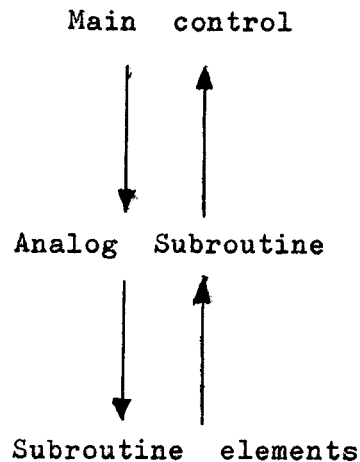


## CHAPTER 4

### DESCRIPTION AND PROCEDURE IN PROGRAMMING

#### 4.1 Program Structure

Simulation program ที่เขียนขึ้นนี้ได้นำเอา Subroutine subprogram ของ Fortran IV มาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยมี Main control program ทำหน้าที่ในการ link subprogram ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแล้ว analog subroutine ซึ่งเป็น instruction ของ program analog จะทำหน้าที่ link analog element element subroutine ต่าง ๆ ให้เข้าด้วยกัน เพื่อให้ง่ายเขาเราสามารถจะเขียนการทำงานของ program นี้ ดังรูป.



Main Main control นอกจากจะทำหน้าที่ในการ link subroutine ต่าง ๆ ให้เขาคอยกันแล้วควย logical instruction statement ยังทำหน้าที่ define ค่าต่าง ๆ ทั้งค่า initiation และค่า increments เวลาคำนวณจะผ่านไปยัง subroutine elements ต่าง ๆ ใต้นั้น จะต้องผ่าน Analog subroutine เสียก่อน โดยวิธีการ CALL ANALOG (A1, A2, A3, A4, A5), Argument A1-A5 ทั้ง ๕ ตัวนี้ ได้ define ค่าเริ่มต้นไว้แล้วใน Main control คงจะโคกกล่าวต่อไปนี้

ใน Analog subroutine, Arguments ทั้ง ๕ ตัวนี้ จะต้องเป็น floating point variables ที่มีชื่อเรียกของมัน โดยเฉพาะแต่ละ arguments ที่ใช้นี้เป็นชื่อเรียกของ input ของแต่ละ block หน้าที่ของ arguments ทั้ง ๕ ตัว มีดังนี้คือ.-

สิ่งที่ได้ทราบแล้วว่า การทำงานของ Analog computer จะทำงานเป็นไปตาม sequence ของ block diagram ในการทำงานแต่ละครั้งใน digital computer element แต่ละ element หรือ block แต่ละ block จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อราคาของ input แล้ว แต่ทว่า system ใดที่มี feedback path แล้ว จะเห็นว่าที่เวลา  $t = 0^+$  ค่า feedback path จะไม่สามารถกำหนดค่า input ให้ได้เพราะว่า output ของ block นี้ ยังไม่ได้คำนวณออกมา และใน digital computer เราจะคำนวณหาค่า output ของมันไม่ได้ ถ้า input ทุกอันไม่รู้อา ค่า นั้น จึงต้องกำหนดค่าของ feedback path หรือค่าของ input ที่ไม่รู้อาในคอนแรกเสียก่อนในขณะที่ initiate ที่  $t = 0^+$  ด้วย argument ทั้ง ๕ ใน Analog subroutine โดย programmer จะต้องบอกชื่อของ undefined name ให้เป็นชื่อของ Argument analog subroutine ค่า initiate ของ undefined input ก็เริ่มต้นมีค่าตามที่ main control define ไว้ และค่านี้อาจจะเปลี่ยนแปลงตามการคำนวณแต่ละครั้ง

เมื่อเริ่มต้นการคำนวณ DAS จะทำหน้าที่ initiate ค่าของ integrator และ define ค่าของ input ทุก ๆ component ที่ไม่ได้ define ค่าไว้ที่  $t = 0^+$  output ของ integrator จะไม่ขึ้นกับค่าของ input ของ integrator ทั่วๆไป อย่างไรก็ตาม computer จะต้องทำการคำนวณ expression ภายในวงเล็บ ของ analog subroutine เสียก่อน ซึ่งค่าเหล่านี้ขณะเริ่มต้นทำงานจะใช้ค่าที่ define ไว้ใน MAIN CONTROL program ก่อน และจะเปลี่ยนไปตาม instruction ในเวลาต่อมา ค่า constant ของ argument นี้ กำหนดให้มีค่าเป็น ๑.๐ ทั่วๆไป นั่นคือ undefined input value ทั่วๆไปจะมีค่าเป็น ๑.๐ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าใน program จะมี undefine input variable น้อยกว่า 5 arguments ก็ตาม ใน ANALOG SUBROUTINE ก็จำเป็นต้องกำหนดชื่อของ dummy variable ทั้ง ๕ เช่นกัน

สำหรับการเขียน program ANALOG SUBROUTINE instruction สิ่งแรกที่จะต้องพิจารณามากที่สุด ก็คือ core storage ของ computer ในกรณีที่ program ยาว ๆ ทั่วๆไป อย่างไรก็ตาม การ save core storage ไม่ได้หมายความว่า จะให้ reduce block ลงให้น้อยที่สุด ซึ่งจะยุ่งยากมากสำหรับ programmer อย่างไรก็ตามทุกอย่างขึ้นอยู่กับความคิดของ programmer ทั้งสิ้นว่าจะเปลี่ยน instruction program หรือเพิ่มหรือลด block ที่ไม่จำเป็น และจะไม่ขอ recommend ให้พยายาม reduce block เพื่อประหยัด core storage

Programmer ที่จะเขียน ANALOG SUBROUTINE นี้ จะต้องมีความรู้ทาง FORTRAN IF และ logical operation ใน analog computer ขณะเดียวกันก็ควร จะเขียน flow diagram ของ analog computer ไปด้วยเพื่อเขียน program ANALOG SUBROUTINE ใ้ใน 4.2.Patching instruction

## 4.2 Patching Instruction

ข้อความที่เจาะลงในบัตรจะต้องเป็นไปตามกฎของ FORTRAN IV Component ต่าง ๆ ที่มีอยู่ใน instruction ให้เจาะเพียงแค่อำนาจของตัวแปร, เครื่องหมายเท่ากับ, ชื่อของ function และ argument ของ function ที่แทน input ของ element นั้น ๆ ภายในวงเล็บ ถ้า component นั้น ๆ มีอยู่ใน FORTRAN functions เช่น SINE, NATURAL LOGARITHM, COSINE เป็นต้น การคำนวณนี้จะปฏิบัติตามกฎของ FORTRAN FORTRANnt ส่วน Component ใดที่ DAS สร้างขึ้นมา นอกจากจะต้องถูกต้องตามหลักการของ FORTRAN แล้ว ยังจะต้องปฏิบัติตามหลักการของ DAS ด้วย

Argument ที่ใช้ในแต่ละ function และ subroutine แบ่งออกได้เป็น ๓ ชนิด แต่อย่างไรก็ตาม จะต้องไม่ใช่ array name และจะต้องถูกต้องตาม format ที่กำหนดให้ ใน component element subroutine มิฉะนั้นแล้ว program นี้จะไม่สามารถคำนวณให้ได้

๑. Continuous variable arguments ซึ่งเป็นไปได้ทั้ง Single variable และ arithmetic expression

๒. Designator variables หรือ Constant arguments ตัวอย่างเช่น ตัวเลขที่ refer ถึงวิธีการ interpolation, function table เป็นต้น ตัวเลขเหล่านี้จะต้องเป็นตัวเลขที่ไม่มีจุดทศนิยม

๓. Logical variables arguments เป็นได้ทั้ง single variable และ expression, component เหล่านี้จะทำหน้าที่เปรียบเทียบ argument และหาผลต่างของ quantities เหล่านี้ ระหว่างค่าที่เป็น + และไม่ใช่ค่า +

วิธีการ Step-by-step ต่อไปนี้จะบอกวิธีการเตรียมและเขียน program ใน ANALOG SUBROUTINE ดังนี้ :-

๑. ย้าย Derivative เป็น highest order ของ differential equation ของ system ที่จะศึกษาไปไว้ทางซ้ายมือของสมการ
๒. เขียน block diagram ของ analog computer ของปัญหาที่กำหนดให้
๓. กำหนดชื่อของแต่ละ block หรือ หมายความว่ากำหนดชื่อของ output ของ block นั้น ๆ ใ้ต่างกันไป
๔. เขียน program ของ FORTRAN IV ให้เรียงตาม order ของ ANALOG COMPUTER โดยกำหนดชื่อของ block นั้น เป็น output ของ element นั้น ๆ และ argument เป็นค่าของ input หรือ logical variables หรือ designator variable เป็นต้น

#### 4.4 Types of Data.

Data ที่ process ใน program นี้ แบ่งออกได้เป็น :

4.4.1 Control Data เนื่องจากความไวของ computer IBM 360/40 การทำงานจึงไม่มีการอาศัย manual switch อย่างเช่นใน IBM 1620 ดังนั้น การ control ทุกอย่างจึงต้องใช้ Data เป็นตัว control ทั้งสิ้น เช่น ต้องการให้อ่าน และพิมพ์ HEADING หรือไม่ต้องการ store data ชุดอะไร, ต้องการเปลี่ยน instruction เหล่านี้เป็นต้น ทั้งหมดนี้จะ specified ค่าเป็นตัวเลขที่ไม่มีจุดทศนิยมใน 3 column แรก นอกจากนี้แล้วยังมีการ control ค่าของ integration period, print interval และ termination time ซึ่งค่าทั้ง ๓ เป็น floating point variables ที่มี format เป็น F 14.8 จะค่าเรียงตามลำดับที่กล่าว

เป็นที่น่าเสียดายอย่างหนึ่งก็คือว่า program ไม่ได้ prepare control data อีกชุดหนึ่งในการ interrupt ค่าต่าง ๆ ที่กำลังทำงาน เมื่อต้องการเปลี่ยนค่า parameter ต่าง ๆ หรือว่าต้องการความรวดเร็วเพื่ออยากจะได้ curve เป็นรูปอย่างไรในการเปลี่ยน time integration, print interval เป็นต้น

#### 4.4.2 Initial Condition Values

Card เหล่านี้มักจะเป็นค่าของ initial condition ของ integrators ซึ่งจะตาม order ของ integrator ที่ใช้ใน program ที่ specified ตาม format range ไว้ดังนี้ คือ F 14.8 Card แต่ละใบจะใส่ค่าอย่างมากไม่เกิน ๕ ค่า ก่อน data ชุดนี้จะต้องมี data card อีกใบหนึ่งมาบอกว่า initial condition มีกี่ตัวใช้ในการ control data ที่ป้อนหน้า initial condition set นี้มี field length 3 column แรกและเป็นตัวเลขที่ไม่มีจุดทศนิยม

#### 4.4.3 Parameter Data

Data ชุดนี้จะตองนำค่านว card ใบที่บอกจำนวนค่าที่ต้องการจะคำนวณ control card ใบแรกนี้จะอยู่ใน 3 column แรก เป็นค่า integer ส่วน Data ชุดนี้มี field length เป็น F 14.8 ซึ่ง card แต่ละใบจะสามารถใส่ค่าอย่างมาก ๕ ค่า เท่านั้น ค่าใดที่ไม่ได้จะให้อธิว่ามีค่าเป็น 0

#### 4.4.4 Heading Data

Data ชุดนี้จะทำหน้าที่ transfer data characteristic ไปพิมพ์ที่ output card ที่ใช้ในกร control ให้ computer อ่าน HEADING คือ ๒ ส่วน Data ในที่อยู่หน้า Data set นี้จะกำหนดจำนวนใน HEADING ที่ computer อ่าน Heading card จะตองเจาะจาก column 2-65 ตัวหนังสือที่ใช้ไม่จำกัดว่าเป็นอะไร จะเป็นเครื่องหมาย หรืออย่างอื่นก็ได้

#### 4.4.5 Function Tables Data Card

Card ชุดนี้สามารถมีได้ถึง 3 tables ควบกัน โดยมี control card ควบคุมว่าอ่านจบแล้วยัง และบอกว่า table นี้มีกี่จุดอยู่ข้างหน้า table card นี้ ใน table card จะประกอบด้วยค่าของ x และ y สลับที่กันตลอด field length ของแต่ละคานี้ ใช้ format F 14.8

ฉะนั้น Card แต่ละใบจะสามารถมีได้เพียง ๕ ค่าเท่านั้น หรือจะบอกค่าเพียงแค่ ๒ จุดครึ่ง ของ function table เท่านั้น ค่าของ coordinate เหล่านี้ไม่จำเป็นต้องเรียง computer จะทำงานและเรียงให้ในตัวของมันเอง

#### 4.4.6 End Card

Card ในใบสุดท้ายของ control card ก็คือ เจาะ ๑๐ ลงใน column 2-3 ถ้าเจาะเป็นค่าอื่น computer อาจจะทำงานโดยเปลี่ยน parameter หรือเพิ่ม final time แล้วแต่ control card ใบสุดท้ายนี้

### 4.5 Data Preparation.

DAS จะทำหน้าที่ตาม Sequence ดังนี้.-

- (๑) INITIALIZATION
- (๒) HEADING
- (๓) STORE DATA
- (๔) SET NO. OF ELEMENTS
- (๕) EXECUTE

๑. ถ้าต้องการให้ program พิมพ์ HEADING ตามที่ผ่านเข้าไป เพราะฉะนั้นจะต้องมี control card ที่เป็นตัวเลข 1 เจาะที่ column 3 คิดตามด้วยการนับจำนวนใบที่เจาะ HEADING นี้ โดยเจาะใน column 1-3 ในกรณีที่ต้องการพิมพ์ HEADING ของ YANHEE ซึ่งไม่อยู่ใน data ให้เจาะค่าใดก็ได้ที่ไม่ใช่ 0 ใน column 1-3 ใน

card ใบต่อไป ถ้าไม่ต้องการก็ให้เจาะ 0 ใน column 3 สำหรับ card "HEADING" มีค้อย่างมากไม่เกิน ๓๘ ใบ โดยมี field length จาก column 2-65 นอกจากนี้ computer จะไม่ accept

## ๒. Store data

(๑) ถ้าต้องการให้ card ผ่าน initial condition ของ integrator ให้เจาะ ๒ ของ control card เข้าที่ column 3 ตามด้วยการนับจำนวน integrator ที่ใช้เช่นเดียวกันให้เจาะตัวเลข integer ที่ column 3 แล้วจึงต่อควยคาศของ initial condition โดยมี field length เป็น F 14.8 หลังจากนั้นจะเป็น control card ที่อ่านคาศของ Time increment, print time และ final time โดยมี field length เป็น F 14.8 อยู่ใน card ใบเดียวกัน ถ้าไม่ต้องการ store data ต่อไปอีกให้คั่นควย blank card ถ้าต้องการ store data อีก ให้เจาะตัวเลขลงใน column 3 ตัวเลขนั้น ยอมรับขึ้นอยู่ก็ว่าจะ store อะไร ก็จะใช้คั่นควยต่อไป

(๒) ถ้าต้องการให้ card อ่าน parameter ให้เจาะ ๓ ที่ column 3 ของ control card ตามด้วยการนับจำนวน parameter ที่ใช้ คือ เจาะจำนวน parameter เข้าที่ column 1-3 แล้วจึงตามควยคาศของ parameter โดยมี field length เป็น F 14.8 ถ้าไม่ต้องการ store data ต่อไปอีกให้คั่นควย blank card แต่ถาต้องการ store อีกให้ใช้ control card ดังเช่นที่กล่าวใน ๑

(๓) ถ้าต้องการ store function generator ตัวเลขของ control card จะต้องเป็น ๔ ตามควย table ที่เท่าใด และ control card เพื่อที่จะทราบว่า ยังมี table อื่นอีกหรือไม่ control card ใบนี้ประกอบด้วย ๒ คาศ ๆ แรกจะ specified ว่าหมด generation table แล้วหรือยัง ถ้าเป็น ๕ ที่ column 3 แสดงว่าหมดแล้ว และให้ทำการคำนวณต่อไปได้ ถ้าเป็นตัวเลขอื่นแสดงว่าต้อง generate table ต่อไป คาศที่ ๒ ให้เจาะจำนวนจุดทั้งหมดที่ column 4-6 ว่ามีกี่จุด ติดตามควยคาศของจุดที่กำหนดให้ โดยมี field length เป็น F 14.8

(๔) เมื่อคำนวณเสร็จแล้วตามควยการอ่านคาศของ control card ถ้าคานี้มี คาศเป็น ๒๐ เจาะที่ column 2-3 หมายความว่า จะเปลี่ยน integration time และ





print time โดยต้องการทำต่อจาก execute program ที่แล้วต่อไปอีก ส่วนจะเปลี่ยน parameter หรือไม่ขึ้นอยู่กับ control card ต่อไปว่าเป็น ๐ หรือไม่ ถ้าเป็น ๐ ให้ทำต่อไปเพียงแค่ว่าเวลาออกไหนขึ้นอีก ถ้าต้องการให้เปลี่ยน parameter ให้เจาะ ๓ ลงที่ column 3 ของ control card จงสังเกตว่า control card นี้จะเป็น ๒ ไม่ได้เลย เพราะมันจะไปอ่าน initial condition ซึ่งเราไม่ต้องการ ทำให้ค่าที่ได้ผิด

(๕) ถ้า control card ใน ๔ ไม่ใช่ ๒๐ แต่เป็น ๑๐ หมายความว่าจบ program แล้ว

(๖) แต่ถ้า control card เป็นค่าใด ๆ เราหมายถึงต้องการเริ่มต้นทำงานใหม่ ตั้งแต่เริ่มแรกทีเดียว โดยใช้ program instruction ชุดเก่า printer จะพิมพ์ ENTER NEW SOURCE PROGRAM ให้ทราบ หลังจากนั้น วิธีการทุกอย่างก็เป็นแบบเริ่มต้นอีก

สำหรับ program arrangement ทุกครั้งจะต้อง load main control program เข้าไปก่อนแล้วจึงติดตามด้วย ANALOG SUBROUTINE และ ELEMENT subprogram ต่าง ๆ