บทที่ 3

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

3.1 ส่วนประกอบโปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่คำนวณออกแบบภาคปรับรับคลื่น แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. ส่วนที่สั่งให้อ่านข้อมูล และพิมพ์อธิบายข้อมูล
2. โปรแกรมหลัก (main program)
3. โปรแกรมย่อย (subroutine) ต่าง ๆ
4. ส่วนที่สั่งให้พิมพ์รายการข้อมูล และสรุปผลต่าง ๆ (อยู่ในบทที่ 4)

โปรแกรมส่วนที่ 1 จะอธิบายรวมกับวิธีใช้โปรแกรมในหัวข้อ 3.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 ส่วน (ยกเว้นโปรแกรมย่อย) จะใช้ core memory ใกล้จะเต็ม เพราะว่าในโปรแกรมจะใช้ subroutine ประกอบด้วย จึงใช้เทคนิคของการต่อโปรแกรมเข้ามาช่วย โดยคอมพิวเตอร์จะอ่านโปรแกรมทั้ง 3 ส่วนเข้าไปเก็บไว้ในเทป จากนั้นเครื่องจะคำนวณส่วนแรกก่อน ก่อนที่จะจบส่วนแรกจะมีข้อความที่เรียกส่วนที่ 2 ซึ่งจะใช้ข้อความเรียกดังนี้

```
CALL CHAIN  2
```

เครื่องก็จะนำส่วนที่เป็นโปรแกรมส่วนที่ 2 เข้ามายัง memory ข้อมูลจากส่วนแรกจะนำไปใช้ในส่วนที่ 2 ได้โดยการ reserve area ไว้โดยคำสั่ง

```
COMMON (data 1, data 2, .....data n)
```

ดังนั้นทุกโปรแกรมจะ link กันด้วย CHAIN Instruction ดัง flow chart ในรูป 3.1 คำสั่ง COMMON ในโปรแกรมทุกส่วน จะจัดที่ไว้เก็บ data ทั้งหลายซึ่งถูก define ที่จะส่งผ่าน CHAIN ไปยังโปรแกรมถัดมา

```
C       CHAIN 1
C       FIRST PART
C       PROGRAM TO READ AND WRITE THE DATA DESCRIPTION
        COMMON(INPUT 1.....INPUT j,OUTPUT 1....OUTPUT p,
       1DATA 1....DATA n)
        .........
        ..........   } Sequence of instructions.
        CALL CHAIN 2
        STOP
        END

*CHAIN,2
C       CHAIN 2
C       SECOND PART
C       PROGRAM OF THE TELEVISION DESIGNING
        COMMON(INPUT 1.....INPUT j,OUTPUT 1....OUTPUT p,
       1DATA 1....DATA n)
        ..........   } Sequence of instructions
        ..........
        Call CHAIN 3
        STOP
        END
```

```
*CHAIN,3
C       CHAIN 3
C       THIRD PART
C       DESCRIPTION OF THE RESULT OF THE CALCULATION
        COMMON(INPUT 1...INPUT j,OUTPUT 1...OUTPUT p,
       1DATA 1.....DATA n)
        ..........  }
        .........   }   Sequence of instructions
        STOP
        END
```

รูปที่ 3.1 รูปแสดงการต่อโปรแกรมโดย CHAIN INSTRUCTION

3.2 สัญญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม

เพื่อให้สะดวกต่อการที่จะอ่านโปรแกรมประกอบการอ่าน flow chart ซึ่งจะแสดงต่อไป จึงนำเอาสัญญลักษณ์ที่ใช้ในบทที่ 2 และสัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมมาแสดงเปรียบเทียบกันดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในบทที่ 2	สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม	ความหมาย
a	A,A1,A2	mismatch factor
a	AMISM	
BW	CBW	channel bandwidth
	BW2	bandwidth of unloaded coil L_2 (5 MHz.)
	BW3	bandwidth of coil L_3 (5.8 MHz.)
$BW_{peak-to-peak}$	BWPTP	bandwidth peak to peak (6 MHz.)
C_1, C_2	C1, C2	imput series and parallel capacitance
C_{osc}	COSC	output capacitance of the oscillator
C_p	CPBF	parallel capacitance of balun and filter
C_{iep}	CI6	imput capacitancd (of TIXM06)
C_{oep}	CO6	output capacitance (of TIXM06)
C_{dist}	CDO6	diatribution capacitance (output side of TIXM06)
$C_{6(total)}$	CT6	total capacitance
C_N	CN	neutralizeing capacitance
C_{CB}	CCB6	capacitance of collector-base of TIXM06

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในบทที่ 2	สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม	ความหมาย
$C_{(total)}$	CT3	total capacitance
C_P	CP	parallel capacitance
C_T	ACT	total capacitance of C1 and C5
CL	CL,CL1	coil loss of L_4 and L_1
DCL	DCL	diode conversion loss
	DM	dummy variable
f_o	AIF	intermediate frequency
$f_{(RF)}$	FRF	radio frequency
$f_{(max)}$	FMAX	maximum frequency of oscillation
f_T	FT	frequency where h_{fe} equal to zero decibel
G_g	GG	conductance
g_{22}	G22	conductance of Y_{22}
g_{11}	G11	conductance of Y_{11}
G_L	GL	load conductance
I_C	AIC	collector current
I_E	AIE	emitter current (ถ้าต่อด้วย 05,06 หรือ 07 จะแทนเบอร์ของทรานซิสเตอร์ TIXM05 TIXM06 หรือ TIXM07
IL	AIL	insertion loss ของ coil L_4
k	PK	power delating factor
L,M	AL, AM	ค่าคงที่ในนิพจน์ของ stern
L_p	ALP	equivalent parallel resistance ที่ input matching circuit

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในบทที่ 2	สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม	ความหมาย
$l_{2,3,4}$	AL2,AL3,AL4	assumed inductance of coil 2,3 and 4
	CL2,CL4,CL5	calculated value ของ inductance ของ coil L_2, L_4 L_5
Loss	LOSS	total loss
MAG	AMAG	maximum power gain ของ RF stage
ML	AML, AML1	mismatch loss ของ coil L_4 และของ coil L_1
MAG	AMAG2	maximum power gain ของ mixer stage
$P_{Disp(max)}$	PDISP	power dissipation
PG	PG6	total power gain ของ TIXM06
	PG5	total conversion gain ของ TIXM05
	TTGAIN	total tuner gain (RF และ mixer stage)
Q_{UU}	QUUL3	unloaded uncoupled Q (ของ coil l_3)
	QUUL2	unloaded uncoupled Q (ของ coil l_2)
	QUUL1	unloaded uncoupled Q (ของ coil l_1)
	QUUL4	unloaded uncoupled Q (ของ coil l_4)
Q_{LC}	Q_{LC4}	loaded coupled Q ของ coil l_4
Q_{LU}	QLU3	loaded uncoupled Q ของ coil l_3
Q_S	QS	series Q
Q_P	QP	parallel Q
Q	QL	Q ของ coil
$r'_b C_c$	RBCC6	product of emitter-base resistance and collector capacitance(ของ TIXM06)

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในบทที่ 2	สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม	ความหมาย
r_{iep}	RI6	input resistance (ของ TIXM06)
R_p	RPBF	parallel resistance ของ balun filter
R_L'	RLR	reflected loaded resistance
R_{EP}	REP	equivalent parallel resistance of coil
	REP5	equivalent parallel resistance of coil L_5
	REP3	equivalent parallel resistance of coil L_3
	Y_T	total admittance
R_T	RT6	total resistance
R_6, R_5, R_4	R6,R5,R4	resistance 6 5 and 4
R_S	RS	equivalent series resistance
R_P	R_P	equivalent parallel resistance
R_A	RA	resistance of balun and filter
R_B	R_B	
S	S	stability factor
t^o	T	ambient temperature
$t_{(max)}$	TMAX	maximum ambient temperature
TL	TL	transformer loss
V_{CC}	VCC	power supply voltage
V_{CE}	VCE	collector to emitter voltage (ถ้าเป็นของ TIXM05 จะตอดวย 05
V_{BE}	VBE	base-emitter voltage

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในบทที่ 2	สัญญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรม	ความหมาย
W	W	angular frequency ($2\pi f$)
Y_{11}	AY11	real part ของ Y_{11} (A นำหน้าใช้แทน real part)
JY_{11}	BY11	imaginary part ของ Y_{11} (B ใช้แทนเป็น imaginary part)
Y_{12}	AY12	real part ของ Y_{12}
jY_{12}	BY12	imaginary part ของ Y_{12}
Y_{21}	AY21	real part ของ Y_{21}
jY_{21}	BY21	imaginary part ของ Y_{21}
Y_{22}	AY22	real part ของ Y_{22}
jY_{22}	BY22	imaginary part ของ Y_{22}

ตารางที่ 3.1 สัญญลักษณ์และความหมาย

3.3 การส่งข้อมูลให้เครื่องคำนวณและวิธีใช้คอมพิวเตอร์

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เครื่องคำนวณค่าต่าง ๆ ออกมาโดยการเจาะข้อมูลเข้าช่องละ 11 แผ่น แต่จะแสดงการเจาะข้อมูลเข้าแต่เพียงช่องเดียวคือ ช่องที่ 13 เท่านั้น (รูปที่ 3.2 หน้า 54)

หลักสำคัญในการที่จะพิจารณา เพื่อเจาะข้อมูลเข้าคอร์สัมน์ต่าง ๆ นั้นต้องดูที่คำสั่งให้อ่านค่าในแต่ละใบ ในโปรแกรมนี้จะมีแบบฟอร์มของการอ่านเป็นมาตรฐานเหมือนกันทุกใบหมด (ยกเว้นบัตรใบที่ 1 และบัตรใบที่ 5) คือ ใช้ E7.3 เช่นค่าต้องการจะ

รูปที่ 3.2 รูปแสดงตำแหน่งของข้อมูลในบัตร

อ่าน คือ 213.5×10^6 จะเจาะ 2135+08 เขาจะเจาะให้เครื่องอ่านบัตรเป็น 2135E + 06 ก็ได้ แต่ต้องเขียนคำสั่งเป็น E8.1

บัตรทั้ง 11 ใบ จะมีบัตรใบที่ 1 และ 5 ที่ input format ไม่ใช่ E7.3 โดยใบที่ 1 จะใช้ I2 ซึ่งเป็น fix point constant และบัตรใบที่ 5 ใช้ E7.2 เช่นค่า -1.2×10^{-3} ซึ่งมีค่า -1.2E - 3 จะเจาะลงในบัตรเป็น -120-03 ซึ่ง 1 ค่าจะใช้ 7 คอลัมน์ เช่นเดียวกัน

ต่อไปนี้จะแสดง ชื่อข้อมูลเข้า และตำแหน่งคอลัมน์ที่จะต้องเจาะตัวเลขลงไป

บัตรใบที่	ชื่อข้อมูลเข้า	คอร์ลัมน์	ค่าที่ใช้
1	เลขที่ของช่อง	1-2	13
2	Radio frequency ($F_{(RF)}$)	1-7	2.135×10^8
	channel bandwidth (BW)	8-14	5.5×10^6
	intermediate frequency (F_{IF})	15-21	4.35×10^7
	<u>data ของ TIXM06</u>		
3	emitler current (I_E)	1-7	2×10^{-3}
	power supply voltage (V_{CC})	8-14	12
	collector-emitler voltage (V_{CE})	15-21	10
	power derating factor (K)	22-28	1×10^{-3}
	rated deviced dissipation (25°C) (P_{rated})	29-35	7.5×10^{-2}
	frequency where h_{fe} equal to zero decibel (f_T)	36-42	3.8×10^8
	Product of emitter-base resistance and capacitance ($r'_b C_c$)	42-49	10×10^{-12}
	stability factor (s)	50-56	3

บัตรใบที่	ชื่อข้อมูลเข้า	คอร์ลัมน์	ค่าที่ใช้
	output distribution capacitance (C_{dist})	56-63	1.5×10^{-12}
	input distribution capacitance (C_{dist})	64-70	1.0×10^{-12}
4	input resistance (r_{iep})	1-7	1.6×10^{2}
	input capacitance (C_{iep})	8-14	7×10^{12}
	output resistance (r_{oep})	15-21	4×10^{4}
	output capacitance (C_{oep})	22-28	9×10^{-13}
	collector base capacitance (C_{CB})	29-35	1×10^{-12}
5	input admittance (real part Y_{11})	1-7	1.2×10^{-3}
	input admittance (imaginary part Y_{11})	8-14	0
	reverse transfer admittance (real part, Y_{12})	15-21	0
	reverse transfer admittance (imaginary part ของ Y_{12})	22-28	-1.5×10^{-4}
	forward transfer admittance (real part, Y_{21})	29-35	4.5×10^{-2}
	forward transfer admittance (imaginary part ของ Y_{21})	36-42	-1.0×10^{-2}
	output admittance (real part, Y_{22})	43-49	2.5×10^{5}
	output admittance (imaginary part ของ Y_{22})	50-56	0
	ข้อมูลของ TIXM05		
6	emitter current (I_E)	1-7	2×10^{-3}
	power supply voltage (V_{CC})	8-14	12
	collector-emitter voltage (V_{CE})	15-21	8.5
	power derating factor (K)	22-28	1.0×10^{-3}

บัตรใบที่	ชื่อข้อมูลเข้า	คอร์สัมน์	ค่าที่ใช้
	rated device dissipation (P_{rated})	29-35	7.5×10^{-2}
	frequency where h_{fe} equal to zero decibel (f_T)	36-42	4.5×10^{8}
	product of emitter-base resistance and capacitance ($r'_b C_c$)	43-49	7.5×10^{-12}
	stability factor (s)	50-56	6
	output distribution capacitance (C_{dist})	57-63	0.5×10^{-12}
	input distribution capacitance (C_{dist})	64-70	0.5×10^{-12}
7	input resistance (r_{iep})	1-7	1.6×10^{2}
	input capacitance (C_{iep})	8-14	7.0×10^{-12}
	output resistance (r_{oep})	15-21	1×10^{4}
	output capacitance (C_{oep})	22-28	9×10^{-13}
	collector-base capacitance (C_{CB})	29-35	1.0×10^{-12}
	ข้อมูลของ TIXM07		
8	emitter current (I_E)	1-7	2.0×10^{-3}
	power supply voltage (V_{CC})	8-14	12
	collector-emitter voltage (V_{CE})	15-21	10
	rated device dissipation (+25°C) (K)	22-28	1.0×10^{-3}
	Power derating factor (P_{rated})	29-35	7.5×10^{-2}
	frequency where h_{fe} equal to zero decibel (f_T)	36-42	4.5×10^{8}
	product of emitter-base resistance and capacitance ($r'_b C_c$)	43-49	7.5×10^{-12}
	stability factor (s)	50-56	2

บัตรใบที่	ชื่อข้อมูลเข้า	คอร์สัมน์	ค่าที่ใช้
	ข้อมูลสำหรับภาค mixer		
9	ambient temperature (T)	8-14	27
	capacitance load of oscillation (C_{osc})	15-21	2×10^{-12}
	unloaded uncoupled Q of coil L_3	22-28	70
	ข้อมูลสำหรับภาค RF amplifier		
10	bandwidth of secondary (L_3)	1-7	5.8×10^{6}
	bandwidth peak-to-peak	8-14	6.6×10^{6}
	bandwidth of primary coil (L_2)	15-21	5×10^{6}
	ข้อมูลสำหรับภาค input circuit		
11	input series capacitance (C_1)	1-7	6.8×10^{-12}
	input parallel capacitance (C_2)	8-14	1.8×10^{-11}
	output resistance of balun and filter	15-21	50
	output capacitance of balun and filter	22-28	2.5×10^{-11}
	unloaded uncoupled Q ของ coil L_1	29-35	70
	unloaded uncoupled Q ของ coil L_2	36-42	70
12	ข้อมูลของ standard resistance and	1-2	10
	capacitance series	3-4	12
		5-6	15
		7-8	18
		9-10	22
		11-12	27
		13-14	33
		15-16	39
		17-18	47
		19-20	56

บัตรใบที่	ชื่อข้อมูลเข้า	คอร์สัมน์	ค่าที่ใช้
		21-22	68
		23-24	82
		25-27	100

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลและตำแหน่งในบัตร

3.4 ส่วนประกอบของโปรแกรมหลัก (main program)

โปรแกรมหลัก คือ โปรแกรมส่วนสำคัญที่สั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณค่าต่าง ๆ โปรแกรมหลักจะแบ่งการคำนวณออกเป็นตอน ๆ ได้ 7 ตอน คือ

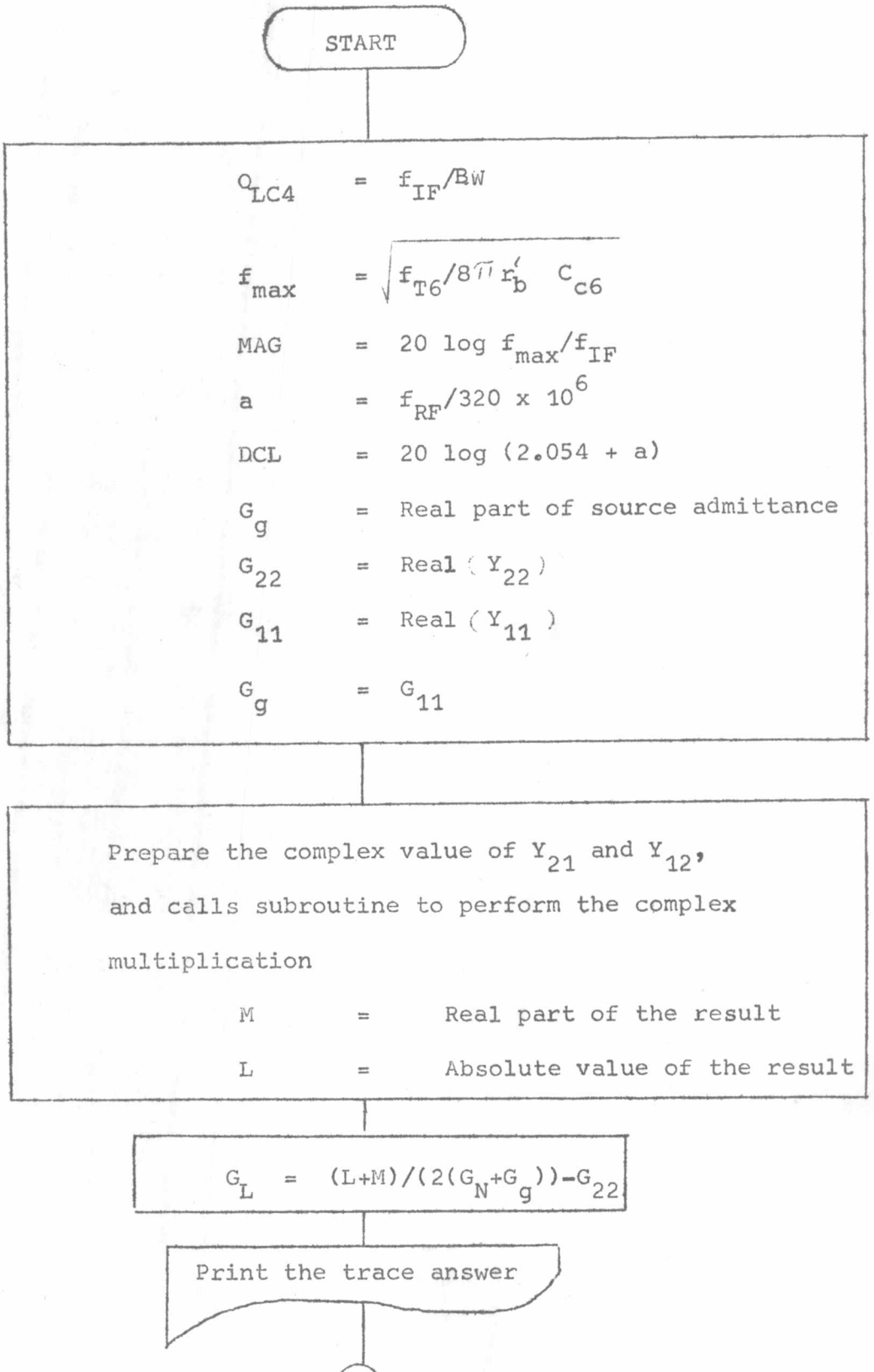
ตอนที่ 1 เป็นการคำนวณเบื้องต้นที่ภาค mixer
ตอนที่ 2 การคำนวณหา total loss และ total power gain
ตอนที่ 3 การคำนวณหาค่า inductance L_4 (โดยการเพิ่มค่าทีละขั้น)
ตอนที่ 4 การคำนวณหาค่า inductance L_2 ที่ภาค RF amplifier
ตอนที่ 5 การคำนวณที่ภาค RF transformer secondary
ตอนที่ 6 การคำนวณที่ภาค input circuit
ตอนที่ 7 การคำนวณที่ภาค oscillator
ตอนที่ 8 การคำนวณหาค่า bias resistance ต่าง ๆ

ในหัวข้อต่อไปจะอธิบายรายละเอียดพร้อมแสดง flow chart ของโปรแกรมตอนต่าง ๆ

3.5 รายละเอียดและผังงาน (Flow chart)

3.5.1 <u>การคำนวณตอนที่ 1 การคำนวณเบื้องต้นที่ภาค mixer</u>

การคำนวณในตอนนี้จะใช้ data ที่ส่งผ่าน common มาจาก CHAIN 1



รูปที่ 3.3 ผังงานของการคำนวณในตอนที่ 1

ผลจากการคำนวณที่ต้องการคือ ค่า loaded coupled Q ของ coil L_4(Q_{LC4}), maximum frequency of oscillation (F_{max}) maximum available gain (MAG) และ diode conversion loss(DCL) ผังงานจะแสดงในรูปที่ 3.3

3.5.2 <u>การคำนวณตอนที่ 2 คำนวณ total loss และ total power gain</u>

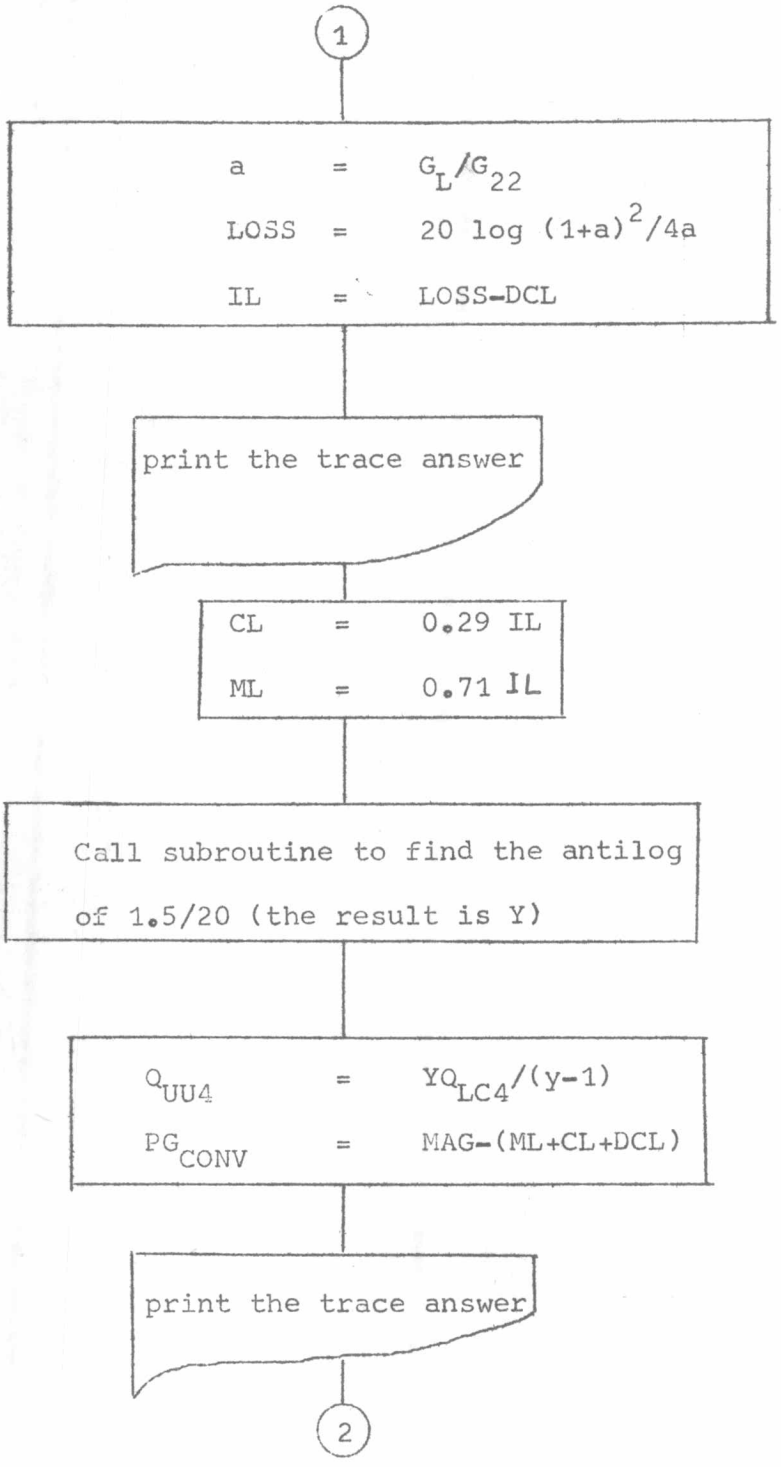
การคำนวณตอนนี้ จะใช้ subroutine ซึ่งทำหน้าที่หาค่า antilog จาก flow chart ที่จะแสดงต่อไป จะเห็นว่าค่า coil loss และ mismatch loss อาจจะเปลี่ยนแปลงไปได้ (ตามการทดลอง) ดังนั้นค่า L_4 ก็จะเปลี่ยนแปรไปตามกันด้วยเช่นกัน ผลจากการคำนวณต้องการ total loss, insertion loss, mismatch loss coil lossและ total conversion gain (PG_{conv})

3.5.3 <u>การคำนวณตอนที่ 3 การหาค่า L_4 โดยการหาเพิ่มค่าทีละขั้น</u>

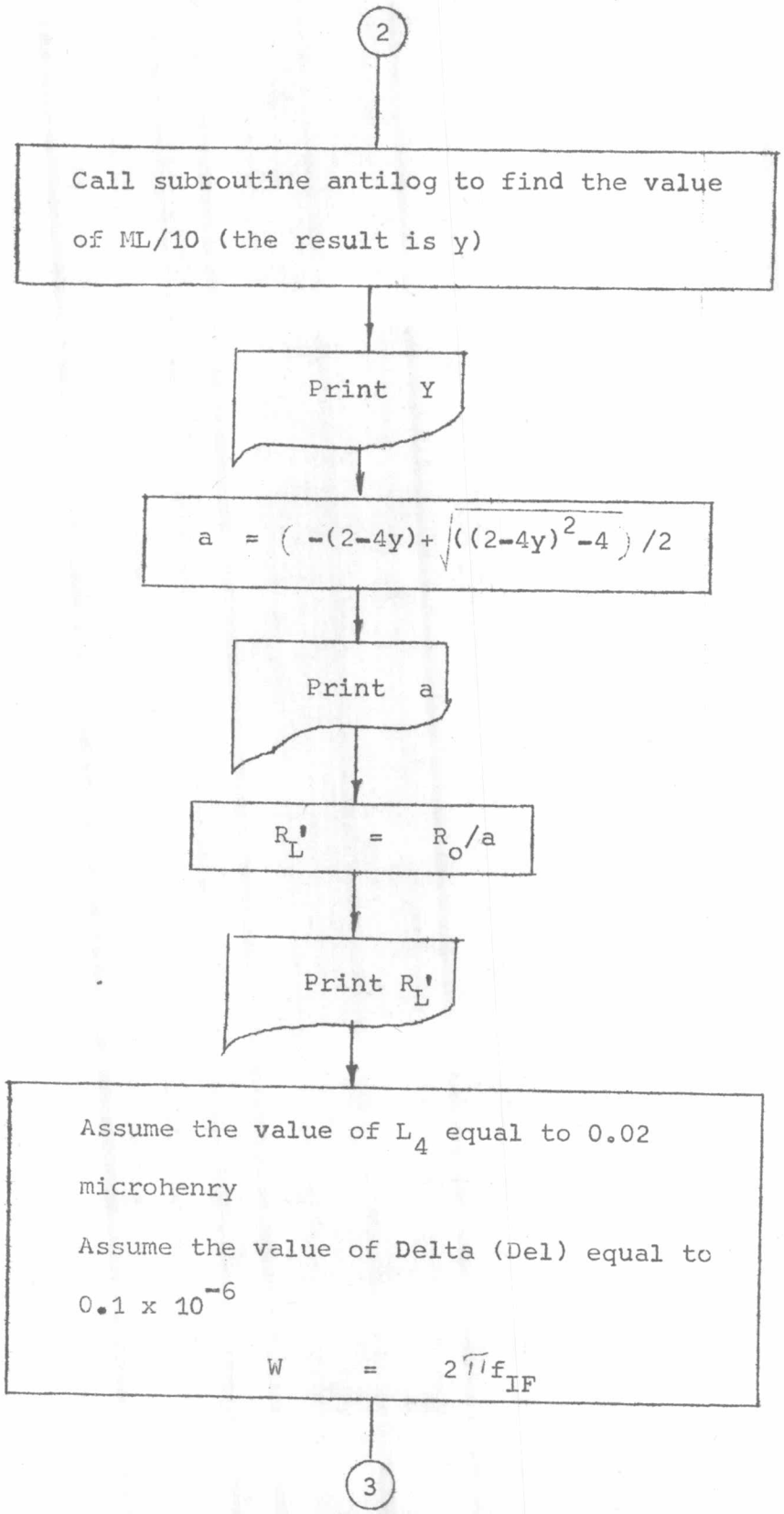
การคำนวณตอนที่ 3 นี้ จะเริ่มหาค่าของ mismatch factor(a) ก่อนจากสูตร ML = $10.\log(1+a)^2/4a$ ดังนั้นจะต้องหาค่า antilog ของ ML/10 จากนั้นก็ทำ completing the squareหาค่า a ออกมา แล้วจึงสมมติค่า L_4 เพื่อหาค่าต่าง ๆ ตามผังงานในรูปที่ 3.5

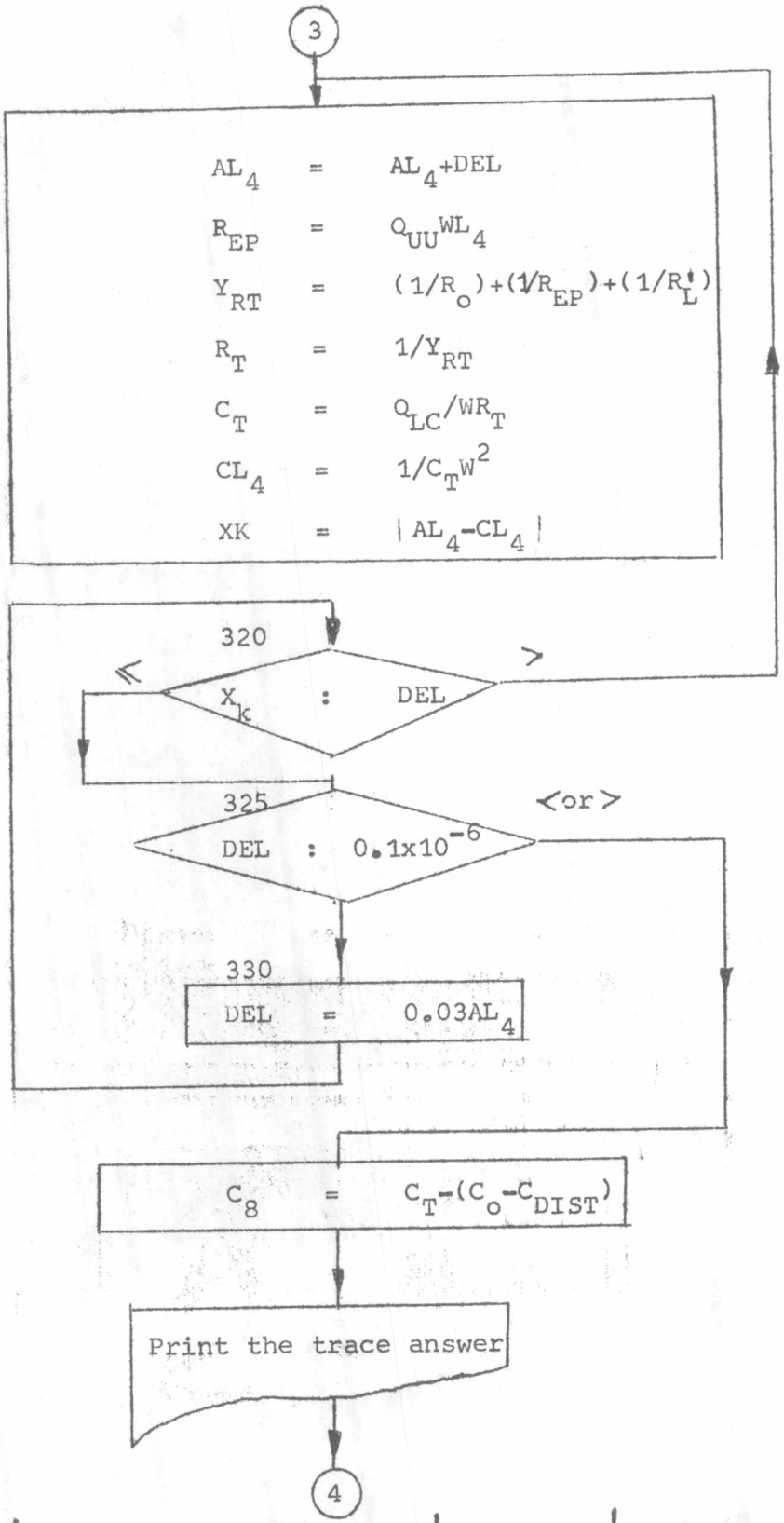
ในการคำนวณหาค่า L_4 นั้น เราจะสมมติให้ L_4 = 0.2 microhenry และ delta ให้เท่ากับ $0.1 - 10^{-6}$ซึ่งเป็นค่าหยาบ ๆ ก่อน จากนั้นจะคำนวณหาค่า L_4 ใหม่ ซึ่งใช้สัญญลักษณ์ CL_4(calculated L_4) แล้วหาความแตกต่างทั้ง 2 ค่า ตั้งชื่อว่าเป็น XK นำ XK และDEL(delta) มาเปรียบเทียบกัน ถ้ามากกว่า DEL ก็กลับไปเพิ่มค่า L_4 แล้วคำนวณมาใหม่ แต่ถ้าน้อยกว่าจะต้องกลับไปตรวจสอบอีก โดยการเปลี่ยนค่า DEL ไปเป็นค่า 3% ของค่า L_4 (statement 330)แล้วจึงกลับไปที่ 320 เพื่อเปรียบเทียบใหม่ว่า XK มากกว่า DEL หรือไม่ ถ้ามากกว่าก็กลับไปเพิ่มค่า L_4 ใหม่ ถ้าน้อยกว่าก็ใช้ได้ ไปคำนวณหาค่า C_8 ต่อไป

ผลจากการคำนวณในตอนนี้ ค่าที่จะนำไปใช้คือ ค่าของ L_4 และ C_8



รูปที่ 3.4 ผังงานของการคำนวณในตอนที่ 2


2
Call subroutine antilog to find the value of ML/10 (the result is y)
Print Y
a = (-(2-4y)+√((2-4y)^2-4) /2
Print a
R_L' = R_o/a
Print R_L'
Assume the value of L_4 equal to 0.02 microhenry
Assume the value of Delta (Del) equal to 0.1 x 10^-6
W = 2πf_IF
3



รูปที่ 3.5 ผังงานแสดงการคำนวณหาค่า L_4 ในตอนที่ 3

3.5.4 <u>การคำนวณตอนที่ 4 หาค่า L_2 โดยการเพิ่มค่าทีละขั้น</u>

การคำนวณในตอนนี้ เป็นการคำนวณในภาค RF amplifier ทาง collector load ของ TIXM05 อันประกอบด้วย L_2 และ capacitance ต่าง ๆ วิธีคำนวณหาค่า L_2 จะคล้ายกับ L_4 ถึงผังงานที่จะแสดงในรูปที่ 3.6

ผลการคำนวณที่ต้องการคือ L_2, C_4, C_3, C_{N1}

3.5.5 <u>การคำนวณตอนที่ 5 การคำนวณที่ RF transformer secondary</u>

การคำนวณตอนนี้เป็นการหาค่า L_3 ค่า power gain ของ TIXM05 total power gain ซึ่งก็คือค่า power gain หักออกด้วย transformer loss และ total tuner gain ดังผังงานที่แสดงในรูปที่ 3.7

3.5.6 <u>การคำนวณตอนที่ 6 การคำนวณ input circuit ของภาค RF amplifier</u>

การคำนวณตอนนี้จะหาค่า inductance L_1 input bandwidth (BWI) และ loss ต่าง ๆ ในภาคนี้ วิธีการคำนวณจะแสดงในผังงาน (รูปที่ 3.8)

3.5.7 <u>การคำนวณตอนที่ 7 การคำนวณที่ภาค oscillator</u>

การคำนวณที่ตอนนี้ จะคำนวณหาค่า inductance L_5 เพียงค่าเดียวจากค่าของ total capacitance

3.5.8 <u>การคำนวณตอนที่ 8 การคำนวณหาค่า bias resistance ของทรานซิสเตอร์ทั้ง 3 เบอร์</u>

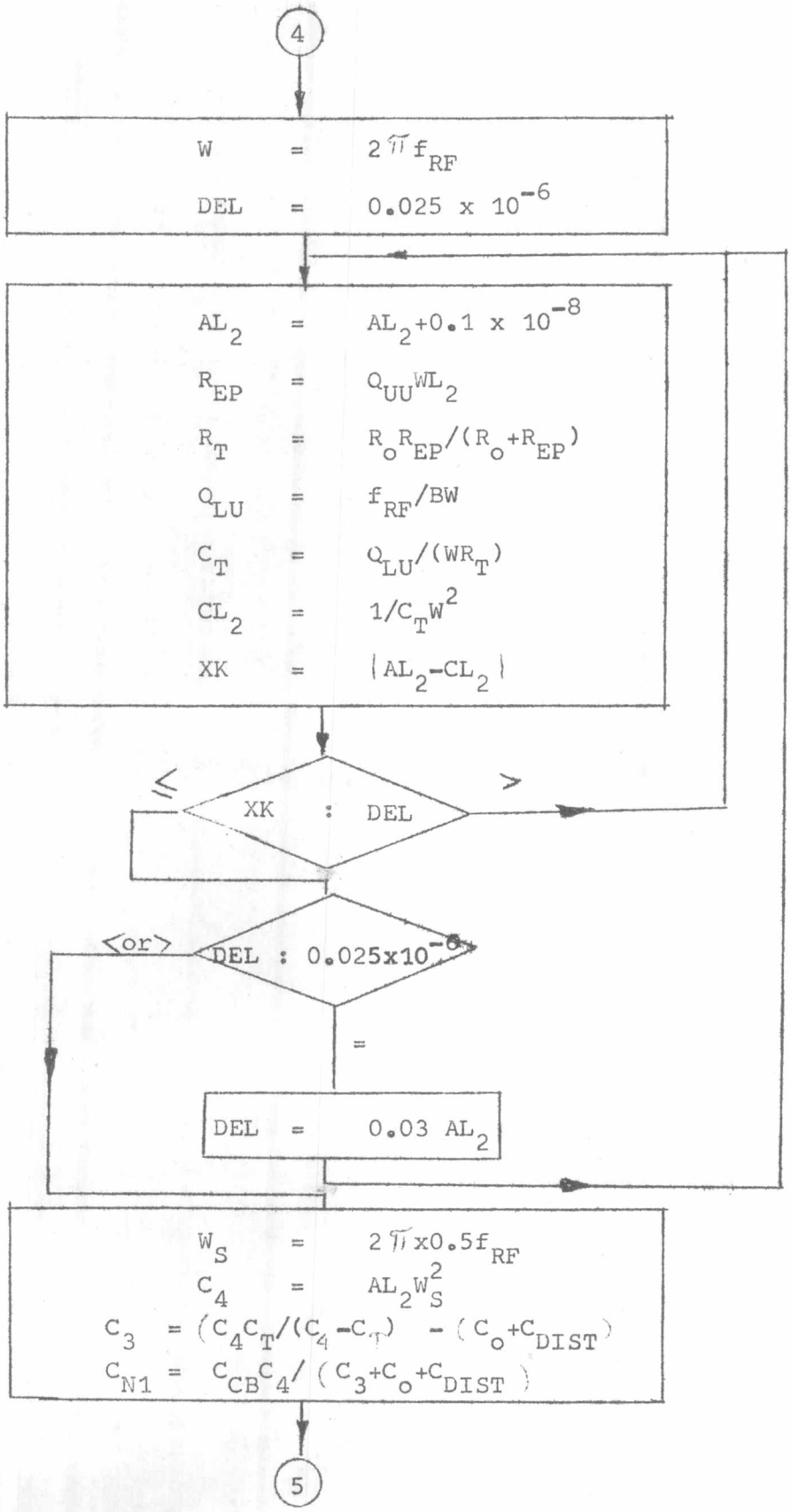
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนที่ 8 นี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

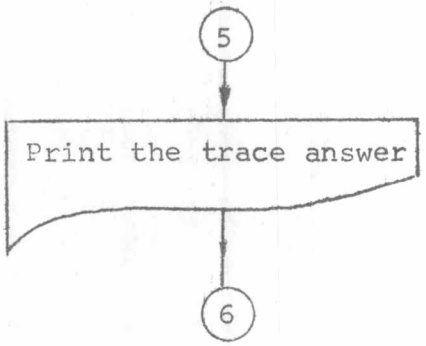
1) ภาค RF amplifier

2) ภาค mixer

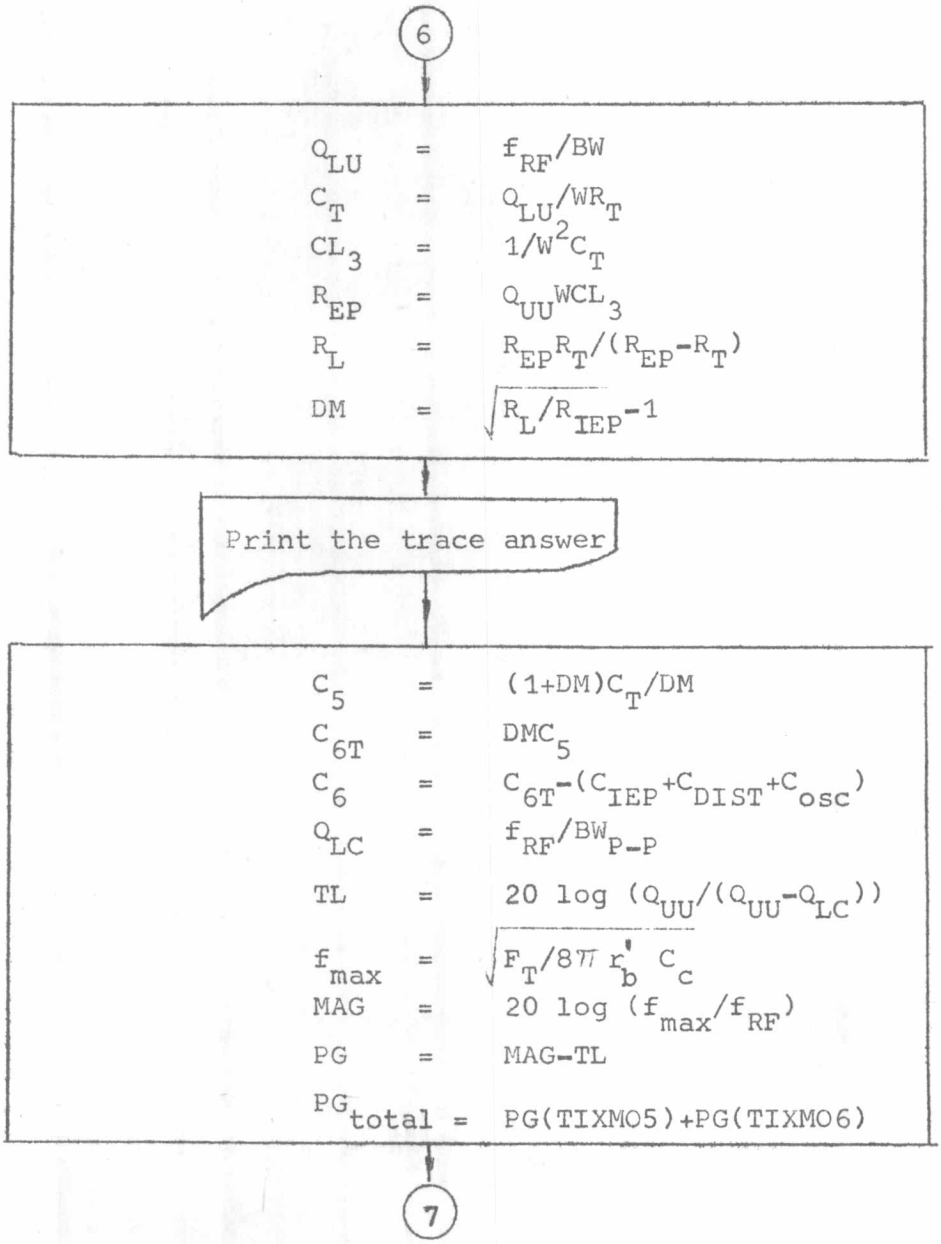
3) ภาค oscillator

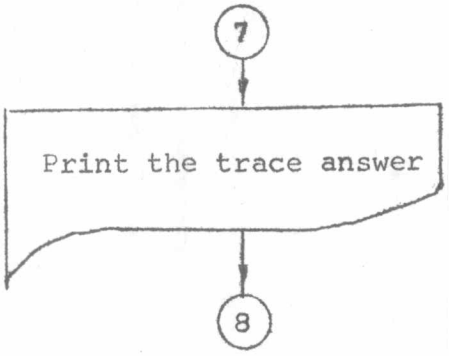
ผังงานของการคำนวณแสดงในรูปที่ 3.10


4
W = 2πf_RF
DEL = 0.025 x 10^-6
AL_2 = AL_2+0.1 x 10^-8
R_EP = Q_UU WL_2
R_T = R_o R_EP/(R_o+R_EP)
Q_LU = f_RF/BW
C_T = Q_LU/(WR_T)
CL_2 = 1/C_T W^2
XK = |AL_2-CL_2|
≤
XK : DEL
>
<or>
DEL : 0.025x10^-6
=
DEL = 0.03 AL_2
W_S = 2π x0.5f_RF
C_4 = AL_2 W_S^2
C_3 = (C_4 C_T/(C_4 -C_T) - (C_o+C_DIST)
C_N1 = C_CB C_4/(C_3+C_o+C_DIST)
5

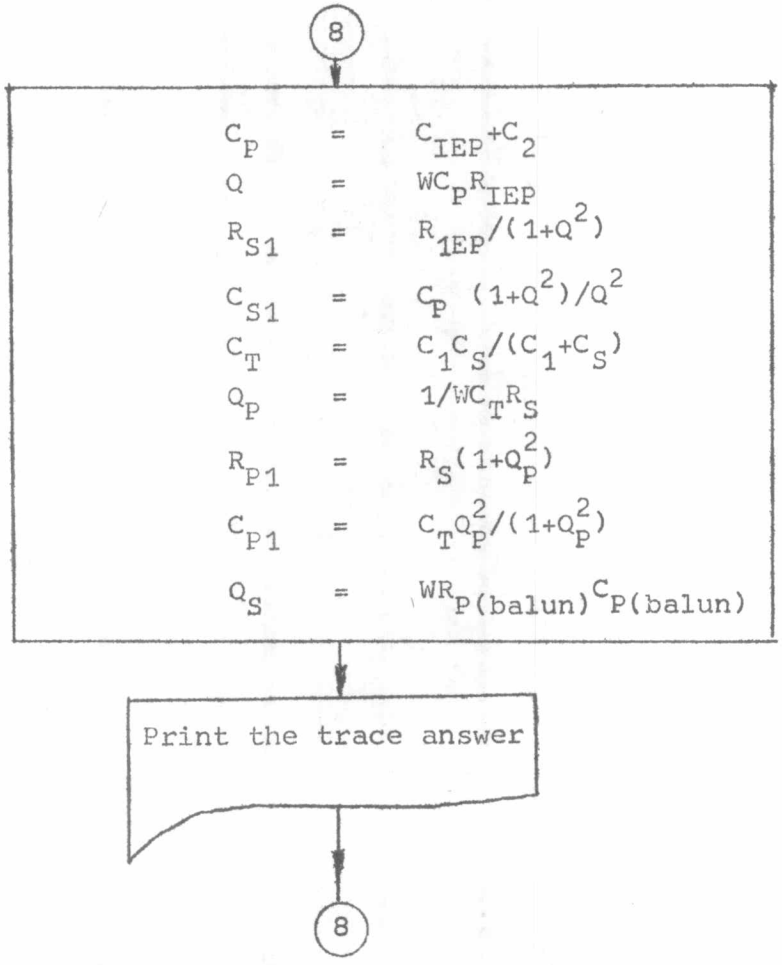


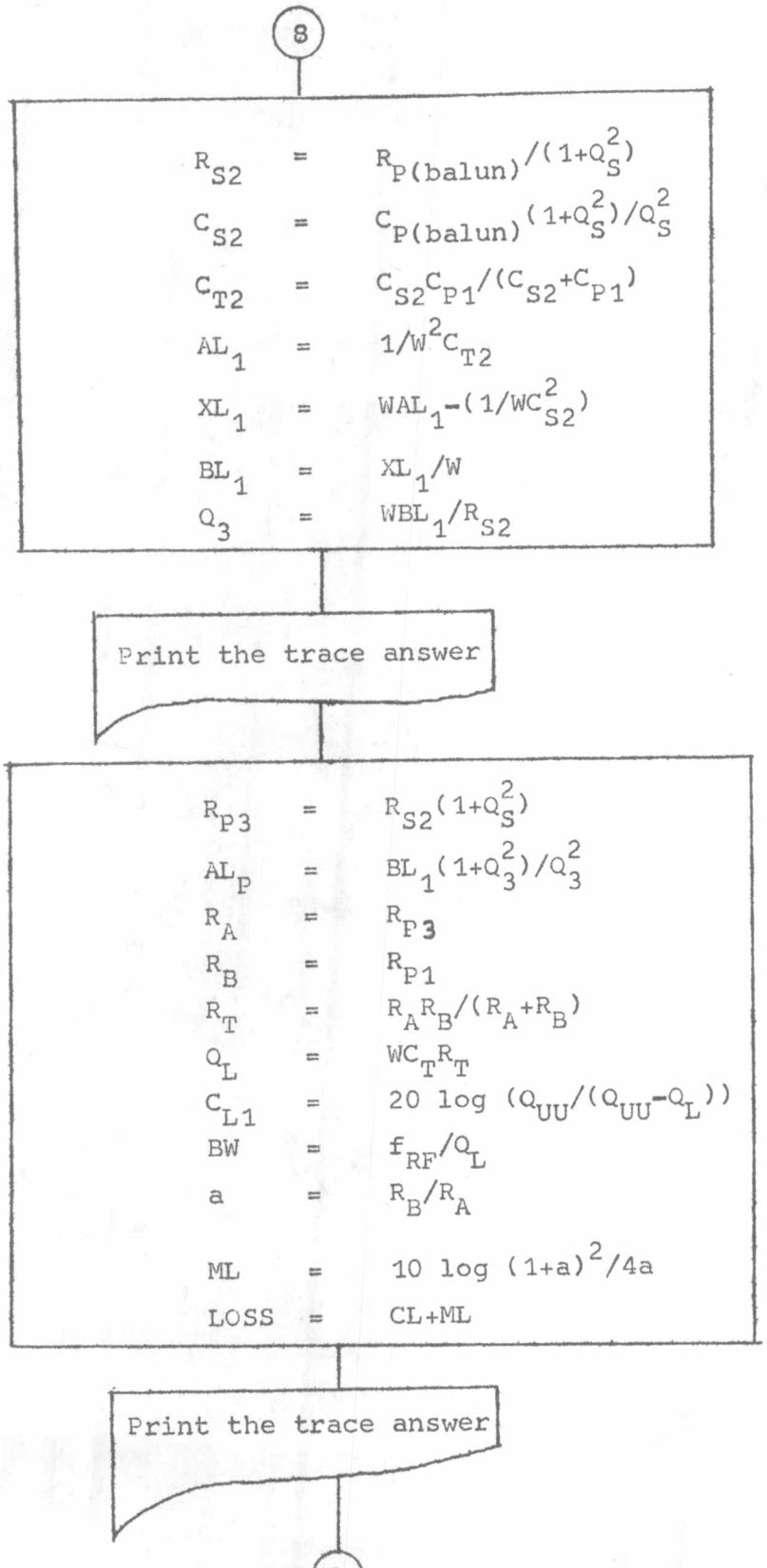
รูปที่ 3.6 ผังงานแสดงการคำนวณหาค่า L_4 ในตอนที่ 4



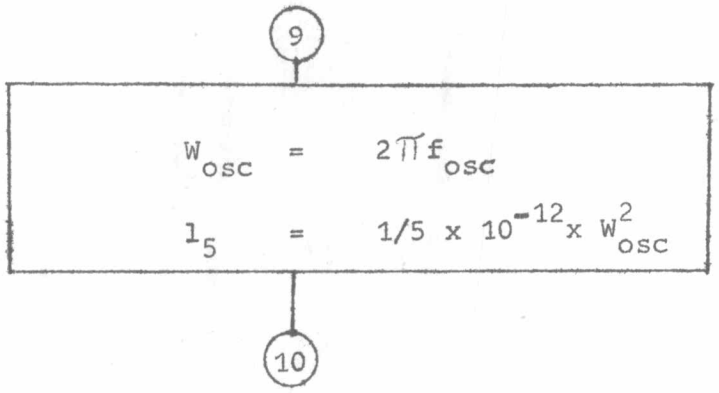


รูปที่ 3.7 ผังงานแสดงการคำนวณในตอนที่ 5

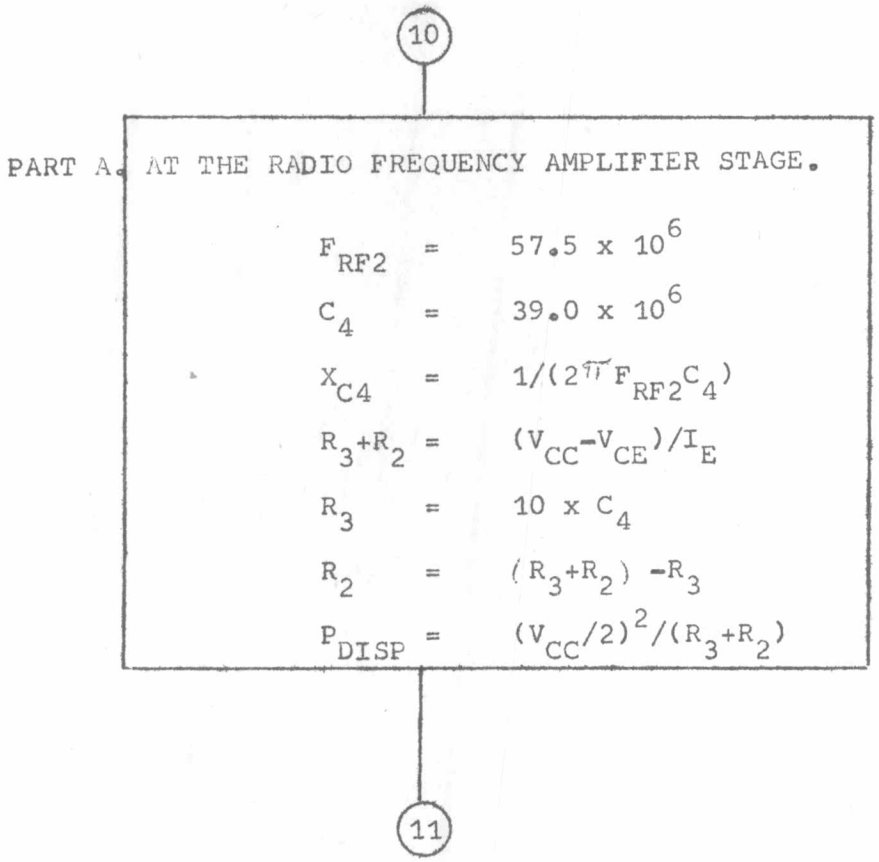


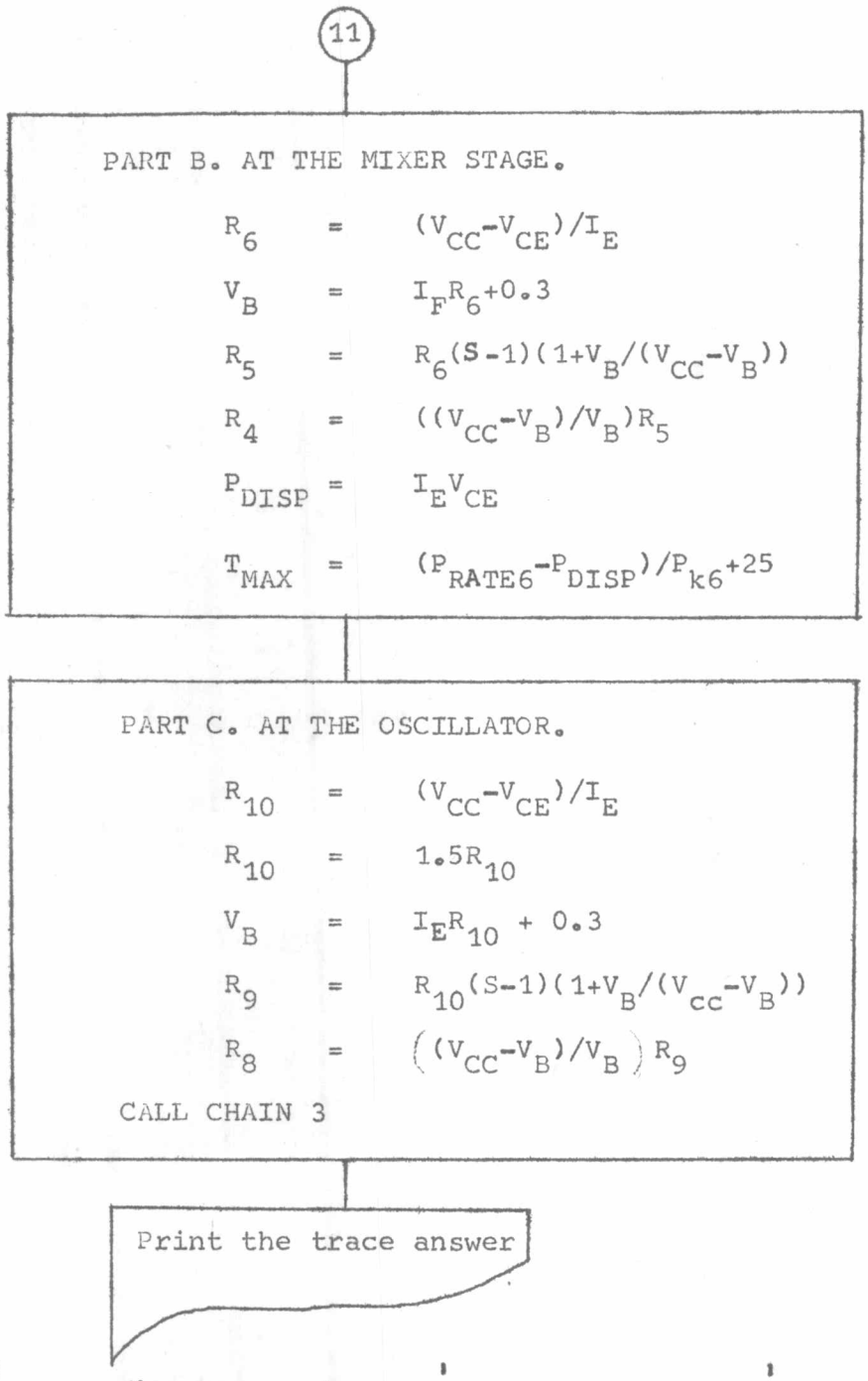


รูปที่ 3.8 ผังงานแสดงการคำนวณในตอนที่ 6



รูปที่ 3.9 ผังงานแสดงการคำนวณที่ภาค oscillator





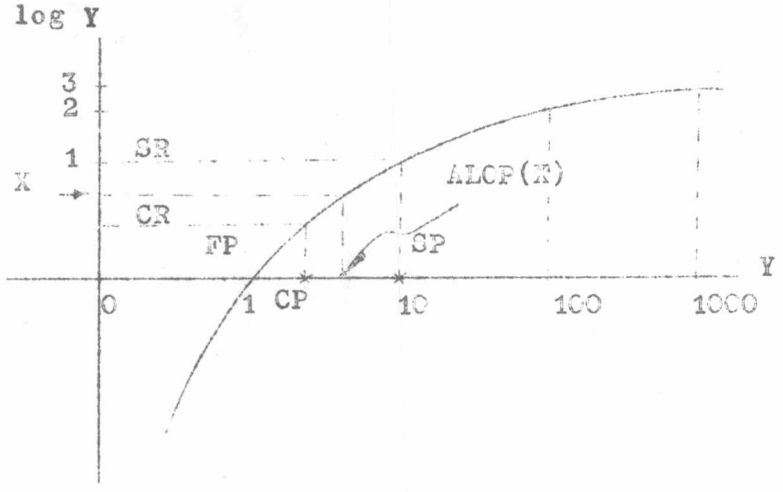
รูปที่ 3.10 ผังงานของการคำนวณหาค่า bias resistance ต่าง ๆ

3.6 โปรแกรมย่อย (subroutine) ต่าง ๆ

โปรแกรมย่อย (subroutine) เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ช่วยในการคำนวณหาค่าของฟังชั่นต่าง ๆ นอกเหนือจากที่มีไว้ใน library ของเครื่อง โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการคำนวณจะกล่าวดังต่อไปนี้

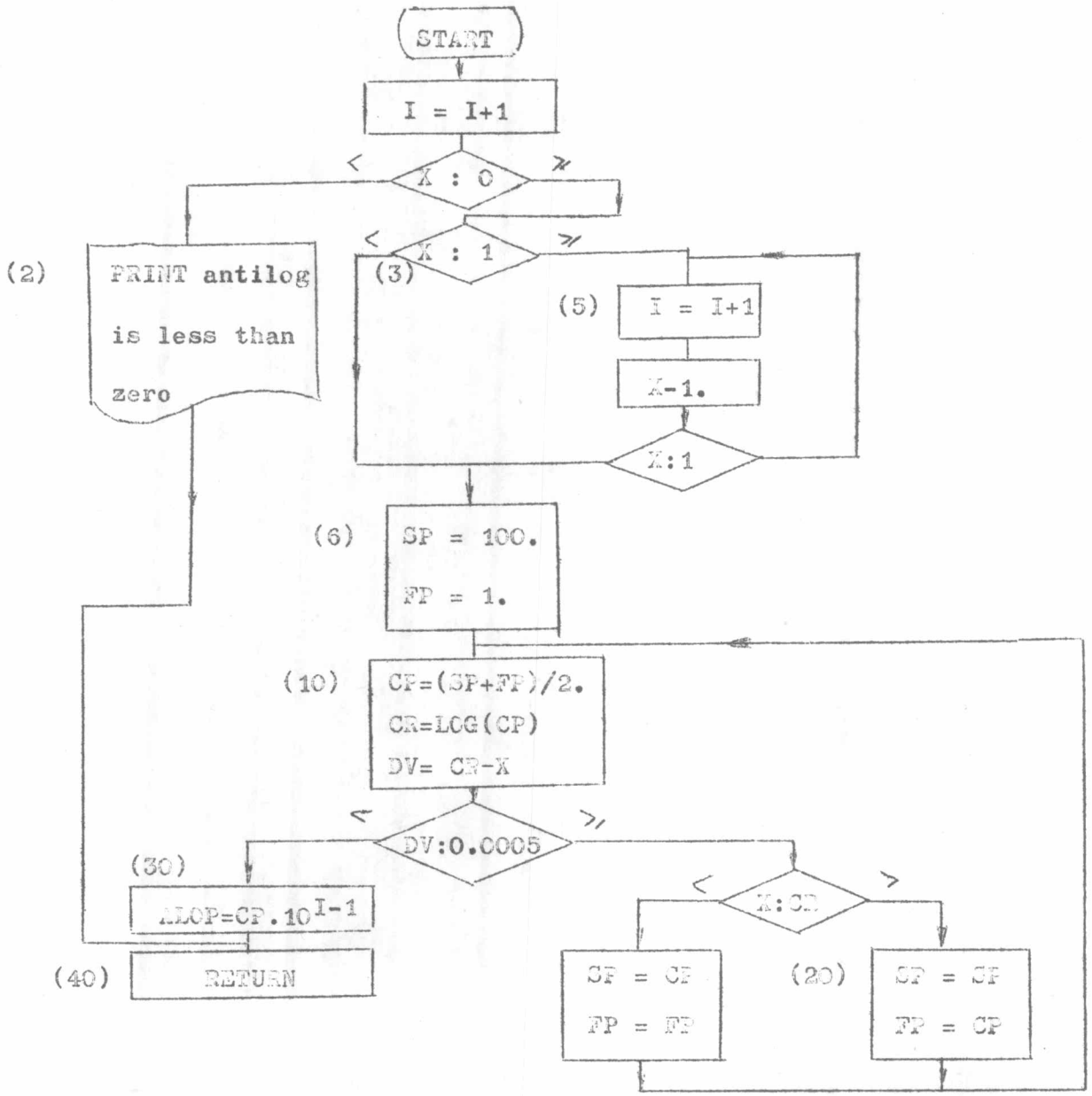
3.6.1 subroutine ANTILOG ATLOG(X, ALOP)

โปรแกรมย่อย ANTILOG จะมี input variable คือ X ผลจากการคำนวณ คือ ค่า antilog ของ X เรียกว่า antilog output(ALOP) สมมติว่า X คือค่า ๆ หนึ่งที่ต้องการหาค่า antilog (แสดงในแกน log Y ในรูปที่ 3.11) ALOP (antilog output)คือ ค่าที่ควรจะหาได้ (แสดงในแกน Y รูปที่ 3.11) วิธีทำก็คือเราจะ normalize ค่าที่ต้องการหา antilog เสียก่อน โดยนำเอาค่าที่ต้องการหามาลบด้วย 1 จนกระทั่ง ที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1 (ดังงานในรูปที่ 3.12) ดังนั้นผลที่ควรจะคำนวณได้จะอยู่ในช่อง 1 ถึง 10 (เพราะ log 1 = 0 และ log 10 = 1) วิธีหา เราจะตั้งจุด 2 จุด คือจุด FP (first point)และจุด SP (second point) นำเอา 2 ค่ามาหาค่าเฉลี่ยได้ค่า CP (center point)แล้ว take log ของ CP ได้ค่า CR(center result)นำเอา CR ไปเปรียบเทียบกับ X ถ้า X มีค่าเท่ากับ CR หรือใกล้เคียงกันมาก จะนำเอาค่า CP ไปตอบเป็น ALOP (antilog output) แต่ถ้า X



รูปที่ 3.11 กราฟของ Y และ log Y

Subroutine ATLOG(X,ALOP)



รูปที่ 3.12 ผังงานของ subroutine antilog

มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า CR เราก็จะตั้งจุด FP และ SP ใหม่ ตามผังงานที่แสดง จนผลการคำนวณได้ค่า X ใกล้เคียงกับ CR ตามความละเอียดที่ต้องการ ค่า antilog output คือค่า CP (center point)

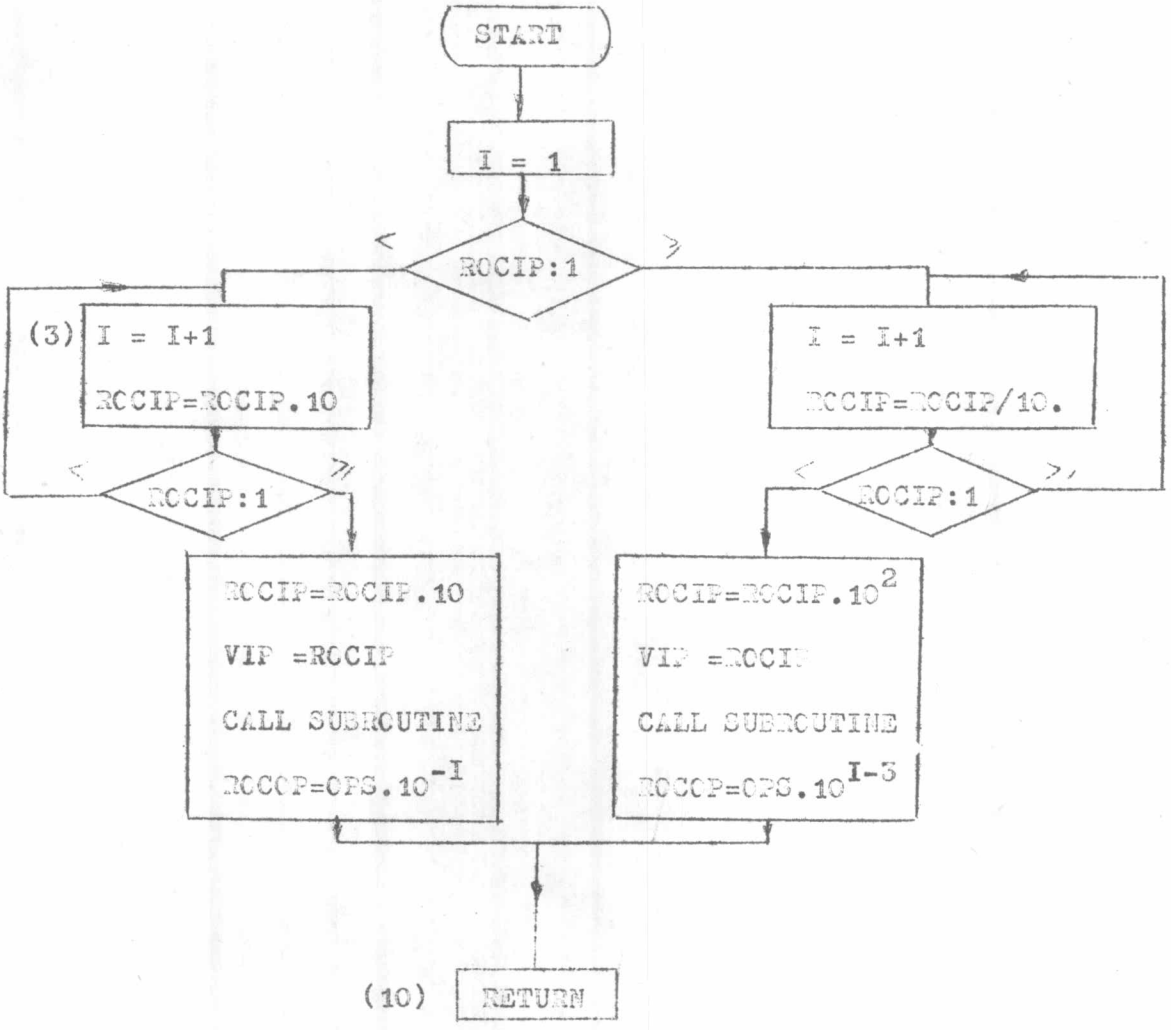
ส่วนตัวย่อของตัวแปรต่าง ๆ ของผังงานในรูปที่ 3.12 มีดังนี้

X	=	ค่าที่ต้องการหา
ALOP	=	antilog output
SP	=	second point
SR	=	second result
FP	=	first point
FR	=	first result
CP	=	center point
CR	=	center result (= log CP)
DV	=	different value of the mean value and the center point

3.6.2 <u>subroutine เพื่อ normalize ค่า R หรือ C(TNROC (ROCIP, ROCOP, VIP, OPS))</u>

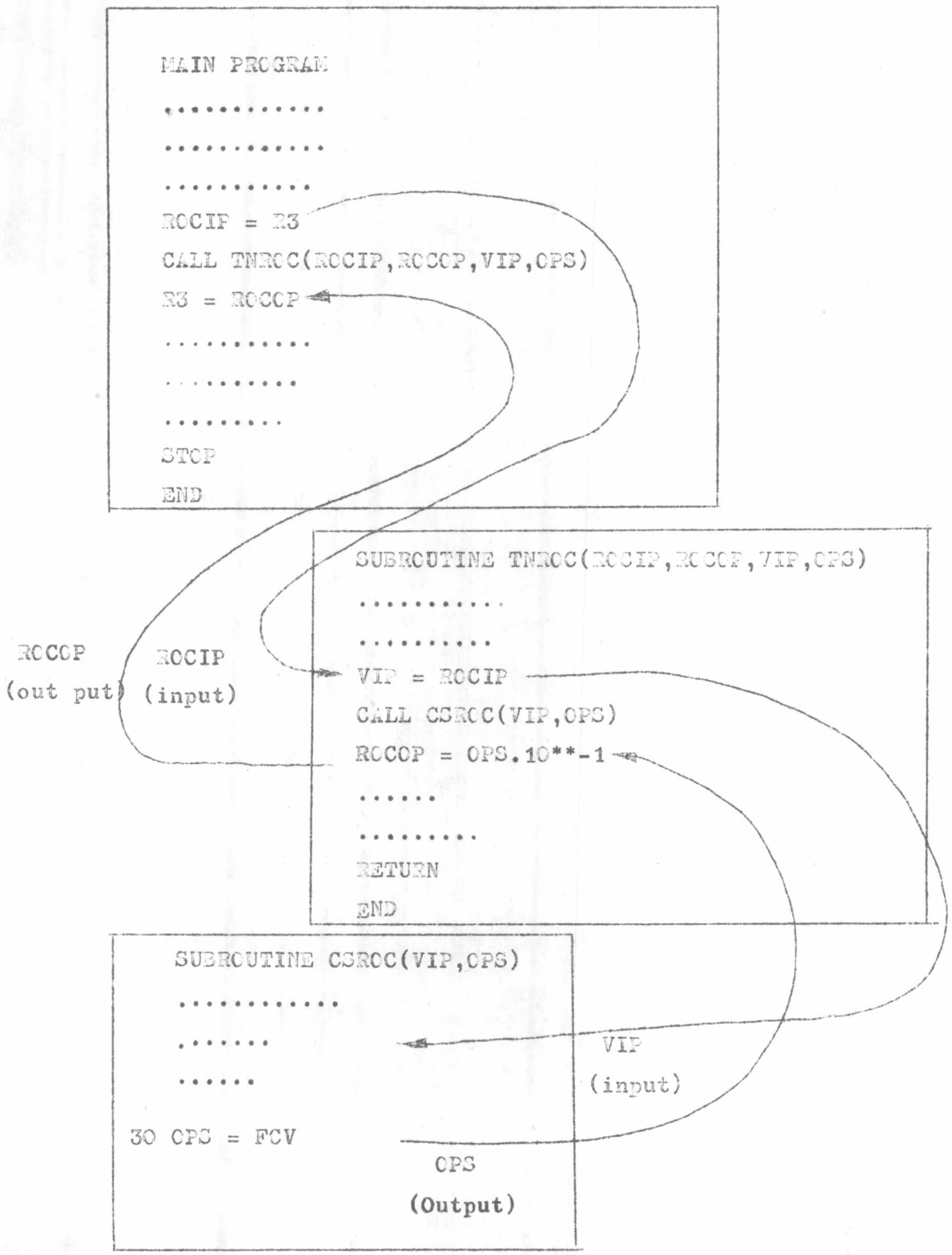
โปรแกรมย่อยนี้จะ normalize ค่า R หรือ C ที่ต้องการมาเปรียบเทียบหาค่า standardก่อน (TNROC = to normalize the resistance or capacitance value) จากรูปที่ 3.14 สมมติว่า main program ต้องการจะหาค่า R_3 ที่ใกล้เคียงกับ standard value เขาให้ ROCIP = R_3 แล้วจึงเรียก SUBROUTINE TNROC (ROCIP, ROCOP, VIP, OPS) R_3 ที่อยู่ในรูปของ ROCIP (R or C input) จะถูกนำไปคำนวณใน subroutine TNROC subroutine นี้จะนำค่า ROCIP มาเปรียบเทียบกับ 1 (ผังงานในรูปที่ 3.13) ถ้าค่ามากกว่าก็หารด้วย 10 แต่จะต้องเก็บจำนวนครั้งที่หาร (ซึ่งเป็น power ของ 10) ไว้ในรูปของ I ทำเช่นนี้จนกระทั่งค่าผลหาร

Subroutine FRROC(ROCIP,ROCOP,VIP,OPS)



รูปที่ 3.13 ผังงานของโปรแกรมย่อยในการnormalize ค่า หรือc

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือ instruction number



รูปที่ 3.14 การflow ของinputและoutput variableระหว่าง subroutine

ที่ได้น้อยกว่า 1 แล้วจึงนำมา normalize โดยการคูณด้วย 10^2 ในกรณีที่เป็นค่าของ C ค่าจะน้อยกว่า 1 มาก subroutine จะนำค่ามาเปรียบเทียบกับ 1 ถ้าน้อยกว่าจะคูณด้วย 10 แล้วจึงเก็บจำนวนที่คูณไว้ จนกระทั่งค่าที่ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 1 แล้วจึง normalize ด้วยการคูณด้วย 10 หลังจาก normalizeแล้วจึงเรียก subroutine เพื่อเลือกค่ามาตรฐาน หลังจากที่เลือกค่ามาตรฐานได้แล้วจะส่งค่ามาตรฐานซึ่งเป็น output ของ subroutine CSROC ไปยัง subroutine TNROC ผลที่ได้จะต้องนำไปยกกำลังให้เท่าที่ถูกทอนมา

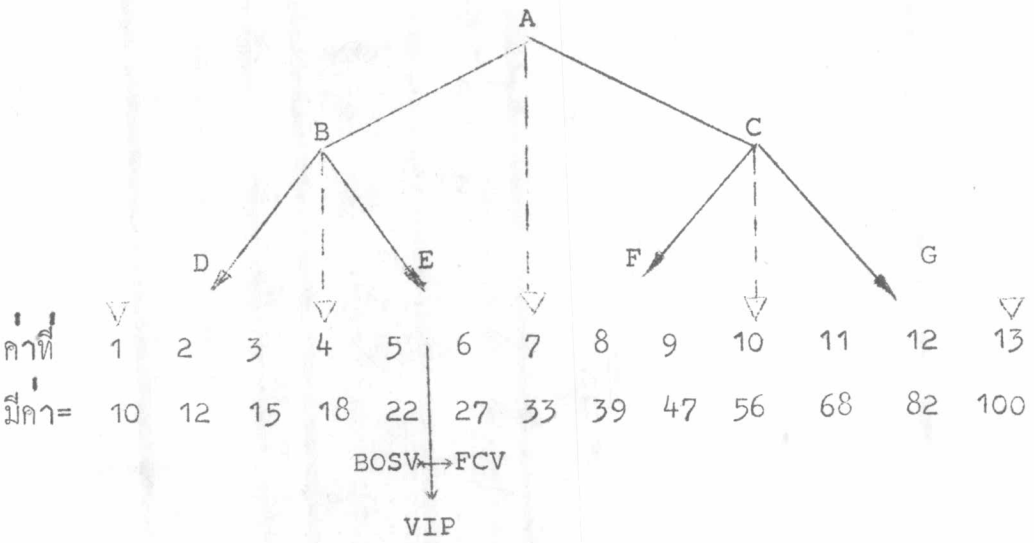
3.6.3 subroutine เพื่อเลือกค่ามาตรฐาน (CSROC(VIP, OPS))

subroutine นี้มีหน้าที่เลือกค่ามาตรฐานของ R หรือ C ที่ใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ ค่าของ R และ C ที่มีขายตามท้องตลาดจะมีค่าเรียงเป็นอนุกรมทางเลขคณิต โดยค่าที่สูงกว่าจะมีค่ามากกว่าตัวถัดไปโดยสัดส่วนประมาณ 1.2 เท่า ดังนี้

ค่าที่ (I)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ค่าอนุกรม	10	12	15	18	22	27	33	39	47	50	68	82	100

ถ้านำค่าที่ต้องการหา (VIP = variable input) มาตั้งต้นเปรียบเทียบกับอนุกรมของ R และ C (IRACS = resistance and capacitance series) โดยเปลี่ยน I ไปตั้งแต่ 1 ถึง 13 ทุกครั้งจะเสียเวลามาก เทคนิคในการหาค่าก็คือใช้เทคนิคของ binary search โดยนำ VIPมาเปรียบเทียบกับค่าที่กึ่งกลางของอนุกรมเลย (JCIV = center indexed value) ซึ่งได้จากผลเฉลี่ยของค่าแรก (JFIV = first, indexed value) ขณะนี้มีค่าคือ 1 (ในรูปที่ 3.15 จะแสดงเป็นเครื่องหมาย V แทนค่า ซึ่งใช้เป็นหลักในการคำนวณ) กับค่าสุดท้าย (JLIV = last indexed value) ขณะนี้คือ 13 ได้ค่า 7 (ให้ชื่อว่า JCIV) ค่า R หรือ C ของค่าที่ 7 (รูปที่ 3.15 ที่จุด A) คือค่า 33 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐาน (IRACS = resistance and capacitance series) โปรแกรมจะนำเอาค่า VIP มาเปรียบเทียบกับ 33 ถ้ามากกว่าหรือน้อยกว่า ก็จะตั้งค่า JFIV และ JLIV ใหม่ ถ้าได้ค่าเท่ากันก็ได้ผลออกมาเป็นคำตอบ

เลย แต่ถ้าได้ค่าน้อยกว่า (คือค่าที่ต่ำกว่าจุด A) โปรแกรมก็จะหาค่าที่จุดกึ่งกลางโดย



รูปที่ 3.15 ผังแสดงการเปรียบเทียบการหาค่าโดยใช้ binary search

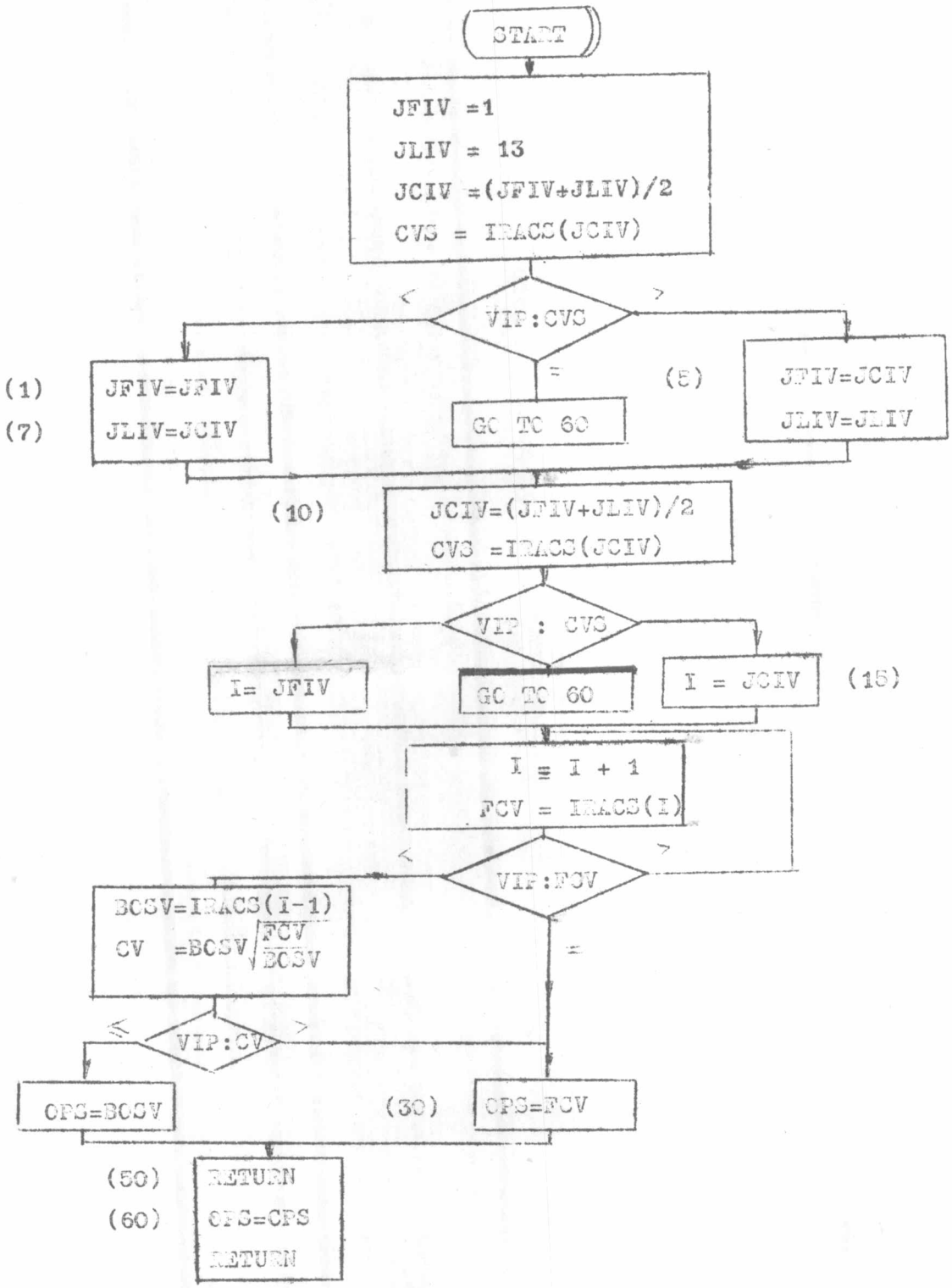
แทนค่า JFIV และ JLIV ใหม่หาจุดกึ่งกลางได้ แล้วเปรียบเทียบค่าที่ต้องการหากับค่ามาตรฐานของค่าที่ 4 สมมติว่าค่าที่ต้องการหามาตรฐานมีค่ามากกว่าค่าที่ 4 (คือ 18) โปรแกรมจะเพิ่มค่านี้ไปเรื่อย ๆ แล้วนำค่าของค่าที่นั้น ๆ มาเปรียบเทียบกับที่เราต้องการหามาตรฐาน (VIP) จนกระทั่งได้ค่าซึ่งมากกว่าค่า VIP เรียกว่า FCV (รูปที่ 3.15) จากนั้นจึงหาค่าที่น้อยกว่าค่าของ FCV ไปอีก 1 ตำแหน่งได้ค่า BOSV(back one step value) จากนั้นจึงเปรียบเทียบค่า VIP กับค่ากึ่งกลาง (โดยสัดส่วน) ของค่า BOSV และ FCV ถ้าได้ค่าน้อยกว่าจะนำค่า BOSV มาเป็นค่า OPS แต่ถ้าได้ค่ามากกว่าจะนำค่า FCV มาเป็นค่า OPS

ความหมายของตัวย่อของตัวแปรต่าง ๆ มีดังนี้

CSROC = to choose resistance or capacitance

VIP = variable (input resistance or capacitance)

Subroutine CSROC(VIP,CPS)



รูปที่ 3.16 ผังงานของโปรแกรมย่อยในการเลือกค่ามาตรฐาน

IRACS = rsistance and capacitance series

CV = center value

JFIV = first indexed value

JLIV = last indexed value

JCIV = center indexed value

BOSV = back one step value

HSV = half shifted value

CVS = center value of the series

FCV = first compared value

3.6.4 subroutine หาค่าผลคูณของ complex number

subroutine เพื่อใช้ในการหาผลคูณ เริ่มต้นโปรแกรมจะแทนค่าตัวที่ต้องการจะทำการคูณกันก่อน โดยให้ตัวตั้งมี real part เป็น VA และ imaginary part เป็น VJB และตัวคูณมี real part เป็น VC และ imaginary part เป็น VJD จากนั้นก็เรียก subroutine ให้ทำการหาค่าดังนี้

```
VA  =  VA * VC - VJB * VJD
VJB =  VA * VJD + VJB * VC
RETURN
END
```

ผลการคำนวณคือ real part จะมีค่าเท่ากับ VA และ imaginary part จะมีค่าเท่ากับ VJB