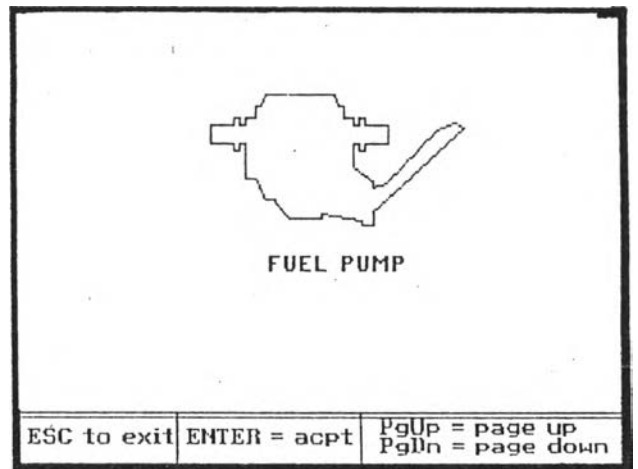
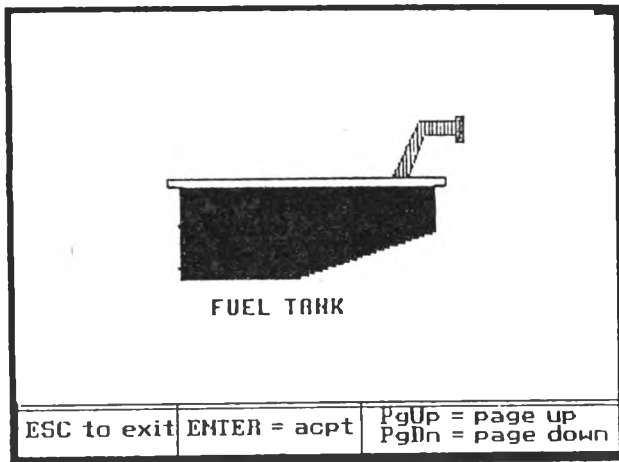
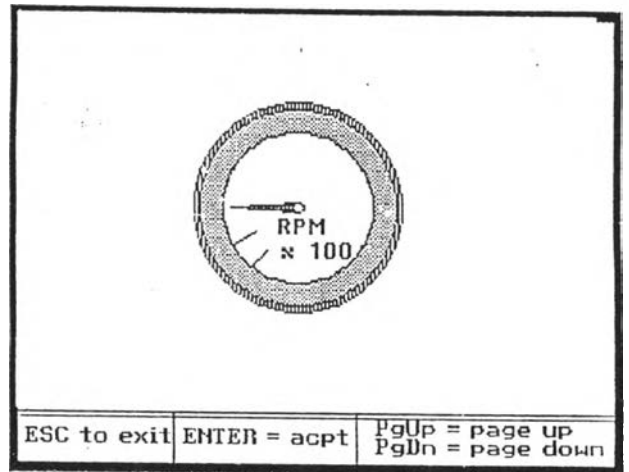
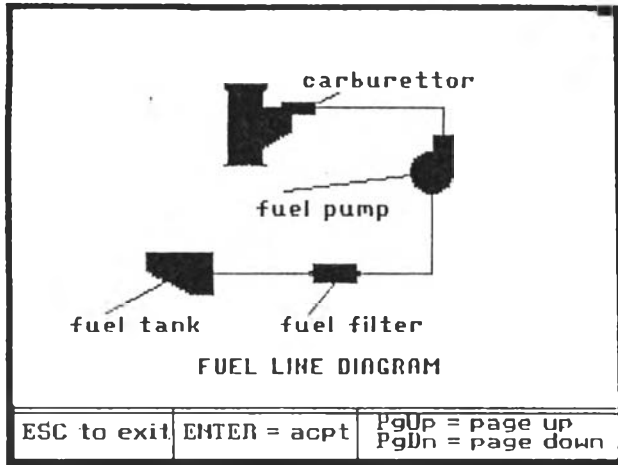
รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำถาม (ต่อ)



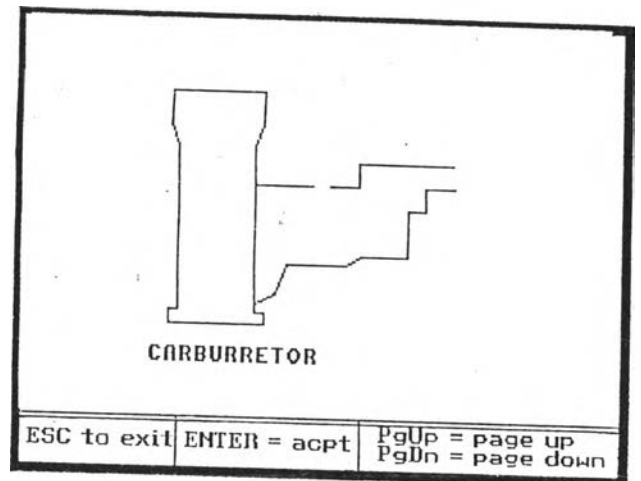
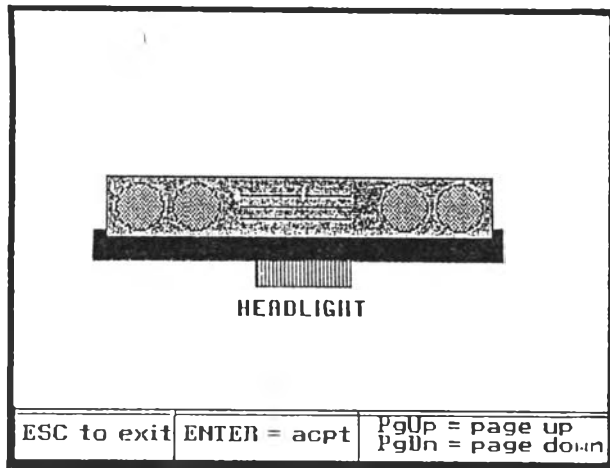
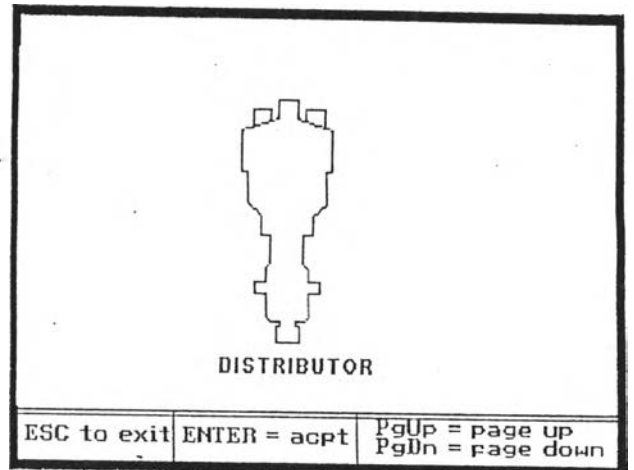
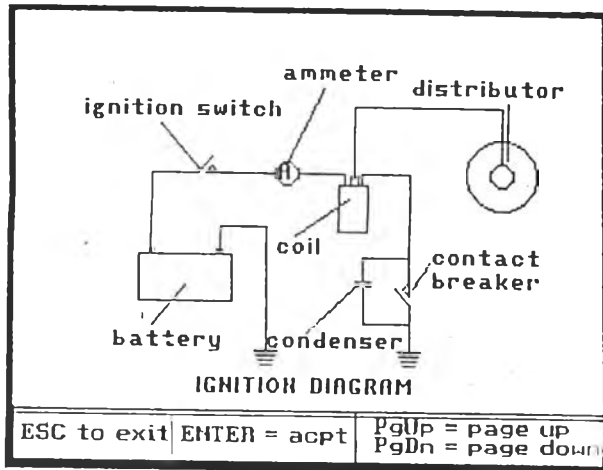
รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำตาม (ต่อ)



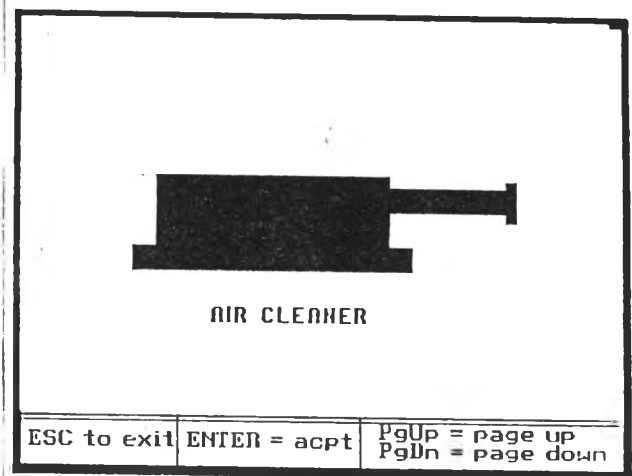
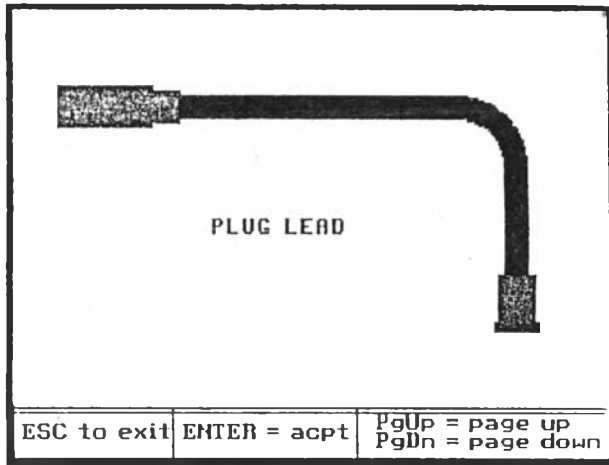
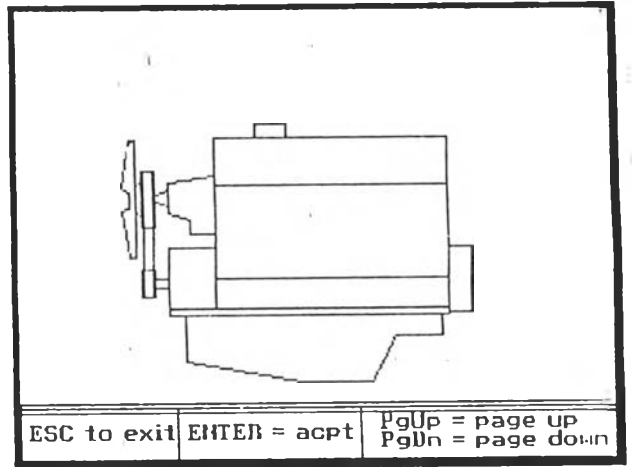
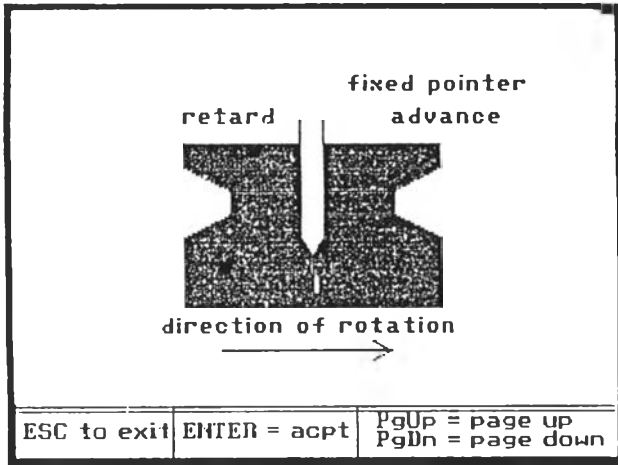
รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำถาม (ต่อ)



รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำถาม (ต่อ)

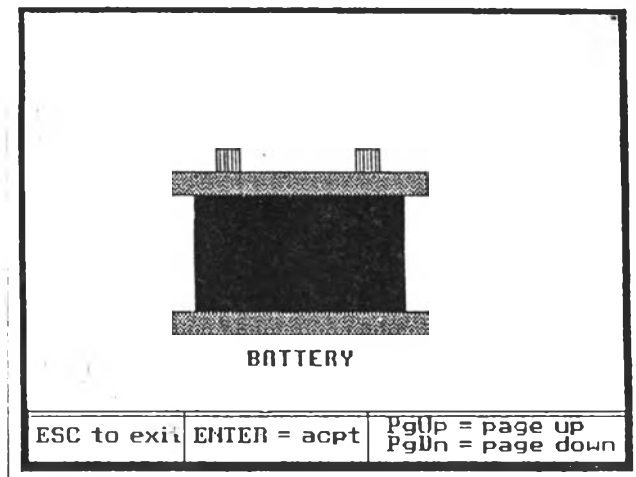
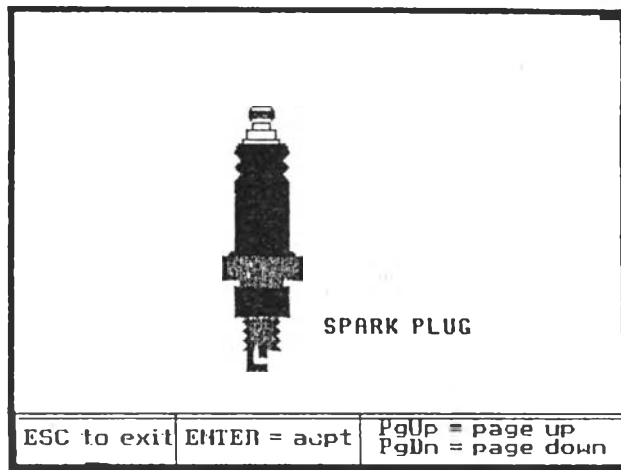
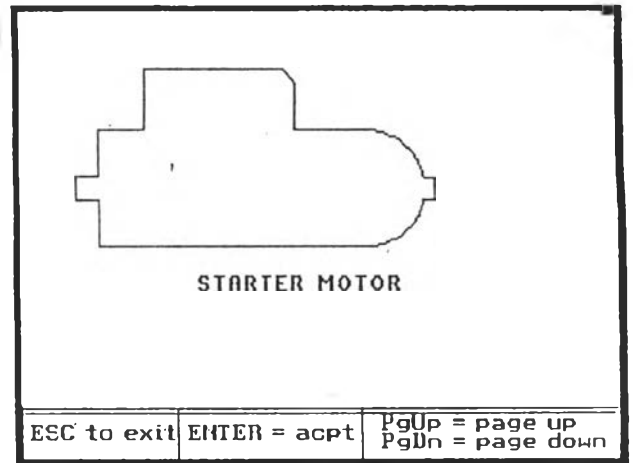
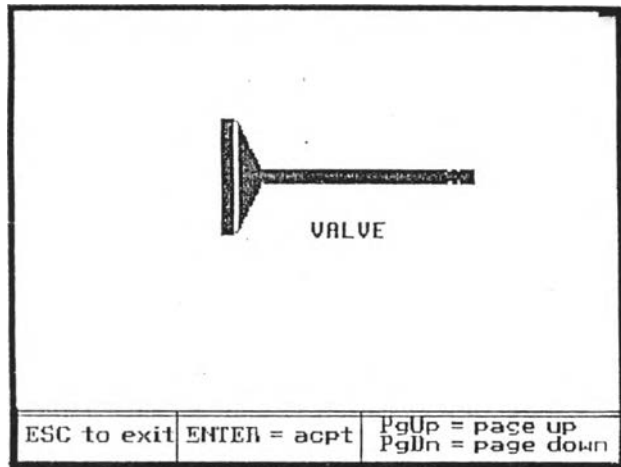


รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำถาม (ต่อ)

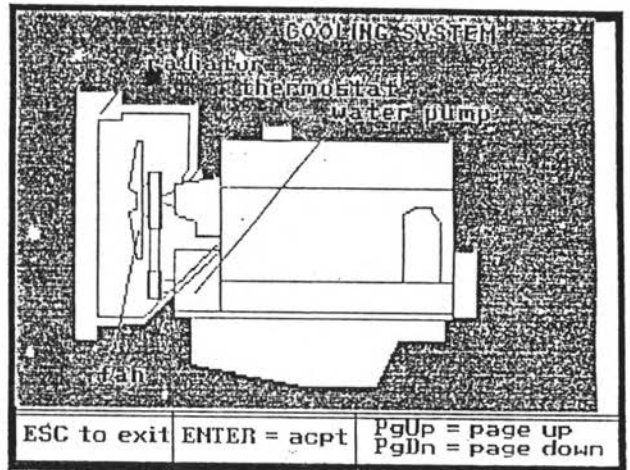
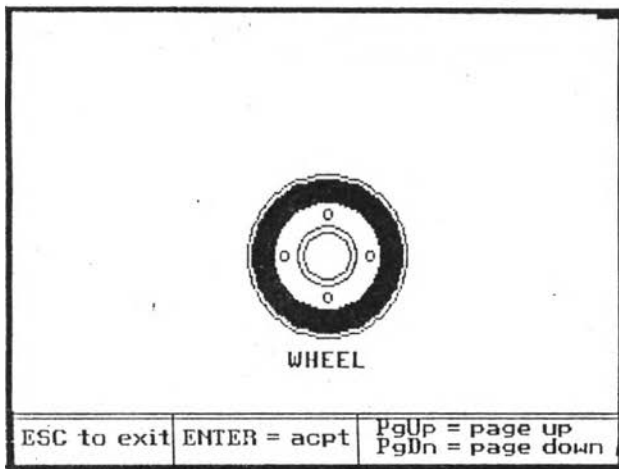
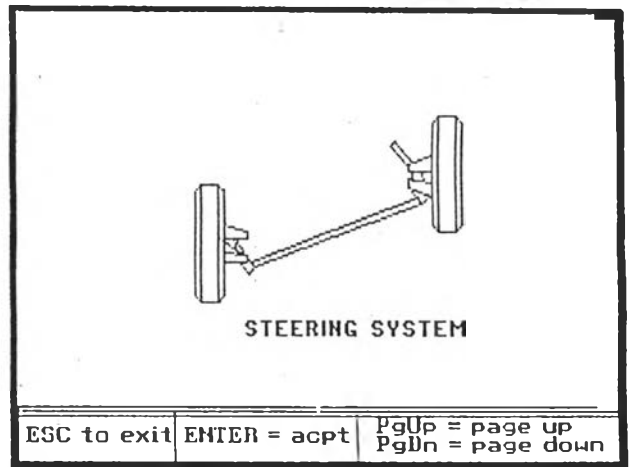
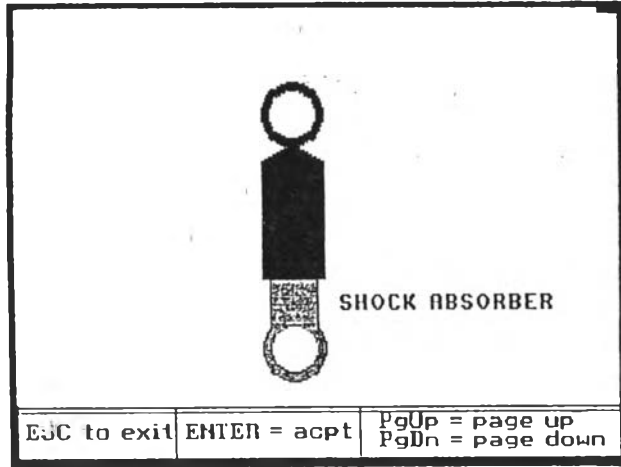


รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำถาม (ต่อ)





รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำถาม (ต่อ)



รูปที่ 5.2 แสดงภาพประกอบกลุ่มคำถาม (ต่อ)