

บทที่ 4

การออกแบบโปรแกรมการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาฟิสิกส์

การจัดเนื้อหาบทเรียน

การวิจัยนี้ได้จัดเนื้อหาบทเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่มที่ 5 ซึ่งมี 3 บทเรียน แต่ละบทแยกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนนำ ประกอบด้วย ข้อความบอกรายวิชา บทเรียน วัตถุประสงค์ การเรียนรู้ ส่วนนำจะบันทึกอยู่ในไฟล์ชื่อ PHYSICS

2. ส่วนบทเรียน ประกอบด้วยส่วนบทเรียนย่อย บทเรียนแต่ละบทแบ่งเป็นบทเรียนย่อย จำนวนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับ เนื้อหาของบทเรียนแต่ละบท บทเรียนย่อยแต่ละบทประกอบด้วย ทฤษฎี ที่ต้องการให้เรียน ภาพประกอบคำอธิบาย คำถามและคำสั่ง บทเรียนทั้ง 3 บท แบ่งเป็นบทเรียนย่อย ๆ ดังนี้

(1) บทเรียนที่ 13 ไฟฟ้ากระแส แบ่งเป็นบทเรียนย่อยคือ

กระแสไฟฟ้า

แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

การนำกระแสไฟฟ้า

กฎของโอห์มและความต้านทาน

แรงเคลื่อนไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า

กัลวานอมิเตอร์

พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน

วงจรและ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

(2) บทเรียนที่ 14 แม่เหล็ก - ไฟฟ้า แบ่งเป็นบทเรียนย่อยคือ

แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก

แรงที่กระทำต่อสิ่งที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก

สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ

แรงกระทำต่อขดลวดที่อยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

กระแสเหนี่ยวนำ

การผลิตพลังงานไฟฟ้าและการส่งกำลังไฟฟ้า

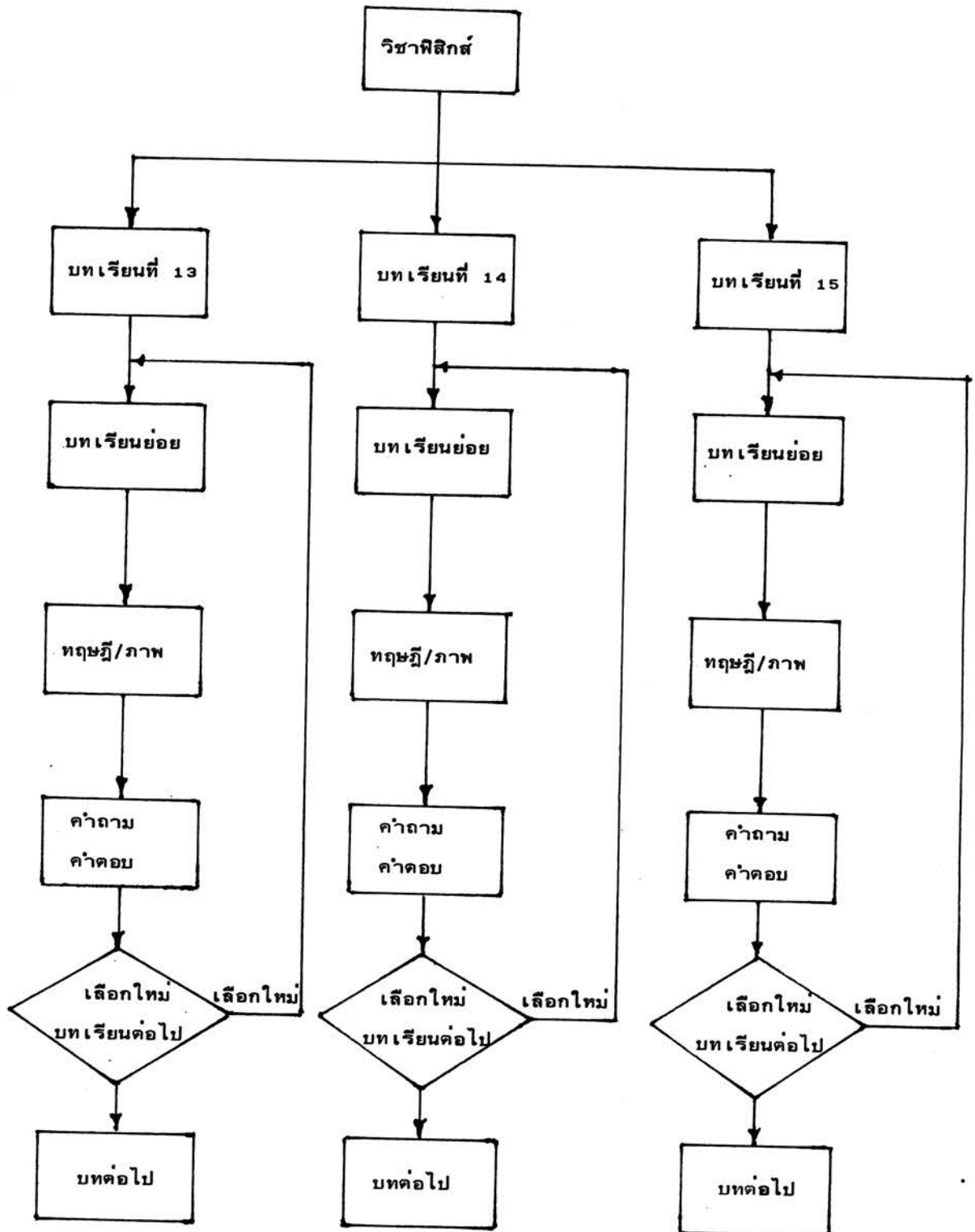
หม้อแปลงไฟฟ้า

(3) บทเรียนที่ 15 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แบ่งเป็นบทเรียนย่อยคือ

การถ่ายทอดสัญญาณไฟฟ้า

ทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์

สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



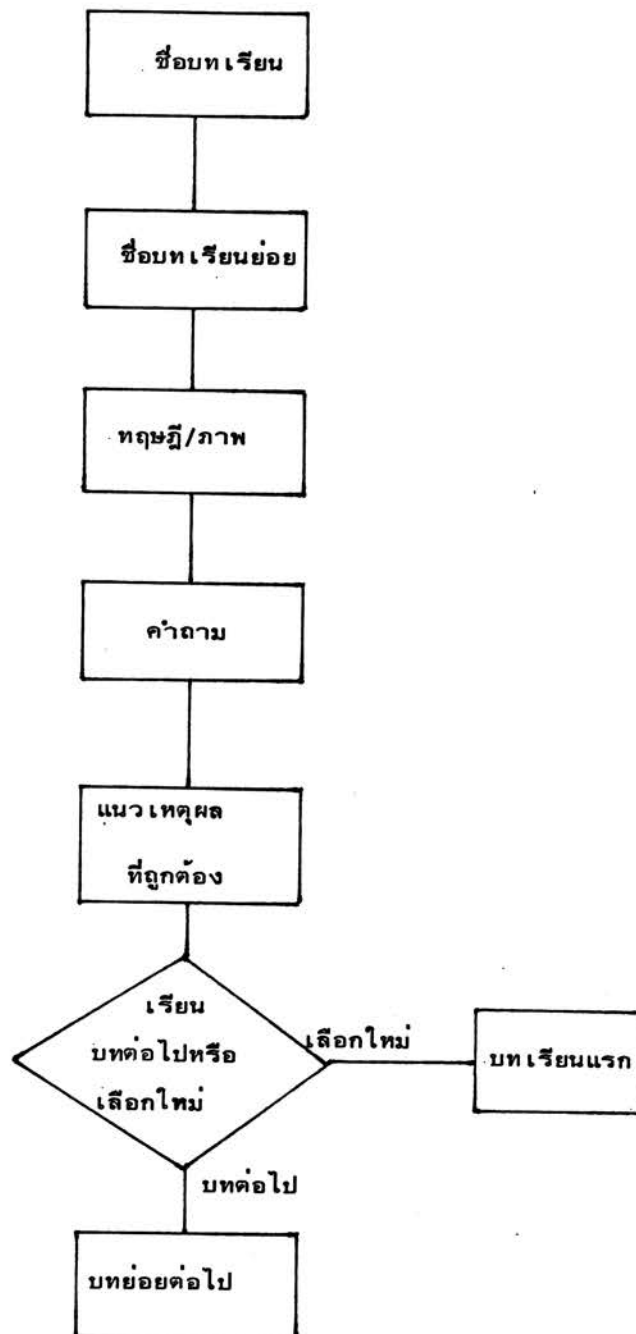
รูปที่ 4.1 แสดงผังงานการสร้างบทเรียน

การจัดชื่อไฟล์บทเรียนย่อย

บทเรียนย่อยแต่ละบทประกอบด้วย ทฤษฎีการสอน ภาพประกอบการสอน คำถาม การตอบคำถาม และการให้เหตุผลที่ถูกต้อง บทเรียนย่อยแต่ละบท มีชื่อแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเนื้อหาของบทเรียน การตั้งชื่อไฟล์บทเรียนย่อยจึงต้องใช้แนวทางชื่อบทเรียนเป็นหลัก

รายชื่อไฟล์บทเรียนย่อย มีดังนี้

ELECTRIC	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง กระแสไฟฟ้า
GENERATOR	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
CONDUCTIVITY	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง การนำกระแสไฟฟ้า
OHM	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง กฎของโอห์มและความต้านทาน
EMF	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและการต่อเซลล์ไฟฟ้า
GALVANOMETER	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง กัลวานอมิเตอร์
POWER	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า
HEAT	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน
ELECTRIC LIGHT	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง วงจรและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
MAGNET	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง แม่เหล็กและสนามแม่เหล็ก
FORCE IN MAG.F	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง แรงที่กระทำต่อสิ่งที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก
MAGNETIC FIELD	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำ
FORCE	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง แรงกระทำต่อขลวดที่อยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก
DC. MOTOR	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
INDUCED CURRENT	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
ELEC. POWER GEN.	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง การผลิตพลังงานไฟฟ้าและการส่งกำลังไฟฟ้า
TRANSFORMER	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง หม้อแปลงไฟฟ้า
SIGNAL	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง การถ่ายทอดสัญญาณไฟฟ้า
MAXWELL 'S	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง ทฤษฎีเกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์
SPECTRUM	ชื่อบทเรียนย่อย เรื่อง สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 4.2 แสดงผังงานของบทเรียนย่อย

การหาค่าแห่งของอักษรที่ปรากฏบนจอภาพ

การวิจัยนี้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ให้แสดงผลทางจอภาพเป็นอักษรไทย ซึ่งสามารถแสดงอักษรได้ 12 บรรทัด บรรทัดละ 40 ตัวอักษร เนื่องจากภาษาไทยอยู่ในรูปแบบของกราฟฟิกชนิดละเอียด ดังนั้นตำแหน่งระยะบรรทัดและตำแหน่งตัวอักษรในบรรทัด จึงสามารถหาเป็นจุดได้เช่นเดียวกับการสร้างภาพในกราฟฟิกชนิดละเอียด ค่าแห่งอักษรบนจอภาพแต่ละบรรทัด แต่ละตัวอักษรมีรายละเอียดดังนี้

1. บรรทัดที่ 1 หรือ แถวที่ 1 เริ่มต้นจากจุดในแนวนอนที่ตำแหน่งจุดที่ 7 และเริ่มต้นจากจุดในแนวตั้งที่ตำแหน่ง 0
2. ระยะตัวอักษรในบรรทัดมีค่าเท่ากับ 7
3. ความสูงของอักษรในบรรทัดมีค่าเท่ากับ 5
4. ช่องว่างระหว่างบรรทัด มีค่าเท่ากับ 11

การหาค่าแห่งของอักษรที่ปรากฏบนจอภาพ ใช้ประโยชน์ในการกำหนดอักษรพิเศษที่สร้างขึ้นมาบนจอภาพ ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อทำหน้าที่ยกกำลังหรือห้อยท้ายอักษรที่ปรากฏบนจอภาพ ให้เกิดความเหมาะสมและเป็นระเบียบ

การกำหนดตำแหน่งอักษรพิเศษบนจอภาพ ใช้คำสั่งเช่นเดียวกับการสร้างภาพกราฟฟิกชนิดละเอียด ซึ่งการวิจัยนี้ใช้วิธีการสร้างภาพอักษรพิเศษ 2 วิธี คือ

1. สร้างภาพเส้นละเอียดในลักษณะจุดต่อจุด เรียงเป็นภาพอักษร โดยให้อักษรพิเศษที่สร้างขึ้นมา แต่ละตัวเก็บอยู่ในรูปของโปรแกรมย่อย เพื่อสะดวกต่อการใช้ วิธีนำออกมาใช้คือเรียกโปรแกรมย่อยที่ต้องการมายังตำแหน่งที่กำหนดจุด เริ่มต้นในแนวนอนและแนวตั้ง รายละเอียดดูได้จากหัวข้อการสร้างอักษรพิเศษ

2. การใช้ SHAPE TABLE เป็นวิธีการสร้างภาพอีกวิธีหนึ่ง ลักษณะของภาพเป็นเส้นตรงจุดต่อจุด ภาพทั้งหมดจะถูกสร้างไว้เป็นโปรแกรมย่อยเดียวกัน เมื่อต้องการให้ภาพใดปรากฏ ต้องระบุหมายเลขภาพ และตำแหน่งจุดเริ่มต้นให้ภาพนั้นปรากฏ การระบุตำแหน่งใช้คำสั่ง DRAW เช่น

10 DRAW 1 AT 20, 20

รายละเอียดดูได้จากหัวข้อการสร้างอักษรพิเศษ

คอลัมน์

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	จุด เริ่มต้นของแต่ละคอลัมน์																																							
	7	14	21	28																																				279
บรรทัดที่ 1	7	12																																						
บรรทัดที่ 2	23	28																																						
บรรทัดที่ 3	39	44																																						
บรรทัดที่ 4	55	60																																						
บรรทัดที่ 5	71	76																																						
บรรทัดที่ 6	87	92																																						
บรรทัดที่ 7	103	108																																						
บรรทัดที่ 8	119	124																																						
บรรทัดที่ 9	135	140																																						
บรรทัดที่ 10	151	156																																						

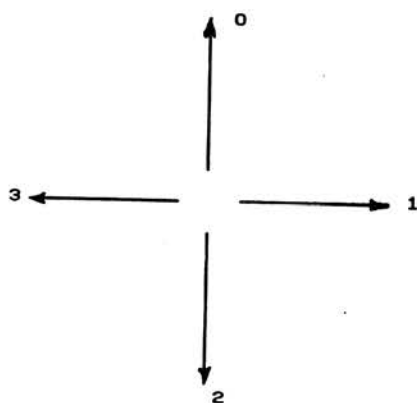
รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งของอักษรแต่ละตัวบนจอภาพ

การสร้างอักษรพิเศษ

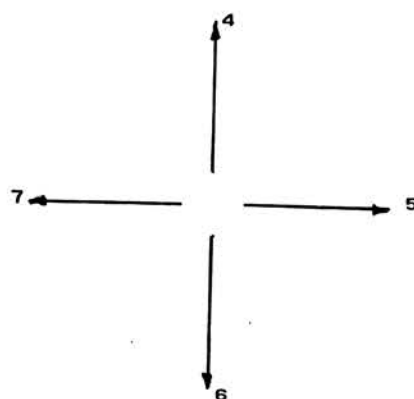
การสร้างอักษรพิเศษใช้สำหรับแสดงสูตรเคมี เลขยกกำลัง และสูตรการคำนวณที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 2 วิธี คือ

1. การใช้ SHAPE TABLE (12) เป็นวิธีสร้างภาพเก็บไว้ในรูปเลขฐาน 16 สำหรับการวิจัยนี้ จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อสร้างภาพโดยจัดเป็นโปรแกรมย่อย การสร้างอักษรพิเศษด้วยวิธีนี้ มีขั้นตอนการสร้างคือ

1.1 การลากเส้น มี 2 แบบ คือ แบบหนึ่งลากเส้นไม่ให้มีเส้นปรากฏบนจอภาพ แบบที่ 2 ลากเส้นให้มีเส้นปรากฏบนจอภาพ ทั้งสองแบบมีรหัสและทิศทางการเคลื่อนที่ ดังนี้



รูปที่ 4.4 ภาพรหัสและทิศทางการเคลื่อนที่แบบ
ไม่มีเส้นปรากฏ



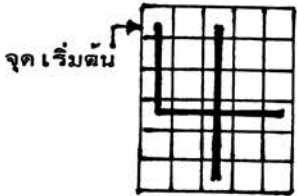
รูปที่ 4.5 ภาพรหัสและทิศทางการเคลื่อนที่
แบบมีเส้นปรากฏ

รหัส 0	หมายถึง การลากเส้นขึ้นบน	โดยไม่ปรากฏภาพ
รหัส 1	หมายถึง การลากเส้นไปทางขวา	โดยไม่ปรากฏภาพ
รหัส 2	หมายถึง การลากเส้นลง	โดยไม่ปรากฏภาพ
รหัส 3	หมายถึง การลากเส้นไปทางซ้าย	โดยไม่ปรากฏภาพ
รหัส 4	หมายถึง การลากเส้นขึ้น	โดยมีภาพปรากฏ
รหัส 5	หมายถึง การลากเส้นไปทางขวา	โดยมีภาพปรากฏ
รหัส 6	หมายถึง การลากเส้นลง	โดยมีภาพปรากฏ
รหัส 7	หมายถึง การลากเส้นไปทางซ้าย	โดยมีภาพปรากฏ

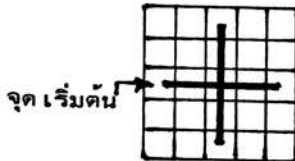
1.2 การนำรหัสมาเขียนเรียงเป็นรูป โดยกำหนดจุดเริ่มต้นของภาพแล้วเก็บตัวเลขเหล่านี้ในหน่วยความจำของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เรียกว่าเป็น SHAPE TABLE รหัสดังกล่าวจะถูกแปลงเป็นเลขฐานสิบหก และเก็บไว้ในหน่วยความจำที่กำหนดพิเศษ รายละเอียดของโปรแกรมดูได้จากภาคผนวก โปรแกรมไฟล์ชื่อ CONDUCTIVITY



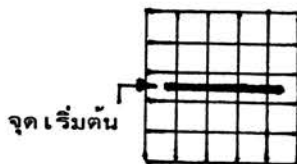
DATA 4,1,5,5,6,6,7,7,7,6,6,5,5,5,8



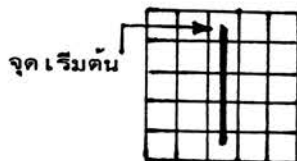
DATA 6,6,6,5,5,5,5,7,7,6,6,4,4,4,4,4,8



DATA 5,5,5,5,7,7,6,6,4,4,4,4,4,8



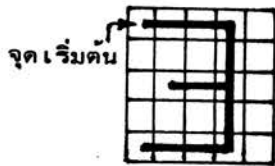
DATA 5,5,5,5,5,8



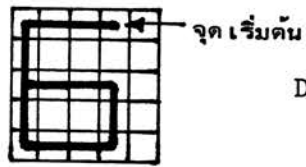
DATA 6,6,6,6,6,8



DATA 6,6,6,6,6,8



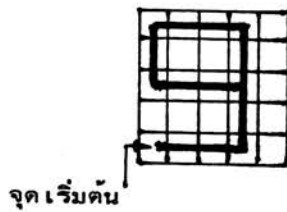
DATA 5,5,5,6,6,7,7,5,5,6,6,7,7,7,7,8



DATA 7,7,7,6,6,5,5,5,6,6,7,7,7,4,4,8



DATA 6,6,6,6,5,5,5,4,4,4,4,7,7,7,6,6,5,5,5,8



DATA 5,5,5,4,4,4,4,7,7,7,6,6,5,5,5,8





รหัส 8 คือส่วนปิดท้าย เพื่อให้ทราบว่าไม่มีรหัสต่อไปอีก







รูปที่ 4.6 แสดงวิธีการสร้างรูปอักษรพิเศษโดยใช้ SHAPE TABLE

2. กราฟพิกเซลละเอียด (HIGH RESOLUTION GRAPHICS) การสร้างอักษร

พิเศษด้วยวิธีนี้มีหลายลักษณะ คือ

2.1 การสร้างภาพลักษณะจุดต่อจุดเรียงกันเป็นภาพ โดยกำหนดจุดในแนวตั้ง และแนวนอนเป็นหลักหนึ่งจุด ให้อยู่ในรูปตัวแปร X และ Y แล้วใช้คำสั่งสร้างภาพเป็นจุด ให้อยู่ในรูปโปรแกรมย่อย อักษรพิเศษชนิดนี้มีดังนี้

<p>X</p> 	<pre> 1000 FOR I = 1 TO 4 : HCOLOR = 3 1010 HPLOT X-1+I,Y : HPLOT X-1+I, Y + 4 1020 HPLOT X,Y+I : HPLOT X+3, Y+I : NEXT:RETURN </pre>
<p>Y</p> 	<pre> 1100 FOR I = 0 TO 4 : HCOLOR = 3 1110 HPLOT X,Y+I : NEXT : RETURN </pre>
<p>Y</p> 	<pre> 1200 FOR I = 1 TO 4 : HCOLOR = 3 1210 HPLOT X-1+I, Y+5-I : NEXT 1220 FOR I = 1 TO 3 : HPLOT X+I,Y 1230 HPLOT X+I, Y+4 : NEXT 1240 HPLOT X, Y+1 : RETURN </pre>
<p>Y</p> 	<pre> 1400 FOR I = 1 TO 3 : HCOLOR = 0 1410 HPLOT X,Y+I-1 : HPLOT X+I, Y+2 1420 HPLOT X+2, Y+1+I : NEXT : RETURN </pre>

X Y 	<pre> 1500 FOR I = 1 TO 3 : HCOLOR = 3 1510 HPLOT X+I, Y : HPLOT X,Y-1+I 1520 HPLOT X+I, Y+2 : HPLOT X+3, Y+I+1 1530 HPLOT X-1+I, Y+4 : NEXT : RETURN </pre>
Y 	<pre> 1600 GOSUB 1500 : HPLOT X, Y+3 : RETURN </pre>
Y 	<pre> 1700 FOR I = 1 TO 4 : HCOLOR = 3 1710 HPLOT X-1+I, Y : HPLOT X + I-1, Y+5-I : NEXT : RETURN </pre>
Y 	<pre> 1800 GOSUB 1600 : HPLOT X+3, Y+1 : RETURN </pre>
Y 	<pre> 1900 GOSUB 1500 : HPLOT X+3, Y+1 : RETURN </pre>
Y 	<pre> 2000 FOR I = 0 TO 3 : HPLOT X+I, Y : NEXT : RETURN </pre>

รูปที่ 4.7 แสดงการสร้างอักษรพิเศษพร้อมโปรแกรม

2.2 การสร้างอักษรพิเศษ λ จากอักษร X ทำโดยการลบจุดบางจุด ลักษณะของโปรแกรมย่อยที่ใช้ คือ

```

2100 FOR I = 1 TO 2 : HCOLOR = 0
2110 HPLOT X+3+I , Y+2-I : NEXT : RETURN

```

X คือ ตำแหน่งของจุดเริ่มต้นของคอลัมน์ที่อักษร X ปรากฏบนจอภาพ

Y คือ ตำแหน่งของจุดเริ่มต้นของบรรทัดที่อักษร X ปรากฏบนจอภาพ

2.3 การสร้างอักษรพิเศษ θ จากอักษร o (ตัวพิมพ์เล็ก) ทำโดยการสร้างเส้นตรงอยู่กึ่งกลางอักษร o ลักษณะของโปรแกรมย่อย คือ

```
1100 HCOLOR = 3 : HPLOT X+1, Y+3 TO X+4, Y+3 : RETURN
```

X คือ จุดเริ่มต้นของคอลัมน์ที่อักษร o ปรากฏบนจอภาพ

Y คือ จุดเริ่มต้นของบรรทัดที่อักษร o ปรากฏบนจอภาพ

2.4 การสร้างอักษรพิเศษ ϕ จากอักษร o (ตัวพิมพ์ใหญ่) ทำโดยการสร้างเส้นทแยงมุมทับอักษร o ลักษณะของโปรแกรมคือ

```
1420 FOR M = 0 TO 7 : HCOLOR = 3
```

```
1430 HPLOT X+M, Y - M : NEXT : RETURN
```

X คือจุดเริ่มต้นของคอลัมน์ที่อักษร o ปรากฏบนจอภาพ

Y คือจุดสุดท้ายของบรรทัดที่อักษร o ปรากฏบนจอภาพ

2.5 การสร้างอักษรพิเศษ α จากอักษร X ทำโดยการเพิ่มจุดปิดด้านซ้ายมือของอักษร X ลักษณะโปรแกรมคือ

```
1000 FOR I = 1 TO 4 : HCOLOR = 3
```

```
1010 HPLOT XX , YY+I : NEXT : HPLOT XX+1, YY TO XX+3,YY
```

```
1030 HPLOT XX+1, YY+5 TO XX+3, YY+5 : RETURN
```

XX คือ จุดเริ่มต้นของคอลัมน์ที่อักษร X ปรากฏบนจอภาพ

YY คือ จุดเริ่มต้นของบรรทัดที่อักษร X ปรากฏบนจอภาพ

การหาตำแหน่งของ X, Y, XX และ YY ต้องอาศัยตารางแสดงตำแหน่งของของอักษรบนจอภาพ

วิธีใช้โปรแกรมย่อยเหล่านี้ เช่น ต้องการยกกำลัง คือ -5 ที่มีบรรทัดที่ 10 คอลัมน์ที่ 8 มีวิธีใช้คือ

```
3500 X = 54 : Y = 147 : GOSUB 2000
```

```
3510 X = 59 : Y = 145 : GOSUB 1500
```

หลักการสร้างภาพ

แนวการสร้างภาพในการวิจัยนี้มี 2 ลักษณะ คือ



1. การสร้างภาพนิ่ง ใช้วิธีสร้างภาพเป็นจุดหรือเป็นเส้นตรง ไม่มีเสียงประกอบภาพ
ภาพนิ่งที่สร้าง มีดังนี้

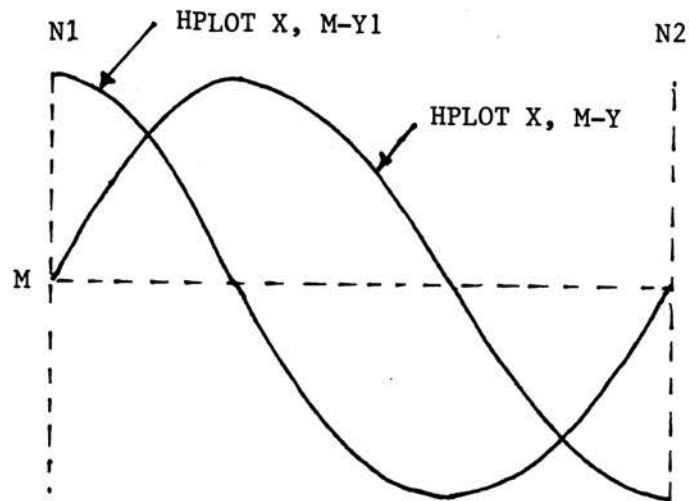
1.1 เส้นตรงหรือจุด

1.2 ภาพวงกลม โปรแกรมสร้างวงกลมคือ (16)

```
10 DT = .1 : C = COS (DT) : S = SIN (DT)
20 SC = 1.16 : CX = X1 : CY = Y1
30 HCOLOR = 3 : X = 0 : Y = R
40 HPLOT SC * X + CX , Y + CY
50 FOR I = 1 TO 63
60 T = X * C - Y * S : Y = Y * C + X * S : X = T
70 HPLOT TO SC * X + CX , Y + CY
80 NEXT I
```

1.3 ภาพเส้น CURVE โปรแกรมหลักที่นำมาใช้สร้างคือ (17)

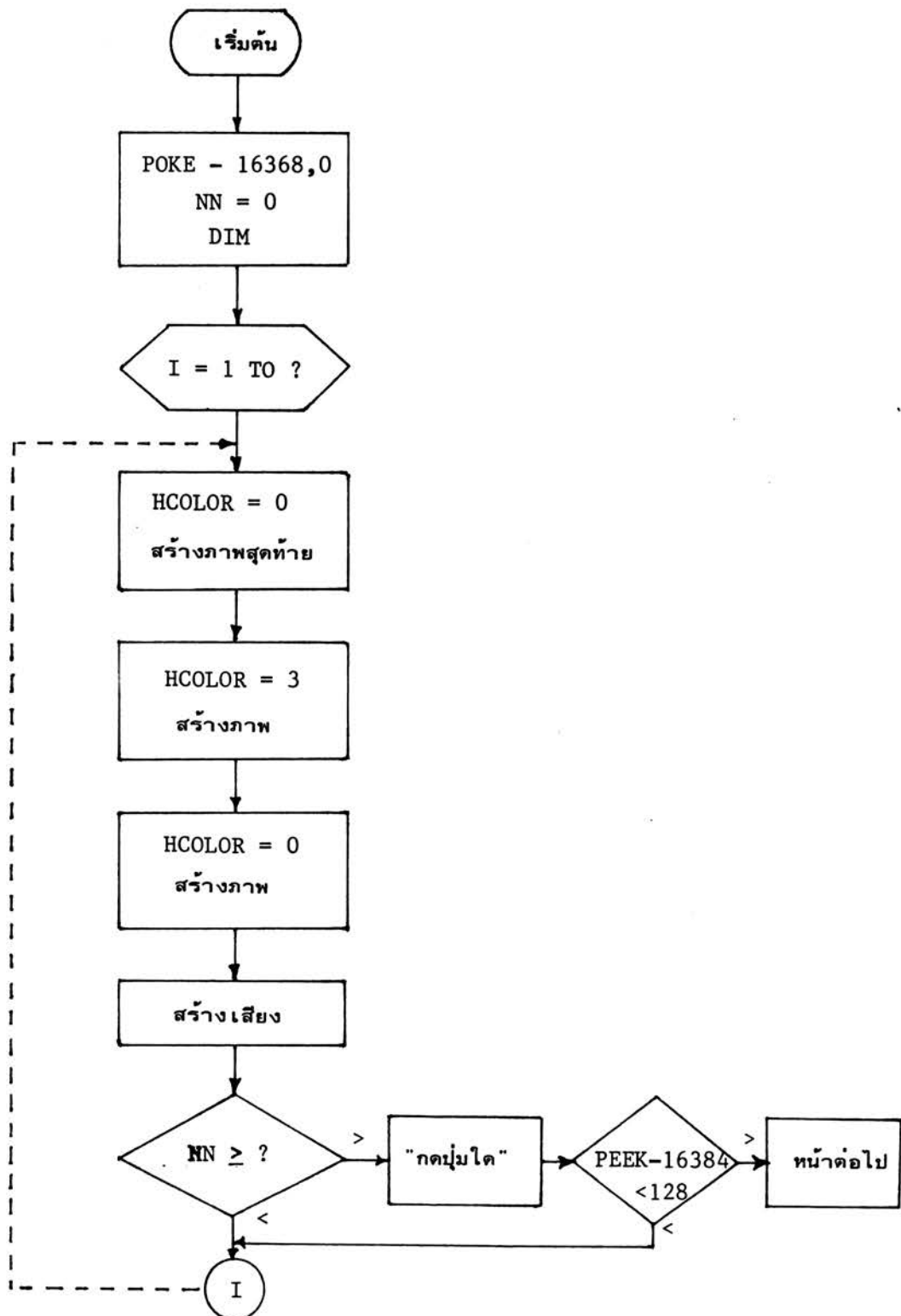
```
10 PI = 3.14 : TP = 2 * PI
20 FOR X = N1 TO N2
30 W = (TP / 360) * X
40 Y = R * SIN (W)
50 HPLOT X, M - Y
60 Y1 = R * COS (W)
70 HPLOT X, M - Y1
80 NEXT X
```



รูปที่ 4.8 แสดงภาพ CURVE

2. การสร้างภาพเคลื่อนไหว ต้องกำหนดทิศทางที่ให้ภาพเคลื่อนที่ไป หลักการสร้างคือ สร้างภาพที่ 1 ลบภาพที่ 1 สร้างภาพที่ 2 โดยวิธีย้ายตำแหน่งจุด อาจเป็นแนวตั้งหรือแนวนอน ขึ้นอยู่กับทิศที่ต้องการให้ภาพเคลื่อนที่ และลบภาพที่ 2 อีก ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ ตามที่ต้องการ การสร้างภาพและลบภาพแต่ละครั้งมีเสียงประกอบภาพ เสียงที่ใช้มีอยู่ภายในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ คำสั่งที่ทำให้เกิดเสียง คือ PEEK (-16336)

การสร้างภาพเคลื่อนไหวทุกภาพจะยึดหลักตามผังงานแสดงการสร้างภาพ



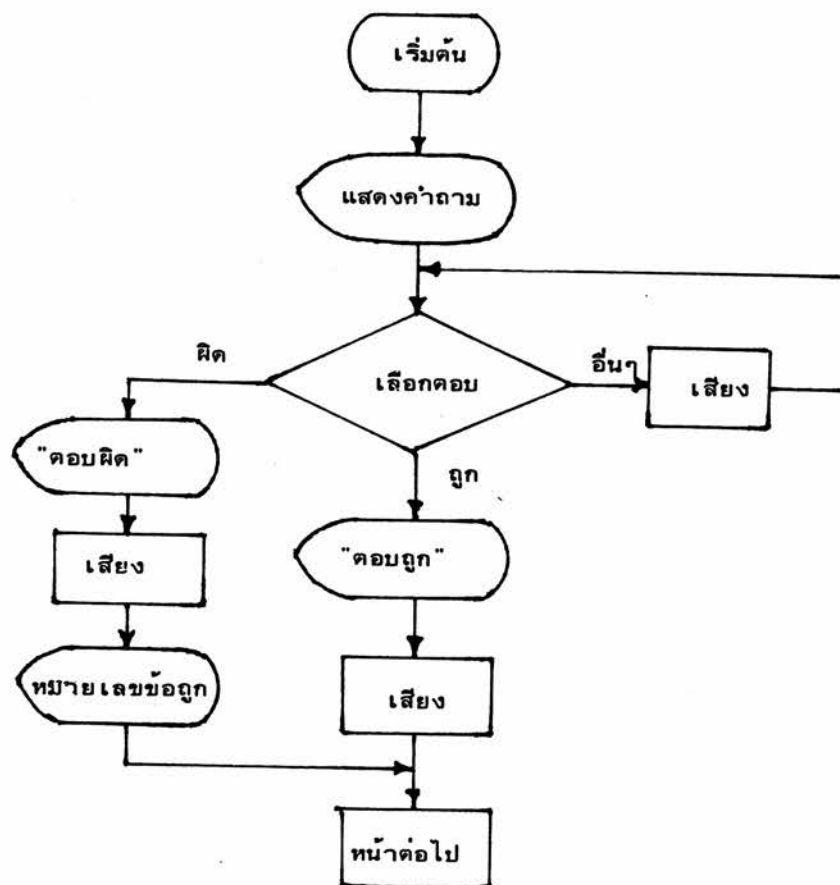
รูปที่ 4.7 แสดงผังงานการสร้างภาพเคลื่อนไหว

การสร้างโปรแกรมคำถาม

การวิจัยเพื่อการสร้างโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการเรียนการสอน มีส่วนประกอบของข้อมูลที่สำคัญ คือ การตั้งปัญหา ตาม - ตอบ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ การวิจัยนี้ได้จัดรูปแบบคำถาม หลายลักษณะ เพื่อเป็นแนวทางการจัดทำสำหรับวิชาอื่น ๆ ลักษณะคำถามมีดังนี้

1. การตั้งคำถาม มีข้อเลือกตอบหลายข้อ ผู้เรียนต้องเลือกตอบ หนึ่งข้อ จากหมายเลขข้อที่ให้ แนวการตอบคำถามมีดังนี้

- 1.1 เลือกถูก ปรากฏข้อความ ตอบถูก มีเสียง ไปหน้าต่อไป
- 1.2 เลือกผิด ปรากฏข้อความ ตอบผิด มีเสียง บอกหมายเลขข้อที่ถูก ไปหน้าต่อไป
- 1.3 เลือกนอกเหนือหมายเลขที่กำหนด มีเสียง ให้เลือกใหม่



รูปที่ 4.10 แสดงผังงานการสร้างคำถามแบบที่ 1

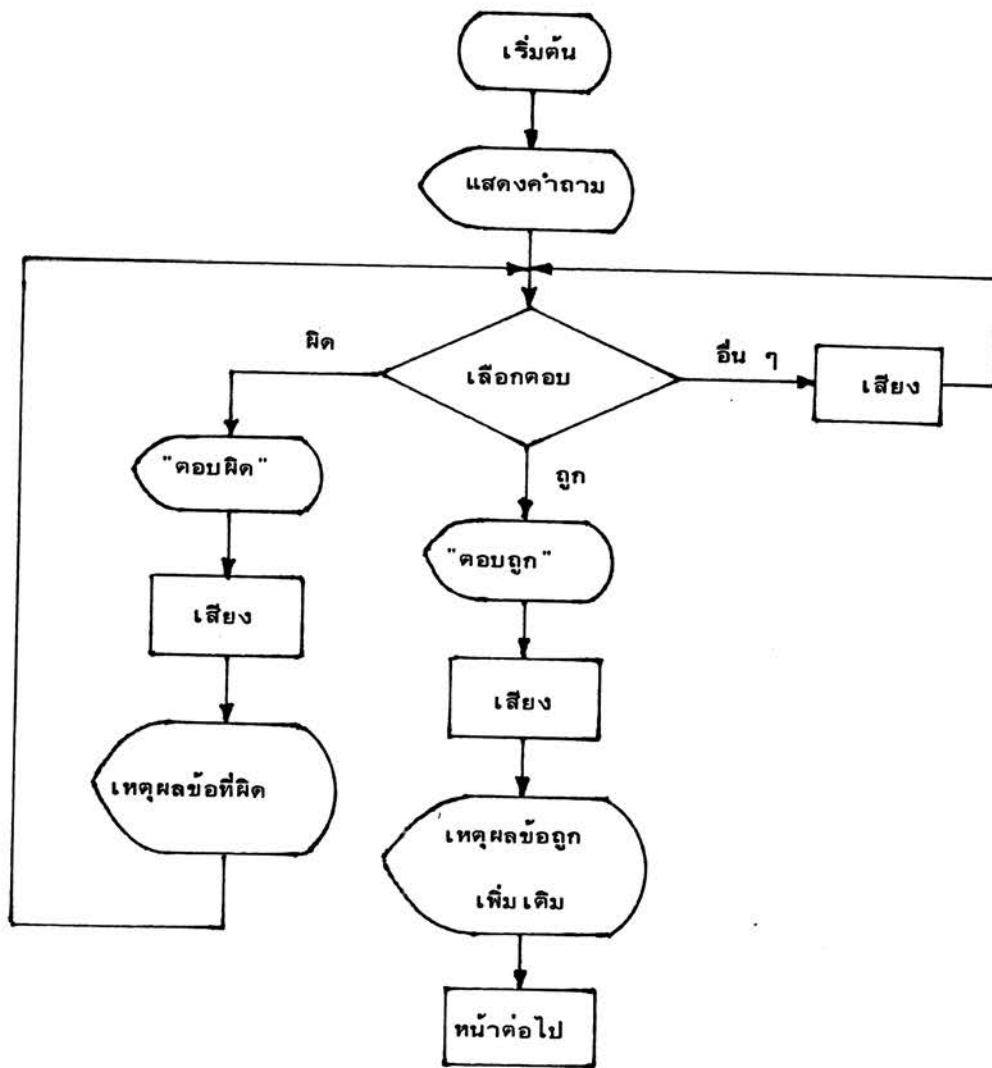
2. การตั้งคำถาม มีข้อเลือกตอบหลายข้อ ผู้เรียนต้องเลือกตอบหนึ่งข้อ จากหมายเลขข้อที่ให้ แนวการตอบคำถามมีดังนี้

2.1 เลือกถูก ปรากฏข้อความ ตอบถูก มีเสียง บอกเหตุผลที่ถูก เพิ่มเติมไปหน้าต่อไป

2.2 เลือกผิด ปรากฏข้อความ ตอบผิด มีเสียง บอกเหตุผลข้อที่เลือกผิด กลับไปเลือกใหม่

2.3 เลือกนอกเหนือหมายเลขที่กำหนด มีเสียง กลับไปเลือกใหม่

รายละเอียดของโปรแกรมดูได้ภาคผนวกโปรแกรมไฟล์ชื่อ ELECTRIC



รูปที่ 4.11 แสดงผังงานการสร้างคำถามแบบที่ 2

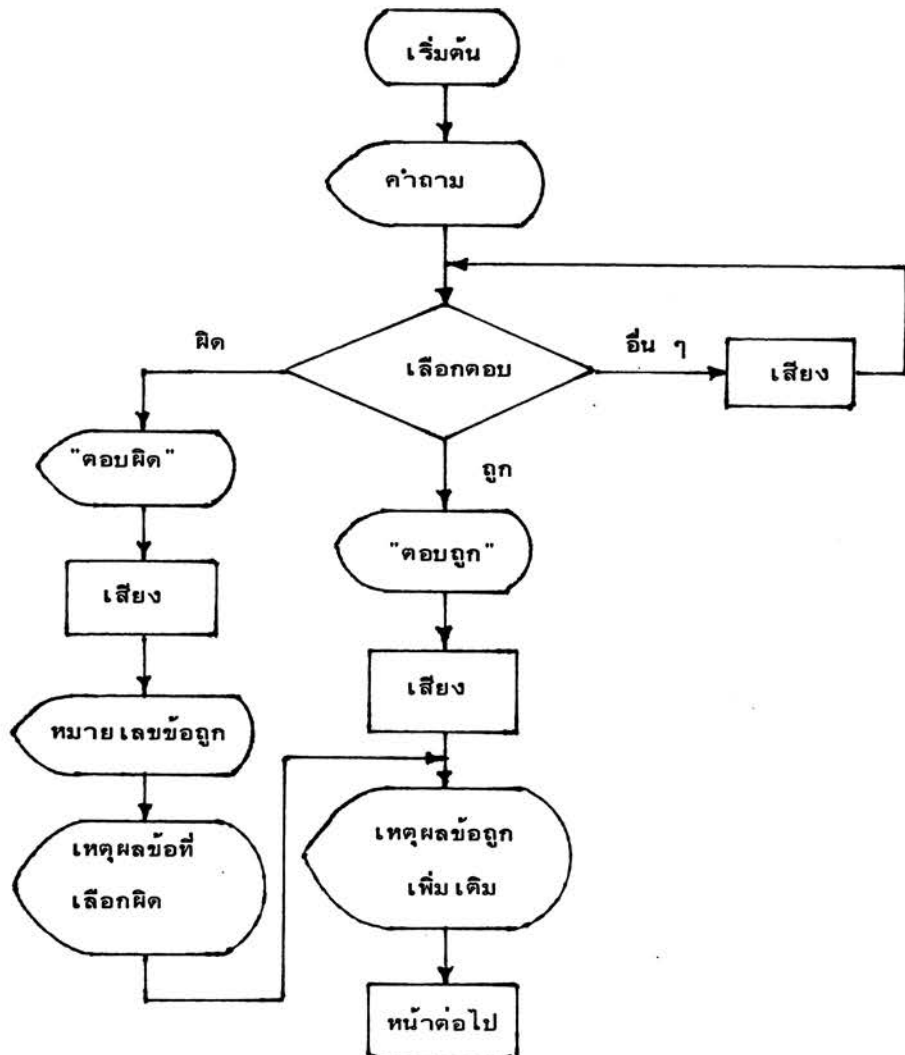
3. การตั้งคำถาม มีข้อเลือกตอบหลายข้อ ผู้เรียนต้องเลือกตอบหนึ่งข้อ จากหมายเลขข้อที่ให้ แนวการตอบคำถามมีดังนี้

3.1 เลือกถูก ปรากฏข้อความ ตอบถูก มีเสียง บอกเหตุผลที่ถูกเพิ่มเติม ไปหน้าต่อไป

3.2 เลือกผิด ปรากฏข้อความ ตอบผิด มีเสียง บอกหมายเลขข้อที่ถูก เหตุผลข้อที่เลือกผิด เหตุผลข้อที่ถูกเพิ่มเติม ไปหน้าต่อไป

3.3 เลือกนอกเหนือหมายเลขที่กำหนด มีเสียง กลับไปเลือกใหม่

รายละเอียดของโปรแกรมดูได้จากภาคผนวกโปรแกรมไฟล์ชื่อ GENERATOR



รูปที่ 4.12 แสดงผังงานการสร้างคำถามแบบที่ 3

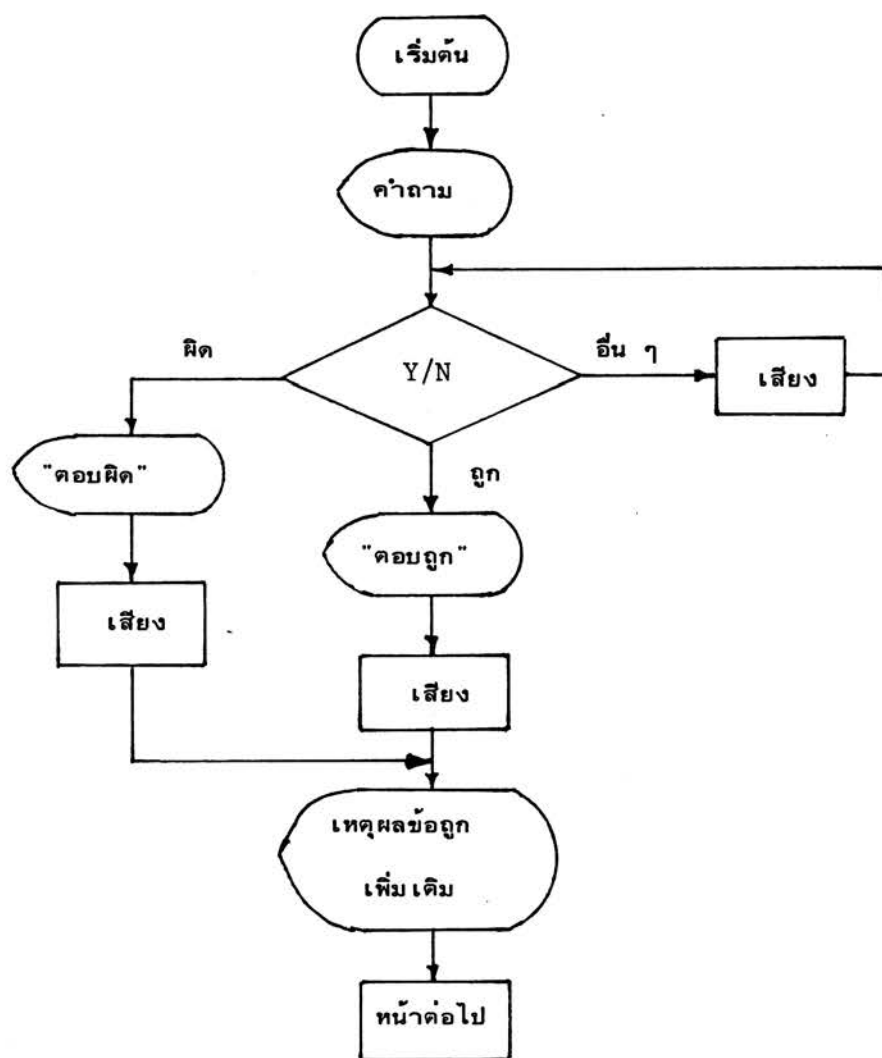
4. การตั้งคำถาม ให้เลือกตอบถูกหรือผิด โดยใช้อักษร Y แทนคำว่า ถูก อักษร N แทน คำว่าผิด ลักษณะของคำถามมีดังนี้

4.1 เลือกถูก ปรากฏข้อความ ตอบถูก มีเสียง บอกรหัสผลที่ถูกเพิ่มเติม

4.2 เลือกผิด ปรากฏข้อความ ตอบผิด มีเสียง บอกรหัสผลที่ถูกเพิ่มเติม

4.3 เลือกตอบนอกเหนืออักษรที่กำหนด มีเสียง กลับไปเลือกใหม่

รายละเอียดของโปรแกรมดูได้จากภาคผนวกโปรแกรมไฟล์ชื่อ GENERATOR



รูปที่ 4.13 แสดงผังงานการสร้างคำถามแบบที่ 4

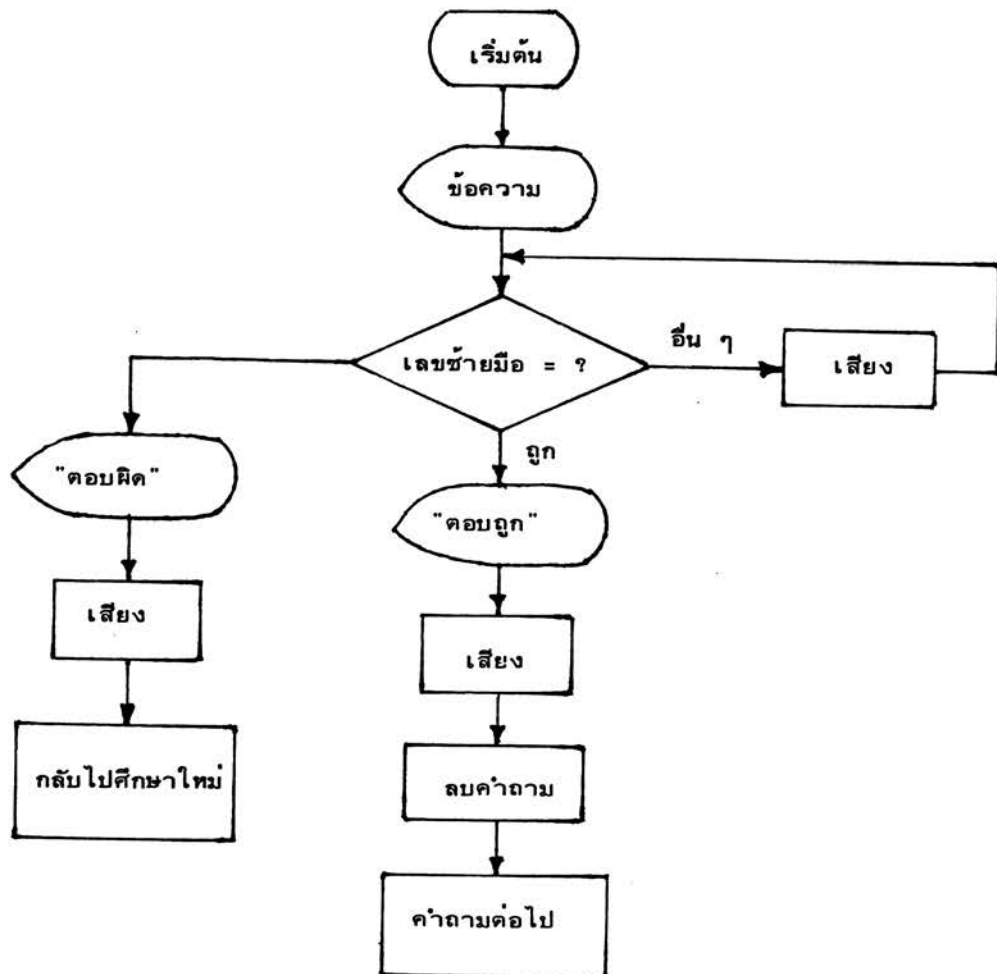
5. การจับคู่เลือก เป็นวิธีการตั้งปัญหาให้เลือกคำตอบจากอักษรขามือให้ตรงกับหมายเลข
 ข้อทางซ้ายมือ คำถามจะปรากฏทีละข้อในบรรทัดเดียวกัน โดยใช้หมายเลขข้อทางซ้ายมือ เป็นหลัก
 ถ้าตอบผิดจะต้องกลับไปศึกษาเรื่องที่อยู่ทางซ้ายมือ ลักษณะคำถามคือ

5.1 เลือกถูก ปรากฏข้อความ ตอบถูก มีเสียง ลบอักษร ขึ้นข้อความ
 เลือกข้อต่อไป

5.2 เลือกผิด ปรากฏข้อความ ตอบผิด มีเสียง กลับไปศึกษาใหม่

5.3 เลือกอักษรนอกเหนือจากที่กำหนด มีเสียง ให้เลือกใหม่

รายละเอียดของโปรแกรมดูได้จากภาคผนวกโปรแกรมไฟล์ GENERATOR 2

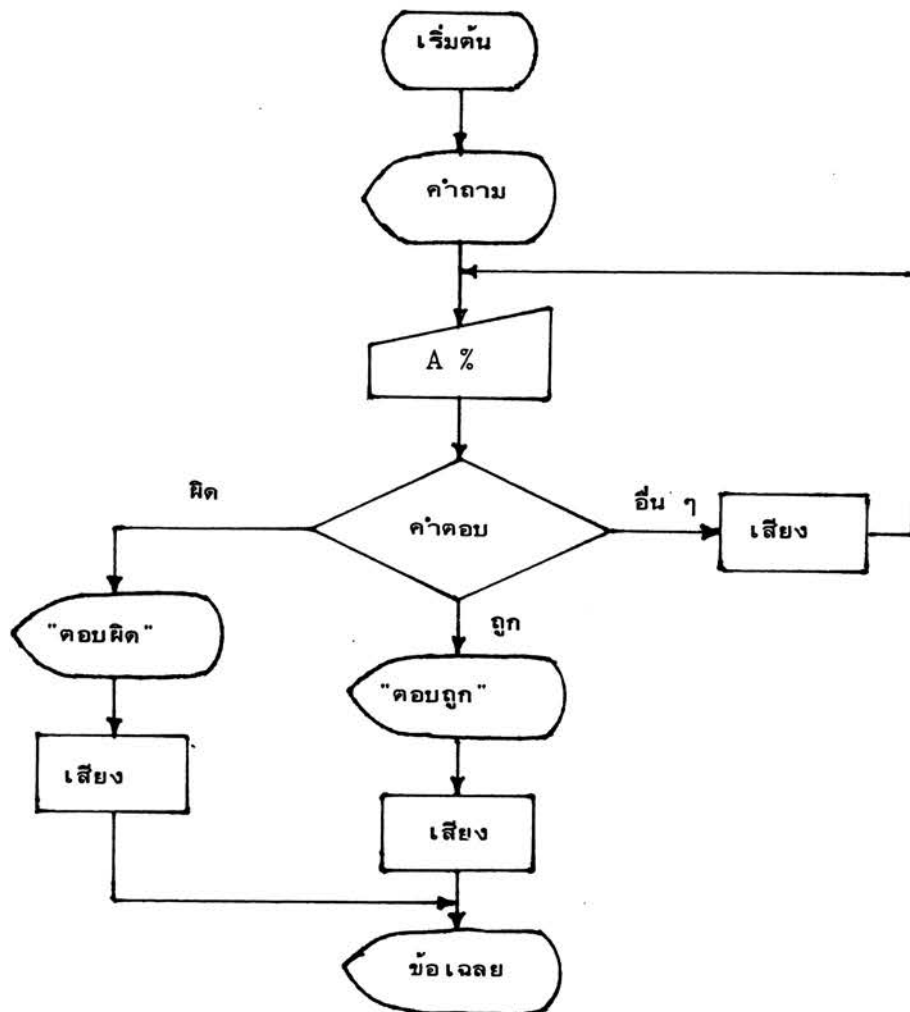


รูปที่ 4.14 แสดงผังงานการสร้างคำถามแบบจับคู่

6. การตอบคำถามจากการคำนวณ กรณีที่ผู้เรียนต้องคำนวณคำตอบจากปัญหาที่ถาม แล้วตอบปัญหานั้น ให้ทำตามคำสั่งที่กำกับไว้ ลักษณะคำถามคือ

- 6.1 ตอบถูก ปรากฏข้อความ ตอบถูก มีเสียง แสดงข้อเฉลย
- 6.2 ตอบผิด ปรากฏข้อความ ตอบผิด มีเสียง แสดงข้อเฉลย
- 6.3 ตอบนอกเหนือตัวเลข มีเสียง ให้ตอบใหม่

รายละเอียดของโปรแกรมดูได้จากภาคผนวกโปรแกรมไฟล์ MAGNET



รูปที่ 4.15 แสดงผังงานการสร้างคำถามจากการคำนวณ

การสร้างโปรแกรมการสอน

การวิจัยการสร้างโปรแกรมเพื่อการสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นี้ ได้จัดทำโปรแกรมการสอนไว้เป็นหน้า ๆ แต่ละหน้าอยู่ในหนึ่งจอภาพ ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาหน้าหนึ่งหน้าใดก่อน หรือต้องการศึกษาหน้าที่ผ่านมาแล้วได้ โดยใช้คำสั่งที่ปรากฏบนจอภาพ แต่ละหน้าจอภาพมีหมายเลขหน้ากำกับไว้มุมขวามือ เพื่อสะดวกต่อการใช้

การวิจัยสร้างโปรแกรมนี้อาศัยหลักประหยัด การแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลทำได้ง่าย การใช้โปรแกรมสะดวก

ประหยัดในเรื่องการสร้างโปรแกรมน้อยในกรณีที่มีข้อมูลหรือคำสั่งนั้นใช้มากกว่าหนึ่งครั้งก็สามารถเรียกโปรแกรมย่อยมาใช้ได้ทันที ไม่ต้องมีการเขียนโปรแกรมใหม่อีก

การแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลทำได้ง่าย เนื่องจากกำหนดตัวแปรให้มีค่าเท่ากับอักษรที่ต้องการให้ปรากฏบนจอภาพในหนึ่งบรรทัด เมื่อต้องการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลบรรทัดใดก็กระทำเฉพาะที่ตัวแปรของบรรทัดนั้น ๆ

การใช้โปรแกรมสะดวก เนื่องจากสามารถเรียกข้อมูลแต่ละหน้าจอภาพมาศึกษาได้ง่าย นอกจากนี้การตอบคำถามหรือการให้ความรู้มีคำสั่งกำกับไว้ทุกครั้ง

แนวการจัดสร้างโปรแกรมสำหรับการวิจัยนี้ มีหลักการ คือ

1. กำหนดตัวแปร กำหนดให้อักษรที่ปรากฏบนจอภาพแต่ละบรรทัดอยู่ในรูปของตัวแปร A\$ โดยมีหมายเลขบรรทัดตามหลัง A\$ เช่น A\$ (2) หมายถึง อักษรทั้งหมดที่แสดงอยู่บรรทัดที่ 2 และให้ A\$ (12) A\$ (13) A\$ (14) และ A\$ (15) เป็นข้อความที่ใช้ในการตั้งคำถาม ตอบคำถาม (รายละเอียดดูได้จากภาคผนวก โปรแกรมย่อยที่ 60 ถึง 68)

2. สร้างโปรแกรมย่อย โปรแกรมย่อยที่ใช้เป็นหลักในการสร้างโปรแกรมให้ปรากฏคำตอบหรือคำถาม คำตอบ ที่แสดงบนจอภาพ มีหลายโปรแกรมคือ

2.1 โปรแกรมย่อยให้อักษรแต่ละบรรทัดปรากฏบนจอภาพด้วยความเร็วต่ำกว่าความเร็วปกติ และเกิดเสียงทุกครั้งที่อักษรปรากฏหนึ่งตัวอักษร ลักษณะโปรแกรมคือ

```

30  AA = LEN (X$) : FOR I = 1 TO AA
35  SPEED = 150 : PRINT MID $ (X$,I,1); : H = PEEK (-16336)
38  NEXT : SPEED = 255 : RETURN

```

2.2 โปรแกรมย่อยสำหรับคำถาม คำตอบ ลักษณะโปรแกรม คือ

```

60  A$ (12) = "คำตอบคือ"
62  POKE - 16368 , 0
64  A$ (13) = "ตอบผิด"
66  A$ (14) = "ตอบถูก"
68  A$ (15) = "คำตอบที่ถูก คือ" : RETURN
70  PRINT A$ (14) : GOSUB 170 : RETURN
80  PRINT A$ (13) ;: GOSUB 190 ;: PRINT TAB (25) A$ (15);"";E
    : RETURN
90  PRINT A$ (12) ;: GET Q$ ; PRINT Q$ ;
95  A% = VAL (Q$) : RETURN

```

โปรแกรมย่อยที่ 60 ถึง 68 เป็นการตั้งข้อความเพื่อสะดวกต่อการเขียนโปรแกรมตอบคำถาม สำหรับโปรแกรมที่ 62 เป็นการป้องกันการกดปุ่มคำตอบล่วงหน้า

โปรแกรมย่อยที่ 70 เป็นโปรแกรมบอก เมื่อตอบถูก และมีเสียงประกอบ (คือ GOSUB 170)

โปรแกรมย่อยที่ 80 เป็นโปรแกรมบอก เมื่อตอบผิด มีเสียงประกอบ (คือ GOSUB 190)

โปรแกรมย่อยที่ 90 และ 95 เป็นโปรแกรมให้เลือกตอบเป็นตัวเลขเครื่องหมายเซมิคอล์ล (;) ท้ายสุดของหมายเลขบรรทัดที่ 90 เป็นการป้องกันการเลื่อนขึ้นของภาพกรณีที่กด RETURN แทนคำตอบ

2.3 จัดคำสั่งการลบอักษรในบรรทัดของจอภาพเป็นโปรแกรมย่อย เพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ คำสั่งการลบอักษรในบรรทัดบนจอภาพในระบบภาษาไทย มีลักษณะคำสั่งดังนี้

```
235 PRINT CHR$(15) + CHR$(5) (CTRL - 0 + CTRL - E)
```

คำสั่งลบอักษรบนจอภาพที่นำมาใช้ เป็นคำสั่งที่ลบอักษรตั้งแต่ CURSOR จนถึงสุดบรรทัด

2.4 โปรแกรมย่อยสำหรับคำสั่งไปหน้าต่อไปหรือ เลือกรายหมายเลขหน้าที่ต้องการศึกษา ลักษณะของโปรแกรม คือ

```
100 GOSUB 230 : GOSUB 40 : POKE - 16368, 0
110 VTAB 11 : HTAB 1 : PRINT "โปรดกด..RETURN (เปลี่ยนหน้า
    กด --> หรือ <--)"
115 M = PEEK (-16384) : POKE - 16368, 0
120 IF M = 136 OR M = 149 THEN 140
130 IF M = 141 THEN RETURN
135 GOTO 110
140 GOSUB 230 : GOSUB 40 : VTAB 11 : HTAB 1 : INPUT
    "โปรดเลือกหมายเลข หน้า (1 - 5) --กด RETURN:"; Q$
145 A% = VAL (Q$)
150 ON A% GO TO 3000 , 5000 , 7000 , 9000 , 11000
160 GO TO 140
```

หมายเลขบรรทัดที่ 100 เป็นการสร้างเส้นตรงกั้นระหว่างบรรทัดที่ 10

และ 11

หมายเลขบรรทัดที่ 110 แสดงคำสั่ง ให้ผู้เรียนทำตาม

หมายเลขบรรทัดที่ 115 ถึง 160 แสดงโปรแกรมการสั่งให้เครื่องทำ

ตามที่คุณเรียนป้อนข้อมูลให้

3. สร้างโปรแกรมหลัก การสร้างโปรแกรมการสอนสำหรับการวิจัยนี้ แบ่งหน้าจอภาพ เป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แสดงหมายเลขหน้า คือบรรทัดที่ 1 ของจอภาพ

ส่วนที่ 2 แสดงข้อความหรือภาพ คือบรรทัดที่ 2 ถึง บรรทัดที่ 10

ส่วนที่ 3 แสดงคำสั่งหลักประจำหน้าจอภาพ คือบรรทัดที่ 11

หลักการเขียนโปรแกรมแต่ละหน้าจอภาพ มีดังนี้

3.1 ให้ตัวแปรทุกตัวเป็นศูนย์ ให้จอภาพว่าง คือ PRINT CHR\$(16) และ พิมพ์หมายเลขหน้า มุมบนขวามือของจอภาพ

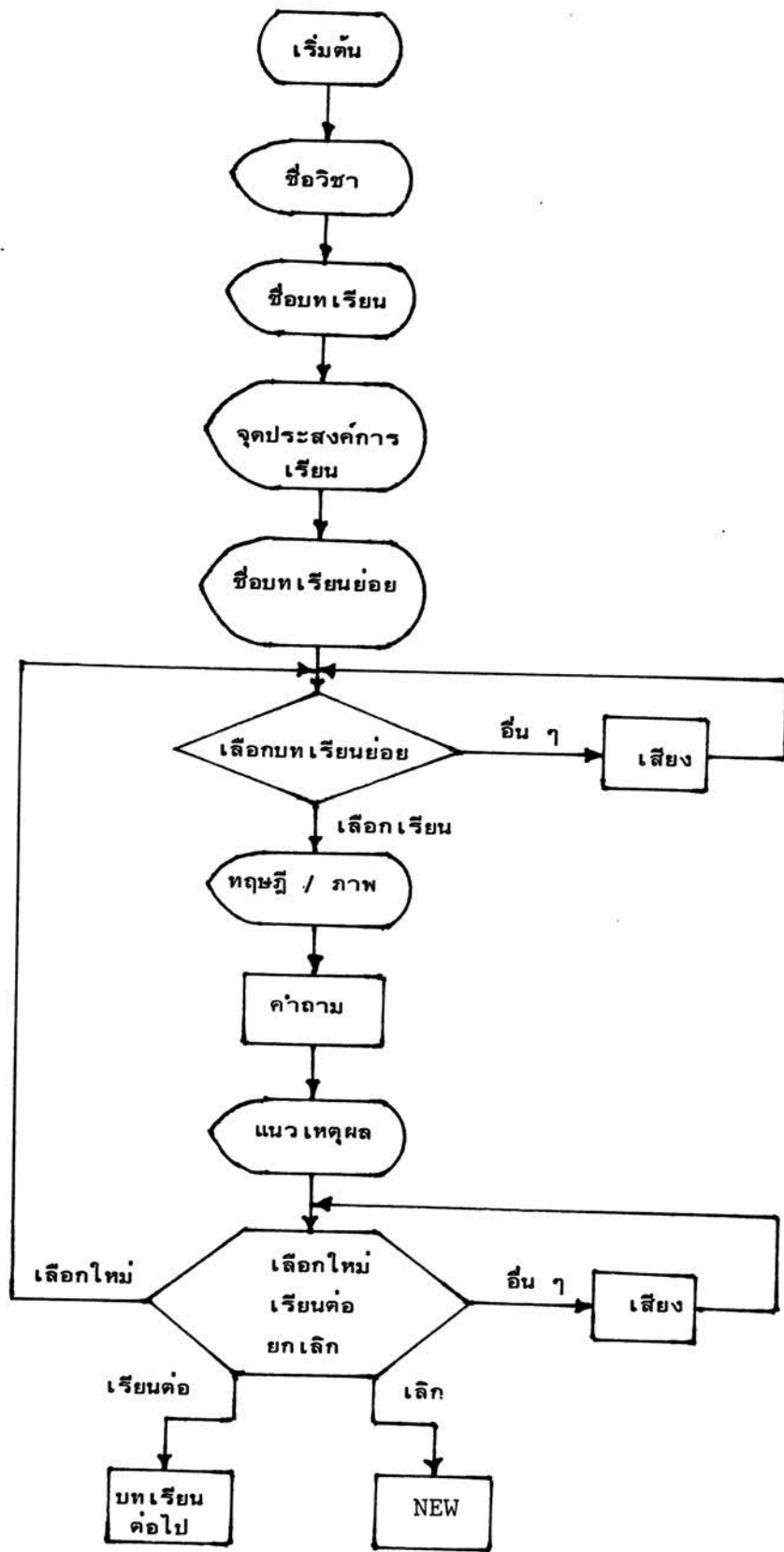
3.2 ตั้งตัวแปร (A\$) ให้มีความหมายเท่ากับข้อความหนึ่งบรรทัด

3.3 แสดงข้อความ แต่ละบรรทัดบนจอภาพ เช่น

3300 X\$ = A\$ (2) : VTAB 2 : HTAB 5 : GOSUB 30

3.4 ให้คำสั่งหลักประกอบการเรียนการสอน แสดงอยู่บรรทัดที่ 11 ของจอภาพ (คือโปรแกรมย่อยที่ 100)

รายละเอียดของโปรแกรมทั้งหมดดูได้จากภาคผนวก



รูปที่ 4.16 แสดงผังงานขั้นตอนการสร้างโปรแกรม