

การออกแบบลายเส้นวงจรโดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

Microcomputer Based Printed-Circuit-Board Artwork Generation

อิทธิชัย อรุณศรีแสงไชย

ITTHICHAI ARUNGRISANGCHAI



อาจารย์ที่ปรึกษา

อิทธิชัย โภคัยอุดม Ph.D.

ADVISOR

SITTHICHAI POKAIYAUDOM Ph.D.

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2527

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อ		II
ABSTRACT		III
บทที่ 1 บทนำและความเป็นมาของวิทยานิพนธ์นี้		1
บทที่ 2 การวางตำแหน่งขาและทำซิลส์กรีน		4
2.1 การวางตำแหน่งขา		4
2.2 การทำซิลส์กรีน		7
บทที่ 3 การแสดงรูปภาพและออกเครื่องพิมพ์		10
บทที่ 4 โมดตัวอักษร		11
บทที่ 5 การต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเองพร้อมอธิบายโปรแกรมการทำงาน		14
บทที่ 6 การต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติพร้อมอธิบายโปรแกรมการทำงาน		41
บทที่ 7 วิธีการใช้งานและขอแนะนำ		63
7.1 วิธีการใช้งาน		63
7.2 ขอแนะนำ		66
บทที่ 8 บทสรุป		68
กิตติกรรมประกาศ		69
หนังสืออ้างอิง		70
ภาคผนวก 1 บทความที่ตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า		
8 สถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 7		71
ภาคผนวก 2 ตัวอย่างการออกแบบลายวงจรมัลติเพล็กซ์โดยใช้โปรแกรมนี้		79
ภาคผนวก 3 ศัพท์ภาษาอังกฤษที่แปลและใช้เป็นภาษาไทยในวิทยานิพนธ์นี้		81
ภาคผนวก 4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์		84

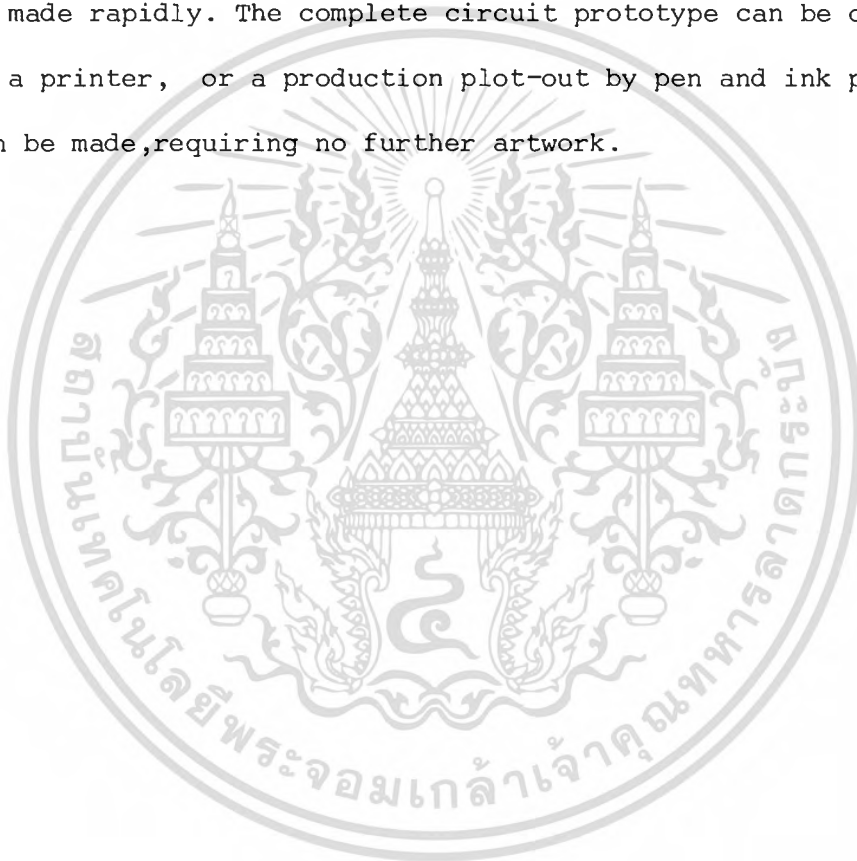
บทคัดย่อ

การออกแบบและเขียนวงจรไฟฟ้าลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ เป็นเรื่องที่ยากยิ่ง ยาก สิ้นเปลืองเวลาและน่าเบื่อหน่าย แม้ว่าจะเป็นบุคคลที่มีประสบการณ์มาแล้วก็ตาม แต่ด้วยการใช้โปรแกรมนี้จะทำให้ผู้ออกแบบสามารถทำการออกแบบวงจรดังกล่าวได้โดยตรงบนจอภาพที่วิมมอนิเตอร์ การแก้ไข ออกแบบและเปลี่ยนแปลงรูปแบบของวงจรพิมพ์กระทำได้ง่าย โดยมีฟังก์ชันช่วยหลายอย่างเช่น การเชื่อมต่อจุดสองจุดโดยอัตโนมัติ หรือการต่อเชื่อมจุดต่างๆตามที่ต้องการด้วยตนเอง เป็นต้น เมื่อได้วงจรพิมพ์ตามลวดลายที่เป็นที่พอใจแล้ว ก็ใช้เครื่องพิมพ์พิมพ์ลายวงจรพิมพ์ออกมาได้เลย หรือจะใช้เครื่องวาดรูปชนิดปากกาแก๊สที่มีหัววาดลายวงจรพิมพ์ออกมาก็ได้ ซึ่งทั้งหมดนี้จะเห็นว่าไม่จำเป็นต้องพึ่งพาขั้นตอนของงานศิลปะที่ต้องอาศัยการคิดเทปสำหรับลายวงจรพิมพ์อีกต่อไป



ABSTRACT

The design of printed circuit boards is quite a tedious matter, but using this program, circuits may be designed on a TV monitor. Included are functions such as : Automatically find and draw the route between two conductors; or Manually specify the route etc. Circuit changes or correction are very easy and can be made rapidly. The complete circuit prototype can be out-put to a printer, or a production plot-out by pen and ink plotter can be made, requiring no further artwork.



# บทที่ 1

## บทนำ

### (INTRODUCTION)

โปรแกรมการออกแบบและเขียนวงจรไฟฟ้าลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ เป็นโปรแกรมการวาดและออกแบบ 2 มิติ โดยใช้เครื่องแอปเปิ้ลทูพลัสไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีราคาถูกลงและเป็นที่ยอมรับกันดีในปัจจุบัน โปรแกรมนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกในการออกแบบ วาดและเขียนวงจรพิมพ์ไฟฟ้าทั้งแบบชั้นเดียวและแบบสองชั้น นอกจากนี้ยังสามารถทำซิลสกรีนสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ด้วย สามารถทำการทบทวนตรวจสอบและแก้ไขลายวงจรพิมพ์ได้โดยตรง รวดเร็วบนจอภาพที่วีมอนิเตอร์ สามารถทำแบบจำลองงานศิลป์ได้โดยตรงจากเครื่องพิมพ์ชนิดดอท-แมทริก หรือทำแบบจริงงานศิลป์จากเครื่องวาดรูปชนิดปากกาและหมึก ทั้งยังง่ายกับการเรียนรู้และใช้งาน แม้แต่ผู้เริ่มต้นก็ตาม โดยอาศัยตารางรายการหลัก ซึ่งประกอบด้วยแฟ้มโปรแกรมต่างๆ คือ การต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเอง การต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ การกำหนดตำแหน่งขา การแสดงรูปและพิมพ์ การเขียนตัวอักษร การทำซิลสกรีนสัญลักษณ์และสารบัญ ในแต่ละแฟ้มโปรแกรมข้างต้นขณะใช้งาน จะแสดงให้เห็นถึงคู่มือการใช้งานอย่างละเอียดและชัดเจน ทำให้สะดวกสบายยิ่งขึ้น

ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงหลักการการกำหนดและวางตำแหน่งขา พร้อมทั้งการทำซิลสกรีนของสัญลักษณ์อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

ในบทที่ 3 จะกล่าวถึงหลักการการแสดงรูปภาพและออกเครื่องพิมพ์

ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงการเขียนตัวอักษร

ในบทที่ 5 จะกล่าวถึงหลักการการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเองพร้อมทั้งแสดงซิสเต็มชาร์ทประกอบ

ในบทที่ 6 จะกล่าวถึงหลักการการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติพร้อมทั้งแสดงซิสเต็มชาร์ทประกอบ

ในบทที่ 7 กล่าวถึงวิธีการใช้งานและขอเสนอแนะ

ความเป็นมาของวิทยานิพนธ์นี้

ในปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีของการสร้างวงจรรวมได้ก้าวไปไกลมาก โดยเฉพาะมีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในงานการตรวจเช็ค การออกแบบและวางผังรูปแบบของวงจรรวม เป็นที่น่าสังเกตว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในงานเหล่านี้มักมีขนาดใหญ่โต และมีประสิทธิภาพสูงในการเก็บข้อมูลจำนวนมากๆ เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าวงจรรวมที่สร้างขึ้นทุกวันนี้ ประกอบด้วยจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้ามากมายจัดเรียงกันอยู่บนพื้นที่ขนาดจำกัด จากการศึกษาในขณะนั้นผู้เขียนเริ่มมีความสนใจและมีความคิดที่จะเป็นไปได้เพียงใด ถ้าแทนที่เราจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่เพื่อออกแบบวงจรรวมที่สลับซับซ้อนยุ่งยาก มาเป็นใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือไมโครคอมพิวเตอร์ แด้ออกแบบวงจรรวมแบบง่ายาก่อน ด้วยความคิดจากจุดเริ่มต้นนี้เอง ผู้เขียนจึงได้เริ่มต้นศึกษาและค้นคว้า จนได้ผลงานมาในระดับหนึ่งเป็นบทความทางวิชาการ ซึ่งได้แสดงเป็นภาคผนวก 1 ในท้ายเล่มของวิทยานิพนธ์นี้ จากการศึกษาต่อมาประกอบกับได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา จึงมีความเห็นสรุปออกมาว่า ด้วยการศึกษาค้นคว้าทั้งทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในหลักการอย่างเดียวกันแต่นำมาประยุกต์เพื่อใช้กับงานการวาดลายเส้นวงจรไฟฟ้าลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ จะเป็นงานที่มีประโยชน์มากกว่าในขณะนั้นและสอดคล้องกับการใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กด้วย นี่คือนิยามจุดเริ่มต้นและที่มาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

```
*****  
*           *  
* MAIN MENU *  
*           *  
*****
```

- (1) PIN LAY OUT
- (2) MANUAL ROUTING
- (3) CATALOGE
- (4) PATTERNS DEMONSTRATION/PRINT
- (5) AUTOMATIC ROUTING
- (6) PRINT MESSAGES
- (7) SILK SCREEN PATTERN
- (8) SAVE & EXIT

-- PLEASE SELECT -->

ตาราง 1.1 แสดงตารางรายการหลักที่ปรากฏบนจอภาพที่วีมอนิเตอร์

บทที่ 2

การวางตำแหน่งขาและทำซิลสกรีน  
(PIN LAY OUT & SILK SCREEN)

2.1 การวางตำแหน่งขา

ในการออกแบบลายวงจรพิมพ์นั้น โดยเฉพาะลายวงจรพิมพ์ชนิดสองชั้น ส่วนที่ขาดเสียมิได้ก็คือชั้นของบอนด์แพด หรือขาเชื่อมต่อ ในโมดของโปรแกรมนี้ได้สร้างแบบมาตรฐานของขาอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆเก็บไว้ในหน่วยคลังข้อมูล เช่น ขามาตรฐานของตัวไอซีตั้งแต่ 8 ขาจนถึง 40 ขา ขามาตรฐานของตัวทรานซิสเตอร์ทั้งแบบแถวเรียงและแบบสามเหลี่ยม ระยะทางมาตรฐานของขาทั้งตัวความต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวขดลวด-เหนี่ยวนำและตัวไดโอด เป็นต้น การใช้งานก็โดยการเคลื่อนตัวชี้ไปยังตำแหน่งที่ต้องการจะวางขา จากนั้นก็ใช้การกดคีย์บอร์ดคีย์ของแบบมาตรฐานที่ต้องการ ซึ่งได้กำหนดไว้ก่อนแล้วว่าแต่ละคีย์จะให้แบบมาตรฐานใด เมื่อวางตำแหน่งของขามาตรฐานแล้ว หากไม่พอใจต้องการจะลบทิ้ง ก็ทำได้โดยการเคลื่อนตัวชี้ไปที่จุดอ้างอิงเดิม จากนั้นก็กดคีย์ตัวเดิมของขามาตรฐานนั้น รูปขามาตรฐานนั้นก็จะถูกลบไป

PIN LAY OUT

-----

J = LEFT            L = RIGHT  
 I = UP              K = DOWN  
 U = LEFT UP      O = RIGHT UP  
 N = LEFT DOWN   ' ' = RIGHT DOWN  
 BLANK = TOGGLE PLOT/DELETE POINT  
 1-8     = IC PATTERNS  
 S       = STANDARD PATTERNS  
 E       = EXIT TO MAIN MENU  
 ?       = USER'S HELP KEY

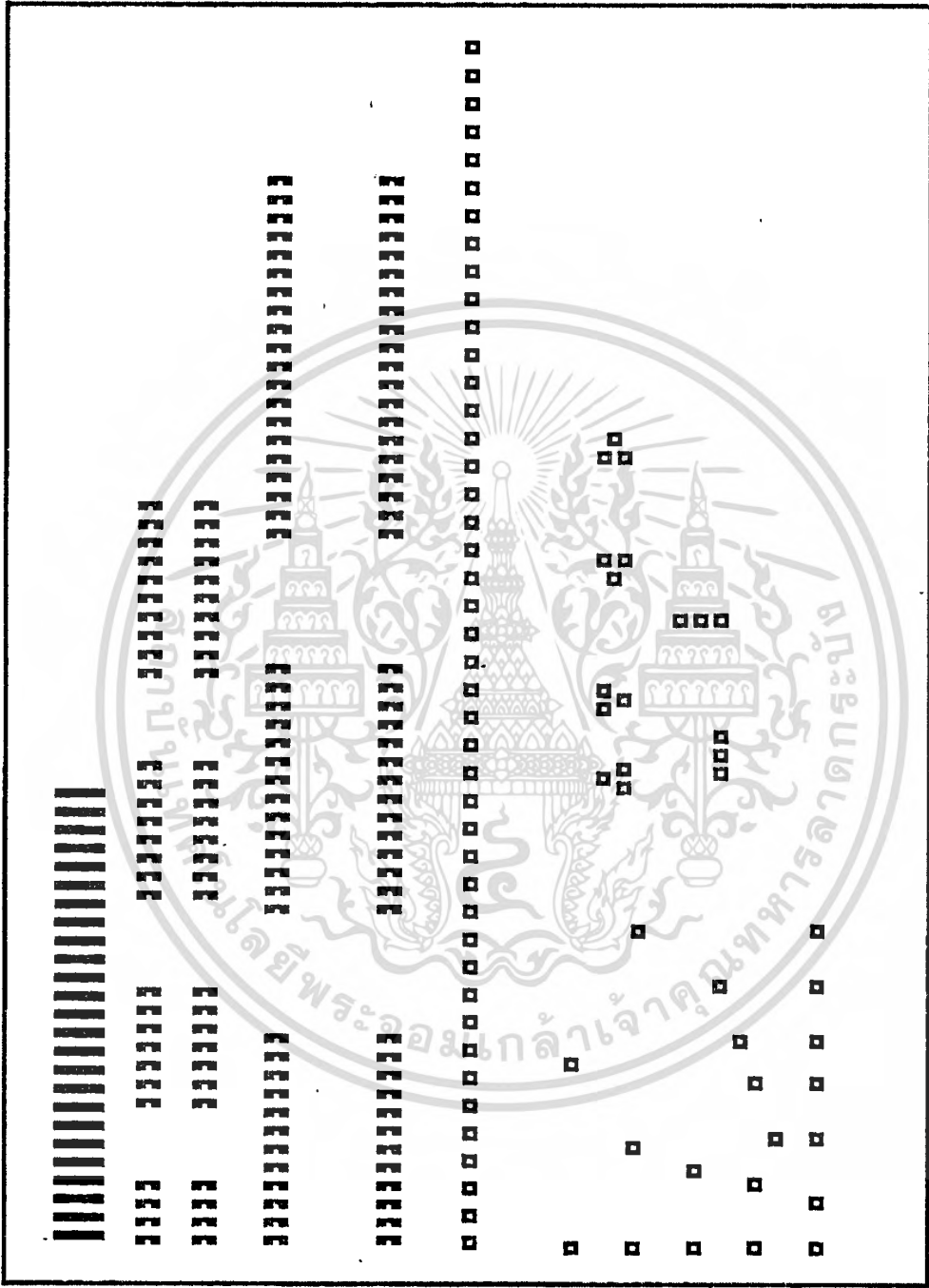
ANYKEY 'FOR' PIN 'LAY' OUT

- 1 = 2.5 CM.
- 2 = 1.4 CM.
- 3 = 1.1 CM.
- 4 = 0.9 CM.
- 5 = 0.6 CM.
- 6 = TRANSISTER TRIANGULAR HORIZONTAL
- 7 = TRANSISTER TRIANGULAR VERTICAL
- 8 = TRANSISTER INLINE HORIZONTAL
- 9 = TRANSISTER INLINE VERTICAL

PRESS ANY KEY TO CONTINUE

ตาราง 2.1.1 แสดงตารางรายการของคีย์ต่างที่ใช้ในงานโมคการวางตำแหน่งขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 2.1.1 แสดงแบบขามาตรฐานต่างที่สามารถเรียกมาใช้ได้ในโมดการวางตำแหน่งจากคลังข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 การทำซิลสกรีน

ในโมคของโปรแกรมนี้ จะมีประโยชน์นอกจากใช้ในการทำซิลสกรีนบนอีกด้านหนึ่งของแผ่นวงจรพิมพ์แล้ว ยังมีประโยชน์ใช้สำหรับเป็นแนวทางในการต่อเชื่อมระหว่างจุดสองจุดตามต้องการทั้งในโมคอัตโนมัติ และโมคช่วยตนเอง ทำให้ทราบว่าจุดใดที่จำเป็นจะต้องต่อ จุดใดไม่ต้องการเป็นต้น เราได้ทำการสร้างรูปสัญลักษณ์มาตรฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น ขอบเขตของตัวไอซีทั้งด้านหัวและด้านท้าย ตัวความต้านทาน คอท ตัวเก็บประจุ ตัวขดลวดเหนี่ยวนำ ตัวไดโอด ตัวทรานซิสเตอร์ทั้งแบบกระป๋องและแบบพลาสติก บล็อกทั้งขนาดเล็กและใหญ่เป็นต้น การใช้งานก็โดยการเคลื่อนตัวชี้ไปยังจุดอ้างอิงของตำแหน่งขาที่ต้องการ จากนั้นก็กดคีย์ของสัญลักษณ์อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการ ซึ่งก็ได้กำหนดไว้ก่อนแล้วว่าแต่ละคีย์จะให้สัญลักษณ์ใด รูปสัญลักษณ์ที่ต้องการก็จะไปปรากฏอยู่ระหว่างตำแหน่งขาที่วางไว้วงหนาก่อนแล้วในโมคการวางตำแหน่งขา หากไม่เป็นที่พอใจต้องการจะลบทิ้งก็ทำได้โดยการเคลื่อนตัวชี้ไปที่จุดอ้างอิงเดิม แล้วทำการกดคีย์เดิมรูปสัญลักษณ์นั้นก็ถูกลบออกไป

SILK SCREEN

-----  
J = LEFT            L = RIGHT  
I = UP              K = DOWN  
U = LEFT UP        O = RIGHT UP  
N = LEFT DOWN     ' . ' = RIGHT DOWN  
E                    = EXIT TO MAIN MENU  
?                    = USER'S HELP KEY  
ANYKEY ' FOR ' SILK ' SCREEN

1-3 = TRANSISTER      4-5 = BLOCK  
6 = PLUS SIGN        7 = DIODE  
8 = RESISTER         9 = INDUCTOR  
Q = CAPACITOR        W = IC1  
A = IC2                S = DOT  
R = ROTATE  
ANYKEY ' FOR ' SILK ' SCREEN

ตาราง 2.2.1 แสดงตารางรายการของคีย์ต่างๆที่ใช้ในงานโมคการทำซิลสกรีน



บทที่ 3

การแสดงผลภาพและออกเครื่องพิมพ์

(PATTERNS DEMONSTRATION/PRINT)

เมื่อเข้าสู่โมดนี้ เราสามารถเรียกรูปต่างๆมาแสดงบนจอภาพที่วีมอนิเตอร์ได้จากแฟ้มสำเนา รูปต่างๆที่วานี้ก็คือรูปหรือลายวงจรมพิมพ์ที่เราออกแบบไว้แล้วและเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลไว้นั้นเอง เมื่อใดรูปมาแสดงบนจอภาพที่วีมอนิเตอร์แล้ว และเป็นลายวงจรมพิมพ์ตามที่ต้องการ ก็สามารถส่งออกไปพิมพ์ที่เครื่องพิมพ์ได้ โดยพิมพ์ได้ทั้งแบบภาพชนิดลบและชนิดบวก



บทที่ 4

โมคตัวอักษร

(PRINT MESSAGES)

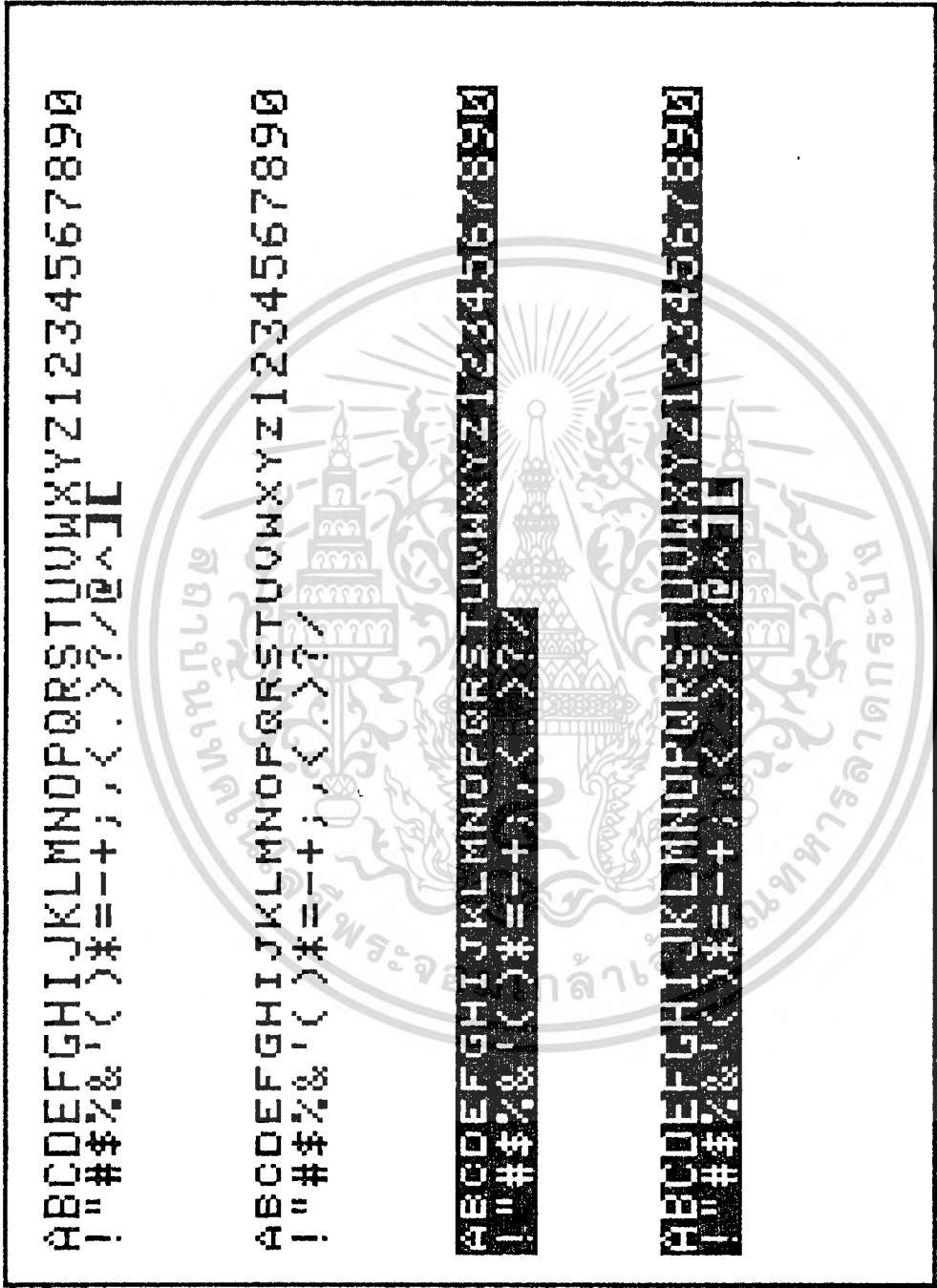
เมื่อเข้ามาในโมคนี้ เราสามารถจะเขียนข้อความใดลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ได้  
ทำได้โดยการเคลื่อนตัวชี้ไปยังตำแหน่งที่ต้องการจะเขียน จากนั้นก็กดคีย์ตัวอักษรตามคีย์  
บอร์ดตัวอักษรที่มีอยู่ อักษรนั้นก็จะปรากฏตรงตำแหน่งตัวชี้ อักษรที่ใช้เขียนในโมคนี้มีทั้ง  
ตัวใหญ่ ตัวเล็ก ตัวธรรมดาหรือตัวคำพื้นขาวก็ได้ สามารถเขียนได้เต็มที่ 21 บรรทัด  
บรรทัดละ 38 ตัวอักษร



```
PRINT MESSAGES
LOAD FILE FROM DISK
INPUT FILE NAME :
?      : CATALOG
RETURN : DEVELOP OLD GRAPHIC
ESC    : CREATE NEW GRAPHIC
CTRL-H : TO SEE INSTRUCTIONS
```

```
#####
#
# PRINT MESSAGE #
#
#
#####
ESC = MOVE UP      RETURN = MOVE DOWN
<-  = MOVE LEFT   ->  = MOVE RIGHT
CTRL-N = NORMAL CHARACTER
CTRL-I = INVERSE CHARACTER
CTRL-B = UPPER CASE CHARACTER
CTRL-S = LOWER CASE CHARACTER
CTRL-Q = QUIT TO MAIN MENU
      ANY 'KEY' TO 'PRINT' MESSAGES
```

ตาราง 4.1 แสดงตารางรายการของคีย์ต่างๆที่ใช้ในงานโมดการพิมพ์ตัวอักษร



ภาพ 4.1 แสดงตัวอย่างของอักษรแบบและขนาดต่างที่ใช้ในโมเดลการพัฒนาตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### การต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเอง

(MANUAL ROUTING)

ตัวชี้ในโมดน์ สามารถเคลื่อนที่ในทิศทางทั้งแนวตั้ง แนวนอนและแนวเฉียง 45 องศาในทุกควอเตอร์ ในโมดน์จะมีฟังก์ชันคีย์สำหรับตัวชี้ 3 ฟังก์ชันด้วยกันคือ คีย์ตัวชี้ คีย์วาดรูปและคีย์ลบรูป

#### 5.1 คีย์ตัวชี้

การกดคีย์ตัวชี้ ซึ่งในโปรแกรมนี้เรากำหนดให้คีย์ "C" เป็นฟังก์ชันคีย์ จะทำให้ตัวชี้สามารถเคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งใดก็ได้ โดยไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของรูปหรือลายวงจรถูกปรากฏอยู่

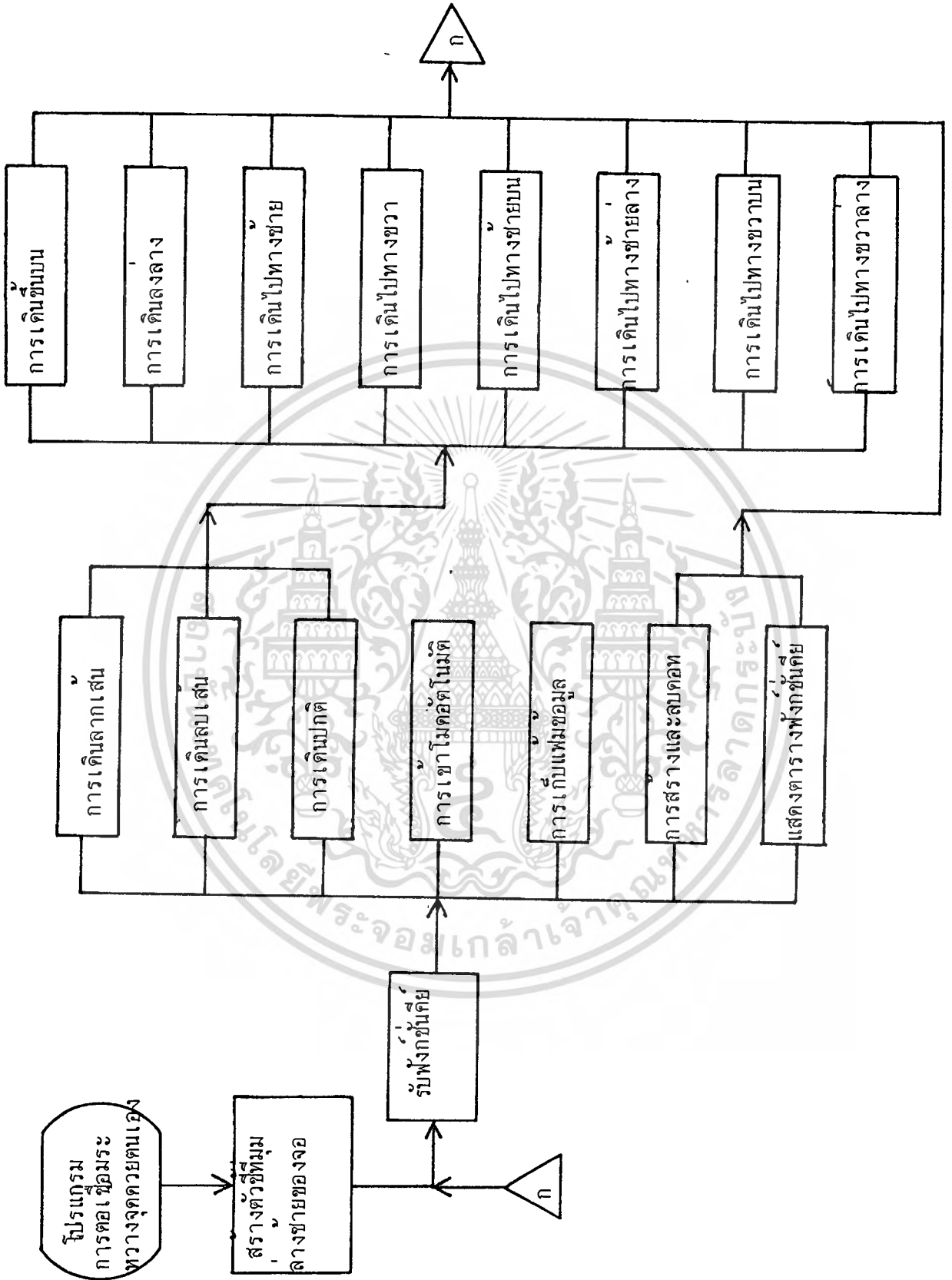
#### 5.2 คีย์วาดรูป

การกดคีย์วาดรูป ซึ่งในโปรแกรมนี้เรากำหนดให้คีย์ "D" เป็นฟังก์ชันคีย์ จะทำให้สามารถวาดรูปหรือลายเส้นอะไรก็ได้ตามการเคลื่อนที่ไปของตัวชี้ ดังนั้นในขณะที่การวาดให้เป็นเส้นเฉียง 45 องศาที่สามารถทำได้ การลากเส้นต่อเชื่อมระหว่างจุดตามที่ต้องการก็ทำได้ในขณะนั้น

#### 5.3 คีย์ลบรูป

การกดคีย์ลบรูป ซึ่งในโปรแกรมนี้เรากำหนดให้คีย์ "D" เป็นฟังก์ชันคีย์ จะทำให้สามารถลบรูปหรือลายเส้นอะไรก็ตามที่ตัวชี้เคลื่อนที่ผ่านไป ดังนั้นด้วยฟังก์ชันนี้เราสามารถทำการคัดแปลงแก้ไขลายวงจรมุมต่างๆที่ไม่ต้องการได้





ภาพ 5.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของไมคอดีโนมิติการต่อเชื่อมระหว่างจุดควยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายโปรแกรมการทำงานของโปรแกรมการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเอง

ภาพ 5.2 เป็นโปรแกรมหลักของการทำงานในโหมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเอง

- เมื่อเริ่มต้นจะโหลดข้อมูลตัวชี้มาเก็บที่ตำแหน่ง 6000
- จากนั้นก็รับข้อมูลการกดคีย์ว่าเป็น 1 หรือ 2
- ถ้าเป็น 1 ก็จะไปแสดงตารางฟังก์ชันคีย์ที่ใช้ในงานโหมดนี้
- ถ้าเป็น 2 ก็จะต้องรับคีย์ชื่อแฟ้มข้อมูลที่จะโหลด และทำการโหลดแฟ้มข้อมูลนั้นๆ จากนั้นก็ไปแสดงตารางฟังก์ชันคีย์ที่ใช้ในงานโหมดนี้
- ต่อมากรับคีย์ใดๆ
- กำหนดให้เขียนตัวอักษร AAS = "\*\*\*MANUAL ROUTING\*\*\*"
- แล้วเข้าสู่โปรแกรมย่อยของการเขียนหัวตัวอักษร
- จากนั้นก็สร้างรูปตัวชี้ที่มุมล่างซ้ายของจอที่ X=6,Y=183
- มาถึงขั้นนี้ก็พร้อมที่จะรับคีย์ฟังก์ชันต่างๆที่ใช้ในงานในโหมดนี้ ประกอบด้วยคีย์ P,D,C,A,E,BLANK,?,I,K,J,L,U,N,O,.

ภาพ 5.2.1 เป็นโปรแกรมการเดินลากเส้น

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น P
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินลากเส้น
- กำหนดค่าตัวชี้ให้ P=1,D=0 จากนั้นวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมและกำหนดให้เขียนอักษรว่า DRAW
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเขียนหัวตัวอักษร
- จากนั้นวาดตัวชี้ที่ตำแหน่งเดิมแล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.2 เป็นโปรแกรมการเดินลบเส้น

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น D
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินลบเส้น
- กำหนดค่าตัวชี้ให้ P=0,D=1 จากนั้นวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมและกำหนดให้เขียนอักษรว่า DELETE

- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเขียนหัวตัวอักษร
- จากนั้นวาดตัวชี้ที่ตำแหน่งเดิมแล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.3 เป็นโปรแกรมย่อยการเดินปกติ

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น c
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินปกติ
- กำหนดค่าตัวชี้ให้  $P=0, D=0$  จากนั้นวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมและกำหนดให้เขียนอักษรว่า CURSOR
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเขียนหัวตัวอักษร
- จากนั้นวาดตัวชี้ที่ตำแหน่งเดิมแล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.4 (ก) เป็นโปรแกรมย่อยการเข้าโมดด้วยตนเอง

- เมื่อรับฟังก์ชันคีย์เป็น F
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเข้าโมดด้วยตนเอง
- จากนั้นลบตัวชี้ที่ตำแหน่ง X,Y
- แล้วเปลี่ยนไปอยู่ในโมดด้วยตนเอง

ภาพ 5.2.4 (ข) เป็นโปรแกรมย่อยการวาดและลบคอก

- เมื่อรับฟังก์ชันคีย์เป็น BLANK
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการวาดและลบคอก
- จากนั้นวาดและลบตัวชี้ที่ตำแหน่ง X,Y+1
- แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ใหม่

ภาพ 5.2.4 (ค) เป็นโปรแกรมย่อยการเข้าโมดโดยอัตโนมัติ

- เมื่อรับฟังก์ชันคีย์เป็น A
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเข้าโมดโดยอัตโนมัติ
- จากนั้นลบตัวชี้ที่ตำแหน่ง X,Y
- แล้วเปลี่ยนไปอยู่ในโมดโดยอัตโนมัติ

ภาพ 5.2.5 เป็นโปรแกรมทำงานการเก็บแฟ้มข้อมูล

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น E
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเก็บแฟ้มข้อมูล
- ทำการตรวจเช็คว่าจะเก็บแฟ้มข้อมูลหรือไม่
- ถ้าไม่ต้องการจะเก็บ ก็กำหนดให้เขียน AA\$ = " " แล้วเข้าสู่โปรแกรมย่อยการลบตัวอักษรที่เขียนหัว จากนั้นเปลี่ยนไปอยู่ในโมดแสดงตารางรายการหลัก
- ถ้าต้องการจะเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล ก็ทำการรับคีย์ชื่อแฟ้มที่จะเก็บ
- กำหนดให้เขียน AA\$ = " " แล้วเข้าสู่โปรแกรมย่อยการลบตัวอักษรที่เขียนหัว ทำการเก็บแฟ้มนั้นไว้ที่หน้า 2 ที่ตำแหน่ง 4000
- จากนั้นเปลี่ยนไปอยู่ในโมดแสดงตารางรายการหลัก

ภาพ 5.2.6 เป็นโปรแกรมทำงานแสดงตารางฟังก์ชันคีย์

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น ?
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการแสดงตารางฟังก์ชันคีย์
- ทำการเปลี่ยนจากโมดควาครูปมาอยู่ในโมดตัวอักษร
- รับคีย์ใดๆ จากนั้นก็เปลี่ยนโมดอีกครั้งจากตัวอักษรมาสู่วาครูป
- แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ใหม่

ภาพ 5.2.7 เป็นโปรแกรมทำงานการเดินขึ้นบัน

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น I
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินขึ้นบัน
- ทำการวาดตัวชี้ชี้ที่เดิมที่ X,Y
- ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใด
- ถ้า P=0,D=1,Y-3>11แล้ว ก็กำหนดให้ Y=Y-3 จากนั้นก็ลบเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่และวาดตัวชี้ที่ X,Y แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
- ถ้า P=0,D=0,Y-3>11แล้ว ก็กำหนดให้ Y=Y-3 และวาดตัวชี้ที่ X,Y

- แล้วกลับไปเตรียมรับฟังกษัตริย์ตัวใหม่
- ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $Y-3 < 11$  ก็กำหนดให้  $Y=186, P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังกษัตริย์ตัวใหม่
- ถ้า  $P=1, D=0, Y-3 > 11$  แล้ว ก็กำหนดให้  $Y=Y-3$  จากนั้นก็ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่ และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังกษัตริย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.8 เป็นโพรซาร์ททำงานการเดินลงล่าง

- เมื่อได้รับฟังกษัตริย์เป็น  $K$
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินลงล่าง
- ทำการวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมที่  $X, Y$
- ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใด
- ถ้า  $P=0, D=1, Y+3 > 187$  แล้ว ก็กำหนดให้  $Y=Y+3$  จากนั้นก็ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังกษัตริย์ตัวใหม่
- ถ้า  $P=0, D=0, Y+3 < 187$  แล้ว ก็กำหนดให้  $Y=Y+3$  และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังกษัตริย์ตัวใหม่
- ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $Y+3 > 187$  ก็กำหนดให้  $Y=12, P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังกษัตริย์ตัวใหม่
- ถ้า  $P=1, D=0, Y+3 < 187$  แล้ว ก็กำหนดให้  $Y=Y+3$  จากนั้นก็ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่ และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังกษัตริย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.9 เป็นโพรซาร์ททำงานการเดินไปทางขวา

- เมื่อได้รับฟังกษัตริย์เป็น  $L$
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินไปทางขวา
- ทำการวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมที่  $X, Y$

-ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใด

-ถ้า  $P=0, D=1, X+3 < 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x+3$  จากนั้นก็กลับเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=0, D=0, X+3 < 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x+3$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $X+3 > 273$  ก็กำหนดให้  $x=4, P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=1, D=0, X+3 < 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x+3$  จากนั้นก็ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่ และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.10 เป็นโปรแกรมทำงานการเดินไปทางซ้าย

-เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น  $J$

-เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินไปทางซ้าย

-ทำการวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมที่  $x, y$

-ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใด

-ถ้า  $P=0, D=1, X-3 > 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x-3$  จากนั้นก็กลับเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=0, D=0, X-3 > 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x-3$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $X-3 < 3$  ก็กำหนดให้  $x=272, P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=1, D=0, X-3 > 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x-3$  จากนั้นก็ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่ และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับ

### ฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.11 เป็นโปรแกรมทำงานการเดินไปทางซ้ายบน

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น b
- จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินไปทางซ้ายบน
- จากนั้นวาดตัวชี้ชี้ตำแหน่งเดิมที่ x,y
- ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใด
  - ถ้า  $P=0, D=1, X-1 > 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=X-1, Y=Y-1$  จากนั้นก็กลับเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่และวาดตัวชี้ที่ x,y แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
  - ถ้า  $P=0, D=0, X-1 > 3, Y-1 > 11$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=X-1, Y=Y-1$  และวาดตัวชี้ที่ x,y แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
  - ถ้า  $P=0, D=0, X-1 < 3, Y-1 < 12$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=185-Y+X, Y=185$   $P=0$  และวาดตัวชี้ที่ x,y แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
  - ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $X-1 < 90, Y-1 < 12$  ก็กำหนดให้  $X=185-Y+X, Y=185, P=0$  และวาดตัวชี้ที่ x,y จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
  - ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $X-1 > 89, Y-1 < 12$  ก็กำหนดให้  $Y=284-X, X=272, P=0$  และวาดตัวชี้ที่ x,y จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
  - ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $X-1 = 3, Y-1 > 11$  ก็กำหนดให้  $X=189-Y, Y=185, P=0$  และวาดตัวชี้ที่ x,y จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
  - ถ้า  $P=1, D=0, X-1 > 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=X-1, Y=Y-1$  จากนั้นก็ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่ และวาดตัวชี้ที่ x,y จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.12 เป็นโปรแกรมทำงานการเดินไปทางขวา

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น .
- จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินไปทางขวา

-จากนั้นวาดตัวชี้ชี้ที่เดิมที่  $x, y$

-ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใด

-ถ้า  $P=0, D=1, x+1 < 186, x+1 < 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x+1, y=y+1$  จากนั้นก็กลับเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังกซ์ขึ้นคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=0, D=0, y+1 < 186, x+1 < 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x+1, y=y+1$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังกซ์ขึ้นคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=0, D=0, y+1 > 185, x+1 < 186$  แล้ว ก็กำหนดให้  $y=189-x, x=4$   $P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังกซ์ขึ้นคีย์ตัวใหม่

-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $y+1 > 185, x+1 < 273$  ก็กำหนดให้  $x=x-y+12, y=12, P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังกซ์ขึ้นคีย์ตัวใหม่

-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $y+1 < 186, x+1 = 273$  ก็กำหนดให้  $x=284-y, y=12, P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังกซ์ขึ้นคีย์ตัวใหม่

-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $y+1 < 186, x+1 < 273$  ก็กำหนดให้  $x=x+1, y=y+1, P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังกซ์ขึ้นคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=1, D=0, y+1 < 168, x+1 < 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x+1, y=y+1$  จากนั้นก็ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่ และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังกซ์ขึ้นคีย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.13 เป็นโปรแกรมทำงานการเดินไปทางซ้ายล่าง

-เมื่อได้รับฟังกซ์ขึ้นคีย์เป็น  $n$

-จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินไปทางซ้ายล่าง

-จากนั้นวาดตัวชี้ชี้ที่เดิมที่  $x, y$

-ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใด

-ถ้า  $P=0, D=1, y+1 < 186, x-1 > 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x-1, y=y+1$  จากนั้นก็กลับเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไป

เตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=0, D=0, Y+1 < 186, X-1 > 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=X-1, Y=Y+1$  และ

วาดตัวชี้ที่  $X, Y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=0, D=0, Y+1 > 4, X-1=3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=Y-8, Y=12,$

$P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $Y+1 > 185, X-1 < 96$  ก็กำหนดให้  $X=X+Y-12, Y=12, P=0$

และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $Y+1 > 185, X-1 > 95$  ก็กำหนดให้  $X=272-Y, Y=X-86, P=0$

และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=1, D=0, Y+1 < 186, X-1 > 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=X-1, Y=Y+1$  จากนั้นก็

ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่ และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  จากนั้นก็กลับไป

ไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 5.2.14 เป็นโปรแกรมทำงานการเดินไปทางขวาบน

-เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น 0

-จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินไปทางขวาบน

-จากนั้นวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมที่  $X, Y$

-ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใด

-ถ้า  $P=0, D=1, Y-1 > 11, X+1 < 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=X+1, Y=Y-1$  จากนั้น

ก็ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  แล้วกลับไป

เตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

-ถ้า  $P=0, D=0, X+1 < 273, Y-1 > 11$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=X+1, Y=Y-1$  และ

วาดตัวชี้ที่  $X, Y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

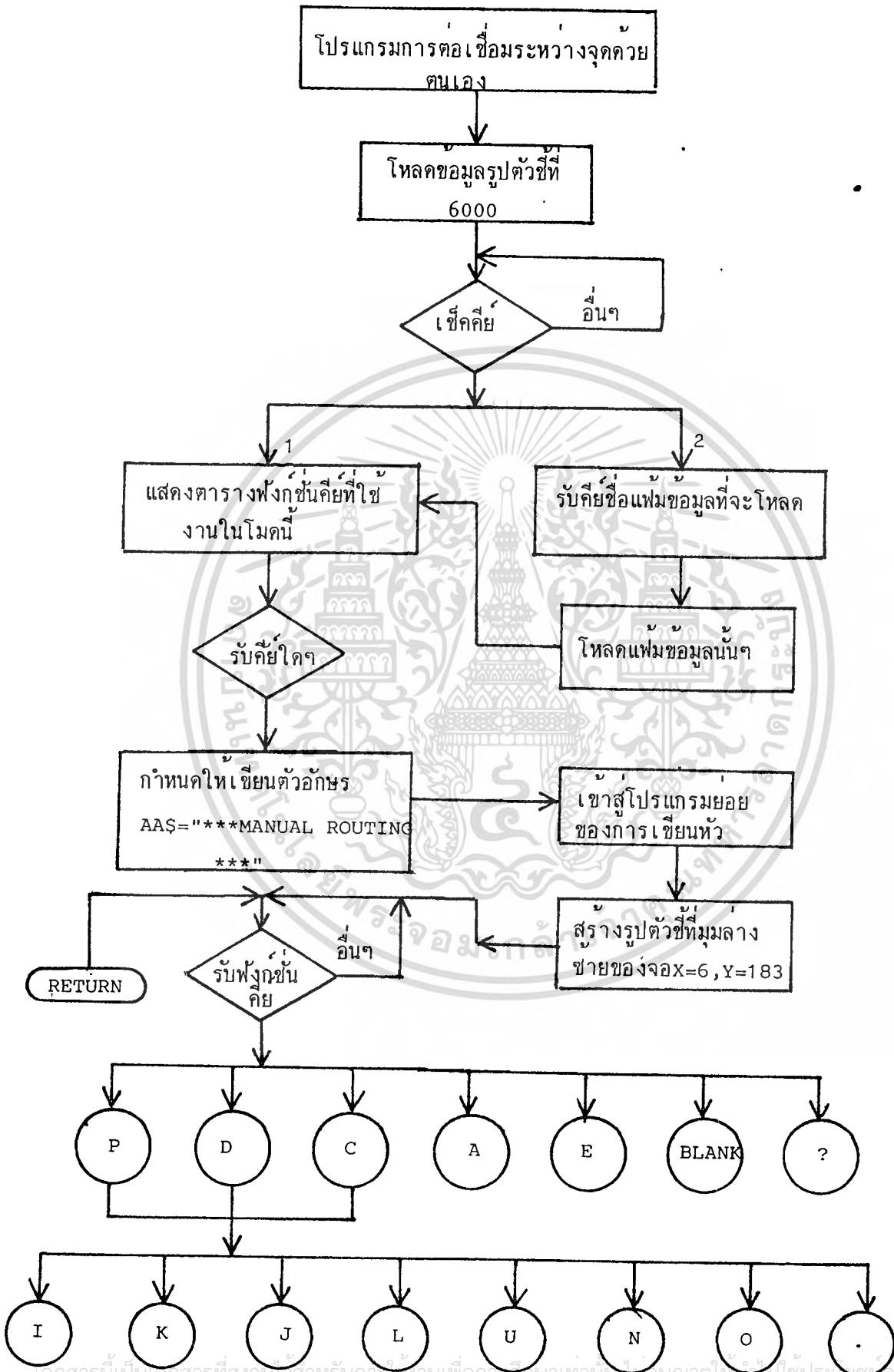
-ถ้า  $P=0, D=0, Y-1 < 11, X-1 < 6$  แล้ว ก็กำหนดให้  $X=186-Y+X, Y=186$

$P=0$  และวาดตัวชี้ที่  $X, Y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

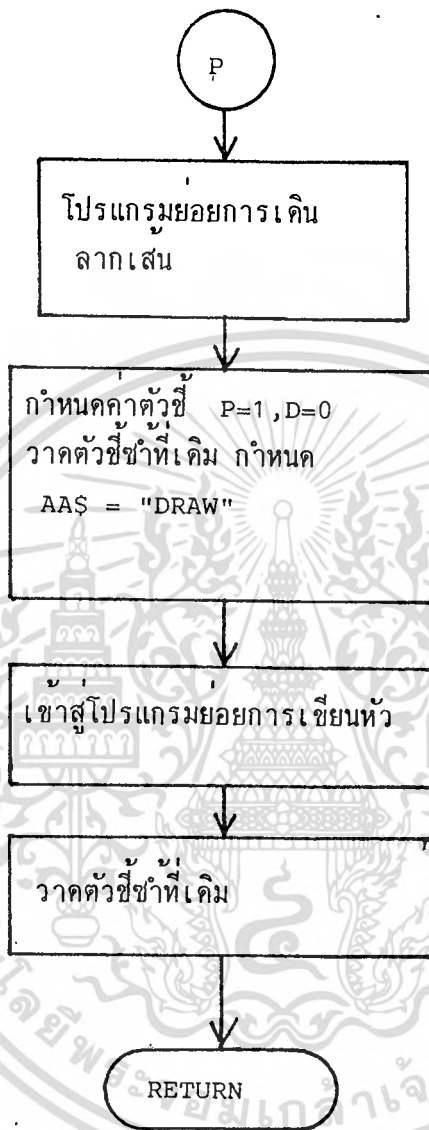
-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $Y-1 < 12, X+1 < 187$  ก็กำหนดให้  $X=6, Y=X+6, P=0$

และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่  
-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $y-1 < 12, x+1 < 273$  ก็กำหนดให้  $x=x-185, y=185, P=0$   
และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่  
-ถ้าเป็นอื่น ๆ และ  $y-1 > 11, x+1 = 273$  ก็กำหนดให้  $x=87+y, y=185, P=0$   
และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่  
-ถ้า  $P=1, D=0, y-1 > 11, x+1 < 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=x+1, y=y-1$  จากนั้นก็  
ลากเส้นจากตำแหน่งเดิมถึงตำแหน่งใหม่ และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  จากนั้นก็กลับไป  
เตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่ภาพ

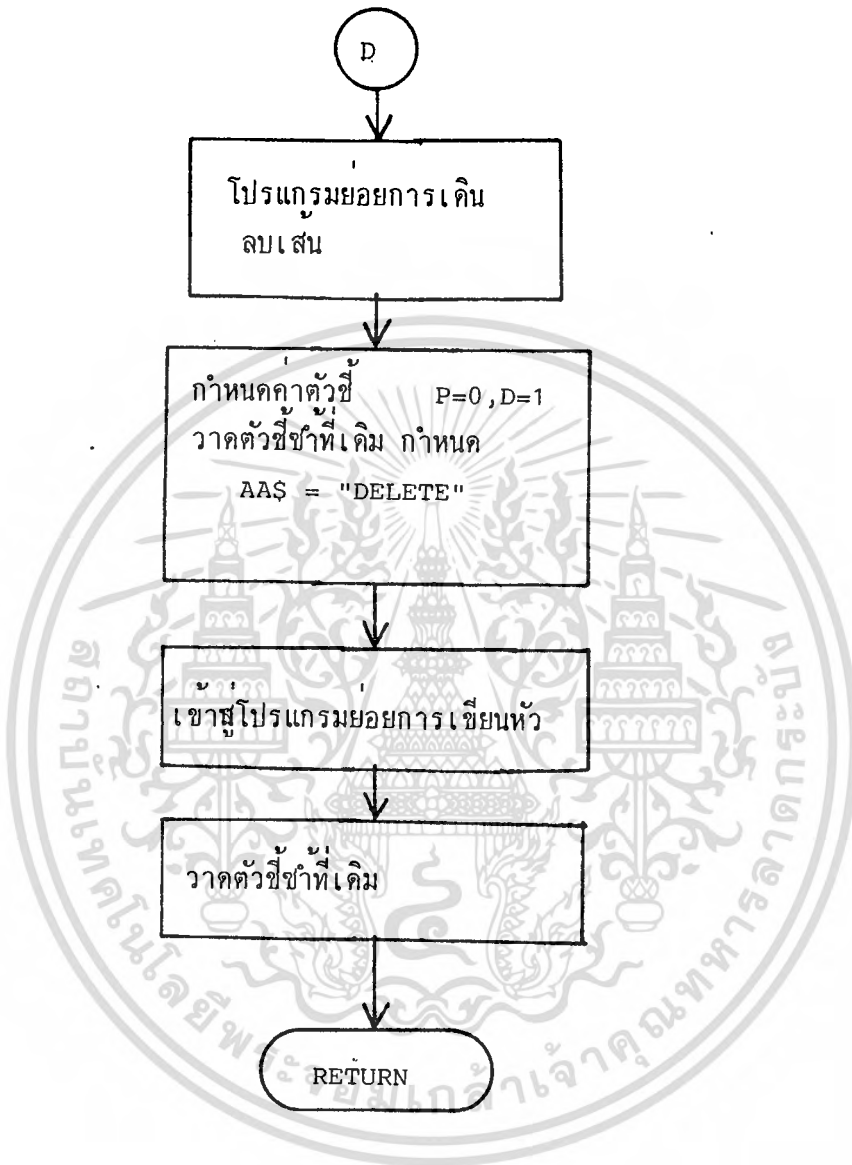




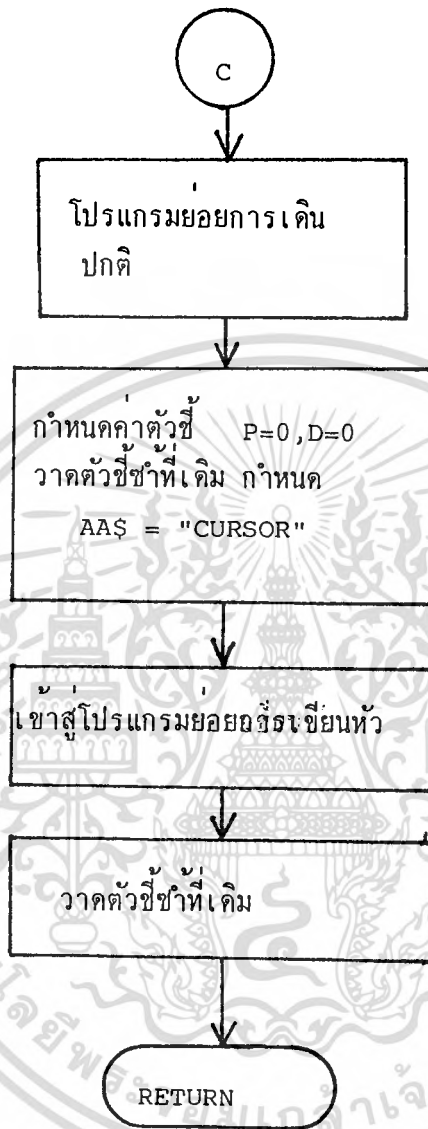
ภาพ 5.2 โปรแกรมการต่อเชื่อมระหว่างจุดควยตนเอง



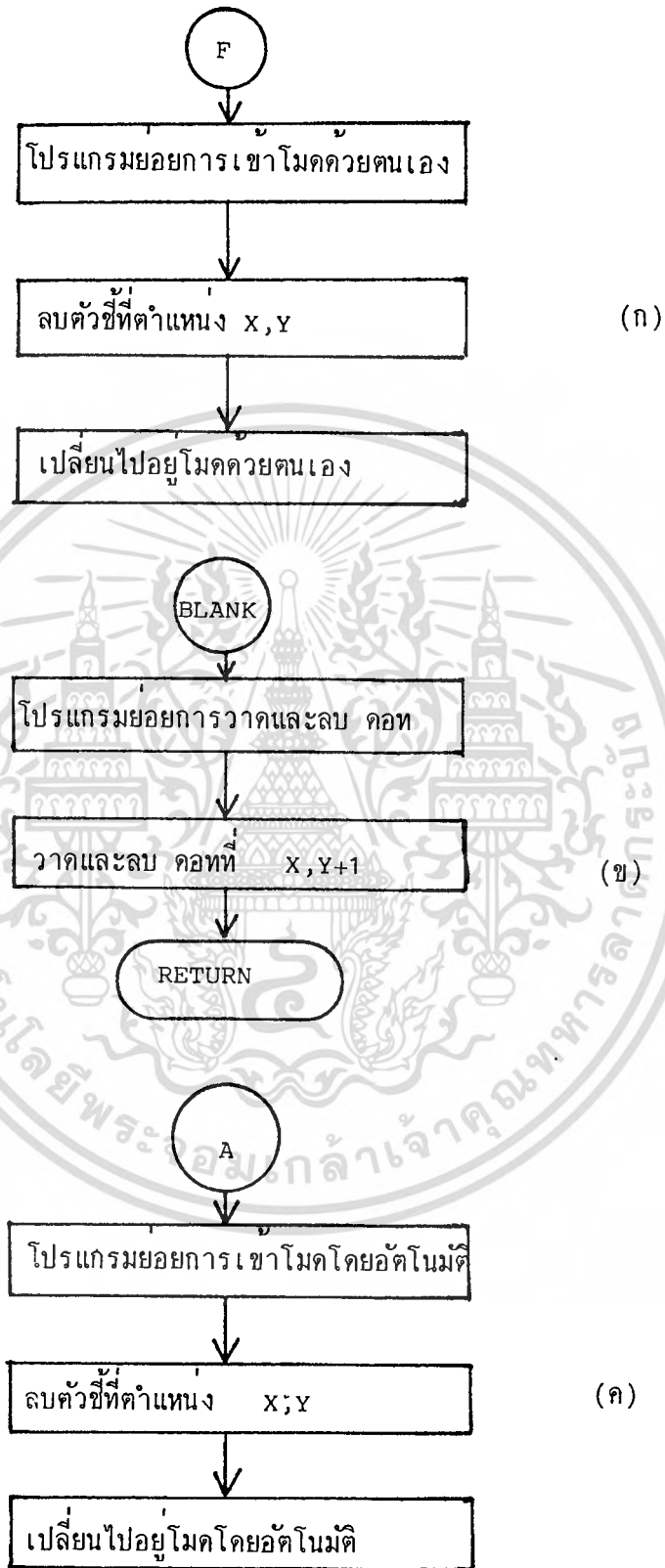
ภาพ 5.2.1 แสดงโปรแกรมย่อยการเดินลากเส้น



ภาพ 5.2.2 แสดงโปรแกรมการเดินลบเส้น



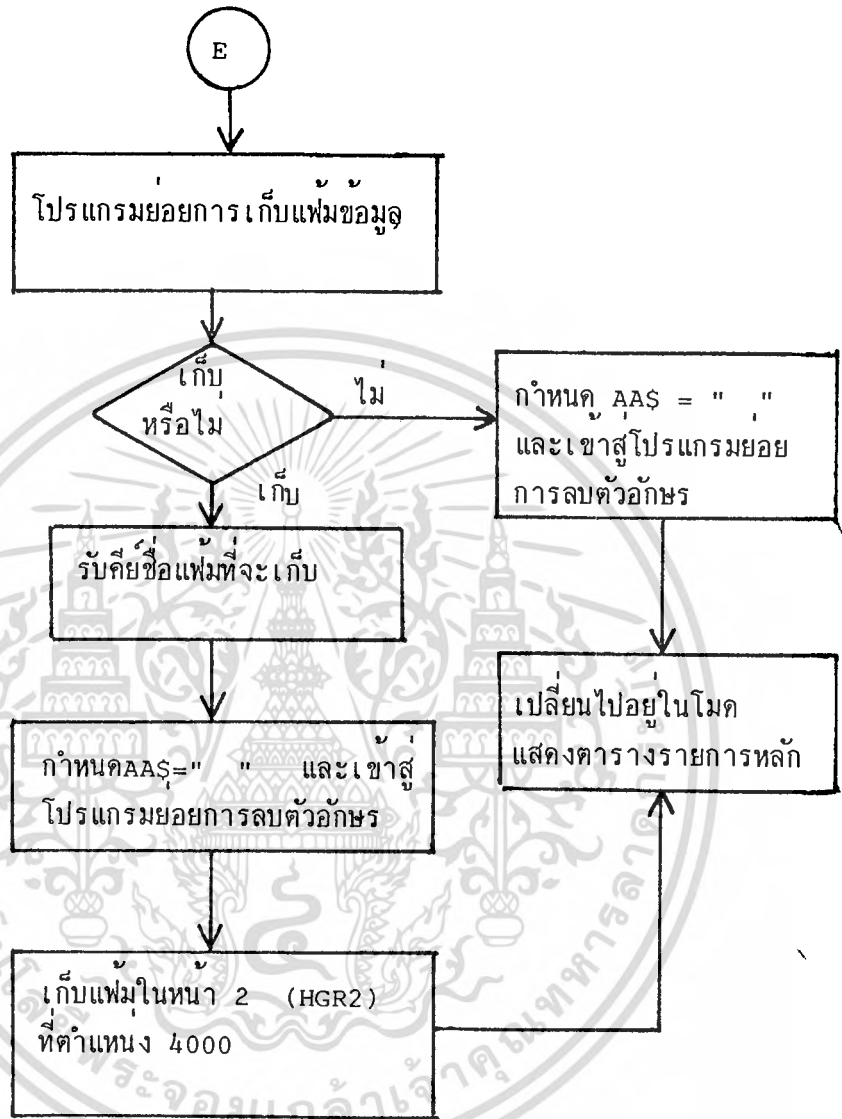
ภาพ 5.2.3 แสดงโปรแกรมย่อยการเดินปกติ



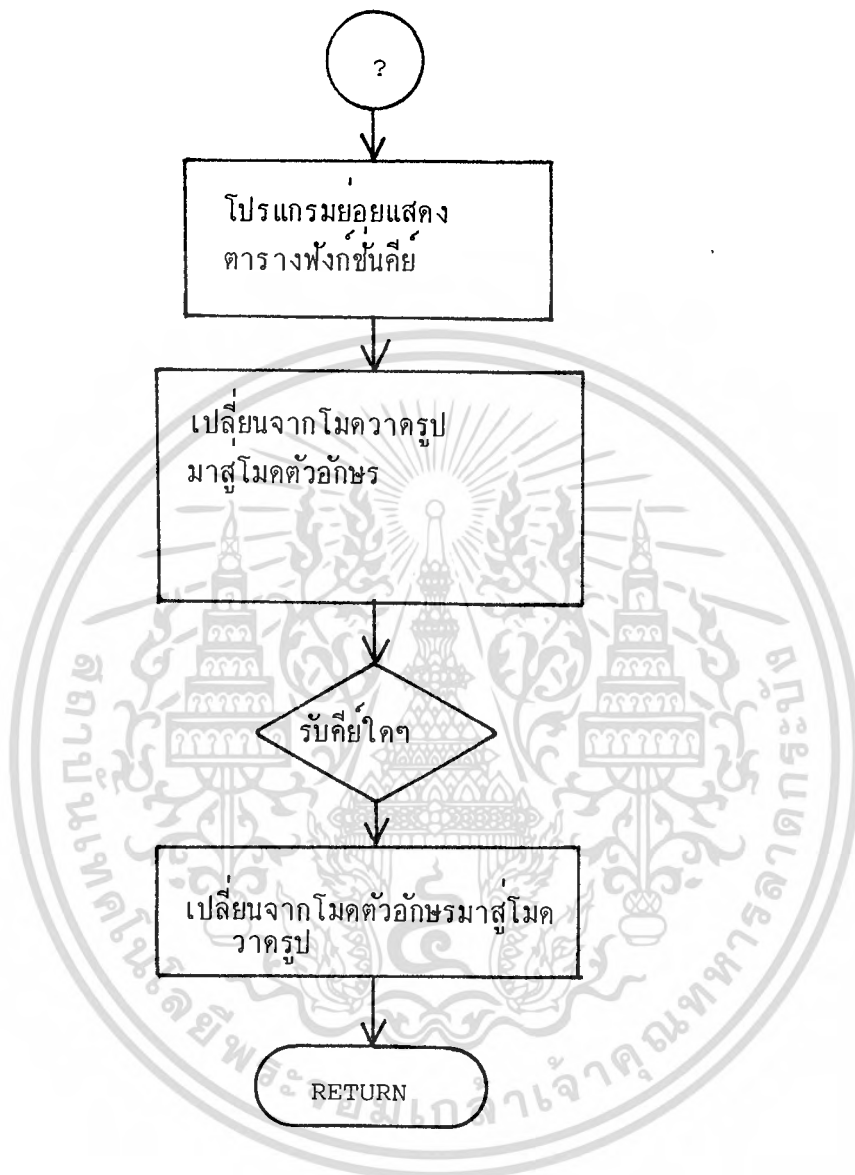
ภาพ 5.2.4 แสดงโฟร์ ชัวร์ท์ (ก) การเข้าโมคด้วยตนเอง (ข) การวาดและลบคอท

(ค) การเข้าโมคโดยอัตโนมัติ

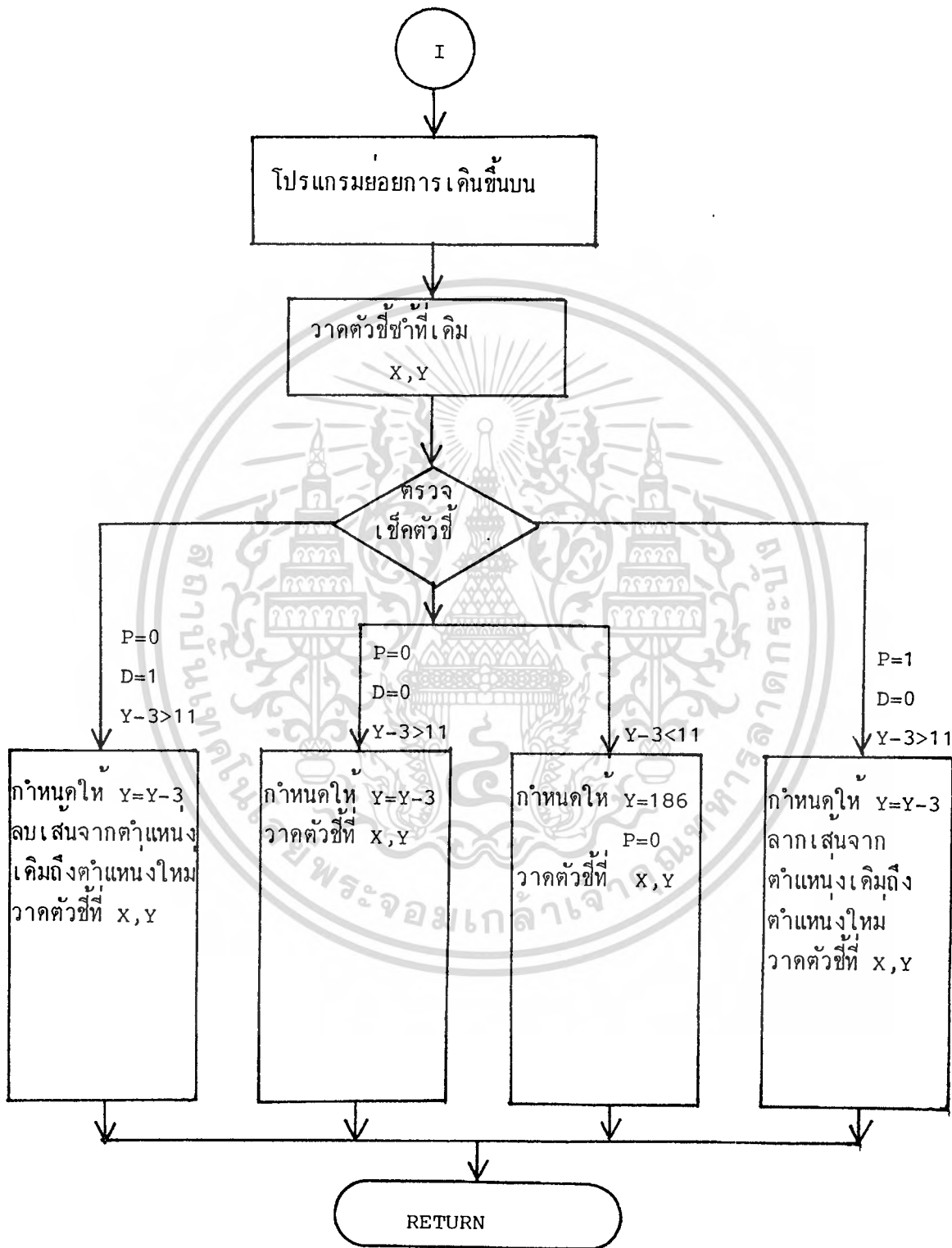
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



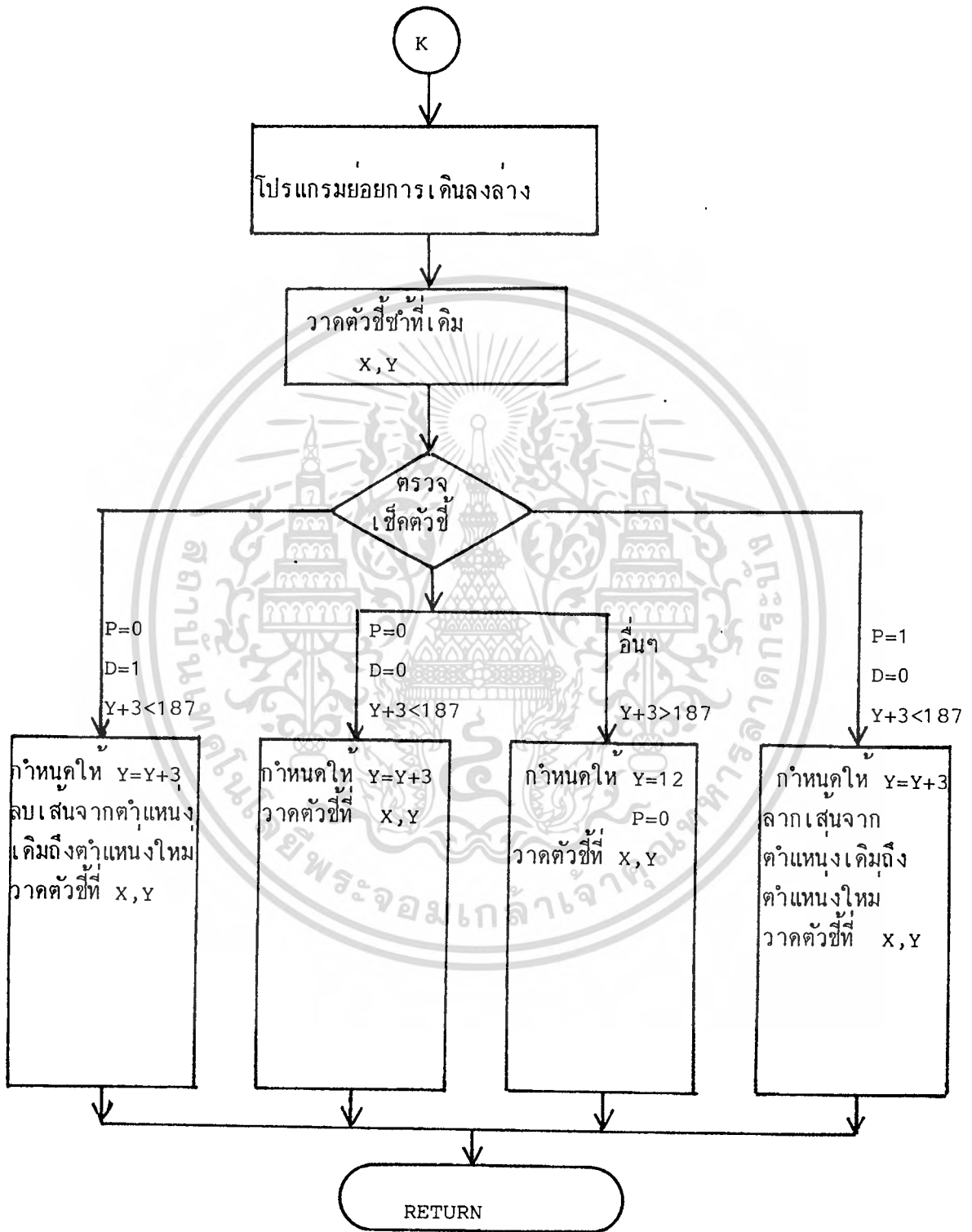
ภาพ 5.2.5 แสดงโปรแกรมการเก็บแฟ้มข้อมูล



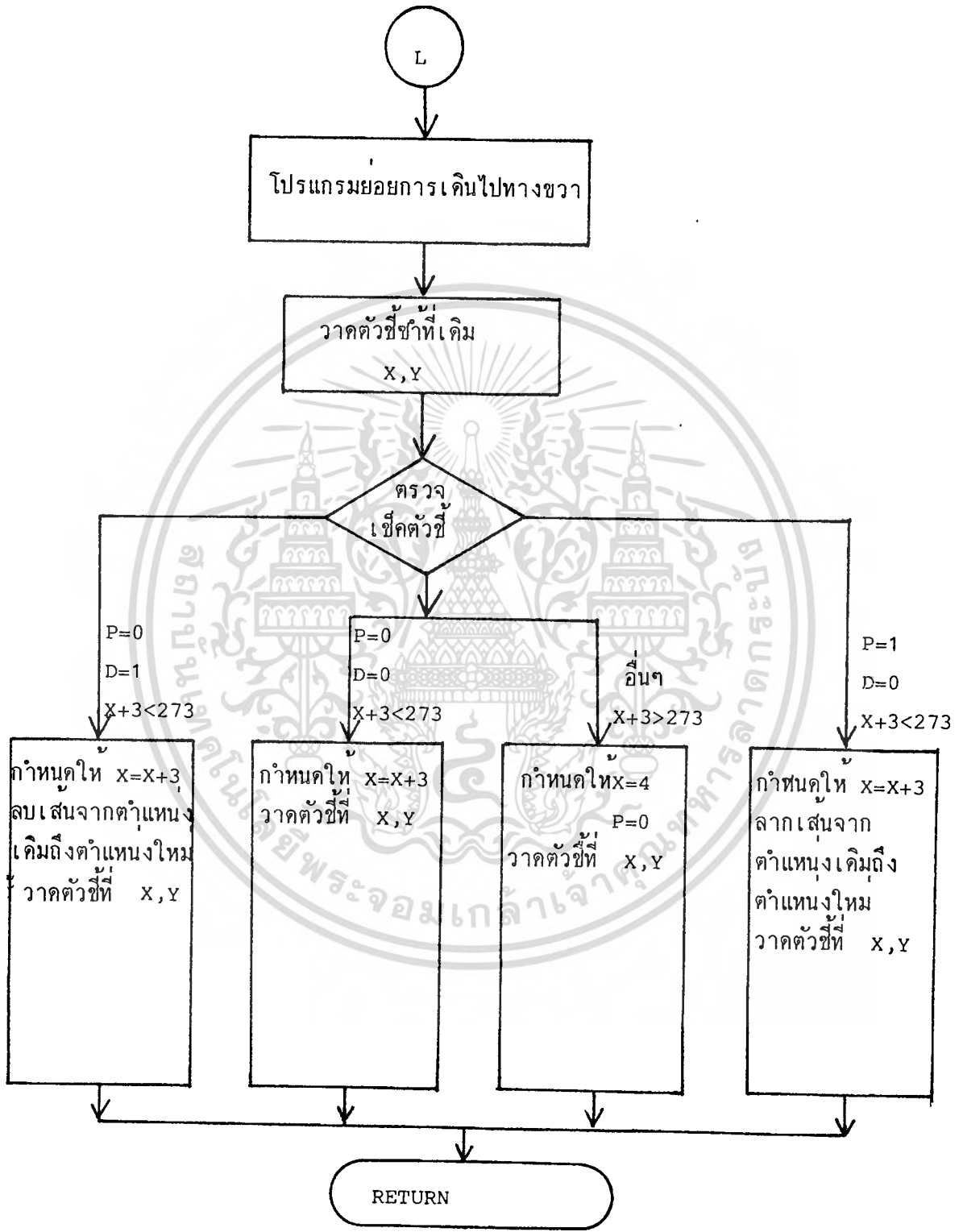
ภาพ 5.2.6 แสดงโปรแกรมการแสดงตารางฟังก์ชันคีย์



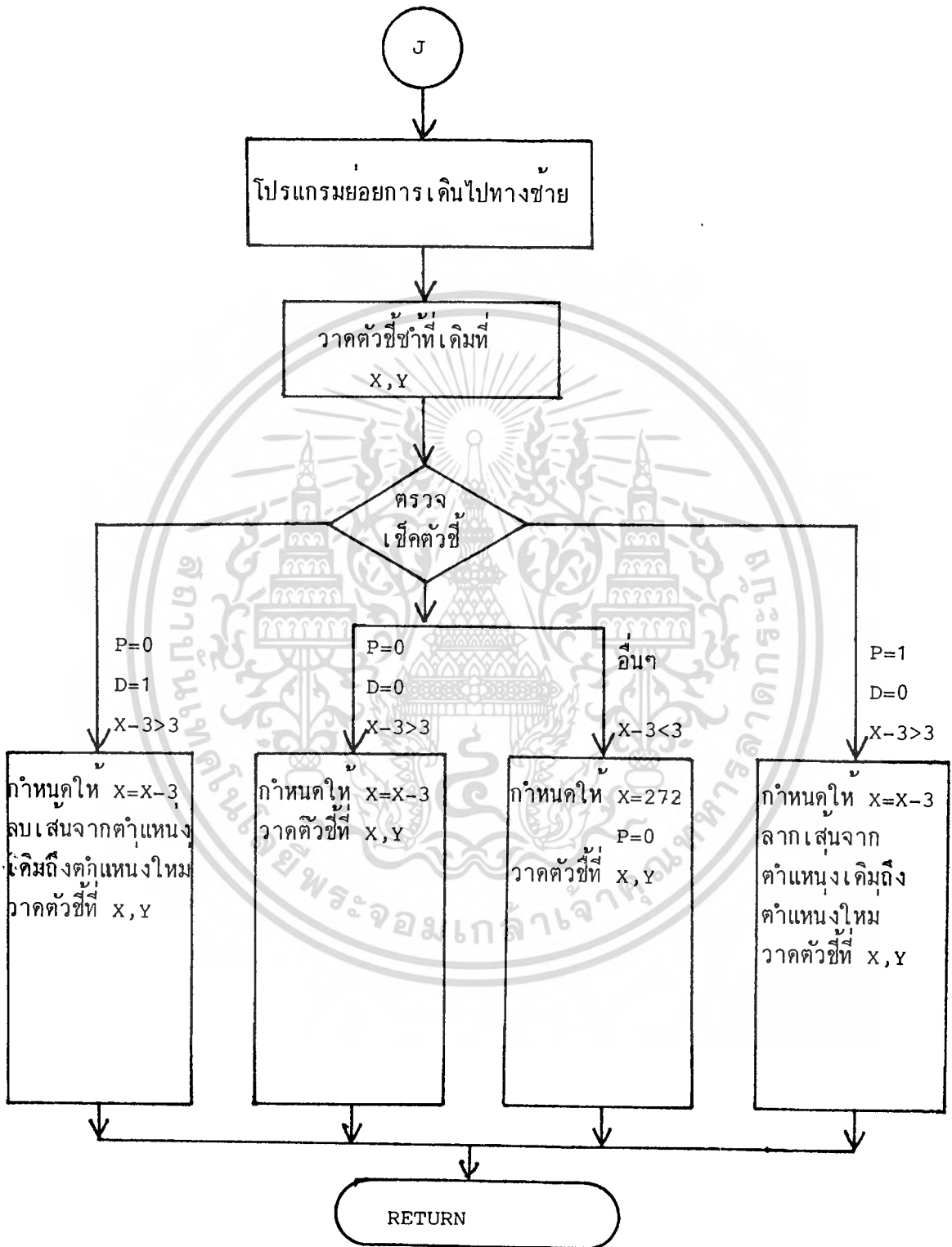
ภาพ 5.2.7 แสดงโปรแกรมการเดินขึ้นบน



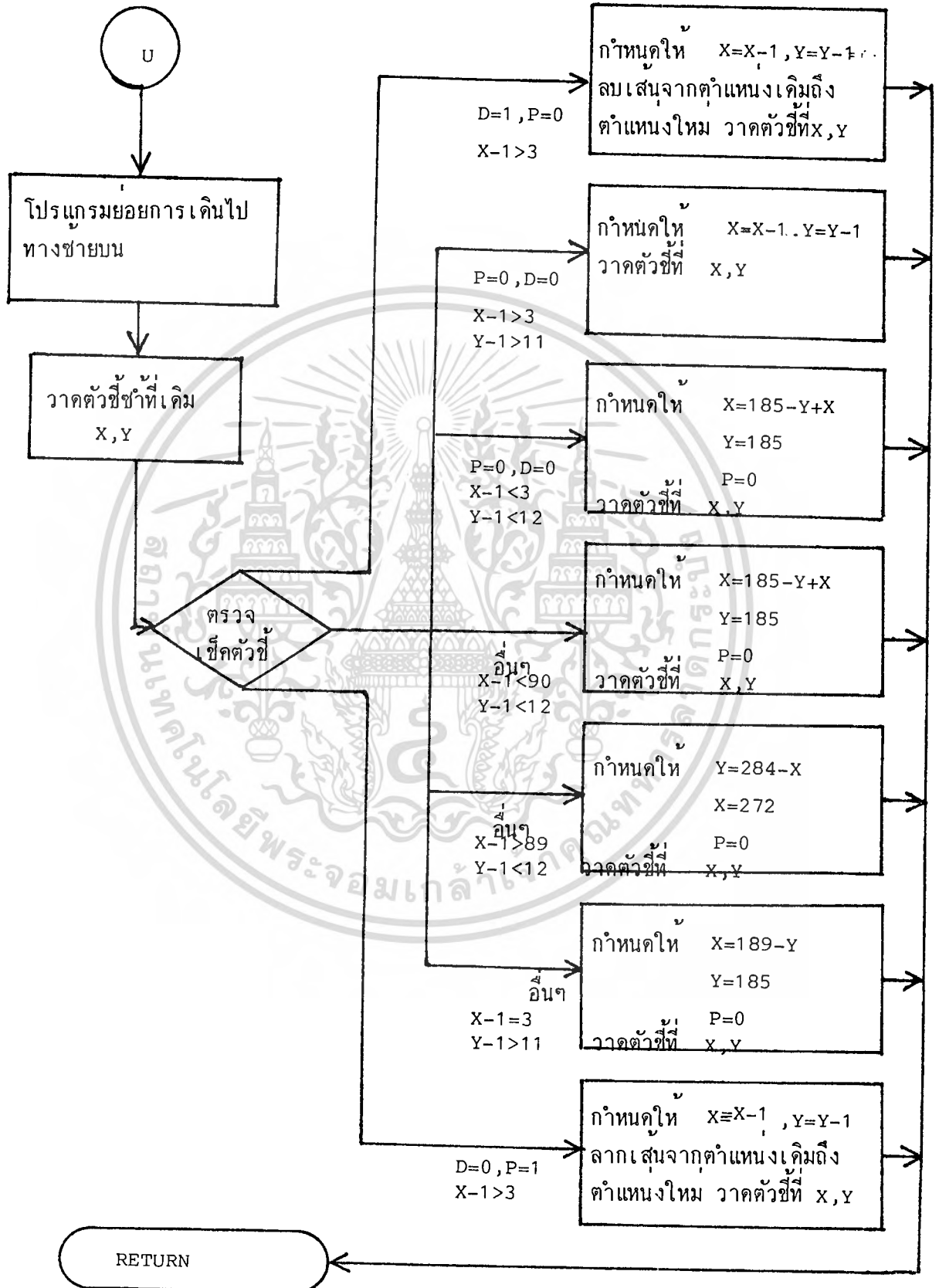
ภาพ 5.2.8 แสดงโปรแกรมการเดินลงล่าง



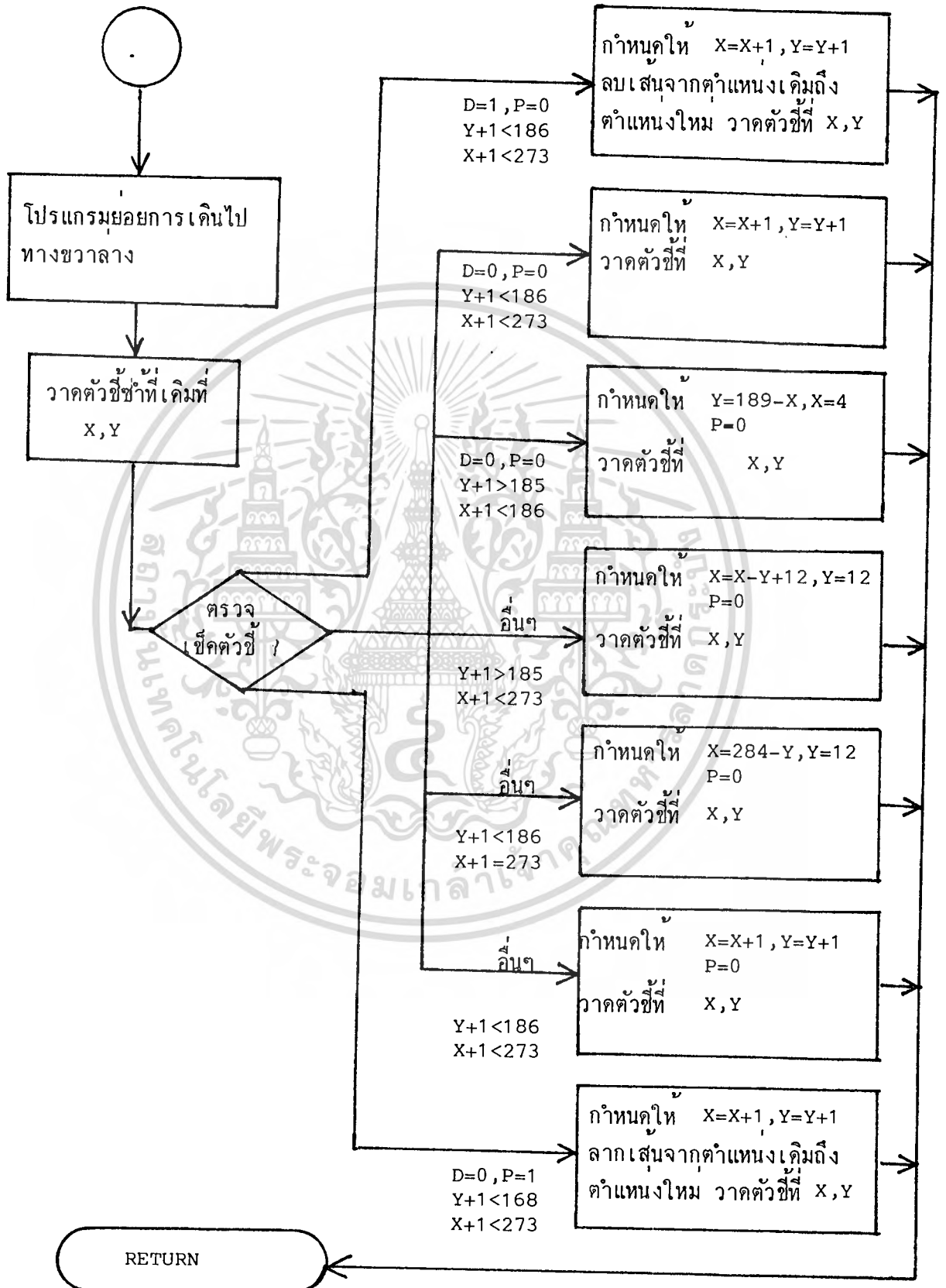
ภาพ 5.2.9 แสดงโปรแกรมการเดินไปทางขวา



ภาพ 5.2.10 แสดงโปรแกรมการเดินไปทางซ้าย

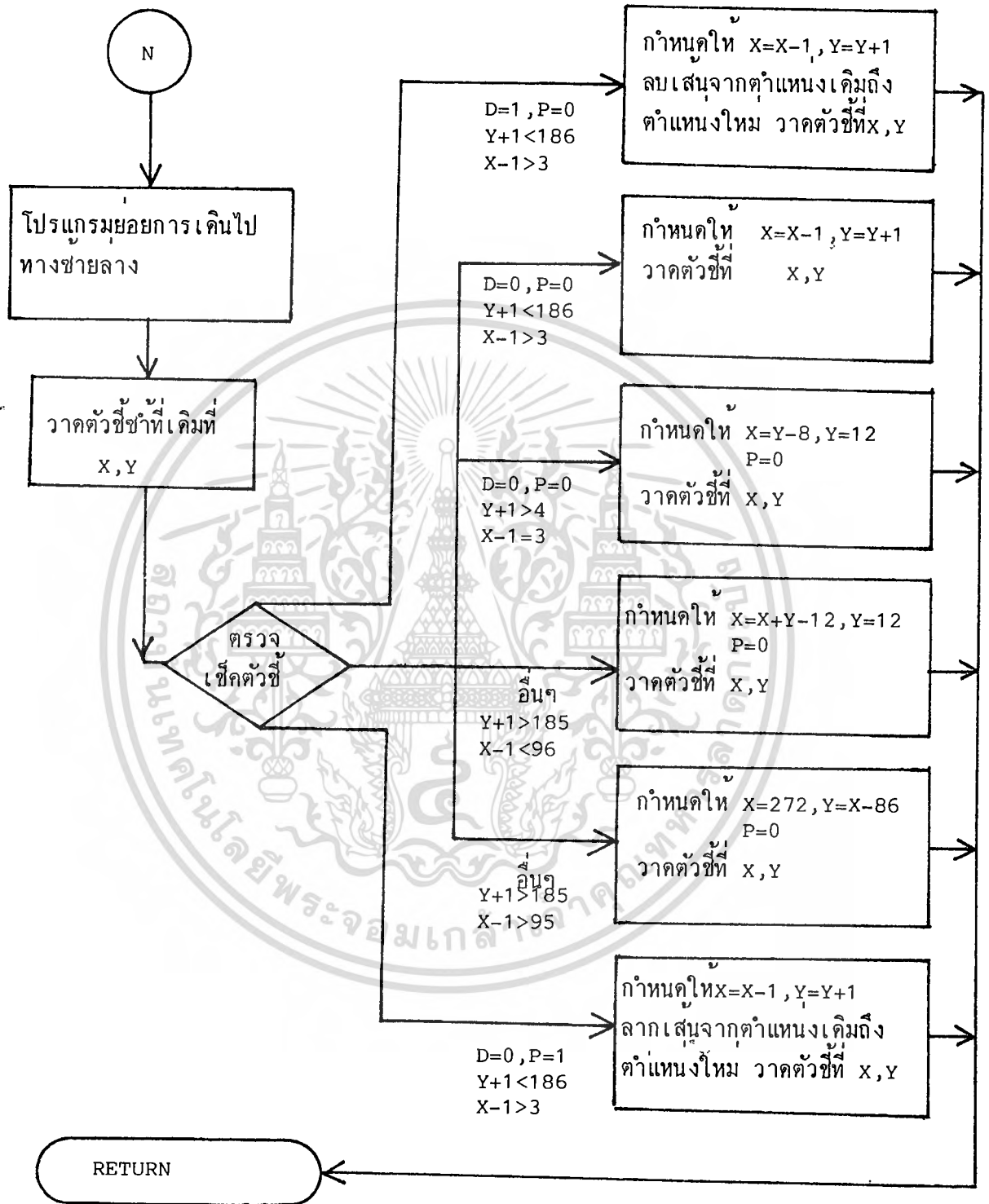


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานในโครงการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ภาพ 5.2.11 แสดงโปรแกรมการเดินทางไปทางชายบน  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

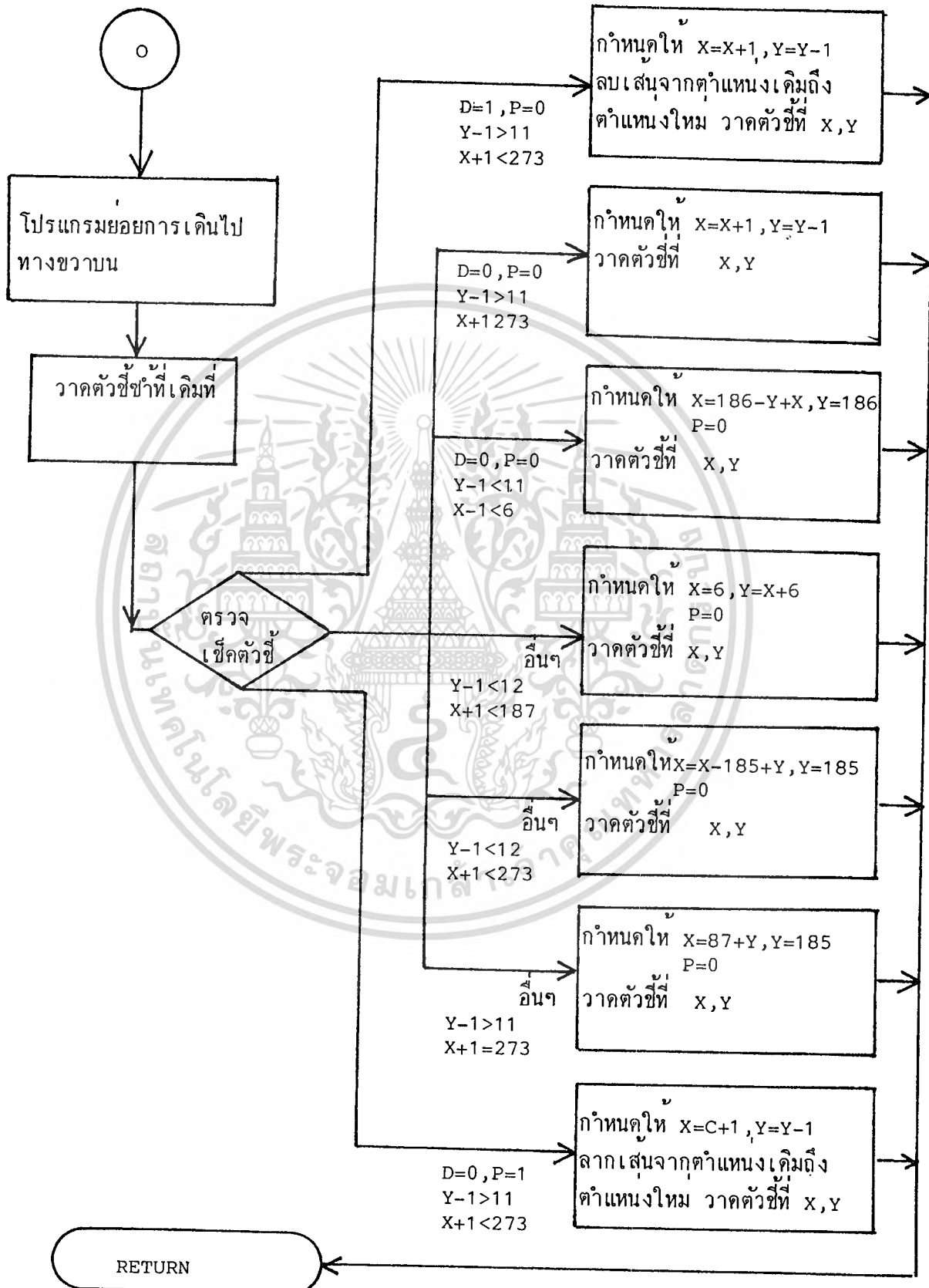


ภาพ 5.2.12 แสดงโปรแกรมการเดินทางขวากลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 5.2.13 แสดงโปรแกรมการเดินทางทางซ้ายล่าง



ภาพ 5.2.14 แสดงโปรแกรมการเดินทางขวบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยและเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ

(AUTOMATIC ROUTING)

การเข้าสู่โมดนี้ เราจะทราบว่ามันพร้อมที่จะทำงานเมื่อปรากฏมีตัวชี้ให้เห็นที่มุมล่างขวาของจอภาพที่วิมอเนเตอร์ ตัวชี้ในโมดนี้สามารถเคลื่อนที่ได้เฉพาะในแนวนอนและแนวตั้งเท่านั้น เหตุที่ไม่ทำให้เคลื่อนที่ได้ในแนวเฉียงเหมือนในโมคด้วยตนเองด้วยก็เพราะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับเรื่องของการขาดความจำของไมโครคอมพิวเตอร์รุ่นนี้ การเคลื่อนที่ในแนวนอนและแนวตั้ง เรากำหนดให้ตัวชี้เคลื่อนที่ไปที่ละ 3 คอท หรือพูดง่าย ๆ ก็คือให้มันทำการเช็คตรวจสอบและลากเส้นหลักทางออกมาจากเส้นที่ขวางหน้าอยู่ 3 คอท เหตุที่ไม่กำหนดให้มันเช็คและตรวจสอบไปที่ละ 1 คอท ก็เพราะว่าจะทำให้เส้นที่ลากได้เป็นเส้นที่ถัดออกมาจากเส้นที่ขวางหน้าอยู่เพียง 1 คอทเท่านั้น ซึ่งเมื่อปรากฏบนจอภาพที่วิมอเนเตอร์ก็จะเห็นเป็นลายเส้นที่ติดกัน อันหมายความว่าถึงลายวงจรพิมพ์ที่ขอร์ทกัน และอีกเหตุผลหนึ่งที่กำหนดให้เว้นทางไว้ 3 คอท ก็เพื่อที่จะสามารถเพิ่มความหนาของลายเส้นวงจรได้ภายหลังในโมคของการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเอง โดยการเคลื่อนตัวชี้ให้ไปอยู่ชิดติดกันแล้วลากให้หนาขึ้นตามต้องการ อนึ่งการตรวจเช็คไปที่ละ 3 คอท ทำให้การคำนวณในโปรแกรมย่อยเพื่อการลากต่อเส้นระหว่าง จุดกระทำได้เร็วกว่าการตรวจเช็คไปที่ละ 1 คอท การใช้งานในโมดนี้ก็โดยการเคลื่อนตัวชี้ไปยังตำแหน่งที่ต้องการจะต่อ โดยในขณะที่ตัวชี้อยู่ที่ตำแหน่งขาแรก เราก็จะกดคีย์ "P" ซึ่งหมายถึงตอนนี้เครื่องจะจำจุดที่ตัวชี้ข้อยู่เป็นจุดต้น จากนั้นก็เคลื่อนตัวชี้ไปยังอีกขาหนึ่งที่ต้องการจะต่อ และกดคีย์ "P" อีกครั้งหนึ่ง เครื่องก็จะจำจุดนี้เป็นจุดปลาย มาถึงขณะนี้เครื่องก็นำค่าจุดต้นและจุดปลายที่จำไว้ เข้าไปตรวจเช็คและทำการคำนวณในโปรแกรมย่อยหลายโปรแกรมย่อยด้วยกัน เพื่อหาเส้นทางที่สามารถจะลากเส้นเชื่อมจุดระหว่างจุดสองจุดนั้นโดยไม่ตัดกับเส้นใดเลขที่ขวางอยู่ เมื่อหาเส้นทางดังกล่าวพบแล้วก็จะทำการลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดให้โดยอัตโนมัติของมันเอง แต่ถ้าในกรณีที่ไม่สามารถจะหาเส้นทางดังกล่าวได้ อันเนื่องมาจากจุดต้นหรือจุดปลายก็ตาม จุดใดจุดหนึ่งอยู่ในมุมอับหรือมีขอบเขตปิดตายขวางกันอยู่

เครื่องก็จะแจ่มออกมาเป็นตัวอักษรอยู่ทางมุมขวาบนของจอภาพว่า ไม่สามารถจะต่อให้ได้  
หลักการตรวจเช็คของโปรแกรมในโมดนี้ก็คือ เครื่องจะพยายามวิ่งจากจุดต้นเข้าหาจุด  
ปลายเสมอ โดยการวิ่งไปในแนวนอนก่อน เมื่อพบสิ่งกีดขวางก็จะเปลี่ยนไปวิ่งในแนวตั้ง  
จากแนวตั้งเมื่อพบสิ่งกีดขวางอีก ก็จะกลับมาวิ่งในแนวนอนอีกครั้ง จะเปลี่ยนกลับไปกลับ  
มาอยู่เรื่อยๆจนกว่าจะลากเส้นถึงจุดปลาย

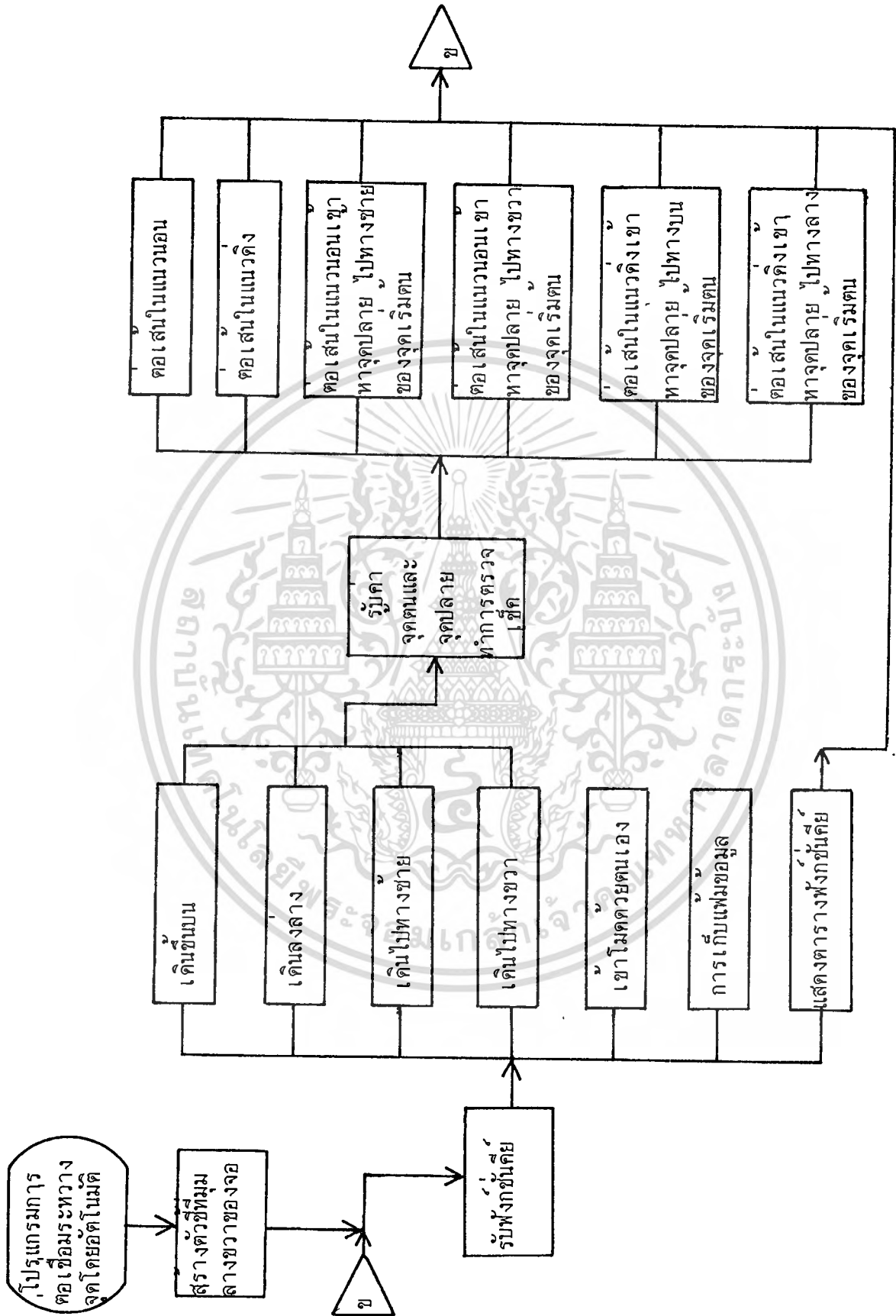


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
*****
*
* AUTOMATIC ROUTING *
*
*****
J = LEFT      L = RIGHT
I = UP        K = DOWN
P = MARK POINTS TO BE CONNECTED
F = EXIT FOR MANUAL ROUTING
E = SAVE FILE & EXIT TO MAIN MENU
? = USER'S HELP KEY
ANYKEY 'FOR' AUTOMATIC 'ROUTING
```

ตาราง 6.1 แสดงตารางรายการของคีย์ต่างๆที่ใช้ในงานโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ





ภาพ 6.1 แสดงวิธีเพิ่มเติมขารของโมดการขอเชื่อมต่อใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายโปรแกรมการทำงานของโปรแกรมการเชื่อมต่อระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ

ภาพ 6.2 เป็นโปรแกรมหลักของการทำงานในโหมดการเชื่อมต่อระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ

- เมื่อเริ่มต้นจะโหลดข้อมูลตัวชี้มาเก็บที่ตำแหน่ง 6000
- กำหนดให้เขียนตัวอักษร AAS = "\*\*\*AUTOMATIC ROUTING\*\*\*"
- แล้วเข้าสู่โปรแกรมย่อยของการเขียนหัวตัวอักษร
- จากนั้นก็สร้างรูปตัวชี้ที่มุมล่างขวาของจอที่  $x=273, y=183$
- มาถึงขณะนี้พร้อมที่จะรับคีย์ฟังก์ชันต่างๆที่ใช้งานในโหมดนี้ ประกอบด้วยคีย์  
Ia, Ka, Ja, La, F, E, ?, P, 1, 2, 3, 4, 5, 6

ภาพ 6.2.1 เป็นโปรแกรมทำงานการเดินขึ้นบน

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น Ia
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินขึ้นบน
- ทำการวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมที่  $x, y$
- ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใดโดยให้  $y-3$  เป็นหลัก
- ถ้า  $y-3 > 186$  แล้ว ก็กำหนดให้  $y=12$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
- ถ้า  $y-3 < 12$  แล้ว ก็กำหนดให้  $y=186$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 6.2.2 เป็นโปรแกรมทำงานการเดินลงล่าง

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น Ka
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินลงล่าง
- ทำการวาดตัวชี้ซ้ำที่เดิมที่  $x, y$
- ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใดโดยให้  $y+3$  เป็นหลัก
- ถ้า  $y+3 < 12$  แล้ว ก็กำหนดให้  $y=186$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไปเตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่
- ถ้า  $y+3 > 186$  แล้ว ก็กำหนดให้  $y=12$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไป

เตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 6.2.3 เป็นโพรซาร์ททำงานการเดินไปทางซ้าย

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น  $a$
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินไปทางซ้าย
- ทำการวาดตัวชี้ชี้ที่เคิมที่  $x, y$
- ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใดโดยให้  $x-3$  เป็นหลัก
- ถ้า  $x-3 > 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=3$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไป

เตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

- ถ้า  $x-3 < 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=273$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไป

เตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 6.2.4 เป็นโพรซาร์ททำงานการเดินไปทางขวา

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น  $a$
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการเดินไปทางขวา
- ทำการวาดตัวชี้ชี้ที่เคิมที่  $x, y$
- ตรวจเช็คค่าตัวชี้ว่าอยู่ในสภาวะใดโดยให้  $x+3$  เป็นหลัก
- ถ้า  $x+3 < 3$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=273$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไป

เตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

- ถ้า  $x+3 > 273$  แล้ว ก็กำหนดให้  $x=3$  และวาดตัวชี้ที่  $x, y$  แล้วกลับไป

เตรียมรับฟังก์ชันคีย์ตัวใหม่

ภาพ 6.2.5 เป็นโพรซาร์ททำงานการกำหนดและรับจุดต้น จุดปลาย

- เมื่อได้รับฟังก์ชันคีย์เป็น  $p$
- เข้าสู่โปรแกรมย่อยการกำหนดและรับจุดต้น จุดปลาย
- ตรวจเช็คค่าจุดต้นและจุดปลายที่รับเข้ามา โดยเริ่มค่าจาก  $y_1=y_2$
- ถ้าเท่ากัน ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 1
- ถ้าไม่เท่ากัน ให้ตรวจเช็คค่า  $x_1=x_2$  ต่อไป

- ถ้าเท่ากัน ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 2
- ถ้าไม่เท่ากัน ให้ตรวจเช็คค่า  $x_1 > x_2$  ต่อไป
- ถ้ามากกว่าจริง ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 3
- ถ้าไม่มากกว่า ให้ตรวจเช็คค่า  $x_1 < x_2$  ต่อไป
- ถ้าน้อยกว่าจริง ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 4
- ถ้าไม่น้อยกว่า ให้ตรวจเช็คค่า  $y_1 > y_2$  ต่อไป
- ถ้ามากกว่าจริง ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 5
- ถ้าไม่มากกว่า ให้ตรวจเช็คค่า  $y_1 < y_2$  ต่อไป
- ถ้าน้อยกว่าจริง ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 6
- ถ้าไม่น้อยกว่า ให้กลับไปเพื่อเตรียมรับค่าของจุดใหม่ต่อไป

ภาพ 6.2.6 เป็นโฟลว์ชาร์ทการทำงานต่อเส้นในแนวนอน

- เมื่อฟังก์ชันคี่ที่ได้รับเป็น 1
- ก็จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการทำงานต่อเส้นในแนวนอน
- ทำการตรวจเช็คค่า  $x_1, x_2$
- ถ้า  $x_1 < x_2$  กำหนดใหม่ทิศทางไปทางขวา จากนั้นก็ไปหาระยะสมบูรณ์ระหว่างจุด  $x_1$  กับ  $x_2$
- ถ้า  $x_1 > x_2$  กำหนดใหม่ทิศทางไปทางขวา จากนั้นก็ไปหาระยะสมบูรณ์ระหว่างจุด  $x_1$  กับ  $x_2$
- จากนั้นทำการตรวจสอบจุดตามแนวนอนไปที่ละจุดตามทิศทางที่กำหนด เพื่อหาระยะทางที่จะเดินได้ยาวที่สุดเป็น  $mx$
- ทำการเปรียบเทียบค่าระหว่าง  $x$  และ  $mx$
- ถ้า  $mx = 0$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 2
- ถ้า  $mx \leq x$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 3 หรือ 4

ภาพ 6.2.7 เป็นโฟลว์ชาร์ทการทำงานต่อเส้นในแนวตั้ง

- เมื่อฟังก์ชันคี่ที่ได้รับเป็น 2

- ก็จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการต่อเส้นในแนวตั้ง
- ทำการตรวจเช็คค่า  $y_1, y_2$
- ถ้า  $y_1 < y_2$  กำหนดให้มีทิศทางไปทางขวา จากนั้นก็ไปหาระยะสมบูรณ์ระหว่างจุด  $y_1$  กับ  $y_2$
- ถ้า  $y_1 > y_2$  กำหนดให้มีทิศทางไปทางขวา จากนั้นก็ไปหาระยะสมบูรณ์ระหว่างจุด  $y_1$  กับ  $y_2$
- จากนั้นทำการตรวจสอบจุดตามแนวนอนไปที่ละจุดตามทิศทางที่กำหนด เพื่อหาระยะทางที่จะเดินไต่ยาวที่สุดเป็น  $MY$
- ทำการเปรียบเทียบค่าระหว่าง  $Y$  และ  $MY$
- ถ้า  $MY = 0$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 1

ภาพ 6.2.8 เป็นโฟลว์ชาร์ทการทำงานต่อเส้นในแนวนอนเข้าหาจุดปลาย ไปทางซ้ายของจุดเริ่มต้น

- เมื่อฟังก์ชันคีย์ที่ไต่รับ เป็น 3
- ก็จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการต่อเส้นในแนวนอนเข้าหาจุดปลาย ไปทางซ้ายของจุดเริ่มต้น
- ทำการตรวจเช็คว่าถึงจุดปลายแล้วหรือยัง
- ถ้าถึงก็คือเสร็จสิ้นการต่อเชื่อมระหว่างจุด
- ถ้าไม่ถึงก็ให้ต่อเส้นในแนวนอนจากจุดเริ่มต้นเข้าหาจุดปลายยาวเท่าที่ยาวได้
- จำจุดสุดท้ายที่ต่อได้ในแนวนอน = จุดเริ่มต้นที่จะต้องต่อต่อไปในแนวตั้ง
- ทำการเปรียบเทียบค่าระหว่าง  $y_1$  และ  $y_2$  ในแนวตั้ง
- ถ้า  $y_1 > y_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 5
- ถ้า  $y_1 < y_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 6
- ถ้า  $y_1 = y_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 1

ภาพ 6.2.9 เป็นโฟลว์ชาร์ทการทำงานต่อเส้นในแนวนอนเข้าหาจุดปลาย ไปทางขวา

ของจุดเริ่มต้น

-เมื่อฟังก์ชันคีย์ที่ได้รับเป็น 4

-ก็จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการต่อเส้นในแนวนอนเข้าหาจุดปลาย ไปทางขวาของจุดเริ่มต้น

-ทำการตรวจเช็คว่าได้ถึงจุดปลายแล้วหรือยัง

-ถ้าถึงก็คือเสร็จสิ้นการต่อเชื่อมระหว่างจุด

-ถ้าไม่ถึงก็ให้ต่อเส้นในแนวนอนจากจุดเริ่มต้นเข้าหาจุดปลายยาวเท่าที่ยาวได้

-จำจุดสุดท้ายที่ต่อได้ในแนวนอน = จุดเริ่มต้นที่จะต้องต่อต่อไปในแนวตั้ง

-ทำการเปรียบเทียบค่าระหว่าง  $y_1$  และ  $y_2$  ในแนวตั้ง

-ถ้า  $y_1 > y_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 5

-ถ้า  $y_1 < y_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 6

-ถ้า  $y_1 = y_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 1

ภาพ 6.2.10 เป็นโปรแกรมการทำงานต่อเส้นในแนวตั้งเข้าหาจุดปลาย ไปทางบนของจุดเริ่มต้น

-เมื่อฟังก์ชันคีย์ที่ได้รับเป็น 5

-ก็จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการต่อเส้นในแนวตั้งเข้าหาจุดปลาย ไปทางบนของจุดเริ่มต้น

-ทำการตรวจเช็คว่าได้ถึงจุดปลายแล้วหรือยัง

-ถ้าถึงก็คือเสร็จสิ้นการต่อเชื่อมระหว่างจุด

-ถ้าไม่ถึงก็ให้ต่อเส้นในแนวตั้งจากจุดเริ่มต้นเข้าหาจุดปลายยาวเท่าที่ยาวได้

-จำจุดสุดท้ายที่ต่อได้ในแนวตั้ง = จุดเริ่มต้นที่จะต้องต่อต่อไปในแนวนอน

-ทำการเปรียบเทียบค่าระหว่าง  $x_1$  และ  $x_2$  ในแนวนอน

-ถ้า  $x_1 > x_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 3

-ถ้า  $x_1 < x_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 4

-ถ้า  $x_1 = x_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 2

ภาพ 6.2.11 เป็นโฟร์ชาร์ทการทำงานต่อเส้นในแนวดิ่งเข้าหาจุดปลาย ไปทางล่างของจุดเริ่มต้น

-เมื่อฟังก์ชันคีย์ที่ได้รับเป็น 6

-ก็จะเข้าสู่โปรแกรมย่อยการต่อเส้นในแนวดิ่งเข้าหาจุดปลาย ไปทางล่างของจุดเริ่มต้น

-ทำการตรวจเช็คความถึงจุดปลายแล้วหรือยัง

-ถ้าถึงก็คือเสร็จสิ้นการต่อเชื่อมระหว่างจุด

-ถ้าไม่ถึงก็ให้ต่อเส้นในแนวดิ่งจากจุดเริ่มต้นเข้าหาจุดปลายยาวเท่าที่ยาวได้

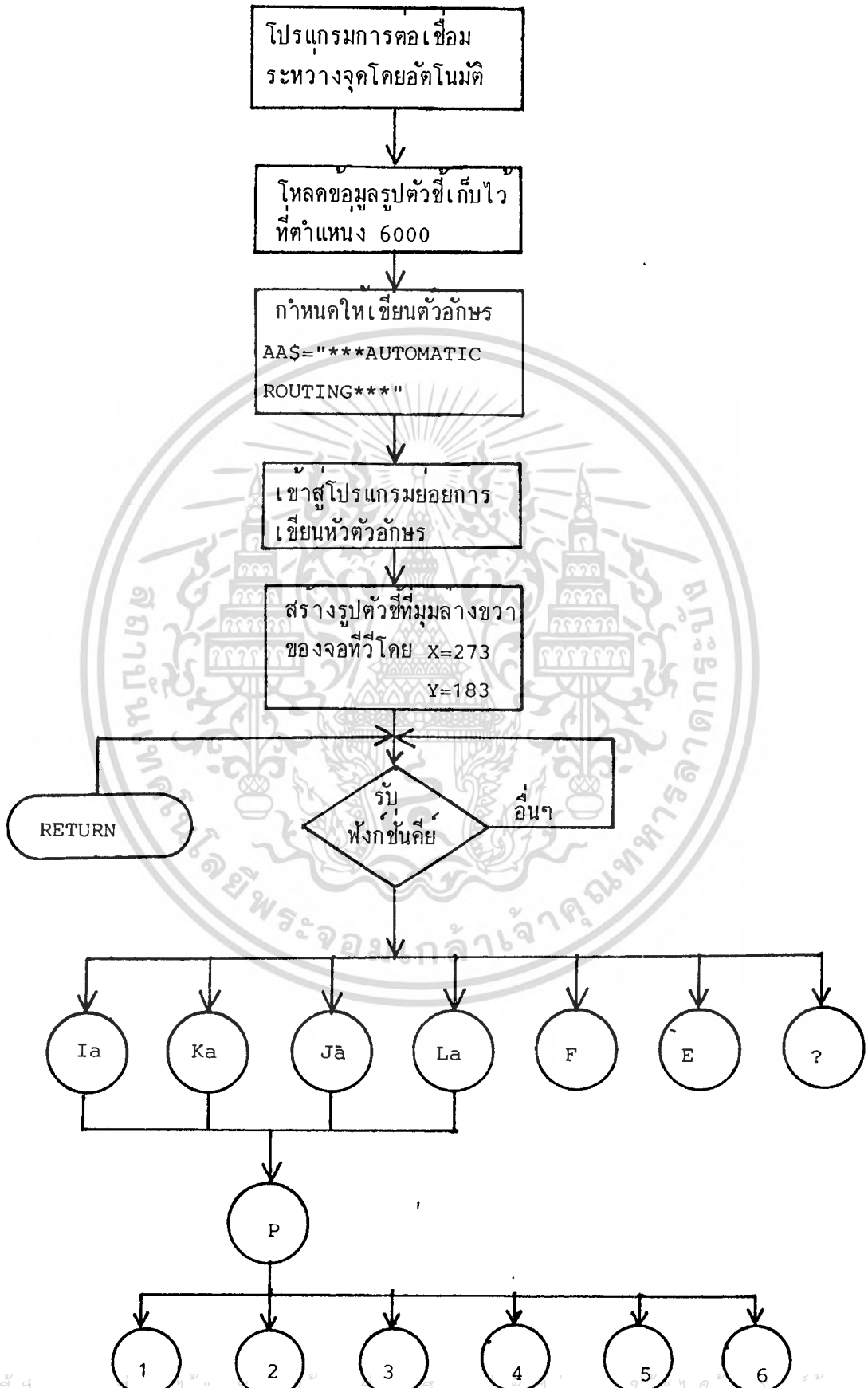
-ถ้าจุดสุดท้ายที่ต่อได้ในแนวดิ่ง = จุดเริ่มต้นที่จะต้องต่อต่อไปในแนวนอน

-ทำการเปรียบเทียบค่าระหว่าง  $x_1$  และ  $x_2$  ในแนวนอน

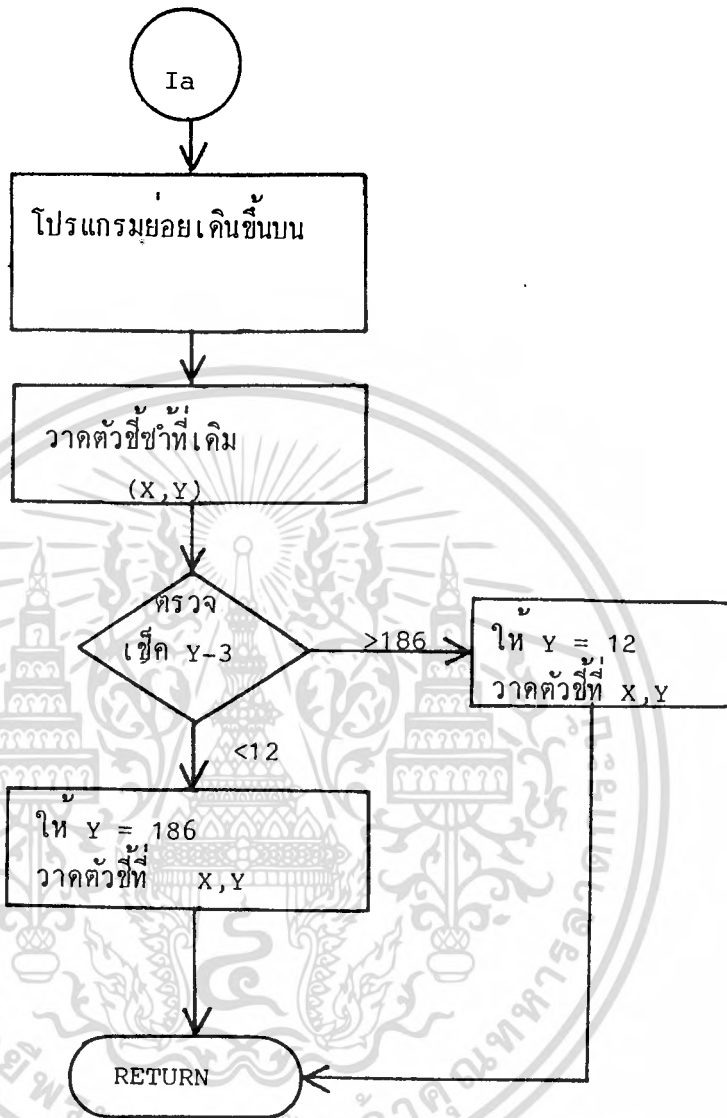
-ถ้า  $x_1 > x_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 3

-ถ้า  $x_1 < x_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 4

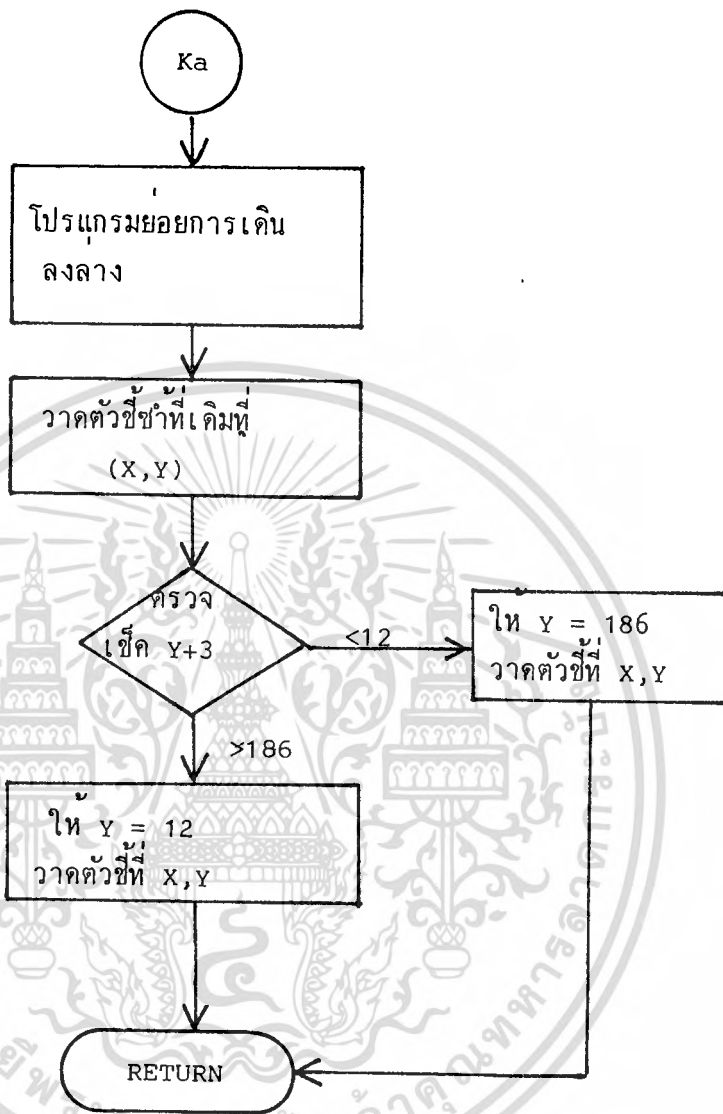
-ถ้า  $x_1 = x_2$  ให้ไปทำในโปรแกรมย่อยที่ 2



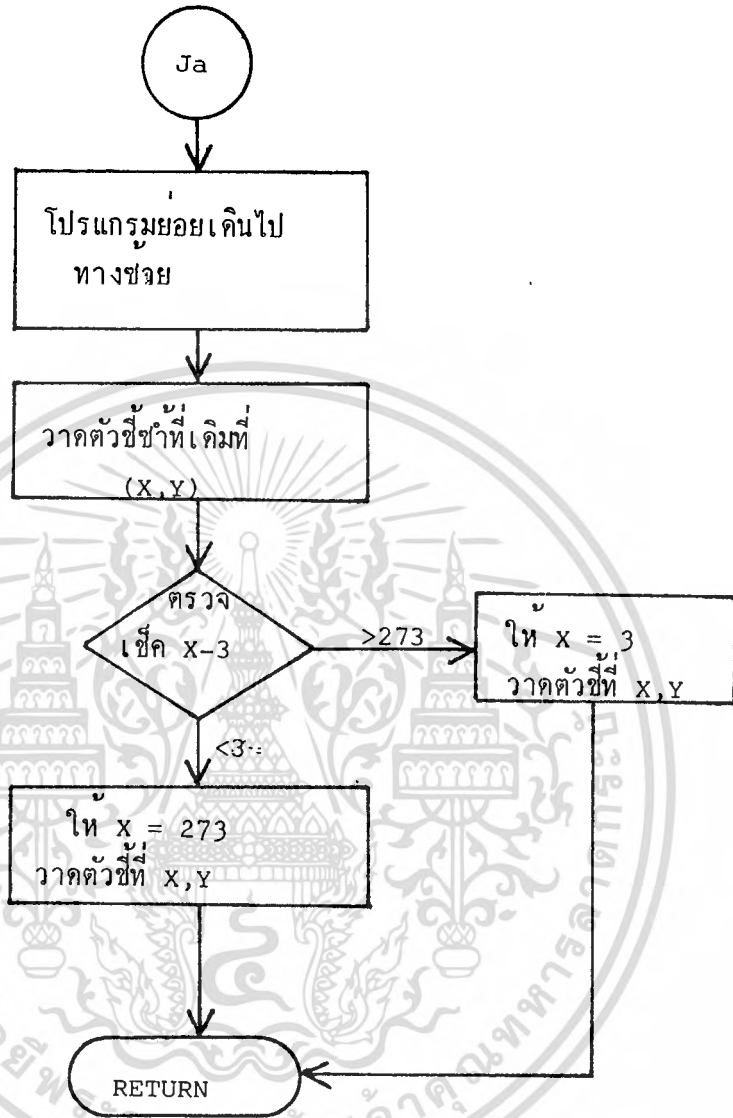
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ฐานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ภาพ 6.2 แสดงโปรแกรมของการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ



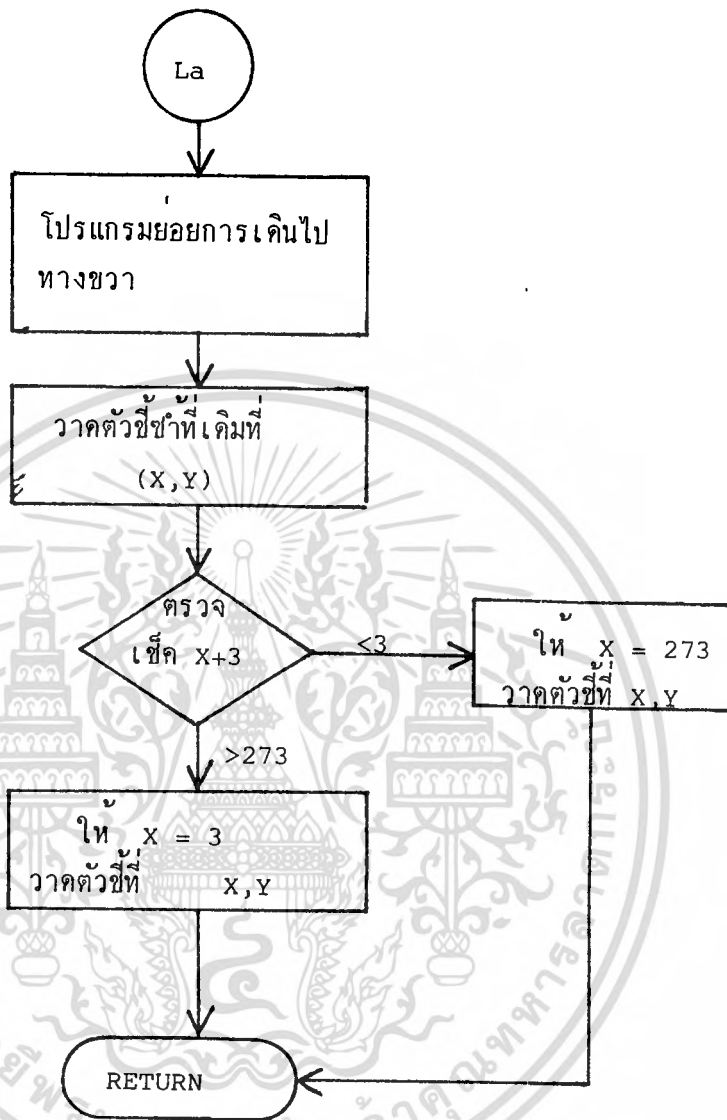
ภาพ 6.2.1 แสดงโปรแกรมการเดินขึ้นบน



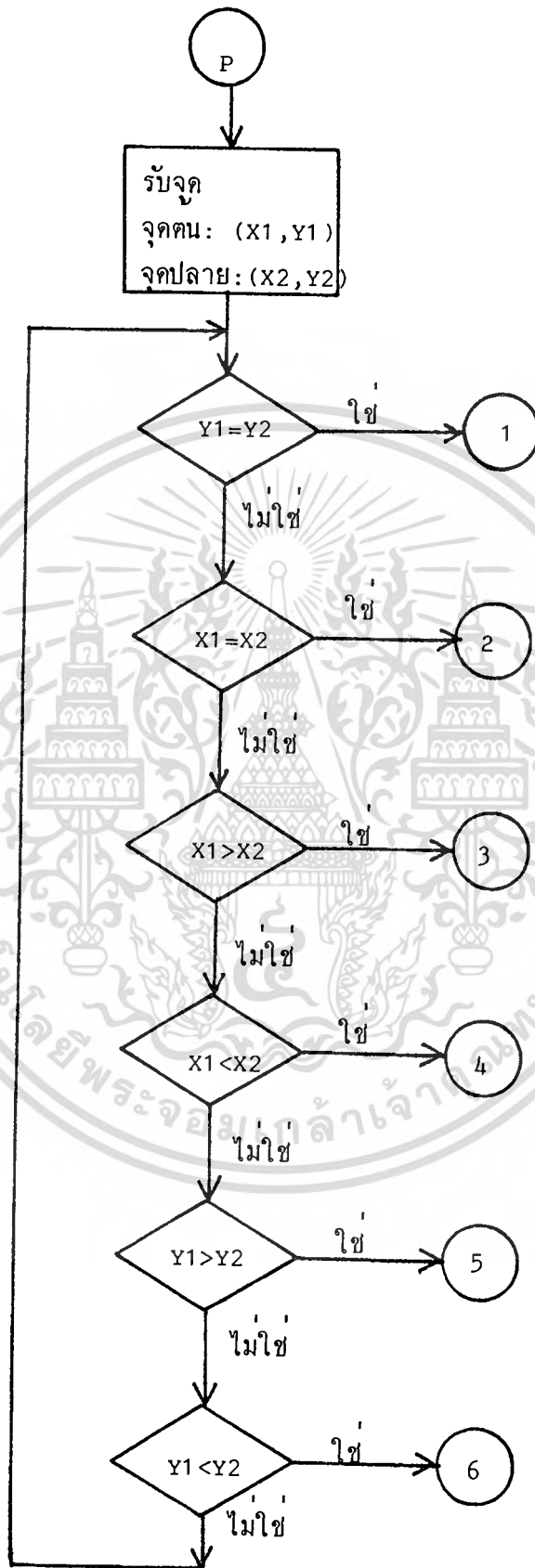
ภาพ 6.2.2 แสดงโปรแกรมการเคินลงกลาง



ภาพ 6.2.3 แสดงโปรแกรมการเดินไปทางซ้าย



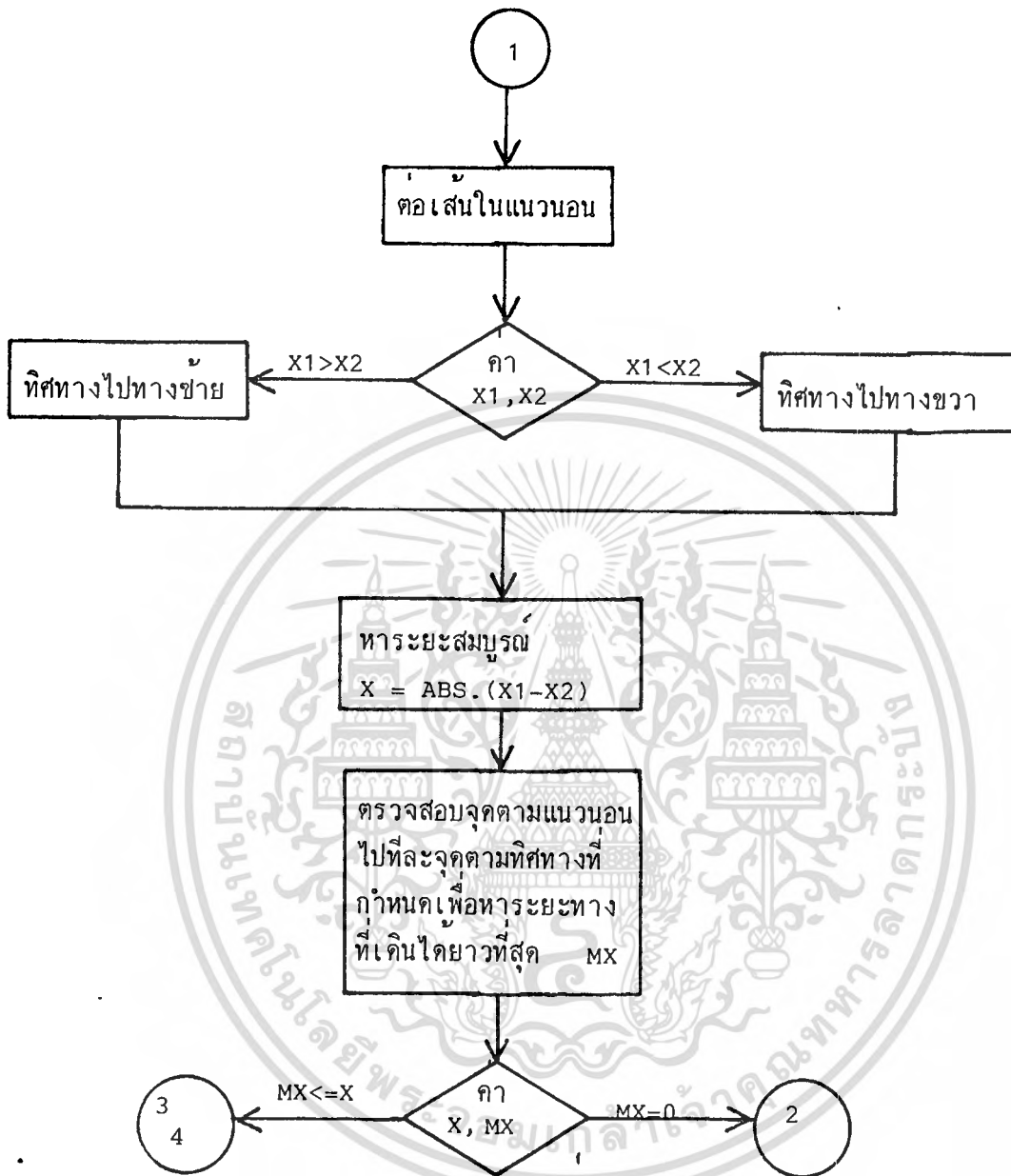
ภาพ 6.2.4 แสดงโปรแกรมการเดินไปทางขวา



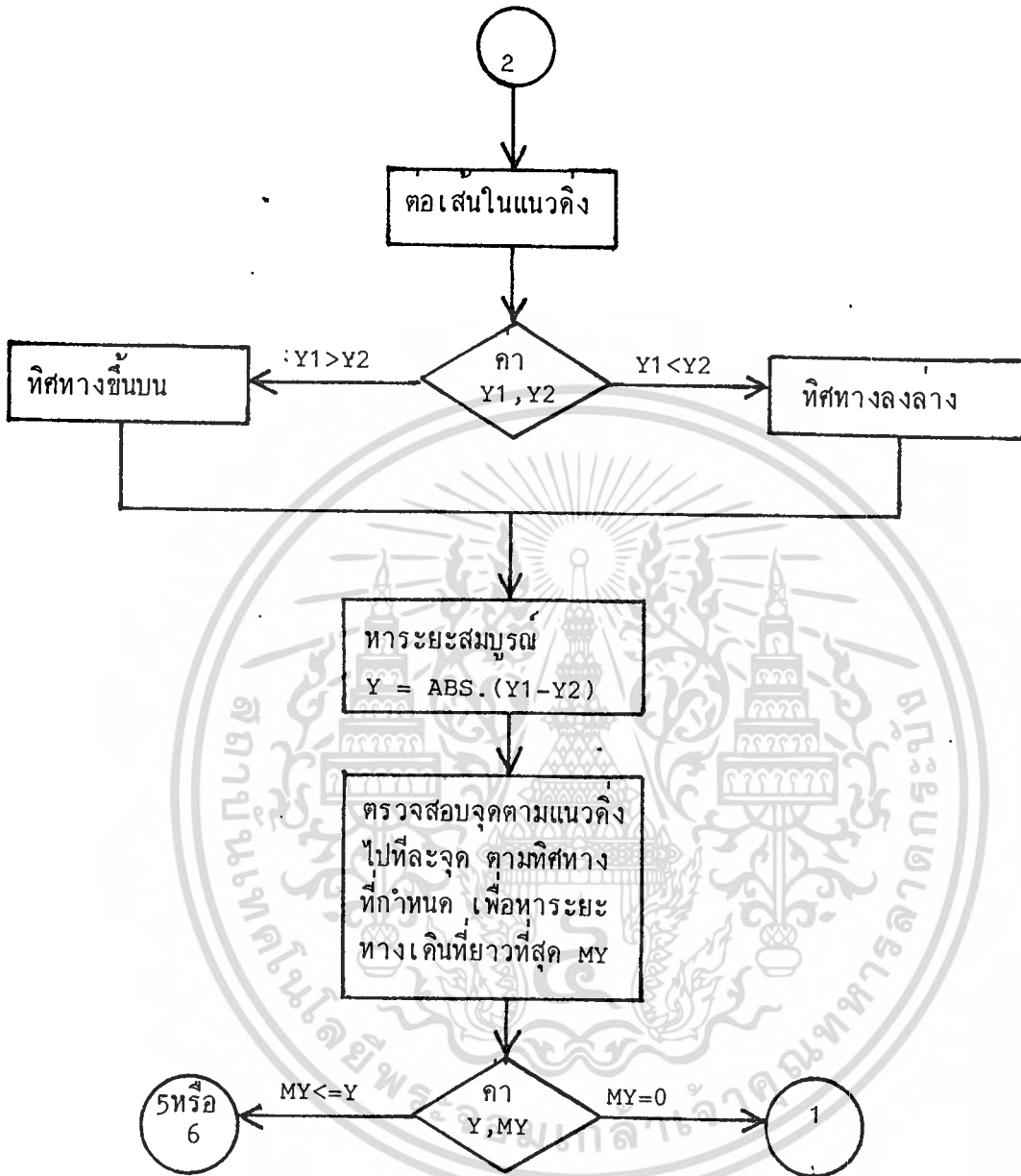
ภาพ 6.2.5 แสดงโปรแกรมการกำหนดและรับจุดต้น จุดปลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

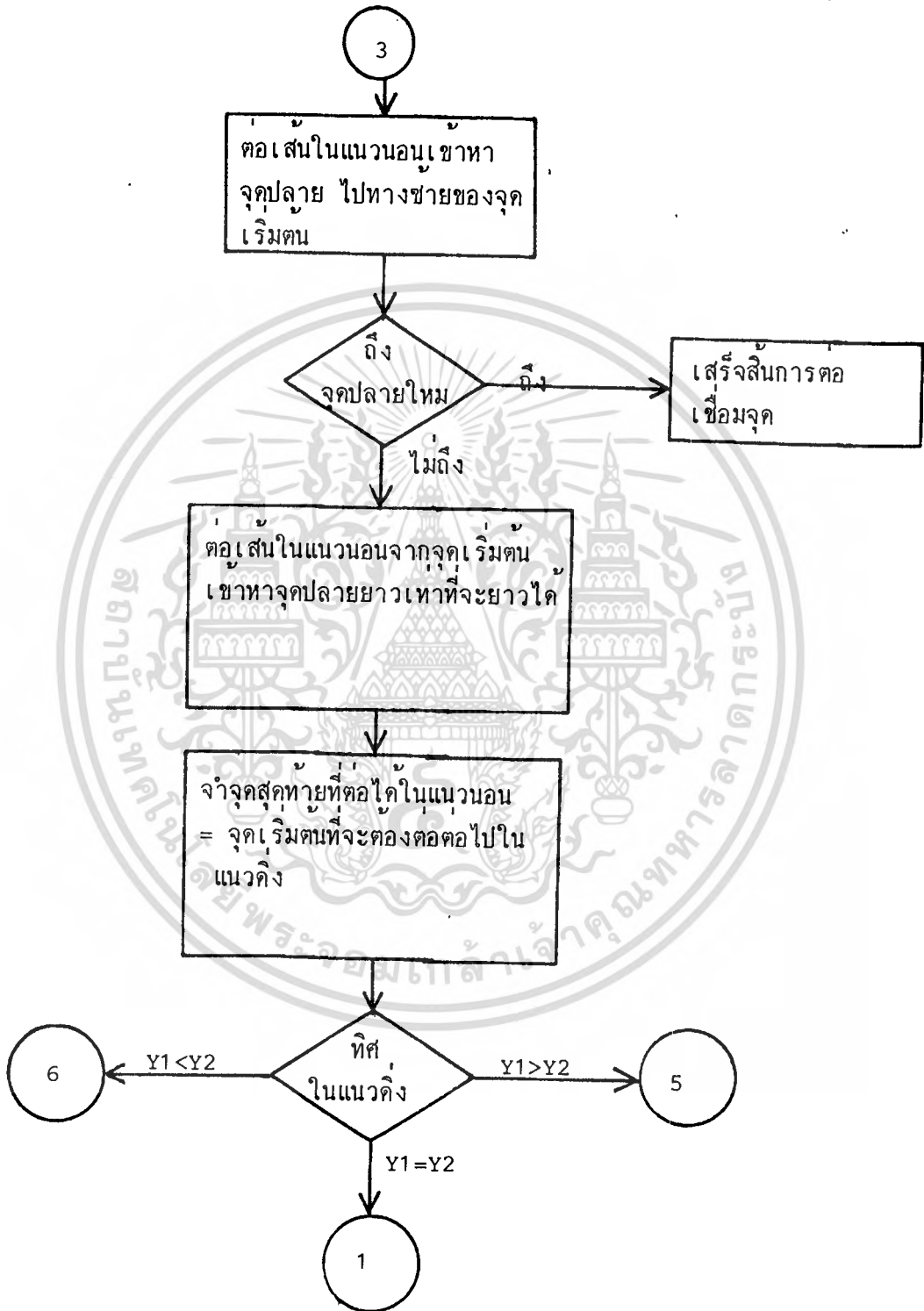
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 6.2.6 แสดงโปรแกรมการต่อเส้นในแนวนอน

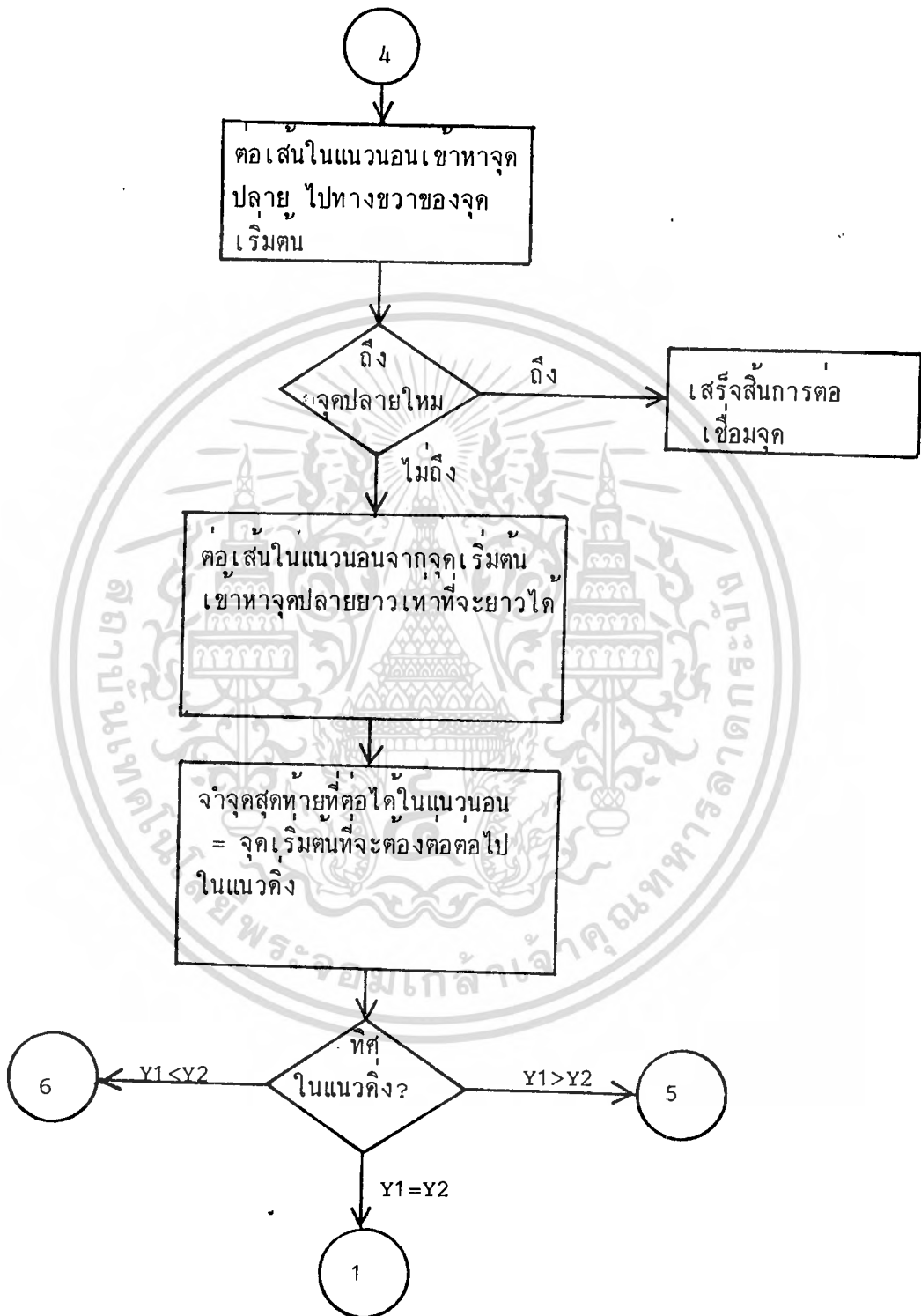


ภาพ 6.2.7 แสดงโปรแกรมการต่อเส้นในแนวตั้ง

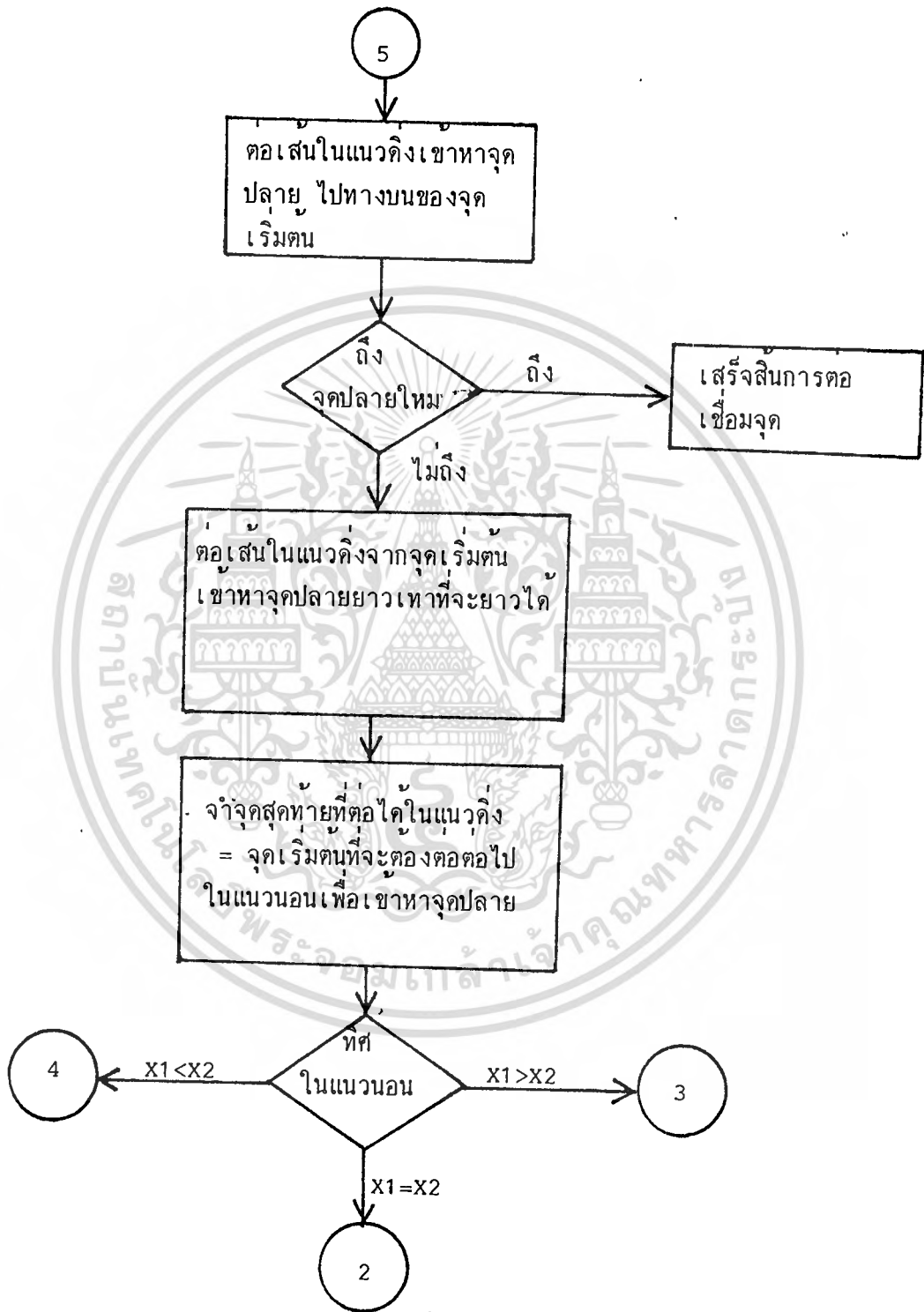


ภาพ 6.2.8 แสดงโปรแกรมการต่อเส้นในแนวนอนเข้าหาจุดปลาย ไปทางซ้ายของจุดเริ่มต้น

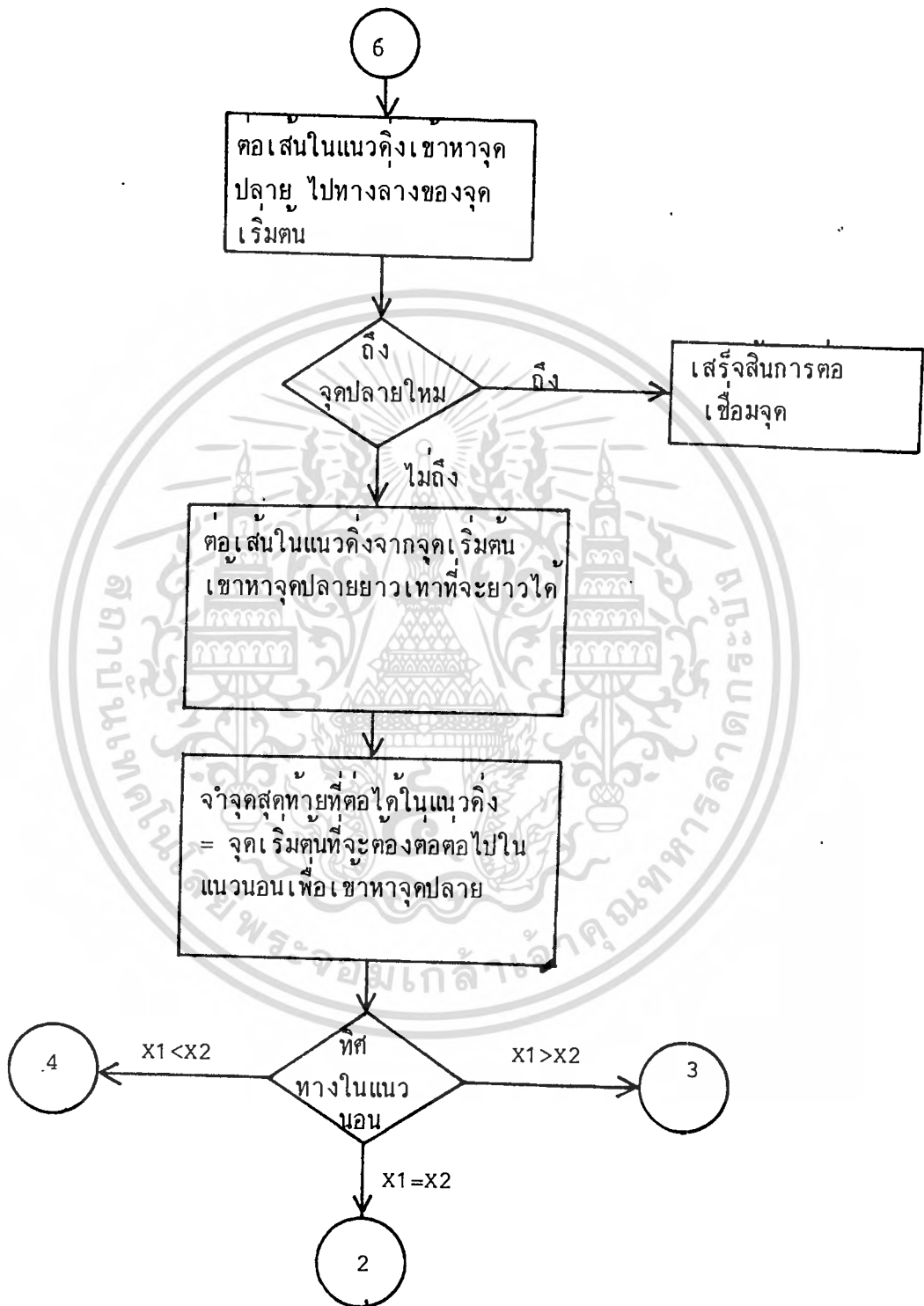
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ 6.2.9 แสดงโปรแกรมการต่อเส้นในแนวนอนเข้าหาจุดปลาย ไปทางขวาของจุดเริ่มต้น



ภาพ 6.2.10 แสดงโปรแกรมการต่อเส้นในแนวตั้งเข้าหาจุดปลาย ไปทางบนของจุดเริ่มต้น



ภาพ 6.2.11 แสดงโปรแกรมการต่อเส้นในแนวตั้งเข้าหาจุดปลาย  
ไปทางกลางของจุดเริ่มต้น

## บทที่ 7

### วิธีการใช้งานและขอเสนอแนะ

(OPERATION MANUAL & RECOMMEND)

#### 7.1 วิธีการใช้งาน

7.1.1 หลังจากการบูทคัส จะปรากฏตารางรายการหลักให้เห็นบนจอภาพ

7.1.2 เลือกโมดจกตารางรายการหลัก โดยครั้งแรกควรเลือกโมดการวางตำแหน่งซากก่อนคือการกคดียตัวเลข 1

7.1.3 โมดการวางตำแหน่งซากจะมาปรากฏและพร้อมที่จะทำงานเมื่อมีตัวชี้ปรากฏที่มุมล่างซ้ายของจอภาพ

7.1.4 ทำการกำหนดตำแหน่งซากและวางแบบมาตรฐานของซากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้ตามต้องการโดยการเคลื่อนตัวชี้ไปที่ตำแหน่งนั้น และกคดียสัญลักษณ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ก่อนแล้วสำหรับคัยนั้นๆ ถ้าการวางตำแหน่งซากไม่เป็นที่พอใจ ก็สามารถทำการลบออกได้โดยการกคดียเคม้นซ้ำอีกทีในขณะที่ตัวชี้อยู่ที่ตำแหน่งเดิม

7.1.5 เมื่อวางซากและตำแหน่งของแบบมาตรฐานซากอุปกรณ์ไฟฟ้าครบทุกตัวแล้ว ก็นำไปเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลต่อไป

7.1.6 กลับมาที่ตารางรายการหลักอีกครั้ง

7.1.7 ขึ้นต่อไปก็เลือกเข้าโมดซิลสกรีน โดยการกคดียหมายเลข 7

7.1.8 โมดซิลสกรีนจะมาปรากฏบนจอภาพ และพร้อมที่จะทำงานเมื่อมีตัวชี้ปรากฏที่มุมล่างซ้ายของจอภาพ

7.1.9 ทำการเรียกแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่สร้างไว้ และเก็บตามหัวข้อ 7.1.5 มาปรากฏบนจอภาพในโมดนี้

7.1.10 ต่อจากนั้นเคลื่อนตัวชี้ไปยังตำแหน่งของซากสัญลักษณ์ที่สัมพันธ์กัน ทำการกคดียสัญลักษณ์อุปกรณ์ทางไฟฟ้า รูปสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าก็จะปรากฏเป็นรูปอยู่ระหว่างซากนั้นๆ และถ้าต้องการลบทิ้งหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขก็ทำได้โดยการกคดียตัวเคม้นซ้ำอีกครั้ง

7.1.11 เมื่อวาดสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าครบทุกตัวแล้ว ก็นำไปเก็บ

เป็นเพิ่มข้อมูลรูปภาพต่อไปอีกแผ่นหนึ่งต่างหากจากในหัวข้อ 7.1.5

7.1.12 กลับมาที่ตารางรายการหลักอีกครั้งหนึ่ง

7.1.13 ขึ้นต่อไปก็เลือกเข้าโมดตัวอักษร โดยการกดคีย์หมายเลข 6

7.1.14 โมดตัวอักษรจะปรากฏบนจอภาพ และพร้อมที่จะทำงานเมื่อมีตัวชี้มาปรากฏที่มุมบนซ้ายของจอภาพ

7.1.15 ทำการเรียกเพิ่มข้อมูลรูปภาพที่สร้างไว้และเก็บตามหัวข้อ 7.1.11 มาปรากฏบนจอภาพในโมดนี้

7.1.16 ต่อจากนั้นก็เคลื่อนตัวชี้ไปยังตำแหน่งสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า เพื่อทำการกดคีย์ตัวอักษรระบุวาอุปรณไฟฟ้าเป็นชนิดใด เช่น ตัวความต้านทานที่ใช้ตัวอักษร R ตัวเก็บประจุที่ใช้ตัวอักษร C เป็นต้น

7.1.17 เมื่อทำการระบุชนิดของอุปรณไฟฟ้าบนรูปภาพเรียบร้อยแล้ว ก็นำไปเก็บเป็นเพิ่มข้อมูลรูปภาพต่อไปอีกแผ่นหนึ่ง

7.1.18 กลับมาที่ตารางรายการหลักอีกครั้ง

7.1.19 ขึ้นต่อไปเลือกเข้าโมดการแสดงรูปภาพและออกเครื่องพิมพ์ โดยการกดคีย์หมายเลข 4

7.1.20 ทำการเรียกเพิ่มข้อมูลรูปภาพที่สร้างและเก็บไว้ตามหัวข้อ 7.1.17 มาแสดงบนจอภาพในโมดนี้

7.1.21 จากนั้นส่งออกไปพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะได้อภาพแบบจำลองที่สามารถนำไปทำซิลสกรีนได้และยังเป็นภาพที่ใช้อ้างอิงเพื่อช่วยในการต่อเชื่อมระหว่างขาในโมดอื่น ๆ ต่อไป

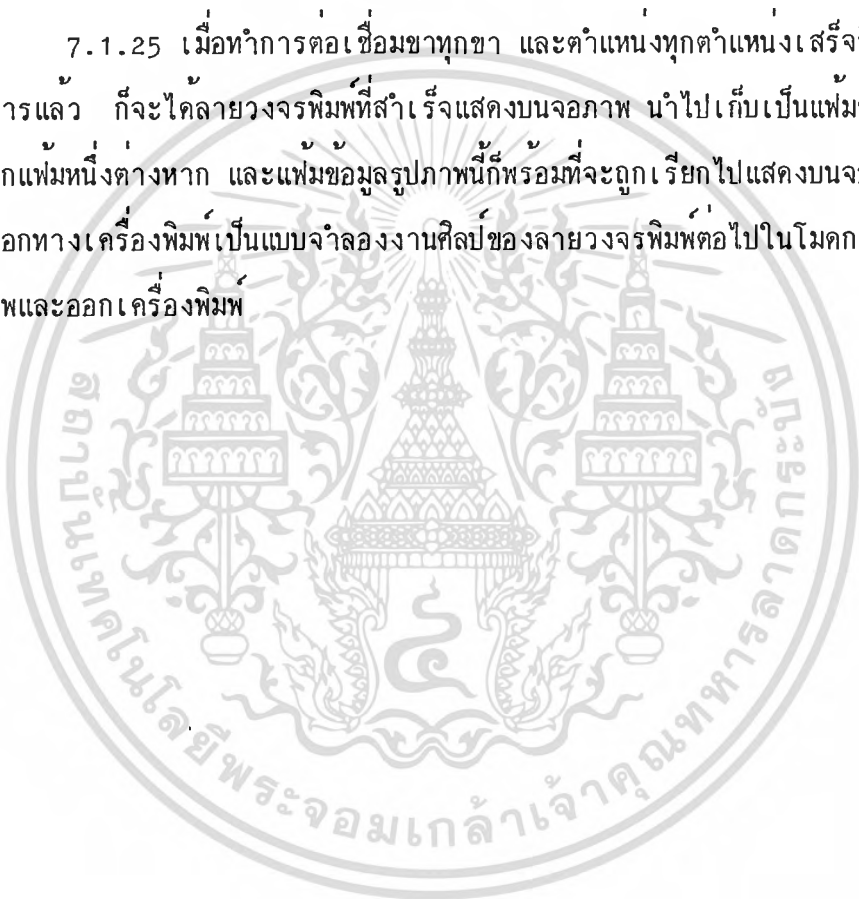
7.1.22 กลับมาที่ตารางรายการหลักอีกครั้ง

7.1.23 ขึ้นต่อไปเลือกเข้าโมดใดโมดหนึ่งก็ได้แล้วแต่ความสะดวกของผู้ใช้ ระหว่างโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเอง โดยการกดคีย์หมายเลข 2 หรือโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ โดยการกดคีย์หมายเลข 5

7.1.24 เมื่อเข้าไปสู่โมดใดโมดหนึ่งในสองโมดดังกล่าวแล้ว เราสามารถทำ

การข้ามโมดระหว่างสองโมดนี้โดยไม่ต้องกลับมาที่ตารางรายการหลักอีก โดยการกดคีย์เพียงคีย์เดียวเท่านั้น กล่าวคือถ้าในขณะที่อยู่ในโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเองต้องการจะย้ายมาทำงานในโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ ก็กดคีย์ "A" เท่านั้น และถ้ากำลังอยู่ในโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ ต้องการจะย้ายมาทำงานในโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเอง ก็เพียงแต่กดคีย์ "F" เท่านั้น ส่วนหลักการทำงานในแต่ละโมด ได้กล่าวไว้อย่างละเอียดแล้วในบทที่ 5 และบทที่ 6

7.1.25 เมื่อทำการต่อเชื่อมขาทุกขา และตำแหน่งทุกตำแหน่งเสร็จสิ้นตามที่ต้องการแล้ว ก็จะได้ลายวงจรพิมพ์ที่สำเร็จแสดงบนจอภาพ นำไปเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลรูปภาพอีกแฟ้มหนึ่งต่างหาก และแฟ้มข้อมูลรูปภาพนี้ที่พร้อมที่จะถูกเรียกไปแสดงบนจอภาพเพื่อพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เป็นแบบจำลองงานศิลปะของลายวงจรพิมพ์ต่อไปในโมดการแสดงรูปภาพและออกเครื่องพิมพ์



## 7.2 ขอแนะนำ

เพื่อให้การใช้งานของโปรแกรมนี้เป็นไปด้วยความมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ผู้เขียนจึงใคร่ขอเสนอขอแนะนำบางจุดที่จำเป็นกล่าวคือ เนื่องด้วยในโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ จากข้อจำกัดของหน่วยความจำและความละเอียดไมสูตักของจอภาพที่วี-มอนิเตอร์ ประกอบกับเหตุผลบางประการที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 6 จึงทำให้โปรแกรมนี้ต้องกำหนดให้ตรวจเช็คทั้งทางแนวตั้งและแนวนอนไปที่ละ 3 จุดหรือคอต ซึ่งตัวชี้ในโมนี้ก็จะเคลื่อนที่ไปที่ละ 3 คอตเช่นกันทั้งแนวตั้งและแนวนอน ดังนั้นเมื่อมีการออกแบบแผ่นลายวงจรพิมพ์เดียวกัน แต่มีการทำงานขามโมคไปมาระหว่างโมคอัตโนมัติกับโมคด้วยตนเอง ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดบางอย่างขึ้นได้ กล่าวคือในโมคด้วยตนเองตัวชี้จะเคลื่อนที่ไปที่ละ 3 คอตทั้งทางแนวตั้งและแนวนอนเหมือนกับในโมคอัตโนมัติ แต่ในโมคด้วยตนเองตัวชี้ยังสามารถเคลื่อนที่ในแนวเฉียง 45 องศาได้ทีละ 1 คอตอีกด้วย ดังนั้นหากการทำงานในโมคด้วยตนเองและทำการวาดเส้นขึ้นมา เส้นหนึ่งในขณะที่ตัวชี้เคลื่อนไปในทิศทางแนวเฉียง 1 คอตแล้ว เมื่อย้ายกลับมาทำในโมคอัตโนมัติ เส้นที่วาดไว้แล้วในโมคก่อนหน้านี้ จะไม่สามารถตรวจเช็คพบได้ในโมคอัตโนมัติ ทั้งนี้เพราะว่าเส้นดังกล่าวไปวาดอยู่ในตำแหน่งคอตที่หารด้วย 3 ไม่ลงตัวในโมนี้ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดเส้นตัดกันขึ้นมาได้ในโมคอัตโนมัติ จึงใคร่ขอแนะนำว่าหากการทำงานยังคงมีการขามโมคไปมาระหว่างสองโมนี้แล้ว การวาดเส้นใดๆในโมคด้วยตนเองควรจะทำเฉพาะกรณีการเคลื่อนที่ของตัวชี้ไปในแนวตั้งและแนวนอนเท่านั้น ซึ่งเส้นที่ได้จะไปสัมพันธ์กับการตรวจเช็คของตัวชี้ในโมนิตอัตโนมัติ และทำให้หลีกเลี่ยงการเกิดการตัดกันของเส้นได้ จนเมื่อการทำงานในโมนิตอัตโนมัติเสร็จสิ้นลงแล้ว และย้ายกลับมาในโมคด้วยตนเองเพื่อทำการวาด ลบหรือเปลี่ยนแปลงขั้นสุดท้าย การเดินตัวชี้ในแนวเฉียงจะทำให้งานบรรลุสำเร็จรวดเร็วยิ่งขึ้น

อนึ่งในโมนิตการวางตำแหน่งขาก็เช่นกัน การเคลื่อนที่ของตัวชี้เพื่อไปวางตำแหน่งของขามาตรฐานต่างๆก็ควรจะเคลื่อนที่ให้สัมพันธ์กับโมนิตโดยอัตโนมัติด้วย จะทำให้การต่อเชื่อมระหว่างขานในโมนิตอัตโนมัติเพิ่มประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามก็ยังมีอีกปัญหาหนึ่งที่ยังแก้ไม่ตก ก็คืออันเนื่องมาจากความละเอียดของจอภาพที่วีมอนิเตอร์ไม่คืนัก และ

เพราะเหตุที่เราต้องสร้างแบบของขามาตรฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เช่น ตัวไอซี  
ตัวความต้านทาน ตัวทรานซิสเตอร์ เป็นต้น ใหม่ขนาดได้มาตรฐานเท่าของจริง ดังนั้นจึง  
ทำให้ภาพของขามาตรฐานที่สร้างได้บางตำแหน่งไม่พอดีหารลงตัวด้วย 3 ซึ่งเท่ากับการ  
ตรวจเช็คไปที่ละชั้นของโปรแกรมที่ใช้ในโมคโดยอัตโนมัติ จึงทำให้มีบางเส้นที่ลากต่อได้  
แต่ไปตัดพาดผ่านขามาตรฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้าพอดี วิธีนี้ก็แก้ไขได้โดยการพยายามหลีกเลี่ยง  
การกำหนดจุดต้นและจุดปลายที่พอดีมีขามาตรฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้าวางอยู่ตรงกลาง หรือ  
อีกวิธีหนึ่ง ถ้าหากการต่อเชื่อมระหว่างขาไม่สามารถกระทำได้โดยเฉลี่ยประมาณ 80 %  
ของการต่อเชื่อมระหว่างขาทั้งหมด ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจเป็นเพราะว่า ในการกำหนด  
ตำแหน่งขาของอุปกรณ์ไฟฟ้าตอนแรก ได้ตำแหน่งยังไม่เหมาะสม ผู้เขียนใครขอแนะนำ  
ให้กลับไปโมควางตำแหน่งขาใหม่ และทำการจัดวางตำแหน่งขาของอุปกรณ์ทั้งหมดหรือ  
บางตัวเสียใหม่ ซึ่งอาจจะช่วยให้การเชื่อมระหว่างขาในโมคต่อมา กระทำได้สะดวก  
และบรรลุถึงเป้าหมายได้เร็วขึ้น

บทที่ 8

บทสรุป

(CONCLUSION)

จากการใช้โปรแกรมนี้ พบว่ามีประโยชน์และช่วยในงานการทำแผนวงจรมพิมพ์  
อยู่มากทั้งในแง่ประหยัดและสะดวกรวดเร็ว แม่นยำและมีข้อจำกัดบางประการอยู่บ้างของ  
เครื่องตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 7.2 ก็ตาม และเนื่องจากโปรแกรมที่เขียนนี้ใช้ภาษา  
แอปเปิลซอฟเบสิก ซึ่งเมื่อทำการคอมไพล์แล้ว ผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้เร็วขึ้นกว่า  
เดิมประมาณ 20 เท่า จึงทำให้การทำงานออกแบบลายวงจรมพิมพ์ยิ่งสะดวกขึ้นและรวดเร็ว  
ทันใจ อย่างไรก็ตามผู้เขียนมีความเห็นว่า ส่วนของโปรแกรมที่ใช้งานได้ผลดีที่สุด  
ก็คือ ส่วนของโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเอง ซึ่งในโมดดังกล่าว ผู้ออกแบบจะ  
สามารถทำการต่อเชื่อมจุดได้ตามต้องการ ส่วนในโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ  
นั้น การใช้งานจริงๆแล้วค่อนข้างยุ่งยากและบางครั้งก็ทำให้เกิดสับสนได้ ดังนั้นผู้  
เขียนขอแนะนำให้ใช้งานเฉพาะโมดการต่อเชื่อมระหว่างจุดด้วยตนเองเท่านั้น จะทำให้  
ได้ผลดีกว่า กล่าวโดยสรุปแล้ว โปรแกรมการวาดลายวงจรมพิมพ์นี้ไม่สามารถจะเข้ามามี  
บทบาทแทนที่ผู้ออกแบบได้ทั้งหมด เพียงแต่เป็นคล้ายเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้ช่วยอำนวยความสะดวก  
ในการออกแบบเท่านั้น และการจะออกแบบให้ใดลายวงจรมพิมพ์ที่มีคุณภาพดียัง  
จะต้องขึ้นอยู่กับขีดความสามารถและประสบการณ์ของผู้ออกแบบอยู่มาก ส่วนประโยชน์  
ของโปรแกรมนี้ก็อย่างที่พอจะกล่าวถึงได้ก็คือ อาจใช้เป็นเครื่องมือประกอบการเรียน  
การสอนแก่นักศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการออกแบบลายวงจรมพิมพ์ได้ เพราะสามารถทำให้  
เห็นตัวอย่างชัดและยังทดลองออกแบบแก้ไขลายวงจรมพิมพ์ได้รวดเร็วด้วย

## กิติกรรมประกาศ

(ACKNOWLEDGMENT)

ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สิทธิชัย โภไคยอุดม เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตั้งแต่ต้นจนจบการศึกษา และขอขอบคุณ คุณสุเจตน์ จันทรัมย์ คุณชัยยา คันติสุขารมย์ คุณสิริศักดิ์ ปุษยไพบุลย์ คุณสุทธิพงศ์ สุธนะเสร์พร และคุณสาทิส ชาตรีนิววัฒน์ ซึ่งหากปราศจากบุคคลเหล่านี้แล้ว วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงจะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างรวดเร็วเช่นนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

(REFERENCES)

- [1] Walter C Bosshart, "Printed Circuit Boards Design and Technology" TATA Mcgraw-Hill,1983
- [2] Darryl Linsey, "The Design & Drafting of Printed Circuits" Bishop Graphics,Inc.,1982
- [3] Ronald F. Ayres "VLSI Silicon Compilation and The Art of Automatic Microchip Design" Prentice-Hall,Inc.,1983
- [4] Soukup J. "Circuit Layout" Proc.IEEE vol 69 No 10. Oct 1981, pp.1281-1304
- [5] Newton A.R. "Computer-Aided Desugn of VLSI Circuits" Proc. IEEE vol 69 No 10. Oct 1981,pp.1189-1199
- [6] Hicks P.J. "Semi-Custom IC Design and VLSI" Peter Peregrinus Ltd.,London,UK.1983

ภาคผนวก 1  
บทความที่ตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า 8 สถาบันอุดมศึกษา  
ครั้งที่ 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การใช้คอมพิวเตอร์ในงานออกแบบและวางผังรูปแบบวงจรรวม

( Computer-Aided Design techniques for placement and layout of ICs. )

อิทธิชัย อรุณศรีแสงไชย

รศ. ดร. สิทธิชัย โภไคยอุดม

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

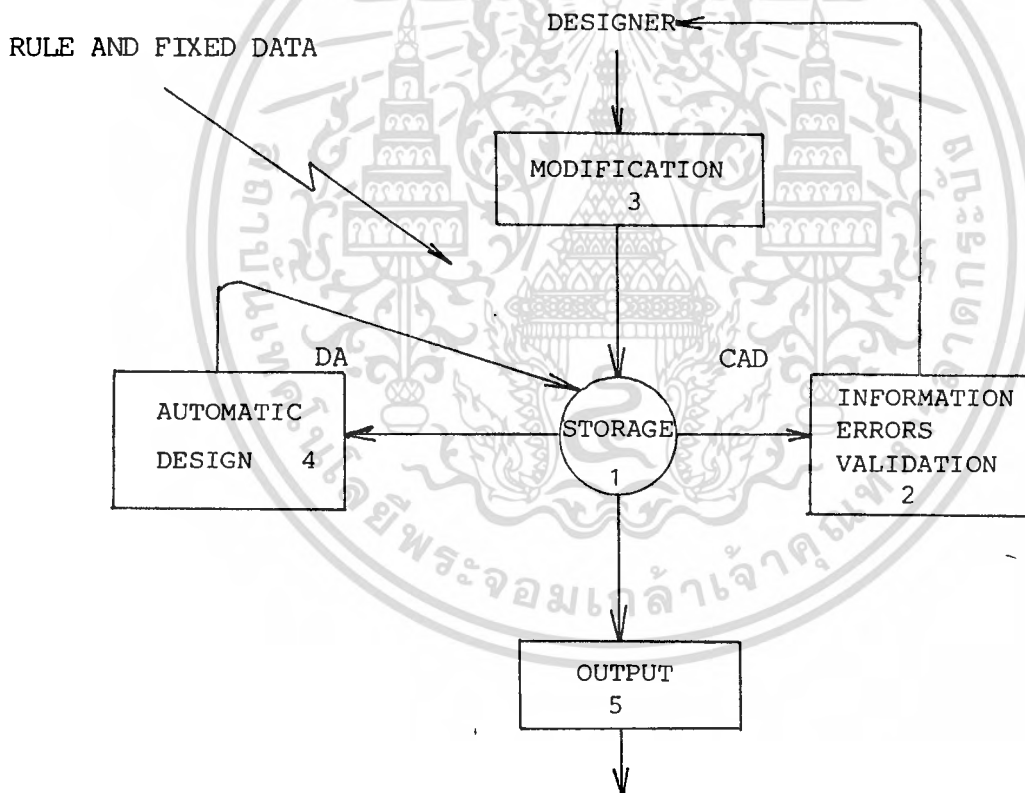
บทคัดย่อ : การนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการออกแบบและวางผังรูปแบบของวงจรรวม ทำให้ได้รับประโยชน์หลายอย่างด้วยกัน ที่เห็นได้ชัดก็คือ ประหยัดแรงงานในการวิเคราะห์ออกแบบ นอกจากนี้ยังช่วยขจัดข้อผิดพลาดต่างๆที่อาจเกิดเนื่องมาจากการผิดพลาด ทำให้เวลาในการออกแบบวงจรรวมรวดเร็วขึ้น โดยเฉพาะในงานการออกแบบวงจรรวมที่มีขนาดจำนวนอุปกรณ์มากๆ

Abstract : There are many benefits for using CAD ( Computer-Aided Design ). They focus on labour saving ( Synthesis of design and managing the design process ) and errors removal which leading to faster design timescales, especially for the one that large scales and complexity.

บทนำ ในการที่จะพัฒนาและออกแบบวงจรรวมให้ มีประสิทธิภาพดีขึ้น และใช้งานได้กว้างขวาง จำเป็นที่จะต้องอาศัยข้อมูลและวิธีการมากมาย ซึ่งเป็นไปได้ยากมากที่จะสำเร็จหากไม่ได้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งก็คือเป็นเครื่องมือที่ช่วยในงานการออกแบบต่างงานนั่นเอง

1 การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการออกแบบ

มีอยู่ 5 ขั้นตอนใหญ่ๆ ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกใช้เพื่อขบวนการออกแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ ดังแสดงตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานการออกแบบ

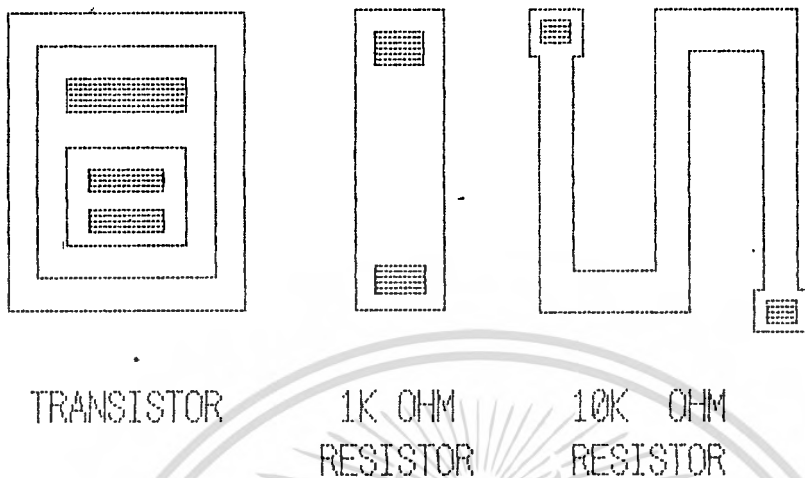
- ส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนที่เก็บ ข้อมูลต่างๆของการออกแบบ และยังทำหน้าที่เป็นคลังของข้อมูล ในการออกแบบ
- ส่วนที่ 2 จะเป็นแหล่งที่ให้ข้อมูล ตรวจสอบข้อผิดพลาด และความเป็นไปได้ของวงจรรวมแก่นักออกแบบ
- ส่วนที่ 3 จะเป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อให้วงจรรวมที่ออกแบบดีขึ้น
- ส่วนที่ 4 จะเป็นส่วนอัตโนมัติที่สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูล และทำการออกแบบเองโดย ไม่ต้องอาศัยนักออกแบบช่วย
- ส่วนที่ 5 จะเป็นส่วนของโปรแกรมที่เกี่ยวกับผลลัพธ์ของข้อมูลการออกแบบครั้งสุดท้าย ซึ่งมัก อยู่ในรูปของสัญญาณ Numerical เพื่อส่งไปควบคุมเครื่องมือที่ใช้ในการทำ Mask หรือเครื่องมือวัด

CAD : เป็นการทำงานใน loop 2-3-1 ซึ่งประกอบด้วยส่วนข้อคิดเห็น-ผู้ออกแบบเปลี่ยนแปลงแก้ไข และนำข้อมูลไปเก็บ

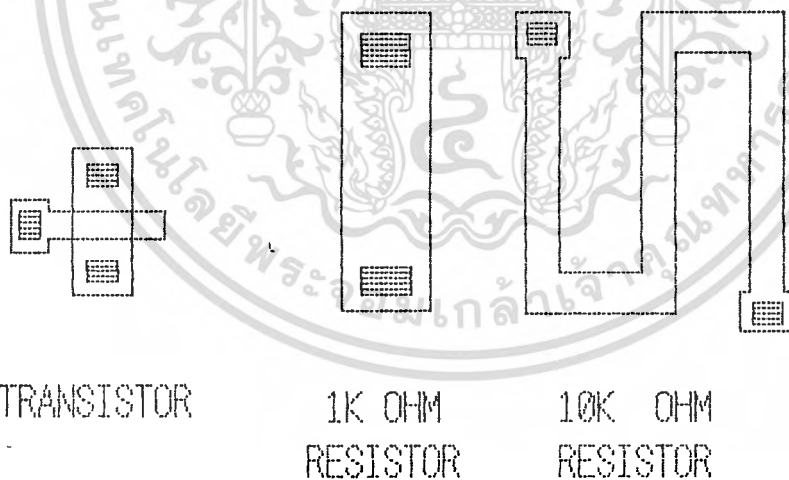
DA : เป็นการทำงานในส่วนที่ 4 ซึ่งสามารถออกแบบวงจรรวม พร้อมทั้งจัดวางผังได้เอง โดยอัตโนมัติ และยังสามารถทำการต่อลวดวงจรได้เอง ขณะเดียวกันก็ตรวจสอบหาข้อผิดพลาดไปด้วย

## 2. Circuit Design Techniques :

เทคนิคการออกแบบวงจรรวมในที่นี้ จะเป็นการสร้างและออกแบบวงจรรวมถึงในระดับของทรานซิสเตอร์ โดยใช้เทคนิคขบวนการสร้างทั้งแบบ Bipolar และ MOS ซึ่งแล้วแต่ความต้องการและความเหมาะสมของการทำงานของวงจรรวม จากนั้นก็จัดเรียงอุปกรณ์ต่างบน Chip อยู่ในลักษณะของ Gate Arrays หรือ Standard Cell รูปที่ 2 แสดงขนาดที่สัมพันธ์กันของอุปกรณ์ที่สร้างจากเทคนิคทั้งสองขบวนการคือ Bipolar และ MOS.



รูปที่ 2 (a) Relative sizes of a selection of Bipolar IC Components

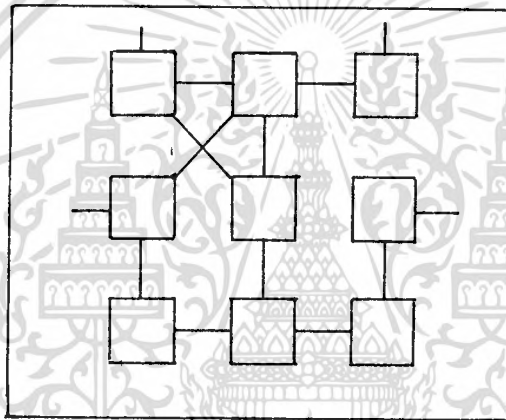


รูปที่ 2 (b) Relative sizes of a selection of MOS IC Components

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

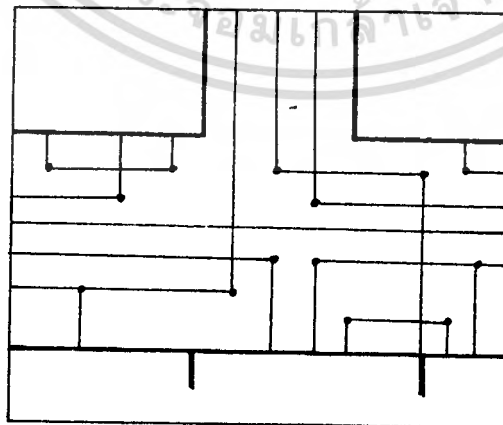
### 3 Placement and Automated Layout

3.1 Placement เป็นปัญหาของการกำหนดตำแหน่งของแต่ละบล็อกลงบน chip IC ซึ่งจะต้องให้สัมพันธ์กับ pin I/O ของ chip นั้นด้วย บางครั้งต้องขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของช่วงเวลาในการทำงาน และความยาวจำกัดของลวดที่จะต่อระหว่างบล็อก วิธีการที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้ตามข้อกำหนดข้างต้น ก็คือใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ออกแบบและกำหนดให้บล็อกต่างอยู่ในตำแหน่งเป็นแถวตามแนวนอนและแนวตั้ง ดังแสดงตามรูปที่ 4 ด้วยวิธีนี้ จะเป็นการลดทั้งจำนวนและความยาวของลวดที่จะต่อระหว่างบล็อก



รูปที่ 4 Placement

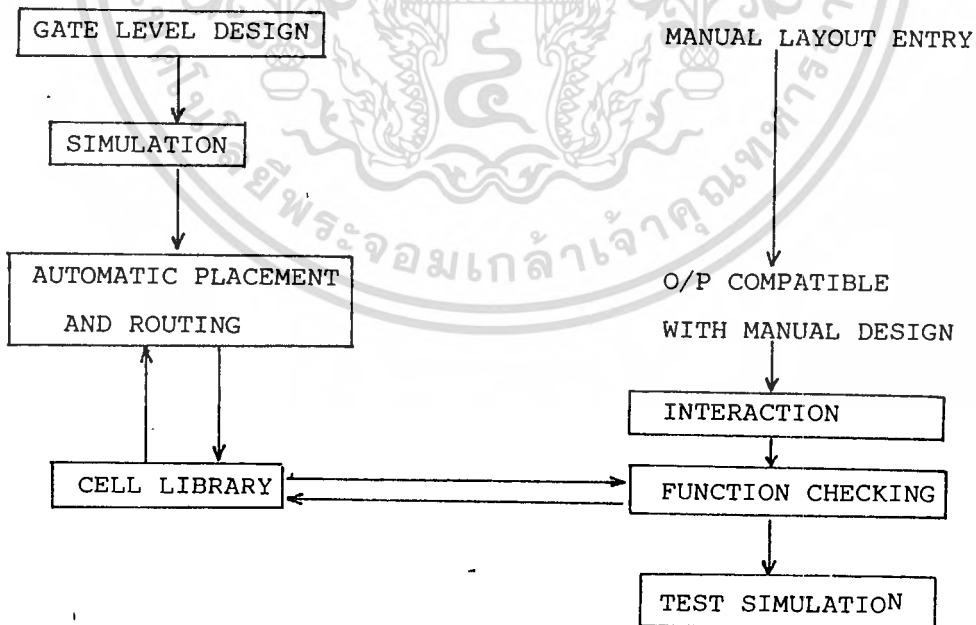
### 3.2 Tracking หรือ Routing



รูปที่ 5 Tracking

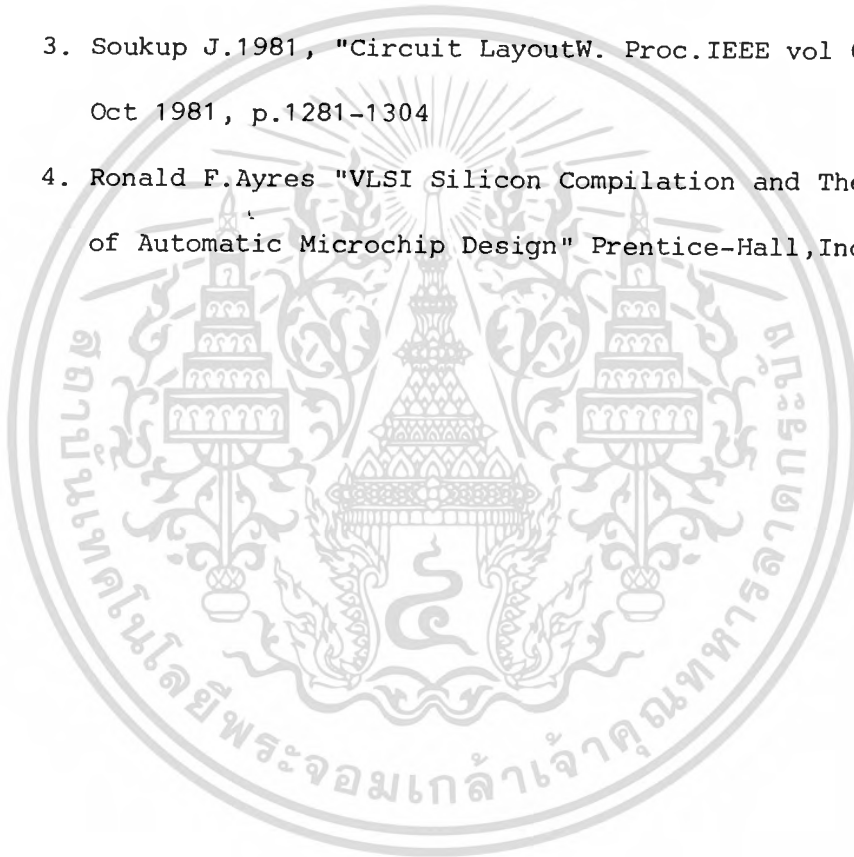
เป็นการช่วยได้มากเมื่อนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการ Wire Routing ระหว่างบล็อกต่อบล็อก, Cell ต่อ Cell หรือ ขา Pin เข้า/ออก ต่อบล็อก ดังแสดงในรูปที่ 5 มีวิธีการหลายวิธีด้วยกันในการ Routing เส้นลวดที่ว่า เช่นการ Routing ให้เป็นแบบ Channel และแต่ละ Channel จะแตกต่างกันหรือแยกออกจากกัน ตามหลักการทำงานของมัน, หรือ Routing ให้เป็นแบบระดับต่างๆ จากนั้นก็แบ่งการต่อแต่ละระดับไปใช้กับงานก่อนหลังให้เหมาะสมกับมัน อย่างไรก็ตามเทคนิคของการ Routing ที่ดี จะทำให้สามารถแก้ปัญหา Obstruction ของ Wiring ได้หมด ดังเช่นเทคนิคของ Lee ที่เรียกว่า Lee'Algorithm ซึ่งใช้หลักของการกำหนด Source และ Target จากนั้นใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัววิเคราะห์หาทางเดินของลวดที่เหมาะสมให้

4 สรุป ด้วยหลักการที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด สามารถเขียนออกมาเป็น Flow Chart ได้ตามรูปที่ 6 ซึ่งแสดงการทำงานเป็นระบบ โดยนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยเป็นอุปกรณ์ CAD หลายจุดด้วยกัน ทำให้งานซึ่งแต่เดิมเป็นเรื่องที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน กลายเป็นงานที่สะดวกและง่ายคายน



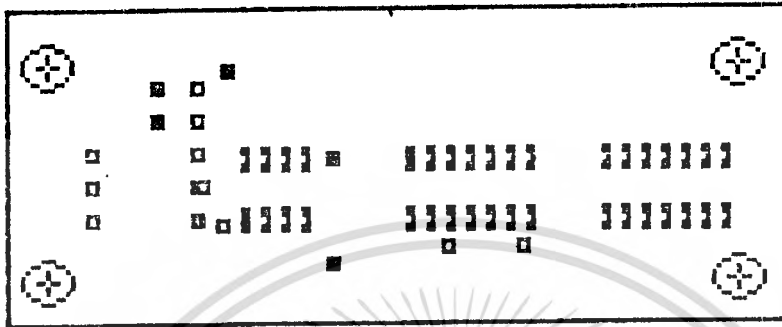
รูปที่ 6 Overall Design System Structure

- References :
1. Lee,C.Y.,1961,"An Algorithm for Path Connection and its Applications",IEE Trans.,EC10, 346-365
  2. Donath,W.E., and Mikhail,W.E.,1981, "Wiring Space Estimation for Rectangular Gate Arrays",VLSI 81, Academic Press, 301-310
  3. Soukup J.1981, "Circuit LayoutW. Proc.IEEE vol 69 No 10. Oct 1981, p.1281-1304
  4. Ronald F.Ayres "VLSI Silicon Compilation and The Art of Automatic Microchip Design" Prentice-Hall,Inc.,1983

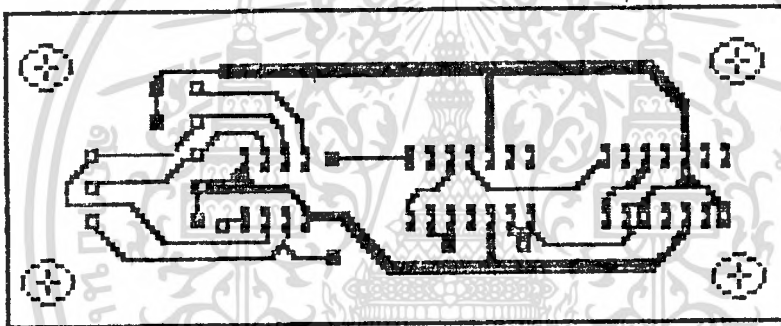




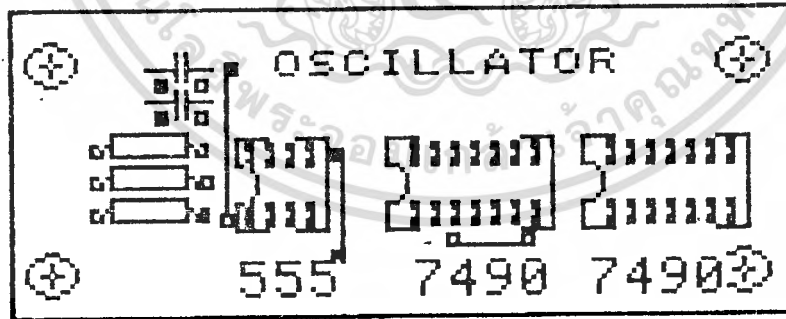
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพภาคผนวก 2.1 แสดงการเขียนวงจรพิมพ์โดยใช้โปรแกรมนี้

- (ก) แสดงการวางตำแหน่งขา
- (ข) แสดงลายวงจรพิมพ์
- (ค) แสดงแบบของซิลิโคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Apple ][+ Micro-computer	: แอปเปิ้ลทูพลัสไมโครคอมพิวเตอร์
Printer	: เครื่องพิมพ์
Printed-Circuit	: วงจรพิมพ์ไฟฟ้า
TV-Monitor	: ทีวีมอนิเตอร์
Artwork	: งานศิลป์
Plotter	: เครื่องวาดรูป
Dot-Matrix	: คอท-แมทริก
Main-Menu	: ตารางรายการหลัก
Pin Lay Out	: วางตำแหน่งขา
Manual Routing	: การต่อเชื่อมด้วยตนเอง
Catalog	: สารบัญ
Patterns Demonstration/Print	: การแสดงรูปและออกเครื่องพิมพ์
Automatic Routing	: การต่อเชื่อมโดยอัตโนมัติ
Print Messages	: การพิมพ์ตัวอักษร
Save & Exit	: การเก็บข้อมูลและออกจากโปรแกรม
Integrated Circuit	: วงจรรวม
Key Board	: คีย์บอร์ด
Prototype	: แบบจำลอง
production	: แบบจริง
Silk Screen	: ซิลส์กรีน
System Chart	: ซิสเต็มชาร์ท
Bounding Pad	: บอนดิงแพด
Transistor	: ทรานซิสเตอร์
IC	: ไอซี
Data Library	: คลังข้อมูล

Resistor	: ตัวความต้านทาน
Capacitor	: ตัวเก็บประจุ
Inductor	: ตัวขดลวดเหนี่ยวนำ
Diode	: ไดโอด
Cursor	: ตัวชี้
Mode	: โหมด
Dot	: จุด
Plastic	: พลาสติก
Negative Picture	: ภาพลบ
Positive Picture	: ภาพบวก
Block	: บล็อก
Horizontal	: แนวนอน
Vertical	: แนวตั้ง
Quartrant	: ควอดแรนท์
Short	: ชอร์ต
Sub-Routine	: โปรแกรมย่อย
Boot Disk	: บูตดิสก์
Applesoft Basic	: แอปเปิลซอฟต์เบสิก
Compile	: คอมไพล์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
]LIST โปรแกรมตารางรายการหลัก

10 D$ = CHR$ (4): TEXT
20 REM : MENU :
30 REM : LINE PRINT :
40 HOME : INVERSE
50 HTAB (14): VTAB (1): PRINT "*"
   *****"
55 HTAB (14): VTAB (2): PRINT "*"
   *"
60 HTAB (14): VTAB (3): PRINT "*"
   MAIN MENU *"
65 HTAB (14): VTAB (4): PRINT "*"
   *"
70 HTAB (14): VTAB (5): PRINT "*"
   *****": NORMAL
80 PRINT : PRINT TAB( 10)"(1) P
   IN LAY OUT"
90 PRINT : PRINT TAB( 10)"(2) M
   ANUAL ROUTING"
100 PRINT : PRINT TAB( 10)"(3)
   CATALOG"
110 PRINT : PRINT TAB( 10)"(4)
   PATTERN DEMONSTRATE/PRINT"
120 PRINT : PRINT TAB( 10)"(5)
   AUTOMATIC ROUTING"
125 PRINT : PRINT TAB( 10)"(6)
   PRINT MESSAGES"
126 PRINT : PRINT TAB( 10)"(7)
   SILK SCREEN"
128 PRINT : PRINT TAB( 10)"(8)
   SAVE & EXIT"
130 PRINT : PRINT : PRINT "
   -- PLEASE SELECT -->";:
   GET A$: PRINT A$:R = VAL (
   A$)
140 ON R GOTO 152,160,180,200,22
   0,230,800,700
150 GOTO 40
152 PRINT D$;"BRUN PLOT DOT,D1"
160 PRINT D$;"BRUN FORMATION,D1
   "
180 HOME : PRINT D$;"CATALOG": PRINT
   : PRINT "PRESS ANY KEY TO CO
   NTINUE";: GET O$: GOTO 40
200 PRINT D$;"EXEC HELP": END
220 PRINT D$;"BRUN COM-AID,D1"
230 PRINT D$;"BRUN LETTER-CHR,D1
```

```
"  
700 HOME : HTAB (5): VTAB (20): PRINT  
"SAVE FILE <Y/N> ";: GET W$  
  
710 IF W$ = "Y" THEN PRINT W$: GOTO  
730  
720 IF W$ = "N" THEN PRINT W$: END  
  
725 GOTO 700  
730 HTAB (5): VTAB (22): INPUT "  
SAVE FILE NAME: ";C$  
732 HTAB (5): INPUT "DRIVE NUMBE  
R.";DR$  
735 IF LEFT$(C$,1) < CHR$(65  
) OR LEFT$(C$,1) > CHR$(  
90) THEN 700  
740 F$ = ",A$4000,L$2000":E$ = "B  
SAVE ":NA$ = E$ + C$ + F$ +  
",D" + DR$: PRINT D$;NA$: END  
  
800 PRINT D$;"BRUN SILK SCREEN,D  
1"
```



]LIST โปรแกรมการวางตำแหน่งขา

```
10 D$ = CHR$ (4): PRINT D$;"BLOA
D PATTERN,A$6000"
20 HOME : VTAB (2): HTAB (10): PRINT
" PIN LAY OUT "
30 VTAB (3): HTAB (12): PRINT "-
-----"
40 VTAB (5): HTAB (8): PRINT "J
= LEFT L = RIGHT"
50 VTAB (7): HTAB (8): PRINT "I
= UP K = DOWN"
55 VTAB (9): HTAB (8): PRINT "U
= LEFT UP O = RIGHT UP"
57 VTAB (11): HTAB (8): PRINT "N
= LEFT DOWN '.' = RIGHT DOW
N"
60 VTAB (13): HTAB (8): PRINT "B
LANK = TOGGLE PLOT/DELETE P
OINT"
65 VTAB (15): HTAB (8): PRINT "1
-8 = IC PATTERNS"
70 VTAB (21): HTAB (8): PRINT "S
= STANDARD PATTERNS"
90 VTAB (17): HTAB (8): PRINT "E
= EXIT TO MAIN MENU"
95 VTAB (19): HTAB (8): PRINT "?
= USER'S HELP KEY"
100 VTAB (23): HTAB (8): FLASH :
PRINT "ANYKEY FOR PIN LAY O
UT";: NORMAL : GET I$
110 REM : INFORMATOIN :
120 REM : PLOT POINT :
130 POKE 232,0: POKE 233,96
140 A = PEEK (49232):A = PEEK (
49239):A = PEEK (49234):A =
PEEK (49237): HCOLOR= 3: SCALE=
1
150 POKE - 16302,0
160 HPLOT 0,8 TO 276,8 TO 276,18
9 TO 0,189 TO 0,8
165 X = 0:Y = 0:AA$ = "*** PIN LA
Y OUT ***": GOSUB 5400
170 X = 6:Y = 183
180 XDRAW 1 AT X,Y
190 GET B$: IF B$ > "0" AND B$ <
"8" THEN 7100
195 IF B$ = "8" THEN 8000
200 IF B$ = "?" THEN TEXT : XDRAW
```

```
1 AT X,Y: GOTO 20
210 IF B$ = "I" THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 350
220 IF B$ = "J" THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 440
230 IF B$ = "L" THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 540
240 IF B$ = "K" THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 620
250 IF B$ = "O" THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 900
260 IF B$ = "U" THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 1090
270 IF B$ = "N" THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 990
280 IF B$ = "." THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 1180
285 IF B$ = "S" THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 2000
290 IF B$ = "E" THEN GOSUB 660
330 IF B$ = " " THEN XDRAW 2 AT
X,Y + 1
340 GOTO 190
350 REM : MOVE UP :
390 IF Y - 3 > 11 AND P = 0 THEN
XDRAW 1 AT X,Y - 3:Y = Y -
3: RETURN
400 Y = 186:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y
: RETURN
410 XDRAW 1 AT X,Y - 3
420 REM
430 REM : END MOVE UP :
440 REM : MOVE LEFT :
480 IF X - 3 > 3 AND P = 0 THEN
XDRAW 1 AT X - 3,Y:X = X -
3: RETURN
490 P = 0:X = 272: XDRAW 1 AT X,Y
: RETURN
500 REM
510 REM : END MOVE LEFT :
540 IF X + 3 < 273 AND P = 0 THEN
XDRAW 1 AT X + 3,Y:X = X +
3: RETURN
560 P = 0:X = 4: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
570 REM
580 REM : END MOVE RIGHT :
620 IF Y + 3 < 187 AND P = 0 THEN
XDRAW 1 AT X,Y + 3:Y = Y +
3: RETURN
```

```
630 P = 0:Y = 12: XDRAW 1 AT X,Y:
    RETURN
640 REM
650 REM : END MOVE DOWN :
660 REM
670 REM : SAVE PROGRAM :
680 REM
690 XDRAW 1 AT X,Y
700 HOME : TEXT : HTAB (5): VTAB
    (20): PRINT "SAVE.....<Y/N>
    ";; GET W$
710 IF W$ = "Y" THEN 730
720 IF W$ = "N" THEN PRINT W$:X
    = 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR WQ
    = 1 TO 20: GOSUB 5400: NEXT
    WQ: PRINT D$;"BRUN MENU,D1"
725 GOTO 700
730 HTAB (5): VTAB (22): INPUT "
    SAVE FILE.....NAME ";C$
732 HTAB (5): INPUT "DRIVE NUMBE
    R..";DR$
735 IF LEFT$(C$,1) < CHR$(65
    ) OR LEFT$(C$,1) > CHR$(
    90) THEN 700
736 X = 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR WQ
    = 1 TO 20: GOSUB 5400: NEXT
    WQ
740 F$ = ",A$4000,L8192":E$ = " B
    SAVE ":NA$ = E$ + C$ + F$ +
    ",D" + DR$: PRINT D$;NA$: PRINT
    D$;"BRUN MENU,D1"
750 REM : END SAVE PROGRAM :
760 REM
770 REM
900 REM
905 IF Y - 1 > 11 AND X + 1 < 18
    7 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X + 1,Y - 1:Y = Y - 1:X = X +
    1: RETURN
910 REM
950 IF Y - 1 > 11 AND X + 1 < 27
    3 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X + 1,Y - 1:Y = Y - 1:X = X +
    1: RETURN
953 IF Y - 1 > 11 AND X + 1 = 27
    3 THEN X = 87 + Y:Y = 185:P =
    0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
```

```
965 IF Y - 1 < 12 AND X + 1 < 18
    7 THEN Y = X + 8:X = 4:P = 0
    : XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
970 IF Y - 1 < 12 AND X + 1 < 27
    3 THEN X = X - 185 + Y:Y = 1
    85:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

980 REM IF Y - 1 > 11 AND X + 1
    = 27          9 THEN X = 9
    0 + Y:Y = 186:P =
    0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

990 REM
1000 REM
1010 REM
1050 IF Y + 1 < 186 AND X - 1 >
    3 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X - 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X -
    1: RETURN
1060 IF X - 1 < 4 AND Y + 1 > 11
    THEN X = Y - 8:Y = 12:P = 0
    : XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1070 IF X - 1 < 96 AND Y + 1 > 1
    85 THEN X = X + Y - 12:Y = 1
    2:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1080 IF X - 1 > 96 AND Y + 1 > 1
    85 THEN Y = X - 87:X = 272:P
    = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1090 REM
1095 VTAB (17): HTAB (8): PRINT
    "? = USER'S MANUAL"
1100 REM
1140 IF X - 1 > 3 AND Y - 1 > 11
    AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X - 1,Y - 1:X = X - 1:Y = Y -
    1: RETURN
1150 IF X - 1 < 4 AND Y - 1 < 12
    THEN Y = 186:X = 192 - Y +
    X:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1160 IF X - 1 < 90 AND Y - 1 < 1
    2 THEN X = 185 - Y + X:Y = 1
    85:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1165 IF X - 1 > 89 AND Y - 1 < 1
    2 THEN Y = 288 - X:X = 272:P
    = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
```

```
1170 IF X - 1 < 4 AND Y + 1 > 11
      THEN X = 192 - Y:Y = 185:P =
0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1180 REM
1190 REM
1230 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 <
      273 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
X + 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X +
1: RETURN
1240 IF Y + 1 > 185 AND X + 1 <
      189 THEN Y = 189 - X:X = 4:P
= 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1250 IF Y + 1 > 185 AND X + 1 <
      273 THEN X = X - Y + 12:Y =
12:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1260 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 =
      273 THEN X = 284 - Y:Y = 12:
P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1270 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 <
      273 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
X + 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X +
1: RETURN
2000 TEXT : HOME
2010 PRINT "1 = 2.5 CM.": PRINT
2020 PRINT "2 = 1.4 CM.": PRINT
2030 PRINT "3 = 1.1 CM.": PRINT
2040 PRINT "4 = 0.9 CM.": PRINT
2050 PRINT "5 = 0.6 CM.": PRINT
2060 PRINT "6 = TRANSISTER TR
      IANGULAR HORIZONTAL": PRINT
2065 PRINT "7 = TRANSISTER TR
      IANGULAR VERTICAL": PRINT
2070 PRINT "8 = TRANSISTER IN
      LINE HORIZONTAL": PRINT
2075 PRINT "9 = TRANSISTER IN
      LINE VERTICAL": PRINT
2080 PRINT "PRESS ANY KEY TO CON
      TINUE"
```

```
2090 GET B$
2095 POKE 49232,0: POKE 49239,0:
      POKE 49234,0: POKE 49237,0:
      XDRAW 1 AT X,Y
2100 GET B$
2110 IF B$ = "1" THEN Z = 40: GOTO
      2290
2120 IF B$ = "2" THEN Z = 22: GOTO
      2290
2130 IF B$ = "3" THEN Z = 17: GOTO
      2290
2140 IF B$ = "4" THEN Z = 14: GOTO
      2290
2150 IF B$ = "5" THEN Z = 10: GOTO
      2290
2160 IF B$ = "6" THEN X1 = 2:Y1 =
      4:X2 = - 4:Y2 = 0:Z = 1: GOTO
      2210
2170 IF B$ = "7" THEN X1 = 4:Y1 =
      - 2:X2 = 0:Y2 = 4:Z = 2: GOTO
      2210
2180 IF B$ = "8" THEN X1 = 4:Y1 =
      0:X2 = 4:Y2 = 0:Z = 2: GOTO
      2210
2190 IF B$ < > "9" THEN 2100
2200 X1 = 0:Y1 = - 4:X2 = 0:Y2 =
      - 4:Z = 1
2210 BF = X:BG = Y: XDRAW 1 AT X,
      Y: XDRAW 2 AT X,Y
2220 X3 = X + X1:Y3 = Y + Y1
2230 X4 = X3 + X2:Y4 = Y3 + Y2
2231 IF X3 < 2 OR X3 > 278 OR Y3
      < 10 OR Y3 > 179 THEN 2480
2232 IF X4 < 2 OR X4 > 278 OR Y4
      < 10 OR Y4 > 179 THEN 2480
2233 XDRAW 2 AT X3,Y3
2234 XDRAW 2 AT X4,Y4
2240 GET B$
2250 IF ASC (B$) = 13 THEN 2480

2260 IF B$ < > "R" THEN 2240
2270 XDRAW 2 AT X3,Y3: XDRAW 2 AT
      X4,Y4
2280 IF Z = 1 THEN Y1 = Y1 * ( -
      1):Y2 = Y2 * ( - 1)
2285 IF Z = 2 THEN X1 = X1 * ( -
      1):X2 = X2 * ( - 1)
2286 GOTO 2220
```

```
2290 BF = X:BG = Y: XDRAW 1 AT X,  
Y  
2291 IF X + Z < 0 OR X + Z > 279  
THEN 2410  
2292 XDRAW 2 AT X,Y  
2300 XDRAW 2 AT X + Z,Y  
2310 GET B$  
2320 IF ASC (B$) = 13 THEN 2410  
  
2330 IF B$ < > "R" THEN 2310  
2335 IF Y - Z < 10 OR Y - Z > 17  
9 THEN 2410  
2340 XDRAW 2 AT X + Z,Y:Z = INT  
(Z * 0.9)  
2350 XDRAW 2 AT X,Y - Z  
2360 GET B$  
2370 IF ASC (B$) = 13 THEN 2410  
  
2380 IF B$ < > "R" THEN 2360  
2390 XDRAW 2 AT X,Y - Z:Z = INT  
(Z / 0.9)  
2395 IF X - Z < 0 OR X - Z > 279  
THEN 2410  
2400 XDRAW 2 AT X - Z,Y  
2410 XDRAW 1 AT BF,BG: RETURN  
2480 X = BF:Y = BG: XDRAW 1 AT X,  
Y: RETURN  
5300 REM PRINT STRING  
5400 L = LEN (AA$)  
5500 FOR J = 1 TO L:KE$ = MID$  
(AA$,J,1): GOSUB 6400  
5550 ZZ = ASC (KE$) * 8 + 24620  
5600 FOR I = 1 TO 8  
5700 VLE = PEEK (ZZ + I): IF IV =  
1 THEN VLE = 255 - VLE  
5800 POKE ADDR,VLE  
5900 ADDR = ADDR + 1024  
6000 NEXT I  
6100 X = X + 7  
6300 NEXT J:IV = 0: RETURN  
6400 XI = INT (X / 7)  
6500 T = 16384 + INT (Y / 64) *  
40
```

```
6600 T1 = Y - INT (Y / 64) * 64
6700 T2 = INT (T1 / 8) * 128 + T
6800 T3 = T1 - INT (T1 / 8) * 8
6900 ADDR = T2 + T3 * 1024 + XI
7000 RETURN
7100 REM IC PATTERNS
7105 S = VAL (B$)
7110 Z = 11: IF S > 4 THEN Z = 22
7120 NU = 4: IF S = 2 THEN NU = 7
      : GOTO 7180
7130 IF S = 3 THEN NU = 8: GOTO
      7180
7140 IF S = 4 THEN NU = 10: GOTO
      7180
7150 IF S = 5 THEN NU = 12: GOTO
      7180
7160 IF S = 6 THEN NU = 14: GOTO
      7180
7170 IF S = 7 THEN NU = 20
7180 FOR I = 0 TO 1: FOR J = 0 TO
      NU - 1
7190 YY = Y - I * Z: IF YY < 3 THEN
      I = 1: GOTO 7220
7200 IF X + J * 4 > 276 THEN J =
      NU - 1: GOTO 7220
7210 XDRAW 3 AT X + J * 4,YY
7220 NEXT J: NEXT I: GOTO 190
8000 FOR I = 0 TO 4: IF X + I *
      4 > 276 OR Y < 20 THEN I = 4
      : GOTO 8020
8010 XDRAW 4 AT X + I * 4,Y
8020 NEXT I: GOTO 190
```

]LIST โปรแกรมการทำซิลสกรีน

```

1 D$ = CHR$ (4): PRINT D$;"BLOAD
      PATTERN,A$6000,D
      1"
2 HGR2 : TEXT : HOME : INPUT "SO
      URCE FILENAME = ";B$: PRINT

3 B$ = "BLOAD " + B$ + ",A$4000"
4 INPUT "DRIVE NUMBER = ";I$
5 B$ = B$ + ",D" + I$
6 PRINT D$;B$
7 POKE 232,0: POKE 233,96: HCOLOR=
      3
8 AA$ = "*** SILK SCREEN ***": GOSUB
      5400: TEXT
10 PRINT D$;"BLOAD PATTERN1,A$60
      00,D1"
20 HOME : VTAB (2): HTAB (10): PRINT
      " SILK SCREEN "
30 VTAB (3): HTAB (12): PRINT "-
      -----"
40 VTAB (5): HTAB (8): PRINT "J
      = LEFT L = RIGHT"
50 VTAB (7): HTAB (8): PRINT "I
      = UP K = DOWN"
55 VTAB (9): HTAB (8): PRINT "U
      = LEFT UP O = RIGHT UP"
57 VTAB (11): HTAB (8): PRINT "N
      = LEFT DOWN '.' = RIGHT DOW
      N"
68 VTAB (13): HTAB (8): PRINT "E
      = EXIT TO MAIN MENU"

69 VTAB (15): HTAB (8): PRINT "?
      = USER'S HELP KEY"
70 VTAB (23): HTAB (8): FLASH : PRINT
      "ANYKEY FOR SILK SCREEN": NORMAL
      : GET I$
71 HOME : PRINT "1-3 = TRANSIS
      TER 4-5 = BLOCK"
72 PRINT : PRINT "6 = PLUS S
      IGN 7 = DIODE"
73 PRINT : PRINT "8 = RESIST
      ER 9 = INDUCTOR"
74 PRINT : PRINT "Q = CAPACI
      TOR W = IC1"
75 PRINT : PRINT "A = IC2
      S = DOT"
80 PRINT : PRINT "R = ROTATE
      "

```

```
100 VTAB (23): HTAB (8): FLASH :  
    PRINT "ANYKEY FOR SILK SCRE  
    EN": NORMAL : GET I$  
110 REM : INFORMATOIN :  
120 REM : PLOT POINT :  
140 A = PEEK (49232):A = PEEK (  
    49239):A = PEEK (49234):A =  
    PEEK (49237): HCOLOR= 3: SCALE=  
    1  
150 POKE - 16302,0  
160 HPLOT 0,8 TO 276,8 TO 276,18  
    9 TO 0,189 TO 0,8  
170 X = 6:Y = 183  
180 XDRAW 1 AT X,Y  
190 GET B$: IF B$ > "0" AND B$ <  
    = "9" THEN 7100  
191 IF B$ = "Q" THEN S = 11: GOTO  
    7110  
192 IF B$ = "W" THEN S = 12: GOTO  
    7110  
193 IF B$ = "A" THEN S = 13: GOTO  
    7110  
194 IF B$ = "S" THEN S = 14: GOTO  
    7110  
200 IF B$ = "?" THEN TEXT : XDRAW  
    1 AT X,Y: GOTO 20  
210 IF B$ = "I" THEN XDRAW 1 AT  
    X,Y: GOSUB 350  
220 IF B$ = "J" THEN XDRAW 1 AT  
    X,Y: GOSUB 440  
230 IF B$ = "L" THEN XDRAW 1 AT  
    X,Y: GOSUB 540  
240 IF B$ = "K" THEN XDRAW 1 AT  
    X,Y: GOSUB 620  
250 IF B$ = "O" THEN XDRAW 1 AT  
    X,Y: GOSUB 900  
260 IF B$ = "U" THEN XDRAW 1 AT  
    X,Y: GOSUB 1090  
270 IF B$ = "N" THEN XDRAW 1 AT  
    X,Y: GOSUB 990  
280 IF B$ = "." THEN XDRAW 1 AT  
    X,Y: GOSUB 1180  
290 IF B$ = "E" THEN GOSUB 660  
330 IF B$ = " " THEN XDRAW 2 AT  
    X,Y + 1  
340 GOTO 190  
350 REM : MOVE UP :
```

```
390 IF Y - 3 > 11 AND P = 0 THEN
      XDRAW 1 AT X,Y - 3:Y = Y -
3: RETURN
400 Y = 186:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y
      : RETURN
410 XDRAW 1 AT X,Y - 3
420 REM
430 REM : END MOVE UP :
440 REM : MOVE LEFT : "
480 IF X - 3 > 3 AND P = 0 THEN
      XDRAW 1 AT X - 3,Y:X = X -
3: RETURN
490 P = 0:X = 272: XDRAW 1 AT X,Y
      : RETURN
500 REM
510 REM : END MOVE LEFT :
540 IF X + 3 < 273 AND P = 0 THEN
      XDRAW 1 AT X + 3,Y:X = X +
3: RETURN
560 P = 0:X = 4: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
570 REM
580 REM : END MOVE RIGHT : "
620 IF Y + 3 < 187 AND P = 0 THEN
      XDRAW 1 AT X,Y + 3:Y = Y +
3: RETURN
630 P = 0:Y = 12: XDRAW 1 AT X,Y:
      RETURN
640 REM
650 REM : END MOVE DOWN :
660 REM
670 REM : SAVE PROGRAM :
680 REM
690 XDRAW 1 AT X,Y
700 HOME : TEXT : HTAB (5): VTAB
(20): PRINT "SAVE.....<Y/N>
";: GET W$
710 IF W$ = "Y" THEN 730
720 IF W$ = "N" THEN PRINT W$:X
= 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR WQ
= 1 TO 20: GOSUB 5400: NEXT
WQ: PRINT D$;"BRUN MENU,D1"
725 GOTO 700
730 HTAB (5): VTAB (22): INPUT "
SAVE FILE.....NAME ";C$
732 HTAB (5): INPUT "DRIVE NUMBE
R..";DR$
735 IF LEFT$ (C$,1) < CHR$ (65
) OR LEFT$ (C$,1) > CHR$ (
90) THEN 700
```

```
736 X = 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR WQ
    = 1 TO 20: GOSUB 5400: NEXT
    WQ
740 F$ = ",A$4000,L8192":E$ = " B
    SAVE ":NA$ = E$ + C$ + F$ +
    ",D" + DR$: PRINT D$;NA$: PRINT
    D$;"BRUN MENU,D1"
750 REM : END SAVE PROGRAM :
760 REM
770 REM
900 REM
905 IF Y - 1 > 11 AND X + 1 < 18
    7 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X + 1,Y - 1:Y = Y - 1:X = X +
    1: RETURN
910 REM
950 IF Y - 1 > 11 AND X + 1 < 27
    3 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X + 1,Y - 1:Y = Y - 1:X = X +
    1: RETURN
953 IF Y - 1 > 11 AND X + 1 = 27
    3 THEN X = 87 + Y:Y = 185:P =
    0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
965 IF Y - 1 < 12 AND X + 1 < 18
    7 THEN Y = X + 8:X = 4:P = 0
    : XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
970 IF Y - 1 < 12 AND X + 1 < 27
    3 THEN X = X - 185 + Y:Y = 1
    85:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
980 REM IF Y - 1 > 11 AND X + 1
    = 27 9 THEN X = 9
    0 + Y:Y = 186:P =
    0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
990 REM
1000 REM
1010 REM
1050 IF Y + 1 < 186 AND X - 1 >
    3 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X - 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X -
    1: RETURN
1060 IF X - 1 < 4 AND Y + 1 > 11
    THEN X = Y - 8:Y = 12:P = 0
    : XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1070 IF X - 1 < 96 AND Y + 1 > 1
    85 THEN X = X + Y - 12:Y = 1
    2:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1080 IF X - 1 > 96 AND Y + 1 > 1
    85 THEN Y = X - 87:X = 272:P
    = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
```

```
1090 REM
1095 VTAB (17): HTAB (8): PRINT
    "? = USER'S MANUAL"
1100 REM
1140 IF X - 1 > 3 AND Y - 1 > 11
    AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X - 1,Y - 1:X = X - 1:Y = Y -
    1: RETURN
1150 IF X - 1 < 4 AND Y - 1 < 12
    THEN Y = 186:X = 192 - Y +
    X:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1160 IF X - 1 < 90 AND Y - 1 < 1
    2 THEN X = 185 - Y + X:Y = 1
    85:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1165 IF X - 1 > 89 AND Y - 1 < 1
    2 THEN Y = 288 - X:X = 272:P
    = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1170 IF X - 1 < 4 AND Y + 1 > 11
    THEN X = 192 - Y:Y = 185:P =
    0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1180 REM
1190 REM
1230 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 <
    273 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X + 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X +
    1: RETURN
1240 IF Y + 1 > 185 AND X + 1 <
    189 THEN Y = 189 - X:X = 4:P
    = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1250 IF Y + 1 > 185 AND X + 1 <
    273 THEN X = X - Y + 12:Y =
    12:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1260 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 =
    273 THEN X = 284 - Y:Y = 12:
    P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1270 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 <
    273 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
    X + 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X +
    1: RETURN
2720 IF W$ = "N" THEN PRINT W$:
    X = 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR W
    Q = 1 TO 20: GOSUB 5400: NEXT
    WQ: PRINT D$;"BRUN MENU,D1"
```

```
5300 REM PRINT STRING
5400 L = LEN (AA$)
5500 FOR J = 1 TO L:KE$ = MID$
      (AA$,J,1): GOSUB 6400
5550 ZZ = ASC (KE$) * 8 + 24620
5600 FOR I = 1 TO 8
5700 VLE = PEEK (ZZ + I): IF IV =
      1 THEN VLE = 255 - VLE
5800 POKE ADDR,VLE
5900 ADDR = ADDR + 1024
6000 NEXT I
6100 X = X + 7
6300 NEXT J:IV = 0: RETURN
6400 XI = INT (X / 7)
6500 T = 16384 + INT (Y / 64) *
      40
6600 T1 = Y - INT (Y / 64) * 64
6700 T2 = INT (T1 / 8) * 128 + T

6800 T3 = T1 - INT (T1 / 8) * 8
6900 ADDR = T2 + T3 * 1024 + XI
7000 RETURN
7100 S = VAL (B$) + 1
7110 RT = 0: XDRAW S AT X,Y
7120 GET B$: IF ASC (B$) = 13 THEN
      ROT= 0: GOTO 190
7130 IF B$ < > "R" THEN 7120
7140 XDRAW S AT X,Y
7150 RT = RT + 16: IF RT > 64 THEN
      RT = 0
7160 ROT= RT: XDRAW S AT X,Y: GOTO
      7120
```

]LIST โปรแกรมการแสดงรูปภาพและออกเครื่องพิมพ์ ส่วนที่ 1

```
0 RUN 10
10 HOME
20 PRINT "MAXFILES1"
25 POKE 104,96: POKE 24576,0
100 ONERR GOTO 210: REM 13-NOV-
    81
102 POKE 2049,97:KB = 49152:KS =
    KB + 16: NORMAL : GR
103 POKE KS,0
160 IF PEEK (104) < > 96 THEN
    POKE 103,1: POKE 104,96: POKE
    24576,0: POKE 36873,0: PRINT
    "RUNGRAFIX
170 DR = 36864
180 POKE KS,0: IF PEEK (KB) < >
    27 THEN PRINT "BLOADGRAFIX.
    OBJ
190 POKE KS,0
200 PRINT "RUNGRAFIX PART ][
210 CALL 976: END
64000 REM
```



]LIST โปรแกรมการแสดงผลภาพและออกเครื่องพิมพ์ ส่วนที่ 2

```

100 ONERR GOTO 880: REM 21-NOV-
81
110 TEXT : HOME : FOR A = 926 TO
973: READ N: POKE A,N: NEXT
:DR = 36864: HIMEM: DR:J = FRE
(0):N = 0:KB = 49152:KS = 49
168:BE = 65338:CL = 64578:ET
$ = CHR$ (3):BS$ = CHR$ (8
):CR$ = CHR$ (13):NA$ = CHR$
(21):ES$ = CHR$ (27): DIM C
A$(20): ONERR GOTO 1050
120 N = N + 1: READ CA$(N): IF LEN
(CA$(N)) THEN 120
130 VTAB 8: HTAB 17: PRINT "Z O
O M
": HTAB 15: PRINT "G R A
F I X": VTAB 17: PRINT "
COLOR= COLOR= COLOR= COLOR=
COLOR= COLOR= COLOR= COLOR=
COLOR= COLOR= COLOR= COLOR=
COLOR= COLOR= COLOR= COLOR=
COLOR= COLOR= COLOR= COLOR=
COLOR= COLOR= COLOR= COLOR=
COLOR= COLOR=
140 POKE KS,0: GOSUB 980: VTAB 2
1: PRINT :SL = PEEK (DR + 1
0) / 16: IF SL < > PEEK (D
R + 9) - 192 OR PEEK (104) <
96 THEN 880
150 PRINT " MAKE SURE THE PRI
NTER IS READY": PRINT "
T
HEN PRESS ";: INVERSE : PRINT
"RETURN";: NORMAL : PRINT "
TO GO ON...";
160 IF PEEK (KB) = 191 THEN VTAB
21: CALL CL: VTAB 23: HTAB 1
8: PRINT PEEK (DR + 62)"/" PEEK
(DR + 63)"/" PEEK (DR + 64):
POKE KS,0
170 GOSUB 980: IF PEEK (KB) < >
141 THEN 160
180 VTAB 21: PRINT : CALL CL: HTAB
7: FLASH : PRINT " WAITING F
OR THE PRINTER... ": NORMAL
: PR# SL: PRINT CHR$ (0);: PR#
0

```

```
190 XO = 0:YO = 0:X1 = 279:Y1 = 1
    91:DH = 1:DW = 1:MA = 8:LM =
    PEEK (KB - 2058):PT = PEEK
    (DR + 12):DL = PEEK (DR + 1
    4):PW = 8:MW = PW:DP = 72:DS
    = 6: GOSUB 1770
191 LM = 0
200 GOSUB 970: PRINT "PRESS ";: INVERSE : PRINT "ESC";: NORMAL : PRINT "
    AT ANY TIME TO QUIT..."
": GOTO
    220
210 PRINT "CLOSE": GOSUB 970
220 PRINT "THIS PICTURE";:YE = 1
    : GOSUB 890: IF YE THEN 1580

230 PRINT "
SWAP SCREENS";: GOSUB
    890: IF YE THEN CALL 936: GOTO
    210
240 PRINT "
PRESS ";: INVERSE : PRINT
    "RETURN";: NORMAL : PRINT "
    ALONE TO SEE A CATALOG..."
": PRINT
    "WHAT FILE? ";: POKE PEEK (
    40) + PEEK (41) * 256 + 11,
    96: POKE - 18029,0
250 CALL 54915: POKE KS,0: WAIT
    KB,128:K = PEEK (KB): IF K =
    155 THEN 860
260 IF K < > 141 AND K < 193 THEN
    CALL BE: GOTO 250
270 INPUT "":IN$: IF IN$ = "]" THEN
    POKE 27,8: CALL DR: GOTO 21
0
```

```
280 PRINT "CLOSE": IF IN$ < "A" THEN
    TEXT : HOME : PRINT "CATALO
    G": GOTO 240
290 GOSUB 970
300 PRINT "CLOSE": POKE 49234,0:
    PRINT "BLOAD"IN$,A8192": IF
    PEEK (43617) < 31 THEN HGR
    : GOTO 1090
310 GOTO 210
320 GOSUB 970: PRINT "PRINT NEGA
    TIVE?": PRINT "
(WHITE DOTS P
    RINT BLACK) ";:YE = NOT NE:
    GOSUB 890:NE = YE: RETURN
330 GOSUB 970: PRINT "PRINT THIS
    TURNED ON ITS SIDE";:YE = NOT
    TU: GOSUB 890: IF TU = YE THEN
    RETURN
340 TU = YE: GOTO 1530
350 GOSUB 1430
360 GOSUB 970: PRINT "HOW MANY S
    PACES OF LEFT MARGIN?": PRINT
    "
(0.." INT (MM / 2)".."MM"):
    ";:N = MA: GOSUB 1100: IF N
    < 0 OR N > MM THEN CALL BE
    : GOTO 360
370 IF PEEK (DR + 21) = 10 AND
    N > 99 THEN N = 99
380 MA = N: RETURN
390 GOSUB 970: PRINT "PRINT WIDT
    H OF YOUR PAPER, IN INCHES?
    (1.." INT (MW + .9)" ) ";:N
    = PW: GOSUB 1100: IF N < 1 THEN
    CALL BE: GOTO 390
400 IF N > MW THEN N = MW
410 PW = N: RETURN
420 GOSUB 970: PRINT "END-OF-LIN
    E DELAY, IN FOURTHS OF A": PRINT
    "
SECOND? (0..255) ";:N = DL:
    GOSUB 1100: IF N < 0 OR N >
    255 THEN CALL BE: GOTO 420
430 DL = N: RETURN
440 OH = DH:OW = DW
```

```
450 GOSUB 970: PRINT "HOW MANY P
RINTER-DOTS ";: INVERSE : PRINT
"HIGH";: NORMAL : PRINT " SH
OULD EACH": PRINT "
SCREEN-DO
  T BE PRINTED? ";:N = DH: GOSUB
  1100: IF N > 255 THEN 450
460 IF N < 1 THEN 450
470 DH = N
480 GOSUB 970: PRINT "HOW MANY P
RINTER-DOTS ";: INVERSE : PRINT
"WIDE";: NORMAL : PRINT " SH
OULD EACH": PRINT "
SCREEN-DO
  T BE PRINTED? ";:N = DW: GOSUB
  1100: IF N > 255 THEN 450
490 IF N < 1 THEN 450
500 DW = N: IF DH = OH AND DW = O
  W THEN RETURN
510 GOTO 1530
520 GOSUB 1240
530 GOSUB 1530
540 GOSUB 1410: GOSUB 970: PRINT
"TOP LEFT="X0", "Y0"  BOTTOM
  RIGHT="X1", "Y1
550 PRINT "
IS THIS OK";:YE = -
  1: GOSUB 890: IF YE > 0 THEN
  POKE 7,1: CALL DR:BO = LM: GOTO
  1430
560 OL = Y0: GOSUB 970: IF YE < 0
  THEN 710
570 GOSUB 970: PRINT "  TOP LIN
  E TO PRINT? (0..191) ";:N =
  Y0: GOSUB 1100: IF N > 191 THEN
  CALL BE: GOTO 570
580 IF Y1 < Y0 THEN Y1 = 191: GOSUB
  1430
590 IF N < 0 THEN 530
600 Y0 = N: IF Y1 < N THEN Y1 = 1
  91
610 IF Y0 < > OL THEN GOSUB 14
  10
620 OL = Y1:HI = Y0 + MY: IF HI >
  191 THEN HI = 191
630 PRINT "BOTTOM LINE TO PRINT?
  ("Y0".. "HI") ";:N = Y1: GOSUB
  1100: IF N < 0 THEN 560
```

```
640 IF Y0 > N OR HI < N THEN CALL
    BE: GOTO 630
650 Y1 = N: IF Y1 < > OL THEN GOSUB
    1410
660 OL = X0
670 PRINT "      LEFTMOST COLUMN?
    (0..279) ";:N = X0: GOSUB 1
    100: IF N < 0 THEN GOSUB 97
    0: GOTO 620
680 IF N > 279 THEN CALL BE: GOTO
    670
690 X0 = N: IF X1 < N THEN X1 = 2
    79: GOSUB 1430
700 IF X0 < > OL THEN GOSUB 14
    10
710 HI = X0 + MX: IF HI > 279 THEN
    HI = 279
720 PRINT "      RIGHTMOST COLUMN?
    ("X0".. "HI") ";:N = X1: GOSUB
    1100: IF N < 0 THEN GOSUB 9
    70: GOTO 660
730 IF X0 > N OR HI < N THEN CALL
    BE: GOTO 720
740 X1 = N: GOTO 540
750 GOSUB 970: PRINT "INTENSITY?
    (0..7) ";:N = PEEK (53008)
    : GOSUB 1100: IF N < 0 THEN
    RETURN
760 IF N > 7 THEN N = 7
770 POKE 53008,N: RETURN
780 GOSUB 1410: GOSUB 970: PRINT
    "OK TO PRINT THIS PICTURE ";
    : IF NE THEN PRINT "NEGA";
790 IF NOT NE THEN PRINT "POSI
    ";
800 PRINT "TIVE, IN
    ": PRINT DH"
    X "DW" PROPORTIONS";:YE = 1:
    GOSUB 890: POKE 7,1: CALL D
    R:BO = LM
810 IF NOT YE THEN 1580
820 POKE 30,X1 - (X1 > 255) * 25
    6: POKE 31,(X1 > 255)
830 POKE 28,X0 - (X0 > 255) * 25
    6: POKE 29,(X0 > 255)
840 POKE 6,DH: POKE 7,DW: POKE 2
    5,Y0: POKE 26,Y1
850 POKE 27,128 * NE + 64 * TU +
    LM: POKE 24,MA: POKE 8,DLAY:
    CALL DR: GOSUB 1320
```

```
860 IF BO THEN POKE 7,1: CALL D
R:BO = LM
870 CALL 54915: GOSUB 970: POKE
47507,174: PRINT "QUIT";:YE =
0: GOSUB 890: IF NOT YE THEN
210
880 PRINT : PRINT CHR$ (4);"BRU
N HELLO"
890 PRINT "? (Y/N) N"BS$;: IF YE
> 0 THEN PRINT "Y"BS$;
900 POKE KS,0: GET IN$: IF IN$ =
ES$ OR IN$ = ET$ THEN 860
910 IF IN$ = CR$ OR IN$ = NA$ THEN
950
920 IF YE < 0 AND IN$ = BS$ THEN
960
930 IF IN$ < > "Y" AND IN$ < >
"N" THEN CALL BE: GOTO 900
940 YE = IN$ = "Y"
950 YE = YE > 0: IF YE THEN PRINT
"YES": RETURN
960 PRINT "NO": RETURN
970 POKE 34,0: HOME : POKE 34,20
: VTAB 22: POKE 49239, PEEK
(49235) OR PEEK (49232): RETURN

980 N = NOT N:A$ = "%%":: IF N THEN
A$ = " "
990 POKE - 25150,18: FOR D = 0 TO
9: FOR B = 1 TO 20 STEP 19: VTAB
B: HTAB D + D + 1: PRINT A$;
: HTAB 39 - D - D: PRINT A$;
: NEXT
1000 FOR A = 1 TO 39 STEP 38: VTAB
D + 1: HTAB A: PRINT A$;: VTAB
20 - D: HTAB A: PRINT A$;: NEXT
: IF PEEK (KB) = 155 THEN 8
80
1010 NEXT : NORMAL : RETURN
1020 DATA 104,168,104,166,223,15
4,72,152,72,96,169,0,168,133
,252,133,254,169,32,133,253,
10,133,255,177,254,170,177,2
52,145,254,138,145,252,200,2
08,243,230,253,230,255,165,2
53,201,64,208,233,96
1030 DATA APPLE CENTRONICS CARD,
APPLE COM CARD,APPLE PARALLE
L CARD,APPLE SERIAL CARD,APP
LE /// RS232 PORT,CCS 7710,C
CS 7720,CCS 7728,EPSON APL,I
.S. EP-12,K-T CARD
```

```
1040 DATA CPS CARD (PARALLEL),CP
      S CARD (SERIAL),MPI PARALLEL
      ,AIO CARD (PARALLEL),AIO CAR
      D (SERIAL),TYMAC CARD,
1050 CALL 926: IF PEEK (222) >
      15 OR PEEK (219) = 6 THEN 8
      60
1060 IF N < 0 THEN 880
1070 IF LEFT$ (IN$,4) = "PIC." THEN
      IN$ = MID$ (IN$,5) + ".PIC"
      : GOTO 300
1080 IF LEFT$ (IN$,4) < > "PIC
      ." AND RIGHT$ (IN$,4) < >
      ".PIC" THEN IN$ = "PIC." + I
      N$: GOTO 300
1090 GOSUB 970: PRINT "BAD FILE!
      ": FOR J = 0 TO 999: NEXT : GOTO
      240
1100 NN = PEEK (36): PRINT N;: POKE
      36,NN:B = PEEK (40) + PEEK
      (41) * 256 + NN:NN = 0:J = 0
1110 SC = PEEK (B + J): POKE B +
      J,SC - 64
1120 WAIT KB,128:K = PEEK (KB):
      POKE KS,0: IF K = 155 THEN
      860
1130 IF K = 136 THEN 1210
1140 IF K = 141 THEN 1190
1150 IF J > 3 THEN 1230
1160 IF K = 149 THEN K = SC
1170 IF K < 176 OR K > 185 THEN
      1230
1180 POKE B + J,K:J = J + 1:NN =
      NN * 10 + K - 176: GOTO 1110
1190 IF J THEN N = NN
1200 CALL CL: PRINT N: RETURN
1210 IF J < 1 THEN N = - 1: GOTO
      1200
1220 POKE B + J,SC:NN = INT (NN
      / 10):J = J - 1: GOTO 1110
1230 CALL BE: GOTO 1120
1240 TEXT : HOME : PRINT " Y=0
      ^": FOR NN = 1 TO 22: PRINT
      " !": NEXT : PRINT "Y=1
      91 V";
1250 VTAB 3: PRINT : PRINT "X=0"
      ;: HTAB 36: PRINT "X=279": PRINT
      "<-----+----->"
      ----->";
```

```
1260 POKE 32,10: POKE 33,30: VTAB
10: PRINT "NOTE THAT THE COO
RDINATES ON ": PRINT "THE A
PPLE SCREEN START WITH ": PRINT
"ZERO IN THE ";
1270 INVERSE : PRINT "UPPER LEFT
";: NORMAL : PRINT " CORNER,
": PRINT "INCREASING UP TO T
HE MAXIMUM": PRINT : PRINT "
VALUES SHOWN.
1280 VTAB 24: PRINT " PRESS "
;: INVERSE : PRINT "RETURN";
: NORMAL : PRINT " TO CONTIN
UE";: POKE KS,0
1290 K = PEEK (KB): IF K = 155 THEN
860
1300 IF K < > 141 THEN 1290
1310 POKE KS,0: TEXT : GOTO 970
1320 GOSUB 970: PRINT "PRESS: ";
: INVERSE : PRINT "L";: NORMAL
: PRINT " TO LINEFEED, ";: INVERSE : PRINT "F";: NORMAL : PRINT "
FORMFEED,
1330 PRINT : HTAB 8: INVERSE : PRINT
"RETURN";: NORMAL : PRINT "
TO GO ON... ";:N = DR + 3
1340 POKE KS,0: GET IN$: IF IN$ =
"F" THEN POKE 9,12: CALL N
1360 IF IN$ = "L" THEN POKE 9,1
0: CALL N: IF PEEK (DR + 21
) = 6 THEN POKE 9,27: CALL
N: POKE 9,67: CALL N: POKE 9
,66: CALL N
1380 IF IN$ = ES$ OR IN$ = ET$ THEN
860
1390 IF IN$ < > CR$ THEN 1340
1400 RETURN
1410 GOSUB 1430: POKE 30,X1 - (X
1 > 255) * 256: POKE 31,(X1 >
255): POKE 28,X0 - (X0 > 255
) * 256: POKE 29,(X0 > 255)
1420 POKE 27,LM + 16: POKE 7,19:
POKE 25,Y0: POKE 26,Y1: CALL
DR:BO = 1: POKE 49235,0: RETURN

1430 IF BO THEN POKE 7,1: CALL
DR:BO = LM
1440 MD = DP * PW: IF DW < 1 THEN
DW = 1
```

```
1450 MY = 191: IF TU THEN MY = INT
      (MD / DH) - 1: IF MY > 191 THEN
      MY = 191
1460 MX = 279: IF NOT TU THEN MX
      = INT (MD / DW) - 1: IF MX
      > 279 THEN MX = 279
1470 IF Y1 - YO > MY THEN Y1 = Y
      0 + MY
1480 IF X1 - XO > MX THEN X1 = X
      0 + MX
1490 IF TU THEN MM = INT ((MD -
      (Y1 - YO + 1) * DH) / DS)
1500 IF NOT TU THEN MM = INT (
      (MD - (X1 - XO + 1) * DW) /
      DS)
1510 IF MA > MM THEN MA = MM
1520 RETURN
1530 GOSUB 1430: IF NOT (XO OR
      YO OR X1 < 279 OR Y1 < 191) THEN
      RETURN
1540 GOSUB 1410: GOSUB 970: PRINT
      "DO YOU WANT TO RESET THE ZO
      OM WINDOW TO
      THE FULL SCREEN
      ";:YE = (YO = 0 AND Y1 = 191
      AND XO = 0 AND X1 = 279): GOSUB
      890: IF YE < 1 THEN RETURN
1550 XO = 0:YO = 0:X1 = XO + MX:Y
      1 = YO + MY: GOSUB 1430: IF
      Y1 < 191 OR X1 < 279 THEN 54
      0
1560 RETURN
1570 PRINT "RUNGRAFIX SET-UP
1580 IF BO THEN BO = LM: POKE 7,
      1: CALL DR
1590 POKE 34,0: HOME : GOSUB 143
      0: POKE 49233,0: PRINT " 0)
      ";: INVERSE : PRINT "PRINT W
      ITH THESE SETTINGS": NORMAL
      : PRINT "
      1) ";: IF NE THEN
      PRINT "NEGATIVE (OPPOSITE O
      F SCREEN)
1600 IF NOT NE THEN PRINT "POS
      ITIVE (SAME AS SCREEN)
1610 PRINT "
      2) ";: IF TU THEN PRINT
      "ROTATED
```

```
1620 IF NOT TU THEN PRINT "UPR
      IGH
1630 PRINT "
      3) SIZE: "DH" HIGH
          X "DW" WIDE
1640 PRINT "
      4) ZOOM WINDOW: "X0
          ", "Y0" TO "X1", "Y1
1650 PRINT "
      5) LEFT MARGIN: "MA
          " SPACES (0.." INT (MM / 2)"
          .."MM")
1660 PRINT "
      6) PRINT WIDTH: "PW
          " INCHES
1670 PRINT "
      7) DELAY: "DL / 4; LEFT$
          (" SECONDS", 7 + (DL < > 4))
1680 PRINT "
      8) PRINTER: ";; IF
          PT = 6 THEN PRINT "SILENTYP
          E IN SLOT "SL: GOTO 1700
1690 PRINT PR$: HTAB 5: PRINT CA
          $( PEEK (DR + 11))", SLOT "S
          L
1700 PRINT "
      9) LINEFEED OR FORM
          FEED THE PRINTER
1710 IF PT = 6 THEN POKE 49152 +
          SL * 256, PEEK (53247): PRINT
          "
10) INTENSITY: " PEEK (5300
          8)
1720 ONERR GOTO 1050
1730 VTAB 23: POKE 34, 23: HOME :
          PRINT "SELECT 0-"9 + (PT =
          6)" OR ";; INVERSE : PRINT "
          ESC";; NORMAL : PRINT ": ";
1740 N = 0: GOSUB 1100: IF N < 0 OR
          N > 9 + (PT = 6) THEN CALL
          BE: HOME : GOTO 1720
1750 IF N = 10 THEN GOSUB 750: GOTO
          1580
1760 ON N + 1 GOSUB 780, 320, 330,
          440, 520, 350, 390, 420, 1570, 132
          0: GOTO 1580
1770 POKE - 25150, 18: ON PT GOTO
          1780, 1790, 1800, 1810, 1820, 183
          0, 1840, 1850, 1860, 1870, 1880, 1
          890, 1900, 1910, 1920, 1930, 1930
          , 1940, 1950; 1960, 1970, 2000, 19
          80, 1990: RETURN
```

```
1780 PR$ = "IDS 225":MW = 7.5:PW =  
      MW: RETURN  
1790 PR$ = "IDS 440":DP = 64.2: RETURN  
1800 PR$ = "IDS 445":DP = 64.2: RETURN  
1810 PR$ = "IDS 460":DP = 84:DS =  
      7: RETURN  
1820 GOSUB 1810:PR$ = "IDS 560":  
      MW = 13.125: RETURN  
1830 DP = 66:MW = 7.75:PW = MW: RETURN  
  
1840 PR$ = "EPSON MX-70":DP = 60:  
      DS = 10: RETURN  
1850 PR$ = "EPSON MX-80":DP = 120  
      :DS = 10: RETURN  
1860 GOSUB 1850:PR$ = "EPSON MX-  
      100":MW = 13.6: RETURN  
1870 PR$ = "NEC PC-8023":DP = 80:  
      DS = 8: RETURN  
1880 PR$ = "MPI 88G":DP = 75: RETURN  
  
1890 GOSUB 1880:PR$ = "MPI89G": RETURN  
1900 PR$ = "PROWRITER":DP = 80:DS  
      = 8: RETURN  
1910 PR$ = "DIABLO":DP = 60:MW =  
      14: RETURN  
1920 PR$ = "XEROX":DP = 60:MW = 1  
      4: RETURN  
1930 :PR$ = "SPINWRITER":DP = 60:  
      MW = 14: RETURN  
1940 PR$ = "ANADEx 9000":DP = 60:  
      DS = 10: RETURN  
1950 PR$ = "ANADEx 9001":DP = 75:  
      DS = 10: RETURN  
1960 PR$ = "ANADEx 9500":DP = 60:  
      DS = 10:MW = 13.2: RETURN  
1970 PR$ = "ANADEx 9501":DP = 75:  
      DS = 10:MW = 13.2: RETURN  
1980 PR$ = "STARWRITER":DP = 60:M  
      W = 14: RETURN  
1990 PR$ = "QUME":DP = 60:MW = 14  
      : RETURN  
64000 REM
```

]LIST โปรแกรมโมคตัวอักษร

```
10 PRINT CHR$(4);"BLOAD USAGE.  
   .GEN,A$6000"  
15 GOSUB 500  
20 GOSUB 800  
30 FOR Y = 16 TO 176 STEP 8  
40 FOR X = 7 TO 266 STEP 7  
50 GOSUB 250: REM TRANSFER CO-0  
   RDINATE TO ADDRESS  
60 GOSUB 320  
70 GET KE$  
80 IF ASC (KE$) = 2 THEN FLAG =  
   0  
90 IF ASC (KE$) = 8 THEN POKE  
   CUR,ODTA: GOSUB 360: GOTO 23  
   0  
100 IF ASC (KE$) = 9 THEN CFLAG  
   = 1  
110 IF ASC (KE$) = 13 THEN POKE  
   CUR,ODTA: GOSUB 430: GOTO 23  
   0  
120 IF ASC (KE$) = 14 THEN CFLA  
   G = 0  
125 IF ASC (KE$) = 17 THEN POKE  
   CUR,ODTA: GOSUB 700  
130 IF ASC (KE$) = 19 THEN FLAG  
   = 63  
140 IF ASC (KE$) = 21 THEN POKE  
   CUR,ODTA: GOSUB 400: GOTO 23  
   0  
145 IF ASC (KE$) = 27 THEN GOSUB  
   900: GOTO 50  
150 IF ASC (KE$) < 28 THEN 70  
160 PFLAG = FLAG: IF ASC (KE$) <  
   64 THEN PFLAG = 0  
165 ZZ = (PFLAG + ASC (KE$)) * 8  
   + 16 ^ 3 * 6  
170 FOR I = 1 TO 8  
180 VLE = PEEK (ZZ + I)  
190 IF CFLAG = 1 THEN VLE = 255 -  
   VLE  
200 POKE ADDR,VLE  
210 ADDR = ADDR + 1024  
220 NEXT I  
230 NEXT X,Y  
240 GOTO 30  
250 NY = 16384 + INT (Y / 64) *  
   40
```

```
260 DUMMY = Y - INT (Y / 64) * 6
    4
270 NY = NY + 128 * INT (DUMMY /
    8)
280 NDUMMY = 1024 * (DUMMY - INT
    (DUMMY / 8) * 8)
290 NY = NY + NDUMMY: NX = INT (X
    / 7)
300 ADDR = NX + NY
310 RETURN
315 REM --MARK CURSOR--
320 CUR = ADDR + 1024 * 7
330 ODTA = PEEK (CUR): POKE CUR,
    127
340 RETURN
350 REM --BACK WARD--
360 IF X = 7 AND Y = 16 THEN X =
    X - 7: RETURN
370 IF X = 7 THEN X = 259: Y = Y -
    8: RETURN
380 X = X - 14: RETURN
390 REM --FOREWARD--
400 IF X = 266 AND Y = 176 THEN
    X = 259: RETURN
410 RETURN
420 REM --LINE FEED--
430 IF Y = 176 THEN GOTO 450
440 X = 266: RETURN
450 IF X = 7 THEN Y = 168: X = 27
    3: RETURN
460 X = X - 7: RETURN
490 REM --INPUT FILE NAME--
500 HOME : TEXT : VTAB (1): PRINT
    TAB( 13)"PRINT MESSAGES"
510 VTAB 4:N$ = "LOAD FILE FROM
    DISK": PRINT TAB( (40 - LEN
    (N$)) / 2);N$
520 VTAB 7: PRINT TAB( 5);"INPU
    T FILE NAME : "
530 VTAB 12: PRINT TAB( 5);" ?
    : CATALOG"
540 VTAB 14: PRINT TAB( 5);"RET
    URN : DEVELOP OLD GRAPHIC"
550 VTAB 16: PRINT TAB( 5);"ESC
    : CREATE NEW GRAPHIC"
555 VTAB 18: PRINT TAB( 5);"CTR
    L-H : TO SEE INSTRUCTIONS"
560 VTAB 7: HTAB 22: GET IN$: PRINT
    IN$;
570 IF IN$ = "?" THEN HOME : PRINT
    : PRINT CHR$ (4);"CATALOG":
    GET IN$: GOTO 500
```

```
580 IF IN$ = CHR$ (13) THEN RETURN

585 IF ASC (IN$) = 8 THEN GOSUB
1000: GET IN$: GOTO 500
590 IF IN$ = CHR$ (27) THEN HGR2
: RETURN
600 GET NI$: IF NI$ = CHR$ (13)
THEN 609
602 IF NI$ = CHR$ (8) AND IN$ =
"" THEN GOTO 600
604 IF NI$ = CHR$ (8) AND LEN
(IN$) = 1 THEN IN$ = "": GOTO
608
605 IF NI$ = CHR$ (8) THEN IN$ =
LEFT$ (IN$, LEN (IN$) - 1):
GOTO 608
607 IN$ = IN$ + NI$
608 PRINT NI$;: GOTO 600
609 PRINT : HTAB 5: INPUT "DRIVE
NUMBER..";DR$
610 PRINT CHR$ (4);"BLOAD ";IN$
; ",A$4000,D";DR$
620 RETURN
690 REM --QUIT--
700 TEXT : HOME
702 NE$ = "QUIT THE PROGRAM": VTAB
4: PRINT TAB( (40 - LEN (N
E$)) / 2);NE$
705 VTAB 14: PRINT TAB( 5);"Y :
YES"
706 VTAB 16: PRINT TAB( 5);"N :
NO"
707 VTAB 18: PRINT TAB( 5);"ESC
: RETURN TO OLD GRAPHIC"
710 VTAB 10: PRINT "Would you li
ke to save this program? ";:
GET IN$
720 IF IN$ < > "Y" AND IN$ < >
"N" AND IN$ < > CHR$ (27) THEN
700
730 IF IN$ = CHR$ (27) THEN GOSUB
800: GOSUB 320: RETURN
740 IF IN$ = "N" THEN 770
745 HTAB 1: CALL - 958
750 INPUT "INPUT FILE NAME TO SA
VE : ";NAME$
755 INPUT "DRIVE NUMBER..";DR$
760 PRINT CHR$ (4);"BSAVE ";NAM
E$; ",A$4000,L$2000,D";DR$
```

```
770 PRINT : PRINT CHR$ (4);"BRU
N MENU,D1"
800 A = PEEK (49232):A = PEEK (
49239):A = PEEK (49234):A =
PEEK (49237)
810 RETURN
890 REM --UP WARD--
900 POKE CUR,ODTA
905 IF Y = 16 THEN RETURN
910 Y = Y - 8: RETURN
1000 HOME : VTAB (1): HTAB (12):
PRINT "#####"
1010 VTAB (2): HTAB (12): PRINT
"#
#"
1020 VTAB (3): HTAB (12): PRINT
"# PRINT MESSAGE #"
1030 VTAB (4): HTAB (12): PRINT
"#
#"
1040 VTAB (4): HTAB (12): PRINT
"#
#"
1050 VTAB (5): HTAB (12): PRINT
"#####"
1053 VTAB (7): HTAB (3): PRINT "
ESC = MOVE UP RETURN = M
OVE DOWN"
1058 VTAB (9): HTAB (3): PRINT "
<- = MOVE LEFT -> = M
OVE RIGHT"
1060 VTAB (11): HTAB (8): PRINT
"CTRL-N = NORMAL CHARACTER
"
1070 VTAB (13): HTAB (8): PRINT
"CTRL-I = INVERSE CHARACTE
R"
1080 VTAB (15): HTAB (8): PRINT
"CTRL-B = UPPER CASE CHARA
CTER"
1085 VTAB (17): HTAB (8): PRINT
"CTRL-S = LOWER CASE CHARA
CTER"
1100 VTAB (19): HTAB (8): PRINT
"CTRL-Q = QUIT TO MAIN MEN
U"
1110 VTAB (23): HTAB (9): FLASH
: PRINT "ANY KEY TO PRINT ME
SSAGES";: NORMAL : RETURN
```

```
]LIST โปรแกรมการต่อเชื่อมระหว่างจุดควยตนเอง
0 D$ = CHR$ (4): PRINT D$;"BLOAD
  PATTERN,A$6000": POKE 232,0
  : POKE 233,96
1 AX = PEEK (16524): IF AX = 127
  THEN 20
2 TEXT : HOME : VTAB (5): HTAB (
  14): PRINT "MANUAL ROUTING":
  VTAB (6): HTAB (14): PRINT
  "-----"
3 VTAB (10): HTAB (8): PRINT "<1
  > DESIGN ALL BY MANUAL": HTAB
  (8): VTAB (12): PRINT "<2> C
  ONTINUE FROM FILE ON DISK"
5 VTAB (16): HTAB (10): PRINT "-
  - PLEASE SELECT -->";: GET U
  $
7 IF U$ = "2" THEN PRINT U$:DD =
  1: GOTO 4025
8 IF U$ = "1" THEN DD = 1: HGR2
  : GOTO 20
9 GOTO 1
20 A = PEEK (49232):A = PEEK (4
  9239):A = PEEK (49234):A =
  PEEK (49237)
30 HOME : VTAB (1): HTAB (12): PRINT
  "MANUAL ROUTING:"
35 VTAB (3): HTAB (8): PRINT "C
  = CURSOR MOVE"
40 VTAB (5): HTAB (8): PRINT "J
  = LEFT L = RIGHT"
50 VTAB (7): HTAB (8): PRINT "I
  = UP K = DOWN"
55 VTAB (9): HTAB (8): PRINT "U
  = LEFT UP O = RIGHT UP"
57 VTAB (11): HTAB (8): PRINT "N
  = LEFT DOWN '.' = RIGHT DOW
  N"
60 VTAB (13): HTAB (8): PRINT "B
  LANK = TOGGLE PLOT/DELETE P
  OINT"
70 VTAB (15): HTAB (8): PRINT "P
  = DRAW LINE"
80 VTAB (17): HTAB (8): PRINT "D
  = DELETE LINE"
90 VTAB (19): HTAB (8): PRINT "E
  = EXIT TO MAIN MENU"
```

```
92 VTAB (21): HTAB (8): PRINT "A
    = EXIT TO AUTOMATIC MO
    DE"
95 VTAB (23): HTAB (8): PRINT "?
    = USER'S MANUAL"
100 VTAB (24): HTAB (8): FLASH :
    PRINT "ANYKEY FOR MANUAL RO
    UTING";: NORMAL : IF DD = 0 THEN
    DD = 1: GOTO 140
105 TEXT : GET I$
110 REM : INFORMATOIN :
140 A = PEEK (49232):A = PEEK (
    49239):A = PEEK (49234):A =
    PEEK (49237)
150 HCOLOR= 3: SCALE= 1
160 HPLLOT 0,8 TO 276,8 TO 276,18
    9 TO 0,189 TO 0,8:X = 0:Y =
    0:AA$ = "** MANUAL ROUTING *
    * CURSOR": GOSUB 5400
170 X = 6:Y = 183
180 XDRAW 1 AT X,Y
190 GET B$
200 IF B$ = "?" THEN TEXT : VTAB
    24: HTAB 15: GET O$:A = PEEK
    (49232):A = PEEK (49239):A =
    PEEK (49234):A = PEEK (492
    37): GOTO 190
205 IF B$ = "A" THEN XDRAW 1 AT
    X,Y: PRINT : PRINT D$;"BRUN
    COM-AID,D1"
210 IF B$ = "I" THEN XDRAW 1 AT
    X,Y: GOSUB 350
220 IF B$ = "J" THEN XDRAW 1 AT
    X,Y: GOSUB 440
230 IF B$ = "L" THEN XDRAW 1 AT
    X,Y: GOSUB 520
240 IF B$ = "K" THEN XDRAW 1 AT
    X,Y: GOSUB 590
250 IF B$ = "O" THEN XDRAW 1 AT
    X,Y: GOSUB 900
260 IF B$ = "U" THEN XDRAW 1 AT
    X,Y: GOSUB 1090
270 IF B$ = "N" THEN XDRAW 1 AT
    X,Y: GOSUB 990
```

```
280 IF B$ = "." THEN XDRAW 1 AT
X,Y: GOSUB 1180
290 IF B$ = "E" THEN GOSUB 660
300 IF B$ = "P" THEN GOSUB 770
310 IF B$ = "D" THEN GOSUB 840
320 IF B$ = "C" THEN P = 0:D = 0
: XDRAW 1 AT X,Y:AA$ = "CURS
OR":XC = X:YC = Y:X = 147:Y =
0: GOSUB 5400:X = XC:Y = YC:
XDRAW 1 AT X,Y
330 IF B$ = " " THEN XDRAW 2 AT
X,Y + 1
340 GOTO 190
350 REM : MOVE UP :
360 IF P = 1 AND D = 1 THEN P =
0:D = 0
370 IF D = 1 AND P = 0 AND Y - 3
> 11 THEN HCOLOR= 0: HPLLOT
X,Y TO X,Y - 3: HCOLOR= 3: XDRAW
1 AT X,Y - 3:Y = Y - 3: RETURN
380 IF Y - 3 > 11 AND P = 1 AND
D = 0 THEN HPLLOT X,Y - 3 TO
X1,Y1:X1 = X:Y1 = Y - 3: XDRAW
1 AT X,Y - 3:Y = Y - 3: RETURN
390 IF Y - 3 > 11 AND P = 0 THEN
XDRAW 1 AT X,Y - 3:Y = Y -
3: RETURN
400 Y = 186:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y
: RETURN
410 XDRAW 1 AT X,Y - 3
420 REM
430 REM : END MOVE UP :
440 REM : MOVE LEFT :
450 IF D = 1 AND P = 1 THEN P =
0:D = 0
460 IF D = 1 AND P = 0 AND X - 3
> 3 THEN HCOLOR= 0: HPLLOT
X,Y TO X - 3,Y: HCOLOR= 3: XDRAW
1 AT X - 3,Y:X = X - 3: RETURN
470 IF X - 3 > 3 AND P = 1 AND D
= 0 THEN HPLLOT X1,Y1 TO X -
3,Y:X1 = X - 3:Y1 = Y: XDRAW
1 AT X - 3,Y:X = X - 3: RETURN
480 IF X - 3 > 3 AND P = 0 THEN
XDRAW 1 AT X - 3,Y:X = X -
3: RETURN
490 P = 0:X = 272: XDRAW 1 AT X,Y
: RETURN
```

```
500 REM
510 REM : END MOVE LEFT :
520 IF P = 1 AND D = 1 THEN P =
    0:D = 0
530 IF D = 1 AND P = 0 AND X + 3
    < 273 THEN HCOLOR= 0: HPLOT
    X,Y TO X + 3,Y: HCOLOR= 3: XDRAW
    1 AT X + 3,Y:X = X + 3: RETURN

540 IF X + 3 < 273 AND P = 0 THEN
    XDRAW 1 AT X + 3,Y:X = X +
    3: RETURN
550 IF X + 3 < 273 AND P = 1 AND
    D = 0 THEN HPLOT X1,Y1 TO X
    + 3,Y:X1 = X + 3:Y1 = Y: XDRAW
    1 AT X + 3,Y:X = X + 3: RETURN

560 P = 0:X = 4: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
570 REM
580 REM : END MOVE RIGHT :
590 IF P = 1 AND D = 1 THEN P =
    0:D = 0
600 IF D = 1 AND P = 0 AND Y + 3
    < 187 THEN HCOLOR= 0: HPLOT
    X,Y TO X,Y + 3: HCOLOR= 3: XDRAW
    1 AT X,Y + 3:Y = Y + 3: RETURN

610 IF Y + 3 < 187 AND P = 1 AND
    D = 0 THEN HPLOT X1,Y1 TO X
    ,Y + 3:X1 = X:Y1 = Y + 3: XDRAW
    1 AT X,Y + 3:Y = Y + 3: RETURN

620 IF Y + 3 < 187 AND P = 0 THEN
    XDRAW 1 AT X,Y + 3:Y = Y +
    3: RETURN
630 P = 0:Y = 12: XDRAW 1 AT X,Y:
    RETURN
640 REM
650 REM : END MOVE DOWN :
660 REM
670 REM : SAVE PROGRAM :
680 REM
685 D$ = CHR$ (4)
690 XDRAW 1 AT X,Y
700 HOME : TEXT : HTAB (5): VTAB
    (20): PRINT "SAVE.....<Y/N>
    ";; GET W$
710 IF W$ = "Y" THEN 730
```

```
720 IF W$ = "N" THEN PRINT W$:X
    = 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR W =
    0 TO 39: GOSUB 5400: NEXT W:
    PRINT D$;"BRUN MENU,D1"
725 GOTO 700
730 HTAB (5): VTAB (22): INPUT "
    SAVE FILE.....NAME ";C$
732 HTAB (5): INPUT "DRIVE NUMBE
    R..";DR$
735 IF LEFT$(C$,1) < CHR$(65
    ) OR LEFT$(C$,1) > CHR$(
    90) THEN 700
738 X = 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR W =
    1 TO 40: GOSUB 5400: NEXT W
740 F$ = ",A$4000,L$2000":E$ = "B
    SAVE ":NA$ = E$ + C$ + F$ +
    ",D" + DR$: PRINT D$;NA$: PRINT
    D$;"BRUN MENU,D1"
750 REM : END SAVE PROGRAM :
760 REM
770 REM
780 REM : PRINT LINE :
790 REM
800 X1 = X:Y1 = Y:P = 1:D = 0: XDRAW
    1 AT X,Y:XC = X:YC = Y:AA$ =
    "DRAW ":X = 147:Y = 0: GOSUB
    5400:X = XC:Y = YC: XDRAW 1 AT
    X,Y: RETURN
820 REM
830 REM : END PRINT LINE :
840 REM
850 REM : DELETE LINE :
860 REM
870 D = 1:P = 0:X1 = X:Y1 = Y: XDRAW
    1 AT X,Y:AA$ = "ERASE ":XC =
    X::YC = Y:X = 147:Y = 0: GOSUB
    5400:X = XC:Y = YC: XDRAW 1 AT
    X,Y: RETURN
880 REM
890 REM : END DELETE LINE :
900 REM
910 REM
920 IF P = 1 AND D = 1 THEN P =
    0:D = 0
```

```
0 IF D = 1 AND P = 0 AND Y - 1
  > 11 AND X + 1 < 273 THEN HCOLOR= 0: HPLOT X,Y TO X + 1,Y - 1: HCOLOR
3: XDRAW 1 AT X + 1,Y - 1:Y =
Y - 1:X = X + 1: RETURN
0 IF Y - 1 > 11 AND P = 1 AND
D = 0 AND X + 1 < 273 THEN H PLOT
X + 1,Y - 1 TO X1,Y1:X1 = X +
1:Y1 = Y - 1: XDRAW 1 AT X +
1,Y - 1:Y = Y - 1:X = X + 1:
RETURN
0 IF Y - 1 > 11 AND X + 1 < 27
3 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
X + 1,Y - 1:Y = Y - 1:X = X +
1: RETURN
0 IF X - 1 < 6 AND Y - 1 < 11 THEN
Y = 186:X = 186 - Y + X:P =
0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
5 IF Y - 1 < 12 AND X + 1 < 18
7 THEN Y = X + 6:X = 6:P = 0
: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
0 IF Y - 1 < 12 AND X + 1 < 27
3 THEN X = X - 185 + Y:Y = 1
85:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
0 IF Y - 1 > 11 AND X + 1 = 27
3 THEN X = 87 + Y:Y = 185:P =
0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
0 REM
00 REM
10 REM
20 IF P = 1 AND D = 1 THEN P =
0:D = 0
30 IF D = 1 AND P = 0 AND Y +
1 < 186 AND X - 1 > 3 THEN HCOLOR= 0: H PLOT X,Y TO X - 1,Y + 1: HCOLOR
3: XDRAW 1 AT X - 1,Y + 1:Y =
Y + 1:X = X - 1: RETURN
```

```
1040 IF Y + 1 < 186 AND X - 1 >
3 AND P = 1 AND D = 0 THEN H PLOT
X1,Y1 TO X - 1,Y + 1:X1 = X -
1:Y1 = Y + 1: XDRAW 1 AT X -
1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X - 1:
RETURN
1050 IF Y + 1 < 186 AND X - 1 >
3 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
X - 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X -
1: RETURN
1060 IF X - 1 = 3 AND Y + 1 > 4 THEN
X = Y - 8:Y = 12:P = 0: XDRAW
1 AT X,Y: RETURN
1070 IF X - 1 < 96 AND Y + 1 > 1
85 THEN X = X + Y - 12:Y = 1
2:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1080 IF X - 1 > 95 AND Y + 1 > 1
85 THEN Y = X - 86:X = 272:P
= 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1090 REM
1100 REM
1110 IF D = 1 AND P = 1 THEN P =
0:D = 0
1120 IF D = 1 AND P = 0 AND X -
1 > 3 THEN HCOLOR= 0: H PLOT
X,Y TO X - 1,Y - 1: HCOLOR=
3: XDRAW 1 AT X - 1,Y - 1:X =
X - 1:Y = Y - 1: RETURN
1130 IF X - 1 > 3 AND Y - 1 > 11
AND P = 1 AND D = 0 THEN H PLOT
X1,Y1 TO X - 1,Y - 1:X1 = X -
1:Y1 = Y - 1: XDRAW 1 AT X -
1,Y - 1:X = X - 1:Y = Y - 1:
RETURN
1140 IF X - 1 > 3 AND Y - 1 > 11
AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
X - 1,Y - 1:X = X - 1:Y = Y -
1: RETURN
1150 IF X - 1 < 3 AND Y - 1 < 12
THEN Y = 185:X = 185 - Y +
X:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
1160 IF X - 1 < 90 AND Y - 1 < 1
2 THEN X = 185 - Y + X:Y = 1
85:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
```

```
1165 IF X - 1 > 89 AND Y - 1 < 1
2 THEN Y = 284 - X:X = 272:P =
0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1170 IF X - 1 = 3 AND Y + 1 > 11
THEN X = 189 - Y:Y = 185:P =
0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1180 REM
1190 REM
1200 IF P = 1 AND D = 1 THEN P =
0:D = 0
1210 IF D = 1 AND P = 0 AND Y +
1 < 186 AND X + 1 < 273 THEN
HCOLOR= 0: HPLOT X,Y TO X +
1,Y + 1: HCOLOR= 3: XDRAW 1 AT
X + 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X +
1: RETURN
1220 IF Y + 1 < 186 AND P = 1 AND
D = 0 AND X + 1 < 273 THEN HPLOT
X1,Y1 TO X + 1,Y + 1:X1 = X +
1:Y1 = Y + 1: XDRAW 1 AT X +
1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X + 1:
RETURN
1230 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 <
273 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
X + 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X +
1: RETURN
1240 IF Y + 1 > 185 AND X + 1 <
186 THEN Y = 189 - X:X = 4:P =
0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1250 IF Y + 1 > 185 AND X + 1 <
273 THEN X = X - Y + 12:Y =
12:P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1260 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 =
273 THEN X = 284 - Y:Y = 12:
P = 0: XDRAW 1 AT X,Y: RETURN

1270 IF Y + 1 < 186 AND X + 1 <
273 AND P = 0 THEN XDRAW 1 AT
X + 1,Y + 1:Y = Y + 1:X = X +
1: RETURN
4025 VTAB (23): HTAB (3): INPUT
"NAME OF FILE TO CONTINUE: "
;R$: IF LEFT$ (R$,1) < CHR$
(65) OR LEFT$ (R$,1) > CHR$
(90) THEN 4025
4050 HTAB (3): INPUT "DRIVE NUMB
ER..";DR$
4100 D$ = CHR$ (4)
```

```
4110 BE$ = " BLOAD":AD$ = ",A$400
      0":N$ = BE$ + R$ + AD$: PRINT
      D$;N$;" ,D";DR$
4200 GOTO 30
5300 REM PRINT STRING
5400 L = LEN (AA$)
5500 FOR J = 1 TO L:KE$ = MID$
      (AA$,J,1): GOSUB 6400
5550 ZZ = ASC (KE$) * 8 + 24620
5600 FOR I = 1 TO 8
5700 VLE = PEEK (ZZ + I)
5800 POKE ADDR,VLE
5900 ADDR = ADDR + 1024
6000 NEXT I
6100 X = X + 7: IF X > 279 THEN Y
      = Y + 8:X = 0
6300 NEXT J: RETURN
6400 XI = INT (X / 7)
6500 T = 16384 + INT (Y / 64) *
      40
6600 T1 = Y - INT (Y / 64) * 64
6700 T2 = INT (T1 / 8) * 128 + T
6800 T3 = T1 - INT (T1 / 8) * 8
6900 ADDR = T2 + T3 * 1024 + XI
7000 RETURN
```

]LIST โปรแกรมการต่อเชื่อมระหว่างจุดโดยอัตโนมัติ

```
0 REM COM-AID
1 D$ = CHR$ (4)
2 PRINT D$;"BLOAD PATTERN,A$6000
   ": POKE 232,0: POKE 233,96:A
   A = PEEK (16524): IF AA = 1
   27 THEN GOTO 9
3 HOME : TEXT : VTAB (15): HTAB
   (8): PRINT "YOU MUST CREATE
   PIN LAY OUT FROM PIN LAY OUT
   OR MANUAL MODE": PRINT : PRINT
   "PRESS ANY KEY TO CONTINUE";
   : GET O$: PRINT : PRINT D$;"
   BRUN MENU,D1"
9 A = PEEK (49239):A = PEEK (49
   237):A = PEEK (49234):A = PEEK
   (49232): GOSUB 7100:AA$ = "*"
   ** AUTOMATIC ROUTING ***
   ":X = 0:Y = 0: GOSUB
   5400
10 DIM XQ(2),YQ(2)
20 HCOLOR= 3: HPLOT 0,8 TO 276,8
   TO 276,189 TO 0,189 TO 0,8:
   SCALE= 1
30 X = 273:Y = 183:STY = 0:STX =
   0: DRAW 1 AT X,Y: GOTO 180
40 GET A$
41 IF A$ = "?" THEN TEXT : GET
   W$:A = PEEK (49239):A = PEEK
   (49237):A = PEEK (49234):A =
   PEEK (49232): RETURN
42 IF A$ = "E" THEN XDRAW 1 AT
   X,Y: GOTO 1500
43 IF A$ = "F" THEN XDRAW 1 AT
   X,Y: PRINT : PRINT D$;"BRUN
   FORMATION,D1"
50 IF A$ = "I" THEN STY = - 3: GOTO
   100
60 IF A$ = "K" THEN STY = 3: GOTO
   100
70 IF A$ = "J" THEN STX = - 3: GOTO
   140
80 IF A$ < > "L" THEN RETURN
90 STX = 3: GOTO 140
100 XDRAW 1 AT X,Y
110 Y = Y + STY: IF Y < 12 THEN Y
   = 186
120 IF Y > 186 THEN Y = 12
```

```
130 GOTO 170
140 XDRAW 1 AT X,Y
150 X = X + STX: IF X < 3 THEN X =
    273
160 IF X > 273 THEN X = 3
170 XDRAW 1 AT X,Y: RETURN
180 FOR I = 0 TO 1
190 GOSUB 40: IF A$ < > "P" THEN
    GOTO 190
200 XQ(I) = X:YQ(I) = Y: NEXT I
210 XDRAW 1 AT X,Y
220 FOR J = 0 TO 1: H PLOT XQ(J),
    YQ(J): NEXT J
230 EN = 0:A1 = XQ(0):A2 = YQ(0):
    B1 = XQ(1):B2 = YQ(1):D1 = X
    Q(1):D2 = YQ(1):P1 = 0:P2 =
    0:F = 0:E = 0:O = 0:NQ = 0
240 GOSUB 300:NQ = NQ + 1: IF NQ
    > 10 THEN D1 = A1:D2 = A2
250 IF EN = 4 THEN X = D1:Y = D2
    : XDRAW 1 AT X,Y: GOTO 180
260 IF A1 = D1 AND A2 = D2 THEN
    X = 147:Y = 0:AA$ = " CANNOT
    CONNECT !! ":IV = 1: GOSUB
    5400: XDRAW 1 AT D1,D2: GET
    A$: XDRAW 1 AT D1,D2:AA$ = "
    ":X = 147:Y = 0: FOR WQ = 0
    TO 18: GOSUB 5400: NEXT WQ:
    X = D1:Y = D2: XDRAW 1 AT X,
    Y: GOTO 180
270 GOSUB 540
290 P1 = A1:P2 = A2:A1 = D1:A2 =
    D2: GOTO 240
300 V1 = B1 - A1:VX = SGN (V1):X
    = ABS (V1) - 3
310 V2 = B2 - A2:VY = SGN (V2):Y
    = ABS (V2) - 3
320 IF X = - 3 AND Y = - 3 THEN
    EN = 4: RETURN
330 IF X = - 3 AND Y < > - 3 THEN
    GOTO 600
340 IF X < > - 3 AND Y = - 3 THEN
    GOTO 1060
350 F = 1:VV = VY:VH = VX:K1 = A1
    :K2 = A2:VK = VX: GOSUB 390
360 IF MX = 0 THEN GOTO 600
370 IF MX - 3 > = X THEN D1 = A
    1 + VX * (X + 3):D2 = A2: RETURN
```

```
380 D1 = A1 + VX * MX:D2 = A2: RETURN
390 MX = 0
400 K1 = K1 + VK * 3
410 GOSUB 470: IF OF = 1 THEN K1
    = K1 - VK * 3: RETURN
420 MX = MX + 3: GOTO 400
430 MY = 0
440 K2 = K2 + VK * 3
450 GOSUB 470: IF OF = 1 THEN K2
    = K2 - VK * 3: RETURN
460 MY = MY + 3: GOTO 440
470 XI = INT (K1 / 7)
480 T = 16384 + INT (K2 / 64) *
    40:T1 = K2 - INT (K2 / 64) *
    64:T2 = INT (T1 / 8) * 128 +
    T:T3 = T1 - INT (T1 / 8) *
    8
490 AD = T2 + T3 * 1024 + XI
500 BIT = K1 - XI * 7
510 OI = PEEK (AD)
520 OF = 0: FOR LL = 0 TO BIT:OI =
    OI / 2:OJ = INT (OI):OF = SGN
    (OI - OJ):OI = OJ: NEXT LL
530 RETURN
540 HPLOT A1,A2 TO D1,D2:E = 1: RETURN
590 REM VERTICAL LINE
600 K1 = A1:K2 = A2:VK = VY: GOSUB
    430: IF B2 = K2 + VK * 3 AND
    B1 = K1 THEN D1 = K1:D2 = K2
    + VK * 3: RETURN
610 IF MY - 3 > = Y THEN D1 = A
    1:D2 = A2 + VY * (Y + 3): RETURN
620 IF MY < > 0 THEN D1 = A1:D2
    = A2 + VY * MY: RETURN
630 K1 = A1:K2 = A2:VK = 1: IF F =
    1 THEN VK = VH
640 GOSUB 390:M1 = MX:S1 = K1:K1
    = A1:K2 = A2:VK = - 1 * VK
    : GOSUB 390:M2 = MX:S2 = K1
660 IF F = 1 THEN VX = VH:MS = S
    1: GOTO 680
670 MS = S2:VX = VK: IF M1 < = M
    2 THEN VX = - 1 * VK:MS = S
    1
680 C = 0:K2 = A2:VK = VY:L = 0
690 Z = 1: FOR K1 = A1 + 3 * VX TO
    MS STEP VX * 3
```

```
700 C1 = K1:C2 = K2: GOSUB 430: IF
    MY < > 0 THEN K1 = MS:Z = 0

710 NEXT K1
720 IF Z = 0 THEN D1 = C1:D2 = C
    2: RETURN
730 IF C < > 0 THEN GOTO 760
740 C = 1:VX = - 1 * VX: IF MS =
    S1 THEN MS = S2: GOTO 690
750 MS = S1: GOTO 690
760 IF L = 1 THEN RETURN
770 CC = 0:K1 = A1:K2 = A2: IF P1
    = A1 THEN RT = P2:VK = VX: GOTO
    780
775 VK = - 1 * VY: GOSUB 430: IF
    MY = 0 AND O = 0 THEN O = 1:
    GOTO 1090
777 IF MY = 0 AND O = 1 THEN D1 =
    A1:D2 = A2: RETURN
778 RT = K2:K2 = A2:VK = VX
780 IF MS = S1 THEN MS = S2:VK =
    - 1 * VK: GOTO 800
790 MS = S1:VK = - 1 * VK
800 VY = SGN (RT - A2)
810 Z1 = 1: FOR K2 = A2 + 3 * VY TO
    RT STEP VY * 3
820 C1 = K1:C2 = K2: GOSUB 390: IF
    VK * K1 > MS * VK THEN Z1 =
    0:W1 = K1:K2 = RT
830 K1 = A1
840 NEXT K2
850 IF Z1 = 0 AND ABS (W1 - MS)
    > 3 THEN GOTO 880
860 IF CC = 1 THEN D1 = A1:D2 =
    A2: RETURN
870 CC = 1: GOTO 780
880 CX = C1:CY = C2:AX = A1:AY =
    A2:A1 = MS + 3 * VK:A2 = C2:
    MS = W1:VX = VK:VK = - 1 *
    VY:K2 = C2:C = 1:L = 1: GOSUB
    690
890 IF Z < > 0 THEN D1 = AX:D2 =
    AY:A1 = D1:A2 = D2: RETURN
895 HCOLOR= 3:VY = SGN (CY - AY
    ):K1 = AX
898 FOR I = 1 TO 3:K2 = AY + I *
    VY: GOSUB 470: IF OF = 1 THEN
    HCOLOR= 0:I = 3
```

```
899 NEXT I
900 A1 = AX:A2 = AY:D1 = CX:D2 =
    CY: GOSUB 540: HCOLOR= 3:A1 =
    D1:A2 = D2:D1 = C1:D2 = C2: RETURN
1055 REM HORIZONTAL LINE *****
    ****
1060 K1 = A1:K2 = A2:VK = VX: GOSUB
    390: IF B1 = K1 + VK * 3 AND
    B2 = K2 THEN D1 = K1 + VK *
    3:D2 = K2: RETURN
1070 IF MX - 3 > = X THEN D1 =
    A1 + VX * (X + 3):D2 = A2: RETURN

1080 IF MX < > 0 THEN D1 = A1 +
    VX * MX:D2 = A2: RETURN
1085 REM * HOR LINE WHEN MX=0 *
    *****
1090 K1 = A1:K2 = A2:VK = 1: IF F
    = 1 THEN VK = VV
1100 GOSUB 430:M1 = MY:S1 = K2:K
    1 = A1:K2 = A2:VK = - 1 * V
    K: GOSUB 430:M2 = MY:S2 = K2

1120 IF F = 1 THEN VY = VV:MS =
    S1: GOTO 1140
1130 MS = S2:VY = VK: IF M1 < =
    M2 THEN VY = - 1 * VK:MS =
    S1
1140 C = 0:K1 = A1:VK = VX:L = 0
1150 Z = 1: FOR K2 = A2 + 3 * VY TO
    MS STEP VY * 3
1160 C1 = K1:C2 = K2: GOSUB 390: IF
    MX < > 0 THEN K2 = MS:Z = 0

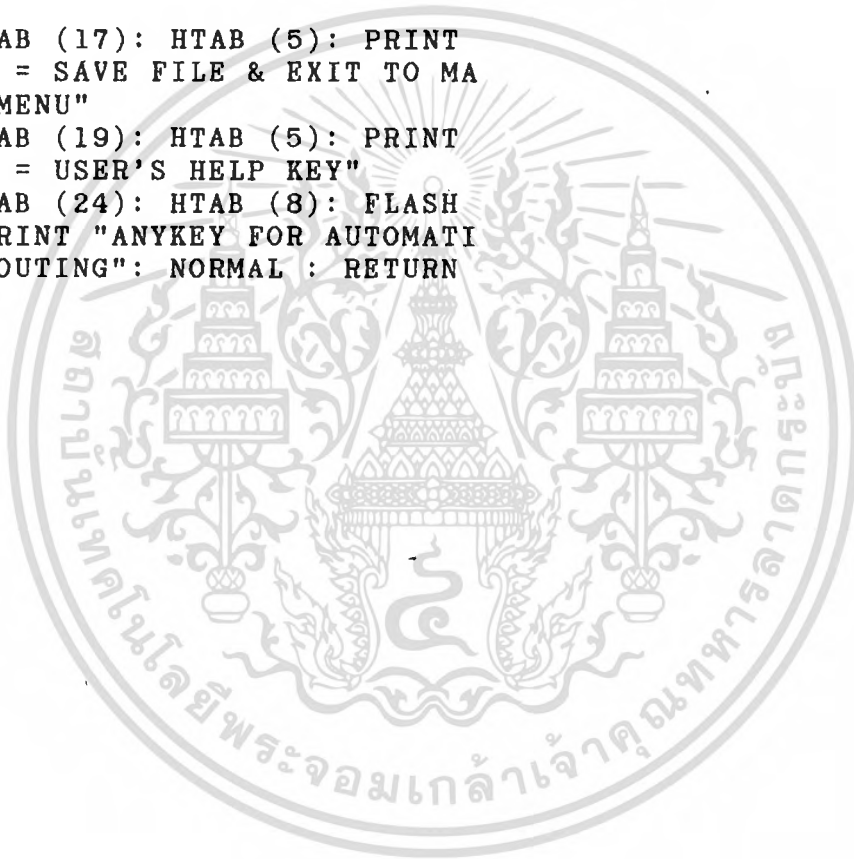
1170 NEXT K2
1180 IF Z = 0 THEN D1 = C1:D2 =
    C2: RETURN
1190 IF C < > 0 THEN GOTO 1220

1200 C = 1:VY = - 1 * VY: IF MS =
    S1 THEN MS = S2: GOTO 1150
1210 MS = S1: GOTO 1150
1220 IF L = 1 THEN RETURN
1230 CC = 0:K1 = A1:K2 = A2: IF P
    2 = A2 THEN RT = P1:VK = VY:
    GOTO 1240
1235 VK = - 1 * VX: GOSUB 390: IF
    MX = 0 AND O = 0 THEN O = 1:
    GOTO 630
```

```
1236 IF MX = 0 AND O = 1 THEN D1
      = A1:D2 = A2: RETURN
1238 RT = K1:K1 = A1:VK = VY
1240 IF MS = S1 THEN MS = S2:VK =
      - 1 * VK: GOTO 1260
1250 MS = S1:VK = - 1 * VK
1260 VX = SGN (RT - A1)
1270 Z1 = 1: FOR K1 = A1 + 3 * VX
      TO RT STEP VX * 3
1280 C1 = K1:C2 = K2: GOSUB 430: IF
      VK * K2 > MS * VK THEN Z1 =
      0:W1 = K2:K1 = RT
1290 K2 = A2
1300 NEXT K1
1310 IF Z1 = 0 AND ABS (W1 - MS
      ) > 3 THEN GOTO 1340
1320 IF CC = 1 THEN D1 = A1:D2 =
      A2: RETURN
1330 CC = 1: GOTO 1240
1340 CX = C1:CY = C2:AX = A1:AY =
      A2:A2 = MS + 3 * VK:A1 = C1:
      MS = W1:VY = VK:VK = - 1 *
      VX:K1 = C1:C = 1:L = 1: GOSUB
      1150
1350 IF Z < > 0 THEN D1 = AX:D2
      = AY:A1 = D1:A2 = D2: RETURN
1355 HCOLOR= 3:VX = SGN (CX - A
      X):K2 = AY
1358 FOR I = 1 TO 3:K1 = AX + I *
      VX: GOSUB 470: IF OF = 1 THEN
      HCOLOR= 0:I = 3
1359 NEXT I
1360 A1 = AX:A2 = AY:D1 = CX:D2 =
      CY: GOSUB 540: HCOLOR= 3:A1 =
      D1:A2 = D2:D1 = C1:D2 = C2: RETURN
1500 REM SAVE FILE
1510 TEXT : HOME : HTAB (5): VTAB
      (20): PRINT "SAVE FILE <Y/N
      > ";: GET W$
1520 IF W$ = "Y" THEN PRINT W$:
      GOTO 1550
1530 IF W$ = "N" THEN PRINT W$:
      X = 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR W
      = 0 TO 39: GOSUB 5400: NEXT
      W: PRINT D$;"BRUN MENU,D1"
1540 GOTO 1510
1550 HTAB (5): VTAB (22): INPUT
      "SAVE FILE NAME: ";C$
1555 HTAB (5): INPUT "DRIVE NUMB
      ER..";DR$
```

```
1560 IF LEFT$ (C$,1) < CHR$ (6
      5) OR LEFT$ (C$,1) > CHR$
      (90) THEN 1510
1565 X = 0:Y = 0:AA$ = " ": FOR W
      = 0 TO 39: GOSUB 5400: NEXT
      W
1570 F$ = ",A$4000,L$2000":E$ = "
      BSAVE ":NA$ = E$ + C$ + F$ +
      ",D" + DR$: PRINT D$:NA$: PRINT
      : PRINT D$;"BRUN MENU,D1"
5300 REM PRINT STRING
5400 L = LEN (AA$)
5500 FOR J = 1 TO L:KE$ = MID$
      (AA$,J,1): GOSUB 6400
5550 ZZ = ASC (KE$) * 8 + 24620
5600 FOR I = 1 TO 8
5700 VLE = PEEK (ZZ + I): IF IV =
      1 THEN VLE = 255 - VLE
5800 POKE ADDR,VLE
5900 ADDR = ADDR + 1024
6000 NEXT I
6100 X = X + 7
6300 NEXT J:IV = 0: RETURN
6400 XI = INT (X / 7)
6500 T = 16384 + INT (Y / 64) *
      40
6600 T1 = Y - INT (Y / 64) * 64
6700 T2 = INT (T1 / 8) * 128 + T
6800 T3 = T1 - INT (T1 / 8) * 8
6900 ADDR = T2 + T3 * 1024 + XI
7000 RETURN
7100 HOME : VTAB (3): HTAB (12):
      INVERSE : PRINT "*****
      *****": VTAB (4): HTAB
      (12): PRINT "*"
      *
7105 VTAB (5): HTAB (12): PRINT
      "* AUTOMATIC ROUTING *": VTAB
      (6): HTAB (12): PRINT "*"
      *": VTAB (7):
      HTAB (12): PRINT "*****
      *****": NORMAL
7110 VTAB (9): HTAB (8): PRINT "
      J = LEFT L = RIGHT"
7120 VTAB (11): HTAB (8): PRINT
      "I = UP K = DOWN"
```

```
7130 VTAB (13): HTAB (5): PRINT  
"P = MARK POINTS TO BE CONN  
ECTED"  
7140 VTAB (15): HTAB (5): PRINT  
"F = EXIT FOR MANUAL ROUTIN  
G"  
7160 VTAB (17): HTAB (5): PRINT  
"E = SAVE FILE & EXIT TO MA  
IN MENU"  
7170 VTAB (19): HTAB (5): PRINT  
"? = USER'S HELP KEY"  
7180 VTAB (24): HTAB (8): FLASH  
: PRINT "ANYKEY FOR AUTOMATI  
C ROUTING": NORMAL : RETURN
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้